

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ & ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ
ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΤΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ”**

ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

Επιβλέπουσα καθηγήτρια

Αναπλ. Καθ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ ΚΑΤΣΙΒΕΛΑ

ΧΑΝΙΑ 2014

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πρωταρχικά, επιλέγω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην εποπτεύουσα καθηγήτρια μου κυρία Ελευθερία Κατσίβελα και στην οικογένεια μου, οι οποίοι στάθηκαν αρωγοί και υποστηρικτές καθ' όλη τη διάρκεια των προσωπικών μου προσπαθειών στην εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας.

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Αναπλ. Καθ. Ελευθερία Κατσίβελα
Καθ. Γεώργιος Σταυρουλάκης
Καθ. Εφαρμ. Δημήτριος Καλδέρης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας μελετήθηκε η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η ενσωμάτωση των Ανανεώσιμων Ενεργειακών Τεχνολογιών καθώς και οι επιπτώσεις τους στο περιβάλλον .

ABSTRACT

In the framework of the present diploma thesis the generation of electricity and the incorporation of renewable energy technologies in the production of energy were studied. The impact of the environment was also examined.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ	14
2.1 ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	14
2.1.1 ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ.....	14
2.1.2 ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ.....	15
2.1.3 ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	15
2.2 Η ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)..	16
2.2.1 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	16
2.2.2 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ- ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	20
2.2.3. ΒΙΟΜΑΖΑ	22
2.2.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ.....	23
2.2.5 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	28
ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ.....	28
3.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ	28
3.2 ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ.....	28
3.3 ΓΑΙΑΝΘΡΑΚΑΣ	29
3.4 PELLETS.....	29
3.5 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	30
3.6 ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	31
3.7 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΤΑ ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	35
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	35
4.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ	35
4.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	35

4.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ.....	36
4.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	37
4.5 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	40
4.6 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	47
ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ.....	47
5.1 ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)	47
5.2 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SO ₂).....	47
5.3 ΔΙΟΞΕΪΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NO ₂) ΚΑΙ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NO)	48
5.4 ΟΖΟΝ (O ₃)	49
5.5 ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ.....	52
5.6 ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	53
5.7 ΜΟΛΥΒΔΟΣ (Pb)	53
5.8 ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥΣ ΡΥΠΟΥΣ	54
5.9 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΩΝ ΡΥΠΩΝ	58
5.10 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ.....	59
5.10.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	61
5.10.5 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ, ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ.....	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	65
ΜΑΚΡΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	65
6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	65
6.2 ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ	65
6.3. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	66
6.4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΕ	69
6.5 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	71
6.6 ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ...	72
6.7 ΤΟΜΕΙΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ ΑΠΕ (ΕΜΕΣΑ Η ΑΜΕΣΑ)	74
6.8 ΑΓΟΡΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	77

6.9 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΛΟΥΣΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	77
6.10 ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΙΣΦΟΡΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ (CCL) ΚΑΙ ΤΙΣ ΣΥΜΦΩΝΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ (CCA)	80
6.11 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΜΦΩΝΙΕΣ CCA ΚΑΙ CCL	83
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	87
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	87
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	90

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο τομέας της ενέργειας συνιστά σημαντικό παράγοντα ανάπτυξης της οικονομίας. Η τρέχουσα περίοδος αποτελεί τμήμα μίας μακράς μεταβατικής φάσης προς την «οικονομία χαμηλού άνθρακα» και αυξημένης περιβαλλοντικής προστασίας.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σαν στόχο την εις βάθος μελέτη της ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα καθώς και τις επιπτώσεις που δύναται να προκληθούν στο περιβάλλον.

Στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια εισαγωγή στον τομέα της ενέργειας καθώς και σε βασικούς παράγοντες και παραμέτρους που τροποποιούν το ευρωπαϊκό ενεργειακό γίγνεσθαι.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ηλεκτροπαραγωγή ανά καύσιμο. Πιο συγκεκριμένα το κεφάλαιο διαχωρίζει την ηλεκτροπαραγωγή από ορυκτά καύσιμα και την ηλεκτροπαραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναπτύσσονται τα συμβατικά καύσιμα, η ρύπανση που προκαλείται από αυτά καθώς και η κατά είδος καύσιμου εκπομπή των αερίων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται οι επιπτώσεις που προκαλούνται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα παρατίθενται οι επιπτώσεις από τη χρήση βιομάζας, αιολικών πάρκων, φωτοβολταϊκών συστημάτων γεωθερμικής και υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο διακρίνονται οι παραγόμενοι ατμοσφαιρικοί ρύποι καθώς και οι βέλτιστες τεχνικές και τεχνολογίες απομάκρυνσης σωματιδίων και αερίων ρύπων.

Στο έκτο κεφάλαιο εκπονείται μια μακροοικονομική ανάλυση βασισμένη στην ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και αναφέρονται οι πολιτικές που αφορούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα και την Ευρώπη, ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιείται μια προσπάθεια ανάλυσης των τομέων της οικονομίας που τις αφορούν. Τέλος παρουσιάζεται ο προσδιορισμός των επιπτώσεων από τη χρήση τους σε οικονομική και οικονομετρική κλίμακα.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα πλήρη συμπεράσματα που απορρέουν από τη μελέτη που διεξήχθη.

Τέλος παρατίθεται η εκτενής βιβλιογραφία και οι διαδικτυακές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

A.E.P. :	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
A.Θ.Δ.:	Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη, Higher Heating Value
A.Π.Ε. :	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
CCA	Climate Change Agreements
CCL	Climate Change Levy
Δ.Ε.Η.:	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε.	Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας Ανώνυμη Εταιρεία
Ε.Ε.:	Ευρωπαϊκή Ένωση
EPER	European Pollutant Emission Register
Κ.Θ.Δ.:	Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη, Lower Heating Value
Κ.Υ.Α.:	Κοινή Υπουργική Απόφαση
Ο.Ο.Σ.Α.:	Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
OLS	Ordinary Least Squares Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων
Π. Ε.:	Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις
P.A.E. :	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
Σ.Η.Θ.Υ.Α.:	Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης
Τ.Ι.Π.	Τόνος ισοδύναμου πετρελαίου
Φ.Ε.Κ.:	Φύλλο Εφημερίδας της Κυβέρνησης
Υ.Π.Ε.Κ.Α.:	Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο τομέας της ενέργειας συνιστά σημαντικό παράγοντα ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας. Η σημερινή περίοδος αποτελεί τμήμα μιας μακράς μεταβατικής φάσης προς την «οικονομία χαμηλού άνθρακα» και αυξημένης περιβαλλοντικής προστασίας. Διευρύνονται οι καινοτομίες στις ενεργειακές τεχνολογίες, υφίστανται όμως συχνές αλλαγές κατεύθυνσης και επιλογής στόχων.

Η αυξημένη αβεβαιότητα που χαρακτηρίζει το μέλλον της Ελληνικής Οικονομίας κάνει αναγκαία την επανεξέταση βασικών αξόνων και προσδιοριστικών παραγόντων που διαμορφώνουν την εθνική ενεργειακή στρατηγική. Έτσι ο ενεργειακός σχεδιασμός πρέπει να είναι ικανός να αξιολογεί την επίδραση κάθε ενεργειακής επιλογής στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Α.Ε.Π.) και το Δημόσιο Χρέος, ενώ πρέπει να χαρακτηρίζεται από ευελιξία, ώστε ούτε να δημιουργεί σπατάλη πολύτιμων πόρων σε περίπτωση επαλήθευσης των αρνητικών υποθέσεων για την Οικονομία, αλλά ούτε η ανεπάρκεια ενέργειας να αποτελέσει τροχοπέδι στην περίπτωση επίτευξης υψηλών ρυθμών ανάπτυξης. Προϋπόθεση για την επίτευξη των τελευταίων είναι η προώθηση διαρθρωτικών αλλαγών, η προσέλκυση επενδυστών, η σταθερή και αξιόπιστη νομοθεσία, η αξιοποίηση του διαθέσιμου Ελληνικού δυναμικού και η αποφυγή διαρροής αξίων επιστημόνων στο εξωτερικό.

Στις 10 Μαΐου του 2000, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε την πρόταση για μια "Οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου" για την προώθηση της ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) στην εσωτερική αγορά ηλεκτρισμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.). Στρατηγικός στόχος της πρότασης ήταν η δημιουργία ενός πλαισίου για τη σημαντική αύξηση μεσοπρόθεσμα του προερχόμενου από ανανεώσιμες πηγές ηλεκτρισμού στην Ε.Ε. και η διευκόλυνση της πρόσβασής του στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.

Ειδικότερα όσον αφορά τα περιβαλλοντικά ζητήματα, η αυξημένη χρήση ηλεκτρισμού από Α.Π.Ε. αποτέλεσε ένα σημαντικό τμήμα των δράσεων που υλοποιήθηκαν ώστε να εκπληρωθούν οι δεσμεύσεις που υιοθετήθηκαν από την Ε.Ε. σχετικά με την εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Κιότο που προέβλεπε τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία 2003/87/ΕΚ, που επικυρώθηκε από την Ελλάδα με το Νόμο 3017/2002 (ΦΕΚ Α'117).

Το μερίδιο του 12% των Α.Π.Ε. συνολικά στην ακαθάριστη εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση της Λευκής Βίβλου έχει μεταφραστεί σε ένα συγκεκριμένο

μερίδιο κατανάλωσης ηλεκτρισμού παραγόμενου από Α.Π.Ε. (22,1%, ή 12,5% χωρίς τα μεγάλα υδροηλεκτρικά), και η προώθηση των Α.Π.Ε. πρέπει να συνεισφέρει στην επίτευξη αυτού του συγκεκριμένου μεριδίου. Τα Κράτη Μέλη καθόρισαν εθνικούς στόχους και τα μέτρα που απαιτούνται για την επίτευξή τους. Η παγκόσμια οικονομία σχεδόν στο σύνολό της στηρίχθηκε και στηρίζεται μέχρι σήμερα σε τρεις σημαντικές πηγές ενέργειας: τους γαιάνθρακες, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. 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 παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου κορυφώνεται, ενώ οι τιμές αυξάνονται δραματικά στις παγκόσμιες αγορές και μια επικείμενη ενεργειακή κρίση είναι ήδη ορατή και είναι ενδεχόμενο να δημιουργήσει σοβαρές οικονομικές επιπτώσεις και γεωπολιτικές αναταράξεις.

Αυτό που απαιτεί η πρόκληση των προ των πυλών κλιματικών αλλαγών δεν είναι τίποτε λιγότερο από μια Ενεργειακή Επανάσταση. Οι ειδικοί συναινούν πως αυτή η θεμελιώδης αλλαγή πρέπει να αρχίσει πολύ σύντομα και να υλοποιηθεί μέσα στα επόμενα δέκα χρόνια προκειμένου να αποφύγουμε τις χειρότερες επιπτώσεις. Αυτό που χρειαζόμαστε είναι μια πλήρης μεταμόρφωση στον τρόπο που παράγεται, καταναλώνεται και διανέμεται η ενέργεια διατηρώντας ταυτόχρονα την οικονομική ανάπτυξη.

Τον Ιανουάριο του 2008 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε δεσμευτική νομοθεσία για την υλοποίηση των στόχων 20-20-20. Η γνωστή ως «δέσμη για το κλίμα και την ενέργεια», η οποία συμφωνήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο τον Δεκέμβριο του 2008 και έγινε νόμος τον Ιούνιο του 2009, περιλαμβάνει τα παρακάτω νομοθετήματα:

1. Την Οδηγία 2009/29/ΕΚ «για τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/ΕΚ με στόχο τη βελτίωση και την επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου της Κοινότητας»
2. Την απόφαση 406/2009/ΕΚ «περί των προσπαθειών των κρατών μελών να μειώσουν τις οικείες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, ώστε να τηρηθούν οι δεσμεύσεις της Κοινότητας για μείωση των εκπομπών αυτών μέχρι το 2020».

Για να συμφέρει οικονομικά η επιδιωκόμενη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 20% έναντι των επιπέδων του μέχρι το 1990, το 2020, θα πρέπει να συμβάλουν στις μειώσεις των εκπομπών όλοι οι τομείς της οικονομίας. Συνεπώς, τα κράτη μέλη θα πρέπει να εφαρμόσουν πρόσθετες πολιτικές και μέτρα σε μια προσπάθεια περαιτέρω περιορισμού των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από πηγές που δεν καλύπτει η οδηγία 2003/87/ΕΚ.

**ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**

Τα δύο παραπάνω νομοθετήματα στοχεύουν στην επίτευξη του στόχου μείωσης των εκπομπών κατά 20%, στόχος που εξειδικεύεται σε μείωση κατά 21% στους τομείς του συστήματος εμπορίας και κατά 10% στους τομείς εκτός εμπορίας [1].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ

Δύο είναι οι κατηγορίες στις οποίες χωρίζεται η ηλεκτροπαραγωγή και διακρίνεται με βάση το είδος των πηγών ενέργειας που χρησιμοποιεί [2]:

- η ηλεκτροπαραγωγή από ορυκτά καύσιμα
- η ηλεκτροπαραγωγή από Α.Π.Ε.

2.1 ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Όσον αφορά την ηλεκτροπαραγωγή από ορυκτά καύσιμα, η πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται είναι τα στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα. Τα συγκεκριμένα καύσιμα είναι αποθηκευμένα στο υπέδαφος, σε μικρότερα ή μεγαλύτερα βάθη και έχουν δημιουργηθεί σε παλαιότερες γεωλογικές περιόδους. Τα ορυκτά καύσιμα θεωρούνται ότι βρίσκονται σε πεπερασμένες, μη ανανεώσιμες ποσότητες λόγω του ότι υπολογίζεται ότι ανακυκλώνονται κάθε 100.000 χρόνια.

Το κυριότερο στάδιο στην διαδικασία της ηλεκτροπαραγωγής είναι η καύση των ορυκτών καυσίμων και η οποία συμβάλλει στην παραγωγή ρυπογόνων καυσαερίων.

2.1.1 ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Στερεά καύσιμα θεωρούνται οι ορυκτοί άνθρακες, στους οποίους περιλαμβάνονται οι βιτουμενιούχοι άνθρακες, οι ανθρακίτες λιγνίτες, η τύρφη κλπ, η βιομάζα και τα άχρηστα υλικά, στα οποία περιλαμβάνονται τα άχρηστα ελαστικά, τα πλαστικά, η αποξηραμένη ιλύς εγκαταστάσεων βιολογικών καθαρισμών κ.ά.

Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες των στερεών ορυκτών καυσίμων που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ενέργειας είναι:

- Η θερμογόνος δύναμη ή το θερμικό τους δυναμικό (Α.Θ.Δ., Η.Η.Υ. και Κ.Θ.Δ., Λ.Η.Υ.) δηλ. η περιεκτικότητά τους σε C, όπου:
 - Α.Θ.Δ. (ανώτερη θερμογόνος δύναμη, *Higher Heating Value*) και
 - Κ.Θ.Δ. (κατώτερη θερμογόνος δύναμη, *Lower Heating Value*)
Η υγρασία του καυσίμου (όπως εξορύσσεται)
- Η περιεκτικότητά τους σε τέφρα (ανόργανες ύλες)
- Η κοκκομετρική τους ανάλυση

- Η αντοχή τους στη θραύση και λειοτριβήση (δείκτης Hardgrove)
- Η επί τοις % περιεκτικότητά τους σε πτητικές ενώσεις (volatiles %)
- Οι επί τοις εκατό περιεκτικότητές τους σε S (θείο), Cl (χλώριο) και πτητικά μέταλλα (Hg, Cd κ.ά.) [2].

2.1.2 ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Αέρια καύσιμα θεωρούνται το φυσικό αέριο με κύριο συστατικό το μεθάνιο CH₄, οι αέριοι υδρογονάνθρακες βαρύτεροι του αιθανίου (C₂H₆) και οι οποίοι παράγονται από την απόσταξη του πετρελαίου, καθώς και τα αέρια που δημιουργούνται από την εξαερίωση διαφόρων τύπων ανθράκων.

Χρησιμοποιούνται με βάση τη χημική τους σύσταση, τη θερμογόνο δύναμή τους (Α.Θ.Δ. και Κ.Θ.Δ.), τη ποσοστιαία (%) περιεκτικότητά τους σε S και τη περιεκτικότητά τους σε αδρανή αέρια (N₂, CO₂, H₂O).

2.1.3 ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Υγρά καύσιμα θεωρούνται τα διάφορα κλάσματα απόσταξης αργού πετρελαίου, τα οποία περιλαμβάνουν τα ελαφρά και βαρέα κλάσματα, το ντίζελ, η κηροζίνη κ.ά. και οι υγροί υδρογονάνθρακες, οι οποίοι περιλαμβάνουν την μεθανόλη και την αιθανόλη κ.ά.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους είναι:

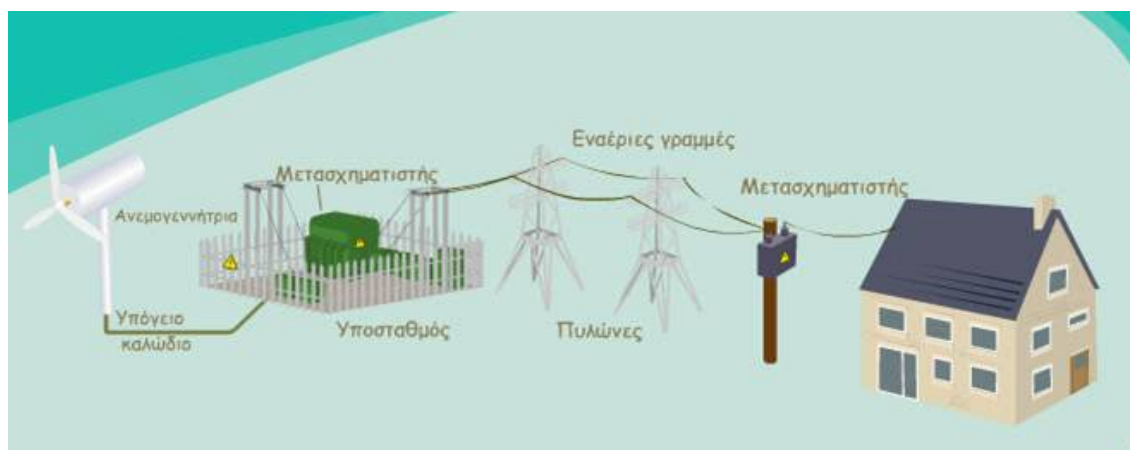
- Η θερμογόνος δύναμη
- το ιξώδες
- η πτητικότητά τους
- το στερεό υπόλειμμα της καύσης και η περιεκτικότητά τους σε τέφρα
- Η περιεκτικότητά τους σε H₂O
- Οι επί τοις εκατό περιεκτικότητές του σε S (θείο) και σε μεταλλικά συστατικά (Pb, V, Ni, Cu) [4].

2.2 Η ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (Α.Π.Ε.)

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι μορφές Α.Π.Ε., οι οποίες βρίσκουν εφαρμογή σε περιοχές με βάση τις ανάγκες και το είδος της ενέργειας που παρέχεται περισσότερο εκεί.

2.2.1 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια μορφή Α.Π.Ε., η δημιουργία της οποίας γίνεται εμμέσως από την ηλιακή ακτινοβολία. Η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί τη μετακίνηση τεράστιων αέριων μαζών από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας κατά αυτόν τον τρόπο τους ανέμους. Την συγκεκριμένη μορφή ενέργειας την έχει ανακαλύψει ο άνθρωπος από τα αρχαία χρόνια και προχώρησε στην εκμετάλλευσή της με κλασικό παράδειγμα την χρήση των ανεμόμυλων και την δημιουργία των ιστιοφόρων. Τα τελευταία χρόνια, η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας έχει αναπτυχθεί και γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο γίνεται με την χρήση της πτερωτής μετατρέποντας την κινητική ενέργεια σε μηχανική και το δεύτερο στάδιο γίνεται με την χρήση γεννήτριας μετατρέποντας την μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική. Στην παρακάτω εικόνα αναλύεται ο τρόπος λειτουργίας της αιολικής ενέργειας [5].

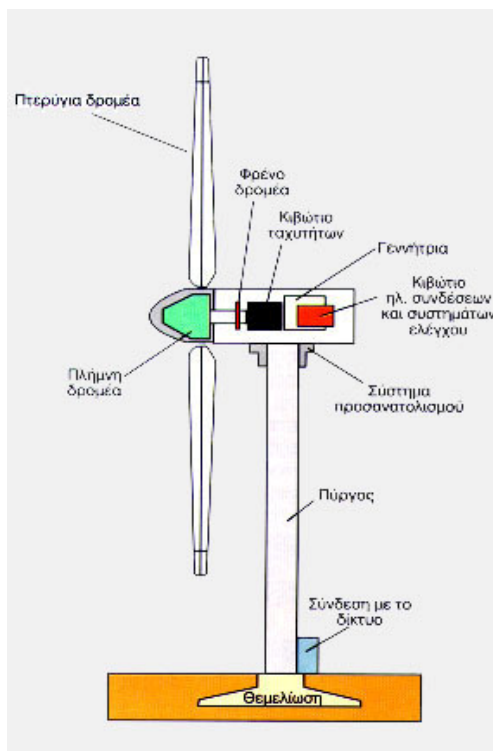


Εικόνα 2.1: Παράδειγμα λειτουργίας αιολικής ενέργειας [4]

Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας γίνεται αποκλειστικά με ορισμένες μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Οι συγκεκριμένες είναι γνωστές με την ονομασία ανεμογεννήτριες και χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα, οι οποίες κάνουν περιστροφή γύρω από έναν άξονα οριζόντιο προς το επίπεδο του εδάφους και βασικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι πρέπει να προσανατολίζονται προς την κατεύθυνση του ανέμου. Αυτού του τύπου οι

ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνται περισσότερο, σε ποσοστό που αγγίζει το 90%. Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα, οι οποίες κάνουν περιστροφή γύρω από έναν άξονα, ο οποίος είναι κάθετος προς το επίπεδο του εδάφους και δέχονται τον άνεμο από κάθε κατεύθυνση. Είναι η ευκολότερη στην κατασκευή και αυτή με την μικρότερη απόδοση και συνεπώς χρησιμοποιείται λιγότερο από την πρώτη [6].

Στις παρακάτω εικόνες παρατηρούμε και τις δύο κατηγορίες ανεμογεννητριών.



Εικόνα 2.2: Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα [5]



Εικόνα 2.3: Ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα [6]

Ουσιαστικά όσον αφορά την διεθνή αγορά, οι επικρατέστερες ανεμογεννήτριες με ποσοστό περίπου 90% είναι αυτές του οριζόντιου άξονα. Έχουν ισχύ πάνω από 700 kW και συνδέονται άμεσα στο ηλεκτρικό δίκτυο δημιουργώντας μια συστοιχία από ανεμογεννήτριες,

οι οποίες αποτελούν το αιολικό πάρκο, το οποίο είναι μια αυτόνομη μονάδα ηλεκτροπαραγωγής. Ο άνεμος περιστρέφει τα πτερύγια της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τα οποία είναι συνδεδεμένα στον περιστρεφόμενο οριζόντιο άξονα, ο οποίος οδηγείται σε ένα κιβώτιο μετάδοσης της κίνησης με αποτέλεσμα να υπάρχει αύξηση της ταχύτητας περιστροφής. Η κίνηση αυτή μεταφέρεται μέσω άξονα μεγάλης ταχύτητας περιστροφής, σε μια γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Για να μην φθαρεί ο στρόβιλος στην περίπτωση που οι άνεμοι κινούνται με μεγάλες ταχύτητες υπάρχει στην όλη διάταξη ένας μειωτήρας, ο οποίος έχει την δυνατότητα να μειώνει την υπερβολική αύξηση περιστροφής των πτερυγίων. Είναι πάρα πολύ σημαντικό η ταχύτητα του ανέμου να είναι πάνω από 15 Km/h για να δημιουργηθεί η ηλεκτροπαραγωγή μέσα από μια συνηθισμένη ανεμογεννήτρια. Η ονομαστική τους ισχύς κυμαίνεται από 50 - 750 kW. Η τάση της παραγωγής κυμαίνεται στα 25.000 V και είναι απαραίτητος ένας μετασχηματιστής ώστε να μεταφερθεί το ρεύμα στο δίκτυο. Η συστηματική εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού της Ελλάδας μπορεί να δημιουργήσει πολλά πλεονεκτήματα. Ένα από αυτά είναι να αυξηθεί η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μειώνοντας παράλληλα τις εισαγόμενες πρωτογενείς πηγές ενέργειας, κάτι το οποίο παρουσιάζει σε τεράστιο βαθμό συναλλαγματικά οφέλη. Επίσης έχει την δυνατότητα να περιορίσει σε μεγάλο βαθμό την ρύπανση του περιβάλλοντος από την στιγμή που είναι υπολογισμένο ότι η παραγωγή ηλεκτρισμού μίας μόνο ανεμογεννήτριας δυναμικότητας 550 kW σε ένα χρόνο υποκαθιστά την ενέργεια που παράγεται από την καύση 2.700 βαρελιών πετρελαίου, οδηγώντας σε μείωση του εκπεμπόμενου CO₂ κατά 735 τόνους περίπου το χρόνο. Επιπλέον έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας μειώνοντας την ανεργία και βοηθώντας να βελτιωθεί η οικονομία [8].

Τα προβλήματα τα οποία δημιουργούνται από την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, είναι ο θόρυβος από την λειτουργία των ανεμογεννητριών, οι ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στο ραδιόφωνο, την τηλεόραση και τις τηλεπικοινωνίες, στα οποία η λύση τους βρίσκεται στην εξέλιξη της τεχνολογίας, οι αρνητικές επιπτώσεις στα ενδιαίτηματα και την άγρια ζωή και ιδιαίτερος στα πτηνά και στις νυχτερίδες, όπως και ορισμένα εμπόδια αισθητικής.

Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες, καταναλώνεται επί τόπου ή διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να καταναλωθεί αλλού. Ως επί το πλείστον η ηλεκτρική ενέργεια, η οποία δημιουργείται από τις ανεμογεννήτριες, αποθηκεύεται με σκοπό να γίνει χρήση της όταν θα υπάρχει μεγαλύτερη ζήτηση από την παραγωγή. Η αποθήκευση γίνεται με δύο οικονομικά βιώσιμους τρόπους σύμφωνα με το μέγεθος της παραγόμενης ενέργειας. Ο πρώτος και πιο γνωστός τρόπος είναι οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές ή μπαταρίες και απευθύνεται σε μικρής κλίμακας μονάδες μη συνδεδεμένες στο κεντρικό δίκτυο. Ο δεύτερος τρόπος αποθήκευσης, ο οποίος απευθύνεται σε μεγάλες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, είναι η άντληση ύδατος χρησιμοποιώντας την ηλεκτρική ενέργεια που

παράγεται από ανεμογεννήτριες και η ταμίευσή του σε τεχνητές λίμνες κατασκευασμένες σε υψόμετρο, το οποίο είναι ικανό να τροφοδοτήσει υδροηλεκτρικό σταθμό [9].

Παρατηρούμε ότι η αιολική ενέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο παρουσιάζει μεγάλη άνθηση και μέσα από την ανάπτυξη της τεχνολογίας αναπτύσσονται νέα υλικά, τα οποία έχουν σαν στόχο να αυξηθεί η απόδοση των ανεμογεννητριών και παράλληλα να μειωθούν τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει. Αποτελεί μια καθαρή πηγή ενέργειας που προέρχεται από τον άνεμο. Δεν προκαλεί ρύπανση της ατμόσφαιρας όπως τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, και γίνεται μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να πραγματοποιείται αποβολή χημικών ουσιών από τις ανεμογεννήτριες στην ατμόσφαιρα που μπορεί να προκαλέσουν όξινη βροχή ή αέρια του θερμοκηπίου. Όσον αφορά την έκταση που καταλαμβάνουν, περιορίζεται μόνο στην τσιμεντένια βάση των ανεμογεννητριών, αφήνοντας τον υπόλοιπο χώρο ελεύθερο για την όποια εκμετάλλευση. Ταυτόχρονα, η απόσταση των πυλώνων που προβλέπεται από τις κατοικημένες περιοχές και η οποία είναι καθορισμένη βάση νόμου, εξασφαλίζει την αξία της γης των ατόμων που κατοικούν στην περιοχή.

Πέρα από τα πολλά πλεονεκτήματα που παρέχει, έχει και ένα μειονέκτημα σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Το πιο βασικό μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος που παρουσιάζει καθώς γίνεται πρώτα μια έρευνα με σκοπό να εντοπιστούν τα κατάλληλα σημεία ώστε να δημιουργηθεί ένα αιολικό πάρκο. Ανάλογα με το πόσο ενεργητική, ως προς τον άνεμο, είναι μια τοποθεσία, το αιολικό πάρκο μπορεί ή δεν μπορεί να είναι ανταγωνιστικό ως προς το κόστος. Παρά το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια σε γενικές γραμμές υπάρχει μείωση του κόστους της αιολικής ενέργειας, κρίνεται απαραίτητη μια αρχική επένδυση, η οποία θα είναι πιο ψηλή από εκείνη των γεννητριών που λειτουργούν με καύση ορυκτών. Ορισμένες φορές επειδή συνεχώς μεταβάλλεται η ένταση των ανέμων, υπάρχει πιθανότητα διακυμάνσεων στην ενέργεια που παράγεται και επίσης υπάρχει πιθανότητα να δημιουργηθούν επιπτώσεις στο περιβάλλον. Ουσιαστικά, ο εντοπισμός των προβλημάτων είναι στην ηχορύπανση από τις ανεμογεννήτριες, στην αισθητική και στις επιπτώσεις στα πτηνά και στις νυχτερίδες [8].

Όσον αφορά την ηχορύπανση, το επίπεδο του αντιληπτού θορύβου από μία ανεμογεννήτρια σε απόσταση 200 μέτρων είναι μικρότερο από αυτό που αντιστοιχεί στο επίπεδο θορύβου περιβάλλοντος μίας μικρής επαρχιακής πόλης και σαφώς δεν αποτελεί πηγή ενόχλησης. Με βάση τον νόμο ο οποίος επιτρέπει την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών με μικρότερη απόσταση τα 500 μέτρα από τις κατοικημένες περιοχές, το επίπεδο είναι ακόμα πιο χαμηλό και μπορούμε να πούμε ότι βρίσκεται σε αντιστοιχία με ένα ήσυχο καθιστικό δωμάτιο.

Επίσης αναφέρονται σε μεγάλο βαθμό και τα προβλήματα αισθητικής που μπορεί να παρουσιάσουν οι ανεμογεννήτριες στο φυσικό τοπίο. Βέβαια, όσον αφορά το συγκεκριμένο,

υπάρχουν κανόνες και προδιαγραφές σχεδιασμού, οι οποίοι έρχονται σε αρμονία με το φυσικό τοπίο χωρίς να ενοχλούν αισθητικά [11].

Σημαντικό είναι το θέμα της προστασίας των πτηνών. Μία από τις πιο σημαντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων είναι η θνησιμότητα των πτηνών καθώς προσκρούουν στις ανεμογεννήτριες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εμποδίζεται η κίνηση τους και παράλληλα να υπάρχει αλλαγή χρήσης των βιοτόπων.

Στα περισσότερα προβλήματα που αναφέρθηκαν ή έχει υπάρξει λύση ή έχουν μειωθεί σε μεγάλο βαθμό μέσα από την εξέλιξη της τεχνολογίας ή μέσα από τον σωστό χωροταξικό σχεδιασμό που αφορά την δημιουργία αιολικών πάρκων [11].

2.2.2 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ- ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

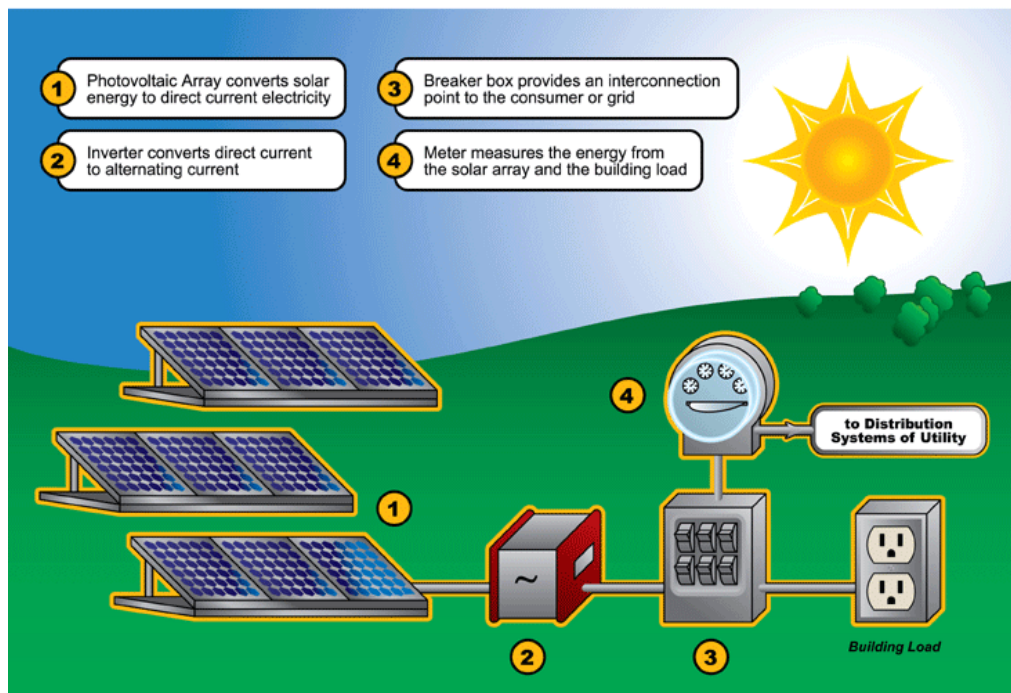
Όταν αναφερόμαστε στην ηλιακή ενέργεια εννοούμε το σύνολο των μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο. Το φως και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, απορροφούνται από στοιχεία και ενώσεις στη γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας. Το 1839 παρουσιάστηκαν για πρώτη φορά τα φωτοβολταϊκά συστήματα και ξεκίνησε η χρήση τους αργότερα σε διαστημικές εφαρμογές. Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται αύξηση της παραγωγής φωτοβολταϊκών σε παγκόσμιο επίπεδο. Από το 1982 τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν αυξηθεί κατά 15%. Αυτή η αύξηση προκύπτει από το γεγονός ότι έχει μειωθεί σε μεγάλο βαθμό το κόστος καθώς και στο γεγονός ότι έχουν βελτιωθεί οι τεχνικές, οι οποίες αφορούν τα υλικά, το σχέδιο και την κατασκευή των ηλιακών στοιχείων που έχουν αυξήσει την απόδοση της λειτουργίας τους και έχουν μειώσει το κόστος. Αποτελεί αναμφισβήτητο γεγονός ότι το κόστος τους έχει παρουσιάσει τεράστια πτώση από την στιγμή που πρωτοεμφανίστηκαν και στα επόμενα χρόνια προβλέπεται ακόμη μεγαλύτερη πτώση της τάξεως 1,3 ευρώ ανά Watt [12].

Ο πιο απλός και γνωστός τρόπος εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, οι οποίοι με την χρήση της ηλιακής ενέργειας ζεσταίνουν το νερό. Αυτό γίνεται με την βοήθεια των ηλιακών συλλεκτών, οι οποίοι απορροφούν την ηλιακή ενέργεια σε επιφάνεια που ζεσταίνεται και η θερμότητα μεταδίδεται στο νερό. Το συγκεκριμένο σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε οικιακά είτε και σε βιομηχανίες και πιο πρόσφατα έχει γίνει χρήση του για την θέρμανση και την ψύξη χώρων [13].

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερη ανάπτυξη, είναι αυτά τα οποία κάνουν μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι εγκαταστάσεις τέτοιων συστημάτων είναι γνωστά με την ονομασία «φωτοβολταϊκά πάρκα». Στην περίπτωση που καλύπτουν μεγάλη έκταση έχουν την δυνατότητα να λειτουργήσουν ή αυτόνομα τροφοδοτώντας με ηλεκτρική ενέργεια μία συγκεκριμένη μονάδα εξασφαλίζοντας το σύνολο της ενέργειας που απαιτείται για την λειτουργία της ή ως διασυνδεδεμένα συστήματα

με το υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο. Στην περίπτωση αυτή γίνεται τροφοδοσία του δικτύου με την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από αυτά ώστε να μεταφερθεί και να καταναλωθεί αλλού (εικόνα 2.4) [12].

SOLAR

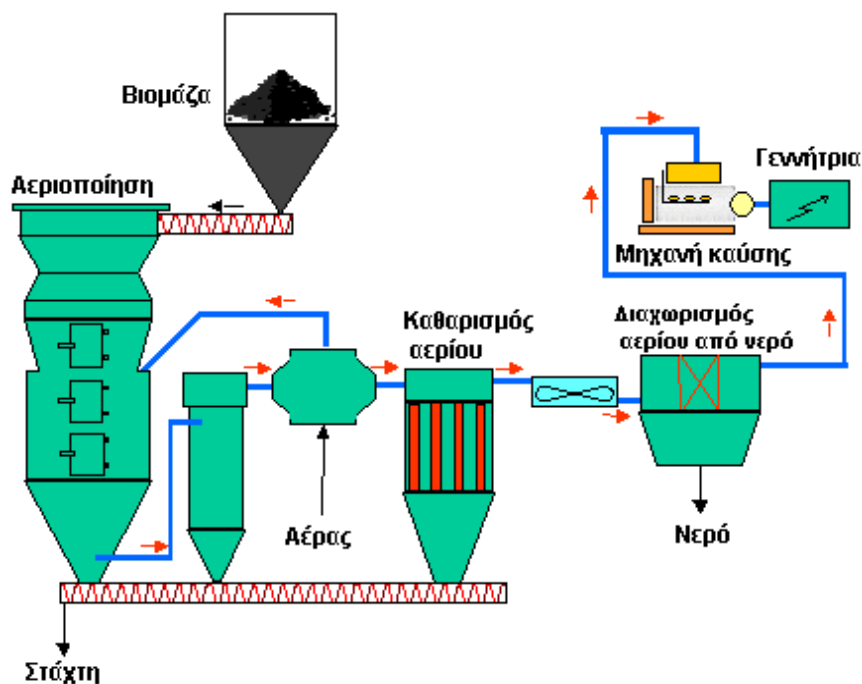


Εικόνα 2.4: Λειτουργία φωτοβολταϊκών συστημάτων [12]

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι μια από τις πιο γνωστές μορφές Α.Π.Ε. Στην συνέχεια αναλύουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους. Όσον αφορά τα μειονεκτήματα το πιο βασικό είναι ότι πρέπει να καλύψουν μεγάλη έκταση γης ώστε να παράγουν ένα αξιόλογο ποσό ενέργειας. Αυτό όπως καταλαβαίνουμε δεν ωφελεί το περιβάλλον όσον αφορά τον τομέα της γεωργίας γιατί περιορίζεται η παραγωγή τροφίμων. Άλλο ένα μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος για να αξιοποιηθεί η ηλιακή ακτινοβολία. Ωστόσο βέβαια τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζονται από την εφαρμογή τους αποτελούν σημαντικό στοιχείο για την ανάπτυξη τους καθώς δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον και δεν προκαλούν θόρυβο. Παράλληλα, όταν εγκαθίστανται δεν χρειάζονται ιδιαίτερη συντήρηση και έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Τελειώνοντας, είναι μια λύση για περιοχές οι οποίες είναι απομακρυσμένες και δεν τους παρέχεται δίκτυο ηλεκτροδότησης [12]. Παρόλα αυτά σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι απαιτείται η περιβαλλοντικά ορθή διαχείριση των χρησιμοποιημένων φωτοβολταϊκών συστημάτων για την αποφυγή της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος με τοξικά στερεά απορρίμματα που περιέχουν μεταξύ άλλων ποσότητες βαρέων μετάλλων.

2.2.3. ΒΙΟΜΑΖΑ

Η βιομάζα αποτελεί την παλαιότερη μορφή Α.Π.Ε. παγκοσμίως. Αρκετοί υποστηρίζουν ότι μετά την εξάντληση των αποθεμάτων αργού πετρελαίου, ορυκτού άνθρακα και φυσικού αερίου, η βιομάζα θα συμβάλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια της γης. Με τον όρο βιομάζα εννοούμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Στην ουσία είναι όλα τα υποπροϊόντα που προέρχονται από την ζωική, δασική και αλιευτική παραγωγή. Επίσης σε αυτή την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται και αυτά που προέρχονται από την βιομηχανική επεξεργασία των υλικών αυτών καθώς και τα αστικά λύματα και οι φυσικές ύλες που προέρχονται από φυσικά οικοσυστήματα. Στην ουσία η βιομάζα αποτελεί μια οργανική ύλη, η οποία παράγεται αρχικά από τα φυτά, τα φύκη και φωτοσυνθετικά βακτήρια, των οποίων η ενέργεια προέρχεται από τον ήλιο. Με την διαδικασία της φωτοσύνθεσης τα φυτά μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα και οι ζωικοί οργανισμοί μέσα από την τροφή παίρνουν αυτή την ενέργεια και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της. Ουσιαστικά, αποτελεί μια μορφή Α.Π.Ε. που αποθηκεύει την ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιώντας κυρίως τα φυτά μέσα από την διαδικασία της φωτοσύνθεσης [8].



Εικόνα 2.5: Παράδειγμα εκμετάλλευσης βιομάζας [16]

Η βιομάζα χρησιμοποιείται σε διάφορες μορφές όπως για παράδειγμα σαν βιοαιθανόλη και βιοντίζελ, για την παραγωγή θερμικής, κινητικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Διαθέτει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Το βασικό πλεονέκτημα της είναι ότι έχει την

δυνατότητα να παρέχει ενέργεια, η οποία βρίσκεται σε χημική μορφή και χρησιμοποιώντας την τεχνολογία γίνεται αξιοποίηση της με αρκετές μεθόδους. Άλλο ένα βασικό πλεονέκτημα είναι ότι κατά την διάρκεια της καύσης της, το ισοζύγιο του διοξειδίου του άνθρακα είναι μηδενικό προστατεύοντας έτσι το περιβάλλον.

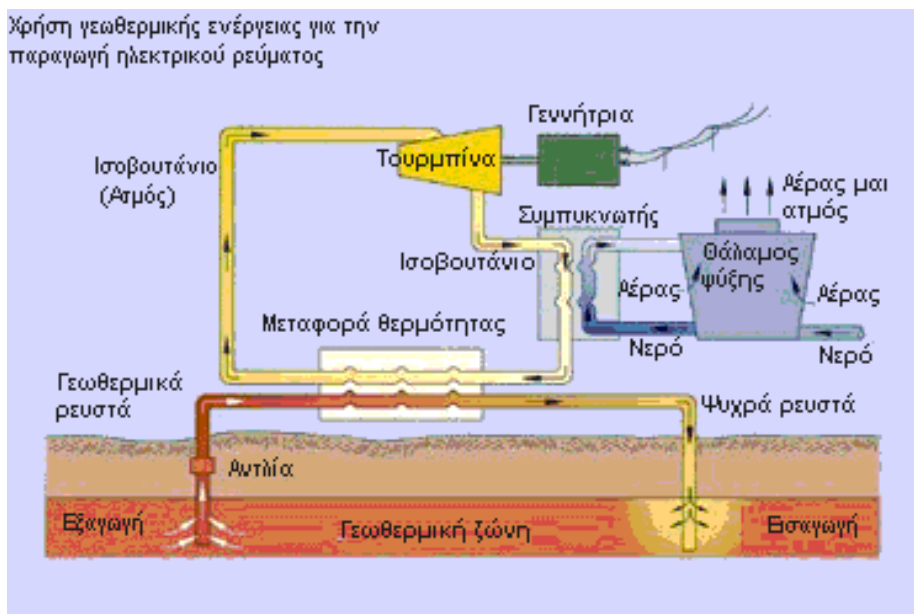
Όσον αφορά την εκμετάλλευση της βιομάζας αποτελεί πλεονέκτημα το γεγονός ότι ενδυναμώνει την ενεργειακή απεξάρτηση από τρίτους και συμβάλλει στο να παραμένει ο αγροτικός πληθυσμός στις γεωργικές περιοχές βοηθώντας έτσι στην αποκέντρωση των πληθυσμών. Με αυτό τον τρόπο αναπτύσσονται εναλλακτικές καλλιέργειες, οι οποίες αποτελούν το έναυσμα για την κοινωνική και την οικονομική ανάπτυξη των συγκεκριμένων περιοχών [16].

Όσον αφορά τα μειονεκτήματα, η αξιοποίηση της βιομάζας σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα έχει σαν χαρακτηριστικό την πολυμορφία και το χαμηλό ενεργειακό όφελος. Αυτό συμβαίνει διότι έχει χαμηλή πυκνότητα, μεγάλο όγκο, υψηλή περιεκτικότητα σε νερό καθώς επίσης και μεγάλη διασπορά. Το γεγονός ότι έχει μεγάλη διασπορά και ότι η παραγωγή της είναι εποχιακή δεν διευκολύνουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της. Τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά δυσκολεύουν την συλλογή, την μεταφορά και την αποθήκευση της με αποτέλεσμα το κόστος να βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα για να μετατραπεί σε πιο εύχρηστες μορφές ενέργειας. Τέλος, δημιουργούνται και διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα στην ολοκλήρωση μιας μονάδας επεξεργασίας της βιομάζας που αφορούν τόσο την διάθεση των αποβλήτων της όσο και τις αέριες εκπομπές της λόγω καύσης [16].

2.2.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

Η γεωθερμία αποτελεί μια μορφή Α.Π.Ε., η οποία προέρχεται από το εσωτερικό της γης. Συμβάλλει στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας και στην κάλυψη των αναγκών που αφορούν την θέρμανση και την ψύξη. Στην πράξη γίνεται χρήση της συγκεκριμένης ενέργειας με μια διαδικασία γεώτρησης πηγών νερού ή ατμού, ίδια με αυτής της γεώτρησης πετρελαίου [17].

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο τρόπος που λειτουργεί η γεωθερμική ενέργεια παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα (εικόνα 2.6).



Εικόνα 2.6 : Χρήση γεωθερμικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος [18]

Με βάση έρευνες είναι διαπιστωμένο ότι η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού ή ατμού έχει διαφορά από μέρος σε μέρος και κυμαίνεται από 25°C έως 360°C. Αυτό είναι πάρα πολύ σημαντικό καθώς γίνεται χρήση της γεωθερμικής ενέργειας για να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια στην περίπτωση που τα γεωθερμικά ρευστά έχουν υψηλή θερμοκρασία (πάνω από 25°C) [19].

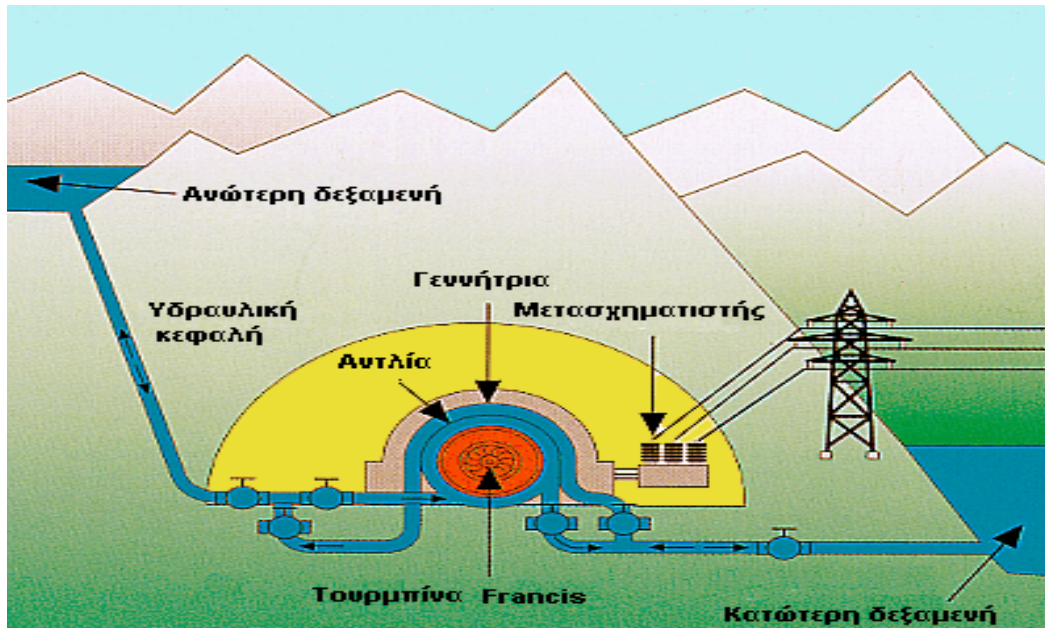
Χρήση της γεωθερμικής ενέργειας γίνεται σε διάφορους κλάδους, όπως είναι η θέρμανση των θερμοκηπίων που είναι γνωστή παγκοσμίως. Επίσης χρησιμοποιείται στις υδατοκαλλιέργειες, όπου εκτρέφονται υδρόβιοι οργανισμοί αλλά και στην τηλεθέρμανση δηλαδή στην θέρμανση συνόλου κτιρίων, οικισμών, χωριών και πόλεων [19].

Το υψηλό κόστος όσον αφορά την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας είναι το κύριο μειονέκτημα της. Τα πλεονεκτήματα της αφορούν την εφαρμογή της. Πλεονέκτημα είναι ότι πρόκειται για έναν φυσικό πόρο θερμότητας και ενέργειας, ο οποίος είναι καθαρός αφού δεν χρησιμοποιεί καύσιμα. Επίσης συμβάλλει στο να μειωθούν οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αέριων ρύπων που ρυπαίνουν το περιβάλλον. Τέλος, τα γεωθερμικά συστήματα αποδίδουν σε μεγάλο βαθμό και είναι άξια εμπιστοσύνης σε ακραίες καιρικές συνθήκες [20].

2.2.5 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η υδροηλεκτρική ενέργεια εκμεταλλεύεται και μετατρέπει την δυναμική ενέργεια του νερού και των λιμνών και την κινητική ενέργεια του νερού των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια (εικόνα 2.7). Παρακάτω αναφέρονται τα δύο στάδια που πραγματοποιούνται για την προαναφερόμενη διαδικασία. Στην πρώτη φάση, χρησιμοποιώντας τον στρόβιλο

μετατρέπεται η κινητική ενέργεια του νερού σε μηχανική ενέργεια περιστρέφοντας τον άξονα της πτερωτής και στο δεύτερο στάδιο χρησιμοποιώντας την γεννήτρια γίνεται μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική [12].



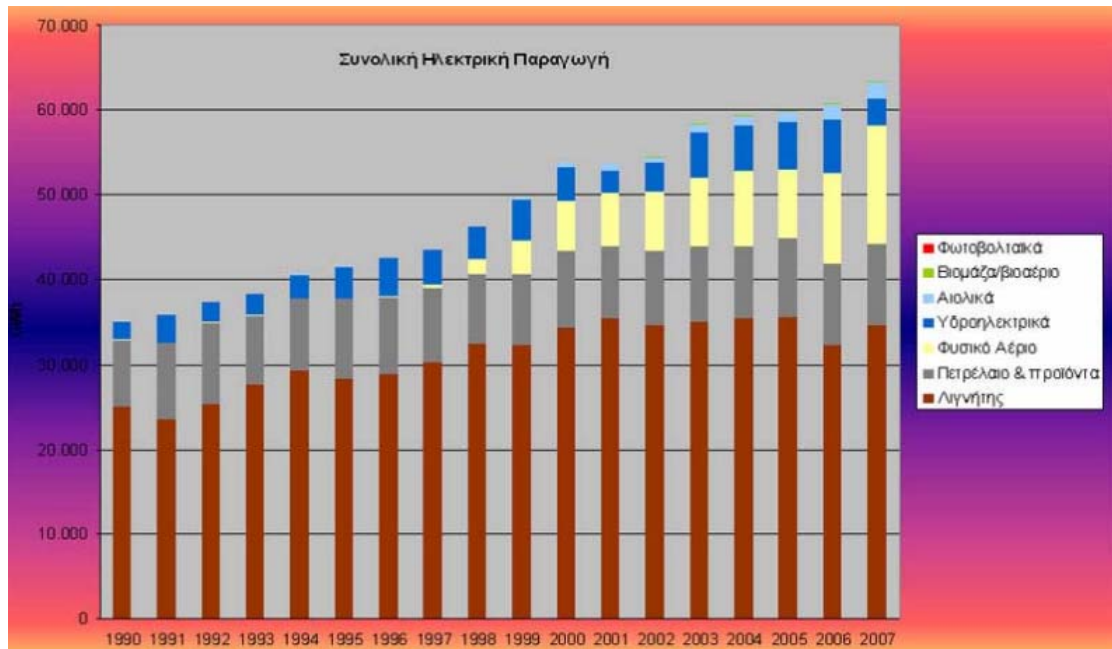
Εικόνα 2.7: Χρήση υδροηλεκτρικής ενέργειας [16]

Βασική παράμετρος της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι η δυνατότητα να αποθηκεύει νερό σε φυσικές ή τεχνητές λίμνες και να αποδεδεσμεύει τις συγκεκριμένες ποσότητες νερού με αποτέλεσμα να παράγεται ηλεκτρική ενέργεια.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα της είναι οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από τη δημιουργία υδροηλεκτρικών πάρκων λόγω της αλλαγής του φυσικού περιβάλλοντος και των έργων που πρέπει να γίνουν για την λειτουργία των πάρκων. Παρά το γεγονός ότι αυτό αποτελεί το βασικό μειονέκτημα της υδροηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί να λειτουργήσει θετικά με τον κατάλληλο σχεδιασμό και αξιοποίηση καθώς υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργηθούν υγροβιότοποι. Τα υδροηλεκτρικά έργα μικρής κλίμακας χαρακτηρίζονται από συνεχή ροή πράγμα που σημαίνει ότι δεν περιλαμβάνουν σημαντική περισυλλογή και αποταμίευση ύδατος, κάτι το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα να μην χρειάζεται να δημιουργηθούν μεγάλα φράγματα και ταμιευτήρες. Για αυτό το λόγο διαχωρίζονται σε μικρούς και μεγάλους υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Ο μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός χαρακτηρίζεται από ένα έργο, το οποίο συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος καθώς οι παρεμβάσεις που γίνονται για την πραγματοποίηση του έργου εντάσσονται αισθητικά και λειτουργικά στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας τους τοπικούς πόρους [12].

Στο διάγραμμα 2.1 παρουσιάζεται η συνολική ηλεκτρική παραγωγή, ενώ στο διάγραμμα 2.2 παρουσιάζεται η εξέλιξη της εγκατεστημένης ηλεκτροπαραγωγικής ισχύος

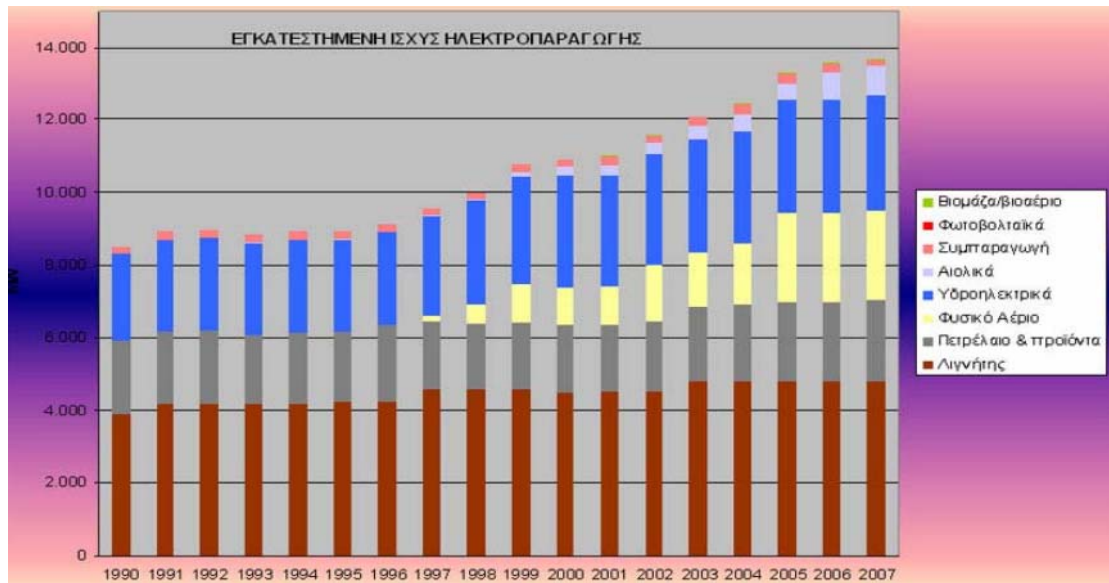
στην Ελλάδα για το χρονικό διάστημα από το 1990 μέχρι και το 2007 από συμβατικά καύσιμα και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα.



Διάγραμμα 2.1 : Συνολική Ηλεκτροπαραγωγή από συμβατικά καύσιμα και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (1990-2007) [21]

Παρατηρώντας το γράφημα της εξέλιξης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα για το χρονικό διάστημα από το 1990 μέχρι και το 2007, διαπιστώνουμε τα εξής σημαντικά [21]:

- Την αυξανόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την πάροδο του χρόνου, η οποία απεικονίζει την οικονομική ανάπτυξη της εποχής αυτής και την αντανάκλασή της στην αυξανόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας
- Το μεγάλο μερίδιο της ετήσιας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη αλλά και την ετήσια ποσοστιαία μείωση ως προς την ετήσια συνολική παραγωγή
- Την ετήσια παραγόμενη από πετρέλαιο ηλεκτρική ενέργεια, τη διατήρησή της σαν ποσότητα με την πάροδο του χρόνου και τη μείωσή της ως ποσοστού επί της ετήσιας παραγωγής με την πάροδο του χρόνου
- Την είσοδο του φυσικού αερίου στο μείγμα της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα και την ετήσια σταδιακή αύξηση της παραγόμενης από αυτό ηλεκτρικής ενέργεια λόγω της εγκατάστασης νέων Σταθμών Παραγωγής τεχνολογίας φυσικού αερίου
- Την παραγόμενη από υδροηλεκτρικούς σταθμούς ηλεκτρική ενέργεια, με την διευκρίνιση ότι οι εμφανείς αυξομειώσεις απεικονίζουν τις ετήσιες βροχοπτώσεις των περιοχών εγκατάστασης των σταθμών
- Την βαθμιαία αύξηση της παραγόμενης από Ανανεώσιμες Πηγές ηλεκτρική ενέργεια τα τελευταία χρόνια και την διείσδυση των Α.Π.Ε. στην Ηλεκτροπαραγωγή



Διάγραμμα 2.2: Εγκαταστημένη Ισχύς Ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα (1990-2007) [21]

Παρατηρώντας το γράφημα της εξέλιξης της εγκατεστημένης ηλεκτροπαραγωγικής ισχύος στην Ελλάδα για το χρονικό διάστημα από το 1990 μέχρι και το 2007, διαπιστώνουμε τα εξής [21]:

- Το μεγαλύτερο ποσοστό της εγκατεστημένης ηλεκτροπαραγωγικής ισχύος είναι βασισμένο στον λιγνίτη, διότι είναι εγχώριο προϊόν και βρίσκεται σε αφθονία σε πολλά κοιτάσματα στην ηπειρωτική Ελλάδα
- Το σταθερό, σχετικά μεγάλο ποσοστό της εγκατεστημένης ηλεκτροπαραγωγικής ισχύος που βασίζεται στο πετρέλαιο και τα προϊόντα του, και αυτό κύρια λόγω του μεγάλου πλήθους των ελληνικών νησιών και των δυσκολιών διασύνδεσής τους
- Το σταθερό ποσοστό υδροηλεκτρικών εγκατεστημένων μονάδων, οι οποίες για την κατασκευή τους απαιτούν τεράστιες περιβαλλοντικές παρεμβάσεις για δημιουργία φραγμάτων και υδατικών ταμιευτήρων
- Την πρώτη εμφάνιση και τη σταδιακή αύξηση των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Φυσικού Αερίου μετά την κατασκευή του αγωγού μεταφοράς του Φυσικού Αερίου στη χώρα μας
- Τη μικρή αλλά συνεχή αύξηση των εγκατεστημένων μονάδων αιολικής ενέργειας και τη σηματοδότηση της νέας εποχής για τη διείσδυση των Α.Π.Ε. στην ηλεκτροπαραγωγή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

3.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Τα συμβατικά καύσιμα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Τα στερεά καύσιμα, τα οποία αποτελούν τα συμβατικά καύσιμα που βρίσκονται σε στερεή κατάσταση, όπως είναι το ξύλο (pellets) και οι κατηγορίες ανθράκων.
2. Τα αέρια καύσιμα, τα οποία βρίσκονται σε αέρια κατάσταση και είναι το φυσικό αέριο, τα αέρια που παράγονται από την αναβάθμιση στερεών καυσίμων, τα συνθετικά αέρια πόλης και τα υγραέρια.
3. Τα υγρά καύσιμα, τα οποία βρίσκονται σε υγρή κατάσταση και είναι τα υγρά προϊόντα, που προέρχονται από την επεξεργασία του αργού πετρελαίου, καθώς και τα υγρά προϊόντα, που προέρχονται από την αναβάθμιση στερεών καυσίμων ή από πισσοσχιστόλιθους και πετρελαιοάμμους.

Πιο συγκεκριμένα η τεχνολογία πετρελαίου χωρίζεται σε τέσσερις κλάδους [22]:

- ✓ Την εξερεύνηση για το πετρέλαιο και την παραγωγή του φυσικού πετρελαίου
- ✓ Την μεταφορά του φυσικού πετρελαίου από την πετρελαιοπηγή στο διυλιστήριο
- ✓ Την διύλιση του φυσικού πετρελαίου και την παραγωγή των προϊόντων και
- ✓ Την διανομή των προϊόντων πετρελαίου από το διυλιστήριο στον καταναλωτή

3.2 ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Με τον όρο καύσιμα εννοούμε τις ουσίες που με την καύση τους παράγεται θερμότητα ή/και έργο. Με τον όρο ορυκτά καύσιμα (fossil fuels) εννοούμε τις ουσίες, οι οποίες έχουν προέλθει από οργανισμούς και φυτά που έζησαν πριν από εκατομμύρια χρόνια. Βρίσκονται με τη μορφή κοιτασμάτων, σχετικά κοντά στην επιφάνεια της γης (τυπικά σε βάθος λιγότερο των 10 km). Διαφέρουν ως προς την εξωτερική τους εμφάνιση καθώς ο άνθρακας αποτελεί ένα καφετί ή μαύρο στερεό, το αργό πετρέλαιο ένα υποκίτρινο μαύρο υγρό και το φυσικό αέριο ένα άχρωμο αέριο. Παρόλα αυτά έχουν κοινά χαρακτηριστικά όσον αφορά την σύσταση τους, την επιβάρυνση του περιβάλλοντος και την εξαντλησιμότητά τους. Ο άνθρακας και το υδρογόνο αποτελούν τα βασικότερα συστατικά τους, ενώ σε μικρότερα ποσοστά βρίσκονται το οξυγόνο, το άζωτο και το θείο [23].

3.3 ΓΑΙΑΝΘΡΑΚΑΣ

Το ορυκτό το οποίο έχει σαν κύρια συστατικά τον άνθρακα και το υδρογόνο είναι ο Άνθρακας (γαιάνθρακας, κάρβουνο - coal). Σε μικρότερα ποσοστά βρίσκονται το οξυγόνο, το θείο, το άζωτο και μερικές ανόργανες ουσίες. Ο άνθρακας είναι ένας γενικός όρος και χρησιμοποιείται για υλικά με πολύ διαφορετικές ιδιότητες.

Η προέλευση των γαιανθράκων προέρχεται από την ενανθράκωση της φυτικής ύλης και αρκετά είδη τους παρουσιάζουν ακόμη την ξυλώδη προέλευσή τους. Όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος ενανθράκωσης, τόσο μεγαλύτερος είναι και ο βαθμός ενανθράκωσης. Ο χρόνος που χρειάζεται για να σχηματιστούν οι άνθρακες είναι περίπου 350.000.000 χρόνια για τους παλαιότερους άνθρακες και λιγότερο από 30.000.000 χρόνια για τα κοιτάσματα τύρφης [23].

Οι διάφοροι τύποι άνθρακα ταξινομούνται ανάλογα με τον βαθμό της ενανθράκωσης κάθε τύπου. Σε γενικές γραμμές οι βασικότεροι τύποι ανθράκων εκτός από την τύρφη είναι ο λιγνίτης (lignite), ο υποπισσούχος άνθρακας (subbituminous coal), ο πισσούχος ή βιτουμινούχος άνθρακας (bituminous coal) και ο ανθρακίτης (anthracite). Επιπλέον, στους παραπάνω τύπους υπάρχουν και ορισμένες υποδιαιρέσεις. Ο βαθμός ενανθράκωσης καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και τις ιδιότητες των ανθράκων. Γενικότερα, όσο μεγαλώνει ο βαθμός ενανθράκωσης, παρουσιάζει μείωση το πτητικό κλάσμα, αυξάνεται το στοιχειακό θείο και μειώνεται το στοιχειακό οξυγόνο. Αντίστοιχα όσο μικρότερος είναι ο βαθμός ενός άνθρακα, τόσο χαμηλότερη είναι η θερμαντική του ικανότητα και μεγαλύτερο το ποσοστό της υγρασίας και των πτητικών συστατικών που περιέχει [19].

3.4 PELLETS

Το Pellet αποτελεί ένα καύσιμο που βρίσκεται σε στερεή κατάσταση και παρασκευάζεται από συμπαγές πριονίδι, ροκανίδια, φλοιούς δέντρων, απόβλητα γεωργικών καλλιεργειών, καλαμπόκι, απόβλητα χαρτιού, και άλλα οργανικά υλικά [24].

Είναι αποδεδειγμένο ότι η καύση των pellets παρουσιάζει υψηλά επίπεδα εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 2,5 μm και αποτελεί ένα σημαντικό δείκτη ρύπανσης της ατμόσφαιρας. Αποτελεί αναμφισβήτητο γεγονός ότι τα αιωρούμενα σωματίδια σχετίζονται με αρνητικές επιπτώσεις για την ανθρώπινη υγεία όπως είναι οι καρδιαγγειακές και αναπνευστικές παθήσεις, κυρίως σε άτομα με αναπνευστικά προβλήματα και άτομα της τρίτης

ηλικίας. Στην περίπτωση που παρουσιάζεται πλήρης καύση των pellets, η περιεκτικότητα των αιωρούμενων σωματιδίων βρίσκεται σε άμεση συσχέτιση με τη ποσότητα τέφρας που έχει το κάθε pellet. Η υψηλή ποσότητα τέφρας έχει σαν αποτέλεσμα να συγκεντρώνονται υψηλά ποσοστά αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Η στερεή βιομάζα μικρής περιεκτικότητας τέφρας είναι πιθανό να περιέχει μικρές εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων με απαραίτητη προϋπόθεση να χρησιμοποιείται ένας ποιοτικός καυστήρας. Σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει, τα αιωρούμενα σωματίδια αποτελούνται από οργανικά συστατικά (κυρίως αιθάλη) και ανόργανα (τέφρα). Η ύπαρξη οργανικών ενώσεων στα αιωρούμενα σωματίδια οφείλεται στην ελλιπή καύση, ενώ η ύπαρξη ανόργανων συστατικών οφείλεται στην περιεκτικότητα της τέφρας του καυσίμου. Έχει διαπιστωθεί, ακόμη, πως τα σωματίδια με μέγεθος μικρότερο από $<1\mu\text{m}$ αποτελούνται κυρίως από K, S και Zn, και σε μικρότερο βαθμό από C, Ca, Fe, Mg, Cl, P και Na, ενώ τα σωματίδια μεγάλου μεγέθους συνιστούν συσσωματώματα άνθρακα (σωματίδια αιθάλης) [25].

Όσον αφορά τις εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα, στην περίπτωση των pellet, βρίσκονται σε μεγαλύτερα ποσοστά από τις εκπομπές των εγκαταστάσεων φυσικού αερίου και πετρελαίου. Στην περίπτωση που η ποιότητα καύσης δεν είναι καλή, οι εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα. Τα κυριότερα αίτια που αυξάνουν τις εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα από τα pellet είναι η χαμηλή θερμοκρασία καύσης, η ανεπάρκεια οξυγόνου, το μεγάλο χρονικό διάστημα που μένουν τα αέρια μέσα στη ζώνη καύσης, και η περιορισμένη ανάμιξη του αέρα με το καύσιμο. Για να μειωθούν τα επίπεδα των εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα από την καύση των pellets είναι απαραίτητο να υπάρχει ο κατάλληλος σχεδιασμός και μια βελτιωμένη ποιότητα καυστήρα.

Είναι αξιοσημείωτο ότι όσον αφορά στην εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα, τα pellets συμβάλλουν στην προσπάθεια συγκράτησης του φαινομένου του θερμοκηπίου και της κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον χρησιμοποιώντας ορθολογικά τις πρώτες ύλες των pellets δεν θα υπάρχει έλλειψη καθώς αποτελούν μία ανανεώσιμη μορφή ενέργειας. Τελειώνοντας, αξιοποιώντας ενεργειακά τα pellets παρουσιάζεται μια σημαντική ώθηση στον αγροτικό τομέα καθώς συμβάλλει στην μερική ή ολική απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, κάτι το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα να εξοικονομείται συνάλλαγμα και να ωφελείται οικονομικά η γεωργική ανάπτυξη [26].

3.5 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Το φυσικό αέριο αποτελεί ένα καύσιμο που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση και παρουσιάζεται άφθονο στην φύση. Τα συστατικά του είναι κυρίως το μεθάνιο, το

οποίο είναι άχρωμο, άοσμο και αρκετά ελαφρύτερο από τον αέρα. Σε γενικές γραμμές, φυσικό αέριο είναι το αέριο καύσιμο που εξάγεται από την γη και η μεταφορά του γίνεται με κατάλληλα διαμορφωμένους αγωγούς σε αέρια κατάσταση μέχρι να φτάσει στα σημεία, όπου καταναλώνεται [27].

Αποτελεί την πιο καθαρή μορφή πρωτογενούς ενέργειας μετά τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας. Συγκρίνοντας το φυσικό αέριο με τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα είναι γεγονός ότι οι εκπομπές ρύπων βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης οδηγεί στη μείωση της συνολικής κατανάλωσης καυσίμου και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να περιορίζεται η ατμοσφαιρική ρύπανση [8].

3.6 ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Η ρύπανση του περιβάλλοντος και της ατμόσφαιρας βρίσκεται σε άμεση συσχέτιση με την ενέργεια που παράγεται από τα ορυκτά καύσιμα που περιέχουν άνθρακα. Στη συνέχεια παρουσιάζονται μερικά προκαλούμενα φαινόμενα ατμοσφαιρικής ρύπανσης:

- ✓ Η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι υπεύθυνη για την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης, η οποία είναι γνωστή και με τον όρο κλιματική αλλαγή (climatic change) και παγκόσμια θέρμανση (global warming) εξαιτίας των αυξημένων εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Τα πιο βασικά θερμοκηπιακά αέρια είναι το CO₂, το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου, οι χλωροφθοράνθρακες (CFC), οι υδρογονοχλωροφθοράνθρακες (HCFC), οι υδρογονοφθοράνθρακες (HFC), οι υπερφθοράνθρακες (PFC), το εξαφθοριούχο θείο και το όζον στην τροπόσφαιρα [28].
- ✓ Η όξινη βροχή είναι ένα φαινόμενο, το οποίο παρατηρείται σε περιφερειακό και διηπειρωτικό επίπεδο και προκαλείται από τις εκπομπές οξειδίων θείου και αζώτου, οι οποίες οξειδώνονται σε θειικό και νιτρικό οξύ αντίστοιχα. Υψηλές εκπομπές οξειδίων θείου παράγονται κυρίως από την καύση του γαιανθράκων και του μη αποθειωμένου πετρελαίου.
- ✓ Η μείωση της στιβάδας του στρατοσφαιρικού όζοντος εμφανίζεται επίσης παγκοσμίως με διαφορετικές διακυμάνσεις από μέρος σε μέρος.
- ✓ Το φωτοχημικό νέφος παρουσιάζεται σε τοπικό επίπεδο και προκαλείται από τις εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων και οξειδίων του αζώτου από τα αυτοκίνητα και τη βιομηχανία.

- ✓ Η ρύπανση των υδάτινων πόρων παρουσιάζεται σε τοπικό επίπεδο και προκαλείται από πυρηνικά ή άλλα υγρά απόβλητα.
- ✓ Οι πετρελαιοκηλίδες στην θάλασσα ή στους ποταμούς αποτελεί άλλο ένα είδος ρύπανσης που προκαλείται από διαρροές πετρελαίου.
- ✓ Η θερμική ρύπανση παρουσιάζεται σε παγκόσμιο αλλά και σε τοπικό επίπεδο και προκαλείται από τα θερμικά απόβλητα σε θάλασσα, ξηρά και ατμόσφαιρα [29].

Πίνακας 3.1: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση ορυκτών καυσίμων [22]

ΚΑΥΣΙΜΑ	ΡΥΠΑΝΤΗΣ	ΕΠΙΠΤΩΣΗ	ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ
ΑΝΘΡΑΚΑΣ	SO ₂ και SO ₃	ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ	ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟΘΕΙΩΣΗ
	ΑΙΘΑΛΗ	ΝΕΦΟΣ	ΚΑΘΑΡΟΤΕΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ
	CO ₂	ΑΕΡΙΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ, ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΔΕΣΜΕΥΣΗ
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ/ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	NO, NO ₂ , CO ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ	ΦΩΤΟΧΗΜΙΚΟ ΝΕΦΟΣ	ΚΑΤ'ΑΛΥΤΙΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ
	CO ₂	ΑΕΡΙΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ
ΠΥΡΗΝΙΚΑ	ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	ΥΓΕΙΑ/ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	ΤΑΦΗ/ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΥΑΛΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

3.7 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΤΑ ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

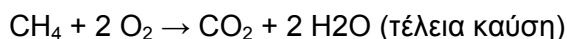
Με την λειτουργία των σταθμών παραγωγής ενέργειας όπως είναι η ηλεκτροπαραγωγή, οι τιμές των αερίων εκπομπών δημιουργούνται ανάλογα από το καύσιμο που χρησιμοποιείται όπως ο λιθάνθρακας, το φυσικό αέριο, το πετρέλαιο κλπ. το οποίο καθορίζει τις φυσικοχημικές ιδιότητές του όπως είναι η χημική σύσταση, η υγρασία, το ποσοστό μόνιμου άνθρακα κλπ. και από την απόδοση της καύσης (combustion efficiency) της μονάδας παραγωγής ενέργειας ανάλογα με την τεχνολογική εξέλιξη που υπάρχει όπως για παράδειγμα την τεχνολογία συνδυασμένου κύκλου με συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας ή ατμού [4].

Τα αέρια της καύσης είναι το CO₂, το CO, οι υδρατμοί (H₂O) και το NO_x που είναι η μείξη NO και N₂O, το O₂ και το SO₂ όταν γίνεται καύση του άνθρακα και του πετρελαίου.

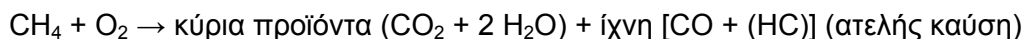
Η ποιότητα της καύσης σχετίζεται άμεσα με την ποσότητα του καυσίμου και του αέρα καύσης. Στην περίπτωση που η ποσότητα του καυσίμου είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από αυτήν που αναλογεί στην παρεχόμενη ποσότητα αέρα, υπάρχει πιθανότητα να γίνει μη πλήρη καύση με αποτέλεσμα να παραχθεί μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Είναι γνωστό ότι για να υπάρξει πλήρη καύση σε μια συγκεκριμένη ποσότητα καυσίμου κρίνεται απαραίτητη μια συγκεκριμένη ποσότητα αέρα καύσης και επίσης είναι απαραίτητη και περίσσεια αέρα για να υπάρχει επιτυχία στις συνθήκες καλής καύσης. Όταν όμως αυτή βρίσκεται σε υπερβολικό βαθμό είναι πιθανόν να γίνει ατελής καύση που θα παράγει μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και οι ενεργειακά αποδόσεις καύσης θα βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα.

Όταν παρουσιάζεται CO στα καπναέρια των μονάδων που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο αλλά και στις μονάδες που χρησιμοποιούν πετρέλαιο ως καύσιμο τότε είναι πασιφανές ότι γίνεται ατελής καύση. Στις περισσότερες περιπτώσεις λαμβάνει χώραν η ταυτόχρονη επικάθιση αιθάλης στις επιφάνειες εναλλαγής θερμότητας που ελαττώνει την ενεργειακή απόδοση [4].

Σε πιο απλή μορφή οι εκπομπές έχουν την προέλευση τους από την πλήρη καύση των ορυκτών καυσίμων όπως για παράδειγμα του καθαρού φυσικού αερίου, CH₄ και παρουσιάζεται με την παρακάτω αντίδραση:



Σε περίπτωση που η θερμοκρασία της καύσης δεν βρίσκεται σε αρκετά υψηλά επίπεδα ή δεν υπάρχει περίσσεια αέρα, ή ακόμη ο χρόνος καύσης του καυσίμου δεν επαρκεί, τότε η καύση του είναι ατελής και περιγράφεται με την παρακάτω αντίδραση:



Τα προϊόντα της παραπάνω αντίδρασης είναι μείξη CO₂, CO και άκαυστων υδρογονανθράκων (HC).

Αποτελεί αναμφισβήτητο γεγονός ότι η καύση γίνεται παρουσία αέρα (μίγμα 78% N₂ και 21% O₂). Σε περίπτωση όπου η θερμοκρασία καύσης βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα, μέρος του αζώτου του αέρα προκαλεί αντίδραση με το οξυγόνο και σχηματίζει οξείδια του αζώτου (NO_x). Αυτό περιγράφεται με την παρακάτω αντίδραση:

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

Αέρας ($N_2 + O_2$) + θερμότητα \rightarrow NO_x

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

4.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας με βάση την οικολογική οργάνωση Greenpeace δημιουργούνται μετατρέποντας αξιόπιστους, καθαρούς και ανανεώσιμους φυσικούς πόρους, όπως η ηλιακή ακτινοβολία, ο άνεμος, τα οργανικά υλικά (βιομάζα), το νερό (μικρά υδροηλεκτρικά φράγματα) και η γεωθερμία, σε ενέργεια [55]

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση οι Α.Π.Ε. είναι οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα είναι η αιολική, ηλιακή και γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια, η βιομάζα, τα εκλυόμενα βιοαέρια καύσιμα από χώρους υγειονομικής ταφής από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού [30].

Σύμφωνα με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας της χώρας μας οι Α.Π.Ε. είναι οι ενεργειακές πηγές, όπως ο ήλιος, το νερό, ο άνεμος, η βιομάζα, κλπ., οι οποίες βρίσκονται σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον. Αποτελούν τις πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα [31].

4.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Παρακάτω παρουσιάζονται τα μειονεκτήματα που προκαλούνται κατά κύριο λόγο από την χρήση της βιομάζας και συγκεκριμένα από την εκμετάλλευση της:

- Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα δυσκολεύουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
- Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.
- Σύμφωνα με τα παραπάνω υπάρχουν δυσκολίες στην συλλογή, την μεταφορά και την αποθήκευση της βιομάζας που προκαλούν αύξηση του κόστους της ενεργειακής αξιοποίησης.
- Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

- Η υψηλή παραγωγή ατμοσφαιρικών ρύπων, η οποία είναι αντίστοιχη αυτής των ορυκτών καυσίμων. Παρόλα αυτά θεωρείται όμως ότι η χρήση βιομάζας δε συνεισφέρει στην κλιματική αλλαγή λόγω της απορρόφησης του παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα από τις ενεργειακές καλλιέργειες παραγωγής της βιομάζας.

Σε σχέση με το πετρέλαιο και λόγω των μειονεκτημάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω το κόστος της βιομάζας βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα. Παρόλα αυτά όμως υπάρχουν εφαρμογές, στις οποίες η αξιοποίηση της βιομάζας παρουσιάζει οικονομικά οφέλη. Ακόμη, το συγκεκριμένο πρόβλημα αρχίζει σταδιακά και μειώνεται διότι οι τιμές του πετρελαίου ανεβαίνουν και επίσης παρουσιάζεται ανάπτυξη και βελτίωση στις τεχνολογίες που αξιοποιούν την βιομάζα. Τέλος, θα πρέπει πάντα να δίνεται μεγάλη σημασία στην προστασία του περιβάλλοντος για μια καλύτερη ποιότητα ζωής παρόλο που πολλές φορές το κόστος είναι υψηλό [32].

Παρακάτω παρουσιάζονται τα οικονομικά προβλήματα που δημιουργούνται στην ενεργειακή παραγωγή:

- Η ανταγωνιστικότητα παραγωγής ενέργειας από βιομάζα η οποία οφείλεται:
 - α) στη δυσκολία να βρεθεί πρώτη ύλη,
 - β) στις αυξημένες τιμές πρώτης ύλης,
 - γ) στην περιορισμένη δυνατότητα πολλών βιομηχανιών να επεξεργαστούν πρώτες ύλες αλλά και να εκμεταλλευτούν τα παραπροϊόντα και
 - δ) στις υψηλές τιμές που πρέπει οι παραγωγοί να πωλούν την παραγόμενη ενέργεια.
- Η σύνδεση της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα με εγχώριες πρώτες ύλες μέσα από την βελτίωση της απόδοσης και του κόστους των εγχώρια παραγόμενων προϊόντων, ξεπερνώντας με αυτό τον τρόπο την διστακτικότητα των γεωργών για την καλλιέργεια των συγκεκριμένων ενεργειακών φυτών [32].

4.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

Προβλήματα θορύβου: ο θόρυβος που εκπέμπεται από τις ανεμογεννήτριες χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: τον μηχανικό και τον αεροδυναμικό.

- Ο μηχανικός θόρυβος προέρχεται από την περιστροφή των μηχανικών τμημάτων όπως για παράδειγμα το κιβώτιο ταχυτήτων, την ηλεκτρογεννήτρια, τα έδρανα κλπ.
- Ο αεροδυναμικός θόρυβος προέρχεται από τα περιστρεφόμενα πτερύγια.

Ο θόρυβος αντιμετωπίζεται ή μέσα από απευθείας στην πηγή του ή από την διαδρομή του. Οι μηχανικοί θόρυβοι έχουν ήδη μειωθεί είτε σχεδιάζοντας από την αρχή γρανάζια πλάγιας οδόντωσης είτε δημιουργώντας μια εσωτερική ηχομονωτική επένδυση στο κέλυφος της κατασκευής. Επίσης ο μηχανικός θόρυβος αντιμετωπίζεται στη διαδρομή του με ηχομονωτικά πετάσματα και αντικραδασμικά πέλματα στήριξης. Όσον αφορά τον αεροδυναμικό θόρυβο η λύση βρίσκεται στην προσεκτική σχεδίαση των πτερυγίων από τους κατασκευαστές, οι οποίοι δίνουν άμεση προτεραιότητα στην ελάττωση του.

Προβλήματα ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών: τα συγκεκριμένα προβλήματα ως επί το πλείστον προκαλούνται από τις ανεμογεννήτριες λόγω της θέσης τους σε σχέση με ήδη υπάρχοντες σταθμούς τηλεόρασης ή ραδιοφώνου και επίσης από πιθανές ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές από τις ίδιες.

Αποτελεί αναμφισβήτητο γεγονός ότι η μετάδοση των εκπομπών στις συχνότητες της τηλεόρασης καθώς και του ραδιοφώνου δημιουργούν εμπόδια που παρεμβάλλονται μεταξύ πομπού και δέκτη. Το βασικότερο πρόβλημα δημιουργείται από τα κινούμενα πτερύγια των ανεμογεννητριών, τα οποία αυξομειώνουν το σήμα εξαιτίας των αντανακλάσεων. Το συγκεκριμένο ήταν πιο έντονο στις πρώτες κατασκευές των ανεμογεννητριών όπου είχαν μεταλλικά πτερύγια. Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες αποτελούνται από πτερύγια κατασκευασμένα με συνθετικά υλικά, τα οποία δημιουργούν πολύ μικρές επιπτώσεις στην μετάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Αισθητικά προβλήματα και προσβολή του φυσικού τοπίου: το συγκριμένο πρόβλημα θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι τελείως υποκειμενικό καθώς μέσα από έρευνες σε διάφορες χώρες στην Ευρώπη αποδεικνύεται ότι όποιος θεωρεί σημαντική την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας, δεν δίνει σημασία στον αισθητικό παράγοντα, σε αντίθεση με ορισμένους οι οποίοι είναι αρνητικοί από την αρχή. Επίσης αυτοί οι οποίοι γνωρίζουν πόσο σημαντικά είναι τα οφέλη από την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας, δεν θεωρούν ότι τα αιολικά πάρκα προσβάλλουν το φυσικό τοπίο.

Με βάση βέβαια το γεγονός ότι οι ανεμογεννήτριες είναι κατ' ανάγκη ορατές από απόσταση, θα πρέπει να δίνεται σημασία στις ιδιαιτερότητες κάθε τόπου εγκατάστασης και στην προσπάθεια να ενσωματωθούν στο φυσικό τοπίο [8].

4.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Περιβαλλοντικές οχλήσεις: Στα ηλιακά συστήματα στα οποία συμπεριλαμβάνονται και τα φωτοβολταϊκά, οι περιβαλλοντικές οχλήσεις που πιθανόν να δημιουργηθούν αφορούν κυρίως τον αισθητικό παράγοντα αλλά και τον θόρυβο που προκαλείται κατά την διάρκεια της εγκατάστασης τους. Ο βαθμός όχλησης αυξάνεται με το μέγεθος των συστημάτων. Η πρόληψη αυτών των επιπτώσεων αλλά και η αντιμετώπιση τους γίνεται με επιτυχία μέσα από την σωστή χωροθέτηση, η οποία θέτει βασικές προϋποθέσεις όπως για παράδειγμα να εκτιμηθούν σωστά οι εναλλακτικές θέσεις εγκατάστασης και οι πιθανές επιπτώσεις, να εκπονηθούν Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, να χρησιμοποιηθούν οι καλύτερες διαθέσιμες τεχνικές, να αναλυθεί το κόστος και το όφελος σε τοπικό, περιφερειακό αλλά και εθνικό επίπεδο καθώς και είναι βασικό να συμμετέχουν κοινωνικές ομάδες και οργανώσεις, οι οποίες θα προχωρήσουν στην εκπόνηση των σταδίων του σχεδιασμού με σκοπό να εξασφαλίσουν την κοινωνική αποδοχή.

Οι επιπτώσεις των φωτοβολταϊκών ηλιακών συστημάτων ανά στάδιο κατασκευής είναι οι εξής:

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Ατμόσφαιρα: Η παραγωγή των φωτοβολταϊκών στοιχείων αποτελεί μια διεργασία ιδιαίτερα ενεργοβόρα, πράγμα που σημαίνει την έκλυση ατμοσφαιρικών ρύπων. Η παραγωγή του κρυσταλλικού πυριτίου (Si) είναι η διεργασία με τη μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση. Επιπλέον, η παραγωγή των πλαισίων, των συστημάτων εξισορρόπησης καθώς και τα πλαίσια και οι δομές στήριξης στην ανύψωση και συγκεκριμένα τα στοιχεία καδμίου-τελλουρίου (CdTe) και σουλφιδίου του καδμίου (CdS) προκαλούν τοξικές εκπομπές που περιέχουν το βαρύ μέταλλο κάδμιο.

Φυσικοί πόροι: Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου (Si) είναι κατασκευασμένα από πρώτες ύλες, οι οποίες είναι ευρέως διαθέσιμες στη φύση, όπως για παράδειγμα ο χαλαζίας. Η παραγωγή σε μεγάλη κλίμακα στοιχείων από εναλλακτικά υλικά, όπως ίνδιο (In), γάλλιο (Ga), σελήνιο (Se) και τελλούριο (Te) θα μπορούσε να προκαλέσει μελλοντικά την εξάντληση των αποθεμάτων των διαθέσιμων φυσικών πόρων.

Έδαφος & υδάτινοι αποδέκτες: Η μη ασφαλής χρήση στο κύκλο ζωής (εξόρυξη, παραγωγή, επεξεργασία, αντικατάσταση, μη περιβαλλοντικά ορθή τελική διάθεση, ανακύκλωση) μεγάλου αριθμού υλικών καθώς και μια πιθανή διαρροή κατά

την διαδικασία της παραγωγής ή επεξεργασίας των φωτοβολταϊκών στοιχείων μπορεί να προκαλέσει ρύπανση του εδάφους και των υπογείων υδάτων.

Άνθρωπος: Το εργατικό δυναμικό καθώς και το εξειδικευμένο προσωπικό που απασχολείται στην διαδικασία της παραγωγής και του σχεδιασμού των φωτοβολταϊκών στοιχείων εκτίθεται σε μεγάλο αριθμό υλικών, όπως είναι π.χ. οι διαλύτες, τα οποία είναι επικίνδυνα για την δημόσια και την επαγγελματική υγεία [33].

ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Θόρυβος: Τα οχήματα που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά των φωτοβολταϊκών στοιχείων στο χώρο εγκατάστασης προκαλούν αυξημένο θόρυβο στην περιοχή.

Ατμόσφαιρα: Η κατανάλωση ενέργειας που επιβάλλεται για τη μεταφορά των φωτοβολταϊκών στοιχείων έχει σαν αποτέλεσμα τις εκπομπές αερίων, οι οποίες βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με αυτές που εκπέμπονται στο στάδιο παραγωγής των φωτοβολταϊκών στοιχείων.

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Θόρυβος: Κατά την εγκατάσταση αυξάνονται τα επίπεδα του θορύβου στην περιοχή.

Τοπίο–Αισθητική-Οικοσυστήματα: Οι παρεμβάσεις που προκαλούνται, διαταράσσουν τα οικοσυστήματα και δημιουργούν μια αισθητική και οπτική ενόχληση στο τοπίο, παρά το γεγονός ότι χαρακτηρίζονται σε γενικές γραμμές ήπιες.

Άνθρωπος: Υπάρχει πιθανότητα από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία να προκληθεί προσωρινή θάμβωση στα άτομα που ή εργάζονται κοντά ή συμβάλλουν στην εγκατάσταση τους.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Τοπίο – Χλωρίδα - Οικοσυστήματα: Η σκίαση από τις διατάξεις βοηθά να διατηρηθεί η υγρασία στις θερμές και στις ξηρές περιοχές με αποτέλεσμα να αυξάνεται η υγρασία στο έδαφος και αυτό να οδηγεί στην αυξημένη παραγωγικότητα της γης. Αυτό θα μπορούσε να δημιουργήσει σημαντικές οικολογικές επιπτώσεις σε ευαίσθητες περιοχές.

Αισθητική: Το σχήμα του φωτοβολταϊκού στοιχείου καθώς και ο τρόπος που χωροθετείται αλλά και η επιφάνεια που καταλαμβάνεται είναι οι παράγοντες που

επηρεάζουν αισθητικά το τοπίο. Για τα συστήματα που βρίσκονται σε απομονωμένες περιοχές και είναι μικρά δεν προκαλείται αισθητική ενόχληση σε σχέση με αυτά που βρίσκονται σε οροφές.

Άνθρωπος:

1. Κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία: κίνδυνος για την δημόσια υγεία προκαλείται από τα στοιχεία οροφής ή από αυτά που είναι ενσωματωμένα στο κέλυφος των κτιρίων, καθώς και από φώτα που δύναται να υπάρχουν στο κτίριο, τα οποία απελευθερώνουν ρύπους στην ατμόσφαιρα όπως για παράδειγμα τα στοιχεία Cd, Te, Se, αρσενικό (As). Ο κίνδυνος είναι πολύ μικρός για μικρές εγκαταστάσεις (<5 kWp). Για μεγαλύτερες (>100 kWp) απαιτούνται συνήθη μέτρα (π.χ. οι κάτοικοι σε απόσταση 1-2 km από την εγκατάσταση).
2. Κίνδυνοι για τη επαγγελματική υγεία: Στην διαδικασία της παραγωγής και της εγκατάστασης οι κίνδυνοι που παρουσιάζονται θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι τυπικοί όπως και σε κάθε εγκατάσταση παραγωγής ενέργειας. Παρόλα αυτά το συνεχές ρεύμα από τα φωτοβολταϊκά είναι περισσότερο επικίνδυνο από το ισοδύναμο εναλλασσόμενο και για το λόγο αυτό κρίνεται αναγκαία περισσότερα προστατευτικά μέτρα. Επιπλέον είναι δυνατόν τα στοιχεία να προκαλέσουν προσωρινή θάμβωση σε ανθρώπους από τις ανακλώμενες ακτίνες ηλίου [33].

ΑΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗ

Εκτός από τις διατάξεις Si, η τοξικότητα του Cd αφορά στη τελική διάθεση των διατάξεων CdTe. Στην περίπτωση αυτή είναι απαραίτητη η ανακύκλωση ή περιβαλλοντικά ορθή διάθεση σύμφωνα με τους κανονισμούς διάθεσης απορριμμάτων. Στην διαδικασία της καύσης απελευθερώνονται τοξικές αέριες εκπομπές Cd, μολύβδου (Pb) και άλλων μετάλλων που περιέχονται στα φωτοβολταϊκά στοιχεία. Αντίστοιχα, η ανεξέλεγκτη διάθεση σε χωματερές οδηγεί σε ρύπανση των υπογείων υδάτων [33].

4.5 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Σε γενικές γραμμές, όσον αφορά την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας προκαλούνται κάποια προβλήματα που η ικανοποιητική επίλυση τους θα βοηθήσει στην οικονομική εκμετάλλευση της εναλλακτικής αυτής μορφής ενέργειας.

Ιδιάζουσα χημική σύσταση των γεωθερμικών ρευστών: Τα γεωθερμικά ρευστά λόγω της υψηλής θερμοκρασίας και της παραμονής τους σε επαφή με διάφορα πετρώματα περιέχουν διαλυμένα άλατα και αέρια. Η αλλαγή που παρουσιάζεται στα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά των ρευστών κατά την διαδικασία της φάσης εκμετάλλευσης δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες τόσο για τη χημική προσβολή των μεταλλικών επιφανειών, όσο και για την απόθεση ορισμένων διαλυμένων ή αιωρούμενων στερεών και την απελευθέρωση στο περιβάλλον επιβλαβών ουσιών.

Σχηματισμός επικαθίσεων: Η χρήση τεχνικών και μεθόδων μπορούν να βοηθήσουν στον σχηματισμό επικαθίσεων στις γεωθερμικές μονάδες ορισμένες από αυτές τις τεχνικές και μεθόδους που χρησιμοποιούνται είναι ο σωστός σχεδιασμός της μονάδας και η επιλογή των κατάλληλων συνθηκών λειτουργίας της, η ρύθμιση του pH του ρευστού, η προσθήκη χημικών ουσιών (αναστολέων δημιουργίας επικαθίσεων) και η απομάκρυνση των σχηματιζόμενων στερεών με χημικά ή φυσικά μέσα, στη διάρκεια προγραμματισμένων ή όχι διακοπών λειτουργίας της μονάδας [32].

Διάβρωση στις γεωθερμικές μονάδες: Οι δυνατότητες που υπάρχουν για να ελεγχθεί η διάβρωση στις γεωθερμικές μονάδες είναι η επιλογή του κατάλληλου υλικού κατασκευής, όπως για παράδειγμα η χρήση πολυμερικών υλικών, εναλλακτών θερμότητας από τιτάνιο, Hastelloy κ.ά., η επικάλυψη των μεταλλικών επιφανειών με ανθεκτικά στη διάβρωση στρώματα, η προσθήκη αναστολέων διάβρωσης, και ο σωστός σχεδιασμός της μονάδας.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις: Παρά το γεγονός ότι η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται από μια ήπια μορφή ενέργειας σε σχέση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, δημιουργούνται προβλήματα στο περιβάλλον κυρίως από την εκμετάλλευση της. Κρίνεται απαραίτητο να διαχωριστούν οι επιπτώσεις από την αξιοποίηση της γεωθερμίας λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των γεωθερμικών ρευστών υψηλής ενθαλπίας σε διαλυμένα άλατα και αέρια σε σχέση με τα ρευστά χαμηλής ενθαλπίας. Τα προβλήματα που παρουσιάζονται από τη διάθεση των νερών που χρησιμοποιούνται για άμεσες χρήσεις είναι σε γενικές γραμμές πιο μικρά από αυτά των ρευστών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την αξιοποίηση των ρευστών υψηλής ενθαλπίας παρουσιάζονται προβλήματα στο περιβάλλον, τα οποία διαφέρουν από μέρος σε μέρος ανάλογα με την χρήση γης, τις εκπομπές αερίων, τη διάθεση υγρών

αποβλήτων, το θόρυβο, τη δημιουργία μικροσεισμικότητας και τις καθιζήσεις. Ο χώρος που καταλαμβάνεται για να αξιοποιηθεί η γεωθερμία και αφορά την εγκατάσταση της μονάδας, το χώρο για τις γεωτρήσεις, τις σωληνώσεις μεταφοράς και τους δρόμους πρόσβασης, είναι κατά κύριο λόγο μικρότερος από αυτόν που χρειάζεται για να αξιοποιηθούν άλλες μορφές ενέργειας, όπως για παράδειγμα ατμοηλεκτρικοί σταθμοί γαιάνθρακα, υδροηλεκτρικοί σταθμοί κτλ [35].

CO₂: Το CO₂ που εκπέμπεται από γεωθερμικές μονάδες εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του πεδίου και την τεχνολογία παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, παρόλο που οι εκπομπές του βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με τις εκπομπές ατμοηλεκτρικών μονάδων και με τις εκπομπές (έμμεσες ή άμεσες) από άλλες Α.Π.Ε. Το H₂S, επειδή χαρακτηρίζεται από έντονη οσμή και είναι τοξικό, δημιουργεί προκατάληψη που εκδηλώνεται κατά της γεωθερμίας. Οι εκπομπές H₂S ποικίλλουν από <0,5 g/kWh μέχρι και 7 g/kWh. Με διάφορες μεθόδους και τεχνικές όπως για παράδειγμα με τη διεργασία Stredford, με την καύση και επανεισαγωγή, με την οξειδωτική μέθοδο Dow κ.ά. μπορεί να γίνει πιο εύκολα έλεγχος στις εκπομπές του H₂S [35].

4.6 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Έδαφος: Κατασκευάζοντας φράγματα τα οποία συνοδεύονται και από άλλα έργα, χρειάζονται μεγάλες εκτάσεις γης με αποτέλεσμα να δημιουργούνται μεταβολές στις χρήσεις γης της περιοχής.

Το τοπικό μεταβάλλεται ποιοτικά καθώς μια χερσαία έκταση και ένας ποτάμιος υγρότοπος μετατρέπονται σε λιμναίο βιότοπο, ενώ το προηγούμενο φυσικό περιβάλλον μετατρέπεται κατά μεγάλο ποσοστό σε ανθρωπογενές.

Είναι πολύ πιθανό να υπάρξει αλλοίωση του εδάφους από τη διάνοιξη δανειοθάλαμου για την απόληψη υλικών.

Επίσης μεταβάλλεται η μορφολογία του εδάφους λόγω της κατασκευής του ορύγματος του ταμιευτήρα καθώς και του ίδιου του φράγματος και αλλοιώνεται το ανάγλυφο λόγω της κατασκευής της λίμνης και των υπόλοιπων οικοδομικών έργων. Ακόμη προκαλούνται σεισμικές δραστηριότητες ή κατολισθήσεις κατά την διάρκεια της πλήρωσης του ταμιευτήρα και προκαλούνται στατικά προβλήματα από την άνοδο του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα στην περιοχή του ταμιευτήρα.

Υδροταμιευτήρας: Προκαλείται αλλοίωση του εδάφους από την κατασκευή ενός θαλάμου που χρησιμοποιείται για την επακόλουθη απόθεση των υλικών που θα προκύψουν από την κατασκευή του ορύγματος, το οποίο θα δημιουργηθεί από τον αγωγό μεταφοράς και πτώσης του νερού καθώς και από όλα τα υπόλοιπα βοηθητικά κατασκευαστικά έργα. Γενικότερα μεταβάλλεται η μορφολογία του εδάφους από τις κατασκευές.

Νέρο:

Ποσότητα:

- ✓ Μεταβάλλεται η ποσότητα του νερού κατάντη του φράγματος καθώς παρουσιάζονται εναλλαγές περιόδων ξηρασίας και πλημμυρών.
- ✓ Επιβραδύνεται η ροή του ποταμού στο φράγμα και επιταχύνεται η ροή του κατάντη του φράγματος.
- ✓ Αυξομειώνεται η στάθμη του ταμιευτήρα σε διαφορετικό βαθμό από τις αυξομειώσεις που παρουσιάζονται σε μια φυσική λίμνη.
- ✓ Μεταβάλλεται ο υδροφόρος ορίζοντας της περιοχής.

Ποιότητα: Το νερό που υπερχειλίζει από το φράγμα δεν παρουσιάζει αρκετές φερτές ύλες εξαιτίας της κατακράτησης των υλών αυτών στο φράγμα, με αποτέλεσμα να διαβρώνεται η παλιά κοίτη του ποταμού.

Στην περίπτωση που δεν γίνεται αποψίλωση της βλάστησης μέσα από το χώρο που καταλαμβάνει το φράγμα, το οξυγόνο μειώνεται στο νερό εξαιτίας της βιοαποδόμησης των οργανικών και απελευθερώνεται μεθάνιο λόγω της συνεπακόλουθης δημιουργίας αναερόβιων συνθηκών στον πυθμένα.

Τα αναερόβια βακτήρια που αναπτύσσονται μετατρέπουν τον αβλαβή ανόργανο υδράργυρο, που βρίσκεται ήδη στο έδαφος, σε μεθυλο-υδράργυρο, ο οποίος χαρακτηρίζεται από τοξικότητα και είναι βιοσυσσωρεύσιμος καθώς μέσω της τροφικής αλυσίδας μπορεί να μεταβιβαστεί τελικά και στους ανώτερους οργανισμούς.

Ιχθυοπανίδα: Όσον αφορά την ιχθυοπανίδα εμφανίζονται νέα είδη κυρίως στις λίμνες και παράλληλα παρουσιάζεται αναταραχή στα είδη που ήδη προϋπάρχουν στην ποτάμια ιχθυοπανίδα και απειλούνται είτε με μείωση είτε με εξαφάνιση. Αυτό γίνεται εξαιτίας των εναλλαγών στην θερμοκρασία του νερού, στη συγκέντρωση των διαλυμένων αερίων κατάντη, στη μεταβολή της ποσότητας και της ποιότητας του νερού καθώς στις έντονες διακυμάνσεις της στάθμης του νερού.

Επίσης παρουσιάζεται μείωση αλλά και εξαφάνιση στα ψάρια κατάντη του φράγματος λόγω της μικρής παροχής του νερού.

Μεγάλο πρόβλημα δημιουργείται σε όλα τα είδη των μεταναστευτικών ψαριών, τα ανάδρομα (π.χ. σολομός), τα κατάδρομα (π.χ. χέλι), τα αμφίδρομα (π.χ. κάποια είδη κεφάλων) και τα ποταμοδρομικά. Τα μεταναστευτικά ψάρια απαιτούν διαφορετικό περιβάλλον στις βασικές φάσεις της ζωής [36].

Λοιπή πανίδα: λόγω της ύπαρξης ταμιευτήρα δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για κάποια είδη ορνιθοπανίδας, ερπετών και θηλαστικών κυρίως αρπακτικών.

Από το ίδιο το φράγμα ή και τον ταμιευτήρα παρουσιάζεται αποκοπή σε ορισμένα είδη ζώων, όπως είναι τα θηλαστικά με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται οι μετακινήσεις και οι μεταναστεύσεις τους. Επιπλέον δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για κάποια είδη εντόμων εξαιτίας της αυξημένης υγρασίας και του ηπιότερου περιβάλλοντος.

Οικοσυστήματα-Χλωρίδα: Εξαιτίας της κατασκευής του φράγματος και της κατάκλισης του ταμιευτήρα εξαφανίζεται όλο το χερσαίο οικοσύστημα. Παρουσιάζονται αλλοιώσεις στο ποτάμιο και στο παραποτάμιο οικοσύστημα, ανάντη και κατάντη του φράγματος και παράλληλα γίνεται αντικατάσταση με μια ομοιόμορφη δεξαμενή, με έντονες και αφύσικες διακυμάνσεις της στάθμης, κάτι το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα να χαθεί ένα μέρος της φυσικής παρόχθιας βλάστησης και πανίδας. Επίσης υπάρχουν πιθανότητες να υποβιβαστούν οι ακτές δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο προβλήματα στην αλιεία και στα υδρόβια πουλιά.

Με την κατασκευή του φράγματος συγκρατείται πίσω του όλο το φορτίο των φερτών ιζημάτων που μετέφερε το νερό του ποταμού και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην γίνεται μεταφορά αυτού του φορτίου κατάντη και να προκαλούνται αλλοιώσεις στο συγκεκριμένο περιβάλλον, κυρίως στο στόμιο της εκβολής (δέλτα) του ποταμού ή ακόμα και αρκετά μέτρα πιο μακριά στις γειτονικές ακτές.

Οι εναλλαγές των περιόδων ξηρασίας ή πλημμυρών προκαλεί διάβρωση του εδάφους και εξαφανίζεται η βλάστηση στην γύρω περιοχή.

Τοπίο: Το τοπίο αλλάζει σημαντικά καθώς γίνεται μετατροπή του φυσικού τοπίου σε ορισμένα σημεία του σε ανθρωπογενές. Το διάμηκες, δαιδαλώδες και άγριο ποτάμιο τοπίο, μετατρέπεται σε λιμναίο, συνήθως ήπιο και ομαλό. Τα δάση και η όποια βλάστηση που ήδη υπάρχουν μετατρέπονται σε λίμνες, διώρυγες, κανάλια και σταθμούς παραγωγής, σε νέους δρόμους πρόσβασης καθώς και σε νέα δίκτυα κοινής ωφέλειας.

Καθώς η ροή του νερού κατάντη του φράγματος βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και καθώς παρατηρείται διάβρωση στην κοίτη του ποταμού παρουσιάζονται αλλοιώσεις στο τοπίο μέχρι και το σημείο της εκβολής του.

Κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις-Εργασία: παρουσιάζονται επιπτώσεις στον συγκεκριμένο τομέα εξαιτίας της μετακίνησης των ανθρώπων και των κατοικιών τους, που διαμένουν στις γύρω περιοχές που γίνεται κατασκευή του ταμιευτήρα και των υπόλοιπων οικοδομικών έργων. Αλλάζει το αντικείμενο εργασίας των κατοίκων εξαιτίας της απώλειας των γεωργικών εκτάσεων που εκμεταλλεύονταν οικονομικά και πλέον κατακλύζονται από τα νερά που συγκεντρώνονται στον ταμιευτήρα. Επιπλέον είναι γεγονός ότι προκαλούνται αλλαγές και στους παραγωγικούς τομείς που δραστηριοποιείται ο πληθυσμός της περιοχής. Ορισμένοι βρίσκουν εργασία στο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο είτε κατά την κατασκευή είτε κατά τη λειτουργία του, ενώ κάποιοι άλλοι χάνουν τις γεωργικές τους εκτάσεις, που απαλλοτριώνονται και αλλάζουν εργασία.

Επιπτώσεις στην υγεία: Οι μεταβολές που παρουσιάζονται στο κλίμα και κυρίως η υγρασία που δημιουργείται μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στην υγεία των κατοίκων της τοπικής κοινωνίας. Επίσης υπάρχουν και ορισμένοι πιθανοί κίνδυνοι λόγω των σεισμικών δονήσεων και πιθανών κατολισθήσεων κατά την διάρκεια του σταδίου της κατασκευής και λειτουργίας. Επιπλέον πιθανοί κίνδυνοι δημιουργούνται και από την επαφή των λιπαντικών του στροβίλου και της γεννήτριας με το νερό ή από την διαρροή ελαίων του μετασχηματιστή [36].

Στον επόμενο πίνακα 4.1 συνοψίζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση διαφορετικών πηγών και τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας.

Πίνακας 4.1 : Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [37]

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ			
ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΜΟΡΦΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΕΚΠΟΜΠΗ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ	ΆΛΛΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
ΑΝΘΡΑΚΑΣ, ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ, ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	CO ₂ , NO _x , SO _x , VOC ΤΕΦΡΑ	ΕΞΑΝΤΛΗΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ, ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΤ'Α ΤΗΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑ

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΠΥΡΗΝΙΚΟ ΚΑΥΣΙΜΟ	ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	-	ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ, ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΟΠΛΑ, ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ
ΒΙΟΜΑΖΑ	ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	CO ₂ , SO _x , NO _x , VOC, ΤΕΦΡΑ	ΑΠΟΞΗΛΩΣΗ ΔΑΣΩΝ
ΥΔΑΤΟΠΤΩΣΗ	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	-	ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΕ ΒΙΟΤΟΠΟΥΣ, ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΠΡΟΚΛΗΣΗΣ ΣΕΙΣΜΩΝ Η΄ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΑΣΤΟΧΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ	-	ΟΠΤΙΚΗ ΟΧΛΗΣΗ, ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΘΟΡΥΒΟΥ, ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΠΟΥΛΙΑ, ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ, ΣΚΙΑΣΗ
ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΠΑΡΚΑ	-	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ, ΟΠΤΙΚΗ ΟΧΛΗΣΗ, ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ

5.1 ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)

Το μονοξειδίο του άνθρακα έχει τα εξής χαρακτηριστικά: είναι ένα αέριο άοσμο, άχρωμο, άγευστο, ελαφρύτερο του αέρα και ελάχιστα διαλυτό στο νερό. Η οξειδωση του γίνεται από την ελεύθερη ρίζα του OH σε CO₂ και έχει διάρκεια ζωής 2-4 μήνες.

Είναι προϊόν της ατελούς καύσης του άνθρακα. Οι βασικότερες πηγές εκπομπής είναι οι εξατμίσεις των αυτοκινήτων και οι όλων των ειδών οι μηχανές εσωτερικής καύσης. Η συγκέντρωση του είναι ιδιαίτερα υψηλή σε κλειστούς χώρους στάθμευσης ή κατά μήκος δρόμων σε περίοδο κυκλοφοριακής αιχμής. Τα αυτοκίνητα συνεισφέρουν περίπου κατά 75% στις ανθρωπογενείς πηγές του μονοξειδίου του άνθρακα, ενώ η ατελής καύση ορυκτών καυσίμων στη βιομηχανία συνεισφέρει το υπόλοιπο περίπου 25%. Όταν οξειδώνεται το ατμοσφαιρικό μεθάνιο, δημιουργείται η πιο βασική φυσική πηγή του μονοξειδίου του άνθρακα.

Τα προβλήματα που προκαλεί το μονοξειδίο του άνθρακα στην υγεία του ανθρώπου είναι η μείωση της ικανότητας του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο σε βασικούς ιστούς του οργανισμού, επηρεάζοντας κυρίως το καρδιαγγειακό και το νευρικό σύστημα. Επίσης, οι υψηλές συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα προκαλούν ζαλάδες, πονοκεφάλους και κόπωση. Τα άτομα τα οποία εκτίθενται σε υψηλά επίπεδα μονοξειδίου του άνθρακα, δύναται να παρουσιάσουν προσωρινή μείωση της πνευματικής τους διαύγειας καθώς και της όρασης τους, ενώ σε υψηλές συγκεντρώσεις και χρόνο έκθεσης προκαλείται ο θάνατος.

5.2 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SO₂)

Το διοξειδίου του θείου είναι ένα αέριο με έντονη ερεθιστική μυρωδιά σε υψηλές συγκεντρώσεις. Η οξειδωση του SO₂ στην ατμόσφαιρα σχηματίζει SO₃, το οποίο παρουσιάζει έντονη δραστικότητα με υδρατμούς σχηματίζει ομίχλη θειικού οξέος, φαινόμενο το οποίο αποτελεί το πρόβλημα ρύπανσης από όξινη βροχή. Το SO₂ συμμετέχει επίσης σε συνδυασμό με αυξημένες συγκεντρώσεις καπνού στο φαινόμενο της καπνομίχλης.

Άλλες σημαντικές ενώσεις του θείου στην ατμόσφαιρα είναι το καρβονυλοσουλφίδιο (OCS), ο διθειάνθρακας (CS₂), το διμέθυλοσουλφίδιο (CH₃)₂S,

το υδρόθειο (H_2S) και το θειικό οξύ και θειώδες οξύ καθώς και τα θειικά και θειώδη άλατα. Οι κοιλότητες συγκέντρωσης βιολογικής ύλης, η αναερόβια ζύμωση, η διάχυση σταγονιδίων από τη θάλασσα, οι ηφαιστειακές εκρήξεις, και οι θερμές πηγές αποτελούν τις φυσικές πηγές των ενώσεων του θείου.

Οι ηλεκτροπαραγωγοί σταθμοί, οι χημικές βιομηχανίες, τα διυλιστήρια πετρελαίου, οι κεντρικές θερμάνσεις και τα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν καύσιμο με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο αποτελούν τις πιο βασικές ανθρωπογενείς πηγές εκπομπής του διοξειδίου του θείου.

Οι ανθρωπογενείς εκπομπές του SO_2 εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό ποσοστό της ροής του θείου στην ατμόσφαιρα. Η ποσότητα που υπάρχει το θείο στον άνθρακα και στο πετρέλαιο είναι από 0-6% κ.β.. Το αποθειωμένο επεξεργασμένο πετρέλαιο (diesel) και η βενζίνη περιέχουν λιγότερο από 0.05% κ.β. θείο (50 ppm). Τα προβλήματα που προκαλεί η μακροχρόνια έκθεση του διοξειδίου του θείου στον άνθρωπο είναι κυρίως αναπνευστικά. Επίσης δύναται να τροποποιήσει τον αμυντικό μηχανισμό των πνευμόνων και να επιδεινώσει τυχόν υπάρχουσες καρδιαγγειακές παθήσεις. Τα άτομα τα οποία πάσχουν από χρόνιες καρδιαγγειακές και πνευμονολογικές παθήσεις καθώς επίσης και τα μικρά παιδιά και οι ηλικιωμένοι ανήκουν στις ευπαθείς ομάδες που επηρεάζονται από αυτές τις συνθήκες. Επιπλέον, όταν το διοξείδιο του θείου βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα στην ατμόσφαιρα, δύναται να παρουσιαστούν μειωμένη ορατότητα, αύξηση της οξύτητας των λιμνών και των ποταμών και αλλοιώσεις στη βλάστηση και στα μέταλλα.

5.3 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NO_2) ΚΑΙ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NO)

Το μονοξείδιο του αζώτου αποτελεί κυρίως έναν πρωτογενή ρύπο, ενώ το διοξείδιο του αζώτου κυρίως έναν δευτερογενή, ο οποίος δημιουργείται από την οξειδωση του NO με το O_3 . Είναι πολύ συνηθισμένο να χρησιμοποιείται ο όρος NO_x για το άθροισμα των συγκεντρώσεων NO και NO_2 καθώς η μετατροπή μεταξύ τους δηλαδή ανάμεσα στο NO και NO_2 γίνεται αρκετά γρήγορα και οι σχετικές μετατροπές βρίσκονται σε ισορροπία στην τροπόσφαιρα και αναφέρονται ως φωτοχημικός κύκλος των οξειδίων του αζώτου. Τα χαρακτηριστικά του NO_2 είναι τα εξής: είναι ένα αέριο με καφέ χρώμα, διαλυτό στο νερό, ισχυρό οξειδωτικό, με οξεία ερεθιστική οσμή. Όταν βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα στην ατμόσφαιρα δημιουργεί την καφέ όψη του αστικού ουρανού. Τα οξείδια του αζώτου NO και NO_2 σε συνδυασμό με πτητικές οργανικές ενώσεις χαρακτηρίζονται επίσης από την εμπλοκή και την ενεργοποίηση του φωτοχημικού κύκλου αντιδράσεων στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα να σχηματίζουν την φωτοχημική ρύπανση, το φωτοχημικό νέφος. Επίσης είναι πολύ

σημαντικά για τον έλεγχο του τροποσφαιρικού όζοντος. Άλλες σημαντικές ενώσεις του αζώτου στην ατμόσφαιρα είναι το υποξειδίο (N_2O), το νιτρικό και νιτρώδες οξύ (HNO_3 , HNO_2), η αμμωνία (NH_3) και τα διάφορα νιτρικά (NO_3^-), νιτρώδη (NO_2^-) και αμμωνιακά (NH_4^+) άλατα.

Η παραγωγή εκτός των άλλων και του μονοξειδίου του αζώτου (NO) γίνεται από την καύση ορυκτών καυσίμων κυρίως σε αυτοκίνητα, σε ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς και κεντρικές θερμάνσεις. Τις ανθρωπογενείς πηγές του NO τις αποτελούν η καύση των ορυκτών καυσίμων και τα αυτοκίνητα με ποσοστό περίπου 50%. Αυτό σε συνδυασμό με τις διάφορες χημικές αντιδράσεις που αυξάνονται με την παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας και του όζοντος, μετατρέπεται σε διοξειδίο του αζώτου (NO_2). Επιπλέον συμβάλλει στη δημιουργία του όζοντος στην τροπόσφαιρα και της όξινης βροχής, με αποτέλεσμα να υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις και στην βλάστηση. Τα οξείδια του αζώτου συντελούν επίσης στην καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος.

Τα προβλήματα που προκαλεί το διοξειδίο του αζώτου (NO_2) στον άνθρωπο όταν βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα είναι κυρίως αναπνευστικά προβλήματα με ευπαθείς ομάδες τα άτομα που υποφέρουν από άσθμα με αποτέλεσμα να δημιουργείται δυσκολία στην αναπνοή και τα παιδιά.

5.4 OZON (O_3)

Το όζον αποτελείται από τα εξής χαρακτηριστικά: είναι ένα αέριο άχρωμο, βαρύτερο του αέρα με δριμεία οσμή. Συμβάλλει στην δημιουργία των πιο συνηθισμένων παγκοσμίως προβλημάτων ρύπανσης, όπως είναι

1. το φωτοχημικό νέφος με την αύξηση του τροποσφαιρικού όζοντος
2. η μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος (τρύπα του όζοντος) καθώς και
3. η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Αποτελεί μια αέρια ένωση, η οποία παράγεται στην στρατόσφαιρα (σε 15-50 km ύψος) όπου και βρίσκεται περίπου το 90% του ολικού όζοντος της ατμόσφαιρας της γης. Το όζον που βρίσκεται στην στρατόσφαιρα χαρακτηρίζεται ως «καλό» όζον διότι δρώντας σαν φίλτρο στο υπεριώδες φάσμα συμβάλλει στην προστασία από την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Η μείωση του όζοντος στην στρατόσφαιρα από την χρήση ανθρωπογενών χημικών ενώσεων, όπως οι χλωροφθοράνθρακες, κατά την διάρκεια του 20ου αιώνα αποτελεί ένα βασικό πρόβλημα παγκοσμίως, το οποίο απασχολεί τόσο τους επιστήμονες όσο και τις κυβερνήσεις των κρατών και την κοινή γνώμη.

Το υπόλοιπο 10% του όζοντος βρίσκεται στο χαμηλότερο στρώμα της ατμόσφαιρας, την τροπόσφαιρα (0-15 km ύψος). Το όζον το οποίο βρίσκεται στην τροπόσφαιρα χαμηλά στο έδαφος αποτελεί έναν ρύπο, ο οποίος σχετίζεται άμεσα με το φαινόμενο του φωτοχημικού νέφους καθώς και με πολλά προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου όταν βρίσκεται σε επίπεδα πάνω από τα φυσιολογικά όρια. Για αυτό τον λόγο το όζον στην τροπόσφαιρα χαρακτηρίζεται ως «κακό». Η φράση που είναι πολύ συνηθισμένη για το όζον είναι: « good up high, bad nearby » που σημαίνει καλό εκεί ψηλά, κακό εδώ γύρω (Σχήμα 5.1). Το όζον που βρίσκεται στην τροπόσφαιρα αποτελεί έναν δευτερογενή φωτοχημικό ρύπο, ο οποίος παράγεται με διάφορες φωτοχημικές αντιδράσεις μεταξύ του οξυγόνου, των πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs) και των οξειδίων του αζώτου (NOx) με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας. Τα οχήματα, τα χημικά εργοστάσια, τα χημικά διαλυτικά και τα βενζινάδικα αποτελούν τις κυριότερες ανθρωπογενείς πηγές εκπομπής πρόδρομων ουσιών του όζοντος (VOCs και NOx).

Το όζον που βρίσκεται στην τροπόσφαιρα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο για την ατμόσφαιρα της γης. Καταρχήν από την στιγμή που είναι η βασική πηγή του πιο σημαντικού οξειδωτικού μέσου στην τροπόσφαιρα, της ρίζας του υδροξυλίου (OH[·]) που έχει πολύ μεγάλη σημασία για την χημεία της τροπόσφαιρας. Πιο συγκεκριμένα το υδροξύλιο οξειδώνει μια σειρά οργανικών και ανόργανων ενώσεων που εκπέμπονται από φυσικές ή ανθρωπογενείς πηγές στην ατμόσφαιρα μειώνοντας έτσι τη συγκέντρωσή τους σε αυτήν. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι εάν παρουσιαστεί έλλειψη της ρίζας του υδροξυλίου όλες αυτές οι ενώσεις θα είχαν μεγάλη διάρκεια ζωής πράγμα που σημαίνει ότι θα συσσωρεύονταν στα ανώτερα στρώματα της τροπόσφαιρας με αποτέλεσμα να συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου που προκαλείται από ενώσεις όπως το CO₂, το μεθάνιο και βέβαια οι υδρατμοί. Και αυτό βέβαια συνεπάγεται ότι μια σειρά από αέριες ενώσεις που δεν συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου θα προκαλούσαν μεγαλύτερη αύξηση στις θερμοκρασίες του πλανήτη μας.

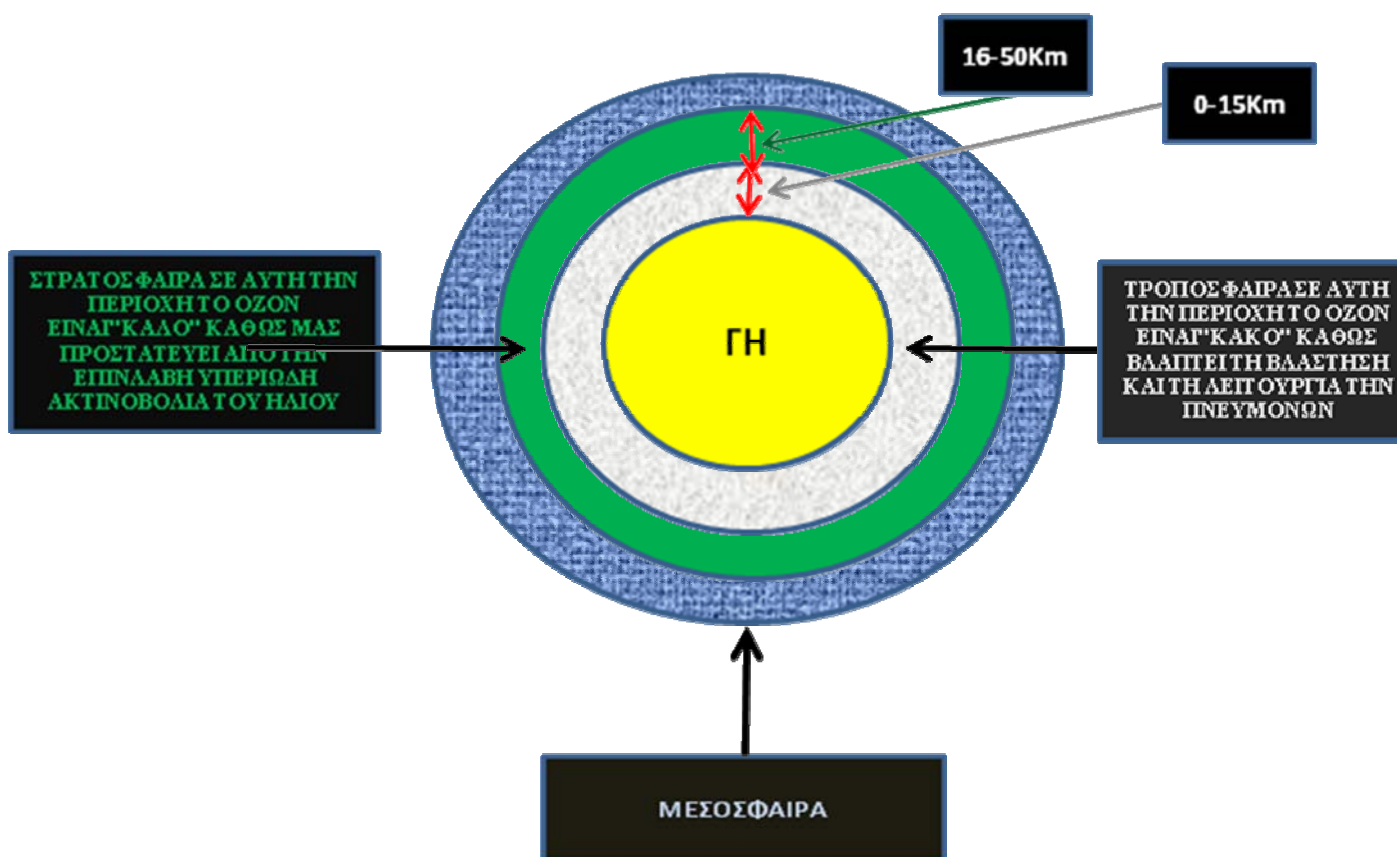
Κατά δεύτερον, το όζον που βρίσκεται στα υψηλότερα στρώματα της τροπόσφαιρας είναι από μόνο του ένα θερμοκηπιακό αέριο που σημαίνει ότι δρα και αυτό επικουρικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου αφού απορροφά την γήινη υπέρυθρη ακτινοβολία. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να επισημάνουμε ότι σε παγκόσμια κλίμακα η αύξηση του τροποσφαιρικού όζοντος συνεισφέρει περίπου στο 1/3 της αύξησης του CO₂ στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου από τα χρόνια πριν δημιουργηθούν οι βιομηχανίες μέχρι και σήμερα.

Το όζον αποτελεί επιπλέον ένα πολύ ισχυρό οξειδωτικό μέσο, το οποίο προκαλεί την όξινη βροχή καθώς οξειδώνει SO₂ και τα NOx προς H₂SO₄ και HNO₃.

Το τροποσφαιρικό όζον επίσης έχει μεγάλη σημασία και για τις συνέπειες που δημιουργεί και στον άνθρωπο αλλά και στο φυσικό βασίλειο και στα διάφορα υλικά. Τα προβλήματα που προκαλεί στην υγεία του ανθρώπου όταν εκτίθεται σε υψηλές τιμές είναι η μόνιμη βλάβη στους πνεύμονες καθώς διαλύεται δύσκολα στο νερό και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εισχωρεί στους πνεύμονες δημιουργώντας αρνητικές συνέπειες για την υγεία του. Επιπλέον, το όζον σε υψηλές τιμές (>140 ppbv) δύναται να επηρεάσει το αναπνευστικό σύστημα, προκαλώντας βήχα, αίσθημα ξηρότητας στο λαιμό και πόνο στο στήθος, φλεγμονή στους πνεύμονες και πιθανή επιδεκτικότητα σε μολύνσεις του αναπνευστικού συστήματος. Τα άτομα τα οποία υποφέρουν από άσθμα είναι περισσότερο ευπαθή με αποτέλεσμα να επιδεινώνεται η κατάσταση τους [46].

Το όζον αποτελεί ένα οξειδωτικό μέσο, το οποίο δημιουργεί αρνητικές επιπτώσεις και στα διάφορα οργανικά υλικά, όπως για παράδειγμα στα οργανικά χρώματα που χρησιμοποιούνται στην ζωγραφική, στις εξωτερικές ζωγραφισμένες διακοσμήσεις κτιρίων, στο φυσικό καουτσούκ, στα συνθετικά ελαστικά υλικά από κυτταρίνη όπως το χαρτί και τα διάφορα εκθέματα των μουσείων φυσικής ιστορίας.

Με βάση τα παραπάνω οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι οι αυξημένες συγκεντρώσεις τροποσφαιρικού όζοντος σχετίζονται και με προβλήματα υποβιβασμού της πολιτισμικής μας κληρονομιάς [47].



Σχήμα 5.1: Το όζον στην ατμόσφαιρα της Γης [47].

5.5 ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΠΤΗΤΙΚΕΣ ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

Οι υδρογονάνθρακες αποτελούν πολύ σημαντικούς πρωτογενείς ρύπους της ατμόσφαιρας καθώς συμβάλλουν στο σχηματισμό των δευτερογενών φωτοχημικών οξειδωτικών ενώσεων όπως είναι οι τα νιτρικά υπεροξειδία οργανικών ενώσεων και άλλες οξειδωμένες πτητικές οργανικές ενώσεις καθώς και το τροποσφαιρικό όζον, που δημιουργούνται κατά το φωτοχημικό νέφος. Χρησιμοποιώντας τον όρο υδρογονάνθρακες εννοούμε τις χιλιάδες ενώσεις που στο περιεχόμενό τους έχουν τον άνθρακα και το υδρογόνο στο μόριο τους. Οι πιο απλοί περιέχουν 1 έως 4 άτομα άνθρακα και η φυσική τους κατάσταση είναι αέρια, 5 έως 6 άτομα άνθρακα και είναι υγρά, ενώ από 7 άτομα και πάνω είναι στερεά. Οι πιο σημαντικές από αυτές τις ενώσεις είναι τα αέρια.

Οι οργανικές ενώσεις μπορούν να περιέχουν στο μόριο τους και άλλα στοιχεία, όπως είναι το οξυγόνο, το θείο, το άζωτο, τα αλογόνα ή και ομάδες στοιχείων, όπως είναι οι ρίζες. Οι οξυγονωμένοι υδρογονάνθρακες χωρίζονται σε έξι

κατηγορίες, από τις οποίες οι αλδεΐδες και οι κετόνες συμμετέχουν επίσης στο φωτοχημικό νέφος. Τα αλκάνια, τα αλκένια, τα αλκίνια, τα αλκαδιένια, οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες, οι αλδεΐδες, οι κετόνες και οι αλογονούχες ενώσεις, όπως οι CFCs, αποτελούν μερικές από τις κατηγορίες των οργανικών ενώσεων.

Το βενζόλιο αποτελεί μια επικίνδυνη τοξική πτητική οργανική ένωση στην ατμόσφαιρα και είναι το συστατικό της βενζίνης. Τα πρατήρια βενζίνης και τα αυτοκίνητα διανομής της, καθώς επίσης και όλες οι μηχανές που χρησιμοποιούν βενζίνη σαν καύσιμο αποτελούν τις κύριες πηγές εκπομπής του βενζολίου. Τα προβλήματα που προκαλεί το βενζόλιο σαν αυτούσια ένωση στην υγεία του ανθρώπου είναι ο καρκίνος, αταξία στο κεντρικό νευρικό σύστημα, ζημιές στη λειτουργία του ήπατος και των νεφρών, ανωμαλίες στην αναπαραγωγή και προβληματικές γεννήσεις.

5.6 ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ

Τα αιωρούμενα σωματίδια είναι μικρά τεμάχια ύλης σε στερεή ή υγρή φάση, που μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ανάλογα με την προέλευση τους μπορούν να παρουσιάζουν ανομοιογένεια στη μορφή, μέγεθος και χημική σύσταση. Τα εισπνεύσιμα σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 10 μm (PM_{10}) εισέρχονται στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου, ενώ τα μικρότερα εξ αυτών, τα αναπνεύσιμα σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$), εναποτίθενται κυρίως στις κυψελίδες των πνευμόνων και με την πάροδο του χρόνου μπορούν να επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία των ανθρώπων.

5.7 ΜΟΛΥΒΔΟΣ (Pb)

Ο μόλυβδος ανήκει στην κατηγορία των βαρέων μετάλλων και αποτελεί ένα μαλακό μέταλλο αργυρόχρουν. Ένα ποσοστό της σωματιδιακής σκόνης αποτελείται από σωματίδια μολύβδου. Τα μεταφορικά μέσα που χρησιμοποιούσαν στο παρελθόν μολυβδόχα βενζίνη, τα εργοστάσια που χρησιμοποιούν μόλυβδο ή ουσίες που περιέχουν μόλυβδο και οι χώροι που γίνεται η καύση των απορριμμάτων αποτελούν τις κύριες πηγές εκπομπής του μολύβδου στην ατμόσφαιρα. Ο μόλυβδος χρησιμοποιούνταν στη βενζίνη των αυτοκινήτων παλαιάς τεχνολογίας ως αντικροτικό για την ανύψωση του αριθμού οκτανίων.

Οι αρνητικές επιπτώσεις που δημιουργούνται στην υγεία του ανθρώπου από την υψηλή έκθεση του ανθρώπου σε μόλυβδο αφορούν την πνευματική ανάπτυξη και

δραστηριότητα του, τη λειτουργία των νεφρών και τη χημεία του αίματος. Τα άτομα τα οποία εκτίθενται σε μόλυβδο και βρίσκονται σε νεαρή ηλικία, είναι περισσότερο ευπαθή λόγω της μεγαλύτερης ευαισθησίας των νεανικών ιστών και οργάνων στο μόλυβδο [47].

5.8 ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥΣ ΡΥΠΟΥΣ

Οι συνήθεις τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη μείωση εκπομπών NOx περιλαμβάνουν :

1. **Μείωση της περισσειας αέρα.** Η συγκεκριμένη τεχνική βελτιστοποιεί την ποσότητα αέρα της καύσης που παρέχεται ως προς την ποσότητα καυσίμου. Το βέλτιστη ποσότητα παροχής αέρα συνιστά την ελάχιστη δυνατή περίσσεια αέρα και επομένως αποτελεί το σημείο εκείνο, όπου παράγονται οι μικρότερες εκπομπές NOx.
2. **Διαβάθμιση λειτουργίας καυστήρων (BOOS: Burner-Out-Of-Service).** Σύμφωνα με αυτή την τεχνική αυτή γίνεται διακοπή της παροχής καυσίμου σε μερικούς εκ των ακραίων καυστήρων ή των καυστήρων των άνω σειρών, ενώ υπάρχει η δυνατότητα να διατηρείται η παροχή αέρα σε χαμηλότερα επίπεδα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το καύσιμο να οδηγείται πλέον εντός του θαλάμου καύσης μέσω των μεσαίων ή των κάτω σειρών καυστήρων, οι οποίοι τροφοδοτούνται παράλληλα με αέρα σε υποστοιχειομετρική αναλογία. Στην ζώνη υποστοιχειομετρίας παρατηρείται μειωμένη παραγωγή NOx.
3. **Μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας στη φλόγα.** Σύμφωνα με αυτή την τεχνική για να μειωθεί η θερμοκρασία αυτή δημιουργείται ένας μηχανισμός απαγωγής θερμότητας από την περιοχή της φλόγας. Αυτό επιτυγχάνεται είτε μέσω της εξωτερικής κυκλοφορίας των καυσαερίων δια μέσου των καυστήρων, είτε μέσω της αύξησης ανακυκλοφορίας των καυσαερίων εντός του θαλάμου καύσης. Επιπλέον, μια άλλη τεχνική, η οποία εφαρμόζεται πρακτικά είναι αυτή που μειώνει την προθέρμανση του αέρα της καύσης. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων προς την ατμόσφαιρα και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην αξιοποιούνται.
4. **Αναβάθμιση καυστήρων.** Σύμφωνα με αυτή την τεχνική αυξάνεται ο στροβιλισμός και η σταθεροποίηση της φλόγας, καθώς και βελτιώνεται ο διασκορπισμός του πετρελαίου κατά την έγχυσή του στο θάλαμο καύσης.
5. **Εγκατάσταση καυστήρων χαμηλών NOx.** Οι συγκεκριμένοι καυστήρες παρουσιάζουν όλα τα πλεονεκτήματα των αναβαθμισμένων καυστήρων που

αναφέρονται παραπάνω. Επιπλέον διαθέτουν ειδική σχεδίαση, με αποτέλεσμα να επιτρέπεται η δημιουργία μίας μεγάλης υποστοιχειομετρικής ζώνης της καύσης, περιβαλλόμενης από μία ζώνη μετάκαυσης.

6. **Διαβάθμιση καυσίμου και Ανάκαυση (Reburning).** Η διαβάθμιση καυσίμου και Ανάκαυση αφορά την εγκατάσταση συμπληρωματικών καυστήρων εκτός από τους κανονικούς ώστε να επιτρέπεται η λειτουργία των υφιστάμενων σε υποστοιχειομετρική καύση και να είναι σε θέση να αναλάβουν το έργο της ανάκαυσης των προϊόντων της ατελούς καύσης (CO, μερικά οξειδωμένοι υδρογονάνθρακες και αιθάλη).
7. **Διαβάθμιση αέρα και Μετάκαυση (Post-combustion air).** Η διαβάθμιση αέρα και Μετάκαυση αφορά την εγκατάσταση νέων αεροβόλων αέρα με αποτέλεσμα να δημιουργείται μία ζώνη Αέρα Επάνω από τη Φλόγα (OFA: Over-Fire-Air). Ο αέρας αυτός συνεισφέρει στην τελική καύση των προϊόντων CO, μερικά οξειδωμένων υδρογονανθράκων και αιθάλης.
8. **Κατιονισμός απιονισμένου νερού στο θάλαμο καύσης.** Σε συγκεκριμένους θαλάμους καύσης μηχανών εσωτερικής καύσης εφαρμόζεται η αυτόματη τεχνολογία ψεκασμού του εσωτερικού του θαλάμου καύσης με απιονισμένο, υπερκάθαρο νερό, όταν η θερμοκρασία των καυσαερίων υπερβεί τους 1.000 °C λόγω της υψηλής παραγωγής NO_x. Η συγκέντρωση των NO_x μειώνεται με την μείωση της θερμοκρασίας στο θάλαμο καύσης.

Ανάμεσα στις παραπάνω τεχνικές, οι τεχνικές που αφορούν την Ανάκαυση είναι οι πιο επιθυμητές, διότι στις περισσότερες περιπτώσεις δίνουν την δυνατότητα να συνεχιστεί η λειτουργία μιας εγκατάστασης καύσης χωρίς να χρειάζεται η εισαγωγή των πολυδάπανων μεθόδων της επιλεκτικής καταλυτικής αναγωγής (Selective Catalytic Reduction – SCR), η οποία είναι μια ξηρή διεργασία, κατά την οποία ο απομάκρυνση των NO_x, πραγματοποιείται με αναγωγή σε άζωτο (N₂) και νερό με τη βοήθεια καταλυτών στην αέρια φάση στα καυσαέρια. Με τον όρο Ανάκαυση εννοούμε την τεχνολογία καύσης, σύμφωνα με την οποία τα NO_x περιορίζονται με τη βοήθεια του καυσίμου, το οποίο δρα ως αναγωγικό μέσο.

Οι παραπάνω μετατροπές που αναφέρονται σε γενικές γραμμές είναι πολυδάπανες πράγμα που σημαίνει ότι θα πρέπει να γίνεται προσεκτικός σχεδιασμός. Οι παραδοσιακές τεχνικές που σχεδιάζονται οι εστίες και οι λέβητες δεν είναι αρκετές. Τις περισσότερες φορές κρίνεται απαραίτητη εκτενής προσομοίωση των συνθηκών καύσης μέσα στην εστία με τη βοήθεια κωδίκων υπολογιστικής ρευστοδυναμικής (CDF – Computational Flow Dynamics).

5.8.1 Οι καυστήρες χαμηλών NO_x και σωματιδίων (αιθάλη)

Οι καυστήρες χαμηλών NO_x και σωματιδίων (αιθάλη) αποτελούν μια σειρά νέου τύπου καυστήρων, οι οποίοι έχουν αναπτυχθεί την τελευταία δεκαετία και έχουν σαν στόχο να συμβάλουν στην συνδυασμένη μείωση των εκπομπών NO_x, αιθάλης και σωματιδίων. Στον κλάδο όπου αναβαθμίζονται παλαιοί καυστήρες υπάρχει μια τεχνολογία που είναι γνωστή με την ονομασία REACH (Reduced Emissions and Advanced Combustion Hardware) και η οποία φαίνεται να έχει μεγάλη επιτυχία. Η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει σαν στόχο να μειώσει τις εκπομπές σωματιδίων και οξειδίων του αζώτου σε λέβητες βαρέως πετρελαίου, γωνιακής ή μετωπικής καύσης. Το κόστος τους και κυρίως το κόστος αντικατάστασης συμβατικών καυστήρων διαφοροποιείται με τον τύπο, μέγεθος και κατασκευαστή. Οι καυστήρες αυτοί διαθέτουν ειδική σχεδίαση, η οποία επιτρέπει τη δημιουργία μίας μεγάλης υποστοιχειομετρικής ζώνης της καύσης, περιβαλλόμενης από μια ζώνη μετάκαυσης.

5.8.3 Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές περιστολής των εκπομπών SO₂

Δύο είναι οι βασικοί τρόποι, με τους οποίους μπορεί να γίνει η πρόληψη των εκπομπών του διοξειδίου του θείου:

1. Μειώνοντας την περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο (αποθείωση)
2. Βελτιώνοντας τον βαθμό απόδοσης της μονάδας και με την ορθολογική διαχείριση της ενέργειας.

5.8.4 Πρόσθετες Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές πρόληψης των εκπομπών σωματιδίων

Πρόσθετα καυσίμου

Η μείωση της παραγόμενης αιθάλης γίνεται στο πλαίσιο του γενικότερου ελέγχου για τη βελτιστοποίηση της καύσης και της συνδυασμένης μείωσης NO_x, CO, σωματιδίων. Εκτός από τα παραπάνω μέτρα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και πρόσθετες ουσίες στα καύσιμα, οι οποίες θα μπορέσουν να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές σωματιδίων και σε πολλές περιπτώσεις των NO_x.

5.8.5 Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές για την πρόληψη και περιορισμό υγρών και στερεών αποβλήτων

Καθαρισμοί κυκλώματος καυσαερίων

Οι τεχνικές οι οποίες προλαμβάνουν και περιορίζουν τα απόβλητα από τους καθαρισμούς του κυκλώματος καυσαερίων είναι οι εξής:

- **Η χρήση καθαρότερων καυσίμων**, όπως για παράδειγμα το φυσικό αέριο.
- **Η χρήση εναλλακτικών μεθόδων καθαρισμού**, όπως για παράδειγμα ο καθαρισμός με φουσητήρες ή με υπερήχους, ο οποίος περιορίζει σημαντικά τα υγρά απόβλητα.
- **Η ανακύκλωση ή η επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων**, όπως για παράδειγμα η ανάκτηση του βαναδίου για άλλες χρήσεις ή η χρήση της τέφρας σε κατασκευές.

5.8.6 Παραγόμενη αιθάλη από την διαδικασία της καύσης

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος για να μειωθεί ο όγκος των υγρών αποβλήτων από τον καθαρισμό των εστιών καύσης, καθώς και του ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων είναι η συλλογή της αιθάλης σε ξηρά μορφή, καθώς η συλλογή με νερό παρουσιάζει αύξηση του όγκου των αποβλήτων και ταυτόχρονα δίνεται η δυνατότητα στην ευκολότερη διάθεση του προϊόντος για ανακύκλωση ή άλλες χρήσεις.

5.8.7 Συστήματα βελτίωσης του ενεργειακού βαθμού απόδοσης της μονάδας

Τεχνικές βελτιστοποίησης της καύσης

Η βελτίωση του ενεργειακού βαθμού απόδοσης, όταν γίνεται ταυτόχρονα με την επιτήρηση των εκπεμπόμενων ρύπων, μπορεί να παρουσιάσει σημαντική βελτίωση της οικονομικής και περιβαλλοντικής λειτουργίας των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής εφαρμόζοντας τα εξελιγμένα συστήματα *αδιάλειπτης επιτήρησης και ελέγχου (SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition)*. Σε όλες τις εφαρμογές αποτελεί βασικό παράγοντα η συνεχής βελτιστοποίηση των παραμέτρων ελέγχου της μονάδας, όπως για παράδειγμα:

- το επίπεδο φόρτισης της μονάδας (όταν αυτό είναι επιτρεπτό)
- ο αέρας της καύσης
- ο ρυθμός ανακυκλοφορίας των καυσαερίων στην εστία (όπου έχει προβλεφθεί κατασκευαστικά)
- το μίγμα καυσίμων (σε περίπτωση τέτοιας δυνατότητας)
- το είδος και η ποσότητα τυχών προσθέτων καυσίμου με βασικό στόχο να μειωθεί η κατανάλωση καυσίμων και οι εκπεμπόμενοι ρύποι [48].

5.9 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΩΝ ΡΥΠΩΝ

5.9.1 Μηχανικοί συλλέκτες

Το ειδικό βάρος της σωματιδιακής ύλης στις βιομηχανικές εκπομπές είναι τυπικά μια με δύο χιλιάδες φορές μεγαλύτερο του ειδικού βάρους του αερίου που το εμπριέχει. Οι μηχανικοί συλλέκτες εκμεταλλεύονται αυτή τη διαφορά στο ειδικό βάρος, ώστε να γίνει διαχωρισμός της βαριάς σωματιδιακής ύλης από το ελαφρύτερο αέριο. Οι κυριότεροι τύποι των μηχανικών συλλεκτών είναι οι εξής [47]:

- I. Οι βαρυτικοί συλλέκτες (καθίζηση δια βαρύτητας)
- II. Οι συλλέκτες εκτροπής με ανακυκλοφορία
- III. Οι κυκλώνες υψηλής απόδοσης

5.9.2 Φίλτρα από Ύφασμα (Σακόφιλτρα)

Τα σακόφιλτρα αποτελούν τους συλλέκτες που έχουν τις περισσότερες εφαρμογές στην απομάκρυνση ξηρών (άνυδρων) σωματιδίων από ένα ρεύμα εκπομπών. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία σε τέτοιου είδους φίλτρα. Βασικό χαρακτηριστικό σε όλα αυτά τα φίλτρα είναι η κατακράτηση της σκόνης από την μια πλευρά του υφάσματος, δηλαδή από την μεριά που εισάγεται το πλούσιο σε σωματίδια αέριο, ενώ από τα διάκενα του υφάσματος διαπερνά το καθαρό αέριο. Αυτά τα διάκενα σε ένα τυπικό εμπορικό σακόφιλτρο έχουν διάμετρο 100 μm. Ένας συλλέκτης αυτών των χαρακτηριστικών μπορεί να παγιδεύσει σωματίδια με διάμετρο μεγαλύτερα από ~0.5 μm [47].

5.9.3 Εκπλυτές (υγρά φίλτρα)

Οι εκπλυτές (υγρά φίλτρα) χρησιμοποιούν ένα υγρό, το οποίο τις περισσότερες φορές είναι το νερό, με σκοπό να παγιδεύσουν και να απομακρύνουν σωματιδιακή ύλη (αλλά πιθανόν και διαλυτά αέρια) από ένα ρέον ρεύμα. Το συγκεκριμένο υγρό εισέρχεται σε ένα ειδικό θάλαμο ψεκασμού (ή πλημμυρίδας) με την μορφή του ψεκασμού [47].

Θάλαμος ψεκασμού (ή πλημμυρίδας)

Σε έναν από τους πιο απλούς εκπλυτές γίνεται απομάκρυνση των αέριων ρυπαντών με μία βαρυτική εγκατάσταση θαλάμου έκπλυσης με ψεκαστήρες, στην οποία το αέριο εμφυσάται και πλένεται με νερό που απομακρύνει τη σκόνη, υπό μορφή λάσπης, στη δεξαμενή λάσπης.

Το ακάθαρτο αέριο επιβραδύνεται στο στόμιο εισόδου, περνάει μέσα απ' την δίνη που προκαλείται από τη δύναμη των ψεκαστήρων, έπειτα διέρχεται από τον τομέα απομάκρυνσης της ομίχλης (κατακράτηση υγρών σταγονιδίων), και επιταχύνεται στο στόμιο εξόδου για να ανακτήσει ξανά την ταχύτητα εισόδου.

Η επιτυχία της απομάκρυνσης έγκειται κυρίως στην σύγκρουση ανάμεσα σε ένα σωματίδιο σκόνης και μια σταγόνα νερού, με αποτέλεσμα να δεσμεύεται το πρώτο από την δεύτερη. Τα σωματίδια συλλέγονται από τα σταγονίδια του υγρού με τους παρακάτω μηχανισμούς [47]:

- *Την πρόσκρουση των μεγαλύτερων σωματιδίων σκόνης στις σταγόνες*
- *Την σύλληψη λόγω διάχυσης των λεπτών σωματιδίων*
- *Τις θερμικές κλίσεις*
- *Την συμπύκνωση υγρασίας σε σωματίδια*

5.10 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ

Εκτός των τεχνολογιών μείωσης της εκπομπής αερίων ρύπων που αναφέρονται στο κεφάλαιο 5.8, περιγράφονται στη συνέχεια κάποιες τεχνολογίες απομάκρυνσης αερίων ρύπων από τις αέριες εκπομπές.

5.10.1 Συσκευές Προσρόφησης

Η προσρόφηση αερίων ρύπων προτιμάται όταν τα αέρια αυτά έχουν την ικανότητα εκλεκτικής ρόφησης στην επιφάνεια πορωδών στερεών. Η διεργασία μπορεί να είναι ένα επιφανειακό φαινόμενο μοριακών δυνάμεων (φυσική ρόφηση), αν και κατά κύριο λόγο συμβαίνει μια επιφανειακή χημική αντίδραση (τύπου χημειορόφησης), όταν το αέριο και ο προσροφητής έρθουν σε επαφή [47].

Τα στερεά υλικά που χρησιμοποιούνται ως προσροφητές είναι συνήθως πολύ πορώδη με εξαιρετικά μεγάλους λόγους επιφανείας προς βάρος (100-2.000 m²/g). Τυπικά παραδείγματα στερεών προσροφητών είναι οι ενεργοί άνθρακες (600-2.000 m²/g), η γ-Al₂O₃ (100-200 m²/g), και η síλικά SiO₂ (200-600 m²/g). Ο ενεργός άνθρακας, για παράδειγμα, είναι άριστος για απομάκρυνση ελαφριών υδρογονανθράκων, η SiO₂ καθώς είναι ένα πολικό υλικό, έχει άριστη συμπεριφορά στην προσρόφηση πολικών αερίων (είναι χαρακτηριστική η χρήση της στην κατακράτηση υδρατμών), ορισμένοι τύποι ζεόλιθων προσροφούν εκλεκτικά το CO₂ και υδρογονάνθρακες, κ.ά. [48]

5.10.2 Συμπυκνωτές

Σε πολλές περιπτώσεις ο πιο επιθυμητός (λόγω ευκολίας) τρόπος ελέγχου εκροών ατμών πτητικών ουσιών μπορεί να γίνει με συμπύκνωση. Οι *συμπυκνωτές* μπορούν να χρησιμοποιηθούν πριν από άλλες συσκευές ελέγχου ρύπανσης ώστε να απομακρύνουν συμπυκνώσιμα συστατικά. Οι λόγοι που τους χρησιμοποιούμε είναι: (i) η ανάκτηση πολύτιμων οικονομικά προϊόντων, (ii) η απομάκρυνση συστατικών που μπορεί να είναι διαβρωτικά και να καταστρέφουν τα άλλα μέρη του συστήματος και (iii) η ελάττωση του όγκου των αερίων εκροής.

Παρότι η συμπύκνωση μπορεί να επιτευχθεί είτε μειώνοντας την θερμοκρασία είτε αυξάνοντας την πίεση, στην βιομηχανική πρακτική γίνεται κατά προτίμηση με μείωση μόνο της θερμοκρασίας [47].

5.10.3 Χημική Μετατροπή Ρύπων σε μη Ρυπογόνα Υλικά (Καυστήρες και Καταλυτικά Φίλτρα)

Είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος για τον έλεγχο των οργανικών αερίων εκπομπών, την οξειδωση των εύφλεκτων συστατικών προς νερό και διοξείδιο του άνθρακα, αλλά και για ποικίλες άλλες εφαρμογές όπου ένας ρύπος μπορεί μέσω κάποιας χημικής αντίδρασης να μετατραπεί σε μη τοξικό συστατικό. Για παράδειγμα η καταστροφή των NO_x βιομηχανικών εκπομπών γίνεται συχνά σε καταλυτικά φίλτρα

όπου εκμεταλλευόμαστε την αντίδραση των NO_x με αμμωνία για μετατροπή και των δυο σε αβλαβές N_2 . [47]

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την χημική μετατροπή ρύπων είναι δύο γενικών τύπων: (i) *καυστήρες φλόγας*, όπου τα αέρια οξειδώνονται σε έναν θάλαμο ψεκασμού στην θερμοκρασία αυτογενούς ανάφλεξης ή πάνω από αυτήν και (ii) *καταλυτικά φίλτρα*, όπου τα αέρια οξειδώνονται ή ανάγονται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από το σημείο αυτανάφλεξης.

Οι καυστήρες βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή στον έλεγχο αερολυμάτων (αεροζόλ), ατμών και οσμών. Τα καταλυτικά φίλτρα χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στην βιομηχανία για τον έλεγχο των ατμών διαλυτών και των εκπομπών οργανικών ατμών από βιομηχανικούς φούρνους, καθώς και για τον έλεγχο των NO_x .

Το κύριο πλεονέκτημα των καταλυτικών φίλτρων είναι η χαμηλή θερμοκρασία λειτουργίας τους (περίπου $300\text{-}500^\circ\text{C}$), κάτι που έχει θετικές οικονομικές επιπτώσεις. Ως μειονέκτημα μπορούμε να αναφέρουμε το συχνά υψηλό κόστος του καταλύτη. Όπως έχουμε ήδη αναλύσει στα περισσότερα καταλυτικά συστήματα υπάρχει μια βαθμιαία απώλεια δραστηριότητας εξαιτίας *δηλητηρίασης* του καταλύτη, έτσι ο καταλύτης πρέπει να αντικαθίσταται σε τακτικά διαστήματα. Άλλες μεταβλητές που επηρεάζουν τον σωστό σχεδιασμό και την λειτουργία των καταλυτικών συστημάτων είναι οι ταχύτητες ροής των αερίων (που εκφράζονται μέσω των *χρόνων παραμονής*), η έκταση της δραστηρικής επιφάνειας του καταλύτη (που συνήθως εκφράζεται μέσω της *διασποράς*), και η θερμοκρασία προθέρμανσης που είναι απαραίτητη για την πλήρη μετατροπή των υπό έλεγχο αερίων. Μετά την έναυση, οι καταλύτες αυτοσυντηρούνται θερμικά από τον εξώθερμο χαρακτήρα των αντιδράσεων που επιτελούν. Μια εκτεταμένη εφαρμογή των καταλυτικών μετατροπέων λαμβάνει χώρα στα αυτοκίνητα [47-48].

5.10.4 Βασικές Βιομηχανικές Διεργασίες

Ο έλεγχος των στατικών πηγών ρύπανσης του αέρα απαιτεί την εφαρμογή των τεχνικών ή των συσκευών ελέγχου που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Σε μερικές περιπτώσεις, για να επιτευχθεί ικανοποιητικός έλεγχος είναι απαραίτητη η χρήση περισσότερων του ενός συστημάτων ή συσκευών, που θα συνοδεύεται από ένα σχεδιασμό κατάλληλης αλληλουχίας και συνέργιας αυτών. Οι τρεις βασικές μέθοδοι προσέγγισης του προβλήματος είναι [47]:

- (i) η μετατροπή της βιομηχανικής διεργασίας σε μια λιγότερο ρυπαντική διεργασία ή ριζική τροποποίηση της υπάρχουσας, σε διεργασία χαμηλότερων εκπομπών ρύπων μέσω αλλαγών στην λειτουργία της,

- (ii) η αλλαγή του καυσίμου που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας από την βιομηχανία, με καθαρότερο καύσιμο το οποίο θα δίνει τα επιθυμητά επίπεδα εκπομπών (π.χ. αντικατάσταση του γαιάνθρακα από φυσικό αέριο), και
- (iii) η εγκατάσταση εξοπλισμού ελέγχου

Πίνακας 5.1 : Σύγκριση βιομηχανικών συστημάτων απομάκρυνσης αέριων ρύπων
 [47]

Σύστημα	Κόστος εγκατάστασης (€/ m ³) ¹	Ετήσιο κόστος λειτουργίας (€/ m ³)
Συμπυκνωτής	20.54	10.29
Απορροφητής	10.40	20.57
Εκπλυτής (για την κατακράτηση σωματιδίων)	7.20	10.29
Καυστήρας	6.02	6.17+καύσιμο
Καταλυτικό φίλτρο	8.52	20.57+καύσιμο

5.10.5 Βιομηχανίες Παραγωγής Θερμότητας, Ηλεκτρικής Ισχύος και Αποτέφρωσης

Η παραγωγή θερμότητας, η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος και η αποτέφρωση βασίζονται στην καύση, η οποία προκαλεί την εκπομπή συγκεκριμένων ρύπων. Παράγουν εκπομπές σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες και δημιουργούν ρύπανση κυρίως από ιπτάμενη τέφρα, ιδιαίτερα όταν καταναλώνουν στερεά καύσιμα. Ο λόγος της ενέργειας που θα απαιτηθεί για να ελεγχθεί η ρύπανση, προς την ολική ενέργεια που παράγεται, μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό παράγοντα επιλογής του συστήματος ελέγχου.

Υπάρχουν δυο ειδών γενικοί τύποι στάσιμων συστημάτων παραγωγής ενέργειας (θερμότητας): (i) θέρμανση οικιακών και εμπορικών χώρων και (ii) βιομηχανική παραγωγή ατμού. Τα μικρότερα συστήματα (οικιακή και εμπορική θέρμανση) συνήθως υπολογίζονται μόνο όσον αφορά την εκπομπή καπνού, αν και μπορεί να παράγουν υπολογίσιμες ποσότητες και άλλων αερίων ρύπων. Τα μεγάλα βιομηχανικά συστήματα, τα οποία παράγουν ατμό ή ηλεκτρική ενέργεια, χαρακτηρίζονται από εκπομπές σε μεγάλους ρυθμούς και απαιτείται να συμβαδίζουν με τα αυστηρά όρια που έχουν θεσπιστεί από την αντίστοιχη νομοθεσία και τους όρους έγκρισης λειτουργίας κάθε βιομηχανικής μονάδας.

Ο έλεγχος της ρύπανσης του αέρα από τις βιομηχανίες παραγωγής ενέργειας εξαρτάται από το χρησιμοποιούμενο καύσιμο και την διεργασία της καύσης.

¹ Ισοτιμία δολαρίου/ευρώ 1\$ / 0.73€ (τρέχουσες τιμές συναλλάγματος : 02/06/2014)

Εκπέμπουν μεγάλες ποσότητες σωματιδιακών ρύπων που πρέπει να ελεγχθούν με αντιρρυπαντικές τεχνολογίες, όπως πολλαπλοί κυκλώνες, σακόφίλτρα, εκπλυτές, ηλεκτροστατικά φίλτρα. Η αντιμετώπιση της ρύπανσης σωματιδιακού τύπου έχει αναφερθεί προηγουμένως.

Το SO₂ είναι ένας βασικός ρύπος που παράγουν οι προαναφερόμενες διεργασίες. Η μείωση του διοξειδίου του θείου στα επιθυμητά επίπεδα εκπομπής, μπορεί να πραγματοποιηθεί κατ' αρχήν με την χρήση καυσίμων χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο. Η χρήση κάρβουνου ή πετρελαίου χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, ακόμη και βιομάζας, όπως υπολείμματα ξύλου, μπορεί να είναι φθηνότερη από την χρήση ενός συστήματος ελέγχου SO₂ στην διεργασία.

Αν είναι απαραίτητη μια συσκευή ελέγχου για το SO₂, μπορούμε να ακολουθήσουμε κάποια από τις μεθόδους που συγκεντρώνονται στον πίνακα 5.2. Πρέπει κατ' αρχήν να αποφασίσουμε αν το προς χρήση σύστημα θα είναι υγρό ή ξηρό. Πολλά εμπορικά συστήματα χρησιμοποιούν οξειδίο του ασβεστίου, οξειδίο του μαγνησίου ή διαλύματα πηλού ή γύψου σε υδροξείδιο του νατρίου για την απομάκρυνση του SO₂ [47].

Πίνακας 5.2 : Πιθανές επιλογές για τον έλεγχο του διοξειδίου του θείου [47]

Μέθοδος	Παρατηρήσεις
Με ασβεστόλιθο ή άσβεστο (ξηρό)	Ψημένος (ασβεστοποιημένος) ασβεστόλιθος αντιδρά με SO _x . Απομάκρυνση με ξηρό σύστημα ελέγχου σωματιδίων
Με ασβεστόλιθο ή άσβεστο (υγρό)	Ο ψημένος ασβεστόλιθος αντιδρά με SO _x απομακρύνονται εν συνέχεια με υγρούς εκπλυτές
Με ανθρακικό νάτριο	Το ανθρακικό νάτριο αντιδρά με SO _x σε ξηρό σύστημα προς σουλφίδιο του νατρίου (Na ₂ S) και CO ₂ . Το Na ₂ S απομακρύνεται με σακόφίλτρα.
Έπεξεργασία με κιτρικά	Κιτρικό προστίθεται σε εκπλυτή νερού για να ενισχύσει την διάλυση του SO ₂ στο νερό. Στην συνέχεια απομακρύνεται S από το διάλυμα του κιτρικού.
Προσρόφηση από CuO	Τα οξείδια του θείου αντιδρούν με CuO προς Cu ₂ S. Μετά γίνεται απομάκρυνση με φίλτρα κατακράτησης σωματιδίων Cu ₂ S
Έκπλυση με καυστικά	Τα καυστικά εξουδετερώνουν τα SO _x . Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται σε μικρές διεργασίες

Η ξηρά απομάκρυνση του SO₂ μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας τα ίδια χημικά με αυτά των υγρών διαδικασιών, προσθέτοντάς τα σε ένα θάλαμο υπό μορφή ψεκάσμου και έπειτα απομακρύνοντας τα διεσπαρμένα οξείδια με ένα φίλτρο κλασσικού τύπου σακόφίλτρο ή ένα ηλεκτροστατικό φίλτρο. Η βιομηχανία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχει τεράστια εμπειρία σε συστήματα ελέγχου SO₂.

Ο έλεγχος των οξειδίων του αζώτου μπορεί να επιτευχθεί με καταλύτες ή απορροφητές, αλλά τα περισσότερα συστήματα ελέγχου έχουν επικεντρωθεί σήμερα

στην βελτιστοποίηση της διεργασίας καύσης ώστε να μειωθεί ο σχηματισμός των NO_x . Εξελιγμένοι καταλύτες, εξελιγμένοι καυστήρες, σταδιακή καύση, χρήση συστημάτων χαμηλής θερμοκρασίας (συστήματα ρευστοποιημένης κλίνης), αλλά και πολλά άλλα μέτρα έχουν ληφθεί σήμερα για την επίλυση του προβλήματος.

Η *αποτέφρωση* (στερεών αποβλήτων) μοιάζει με τις διεργασίες παραγωγής ενέργειας καθόσον και εδώ η κύρια διεργασία είναι η καύση με οξυγόνο. Η διεργασία της αποτέφρωσης σχεδιάζεται ως διεργασία διαχείρισης απορριμμάτων και η οποιαδήποτε μορφή ενέργειας, που είναι επόμενο ότι θα παραχθεί, θεωρείται δευτερογενές προϊόν. Δεν είναι δηλαδή, προς το παρόν τουλάχιστον, ο αυτοσκοπός μας η παραγωγή ενέργειας μ' αυτή τη διεργασία, αν και οι υπάρχουσες τάσεις υποδηλώνουν μια τέτοια πιθανή εξέλιξη.

Ένας κλίβανος αποτέφρωσης απορριμμάτων λειτουργεί συνήθως με καύσιμο ποικίλης και περιοδικά μεταβαλλόμενης χημικής σύστασης, υγρασίας, φυσικών ιδιοτήτων και *Θερμικής αξίας*. Επίσης, ένα καύσιμο το οποίο χρησιμοποιείται σε ένα μέρος μπορεί να διαφέρει ριζικά από κάποιο άλλο, το οποίο χρησιμοποιείται σε ένα κλίβανο του ίδιου σχεδιασμού αλλά σε διαφορετικό μέρος.

Οι αέριοι ρύποι από τους κλίβανους απορριμμάτων αποτελούνται από μικροσωματίδια (ιπτάμενη τέφρα, άνθρακα, μέταλλα, οξειδία των μετάλλων κα.), εύφλεκτα αέρια, όπως CO , οργανικές πτητικές ενώσεις (VOCs), πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες και μη εύφλεκτα αέρια, όπως οξείδια του αζώτου, οξείδια του θείου και υδροχλώριο.

Τα οξείδια του αζώτου σχηματίζονται με δύο μηχανισμούς: θερμικά NO_x , όταν ατμοσφαιρικό οξυγόνο και άζωτο ενώνονται στην υψηλή θερμοκρασία του φούρνου, και καύσιμα NO_x , όταν καίγονται αζωτούχες οργανικές ενώσεις. Οι εκπομπές υδροχλωρίου (HCl) είναι υψηλές λόγω των μεγάλων συνήθως ποσοτήτων αλογονομένων πολυμερών στα απορρίμματα, με σημαντικότερο το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC). Ένα 1kg καθαρού PVC αποδίδει περίπου 0.6 kg HCl. Οι εκπομπές πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων σχετίζονται άμεσα με τον βαθμό ελέγχου της καύσης.

Συστήματα ελέγχου, που βασίζονται στην έκπλυση με υγρά, μπορούν να απομακρύνουν μερικά υδροδιαλυτά αέρια, αλλά το μεγάλο πρόβλημα που παραμένει είναι η διαχείριση της σωματιδιακής ύλης. Έτσι, το σύστημα ελέγχου της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μιας διεργασίας αποτέφρωσης στερεών αποβλήτων αποτελείται συνήθως από μια απλή συσκευή απορρόφησης (έκπλυσης), και ένα πολλαπλό κυκλώνα μικρής διαμέτρου ή ένα ηλεκτροστατικό φίλτρο. Οι πολλαπλοί κυκλώνες είναι τα φθηνότερα συστήματα, ενώ τα ηλεκτροστατικά φίλτρα είναι τα ακριβότερα [47] .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΜΑΚΡΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κοινωνική, οικονομική και πολιτισμική ανάπτυξη του ανθρώπου στο πέρασμα του χρόνου έχει καταστεί δυνατή με την ανάπτυξη από αυτόν, κατάλληλων δεξιοτήτων και τεχνικών για την εκμετάλλευση των ενεργειακών πηγών. Οι περισσότερες και κυριότερες καθημερινές ανάγκες του ανθρώπου, όπως τροφή, υγιεινή, μεταφορά, φωτισμός, ψύξη και θέρμανση, βασίζονται στην ενεργειακή εκμετάλλευση πόρων. Αυτή η εξάρτηση φαίνεται να εμφανίζει μια σχέση γεωμετρικής προόδου όσο ο ρυθμός ανάπτυξης του ανθρώπου αυξάνεται σε όλα τα επίπεδα (οικονομικό, κοινωνικό, πολιτισμικό). Οι ενεργειακές ανάγκες του ανθρώπου στηρίζονται ως επί το πλείστον στην εκμετάλλευση ορυκτών πόρων, όπως το φυσικό αέριο, πετρέλαιο και τα παράγωγά τους. Δυστυχώς, καμία μορφή εκμετάλλευσης δεν υφίσταται χωρίς παράλληλα να συνοδεύεται από μειονεκτήματα, στην προκειμένη περίπτωση τα μειονεκτήματα της στήριξης των ενεργειακών μας αναγκών στους ορυκτούς πόρους συγκεντρώνονται τόσο στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τις προεκτάσεις αυτών όσο και στην εξάντληση των φυσικών πόρων [39].

6.2 ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν αναγνωριστεί επιστημονικά αλλά και μέσω της κοινής παρατήρησης οι επιπτώσεις της υπερβολικής χρήσης των ορυκτών κυρίως πόρων του πλανήτη. Η διαπίστωση αυτή έχει οδηγήσει τους ανθρώπους στον προβληματισμό για την περίπτωση αλλαγής πορείας και σκεπτικού ως προς τον τρόπο κάλυψης των ενεργειακών αναγκών με παράλληλη όμως διατήρηση σε ικανοποιητικά μεγέθη της οικονομίας και της κοινωνικής πραγματικότητας. Η παραπάνω ιδέα έχει οδηγήσει στον σχηματισμό ενός νέου πλαισίου αντιμετώπισης της ενεργειακής εκμετάλλευσης και τις προεκτάσεις της και έχει ονομαστεί ως «Αειφόρος ανάπτυξη». Ο όρος «αειφορία» χρησιμοποιείται στην επιστήμη της δασολογίας για να εκφράσει την εσκεμμένη παραγωγή ενός αγαθού από το δάσος κατά τρόπο ώστε να μην μειώνεται η παραγωγική του ικανότητα και ταυτόχρονα να μην επηρεάζονται οι περιβαλλοντικές σχέσεις. Κατά αντιστοιχία, η αειφόρος ανάπτυξη περιλαμβάνει όλες τις ενέργειες σε τεχνολογικό και πολιτικό επίπεδο που

σκοπό έχουν την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών με παράλληλη επίτευξη του ελάχιστου οικονομικού, κοινωνικού και περιβαλλοντικού κόστους [39].

Από τον παραπάνω ορισμό γίνεται αντιληπτό πως η κεντρική ιδέα της αειφόρου ανάπτυξης δεν είναι απλά να λύσει το ενεργειακό ή περιβαλλοντικό πρόβλημα αλλά να επικεντρωθεί σε ένα ενιαίο πλαίσιο στρατηγικής λειτουργίας στο χώρο της ενέργειας, τέτοιον ώστε η απαραίτητες μελλοντικές τεχνολογικές, πολιτικές, και κοινωνικές αλλαγές να μην επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό - ή ακόμη και να υπονομεύουν - την οικονομία, το περιβάλλον και την κοινωνία. Αν θα θέλαμε να προσδιορίσουμε τον χώρο δράσης της αειφόρου ανάπτυξης θα τον τοποθετούσαμε στον σημείο που αλληλοκαλύπτονται οι τρεις βασικοί πυλώνες α) Οικονομία, β) Περιβάλλον και γ) Κοινωνία, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 6.1.



Σχήμα 6.1: Η τοποθέτηση της αειφόρου ανάπτυξης στους πυλώνες ανάπτυξης [39]

Η επίτευξη του παραπάνω στόχου πραγματοποιείται με δύο τρόπους [39]:

- α) Ανάπτυξη τεχνολογιών και εκ νέου βελτιστοποίηση υπαρχόντων που θα εστιάζουν στην αύξηση της απόδοσης των συστημάτων και των διεργασιών που εκτελούν.
- β) Αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Από τους παραπάνω τρόπους, η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί και το κύριο αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

6.3. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Θέλοντας να δώσουμε ένα ευρύτερο προσδιορισμό των Α.Π.Ε. κρίνεται σκόπιμο να πραγματοποιήσουμε μια στάση στον ορισμό της ενέργειας γενικότερα. Ενέργεια ορίζεται η ικανότητα ενός σώματος ή συστήματος να παράγει έργο. Ως εκ τούτου τα στερεά, υγρά και αέρια που χρησιμοποιούνται αποτελούν πηγές ενέργειας. Η ενέργεια που εμπεριέχεται στις φυσικές πηγές ενέργειας ονομάζεται πρωτογενής ενέργεια, ενώ με την μετατροπή της λαμβάνουμε την δευτερογενή, όπως για παράδειγμα τον ηλεκτρισμό. Η ενέργεια απαντάται στην φύση σε διάφορες μορφές, οι οποίες χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές εφαρμογές, μετατρέπονται σε άλλες μορφές, αποθηκεύονται και γίνονται εκμεταλλεύσιμες με τη χρήση διαφορετικών τεχνολογιών. Οι μορφές της ενέργειας συνοψίζονται στις παρακάτω [40]:

1. Ηλεκτρική ενέργεια: Είναι η ενέργεια που μεταφέρουν τα κινούμενα ηλεκτρόνια (ηλεκτρικό ρεύμα) από μόριο σε μόριο ενός αγωγού, όταν σε αυτόν εφαρμοστεί μια διαφορά δυναμικού.
2. Χημική ενέργεια: Είναι η ενέργεια που παράγεται κατά την διάσπαση των μορίων στα δομικά στοιχεία τους τα άτομα. Η ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί σε ηλεκτρική, χημική ή θερμική μορφή, πχ μπαταρίες.
3. Μηχανική ενέργεια: Αποτελεί την ενέργεια που πηγάζει από δύναμη που εφαρμόζεται σε ένα μέσο και διαχωρίζεται σε κινητική και δυναμική.
4. Πυρηνική ενέργεια: Παράγεται από την σχάση – διάσπαση βαρέων ασταθών πυρήνων ατόμων. Η μορφή της ενέργειας που απελευθερώνεται κατά την σχάση είναι θερμική.
5. Θερμική ενέργεια: Το ποσό της θερμικής ενέργεια που αποθηκεύεται σε ένα υλικό και προέρχεται από το άθροισμα κινητικής και δυναμικής ενέργειας του συνόλου των μορίων ενός υλικού.
6. Ηλεκτρομαγνητική ενέργεια: Η ενέργεια που μεταφέρεται με την μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η οποία προέρχεται από ηλεκτρικά ή μαγνητικά πεδία. Χαρακτηριστικότερο παράδειγμα της κατηγορίας αυτής η ηλιακή ενέργεια.

Μετά την σύντομη παρουσίαση των βασικών ορισμών και μορφών ενέργειας που προηγήθηκε, το επόμενο βήμα είναι η είσοδος της παρούσας εργασίας στο πεδίο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ξεκινώντας από τον ορισμό τους. Ο ορισμός των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει αποδοθεί με διάφορες ερμηνείες από την επιστημονική κοινότητα, ο επικρατέστερος ορισμός σύμφωνα με την βιβλιογραφία είναι ότι ως ανανεώσιμη πηγή ενέργεια θεωρείται εκείνη η μορφή της ενέργεια η οποία παραμένει θεωρητικά ανεξάντλητη στο διηνεκές και φυσικά μπορεί να την εκμεταλλευτεί ο άνθρωπος με ασφαλή και σταθερό τρόπο [41]. Οι μορφές ενέργειας που υπακούουν στους παραπάνω περιορισμούς συνοψίζονται στις παρακάτω:

1. Ηλιακή ενέργεια
2. Αιολική ενέργεια
3. Βιομάζα
4. Υδροηλεκτρική ενέργεια
5. Γεωθερμική ενέργεια
6. Παλίρροιακή και Κυματική ενέργεια
7. Ωκεάνια Θερμική ενέργεια²

Τα βασικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που έχουν παρατηρηθεί μέχρι σήμερα δίνονται στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1: Πλεονεκτήματα μειονεκτήματα Α.Π.Ε. ανά πυλώνα ανάπτυξης [50]

Πυλώνες	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Περιβάλλον	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση εκπομπών ρύπων • Βελτίωση ποιότητας νερού • Μείωση των εκπομπών στον τομέα των μεταφορών • Διανομή ηλεκτρικής ενέργειας 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρήση γης • Θερμική ρύπανση • Θόρυβος • Αλλαγές στο τοπικό οικοσύστημα • Μετακίνηση πληθυσμών • Οπτική Ρύπανση
Οικονομία	<ul style="list-style-type: none"> • Ενεργειακή απεξάρτηση • Ρυθμιστής τιμών προσφοράς • Αποκέντρωση ενεργειακών αγορών • Ανάπτυξη οικονομίας 	<ul style="list-style-type: none"> • Υψηλό κόστος επένδυσης • Χαμηλή απόδοση συστημάτων • Χαμηλή τιμή πώλησης ενέργειας • Χαμηλή χρηματοδότηση
Κοινωνία	<ul style="list-style-type: none"> • Διασπορά θέσεων εργασίας • Εξηλεκτρισμός απομακρυσμένων περιοχών • Ανάπτυξη τεχνολογίας, 	<ul style="list-style-type: none"> • Έλλειψη εμπειρίας και οικειότητας με τις Α.Π.Ε.

² Η θάλασσα καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της γης και είναι μια τεράστια αποθήκη κινητικής ενέργειας αποθηκευμένης στα κύματα, τις παλίρροιας και τα θαλάσσια ρεύματα. Οι ωκεανοί, ως φυσικοί αποταμιευτές μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας.

παραγωγή γνώσης

6.4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ Α.Π.Ε.

Η ανάγκη αναζήτησης εναλλακτικών μορφών ενέργειας φιλικότερων στο περιβάλλον για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών από τα περισσότερα κράτη του πλανήτη (κυρίως τα αναπτυσσόμενα) άρχισε να γιγαντώνει καθώς τα ίδια αλλά και το σύνολο του πλανήτη γεύονταν την εμπειρία τρομακτικών οικονομικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Σταθμοί των παραπάνω γεγονότων αποτέλεσαν η πετρελαϊκή κρίση το 1973 και 1979 και η σύναψη του πρωτοκόλλου του Κιότο για τον περιορισμό εκπομπής αερίων ρύπων. Σήμερα η συμμετοχή των Α.Π.Ε. στην παγκόσμια παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας κατέχει ένα σημαντικό ποσοστό σε σχέση με την χρονική διάρκεια από την εμφάνισή τους μέχρι σήμερα [40]. Στο σχήμα 6.2 απεικονίζονται ποσοτικά τα ποσοστά κατανομής πρωτογενούς παραγωγής της συνολικής ενέργεια σε παγκόσμια κλίμακα για το έτος 2012.



Σχήμα 6.2: Συνολική παραγωγή πρωτογενή τομέα [51]

Παρόλο που τα στοιχεία είναι ενθαρρυντικά και φαίνεται πως έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικά βήματα προς την κατεύθυνση των Α.Π.Ε., τα κράτη επαναπροσδιορίζουν συνεχώς τους στόχους τους σχετικά με τα ποσοστά

εξυπηρέτησης των ενεργειακών αναγκών τους αποκλειστικά από Α.Π.Ε. Σε αυτήν την κατεύθυνση κινείται και η Ευρώπη, η οποία συνεχώς παίρνει μέτρα και επαναπροσδιορίζει στα κράτη, τους στόχους ανάπτυξης των Α.Π.Ε. και της κάλυψης συγκεκριμένων ποσοστού της συνολικής κατανάλωσης της ενέργεια για κάθε κράτος ξεχωριστά, με τη επιβολή ευρωπαϊκών οδηγιών, που προβλέπουν ακόμη και κυρώσεις σε περίπτωση αποτυχίας των ενεργειακών στόχων. Στον πίνακα 6.2 παρουσιάζονται τα δεδομένα με το μερίδιο Α.Π.Ε. του 2010 για τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθώς και οι στόχοι που έχουν θέσει στο μέλλον.

Πίνακας 6.2 : Απεικόνιση προόδου χωρών μελών της ΕΕ στη χρήση των Α.Π.Ε. [52]

Κράτος μέλος Ε.Ε.	Μερίδιο Α.Π.Ε. 2005 (%)	Μερίδιο Α.Π.Ε. 2010 (%)	1 ^{ος} ενδιάμεσος στόχος (%)	Στόχος των Α.Π.Ε. για 2020 (%)
Αυστρία	23,3	30,1	25,4	34
Βέλγιο	2,2	5,4	4,4	13
Βουλγαρία	9,4	13,8	10,7	16
Κύπρος	2,9	5,7	4,9	13
Τσεχία	6,1	9,4	7,5	13
Γερμανία	5,8	11	8,2	18
Δανία	17	22,2	19,6	30
Εσθονία	18	24,3	19,4	25
Ελλάδα	6,9	9,7	9,1	18
Ισπανία	8,7	13,8	10,9	20
Φιλανδία	28,5	33	30,4	38
Γαλλία	10,3	13,5	12,8	23
Ουγγαρία	4,3	8,8	6	13
Ιρλανδία	3,1	5,8	5,7	16
Ιταλία	5,2	10,4	7,6	17
Λιθουανία	15	19,7	16,6	23
Λουξεμβούργο	0,9	3	2,9	11
Λετονία	32,6	32,6	34	40
Μάλτα	0	0,4	2	10
Κάτω Χώρες	2,4	3,8	4,7	14
Πολωνία	7,2	9,5	8,8	15
Πορτογαλία	20,5	24,6	22,6	31
Ρουμανία	17,8	23,6	19	24
Σουηδία	39,8	49,1	41,6	49
Σλοβενία	16	19,9	17,8	25
Σλοβακία	6,7	9,8	8,2	14
Ηνωμένο Βασίλειο	1,3	3,3	4	15

E.E.	8,5	12,7	10,7	20
-------------	------------	-------------	-------------	-----------

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα 6.2, η Ελλάδα αντιμετωπίζει την πρόκληση της επίτευξης των Ευρωπαϊκών στόχων του 2020, σύμφωνα με τους οποίους δεσμεύεται ότι θα πετύχει ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην συνολική ενεργειακή κατανάλωση της τάξεως του 18% έως το έτος αυτό [43].

Η στρατηγική επίτευξης του στόχου αυτού περνά μέσα από νομοθετικές πράξεις που προωθεί η Ελληνική κυβέρνηση έτσι ώστε να προσελκύσει επενδυτές, οι οποίοι θα εγκαταστήσουν μονάδες παραγωγής Α.Π.Ε. Τα οφέλη για το Ελληνικό κράτος αλλά και οποιοδήποτε άλλο κράτος που επιδιώκει ευρεία χρήση των Α.Π.Ε. είναι εκτός από περιβαλλοντική αλλά και κοινωνικό-οικονομική με πρωταρχικό την μείωση της ανεργίας και την αύξηση του Α.Ε.Π. Σήμερα όλες οι προσπάθειες έχουν οδηγήσει σε αποτελέσματα όπως την είσοδο του φυσικού αερίου σε ευρεία κλίμακα και με ανταγωνιστική τιμή καθώς επίσης και την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Τα νέα αυτά στοιχεία οδηγούν στη μείωση της εξάρτησης της χώρας από το πετρέλαιο με όλα τα οφέλη που συνεπάγεται αυτό για την εθνική οικονομία και για την προστασία του περιβάλλοντος. Ήδη το 2013 το 14,97 % της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο διασυνδεδεμένο δίκτυο και το 18,25 % στο μη διασυνδεδεμένο δίκτυο της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) στην Ελλάδα προέρχεται από Α.Π.Ε., ενώ το 11,12 % παράγεται από υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις [56].

6.5 ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1) Στόχοι 20-20-20

Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στην Κοινότητα θα πρέπει να συνεχίσουν να μειώνονται και πέραν του 2020 ως τμήμα των προσπαθειών της Κοινότητας να συμβάλει στην επίτευξη αυτού του παγκόσμιου στόχου μείωσης των εκπομπών. Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Μαρτίου 2007 αποφάσισε ότι, έως ότου συναφθεί παγκόσμια και συνολική συμφωνία για τη μετά το 2012 περίοδο, η Κοινότητα αναλαμβάνει μονομερή δέσμευση να επιτύχει μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου τουλάχιστον κατά 20 % έως το 2020, σε σχέση με το 1990. Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο ενέκρινε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την κλιματική και ενεργειακή πολιτική με στόχο την καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος και την αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας της E.E., ενισχύοντας παράλληλα την ανταγωνιστικότητα της και την μετατροπή της σε μια ιδιαίτερα αποδοτική από

ενεργειακή άποψη οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Οι απαιτήσεις που υιοθετήθηκαν από τους αρχηγούς κρατών και κυβερνήσεων αφορούσαν [53]:

- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% κάτω από τα επίπεδα του 1990
- 20% της κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές
- Μείωση κατά 20% στη χρήση πρωτογενούς ενέργειας σε σύγκριση με τα προβλεπόμενα επίπεδα μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Οι παραπάνω απαιτήσεις είναι γνωστές ως στόχοι 20-20-20.

2) Αδειοδότηση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα

Όπως προαναφέρθηκε, τον Ιανουάριο του 2008 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε δεσμευτική νομοθεσία για την υλοποίηση των στόχων 20-20-20. Η γνωστή ως «δέσμη για το κλίμα και την ενέργεια», η οποία συμφωνήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο τον Δεκέμβριο του 2008 και έγινε νόμος τον Ιούνιο του 2009, περιλαμβάνει τα παρακάτω νομοθετήματα:

1. Την Οδηγία 2009/29/ΕΚ «για τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/ΕΚ με στόχο τη βελτίωση και την επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου της Κοινότητας»
2. Την απόφαση 406/2009/ΕΚ «περί των προσπαθειών των κρατών μελών να μειώσουν τις οικείες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, ώστε να τηρηθούν οι δεσμεύσεις της Κοινότητας για μείωση των εκπομπών αυτών μέχρι το 2020».

Για να συμφέρι οικονομικά η επιδιωκόμενη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 20 % έναντι των επιπέδων του 1990 μέχρι το 2020, θα πρέπει να συμβάλουν στις μειώσεις των εκπομπών όλοι οι τομείς της οικονομίας. Συνεπώς, τα κράτη μέλη θα πρέπει να εφαρμόσουν πρόσθετες πολιτικές και μέτρα σε μια προσπάθεια περαιτέρω περιορισμού των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από πηγές που δεν καλύπτει η οδηγία 2003/87/ΕΚ. Η απόφαση αφορά τον επιμερισμό της προσπάθειας των Κρατών Μελών για μείωση των εκπομπών από τομείς που δεν καλύπτονται από το σύστημα εμπορίας, όπως οι μεταφορές, ο οικιακός τομέας, η γεωργία και τα απόβλητα [53].

6.6 ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ Α.Π.Ε. ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Τον Μάιο του 1998 το Συμβούλιο Υπουργών Ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης συνεδρίασε στις Βρυξέλλες και συζήτησε την Λευκή Βίβλο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Η Λευκή Βίβλος αποτελεί ένα οδηγό που

περιλαμβάνει τα απαραίτητα μέτρα που απαιτούνται για την ανάπτυξη της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον ευρωπαϊκό χώρο. Με αφορμή την Λευκή Βίβλο και τις Ευρωπαϊκές οδηγίες το Ελληνικό κράτος προχώρησε στην θέσπιση ενός πλέγματος νόμων προσανατολισμένων στους στόχους που έχει θέσει, χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτών είναι τα παρακάτω [43]:

- Ν. 2773/1999 «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας» (ΦΕΚ Α-286). Ο νόμος ουσιαστικά επικυρώνει την ευρωπαϊκή οδηγία ΟJ L27/30.1.1997, βάσει της οποίας θεσμοθετείται η απελευθέρωση των εσωτερικών αγορών ηλεκτρικής ενέργειας των κρατών μελών. Παράλληλα δημιουργούνται δυο νέοι φορείς, η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.), υπό την μορφή ανεξάρτητης αρχής, και ο Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε.), υπό τη μορφή ανώνυμης εταιρείας. Ο ρόλος των παραπάνω φορέων είναι η εύρυθμη λειτουργία της αγοράς, και η αποτελεσματική ανάπτυξη του ανταγωνισμού.
- Ν. 2941/2001 «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
- Ν. 3175/2003 Με τον νόμο αυτό ενισχύεται ο ανταγωνισμός στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, με παράλληλη προσπάθεια διασφάλισης της επάρκειας ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ν.3468 (ΦΕΚ.Α'129), Ο νόμος εντάσσει στο ελληνικό δίκαιο την Οδηγία 2001/77/ΕΚ, L.283 και παράλληλα προωθείται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες Α.Π.Ε. και μονάδες Συμπαγωγής.
- Ν. 3752/2009 «Τροποποιήσεις επενδυτικών νόμων (επενδυτικά σχέδια παραγωγής ηλεκτρισμού από ήπιες μορφές ενέργειας) και άλλες Διατάξεις» (ΦΕΚ 40/Α/04.03.2009).
- Ν.3734/2009 «Πρώθηση της συμπαγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας» (ΦΕΚ 8/Α/28.01.2009): Ο νόμος εντάσσει στο ελληνικό δίκαιο την Οδηγία 2004/8/ΕΚ για την πρώθηση της Συμπαγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης και αναπροσαρμόζει τα τιμολόγια απορρόφησης της ενέργειας που παράγεται από Φωτοβολταϊκούς σταθμούς.
- ΚΥΑ «Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» (ΦΕΚ 246/Β/03.12.2008).
- ΥΑΠΕ/Φ1/14810 (ΦΕΚ 2373 Β'/25.10.2011) «Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Σ.Η.Θ.Υ.Α.»

6.7 ΤΟΜΕΙΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ Α.Π.Ε. (ΕΜΕΣΑ Η ΑΜΕΣΑ)

Οι τομείς της οικονομίας που εμφανίζουν ένταση στην χρησιμοποίηση Α.Π.Ε./ στην Ελλάδα είναι ο πρωτογενής, ο δευτερογενής και ο τριγενής τομέας. Θέλοντας να κατατάξουμε τους τομείς σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat το μικρότερο μερίδιο επένδυσης σε Α.Π.Ε. το κατέχει ο πρωτογενής τομέας αφού έχει περιοριστεί κυρίως στην χρήση ενέργειας από βιομάζα (βιοαιθανόλη - βιοντήζελ) με ποσοστό 0.84% ακολουθεί ο τριτογενής τομέας με 27,53% και την πρώτη θέση καταλαμβάνει ο δευτερογενής τομέας με ποσοστό 71.62%. Στον Πίνακα 6.3 που ακολουθεί παρουσιάζονται αναλυτικά ανά τομέα οι επενδύσεις σε Α.Π.Ε. για την Ε.Ε. [43].

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
 ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

Πίνακας 6.3: Επενδύσεις σε εκατομμύρια ευρώ ανά τομέα οικονομικής δραστηριότητας την τρέχουσα δεκαετία [54]

ΤΟΜΕΙΣ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Γεωργία ,θήρα δασοκομία	6,2	7,4	8,8	10,2	11,8	31,3	40,4	50,5	61,8	74,3	88,3
Ορυχεία Λατομεία	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
Τρόφιμα & ποτά	18,9	20,1	21,3	22,5	23,8	25,2	27,1	29,1	31,2	33,5	35,9
Χημικά	5	5,4	5,7	6	6,4	17,7	22,8	28,4	34,6	41,5	49,2
Πλαστικά	132	133,2	134,5	135,7	136,9	138,1	141,6	143,1	144,7	146,3	147,8
Μέταλλα	180	177,4	174,2	171,1	167,9	164,8	178,4	175,3	172,2	169	165,9
Μηχανήματα & εξοπλισμός	1.039	1.036,8	1.034,7	1.032	1.030	1.028,3	1.042	1.042	1.042	1.041,7	1.041,6
Ηλεκτρικός εξοπλισμός/οπτικά	441	442,5	444	445,7	447,3	449	445	447,6	450,2	452,8	455,4
Μεταφορές	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
Ηλιακή ενέργεια, φυσικό αέριο, νερό	-19,5	-40	-60,7	-81,4	-102	-122,6	-143	-164	-184	-205	-225,5
Κατασκευαστικές εργασίες	1.304	1.300,4	1.296,7	1.293	1.289,4	1.289,5	1.279,4	1.277,9	1.276,7	1.275,9	1.275,4
Υπηρεσίες εμπορίου	436,9	438,2	439,5	440,8	442,1	443,4	444,7	446	447,3	448,6	449,9
Υπηρεσίες ξενοδοχείων	21,9	22,4	22,9	23,4	23,9	24,4	25,8	26,5	27	27,7	28,3
Υπηρεσίες επικοινωνιών	155	157,3	159,2	161	162,9	164,8	168,4	170,3	172,3	174,2	176,2
Χρηματοπιστωτικές Υπηρεσίες	33,8	40,7	47,6	54,4	61,3	68,2	77	85	93	101	109
Υπηρεσίες ακινήτων	316,6	325,1	333,6	342	350,5	359	370,4	380,9	391,4	401,9	412,4

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ Η ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

Υπηρεσίες κοινωνικού & ατομικού χαρακτήρα	26,5	40,2	54	67,8	81,5	95,3	109,1	122,8	136,6	150,4	164,2
ΣΥΝΟΛΟ	4.112,3	4.120,9	4.129,7	4.138,8	4.148	4.190,2	4.242,9	4.275,6	4.310,5	4.347,9	4.387,9

6.8 ΑΓΟΡΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Λόγω της απουσίας κόστους σε καύσιμα για την παραγωγή ηλιακής και αιολικής ενέργειας εμφανίζεται το φαινόμενο της μετατροπής του κόστους αυτού σε επένδυση σε θέσεις εργασίας στη βιομηχανία κατασκευής συστημάτων παραγωγής Α.Π.Ε. Η Λευκή Βίβλος για τις Α.Π.Ε. παρέχει τις κατάλληλες οδηγίες εφαρμογής πρακτικών που στόχο έχουν την μαζική δημιουργία θέσεων εργασίας μέσα στην Ε.Ε. Αρκετές ευρωπαϊκές βιομηχανικές ενώσεις εκτιμούν ότι οι θέσεις εργασίας που θα δημιουργηθούν σε αυτόν τον τομέα θα είναι πάνω από 1,6 εκατομμύρια [43].

6.9 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΛΟΥΣΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Η παρούσα ενότητα στοχεύει στην κατάδειξη των επιπτώσεων και του τρόπου επιρροής των τομέων της οικονομίας και στους τρεις πυλώνες της αειφορίας από την είσοδο των Α.Π.Ε. Η προσπάθεια μέτρησης των παραπάνω μεταβλητών προϋποθέτει την χρησιμοποίηση ενός συνόλου δεικτών, οι οποίοι παρέχουν τις πληροφορίες της τρέχουσας κατάστασης και της εξέλιξης των βασικών οικονομικών, δημογραφικών περιβαλλοντικών και κοινωνικών μεγεθών. Η τεχνική της μέτρησης με την βοήθεια δεικτών εφαρμόζεται με επιτυχία εδώ και πάρα πολλά χρόνια και αποτελεί πλέον μια καθιερωμένη πρακτική. Οι επιστημονική κοινότητα έχει αναπτύξει στο πέρασμα του χρόνου μια πλειάδα δεικτών, οι οποίοι δημιουργήθηκαν με βάση διεθνή πρότυπα δημιουργίας δεικτών διότι σκοπός του δείκτη είναι να παρέχει κατά το δυνατόν μια μονοσήμαντη εικόνα της κατάστασης ή της τάσης της μεταβλητής που μετρά [45].

Η μεθοδολογία που θα περιγράφεται στην παρούσα εργασία για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων είναι η ακόλουθη [43]:

- Βήμα 1: Επιλογή κατάλληλου συστήματος δεικτών
- Βήμα 2: Επιλογή Οικονομικού, Κοινωνικού και Περιβαλλοντικού δείκτη
- Βήμα 3: Επίδραση των δεικτών στους τομείς της οικονομίας (Πρωτογενής, Δευτερογενής, Τριτογενής)

Στη συνέχεια αναφέρονται οι συχνότερα χρησιμοποιούμενοι δείκτες στη βιβλιογραφία :

- 1) European Common Indicators
- 2) Urban Audit
- 3) European Sustainability Index
- 4) OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development)

Ως καταλληλότερα συστήματα από τα οποία θα χρησιμοποιηθούν δείκτες, είναι το σύστημα European Common Indicators και το σύστημα δεικτών του ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης - OECD).

Το κριτήριο επιλογής των δεικτών γίνεται με γνώμονα τις δύο ακόλουθες προϋποθέσεις:

- 1) Ο τρόπος υπολογισμού του δείκτη να επηρεάζεται από τους τομείς της οικονομίας
- 2) Να ανήκει σε ένα από τους πυλώνες της αειφόρου ανάπτυξης.

Σύμφωνα με τις παραπάνω προϋποθέσεις επιλεχτήκαν οι παρακάτω δείκτες [43], όπως αυτοί παρουσιάζονται στον πίνακα 6.4.

Πίνακας 6.4 : Παρουσίαση δεικτών [43]

Πυλώνες	Δείκτης	Περιγραφή	Μεθοδολογία Υπολογισμού
Οικονομία	Τομεακή κατανομή Α.Ε.Π.	Ο δείκτης υπολογίζει το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν που αντιστοιχεί στους διάφορους τομείς της Οικονομίας	Το σύνολό του Α.Ε.Π. κατανέμεται στους διάφορους τομείς παραγωγικότητας της οικονομίας
Περιβάλλον	Εκπομπές Ατμοσφαιρικών ρύπων	Ο δείκτης εκφράζει τη συνολική ποσότητα των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων σε ετήσια βάση	Οι τιμές του δείκτη λαμβάνονται από τα στοιχεία του Υ.Π.Ε.Κ.Α.
Κοινωνία	Απασχόληση	Ο δείκτης δίνει στοιχεία σχετικά με την απασχόληση εργαζομένων ανά τομέα απασχόλησης, λαμβάνοντας υπόψη και το ποσοστό ανεργίας	Υπολογίζει τον αριθμό των εργαζομένων, οι οποίοι κατανέμονται στους διάφορους τομείς απασχόλησης.

Ο προσδιορισμός των επιπτώσεων από την χρήση των Α.Π.Ε. θα παρουσιαστεί από την οπτική των δεικτών, οι οποίοι παρουσιάστηκαν στον πίνακα 6.4. Ξεκινώντας από τον πρώτο πυλώνα την οικονομία και τον δείκτη που είναι η τομεακή κατανομή του Α.Ε.Π., γίνεται αμέσως σαφές πως οι Α.Π.Ε. έχουν ισχυρή επίδραση στον δείκτη και κατ' επέκταση στην οικονομία μιας και οι βασικές συνιστώσες που αθροιστικά καθορίζουν τον υπολογισμό του Α.Ε.Π. είναι: α) κατανάλωση, β) επένδυση, γ) δημόσιες δαπάνες για την αγορά αγαθών και υπηρεσιών και (δ) καθαρές εξαγωγές μείον τις εισαγωγές.

Ακόμη οι παραπάνω παράγοντες βρίσκουν πεδίο δράσης και στους τρεις τομείς της οικονομίας. Έτσι, με την είσοδο ολοένα και περισσότερων Α.Π.Ε. στην οικονομία

εξασφαλίζεται η κάλυψη των αυξανόμενων αναγκών της κατανάλωσης στον ενεργειακό τομέα, αυξάνονται οι επενδύσεις για την εγκατάσταση και λειτουργία των Α.Π.Ε. Ενώ το δημόσιο δαπανά κεφάλαια για την στήριξη και προσέλκυση νέων επενδυτών και τέλος υπάρχει και η δυνατότητα μείωσης της εισαγόμενης ενέργειας, γεγονός που επιδρά ανοδικά στο τελικό ποσό των εξαγωγών.

Ο δεύτερος δείκτης επιδρά στον πυλώνα του περιβάλλοντος και συγκεκριμένα εκφράζει τη συνολική ποσότητα των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων σε ετήσια βάση. Προβάλλοντας τις επιπτώσεις ενός δείκτη στους τομείς της οικονομίας επιδρά δραστικά στον πρωτογενή τομέα, όπου οι ποιότητα των αγαθών της γης και του νερού είναι καθοριστική για την ανάπτυξή του. Στον τριτογενή τομέα η επίδραση του δείκτη έμμεσα θα επηρεάζει τον κλάδο του τουρισμού, όπου η προσέλκυση τουριστών βασίζεται και στην εικόνα του περιβάλλοντος που θα επισκεφτεί ο τουρίστας. Τέλος στον δευτερογενή τομέα ο δείκτης επηρεάζει επιχειρήσεις, οι οποίες χρησιμοποιούν κατά την διαδικασία παραγωγής προϊόντων συστατικά του ατμοσφαιρικού αέρα (π.χ. οξυγόνο). Συνεπώς το επιθυμητό αποτέλεσμα του δείκτη είναι να παραμένει σε χαμηλές τιμές.

Ο τρίτος δείκτης επιδρά στον πυλώνα της κοινωνίας και δίνει στοιχεία σχετικά με την απασχόληση εργαζομένων ανά τομέα απασχόλησης, λαμβάνοντας υπόψη και το ποσοστό ανεργίας. Η απασχόληση συνδέεται άμεσα με την καταναλωτική και φοροδοτική ευχέρεια του πολίτη, συνεπώς είναι ξεκάθαρο ότι μειωμένη απασχόληση επηρεάζει καθοριστικά και τους τρεις τομείς της οικονομίας προκαλώντας μια μείωση της ζήτησης και άρα ύφεση σε όλους τους κλάδους. Σήμερα τα κράτη της Νοτίου Ευρώπης βιώνουν μια δυσμενή οικονομική συγκυρία που εκτός από οικονομική κατάρρευση προωθεί και φαινόμενα κλυδωνισμού της κοινωνικής συνοχής που αποπροσανατολίζουν δραστικά τους λαούς από τους στόχους τους [40].

Ο δείκτης της τομεακής κατανομής του Α.Ε.Π. με την είσοδο των Α,Π,Ε. θα αυξάνεται διότι επηρεάζονται ανοδικά βασικές συνιστώσες που αθροιστικά υπολογίζουν το Α.Ε.Π., όπως η κατανάλωση και οι επενδύσεις όπως αυτές παρουσιάστηκαν στον πίνακα 6.4. Επίσης λόγω της εφαρμογής της Λευκής Βίβλου και της γενικότερης τάσης των κρατών σε στροφή στις Α.Π.Ε. εμφανίζεται αύξηση στις επενδύσεις που με την σειρά τους συμπαρασύρουν το Α.Ε.Π. σε ανοδική πορεία και βελτιώνουν τον συγκεκριμένο δείκτη της αειφόρου ανάπτυξης.

Ο δείκτης των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων εξαρτάται από την ποσότητα κατανάλωσης ενέργειας από ορυκτούς πόρους, όπως για παράδειγμα το πετρέλαιο. Η αύξηση των Α.Π.Ε. στην συνολική ενεργειακή κατανάλωση μειώνει την εξάρτηση ενός κράτους από τα ορυκτά καύσιμα με αποτέλεσμα την πτώση των ατμοσφαιρικών ρύπων. Το παραπάνω γεγονός επηρεάζει θετικά τον πρωτογενή τομέα αφού συμβάλλει στην παραγωγή ποιοτικότερων και άρα ανταγωνιστικότερων προϊόντων. Από την άλλη πλευρά βοηθά τον δευτερογενή τομέα διότι δίνει ώθηση στην δημιουργία εταιριών που παράγουν,

εγκαθιστούν και συντηρούν συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τέλος βοήθα τομείς του τριτογενούς τομέα, όπως ο τουρισμός με τον τρόπο που αναφέρθηκε παραπάνω.

Ο δείκτης της απασχόλησης επηρεάζεται θετικά από την χρήση Α.Π.Ε. και σύμφωνα με έρευνες ότι μέχρι το 2020 οι θέσεις εργασίας που θα δημιουργηθούν παγκοσμίως μπορούν να αγγίξουν το 1,6 εκατομμύρια. Το γεγονός αυτό θα επιφέρει την πρόσθεση σημαντικού αριθμού ανθρώπων με καταναλωτική ευχέρεια μεταβάλλοντας δείκτες, όπως τον αριθμό ατόμων που ζουν κάτω από το όριο της φτώχειας και θα επηρεάσει αλυσιδωτά μια σειρά από άλλους κοινωνικοοικονομικούς δείκτες με κοινό αποτέλεσμα την ευημερία σε όλους τους τομείς της οικονομίας μιας και η καταναλωτική ευχέρεια για αγαθά θα αυξηθεί.

Η χρήση των Α.Π.Ε. παρουσιάζει ανοδική πορεία σε διεθνές επίπεδο. Συμβάλλουν στην επίτευξη της αιεφόρου ανάπτυξης καθώς παράγουν ενέργεια φιλική προς το περιβάλλον, συμβάλλουν στην βελτίωση της οικονομίας και της κοινωνίας. Η ενίσχυση χρήσης των Α.Π.Ε. είναι γεγονός. Δημιουργούνται νέα νομοθετικά πλαίσια και διαμορφώνονται νέες πολιτικές συνεχώς [40].

6.10 ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΙΣΦΟΡΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ (CCL) ΚΑΙ ΤΙΣ ΣΥΜΦΩΝΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ (CCA)

Στον παρακάτω πίνακα 6.5 που ακολουθεί, συνοψίζονται τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης για τις περιβαλλοντικές μεταβλητές, κάτω από διαφορετικές παραδοχές για τους τύπους σφαλμάτων. Η ερμηνευτική μεταβλητή που μας ενδιαφέρει είναι οι συμφωνίες για την κλιματική αλλαγή μετά το 2000. Η πρώτη στήλη περιλαμβάνει τα αποτελέσματα από την εκτίμηση με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (OLS). Στην δεύτερη στήλη η μεταβλητή CCA (Climate Change Agreements), αντικαθίσταται από την μεταβλητή EPER (European Pollutant Emission Register). Το EPER αποτελεί ένα μητρώο για την πρόληψη της ρύπανσης και η κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου το χρησιμοποιεί ως κριτήριο για την επιλογή των επιχειρήσεων στην συμμετοχή για τις συμφωνίες περί κλιματικής αλλαγής. Στην Τρίτη στήλη αναφέρονται τα αποτελέσματα από μια εκτίμηση ελαχίστων τετραγώνων και των δύο προηγούμενων στηλών. Η μεταβλητή IV αποτελεί μια οργανική μεταβλητή, όπου ο δείκτης είναι ίσος με την μονάδα, όταν μια επιχείρηση έχει αναφέρει τις εκπομπές που σχετίζονται με τις εκπομπές του προγράμματος EPER. Στην τέταρτη, πέμπτη και έκτη στήλη επαναλαμβάνεται η ίδια σειρά, απλά συμπεριλαμβάνονται και οι εγκαταστάσεις με συγκεκριμένες σταθερές επιδράσεις, ενώ στην τελευταία στήλη αναφέρεται το εύρος των παρατηρήσεων. Κατά συνέπεια, η έκτη στήλη αναφέρει την πιο γενική εκτίμηση του μέσου, χρησιμοποιώντας μια πιο οργανική μεταβλητή.

Οι δύο πρώτες γραμμές του πίνακα αναφέρουν τα αποτελέσματα από την ένταση της ενέργειας και μετρώνται ως δαπάνες σε σχέση με την ακαθάριστη παραγωγή στην πρώτη περίπτωση, ενώ ως δαπάνες σε σχέση με το μεταβλητό κόστος στην δεύτερη. Τα αποτελέσματα είναι παρόμοια και για τις δύο μεταβλητές. Οι μονάδες με τις συμφωνίες για την κλιματική αλλαγή είχαν αυξημένη ένταση ενέργειας κατά 20% περισσότερο από αυτές που κατέβαλαν κλιματική εισφορά μετά το 2000. Οι εκτιμήσεις αυτές αλλάζουν όμως, όσο γίνεται μετακίνηση προς τις παλινδρομήσεις με σταθερές επιδράσεις (στήλες 4 έως 6). Στην τρίτη γραμμή του πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την κατανάλωση της ενέργειας. Σε αυτήν την περίπτωση, θετική επίδραση έχει βρεθεί μόνο με τις σταθερές επιδράσεις, γεγονός που δείχνει πτωτικές τάσεις στην χρήση της ενέργειας στον τομέα των βιομηχανιών, όσον αφορά τις συμφωνίες CCA και την κάλυψη του μητρώου EPER. Η εκτίμηση του σημείου στην παλινδρόμηση στην έκτη στήλη δείχνει ότι οι επιχειρήσεις που συμμετέχουν στις συμφωνίες για την κλιματική αλλαγή, θα πρέπει να αυξήσουν τις δαπάνες τους στον τομέα της ενέργειας κατά 15% περισσότερο, σε σχέση με αυτές που πληρώνουν ολόκληρο τον φόρο.

Πίνακας 6.5 Συμμετοχή στις συμφωνίες για κλιματική αλλαγή και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις [40]

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Εξαρτημένη Μεταβλητή	Επεξηγηματική Μεταβλητή	OLS	Περιορισμένη Μορφή (OLS)	Οργανική Μεταβλητή (IV)	Fixed effects	Reduced form (FE)	Fixed effects IV	Obs./ plants
Energy exp. over gross output $\Delta \ln(\text{EE}/\text{GO})$	CCA/EPER	0.026** (0,01)	0.086*** (0,03)	0.220*** (0,07)	0,025 (0,02)	0.111*** (0,04)	0.231*** (0,08)	14 336 4 209
Energy exp. over variable costs $\Delta \ln(\text{EE}/\text{VCost})$	CCA/EPER	0.026** (0,01)	0.104*** (0,03)	0.266*** (0,07)	0,015 (0,02)	0.137*** (0,04)	0.285*** (0,08)	14 336 4 209
Energy exp. $\Delta \ln(\text{EE})$	CCA/EPER	0,019 (0,01)	0,033 (0,02)	0,085 (0,06)	0.036** (0,02)	0.075** (0,03)	0.156** (0,06)	14 336 4 209
Συνολικά kWh $\Delta \ln(\text{kWh})$	CCA/EPER	0.068** (0,03)	0 (0,05)	-0,001 (0,12)	0.079** (0,04)	-0,004 (0,07)	-0,007 (0,14)	4 452 928,00
Ηλεκτρισμός $\Delta \ln(\text{EI})$	CCA/EPER	0,026 (0,02)	0.085* (0,05)	0.206* (0,12)	0,028 (0,02)	0.128** (0,06)	0.258** (0,13)	4 452 926,00
Αέριο $\Delta \ln(\text{Gas})$	CCA/EPER	0,016 (0,04)	0,014 (0,05)	0,036 (0,13)	0,012 (0,05)	-0,035 (0,08)	-0,066 (0,15)	3 602 764,00
Μερίδιο του φυσικού αερίου σε αέριο και ηλεκτρισμό	CCA/EPER	0.018**	-0,044	-0,107	0.022**	-0,048	-0,097	4 435

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

$\Delta(\text{Gas}/(\text{Gas}+\text{El}))$		(0,01)	(0,03)	(0,08)	(0,01)	(0,04)	(0,08)	926,00
Μερίδιο του φυσικού αερίου kWh $\Delta(\text{Gas}/\text{kWh})$	CCA/EPER	0,013 (0,01)	-0,007 (0,02)	-0,018 (0,06)	0,018 (0,02)	-0,01 (0,03)	-0,021 (0,07)	4 449 928,00
Στερεά καύσιμα $\Delta\ln(\text{So})$	CCA/EPER	-0,155 (0,10)	-0,226 (0,22)	-0,649 (0,60)	-0,091 (0,12)	-0,29 (0,27)	-0,542 (0,49)	1 467 344,00
Στερεά καύσιμα kWh $\Delta(\text{So}/\text{kWh})$	CCA/EPER	0,003 (0,00)	-0,016 (0,01)	-0,039 (0,03)	0,005 (0,01)	-0,022 (0,02)	-0,044 (0,03)	4 452 928,00
CO ₂ $\Delta\ln(\text{CO}_2)$	CCA/EPER	0.050** (0,02)	0,018 (0,04)	0,044 (0,09)	0.053** (0,03)	0,024 (0,05)	0,048 (0,10)	4 452 928,00
εργασία $\Delta\ln(\text{L})$	CCA/EPER	-0,014 (0,01)	-0.039* (0,02)	-0.101* (0,05)	0,021 (0,01)	-0,019 (0,04)	-0,041 (0,08)	14 336 4 209
Πραγματική ακαθάριστη παραγωγή $\Delta\ln(\text{Real GO})$	CCA/EPER	-0,008 (0,01)	-0.053** (0,02)	-0.136** (0,06)	0,011 (0,01)	-0,036 (0,04)	-0,076 (0,07)	14 336 4 209
Συνολική παραγωγικότητα	CCA/EPER	-0,002 (0,01)	0 (0,02)	0,001 (0,04)	-0,007 (0,01)	0,009 (0,03)	0,018 (0,05)	14 288 4 194
$\Delta\ln$ (Ακαθάριστη παραγωγή)	$\Delta\ln(\text{M})$	0.477*** (0,01)	0.477*** (0,01)	0.477*** (0,01)	0.468*** (0,02)	0.469*** (0,02)	0.468*** (0,02)	
	$\Delta\ln(\text{EE})$	0.034*** (0,01)	0.034*** (0,01)	0.034*** (0,01)	0.036*** (0,01)	0.036*** (0,01)	0.036*** (0,01)	
	$\Delta\ln(\text{L})$	0.257*** (0,01)	0.257*** (0,01)	0.257*** (0,01)	0.237*** (0,02)	0.237*** (0,02)	0.237*** (0,02)	
	$\Delta\ln(\text{K})$	0.049*** (0,02)	0.049*** (0,02)	0.049*** (0,02)	0.069*** (0,02)	0.068*** (0,02)	0.068*** (0,02)	
* επίπεδο σημαντικότητας 10%								
** επίπεδο σημαντικότητας 5%								
*** επίπεδο σημαντικότητας 1%								
CCA (Climate Change Agreements)								
EPER (European Pollutant Emission Register)								
OLS (Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων)								

Τα παραπάνω αποτελέσματα όμως δεν δίνουν απάντηση στο ερώτημα, αν οι εισφορές για τις κλιματικές μεταβολές έχουν μειώσει τις δαπάνες για την ενέργεια, με τέτοιο τρόπο ώστε να θεωρείται επιτυχημένη η πολιτική της κλιματικής αλλαγής. Εκ των προτέρων αυτό δεν είναι σαφές, καθώς οι μεταβολές στην τιμή και την ποσότητα της ενέργειας μπορεί να σηματοδοτούν υποκατάσταση με άλλους τύπους καυσίμων, οι οποίοι μπορεί να ρυπαίνουν περισσότερο. Αν και το δείγμα δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλο, υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις, ότι με τις συμφωνίες για την κλιματική αλλαγή αυξήθηκε η χρήση της ενέργειας κατά 26%, γεγονός που ωφελεί τις εισφορές για τις κλιματικές μεταβολές (CCL Climate Change Levy), μιας και στον σχεδιασμό τους ο μεγαλύτερος φορολογικός συντελεστής επιβάλλεται στην χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας.

Μια αύξηση στην κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην αύξηση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Στην ενδέκατη γραμμή του πίνακα αναφέρεται, ότι η ένταξη στις συμφωνίες για την κλιματική αλλαγή συνδέεται με μια αύξηση στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα κατά 5%. Η εκτίμηση του σημείου είναι πολύ σημαντική, ωστόσο χάνει την στατιστική σημαντικότητα της στις παλινδρομήσεις IV. Υπό την απουσία ενός μεγαλύτερου δείγματος που θα επέτρεπε την εκτίμηση των αποτελεσμάτων με μεγαλύτερη ακρίβεια, υπάρχουν δύο πιθανές ερμηνείες. Πρώτον, οι συντελεστές που είναι στατιστικά ασήμαντοι θα μπορούσαν να αγνοηθούν και έτσι, η αύξηση της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας μεταφράζεται σε ισόποση αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Δεύτερον, με μια πιο προσεκτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων, εφ' όσον με τις συμφωνίες οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα είναι 5%, πιθανότατα θα υπάρχουν και επιχειρήσεις που θα χρησιμοποιούν πιο βρώμικα καύσιμα, όπως είναι ο άνθρακας.

Στις τελευταίες τρεις γραμμές του πίνακα παρουσιάζονται διάφορες μεταβλητές απόδοσης των επιχειρήσεων, όπως είναι η απασχόληση, η παραγωγή και η συνολική παραγωγικότητα των συντελεστών. Κατά την εκτίμηση της παλινδρόμησης και χωρίς σταθερές επιδράσεις, οι συντελεστές είναι αρνητικοί τόσο για την απασχόληση, όσο και για την παραγωγή.

6.11 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΜΦΩΝΙΕΣ CCA ΚΑΙ CCL

Η αξιολόγηση των επιπτώσεων της καινοτομίας στις συμφωνίες για την κλιματική αλλαγή και στις εισφορές για τις κλιματικές μεταβολές γίνεται συνήθως με τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας. Χρησιμοποιώντας την μέθοδο των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας για την κλιματική αλλαγή, εντοπίστηκε ότι η με την πάροδο του χρόνου, γίνονται συνεχώς νέες αιτήσεις για την έκδοση πιστοποιητικών. Από το 1980 και μετά οι αιτήσεις για τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας αυξήθηκαν δραματικά.

Η οικονομετρική προσέγγιση επιχειρεί να εκτιμήσει τον αντίκτυπο της συμμετοχής στις συμφωνίες για την κλιματική αλλαγή και την κατοχύρωση των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας για την επιχείρηση. Υπάρχουν δύο διαφορετικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται συνήθως στις οικονομετρικές αναλύσεις. Το πρώτο μοντέλο παλινδρόμησης αναφέρεται σε μια επιχείρηση i με τουλάχιστον ένα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το έτος t . Έτσι:

$$\Pr (I \{Patents_{it} > 0\}) = f (\beta_D D_{it} + X_{it}'\beta_x + \alpha_{it}) ,$$

Όπου: D_{it} = ο δείκτης επεξεργασίας,

X_{it} = το διάνυσμα των μεταβλητών ελέγχου για τα έτη,

α_{it} = μονάδα με σταθερές επιδράσεις και

f προέρχεται από την κατανομή ακραίων τιμών.

Το μειονέκτημα με την δυαδική παλινδρόμηση είναι ότι παρέχουν μια ατελή εικόνα για την ένταση της καινοτόμου δραστηριότητας. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται ένα μοντέλο δεδομένων κατανομής Poisson, προϋποθέτοντας ότι η διαδικασία της καινοτομίας ακολουθεί μια στοχαστική διαδικασία, έτσι ώστε ο αναμενόμενος αριθμός των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας της επιχείρησης i το έτος t να δίνεται από την σχέση:

$$E(\text{Patents}_{it}) = e^{a_i} e^{\beta D_{it}} + \chi_{it} \beta x$$

Ο παρακάτω πίνακας 6.6 αναφέρει τα κύρια αποτελέσματα της παλινδρόμησης. Στις δύο πρώτες στήλες περιέχονται οι εκτιμήσεις για τον συντελεστή σε κάθε ένα από τα δύο μοντέλα που περιγράφηκαν παραπάνω. Επειδή όμως δεν υπάρχει έλεγχος για ενδογένεια των μεταβλητών, στις δύο επόμενες στήλες έχουν γίνει οι αντίστοιχες εκτιμήσεις με την μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας.

Πίνακας 6.6 Συμμετοχή στις συμφωνίες για κλιματική αλλαγή και αποδόσεις της καινοτομίας [55]

	<i>Model</i>	(1) <i>Logit</i>	(2) <i>Poisson</i>	(3) <i>Clogit</i>	(4) <i>FE</i> <i>Poisson</i>	(5) <i>Observ./</i> <i>Firms</i>
<i>Patent type</i>	<i>Policy</i> <i>variable</i>	<i>I(Patent)</i>	<i>Patent</i> <i>count</i>	<i>I(Patent)</i>	<i>Patent</i> <i>count</i>	
<i>All patents</i>	CCA	0.069*** (0,02)	1.382*** (0,30)	-0.109*** (0,04)	-0.510** (0,24)	134 320 8 395
	EPER	0.055*** (0,02)	1.326*** (0,38)	-0.161*** (0,05)	-0.585*** (0,19)	
<i>CCR patents (all)</i>	CCA	0,024 (0,02)	0.506** (0,23)	-0,135 (0,09)	-0,531 (0,39)	8 832 552
	EPER	0,033 (0,03)	0,474 (0,32)	-0.140* (0,08)	-0,432 (0,36)	
<i>CCR patents (Popp)</i>	CCA	0,021 (0,02)	0.491* (0,27)	-0,138 (0,09)	-0,513 (0,37)	8 576 536
	EPER	0,026 (0,03)	0,436 (0,30)	-0.172** (0,08)	-0.528** (0,22)	
<i>Non-Popp patents</i>	CCA	0.070*** (0,02)	1.375*** (0,24)	-0.106*** (0,04)	-0.510** (0,22)	134 224 8 389
	EPER	0.056*** (0,02)	1.328*** (0,38)	-0.167*** (0,05)	-0.586** (0,28)	
* επίπεδο σημαντικότητας 10%						
** επίπεδο σημαντικότητας 5%						
*** επίπεδο σημαντικότητας 1%						

Η πρώτη ομάδα ασχολείται με όλα τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας. Στην πρώτη περίπτωση της παλινδρόμησης οι εκτιμήσεις του συντελεστή έχουν οριακή διαφορά και κυμαίνονται μεταξύ 5,5 και 6,9%, δηλώνοντας την πιθανότητα να ισχύσουν τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας, ανάλογα με την μεταβλητή που θα χρησιμοποιηθεί. Από την άλλη πλευρά με την παλινδρόμηση Poisson, η συμμετοχή στις συμφωνίες για την κλιματική αλλαγή δείχνει μια θετική επίδραση στον αριθμό των αιτήσεων για τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας.

Ωστόσο, τα αποτελέσματα αυτά δεν είναι πολύ ισχυρά. Κατά τον έλεγχο για ετερογένεια διαπιστώνεται, ότι η καινοτομία και τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας με τις συμφωνίες CCA είναι έως και 16 ποσοστιαίες μονάδες μικρότερη από τις επιχειρήσεις, οι οποίες δεν έχουν προβεί στην συμφωνία. Αυτό παρατηρείται στην τρίτη στήλη του πίνακα

6.6, ενώ στην τέταρτη στήλη του πίνακα παρατηρείται μέσω της παλινδρόμησης Poisson ότι οι αιτήσεις για τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας μειώθηκαν για τις επιχειρήσεις με τις CCA συμφωνίες, έναντι των άλλων. Οι διαφορές μεταξύ των παλινδρομήσεων είναι πολύ μικρές, ωστόσο υποδεικνύουν την ανάγκη για αποτελεσματικότερο έλεγχο προκειμένου να μετρηθεί το αποτέλεσμα της συμμετοχής στις συμφωνίες για την κλιματική αλλαγή.

Στις επόμενες ομάδες παλινδρόμησης παρουσιάζονται τα αποτελέσματα με την χρήση διαφορετικών εξαρτημένων μεταβλητών. Η CCR μεταβλητή είναι ο συνδυασμός της αναζήτησης και της ταξινόμησης της ευρεσιτεχνίας.

Συνολικά, οι επιχειρήσεις με τις συμφωνίες για την κλιματική αλλαγή δεν έχουν κίνητρο ώστε να ανταποκριθούν στις ρυθμίσεις για την καινοτομία. Αυτό παρατηρείται από τον αρνητικό συντελεστή που έχουν οι στήλες 3 και 4 για την κατοχύρωση των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας. Παρόλα αυτά όμως, αρνητικές αντιδράσεις δεν υπάρχουν μόνο στους τομείς που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Μία εξήγηση που μπορεί να συμβαίνει κάτι τέτοιο είναι οι εσφαλμένες ταξινομήσεις, που ενδεχομένως γίνονται σχετικά με τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Ελλάδα σύμφωνα με τις οδηγίες της Ε.Ε. (όσον αφορά στην ενέργεια θα πρέπει να αυξήσει τη συμμετοχή των Α.Π.Ε. έτσι ώστε το 2020 οι Α.Π.Ε. να συμμετέχουν κατά 18% στην τελική κατανάλωση ενέργειας. Η ελληνική κυβέρνηση με τις σχετικές νομοθεσίες αύξησε τη συμμετοχή των Α.Π.Ε. με ποσοστό 20% στο συνολικό ενεργειακό μίγμα.

Με βάση τα παραπάνω και πιο συγκεκριμένα στην ηλεκτροπαραγωγή οι Α.Π.Ε. θα πρέπει να συμβάλλουν με ποσοστό τουλάχιστον 35-40% της συνολικής ζήτησης σε ηλεκτρισμό. Το μερίδιο συμμετοχής των Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας σήμερα δεν είναι παραπάνω από 9%, ενώ το μερίδιο τους στην ηλεκτροπαραγωγή δεν ξεπερνά το 14%.

Με βάση τα στοιχεία του Υ.Π.Ε.Κ.Α. οι αιτήσεις αδειοδότησης έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας το 2012 ήταν παραπάνω από 77.000 MW, ενώ τα έργα με άδεια παραγωγής ανέρχονται σε 22.383 MW. Υπάρχει σταδιακή μείωση του κόστους των τεχνολογιών Α.Π.Ε. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφέρουμε ότι το κόστος παραγωγής των φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει παρουσιάσει μείωση σχεδόν κατά 1/3 τα τελευταία πέντε χρόνια και δύναται να παρουσιάσει ακόμα μεγαλύτερη μείωση το επόμενο διάστημα, προσεγγίζοντας το κόστος ίσως κάτω από 1.000 €/KWp [49].

Αναπτύσσοντας τις εναλλακτικές ενεργειακές πηγές προς τα ορυκτά καύσιμα διασφαλίζεται ο ενεργειακός εφοδιασμός της Ε.Ε. και μειώνονται οι ενεργειακές δαπάνες που σχετίζονται με την αύξηση της τιμής των ορυκτών πηγών ενέργειας. Με βάση τα παραπάνω, στην περίπτωση που η Ε.Ε. επιτύχει το στόχο του 20% μέχρι το 2020, η ετήσια εξοικονόμηση υπολογίζεται σε περισσότερα από 250 εκατομμύρια T.I.Π. (τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου) μέχρι το 2020, εκ των οποίων 200 εκατομμύρια T.I.Π. από εισαγωγές.

Επίσης αναπτύσσοντας τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, υπάρχει η δυνατότητα νέων εμπορικών προοπτικών κυρίως όσον αφορά την εξαγωγή των τεχνολογιών αυτών. Επιπλέον υπάρχει η πρόβλεψη να ωφεληθεί η απασχόληση και η αύξηση του Α.Ε.Π.

Τα τελευταία είκοσι χρόνια παρουσιάζεται μείωση του κόστους των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Όμως το κόστος σε σχέση με αυτό των συμβατικών πηγών ενέργειας βρίσκεται ακόμα σε υψηλά επίπεδα, επειδή κατά κύριο λόγο δεν γίνεται ενσωμάτωση σε αυτό του εξωτερικού κόστους των ορυκτών πηγών ενέργειας.

Το πρόσθετο μέσο ετήσιο κόστος για να υπάρξει επιτυχία του στόχου του 20% υπολογίζεται μεταξύ 10 και 18 δισ. Ευρώ και εξαρτάται από τις τιμές της ενέργειας και τις ερευνητικές προσπάθειες.

Ο κυριότερος παράγοντας για την επίτευξη του στόχου διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας τουλάχιστον κατά 18% έως το 2020

είναι να υιοθετηθούν φιλόδοξοι στόχοι στους κλάδους της ηλεκτροπαραγωγής και της θέρμανσης-ψύξης.

Για την επίτευξη του ελάχιστου στόχου του 18%, η ηλεκτροπαραγωγή από Α.Π.Ε/ θα πρέπει να ανέρχεται περίπου σε 2.342 - 3.132 ktoe. Με βάση το ότι 86 ktoe = 1 TWh, τότε η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται υπολογίζεται σε 27,23-36,24 TWh έως το 2020. Μέχρι και σήμερα δύο κλάδοι των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν υιοθετήσει ενδεικτικούς στόχους για το 2020. Η βιομηχανία αιολικών έχει θέσει ως στόχο τα 10.000 MW, ενώ η βιομηχανία φωτοβολταϊκών να καλύπτει το 12% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το 2020 (εν προκειμένω 9,87 TWh το 2020). Παρακάτω παρουσιάζεται μία πιθανή κατανομή της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ ανά τεχνολογία στον πίνακα 7.1.

Πίνακας 7.1 Πιθανή κατανομή της ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. ανά τεχνολογία [49]

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ Α.Π.Ε.	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΙΣΧΥΟΣ (MW)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟ 2020 (TWh)
ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ	3.900-4.100	5,00-5,58
ΑΙΟΛΙΚΑ	10.000	17,12-19,70
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ	2.600-7.600	3,38-9,87
ΒΙΟΜΑΖΑ	100-300	0,65-1,95
ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	100-200	0,65-1,30
ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΑ	100-300	0,20-0,60
ΣΥΝΟΛΟ	16.800-22500	27-39
<i>ΠΟΣΟΣΤΟ Α.Π.Ε. ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ</i>		<i>32,8%-47,4%</i>

Στο σενάριο της «Ενεργειακής Επανάστασης» μέχρι το 2020, η συμβολή των Α.Π.Ε. στην ηλεκτροπαραγωγή είναι 31,39 TWh, προσεγγίζει δηλαδή το μέσο όρο των παραπάνω τιμών. Με βάση ότι ο στόχος για εξοικονόμηση 20% ως το 2020 είναι ενδεικτικός, τα ακριβή νούμερα θα καθοριστούν από το πόση εξοικονόμηση θα επιτευχθεί τελικά. Μεγάλη εξοικονόμηση συνεπάγεται και ανάγκη για λιγότερη ισχύ Α.Π.Ε. Σημαντικός είναι επίσης ο βαθμός διείσδυσης των θερμικών χρήσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Σε κάθε περίπτωση, το βάρος της επίτευξης του στόχου πέφτει πρωτίστως στα αιολικά και δευτερευόντως στα φωτοβολταϊκά.

Συμπεραίνοντας, παρακάτω παρουσιάζονται οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η επίτευξη της διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας:

- Η υιοθέτηση φιλόδοξων και ισορροπημένων στόχων στους κλάδους της ηλεκτροπαραγωγής και της θέρμανσης / ψύξης.
- Η υιοθέτηση φιλόδοξων και εθνικά δεσμευτικών στόχων στην εξοικονόμηση ενέργειας.

- Η αλλαγή στον τρόπο που παράγεται σήμερα η ενέργεια από μεγάλους, κεντρικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με ένα αποκεντρωμένο ενεργειακό σύστημα, με μαζική διείσδυση των ανανεώσιμων τεχνολογιών, οι οποίες θα προχωρούν στην εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πόρων που διατίθενται σε τοπικό επίπεδο, όπως ο άνεμος, ο ήλιος ή η γεωθερμία.
- Η ρεαλιστική αποτίμηση της παραγόμενης ανανεώσιμης ενέργειας που είναι απαραίτητη τόσο σύμφωνα με το Σενάριο Αναφοράς, όσο και με το Σενάριο Εξοικονόμησης.
- Η απεξάρτηση από τον άνθρακα.
- Η σταδιακή κατάργηση της πυρηνικής ενέργειας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ευρωπαϊκή Πολιτική, 2012. *Ευρωπαϊκός Χάρτης Πορείας προς μια οικονομία χαμηλού άνθρακα μέχρι το 2050* [online]. Διαθέσιμο από: http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=446&language=el-GR&SkinSrc=%5BG%5DSkins%2F_default%2FNo+Skin&ContainerSrc=%5BG%5DContainers%2F_default%2FNo+Container&dnnprintmode=true [προσβάσιμο στις 5 Απριλίου 2014].
2. Giovanni Riva, 2010. *Εγχειρίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας* [online]. Διαθέσιμο από: http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf [προσβάσιμο στις 4 Απριλίου 2014].
3. Τσακαλάκης Κώστας, 2007. *Παραγωγή ενέργειας από συμβατικά ορυκτά καύσιμα και εναλλακτικές πηγές* [online]. Διαθέσιμο από: http://www.environment-develop.ntua.gr/uploads/k_7.pdf [προσβάσιμο στις 4 Απριλίου 2014].
4. Καλδέλης, Ι.Κ. και Καββαδίας Κ.Α., 2001. «Εργαστηριακές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας», Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα
5. Τσίτα Κατερίνα, 2014. *Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα* [online]. Διαθέσιμο από: <http://renewablegreece.wikispaces.com> [προσβάσιμο στις 6 Απριλίου 2014].
6. Ζάμπελης ABEE, 2013. *Φωτοβολταϊκά All About Green Energy* [online]. Διαθέσιμο από: www.allaboutgreenenergy.gr [προσβάσιμο στις 17 Μαρτίου 2014].
7. Αποστολάκης Κ. Κυρίτσης, 2012. Σ. *Βιομάζα* [online]. Διαθέσιμο από: www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf [προσβάσιμο στις 11 Απριλίου 2014].
8. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2013. *Αιολική ενέργεια* [online]. Διαθέσιμο από: http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=287&language=el-GR&SkinSrc=%5BG%5DSkins%2F_default%2FNo+Skin&ContainerSrc=%5BG%5DContainers%2F_default%2FNo+Container&dnnprintmode=true [προσβάσιμο στις 13 Απριλίου 2014].
9. A. Petersson, 2005 «Analysis, Modeling and Control of DFIG for WT», Chalmers Department of Technology, Goteborg, Sweden.
10. Καρβούνης Γ. 2014. *Ενέργεια - Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - Κλιματική Αλλαγή* [online]. Διαθέσιμο από: <https://energy-economy.wikispaces.com> [προσβάσιμο στις 11 Απριλίου 2014].
11. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2014. *Ηλιακή ενέργεια & φωτοβολταϊκά* [online]. Διαθέσιμο από: http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=286&language=el-GR&SkinSrc=%5BG%5DSkins%2F_default%2FNo+Skin&ContainerSrc=%5BG%5DContainers%2F_default%2FNo+Container&dnnprintmode=true [προσβάσιμο στις 19 Απριλίου 2014].

12. Δαμανίδου Α. 2013. *Ηλιακή ενέργεια* [online]. Διαθέσιμο από: <http://gym-esp-mosch.att.sch.gr/ergasies/ananeuwsimes3.swf> [προσβάσιμο στις 14 Απριλίου 2014].
13. Division of C.T. Enterprises, 2009. *Solar Power Links* [online]. Διαθέσιμο από: <http://www.freeresidentialsolarpower.com>, [προσβάσιμο στις 14 Απριλίου 2014].
14. Διαχειριστής του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ), 2014. *Α.Π.Ε.* [online]. Διαθέσιμο από: <http://www.desmie.gr/ape-sithya/ekkatharisi-ape/> [προσβάσιμο στις 18 Απριλίου 2014].
15. Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Καστοριάς, 2010. *Ενέργεια και Περιβάλλον* [online]. Διαθέσιμο από: <http://kpe-kastor.kas.sch.gr> [προσβάσιμο στις 7 Μαΐου 2014].
16. ARC, 2011. *Ηλιακή Ενέργεια και Φωτοβολταϊκά* [online]. Διαθέσιμο από: http://arcstudiogr.blogspot.gr/2011/01/blog-post_28.html [προσβάσιμο στις 9 Μαΐου 2014].
17. Ζάμπελης ΑΒΕΕ, 2013. *Ηλιοθερμία - πράσινη θέρμανση* [online]. Διαθέσιμο από: <http://www.allaboutgreenenergy.gr/services/heliothermia> [προσβάσιμο στις 19 Μαρτίου 2014].
18. Εσπερινό ΕΠΑΛ Χανίων, 2012. *Γεωθερμία* [online]. Διαθέσιμο από: epal-esp-chanion.chan.sch.gr/special_thematic.../2012.../geothermia.pdf [προσβάσιμο στις 18 Μαρτίου 2014].
19. ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, 2007. *Γεωθερμία-βιώσιμη ανάπτυξη και τοπικές κοινωνίες* [online]. Διαθέσιμο από: irakleitos.ntua.gr/dns/84.pdf [προσβάσιμο στις 04 Μαρτίου 2014].
20. Γκόνης Π, 2009. *Εναλλακτικές Μορφές Ενέργειας* [online]. Διαθέσιμο από: http://powerelectronicslab.info/TeiNotes/LecturesRenewable/6o_mathima.pdf [προσβάσιμο στις 26 Μαρτίου 2014].
21. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2014. *Ηλεκτροπαραγωγή* [online]. Διαθέσιμο από: <http://www.ypeka.gr/?tabid=277> [προσβάσιμο στις 24 Ιουνίου 2014].
22. Ανδρίτσος Ν, 2008. *Ενέργεια και περιβάλλον* [online]. Διαθέσιμο από: users.auth.gr/karapant/tdk/Teaching/BOOK_1.pdf [προσβάσιμο στις 7 Μαΐου 2014].
23. Φλουδόπουλου Χ., 2012. *Οι εναλλακτικές για φθηνότερη θέρμανση το χειμώνα* [online]. Διαθέσιμο από: <http://m.capital.gr/News.aspx?id=1596495> [προσβάσιμο στις 02 Μαΐου 2014].
24. Agronews, 2014. *Ωφέλεια και προβληματισμοί για τα pellets* [online]. Διαθέσιμο από: <http://www.agronews.gr/green-report/axiopoisi-viomazas/arthro/75994/ofeleia-kai-provlimatismoi-gia-ta-pellets/> [προσβάσιμο στις 11 Μαΐου 2014].
25. Biomass Energy, 2014. *Εκπομπές από την καύση πέλλετ σε εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης* [online]. Διαθέσιμο από: <http://www.biomassenergy.gr/articles/technology/biomass/737-emissions-from-biomass-pellets-combustion> [προσβάσιμο στις 04 Μαΐου 2014].

26. Greenpeace, 2007. *Προτεινόμενες προδιαγραφές για εκπομπές ρύπων από λέβητες και εστίες καύσης βιομάζας* [online]. Διαθέσιμο από: http://www.greenpeace.org/greece/Global/greece/report/2007/10/Suggested_biomass_standards_Oct07.pdf [προσβάσιμο στις 17 Απριλίου 2014].
- Κούσουλας Γ. 2008. *Προσέγγιση στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση* [online]. Διαθέσιμο από: www.ekke.gr/estia/Cooper/Gym_Kozani.../Gumn_Koz_Emp_Biok.pdf [προσβάσιμο στις 08 Απριλίου 2014].
27. Ανδρίτσος Ν. 2011. *Ενέργεια και περιβάλλον* [online]. Διαθέσιμο από: www.mie.uth.gr/ekp_yliko/Energy&Environment_Chapter_2.pdf [προσβάσιμο στις 08 Απριλίου 2014].
28. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής Διεύθυνση ανανεώσιμων πηγών και εξοικονόμησης ενέργειας, 2009. *5η εθνική έκθεση για το επίπεδο διεύθυνσης της ανανεώσιμης ενέργειας το έτος 2010*, ΚΑΠΕ: 2012 «Οδηγός ΑΠΕ - Δυνατότητες Αξιοποίησης στην Τοπική Αυτοδιοίκηση
29. Παπαοικονόμου Α. *Παραγωγή ενέργειας από βιομάζα* [online]. Διαθέσιμο από: https://dSPACE.lib.uom.gr/bitstream/2159/13731/1/Papaoikonomou_Msc2010.pdf [προσβάσιμο στις 21 Μαρτίου 2014].
30. Φραντζεσκάκη Ν., 2008. *Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση ηλιακών συστημάτων για μια αειφόρο προοπτική* [online]. Διαθέσιμο από: http://www.eng.auth.gr/IHT/B%20Tomos/B08%20%20PERIBALONTIKA%20SYSTHMATA/02-Fratzeskaki_PERIBAL%20EPIPT%20HLIAKW%20SYST.pdf [προσβάσιμο στις 02 Μαΐου 2014].
31. Κουντουρη Φ., 2013. *Γεωθερμική ενέργεια* [online]. Διαθέσιμο από: www.aueb.gr/.../ECONOMICS%20GEOTHERMAL%20ENERGY.doc [προσβάσιμο στις 07 Μαΐου 2014].
32. *Η ενέργεια γύρω μας* [online]. Διαθέσιμο από: <http://ienergiagiromas.weebly.com/pilambdaepsilonomicronuepsilonkappatau942mualphataualpha--muepsiloniotaomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha2.html> [προσβάσιμο στις 17 Μαΐου 2014].
33. Λαμπροπούλου Β., Καραγεωργόπουλος Α., Κορνάρος Μ., 2004. *Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς – Η Ελληνική Εμπειρία* [online]. Διαθέσιμο από: www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=7004 [προσβάσιμο στις 08 Μαρτίου 2014].
34. Κατσαπρακάκης Δ., Χρηστάκης Δ., 2013. *Επιπτώσεις αιολικών πάρκων* [online]. Διαθέσιμο από: http://www.tm.teiher.gr/Portals/23/Shmeioseis/anan_piges_enegeias/%CE%95%CF%80%CE%B9%CF%80%CF%84%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%B1%

CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD%20%CF%80%CE%A
C%CF%81%CE%BA%CF%89%CE%BD.pdf [προσβάσιμο στις 22 Μαρτίου 2014].

35. Dempsey, N., Bramley, G., Power, S. & Brown, C., 2011, 'The social dimension of sustainable development: Defining urban social sustainability', *Sustainable Development*, vol. 19, no. 5, p. 289-300
36. Ανδρίτσος, Ν., 2008, *Ενέργεια και περιβάλλον, Διδακτικές σημειώσεις*, Βόλος
37. Παπαϊωάννου, Γ., Herr, H. & Hetreirich, M., 2009, *Ήπιες μορφές ενέργειας*, 2^η εκδ., Ίων, Αθήνα
38. Τσουνής, Γ., 1993, *Λεξικό για το περιβάλλον*, Δελφίни, Αθήνα
39. Κορωναίος, Χ. Ι., 2012, *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, Διδακτικές σημειώσεις*, Αθήνα
40. European Commission, 2009, *Energy 2020- A Strategy for competitive, sustainable and secure energy*, European Commission, Brussels
41. ICAP, 2012, *Κλαδική ανάλυση: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, 2011
42. Rowlands, I.H., 2005, *The European directive on renewable electricity: conflicts and compromises*, *Energy policy*, vol. 33, 965 – 974
43. United States Environmental Protection Agency, 2013- *Good Up High* [online]. Διαθέσιμο από: <http://www.epa.gov/oar/oaqps/gooduphigh> [προσβάσιμο στις 14 Μαρτίου 2014].
44. Ζάνη Πρόδρομου, 2008. *Σημειώσεις για την Ρύπανση της Ατμόσφαιρας*, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
45. Τεχνολογικό εκπαιδευτικό ίδρυμα Κοζάνης, 2010. *Αντιρρυπαντικές τεχνολογίες έλεγχου αέριας ρύπανσης* [online]. Διαθέσιμο από: eprints.teikoze.gr/214/1/A18_2010.pdf [προσβάσιμο στις 01 Μαρτίου 2014].
46. Εθνικό και καποδιστριακό πανεπιστήμιο Αθηνών, 2012. *Ατμοσφαιρική ρύπανση*, Διαθέσιμο από: <http://mde-didaktiki.biol.uoa.gr/mde9/boulgari/airpollution.pdf> [προσβάσιμο στις 15 Μαρτίου 2014].
47. Γεντεκάκης Ιωάννης, 2003. *Ατμοσφαιρική ρύπανση, Επιπτώσεις, Έλεγχος & Εναλλακτικές Τεχνολογίες*, Τζιόλα, Θεσσαλονίκη
48. «IOBE, 2011. *Επιδράσεις και αναγκαίες προσαρμογές για τη μεγάλης κλίμακας διεύθυνση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή*
49. Moussiopoulos, N. et al., 2010, '*Environmental, social and economic information management for the evaluation of sustainability in urban areas: A system of indicators for Thessaloniki, Greece, Cities*
50. Kammen, M. D. & Engel, D., 2009, *Green Jobs and the Clean Energy Economy: the Copenhagen Climate Council's Thought Leadership Series*, Copenhagen
51. ICAP, 2012, *Κλαδική ανάλυση: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*

52. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2013. Κλιματική αλλαγή - ευρωπαϊκή πολιτική [online]. Διαθέσιμο από: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=446> [προσβάσιμο στις 02 Ιουνίου 2014].
53. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2013. *Έκθεση για τον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. στο πλαίσιο του σχεδιασμού αναμόρφωσης του μηχανισμού στήριξης* [online]. Διαθέσιμο από: <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=ayq57alx1P4%3D&tabid=37&...> [προσβάσιμο στις 08 Μαΐου 2014].
54. Taxation Innovation and the Environment - OECD 2010 [online]. Διαθέσιμο από: <http://www.oecd.org/environment/tools-evaluation/48178034.pdf> [προσβάσιμο στις 15 Μαΐου 2014].
55. Η Ενεργειακή Επανάσταση είναι το όραμα της Greenpeace, [online]. Διαθέσιμο από: <http://www.oecd.org/environment/tools-evaluation/48178034.pdf> [προσβάσιμο στις 15 Μαΐου 2014].
56. Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, 2014, [online]. Διαθέσιμο από: <http://www.dei.gr/> [προσβάσιμο στις 30 Ιουνίου 2014].