



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: «ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ»

ΟΝΟΜΑ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΧΡΗΣΤΟΣ – ΚΙΤΣΟ ΣΕΤΗ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 41550

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Π. ΣΙΝΙΟΡΟΣ

ΑΘΗΝΑ, 2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
1.ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	8
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΜΑΔΡΟΜΗ.....	8
2.ΠΗΓΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	9
2.1.ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	10
2.1.1.ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ.....	10,
2.1.2.ΓΑΙΑΝΘΡΑΚΕΣ.....	11
2.1.3.ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	11
2.2.ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	12
2.2.1.ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	12
2.2.2.ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	13,14,15
2.2.3.ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	16,17
2.2.4.ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	18,19
2.3.ΧΡΗΣΗ ΛΙΓΝΙΤΗ.....	21
2.3.1.1ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	21
2.3.1.2.ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΤΑ.....	21
2.4.ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΙΓΝΙΤΗ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	22,24
2.4.1_ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ Μ.Ε.Κ.....	25
2.4.1.1ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	25
2.4.1.2.ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	26
2.4.2_ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕ ΑΕΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΑΙ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ.....	25,26
-ΑΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΤΥΠΟΥ.....	26
-ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ.....	27
2.4.1.1.ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ.....	27
2.4.1.2.ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ	27
2.5.ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ.....	28
2.5.1.ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΤΟΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ.....	30
2.5.2ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΣΧΑΣΗ.....	32
2.5.2.1ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ-ΕΚΠΟΜΠΕΣ.....	33
2.5.2.2.ΚΟΣΤΟΣ.....	33
2.5.2.3.ΑΣΦΑΛΕΙΑ.....	33
2.5.2.4_ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	33
2.6.ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ).....	35
2.6.1ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	35
2.6.1.1.ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	36
2.6.1.2.ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	37
2.6.1.3.ΔΟΜΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	37.38 .39

2.6.2.ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ.....	39.40.41
2.7.ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	43
2.7.1ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΙΟ.....	44
2.7.2.ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ Φ/Β ΚΥΤΤΑΡΟΥ.....	45
2.7.3.ΓΕΝΙΚΗ ΔΟΜΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	46.47
2.7.3.1.ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ Φ/Β ΚΥΤΤΑΡΩΝ.....	48
2.7.3.2.ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ Φ/Β ΚΥΤΤΑΡΩΝ.....	48.49
2.8.ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	50
2.8.1ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ.....	51
2.8.2.ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	52
2.8.3.ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	52
2.9.ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ.....	53
2.9.1.ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	54
2.9.2ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ.....	55
2.9.3.ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	55
2.9.4.ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ.....	56
2.9.4.1.ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ.....	56
2.9.4.2ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ.....	56
3.ΒΙΟΜΑΖΑ.....	57.58
3.1.ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	59
3.1.1ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	60
3.1.2.ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΜΑΖΑΣ.....	60
3.1.3.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	61
- Παραγωγή θερμότητας με τη χρήση της βιομάζας.....	61
- Θέρμανση κτηριών.....	61
-Τηλεθέρμανση με την χρήση της βιομάζας.....	61
-Θέρμανση θερμοκηπιών.....	62
-Χρήση βιομάζας για συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού.....	62
-Δημιουργία ενεργειακών φυτειών.....	62
-Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα στερεά απορρίμματα πτηνοτροφικών μονάδων.....	63
-Καύση της βιομάζας μαζί με στερεά συμβατικά καύσιμα.....	63
3.2.ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ.....	65
3.2.1.ΚΑΥΣΗ.....	65.66
3.2.2.ΠΥΡΟΛΗΣΗ.....	66.67.68

3.3.2.1.ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΕΛΑΙΟΥ.....	68
3.3.ΤΑΧΕΙΑ ΠΥΡΟΛΗΣΗ.....	68.69
3.4.ΑΕΡΟΠΟΙΗΣΗ.....	70.71.72
3.4.1.ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	73
3.4.2.ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑ ΤΗΣ ΑΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	73
3.5.ΑΝΘΡΑΚΟΠΟΙΗΣΗ.....	74
3.6.ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ.....	75
3.6.1.ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ.....	75.76
-Υδρόληση.....	76
-Οξυγένιση	76
-Ακετοσύνη	76
-Μεθανογένιση.....	76.77
3.7.ΑΛΚΟΟΛΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ.....	77
3.7.1.ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ.....	78.79
3.8.ΕΣΤΕΡΟΠΟΙΗΣΗ.....	81
3.8.1.ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	81.82.
3.8.2.ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ.....	83
3.8.2.1.ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ.....	83.84
3.8.2.1.ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ.....	84
3.8.2.ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ.....	84
4,ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ.....	85
4.1ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΟΧΗΜΙΚΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	85.86
4.1.1ΣΥΣΤΗΜΑ ORC.....	87
4.1.2ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ.....	88.89
4.1.3.ΚΥΡΙΟΙ ΤΥΠΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΩΝ ΠΥΡΟΛΗΣΗΣ.....	90.91
-Αντιδραστήρας πυρόλησης αναβραζουσας ρευστοποιημενης κλίνης (Bubbling fluidized bed reactor).....	90
- Αντιδραστήρας πυρόλησης κυκλοφορούσας ρευστοποιημένης κλίνης (Circulating fluidized bed	

reactor.....	91
4.2ΚΥΡΙΟΙ ΤΥΠΟΙ ΑΕΡΟΠΟΙΗΤΩΝ.....	94.95
- Ο τύπος της ανοδικής ροής.....	94
-Ο τύπος αεροποιοητή καθοδικής ροής.....	95
-Η πειραματική μονάδα Viking.....	99
-Οι αεροποιοητές διασταυρούμενης ροής.....	100
-Τύπος ρευστοποιημένης κλίνης	101
-αεριοποιοητές παρασυρόμενης κλίνης.....	102
4.3.ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΕΛΛΑΔΑ.....	102.103
4.4.ΚΥΡΙΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ.....	103
4.4.1.ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ.....	103.104.105
4.5.ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ.....	108.109.110
5.ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....	111
5.1. ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΡΑΕ.....	111.112
5.2.ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ...113.114	
5.2.1.Κοστολόγηση εγκατάστασης ενέργειας ,μεταφοράς θερμικής ενέργειας, αποθήκευσης,.....	114.115
5.2.1.1.Κόστος εγκατάστασεις ενέργειας.....	114,
5.2.1.2.Κόστος μεταφοράς θερμικής ενέργειας.....	114
5.2.1.3.Κόστος αποθήκευσης.....	115
5.3.ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ.....	115
5.3.1.Ετήσια συντήρηση.....	115
5.3.2.Κόστος ασφάλισης εγκαταστάσεως.....	115
5.3.3.Ετήσιο κόστος καυσίμου.....	116
5.4.ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΚΑΙ ΤΡΑΠΕΖΙΚΟ ΔΑΝΕΙΟ.....	116
5,5.ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ.....	118
5.5.1'Εσοδα πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας.....	118
5.5.2.ΕΣΟΔΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	119
5.6.Η ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	120,121
5.6.1.Κριτήριο καθαρής παρούσας αξίας.....	122.123
5.6.2Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR).....	123
6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	124

ABSTRACT

Energy is one of the main and basic concern of man and generally of every living being living in the natural environment. The necessity of man for energy was one of his important priorities for living for the evolutionary evolution in the natural environment. Over the years, needs have grown rapidly and therefore their coverage has been necessary for its survival. The use of energy has been and continues to be of major importance to our day since it is of fundamental importance HY mankind and other life in the ecosystem since every social fabric will have collapsed. Throughout the passage, societies have been vastly multiplied, and it was logical for energy demand to grow to meet the energy gap that would be created. A pure and perpetual source of energy is the sun and that is why it is considered to be the king of energy and has made the most of his use of the products he produced through the means of transmission to the earth through electromagnetic radiation, which was transformed into chemical and other forms of energy and gave life to each other species of fauna and flora in the ecosystem.

The necessity brought the finds to the man himself so that he could draw energy from other sources available but at the same time had the means at his disposal to achieve the purpose for energy. The passage of time has forced people into changes in both technology and energy, and it makes sense to keep pace with developments. Primary needs have been met with more primitive means and in combination with the muscular strength they manage to meet their needs to a certain extent, but the development of social structures and population growth has made it necessary to change and radically differentiate at all levels. The first developments related to oil, gas and other derived products, which currently account for 80% of the world's energy needs, and for long-term period. The long-term and increased consumption of fossil fuels also has a major impact on the natural environment to an immeasurable extent, causing natural disasters in the ecosystem with key examples of the increase in greenhouse effect, acid rain in forest areas, water pollution from oil extraction but also a shortage of fossil fuels that leads to a high cost price and in turn a global energy crisis.

Ensuring energy coverage and preserving the environment has made consumption in renewable energy sources (RES), which are inexhaustible in the long term and less costly compared to fossil fuels. The renewable energy sources include solar, wind, biomass, geothermal, hydroelectricity that is inexhaustible, and their distribution is widespread and necessary at world level, and their performance is even better than fossil fuels to the extent that the downfall from it Be considered mandatory enormously, at the legislative level in European countries and mainly to spread to the world.

Λεξεις κλειδια:Βιομάζα ,ενέργεια,ηλεκτρισμός,κλίμα,επενδύσεις.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ενέργεια αποτελεί από το πιο κύριο και βασικό μέλημα του ανθρώπου και κάθε έμβιου όντος που κατοικεί μέσα στο φυσικό περιβάλλον. Η αναγκαιότητα του ανθρώπου για ενέργεια αποτέλεσε τη σημαντική προτεραιότητα του για την διαβίωση για την παιρεταιίρω εξέλιξη στο φυσικό περιβάλλον. Με το πέρασμα των χρόνων οι ανάγκες αυξάνονταν με γρήγορο ρυθμό και επομένως η κάλυψη αυτών ήταν αναγκαία για την διαβίωση του. Η χρήση της ενέργεια αποτέλεσε και αποτελεί μέχρι τις μέρες μας εξέχουσα σημασία αφού αποτελεί θεμελιώδη σημασίας γιατί το ανθρώπινο είδος και οποιαδήποτε άλλη μορφή ζωής μέσα στο οικοσύστημα διοτι χωρίς αυτήν θα καταρεύσει κάθε κοινωνικός ιστός. Με το πέρασμα των χρόνων οι κοινωνίες πολλαπλασιάστηκαν σε τεράστιο βαθμό και ήταν λογικό επόμενο οι ανάγκες για ζήτηση ενέργειας να αυξηθούν το ενεργειακό κενό που θα δημιουργιόταν να καλυφθεί πλήρως με κάποιο τρόπο. Μία καθαρή και αέναη πηγή ενέργεια είναι ο ήλιος και γι αυτό θεωρείται ο βασιλιάς της ενέγειας τον οποίο αξιοποίησε ο άνθρωπος στο μέγιστο βαθμό τον σκοπό του από τα προϊόντα που παρήγαγε μέσω του τρόπου μετάδοσης στην γη, μέσω της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η οποία μετατρέπεται σε χημική και σε άλλες μορφές ενέργειας και έδινε ζωή σε κάθε είδος πανίδας και χλωρίδας στο οικοσύστημα.

Η αναγκαιότητα έφερε την ευρημάτικότητα στον ίδιο τον άνθρωπο ώστε να μπορέσει να αντλήσει ενέργεια από άλλες πηγές που είχε διαθέσιμες αλλά παράλληλα και τα μέσα που διέθετε για να καταφέρει τον σκοπό για ενέργεια. Το πέρασμα των χρόνων ανάγκασε τον άνθρωπο σε αλλαγές τόσο στο τεχνολογικό τομέα όσο και στον ενεργειακό τομέα και λογικό ο άνθρωπος να συμβαδίσει με τις εξελίξεις. Οι πρωταρχικές ανάγκες καλύφθηκαν με πιο πρωτόγονα μέσα και σε συνδυασμένο με την μυική δύναμη καταφέρουν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες του μέχρι σε ένα βαθμό, όμως η εξέλιξη των κοινωνικών δομών και η αύξηση του πληθυσμού κατέστησε αναγκαίο την αλλαγή και την ριζική διαφοροποίηση σε όλα τα επίπεδα στο ενεργειακό τομέα. Οι πρώτες εξελίξεις αφορούσαν ενέργειες που αφορούσαν τον ορυκτό πλούτο πετρέλαιο, φυσικό αέριο και άλλα παράγωγα προϊόντα που σήμερα καλύπτουν το 80% των ενεργειακών αναγκών σε παγκόσμιο επίπεδο και μάλιστα για μακροχρόνια περίοδο. Η μακροχρόνια και η αυξημένη κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων έφερε όμως και μεγάλες επιπτώσεις σε μεγάλο βαθμό στην φυσικό περιβάλλον σε ανυπολόγιστο βαθμό προκαλώντας φυσικές καταστροφές στο οικοσύστημα με βασικά παραδείγματα την αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου, την δημιουργία όξινη βροχή σε δασικές περιοχές, περιπτώσεις μόλυνσης υδάτων από εκχύλιση πετρελαίου αλλά και έλλειψη αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων που οδηγεί σε υψηλή τιμή κόστους και με την σειρά του αυτό σε ενεργειακή κρίση σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η εξασφάλιση της ενεργειακής κάλυψης και η διατήρηση του περιβάλλοντος έκανε να στραφεί η κατανάλωση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) οι οποίες είναι ανεξάντλητες σε απόθεμα για μακροπρόθεσμη περίοδο και λιγότερο κοστοβόρες σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα. Στα (ΑΠΕ) συγκαταλέγονται ηλιακή, αιολική, βιομάζα, γεωθερμική, υδροηλεκτρική ενέργεια που είναι ανεξάντλητες και η διαδοσή τους είναι ευρύτατη και αναγκαία σε παγκόσμιο επίπεδο και αποδόση τους μάλιστα είναι αρκετά καλύτερη από τα ορυκτά καύσιμα σε σημείο που η καταλάνωση από εκείνα, να θεωρείται υποχρεώτικη σε τεράστιο βαθμό, σε νομοθέτικο επίπεδο σε ευρωπαϊκές χώρες κυρίως και σε εξάπλωση στον υπόλοιπο κόσμο.

1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1 Ιστορική ανάδρομη.

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι μια τις πιο σπουδαίες και σημαντικότερες ανακαλύψεις του ανθρώπου το οποίο αποτελεί παράγοντας πολιτισμού και σαφέστα ένα βήμα εκσυγχρονισμού στην διαβίωση και ανάπτυξη του. Η επανάσταση που προήλθε από τον ανακάλυψη του ηλεκτρισμού έφερε αλλαγές στην καθημερινότητα με την καθιέρωση του ως βασικό αγαθό το οποίο πρέπει να καλύψει απαραίτητως. Απόρροια αυτού του γεγονότος η ηλεκτρική ενέργεια θεωρείται η πιο διαδομένη μορφή ενέργεια και μαζική αξιοποίηση σε όλους τους τομείς της ζωής, αναμενόμενο αποτέλεσμα ήταν η ανάπτυξη της τεχνολογικών εφαρμογών-αντικειμένων αλλά και όσο, στον τρόπο παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αρχικά ξεκίνησε το 1881 από την Αγγλία και συγκεκριμένα από το Γκόνταλμινγκ μια περιοχή ανάμεσα σε Λονδίνο και Πόρτσουμθ με ισχύ 746KW και κατάφερε η πόλη να αποκτήσει δημόσιο φωτισμό με 3 λάμπες βολταϊκού τόξου και 7 λάμπες πυρακτώσεως και μετά έγιναν 4 λάμπες βολταϊκού και 27 λάμπες πυρακτώσεως. Η γεννήτρια που τροφοδοτούσε την πόλη είναι μονοφασική της εταιρίας Siemens και παρείχε την με 250V/12A με 1200 στροφές/min. Η κίνηση της γεννήτριας ελεγχόταν από δύο υδρόμυλους, οι οποίοι λειτουργούσαν σε εποχές κανονικών βροχοπτώσεων, διότι ήταν αδύνατο να ελεγχθεί επαρκώς η ροή του νερού των ποταμών που διέτρεχε την πόλη. Παραπέρα στην Γερμανία και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή της Στουτγκάρδης το 1822 εγκαταστάθηκε η πρώτη μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας που ήταν ικανή να τροφοδοτήσει 30 λαμπτήρες ισχύος 1,5KW. Πιο μετά τροφοδοτήθηκαν δημοσιοί δρόμοι του Βερολίνου χαμηλοί ισχύος από γειτονικούς ηλεκτρικούς σταθμούς. Υστερα το 1885 δημιουργήθηκε η μεγαλύτερη μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας που εγκαταστάθηκε στο Βερολίνο, το οποίο ήταν σε θέση να πλέον να ηλεκτροδοτήσει ιδιοκτήτες κατοικίες σε απόσταση 800 μέτρων. Στην Ελλάδα ο ηλεκτρισμός έρχεται το 1889, σύμφωνα με τα στοιχεία της ΔΕΗ κατασκευάστηκε η πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την <<Γενική Εταιρία Λειψίων>> στην Αθήνα στην οδό Αριστέιδου και να φωτίζει τα Ανάκτορα και ύστερα να επεκτείνεται η ηλεκτροδότηση στο κέντρο της πόλης. Επίσης φωτίζεται και η Θεσσαλονίκη υπό Οθωμανική εποπτεία επιτρέπει σε μια Βέλγικη εταιρία τον φωτισμό των δρόμων από την μονάδα παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μετά από δέκα χρόνια οι πολυεθνικές εταιρίες ηλεκτρισμού δημιουργούν την << Ελληνική Εταιρία Ηλεκτρισμού >> και το 1929 ηλεκτροδοτούνται 250 πόλεις με πληθυσμό ανω των 5000 ατόμων.

Η ηλεκτροδότηση σε απομακρυσμένες περιοχές ήταν ασύμφορο να διανεμείθαι λόγω και έτσι φτιάχτηκαν επιπλέον μονάδες παραγωγής με ιδιωτική και δημοτική πρωτοβουλία με καύσιμα κυρίως πετρέλαιο, γαιάνθρακα με εισαγωγή από το εξωτερικό. Η ενέργεια αποτέλεσε πλέον πολυτελές αγαθό για τους παραπάνω λόγους και γι' αυτό η τροφοδοσία γινόταν με κανονισμένο ωράριο. Τέλος το 1950 ιδρύεται η ΔΕΗ που αναλαμβάνει όλο το πλαίσιο της ενέργειας, την παραγωγή, την διανομή, την μεταφορά και βρίσκεται υπό δημόσια-κρατική διαχείριση.

Η «τελειοποίηση» της ηλεκτρικής ενέργειας σε μορφή που γίνεται αξιοποιήσιμη και δίνεται στον άνθρωπο και πλέον ως κοινωνικό προϊόν προέρχεται

από την σημαντική συμβολή διακεκριμένων επιστημόνων που αφιέρωσαν τον βίο τους σε πειράματα πάνω στην ηλεκτρική ενέργεια, που τα πορίσματα τους αποτελούν θεμελιώδη αρχές στις μεταγενέστερα τεχνολογικά εγχειρήματα και εφαρμογές που εξομάλυναν την ανάγκη για ενέργεια πλέον καλύτερα, αποδοτικότερα και οικονομικότερα.

2. ΠΗΓΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

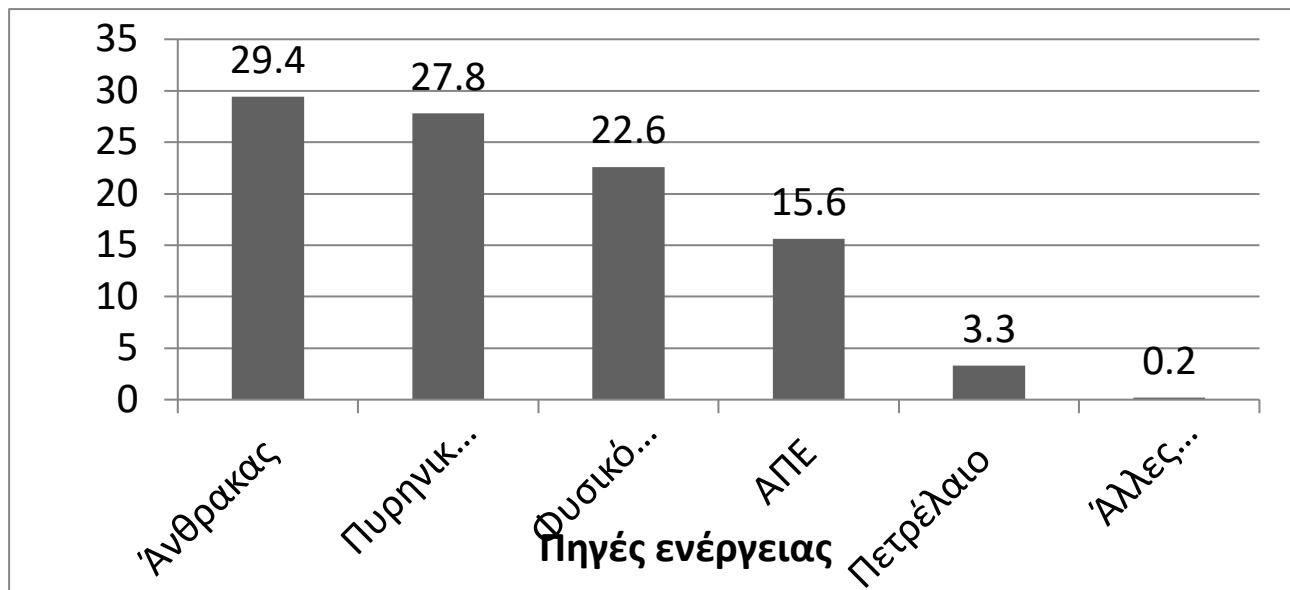
Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση διαφόρων πρωτογενών πηγών ενέργειας και παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις από χώρα σε χώρα, ανάλογα με τους διαθέσιμους εγχώριους Ενεργειακούς Πόρους, την Ενεργειακή Πολιτική της χώρας, τις γεωλογικές, γεωφυσικές και κλιματολογικές ιδιαιτερότητες αυτής. Οι πηγές παραγωγής ενέργειας διακρίνονται στις συμβατικές που βασίζονται σε ορυκτά στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα, όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (λιθάνθρακας και λιγνίτης), το φυσικό αέριο, στην πυρηνική ενέργεια και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) που χρησιμοποιούν ανεξάντλητες πηγές (άνεμος, ήλιος, νερό κλπ) και δεν καταναλώνουν τα περιορισμένα ενεργειακά ορυκτά αποθέματα.

Το σημερινό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ αποτελείται από το διασυνδεδεμένο σύστημα της ηπειρωτικής χώρας, δηλαδή τους θερμοηλεκτρικούς και υδροηλεκτρικούς σταθμούς και τα αυτόνομα συστήματα παραγωγής των νησιών.

Σήμερα η ΔΕΗ έχει καταφέρει να προέρχονται το 70% περίπου της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνιτικούς θερμοηλεκτρικούς σταθμούς και το 10% από υδροηλεκτρικούς. Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς είναι λιγνίτης, πετρέλαιο νήζελ ή μαζούτ και φυσικό αέριο.

Οι συμβατικές μορφές ενέργειας καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος των ενεργειακών αναγκών των 27 χωρών - μελών της Ε.Ε. Με βάση το ενεργειακό ισοζύγιο του 2015, ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο καλύπτουν περίπου το 57% της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσης. Το υπόλοιπο ποσοστό καλύπτεται από την πυρηνική ενέργεια σε ποσοστό 27,8%, την υδροηλεκτρική σε ποσοστό 3% και τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας σε ποσοστό 15,6%. Συγκεκριμένα, οι «παραδοσιακές» ανανεώσιμες μορφές ενέργειας καλύπτουν το 9%, ενώ το υπόλοιπο 1% καλύπτεται από τις λεγόμενες «σύγχρονες». Ο όρος «παραδοσιακές» ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνει τα καυσόξυλα, πυρηνόξυλα και γενικά τη βιομάζα, ενώ ο όρος «σύγχρονες» περιλαμβάνει την αιολική, την ηλιακή και την γεωθερμική ενέργεια.

Εικόνα 1. Ραβδοειδής απεικόνιση των καυσίμων στις 27 χώρες ΕΕ



2.1 Μη ανάνεωσιμες πηγές

2.1.1 Πετρέλαιο

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί, μέσα στους οποίους έχει βρεθεί πετρέλαιο, χρονολογούνται μεταξύ 50 και 190 εκατομμυρίων χρόνων. Το πρώτο πετρέλαιο σχηματίστηκε εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια πριν από τους γαιάνθρακες. Καθώς τα υπολείμματα των φυτών και των ζώων κατακάθονταν στον πυθμένα των θαλασσών, τα πρώτα στρώματα καταπλακώνονταν διαδοχικά από νεότερα στρώματα. Αυτά τα πρώτα στρώματα οργανικού υλικού συμπιέστηκαν με ταυτόχρονη παραγωγή θερμότητας με αποτέλεσμα η οργανική ύλη σε συνδυασμό με χημική και βακτηριακή δράση, η οργανική ύλη να μετατραπεί σε υδρογονάνθρακες. Στην συνέχεια, το πετρέλαιο που σχηματίστηκε εγκλωβίστηκε μέσα σε διάφορα γεωλογικά στρώματα, από όπου αντλείται σήμερα.

Το πετρέλαιο είναι, ίσως, το σημαντικότερο καύσιμο για το σύγχρονο άνθρωπο. Αντλείται από τις πετρελαιοπηγές με τη μορφή του αργού πετρελαίου, που είναι ένα παχύρρευστο υγρό. Στη συνέχεια, οδηγείται στα διυλιστήρια, όπου παράγονται τα δύο βασικά προϊόντα, το πετρέλαιο ντίζελ και η βενζίνη, αλλά και η κηροζίνη, το φωτιστικό πετρέλαιο, το προπάνιο, η νάφθα και η ασφαλτος. Ως πρώτη ύλη, χρησιμοποιείται για την παραγωγή των πλαστικών και ορισμένων φαρμακευτικών ουσιών. Με την καύση του εκλύονται διάφοροι ρύποι, αλλά και διοξείδιο του άνθρακα. Η εξόρυξη, η παραγωγή, η μεταφορά και η διανομή του πετρελαίου μπορεί να προκαλέσουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αν υπάρξει διαρροή στην ξηρά ή στη θάλασσα. Για τη μείωση αυτών των επιπτώσεων έχουν θεσπιστεί κανονισμοί, ενώ έχει αναπτυχθεί η κατάλληλη τεχνολογία για την ασφαλή διαχείρισή του και για την απορρύπανση σε περίπτωση ατυχήματος. Σε παγκόσμιο επίπεδο, τα γνωστά κοιτάσματα πετρελαίου αναμένεται να

διαρκέσουν 75-125 χρόνια, αν διατηρηθεί ο σημερινός ρυθμός κατανάλωσης.

2.1.2 Γαιάνθρακες

Όσο χρονικό διάστημα υπήρχε άφθονο ξύλο, δεν υπήρχε ανάγκη να χρησιμοποιηθεί το κάρβουνο. Όμως, με την ανάπτυξη της βιομηχανίας και την αποψίλωση των δασών έγινε επιτακτική η στροφή προς το κάρβουνο. Τα στρώματα των γαιανθράκων σχηματίστηκαν από τα υπολείμματα φυτικής ύλης μετά από τη συνδυασμένη δράση θερμότητας και πίεσης απουσία αέρα. Η ανθρακοποίηση, όπως ονομάζεται αυτή η διαδικασία, προχωρά πρώτα στη δημιουργία της τύρφης, μετά του λιγνίτη, μετά των πισσούχων ανθράκων και τέλος του ανθρακίτη, που είναι και ο πλέον σκληρός γαιάνθρακας. Τα κοιτάσματα του λιγνίτη χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρισμού στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς, ενώ η εκμετάλλευση της τύρφης δεν έχει προχωρήσει, κυρίως για περιβαλλοντικούς λόγους (εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα).

Η καύση των γαιανθράκων προκαλεί περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καθώς παράγονται αέριοι ρύποι και διοξείδιο του άνθρακα, αλλά υπάρχουν και τοπικά προβλήματα με την εξόρυξή τους, ιδίως στην περίπτωση των επιφανειακών ορυχείων (υποβάθμιση του τοπίου). Η εργασία στους χώρους αυτούς επιβαρύνει την ανθρώπινη υγεία (πνευμονικές παθήσεις) και είναι και επικίνδυνη (ατυχήματα) - για αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα μέτρα προφύλαξης. Υπολογίζεται ότι με τους σημερινούς ρυθμούς χρήσης σε παγκόσμιο επίπεδο, τα κοιτάσματα γαιανθράκων επαρκούν για μια περίοδο περίπου 300 χρόνων.

2.1.3 Πυρηνική ενέργεια

Η πυρηνική ενέργεια είναι μια σχετικά νέα μορφή ενέργειας. Είναι η ενέργεια η οποία βρίσκεται μέσα στον πυρήνα του ατόμου και μπορεί να απελευθερωθεί είτε με σχάση είτε με σύντηξη.

Ο πυρήνας ενός ατόμου μπορεί να διασπαστεί και, όταν γίνει αυτό, εκλύεται μια τεράστια ποσότητα ενέργειας σε μορφή θερμότητας και φωτός. Αν η διάσπαση γίνει με αργό ρυθμό, τότε μπορούμε να δεσμεύσουμε τη θερμότητα για να παράγουμε ατμό που στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Αν η διάσπαση γίνει βίαια (σε ελάχιστο χρόνο δηλαδή), τότε έχουμε την πυρηνική βόμβα σχάσης, παρόμοια με αυτές που έριξαν οι Η.Π.Α. στις πόλεις Ναγκασάκι και Χιροσίμα της Ιαπωνίας κατά το τέλος του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου. Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται διάσπαση ατόμων του ραδιενεργού ουρανίου στους πυρηνικούς αντιδραστήρες των πυρηνικών εργοστασίων. Σήμερα υπάρχουν πολλά πυρηνικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρισμού σε διάφορες χώρες (Β. Αμερική, Δ. Ευρώπη, χώρες τέως Ε.Σ.Σ.Δ. κ.λπ.), η λειτουργία τους όμως αντιμετωπίζει προβλήματα ασφάλειας και διαρροών. Μετά από το ατύχημα στον πυρηνικό σταθμό του ThreeMileIsland (Η.Π.Α.) το 1979, και κυρίως μετά την καταστροφική έκρηξη στο Τσερνομπίλ (πρώην Ε.Σ.Σ.Δ.) το 1986, η κατασκευή νέων εργοστασίων έχει περιοριστεί, λόγω αντιδράσεων της κοινής γνώμης. Η πυρηνική ενέργεια έχει δύο διαμετρικά αντίθετα χαρακτηριστικά. Από τη μια, μπορεί να αποδώσει ένα τρισεκατομμύριο φορές περισσότερη ενέργεια από τον άνεμο και το νερό, και ένα εκατομμύριο φορές περισσότερη ενέργεια από την καύση. Από την άλλη, παράγει ραδιενεργά απόβλητα, καθώς μεταβάλλεται η θεμελιακή μορφή των μορίων πάνω στα οποία επενεργεί.

Παράλληλα, η χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας δημιούργησε μια σειρά από περιβαλλοντικά και κοινωνικά προβλήματα συμπεριλαμβανομένων των κλιματικών αλλαγών και της εν γένει ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Χρήση της

ενέργειας αποτελεί τη σημαντικότερη πηγή ρύπανσης του πλανήτη. Ένα πλήθος αερίων ρύπων προέρχονται, σε μεγάλο βαθμό ή αποκλειστικά, από τα διάφορα στάδια χρήσης της ενέργειας. Οι κύριοι ρύποι είναι: α) το διοξείδιο του άνθρακα, β) το διοξείδιο του θείου (SO₂), και τα οξείδια του αζώτου (NO_x) που ευθύνονται για τη δημιουργία της όξινης βροχής και γ) τα αιωρούμενα σωματίδια. Επίσης, σημαντικά είναι τα προβλήματα από τα ραδιενεργά απόβλητα της πυρηνικής ενέργειας και τους τρόπους απόθεσής τους.

2.2.Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

2.2.1.Ηλιακή ενέργεια

Η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο είναι πρακτικά ανεξάντλητη και αυτό είναι το βασικό προσόν της. Επιπλέον, επειδή υπάρχει σχετικά ομοιόμορφη κατανομή της στο χώρο, δεν απαιτείται πάντα η μεταφορά της σε μεγάλες αποστάσεις, επομένως, με τη χρήση μικρών ηλιακών συστημάτων μπορεί να αξιοποιείται στον τόπο παραγωγής της.

Ταυτόχρονα, η παραγωγή και κατανάλωσή της δεν ρυπαίνει και δεν απαιτεί δύσκολες και δαπανηρές εγκαταστάσεις για τη χρήση της, τουλάχιστον για τις απλές εφαρμογές. Το μειονέκτημα έγκειται στο γεγονός ότι δεν υπάρχει διαθέσιμη κατά τη διάρκεια όλης της μέρας. Έτσι, θα πρέπει να συγκεντρώνεται για ορισμένο διάστημα με ειδικά συστήματα που απαιτούν μεγάλες επιφάνειες για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν δεν υπάρχει ηλιοφάνεια.

Στην Ελλάδα υπάρχει συνεχής επέκταση της χρήσης της ηλιακής ενέργειας. Ενδεικτικά αναφέρονται, το «Ηλιακό Χωριό» στην Πεύκη Αττικής, οι αθλητικές εγκαταστάσεις του Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας στο Νέο Φάληρο Αττικής, που χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια, αλλά και η εκτεταμένη χρήση ηλιακού θερμοσίφωνα για οικιακή χρήση. Οι εγκατεστημένοι ηλιακοί θερμοσίφωνες στη χώρα μας, εξοικονομούν 1,1 δισεκατομμύρια κιλοβατώρες το χρόνο, όση ενέργεια παράγει, δηλαδή, ένας συμβατικός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής, ισχύος 200 MW.

Εικόνα 2. Φωτοβολταϊκού πάρκου.



2.2.2. Αιολική ενέργεια

Η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της Γης από την ηλιακή ακτινοβολία δημιουργεί διαφορές πίεσης και θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα, προκαλώντας την κίνηση των αερίων μαζών, τους ανέμους. Από παλιά οι άνθρωποι έχουν εκμεταλλευτεί αυτή τη μορφή ενέργειας για να ταξιδέψουν μεγάλες αποστάσεις, αλλά και για το άλεσμα και την άντληση νερού. Στη σύγχρονη εποχή, τα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας αφορούν σχεδόν αποκλειστικά σε μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Οι μηχανές αυτές ονομάζονται αιολικές μηχανές ή ανεμογεννήτριες. Χώρες με ιδιαίτερη ανάπτυξη στην εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας είναι η Γερμανία, η Ισπανία, οι Η.Π.Α., η Δανία κ.ά.

Για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε το αιολικό δυναμικό μιας περιοχής, δηλαδή την τοπική και εποχιακή κατανομή των ταχυτήτων του ανέμου. Η Ελλάδα διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και η αιολική ενέργεια μπορεί να αποτελέσει σημαντικό μοχλό για την ενεργειακή ανάπτυξή της. Περιοχές που προσφέρονται για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών είναι οι κορυφογραμμές, οι παράκτιες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας και κυρίως τα νησιά του Αιγαίου, όπου συχνά πνέουν ισχυροί άνεμοι,

έντασης 8 και 9 Μποφόρ. Κριτήριο για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών είναι, η μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (10 μέτρα από το έδαφος) να είναι τουλάχιστον 6 μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Σε περιοχές λοιπόν τις Ελλάδας όπου πνέουν ισχυροί άνεμοι (π.χ. Εύβοια, Θράκη, Κρήτη) έχουν εγκατασταθεί αιολικά πάρκα. Σήμερα έχουν κατασκευαστεί σύγχρονες ανεμογεννήτριες με προηγμένη τεχνολογία που παράγουν ηλεκτρισμό λειτουργώντας είτε αυτόνομα είτε συνδεδεμένες σε ένα ευρύτερο δίκτυο. Στην περίπτωση των αυτόνομων ανεμογεννητριών απαιτείται κάποιας μορφής αποθήκευση της ενέργειας, συνήθως σε μπαταρίες, για τις περιόδους που η ταχύτητα του ανέμου δεν επαρκεί. Είναι επίσης συνηθισμένο στην περίπτωση της αυτόνομης ανεμογεννήτριας, να λειτουργεί σε συνδυασμό με μια συμβατική ηλεκτρογεννήτρια πετρελαίου. Η αιολική ενέργεια, που είναι μια από τις πιο ελκυστικές μορφές ενέργειας, αναμένεται να αναπτυχθεί ακόμα περισσότερο με την κατασκευή νέων ανεμογεννητριών που θα μειώνουν το κόστος και θα κάνουν την αιολική ενέργεια ανταγωνιστική σε ακόμα περισσότερα μέρη. Γενικά κατασκευάζονται δύο τύποι ανεμογεννήτριας: α) οριζόντιου άξονα και β) κατακόρυφου άξονα, όμως η πλειοψηφία των μηχανών που εγκαθίστανται είναι οριζόντιου άξονα. Πολύ μικρές ανεμογεννήτριες (κάτω των 5kW) χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση για απομακρυσμένους τηλεπικοινωνιακούς σταθμούς, σε ιστιοπλοϊκά σκάφη κ.ά. .

Οι λόγοι της μεγάλης διάδοσης της αιολικής ενέργειας σήμερα είναι: α) η αποδοτικότητα στα μέρη όπου η ταχύτητα του ανέμου είναι ικανοποιητική, β) το γεγονός ότι είναι μια καθαρή και ασφαλής ενεργειακή μορφή, χωρίς σημαντικές επιπτώσεις, γ) είναι μια τοπική μορφή ενέργειας, δίνει συνεπώς μια ενεργειακή αυτοδυναμία, χωρίς εξαρτήσεις από ξένους παράγοντες, διακυμάνσεις τιμής κ.λπ., δ) μπορούν να εγκατασταθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα που φθάνει και τον ένα χρόνο, ε) η γη που καταλαμβάνεται από το αιολικό πάρκο μπορεί να έχει και άλλες χρήσεις (π.χ. βόσκηση, καλλιέργεια).

Τα περιβαλλοντικά οφέλη από τη χρήση της αιολικής ενέργειας σε εθνική κλίμακα, περιλαμβάνουν την απουσία παραγωγής αέριων ρύπων και την καλή ενεργειακή απόδοση. Μειονεκτήματα σε τοπικό επίπεδο θεωρούνται οι αισθητικές επιπτώσεις στο τοπίο, η διάβρωση του εδάφους από τους δρόμους υποστήριξης, οι παρεμπόδισεις των μεταναστευτικών διαδρομών των πουλιών, οι παρεμβολές στις τηλεπικοινωνίες και η παραγωγή θορύβου. Εξαιτίας των δύο τελευταίων προβλημάτων υπάρχει πρόβλεψη, ώστε η εγκατάσταση των ανεμογεννητριών να είναι μακριά από οικισμούς και τηλεπικοινωνιακούς σταθμούς.

ΕΙΚΟΝΑ 3.ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ



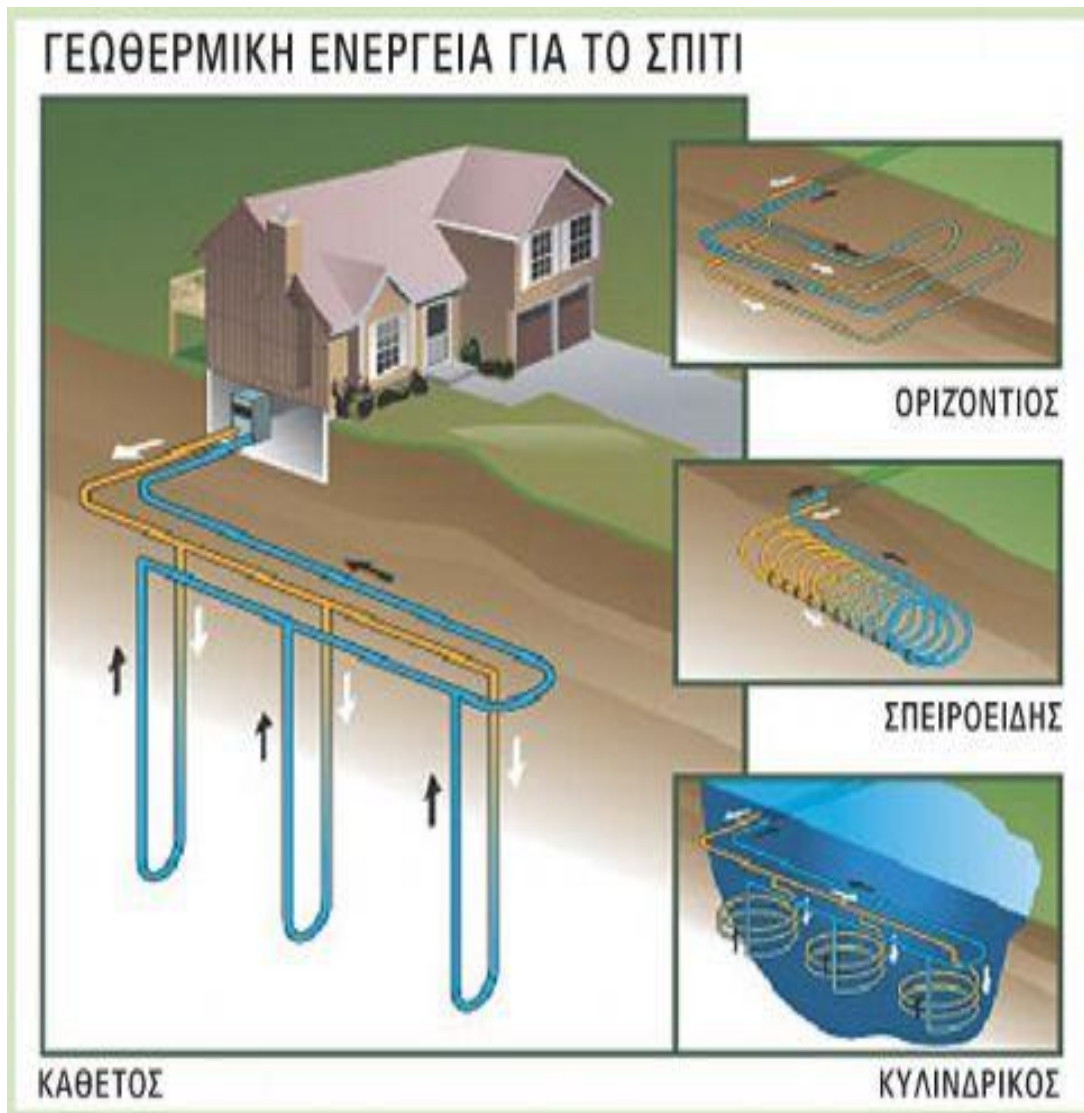
2.2.3 Γεωθερμική ενέργεια

Γεωθερμική ενέργεια, είναι η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της Γης, σχετίζεται με τη μεταβολή της θερμοκρασίας ανάλογα με το βάθος από την επιφάνεια της Γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή **υπόγεια** θερμά **νερά** και σε θερμά ξηρά πετρώματα. Η γεωθερμική ενέργεια μεταφέρεται από τις γεωθερμικές δεξαμενές με αγωγούς στην επιφάνεια του εδάφους.

Η γεωθερμία, ως πηγή ενέργειας, θεωρείται ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή (αν και υπάρχει δυνητικά κίνδυνος εξάντλησης), η οποία, με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα, μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες. Η κυριότερη θερμική εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα, αλλά και παγκοσμίως, αφορά στη θέρμανση θερμοκηπίων. Στην Ελλάδα γεωθερμικά θερμοκήπια βρίσκονται στην περιοχή Σιδηροκάστρου Σερρών. Μια άλλη θερμική εφαρμογή της γεωθερμίας είναι η τηλεθέρμανση. Έτσι ονομάζεται η παροχή ζεστού νερού από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής της θερμότητας, με σκοπό τη θέρμανση διαφόρων χώρων σε έναν οικισμό. Το ζεστό νερό μεταφέρεται, μέσω δικτύου αγωγών, από το σταθμό προς τα κτήρια / καταναλωτές. Μια άλλη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας είναι η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα συστήματα γεωθερμικής ενέργειας συνδέονται κυρίως με: α) τις αέριες εκπομπές (υδροθείο, διοξείδιο του άνθρακα, αμμωνία, οξείδια του θείου), β) τα υγρά απόβλητα (το νερό που προέρχεται από τα γεωθερμικά πεδία περιέχει μεγάλα ποσά από διαλυμένα στερεά άλατα (βάριο, αμμωνία, χλωριούχες ενώσεις, αρσενικό, υδράργυρος), γ) τη θερμική ρύπανση. Ένας τρόπος, προκειμένου να περιοριστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα συστήματα γεωθερμικής ενέργειας, είναι η επανεισαγωγή (επιστροφή) των ρευστών αποβλήτων μέσα από γεωτρήσεις σε μεγάλο βάθος – κάτω από τον υδροφόρο ορίζοντα.

Εικόνα 4.Είδη γεωθερμικής εγκατάστασης

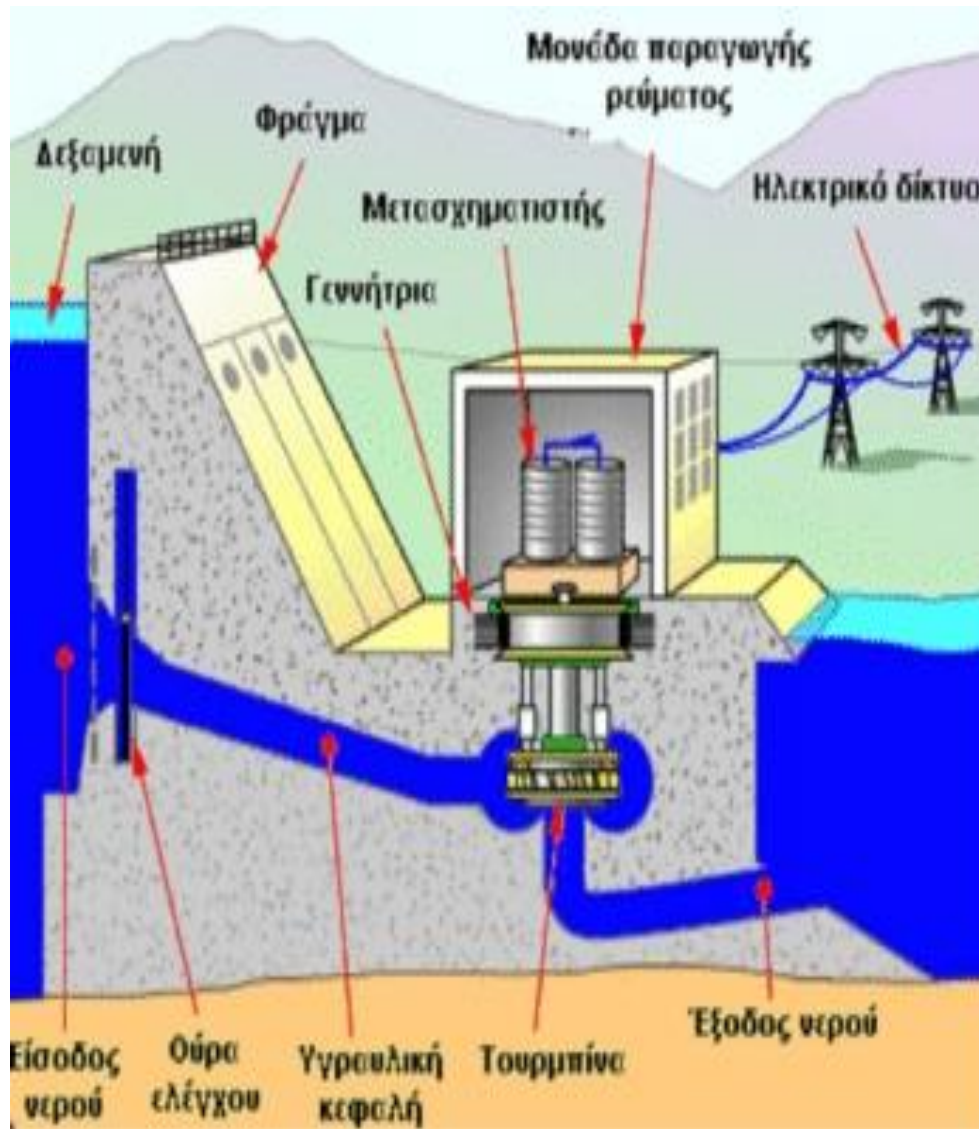


2.2.4 Υδροηλεκτρική ενέργεια

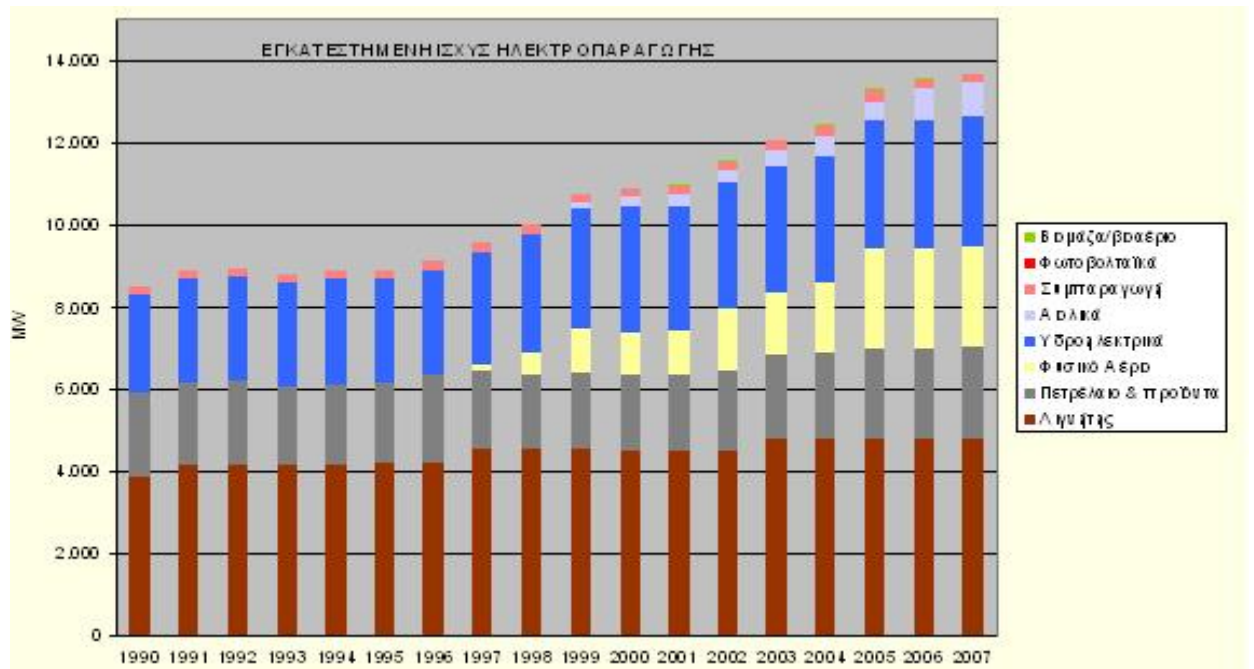
Το νερό που τρέχει στα ποτάμια προς τη θάλασσα έχει **κινητική ενέργεια** και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παραχθεί έργο. Για χιλιάδες χρόνια το χρησιμοποιούσαν για να γυρίζουν νερόμυλους που άλεθαν σιτηρά, σήμερα το χρησιμοποιούμε για να παράγουμε ηλεκτρισμό.

Για την καλύτερη εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού, χτίζονται **φράγματα** που δημιουργούν τεχνητές λίμνες και στις οποίες το νερό ανέρχεται σε μεγάλο ύψος, αποκτώντας με τον τρόπο αυτό δυναμική ενέργεια. Στη συνέχεια, το νερό οδηγείται μέσα από αγωγούς και αφού αποκτήσει μεγάλη κινητική ενέργεια με την πτώση από το μεγάλο ύψος, προσπίπτει στα πτερύγια **υδροστρόβιλων** που αναγκάζονται να περιστραφούν. Με την περιστροφή αυτή στρέφονται οι γεννήτριες και παράγεται το ηλεκτρικό ρεύμα. Στην Ελλάδα τέτοια φράγματα υπάρχουν στο Καστράκι Αχελώου, στη λίμνη Ταυρωπού Καρδίτσας, στην Έδεσσα. Το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό πρόβλημα των **υδροηλεκτρικών σταθμών** είναι η δέσμευση μεγάλων εκτάσεων γης κι η αλλαγή χρήσης αυτής, ενώ η λειτουργία των σταθμών απαιτεί μεγάλη προσοχή, ώστε να μη στερείται η περιοχή στα κατάντι του ποταμού του απαιτούμενου νερού για τη διατήρηση της πανίδας και της χλωρίδας. Επιπροσθέτως, συχνά η κατασκευή τεχνητών φραγμάτων δημιουργεί προβλήματα στη μετακίνηση των ειδών (π.χ. σολομοί, χέλια). Παράλληλα, η δημιουργία των τεχνητών λιμνών επιτρέπει την ανάπτυξη δραστηριοτήτων αναψυχής, ενώ οι λίμνες μπορούν να μετατραπούν σε υδροβιότοπους. Ως κύριο μειονέκτημα της υδροηλεκτρικής ενέργειας, θα μπορούσε να θεωρηθεί η διακύμανση της παραγόμενης **ισχύος**, λόγω της εποχικής διακύμανσης της παροχής νερού.

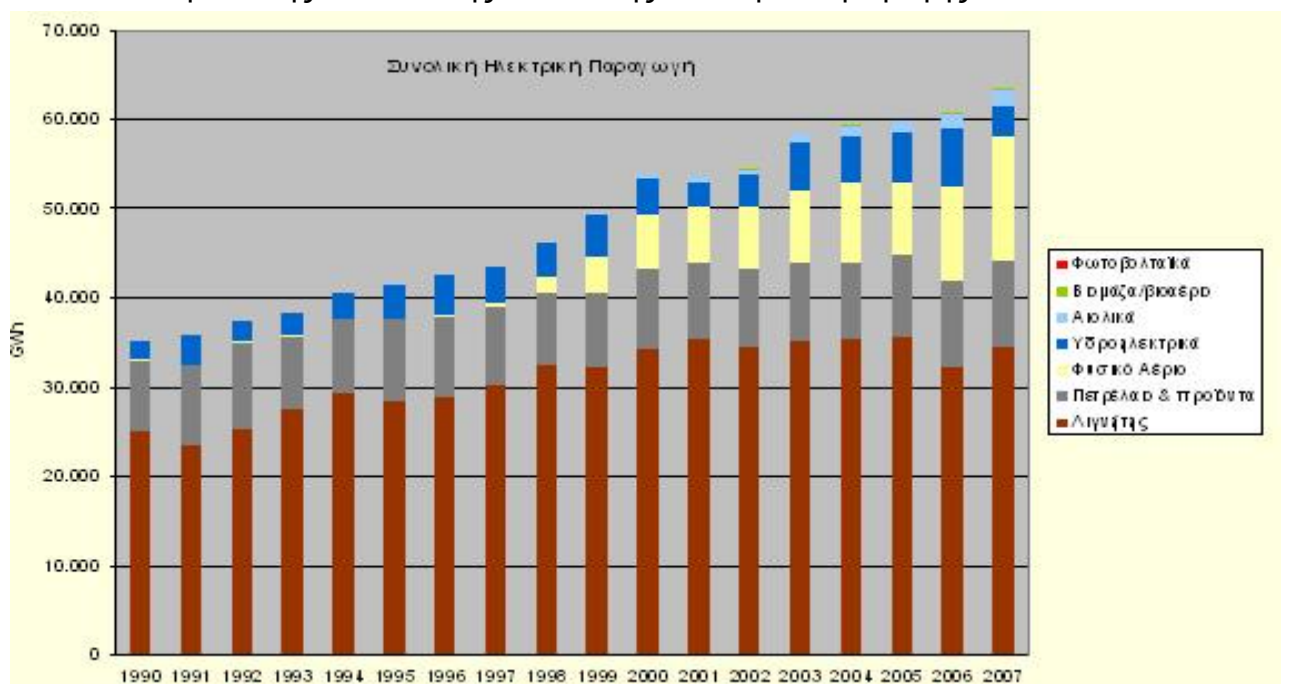
Εικόνα 5.ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Εικόνα 6 .Ραβδοειδής απεικόνιση εγκαταστημένης Ηλεκτρ. Παραγωγής



Εικόνα 7.Ραβδοειδής απεικόνιση συνολικής Ηλεκτρ. Παραγωγής



2.3.ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΙΓΝΗΤΗ

Τα λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ στην Πτολεμαΐδα και τη Μεγαλόπολη εξασφαλίζουν το σημαντικότερο, για την ελληνική οικονομία ενεργειακό καύσιμο, το λιγνίτη, στον οποίο βασίστηκε ο εξηλεκτρισμός της χώρας μας από τη στιγμή της ίδρυσης της Επιχείρησης.

Ο λιγνίτης βρίσκεται σε αφθονία στο υπέδαφος της Ελλάδας. Η χώρα μας κατέχει τη δεύτερη θέση σε παραγωγή λιγνίτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση και την έκτη θέση παγκοσμίως. Με βάση τα συνολικά αποθέματα και τον προγραμματιζόμενο ρυθμό κατανάλωσης στο μέλλον, υπολογίζεται ότι στην Ελλάδα οι υπάρχουσες ποσότητες λιγνίτη επαρκούν για τα επόμενα 45 χρόνια. Μέχρι σήμερα έχουν εξορυχθεί συνολικά 1,3 δισ. τόνοι λιγνίτη ενώ τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα ανέρχονται σε 3,1 δισ. τόνους περίπου. Το 2006 εξορύχθησαν συνολικά 62,5 εκ. τόνοι.

2.3.1.ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΛΙΓΝΗΤΗ

Η αξιοποίηση του λιγνίτη ως του μανδικού εγχωρίου ενεργειακού πόρου συνεπάγεται με κάποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα για την ενεργειακή πολιτική της χώρας μας με μερικά από αυτά είναι:

2.3.1.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Είναι καύσιμο στρατηγικής σημασίας για την χώρα, επιπλέον συμβάλει από την εξάρτηση μας από το πετρέλαιο.
- Έχει συγκριτικά χαμηλό κόστος εξόρυξης
- Διακρίνεται για την σταθερή και άμεσα ελέγξιμη τιμή του
- Παρέχει ασφάλεια κατά τον ανεφοδιασμό του καυσίμου
- Η αξιοποίησή του αναφέρει θέσεις εργασίας στην ελληνική επικράτεια, ειδικά σε περιοχές που αντιμετωπίζουν μεγάλο ποσοστό ανεργίας.
- Η αξιοποίησή του προσφέρει πολλές θέσεις εργασίες στην τοπική, συνεργασία με τοπικές αγορές, συνεργασίες με τοπικές ιδιωτικές μικρομεσαίες επιχειρήσεις, ενδυνάμωση της τεχνογνωσίας και της εξιδείκευσης του εργατικού δυναμικού της περιοχής
- Αξιοποίηση του έχει συντελέσει στη αύξηση του Εθνικού μας προϊόντος

2.3.1.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

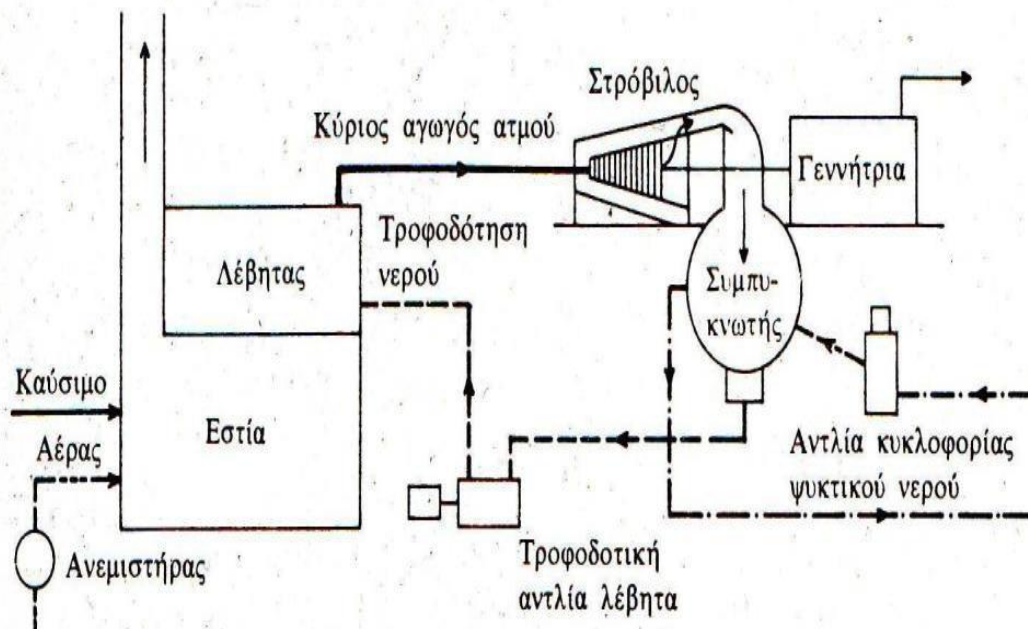
- Οι υψηλές εκπομπές ατμοσφαιρικών ρυπών και αερίων του θερμοκηπίου από τις ενεργειακές εκπομπές.
- Υποβάθμιση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων εξαιτίας των δραστηρίων που σχετίζονται με το λιγνίτη.
- Υποβάθμιση του εδαφους
- Αποκλειστική παραγωγική απασχόληση με το λιγνίτη δεν επιτρέπει την πρόωθηση και εφαρμογή εναλλακτικών αναπτυξιακών στρατηγικών.

2.4.ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΙΓΝΙΤΗ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ

Ο λιγνίτης αποτελεί ορυκτή καύσιμη ύλη που έρχεται από το υπέδαφος το οποίο είναι αποτέλεσμα φυτικών υπολλειμάτων που υπέστησαν μια σειρά διεργασιών ενθράκωσης. Οι συνθήκες που χρειάζονται για να πραγματοποιηθεί όλη η διαδικασία είναι μία συνάρτηση τριών πραγμάτων, της επίδρασης του χρόνου της θερμοκρασίας και πίεσης. Για να δημιουργηθεί στρώματα άνθρακα στο υπέδαφος χρειάζεται περίπου 400 χρόνια και η αναλογία είναι 2,5 μέτρα φυτικής ύλης είναι ικανά να δημιουργήσουν 30cm στρώματα άνθρακα

Η χρήση του λιγνίτη γίνεται κυρίως στους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς. Η αρχή λειτουργίας στον θερμοδυναμικό κύκλο, ο οποίος ουσιαστικά είναι μία αλληλουχία μεταβολών με βασικό μέλημα του να είναι η μετατροπή θερμότητας σε μηχανικό έργο. Ο λιγνίτης σαν καύσιμο λειτουργίας τοποθετείται σε μεγάλες ποσότητες σε μεγάλη δεξαμενή και απελευθερώνει μεγάλες ποσότητες θερμότητας λόγω της χημικής αντίδρασης με το οξυγόνο και παράλληλα εκλείεται θερμότητα, η οποία αξιοποιείται για την θέρμανση του νερού που υπάρχει μέσα στον λέβητα, έχοντας σαν το αποτέλεσμα την εξάτμιση του νερού με την μορφή αερίων σε μεγάλη πίεση να κυκλοφορεί μέσα στους σωλήνες έχοντας κινητική ενέργεια. Οι ατμοί με την σειρά τους μεταφέρονται μέσα σε σωλήνες φτάνοντας στις τουρμπίνες, έχοντας κινητική ενέργεια, είναι συνδεδεμένες με την γεννήτρια την οποία την θέτουν σε λειτουργία και παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Έπειτα ο ατμός συμπυκνώνεται μέσω του συμπυκνωτή και μετατρέπεται από ατμό σε νερό.

Εικόνα 8 Ατμοηλεκτρικής μονάδας



ΕΙΚΟΝΑ 9 .Μονάδες ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων ανά την Ελλάδα

ΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ VIII	160	153	216	Φ. ΑΕΡΙΟ	1997*
ΑΛΙΒΕΡΙ Ι,ΙΙ	2x40	80	45	ΜΑΖΟΥΤ	1953
ΑΛΙΒΕΡΙ ΙΙΙ	150	145	914	ΜΑΖΟΥΤ	1968
ΑΛΙΒΕΡΙ ΙV	150	145	919	ΜΑΖΟΥΤ	1969
	380	370	1878		
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ Ι	70	65	322	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1959
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ ΙΙ	125	120	648	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1962
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ ΙΙΙ	125	120	714	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1965
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ ΙV	300	280	1306	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1973
	620	585	2990		
ΚΑΡΔΙΑ Ι	300	280	1838	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1975
ΚΑΡΔΙΑ ΙΙ	300	280	2139	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1975
ΚΑΡΔΙΑ ΙΙΙ	300	280	2145	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1980
ΚΑΡΔΙΑ ΙV	300	280	1462	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1981
	1200	1120	7584		
Αγ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Ι	300	280	1996	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1984
Αγ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΙΙ	300	280	2119	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1984
Αγ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΙΙΙ	310	290	1924	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1985
Αγ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΙV	310	290	2071	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1986
Αγ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ V	367	335	662	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1997

	1587	1475	8782		
ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ I	125	115	718	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1970
ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ II	125	115	647	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1970
ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ III	300	270	1584	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1975
ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ Β	300	270	1691	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1991
	850	770	4640		
ΛΑΥΡΙΟ I	150	145	762	ΜΑΖΟΥΤ	1972
ΛΑΥΡΙΟ II	300	285	1430	ΜΑΖΟΥΤ	1973
Σ. Κ. ΛΑΥΡΙΟΥ	177	174	7	ΜΑΖΟΥΤ ή Φ. ΑΕΡΙΟ	1996
	627	604	2199		
ΑΙΠΤΟΛΙ	10	9		ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1959
ΑΙΠΤΟΛΙΙ	33	31		ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1965
	43	40	244		
ΑΜΥΝΤΑΙΟ I	300	280	1419	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1987
ΑΜΥΝΤΑΙΟ II	300	280	2061	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1987
	600	560	3480		
ΖΑΚΥΝΘΟΣ	15	15		ΝΤΗΖΕΛ	1995
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	12	12		ΝΤΗΖΕΛ	1995
	27	27	0.3		
ΣΥΝΟΛΟ 31	6094	5704	32003		Πηγή: Δ.Ε.Η.

Πέρα από τους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς, υπάρχουν και άλλες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε συγκεκριμένες περιοχές της Ελλάδας και φυσικά και άλλοι σταθμοί μονάδες με διαφορετικό τρόπο λειτουργίας σε μηχανολογικό επίπεδο. Οι υπάρχουσες μονάδες διαφέρουν ανάλογα σε κάθε χώρα. Επομένως οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι :

- Θερμικοί σταθμοί με μηχανές εσωτερικής καύσης .

- Θερμικοί σταθμοί με αεροστρόβιλους
- Πυρηνικοί σταθμοί

2.4.1.ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕ ΜΕΚ

Η εφαρμογή αυτών των ηλεκτρικών σταθμών γίνεται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με μηχανές με εσωτερικής καύσης και συγκεκριμένα μηχανές diesel και εγκατάσταση τους αφορά παραγωγικές μονάδες χαμηλής παραγωγής. Η εγκατάσταση της μονάδας έχει κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

2.4.1.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ :

- Εύκολη λειτουργία
- Καμιά πολυπλοκότητα στην εγκατάσταση
- Υψηλό βαθμό αποδόσης σε μικρή ισχύ

2.4.1.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Συχνές βλάβες
- Συχνή συντήρηση και εξειδικευμένες γνώσεις

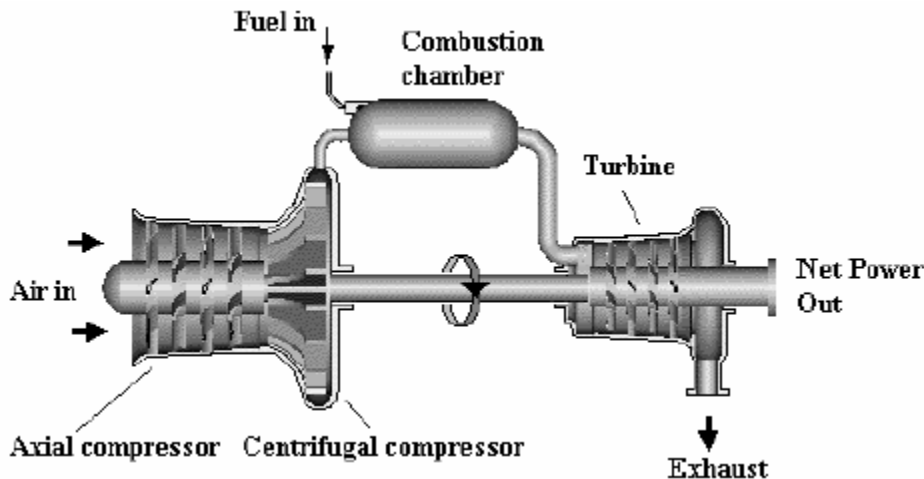
Η λειτουργία του ατμοηλεκτρικού σταθμού με μηχανή εσωτερικής καύσης στην ανάμειξη καυσίμου και αέρα και με την βοήθεια κυλίνδρου και των εμβόλων να που έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργείται μια ανάφλεξη συνοδευμένη με πεπιεσμένο αέρα ο οποίος είναι αιτία να προκληθεί παλινδρομική κίνηση των εμβόλων αντίθετης κατεύθυνσης και τέλος η κινητική δύναμη να μεταφέρεται στο άξονα της γεννήτριας και να ξεκινήσει η παραγωγή. Η απόδοση αυτών των μηχανών στην βέλτιστη λειτουργία να αγγίζει το 80% της ονομαστικής λειτουργίας και χαμηλή απόδοση να έχει όταν βρίσκεται στο 50% της ονομαστικής λειτουργίας. Η τάση που παράγεται με το ΜΕΚ είναι χαμηλής τιμής για τον λόγο που δεν υπάρχει χρήση κανένα μετασχηματιστών και αυτομάτων διακοπών στην λειτουργία τους και κυμαίνεται περίπου στα 220V/380V τριφασικό. Οι γεννήτριες που συμβάλουν στην λειτουργία του σταθμού είναι σύγχρονες και το ρεύμα διέγερσης είναι συνεχές. Η συντήρηση είναι βασικό μέλημα αυτής της εγκατάστασης αφού το κόστος είναι αρκετό μεγάλο με κάποια χαρακτηριστικά για την λειτουργία του να είναι η τακτική παρακολούθηση πίεσης του λαδιού, την θερμοκρασία του λαδιού λίπανσης και το σύστημα ψύξης της μηχανής και παρ' όλη την προσοχή που θα δωθεί στην εγκατάσταση είναι εύαλωτο στις βλάβες.

2.4.2 ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕ ΑΕΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΑΙ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Οι αεροστρόβιλοι είναι εξοπλισμένοι μια θερμική μηχανή και μέσα στον σ' αυτή γίνεται η καύση του καυσίμου, όπου τις περισσότερες φορές είναι το πετρ'ελαίο ή το φυσικό αέριο, έχει ως αποτέλεσμα να εκλείεται θερμότητα και την μετατρέπει σε μηχανική ενέργεια και την διοχετεύει στον άξονα που είναι συνδεδεμένος με την γεννήτρια και αυτή να παράγει ηλεκτρική ενέργεια

Η λειτουργία των αεριοστρόβιλου στηρίζεται στο αέριο υψηλής πίεσεως που είναι εκτονούμενο στον στρόβιλο που τον κινεί και το πετυχαίνει με τον μεγάλο βαθμό πίεσης. Κατά την διαδικασία αυτή υπάρχουν απώλειες στο σύστημα αεριοστρόβιλος-συμπιεστής η οποία οφείλεται στο σύστημα να παράγει ωφέλιμο έργο. Η παραγωγή του οφέλιμου έργου στηρίζεται στην πρόσθετη ενέργεια που δίνει στο εκλείομενο αέριο και όπου είναι ο αέρας, να αυξάνει την θερμοκρασία συμπιέσμενος και παράλληλα με την καύση του καυσίμου με αποτέλεσμα τα καυσαέρια ως απόρροια να παράγουν στον αεριοστρόβιλο, έργο και επίσης κίνηση στο συμπιεστή.

Εικόνα 10. αεριοστρόβιλου



Τα βασικά εξαρτήματα ενός αεριοστρόβιλου είναι :

1. **Θάλαμος καύσης:** Χώρος στον οποίο μεταφέρεται ο συμπιεσμένος αέρας και αναμειγνύεται με τον παραγόμενο αέριο από την καύση του καυσίμου και δίνουν μηχανική κίνηση στον αεριοστρόβιλο.

2. **Συμπιεστής:** Είναι ένα δοχείο στον οποίο ο αέρας που διοχετεύεται και συμπιέζεται. Η θερμοκρασία και η πίεση εσωτερικά είναι υψηλή και λόγω αυτή είναι η αιτία κίνησης του αεριοστρόβιλου.

3. **Στρόβιλος:** Το μέρος που εκτονώνονται τα παραγόμενα αέρια και θέτει σε κίνηση για να παράγει μηχανική ισχύ.

Κύριο χαρακτηριστικό στην περίπτωση των αεριοστρόβιλων είναι η ύπαρξη δύο περιπτώσεων κυκλωμάτων. Η διαφοροποίηση τους αυτών των δύο κυκλωμάτων εντοπίζεται στον τρόπο που γίνεται η θερμότητα σε μηχανικό έργο. Τα κυκλώματα είναι δύο τύπων, ανοικτού κυκλώματος και κλειστού κυκλώματος.

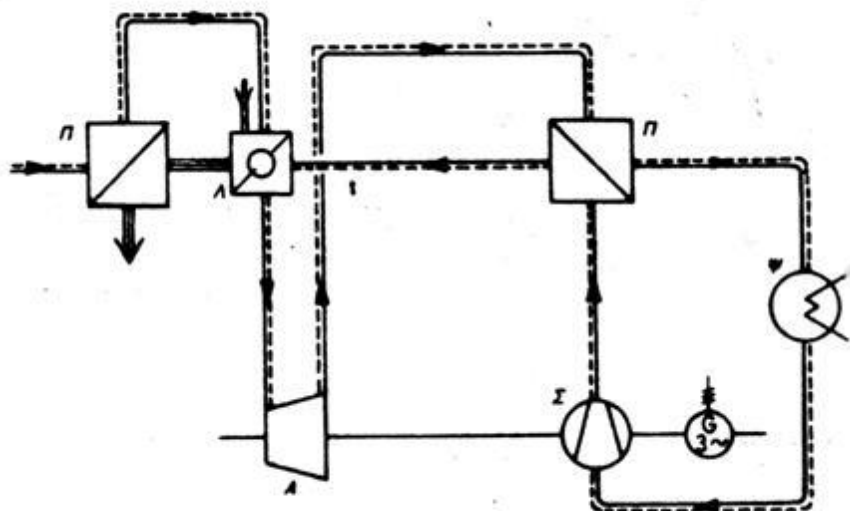
Η περίπτωση του ανοικτού κυκλώματος τα παραγόμενα αέρια διαχέονται στον περιβάλλον, ενώ στην περίπτωση του κλειστού κυκλώματος ψύχονται μέχρι την πρώτη κατάσταση εισαγωγής. Αναλυτικότερα:

Ανοικτού κύκλου: Η λειτουργία των αεριοστρόβιλου στηρίζεται στο αέριο υψηλής πίεσεως είναι το εκτονούμενο στον στρόβιλο που τον κινεί και το πετυχαίνει με τον μεγάλο βαθμό πίεσης. Κατά την διαδικασία αυτή υπάρχουν απώλειες στο σύστημα αεριοστρόβιλος-συμπιεστής η οποία οφείλεται το σύστημα να παράγει ωφέλιμο έργο. Η παραγωγή του οφέλιμου έργου στηρίζεται στην πρόσθετη ενέργεια που δίνει στο

έριο και που συνήθως είναι αέρας, να αυξάνει την θερμοκρασία συμπιεσμένος και παράλληλα με την καύση του καυσίμου με αποτέλεσμα τα καυσαέρια ως απόρροια να παράγουν στον αστρόβιλο, έργο και επίσης κίνηση στο συμπιεστή.

Κλειστού κύκλου: Στην περιπτώση αυτή υπάρχει ένα ύγρο που κυκλοφορεί από μέσα από κλειστούς σωλήνες το οποίο πριν την είσοδο στον αεροστρόβιλο, θερμαίνεται σε εναλλακτήρα και ψύχεται κατά την έξοδο από αυτόν, διότι δεν συμπεριλαμβάνεται κατά την καύση, με απόρροια να μην υποστεί καμία μηχανική και χημική διάβρωση του αεροστρόβιλου από τα προϊόντα της καύσης.

Εικόνα 11. Κύκλωμα κλειστού τύπου αεροστρόβιλου



2.4.2.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ

- Δυνατότητα εκκίνησης ολίγων λεπτών (14-20)
- Γρήγορο ρυθμό ανάληψης φορτίου σε ώρες αιχμής
- Υλοποίηση συνδυασμένου κυκλου, με υψηλή απόδοση
- Δυνατότητα ως μονάδα εκκίνησης η εφευδικής τροφοδότησης σε ατμοηλεκτρικού σταθμού.
- Μικρός χώρος εγκατάστασης
- Μικρός κόστος κατάσκευης.
- Μικρή εσωτερική κατανάλωση
- Λιγότερα συστήματα ψύξης σε σχέση με άλλους ηλεκτρικούς σταθμούς

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ

- Χαμηλό βαθμό απόδοσης.

2.5.ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ

Η πυρηνική ενέργεια διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και δείχνει κατά τα μια έννοια οικονομική ανεξαρτησία των χωρών που την διαθέτουν και την αξιοποιούν. Στο πυρηνικό εργοστάσιο, για να θερμάνουν το νερό που θα μας δώσει τον ατμό χρησιμοποιούν την ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την σχάση του Ουρανίου. Το Ουράνιο το βρίσκουμε στην φύση, όμως δεν μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε ως καύσιμο στους αντιδραστήρες τόσο εύκολα. Πρέπει πρώτα να το απομονώσουμε από τα υπόλοιπα πετρώματα, και έπειτα να το εμπλουτίσουμε με ένα συγκεκριμένο ισότοπο του, το U-235. Αφού κάνουμε αυτή τη διαδικασία, το Ουράνιο μπαίνει σε μεγάλους κυλίνδρους οι οποίοι βυθίζονται σε νερό, το οποίο βοηθά και στην μεταφορά της θερμότητας αλλά και για την σχάση των πυρήνων του Ουρανίου. Αν η σχάση του Ουρανίου γίνεται ανεξέλεγκτα, τεράστια ποσότητα ενέργειας θα απελευθερωθεί μέσα στον αντιδραστήρα, θα υπερθερμανθεί το νερό θα βράσει, και μια μεγάλη έκρηξη ατμού θα συμβεί, επιτρέποντας ραδιενεργά υλικά να βγουν στο περιβάλλον (Τσέρνομπιλ, Φουκοσίμα). Για να μην συμβεί λοιπόν κάτι τέτοιο χρησιμοποιούμε ράβδους γραφίτη, οι οποίες ελέγχουν την αλυσιδωτή αντίδραση. Όσο πιο πολύ τις έχουμε βυθισμένες στο νερό του αντιδραστήρα, τόσο περισσότερο "φρενάρουν" την αντίδραση. Όσο πιο έξω τις βγάζουμε τόσο πιο ελεύθερα γίνεται η αλυσιδωτή αντίδραση. Η πυρηνική ενέργεια είναι μια καθαρή μορφή ενέργειας, από την άποψη ότι το ραδιενεργό υλικό παράγει πολύ περισσότερη ενέργεια συγκριτικά με τα ορυκτά καύσιμα. Από τα πυρηνικά εργοστάσια εκλύονται φυσικά λιγότερα αέρια του θερμοκηπίου απ' ό,τι από τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ορυκτών καυσίμων.

Εικόνα12. Πυρηνικού εργοστασίου Γαλλίας



Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί πυρηνικής ενέργειας

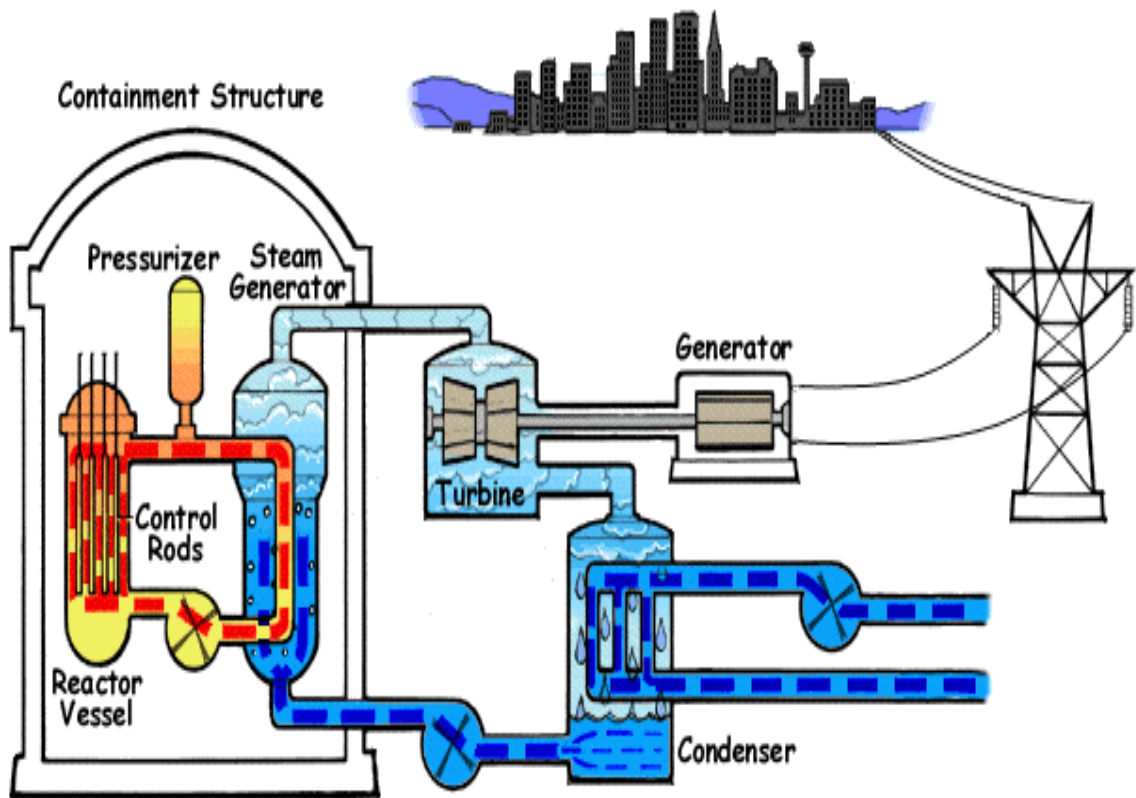
Χώρα	TWh	% παραγωγής
ΗΠΑ	811	29,2
Γαλλία	452	16,3
Ιαπωνία	305	11,0
Γερμανία	163	5,9
Ρωσία	149	5,4
Ν.Κορέα	147	5,3
Καναδάς	92	3,3
Ουκρανία	89	3,2
Μ.Βρετανία	82	3,0
Σουηδία	72	2,6

2.5.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΤΟΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ

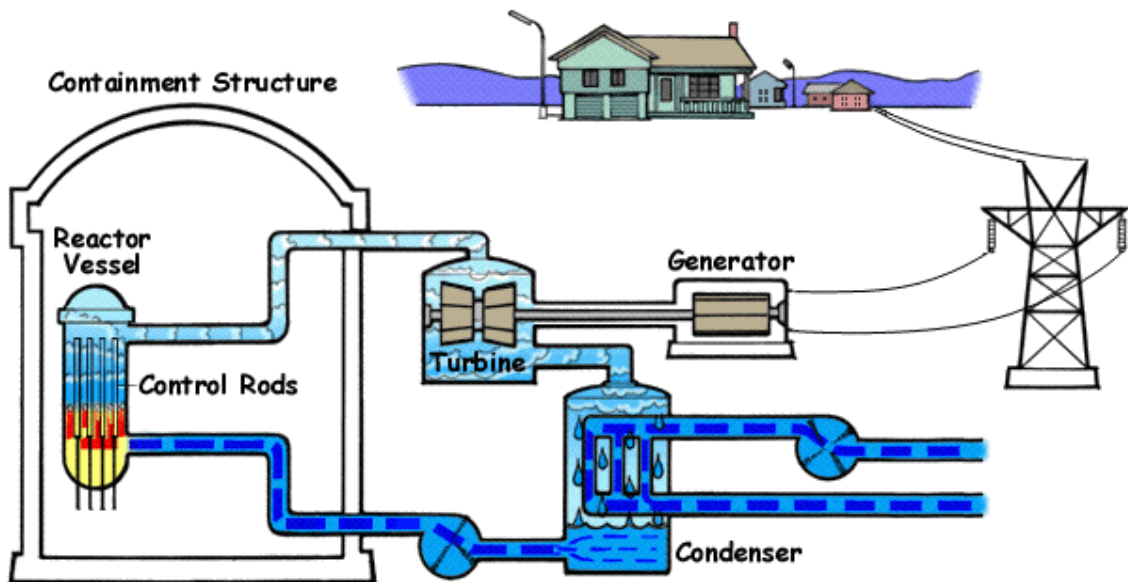
Όταν λέμε πυρηνικός αντιδραστήρας, ουσιαστικά εννοούμε μια τεράστια δεξαμενή, όπου το πυρηνικό καύσιμο, υφίσταται ελεγχόμενη σχάση και απελευθερώνει θερμότητα. Με απλά λόγια τα άτομα του εν λόγω πυρηνικού υλικού, διασπώνται και απελευθερώνουν νετρόνια. Τα νετρόνια με τη σειρά τους διασπούν άλλα άτομα με τελικό αποτέλεσμα μια γεωμετρικά αυξανόμενη αλυσιδωτή αντίδραση. Σε έναν τυπικό πυρηνικό αντιδραστήρα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ο πυρήνας του αντιδραστήρα (reactor core) αποτελείται από 80 με 100 τόνους ουρανίου σε παραπάνω από 30.000 ράβδους καυσίμων. Οι ράβδοι καυσίμων αποδίδουν τη θερμότητα που παράγουν στο νερό, σε μια σειρά ατμοπαραγωγών (μπόιλερ) (σύστημα τύπου PWR,) ή άμεσα (το δοχείο του αντιδραστήρα είναι και δοχείο ατμοπαραγωγής, σύστημα τύπου BWR, Ο ατμός συνεχίζει την πορεία του για την κίνηση ατμοστροβίλων (τουρμπίνες) που συνδέονται με μια ηλεκτρική γεννήτρια. Ακολουθεί ψύξη του κορεσμένου ατμού που εξέρχεται από τους ατμοστροβίλους, ο οποίος συμπυκνώνεται και διοχετεύεται και πάλι στο σύστημα. Ο διαχωρισμός του νερού ψύξης σε δακτυλίους συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση του ρίσκου να φτάσει το μολυσμένο νερό στο περιβάλλον. Οι μεγάλες ποσότητες ατμού που βλέπουμε να εξέρχονται από τους πυργούς ψυξης προέρχονται από κύκλωμα νερού ψύξης που είναι ανεξάρτητο από το σύστημα ατμοπαραγωγής νερού ψύξης.

Συνοπτικά, σε έναν πυρηνικός αντιδραστήρα σχάσης η ενέργεια που απελευθερώνεται από τη σχάση του πυρηνικού καυσίμου, χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού, με τον οποίο τίθεται σε λειτουργία ένας στρόβιλος που με τη σειρά του περιστρέφει μια γεννήτρια ηλεκτρισμού.

Εικόνα 13. PWR ΔΙΑΤΑΞΗ



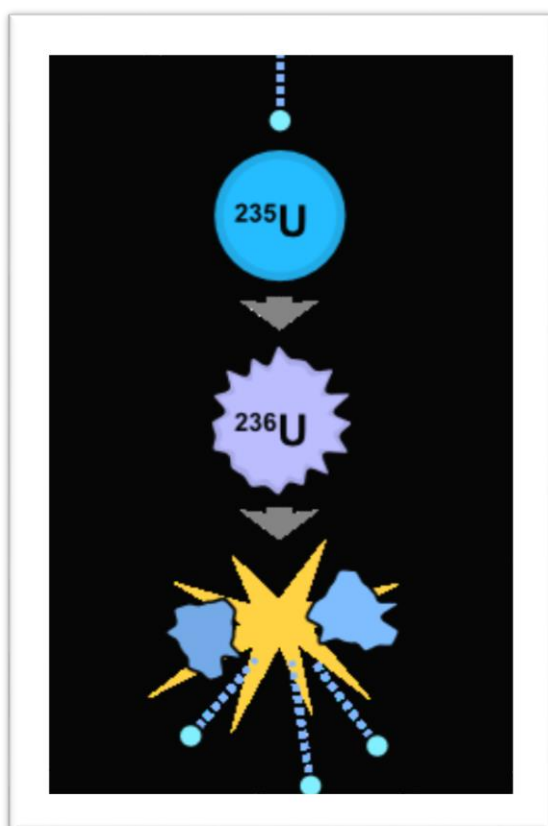
Εικόνα 14. BWR ΔΙΑΤΑΞΗ



2.5.2 ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΣΧΑΣΗ

Η διαδικασία της πυρηνικής σχάσης συμβαίνει όταν ένας ασταθής πυρήνας διασπάται σε δυο ή περισσότερους πυρήνες σε δυο ή περισσότερους (μικρότερους) πυρήνες και σε μερικά παραπροϊόντα σωμάτια (όπως νετρόνια). Η σχάση αποτελεί μια περίπτωση μεταστοιχειώσεως κατά την οποία παράγονται δύο πυρήνες με συγκρίσιμες μάζες. Στα βαρύτερα στοιχεία η σχάση είναι εξωθερμη αντίδραση αποδίδοντας στο περιβάλλον ενέργεια ως ακτινοβολία γ και ως κινητική ενέργεια των θραυσμάτων

Εικόνα15. Πυρηνικής σχάσης



2.5.2.1. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΣΧΑΣΗΣ

Η διαδικασία που λαμβάνει χώρα στο εσωτερικό ενός πυρηνικού αντιδραστήρα κατά τη διάρκεια παραγωγής σταθερού ποσού ισχύος μπορεί να συνοψιστεί στα παρακάτω στάδια:

1. Η σχάση κάθε πυρήνα U^{235} παράγει θραύσματα σχάσης μεταξύ των οποίων και νετρόνια. Τα θραύσματα της σχάσης μεταφέρουν το μεγαλύτερο ποσοστό της κινητική ενέργεια που απελευθερώνεται από τον πυρήνα του ουρανίου. Αυτή την κινητική ενέργεια την αποδίδουν σε άλλα άτομα με τα οποία συγκρούονται και έτσι οι ράβδοι των καυσίμων θερμαίνονται.

2. Τα νετρόνια της σχάσης εξέρχονται των ράβδων καυσίμου με κινητική ενέργεια της τάξης των MeV. Εισέρχονται

στον χώρο του επιβραδυντή και συγκρούονται με τα άτομά του, μεταφέροντας έτσι την κινητική τους ενέργεια σε αυτά. Έτσι τα άτομα του επιβραδυντή αποκτούν ενέργεια και τα νετρόνια επιβραδύνονται έως ότου η μέση κινητική ενέργειά τους είναι περίπου ίση με αυτήν των ατόμων του επιβραδυντή καθώς αυτά ταλαντώνονται στο κρυσταλλικό πλέγμα. Αυτά τα νετρόνια λέγονται θερμικά νετρόνια επειδή δεν χάνουν (κατά μέσο όρο) άλλη ενέργεια, μοιράζοντάς την στα άτομα του επιβραδυντή.

3. Τα νετρόνια που έχουν επιβραδυνθεί πλέον εισέρχονται ξανά στις ράβδους του καυσίμου και προκαλούν νέες σχάσεις πυρήνων U^{235} και έτσι επαναλαμβάνεται η διαδικασία.

2.5.2.2.Κλιματικές αλλαγές - εκπομπές

***Υπέρ:** Η υλοποίηση του στόχου για περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα δεν μπορεί να είναι εφικτή χωρίς τη χρήση και της πυρηνικής ενέργειας. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, από τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας, είναι χαμηλές ή μηδενικές.

***Κατά:** Οι εκπομπές είναι μεν μικρές, αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι δεν συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ένας πυρηνικός αντιδραστήρας και οι βοηθητικές μονάδες του εκπέμπουν μεγαλύτερα ποσά θερμότητας στην ατμόσφαιρα από ό,τι ένα συμβατικό εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας ίσης ισχύος. Ακόμη και σε κατάσταση ομαλής λειτουργίας, οι αντιδραστήρες μπορεί να εκπέμπουν ραδιενεργά αέρια. Μη κυβερνητικές οργανώσεις έχουν κατά καιρούς διαπιστώσει υψηλά επίπεδα ραδιενέργειας κοντά σε πυρηνικούς αντιδραστήρες. Χώρες όπως η Γερμανία προωθούν την εγκατάσταση νέων αντιδραστήρων σε άλλα κράτη και όχι στο έδαφός τους, ώστε να μπορούν να αγοράζουν με ασφάλεια φθινό ρεύμα.

2.5.2.3.Κοστος

Υπέρ: Ένα κύριο επιχείρημα του πυρηνικού λόμπι είναι ότι το κόστος παραγωγής της πυρηνικής κιλοβατώρας είναι χαμηλό και χαμηλότερο το κόστος παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Κατά: Εξαρτάται τι περιλαμβάνεται στο κόστος, που μετακυλιέται στην πυρηνική κιλοβατώρα. Δεν υπολογίζεται η διάλυση του παλιού αντιδραστήρα ούτε η διαχείριση της διάλυσης - αυτά φθάνουν μέχρι και 50% του κόστους ενός νέου αντιδραστήρα. Ύστερα από 30 χρόνια περίπου κάθε αντιδραστήρας πρέπει να διαλυθεί και να μετατραπεί σε απόβλητο. Τα ασφάλιστρα για τη μεταφορά του φορτίου είναι υπέρογκα. Το σημαντικό ποσοστό του κόστους της πυρηνικής ηλεκτρικής ενέργειας οφείλεται στα επιπρόσθετα μέτρα πρόληψης πιθανών κινδύνων, στην ελαχιστοποίηση της πιθανότητας ατυχήματος, και στην ετοιμότητα αντιμετώπισης των συνεπειών σε περίπτωση ατυχήματος, καθώς και τη «θωράκισή» του από τυχόν σεισμό.

2.5.2.4.Ασφάλεια

Υπέρ: Η ασφάλεια των αντιδραστήρων τα τελευταία χρόνια, μετά το δυστύχημα του Τσερνόμπιλ, έχει ενισχυθεί και όσοι χρησιμοποιούν πυρηνικές κιλοβατώρες υποστηρίζουν ότι η παραγωγή τους είναι πλέον ασφαλής. Εκτιμάται ότι στο μέλλον ο βαθμός ασφάλειας θα είναι ακόμη υψηλότερος λόγω της τεχνολογικής προόδου και των θεσμικών αλλαγών στα θέματα ασφάλειας, αλλά και της εμπειρίας από τη λειτουργία πυρηνικών εργοστασίων.

Κατά: Δημιουργούνται σοβαρότατες ανησυχίες -ενισχύονται μετά το πυρηνικό ατύχημα στην Ιαπωνία- για την ασφαλή λειτουργία των πυρηνικών εργοστασίων (κυρίως για τον ενδεχόμενο κίνδυνο ατυχημάτων). Το αρχικό κόστος που απαιτείται για τα συστήματα ασφάλειας και αποτροπής τρομοκρατικών ενεργειών είναι επίσης πολύ ψηλό.

2.5.2.5.Τα πυρηνικά απόβλητα

Υπέρ: Αν και τα ραδιενεργά πυρηνικά κατάλοιπα/απόβλητα είναι επικίνδυνα, η ποσότητα και ο όγκος τους θεωρείται σχετικά μικρός. Οι ειδικοί επιστήμονες θεωρούν ότι υπάρχουν αρκετές μέθοδοι μείωσης της τοξικότητας των καταλοίπων και απομόνωσής τους από τη βιόσφαιρα και ότι η ραδιενέργειά τους μειώνεται σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Τα πυρηνικά κατάλοιπα μπορούν να ανακυκλωθούν ή να ενταφιαστούν χωρίς ανακύκλωση, ώστε να μειωθεί σημαντικά ο όγκος των καταλοίπων. Οριστικοί χώροι εναπόθεσης πυρηνικών αποβλήτων βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο κατασκευής σε πολλές χώρες.

Κατά: Καμία χώρα μέχρι σήμερα δεν έχει εξεύρει ασφαλή τρόπο και τόπο για να αποθηκεύσει τα ραδιενεργά κατάλοιπα. Αυτήν τη στιγμή καμία χώρα δεν διαθέτει χώρους εναπόθεσης των πυρηνικών αποβλήτων. Το θάψιμο δεν θεωρείται λύση, καθώς δεν μπορεί να εξασφαλιστεί ένα θαμμένο φορτίο για εκατοντάδες ή και χιλιάδες χρόνια - όσο «ζουν» τα πυρηνικά απόβλητα. Υπάρχουν σοβαροί κίνδυνοι από την τυχόν χρήση των πυρηνικών καταλοίπων που ανακυκλώνονται για τρομοκρατικές ενέργειες - χρήση του παραγόμενου πλουτωνίου.

2.6.ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.6.1.ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου από τον άνθρωπο αποτελεί μία πρακτική που βρίσκει τις ρίζες της στην αρχαιότητα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας είναι τα ιστιοφόρα και οι ανεμόμυλοι. Σήμερα, για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούμε τις ανεμογεννήτριες (Α/Γ).

Οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της πτερωτής, έχουμε την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της πτερωτής και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνουμε την μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική

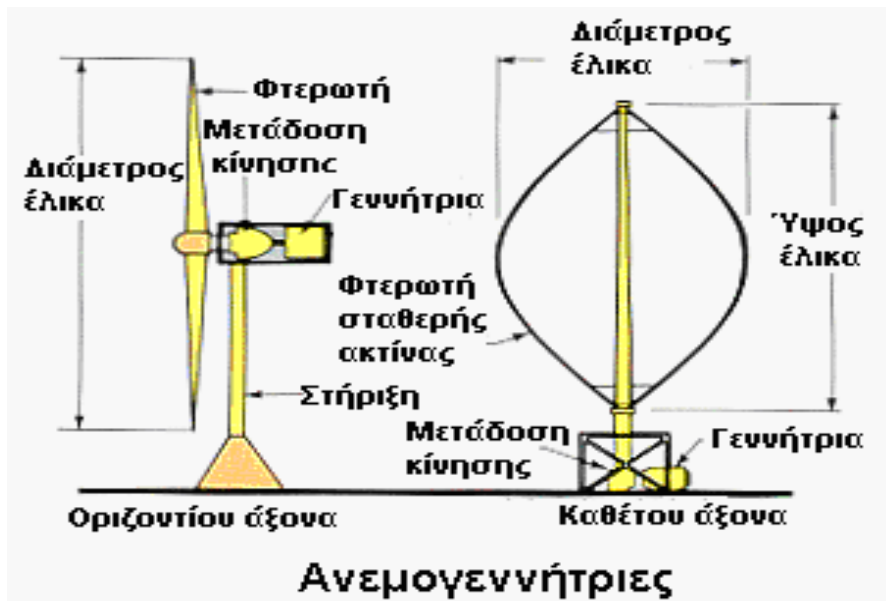
Οι Α/Γ χρησιμοποιούνται για την πλήρη κάλυψη ή και τη συμπλήρωση των ενεργειακών αναγκών. Το παραγόμενο από τις ανεμογεννήτριες ηλεκτρικό ρεύμα είτε καταναλώνεται επιτόπου, είτε εγχέεται και διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να καταναλωθεί αλλού. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τις Α/Γ, όταν η παραγωγή είναι μεγαλύτερη από τη ζήτηση, συχνά αποθηκεύεται για να χρησιμοποιηθεί αργότερα, όταν η ζήτηση είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή. Η αποθήκευση σήμερα γίνεται με δύο οικονομικά βιώσιμους τρόπους, ανάλογα με το μέγεθος της παραγόμενης ενέργειας. Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μπαταρίες) είναι η πλέον γνωστή και διαδεδομένη μέθοδος αποθήκευσης Η/Ε, η οποία χρησιμοποιείται για μικρής κλίμακας παραγωγικές μη διασυνδεδεμένες στο κεντρικό δίκτυο μονάδες. Η άντληση ύδατος με χρήση Η/Ε παραγόμενης από Α/Γ και η ταμίευσή του σε τεχνητές λίμνες κατασκευασμένες σε υψόμετρο το οποίο είναι ικανό να τροφοδοτήσει υδροηλεκτρικό σταθμό, είναι η μέθοδος αποθήκευσης που χρησιμοποιείται όταν η παραγόμενη Η/Ε είναι μεγάλη.

Οι μηχανές με τις οποίες εκμεταλλευόμαστε το φαινόμενο αυτό, ονομάζονται ανεμογεννήτριες (Α/Γ). Διακρίνουμε δύο είδη: τις δίπτερες και τις τρίπτερες. Οι τρίπτερες, με ρότορα μικρότερο των 10 μέτρων, έχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης ασθενούς αιολικού δυναμικού. Στις μηχανές μεγάλου μεγέθους επικρατούν οι δίπτερες, με κόστος κατασκευής και συντήρησης μικρότερο απ' αυτό των τρίπτερων αντίστοιχου μεγέθους. Η σύγχρονη τεχνολογία χρήσης της αιολικής ενέργειας ξεκίνησε με μικρές Α/Γ δυναμικότητας 20 ως 75 KW. Σήμερα χρησιμοποιούνται Α/Γ δυναμικότητας 200 ως 2.000 KW.

Υπάρχουν πολλών ειδών ανεμογεννήτριες οι οποίες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

- Οριζοντίου άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικα και βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους
- Κατακόρυφου άξονα, ο οποίος παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους

Εικόνα 16. ΤΥΠΟΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΗΤΡΙΑΣ



2.6.1.1.ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Ο άνεμος περιστρέφει τα πτερύγια μιας ανεμογεννήτριας, τα οποία είναι συνδεδεμένα με ένα περιστρεφόμενο άξονα. Ο άξονας περνάει μέσα σε ένα κιβώτιο μετάδοσης της κίνησης όπου αυξάνεται η ταχύτητα περιστροφής. Το κιβώτιο συνδέεται με έναν άξονα μεγάλης ταχύτητας περιστροφής ο οποίος κινεί μια γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Αν η ένταση του ανέμου ενισχυθεί πάρα πολύ, η τουρμπίνα έχει ένα φρένο που περιορίζει την υπερβολική αύξηση περιστροφής των πτερυγίων για να περιοριστεί η φθορά της και να αποφευχθεί η καταστροφή της.

Η ταχύτητα του ανέμου πρέπει να είναι περισσότερο από 15 χιλιόμετρα την ώρα για να μπορέσει η μια κοινή τουρμπίνα να παράγει ηλεκτρισμό. Συνήθως παράγουν 50-300 Kw η κάθε μία.

Καθώς η γεννήτρια περιστρέφεται παράγει ηλεκτρισμό με τάση 25.000 volt. Το ηλεκτρικό ρεύμα περνάει πρώτα από ένα μετασχηματιστή στην ηλεκτροπαραγωγική μονάδα ο οποίος ανεβάζει την τάση του στα 400.000 volt. Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα διανύει μεγάλες αποστάσεις είναι καλύτερα να έχουμε υψηλή τάση. Τα μεγάλα, χοντρά σύρματα της μεταφοράς του ηλεκτρικού ρεύματος είναι κατασκευασμένα από χαλκό ή αλουμίνιο για να υπάρχει μικρότερη αντίσταση στη μεταφορά του ρεύματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση του σύρματος τόσο πιο πολύ θερμαίνεται. Έτσι κάποιο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας χάνεται επειδή μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Τα σύρματα μεταφοράς ρεύματος καταλήγουν σε ένα υποσταθμό όπου οι μετασχηματιστές του μετατρέπουν την υψηλή τάση σε χαμηλή για να μπορέσουν να λειτουργήσουν ηλεκτρικές συσκευές.

Εικόνα 17. ΑΝΕΜ/ΤΡΙΑ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ



2.6.1.2.ΜΕΘΟΔΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Οι επικρατεστεροι μεθοδοι λειτουργιας της ανεμογεννητριας για την παραγωγη ηλεκτρικης ενεργειας είναι:

- 1.Σταθερης ταχυτητας ανεμογεννητριας
- 2.Ανεμογεννητριας μεταβλητης ταχυτητας

Η πρωτη περιπτωση της φανερωνει από μονη της φανερωνει ότι εχει σταθερη ταχυτητα ανεξαρτητα

2.6.1.3.ΔΟΜΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Τα βασικά δομικά εξαρτήματα που αποτελείται μια ανεμογεννήτρια είναι τα παρακάτω:

-**ΔΡΟΜΕΑΣ**:που αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια από ενισχυμένο πολυεστέρα .Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη είτε σταθερά , είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονα τους μεταβάλλοντας το βήμα

-**ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ**, αποτελούμενο από τον κύριο άξονα, τα έδρανα του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών , το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας.

Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής

-**ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ**, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους η οποία συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου και μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας . Υπάρχει και το σύστημα πέδης το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας

- **ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**, αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου

-**ΤΟΝ ΠΥΡΓΟ**, ο οποίος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση . Ο πύργος είναι συνήθως σωληνωτός ή δικτυωτός και σπανίως από οπλισμένο σκυρόδεμα

-**ΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΠΙΝΑΚΑ ΚΑΙ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ** , οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου . Το σύστημα ελέγχου παρακολουθεί , συντονίζει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας , φροντίζοντας για την απρόσκοπτη λειτουργία της.

-**ΦΡΕΝΟ** : ένα δισκόφρενο το οποίο μπορεί να λειτουργεί μηχανικά, ηλεκτρικά ή υδραυλικά για να σταματήσει τον κινητήρα σε περίπτωση ανάγκης

-**ΑΞΟΝΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ**: οδηγεί τη γεννήτρια.

-**ΑΞΟΝΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ** ο ρότορας κινεί τον άξονα χαμηλής ταχύτητας περίπου στις 30 με 60 στροφές ανά λεπτό.

-**ΚΕΛΥΦΟΣ**: ρότορας συνδέεται με το κέλυφος, το οποίο βρίσκεται πάνω απ' τον πύργο και περιλαμβάνει το κιβώτιο ταχυτήτων, τους άξονες υψηλής και χαμηλής ταχύτητας, τη γεννήτρια, τον ελεγκτή και το φρένο. Ένα κάλυμμα προστατεύει τα μέρη εντός του κελύφους. Μερικά κελύφη είναι αρκετά μεγάλα ώστε να μπορεί ένας τεχνικός να κάθεται όρθιος μέσα σε αυτό ενώ δουλεύει.

-**ΚΛΙΣΗ**: τα πτερύγια έχουν τη δυνατότητα να γύρω από τον διαμήκη άξονά τους, ώστε να μειώνουν τα αεροδυναμικά φορτία (lift) πάνω στην πτερυγώση στις μεγάλες ταχύτητες του ανέμου και να τα μειώνουν στις μικρές ταχύτητες.

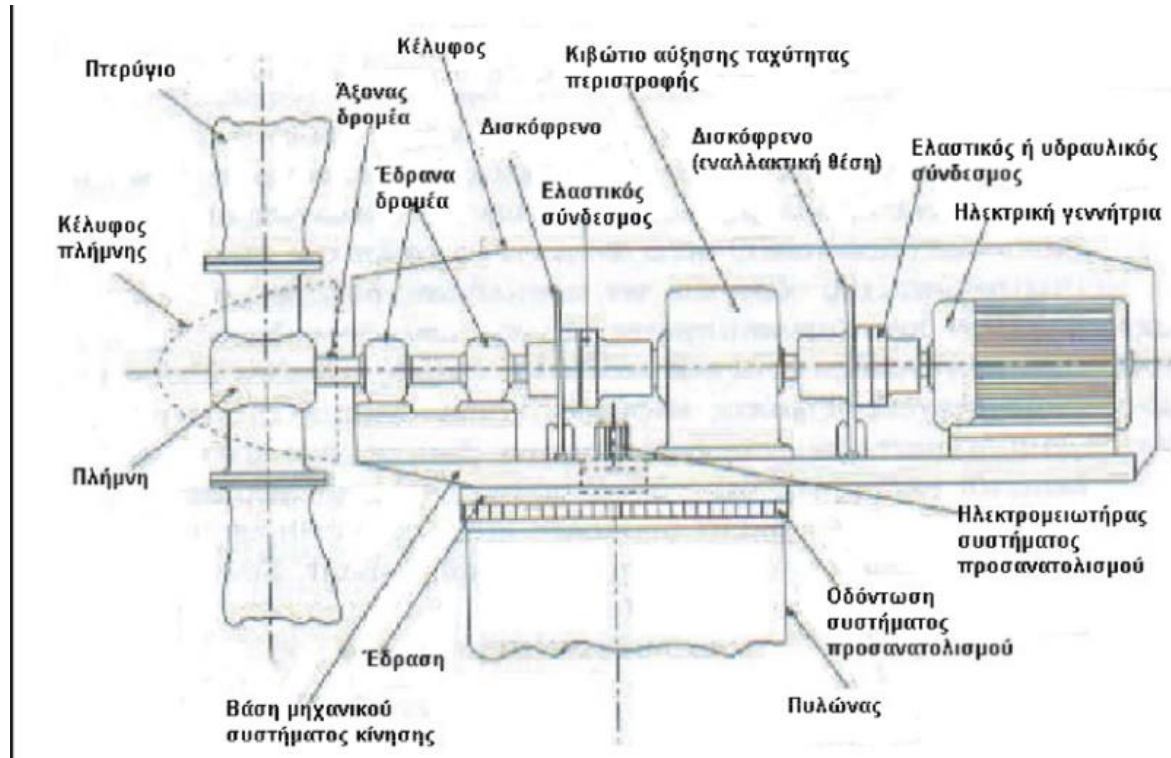
-**ΡΟΤΟΡΑΣ**: τα πτερύγια και το κεντρικό σημείο ονομάζονται ρότορας.

-**ΑΝΕΜΟΔΕΙΚΤΗΣ**: υπολογίζει την διεύθυνση και επικοινωνεί με τον οδηγό εκτροπής ώστε να προσανατολίζεται στον άνεμο.

-**ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΤΡΟΠΗΣ**: φέρνει τις ανεμογεννήτριες προς τον άνεμο. Χρησιμοποιείται για να αφήνει το ρότορα να βρίσκεται προς τον άνεμο καθώς αυτός μεταβάλλεται. Οι ανεμογεννήτριες που λειτουργούν υπήνεμα δεν απαιτούν οδηγό εκτροπής. Ο άνεμος μόνος φέρνει υπήνεμα το ρότορα.

-ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΕΚΤΡΟΠΗΣ: δίνει ενέργεια στον οδηγό εκτροπής

Εικόνα 18. Βασικά μέρη ανεμογεννήτριας



2.6.2. ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

Η ανάπτυξη των αιολικών πάρκων από αποτελεί προϋπόθεση αρκετών κριτηρίων με βασικών εκείνων των οποίων είναι οι ανεμολογικές συνθήκες και οι περιβαντολογικές επιπτώσεις των περιοχών εγκαθίδρυσης τους. Τα αιολικά πάρκα είναι μια μεγάλη έκταση εδάφους που αποτελείται από πολλές συστοιχίες εγκατεστημένων ανεμογεννητριών. Οι ανεμογεννήτριες που τοποθετούνται σε κάθε φάρα γίνεται πάλι με κάποια κριτήρια τα οποία είναι φυσικά η ανεμολογικές συνθήκες της περιοχής, η τοποθεσία του αιολικού παρκού, οι μορφολογία του εδάφους και η εκάστοτε νομοθεσία.

Οι ανεμογεννήτριες είναι συνδεδεμένες με το ηλεκτρικό δίκτυο στο οποίο διοχετεύουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Κάθε ανεμογεννήτρια είναι συνδεδεμένη σε δίκτυο χαμηλή ή υψηλή τάση μέσω μετασχηματιστή ανύψωσης. Υπάρχουν περιπτώσεις που αυτόνομων ανεμογεννητριών που τροφοδοτούν περιοχές που το έχουν ανάγκη.

Υπάρχουν τριών ειδών αιολικά πάρκα τα οποία ξεχωρίζουν βάση τον τόπο εγκαθίδρυσης τους και τα οποία είναι:

- **Χερσαία αιολικά πάρκα**
- **Υπεράκτια αιολικά πάρκα**
- **Αιολικά πάρκα κοντά στην άκτι**

Στην περίπτωση των χερσαίων πάρκων τα χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι η τοποθέτηση στην στέρια και κυρίως στις βουνοκορφές στις οποίες παρατηρείται έντονη επιτάχυνση αέρα η οποία εκμεταλλεύεται για την μέγιστη αξιοποίηση της ανεμογεννήτριας.

Αντιθέτα τα υπεράκτια αιολικά πάρκα είναι ότι βρίσκονται στην θάλασσα σε απόσταση μεγαλύτερη των δώδεκα χιλιομέτρων από την πλησιέστερη ακτογραμμή. Το κύριο χαρακτηριστικό είναι των υπερακτιών περιοχών οι άνεμοι που υπάρχουν δυνατότεροι από την εδάφους με αποτέλεσμα η παραγωγή ηλεκτρικής να βρίσκεται σε υψηλό δυναμικό και αξιοποίησης της παρατηρείται σε μεγάλο βαθμό. Η κατασκευή και η συντήρηση των υπεράκτιων πάρκων είναι αρκετά υψηλό αφού το μήκος των στύλων είναι μεγαλύτερο έναντι των χερσαίων και η μεταφορά ενέργεια γίνεται με υποθαλάσσια καλωδίωση και σε συνεχόμενους ρεύματος υψηλής τάσης (DC) αφού είναι κατάλληλο για αυτές τις περιπτώσεις μεταφοράς μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας με μηδενικές απώλειες.

Τέλος, η τελευταία περίπτωση είναι τα αιολικά πάρκα κοντά στην ακτή τα οποία αγγίζουν μεγάλη απόδοση από τους ανέμους που προκαλούνται από την διάφορα θερμοκρασίας μεταξύ ξήρας και θάλασσας.

Συγκριτικά μεταξύ των αιολικά πάρκων είναι πια διαδομένη πλέον είναι η κατασκευή υπεράκτια πάρκων λόγω της μεγαλύτερης αποδοτικότητας που εμφανίζουν άλλα το βασικό μειονέκτημα είναι το ακριβό κόστος κατασκευής τόσο σε μηχανική μελέτη και ηλεκτρική σύνδεση και αντοχή από το διαβρωτικό στοιχείο του νερού αλλά πλέον την ραγδαία ανάπτυξη των ΑΠΕ έκανε την κατασκευή υπεράκτιων ανεμογεννητριων μεγαλύτερη και κατέστησε οικονομικά συμφέρουσα και πιο αποδοτικότερη την χρήση τους.

Τα γενικότερα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση της αιολικής ενέργειας είναι

- Ο άνεμος είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η οποία μάλιστα παρέχεται δωρεάν.
- Η Αιολική ενέργεια είναι μια τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή.
- Προστατεύει τη Γη καθώς κάθε μία κιλοβατώρα που παράγεται από τον άνεμο αντικαθιστά μία κιλοβατώρα που παράγεται από συμβατικούς σταθμούς και ρυπαίνει την ατμόσφαιρα με αέρια του θερμοκηπίου.
- Δεν επιβαρύνει το τοπικό περιβάλλον με επικίνδυνους αέριους ρύπους, μονοξειδίο του άνθρακα, διοξειδίο του θείου, καρκινογόνα μικροσωματίδια κ.α., όπως γίνεται με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια κάτι ιδιαίτερα σημαντικό για τη χώρα μας και την Ευρώπη γενικότερα.

- Βοηθά στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας.

Τα μειονέκτηματα της χρήσης λειτουργίας αιολικών πάρκων είναι :

- Πρόκληση θορύβου από την ανεμογεννήτρια.Ο θόρυβος μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε δύο κατηγορίες α)σε μηχανικό και β) αεροδυναμικό. Το μηχανικό επίπεδο προέρχεται από το μηχανικά μέρη του γεννήτριας όπως π.χ κιβώτιο ταχυτήτων,ηλεκτρογεννήτρια, ο αεροδυναμικός θόρυβος προέρχεται κυρίως από τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας.
- Τα προβλήματα μπορούν να λυθούν με μηχανικές παρεμβάσεις τόσο σε μηχανικό επίπεδο όσο και σε αεροδυναμικό επίπεδο.Η πρόσθετη μηχανικών μέρων και εσωτερική ηχομόνωση καλύπτει το πρώτο σκέλος ενώ το αεροδυναμικό σκέλος βελτιώνεται από την καλύτερη σχεδίαση των πτερυγίων από τους κατασκευαστές.
- Δημιουργία προβλημάτων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.
- Αυτό το πρόβλημα συναντάται σε αναμογεννήτριες που είναι κοντα σε κεραιες τηλεόρασης και ραδιοφώνου στις επηρεάζει την συχνότητα στην αυξομείωση του σήματος μεταξύ πομπού και δέκτη από την αντανάκληση που προέρχεται από περιστροφή των πτερυγίων.Αυτο συμβαίνει με την πρώτη γενιά ανεμογεννητριών αλλά οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες αποτελούν από συνθετικά υλικά που εξαλείφουν αυτό το πρόβλημα.Οι τιμές της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι μικρές και προέρχονται από το μέρος του μ/σ μέσης τάσης χωρίς να υφίσταται κάποιο ιδιαίτερο σοβαρό θέμα.
- Μεγάλη σημασία τίθεται η τοποθέσια εγκατάστασης των πάρκων τόσο τα χερσαία και τα υπεράκτια πάρκα.Ο λόγος είναι φυσικά ο βαθμός παρέμβασης στο φυσικό τοπίο και στο βαθμό αλλείωσης του και η περίπτωση στον τόμεα της γεωργίας και της κτηνοτροφίας,όπου αποδείχθηκε βάση μελετών και γεωγραφικών στοιχείων δεν επηρεάζουν στο ελάχιστο αφού βρίσκονται σε σημεία απομακρυσμένα.Τώρα τα υπεράκτια πάρκα νομοθεσία βρίσκονται σε ένα νομοθεσιακό καθεστώς των δώδεκα χιλιομέτρων σε σημείο να μην επηρεάζει την ναυσιπλοία, το θαλάσσιο εμπόριο, την αλιεία και την θάλασσα ζωη.

Εικόνα 19. Χερσαίο αιολικό πάρκο



Εικόνα 20. Θαλάσσιο αιολικά πάρκο



2.7. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ηλιακή ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας που βοήθησε τον άνθρωπο από την πρώτη κιόλας στιγμή της ύπαρξής του στη γη.

Το κρύο, η υγρασία και η σκοτεινιά μείωναν - φυσιολογικά - τις ενέργειές του στο ελάχιστο. Όμως οι πρώτες ακτίνες του ήλιου που έπεφταν στη γη, δρούσαν και συνεχίζουν να δρουν με έναν ευεργετικό τρόπο τόσο στον άνθρωπο όσο και στην υπόλοιπη πλάση. Η θέρμανση, ο άνεμος, η φωτοσύνθεση, τα κύματα είναι όλα αποτελέσματα της ηλιακής ενέργειας. Ο άνθρωπος γνωρίζοντας σιγά-σιγά απτές τις ευεργετικές επιδράσεις του ήλιου έφτασε σε σημείο να τον θεοποιήσει!

Η ιδέα για την αξιοποίηση της θερμικής ακτινοβολίας του ήλιου εμφανίζεται από πολύ παλιά. Από την αρχή ακόμα, στον κτίσιμο των σπιτιών δίνονταν τέτοια κατεύθυνση προσανατολισμού έτσι ώστε να εκμεταλλεύονται την θερμότητα της ηλιοφάνειας κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αυτό ήταν κάτι που τράβηξε την προσοχή των ανθρώπων και έστρεψε την εφευρετικότητα και τις παρατηρήσεις τους στο ήλιο σαν μια φυσική πηγή θερμότητας.

Η γη δέχεται από τον ήλιο τεράστιες ποσότητες ενέργειας σε μορφή ακτινοβολίας που άμεσα ή έμμεσα είναι υπεύθυνη για την διατήρηση στη ζωή όλων των ζωντανών οργανισμών. Η ελάττωση των αποθεμάτων σε φυσικά καύσιμα και τα προβλήματα που τα συνοδεύουν στην παραγωγή πυρηνικής ενέργειας, αναγκάσαν τους ειδικούς να στραφούν με ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη μελέτη όλων των δυνατών τρόπων που θα βοηθούσαν στην αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τις καθημερινές ανάγκες του ανθρώπου.

Εικόνα 21. ΗΛΙΟΣ



2.7.1. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΙΟ

Η σύγχρονη τεχνολογία μάς έδωσε τη δυνατότητα εκμετάλλευσης της ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας με τη χρήση των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων (Φ/Β), που η λειτουργία τους στηρίζεται στο **φωτοβολταϊκό φαινόμενο**, δηλαδή την άμεση μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα.

Μερικά υλικά, όπως το πυρίτιο με πρόσμιξη άλλων στοιχείων γίνονται ημιαγωγοί (άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα προς μια μόνο διεύθυνση), έχουν δηλαδή τη δυνατότητα να δημιουργούν διαφορά δυναμικού όταν φωτίζονται και κατά συνέπεια να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Συνδέοντας μεταξύ τους πολλά μικρά κομμάτια τέτοιων υλικών (φωτοβολταϊκές κυψέλες ή στοιχεία), τοποθετώντας τα σε μία επίπεδη επιφάνεια (**φωτοβολταϊκό σύστημα**) και στρέφοντάς τα προς τον ήλιο είναι δυνατό να πάρουμε ηλεκτρικό ρεύμα αρκετό για να καλύψουμε τις ανάγκες για τη λειτουργία:

- επιστημονικών συσκευών (όπως δορυφόρων),
- για την κίνηση ελαφρών αυτοκινήτων (ηλιακά αυτοκίνητα),
- για τη λειτουργία φάρων
- για την κάλυψη έστω και μέρους των ενεργειακών αναγκών μικρών απομονωμένων κατοικιών, όπως φωτισμός, τηλεπικοινωνίες, ψύξη, ηχητική κάλυψη, (όχι κουζίνες, θερμοσίφωνες, ηλεκτρικά καλοριφέρ)

Εικόνα 22. Φ/β σύστημα



2.7.2.ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ Φ/Β ΚΥΤΤΑΡΟΥ

Όταν η ηλιακή ακτινοβολία (υπό μορφή φωτονίων) προσπίπτει στην επιφάνεια ενός Φ/Β κυττάρου, "κτυπά" τα ηλεκτρόνια του ημιαγωγού και τους δίνει τόση ενέργεια όση χρειάζονται για να απελευθερωθούν από το άτομο. Μπορούν να βρουν μια άλλη κενή θέση και να την καταλάβουν μέχρι να επαναληφθεί η διαδικασία.

Εάν θεωρούσαμε μια μεταλλική επαφή στο επάνω και μία στο κάτω μέρος του κυττάρου, τότε θα παρακολουθούσαμε ροή ηλεκτρονίων προς μία κατεύθυνση, δηλαδή ηλεκτρικό ρεύμα.

Το Φ/Β κύτταρο είναι αθόρυβο στη λειτουργία του. σε αντίθεση με τις μπαταρίες, το Φ/Β κύτταρο δεν αλλοιώνεται κατά τη διαδικασία μετατροπής και δεν επιβαρύνει το περιβάλλον, γιατί μέσα του δεν εξελίσσεται καμία χημική αντίδραση.

Εάν τοποθετήσουμε ένα τέτοιο Φ/Β κύτταρο κάτω από τον ήλιο, παράγει περίπου 1,5 W ηλεκτρισμού, ενώ μεταξύ των μεταλλικών επαφών του ηλιακού κυττάρου δημιουργείται μια συνεχής τάση, που κυμαίνεται ανάλογα με το υλικό.

Είναι προφανές ότι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι ο καθοριστικός παράγοντας της ποσότητας του ρεύματος που διαρρέει το κύτταρο.

Ως βαθμός απόδοσης ενός Φ/Β κυττάρου θεωρούμε το επί της εκατό ποσοστό της φωτεινής ισχύος εισόδου, που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ισχύ εξόδου, δηλαδή ορίζεται από το λόγο:

$$\text{Απόδοση } \Phi/B \text{ κυττάρου} = \frac{\text{Ηλεκτρική ισχύς εξόδου}}{\text{Φωτεινή ισχύς εισόδου}} * 100$$

Τα σημερινά αποδεκτά Φ/Β κύτταρα της αγοράς έχουν βαθμό απόδοσης μεταξύ 10% και 20%. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί βαθμοί απόδοσης 25% έως 35%, χρησιμοποιώντας κύτταρα διάφορων προσμίξεων, όπως GaAs. Αναμένεται ότι η μέγιστη απόδοση για τις εμπορικές συσκευές σιλικόνης θα συνεχίσει να αυξάνεται ελαφρά και στο μέλλον θα φτάσει το 17% έως 20%, από 13% έως 15% που είναι σήμερα.

Στην πράξη, δύο ή περισσότερες βαθμίδες (στρώσεις) ημιαγωγικού υλικού μπορούν να διαταχθούν η μία πίσω από την άλλη. Κάθε βαθμίδα κατασκευάζεται για ειδική φασματική περιοχή της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτά ονομάζονται κύτταρα πολλών βαθμίδων (multijunction cells). Για κύτταρα δύο βαθμίδων η μέγιστη θεωρητική απόδοση είναι 35%. Θεωρητικά, για άπειρο αριθμό βαθμίδων ο βαθμός απόδοσης μπορεί να φτάσει το 54%.

Είναι φανερό ότι για τους κατασκευαστές των Φ/Β κυττάρων το ζήτημα της βελτίωσης του βαθμού απόδοσης αποτελεί την μεγαλύτερη πρόκληση. Στην σημερινή αγορά των ηλιακών κυττάρων και συστημάτων χρησιμοποιούνται τέσσερις διαφορετικοί τύποι ημιαγωγικών υλικών: η κρυσταλλική σιλικόνη, η άμορφη σιλικόνη και μετά το 1986 τα $CuInSe_2$ και $CdTe$.

Η κρυσταλλική σιλικόνη είναι το βασικό υλικό που χρησιμοποιείται στην τεχνολογία ημιαγωγών. Λόγω του ότι υπάρχει μαζική παραγωγή κρυσταλλικής σιλικόνης, καθώς επίσης και λόγω της εξαιρετικής σταθερότητας που εμφανίζει γεγονός που εξασφαλίζει μεγάλη διάρκεια ζωής στο ηλιακό κύτταρο,

Εικόνα 23. Λειτουργική απεικόνιση του Φ/Β



2.7.3 ΓΕΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Οι κύριες συνιστώσες, οι οποίες απαρτίζουν ένα Φ/Β σύστημα, είναι οι ακόλουθες:

- Η Φ/Β γεννήτρια.
- Οι συσσωρευτές.
- Οι διατάξεις ελέγχου και ρύθμισης (η προστατευτική δίοδος, ο ρυθμιστής φόρτισης των συσσωρευτών-μετατροπέας dc/ac, ο αντιστροφέας dc/ac, τα φίλτρα, ο ανιχνευτής μεγάλης ισχύος).
- Ο πυκνωτής στην έξοδο του Φ/Β πάρκου.
- Ο μετασχηματιστής.
- Το σύστημα ελέγχου.

Φωτοβολταϊκό Πλαίσιο

Τα πλαίσια κατασκευάζονται έτσι ώστε να παρέχουν συνεχή ηλεκτρική τάση περίπου 17(V), ικανή να φορτίζει συσσωρευτές 12(V). Ο αριθμός των πλαισίων που χρησιμοποιούνται σε μια εγκατάσταση εξαρτάται από το συνολικό φορτίο της εγκατάστασης.

Συσσωρευτές

Αποθηκεύουν την παραγόμενη από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ηλεκτρική ενέργεια,

όταν δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία. Συνήθως χρησιμοποιούνται συσσωρευτές μολύβδου (Pb), με βαθμό εκφόρτισης 10-20% ή συσσωρευτές νικελίου-καδμίου (Ni-Cd), με δυνατότητα εκφόρτισης μέχρι 100% χωρίς πρόβλημα.

Προστατευτική δίοδος

Χρησιμοποιείται για την αποφυγή της εκφόρτισης των συσσωρευτών διαμέσου της Φ/Β γεννήτριας, κάτι που θα μπορούσε να συμβεί σε περίπτωση που μειωνόταν σημαντικά η τάση της.

Ρυθμιστής συνεχούς τάσης (voltage regulator or controller)

Ο ρυθμιστής φόρτισης αποτελεί το σύνδεσμο μεταξύ των φωτοβολταϊκών πλαισίων, των συσσωρευτών και του φορτίου. Προστατεύει τους συσσωρευτές από υπερφόρτιση ή ολική αποφόρτιση. Ρυθμίζει την ροή του ρεύματος από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια προς τους συσσωρευτές και διατηρεί την κανονική τάση φόρτισης των συσσωρευτών.

Μετατροπέας(inverter)

Ο μετατροπέας μετατρέπει τη συνεχή τάση είτε των πλαισίων είτε των συσσωρευτών, σε εναλλασσόμενη τάση, για την κάλυψη των περισσότερων εφαρμογών.

Η συνεχή τάση εφαρμόζεται στα άκρα μιας γέφυρας, η οποία αποτελείται από διακοπτικά στοιχεία (thyristors, IGBT) διαμέσου των οποίων παράγεται η επιθυμητή εναλλασσόμενη τάση.

Φίλτρα και άλλες τεχνικές μείωσης αρμονικών

Χρησιμοποιούνται για την εξάλειψη αρμονικών συχνοτήτων τάσης, επιβλαβείς για τα φορτία, που δεν μπορεί να εξαλείψει ο μετατροπέας

Ανιχνευτής μέγιστου σημείου ισχύος (MPPT)

Επιβάλλει στην έξοδο της Φ/Β γεννήτριας τη βέλτιστη κάθε φορά τάση εξόδου, ανάλογα με την προσπίπτουσα ακτινοβολία.

Πυκνωτής στην έξοδο του Φ/Β

Τοποθετείται στην έξοδο της Φ/Β γεννήτριας και καλύπτει για βραχύ χρόνο τις απαιτήσεις ρεύματος σε περίπτωση απότομης μεταβολής της ακτινοβολίας

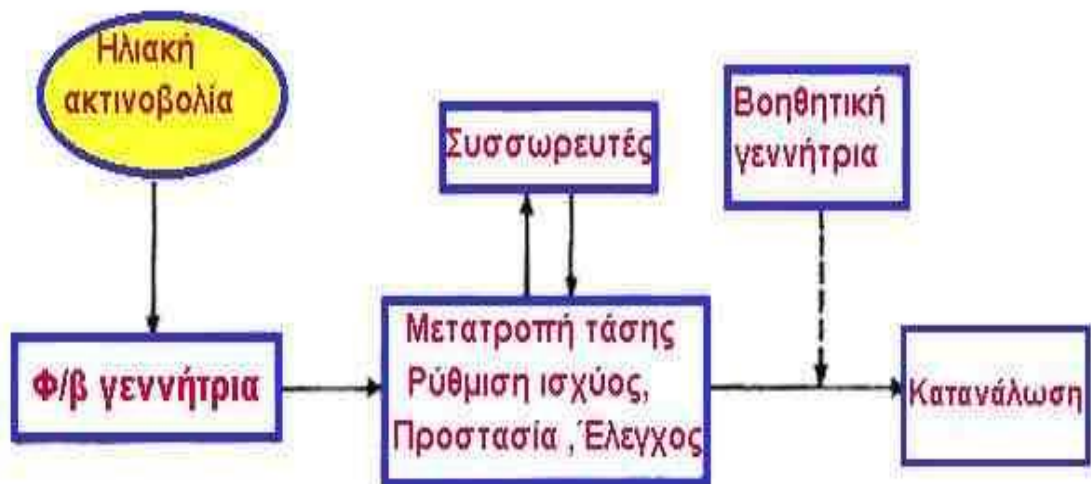
Κεντρικός έλεγχος

Συντονίζει τη λειτουργία των επιμέρους τμημάτων του συστήματος με την βοήθεια μικροεπεξεργαστών.

Εγκατάσταση

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια πρέπει να τοποθετούνται σε ανοιχτό χώρο, να μην σκιάζονται και να λαμβάνουν όσο γίνεται απευθείας την προσπίπτουσα σε αυτά ηλιακή ακτινοβολία.

Εικόνα 24.Λειτουργική απεικόνιση Φ/Β συστήματος



Παράδειγμα γενικού διαγράμματος ενός αυτόνομου Φ/β συστήματος

2.7.3.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ Φ/Β ΚΥΤΑΡΩΝ

- Μηδενική ρύπανση
- Αθόρυβη λειτουργία
- Αξιοπιστία και αθόρυβη λειτουργία
- Απεξάρτηση από τροφοδοσία καυσίμων της ενέργειας
- Δυνατότητα επέκτασης
- Μηδενικό κόστος παραγωγής

2.7.3.1 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ Φ/Β ΚΥΤΑΡΩΝ

- Υψηλό κόστος κατασκευής
- Έλλειψη επιδοτήσεων
- Προβλήματα αποθηκευσης

Τα Φ/Β παράγουν συνεχές ρεύμα που το μετατρέπουμε σε εναλλασσόμενο 220 V στη χώρα μας (ρεύμα ίδιο με της ΔΕΗ) με ηλεκτρονικές συσκευές (αντιστροφείς συνεχούς - εναλλασσόμενου). Μπορούμε να "πουλήσουμε" ρεύμα στη ΔΕΗ (Ν. 2244/94 για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας). Με τα σημερινά οικονομικά και τεχνολογικά δεδομένα, η χρήση αυτών των συστημάτων δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη, γίνονται όμως προσπάθειες για τη μείωση του κόστους παραγωγής αυτών των πολύτιμων υλικών.

Προϋποθέσεις κτηρίων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών

- Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος
- Νότιος προσανατολισμός - Σωστή κλίση (γεωγραφικό πλάτος του τόπου $\pm 10^\circ$)
- Κατάλληλος χώρος για ηλεκτρονικά συστήματα και μπαταρίες.

2.8.ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση της μηχανικής ενέργειας του νερού των ποταμών και της μετατροπής της σε ηλεκτρική ενέργεια με τη βοήθεια στροβίλων και ηλεκτρογεννητριών.

Η ενέργεια αυτή διαχέεται στη φύση από δίνες και ρεύματα, καθώς το νερό ρέει καταφορικά σε ρυάκια, χείμαρρους και ποτάμια μέχρι να φτάσει στη θάλασσα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος του αποθηκευμένου νερού και όσο ψηλότερα βρίσκεται, τόσο περισσότερη είναι η ενέργεια που περιέχει.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, που στηρίζεται στην εκμετάλλευση των ποταμών και των τεχνητών ή φυσικών φραγμάτων.

Εικόνα 25. Υδροηλεκτρικός σταθμός στην Ευρώπη

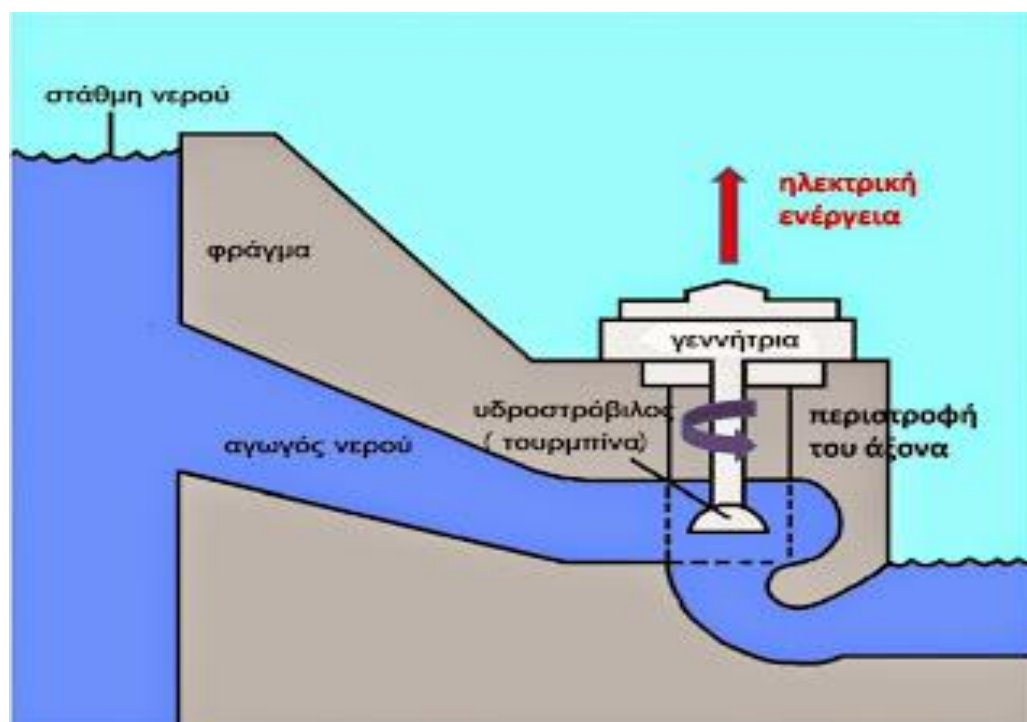


2.8.1.ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ

Οι υδροηλεκτρικές μονάδες εκμεταλλεύονται τη φυσική διαδικασία του κύκλου του νερού. Κάθε μέρα ο πλανήτης μας αποβάλλει μια μικρή ποσότητα νερού καθώς η υπεριώδης ακτινοβολία διασπά τα μόρια του νερού σε ιόντα. Ταυτόχρονα νέες ποσότητες νερού εμφανίζονται λόγω της ηφαιστειακής δραστηριότητας, έτσι ώστε η συνολική ποσότητα του νερού να διατηρείται περίπου σταθερή.

Η λειτουργία των υδροηλεκτρικών μονάδων βασίζεται στην κίνηση του νερού λόγω διαφοράς μανομετρικού ύψους μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου. Για το σκοπό αυτό κατασκευάζεται ένα φράγμα που συγκρατεί την απαιτούμενη ποσότητα νερού στον δημιουργούμενο ταμιευτήρα. Κατά τη διέλευσή του από τον αγωγό πτώσεως κινεί έναν στρόβιλο ο οποίος θέτει σε λειτουργία τη γεννήτρια. Μία τουρμπίνα που είναι εγκατεστημένη σε μεγάλη μονάδα μπορεί να ζυγίζει μέχρι 172 τόνους και να περιστρέφεται με 90 rpm. Η ποσότητα του ηλεκτρισμού που παράγεται καθορίζεται από αρκετούς παράγοντες. Δύο από τους σημαντικότερους είναι ο όγκος του νερού που ρέει και η διαφορά μανομετρικού ύψους μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας του ταμιευτήρα και του στροβίλου. Η ποσότητα ηλεκτρισμού που παράγεται είναι ανάλογη των δύο αυτών μεγεθών. Συνεπώς, ο παραγόμενος ηλεκτρισμός εξαρτάται από την ποσότητα του νερού του ταμιευτήρα. Για το λόγο αυτόν μόνο σε περιοχές με σημαντικές βροχοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευαστούν υδροηλεκτρικά έργα. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά ως προς άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, καλύπτοντας φορτία αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 9% των ενεργειακών μας αναγκών σε ηλεκτρισμό. Τα υδροηλεκτρικά έργα ταξινομούνται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας. Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα διαφέρουν σημαντικά από της μεγάλης κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα καθώς μεταβάλλει ριζικά τη μορφολογία της περιοχής. Αντίθετα, τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά εγκαθίστανται δίπλα σε ποτάμια ή κανάλια και η λειτουργία τους παρουσιάζει πολύ μικρότερη περιβαλλοντική όχληση. Για το λόγο αυτό, οι υδροηλεκτρικές μονάδες μικρότερης δυναμικότητας των 30 MW χαρακτηρίζονται ως μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα και συμπεριλαμβάνονται μεταξύ των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Κατά τη λειτουργία τους, μέρος της ροής ενός ποταμού οδηγείται σε στρόβιλο για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας και συνακόλουθα ηλεκτρικής μέσω της γεννήτριας. Η χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού κατόπιν επιστρέφει στο φυσικό ταμιευτήρα ακολουθώντας τη φυσική της ροή.

Εικόνα 26. Λειτουργική απεικόνιση υδροηλεκτρικού συστήματος



2.8.2.ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί τίθενται σε λειτουργία αμέσως , ώστε να καλύπτουν επιπλέον ανάγκες ζήτησης χωρίς κάποιο χρόνο προετοιμασίας
- Είναι καθαρός ανανεώσιμος πορος
- Με τους υδροταμιευτήρες δίνεται η δυνατότητα το νερό να αξιοποιηθεί σε άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχευση χειμάρρων.
- Συμβολή για ανεξαρτητοποίηση ενεργειακών πόρων
- Είναι διάσπαρτη γεωγραφικά και οδηγεί στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος αλλά και δίνει τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης τοπικών ενεργειακών πόρων,
- Μπορεί να αποτελέσει πυρήνας αναβάθμισης οικονομικών και κοινωνικών επιπέδων σε υποβαθμισμένες περιοχές.
- Μηδενικούς ρύπους και μειώμενους βορύβους

2.8.3.ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- Μεγάλο κόστος κατασκευής,δημιουργία φραγμάτων και ηλεκτροπαραγωγής και μεγάλη χρονική διάκρεια ολοκλήρωσης του.
- Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα (ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών, αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και του τοπικού κλίματος,

αύξηση σεισμικής επικινδυνότητας, κ.ά.). Η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων.

2.9.ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

Οι θερμές πηγές που αναβλύζουν από το εσωτερικό της γης μαρτυρούν πως είναι ζεστό και περικλείει θερμότητα, η οποία ονομάζεται **γεωθερμία**. Τα τελευταία χρόνια ο άνθρωπος κατάφερε να αντλήσει τη θερμότητα που βρίσκεται στο έδαφος σε βάθος μερικών μέτρων για θέρμανση χώρων μέσω ειδικών μηχανημάτων, που ονομάζονται γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Τα μηχανήματα αυτά χρησιμοποιούνται και για κλιματισμό.

Είναι μια ανανεώσιμη μορφή ενέργειας που πηγάζει από το εσωτερικό της γης. Μεταφέρεται στην επιφάνεια με θερμική επαγωγή και με την είσοδο στον φλοιό της γης λειωμένου μάγματος από τα βαθύτερα στρώματά της. Για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, ζεστό νερό σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 150οC μέχρι περισσότερο από 370οC μεταφέρεται σε γεωτρήσεις από υπόγειες δεξαμενές σε ειδικές δεξαμενές και με την απελευθέρωση της πίεσης μετατρέπεται σε ατμό. Ο ατμός διαχωρίζεται από τα ρευστά διοχετεύονται σε περιφερειακά τμήματα της δεξαμενής για να βοηθήσουν να διατηρηθεί η πίεση. Αν η δεξαμενή χρησιμοποιηθεί για άμεση χρήση της θερμότητας τα γεωθερμικά ρευστά τροφοδοτούν έναν εναλλακτήρα θερμότητας και να επιστέψουν στη γη. Το ζεστό νερό από την έξοδο του εναλλακτήρα χρησιμοποιείται για την θέρμανση κτηρίων, θερμοκηπίων κ.α.

Υπάρχουν δυο κύριες εφαρμογές της γεωθερμική ενέργειας.

- Η πρώτη βασίζεται στη χρήση της θερμότητας της γης για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και άλλες χρήσεις (θέρμανση κτηρίων, θερμοκηπίων). Αυτή η θερμότητα μπορεί να προέρχεται από γεωθερμικά γκάζερ που φθάνουν με φυσικό τρόπο ως την επιφάνεια της γης ή γεώτρηση στον φλοιό της γης σε περιοχές που η θερμότητα βρίσκεται αρκετά κοντά στην επιφάνεια. Αυτές οι πηγές είναι συνήθως από μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης.
- Η δεύτερη εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας εκμεταλλεύεται τις θερμές μάζες εδάφους ή υπογείων υδάτων για να κινήσουν θερμικές αντλίες για εφαρμογές θέρμανση και ψύξης.

2.9.1.Θερμικές εφαρμογές

Η κυριότερη θερμική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας σήμερα, τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκόσμια, αφορά στη θέρμανση θερμοκηπίων. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στις υδατοκαλλιέργειες, δεδομένου ότι πολλά είδη υδροβίων οργανισμών, όπως χέλια, γαρίδες ή φύκια αναπτύσσονται γρηγορότερα σε αυξημένες θερμοκρασίες(25 έως 30οC). Άλλη διαδεδομένη χρήση της γεωθερμίας είναι η θέρμανση οικισμών. Η θερμική ενέργεια που δεσμεύεται από τη γεωθερμική πηγή διοχετεύεται προς τους χρήστες με την βοήθεια ενός δικτύου αγωγών (τηλεθέρμανση). Στις άνυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές, μια άλλη εφαρμογή μπορεί να είναι θερμική αφαλάτωση θαλασσινού νερού, ενώ στις περιπτώσεις γεωθερμικών ρευστών υψηλής θερμοκρασίας (>150οC) μπορεί να γίνει παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με την εκτόνωση ατμού.

Η Ελλάδα διαθέτει μεγάλο αριθμό επιβεβαιωμένων γεωθερμικών πεδίων που είναι διάσπαρτα σε ολόκληρη σχεδόν τη χώρα, όπως στη Ν.Κεσσάνη Ξάνθης, Νιγρίτα Σερρών, Λαγκαδά, Θεσσαλονίκη, Ελαιχώρα Χαλκιδικής, Στύψη και Άργεννο Λέσβου, Μήλο, Σαντορίνη και Νίσυρο. Η συστηματική εκμετάλλευσή τους μπορεί να επιφέρει στη χώρα μας σημαντικά οφέλη. Γεωθερμική εγκατάσταση σπιτιού

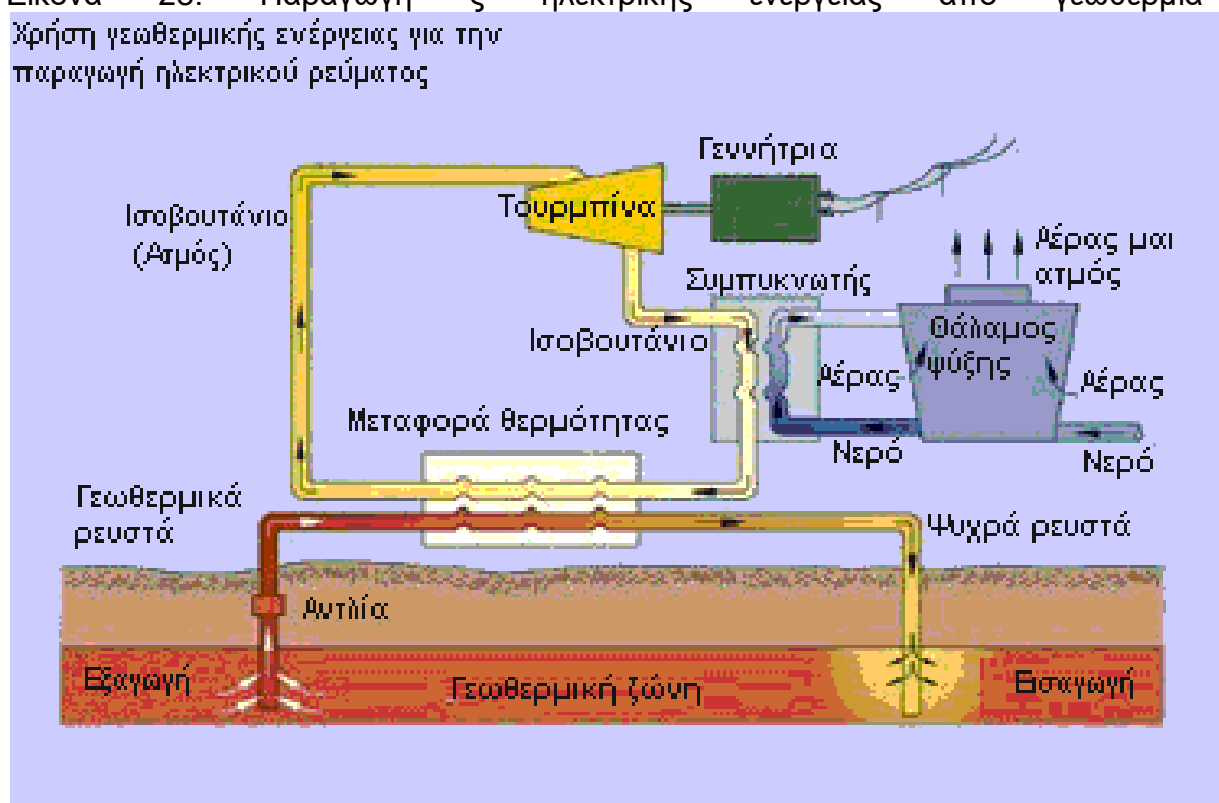
Εικόνα 27. Γεωθερμική εγκατάσταση θέρμανσης-ψύξης



2.9.2. Ηλεκτροπαραγωγή από γεωθερμία

Η παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος, το ζεστό νερό σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 150°C μέχρι περισσότερο από 370°C με γεωτρήσεις από υπόγειες δεξαμένες και με την απλευθέρωση της πίεσης μετατρέπεται σε ατμό. Ο ατμός διαχωρίζεται από τα ρευστά και τροφοδοτεί τουρμπίνες που κινούν γεννήτριες. Τα γεωθερμικά ρευστά παραμένουν στα γειτονικά για να βοηθήσει να διατηρηθεί η πίεση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Εικόνα 28. Παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία
Χρήση γεωθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος



2.9.3. Χρησιμότητα γεωθερμικής ενέργειας

Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας συμβάλει στην:

1. Εξοικονόμηση συναλλάγματος, με μείωση των εισαγωγών πετρελαίου.
2. Εξοικονόμηση φυσικών πόρων, κυρίως με την ελάττωση κατανάλωσης των εγχώριων αποθεμάτων λιγνίτη.
3. Καθαρότερη ατμόσφαιρα

2.9.4.ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ

Οι γεωθερμικές αντλίες είναι από τις πιο αποδοτικές ενεργητικές τεχνολογίες στον κόσμο για τη θέρμανση και ψύξη σπιτιών επιχειρήσεων και διαφόρων εγκαταστάσεων. Χρησιμοποιούν την φυσική θερμοκρασία της γης για τη θέρμανση το χειμώνα και ψύξη και το καλοκαίρι. Εκμεταλλεύονται το πλεονέκτημα ότι η θερμοκρασία του εδάφους δεν ποικίλει από εποχή σε εποχή όπως ο αέρας. Λειτουργεί όπως ένα ψυγείο το χειμώνα μεταφέρει την φυσική θερμότητα της γης στο κτήριο με νερό που κυκλοφορεί σε κλειστούς πλαστικούς σωλήνες που εισάγονται στο έδαφος. Το καλοκαίρι μεταφέρει θερμότητα του κτηρίου στην γη ψύχοντας έτσι το σπίτι. Το ίδιο πλαστικό σύστημα χρησιμοποιείται το καλοκαίρι μεταφέρει την θερμότητα του κτηρίου στην γη ψύχοντας έτσι το σπίτι. Το ίδιο ακριβώς και το χειμώνα, απλά αλλάζει η κατεύθυνση κίνηση του νερού. Είναι πιο αποτελεσματικά από τα κλιματιστικά γιατί τα πρώτα μεταφέρουν την θερμότητα ενώ τα δεύτερα καταναλώνουν ενέργεια για να την δημιουργήσουν.

2.9.4.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Μείωση εισαγωγών πετρελαίου
- Εξοικονόμηση φυσικών πόρων
- Λιγότερες εκπομπές διοξειδίου άνθρακα και ελάχιστες έως μηδενικές οξειδίων του αζώτου και του θείου

2.9.4.1 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Προβλήματα από την απόρριψη των γεωθερμικών ρευστών στο περιβάλλον της περιοχής ή δύσοσμα αέρια (π.χ. υδρόθειο).
- Προβλήματα διάβρωσης και δημιουργίας αποθέσεων, κυρίως στις σωληνώσεις μεταφοράς των ρευστών.

3.ΒΙΟΜΑΖΑ

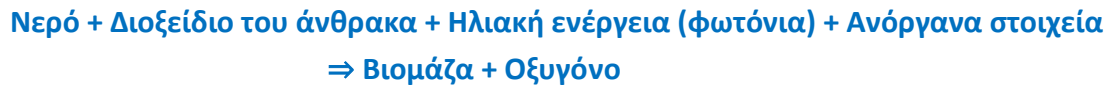
Με τον όρο βιομάζα χαρακτηρίζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί προσλαμβάνουν αυτή την ενέργεια με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα μετά την επεξεργασία και τη χρήση της, ενώ αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση. Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Όλα τα παραπάνω υλικά, που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο αλλά και τα υγρά απόβλητα και το μεγαλύτερο μέρος από τα αστικά απορρίμματα (υπολείμματα τροφών, χαρτί κ.ά.) των πόλεων και των βιομηχανιών μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια.

Η οικονομική εξέλιξη των τεχνολογικών επιτευγμάτων σε συνδυασμό της ανάπτυξης των οικονομιών πολλών χωρών κατέστησε την ζήτηση της ενεργείας αναγκαία με αποτέλεσμα ο μοναδικός τρόπος για να καλυφθεί η ανάγκη να είναι η βιομάζα με πολλές χώρες να αποτελεί για αυτές κυρία αξιοποίηση για την παράγωγη ενέργειας αφού με προϊόντα χαμηλής αξίας παράγεται ενεργεία υψηλής απόδοσης με μηδενικό κόστος, με μηδενική περιβαλλοντική επιβάρυνση.

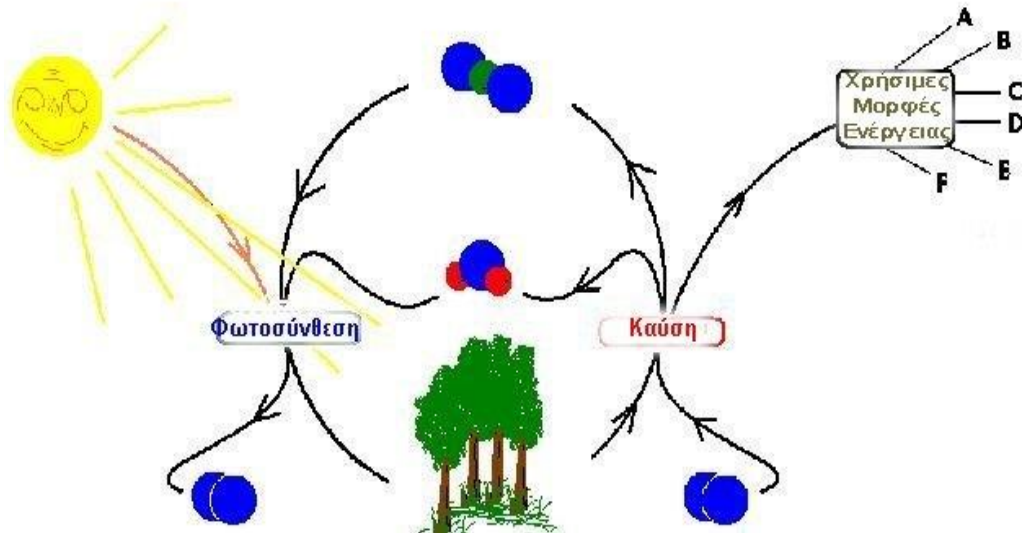
Η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια, αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο κ.ά.). Η χρήση της βιομάζας ως πηγής ενέργειας δεν είναι νέα. Σ'αυτήν, εξάλλου, συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που, μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα, κάλυπταν το 97% των ενεργειακών αναγκών της χώρας.

Η βιομάζα στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή, κατά τον παραδοσιακό τρόπο, θερμότητας στον οικιακό τομέα (μαγειρική, θέρμανση), για τη θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργεία, καθώς και, με τη χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών, στη βιομηχανία (εκκοκκιστήρια βαμβακιού, παραγωγή προϊόντων ξυλείας, ασβεστοκάμινοι κ.ά.), σε περιορισμένη, όμως, κλίμακα. Ως πρώτη ύλη σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται υποπροϊόντα της βιομηχανίας ξύλου, ελαιοπυρηνόξυλα, κουκούτσια ροδακίνων και άλλων φρούτων, τσόφλια αμυγδάλων, βιομάζα δασικής προέλευσης, άχυρο σιτηρών, υπολείμματα εκκοκκισμού κ.ά. Παρ' όλα αυτά, οι προοπτικές αξιοποίησης της βιομάζας στη χώρα μας είναι εξαιρετικά ευοίωνες, καθώς υπάρχει σημαντικό δυναμικό, μεγάλο μέρος του οποίου είναι άμεσα διαθέσιμο. Παράλληλα, η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι, σε πολλές περιπτώσεις, οικονομικά ανταγωνιστική αυτής που παράγεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

Η βιομάζα είναι χημική αντίδραση και διοχετεύεται στην χλωρίδα και πανίδα μέσω μια χημικής διαδικασίας η οποία είναι:



Εικόνα 29. Ενέργεια βιομάζας



Η βιομάζα αποτελεί από ενώσεις που έχουν ως βασικά στοιχεία και κυρίως τον άνθρακα, τον υδρογόνο και το οξυγόνο οι οποίες παράγονται από το διοξείδιο άνθρακα (CO₂) και νερό (H₂O) με την βοήθεια της ηλιακής ενέργειας που απορροφούν η οποία με τον τρόπο αυτόν μετατρέπεται σε περιεχόμενη χημική ενέργεια. Οι ζωικοί οργανισμοί λαμβάνουν την ενέργεια μέσω της τροφής και αποθηκεύουν και ένα μέρος του. Η ενέργεια που προέρχεται από την ζωική και την φυτική βιομάζα προέρχεται μετά από την επεξεργασία και τη χρήση της π.χ ως καύσιμη ύλη. Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με επιπλέον (CO₂) καθώς αυτό ανακυκλώνεται.

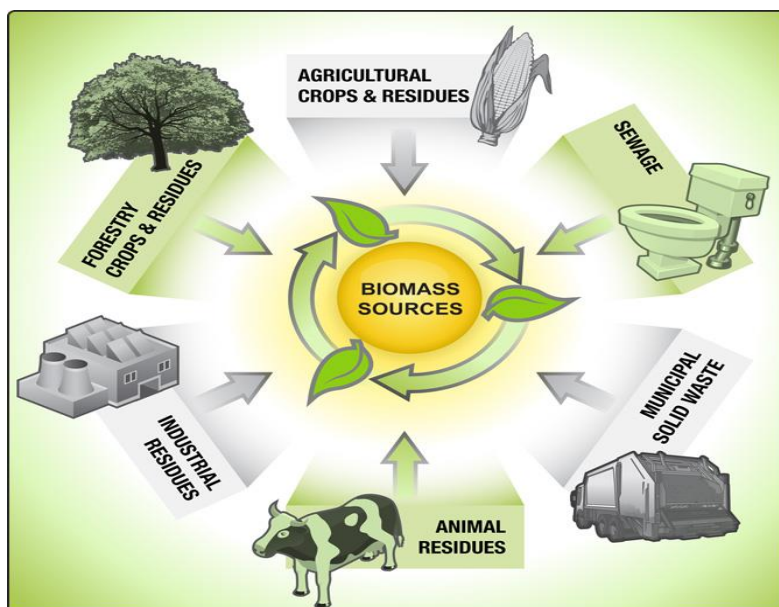
Η ενέργεια που προέρχεται από την βιομάζα στηρίζεται στην αρχή της διατήρησης της ενέργειας. Τα φυτά της δεσμεύουν ηλιακή ενέργεια μέσω της φωτοσύνθεσης με την μορφή της χημικής ενέργειας.

3.1.ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η βιομάζα κατηγοριοποιείται αναλογα με την μορφη που προκυπτει ως υπολλειματικο και αποβλητο προιον απο καθε παραγωγικη διεργασια ,οι οποιες ειναι οι εξης:

- **Γεωργικά υπολείμματα και απόβλητα:**περιλαμβάνονται απόβλητα από κάθε γεωργικής διαδικασίας και επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων π.χ.(άχυρα κληματαρίες,άχυρα και πυρήνες φρούτων)
- **Δασικά υπολλείμματα και απόβλητα:**περιλαμβάνει υπολλείμματα δασικών καθαρισμών, τα υπολλείμματα ξύλου από βιομηχανίες χάρτου και πολτού, τα ξυλουργεία (πριονίδι) άχρηστα ξύλινα προϊόντα,υπολλείμματα υλοτομίας,μη εμπορεύσιμα δέντρα,νεκρά ξύλα,υπολλείμματα κήπων.
- **Κτηνοτροφικά υπολλείμματα και απόβλητα:**περιλαμβάνει όλα τα απόβλητα κάθε κτηνοτροφικής διαδικασίας ,πχ(περιτώματα ζων και με επιτρεπτόμενα προϊόντα που προέκυψαν απο την παραγωγική διαδικασία.
- **Αγροτικά και Βιομηχανικά απόβλητα :**περιλαμβάνει απόβλητα και ακατάλληλα προϊόντα σφαγείων,τυροκομείων,δασοκομείων,χυμοποιείων, ελαιουργίων κ.α
- **Ελαιουχες υλες:**περιλαμβάνει εξεδετουρουμένα φυτικά έλαια και άποβλητα ζωικά λίπη,λιπαρά οξέα κ.α
- **Αστικά αποβλητα:**περιλαμβανει το μεγαλο φασμα στερεων απορριματων και αστικά λύματα καθώς αστική απόβλητη στερέη βιομάζα.
- **Ενεργειακες καλλιεργιες :**περιλαμβάνει το σύνολο των φυτικών καλλιεργειών που μπορεί να καλύψει

Εικόνα 30. Πηγές βιομάζας



3.1.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

- Η χρήση αποβλήτων και υπολειμμάτων υφιστάμενων εγκαταστάσεων, ως πρώτη ύλη για τις μονάδες βιομάζας/βιοαερίου, επιλύει περιβαλλοντικής και υγειονομικής φύσης ζητήματα. Προλαμβάνονται προβλήματα ρύπανσης που μπορεί να προκύψουν από τη μη-ασφαλή και ανεξέλεγκτη διάθεση των οργανικών αποβλήτων
- Η χρήση της βιομάζας, είτε ως πρώτη ύλη για μονάδες συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού είτε με την μορφή pellets, αποτελεί ένα οικονομικά αποδοτικό μέσο μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Πρόκειται για φυσικής προέλευσης υλικά, τα οποία κατά τη χρήση τους απελευθερώνουν ουσιαστικά όσο διοξείδιο του άνθρακα έχουν απορροφήσει κατά τη διάρκεια της ζωής τους με αποτέλεσμα να μην επιβαρύνουν το περιβάλλον, σε αντίθεση με την χρήση των ορυκτών καυσίμων.
- Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα/βιοαέριο παρέχουν εγγυημένη ισχύ και συμβάλλουν στη σταθερότητα της λειτουργίας του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας.
- Μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα
- Εξασφάλιση θέσεων εργασίας και συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών

3.1.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΜΑΖΑΣ

- Μεγάλος όγκος και υψηλή περιεκτικότητα υγρασίας, ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας
- Δυσκολία συλλογής, μεταφοράς, αποθήκευσης, έναντι συμβατικών καυσίμων
- Υψηλό κόστος αξιοποίησης – Δαπανηρές εγκαταστάσεις και εξοπλισμός
- Χωρική διασπορά και εποχιακή παραγωγή
- Για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα συνεργάζονται δύο διαφορετικού χαρακτήρα συστήματα (ένα σύστημα τροφοδοσίας που παράγει, συλλέγει και παραδίδει το καύσιμο και ένας σταθμός που παράγει και διαθέτει τον ηλεκτρισμό.)
Η χρήση του βιοκαυσίμου συγκριτικά με αυτό του πετρελαίου είναι σχετικά ακριβότερη αλλά με την συνεχή αύξηση των τιμών του πετρελαίου η βιομάζα αποτελεί πλέον φθηνότερη χρήση σε συνδυασμό της ανάπτυξης της τεχνολογίας αξιοποίησης του, καθιστά επικρατέστερα στην επιλογή του για την κάλυψη ζήτησης ενέργειας και μάλιστα την γρήγορη απόσβεση από την επένδυση.

3.1.3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

1. Παραγωγή θερμότητας με τη χρήση της βιομάζα

Η αρχική αξιοποίηση της βιομάζας είναι καύση με αποτέλεσμα να εκλύεται θερμότητα υψηλής θερμοκρασίας της τάξης 1500° C και η χρήση της είναι για θέρμανση αλλά με μόνο μειονέκτημα τον βαθμό απόδοσης όπου είναι χαμηλός. Αυτό παρατηρείται κυρίως στα παλαιά τζάκια και που φτάνει στο 20% και πλέον αυτό διαφοροποιείται με τα καινούργια τζάκια που φτάνει τα 70%-80%.

2. Θέρμανση κτηριών

Η βασικότερος τρόπος θέρμανσης των κτηρίων και γενικότερα είναι μίας κατοικίας είναι τα τζάκια με καύσιμο κυρίως το ξύλο και ένα ενιαίο σύστημα κεντρικής θέρμανσης με ένα κεντρικό καυστήρα και που μέσα του χρησιμοποιεί το πετρέλαιο για κύριο καύσιμο να διανέμεται με αγωγούς η θερμότητα στα θερμαντικά σώματα που υπάρχουν σε κάθε όροφο. Μια τέτοια παρόμοια εγκατάσταση υπάρχει στην περίπτωση που αναφέρουμε εμείς με βασική διαφορά, η πρώτη ύλη να αποτελεί πυρηνόξυλο.

Το πυρηνόξυλο από την φύση είναι διαβρωτικό λόγω των οξέων που περιέχει, ο καυστήρας που μπαίνει θα πρέπει είναι αρκετά ανθεκτικός και σε συνδυασμός με τον σύστημα παροχής αέρα βοηθάει στην καύση, καθιστά ενεργειακά ωφέλιμη όλη την διαδικασία θέρμανσης. Αξιοσημείωτο είναι το κόστος αγοράς του πυρηνόξυλου είναι πιο ακριβό από του πετρελαίου μα είναι προτιμότερο λόγω ωφέλιμης ενεργειακής κάλυψης.

3. Τηλεθέρμανση με την χρήση της βιομάζας

Σκοπός της τηλεθέρμανσης είναι να παράγει ζεστό νερό με κάθε μορφή βιομάζας και να το μεταφέρει μέσω ενός ενιαίου συστήματος αγωγών και ενός κεντρικού καυστήρα συνδεδεμένο με ένα υπόγειο μονωμένο αγωγό και την μεταφορά του ζεστού νερού στην περιοχή που χρειάζεται να καλυφθεί η ανάγκη θέρμανσης.

Η λειτουργία της στηρίζεται κυρίως σε δύο σωλήνες που ο καθένας λειτουργεί αντίστροφα δηλ ο ένας σωλήνας συμβάλει στην μεταφορά του νερού στην περιοχή και άλλος στην επαναφορά του νερού στον λέβητα για επαναθέρμανση σε βαθμό 1°C/km σωλήνα.

4.Θέρμανση θερμοκηπίων

Στην περίπτωση των θερμοκηπίων η θέρμανση πραγματοποιείται με ένα επιδαπέδιο σύστημα σωληνώσεων συνδεδεμένο με ένα κοινό λέβητα μαζί έναν ανεμιστήρα που βοηθάει στην καύση της βιομάζας και πιο συγκεκριμένα το ελαιοπυρηνόξυλο το οποίο διοχετεύεται με μια κοχλιωτή έλικα μέσα στον καυστήρα. Η θερμοκρασία του νερού κατά την μεταφορά στον χώρο φτάνει 55°C και η επιστροφή του νερού για να επαναθέρμανση κυμαίνεται χαμηλότερα της τάξης των 5°C-8°C και με βασικό χαρακτηριστικό είναι σταθεροποίηση της θερμοκρασίας μικρό χρονικό διάστημα.

5.Χρήση βιομάζας για συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού

Μια βασική χρήση της είναι αξιοποίησης της για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θέρμανσης ταυτόχρονα. Η συμβολή της βιομάζας οφείλεται στην καύση της, ο ατμός που δημιουργείται μέσα από αυτήν διοχετεύεται στον ατμοστρόβιλο που κινεί την γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι πηγές της είναι πυρηνόξυλο και σε χώρες του εξωτερικού είναι δασικές φυτείες και ανάμειξης άνθρακα. Βασικό χαρακτηριστικό είναι ότι η ενέργεια που παράγεται είναι υψηλής απόδοσης.

6.Δημιουργία ενεργειακών φυτειών.

Τα υπολείμματα της όλων των γεωργικών δραστηριοτήτων αποτελεί την βιομάζα που χρησιμοποιείται στην παραγωγή ενέργειας αποτελούν την ενεργειακές φυτείες.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά μια ιδανικής ενεργειακής φυτείας είναι

1. υψηλή απόδοση λόγω ξηράς σύνθεσης
2. Μικρές ενεργειακές ανάγκες κατά την παραγωγή
3. Σύνθεση με χαμηλούς ρυπαντές
4. Χαμηλές ανάγκες θρεπτικής επεξεργασίας

Παραδείγματα ενεργειακών φυτειών π.χ τα υπολείμματα γεωργικών δραστηριοτήτων (σαάκχαρα, άμυλο) και παράγεται βιοαιθανόλη και τα φυτικά ελαια βιολογικού ντίζελ. Επιπροσθέτως, η συγκομιδή όλων των αυτών συμβάλει σημαντικά στην μείωση ρύπανση του περιβάλλοντος.

7. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα στερεά απορρίμματα πτηνοτροφικών μονάδων

Όλα τα απόβλητα πτηνοτροφικών μονάδων έχουν μεγάλη θερμογόνο αξία λόγω της συστασης των υπολειμάτων, πριονόδια ξύλου και άχυρο και είναι κατάλληλα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η μεταφορά των αποβλήτων γίνεται σε ένα χώρο διαμορφωμένο σε κατάλληλη πίεση λόγω δυσοσμίας και μετέπειτα διαδικασία που ακολουθείται είναι καύση στους 850°C και οι ατμοί που δημιουργούνται διοχετεύονται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα αέρια που παράγονται φιλτράρονται και επεξεργάζονται και η σκόνη που προκύπτει γίνεται περισυλλογή αφού είναι πλούσια σε κάλιο και φωσφορικά έλαια και γίνεται κατάλληλο για λίπασμα το οποίο διατίθενται προς πώληση για γεωργικές καλλιέργειες.

8. Καύση της βιομάζας μαζί με στερεά συμβατικά καύσιμα

Η συμπαραγωγή ενέργειας βιομάζας με στερεά συμβατικά καύσιμα βάση μελετών θεωρείται το άμεσο μέλλον στην ενέργεια. Η εκδοχή της αυτής της παραγωγής προκειμένου να καθιερωθεί θα πρέπει να ξεπεραάσει κάποια βασικά εμπόδια τεχνικού και κυρίως οικονομικού λόγου. Το παράδειγμα της βιομάζας του ξύλου στην προκειμένη περίπτωση έχει κάποια πλεονεκτήματα ως προς την ποιότητα του καύσιμης ύλης με βασικό χαρακτηριστικό της χαμηλής υγρασίας και της υψηλής θερμογόνου αξίας σε αντίθεση με το κάρβουνο που μειονεκτεί και σε ενεργειακή απόδοση αλλά και σε κόστος. Το αξιοσημειώτο είναι ότι η οικονομικά και οι δύο καύσιμες ύλες παραμένουν ίδιες διότι στην περίπτωση της βιομάζας υπόκεινται κάποιες πρώιμες διεργασίες όπως η περισυλλογή η επεξεργασία και μεταφορά στο σημείο καύσης φτάνει να αγγίζει το κόστος του άνθρακα και επίσης και τις μηχανολογικές τροποποιήσεις της μονάδας. Το προτιμότερο είναι να θεωρηθεί η βιομάζα σαν συμπληρωματική καυσίμη ύλη.

Εικόνα 31. Πίνακας αξιοποιήσιμης βιομάζας απο ενεργειακές καλλιέργειες

Χώρα	Ενεργειακές καλλιέργειες μεγάλης κλίμακας	Τελικό προϊόν	Χρήσεις	Τόνοι ή στρέμματα/έτος
Βραζιλία	Καλλιέργεια Ζαχαροκάλαμο	Βιοαιθανόλη	Καυσιμο μεταφορας	9000000 τόνοι /έτος
ΗΠΑ	Καλαμπόκι	Βιοαιθανόλη	Καυσιμο μεταφορας	4.000.000 τόνοι /έτος
Γαλλία	Ζαχαρότευτλα, σιτάρι	Βιοαιθανόλη	Καυσιμο μεταφορας	75.000 τόνοι /έτος
Σουηδία	Ελαιοκράμβη και ηλίανθος	Βιοντήζελ	Καυσιμο μεταφορας	500.000 τόνοι /έτος
Άλλες χώρες της ΕΕ	Ιτιά	Πελέτες ξύλου	Καυση	1.7000.000 στρέμματα/έτος

Εικόνα 32. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Καύσιμο	Υγρασία%	Θερμογόνος δύναμη (Kcal/kg)	Τέφρα %
Ξύλο	15	3700	0 – 1,5
Χαρτί	6	3500	6
Φλοιός βαμβακόσπορων	9	3500	12
Φλοιός ξηρών καρπών	11--20%	3200-4400	1 – 4
Άχυρο	8	3400	2
Ορυζοφλοιός	9	2900	18 – 20
Υπολείμματα εκκοκκιστηρίου βάμβακα	13	3500	16

3.2. ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ

Οι τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας για τη παραγωγή ενέργειας χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες και με τις παρακάτω υποδιαδικασίες:

- **Θερμοχημική μετατροπή**
- **Βιολογική μετατροπή**
- **Χημική μετατροπή**

Κάθε κατηγορία από τις παραπάνω έχει κάποιες βασικές διαδικασίες οι οποίες είναι :

- **Θερμοχημική :Καύση**
 - :Πυρόλυση**
 - :Αεροποίηση**
 - :Ανθρακοποίηση**
- **Βιολογική : Αναερόβια χώννευση**
 - :Αλκοολική ζύμωση**
- **Χημική :Εστεροποίηση**

Η καθεμία από τις διαδικασίες έχει σκοπό να παράγει κάποιο προϊόν τα οποίο είναι χρήσιμο ως καύσιμη ύλη σε στερεή υγρή και αέρια μορφή για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Τα παραγόμενα προϊόντα που προκύπτουν από τις διαδικασίες μετατροπής είναι υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Μερικά από τα προϊόντα είναι π.χ η Αιθανόλη, βιοέλαιο, βιοντήζελ, βιοαέριο, χούμους. Η ύλη της βιομάζας που αναφέρεται στη παρακάτω μέθοδο επεξεργασίας είναι το ξύλο της ελιάς.

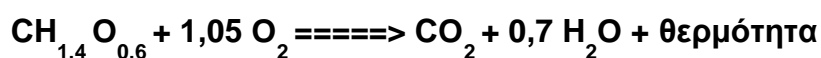
3.2.1. ΚΑΥΣΗ

Η διαδικασία της καύσης είναι από τους πιο άμεσους τρόπους μετατροπής ενέργειας της βιομάζας έχοντας τις κατάλληλες συνθήκες για την πραγματοποίησή της. Οι μάζες της βιομάζας που είναι έτοιμες να αξιοποιηθούν συνήθως περνάνε από μια μορφή μικρής επεξεργασίας όπως το τεμαχισμό σε μικρότερες μορφές και επίσης συνιστάται έλεγχος στην υγρασία που πρέπει να είναι κάτω της τάξης του 20% διότι επηρεάζει στην απόδοση της καύσης. Η βιομάζα που χρησιμοποιείται είναι τα υπολλείματα ξύλου. Σημαντική διαφορά μεταξύ της βιομάζας και άνθρακα είναι $\frac{3}{4}$ είναι πτητικά υγρά της παραγόμενης ενέργειας ενώ ο άνθρακας περιέχει κάτω από το 50 % της ενέργειας του και πολύ πιο βασικό είναι ότι εκλύει περισσότερους ρύπους. Τα μηχανήματα που γίνεται η καύση είναι μεγάλοι βραστήρες σε υψηλές θερμοκρασίες και υψηλής πίεσης οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι σε εναλλάκτηρες θερμότητάς. Η συμβολή της καύσης είναι στην συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (CHP). Τα συστήματα θερμότητας φτάνει της μεγάλης κλίμακας βιομηχανικής χρήσης (>3000MW).

Η βιομηχανική καύση διαθέτει μερικές ιδιαιτερότητες στο μηχανολογικό εξοπλισμό και το σύστημα τροφοδοσίας να διαφέρει αφού η παροχή του καυσίμου

ύλης περνάει απο καμία επεξεργασία, τεμαχισμός και πύκνωση. Η επεξεργασμένη – βιομηχανική καύσιμη υλη ονομαζεται RFD (Refuse Derived Fuels) και ακομα περισσοτερη επεξεργασιας και συνηθως την πυκνωση ονομαζεται d- RFD densified- (Refuse Derived Fuels) και αξίζει να σημειωθεί ότι καύσιμο RDF παράγεται και στη χώρα μας, στο εργοστάσιο ανακύκλωσης στα Άνω Λιόσια, το οποίο μετατρέπει σχεδόν το 1/3 των απορριμμάτων της Αττικής σε ανακυκλώσιμα υλικά. Συγκεκριμένα το εργοστάσιοδέχεται καθημερινά 1380 τόνους απορρίμματα, 300 τόνους λάσπης (από τη Ψυτάλλεια) και 130 τόνους κλαδιά και χόρτα. Μετά από κατάλληλη επεξεργασία παράγει ημερήσια 370 τόνους RDF ως σύνθεση πλαστικού και χαρτιού, αλλά και 360 τόνους κομπόστ (εδαφοβελτιωτικό), 40 τόνους σιδηρούχα υλικά που χρησιμοποιούνται στη χαλυβουργία και 5 τόνους αλουμίνιου.

Κατά την καύση η βιομάζα αντιδρά με την με το οξυγόνο και παράγεται CO_2 , H_2O και θερμότητα όπως φαίνεται πιο κατω:



3.2.2. ΠΥΡΟΛΗΣΗ

Η διαδικασία της πυρόλησης είναι άλλη μορφή καύσης, πιο σύγχρονης από την απλή καύση και με μια βασική διαφορά με την απουσία οξυγόνου διότι ο αέρας μειώνει τα επίπεδα θερμοκρασίας της αντίδρασης, μειώνοντας αντιστοίχως και το κόστος κατασκευής της μονάδας αεριοποίησης ενώ το κόστος του καθαρού οξυγόνου είναι αρκετά υψηλό και διευκολύνει το γενικότερο έλεγχο της διαδικασίας αφού δεν υπάρχει αντίδραση του οξυγόνου με το άζωτο. Το άζωτο συμπεριφέρεται ως διαλύτης που μειώνει την ευαισθησία της θερμοκρασίας αντίδρασης σε διακυμάνσεις της ροής των αερίων. Όμως η περιεκτικότητα του παραγόμενου αερίου σε άζωτο μειώνει τη θερμογόνο ικανότητα του παραγόμενου αερίου.

Τα προϊόντα της πυρόλησης βρίσκονται σε ποικίλες μορφές, το οποίο εξαρτάται από τον τύπο της βιομάζας, από την θερμοκρασία και την πίεση της λειτουργίας του αντιδραστήρα στον οποίο γίνεται η παραγωγή.

Τα παραγόμενα προϊόντα που προκύπτουν είναι υψηλής ενεργειακής απόδοσης που φτάνει το 80%-90% και σκοπό έχουν την δημιουργία καυσίμων δευτερογενή τομέα ώστε να αξιοποιηθούν και αυτά με την σειρά τους για άλλες χρήσεις.

Η επεξεργασία της πρώτης της βιομάζα είναι περιπού ίδια με την καύση με την διαχώριση και τον τεμαχισμό να αποτελούν απαραίτητη διαδικασία καθώς επίσης η θερμοκρασία που θα υπάρξει θα εξαρτηθεί η ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος.

Η χημική αντίδραση της πυρόλυσης βιομάζας είναι:



Εικόνα 33. Πίνακας κατηγοριών πυρόλυσης

ΕΙΔΟΣ	ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΠΡΟΙΟΝ στερεο/υγρο/αεριο wt%	ΧΡΗΣΗ
ΤΑΧΕΙΑ ΠΥΡΟΛΥΣΗ	ΘΕΡΜ.ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 500 C ΧΡΟΝ.ΟΡΙΟ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ 1 sec	75/ 12/13	ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ
ΜΕΣΑΙΑ ΠΥΡΟΛΥΣΗ	ΘΕΡΜ.ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 500 C ΧΡΟΝ.ΟΡΙΟ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ 10-20 sec	50/20/30	ΥΓΡΑ ,ΑΕΡΙΑ ΣΤΕΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΣΗ ΧΗΜΙΚΩΝ
ΑΡΓΗ ΠΥΡΟΛΥΣΗ	ΘΕΡΜ.ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 400 C ΧΡΟΝ.ΟΡΙΟ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ:ΜΕΓΑΛΟ	30/35/35	ΥΓΡΑ ,ΑΕΡΙΑ ΣΤΕΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΣΗ ΧΗΜΙΚΩΝ

Για την επιτυχημένη μετατροπή της βιομάζας είναι απαραίτητη η προεπεξεργασία της: τεμαχισμός σε ομοιόμορφα μικρά κομμάτια (μικρότερα από 10 mm) και ξήρανσή της ώστε η υγρασία της να είναι μικρότερη από 10%. Με ορθό ενεργειακό σχεδιασμό της μονάδας πυρόλυσης, η απαιτούμενη θερμότητα για τη ξήρανση της βιομάζας μπορεί να προέλθει από την ίδια την μονάδα, μειώνοντας έτσι τα λειτουργικά της κόστη και ενισχύοντας το περιβαλλοντικό της αποτύπωμα. Η διαδικασία της πυρόλυσης περιλαμβάνει τεσσερα σταδια θερμοκρασίας στις διεργασίες της:

1ο στάδιο: Στο στάδιο αυτό η θερμοκρασία αγγίζει τους 100°C-120°C, με βασικό χαρακτηριστικό να είναι την τροφοδοσία της βιομάζας να ξεκινά την ξήρανση με την αφαίρεση της υγρασίας μέσα στην κλίνη του αντιδραστήρα.

2ο στάδιο: Το στάδιο αυτό φτάνει την στους 275 °C, σε εκείνη την φάση παρατηρείται έκλυση αερίων N₂, CO, CO₂ και επιπλέον απόσταξη οξικών οξέων και μεθανόλη.

3ο στάδιο: Βρισκόμαστε στην φάση που η θερμοκρασία να αγγίζει τους 350 °C-400°C να πραγματοποιούνται εξώθερμες αντιδράσεις λόγω πολύπλοκων χημικών μιγμάτων (κετόνες φαινόλες εστέρες) όπως CO₂, H₄, CH₄. Μπορεί να αποφευχθεί αν χρησιμοποιήσουν οι κατάλληλοι καταλύτες.

4 ο στάδιο: Στο τελευταίο στάδιο αγγίζει τους 500°C δημιουργούνται σε μεγάλο ποσοστό H₂ και CO₂ και απομακρύνονται πτητικά υγρά και άνθρακας μαζί με την τέφρα αποτελούν υπολείματα.

Το τελικό αποτέλεσμα είναι η παραγωγή στερεών υγρών και αέριων προϊόντων.

3.2.2.1.Βασικά χαρακτηριστικά παραγωγής βιοελαίου

Για την παραγωγή βιοελαίου καθιστά κάποιες βασικές λειτουργικές συνθήκες απαραίτητες προκειμένου να παραχθεί, με αυτές να είναι :

1. Πολύ μεγάλους ρυθμούς θέρμανσης και γρήγορη μεταφορά θερμότητας
2. Λεπτόκοκη τροφοδοσία (2mm²) και 10% υγρασία
3. Προσεκτική ρύθμιση θερμοκρασία αντιδραστήρα στους 500°C και θερμοκρασία αερίου 400°C-450°C
4. Μικρός χρόνος παραμονής του αερίου
5. Ταχεία ψύξη του αερίου κατά την έξοδο για μέγιστη παράκρατηση βιοελαίου

Τα χαρακτηριστικά παραγωγής βιοελαίου κάνουν ξεκάθαρη το είδος της ταχείας πυρόλυσης όπου το παραγόμενο προϊόν είναι έτοιμο φτάνει ενεργειακή απόδοση της τάξης των 75%-80% να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την κάλυψη θερμικών αναγκών.

Η ελαιώδης πίσσα (βιοέλαιο) που προκύπτει από την πυρόλυση της βιομάζας έχει την ακόλουθη σύνθεση :

Άνθρακας 51%
Υδρογόνο 8%
Οξυγόνο 40%
Άζωτο 0,9%
Θείο 0,01%
Τέφρα 0,09%

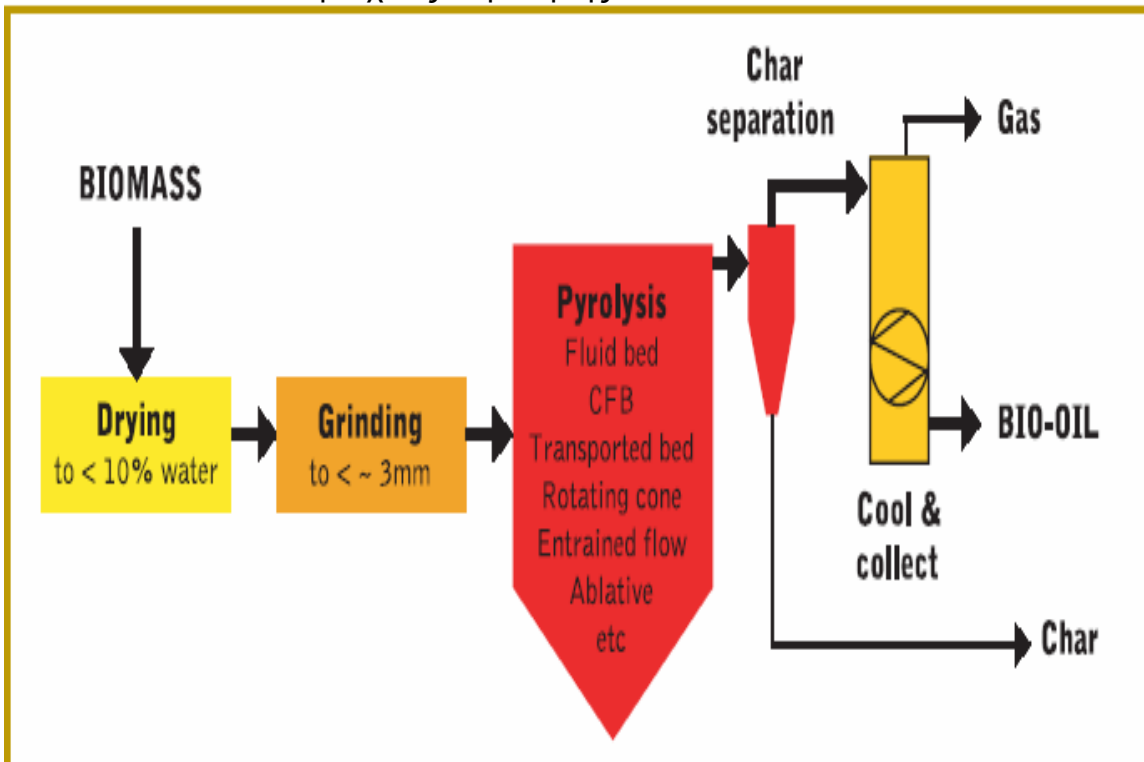
Η θερμαντική αξία του βιοελαίου που προκύπτει από την πυρόλυση κλαδοδεμάτων ελιάς είναι 8263 kcal/kg.

3.3.ΤΑΧΕΙΑ ΠΥΡΟΛΗΣΗ

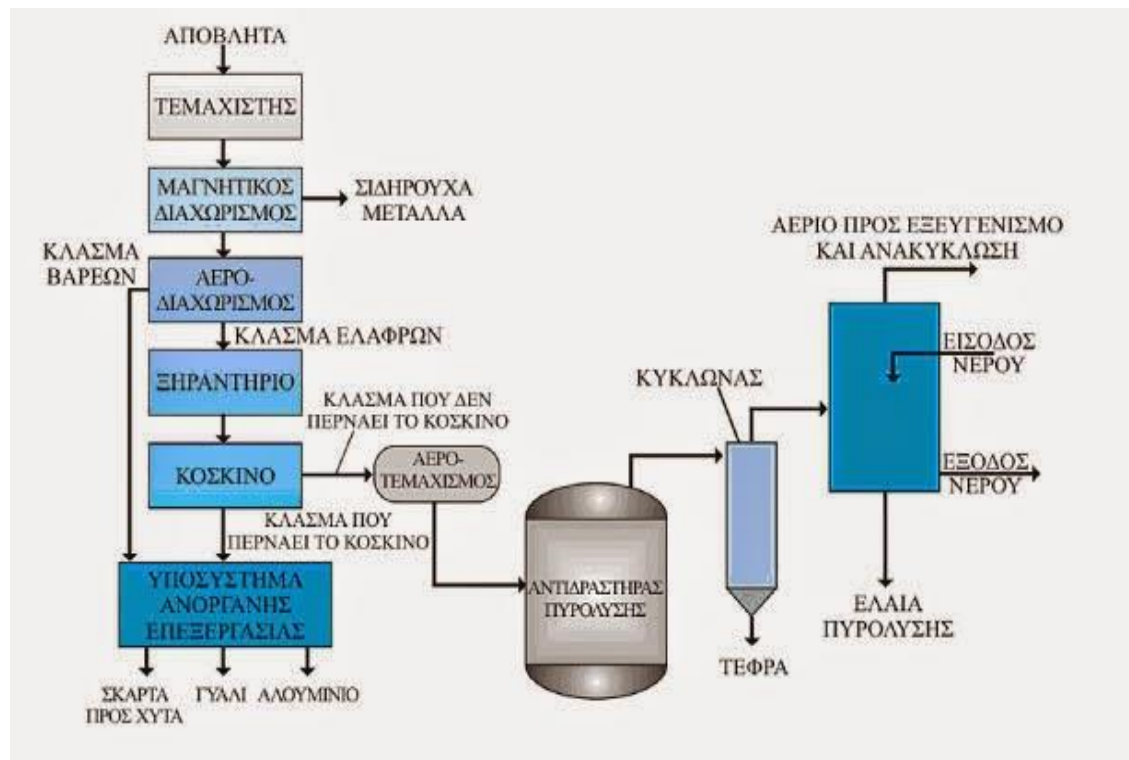
Βασικά χαρακτηριστικά αυτής της διαδικασίας είναι η σωστή διαχείριση της βιομάζας, διαφορετικής προέλευσης ικανό να παράγει ένα καθαρό ομοιογενές προϊόν έτοιμο για χρήση ως καύσιμο για άλλες χρήσεις και χημικές εφαρμογές. Ο ενεργειακή πυκνότητα του βιοελαίου που παράγεται είναι πέντε φορές μεγαλύτερη από την αρχική βιομάζα, το οποίο λύνει το διαχειριστικό πρόβλημα. Η χρήση βρίσκει μεγάλη εφαρμογή σε σε μεγάλους ατμοηλεκτρικούς στρόβιλους ενέργειας και τέλος

υπάρχει μεγάλη ευελιξία στην μεταφορά του καυσίμου απο το σημείο παραγωγής στο σημείο που θα χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο πχ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θα εξαλείψει προβλήματα στην διανομή σε τυχόν απώλειες δικτύου. Όλα αυτά πλεονεκτήματα βοηθούν κινητοποιούν τους αρμόδιους να αναπτυχθεί περισσότερες μονάδες σαν και αυτές.

Εικόνα 34. Απεικόνιση ταχείας πυρόλησης



Εικόνα 35. Διαδικασίας πυρόλησης



3.4 ΑΕΡΟΠΟΙΗΣΗ

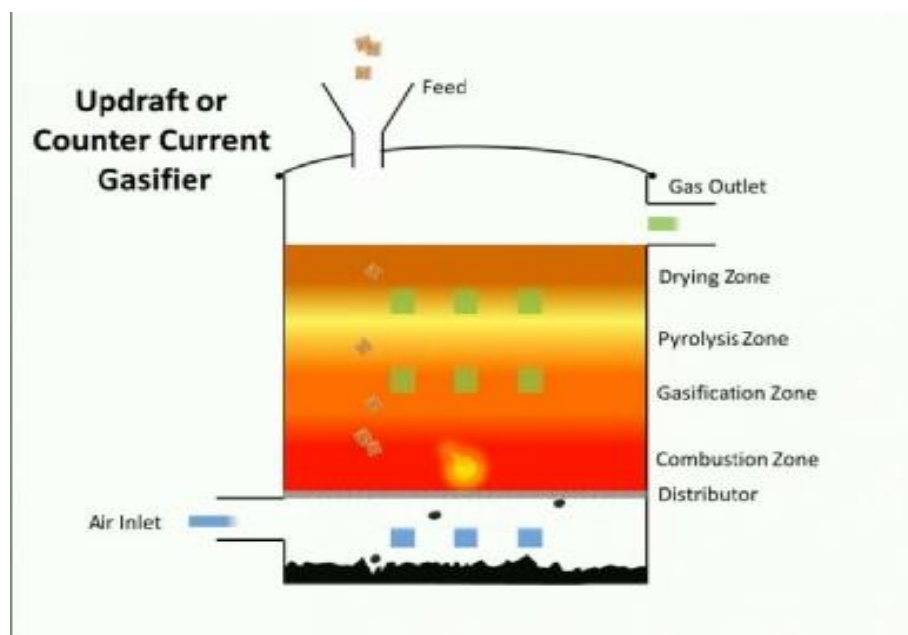
Αεριοποίηση είναι η θερμοχημική διεργασία μερικής οξειδωσης κατά την οποία παράγουμε καύσιμο αέριο από τη στερεά βιομάζα. Η βιομάζα θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία παρουσία ατμού, αέρα ή οξυγόνου. Όμως, αν και η χρήση καθαρού οξυγόνου ενδείκνυται, αφού προκύπτει καλύτερο καύσιμο, συνήθως αποφεύγεται λόγω του υψηλού κόστους.

Η βασική διαδικασία που ακολουθείται στη μέθοδο της αεριοποίησης, είναι αρχικά η θέρμανση της βιομάζας (περίπου στους 100 °C) προκειμένου να υποστεί ξήρανση και να εξατμιστεί το νερό που περιέχεται σε αυτή. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται πυρόλυση της βιομάζας (περίπου στους 300 °C), κατά την οποία το καύσιμο χάνει περίπου το 70% του βάρους του και σχηματίζεται ανθρακούχο υπόλειμμα. Τα υποπροϊόντα αυτού του σταδίου, τα οποία δεν αεριοποιούνται, είναι η τέφρα και το κάρβουνο. Με την καύση που πραγματοποιείται στο επόμενο στάδιο (~1400°C), το ανθρακούχο υπόλειμμα οξειδώνεται και καίγεται μέρος των άλλων παραγόμενων προϊόντων της πυρόλυσης. Τέλος, στο στάδιο της αεριοποίησης (~1000 °C), το ανθρακούχο υπόλειμμα με τη βοήθεια του μέσου αεριοποίησης που έχει επιλεγεί, αντιδρούν και παράγουν το επιθυμητό αέριο καύσιμο (syngas). Το τελικό παραγόμενο αέριο (syngas) είναι ένα μίγμα αερίων. Αποτελείται από: Μονοξείδιο του άνθρακα (CO), διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), υδρογόνο (H₂), μεθάνιο (CH₄), υδρατμούς (H₂O), ίχνη υδρογονανθράκων (π.χ. C₂H₆) και άζωτο

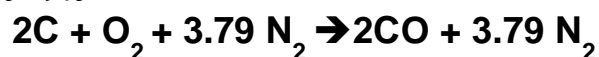
(N₂), αν στη διαδικασία χρησιμοποιηθεί ο αέρας και όχι καθαρό οξυγόνο. Εκτός από τα παραπάνω συστατικά, στο τελικό παραγόμενο αέριο εμφανίζονται και σωματίδια πίσσας, τέφρας, αμμωνίας, οξέων και λοιπών υδρογονανθράκων. Το syngas χρησιμοποιείται κυρίως σε μηχανές εσωτερικής καύσης και αεροστροβίλους. Υπάρχουν διάφοροι τύποι αεριοποιητών. Η επιλογή γίνεται με βάση τον τύπο της βιομάζας (σύνθεση – υγρασία) που έχουμε στη διάθεσή μας. Ενδεικτικά, υπάρχουν αεριοποιητές όπου ο αέρας εισέρχεται από το κάτω μέρος του στερεού καυσίμου, αεριοποιητές που εισέρχεται από πάνω, αεριοποιητές ρευστοποιημένης κλίνης κ.α.

Το αέριο σύνθεσης δεν χρησιμοποιείται απευθείας, καθώς εξέρχεται από τον αντιδραστήρα, στις μηχανές παραγωγής ενέργειας. Είναι απαιτούμενη η προεπεξεργασία του ώστε να μειωθούν οι ποσότητες των ακαθαρσιών που περιέχονται σε αυτό (πίσσα, αμμωνία, θείο, κ.λπ.) καθώς και η ψύξη του. Παράλληλα, εκτός του αερίου σύνθεσης, η διεργασία παράγει και κάποιες ποσότητες πίσσας (η ποσότητας της οποίας εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως π.χ. το είδος της βιομάζας). Εξαιτίας της υψηλής θερμογόνου δύναμης της, ως βέλτιστος τρόπος διαχείρισής της πίσσας θεωρείται η ενεργειακή εκμεταλλευσή της εντός της μονάδας αεριοποίησης. Αναμφίβολα η αεριοποίηση της βιομάζας είναι μια τεχνολογία πιο πολύπλοκη και με λιγότερες εμπορικές εφαρμογές, σε σχέση με την συνήθη καύση της βιομάζας. Τα πλεονεκτήματα, όμως, που παρουσιάζει, με κυριότερο όλων την πολύ μεγάλη αύξηση της ενεργειακής απόδοσης της μονάδας, έχει οδηγήσει στον διαρκή πολλαπλασιασμό τέτοιου είδους μονάδων στην «αιχμή της τεχνολογίας», τα τελευταία χρόνια

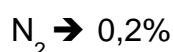
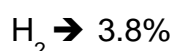
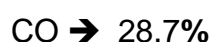
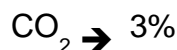
Εικόνα 36. Αεριοποιητής



Η διαδικασία παραγωγής καθίσταται να είναι χημική αντίδραση η οποία αποτυπώνεται ως εξής



Η συνθεση της αερίου syngas έχει την εξής συνθεση :



Η παραγωγή της του αερίου syngas παραγματοποιείται με τους τρεις παράγοντες αέρα και οξυγόνου,μα η χρήση του κάθε ενα συμβάλει στην άμεσα στην ενεργειακή απόδοση και στην θερμογόνο δύναμη του παραγόμενου αερίου.Οι διαφορές εντοπίζονται είναι η εξής:

1 η περίπτωση (ΑΕΡΑΣ): Η περίπτωση του αέρα έχει τα χαρακτηριστικά ότι είναι το πιο συνηθισμένο τρόπο λόγο φθηνής λύσης για την παραγωγή αερίου γίνεται μέσω των καυστηρών και σε μηχανές εσωτερικής καύσης .Η θερμογόνο δύναμη είναι περίπου 4.6 MJ/m³ περίπου το 1/7 του φυσικού αερίου.

2 η περίπτωση (ΟΞΥΓΟΝΟ): Η προκειμένη περίπτωση το αέριο που παράγεται αερίου το κόστος είναι πιο ακριβό και επομένως η ποιότητα είναι καλύτερη με απόρροια το η θερμογόνο δύναμη είναι να ικανή να φτάσει τον τριπλασιασμό του και να αγγίξει την βέλτιστη απόδοση.

3 η περίπτωση(ΑΤΜΟΣ): Η χρήση του ατμού έχει ο σκοπό την παραγωγή υδρογόνου με την βοήθεια της αεριοποίησης με δύο μεθόδους

- Από τη μερική οξειδωση υδρογονανθράκων μέσω των χημικών εξισώσεων
$$2C_n H_m + H_2O + \frac{23}{2} O_2 \rightarrow nCO + nCO_2 + (m+1) H_2$$
$$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$$

Η συγκεκριμένη διεργασία γίνεται υπο υψηλή πίεση παρουσία ή απουσία καταλυτών.

- Από την αεριοποίηση του άνθρακα μέσω της χημικής εξίσωσης
$$CH_{0,8} + 0,6O_2 + 0,7H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$$

Και αυτή η διεργασία γίνεται υπό υψηλή πίεση (450 psi). Βασικό μειονέκτημα των μεθόδων είναι η παραγωγή CO₂ το οποίο πρέπει να απομακρυνθεί. Για την απομάκρυνση του CO₂ προτείνεται είτε η μετατροπή του σε ανθρακικό ασβέστιο και απομάκρυνσή του είτε η πλύση του αερίου σε διάλυμα υδροξειδίου του καλίου ή και η προσθήκη στον αεριοποιητή ουσιών που κατακρατούν το CO₂ [42]. Η θερμογόνος δύναμη μπορεί να φτάσει τα 18-23 MJ/m³ και σε περίπτωση που καύση του βιοαερίου γίνεται σε σχεδιασμένους καυστήρες με απόδοση 60% θερμογόνος ενέργεια είναι στα (11,3-13,4)MJ/m³

3.4.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

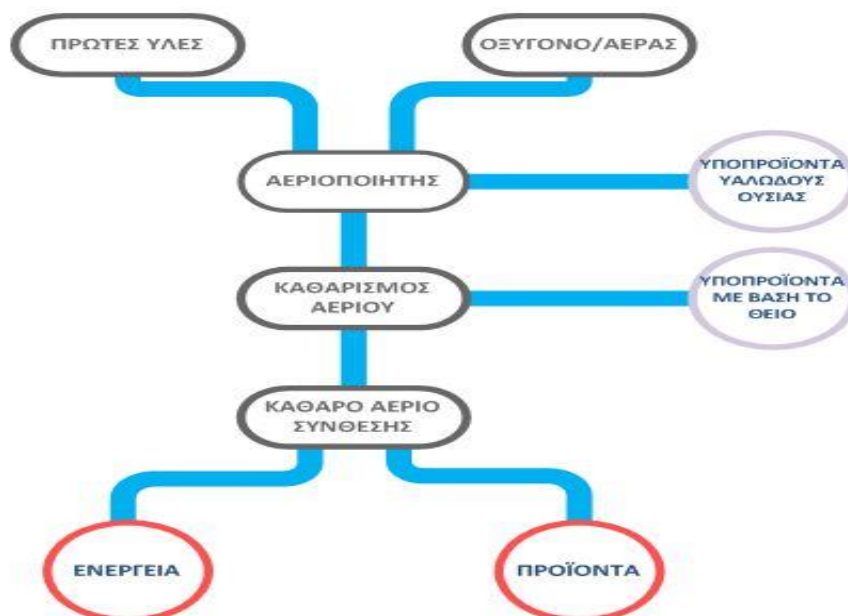
Τα βασικά πλεονεκτήματα της αεροποίησης είναι:

- Δεν βασίζεται στην καύση/αποτέφρωση, αλλά σε αεριοποίηση και πυρόλυση
- Είναι αποδοτική για ηλεκτροπαραγωγή, ακόμη και σε μικρής κλίμακας εγκαταστάσεις
- Μπορεί να αξιοποιήσει βιομάζα από αγροτικοβιομηχανικά απόβλητα με ένα βιώσιμο και οικολογικό τρόπο
- Επιτυγχάνει επίπεδα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές πολύ υψηλότερα από ό, τι οι συμβατικές τεχνολογίες καύσης
- μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια 24 ώρες το 24ώρο, συγκριτικά με άλλες τεχνολογίες ΑΠΕ
- Δεν αφήνει κατάλοιπα βιοαποδομήσιμων κλασμάτων
- Δεν προκαλεί βλαβερές εκπομπές αερίων
- Έχει ελάχιστες απαιτήσεις χώρου εγκατάστασης και η μονάδα μπορεί να προσαρμοστεί στις εκάστοτε ανάγκες

3.4.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑ ΤΗΣ ΑΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

- Μοναδικό μειονέκτημα που μπορεί να θεωρηθεί είναι η δυνατότητα προμηθειών πρώτης ύλης στην λειτουργική μονάδα.

Εικόνα 37. Σχηματική απεικόνιση της αεριοποίησης



3.5.ΑΝΘΡΑΚΟΠΟΙΗΣΗ

Η ανθρακοποίηση της βιομάζας είναι διαδικασία κατά την οποία το ξύλο, ως πρώτη ύλη βιομάζας, θερμαίνεται με την παρουσία αέρα λίγο παραπάνω από την στοιχειομετρική και δημιουργείται το κάρβουνο ως βασικό προϊόν με συνοδευτικά υποπροϊόντα σε υγρή και αέρια μορφή.

Η ανθρακοποίηση για να τελειοποιηθεί σαν διαδικασία περνάει από τέσσερα καθορισμένα στάδια τα οποία διαφέρουν στα χαρακτηριστικά και τις συνθήκες πραγματοποίησης της, λεπτομερέστερα είναι ως εξής:

- -Στάδιο 1- περιλαμβάνει την αποξήρανση του ξύλου που θα καεί και θα παράγει ενέργεια σε θερμοκρασία που θα κυμαίνεται περίπου στους 200°C.
- Στάδιο 2- Η φάση αυτή ονομάζεται προανθρακοποίηση του ξύλου στα οποία χαρακτηριστικά στοιχεία είναι τα αέρια και υγρά που παράγονται σε θερμοκρασία γύρω στα 300°C.
- Στάδιο 3- Σε αυτό το στάδιο βρισκόμαστε σε θερμοκρασίες 300°C, θεωρητικά και πρακτικά το ζητούμενο προϊόν είναι παραγόμενο, μαζί με τα παραγόμενα υποπροϊόντα σε υγρά και αέρια μορφή.
- Στάδιο 4- Το τελευταίο στάδιο περιέχει την αφαίρεση των πτητικών υγρών από το κάρβουνο σε θερμοκρασίες πάνω από 300°C ως αποτέλεσμα να είναι έτοιμο για χρήση.

Η σύσταση είναι: Άνθρακας 70%

Πτητικές ουσίες 25%

Στάκτη 5%

Πυκνότητα του παραγόμενου άνθρακα είναι 250-300 kg/m³ και θερμογόνος δύναμη μπορεί να φτάσει να είναι 25 MJ/kg και η ενεργειακή απόδοση να αγγίζει το 20%.

Εικόνα 38. Άνθρακα



3.6.ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης αποτελεί μια λειτουργία της βιολογικής διεργασίας να μετατρέψει είτε σε στερεή είτε υγρή μορφή βιομάζα την παραγωγή βιοαερίου με βασικό χαρακτηριστικό την απουσία οξυγόνου με το παραγόμενο αέριο που προκύπτει αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα και η χρήση του αερίου χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) και την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Η βασική πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται προέρχεται από την παραπάνω δύο πηγές.

Οι πηγές που προέρχεται η πρώτη ύλη είναι συνήθως από απορρίμματα των κτηνοτροφικών μονάδων, αστικά στερεά απολύματα, λύματα υπονόμων, απόβλητα γεωργικών εκτασεων και βιομηχανικών αποβλήτων.

Τα πλεονεκτήματα της αναερόβιας χώνευσης είναι ότι αποτελεί την καλύτερη διαχείριση απορριμμάτων όλων αυτών των πηγών και δεύτερον που αποτελεί την οικονομικότητα της λειτουργικής μονάδας και αφορά την αρνητική αξία που έχει η πρώτη ύλη δηλ, δεν ζημιώνει οικονομικά την μονάδα, ενώ τα προϊόντα της έχουν οικονομική αξία.

Ως αξιοσημείωτο πρέπει να αναφερθεί τα υπολείματα της αναερόβιας χώνευσης μπορούν απλούς να χρησιμοποιηθούν ως οργανικό λιπάσμα.

3.6.1.Στάδια αναερόβιας χώνευσης

Τα στάδια της αναερόβιας χώνευσης αποτελούν ένα σύνολο απαραίτητων διεργασιών που πραγματοποιούνται και οι οποίες συνιστάται για τη αξιοποίηση των

μικροοργανισμών που υφίσταται μια μορφή επεξεργασίας διότι κάθε υπόλειμα-απόβλητο που αφαιρείται από τους μικροοργανισμούς αποτελεί υπόστρωμα για κάποια άλλη ομάδα μικροοργανισμών. Στην αναερόβια χώνευση παρατηρείται ότι παραγόμενο προϊόν που παράγεται είναι μικρότερο κατά ογκο και σε σχέση με το αερόβια χώνευση και αυτό σημαίνει ότι ο ρυθμός αύξησης των μικροοργανισμών είναι μικρότερος της αναερόβιας σε σχέση της αερόβιας και γίνεται πιο κατανοητό με το παρακάτω αναλογία, ότι ένα 1kg μικροοργανισμών με την αναερόβια χώνευση παραγωγής 0,1kg αξιοποιήσιμη βιομάζα και με την αερόβια χώνευση παράγει 0,5kg αξιοποιήσιμη βιομάζας. Αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά την μέθοδο να έχει περισσότερο προτιμητέα μέθοδο επεξεργασίας μικροοργανισμών.

Κατά την διαδικασία αναερόβιας χώνευσης δημιουργείται θερμότητα λόγω της ενεργείας που υπάρχει εσωτερικά στο υπόστρωμα και γίνεται πιο σαφές στην παραγωγή βιοαερίου.

Έτσι λοιπόν η αναερόβια χώνευση αποτελείται από τέσσερα στάδια τα οποία ονομαστικά έχουν ως εξής:

- **Υδρόληση**
- **Οξυγένηση**
- **Ακετοσύνη**
- **Μεθανογένηση**

Υδρόληση: Η χαρακτηριστική λειτουργία της φάσης αυτής είναι η δημιουργία απλούστερων οργανικών ενώσεων με την εκκροή υδρολυτικών βακτηρίων όπως πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, νουκλεϊκά οξείδια τα οποία γίνονται στα εξωτερικά τοιχώματα των μικροοργανισμών, κυρίως στην μάζα του οργανισμού. Μερικές από τις παραπάνω ενώσεις έχουν μεγάλη ευκολία να διαλύονται κυρίως σε αναερόβιες συνθήκες. Μία σχετικά γρήγορη διάλυση είναι η υδρόλυση των υδρογοναθράκων που γίνεται μέσα σε λίγες ώρες σε σχέση με τα τις πρωτεΐνες να γίνεται μέσα σε λίγες μέρες και η περίπτωση των λιγνιτοκυττάρων και του λιγνιτη είναι φοβερά χρονοβόρα.

Οξυγένηση: Στη φάση αυτή τα παραγόμενα προϊόντα της υδρόλησης μετατρέπονται από οξυγεογενή βακτήρια σε μεθανογενή υποστρώματα. Οι ενώσεις μετατρέπονται κυρίως σε οξεικό οξύ

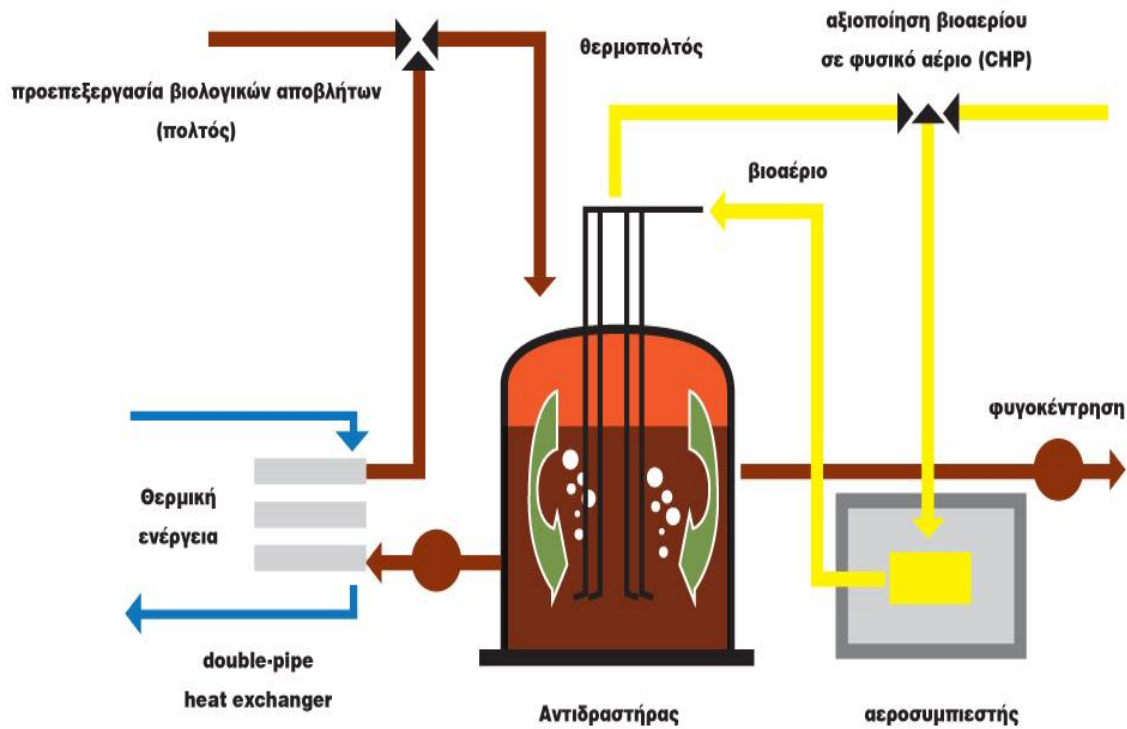
CH₃COOH (50%), διοξείδιο του άνθρακα **CO₂** υδρογόνο **H₂** (20%), σε αιθανόλη (30%) και διάφορα πτητικά λιπικά οξέα.

Ακετοσύνη: Στο στάδιο αυτό τα προϊόντα που δεν μετατράπηκαν σε μεθάνιο από τα μεθανογενή βακτήρια, μετατρέπονται από μεθανογενή υποστρώματα. Τα πτητικά λιπαρά οξέα μετατρέπονται σε οξικό οξύ και οι αλκοόλες μετατρέπονται σε υδρογόνο.

Μεθανογένηση: Το τελευταίο στάδιο της χώνευσης αποτελεί η μεθανογένηση και μάλιστα την πιο βραδύτερη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης αλλά παράλληλα

την πιο σημαντική διαδικασία παραγωγής του μεθανίου διότι οι συνθήκες πραγματοποίησης είναι συγκριμένες μέσα στον βιοαντιδραστήρα, στην πρώτη ύλη, στην θερμοκρασία, στο ΡΗ, στο ρυθμό τροφοδοσίας της πρώτης ύλης, με τα μεθανογενή βακτήρια να είναι από τα πιο ευπαθείς οργανισμούς με ρυθμό μικρότερο του 20% ανάπτυξης σε σχέση με τα προηγούμενα στάδια της αναερόβιας χώνευσης.

Εικόνα 39. Αναερόβιας ζύμωσης



3.7.ΑΛΚΟΟΛΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ

Η ζύμωση είναι μια διαδικασία που εφαρμόζεται σε εμπορική κλίμακα για την παραγωγή βιοαιθανόλης από τη ζύμωση σακχαρούχων (ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευτλα) και αμυλούχων καλλιιεργειών (καλαμπόκι, σιτάρι).

Η βιομάζα αλέθεται και το άμυλο μετατρέπεται από ενζυμα σε σάκχαρα και στη συνέχεια σε αλκοόλη και στην συνέχεια η αλκοόλη καθαρίζεται από προσμίξεις με απόσταξη.

Η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο κίνησης σε κινητήρες οχημάτων, ως έχει ή σε πρόσμιξη με βενζίνη..

Η τεχνολογία ζύμωσης των σακχάρων είναι σήμερα γνωστή και ανεπτυγμένη, ενώ εκείνη της ζύμωσης των κυτταρινών και ημικυτταρινών βρίσκεται υπό εξέλιξη.

Η μετατροπή λιγνοκυτταρούχων ενώσεων είναι πιο πολύπλοκη λόγω της παρουσίας πολυσακχαριτών με μακρύτερες μοριακές αλυσίδες και απαιτεί την ενζυματική υδρόλυση για μετατροπή σε απλά σάκχαρα μια μια χαρακτηριστική αναλογία ότι ένας τόνος καλαμποκιού παράγει 450 λίτρα βιοαιθανόλης.

Οι πηγές προέλευσης της βιομάζας από την παραγωγή της αιθανόλης είναι οι ύλη που προέρχεται από σάκχαρα,κυταρρίνη και άμυλο.

Η πρώτη ύλη που περιέχει **σάκχαρα** είναι το ζαχαροκάλαμο,το ζαχαρότευτλο και το γλυκό σόργο,ουσιαστικά χρησιμοποιείται ένα μέρος του φυτού

Από **κυταρρίνη** αποτελούνται άχυρο, βαγάσση, μίσχοι καλαμποκιού, λεύκες, ιτιές,ενιαίο το φυτό.

Τέλος από **άμυλο** αποτελούνται καλαμπόκι,πατάτες,κασάβα,σπόροι σό ργου.

3.7.1.ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Η αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη (C_2H_5OH) είναι ένα άχρωμο διαυγές υγρό. Είναι βιοαποικοδομήσιμη, χαμηλής τοξικότητας και προκαλεί πολύ μικρή περιβαλλοντική μόλυνση αν χυθεί στο περιβάλλον. Κατά την τέλεια καύση της παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Η αιθανόλη είναι ένα καύσιμο υψηλού αριθμού οκτανίων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο αύξησης του αριθμού οκτανίου της βενζίνης. Με τη ανάμιξή της με τη βενζίνη επιτυγχάνουμε επίσης τον εμπλουτισμού του καυσίμου μίγματος σε οξυγόνο, με αποτέλεσμα μια πιο ολοκληρωμένη καύση, άρα και μειωμένες εκπομπές επικίνδυνων καυσαερίων με αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό,την αυτούσια χρήση της χωρίς καμία μηχανολογική μετατροπή του οχήματος.


Η θερμογόνο δύναμη της αιθανόλης φτάνει 21MJ/lt και αιθανόλη εμφανίζεται σε δύο είδη μιγμάτων με την βενζίνη στην E10 και στην E8 ονόματι FFV(Flexible Fuels Vechiles).Η E10 είναι μίγμα αιθανόλης και βενζίνης σε ποσοστό 10% της πρώτης και 90% της δεύτερης ενώ το E8 85% της πρώτης και 15%, με την τελευταία να μειώνει κατά ποσοστό 90% την αποβολή CO₂ σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα.

Ο Χημικός τύπος είναι $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$

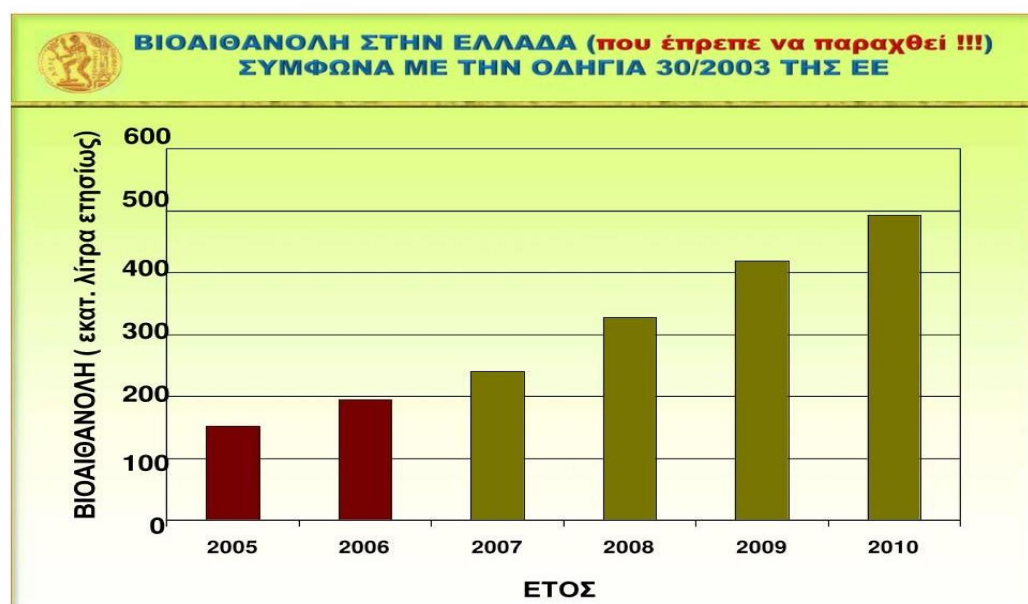
Η παραγωγή της αιθανόλης έχει περάσει από κάποια στάδια παραγωγής και τα οποία είναι τα εξής:

- Προετοιμασία πρώτης ύλης: συγκομιδή, υποδοχή, αποθήκευση
- Φυσική προεπεξεργασία: λειοτρίβηση
- Σακχαροποίηση: μετατροπή αμύλου και κυτταρίνης σε ζάχαρη
- Χημική επεξεργασία: αραίωση σακχάρων με νερό και προσθήκη ζύμης και άλλων οργανισμών
- Ζύμωση: παραγωγή αιθανόλης
- Απόσταξη: Διαχωρισμός αιθανόλης, καθαρότητα 95-96%
- Αφυδάτωση: Απομάκρυνσης νερού με μοριακά κόσκινα
- Προετοιμασία παραπροϊόντων: ξήρανση του υπολείμματος για παραγωγή ζωοτροφών υψηλής θρεπτικής αξίας όλης σε υδατικό διάλυμα παρουσία αποβλήτων και παραπροϊόντων.

Εικόνα 40. Πίνακας παραγωγής αιθανόλης ξένων χωρών

 Ετήσια παραγωγή βιοαιθανόλης στην ΕΕ (εκατομμύρια λίτρα)					
Θέση	Χώρα	2007	2008	2009	2010
1	Γερμανία	400	580	750	740
2	Κάτω χώρες	40	80	140	510
3	Γαλλία	530	770	800	750
4	Ισπανία	360	350	465	470
5	Ην. Βασίλειο	20	70	90	320
6	Πολωνία	120	110	170	220
7	Άλλες	370	700	1.060	1.170
	ΣΥΝΟΛΟ ΕΕ	1.840	3.480	2.660	1.840

Εικόνα 41. Ραδβοειδής απεικόνιση παραγωγής αιθανόλης στην Ελλάδα



3.8.ΕΣΤΕΡΟΠΟΙΗΣΗ

Η εστρεοποίηση στοχεύει την των καρβοξυλικών οξέων σε μονοεστέρες με την παρουσία οξέων, με άλλα λόγια, η δημιουργία εστέρα και νερού σε μία αντίδραση ενός οξέος και μίας αλκοόλης.

Οι αλκοόλες που χρησιμοποιούνται στις αντιδράσεις είναι μεθανόλη, προπανόλη, αιθανόλη, βουτανόλη, με την μεθανόλη να αποτελεί την χρήση της πιο συχνή λόγω κόστους και των φυσικών και χημικών πλεονεκτημάτων.

Η αιθανόλη ως υγρή μορφή καθιστά την χρήση της δύσκολη λόγω της περίπτωση της εξάτμισης του δεν συνιστάται σε χρήση σε αυτές τις αντιδράσεις.

Η εστεροποίηση πραγματοποιείται σε ένα στάδιο με τα λιπαρά οξέα να αντιδρούν με την μεθανολή να παραγεί μεθυλεστέρες και νερό. Στην αντίδραση της εστεροποίησης ταυτόχρονα γίνεται μία άλλη αντίδραση που ονομάζεται όξινη υδρόληση όπου στη προκειμένη αντίδραση το παραγόμενο νερό αντιδρά με την παρουσία του οξέος και μαζί με τους μεθυλεστέρες να παράγονται ελεύθερα λιπαρά οξέα και μεθανόλη.

Η εστεροποίηση είναι δεύτερης τάξης αντίδραση αλλά με την βοήθεια της αλκοόλης που υπάρχει γίνεται πρώτης τάξης και αποτελεί όξινη καταλυόμενη αντίδραση με τους καταλύτες να περιέχουν θειικό οξύ, υδροχλωρικό οξύ, οξέα κατά Lewis, όξινες ρυτίνες.

Για την παραγωγή της εστεροποίησης υπάρχουν παράμετροι που επηρεάζουν τον ρυθμό παραγωγής και είναι παρακάτω :

- η θερμοκρασία της αντίδρασης
- μοριακή αναλογία αλκοόλης/ελεύθερων λιπαρών οξέων
- τύπος και ποσότητα καταλύτη (όξινα και ενζυμικά)
- το είδος διεργασίας
- τον ρυθμό ανάδευσης
- η σύσταση και η καθαρότητα του μίγματος.

Η αναλογία της αλκοόλης και η περιεκτικότητα αντιδρώντος μίγματος σε υγρασία επηρεάζουν σημαντικά την διαδικασία της εστεροποίησης διότι η στοιχειομετρική αναλογία και 1:1 δεν εφαρμόζεται διότι έχοντας σκοπό την δημιουργία περισσότερων εστέρων θα επικεντρωθεί η σημασία του τύπου καταλύτη που θα χρησιμοποιηθεί.

3.8.1.ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η πρώτη ύλη της βιομάζας προέρχεται από απορίμματα και υπολείμματα εργασιών γεωργικών και φυτικών εκτάσεων. Βασικό παράδειγμα αποτελεί τα δέντρα της ελιάς εκ των οποίων οι καρποί αξιοποιούνται μέσω κάποιων εργασιών και τα ζωικά λίπη που αποτελούν τα λιπίδια.

Τα φυτικά έλαια πέρα από τις της βρώσιμης ιδιότητας είναι ικανά μάλιστα να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή καυσίμων. Η λήψη του ελαίου από τους καρπούς γίνεται με την συμπίεση και την εκχύλιση. Ο μηχανισμός της συμπίεσης πραγματοποιείται σε πρώιμη φάση να αντλεί τη μεγαλύτερη ποσότητα του καρπού

και η εκχύλιση σε δεύτερη φάση να καταφέρνει την αποκόμιση οποιαδήποτε ποσότητας παραμείνει απο την αρχική διαδικασία και το μέσο που χρησιμοποιεί είναι ένας διαλύτης,το εξάνιο συνήθως αλλά το μειονέκτημα είναι οτι απαιτείται πολύπλοκος μηχανισμός – εξοπλισμός και είναι ακριβό σε κόστος.

Τα δύο είδη της βιομάζας σαν κοινό χαρακτηριστικό είναι οτι αποτελούν τριγλυκερίδια δηλ,τριεστέρες γλυκερόλης με τρία καρβοξυλικά οξέα που φέρουν μακριές ανθρακικές αλυσίδες.Η διαφορά των δύο εντοπίζεται κυρίως στην χημικές ιδιότητες,με τα ζωικά λίπη να περιέχουν κορεσμένα λιπαρά οξέα και τα φυτικά έλαια να περιέχουν ακόρεστα λιπαρά οξέα με άρτιο αριθμό ανθράκων.

Πίνακας λιπαρών οξέων

Ονομασία Λιπαρού Οξέος	Συντακτικός Τύπος	Αριθμός ατόμων άνθρακα*, αριθμός διπλών δεσμών.
Δαφνικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	12 άτομα άνθρακα (12:0)
Μυριστικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	14 άτομα άνθρακα, 0 διπλοί δεσμοί (14:0)
Παλμιτικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	16 άτομα άνθρακα, 0 διπλοί δεσμοί (16:0)
Στεατικό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	18 άτομα άνθρακα, 0 διπλοί δεσμοί (18:0)
Ελαϊκό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18 άτομα άνθρακα, 1 διπλός δεσμός (18:1)
Λινελαϊκό	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18 άτομα άνθρακα, 2 διπλοί δεσμοί (18:2)
Λινολενικό	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18 άτομα άνθρακα, 3 διπλοί δεσμοί (18:3)

3.8.2.ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Το βιοντίζελ είναι μια φυσική και ανανεώσιμη, εναλλακτική λύση καυσίμων για μηχανές ντίζελ, που παράγεται από φυτικά έλαια, συνήθως καλαμποκέλαιο, σογιέλαιο ή ηλιέλαιο. Δεν περιέχει καθόλου ορυκτέλαιο, είναι μη τοξικό και βιοδιασπώμενο.

Η καύση του βιοντιζελ δεν αφήνει κατάλοιπα, πράγμα που οδηγεί σε σημαντική μείωση των ρύπων που συμβάλλουν στην αιθαλομίχλη και την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας, λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου, και εκπέμπει έως και 85% λιγότερες καρκινογόνες ουσίες. Είναι το μόνο εναλλακτικό καύσιμο που έχει εγκριθεί από το Environmental Protection Agency (EPA), το βιοντιζελ παράγεται με τη χρήση μια αλκοόλη, όπως είναι η μεθανόλη, και με μια χημική διαδικασία που διαχωρίζει τη γλυκερίνη και τους μεθυλεστέρες από τα λάδια. Η γλυκερίνη χρησιμοποιείται σε πολλά καθημερινά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένου του σαπουνιού και κεριών, και είναι ιδιαίτερα εμπορεύσιμη, συνεπώς είναι πολύ λίγα τα απόβλητα της διαδικασίας.

3.8.2.1.ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

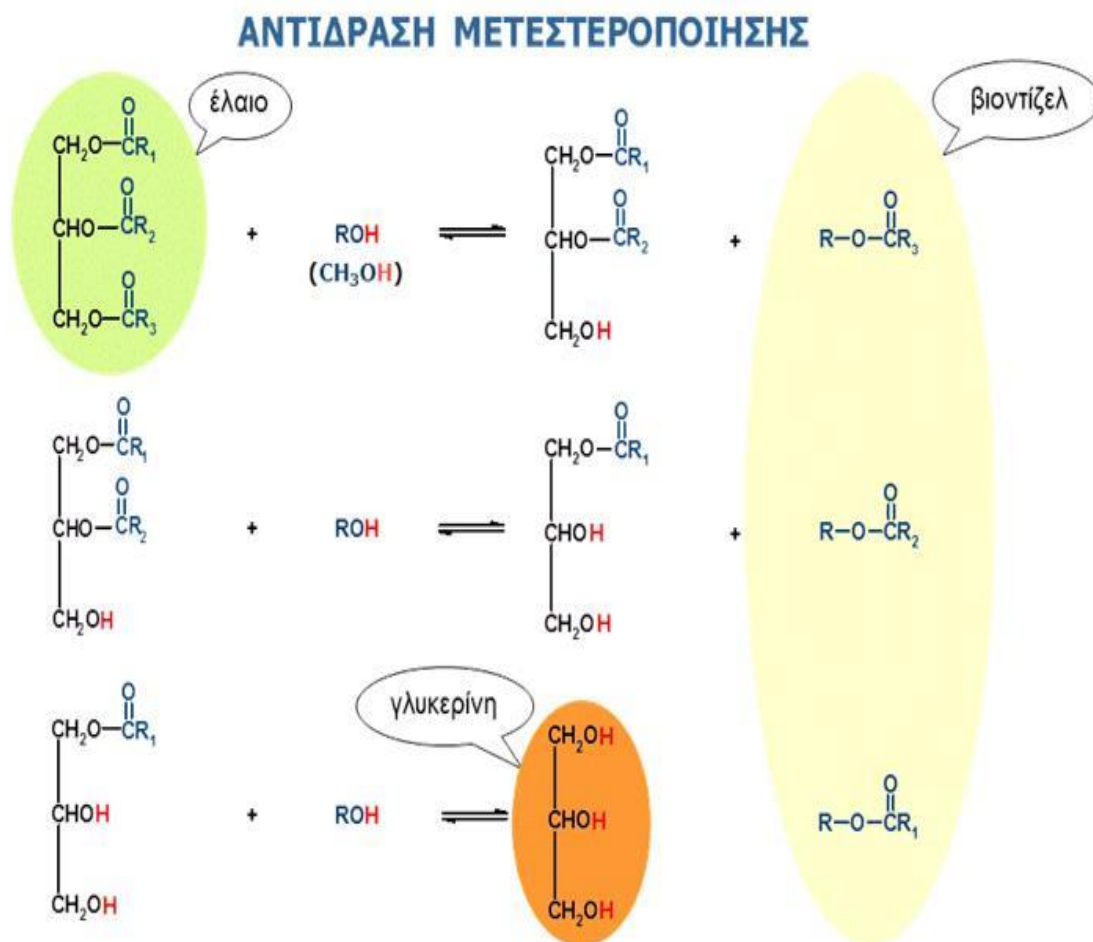
Η παραγωγή του βιοντίζελ στηρίζεται στην μετεπέτεια διαδικασία της εστεροποίησης ,την μετεστεροποίηση.Η διαφορά μεταξύ των δυο διαδικασιών είναι ότι στην περίπτωση της εστεροποίησης ένα οξύ αντιδρά με μια αλκοόλη για τον σχηματισμό εστέρα και νερού, ενώ μετεστεροποίηση ενός αστέρα με μια αλκοόλη για τον σχηματισμό ενός εστέρα και μια νέας αλκοόλης,

Τα τριγλυκερίδια είναι τριεστέρες της γλυκερόλης, δηλ. της 1,2,3-προπανοτριόλης, με λιπαρά οξέα (μονοκαρβοξυλικά οξέα μεγάλης ανθρακικής αλυσίδας) και αποτελούν το κύριο συστατικό (σε ποσοστό μέχρι και 98% κ.β.) των φυτικών ελαίων και ζωικών λιπών, Ειδικοί καταλύτες (βάσεις, οξέα και ένζυμα) βοηθούν την αντίδραση, η οποία πραγματοποιείται σε χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες. Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης μετεστεροποίησης τα λιπαρά τμήματα του τριγλυκεριδίου αντικαθίστανται από το υδροξύλιο της αλκοόλης οπότε παράγονται αλκυλεστέρες λιπαρών οξέων και ως ενδιάμεσα διγλυκερίδια και μονογλυκερίδια, τα οποία με τη σειρά τους δίνουν νέους αλκυλεστέρες. Στο τέλος της αντίδρασης έχουν παραχθεί οι αλκυλεστέρες των λιπαρών οξέων (μεθυλεστέρες εφόσον ως αλκοόλη έχει χρησιμοποιηθεί η μεθανόλη), οι οποίοι αποτελούν το βιοντίζελ, και γλυκερίνη ως παραπροϊόν. Ακολουθεί κατάλληλος διαχωρισμός των προϊόντων και καθαρισμός του παραγόμενου βιοντίζελ.

Το είδος του καταλύτη που χρησιμοποιείται στην αντίδραση μετεστεροποίησης είναι σημαντικός παράγοντας, αφού καθορίζει την ποιότητα που πρέπει να έχουν οι πρώτες ύλες. Οι συνθήκες της αντίδρασης (θερμοκρασία, πίεση και αναλογίες των ποσοτήτων των αντιδραστηρίων) καθώς και τα στάδια διαχωρισμού των προϊόντων επίσης καθορίζονται από την ποιότητα των πρώτων υλών σε συνδυασμό με το είδος του καταλύτη. Οι διεργασίες στις οποίες βασίζεται η έως τώρα ανάπτυξη των μονάδων παραγωγής βιοντίζελ πρώτης γενιάς σε ολόκληρο τον κόσμο

χρησιμοποιούν ως καταλύτες κυρίως ισχυρές βάσεις (NaOH ή KOH, CH₃ONa κ.ά.), οι οποίες διαλύονται στη μεθανόλη, σπανίως δε ισχυρά οξέα (πυκνό H₂SO₄)

Εικόνα 42. Χημικής διαδικασίας παραγωγής βιοντίζελ



3.8.2.1.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Η χρήση του βιοντίζελ επιφέρει κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα τα οποία είναι τα εξής:

- Με τον βιοντίζελ να έχει μεγαλύτερο σημείο ανάφλεξης ως απόρροια να είναι πιο ασφαλές από το κανονικό ντίζελ.
- Μικρότερη ποσότητα θείου
- Μεγαλύτερη λιπαντική ικανότητα
- Μεγαλύτερος αριθμός οκτανίων
- Απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα
- Ενεργειακή αξιοποίηση ελαιούχων αποβλήτων και απορρίματα από αγροτικές και βιομηχανικές μονάδες.
- Μείωση εκπομπής ρύπων

3.8.2.1.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

- Μικρότερη θερμογόνος δύναμη κατά 6% και περισσότερο ιξώδες σε σχέση με το συμβατικό ντίζελ.
- Ελάχιστα περισσότερες ποσότητες NO_x από το συμβατικό ντίζελ.

- Υψηλό κόστος παραγωγής σε σχέση με το βιοντίζελ.

4..ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ

Η βιομ'αζα είναι από τις πιο αναπτυσσόμενες πηγές ενέργειας που είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες ζήτησης και να χρησιμοποιηθεί σε πάρα πολλές εφαρμογές. Η μετατροπή της βιομάζας σε ενέργεια περνάει από κάποιες διαδικασίες που πραγματοποιούνται μέσα σε συστήματα παραγωγής ώστε να το προϊόν επεξεργασίας να θεωρείται αξιοποιήσιμο και λειτουργικό καύσιμο. Οι μορφές του καυσίμου είναι στερεό υγρό και αέριο και ως βασικό στόχο να χρησιμοποιούν ως καύσιμο για την παραγωγή :

- Θερμικής ενέργειας για την κάλυψη αναγκών βιοτεχνικών και βιομηχανικών μονάδων και θέρμανσης κατοικιών.
- Συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού.

Για τη Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών. Όλα τα συστήματα ΣΗΘ περιλαμβάνουν πάντα μία ηλεκτρογεννήτρια και ένα σύστημα ανάκτησης της θερμότητας. Οι τεχνολογίες που σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως είναι:

- ατμοστρόβιλοι
- αεριοστρόβιλοι
- συστήματα συνδυασμένου κύκλου (αεριο- και ατμοστρόβιλοι)
- μηχανές εσωτερικής καύσης

Τα συστήματα Συμπαραγωγής μπορούν να τροφοδοτηθούν, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, με διάφορα καύσιμα:

- ορυκτά καύσιμα, όπως φυσικό αέριο και άνθρακας
- βιοαέριο, από οργανικά απορρίμματα ή από εγκαταστάσεις βιολογικών καθαρισμών
- βιομάζα, όπως αγροτικά και δασικά υπολείμματα ή από ενεργειακές καλλιέργειες

4.1.ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΟΧΗΜΙΚΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ

Τα συστήματα καύσης της βιομάζας γίνεται σε μία μεγάλη ποικιλία εξοπλισμού, αυτά ξεκινάνε από τα πιο απλά τζάκια, σόμπες, μέχρι και τις πιο εξελιγμένες μορφές μονάδων. Οι πιο διαδομένοι τύποι καυστήρων- λέβητες αποτελούν οι **καυστήρες σταθερής κλίνης(εσχάρα)** και οι **καυστήρες ρευστοποιημένης κλίνης** και **λέβητες οργανικού κύκλου Rankine(ORC)**

Ο τύπος της σταθερής κλίνης έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Συστήματα αποθήκευσης
- Τροφοδοσία μάζας
- Εσχάρα καύσης
- Σύστημα απαγωγής-εκροής της τέφρας
- Σύστημα προσαγωγής του αέρα καύσης
- Θάλαμος καύσης/επιφάνειες αλλαγής.

Η λειτουργία του καυστήρα σταθερής κλίνης αφορά την περίπτωση των πρώτων υλών που περιέχουν μεγάλη ποσότητα υγρασίας καθώς επίσης μεταβλητό μέγεθος μάζας και μεγάλη ποσότητα τέφρας. Η διαδικασία ξεκινάει με την εισροή αέρα μέσω της σταθερής κλίνης στην οποία πραγματοποιείται η ξήρανση της πρώτης ύλης, η αεριοποίηση της και καύση του υπολείμματος. Γίνεται μια δεύτερη εισροή αέρα και καύσιμα αέρια καίγονται.

Ο τύπος της ρευστοποιημένης κλίνης έχει της εξής χαρακτηριστικά:

- Σύστημα αποθήκευσης
- Σύστημα τροφοδοσίας
- Σύστημα προετοιμασίας των χημικών αντιδραστηρίων της κλίνης
- Σύστημα προσαγωγής του αέρα καύσης
- Ρευστοποιημένη κλίνη
- Σύστημα απαγωγής της τέφρας
- Κυκλωνικός διαχωριστής σωματιδίων (για την περίπτωση ρευστοποιημένης κλίνης με ανακυκλοφορία)

Στο σύστημα ρευστοποιημένης κλίνης η τροφοδοσία αέρα γίνεται στο κάτω μέρος της κλίνης και η ύπαρξη στερεών σωματιδίων να αιωρούνται εξαιτίας της τυρβώρης ροής που εισέρχεται εντός. Τα υπάρχοντα στερεά σωματίδια κατά μεγάλο ποσοστό είναι αδρανή σωματίδια όπως τέφρα και υπολείμματα θείου και μόλις 1% καύσιμη ύλη της μάζας που είναι στην κλίνη με την θερμοκρασία της καύσης να φτάνει τους 800°C-900 °C. Ο ρόλος της ταχύτητας του αέρα είναι σημαντικό στην λειτουργία μέσα στην κλίνη, στην περίπτωση του αέρα του με χαμηλή ταχύτητα, ο αέρας που εισέρχεται περνά μέσα από τα κενά μάζα μέσω των σωματιδίων με την κλίνη σταθερή ενώ στην υψηλές ταχύτητες αέρα εισέρχεται με την μορφή φυσαλίδας με το σύστημα να συμπεριφέρεται σαν ένα αναδυόμενο ρευστό και το λόγο αυτό προέρχεται το όνομα ρευστοποιημένη κλίνη. Τελευταία όταν η ταχύτητα είναι ακόμα μεγαλύτερη τάξης τα σωματίδια παρασύρονται έξω από τον κλίβανο και ύστερα συλλέγονται μέσα σε κυκλώνες και ανακυκλώνονται μέσα στην κλίνη. Βασικά πλεονεκτήματα αυτού τύπου είναι:

- Καύση σε χαμηλά επίπεδα κάτω των 1000 °C και ομαλότερη κατανομή θερμοκρασιών, που έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση των εκπομπών NO_x
- Αυξημένοι ρυθμοί απαγωγής θερμότητας της 3 MW/m³
- Μειωμένες επικαθίσεις και διαβρώσεις των κλιβάνων, επειδή οι θερμοκρασίες καύσης είναι σημαντικά υποδεέστερες των θερμοκρασιών τήξης της τέφρας.
- Εύχρηστο υποπροϊόν
- Ευελιξία στην επιλογή καυσίμου

4.1.1.ΣΥΣΤΗΜΑ ORC

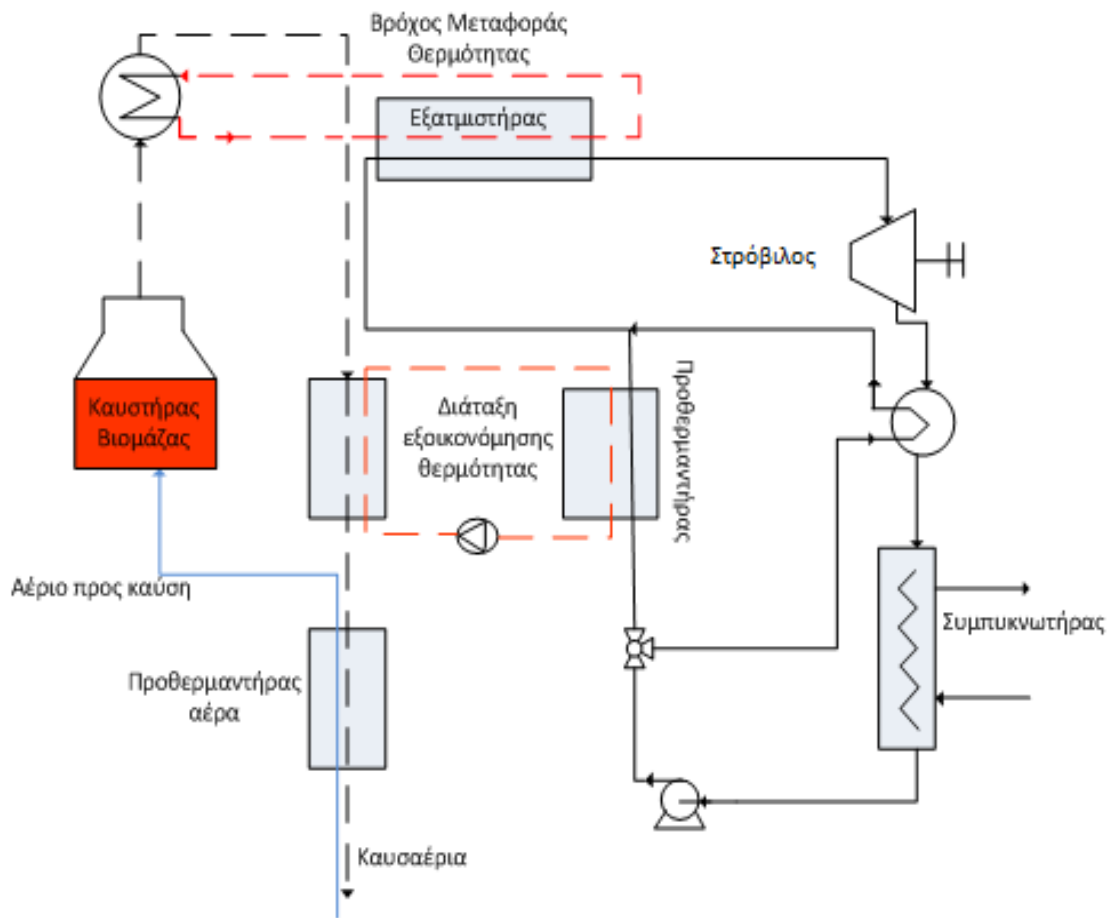
Μία από τις μεθόδους καύσης είναι η τεχνολογία ORC. Αναλυτικότερα, η παραγωγή ηλεκτρισμού ή/και θερμότητας από την καύση της βιομάζας σε σύστημα ORC αποτελεί μια σημαντική εναλλακτική στα συμβατικά συστήματα καύσης της βιομάζας, με ξεχωριστά οικονομικά και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα.

Η θεμελιώδης διαφορά του Οργανικού Κύκλου Rankine (ORC) με τους υπόλοιπους θερμοδυναμικούς Κύκλους Rankine είναι ότι ο ORC δεν χρησιμοποιεί νερό ως κινούμενο ρευστό, αλλά κάποια άλλη κατάλληλη οργανική ουσία. Συνήθως η οργανική ουσία είναι κάποιος υδρογονάνθρακας (βουτάνιο, πεντάνιο, εξάνιο, κ.λπ.), κάποιο σιλικονούχο λάδι ή υπερφθοράνθρακας (PFC).

Η αρχή λειτουργίας των συστημάτων ORC με βιομάζα είναι παρόμοια με εκείνη του κύκλου Rankine με ατμό, εκτός του ότι αξιοποιείται οργανικό ρευστό αντί του νερού. Η θερμότητα από την καύση της βιομάζας μεταφέρεται από τα καυσαέρια σε διαθερμικό λάδι μέσω δυο εναλλακτών θερμότητας σε θερμοκρασία που κυμαίνεται από 150 μέχρι 320°C. Ακολούθως το διαθερμικό λάδι μεταφέρεται στον κύκλο του ORC, όπου θερμαίνει και εξατμίζει το οργανικό κινούμενο ρευστό σε θερμοκρασία γύρω στους 300°C. Το εξατμισμένο ρευστό στη συνέχεια εκτονώνεται παράγοντας ενέργεια, ενώ ακολουθεί η δίοδος του μέσω του κατάλληλου εναλλάκτη θερμότητας (recuperator) για την προθέρμανση νέας ποσότητας ρευστού και η συμπύκνωσή του. Έτσι μειώνεται η απαιτούμενη ποσότητα θερμότητας για την εξατμισμό του οργανικού μέσου στον εξατμιστήρα. Ο ORC προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα ως τρόπος παραγωγής ενέργειας σε μεσαίες θερμοκρασίες (μέχρι τους 370°C) μεταξύ των οποίων είναι η μεγάλη διάρκεια ζωής της μηχανής, τα χαμηλότερα κόστη συντήρησής της, η δυνατότητα πλήρους αυτοματοποιημένης λειτουργίας. Η βιομάζα αποτελεί σημαντική πρώτη ύλη για την παραγωγή ενέργειας μέσω μιας μηχανής που δουλεύει με ORC διεργασία.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την καύση βιομάζας με χρήση ατμοστροβίλου αποτελεί εξαιρετικά διαδεδομένη τεχνολογία ηλεκτροπαραγωγής με χρήση βιομάζας. Εντούτοις, η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι δύσκολο να υποδιαστασιοποιηθεί (downscale) συνεπώς απαντάται μόνο σε μεγάλης ισχύος μονάδες, οι οποίες απαιτούν και μεγάλες ποσότητες πρώτων υλών βιομάζας και υψηλό κόστος επένδυσης. Ο βασικός λόγος αύξησης της κατασκευής σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με ORC είναι ότι αποτελεί μια αποδεδειγμένα ώριμη τεχνολογία για την αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας από στερεά καύσιμα όπως είναι η βιομάζα. Γενικά η ηλεκτρική απόδοση των σταθμών ORC κυμαίνεται μεταξύ 6 και 20% και εξαρτάται από παράγοντες όπως η ποιότητα της θερμότητας που χρησιμοποιείται και η απόδοση των επιμέρους τμημάτων του εξοπλισμού, όπως ο λέβητας, οι εναλλάκτες θερμότητας κ.λπ.

Εικόνα 43. Σχηματική απεικόνιση συστήματος ORC



4.1.2 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ

Μια παραγωγική μονάδα καύσης βιομάζας για την συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκεται στην Βιοιτία που έχει ως πρώτη ύλη το βαμβάκι και υπολογίζεται να είναι στους 40.000-50.000 τόνοι/έτος και η παραγωγή υπολειμμάτων φτάνει τους 4.000-5.000 τόνοι/έτος

Υφιστάμενη πρακτική που εφαρμόζεται είναι η ξήρανση βαμβακιού πριν τον εκκοκκισμό με την καύση πετρελαίου και διοχέτευση των καυσαερίων στο προς ξήρανση βαμβάκι.

Η εγκατάσταση έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

Η ισχύ του λέβητα βιομάζας να φτάνει 4.000.000 kcal/h και ο παραγόμενος ατμός έχει πίεση 10 bar.

Το έργο που παράγεται, κατά την εκτόνωση του ατμού σε ένα στρόβιλο, μετατρέπεται στην γεννήτρια σε ηλεκτρική ενέργεια ισχύος 500 kW. Μετά την εκτόνωσή του, ο ατμός οδηγείται, μέσω σωληνώσεων σε εναλλάκτες θερμότητας, όπου θερμαίνεται ο αέρας σε θερμοκρασία 130°C.

Ο θερμός αέρας χρησιμοποιείται αφενός για την ξήρανση του βαμβακιού σε ειδικούς γι' αυτό το σκοπό πύργους, αφ' ετέρου στο σποροελαιουργείο, στις πρέσες ατμού, για την εξαγωγή του βαμβακόλαδου.

Σε οικονομικό επίπεδο καλύπτεται το σύνολο των αναγκών σε θερμότητα και μέρος των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση 630 τόνων πετρελαίου ετησίως. Η αρχική επένδυση, συνολικού ύψους 1.000.000 ευρώ, αποσβέσθηκε σε μόλις σε 6-7 εκκοκιστικές περιοδοί.

Μια άλλη μονάδα συμπαραγωγής είναι πάλι στην Βοιωτία με την παρακάτω στοιχεία:

Κατανάλωση

- Μέση κατανάλωση καυσίμου = 1,7 τόνοι/ώρα
- Ώρες λειτουργίας = 8000 ώρες
- Ετήσια κατανάλωση καυσίμου = 14.000 τόνοι/έτος
- Βασικά ενεργειακά μεγέθη
- Παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς = 1 MW
- Παραγόμενη θερμότητα = 5 MW
- Κόστος έργου
- Λεβητοστάσιο και μονάδα συμπαραγωγής = 2.300.000 €
- Σύνδεση με ΔΕΗ, κτίριο, υδραυλικά, και ηλεκτρικά δίκτυα = 700.000 €
- Σύνολο = 3.000.000 €
- Βασικά οικονομικά στοιχεία
- Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια = 8000 MWh/έτος
- Έσοδα από την πώληση ενέργειας = 1.600.000 €/έτος (200 €/MWh – Νόμος 3851/2010)
- Έξοδα λειτουργίας μονάδας = 900.000 €/έτος
- Όφελος = 700.000 €/έτος
- Απόσβεση μονάδας = 5 έτη

Στο εξωτερικό από την άλλη οι μονάδες συμπαραγωγής με καύσης είναι στην ΑΥΣΤΡΙΑ με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Δυναμικότητα 4,1 MW
- Παραγωγή ενέργειας – συνολική , ηλεκτρική, θερμική
- 19 MW, 4,1 MW, 12,1 MW (αποδόσεις 93%, 19%, 63%)
- Τεχνολογία: ατμοστρόβιλος
- Θερμότητα σε βιομηχανική χρήση
- Βιομάζα με υψηλή υγρασία
- 50% υγρασία
- Αποθήκευση : για 3000 m³ (0.90 τόνοι)
- Αναγνωρισμένες ατέλειες: συχνές διακυμάνσεις στην ποιότητα του ατμού
- Λειτουργία : 6000 ώρες/έτος
- Λειτουργικό κόστος : < 2,6 εκ. €/έτος
- Πρώτες ύλες 25%, ενεργειακή κατανάλωση 55%, λειτουργικά 20%
- Κόστος επένδυσης: 19 εκ. €
- Κόστος παραγωγής ενέργειας: <0,03 €/kWh

4.1.3.ΚΥΡΙΟΙ ΤΥΠΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΩΝ ΠΥΡΟΛΗΣΗΣ

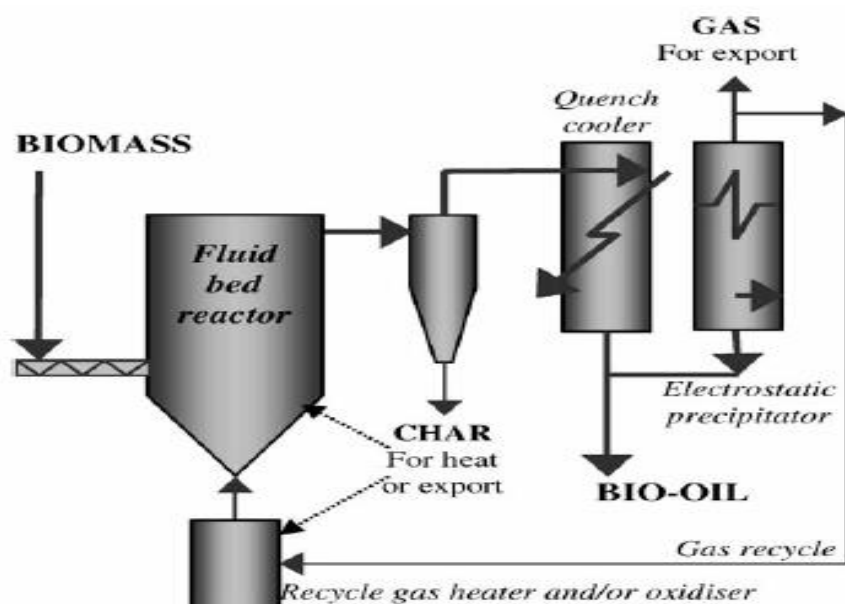
Τα κυριότερα είδη αντιδραστήρων πυρόλησης είναι δύο:

- Αντιδραστήρας πυρόλησης αναβράζουσας ρευστοποιημένης κλίνης (Bubbling fluidized bed reactor)
- Αντιδραστήρας πυρόλησης κυκλοφορούσας ρευστοποιημένης κλίνης (Circulating fluidized bed reactor)

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά για τον αντιδραστήρα αναβράζουσας ρευστοποιημένης κλίνης είναι :

- Εύκολη κατασκευή και εφαρμοσμένη τεχνολογία
- Καλός έλεγχος της θερμοκρασίας
- Πολύ καλή μεταφορά της θερμότητας
- Εύκολη αύξηση μεγέθους
- Καλή και συνεχής και απόδοση 70- 75 Wt%
- Έλεγχος χρόνου παραμονής στερεού και αερίου
- Απαιτείται μικρή κοκκόμετρία
- Πρόβλημα στην αύξηση μέγεθους κατά την μεταφορά θερμότητας

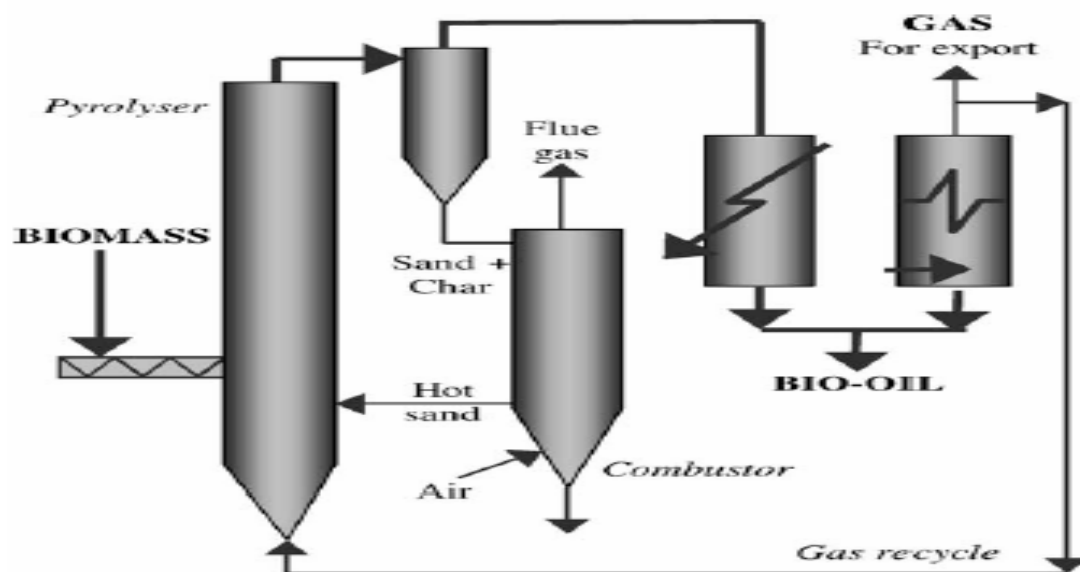
Εικόνα 44..Αντιδραστήρας πυρόλησης αναβράζουσας ρευστοποιημένης κλίνης



Τα κυριότερα χαρακτηριστικά για τον αντιδραστήρα πυρόλησης κυκλοφορούσας ρευστοποιημένης κλίνης είναι:

- Καλός έλεγχος της θερμοκρασίας
- Δυσκολία μεταφοράς θερμότητας σε μεγάλης κλίμακας εγκαταστάσεις
- Εφαρμοσμένη τεχνολογία
- Πολύπλοκη κίνηση σωματιδίων
- CFBs χρησιμοποιούνται σε μεγάλης κλίμακας εφαρμογές

Εικόνα 45. Αντιδραστήρας πυρόλησης κυκλοφορούσας ρευστοποιημένης κλίνης



Οι αντιδραστήρες ρευστοποιημένης κλίνης αποτελούν τις πλέον δημοφιλείς λόγω της αξιοπιστίας και της ευκολίας της λειτουργίας τους και της ευκολίας για την αναβάθμιση σε μεγέθη κατάλληλα για εμπορική λειτουργία. Οι αποδόσεις σε υγρά είναι κατά κανόνα της τάξης του 75 % επί ξηρής βάσης τροφοδοσία σε εξανθράκωμα 10%-15% και το υπόλοιπο συνιστάται σε αέριο. Ο χρόνος παραμονής των αντιδρώντων στον αντιδραστήρα μπορεί να ελεγχθεί από την ροή του αερίου ρευστοποιημένης κλίνης, ενώ ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο σύστημα διαχωρισμού του κωκ από τα προϊόντα της αντίδρασης. Στους κλιβάνους ρευστοποιημένης κλίνης βρίσκεται στο κάτω μέρος του κλιβανού. Ο πρωτεύοντας αέρας καύσης παρέχεται μέσω μιας πλάκας με ακροφύσια διανομή και συντελεί στην ρευστοποιημένη της κλίνης. Το υλικό της κλίνης είναι συνήθως χαλαζιακή άμμος διαμέτρου περίπου 1mm. Η ταχύτητα ρευστοποίησης του αέρα κυμαίνεται μεταξύ 1-2.5 m/s. Ο δευτερεύοντας αέρας καύσης παρέχεται μέσω πολλαπλών σημείων εξαγωγής, σε μορφή ομάδων οριζοντίως διατεταγμένων ακροφύσιων, στην άνω τμήματος του κλιβανού, ώστε να εξασφαλίζεται η σταδιακή προσαγωγή του αέρα για την μείωση των εκπομπών NO_x . Σε αντίθεση με τους κλιβάνους ρευστοποιημένης κλίνης φυσαλίδων για καύση γαιανθράκων, η βιομάζα δεν πρέπει να τροφοδοτείται πάνω από την κλίνη, αλλά μέσα σε αυτήν, με κεκλιμένους αγωγούς κύλισης από χοάνες τροφοδοσίας του καυσίμου, λόγω της μεγάλης αντιδραστικότητας της σε σύγκριση με τους γαιανθράκες. Για την αποφυγή διαχωρισμού των φάσεων είναι αναγκαίος ένας αναγκαίος ένας συγκεκριμένος συνδυασμός στερεών και ρευστών. Το καύσιμο αντιπροσωπεύει μόνο το 1%-2% του υλικού της κλίνης και η κλίνη πρέπει να θερμανθεί πριν την εισαγωγή του καυσίμου.

Το βασικό πλεονέκτημα των κλιβανού ρευστοποιημένης κλίνης φυσαλίδων είναι η δυνατότητα τους να ανταποκρίνονται σε ευρύ φάσμα συνθηκών, όσον αφορά στο μέγεθος των σωματιδίων και τη περιεκτικότητα σε υγρασία της βιομάζας και επίσης η δυνατότητα να γίνεται σύνκαυση με άλλα μίγματα διάφορων ειδών μάζας.

Ο αντιδραστήρας πυρόλησης κυκλοφορούσας ρευστοποιημένης κλίνης αυξάνοντας την ταχύτητα της ρευστοποίησης σε 5-10 m/s και χρησιμοποιώντας μικρότερα σωματίδια άμμου (0.2-0.4 mm) επιτυγχάνεται σε μία ρευστοποιημένη κλίνη με ανακυκλοφορία. Τα σωματίδια της άμμου μεταφέρονται με

το απαέριο, διαχωρίζονται σε ένα θερμό κυκλώνα ή ένα διαχωριστή τύπου U-δέσμης και ανατροφοδοτούνται σε θάλαμο καύσης. Η θερμοκρασία της κλίνης που φτάνει τους 800°C-900°C ελέγχεται με εξωτερικούς εναλλάκτες θερμότητας, οι οποίοι ψύχουν την ανακυκλούμενη άμμο ή με υδρόψυκτα τοιχώματα. Το υψηλότερο τυρβώδες σε κλιβάνους ρευστοποιημένης κλίνης με ανακυκλοφορία οδηγεί σε βελτιωμένη μεταφορά θερμότητας και μία πολύ ομοιογενή κατανομή θερμοκρασίας κλίνης. Αυτό αποτελεί ένα πλεονέκτημα για σταθερές συνθήκες καύσης, έλεγχο της σταδιακής καύσης, έλεγχο της σταδιακής παροχής αέρα, αποφυγή ανάπτυξης θερμών σημείων, τον επακόλουθο κίνδυνο σχηματισμού υαλοποιημένης τέφρας και NO_x, καθώς και την εγκατάσταση θερμαντικών επιφανειών στο άνω τμήμα του κλιβάνου.

Το μειονέκτημα των κλιβάνων με ρευστοποιημένης κλίνης με ανακυκλοφορία είναι το μεγάλο τους μέγεθος και συνεπακόλουθα η υψηλότερη τιμή τους, το μεγαλύτερο γόρτιο σκόνης στο απαέριο, το οποίο εκλύεται από τον διαχωρισμό σωματιδίων άμμου σε σύγκριση με αυτό από το σύστημα ρευστοποιημένης κλίνης φυσαλλίδων, η μεγαλύτερη απώλεια υλικού από την κλίνη στην παραγόμενη τέφρα και το μικρό μέγεθος καυσίμου, το οποίο απαιτείται διαμέτρου (0,1mm-4mm), με συνέπειες υψηλότερες επενδύσεις σε προεπεξεργασία σε προεπεξεργασία του καυσίμου. Επιπλέον, η λειτουργία τους σε μικρότερο φορτίο είναι προβληματική. Λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας τους οι κλιβάνοι σε μικρότερο φορτίο είναι προβληματικό. Λόγω της της υψηλής θερμοχωρητικότητας τους, οι κλιβάνοι ρευστοποιημένης κλίνης με ανακυκλοφορία γίνονται μια ενδιαφέρουσα με επιλογή σε μονάδες δυναμικότητας άνω της 30 M, εξ αιτίας της αυξημένης αποδοτικότητας της καύσης και της χαμηλότερης ροής του απαερίου.

Χώρα εγκατάστασης	Καναδάς (West Lorne)
Έτος έναρξης λειτουργίας	2007
Μέθοδος ενεργειακής αξιοποίησης	Πυρόλυση σε αντιδραστήρα αναβράζουσας ρευστοποιημένης κλίνης
Μηχανή παραγωγής ισχύος	Αεριοστρόβιλος
Ισχύς ηλεκτρική	2,5 MWeI
Παραγωγή θερμότητας	12 m ³ /h (σε μορφή ατμού)
Βαθμός απόδοσης	70 % κ.β.
Καύσιμο	Απόβλητη ξυλώδης βιομάζα
Ιδιοκτήτης	DynaMotive Energy Systems Corp
Κόστος κατασκευής	CAD \$14.000.000
Επιδότηση	CAD \$5.000.000 (SDTC) Sustainable Development Technology Canada
Ανάδοχος έργου	DynaMotive Energy Systems Corp

Εικόνα 46. Εγκατάσταση West Iorn



Εικόνα 47. Εγκατάσταση (Columbus, Mississippi)



Χώρα κατασκευής	Η.Π.Α. (Columbus, Mississippi)
Έτος έναρξης λειτουργίας	2012
Μέθοδος ενεργειακής αξιοποίησης	Καταλυτική πυρόλυση σε αντιδραστήρα κυκλοφορούσας ρευστοποιημένης κλίνης
Παραγωγή υγρών καυσίμων(βενζίνη, πετρέλαιο diesel, μαζούτ)	11.000.000 γαλόνια υγρών καυσίμων ετησίως (cellulosic biofuel)
Βαθμός απόδοσης	92 γαλόνια ανά τόνο βιομάζας
Καύσιμο	Ξυλώδης βιομάζα
Βαθμός απόδοσης	92 γαλόνια ανά τόνο βιομάζας
Ιδιοκτήτης	Kior
Κόστος κατασκευής	US \$213.000.001
Επιδότηση	Χωρίς επιδότηση

4.2.ΚΥΡΙΟΙ ΤΥΠΟΙ ΑΕΡΟΠΟΙΗΤΩΝ

Βασικοί τυπί αεροποιοητές είναι οι αεροποιοητές ανοδικής ροής,αεροποιοητές καθοδικής ροής , αεροποιοητές διασταυρούμενης ροής, αεροποιοητές ρευστοποιημένης κλίνης και οι αεροποιοητές παρασυρόμενης κλίνης.

Στον τύπο της ανοδικής ροής η βιομάζα τροφοδοτείται στην κορυφή του αντιδραστήρα,κινείται προς τα κάτω , μετατρέπεται με παράλληλη απομάκρυνση της τέφρας,ένω ο αέρας,που παρέχεται απο την βάση και τα αέρια απομακρύνονται απο την κορυφή.Η βιομάζα κινείται αντίθετα προς την ροή των αερίων και περνά διαδοχικά απο τις ζώνες ξήρανση,πυρόλησης, αναγωγής και την βάση της εστίας. Η θερμότητα για πυρόληση και ξήρανση προέρχεται κατά κύριο λόγο από το αέριο προϊόν,το οποίο ρέει προς τα πάνω και εν μέρει από την ακτινοβολία που εκπέμπεται από την βάση της εστίας. Στην ζώνης της αναγωγής παράγεται μονοξειδίο του άνθρακα και υδρογόνο, ενώ στην βάση της εστίας το υπόλοιπο εξανθράκωμα και υδρογόνο, ενώ στην βάση της εστίας το υπόλοιπο εξανθράκωμα καίγεται προσφέρωντας ενέργεια,διοξειδίο του άνθρακα και ατμό για τις αντιδράσεις και παραπάνω ζώνη.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα αυτού του τύπου αντιδραστήρα είναι η απλότητα του, καθώς και το υψηλό επίπεδο καύσης του ξυλάνθρακα και εσωτερικής εναλλαγής θερμότητας, που οδηγεί σε χαμηλές θερμοκρασίες εξόδου των αερίων και σε μεγάλη αποδοτικότητα αεροποίησης. Λόγω της εσωτερικής αεροποίησης. Λόγω της εσωτερικής εναλλαγής θερμότητας, το καύσιμο ξηραίνεται στην κορυφή του αεροποιητή, έτσι ώστε μπορούν να χρησιμοποιηθούν καύσιμα με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία (μέχρι της 60%). Επιπρόσθετα, αυτός ο τύπος αεροποιητή μπορεί να επεξεργασθεί σχετικά μικρά σωματίδια καύσιμου.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα αυτού του τυπού αντιδραστήρα είναι οι μεγάλες ποσότητες πίσσας και προιόντων πυρόλησης τα οποία σχηματίζονται, καθώς το αέριο της πυρόλησης δεν περνά από την βάση της εστίας και τα συνεπέια δεν καίγεται. Το γεγονός είναι ίδιας σημασίας αν το αέριο χρησιμοποιείται σε διεργασίες άμεσης θέρμανσης, όπου η πίσσα απλώς καίγεται όμως όταν το αέριο χρησιμοποιείται σε μηχανές, απαιτείται μεγάλης έκτασης καθαρισμός του.

Σε ένα αεροποιητή καθοδικής ροής η βιομάζα τροφοδοτείται στην κορυφή και ο αέρας εισάγεται επίσης στην κορυφή ή στα πλάγια. Το αέριο απάγεται από το κάτω μέρος του αντιδραστήρα και κινείται κατά την ίδια φορά με την βιομάζα. Οι ζώνες είναι παρόμοιες με αυτές του αντιδραστήρα ανοδικής ροής με κάπως διαφορετική σειρά. Η βιομάζα περνά μέσα από τις ζώνες ξήρανσης και πυρόλησης, οι οποίες θερμαίνονται κύρια από την ακτινοβολία και στην συνέχεια περνά από τις βάσεις της εστίας, όπου τα αέρια της πυρόλησης και μέρος του εξανθρακώματος καίγονται. Η έκταση, στην οποία τα αέρια πυρόλησης καίγονται, εξαρτάται από τον σχεδιασμό του αντιδραστήρα και την τροφοδοσία βιομάζας. Μετά την ζώνη οξειδωσης. Το απόλυτο εξανθράκωμα και το προιόν της καύση-διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και υδρατμοί- περνάνε στη ζώνη αναγωγής, όπου δημιουργείται μονοξειδίου του άνθρακα και μοριακό υδρογόνο.

Το κυριο πλεονέκτημα ενός αεροποιητή καθοδικής ροής είναι η παραγωγή αερίου με χαμηλή περιεκτικότητα σε πίσσα που είναι κατάλληλο για μηχανές. Αυτός ο τύπος αεροποιητή είναι η κατάλληλος για την παραγωγή ισχύος η οποία κυμαίνεται από 80KW-100KW.

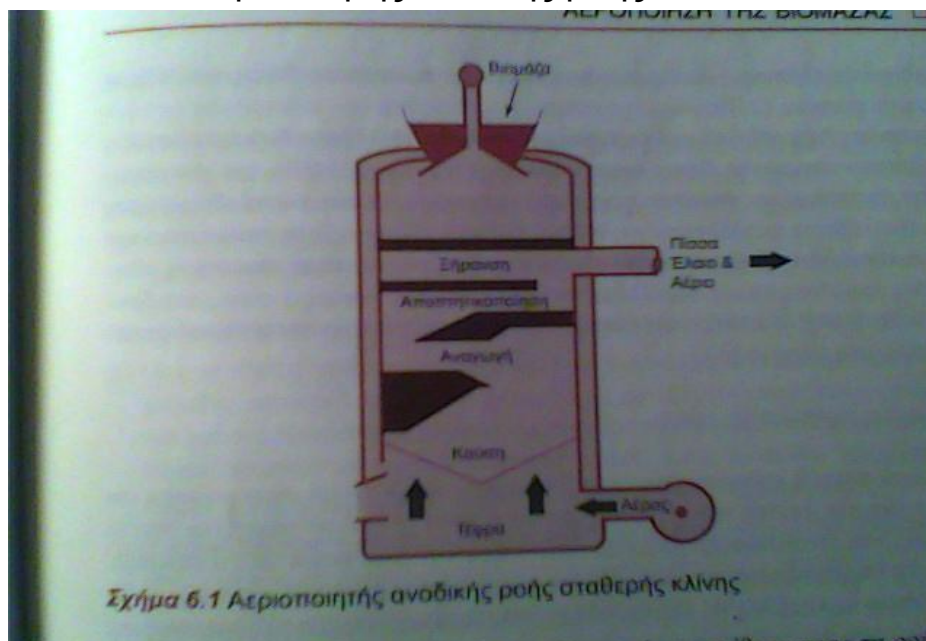
Τα μειονεκτήματα ενός αεροποιητή καθοδικής ροής συνοψίζονται ως εξής:

- Μένουν στο αέριο υψηλά επίπεδα τέφρας και σωματιδίων σκόνης.
- Οι απαιτήσεις σε καύσιμο είναι σχετικά αυστηρές. Το καύσιμο πρέπει να έχει μέγεθος μεταξύ (4-10)mm, ώστε να μην φράζει το λαιμό του αντιδραστήρα και να επιτρέπει στα αέρια της πυρόλησης να ρέουν προς κάτω, στην δε θερμότητα από την βάση της να ρέει προς τα πάνω.
- Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε υγρασία πρέπει να μην υπερβαίνει το 25%
- Η σχετική υψηλή θερμοκρασία των απαερίων στην έξοδο, έχει σαν αποτέλεσμα χαμηλότερη αποδοτικότητα αεροποίησης.

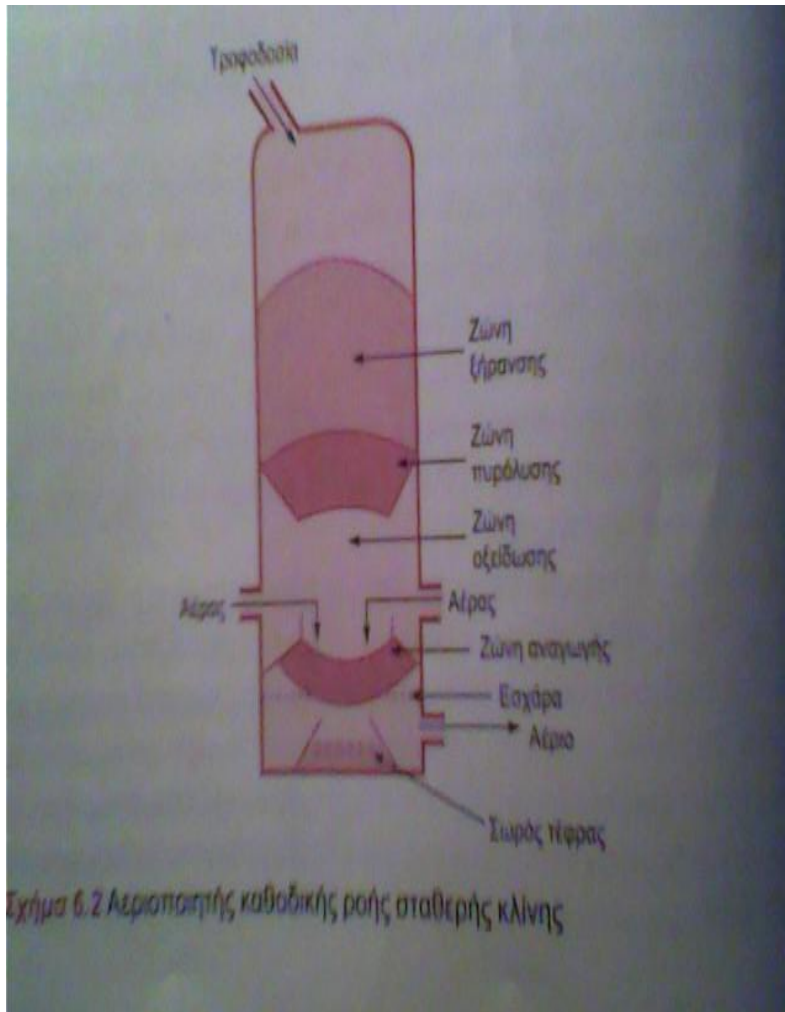
Χαρακτηριστικά	καθοδικής ροής	ανοδικής ροής
καύσιμο	ξύλο	ξύλο
Υγρασία%	12 (max 25)	43 (max 60)
Τέφρα%	20-100	5-100
Μέγεθος mm	20-100	5-100
Θερμοκρασία εξόδου C	700	200-401
Πίσσα(g/Nm ³)	0.015-0.501	30-151
Ευαισθησία σε διακυμανσεις φορτιου	ευαίσθητος	μη ευαίσθητος
Max/min απόδοση	3--4	5--10
hHG πλήρες φορτιο%	85-91	90-96
hCG πλήρες φορτιο%	65-76	40-61
Παραγόμενο αέριο ΚΘΔ(MJ/Nm ³)	4,5-5,0	5,0-6,0

Hg=απόδοση ζεστού αερα
Cg=απόδοση κρύου αερα

Εικόνα 48,.Αεριοποιητής ανοδικής ροής



Εικόνα 49. Αεροποιητής καθοδικής ροής



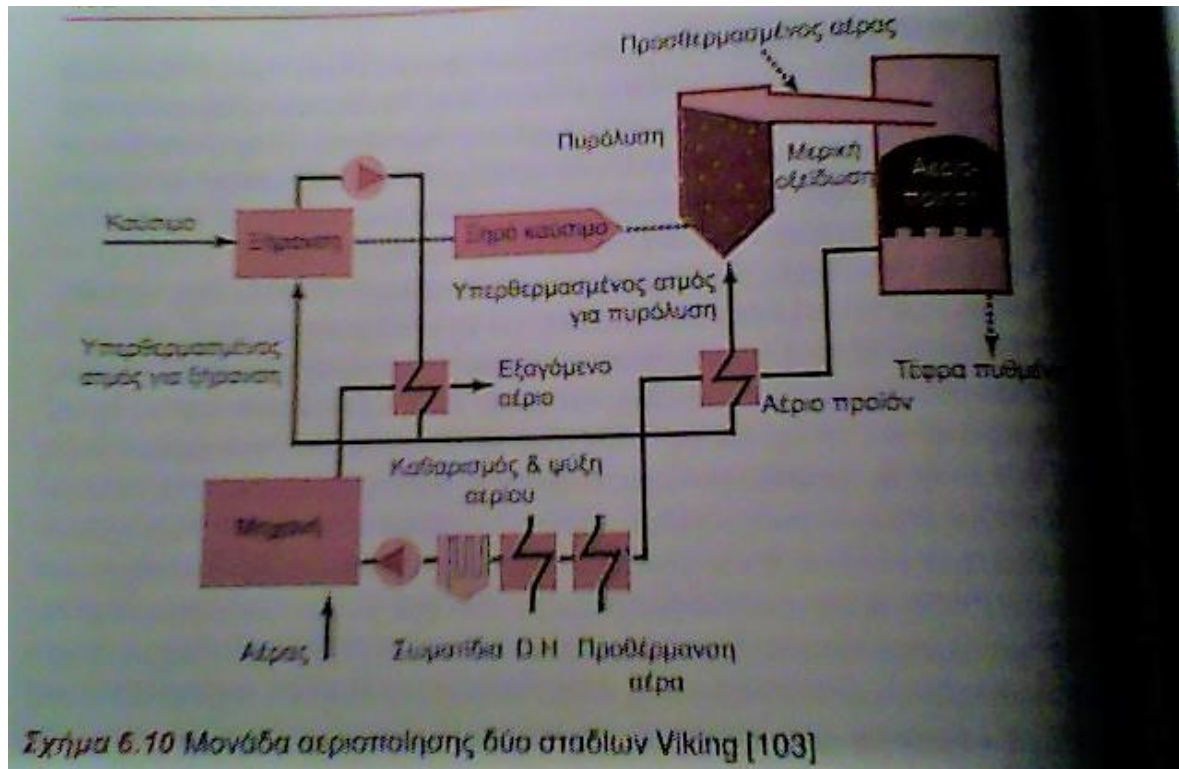
Σχήμα 6.2 Αεροποιητής καθοδικής ροής σταθερής κλίσης

Εικόνα 50. Εγκατάστασης Δανια Harboore



Χώρα κατασκευής	Δανια Harboore,
Έτος έναρξης λειτουργίας	2003
Παροχή καυσίμου	4800kWth
παραγωγή ισχύος	1500kWth
Παραγωγή θερμότητας	3200kWth
Απόδοση	31%
Θερμοκρασία τηλεθέρμανσης	90 *C kWth kWt επιστροφή 40*C
Μέγεθος καυσίμου	10-80 mm
Υγρασία καυσίμου	30-50%
Τέφρα καυσίμου	0.6%
Ανθρακας τέφρας	3%
Μέθοδος ενεργειακής αξιοποίησης	Θερμοχημική αεριοποίηση σε αντιδραστήρα ανοδικής ροής (Updraft gasifier)
Ανάδοχος έργου	Babcock & Wilcox (Vølund)
Κόστος	€ 9.000.000

Εικόνα 51. Μονάδα αεροποίησης δύο σταδίων



Χώρα εγκατάστασης	Δανία (Lyngby)
Έτος έναρξης λειτουργίας	2002
Μέθοδος ενεργειακής αξιοποίησης	Θερμοχημική αεροποίηση 2 σταδίων
Μηχανή παραγωγής ισχύος	Μ.Ε.Κ Φτωχής καύσης
Ισχύς ηλεκτρική	20 kWel
Παραγωγή θερμότητας	65 kWth (σε μορφή θερμού νερού)
Βαθμός απόδοσης	80%
Καύσιμο	Ξυλώδης βιομάζα σε μορφή τσιπς
Ιδιοκτήτης	Πολυτεχνείο Δανίας DTU

Η πειραματική μονάδα Viking χρησιμοποιεί μία διάταξη αεροποίησης σταθερής κλίνης δύο σταδίων που σημαίνει ότι η διαδικασία της πυρόλυσης και αυτή της αεροποίησης λαμβάνουν χώρα σε δύο διαφορετικούς αντιδραστήρες η κάθε μία. Η βιομάζα που βρίσκεται σε μορφή τσιπς μέσα σε μία δεξαμενή αποθήκευσης, εισέρχεται μέσα στη διάταξη αεροποίησης στην αρχή ενός ατέρμονα κοχλία. Ο ατέρμων κοχλίας θερμαίνεται με ακτινοβολία καθώς στην περιφέρειά του και σε όλο το μήκος του περικλείεται από ένα χώρο μέσα στον οποίο οδηγούνται τα θερμά καυσαέρια από την έξοδο της μηχανής εσωτερικής καύσης. Καθώς η βιομάζα προωθείται η θερμοκρασία της αυξάνεται σε ένα περιβάλλον απουσία οξυγόνου μέχρι τους 600 °C. Έτσι κατά μήκος του κοχλία γίνεται ξήρανση και στη συνέχεια πυρόλυση της βιομάζας.

Τα στερεά εξανθρακώματα που παράγονται κατά την πυρόλυση τελικά καταλήγουν στη βάση του δεύτερου αντιδραστήρα όπου και σχηματίζουν μία σταθερή κλίνη. Στη

μέση του δεύτερου αντιδραστήρα παρατηρούμε ότι εγγέεται προθερμασμένος αέρας στο εσωτερικό του. Αυτό γίνεται διότι εκεί λαμβάνει χώρα μερική οξειδωση των αερίων πυρόλυσης που αποτελούνται κυρίως από πίσσες. Η θερμοκρασία ανεβαίνει στους 1100 οC και τα θερμά αέρια οδηγούνται να διέρθουν μέσα από τη σταθερή κλίση των εξανθρακωμάτων ώστε να γίνουν οι αντιδράσεις αεριοποίησης και να σχηματισθεί το παραγόμενο αέριο. Το αέριο αεριοποίησης φεύγει από τον αντιδραστήρα με μία θερμοκρασία των 750 οC διότι οι αντιδράσεις αεριοποίησης είναι ενδόθερμες (απορροφούν θερμική ενέργεια) και η τέφρα από τη διαδικασία της αεριοποίησης απομακρύνεται. Παρατηρούμε επίσης την κατασκευαστική λεπτομέρεια στη μέση του αντιδραστήρα που διευκολύνει την καθοδική ροή των αερίων. Ο βαθμός απόδοσης της συνολικής διαδικασίας αεριοποίησης της βιομάζας είναι 93 %.

Καθώς τα αέρια πυρόλυσης εισέρχονται μέσα στο δεύτερο αντιδραστήρα περιέχουν μεγάλες ποσότητες πίσσας περίπου 50.000 mg/Nm³. Στο στάδιο όμως της μερικής οξειδωσης που ακολουθεί οι ποσότητες πίσσας που περιέχονται μειώνονται σε 500 mg/Nm³ ενώ μετά το στάδιο της αεριοποίησης των εξανθρακωμάτων το παραγόμενο αέριο έχει 25 mg/Nm³ περιεκτικότητα σε πίσσες. Στη συνέχεια το αέριο περνά μέσα από διάφορους εναλλάκτες θερμότητας όπου και αποδίδει θερμότητα διαδοχικά, στα καυσαέρια της μηχανής που θερμαίνουν τον αντιδραστήρα πυρόλυσης, στον αέρα που εισάγεται στον αντιδραστήρα και στο νερό του δικτύου θέρμανσης. Έτσι αφού η θερμοκρασία του αερίου έχει μειωθεί σημαντικά στους 90 οC διέρχεται μέσα από ένα φίλτρο όπου απομακρύνονται ανεπιθύμητα σωματίδια και η περιεκτικότητα σε πίσσες, που σε αυτή τη θερμοκρασία οι πίσσες έχουν στερεοποιηθεί, μειώνεται ακόμη περισσότερο σε κάτω από 1 mg/Nm³. Οι υδρατμοί που περιέχονται στο αέριο συμπυκνώνονται ώστε να αυξηθεί η θερμογόνος δύναμη του αερίου που κυμαίνεται μεταξύ 4 και 5 MJ/Nm³ (Κ.Θ.Δ.). Η τοξικότητα του συμπυκνώματος που προκύπτει βρίσκεται σε επιτρεπτά όρια, επιτρέποντας τη περαιτέρω διάθεσή του στο βιολογικό καθαρισμό της πόλης.

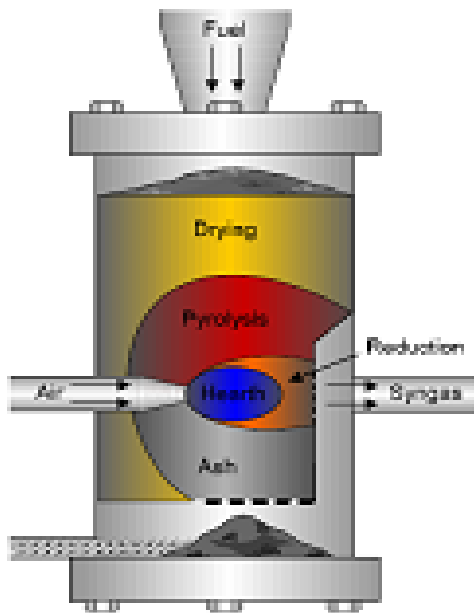
Το παραγόμενο αέριο αεριοποίησης οδηγείται σε μία κοινή μηχανή εσωτερικής καύσης Deutz τύπου Diesel που χρησιμοποιείται στα φορτηγά, η οποία έχει μετατραπεί σε μηχανή φτωχής καύσης τύπου Otto. Η μηχανή έχει 3 κυλίνδρους διατεταγμένους σε σειρά με συνολικό όγκο εμβολισμού 3.100 κ.εκ. ενώ λειτουργεί στις 1500 rpm. Ο βαθμός απόδοσής της είναι 32 %. Το παραχθέν αέριο αεριοποίησης εισάγεται στον ατμοσφαιρικό κινητήρα χρησιμοποιώντας ένα φυσητήρα. Η γεννήτρια που χρησιμοποιείται είναι της MWM.

Οι αεροποιητές διασταυρούμενης ροής έχουν προσαρμοσθεί για την χρήση του ξυλάνθρακα. Η αεροποίηση του ξυλάνθρακα οδηγεί σε εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες ($T > 1500^{\circ}\text{C}$) στην βάση της εστίας, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε τοπικά προβλήματα καταπόνησης υλικών.

Τα πλεονεκτήματα τους συστήματος αυτού είναι ότι μπορείς να λειτουργήσει σε μικρή κλίμακα. Χρησιμοποιείται σε αναπτυσσόμενες χώρες σε μονάδες ισχύος μικρότερης από 10KW. Αυτό είναι δυνατό λόγω, της απλής διεργασίας καθαρισμού του αερίου.

Ένα μειονέκτημα τους είναι η αδυναμία τους να μετατρέψουν την πίσσα, πράγμα το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα την ανάγκη της τροφοδοσίας υψηλής ποιότητας ξυλάνθρακα.

Εικόνα 52. Αεροποιητή διασταυρούμενης ροής



Οι αεροποιητές **ρευστοποιημένης κλίνης** δημιουργήθηκαν για λειτουργικά προβλήματα με την σταθερή κλίνη, καύσιμα με την με υψηλή περιεκτικότητα σε σε τέφρα και γενικά είναι κατάλληλη για την υψηλά επίπεδα παραγωγής άνω των 10 MW. Τα χαρακτηριστικά της αεροποίησης ρευστοποιημένης κλίνης είναι ίδια με καύση σταθερής κλίνης.

Το καύσιμο τροφοδοτείται σε μια αιρούμενη κλίνη θέρμης σωματίδια βιομάζας αποτελούν το 1% της μάζας κλίνης. Η κλίνη συμπεριφέρεται σαν ρευστό και χαρακτηρίζεται από υψηλό τυρβώδες. Σε υψηλές ταχύτητες το μέσο αεροποίησης ρέει μέσω διαμέσου της κλίνης υπό μορφής φυσαλίδων, ενώ σε ταχύτητες σε μεγάλης ελεύθερης πτώσης, τα σωματίδια παρασύρονται έξω από τον κλίβανο, συλλέγονται από τον κλίβανο, συλλέγονται από κυκλώνες και ανακυκλώνονται μέσα στην κλίνη. Στον ελεύθερο όριο επιτυγχάνεται ένα επιπλέον 10%-20% της αεροποίησης της μάζας. Η θερμοκρασία της αεροποίησης είναι σχετικά χαμηλή στους (750-900)°C. Η θερμοκρασία κατανέμεται ομοιογενώς διαμέσω του τυρβώδες στρώματος, έτσι ώστε οι αντιδράσεις αεροποιήσεις να εκτελούνται ομοιόμορφα. Λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών, οι ρυθμοί δεν είναι πολύ υψηλοί. Αν η αεροποίηση γίνει με ατμό και καθαρό οξυγόνο αντί για αέρα, η θερμογόνος δύναμη του παραγόμενου αερίου θα είναι υψηλότερη. Όμως η παραγωγή καθαρού οξυγόνου είναι ακριβή και κατά συνέπεια δυνατή μόνο σε λειτουργίες μεγάλης κλίμακας.

Τα πλεονέκτημα της ρευστοποιημένης κλίνης είναι:

- Συμπαγής κατασκευή λόγω υψηλών ρυθμών εναλλαγής θερμότητας και αντίδρασης που οφείλεται στην έντονη ανάμειξη στην κλίνη
- Εύκολη προσαρμογή σε μεταβολές στην περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα και άλλα χαρακτηριστικά του καυσίμου καθώς και δυνατότητα χειρισμού χυωδών και λεπτόκοκκων υλικών με υψηλή περιεκτικότητα σε τέφρα, χαμηλή πυκνότητα, μειωμένες επικαθίσεις και επισκωρίσεις επειδή οι θερμοκρασίες αντιδράσεις είναι χαμηλές.

Τα μειονέκτημα της ρευστοποιημένης κλίνης είναι:

- Υψηλή περιεκτικότητα του παραγόμενου αερίου σε πίσσα και σκόνη

- Υψηλές θερμοκρασίες του παραγόμενου αερίου οι οποίες αφήνουν αλκαλικά μέταλλα σε κατάσταση ατμού.
- Μη πλήρους καύσης.

Οι **αεριοποιητές παρασυρόμενης κλίνης** μαζί με την κονιοποιημένη βιομάζα παρασύρεται μαζί με το μέσο αεροποίησης, αντιδρώντας σε ομοροή, με φλόγα υψηλής θερμοκρασίας. Η πλήρης παρέλκυση των σωματιδίων απαιτεί υψηλές ταχύτητες αερίου, οι οποίες οδηγούν σε υψηλά επίπεδα παραγωγής και σε χρόνους παραμονής λίγων μόνο δευτερολέπτων. Το αέριο προϊόν δεν περιέχει πίσσα, έχει χαμηλά περιεκτικότητα σε μεθάνιο και είναι κατάλληλο για σύνθεση αμμωνίας ή μεθανόλης.

Οι αεροποιητές παρασυρόμενης κλίνης είναι απλοί στο σχεδιασμό τους και κατάλληλοι για μονάδες μεγάλης κλίμακας. Τα κύρια μειονεκτήματα απορρέουν από την χαμηλή συγκέντρωση του καυσίμου στο μέσο αεροποίησης και την ομοροή των αντιδρώντων. Η διάταξη αυτής μειώνει τους ρυθμούς της αντίδρασης στην έξοδο της του αντιδραστήρα, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία εξόδου του αερίου να είναι υψηλή και να απαιτεί εκτεταμένες επιφάνειες εναλλαγής θερμότητας.

4.3. ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΕΛΛΑΔΑ

Η παρούσα εισήγηση αφορά την κατασκευή μονάδας παραγωγής ενέργειας από βιομάζα πλησίον του οικισμού Τερπύλλου, Δ.Ε. Κρουσσών, Δ. Κιλκίς, η οποία θα λειτουργήσει συνεργιστικά με άλλες τρεις όμοιες μονάδες στην ίδια περιοχή δυναμικότητας έκαστης 0.5MW, καθώς και δύο επιπλέον μονάδων στην ευρύτερη περιοχή (Ευκαρπία και Μεταξοχώρι/Γερακαριό) τις ίδιας Δημοτικής Ενότητας, έκαστης δυναμικότητας 1MW. (συνολική δυναμικότητα στην περιοχή 4.5MW)

Η μονάδα θα παράγει ετησίως 7,6 εκ. kWh ηλεκτρικής ενέργειας με μέγιστη ηλεκτρική ισχύ 938 kW και θερμική ισχύ 1.600 kW. Θα απασχολούνται μόνιμα 3-4 εργαζόμενοι και θα λειτουργεί σε 24ωρη βάση.

Γεωγραφική θέση

Η μονάδα εμβαδού 660m² πρόκειται να κατασκευαστεί εκτός σχεδίου και εκτός οικισμού στο με αριθμ. 2043 αγροτεμάχιο του αγροκτήματος Τερπύλλου σε απόσταση 1332 μ. από τα όρια του οικισμού Τερπύλλου και 1402 μ. από την πλησιέστερη κατοικία. Το αγροτεμάχιο έχει πρόσβαση από αγροτική οδό, δεν διέρχεται μέσα ή πλησίον από αυτό ρέμα, τμήμα αυτού έχει χαρακτηριστεί ως δασική έκταση.

Οι υπόλοιπες τρεις μονάδες απέχουν 920μ., 905μ. και 1420μ. αντίστοιχα από το οικισμό Τερπύλλου και είναι χωροθετημένες περιμετρικά αυτού. Οι αποστάσεις μεταξύ των μονάδων κυμαίνονται από 395 μ. έως 1755 μ. Η

περιοχή είναι κυρίως αγροτική – γεωργική και δεν έχει χαρακτηριστεί ως προστατευόμενη.

Τεχνική περιγραφή έργου – παραγωγικής διαδικασίας

Η τεχνολογία που θα χρησιμοποιήσει η μονάδα είναι καινούργια στη χώρα μας αλλά χρησιμοποιείται επί σειρά ετών στην Ευρώπη. Εκμεταλλεύεται την αχρησιμοποίητη βιομάζα μιας περιοχής όπου βιομάζα νοούνται οι ενεργειακές

καλλιέργειες, οι ιστοί δέντρων (κλαδιά) και φυτών (άχυρο), καθώς και πριονίδια-κατάλοιπα ξυλείας από βιομηχανική/βιοτεχνική χρήση, για την παραγωγή ενέργειας

Η βιομάζα, υπό την μορφή θρυμματισμένων κομματιών ή πέλετ με μέγεθος <2cm, θα μεταφέρεται με φορτηγά στην παραγωγική μονάδα όπου θα αποθηκεύεται σε δύο (2) μεταλλικά σιλό. Τα σιλό τα οποία είναι τοποθετημένα εξωτερικά του κυρίως χώρου παραγωγής θα είναι κυλινδρικά 10μ. ύψους (ή 16.5μ. βάση της επισυναπτόμενης τομής) και διαμέτρου 8μ..

Μετά την αποθήκευσή της, η πρώτη ύλη, και εφόσον αποκτήσει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά (χαμηλή υγρασία) με τη χρήση ροής θερμών ρευμάτων στα σιλό, θα οδηγείται στους αεριοποιητές. Στους δύο (2) αεριοποιητές λαμβάνει χώρα μέσω πολλαπλών σταδίων η αποικοδόμηση – διάσπαση της οργανικής ύλης (βιομάζας) με αποτέλεσμα την παραλαβή του αερίου σύνθεσης (syngas) το οποίο αποτελείται από 15-20% υδρογόνο (H₂), 15-30% μονοξείδιο του άνθρακα (CO), 3% μεθάνιο (CH₄), 10% διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), και 40-50% άζωτο (N₂). Το παραγόμενο αέριο σύνθεσης ακολουθεί μία πορεία διαμέσω πολλαπλών μηχανημάτων (κυκλώνες, εναλλάκτες θερμότητας, ηλεκτροστατικά φίλτρα και σακόφιλτρα) με στόχο να φιλτραριστεί και να ψυχθεί ώστε να απομακρυνθούν παραπροϊόντα της διεργασίας αεριοποίησης – κυρίως τέφρα και συμπυκνώματα. Το καθαρό πλέον αέριο σύνθεσης οδηγείται σε δεξαμενή αποθήκευσης δυναμικότητας 80m³ από την οποία θα τροφοδοτούνται οι δύο (2) μηχανές εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ενέργειας. Σε περίπτωση υπερπαραγωγής αερίου σύνθεσης αυτό θα οδηγείται σε δαυλό καύσης.

4.4.ΚΥΡΙΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΗΣΗΣ

Οι βασικοί αντιδραστήρες της αναερόβιας χώνευσης είναι εξής:

- Οριζοντιος χωνευτηρας εμβολικης ροης
- Κατακόρυφος χωνευτήρας
 - Κατακόρυφος χωνευτήρας πλήρους ανάμειξης
 - Ομοιογενή θερμοκρασία
 - Δυνατότητα παράκαμψης(by pass)
- Πλατύς επίπεδος χωνευτήρας
 - Πλατύς επιπεδος χωνευτηρας μερικης αναμειξης
 - Πιθανότητα σχηματισμου ζωνων
 - Δυνατότητα παρακαμψης(by pass)

4.4.1.ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

Μία εγκατάσταση παράγει βιοαέριο και οργανικό λίπασμα αξιοποιώντας μεγάλη ποικιλία οργανικών πρώτων υλών (βιομάζα) όπως κτηνοτροφικά απόβλητα αγροτικά και αγροτοβιομηχανικά υπολείμματα και απόβλητα, καθώς και ενεργειακά φυτά. Μέσω της αναερόβιας χώνευσης αυτών των υλών παράγεται το βιοαέριο (βιομεθάνιο), το οποίο μετά από επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο της μηχανής μονάδας συμπαραγωγής (CHP) ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας

χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο οχημάτων και να διατεθεί απευθείας σε δίκτυο φυσικού αερίου.

Τα περισσότερα είδη υποστρώματος (βιομάζας, πρώτων υλών) μπορούν να αναμιχθούν μεταξύ τους. Η διαφορά έγκειται μόνο στο σύστημα τροφοδοσίας των υλικών αυτών. Για βιομάζα στερεάς μορφής χρησιμοποιούνται κοχλιομεταφορείς, ενώ για υγρής μορφής χρησιμοποιούνται δεξαμενές με αντλιοστάσια. Οι βασικές υποδομές αποτελούνται από ανεξάρτητες μονάδες αντιδραστήρων διαμέτρου 8 – 24 μέτρων και ύψους έως 9 μέτρα. Αν αυξηθεί η ποσότητα της εισερχόμενης βιομάζας, τότε αυξάνεται ανάλογα και ο αριθμός των υπομονάδων (αντιδραστήρων).

Η υγρή βιομάζα μπορεί να μεταφερθεί με σύστημα αντλιών και αγωγών αν το σημείο παραγωγής της (για παράδειγμα ένα βουστάσιο γαλακτοπαραγωγής) είναι σε μικρή απόσταση από την εγκατάσταση βιοαερίου ή με οχήματα όταν η απόσταση είναι μεγάλη. Ομοίως, η στερεά βιομάζα μπορεί να μεταφερθεί στην εγκατάσταση με ταινιομεταφορείς και με οχήματα για μικρές και μεγάλες αποστάσεις αντίστοιχα. Τα υγρά υλικά αποθηκεύονται αρχικά σε δεξαμενές προ-επεξεργασίας. Σε αυτές τις δεξαμενές τα υλικά ομογενοποιούνται και θερμαίνονται ή ψύχονται ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη θερμοκρασία. Συνήθως μία τέτοια δεξαμενή έχει αποθηκευτική ικανότητα 2 – 3 ημερών. Τα στερεά υλικά μπορούν επίσης να τροφοδοτηθούν εντός αυτών των δεξαμενών ή του χωνευτήρα με κοχλιομεταφορείς.

Από τις δεξαμενές προ-επεξεργασίας τα υλικά μεταφέρονται στους χωνευτήρες (ή βιοαντιδραστήρες, δεξαμενές μεθανίου, δεξαμενή ζύμωσης) που αποτελούν και το κύριο μέρος της όλης εγκατάστασης. Ο βιοαντιδραστήρας είναι μία αεριο-στεγανή δεξαμενή που κατασκευάζεται από αντιδιαβρωτικό σκυρόδεμα ή μέταλλο με επίτηξη γυαλιού. Ο αντιδραστήρας είναι θερμομονωμένος. Οι υπολογισμοί για τη θερμομόνωση βασίζονται στις τοπικές κλιματικές συνθήκες. Προκειμένου να διαμορφωθούν οι κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών η θερμοκρασία θα πρέπει να διατηρείται σε μεσόφιλη κατάσταση (30 – 41°C). Σε κάποιες περιπτώσεις επιλέγονται θερμοφιλικές συνθήκες (θερμοκρασία ίση με περίπου 55°C). Η ανάμιξη της βιομάζας εντός του χωνευτήρα λαμβάνει χώρα με διάφορους τρόπους και εξαρτάται από το είδος της πρώτης ύλης, την υγρασία και άλλα χαρακτηριστικά. Η ανάμιξη μπορεί να γίνει από επικλινείς και υποβρύχιους αναδευτήρες.

Όλα τα είδη αναδευτήρων κατασκευάζονται από ανοξείδωτο ατσάλι.

Οι χωνευτήρες θερμαίνονται με τη βοήθεια μέσων θερμότητας. Το σύστημα θέρμανσης είναι ένα δίκτυο σωλήνων, το οποίο μπορεί να κατασκευαστεί εντός των τοίχων του αντιδραστήρα ή να τοποθετηθεί στην εσωτερική πλευρά των τοίχων του αντιδραστήρα. Σε περίπτωση που η μονάδα είναι εξοπλισμένη με μονάδα συμπαραγωγής, ο χωνευτήρας μπορεί να θερμανθεί από το νερό ψύξης της γεννήτριας. Αν η εγκατάσταση προορίζεται μόνο για παραγωγή βιοαερίου τότε το θερμό νερό λαμβάνεται από ειδικό λέβητα βιοαερίου (ή φυσικού αερίου). Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας μίας εγκατάστασης βιοαερίου ισούται συνήθως με 5 – 10% της παραγόμενης ενέργειας. Όλη η διαδικασία ζύμωσης (χώνευσης) εκτελείται από αναερόβιους μικροοργανισμούς, οι οποίοι εγχέονται μέσα στο χωνευτήρα μόνο μία φορά κατά την εκκίνηση λειτουργίας (εκτός από τις περιπτώσεις που η βιομάζα εμπεριέχει ήδη τα κατάλληλα βακτήρια – π.χ. ζωικά απόβλητα). Ο χωνευτήρας είναι ερμητικά σφραγισμένος, διότι πρέπει να διατηρούνται συνθήκες πλήρους έλλειψης οξυγόνου.

Ως προϊόντα της αναερόβιας χώνευσης λαμβάνουμε: βιοαέριο και οργανικό/βιολογικό λίπασμα (υγρό και στερεό).

Το βιοαέριο αποθηκεύεται σε σύστημα κατακράτησης/προσωρινής αποθήκευσης. Εντός αυτού του συστήματος η πίεση και η σύνθεση του βιοαερίου εξισορροπούνται. Από το σύστημα κατακράτησης βιοαερίου αερίου, το βιοαέριο μεταφέρεται με τη βοήθεια συστήματος τροφοδοσίας αερίου σε σταθερή βάση προς το σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας (Combined Heat and Power, CHP). Το σύστημα διαχείρισης βιοαερίου έχει ενσωματωμένες διατάξεις για την απομάκρυνση υγρασίας και υδρόθειου και για τη ρύθμιση των ιδιοτήτων του. Οι μεγάλες εγκαταστάσεις βιοαερίου είναι εξοπλισμένες με πυρσούς καύσης της τυχόν περισσεύσας παραγόμενης ποσότητας. Στην περίπτωση κατά την οποία το παραγόμενο βιοαέριο δεν προορίζεται από τον ιδιοκτήτη της εγκατάστασης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ως τελικό προϊόν, τότε αυτή εξοπλίζεται με σύστημα απομάκρυνσης διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Επειδή η αναερόβια χώνευση είναι μία υψηλού επιπέδου και αποτελεσματικότητας διαδικασία επεξεργασίας αποβλήτων, η χωνεμένη βιομάζα αποτελεί οργανικό λίπασμα. Μέσω μηχανικού διαχωριστή η χωνεμένη βιομάζα χωρίζεται σε υγρό και στερεό κλάσμα και οδηγείται σε συστήματα αποθήκευσης. Το υγρό κλάσμα του διαχωριστή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη ρύθμιση της επιθυμητής υγρασίας μέσα στους αντιδραστήρες με ανακυκλοφορία ενός ποσοστού του. Το υπόλοιπο μπορεί να αξιοποιηθεί για άρδευση καλλιεργειών και υγρή λίπανση αφού είναι πλούσιο σε άζωτο (N). Το στερεό κλάσμα μπορεί να αξιοποιηθεί εμπορικά ως οργανικό λίπασμα, εδαφοβελτιωτικό, υλικό κάλυψης (π.χ. σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων), επιχωματώσεις, υλικό κατά την αποκατάσταση λατομείων κλπ.

Η εγκατάσταση βιοαερίου είναι ένα έργο το οποίο αποτελείται κατά 70-80% από ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό.

Εικόνα 53. ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ



Η εφαρμογή στην χωματερή των Άνω Λιοσίων σχετίζεται με την αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου από τον ΧΔΑ και τον ΧΥΤΑ 1 Άνω Λιοσίων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και πώλησή της στο εθνικό δίκτυο διανομής. Το βιοαέριο αυτό είναι προϊόν αναερόβιας χώνευσης σκουπιδιών τοποθετημένων σε ειδικά διαμορφωμένες λεκάνες αεροστεγώς κλεισμένες.

Πελάτης:	(50%	ΗΛΕΚΤΩΡ	BEAL A.E.
	EnergyDevelopmentsLTD)		A.E.– 50%
Καύσιμο:	Βιοαέριο (landfill gas)		
Τύπος Κινητήρα:	MWM	–	TBG620V16K
Εφαρμογή:	Χωματερή		
Εγκατάσταση:	Εντός		Container
Ισχύς:	1,26		MWe
Συνολική Ισχύς:	13,86		MWe
Έτος Λειτουργίας:	2001		

Εικόνα 54.Εργοστάσιο βιοαερίου



Χωματερή Ταγαράδες Θεσσαλονίκη – 5 MWel

Σύντομη περιγραφή Έργου

Η εφαρμογή στην χωματερή των Ταγαράδων Θεσσαλονίκης σχετίζεται με την αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και πώλησή της στο εθνικό δίκτυο διανομής. Το βιοαέριο αυτό είναι προϊόν αναερόβιας χώνευσης σκουπιδιών τοποθετημένων σε ειδικά διαμορφωμένες λεκάνες αεροστεγώς κλεισμένες.

Πελάτης:	ΗΛΕΚΤΩΡ Α.Ε.
Καύσιμο:	Βιοαέριο (landfill gas)
Τύπος Κινητήρα:	MWM – TBG620V16K
Εφαρμογή:	Χωματερή
Εγκατάσταση:	Εντός Container
Ισχύς:	1,25 Mwe
Συνολική Ισχύς:	5 Mwe
Έτος Λειτουργίας:	2000

4.5. ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ

Εικόνα 55. Μονάδα Βιοαερίου



Χώρα κατασκευής	CALIFORNIA ,USA
Έτος έναρξης λειτουργίας	2006
Καύσιμο	ΛΥΜΑΤΑ ΒΟΕΙΔΩΝ, ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, ΤΥΡΟΓΑΛΑ
Χωνευτήρες	2 X 4500m ³
Κόστος	5,000,000
Σκοπός	Αποθήκευση αερίου στα 15 bar και διανομή αερίου μεσω τοπικού δικτύου σε βιομηχανίες

Εικόνα 56..Μονάδα επεξεργασίας λυμάτων



Χώρα κατασκευής	Νγουν,FRANCE
Έτος έναρξης λειτουργίας	2008/2009
Καύσιμο	40000t/y στερεα και υγρα οργανικα αποβλητα
χωνευτηρες	3479m ³
Κόστος	6500000 ευρο
Σκοπος	Διαχωρισμός χωνεμένου υπολλείματος σε στερέου και υγρού κλάσματος
Αεριομηχανη	716KW el

Εικόνα 57. Μονάδα κομποστοποίησης



Χώρα κατασκευής	Gottigen ,Germany
Έτος έναρξης λειτουργίας	2003
Καύσιμο	Στραγγίσματα κομποστοποίησης
Χωνευτήρες	1885m ³ τσιμεντένιος
Κόστος	800.000 euro
Σκοπος	CHP

5.ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Τα επενδυτικά κίνητρα που δόθηκαν σε δημόσιους και κυρίως σε ιδιωτικούς φορείς να επενδύσουν και να στοχεύσουν στην ανάπτυξη εγκαταστάσεων πηγών ενέργειας έχει σημάτοδοτήσει την μετάβαση στον κλάδο της ενέργειας, σε ένα ορίζοντα εκμετάλλευσης νέων φυσικών πόρων με βασικό μέλημα τον συνδυασμό μείωσης ρύπανσης του περιβάλλοντος με αποδεδειγμένα αποτελέσματα από την χρήση τους και φυσικά τα οικονομικά κέρδη σε μακροχρόνια περίοδο προκύπτουν από τα επενδυμένα κεφάλαια που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία τους.

Η αφετηρία χρήσης ξεκίνησε κατά κύριο λόγο για το πρόβλημα υπεθέρμανσης του πλανήτη, κατέστη πλέον σαφές ότι πρέπει να στραφουμε σε εναλλακτικές μορφές που δεν θα υστερούν σε ζήτηση και φυσικά θα υπάρχουν οικονομικά οφέλη.

Από το 2008 μέχρι σήμερα η ευρωπαϊκή ένωση (Ε.Ε) έχει ξεκινήσει προγράμματα επιδοτήσεων σε όλα τα κράτη μέλη της για την ανάπτυξη και χρήση τους σε ποσοτική κλίμακα χρήσης και εξάρτηση ενεργειακής κάλυψης από ανανεώσιμους πόρους μέχρι ως ότου να αποτελέσει κυρία πηγή κάλυψης ενεργειακών αναγκών.

Τα πρώτα αποτελέσματα από την χρήση των ΑΠΕ έδειξαν θετικά αποτελέσματα τόσο σε περιβαλλοντολογικό επίπεδο αλλά όσο και σε οικονομικό επίπεδο. Η καθιέρωση των ΑΠΕ στην ευρωπαϊκή ένωση κατέστη απαραίτητη σε όλους τους ενεργειακούς τομείς και τόσο στον βιομηχανικό όσο και τον οικιακό τομέα και βάση αποτελεσμάτων μειωμένη κατανάλωση σε σχέση των συμβατικών πηγών ενέργειας με αυξημένη απόδοση και φυσικά παραπάνω οικονομικό κέρδος. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό προέρχεται από ένα σύνολο παραγόντων όπως η κλιματολογικές αλλαγές, ο εξοπλισμός και η χρονική διάρκεια άντλησης των πόρων και οι παγκόσμιες οικονομικές συνθήκες που κατάφεραν την αποστροφή από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

Με την ακμή και την διάδοση των ΑΠΕ είναι αξιοσημείωτο η προηγμένη τεχνολογικά υποδομή που υπάρχει σε όλες της ενεργειακές δραστηριότητες που λαμβάνουν μέρος στην ευρωπαϊκή επικράτεια βοήθησε την αξιοποίηση της ανανεώσιμης ενέργειας στο μέγιστο βαθμό ώστε η πλέον να θεωρηθεί πλέον απαραίτητη και εύκολα προσβάσιμη σε όλους.

5.1. ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΡΑΕ

Η ΡΑΕ συστήθηκε με το νόμο 2773/22-12-99, είναι ανεξάρτητη αρχή και έχει κυρίως γνωμοδοτικό και εισηγητικό χαρακτήρα στον τομέα της ενέργειας. Δημιουργήθηκε στα πλαίσια της εναρμόνισης με την Κοινοτική Οδηγία 96/92 αλλά κυρίως γιατί η συγκρότηση ρυθμιστικών Αρχών είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τις επιδιωκόμενες διαρθρωτικές μεταβολές των αγορών. Αντίστοιχες αρχές έχουν

ήδη συγκροτηθεί στις χώρες της ΕΕ, στις ΗΠΑ αλλά και σε όλες τις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης, Βαλκανίων και πρώην Σοβιετικής Ένωσης.

Η ΡΑΕ δρα στα πλαίσια βασικών στρατηγικών στόχων της ενεργειακής πολιτικής, που σύμφωνα και με το νόμο, είναι οι εξής:

- Ασφάλεια και αξιοπιστία ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας
- Προστασία του περιβάλλοντος, στο πλαίσιο και των διεθνών υποχρεώσεων της χώρας
- Συμβολή στην ανταγωνιστικότητα της εθνικής οικονομίας, με την επίτευξη υγιούς ανταγωνισμού με στόχο τη μείωση του κόστους ενέργειας για το σύνολο των χρηστών και καταναλωτών και τη διευκόλυνση νέων επιχειρηματικών δραστηριοτήτων και απασχόλησης.

Με τον ίδιο νόμο απελευθερώνεται σταδιακά η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, πράγμα που σκοπεύει στα εξής:

- Μείωση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας άρα και των τιμών
- Ανάπτυξη νέων επιχειρηματικών δραστηριοτήτων σχετικών με την ηλεκτρική ενέργεια άμεσα και έμμεσα
- Αξιόπιστη τεχνικά και ποιοτικά παροχή ηλεκτρικής ενέργειας
- Οικονομικά και ποιοτικά προσιτή ηλεκτρική ενέργεια προς όλους τους καταναλωτές περιλαμβανομένων απομακρυσμένων περιοχών, νησιών κλπ.
- Εξυπηρέτηση υπό συνθήκες ανταγωνισμού των στόχων σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές, το φυσικό αέριο, το περιβάλλον, τις νέες τεχνολογίες και την ασφάλεια τροφοδοσίας της χώρας.

Στα πλαίσια αυτά η συμβολή της ΡΑΕ είναι ιδιαίτερα σημαντική:

- ✓ Τελικός σκοπός της ΡΑΕ είναι η προστασία των συμφερόντων του καταναλωτή ενέργειας (ιδιώτη και επιχείρησης) και του δημοσίου συμφέροντος (περιφέρειες, αξιοπιστία τροφοδοσίας, περιβάλλον, ποιότητα υπηρεσιών)
- ✓ Για την επίτευξη αυτού του σκοπού η ΡΑΕ φροντίζει τον υγιή ανταγωνισμό των προμηθευτών ενέργειας και την οργάνωση της αγοράς με τρόπο συμβατό με τους στρατηγικούς στόχους της ανάπτυξης (νέες επιχειρηματικές δραστηριότητες, νέες τεχνολογίες, επέκταση των αγορών στην ευρύτερη περιοχή μας και την ΕΕ, μείωση του κόστους, υγιής χρηματοδότηση)

Στα πλαίσια αυτά η ΡΑΕ σαν ανεξάρτητη αρχή αναλαμβάνει πολλαπλούς ρόλους:

- γνωμοδοτεί,
- εισηγείται μέτρα,
- ελέγχει την αγορά, τον ανταγωνισμό και τις τιμές
- προσέχει για τον καταναλωτή, το περιβάλλον και το δημόσιο συμφέρον
- επιβλέπει τη λειτουργία των συστημάτων προμήθειας ενέργειας
- πληροφορεί, αναλύει την πολιτική και στρατηγική στην ενέργεια, αναπτύσσει διάλογο
- εισηγείται και παρακολουθεί τις κανονιστικές διατάξεις και αδειοδοτήσεις
- καλλιεργεί διεθνείς σχέσεις και συνεργασίες.

5.2.ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η τοποθέτηση της μονάδας αξιοποίησης της βιομάζας είναι βρισκείται πάνω 10 χιλιόμετρα από μια αστική περιοχή ώστε να εξασφαλιστεί η υγειονομική ασφάλεια των πολιτών και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Το συγκρότημα που περιλαμβάνει την μονάδα αξιοποίησης της βιομάζας επίσης περιλαμβάνει και άλλους χώρους όπως ο χώρος της αποθήκευσης επεξεργασίας και τελικής αξιοποίησης. Η εγκατάσταση είναι περίπου 10 στρεμμάτων και ο εσωτερική χωροταξία είναι εύκολα προσβάσιμη για όλους και τηρώντας όλους τους κανόνες ασφαλείας και επειδή αντιμετωπίζονται σαν βιομηχανικές εγκαταστάσεις και συγκεκριμένα ως βιομηχανίες χαμηλής και μεσαίας όχλησης, τα πιο πάνω προβλήματα, που αφορούν σε πιθανές επιπτώσεις κυρίως στο ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον και δραστηριότητες, μπορούν να αντιμετωπίζονται από το υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο: ν. 3010/2002-Απόφαση αρ. 15393/2332/5-8-2002, ΚΥΑ 13727/724 ΦΕΚ Β' αρ. 5.08.03. Οι όροι εγκατάστασης και παραγωγής συνοψίζονται ως εξής:

- Ελάχιστες αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος (200m)
- Ελάχιστες αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία της πολιτιστικής κληρονομιάς (οι ελάχιστες αποστάσεις κρίνονται κατά περίπτωση από το Υπουργείο Πολιτισμού και Τουρισμού και την ΕΠΟ.
- Ελάχιστες αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες (για μονάδες άνω των 500kW). Απαγορεύεται η εγκατάστασή τους σε περιοχές εντός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεων, εντός οικισμών και εντός θεσμοθετημένης περιοχής οργανωμένης δόμησης Α' ή Β' κατοικίας εκτός αν η εγκατάσταση προορίζεται για εκπαιδευτικούς ή πιλοτικούς σκοπούς (μέχρι 5 MW).
- Ελάχιστες αποστάσεις από τα δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις που καθορίζονται στο πλαίσιο της ΕΠΟ.
- Ελάχιστες αποστάσεις από αναπτυξιακές ζώνες και δραστηριότητες. Η ελάχιστη απόσταση από αναπτυξιακές ζώνες του δευτερογενή τομέα 150m, ενώ από αναπτυξιακές ζώνες του τριτογενή τομέα (περιοχές αναψυχής, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες κ.α.) είναι 500m.

Η μονάδα αξιοποίησης αποτελεί από ένα σύστημα συμπαραγωγής αποτελείται από ένα σύστημα ατμοπαραγωγού και ένα λέβητα με ισχύ 1,7_{el} MW και θερμικής ισχύς 5,5MW_{th}.

Τα τμήματα της μονάδας που είναι διαμορφωμένα συμβάλουν να είναι με την σωστή σειρά ώστε να γίνεται ο κύκλος εργασίας ορθός. Η τροφοδοσία του καυσίμου μέσα στον λέβητα να και αποθήκευση αποτελούν τα βασικότερα μέλη για να εξασφαλίζουν την επάρκεια του καυσίμου. Το σύστημα αμμοστροβίλου να συνδέεται με το παραγόμενο πιεσμένο ζεστό αέρα που διοχετεύεται από μέσω σωληνώσεων σε αυτό και με την σειρά του ενεργοποιεί την γεννήτρια.

Η συνολική απόδοση της είναι 80% και της ηλεκτρικής ενέργειας είναι 20%.

Η ηλεκτρική ισχύς υπολογίζεται ως εξής: $H_f \Sigma = W / \eta_{el} = 1,75 / 0,20 = 8,75 \text{ MW}$

Η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου είναι στα 17MJ/kcal και θερμογόνος ισχύς να είναι: $m_f \Sigma = H_f \Sigma / H_u = 0,515 \text{ kg/s}$ ή $1,853 \text{ odt/h}$

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας προκύπτουν από τα δύο τύπους:

$$\eta_h = Q / H_f \Sigma$$

$$n = n_e + n_h$$

προκύπτει ότι το η θερμική είναι στα 60%

Με μέση ετήσια διαθεσιμότητα της μονάδας 8400 h, απαιτούνται 15.565,2 τόνοι ξηρής βιομάζας.

ενώ ο λόγος ηλεκτρισμού προς θερμότητα, προκύπτει από τον τύπο:

$$PHR = W / Q = ne / nh$$

Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδας συμπαραγωγής

Μέγεθος Εγκατάστασης	1,75 MW _{el}
Ηλεκτρική Απόδοση	20%
Θερμική Απόδοση	62,80%
Συνολική Απόδοση	82,80%
Είδος καυσίμου	Βιομάζα
Ισχύς καυσίμου	8,75 MW
Παροχή καυσίμου	1,853 t/h
Λόγος ηλεκτρισμού - θερμότητας	0,32

5.2.1.Κοστολόγηση εγκατάστασης ενέργειας ,μεταφοράς θερμικής ενέργειας, αποθήκευσης,

Εικόνα 58. Πίνακας κόστους γενικής εγκατάστασης

Μέγεθος εγκατάστασης	1MW _d	500kW _d	500kW _d	500-1500kW _d	250-500kW _d	500-700kW _d
Κόστος επένδυσης	1500€/kW _d	1500€/kW _d	2300€/kW _d	3600€/kW _d	3900€/kW _d	1600€/kW _d
Ειδικό κόστος συντήρησης	0.007€/kW _d	0.007-0.011€/kW _d	0.007€/kW _d	Άγνωστο	Άγνωστο	0.004-0.007€/kW _d
Ηλεκτρική απόδοση	10-20%	6-20%	10-20%	22%	30% (με εγχύση ατμού)	10-15%
Συνολική απόδοση	70-85%	80-90%	85%	75%	80%	90%

5.2.1.1.Κόστος εγκαταστάσεις ενέργειας

Βάση του παραπάνω πίνακα, το κάθε εγκαταστημένο KW_{el} ανέρχεται στα στα 1500 ευρώ και στην δικιά μας περίπτωση που είναι 1,75 KW_{el} υπολοφίζεται να είναι στα 2.350.000 ολη η εγκατάσταση το οποίο περιλαμβάνει το λέβητα της εγκατάστασης, το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, τον ατμοστρόβιλο, το σύστημα επεξεργασίας νερού και την ηλεκτρογεννήτρια.

5.2.1.2Κόστος μεταφοράς θερμικής ενέργειας

Για τη μεταφορά του θερμού νερού που παράγεται στους λέβητες στο αντλιοστάσιο χρησιμοποιούνται οι αντλίες μεταφοράς. Για τη μεταφορά του θερμού νερού από το αντλιοστάσιο στους σταθμούς κατανάλωσης του οικισμού μέσω του δικτύου σωληνώσεων διανομής χρησιμοποιούνται οι αντλίες διανομής. Στο δίκτυο της τηλεθέρμανσης θα εγκατασταθούν και οι θερμικοί υποσταθμοί καταναλωτή 900-1000 (υποσταθμοί). Ο ρόλος του υποσταθμού είναι όχι απλά να μεταφέρει τη

θερμότητα μέσω του εναλλάκτη, από το δίκτυο της Τηλεθέρμανσης στο εσωτερικό δίκτυο του καταναλωτή, αλλά να μεταφέρει πάντα τη θερμότητα που ακριβώς απαιτείται για θέρμανση χώρου ή το θερμό νερό χρήσης. Ο κάθε υποσταθμός αποτελείται από δύο εναλλάκτες και μια σειρά ρυθμιστικών και μετρητικών οργάνων (μανόμετρα, θερμοστάτες κ.α.).

Βάση βιβλιογραφικής έρευνας στατιστικών μελετών επενδύσεων για το δίκτυο τηλεθέρμανσης της μονάδας, εκτιμάται προσεγγιστικά το κόστος για τους υποσταθμούς σε 1300 ευρώ ανά υποσταθμό) καθώς και για τα υπόλοιπα σύστημα μεταφοράς και διανομής της θερμικής ισχύος (αντλίες, σωληνώσεις) στα 450 € ανά παραγόμενο kWth. Το ολικό κόστος του συστήματος τηλεθέρμανσης με 1000 υποσταθμούς, συμπεριλαμβανομένης και της συντήρησης του, ανέρχεται στα 3.775.000 €.

5.2.1.3.Κόστος αποθήκευσης

Κατά τη συγκομιδή του φυτού τους θερινούς μήνες (Ιούλιο μέχρι Σεπτέμβριο) πραγματοποιήθηκε και η δεματοποίηση του. Το μέγεθος των δεμάτων είναι 0,5m x 0,8m x 2m και το βάρος του 500kg. Για την εύρεση του απαιτούμενου χώρου αποθήκευσης, υποθέτουμε ότι τα δέματα ορθογώνιας βάσης 1m² (0,5 x 2) στοιβάζονται σε 4 στρώματα δηλαδή σε συνολικό ύψος 3,2m. Με αυτόν τρόπο αποθήκευσης για κάθε τόνο απαιτούνται 0,5m² αποθηκευτικού χώρου. Επομένως, το απαιτούμενο μέγεθος των αποθηκών για ζητούμενη συντήρηση 12.000 τόνων παραγωγής είναι 6 στρέμματα.

Η τιμή ενοικίασης του αποθηκευτικού χώρου για αγροτικές περιοχές ανέρχεται στα 150 ευρώ/στρέμμα το μήνα ενώ το κόστος για την κατασκευή μιας κτιριακής δομής αποθήκευσης είναι 75 ευρώ/m². Η συνολική εγκατάσταση θα κοστίσει 450.000 € για την κατασκευή αποθηκευτικών κτιρίων και 10.800€ για κάθε έτος ενοικίασης του χώρου ή για το σύνολο των 15 ετών, 162.800 €. Συνεπώς οι συνολικές δαπάνες για την αποθήκευση της παραγωγής ανέρχονται στις 612.800€.

5.3 ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ

5.3.1Ετήσια συντήρηση

Ετήσια συντήρηση βάση του πίνακα γενικής εγκατάστασης με 0.07 μέχρι 0,11 ανά ώρα και ανά KW_{el} υπολογίζεται να είναι με μία μέση τιμή 0.09ευρώ ορίζουμε εμείς είναι 132.000 ευρώ.

5.3.2Κόστος ασφάλισης εγκατάστασης

Το κόστος ασφάλισης υπολογίζεται από το 2% του συνολικού κόστους της εγκατάστασης, του εξοπλισμού και τον αριθμό προσωπικού που ανέρχεται στα 52.500 το οποίο είναι για το πρώτο έτος , για τα επόμενα έτη υπολογίζεται βάση του ποσοστό πληθωρισμού που είναι 2% βάση Eurostat.

5.3.3Ετήσιο κόστος καυσίμου

Προσεγγιστικός πίνακας μεταφοράς

Μέση ακτίνα (km)	5	10	15
Κόστος μεταφοράς (ευρώ/τόνο /km)	1,35	1,45	1,6

Κόστος μεταφοράς (ευρώ/τόνο)	5,4	8,7	12,8
------------------------------	-----	-----	------

Το κόστος μεταφοράς υπολογίζεται από την τιμή προϊόντος από τον παραγωγό που είναι στα 93€/t και του πίνακα που αφορά και το κόστος μεταφοράς σε απόσταση 10 km που είναι 8,7€/t και το κόστος αποθηκείωσης που είναι 10.800euro και με αναγωγή 0.7€/t το κόστος φτάνει τα 102,4€/t

5.4.ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΚΑΙ ΤΡΑΠΕΖΙΚΟ ΔΑΝΕΙΟ

Συμφωνα με τον καινουργιο αναπτυκιακο νομο (ν. 3851/2010) διατίθεται κρατική επιχορήγηση είναι το 35% του συνολικού κόστους της εγκατάστασης και η ίδια επιχείρηση είναι υποχρεωμένη να καταβάλει το 25% και το τραπεζικό δάνειο να είναι το 40 %

Είδος χρηματοδότησης	Ποσοστό χρηματοδότησης (%)	Κόστος (€)
Δημόσια Επιδότηση	35	2.397.500
Ίδια Κεφάλαια	25	1.712.500
Τραπεζικό δάνειο	40	2.740.000

Σύμφωνα με τις υπάρχουσες δανειακές συμβάσεις, το τραπεζικό δάνειο (2.740.000 €) θα έχει ετήσιο επιτόκιο 5%, ενώ η αποπληρωμή του θα πραγματοποιηθεί σε 10 έτη. Οι ίσες ετήσιες χρηματοροές (τοκοχρωλύσιο) του δανείου προκύπτουν από τον παρακάτω τύπο [17]:

$$I_j = \frac{I \times i}{1 - (1 - i)^{-n}}$$

όπου

I είναι το συνολικό τραπεζικό δάνειο

i είναι το ετήσιο επιτόκιο

n τα έτη αποπληρωμής του δανείου

οπότε η απαιτούμενη ετήσια τοκοχρεωλυτική δόση για την αποπληρωμή του δανείου είναι 354.842,5 €.

Ανάλυση δανείου

Έτος	Χρεωλύσιο (€)	Τόκος (€)	Τοκοχρεωλύσιο (€)
1	217.842,50	137.000,00	354.842,50
2	228.734,63	126.107,88	354.842,50
3	240.171,36	114.671,14	354.842,50
4	252.179,92	102.662,58	354.842,50
5	264.788,90	90.053,60	354.842,50
6	278.028,37	76.814,13	354.842,50
7	291.929,78	62.912,72	354.842,50
8	306.526,27	48.316,23	354.842,50
9	321.852,59	32.989,91	354.842,50
10	337.945,22	16.897,28	354.842,50

Ετήσιες χρηματοροές Εξόδων βάση του πληθωρισμού 2%

Έτος	Κόστος καυσίμου (€)	Κόστος συντήρησης (€)	Κόστος ασφάλισης (€)	Τοκοχρεωλύσιο (€)	Συνολικές δαπάνες (€)
1	468.787,20	132.300,00	52.500,00	354.842,50	1.008.429,70
2	1.625.754,01	134.946,00	53.550,00	354.842,50	2.169.092,51
3	1.658.269,09	137.644,92	54.621,00	354.842,50	2.205.377,51
4	1.691.434,47	140.397,82	55.713,42	354.842,50	2.242.388,21
5	1.725.263,16	143.205,77	56.827,69	354.842,50	2.280.139,12
6	1.759.768,42	146.069,89	57.964,24	354.842,50	2.318.645,06
7	1.794.963,79	148.991,29	59.123,53	354.842,50	2.357.921,11
8	1.830.863,07	151.971,11	60.306,00	354.842,50	2.397.982,68
9	1.867.480,33	155.010,54	61.512,12	354.842,50	2.438.845,48
10	1.904.829,94	158.110,75	62.742,36	354.842,50	2.480.525,54
11	1.942.926,54	161.272,96	63.997,21	354.842,50	2.523.039,20
12	1.981.785,07	164.498,42	65.277,15	354.842,50	2.566.403,14
13	2.021.420,77	167.788,39	66.582,69	354.842,50	2.610.634,35
14	2.061.849,18	171.144,16	67.914,35	354.842,50	2.655.750,19
15	2.103.086,17	174.567,04	69.272,64	354.842,50	2.701.768,34

ο τύπος που εφαρμόστηκε είναι $F_{\pi} = F \times (1 + \rho)^{n-1}$
 όπου $\rho = 2\%$

5.5.ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ

5.5.1. Έσοδα πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας

Η βιομάζα αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Σύμφωνα με το Νόμο 3851/2010 (ΦΕΚ 85/Α/04-06-2010) η τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας διαμορφώνεται ως εξής:

- 0,22€/kWh, στην περίπτωση που ληφθεί επιδότηση για την υλοποίηση του έργου
- 0,253€/kWh, στην περίπτωση που δε ληφθεί επιδότηση για την υλοποίηση του έργου

Οι ώρες λειτουργίας μίας τυπικής εγκατάστασης βιοαερίου είναι 8000 ώρες/έτος. Επομένως, για κάθε kW εγκατεστημένης ισχύος, με βάση την τιμή πώλησης της kWh, τα αναμενόμενα έσοδα είναι ίσα με:

- 1.760 €/kW, στην περίπτωση που ληφθεί επιδότηση για την υλοποίηση του έργου
- 2.024€/kW, στην περίπτωση που δε ληφθεί επιδότηση για την υλοποίηση του έργου

Οι παραγώμενες μεγαβατώρες είναι 14.700 σε μια περίοδο 14 ετών πλήρους λειτουργίας. Το πρώτο έτος λειτουργίας είναι περίπου 4.323 MW/h και το καυσίμο υλικό υπολογίζεται να είναι περίπου στα 500t/στρεμ.

Το καθεστώς της τιμολόγησης είναι πολύ ελκυστικό σε νέες επενδυτικές κινήσεις πάνω στο τομέα της ανανεώσιμης ενέργειας σε σχέση της με τα παλαιότερα χρόνια.

Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας από την ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας
Πηγή Ν. 3851/10 Άρθρο 5

Εικόνα 59. ΠΙΝΑΚΑΣ Τιμολόγησης

(θ) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ ≤ 1 MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	200
(ι) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ > 1 MW και ≤ 5 MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	175
(ια) Βιομάζα που αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ > 5 MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	150
(ιβ) Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια από βιομάζα (συμπεριλαμβανομένου και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων), με εγκατεστημένη ισχύ ≤ 2 MW	120
(ιγ) Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια από βιομάζα (συμπεριλαμβανομένου και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων), με εγκατεστημένη ισχύ > 2 MW	99,45

5.5.2.ΕΣΟΔΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Βασικό κριτήριο υπολογισμού της θερμικής ενέργειας από την αξιοποίηση της βιομάζας προέρχεται από τις τιμές του πετρελαίου και βασική και αυστηρή προϋπόθεση να μην ξεπερνάει το 70% του πετρελαίου.

Η σημερινή τιμή του πετρελαίου κυμαίνεται από τις 0,90€ με 1,00€ και με ένα καυστήρα πετρελαίου με απόδοση 92% και θερμογόνο δυναμική του πετρελαίου υπολογίζεται η τιμή 86,8€/MWh. Επομένως αυτό αντιστοιχεί γύρω στα 55€/MWh που είναι το 70% και συνοπολογίζεται και ένα τέλος σύνδεσης που υπολογίζει και ένα τέλος σύνδεσης και το οποίο επιβαρύνει τους καταναλωτές που είναι στα 15,44€ και το οποίο εξοφλείται κατά την διάρκεια ενός χρόνου.

Ο παρακάτω πίνακας μας δείχνει τα έσοδα από την από την τηλεθέρμανση:

Πίνακας ετήσιων εσόδων

Πίνακας 6.7: Αναλυτικός πίνακας ετήσιων εσόδων Έτος	Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας (€)	Έσοδα από παραγόμενη θερμότητα (€)	Έσοδα από τέλη σύνδεσης (€)	Συνολικά Έσοδα (€)
1	756.525	0	0	756.525
2	2.623.950	0	0	2.623.950
3	2.676.429	263.925,03	194.773,28	3.135.127,31
4	2.729.957,58	269.203,53	198.668,75	3.197.829,86
5	2.784.556,73	549.181,16	202.642,12	3.536.380,01
6	2.840.247,87	560.164,78	206.694,97	3.607.107,61
7	2.897.052,82	857.049,02	210.828,87	3.964.930,71
8	2.954.993,88	874.190	215.045,44	4.044.229,32
9	3.014.093,76	891.673,80	0	3.905.767,55
10	3.074.375,63	909.507,27	0	3.983.882,91
11	3.135.863,15	927.697,42	0	4.063.560,56
12	3.198.580,41	946.251,37	0	4.144.831,78
13	3.262.552,02	965.176,39	0	4.227.728,41
14	3.327.803,06	984.479,92	0	4.312.282,98
15	3.394.359,12	1.004.169,52	0	4.398.528,64

Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε είναι $F_{\pi} = F \times (1 + \rho)^{n-1}$

όπου $\rho = 2\%$ ρυθμός πληθωρισμού

Υπολογισμένο σε πραγματικές τιμές.

5.6.Η ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Ο παρακατω πίνακας θα δείξει τις παρακατω τα ετησια μεικτα εσοδα της επενδυσης τα οποια προκυπτουν απο τα ετησια εσοδα και λειτουργικα εξοδα

Έτος	Ετήσια έσοδα (€)	Ετήσια λειτουργικά έξοδα (Καύσιμο, συντήρηση, ασφάλιση) (€)	Μικτό κέρδος (€)
1	756.525,00	653.587,20	102.937,80
2	2.623.950,00	1.814.250,01	809.699,99
3	3.135.127,31	1.850.535,01	1.284.592,30
4	3.197.829,86	1.887.545,71	1.310.284,15
5	3.536.380,01	1.925.296,62	1.611.083,39
6	3.607.107,61	1.963.802,56	1.643.305,06
7	3.964.930,71	2.003.078,61	1.961.852,10
8	4.044.229,32	2.043.140,18	2.001.089,14
9	3.905.767,55	2.084.002,98	1.821.764,57
10	3.983.882,91	2.125.683,04	1.858.199,86
11	4.063.560,56	2.168.196,70	1.895.363,86
12	4.144.831,78	2.211.560,64	1.933.271,14
13	4.227.728,41	2.255.791,85	1.971.936,56
14	4.312.282,98	2.300.907,69	2.011.375,29
15	4.398.528,64	2.346.925,84	2.051.602,80

Ο φόρος που έχει νομοθετηθεί είναι στα 20% και δεν περιλαμβάνει το κόστος της απόσβεσης της επένδυσης και τα τραπεζικά δάνεια. Στην περίπτωση ζημίας είναι η επιχείρηση δεν φορολογείται και η απόσβεση της επιχείρησης είναι σε 10 χρόνια.

Πίνακας υπολογισμού φόρων

Έτος	Μικτό Κέρδος (€)	Αποσβέσεις (€)	Τόκος (€)	Φορολογητέο Ποσό (€)	Φόρος (€)
0					
1	102.937,80	445.250	137.000,00	- 479.312,20	0
2	809.699,99	445.250	126.107,88	238.342,11	47.668,42
3	1.284.592,30	445.250	114.671,14	724.671,16	144.934,23
4	1.310.284,15	445.250	102.662,58	762.371,57	152.474,31
5	1.611.083,39	445.250	90.053,60	1.075.779,79	215.155,96
6	1.643.305,06	445.250	76.814,13	1.121.240,93	224.248,19

7	1.961.852,10	445.250	62.912,72	1.453.689,38	290.737,88
8	2.001.089,14	445.250	48.316,23	1.507.522,91	301.504,58
9	1.821.764,57	445.250	32.989,91	1.343.524,66	268.704,93
10	1.858.199,86	445.250	16.897,28	1.396.052,58	279.210,52
11	1.895.363,86	-	-	1.895.363,86	379.072,77
12	1.933.271,14	-	-	1.933.271,14	386.654,23
13	1.971.936,56	-	-	1.971.936,56	394.387,31
14	2.011.375,29	-	-	2.011.375,29	402.275,06
15	2.051.602,80	-	-	2.051.602,80	410.320,56

Τα κέρδη της επένδυσης προκύπτουν από την ισότητα

Καθαρό κέρδος = Μικτό κέρδος – Τοκοχρεωλύσιο – Φόρος

Πίνακας ετήσιων κερδών

Έτος	Μικτό κέρδος (€)	Τοκοχρεωλύσιο (€)	Φόρος (€)	Καθαρό ετήσιο κέρδος (€)
0	-1.712.500	-	-	-1.712.500
1	102.937,80	354.842,50	0	-251.904,70
2	809.699,99	354.842,50	47.668,42	407.189,07
3	1.284.592,30	354.842,50	144.934,23	784.815,57
4	1.310.284,15	354.842,50	152.474,31	802.967,34
5	1.611.083,39	354.842,50	215.155,96	1.041.084,93
6	1.643.305,06	354.842,50	224.248,19	1.064.214,37
7	1.961.852,10	354.842,50	290.737,88	1.316.271,72
8	2.001.089,14	354.842,50	301.504,58	1.344.742,06
9	1.821.764,57	354.842,50	268.704,93	1.198.217,14
10	1.858.199,86	354.842,50	279.210,52	1.224.146,84
11	1.895.363,86	-	379.072,77	1.516.291,09
12	1.933.271,14	-	386.654,23	1.546.616,91
13	1.971.936,56	-	394.387,31	1.577.549,25
14	2.011.375,29	-	402.275,06	1.609.100,23
15	2.051.602,80	-	410.320,56	1.641.282,24

5.6.1.Κριτήριο καθαρής παρούσας αξίας

Με τη μέθοδο της παρούσας αξίας το σύνολο των χρηματοροών που αναμένεται να εμφανίζονται ετησίως μετατρέπονται σε μια μοναδική παρούσα αξία σε σταθερό χρόνο μηδέν. Αυτό το ποσό αναφέρεται ως παρούσα αξία, παρούσα τιμή, ή καθαρή παρούσα αξία. Η καθαρή παρούσα αξία προσδιορίζεται:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1-d)^i} - E_0$$

όπου **F_i** είναι το ετήσιο καθαρό κέρδος
n ο κύκλος ζωής της επένδυσης (15 έτη)
d το επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία
E₀ η αρχική επένδυση

Διακρίνονται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

- NPV>0: Η επένδυση είναι βιώσιμη κάτω από τις δεδομένες συνθήκες (οικονομικό κύκλο ζωής, N, και επιθυμητό βαθμό απόδοσης της επένδυσης, d).
- NPV=0: Η επένδυση είναι βιώσιμη με μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης ίσο με d.
- NPV<0: Η επένδυση είναι αντιοικονομική.

Το επιτόκιο αναγωγής (ή προεξόφλησης) d αντιπροσωπεύει τον τρόπο με τον οποίο οι μελλοντικές χρηματοροές συνδέονται με τις σημερινές τιμές, δηλαδή την επιλεγμένη απόδοση του κεφαλαίου. Ο προσδιορισμός του γενικά εξαρτάται από τον πληθωρισμό, από το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου και από τον επιχειρηματικό κίνδυνο που ενέχει η επένδυση. Έτσι, το απαιτούμενο επιτόκιο αναγωγής αντανάκλα το κόστος μιας ασφαλούς επένδυσης και επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων. Για το λόγο αυτό συνήθως, ο απαιτούμενος συντελεστής υπολογίζεται με βάση την εμπειρία του επενδυτή. Το ετήσιο τοκοχρεωλύσιο έχει συνυπολογιστεί στο καθαρό ετήσιο κέρδος πριν την αναγωγή σε καθαρή παρούσα αξία, καθ' ότι το επιτόκιο αναγωγής της επένδυσης προκύπτει ίσο με το επιτόκιο του δανείου.

Με βάση τα παραπάνω ορίζεται το ονομαστικό επιτόκιο αναγωγής $k = 7\%$ και προσεγγιστικά προκύπτει το πραγματικό επιτόκιο αναγωγής $d \sim k - \rho$, όπου ρ ο πληθωρισμός (2%). Επομένως για τους υπολογισμούς λαμβάνεται ο συντελεστής προεξόφλησης 5% ($d=0,05$).

Πίνακας χρηματοροών καθαρής παρούσας αξίας

Έτος	Καθαρό ετήσιο κέρδος (€)	Αθροιστική χρηματική ροή (€)	Καθαρή παρούσα αξία (€)	Αθροιστική παρούσα αξία (€)
0	-1.712.500	-1.712.500	-1.712.500	-1.712.500
1	-251.904,70	-1.964.404,70	-239.909,24	-1.952.409,24
2	407.189,07	-1.557.215,63	369.332,49	-1.583.076,75
3	784.815,57	-772.400,06	677.953,20	-905.123,55
4	802.967,34	30.567,28	660.603,22	-244.520,33
5	1.041.084,93	1.071.652,21	815.717,28	571.196,95
6	1.064.214,37	2.135.866,58	794.133,15	1.365.330,10
7	1.316.271,72	3.452.138,30	935.449,74	2.300.779,84
8	1.344.742,06	4.796.880,36	910.174,36	3.210.954,19
9	1.198.217,14	5.995.097,50	772.381,45	3.983.335,65
10	1.224.146,84	7.219.244,34	751.519,97	4.734.855,62
11	1.516.291,09	8.735.535,43	886.544,00	5.621.399,61
12	1.546.616,91	10.282.152,34	861.214,17	6.482.613,78
13	1.577.549,25	11.859.701,59	836.608,05	7.319.221,83
14	1.609.100,23	13.468.801,82	812.704,96	8.131.926,79
15	1.641.282,24	15.110.084,06	789.484,82	8.921.411,61

Προκύπτει **NPV = 8.921.411,61** >0 αρα συμφέρουσα.

5.6.2.Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR)

Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (internal rate of return) είναι η τιμή του επιτοκίου προεξόφλησης IRR, που κάνει την παρούσα αξία μιας σειράς πληρωμών και εισπράξεων ίση με το μηδέν (NPV=0). Πρακτικά ορίζει την τιμή της απόδοσης του κεφαλαίου μέχρι την οποία η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα. Γενικά και βάση κριτηρίου, πρέπει $IRR > 12\%$. Η τιμή του συντελεστή που προκύπτει με λύση της εξίσωσης $NPV=0$ είναι:

$$IRR = 0,33573 \rightarrow 33,6\%$$

Συνεπώς, η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα καθώς προκύπτει τιμή του IRR σημαντικά μεγαλύτερη από το επιτόκιο προεξόφλησης.

Παρακάτω δίνεται το διάγραμμα της στάθμης κεφαλαίου της επένδυσης (αθροιστική καθαρή παρούσα αξία) σε συνάρτηση με το χρόνο. Σε αυτό φαίνεται και η έντοκη περίοδος αποπληρωμής, δηλαδή το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης και η οποία προσδιορίζεται στα 4,3 έτη (πραγματοποιείται κατά το 5ο έτος).

6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΣΜΑ

Οι ανανεωσιμές πηγές ενεργειας θεωρούνται πλέον το μέλλον του πλανήτη στην ενέργεια και με τις περισσότερες χώρες να έχουν εφαρμόσει και εξελίξει σε τεράστιο βαθμό την τεχνολογία που ήδη υφίσταται και ώστε να αποτελεί κύρια πηγή άντλησης ενέργειας.Οι συμβατικές πηγές ενέργειας με την πάροδο των χρόνων στερεύουν και δεν ικανοποιείται η παγκόσμια ζήτηση με αποτέλεσμα να δημιουργούνται μεγάλες έριδες μεταξύ κρατών, μέχρι την δημιουργία πολέμων που επιφέρουν καταστροφές,απώλειες ανθρώπινων ζώων όσο και καταστροφή από την άντληση αυτών με απόρροια να φέρνει κανένα απολύτως θετικό αποτέλεσμα.

Απο την αλλη πλευρά η οικολογική συνείδηση έχει χαθεί απο τον ίδιο άνθρωπο,τόνοι σκουπιδιών,υπολείμματα βιομηχανικών μονάδων και απόβλητα εργοστασιακών μονάδων χωρίς καμία συγκομιδή για την απόσυρση τους η έστω καν την επεξεργασία τους, καταλήγουν στο περιβάλλον με αρνητικό πρόσημο στο οικοσύστημα.Τα επίπεδα μόλυνσης στο περιβάλλον είχαν φτάσει σε ανησυχητικά βαθμό και το μόνο πράγμα για την λύση του προβλήματος ήταν η αξιοποίηση τους σε κάτι ωφέλιμο στον άνθρωπο και στο περιβάλλον ταυτόχρονα.

Η βιομάζα στην ελληνική επικράτεια καθώς και σε όλη την Ευρώπη θα αποτελέσει σίγουρα βασική πηγή ενέργειας τα επόμενα χρόνια και καθώς ο πληθυσμός της αυξάνεται και προκειμένου να καλύψει την επρόκειται ζήτηση και να θρεθεί να ισοσκελήσει αυτο την αναλογία,η στροφή προς αυτή την κατεύθυνση αυτή θα πρέπει να θεωρείται αναμενόμενη.Οι προσπάθειες έχουν ξεκινήσει από διάφορους φορείς να ευαισθητοποιήσει το κόσμο με διάφορους τρόπους να συμμετέχει στην προσπάθεια αυτή γιατί η συμβολή των ανθρώπων θα αποτελέσει σημαντική στην υλοποίηση της σε τεράστιο βαθμό.

Τα κίνητρα εκμετάλλευση ξεκινάνε απο το προσωπικό επίπεδο και διευρύνονται σε οικονομικό επίπεδο αφού οι τεχνολογίες είναι φοβερά εξελιγμένες και ευκαιρίες επενδύσεις είναι αρκετά εύκολες αφού το κέρδος προκύπτει σε μια μακροχρόνια περίοδο και φυσικά με τη βοήθεια κοινωτικών επιδοτήσεων και τραπεζικών δανείων καθιστούν κερδοφόρο επένδυση τόσο μέλλον του πλανήτη και όσο το οικονομικό επίπεδο.Επομένως τα κίνητρα που δίνονται που μας δίνονται είναι πάρα πολλά και για μπορούμε να βοηθήσουμε το οικοσύστημα στο υπάρχουμε γιατί χωρίς αυτό πολύ απλά δεν θα υπάρχουμε.

ΠΗΓΕΣ

Ιστοσελίδες

1. <http://www.shenh.gr/shenh/elektrismos/129-elektriki-energia>
2. http://www.rae.gr/site/categories_new/consumers/know_about/electricity/production.csp
3. <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C124/54/418,1555/>
4. http://www.kee.gr/perivallontiki/teacher5_2.html
5. http://library.tee.gr/digital/m2474/m2474_dakis.pdf
6. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=277&language=el-GR>
7. <http://www.sigmalive.com/archive/simerini/environment/366691>
8. <http://www.tmt.h.gr/sciencelated/59-applications/361-pyriniki-energeia>
9. <http://www.allaboutenergy.gr/NuclearEnergy.html>
10. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%85%CF%81%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%B4%CF%81%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82
11. <http://aioliki-energeia.wikidot.com/sel7>
12. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=287>
13. http://users.sch.gr/imirinakis/aeolian_energy.htm
14. <http://aioliki-energeia.wikidot.com/sel7>
15. <http://ape1epalsyrou.weebly.com/alphanuepsilonomicrongammaepsilononunu942taurhoiotaepsilonsigmaf.html>
16. <http://www.eltechanemos.gr/wind-parks-information/>
17. <https://fwtovoltakaa.weebly.com/etalambdaiotaalphakappaeta-epsilononnuepsilononrhogammaepsilononiotalphaalpha---epsilononkappamuepsilonontaualphalambdaepsilononupsilonsigmaeta-alphaomicronmicron-taomicronnu-alphanuthetarhoomegapiom.html>
18. <https://fwtovoltakaa.weebly.com/phiomegatauomicronbetaomicronlambdataualphaiotakappaeta-pialpharhoalphagammaomegagammaeta.html>
19. <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/ilektriko.htm>
20. http://users.sch.gr/kpara/ape2009_10/ydrauliki.html
21. <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/geothermal.htm>
22. <http://www.ee.teihal.gr/labs/pkoukos/PROSTASIA%20PERIBALONTOS/Geothermiki%20Energeia.htm>
23. <http://www.ee.teihal.gr/labs/pkoukos/PROSTASIA%20PERIBALONTOS/Geothermiki%20Energeia.htm>
24. <http://renewablegreece.wikispaces.com/%CE%93%CE%B5%CF%89%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE+%CE%95%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1>
25. <http://www.greenbanking.gr/el/BusinessSectors/biomaza>

26. <http://www.allaboutenergy.gr/Biomaza.html>

27. http://www.timaios-techniki.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=37&Itemid=42&lang=el

28. <http://www.easy2find.gr/articles/show/%CE%BC%CE%AD%CE%B8%CE%BF%CE%B4%CE%BF>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1 . Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων :

"Μύθος και πραγματικότητα"

Ε. Μπινόπουλος, Π. Χαβιαρόπουλος
Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

2.ΒΙΟΜΑΖΑ

"Βιονέργεια και περιβάλλον"

Δεσποίνα Βαμβουκα

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1.	10
Εικόνα 2.	13
Εικόνα 3.....	15
Εικόνα 4.	17
Εικόνα 5.....	19
Εικόνα 6	20
Εικόνα 7.....	20
Εικόνα 8.	22
Εικόνα 9	23.24
Εικόνα 10.	26
Εικόνα 11.	27
Εικόνα 12.....	29
Εικόνα 13.	31
Εικόνα 14.	31
Εικόνα15.	32
Εικόνα 16.	36
Εικόνα 17.....	37
Εικόνα 18.	39
Εικόνα 19.	42
Εικόνα 20.	42
Εικόνα 21.	43
Εικόνα 22.....	44
Εικόνα 23.	46
Εικόνα 24.	48
Εικόνα 25.	50
Εικόνα 26.	52
Εικόνα 27.	54
Εικόνα 28.....	55.
Εικόνα29.....	58
Εικόνα 30.	59

Εικόνα 31.....	64
Είκονα 32.....	64
Εικόνα 33.....	67
Εικόνα 34.....	69
Εικόνα 35.....	70
Εικόνα 36.....	71
Εικόνα 37.....	74
Εικόνα 38.....	75
Εικόνα 39.....	77
Εικόνα 40.....	80
Εικόνα 41.....	80
Εικόνα 42.....	84
Εικόνα 43.....	88
Εικόνα 44.....	90
Εικόνα 45.....	91
Εικόνα 46.....	93
Εικόνα 47.....	93
Εικόνα 48.....	96
Εικόνα 49.....	97
Εικόνα 50.....	98
Εικόνα 51.....	99
Εικόνα 52.....	101
Εικόνα 53.....	105
Εικόνα 54.....	106
Εικόνα 55.....	108
Εικόνα 56.....	109
Εικόνα 57.....	110
Εικόνα 58.....	114
Εικόνα 59.....	118

