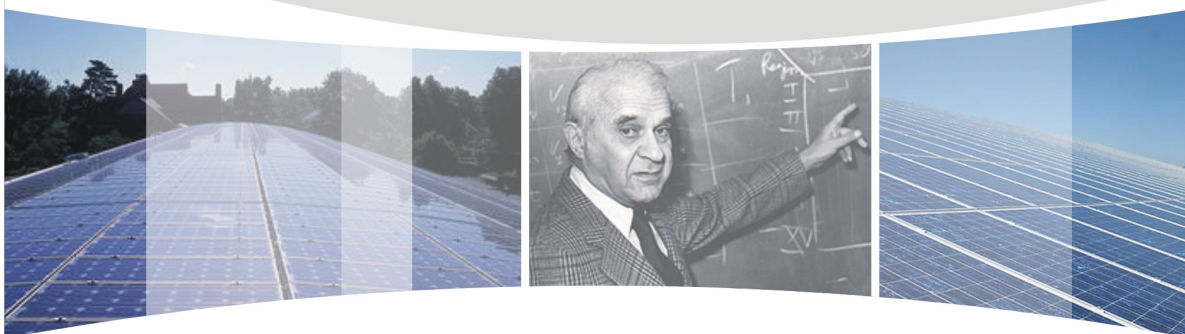




ΠΑΝΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ : ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
Π.Μ.Σ. : «Οικονομικής Επιστήμης»



*ΘΕΜΑ : “Οι Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των φωτοβολταϊκών
στην βάση του πίνακα NAMEA για την ελληνική Οικονομία του 2005”*

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αναστασία Κ. Μπασινά

Επιβλέπων: Χαράλαμπος Οικονομίδης
Επίκουρος Καθηγητής Παντείου Πανεπιστημίου.

Αθήνα, Ιούνιος 2009

Πρόλογος-Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο “Οι Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των Φωτοβολταϊκών στη βάση του πίνακα NAMEA για την Ελληνική Οικονομία του 2005” εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Οικονομικής Επιστήμης» του Πάντειου Πανεπιστημίου Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών.

Η εργασία αυτή είναι το αποτέλεσμα συλλογικής δουλειάς, για το λόγο θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που με βοήθησαν για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Ευχαριστώ πολύ τον επίκουρο καθηγητή Χαράλαμπο Οικονομίδη, που ήταν ο επιβλέπων καθηγητής αυτής της εργασίας, για τη πολυτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του καθόλη τη διάρκεια της εργασίας τόσο κατά την συλλογή στοιχείων όσο και για την συγγραφή της εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου Θεόδωρο Μαριόλη και Νικόλαο Καραβίτη που ανήκουν στην τριμελή επιτροπή της μεταπτυχιακής μου εργασίας για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέδωσαν στα πλαίσια του μεταπτυχιακού μου προγράμματος σπουδών αλλά και για την συμπαράστασή τους.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Αθανάσιο Σφαιτσό από το ερευνητικό ίδρυμα ΕΚΕΦΕ «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ» για την συμβολή τόσο στην συλλογή όσο και στην επεξεργασία δεδομένων στα πλαίσια αυτής της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ πολύ όλους τους φίλους και συναδέλφους μου για την ηθική και ψυχολογική τους βοήθειά καθώς και την οικογένειά μου, που με στηριξε όλο αυτόν τον καιρό αλλά και στην μνήμη του πατέρα μου για την απόλυτη πίστη του σε μένα.

Πρόλογος

Στις μέρες μας που προκαλούνται από την χρήση ορυκτών καυσίμων, έχει προβληματίσει ιδιαίτερα την παγκόσμια κοινότητα σε ότι αφορά τις κλιματολογικές αλλαγές στον πλανήτη. Οι επιπτώσεις αυτές καθιστούν την ανάγκη της ανάπτυξης τόσο σε ερευνητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο και στην εφαρμογή νέων ανανεώσιμων και περισσότερο φιλικών προς το περιβάλλον, συστημάτων παραγωγής ενέργειας.

Στην εργασία που ακολουθεί, γίνεται λόγος για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της καύσης του λιγνίτη στην ηλεκτροπαραγωγή και για την υποκατάσταση του απο φωτοβολταϊκά.

Αναλυτικότερα στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται βασικές έννοιες που θα συναντήσουμε καθ' όλη την διάρκεια αυτής της εργασίας, Αναφερόμαστε στο Πρωτόκολλο του Κιότο και στην κλιματολογική αλλαγή που επέρχεται από την παρατεταμένη ρύπανση. Ακόμα, επισημαίνονται τα είδη των ρύπων που προκαλούν την κλιματολογική αλλαγή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τέλος, Θα αναφερθούμε στην κατάσταση που επικρατεί στον ελλαδικό χώρο και τι προβλέπεται απο το πρωτόκολλο του Κιότο σε Ελλάδα και Ε.Ε.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται επεξήγηση των όρων συμβατικών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που υπαναλύονται σε επιμέρους κατηγορίες. Επίσης περιγράφονται τα χαρακτηριστικά της κάθε μίας πηγής ενέργειας και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του προκαλούνται από την χρήση τους.

Το τρίτο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο εξ' ολοκλήρου στην ανάλυση της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών. Αναφερόμαστε με λεπτομέρεια στα είδη και τις κατηγορίες, στην απόδοση και το νομικό πλαίσιο που προβλέπει την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελεί το θεωρητικό πλαίσιο στο οποίο στηριχτήκαμε για την διεξαγωγή αποτελεσμάτων και βασικών συμπερασμάτων αυτής της εργασίας. Αυτό δεν είναι άλλο από το κεφάλαιο που αναφέρεται αναλυτικά στους Πίνακες Εισροών – Εκροών και τους πίνακες NAMEA.

Ακολουθεί το πειραματικό μέρος της εργασίας το οποίο και αναλύεται στο κεφάλαιο 5. Στόχος της εργασίας αποτέλεσε ο υπολογισμός της ποσότητας του λιγνίτη που θα πρέπει

να αντικαστήσουμε από φωτοβολταϊκά έτσι ώστε η Ελλάδα να υλοποιήσει τους στόχους που της έχουν τεθεί από το Πρωτόκολλο του Κιότο.

Τέλος, στο κεφάλαιο 6, αναγράφονται τα γενικά συμπεράσματα που εξήχθησαν από όλη την εργασία.

Εισαγωγή

Σήμερα, οι ανησυχίες για τις περιβαλλοντικές επιδράσεις που συνδέονται με τη χρήση ορυκτού καυσίμου, ιδιαίτερα για την κλιματολογική αλλαγή, έχουν προσθέσει ανυσησίες και δημιουργήσει την ανάγκη για την ανάπτυξη νέων συστημάτων εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Τα ενεργειακά συστήματα που προέρχονται από την ηλιακή ενέργεια είναι μεταξύ των εναλλακτικών συστημάτων αλλά παρόλο που εφαρμόζονται για πάνω από δύο δεκαετίες σε όλη την διεθνή επικράτεια, βρίσκονται ακόμα υπο ανάπτυξη και εξέλιξη. Υπάρχει τεράστια δυνατότητα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας μιας και αποτελεί ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Η εκμετάλλευση την ηλιακής ενέργειας μπορεί να γίνει με τη βελτίωση της χρησιμοποίησης των υπαρχουσών πηγών και με την ανάπτυξη αποδοτικότερων και πιο προηγμένων τεχνολογιών που θα μετατρέπουν την μέχρι τώρα ηλιακή ακτινοβολία σε εκμεταλέυσιμη ενέργεια π.χ όπως την θερμική ή την ηλεκτρική. Επομένως, η πιο χρήσιμη ενέργεια θα μπορούσε να εξαχθεί από τον ήλιο από αυτή τη στιγμή, φέρνοντας σημαντικά κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη στην παγκόσμια κοινότητα.

Η παρούσα διατριβή προσπαθεί να εισαγάγει τον αναγνώστη και να τον ευαισθητοποιήσει κυρίως αναφερόμενοι στις περιβαλλοντικές επιδράσεις (εκπομπές ρύπων) που προκαλούνται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας και πιο συγκεκριμένα την καύση του λιγνίτη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Εστιάζει στη ηλιακή ενέργεια και ειδικότερα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών και κοιτάζει μέσω των τεχνολογιών αυτών που χρησιμοποιούνται για την μετατροπή της σε χρήσιμη για το κοινωνικό σύνολο ενέργεια. Στην συνέχεια, αναφερόμαστε στα μέτρα αντιμετώπισης και περιορισμού της αύξησης των εκπομπόμενων ρύπων του φαινομένου του θερμοκηπίου που εδώ και αρκετό καιρό απασχολεί όλους μας.

Αυτή η θεωρητική προσέγγιση ακολουθείται από τον δημοσιευμένο Περιβαλλοντικό πίνακα (NAMEA 2005), με βάση του οποίου γίνεται προσπάθεια να μειώσουμε αισθητά τους ρύπους που καταγράφονται και εκπέμπονται ανά κλάδο. Από την ανάπτυξη και τη δοκιμή του μοντέλου εισροών εκροών, και με την χρήση των προβλέψεων που γίνονται από την ΔΕΗ (επιχειρησιακό πρόγραμμα της ΔΕΗ 2008 - 2015) για την συμμόρφωση

της χώρας μας στις προϋποθέσεις του πρωτοκόλλου του Κιοτο, κάνουμε τις κατάλληλες υποθέσεις και προβλέψεις με σκοπό την μείωση των ρύπων κυρίως όμως του διοξειδίου του άνθρακα .

Αυτό πρόκειται να αποτελέσει το έναυσμα για τους αρμόδιους για το σχεδιασμό και τους υπεύθυνους για την ανάπτυξη νέων μεθόδων των περιβαλλοντικών επιδράσεων του προγράμματος στην εθνική οικονομία.

Αυτή η διατριβή θα καταλήξει στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν σημαντικά πλεονεκτήματα όχι μόνο σε περιβαλλοντικό επίπεδο το οποίο και αναφέρεται στην παρούσα εργασία αλλά και σε οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο αφού η χώρα μας έχει πολλά προνόμια για την ανάπτυξη τέτοιου είδους τεχνολογίας μιας και λούζεται από ήλιο τους περισσότερους μήνες του χρόνου.

Εκτός από τα πλεονεκτήματα των συστημάτων αυτών στο περιβάλλον και κατ' επέκταση σε ολόκληρη την ανθρωπότητα, υπάρχουν πολλά θετικά στοιχεία που μπορούν να προσφέρουν στην ελλειμματική Ελληνική οικονομία, πόρους για την βελτίωση του βιοτικού της επιπέδου. Η ανάπτυξη και η εμπορευματοποίηση των τεχνολογιών μετατροπής ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική καθώς επίσης και η απορρόφηση κονδυλίων από την Ε.Ε και επιχορηγήσεων που αφορούν κυρίως στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών και των ενεργειακών προγραμμάτων.

Στην περίπτωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της διάβρωσης του, το οποίο και αποτελεί φλέγων ζήτημα, η διαφορά μεταξύ των περιβαλλοντικών επιδράσεων από την χρήση της ηλιακής ενέργειας και την καύση των ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι σαφώς πολύ μεγαλύτερη από την διαφορά στις τιμές τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Παραγωγή Ενέργειας & Περιβαλλοντικό Ζήτημα

1.1 Εισαγωγή	σελ.	1
1.2. Φαινόμενο του Θερμοκηπίου - Κλιματική αλλαγή	σελ.	2
1.3. Περιβαλλοντικό ζήτημα - Εκπομπές αερίων	σελ	7
1.4. Επιπτώσεις από τη χρήση ορυκτών καυσίμων	σελ	10
1.5. Ατμοσφαιρική Ρύπανση & Ρύποι	σελ	12
1.5.1 Ατμοσφαιρική ρύπανση	σελ	12
1.5.2 Εκπεμπόμενοι Ρύποι από παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	σελ	12
1.5.2.1. Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂)	σελ	14
1.5.2.2. Εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO ₂)	σελ	16
1.5.2.3. Εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO _x)	σελ	18
1.5.2.4. Εκπομπές όζοντος (O ₃)	σελ	20
1.5.2.5. Εκπομπές μεθανίου (CH ₄)	σελ	20
1.5.3. Μέσος χρόνος παραμονής αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα	σελ	21
1.6. Μέτρα αντιμετώπισης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης	σελ	23
1.7. Πρωτόκολλο του Κιότο	σελ	25
1.7.1. Η συμβολή της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις κλιματικές αλλαγές	σελ	27
1.7.2. Η συμβολή της Ελλάδας στις κλιματικές αλλαγές	σελ	28
1.8. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη: Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στον Ελλαδικό χώρο	σελ	30
1.9. Συμπεράσματα	σελ	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Συμβατικές & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

2.1 Εισαγωγή	σελ	36
2.2. Συμβατικές πηγές ενέργειας	σελ	36
2.2.1. Άνθρακας	σελ	37
2.2.2. Πετρέλαιο	σελ	39
2.2.3. Φυσικό αέριο	σελ	40
2.3. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (RES)	σελ	42
2.3.1. Ηλιακή ενέργεια	σελ	42
2.3.2. Αιολική ενέργεια	σελ	44
2.3.3. Υδροηλεκτρική ενέργεια	σελ	45
2.3.4. Θερμική ενέργεια	σελ	47
2.3.5. Γεωθερμική ενέργεια	σελ	48
2.4. Πλεονεκτήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έναντι συμβατικών	σελ	49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Φωτοβολταϊκά Συστήματα

3.1. Εισαγωγή	σελ	51
3.2. Είδη φωτοβολταϊκών συστημάτων	σελ	52
3.3. Νομικό πλαίσιο φωτοβολταϊκών (Φ/Β) συστημάτων στην Ελλάδα	σελ	57
3.3.1. Τι προβλέπεται για την εγκατάστασή των Φ/Β συστημάτων	σελ	58
3.3.2. Κόστος εγκατάστασης – εφαρμογής Φ/Β συστημάτων	σελ	59
3.3.3. Απόδοση Φ/Β συστημάτων	σελ	61
3.3.4. Μέσος όρος ζωής Φ/Β συστημάτων	σελ	62
3.3.5. Περιβαλλοντικά οφέλη εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων	σελ	63
3.4. Δείκτες – Ορισμός Δεικτών	σελ	66
3.5. Συμπεράσματα	σελ	69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Πίνακες Εισροών-Εκροών & Πίνακας NAMEA

4.1. Ιστορική Αναδρομή	σελ	71
4.2. Υπόδειγμα Ανάλυσης Εισροών – Εκροών (ΙΟΤ)	σελ	72
4.2.1. Γενικό απλουστευμένο σχέδιο ΙΟΤ	σελ	73
4.2.2. Επεξεργασία των εισαγωγών στο υπόδειγμα εισροών – εκροών	σελ	75
4.2.3. Τεχνικοί συντελεστές	σελ	76
4.2.4. Σκοποί και στόχοι του μοντέλου	σελ	77
4.2.5. Δομή του μοντέλου (Πως κατασκευάζεται;)	σελ	78
4.3. Βασικό Υπόδειγμα Leontief	σελ	80
4.3.1. Υποθέσεις του μοντέλου του Leontief	σελ	81
4.4. Υπόδειγμα Περιβαλλοντικής Ανάλυσης Εισροών – Εκροών	σελ	81
4.4.1. Στοιχεία, μεθοδολογία και σημαντικές υποθέσεις	σελ	83
4.5. Το μοντέλο NAMEA (Ιστορικά)	σελ	83
4.5.1. Πίνακας NAMEA; - (Εννοιολογικό πλαίσιο)	σελ	84
4.5.2. Τι είναι NAMEA; (Προέλευση)	σελ	85
4.5.3. Σκοποί και στόχοι του μοντέλου	σελ	87
4.5.4. Δομή του μοντέλου (Πως κατασκευάζεται;)	σελ	88
4.6. Ελληνικό NAMEA (ΕΜΠ & ΕΣΥΕ)	σελ	89
4.7. Συμπεράσματα	σελ	90

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Αντικατάσταση Λιγνίτη από Φωτοβολταϊκά Συστήματα βάσει Πίνακα NAMEA

5.1. Μεθοδολογία	σελ	92
5.2 Επιχειρησιακό Πρόγραμμα της ΔΕΗ (2007 – 2012)	σελ	94
5.2.1 Αποτελέσματα Ολοκλήρωσης Στρατηγικού Σχεδίου ως προς το Περιβάλλον	σελ	100
5.3. Πρωτόκολλο του Κιότο και στόχοι που πρέπει να επιτευχθούν	σελ	101
5.4. Αποτελέσματα	σελ	104
5.5. Ελληνικός Πίνακας NAMEA 2005	σελ	109
5.6. Συμπεράσματα	σελ	104

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1. Γενικές Συζητήσεις	σελ	133
6.2. Συμπεράσματα	σελ	134

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	σελ	137
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ	138

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Παραγωγή Ενέργειας & Περιβαλλοντικό Ζήτημα

1.1 Εισαγωγή

Η ανθρώπινη δραστηριότητα έχει οδηγήσει στην αύξηση των συγκεντρώσεων ορισμένων αερίων στην ατμόσφαιρα του πλανήτη, γνωστών και ως αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία συνεισφέρουν αφενός, υπό κανονικές συνθήκες, στη διατήρηση της θερμοκρασίας του πλανήτη σε ευεργετικές για τη ζωή τιμές (φαινόμενο θερμοκηπίου) και αφετέρου στο φαινόμενο των κλιματικών αλλαγών στην γη (global warming). Στα πλαίσια της αναχαίτισης του φαινομένου της παγκόσμιας θέρμανσης, τα κράτη του πλανήτη υπέγραψαν μια «χάρτα», το πρωτόκολλο του Κιότο, σύμφωνα με το οποίο πρέπει να περιορίσουν τις εκπομπές των αερίων αυτών. Η Ελλάδα ήταν η πρώτη χώρα παγκοσμίως που υπέστη κυρώσεις για ασυμφωνία με το πρωτόκολλο, ενώ οι Η.Π.Α. το υπέγραψαν συμβολικά, χωρίς να το έχουν επικυρώσει.

Η ανάγκη για την ανάπτυξη της ανανεώσιμης παραγωγής προκύπτει κυρίως από την απαίτηση να μειωθούν οι εκπομπές των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η συνάντηση κορυφής για την προστασία της γης των Ηνωμένων Εθνών, το 1992, καθιέρωσε την ανάγκη να ελεγχθούν τα αέρια του θερμοκηπίου, αναγνωρίζοντας τις ανησυχίες για τα συνεχώς αυξανόμενα επίπεδα της παγκόσμιας θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου και ρύπανσης.

Το πρωτόκολλο του Κιότο, που καταρτίζεται το 1997, στοχεύει να μειώσει τις εκπομπές των αερίων θερμοκηπίων από τις αναπτυγμένες χώρες. Η διαδεδομένη αυτή πολιτική υποστηρίζει και ενθαρρύνει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (RES). Το αποτέλεσμα αυτής της πολιτικής είναι η γρήγορη ανάπτυξη της τεχνολογίας πάνω στην οποία και θα στηριχθούν οι ανανεώσιμες πηγές. Εν συνεχεία και σε απάντηση στο

πρωτόκολλο του Κιότο, τον Αύγουστο του 2001 η Ευρωπαϊκή Ένωση δημοσίευσε την οδηγία 2002/358/CE, η οποία δέσμευσε τα κράτη μέλη να θέσουν τα επίπεδα και τους στόχους για τη μείωση των εκπομπών και την αύξηση του ανεφοδιασμού της ανανεώσιμης ενέργειας.

Η Λευκή Βίβλος προωθεί επίσης τη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, οποίος είναι ο κύριος παράγοντας για την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου - κατά περίπου 60% μέχρι το έτος 2050, με τις προσδοκίες της πραγματικής προόδου μέχρι το 2020.

Σε αυτό το πλαίσιο, η ηλιακή ενέργεια μπορεί να διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο στη συνάντηση του πρωτοκόλλου του Κιότο και των κυβερνητικών υποχρεώσεων. Το διοξείδιο του άνθρακα το οποίο και απελευθερώνεται από την καύση των απολιθωμένων ορυκτών καυσίμων όπως λιθάνθρακας, πετρέλαιο, αλλά κυρίως προέρχεται από την καύση του λιγνίτη για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, μιας και το τελευταίο είναι σε αφθονία στην χώρα μας και η τιμή του αρκετά χαμηλή σε σχέση με τις ανανεώσιμες πηγές για να παράγουν την ενέργεια ως υποκατάστατο των απολιθωμένων καυσίμων, είναι μια από την υπόσχεση και θα πρέπει να βρεθούν και να εφαρμοστούν αποτελεσματικοί τρόποι για την μείωση της συγκέντρωσης του CO₂.

1.2. Φαινόμενο του Θερμοκηπίου - Κλιματική αλλαγή

“Φαινόμενο του Θερμοκηπίου” είναι στην πραγματικότητα η φυσική ατμοσφαιρική διαδικασία χάρη στην οποία διαμορφώνονται οι κατάλληλες συνθήκες που καθιστούν τον πλανήτη μας φιλόξενο για τη ζωή. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τα ατμοσφαιρικά αέρια που το καθορίζουν διατηρούν τη θερμοκρασία του πλανήτη Γη σε ανεκτά επίπεδα για την επιβίωση και την ανάπτυξη του ανθρώπου, καθώς και των υπόλοιπων έμβιων όντων. Σε φυσιολογικές συνθήκες, η μέση θερμοκρασία της Γης κυμαίνεται γύρω στους 15°C περίπου, ενώ χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου θα ήταν κατά 30 και πλέον βαθμούς χαμηλότερη.

Τα αέρια που καθορίζουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου ονομάζονται θερμοκηπικά αέρια ή απλά αέρια του θερμοκηπίου (greenhouse gases). Τα αέρια αυτά σχηματίζουν ένα στρώμα το

οποίο επιτρέπει τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας προς τη Γη και παράλληλα εγκλωβίζει την εκπεμπόμενη από το έδαφος και τα επιφανειακά υλικά θερμότητα, όπως ακριβώς το γυαλί παγιδεύει τη θερμότητα σε ένα θερμοκήπιο. Για το λόγο αυτό αποδόθηκε στην όλη διαδικασία το όνομα «Φαινόμενο του θερμοκηπίου». Τα σημαντικότερα από τα αέρια που σχετίζονται με αυτήν τη διαδικασία είναι οι υδρατμοί (αέριο H_2O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4), το όζον (O_3) που βρίσκεται στην τροπόσφαιρα, το υποξείδιο του αζώτου (N_2O) και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's) καθώς και τα υποκατάστατα αυτών (φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες -HFCs, υπερφθοράνθρακες -PFCs) και το εξαφθοριούχο θείο (SF_6).

Από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης και μετά, οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανίες, αυτοκίνητα κ.ά.) αυξάνουν συνεχώς τις συγκεντρώσεις των θερμοκηπικών αερίων των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας. Οι περισσότερες επιστημονικές μελέτες των τελευταίων ετών δείχνουν ότι οι μεταβολές στις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου προκαλούν διαταραχές στο ενεργειακό ισοζύγιο, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία να αυξάνεται και άρα να επέρχονται κλιματικές αλλαγές. Από τη δεκαετία του 1970, ο όρος «φαινόμενο του θερμοκηπίου»¹ αναφέρεται στην κλιματική αλλαγή που σχετίζεται με την αύξηση της θερμοκρασίας της γης, η οποία προκαλείται από την αύξηση στην τροπόσφαιρα των συγκεντρώσεων αερίων διοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου, οξειδίων του αζώτου (NO_x : NO , N_2O), χλωροφθορανθράκων και των υποκαταστατών τους και εξαφθοριούχου θείου. Οι υδρατμοί, αν και απορροφούν το 65% της υπέρυθρης ακτινοβολίας, δεν φαίνεται να έχουν επηρεαστεί άμεσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Αντίθετα, οι συγκεντρώσεις των υπόλοιπων αερίων έχουν μεταβληθεί σημαντικά. Σημαντικότερη όλων είναι η μεταβολή του διοξειδίου του άνθρακα CO_2 , καθώς αποτελεί αέριο που διαφεύγει στην ατμόσφαιρα με την καύση του πετρελαίου, του κάρβουνου και άλλων ορυκτών καυσίμων. Μάλιστα το διοξείδιο του άνθρακα αντιστοιχεί στο 80% των εκπομπών όλων των αερίων του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα να θεωρείται ότι συμβάλλει τα μέγιστα στην κλιματική αλλαγή,.

¹ IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change, «*Climate Change 2007 Synthesis Report*», Valencia, 2007



Εικόνα 1. Μηχανισμός φαινομένου του θερμοκηπίου²

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες όχι μόνο εκπέμπουν υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ στην ατμόσφαιρα, αλλά βλάπτουν και την ικανότητα της γης να απορροφά το CO₂ και να το ενσωματώνει στους φυσικούς κύκλους ροής ενέργειας και ύλης, με την καταστροφή των δασών και του φυτοπλαγκτού των ωκεανών. Το πλαγκτόν αποτελεί τον κύριο «απορροφητή» CO₂ του πλανήτη, καθώς πρόκειται για φυτικού οργανισμούς που χρησιμοποιούν το CO₂ κατά τη φωτοσύνθεση. Οι συγκεντρώσεις σε διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο έχουν αυξηθεί από το 1750 κατά 31% και 149% αντίστοιχα, ενώ βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα των τελευταίων 650.000 ετών. Εκτιμάται ότι τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, οφείλεται σε χρήση ορυκτών καυσίμων, ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποδάσωσης. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες συνεισφέρουν με 450 εκατομμύρια τόνους μεθανίου κάθε χρόνο, ενώ μεθάνιο παράγεται και από τα ζώα.

Σύμφωνα με επιστημονικές έρευνες της IPCC^{3,4}, η θερμοκρασία της Γης ενδέχεται να αυξηθεί κατά 1.4 - 5.8 °C εντός της χρονικής περιόδου 1990 και 2100, λόγω της έξαρσης του

² URL: <http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign>

³ Pearce, D.W., W.R. Cline, A.N. Achanta, S. Fankhauser, R.K. Pachauri, R.S.J. Tol and P. Vellinga, «The Social Costs of Climate Change: Greenhouse Damage and the Benefits of Control», Chapter 6 in *Climate Change, IPCC.*, (1995);, edited by, Cambridge University Press, Cambridge.

φαινομένου. Πολύπλοκα μαθηματικά μοντέλα, γνωστά ως GCM (General Circulation Models), τα οποία επεξεργάζονται όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες για να προβλεφθούν οι μελλοντικές κλιματικές αλλαγές, δείχνουν ότι η μέση θερμοκρασία της Γης θα αυξάνεται κατά μέσο όρο περίπου 0,3°C ανά δεκαετία για τα επόμενα 100 χρόνια. Αν συμβεί όμως μια τέτοια αύξηση, που φαινομενικά είναι μικρή, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές κλιματικές αλλαγές με απρόβλεπτες συνέπειες.

Σύμφωνα με τις προβλέψεις, η κλιματική αλλαγή μπορεί να προκαλέσει άνοδο του επιπέδου της στάθμης της θάλασσας. Αναμένεται άνοδος της επιφάνειας των νερών, που θα οφείλεται στη θερμική διαστολή των ωκεανών και στο λιώσιμο των πάγων των οροσειρών και σε μικρότερο ποσοστό σε λιώσιμο των πάγων της Γροιλανδίας. Παράλληλα η κατανομή και η συχνότητα των βροχοπτώσεων θα μεταβληθούν. Θα αυξηθούν οι πλημμύρες, οι καταιγίδες και γενικά οι ακραίες καιρικές συνθήκες θα είναι συχνότερες και εντονότερες. Αν και το φαινόμενο της παγκόσμιας θέρμανσης αναμένεται να αυξήσει την ένταση και την συχνότητα τέτοιων μεταβολών, θεωρείται δύσκολο να συνδεθεί κάθε μεμονωμένο γεγονός ως άμεσο αποτέλεσμα της.

Για να είμαστε όμως ακριβείς, σχετικά με τις κλιματικές μεταβολές που αναμένονται μελλοντικά, επικρατεί ένα σημαντικό ποσοστό αβεβαιότητας σε επίπεδο επιστημονικών προβλέψεων, ενώ το θέμα αποτελεί επιπλέον ένα αμφιλεγόμενο πολιτικό ζήτημα, που σχετίζεται με την ανάγκη λήψης πολιτικών μέτρων αντιμετώπισης του προβλήματος της παγκόσμιας θέρμανσης, εκ μέρους των κυβερνήσεων. Η επίσημη επιστημονική θέση πάνω στις κλιματικές μεταβολές⁵, όπως αυτή εκφράζεται από την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) του ΟΗΕ, είναι πως η μέση θερμοκρασία του πλανήτη έχει αυξηθεί 0.6 ± 0.2 °C από τα τέλη του 19ου αιώνα και πως η αύξηση αυτή οφείλεται σημαντικά στην ανθρώπινη δραστηριότητα των τελευταίων 50 ετών. Μία μειοψηφία επιστημόνων, διαφοροποιείται σε σχέση με την άποψη αυτή, αμφισβητώντας την

⁴ J.P. Bruce, H. Lee and E.F. Haites, « Economic and Cross-Cutting Issues » *The IPCC Second Assessment*, Cambridge University Press, IPCC., (1995)

⁵ IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change- www.ipcc.ch/ - *Climate Change 2007 Synthesis Report*, Valencia, 2007, IPCC

καταλυτική επίδραση που ενδέχεται να έχει η ανθρώπινη δραστηριότητα σε σχέση με την παγκόσμια θέρμανση.

Οι βιομηχανοποιημένες χώρες είναι κυρίως υπεύθυνες για την αύξηση των εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα και εκείνες από τις οποίες ξεκίνησαν οι προσπάθειες μείωσης των εκπομπών, επειδή:

1. εκλύουν την τρέχουσα περίοδο και από ιστορικής άποψης τις υψηλότερες εκπομπές CO₂.
2. Οι κατά κεφαλήν εκπομπές τους είναι πολλαπλάσια υψηλότερες σε σχέση με εκείνες των αναπτυσσόμενων χωρών.
3. Έχουν την οικονομική δυνατότητα να επενδύσουν άμεσα σε τεχνολογίες εξοικονόμησης και "καθαρές" ενέργειας στις βιομηχανίες τους.

Οι πολέμιοι του Πρωτοκόλλου του Κιότο –στο οποίο θα γίνει αναφορά στη συνέχεια– παραπονιούνται ότι δεν υπάρχουν δεσμεύσεις ελάττωσης ή περιορισμού των εκπομπών για τις αναπτυσσόμενες χώρες. Ωστόσο, η αποδοχή πως πρώτα οι βιομηχανοποιημένες χώρες θα πρέπει να λάβουν μέτρα⁶, είχε καθοριστεί πριν από το Πρωτόκολλο του Κιότο.

⁶United Framework Convention on Climate Change, United Nations (UNFCCC), «Οι ανεπτυγμένες χώρες θα πρέπει να πρωτοστατήσουν στην καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος», άρθρο 3.1 της Συνθήκης Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή

1.3. Περιβαλλοντικό ζήτημα – Εκπομπές αερίων

Την δεκαετία του 1970 έγινε σαφές ότι οι κύριοι παράγοντες που επιδρούν αρνητικά, προκαλούνται από την καύση των απολιθωμένων ορυκτών καυσίμων προκαλώντας εν συνεχεία τις ραδιενεργές τέφρες NO_x και SO_2 στο περιβάλλον. Αυτές οι όξινες ραδιενεργές τέφρες προκαλούν ποικίλες επιδράσεις στο περιβάλλον όπως η απώλεια ψαριών στην θάλασσα, ζημιά στην δασονομία και διάβρωσης στα κτήρια. Οι εκπομπές αυτές μεταφέρονται χιλιάδες χιλιόμετρα μέσω του αέρα και μπορούν να προκαλέσουν και περαιτέρω ζημιά στην υγεία και στο περιβάλλον.

Κατά τη διάρκεια της καύσης των ορυκτών καυσίμων, απελευθερώνονται τα βασικά αέρια καύσης. Αυτές οι αέριες ενώσεις του οξυγόνου με το θείο, το άζωτο, τον άνθρακα κ.λπ. βρίσκονται σε διαφορετική αναλογία στα καυσάεiria, ανάλογα με την αρχική σύσταση των καυσίμων υλών. Η καύση με του λιγνίτη παράγει τα περισσότερα αέρια θερμοκηπίου έναντι άλλων ορυκτών καυσίμων και φυσικών αερίων. Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) είναι λιγότερες όταν προέρχονται από την καύση του πετρελαίου και του άνθρακα. Επίσης, το μίγμα και το επίπεδο των παραγόμενων ρύπων εξαρτώνται από την τεχνολογία καύσης που χρησιμοποιείται.

Η εκτίμηση των εκπομπών για μερικές διαδικασίες καύσης μπορεί να είναι αρκετά ρεαλιστική. Όσον αφορά το CO_2 , NO_x , SO_2 , τις θερμικές εκπομπές και τα στερεά απόβλητα μπορούμε να έχουμε σχετικά καλές εκτιμήσεις .

Μπορούμε να προσδιορίσουμε το ποσό ενός συγκεκριμένου ρύπου με την εξίσωση 1⁷:

⁷ Picard, D.J., Stribny, M., Harrison, M.R.: «*Handbook for estimating combustion emissions from the operation and construction of Canadian natural gas systems*», Guelph, 1999, GRI Canada

$$E_{ii} = 10^{-6} \cdot e_{Fi} \cdot EF \cdot \left(1 - \frac{EC_i}{100}\right) \quad (1)$$

Όπου, κατ' εκτίμηση:

- e_{Fi}** κατανάλωση καυσίμων (GJ/y για το αέριο ή L/y για το υγρό (καύσιμο) από τη συσκευή i καύσης,
- E_{ii}** Οι εκπομπές του μολυσματικού i διαμορφώνουν τη διευκρινισμένη πηγή (t/y)
- EF** Παράγοντας για τις εκπομπές του ρύπου i από το διευκρινισμένο τύπο πηγής (GJ/y για το αέριο ή L/y για τα υγρά καύσιμα),
- EC_i** Αποδοτικότητα του εξοπλισμού ελέγχου για την αντίδραση των εκπομπών ρύπος i, ποσοστό επί τοις εκατό (%)

Επιβλαβείς επιδράσεις είναι ορατές από την έναρξη της ηλεκτρικής παραγωγής ήδη από την αρχή της ενεργειακής αλυσίδας παραγωγής. Η χρησιμοποίηση των φυσικών πόρων είναι ήδη περιβαλλοντική επίδραση, όπως επίσης, η διαμόρφωση του φυσικού του τοπίου για την εγκατάσταση των μονάδων παραγωγής και των ηλεκτροφόρων καλωδίων. Τα αρνητικά αποτελέσματα στο περιβάλλον προέρχονται επίσης από τον καθαρισμό και την παραγωγή των καυσίμων, τα οποία περιλαμβάνουν επίσης τη διαχείριση αποβλήτων.

Αρνητικές επιδράσεις σε μεγάλη κλίμακα, όπως η μολυσματική συγκέντρωση ρύπων στον αέρα ή το νερό, καθώς και η οξίνιση του εδάφους, μπορούν να μετρηθούν⁸. Από τον παρακάτω πίνακα, μπορεί να δει κανείς ότι οι επιβλαβέστεροι τύποι ενεργειακών παραγωγών είναι ο λιγνίτης και εν συνεχεία τα είδη του γαιάνθρακα, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο και από τις δύο πηγές που θα αναφερθούμε παρακάτω, η καύση του ξύλου και της τύρφης, έχουν επίσης επιβλαβείς παρενέργειες.

⁸ Vuori, R., Lautkaski, R., Lehtilä, A., Suolanen, V., Katsaus, «Review on environmental impacts of different energy production froms», Espoo, 2002, VTT – Research Notes 2127, ISBN: 951-38-5948-7 (in Finnish)

Πίνακας 1. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τους διαφορετικούς ενεργειακούς εφοδιασμούς⁹

Harmful impacts	Fuels for energy production					Nuclear power	Hydro-power	Wind power
	Coal	Oil	Gas	Peat	Wood			
Using of non-renewable sources	X	X	X	X		X		
Landscape				X	X		X	X
Watercourses regulation				X			X	
Watercourses heating	X	X	X	X	X	X		
Noise								X
Radiation						X		
Air quality	X	X	X	X	X			
Acidification	X	X	X	X	X			
Eutrophication	X	X	X	X	X			
Climate change	X	X	X	X	X			

Οι ποσοτικές μετρήσεις ορισμένων περιβαλλοντικών επιπτώσεων εξαρτώνται συχνά από την ανθρώπινη αξιολόγηση. Ειδικά σε περίπτωση υγείας οι ανησυχίες που προέρχονται από τις διαφορετικές ενεργειακές μορφές είναι ιδιαίτερα δύσκολο να υπολογιστούν. Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων έχει γίνει πάνω στην κλιματική αλλαγή του πλανήτη το οποίο και θεωρείται από όλους, ως το κύριο περιβαλλοντολογικό θέμα . Το ποσό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των εκπομπών, επηρεάζεται από πολυάριθμους παράγοντες. Αυτοί οι παράγοντες είναι π.χ. η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία (ηλικία, αποδοτικότητα, τύπος), τα χαρακτηριστικά των καυσίμων, η θέση, η μεταφορά των καυσίμων και ο τύπος του εξοπλισμού, οι κανονισμοί κ.λπ. 1

⁹ Vuori, R., Lautkaski, R., Lehtilä, A., Suolanen, V., Katsaus, «Review on environmental impacts of different energy production froms», Espoo, 2002, VTT – Research Notes 2127, ISBN: 951-38-5948-7 (in Finnish)

1.4. Επιπτώσεις από τη χρήση ορυκτών καυσίμων

Η αλυσίδα ηλεκτρικής παραγωγής αρχίζει με την προμήθεια των καυσίμων. Η εξαγωγή των καυσίμων προκαλεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις¹⁰ λόγω των εκπομπών που προέρχονται από τις μηχανές που το εξάγουν, ενώ παράλληλα η εξαγωγή των καυσίμων μπορεί να είναι και επιβλαβής για το φυσικό τοπίο λόγω αλλαγής του οργανικού υλικού και των μεταλλευμάτων από το χώμα.

Όταν τα στερεά καύσιμα χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις καύσης, εκπέμπουν τις μεγαλύτερες ποσότητες των ρύπων όπως το SO₂, το NO_x και το CO₂. Η διαδικασία καύσης του άνθρακα και άλλων στερεών καυσίμων παράγει τις τέφρες που περιέχουν τα βαριά μέταλλα και τις ραδιενεργές ουσίες. Εκείνοι εξάγονται με τα φίλτρα, αλλά πρέπει να ξεφορτωθούν ως πρόβλημα-απόβλητα.

Κύριοι παράγοντες στερεών καυσίμων που επηρεάζουν τις εκπομπές του φαινομένου του θερμοκηπίου (GHG) είναι:

- Χαρακτηριστικά καυσίμων και η θερμιδική αξία του άνθρακα
- Τύπος ορυχείου και η γεωγραφική του θέση
- Τρόπος εξαγωγής των ορυκτών καυσίμων και ο τρόπος μεταφοράς που χρησιμοποιείται.
- Περιεκτικότητα σε υγρασία και αξία θέρμανσης των χρησιμοποιημένων καυσίμων
- Μίγμα καυσίμων για τις ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας και δύναμης στη παροχή καυσίμων και τις εγκαταστάσεις, κατασκευή και αφοπλισμός
- Τύπος τεχνολογίας π.χ. λειτουργία ηλεκτροπαραγωγής
- Υποτιθέμενη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης

¹⁰ Union of the Electricity Industry – EURELECTRIC, Environmental Statistics of the European Electricity Industries; Trends in Environmental Performance 2003-2004, Brussels, 2006

Λαμβάνοντας υπόψη τις επιδράσεις των τοπίων αιτίας πετρελαίου και φυσικού αερίου, μεγαλύτερα τα ζητήματα είναι οι εκπομπές του μεθανίου κατά τη διάρκεια της προμήθειας και της μεταφοράς των καυσίμων. Πρέπει επίσης να διαπιστωθεί ότι το μεθάνιο είναι πολύ πιο επικίνδυνο αέριο του φαινομένου του θερμοκηπίου (GHG) από το CO₂ σε ορισμένες περιπτώσεις. Επίσης οι επιφάνειες των σωλήνων μεταφοράς συλλέγουν μερικές φυσικές ραδιενεργές ουσίες, το οποίο οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι σωλήνες αυτοί πρέπει να αντιμετωπιστούν ως απόβλητα. Η καύση του πετρελαίου και του φυσικού αερίου παράγει την εκπομπή GHG¹¹ που έχει σαν αποτέλεσμα και τον ευτροφισμό του νερού .

Κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τις εκπομπές GHG :

- Τρόπος εξαγωγής των καυσίμων που έχουν ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση μεθανίου. Σε αυτούς συμπεριλαμβάνεται και η μεταφορά του καυσίμου από τον τόπο εξόρυξης.
- Η μεταφορά του φυσικού αερίου, έχει επίσης σαν αποτέλεσμα τη διαρροή μεθανίου στην ατμόσφαιρα.
- Η αποδοτικότητα της μετατροπής του.
- Ο τύπος της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται σε διάφορες λειτουργίες π.χ. λειτουργία ηλεκτροπαραγωγής.
- Μίγμα καυσίμων για τις ανάγκες της ηλεκτρικής ενέργειας και η δύναμη στη παροχή των καυσίμων και τις εγκαταστάσεις.
- Υποτιθέμενη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης.

Η καύση ορυκτών καυσίμων (π.χ. πετρέλαιο, λιγνίτης, φυσικό αέριο), η συνεχιζόμενη αποψίλωση των δασών, η χρήση λιπασμάτων, η ανεξέλεγκτη διάθεση απορριμμάτων, και οι βιομηχανικές διεργασίες εκλύουν μεγάλες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Η γη ζεσταίνεται σαν να ήταν καλυμμένη με μια ζεστή κουβέρτα που την εμποδίζει να πάρει αέρα.

¹¹ Union of the Electricity Industry – EURELECTRIC, Report Describing the Current Environmental Legislation and Policy Situation in the CIP EPC and EURELECTRIC regions, Brussels, 2003

1.5. Ατμοσφαιρική Ρύπανση & Ρύποι

1.5.1 Ατμοσφαιρική ρύπανση

Ατμοσφαιρική ρύπανση καλείται, η παρουσία στην ατμόσφαιρα κάθε είδους ουσιών, σε συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του. Κάτω από ορισμένες συνθήκες, η ατμοσφαιρική ρύπανση¹² μπορεί να φτάσει σε επίπεδα που μπορεί να δημιουργήσουν ανεπιθύμητες συνθήκες διαβίωσης. Μία τέτοια ανεπιθύμητη συνθήκη είναι η δημιουργία του ατμοσφαιρικού νέφους.

Το ατμοσφαιρικό νέφος παρουσιάζεται με δύο μορφές:

A) Νέφος καπνομίχλης, σχηματίζεται όταν έχουμε υψηλή συγκέντρωση ρύπων, όπως μονοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου και αιωρούμενα σωματίδια, σε συνδυασμό με σχετικά χαμηλή θερμοκρασία και μεγάλη σχετική υγρασία.

B) Φωτοχημικό νέφος, παρουσιάζεται όταν έχουμε υψηλές θερμοκρασίες, μεγάλη ηλιοφάνεια σε ένταση και διάρκεια, μικρή σχετική υγρασία και υψηλή συγκέντρωση οξειδίων του αζώτου, υδρογονανθράκων, και δευτερογενών προϊόντων τους.

Για να αντιμετωπίσουμε αποτελεσματικά το πρόβλημα του νέφους πρέπει να γνωρίζουμε, πως δημιουργείται, από τι αποτελείται, τι επιδράσεις δημιουργεί στο περιβάλλον, και τι μπορούν να κάνουν πολιτεία και κοινωνία για την καταπολέμησή του.

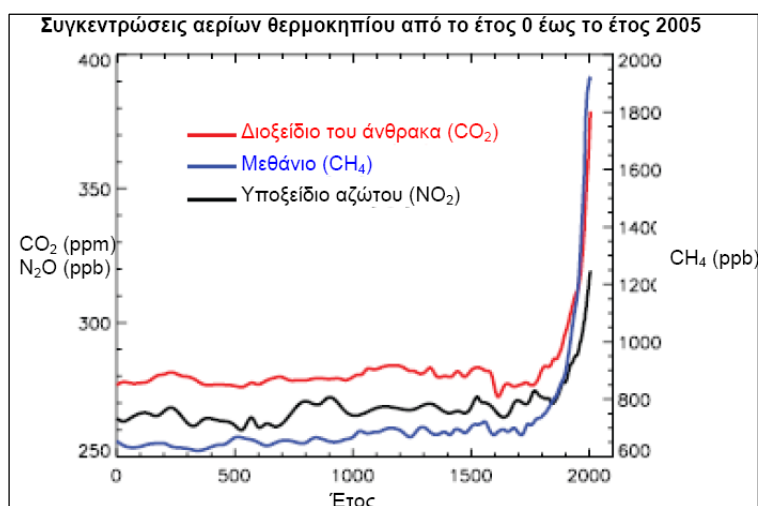
1.5.2 Εκπεμπόμενοι Ρύποι από παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες προκαλούν εκπομπές μεγάλων ποσοτήτων αερίων θερμοκηπίου. Τα τέσσερα κυριότερα από αυτά είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4), το υποξείδιο του αζώτου (N_2O) και οι αλογονωμένοι υδρογονάνθρακες (μια κατηγορία συνθετικών οργανικών αερίων ενώσεων οι οποίες περιέχουν φθόριο, χλώριο ή/και βρώμιο. Τα αέρια αυτά συσσωρεύονται στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ατμοσφαιρική τους

¹²John Wiley and Sons. : «Atmospheric Motion and Air Pollution», Dobbins R.A., 1979

συγκέντρωση. Κατά τη βιομηχανική εποχή, έχουν παρατηρηθεί σημαντικές αλλαγές στις συγκεντρώσεις όλων αυτών των αερίων¹³, οι οποίες αποδίδονται στις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Ο ΟΟΣΑ¹ αναφέρει χαρακτηριστικά ότι «η καύση του λιθάνθρακα εκπέμπει αιωρούμενα σωματίδια, οξείδια αζώτου και θείου, υδράργυρο και άλλα μέταλλα, περιλαμβανομένων και μερικών ραδιενεργών στοιχείων, σε πολύ μεγαλύτερες ποσότητες απ' ότι το πετρέλαιο ή το φυσικό αέριο, προκαλώντας έτσι τοπικά και περιφερειακά προβλήματα μόλυνσης»



Εικόνα 2. Διάγραμμα εκπομπών αερίων θερμοκηπίου μέχρι το έτος 2005.

Ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις των κυριότερων αερίων θερμοκηπίου κατά τα τελευταία 2000 χρόνια. Οι αυξήσεις από το 1750 αποδίδονται σε ανθρώπινες δραστηριότητες κατά τη βιομηχανική εποχή. Οι συγκεντρώσεις είναι σε μέρη στο εκατομμύριο (ppm) ή μέρη στο δισεκατομμύριο (ppb). Στη βιομηχανία, η ένταση των των εκπομπών είναι κατά πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με τις περιβαλλοντικές προδιαγραφές, λόγω της κακής ποιότητας του καυσίμου, της παλαιότητας του τεχνολογικού εξοπλισμού, των διαφόρων βλαβών των μέσων παραγωγής κτλ.

¹³ Godish Thad : «Air Quality». Second Edition. Lewis Publishers INC., Chelsea, Michigan, U.S.A. , 1991

1.5.2.1. Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)

Το διοξείδιο του άνθρακα από μονάδες ηλεκτροπαραγωγής αποτελεί πλέον έναν από τους ρύπους που συντελεί τα μέγιστα στην αλλαγή του κλίματος και την υπερθέρμανση του πλανήτη¹⁴. Αποτελεί προϊόν όλων των καύσεων ορυκτών καυσίμων (κάρβουνου, πετρελαίου, βενζίνης, φυσικού αερίου), αλλά και του ξύλου, πλαστικών κ.ά. οργανικών ενώσεων, καθώς και της αναπνοής όλων των ζωντανών όντων.

Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό του είναι η χημική του αδράνεια και σταθερότητα ως ένωση, αντιδρά δηλαδή και διασπάται δύσκολα στα συστατικά του. Αυτό, σε συνδυασμό με τη χημική του σταθερότητα, καθιστά το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα της Γης τον κυριότερο παράγοντα που προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το διοξείδιο του άνθρακα έχει αυξηθεί λόγω της χρήσης ορυκτών καυσίμων στις μεταφορές, τον κλιματισμό των κτηρίων και την βιομηχανική παρασκευή τσιμέντου και άλλων αγαθών. Η καταστροφή των δασών ελαττώνει την απομάκρυνση του CO₂ από την ατμόσφαιρα μέσω της φωτοσύνθεσης.

Εκτός, όμως, του CO₂, η καύση λιθάνθρακα δημιουργεί και άλλα προβλήματα με αέριους ρύπους και στερεά απόβλητα.

Οι εκπομπές του CO₂ από τη δημόσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας¹⁵ και θερμότητας στα ΕΕ-27 μειώθηκαν κατά 7% μεταξύ 1990 και 2005. Εντούτοις, εάν η δομή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας είχε παραμείνει αμετάβλητη από το 1990 (δηλ. εάν οι μετοχές των καυσίμων εισαγωγής που χρησιμοποιήθηκαν για να παραγάγουν την ηλεκτρική ενέργεια και τη θερμότητα είχαν παραμείνει σταθερές και η αποδοτικότητα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας έμεινε επίσης η ίδια), κατόπιν από 2005 εκπομπές του

¹⁴ Seinfeld J.H., John Wiley & Sons and Pandis S.N.,: «Atmospheric Chemistry and Physics from Air Pollution to Climate Change», 1998

¹⁵ Fox L. Donald, Boubel W. Richard, Turner D. Bruce and Stern C. Arthur: «*Fundamentals of Air Pollution*». Third Edition. Academic Press, , 1992.

CO₂¹⁶ θα είχε αυξηθεί κατά 27% επάνω από τα επίπεδα του 1990 τους, σύμφωνα με το πρόσθετο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας παραχθεισών.

Η σχέση μεταξύ της αύξησης στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και της πραγματικής μείωσης των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 1990-2005 μπορεί να εξηγηθεί από τους ακόλουθους παράγοντες:

Μια βελτίωση στη θερμική αποδοτικότητα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας (δείτε EN19) (π.χ. από την περάτωση των παλαιών, ανεπαρκών εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας και την εισαγωγή των νέων εγκαταστάσεων που εδρεύουν στις αποδοτικότερες τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής). Κατά τη διάρκεια του 1990-2005, υπήρξε μια μείωση 12% στην εισαγωγή των ορυκτών καυσίμων ανά μονάδα της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τα απολιθωμένα καύσιμα.

- Αλλαγές στο μίγμα ορυκτού καυσίμου που χρησιμοποιείται στην ηλεκτρική ενέργεια προϊόντων (π.χ. η μετατροπή καυσίμων από τον άνθρακα και το λιγνίτη στο φυσικό αέριο κλ.π), με ένα μεγάλο μέρος της σύνδεσης του αυτού με την αυξανόμενη χρήση της οικονομικά ελκυστικής τεχνολογίας ηλεκτροπαραγωγής στροβίλων αερίου και την περάτωση διάφορων εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας με κάρβουνο. Εντούτοις, μια άνοδος στην τιμή του αερίου σχετικά με τον άνθρακα τα τελευταία χρόνια έχει οδηγήσει στην αυξανόμενη χρησιμοποίηση των υπαρχουσών εγκαταστάσεων άνθρακα, και είναι η αρχική αιτία μιας ανόδου στις εκπομπές από τη δημόσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από περίπου το 1999 και μετά (αύξηση 6% από το 1999 ως το 2005). Υπήρξε μια μείωση 16% των εκπομπών του CO₂ ανά μονάδα ορυκτού καυσίμου που εισήχθη κατά τη διάρκεια του 1990-2005.

- Το υψηλότερο μερίδιο περίπου 2% πυρηνικού και της ανανεώσιμης ενέργειας (συμπεριλαμβανομένης της ηλιακής ακτινοβολίας) το 2005 σύγκρινε με το 1990. Κατά τη διάρκεια του 1990-2005, το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας από τα απολιθωμένα καύσιμα στη συνολική ηλεκτρική παραγωγή μειώθηκε κατά 2%. Αυτή η επίδραση έχει γίνει εντονότερη τα

¹⁶ Ε.Κακαράς, «Εκπομπές CO₂ και απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας», ΕΜΠ.

τελευταία χρόνια με μια μείωση στην υδρενέργεια λόγω των χαμηλών βροχοπτώσεων, αν και το 2005 είδε μια επιστροφή σε περισσότερα μέσα επίπεδα παραγωγής υδρενέργειας.

Αυτοί οι παράγοντες αλληλεπιδρούν ο ένας με τον άλλον με έναν πολλαπλασιαστικό τρόπο:

Πραγματική μείωση εκπομπών του CO₂ = 1.27 (αύξηση στην ηλεκτρική παραγωγή) X 0.88 (βελτίωση αποδοτικότητας) X 0.84 (μετατροπή ορυκτού καυσίμου) X 0.98 (αύξηση στο πυρηνικό και ανανεώσιμο μερίδιο) 3 = 0.93.

Η συνδυασμένη επίδραση ήταν μια μείωση 7% στις εκπομπές του CO₂ το 2005 έναντι του επιπέδου του 1990.

Η σύνδεση των αλλαγών στις εκπομπές του CO₂ στις συγκεκριμένες πολιτικές που έχουν στοχεύσει στη δημόσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας είναι δύσκολη. Επιπλέον, διάφορα πολιτικά μέτρα όπως η οδηγία για την ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια (2001/77/EC), οι εκπομπές της ΕΕ που ανταλλάσσουν το σχέδιο (2003/87/EC), την οδηγία 2004/8/EC της συνδυασμένων θερμότητας και της δύναμης (CHP) και τη μεγάλη οδηγία εγκαταστάσεων καύσης (2001/80/EC) μπορεί να είχαν μια περιορισμένη επίδραση στη χρονική σειρά που καλύπτεται (1990-2005).

1.5.2.2. Εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO₂)

Το διοξείδιο του θείου αποτελεί το κυριότερο προϊόν της καύσεως ουσιών που περιέχουν θείο. Απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από διάφορες βιομηχανίες και την καύση ορυκτών καυσίμων. Επειδή οι γαιάνθρακες (κάρβουνο) και το πετρέλαιο περιέχουν ενώσεις του θείου, αναπόφευκτα η καύση τους εκλύει διοξείδιο του θείου.

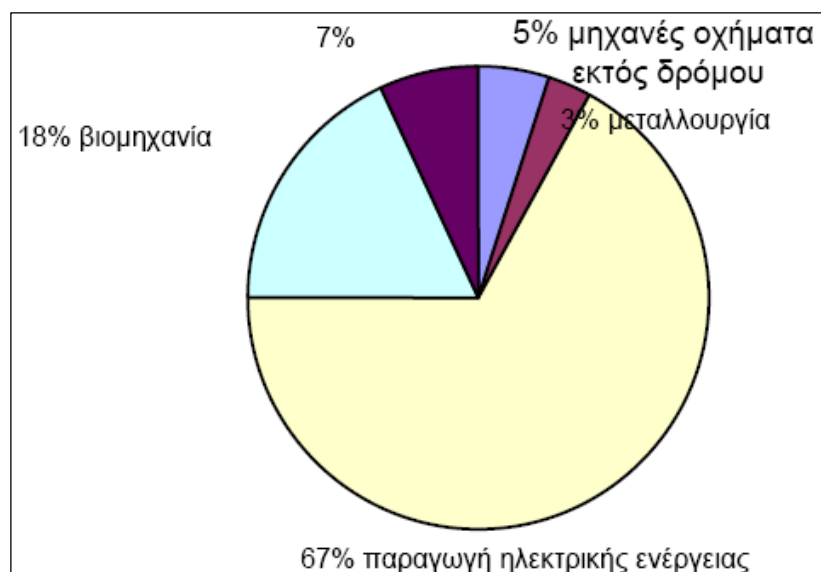
Οι εκπομπές του SO₂ από τη δημόσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας στην ΕΕ μειώθηκαν κατά 68% κατά τη διάρκεια της περιόδου 1990 ως 2005. Σύμφωνα με τις εκπομπές του CO₂, εάν η δομή της παραγωγής δύναμης είχε παραμείνει αμετάβλητη από το 1990 έπειτα από 2005 εκπομπές του SO₂θα είχε αυξηθεί κατά 27% επάνω από τα επίπεδα του 1990 τους, σύμφωνα με το πρόσθετο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας και παραχθείσας θερμότητας. Αυτή η

αποσύζευξη των εκπομπών και της ηλεκτρικής ενέργειας SO₂ και η παραγωγή θερμότητας κατά τη διάρκεια της περιόδου 1990 ως 2005 οφείλονται σε:

- Η εισαγωγή της αποθείωσης αερίου σωλήνων (FGD) και της χρήσης του χαμηλότερων άνθρακα και του πετρελαίου θείου, οι οποίοι οδήγησαν σε μια μείωση 63% έναντι των επιπέδων του 1990.
- Η μετάβαση στο μίγμα καυσίμων μακριά από τον άνθρακα και πετρέλαιο προς τα χαμηλότερα καύσιμα θείου όπως το φυσικό αέριο, το οποίο οδήγησε σε μια μείωση 23%.
- Βελτιώσεις αποδοτικότητας, οι οποίες οδήγησαν σε μια μείωση 11%.
- Το μερίδιο της πυρηνικής και μη-θερμικής ανανεώσιμης ενέργειας παρέμεινε ευρέως σταθερό και δεν άσκησε καμία επίδραση στις εκπομπές¹⁷

Κατά τρόπο παρόμοιο στις εκπομπές του CO₂ ο γενικός πολλαπλασιαστικός αντίκτυπος αυτού του ατόμου που επηρεάζει τους παράγοντες ήταν μια μείωση 68% των εκπομπών SO₂ το 2005 έναντι των επιπέδων του 1990. Η αυξανόμενη χρησιμοποίηση των εγκαταστάσεων άνθρακα τα τελευταία χρόνια έχει σημάνει ότι η πτώση στις εκπομπές SO₂ έχει επιβραδύνει, αν και οι σημαντικές συγκεκριμένες μειώσεις που επιτυγχάνονται από την αποθείωση αερίου σωλήνων σημαίνουν ότι οι εκπομπές SO₂ έχουν συνεχίσει να εμπίπτουν στους απόλυτους όρους.

¹⁷ για το SO₂, η βιομάζα έχει περιληφθεί στο μερίδιο των απολιθωμένων καυσίμων, ως καύση των μολύβδων βιομαζών στις εκπομπές του SO₂ (για το CO₂, η υπόθεση είναι ότι οι εκπομπές από τη βιομάζα είναι ουδέτερες). Κατά συνέπεια, η συνδυασμένη επίδραση πυρηνικός-ανανεώσιμων ενεργειών αποκλείει τη βιομάζα. Όπως με το CO₂, τα επιμέρους συστατικά μπορούν να χωριστούν πρόσθετα.



Εικόνα 3. Πηγές διοξειδίου του θείου (SO_2)¹⁸

1.5.2.3. Εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO_x)

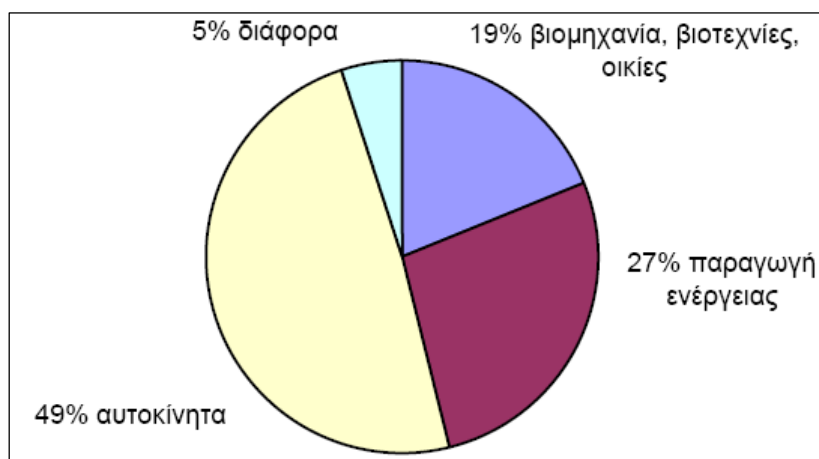
Υποξείδιο του αζώτου (N_2O) εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα από ανθρωπογενείς πηγές, κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων και τη χρήση λιπασμάτων. N_2O παράγεται και από φυσικές διαδικασίες, τόσο στην ατμόσφαιρα όσο και στους ωκεανούς. Αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους ρύπους για τη δημιουργία της όξινης βροχής.

Οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου NO_x που παράγονται συνολικά από τη δημόσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας στην ΕΕ μειώθηκαν κατά 43% κατά τη διάρκεια της περιόδου 1990 ως 2005. Εάν η δομή της παραγωγής δύναμης είχε παραμείνει ότι αμετάβλητος από το 1990 έπειτα από 2005 εκπομπές του NO_x θα είχε αυξηθεί κατά 27% επάνω από τα επίπεδα του 1990 τους, σύμφωνα με το πρόσθετο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας παραχθεισών. Αυτή η αποσύζευξη των εκπομπών NO_x και της ηλεκτρικής ενέργειας και η παραγωγή θερμότητας κατά τη διάρκεια της περιόδου 1990 ως 2005 οφείλονται σε:

¹⁸ URL: <http://www.stat-athens.aueb.gr>

- Η εισαγωγή της τεχνολογίας καύσης χαμηλός- NO_x και της επεξεργασίας αερίου σωλήνων, η οποία οδήγησε σε μια μείωση 45%.
- Βελτιώσεις αποδοτικότητας, οι οποίες οδήγησαν σε μια μείωση 11%.
- Η μετάβαση στο μίγμα καυσίμων, μακριά από τον άνθρακα και το μαζούτ προς το φυσικό αέριο, το οποίο οδήγησε σε μια μείωση 8%.
- Το μερίδιο της πυρηνικής και μη-θερμικής ανανεώσιμης ενέργειας παρέμεινε ευρέως σταθερό και δεν άσκησε καμία επίδραση στις εκπομπές¹⁹.

Η γενική επίδραση ήταν μια μείωση 43% των εκπομπών NO_x το 2005 έναντι των επιπέδων του 1990. Εντούτοις οι εκπομπές NO_x έμειναν σε παρόμοια επίπεδα στην περίοδο 2000 ως 2005. Κατά τρόπο παρόμοιο σε αυτός για τις εκπομπές του CO_2 , αυτή η τάση συνδέεται με μια αυξανόμενη χρήση του άνθρακα και του λιγνίτη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από το 1999 - 2000 και μετά.



Εικόνα 4. Πηγές Υποξειδίου του Αζώτου (N_2O)²⁰

¹⁹ Για το NO_x , η βιομάζα έχει περιληφθεί επίσης στο μερίδιο των απολιθωμένων καυσίμων. Όπως με το SO_2 , τα επιμέρους συστατικά, οι πυρηνικές και μη-θερμικές ανανεώσιμες ενέργειες, μπορούν να χωριστούν πρόσθετα

²⁰ URL: <http://www.stat-athens.aueb.gr>

1.5.2.4. Εκπομπές Όζοντος (O_3)

Το κύριο συστατικό του φωτοχημικού νέφους στην επιφάνεια της γης (τροπόσφαιρα). Στην ανώτερη ατμόσφαιρα (στρατόσφαιρα), ωστόσο το όζον έχει ευεργετικό ρόλο απορροφώντας τη βλαβερή υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου.

Το όζον σχηματίζεται στην κατώτερη ατμόσφαιρα ως αποτέλεσμα αλυσίδας χημικών αντιδράσεων μεταξύ του οξυγόνου, πτητικών οργανικών ενώσεων και οξειδίων του αζώτου υπό συνθήκες έντονης ηλιακής ακτινοβολίας και υψηλών θερμοκρασιών. Το όζον είναι κι αυτό αέριο θερμοκηπίου, το οποίο διαρκώς παράγεται και διασπάται στην ατμόσφαιρα σε μια σειρά χημικών αντιδράσεων. Στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, η ποσότητα του ανεπιθύμητου τροποσφαιρικού όζοντος έχει αυξηθεί έμμεσα λόγω της εκπομπής, από ανθρωπογενείς πηγές, αερίων όπως είναι το μονοξείδιο του άνθρακα, υποξείδιο του αζώτου και υδρογονάνθρακες. Τα αέρια αυτά προκαλούν αντιδράσεις οι οποίες οδηγούν στο σχηματισμό όζοντος.

1.5.2.5. Εκπομπές μεθανίου (CH_4)

Το μεθάνιο έχει αυξηθεί λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που έχουν σχέση με τη γεωργία, τα δίκτυα φυσικού αερίου και την αποκομιδή των απορριμμάτων σε χώρους ταφής. Μεθάνιο εκπέμπεται ωστόσο και από φυσικές διεργασίες (πχ από βιολογικές διαδικασίες στους υγρότοπους). Η συγκέντρωση του μεθανίου στην ατμόσφαιρα έχει σταματήσει να αυξάνεται κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες λόγω της μείωσης των ρυθμών ανάπτυξης.

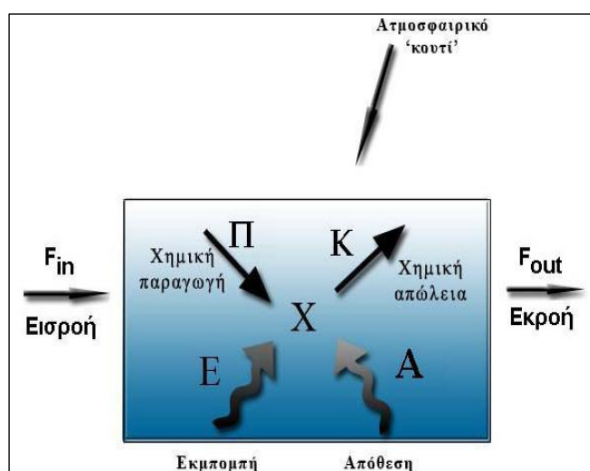
1.5.3. Μέσος χρόνος παραμονής αέριων ρύπων

Οι συγκεντρώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων στην ατμόσφαιρα επηρεάζονται από τα παρακάτω είδη διεργασιών:

- Εκπομπές
- Χημικούς μετασχηματισμούς
- Διασπορά
- Απόθεση.

Ο **χρόνος παραμονής** , τ , του ρύπου X ορίζεται σαν ο μέσος χρόνος κατά τον οποίο ένα μόριο του X παραμένει στο «κουτί». Ο χρόνος αυτός εκφράζεται σαν ο λόγος της μάζας m (kg) του X ως προς τον ρυθμό απομάκρυνσής του (kg s^{-1}):

$$\tau = \frac{m}{F_{out} + K + A} \quad (1.4.1) \quad \text{ή} \quad \tau = \frac{m}{E + \Pi} \quad (1.4.2)$$



Εικόνα 5. Σχηματική αναπαράσταση διεργασιών που πραγματοποιούνται σε ατμοσφαιρική δεξαμενή

Με βάση τον παραπάνω τύπο, γίνεται υπολογισμός του χρόνου παραμονής στην ατμόσφαιρα των διαφόρων εκπεμπόμενων ρύπων. Τα αποτελέσματα δίνονται αναλυτικότερα στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Συνολική παρουσίαση μέσου χρόνου παραμονής αερίων θερμοκηπίων στην ατμόσφαιρα

Ουσία	Χρόνος παραμονής
O ₃	0.4-90 ημέρες
NO	4-5 ημέρες
NO ₂	2-8 ημέρες
NO ₃	4-20 ημέρες
NH ₄	7-19 ημέρες
H ₂ S	0.08-2 ημέρες
SO ₂	0.01-7 ημέρες
SO ₄	3-5 ημέρες
Hg	11-2080 ημέρες
CO	0.9-2.7 έτη
CH ₄	1.5-2 έτη
Freon	16 έτη
CO ₂	2-10 έτη

1.6. Μέτρα αντιμετώπισης ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Τα μέτρα για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις²¹ μπορούν να ταξινομηθούν στα τεχνικά και στα νομοθετικά μέτρα.

α) Τα τεχνικά μέτρα είναι μέτρα που μπορούν να βελτιώσουν τις διαδικασίες ενεργειακής παραγωγής κατά τη διάρκεια ολόκληρης της αλυσίδας διαδικασίας και των νέων τεχνολογιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ελαχιστοποίηση των αποτελεσμάτων ή των νέων τρόπων να παραχθεί η ενέργεια.

β) Τα νομοθετικά μέτρα είναι για την παραγωγή του καλύτερου πλαισίου για τη χρήση των low-carbon τεχνολογιών και για την υποστήριξη των νέων τεχνολογιών για να καταστήσουν το ευεργετικό να χαμηλώσουν τις εκπομπές.

Πρώτα από όλα θα πρέπει να επανεξετάσουμε το ζήτημα για κατασκευή νέων μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από στερεά συμβατικά καύσιμα²² (λιγνίτης και λιθάνθρακας) και να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα για την βελτίωση της αποδοτικότητας του ενεργειακού τομέα. Επίσης γεννιέται η ανάγκη για επαναφορά του ειδικού φόρου κατανάλωσης για τον λιγνίτη, τον λιθάνθρακα και κοκ, που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έτσι ώστε να μην ενθαρρύνονται οι εκάστοτε επενδυτές για την ρήση και λειτουργίας αυτών των μονάδων. Τα έσοδα αυτά θα μπορούσαν να διατεθούν ξανά στην οικονομία με την μορφή επιχορηγήσεων για την δημιουργία και ανάπτυξη πιο καθαρών τεχνολογιών. Στην συνέχεια αξίζει να αναφερθούμε στην απόφαση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το 2ο Εθνικό Σχέδιο Κατανομής Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΑΣΚΕ) της 2^{ης} φάσης του Συστήματος Εμπορίας Ρύπων, σύμφωνα με την οποία περικλύπτονται δικαιώματα που η Πολιτεία σχεδίαζε να παραχωρήσει δωρεάν σε ρυπογόνες εγκαταστάσεις. Είναι ανάγκη να καταστεί σαφές πως μέσα από το 2^ο ΑΣΚΕ ότι δεν θα δοθεί καμιά δωρεάν άδεια σε νέες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που θα χρησιμοποιήσουν συμβατικά ορυκτά καύσιμα.

²¹ Δηλανάς Α., «210Σ ΑΙΩΝΑΣ-ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ-ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ-ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ», εκδόσεις ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ Α., 2007

²² C. David Cooper, «Air pollution control», A Design Approach, 2nd Ed., F.C. Alley , 1994

Τα τεχνικά μέτρα για τις περιβαλλοντικές επιδράσεις μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

- Η χρησιμοποίηση μεθόδων ενεργειακής παραγωγής που χαρακτηρίζονται από χαμηλής έντασης εκπομπής αερίων δηλ., ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιοενέργεια, αιολική ενέργεια, χειροδύναμη, ηλιακή κ.λπ.)
- Η εφαρμογή τεχνολογιών με αυξημένη ενεργειακή αποδοτικότητα στην παραγωγή, βιομηχανία, μεταφορά κ.λπ.
- Η μετάβαση από τα απολιθωμένα καύσιμα σε πηγές που εκπέμπουν λιγότερους ρύπους π.χ. από τη χρήση του άνθρακα στο αέριο
- Χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες που μπορούν να φιλτραρίσουν ή να εξαγάγουν τους επιβλαβείς ρύπους από την διαδικασία ηλεκτρικής παραγωγής ή τα καύσιμα
- Η ανάπτυξη των κέντρων ελέγχου για τις πληροφορίες αγοράς, δηλ. την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας, την τιμή του εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα - CO₂ κλ.π
- Διαθεσιμότητα και χρησιμοποίηση της διανεμημένης παραγωγής κατά τη διάρκεια των ωρών αυξημένης ζήτησης

Τα νομοθετικά και οικονομικά²³ μέτρα για τις περιβαλλοντικές επιδράσεις μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

- Φορολογία των εκπομπών: οι παραχθείσες εκπομπές κοστίζουν για τη βιομηχανία, καθιστώντας έτσι ορθό και οικονομικώς αποδοτικότερο να μειώσει τις εκπομπές της.
- Αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιδράσεων της ηλεκτρικής παραγωγής
- Αναγνώριση των τεχνικών επενδύσεων για τη μείωση εκπομπών ως μηχανισμό για τη μείωση π.χ. συστήματα συλλογής του άνθρακα και αποθήκευσης (CCS), συστήματα φίλτρων, έλεγχου του άνθρακα και των εκπομπών
- Ανάπτυξη του δασμολογίου αποτελεί κίνητρο όπως π.χ., τα πράσινα πιστοποιητικά, για τις εγκαταστάσεις που παράγουν τις χαμηλές δευτερεύουσες εκπομπές των μηδέν-εκπομπών όπου είναι λογικό π.χ. CCS, ανανεωμένες πηγές ενέργειας κλ.π

23 URL : <http://www.epc.eu>

- ο Επιχορηγήσεις για ορισμένες πηγές τεχνολογιών και για τις δαπάνες εγκαταστάσεων των τεχνολογιών που μειώνουν τους εκπεμπόμενους ρύπους
- ο Δημιουργία κοινών αγορών ηλεκτρικής ενέργειας για όλη την Ευρώπη και την ολοκλήρωση αγοράς του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), επίσης η ολοκλήρωση της αγοράς με την ΚΑΚ και το EPC (το Συμβούλιο δύναμης ηλεκτρικής ενέργειας της Κοινοπολιτείας του Ανεξάρτητων Κρατών) και διάφορα άλλα ευρωπαϊκά συστήματα.

1.7. Πρωτόκολλο Κιότο

Στα πλαίσια των μέτρων που πρέπει να λάβουν οι κυβερνήσεις παγκοσμίως για την αντιμετώπιση του φαινομένου, συντάχθηκε το πρωτόκολλο του Κιότο.

Η εισαγωγή του Πρωτοκόλλου του Κιότο²⁴ στο διεθνές δίκαιο υπήρξε ένα απαραίτητο πρώτο βήμα ενάντια στην αλλαγή του κλίματος. Η Συνθήκη αυτή είναι η μόνη συμφωνία παγκοσμίως για τον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου. Είναι επίσης η βάση για την ολοένα και πιο αποδοτική δράση διεθνώς ενάντια στην αλλαγή του κλίματος για τις προσεχείς δεκαετίες.

Αυτό επιχειρείται να γίνει με τον πιο οικονομικά αποδοτικό τρόπο, ώστε να μην επιβαρυνθεί η παγκόσμια οικονομία. Έτσι, το Πρωτόκολλο του Κιότο²⁵ περιλαμβάνει τρεις ευέλικτους μηχανισμούς:

1. την εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών
2. τη κοινή εφαρμογή και
3. τον μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης.

Στις 4 Φεβρουαρίου 1991 το Συμβούλιο επέτρεψε στην Επιτροπή για να συμμετέχει εξ' ονόματος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας στη διαπραγμάτευση ενός Συνεδρίου Ηνωμένων Εθνών στην αλλαγή κλίματος, η οποία υιοθετήθηκε στη Νέα Υόρκη στις 9 Μαΐου 1992. Η Ευρωπαϊκή

²⁴ Απόφαση του Συμβουλίου της 25ης Απριλίου 2002 για την έγκριση, εξ ονόματος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές και την από κοινού τήρηση των σχετικών δεσμεύσεων (2002/358/EK).

²⁵ Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.

Κοινότητα επικύρωσε το Συνέδριο με την απόφαση 94/69/EC της 15ης Δεκεμβρίου 1993. Το Συνέδριο τέθηκε σε ισχύ στις 21 Μαρτίου 1994.

Το Συνέδριο μπορεί να θεωρηθεί επιτυχία, μεταξύ άλλων για την παραγωγή τους ανθρώπους του κόσμου πέρα από πιο ενήμερο για τα προβλήματα που συνδέονται με την αλλαγή κλίματος. Η Ευρωπαϊκή Ένωση τήρησε την υποχρέωση που έκανε στο πλαίσιο της Συνθήκης για να μειώσει τις εκπομπές της έως τα επίπεδα 1990 μέχρι το 2000. Εν τούτοις, ένας μεγάλος αριθμός βιομηχανικών χωρών, συμπεριλαμβανομένων των Ηνωμένων Πολιτειών, απέτυχε να επιτύχει το στόχο τις συγκεντρώσεις αερίου θερμοκηπίου σε αυτά τα επίπεδα.

Στην τέταρτη συνεδρίαση της διάσκεψης των Κομμάτων στο Βερολίνο το Μάρτιο του 1995, τα Κράτη - μέλη στη Συνθήκη αποφάσισαν να διαπραγματευτούν ένα πρωτόκολλο που περιέχει τα μέτρα για να μειώσουν τις εκπομπές για την περίοδο πέρα από το 2000 στις βιομηχανικές χώρες. Μετά από πολλή εργασία, το πρωτόκολλο του Κιότο υιοθετήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου 1997 στο Κιότο.

Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα υπέγραψε το πρωτόκολλο στις 29 Απριλίου 1998. Το Δεκέμβριο του 2001 το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο επιβεβαίωσε ότι το πρωτόκολλο του Κιότο τίθεται σε ισχύ μπροστά από την παγκόσμια σύνοδο κορυφής του Γιοχάνεσμπουργκ στη βιώσιμη ανάπτυξη (στις 26 Αυγούστου - στις 4 Σεπτεμβρίου 2002). Με αυτό το στόχο, η παρούσα απόφαση ενέκρινε το πρωτόκολλο εξ ονόματος της Κοινότητας. Τα κράτη μέλη επρόκειτο να συντονίσουν τη δράση τους για να καταθέσουν τα όργανα επικύρωσής τους ταυτόχρονα με την Κοινότητα, και όσο το δυνατόν περισσότερο την 1η Ιουνίου 2002.

Το πρωτόκολλο του Κιότο αντιμετωπίζει τις εκπομπές έξι αερίων θερμοκηπίων:

1. διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)
2. μεθάνιο (CH_4)
3. νιτρώδες οξείδιο (N_2O)
4. Φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες (HFCs)
5. Υπερφθοράνθρακες (PFCs)
6. Εξαφθόριο του θείου (SF_6).

1.7.1. Η συμβολή της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις κλιματικές αλλαγές

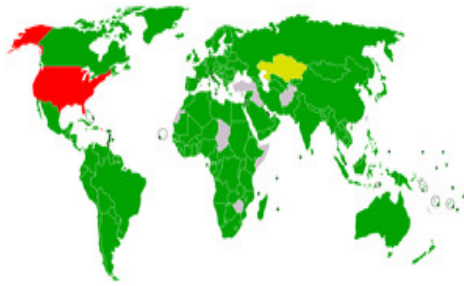
Στην προσπάθεια να αντιμετωπιστεί η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας²⁶ λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου, δεδομένου ότι περιλαμβάνει τους δεσμευτικούς, ποσοτικοποιημένους στόχους και τα αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου, τα Κράτη - μέλη αναλαμβάνουν να μειώσουν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου τους κατά τουλάχιστον 5% κάτω από τα επίπεδα του 1990 κατά τη διάρκεια της περιόδου 2008 ως 2012. Συλλογικά θα πρέπει να μειωθούν οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά 8% μεταξύ 2008 και 2012.

Το πρωτόκολλο προτείνει τα διάφορα μέσα αυτούς τους στόχους:

α) Να επιταχύνει την εισαγωγή των εθνικών πολιτικών για να μειώσει τις εκπομπές (μεγαλύτερη ενεργειακή αποδοτικότητα, προώθηση των βιώσιμων μορφών γεωργίας, ανάπτυξης των ανανεωμένων πηγών ενέργειας, κ.λπ.)

β) Την συνεργασία με τα άλλα συμβαλλόμενα Κράτη - μέλη (ανταλλαγές των εμπειριών ή πληροφορίες, συντονισμός των εθνικών πολιτικών σε μία προσπάθεια να αντιμετωπιστεί η εργασία αποτελεσματικά μέσω των μηχανισμών συνεργασίας, δηλαδή άδειες εκπομπής, κοινή εφαρμογή και ένας καθαρός μηχανισμός ανάπτυξης).

²⁶Understanding Climate Change: «A Beginner's Guide to the UN Framework Convention and its Kyoto Protocol», United Nations Environment Programme, Climate Change Secretariat.



Εικόνα 6.

Συμμετοχή Χωρών – Πρωτόκολλο Κιότο²⁷

Συμμετοχή χωρών στο Πρωτόκολλο του Κιότο: με πράσινο χρώμα δηλώνονται οι χώρες που υπέγραψαν και επικύρωσαν το πρωτόκολλο, με κίτρινο όσες το υπέγραψαν και αναμένεται η επικύρωσή του, με κόκκινο οι χώρες που το υπέγραψαν αλλά δεν το επικύρωσαν και με γκρι χρώμα οι χώρες που δεν έχουν πάρει θέση.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο δεν περιέχει δεσμευτικούς στόχους για τις αναπτυσσόμενες χώρες, σε αντιδιαστολή με τις χώρες του λεγόμενου ανεπτυγμένου ή εκβιομηχανισμένου κόσμου. Ωστόσο, παροτρύνονται και αυτές να λάβουν μέτρα για τη μείωση των εκπομπών τους. Αυτό συνάδει με τη συμφωνία ότι οι εκβιομηχανισμένες χώρες, ως η κύρια πηγή του φαινομένου του θερμοκηπίου, θα πρέπει να κάνουν το πρώτο βήμα στον έλεγχο των μειώσεων.

1.7.2. Η συμβολή της Ελλάδας στις κλιματικές αλλαγές

Η Ευρωπαϊκή Ένωση δεσμεύτηκε στο Κιότο ότι το 2010 θα έχει μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 8% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Στα πλαίσια του καταμερισμού των ευθυνών ανάμεσα στις ευρωπαϊκές χώρες, η Ελλάδα πίεσε και πέτυχε να της επιτραπεί να αυξήσει τις εκπομπές της κατά 25% ως το 2010 (σε σχέση πάντα με τα επίπεδα του 1990). Σύμφωνα όμως με έκθεση που συνέταξε το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (Μάιος 2002), τα στοιχεία δείχνουν ότι θα ξεπεράσει κατά πολύ αυτόν τον στόχο.

Μέσα στο διάστημα 1990-2002 οι εγχώριες εκπομπές αερίων ξεπέρασαν ήδη το στόχο του Κιότο αφού αυξήθηκαν κατά 26,5%, ενώ, όπως προβλέπει το Εθνικό Αστεροσκοπείο, χωρίς την άμεση λήψη μέτρων, μέχρι το 2010 οι εκπομπές θα σκαρφαλώσουν στο +35,8%.

²⁷ URL : <http://wapedia.mobi/el>

Οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου στη χώρα μας από το 1990 μέχρι το 2000 παρουσιάζονται κατωτέρω σε ισοδύναμους μεγατόνους διοξειδίου του άνθρακα (Mt CO₂ eq_{uiv.}). Η αναγωγή σε "ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα"²⁸ γίνεται γιατί τα διάφορα αέρια έχουν διαφορετικό "δυναμικό υπερθέρμανσης", επηρεάζουν δηλαδή το κλίμα σε διαφορετικό βαθμό.

Όπως φαίνεται, η σημαντικότερη πηγή αερίων του θερμοκηπίου είναι ο ενεργειακός τομέας. Η λύση στο παγκόσμιο πρόβλημα των κλιματικών αλλαγών έγκειται στην αλλαγή του ενεργειακού μοντέλου. Τα ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, λιγνίτης, φυσικό αέριο) πρέπει να αντικατασταθούν από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολική, ηλιακή) και πρέπει επίσης να προωθηθούν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που παρουσίασε το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (Ιούλιος 2001), το δυναμικό περιορισμού εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) το 2010 ανά τομέα παρουσιάζεται στο Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Ποσότητα εκπεμπόμενου αερίου CO₂ ανά οικονομικό κλάδο-Eurostat, 2002

Τομέας	Δυναμικό περιορισμού εκπομπών το 2010 (σε εκατομμύρια τόνους CO ₂)
Οικιακός και Τριτογενής	9,3
Μεταφορές	1,4
Βιομηχανία	3,2
Ηλεκτροπαραγωγή	9,2
Άλλα	0,6
Σύνολο	23,7

Μερικά πολύ απλά βήματα που μπορεί να ακολουθήσει ο καθένας μας, μπορούν να φέρουν πολύ σημαντικά αποτελέσματα στην προσπάθεια περιορισμού ρύπων από τη χώρα μας. Για παράδειγμα, αντικαθιστώντας τα ενεργοβόρα κλιματιστικά από ανεμιστήρες οροφής και

²⁸ Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Μάιος 2002

νυχτερινό αερισμό, μπορούν να εξοικονομηθούν μέχρι τρία εκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα ετησίως. Χρησιμοποιώντας λαμπτήρες υψηλής απόδοσης, αντί των συμβατικών λαμπτήρων πυρακτώσεως, μπορεί να αποφευχθεί η έκλυση έως και 1,4 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα ετησίως.

Στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, η Ελλάδα εκλύει πολύ περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας από το μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτό οφείλεται στην εξάρτηση της χώρας μας από ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα (λιγνίτη και πετρέλαιο), στη χαμηλή απόδοση των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής της ΔΕΗ και στη χαμηλή διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

1.8. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη: Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στον Ελλαδικό χώρο

Η αλλαγή του κλίματος φαίνεται ότι με τα σημερινά δεδομένα είναι αναπόφευκτη, και τα αποτελέσματά της γίνονται ολοένα και πιο ορατά. Έρευνες έχουν δείξει ότι η αλλαγή αυτή θα επηρεάσει όλο τα οικοσυστήματα του πλανήτη αν δε ληφθούν εγκαίρως μέτρα²⁹. Οι επιπτώσεις από την αλλαγή του κλίματος είναι παγκόσμιες. Αναμένεται ότι η θερμοκρασία στη χώρα μας θα ανέβει κατά 3,1-5,1 °C έως το 2100, ενώ η μέση μέγιστη θερμοκρασία τον Ιούλιο μπορεί να φτάσει τους 41 °C κατά την περίοδο 2071-2100, σε αντιδιαστολή με τους 33 °C την περίοδο 1961-1990³⁰. Εκατομμύρια είδη χλωρίδας και πανίδας βρίσκονται σε κίνδυνο και απειλούνται με εξαφάνιση ενώ ένα ακόμα αποτέλεσμα αυτού του γεγονότος θα είναι και η μετανάστευση των ανθρωπίνων και διαφόρων όντων εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής³¹. Τέλος, η στάθμη της θάλασσας είναι πιθανότερο να ανέβει 50 εκατοστά έως το 2100, δημιουργώντας σημαντικά προβλήματα στις παραθαλάσσιες περιοχές.

Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με το Εθνικό Αστεροσκοπείο³², σε περίπτωση που η παγκόσμια θερμοκρασία αυξηθεί κατά 2 °C, οι

²⁹ Μελέτη του οικονομολόγου Sir Nicholas Stern, Stern review on the economics of climate change

³⁰ Εθνικό Αστεροσκοπείο, Κλιματικές προβλέψεις 2071-2100

³¹ Μελέτη της Christian Aid, Human Tide: the real migration crisis, www.christian-aid.org.uk

³² WWF, Climate change impacts in the Mediterranean, <http://climate.wwf.gr>

επιπτώσεις στην Ελλάδα και την ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου θα είναι εξαιρετικά σοβαρές. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα η χώρα μας να υφίσταται συχνότερα κύματα καύσωνα και ξηρασίας, περισσότερες πυρκαγιές, έλλειψη πόσιμου νερού και βλάβη στις γεωργικές δραστηριότητες.

Πρωταρχικός στόχος για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής είναι η μέση αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη να μην υπερβεί τους 2 °C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα. Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, σύμφωνα με το Συμβούλιο της ΕΕ, θα πρέπει να μειωθούν κατά 60-80% οι εκπομπές διοξειδίου άνθρακα (CO₂) στις βιομηχανικές χώρες έως το 2050³³, γεγονός που απαιτεί μεγάλη προσπάθεια από όλα τα κράτη μέλη.

Επειδή η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα από την καύση ορυκτών καυσίμων είναι η κυριότερη αιτία της κλιματικής αλλαγής³⁴, είναι και αυτό το αέριο που απασχολεί περισσότερο. Υπάρχουν δύο κύριες πηγές CO₂:

A) Η ενέργεια

B) Οι μεταφορές.

Η μείωση των εκπομπών προϋποθέτει τη λήψη μέτρων σε όλα τα επίπεδα: παραγωγή και παροχή ενέργειας, μεταφορές, επιχειρήσεις, νοικοκυριά, γεωργία, κτηνοτροφία κτλ. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας³⁵ αντιστοιχεί στο 37% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως. Ένας μεσαίου μεγέθους σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιεί το κάρβουνο (γαιάνθρακα) ως καύσιμο, καταναλώνει διπλάσια ποσότητα ενέργειας σε σχέση με την ποσότητα ενέργειας που μετατρέπει σε χρήσιμη ηλεκτρική ενέργεια. Αντίστοιχα, ένας μεγάλου μεγέθους σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας των 1000 Megawatt (MW), εκπέμπει κατά μέσο όρο 5,6 εκατομμύρια τόνους CO₂ το χρόνο.

³³ Τον στόχο της μείωσης κατά 60-80% έως το 2050 υιοθέτησε και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, σε σχετικό ψήφισμα για την κλιματική αλλαγή.

³⁴ Touche Ross, «*Global Climate Change: the role of technology transfer*», A report for UNCED, February, London. 1991

³⁵ UNFCCC, «*Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting of Emissions and assigned Amounts*», 2007, UNFCCC

Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής³⁶, το 94,5% του ηλεκτρισμού στη χώρα μας προέρχεται από συμβατικές πηγές ενέργειας, με βασικό καύσιμο τον λιγνίτη. Από μία νέα έκθεση του WWF³⁷, προέκυψε ότι δύο εκ των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ ΑΕ, αποτελούν τι πιο ρυπογόνες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής στην Ευρώπη, αφού απελευθερώνουν τις μεγαλύτερες εκπομπές CO₂ με την λιγότερο δυνατή απόδοση παραγωγής ανάμεσα στα 25 κράτη μέλη της ΕΕ. Αυτό συμβαίνει διότι η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας στηρίζεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό της στο γαιάνθρακα, κυρίως την χρήση του λιγνίτη, ένα ορυκτό καύσιμο ιδιαίτερα υψηλής έντασης σε εκπομπές CO₂.

Η αποτελεσματική μείωση των εκπομπών δεν πρόκειται να επιτευχθεί χωρίς τη σταδιακή απεξάρτηση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας κυρίως για τον λιγνίτη.

Στο πλαίσιο της εφαρμογής του Πρωτοκόλλου του Κιότο, η Ελλάδα πέτυχε όχι μόνο να αποφύγει την υποχρέωση να μειώσει τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), αλλά αντίθετα «κέρδισε» και δικαίωμα να αυξήσει τους ρύπους της κατά 25% έως το 2010 σε σχέση με το 1990. Τα στοιχεία, όμως, δείχνουν ότι ακόμα και αυτό το ποσοστό θα το υπερβούμε³⁷, δυναμιτίζοντας την πορεία της χώρας και θέτοντας σε κίνδυνο το σύνολο της εγχώριας ενεργειακής και περιβαλλοντικής πολιτικής.

Η Ελλάδα προγραμματίζει τη δημιουργία νέων σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από λιγνίτη και μονάδων ηλεκτρισμού με τη χρήση εισαγόμενου λιθάνθρακα ο οποίος αποτελεί και αυτός με την σειρά του ένα εξαιρετικά ρυπογόνο καύσιμο.

Η απαλλαγή του λιγνίτη και του λιθάνθρακα από την επιβολή φόρου κάνει ακόμα πιο ελκυστική τη δημιουργία νέων «ρυπογόνων» μονάδων, με αποτέλεσμα να επιβαρύνονται στον μέγιστο βαθμό το περιβάλλον, η δημόσια υγεία και η ευημερία των επόμενων γενεών³⁸.

³⁶ www.energy.eu

³⁷ Σε περίπτωση που δεν ληφθούν άμεσα μέτρα, η αύξηση μπορεί να φτάσει το 34,7% έως το 2010, σε σχέση πάντα με τις εκπομπές του 1990

³⁸ Τον Ιούλιο του 2006, η Κυβέρνηση επέβαλε ειδικό φόρο κατανάλωσης στον λιγνίτη, τον λιθάνθρακα και το κοκ με τον Ν. 3483/2006. Σύμφωνα με τον Νόμο, η παραγωγή ηλεκτρισμού από τα παραπάνω στερεά και 'ρυπογόνα' καύσιμα φορολογούνται με 0,3 € ανά GJ, ο όρος αυτός αποτελεί μια από τις πλέον βραχύβιες νομοθετικές ρυθμίσεις

Πρόσφατα, υπογράφηκε το νέο ενεργειακό πακέτο της ΕΕ που δεσμεύει τα κράτη-μέλη να μειώσουν τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) έως και 30% μέχρι το 2020. Αυτό επιβάλλει την αναθεώρηση του τρόπου με τον οποίο παράγεται και καταναλώνεται ενέργεια στη χώρα μας.

Για την προστασία του περιβάλλοντος και την ενεργειακή αποδοτικότητα και αυτονομία, θα πρέπει να αναλογιστούμε όλοι μας την πολιτική που έχουμε επιλέξει και θα πρέπει να αναλάβουμε μέτρα και πρωτοβουλίες για να υλοποιήσουμε τους στόχους που έχουμε θέσει αν δεν θέλουμε να προκαλέσουμε την φύση και να αναμετρηθούμε με την δύναμη της.

Ωστόσο, η χώρα μας, με την υπογραφή του Πρωτοκόλλου του Κιότο είχε δεσμευθεί ότι η αύξηση των εκπομπών δε θα υπερέβαινε το 25%.

Η έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος προβλέπει για την Ελλάδα έως και 46% αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου το 2012, σε σχέση με τις εκπομπές του 1990. Σύμφωνα με την έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος³⁹, από το 1990 έως το 2005 οι συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Ελλάδα ήταν αυξημένες κατά 32%. Περαιτέρω αύξηση της τάξεως του 14% αναμένεται για το χρονικό διάστημα 2006-2012.

Το μεγαλύτερο μερίδιο ευθύνης για την παρέκκλιση της χώρας από το στόχο του Κιότο τοποθετείται στον οικιακό και τον τριτογενή τομέα: από το 1990 έως το 2005 οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην πρώτη περίπτωση ήταν αυξημένες κατά 112%, ενώ στη δεύτερη κατά 194%. Αντίθετα, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τις βιομηχανίες στην Ελλάδα έχουν μειωθεί κατά 19%.

Ανοδικές τάσεις ακολουθούν και οι εκπομπές μεθανίου, το οποίο περιλαμβάνεται στα αέρια του θερμοκηπίου. Αυτές εντοπίζονται στον τομέα της διαχείρισης αποβλήτων, όπου η αύξηση προσεγγίζει το 35%, και στον τομέα της κτηνοτροφίας (αύξηση 8% σε 15 χρόνια).

της Βουλής των Ελλήνων. Τον Δεκέμβριο του 2006 ο φόρος καταργήθηκε, με τροπολογία που εισήχθη στο Νόμο 3517/2006, πριμοδοτώντας ουσιαστικά την παραγωγή ενέργειας από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

³⁹ «Τάσεις και προβλέψεις για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την Ευρώπη το 2007», έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος, έτος 2008

Οι εκπομπές υποξειδίου του αζώτου το οποίο είναι επίσης αέριο του θερμοκηπίου, προκαλείται κυρίως από τα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται στο γεωργικό τομέα, παρουσιάζονται ελαττωμένες κατά 20%.

1.7 Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή είναι βασισμένη στο ορυκτό καύσιμο, η ενεργειακή παραγωγή είναι και θα παραμείνει πιθανώς για δεκαετίες ως σημαντικότερη πηγή ενέργειας, είναι σημαντικό να ελαχιστοποιήσουν οι εκπομπές από τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν τα ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον, εφ' όσον οι τιμές του άνθρακα παραμένουν αρκετά χαμηλές και οι πόροι άνθρακα είναι ικανοποιητικοί για τον επόμενο αιώνα δεν είναι οικονομικά λογικό να εγκαταλειφθεί ο άνθρακας ως πηγή ενέργειας. Ο τομέας της ενέργειας παράγει περισσότερο από 60% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και από εκείνο το ποσοστό, το 40% αποτελεί εκπομπές που προέρχονται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί μία παρεξηγημένη έννοια, καθώς είναι μια ευεργετική διαδικασία, απαραίτητη για την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη μας. Παρόλα αυτά, το πρόβλημα της παγκόσμιας θέρμανσης και της κλιματικής αλλαγής, που συχνά αποκαλείται ως «φαινόμενο του θερμοκηπίου», ενώ ορθότερα θα έπρεπε να λέγεται «ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου» και το οποίο παρατηρείται έντονα στην μετά την εκβιομηχάνιση εποχή, και ακόμα εντονότερα σήμερα, αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα. Αν και οι επιστήμονες δεν είναι ομόφωνοι για το αν και κατά πόσον το πρόβλημα είναι τόσο απειλητικό όσο συχνά θεωρείται, οι αρνητικές του συνέπειες που έχουν να κάνουν με ακραία καιρικά φαινόμενα, λιώσιμο των πάγων κ.ο.κ είναι γεγονός.

Επιτακτική είναι η ανάγκη για τις κυβερνήσεις να λάβουν τα απαραίτητα μέτρα ώστε να φροντίσουν να το αναχαιτίσουν και να επιστρέψει ο πλανήτης σε πιο υγιή επίπεδα. Εξάλλου, όπως συχνά λέγεται, το περιβάλλον δε μας ανήκει αλλά είναι δάνειο από τις επόμενες γενιές, και για αυτό είναι απαραίτητος ο σεβασμός και η ενεργή προστασία του.

Η θέσπιση του πρωτοκόλλου του Κιότο που δίνει στα κράτη και τις κυβερνήσεις κατευθυντήριες γραμμές για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου είναι μια πολύ θετική και ελπιδοφόρα ενέργεια, η οποία όμως δεν συναντά την ανταπόκριση που θα έπρεπε από όλα τα κράτη, είτε λόγω κωλυσιεργιών είτε επειδή δεν υπάρχει αντίστοιχη βούληση. Η Ελλάδα, ενώ βρίσκεται εντός του πρωτοκόλλου, δεν ακολουθεί, τουλάχιστον όχι όπως θα έπρεπε, την υπόλοιπη Ε.Ε.

στις πρωτοβουλίες εξομάλυνσης του φαινομένου και για αυτό υπέστη κυρώσεις. Τα ενεργειακά καύσιμα τα οποία χρησιμοποιούνται περισσότερο στην Ελλάδα είναι παρωχημένα και οδηγούν σε υψηλές συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρά μας. Οι αναπτυσσόμενες χώρες, από την άλλη πλευρά, για χάρη της ανάπτυξής τους, δεν είναι δεσμευμένες να λάβουν καίρια μέτρα αντιμετώπισης του φαινομένου και η συμμόρφωση τους με το πρωτόκολλο είναι πολύ πιο ελαστική. Πολύ δυσάρεστο είναι το παράδειγμα των Η.Π.Α., της χώρας που έχοντας τυπικά υπογράψει το πρωτόκολλο, δεν το επικυρώνει με θέσπιση των ανάλογων μέτρων, με το πρόσχημα ότι πλήττεται η οικονομία. Εντούτοις, η συμμόρφωση με τους κανόνες προστασίας του περιβάλλοντος είναι επιτακτική και τα κέρδη δε θα πρέπει να τοποθετούνται πάνω από αυτήν. Εξάλλου, το πρωτόκολλο του Κιότο είναι έτσι δομημένο που ευνοεί ουσιαστικά και την οικονομική ανάπτυξη, που έχει να κάνει κυρίως με μακροπρόθεσμο αλλά σαφές κέρδος.

Το σημαντικότερο ίσως, όμως, συμπέρασμα, είναι πως η προστασία του περιβάλλοντος όσον αφορά την κλιματική αλλαγή είναι όχι μόνο στο χέρι των κυβερνήσεων αλλά και όλων μας, στο χέρι των απλών πολιτών, που με τη συνετή και οικονομική χρήση της ενέργειας, την οικολογική οδήγηση, την τοποθέτηση κατάλληλων λαμπτήρων και φιλικών προς το περιβάλλον ηλεκτρικών συσκευών, μπορούμε να συμβάλλουμε στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και να βοηθήσουμε τον πλανήτη μας να ανασάνει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Συμβατικές & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

2.1 Εισαγωγή

Από τη δεκαετία του '60, το ενδιαφέρον για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ολοένα και μεγαλώνει, προβληματίζοντας σε μεγάλο βαθμό τη παγκόσμια κοινότητα. Σε μια προσπάθεια περιορισμού των επιπτώσεων, πολλές πολιτικές και προγράμματα υποστηρίζουν την εφαρμογή νέων συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με σκοπό την αντικατάσταση των ήδη υπάρχουσων συμβατικών πηγών παραγωγής ενέργειας. Μεταξύ διαφόρων συστημάτων, τα φωτοβολταϊκά συστήματα (PVs) και οι ηλιακοί συλλέκτες υποστηρίζονται σε μεγάλο βαθμό μέσω οικονομικών κεφαλαίων για την παραγωγή ηλεκτρικής ή/και θερμικής ενέργειας. Επιπλέον, η εκμετάλλευση γεωθερμικής ενέργειας καθώς και η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα αποτελούν πολλά υποσχόμενα συστήματα για τη παραγωγή ενέργειας με ανανεώσιμο και φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να προσφέρουν μια ανταγωνιστική λύση, είτε με την παροχή φορτίων ηλεκτρικής ενέργειας, είτε με την αποθήκευση της ενέργειας σε μπαταρίες ή κύτταρα καυσίμου και την παροχή του όταν χρειάζεται..

2.2 Συμβατικές πηγές ενέργειας

Οι συμβατικές πηγές ενέργειας είναι εκείνες, οι οποίες δεν αντικαθίστανται ή αντικαθίστανται πολύ αργά με τις φυσικές διαδικασίες. Οποιοδήποτε μη ανανεώσιμο πόροι ενέργειας που χρησιμοποιούνται δεν αντικαθίστανται σε ένα λογικό χρονικό διάστημα.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα μη ανανεώσιμων πόρων ενέργειας είναι το πετρέλαιο⁴⁰, το φυσικό αέριο, η πυρηνική ενέργεια και ο άνθρακας. Τα απολιθωμένα καύσιμα παράγονται συνεχώς από την αποσύνθεση των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων, αλλά το ποσοστό παραγωγής τους είναι εξαιρετικά αργό, υπερβολικά πιο αργό από το ποσοστό στο οποίο τα χρησιμοποιούμε. Το ουράνιο για την παραγωγή της πυρηνικής ενέργειας δεν είναι ένα ορυκτό καύσιμο, αλλά ακόμα απαιτεί τη μείωση των πεπερασμένων φυσικών επιφυλάξεων έτσι θεωρείται μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

2.2.1. Άνθρακας

Ο άνθρακας είναι ευρύτατα διαδεδομένος στη φύση. Υπάρχουν πολλές ποικιλίες, κάτω από τις οποίες ο άνθρακας βρίσκεται στη φύση ή μπορεί τεχνητά να παρασκευαστεί. Από αυτές τις τρεις μορφές αναγνωρίζονται επίσημα:

- Ο αδάμαντας, γνωστό ως διαμάντι
- Ο γρανίτης που αντιπροσωπεύει τις 2 κρυσταλλικές μορφές του άνθρακα
- Ο άμορφος άνθρακας όπως οι γαιάνθρακες, το κοκ, ο ξυλάνθρακας κ.ά., που όμως τα περισσότερα είναι μείγματα με βασικό συστατικό του άνθρακα. Σαν άμορφος δηλ. άνθρακας επικράτησε η ακάθαρτη μορφή του.

Η κυριότερη και πιο χαρακτηριστική ιδιότητα του άνθρακα⁴¹ είναι η έντονη αναγωγική του δράση. Καίγεται σε υψηλή θερμοκρασία και απελευθερώνει διοξείδιο του άνθρακα. Αν η ποσότητα του οξυγόνου είναι περιορισμένη, η καύση του άνθρακα είναι ατελής και παράγει ως προϊόντα το μονοξείδιο και το διοξείδιο του άνθρακα. Τα άτομα του άνθρακα έχουν την ικανότητα να ενώνονται μεταξύ τους και να σχηματίζουν πολύπλοκες αλυσίδες οι οποίες είναι πολύ απαραίτητες για τη ζωή του ανθρώπου.

⁴⁰ Patrik Söderholm, «Fossil fuel flexibility in west European power generation and the impact of system load factors», Fuel and Energy Abstracts, Volume 43, March 2002,

⁴¹ Κ.Α. Μπαλαράς, Α.Α. Αργυρίου, Φ. Καραγιάννης, «Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας», Εκδόσεις Σέλακ-4M Τεκδοτική, Αθήνα, 2006.

Οι μορφές άνθρακα που συναντώνται κατατάσσονται σε 2 μεγάλες κατηγορίες, σ' εκείνες που βρίσκονται στη φύση (π.χ. γαιάνθρακας,) και σ' εκείνες που παρασκευάζονται τεχνητά. Στους τεχνητούς άνθρακες συναντά κανείς δομές που περιέχουν άνθρακα και παρασκευάζονται τεχνητά κατά μία χημική διαδικασία. Ενδεικτικά τέτοιες δομές είναι ο κοκ ή οπτάνθρακας, ο άνθρακας αποστακτήρων, ο ξυλάνθρακας, ο ζωϊκός άνθρακας και η αιθάλη. Ο άνθρακας ωστόσο βρίσκεται σε μεγάλη αφθονία στην φύση με την μορφή διάφορων δομών γνωστές στην βιβλιογραφία ως γαιάνθρακες.

Οι **γαιάνθρακες** είναι ορυκτά που περιέχουν άνθρακα και βρίσκονται σε εκτεταμένα κοιτάσματα σ' ολόκληρο τον κόσμο. Αυτοί σχηματίστηκαν στα έγκατα της γης σε διάφορες γεωλογικές περιόδους, με αργή απανθράκωση των φυτικών οργανισμών, με απουσία αέρα και με την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών και μεγάλων πιέσεων. Στο τέλος της απανθράκωσης απέμεινε μείγμα από συμπαγείς ενώσεις του άνθρακα με τα στοιχεία οξυγόνου, υδρογόνου, αζώτου και θείου και με ορυκτά αυτών, που αποτελούν τη στάχτη που απομένει μετά την καύση τους. Όσο παλαιότερα άρχισε η απανθράκωση των φυτικών οργανισμών, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό του άνθρακα στους γαιάνθρακες που σχηματίστηκαν. Έτσι, με βάση την περιεκτικότητα των γαιανθράκων σε άνθρακα, αναπτύσσονται διάφορα είδη γαιανθράκων όπως ανθρακίτης, λιθάνθρακας, λιγνίτης και τύρφη.

Ο **ανθρακίτης** αποτελεί τον αρχαιότερο και καθαρότερο γαιάνθρακα. Περιέχει 90% περίπου άνθρακα. Είναι σώμα στερεό, μαύρο, σκληρό και γυαλιστερό. Καίγεται εύκολα με μικρή και πολύ θερμαντική φλόγα. Χρησιμοποιείται κύρια σαν καύσιμο υλικό και ένα μικρό ποσοστό του για την παρασκευή υδραερίου και γραφίτη.

Ο **λιθάνθρακας** σχηματίστηκε μετά τον ανθρακίτη και είναι κατώτερος σε ποιότητα. Περιέχει 75% περίπου άνθρακα. Είναι σώμα στερεό, μαύρο και τρίβεται εύκολα. Καίγεται με μια γαλάζια φλόγα και χρησιμοποιείται ευρύτατα σαν καύσιμο υλικό. Με ξηρή απόσταξη του λιθάνθρακα παίρνουμε το κοκ, την λιθανθρακόπισσα, την αμμωνία και αέριες ενώσεις που αποτελούν το φωταέριο.

Ο **λιγνίτης** αποτελεί το νεότερο σε ηλικία γαιάνθρακας. Περιέχει 65% περίπου άνθρακα και είναι ένα καστανό έως μαύρο και εύθρυπτο στερεό σώμα. Συχνά έχει τη μορφή του ξύλου από

το οποίο προέρχεται (ξυλίτης). Στην Ελλάδα βρίσκεται σε πολλές περιοχές (Εύβοια, Αττική, Πελοπόννησο, Θεσσαλία, Μακεδονία, Θράκη) και αποτελεί το μοναδικό γαιάνθρακα της χώρας μας. Χρησιμοποιείται σ' εργοστάσια και στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Τέλος, η **τύρφη** προέρχεται από την απανθράκωση υδρόβιων φυτών. Περιέχει 55% περίπου άνθρακα. Έχει χρώμα καστανό, είναι πορώδης και καίγεται δύσκολα. Χρησιμοποιείται σαν καύσιμη ύλη κατώτερης ποιότητας.

2.2.2 Πετρέλαιο

Το πετρέλαιο είναι ένα ορυκτό καύσιμο το οποίο αποκαλούμε συχνά ως ακατέργαστο πετρέλαιο, ή απλά πετρέλαιο. Καλείται ορυκτό καύσιμο επειδή διαμορφώθηκε από τα υπολείμματα της θάλασσας ζωής, όπως φυτά και ζώα που πέθαναν εκατομμύρια έτη πριν. Θάφτηκαν από χιλιάδες στρώματα άμμου και βούρκου όπου τελικά κατέληξαν στο να αποσυντεθούν και να παραμείνουν στο κατώτατο σημείο. Η θερμότητα και η πίεση άλλαξε την μορφή των υπολειμμάτων με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί το πετρέλαιο.

Τα αποθέματα πετρελαίου⁴² είναι κλειδωμένες στους πορώδεις βράχους σχεδόν όπως το νερό είναι παγιδευμένο σε ένα υγρό σφουγγάρι. Όταν το ακατέργαστο πετρέλαιο βγει από το έδαφος, μπορεί να έχει πολλές μορφές, δηλαδή να είναι όπως η βενζίνη ή τόσο παχύρευστο όσο η πίσσα.

Το πετρέλαιο ανήκει στις συμβατικές μορφές ενέργειας επειδή για την δημιουργία του απαιτούνται εκατομμύρια έτη. Επιπλέον, νέα αποθέματα πετρελαίου είναι αδύνατον να υπάρξουν.

Το πετρέλαιο είναι μια εξαιρετικά ευπροσάρμοστη ουσία. Χρησιμοποιείται στην παραγωγή ασφάλτου ή μετασχηματίζεται σε ποικίλες μορφές όπως η βενζίνη και το φυσικό αέριο, μαζί με ποικίλα απαραίτητα στοιχεία όπως το θείο και το άζωτο. Τα πετρελαιοειδή είναι επίσης ζωτικής

⁴² Αργυρίου Α.Α., Μπαλαράς Κ.Α., Στεργιόπουλος Β.Εισαγωγή (12 σ.), , «Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας - Ορυκτά Καύσιμα», , Επιμέλεια έκδοσης Κ.Α. Μπαλαράς, 1η έκδοση, 1999

σημασίας συστατικά («αέρια πετροχημικής βιομηχανίας») στην κατασκευή των φαρμάκων, των χημικών ουσιών και των πλαστικών.

Παράγωγα πετρελαίου είναι:

1. Κηροζίνη, αποκαλούμενο επίσης ως η βενζίνη της αεροπορίας, είναι το καύσιμο που χρησιμοποιείται για την λειτουργία του αεροπλάνου.
2. Μαζούτ, χρησιμοποιείται πρώτα από όλα για την παραγωγή δύναμης, θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας.
3. Υγροποιημένο αέριο πετρελαίου (LPGs) παράγεται από το ακατέργαστο πετρέλαιο ή φυσικό αέριο.
4. Η βενζίνη δεν είναι ένας ενιαίος υδρογονάνθρακας, αλλά μπορεί να είναι και ένα μίγμα. Στις περιοχές με τα προβλήματα ατμοσφαιρικής ποιότητας, η αιθανόλη ή άλλες πρόσθετες ουσίες υπάρχει δυνατότητα να προστεθούν στη βενζίνη για να μειώσει τις εκπομπές.
5. Το diesel έχει περισσότερη ενέργεια ανά γαλόνι από τη βενζίνη και είναι λιγότερο πτητικό, αλλά αυτό επίσης παράγει περισσότερες εκπομπές από τη βενζίνη. Το πετρέλαιο και το diesel είναι «αποστάγματα», το diesel όμως έχει χαμηλότερη περιεκτικότητα σε θείο.

2.2.3 Φυσικό αέριο

Το φυσικό αέριο ήταν γνωστό από τα αρχαία χρόνια αλλά θεωρήθηκε ότι είναι ένα υπερφυσικό φαινόμενο, γιατί έμοιαζε με μια μυστήρια φωτιά που εκρήγνυται από το έδαφος, αφού μπορούσε να εντοπιστεί μόνο όταν αναφλεγόταν. Οι πρώτες προσπάθειες εκμετάλλευσης του έγιναν στη αρχή του 19ου αιώνα, ενώ προς το τέλος του ίδιου αιώνα μεγάλες βιομηχανικές πόλεις άρχισαν να το χρησιμοποιούν και να κατασκευάζουν εκτενή συστήματα σωληνώσεων για τη μεταφορά του.

Το φυσικό αέριο είναι ένα φυσικό μίγμα αεριοδών υδρογονανθράκων, που είτε βγαίνει από την επιφάνεια του εδάφους, είτε αντλείται κάτω από την επιφάνεια της γης συχνά, κοντά σε

αποθέματα πετρελαίου. Το βασικό του συστατικό είναι το μεθάνιο (CH_4), που αποτελεί συνήθως και το 80% - 95% της σύστασής του, ενώ σε μικρότερα ποσοστά υπάρχουν επίσης αιθανίο (C_2H_6), προπανίο (C_3H_8), βουτανίο (C_4H_{10}), και διάφορες άλλες ενώσεις υδρογονανθράκων.

Συναντάται συνήθως σε κοιτάσματα πετρελαίου, μπορεί όμως να εμφανιστεί επίσης χωριστά στην άμμο, στον ψαμμίτη, και στις καταθέσεις ασβεστόλιθων. Λόγω της εύφλεκτης φύσης του και της υψηλής θερμαντικής του αξίας, το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται εκτενώς ως φωτιστικό και ως καύσιμο.

Το φυσικό αέριο μπορεί να είναι μια σημαντική πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και έχει καθαρότερη καύση από άλλα ορυκτά καύσιμα, όπως το πετρέλαιο και ο άνθρακας, και παράγει τα λιγότερα αέρια θερμοκηπίου. Για ένα ισοδύναμο ποσό θερμότητας, το φυσικό αέριο παράγει περίπου 30% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα από την καύση του πετρελαίου και περίπου 45% λιγότερο από την καύση του άνθρακα.

Παγκοσμίως οι εταιρίες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος επιλέγουν να δημιουργήσουν νέες εγκαταστάσεις ή να τροποποιήσουν τις υπάρχουσες με στροβίλους αερίου και να χρησιμοποιήσουν το φυσικό αέριο μαζί με άλλα καύσιμα ώστε να μειώσουν τις εκπομπές ρύπων.

2.3. Ανανεώσιμες Πηγές ενέργειας (RES)

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι οι φυσικοί διαθέσιμοι πόροι - πηγές ενέργειας, που υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον, που δεν εξαντλούνται αλλά διαρκώς ανανεώνονται και που δύνανται να μετατρέπονται σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια. Τέτοιοι ενεργειακοί πόροι είναι το φως του ήλιου, ο αέρας, το νερό, η κίνηση κυμάτων, οι παλίρροιες, η βιομάζα, η ωκεάνια θερμική ενέργεια και η γεωθερμική ενέργεια.

Ο όρος «ανανεώσιμες πηγές ενέργεια» χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο τις τελευταίες δεκαετίες, από τότε που οι επιστήμονες αντιλήφθηκαν ότι οι κλιματικές αλλαγές που λαμβάνουν χώρα σε συνδιασμό με τις επιπτώσεις που υφίσταται το περιβάλλον από την υπερθέρμανση του πλανήτη απαιτούν άμεση λήψη μέτρων για το περιορισμό τους. Η ανανεώσιμη ενέργεια⁴³ αποτελεί τη μεγαλύτερη ενεργειακή τάση του 21^ο αιώνα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το παγκόσμιο ενδιαφέρον προς την κατεύθυνση της αξιοποίησης τους οφείλεται σε δύο λόγους: i) την επίλυση του ενεργειακού προβλήματος, αφού τα αποθέματα συμβατικών πηγών ενέργειας εξαντλούνται και ii) το ότι πρόκειται για φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις. Στόχος της Ευρωπαϊκής ένωσης είναι να αυξήσει την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από το 3,7% που ήταν το 1991 στο 7,8% επί του συνόλου της κατανάλωσης ενέργειας το 2005. Αυτό προϋποθέτει αύξηση της απόδοσης των συστημάτων κατανάλωσης ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα. Οι προβλέψεις για τη χρήση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο δείχνουν ότι έχουμε ενεργειακά αποθέματα 200 χρόνια για τον τωρινό λόγο αποθέματος/παραγωγής.

2.3.1. Ηλιακή Ενέργεια

Ηλιακή είναι η ενέργεια που προέρχεται από την ακτινοβολία του ήλιου. Ο ήλιος αποτελεί ανεξάντλητη πηγή ενέργειας και για το λόγο αυτό, η ανάπτυξη νέων συστημάτων που βασίζονται στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είναι πολλά υποσχόμενη. Στις μέρες μας,

⁴³D. Coiante, L. Barra, «Renewable energy capability to save carbon emissions»
Solar Energy, Volume 57 6, December 1996,

η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται ήδη στην παραγωγή θερμική και ηλεκτρικής ενέργειας σε ανεπτυγμένα ανανεώσιμα συστήματα όπως εκείνα των φωτοβολταϊκών και των σταθμών ηλιακής-θερμικής ενέργειας.

Συστήματα που βασίζονται σε **φωτοβολταϊκά στοιχεία** ⁴⁴ μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια. Τέτοια συστήματα προσφέρουν το πρόσθετο πλεονέκτημα ότι μπορούν να προμηθεύσουν ενέργεια σε αραιοκατοικημένες περιοχές, οι οποίες δεν καλύπτονται από τα δίκτυα ηλεκτροδότησης, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα ζωής και προωθώντας την αειφόρο ανάπτυξη.

Οι **σταθμοί ηλιακής-θερμικής ενέργειας** αξιοποιούν τη θερμότητα του ηλίου, πρώτα συγκεντρώνοντας την ηλιακή ακτινοβολία (παραδείγματος χάρη με τη βοήθεια παραβολικών κατόπτρων) για να θερμάνουν νερό ή κάποιο άλλο μέσο και μετά μετατρέποντας τον ατμό σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω μιας γεννήτριας. Οι σταθμοί ηλιακής θερμικής ενέργειας ανοίγουν προοπτικές για μελλοντικές μεταφορές ενέργειας από θερμές αναπτυσσόμενες σε ψυχρές ανεπτυγμένες χώρες.

Σήμερα, η χρήση της άμεσης ηλιακής ενέργειας συνεισφέρει μόνο κατά ένα μικρό ποσοστό στις συνολικές απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια και θέρμανση. Παρά την αυξανόμενη ανάπτυξή της τα τελευταία χρόνια, το ποσοστό που της αναλογεί στην παγκόσμια παραγωγή ενέργειας είναι χαμηλότερο του 0,01%. Ο τομέας προβλέπεται να εξακολουθήσει να αναπτύσσεται δυναμικά στο μέλλον, αλλά δεν αναμένεται να συμβάλει πάνω από 1% στην συνολική παραγωγή ενέργειας πριν το έτος 2020.

Παρόλα αυτά, τόσο η ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά όσο και η ηλιακή θερμική ενέργεια έχουν μεγάλο αξιοποιήσιμο δυναμικό. Πρόκειται αναμφίβολα για τεχνολογίες του μέλλοντος, και θα πρέπει να παρακολουθούμε συστηματικά και την ανάπτυξή τους και το δυναμικό μείωσης του κόστους που προσφέρουν.

⁴⁴ Αργυρίου Α.Α., Μπαλαράς Κ.Α., Στεργιόπουλος Β.Εισαγωγή (12 σ.), , «Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας - Φωτοβολταϊκά», , Επιμέλεια έκδοσης Κ.Α. Μπαλαράς, 2η έκδοση, 2000

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούν άμεσα τη θερμότητα ή το φως από τον ήλιο στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας οι εξής:

α) Η θερμότητα περιλαμβάνει Photovoltaics ή PVs (τεχνολογία ηλιακών κυττάρων), β) Τα ηλιακά θερμικά συστήματα (περιλαμβάνουν τους συλλέκτες, τους δέκτες και τους συμπυκνωτές για να στρέψουν τη συναφή ηλιακή ακτινοβολία επάνω στο δέκτη) και κατευθύνουν τα συστήματα ηλιακής θέρμανσης (αυτές περιλαμβάνουν τη θέρμανση νερού, το μαγείρεμα, τη θέρμανση χώρου και την ψύξη και τις ηλιακές λίμνες).

Η τεχνολογία Photovoltaics (PVs) είναι μια τεχνολογία που συγχέεται συχνά με ηλιακά θερμικά συστήματα όταν αναφερόμαστε συχνά «στη ηλιακή ενέργεια». Η τεχνολογία PV είναι ένας ημιαγωγός. Βασίζεται στην τεχνολογία που μετατρέπει άμεσα την ελαφριά ενέργεια σε ένα ηλεκτρικό ρεύμα που μπορεί είτε να χρησιμοποιηθεί αμέσως είτε να αποθηκευτεί, π.χ. σε μια μπαταρία, για την μελλοντική χρήση. Τα συστήματα PV μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποικίλες εφαρμογές π.χ. στη στέγη ή στο στέγαστρο ενός κτηρίου.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (PV) χαρακτηρίζονται από υψηλή ένταση κεφαλαίου με μειωμένα κόστη καυσίμων και με πολύ μικρές λειτουργικές δαπάνες. Επιπλέον, έχουν μηδενικές εκπομπές των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου (GHG) από τη ενεργειακή παραγωγή του.

2.3.2 Αιολική Ενέργεια

Η βιομηχανία της αιολικής ενέργειας έχει παρουσιάσει ραγδαία άνθηση τα τελευταία χρόνια. Ενώ το παγκόσμιο εγκατεστημένο δυναμικό αιολικής ενέργειας ανερχόταν το 1998 σε λίγο περισσότερο από 10.000 MW συνολικά, το 2005 είχε ήδη φθάσει τα 60.000 MW. Το νούμερο αυτό αναμένεται να ανέβει στα 150.000 MW μέχρι το 2012.

Το χαμηλό κόστος της αιολικής ενέργειας σε σχέση με τις άλλες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα την ραγδαία αυτή άνθηση. Μάλιστα, το κόστος της

σχετικής τεχνολογίας είναι πολύ κοντά σε εκείνο της παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, γεγονός που ανοίγει το δρόμο για την εξάπλωση της αιολικής ενέργειας παγκοσμίως.

Χάρη στην πρόοδο της τεχνολογίας, το ειδικό κόστος παραγωγής αιολικής ενέργειας έχει ήδη πέσει στο ήμισυ από το 1990, και αναμένεται ότι η απόκλιση μεταξύ του κόστους παραγωγής της αιολικής ενέργειας και του κόστους ενέργειας από ορυκτά καύσιμα θα συνεχίσει να μειώνεται.

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου δεν εκπέμπονται διοξείδιο του άνθρακα ή άλλα αέρια που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα (μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, καρκινογόνα μικροσωματίδια κ.α.), όπως συμβαίνει με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε όλη τη διάρκεια της χρήσης της, μία και μόνο ανεμογεννήτρια 1,5 MW μπορεί να εξοικονομήσει περί τους 80.000 τόνους ορυκτού άνθρακα που σημαίνει ότι όχι μόνο δεν εντείνεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου (από κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από αιολικά πάρκα συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός κιλού CO₂ στην ατμόσφαιρα) αλλά δεν υπάρχουν και αρνητικές συνέπειες στη δημόσια υγεία από την ατμοσφαιρική ρύπανση.

2.3.3 Υδροηλεκτρική Ενέργεια

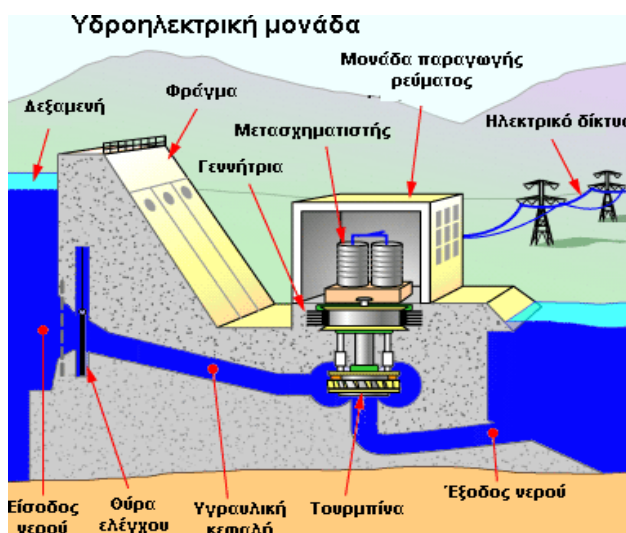
Η υδροηλεκτρική ενέργεια περιλαμβάνει την ενέργεια από μικρές μονάδες υδροηλεκτρικής παραγωγής, την ενέργεια από τις παλίρροιες, και την ενέργεια από τα θαλάσσια κύματα. Το μεγαλύτερο μερίδιο της ενέργειας RES παράγεται με την υδροενέργεια στον κόσμο.

Ο υδροηλεκτρισμός είναι ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη μετακίνηση του νερού από τους ποταμούς, τις λίμνες και τις θάλασσες. Αυτή η προς τα κάτω κίνηση του νερού περιέχει την κινητική ενέργεια που μπορεί να μετατραπεί στη μηχανική ενέργεια, και έπειτα από τη μηχανική ενέργεια στην ηλεκτρική ενέργεια στους σταθμούς υδροηλεκτρικής παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος.

Οι Υδροηλεκτρικές μονάδες δαμάζουν την ενέργεια του νερού και χρησιμοποιώντας μια απλή μέθοδο μετατρέπουν την ενέργεια αυτή σε ηλεκτρικό ρεύμα. Οι μονάδες αυτές βασίζονται στην κίνηση του νερού που περιστρέφει μια τουρμπίνα η οποία θέτει σε λειτουργία μια γεννήτρια. Οι

περισσότερες υδροηλεκτρικές μονάδες χρησιμοποιούν ένα φράγμα το οποίο συγκρατεί μια μεγάλη ποσότητα νερού δημιουργώντας έτσι μια μεγάλη δεξαμενή. Κάποιες θύρες στο φράγμα ανοίγουν και λόγω της βαρύτητας το νερό περνάει σε έναν αγωγό ο οποίος το οδηγεί σε μια τουρμπίνα. Καθώς αυτό περνάει από τον αγωγό δημιουργεί μεγάλη πίεση. Το νερό πέφτει πάνω στις φτερωτές μιας τουρμπίνας και την περιστρέφει. Ο παραπάνω μηχανισμός δίνεται σχηματικά στο Σχήμα 7.

Παγκοσμίως, η υδροηλεκτρική ενέργεια συμβάλλει κατά 19% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ ταυτόχρονα παίζει σοβαρό ρόλο στη μείωση των εκπομπών αερίων που δημιουργούν το "φαινόμενο του θερμοκηπίου" κατά 13%, αφού παράγει το αντίστοιχο της ενέργειας που σε διαφορετική περίπτωση θα παραγόταν με άλλο τρόπο που θα δημιουργούσε αέρια θερμοκηπίου.



Σχήμα 7. Λειτουργία υδροηλεκτρικών μονάδων

Ωστόσο, το υψηλό κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, όπως και ο πολύς χρόνος που απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου, αποτελεί ακόμη ένα βασικό μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας. Σε αυτό προστίθεται η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα (ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών, αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και του τοπικού κλίματος, πλήρωση ταμιευτήρων με φερτές ύλες, αύξηση σεισμικής επικινδυνότητας, κ.ά.). Η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων.

Τα υδροηλεκτρικά φράγματα χτισμένα για να παρέχουν ηλεκτρισμό αλλά και νερό για άρδευση αλλά και για να ελέγχουν τη ροή των ποταμών, να περιορίζουν τις πλημμύρες και τις ξηρασίες, έχουν αποκτήσει μια δυσανάλογα μεγάλη επίδραση στο περιβάλλον. Συνολικά έχουν κατακλύσει περισσότερα από 400.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα γης, κυρίως γόνιμης. Συνολικά το ένα πέμπτο των ψαριών του γλυκού νερού ή έχουν ήδη εξαφανιστεί ή απειλούνται σοβαρά. Κάπου 40 με 80 εκατομμύρια άνθρωποι, έχουν εγκαταλείψει τα σπίτια τους εξαιτίας της κατασκευής φραγμάτων, αναγκασμένοι να εγκατασταθούν ξανά σε άλλες, λιγότερο γόνιμες εκτάσεις.

Από την άλλη πλευρά: τα μεγάλα φράγματα έχουν οδηγήσει στην απώλεια δασών και βιοτόπων αλλά και στη βιοποικιλότητα των νερών των ποταμών. Τα μεγάλα φράγματα, στις πιο πολλές περιπτώσεις, απέτυχαν συστηματικά να συμβάλλουν στην αποκατάσταση των αρνητικών συνεπειών για τους πληθυσμούς που μετακινήθηκαν εξαιτίας τους. Με 80 περίπου εκατομμύρια ανθρώπους να έχουν μετακινηθεί από τα σπίτια τους και πολύ περισσότερους, που ζουν στα χαμηλότερα μέρη της ροής του ποταμού, να υποφέρουν από τις έμμεσες επιπτώσεις (π.χ. απώλεια αλιευμάτων), οι προσπάθειες μετριασμού των επιπτώσεων ήταν αναποτελεσματικές.

2.3.4 Θερμική Ενέργεια

Ένα μεγάλο ποσό θερμικής ενέργειας (θερμότητα) αποθηκεύεται στους παγκόσμιους ωκεανούς. Αυτή η ενέργεια καλείται ωκεάνια θερμική ενέργεια. Ο ήλιος θερμαίνει την επιφάνεια του ωκεανού περισσότερο από τα ωκεάνια βάθη, που δημιουργούν μια διαφορά θερμοκρασίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας.

Η ωκεάνια θερμική ενεργειακή μετατροπή (OTEC) χρησιμοποιεί τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του θερμού νερού της θάλασσας επιφάνειας και του κρύου ωκεάνιου νερού στον πυθμένα της θάλασσας που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.

2.3.5 Γεωθερμική Ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια⁴⁵ προέρχεται από τη φυσική θερμότητα της γης, που δημιουργείται βαθιά στο λειωμένο εσωτερικό της. Αυτή η θερμότητα αποθηκεύεται στο βράχο και το νερό μέσα στη γη (που απελευθερώνεται σε ορισμένες περιοχές υπό μορφή καυτού ατμού ή νερού).

Οι χαμηλοί πόροι ενθαλπίας (50°C σε 150°C) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για λόγους θέρμανσης: μεγάλη ζήτηση φορτίων βάσεων όπως η θέρμανση περιοχής, δενδροκηποκομία, ψυχαγωγικές χρήσεις όπως οι SPA. Οι μέσοι και υψηλοί πόροι ενθαλπίας (> 150°C) χρησιμοποιούνται για την ηλεκτρική παραγωγή.

Μερικοί γεωθερμικοί πόροι μπορούν να θεωρηθούν ως ανανεώσιμοι επειδή προέρχονται από τις διάφορες πηγές ενέργειας βαθιά μέσα στο γήινο εσωτερικό. Η πηγή ενέργειας είναι τόσο μεγάλη που το ποσοστό μείωσης από ένα πρόγραμμα εξαγωγής γεωθερμικής ενέργειας είναι αμελητέο.

Η γεωθερμική παραγωγή θεωρείται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με πολλή μεγάλη δυνατότητα στο μέλλον ηλεκτρικής παραγωγής, αν και τώρα χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή θερμότητας.

2.3.6 Βιομάζα

Η βιομάζα⁴⁶ αποτελεί εξαιρετική πηγή ενέργειας και ονομάζουμε οποιαδήποτε σχετικά νέα οργανική ύλη που προέρχεται από φυτά ως αποτέλεσμα της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Η ενέργεια από βιομάζα αντλείται από φυτικό και ζωικό υλικό, όπως ξύλο από τα δάση, υπολείμματα από γεωργικές και δασικές διαδικασίες, και βιομηχανικά, ανθρώπινα ή ζωικά απόβλητα.

⁴⁵ Αργυρίου Α.Α., Μπαλαράς Κ.Α., Στεργιόπουλος Β.Εισαγωγή (12 σ.), , «Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας - Γεωθερμία», , Επιμέλεια έκδοσης Κ.Α. Μπαλαράς, 2η έκδοση, 2000

⁴⁶ Ν. Αχ. Φιλιππόπουλος, Ζ. Σαμαράς, Δ. Καμίδης, Γ. Κουφοδήμος, «ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ», Θεσσαλονίκη, 2004

Η χημική ενέργεια που αποθηκεύεται σε φυτά και ζώα (τα οποία τρέφονται με φυτά ή άλλα ζώα), ή στα απόβλητα που αυτά παράγουν, λέγεται βιοενέργεια. Κατά τη διάρκεια διαδικασιών μετατροπής όπως η καύση, η βιομάζα απελευθερώνει την ενέργειά της, υπό τη μορφή θερμότητας ενώ παράγεται διοξείδιο του άνθρακα που έρχεται να αντικαταστήσει το διοξείδιο του άνθρακα που απορροφούνταν από το φυτό όσο αυτό αναπτυσσόταν. Σε γενικές γραμμές θα μπορούσε να αναφερθεί, ότι η χρήση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας είναι η αντιστροφή διαδικασία της φωτοσύνθεσης, δηλαδή η αξιοποίηση αυτής της ενέργειας ανακυκλώνει τον άνθρακα και δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με διοξείδιο του άνθρακα, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.

Η σύγχρονη βιομάζα ⁴⁷χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας και θερμότητας σε εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας. Στερεή βιομάζα, όπως τα υπολείμματα ξύλου, τα απόβλητα από αυλές και το άχυρο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για καύση σε ειδικά κατασκευασμένους σταθμούς παραγωγής ενέργειας, ή μαζί με άνθρακα σε υπάρχοντες σταθμούς που χρησιμοποιούν άνθρακα ως καύσιμο.

2.4. Πλεονεκτήματα Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έναντι συμβατικών

Η ανανεώσιμη ενέργεια είναι σημαντική λόγω των ωφελειών που παρέχει. Τα βασικά περιβαλλοντικά οφέλη είναι τα εξής :

Οι τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας είναι καθαρές πηγές ενέργειας που έχουν πολύ χαμηλότερη περιβαλλοντική επίδραση από τις συμβατικές ενεργειακές τεχνολογίες, οι οποίες στηρίζονται στα απολιθωμένα καύσιμα.

Η ενεργειακή χρήση από τα απολιθωμένα καύσιμα είναι μια πρωταρχική πηγή της μόλυνσης του αέρα, του νερού, και της ρύπανσης του εδάφους. Η χρήση των απολιθωμένων καυσίμων απελευθερώνει το διοξείδιο του άνθρακα (ένα από τα πιο επικίνδυνα αέρια που προκαλούν το

⁴⁷ Αργυρίου Α.Α., Μπαλαράς Κ.Α., Στεργιόπουλος Β.Εισαγωγή (12 σ.), , «Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας - Βιομάζα», , Επιμέλεια έκδοσης Κ.Α. Μπαλαράς, 1η έκδοση, 1999

φαινόμενο του θερμοκηπίου) και άλλους ρύπους όπως το διοξείδιο του θείου, το διοξείδιο του αζώτου και ο μόλυβδος, έχουν έναν σημαντικό αντίκτυπο στο περιβάλλον μας. Αυτές οι ουσίες συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Οι μορφές ενέργειας όπως αυτές που προέρχονται από τον λιγνίτη, το πετρέλαιο κλπ, είναι πεπερασμένες και κάποια ημέρα θα εξαντληθούν. Αντίθετα αυτές που προέρχονται από τις ανανεώσιμες πηγές όπως ο ήλιος, η δύναμη του αέρα και του νερού, είναι βιώσιμες.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η ενεργειακή ασφάλεια κάθε χώρας συνεχίζει να απειλείται από την εξάρτησή της στα απολιθωμένα καύσιμα. Αυτές οι συμβατικές πηγές ενέργειας είναι τρωτές στις πολιτικές αστάθειες, τις εμπορικές διαφωνίες, τους αποκλεισμούς, τους πολέμους και άλλες διασπάσεις.

Η Επιτροπή του περιβάλλοντος και ανάπτυξης, διατύπωσαν στο πρόγραμμα τους την εξής έννοια:

«ικανοποιώντας τις ανάγκες του σήμερα χωρίς συμβιβασμό, δημιουργείται η δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσει τις ανάγκες τους»⁴⁸.

Αυτό σημαίνει ότι οι ενέργειές μας σήμερα να χρησιμοποιήσουμε τεχνολογίες για την υποστήριξη και ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όχι μόνο θα μας ωφελήσει στο παρόν, αλλά θα ωφεληθούν και πολλές μεταγενέστερες γενεές.

⁴⁸ Η «Ατζέντα» είναι ένα αναλυτικό σχέδιο μέτρων που λαμβάνονται συνολικά, εθνικά και τοπικά από τις οργανώσεις του συστήματος Ηνωμένων Εθνών, τις κυβερνήσεις, και από σημαντικές ομάδες σε κάθε περιοχή στην οποία οι άνθρωποι προσκρούουν στο περιβάλλον. <http://www.un.org>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Φωτοβολταϊκά Συστήματα

3.1 Εισαγωγή

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε από τον Γάλλο Φυσικό Alexandre Edmond Becquerel το 1839, ο οποίος ανακάλυψε ότι μπορεί να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα όταν συγκεκριμένες κατασκευές εκτεθούν στο φως. Οι Αμερικάνοι Adams και Day το 1876 χρησιμοποιώντας έναν κρύσταλλο σεληνίου είχαν κάνει επίδειξη αυτού του φαινομένου. Η απόδοση σε αυτή την περίπτωση ήταν μόνο 1%. Το 1905 ο Albert Einstein διατύπωσε την εξήγηση του φωτοβολταϊκού φαινομένου (υπόθεση του φωτονίου). Το 1949 οι Αμερικάνοι Shockley, Bardeen και Brattain ανακάλυψαν το τρανζίστορ διευκρινίζοντας τη φυσική των p και n ενώσεων των ημιαγωγικών υλικών. Το πρώτο φωτοβολταϊκό κύτταρο με απόδοση κοντά στο 6% κατασκευάστηκε το 1956, ενώ αργότερα κατασκευάστηκε το φωτοβολταϊκό κύτταρο από πυρίτιο, το οποίο λειτουργούσε με απόδοση του 10%.

Η γρήγορη ανάπτυξη της τεχνολογίας στην εξερεύνηση του διαστήματος διάνοιξε εξαιρετικές προοπτικές για την χρήση φωτοβολταϊκών κυττάρων. Το 1958, 108 ηλιακά κύτταρα είχαν σταλεί στο διάστημα για δοκιμή. Η σύνδεση σε σειρά άρχισε αργότερα σε μικρότερο αριθμό. Το 1970 η ετήσια παραγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων για διαστημικές εφαρμογές ήταν 500 m². Η επίγεια χρήση ξεκίνησε στα μέσα της δεκαετίας του '70, παίρνοντας δυναμική από την πετρελαϊκή κρίση του 1973-74 και δίνοντας ερεθίσματα για την εκπόνηση πληθώρας ερευνητικών μελετών. Η προσπάθεια της επιστημονικής κοινότητας ήταν να μειωθεί το κόστος των φωτοβολταϊκών πλαισίων, με την εύρεση νέων φθηνότερων υλικών.

Σήμερα τα φωτοβολταϊκά έχουν γίνει κομμάτι της καθημερινής μας ζωής. Το φάσμα των εφαρμογών τους κυμαίνεται από μικρής κλίμακας συστήματα σε ρολόγια και υπολογιστές

τσέπης , μέχρι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος και ισχύος των οποίων η απόδοση τους κυμαίνεται από 12% ως 18% σε συγκεκριμένες συνθήκες αναφοράς.

Η ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων προτείνεται από την αναγκαιότητα εφαρμογής νέων, εναλλακτικών πηγών ενέργειας για το περιορισμό κυρίως των σοβαρών επιπτώσεων που προκαλούνται στο περιβάλλον από την χρήση συμβατικών μεθόδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπως το πετρέλαιο και διάφορα άλλα ορυκτά (λιγνίτης) που δεν παύουν ωστόσο να μην είναι ανεξάντλητα.

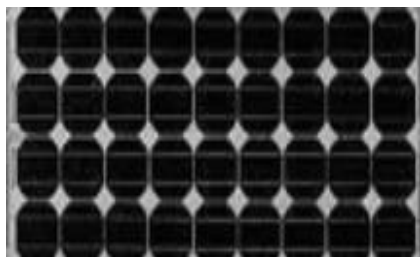
3.2. Είδη φωτοβολταϊκών

Τα είδη των φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορούν να ταξινομηθούν είτε με το είδος του φωτοβολταϊκού στοιχείου είτε με τον τρόπο αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας από αυτά.

A) Οι βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής φωτοβολταϊκών στοιχείων που κυρίως χρησιμοποιούνται σήμερα είναι οι ακόλουθες:

Μονοκρυσταλλικού πυριτίου

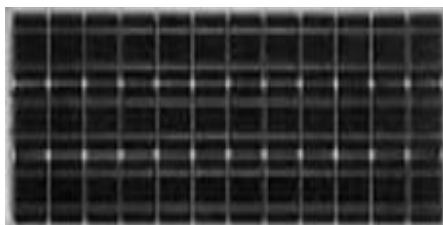
Είναι τα πιο διαδεδομένα στην αγορά και κατασκευάζονται σε κυλίνδρους ανεπτυγμένου πυριτίου. Οι κύλινδροι αυτοί κόβονται σε λεπτές φέτες , γνωστές ως wafers , με πάχος μόλις 200μm.Ο βαθμός απόδοσης τους στα εργαστήρια φθάνει το 24% , ενώ στο εμπόριο αγγίζει το 15%.



Εικόνα 8. Φωτοβολταϊκή γεννήτρια μονοκρυσταλλικού πυριτίου

Πολυκρυσταλλικού πυριτίου

Κατασκευάζονται από χυτό πυρίτιο. Έχουν βαθμό απόδοσης γύρω στο 15%. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία γαλλίου - αρσενίου διακρίνονται για τον υψηλό βαθμό απόδοσης τους, γι' αυτό χρησιμοποιούνται κατά κόρον στις διαστημικές εφαρμογές και στα συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας. Η απόδοσή τους αγγίζει το 25%, όταν δέχονται την άμεση ηλιακή ακτινοβολία και στο 28% όταν δέχονται και την διάχυτη ακτινοβολία. Σε ερευνητικό στάδιο ο βαθμός απόδοσης των φωτοβολταϊκών στοιχείων έχει ξεπεράσει το 30%.



Εικόνα 9. Φωτοβολταϊκή γεννήτρια πολυκρυσταλλικού πυριτίου

Άμορφου πυριτίου (a-Si)

Τα φωτοβολταϊκά αυτά στοιχεία κατασκευάζονται από άμορφο πυρίτιο. Διακρίνονται από την πολύ μικρή κατανάλωση πυριτίου κατά την κατασκευή τους, ενώ ευκολότερες είναι και οι κατασκευαστικές διαδικασίες με αποτέλεσμα το κόστος τους να είναι πολύ μικρότερο. Το κυριότερο μειονέκτημα τους είναι η πολύ χαμηλή τους απόδοση που δεν ξεπερνά το 10%. Χρησιμοποιούνται συνήθως σε ηλιακά ρολόγια και σε αριθμητικούς υπολογιστές. Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα είναι η χρήση της τεχνολογίας άμορφου πυριτίου σε μεγάλα κτήρια, γνωστά και ως Κτηριακά Ολοκληρωμένα φ/β στοιχεία (BIPVs - Building Integrated Photovoltaics), όπου αντικαθιστούν τα τζάμια (μετά από επεξεργασία για την αύξηση της διαφάνειας τους) συμβάλλοντας έτσι στην τροφοδοσία ηλεκτρικής ενέργειας στο κτήριο.



Φωτοβολταϊκές γεννήτριες



Κτήρια με ενσωματωμένα BIPVs

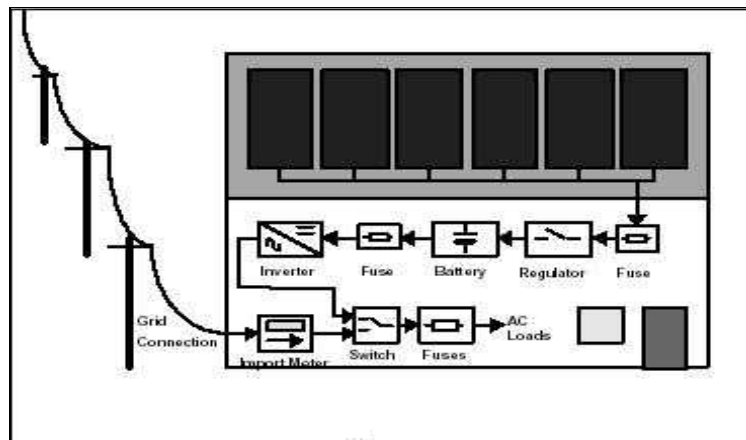
Εικόνα 10. Φωτογραφίες από φωτοβολταϊκών γεννητριών και ολοκληρωμένων κτηριακών Φ/Β στοιχείων (BIPVs: Building Integrated Photovoltaics))

Οι τεχνολογίες άμορφου πυριτίου και λεπτού στρώματος αποτελούν μόνο το 9 - 10% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής και αναφέρονται σε τεχνολογίες

Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και οι μεγάλης κλίμακας φωτοβολταϊκοί σταθμοί παραγωγής έχουν γίνει τμήμα της καθημερινής μας ενεργειακής πραγματικότητας. Η άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία είναι εξαιρετικά διαδεδομένη σε πολλούς τομείς. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις χαρακτηρίζονται από την σταθερότητα τους, την έλλειψη κινουμένων μερών, την αυτονομία τους και τον μεγάλο χρόνο ζωής τους, καθώς και από τον αποκεντρωτικό χαρακτήρα που διαθέτουν. Ο μόνος περιορισμός που τίθεται είναι το υψηλό τους κόστος αγοράς, καθώς η συντήρησή τους είναι σχεδόν ανύπαρκτη.

B) Ανάλογα με την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας τα φ/β συστήματα διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες :

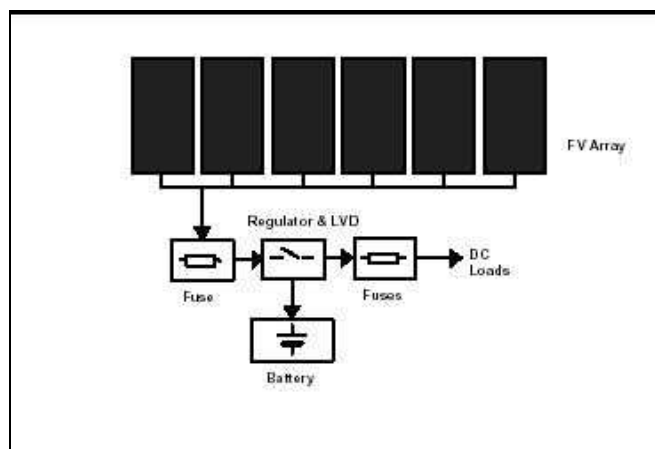
1) Διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα



Εικόνα 11. Διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα

Στα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά, τροφοδοτεί τα ηλεκτρικά φορτία και η περίσσεια ηλεκτρική ενέργεια εφ' όσον υπάρχει διαβιβάζεται και πωλείται στο δίκτυο. Στις περιπτώσεις όμως που η ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά δεν επαρκεί για να καλύψει τα φορτία τότε το δίκτυο παρέχει τη συμπληρωματική ενέργεια. Έτσι στα διασυνδεδεμένα συστήματα υπάρχουν δύο μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ένας μετράει την ενέργεια που δίνεται στο δίκτυο και ο άλλος την ενέργεια που παρέχει το δίκτυο. Επίσης στη περίπτωση των διασυνδεδεμένων συστημάτων δεν απαιτείται χρήση συσσωρευτών, γεγονός που ελαττώνει το αρχικό κόστος της εγκατάστασης καθώς και το κόστος συντήρησης.

2) Αυτόνομα ή μη συνδεδεμένα φωτοβολταϊκά



Εικόνα 12. Αυτόνομα ή μη συνδεδεμένα φωτοβολταϊκά

Σήμερα υπάρχει πληθώρα μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κεραίες τηλεπικοινωνιακών σταθμών, εξοχικά σπίτια, αντλίες άντλησης νερού, χιονοδρομικά κέντρα, τροχόσπιτα, φάρους, μετεωρολογικούς σταθμούς, υπαίθρια φωτιστικά σώματα, σκάφη και άλλα τα οποία καθίστανται ενεργειακά αυτόνομα. Βέβαια υπάρχουν συστοιχίες συσσωρευτών οι οποίες αποθηκεύουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, ενώ σε περίπτωση που έχουμε φορτία εναλλασσομένου ρεύματος θα πρέπει να υπάρχει ένας αντιστροφέας στο σύστημα ο οποίος θα μετατρέπει την συνεχή σε εναλλασσόμενη τάση. Όταν τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα συνδυασθούν και με άλλη ανανεώσιμη ή συμβατική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας (ανεμογεννήτρια, ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, κ.λπ.) τότε χαρακτηρίζονται σαν υβριδικά.

Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για κατοικίες και μικρούς οικισμούς που δεν είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο.

3) Υβριδικά φωτοβολταϊκά συστήματα

Πρόκειται για αυτόνομα συστήματα που αποτελούνται από τη Φ/Β συστοιχία σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας όπως μια γεννήτρια πετρελαίου ή άλλη μορφή ΑΠΕ (π.χ. ανεμογεννήτρια).

3.3. Νομικό πλαίσιο φωτοβολταϊκών (Φ/Β) συστημάτων στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα τέθηκε σε ισχύ ένα νέο ρυθμιστικό και ελεγκτικό πλαίσιο το οποίο διαμορφώθηκε από τους αρμόδιους φορείς και η εφαρμογή του κάνει απλούστερη την διαδικασία πρόσβασης προς όλους.

Στόχος, είναι να έχουν εγκατασταθούν 200 MW απο φωτοβολταϊκά στην Ελλάδα έως το τέλος του 2010.

Το νέο θεσμικό πλαίσιο προβλέπει την αξιολόγηση εκ νέου όλων των κατατεθειμένων προτάσεων (οι οποίες ξεπερνούν τα 3.700 MW εγκατεστημένης ισχύος) και να καταργηθούν τα προγράμματα επιμερισμού ισχύος που ίσχυαν έως και σήμερα. Έπειτα, θα πρέπει να γίνει η σταδιακή αποκλιμάκωση της τιμής της κιλοβατώρας στο διασυνδεδεμένο σύστημα (*feed in tariff*) απο τον Αύγουστο του 2010, κατατεθειμένων 11% το χρόνο, η οποία θα εφαρμόζεται ετησίως, υπό την προϋπόθεση ότι η έναρξη δοκιμαστικής λειτουργίας ή σύνδεση του Φ/Β έργου με το δίκτυο, θα ολοκληρώνεται εντός 18 μηνών από την υπογραφή της σύμβασης αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας με το ΔΕΣΜΗΕ (αφορά έργα έως 10 MW) και αναφέρεται επίσης η αναγκαιότητα της σταθεροποίησης της τιμής της παραγόμενης κιλοβατώρας απο Φ/Β επί 20 χρόνια (από την υπογραφή της σύμβασης αγοραπωλησίας). Ο υπό κατάθεση νέος νόμος προβλέπει δεσμευτικά όρια ολοκλήρωσης της εξέτασης των κατατεθειμένων αιτήσεων στη ΡΑΕ.

Επίσης, αναμένεται να δοθεί ισχυρή ώθηση στην εγκατάσταση Φ/Β στις στέγες και γενικότερα στα κτήρια. Με κοινή υπουργική απόφαση θα δίδεται η δυνατότητα στους οικιακούς καταναλωτές που θέλουν να εγκαταστήσουν Φ/Β να επιλέξουν είτε να λειτουργούν ως αυτοπαραγωγοί, χωρίς την υποχρέωση να ανοίξουν βιβλία στην εφορία, είτε να θεωρούνται επιτηδευματίες.

Εκτιμάται ότι με τα νέα μέτρα η συνολική εγκατεστημένη ισχύς από ΑΠΕ σε 1 χρόνο θα φτάσει τα 2.000 MW (από 1.360 MW που είχαν εγκατασταθεί έως το τέλος του 2008).

Ο κλάδος των φωτοβολταϊκών αποτελεί μια αγορά με σημαντική αναπτυξιακή παράμετρο, στον οποίο δραστηριοποιούνται περισσότερες από 200 επιχειρήσεις ενώ έχουν δημιουργηθεί σχεδόν 2.000 θέσεις εργασίας με αυξητική προοπτική.

Την περίοδο 2015-2020 η τεχνολογική ανάπτυξη θα καθιστά δυνατή τη δραστική μείωση του κόστους των Φ/Β ώστε να μην απαιτούνται ειδικά κίνητρα ή ενισχύσεις για τη διάδοσή τους. Η επιτάχυνση και η απλοποίηση των διαδικασιών δανειοδότησης, η αποσαφήνιση των πολεοδομικών και χωροταξικών όρων, οι φορολογικές διευκολύνσεις για την ανάπτυξη των οικιακών εφαρμογών και η υποχρεωτική εγκατάσταση Φ/Β σε νέα μεγάλα εμπορικά κτήρια είναι μεταξύ των προτάσεων του ΣΕΦ.

Η Ελλάδα πρέπει να λάβει τις απαιτούμενες πρωτοβουλίες για να πραγματοποιήσει το στόχο που έχει θέσει η ευρωπαϊκή βιομηχανία φωτοβολταϊκών σύμφωνα με τον οποίο το 12% της ηλεκτροπαραγωγής θα καλύπτεται από φωτοβολταϊκά έως το 2020⁴⁹.

3.3.1. Τι προβλέπεται για την εγκατάστασή των Φ/Β συστημάτων

Μετά την ψήφιση του Νόμου 3468/06 που ενσωματώνει στο ελληνικό δίκαιο την οδηγία 2001/77/ΕΚ⁵⁰ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, και τη δημοσίευση σχετικών υπουργικών αποφάσεων, έχουν αλλάξει οι διαδικασίες για την αδειοδότηση και εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Καθοριστική παράμετρος για τις ακολουθούμενες διαδικασίες είναι η ισχύς του φωτοβολταϊκού συστήματος. Τα φωτοβολταϊκά επιτρέπεται να εγκαθίστανται και σε παραδοσιακούς οικισμούς, ιστορικά τμήματα πόλεων και διατηρητέα κτήρια ύστερα από έγκριση της αρμόδιας ΕΠΑΕ⁵¹ ως προς την ένταξή τους στο χώρο. Στην συνέχεια, οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί ισχύος έως 500 κιλοβάτ (kWp), οι οποίοι χαρακτηρίζονται ως 'μη οχλούσες δραστηριότητες, επιτρέπεται να

⁴⁹ Σύνδεσμος Ευρωπαϊκών Βιομηχανιών Φωτοβολταϊκών με έδρα στις Βρυξέλλες

⁵⁰ Αφορά στην «προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας»

⁵¹ ΚΥΑ της 4-11-2004, Δ6/Φ1/Οικ.19500

γίνει η εγκατάστασή⁵² τους σε περιοχές εντός εγκεκριμένων ρυμοτομικών σχεδίων, εντός ορίων οικισμών με πληθυσμό μικρότερο των 2.000 κατοίκων ή οικισμών προϋφισταμένων του 1923, καθώς και σε εκτός σχεδίου περιοχές. Τέλος θα πρέπει να αποφεύγεται η επιλογή οικοπέδων σε γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών.

3.3.2. Κόστος εγκατάστασης – εφαρμογής Φ/Β συστημάτων

Ενώ, γίνεται προσπάθεια σε ευρωπαϊκό επίπεδο να ψηφιστεί ο νόμος⁵³ και να εφαρμοστεί περί εφαρμογής και λειτουργίας των φωτοβολταϊκών συστημάτων σε όλα τα εμπορικά και βιομηχανικά κτήρια άνω των 4.200 τμ. δηλαδή θα πρέπει να εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά συστήματα σε ιδιωτικές κατοικίες, σε πολυκατοικίες, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, δημόσια κτήρια, καθώς και σε εμπορικές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Η ελληνική πολιτεία ανακοίνωσε την επιδότηση εταιρειών, με 30-55% του συνολικού κόστους, για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και υποχρεώνει την ΔΕΗ να αγοράζει την παραγόμενη ενέργεια με 0,45-0,50€ ανά κιλοβατώρα με 10ετές συμβόλαιο. Το όριο ισχύος που τίθεται για την συγκεκριμένη πρόταση φτάνει στα 500 MW στο διασυνδεδεμένο σύστημα και 200 MW στο μη διασυνδεδεμένο (π.χ. στα ακριτικά νησιά κ.τ.λ.).

Το ελληνικό δημόσιο, ως επένδυση για ένα καλύτερο περιβάλλον και για να εξασφαλίσει καλύτερη ποιότητα ζωής για τους πολίτες του, καθώς επίσης και για την αύξηση της ενεργειακής αυτονομίας της χώρας θα επιδοτεί την ΔΕΗ με την διαφορά που προκύπτει από την τιμή αγοράς της κιλοβατώρας που προέρχεται από φωτοβολταϊκά (0,45 €) και την τιμή πώλησης της προς τους πελάτες της (βιομηχανίες και ελληνικά νοικοκυριά – 0,11 €).

⁵² ΚΥΑ της 4-11-2004, Δ6/Φ1/Οικ.19500

⁵³ Νόμος 3468/06, για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας

Το μέσο κόστος εγκατάστασης φωτοβολταϊκών στοιχείων εκτιμάται στα 6.000€ ανά KW εγκατεστημένης ισχύος. Οπότε για τα 500 MW με την ελάχιστη επιδότηση του 30% θα δαπανηθούν :

$$500.000 * 6.000 * 30\% = 900.000.000\text{€}.$$

Λαμβανομένου υπ' όψιν, ότι η παραγωγή στον ελλαδικό χώρο, είναι, τουλάχιστον 4 κιλοβατώρες την ημέρα, δηλαδή 1.460 A ανά έτος, η επιδότηση για 10 έτη για την παραγόμενη ενέργεια ανέρχεται σε

$$1.460 \text{ A} * 500.000 \text{ KW} * 10 \text{ έτη} * 0,35\text{€} = 2.555.000.000\text{€}.$$

Σύνολο επιδοτήσεων:

3.455.000.000€

χρησιμοποιώντας τα ελάχιστα και χωρίς να συνυπολογίσουμε το ετήσιο ποσοστό προβλεπόμενης αύξησης της τιμής λόγω πληθωρισμού και την δυνατότητα μονομερούς ανανέωσης της σύμβασης για άλλα 10 έτη από την πλευρά των εταιρειών.

Απο την άλλη πλευρά, οι αντίστοιχες επιδοτήσεις για κάποιον ιδιώτη που επιθυμεί να εγκαταστήσει οικιακή μονάδα παραγωγής (αυτοπαραγωγός), με τοποθέτηση από την ΔΕΗ μετρητή αμφίδρομης μέτρησης (που πιστώνει μονάδες όταν υπάρχει υπερπαραγωγή ή χρεώνει αντιθέτως) φθάνει περίπου στα 500€ μέσω της φορολογικής του δήλωσης, όταν μόνο το συγκεκριμένο μετρητή η ΔΕΗ τον χρεώνει 1.000€ και ο ΦΠΑ των φωτοβολταϊκών παραμένει στο 19%.

Για να επιτευχθεί η αντίστοιχη παραγωγή των 500 MW, με μέσο όρο εγκατεστημένης ισχύος τα 10 KW χρειαζόμαστε 50.000 κτήρια. Να σημειωθεί, ότι για την συγκεκριμένη ισχύ απαιτούνται περίπου 40 τμ. προσήλια επιφάνεια. Το κόστος εγκατάστασης, λόγω των μικρότερων μεγεθών, εκτιμάται στα 7.000€ ανά εγκατεστημένο KW ισχύος.

Κόστος επιδότησης:	$50.000 \text{ κτήρια} * 10 \text{ KW} * 7.000 \text{ €} = 2.400.000.000\text{€}.$
--------------------	--

Τα κέρδη αυτής της προσέγγισης είναι πολλαπλά. Το μικρότερο κόστος που προκύπτει, όσον αφορά την επιδότηση, είναι επουσιώδες. Αυτό που επιτυγχάνεται είναι το ενεργειακό μοντέλο από την παραγωγή στην κατανάλωση. Όταν ένα κτήριο έχει περίσσεια παραγωγής κάποιο άλλο διπλανό έχει έλλειμμα, έτσι κτήριο με κτήριο, γειτονιά με γειτονιά το δίκτυο ισορροπεί. Η ενέργεια δεν παράγεται κάπου μακριά ώστε να χρειάζεται δίκτυο μεταφοράς πολλών χιλιομέτρων και υποσταθμών για να φτάσει στον καταναλωτή. Οι απώλειες ενέργειας, αλλά και τα έξοδα επέκτασης δικτύου για υψηλή και υπερύψηλη τάση δεν υφίστανται, αφού χρησιμοποιείται, μόνο, το υφιστάμενο δίκτυο χαμηλής και μέσης τάσης. Τα φωτοβολταϊκά, άλλωστε, παρουσιάζουν την μέγιστη απόδοση τους το διάστημα 11 πμ. - 3 μμ., τότε που η ζήτηση είναι αυξημένη (το διάστημα που το καλοκαίρι γίνονται εκκλήσεις από τα ΜΜΕ να περιορίσουμε την κατανάλωση).

Συνολικά, μια τέτοια προσέγγιση θα καταστήσει την πλούσια σε ηλιοφάνεια χώρα μας αυτόνομη σε μεγάλο βαθμό ενεργειακά, ακόμη περισσότερο αν ενισχυόταν η εγχώρια βιομηχανία παραγωγής φωτοβολταϊκών στοιχείων.

3.3.3. Απόδοση Φ/Β συστημάτων

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ μετατρέπουν μόνο ένα ποσοστό της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό. Το πόσο μεγάλο είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από τον τύπο των φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Τα λεγόμενα *μονοκρυσταλλικά στοιχεία* έχουν τη μεγαλύτερη απόδοση (μετατρέπουν έως και το 17% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό).

Τα *πολυκρυσταλλικά στοιχεία* έχουν ελαφρώς χαμηλότερη απόδοση (13%-15%), είναι όμως φθηνότερα από τα μονοκρυσταλλικά.

Υπάρχουν και τα λεγόμενα "άμορφα" που αποτελούνται από μια ενιαία επιφάνεια κι όχι από διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία όπως τα προηγούμενα. Αυτά έχουν χαμηλότερη απόδοση (5%-10%) αλλά είναι τα οικονομικότερα. Χρειάζονται απλώς μεγαλύτερη επιφάνεια για να δώσουν την ίδια ισχύ με τα μονοκρυσταλλικά ή τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά.

Ένα φωτοβολταϊκό θα παράγει κάθε μέρα την ονομαστική ισχύ του επί 6 το καλοκαίρι και επί 3,5 το χειμώνα. Έτσι, από ένα φωτοβολταϊκό 100Wr μπορούμε να αναμένουμε 550-600 Watt/h (0,6 A-κιλοβατώρες) το καλοκαίρι και περίπου 350 Wh (0,35 A) το χειμώνα, ανά ημέρα και κατά μέσο όρο.

Ανά 1.000 Watt/p φωτοβολταϊκών, η συνολική ετήσια παραγωγή σε κιλοβατώρες (A) θα είναι από 1100 A (βόρεια Ελλάδα) έως 1450 Kwh (νότια Ελλάδα). Έτσι, ένα πάνελ 100 Wr θα παράγει από 110 Kwh έως 140 Kwh το χρόνο.

3.3.4. Μέσος όρος ζωής του συστήματος

Μία μέση διάρκεια ζωής ενός PV συστήματος πρέπει να είναι ο χρόνος μέσα στον οποίο το σύστημα παράγει την επιτρεπτή ποσότητα και ποιότητα της ισχύος για την οποία έχει μελετηθεί και κατασκευαστεί.

Ο μέγιστος χρόνος ο οποίος και αναφέρεται σε αρκετές έρευνες είναι τριάντα 30 έτη. Όμως σύμφωνα με τους σημαντικότερους προμηθευτές παγκοσμίως, ένα σύστημα φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί να παράγει αποτελεσματικά για παραπάνω από μία 25ετία.

Την αντίθετη όψη αυτού του νομίσματος και το πιο σημαντικό μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων στο οποίο θα πρέπει να αναφερθούμε είναι η διάρκεια ζωής του μετασχηματιστή⁵⁴. Κατατεθειμένων μέσο όρο η διάρκεια αυτή είναι 10 έτη, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι επιβαρυνόμαστε 2 φορές σε όλη την διάρκεια του συστήματος φωτοβολταϊκών για την αντικατάσταση ή την επιδιόρθωση του μετασχηματιστή.

⁵⁴ Η αξία σου αφορά τα έξοδα του μετασχηματιστή έχει ήδη ληφθεί υπόψη στον ενεργειακό δείκτη ERF, αλλά έχει πολύ μικρή επίδραση στα τελικά αποτελέσματα.

3.3.5. Περιβαλλοντικά οφέλη εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη λεγόμενη «Διάσπαρτη Παραγωγή Ενέργειας» (Distributed Power Generation), η οποία αποτελεί το νέο μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η διαφοροποίηση στην παραγωγή ενέργειας, που προσφέρεται από τα Φ/Β συστήματα, σε συνδυασμό με την κατά μεγάλο ποσοστό απεξάρτηση από το πετρέλαιο και την αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης του περιβάλλοντος, μπορούν να δημιουργήσουν συνθήκες οικονομικής ανάπτυξης σε ένα νέο ενεργειακό τοπίο που αυτή τη στιγμή διαμορφώνεται στις αναπτυγμένες χώρες.

Αυτά τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάνουν το Φωτοβολταϊκό σύστημα να είναι σημαντικό και η πιο κατάλληλη επιλογή μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα στο μέλλον για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο σε ανεπτυγμένες και όχι μόνο χώρες.

Όμως προτεραιότητα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την εφαρμογή της Φωτοβολταϊκής τεχνολογίας είναι η κατασκευή και η εγκατάσταση των συστημάτων καθώς επίσης και μελλοντική αποξήλωση τους και η ανακύκλωση τους στο τέλος της εμπορικής ζωής τους, ώστε να θεωρείται μία καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Όμοια θα πρέπει να συμβεί και με την ενέργεια η οποία απαιτείται για την κατασκευή τους, αποξήλωση και ανακύκλωση.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη των τεχνολογιών των φωτοβολταϊκών είναι μεταξύ των μέγιστων προτερημάτων του. Το ζήτημα της σφαιρικής αλλαγής κλίματος κερδίζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη επιστημονική κοινότητα. Φαίνεται να υπάρχει μια συμφωνία μεταξύ των παγκόσμιων κορυφαίων περιβαλλοντικών επιστημόνων ότι υπάρχει μια ευδιάκριτη ανθρώπινη επιρροή στο κλίμα και ότι υπάρχει μια σύνδεση μεταξύ της συγκέντρωσης των αερίων θερμοκηπίων και της αύξησης σε σφαιρικό θερμοκρασίες. Τα αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το νιτρώδες οξείδιο, το όζον, τα CFC και το μεθάνιο, επιτρέπουν στην ενέργεια του ήλιου να διαπεράσουν τη γήινη ατμόσφαιρα και να ενεργήσουν συγχρόνως όπως ένα κάλυμμα, που παγιδεύει τη θερμότητα ακτινοβολήσε από τη γήινη επιφάνεια. Οι αυξανόμενες

εκπομπές τέτοιων αερίων, ειδικά το CO₂, από τις ανθρώπινες δραστηριότητες θα αυξήσουν τη θέρμανση σε ένα ποσοστό υψηλότερο από πάντα πριν. Οι εκπομπές του CO₂ από τη χρήση των απολιθωμένων καυσίμων, τα οποία παρέχετε περίπου 85% της συνολικής παγκόσμιας απαίτησης για την αρχική ενέργεια, προκαλέστε την παρατηρηθείσα αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα.

Ένα ζήτημα που θα μπορούσε να δημιουργήσει μια μεγάλη ευκαιρία για τη ηλιακής ενέργειας είναι η εφαρμογή της οδηγίας⁵⁵ 2001/77/EC του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου. Η ηλιακή ακτινοβολία αποφέρει σημαντικές μειώσεις στο NOX, SOx, κυρίως όμως στις εκπομπές του CO₂ και αυτό θα μπορούσε να δημιουργήσει διάφορες νέες ευκαιρίες για τη ηλιακή ενέργεια και την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών στοιχείων που χρησιμοποιούνται εκτενέστερα στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις και τις παραγωγικές εγκαταστάσεις ηλεκτρικής δύναμης. Ο βασικός καθοριστικός παράγοντας θα είναι εάν τα φωτοβολταϊκά προσφέρουν τη λιγότερη ακριβή επιλογή για μια επιχείρηση όταν συγκρίνει με την εγκατάσταση του εξοπλισμού ελέγχου της ρύπανσης.

Βασιζόμενοι σε μία παγκόσμια έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε από την Διεθνή Ενεργειακή Επιτροπή (IEA - PVPs), το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Φωτοβολταϊκής Τεχνολογίας και τον Σύλλογο της Ευρωπαϊκής Φωτοβολταϊκής Βιομηχανίας (EPIA) και δημοσιεύθηκε τον Μάιο του 2006 μας εισαγάγει στον μικρόκοσμο της τεχνολογίας και ειδικότερα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών.

Ο μέσος όρος ζωής ενός συστήματος φωτοβολταϊκών είναι περίπου 30 έτη, και η ενεργειακή απόδοση του εξαρτάται πάρα πολύ από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας κάθε περιοχής. Ποικίλει σημαντικά από την μία χώρα σε μια άλλη, χρησιμοποιώντας το μείγμα παραγωγής της ενέργειας για κάθε χώρα. Αντιλαμβανόμαστε ότι τα θετικά σημεία αυτής της τεχνολογίας είναι πάρα πολλά σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο, και το σημαντικότερο εξ αυτών είναι η παραγωγή μίας μονάδας KW ενέργειας που προέρχεται από Φωτοβολταϊκά Πάνελ και μπορεί να μειώσει την εκπομπή των ρύπων του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) μέσα στο διάστημα που διαρκεί η εμπορική ζωή του.

⁵⁵ Αφορά στην προώθηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, της 27ης Σεπτεμβρίου 2001.

Η ηλεκτρική παραγωγή η οποία είναι βασισμένη στην ηλιακή φωτοβολταϊκή τεχνολογία είναι απόλυτα μη ρυπογόνα τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Δεν εκπέμπει ρύπους που επιδρούν αρνητικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο αποτελεί ένα από τα πιο φλέγοντα ζητήματα που απασχολεί την ανθρωπότητα τις τελευταίες δεκαετίες και πολλές προσπάθειες γίνονται από οργανώσεις περιβαλλοντικές και όχι μόνο για να περιοριστεί αυτό το φαινόμενο. Έπειτα, η χρήση αυτών των συστημάτων δεν μειώνει το απόθεμα των ορυκτών καυσίμων και μπορεί εύκολα να εισαχθεί στο αστικό περιβάλλον πράγμα που σημαίνει ότι βρίσκεται κοντά στις καταναλωτικές ανάγκες.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των Φ/Β συστημάτων, που τα διαφοροποιούν από τις άλλες μορφές ΑΠΕ είναι:

- I. Απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα, π.χ. σε επίπεδο μερικών δεκάδων W ή και mW.
- II. Είναι εύχρηστα. Τα μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες. Μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στις πόλεις, ενσωματωμένα σε κτήρια και δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον.
- III. Η ηλιακή ενέργεια είναι αποκεντρωμένο «καύσιμο», διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει.
- IV. Είναι βαθμωτά συστήματα, δηλ. μπορούν να επεκταθούν σε μεταγενέστερη φάση για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών, χωρίς μετατροπή του αρχικού συστήματος.
- V. Λειτουργούν αθόρυβα, εκπέμπουν μηδενικούς ρύπους, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- VI. Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία κατά τη λειτουργία.
- VII. Η ενεργειακή ανεξαρτησία του χρήστη είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των Φ/Β συστημάτων. Τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας

επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πουλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου.

Εκτός όμως από τα πολυάριθμα πλεονεκτήματα που έχει η εγκατάσταση και η λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων, θα ήταν γενικά ορθό να αναφερθούμε και στα μειονεκτήματα τους. Ένα από τα πιο σημαντικά, ίσως το σημαντικότερο όλων, είναι το σχετικά υψηλό κόστος αγοράς. Η έλλειψη επιδοτήσεων ήταν ως πρίν λίγο ο κυριότερος λόγος για την στασιμότητα της ελληνικής αγοράς φωτοβολταϊκών. (π.χ. η έλλειψη επιχορήγησης για τον οικιακό καταναλωτή, έλλειψη επιχορήγησης της παραγόμενης φωτοβολταϊκής κιλοβατώρας - kWh).

Τα φωτοβολταϊκά, όπως άλλωστε και όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), έχουν υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης και ασήμαντο λειτουργικό κόστος, αντίθετα με τις συμβατικές ενεργειακές τεχνολογίες που συνήθως έχουν σχετικά μικρότερο αρχικό επενδυτικό κόστος και υψηλά λειτουργικά κόστη.

Το κλίμα αυτό όμως τώρα αλλάζει δραματικά. Πολλές χώρες έχουν ξεκινήσει τα τελευταία χρόνια σημαντικά προγράμματα ενίσχυσης των φωτοβολταϊκών, με γενναίες επιδοτήσεις τόσο της αγοράς και εγκατάστασης φωτοβολταϊκών, όσο και της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας.

3.4. Δείκτες - Ορισμός δεικτών

Σύμφωνα με την θέση των φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη ότι η ενεργειακή κατανάλωση είναι σημαντικός παράγοντας στις περιβαλλοντικές επιδράσεις. Η μελέτη⁵⁶ επικεντρώνεται σε δύο ενεργειακούς δείκτες:

- ***EPBT – Energy Pay Back Time***

⁵⁶ Energy Agency, Compared Assessment of selected environmental indicators of photovoltaic electricity in OECD cities, Report IEA-PVPS T 10-01:2006, Μάιος 2006

Ορίζεται ως το ποσοστό της τελικής εισροής ενέργειας κατατεθειμένων την διάρκεια της ζωής του συστήματος καθώς επίσης και την ετήσια παραγωγή ενέργειας. Και τα δύο που αναφέραμε παραπάνω εκφράζονται στην ίδια μονάδα μέτρησης είτε ως αρχική ενέργεια είτε ως τελική ηλεκτρική ενέργεια. Ο δείκτης EPBT εκφράζεται σε έτη.

- ***ERF – Energy Return Factor***⁵⁷

Ορίζεται ως το ποσοστό της τελικής ενεργειακής παραγωγής καθώς επίσης και της τελικής εισροής ενέργειας κατατεθειμένων την διάρκεια της ζωής του συστήματος. Ο δείκτης ERF εκφράζεται ως μία τιμή χωρίς μονάδες μέτρησης και έναν περιβαλλοντικό δείκτη ο οποίος και είναι γνωστός ως «*Ενδεχόμενος Δείκτης για την μείωση του Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂)*» που εκτιμά την ηλεκτρική ενέργεια η οποία και παράγεται από ένα σύστημα φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Το σύστημα αυτό θα υποκαταστήσει το τοπικό ενεργειακό μίγμα το οποίο συνθέτεται κυρίως από συμβατικές πηγές ενέργειας. Αναλυτικότερα ορίζεται ως η ποσότητα των εκπομπών των ρύπων του Διοξειδίου του Άνθρακα, η οποία και θα αποφεύγεται αν χρησιμοποιηθεί ένα φωτοβολταϊκό σύστημα. Υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την ενεργειακή εκροή ενός φωτοβολταϊκού συστήματος κατατεθειμένων την διάρκεια της ζωής του, με τον μέσο όρο περιεκτικότητας του Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) σε εθνικό επίπεδο. Αυτό εκφράζεται σε τόνους ανά εγκατεστημένου KWp (ton / KWp).

Έπειτα από την εφαρμογή των δεικτών⁵⁸ που πραγματοποιήθηκε σε μία σειρά από χώρες υπολογίστηκε ότι ένα σύστημα φωτοβολταϊκών το οποίο εφαρμόζεται στις στέγες έχει μέσο

⁵⁷ Ο δείκτης ERF ισούται με δέκα σημαίνει ότι ένα σύστημα PV παράγει δέκα φορές περισσότερη ενέργεια από ότι καταναλώνει κατά την διάρκεια της ωφέλιμης ζωής του.

⁵⁸ **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΚΑΙ ΒΗΜΑΤΑ**

Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων ενός συστήματος φωτοβολταϊκής τεχνολογίας για ευρεία γκάμα χαρακτηριστικών περιοχών όπου τα συστήματα αυτά μπορούν να εγκατασταθούν και να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.

Αρχικά πρέπει να εντοπίσουμε τις περιοχές ή χώρες οι οποίες πληρούν τις κλιματολογικές προϋποθέσεις για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων όπως αναφέρθηκαν συνοπτικά παραπάνω, και στην συνέχεια υπολογίζουμε την ετήσια (μέση τιμή) παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε τύπο συστήματος. Έπειτα υπολογίζουμε τους αντίστοιχους δείκτες EPBT και ERF για κάθε περιοχή και για κάθε τύπο φωτοβολταϊκού

χρόνο απόσβεσης (δείκτης EPBT) από 1,6 (στην περιοχή του Περθ της Αυστραλίας) έως 3,3 χρόνια (στην περιοχή του Εδιμβούργου, Ηνωμένο Βασίλειο). Όμοια για τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, ο χρόνος απόσβεσης είναι λίγο μεγαλύτερος σε σχέση με τον πρώτο τύπο φωτοβολταϊκών συστημάτων και κυμαίνεται από 2,7 έτη (περιοχή του Περθ της Αυστραλίας) έως 4,7 έτη (περιοχή των Βρυξελλών στο Βέλγιο).

Όσον αφορά τον δείκτη ERF που μετρά την απόδοση των διαφόρων τύπων φωτοβολταϊκών συστημάτων, τα συστήματα εγκατεστημένα σε στέγη με γωνία κλίσης 30° καθ' όλη την διάρκεια της ζωής τους παράγουν από 8 έως 17,9 φορές την ποσότητα της ενέργειας η οποία χρειάζεται για την κατασκευή, εγκατάσταση, αποξήλωση και ανακύκλωση ενώ τα συστήματα των φωτοβολταϊκών πλασιών παράγουν 5,4 έως 10,1 φορές την ποσότητα της ενέργειας η οποία χρειάζεται για την κατασκευή, εγκατάσταση, αποξήλωση και ανακύκλωση.

3.5. Συμπεράσματα

Τα φωτοβολταϊκά είναι μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες της νέας εποχής στο χώρο της ενέργειας. Αυτή η νέα εποχή θα χαρακτηρίζεται ολοένα και περισσότερο από τις μικρές αποκεντρωμένες εφαρμογές, σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς. Τα μικρά, ευέλικτα συστήματα που μπορούν να εφαρμοστούν σε επίπεδο κατοικίας, εμπορικού κτιρίου ή μικρού

συστήματος. Τέλος, εκτιμούμε την μέση περιεκτικότητα Διοξειδίου του Ανθρακα (CO₂) που εκλείεται από το μίγμα της ηλεκτρικής παραγωγής σε τοπικό κάθε φορά επίπεδο με την χρήση συμβατικών πηγών ενέργειας και υπολογίζουμε την εν δυνάμει μείωση του Διοξειδίου του Ανθρακα (CO₂) για κάθε σύστημα σε κάθε περιοχή.

Προϋποθέσεις. - Η ετήσια ενεργειακή παραγωγή για το κάθε σύστημα καθε περιοχής εκτιμάται με μία απλοποιημένη συμβαική μέθοδο:

$$E_{out}=H_i P_0 PR$$

Όπου :

E_{out} είναι η ετήσια παραγωγή ενέργειας σε KWh / έτος.

H_i είναι η παγκόσμια ακτινοβολία σε KWh / m² / έτος.

P₀ είναι η ονομαστική ισχύς του φωτοβολταϊκού συστήματος σε KWh

PR είναι η αναλογία απόδοσης

σταθμού ηλεκτροπαραγωγής (όπως π.χ. τα φωτοβολταϊκά, τα μικρά συστήματα συμπαραγωγής, οι μικροτουρμπίνες και οι κυψέλες καυσίμου) αναμένεται να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα χρόνια που έρχονται.

Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία. Οφέλη για τον καταναλωτή, για τις αγορές ενέργειας και για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Ένα επιπλέον κοινό αυτών των νέων τεχνολογιών είναι η φιλικότητά τους προς το περιβάλλον.

Η δυνατότητα της χρησιμοποίησης ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα είναι υψηλή. Η μέση ηλιακή ακτινοβολία είναι 6GJ/m^2 ανά έτος. Εντούτοις, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το φωτοβολταϊκό (PV) σύστημα είναι ακόμα δαπανηρή, ειδικά για την Ελλάδα ως εισαγόμενη PV χώρα. Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς παραγωγούς μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος μιας νέας γραμμής μεταφοράς είναι πολύ υψηλό, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και θέματα που σχετίζονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων και τις αλλαγές στις χρήσεις γης.

Στην περίπτωση της ηλιακής ενέργειας και των περισσότερων ανανεώσιμων πηγών δεν υπάρχει καμία απελευθέρωση GHG από την παραγωγή, αλλά υπάρχουν εκπομπές κατά τη διάρκεια της μεταλλείας καυσίμων, της προετοιμασίας και της μεταφοράς, της κατασκευής εγκαταστάσεων, της κατασκευής του εξοπλισμού και της αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας. Τα επίπεδα εκπομπής επηρεάζονται ιδιαίτερα από την τεχνολογία και τη γεωγραφική θέση των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας.

Οι διάφοροι μικροί παραγωγοί "πράσινης" ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν ιδανική λύση για τη μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής. Η ηλιακή ενέργεια είναι μια καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή

τροφοδοσία. Αν και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα PV φαίνεται να είναι λιγότερο δαπανηρές και λιγότερο περιβαλλοντικές εκπομπές σε επίπεδο παραγωγής, Αν και η ηλιακή ενέργεια είναι μια από τις κύριες ανανεωμένες πηγές ενέργειας, αυτή η μελέτη που θεωρείται μόνο οικονομικά εκτεινόμενες επιδράσεις από την πολιτική στην προώθηση PV στην Ελλάδα. Η αξιολόγηση του κύκλου της ζωής της ηλεκτρικής παραγωγής PV στην Ελλάδα πρέπει επίσης να μελετηθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Πίνακες Εισροών-Εκροών & Πίνακας NAMEA

4.1. Ιστορική Αναδρομή

Η ανάλυση εισροών – εκροών είναι ένα εμπειρικό εργαλείο που εισάγεται από Wassily Leontief προς το τέλος της δεκαετίας του '30 με σκοπό να λάβει υπόψη τις αλληλεξαρτήσεις των δραστηριοτήτων της οικονομίας. Η ιδέα αυτή της κυκλικής ροής είναι πολύ παλαιότερη και μπορεί να επισημανθεί πίσω στους παλαιούς φυσιοκράτες και τους κλασσικούς οικονομολόγους.

Ο Leontief, το 1953, δημοσιεύει μια εκτενή έκθεση⁵⁹ που περιλαμβάνει τα αποτελέσματα ενός ερευνητικού πρόγραμμα του Χάρβαρντ για τη δομή της αμερικανικής οικονομίας. Το πρόγραμμα αυτό διήρκεσε παραπάνω από μία εικοσαετία όπου και ολοκληρώνεται το 1972. Στην συνέχεια, ο Leontief συλλέγει τα δοκίμια που είχε δημοσιεύσει κατά τη διάρκεια σαράντα ετών έρευνας, από το 1948 έως και τα μέσα της δεκαετίας του 80', και τα επαναφέρει με ορισμένες αλλαγές που απαιτεί η μέχρι τότε εποχή αλλά και που χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα.

⁵⁹ Η έκθεση εξετάζει μερικές σημαντικές πτυχές ανάλυσης εισροών – εκροών και περιέχουν τα κεφάλαια σχετικά με τη στατική και δυναμική θεωρία, την επέκταση των τεχνικών εισροών-εκροών στη διαπεριφερειακή ανάλυση, τα προβλήματα της ταξινόμησης και της συνάθροισης και λίγο περισσότερες εφαρμοσμένες μελέτες, όπως οι αναλύσεις στην βιομηχανία της κλωστοϋφαντουργίας του βαμβακιού ή της εμπορικής εναέριας μεταφοράς στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Οι Miller και Blair, το 1985, συντάσσουν ένα από τα περιεκτικότερα αγγλικά εγχειρίδια⁶⁰ στην ανάλυση εισροών - εκροών. Το εγχειρίδιο αυτό αναφέρεται στο θεωρητικό πλαίσιο και στην μεθοδολογία της ανάλυσης εισροών - εκροών, της ανάλυσης του πολλαπλασιαστή, τις επεκτάσεις στην περιφερειακή, διαπεριφερειακή και ενδοπεριφερειακή ανάλυση εισροών - εκροών που διαπραγματεύεται το ενεργειακό και περιβαλλοντικό ζήτημα.

Οι Miller, Polenske και Rose, το 1989 δημοσιεύουν μελέτη που περιλαμβάνει 22 επιλεγμένα δοκίμια ανάμεσα από 200 έγγραφα, και πραγματοποιούν διασκέψεις προς τιμή του Wassily Leontief.

Μια από τις πιο ενδιαφέρουσες επεκτάσεις του βασικού προτύπου του Leontief αφορά το συνδυασμό μακροοικονομικών μοντέλων μεγάλων κλιμάκων βασισμένων στις οικονομετρικές εκτιμήσεις και την προσέγγιση της παραγωγής που παρέχεται με την μέθοδο εισροών - εκροών.

Το 1970, ο Stone συγκέντρωσε ορισμένες εργασίες του που απεικονίζουν την συνεισφορά του στην ανάλυση των εισροών - εκροών.

4.2. Υπόδειγμα Ανάλυσης Εισροών – Εκροών (IOT)

Οι πίνακες εισροών - εκροών (IOT) περιέχουν εκτενείς πληροφορίες για την οικονομική παραγωγή, τις ροές των προϊόντων και των συναλλαγών καθώς επίσης και την τελική κατανάλωση μεταξύ των διαφόρων οικονομικών δραστηριοτήτων μέσα σε μια εθνική οικονομία. Εκτός όλων των παραπάνω, ένας πίνακας εισροών εκροών περιλαμβάνει ακόμα οικονομικές παραμέτρους όπως είναι η παραγωγή των αγαθών και των υπηρεσιών, η ακαθάριστη προστιθέμενη αξία, το ύψος των εισαγωγών και την τελική χρήση ανά κλάδο της οικονομίας.

⁶⁰ R. Miller, P. Blair, *“Input – Output Analysis : Foundations and Extensions”*, 1984

Οι πίνακες εισροών – εκροών (ΙΟΤ) δίνουν μια ποσοτική εικόνα των αμοιβαίων σχέσεων των δραστηριοτήτων και των προϊόντων παραγωγής μέσα σε μια εθνική οικονομία. Ως εκ τούτου παρουσιάζουν:

- 1) τον τρόπο που ο συνολικός ανεφοδιασμός (παραγωγή) συντίθεται από την εσωτερική παραγωγή και τις εισαγωγές των προϊόντων.
- 2) τον τρόπο που χρησιμοποιείται η συνολική παραγωγή, είτε ως ενδιάμεση κτανάλωση στην οποία αναφερόμαστε στην χρήση των ενδιάμεσων προϊόντων, είτε κατευθείαν ως τελική χρήση δηλαδή με την μορφή ιδιωτικής κατανάλωσης, κυβερνητικής κατανάλωσης, επενδύσεων και εξαγωγών.
- 3) Τα εισοδήματα που παράγονται από τις μεμονωμένες βιομηχανίες.

4.2.1. Γενικό απλουστευμένο σχέδιο ΙΟΤ

Ένας πίνακας εισροών - εκροών (ΙΟΤ) περιλαμβάνει τρία τεταρτημόρια όπως εμφανίζονται στο ακόλουθο απλοποιημένο σχήμα:

Πίνακας 4. Απλουστευμένος Πίνακας Εισροών – Εκροών

X_{ij}	Y_{ik}
P_{ij}	

Το **X_{ij}** είναι μια τετραγωνική μήτρα, η οποία καλείται ενδιάμεση ή μήτρα μετασχηματισμού και παρουσιάζει ενδιάμεσες συναλλαγές των προϊόντων μεταξύ των δραστηριοτήτων της οικονομίας. Εκφράζει πόσα ενδιάμεσα προϊόντα από τη βιομηχανία i χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μιας μονάδας προϊόντος j .

Το **Y_{ik}** παρουσιάζει την τελική χρήση των προϊόντων και καλείται μήτρα τελικής ζήτησης. Η ιδιωτική κατανάλωση των νοικοκυριών, η δημόσια κατανάλωση ή οι εξαγωγές αποτελούν τα συστατικά της τελικής ζήτησης.

Το **P_{ij}** καλείται αρχική μήτρα εισαγωγής και παρουσιάζει τα προστιθέμενης αξίας συστατικά που παράγουν οι διάφορες βιομηχανίες. Τα συστατικά της προστιθέμενης αξίας είναι: οι φόροι παραγωγής, οι επιχορηγήσεις, οι αμοιβές των εργαζομένων, η κατανάλωση του σταθερού κεφαλαίου όπως η υποτίμηση των επενδύσεων και τα κέρδη.

Πίνακας 5. Πίνακας Εισροών – Εκροών που περιλαμβάνει την τελική ζήτηση του κλάδου j και την συνολική παραγωγή του κλάδου i

X_{ij}	Y_{ik}	Σq
P_{ij}		
Σq		

Το Σq εκφράζει την παραγωγή μια οικονομικής δραστηριότητας που χρησιμοποιείται είτε ως ενδιάμεσο αγαθό για την παραγωγή του ή για την παραγωγή ενός προϊόντος κάποιου άλλου κλάδου, είτε χρησιμοποιείται για τελικούς σκοπούς όπως ιδιωτική κατανάλωση. Το ποσό της σειράς i αποτελεί την συνολική εκροή της βιομηχανίας i .

Έπειτα, παρουσιάζονται οι εισαγωγές στη βιομηχανία j οι οποίες περιλαμβάνουν τις ενδιάμεσες εισαγωγές του ίδιου προϊόντος από άλλες οικονομικές δραστηριότητες και παρακάτω η προστιθέμενη αξία. Τα συστατικά της προστιθέμενης αξίας είναι οι αποκαλούμενες εισροές της παραγωγής, όπως είναι οι αμοιβές από την εργασία, τα κέρδη και το κεφάλαιο, που απαιτείται για να μετασχηματιστούν τα ενδιάμεσα προϊόντα σε τελική προϊόν.

Το ποσό της στήλης j είναι οι συνολικές εισροές ενός οικονομικού κλάδου που είναι απαραίτητες για να παραχθεί η συνολική παραγωγή του.

Η συνολική εισροή σε μια βιομηχανία (στήλη-ποσό) είναι πάντοτε ίση με τη συνολική εκροή (σειρά-ποσό) της ίδιας βιομηχανίας σε νομισματικούς όρους.

4.2.2 Επεξεργασία των εισαγωγών στο υπόδειγμα εισροών – εκροών (ΙΟΤ)

Το απλουστευμένο υπόδειγμα εισροών - εκροών (ΙΟΤ) όπως αναφέρεται στο παραπάνω σχήμα δεν εξετάζει τις εισαγωγές ρητά.

Υπάρχουν διάφορες δυνατότητες να εισαχθούν οι εισαγωγές στο υπόδειγμα εισροών – εκροών (ΙΟΤ).

Θα αρχίσουμε με τη δεύτερη παραλλαγή που είναι περιεκτικότερη και μπορούμε εύκολα να χρησιμοποιήσουμε για να παραγάγουμε την πρώτη παραλλαγή που παρουσιάζεται αμέσως μετά.

Πίνακας 6. Η παραγωγή και οι εισαγωγές χωριστά⁶¹

X_{ij}^d	Y_{ik}^d	Σq
X_{ij}^m	Y_{ik}^m	Σm
P_{ij}		
Σq		

Πίνακας 7. Η παραγωγή και οι εισαγωγές μαζί⁶²

$X_{ij} = X_{ij}^d + X_{ij}^m$	$Y_{ik} = Y_{ik}^d + Y_{ik}^m$	-m	Σq
P_{ij}			
Σq			

⁶¹ UN 1999, p. 159, πίνακας 6.4

⁶² UN 1999, p. 159, πίνακας 6.2

Οι εισαγωγές των εμπορευμάτων σε μια εθνική οικονομία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για δύο λόγους:

- A. είτε ως ενδιάμεσο προϊόν για την τελική παραγωγή ενός οικονομικού κλάδου
- B. είτε άμεσα από τις κατηγορίες της τελικής ζήτησης όπως π.χ. την ιδιωτική και δημόσια κατανάλωση, τις επενδύσεις, κοκ.

Το X^d_{ij} καλείται ενδιάμεση μήτρα εσωτερικής παραγωγής και παρουσιάζει τις συναλλαγές μεταξύ της παραγωγής των διαφόρων κλάδων αλλά μόνο για τα ενδιάμεσα αγαθά που παράγονται εσωτερικά.

Το X^m_{ij} καλείται ενδιάμεση μήτρα εισαγωγών και παρουσιάζει τις εισαγωγές του ενδιάμεσου προϊόντος.

Το Y^d_{ik} είναι η μήτρα της τελικής ζήτησης που αφορά την εσωτερική παραγωγή και παρουσιάζει την τελική ζήτηση των τελικών αγαθών που παράγονται εσωτερικά.

Το Y^m_{ik} ονομάζεται μήτρα τελικής ζήτησης και αφορά στις εισαγωγές. Παρουσιάζει την τελική κατανάλωση των εισαγόμενων τελικών αγαθών. Για παράδειγμα, τα ιαπωνικά αυτοκίνητα εισάγονται και καταναλώνονται άμεσα από τα ιδιωτικά νοικοκυριά.

4.2.3. Τεχνικοί συντελεστές

Βασική προϋπόθεση στην οποία στηρίζεται ένας πίνακας εισροών – εκροών είναι ότι οι διακλαδικές ροές από τον κλάδο i στον κλάδο j , στην διάρκεια μιας συγκεκριμένης περιόδου, εξαρτώνται στο σύνολο τους από την συνολική εκροή του κλάδου j στην ίδια χρονική περίοδο.

Οι τεχνικοί συντελεστές υπολογίζονται από τις τιμές που λαμβάνονται από τη μήτρα των συναλλαγών δηλαδή το ποσό των εισροών που διαιρούνται με τη συνολική παραγωγή δηλαδή την συνολική εκροή.

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{X_j}$$

Όπου z_{ij} ορίζεται ως η εισροή από τον κλάδο i στον κλάδο j και X_j ορίζεται η συνολική εκροή του κλάδου j . Δηλαδή ορίζεται ως η μέτρηση των σταθερών σχέσεων μεταξύ της εκροής ενός κλάδου και των εισροών του⁶³.

Οι τεχνικοί συντελεστές είναι η αναλογία του ενός προϊόντος που εισάγεται στην παραγωγή, δηλ. εκφράζει την εισαγωγή απαιτείται για να παραχθεί μια μονάδα προϊόντος.

4.2.4. Σκοποί και στόχοι του μοντέλου

Οι πίνακες εισροών - εκροών χρησιμοποιούνται για να ερευνήσουν την οικονομική δομή των εθνικών οικονομιών και για να αναλύσουν τα άμεσα και έμμεσα αποτελέσματα των μεταβολών στην τελική ζήτηση, τις τιμές και τις αμοιβές σε ολόκληρη την οικονομία.

Οι πίνακες εισροών – εκροών έχουν σαν αντικείμενο έρευνας τους παραγωγικούς κλάδους μιας οικονομίας και οι μεταβολές στα συστατικά στοιχεία των συνολικών μεταβλητών μπορούν να αναλυθούν συστηματικά.

Η περαιτέρω ανάλυση εισροών – εκροών (IOT) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γίνουν προβλέψεις όσον αφορά την οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας και συγκρίσεις των οικονομικών δομών κατανάλωσης και των παραγωγών διεθνώς.

Υπάρχουν πολυάριθμες εφαρμογές των μητρών εισροών - εκροών στην αξιολόγηση των προγραμμάτων ανάπτυξης, συμπεριλαμβανομένου του υπολογισμού των επιδράσεων που διαφοροποιούνται σύμφωνα με τους διαφορετικούς κλάδους μιας οικονομίας.

⁶³ Miller E.R. και Blair D.P., «Input – Output Analysis: Foundation and extensions», Prentice – Hall, Inc, Englewood Cliff, New Jersey, 1985

4.2.5. Δομή του μοντέλου (Πως κατασκευάζεται;)

Τα ακόλουθα βήματα περιγράφουν την εφαρμογή του εργαλείου εισροών - εκροών από την αρχική κατασκευή του, στις αποτελεσματικές προσομοιώσεις στα πλαίσια της αξιολόγησης. Στην πραγματικότητα, ένας πίνακας εισροών - εκροών κατασκευάζεται σπάνια για μια αξιολόγηση. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η εφαρμογή του εργαλείου αρχίζει, στην πράξη, με το βήμα 4.

Βήμα 1. Κατασκευή μιας μήτρας συναλλαγής:

Αρχικά περιγράφονται οι συνδέσεις μεταξύ των διαφορετικών κλάδων μιας οικονομίας. Οι σειρές αυτής της μήτρας αποτελούνται από τα αποτελέσματα, τα οποία έχουν σχέση με τους πόρους που προέχονται από μία δεδομένη οικονομική δραστηριότητα και την τελική ζήτηση. Οι στήλες αποτελούνται από τις εισαγωγές των διαφορετικών κλάδων, δηλ. την κατανάλωση ανά τομέα που απαιτείται για την παραγωγή.

Η τελική ζήτηση μπορεί να αναλυθεί στην τελική κατανάλωση, τις επενδύσεις και τις εξαγωγές. Το ποσό των ενδιάμεσων εισαγωγών που καταναλώνονται από έναν κλάδο για την παραγωγή του, και η προστιθέμενη αξία αυτού του κλάδου, πρέπει να είναι ίσα με τη συνολική παραγωγή. Τα σύνολα των σειρών και των στηλών είναι επομένως ίσα.

Βήμα 2. Κατασκευή μιας μήτρας τεχνικών συντελεστών:

Η μήτρα των τεχνικών συντελεστών στηρίζεται στη μήτρα των συναλλαγών. Οι τεχνικοί συντελεστές υπολογίζονται από τις τιμές που λαμβάνονται από τη μήτρα των συναλλαγών δηλαδή το ποσό των εισροών που διαιρούνται με τη συνολική παραγωγή δηλαδή την συνολική εκροή.

Το σχετικό μέρος της αξίας που δημιουργείται από κάθε κλάδο για όλους τους άλλους κλάδους μπορεί επομένως να απεικονιστεί.

Οι τεχνικοί συντελεστές παρουσιάζουν ποιοι τομείς έχουν ένα υψηλό επίπεδο της προστιθέμενης αξίας, της παραγωγικότητας και των εξαγωγών. Αυτοί οι συντελεστές καθορίζονται τεχνητά για τα ακόλουθα βήματα.

Βήμα 3. Κατασκευή μιας μήτρας:

Αυτό είναι το αποτέλεσμα του μετασχηματισμού μιας μήτρας μέσω του οποίου οι συντελεστές μπορούν να υπολογιστούν. Αυτοί οι συντελεστές συνοψίζουν όλα τα έμμεσα αποτελέσματα.

Βήμα 4. Υποθέσεις των αρχικών επιδράσεων:

Μια ποσοτική εκτίμηση αποτελείται από μία μεταβολή , υπό μορφή αύξησης στην τελική ζήτηση όπως π.χ. αύξηση στη δημόσια δαπάνη, αύξηση στην κατανάλωση, αύξηση στην επένδυση υποδομής, κ.λπ. .

Βήμα 5. Εκτίμηση της συνολικής μεταβολής:

Ο υπολογισμός της συνολικής μεταβολής είναι βασισμένος στις υποθέσεις της αρχικής μεταβολής και της μήτρας. Με βάση την αρχική μεταβολή σε έναν τομέα, το εργαλείο χρησιμοποιείται για να υπολογίσει όλα τα έμμεσα αποτελέσματα σε όλους τους τομείς, ιδιαίτερα όσον αφορά την κατανάλωση, τις εισαγωγές, την παραγωγή και την απασχόληση.

4.3. Βασικό Υπόδειγμα Leontief

Το βασικό πρότυπο Leontief επιτρέπει την ανάλυση των άμεσων και έμμεσων μεταβολών στην τελική ζήτηση για τα αγαθά. Η μεταβολή στην τελική ζήτηση για ένα ορισμένο αγαθό έχει επιπτώσεις όχι μόνο στην παραγωγή του αντίστοιχου κλάδου παράγοντας αυτό το αγαθό αλλά και στην παραγωγή όλων των άλλων οικονομικών δραστηριοτήτων.

Για παράδειγμα, εάν η τελική ζήτηση για τα μηχανοκίνητα οχήματα αυξάνεται, κατ' επέκταση χρειάζεται περισσότερος χάλυβας και ελαστικά, θα πρέπει και αυτά με την σειρά τους να παραχθούν. Αυτό προκαλεί πάλι παραγωγή άλλων βιομηχανιών», π.χ. ηλεκτρικής ενέργειας κ.λπ. Με άλλα λόγια, μια αυξανόμενη τελική ζήτηση για ένα ορισμένο αγαθό ενεργοποίησε και άλλες δραστηριότητες παραγωγής που μπορούν να καθοριστούν με τη βοήθεια του βασικού προτύπου Leontief.

Η ακόλουθη εξίσωση μητρών παρουσιάζει βασικό πρότυπο Leontief:

$$q = (I - A)^{-1} \cdot Y$$

όπου :

$q :$	είναι η ποσότητα εκροής που παράγεται
$(I-A)^{-1} :$	είναι η αντίστροφη μήτρα του Leontief
$Y :$	είναι η τελική Ζήτηση

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτής της εξίσωσης είναι η αποκαλούμενη αντίστροφη μήτρα Leontief. Αντιπροσωπεύει τις πολλαπλές και σύνθετες αλληλεπιδράσεις μεταξύ όλων των βιομηχανιών. Κάθε στήλη j των μητρών Leontief αντιστοιχεί σε μια βιομηχανία j . Αυτή η στήλη j εκφράζει πόση παραγωγή πρέπει να παραχθεί άμεσα και έμμεσα από τις βιομηχανίες i για να επιτρέψει στη βιομηχανία j να παραγάγει μια μονάδα παραγωγής του δικού της προϊόντος.

4.3.1. Υποθέσεις του μοντέλου του Leontief

Ο Leontief, ο πατέρας της ανάλυσης των εισροών – εκροών διατύπωσε αυτή την θεωρία με σκοπό να την περιορίσει αρχικά όσον αφορά την παραγωγή. Για να το πετύχει αυτό έθεσε τέσσερις βασικές υποθέσεις⁶⁴ που απλούστευσαν κατά πολύ το μοντέλο.

Αρχικά έκανε λόγο για παραγωγή ομοιογενών προϊόντων, αυτό μεταφράζεται στην γλώσσα των οικονομολόγων, ότι γίνεται η χρήση πανομοιότυπων συνθηκών παραγωγής. Απο την άλλη, κανένας κλάδος δεν μπορεί να επηρεάσει θετικά η αρνητικά κάποιον άλλον κλάδο ως προς την παραγωγή. Τρίτον, η υποκατάσταση των παραγωγικών συντελεστών είναι αδύνατη⁶⁵ για δύο κύριους λόγους:

- A. οι τιμές των παραγωγικών συντελεστών είναι ίδιες και δε ωφελεί η περαιτέρω υποκατάστασή τους, και
- B. η τεχνολογία που χρησιμοποιείται δεν επιτρέπει την υποκατάσταση.

Τέλος, όλοι οι παραγωγικοί συντελεστές που εισέρχονται βρίσκονται σε απόλυτη αναλογία με το επίπεδο παραγωγής.

4.4. Υπόδειγμα Περιβαλλοντικής Ανάλυσης Εισροών – Εκροών

Η μέθοδος εφαρμόστηκε αρχικά στις αρχές της δεκαετίας του 1970, από τον Leontief⁶⁶ ο οποίος ανέπτυξε ένα περιβαλλοντικό εκτεταμένο πρότυπο εισροών – εκροών και ανέλυσε την Αμερικανική ατμοσφαιρική ρύπανση. Από τότε το πρότυπο αυτό έχει αναπτυχθεί περαιτέρω για διάφορες εφαρμογές.

Το ζήτημα πολιτικής των βιώσιμων σχεδίων κατανάλωσης και παραγωγής απαιτεί βαθύτερες αναλύσεις. Η περιβαλλοντική ανάλυση εισροών – εκροών (eIOA) δημιουργήθηκε προκειμένου

⁶⁴ W. Leontief, “The Structure of the American Economy”, 1941

⁶⁵ Χ. Οικονομίδης, «Εισαγωγή στο σύστημα και την ανάλυση Εισροών - Εκροών», Εκδόσεις Κριτική,

⁶⁶ Leontief, W (1970): «Environmental Repercussions and The Economic Structure – An input-output Approach», The Review of Economics and Statistics LII, nr. 3, August 1970

να ερευνηθεί η παραγωγή και τα σχέδια κατανάλωσης τα οποία και συνδέθηκαν με τις περιβαλλοντικές πιέσεις (συγκεκριμένα γίνεται αναφορά στην δυνατότητα υπερθέρμανσης του πλανήτη, στην πιθανή πρόκληση οξυνισμού, στην δημιουργία τροποσφαιρικού Όζοντος και στην άμεση υλική εισαγωγή). Τα σχέδια εσωτερικής παραγωγής και οι σχετικές άμεσες εσωτερικές περιβαλλοντικές πιέσεις είναι μάλλον διαφορετικά από χώρα σε χώρα.

Τρεις κλάδοι παραγωγής είναι αυτοί που προκαλούν στην πλειοψηφία τους τις περιβαλλοντικές πιέσεις:

- 1) Η ηλεκτρική ενέργεια, το αέριο, τα ιδιωτικά νοικοκυριά (κυρίως για τη θέρμανση των κατοικιών και την ιδιωτική μεταφορά) αποτελούν μια περαιτέρω σημαντική πηγή άμεσων πιέσεων. Οι αποδόσεις εκείνων των τομέων είναι κρίσιμες για τις ανώμαλες διαφορές στις εσωτερικές περιβαλλοντικές πιέσεις με το εθνικό ενεργειακό μίγμα να διαδραματίζει έναν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο.
- 2) Ένας δεύτερος καθοριστικός παράγοντας για τις ανώμαλες διαφορές στις εσωτερικές άμεσες πιέσεις είναι ο ρόλος των εξαγωγών. Το σύστημα εσωτερικής παραγωγής κάποιας χώρας έχει ειδικευτεί σε ορισμένα αγαθά εξαγωγής. Αυτές οι ειδικεύσεις στο διεθνές οικονομικό εμπορικό σύστημα είναι μια σημαντική αιτία των διαφορών που δημιουργούνται μεταξύ των άμεσων περιβαλλοντικών πιέσεων και της εσωτερικής παραγωγής.
- 3) Γενικά, η ικανοποίηση και η οργάνωση των πρώτων αναγκών, όπως η τροφή, η στέγη, και η κινητικότητα, είναι υπεύθυνη για την πλειοψηφία των περιβαλλοντικών πιέσεων. Ακόμα, μερικές χώρες είναι καλύτερες από άλλες στην οργάνωση εκείνων των πρώτων αναγκών με τη μειωμένη περιβαλλοντική πίεση - αυτό αφορά ιδιαίτερα τις κρίσιμες αλυσίδες παραγωγής όπως, την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, το αέριο και το ζεστό νερό. Πολλές ακόμα διαφορές στις σχετικές περιβαλλοντικές πιέσεις μπορούν να επισημανθούν πίσω στα διαφορετικά επίπεδα οικονομικού πλούτου. Όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο του οικονομικού πλούτου κατά άτομο, τόσο υψηλότερες είναι οι περιβαλλοντικές πιέσεις που συνδέονται με την κατανάλωση και σχέδια επένδυσης.

Η μεθοδολογία eIOA χρησιμοποιείται επίσης για να ερευνήσει τις εισαγωγές, τις εξαγωγές και τις σχετικές περιβαλλοντικές πιέσεις.

4.4.1. Στοιχεία, μεθοδολογία και σημαντικές υποθέσεις

Η μεθοδολογία που εφαρμόζεται είναι περιβαλλοντική εισαγωγή-παραγωγή-ανάλυση (eIOA) - ένα αναλυτικό εργαλείο για να ενσωματώσει τις περιβαλλοντικές πιέσεις στη μακροοικονομική διαμόρφωση (συμβατή με τους Εθνικούς λογαριασμούς).

Η μεθοδολογία συνδυάζει τις πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές πιέσεις που ασκούνται από τις οικονομικές δραστηριότητες μιας οικονομίας (πίνακες τύπου NAMEA) με τους οικονομικούς πίνακες εισροών εκροών. Οι δύο αυτές ενσωματωμένες αναλύσεις αποκαλύπτουν συνεπείς και πολύτιμες ιδέες στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των οικονομικών σχεδίων κατανάλωσης και της παραγωγής.

4.5. Το μοντέλο NAMEA (Ιστορικά)

Το 1994, το σύστημα NAMEA (μήτρα εθνικών λογαριασμών συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών λογαριασμών) προσδιορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση⁶⁷ ως το σχετικό μέρος του πλαισίου για τους περιβαλλοντικούς απολογισμούς των εθνικών λογαριασμών.

Το πρώτο εργαστήριο της EUROSTAT σε NAMEA διοργανώθηκε το 1995. Από τότε, έχει υπάρξει εκτενής ανάπτυξη των πινάκων NAMEA στα κράτη μέλη. Το 1999, 11 μελέτες σε NAMEA για τις εκπομπές αερίων που ήταν διαθέσιμες συντέθηκαν στις μελέτες δημοσιεύσεων σε πίνακες NAMEA για τις εκπομπές αερίων με μια σύγκριση στο ευρωπαϊκό επίπεδο (EUROSTAT, 1999). Το 2001, η EUROSTAT δημοσίευσε μια δεύτερη σύνταξη των μελετών για τις εκπομπές αερίων - αποτελέσματα των μελετών (EUROSTAT, 2001) που λαμβάνει υπόψη όλα τα κράτη μέλη συν τη Νορβηγία και τη Δημοκρατία της Τσεχίας. Αυτές οι δημοσιεύσεις εστίασαν στις εκπομπές αερίων, οι οποίες είναι το πιο σημαντικό κομμάτι το οποίο αναφέρεται στους περιβαλλοντικούς απολογισμούς ενός πίνακα NAMEA. Παρουσίασαν επίσης μερικές από τις βασικές αρχές που επικρατούν στο πλαίσιο NAMEA, καθώς επίσης και τις γενικές πληροφορίες για τις πηγές στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν από αυτές τις χώρες.

⁶⁷ Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, 1994

Οι τυποποιημένοι πίνακες αναθεωρήθηκαν το 2002 προκειμένου να βελτιωθεί η συγκρισιμότητα των στοιχείων μεταξύ των χωρών καθώς επίσης και με άλλες στατιστικές εκπομπής αερίων.

Σήμερα, όλα τα κράτη μέλη εμπλέκονται στη σύνταξη των λογαριασμών εκπομπής αερίων για πίνακες NAMEA. Μερικές απ' αυτές παράγουν και δημοσιεύουν τα στοιχεία NAMEA σε ετήσια βάση αλλά άλλες χώρες της ΕΕ όπως η Ελλάδα, η σύνταξη NAMEA για τις εκπομπές αερίων είναι ακόμα σε πολύ αρχικό στάδιο εφαρμογής.

4.5.1. Πίνακας NAMEA; - (Εννοιολογικό πλαίσιο)

Η μήτρα των εθνικών λογαριασμών, συμπεριλαμβανομένων και των περιβαλλοντικών λογαριασμών NAMEA⁶⁸ είναι ένα πλαίσιο στο οποίο οι διαφορετικοί τύποι στατιστικών στοιχείων οργανώνονται με συνέπεια να συγκεντρώνουν τις οικονομικές και περιβαλλοντικές πληροφορίες που προέρχονται από τα διαφορετικά μέρη του στατιστικού συστήματος. Ο πυρήνας του πλαισίου είναι ένα σύνολο πινάκων που περιέχουν τα οικονομικά δεδομένα και που διαμορφώνουν μια μήτρα εθνικών λογαριασμών (NAM) όπως συντάσσεται στους εθνικούς απολογισμούς⁶⁹. Οι περιβαλλοντικοί απολογισμοί (EA) αποτελούνται από τους πίνακες που περιέχουν τα στοιχεία που είναι συχνά φυσικές μονάδες (μονάδες μάζας, όγκου ή ενέργειας).

Σε πίνακες NAMEA, το NAM θα μπορούσε να επεκταθεί με σχεδόν όλο το είδος σχετικών με το περιβάλλον στοιχείων. Στις εφαρμογές που αναφέρονται μέχρι τώρα στη EUROSTAT, ο τύπος φυσικών περιβαλλοντικών στοιχείων που λαμβάνονται υπόψη στο πλαίσιο NAMEA περιλαμβάνει τις εκπομπές στον αέρα, εκπομπές της χρήσης αποβλήτων, απόβλητου ύδατος και νερού. Οι ενεργειακές ισορροπίες, που παρουσιάζουν την παραγωγή και χρήση της ενέργειας, ήταν επίσης συμπεριλαμβανόμενα, καθώς επίσης και τα στοιχεία των αποθεμάτων. Μερικές δοκιμές έγιναν επίσης για να συμπεριληφθούν άλλα νομισματικά στοιχεία όπως οι περιβαλλοντικοί φόροι και οι δαπάνες μπορούν επίσης να παρουσιαστούν χωριστά μέσα στο NAM.

⁶⁸ *National Accounting Matrix including Environmental Accounts*

⁶⁹ *Eurostat*: «NAMEAs for air emissions 2001 edition.» (*Detailed Tables Theme 2 Economy and Finance*), Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2001

Εντούτοις, η πιο σημαντική περιοχή στη σύνταξη των περιβαλλοντικών λογαριασμών NAMEA αφορούν κυρίως ατμοσφαιρικές ρυπογόνες εκπομπές. Αυτός ο οδηγός σύνταξης επομένως αφιερώνεται κατά ένα μεγάλο μέρος στους απολογισμούς εκπομπών αερίων.

4.5.2. Τι είναι NAMEA; (Προέλευση)

Το πλαίσιο NAMEA αναπτύχθηκε και αρχικά εφαρμόστηκε στατιστικά στις Κάτω Χώρες (CBS) στις αρχές της δεκαετίας του '90.

Το NAMEA είναι ένα σύστημα στατιστικών πληροφοριών που συνδυάζει τους εθνικούς λογαριασμούς και τους περιβαλλοντικούς απολογισμούς. Στους πίνακες NAMEA, οι περιβαλλοντικοί απολογισμοί εκφράζονται συνήθως σε φυσικές μονάδες ενώ οι εθνικοί λογαριασμοί σε χρηματικές μονάδες. Αξίζει εν τούτοις τα νομισματικά στοιχεία⁷⁰, όπως οι περιβαλλοντικές δαπάνες ή οι περιβαλλοντικοί φόροι και οι επιχορηγήσεις να ληφθούν υπόψη⁷¹.

Το NAMEA αποτελείται από μια μήτρα εθνικών λογαριασμών (NAM) που επεκτείνεται με τους περιβαλλοντικούς απολογισμούς (ΕΑ). Όλοι οι λογαριασμοί παρουσιάζονται με το σχήμα μητρών. Αυτό το σχήμα συμφιλιώνει τους πίνακες παραγωγής-κατανάλωσης και τους απολογισμούς ανά τομέα, που δημιουργούν ένα περιεκτικό πλαίσιο στατιστικής που μπορεί να παρουσιαστεί σε διάφορα επίπεδα. Οι οικονομικοί απολογισμοί στο NAM-μέρος του NAMEA παρουσιάζουν το πλήρες σύνολο λογαριασμών του SNA (Συστήματος Εθνικών Λογαριασμών). Αυτό το μέρος, εντούτοις, είναι ελαφρώς διαφορετικό⁷² από τις τυποποιημένες πρακτικές SNA.

Οι περιβαλλοντικοί λογαριασμοί στον πίνακα NAMEA εκφράζονται στις φυσικές μονάδες και εστιάζουν στη συνεπή παρουσίαση της υλικής εισαγωγής των φυσικών πόρων και της

⁷⁰ de Haan, Bauer και Hiemstra, 1998,

⁷¹ Hornum, 2000

⁷² Αυτές οι διαφορές αφορούν μια ανασυγκρότηση των συναλλαγών που προσαρμόζουν είτε το σύνδεσμό της στους περιβαλλοντικούς λογαριασμούς είτε ενισχύουν μια σαφή αντιπροσώπευση των συναλλαγών που είναι σχετικές από μια περιβαλλοντική προοπτική. Παραδείγματος χάριν, οι συναλλαγές που είναι σχετικά άμεσα με την περιβαλλοντική διαχείριση, όπως οι δαπάνες προστασίας του περιβάλλοντος και η περιβαλλοντικές φορολογία και οι επιχορηγήσεις, παρουσιάζονται ρητά στους οικονομικούς απολογισμούς.

παραγωγής των υπολοίπων για τη εθνική οικονομία. Αυτές οι εισαγωγές και τα αποτελέσματα είναι οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις της οικονομίας.

Από την παρουσίαση των οικονομικών λογαριασμών στους νομισματικούς όρους και των περιβαλλοντικών λογαριασμών στις πύο σχετικές φυσικές μονάδες, το NAMEA διατηρεί μια ακριβή διαχωριστική γραμμή μεταξύ της οικονομίας και το φυσικό περιβάλλον.

Το NAM επεκτείνεται με δύο εκτιμήσεις που αφορούν το περιβάλλον: τους ρύπους και τα περιβαλλοντικά θέματα.

α) *Απολογισμός των εκπομπών των ρύπων.* Ο απολογισμός των εκπεμπόμενων ρύπων παρέχει τις πληροφορίες για τις φυσικές ανταλλαγές μεταξύ της οικονομίας και το φυσικό περιβάλλον. Καθορίζει συστηματικά την προέλευση (στη στήλη) και τον προορισμό (στη σειρά).

β) *Περιβαλλοντικός απολογισμός θεμάτων.* Η ισορροπία (σειρά) των ουσιών του NAMEA είναι συγχρόνως ένα στοιχείο (στήλη) του περιβαλλοντικού απολογισμού θεμάτων. Αυτός ο τελευταίος απολογισμός αθροίζει με τους παράγοντες μετατροπής διαφόρων ουσιών, που συμβάλλουν στο ίδιο θέμα, στους περιβαλλοντικούς δείκτες. Τα περιβαλλοντικά θέματα εγκαθιστούν μια σύνδεση μεταξύ των πιέσεων στο περιβάλλον και του κράτους του. Απεικονίζουν μηχανισμούς από τους οποίους οι συγκεκριμένες πιέσεις συσχετίζονται με τις ιδιαίτερες ατμοσφαιρικές ρυπάνσεις.

Το NAMEA περιέχει δύο περιβαλλοντικά θέματα που εξετάζουν τα σφαιρικά περιβαλλοντικά προβλήματα:

- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αφορά στον κίνδυνο του κλίματος και στην αλλαγή που προκαλείται από μια συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα. Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι: το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το νιτρώδες οξείδιο (N₂O) και το μεθάνιο (CH₄).
- Το θέμα της μείωσης του στρώματος του όζοντος έχει να κάνει με τα πιθανά αρνητικά αποτελέσματα μιας υψηλότερης έκθεσης στην ακτινοβολία UV-β που προκαλείται από τους χλωροφλωροάνθρακες (CFC). Αυτές οι ουσίες μερικές φορές θεωρούνται ως αέρια του θερμοκηπίου.

4.5.3. Σκοποί και στόχοι του μοντέλου

Το μοντέλο NAMEA είναι μια επέκταση του συστήματος εθνικών λογαριασμών (SNA) που έχει όμοια χαρακτηριστικά με το πρότυπο εισροών – εκροών που αναπτύχθηκε από τον Leontief το 1970. Η ανάλυση εισροών – εκροών είναι ένα ισχυρό εργαλείο για τη μελέτη των σχέσεων μεταξύ των οικονομικών και περιβαλλοντικών μεταβλητών στο NAMEA. Όπως θα παρουσιαστεί κατωτέρω, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη ως μεθοδολογία ώστε να ανιχνεύσουμε τις σημαντικότερες κινητήριες δυνάμεις των περιοδικών αλλαγών κατά την περιβαλλοντική εκτέλεση μιας οικονομίας.

Ο περιβαλλοντικός πίνακας NAMEA προσδιορίζει το ποιος συντελεστής συμβάλλει άμεσα στην παραγωγή και στην ρύπανση και επιτρέπει επίσης να δοθεί έμφαση στον έμμεσος ρόλος που διαδραματίζεται από την ενδιάμεση κατανάλωση.

Το NAMEA συνδέει τις δραστηριότητες των παραγωγών και των καταναλωτών άμεσα με τις αντίστοιχες περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Οι απαιτήσεις των κυβερνητικών δραστηριοτήτων καταχωρούνται σε σχέση με την παραγωγή και όχι με την κατανάλωση.

Η περιβαλλοντική ζήτηση αποτελείται από τις ακαθάριστες εκπομπές μείον τα υπόλοιπα που απορροφούνται εκ νέου στην οικονομική σφαίρα με είτε την επεξεργασία είτε την ανακύκλωση αποβλήτων, και τους φυσικούς πόρους.

Από τη σύνδεση μεταξύ του περιβάλλοντος αφ' ενός, και τις δραστηριότητες παραγωγών και των καταναλωτών από την άλλη, περιβαλλοντικοοικονομικοί δείκτες απόδοσης μπορούν να παραχθούν. Παραδείγματος χάριν, για το θέμα της οικολογικής παραγωγής μπορούν να υπολογιστούν δείκτες που μετρούν την παραγωγή ανά μονάδα της περιβαλλοντικής ζήτησης.

Οι περιβαλλοντικοί δείκτες απόδοσης μπορούν να παραχθούν για τις μεμονωμένες δραστηριότητες βιομηχανιών ή καταναλωτών επίσης. Παραδείγματος χάριν, οι δείκτες eco-αποδοτικότητας μπορούν να δώσουν έμφαση στην περιβαλλοντική αποδοτικότητα ή την ανεπάρκεια των συγκεκριμένων οικιακών δραστηριοτήτων.

4.5.4 Δομή του μοντέλου (Πως κατασκευάζεται;)

Ο Leontief για να εφαρμόσει τον υπολογισμό των εισροών - εκροών στη επαφή μεταξύ της οικονομίας και του περιβάλλοντος, και γενικά στην ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλεί ορισμένες μετατροπές στο αρχικό πρότυπο εισροών – εκροών.

Πίνακας 8. Απλοποιημένος πίνακας NAMEA⁷³

Μήτρα Εθνικών Λογαριασμών (NAM)			Περιβαλλοντικοί Λογαριασμοί (EA)			
Κατανάλωση Ζήτηση	Ενδιάμεση Κατανάλωση	Τελική Κατανάλωση				
Ακαθάριστες Αγορές	Προστιθέμενη Αξία		Εκπομπές αερίων από τις Βιομηχανίες	Ενεργειακή ή Κατανάλωση Νερού από τις Βιομηχανίες	Παραγωγή Αποβλήτων από τις Βιομηχανίες	Περιβαλλοντικοί Φόροι από τις Βιομηχανίες
Παραγωγή (Εκροή)						
Εισαγωγές						
		Ιδιωτική Κατανάλωση	Εκπομπές Αερίων Νοικοκυριών	Ενεργειακή Κατανάλωση Νοικοκυριών	Παραγωγή Αποβλήτων Νοικοκυριών	Περιβαλλοντικοί Φόροι Νοικοκυριών

Ένας πλήρης πίνακας NAMEA συντάσσεται από το σύστημα εθνικών λογαριασμών με την μορφή μητρών που επεκτείνεται με τους περιβαλλοντικούς απολογισμούς όταν ο πίνακας εισροών - εκροών ή ο συνδυασμένος πίνακας παραγωγής-κατανάλωσης είναι διαθέσιμος για να προσαρμοστεί. Στο μοντέλο NAMEA, οι περιβαλλοντικές πληροφορίες συντάσσονται με συνέπεια με τον τρόπο που οι οικονομικές δραστηριότητες αντιπροσωπεύονται στους εθνικούς απολογισμούς. Αυτό το πλαίσιο διαιρεί την οικονομία σε κατηγορίες βιομηχανίας και επιδεικνύει πώς κάθε βιομηχανία συμβάλλει σε ποικίλες περιβαλλοντικές ανησυχίες.

⁷³ Eurostat, 1999 (Σχεδιάγραμμα 1.1)

4.6. Ελληνικό NAMEA (ΕΜΠ & ΕΣΥΕ)

Για την Ελλάδα έγινε μία προσπάθεια κατόπιν δοθείσας οδηγίας από την Ε.Ε. να συνταχθεί ο πίνακας NAMEA για τις εκπομπές αερίων που είχαν συλλεχθεί με την βοήθεια μελετών κάτω από την επίβλεψη του ΕΜΠ και της ΕΣΥΕ, των δύο αυτών «εθνικών αρχών». Οι ακόλουθες εκπομπές αερίων συμπεριλαμβάνονται γενικά: τα τρία πιο επιβλαβή αέρια του θερμοκηπίου όπως το διοξείδιο του άνθρακα - CO₂, N₂O, CH₄ και SO₂, NH₃, NMVOC, και CO.

Οι νομισματικοί πίνακες εισροών - εκροών παρέχονται συνήθως από τη EUROSTAT. Οι εκπομπές αερίων έχουν ομαδοποιηθεί περαιτέρω και έχουν αθροιστεί στις ακόλουθες τρεις περιβαλλοντικές μεταβλητές πίεσης που εφαρμόζουν τους ακόλουθους παράγοντες στάθμισης:

Δυνατότητα υπερθέρμανσης του πλανήτη :	(GWP): CO ₂ [= 1.0], N ₂ O [310], CH ₄ [21]
Οξυνισμός (ΟΞΥ):	SO ₂ [= 1.0], NOX [0.7], NH ₃ [1.9]
Τροποσφαιρικό όζον :	(TOFP): NMVOC [= 1.0], NOX [0.014]

Παραδείγματος χάριν 1 κιλό του N₂O έχει 310 φορές τη σφαιρική δυνατότητα θέρμανσης 1 κιλού εκπομπών του διοξειδίου του CO₂, και 1 κιλό των NH₃-εκπομπών έχουν 1.9 φορές τη δυνατότητα ξινίσματος 1 κιλό SO_x - εκπομπών.

Επιπλέον, υπάρχουν μερικές σημαντικές διαφορές στις εκπομπές των ρύπων στον αέρα από τους πίνακες NAMEA σε σύγκριση με τους καταλόγους εκπομπής αερίων όπως εφαρμόζεται στα πλαίσια των διεθνών συμβάσεων όπως IPCC.

4.7. Συμπεράσματα

Η ανάλυση εισροών - εκροών είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει τη οικονομική δραστηριότητα σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, και για να προβλέψει την αντίδραση μιας περιφερειακής οικονομίας σε περίπτωση αυξανόμενης κατανάλωσης ή σε αλλαγές στην κυβερνητική πολιτική.

Αυτές οι μήτρες χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τον τρόπο με τον οποίο το παραγωγικό σύστημα ικανοποιεί την τελική ζήτηση (που αποτελείται από την κατανάλωση, τις επενδύσεις και τις εξαγωγές). Μια μήτρα εισροών - εκροών αντιπροσωπεύει τις συνδέσεις μεταξύ των πόρων μιας οικονομίας και της κατανάλωσής της. Η μήτρα αυτή μπορεί να ποικίλει ανάλογα τον αριθμό των κλάδων σε απλή (περιλαμβάνει μόνο τρεις τομείς: την βιομηχανία, τις υπηρεσίες και την γεωργία) και σε σύνθετη (περιλαμβάνει πάνω από 500 κλάδους). Είναι μια από τις μόνες τεχνικές που εφαρμόζεται στην αξιολόγηση των τομεακών επιδράσεων, επειδή εισαγάγει το λεπτομερές τμήμα της παραγωγικής δομής μιας οικονομίας. Μια μήτρα εισροών - εκροών μπορεί να συγκριθεί με ένα μακροοικονομικό πρότυπο που απλοποιείται ιδιαίτερα σχετικά με τους οικονομικούς μηχανισμούς, αλλά που είναι εξαιρετικά λεπτομερείς από τομεακής άποψης.

Απο την άλλη η χρησιμοποίηση του πίνακα NAMEA αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την μελλοντική πρόβλεψη που αφορά κυρίως στην βιώσιμη ανάπτυξη. Ο πίνακας NAMEA επεκτείνει το σύστημα εθνικών λογαριασμών (SNA) με τους περιβαλλοντικούς απολογισμούς μετρούμενους φυσικές μονάδες. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες απόδοσης προέρχονται από αυτό το ενσωματωμένο σύνολο των οικονομικών και περιβαλλοντικών απολογισμών. Η ενσωμάτωση σε αυτό το ενιαίο σύστημα λογιστικής του SAM, από το οποίο οι κοινωνικοί και οικονομικοί δείκτες μπορούν να παραχθούν, παρέχουν τις ευκαιρίες για μια ακέραια πολιτική ανάλυση της βιώσιμης ανάπτυξης.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Αντικατάσταση Λιγνίτη από Φωτοβολταϊκά Συστήματα βάσει Πίνακα NAMEA

5.1. Μεθοδολογία

Η χρήση του πίνακα NAMEA 2005 (Πίνακας Εισροών – Εκροών της Ελληνικής Οικονομίας) μας βοηθά να κατανοήσουμε και να πειραματιστούμε πάνω σε αυτόν. Κάνοντας τις απαραίτητες μετατροπές, έχουμε την δυνατότητα να πραγματοποιήσουμε ορισμένες προβλέψεις μεταβάλλοντας την ποσότητα των εκπομπών αερίων κυρίως του διοξειδίου του Άνθρακα, το οποίο είναι το πιο επικίνδυνο αέριο που συμβάλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου⁷⁴.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την εκτέλεση μελλοντικών προβλέψεων είναι η μη μεταβολή των τεχνολογικών συντελεστών δηλαδή της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται από τις βιομηχανίες για την παραγωγή προϊόντων, διότι κάτι τέτοιο θα άλλαζε όλη την διαδικασία παραγωγής.

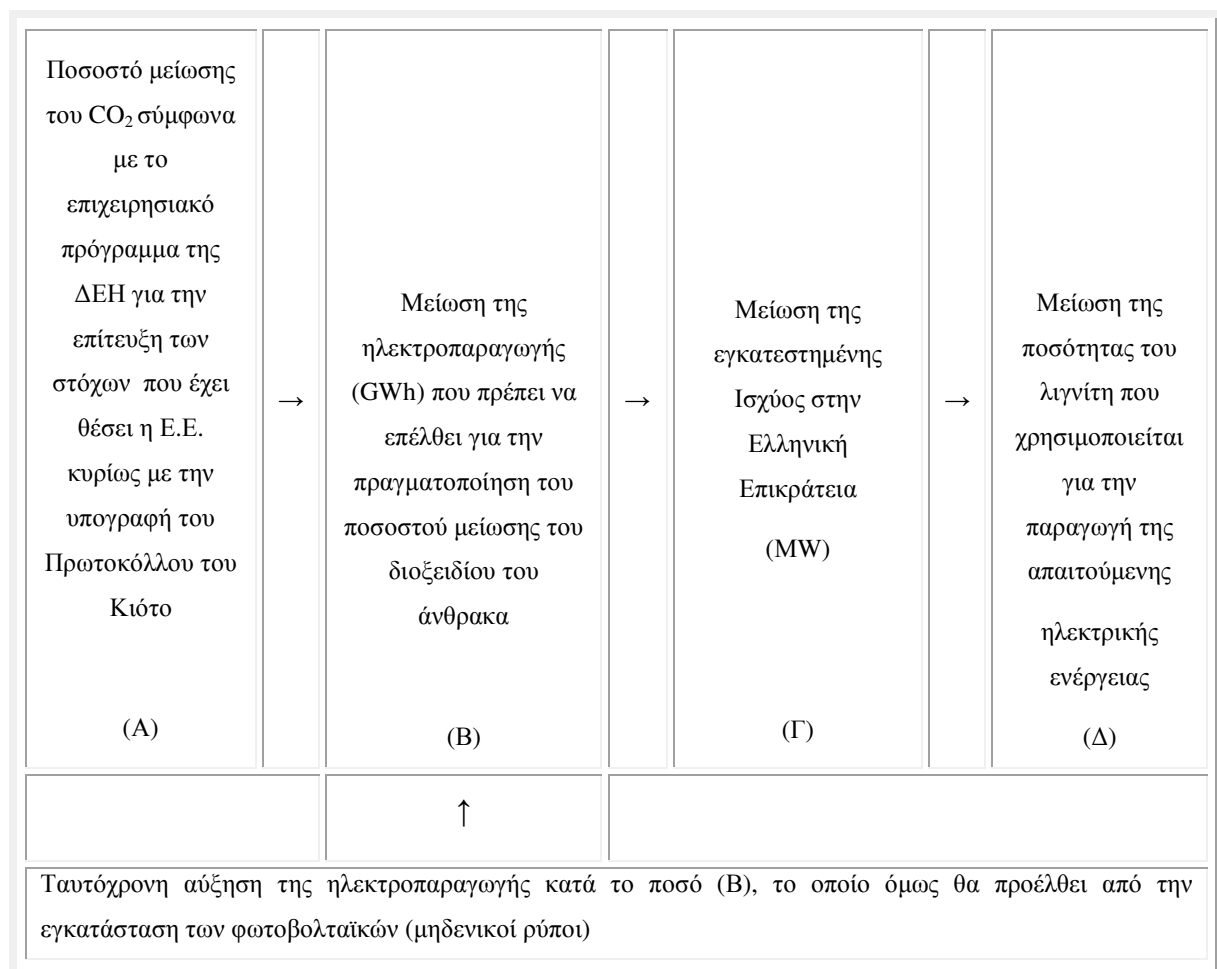
Στο παρόν κεφάλαιο υπολογίζεται η ποσότητα λιγνίτη που θα πρέπει να αντικατασταθεί με φωτοβολταϊκά με βάση το τί προβλέπεται από το επιχειρησιακό πρόγραμμα της ΔΕΗ (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού) 2007-2015 έτσι ώστε να επιτευχθεί ο περιβαλλοντικός στόχος που έχει τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και το πρωτόκολλο του Κιότο. Αναλυτικότερα για να συμβεί αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε αρχικά τον πίνακα NAMEA 2005, ο οποίος περιέχει στοιχεία των εθνικών λογαριασμών της χώρας μας, αλλά και περιβαλλοντικούς δείκτες για την εκτίμηση των εκπομπών των ρύπων για κάθε κλάδο. Δημοσιεύτηκε ύστερα από απαίτηση της Ε.Ε. και παρουσιάζονται σε αυτόν τα πραγματικά στοιχεία της ελληνικής Οικονομίας σύμφωνα με την ΕΣΥΕ και τα δημοσιευμένα περιβαλλοντικά στοιχεία του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ .

⁷⁴ Δεμερτζή Α. , «Περιβαλλοντική Ανάλυση Εισροών – Εκροών : Η Περιβαλλοντική Μήτρα Εισροών – Εκροών για το 2005, Ανάλυση και Εφαρμογές στην εκτίμηση μείωσης των ατμοσφαιρικών εκπομπών», Αθήνα, 2008

Ο Περιβαλλοντικός Πίνακας Εισροών – Εκροών δημιουργήθηκε με σκοπό να συσχετίσει την οικονομία και το περιβάλλον και να αναδείξει την άμεση επιρροή και αλληλεξάρτηση της παραγωγής των διαφόρων κλάδων με τις εκπομπές που προκύπτουν. Πιο συγκεκριμένα, ένας πίνακας NAMEA δείχνει το παραγωγικό προφίλ μιας χώρας.

Στον Πίνακα 9 παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο έγιναν οι υπολογισμοί σε αυτή την εργασία και πώς τελικά καταλήξαμε από τους εκπεμπόμενους ρύπους του διοξειδίου του άνθρακα, που αναγράφονται στον πίνακα NAMEA 2005, στην ποσότητα του λιγνίτη (που χρησιμοποιείται στην ηλεκτροπαραγωγή) που θα πρέπει να μειωθεί και κατ’ επέκταση να αντικατασταθεί από την εφαρμογή φωτοβολταϊκών.

Πίνακας 9. Σχεδιάγραμμα εξαγωγής αποτελεσμάτων



5.2 Επιχειρησιακό Πρόγραμμα της ΔΕΗ (2007 – 2012)

Σύμφωνα με τις δημοσίευση του ετήσιου προγράμματος της ΔΕΗ για το έτος 2005, γίνεται ξεκάθαρο το μίγμα της ηλεκτροπαραγωγής. Όπως παρατηρούμε, ο λιγνίτης αποτελεί το βασικό παραγωγικό συντελεστή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το 60,41% της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από το συμβατικό καύσιμο του λιγνίτη το οποίο και αποτελεί βασικό συστατικό και κύριο προϊόν στον ελλαδικό χώρο, αφού βρίσκεται σε αφθονία και η τιμή του είναι πολύ χαμηλή σε σχέση με τις υπόλοιπες πηγές. Για αυτό τον λόγο, και παρόλο που η καύση του προκαλεί τους περισσότερους ρύπους, συνεχίζεται η χρήση του στην ηλεκτροπαραγωγή. Έπειτα, το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο χρησιμοποιήθηκαν για το έτος 2005 σε ίδια περίπου αναλογία δηλαδή 15%. Αξίζει να σημειωθεί ότι το Φυσικό Αέριο παράγει τους μισούς ρύπους από την παραγωγή μια KWh ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με αυτούς που προέρχονται από την καύση του λιγνίτη. Το υπόλοιπο 10% προέρχεται από Υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις και μόνο το 0,14 % προέρχεται από ΑΠΕ. Σημειωτέον, το ποσοστό της ηλεκτροπαραγωγή που προέρχεται από φωτοβολταϊκά είναι μηδενικό και τα επόμενα χρόνια έως και σήμερα γίνεται προσπάθεια να εισαχθούν στην αγορά, δίνοντας το κράτος επιχορηγήσεις και κίνητρα τόσο στην βιομηχανία όσο και στα νοικοκυριά να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια (μικρής και μεγάλης κλίμακας εγκαταστάσεις).



Εικόνα 13. Μίγμα⁷⁵ ηλεκτροπαραγωγής για το 2005

⁷⁵ URL: <http://www.dei.gr>

Πίνακας 10. Καθαρή παραγωγή και αντίστοιχες εκπομπές CO₂ για το έτος 2005⁷⁶

Καύσιμο	Καθαρή Παραγωγή (GWh)	Εκπομπές CO ₂ (Kt)
Λιγνίτης	31977	43041
Πετρέλαιο Διασ/νου	3300	2566
Πετρέλαιο Νησιών	4566	3529
Φυσικό Αέριο	7654	3509
Υδροηλεκτρικά	5366	0
Ανανεώσιμες (ΔΕΗ)	74	0
Σύνολο	52937	52645

Όπως προκύπτει από το Πίνακα 10 για την περίοδο 1990-2005 η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έχει αυξηθεί κατά 69%, ενώ οι αντίστοιχες εκπομπές CO₂ έχουν αυξηθεί μόνο κατά 29%. Επομένως, έχει επιτευχθεί μία μείωση του μέσου συντελεστή εκπομπών CO₂ 1990-2005 (%): 24%

Κατά το έτος 2007 το μείγμα καυσίμων που συνέθεσε το ενεργειακό ισοζύγιο της ΔΕΗ ήταν περίπου ως εξής: 50% λιγνίτης, 13% πετρέλαιο, 17% φυσικό αέριο, 5% υδροηλεκτρικά και 1% ήπιες μορφές ενέργειας (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων μικρών υδροηλεκτρικών). Οι εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας ανήλθαν στο 14% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η ΔΕΗ καλείται να περιορίσει τους εκπεμπόμενους ρύπους που παράγει και να αντιμετωπίσει το πρόβλημα βρίσκοντας ως λύση την εγκατάσταση νέων προηγμένης τεχνολογίας μονάδων ηλεκτροπαραγωγής που θα παράγουν λιγότερους ρύπους σε σχέση με τις παλιές, όμως θα είναι και αυτές εξίσου ρυπογόνες αν τις συγκρίνει κανείς με την ΑΠΕ – φωτοβολταϊκά συστήματα που δεν προκαλούν ρύπους.

⁷⁶ Δρ. Δημήτρης Κανελλόπουλος(ΔΣΠ), Δρ Δημήτρα Κρόμπα(ΔΔΕ), Νικόλαος Περδικάρης(ΔΠΠ), «Αντιμετώπιση του φαινομένου της Κλιματικής Αλλαγής στην ηλεκτροπαραγωγή», ΙΕΝΕ – ΔΕΗ, 2007

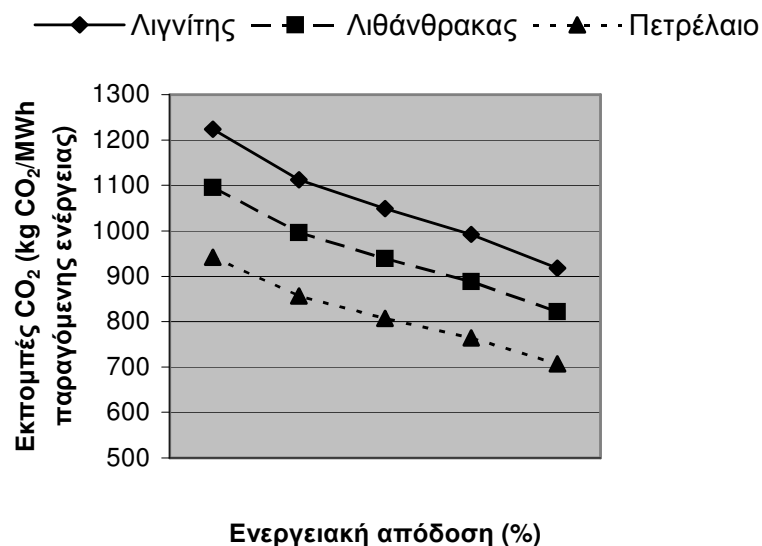
Στον Πίνακα 11 δίνονται οι ειδικές εκπομπές συμβατικών ρύπων και διοξειδίου του άνθρακα από νέες λιθανθρακικές μονάδες και νέες λιγνιτικές σε σύγκριση με υφιστάμενες λιγνιτικές ανά μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας (MWh):

Πίνακας 11. Ειδικές εκπομπές συμβατικών ρύπων και διοξειδίου του άνθρακα

Συμβατική Τεχνολογία	Υφιστάμενη λιγνιτική	Νέα λιγνιτική με υπερσύγχρονη τεχνολογία	Νέα ανθρακική με υπερσύγχρονη τεχνολογία
Εκπομπές			
Διοξείδιο του άνθρακα CO₂ (kg/MWh)	1390	950	750
Οξείδια του αζώτου NO_x (kg/MWh)	2,3	0,7	0,6
Διοξείδιο του θείου SO₂ (kg/MWh)	2,8	0,5	0,4
Σωματίδια PM (kg/MWh)	1,0	0,1	0,06

Όλες οι νέες θερμικές μονάδες που θα εγκατασταθούν στη χώρα μας θα λειτουργούν, σύμφωνα με την ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία, με βάση τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές. Ως αποτέλεσμα, οι εκπομπές συμβατικών ρύπων (διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου, σωματίδια, κ.λπ.) θα είναι πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες εκπομπές των παλιών λιγνιτικών μονάδων.

Έπειτα στο διάγραμμα της Εικόνας 13 μπορούμε να παρατηρήσουμε το διάγραμμα εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα CO₂ και της ενεργειακής απόδοσης των τριών συμβατικών πηγών ενέργειας. Όπως μπορούμε να δούμε, ο λιγνίτης ο οποίος και χρησιμοποιείται στο μέγιστο βαθμό στην ελληνική επικράτεια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, έχει την μεγαλύτερη απόδοση ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και την μεγαλύτερη ένταση εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, με μέγιστη τιμή περίπου 1240 Kg CO₂ / MWh παραγωγής. Στην συνέχεια ακολουθεί ο λιθάνθρακας με μέγιστη εκπομπή ρύπων 1100 Kg CO₂ / MWh και τέλος το πετρέλαιο με 950 Kg CO₂ / MWh



Εικόνα 13. Διάγραμμα Εκπεμπόμενων ρύπων – Ενεργειακή Απόδοση των συμβατικών πηγών ενέργειας

Η θυγατρική εταιρία ΔΕΗ-ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ δραστηριοποιείται στην έρευνα και στην εφαρμογή φωτοβολταϊκών συστημάτων (Φ/Β) και υπάρχουν ήδη σε λειτουργία Φ/Β μονάδες συνολικής ισχύος **308 kWp**, ενώ έχει εγκεκριμένο επιχειρησιακό πρόγραμμα να εγκαταστήσει μονάδες φωτοβολταϊκών συστημάτων ισχύος **900 MW** μέχρι την περίοδο 2007-2012 με στόχο την κάλυψη του 23% της εγχώριας αγοράς ΑΠΕ.

Αξίζει να αναφερθούμε στον παρακάτω πίνακα ο οποίος και αναφέρεται στους ρύπους του φαινομένου του θερμοκηπίου και πόσο αυτοί θα μειωθούν σε gr αν αντικαταστήσουμε τις συμβατικές πηγές ενέργειας με φωτοβολταϊκά συστήματα. Δηλαδή γίνεται λόγος για την μείωση της ποσότητας των ρύπων αν παράγεται μία KWh από φωτοβολταϊκά.

Πίνακας 12. Αποφυγή Εκλυόμενων ρύπων από την υποκατάσταση των συμβατικών πηγών ενέργειας με φωτοβολταϊκά

Υποκατάσταση	Αποφυγή εκλυόμενων ρύπων (σε gr) ανά ηλιακή Κιλοβατώρα			
	CO ₂	SO ₂	NO _x	PM ₁₀
Λιγνίτης	1482	1 – 1,8	1,17 – 1,23	1,1
Πετρέλαιο (Χαμηλού Θείου)	830	3,5	1,5	0,34
Φυσικό Αέριο	475	0,017	0,6	
Μεσαίου ενεργειακού μείγματος χώρας	1062	CO ₂ : Διοξείδιο του Άνθρακα SO ₂ : Διοξείδιο του Θείου NO _x : Οξείδια του Αζώτου PM ₁₀ : Μικροσωματίδια		

Απο τον Πίνακα 12, αντικαθιστώντας τον τρόπο παραγωγής μιας κιλοβατώρας δηλαδή αν δεν χρησιμοποιηθεί λιγνίτης αλλά φωτοβολταϊκά συστήματα, τότε θα παρατηρήσουμε μείωση κατά 1482 gr CO₂, 1 – 1,8 gr SO₂, 1,17 – 1,23 gr NO_x, 1,1 gr PM₁₀.

Όμοια και με τις άλλες πηγές ενέργειας, είναι κατανοητό ότι η αλλαγή του μίγματος της ηλεκτροπαραγωγής και η αντικατάσταση των συμβατικών πηγών ενέργειας με φωτοβολταϊκά είναι απαραίτητη για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί από τη υπογραφή κιάλας του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

Πίνακας 13. Εγκατεστημένη Ισχύς από ΑΠΕ⁷⁷

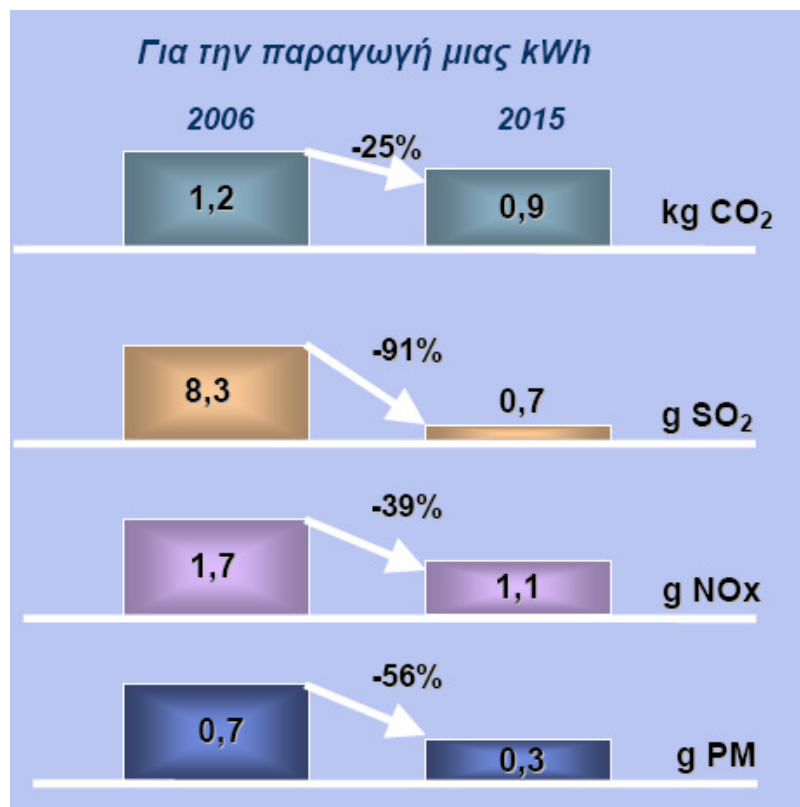
Έτη ΑΠΕ	2005	2006	2007	2008
Αιολικά	576,09	749,27	853,62	997,56
Βιομάζα	20,54	37,58	37,57	39,40
Υδροηλεκτρικά	48,16	73,68	95,5	150,88
φωτοβολταϊκά	0,51	0,68	0,74	10,49
Σύνολο	645,30	861,21	987,43	1198,33

Η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γίνεται ολοένα και περισσότερο όσον αφορά την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Οι πιο διαδεδομένες ΑΠΕ στη χώρα μας αποτελούν κυρίως και τα αιολικά παρόλο που η Ελλάδα έχει την δυνατότητα λόγω της γεωγραφικής της θέσης να αναπτύξει έργα που στηρίζονται τόσο στην ηλιακή όσο και στην δύναμη του νερού. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, υπάρχει μία σχετική ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σύνολο τους της τάξεως του 46,5 % από το 2005 - 2008, ενώ όσον αφορά την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων η εγκατεστημένη ισχύ αυξήθηκε από 0,51 MW το 2005 σε 0,68 MW (+ 25%) το 2006 και 0,74 MW (+8%) το 2007. Όμως, η σημαντικότερη αύξηση παρατηρείται το 2008 με εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών 10,49 MW (+92,9%). Αυτό σημαίνει ότι η Ελλάδα ανταποκρίνεται θετικά προς τις ΑΠΕ λόγω της συνεχούς ανάπτυξης νέων τεχνολογιών που στηρίζουν.

⁷⁷ ΔΕΣΜΗΕ – Συνοπτικό Πληροφοριακό Δελτίο Νοέμβριος 2008

5.2.1 Αποτελέσματα Ολοκλήρωσης Στρατηγικού Σχεδίου ως Προς το Περιβάλλον

Η επιτυχής ολοκλήρωση του στρατηγικού σχεδίου της ΔΕΗ θα έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας, διατηρώντας παράλληλα ένα ισορροπημένο μίγμα καυσίμων στο ενεργειακό ισοζύγιο. Για το έτος 2015 με την αντικατάσταση των παλαιών μονάδων παραγωγής, τη θέση σε λειτουργία των νέων σύγχρονων σταθμών παραγωγής (λιγνιτικών, ανθρακικών, φυσικού αερίου και υδροηλεκτρικών), την ολοκλήρωση των περιβαλλοντικών επενδύσεων σε υφιστάμενες μονάδες και την αύξηση της διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή μιας κιλοβατώρας (KWh) στο διασυνδεδεμένο Σύστημα οι εκπομπές ρύπων στο περιβάλλον θα είναι πολύ μικρότερες από τις σημερινές.



Εικόνα 14. Σχηματική απεικόνιση των στόχων της ΔΕΗ για το ποσοστό μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων ανά μονάδα παραγωγής μίας κιλοβατώρας

Παράλληλα, η ολοκλήρωση της στρατηγικής θα βοηθήσει σημαντικά στην επίτευξη των υποχρεώσεων⁷⁸ της Ελλάδας, που προβλέπει σημαντικότερη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων έως το 2020, αλλά και των δεσμεύσεων της χώρας για την κλιματική αλλαγή.

Πίνακας 14. Σχετικές μεταβολές μείωσης των εκπομπών που αφορούν την βιωσιμότητα της χώρας
(Προβλέψεις για το 2050)

ΤΟΜΕΑΣ	Εκπομπές : εκ. τόνοι CO ₂			Εκπομπές του 2050 σε σχέση με το 1990
	1990	2005	2050	
Παροχή ηλεκτρικής Ενέργειας	43	58	3	-93%
Σύνολο	109	139	36	-67%

5.3. Πρωτόκολλο του Κιότο και στόχοι που πρέπει να επιτευχθούν

Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο, όπως έχουμε αναφερθεί παραπάνω⁷⁹, οι ανεπτυγμένες χώρες αναλαμβάνουν μέτρα για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό συνάδει με τη συμφωνία ότι οι εκβιομηχανισμένες χώρες, ως η κύρια πηγή του φαινομένου του θερμοκηπίου, θα πρέπει να κάνουν το πρώτο βήμα στον έλεγχο των μειώσεων αυτών των αερίων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση δεσμεύτηκε στο Κιότο ότι το 2010 θα έχει μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 8% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Στα πλαίσια του καταμερισμού των ευθυνών ανάμεσα στις ευρωπαϊκές χώρες, η Ελλάδα πίεσε και πέτυχε να της επιτραπεί να αυξήσει τις εκπομπές της κατά 25% ως το 2010 (σε σχέση πάντα με τα επίπεδα του

⁷⁸ Όπως θα διαμορφωθούν από τους στόχους της Θεματικής Στρατηγικής για την Ατμοσφαιρική Ρύπανση (TSAP) της Ε.Ε.

⁷⁹ Κεφάλαιο 1, παράγραφος 6 σελ

1990). Σύμφωνα όμως με έκθεση που συνέταξε το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών⁸⁰ (Μάιος 2002), τα στοιχεία δείχνουν ότι θα ξεπεράσει κατά πολύ αυτόν τον στόχο.

Για την Ελλάδα ο στόχος του Πρωτοκόλλου του Κιότο προβλέπει αύξηση των εκπομπών των έξι αερίων του θερμοκηπίου στην περίοδο 2008-2012 κατά 25% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 (έτος αναφοράς για τα αέρια HFC, PFC και SF₆, είναι το 1995). Αν και αυξητικός, σε αντίθεση με την πλειονότητα των κρατών μελών που υποχρεούνται σε μειώσεις (Πίνακας 1), ο στόχος αυτός δεν είναι εύκολο να επιτευχθεί δεδομένου ότι η αυθόρμητη τάση των εκπομπών οδηγεί σε μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης.

Πίνακας 15. Κατανομή των υποχρεώσεων των Κρατών – Μελών της Ε.Ε. για την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου για την περίοδο 2008 – 2012 σε σχέση με το έτος βάσης 1990.

Αυστρία	-13
Βέλγιο	-7.5
Δανία	-21
Φιλανδία	0
Γαλλία	0
Γερμανία	-21
Ελλάδα	25
Ιρλανδία	13
Ιταλία	-6.5
Λουξεμβούργο	-28
Ολλανδία	-6
Πορτογαλία	27
Ισπανία	15
Σουηδία	4
Ηνωμένο Βασίλειο	-12.5
Στόχος Κιότο για την ΕΕ-15	-8

⁸⁰ Ε.Α.Α & Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.), “Διερεύνηση υποστηρικτικών πολιτικών για την προώθηση των μέτρων πολιτικής του ΥΠΕΧΩΔΕ σχετικά με μείωση των εκπομπών CO₂”, (2001-2002).

Μέσα στο διάστημα 1990-2002 οι εγχώριες εκπομπές αερίων ξεπέρασαν ήδη το στόχο του Κιότο αφού αυξήθηκαν κατά 26,5%, έως το τέλος του έτους 2008 οι εκπομπές είχαν παρουσιάσει αύξηση 32% με βάση το έτος 1990 ενώ, όπως προβλέπει το Εθνικό Αστεροσκοπείο, με τις ισχύουσες πολιτικές και χωρίς την άμεση λήψη μέτρων, μέχρι το 2010 οι εκπομπές στην Ελλάδα θα βρίσκονται στο +34,7%.

Αντίθετα σε πρόσφατη έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (10/2006) εκτιμάται ότι η Ελλάδα μπορεί, αν εφαρμόσει τα μέτρα που περιλαμβάνονται στο 2ο Εθνικό Σχέδιο Κατανομής Δικαιωμάτων Εκπομπών για την περίοδο 2008-2012, να ανήκει στην ομάδα των ευρωπαϊκών χωρών που θα εκπληρώσουν τις υποχρεώσεις τους με βάση το Πρωτόκολλο του Κιότο. Η εκτίμηση αυτή είναι επισφαλής καθώς ο βαθμός διείσδυσης του φυσικού αερίου, των ΑΠΕ και των βιοκαυσίμων παραμένει εξαιρετικά χαμηλός, ενώ οι δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα και στον τομέα μεταφορών εξακολουθούν να αγνοούνται.

Η Ελλάδα, δεσμεύεται από το στόχο της Οδηγίας 2001/77/EC για την επίτευξη ποσοστού 20.1% για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) στην ηλεκτροπαραγωγή μέχρι το 2010. Το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας μας σήμερα απέχει πολύ από τον ευρωπαϊκό στόχο και κατέχει μία από τις τελευταίες θέσεις σε ευρωπαϊκό επίπεδο σε ό,τι αφορά την αξιοποίησή τους παρόλο που διαθέτει πλούσιο αιολικό δυναμικό, υψηλή ηλιοφάνεια, πολλά διαθέσιμα γεωθερμικά πεδία και σημαντικούς υδάτινους πόρους.

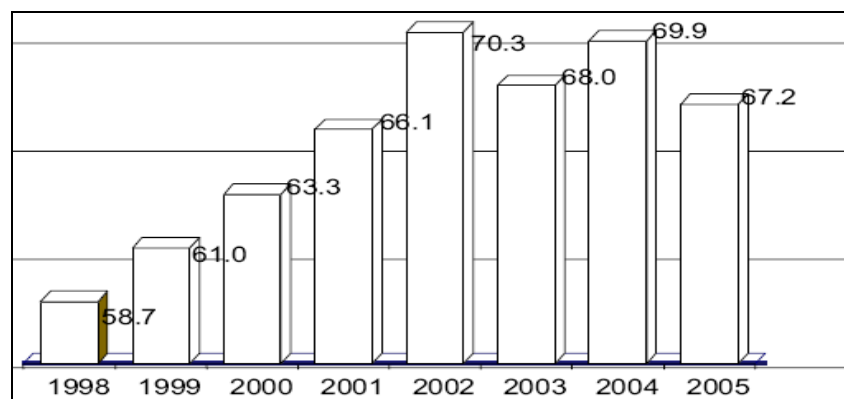
Αυτό σημαίνει ότι η επίτευξη των στόχων του τέθηκαν στην χώρα μας σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι δύσκολο να επιτευχθούν. Παρόλα αυτά όμως εμείς σε αυτό το κεφάλαιο και με την βοήθεια του Περιβαλλοντικού πίνακα NAMEA θα προσπαθήσουμε να κάνουμε προβλέψεις υιοθετώντας ορισμένα σενάρια για την επίτευξη των στόχων που αφορά όχι μόνο το τί προβλέπεται για το 2015 αλλά και με βάση των σεναρίων που αναφέρονται από το ΚΑΠΕ για το ενεργειακό μίγμα που θα πρέπει να ακολουθηθεί έως το έτος 2020.

5.4. Αποτελέσματα

Για την επίτευξη του στόχου του 2010 που αφορά τους εκπεμπόμενους ρύπους, είναι κατανοητό από όλους ότι θα πρέπει να ακολουθηθεί μία μείωση της τάξης του 8% κυρίως για το διοξείδιο του άνθρακα, ο οποίος είναι ο κυριότερος παράγοντας που επιδρά αρνητικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Υποθέτοντας ότι η τεχνολογία παραγωγής παραμένει σταθερή, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι δεν αλλάζει η τεχνολογία που χρησιμοποιείται στην παραγωγική διαδικασία των προϊόντων. Έχοντας ως εργαλείο τον ελληνικό πίνακα NAMEA που δημοσιεύτηκε το 2005, θα υπολογίσουμε το ποσό που θα πρέπει να μειωθεί η ποσότητα που λιγνίτη που συντελεί στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο ετήσιος ρυθμός παραγωγής του λιγνίτη από τα ορυχεία της ΔΕΗ για το έτος 2005 ανήλθε σε 67,3 εκ. τόνους (Mtn) το οποίο αντιστοιχεί σε παραγωγή 100 τόννων λιγνίτη κάθε λεπτό και καλύπτει το 63% των αναγκών της χώρας.



Εικόνα 15. Διάγραμμα ετήσιας παραγωγής λιγνίτη 1998 - 2005⁸¹

⁸¹ Kavouridis, K. Galitis, N., Karampakakis, J., 2006. «Health and safety management in the open pit Lignite mines of Public Power Corporation. Mining and Metallurgical Chronics», Greece, May 2006.

Τα αποθέματα του λιγνίτη στην Ελλάδα αναμένονται να διαρκέσουν για τα επόμενα 40 χρόνια, δηλαδή υπάρχουν 6,7 δις τόνοι (Gtn) όπου από αυτά μόνο τα 3,3 δις τόνοι (Gtn) μπορούν να είναι εκμεταλλεύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ετήσια παραγωγή λιγνίτη μετά το Πρωτόκολλο του Κιότο αυξήθηκε κατά 20%, δηλαδή ανέρχεται κατατεθειμένων μέσο όρο σε 70 εκ. τόνους ετησίως. Από την καύση του λιγνίτη για το έτος 2005 παρήχθησαν συνολικά 43.040 Ktn διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂).

Στον Πίνακα 16 παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ισχύς και η αντίστοιχη παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος για το έτος 2005. Σύμφωνα με αυτόν οι μονάδες ηλεκτροπαραγωγής από την καύση του λιγνίτη, κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό εγκατεστημένης ισχύος (44,5%), περίπου 4900 MW οι οποίες παράγουν 29.210 GWh ηλεκτρικής ενέργειας. Στην συνέχεια οι μονάδες Υδροηλεκτρικής Ενέργειας παράγουν 4.799 GWh ηλεκτρισμό, ενώ ακολουθούν οι μονάδες του πετρελαίου με 2.004 MW και του φυσικού αερίου με 1.107 MW εγκατεστημένης ισχύος και παράγουν αντίστοιχα το 15,7% και το 8,2% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ για το έτος 2005 είναι μόλις 27 MW τα οποία παράγουν 4.799 GWh ηλεκτρικής ενέργειας και συνεισφέρει κατά 10,8% στην συνολική ηλεκτροπαραγωγή.

Πίνακας 16. Εγκατεστημένη ισχύς και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος για το έτος 2005

Ηλ. Ρεύμα Πηγές ενέργειας	Εγκατεστημένη Ισχύ (MW)	%	Παραγωγή Ηλεκτρισμού (GWh)	%
Λιγνίτης	4.900	44,5	29.210	65,2
Πετρέλαιο	2.004	18,2	7.020	15,7
Φυσικό Αέριο	1.107	10,1	3.692	8,2
Α.Π.Ε.	27	0,2	56	0,1
Υδροηλεκτρ.	2.959	27,0	4.799	10,8
Σύνολο:	10.997	100,0	44.777	100,0

Στον Πίνακα 17, που αποτελεί απόσπασμα από τον δημοσιευμένο πίνακα NAMEA 2005 (βλέπε παράρτημα Α) για την ελληνική οικονομία, παρατηρείται ότι 50.316,32 Kton CO₂ εκλύονται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2005.

Πίνακας 17. Εκπομπές ρύπων από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, NAMEA 2005

Emissions Κλάδοι	CO ₂ (kT)	CH ₄ (kT)	N ₂ O (kT)	NO _x (kT)	CO (kT)
40-41 ηλεκτρική ενέργεια	50316,32	0,36573	6,707133	85,19737	48,71095

Emissions Κλάδοι	NM VOC (kT)	SO ₂ (kT)	TSP	PM10	PM2.5	NH ₃
40-41 ηλεκτρική ενέργεια	13,18597	379,4537	19,97	16,94	10,97	0,09

Από τον Πίνακα 17 διαπιστώνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του συνόλου του εκπεμπόμενου διοξειδίου του Άνθρακα προέρχεται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Απο αυτά⁸², εκλύονται 43.041 Kton CO₂ από την ηλεκτροπαραγωγή που χρησιμοποιούσε ως πηγή ενέργειας τον λιγνίτη,

⁸² Kavouridis K., «Lignite industry in Greece within a world context: Mining, energy supply and environment», Greece, accepted July 2007.

Σύμφωνα με τους στόχους που θα πρέπει να επιτευχθούν, η Ελλάδα θα πρέπει να μειώσει τους ρύπους του διοξειδίου του άνθρακα κατά 8% . Ο υπολογισμός αυτός θα γίνει με την βοήθεια του δημοσιευμένου πίνακα NAMEA. Πρέπει να σημειωθεί ότι σκοπός μας είναι να επέλθει η μείωση του ρύπου του διοξειδίου του Άνθρακα από την μείωση της ποσότητας του λιγνίτη που χρησιμοποιείται για την ηλεκτροπαραγωγή. Κάτι τέτοιο θα συμβεί αν αντικαταστήσουμε την παραγόμενη ενέργεια που προέρχεται από λιγνίτη με φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία και δεν εκπέμπουν ρύπους που είναι επιβλαβής για το περιβάλλον.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 18 προσδιορίζεται η ποσότητα του λιγνίτη που θα πρέπει να αντικατασταθεί από φωτοβολταϊκά μέχρι το έτος του 2010 και με σκοπό την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί από το Πρωτόκολλο του Κιότο,.

Πίνακας 18. Ποσοτική ανάλυση εγκατεστημένης ισχύος – ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών ρύπων ανά δεδομένη ποσότητα λιγνίτη.

Έτος	Εκπομπές CO ₂ (Kton)	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Καθαρή Ηλεκτροπαραγωγή (GWh)	Ποσότητα Λιγνίτη (εκ. τόνοι)
2004	43.814,95	5.528,00	32.552,00	69,9
2005	43.041,00	5.430,35	31.977,00	67,3
2010	39.597,72	4.995,92	29.418,83	61,92
Ποσοτική μείωση	3.443,28 (8%)	434,43	2.558,17	5,38

Σύμφωνα με τον Πίνακα 18 το έτος 2004, η εγκατεστημένη ισχύς ήταν 5.528,00 MW απ' όπου παρήχθεισαν συνολικά 32.552 GWh ηλεκτρικής ενέργειας απο την καύση περίπου εβδομήντα εκ. τόνων λιγνίτη, ενώ οι εκπέμπομενοι ρύποι διοξειδίου του άνθρακα από την καύση του λιγνίτη στην ηλεκτροπαραγωγή ήταν συνολικά 43814,95 Kton.

Για το έτος 2005 και με βάση τα στοιχεία που δημοσιεύτηκαν από την ΔΕΗ, η εγκατεστημένη ισχύς ήταν 5.430,35 MW απ' όπου παρήχθεισαν συνολικά 31.977,00 GWh ηλεκτρικής ενέργειας

απο την καύση εξήντα επτά και τρία εκ. τόνων λιγνίτη. Οι αντίστοιχοι εκπεμπόμενοι ρύποι διοξειδίου του άνθρακα ήταν συνολικά 43.041,00 Kton. Στην συνέχεια, στηριζόμενοι στο επιχειρησιακό πρόγραμμα της ΔΕΗ και λαμβάνοντας υπ' όψη την επίτευξη των στόχων του Πρωτοκόλλου του Κιότο· γίνανε προβλέψεις τα αντίστοιχα μεγέθη του έτους 2010, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 18.

Η Ελλάδα για να μην υποστεί κυρώσεις για την μη επίτευξη των στόχων της, θα πρέπει να ενεργήσει άμεσα και να λάβει μέτρα για την μείωση των εκπεμπόμενων αερίων έως το έτος 2008. Όπως έχει λεχθεί και παραπάνω, για να συμβεί αυτό, θα πρέπει να μειώσει τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα, ο οποίος αποτελεί τον πιο επικύνδυνο ρύπο για τη κλιματική αλλαγή και το φαινόμενο ου θερμοκηπίου.

Επομένως για το έτος 2010 θα πρέπει να επέλθει μία μείωση στους εκπεμπόμενους ρύπους κατά 8%, δηλαδή να μειωθούν σε **39.597,72** Kton διοξειδίου του άνθρακα απο την καύση του λιγνίτη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Άρα, για να επιτευχθεί η μείωση των ρύπων κατά 8% θα πρέπει να ακολουθήσει μία μείωση στην καθαρή ηλεκτροπαραγωγή κατά **2.558,17** GWh σε σχέση με τα επίπεδα του 2005. Οι μεταβολές αυτές μπορούν να γίνουν τμηματικά κατα την διάρκεια των πέντε ετών, είτε ολόκληρες το έτος 2010 χωρίς να προκαλεί οποιαδήποτε αλλαγή στον πίνακα. Εν συνεχεία όλων των παραπάνω, η εγκατεστημένη ισχύς θα πρέπει να μειωθεί σε **4.995,92** MW και το σύνολο του λιγνίτη που θα χρησιμοποιηθεί θα μειωθεί αισθητά σε **61,92** εκ. τόνοι σε σύγκριση με το έτος 2005 που η αντίστοιχη ποσότητα ήταν 67,3 εκ.τόνοι.

Όμως, η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια αναμένεται αν όχι να αυξηθεί, τουλάχιστον να παραμείνει σταθερή σε σχέση με τα επίπεδα του 2005. Επομένως, αυτή η μείωση καθαρής ηλεκτροπαραγωγής που θα επέλθει από την μείωση της ποσότητας του λιγνίτη θα πρέπει να αντικατασταθεί από την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Σύμφωνα με τον Πίνακα 18, υπολογίστηκε ότι η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που θα πρέπει να παραχθεί από την τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων ισοδυναμεί με την ποσότητα μείωσης την ηλεκτροπαραγωγής από την καύση του λιγνίτη και είναι **2.558,17** GWh. Για αυτό το ποσό ενέργειας απαιτείται η εγκατάσταση περίπου **1,9678** GW φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

5.5. Ελληνικός Πίνακας NAMEA 2005

Πίνακας 19. NAMEA 2005, μήτρα εισροών εκροών ανά κλάδο της οικονομίας

Μήτρα άμεσων και έμμεσων επιδράσεων	γεωργία	αλιεία	ορυχεία	τρόφιμα ποτά καπνός
γεωργία	1,320626002	0,008383802	0,00070849	0,493935852
αλιεία	2,85558E-05	0,246465463	0	0,000371226
ορυχεία	0,009870177	0,009069892	0,251956265	0,006402277
τρόφιμα ποτά καπνός	0,002402461	0,000488099	6,33895E-05	0,05785558
κλωστοϋφαντουργία	1,22616E-05	0,000181471	4,90462E-06	9,80925E-06
ξύλου	5,57826E-06	7,80956E-05	8,36738E-06	2,78913E-05
χάρτου εκτυπώσεις	0,000237904	0,000338556	4,57508E-05	0,001692781
πετρελαίου	0,028937035	0,030425226	0,005732289	0,017472458
ελαστικών πλαστικών	0,013597685	0,000899847	0,001049821	0,008148613
μη μεταλλικά ορυκτά	0,002575315	0,000735804	0,001471608	0,002943217
βασικά μέταλλα	0,001387328	0,000441422	0,001324267	0,004288104
μεταλλικά προϊόντα	0,000973032	0,000216229	0,00100907	0,005838192
κατασκευή μηχανων & λοιπών ειδών εξοπλισμού	0,000614663	0,002019607	0,001448848	0,000702472
ανακύκλωση	7,99605E-05	5,3307E-05	7,99605E-05	0,000186575
ηλεκτρική ενέργεια	0,265637755	0,031048569	0,128794063	0,196640935
κατασκευές	8,05591E-05	1,10355E-05	2,2071E-05	5,95917E-05
Χοντρικό / λιανικό εμπόριο	0,000828294	0,000409801	0,000147777	0,001226918
ξενοδοχεία / εστιατόρια	3,31857E-06	8,84952E-06	2,21238E-06	6,63714E-06
μεταφορές αποθήκευση επικοινωνίες	0,002234423	0,010581891	0,001032894	0,003878621
υπηρεσίες χρηματοπιστωτικά	2,41761E-05	4,68568E-05	1,34589E-05	7,4273E-05
ακίνητα / ενικοιάσεις	2,81367E-05	2,33073E-05	3,86355E-05	9,82686E-05
δημόσια διοίκησης	0	0	0	0
εκπαίδευση	2,80358E-06	2,80358E-06	2,80358E-06	5,60716E-06
υγεία	1,02985E-05	0	0	4,41362E-06
άλλες υπηρεσίες	3,00024E-05	3,21454E-05	1,71442E-05	5,57187E-05
υπηρεσίες ιδιωτικών νοικοκυριών	0	0	0	0
Σύνολο εκπομπών:	1,650227725	0,34196208	0,394974091	0,80192603

κλωστουφαντουργία	ξύλου	χάρτου εκτυπώσεις	πετρελαίου	ελαστικών πλαστικών	μη μεταλλικά ορυκτά
0,100251384	0,045815709	0,003070125	0,000590409	0,006022168	0,001062736
0	2,85558E-05	0	0	0	0
0,00520185	0,005735373	0,004401565	0,12391073	0,004268184	0,030010672
0,000462743	0,000133118	0,000152135	4,43726E-05	0,000152135	3,16947E-05
0,01651877	2,20708E-05	3,188E-05	4,90462E-06	1,71662E-05	1,22616E-05
8,36738E-06	0,021760774	5,57826E-06	5,57826E-06	5,57826E-06	3,62587E-05
0,002049637	0,001976436	0,077758119	7,32013E-05	0,001399976	0,00107057
0,012401587	0,015102377	0,011354341	0,420220872	0,006834652	0,0264016
0,013797651	0,015297395	0,010848153	0,001599728	0,231760538	0,00369937
0,003679021	0,003679021	0,002207413	0,001839511	0,003679021	3,076397429
0,002017931	0,004035863	0,004288104	0,001135086	0,003279139	0,003720561
0,001261338	0,006739148	0,004324587	0,00061265	0,002883058	0,001405491
0,001361039	0,001404944	0,001053708	0,001009803	0,000570758	0,001712275
0,000133268	0,000213228	0,001412636	7,99605E-05	0,000239882	0,008955579
0,341534256	0,265637755	0,223089716	0,146043268	0,198940829	0,516326199
6,73165E-05	5,6281E-05	3,97278E-05	1,98639E-05	3,08994E-05	3,64171E-05
0,001265415	0,00117352	0,000910254	0,000238429	0,000471892	0,000978554
9,95571E-06	2,54424E-05	1,21681E-05	7,74333E-06	5,53095E-06	6,63714E-06
0,006935144	0,004637482	0,004426687	0,001053973	0,002445218	0,003752145
0,000132844	0,000131099	7,527E-05	3,58903E-05	5,05954E-05	0,000117142
0,000209976	8,588E-05	0,000111707	3,4646E-05	9,07094E-05	7,64311E-05
0	0	0	0	0	0
3,64465E-05	5,60716E-06	8,41074E-06	2,80358E-06	8,41074E-06	8,41074E-06
1,47121E-06	1,47121E-06	2,94242E-06	0	0	1,47121E-06
8,14351E-05	0,000113581	0,000207874	2,57163E-05	4,71466E-05	7,7149E-05
0	0	0	0	0	0
0,509418845	0,39381213	0,349793101	0,698589139	0,463203486	3,675897052

βασικά μέταλλα	μεταλλικά προϊόντα	κατασκευή μηχανών & λοιπών ειδών εξοπλισμού	ανακύκλωση	ηλεκτρική ενέργεια	κατασκευές
0,002007389	0,001180817	0,001062736	0,010509273	0,000472327	0,002361634
0	2,85558E-05	0	0	0	0
0,014405123	0,005468611	0,001333808	0,003334519	0,052818783	0,00866975
3,16947E-05	3,16947E-05	1,26779E-05	0,000196507	2,53558E-05	9,50842E-05
9,80925E-06	2,20708E-05	1,71662E-05	2,94277E-05	4,90462E-06	7,35693E-06
1,67348E-05	2,78913E-05	0,000136667	8,36738E-06	8,36738E-06	0,000482519
0,000677112	0,000512409	0,000283655	0,007631239	0,000109802	0,000393457
0,015543322	0,008322843	0,002645672	0,007110243	0,038362241	0,01140946
0,00269954	0,004599217	0,002299608	0,009198434	0,001149804	0,006848834
0,030167973	0,015819791	0,004414825	0,004414825	0,002943217	0,296529099
0,561552472	0,105815278	0,015323667	0,010152717	0,001387328	0,045025094
0,027353012	0,295153054	0,002018141	0,004721007	0,001189261	0,017947035
0,001361039	0,002678174	0,131318335	0,001185421	0,002019607	0,004522163
0,013273448	0,003864759	0,003065154	0,223169832	0,000106614	0,002078974
0,730216339	0,284036907	0,066696925	0,163292473	12,37227967	0,157542738
2,97958E-05	2,75887E-05	1,10355E-05	2,64852E-05	8,8284E-05	0,011073018
0,000819601	0,000751301	0,000265749	0,000699145	0,000679276	0,000925156
6,63714E-06	2,10176E-05	2,21238E-06	6,63714E-06	7,74333E-06	1,99114E-05
0,002487377	0,003246237	0,001412324	0,00354135	0,00196039	0,003204079
9,24674E-05	9,77014E-05	3,33979E-05	5,60786E-05	3,16533E-05	0,000100692
7,09717E-05	6,27827E-05	2,83467E-05	8,14705E-05	5,33338E-05	7,16017E-05
0	0	0	0	0	0
2,80358E-06	5,60716E-06	8,41074E-06	5,60716E-06	2,80358E-06	5,60716E-06
0	0	0	0	0	1,47121E-06
5,14327E-05	5,35757E-05	1,71442E-05	0,000182157	6,42908E-05	5,14327E-05
0	0	0	0	0	0
1,402876094	0,731827883	0,232407657	0,449553218	12,47576505	0,569366167

χοντρικό / λιανικό εμπόριο	ξενοδοχεία / εστιατόρια	μεταφορές αποθήκευση επικοινωνίες	υπηρεσίες χρηματοπιστωτικά	ακίνητα / ενικαιώσεις	δημόσια διοίκησης
0,00413286	0,08289337	0,004841351	0,0009447	0,000590409	0,008029557
2,85558E-05	0,005939615	8,56675E-05	2,856E-05	2,85558E-05	0,000199891
0,005068469	0,003868042	0,010003557	0,0042682	0,000933665	0,002934377
0,000107762	0,006865081	0,000500777	6,339E-05	4,43726E-05	0,000450065
2,69754E-05	1,96185E-05	4,90462E-06	1,717E-05	2,45231E-06	4,90462E-05
1,11565E-05	1,11565E-05	5,57826E-06	2,51E-05	2,2313E-05	3,06804E-05
0,00111632	0,000887566	0,000274505	0,0013634	0,000622211	0,000411758
0,009149615	0,009370088	0,032078771	0,0122914	0,001818899	0,007385834
0,006698859	0,002449583	0,00199966	0,0011498	0,001099813	0,001699711
0,004046923	0,006622238	0,002207413	0,0055185	0,018395105	0,009197553
0,001639569	0,001072026	0,000693664	0,001009	0,002270173	0,010846381
0,00061265	0,000973032	0,000288306	0,0006847	0,001405491	0,001982102
0,002941601	0,000658567	0,002019607	0,0009659	0,001009803	0,017122752
0,000213228	7,99605E-05	7,99605E-05	7,996E-05	0,000133268	0,000639684
0,098895441	0,243788762	0,140293533	0,1609926	0,032198516	0,144893321
0,000105941	8,71804E-05	5,73846E-05	0,0001677	0,000462387	0,000283612
0,012967084	0,000902803	0,000615943	0,0002881	0,000182548	0,000346468
2,43362E-05	0,010421418	0,000147123	4,978E-05	2,323E-05	7,85395E-05
0,019329869	0,006787587	0,202826605	0,010076	0,001412324	0,00628168
8,39933E-05	3,83827E-05	3,86319E-05	0,0038697	2,21822E-05	3,68873E-05
0,000213125	0,000119896	8,21005E-05	0,0002721	0,002029204	0,000131025
0	0	0	0	0	0,183600876
5,60716E-06	2,80358E-06	2,80358E-06	7,57E-05	2,24286E-05	2,52322E-05
1,47121E-06	1,47121E-06	1,47121E-06	2,354E-05	1,47121E-06	0,000161833
0,000342885	0,000589333	0,00032574	0,0001907	0,000345028	0,000115724
0	0	0	0	0	0
0,167764297	0,384449581	0,399475055	0,2044156	0,065075849	0,396934589

εκπαίδευση	υγεία	άλλες υπηρεσίες	υπηρεσίες ιδιωτικών νοικοκυριών	συνολικές εκπομπές ανά κλάδο
0,000354245	0,006967	0,00271588	0	2,109530001
0	0,000114	8,56675E-05	0	0,253433088
0,001333808	0,002134	0,002000711	0	0,569402485
2,53558E-05	0,00052	0,000152135	0	0,070907474
0	1,96E-05	1,71662E-05	0	0,017063183
5,57826E-06	8,37E-06	2,78913E-05	0	0,022770438
0,000347706	0,000293	0,000484959	0	0,102051812
0,003472444	0,005512	0,005291344	0	0,744646377
0,001049821	0,012948	0,001699711	0	0,358288994
0,002207413	0,00699	0,002575315	0	3,51125772
0,000441422	0,001072	0,000441422	0	0,784660012
0,000180191	0,000541	0,000288306	0	0,380599682
0,000921994	0,003337	0,000658567	0	0,184618388
5,3307E-05	0,000133	5,3307E-05	0	0,258459078
0,075896501	0,108095	0,097745494	0	17,19055755
7,17307E-05	0,000105	6,73165E-05	0	0,013088099
9,81038E-05	0,000266	0,000202417	0	0,027660298
9,95571E-06	1,99E-05	0,000154867	0	0,011081814
0,001918231	0,001686	0,003667827	0	0,3108167
8,4741E-06	1,5E-05	8,72334E-06	0	0,005235499
7,62211E-05	7,64E-05	9,97384E-05	0	0,004266074
0	0	0	0	0,183600876
0,027071365	2,8E-06	2,80358E-06	0	0,02732649
1,47121E-06	0,014602	0	0	0,014818005
0,00016287	0,000122	0,02365689	0	0,026959296
0	0	0	0,07828777	0,07828777
0,11570821	0,165578	0,142098457	0,07828777	27,26138721

Όμοια με τον Πίνακα 19, δημιουργήθηκε ο πίνακας των ποσοτήτων των εισροών – εκροών για το έτος 2005 ως ποσοστό της εκροής επί του συνόλου του κλάδου που παρουσιάζεται στον Πίνακα 20. Σε αυτήν την περίπτωση θα αναφερθούμε κυρίως για τον κλάδο την ηλεκτρικής ενέργειας ο οποίος και αυτός που μας απασχολεί κυρίως σε αυτή την εργασία.

Πίνακας 20. NAMEA 2005, μήτρα εισροών εκροών ανά κλάδο της οικονομίας εκφρασμένο ως ποσοστό επί της συνολικής παραγωγής του κλάδου

ποσοστό της εκροής επί του συνόλου του κλάδου	γεωργία	αλιεία	ορυχεία	τρόφιμα ποτά καπνός
γεωργία	80,0268946	2,451676051	0,17937641	61,59369235
αλιεία	0,001730418	72,07391621	0	0,046291792
ορυχεία	0,598109972	2,652309288	63,79058026	0,798362501
τρόφιμα ποτά καπνός	0,145583625	0,142734834	0,016049023	7,214578083
κλωστουφαντουργία	0,000743022	0,053067594	0,001241758	0,001223211
ξύλου	0,000338029	0,022837495	0,002118464	0,003478036
χάρτου εκτυπώσεις	0,014416455	0,099004011	0,01158325	0,211089405
πετρελαίου	1,753517707	8,89725135	1,451307576	2,178811621
ελαστικών πλαστικών	0,823988381	0,263142271	0,265794965	1,016130194
μη μεταλλικά ορυκτά	0,156058144	0,215171289	0,372583535	0,367018497
βασικά μέταλλα	0,084068872	0,129085217	0,335279582	0,534725655
μεταλλικά προϊόντα	0,058963501	0,063231965	0,255477585	0,728021295
κατασκευή μηχανων & λοιπών ειδών εξοπλισμού	0,037247155	0,590593737	0,366821081	0,087598088
ανακύκλωση	0,004845424	0,015588576	0,020244499	0,023265807
ηλεκτρική ενέργεια	16,09703622	9,079535591	32,60823071	24,52108148
κατασκευές	0,004881698	0,003227111	0,00558796	0,00743107
χοντρικό / λιανικό εμπόριο	0,050192704	0,11983802	0,037414245	0,15299642
ξενοδοχεία / εστιατόρια	0,000201098	0,002587866	0,000560133	0,00082765
μεταφορές αποθήκευση επικοινωνίες	0,135400901	3,094463293	0,261509241	0,483663239
υπηρεσίες χρηματοπιστωτικά	0,001465017	0,013702335	0,003407531	0,009261827
ακίνητα / ενικιοάσεις	0,001705021	0,006815753	0,009781782	0,012254069
δημόσια διοίκησης	0	0	0	0
εκπαίδευση	0,00016989	0,000819851	0,000709814	0,000699212

υγεία	0,000624063	0	0	0,000550378
άλλες υπηρεσίες	0,001818076	0,009400289	0,004340595	0,006948114
υπηρεσίες ιδιωτικών νοικοκυριών	0	0	0	0
Σύνολο:	100	100	100	100

κλωστοϋφαντουργία	ξύλου	χάρτου εκτυπώσεις	πετρελαίου	ελαστικών πλαστικών	μη μεταλλικά ορυκτά
19,67955932	11,63389989	0,877697364	0,084514429	1,300112825	0,028910916
0	0,007251133	0	0	0	0
1,021134157	1,456372835	1,258333919	17,73728268	0,921449126	0,816417643
0,090837475	0,03380239	0,043492783	0,00635175	0,032844044	0,000862231
3,242669572	0,005604399	0,009113973	0,000702075	0,00370597	0,000333566
0,001642535	5,525673862	0,00159473	0,000798503	0,001204277	0,000986389
0,402348169	0,501872824	22,2297462	0,010478453	0,302237695	0,029124035
2,434457757	3,834919088	3,24601642	60,15279194	1,475518291	0,718235563
2,708508098	3,884439846	3,101305557	0,228994057	50,0342819	0,100638567
0,722199644	0,934207151	0,631062375	0,263317941	0,794255914	83,69106601
0,396124215	1,024819321	1,225897312	0,162482688	0,707926132	0,101215049
0,247603293	1,711259596	1,23632709	0,087698158	0,622417144	0,038235313
0,267174892	0,356754816	0,301237446	0,144548957	0,123219797	0,046581152
0,026160702	0,054144618	0,403849013	0,011446002	0,051787517	0,243629758
67,04389906	67,45291331	63,7776204	20,90545923	42,94890589	14,04626384
0,013214378	0,014291341	0,011357511	0,00284343	0,006670803	0,000990701
0,248403558	0,297989769	0,260226409	0,034130137	0,101875654	0,026620825
0,001954327	0,006460536	0,003478654	0,001108424	0,001194065	0,000180558
1,361383427	1,177587426	1,26551595	0,150871686	0,527892799	0,102074258
0,026077557	0,033289813	0,021518421	0,005137542	0,010922924	0,003186759
0,041218651	0,021807355	0,031935166	0,00495942	0,019583067	0,002079251
0	0	0	0	0	0
0,007154532	0,001423816	0,00240449	0,00040132	0,001815776	0,000228808
0,000288801	0,000373581	0,000841187	0	0	4,00231E-05
0,015985878	0,028841291	0,059427629	0,003681182	0,010178383	0,002098781
0	0	0	0	0	0
100	100	100	100	100	100

βασικά μέταλλα	μεταλλικά προϊόντα	κατασκευή μηχανών & λοιπών ειδών εξοπλισμού	ανακύκλωση	ηλεκτρική ενέργεια	κατασκευές
0,143090991	0,16135177	0,457272161	2,337715097	0,003785955	0,414783073
0	0,003901989	0	0	0	0
1,026827861	0,747253757	0,573908649	0,741740685	0,423371093	1,522701947
0,002259269	0,004330901	0,005455025	0,043711708	0,00020324	0,016700013
0,000699224	0,003015846	0,007386237	0,006545996	3,93132E-05	0,001292127
0,00119289	0,00381118	0,058804971	0,001861266	6,70691E-05	0,084746708
0,048266013	0,07001774	0,122050701	1,697516316	0,000880122	0,069104418
1,107961132	1,137267757	1,138375488	1,581624309	0,307494098	2,003887889
0,192428993	0,628456088	0,989471891	2,046127891	0,009216302	1,202887394
2,150437448	2,161681867	1,899604061	0,982047313	0,023591474	52,08056196
40,02865787	14,45903881	6,593443057	2,258401663	0,011120182	7,907932883
1,949781028	40,33093851	0,868362325	1,050155386	0,009532573	3,152107825
0,09701778	0,365956814	56,50344595	0,263688754	0,016188239	0,794245061
0,946159652	0,52809669	1,318869433	49,64258367	0,000854569	0,36513826
52,05137802	38,81198203	28,69824779	36,32327967	99,1705087	27,66984533
0,002123911	0,00376984	0,004748336	0,005891448	0,000707644	1,94479727
0,058422919	0,102660897	0,114346263	0,155519882	0,00544476	0,162488732
0,00047311	0,002871934	0,00095194	0,001476386	6,2067E-05	0,003497121
0,177305522	0,443579366	0,607692585	0,787748779	0,015713587	0,562744811
0,006591273	0,013350324	0,014370407	0,012474298	0,000253718	0,017684973
0,005059017	0,008578888	0,012196975	0,018122554	0,000427499	0,012575681
0	0	0	0	0	0
0,000199845	0,000766186	0,003618959	0,001247274	2,24722E-05	0,000984807
0	0	0	0	0	0,000258394
0,003666231	0,007320807	0,007376791	0,040519654	0,000515326	0,009033322
0	0	0	0	0	0
100	100	100	100	100	100

χοντρικό / λιανικό εμπόριο	ξενοδοχεία / εστιατόρια	μεταφορές αποθήκευση επικοινωνίες	υπηρεσίες χρηματοπιστωτικά	ακίνητα / ενικαιώσεις	δημόσια διοίκησης
2,463492177	21,56157123	1,21192816	0,4621241	0,907262259	2,022891798
0,017021405	1,544965893	0,021445024	0,0139695	0,043880858	0,050358646
3,021184565	1,006124695	2,504175722	2,0879934	1,434734026	0,739259542
0,064234238	1,785690806	0,125358742	0,0310101	0,068186028	0,11338526
0,01607936	0,005103008	0,001227767	0,0083977	0,003768389	0,01235625
0,00665011	0,002901944	0,001396396	0,01228	0,034287714	0,007729335
0,665409972	0,230866734	0,068716433	0,6669622	0,95613251	0,103734349
5,453851104	2,437273467	8,030231222	6,0129214	2,795045143	1,860718112
3,993018468	0,637166231	0,50057181	0,5624836	1,690047453	0,428209241
2,412267241	1,722524427	0,552578345	2,6996625	28,26717685	2,317145687
0,977305235	0,278846982	0,173643863	0,4935854	3,488502796	2,732536184
0,365184855	0,253097439	0,072171162	0,3349677	2,159773166	0,499352379
1,753412972	0,171301364	0,50556514	0,4725171	1,551732821	4,313746472
0,127099792	0,020798703	0,020016401	0,0391166	0,204788024	0,161156079
58,94903901	63,41241446	35,11947264	78,757476	49,47844102	36,50307251
0,06314858	0,022676686	0,014364998	0,0820581	0,71053598	0,071450632
7,729346563	0,23483004	0,154188025	0,1409394	0,280515022	0,087285859
0,014506177	2,710737296	0,036829158	0,0243516	0,035696799	0,019786511
11,52203953	1,765533845	50,77328405	4,9291655	2,170273791	1,582547984
0,050066249	0,009983803	0,009670674	1,8930418	0,034086692	0,009293033
0,127038478	0,031186418	0,020552084	0,133125	3,118213583	0,033009157
0	0	0	0	0	46,25469324
0,003342284	0,000729245	0,000701816	0,0370308	0,034465377	0,006356769
0,000876949	0,000382679	0,000368285	0,0115154	0,002260759	0,040770662
0,204384686	0,153292608	0,081542089	0,0933048	0,530192943	0,029154307
0	0	0	0	0	0
100	100	100	100	100	100

Πίνακας 21. NAMEA 2005, μήτρα εισροών εκροών ανά κλάδο της οικονομίας εκφρασμένο ως ποσοστό επί της συνολικής παραγωγής του κλάδου

εκπαίδευση	υγεία	άλλες υπηρεσίες	υπηρεσίες ιδιωτικών νοικοκυριών	Sum
0,306153877	4,207576	1,911266111	0	7,738160882
0	0,068985	0,06028744	0	0,929641203
1,152733797	1,288874	1,407975506	0	2,088677587
0,021913564	0,313927	0,107062918	0	0,260102222
0	0,011848	0,012080483	0	0,06259103
0,004820968	0,005053	0,019628135	0	0,083526337
0,300502741	0,176838	0,341283683	0	0,37434563
3,001035303	3,328833	3,72371644	0	2,731505814
0,907300564	7,819754	1,196149926	0	1,314272788
1,907740722	4,221659	1,812345334	0	12,87996716
0,381496258	0,647445	0,310645522	0	2,878283508
0,155728897	0,326476	0,20289157	0	1,396112676
0,796827058	2,015208	0,4634585	0	0,677215678
0,046070212	0,080486	0,037514143	0	0,948077501
65,59301287	65,28343	68,78716078	0	63,05826414
0,061992775	0,063316	0,047373161	0	0,04800966
0,084785493	0,160498	0,142448171	0	0,10146328
0,008604154	0,012025	0,108985443	0	0,04065022
1,657817743	1,018467	2,581186909	0	1,140135303
0,007323681	0,009032	0,00613894	0	0,019204814
0,065873575	0,04616	0,070189642	0	0,015648777
0	0	0	0	0,673483249
23,3962349	0,001693	0,001972984	0	0,100238811
0,001271481	8,818644	0	0	0,054355286
0,140759374	0,073773	16,64823826	0	0,098891873
0	0	0	100	0,287174566
100	100	100	100	100

Πίνακας 22. NAMEA 2005, τελική ζήτηση ανά κλάδο παραγωγής επί τις εκατό (%)

ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ	ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΗ ΚΕΡΑΟΣΚΟΠΙΚΩΝ ΙΑΡΥΜΑΤΩΝ	ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΥΒΕΡΝΗΣΗΣ	ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΠΑΓΙΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ	ΕΞΑΓΩΓΕΣ	ΤΕΛΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ
0,115276201	1,51342E-05	0,001783085	0,001331943	9,55438E-06	0,019368257	0,137784174
0,002743977	4,7738E-07	4,10402E-05	1,9264E-06	9,41879E-09	0,00061999	0,00340742
0,008454277	1,11489E-05	0,000711243	0,002323274	6,88084E-06	0,003800715	0,01530754
0,008147368	8,47767E-07	0,000106489	2,91787E-05	2,57029E-07	0,001305566	0,009589707
0,000811574	9,56581E-08	9,65641E-06	4,79898E-06	1,77247E-08	0,000263201	0,001089344
3,29387E-05	1,55423E-07	6,26374E-06	0,000126026	-1,28111E-07	5,77477E-05	0,000223004
0,002290558	2,70242E-06	0,000110767	0,00018664	2,23482E-06	0,000250912	0,002843814
0,021494293	2,94859E-05	0,001803726	0,003285488	1,08355E-05	0,010170827	0,036794655
0,011460265	9,47159E-06	0,000990663	0,0020975	0,000357095	0,005245314	0,020160309
0,026114178	1,43509E-05	0,002137809	0,067039088	2,4708E-06	0,011335176	0,106643073
0,003064251	2,45982E-06	0,002006428	0,011963014	-1,01456E-05	0,009851447	0,026877453
0,002338695	1,60658E-06	0,000391304	0,004607136	2,57307E-06	0,002008875	0,00935019
0,006372568	3,66985E-06	0,003256269	0,01576852	-0,000133045	0,003308059	0,02857604
0,000347677	2,97052E-07	0,000123453	0,000820081	-2,70853E-06	0,00059417	0,001882968
0,381727452	0,000544684	0,035867536	0,047908031	0,000270764	0,050023824	0,51634229
0,000226906	3,7512E-07	6,06857E-05	0,002480002	7,12371E-08	4,55295E-05	0,002813569
0,00319504	1,12796E-06	8,09159E-05	0,00078365	4,73144E-06	0,000410772	0,004476237
0,002399296	8,6299E-07	1,57312E-05	6,5077E-06	1,42801E-08	1,65633E-05	0,002438975
0,020373927	2,04389E-05	0,001323357	0,001718417	8,69412E-06	0,020789326	0,04423416
0,000210971	4,86106E-08	7,84092E-06	3,01891E-05	7,1387E-08	2,32092E-05	0,00027233
0,000448656	5,5579E-07	3,5092E-05	6,12303E-05	1,81002E-07	5,56999E-05	0,000601415
0,001455796	0	0,032549363	0	0	0	0,034005159
0,000663407	1,56229E-08	0,001734624	2,79918E-06	6,1744E-09	2,13485E-06	0,002402987
0,001096421	0	0,000726278	4,17464E-07	4,8526E-10	4,28941E-07	0,001823547
0,001427241	0,000131827	6,52983E-05	9,4774E-05	1,68159E-07	8,43693E-05	0,001803679
0,000622473	0	0	0	0	0	0,000622473
0,622796403	0,00079184	0,085944918	0,162670631	0,000530604	0,139632114	1,01236651

Πίνακας 23. NAMEA 2005, τελική ζήτηση ανά κλάδο παραγωγής % ως προς την τελική ζήτηση

ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ	ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΗ ΚΕΡΔΟΣΚΟΠΙΚΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΩΝ	ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΥΒΕΡΝΗΣΗΣ	ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΠΑΓΙΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ	ΕΞΑΓΩΓΕΣ	ΤΕΛΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ
83,66432658	0,010983967	1,294114167	0,966687657	0,006934306	14,05695332	100
80,52945176	0,014010014	1,204436969	0,056535416	0,00027642	18,19528942	100
55,22949874	0,072832816	4,646359099	15,17731919	0,04495066	24,82903949	100
84,95951211	0,008840384	1,110453652	0,304270731	0,002680262	13,61424286	100
74,5011505	0,008781258	0,886443176	0,440538808	0,001627096	24,16145916	100
14,77047022	0,06969546	2,808804789	56,51307702	-0,057447856	25,89540037	100
80,54528897	0,095028042	3,895001568	6,563016532	0,078585285	8,823079604	100
58,416888	0,080136294	4,902142067	8,929252705	0,029448436	27,6421325	100
56,84568032	0,046981386	4,913929051	10,40410604	1,771277423	26,01802577	100
24,48745847	0,013456921	2,004639145	62,86305009	0,00231689	10,62907848	100
11,40082178	0,009151965	7,465096181	44,50947765	-0,037747497	36,65319993	100
25,01226789	0,017182287	4,184989554	49,27318369	0,027518876	21,48485771	100
22,30038715	0,0128424	11,39510148	55,18091249	-0,465581001	11,57633748	100
18,46430052	0,015775727	6,556271969	43,55254683	-0,143843805	31,55494876	100
73,92914719	0,105488977	6,946464829	9,278347266	0,052438818	9,688112916	100
8,06469194	0,013332519	2,156892862	88,14433972	0,002531914	1,618211045	100
71,37780928	0,025198879	1,807677973	17,50688537	0,105701376	9,176727123	100
98,3731079	0,035383313	0,644993109	0,266821279	0,000585494	0,679108908	100
46,05925965	0,046206073	2,991708371	3,884819718	0,019654757	46,99835143	100
77,46878556	0,017849893	2,879200048	11,08550286	0,02621343	8,52244821	100
74,60005725	0,092413714	5,834906295	10,18103913	0,030096086	9,261487532	100
4,281103022	0	95,71889698	0	0	0	100
27,60759352	0,000650144	72,18617021	0,116487713	0,000256947	0,088841465	100
60,1257728	0	39,82778525	0,022892963	2,66108E-05	0,023522372	100
79,12947352	7,308807855	3,620286794	5,254485824	0,009323133	4,677622875	100
100	0	0	0	0	0	100
61,51886663	0,078216724	8,489506253	16,06835363	0,052412222	13,79264453	100

Πίνακας 24. NAMEA 2005, κατανομή των εισροών – εκροών, % ως προς την συνολική εισροή κάθε κλάδου

ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ	ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΗ ΚΕΡΑΟΣΚΟΠΙΚΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΩΝ	ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΥΒΕΡΝΗΣΗΣ	ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΠΑΓΙΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ	ΕΞΑΓΩΓΕΣ	ΤΕΛΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ
18,509452	1,911266111	2,074682893	0,81879722	1,800661221	13,87091869	13,61010786
0,44058968	0,06028744	0,047751778	0,001184233	0,001775108	0,444016724	0,336579688
1,357470492	1,407975506	0,827557085	1,428207498	1,296794382	2,721949088	1,512055117
1,308191322	0,107062918	0,123904073	0,017937271	0,048440897	0,935004132	0,947256469
0,130311226	0,012080483	0,011235584	0,002950122	0,003340471	0,188496284	0,107603693
0,005288837	0,019628135	0,007288083	0,077473243	-0,024144344	0,041357021	0,022027954
0,367785992	0,341283683	0,128880903	0,114734885	0,421184159	0,179695011	0,28090752
3,451255095	3,72371644	2,098700325	2,019717842	2,042098224	7,284017324	3,634519215
1,840130215	1,196149926	1,152672317	1,289415252	67,29974662	3,756524365	1,991404178
4,193052175	1,812345334	2,48741732	41,21154987	0,46565869	8,117886035	10,53403798
0,492014813	0,310645522	2,334550768	7,354132732	-1,912079458	7,055287242	2,654913328
0,3755151	0,20289157	0,455296807	2,832186852	0,484931936	1,438691234	0,92359731
1,023218436	0,4634585	3,788785723	9,693525926	-25,07419257	2,369124671	2,822697116
0,055825138	0,037514143	0,143641457	0,504135696	-0,510462525	0,425525127	0,185996715
61,29249457	68,78716078	41,73316623	29,45094051	51,02937448	35,82544346	51,00349378
0,036433361	0,047373161	0,070609953	1,524554062	0,013425675	0,032606741	0,277919988
0,513015119	0,142448171	0,094148609	0,481740082	0,891709399	0,29418163	0,442155748
0,3852456	0,108985443	0,018303842	0,004000541	0,002691284	0,011862098	0,240918206
3,27136229	2,581186909	1,539773497	1,05637838	1,638532734	14,88864232	4,369382008
0,033874728	0,00613894	0,009123192	0,018558437	0,013453915	0,016621653	0,026900317
0,072038898	0,070189642	0,04083078	0,037640636	0,03411251	0,039890495	0,059406809
0,233751495	0	37,87235371	0	0	0	3,358977107
0,106520649	0,001972984	2,018297337	0,001720768	0,001163656	0,001528909	0,237363304
0,176048134	0	0,845050777	0,000256631	9,14543E-05	0,000307194	0,18012711
0,229166594	16,64823826	0,075976958	0,058261304	0,031692074	0,060422546	0,178164577
0,09994805	0	0	0	0	0	0,061486907
100	100	100	100	100	100	100

Με τη χρήση του πίνακα NAMEA 2005 που αφορά τις φυσικές ποσότητες των ρύπων και μεταβάλλοντας τους εκπεμπόμενους ρύπους που αφορούν κυρίως το διοξείδιο του άνθρακα και το φαινόμενο του θερμοκηπίου, παίρνουμε έναν νέο πίνακα εισροών εκροών ο οποίος και επιστηνάπτεται παρακάτω. Κάνοντας την αρχική υπόθεση, δηλαδή μείωση του διοξειδίου του άνθρακα κατά 8% έως το 2010 παίρνουμε διαφορετικές τιμές στον πίνακα εισροών εκροών.

Δηλαδή, μία μείωση των εκπομπών των ρύπων του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά 8%, αναλυτικότερα, η μείωση από 11,4994699 φυσικές μονάδες σε 10,57951231 φυσικές μονάδες, μεταβάλει με την σειρά την μήτρα των τεχνικών συντελεστών, και στην συνέχεια την αντίστροφη μήτρα του LEONTIEF και κατ'επέκταση, και τον τελικό πίνακα εισροών εκροών της οικονομίας. Μία μεταβολή σε μία οικονομική δραστηριότητα μπορεί να αντίστοιχα να προκαλέσει μεταβολές σε όλους τους κλάδους μιας οικονομίας.

Αξίζει να σημειωθεί, όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε και στον παρακάτω πίνακα εισροών εκροών, ότι η μεταβολή στους ρύπους κατά 8% προκαλεί μεταβολές στην ποσότητα της εκροής που παράγεται από τον κλάδο της ηλεκτρικής ενέργειας. Πιο αναλυτικά, η ποσότητα της ηλεκτροπαραγωγής που δίνεται στον ίδιο κλάδο για την παραγωγή του τελικού προϊόντος μειώθηκε από 12,37227967 Kton - φυσικές μονάδες σε 11,3825 Kton και κατ' επέκταση μεταβάλλεται με την σειρά του το μίγμα της συνολικής κατανάλωσης της οικονομίας, δηλαδή μεταβάλλονται οι συνολικές ποσότητες που καταναλώνονται από τα νοικοκυριά, τις επενδύσεις, την δημόσια κατανάλωση κ.ο.κ.

Πίνακας 25. NAMEA 2010, εισροών εκροών μετά την μεταβολή στους ρύπους των αερίων του θερμοκηπίου

μήτρα εισροών - εκροών	γεωργία	αλιεία	ορυχεία	τρόφιμα ποτά καπνός	κλωστουφα ντουργία	ξύλου	χάρτου εκτυπώσεις	πετρελαίου
γεωργία	1,320626	0,008384	0,000708	0,493936	0,100251	0,045816	0,00307	0,00059
αλιεία	2,86E-05	0,246465	0	0,000371	0	2,86E-05	0	0
ορυχεία	0,00987	0,00907	0,251956	0,006402	0,005202	0,005735	0,004402	0,123911
τρόφιμα ποτά καπνός	0,002402	0,000488	6,34E-05	0,057856	0,000463	0,000133	0,000152	4,44E-05
κλωστουφαντουργία	1,23E-05	0,000181	4,9E-06	9,81E-06	0,016519	2,21E-05	3,19E-05	4,9E-06
ξύλου	5,58E-06	7,81E-05	8,37E-06	2,79E-05	8,37E-06	0,021761	5,58E-06	5,58E-06
χάρτου εκτυπώσεις	0,000238	0,000339	4,58E-05	0,001693	0,00205	0,001976	0,077758	7,32E-05
πετρελαίου	0,028937	0,030425	0,005732	0,017472	0,012402	0,015102	0,011354	0,420221
ελαστικών πλαστικών	0,013598	0,0009	0,00105	0,008149	0,013798	0,015297	0,010848	0,0016
μη μεταλλικά ορυκτά	0,002575	0,000736	0,001472	0,002943	0,003679	0,003679	0,002207	0,00184
βασικά μέταλλα	0,001387	0,000441	0,001324	0,004288	0,002018	0,004036	0,004288	0,001135
μεταλλικά προϊόντα	0,000973	0,000216	0,001009	0,005838	0,001261	0,006739	0,004325	0,000613
κατασκευή μηχανών & λοιπών ειδών εξοπλισμού	0,000615	0,00202	0,001449	0,000702	0,001361	0,001405	0,001054	0,00101
ανακύκλωση	8E-05	5,33E-05	8E-05	0,000187	0,000133	0,000213	0,001413	8E-05
ηλεκτρική ενέργεια	0,244387	0,028565	0,118491	0,18091	0,314212	0,244387	0,205243	0,13436
κατασκευές	8,06E-05	1,1E-05	2,21E-05	5,96E-05	6,73E-05	5,63E-05	3,97E-05	1,99E-05
χοντρικό / λιανικό εμπόριο	0,000828	0,00041	0,000148	0,001227	0,001265	0,001174	0,00091	0,000238
ξενοδοχεία / εστιατόρια	3,32E-06	8,85E-06	2,21E-06	6,64E-06	9,96E-06	2,54E-05	1,22E-05	7,74E-06
μεταφορές αποθήκευση επικοινωνίες	0,002234	0,010582	0,001033	0,003879	0,006935	0,004637	0,004427	0,001054
υπηρεσίες χρηματοπιστωτικά	2,42E-05	4,69E-05	1,35E-05	7,43E-05	0,000133	0,000131	7,53E-05	3,59E-05

ελαστικών πλαστικών	μη μεταλλικά ορυκτά	βασικά μέταλλα	μεταλλικά προιόντα	κατασκευή μηχανών & λοιπών ειδών εξοπλισμού	ανακύκλωση	ηλεκτρική ενέργεια	χοντρικό / λιανικό εμπόριο	κατασκευές
0,006022168	0,001063	0,002007	0,001181	0,001063	0,010509	0,000472	0,004133	0,002362
0	0	0	2,86E-05	0	0	0	2,86E-05	0
0,004268184	0,030011	0,014405	0,005469	0,001334	0,003335	0,052819	0,005068	0,00867
0,000152135	3,17E-05	3,17E-05	3,17E-05	1,27E-05	0,000197	2,54E-05	0,000108	9,51E-05
1,71662E-05	1,23E-05	9,81E-06	2,21E-05	1,72E-05	2,94E-05	4,9E-06	2,7E-05	7,36E-06
5,57826E-06	3,63E-05	1,67E-05	2,79E-05	0,000137	8,37E-06	8,37E-06	1,12E-05	0,000483
0,001399976	0,001071	0,000677	0,000512	0,000284	0,007631	0,00011	0,001116	0,000393
0,006834652	0,026402	0,015543	0,008323	0,002646	0,00711	0,038362	0,00915	0,011409
0,231760538	0,003699	0,0027	0,004599	0,0023	0,009198	0,00115	0,006699	0,006849
0,003679021	3,076397	0,030168	0,01582	0,004415	0,004415	0,002943	0,004047	0,296529
0,003279139	0,003721	0,561552	0,105815	0,015324	0,010153	0,001387	0,00164	0,045025
0,002883058	0,001405	0,027353	0,295153	0,002018	0,004721	0,001189	0,000613	0,017947
0,000570758	0,001712	0,001361	0,002678	0,131318	0,001185	0,00202	0,002942	0,004522
0,000239882	0,008956	0,013273	0,003865	0,003065	0,22317	0,000107	0,000213	0,002079
0,183025563	0,47502	0,671799	0,261314	0,061361	0,150229	11,3825	0,090984	0,144939
3,08994E-05	3,64E-05	2,98E-05	2,76E-05	1,1E-05	2,65E-05	8,83E-05	0,000106	0,011073
0,000471892	0,000979	0,00082	0,000751	0,000266	0,000699	0,000679	0,012967	0,000925
5,53095E-06	6,64E-06	6,64E-06	2,1E-05	2,21E-06	6,64E-06	7,74E-06	2,43E-05	1,99E-05
0,002445218	0,003752	0,002487	0,003246	0,001412	0,003541	0,00196	0,01933	0,003204
5,05954E-05	0,000117	9,25E-05	9,77E-05	3,34E-05	5,61E-05	3,17E-05	8,4E-05	0,000101

Πίνακας : NAM λάδο

ξενοδοχεία / εστιατόρια	μεταφορές αποθήκευση επικοινωνίες	υπηρεσίες χρηματοπιστ ωτικά	ακίνητα / ενικουάσεις	δημόσια διοίκησης	εκπαίδευ ση	άλλες υπηρεσίες	υπηρεσίες ιδιωτικών νοικοκυρι ών	υγεία	συνολικές εκροές
0,08289337	0,004841351	0,000945	0,00059	0,00803	0,000354	0,002716	0	0,006967	2,10953
0,005939615	8,56675E-05	2,86E-05	2,86E-05	0,0002	0	8,57E-05	0	0,000114	0,253433
0,003868042	0,010003557	0,004268	0,000934	0,002934	0,001334	0,002001	0	0,002134	0,569402
0,006865081	0,000500777	6,34E-05	4,44E-05	0,00045	2,54E-05	0,000152	0	0,00052	0,070907
1,96185E-05	4,90462E-06	1,72E-05	2,45E-06	4,9E-05	0	1,72E-05	0	1,96E-05	0,017063
1,11565E-05	5,57826E-06	2,51E-05	2,23E-05	3,07E-05	5,58E-06	2,79E-05	0	8,37E-06	0,02277
0,000887566	0,000274505	0,001363	0,000622	0,000412	0,000348	0,000485	0	0,000293	0,102052
0,009370088	0,032078771	0,012291	0,001819	0,007386	0,003472	0,005291	0	0,005512	0,744646
0,002449583	0,00199966	0,00115	0,0011	0,0017	0,00105	0,0017	0	0,012948	0,358289
0,006622238	0,002207413	0,005519	0,018395	0,009198	0,002207	0,002575	0	0,00699	3,511258
0,001072026	0,000693664	0,001009	0,00227	0,010846	0,000441	0,000441	0	0,001072	0,78466
0,000973032	0,000288306	0,000685	0,001405	0,001982	0,00018	0,000288	0	0,000541	0,3806
0,000658567	0,002019607	0,000966	0,00101	0,017123	0,000922	0,000659	0	0,003337	0,184618
7,99605E-05	7,99605E-05	8E-05	0,000133	0,00064	5,33E-05	5,33E-05	0	0,000133	0,258459
0,224285661	0,12907005	0,148113	0,029623	0,133302	0,069825	0,089926	0	0,099447	15,81531
8,71804E-05	5,73846E-05	0,000168	0,000462	0,000284	7,17E-05	6,73E-05	0	0,000105	0,013088
0,000902803	0,000615943	0,000288	0,000183	0,000346	9,81E-05	0,000202	0	0,000266	0,02766
0,010421418	0,000147123	4,98E-05	2,32E-05	7,85E-05	9,96E-06	0,000155	0	1,99E-05	0,011082
0,006787587	0,202826605	0,010076	0,001412	0,006282	0,001918	0,003668	0	0,001686	0,310817
3,83827E-05	3,86319E-05	0,00387	2,22E-05	3,69E-05	8,47E-06	8,72E-06	0	1,5E-05	0,005235

Πίνακας 26. NAMEA 2005, Εκπομπής αερίων ανά κλάδο

<i>Emissions</i>						
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x (kT)	CO (kT)
01 & 02	γεωργία	1866,397085	165,417987	27,897932	47,8490124	52,982983
5	αλιεία	248,816963	0,110313	0,305598	4,46686075	18,99
10,11&12 / 13-14	ορυχεία	118,55163	68,3357228	0	5,28876313	10,0194423
15-16	τρόφιμα ποτά καπνός	900,352468	0,14605	0,227	2,95737	15,5109458
17-19	κλωστουφαντουργία	110,5853169	0	0	1,57233498	13,5109458
20A	ξύλου	22,610398	0	0	0,17737	2,51094581
21-22	χάρτου εκτυπώσεις	275,775378	0,00873	0,04139	0,60737	6,57094581
23	πετρελαίου	3463,52258	6,99085	0,40753	9,32680525	14,1304813
24-25	ελαστικών πλαστικών	2008,96659	0,44664409	0,09507	5,37059602	7,98679375
26	μη μεταλλικά ορυκτά	10606,97498	0,3831	0,69326	35,1988627	11,6496958
27	βασικά μέταλλα	2359,153427	0,44272616	1,1627795	4,29737	23,3109458
28	μεταλλικά προϊόντα	926,8063255	0,15671722	0,0655087	0,17737	0,51094581
29-36	κατασκευή μηχανών & λοιπών ειδών εξοπλισμού	2764,632923	0,47015167	0,4094294	0,56654046	1,8594726
37	ανακύκλωση	184,3088615	0,11753792	0,01228288	0,14293954	0,18431063
40-41	ηλεκτρική ενέργεια	50316,31919	0,36573	6,70713322	85,19737	48,7109458
45	κατασκευές	285,6787353	0	0	11,613838	11,7419563

NMVOC kT	SO2 kT	TSP	PM10	PM2.5	NH3	ατμοσφαιρικές εκπομπές ως ποσοστό του ΑΕΠ GWP
31,1830453	1,1125	11,434	4,252	2,42	46,207	1,180817241
2,445	0,45	0,966	0,918	0,87	0,003	0,285558409
16,3577346	3,91513248	3,02	2,05	0,14	0	1,333807647
13,9689	2,1750736	0,155641	0,109434	0,074704	0	0,063389481
9,90729895	0,00372	0,115039	0,080886	0,055216	0	0,024523114
5,5594915	0,00372	0,060903	0,042822	0,029232	0	0,027891277
5,70204256	3,20372	6,62	2,2	0,7	0	0,091501669
18,9592915	31,3210598	0,23	0,22	0,18	0	0,551181626
5,80895586	15,4430226	1,12	0,74	0,45	0,46	0,499914879
2,90356	17,4549656	4,78	4,52	3,99	0	3,679021082
1,96007713	24,469578	5,19	2,75	0,72	0	0,630603562
1,9979	5,49206084	0,304515	0,21411	0,14616	0	0,360382239
4,91801171	20,5544455	0,162408	0,114192	0,077952	0	0,439044918
0,07127553	0,10875368	0,006767	0,004758	0,003248	0	0,266535092
13,1859734	379,45372	19,97	16,94	10,97	0,09	11,4994699
38,9164405	0,5286	2,7068	1,9032	1,2992	0	0,011035497

		CO2	CH4	N2O	NOX kT	CO kT
50-52	χοντρικό / λιανικό εμπόριο	451,5567107	0,01958965	0,0081325	2,78732111	16,4650825
55	ξενοδοχεία / εστιατόρια	245,9592425	0,07835861	0	2,71585134	5,75117921
60-64	μεταφορές αποθήκευση επικοινωνίες	4432,628119	0,68563786	0,14303	74,9717908	53,6958288
65-67	υπηρεσίες χρηματοπιστωτικά	27,64632923	0	0	0,85763726	4,91495
70-74	ακίνητα / ενικοιάσεις	61,061599	0	0	0,22437	1,10586375
75&90	δημόσια διοίκησης	184,162917	137,788404	1,2096375	8,77225	9,79142528
80-84	εκπαίδευση	243,1223315	0,03917931	0	2,14409316	6,02081375
85	υγεία	184,3088615	0,03917931	0	1,92275128	5,63965938
91	άλλες υπηρεσίες	183,184797	0	0	0,17867443	0,12287375
92, 93, 95 & 99	υπηρεσίες ιδιωτικών νοικοκυριών	63,2026565	0	0	1,65063	1,84310625
households		9618,14152	9,75061	1,55722787	46,3127339	268,836215
total	total	92154,42793	391,793218	40,9429416	357,348876	614,368754

NMVOC kT	SO2 kT	TSP	PM10	PM2.5	NH3
12,60453	0,11956	0,0735	0,0445	0,0315	0,0175
3,2227	0,4543	0,294	0,178	0,126	0,07
22,1310527	30,3506	2,07	1,97	1,85	0,02
1,42551064	0,00372	0	0	0	0
1,06913298	0,09322	0,0735	0,0445	0,0315	0,0175
5,36295	0,4492	1,2905	0,9935	0,7345	0,0525
2,68162755	0,54580948	0,257354	0,16876	0,12306	0,051805
2,67283245	0,16313052	0,257146	0,14274	0,09744	0,070695
0	0	0,2205	0,1335	0,0945	0,0525
6,75353	0	0,0735	0,0445	0,0315	0,0175
124,608803	5,8987996	6,21792562	6,80059988	7,23428664	0
356,377668	543,768412	67,6699986	47,5800019	32,4799986	47,13

5.6. Συμπεράσματα

Η παγκόσμια οικονομία σχεδόν στο σύνολό της στηρίχθηκε και στηρίζεται μέχρι σήμερα σε μια σημαντική πηγή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τον λιγνίτη.

Η υπερκατανάλωση ενέργειας και οι αυξανόμενες απαιτήσεις των ανεπτυγμένων και υπό ανάπτυξη χωρών έχει ως συνέπεια τη δραματική μείωση των αποθεμάτων υδρογονανθράκων, τουλάχιστον αυτών που θα μπορούσαν να εξορυχτούν με συμφέροντες οικονομικούς όρους.

Η Ελλάδα έχει το πλεονέκτημα να διαθέτει στο υπέδαφός της το σημαντικότερο για την ελληνική οικονομία ενεργειακό καύσιμο, τον λιγνίτη. Με βάση τα συνολικά αποθέματα και τον προγραμματισμένο ρυθμό κατανάλωσης στο μέλλον, υπολογίζεται ότι στην Ελλάδα οι υπάρχουσες ποσότητες λιγνίτη επαρκούν για τα επόμενα 40 χρόνια. Η πολιτική που διαμορφώνεται τα τελευταία χρόνια σε ότι αφορά στην εισαγωγή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και πιο συγκεκριμένα η χρήση των φωτοβολταϊκών στοχεύει στον εκτοπισμό του λιγνίτη από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η συνέχιση της χρήσης του λιγνίτη για την ηλεκτροπαραγωγή θα έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον αφού προκαλεί επικίνδυνους ρύπους οι οποίοι είναι επιβλαβής για την ανθρωπότητα, την χλωρίδα και την πανίδα.

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιήσαμε υπολογισμούς που αφορούν στην Ελλάδα. Με σκοπό να μην υποστεί κυρώσεις όσον αφορά την μη επίτευξη των στόχων του Πρωτοκόλλου του Κιότο, η Ελλάδα θα πρέπει να μειώσει κατά 8 % τους ρύπους του διοξειδίου του άνθρακα που προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Με βάσει του υπολογισμού μας για να μειωθούν οι ρύποι σε **39.597,72** Kton διοξειδίου του άνθρακα από την καύση του λιγνίτη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (8%) θα πρέπει να ακολουθήσει μία μείωση στην καθαρή ηλεκτροπαραγωγή κατά **2.558,17** GWh σε σχέση με τα επίπεδα του 2005. Η εγκατεστημένη ισχύς θα πρέπει να μειωθεί σε **4.995,92** MW και το σύνολο του λιγνίτη που θα χρησιμοποιηθεί θα μειωθεί αισθητά σε **61,92** εκ. τόνοι σε σύγκριση με το έτος 2005 που η αντίστοιχη ποσότητα ήταν 67,3 εκ.τόνοι. Τέλος, η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια αναμένεται αν όχι να αυξηθεί, τουλάχιστον να παραμείνει σταθερή σε σχέση με τα επίπεδα του 2005. Επομένως, αυτή η μείωση καθαρής ηλεκτροπαραγωγής που θα επέλθει από την μείωση της ποσότητας του λιγνίτη θα πρέπει να αντικατασταθεί από την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την εγκαταστάση

φωτοβολταϊκών συστημάτων. Υπολογίστηκε ότι η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που θα πρέπει να παραχθεί από την τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων ισοδυναμεί με την ποσότητα μείωσης την ηλεκτροπαραγωγής από την καύση του λιγνίτη και είναι 2.558,17 GWh. Για αυτό το ποσό ενέργειας απαιτείται η εγκατάσταση περίπου 1,9678 GW φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

Η χρήση των λιγνιτών φαίνεται ελκυστική για την παραγωγή της φθηνότερης κιλοβατώρας γνωρίζοντας ότι η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν έχει αναπτυχθεί πλήρως, και η εγκατάστασή τους καθιστάται ασύμφορη χωρίς την δέσμευση της ΔΕΗ για αγορά της παραγόμενης κιλοβατώρας καθώς επίσης και χωρίς την δημιουργία κινήτρων με την μορφή επιδοτήσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 Γενικές συζητήσεις

Η ηλιακή ενέργεια και κατ'επέκταση η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών είναι ευπροσάρμοστη και ιδιαίτερα σημαντική. Η δυνατότητα για την αυξανόμενη εκμετάλλευση των πόρων που προέρχονται από τον ήλιο είναι πολύ μεγάλη, με τις σημαντικές ευκαιρίες που συνδέονται με την ανάπτυξη και την εμπορευματοποίηση των τεχνολογιών των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Οι τεχνολογίες που σχετίζονται με την ηλιακή ακτινοβολία, υποβάλλονται σε συνεχή ανάπτυξη για τις μικρές και μεγάλης κλίμακας εφαρμογές.

Η παραπάνω ανάλυση που χρησιμοποιείται στο προηγούμενο κεφάλαιο (Κεφ. 5) σε αυτήν την διατριβή για να προσδιορίσει τη δυνατότητα και τους περιορισμούς της επέκτασης ρύπων από την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας αποδεδειγμένα κάνει την χρήση των φωτοβολταϊκών απαραίτητη.

Μια λεπτομερής ανάλυση στις διαφορετικές χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες έχουν καταδείξει την ιδιαίτερη αναγκαία χρησιμοποίηση τους κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας καθώς επίσης και των εμποδίων που πρέπει να υπερνικηθούν ακόμα.

Η χρήση των συστημάτων για την παραγωγή της ενέργειας δεν είναι ακόμα τόσο οικονομική όσο η χρήση των απολιθωμένων καυσίμων ή της πυρηνικής ενέργειας. Τα περισσότερα ζητήματα έρευνας και ανάπτυξης ενδιαφέρονται για το πώς να παραδώσουν την ενέργεια με αποδεκτό κόστος και πώς να διαχειριστούν το υψηλό ποσοστό αύξησης βιομηχανίας που απαιτείται για να συναντήσει την απαραίτητη (από τις κυβερνήσεις, την ΕΕ κ.λπ.) επέκταση.

Ο προγραμματισμός μπορεί να είναι ένας άλλος περιορισμός στην επέκταση, εάν μια κατάλληλη περιοχή δεν επιλέγεται. Η ασφάλεια της παροχής καυσίμων και το χαμηλότερο κόστος της μεταφοράς καυσίμων είναι πολύ σημαντικές κατά την εκτέλεση ενός προγράμματος φωτοβολταϊκών.

Δεν είναι ακόμα απολύτως δυνατό να αξιολογηθεί και να ποσοτικοποιηθεί σε οικονομικούς όρους η μεγάλη έκταση των αποτελεσμάτων της δημιουργίας εγκαταστάσεων φωτοβολταϊκών συστημάτων τόσο για την οικονομία και το περιβάλλον όσο και για την ανθρωπότητα, παρά μόνο θεωρητικά αφού ακόμα βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο η εφαρμογή τους. Μελέτες κατά καιρούς έχουν δείξει ότι η ποσότητα των μειώσεων των εκπομπόμενων ρύπων που προκαλούνται από την καύση των συμβατικών πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού, έχει θετικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, το φυσικό οικοσύστημα και το περιβάλλον.

6.2. Συμπεράσματα

Ο τομέας της ενέργειας παράγει περισσότερο από 60% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και από εκείνο το ποσοστό, το 40% αποτελεί εκπομπές που προέρχονται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι εκπομπές από τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν τα ορυκτά καύσιμα είναι σημαντικό να ελαχιστοποιηθούν.

Απαραίτητα μέτρα θα πρέπει να λάβουν τα κράτη – μέλη ώστε να φροντίσουν να ελαχιστοποιήσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από το ενεργειακό μίγμα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η θέσπιση του πρωτοκόλλου του Κιότο που δίνει στα κράτη και τις κυβερνήσεις κατευθυντήριες γραμμές για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου είναι μια πολύ θετική και ελπιδοφόρα ενέργεια, η οποία όμως δεν συναντά την ανταπόκριση που θα έπρεπε από όλα τα κράτη.

Τα φωτοβολταϊκά είναι μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες της νέας εποχής στο χώρο της ενέργειας. Τα μικρά, ευέλικτα συστήματα αναμένεται να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα χρόνια που έρχονται. Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία.

Στην περίπτωση της ηλιακής ενέργειας και των περισσότερων ανανεώσιμων πηγών δεν υπάρχει καμία απελευθέρωση GHG από την παραγωγή.

Η ανάλυση εισροών - εκροών είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει τη οικονομική δραστηριότητα σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, και για να προβλέψει την αντίδραση μιας περιφερειακής οικονομίας σε περίπτωση αυξανόμενης κατανάλωσης ή σε αλλαγές στην κυβερνητική πολιτική. Αυτές οι μήτρες χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τον τρόπο με τον οποίο το παραγωγικό σύστημα ικανοποιεί την τελική ζήτηση (που αποτελείται από την κατανάλωση, τις επενδύσεις και τις εξαγωγές). Απο την άλλη η χρησιμοποίηση του πίνακα NAMEA αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την μελλοντική πρόβλεψη που αφορά κυρίως στην βιώσιμη ανάπτυξη. Ο πίνακας NAMEA επεκτείνει το σύστημα εθνικών λογαριασμών (SNA) με τους περιβαλλοντικούς απολογισμούς στις φυσικές μονάδες.

Η πολιτική που διαμορφώνεται τα τελευταία χρόνια σε ότι αφορά στην εισαγωγή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και πιο συγκεκριμένα η χρήση των φωτοβολταϊκών στοχεύει στον εκτοπισμό του λιγνίτη από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η συνέχιση της χρήσης του λιγνίτη για την ηλεκτροπαραγωγή θα έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον αφού προκαλεί επικύνδινους ρύπους.

Η Ελλάδα για να μην υποστεί κυρώσεις που αφορά την μη επίτευξη των στόχων του Πρωτοκόλλου του Κιότο, θα πρέπει να μειώσει κατά 8 % τους ρύπους του διοξειδίου του άνθρακα που προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις που έγιναν στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία ειδίκευσης, το ποσό του λιγνίτη που θα πρέπει να αντικατασταθεί για να μειωθούν οι ρύποι κατά 8% σε σχέση με το έτος βάσης 2005 είναι 5,38 εκ. Τόνοι. Επομένως, η μείωση της καθαρής ηλεκτροπαραγωγής που θα επέλθει από την μείωση της ποσότητας του λιγνίτη θα πρέπει να αντικατασταθεί από την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων έτσι ώστε να ικανοποιείται η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια. Η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που θα πρέπει να παραχθεί από την τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων ισοδυναμεί με την ποσότητα μείωσης την ηλεκτροπαραγωγής από την καύση του λιγνίτη και είναι 2.558,17 GWh. Για αυτό το ποσό ενέργειας απαιτείται η εγκατάσταση περίπου 1,9678 GW φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

Η χρήση των λιγνιτών φαίνεται ελκυστική για την παραγωγή της φθηνότερης κιλοβατώρας γνωρίζοντας ότι η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν έχει αναπτυχθεί πλήρως, και η εγκατάσταση τους καθίσταται ασύμφορη χωρίς την δέσμευση της ΔΕΗ για αγορά της παραγόμενης κιλοβατώρας καθώς επίσης και χωρίς την δημιουργία κινήτρων με την μορφή επιδοτήσεων από τις εκάστοτε κυβερνήσεις.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μέσω των αναμφισβήτητων στοιχείων της αλλαγής κλίματος και της σύνδεσής του με τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου έρχεται η ανάγκη για την αλλαγή στην υποδομή ενεργειακής παραγωγής κατά τη διάρκεια των ερχόμενων δεκαετιών. Μέσω των πολιτικών συμβάσεων και των περιορισμών, η ενεργειακή βιομηχανία ωθείται προς τη χρησιμοποίηση ολοένα και μεγαλύτερου μεριδίου ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων αρχίζει να γίνεται πλέον ευρέως διαδεδομένη αφού εκτός του γεγονότος ότι έχουν την δυνατότητα να μετατρέπουν κατευθείαν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια, παράγουν μηδενικούς ρύπους διοξειδίου του άνθρακα. Ο ρύπος του διοξειδίου του άνθρακα είναι ιδιαίτερα επικίνδυνος και συντελεί κατά το μεγαλύτερο ποσοστό στο φαινομενο του θερμοκηπιου και στην κλιματολογική αλλαγή. Έτσι γίνεται προσπάθεια απο τους ερευνητές αν μεταβάλουν το μίγμα της ενεργειακής παραγωγής, εισάγοντας τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την ελαχιστοποίηση όλων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της συγκράτησης της τιμής της παραγόμενης ενέργειας σε λογικά επίπεδα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. Ξένη

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change, «*Climate Change 2007 Synthesis Report*», Valencia, 2007

C. David Cooper, «*Air pollution control*», A Design Approach, 2nd Ed., F.C. Alley , 1994

Fox L. Donald, Boubel W. Richard, Turner D. Bruce and Stern C. Arthur: «*Fundamentals of Air Pollution*». Third Edition. Academic Press, , 1992.

Godish Thad : «*Air Quality*». Second Edition. Lewis Publishers INC., Chelsea, Michigan, U.S.A. , 1991

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change- www.ipcc.ch/ - *Climate Change 2007 Synthesis Report, Valencia, 2007, IPPC*

J.P. Bruce, H. Lee and E.F. Haites, « *Economic and Cross-Cutting Issues* » *The IPCC Second Assessment, Cambridge University Press, IPCC., (1995)*

John Wiley and Sons. : «*Atmospheric Motion and Air Pollution*», Dobbins R.A., 1979

Kavouridis K., «*Lignite industry in Greece within a world context: Mining, energy supply and environment*», Greece, accepted July 2007.

Kavouridis, K. Galitis, N., Karampakakis, J., 2006. «*Health and safety management in the open pit Lignite mines of Public Power Corporation. Mining and Metallurgical Chronics*», Greece, May 2006.

Leontief, W (1970): «*Environmental Repercussions and The Economic Structure – An input-.output Approach*», *The Review of Economics and Statistics* LII, nr. 3, August 1970

Miller E.R. και Blair D.P., «*Input – Output Analysis: Foundation and extensions*», Prentice – Hall, Inc, Englewood Cliff, New Jersey, 1985

National Accounting Matrix including Environmental Accounts Eurostat): «NAMEAs for air emissions 2001 edition.» (Detailed Tables Theme 2 Economy and Finance), Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2001

Nations (UNFCCC), «Οι ανεπτυγμένες χώρες θα πρέπει να πρωτοστατήσουν στην καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος», άρθρο 3.1 της Συνθήκης Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή

natural gas systems», Guelph, 1999, GRI Canada

¹Patrik Söderholm, «Fossil fuel flexibility in west European power generation and the impact of system load factors», Fuel and Energy Abstracts, Volume 43, March 2002,

Pearce, D.W., W.R. Cline, A.N. Achanta, S. Fankhauser, R.K. Pachauri, R.S.J. Tol and P. Vellinga, «*The Social Costs of Climate Change: Greenhouse Damage and the Benefits of Control*», Chapter 6 in *Climate Change, IPCC., (1995):*, edited by, Cambridge University Press, Cambridge.

Performance 2003-2004, Brussels, 2006

Picard, D.J., Stribrny, M., Harrison, M.R.: «*Handbook for estimating*

R. Miller, P. Blair, «*Input – Output Analysis : Foundations and Extensions*», 1984

Seinfeld J.H., John Wiley & Sons and Pandis S.N.: «*Atmospheric Chemistry and Physics from Air Pollution to Climate Change*», 1998

Solar Energy, Volume 57 6, December 1996,

Statistics of the European Electricity Industries; Trends in Environmental

Touche Ross, «*Global Climate Change: the role of technology transfer*», A report for UNCED, February, London. 1991

Understanding Climate Change: «*A Beginner's Guide to the UN Framework Convention and its Kyoto Protocol*», United Nations Environment Programme, Climate Change Secretariat.

UNFCCC, «*Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting of Emissions and assigned Amounts*», 2007, UNFCCC

Union of the Electricity Industry – EURELECTRIC, Environmental

Union of the Electricity Industry – EURELECTRIC, Report Describing the

United Framework Convention on Climate Change, United

Vuori, R., Lautkaski, R., Lehtilä, A., Suolanen, V., Katsaus, «Review on environmental impacts of different energy production froms», Espoo, 2002, VTT – Research Notes 2127, ISBN: 951-38-5948-7 (in Finnish)

Vuori, R., Lautkaski, R., Lehtilä, A., Suolanen, V., Katsaus, «Review on environmental impacts of different energy production froms», Espoo, 2002, VTT – Research Notes 2127, ISBN: 951-38-5948-7 (in Finnish)

W. Leontief, “The Structure of the American Economy”, 1941

B. Ελληνική

Αργυρίου Α.Α., Μπαλαράς Κ.Α., Στεργιόπουλος Β.Εισαγωγή (12 σ.), , «Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας - Βιομάζα», , Επιμέλεια έκδοσης Κ.Α. Μπαλαράς, 1η έκδοση, 1999

Αργυρίου Α.Α., Μπαλαράς Κ.Α., Στεργιόπουλος Β.Εισαγωγή (12 σ.), , «Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας - Ορυκτά Καύσιμα», , Επιμέλεια έκδοσης Κ.Α. Μπαλαράς, 1η έκδοση, 1999

Αργυρίου Α.Α., Μπαλαράς Κ.Α., Στεργιόπουλος Β.Εισαγωγή (12 σ.), , «Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας - Φωτοβολταϊκά», , Επιμέλεια έκδοσης Κ.Α. Μπαλαράς, 2η έκδοση, 2000

Αργυρίου Α.Α., Μπαλαράς Κ.Α., Στεργιόπουλος Β.Εισαγωγή (12 σ.), , «Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας -Γεωθερμία», , Επιμέλεια έκδοσης Κ.Α. Μπαλαράς, 2η έκδοση, 2000

Δεμερτζή Α. , «Περιβαλλοντική Ανάλυση Εισροών – Εκροών : Η Περιβαλλοντική Μήτρα Εισροών – Εκροών για το 2005, Ανάλυση και Εφαρμογές στην εκτίμηση μείωσης των ατμοσφαιρικών εκπομπών», Αθήνα, 2008

ΔΕΣΜΗΕ – Συνοπτικό Πληροφοριακό Δελτίο Νοέμβριος 2008

Δηλανάς Α., «21ΟΣ ΑΙΩΝΑΣ-ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ-ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ-ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ», εκδόσεις ΣΤΑΜΟΎΛΗΣ Α., 2007

Δρ. Δημήτρης Κανελλόπουλος(ΔΣΠ), Δρ Δήμητρα Κρόμπα(ΔΔΕ), Νικόλαος Περδικάρης(ΔΠΠ), «Αντιμετώπιση του φαινομένου της Κλιματικής Αλλαγής στην ηλεκτροπαραγωγή», ΙΕΝΕ – ΔΕΗ, 2007

Ε.Α.Α & Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.), “Διερεύνηση υποστηρικτικών πολιτικών για την προώθηση των μέτρων πολιτικής του ΥΠΕΧΩΔΕ σχετικά με μείωση των εκπομπών CO₂”, (2001-2002).

Ε.Κακαράς, «Εκπομπές CO₂ και απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας», ΕΜΠ.

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Μάιος 2002

Εθνικό Αστεροσκοπείο, Κλιματικές προβλέψεις 2071-2100

Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, 1994

Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος : «Τάσεις και προβλέψεις για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την Ευρώπη το 2007», έτος 2008

Κ.Α. Μπαλαράς, Α.Α. Αργυρίου, Φ. Καραγιάννης, «*Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας*», Εκδόσεις Σέλκα-4Μ Τεκδοτική, Αθήνα, 2006.

Μελέτη της Christian Aid, Human Tide: the real migration crisis, www.christian-aid.org.uk

Ν. Αχ. Φιλιππόπουλος, Ζ. Σαμαράς, Δ. Καμίδης, Γ. Κουφοδήμος, «*ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ*», Θεσσαλονίκη, 2004

Τον στόχο της μείωσης κατά 60-80% έως το 2050 υιοθέτησε και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, σε σχετικό ψήφισμα για την κλιματική αλλαγή.

Χ. Οικονομίδης, «Εισαγωγή στο σύστημα και την ανάλυση Εισροών - Εκροών», Εκδόσεις Κριτική,

Γ. Χρήσιμες διευθύνσεις στο διαδίκτυο

URL : <http://climate.wwf.gr>, Climate change impacts in the Mediterranean

URL : <http://wapedia.mobi/el>

URL : <http://www.epc.eu>

URL: [http:// www.dei.gr](http://www.dei.gr)

URL: [http:// www.energy.eu](http://www.energy.eu)

URL: <http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign>

URL: <http://www.stat-athens.aueb.gr>

URL: <http://www.stat-athens.aueb.gr>