

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μακροχρόνια Τάση Εκπομπών Αερίων Ρύπων CO₂:μία μελέτη περίπτωσης



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: Ρέντζου Μαρία

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ.Κουνεάς Κωνσταντίνος

ΠΑΤΡΑ 2014

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μακροχρόνια τάση εκπόμπών αερίων ρύπων CO₂:μία μελέτη περίπτωσης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	5
1.1 Τί είναι Ατμοσφαιρική Ρύπανση.....	5
1.2 Παράγοντες Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης.....	6
1.3 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO₂)	13
2.1 Ο ρόλος του CO ₂ στην ατμοσφαιρική ρύπανση.....	13
2.2 Η βιομηχανική εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΚΠΟΜΠΗ CO₂ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	19
3.1 Στοιχεία αερίων ρύπων στην Ελλάδα.....	19
3.1.1 Στοιχεία βιομηχανικών ρύπων CO ₂ Ευρωπαϊκών χωρών.....	22
3.2 Στοιχεία αερίων ρύπων στην Ελλάδα.....	25
3.3 Άμεσες εκπομπές CO ₂	27
3.3.1 Παραγωγή σιδήρου και χάλυβα.....	27
3.3.2 Παραγωγή τσιμέντου.....	28
3.3.3 Κινητές πηγές.....	29
3.4 Έμμεσες εκπομπές CO ₂	31
3.4.1 Αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και ατμού.....	31
3.4.2 Ηλεκτρικά οχήματα.....	32
3.4.3 Βιοκαύσιμα.....	32
3.4.4 Απογραφή εκπομπών.....	33
3.5 Νομοθετική πολιτική Ευρωπαϊκής Ένωσης για την μείωση των βιομηχανικών αερίων ρύπων CO ₂	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	36

4.1	Εισαγωγή.....	36
4.2	Ερευνητικός σκοπός και ερευνητικοί στόχοι.....	36
4.3	Επιλογή ερευνητικής προσέγγισης.....	37
4.3.1	Επιλογή μεταξύ ποσοτικής και ποιοτικής ερευνητικής μεθοδολογίας.....	37
4.3.2	Επιλογή μεταξύ πρωτογενούς και δευτερογενούς ποσοτικής έρευνας.....	39
4.4	Δεδομένα.....	39
4.5	Μεθοδολογία στατιστικής επεξεργασίας.....	40
4.6	Σύνοψη.....	40
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	41
5.1	Εισαγωγή.....	41
5.2	Συνολικές εκπομπές CO ₂	41
5.3	Εκπομπές CO ₂ κατά τομέα της οικονομίας.....	45
5.3.1	Εκπομπές CO ₂ από τον τομέα της ενέργειας.....	45
5.3.2	Εκπομπές CO ₂ από την βιομηχανία.....	48
5.3.3	Εκπομπές CO ₂ από τις μεταφορές.....	51
5.3.4	Εκπομπές CO ₂ από οικιακή κατανάλωση, τριτογενή τομέα και γεωργία....	54
5.4	Εκπομπές CO ₂ κατά τύπο καυσίμου.....	57
5.4.1	Εκπομπές CO ₂ από καύση πετρελαίου.....	57
5.4.2	Εκπομπές CO ₂ από καύση φυσικού αερίου.....	60
5.4.3	Εκπομπές CO ₂ από καύση άνθρακα.....	63
5.5	Σύνοψη.....	66
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	67
6.1	Εισαγωγή.....	67
6.2	Συζήτηση και συμπεράσματα.....	67
6.3	Επίλογος και προτάσεις για έρευνα.....	76
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	78
	Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	78
	Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία.....	80

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με το πέρασμα των χρόνων όλα πάνω στη γη αλλάζουν και τίποτα δεν παραμένει στάσιμο. Τις τελευταίες δεκαετίες γίνεται όλο και πιο έντονα λόγος για την κλιματική αλλαγή παγκοσμίως με έμφαση κυρίως στην ανθρώπινη επίδραση πάνω στο περιβάλλον και στην ατμόσφαιρα. Η ανθρώπινη επίδραση στο περιβάλλον οφείλεται στην διαρκή τάση του ανθρώπου να εξελίσσεται και να αναζητά νέους τρόπους επιβίωσης και βελτίωσης του τρόπου ζωής του. Αυτή η τάση είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη της τεχνολογίας και την διαρκή εξέλιξή της, αλλά με αρνητικές συνέπειες στο γύρω περιβάλλον.

Το πιο διάσημο και πολυσυζητημένο θέμα κλιματικής αλλαγής είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο αυτό, αν και αποτελεί φυσική λειτουργία του πλανήτη για την θέρμανσή του, έχει διαστρεβλωθεί και προκαλεί πλέον παγκόσμιο πρόβλημα για την υπερθέρμανση της γης και της αλλαγής του κλίματος εξαιτίας της ανθρώπινης προσπάθειας για υλική ευημερία. Σύμφωνα με ερευνητικά αποτελέσματα, το όζον της ατμόσφαιρας έχει μειωθεί κατά 10%, ενώ το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) έχει αυξηθεί κατά 15%. Το CO₂ αποτελεί τον κύριο παράγοντα της επικείμενης κλιματικής αλλαγής, καθώς συμμετέχει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 60%.

Η παρούσα έρευνα εστιάζει στην μακροχρόνια τάση εκπομπής CO₂ τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρωπαϊκή Ένωση και χωρίζεται σε δύο μέρη: στο θεωρητικό (βιβλιογραφική ανασκόπηση) και στο ερευνητικό. Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας θα γίνει μια παρουσίαση της σημασίας της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ως όρου αλλά και ως φαινομένου, των παραγόντων που είναι υπεύθυνοι για την ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα, οι οποίοι χωρίζονται σε φυσικούς και σε ανθρωπογενείς παράγοντες ενώ θα γίνει λόγος για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και για τις αιτίες που το προκαλούν. Στην συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο, ο ρόλος του CO₂ στην ατμοσφαιρική ρύπανση θα αναλυθεί και έπειτα θα εξεταστεί πιο συγκεκριμένα η εκπομπή του από βιομηχανικές εγκαταστάσεις και λειτουργίες. Στο τρίτο κεφάλαιο, θα παρατεθούν στοιχεία εκπομπής ρύπων CO₂ από τις βιομηχανικές λειτουργίες χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στην συνέχεια θα γίνει σύγκριση των στοιχείων αυτών. Έπειτα θα παρατεθούν τα ίδια στοιχεία προερχόμενα από την Ελλάδα. Στο τέλος του κεφαλαίου θα γίνει λόγος για τις άμεσες εκπομπές CO₂ μέσω της παραγωγής σιδήρου, χάλυβα, τσιμέντου και μέσω της καύσης καυσίμων πετρελαίου. Επίσης θα γίνει αναφορά και στις έμμεσες εκπομπές CO₂ μέσω της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και σχιστόλιθου αερίου και μέσω της καύσης πετρελαίου. Τέλος, θα παρατεθεί η ευρωπαϊκή νομοθεσία με στόχο την μείωση των βιομηχανικών αερίων ρύπων CO₂.

Μετά το τέλος του θεωρητικού μέρους της έρευνας, θα πραγματοποιηθεί στατιστική ανάλυση πρωτογενών στοιχείων με στόχο την στατιστική προσέγγιση των επιπέδων CO₂ στην βιομηχανία και ειδικότερα στις Ευρωπαϊκές χώρες. Η στατιστική ανάλυση θα γίνει μέσω του προγράμματος SPSS. Μετά από την παράθεση των στατιστικών δεδομένων, θα γίνει συγκριτική ανάλυση με την βιβλιογραφία των πρώτων κεφαλαίων και στην συνέχεια θα παρατεθούν τα συμπεράσματα και προτάσεις ως επίλογος της παρούσας έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

1.1 Τί είναι η Ατμοσφαιρική Ρύπανση

Πριν προχωρήσουμε στην εξακρίβωση του όρου «ατμοσφαιρική ρύπανση», είναι χρήσιμο να παρατεθούν οι ορισμοί κάποιων σημαντικών όρων που θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα εργασία. Η ατμόσφαιρα είναι ένα προστατευτικό σώμα που συντηρεί κάθε είδος ζωής στην γη και η οποία αποτελείται από τέσσερις στοιβάδες: τροπόσφαιρα, στρατόσφαιρα, μεσόσφαιρα και θερμόσφαιρα. Όταν στην συνέχεια, γίνει αναφορά στην «ατμόσφαιρα» ή στον «ατμοσφαιρικό αέρα», θα εννοείται ο αέρας της τροπόσφαιρας στους εξωτερικούς χώρους. Επίσης, ο όρος «ρύπος», σύμφωνα με την οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου 2008/50/EK, έχει την σημασία της οποιασδήποτε ουσίας με αρνητικές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον γενικότερα. Συνεπώς, οι «ατμοσφαιρικοί ρύποι» αναφέρονται στις ουσίες αυτές (αερολύματα-aerosols), οι οποίες σε μεγάλες συγκεντρώσεις απειλούν την χημική σύσταση της ατμόσφαιρας και εμμέσως την ανθρώπινη ύπαρξη και την ομαλή λειτουργία των οικοσυστημάτων (Ρεμουντάκη, 2010).

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, έχει παρατηρηθεί ότι η χημική σύσταση της ατμόσφαιρας του 21^{ου} αιώνα, έχει μεταβληθεί σε σύγκριση με την χημική σύσταση που υπήρχε πριν την Βιομηχανική Επανάσταση (περίπου 1760-1860 μ.Χ.). Ο ορισμός «ατμοσφαιρική ρύπανση» είναι δύσκολο να προσδιορισθεί πλήρως, καθώς υπάρχουν πολλές γνώμες κι απόψεις σχετικά με το ερώτημα «τί είναι ατμοσφαιρική ρύπανση;».

Υπάρχει η άποψη ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση εμφανίστηκε όταν το ανθρώπινο γένος ξεκίνησε την χρήση των καυσίμων. Με άλλα λόγια, υπάρχει η άποψη ότι όλες οι ανθρωπογενείς εκπομπές στην ατμόσφαιρα μπορούν να θεωρηθούν ατμοσφαιρική ρύπανση, επειδή αλλάζουν την χημική σύσταση της ατμόσφαιρας. Επομένως, η υψηλή συγκέντρωση του CO₂ (διοξειδίου του άνθρακα), του CH₄ (μεθανίου) και του N₂O (μονοξειδίου του αζώτου), μπορεί να θεωρηθεί ατμοσφαιρική ρύπανση ακόμα κι αν αυτά τα στοιχεία δεν αποτελούν άμεση απειλή ή δεν είναι βλαβερά για τον άνθρωπο και το οικοσύστημα (Ashton, 1997). Βλαβερή για παράδειγμα θεωρείται η εκπομπή χλωροφθορανθράκων (CFCs), οι οποίοι μόλις εισέλθουν στην στρατόσφαιρα, οι υπεριώδεις ακτίνες μπορούν να τους μετατρέψουν σε αντιδραστικά είδη τα οποία έχουν την ικανότητα να καταστρέψουν το όζον της στρατόσφαιρας (Ashton, 1997).

Παρ' όλα αυτά, τα χημικά στοιχεία CO₂, CH₄ και N₂O και πιο συγκεκριμένα η εκπομπές του CO₂ μπορεί να μην αποτελούν άμεσο κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου, ωστόσο η συνεχής συσσώρευση CO₂ στην ατμόσφαιρα έχει ως αποτέλεσμα μακροπρόθεσμες συνέπειες όπως η κλιματική αλλαγή, η οποία επηρεάζει αρνητικά τον άνθρωπο και το οικοσύστημα (Builtjes, 2003).

Ένα άλλος ορισμός ο οποίος χρησιμοποιείται ευρέως, αναφέρει ότι: ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η συγκέντρωση ρύπων κάθε είδους, όπως ουσίες, ακτινοβολία και θόρυβος, οι οποίες σε μεγάλες ποσότητες, σε μεγάλη συγκέντρωση και σε μεγάλο χρονικό διάστημα παραμονής, έχουν την

δυνατότητα να προκαλέσουν αρνητικές συνέπειες στο οικοσύστημα, στην ανθρώπινη υγεία και σε κάθε έμβιο οργανισμό.

Σε περίπτωση ατμοσφαιρικής ρύπανσης, έχουν παρατηρηθεί υψηλά επίπεδα τα οποία έχουν προκαλέσει φωτοχημικό νέφος (ή φωτοχημική αιθαλομίχλη) ή βιομηχανική αιθαλομίχλη (ή καπνομίχλη). Το φωτοχημικό νέφος που συναντάται σε αρκετές μεγαλουπόλεις παγκοσμίως, προκαλείται από την εκπομπή μονοξειδίου του άνθρακα (CO), οξειδίου του αζώτου (NO_x) και υδρογονανθράκων (C_xH_y) τα οποία αντιδρούν με το ηλιακό φως και δημιουργούν αυτού του είδους το νέφος. Η βιομηχανική αιθαλομίχλη προκαλείται από την καύση καυσίμων και κυρίως από την καύση κάρβουνου. Παρατηρείται συνήθως σε περιοχές όπου υπάρχουν σταθμοί παραγωγής ενέργειας και προέρχεται από την εκπομπή οξειδίου του θείου το οποίο συνδυάζεται με υψηλά επίπεδα υγρασίας (Ζάνης, 2008).

1.2 Παράγοντες Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η ατμοσφαιρική ρύπανση οφείλεται κατά κύριο λόγο σε ανθρωπογενείς αιτίες και πιο συγκεκριμένα στην καύση καυσίμων από τον άνθρωπο. Ωστόσο, οι παράγοντες ή οι πηγές, που αποτελούν την αιτία της ρύπανσης του ατμοσφαιρικού αέρα, διαιρούνται σε φυσικούς και σε ανθρωπογενείς παράγοντες.

Οι φυσικές πηγές πρέπει να αναφερθεί ότι έχουν ένα μικρό ποσοστό συμμετοχής στην ατμοσφαιρική ρύπανση, καθώς δεν είναι συνεχείς οι εκπομπές τους, οπότε δεν υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση χημικών στοιχείων και οι πηγές αυτές είναι διασκορπισμένες ανά την υφήλιο. Έτσι, οι κυριότερες φυσικές πηγές είναι:

- Οι ηφαιστειακές εκρήξεις οι οποίες ελευθερώνουν στον ατμοσφαιρικό αέρα διοξείδιο του θείου, μεθάνιο και υδρόθειο (Ζάνης, 2008). Επίσης κατά τις ηφαιστειακές εκρήξεις εκλύονται τέφρα και άλλα θειικά αερολύματα, τα οποία παραμένουν στην ατμόσφαιρα για μεγάλο χρονικό διάστημα και προκαλούν αλλαγές στην θερμοκρασία καθώς προκαλούν ψύξη του αέρα (Ρεμουντάκη, 2010).
- Οι δασικές πυρκαγιές, από τις οποίες εκλύονται μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα μαζί με άλλα αιωρούμενα σωματίδια-αέρια. Οι πυρκαγιές των δασών εκδηλώνονται κατά μεγάλο ποσοστό κατά την θερινή περίοδο, καθώς υπάρχει μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας και ανομβρία στην Μεσόγειο.
- Η βιολογική αποσύνθεση ζώων και φυτών, η οποία εκλύει αμμωνία, υδρόθειο και υδρογονάνθρακες.
- Η διάβρωση του εδάφους με την εκπομπή σκόνης και την αιολική μεταφορά της στην ατμόσφαιρα. Η εκπομπή σημαντικής ποσότητας σκόνης, γίνεται από περιοχές με περιορισμένη ή και καθόλου βλάστηση (έρημος Σαχάρα της Αφρικής).
- Τέλος, μπορούν να θεωρηθούν ως φυσική πηγή οι ωκεανοί ή αλλιώς οι θαλάσσιες εκτάσεις από τις οποίες εκλύονται θειικά άλατα και χλωριούχο νάτριο (Ζάνης, 2008).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι ηφαιστειακές εκρήξεις, οι δασικές πυρκαγιές, η διάβρωση του εδάφους και οι θαλάσσιες εκτάσεις, χαρακτηρίζονται ως φυσικοί γεωλογικοί παράγοντες, ενώ η αποσύνθεση των ζωντανών οργανισμών χαρακτηρίζεται ως φυσικός βιολογικός παράγοντας. Σε όλο το σύνολο των φυσικών πηγών ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ο άνθρωπος έχει και εδώ την δυνατότητα επέμβασης. Για παράδειγμα, η προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων σε γεωργικές καλλιέργειες μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση των βιογενών εκπομπών αζωτούχων ενώσεων από το έδαφος (Ashton, 1997).

Στην συνέχεια, οι κυριότεροι παράγοντες ατμοσφαιρικής ρύπανσης όπως έχει αναφερθεί αρκετές φορές παραπάνω είναι οι ανθρωπογενείς. Οι ανθρωπογενείς πηγές πρώτα από όλα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: σταθερές και κινητές.

Οι σταθερές πηγές αποτελούνται από:

- την θέρμανση κτηρίων
- την παραγωγή ενέργειας (βιομηχανία) και
- την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι κινητές πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν την κίνηση τροχοφόρων οχημάτων και άλλων μέσων μαζικής μεταφοράς (αεροπλάνα, πλοία, τρένα κτλ) (Ρεμουντάκη, 2010, Ζάνης, 2008). Η ποσοτική συνεισφορά των παραπάνω ανθρωπογενών πηγών ξεχωριστά, αποδεικνύεται δύσκολη καθώς οι εκπομπές μεταβάλλονται από τον τρόπο ζωής και τις καθημερινές ανθρώπινες ανάγκες (θέρμανση, μεταφορά κτλ). Κατά προσέγγιση όμως, τα ποσοστά συνεισφοράς μπορούν να υπολογισθούν ως εξής: κίνηση τροχοφόρων 60%, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 10-15%, βιομηχανικές εκπομπές 20% και θέρμανση οικιών/ κτηρίων περίπου 10%. Άλλες δευτερεύουσες ανθρωπογενείς αιτίες ατμοσφαιρικής ρύπανσης, θεωρούνται οι καύσεις σκουπιδιών σε χωματερές ή οι καύσεις σε γεωργικές εκτάσεις, όπου εκλύεται μεθάνιο κι άλλα αιωρούμενα σωματίδια τα οποία συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Καθώς εξακριβώθηκαν τα είδη των παραγόντων και των αιτίων που είναι υπεύθυνα για την ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα, είναι απαραίτητο να διευκρινιστούν και τα είδη των ρύπων που εκλύονται από τις πηγές αυτές.

Οι δύο κατηγορίες αερίων ρύπων είναι οι πρωτογενείς και οι δευτερογενείς ρύποι. Πρωτογενείς ρύποι ονομάζονται αυτοί που εκπέμπονται απευθείας από τις πηγές ρύπανσης και είναι (Γεντεκάκης, 1999):

- τα οξείδια του αζώτου (NO_x)
- το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)
- το διοξείδιο του θείου (SO_2)
- ο μόλυβδος (Pb) και
- οι υδρογονάνθρακες (HCs).

Δευτερογενείς ρύποι ονομάζονται όσοι σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα και προέρχονται από χημικές αντιδράσεις πρωτογενών ρύπων με τα φυσικά συστατικά της ατμόσφαιρας, με το ηλιακό φως και την θερμοκρασία. Κάποιοι από αυτούς είναι το όζον (O_3) και το διοξείδιο του αζώτου (NO_2). Οι

δευτερογενείς ρύποι είναι η βασική αιτία του φωτοχημικού νέφους και της μειωμένης ορατότητας που παρατηρείται σε αρκετές μεγαλουπόλεις παγκοσμίως (Γεωργόπουλος, 2002).

Μετά από την παραπάνω κατηγοριοποίηση των αερίων ρύπων, είναι χρήσιμο να αναφερθούν οι βασικοί ρύποι, για τους οποίους τόσο στις Η.Π.Α όσο και στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν θεσπιστεί όρια εκπομπών, εθνικά κέντρα και δίκτυα παρακολούθησης των εκπομπών τους στην ατμόσφαιρα και έχουν εφευρεθεί πρότυπες μέθοδοι δειγματοληψίας για τον προσδιορισμό συγκέντρωσής τους. Επομένως, οι βασικοί ατμοσφαιρικοί ρύποι είναι:

1. **Το μονοξείδιο (NO) και το διοξείδιο του αζώτου (NO₂).** Τα είδη οξειδίου του αζώτου που έχουν παρατηρηθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα είναι συνολικά επτά: NO, NO₂, NO₃, N₂O, N₂O₃, N₂O₄ και N₂O₅. Τα κυριότερα από αυτά, τα οποία είναι και υπεύθυνα για την δημιουργία φωτοχημικού νέφους είναι το NO και το NO₂. Το μονοξείδιο του αζώτου είναι ένα άοσμο κι άχρωμο αέριο, ενώ το διοξείδιο είναι καστανοκόκκινο στο χρώμα του και έχει έντονη οσμή. Τα δύο είδη οξειδίου του αζώτου προέρχονται κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων μέσω του θερμικού σχηματισμού και της οξειδωσης (Ρεμουντάκη, 2010). Η οριακή τιμή τους είναι 200 mg/m³ και δεν πρέπει να ξεπερνιέται 18 φορές τον χρόνο. Στην ατμόσφαιρα εκλύεται αρχικά το μονοξείδιο του αζώτου και στην συνέχεια μετατρέπεται αρκετά γρήγορα σε διοξείδιο. Το διοξείδιο εκτός του ότι αποτελεί φωτοχημικό ρύπο, αντιδρά με τις ηλιακές ακτίνες και με άλλα στοιχεία της ατμόσφαιρας και παράγει νιτρικό οξύ (το οποίο μαζί με το θειικό οξύ είναι συστατικά της όξινης βροχής). Ο χρόνος παραμονής του μονοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα είναι 4 μέρες, ενώ του διοξειδίου 3 μέρες (Γεωργόπουλος, 2002).
2. **Το διοξείδιο του θείου (SO₂).** Το διοξείδιο του θείου είναι ένα άοσμο και άχρωμο αέριο, το οποίο μόνο σε περιπτώσεις υψηλής συγκέντρωσης έχει μια έντονη οσμή. Το αέριο αυτό έχει διαβρωτικά αποτελέσματα πάνω σε μάρμαρα, χρώματα, ανθρώπινες κατασκευές, μέταλλα αλλά και σε φυτά (βαμβάκι, κριθάρι). Το πιο χαρακτηριστικό γνώρισμα του διοξειδίου του θείου είναι η καταλυτική και η φωτοχημική αντίδραση του με το οξυγόνο, η οποία έχει ως αποτέλεσμα το SO₃ (τριοξείδιο του θείου). Το SO₃ με την σειρά του έχει αντιδραστική συμπεριφορά με τους υδρατμούς, με αποτέλεσμα να σχηματίζει θειικό οξύ το οποίο περιλαμβάνεται στο παγκοσμίως γνωστό φαινόμενο της όξινης βροχής (Γεωργόπουλος, 2002).
3. **Ο μόλυβδος (Pb).** Ο μόλυβδος ανήκει στην κατηγορία των βαρέων και τοξικών μετάλλων και η οριακή τιμή του είναι 0,5 mg/m³. Ο μόλυβδος εμφανίστηκε έντονα τον 20^ο αιώνα όταν η πτητική ένωσή του (τετρααιθυλιούχος μόλυβδος), προστέθηκε στις μηχανές εσωτερική καύσης των τροχοφόρων. Με την εφαρμογή των καταλυτικών αυτοκινήτων παρατηρήθηκε η μείωση των υψηλών συγκεντρώσεων μολύβδου στην ατμόσφαιρα των πόλεων. Σήμερα οι εκπομπές μολύβδου έχουν μειωθεί κατά 98%. Μια άλλη πηγή μολύβδου είναι οι μεταλλουργικές διεργασίες (χυτήρια, καμίνια και εργοστάσια μπαταρίας), όπου αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες και απελευθερώνονται στον αέρα θερμά επαέρια, τα οποία αποτελούν κίνδυνο για τον ανθρώπινο οργανισμό και έχουν αυξημένο χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα (Γεντεκάκης, 1999).

4. **Τα Αιωρούμενα Σωματίδια των κατηγοριών: ΑΣ₁₀ και ΑΣ_{2,5}.** Τα αιωρούμενα σωματίδια αποτελούν μικρά τεμάχια ύλης σε στερεή ή υγρή κατάσταση και χαρακτηρίζονται από την αεροδυναμική τους διάμετρο (10, 2,5). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αιωρούμενων σωματιδίων είναι ο καπνός, η τέφρα και η σκόνη (ονομάζονται και ορατά αιωρούμενα σωματίδια καθώς υπάρχουν και τα μη ορατά). Το όριο που έχει θεσπιστεί για τα αιωρούμενα σωματίδια ΑΣ₁₀ είναι 50 mg/m³ και για τα ΑΣ_{2,5} είναι 25 mg/m³. Οι πηγές των αιωρούμενων σωματιδίων είναι ανθρωπογενείς και φυσικές. Οι φυσικές πηγές τους είναι οι ηφαιστειακές εκρήξεις και οι επιφάνειες ωκεανών και εδάφους και οι ανθρωπογενείς πηγές τους είναι η καύση ορυκτών καυσίμων, καθώς και η εκπομπή πρωτογενούς σωματιδιακής ύλης μέσα από ανθρώπινες δραστηριότητες (Ρεμουντάκη, 2010).

5. **Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO).** Το μονοξείδιο του άνθρακα βρίσκεται σε μεγάλο ποσοστό στην ατμόσφαιρα σε σχέση με τους υπόλοιπους ρύπους και είναι ένα άχρωμο, άγευστο και άοσμο αέριο. Παράγεται από την ατελή καύση των ορυκτών καυσίμων (γαιάνθρακες, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) και η οριακή τιμή του, η οποία δεν αποτελεί κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία, είναι 10 mg/m³. Πρέπει να αναφερθεί πως το 70% των εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα οφείλεται στην κίνηση των τροχοφόρων/ μέσων μεταφοράς και προέρχεται από την ατελή καύση των υδρογονανθράκων των καυσίμων, εξαιτίας της έλλειψης επαρκούς οξυγόνου (σε αντίθεση η πλήρης καύση έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία του διοξειδίου του άνθρακα CO₂). Τέλος, ο χρόνος παραμονής του μονοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα είναι 36 ημέρες (Γεντεκάκης, 1999).



1.3 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

Είναι σημαντικό σε αυτό το σημείο να διευκρινιστεί ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική λειτουργία του περιβάλλοντος, ώστε να διατηρήσει η γη μια μέση θερμοκρασία (15°C) σε παγκόσμιο επίπεδο, η οποία να είναι φιλόξενη για την ζωή πάνω σε αυτήν. Η ατμόσφαιρα της γης είναι ένα μείγμα αερίων που αποτελείται κυρίως από υδρατμούς (H₂O), από διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), από μεθάνιο (CH₄), από μονοξείδιο του αζώτου (N₂O), από οξυγόνο (O₂) και από φθοριούχα αέρια (φρέον). Επίσης, σημαντικό ρόλο ως θερμοκηπικά αέρια έχουν και οι υδρατμοί (H₂O). Τα αέρια της ατμόσφαιρας, γνωστά και ως θερμοκηπικά αέρια έχουν την ικανότητα να απορροφούν αλλά και να εκπέμπουν την θερμική ακτινοβολία των υπεριωδών ακτινοβολιών από την επιφάνεια της γης και από την ατμόσφαιρα προτού χαθεί στο διάστημα (Μελάς, 2007).

Η διαφορά του κάθε θερμοκηπικού αερίου έγκειται στην δυνατότητα του καθενός να απορροφάει την θερμότητα στο μόριό του, όπως για παράδειγμα το μεθάνιο έχει την δυνατότητα να απορροφά θερμότητα 21 φορές περισσότερο σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα. Ακόμη μια διαφορά των θερμοκηπικών αερίων μεταξύ τους, είναι το χρονικό διάστημα που χρειάζεται το καθένα για να παγιδέψει την θερμότητα από την ατμόσφαιρα (IPCC, 1996). Παρόλο που το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική λειτουργία, η απειλή έγκειται στην ανθρώπινη παρέμβαση και πιο συγκεκριμένα στην ενίσχυση του φαινομένου εξαιτίας της εκπομπής ρύπων από ανθρωπογενείς πηγές (Μελάς, 2007).

Το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου λειτουργεί ως εξής: ένα τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στην γη απορροφάται από την επιφάνειά της και μετατρέπεται σε θερμότητα. Στην συνέχεια, η θερμότητα αυτή αποβάλλεται από την επιφάνεια της γης προς το διάστημα με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τα αέρια της ατμόσφαιρας και κυρίως οι υδρατμοί και το διοξείδιο του άνθρακα της τροπόσφαιρας σε απόσταση 25 km, παγιδεύουν ένα ποσοστό της θερμότητας και την διοχετεύουν προς όλες τις κατευθύνσεις της γης, με αποτέλεσμα να θερμαίνεται η γη. Χωρίς αυτήν την λειτουργία του φυσικού φαινομένου, η γη θα ήταν τώρα παγωμένη στους -15 °C. Έτσι, η θερμοκρασία της γης εξαρτάται από τέσσερις παράγοντες: την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στην γη, την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που η γη συγκρατεί και εκπέμπει ως θερμότητα, την ποσότητα θερμότητας που τα θερμοκηπικά αέρια συγκρατούν και τέλος από την εξάτμιση ή την συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας (Γεντεκάκης, 1999 , Αμπελιώτης, 2008).

Η ονομασία του φαινομένου αυτού, οφείλεται στην παρόμοια λειτουργία των ανθρώπινων θερμοκηπίων και αρκετοί επιστήμονες στον τομέα της κλιματολογίας έχουν τονίσει ότι πρέπει να γίνεται η διάκριση του φυσικού φαινομένου του θερμοκηπίου με αυτό του CO₂ φαινομένου του θερμοκηπίου. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, η ανθρώπινη δραστηριότητα έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή αερίων ρύπων και αυτή η εκπομπή με την σειρά της ενισχύει το συγκεκριμένο φαινόμενο. Με άλλα λόγια, η ικανότητα της ατμόσφαιρας να απορροφά την θερμότητα της υπέρυθρης ακτινοβολίας ενισχύεται, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία του πλανήτη να αυξάνεται συνεχώς. Εκτός όμως από την εκπομπή ρύπων από τις ανθρωπογενείς πηγές, σημαντικό

ρόλο παίζει και η καύση των δασών της υφελίου, καθώς ρύθμιζαν την ποσότητα υδρατμών στην ατμόσφαιρα, δέσμευαν και μείωναν τις ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα σε αυτή και παρήγαγαν οξυγόνο μέσω της λειτουργίας της φωτοσύνθεσης (Μελάς, 2007).

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχει παρατηρηθεί το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου εξαιτίας της υπερβολικής εκπομπής αερίων ρύπων που ενισχύουν τις ποσότητες των θερμοκηπικών αερίων στην ατμόσφαιρα, με αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον, όπως είναι η υπερθέρμανση του πλανήτη. Η ατμόσφαιρα έχει «υπερφορτωθεί» από μεγάλες ποσότητες αερίων που ήδη υπάρχουν σε αυτή, αλλά κι από βιομηχανικά αέρια όπως είναι οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, εξαιτίας της συσσώρευσης των αερίων ρύπων, να παγιδεύεται η θερμότητα ανάμεσα στο στρώμα όπου γίνεται η αντανάκλαση της θερμότητας στην γη, με αποτέλεσμα να μην γίνεται σωστή λειτουργία του φυσικού φαινομένου και να ψύχεται σταδιακά η ατμόσφαιρα, ενώ αντιθέτως η επιφάνεια της γης να υπερθερμαίνεται (Αμπελιώτης, 2008).

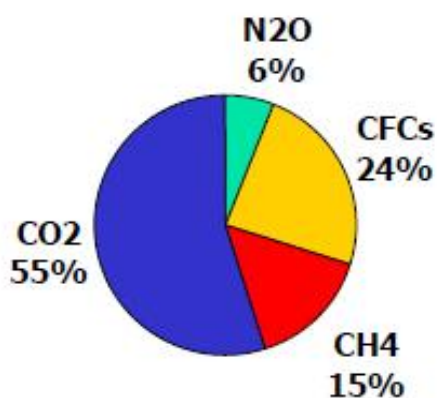
Ο κυριότερος παράγοντας συνεισφοράς στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Η ανθρώπινη παρέμβαση που ενισχύει την ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα είναι κυρίως η καύση ορυκτών καυσίμων (αργό πετρέλαιο και τα προϊόντα του, λιγνίτης, φυσικό αέριο). Το διοξείδιο του άνθρακα παράγεται καθημερινά μέσα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες (εκτιμάται ότι εκπέμπονται 25 δισεκατομμύρια τόνοι στην ατμόσφαιρα), όπως για παράδειγμα μέσω της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και μέσω της κίνησης μέσω μεταφοράς (Αμπελιώτης, 2008). Τα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα στη ατμόσφαιρα εκτιμάται ότι θα αυξηθούν κατά 3%-4% με αποτέλεσμα το 2030 να διπλασιαστούν και να προκαλέσουν την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 3-5 °C (Μελάς, 2007).



Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, η ποσότητα του μεθανίου (CH_4) στην ατμόσφαιρα έχει υπερδιπλασιαστεί σε σύγκριση με την ποσότητα του μεθανίου πριν από 200 χρόνια. Η ανθρώπινη παρέμβαση που ενισχύει την ποσότητα του μεθανίου στην ατμόσφαιρα, είναι κυρίως η εξόρυξη και η επεξεργασία του λιγνίτη και του φυσικού αερίου, η καύση της βιομάζας, οι χώροι επεξεργασίας στερεών και υγρών αποβλήτων, καθώς και οι χώροι εκταφής (Αμπελιώτης, 2008). Το μεθάνιο αποτελεί κυρίως το 15% των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και αυξάνεται κάθε χρόνο κατά 1-2% (Ξηράκης, 2010).

Στην συνέχεια, το μονοξείδιο του αζώτου (N_2O) συμμετέχει κατά το 5% στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και παράγεται φυσικά μέσω υδάτινων οικοσυστημάτων (ωκεανοί) και μέσω χειρσαίων οικοσυστημάτων όπως τα δάση. Ανθρωπογενείς πηγές υποξειδίου του αζώτου αποτελούν τα λιπάσματα, η παραγωγή νάιλον και η καύση ορυκτών καυσίμων. Το N_2O έχει αποδειχτεί πιο αποτελεσματικό κατά 310 φορές από το διοξείδιο του άνθρακα, όσον αφορά στην απορρόφηση της θερμότητας (Ξηράκης, 2010).

Τα φθοριούχα αέρια ή αλλιώς το φρέον δεν είναι φυσικά θερμοκηπικά αέρια, αλλά ανθρώπινα προϊόντα για βιομηχανικούς σκοπούς. Είναι εξαιρετικά ισχυρά αέρια καθώς έχουν την μεγαλύτερη δυνατότητα απορρόφησης θερμότητας από όλα τα υπόλοιπα θερμοκηπικά αέρια και διαθέτουν την μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στην ατμόσφαιρα (Ξηράκης, 2010). Τα πιο γνωστά φθοριούχα αέρια είναι οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) που είναι υπεύθυνοι για την καταστροφή του όζοντος της ατμόσφαιρας και οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε κλιματιστικά και ψυγεία, αλλά η χρήση τους έχει απαγορευτεί στις περισσότερες αναπτυγμένες χώρες (μέσα σε αυτές και η Ελλάδα) (Μελάς, 2007).



Εικόνα 1: Τα ποσοστά συνεισφοράς των θερμοκηπικών αερίων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου

Πηγή: Μελάς, 2007

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO₂)

2.1 Ο ρόλος του CO₂ στην ατμοσφαιρική ρύπανση

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) αποτελεί αέριο του φυσικού φαινομένου του θερμοκηπίου και βρίσκεται ως ιχνοστοιχείο στην ατμόσφαιρα της Γης με κανονική θερμοκρασία και πίεση σε συγκέντρωση 0.039% κατ' όγκο. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι τελικό προϊόν σαν μέρος μεταβολισμού για τους οργανισμούς που παράγουν ενέργεια μέσω της διάσπασης λιπών, αμινοξέων και σακχάρων με οξυγόνο, μια διαδικασία γνωστή και ως κυτταρική αναπνοή. Στα ζώα το διοξείδιο ταξιδεύει μέσω του αίματος από τους ιστούς του σώματος στους πνεύμονες απ' όπου και εκπνέεται. Στα φυτά, επίσης το διοξείδιο απορροφάται από την ατμόσφαιρα μέσω της φωτοσύνθεσης.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες επηρεάζουν την σύνθεση της ατμόσφαιρας. Η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα το 1900 ήταν σε αυξημένα επίπεδα, δηλαδή στα 280 ppm (parts per million) αρχικά, ενώ το 1999 σταδιακά αυξήθηκε στα 367 ppm αναδεικνύοντας την ανοδική πορεία της παγκόσμιας βιομηχανίας και γεωργίας. Αυτό ήταν καλά επιβεβαιωμένο από αξιόπιστες και πολυάριθμες μετρήσεις, που έγιναν στη σύνθεση των φυσαλίδων οι οποίες είχαν «παγιδευτεί» στους πάγους της Ανταρκτικής. Οι μετρήσεις των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του άνθρακα, οι οποίες συμφωνούν με τις μετρήσεις του πυρήνα του πάγου, γίνονται με μεγάλη ακρίβεια από το 1957 και δείχνουν μια συνέχεια της αυξητικής τάσης του CO₂ μέχρι και σήμερα.

Αρκετά ακόμα αποδεικτικά στοιχεία επιβεβαιώνουν ότι η πρόσφατη και συνεχιζόμενη αύξηση του CO₂ στην ατμόσφαιρα, οφείλεται σε ανθρωπογενείς εκπομπές CO₂ (κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων). Πρώτον, το επίπεδο μείωσης του οξυγόνου της ατμόσφαιρας μπορεί να συγκριθεί και να αναλυθεί ανάλογα με τις αυξήσεις των εκπομπών CO₂ κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων (η συγκεκριμένη καύση απαιτεί οξυγόνο για να πραγματοποιηθεί). Δεύτερον, οι ισοτοπικές υπογραφές των ορυκτών καυσίμων αφήνουν το σημάδι τους στην ατμόσφαιρα. Τρίτον, η παρατηρούμενη αύξηση στην συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα είναι μεγαλύτερη και ταχύτερη στο βόρειο ημισφαίριο όπου και γίνεται η μεγαλύτερη καύση ορυκτών καυσίμων (Prentice et al, 2001).

Το διοξείδιο του άνθρακα που υπάρχει στην ατμόσφαιρα δεν αυξάνεται εξολοκλήρου από τις εκπομπές καύσης ορυκτών καυσίμων, καθώς το CO₂ αυτών των εκπομπών, δεν απορροφάται σε ολόκληρο ποσοστό από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Το υπόλοιπο ποσοστό CO₂ που εκπέμπεται, είτε διαλύεται στο θαλασσινό νερό και αναμειγνύεται με τον βυθό των ωκεανών, είτε απορροφάται από τα χερσαία οικοσυστήματα. Η απορρόφησή του από τα χερσαία οικοσυστήματα, οφείλεται στην διαδικασία της φωτοσύνθεσης αλλά και σε άλλες οξειδωτικές διεργασίες της φύσης, όπως είναι η αποσύνθεση ή η καύση οργανικού υλικού. Τα χερσαία οικοσυστήματα μπορούν να μετατραπούν σε ανθρωπογενείς πηγές CO₂, όταν οι αλλαγές στην χρήση της γης (κυρίως η αποψίλωση) οδηγούν στην απώλεια του άνθρακα από τα φυτά και από το έδαφος. Παρ' όλα αυτά, η παγκόσμια ισορροπία στα χερσαία οικοσυστήματα είναι έως και σήμερα η κύρια πηγή απορρόφησης του CO₂. Η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που

προέρχεται από την καύση των ορυκτών καυσίμων και που απορροφάται από το θαλασσίνο νερό και τα χερσαία οικοσυστήματα, μπορεί να υπολογισθεί μέσω των αλλαγών του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα και του οξυγόνου (O₂), επειδή οι επίγειες διαδικασίες ανταλλάσσουν οξυγόνο για CO₂, ενώ τα υδάτινα οικοσυστήματα δεν έχουν τέτοιου είδους λειτουργία (Prentice et al, 2001).

Η ανθρώπινη επίδραση πάνω στην ροή του διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ των τριών «δεξαμενών» της φύσης, δηλαδή της ατμόσφαιρας, των ωκεανών και των χερσαίων οικοσυστημάτων, αποτελεί μια μικρή αλλά σημαντική διατάραξη ενός παγκοσμίου κύκλου. Ο κύκλος του CO₂ (Carbon Cycle) στην φύση είναι σημαντικό να παρουσιασθεί στην παρούσα φάση της έρευνας, καθώς και το πώς επηρεάζεται από την ανθρώπινη παρέμβαση. Ο κύκλος του άνθρακα είναι ένας βιογεωχημικός κύκλος, μέσω του οποίου ο άνθρακας ανταλλάσσεται μεταξύ της βιόσφαιρας, της επιφάνειας της γης, της υδρόσφαιρας, της γεώσφαιρας και της ατμόσφαιρας της Γης. Σε συνδυασμό με τον κύκλο του αζώτου (nitrogen cycle) και τον κύκλο του νερού (water cycle), ο κύκλος του άνθρακα αποτελείται από μια σειρά από διαδικασίες που καθιστούν την Γη ικανή να συντηρεί την ζωή σε αυτήν: με άλλα λόγια περιγράφει την διαδρομή του άνθρακα ως ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίησή του σε όλη την βιόσφαιρα. Ο γενικός προϋπολογισμός του άνθρακα αποτελεί την ισορροπία αυτών των ανταλλαγών μεταξύ των «δεξαμενών» άνθρακα (ατμόσφαιρα, βιόσφαιρα, υδρόσφαιρα κτλ) (Holmes, 2008).

Κατά την διάρκεια των δύο τελευταίων αιώνων, οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τον κύκλο του άνθρακα κυρίως στην ατμόσφαιρα. Δεν πρέπει να παραλείπεται το γεγονός ότι τα επίπεδα του άνθρακα έχουν αλλάξει φυσικά τα τελευταία χιλιάδες χρόνια, αλλά οι ανθρωπογενείς εκπομπές CO₂ στην ατμόσφαιρα ξεπερνούν τις φυσικές διακυμάνσεις που παρουσιάζονται. Οι αλλαγές στην ποσότητα CO₂ αλλάζουν σε μεγάλο βαθμό τις καιρικές συνθήκες και την ωκεάνια χημεία. Τα σημερινά επίπεδα CO₂ στην ατμόσφαιρα υπερβαίνουν τα επίπεδα που υπήρχαν πριν από 42.000 χρόνια και συνεχώς αυξάνονται με πρωτοφανείς ταχείς ρυθμούς, καθιστώντας ζωτικής σημασίας την κατανόηση της λειτουργίας του κύκλου του άνθρακα και τις συνέπειές του στο παγκόσμιο κλίμα (Falkowski et al, 2000).

Τα χερσαία οικοσυστήματα λειτουργούν ως παγκόσμια δεξαμενή για τον άνθρακα παρά τις μεγάλες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα λόγω των αποψιλώσεων σε ορισμένες περιοχές. Η ανθρώπινη παρέμβαση έγκειται στις αλλαγές χρήσης και διαχείρισης της γης. Η αλλαγή χρήσης γης οφείλεται στις οικονομικές και κοινωνικές πιέσεις στον άνθρωπο για την εξασφάλιση τροφής, καυσίμων και προϊόντων ξυλείας με στόχο την επιβίωση ή το εμπόριο. Οι αλλαγές στην χρήση και διαχείριση της γης, επηρεάζουν την ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα στην βιομάζα των φυτών και του εδάφους. Οι ιστορικές απώλειες που συσσωρεύονται εξαιτίας των αλλαγών χρήσης της γης, όπως ειπώθηκε παραπάνω, υπολογίζονται να είναι από 180 έως 220 PgC καθώς γίνεται σύγκριση χαρτών φυσικής βλάστησης χωρίς ανθρώπινη παρουσία (Prentice et al, 2001).

Η εκχέρσωση της γης μπορεί να οδηγήσει στην υποβάθμιση της ποιότητας του εδάφους, στην διάβρωση και επιπλέον στην μείωση των θρεπτικών συστατικών του εδάφους. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την αποδυνάμωση του οικοσυστήματος να λειτουργεί ως «δεξαμενή» που απορροφά τον άνθρακα. Η

διατήρηση των οικοσυστημάτων μπορεί να αποκαταστήσει και να αυξήσει τα αποθέματα άνθρακα ξανά. Επιπλέον, η αποψίλωση των δασών είναι υπεύθυνη για το 90% των εκτιμώμενων εκπομπών εξαιτίας της αλλαγής χρήσης γης από το 1850 με μια μείωση κατά 20% της παγκόσμιας δασικής έκτασης (Houghton, 1999).

Το 10-30% περίπου των σημερινών συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, υπολογίζεται ότι προέρχεται από την αλλαγή χρήσης της γης. Αυτοί οι υπολογισμοί βασίζονται σε δεδομένα τα οποία είναι συνεχώς μεταβλητά, όπως για παράδειγμα οι τοπικές συνθήκες, ο τύπος βλάστησης, η μέση πυκνότητα του άνθρακα κ.ά. Αξίζει να αναφερθεί πως τα εύκρατα δάση αποδείχθηκαν να έχουν μια ισορροπία μεταξύ της πρόσληψης άνθρακα σε αυτά που αναδασώνονται και στην εκπομπή άνθρακα κατά την οξείδωση των ξύλινων προϊόντων (Hall et al, 2000).

Με στόχο την συνεχή χρήση γης και την συνεχή απορρόφηση του άνθρακα, πρέπει να συλλέγεται ξύλο μετά την αποψίλωση, να μετατρέπεται σε μακράς διάρκειας προϊόντα και στην συνέχεια να πραγματοποιείται αναδάσωση με νέα δέντρα. Επίσης, το ξύλο που προμηθεύεται από την αποψίλωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας από βιομάζα με στόχο την αποφυγή μελλοντικών εκπομπών από την καύση ορυκτών καυσίμων (Hall et al, 2000). Η εκτεταμένη χρήση στο μέλλον ενέργειας παραγόμενης από βιομάζα, θα μπορούσε να μειώσει το συνεχώς αυξανόμενο ποσοστό του ατμοσφαιρικού CO₂ και εκτιμάται ότι η επιβράδυνση των αποψιλώσεων των δασών και η προώθηση της φυσικής αναδάσωσης έχουν την δυνατότητα να αυξήσουν τα αποθέματα διοξειδίου άνθρακα μέσα στην περίοδο 1995-2050 (Brown et al, 1996).

Όπως προαναφέρθηκε, η ατμοσφαιρική ρύπανση οφείλεται και σε φυσικούς και σε ανθρωπογενείς παράγοντες. Οι ανθρωπογενείς παράγοντες είναι οι πιο σημαντικοί και αυτοί που συμμετέχουν σε μεγαλύτερο ποσοστό στην ρύπανση. Στους ανθρωπογενείς παράγοντες οφείλεται η μεγάλη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, η οποία με την σειρά της επηρεάζει το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με την IPCC, οι ανθρώπινες πηγές παράγουν 130 φορές περισσότερο CO₂ από τις φυσικές πηγές (π.χ. ηφαίστεια) διοξειδίου άνθρακα. Το μονοξείδιο (CO) και κατ' επέκταση το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) προέρχεται από την ατελή καύση καυσίμων. Το CO₂ έχει μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα και πιο συγκεκριμένα στην κλιματική αλλαγή, καθώς είναι μη αναστρέψιμες για χίλια χρόνια αφού διακοπούν οι εκπομπές CO₂. Ακόμα κι αν οι ανθρωπογενείς εκπομπές έτειναν να μειωθούν δραματικά, η ατμοσφαιρική θερμοκρασία δεν αναμένεται να μειωθεί σημαντικά σε σύντομο χρονικό διάστημα (IPCC, 2002).

Η συνεχής υψηλή συγκέντρωση διοξειδίου άνθρακα στην ατμόσφαιρα έχει ως συνέπεια την εξαφάνιση δασικών εκτάσεων, την άνοδο της θάλασσας αλλά και την κλιματική αλλαγή. Με την εξαφάνιση μεγάλων δασικών εκτάσεων θα σημειωθεί ακόμη μεγαλύτερη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα. Η αύξηση της στάθμης του νερού θα οφείλεται στο λιώσιμο των πάγων της Ανταρκτικής λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας (βλέπε φαινόμενο του θερμοκηπίου). Η κλιματική αλλαγή επίσης οφείλεται στις αυξανόμενες καύσεις οι οποίες εκπέμπουν CO₂ στην ατμόσφαιρα. Αξίζει να σημειωθεί πως οι εκπομπές φτάνουν τα 6,8 δισεκατομμύρια τόνους το χρόνο.

Η ανθρώπινη παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον όχι μόνο έχει ως συνέπεια την εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα κατά 130 φορές περισσότερη σε σχέση με την εκπομπή του από τις φυσικές πηγές, αλλά συμβάλλει και στην αποδυνάμωση της ικανότητας της Γης να απορροφά το CO₂ ώστε να το εντάξει στην φυσική ροή ενέργειάς της λόγω των εκχερσώσεων δασών και εκτάσεων και λόγω της χρήσης ορυκτών καυσίμων (Γεωργόπουλος, 2002). Είναι αξιοπρόσεχτο, ότι στις αναπτυσσόμενες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης κυρίως με βιομηχανική δραστηριότητα παράγονται 10¹⁰ τόνοι διοξειδίου του άνθρακα και σύμφωνα με τον Γεντεκάκη (1999), ο κάθε πολίτης μιας τέτοιας πόλης παράγει κάθε χρόνο από 500 κιλά έως 5 τόνους. Ωστόσο, σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο¹, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει κάνει προσπάθειες μείωσης των εκπομπών και κατάφερε την ελαχιστοποίηση τους κατά 0,7% κατά τα έτη 2004-2005.

2.2 Η βιομηχανική εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα

Κατά την διάρκεια της βιομηχανικής επανάστασης, η οποία ξεκίνησε τον 19^ο αιώνα, άρχισε η χρήση και η καύση των καυσίμων του κάρβουνου και του πετρελαίου σε μικρότερη ποσότητα για την εφαρμογή διαφόρων εφευρέσεων (όπως η ατμομηχανή). Συνέπεια της μεγάλης χρήσης του κάρβουνου ήταν οι περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις λόγω του καπνού και της στάχτης. Η βιομηχανική επανάσταση σήμανε την αρχή της ατμοσφαιρική ρύπανσης από τον άνθρωπο και τις δραστηριότητές του. Στις χώρες του Οργανισμού για Οικονομική Ανάπτυξη και Συνεργασία (OECD²-Organization for Co-Operation and Development) η βιομηχανική παραγωγή είναι σχετικά σταθερή. Η πλειονότητα των υποδομών στις χώρες αυτές ήδη υπάρχει κι έτσι η κατανάλωση των υλικών προορίζεται για την συντήρηση και την αναβάθμισή τους (Brown et al. 2012).

Κατά τον 20^ο αιώνα παρουσιάστηκαν φαινόμενα που οφείλονταν στην ατμοσφαιρική ρύπανση, όπως για παράδειγμα η αιθαλομίχλη στην Γλασκώβη το 1909, καθώς και πολλαπλοί θάνατοι με κύρια αιτία την αέρια ρύπανση των πόλεων της Ευρώπης και της Αμερικής. Το πρόβλημα διογκώθηκε όταν λόγω των αυξημένων απαιτήσεων για ενέργεια χρειάστηκε η αντικατάσταση του πετρελαίου από τον άνθρακα (Μελάς, 2007).

Οι εκπομπές CO₂ από την καύση ορυκτών καυσίμων κατά την διάρκεια βιομηχανικών διαδικασιών έχει αυξηθεί από 14,3 Gt που ήταν το 1971 σε 21,4 Gt το 1990 και σε 22,1 Gt το 1995. Η επίδραση των δύο πετρελαϊκών κρίσεων που πέρασαν και σχετίζονταν με την κατανάλωση ενέργειας, αντανακλάται στον τομέα της ενέργειας η οποία έχει άμεση σχέση με την εκπομπή CO₂ και η οποία μετά από το αρχικό «σοκ» της κρίσης, συνέχισε την ανοδική της πορεία. Η

¹ Η Συνθήκη ή Πρωτόκολλο του Κιότο είναι η μόνη διεθνής σύμβαση (μεταξύ 168 κρατών μέχρι σήμερα) για τον περιορισμό του φαινομένου του Θερμοκηπίου μέσω της μείωσης των εκπομπών έξι αερίων (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆) κατά 5% έως το 2012 (σε σχέση με τα ποσοστά εκπομπών του 1990). Το Πρωτόκολλο του Κιότο τέθηκε σε ισχύ τον Φεβρουάριο του 2005. Για περισσότερες πληροφορίες: http://climate.wwf.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=62&Itemid=131

² Ιδρύθηκε το 1961 και περιλαμβάνει μέχρι σήμερα 34 χώρες μέσα σε αυτές και η Ελλάδα με στόχο την σταθεροποίηση της Παγκόσμιας Οικονομίας και την προώθηση της Ανάπτυξης. Περισσότερες λεπτομέρειες: http://en.wikipedia.org/wiki/Organisation_for_Economic_Co-operation_and_Development

μοναδική και πιο πρόσφατη επιβράδυνση της παγκόσμιας αύξησης των εκπομπών ήταν το 1989. Από το 1971 έχει παρατηρηθεί μια σημαντική αλλαγή στο μερίδιο εκπομπών CO₂ από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της Αμερικής και της Κίνας εξαιτίας της ραγδαίας αύξησης κατανάλωσης ενέργειας σε ορισμένες χώρες. Για παράδειγμα, η Ασία αύξησε κατά 24% τις εκπομπές της σε CO₂ έως το 1995, ενώ κάποιες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης μείωσαν από 61% σε 21% τις εκπομπές τους έως το 1995 (Ellis & Treanton, 1998).

Η IEA³ έχει συλλέξει και αναλύσει δεδομένα και δείκτες της βιομηχανικής ενέργειας που χρησιμοποιείται και τα συγκρίνει με την εκπομπή CO₂. Οι δείκτες αυτοί εξαρτώνται από οικονομικούς επίσης δείκτες, καθώς γίνεται η ανάλυση της χρήσης ενέργειας και της εκπομπής CO₂. Χαρακτηριστικά, το 2004 το συνολικό απόθεμα πρωτογενούς ενέργειας ήταν περίπου 469 EJ⁴. Η βιομηχανία αντιπροσωπεύει το 1/3 της ενέργειας αυτής που χρησιμοποιείται, συμπεριλαμβανόμενων των απωλειών που σημειώνονται από την παροχή της ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Η συνολική χρήση ενέργειας από την βιομηχανία το 2004 ήταν 113 EJ. Η συνολική αυτή ενέργεια περιλαμβάνει και τις πρώτες ύλες πετρελαίου που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή συνθετικών οργανικών προϊόντων (IEA, 2007).

Η βιομηχανία είναι ένας τομέας αρκετά ενεργοβόρος. Το 2007 η παγκόσμια βιομηχανία κατανάλωσε 127 EJ, δηλαδή το 40% της συνολικής παγκόσμιας ενέργειας. Από την ενέργεια αυτή που καταναλώθηκε από την βιομηχανία παγκοσμίως, το 70% προήλθε από την καύση ορυκτών καυσίμων. Με την υπάρχουσα τεχνολογία είναι δύσκολο να αντικατασταθούν τα ορυκτά καύσιμα ή να ελαττωθεί η χρήση τους. Επομένως, κατά πάσα πιθανότητα θα παραμείνουν η κύρια πηγή ενέργειας στην βιομηχανία τουλάχιστον για το λοιπό του παρόντος αιώνα (Brown et al. 2012).

Η βιομηχανία⁵ επίσης χρησιμοποιεί σημαντικές ποσότητες ξύλου ως πρώτη ύλη για την παραγωγή χαρτοπολτού και δομικών προϊόντων από ξύλο. Περίπου ένα εκατομμύριο τόνοι χρησιμοποιούνται από την βιομηχανία, οι οποίοι ισοδυναμούν με 16 έως 18 EJ βιομάζας. Η περισσότερη ενέργεια που χρησιμοποιείται στην βιομηχανία προορίζεται για την παραγωγή πρώτων υλών. Γενικά, οι βιομηχανικές δραστηριότητες για παραγωγή χημικών και πετροχημικών, σιδήρου, χάλυβα, χαρτιού, χαρτοπολτού και μη σιδηρούχων μετάλλων, καταναλώνουν 76 EJ της συνολικής ενέργειας που χρησιμοποιεί η βιομηχανία, δηλαδή το 67%. Η χημική και πετροχημική βιομηχανία καταναλώνει από μόνη της το 30% της βιομηχανικής ενέργειας και ακολουθεί η βιομηχανία σιδήρου και χάλυβα με το 15% της ενέργειας (IEA, 2007).

Σε πολλούς τομείς της βιομηχανίας, η εκπομπή CO₂ σχετίζεται στενά με την χρήση ενέργειας. Παρόλα αυτά, η διανομή των ποσοστών εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα είναι διαφορετική από την κατανομή χρήσης ενέργειας. Οι κύριοι λόγοι είναι οι εξής: πρώτον, μεγάλες ποσότητες ορυκτού άνθρακα αποθηκεύονται στα πετροχημικά προϊόντα. Δεύτερον, η διαδικασία εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (που δεν σχετίζεται με την χρήση ενέργειας) είναι μεγάλη σε ορισμένους τομείς της βιομηχανίας, κυρίως στο τομέα παραγωγής

³ International Energy Agent Για περισσότερες πληροφορίες: <http://www.iea.org/>

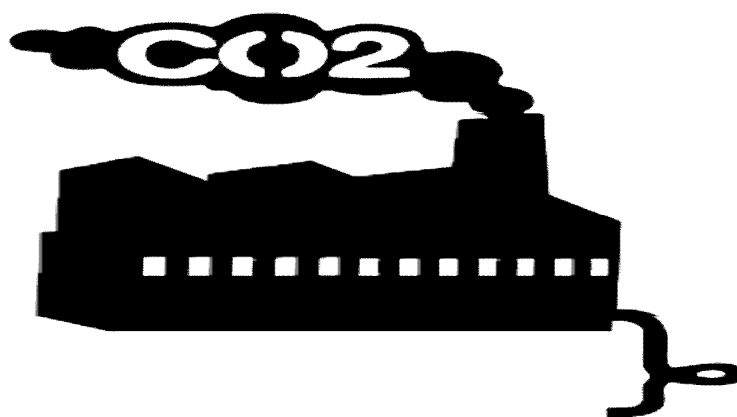
⁴ 469 Exajoules ή 11 213 Mtoe

⁵ Ο όρος «βιομηχανία» εννοούμε την οικονομική δραστηριότητα που παράγει είτε αγαθά είτε υπηρεσίες.

τσιμέντου και τρίτον, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι διαφορετικές ανάλογα με το είδος του καυσίμου, καθώς η χρήση των καυσίμων δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένη σε όλους τους τομείς της βιομηχανίας. Οι συνολικές εκπομπές CO₂ από την βιομηχανία είναι 9,7 γιγατόνοι (Gt) και αντιπροσωπεύουν το 36% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως. Οι τομείς της βιομηχανίας που είναι κυρίως υπεύθυνοι για τις άμεσες βιομηχανικές εκπομπές CO₂ είναι: η βιομηχανία σιδήρου και χάλυβα, η βιομηχανία μη ορυκτών μετάλλων και η βιομηχανία χημικών και πετροχημικών προϊόντων (IAE, 2007).

Από τις παγκόσμιες εκπομπές CO₂, το 40% εξ αυτών προέρχεται από τις βιομηχανικές διαδικασίες. Οι βιομηχανικές εκπομπές CO₂ χωρίζονται στις άμεσες (όπου οι εκπομπές γίνονται παράλληλα με την χρήση του καυσίμου) και στις έμμεσες εκπομπές (όπου οι εκπομπές γίνονται πριν την χρήση του καυσίμου όπως για παράδειγμα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή κατά την επεξεργασία του αργού πετρελαίου). Το 2007 για παράδειγμα, οι άμεσες εκπομπές CO₂ από την βιομηχανία ήταν περίπου 7,6 γιγατόνοι (Gt) και οι έμμεσες εκπομπές αποτελούσαν το 32% των συνολικών βιομηχανικών εκπομπών CO₂. Οι έμμεσες εκπομπές μπορούν να αντιμετωπιστούν με την απεξάρτηση του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και με την βελτίωση των ηλεκτρικών συσκευών, ώστε να έχουν μικρότερες απαιτήσεις για ηλεκτρική ενέργεια. Μπορούν να γίνουν υποθέσεις ότι αν αλλάξει η διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τότε θα είναι δυνατή η μείωση χρήσης άνθρακα για την παραγωγή ενέργειας (Brown et al. 2012).

Εν κατακλείδι, είναι πλέον γνωστό πως η αύξηση της συγκέντρωσης των θερμοκηπικών αερίων στην ατμόσφαιρα, οφείλεται στην ανθρώπινη δραστηριότητα και μάλιστα στην βιομηχανική παραγωγή. Στην πραγματικότητα, η παρατηρούμενη αύξηση του ατμοσφαιρικού CO₂, δεν αποκαλύπτει την πλήρη έκταση των ανθρώπινων εκπομπών, καθώς ένα ποσοστό από αυτές έχει απορροφηθεί από την γη, τους ωκεανούς και τα δάση. Οι εκπομπές CO₂ από την καύση ορυκτών καυσίμων, ευθύνονται για το 75% της αυξημένης συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα από την προ-βιομηχανική εποχή. Το υπόλοιπο ποσοστό της αύξησης αυτής, οφείλεται στην αλλαγή χρήσης της γης και στην αποψίλωση των δασών (και των συναφών: καύση βιομάζας κτλ). Τέλος, ο φυσικός κύκλος του διοξειδίου του άνθρακα δεν μπορεί να εξηγήσει την παρατηρούμενη αύξηση του ατμοσφαιρικού CO₂ από 3,2 σε 4,1 GtC κατά την διάρκεια των τελευταίων 25 ετών (Brown et al. 2012).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΚΠΟΜΠΗ CO₂ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

3.1 Στοιχεία αερίων ρύπων στην Ευρωπαϊκή ένωση

Το ανθρώπινο γένος από αρχαιοτάτων χρόνων εξαρτάται από τις παροχές των φυσικών πόρων και του οικοσυστήματος που συμβάλλουν στην ανθρώπινη υγεία, στην ευημερία και συνεισφέρουν στην άνθιση της οικονομίας. Οι φυσικοί πόροι είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η βιομάζα για παράδειγμα, αλλά και οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως τα ορυκτά καύσιμα, τα μέταλλα και οι πρώτες ύλες. Τα οικοσυστήματα στην συνέχεια προσφέρουν καθαρό αέρα και οξυγόνο, σταθερό κλίμα, γόνιμα εδάφη αλλά και την ικανότητα να απορροφούν απόβλητα και λύματα. Οι φυσικοί πόροι και τα οικοσυστήματα δεν είναι ανεξάντλητα και βρίσκονται συνεχώς σε κίνδυνο, λόγω της ανθρώπινης παρέμβασης και προσπάθειας για επιβίωση μέσω της τεχνολογίας και της βιομηχανίας.

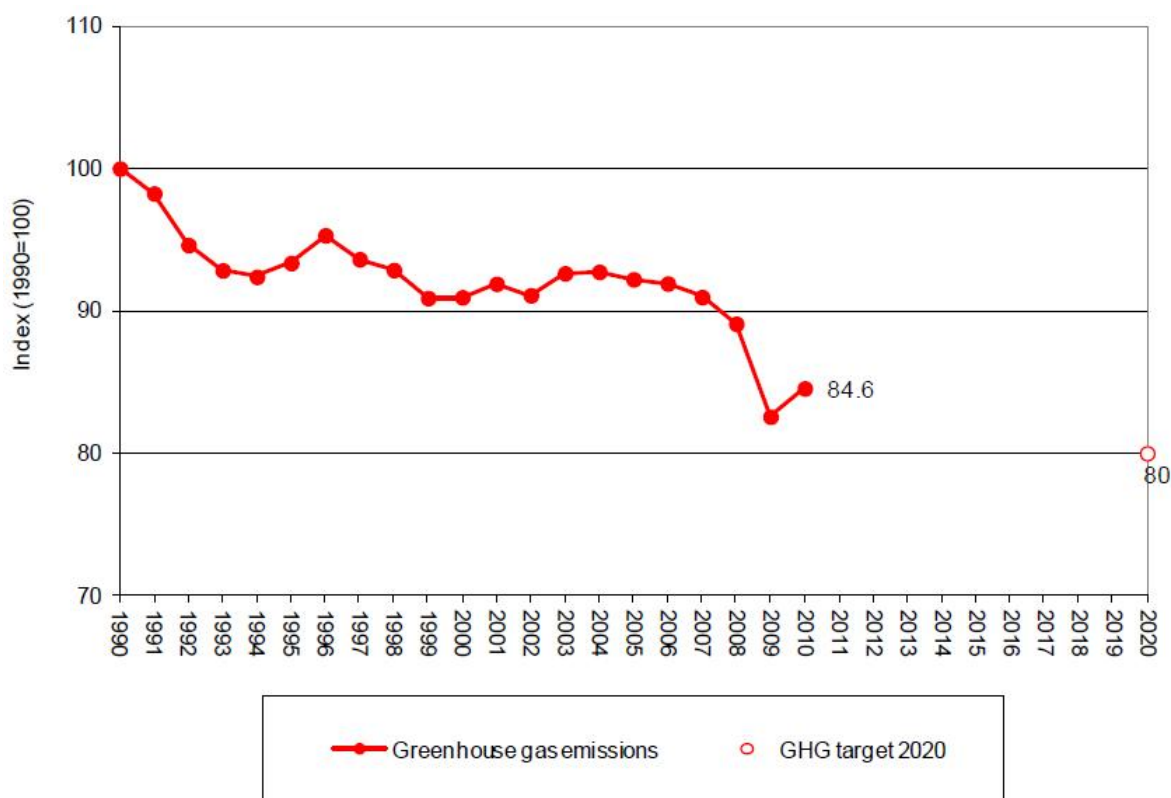
Γι' αυτόν τον λόγο έχει συσταθεί ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ ή ΕΕΑ:European Environment Agency), ο οποίος αποτελεί έναν οργανισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης που καθήκον του είναι η παροχή έγκυρης πληροφόρησης για το περιβάλλον. Ο ΕΟΠ αποτελείται σήμερα από 32 μέλη-κράτη⁶. Σε αυτό το σημείο, είναι απαραίτητο να σημειωθεί, πως δεν υπάρχουν πλήρη στοιχεία για τις συνολικές εκπομπές της Ευρωπαϊκής Ένωσης όλων των ετών, καθώς υπάρχουν κενά στα δεδομένα που κοινοποιήθηκαν από τα κράτη-μέλη⁷. Συνολικά, οι εκπομπές οι οποίες μειώθηκαν μετά από προσπάθειες, ήταν αυτές του SO_x (έχουν μειωθεί κατά 70% σε σχέση με το έτος 1990) και ακολουθεί το CO που μειώθηκε κατά 53% και το NO_x που μειώθηκε κι αυτό με την σειρά του κατά 35% (ΕΕΑ, 2008).

Αθροιστικά, σύμφωνα με τον ΕΟΠ οι συνολικές εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) στην Ευρώπη έχουν μειωθεί κατά 15,4% μέσα στο χρονικό όριο 1990 με 2010 αλλά ανάμεσα στο 2009 με 2010 παρατηρήθηκε αύξηση των εκπομπών κατά 2,4%.



⁶ Για περισσότερες πληροφορίες εδώ: <http://www.eea.europa.eu/el>

⁷ Για το έτος του 2000, η Πολωνία δεν έδωσε στοιχεία που αφορούσαν τις εκπομπές CO. Ενώ τα στοιχεία που αφορούσαν τις εκπομπές NH₃ δεν δόθηκαν από Μάλτα (για τα έτη 1990-1999), το Λουξεμβούργο (για τα έτη 1991-1992 και 2005-2006), η Λιθουανία για το έτος 2001 και η Βουλγαρία το 2000.



Εικόνα 2: Εκπομπές θερμοκηπικών αερίων 1990-2010

Πηγή: EEA, 2012b

Η παρατηρούμενη αύξηση που σημειώθηκε το 2009 με 2010 οφείλεται στα νοικοκυριά και στην βιομηχανία του Βελγίου, στην Γερμανία και στις νότιες ευρωπαϊκές χώρες, καθώς οι θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του χειμώνα του 2010 ήταν χαμηλότερες σε σχέση με αυτές του 2009. Άλλος ένας λόγος της αύξησης των εκπομπών είναι η άνθηση παραγωγής χάλυβα και σιδήρου, λόγω της ανάκαμψης της οικονομίας και της βιομηχανικής παραγωγής από την κρίση του 2009. Η World Steel Association δήλωσε πως η παραγωγή ακατέργαστου χάλυβα το 2009 μειώθηκε σε όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες κατά 30% ,ενώ το 2010 αυξήθηκε και πάλι κατά 25% (EEA, 2012b).

Τα μεγαλύτερα ποσοστά εκπομπών θερμοκηπικών αερίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, προέρχονται από τις δύο μεγαλύτερες βιομηχανικές χώρες, την Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο και αντιπροσωπεύουν το 40% του συνόλου των εκπομπών για το 2010. Τα δύο αυτά κράτη μέλη έχουν επιταχύνει τις προσπάθειες για μείωση των εκπομπών GHG και έχουν καταφέρει να μειώσουν κατά 483 εκατομμύρια τόνους τις εκπομπές CO σε σχέση με το 1990. Οι κύριοι λόγοι που η Γερμανία είχε αυτήν την αύξηση στις εκπομπές της, ήταν η επανένωση των πέντε ομόσπονδων κρατών και η οικονομική αναδιάρθρωση της. Η μείωση των εκπομπών από το Ηνωμένο Βασίλειο οφείλεται στην απελευθέρωση της αγοράς καυσίμων και ενέργειας, με αποτέλεσμα το πετρέλαιο και ο άνθρακας να αντικατασταθούν από το φυσικό αέριο και την ηλεκτρική ενέργεια (EEA, 2012b).

Η Γαλλία και η Ιταλία στην συνέχεια, είναι η τρίτη και η τέταρτη κατά σειρά Ευρωπαϊκές χώρες με αυξημένες εκπομπές θερμοκηπικών αερίων, με ποσοστά 14% και 13% αντίστοιχα. Οι εκπομπές GHG το 2010 ήταν κατά 3,5% κάτω από τα επίπεδα του 1990 στην Ιταλία. Οι ιταλικές εκπομπές σημείωσαν αύξηση κατά κύριο λόγο από τις οδικές μεταφορές, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, αλλά και από την διύλιση πετρελαίου. Οι γαλλικές εκπομπές το 2010 ήταν 6,6% κάτω από τα επίπεδα του 1990. Στην Γαλλία παρουσιάστηκε μεγάλη μείωση των εκπομπών NO₂ από την παραγωγή αδιπικού οξέος (adipic acid), ενώ παρουσίασαν σημαντική αύξηση οι εκπομπές CO₂ λόγω οδικών μεταφορών και HFC(χλωροφθορανθράκων) από την κατανάλωση υδρογονανθράκων μεταξύ του 1990 με 2010 (EEA, 2012b).

Τέλος, η Ισπανία θεωρείται η πέμπτη κατά σειρά ρυπογόνος χώρα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με ποσοστό 9% του συνόλου των εκπομπών GHG. Η Ισπανία αύξησε τις εκπομπές της κατά 26% μεταξύ της χρονικής περιόδου 1990 με 2010, γεγονός που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην αύξηση των εκπομπών από τις οδικές μεταφορές, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας καθώς και από τις βιομηχανίες.

Εκπομπές NO_x

Το έτος 2000 οι εκπομπές του NO_x σε 25 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ήταν περίπου 25 εκατομμύρια τόνοι. Βάσει επιστημονικών υποθέσεων, το 2030 προβλέπεται μείωση κατά 47% των εκπομπών σε σχέση με αυτές του 2000. Ως μεγαλύτερη πηγή εκπομπών αζώτου (NO_x) ορίζονται οι οδικές μεταφορές σε ποσοστό 47% και ακολουθεί ο τομέας παραγωγής ενέργειας και ο τομέας μετατροπής καυσίμων (26%) (EEA, 2006). Οι μεγαλύτερες εκπομπές NO_x κατά την χρονική περίοδο 1990-2010 προέρχονται από το Ηνωμένο Βασίλειο, την Ισπανία, Γερμανία, Γαλλία και Ιταλία (συνολικά το 76% των συνολικών εκπομπών) αν και πρέπει να γίνει αναφορά στην προσπάθεια των χωρών για την μείωση των εκπομπών κατά την διάρκεια των ετών (EEA, 2012b).

Εκπομπές SO₂

Οι συνολικές εκπομπές SO₂ το 2006 έφτασαν στους 7.496 Gt. Σύμφωνα με αυτόν τον αριθμό συμπεραίνεται πως οι εκπομπές σε σύγκριση με το 1990 έχουν μειωθεί δραματικά κατά 70%. Για παράδειγμα, στην Σλοβενία εξαιτίας της εισαγωγής εξοπλισμού για την αποθείωση του καπναερίου, οι εκπομπές SO₂ από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς έχουν μειωθεί. Από το 1990, οι εκπομπές SO₂ έχουν αυξηθεί μόνο σε δύο χώρες μέλη: στην Ρουμανία (κατά 21.9%) και στην Ελλάδα (κατά 11.9%). Παρ' όλη την παρατηρούμενη μείωση των εκπομπών σε σχέση με το 1990, οι εκπομπές παραμένουν σε υψηλά επίπεδα. Οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που είναι οι πιο ρυπογόνες κατά φθίνουσα σειρά, είναι το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ισπανία και η Γερμανία. Οι εκπομπές των χωρών αυτών αποτελούν το 55% των συνολικών εκπομπών SO₂.

Εκπομπές NH₃

Οι εκπομπές NH₃ (αμμωνίας) συνολικά το 2006 κατά τα Ευρωπαϊκά δεδομένα ήταν 4.001 Gt (εξαιρούνται τα δεδομένα του Λουξεμβούργου). Παρόλα αυτά, οι εκπομπές έχουν μειωθεί σχεδόν κατά 22% σε σχέση με το 1990 και μόλις κατά 1% μέσα στο 2005-2006. Οι εκπομπές από το 1990 έχουν παρουσιάσει αύξηση σε τρεις χώρες μέλη, στην Κύπρο (κατά 16, 6%), στην

Ιρλανδία (κατά 0,2%) και στην Ισπανία (κατά 24,2%). Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί πως δεν είναι διαθέσιμα ούτε έχουν συμπεριληφθεί δεδομένα σχετικά με τις εκπομπές NH₃ από την Ελλάδα, την Μάλτα, την Λιθουανία και την Βουλγαρία (ΕΕΑ, 2006).

Σε αυτήν την περίπτωση, ο γεωργικός τομέας θεωρείται η κύρια πηγή εκπομπών. Το μερίδιό του στο σύνολο των εκπομπών αμμωνίας είναι 91-93%. Από τον τομέα της γεωργίας το 82% προέρχεται από την κτηνοτροφία, ενώ οι υπόλοιπες εκπομπές προέρχονται από τις οδικές μεταφορές, από τον τομέα των αποβλήτων και από τις βιομηχανικές διαδικασίες. Τέλος, σύμφωνα με τον ΕΟΠ, τα κύρια ρυπογόνα κράτη μέλη της Ευρώπης θεωρούνται και πάλι το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ισπανία, η Γερμανία, η Γαλλία και η Ιταλία και αποτελούν συνολικά το 76% των εκπομπών οξειδίου του αζώτου για το 2010.

3.1.1 Στοιχεία βιομηχανικών ρύπων CO₂ Ευρωπαϊκών χωρών

Η βιομηχανία και τα διυλιστήρια πετρελαίου είναι οι μεγαλύτερες πηγές που συνεισφέρουν στην αύξηση των ανθρωπογενών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, οι οποίες αντιπροσωπεύουν το 40% των εκπομπών παγκοσμίως. Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και της ανάπτυξης της πυρηνικής ενέργειας, καθώς και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έχει ως αποτέλεσμα την στροφή της προσοχής στην δέσμευση και αποθήκευση του άνθρακα ως μια πολλά υποσχόμενη επιλογή για να επιτευχθεί η μείωση των εκπομπών CO₂ (Kuramochi et al., 2012).

Σε πολλούς τομείς της οικονομίας, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έχουν στενή σχέση με την χρήση ενέργειας. Ωστόσο, στον τομέα της βιομηχανίας η κατανομή των εκπομπών CO₂ είναι πολύ διαφορετική από την κατανομή της ζήτησης της ενέργειας. Οι κύριοι λόγοι όπως αναφέρθηκαν και παραπάνω είναι οι εξής:

1. Μεγάλες ποσότητες ορυκτού άνθρακα αποθηκεύονται στα πετροχημικά προϊόντα.
2. Η διαδικασία εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα που δεν σχετίζεται με την χρήση της ενέργειας, είναι μεγάλη σε ορισμένους τομείς και κυρίως στην παραγωγή τσιμέντου.
3. Οι εκπομπές CO₂ διαφέρουν από καύσιμο σε καύσιμο και η χρήση των καυσίμων δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένη σε όλους τους βιομηχανικούς υποτομείς.

Οι συνολικές εκπομπές από τον τομέα της βιομηχανίας ήταν 9,7 γιγατόνοι (Gt) το 2004 και αντιπροσώπευαν το 36% των παγκοσμίων εκπομπών CO₂. Οι τρεις κύριοι υποτομείς που ήταν άμεσα υπεύθυνοι για το 70% των βιομηχανικών εκπομπών ήταν: η παραγωγή σίδηρου και χάλυβα, τα μη μεταλλικά ορυκτά και η παραγωγή πετροχημικών και χημικών προϊόντων. Οι πληροφορίες αυτές δεν περιλαμβάνουν στοιχεία για τις εκπομπές CO₂ από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και από την επεξεργασία αποβλήτων συνθετικών οργανικών προϊόντων (IEA, 2007).

Το διάστημα 1990 με 2006 οι εκπομπές CO₂ στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν μειωθεί σημαντικά, μέχρι και 53% , το οποίο αντιστοιχεί σε 30.200 Gg. Η μείωση των εκπομπών σημειώθηκε σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες εκτός της Ρουμανίας, ενώ οι μεγαλύτερες μειώσεις παρατηρήθηκαν στις χώρες της

Πολωνίας, της Γερμανίας, της Γαλλίας, της Ισπανίας και του Ηνωμένου Βασιλείου. Παρόλη όμως την συνολική μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, οι προαναφερθείσες χώρες αποτελούν μέχρι και σήμερα τις μεγαλύτερες πηγές εκπομπής, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (ΕΕΑ, 2006).

<u>Κράτη-Μέλη</u>	<u>1990</u>	<u>1995</u>	<u>2000</u>	<u>2001</u>	<u>2002</u>	<u>2003</u>	<u>2004</u>	<u>2005</u>	<u>2006</u>
Αυστρία	1.444	1.267	959	930	899	900	857	823	785
Βέλγιο	1.529	1.114	1.072	1.009	985	953	898	839	838
Βουλγαρία	790	644	635	583	700	716	755	740	785
Κύπρος	88	97	87	87	84	84	45	41	34
Τσεχία	1.063	926	676	683	546	578	572	511	484
Δανία	761	702	543	559	543	563	559	592	591
Εσθονία	313	206	184	190	189	183	175	158	148
Φινλανδία	561	436	610	604	600	564	551	522	511
Γαλλία	11.054	9.668	7.131	6.575	6.320	6.026	6.183	5.668	5.179
Γερμανία	12.145	6.671	5.134	4.907	4.634	4.484	4.317	4.201	4.006
Ελλάδα	1.302	1.334	1.364	1.275	1.244	1.200	1.155	1.075	956
Ουγγαρία	997	645	592	579	574	600	587	587	569
Ιρλανδία	404	306	243	233	215	203	193	183	175
Ιταλία	7.123	7.155	5.123	5.058	4.446	4.346	4.182	3.808	3.576
Λετονία	382	314	302	308	305	318	322	328	330
Λιθουανία	499	279	281	218	224	225	184	190	200
Λουξεμβούργο	132	63	15	16	13	13	10	12	0,2
Μάλτα	23,7	30,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,4
Ολλανδία	1.066	802	652	620	597	576	575	543	519
Πολωνία	7.406	4.547	3.463	3.528	3.410	2.626	3.426	3.333	2.800
Πορτογαλία	894	1.370	1.196	1.238	1.298	1.321	1.718	1.496	1.417
Ρουμανία	824	1.370	1.196	1.238	1.321	1.718	1.496	1.496	1.417
Σλοβακία	512	420	313	315	292	308	310	299	290

Σλοβενία	257	247	162	154	141	135	121	117	109
Ισπανία	3.883	3.475	2.998	2.964	2.821	2.717	2.530	2.433	1.298
Σουηδία	974	908	710	673	660	651	616	608	578
Ηνωμένο Βασίλειο	8.235	6.300	4.230	3.880	3.338	2.932	2.689	2.388	2.268

Πίνακας 0.1 Εκπομπές CO₂ ανά Ευρωπαϊκή χώρα την περίοδο 1990-2006 σε γιγατόνους (GT)

(Πηγή: EEA, 2008)

Την περίοδο μεταξύ του 2009 με 2010 παρατηρήθηκε στην Ευρωπαϊκή ζώνη μια γενική αύξηση των εκπομπών αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και που ισοδυναμεί με 78,5 γιγατόνους CO₂. Οι εκπομπές αυξήθηκαν από όλους τους τομείς, αλλά κυρίως από αυτούς που σχετίζονται με την καύση ορυκτών καυσίμων. Οι περισσότερες βιομηχανικές εγκαταστάσεις αν και είναι μέσα στην ζώνη του Ευρωπαϊκού Συστήματος Εμπορίας Εκπομπών (EU ETS)⁸, εμφάνισαν μεγάλη βιομηχανική δραστηριότητα κατά την διάρκεια του 2010 (μετά την μεγάλη συρρίκνωση που παρατηρήθηκε το 2009), με αποτέλεσμα η ζήτηση ενέργειας να αυξηθεί και να αυξηθούν και οι εκπομπές. Πιο συγκεκριμένα, οι αυξημένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα το 2010 οφείλονται στον οικιακό και εμπορικό τομέα. Δηλαδή, προέρχονται από μεταποιητικές και κατασκευαστικές βιομηχανίες (συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών διεργασίας χάλυβα και σιδήρου), αλλά και από την δημόσια παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και θερμότητας. Η αύξηση εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα το 2010 ήταν κατά 43 εκατομμύρια τόνους περισσότερη σε σχέση με το 2009. Ο χειμώνας στην Ευρώπη το 2010 ήταν ψυχρότερος, με αποτέλεσμα η ζήτηση ενέργειας από τα νοικοκυριά για θέρμανση να συντελέσει στην αύξηση των εκπομπών. Ένας ακόμη μεγάλος παράγοντας που συνέβαλε στην αύξηση αυτή, ήταν ο άνθρακας που κυριαρχεί στον τομέα του χάλυβα και του σιδήρου (διεργασία καύσης) (EEA, 2012a).

Το 2011 εξακριβωμένα δεδομένα δείχνουν ότι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μειώθηκαν κατά 3% σε σύγκριση με το 2010. Αυτό συμβαίνει παρά τους θετικούς ρυθμούς της οικονομικής ανάπτυξης και της βιομηχανικής ζήτησης και παρά την αύξηση του ΑΕΠ κατά 1,5% το 2011. Ωστόσο, είναι αβέβαιο πώς η παγκόσμια κοινωνία θα αναπτυχθεί στον οικονομικό και τεχνολογικό τομέα. Χωρίς την χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (αιολική, ηλιακή, βιοκαύσιμα, υδροηλεκτρική), οι ετήσιες παγκόσμιες εκτιμήσεις εκπομπών CO₂ θα μπορούσαν να ήταν περίπου 5% υψηλότερες (EEA, 2012a).

⁸ Ξεκίνησε να λειτουργεί το 2005 θέτοντας ένα όριο των επιτρεπόμενων συνολικών εκπομπών που μπορούν να εκπέμπονται από τα εργοστάσια και τις βιομηχανίες κι από άλλες εγκαταστάσεις. Μέσα σε αυτό το όριο οι εταιρείες έχουν δικαιώματα εκπομπής τα οποία μπορούν να πωλούν και να αγοράζουν. Μέσα σε αυτήν την ζώνη συμμετέχουν 30 ευρωπαϊκές χώρες. Για περισσότερες πληροφορίες: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm

3.2 Στοιχεία αερίων ρύπων στην Ελλάδα

Η απογραφή εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων κάθε χρόνο είναι απαραίτητη καθώς συνεισφέρουν στην περιβαλλοντική πολιτική χάραξη της χώρας. Η ετήσια απογραφή που γίνεται στην Ελλάδα δείχνει ότι η εκπομπή θερμοκηπικών αερίων οφείλεται κατά κύριο λόγο στην παραγωγή ενέργειας, στις μεταφορές, στις βιομηχανικές διεργασίες, στην χρήση διαλυτών, στις γεωργικές εργασίες, στα απόβλητα, στις χρήσεις γης και στην γεωπονία.

Βασιζόμενοι στα εθνικά στοιχεία της έκθεσης του 2004 από την EPER-2 για την εκπομπή των θερμοκηπικών αερίων εκπομπών στην Ελλάδα από βιομηχανικές εγκαταστάσεις και λειτουργίες, παρατηρείται πως η μεγαλύτερη και σημαντικότερη συνεισφορά της βιομηχανίας στις εκπομπές αερίων είναι η εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).

Το 2004 αναφορικά υπήρξε συνολικά εκπομπή 104,6 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, από τους οποίους οι 74,4 τόνοι προέρχονταν από τις βιομηχανικές λειτουργίες. Οι βιομηχανικές λειτουργίες που αναφέρονται ως υπεύθυνες για την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα είναι κατά κύριο λόγο η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με ποσοστό συμβολής 51,1%, η παραγωγή τσιμέντου και μη μεταλλικών ορυκτών με ποσοστό 10,6%, ο κλάδος των διυλιστηρίων με ποσοστό 3,2% και τέλος ο κλάδος της μεταλλουργίας με ποσοστό 1,9% (Χατζηδάκης, 2009).

Οι βιομηχανικοί κλάδοι που υπερβαίνουν τα όρια έκλυσης ατμοσφαιρικών ρύπων σύμφωνα με τις διατάξεις της Οδηγίας 2008/1/EK κατά ποσοστιαία συμβολή είναι:

- για την έκλυση SO₂, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τα διυλιστήρια και η μεταλλουργία. Συνολικά το 2004 εκλύθηκαν από τις δραστηριότητες των συγκεκριμένων κλάδων γύρω στις 548,3 χιλιάδες τόνοι εκπομπών.
- για την εκπομπή NO_x, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μαζί με την παραγωγή τσιμέντου και των ορυκτών μεταλλευμάτων. Οι κλάδοι αυτοί είναι εξίσου υπεύθυνοι για τις εκπομπές NO_x, καθώς το 2004 εκλύθηκαν 359,4 χιλιάδες τόνοι.

Με μια γρήγορη ανασκόπηση στα παραπάνω στοιχεία, προκύπτει το συμπέρασμα ότι ο κλάδος με τη μεγαλύτερη συμβολή στην εκπομπή αερίων ρύπων είναι ο κλάδος της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (σύμφωνα με τον Χατζηδάκη είναι αναμενόμενο καθώς απουσιάζει η παραγωγή πυρηνικής ενέργειας από την χώρα μας). Αξιοπρόσεκτο είναι επίσης το γεγονός, ότι στα τέλη της δεκαετίας του '90 ξεκίνησε στην Ελλάδα η χρήση του φυσικού αερίου με κύριο άξονα Αθήνα-Θεσσαλονίκη κι αργότερα με προεκτάσεις στην Θεσσαλία και στην Θράκη και με βλέψεις περαιτέρω προέκτασης στην Πελοπόννησο και στην Κρήτη (Χατζηδάκης, 2009).

Σύμφωνα με την εθνική απογραφή που διεξήχθη από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, το 2010 οι εκπομπές θερμοκηπικών αερίων έφτασαν στα 118.29 Mt CO₂ eq παρουσιάζοντας μια ποσοστιαία άνοδο της τάξης του 10,9% σε σύγκριση με τις εκπομπές του έτους 1990. Πιο συγκεκριμένα, οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα αποτελούν το 82,4% των συνολικών εκπομπών θερμοκηπικών αερίων το 2010 και οι οποίες παρουσιάζουν αύξηση κατά 17,1% σε σχέση με το 1990. Οι εκπομπές μεθανίου

στην Ελλάδα το 2010 αποτελούν το 8,28% των συνολικών εκπομπών, ενώ οι εκπομπές υποξειδίου του αζώτου αποτελούν το 6,22% των θερμοκηπικών αερίων εκπομπών (ΥΠΕΚΑ, 2012).

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CO₂	105569 .73	105216 .19	109351 .32	109635 .71	113407 .80	111928 .39	114442 .27	110707 .29	104472 .44	97468.8 5
CH₄	10028. 24	10047. 00	10073. 90	10113. 24	10148. 37	10189. 71	10032. 42	9988.4 2	9731.0 5	9794.61
N₂O	8395.1 5	8313.5 9	8236.6 0	8244.1 7	7942.5 6	7728.7 5	7911.1 6	7514.5 1	7058.0 4	7357.59
HFC	3964.2 7	4130.4 7	3930.3 5	4014.5 7	4086.2 8	2229.0 7	2574.4 6	2956.5 4	3356.1 1	3557.92
PFC	71.16	69.14	72.47	68.99	69.89	66.35	76.22	89.12	69.87	101.61
SF₆	4.06	4.25	4.25	4.47	6.45	8.37	9.92	7.53	5.26	6.14
ΣΥΝΟ ΛΟ	128032 .61	127780 .65	131668 .89	132081 .14	135661 .35	132150 .62	135046 .45	131263 .40	124692 .77	118286. 73

0.2 Συνολικές εκπομπές θερμοκηπικών αερίων για την περίοδο 2001-2010

(Πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2012)

Η πλειοψηφία των συνολικών εκπομπών (56%) προέρχεται από τις βιομηχανικές διεργασίες, ενώ η συμβολή των μεταφορών, των βιομηχανικών μεταποιήσεων και των οικοδομήσεων, αλλά και άλλων τομέων υπολογίζονται σε 24,7%, 7,3% και 10,6% αντίστοιχα. Το υπόλοιπο 1,5% των θερμοκηπικών αερίων εκπομπών οφείλεται στην έκλυση ενέργειας από ανεξέλεγκτη καύση καυσίμων. Οι εκπομπές από την βιομηχανική δραστηριότητα για το 2010 αντιπροσωπεύουν το 8,91% των συνολικών εκπομπών, οι οποίες είναι αυξημένες σε σχέση με το ποσοστό εκπομπών του 1990 κατά 4,37%. Η μεγάλη μείωση που παρατηρείται το 2009 σε αυτόν τον τομέα, οφείλεται στην οικονομική ύφεση (αυτό φαίνεται κυρίως στις εκπομπές του CO₂). Επίσης, τα τελευταία χρόνια, οι εκπομπές που προκύπτουν από την κατανάλωση αλογονανθράκων και SF₆ διαδραματίζουν ολοένα και σημαντικότερο ρόλο (ΥΠΕΚΑ, 2012).

3.3 Άμεσες εκπομπές CO₂

Το Πρωτόκολλο του Φαινομένου του Θερμοκηπίου, ορίζει πως άμεσες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αποτελούν οι εκπομπές που προέρχονται από πηγές, οι οποίες ανήκουν ή υπάγονται σε μια οικονομική οντότητα. Οι άμεσες εκπομπές περιέχουν όλες τις μορφές ρύπανσης από την βιομηχανία, τα ιδιόκτητα και δημόσια μέσα μεταφοράς, τα ζώα, καθώς και από κάθε άλλη πηγή που ελέγχεται από τον ιδιοκτήτη της⁹.

3.3.1 Παραγωγή σιδήρου και χάλυβα

Η παραγωγή χάλυβα σε μια ολοκληρωμένη μονάδα παραγωγής σιδήρου και χάλυβα, επιτυγχάνεται με διάφορες αλληλένδετες διαδικασίες, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής ημίκαυστου άνθρακα, της παραγωγής οπτάνθρακα και φυσικά της παραγωγής του σιδήρου και του χάλυβα. Η παραγωγή σιδήρου μπορεί επίσης να επιτευχθεί μέσω της χρήσης ενός ηλεκτρικού κλιβάνου (EAK- electric ark furnace) χρησιμοποιώντας απορρίμματα χάλυβα ως πρώτη ύλη. Και οι δύο τύποι μονάδων παραγωγής, περιλαμβάνουν την ημιτελή προετοιμασία του χάλυβα, την προετοιμασία του έτοιμου προϊόντος, την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, καθώς και τον χειρισμό και την μεταφορά των υλικών και των απορριμμάτων ενδιάμεσα (Climate Leaders, 2003a).

Οι περιοχές που χρήζουν μελέτης και εκτιμήσεων για την βιομηχανία του σιδήρου και του χάλυβα είναι:

- Η χρήση ανθρακικής ροής (εκπομπές πύρωσης)
- Η χρήση δευτερογενών καυσίμων και
- Η χρήση ηλεκτροδίων άνθρακα κατά την χρήση του ηλεκτρικού κλιβάνου.

Μια από τις πρώτες διαδικασίες που πραγματοποιούνται στην πρωτογενή παραγωγή σιδήρου και χάλυβα είναι η τήξη μάζας, μια διαδικασία η οποία μετατρέπει ένα δείγμα πρώτης ύλης σε προϊόν σύντηξης, το οποίο τροφοδοτείται στην υψικάμινο. Οι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα κατά την διάρκεια της τήξης μάζας δεν είναι σαφώς καθορισμένες, αλλά η διαδικασία είναι μια πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέσω της πύρωσης των ανθρακικών ροών και της καύσης των ορυκτών καυσίμων (Climate Leaders, 2003a).

Ο αργός σίδηρος παράγεται από την αναγωγή των μεταλλευμάτων οξειδίου του σιδήρου σε μια υψικάμινο. Η καύση του ημίκαυστου άνθρακα ή του ημίκαυστου άνθρακα πετρελαίου, παρέχει μονοξείδιο του άνθρακα για να μειώσει τα οξείδια του σιδήρου σε σίδηρο και για να παρέχει πρόσθετη θερμότητα για την τήξη του σιδήρου και των απορριμμάτων του. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) παράγεται καθώς ο άνθρακας ή ο ημίκαυστος άνθρακας οξειδώνεται. Επιπλέον, κατά την διάρκεια της παραγωγής σιδήρου, οι εκπομπές CO₂ προκύπτουν μέσω από την πύρωση των ανθρακικών ροών (Climate Leaders, 2003a).

Η πύρωση παρουσιάζεται όταν η θερμότητα της υψικάμινου προκαλεί ροές που περιέχουν ασβεστόλιθο (CaCO₃) κι ανθρακικό μαγνήσιο (MgCO₃) για τον

⁹ Για περισσότερα δεξ: <http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/faq#directindirect>

σχηματισμό ασβέστη (CaO), οξειδίου του μαγνησίου (MgO) και διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Ο ασβέστης και το ανθρακικό μαγνήσιο είναι απαραίτητα για την εξισορρόπηση των οξέων συστατικών από τα σιδηρομεταλλεύματα και από τον ημίκαυστο άνθρακα. Αν και κάποιο ποσοστό άνθρακα συγκρατείται από τον σίδηρο (περίπου 4% άνθρακα κατά βάρος) το μεγαλύτερο μέρος άνθρακα εκπέμπεται ως διοξείδιο του άνθρακα (Climate Leaders, 2003a).

Εκπομπές παρατηρούνται αν και σε μικρότερο βαθμό κατά την παραγωγή χάλυβα. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα προκύπτουν όταν ο παρών άνθρακας του σιδήρου, οξειδώνεται σε διοξείδιο ή μονοξείδιο του άνθρακα. Ο παραγόμενος ακατέργαστος χάλυβας περιέχει 0,5 έως 2% άνθρακα κατά βάρος. Ο χάλυβας μπορεί να παραχθεί μέσα σε μια κάμινο βασικού οξυγόνου (BOF) ή σε κλίβανο ηλεκτρικού τόξου (EAF). Χάλυβας με μικρή περιεκτικότητα σε άνθρακα παράγεται σε κάμινο βασικού οξυγόνου (BOF), όπου το μείγμα ακατέργαστου σιδήρου και τα θραύσματα χάλυβα (τυπικά 30% θραύσματα και 70% τετηγμένου σιδήρου) μετατρέπονται με την παρουσία οξυγόνου σε τετηγμένο χάλυβα. Ο άνθρακας και τα κράμματα χάλυβα παράγονται από κλίβανο ηλεκτρικού τόξου (EAF), ο οποίος χρησιμοποιεί ηλεκτρική θέρμανση των απορριμμάτων χάλυβα μέσω ηλεκτροδίων γραφίτη. Οι πρόσθετες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα προκύπτουν καθώς αυτά τα ηλεκτρόδια καταναλώνονται (Climate Leaders, 2003a).

3.3.2 Παραγωγή τσιμέντου

Η παραγωγή τσιμέντου είναι μια εξαιρετικά ενεργοβόρος διαδικασία. Η παραγωγή τσιμέντου αποτελείται από τρία βασικά στάδια: την προετοιμασία των πρώτων υλών, την κατασκευή κλίνκερ στην κάμινο και την παραγωγή τσιμέντου. Η προετοιμασία των πρώτων υλών και του τσιμέντου είναι αυτές που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια, ενώ η διαδικασία παραγωγής κλίνκερ καταναλώνει σχεδόν όλα τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται σε ένα εργοστάσιο παραγωγής τσιμέντου. Η παραγωγή κλίνκερ είναι αυτή που καταναλώνει την περισσότερη ενέργεια, περίπου 70-80% της συνολικής ενέργειας (Worrell et al., 2001). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων και από την πύρωση του ασβεστόλιθου. Μια έμμεση αλλά σημαντική πηγή εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα είναι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, με την προϋπόθεση ότι η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από τα ορυκτά καύσιμα. Οι εκτιμήσεις για τις εκπομπές της τσιμεντοβιομηχανίας βασίζονται αποκλειστικά στην υποτιθέμενη παραγωγή κλίνκερ.

Το διοξείδιο του άνθρακα στην παραγωγή τσιμέντου είναι ένα υποπροϊόν μιας διαδικασίας χημικής μετατροπής (πύρωση) του τούβλου, σε ένα συστατικό που χρησιμοποιείται για την παραγωγή τσιμέντου ή αλλιώς σκυροκονιάματος. Κατά την διαδικασία παραγωγής τσιμέντου, το ανθρακικό ασβέστιο (CaCO₃) θερμαίνεται σε κλίβανο τσιμέντου σε μια θερμοκρασία περίπου 1300°C (2,400°F) για να σχηματιστεί ασβέστης (δηλαδή οξείδιο του ασβεστίου ή CaO) και διοξείδιο του άνθρακα. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως πύρωση ή αλλιώς ως φρίξη και απελευθερώνει διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ο ασβέστης αντιδρά με το διοξείδιο του πυριτίου, με το αλουμίνιο και άλλα υλικά για την παραγωγή τούβλου, το οποίο αλέθεται σε μια λεπτή σκόνη και σε

συνδυασμό με μικρές ποσότητες γύψου δημιουργείται το τσιμέντο Portland¹⁰ (Climate Leaders, 2003b).

Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μπορούν να προκύψουν επίσης από την σκόνη τσιμέντου από κλίβανο (Cement Kiln Dust - CKD), η οποία δεν ανακυκλώνεται μέσα στην διαδικασία παραγωγής. Η σκόνη αυτή αποτελείται από τις πρώτες ύλες που τροφοδοτούνται μέσα στον κλίβανο και που χάνονται κατά την διαδικασία ή δεν έχουν ενσωματωθεί στο παραγόμενο τσιμέντο Portland. Η σκόνη που δεν ανακυκλώνεται χρησιμοποιείται για άλλους σκοπούς, όπως για παράδειγμα στην τοιχοποιία και στην οδοποιία για την κατασκευή χωματερών (Climate Leaders, 2003b).

Η βιομηχανία του τσιμέντου εκπέμπει περίπου το 5% του ανθρωπογενούς διοξειδίου του άνθρακα και το 3% του διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως. Η βιομηχανία τσιμέντου είναι από τις μεγαλύτερες πηγές εκπομπών CO₂ στις Ηνωμένες Πολιτείες, η οποία το 1999 αντιπροσώπευε περίπου 40 εκατομμύρια τόνους εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ή με άλλα λόγια το 13% των συνολικών εκπομπών προερχόμενων από την βιομηχανία της αμερικανικής ηπείρου (Climate Leaders, 2003b). Σύμφωνα με εκτιμήσεις και παγκόσμιες μετρήσεις, η πρώτη χώρα σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την τσιμεντοβιομηχανία είναι η Κίνα με 33% και ακολουθούν οι χώρες της Ευρώπης με 11,5% στο σύνολο. Ο μέσος όρος έντασης των εκπομπών CO₂ παγκοσμίως από την παραγωγή τσιμέντου είναι 222 kg C/ τόνο τσιμέντου (Worrell et al., 2001).

3.3.3 Κινητές πηγές

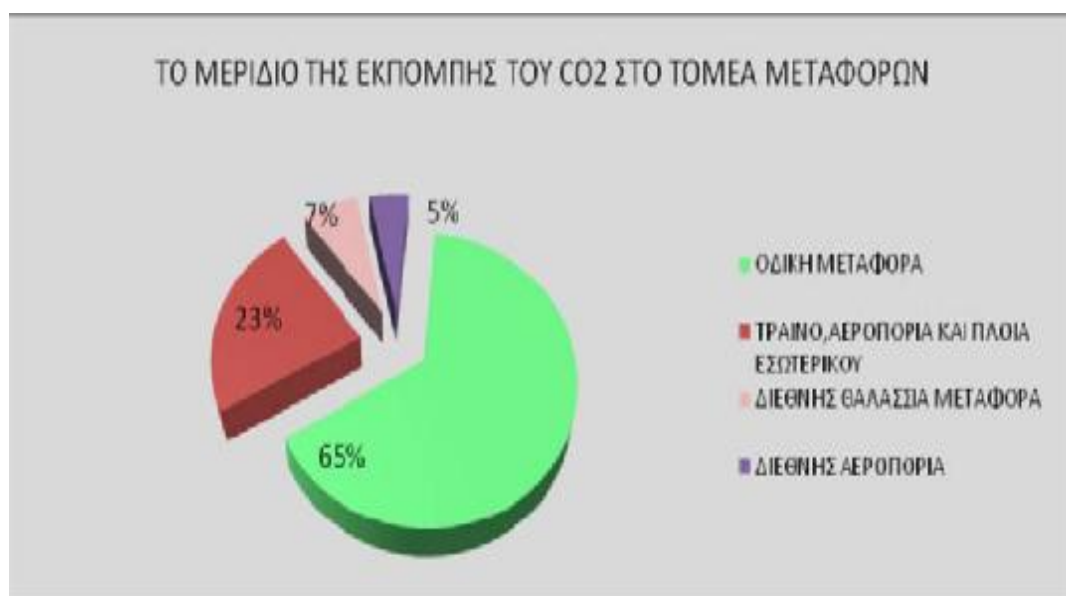
Κινητή πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα εννοούμε την πηγή η οποία μετακινείται με απαραίτητη την καύση ορυκτού καυσίμου. Οι κινητές πηγές βρίσκονται στο έδαφος, στον αέρα αλλά και στην θάλασσα. Η πιο διαδεδομένη πηγή εκπομπής είναι οι οδικές μεταφορές (συμπεριλαμβάνονται οχήματα ιδιωτικής και δημόσιας χρήσης, λεωφορεία, ταξί, μοτοσυκλέτες και βαρέα οχήματα) κυρίως στις αναπτυγμένες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Γεντεκάκης, 1999). Το κύριο καύσιμο για τις μεταφορές και πιο συγκεκριμένα για τις οδικές, είναι το καύσιμο του πετρελαίου το οποίο αποτελεί το 91% χρήσης στις μεταφορές, ενώ το υπόλοιπο 9% αποτελεί εναλλακτικές μορφές καυσίμου. Σύμφωνα με μετρήσεις του OECD (2002) οι οδικές μεταφορές χρησιμοποιούν το 81% της συνολικής ενέργειας όσον αφορά τον τομέα μεταφορών και κινητών πηγών εκπομπών. Πιο γενικά, ο τομέας των μεταφορών συμβάλλει στην εκπομπή CO₂ σε παγκόσμια κλίμακα κατά 26%. Όταν γίνεται λόγος για κινητές πηγές ρύπανσης, δεν εννοείται μόνο η κίνηση ως αιτία εκπομπής λόγω της καύσης του καυσίμου του πετρελαίου αλλά κι άλλοι παράγοντες. Οι άλλοι παράγοντες είναι η κατασκευή των οχημάτων που εκτιμάται ότι εκλύεται περίπου το 9% των συνολικών εκπομπών από τις κινητές πηγές αλλά και οι απώλειες από το σύστημα ανεφοδιασμού καυσίμων το οποίο

¹⁰ Το τσιμέντο Portland ή αλλιώς τύπος I τσιμέντου που προκύπτει από την άλεση τούβλου ή αλλιώς κλίνκερ με προσθήκη γύψου περίπου σε ποσοστό 2-3% και filler <3%.
Περισσότερες πληροφορίες στο: <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CF%84%CE%BF>

αποτελεί το 15%. Είναι ουσιαστικής σημασίας να αναφερθεί πως το 65% των εκπομπών από τον τομέα μεταφορών αντιστοιχεί στις οδικές μεταφορές (Charman, 2007).

Το διοξείδιο του άνθρακα μαζί με τα άλλα θερμοκηπικά αέρια που εκπέμπονται (μεθάνιο, νιτρικό οξύ) άμεσα από τις κινητές πηγές παράγονται από την καύση των ορυκτών καυσίμων σε διάφορες μορφές. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που σχετίζονται με την καύση ορυκτών καυσίμων υπολογίζονται σε συνάρτηση με τον όγκο των καίόμενων καυσίμων, ανάλογα με την πυκνότητα του καυσίμου, την περιεκτικότητα σε άνθρακα του καυσίμου καθώς και το κλάσμα του άνθρακα που οξειδώνεται σε διοξείδιο του άνθρακα. Όταν η μάζα και η περιεκτικότητα του καυσίμου σε άνθρακα είναι γνωστές, οι εκπομπές του CO₂ μπορούν να υπολογισθούν αμέσως. Οι εκπομπές μπορούν επίσης να υπολογισθούν από την θερμότητα που εμπεριέχεται στο καύσιμο, αλλά και από την περιεκτικότητα σε άνθρακα ανά μονάδα ενέργειας (Climate Leaders, 2008a).

Η εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα όσον αφορά τον τομέα των οδικών μεταφορών συνδέεται άμεσα με την κατανάλωση ενέργειας, γεγονός που δικαιολογεί την μεγάλη συνεισφορά των οδικών μετακινήσεων στις εκπομπές CO₂ (ενέργεια και εκπομπή CO₂ έχουν άμεση σχέση). Μετά από τις οδικές μεταφορές, το επόμενο μεγάλο μερίδιο το έχουν οι αερομεταφορές όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα (Charman, 2007).



Εικόνα 3 Μερίδια εκπομπών CO₂

(Πηγή: Charman, 2007)

3.4 Έμμεσες εκπομπές CO₂

Το Πρωτόκολλο του Φαινομένου του Θερμοκηπίου, ορίζει πως έμμεσες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αποτελούν οι απόρροιες των δραστηριοτήτων μιας οικονομικής οντότητας και εμφανίζονται σε πηγές που ανήκουν ή ελέγχονται από άλλη νομική οντότητα. Οι έμμεσες εκπομπές προκύπτουν από την αγορά ή την χρήση ενός προϊόντος. Για παράδειγμα, η πηγή των άμεσων εκπομπών μιας αεροπορικής εταιρείας είναι όλα τα καύσιμα που καίνε τα αεριωθούμενα, ενώ η πηγή των έμμεσων εκπομπών είναι η παραγωγή και η διάθεση των αεροπλάνων, η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται για να λειτουργήσουν τα γραφεία της εταιρείας, καθώς και οι καθημερινές μετακινήσεις των εργαζομένων από και προς την εταιρεία¹¹.

3.4.1 Αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και ατμού

Η αγορά και η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και ατμού θεωρείται μια σημαντική πηγή έμμεσων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα αλλά και μεθανίου καθώς και υποξειδίου του αζώτου. Τα τρία αυτά θερμοκηπικά αέρια εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα μέσω της καύσης, καθώς τα ορυκτά καύσιμα καίγονται για να παραχθεί θερμότητα και ηλεκτρική ενέργεια. Ως εκ τούτου, οι εργασίες κατασκευής αλλά και άλλες δραστηριότητες που χρησιμοποιούν αγορασμένη ηλεκτρική ενέργεια ή αγορασμένο ατμό προκαλούν έμμεσες εκπομπές των θερμοκηπικών αερίων, αλλά κυρίως διοξειδίου του άνθρακα. Τα ποσοστά εκπομπών προκύπτουν από την ποσότητα ενέργειας που θα χρησιμοποιηθεί ή χρησιμοποιήθηκε και από την ανάμειξη των καυσίμων για την παραγωγή του ηλεκτρισμού και του ατμού (Climate Leaders, 2008b).

Η βιομηχανία ή οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας, μπορούν να έχουν σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις εγκαταστάσεις τους για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια ή ατμό, ώστε να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις των δραστηριοτήτων τους. Εάν υπάρχει πλεονάζουσα παραγωγή, οι εγκαταστάσεις μπορούν να πωλήσουν ένα μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας ή του ατμού σε μια άλλη εταιρεία ή σε ένα άλλο δίκτυο παραγωγής. Επίσης, υπάρχουν δημόσιες υπηρεσίες ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και άλλοι φορείς που μπορεί να χρειαστεί να αγοράσουν ηλεκτρική ενέργεια ή ατμό. Αυτή η θερμότητα ή η ενέργεια θα μπορούσε να πωληθεί για μεταπώληση, ή να πωληθεί σε τελικούς αγοραστές ή να καταναλωθεί σε ιδιόκτητα γραφεία ή να καταναλωθεί κατά την διάρκεια διανομής και μετάδοσης (Climate Leaders, 2008b).

Ανάμεσα στο διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου καθώς και σε όλα όσα εκπέμπονται κατά την καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αντιπροσωπεύουν την πλειοψηφία των συνολικών εκπομπών θερμοκηπικών αερίων. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, για παράδειγμα, οι εκπομπές CO₂ αποτελούν το 99,6% του συνόλου των αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι εκπομπές αυτές προκύπτουν όπως αναφέρθηκε και παραπάνω από την καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ

¹¹ Για περισσότερα δεξ: <http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/faq#directindirect> και http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_neutrality#Direct_and_indirect_emissions

οι εκπομπές μεθανίου και υποξειδίου του αζώτου αποτελούν μόνο το 0,4% των συνολικών εκπομπών (Climate Leaders, 2008b).

3.4.2. Ηλεκτρικά οχήματα

Η ανάγκη για χρήση ηλεκτρικών οχημάτων αυξήθηκε τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της ιδιαίτερης αύξησης του πετρελαίου που παρουσιάστηκε κατά το έτος 2008. Η αύξηση των τιμών του πετρελαίου συνδέεται με μια νέα περιβαλλοντολογική πολιτική, η οποία εισάγει την ανάγκη για χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στον τομέα των μεταφορών και ορίζει ένα νέο μοντέλων οχημάτων, τα λεγόμενα EV (Electric Vehicles) ηλεκτρικά οχήματα. Πάνω σε αυτό το ζήτημα, οι ερευνητές έχουν αναπτύξει διαφορετικές θεωρίες για την καταλληλότητα των οχημάτων αυτών, καθώς έχουν παρατηρηθεί έμμεσες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα οι οποίες δεν παρεκκλίνουν πολύ από τις εκπομπές των συνηθισμένων οχημάτων εσωτερικής καύσης πετρελαίου (Maggetto & Mierlo, 2000).

Τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν μέσα στο σκάφος τους μπαταρίες οι οποίες φορτίζονται με ηλεκτρικό ρεύμα δικτύου και δεν έχουν εκπομπές καυσαερίων. Το μοντέλο των ηλεκτρικών οχημάτων απαιτεί την κατανάλωση όπως είναι φυσικό ηλεκτρικής ενέργειας, με αποτέλεσμα την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα. Επίσης, για την κατασκευή του εξοπλισμού των εν λόγω οχημάτων χρησιμοποιήθηκε κατά την βιομηχανική παραγωγή τους, ουράνιο και άνθρακας. Επομένως, η κατανάλωση ενέργειας και οι επακόλουθες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, προκύπτουν από την διαδικασία της καύσης, από την κατασκευή σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, από όπου επίσης προκύπτουν και ο εξοπλισμός και τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κίνηση των οχημάτων αυτών (Faías et al., 2000).

3.4.3 Βιοκαύσιμα

Η εκτεταμένη χρήση της βιοενέργειας έχει προκαλέσει αλλαγές στην χρήση της γης και αύξηση στις επίγειες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Οι έμμεσες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα προκύπτουν όταν η παραγωγή βιοενέργειας σε γεωργικές εκτάσεις, «εκτοπίζει» την γεωργική παραγωγή και προκαλεί επιπλέον αλλαγή στην χρήση της γης, η οποία αλλαγή έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των εκπομπών των θερμοκηπικών αερίων και δη του διοξειδίου του άνθρακα (Mellilo et al., 2009).

Υπάρχει ένας αριθμός ανησυχιών και υποθέσεων σχετικά με την πρακτικότητα των αλλαγών χρήσεως της γης και των εκπομπών που προκύπτουν από αυτές με σκοπό την μείωση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων. Ο λόγος της ανησυχίας είναι ότι η χρήση των ορυκτών καυσίμων πλέον μπορεί να ελεγχθεί μέσα από φόρους και πρόστιμα στην κάθε χώρα ή κράτος, ενώ με την περίπτωση των βιοκαυσίμων δεν έχει ακόμα ορισθεί ένα πρόγραμμα ελέγχου των άμεσων και έμμεσων εκπομπών (Mellilo et al., 2009).

Οι μέθοδοι εκτίμησης και μέτρησης των έμμεσων εκπομπών από τα βιοκαύσιμα είναι αμφιλεγόμενες. Οι ποσοτικές αναλύσεις έχουν αγνοήσει τις έμμεσες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς θεωρείται ότι σχετίζονται μόνο με την μετατόπιση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων ή συγχέονται με τις άμεσες εκπομπές ή με τις γενικότερες εκπομπές που συνδέονται με την αλλαγή χρήσης γης (Mellilo et al., 2009).

Το 2009 διεξήχθη μια έρευνα των Mellilo J., M. Reilly, Kicklighter και άλλων, σχετικά με το πώς ένα παγκόσμιο πρόγραμμα βιοκαυσίμων μπορεί να οδηγήσει σε έντονη ζήτηση αγοράς γης και πώς αυτή η ζητούμενη γη θα συντελέσει στην αύξηση των εκπομπών των θερμοκηπικών αέριων, μέσω της αλλαγής χρήσης της. Μέσα στην αναφερθείσα έρευνα αναλύθηκαν διάφορα σενάρια πάνω σε οικονομικά και επίγεια μοντέλα και εξετάστηκαν οι άμεσες και οι έμμεσες επιπτώσεις πιθανών αλλαγών στην χρήση γης εξαιτίας του προγράμματος αυτού τον 21^ο αιώνα.

Τα συμπεράσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι η έμμεση χρήση γης θα είναι υπεύθυνη για μια σημαντική απώλεια άνθρακα (έως και διπλάσια ποσότητα) σε σχέση με την άμεση χρήση γης. Παρόλα αυτά, εξαιτίας της προβλεπόμενης μεγάλης χρήσης λιπασμάτων, οι εκπομπές του υποξειδίου του αζώτου θα είναι ακόμη μεγαλύτερες σε σχέση με τις απώλειες άνθρακα. Τέλος, προτείνεται μια παγκόσμια πολιτική, η οποία θα προστατεύει τις δασικές εκτάσεις, θα ενθαρρύνει την βέλτιστη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων και θα μειώσει δραστικά τις εκπομπές που συνδέονται στενά με την παραγωγή βιοκαυσίμων.

3.4.4 Απογραφή εκπομπών

Οι εθνικές κυβερνήσεις οι οποίες είναι παράλληλα και συμβάλλοντα μέλη στο πλαίσιο σύμβασης του ΟΗΕ για την κλιματική αλλαγή (UNFCCC- United Nations Framework Convention on Climate Change), υποχρεούνται να υποβάλλουν απογραφές σχετικά με τις βιομηχανικές εκπομπές των θερμοκηπικών αερίων που εκπέμπονται μέσα στα γεωγραφικά πλαίσια της χώρας κράτους. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) παρέχει οδηγίες για την σύνταξη των απογραφών αυτών (Gillenwater, 2008).

Παρ' όλα αυτά, αυτή η μεθοδολογική καθοδήγηση της Διακυβερνητικής Επιτροπής και οι απογραφές που βασίζονται πάνω σε αυτήν, παραλείπουν το διοξείδιο του άνθρακα που προέρχεται από την ατμοσφαιρική οξείδωση του μεθανίου, του μονοξειδίου του άνθρακα και τις μη-μεθανικές εκπομπές των πτητικών οργανικών ενώσεων που προκύπτουν από διάφορες κατηγορίες πηγών. Κατά την διαδικασία διαχείρισης αποβλήτων στον γεωργικό και βιομηχανικό τομέα, εκπέμπονται μονοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο και NMVOC, τα οποία είναι γνωστό στον επιστημονικό κόσμο ότι οξειδώνονται σε διοξείδιο του άνθρακα. Η μη ένταξη των έμμεσων εκπομπών του οξειδωμένου πλέον διοξειδίου του άνθρακα στις απογραφές των θερμοκηπικών αερίων, έχει ως συνέπεια την αύξηση των παγκόσμιων ανθρωπογενών εκπομπών (εξαιρουμένων των χρήσεων γης και δασοκομίας) κατά 0,5 έως 0,7% (Gillenwater, 2008).

Κάποιες βιομηχανικές διαδικασίες που χρησιμοποιούν την καύση ορυκτών καυσίμων ως πρώτη ύλη, είναι πηγές έμμεσων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Ο άνθρακας που εκπέμπεται με την μορφή μεθανίου, μονοξειδίου του άνθρακα και NMVOC δεν συμπεριλαμβάνεται στις στατιστικές απογραφές μιας χώρας. Όμως, ο άνθρακας που εκπέμπεται από τις βιομηχανικές διεργασίες οι οποίες τον χρησιμοποιούν ως αναγωγικό μέσον (όπως συμβαίνει στην βιομηχανία σιδήρου και χάλυβα), συμπεριλαμβάνεται στις απογραφές, βασιζόμενος όμως μόνο σε υποθέσεις που λένε ότι ο άνθρακας οξειδώνεται πλήρως. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι έμμεσες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προκύπτουν από την οξείδωση του μεθανίου και του οξειδίου του άνθρακα, να συμπεριληφθούν ή όχι στις απογραφές των χωρών, χωρίς καμία βάση και

σιγουριά, εγκλείοντας τον κίνδυνο αύξησης των ανθρωπογενών εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα, χωρίς να το αντιληφθεί κανένας επίσημος φορέας (Gillenwater, 2008).

3.5 Νομοθετική πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την μείωση των βιομηχανικών αερίων ρύπων CO₂

Στις 3-14 Ιουνίου του 1992 στο Ρίο ντε Τζανέιρο πραγματοποιήθηκε από τα Ηνωμένα έθνη (UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change) για πρώτη φορά, το παγκόσμιο συμβούλιο με θέμα την κλιματική αλλαγή, έχοντας ως στόχο την σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των θερμοκηπικών αερίων στην ατμόσφαιρα, αλλά και την μείωση της ανθρώπινης παρέμβασης στην κλιματική αλλαγή. Το Συμβούλιο των Ηνωμένων Εθνών έχει μέχρι σήμερα 194 χώρες-μέλη, μέσα στις οποίες συγκαταλέγονται και οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (UNFCCC, άρθρο 2).

Η σύμβαση μεταξύ των 194 κρατών-μελών δεν θέτει κανένα δεσμευτικό όριο στις εκπομπές αερίων για την κάθε χώρα κι ούτε θέτει κάποιο μηχανισμό επιβολής της πολιτικής της. Αντ' αυτού, παρέχει ένα πλαίσιο διαπραγμάτευσης για διεθνείς συνθήκες ή αλλιώς τα λεγόμενα “πρωτόκολλα” τα οποία λειτουργούν δεσμευτικά για τις χώρες- μέλη όσον αφορά την εκπομπή αερίων που ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα κράτη-μέλη πραγματοποιούν συναντήσεις κάθε χρόνο από το 1995 με σκοπό την αξιολόγηση της προόδου της κλιματικής αλλαγής. Το 1997 υπογράφηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο με στόχο την δέσμευση των αναπτυγμένων κρατών μελών να μειώσουν τις εκπομπές των ρυπαντικών αερίων (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆) (WWF Hellas, 2007).

Το Πρωτόκολλο του Κιότο υπήρξε ένα σημαντικό βήμα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Αποτελεί την μοναδική σύμβαση παγκοσμίως που στοχεύει στον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου και τέθηκε σε εφαρμογή την 16^η Φεβρουαρίου του 2005 μετά από την υπογραφή της Ρωσίας. Το Πρωτόκολλο του Κιότο περιλαμβάνει:

- Μηχανισμό εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών. Κάθε χώρα έχει ένα εθνικό όριο εκπομπών. Αν μια χώρα δεν έχει εκπέμψει μέχρι το ανώτατο όριο εκπομπών της, μπορεί να πουλήσει το αχρησιμοποίητο μέρος των εκπομπών σε μια άλλη χώρα η οποία έχει ξεπεράσει το δικό της όριο.
- Μηχανισμό κοινής εφαρμογής. Οι ανεπτυγμένες χώρες και οι χώρες που ακόμα βρίσκονται σε στάδιο ανάπτυξης, μπορούν να συμμετέχουν σε ένα πρόγραμμα μείωσης των εκπομπών των θερμοκηπικών αερίων της μιας χώρας κι έπειτα να μοιράζονται τα αποτελέσματα του προγράμματος αυτού όπου συμμετείχαν από κοινού.
- Μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης. Σύμφωνα με αυτόν τον μηχανισμό, μια ανεπτυγμένη βιομηχανική χώρα μπορεί να βοηθήσει στην μείωση των εκπομπών μιας φτωχότερης χώρας, παράλληλα με την προσπάθεια μείωσης των δικών της εκπομπών με τεχνολογίες του μέλλοντος.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το πρόγραμμα Gold Standard το οποίο εισήχθη από την WWF το 2003 (WWF Hellas, 2007).

Το πρωτόκολλο του Κιότο εκτός από τους ευέλικτους μηχανισμούς που έχει, αποτελεί και την εφαρμογή της Σύμβασης του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή καθώς και τον ορισμό δεσμευτικών στόχων για την μείωση των θερμοκηπικών αερίων μέχρι και 5% , σε σχέση με τις εκπομπές του 1990 στο χρονικό διάστημα 2008-2012. Μέχρι σήμερα έχουν υπογράψει 168 χώρες μέλη, εκτός από τις Ηνωμένες Πολιτείες, οι οποίες αποτελούν και την πιο ρυπογόνο χώρα παγκοσμίως μετά την Κίνα (WWF Hellas, 2007).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι ο θερμότερος υποστηρικτής του Πρωτοκόλλου του Κιότο, η οποία υπέγραψε το Πρωτόκολλο στις 31 Μαΐου του 2002 δεσμευόμενη ότι θα μειώσει συνολικά τις εκπομπές κατά 8% στο χρονικό διάστημα 2008-2012. Μέσα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, υπάγεται και η Ελλάδα η οποία υποσχέθηκε ότι δεν θα αυξήσει τις εκπομπές της πάνω από το 25% σε σύγκριση πάντα με τα ποσοστά του 1990 (WWF Hellas, 2007).

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί το Ευρωπαϊκό Θεσμικό πλαίσιο για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και η νέα οδηγία 2008/50/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου. Η συγκεκριμένη οδηγία έχει τους εξής σκοπούς: τον καθορισμό των στόχων για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα ώστε να αποφευχθεί η επιβάρυνση της ανθρώπινης υγείας και επιβίωσης, την συγκέντρωση πληροφοριών σχετικά με τον αέρα, την διατήρηση και την περαιτέρω βελτίωση της ποιότητας του αέρα, αλλά και την προαγωγή της καλής συνεργασίας μεταξύ των κρατών μελών με κοινό στόχο την αποφυγή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Ρεμουντάκη, 2010). Το 2010 ψηφίστηκε μια νέα οδηγία που αφορά τις βιομηχανικές εκπομπές (Industrial Emissions Directive, IED) και μέσω αυτής εδραιώνονται 5 παλαιές οδηγίες:

1. Integrated Pollution Prevention and Control Directive, **2008/1/EC** (για ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης)
2. Large Combustion Plants Directive, **2001/80/EC** (για τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας)
3. Waste Incineration Directive, **2000/76/EC** (για την καύση στερεών απορριμμάτων)
4. Organic Solvents Directive **1999/13/EC** (για οργανικούς διαλύτες)
5. Titanium Dioxide Industry Directives **1978/176/EC**, **1982/ 883/EC**, **1992/112/EC** (για την βιομηχανία διοξειδίου του τιτανίου) , (Ρεμουντάκη, 2010).

Επίσης, σύμφωνα με αυτήν την νέα οδηγία, τα νέα εργοστάσια εντός Ευρωπαϊκής Ένωσης θα πρέπει να προσαρμοστούν στις νέες προδιαγραφές. Πρέπει δηλαδή να έχουν άδεια με τις τιμές των ορίων εκπομπής, τα οποία βρίσκονται σε αυστηρή συμφωνία με τα όρια εκπομπών που συνδέονται με τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (Best Available Techniques Associated Emission Levels, BATAEs). Τα όρια αυτά θα έχουν ισχύ μέχρι και το 2016. Λόγω όμως του μεγάλου κόστους που αντιμετωπίζουν τα ήδη υπάρχοντα εργοστάσια και οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις στην προσαρμογή τους στα νέα δεδομένα, προτείνονται ευέλικτες ρυθμίσεις και εφαρμογές των διατάξεων αυτών (Ρεμουντάκη, 2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 Εισαγωγή

Μετά την ολοκλήρωση του θεωρητικού μέρους ακολουθεί το εμπειρικό σκέλος της μελέτης, με πρώτο το παρόν κεφάλαιο το οποίο είναι επικεντρωμένο στην παρουσίαση της ακολουθουμένης Ερευνητικής Μεθοδολογίας.

Η ερευνητική μεθοδολογία αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο ο ερευνητής επιδιώκει να επιτύχει τους ερευνητικούς του στόχους και είναι αυτή που σε μεγάλο βαθμό καθορίζει την επιτυχία ή την αποτυχία μιας έρευνας. Πολλοί ακαδημαϊκοί σημειώνουν ότι η επιλογή ερευνητικής μεθοδολογίας αποτελεί την σημαντικότερη απόφαση για μια μελέτη (Saunders et al., 2003).

Ο ερευνητής έχει να κάνει μια σειρά από επιμέρους μεθοδολογικές επιλογές, οι οποίες τελικά οδηγούν στον σχηματισμό της συνολικής ερευνητικής μεθοδολογίας της κάθε μελέτης. Αποτελεί ευθύνη του ερευνητή να κάνει τις κατάλληλες επιλογές ώστε να διαμορφώσει την κατάλληλη μεθοδολογία για το θέμα του και τους επιμέρους ερευνητικούς του στόχους (Saunders et al., 2003).

Το παρόν κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στην παρουσίαση και αιτιολόγηση των μεθοδολογικών επιλογών της παρούσας μελέτης.

4.2 Ερευνητικός Σκοπός και Ερευνητικοί Στόχοι

Ο ερευνητικός σκοπός του εμπειρικού σκέλους της παρούσας μελέτης, είναι να εξετάσει την εξέλιξη των εκπομπών CO₂ στην Ευρωπαϊκή Ένωση κατά τις τελευταίες δεκαετίες του προηγούμενου αιώνα, καθώς έως και το πρόσφατο παρελθόν. Δεδομένου του μεγάλου αριθμού των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ελήφθη η απόφαση να επιλεγούν τρία από αυτά. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν η Ελλάδα, η Γερμανία και η Γαλλία. Η επιλογή αυτή στηρίχθηκε στο γεγονός ότι οι τρεις χώρες αντιπροσωπεύουν τρία διαφορετικά επίπεδα εκπομπών CO₂: η Γερμανία το πολύ υψηλό, η Ελλάδα το χαμηλό και η Γαλλία ένα ενδιάμεσο. Επιπλέον, η Ελλάδα επιλέχθηκε για αυτονόητους λόγους που έχουν να κάνουν με το ενδιαφέρον για την εγχώρια παραγωγή CO₂, ενώ η Γερμανία και η Γαλλία αποτελούν δύο από τα πλέον σημαντικά μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η περίοδος η οποία επιλέχθηκε για μελέτη είναι από το 1980 έως το 2010, καθώς για αυτή εντοπίστηκαν ικανοποιητικά στοιχεία. Το 2010 είναι μια σχετικά πρόσφατη χρονολογία έως την οποία υπάρχουν ακριβή και ελεγμένα στοιχεία στα οποία μπόρεσε να αποκτήσει πρόσβαση η ερευνήτρια, ενώ η περίοδος πριν το 1980 εκπίπτει του ενδιαφέροντος της παρούσας έρευνας.

Προκειμένου να μετρηθεί το ζήτημα πολύπλευρα και να εξαχθούν όσο το δυνατόν πιο χρήσιμα συμπεράσματα, κρίθηκε αναγκαίο να οριστούν ορισμένοι επιμέρους ερευνητικοί στόχοι.

Πιο συγκεκριμένα, θα εξετασθούν:

- Οι συνολικές εκπομπές CO₂ των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010.
- Οι εκπομπές CO₂ του τομέα ενέργειας των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010.
- Οι εκπομπές CO₂ του τομέα βιομηχανίας των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010.
- Οι εκπομπές CO₂ του τομέα μεταφορών των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010.
- Οι εκπομπές CO₂ του τομέα οικιακής κατανάλωσης, της τριτογενούς παραγωγής και της γεωργίας των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010.
- Οι εκπομπές CO₂ των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010 που έχουν προκύψει από την καύση πετρελαίου.
- Οι εκπομπές CO₂ των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010 που έχουν προκύψει από την καύση φυσικού αερίου.
- Οι εκπομπές CO₂ των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010 που έχουν προκύψει από την καύση άνθρακα.

Στην συνέχεια του κεφαλαίου εξηγούνται οι μεθοδολογικές επιλογές με βάση τις οποίες επιδιώχθηκε η κάλυψη των ερευνητικών αυτών στόχων.

4.3 Επιλογή Ερευνητικής Προσέγγισης

Η πρώτη επιλογή που καλείται να κάνει κάθε ερευνητής στην διαδικασία σχεδιασμού μιας εμπειρικής έρευνας, είναι η επιλογή μεταξύ ποιοτικής και ποσοτικής ερευνητικής προσέγγισης, όπως επίσης και μεταξύ πρωτογενούς και δευτερογενούς συλλογής δεδομένων (Robson, 2002).

4.3.1 Επιλογή Μεταξύ Ποσοτικής και Ποιοτικής Ερευνητικής Μεθοδολογίας

Η ποσοτική και η ποιοτική ερευνητική μεθοδολογία θεωρούνται παραδοσιακά, οι δύο διαμετρικά αντίθετοι πόλοι της επιστημονικής έρευνας. Μάλιστα για πολλά χρόνια υπήρχε ενεργή διαμάχη μεταξύ των ερευνητών που υποστήριζαν την μία ή την άλλη προσέγγιση. Σήμερα οι διαμάχες αυτές έχουν κοπάσει και η αναγκαιότητα της ύπαρξης και των δύο μεθόδων έχει αναγνωριστεί από την συντριπτική πλειονότητα των ακαδημαϊκών, ενώ έχουν αναπτυχθεί και πολλά μικτά μοντέλα που αξιοποιούν και τις δύο προσεγγίσεις (Robson, 2002).

Η επικρατούσα άποψη στο επιστημονικό πεδίο είναι ότι η κάθε έρευνα έχει τις δικές της ανάγκες, ανάλογα με τις οποίες είναι καταλληλότερη η μία ή η άλλη μέθοδος. Κατά συνέπεια είναι αναγκαίο να εξεταστούν τα βασικά χαρακτηριστικά των δύο μεθόδων προκειμένου να διαφανεί ποια είναι η καταλληλότερη για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης (Saunders et al., 2003).

Η ποσοτική έρευνα στηρίζεται στην ανάλυση μεγάλου όγκου αριθμητικών δεδομένων τα οποία συνήθως σχετίζονται με την ποσότητα ή τη συχνότητα της εμφάνισης ενός φαινομένου (Δαφέρμος, 2011). Η ποιοτική ερευνητική μεθοδολογία δεν επικεντρώνεται στην ποσότητα και την συχνότητα, αντίθετα επικεντρώνεται στην εις βάθος διερεύνηση ενός ή περισσότερων φαινομένων με σκοπό να εντοπίσει τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά και να ερμηνεύσει τη φύση του (ή των) υπό μελέτη φαινομένων (Kvale, 1996). Με απλά λόγια, οι έρευνες που ακολουθούν την ποσοτική προσέγγιση απαντούν σε ερευνητικά ερωτήματα που αφορούν την ακριβή μέτρηση της ποσότητας ή της συχνότητας ενός φαινομένου, ενώ οι ποιοτικές έρευνες αναζητούν την ανακάλυψη των χαρακτηριστικών ενός αναγνωρισμένου φαινομένου ή την ανακάλυψη νέων φαινομένων.

Πέραν από την διαφορά στην στόχευση, οι δύο μεθοδολογίες έχουν ουσιαστικές διαφορές όσον αφορά τον τύπο των δεδομένων που αξιοποιούν, καθώς και τον τρόπο συλλογής αυτών, τον τρόπο επεξεργασίας τους, όπως και το είδος των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από αυτά τα δεδομένα. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των δύο αυτών μεθόδων παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Ποσοτική Έρευνα	Ποιοτική Έρευνα
Μεγάλος αριθμός δεδομένων από πρωτογενείς (π.χ. ερωτηματολόγιο, παρατήρηση) ή δευτερογενείς πηγές.	Κατά κανόνα μικρός αριθμός δεδομένων.
Συλλογή δεδομένων με δομημένο τρόπο χωρίς την παρέμβαση του ερευνητή.	Συλλογή δεδομένων με μη αυστηρά δομημένο τρόπο. Οι ερευνητές επηρεάζει τη συλλογή των δεδομένων.
Τα δεδομένα είναι ή μετατρέπονται σε αριθμητικά.	Τα δεδομένα δεν είναι αριθμητικά και δεν μετατρέπονται σε τέτοια.
Η επεξεργασία τους γίνεται με την βοήθεια μαθηματικών και στατιστικών μεθόδων	Για την επεξεργασία των δεδομένων δεν χρησιμοποιούνται μαθηματικές και στατιστικές μέθοδοι.
Τα αποτελέσματα της μελέτης είναι ακριβή και αυστηρά ορισμένα.	Τα αποτελέσματα της μελέτης είναι γενικά και μη αυστηρά ορισμένα και επιδέχονται πολλές ερμηνίες.
Τα αποτελέσματα είναι γενικεύσιμα	Τα αποτελέσματα δεν γενικεύονται
Τα αποτελέσματα είναι αντικειμενικά.	Τα αποτελέσματα δεν είναι αντικειμενικά.
Πηγή: Robson, 2002	

Με βάση τα χαρακτηριστικά των δύο μεθοδολογιών, η παρούσα μελέτη οφείλει να ακολουθήσει την ποσοτική προσέγγιση καθώς στοχεύει στο να μετρήσει με ακρίβεια και αντικειμενικότητα συγκεκριμένο φαινόμενο, και πιο συγκεκριμένα τις εκπομπές CO₂ τριών οικονομιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την περίοδο 1980 έως και 2010.

4.3.2 Επιλογή Μεταξύ Πρωτογενούς και Δευτερογενούς Ποσοτικής Έρευνας

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ερευνητικών δεδομένων για ποσοτικές έρευνες: τα πρωτογενή και τα δευτερογενή.

Πιο συγκεκριμένα (Saunders et al., 2003):

- Τα πρωτογενή δεδομένα, συλλέγονται κατευθείαν από την πηγή για το σκοπό της έρευνας. Παραδείγματα μεθόδων συλλογής πρωτογενών δεδομένων είναι: το ερωτηματολόγιο, η δομημένη συνέντευξη, το πείραμα και η παρατήρηση.
- Τα δευτερογενή δεδομένα έχουν συλλεχτεί για διαφορετικό σκοπό και σε διαφορετική χρονική στιγμή και βρίσκονται αποθηκευμένα σε έντυπα ή ηλεκτρονικά μέσα.

Και οι δύο μέθοδοι παρουσιάζουν τα δικά τους πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, ωστόσο είναι σαφές ότι σε ορισμένες έρευνες η ίδια η φύση τους επιβάλλει την επιλογή ανάμεσα σε πρωτογενή και δευτερογενή δεδομένα. Αυτή είναι και η περίπτωση της παρούσας μελέτης, οι μεταβλητές της οποίας αναφέρονται σε δεδομένα αριθμητικά μεγέθη, τα οποία αφορούν μια χρονική περίοδο 31 ετών και τα οποία μπορούν να συλλεχθούν μόνο από δευτερογενείς πηγές.

Καταλήγοντας, η μελέτη ακολουθεί την ποσοτική ερευνητική μεθοδολογία με συλλογή δευτερογενών δεδομένων.

4.4 Δεδομένα

Τα δεδομένα αφορούν τις εκπομπές CO₂ της Ελλάδας, της Γαλλίας και της Γερμανίας:

- Συνολικά
- Ανά τομέα
 - Παραγωγή Ενέργειας
 - Βιομηχανία
 - Μεταφορές
 - Οικιακή κατανάλωση, τριτογενής τομέας και γεωργία
- Ανά καύσιμο
 - Πετρέλαιο
 - Φυσικό Αέριο
 - Άνθρακας

Τα δεδομένα συλλέχτηκαν από τις βάσεις δεδομένων.

4.5 Μεθοδολογία Στατιστικής Επεξεργασίας

Για την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων επιλέχτηκε το πακέτο λογισμικού στατιστικής επεξεργασίας SPSS, και πιο συγκεκριμένα η έκδοση 21, το οποίο αποτελεί ένα από τα πιο καταξιωμένα εργαλεία στατιστικής επεξεργασίας και προσφέρει μεγάλες δυνατότητες στον ερευνητή.

Πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις περιγραφικής στατιστικής (μέσος, τυπική απόκλιση, διακύμανση, μέγιστη και ελάχιστη τιμή) (Γναρδέλλης, 2003) για κάθε χώρα ξεχωριστά σε όλες τις κατηγορίες εκπομπών CO₂. Επιπλέον κατασκευάστηκαν χρονοδιαγράμματα σε όλες τις υποκατηγορίες εκπομπών για κάθε χώρα χωριστά, καθώς και συγκριτικά διαγράμματα του κεφαλαίου των συμπερασμάτων, στα οποία παρουσιάζονται τα δεδομένα που αφορούν και τις τρεις χώρες μαζί.

4.6 Σύνοψη

Το κεφάλαιο αυτό αφιερώθηκε στην παρουσίαση και ανάλυση των μεθοδολογικών επιλογών του εμπειρικού σκέλους της παρούσας μελέτης, πάνω στις οποίες στηρίζονται τόσο τα αποτελέσματα όσο και τα συμπεράσματά της.

Το επόμενο κεφάλαιο, αυτό των αποτελεσμάτων, είναι επικεντρωμένο παρουσίαση των αποτελεσμάτων της στατιστικής επεξεργασίας των δευτερογενών δεδομένων. Πάνω σε αυτά θα στηριχθεί και το τελευταίο κεφάλαιο της έρευνας, αυτό των συμπερασμάτων.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των δευτερογενών δεδομένων, τα οποία συλλέχτηκαν για της ανάγκες της παρούσας μελέτης. Πιο συγκεκριμένα το κεφάλαιο περιλαμβάνει τρία υποκεφάλαια.

Το πρώτο είναι αφιερωμένο στην παρουσίαση των συνολικών εκπομπών CO₂ της Γαλλίας, της Γερμανίας και της Ελλάδας ανάμεσα στα έτη 1980 και 2010.

Στο δεύτερο υποκεφάλαιο, γίνεται η παρουσίαση των εκπομπών CO₂ των τριών χωρών, ανά τομέα της οικονομίας που ευθύνεται για αυτές . Πιο συγκεκριμένα οι συνολικές εκπομπές έχουν διαμοιραστεί σε τέσσερις τομείς της οικονομίας: της ενέργειας, της βιομηχανίας, των μεταφορών, ενώ αθροιστικά παρουσιάζονται οι εκπομπές που προέρχονται από την οικιακή κατανάλωση, την τριτογενή παραγωγή και τη γεωργία.

Το τρίτο υποκεφάλαιο, επικεντρώνεται στην ανάλυση των εκπομπών CO₂ ανάλογα με την καύσιμη ύλη, η καύση της οποίας οδήγησε στην παραγωγή τους.

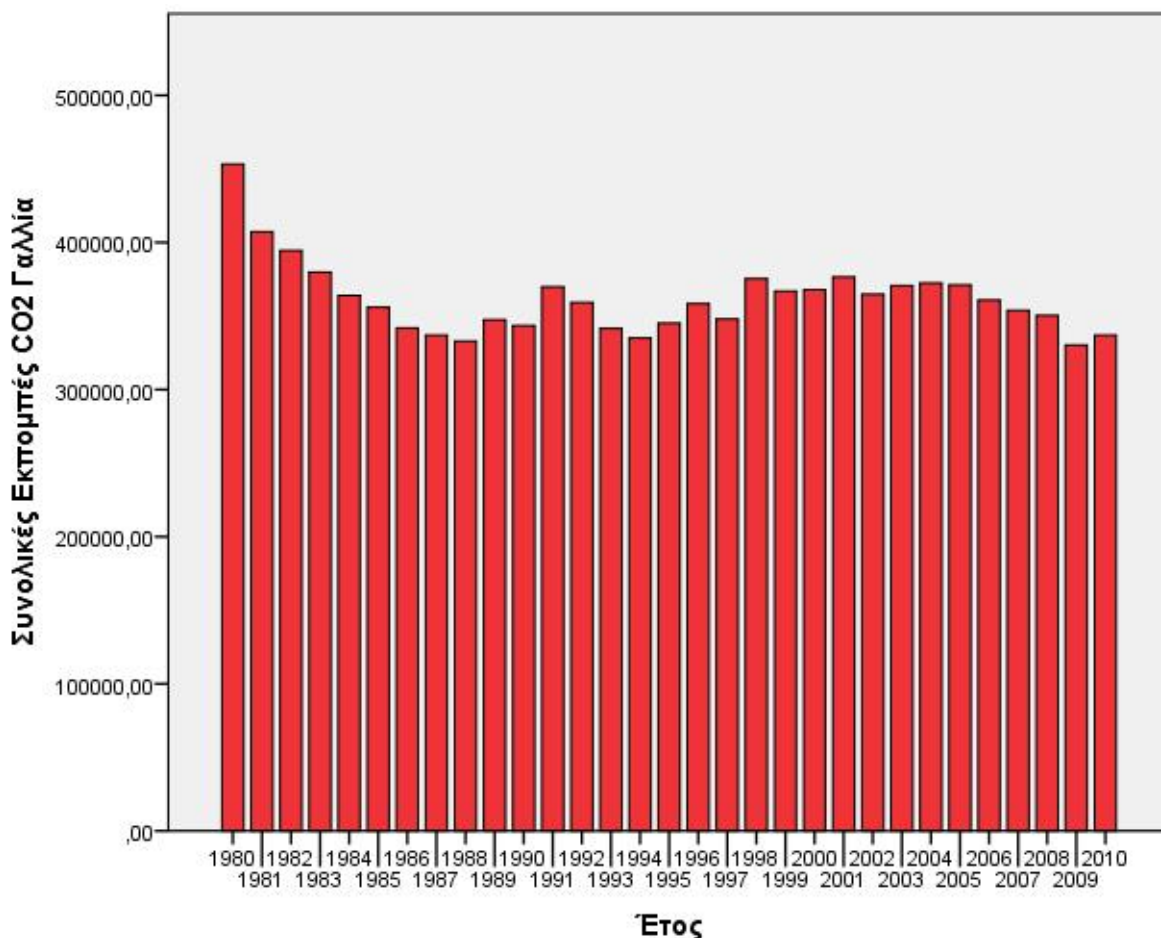
5.2 Συνολικές Εκπομπές CO₂

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων

Συνολικές Εκπομπές CO₂ Γαλλία

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	361685,9622
	Τυπ. Απόκλιση	24813,47176
	Διακύμανση	615708380,871
	Ελαχ. Τιμή	330205,80
	Μεγ. Τιμή	453142,66

Όπως φαίνεται από τον ανωτέρω πίνακα, ο μέσος όρος των συνολικών εκπομπών CO₂ της Γαλλίας ,κατά την περίοδο ανάμεσα στο 1980 και το 2010, διαμορφώθηκε στους 361685,96 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 24813,47 και η διακύμανση στο 615708380,87, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 453142,66 Kt (1980) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 330205,8 Kt (2009) .



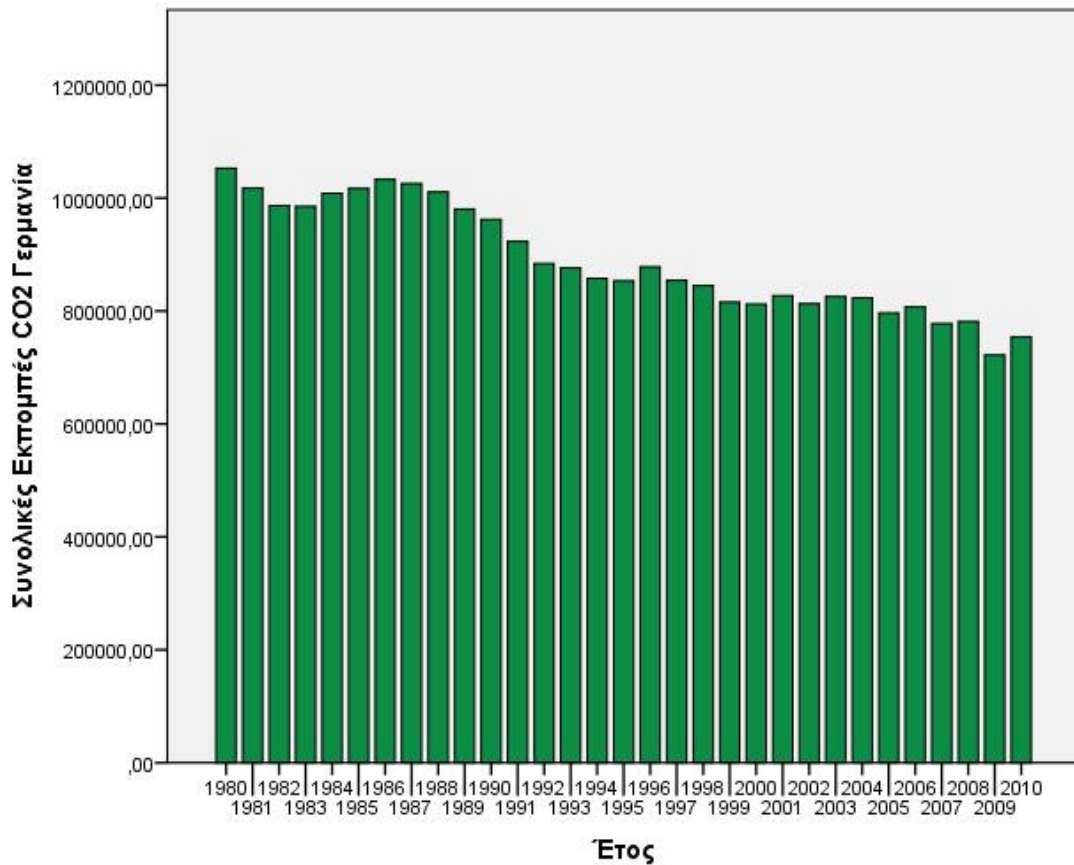
Από το ανωτέρω διάγραμμα διαπιστώνει κανείς πως οι συνολικές εκπομπές CO₂ της Γαλλίας, έχουν μειωθεί σημαντικά από το 1980 έως το 2010 με την μεγαλύτερη μείωση να λαμβάνει χώρα ανάμεσα στα έτη 1980 και 1988.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων

Συνολικές Εκπομπές CO₂ Γερμανία

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	890582,2591
	Τυπ. Απόκλιση	96952,05600
	Διακύμανση	9399701161,972
	Ελαχ. Τιμή	722093,51
	Μεγ. Τιμή	1052692,65

Σύμφωνα με τον ανωτέρω πίνακα, ο μέσος όρος των συνολικών εκπομπών CO₂ της Γερμανίας, κατά την περίοδο ανάμεσα στο 1980 και το 2010, διαμορφώθηκε στους 890582,26 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 96952,06 και η διακύμανση στο 9399701161,97, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 1052692,65 Kt (1980) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 722093,51 Kt (2009) .



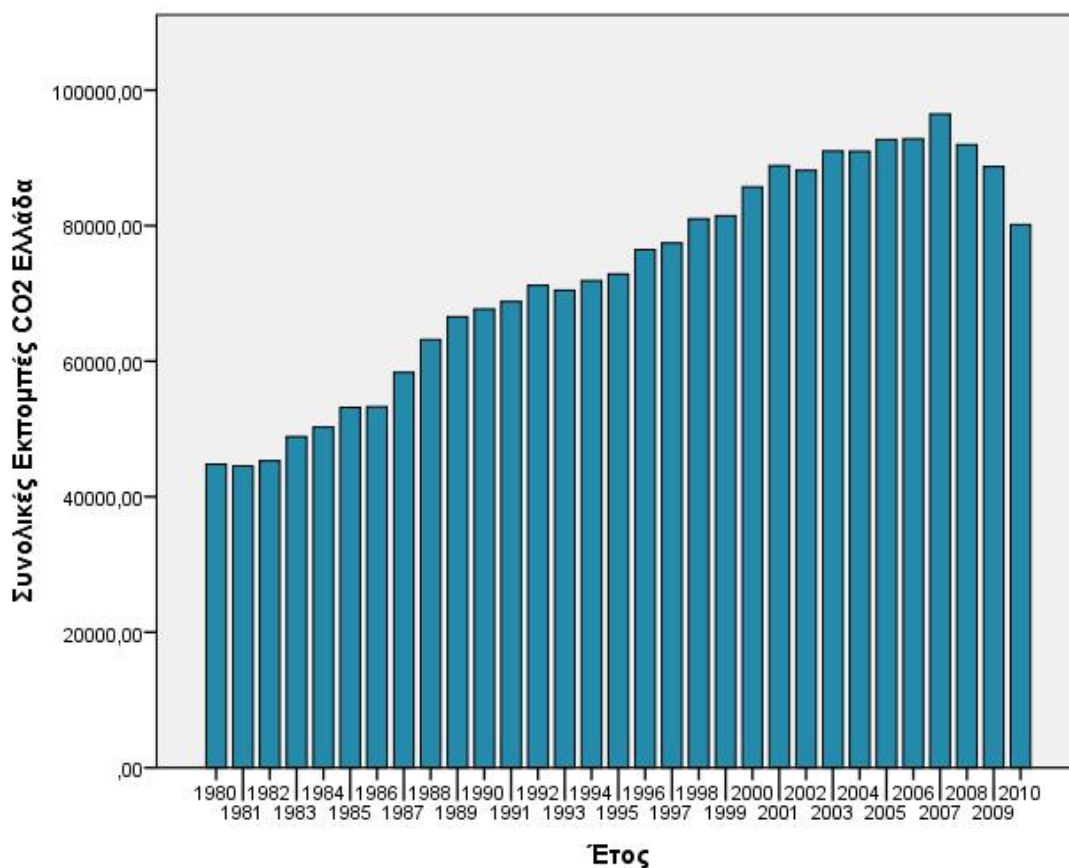
Σύμφωνα με το ανωτέρω διάγραμμα οι συνολικές εκπομπές CO₂ της Γερμανίας μειώνονται σταδιακά κατά την περίοδο 1980 έως και 2010 με εξαίρεση κάποιες εξάρσεις (π.χ. 1984-1986, 1996 κ.α).

Στον πίνακα που παρουσιάζεται στην επόμενη σελίδα περιλαμβάνονται τα δεδομένα των συνολικών εκπομπών CO₂, κατά την περίοδο 1980-2010 για την Ελλάδα.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
 Συνολικές Εκπομπές CO₂ Ελλάδα

N	Έγκυρα	31
	Ακυρα	0
Μέσος Όρος		72739,1025
Τυπ. Απόκλιση		16439,74900
Διακύμανση		270265347,080
Ελαχ. Τιμή		44525,17
Μεγ. Τιμή		96447,75

Διαπιστώνει κανείς πως ο μέσος όρος των συνολικών εκπομπών CO₂ της Ελλάδας, κατά την περίοδο ανάμεσα στο 1980 και το 2010, διαμορφώθηκε στους 72739,1 Kt, η διακύμανση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 16439,75 και η τυπική απόκλιση στο 270265347,08, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 96447,75 Kt (2007) ενώ η ελάχιστη τιμή στους 44525,17 Kt (1981).



Σύμφωνα με το προηγούμενο διάγραμμα, οι συνολικές εκπομπές CO₂ της Ελλάδας αυξάνονται σταδιακά κατά την περίοδο 1980 έως και 2007, ενώ μετά ακολουθούν μια καθαρά καθοδική πορεία.

5.3 Εκπομπές CO₂ κατά Τομέα της Οικονομίας

Στο υποκεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν οι εκπομπές των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010, με βάση τον τομέα της οικονομίας ο οποίος είναι υπεύθυνος για αυτές. Πιο συγκεκριμένα οι συνολικές εκπομπές CO₂ έχουν επιμεριστεί σε τέσσερις τομείς της οικονομίας: την παραγωγή ενέργειας, την βιομηχανία, τις μεταφορές και την μικτή κατηγορία που περιλαμβάνει την οικιακή κατανάλωση, τον τριτογενή τομέα και την γεωργία.

5.3.1 Εκπομπές CO₂ από τον Τομέα της Ενέργειας

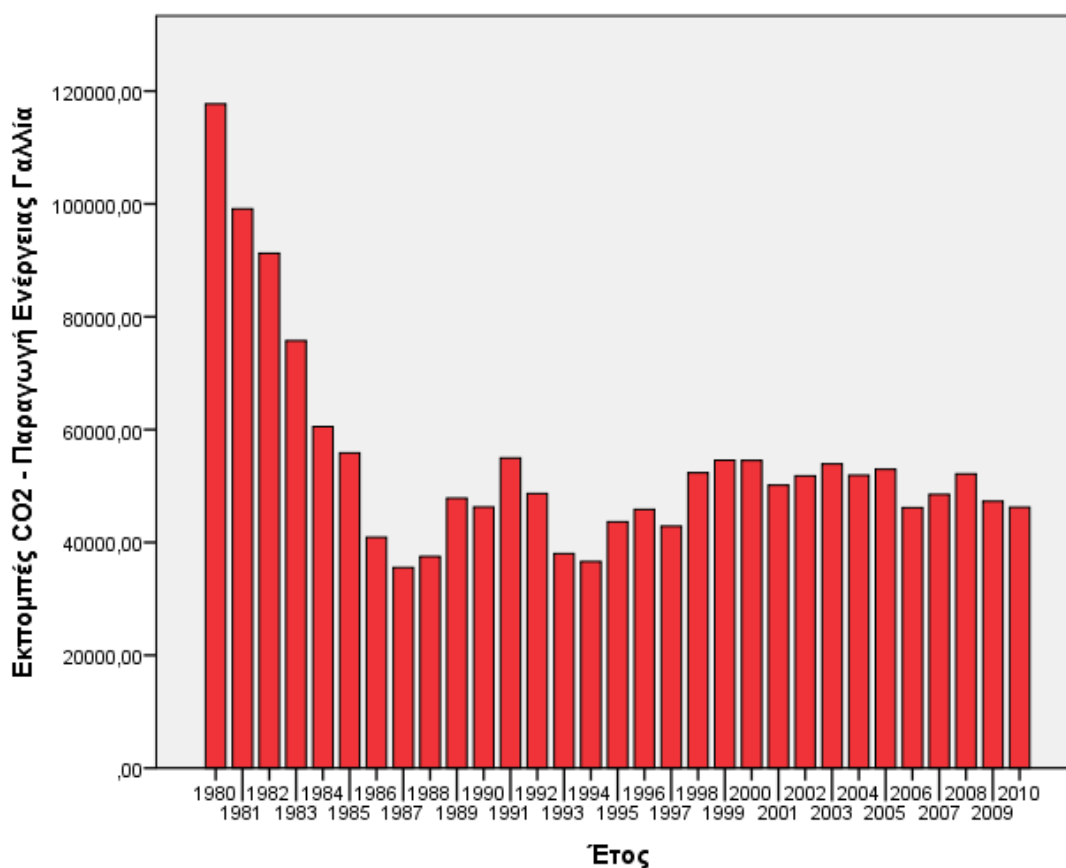
Ο τομέας της παραγωγής ενέργειας αναλαμβάνει τον μετασχηματισμό καυσίμου σε ηλεκτρική ενέργεια και έχει σημαντικό μερίδιο στην παραγωγή εκπομπών CO₂.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Παραγωγή Ενέργειας
Γαλλία

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	54241,2811
	Τυπ. Απόκλιση	18252,70204
	Διακύμανση	333161131,873
	Ελαχ. Τιμή	35546,77
	Μεγ. Τιμή	117719,26

Όπως φαίνεται από τον ανωτέρω πίνακα ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ από τον Γαλλικό τομέα παραγωγής ενέργειας, για την περίοδο 1980 έως και 2010, διαμορφώθηκε στους 54241,28 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 18252,70 και η διακύμανση στο 333161131,87, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 117719,26 Kt (1980) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 35546,77 Kt (1987) .

Στο διάγραμμα της επόμενης σελίδας παρατηρούμε ότι η παραγωγή CO₂ από τον Γαλλικό τομέα ενέργειας, μειώθηκε δραστικά ανάμεσα στα έτη 1980 και 1987 ενώ στην συνέχεια αυξήθηκε, παραμένοντας όμως πάντοτε κάτω από το 50% της παραγωγής του 1980.

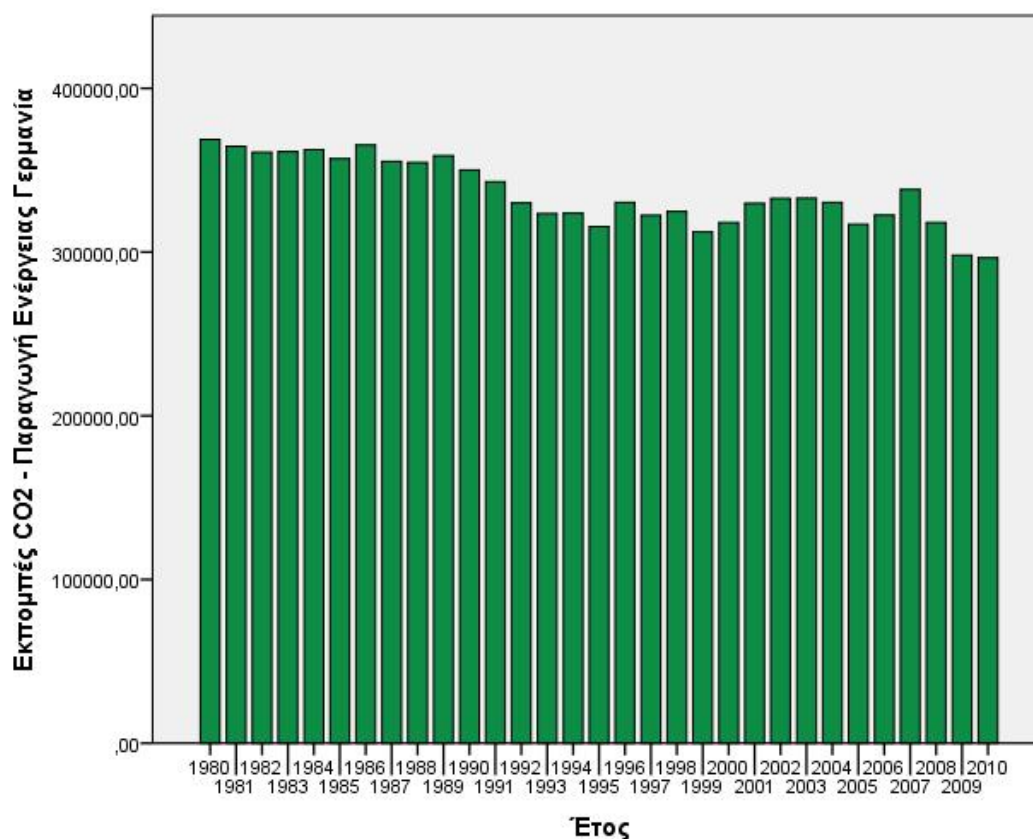


Από το ανωτέρω διάγραμμα διαπιστώνει κανείς πως οι συνολικές εκπομπές CO₂ της Γαλλίας έχουν μειωθεί σημαντικά από το 1980 έως το 2010, με την μεγαλύτερη μείωση να λαμβάνει χώρα ανάμεσα στα έτη 1980 και 1988.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
 Εκπομπές CO₂ - Παραγωγή Ενέργειας
 Γερμανία

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	336088,3514
	Τυπ. Απόκλιση	20496,33481
	Διακύμανση	420099740,604
	Ελαχ. Τιμή	296462,85
	Μεγ. Τιμή	368787,79

Όπως κανείς μπορεί να παρατηρήσει στον πίνακα, ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ του τομέα ενέργειας της Γερμανίας, ανάμεσα στα έτη 1980 και 2010, διαμορφώθηκε στους 336088,35 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 20496,34 και η διακύμανση στο 420099740,6, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 368787,79 Kt (1980) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 296462,85 Kt (2010).



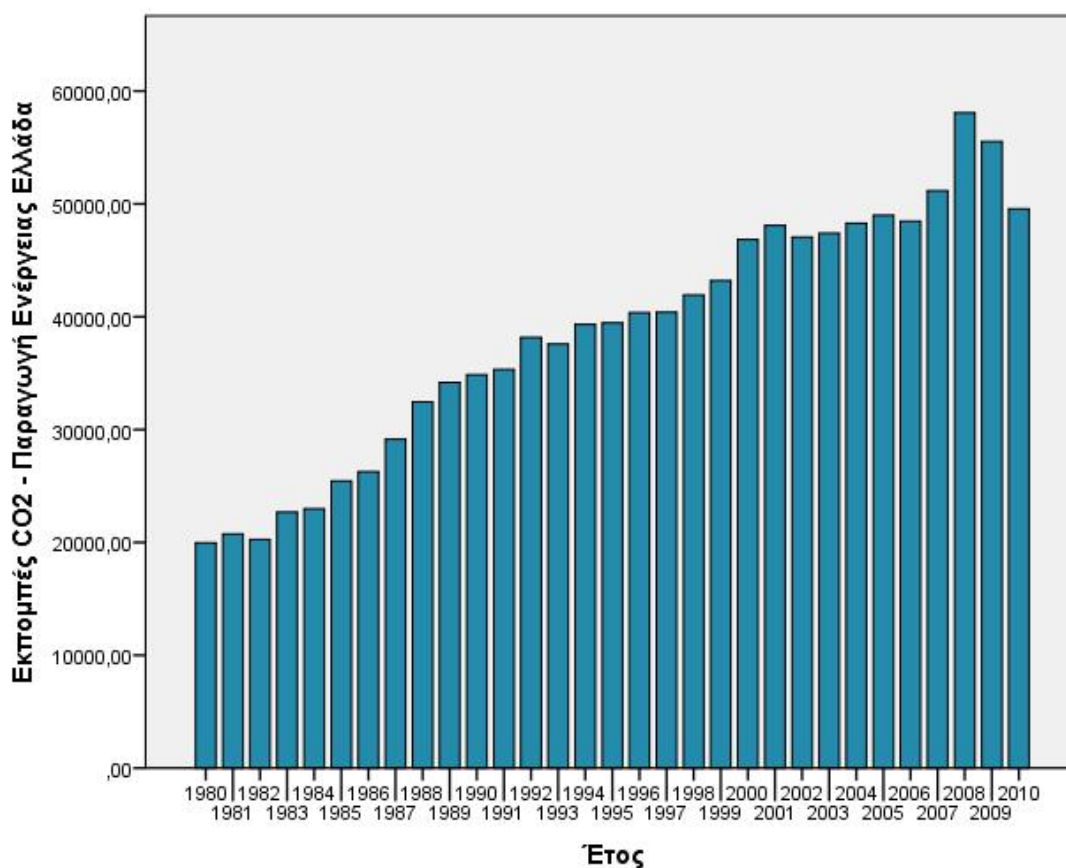
Όπως φαίνεται στο διάγραμμα οι εκπομπές CO₂ του γερμανικού τομέα ενέργειας ακολουθούν με τις εξαιρέσεις κάποιων εξάρσεων(π.χ. 2007), μια ηπίως φθίνουσα πορεία.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων

Εκπομπές CO₂ - Παραγωγή Ενέργειας
Ελλάδα

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	38524,8421
	Τυπ. Απόκλιση	10934,77446
	Διακύμανση	119569292,386
	Ελαχ. Τιμή	19972,97
	Μεγ. Τιμή	58070,44

Από τον προηγούμενο πίνακα προκύπτει πως, κατά την περίοδο 1980 έως 2010, ο Ελληνικός τομέας ενέργειας κατά μέσο όρο παρήγαγε 38524,84 Kt CO₂, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 10934,78 και η διακύμανση στο 119569292,38, η μέγιστη παραγωγή διαμορφώθηκε στους 58070,44 Kt (2008) ενώ η ελάχιστη τιμή στους 19972,97 Kt (1980) .



Όπως μπορεί κανείς να διαπιστώσει παρατηρώντας το προηγούμενο διάγραμμα, οι εκπομπές CO₂ του Ελληνικού τομέα ενέργειας ακολουθούν μια αυξητική πορεία έως το 2008 και μετά μειώνονται.

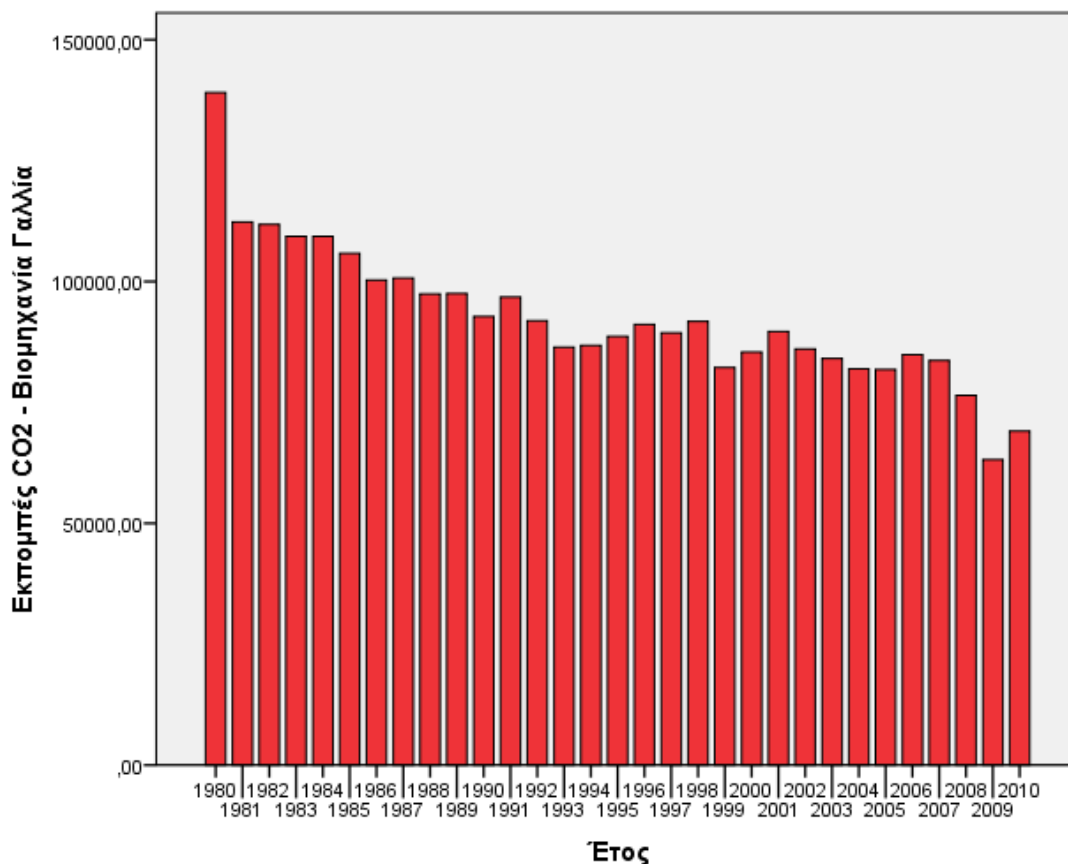
5.3.2 Εκπομπές CO₂ από τη Βιομηχανία

Ο τομέας της βιομηχανίας (συμπεριλαμβανομένων των αυτοκινητοβιομηχανιών) αποτελεί έναν από τους βασικούς υπαίτιους για την παραγωγή εκπομπών CO₂ στην οικονομία μιας χώρας.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Βιομηχανία Γαλλία

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	92499,8919
	Τυπ. Απόκλιση	14466,55295
	Διακύμανση	209281154,257
	Ελαχ. Τιμή	63156,36
	Μεγ. Τιμή	139060,33

Από τον πίνακα προκύπτει πως ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ από τη Γαλλική βιομηχανία, κατά την περίοδο 1980 έως και 2010, διαμορφώνεται στους 92499,89 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 14466,55 και η διακύμανση στο 209281154,26, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 139060,33 Kt (1980) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 63156,36 Kt (2009).

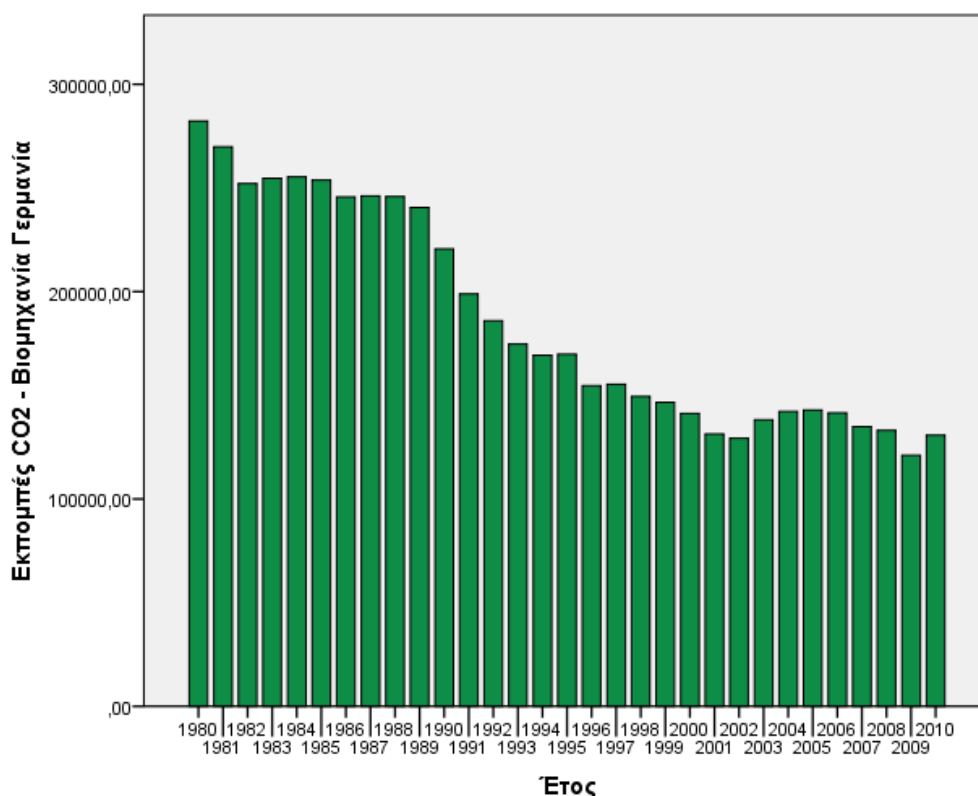


Από το ανωτέρω διάγραμμα προκύπτει πως η παραγωγή CO₂ από την Γαλλική βιομηχανία ακολουθεί μια πτωτική πορεία κατά την περίοδο 1980-2010, με εξαιρετικά έντονη την μείωση ανάμεσα στο 1980 και το 1981.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Βιομηχανία Γερμανία

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	185734,9285
	Τυπ. Απόκλιση	53006,08002
	Διακύμανση	2809644518,675
	Ελαχ. Τιμή	121037,79
	Μεγ. Τιμή	282245,07

Όπως κανείς μπορεί να παρατηρήσει στον πίνακα, ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ της Γερμανικής βιομηχανίας, κατά την περίοδο ανάμεσα στο 1980 και το 2010, διαμορφώθηκε στους 336088,35 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 20496,34 και η διακύμανση στο 420099740,6, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 368787,79 Kt (1980) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 368787,79 Kt (2009) .

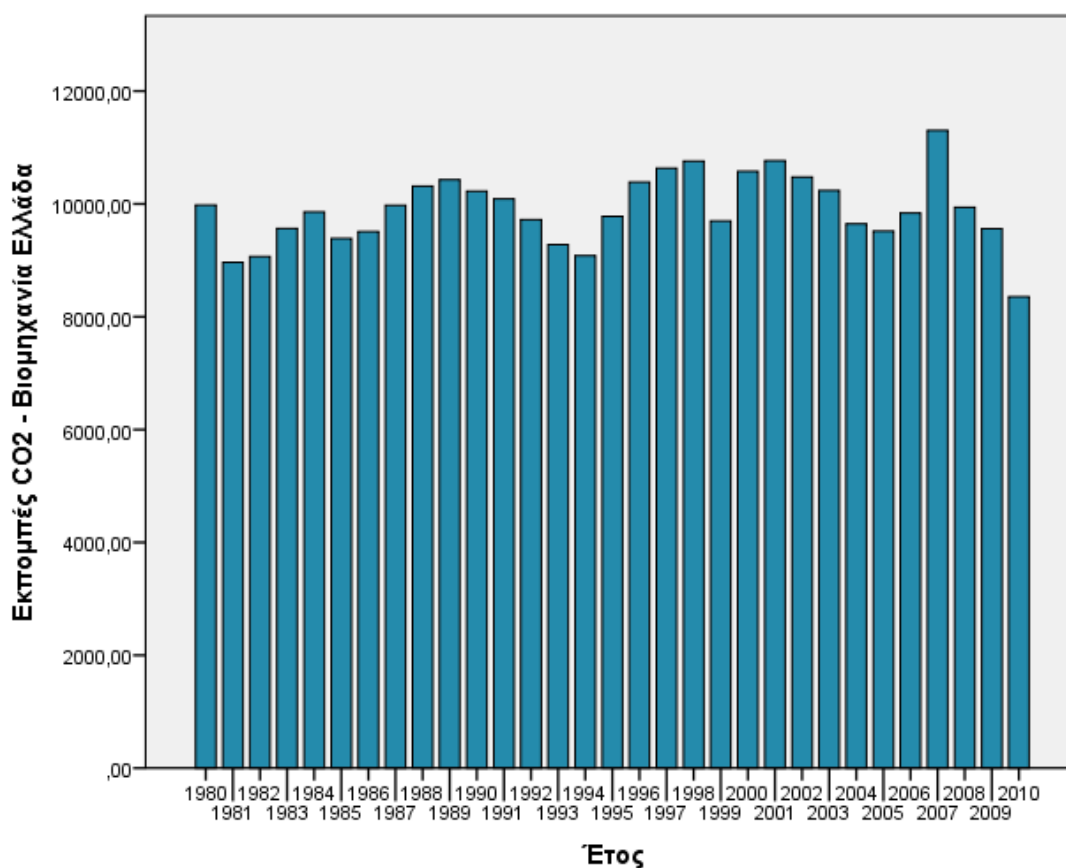


Από το διάγραμμα φαίνεται πως η παραγωγή CO₂ της Γερμανικής βιομηχανίας ακολουθεί μια πτωτική πορεία μέχρι το 2002, για να σταθεροποιηθεί (με μικρές διακυμάνσεις) στην συνέχεια.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Βιομηχανία Ελλάδα

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	9900,4821
	Τυπ. Απόκλιση	624,53481
	Διακύμανση	390043,733
	Ελαχ. Τιμή	8355,14
	Μεγ. Τιμή	11302,59

Από τον πίνακα προκύπτει πως κατά την περίοδο 1980 με 2010, η Ελληνική βιομηχανία κατά μέσο όρο παρήγαγε 9900,48 Kt CO₂, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 624,54 και η διακύμανση στο 390043,73, η μέγιστη παραγωγή διαμορφώθηκε στους 11302,59Kt (2007) ενώ η ελάχιστη τιμή στους 8355,14 Kt (2010) .



Σύμφωνα με το διάγραμμα η παραγωγή CO₂ της Ελληνικής βιομηχανίας δεν είχε σαφή πορεία καθόλη την υπό μελέτη περίοδο, ενώ η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή εμφανίζονται με απόσταση τριών ετών.

5.3.3 Εκπομπές CO₂ από τις Μεταφορές

Ο τομέας των μεταφορών ευθύνεται για ένα σημαντικό ποσοστό των εκπομπών CO₂ σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι εκπομπές CO₂ που λογίζονται σε αυτόν τον κλάδο, προκύπτουν από την μετακίνηση όλων των επίγειων, θαλάσσιων και εναέριων μέσων μεταφοράς.

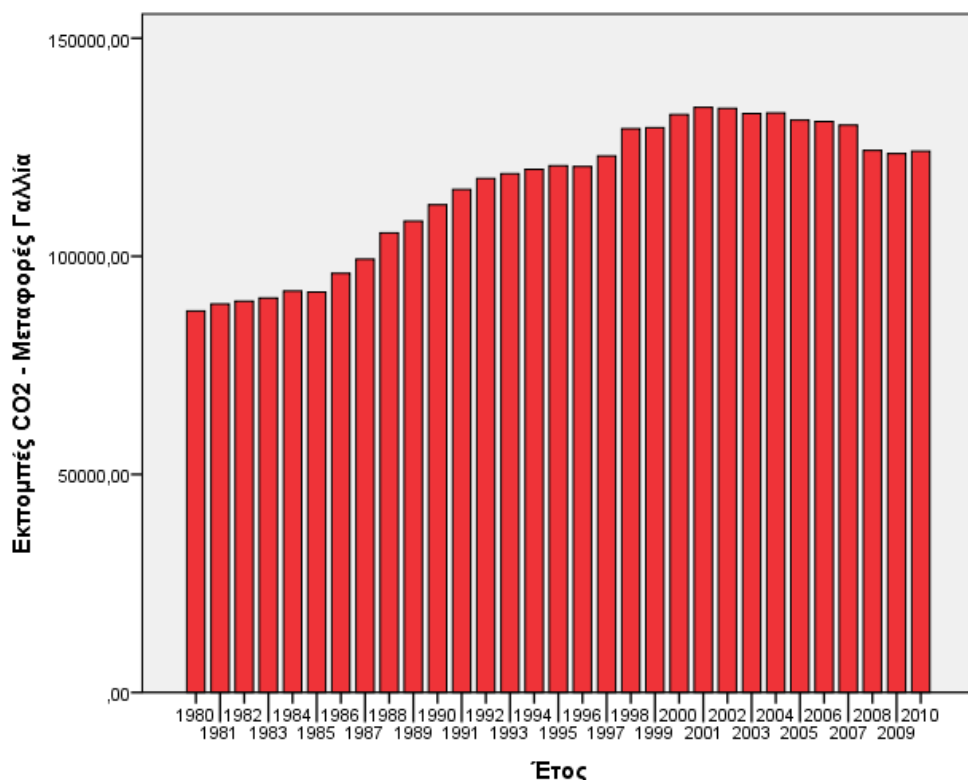
Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Μεταφορές Γαλλία

N	Έγκυρα	31
	Ακυρα	0
	Μέσος Όρος	115692,3423
	Τυπ. Απόκλιση	16036,71800
	Διακύμανση	257176324,222
	Ελαχ. Τιμή	87479,72
	Μεγ. Τιμή	134138,08

Σύμφωνα με τα στοιχεία του προηγούμενου πίνακα, ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ της Γαλλίας που οφείλονταν στις μεταφορές κατά την περίοδο 1980 έως και 2010, διαμορφώθηκε στους 115692,34 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής

διαμορφώθηκε στο 16036,72 και η διακύμανση στο 257176324,22, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 134138,08 Kt (2001) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 87479,72 Kt (1980) .

Παρατηρώντας το διάγραμμα της επόμενης σελίδας προκύπτει πως οι εκπομπές CO₂ των Γαλλικών μεταφορών ακολούθησαν μια αυξητική τάση έως το 2001, ενώ στην συνέχεια είχαν μια σταθεροποιητική τάση για να μειωθούν από το 2008 και μετά.

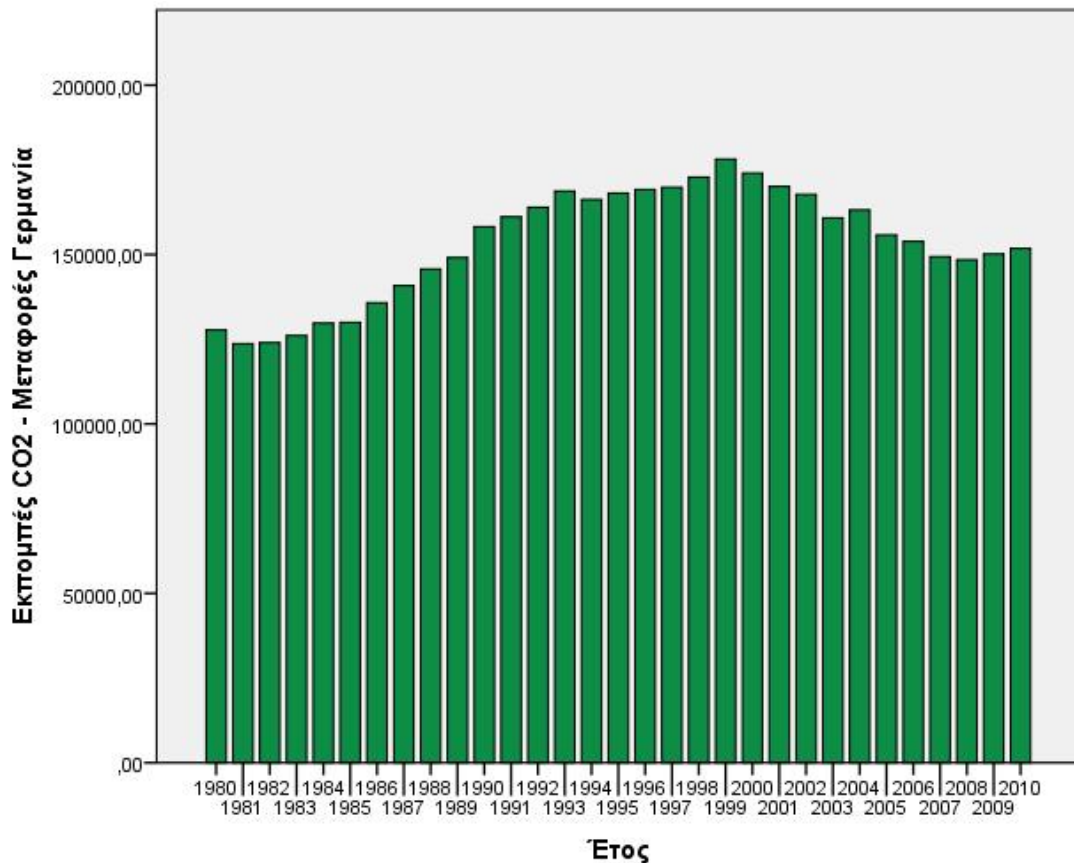


Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Μεταφορές Γερμανία

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	153366,3690
	Τυπ. Απόκλιση	16586,59324
	Διακύμανση	275115075,234
	Ελαχ. Τιμή	123698,43
	Μεγ. Τιμή	178140,07

Με βάση τα στοιχεία του πίνακα ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ του τομέα μεταφορών της Γερμανίας, κατά την περίοδο 1980 - 2010, διαμορφώθηκε στους 153366,37 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 16586,59 και η διακύμανση στο 275115075,23, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 178140,07 Kt (1999) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 123698,43 Kt (1981) .

Από την διαγραμματική παρουσίαση των δεδομένων , στην σελίδα που ακολουθεί, προκύπτει πως οι εκπομπές CO₂ των Γερμανικών μεταφορών ακολούθησαν μια αυξητική τάση έως το 1999, η οποία στην συνέχεια μετατράπηκε σε τάση αποκλιμάκωσης. Μετά το 2008 εμφανίστηκαν μικρές αυξήσεις με τάσεις σταθεροποίησης.

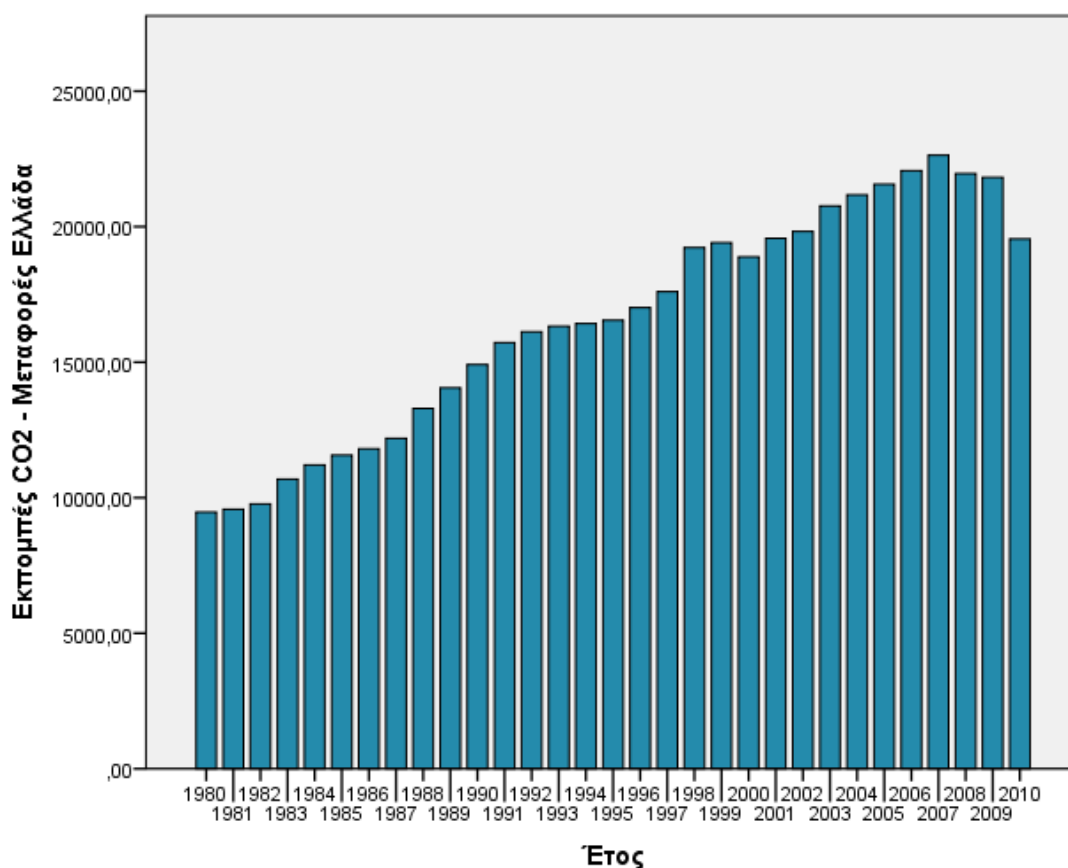


Από την διαγραμματική παρουσίαση των δεδομένων προκύπτει πως οι εκπομπές CO₂ των Γερμανικών μεταφορών ακολούθησαν μια αυξητική τάση έως το 1999 η οποία στην συνέχεια μετατράπηκε σε τάση αποκλιμάκωσης. Μετά το 2008 εμφανίστηκαν μικρές αυξήσεις με τάσεις σταθεροποίησης.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Μεταφορές Ελλάδα

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	16539,1140
	Τυπ. Απόκλιση	4219,87879
	Διακύμανση	17807376,989
	Ελαχ. Τιμή	9470,78
	Μεγ. Τιμή	22639,96

Σύμφωνα με τον προηγούμενο πίνακα, κατά την περίοδο 1980 έως 2010, οι Ελληνικές μεταφορές κατά μέσο όρο παρήγαγαν 16539,11 Kt CO₂, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 4219,88 και η διακύμανση στο 17807376,99, η μέγιστη παραγωγή διαμορφώθηκε στους 22639,96 Kt (2007) ενώ η ελάχιστη τιμή στους 9470,78 Kt (1980).



Παρατηρώντας το προηγούμενο διάγραμμα διαπιστώνει κανείς ότι οι εκπομπές CO₂ των Ελληνικών μεταφορών, παρουσιάζουν αυξητική τάση μέχρι το έτος 2007. Από το 2008 ξεκινά μια πτωτική πορεία η οποία γίνεται πιο έντονη το 2010.

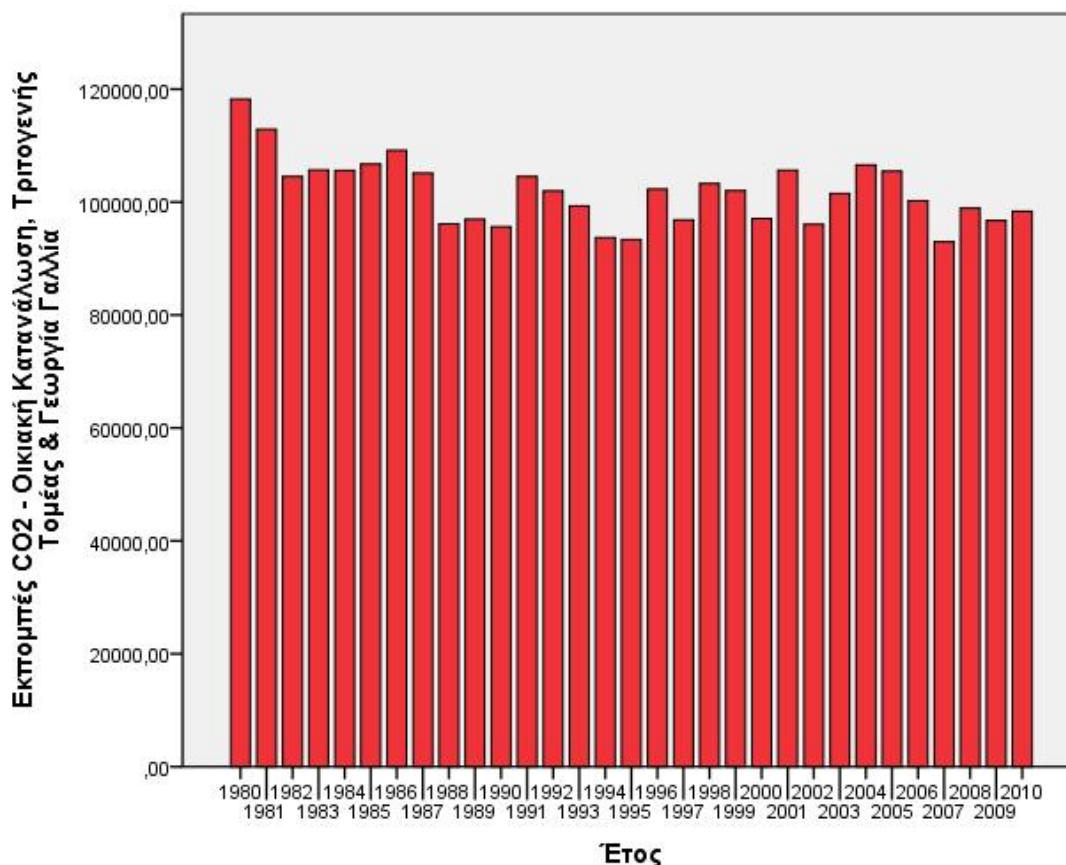
5.3.4 Εκπομπές CO₂ από Οικιακή Κατανάλωση, Τριτογενή Τομέα και Γεωργία

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει αθροιστικά όλες τις εκπομπές CO₂ οι οποίες προέρχονται από την κατανάλωση των νοικοκυριών, από τον τριτογενή τομέα καθώς και από την γεωργία.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα της επόμενης σελίδας, ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ της Γαλλίας από την οικιακή κατανάλωση, τον τριτογενή τομέα και την γεωργία κατά την περίοδο 1980 έως και 2010 διαμορφώθηκε στους 101727,10 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 5842,58 και η διακύμανση στο 34135707,52, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 118242,76 Kt (1908) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 92962,68 Kt (2007) .

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
 Εκπομπές CO₂ - Οικιακή Κατανάλωση,
 Τριτογενής Τομέας & Γεωργία Γαλλία

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	101727,1035
	Τυπ. Απόκλιση	5842,57713
	Διακύμανση	34135707,519
	Ελαχ. Τιμή	92962,68
	Μεγ. Τιμή	118242,76

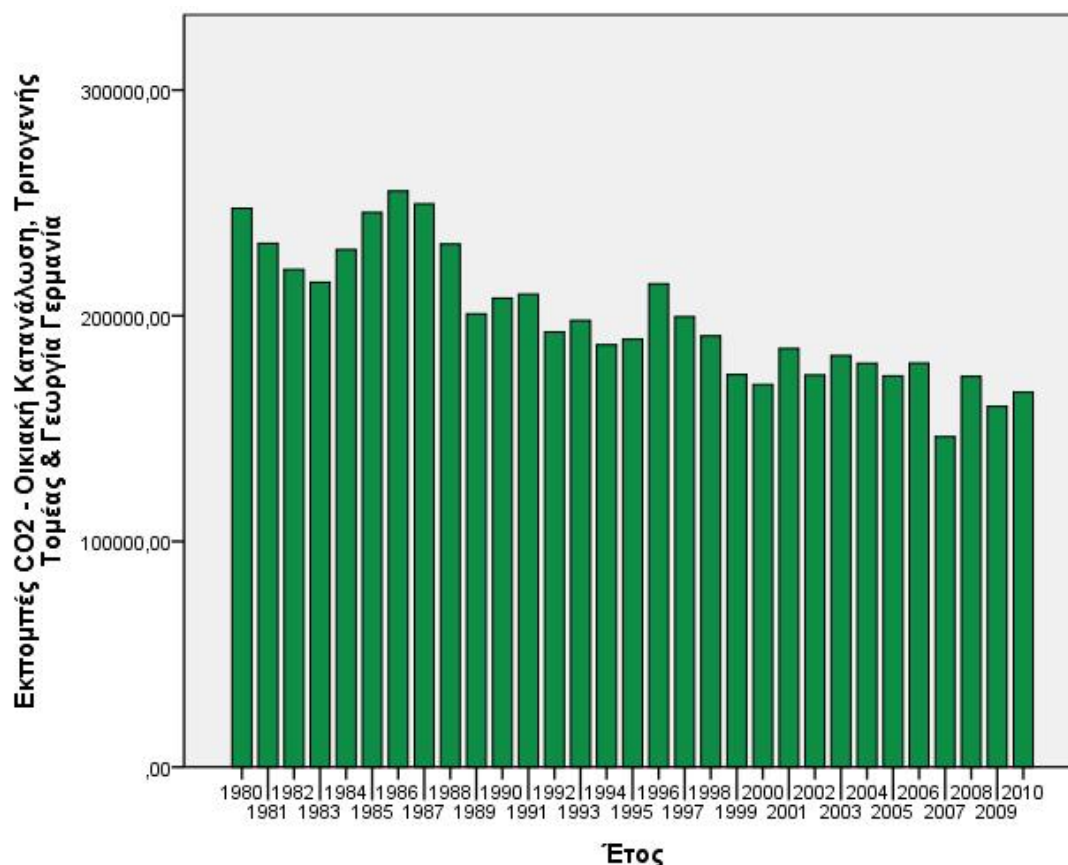


Όπως φαίνεται στο διάγραμμα η πορεία που ακολουθούν οι εκπομπές CO₂ του συγκεκριμένου τομέα της Γαλλίας είναι ασταθής μέσα στο χρόνο.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
 Εκπομπές CO₂ - Οικιακή Κατανάλωση,
 Τριτογενής Τομέας & Γεωργία Γερμανία

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	199319,6162
	Τυπ. Απόκλιση	28833,80034
	Διακύμανση	831388042,034
	Ελαχ. Τιμή	146450,44
	Μεγ. Τιμή	255217,03

Με βάση τα στοιχεία του πίνακα ο μέσος όρος των εκπομπών της Γερμανίας από την οικιακή κατανάλωση, τον τριτογενή τομέα και την γεωργία, κατά την περίοδο 1980 - 2010, διαμορφώθηκε στους 199319,62 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 28833,8 και η διακύμανση στο 831388042, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 255217,03 Kt (1999) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 146450,44 Kt (1986) .



Στο διάγραμμα μπορεί κανείς να παρατηρήσει πως οι εκπομπές CO₂ από τα νοικοκυριά, τον τριτογενή τομέα και την γεωργία της Γερμανίας, μετά την πτώση των ετών 1980-1983, παρουσίασαν μια έξαρση έως το 1986 για να ακολουθήσουν μια πτωτική τάση, παρά τις όποιες παροδικές αυξήσεις.

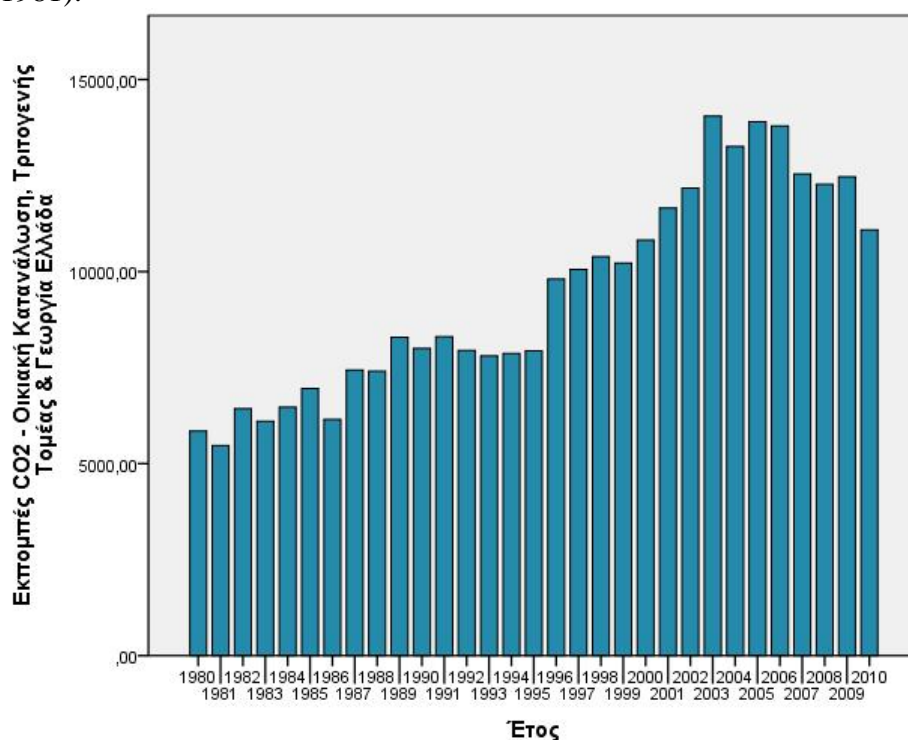
Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων

Εκπομπές CO₂ - Οικιακή Κατανάλωση,
Τριτογενής Τομέας & Γεωργία Ελλάδα

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	9448,6456
	Τυπ. Απόκλιση	2693,50376
	Διακύμανση	7254962,502
	Ελαχ. Τιμή	5470,21
	Μεγ. Τιμή	14048,43

Σύμφωνα με τον προηγούμενο πίνακα, ο μέσος όρος των εκπομπών της Ελλάδας από την οικιακή κατανάλωση, τον τριτογενή τομέα και την γεωργία, κατά την περίοδο 1980 έως 2010, ήταν 9448,65 Kt CO₂, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 2693,5 και η διακύμανση στο 7254962,5, η μέγιστη παραγωγή

διαμορφώθηκε στους 14048,43 Kt (2003) ενώ η ελάχιστη τιμή στους 5470,21 Kt (1981).



Σύμφωνα με το διάγραμμα οι εκπομπές της Ελλάδας από την οικιακή κατανάλωση, τον τριτογενή τομέα και την γεωργία παρουσιάζουν μια έντονα αυξητική τάση μέχρι το 2006, ενώ από το σημείο αυτό και έπειτα ακολουθεί καθαρά πτωτική πορεία.

5.4 Εκπομπές CO₂ κατά Τύπο Καυσίμου

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα παρουσιαστούν οι εκπομπές CO₂ των οικονομιών της Γαλλίας, της Γερμανίας και της Ελλάδας με βάση το καύσιμο από την καύση του οποίου προέκυψαν. Οι τρεις κατηγορίες καυσίμων που εξετάζονται είναι το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και ο άνθρακας.

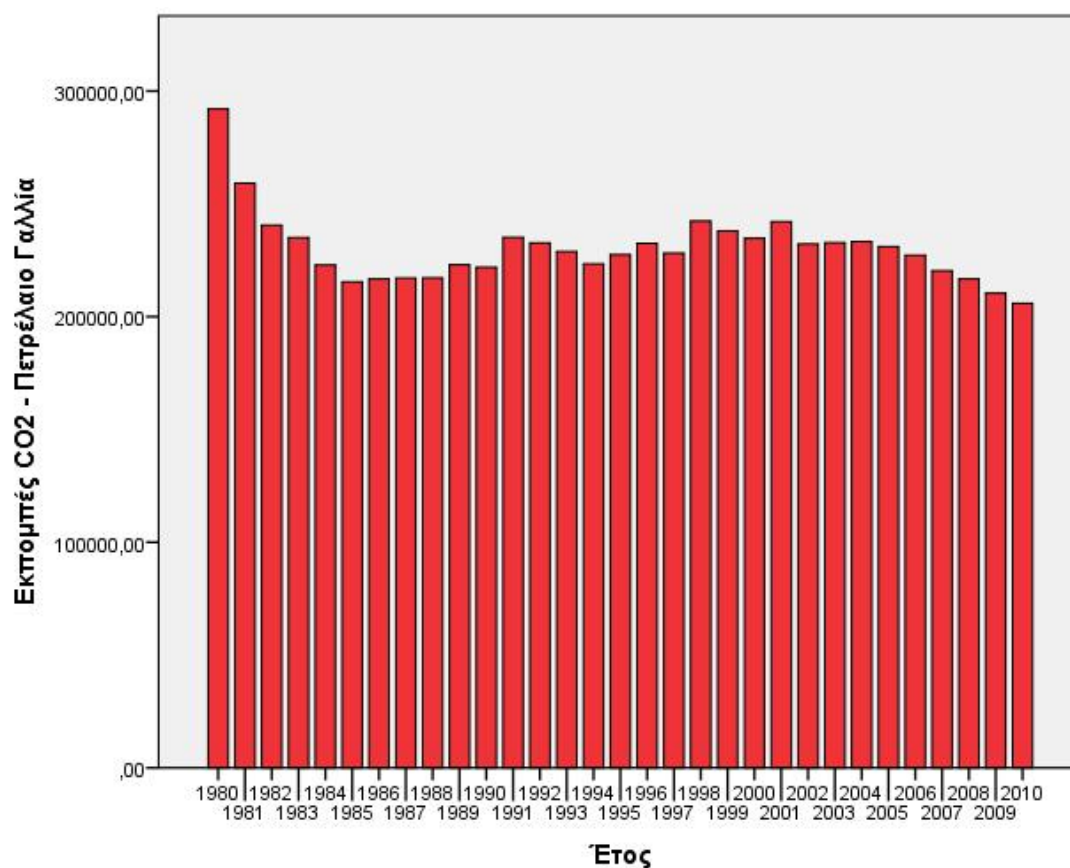
5.4.1 Εκπομπές CO₂ από Καύση Πετρελαίου

Το πετρέλαιο και τα παράγωγά του αποτελούν βασική ενεργειακή πηγή για όλες τις οικονομίες. Όπως είναι αναμενόμενο, στην καύση του οφείλεται ένα πολύ σημαντικό ποσοστό των εκπομπών CO₂.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Πετρέλαιο Γαλλία

N	Έγκυρα	31
	Ακυρα	0
Μέσος Όρος		230205,3226
Τυπ. Απόκλιση		15782,81431
Διακύμανση		249097227,589
Ελαχ. Τιμή		205909,57
Μεγ. Τιμή		292025,85

Όπως φαίνεται από τον πίνακα ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ της Γαλλίας από την καύση πετρελαίου, κατά την περίοδο 1980 έως και 2010, διαμορφώθηκε στους 230205,32 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 15782,81 και η διακύμανση στο 249097227,59, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 292025,85 Kt (1980) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 205909,57 Kt (2010).

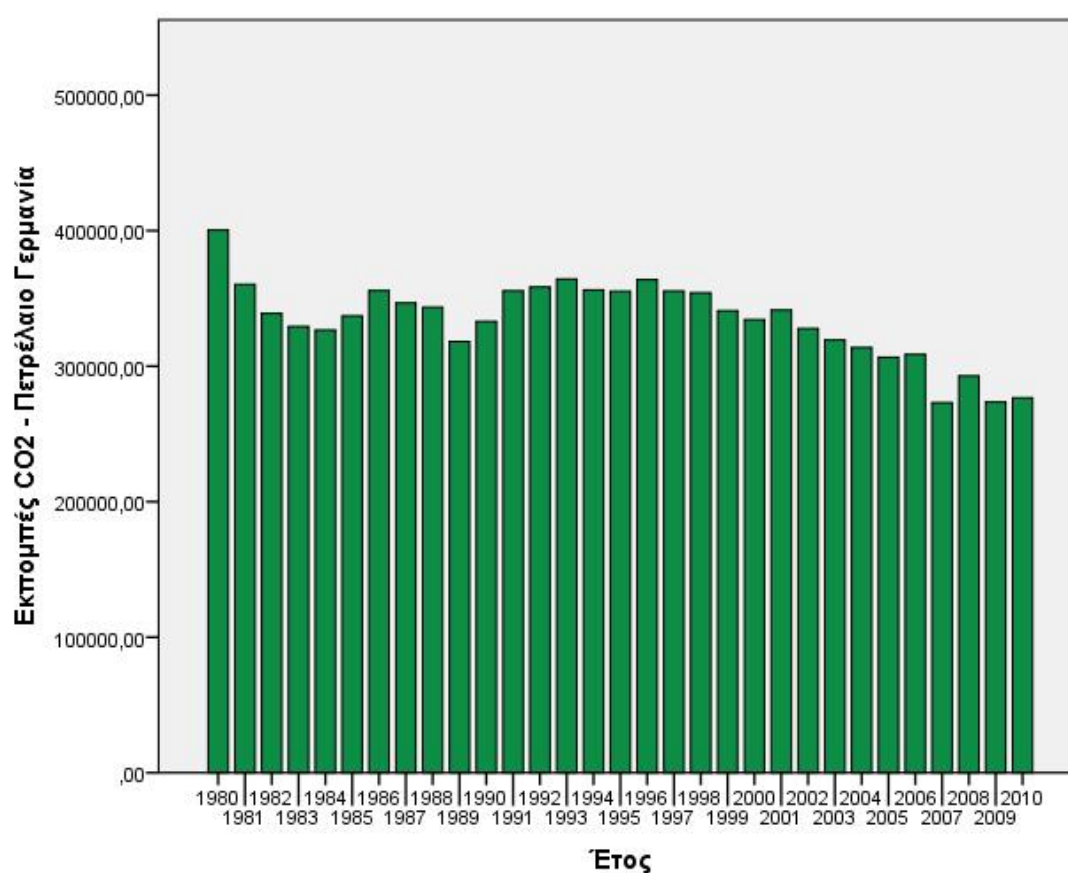


Σύμφωνα με το προηγούμενο διάγραμμα η παραγωγή εκπομπών CO₂ από καύση πετρελαίου στη Γαλλία, μετά από την έντονη μείωση της περιόδου 1980-1984, ακολούθησε μια σχετικά σταθερή πορεία με μικρές αυξομειώσεις έως το έτος 2005, ύστερα από το οποίο εμφανίζεται μια ελαφρά πτωτική τάση.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Πετρέλαιο Γερμανία

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	334245,1402
	Τυπ. Απόκλιση	29080,29147
	Διακύμανση	845663352,231
	Ελαχ. Τιμή	273047,53
	Μεγ. Τιμή	400413,02

Σύμφωνα με τον πίνακα ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ της Γερμανίας από την καύση πετρελαίου, κατά την περίοδο 1980 - 2010, διαμορφώθηκε στους 334245,14 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 29080,29 και η διακύμανση στο 845663352,23 , η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 273047,53 Kt (1980) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 400413,02 Kt (2007).

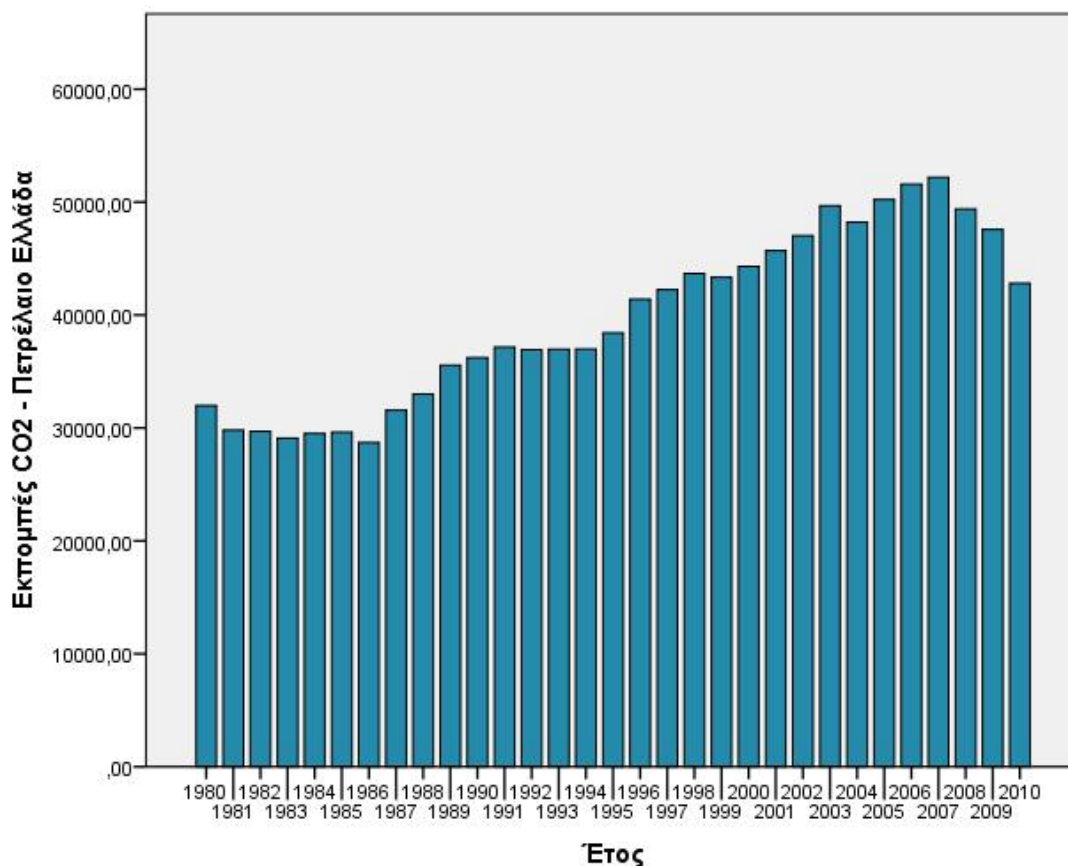


Όπως φαίνεται από το διάγραμμα μετά την πτώση των ετών 1980-1981, οι εκπομπές CO₂ της Γερμανικής οικονομίας από την καύση πετρελαίου, παρουσιάζουν μια ασταθή πορεία έως το έτος 1996, από όπου και μετά εμφανίζεται μια πτωτική τάση.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Πετρέλαιο Ελλάδα

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	39697,6023
	Τυπ. Απόκλιση	7664,09160
	Διακύμανση	58738300,127
	Ελαχ. Τιμή	28707,10
	Μεγ. Τιμή	52194,39

Όπως μπορεί κανείς να παρατηρήσει στον ανωτέρω πίνακα ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ της Ελλάδας από την καύση πετρελαίου, κατά την περίοδο 1980 έως και 2010, διαμορφώθηκε στους 39697,6 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 7664,09 και η διακύμανση στο 58738300,13 , η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 52194,39 Kt (1980) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 28707,10 Kt (2007).



Με βάση το διάγραμμα η παραγωγή CO₂ από την καύση πετρελαίου στην Ελλάδα παρουσιάζει μια αυξητική τάση έως το 2007 η οποία από το 2008 και μετά μετατρέπεται σε έντονα πτωτική.

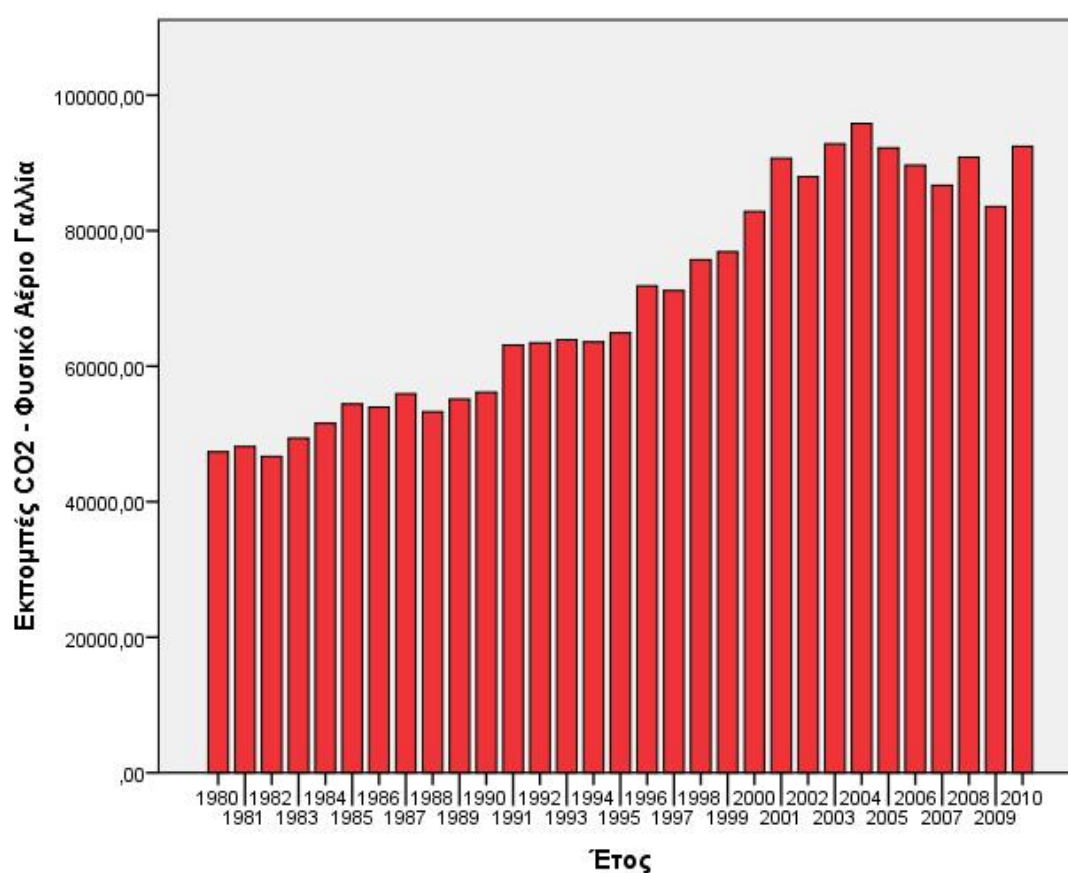
5.4.2 Εκπομπές CO₂ από Καύση Φυσικού Αερίου

Το φυσικό αέριο αποτελεί μια πηγή ενέργειας η οποία διαρκώς κερδίζει έδαφος στις Ευρωπαϊκές οικονομίες, εξαιτίας του χαμηλού κόστους (σε σχέση με το πετρέλαιο), των μειωμένων κατάλοιπων καύσης, καθώς και μιας σειράς πλεονεκτημάτων που έχουν να κάνουν με την διαθεσιμότητα και τους τρόπους μεταφοράς του.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Φυσικό Αέριο Γαλλία

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	70061,6931
	Τυπ. Απόκλιση	16685,85893
	Διακύμανση	278417888,260
	Ελαχ. Τιμή	46675,31
	Μεγ. Τιμή	95820,64

Σύμφωνα με τον πίνακα ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ της Γαλλίας από την καύση φυσικού αερίου, κατά την περίοδο 1980 - 2010, διαμορφώθηκε στους 70061,69 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 16685,86 και η διακύμανση στο 278417888,26, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 95820,64 Kt (2004) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 46675,31 Kt (1982).

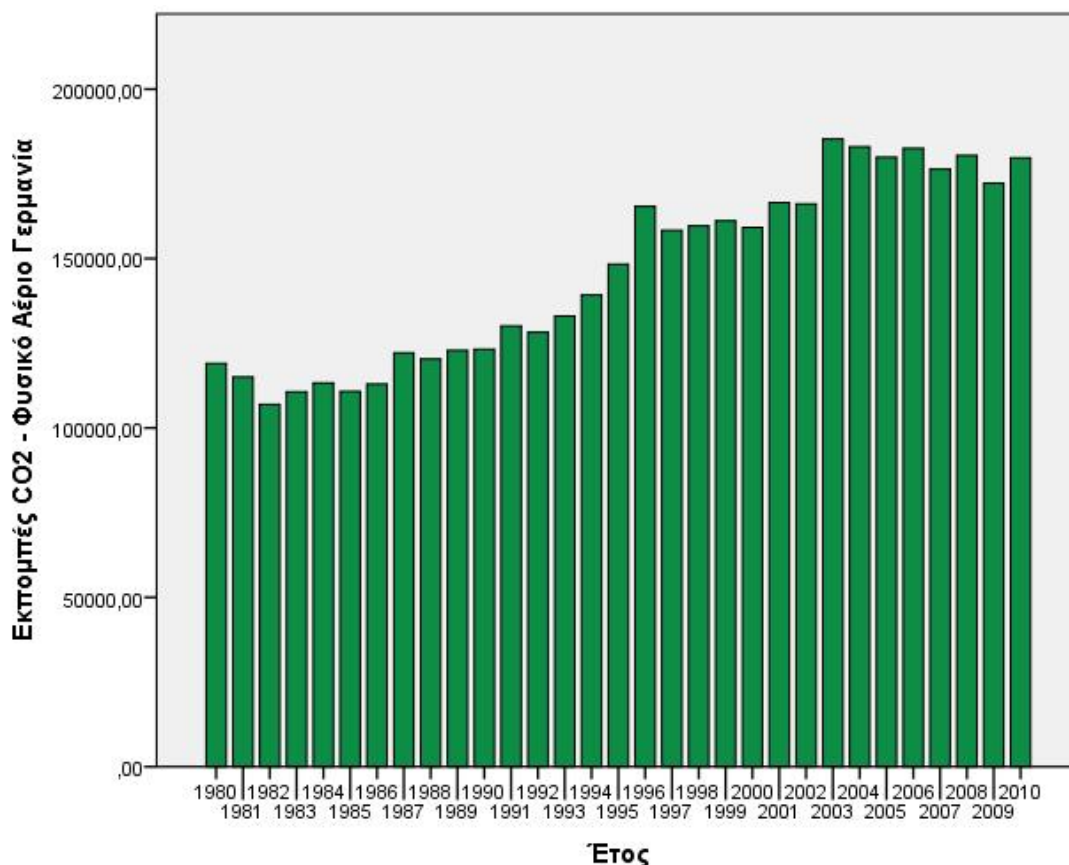


Όπως φαίνεται και στο ανωτέρω διάγραμμα οι εκπομπές CO₂ της Γαλλίας από την καύση φυσικού αερίου, εμφανίζουν μια έντονα αυξητική τάση έως το 2004, από όπου και μετά εμφανίζουν διακυμάνσεις, σε υψηλά πάντα επίπεδα.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Φυσικό Αέριο Γερμανία

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	146196,4120
	Τυπ. Απόκλιση	27201,73374
	Διακύμανση	739934318,412
	Ελαχ. Τιμή	106963,87
	Μεγ. Τιμή	185258,93

Από τα στοιχεία του πίνακα προκύπτει πως ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ της Γερμανίας από την καύση φυσικού αερίου, κατά την περίοδο 1980 - 2010, διαμορφώθηκε στους 146196,41 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 27201,73 και η διακύμανση στο 739934318,41, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 185258,93 Kt (2003) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 106963,87 Kt (1982).

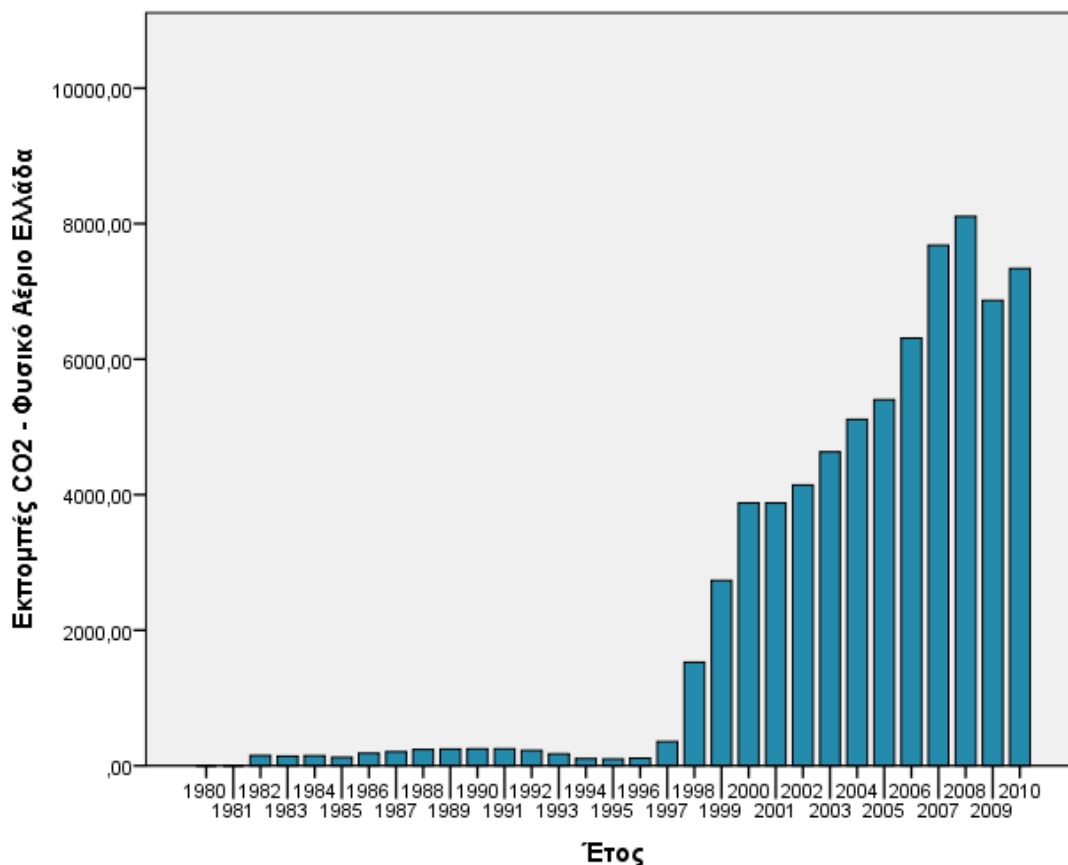


Σύμφωνα με το ανωτέρω διάγραμμα οι εκπομπές CO₂ της Γερμανίας από την καύση φυσικού αερίου εμφανίζουν μια αυξητική τάση έως το 2003, από όπου και μετά εμφανίζουν μικρές διακυμάνσεις, σε υψηλά πάντα επίπεδα.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Φυσικό Αέριο Ελλάδα

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	2278,0435
	Τυπ. Απόκλιση	2823,51330
	Διακύμανση	7972227,349
	Ελαχ. Τιμή	,00
	Μεγ. Τιμή	8107,60

Όπως φαίνεται στον ανωτέρω πίνακα ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ της Ελλάδας από την καύση φυσικού αερίου, κατά την περίοδο 1980 - 2010, διαμορφώθηκε στους 2278,04 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 2823,51 και η διακύμανση στο 7972227,35, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 8107,60 Kt (2004) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 0 Kt (1980-1981).



Στο ανωτέρω διάγραμμα παρατηρεί κανείς πως οι εκπομπές CO₂ από την καύση φυσικού αερίου στην Ελλάδα ήταν εξαιρετικά ανεμικές έως το 1996, από όπου και ξεκινά μια ραγδαία αύξησή τους έως το 2008, για να σημειωθεί κάμψη το 2009 και επαναφορά στην ανοδική πορεία το 2010.

5.4.3 Εκπομπές CO₂ από Καύση Άνθρακα

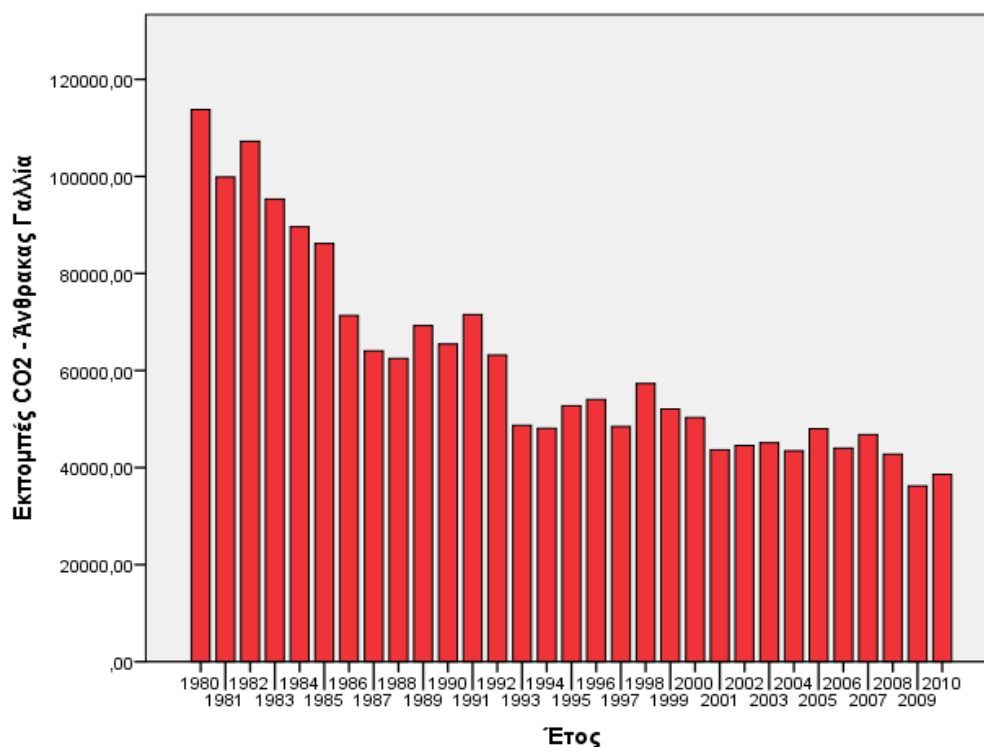
Ο άνθρακας αποτελεί το παραδοσιακότερο των καυσίμων στους τομείς της ενέργειας και της βιομηχανίας. Αποτελεί μια πηγή ενέργειας χαμηλού κόστους, μαστίζεται όμως από σημαντικά προβλήματα που αφορούν τα κόστη μεταφοράς του, καθώς και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης του.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Άνθρακας Γαλλία

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	61418,9462
	Τυπ. Απόκλιση	21146,98992
	Διακύμανση	447195182,767
	Ελαχ. Τιμή	36229,65
	Μεγ. Τιμή	113751,92

Με βάση τα στοιχεία του ανωτέρω πίνακα ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ της Γαλλίας από την καύση άνθρακα, κατά την περίοδο 1980 έως και 2010, διαμορφώθηκε στους 61418,95 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 21146,99 και η διακύμανση στο 447195182,77, η μέγιστη τιμή

διαμορφώθηκε στους 113751,92 Kt (1980) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 36229,65 Kt (2009).

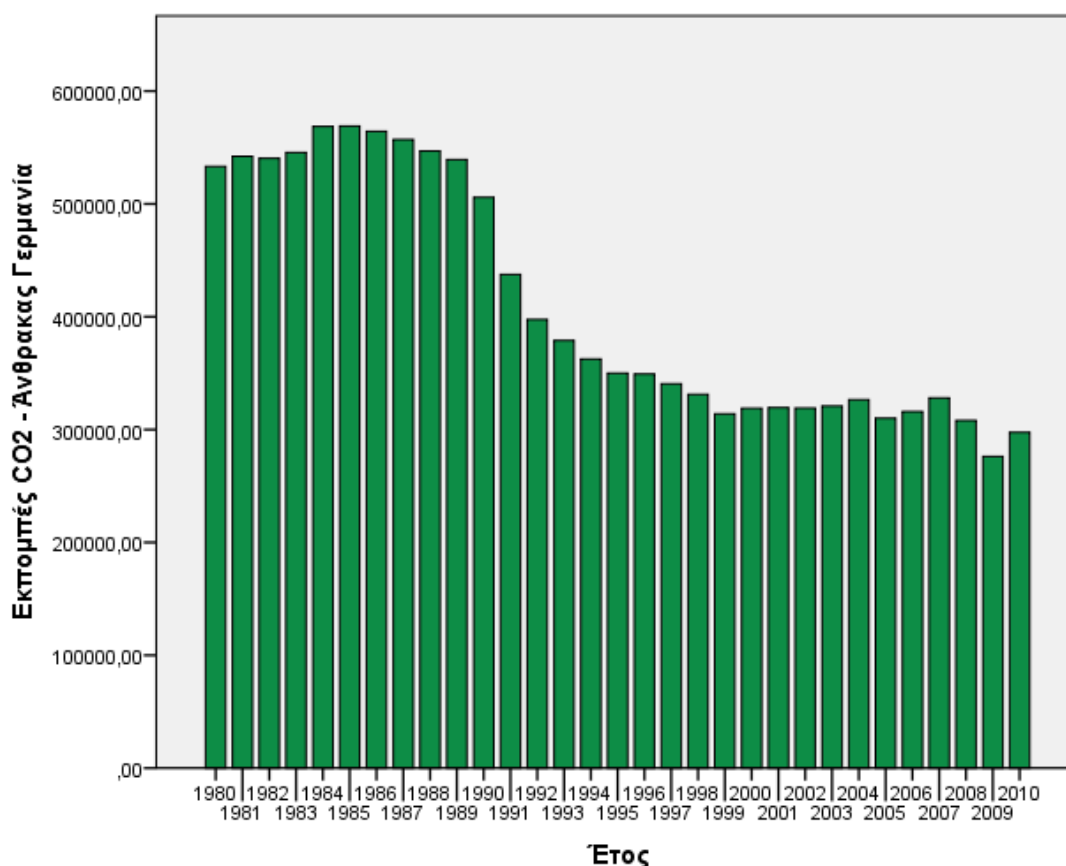


Όπως φαίνεται και στην διαγραμματική απεικόνιση οι εκπομπές CO₂ της Γαλλίας από την καύση άνθρακα παρουσιάζουν πτωτική τάση καθ'όλο το υπό μελέτη χρονικό διάστημα.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Άνθρακας Γερμανία

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	410140,7069
	Τυπ. Απόκλιση	107460,31589
	Διακύμανση	11547719490,485
	Ελαχ. Τιμή	276260,31
	Μεγ. Τιμή	569016,85

Σύμφωνα με τον πίνακα ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ της Γερμανίας από την καύση άνθρακα, κατά την περίοδο 1980 έως και 2010, διαμορφώθηκε στους 410140,71 Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 107460,32 και η διακύμανση στο 11547719490,49, η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 569016,85 Kt (1985) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 276260,31 Kt (2009).

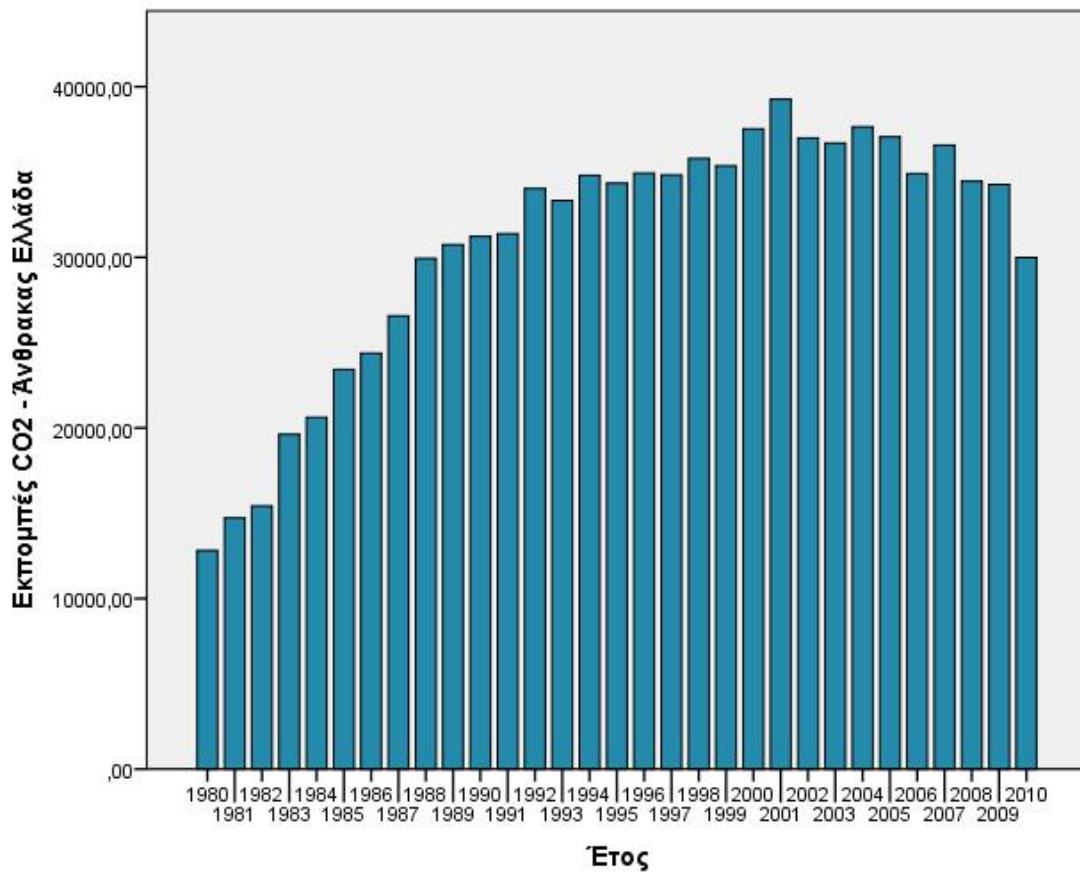


Από το διάγραμμα προκύπτει πως οι εκπομπές CO₂ της Γερμανίας από την καύση άνθρακα παρουσιάζουν πτωτική τάση από το 1990 έως το 1999, ενώ μετά σταθεροποιούνται σε χαμηλά επίπεδα.

Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων
Εκπομπές CO₂ - Άνθρακας Ελλάδα

N	Έγκυρα	31
	Άκυρα	0
	Μέσος Όρος	30763,4567
	Τυπ. Απόκλιση	7391,39915
	Διακύμανση	54632781,387
	Ελαχ. Τιμή	12821,62
	Μεγ. Τιμή	39269,97

Με βάση τα στοιχεία ο μέσος όρος των εκπομπών CO₂ της Ελλάδας από την καύση άνθρακα, κατά την περίοδο 1980 έως και 2010, διαμορφώθηκε στους 30763,46Kt, η τυπική απόκλιση της παραγωγής διαμορφώθηκε στο 7391,4 και η διακύμανση στο 54632781,39 , η μέγιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 39269,97 Kt (2001) ενώ η ελάχιστη τιμή διαμορφώθηκε στους 12821,62 Kt (1980).



Με βάση το διάγραμμα οι εκπομπές CO₂ της Ελλάδας από την καύση άνθρακα παρουσιάζουν έντονα ανοδική πορεία έως το 2001, ενώ μετά ακολουθεί μια περίοδος σταθεροποίησης σε ελαφρώς πιο χαμηλά επίπεδα, ενώ το 2010 σημειώνουν σημαντική μείωση.

5.5 Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν αναλυτικά τα ευρήματα του εμπειρικού σκέλους της παρούσας μελέτης, όπως αυτά προέκυψαν από την στατιστική επεξεργασία των δευτερογενών δεδομένων, τα οποία συλλέχτηκαν για τις ανάγκες της έρευνας. Το κεφάλαιο που ακολουθεί είναι αφιερωμένο στην αξιοποίηση των παρουσιασθέντων αποτελεσμάτων για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων, όσον αφορά την εξέλιξη των τάσεων που αφορούν την εκπομπή CO₂ στις τρεις αυτές ευρωπαϊκές χώρες και κατ'επέκταση σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Εισαγωγή

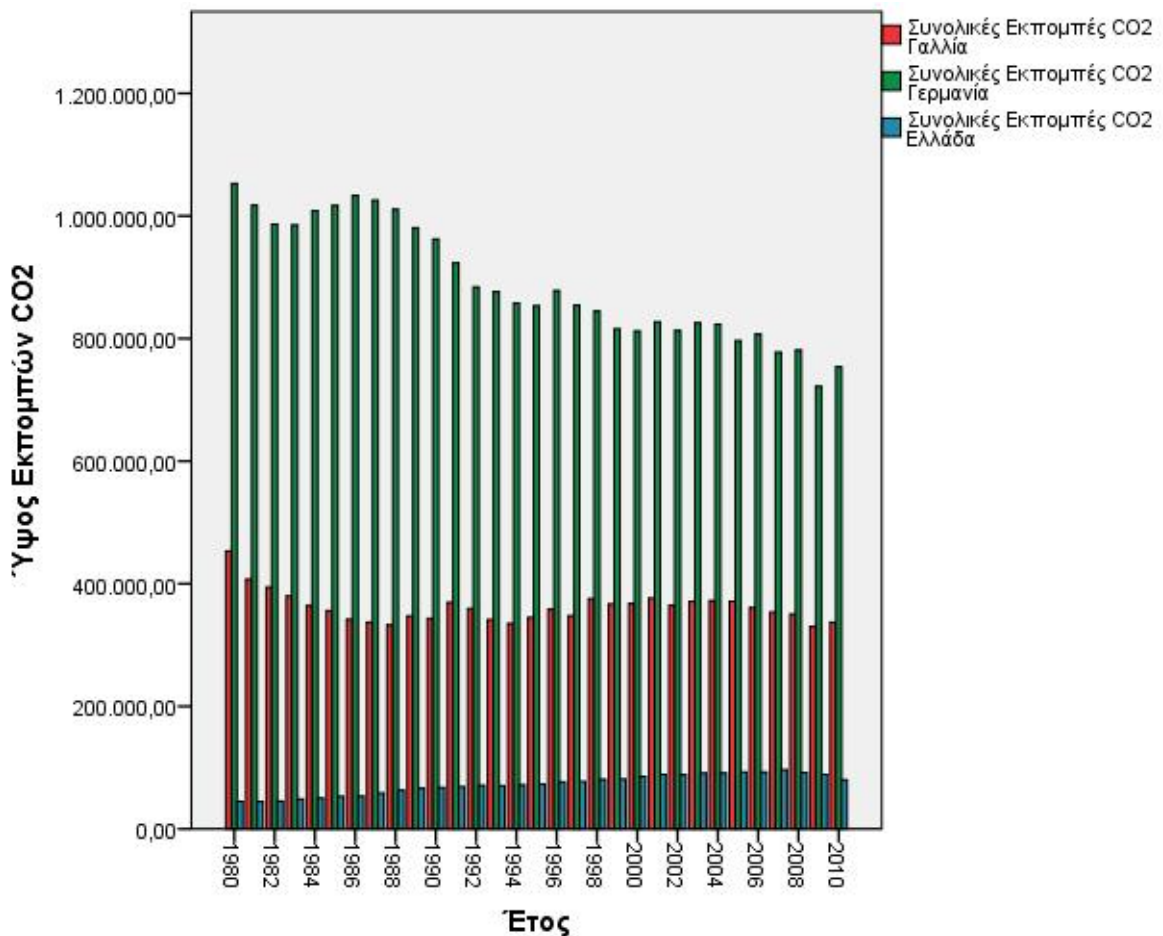
Το παρόν κεφάλαιο έχει σαν στόχο την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της εμπειρικής διερεύνησης, τα οποία παρουσιάστηκαν αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο της μελέτης.

Πιο συγκεκριμένα στο παρόν κεφάλαιο θα συζητηθούν και θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της μελέτης αναφορικά με τα ακόλουθα: τις συνολικές εκπομπές CO₂ της Ελλάδας, της Γαλλίας και της Γερμανίας για την περίοδο 1980-2010 · τις εκπομπές CO₂ του τομέα ενέργειας των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010 · τις εκπομπές CO₂ του τομέα βιομηχανίας των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010 · τις εκπομπές CO₂ του τομέα μεταφορών των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010 · τις εκπομπές CO₂ του τομέα οικιακής κατανάλωσης, της τριτογενούς παραγωγής και της γεωργίας των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010· τις εκπομπές CO₂ των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010 που έχουν προκύψει από την καύση πετρελαίου · τις εκπομπές CO₂ των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010 που έχουν προκύψει από την καύση φυσικού αερίου · τις εκπομπές CO₂ των τριών χωρών για την περίοδο 1980-2010 που έχουν προκύψει από την καύση άνθρακα.

6.2 Συζήτηση & Συμπεράσματα

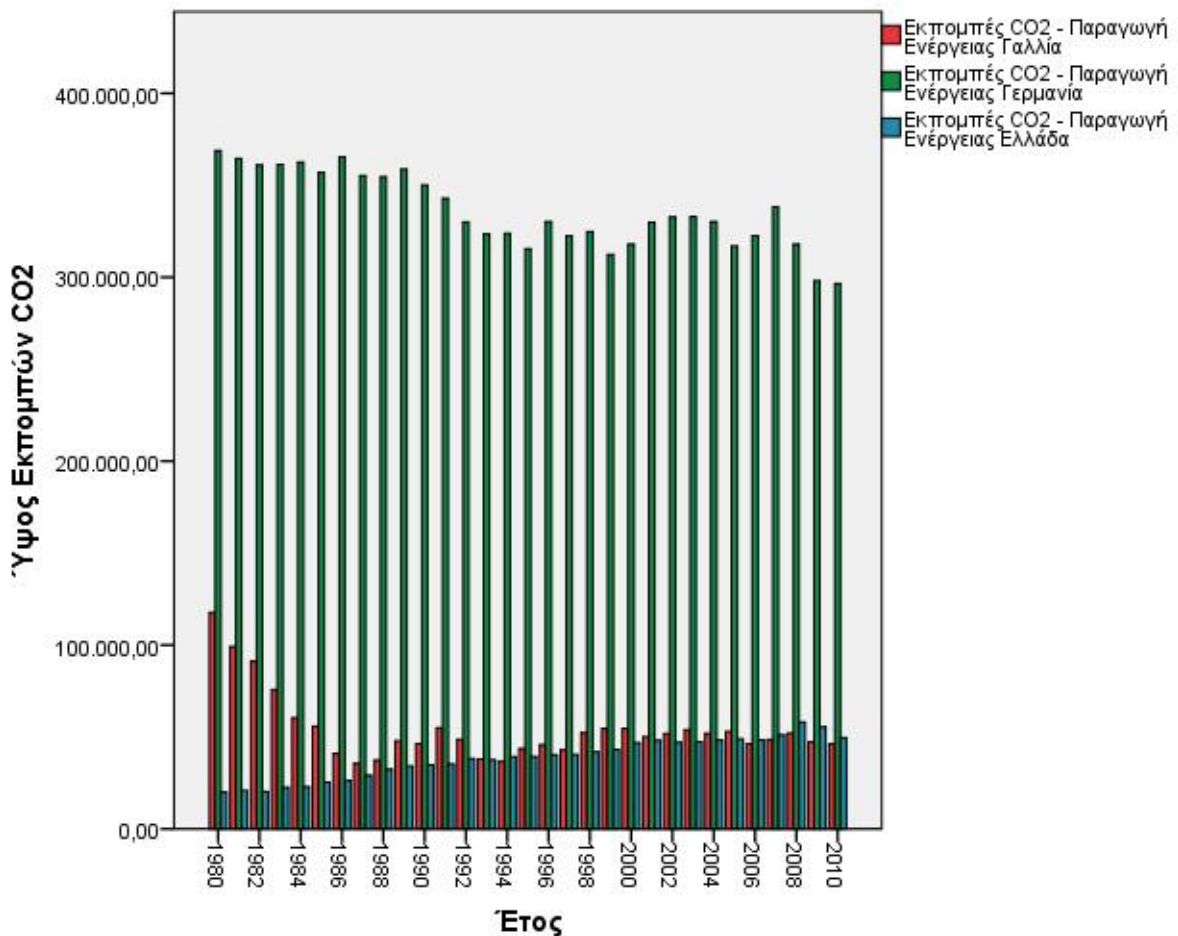
Μετά την ανάλυση της πορείας των συνολικών εκπομπών CO₂ των τριών χωρών, καθίσταται σαφές ότι οι τρεις χώρες αντιπροσωπεύουν τρία διαφορετικά επίπεδα, με την Γαλλία να βρίσκεται κάτω από το 50% των εκπομπών της Γερμανίας και την Ελλάδα κάτω από το 25% των εκπομπών της Γαλλίας.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί στην επόμενη σελίδα παρουσιάζονται συγκριτικά οι συνολικές εκπομπές των τριών χωρών κατά την περίοδο 1980 – 2010.



Αξίζει να σημειωθεί ότι οι καμπύλες των τριών κρατών παρουσιάζουν διαφορετική εικόνα: της Γερμανίας έχει μια ξεκάθαρα καθοδική τάση, της Γαλλίας μετά από την μείωση της πρώτης πενταετίας παραμένει σχετικά σταθερή, ενώ της Ελλάδος εμφανίζει αυξητική τάση. Όπως δηλώθηκε και στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας, αυτός ήταν και ο λόγος της επιλογής των τριών συγκεκριμένων χωρών, να φανούν δηλαδή οι διαφορές όσον αφορά την εξέλιξη των εκπομπών CO₂ σε τρεις οικονομίες της Ε.Ε. που αντιπροσωπεύουν τρία διαφορετικά επίπεδα, όσον αφορά τα μεγέθη των εκπομπών CO₂, αλλά και τρεις διαφορετικές τάσεις στην εξέλιξη των μεγεθών αυτών.

Στην συνέχεια θα συζητηθούν τα αποτελέσματα για κάθε έναν από τους διαφορετικούς τομείς της οικονομίας και τις εκπομπές CO₂ που τους αντιστοιχούν, με πρώτο τον τομέα της παραγωγής ενέργειας. Παρατηρώντας το συγκριτικό διάγραμμά της, γίνεται σαφής η διαφορετική πορεία στην εξέλιξη των μεγεθών εκπομπών CO₂ από τους τομείς ενέργειας κάθε μιας από τις τρεις χώρες.

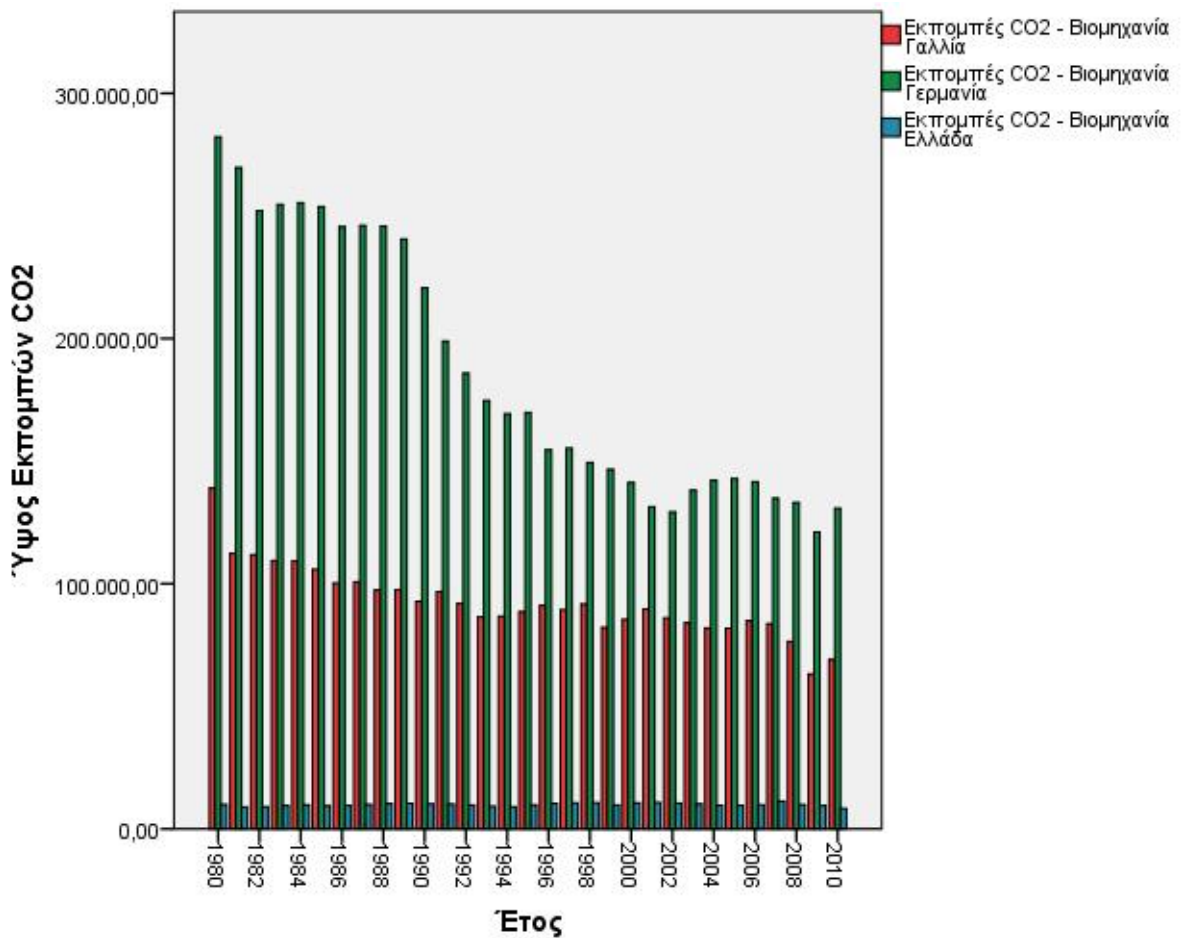


Πιο συγκεκριμένα, στην Γερμανία εμφανίζεται μια ήπια τάση μείωσης των εκπομπών CO₂ με παροδικές εξάρσεις, η Γαλλία εμφανίζει μια έντονη μείωση έως το 1988 και μετά σταθεροποιείται, ενώ η Ελλάδα έχει μια ξεκάθαρα αυξητική τάση ως το 2008.

Αυτή η εικόνα είναι ενδεικτική του γεγονότος ότι στην Γαλλία και την Γερμανία αυξάνονταν σταδιακά η παραγωγή ενέργειας από πηγές που δεν παράγουν CO₂ (κυρίως πυρηνική ενέργεια για την Γαλλία και κυρίως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας για την Γερμανία), ενώ στην Ελλάδα η αύξηση της παραγωγής ενέργειας συνεπάγονταν την αύξηση κατανάλωσης λιγνίτη, πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Η εικόνα είναι διαφορετική όσον αφορά τις εκπομπές του βιομηχανικού τομέα των τριών χωρών. Εδώ υπάρχει μια ξεκάθαρα πτωτική πορεία της παραγωγής CO₂ από τη Γερμανική και τη Γαλλική βιομηχανία, ενώ η παραγωγή CO₂ της Ελληνικής βιομηχανίας παραμένει σχετικά σταθερή.

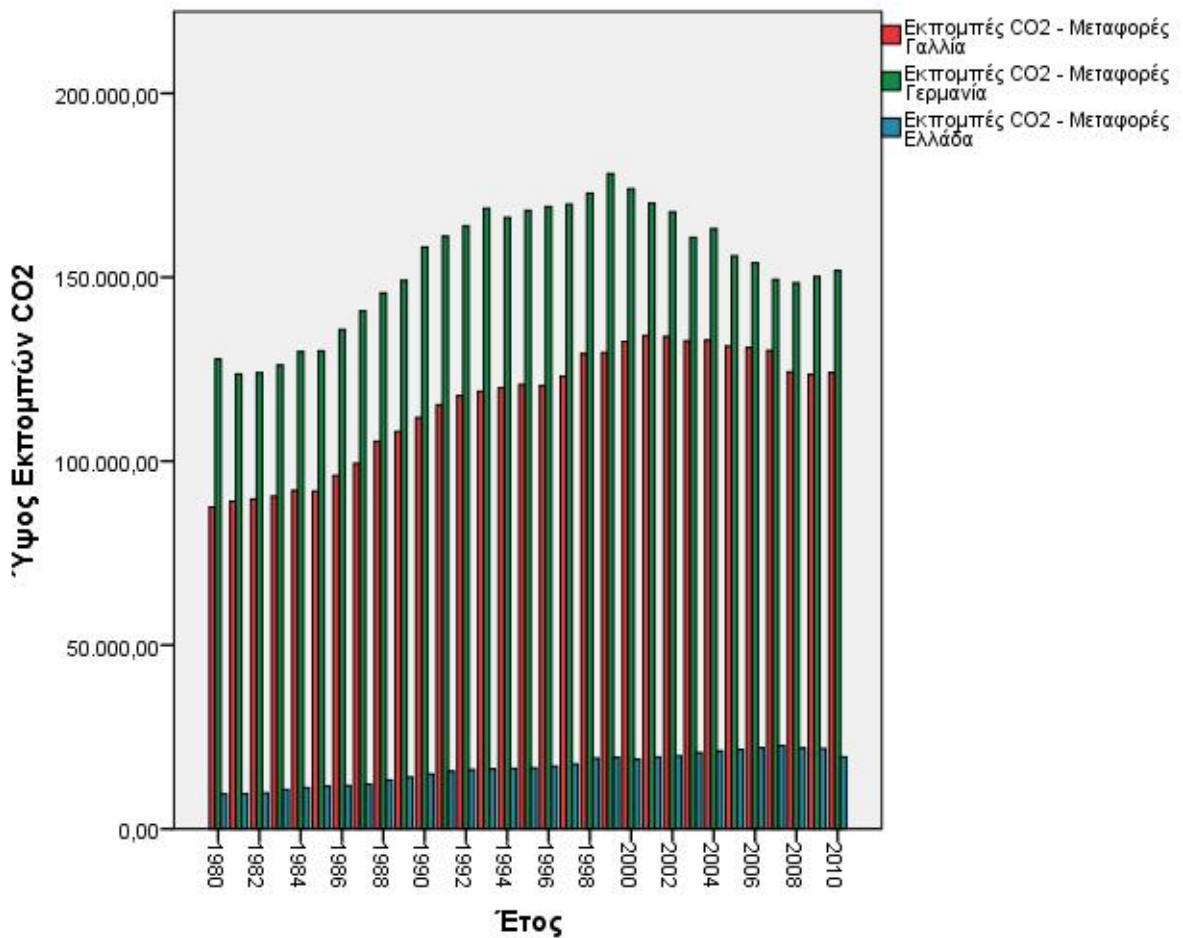
Τα συμπεράσματα αυτά μπορούν εύκολα να εξαχθούν από την μελέτη του συγκριτικού διαγράμματος που ακολουθεί.



Σχετικά με τους τομείς μεταφορών των τριών χωρών διαπιστώνεται ότι οι Γαλλικές και οι Γερμανικές μεταφορές ακολουθούν παρεμφερή πορεία όσον αφορά τα επίπεδα εκπομπών CO₂: αυξητική έως το 1999, που μετατρέπεται σε πτωτική για να ακολουθήσει σταθεροποιητική πορεία από το 2007 και μετά.

Από την άλλη πλευρά η Ελλάδα, και σε αυτή την περίπτωση, εμφανίζει διαφορετική εικόνα από προηγούμενους τομείς με τις εκπομπές να εμφανίζουν αυξητική τάση ως το 2007 από όπου και μετά ξεκινά μια πτωτική πορεία.

Στην επόμενη σελίδα παρουσιάζεται το συγκριτικό διάγραμμα το οποίο περιλαμβάνει τις εκπομπές CO₂ από τους τομείς μεταφορών και των τριών χωρών.

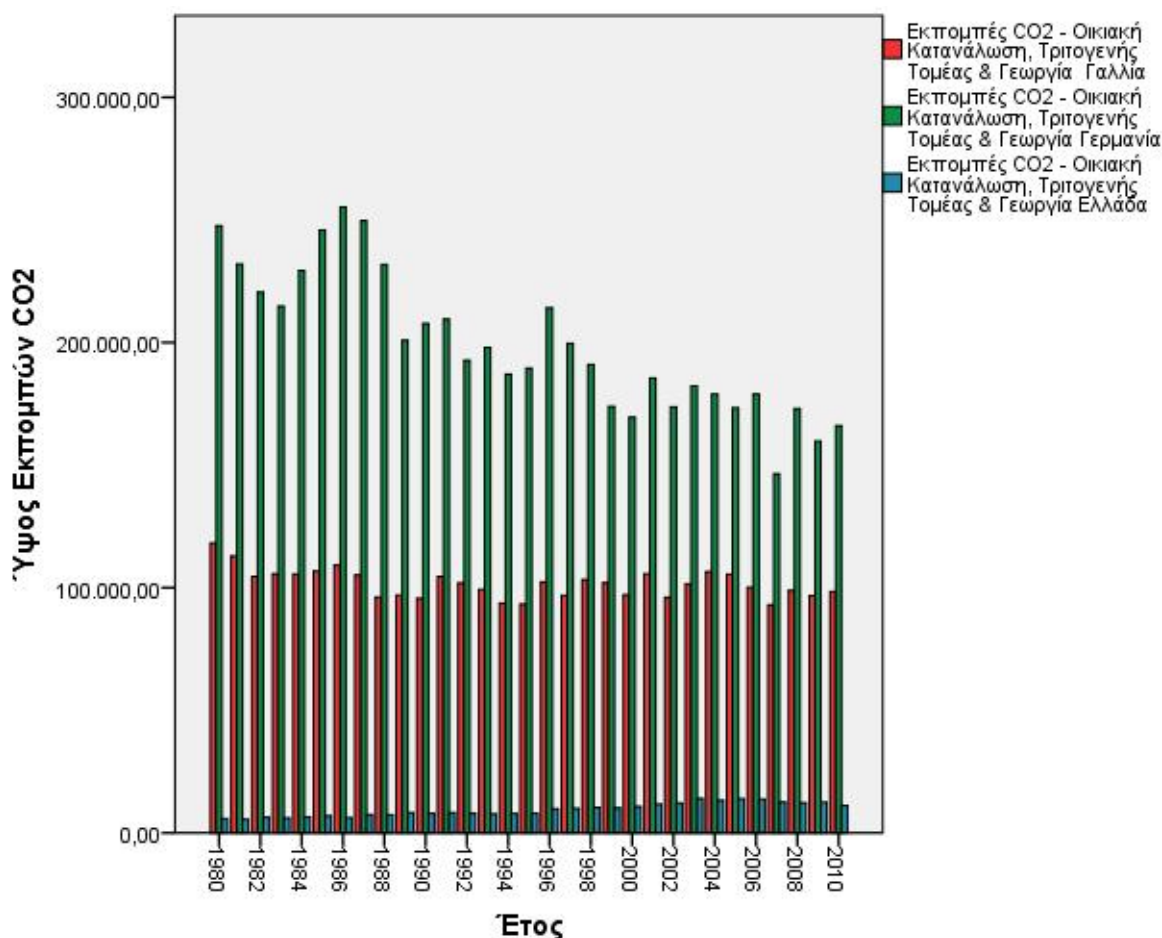


Στον τομέα που περιλαμβάνει την οικιακή κατανάλωση, τον τριτογενή τομέα και την γεωργία, οι τρεις χώρες εμφανίζουν τελείως διαφορετική εικόνα η μια από την άλλη.

Πιο συγκεκριμένα:

- Η Γερμανία έχει τάσεις μείωσης των εκπομπών CO₂, παρά τις κατά περιόδους εξάρσεις.
- Η Γαλλία παραμένει σταθερή στα ίδια πάνω-κάτω επίπεδα με τις φυσιολογικές διακυμάνσεις.
- Η Ελλάδα εμφανίζει αυξητικές τάσεις έως το 2006.

Τα ανωτέρω γίνονται εμφανή με μια απλή παρατήρηση του συγκριτικού διαγράμματος το οποίο παρουσιάζεται στην επόμενη σελίδα.



Συμπερασματικά, όσον αφορά την μελέτη των εκπομπών CO₂ σε σύνολο αλλά και κατά τομέα της παραγωγής, βλέπουμε ότι οι πιο ανεπτυγμένες χώρες, Γαλλία και Γερμανία, εμφανίζουν τάσεις μείωσης ή στην χειρότερη περίπτωση σταθεροποίησης των εκπομπών CO₂.

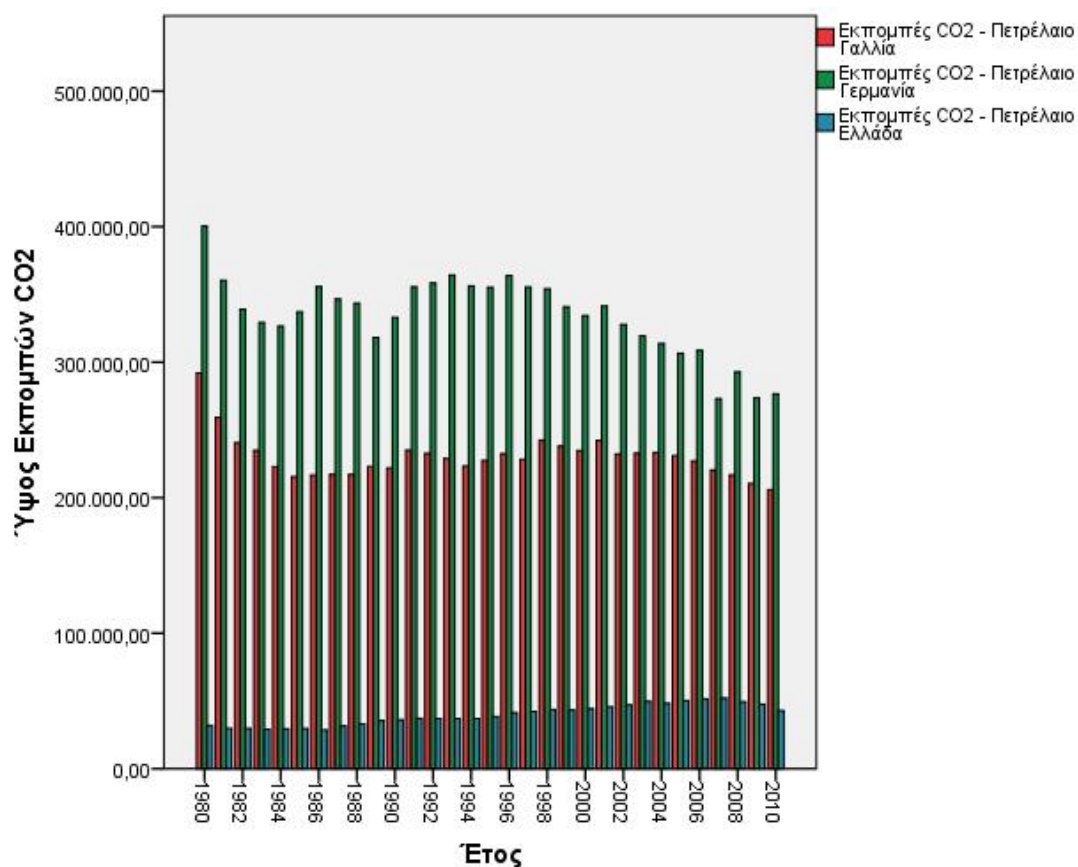
Αυτό δε, συμβαίνει, παρόλο που οι οικονομίες τους βρίσκονταν σε τροχιά ανάπτυξης, κάτι το οποίο σημαίνει ότι οι επενδύσεις σε μη ρυπογόνους (τουλάχιστον όσον αφορά το CO₂) μορφές ενέργειας είναι εκείνες που οδήγησαν στην επίτευξη αυτού του αποτελέσματος.

Τέτοιες τεχνολογίες δεν είναι μόνο οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (στις οποίες έχει επενδύσει περισσότερο η Γερμανία) και η Πυρηνική (στην οποία έχει επενδύσει περισσότερο η Γαλλία), αλλά και πιο παραδοσιακές τεχνολογίες που αφορούν την μείωση των ρύπων από παραδοσιακές μορφές καυσίμων, όπως είναι το Πετρέλαιο, το Φυσικό Αέριο και ο Άνθρακας.

Στην συνέχεια ακολουθούν τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που αφορούν τις εκπομπές CO₂ με βάση το καύσιμο που οδήγησε στην παραγωγή τους.

Το πρώτο καύσιμο που εξετάστηκε είναι το πετρέλαιο. Στο συγκριτικό διάγραμμα των τριών οικονομιών που ακολουθεί, παρατηρούμε ότι η Γερμανία και η Γαλλία εμφανίζουν παρόμοιες τάσεις όσον αφορά την εξέλιξη των εκπομπών CO₂ από την

καύση πετρελαίου μέσα στο χρόνο, ενώ η Ελλάδα παρουσιάζει μια διαφορετική εικόνα.

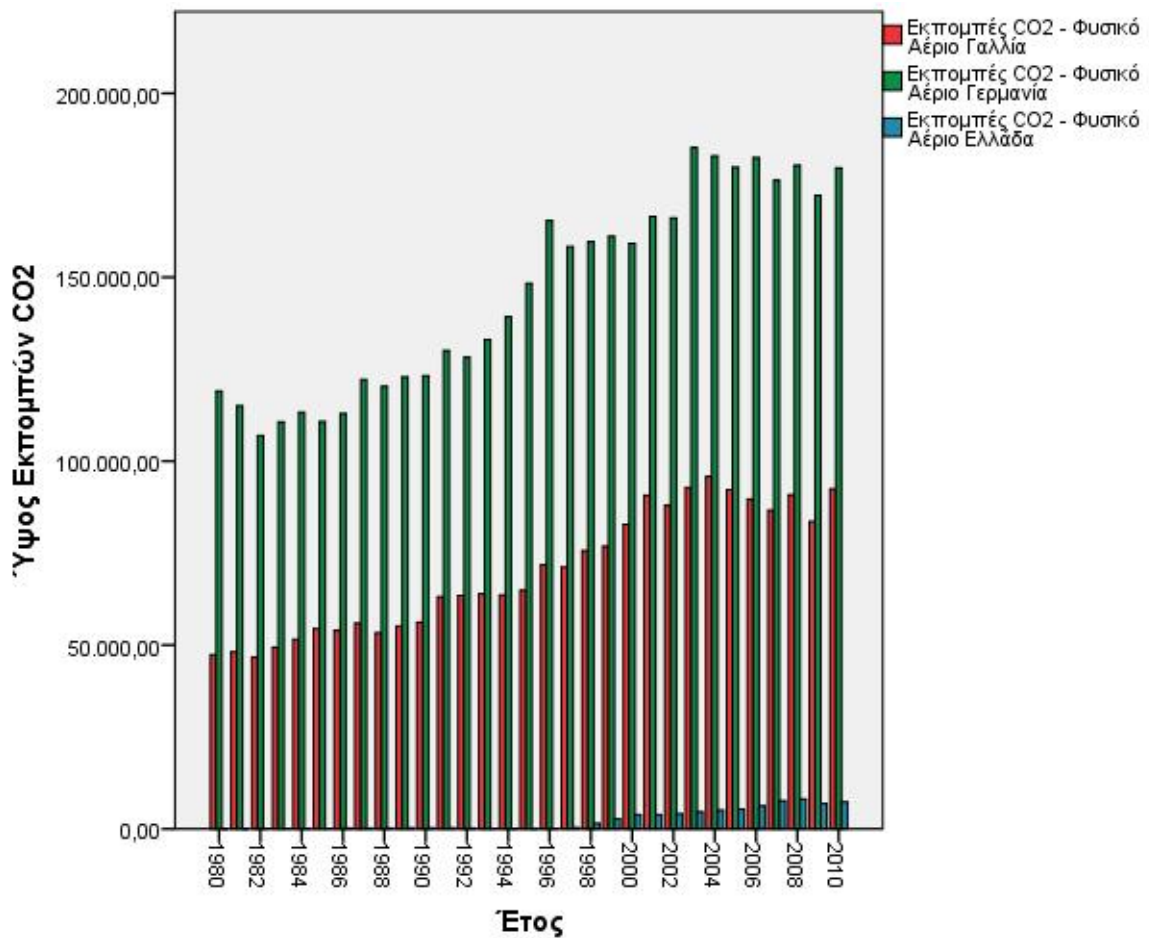


Έτσι, αντίθετα από τις πιο ανεπτυγμένες χώρες, η Ελλάδα αυξάνει σταδιακά τις εκπομπές CO₂ από την χρήση πετρελαίου έως και το 2007, το οποίο αποτελεί και σημείο καμπής μιας και από το έτος αυτό ξεκινά η μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων.

Η εικόνα διαφοροποιείται σημαντικά όσον αφορά τους ρύπους CO₂ που προκύπτουν από την χρήση φυσικού αερίου. Εδώ, η Γερμανία και η Γαλλία σταδιακά αυξάνουν την παραγωγή, ενώ η Ελλάδα ακολουθεί με μεγάλη καθυστέρηση (ουσιαστικά μετά το 1997).

Τα στοιχεία αυτά παρουσιάζονται και στο ακόλουθο διάγραμμα.

Η ομοιότητα της πορείας των εκπομπών CO₂ της Γαλλίας και της Γερμανίας από την χρήση φυσικού αερίου είναι ορατή χωρίς σημαντική προσπάθεια.

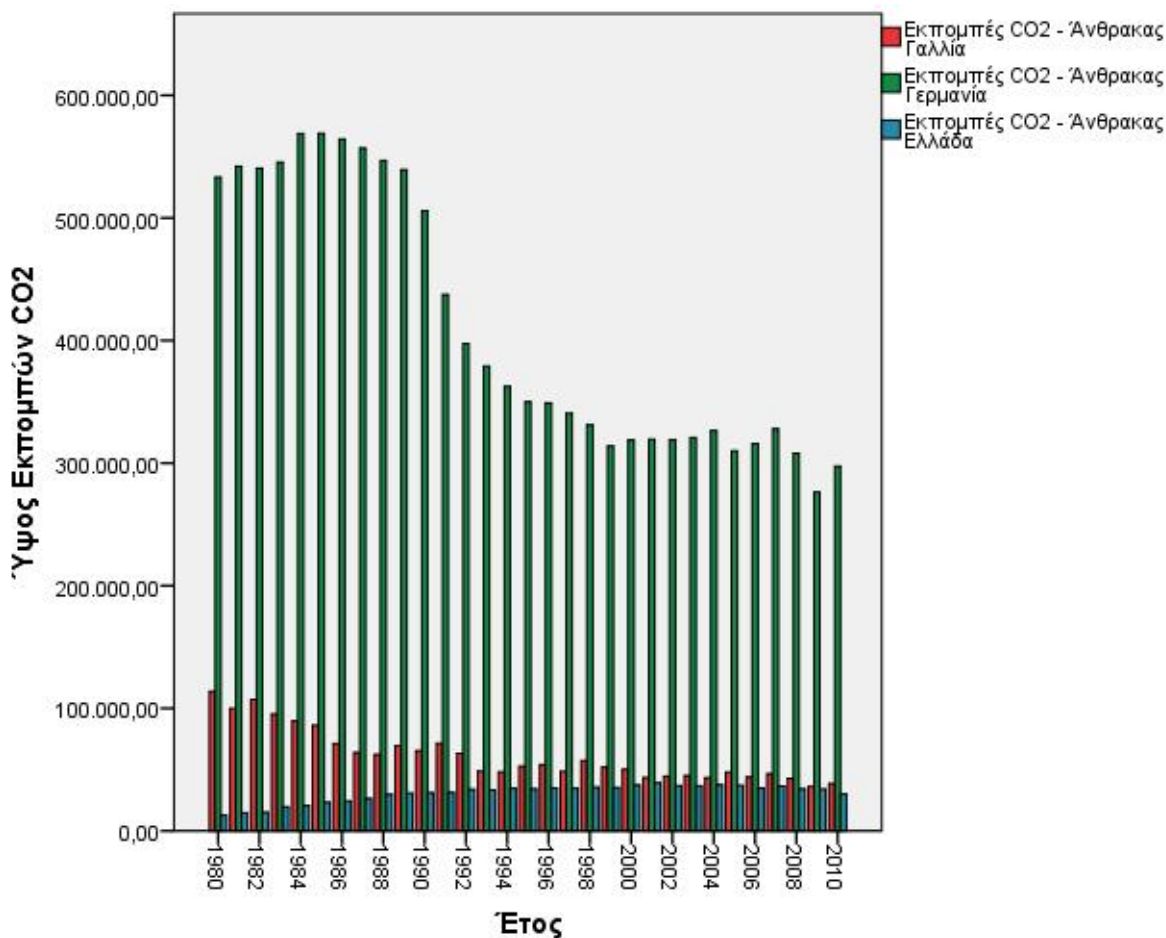


Στην περίπτωση του άνθρακα, η έρευνα κατέδειξε πως τόσο η Γαλλία όσο και η Γερμανία εμφανίζουν μια ξεκάθαρη τάση μείωσης των εκπομπών CO₂ που προκύπτουν από την καύση του.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η Γερμανία εμφανίζει μια σημαντικά πιο έντονη κάμψη, ειδικότερα στην περίοδο 1980-1999.

Η Ελλάδα, αντίθετα με την περίπτωση του φυσικού αερίου, δεν ακολουθεί την ίδια πορεία. Εμφανίζει μια τάση αύξησης των εκπομπών η οποία ανατρέπεται οριστικά από το 2007 και μετά.

Το συγκριτικό διάγραμμα της επόμενης σελίδας βοηθά στην επιβεβαίωση των προηγουμένως αναφερθέντων.



Συνοψίζοντας τα συμπεράσματα που αφορούν τις εκπομπές CO₂ κατά τύπο καυσίμου, διαπιστώνουμε ότι η Γαλλία και η Γερμανία περιόρισαν τις εκπομπές που προκύπτουν από την καύση πετρελαίου και άνθρακα, ενώ αύξησαν τις εκπομπές από φυσικό αέριο.

Καθώς το φυσικό αέριο είναι ένα καύσιμο που επιτυγχάνει πολύ πιο «καθαρή» καύση και σημαντικά μικρότερες εκπομπές CO₂ ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας, τα αποτελέσματα αυτά καταδεικνύουν ότι οι χώρες αυτές αντικατέστησαν μεγάλο μέρος της καύσης άνθρακα και πετρελαίου με την καύση φυσικού αερίου. Για αυτό και το φαινομενικά «παράλογο» αποτέλεσμα, να αυξάνονται δηλαδή οι ρύποι από το «καθαρό» φυσικό αέριο και να μειώνονται από το πετρέλαιο και τον άνθρακα. Φυσικά εξαιτίας της ποιοτικής αυτής διαφοράς του φυσικού αερίου παρά την αύξηση των παραγόμενων ρύπων από την καύση του, η συνεπαγόμενη μείωση της κατανάλωσης πετρελαίου και άνθρακα τα οποία αντικαθιστά, οδηγεί σε μείωση των συνολικών εκπομπών CO₂. Μια μείωση η οποία διαπιστώθηκε και στα αποτελέσματα που αφορούν τις συνολικές εκπομπές CO₂ των τριών χωρών.

Η Ελλάδα από την άλλη πλευρά αυξάνει τους ρύπους και από τις τρεις μορφές ενέργειας, κάτι το οποίο συμβαίνει διότι οι ενεργειακές ανάγκες της χώρας ήταν τέτοιες, ώστε η χρήση του φυσικού αερίου έγινε συμπληρωματικά και όχι για αντικατάσταση του πετρελαίου και του άνθρακα. Η κάμψη που παρατηρούμε στην παραγωγή CO₂ στην Ελλάδα μετά το 2007 (σε κάποιες περιπτώσεις και το 2006) πρέπει να αποδοθεί στο συνδυαστικό αντίκτυπο 2 φαινομένων:

- 1) Την εφαρμογή προγραμμάτων για Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- 2) Την μείωση παραγωγής και κατανάλωσης σαν συνέπεια της οικονομικής κρίσης.

Η ακριβής επίδραση καθενός από αυτά τα φαινόμενα δεν κατέστη δυνατόν να διασαφηνιστεί στα πλαίσια της παρούσας μελέτης.

6.3 Επίλογος & Προτάσεις για Έρευνα

Συνοψίζοντας, οι εξαιρετικά ανεπτυγμένες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως είναι η Γερμανία και η Γαλλία, σχεδόν καθ'όλη την περίοδο 1981-2010, βρίσκονταν σε μια πορεία μείωσης των εκπομπών CO₂ μέσα από την αξιοποίηση νέων τεχνολογιών και πηγών ενέργειας, αλλά και την μετάβαση σε πιο καθαρές μορφές των «παραδοσιακών» καυσίμων (φυσικό αέριο).

Αυτό δε, συνέβαινε, παρά το γεγονός ότι οι οικονομίες τους αναπτύσσονταν και άρα αύξαναν τις απαιτήσεις τους σε ενέργεια

Από την άλλη πλευρά στην Ελλάδα, ενδεικτικό παράδειγμα μιας μικρότερης χώρας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η ανάπτυξη της οικονομίας συνεπάγονταν και αύξηση των ρύπων. Η μείωση δε των ρύπων, μοιάζει να ακολουθεί την υφεσιακή πορεία της οικονομίας και να μην είναι αποτέλεσμα κάποιων ενεργών πολιτικών και προσπαθειών για την μείωση των εκπομπών CO₂.

Η συγγραφέας της μελέτης εύχεται η παρούσα έρευνα να αποτελέσει έναυσμα και για άλλους ερευνητές, ώστε να ασχοληθούν με το ζήτημα των εκπομπών CO₂.

Πιο συγκεκριμένα οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνα περιλαμβάνουν:

- Την διερεύνηση των Εκπομπών CO₂ στις άλλες χώρες της Ε.Ε. κατά την ίδια χρονική περίοδο.
- Την αναλυτική διερεύνηση του πώς πέτυχαν τις μειώσεις των εκπομπών η Γαλλία και η Γερμανία
- Την διερεύνηση του βαθμού που οφείλεται η οικονομική κρίση και η εφαρμογή των προγραμμάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την μείωση των εκπομπών CO₂ στην Ελλάδα μετά το 2007.
- Την διερεύνηση σύγχρονων τρόπων για την μείωση των ρύπων.
- Την διερεύνηση της επίδρασης των ρύπων στο περιβάλλον της Ευρωπαϊκής Ηπείρου.

Όπως είναι φυσικό, οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνα δεν εξαντλούνται στις ανωτέρω, απλά οι συγκεκριμένες αποτελούν ένα καλό έναυσμα για να κεντρίσουν το ενδιαφέρον των μελλοντικών φοιτητών.

Καταλήγοντας είναι απαραίτητο να τονισθεί ότι το ζήτημα των εκπομπών CO₂ είναι εξαιρετικά σημαντικό και επηρεάζει άμεσα την ποιότητα ζωής των λαών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Κατά συνέπεια, πρέπει να καταβληθούν όλες οι απαραίτητες προσπάθειες ώστε να διερευνηθεί αναλυτικά το φαινόμενο, να διασαφηνιστεί η πορεία του και να βρεθούν οι βέλτιστοι τρόποι περιορισμού του.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Ashton T.S. (1997). *The Industrial Revolution 1760-1830*, London: Oxford University Press

Brown S., J. Sathaye, M. Cannell, P. Kauppi, P. Burschel, A. Grainger, J. Heuveldop, R. Leemans, P. Moura Costa, M. Pinard, S. Nilsson, W. Schopfhauser, R. Sedjo, N. Singh, M. Trexler, J. van Minnen & S. Weyer (1996). Management of forests for mitigation of greenhouse gas emissions, στο: *IPCC Climate Change 1995 - Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses, Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Watson R.T., M.C. Zinyowera, R.H. Moss & D.J. Dokken (eds.), Cambridge: Cambridge University Press, 773-797.

Brown T., Gambhir A., Florin N. & Fennell P. (2012). Reducing CO2 emissions from heavy industry: a review of technologies and considerations for policy makers, *Grantham Institute for Climate Change* (7), Imperial College London.

Builtjes P. (2003). The Problem – Air Pollution. Chapter 1 of AIR QUALITY MODELING – Theories, Methodologies, Computational Techniques and Available Databases and Software, *Fundamentals* Vol I (Zannetti P. ed.). EnviroComp Institute (<http://www.envirocomp.org/>) and Air & Waste Management Association (<http://www.awma.org/>).

Chapman Lee (2007). Transport and climate change: a review, *Journal of Transport Geography* (15), pp. 354-367.

Climate Leaders Greenhouse Gas Inventory Protocol (August 2003a). Direct Emissions from Iron & Steel Production, EPA. Available at: www.epa.gov/climateleaders .

Climate Leaders Greenhouse Gas Inventory Protocol (August 2003b). Direct Emissions from the Cement Sector, EPA. Available at: www.epa.gov/climateleaders .

Climate Leaders, Greenhouse Gas Inventory Protocol (May 2008a). Direct Emissions from Mobile Combustion Sources, EPA. Available at: www.epa.gov/climateleaders.

Climate Leaders, Greenhouse Gas Inventory Protocol (June 2008b). Indirect Emissions from purchases / sales of Electricity and Steam, EPA. Available at: www.epa.gov/climateleaders.

Climate Leaders (2009). *What is the UNFCCC & the COP*, Lead India. Πρόσβαση στις: 3/1/2013.

Dhingra A, Portis A.R., Daniell H. (2004). Enhanced translation of a chloroplast-expressed RbcS gene restores small subunit levels and photosynthesis in nuclear RbcS antisense plants, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 101 (16), pp. 6315–20.

Ellis Jane, Treanton Karen (1998). Recent trends in energy-related CO₂ emissions, *Energy Policy*, 26 (3), pp. 159- 166.

European Environment Agency (2006). *Air quality and ancillary benefits of climate change policies No 4*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

European Environment Agency (2008). *Annual European Community LRTAP Convention emission inventory report 1990–2006: Submission to EMEP through the Executive Secretary of the UNECE No 7*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

European Environment Agency (2012a). *Environmental indicator report 2012; Ecosystem resilience and resource efficiency in a green economy in Europe*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

European Environment Agency (2012b). *Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2010 and inventory report 2012 No 3*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Faias S., Sousa J., Xavier L. & Ferreira P. (2000). *Energy Consumption and CO2 Emissions Evaluation for Electric and Internal Combustion Vehicles using a LCA Approach*, International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'13). Available at: <http://www.icrepq.com/icrepq'11/660-faias.pdf>

Falkowski P., Scholes, R. J., Boyle E., Canadell J., Canfield D., Elser J., Gruber N., Hibbard K. et al. (2000). The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System, *Science* 290 (5490): 291–296.

Gillenwater M. (2008), Forgotten carbon: indirect CO2 in greenhouse gas emission inventories, *Environmental science & policy* (11), pp. 195–203.

Hall, D.O., J. House, & I. Scrase (2000). An overview of biomass energy στο: *Industrial Uses of Biomass Energy: the Example of Brazil*, Rosillo-Calle F., H. Rothman and S.V. Bajay (eds.), London : Taylor & Francis.

Holmes R. (2008). *The Age Of Wonder*, New York: Pantheon Books.

Houghton R.A. (1999). The annual net flux of carbon to the atmosphere from cahnges in land use 1850-1990, *Tellus* (51B), 298-313.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2002). *Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.

International Energy Agent (2007), *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 Emissions*, OECD/IEA. Available at: www.iea.org/w/bookshop/pricing.html

Kuramochi Takeshi, Andrea Ramirez, Wim Turkenburg & André Faaij (2012). Effect of CO2 capture on the emissions of air pollutants from industrial processes, *International Journal of Greenhouse Gas Control* (10), pp. 310–328.

Maggetto G. & J. Van Mierlo (2000). *Electric and Electric Hybrid Vehicle Technology: A Survey, Electric, Hybrid and Fuel Cell Vehicles*, Durham: IEE Seminar.

Mellilo J. M., M. Reilly, Kicklighter, A. Gurgel, T. Cronin, S. Paltsev, B. S. Felzer, X. Wang, A. Sokolov, A. Schlosser (2009). Indirect Emissions from Biofuels: How Important?, *Science* (326), pp. 1396-1400. Available at: www.sciencemag.org

Prentice I.C., Farquhar G.D., Fasham M.J.R., Goulden M.L., Heimann M., Jaramillo V.J., Kheshgi H.S., Le Quéré C., Scholes R.J. & Wallace D.W.R. (2001), *The Carbon Cycle and Atmospheric Carbon Dioxide*, IPCC Third Assessment Report: Climate Change 2001.

Solomon S, Plattner GK, Knutti R, Friedlingstein P (2009), Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 106 (6), pp. 1704–9.

United Nations Framework Convention on Climate Change, Άρθρο 2: Στόχοι, Διαθέσιμο στο: http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/1353.php (Πρόσβαση 3/1/2013).

Worrell Ernst , Price L., Martin N., Hendriks C.& O. Meida L. (2001). Carbon Dioxide Emissions from the Global Cement Industry, *Annu. Rev. Energy Environ.* (26), pp. 303–29.

WWF Hellas, *Το Πρωτόκολλο του Κιότο* (2007) (Πρόσβαση: 3/1/2013). Available at: <http://climate.wwf.gr/>

Kvale, S., (1996). *Interviews: An Introduction to Qualitative Research Interviewing*, Sage Publications, London.

Robson, C. (2002) *Real World Research*, Second Edition, Blackwell Publishing

Saunders, M., Lewis, P., Thornhill, A., (2003). *Research Methods for Business Students*, Prentice Hall.

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

Αμπελιώτης Κ. (2008), *Κλιματικές Αλλαγές & Ατμόσφαιρα*, ΥΠΕΠΘ: Ινστιτούτο Διαρκούς Εκπαίδευσης.

Γεντεκάκης (1999). *Ατμοσφαιρική ρύπανση: επιπτώσεις- έλεγχος*, Θεσσαλονίκη: Τζιόλα.

Γεωργόπουλος Α. (2002). *Γη: ένας μικρός κι εύθραυστος πλανήτης*, Αθήνα: Gutenberg.

Ζάνης Π. (2008). *Σημειώσεις για την ρύπανση και για την χημεία της ατμόσφαιρας*, Τμήμα Γεωλογίας, Θεσσαλονίκη: Α.Π.Θ.

Μελάς Δ. (2007). *Φυσική Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος*, Θεσσαλονίκη: Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ.

Ξηράκης Ε.Ν. (2010). *Συστήματα ψύξης με ηλιακή ενέργεια*, Διπλωματική εργασία, Αθήνα: Ε.Μ.Π., Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών.

Ρεμουντάκη Εμ. (2010). *Αέρας και ατμοσφαιρική ρύπανση*, Αθήνα: WWF Ελλάς.

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) (2012), *Annual Inventory Submission under the Convention and the Kyoto Protocol for Greenhouse and Other Gases for the years 1990-2010*, EMISSIONS INVENTORY

Χατζηδάκης Δ. (2009). *Ατμοσφαιρική ρύπανση από βιομηχανικές δραστηριότητες- τεχνολογίες αντιρρύπανσης*, 1^ο Ελληνοκινεζικό φόρουμ για το περιβάλλον, ΤΕΕ, 3-4/12/2009, Αθήνα.

Γναρδέλλης, Χ., (2003). *Εφαρμοσμένη Στατιστική*, εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα.

Δαφέρμος, Β., (2011). *Κοινωνική στατιστική και μεθοδολογία έρευνας με το SPSS*, Εκδόσεις Ζήτη, Αθήνα.