



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΑΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΣΤΕΦ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΘΕΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

**Συγκριτική Μελέτη Κόστους -
Απόδοσης Συμβατικών και
Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στις
Βιομηχανίες**

Σπουδαστής : Βισάρ Μπάνι

Αριθμός Μητρώου: 6000

Επιβλέπων Καθηγητής : Δημήτρης Χρηστάκης

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2018

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου για την αμέριστη συμπαράσταση και καθοδήγηση καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας, όπως και την οικογένεια και τους φίλους, για την ενθάρρυνση και την διαρκή βοήθειά τους.

Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες	ii
Πίνακας Περιεχομένων	iii
Κατάλογος Εικόνων	v
Κατάλογος Πινάκων	v
Περίληψη.....	vii
ABSTRACT	viii
Κεφάλαιο 1 ^ο : Θεωρητικό Υπόβαθρο Εργασίας	1
1.1 Δομή Εργασίας	1
1.2 Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας	2
1.3 Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	3
1.4 Υφιστάμενη Κατάσταση στο ελληνικό Δίκτυο Ηλεκτρισμού	7
1.4.1 Γενικά Στοιχεία.....	7
1.4.2 Νομικό και Θεσμικό Πλαίσιο.....	8
1.4.3 Μερίδια Παραγωγής Ενέργειας	9
Κεφάλαιο 2 ^ο : Ανάλυση Συμβατικών Μονάδων Παραγωγής Ενέργειας.....	11
2.1 Καύσιμα.....	11
2.2 Μονάδες καύσης Άνθρακα (λιγνίτη)	12
2.3 Μονάδες Φυσικού Αερίου	15
2.4 Μονάδες καύσης Μαζούτ.....	19
2. Μονάδες καύσης Diesel.....	20
Κεφάλαιο 3 ^ο : Ανάλυση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	21
3.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	21
3.2 Αιολική Ενέργεια	22
3.2.1 Εισαγωγικά Στοιχεία – Ιστορική Αναδρομή	22
3.2.2 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας.....	23
3.3 Ηλιακή Ενέργεια	25
3.3.1 Οι βασικές τεχνολογίες κατασκευής	25
3.3.2 Τα πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα φ/β τεχνολογίας	26
3.4 Βιομάζα	28
3.5 Υδροηλεκτρική Ενέργεια	30
3.5.1 Γενικά Στοιχεία.....	31
3.5.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα.....	32

Κεφάλαιο 4 ^ο : Συγκριτική Μελέτη Των Καυσίμων για την Παραγωγή	
Ενέργειας	34
4.1 Θερμογόνος Δύναμη των Καυσίμων	34
4.2 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Χρήσης Συμβατικών Καυσίμων	36
4.3 Εξάρτηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης από τα ορυκτά καύσιμα	38
Κεφάλαιο 5 ^ο : Ανάλυση Περίπτωσης Black-Out Συμβατικών Πηγών Ενέργειας	40
5.1 Γενικά	40
5.2 Επιπτώσεις ενός Black-out	40
5.3 Μελέτη εγκατάστασης αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος σε μια βιομηχανία	41
Κεφάλαιο 6 - Συμπεράσματα	46
6.1 Γενικά συμπεράσματα για τις συμβατικές πηγές ενέργειας.....	46
6.2 Γενικά συμπεράσματα για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	47
6.3 Συγκεντρωτικά διαγράμματα κόστος - αποδοση θερμογόνου δύναμης για τις συμβατικές και ανανεώσιμες πηγές ενεργείας.....	48
6.4 Γενικό Συμπέρασμα για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών σε Σχέση με Συμβατική Μονάδα Παραγωγής Ενέργειας Diesel στην Βιομηχανία.....	51
Βιβλιογραφία	53
Βιβλιογραφία Εικόνων	54

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Τομείς Δραστηριότητας Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας	2
Εικόνα 2 Κατάταξη ανθράκων βάσει περιεκτικότητας σε καθαρό άνθρακα	5
Εικόνα 3 Εγκατεστημένη Ισχύς Ανανεώσιμων Πηγών στην Ευρώπη.....	7
Εικόνα 4 Μερίδια Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά τομέα	10
Εικόνα 5 Δομή Ατμοηλεκτρικού Σταθμού ΑΗΣ.....	13
Εικόνα 6 Μονάδα ηλεκτροπαραγωγής συνδυασμένου κύκλου φυσικού αερίου	15
Εικόνα 7 Συνδυασμένος κύκλος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (αεριοστρόβιλος & ατμοστρόβιλος)	17
Εικόνα 8 Διάταξη Αποθήκευσης και προθέρμανσης μαζούτ	20
Εικόνα 9 Υπεράκτιο πάρκο ανεμογεννητριών	23
Εικόνα 10 Χαρακτηριστική δομή Φωτοβολταϊκού πάνελ.....	25
Εικόνα 11 Σχηματική παράσταση καύσης βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας ...	29
Εικόνα 12: Δομή Υδροηλεκτρικού Σταθμού Παραγωγής Ενέργειας	31
Εικόνα 13 Ποσοστό ενεργειακής εξάρτησης στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το διάστημα 2004–14 (% επί των καθαρών εισαγωγών σε ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση και δεξαμενές αποθήκευσης, με βάση τόνους ισοδύναμου πετρελαίου)	38
Εικόνα 14: Εκτιμώμενες δαπάνες της ΕΕ για την εισαγωγή ορυκτών καυσίμων	39
Εικόνα 15 Διαμόρφωση ετήσιων τοκοχρεολυσίων.....	44
Εικόνα 16 Γράφημα απόσβεσης επένδυσης.....	45
Εικόνα 17 Γράφημα θερμογόνος δύναμη προς συμβατικών καυσίμων.....	48
Εικόνα 18 Διάγραμμα κόστους (€/kWh) προς καυσίμο	49
Εικόνα 19 Γράφημα απόδοσης καυσίμου	49
Εικόνα 20 Διάγραμμα κόστους (€/kWh) - ΑΠΕ.....	50
Εικόνα 21 Γράφημα βαθμού απόδοσης ΑΠΕ.....	50
Εικόνα 22 κοστος καυσίμων(Συμβατικών& ΑΠΕ) - Ευρω/kWh	50
Εικόνα 23 Συγκεντρωτικό διάγραμμα βαθμού απόδοσης (Συμβατικών& ΑΠΕ).....	51

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	3
Πίνακας 2: Συγκριτικός πίνακας τεχνολογίας φωτοβολταϊκών στοιχείων πυριτίου ...	26
Πίνακας 3 Θερμογόνος Δύναμη Καυσίμων	35
Πίνακας 4 Συγκεντρωτικός πίνακας τιμών πώλησης και θερμογόνου δύναμης.....	36
Πίνακας 5: Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Μεθόδων Παραγωγής Ενέργειας	37
Πίνακας 6 Συγκεντρωτική Κατάσταση ημερήσιων Ηλεκτρικών Καταναλώσεων Βιομηχανίας	41
Πίνακας 7 Λεπτομέρειες κόστους έργου	43
Πίνακας 8 Αναλυτικός πίνακας διαμόρφωσης μηνιαίων τοκοχρεολυσίων	43
Πίνακας 9 Ετήσια απόσβεση επένδυσης - 1	44
Πίνακας 10 Ετήσια απόσβεση επένδυσης-2.....	45
Πίνακας 11 Ετήσια απόσβεση επένδυσης-3.....	45

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας έχει φθάσει σε αρκετά αυξημένα επίπεδα. Το γεγονός αυτό δημιουργεί προβλήματα τόσο σε τεχνικό επίπεδο, αφού απαιτούνται νέες μονάδες παραγωγής ενέργειας, όσο και σε οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Με βάση τις ισχύουσες νομοθεσίες και τις διακρατικές συμφωνίες, γίνεται συντονισμένη προσπάθεια να μειωθούν οι αέριοι ρύποι, που προξενούν καταστροφή του περιβάλλοντος και του υδάτινου ορίζοντα με αποτέλεσμα να επηρεάζουν την καθημερινή ζωή των πολιτών.

Η τάση, που κυριαρχεί την τελευταία δεκαετία είναι η στροφή στην εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας – στο επίπεδο που αυτή είναι δυνατή - περιορίζοντας την κατανάλωση ορυκτών και συμβατικών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας. Ο βασικός στόχος αυτής της προσπάθειας έγκειται στην αποτροπή κατασκευής και λειτουργίας νέων μονάδων παραγωγής ηλεκτρισμού όπου η βασική καύσιμη ύλη προέρχεται από συμβατικές πηγές.

Ωστόσο, παρά όλες αυτές τις προσπάθειες, πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη και τον αντίκτυπο που θα έχουν αυτές οι αλλαγές σε διάφορους τομείς της ζωής. Το βασικό ζήτημα αφορά την οικονομική απόδοση αυτής της επένδυσης που θα λάβει χώρα. Σε αυτόν τον παράγοντα θα πρέπει να υπολογιστούν παράμετροι, όπως το αρχικό κόστος εγκατάστασης, το κόστος συντήρησης, άλλα έξοδα διατήρησης της μονάδας παραγωγής ενέργειας, κλπ.

Σε κάθε περίπτωση, οι νέες τεχνολογίες στέκονται σύμμαχος σε αυτήν την προσπάθεια, αφού νέες μέθοδοι παραγωγής και βελτίωση των ήδη υπαρχόντων περιορίζουν αφενός τους αέριους και στερεούς ρύπους, που παράγονται από τις συμβατικές μονάδες παραγωγής ενέργειας και αφετέρου μειώνουν αρκετά το κόστος παραγωγής και υλοποίησης μονάδων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στην παρούσα μελέτη, θα αναλυθούν διάφορες μέθοδοι παραγωγής ενέργειας, τόσο με συμβατικά ορυκτά καύσιμα, όσο και από ανανεώσιμες πηγές και στην πορεία θα αναλυθεί το κόστος τους και η δυνατότητα να αντικαταστήσουν τους ρυπογόνους και ακριβούς για συντήρηση υφιστάμενους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά τον κόσμο.

ABSTRACT

In recent years, electricity demand has reached quite high levels. This creates problems both at a technical level, as new power plants are required, as well as in economic, social and environmental terms. Based on existing laws and transnational agreements, a concerted effort is being made to reduce air pollutants that cause damage to the environment and the water horizon, thus affecting the everyday life of citizens.

The trend that has dominated over the last decade is to shift to the exploitation of renewable energy sources - as far as possible - by reducing the consumption of fossil and conventional fuels for energy production. The main objective of this effort is to prevent the construction and operation of new power plants where the basic fuel is derived from conventional sources.

However, despite all these efforts, the impact of these changes on different areas of life has to be taken seriously. The main issue is the economic return of this investment that will take place. Factors such as initial installation costs, maintenance costs, other maintenance costs of the power plant, etc. should be calculated for this factor.

In any case, new technologies are the biggest allies to this endeavor, since new production methods and improvements to existing ones restrict both the gaseous and solid pollutants produced by conventional power plants and, on the other hand, reduce the cost of producing and implementing renewable energy sources.

In the present study, we will analyze various methods of producing both conventional and fossil fuels as well as renewable energy sources and analyzing their cost and the possibility of replacing the polluting and expensive existing power stations around the world.

Κεφάλαιο 1^ο: Θεωρητικό Υπόβαθρο Εργασίας

1.1 Δομή Εργασίας

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται μια διερεύνηση σχετικά με τις ενεργειακές πηγές και το πρόβλημα που προκύπτει από την εξάντληση των συμβατικών πηγών ενέργειας. Επίσης αναλύονται οι δύο κλάδοι των συμβατικών και των ανανεώσιμων πηγών που είναι διαθέσιμες στον άνθρωπο. Μέσα από την βιβλιογραφική έρευνα, καταγράφονται το κόστος και η ανάλογη απόδοση του κάθε καυσίμου ξεχωριστά όπως και των επιμέρους τρόπων παραγωγής ενέργειας.

Πιο αναλυτικά, στο πρώτο κεφάλαιο, δίνεται το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο βασίζεται η εργασία. Παρουσιάζεται η κατάσταση στην Ελλάδα σχετικά με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, το θεσμικό πλαίσιο που την καλύπτει καθώς και γενικά στοιχεία για τα μερίδια παραγωγής.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμβατικά καύσιμα που χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία, ενώ στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με ανάλυση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται συγκριτική μελέτη των καυσίμων για την παράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης αναφέρουμε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την χρήση των συμβατικών μορφών καυσίμου και την εξάρτηση της ευρωπαϊκής ενώσεως από τα ορυκτά καύσιμα.

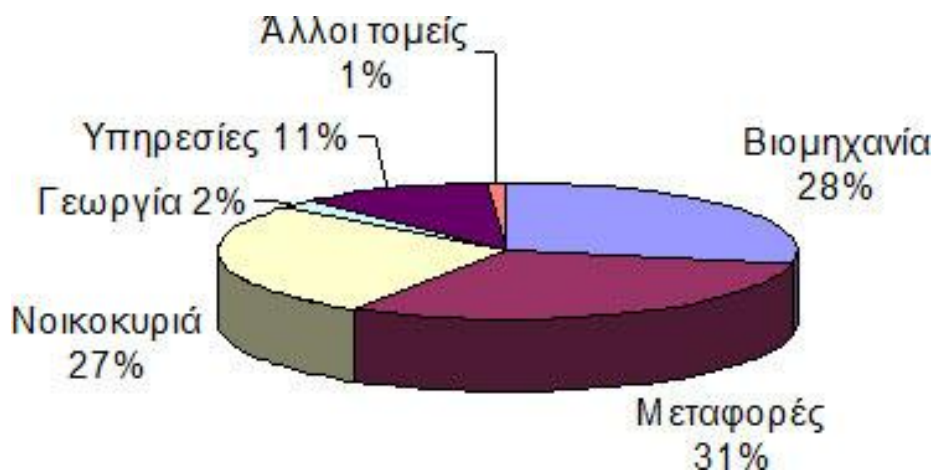
Στο πέμπτο κεφάλαιο επιχειρείται μια εικονική περίπτωση Black out μεγάλης διάρκειας, στην ηλεκτρική ενέργεια, το οποίο οφείλεται σε μία φανταστική περίπτωση. Αναλύονται οι επιπτώσεις που μπορεί να επιφέρει στον κόσμο, τόσο σε περιβαλλοντικό όσο και σε κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο. Στην συνέχεια γίνεται εξέταση εφαρμογής συστήματος παραγωγής ενέργειας με ηλιακά πάνελ σε μία βιομηχανία, εξετάζοντας τα κόστη της εφαρμογής, με ανάλυση της απόσβεσης της επένδυσης.

Τέλος στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα γενικά συμπεράσματα που προκύπτουν καθώς και διαγράμματα κόστος - απόδοσης και θερμογόνου δύναμης για τις συμβατικές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

1.2 Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας

Σύμφωνα με στοιχεία της ΡΑΕ για το 2011, σχετικά με την συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, η συνολική ποσότητα ενέργειας που καταναλώθηκε στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα για το 2011 ήταν 51.87 TWh, ενώ στα μη Διασυνδεδεμένα νησιά ήταν 5.59 TWh.

Οι κατηγορίες στις οποίες εξετάζεται η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας αφορούν τη βιομηχανία, τον οικιακό τομέα, τις μεταφορές, την γεωργία, τις υπηρεσίες και άλλους τομείς. Σύμφωνα με στοιχεία της ΔΕΗ, στην επόμενη εικόνα, παρατηρείται ότι για το 2011 το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης το έχει ο τομέας των μεταφορών, ακολουθούμενος από την βιομηχανία και τον οικιακό τομέα αντίστοιχα. Ένα μικρότερο ποσοστό λαμβάνουν ο τομέας των υπηρεσιών, ο γεωργικός τομέας και οι λοιποί τομείς.



Εικόνα 1: Τομείς Δραστηριότητας Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας

Τα στοιχεία της ΡΑΕ σχετικά με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά την χρονική περίοδο 2007 – 2015, αποδεικνύουν ότι η κατανάλωση έχει μειωθεί αρκετά όπως φαίνεται και στον επόμενο πίνακα. Η μείωση αυτή ανέρχεται στα 8612 GWh, η οποία αποτελεί ένα σημαντικό ποσοστό ενέργειας και οφείλεται κυρίως στην οικονομική κρίση. Παρόλα αυτά κατά την διάρκεια του 2015, παρατηρήθηκε αύξηση της κατανάλωσης τον μήνα Ιούλιο με 611 GWh, σε σύγκριση με τα 595 GWh και 580 GWh του 2014 και του 2013 αντίστοιχα.

Πίνακας 1 Συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

α/α	Έτος	Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (TWh)
Εξέλιξη της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στο διασυνδεδεμένο σύστημα	2007	55.253
	2008	55.675
	2009	52.436
	2010	52.329
	2011	51.870
	2012	50.289
	2013	48.451
	2014	45.953
	2015	46.641

1.3 Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εμφανίστηκε στην Ελλάδα για πρώτη φορά το 1889 στην Αθήνα, ενώ δέκα χρόνια αργότερα το 1899 εμφανίστηκε στην Θεσσαλονίκη. Την παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας (Η.Ε.) ανέλαβαν διάφορες εταιρείες. Η ίδρυση των σταθμών παραγωγής ενέργειας έγινε από ιδιώτες, ξένους επιχειρηματίες ή ακόμη και συμπράξεις, όπου σε αρκετές από τις αυτές συμμετείχε και το Ελληνικό Δημόσιο. Σε πολλές πόλεις ιδρύθηκαν τοπικές εταιρείες για την κάλυψη της περιοχής. Ο αριθμός τους μέχρι το 1950 έφτασε τις 400, με πολλές από αυτές να έχουν χαρακτήρα δημοτικής ή κοινοτικής επιχείρησης. Στην Αθήνα υπήρχαν τρεις εταιρείες για την τροφοδότηση διαφορετικών περιοχών, ενώ στην Θεσσαλονίκη λειτουργούσε ένα εργοστάσιο στον Λευκό Πύργο και τρία πλοία που κάλυπταν άλλες περιοχές.

Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '40, η παραγωγή γινόταν με συνεχές ρεύμα, οπότε, το 1945, επεκτάθηκε η χρήση του εναλλασσόμενου και στη χώρα μας. Η τιμή της kWh προέκυπτε ανάλογα με τα έξοδα και τα έσοδα της κάθε επιχείρησης. Οι τιμές ανάμεσα στις εταιρείες παρουσίαζαν σημαντικές διαφορές. Το μεγάλο βέβαια κόστος ήταν απαγορευτικό για τους περισσότερους, καθιστώντας τον ηλεκτρισμό είδος πολυτελείας.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατηγοριοποιείται ανάλογα με το είδος των πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή. Η πρώτη κατηγορία αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση συμβατικών καυσίμων. Σε αυτή την κατηγορία οι ύλες που χρησιμοποιούνται είναι όλα τα ορυκτά καύσιμα στερεής,

υγρής και αέριας μορφής, τα οποία έχουν σχηματιστεί με την πάροδο του χρόνου και βρίσκονται αποθηκευμένα στο υπέδαφος. Αυτές οι πηγές καυσίμων δεν ανανεώνονται και ο ρυθμός δημιουργίας τους είναι πολύ αργός.

Η δεύτερη κατηγορία αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η πηγές αυτές αποτελούν την πιο ασφαλή έμπιστη λύση καθώς δεν εξαντλούνται και μπορούν να λύσουν το ενεργειακό πρόβλημα που μαστίζει τον σύγχρονο κόσμο εξαιτίας της σταδιακής εξάντλησης των ορυκτών καυσίμων. Στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συγκαταλέγονται ο ήλιος, ο άνεμος, το νερό καθώς και όλα τα φυσικά φαινόμενα.

Οι παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν το μείγμα τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σχετίζονται με τους διαθέσιμους εγχώριους ενεργειακούς πόρους, την ενεργειακή πολιτική αλλά και τις γεωλογικές, γεωγραφικές και κλιματολογικές ιδιαιτερότητες κάθε χώρας.

Σύμφωνα με τα κύρια στατιστικά στοιχεία της Eurostat σχετικά με την πρωτογενή παραγωγή, για το έτος 2014 η παραγωγή ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση ανήλθε σε 771 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ¹) το οποίο ισοδυναμεί με πάνω από 8 δισεκατομμύρια MWh. Από το 2009 και μετά έχει παρατηρηθεί πτώση στην παραγωγή ενέργειας, η οποία συνέπεσε με τη χρηματοπιστωτική και οικονομική κρίση. Γενικότερα κατά την τελευταία δεκαετία έχει παρατηρηθεί μια πτώση της τάξεως του 17,3% η οποία μπορεί να αποδοθεί εν μέρει στην εξάντληση των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα.

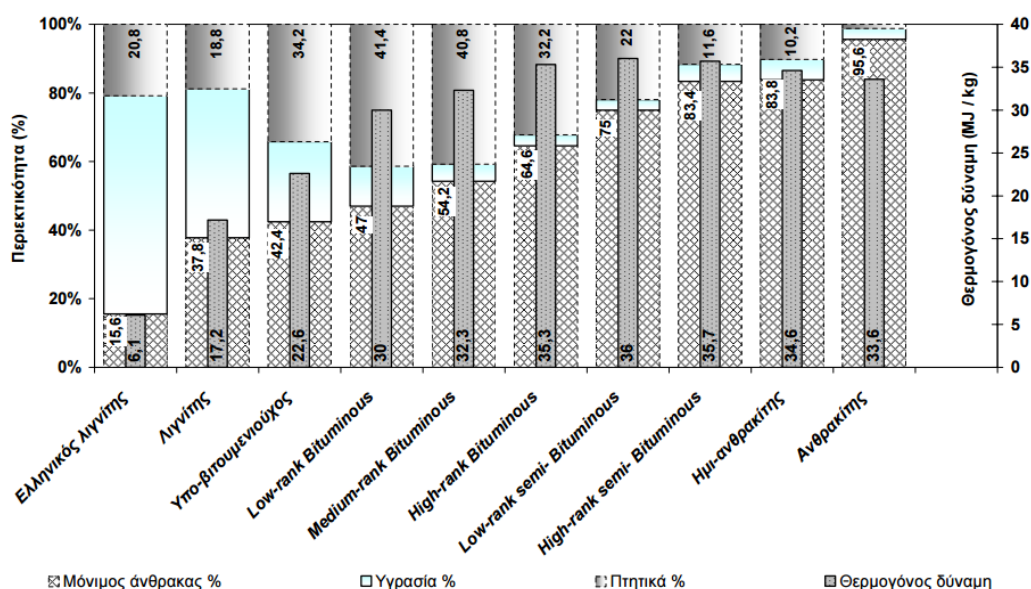
Για το 2014, η χώρα με το υψηλότερο ποσοστό παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας ήταν η Γαλλία με 17,6% ακολουθούμενη από την Γερμανία με 15,6% και το Ηνωμένο Βασίλειο με 14%.

Η παραγωγή καλύφθηκε από ένα ευρύ φάσμα πηγών ενέργειας με την πυρηνική να λαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό σε 29,4%, η οποία χρησιμοποιείται σε 14 από τις 28 χώρες της ΕΕ. Το 25,5% της παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας καλύφθηκε από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα στερεά καύσιμα - με κύρια πηγή τον άνθρακα - κάλυψαν το 19,4% της συνολικής παραγωγής, το 15,2% καλύφθηκε από το φυσικό αέριο, το 9,1% από το αργό πετρέλαιο ενώ το υπόλοιπο 1,4% από άλλες πηγές.

¹ Τόνος ισοδύναμου πετρελαίου: μονάδα ενέργειας που ισοδυναμεί με την ενέργεια που εκλύεται από την καύση ενός τόνου αργού πετρελαίου και είναι περίπου ίση με 42GJ ή 11,63MWh.

Στην Ελλάδα η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται κυρίως με την εκμετάλλευση συμβατικών πρωτογενών πηγών ενέργειας οι οποίες βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα στερεής, υγρής και αέριας μορφής. Εξαιτίας των εγχώριων κοιτασμάτων λιγνίτη, το ορυκτό αυτό καύσιμο αποτελεί την βάση του συστήματος παραγωγής ενέργειας για αρκετές δεκαετίες. Εκτός από τον λιγνίτη, χρησιμοποιούνται και άλλα ορυκτά καύσιμα όπως ο λιθάνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.

Οι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί αποτελούν τις κύριες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ το 50% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται προέρχεται από τους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς της Δυτικής Μακεδονίας. Στην Ελλάδα υπάρχουν τέσσερις περιοχές οι οποίες διαθέτουν αξιόλογα αποθέματα λιγνίτη όπως η Δράμα, η Δυτική Μακεδονία, η Ελασσόνα και η Μεγαλόπολη.



Εικόνα 2 Κατάταξη ανθράκων βάσει περιεκτικότητας σε καθαρό άνθρακα

Ο λιγνίτης περιέχει περίπου 17-19% άνθρακα, υψηλή περιεκτικότητα υγρασίας που μπορεί να φτάσει και το 61-64% καθώς και τέφρα της τάξεως του 20-22%. Αποτελεί έναν από τους πιο νεαρούς σε ηλικία τύπους άνθρακα και διαθέτει κατώτερη ποιότητα από τους υπόλοιπους. Γενικότερα χρησιμοποιούνται 10 είδη άνθρακα, τα οποία διαφέρουν σε περιεκτικότητα άνθρακα, υγρασίας και πτητικών. Επίσης όσο πιο ανώτερη ποιότητα έχει ο άνθρακας τόσο μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη διαθέτει. Όπως φαίνεται και στην προηγούμενη εικόνα. Ο λιγνίτης που εξορύσσεται στην Ελλάδα διαθέτει την κατώτερη ποιότητα εξαιτίας της μικρής περιεκτικότητας του σε άνθρακα και της αυξημένης υγρασίας του.

Στην Ευρώπη, για το 2011, η εγκατεστημένη ισχύς Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας έχει ως εξής:

- το αιολικό δυναμικό ανήλθε στα 94,4 GW
- το ηλιακό δυναμικό έφτασε τα 52GW
- η υδροηλεκτρική ισχύς ανήλθε στα 172 GW,
- το γεωθερμικό δυναμικό ανήλθε στα 0,935 GW
- η εγκατεστημένη ισχύς της βιομάζας ξεπέρασε τα 35GW.

Όσον αφορά τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα, το 2011, η προσθήκη ισχύος ανήλθε στις 3821,23 GWh σύμφωνα με την ΑΔΜΗΕ. Το υψηλότερο ποσοστό κατείχαν τα αιολικά με 2600 GWh, τα υδροηλεκτρικά κατέλαβαν την δεύτερη θέση με 580,6 GWh, τα φωτοβολταϊκά κατέλαβαν την τρίτη θέση με 441,5 GWh, ενώ η βιομάζα κατέλαβε την τελευταία θέση με παραγωγή 199,1 GWh.

Η εγκατεστημένη ισχύς των ΑΠΕ στην χώρα αντιστοιχούσε σε:

- Αιολική ενέργεια: 1500 MW
- Φωτοβολταϊκά: 460,4 MW
- Μικρά υδροηλεκτρικά: 206 MW
- Βιομάζα: 44,5 MW

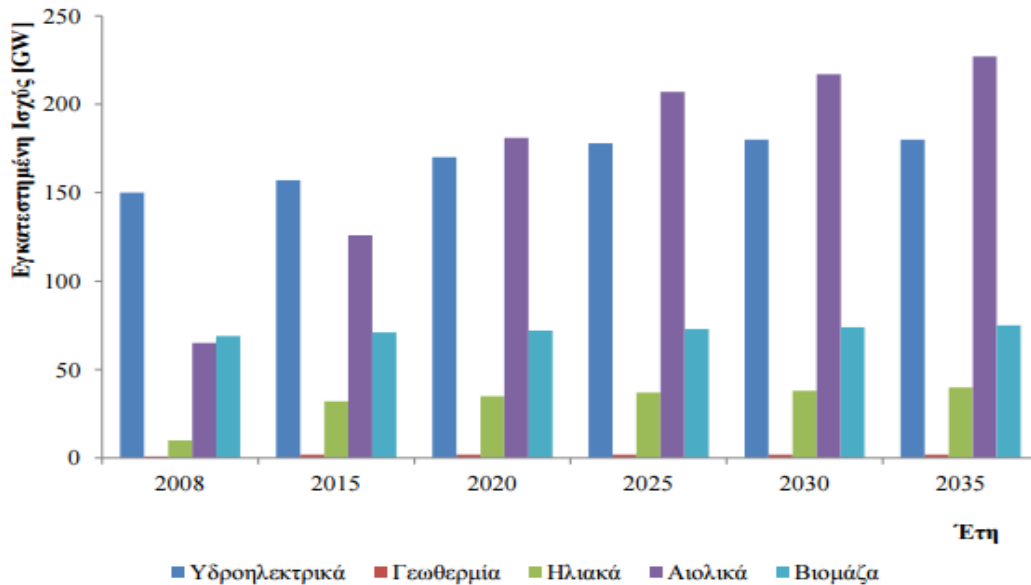
Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα 436 MW που προστέθηκαν έπονται του στόχου των 1000 MW που απαιτούνται για την επίτευξη των ενεργειακών στόχων του 2020.

Το 2014, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έθεσε νέους στόχους σχετικά με την ενέργεια και το κλίμα για το 2030. Ο στόχος είναι η ενθάρρυνση των ιδιωτικών επενδύσεων αναφορικά με την δομή τους αλλά και την ανάπτυξη τεχνολογιών χαμηλού άνθρακα. Τα μέλη κράτη έχουν συμφωνήσει σε ένα νέο Πλαίσιο 2030 για το κλίμα και την ενέργεια, το οποίο συμπεριλαμβάνει τους στόχους και τις πολιτικές σε ευρωπαϊκό επίπεδο για την περίοδο 2020 - 2030. Στόχος του πλαισίου αυτού είναι να βοηθήσει την ΕΕ να επιτύχει ένα πιο ανταγωνιστικό, ασφαλές και βιώσιμο ενεργειακό σύστημα και να επιτύχει τον μακροπρόθεσμο στόχο μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου έως το 2050.

Οι βασικοί στόχοι για το 2030 είναι:

1. να επιτευχθούν περικοπές τουλάχιστον κατά 40% στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (σε σύγκριση με την κατάσταση το 1990)

2. να φτάσει τουλάχιστον στο 27% η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
3. να επιτευχθεί τουλάχιστον 27% βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης



Εικόνα 3 Εγκατεστημένη Ισχύς Ανανεώσιμων Πηγών στην Ευρώπη

1.4 Υφιστάμενη Κατάσταση στο ελληνικό Δίκτυο Ηλεκτρισμού

1.4.1 Γενικά Στοιχεία

Ο αριθμός των πελατών που είναι συνδεδεμένοι με το σύστημα ανέρχονται στους 7,4 εκατομμύρια. Η εγκατεστημένη ισχύς είναι 13 GW και κατέχει περίπου το 64% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα. Στο ενεργειακό της μείγμα συμπεριλαμβάνονται λιγνιτικοί, υδροηλεκτρικοί και πετρελαϊκοί σταθμοί, καθώς και σταθμοί φυσικού αερίου, αλλά και μονάδες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Από την συνολική παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας, πάνω από 50% παράγεται με τη καύση λιγνίτη, φέρνοντας τη χώρα στη δεύτερη θέση στην Ευρωπαϊκή Ένωση με τους μεγαλύτερους παραγωγούς λιγνίτη.

Οι γραμμές μεταφοράς του συστήματος υψηλής τάσης έχουν συνολικό μήκος 11.365 χλμ, ενώ οι γραμμές του δικτύου διανομής της Ελλάδος στο σύνολο της χώρας ανέρχονται σε περίπου 236.290 χλμ. Χαμηλής και μέσης τάσης και 945 χλμ υψηλής τάσης.

Επιπροσθέτως υπάρχουν συνδέσεις με όμορες βαλκανικές χώρες όπως η Αλβανία, η Βουλγαρία, η και η ΠΓΔΜ (FYROM), οι οποίες είναι σε θέση να καλύψουν άνω του 7% των αναγκών της χώρας, εξαιτίας της περίσσειας ενέργειας που έχουν. Η σύνδεση με την Ιταλία με υποβρύχιο καλώδιο συνεχούς ρεύματος 400 KV, έχει δυναμικότητα μεταφοράς 500 MW και λειτουργεί εμπορικά από το 2002. (www.dei.gr)

1.4.2 Νομικό και Θεσμικό Πλαίσιο

Ο τομέας ηλεκτρικής ενέργειας λειτουργεί κατά κύριο λόγο με βάση το πλαίσιο, που καθορίζει ο Ν. 2773/1999, που αφορά την «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας- Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 286) το οποίο ψηφίστηκε καθ' ολοκλήρωση της Οδηγίας 96/92/EK για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και με αρχή ισχύος από τον Φεβρουάριο του 2001. Ο νόμος αυτός προβλέπει την σύσταση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) ως μια ανεξάρτητη και αυτοτελής διοικητική αρχή η οποία εποπτεύεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης. Επίσης προβλέπει την σύσταση του Διαχειριστή του Ηλεκτρικού Συστήματος ο οποίος θα εποπτεύεται από την ΡΑΕ. Την απελευθέρωση της παραγωγής καθώς και της εκμετάλλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία παράγεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Συμπααραγωγή αλλά και από συμβατικά καύσιμα και τέλος, την μετατροπή της ΔΕΗ σε Ανώνυμη Εταιρεία.

Το 2000, ο Ν. 2773/1999 τροποποιείται με την πρώτη τροπολογία του Ν. 2837/00 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 178/03-08-00), ο οποίος αφορά την «Ρύθμιση θεμάτων Ανταγωνισμού Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας, Τουρισμού και άλλες διατάξεις.».

Το 2001 έρχεται μια δεύτερη τροπολογία του Ν.2773/99, με τον Ν. 2941/01 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 201/12-09-01), ο οποίος αφορά την «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. "ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ" και άλλες διατάξεις.»

Με τον Ν. 3175/03 (Τεύχος ΦΕΚ Α 207/29-08-03), θεσπίζεται η τρίτη τροποποίηση των διατάξεων του Ν. 2773/99, ο οποίος αφορά στην «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, της τηλεθέρμανσης και άλλες διατάξεις». Με αυτή την τροποποίηση παρέχεται ένα νομοθετικό πλαίσιο το οποίο στοχεύει στην ουσιαστική αλλαγή του τρόπου οργάνωσης και λειτουργίας της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, επιτρέποντας τη χονδρεμπορική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Με αυτόν τον νόμο επιδιώκεται η ανάπτυξη ενός πραγματικού ανταγωνισμού στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.

Το 2005, ψηφίζεται η τέταρτη τροπολογία του Ν. 2773/99 με τον Ν. 3426/05 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 309/22-12-05), ο οποίος αφορά την «Επιτάχυνση της διαδικασίας για την απελευθέρωση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας.»

Το 2006 ψηφίζεται ο Ν.3468/06 (ΦΕΚ Α 129/27-6-06), ο οποίος αφορά την «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις». Ο νόμος αυτός ρυθμίζεται στην συνέχεια με εγκύκλιο η οποία αφορά τις «Πρώτες οδηγίες εφαρμογής του Ν. 3468/2006 για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και τη Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης».

Με το Ν.4203/2013 (ΦΕΚ 235Α/1-11-2013) θεσμοθετήθηκε για πρώτη φορά η δυνατότητα των καταναλωτών να κάνουν χρήση του net-metering. Οι ρυθμίσεις αυτές τροποποιήθηκαν με το Ν.4254/2014 (ΦΕΚ 85Α/7-4-2014) και προβλέπουν τα εξής: Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών και σταθμών μικρών ανεμογεννητριών από αυτοπαραγωγούς. (www.deddie.gr)

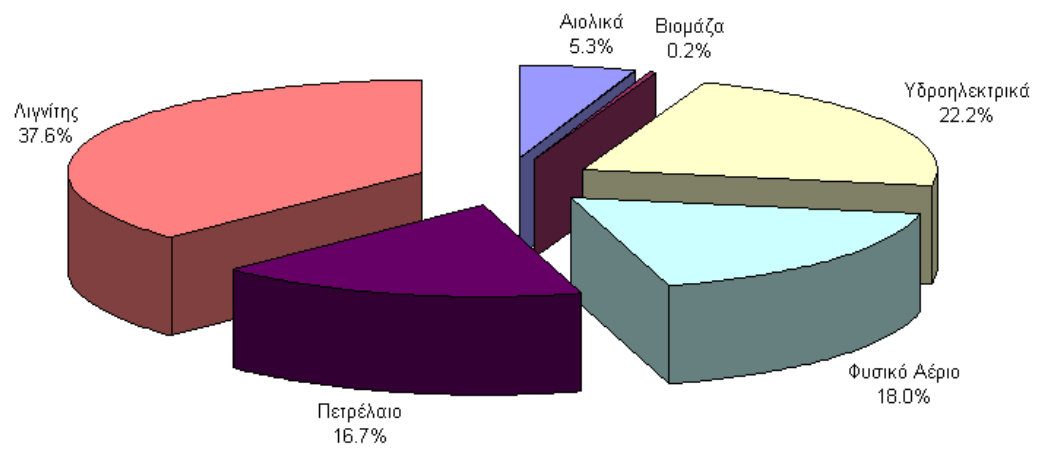
1.4.3 Μερίδια Παραγωγής Ενέργειας

Στην χώρα μας οι κυριότερες πηγές καυσίμου είναι:

1. Ο εγχώριος λιγνίτης μικρής θερμογόνου δύναμης
2. Το πετρέλαιο κυρίως για την κίνηση ηλεκτροπαραγωγικών εγκαταστάσεων νησιωτικών συστημάτων μη συνδεδεμένων με την ηπειρωτική χώρα
3. Το φυσικό αέριο προερχόμενο από εισαγωγές
4. Τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα
5. Η αιολική ενέργεια
6. Τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα, η βιομάζα και τα φωτοβολταϊκά

Τα μερίδια κατανομής των πηγών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας φαίνονται στην επόμενη εικόνα. Την πρώτη θέση στο σύνολο της παραγωγής την κατέχει ο λιγνίτης με 37,6%, ακολουθούν τα υδροηλεκτρικά με 22,2%, το φυσικό αέριο με 18%, το πετρέλαιο με 16,7%, τα αιολικά με 5,3% και η βιομάζα με 0,2%

Σύνολο (MW) Εγκατεστημένης Ισχύος



Εικόνα 4 Μέρη Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά τομέα

Κεφάλαιο 2^ο: Ανάλυση Συμβατικών Μονάδων Παραγωγής Ενέργειας

2.1 Καύσιμα

Τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα ή προϊόντα τους που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ενέργειας διακρίνονται σε στερεά, υγρά και αέρια. Πιο συγκεκριμένα:

A) Στερεά καύσιμα

Στα στερεά καύσιμα περιλαμβάνονται οι ορυκτοί άνθρακες όπως οι βιτουμενιούχοι άνθρακες, η τύρφη, οι ανθρακίτες λιγνίτες, και άλλοι. Ως στερεά καύσιμα θεωρούνται ακόμη η βιομάζα και τα άχρηστα αστικά στερεά απορρίμματα, όπως τα ελαστικά, τα πλαστικά, η αποξηραμένη ιλύς εγκαταστάσεων βιολογικών καθαρισμών και άλλα.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά, με βάση τις φυσικές και χημικές ιδιότητες, των στερεών ορυκτών καυσίμων που ενδιαφέρουν για τη χρήση τους στην παραγωγή ενέργειας είναι:

1. Η θερμογόνος δύναμη ή το θερμικό τους δυναμικό (Α.Θ.Δ. και Κ.Θ.Δ.) δηλαδή η περιεκτικότητά τους σε άνθρακα, όπου:
 - Α.Θ.Δ. (ανώτερη θερμογόνος δύναμη, Higher Heating Value)
 - Κ.Θ.Δ. (κατώτερη θερμογόνος δύναμη, Lower Heating Value)
2. Η υγρασία του καυσίμου κατά την εξόρυξη
3. Η περιεκτικότητά τους σε τέφρα και γενικότερα ανόργανες ύλες
4. Η κοκκομετρική τους ανάλυση
5. Η επί τοις % περιεκτικότητά τους σε πτητικά
6. Η αντοχή τους στη θραύση και λειοτρίβηση
7. Οι επί τοις εκατό περιεκτικότητές τους σε S (θείο), Cl (χλώριο) και πτητικά μέταλλα όπως ο υδράργυρος (Hg), το κάδμιο (Cd) και άλλα.

B) Αέρια καύσιμα

Στα αέρια καύσιμα περιλαμβάνονται το φυσικό αέριο, όπου το κύριο συστατικό είναι το μεθάνιο, CH_4), οι αέριοι υδρογονάνθρακες βαρύτεροι του αιθανίου

(C₂H₆), οι οποίοι παράγονται από την απόσταξη πετρελαίου και αέρια από την εξαερίωση διαφόρων τύπων ανθράκων. Για τη χρήση τους, σημαντικό ρόλο παίζει η:

1. χημική τους σύσταση
2. η θερμογόνος δύναμή τους (Α.Θ.Δ. και Κ.Θ.Δ.),
3. η ποσοστιαία (%) περιεκτικότητά τους σε θείο (S)
4. και η περιεκτικότητά τους σε αδρανή όπως το άζωτο, το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό (N₂, CO₂, H₂O)

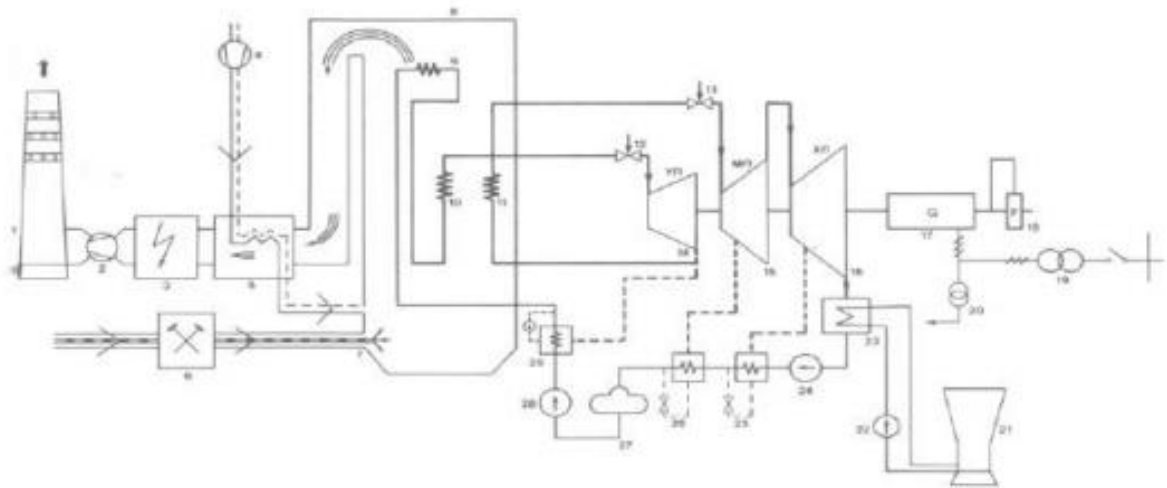
C) Υγρά καύσιμα

Τα υγρά καύσιμα είναι τα διάφορα κλάσματα απόσταξης αργού πετρελαίου, ελαφρά και βαρέα κλάσματα, όπως το νηζέλ, η κηροζίνη και άλλα. Επίσης υγροί υδρογονάνθρακες όπως η μεθανόλη, η αιθανόλη και άλλα. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στη χρήση τους ως καύσιμα είναι:

1. Η θερμογόνος δύναμη
2. Το ιξώδες
3. Η πτητικότητά τους
4. Το στερεό υπόλειμμα της καύσης και η περιεκτικότητά τους σε τέφρα
5. Η περιεκτικότητά τους σε νερό (H₂O)
6. Οι επί τοις εκατό περιεκτικότητές του σε θείο (S) και σε μεταλλικά συστατικά όπως ο μόλυβδος (Pb), βανάδιο (V), νικέλιο (Ni) και χαλκός (Cu).

2.2 Μονάδες καύσης Άνθρακα (λιγνίτη)

Οι λιγνίτες ανήκουν στις ορυκτές καύσιμες στερεές πρώτες ύλες και προέρχονται από φυτικά υπολείμματα μέσω διάφορων διεργασιών ενανθράκωσης. Με τις διεργασίες αυτές έγινε ο εμπλουτισμός των φυτικών υπολειμμάτων σε άνθρακα. Η μετατροπή των φυτών σε τύρφη και η μετάβαση από την τύρφη στον ανθρακίτη, που αποτελεί το τελικό στάδιο ενανθράκωσης είναι συνάρτηση της επίδρασης του χρόνου, της θερμοκρασίας και της πίεσης. Η μετατροπή αυτή ξεκίνησε πριν από 400 εκατομμύρια χρόνια και συνεχίζεται μέχρι και σήμερα. Σύμφωνα με τους επιστήμονες, για την δημιουργία ενός στρώματος άνθρακα 30 εκατοστών απαιτούνται 2,5 μέτρα στρώματος φυτικής ύλης.



Εικόνα 5 Δομή Ατμοηλεκτρικού Σταθμού ΑΗΣ

Ο λιγνίτης διαθέτει την μικρότερη θερμογόνο ισχύς στην κατηγορία των γαιανθράκων, προκύπτοντας ότι η θερμογόνος ισχύς του λιθάνθρακα είναι περίπου 5 φορές μεγαλύτερη από τον λιγνίτη ενώ η θερμογόνος ισχύς του πετρελαίου είναι 7,5 φορές μεγαλύτερη. Γενικά, η ποιότητα των ελληνικών λιγνιτών είναι χαμηλή. Στις περιοχές της Μεγαλόπολης, του Αμύνταιου και της Δράμας, η θερμογόνος δύναμη του λιγνίτη κυμαίνεται από 975-1380 kcal/kg. Στην περιοχή της Πτολεμαΐδας, η θερμογόνος δύναμη των κοιτασμάτων λιγνίτη κυμαίνεται στα 1261-1615 kcal/kg. Στην Φλώρινα και στην Ελασσόνα, βρίσκονται τα κοιτάσματα λιγνίτη με την μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη που ξεπερνούν τα 1900 kcal/kg και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να φτάσουν και τα 2257 kcal/kg. Το σημαντικό πλεονέκτημα των λιγνιτών της χώρας μας συγκριτικά με τους λιγνίτες των υπόλοιπων χωρών είναι η χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο.

Ο λιγνίτης βρίσκεται σε αφθονία στο υπέδαφος της Ελλάδας. Η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού έχει δικαιώματα εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων σε ποσοστό περίπου στο 60%. Σήμερα λειτουργούν 7 λιγνιτικοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο λιγνίτης συνεχίζει και είναι καύσιμο μεγάλης στρατηγικής σημασίας για την Ελλάδα, αφού εξακολουθεί να έχει χαμηλό κόστος εξόρυξης σε σταθερή βάση, εξασφαλίζοντας σταθερότητα και ασφάλεια εφοδιασμού στις μονάδες παραγωγής. Η χαμηλή θερμογόνος δύναμή του, όπως περιγράφηκε παραπάνω, δεν αποτελεί μεγάλο εμπόδιο, αφού τα οφέλη στην κοινωνία και την οικονομία γενικότερα είναι αρκετά μεγάλα, προσφέροντας πολλές θέσεις εργασίας, ανάπτυξη σε περιοχές

εξόρυξης και διάφορων άλλων εγκαταστάσεων και φυσικά στην αύξηση του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος, προσφέροντας υπεραξία.

Οι βασικές διεργασίες που εκτελούνται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε μια τυπική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο λιγνίτη περιγράφονται συνοπτικά ως εξής:

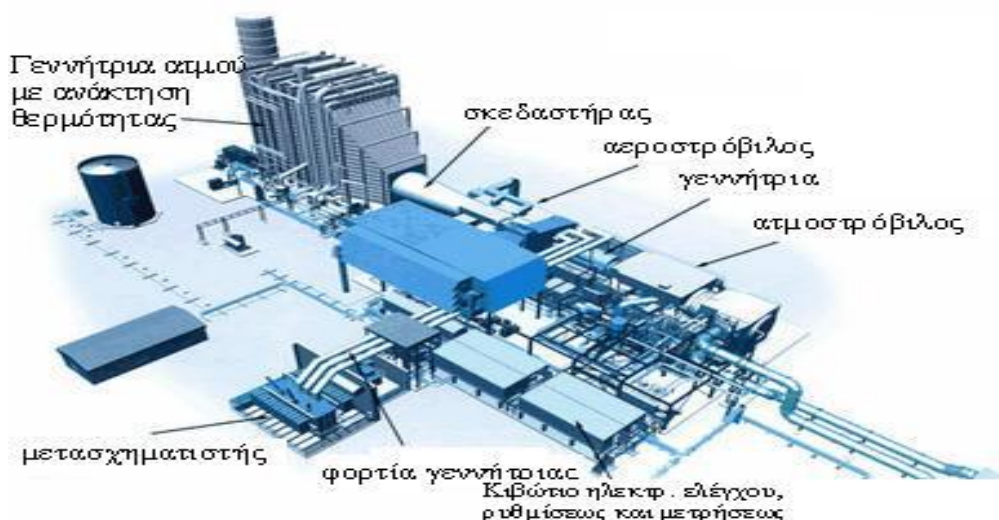
- Ο λιγνίτης αμέσως μετά την εξόρυξη, μεταφέρεται με μεταφορικές ταινίες στη μονάδα θραύσης
- Υποβάλλεται σε πρωτογενή θραύση και στη συνέχεια μεταφέρεται στη μονάδα ηλεκτροπαραγωγής
- Λειτουργείται σε συγκεκριμένο μέγεθος τεμαχίων
- Ο λειοτριβημένος λιγνίτης αναμειγνύεται με αέρα και εισάγεται στο θάλαμο καύσης όπου και καίγεται για την παραγωγή θερμότητας, μέσω της μετατροπής της χημικής ενέργειας του καυσίμου σε θερμότητα
- Μεγάλες ποσότητες καθαρού νερού αντλούνται και κυκλοφορούν σε σωληνώσεις μέσα στο θάλαμο καύσης
- Το νερό προσλαμβάνει την εκλυόμενη θερμότητα από την καύση και μετατρέπεται σε υπέρθερμο και υψηλής πίεσης ατμό
- Ο ατμός οδηγείται με σωληνώσεις σε ατμοστροβίλους που μετατρέπουν την ενέργεια του ατμού σε κινητική ενέργεια
- Η κινητική ενέργεια του ατμοστροβίλου παράγει με τη βοήθεια μιας γεννήτριας ηλεκτρική ενέργεια
- Η ηλεκτρική ενέργεια μετασχηματίζεται σε υψηλής τάσης ηλεκτρική ενέργεια και οδηγείται στο σύστημα μεταφοράς
- Η τάση της ηλεκτρικής ενέργειας υποβιβάζεται όταν φθάσει κοντά στους καταναλωτές και διανέμεται στους χρήστες
- Ο θερμός ατμός των ατμοστροβίλων οδηγείται στο κύκλωμα συμπύκνωσης και επιστρέφει με τη μορφή νερού στο κύκλωμα ατμοποίησης του θαλάμου καύσης
- Το νερό ψύξης του θερμού ατμού επιστροφής των ατμοστροβίλων θερμαίνεται και αυτό και αφού περάσει από εναλλάκτες θερμότητας επιστρέφει στη λίμνη από την οποία αντλήθηκε έχοντας αυξημένη θερμοκρασία.

2.3 Μονάδες Φυσικού Αερίου

Το φυσικό αέριο αποτελείται από ένα μίγμα αερίων υδρογονανθράκων με κυμαινόμενες ποσότητες άλλων αερίων. Βρίσκεται συνήθως συνδυασμένο με υδρογονάνθρακες υγρής μορφής, όπως το αργό πετρέλαιο, τα συμπυκνώματα ελαφρών υδρογονανθράκων και άλλα. Μετά από την δημιουργία του σε υπόγειους ταμιευτήρες μετανάστευσε σε πορώδη πετρώματα ή ρηγματώσεις ποικίλων γεωλογικών σχηματισμών. Η ανάκτηση του φυσικού αερίου γίνεται μέσα από την χρήση φρεάτων που αρύσσονται στους εντοπισμένους ταμιευτήρες.

Η σύσταση του φυσικού αερίου αποτελείται από επιμέρους αέρια όπως το μεθάνιο, το αιθάνιο, το προπάνιο και το βουτάνιο. Εκτός από αυτό το βασικό μίγμα αερίων, περιλαμβάνονται σε μικρότερη ποσότητα βαρύτεροι υδρογονάνθρακες αλλά και ποσότητες αερίων μη υδρογονανθράκων όπως το άζωτο, το διοξείδιο του άνθρακα και το υδρόθειο.

Οι αεριοστρόβιλοι, είναι η βασική τεχνολογία καύσης φυσικού αερίου. Οι αεριοστρόβιλοι χρησιμοποιούν τα θερμά αέρια, που είναι το αποτέλεσμα της καύσης του αερίου. Ουσιαστικά δεν λειτουργούν όπως οι μονάδες καύσης λιθάνθρακα, όπου χρησιμοποιείται η θερμότητα για παραγωγή ατμού και κίνηση στροβίλων. Αντιθέτως αποτελούν θερμικές μηχανές, δηλαδή μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την θερμότητα που παράγεται από την καύση ενός καυσίμου σε μηχανική ισχύ. Στους αεριοστρόβιλους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ο άξονας του αεριοστρόβιλου συνδέεται με μια γεννήτρια οπότε και η μηχανική ενέργεια που παράγεται μετατρέπεται σε ηλεκτρική ισχύ.



Εικόνα 6 Μονάδα ηλεκτροπαραγωγής συνδυασμένου κύκλου φυσικού αερίου

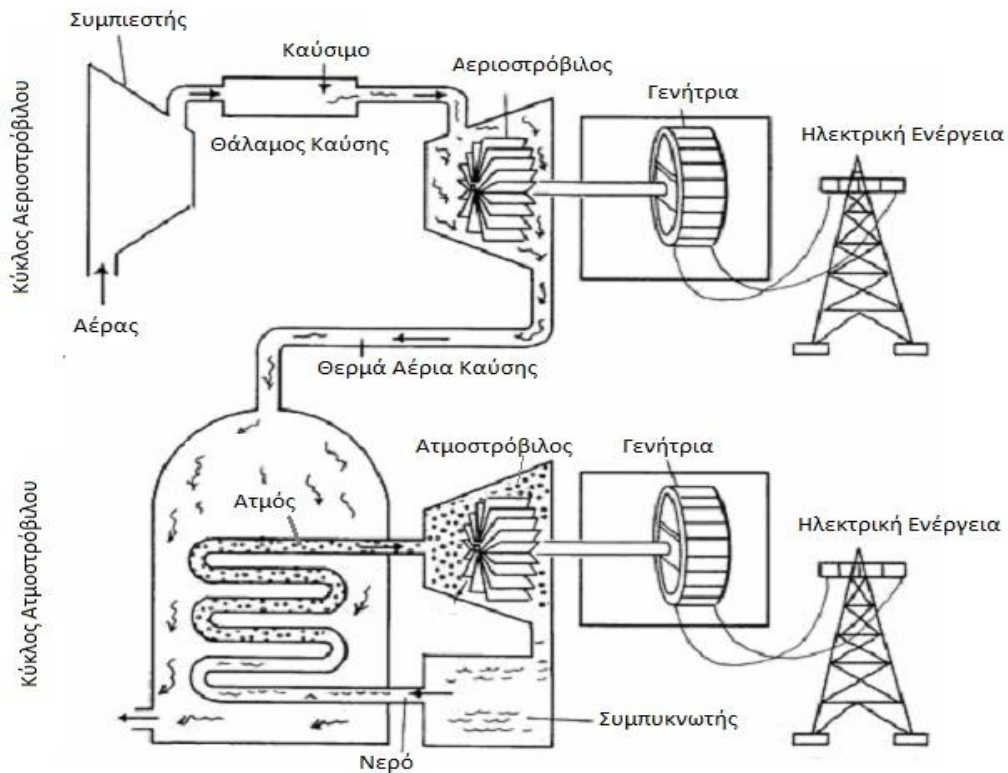
Υπάρχουν δύο τύποι εργοστασίων ηλεκτροπαραγωγής με φυσικό αέριο:

- (1) αεριοστρόβιλοι συνδυασμένου κύκλου και
- (2) αεριοστρόβιλοι ανοιχτού κύκλου

Στην τεχνολογία αεροστροβίλων ανοιχτού κύκλου με καύσιμο το φυσικό αέριο, υπάρχει ανάμειξη με τον αέρα και ακολούθως τροφοδοσία του αεριοστρόβιλου, που στην συνέχεια θέτει σε κίνηση μια ηλεκτρογεννήτρια. Η τεχνολογία συνδυασμένου κύκλου ακολουθεί την ίδια διαδικασία, με την μόνη διαφορά, ότι χρησιμοποιεί τη θερμότητα από τα καυσαέρια του αεριοστρόβιλου για να παράγει ατμό. Ο ατμός στην συνέχεια θέτει σε κίνηση έναν ατμοστρόβιλο και δεύτερη ηλεκτρογεννήτρια (παράγοντας διπλάσια ηλεκτρικής ενέργειας με το ίδιο το κόστος καυσίμων).

Και στις δύο μεθόδους παραγωγής αυτές, ο βαθμός απόδοσης εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες, που επικρατούν. Το κρίσιμο σημείο, στο οποίο θα πρέπει να φθάσει η παραγωγικότητα του σταθμού αυτού του είδους εξαρτάται από τις συνθήκες με βάση τις οποίες γίνεται η ανάμειξη του καυσίμου της μονάδας. Η θερμοκρασία, η πίεση και η υγρασία του αέρα με τον οποίο αναμιγνύεται μπορούν να φθάσουν τον συντελεστή απόδοσης ακόμη και στο 50%, συγκριτικά με το 30-35% των συμβατικών μονάδων παραγωγής ενέργειας, που χρησιμοποιούν ατμοστροβίλους και καύσιμο τον λιγνίτη. Γενικά, καιρικές συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και υγρασίας, βελτιώνουν την ανάμειξη του καυσίμου και φυσικά την απόδοση της μονάδας.

Στην συνέχεια της διαδικασίας, ο ατμός που χρησιμοποιείται για την περιστροφή του ατμοστρόβιλου κατευθύνεται σε ένα συμπυκνωτή, όπου στην συνέχεια ψύχεται και επανέρχεται σε υγρή μορφή, ως νερό και φυσικά επαναχρησιμοποιείται στους λέβητες για την καύση. Για την ψύξη του ατμού απαιτείται μεγάλη ποσότητα νερού συνήθως θαλασσινό, που βρίσκεται σε αφθονία, με βάση την θέση του σταθμού. Η ποσότητα αυτή μπορεί να φθάσει ακόμη και τους 10 τόνους νερού ανά δευτερόλεπτο για τροφοδοσία του συμπυκνωτή. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, το νερό ψύχεται και επανέρχεται στην θάλασσα με λίγο μεγαλύτερη θερμοκρασία και με όσες επιπτώσεις μπορεί αυτό να επιφέρει. (Tarjanne R Luostarinen K, 2003)



Εικόνα 7 Συνδυασμένος κύκλος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (αεριοστρόβιλος & ατμοστρόβιλος)

Σύμφωνα με το σχεδιάγραμμα της προηγούμενης εικόνας, οι διεργασίες μιας τυπικής μονάδας καύσης φυσικού αερίου έχουν ως εξής:

- Αρχικά εισέρχεται αέρας στον συμπιεστή όπου και συμπιέζεται
- Στη συνέχεια ο συμπιεσμένος αέρας οδηγείται στον θάλαμο καύσης, όπου αναμειγνύεται με το φυσικό αέριο και καίγεται
- Τα αέρια προϊόντα που προκύπτουν από την καύση οδηγούνται στον στρόβιλο, όπου εκτονώνονται και παράγεται μηχανική δύναμη
- Η μηχανική δύναμη που παράγεται στον στρόβιλο μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω της σύνδεσης του άξονα του αεριοστρόβιλου με μια γεννήτρια

Οι διεργασίες συνδυασμένου κύκλου συνεχίζουν ως εξής:

- Τα θερμά αέρια της καύσης που φεύγουν από τον αεριοστρόβιλο οδηγούνται σε μια δεξαμενή μέσα από την οποία περνούν σωλήνες με νερό
- Το νερό στις σωλήνες θερμαίνεται και μετατρέπεται σε ατμό

- Ο ατμός οδηγείται στην συνέχεια στον ατμοστρόβιλο όπου και εκτονώνεται παράγοντας μηχανική ενέργεια
- Ο άξονας του ατμοστρόβιλου είναι συνδεδεμένος με μια γεννήτρια μετατρέποντας έτσι την μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική
- Τέλος ο ατμός ο οποίος φεύγει από τον ατμοστρόβιλο, μεταφέρεται σε έναν συμπιεστή όπου ψύχεται και μετατρέπεται πάλι σε νερό το οποίο επαναχρησιμοποιείται για τη δημιουργία ατμού ή οδηγείται σε λέβητες όπου επαναχρησιμοποιείται στην καύση

Μια ακόμη καλύτερη τεχνολογία για τη μετατροπή του φυσικού αερίου σε ηλεκτρική ενέργεια, που γίνεται άμεσα εμπορεύσιμη είναι οι «κυψέλες καυσίμου». Οι «κυψέλες καυσίμου» είναι σε θέση να μετατρέψουν απευθείας το φυσικό αέριο σε ηλεκτρική ενέργεια χωρίς καύση του αερίου. Ένα μόριο φυσικού αερίου αποτελείται από άνθρακα και υδρογόνο. Αφού το υδρογόνο αποσπασθεί από τον άνθρακα εισάγεται σε μια «κυψέλη καυσίμου», όπου ενώνεται με οξυγόνο και παράγει νερό, ηλεκτρισμό και θερμότητα. Ο άνθρακας απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα σαν διοξείδιο του άνθρακα που είναι πολύ λιγότερο σε ποσότητα από αυτό που εκπέμπεται από τους αεριοστρόβιλους. Οι «κυψέλες καυσίμου» είναι εξαιρετικά αποτελεσματικές, πετυχαίνοντας βαθμό απόδοσης πολλές φορές άνω του 60% μετατρέποντας την ενέργεια του φυσικού αερίου σε ηλεκτρική ενέργεια άμεσα χρησιμοποιήσιμη. Είναι εντελώς αθόρυβες ως μονάδες παραγωγής και μπορούν να κατασκευαστούν σε ένα ευρύ φάσμα μεγεθών και διατάξεων. (Βασιλείου Γιώτα, 2003)

Η Κατασκευή μια μονάδας Φ.Α συνδυασμένου κύκλου έχει μελετηθεί ότι χρειάζεται περίπου 27-30 μήνες μέχρι την ολοκλήρωσή του και κοστίζει περίπου 200-250 εκ. €. Το κόστος αυτό μεταφράζεται σε περίπου 500-00€/kW παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης, ο χρόνος ζωής τέτοιου είδους μονάδων με τυπική συντήρηση και αποκατάσταση πιθανών προβλημάτων κατά την λειτουργία της είναι περί τα 20 έτη. (DGEMP, 2003)

Οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου από την καύση φυσικού αερίου είναι χαμηλότερες από την καύση λιθάνθρακα και πετρελαίου. Σε σύγκριση με τον λιθάνθρακα, το φυσικό αέριο εκπέμπει 43% λιγότερο διοξείδιου του άνθρακα για κάθε μονάδα ενέργειας που παράγει, και 30% λιγότερο CO₂ από το πετρέλαιο. Το φυσικό αέριο δεν παράγει στερεά απόβλητα, σε αντίθεση με τα μεγάλα ποσά της τέφρας του λιθάνθρακα, και ελάχιστο διοξείδιο του θείου και αιωρούμενα σωματίδια.

Οι μέσες τιμές των εκπομπών ρύπων από την χρήση φυσικού αερίου σε ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες είναι:

- ❖ 516 kg CO₂ ανά MWh
- ❖ 50 gr SO₂ ανά MWh
- ❖ 770 gr NO_x ανά MWh

Το μεθάνιο, το πρωτεύον συστατικό του φυσικού αερίου είναι ένα αέριο του θερμοκηπίου. Οι συγκεντρώσεις μεθανίου στην ατμόσφαιρα έχουν αυξηθεί οκτώ φορές ταχύτερα σε σχέση με αυτές του διοξειδίου του άνθρακα. Η χρήση του φυσικού αερίου αντιπροσωπεύει περίπου το 10% του συνόλου των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

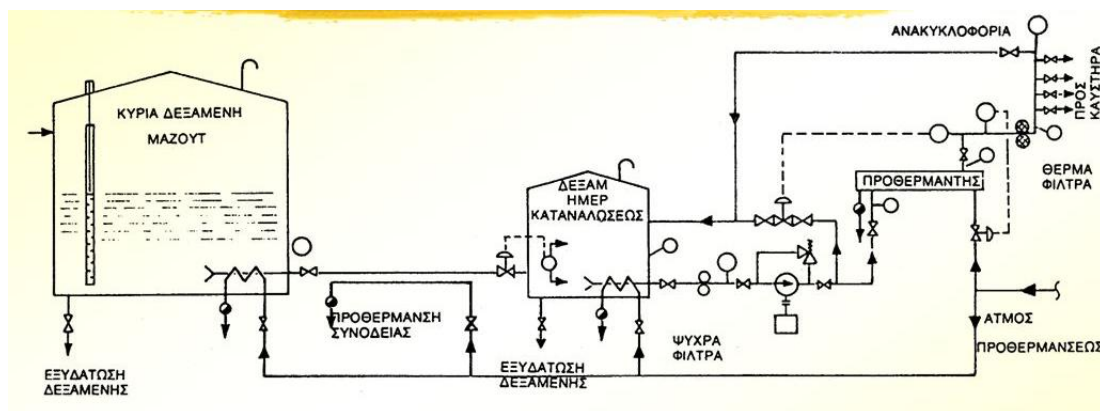
Επίσης η καύση του φυσικού αερίου στους αεριοστρόβιλους (τεχνολογία ανοιχτού κύκλου) απαιτεί ελάχιστο νερό, όπως περιγράφηκε και παραπάνω. Ωστόσο, η καύση του φυσικού αερίου σε μονάδες συνδυασμένου κύκλου απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού για την ψύξη της μονάδας και την συνέχιση της διαδικασίας παραγωγής. Όταν οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας απορροφούν νερό από λίμνες ή ποτάμια, μπορεί να σκοτώσουν έμβια όντα και άλλα ζώα που εξαρτώνται από αυτό το μικρό οικοσύστημα. Παρ' όλο που δεν παράγονται άμεσα λύματα, η θερμότητα που εισάγεται στον υδροφόρο ορίζοντα επηρεάζει την ζωή των οργανισμών της περιοχής, τόσο των χαμηλότερων επιπέδων, αλλά και των ανθρώπων.

2.4 Μονάδες καύσης Μαζούτ

Οι μονάδες παραγωγής ενέργειας με καύσιμο το μαζούτ, δεν διαφέρουν κατά πολύ με αντίστοιχες μονάδες, όπου χρησιμοποιούνται άλλα συμβατικά καύσιμα, συνηθέστερα υποπροϊόντα του πετρελαίου. Το μαζούτ αποτελεί και αυτό ένα υποπροϊόν, παράγωγο του πετρελαίου, το οποίο χαρακτηρίζεται γενικά ως κακής ποιότητας, χαμηλής θερμογόνου δύναμης και αρκετά ρυπογόνο. Ωστόσο, αποτελεί ένα εξαιρετικά οικονομικό καύσιμο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές μονάδες αλλά και άλλες εφαρμογές, γενικότερα.

Σε αυτού του είδους τις μονάδες παραγωγής, απαιτείται φυσικά τόσο ένας χώρος εκφόρτωσης και αποθήκευσης της καύσιμης ύλης, που φυσικά θα πρέπει να είναι στεγασμένος, ώστε να μην εισέρχεται υγρασία και άλλα ξένα υλικά, τα οποία ενδέχεται να επηρεάσουν την κυρίως καύση του κατά την παραγωγική διαδικασία.

Στην συνέχεια με κατάλληλα συστήματα και διασυνδέσεις, θα πρέπει να οδηγηθεί στους θαλάμους καύσεων των αεροστροβίλων, όπου θα γίνει η καύση του με σκοπό την παραγωγή ατμού και εν συνεχεία ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 8 Διάταξη Αποθήκευσης και προθέρμανσης μαζούτ

Όπως και σε πολλούς άλλους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, έτσι και σε αυτούς τους σταθμούς, απαιτείται να υπάρχει ένα κέντρο ελέγχου, το οποίο θα εποπτεύει και θα συντονίζει διάφορες ενέργειες και θα παρεμβαίνει, όταν αυτό κριθεί αναγκαίο για να συνεχίσει η απρόσκοπτη λειτουργία του σταθμού. Μερικές από τις διαδικασίες ελέγχου είναι:

- Αναλογία καυσίμου και αέρα για βέλτιστη καύση
- Θερμοκρασία και πίεση ατμού
- Θερμοκρασία καυσαερίων
- Εκπομπές ρύπων
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Συχνότητα μονάδας και συστήματος, κ.α.

Όλα τα παραπάνω ελέγχονται και ρυθμίζονται από σύγχρονα λογισμικά προγράμματα με τη βοήθεια ηλεκτρονικών συστημάτων.

2. Μονάδες καύσης Diesel

Σε μονάδες παραγωγής ενέργειας με χρήση πετρελαίου στην Ελλάδα, χρησιμοποιείται το πετρέλαιο Diesel, το οποίο είναι υποπροϊόν του πετρελαίου και παράγεται με την γνωστή διαδικασία της κλασματικής απόσταξης του αργού πετρελαίου. Η καύση του πετρελαίου αυτού γίνεται με καύση σε μεγάλες θερμοκρασίες.. Με την καύση αυτή, παράγεται θερμική, κινητική και φυσικά ηχητική

ενέργεια. Με βάση την χρονική σειρά, που λαμβάνουν χώρα οι διάφορες διαδικασίες κατά την καύση του πετρελαίου Diesel με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μπορούν να καταταγούν ως εξής:

- Δημιουργία μίγματος καυσίμου και αέρα
- Θέρμανση αυτού μέχρι της θερμοκρασίας εναύσεως
- Έναυση στο μέτωπο της φλόγας
- Διεργασίες οξειδώσεως
- Απόδοση θερμότητας

Για να προετοιμαστεί κατάλληλα το μίγμα της καύσης, θα πρέπει πρώτα να φθάσει το καύσιμο σε αέρια φάση, μιας και ο αέρας αντιδρά με αέρια και ατμούς μόνον. Οπότε για τον λόγο αυτό πρέπει να ατμοποιηθεί το πετρέλαιο, να γίνει κατάλληλος διασκορπισμός, ανάμιξη και ομογενοποίηση του μίγματος. Ο διασκορπισμός και η ανάμιξη των σταγονιδίων με τον αέρα, λαμβάνουν χώρα μέσα στον θάλαμο καύσης του λέβητα. Η σχετική διαδικασία πραγματοποιείται με τρεις βασικές μεθόδους, που αποτελούν και τα χαρακτηριστικά στοιχεία λειτουργίας των καυστήρων, οδηγώντας σε διάκρισή τους στις εξής κατηγορίες:

- A) Καυστήρες εξατμίσεως
- B) Καυστήρες διασκορπισμού
- Γ) Καυστήρες περιστροφής

Κεφάλαιο 3^ο: Ανάλυση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

3.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Με τον όρο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ορίζονται οι ενεργειακές πηγές, οι οποίες υπάρχουν εν αφθονία στο φυσικό περιβάλλον. Αποτελούν την πρώτη πηγή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος πριν στραφεί στις συμβατικές και μη ανανεώσιμες πηγές. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι πρακτικά ανεξάντλητες, δεν εκλύουν ρύπους προς την ατμόσφαιρα, αποτελούν εγχώριες πηγές ενέργειας,

συνεισφέρουν στην ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια των χωρών και διαθέτουν χαμηλό λειτουργικό κόστος. Οι πηγές αυτές είναι:

1. Η Αιολική Ενέργεια
2. Η Ηλιακή Ενέργεια
3. Η Ενέργεια από τη Βιομάζα
4. Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Στην συνέχεια αναπτύσσεται αναλυτικά η χρήση των πηγών αυτών ενέργειας εξετάζοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους στην παραγωγή ενέργειας.

3.2 Αιολική Ενέργεια

Αιολική Ενέργεια είναι η κινητική ενέργεια που παράγεται από την κίνηση των οριζόντιων μαζών που μετακινούνται στην επιφάνεια της γης, η οποία μπορεί να μετατραπεί σε μηχανική και ηλεκτρική. Η αιολική ενέργεια είναι μία από τις βασικότερες μορφές εναλλακτικών μορφών ενέργειας, που ήδη έχει εντάξει αρκετές μονάδες παραγωγής στα διασυνδεδεμένα αλλά και στα μη-διασυνδεδεμένα δίκτυα ενέργειας ανά τον κόσμο. Πολλές είναι οι μέθοδοι και οι διαφορετικές τεχνικές για την εκμετάλλευση του ανέμου στα διάφορα σημεία της γης, ανάλογα με την τοποθεσία, την μορφολογία του εδάφους και τις συνθήκες, που επικρατούν στην περιοχή εγκατάστασης.

3.2.1 Εισαγωγικά Στοιχεία – Ιστορική Αναδρομή

Η αιολική ενέργεια έχει χρησιμοποιηθεί για πολλούς αιώνες για την κινητική της δύναμη. Η πρώτη χρήση της αιολικής ενέργειας γίνεται από τους Αιγύπτιους, κατά το 3500π.Χ., στην ναυσιπλοΐα. Πολύ αργότερα κατά τον 7^ο με 10^ο αιώνα μ.Χ. αναφέρεται για πρώτη φορά η κατασκευή και λειτουργία των ανεμόμυλων στην περιοχή του σημερινού Ιράκ-Αφγανιστάν, ενώ ο πρώτος ανεμόμυλος στην Ευρώπη εμφανίστηκε στην Γαλλία, το 1180. Ο ανεμόμυλος χρησιμοποιήθηκε ως ανεμογεννήτρια για πρώτη φορά το 1890. Εγκαταστάθηκε πάνω σε έναν χαλύβδινο πύργο στη Δανία, με ισχία που διέθεταν σχισμές και διπλά πτερύγια αυτόματης μετάπτωσης κατά τη διεύθυνση του ανέμου. Ήταν η πρώτη προσπάθεια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος μέσω μιας ανεμογεννήτριας συνεχούς ρεύματος 12kW.

Μέχρι και το 1950, η εξέλιξη των ανεμογεννητριών γνώρισε ιδιαίτερη άνθηση σε ολόκληρο τον κόσμο, εισάγοντας νέες καινοτομίες όπως η κατασκευή ισχύων αεροτομής (Κριμαία, 1931), ανεμογεννήτριες με δύο πτερύγια (ΗΠΑ, 1940) και ανεμογεννήτριες με τρία πτερύγια, (Δανία). Κατά τα μέσα της δεκαετίας του '50 και

μέχρι τη δεκαετία του '70, η ανάπτυξη των ανεμογεννητριών σταμάτησε εξαιτίας της ραγδαίας εξάπλωσης της χρήσης των συμβατικών καυσίμων στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Παρόλα αυτά, η πετρελαϊκή κρίση στις αρχές του 1970, αναγκάζει τις κυβερνήσεις να στραφούν στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, φέρνοντας στο προσκήνιο την αιολική ενέργεια.

Μέχρι σήμερα η ανεμογεννήτριες έχουν γνωρίσει αλματώδη ανάπτυξη. Τα σύγχρονα συστήματα εκμετάλλευσης της ενέργειας καθώς και η ανεξάντλητη φύση της κινητικής ενέργειας των ανέμων, μπορούν να καλύψουν σε διπλάσιο ποσοστό τις ανάγκες του ανθρώπου σε ηλεκτρική ενέργεια.



Εικόνα 9 Υπεράκτιο πάρκο ανεμογεννητριών

Ο βασικότερος παράγοντάς για την ανάπτυξη του τομέα αυτού αφορά κυρίως στην απόδοση αλλά και στο μέγεθός τους. Πριν από λίγες δεκαετίες η μεγαλύτερη ανεμογεννήτρια δεν ξεπερνούσε τα 20-30kW ενώ πλέον κατασκευάζονται αντίστοιχες της τάξεως του 1-1,5MW καθεμία. Στο μέλλον, αναμένεται να κατασκευαστούν ακόμη μεγαλύτερες μηχανές (3000 έως 5000 kW), οι οποίες συνήθως εγκαθίστανται σε θαλάσσια και υπεράκτια αιολικά πάρκα.

3.2.2 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας

Η χρήση της αιολικής ενέργειας παρουσιάζει μια πλειάδα πλεονεκτημάτων. Αυτά τα πλεονεκτήματα έχουν ως εξής:

α) Το καύσιμο που χρησιμοποιείται είναι ο αέρας, ο οποίος αποτελεί μια ανανεώσιμη και ανεξάντλητη πηγή.

β) Δεν παράγονται και κατά συνέπεια δεν εκλύονται στην ατμόσφαιρα ρύποι.

γ) Ο εξοπλισμός που απαιτείται για την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου είναι κατασκευασμένος έτσι ώστε να διαθέτει υψηλή αντοχή στις κλιματολογικές συνθήκες της κάθε περιοχής, διαθέτοντας μεγάλο χρόνο ζωής και λογικό κόστος συντήρησης.

δ) Η αιολική ενέργεια μπορεί, μέσω των ανεμογεννητριών, να μετατρέπεται απευθείας σε ηλεκτρική.

Από την άλλη, τα μειονεκτήματα της εντοπίζονται:

α) στην διακύμανση που παρουσιάζει ως προς την απόδοση ισχύος, που οφείλεται στην μεταβαλλόμενη κατά τη διάρκεια της ημέρας ένταση του ανέμου.

β) στην μειωμένη πυκνότητα, που παρουσιάζει ως μορφή ενέργειας με συνέπεια να απαιτείται μεγάλος αριθμός ανεμογεννητριών ώστε να φθάσει σε μία ικανή παραγωγή ισχύος.

γ) στις αυξημένες ανάγκες μελετών και μετρήσεων σε διάφορα σημεία της περιοχής εγκατάστασης, για λόγους στατικότητας και απόδοσης της εγκατάστασης.

δ) στο υψηλό κόστος εγκατάστασης των αιολικών συστημάτων.

ε) στις επιπτώσεις που έχουν για το περιβάλλον (αλλοίωση τοπίου, ηχορύπανση).

Ένα βασικό πρόβλημα, που εμφανίζεται σε πολλές αιολικές διατάξεις παραγωγής ενέργειας είναι η κυμαινόμενη ισχύς, που μπορεί να αλλάζει συνεχώς εντός της ημέρας. Με τον τρόπο αυτόν δημιουργούνται πολλές φορές προβλήματα, αφού το σύστημα ενέργειας παραμένει ασταθές. Για τον λόγο αυτόν, τις περισσότερες φορές τα αιολικά πάρκα συνδυάζονται με φωτοβολταϊκούς σταθμούς, που χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη ευστάθεια και σταθερότητα ως προς την παραγωγή ημερησίως (εφόσον το επιτρέπουν οι συνθήκες), ενώ σε άλλες περιπτώσεις εντάσσονται στο σύστημα και γεννήτριες καύσης Diesel για την παραγωγή ρεύματος, οι οποίες τίθενται σε λειτουργία όταν η ταχύτητα του ανέμου πέφτει κάτω από το όριο λειτουργίας των ανεμογεννητριών.

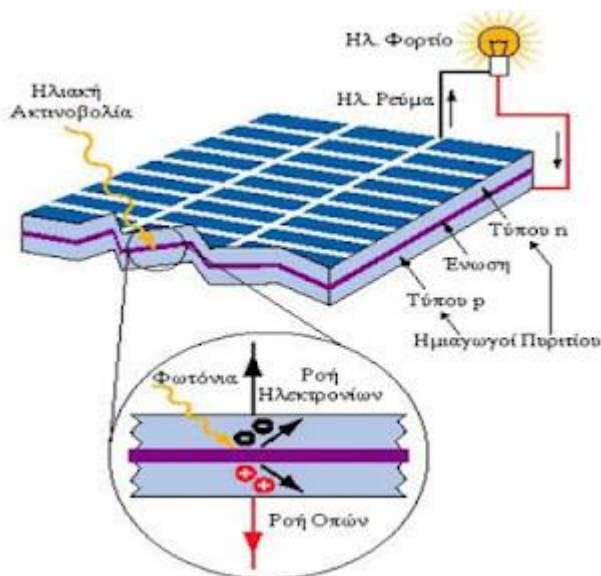
Επίσης σε πολλές διατάξεις η αιολική ενέργεια μπορεί να συνδυαστεί με μονάδες παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα,

όπου ανεμοκινητήρες κινούν αντλίες νερού τις μέρες που το αιολικό δυναμικό είναι αυξημένο, οπότε και χρησιμοποιείται η περίσσεια ενέργειας για την μεταφορά και αποταμίευση νερού σε σημεία μεγαλύτερου υψομέτρου. Αντίστοιχα σε περιπτώσεις ημερών άπνοιας, το νερό αυτό εκμεταλλεύεται από τον ταμιευτήρα, ώστε να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια από την υδροηλεκτρική διάταξη.

3.3 Ηλιακή Ενέργεια

Με το όρο Ηλιακή Ενέργεια χαρακτηρίζουμε το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Η τεράστια ποσότητα ενέργειας που εκπέμπεται από τον ήλιο αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με δύο τρόπους: τις θερμικές και τις φωτοβολταϊκές εφαρμογές. Στις θερμικές εφαρμογές, συλλέγεται η ηλιακή ενέργεια με στόχο την παραγωγή θερμότητας, κυρίως για την θέρμανση του νερού και την μετατροπή του σε ατμό για την κίνηση τουρμπίνων. Στις φωτοβολταϊκές εφαρμογές, το φως του ήλιου μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό με την χρήση φωτοβολταϊκών κυψελών ή συστοιχιών.

3.3.1 Οι βασικές τεχνολογίες κατασκευής




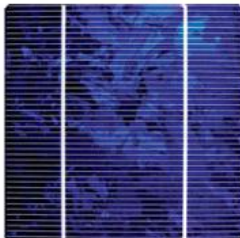

Εικόνα 10 Χαρακτηριστική δομή Φωτοβολταϊκού πάνελ

Με τον όρο φωτοβολταϊκά χαρακτηρίζονται διατάξεις που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια συνεχούς ρεύματος μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Αποτελούνται από μικρότερα φωτοβολταϊκά στοιχεία. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σήμερα για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι:

Μονοκρυσταλλικό, Πολυκρυσταλλικό ή Άμορφο πυρίτιο (Si): τρεις μορφές του στοιχείου πυριτίου που διαφέρουν στον βαθμό οργάνωσης του κρυσταλλικού πλέγματος. Το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο είναι το βασικό υλικό της μικροηλεκτρονικής σήμερα και αποτελείται από πυρίτιο του οποίου το κρυσταλλικό πλέγμα είναι συνεχές σε όλο το στερεό, χωρίς να σχηματίζει κόκκους. Κατασκευάζεται με την μέθοδο Czochralski, όπου ένας προσεκτικά προσανατολισμένος αρχικός κρύσταλλος βυθίζεται σε λιωμένο πυρίτιο, έλκεται προς τα άνω και περιστρέφεται, αποσπώντας ένα ενιαίο κρύσταλλο. Η ομοιογένεια αυτή εξαλείφει ηλεκτρικά προβλήματα που προκαλούνται από ατέλειες του κρυστάλλου αλλά επειδή δεν είναι τόσο κρίσιμη για την λειτουργία των φωτοβολταϊκών οι περισσότεροι κατασκευαστές προτιμούν το πολυκρυσταλλικό πυρίτιο λόγω του χαμηλότερου κόστους κατασκευής. (Γκαγτζής Αθανάσιος, Κατριάδης Ιωάννης, 2008)

Το πολυκρυσταλλικό πυρίτιο αποτελείται από μικρότερους κρυστάλλους που ονομάζονται κρυσταλλίτες. Κατασκευάζεται με πολλές μεθόδους, συνήθως ρίχνοντας σε καλούπι ακατέργαστο πυρίτιο. Είναι πιο ευαίσθητο στις υψηλές θερμοκρασίες και συνήθως χαμηλότερης απόδοσης από το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο. Φωτοβολταϊκά στοιχεία από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο σήμερα μπορούν να φτάσουν ονομαστική απόδοση από 14% έως 21%, με τα πολυκρυσταλλικά να ακολουθούν με τυπικές αποδόσεις από 13% έως 16%. (Δημήτρης Αλ. Κατσαπρακάκης, 2012)

Πίνακας 2: Συγκριτικός πίνακας τεχνολογίας φωτοβολταϊκών στοιχείων πυριτίου

Τύπος	Μονοκρυσταλλικό	Πολυκρυσταλλικό	Λεπτού Υμενίου
Εμφάνιση			
Απόδοση	14% - 21%	13%-16%	a-Si: 6% - 8% CdTe: 7% - 11% CIGS: 15,7%

3.3.2 Τα πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα φ/β τεχνολογίας

Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία έχει κάνει αρκετά βήματα προόδου και έχει φθάσει σε ένα σημείο κάλυψης αρκετά μεγάλου ποσοστού της παγκόσμιας ζήτησης ενέργειας, ειδικά σε απομονωμένες περιοχές, οι οποίες δεν είναι διασυνδεδεμένες

στο δίκτυο της εκάστοτε χώρας. Πολλά, λοιπόν, είναι τα πλεονεκτήματα της χρήσης τους, που τα καθιστούν ιδιαίτερα ελκυστικά ακόμη και για επενδυτικά προγράμματα. Μερικά από τα πλεονεκτήματά τους συνοψίζονται ως εξής:

- Ανανεώσιμη και ελεύθερα διαθέσιμη ενεργειακή πηγή.
- Ελάχιστη έως μηδενική ρύπανση των εγκαταστάσεων τους και πλήρης απουσία αποβλήτων ή άλλων επιβλαβών παραπροϊόντων.
- Αθόρυβη λειτουργία των διατάξεων.
- Μεγάλη διάρκεια ζωής των ηλιακών στοιχείων (τουλάχιστον 25 χρόνια).
- Υψηλή αξιοπιστία των φωτοβολταϊκών συστημάτων.
- Ελάχιστες απαιτήσεις επίβλεψης και συντήρησης.
- Αντοχή σε έντονες και ακραίες καιρικές συνθήκες (ισχυρούς άνεμους, ακραία χαλαζόπτωση, κλπ).
- Σχετικά απλή μέθοδος κατασκευής των ηλιακών στοιχείων από πρώτες ύλες.
- Εύκολη επέκταση της υπάρχουσας εγκατάστασης.
- Δυνατότητα ανεξαρτησίας των διατάξεών τους από τα κεντρικά ηλεκτρικά δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας για απομακρυσμένες περιοχές (αυτόνομα και μη-διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα).

Ωστόσο, αν και διαθέτουν αρκετά πλεονεκτήματα που κυρίως στοχεύουν στην αξιοπιστία, την σταθερότητα και την έλλειψη αρνητικών αποτελεσμάτων στο περιβάλλον και στον άνθρωπο, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία και οι διατάξεις στις οποίες χρησιμοποιούνται έχουν και διάφορα μειονεκτήματα, μεταξύ των οποίων είναι τα εξής:

- Υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης, το οποίο προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά στο υψηλό κόστος κατασκευής των φωτοβολταϊκών στοιχείων και όχι τόσο στο κόστος της υπόλοιπης φωτοβολταϊκής της εγκατάστασης (ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός). Η αναλογία είναι περίπου 90%-10% για τις δύο αυτές παραμέτρους.
- Εξάρτηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τις καιρικές συνθήκες, που αποτελούν έναν απρόβλεπτο παράγοντα, επιτρέποντας μόνο

εκτιμήσεις σε μεγάλο χρονικό ορίζοντα (συνήθως ετήσια). Με βάση αυτά τα στοιχεία άλλωστε γίνονται και οι μελέτες πριν από την κατασκευή μίας εγκατάστασης ειδικά όταν πρόκειται για περίπτωση συστηματικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είτε για κάλυψη μεγάλων αναγκών μίας περιοχής ή μίας βιομηχανίας, είτε πρόκειται για πώληση της ενέργειας στον διαχειριστή του συστήματος διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της εκάστοτε χώρας.

3.4 Βιομάζα

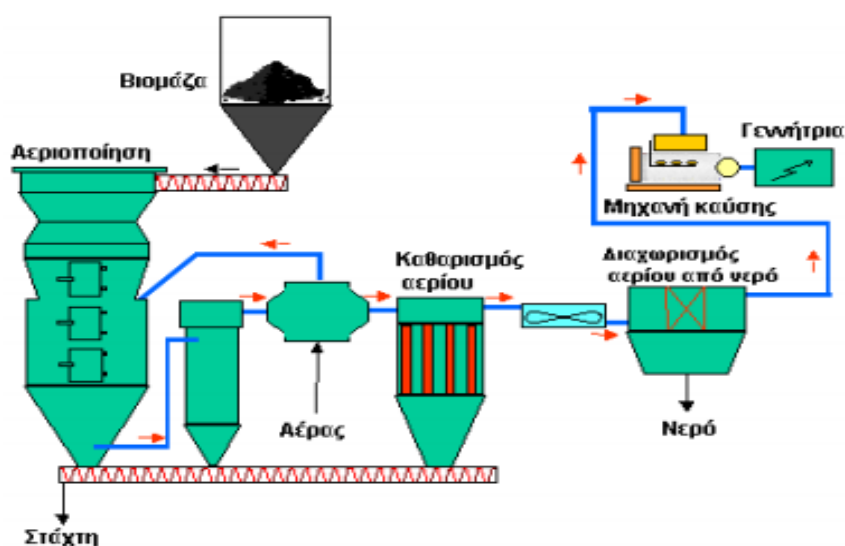
Η βιομάζα είναι ακόμη μία πηγή ενέργειας, που εκμεταλλεύεται τις χημικές συστάσεις πολλών υλικών, που βρίσκονται στην καθημερινότητα της ανθρώπινης ζωής. Ο όρος βιομάζα δεν είναι ο ακριβής όρος και χρησιμοποιείται συνήθως για να υποδηλώσει υλικά, όπως:

- i. Αστικά απόβλητα, τόσο στερεά όσο και υγρά.
- ii. Κατάλοιπα φυτικής, ζωικής και αλιευτικής παραγωγής.
- iii. Παραπροϊόντα της βιομηχανικής επεξεργασίας προϊόντων.
- iv. Προϊόντα δασών και βιομηχανιών δασικού τύπου με στόχο την παραγωγή ενέργειας (ενεργειακές φυτείες).

Ουσιαστικά, η βιομάζα είναι η πρόσφατη οργανική ύλη που προέρχεται από φυτά, ως αποτέλεσμα φωτοσύνθεσης ή από ζώα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενεργειακοί πόροι, με σκοπό την παροχή θερμότητας, ηλεκτρισμού ή καυσίμων. Η βιομάζα σχηματίζεται από τη φωτοσυνθετική μετατροπή της ηλιακής ενέργειας και αφθονεί στον πλανήτη μας. Η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο εκτιμάται σε $2 \cdot 10^{11}$ τόνους ξηρής ύλης, τα οποία με κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια που μπορεί να τροφοδοτήσει περίπου 10 φορές τις ενεργειακές ανάγκες όλης της γης. Ωστόσο, το μεγαλύτερο μέρος της παραμένει ανεκμετάλλευτο ή απαιτεί μεγάλο κόστος για να εξορυχτεί.

Η βιομάζα αποτελεί δευτερογενή ηλιακή ενέργεια, αφού αυτή μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Οι βασικές πρώτες ύλες για την αξιοποίησή της είναι το νερό και ο άνθρακας που είναι άφθονα στη φύση. Το βασικότερο πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι αποτελεί ανεξάντλητη πηγή ενέργειας και ότι παρέχεται από ήδη αποθηκευμένη χημική ενέργεια σε πολύ απλά και εύκολα αξιοποιήσιμα υλικά. Η αξιοποίησή της μπορεί να γίνει με μετατροπή της σε μια μεγάλη ποικιλία προϊόντων, με διάφορες μεθόδους και τη χρήση απλής τεχνολογίας.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της βιομάζας είναι ότι έχει σχεδόν μηδενικό περιβαλλοντικό και οικολογικό αντίκτυπο, αφού ουσιαστικά εκμεταλλεύεται και κατακερματίζει υλικά άχρηστα και μη-ουσιώδη για την ανθρώπινη ζωή χωρίς να αφήνει ιδιαίτερα έντονα απόβλητα είτε στερεά είτε υγρά. Από την άλλη, ως μορφή ενέργειας, η βιομάζα χαρακτηρίζεται από πολυμορφία, χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο συγκριτικά με τις συμβατικές μορφές παραγωγής ενέργειας, λόγω της χαμηλής πυκνότητας αλλά και της υψηλής περιεκτικότητας σε νερό των πρώτων υλών της, αλλά και από εποχικότητα, που επηρεάζεται από τις συνθήκες, που επικρατούν ανά τον χρόνο. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά αυξάνουν αρκετά το κόστος διατήρησης και παραγωγής της ενέργειας από την μέθοδο αυτή.



Εικόνα 11 Σχηματική παράσταση καύσης βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας

Η βιομάζα για να αξιοποιηθεί ως πηγή ενέργειας πρέπει συνήθως να μετατραπεί σε μορφή κατάλληλη για τελική χρήση. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι, για να επιτευχθεί αυτή η διαδικασία. Ο βασικός τους διαχωρισμός είναι σε βιοχημικές (υγρά υλικά) και θερμοχημικές (στερεά απόβλητα). Το κύριο στοιχείο, που καθορίζει την μέθοδο, που θα χρησιμοποιηθεί είναι η αναλογία άνθρακα/αζώτου (C/N) που περιέχουν οι πρώτες ύλες αλλά και η υγρασία, που περιέχεται στα υπολείμματα. Όταν η σχέση C/N >30 και υγρασία μικρότερη του 50% τότε χρησιμοποιείται η θερμοχημική διαδικασία. Η διαδικασία αυτή υλοποιείται με διάφορες διεργασίες, όπως:

- α) πυρόλυση
- β) απευθείας καύση

γ) αεριοποίηση (θέρμανση παρουσία περιορισμένων ποσοτήτων οξυγόνου ή αέρα με σκοπό τη μέγιστη απελευθέρωση CO και H₂O)

δ) υδρογονοδιάσπαση (αντίδραση H₂ με τη βιομάζα προς παραγωγή μεθανίου και αιθανίου)

Όταν η σχέση C/N < 30 και η υγρασία υπερβαίνει το 50 %, τότε χρησιμοποιούνται οι βιοχημικές διεργασίες. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε κτηνοτροφικά και κυρίως φυτικά υπολείμματα. Στις βιοχημικές διεργασίες περιλαμβάνονται:

α) Η αερόβια ζύμωση (βιοχημική διεργασία, κατά την οποία αερόβιοι μικροοργανισμοί παρουσία αέρα, μετασχηματίζουν το οργανικό φορτίο των αποβλήτων κυρίως σε νέους μικροοργανισμούς)

β) Η αναερόβια ζύμωση (βιοχημική διεργασία, κατά την οποία αναερόβιοι μικροοργανισμοί σε περιβάλλον ελλειμματικό σε οξυγόνο μετασχηματίζουν το οργανικό φορτίο των αποβλήτων σε αέρια προϊόντα, κυρίως μεθάνιο, και διοξείδιο του άνθρακα)

γ) Η αλκοολική ζύμωση (διάσπαση της γλυκόζης παρουσία ζαχαρομυκήτων και σχηματισμός αιθυλικής αλκοόλης).

3.5 Υδροηλεκτρική Ενέργεια

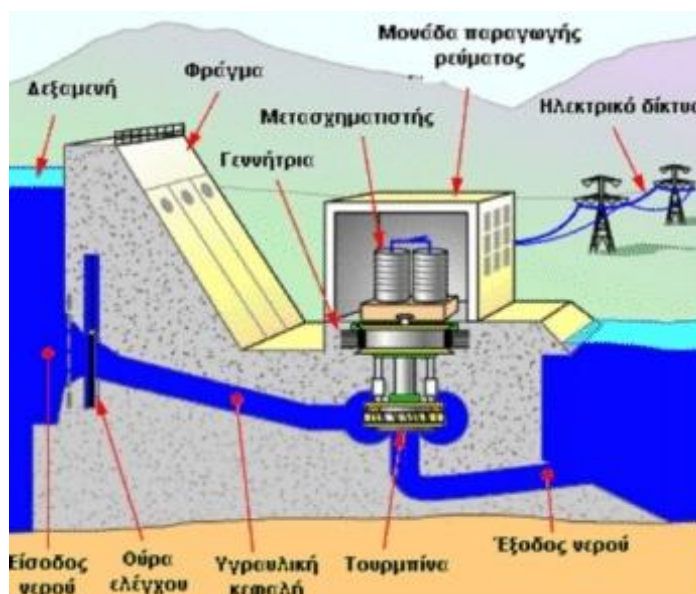
Η υδροηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από την εκμετάλλευση των υδάτων των ποταμών. Η υδροηλεκτρική ενέργεια δεν παράγει αέριους ρύπους και κατά συνέπεια έχει αισθητά μικρότερη επίδραση στην ατμόσφαιρα. Το νερό κάνοντας τον "κύκλο του" στη φύση έχει δυναμική ενέργεια, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, η οποία μετατρέπεται σε κινητική, όταν το νερό ρέει προς χαμηλότερες περιοχές. Με τα υδροηλεκτρικά έργα εκμεταλλευόμαστε την ενέργεια του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Με πηγή τον ήλιο, ο υδρολογικός κύκλος, ο οποίος επαναφορτίζει τα ποτάμια, είναι ουσιαστικά ανεξάντλητος. Η υδροηλεκτρική ενέργεια μετατρέπει την πτώση του νερού σε ηλεκτρισμό, χωρίς να χρησιμοποιεί παραπάνω νερό από αυτό που παράγεται από τη φύση. Γι αυτό, εξ ορισμού, η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι ανανεώσιμη.

3.5.1 Γενικά Στοιχεία

Τα βασικά μέρη μιας υδροηλεκτρικής μονάδας, που εκμεταλλεύεται την δυναμική ενέργεια του νερού που βρίσκεται αποθηκευμένο σε διάφορα σημεία είναι τα εξής:

- ✓ Το φράγμα ή υδατοφράκτης, το οποίο συγκρατεί τον όγκο νερού στον ταμιευτήρα, που βρίσκεται σε μεγάλο ύψος για να εκμεταλλευτούμε την δυναμική ενέργεια, που διαθέτει.
- ✓ Το σύστημα εισροής του νερού, που συνήθως αποτελείται από την σήραγγα ή τη σωλήνωση ή και τα δύο σε διάφορες περιπτώσεις.
- ✓ Το κεντρικό εργοστάσιο με τον απαραίτητο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό όπως στροβίλους, εναλλακτήρες και άλλο βοηθητικό εξοπλισμό.
- ✓ Η διώρυγα διαφυγής του νερού από το εργοστάσιο προς στον ποταμό, αφού έχει διέλθει από τους στροβίλους του.
- ✓ Οι γραμμές μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας προς το κοντινότερο σημείο σύνδεσης στο κεντρικό δίκτυο μεταφοράς και διανομής.



Εικόνα 12: Δομή Υδροηλεκτρικού Σταθμού Παραγωγής Ενέργειας

Οι διεργασίες που εκτελούνται κατά την λειτουργία μιας τυπικής υδροηλεκτρικής μονάδας έχουν ως εξής:

1. Το νερό που βρίσκεται μέσα στον ταμιευτήρα διοχετεύεται μέσα από έναν αγωγό νερού προς την τουρμπίνα της μονάδας
2. Το μεγάλο ύψος της πτώσης του νερού αλλά και η βαρύτητα του, δημιουργούν μεγάλη πίεση.
3. Το νερό πέφτει πάνω στις φτερωτές μιας τουρμπίνας και την περιστρέφει.
4. Ο άξονας της τουρμπίνας είναι συνδεδεμένος με μια γεννήτρια μετατρέποντας έτσι την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική η οποία στην συνέχεια οδηγείται στο δίκτυο ηλεκτρισμού.
5. Το νερό το οποίο απορρέει από την τουρμπίνα είτε χρησιμοποιείται για διάφορες εργασίες μέσα στην μονάδα, είτε οδηγείται προς το ποτάμι.

3.5.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Οι υδροηλεκτρικές μονάδες ως μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ υπάρχουν και άλλα μειονεκτήματα της μεθόδου. Ως πλεονεκτήματα μπορούν να αναφερθούν:

1) Μεγάλη αξιοπιστία στην λειτουργία του σταθμού παραγωγής, αφού οι εγκαταστάσεις είναι πολύ απλές στην κατασκευή και την επίβλεψη, ενώ είναι και αρκετά οικονομικές στην κατασκευή και την συντήρηση.

2) Ευκολία και απλότητα στη λειτουργία. Μπορούν να ξεκινήσουν και να συγχρονιστούν στα επιθυμητά στοιχεία δικτύου εντός λίγων λεπτών. Μπορούν αρκετά εύκολα να αυξομειώσουν το φορτίο, ούτως ώστε να ανταποκριθούν σε μικρής κλίμακας αυξομειώσεις της ζήτησης στην περιοχή λειτουργίας τους.

3) Ο χρόνος ζωής τους είναι αρκετά μεγάλος, εφόσον βέβαια τηρείται μία εύλογη τακτική συντήρηση.

4) Δεν απαιτείται ιδιαίτερα εξειδικευμένο και τεχνικά καταρτισμένο προσωπικό για την επίβλεψη της λειτουργίας και την διατήρηση της παραγωγής ισχύος στα επιθυμητά επίπεδα. Το κόστος παραγωγής είναι αρκετά χαμηλό, αφού δεν απαιτεί κάτι ιδιαίτερο ως πρώτη ύλη. Είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και δεν υπόκειται στον κίνδυνο εξάντλησης, ενώ έχει μηδενικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο και μηδενικούς ρύπους.

7) Είναι σε θέση να εκμεταλλευτούν τους ταμιευτήρες, όπου αποθηκεύεται το νερό για άρδευση, αντιπλημμυρική προστασία, και άλλες ανάγκες των τοπικών κοινωνιών.

8) Η υδροηλεκτρική ενέργεια παίζει σοβαρό ρόλο στη μείωση των εκπομπών αερίων που δημιουργούν το "φαινόμενο του θερμοκηπίου" κατά 13%, αφού παράγει το αντίστοιχο της ενέργειας που σε διαφορετική περίπτωση θα παραγόταν με άλλο τρόπο που θα δημιουργούσε αέρια θερμοκηπίου.

Μεταξύ των μειονεκτημάτων συγκαταλέγονται τα εξής:

1) Διακύμανση της υδραυλικότητας μεταξύ υγρής και ξηρής περιόδου και κατ' επέκταση διακύμανση και της παραγόμενης ισχύος εποχιακά.

2) Περιορισμένη ειδική ενεργειακή πυκνότητα του νερού (kW/kg), οπότε απαιτούνται και μεγάλοι ταμιευτήρες, υδάτινοι αγωγοί, κλπ, αυξάνοντας το αρχικό κόστος εγκατάστασης.

3) Πολλές φορές εμφανίζονται τεχνικά προβλήματα στην κατασκευή, περιπλέκοντας τις μελέτες για την αρχική εγκατάσταση του συστήματος.

4) Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, όπως και ο πολύς χρόνος που απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου.

Κεφάλαιο 4ο: Συγκριτική Μελέτη Των Καυσίμων Για Την Παραγωγή Ενέργειας

4.1 Θερμογόνος Δύναμη των Καυσίμων

Θερμογόνος δύναμη ενός υλικού ονομάζεται η ενέργεια που εκλύεται κατά την πλήρη και τέλεια καύση του με οξυγόνο με την προϋπόθεση ότι τα προϊόντα και τα αντιδρώντα βρίσκονται στους 25° C. Η θερμογόνος δύναμη εκφράζεται σε μονάδες ενέργειας ανά μονάδα μάζας καυσίμου δηλαδή KJ/kg, Kcal/kg, BTU/lb.

Ουσιαστικά είναι η θερμική ενέργεια που εκλύεται κατά την καύση ενός κιλού στερεού ή υγρού καυσίμου ή ενός κυβικού μέτρου αερίου καυσίμου που βρίσκεται σε κανονικές συνθήκες. Διακρίνεται σε κατωτέρα και ανωτέρα θερμογόνο δύναμη.

Η θερμογόνος δύναμη συνήθως παρέχεται για ξηρό καύσιμο. Στην πράξη η υγρασία μειώνει τη θερμογόνο δύναμη των καυσίμων, ενώ μειώνεται με το υψόμετρο. Αναφέρεται ότι, εμπειρικά, η θερμογόνος δύναμη μειώνεται κατά 4% για κάθε αύξηση του υψόμετρου κατά 300m.

Επιπλέον, η θερμογόνος δύναμη επηρεάζεται από τη φάση του νερού / ατμού στα προϊόντα της καύσης. Εάν το H₂O είναι σε υγρή μορφή, η θερμογόνος δύναμη ονομάζεται Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη (ΑΘΔ) ή Μικτή Θερμογόνος Δύναμη (ΜΘΔ). Όταν το H₂O είναι με μορφή ατμού, η θερμογόνος δύναμη καλείται Κατώτερη ή Καθαρή Θερμογόνος Δύναμη (ΚΘΔ). Η ΑΘΔ προσδιορίζεται εργαστηριακά με χρήση του θερμιδομετρητή, που μετρά τη θερμότητα που αφαιρείται κατά την ψύξη μέχρι μία τυπική θερμοκρασία αναφοράς των προϊόντων της καύσης. Κατά συνέπεια, περιλαμβάνει τη λανθάνουσα θερμότητα που ανακτάται κατά τη συμπύκνωση του τμήματος του υδρατμού. Αυτός ο υδρατμός σχηματίζεται ως αποτέλεσμα της καύσης κάθε μορίου υδρογόνου που περιέχεται στο καύσιμο και από την εξάτμιση κάθε περιεχόμενης υγρασίας.

Η ΚΘΔ προσδιορίζεται υπολογιστικά, και είναι ίση με την ΜΘΔ μείον τη λανθάνουσα θερμότητα του υδρατμού που σχηματίζεται από την καύση του υδρογόνου και από οποιαδήποτε ποσότητα υγρασίας που είναι παρούσα στα καύσιμα. Η ΚΘΔ είναι περισσότερο αντιπροσωπευτική της διαθέσιμης στην πράξη θερμότητας, όταν τα καύσιμα καίγονται σε συσκευές όπως οι φούρνοι και οι λέβητες. Η λανθάνουσα θερμότητα του υδρατμού που περιλαμβάνεται στα καυσαέρια κανονικά δεν είναι ανακτήσιμη, εκτός από τις περιπτώσεις όπου εφαρμόζεται

ανάκτηση θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας που περιλαμβάνει συμπύκνωση των υδρατμών.

Η προμήθεια των καυσίμων συνήθως γίνεται βάσει της ΜΘΔ τους και η κατανάλωση ενέργειας της εγκατάστασης εκφράζεται πάντοτε ως προς την ΜΘΔ, συνεπώς είναι σημαντικό να χρησιμοποιείται η ΜΘΔ στις ενεργειακές αναλύσεις εφικτότητας της ΣΗΘ.

Στον επόμενο πίνακα, παρέχονται οι θερμογόνες δυνάμεις διαφόρων καυσίμων στερεής και αέριας μορφής.

Πίνακας 3 Θερμογόνος Δύναμη Καυσίμων

Στερεά-Υγρά Καύσιμα (MJ/kg)		Αέρια Καύσιμα (MJ/m ³)	
Ανθρακίτης	25,1 – 33,5	Αιθάνιο	51,9
Κωκ ²	29,3	Μεθάνιο	33,5
Λιγνίτης	10,5 – 25,1	Προπάνιο	87,9
Ελληνικός Λιγνίτης	9,44	Βουτάνιο	45,63
Τύρφη	6,3 – 12,5	Φωταέριο	14,65
Πετρέλαιο Μαζούτ	45,34	Αέριο Υψικαμίνων	3,76
Πετρέλαιο Diesel	42,7	Αέριο Κωκ	16,7

Όπως φαίνεται από τον πίνακα, στα στερεά-υγρά καύσιμα, την μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη έχει το πετρέλαιο μαζούτ με 45,86 MJ/kg, ενώ δεύτερο πετρέλαιο Diesel με 42,7 MJ/kg έρχεται το. Την μικρότερη θερμογόνο δύναμη έχει η τύρφη με 6,3 MJ/kg. Ο λιγνίτης γενικότερα κυμαίνεται μεταξύ 10,5 και 25,1 MJ/kg, παρόλα αυτά, ο Ελληνικός Λιγνίτης έχει μόλις 9,44 MJ/kg.

Στα αέρια καύσιμα, η μεγαλύτερη θερμογόνος δύναμη εντοπίζεται στο προπάνιο με 87,9 MJ/kg, το οποίο ακολουθείται από το αιθάνιο με 51,9 MJ/kg και το βουτάνιο με 45,63 MJ/kg. Την μικρότερη θερμογόνο δύναμη έχει το αέριο υψικαμίνων με μόλις 3,76 MJ/kg ενώ το αέριο κωκ έχει 16,7 MJ/kg.

² Το κωκ, η αλλιώς σπτανθράκας είναι μια δευτερογενή, τεχνητή καύσιμη υλη και αφορά το εξανθράκωμα του πισσοχου άνθρακα με την απαρέωσή του κατά πυρώσει σε κλειστά καμίνια ή σχάρες

Στην συνέχεια παρουσιάζεται ένας πίνακας με συγκεντρωτικά στοιχεία σχετικά με την τιμή πώλησης κάθε καυσίμου αλλά και για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Πίνακας 4 Συγκεντρωτικός πίνακας τιμών πώλησης και θερμογόνου δύναμης

Τιμολόγια Ενεργειακών Προϊόντων		
Κόστος Ενέργειας Φυσικού Αερίου	0,869 €/ m ³	Τιμή Πώλησης 22/8/2017
Κόστος Ενέργειας Λιγνίτη	0,03 €/kg	Τιμή Πώλησης 2017
Κόστος Ενέργειας Μαζούτ	0,86 €/lt	Τιμή Πώλησης 2017
Κόστος Ενέργειας Diesel	0,88 €/lt	Τιμή Πώλησης 2017
Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας ΔΕΗ	0,179 €/kWh	Τιμή Πώλησης 2017
Κόστος Αιολικής Ενέργειας	0,087 €/kWh	Τιμή Πώλησης 2017
Κόστος Υδροηλεκτρικής Ενέργειας	0,087 €/kWh	Τιμή Πώλησης 2017
Κόστος Ηλιακής Ενέργειας	0,157 €/kWh	Τιμή Πώλησης 2017
Κόστος Ενέργειας Βιομάζας	0,175 €/kWh	Τιμή Πώλησης 2017
Θερμογόνος Δύναμη Καυσίμων		
Λιγνίτης		2,62 kWh/kg
Φυσικό αέριο		14,6 kWh/kg
Μαζούτ		12,6 kWh/kg
Diesel		11,8 kWh/kg
Βιομάζα		4,5 kWh/kg

4.2 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Χρήσης Συμβατικών Καυσίμων

Εκτός από την ενέργεια που παράγεται από την καύση κάθε υλικού, προκύπτουν επίσης και άλλα παράγωγα τα οποία επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την ποιότητα του περιβάλλοντος.

Η εκτεταμένη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με χιλιάδες τόνους ρύπων, τόσο αέριων όσων και στερεών. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι καταγραφές των ρύπων που προκύπτουν από την καύση άνθρακα, μαζούτ και φυσικό αέριο σε σταθμούς καύσης για παραγωγή ενέργειας.

Πίνακας 5: Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Μεθόδων Παραγωγής Ενέργειας

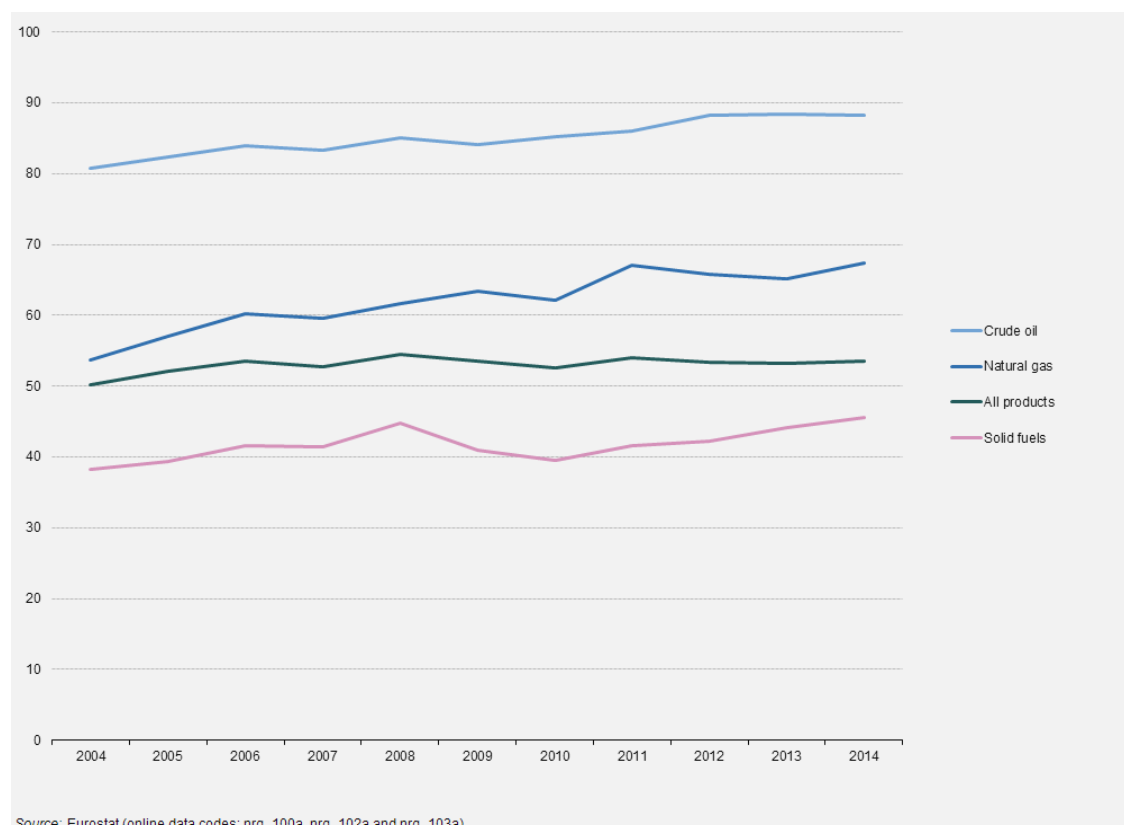
Τύπος Εγκατάστασης	Σταθμός Άνθρακα	Σταθμός Μαζούτ	Σταθμός με Φυσικό Αέριο	Σταθμός Φυσικού Αερίου συνδυασμένου κύκλου
Ισχύς (MW)	1000	1000	1000	1000
Καύσιμο	Άνθρακας	Μαζούτ	Φυσικό Αέριο	Φυσικό Αέριο
Καταναλώσεις (ton/year ή NM3/year)	2.100.000	1.300.000	1.500.000	1.200.000
<u>Ατμοσφαιρικές Εκπομπές</u>				
SO ₂ (ton/year)	8.340	6.250	Αμελητέα	Αμελητέα
NO ₃ (ton/year)	4.170	3.130	2.900	2.390
Σωματίδια (ton/year)	1.040	780	75	60
CO ₂ (ton/year)	5.500.000	4.200.000	2.900.000	2.350.000
<u>Στερεά Υπολείμματα (ton/year)</u>				
Σύνολο τέφρας	315.000	4.800	0	0
Γύψος	96.000	212.000	0	0
<u>Θερμικές Απώλειες</u>				
Στον αέρα (MJ/year)	8.000.000.000	7.600.000.000	7.200.000.000	8.800.000.000
Στο νερό (MJ/year)	25.000.000.000	24.000.000.000	23.000.000.000	12.750.000.000
<u>Ηλεκτρική Ενέργεια</u>				
GWh/year	6.000	6.000	6.000	6.000

Οι ατμοσφαιρικές εκπομπές του άνθρακα και του μαζούτ είναι πολύ πιο μεγάλες από εκείνες του φυσικού αερίου. Τις μεγαλύτερες εκπομπές έχει ο άνθρακας με εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στα 5,5 εκατομμύρια τόνους τον χρόνο. Ακολουθείται από το μαζούτ με 4,2 εκατομμύρια τόνους τον χρόνο, το φυσικό αέριο απλών σταθμών καύσης δεν ξεπερνάει τους 2,9 εκατομμύρια τόνους ενώ σε σταθμούς συνδυασμένου κύκλου φτάνει τους 2,35 εκατομμύρια τόνους.

Όσον αφορά τα στερεά υπολείμματα, ο άνθρακας παράγει 315 χιλιάδες τόνους τέφρας τον χρόνο και 96 χιλιάδες τόνους γύψου, ενώ το μαζούτ παράγει 4800 τόνους τέφρας και 212 χιλιάδες τόνους γύψου. Το φυσικό αέριο δεν παράγει στερεά απόβλητα, καθιστώντας το ως το πιο καθαρό καύσιμο σε σύγκριση με τα υπόλοιπα.

4.3 Εξάρτηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης από τα ορυκτά καύσιμα

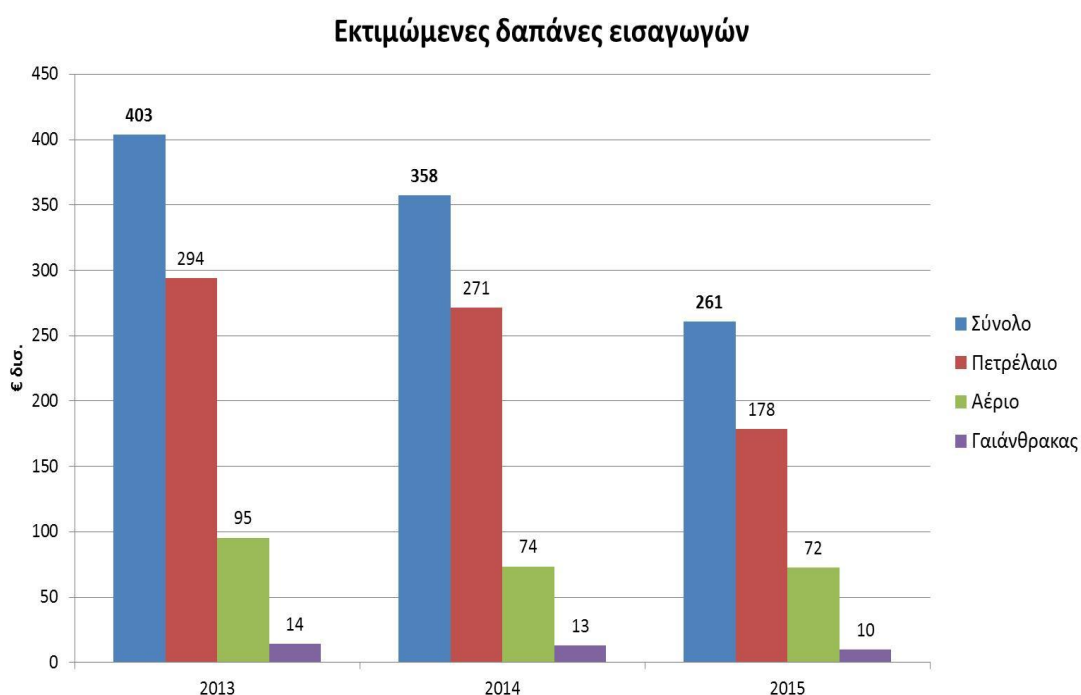
Τα τελευταία χρόνια, η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, έχει αυξηθεί σημαντικά. Από το 2004 μέχρι και το 2014, η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ αυξήθηκε κατά 73%, ενώ οι συμβατικές πηγές ενέργειας σημείωσαν μείωση μέχρι και 52% στην περίπτωση του πετρελαίου και 42% στην περίπτωση του φυσικού αερίου.



Εικόνα 13 Ποσοστό ενεργειακής εξάρτησης στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το διάστημα 2004–14 (% επί των καθαρών εισαγωγών σε ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση και δεξαμενές αποθήκευσης, με βάση τόνους ισοδύναμου πετρελαίου)

Η μείωση της πρωτογενούς παραγωγής ενέργειας από λιθάνθρακα, λιγνίτη, αργό πετρέλαιο, φυσικό αέριο και, πιο πρόσφατα, πυρηνική ενέργεια είχε ως αποτέλεσμα την ολοένα μεγαλύτερη εξάρτηση της ΕΕ από τις εισαγωγές πρωτογενούς ενέργειας προκειμένου να καλυφθεί η ζήτηση. Οι εκτιμώμενες δαπάνες

της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εισαγωγή ορυκτών καυσίμων για την τριετία 2013-2015 φαίνονται στον επόμενο πίνακα.



Εικόνα 14: Εκτιμώμενες δαπάνες της ΕΕ για την εισαγωγή ορυκτών καυσίμων

Το κόστος της εξάρτησης των εισαγωγών, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης έφτασε στο σύνολο περί τα 403 δισεκατομμύρια ευρώ για το 2013, τα 358 δισεκατομμύρια ευρώ για το 2014 και τα 261 δισεκατομμύρια ευρώ για το 2015. Οι δαπάνες αφορούν εισαγωγές πετρελαίου, φυσικού αερίου και γαϊάνθρακες.

Κεφάλαιο 5^ο: Ανάλυση Περίπτωσης Black-Out Συμβατικών Πηγών Ενέργειας

5.1 Γενικά

Στο παρόν κεφάλαιο θα μελετήσουμε την φανταστική περίπτωση black-out παραγωγής ενέργειας σε μια μεγαλούπολη. Επίσης θα δούμε την κάλυψη των καταναλώσεων μίας βιομηχανίας αποκλειστικά από ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με το απαραίτητο σύστημα αποθήκευσης ενέργειας.

5.2 Επιπτώσεις ενός Black-out

Ένα black-out για μεγάλο χρονικό διάστημα, αποτελεί μια πολύ σοβαρή κατάσταση, με πολλές κρίσιμες επιπτώσεις σε όλους τους τομείς. Πιο συγκεκριμένα, σε μια πληθυσμιακά μεγαλούπολη, θα έχει παρά πολλά κοινωνικοπολιτικά και οικονομικά προβλήματα στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε χάος. Ο σύγχρονος άνθρωπος, όντας εξαρτημένος από το ηλεκτρικό ρεύμα και γενικά από τις ενέργειες που χρησιμοποιεί σε πολύ μεγάλο βαθμό, δεν θα μπορούσε να ανταπεξέλθει στα νέα δεδομένα.

Οι κοινωνικοπολιτικές αλλαγές που θα επικρατήσουν θα φέρουν μια χαώδη κατάσταση, η οποία θα επηρεάσει όλους τους κατοίκους της πόλης αυτής αλλά και τις γύρω περιοχές. Τα προβλήματα που θα δημιουργούνταν αφορούν τα εξής:

A) Κοινωνικά

- Ένα black-out μεγάλης διάρκειας θα έθετε σε κίνδυνο τις ζωές πολλών ανθρώπων, που εξαρτώνται από διάφορους μηχανισμούς στήριξης, κινδυνεύοντας να χάσουν ακόμα και τη ζωή τους.
- Οι μεγάλοι σε ηλικία άνθρωποι θα δυσκολευτούν πολύ σε ακραίες θερμοκρασίες ψύχους ή καύσωνα.
- Έλλειψη υγειονομικής περίθαλψης η οποία βασίζεται στην χρήση ενέργειας.
- Έλλειψη νερού για τα συστήματα παροχής που απαιτούν την χρήση ενέργειας για την λειτουργία τους.
- Θα επικρατήσει αναρχία, με αποτέλεσμα την αύξηση της εγκληματικότητας, με λεηλασίες, κλοπές, διαρρήξεις ακόμα και φόνους να πλήττουν την κοινωνία, σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό, από σήμερα.

B) Οικονομικά

- Θα σταματήσει η βιομηχανική παραγωγή, οδηγώντας στην έλλειψη πολλών προϊόντων βασικής ανάγκης.
- Οι έμποροι της πόλης θα έχουν οικονομικές ζημίες εξαιτίας της ανικανότητας παροχής ορθής διατήρησης και συντήρησης όπως

ψυγεία, για ευπαθής κατηγορίες τροφίμων όπως κρέας, γαλακτοκομικά άλλα και άλλων προϊόντων όπως φάρμακα.

- Θα σταματήσει η λειτουργία των μέσων μαζικής συγκοινωνίας αλλά και κάθε είδους μεταφορικών μέσων.

C) Πολιτικές

- Θα επικρατήσει πολιτική αστάθεια με έντονα φαινόμενα αντιδράσεων προς τις κυβερνήσεις.
- Πιθανή ανατροπή της εκάστοτε κυβέρνησης από αντίπαλες πολιτικές ομάδες.

Η ενέργεια λοιπόν, είναι απαραίτητη για τον σύγχρονο άνθρωπο. Για αυτό τον λόγο, η έγκαιρη ανάπτυξη συστημάτων παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες μορφές ενέργειας είναι επιτακτική.

5.3 Μελέτη Εγκατάστασης Αυτόνομου Φωτοβολταϊκού Συστήματος σε μια Βιομηχανία

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα θα υλοποιήσουμε μία μελέτη εγκατάστασης αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος, το οποίο θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα τμήματα:

1. Τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια (φωτοβολταϊκό πλαίσιο)
2. τη βάση στήριξης, σταθερής ή μετακινούμενης (με tracker, δηλαδή σύστημα παρακολούθησης της ηλιακής τροχιάς
3. τις μπαταρίες - συσσωρευτές φωτοβολταϊκών για την αποθήκευση της ενέργειας
4. τον ρυθμιστή φόρτισης για τον έλεγχο και προστασία των μπαταριών
5. τον μετατροπέα - inverter για μετασχηματισμό της συνεχούς τάσεως (12v/24v/48v) σε εναλλασσόμενη 220V V.

Για να είναι το παράδειγμα αρκετά ρεαλιστικό, υποθέτουμε τις παρακάτω **ημερήσιες** καταναλώσεις μιας βιομηχανίας:

Πίνακας 6 Συγκεντρωτική Κατάσταση ημερήσιων Ηλεκτρικών Καταναλώσεων Βιομηχανίας

Περιγραφή Κατανάλωσης	Κατανάλωση (kWatt)	Φάσεις	Αριθμός	Ώρες Λειτουργίας	Συνολική Κατανάλωση/ημέρα (KWh)
Κινητήρες Μηχανημάτων	2,5	3	4	6	60
Μηχανήματα Παραγωγής	1,5	1	8	4	48

Συσκευές (Η/Υ, fax, κλπ)	0,12	1	9	8	8,64
Φωτισμός Γραφείων	0,04	1	20	8	6,4
Φωτισμός Εξωτερικού Χώρου	0,15	1	10	6	9
Κλιματιστικά (Inverter)	1,2	1	4	6	28,8
ΣΥΝΟΛΟ					160,84kWh

Από αυτές, όπως είναι λογικό τα ταυτόχρονα φορτία, που λειτουργούν τις ώρες λειτουργίας της βιομηχανίας είναι όλες πλην του εξωτερικού φωτισμού ασφαλείας, που λειτουργεί αυτοτελώς τις βραδινές ώρες μόνο.

Θεωρώντας ότι αυτές οι καταναλώσεις θα υπάρχουν καθημερινά καθ' όλη την διάρκεια του έτους, υπολογίζουμε ότι απαιτείται εγκατεστημένη ισχύς σε φωτοβολταϊκά πάνελ περίπου 55kWp. Υπολογίζουμε σε γενικές γραμμές ότι ένα φωτοβολταϊκό σύστημα λειτουργεί περί τις 5 ώρες σχεδόν στο μέγιστο των δυνατοτήτων του το καλοκαίρι και περί τις 4 ώρες τους χειμερινούς μήνες. Πρακτικά ο συντελεστής 1,2 μας βοηθά στον υπολογισμό - βάσει της εγκατεστημένης ισχύος - την συνολική ετήσια παραγωγή.

Συγκεκριμένα, με 60kW εγκατεστημένης ισχύος, θα παραχθούν περίπου 72.000kWh (με βάση τις καταναλώσεις απαιτούνται 58.400 kWh). Η περίσσεια, που δημιουργείται είναι πλασματική, αφού υπολογίστηκαν οι ημέρες μη-ύπαρξης ηλιοφάνειας, όποτε και το φωτοβολταϊκό σύστημα δεν θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

Όσον αφορά το σύστημα αποθήκευσης, πρέπει να υπολογιστούν τα Ah των συσσωρευτών, που θα αγοραστούν και θα εγκατασταθούν. Σε τέτοιου είδους εγκαταστάσεις, όπου οι συσσωρευτές θα χρησιμοποιούνται καθημερινά προτείνονται τα στοιχεία 2V, τα οποία διαθέτουν αρκετούς κύκλους φόρτισης - εκφόρτισης και είναι ιδιαίτερα αξιόπιστα και δεν έχουν ιδιαίτερα μεγαλύτερο κόστος αγοράς και εγκατάστασης. Η μπαταρία του συστήματος θα λειτουργεί σε 48V, συνδέοντας κατάλληλα τα στοιχεία. Θεωρώντας ότι απαιτούμε τουλάχιστον 1 ημέρα αυτονομίας, αυτό σημαίνει ότι η μπαταρία αποθήκευσης πρέπει να διαθέτει $160000/48=3334Ah$. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι το βάθος εκφόρτισης των στοιχείων, που υπολογίζονται είναι 50%, τα ονομαστικά στοιχεία της μπαταρίας πρέπει να είναι τουλάχιστον 6668Ah στο σύνολό τους, ανάλογα με την διάταξη που θα επιλεγεί παρακάτω.

Συνεχίζοντας παρουσιάζεται η κοστολόγηση του έργου καθώς και τα οικονομικά στοιχεία του.

Στον επόμενο πίνακα φαίνονται αναλυτικά οι λεπτομέρειες του κόστους του έργου. Το κόστος της κατασκευής στο σύνολο του περιέχει τόσο τον εξοπλισμό όσο και το κόστος της εγκατάστασης.

Πίνακας 7 Λεπτομέρειες κόστους έργου

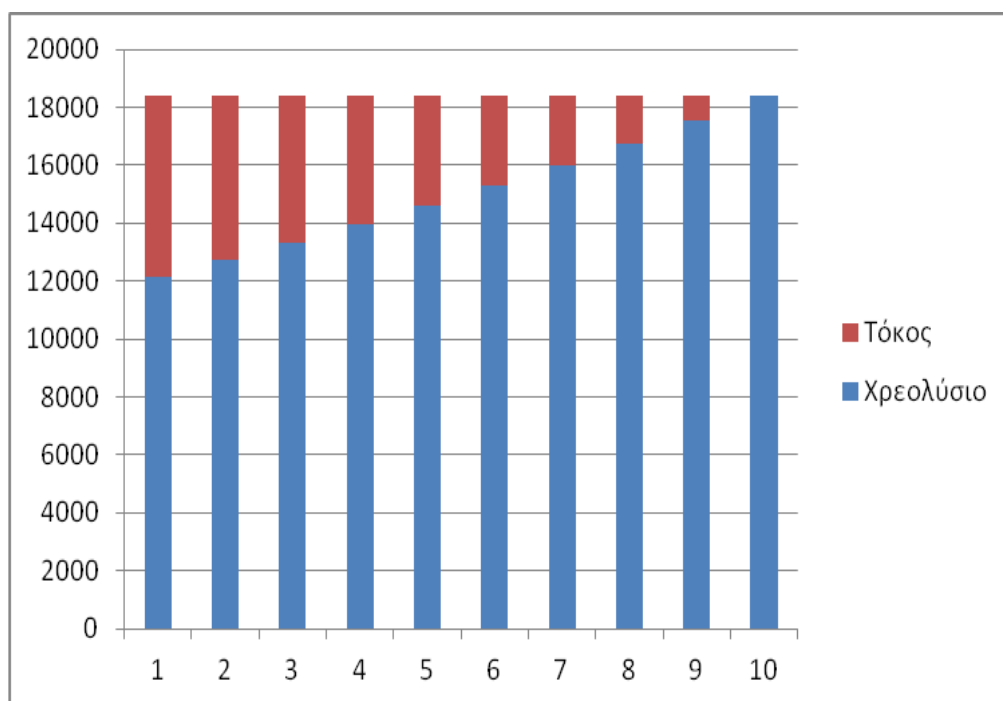
Λεπτομέρειες κόστους έργου	
Κόστος Κατασκευής Έργου (Ευρώ)	201.000
Τρέχουσα τιμή ανά μονάδα (Ευρώ/KWh)	0,157
Κόστος Επένδυσης (Ευρώ/KWp)	3500
Μέγεθος επένδυσης (KWp)	60
Μέση ετήσια απόδοση περιοχής ανά εγκατεστημένη ισχύ (KWh/KWp)	1200
Λοιπές Χρεώσεις	
Προεξοφλητικό Επιτόκιο	4,50%
Κόστος Ασφαλίσεων	0,4%
Κόστος Συντήρησης επί του συνολικού κόστους κατασκευής (σε ετήσια βάση)	0,2%
Ποσοστό Φόρου Εισοδήματος	20%
Πηγές Χρηματοδότησης	
Τραπεζικός δανεισμός	75%
Ιδία κεφάλαια	25%
Επιτόκιο Δανείου	4,5%
Έτη αποπληρωμής	10
Συνολικό ποσό αποπληρωμής (Ευρώ)	183844,6
Συνολικό ποσό επένδυσης (Ευρώ)	234095

Το αρχικό κόστος του έργου ανέρχεται στα 201000 ευρώ, από το οποίο το 75% θα καλυφθεί με τραπεζικό δανεισμό, ενώ το υπόλοιπο 25% από ίδια κεφάλαια. Στον επόμενο πίνακα φαίνεται η αναλυτική παρουσίαση των τοκοχρεολυσίων.

Πίνακας 8 Αναλυτικός πίνακας διαμόρφωσης μηνιαίων τοκοχρεολυσίων

Περίοδος Αποπληρωμής	Χρεολύσιο (€)	Τόκος (€)	Τοκοχρεολύσιο (€)	Ανεξόφλητο Υπόλοιπο (€)
1	12147	6237	18384,46	138603
2	12720	5665	18384,46	125883
3	13319	5065	18384,46	112564
4	13947	4438	18384,46	98617
5	14604	3781	18384,46	84013
6	15292	3092	18384,46	68721
7	16013	2372	18384,46	52709
8	16767	1617	18384,46	35942
9	17557	827	18384,46	18384
10	18384	0	18384,46	0
Σύνολα	150750	33095	183845	-

Το σύνολο των χρεολυσίων είναι 150750 ευρώ, ενώ το σύνολο του τόκου είναι 33095 ευρώ. Η διακύμανση του χρέους στην τράπεζα φαίνεται και στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 15 Διαμόρφωση ετήσιων τοκοχρεολυσίων

Στην συνέχεια παρουσιάζεται ο πίνακας απόσβεσης της επένδυσης εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πάνελ στην βιομηχανία.

Πίνακας 9 Ετήσια απόσβεση επένδυσης - 1

Ετήσια απόσβεση σε Ευρώ							
Κατηγορία	Συντελεστής Απόσβεσης	Ετήσιο κόστος συντήρησης επί του συνολικού κόστους κατασκευής	Αξία απόσβεσης	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος
Η/Μ Εξοπλισμός και έργα υποδομής	7%	402	234095	16788,62	16788,62	16788,62	16788,62
Σύνολο			234095	16788,62	16788,62	16788,62	16788,62

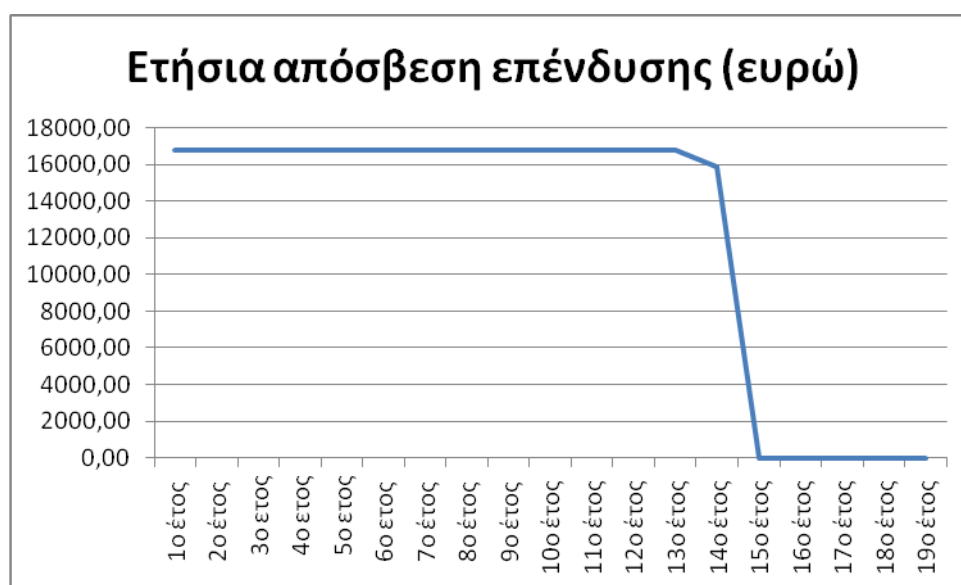
Πίνακας 10 Ετήσια απόσβεση επένδυσης-2

Ετήσια απόσβεση σε Ευρώ							
5ο έτος	6ο έτος	7ο έτος	8ο έτος	9ο έτος	10ο έτος	11ο έτος	12ο έτος
16788,62	16788,62	16788,62	16788,62	16788,62	16788,62	16788,62	16788,62
16788,62	16788,62	16788,62	16788,62	16788,62	16788,62	16788,62	16788,62

Πίνακας 11 Ετήσια απόσβεση επένδυσης-3

Ετήσια απόσβεση σε Ευρώ						
13ο έτος	14ο έτος	15ο έτος	16ο έτος	17ο έτος	18ο έτος	19ο έτος
16788,62	15843,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16788,62	15843,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Στην συνέχεια παρουσιάζεται το γράφημα της απόσβεσης στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 16 Γράφημα απόσβεσης επένδυσης

Κεφάλαιο 6 - Συμπεράσματα

6.1 Γενικά συμπεράσματα για τις συμβατικές πηγές ενέργειας

Η παραγωγή ενέργειας βασίζεται κατά κόρων στην καύση συμβατικών ορυκτών καυσίμων και των προϊόντων τους. Αποτελεί τη συνηθέστερη μέθοδο παραγωγής μορφών ενέργειας όπως η ηλεκτρική, η θερμική και η κινητική. Από την καύση, η οποία έχει ως χαρακτηριστικό παράδειγμα την οξειδωση και την αναγωγή, παράγεται θερμότητα, η οποία αξιοποιείται ως θερμική ενέργεια ή μετατρέπεται σε άλλη μορφή ενέργειας όπως η ηλεκτρική.

Τα συμβατικά καύσιμα αποτελούν μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενώ τα συναντάμε σε τρεις μορφές, στερεή, υγρή και αέρια.

A) Στα στερεά καύσιμα ανήκουν οι κατηγορίες γαιανθράκων όπως

- ο λιγνίτης
- ο λιθάνθρακας
- ο ανθρακίτης
- το κωκ

B) Στα υγρά καύσιμα ανήκουν

- το φωτιστικό πετρέλαιο
- το πετρέλαιο ντήζελ
- το μαζούτ
- τα λιπαντικά
- οι παραφίνες
- η βενζίνη

C) Στα αέρια καύσιμα ανήκουν

- το φυσικό αέριο
- το υγραέριο
- το φωταέριο

Οι συμβατικές πηγές ενέργειας, μέσα από την καύση, παράγουν προϊόντα τα οποία μολύνουν την ατμόσφαιρα. Τα προϊόντα αυτά αποτελούν ένα μίγμα από αέρια όπως διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), μονοξείδιο του άνθρακα (CO), υδρατμούς (H_2O), νιτρικά οξείδια (NO_x), καθώς και διοξείδιο του θείου SO_2 , τα οποία εκπέμπονται μέσω των καμινάδων των σταθμών παραγωγής ενέργειας στην ατμόσφαιρα, με τεμαχίδια τέφρας ή καθώς και άλλες ουσίες.

Αυτές οι μορφές ενέργειας ,όντας μη ανανεώσιμες ,έχουν αποτέλεσμα τα αποθέματα τους να μειώνονται με γρήγορους ρυθμούς δημιουργώντας αστάθεια στην κοστολόγησή τους. Επιπλέον επηρεάζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την πολιτική και κοινωνική κατάσταση που επικρατεί σε παγκόσμια κλίμακα.

6.2 Γενικά συμπεράσματα για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Εκτός από τις συμβατικές πηγές ενέργειας υπάρχουν και οι ανανεώσιμες. Αυτές οι πηγές ενέργειας βρίσκονται σε αφθονία στην φύση και επιτρέπουν την παραγωγή καθαρής ενέργειας η οποία δεν επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με ρύπους εξαιτίας του ότι δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα. Οι πηγές αυτές είναι:

- Η αιολική ενέργεια
- Η ηλιακή ενέργεια
- Η υδραυλική ενέργεια
- Η βιομάζα

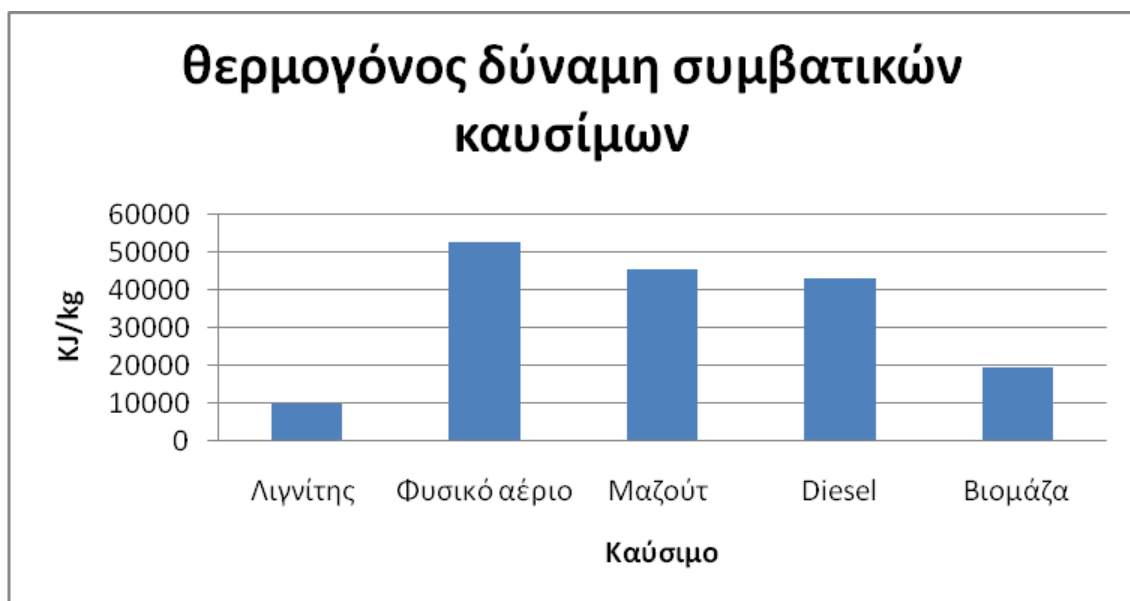
Η εκμετάλλευση των πηγών αυτών δεν προϋποθέτει κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως για παράδειγμα η εξόρυξη, η άντληση ή η καύση, όπως συμβαίνει με τις συμβατικές πηγές ενέργειας. αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση.

Κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες, έχουν γίνει κινήσεις από πολλά κράτη ώστε να υιοθετηθούν πολιτικές σχετικά με την χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες των κρατών όσο και τις ανάγκες ιδιωτών. Η εγκατάσταση συστημάτων παραγωγής ενέργειας με χρήση των ανανεώσιμων πηγών έχει εισέλθει και στην βιομηχανική παραγωγή, βοηθώντας στην μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

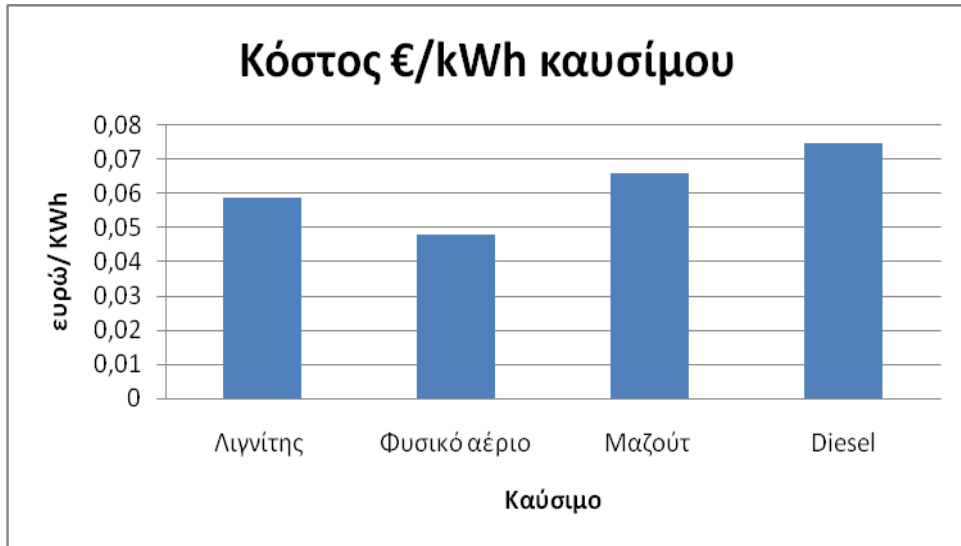
Παρόλα τα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έχουν ως μεγάλο μειονέκτημα τον μικρό συντελεστή απόδοσης, ο οποίος είναι της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο για ορισμένες πηγές ενέργειας. Για αυτό τον λόγο απαιτείται ένα αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής, καλύπτοντας την ανάλογη επιφάνεια γης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, σε αρκετές περιπτώσεις το κόστος αγοράς και εγκατάστασης τέτοιων εφαρμογών, είναι απαγορευτικό για πολλές από τις βιομηχανίες.

Μεγάλο αρχικό κόστος επένδυσης, αλλά η απόσβεση γίνεται σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα σε σχέση με το κόστος της επένδυσης. Η αξιοποίηση τους μας δίνει πλήρη αυτονομία, μας “απαλλάσσει” από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και μας μεταφέρει στην επόμενη γενιά μορφών ενέργειας. Τα οφέλη για το περιβάλλον όσο και για την κοινωνία είναι πολλά.

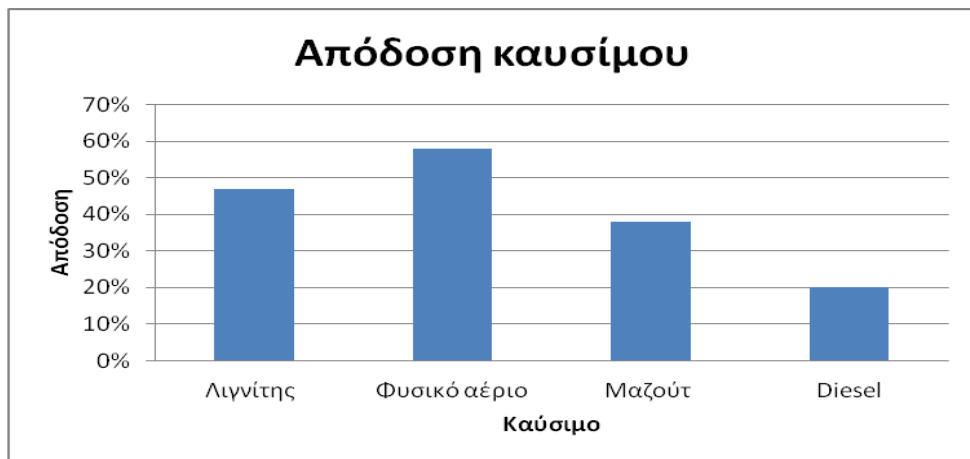
6.3 Συγκεντρωτικά διαγράμματα κόστος-απόδοσης και θερμογόνου δύναμης για τις συμβατικές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.



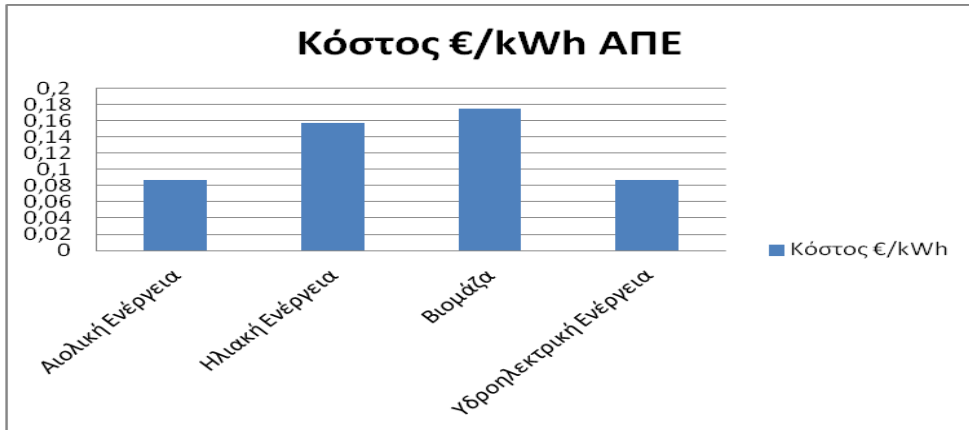
Εικόνα 17 Γράφημα θερμογόνος δύναμη προς συμβατικών καυσίμων



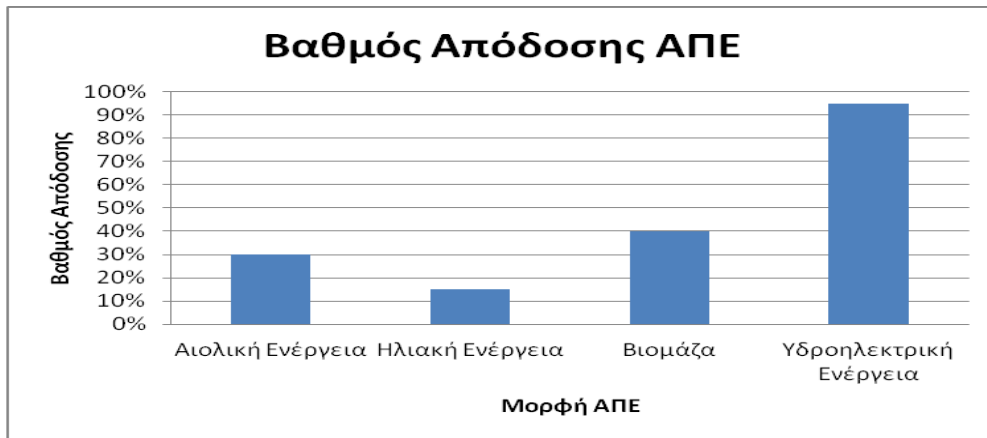
Εικόνα 18 Διάγραμμα κόστους (€/kWh) προς καύσιμο



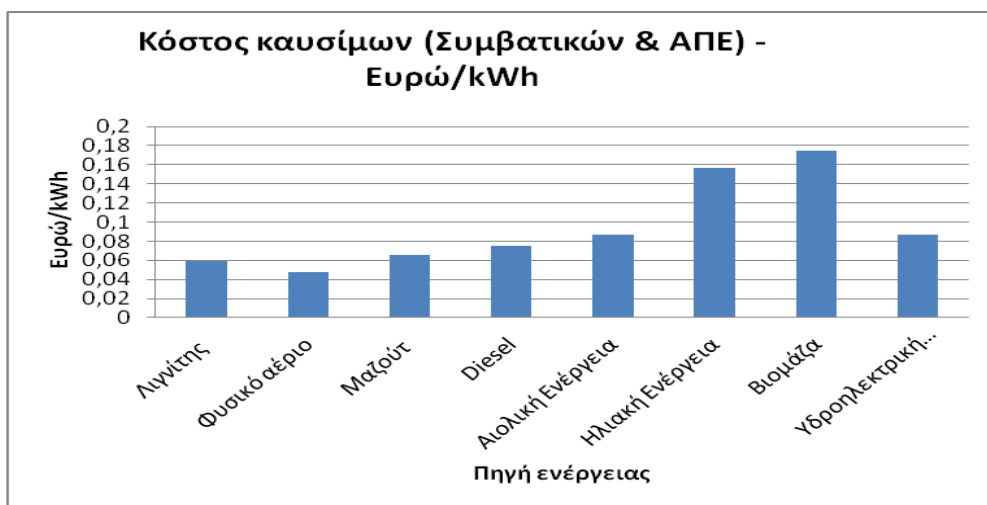
Εικόνα 19 Γράφημα απόδοσης καυσίμου



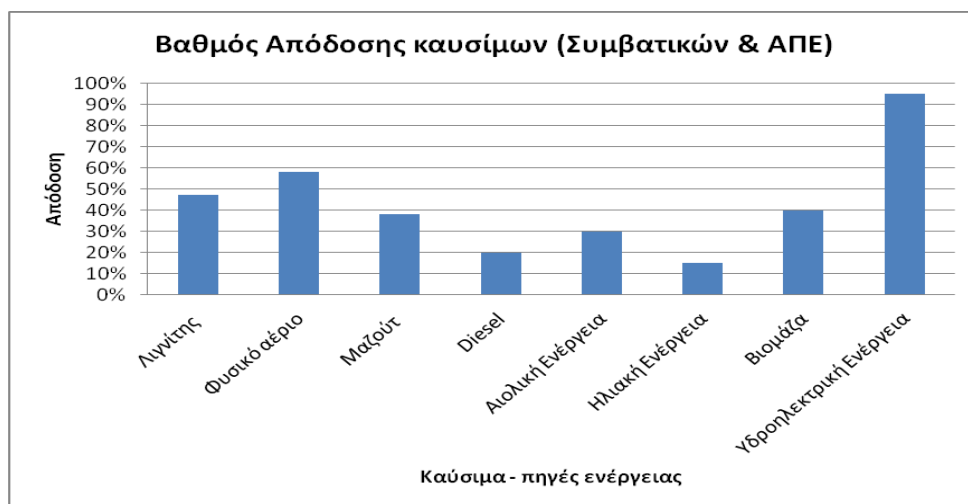
Εικόνα 20 Διάγραμμα κόστους (€/kWh) - ΑΠΕ.



Εικόνα 21 Γράφημα βαθμού απόδοσης ΑΠΕ



Εικόνα 22 Κόστος καυσίμων(Συμβατικών& ΑΠΕ) - Ευρω/kWh



Εικόνα 23 Συγκεντρωτικό διάγραμμα βαθμού απόδοσης (Συμβατικών & ΑΠΕ).

6.4 Γενικό Συμπέρασμα για την Εγκατάσταση των Φωτοβολταϊκών σε Σχέση με Συμβατική Μονάδα Παραγωγής Ενέργειας Diesel στην Βιομηχανία.

Εδώ θα γίνει εξέταση στο παράδειγμα με της βιομηχανίας, στην περίπτωση που είχαμε ως μονάδα παράγωγης Diesel κίνησης.

Η συνολική ενεργεία που θα χρειαζόταν η βιομηχανία, τον χρόνο θα ήταν (3.600ωρες/έτος * 60 KW = 216 MWh/έτος), άρα στα 10 χρόνια θα ήταν 2160 MWh. Μια επαγγελματική γεννήτρια (ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη 120KVA) μαζί με την εγκατάσταση της, έχει κόστος **40.000€**. Η κατανάλωση του πετρελαίου θα είναι: (2160 MWh / 2,5 kWh/kg) = 864.000Kg πετρέλαιο για 10 έτη. Το κόστος του πετρελαίου είναι στα 1,3 €/Kg. Άρα το συνολικό κόστος του πετρελαίου κυμαίνεται γύρο στα **1.123.200€** (στα 10 χρόνια).

Η συντήρηση της μονάδας ανά έτος, είναι στα 1500€ άρα στα 10 χρόνια είναι **15.000€**. Με τους παραπάνω υπολογισμού φτάνουμε στο αποτέλεσμα ότι το τελικό κόστος τις εγκατάστασης με μονάδα παράγωγης το diesel σε βάθους χρόνου 10 ετών, είναι στα **1.138.200€**

Στο παράδειγμα για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στην Βιομηχανία το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται περίπου στα **250.000€** (για 10χρονια). Στην τιμή αυτή πρέπει να γίνει προσθήκη και η συντήρηση που είναι 500€ ανά έτος, δηλαδή **5.000€**.

Άρα το συνολικό κόστος επένδυσης με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στην βιομηχανία ανέρχεται στα **255.000€**

Μπορεί η αρχική επένδυση της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών, να είναι πολύ ακριβή σε σχέση με την μονάδα παράγωγης diesel, ωστόσο η μακροπρόθεσμη χρήση της εγκατάστασης, είναι πιο αποτελεσματική από τις συμβατικές μορφές ενέργειας. Στο παράδειγμα μας, για φάσμα των 10 ετών βλέπουμε ότι η διαφορά του κόστους είναι περίπου στα **883.200€**

Βιβλιογραφία

- [1] DGEMP, 2003, Reference Costs for Power Generation, available at: <http://www.industrie.gouv.fr/energy/electric/cdr-anglais.pdf>
- [2] Tarjanne R Luostarinen K, 2003, Competitiveness Comparison of the Electricity Production
- [3] Albert Thumann.P.E.,C.E.M.D.Payl Mehta,Ph.D “Handbook of Energy Engineering”, forth edition, The Fairmont Press,inc
- [4] Δημήτρης Αλ. Κατσαπρακάκης, 2012, Ηλιακή Ενέργεια - Ηλιακοί συλλέκτες, Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας, Τ.Ε.Ι Κρήτης
- [5] Βασιλείου Γιώτα, 2003, Διανεμημένη Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας με Μικροτουρμπίνες και Κυψέλες Καυσίμων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- [6] Γκαγκτζής Αθανάσιος, Κατριάδακης Ιωάννης, 2008, Μέτρηση βαθμού απόδοσης φωτοβολταϊκών στοιχείων και μελέτης εξάρτησής του από την θερμοκρασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- [7] Παναγιώτης Παναγιώτου, 2007, Φωτοβολταϊκά συστήματα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- [8] www.dei.gr
- [9] www.deddie.gr
- [10] www.cres.gr
- [11] Βούλγαρης, Ι., (2005), «Πηγές ενέργειας και η μετατροπή τους σε ηλεκτρική ενέργεια», Διπλωματική Εργασία, Α.Π.Θ, Τμήμα Η.Μ.Μ.Υ, Θεσσαλονίκη.
- [12] Λειτουργός Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας: <http://www.lagie.gr/systima-eggyimenon-timon/ape-sithya/adeiodotiki-diadikasia-kodikopoiisi-nomothesias-ape/periexomena/times-energeias-ape-ape-sithya-plin-fb/>
- [13] Παπαδάς. Ι, (2001), «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας: Τεχνολογίες, Συγκρίσεις και τα Σχετικά Εξωτερικά Κόστη», Αθήνα.
- [14] Δημόπουλος, Ι.Φ. & Τσαραμιάδης, Π., (1986), «Δίκτυα σταθμοί: παραγωγή, μεταφορά, διανομή ηλεκτρικής ενέργειας», Εκδόσεις Ήβος, Αθήνα.
- [15] « Το μέλλον της ηλεκτροπαραγωγής και οι επιπτώσεις της στο περιβάλλον», Διπλωματική Εργασία, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Χάνια. Βασίλειος Μαστρογιαννόπουλος (2014)
- [16] Ευχαριστώ την εταιρία SUNTECH GREECE S.A για την πολύτιμη καθοδήγηση και την βοήθεια που μου έδωσαν στο παράδειγμα με την βιομηχανία.

- [17] «Οδηγός Μελέτης και Υλοποίησης Φωτοβολταϊκών Έργων» του ΤΕΕ.
http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/OMADESERGASIAS/fwtovoltaika_ergwn.pdf
- [18] https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5073/1/02_chapter_8.pdf
- [19] <http://unitrove.com/engineering/tools/gas/natural-gas-calorific-value>

Βλιογραφία Εικόνων

1. www.dei.gr. [Ηλεκτρονικό]
2. <http://www.admie.gr/deltia-agoras/miniaia-deltia-energeias/>. [Ηλεκτρονικό]
3. <https://www.deddie.gr>. [Ηλεκτρονικό]
4. <http://eco-ktirio.blogspot.gr>. [Ηλεκτρονικό]
5. **Βούλγαρης, Ιωάννης**. Πηγές ενέργειας και η μετατροπή τους σε ηλεκτρική ενέργεια. Θεσσαλονίκη : Α.Π.Θ. - Τμήμα Η.Μ.Μ.Υ., 2005.
6. <http://kireas.org/gas.htm>. [Ηλεκτρονικό]
7. **Γεώργιος, Δρ. Σκόδρας**. Μεθοδολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας & Βελτιστοποίησης Βιομηχανικών Συστημάτων - Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Συστήματα Παραγωγής Θερμότητας με Κάυση.
<https://www.google.gr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiz49KlypLVAhXBchQKHRvfBSMQjhwIBQ&url=http%3A%2F%2Fslideplayer.gr%2Fslide%2F11449337%2F&psig=AFQjCNEyDsMTGN2QqPBZrnCCt5RQbFrebQ&ust=1500458129198471>. [Ηλεκτρονικό] Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας , 2016.
8. http://www.michanikos.gr/_Ειδήσεις/ενέργεια-απε/αιολική-ενέργεια-στοπ-στις-αδειοδοτήσεις-π-12702. [Ηλεκτρονικό]

9. <http://www.varnas-ete.gr/photovoltaic-systems.php>. [Ηλεκτρονικό]
10.
http://okeanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/782/hlg_00677.pdf?sequence=1. [Ηλεκτρονικό]
11. users.sch.gr. [Ηλεκτρονικό]
12. **Μπομπότας, Δημήτριος Κ.** Συγκριτική μελέτη κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από θερμικούς σταθμούς με χρήση ορυκτών καυσίμων και από πυρηνοληλεκτρικούς σταθμούς. Αθήνα : Ε.Μ.Π. - Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, 2012.
13. **Παπαδάς, Ι.** Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας: Τεχνολογίες, Συγκρίσεις και τα Σχετικά Εξωτερικά Κόστη. Αθήνα : s.n., 2001.
14. **Eurostat.**
http://ec.europa.eu/eurostat/product?code=nrg_100a&language=en&mode=view.
[Ηλεκτρονικό]
15. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/ALL/?uri=CELEX:52016DC0769>.
[Ηλεκτρονικό]
16. (Extra εικόνες για το power point) [Ηλεκτρονικό]
- <https://www.ariyancorp.com/wp-content/uploads/2013/03/Mazut-M100.jpg>
- <https://fouit.gr/wp-content/uploads/2016/11/67543453.jpg>
- <http://www.thehindu.com/business/Economy/diesel-prices-deregulated/article6514970.ece>
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B9%CE%B3%CE%BD%CE%AF%CF%84%CE%B7%CF%82#/media/File:Small_sample_of_jet.jpg
- http://www.fortunegreece.com/wp-content/uploads/2013/07/22/hlektrikh_energeia-640x400.jpg