

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ**

ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

Επιβλέπων: ΠΕΤΡΟΣ Γ. ΒΕΡΝΑΔΟΣ, Ομότιμος Καθηγητής

Συνεπιβλέπουσα: ΕΡΙΕΤΤΑ Ι. ΖΟΥΝΤΟΥΡΙΔΟΥ, Παν. Υπότροφος

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

(Biomass utilization for electric energy production)



ΔΗΜΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

A.M: 37406

ΑΙΓΑΛΕΩ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2014

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία στα πλαίσια των σπουδών μου στο τμήμα Ηλεκτρολογίας, της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών (Σ.Τ.ΕΦ.) του Τ.Ε.Ι. Πειραιά. Οφείλω θερμές ευχαριστίες στην καθηγήτριά μου κ. Εριέττα Ζουντουρίδου για την καθοδήγηση και την υποστήριξη του καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής. Επίσης θέλω να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια μου για την ηθική και οικονομική της συμπαράσταση όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Συντομογραφίες και συμβολισμοί.....	5
Κατάλογος πινάκων.....	6
Κατάλογος εικόνων.....	6
Κατάλογος γραφημάτων.....	7
Περίληψη.....	8
Abstract.....	9
Δομή Πτυχιακής Εργασίας.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΑΠΕ	
1.1 Εισαγωγή.....	11
1.2 Ενέργεια και κατανάλωση.....	11
1.3 Βιωσιμότητα και αειφορία.....	13
1.4 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	15
1.5 Διαχείριση και εξοικονόμηση ενέργειας.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
2.1 Ηλεκτροπαραγωγή.....	19
2.2 Η πορεία της ελληνικής αγοράς.....	20
2.3 Ο ρόλος της ΔΕΗ.....	21
2.4 Χρήση λιγνίτη.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΒΙΟΜΑΖΑ	
3.1 Γενικά στοιχεία.....	24
3.2 Εφοδιαστική αλυσίδα βιομάζας.....	25
3.3 Κατηγορίες βιομάζας βάσει πηγής προέλευσης.....	28
3.4 Ενεργειακές καλλιέργειες.....	32
3.5 Βιοκαύσιμα - χαρακτηριστικά στερεών βιοκαυσίμων.....	33
3.6 ΧΥΤΑ και Βιοαέριο.....	36
3.7 Ελληνικά και διεθνή στοιχεία.....	39
3.8 Νομοθετικό πλαίσιο.....	43
3.9 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.....	44
3.10 Εφαρμογές της βιομάζας.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΒΙΟΜΑΖΑ & ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	
4.1 Μετατροπή βιομάζας σε ηλεκτρική ενέργεια.....	47
4.2 Σύστημα ORC.....	51
4.3 Ευκαιρίες για παραγωγή ηλεκτρισμού.....	52

4.4	Οφέλη ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο βιομάζας.....	53
4.5	Κόστος ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα.....	53
4.6	Θέρμανση με βιομάζα.....	55
4.7	Εφαρμογές στον κτιριακό τομέα.....	58
4.8	Συμπαγωγή θέρμανσης και ηλεκτρισμού.....	59
4.9	Προβλήματα στην υλοποίηση έργων Η/Π.....	60
4.10	Αξιόλογα παραδείγματα.....	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		
5.1	Συμπεράσματα.....	66
5.2	Προτάσεις.....	67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		70

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

ΑΠΕ.....	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΑΣΑ.....	Αστικά Στερεά Απόβλητα
ΔΕΗ.....	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
ΔΕΣΜΗΕ.....	Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
Ε.Ε.....	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΛΛΕΒΙΟΜ.....	Ελληνική Εταιρεία Βιομάζας
Η.Ε.....	Ηλεκτρική Ενέργεια
Η/Π.....	Ηλεκτροπαραγωγή
ΙΤΕΣΚ.....	Ινστιτούτο Τεχνολογίας & Εφαρμογών Στερεών Καυσίμων
ΚΑΠΕ.....	Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
ΚΕΛΨ.....	Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυτάλλειας
ΜΕΚ.....	Μηχανές Εσωτερικής Καύσης
Μ.Τ.....	Μέση Τάση
ΟΡC.....	Organic Rankine Cycle
ΡΑΕ.....	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΣΗΘ.....	Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας
ΥΠΕΚΑ.....	Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής
Υ.Α.....	Υπουργική Απόφαση
Φ/Β.....	Φωτοβολταϊκά Συστήματα
ΦΕΚ.....	Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως
ΧΥΤΑ.....	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1	Εκμεταλλεύσιμες μορφές Α.Π.Ε.....	16
Πίνακας 3.1	Παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα (kg/ άτομο/ μέρα) το 2006.....	30
Πίνακας 3.2	Παγκόσμια αγορά ΑΣΑ (Έτος 1998).....	31
Πίνακας 3.3	Κατώτερη θερμογόνος δύναμη καυσίμων.....	36
Πίνακας 3.4	Σύνθεση αερίων ΧΥΤΑ.....	37
Πίνακας 3.5	Εθνικοί στόχοι για τη βιομάζα.....	41
Πίνακας 3.6	Μεγάλες διεθνείς ενεργειακές καλλιέργειες.....	42
Πίνακας 4.1	Τιμές αποζημίωσης παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.....	54

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1	Αύξηση του προσδόκιμου ζωής με την κατανάλωση ενέργειας.....	12
Εικόνα 2.1	Συμβατική μονάδα παραγωγής Η.Ε. με χρήση λιγνίτη.....	23
Εικόνα 3.1	Πηγές βιομάζας.....	24
Εικόνα 3.2	Βιοενέργεια από βιομάζα.....	28
Εικόνα 3.3	Τύποι βιομάζας.....	29
Εικόνα 3.4	Ροή βιομάζας για παραγωγή βιοκαυσίμων.....	34
Εικόνα 3.5	Μπρικέτες.....	34
Εικόνα 3.6	Πελλέτες.....	35
Εικόνα 3.7	Παραγωγή και αξιοποίηση του βιοαερίου.....	38
Εικόνα 3.8	Δυναμικό παραγωγής καυσόξυλων στην Ελλάδα (2003).....	40
Εικόνα 3.9	Ημερήσια παραγωγή ζωικών αποβλήτων στην Ελλάδα.....	41
Εικόνα 3.10	Αξιοποίηση βιομάζας σε ευρωπαϊκό επίπεδο (2012).....	42
Εικόνα 4.1	Ηλεκτροπαραγωγή από βιομάζα.....	47
Εικόνα 4.2	Αεριοποίηση βιομάζας.....	48
Εικόνα 4.3	Εγκαταστάσεις επεξεργασίας βιομάζας.....	48
Εικόνα 4.4	Μονάδα βιομάζας μεγάλης κλίμακας.....	49
Εικόνα 4.5	Συστήματα Μονάδας βιομάζας μεγάλης κλίμακας.....	50
Εικόνα 4.6	Λέβητες βιομάζας ατμού ή υπέρθερμου νερού ή διαθερμικού λαδιού.....	50
Εικόνα 4.7	Διάταξη συστημάτων ORC.....	51
Εικόνα 4.8	Γενική διάταξη ORC.....	52
Εικόνα 4.9	Τηλεθέρμανση.....	56
Εικόνα 4.10	Σόμπα πελλέτας και σόμπα ξύλου.....	57
Εικόνα 4.11	Λέβητας βιομάζας.....	57

Εικόνα 4.12	Λέβητας βιομάζας ξενοδοχείου Atrion Κρήτης.....	59
Εικόνα 4.13	Υπολείμματα εκκοκκισμού.....	62
Εικόνα 4.14	ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων.....	64
Εικόνα 4.15	Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυτάλλειας.....	64

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1.1	Παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (2005).....	13
Γράφημα 1.2	Βιώσιμη ανάπτυξη (Στόχος της Οδηγίας 2001/42/ΕΚ).....	14
Γράφημα 1.3	Διείσδυση ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο.....	15
Γράφημα 2.1	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.....	20
Γράφημα 3.1	Τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας.....	27
Γράφημα 3.2	Κλάσματα βιομάζας.....	32
Γράφημα 3.3	Σημαντικότερες ενεργειακές καλλιέργειες.....	33

Περίληψη

Θέμα της Πτυχιακής αυτής εργασίας είναι “Η αξιοποίηση βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας”. Πρόκειται για ένα σύγχρονο θέμα που έχει αποτελέσει αντικείμενο πολλών μελετών και ερευνών.

Αναμφισβήτητα ο άνθρωπος φέρθηκε αλαζονικά σε ότι αφορά την εκμετάλλευση πηγών ενέργειας από τη φύση. Αποτέλεσμα αυτού ήταν η ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων με πρωταρχικό στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και τη διατήρηση της ισορροπίας στη φύση, να έχει αναδειχθεί βασικός στόχος της σημερινής εποχής.

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια παρουσίασης των δυνατοτήτων που προσφέρει η αξιοποίηση της βιομάζας. Αναλύεται η εφοδιαστική αλυσίδα που συνθέτει και τονίζονται οι μέθοδοι επεξεργασίας της. Παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της, αλλά και οι σημαντικές εφαρμογές της.

Η συμβολή της βιομάζας στην ηλεκτροπαραγωγή αλλά και την συμπαραγωγή είναι αποδεδειγμένη. Οι μέθοδοι μέσω των οποίων επιτυγχάνονται αυτές αναλύονται εκτενώς, με ιδιαίτερη αναφορά στη αξιοποίηση του βιοαερίου.

Αρκετές χώρες συμπεριλαμβανομένου και της Ελλάδας έχουν ήδη κάνει κάποια βήματα στην υλοποίηση έργων προς παραγωγή ενέργειας με χρήση βιομάζας. Βέβαια στην Ελλάδα τέτοια παραδείγματα είναι λίγα ακόμη, ενώ υπάρχουν αξιόλογες προοπτικές. Λόγοι όπως η άγνοια αλλά και η μη οικονομική στήριξη τέτοιων εγχειρημάτων από το κράτος, δημιουργούν εμπόδια στην ανάπτυξη περισσότερων έργων.

Πολύ σημαντικό στοιχείο είναι επίσης πως η αξιοποίηση της βιομάζας συνάδει απόλυτα με τις αρχές της βιωσιμότητας και της αειφορίας. Η συσχέτιση των δύο αυτών όρων αναλύεται εκτενώς και αποδεικνύεται η συμβολή της βιομάζας στην προστασία του περιβάλλοντος και την εξασφάλιση της κάλυψης των ενεργειακών αναγκών των μελλοντικών γενιών.

Abstract

Subject of this final work is " The use of biomass for electricity production. It is a modern subject that has been the subject of many studies and surveys.

Undoubtedly the man stood arrogantly placed in terms of use of sources of energy from nature. The result was the rational use of energy resources with the primary objective of protecting the environment and preserving the balance in nature , has become a main objective of today.

This work is a presentation of the possibilities offered by the use of biomass . Analyzes the logistics chain that composes and highlights the treatment methods . We present the advantages and disadvantages , but also the important applications.

The contribution of biomass in electricity production and cogeneration is proven. The methods by which these are achieved are discussed in detail , with particular reference to the use of biogas.

Several countries including Greece have already made some steps in the realization of projects for energy production using biomass . Of course in Greece such examples are few more , and there are significant prospects . Reasons such as ignorance and non- financial support such endeavours of the state, creating obstacles to the development of projects.

Very important point is also that the use of biomass is entirely consistent with the principles of sustainability. The association of these two conditions is analyzed extensively and demonstrate the contribution of biomass to protect the environment and ensure the energy needs of future generations.

Δομή Πτυχιακής Εργασίας

Η πτυχιακή αυτή εργασία αποτελείται συνολικά από πέντε κεφάλαια, στα οποία γίνεται εκτενής ανάλυση του θέματος που πραγματεύεται.

Το **πρώτο κεφάλαιο** αναφέρεται στο περιβάλλον και τις ΑΠΕ. Αναλύεται η σχέση της ενέργειας με την κατανάλωση και ορίζονται οι βασικές αρχές και το γενικό πλαίσιο της βιωσιμότητας και της αειφορίας. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται και στις πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί το βασικό θέμα του **δευτέρου κεφαλαίου**. Εδώ παραθέτονται γενικά και αριθμητικά δεδομένα για την ηλεκτροπαραγωγή τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς. Αναλύεται ο ρόλος της ΔΕΗ αλλά και η χρήση λιγνίτη στη χώρα.

Το **τρίτο κεφάλαιο** αφορά αποκλειστικά τη βιομάζα. Δίνεται ο ορισμός της και παρουσιάζονται οι κατηγορίες της, οι μέθοδοι επεξεργασίας της, οι εφαρμογές, καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται και στο παραγόμενο βιοαέριο των ΧΥΤΑ. Παράλληλα αναλύεται και το νομοθετικό πλαίσιο που σχετίζεται με τη βιομάζα.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** περιγράφεται το σύνολο των διαδικασιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα, καθώς και οι διεργασίες που στηρίζουν τη συμπαραγωγή θέρμανσης και ηλεκτρισμού. Αναλύονται οι ευκαιρίες, τα οφέλη αλλά και τα αντίστοιχα κόστη και πιθανά προβλήματα από αυτού του είδους την ηλεκτροπαραγωγή. Τέλος παραθέτονται αξιόλογα παραδείγματα και εφαρμογές στον κτιριακό, κατασκευαστικό και βιομηχανικό κλάδο.

Τα συνολικά συμπεράσματα που προέκυψαν από τη μελέτη της παρούσας πτυχιακής εργασίας, παραθέτονται στο **πέμπτο** και τελευταίο **κεφάλαιο** αυτής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΑΠΕ

1.1 Εισαγωγή

Το φυσικό περιβάλλον (έδαφος, υπέδαφος, αέρας, θάλασσα, ενέργεια, οικοσυστήματα) λειτουργεί ως πρωτογενές κεφάλαιο και παράλληλα ως αποδέκτης επιπτώσεων. Η φέρουσα ικανότητα είναι αυτή που προσδιορίζει τα όρια όπου το φυσικό περιβάλλον μπορεί να λειτουργήσει ταυτόχρονα ως τροφοδότης πόρων και ως αποδέκτης επιπτώσεων. (Παναγιωτακόπουλος, 2007)

Η διαχείριση του περιβάλλοντος (δηλαδή του φυσικού κεφαλαίου και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων) είναι σήμερα ένα πολύ σημαντικό ζήτημα που έχει αποτελέσει αντικείμενο πολλών συζητήσεων και ερευνών.

Το φυσικό περιβάλλον διαμορφώνει ένα σύνολο φυσικών πόρων. Ως φυσικοί πόροι ορίζονται αυτοί με τους οποίους οι άνθρωποι έρχονται σε επαφή και μπορούν να τους χρησιμοποιήσουν προς εκτέλεση κάθε χρήσιμης λειτουργίας ή δραστηριότητας. (Camp & Daugherty, 1998)

Για την ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών απαιτείται η ανάπτυξη ποικίλων δραστηριοτήτων που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με το φυσικό περιβάλλον και στόχο έχουν την παραγωγή ενέργειας. Ορισμένες εξ' αυτών είναι η έρευνα, η ανακάλυψη, η εξόρυξη, η διύλιση, η διακίνηση και εμπορία ορυκτών καυσίμων και πλήθος άλλων σχετιζόμενων με αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. (Φαναριώτης, 2009)

Στη σημερινή εποχή η κακή και αλαζονική διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος και η καταστροφή σημαντικού μέρους του από τον άνθρωπο και τις δραστηριότητες του, έχει αποτελέσει μείζον πρόβλημα. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος έχουν μελετηθεί, ερευνηθεί και προταθεί πλήθος λύσεων, στη συντριπτική πλειοψηφία των οποίων αναφέρονται οι έννοιες της ορθής διαχείρισης, της αειφορίας και των ΑΠΕ.

1.2 Ενέργεια και κατανάλωση

Με τον όρο ενέργεια ορίζεται η ικανότητα ενός συστήματος (ή απλούστερα και σώματος) να παράγει έργο. Είναι 'η ιδιότητα της ύλης που είναι δυνατό να μετατραπεί σε έργο, θερμότητα ή και ακτινοβολία'. Δε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται παρά μόνο μπορεί να μετατραπεί από μια μορφή σε άλλη. Πρόκειται για φυσική μετρούμενη ποσότητα, με χαρακτηριστικό της γνώρισμα την πολυμορφία. (Ανδρίτσος, 2008)

Οι πηγές ενέργειας διακρίνονται σε:

- α) πρωτογενείς και δευτερογενείς
- β) αυτογενείς και τεχνητές

γ) συμβατικές και ανανεώσιμες

Βάσει της τελικής χρήσης όμως της ενέργειας, αυτή κατατάσσεται στους ακόλουθους τομείς:

α) οικιακό τομέα (θέρμανση, κλιματισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης κ.α.)

β) εμπορικό τομέα και γενικά δραστηριότητες του τριτογενούς τομέα

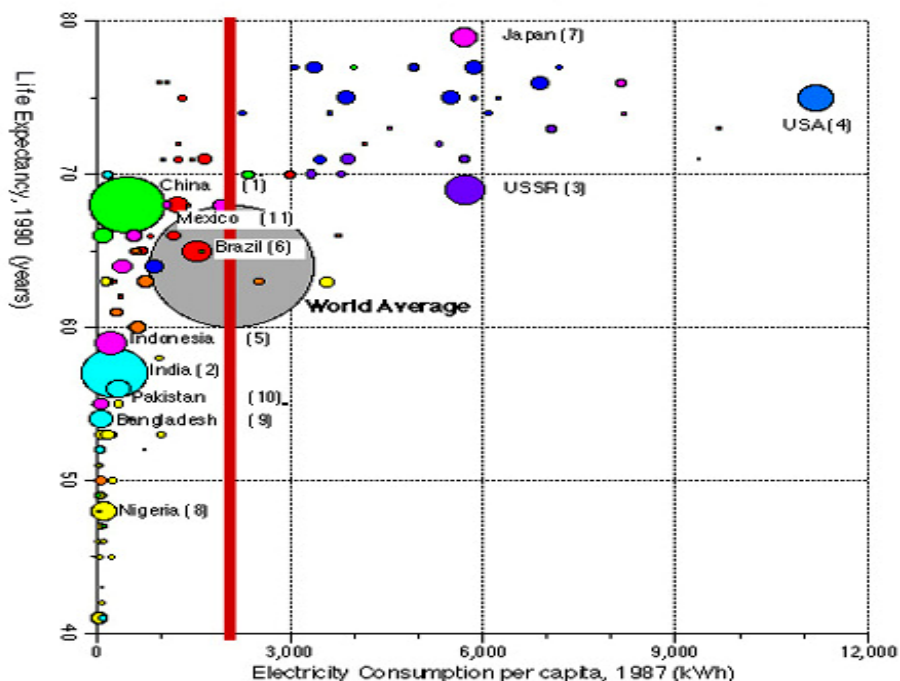
γ) βιομηχανικό τομέα

δ) τομέα μεταφορών

(Ανδρίτσος, 2008)

Παγκοσμίως η κατανάλωση ενέργειας διαγράφει ανοδική πορεία, επιδρώντας αρνητικά τόσο στο φυσικό περιβάλλον όσο και στην ανθρώπινη υγεία. Χαρακτηριστικά τη δεκαετία 1990-2000 η αύξηση έφτασε το 15%, ενώ αναμένεται περαιτέρω αύξηση έως το 2020. Η γενική τάση της χρήσης ενέργειας λοιπόν ήταν και εξακολουθεί να παραμένει αυξητική.

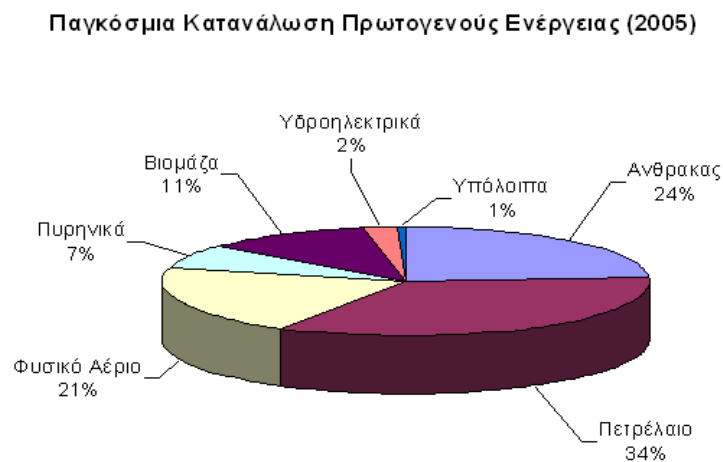
Μελέτες έδειξαν πως η κατανάλωση ενέργειας συνδέεται άμεσα με το βιοτικό επίπεδο μιας χώρας και το προσδόκιμο ζωής. Ο πρώτος που διατύπωσε τη συσχέτιση αυτή ήταν ο Wilhelm Ostwald το έτος 1909. Στην εικόνα 1.1 φαίνεται πως σε χώρες που πλησιάζουν τις 2000 KWh κατά κεφαλήν, το προσδόκιμο επιβίωσης προσεγγίζει τα 70 έτη. Παράλληλα σημαντικοί παράγοντες είναι και η ιστορία και η νοοτροπία ενός λαού, καθώς και οι γενικότερες κλιματολογικές συνθήκες κάθε τόπου. (Ανδρίτσος, 2008)



Εικόνα 1.1 Αύξηση του προσδόκιμου ζωής με την κατανάλωση ενέργειας.

(<http://www.geni.org/energy/library...>)

Παγκοσμίως η κατανάλωση ενέργειας φτάνει τα 10 δις τόνους ισοδύναμου πετρελαίου, με βασικές πηγές τα ορυκτά καύσιμα που καλύπτουν άνω του 80% της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης. (ΙΤΕΣΚ)



Γράφημα 1.1 Παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (2005). (ΙΤΕΣΚ)

1.3 Βιωσιμότητα και αειφορία

Το Διεθνές Συνέδριο του ΟΗΕ για το Περιβάλλον που πραγματοποιήθηκε στη Στοκχόλμη το 1972, έθεσε τις βάσεις για την αειφόρο ανάπτυξη, βάζοντας το περιβάλλον στην πολιτική ατζέντα. (Παναγιωτακόπουλος, 2007)

Η Διεθνής Σύσκεψη του ΟΗΕ για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη το 1992 στο Ρίο, όρισε μια στρατηγική για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών ζητημάτων και των αναπτυξιακών προκλήσεων, με στόχο μια παγκόσμια προσπάθεια για αειφόρο ανάπτυξη. Προϊόν της Διάσκεψης αυτής ήταν η Agenda 21, η οποία παρουσιάζει ένα βιώσιμο σχέδιο ανάπτυξης. (Παναγιωτακόπουλος, 2007)

Ακολούθως το έτος 2002 στο Γιοχάνεσμπουργκ, η Διεθνής Διάσκεψη του ΟΗΕ ανέλυσε την μετά το Ρίο πρόοδο και διαμόρφωσε ένα πιο εξελιγμένο Σχέδιο Υλοποίησης.

Το σύνολο των διεθνών αυτών συσκέψεων είχε ως βάση το όραμα της αειφόρου ανάπτυξης, σε όλους τους τομείς δραστηριοποίησης του ανθρώπου. Εξάλλου οι τρεις βασικοί παράγοντες δημιουργίας του περιβαλλοντικού προβλήματος είναι: ο πληθυσμός, η κατανάλωση και η τεχνολογία παραγωγής αγαθών και υπηρεσιών, δηλαδή το σύνολο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. (Παναγιωτακόπουλος, 2007)

Σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει ο Παναγιωτακόπουλος (2007): «Μια ανάπτυξη είναι αειφόρος όταν λαμβάνει υπόψη της: α) τους κοινωνικούς, οικολογικούς και οικονομικούς παράγοντες, β) τους έμβιους και άβιους πόρους και γ) τα μακροπρόθεσμα και βραχυπρόθεσμα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των εναλλακτικών δράσεων». Δηλαδή είναι σημαντικό η

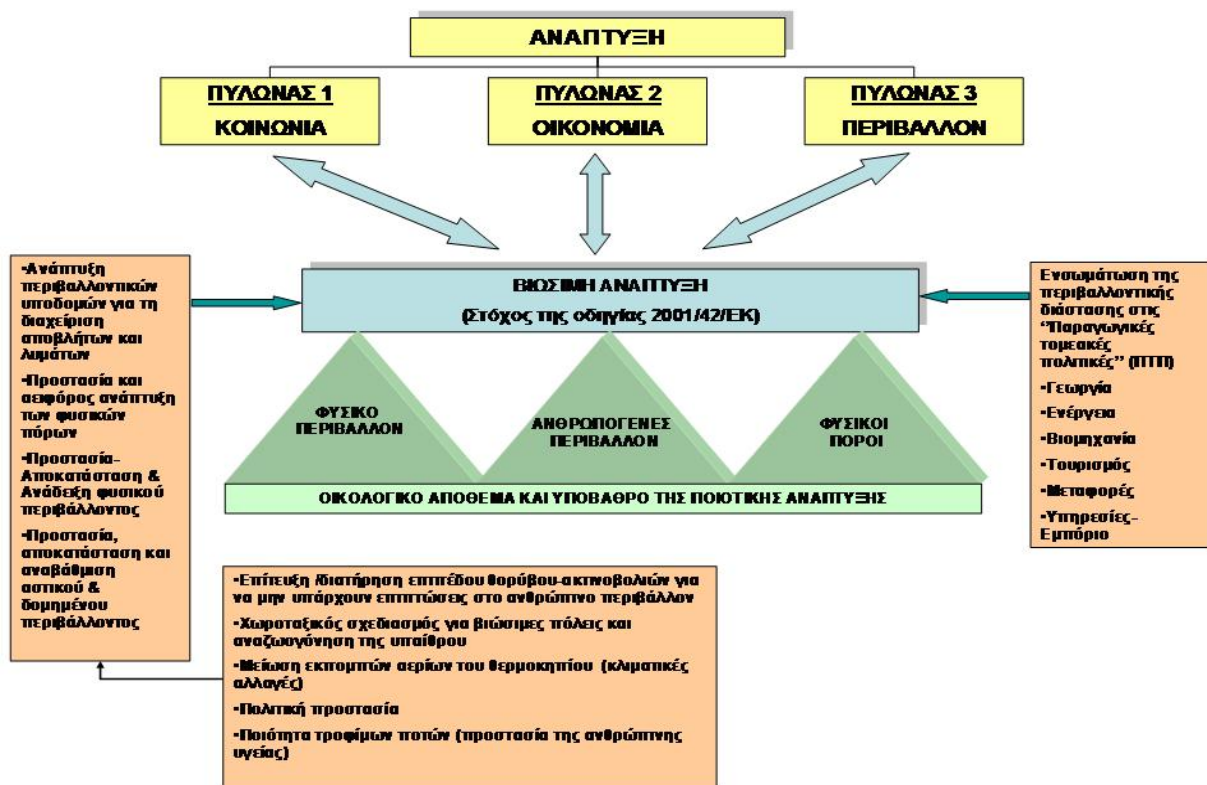
ανάπτυξη να ικανοποιεί τις ανάγκες της παρούσας γενιάς, χωρίς όμως να διακινδυνεύει η δυνατότητα των μελλοντικών γενιών να ικανοποιήσουν τις δικές τους. Βιώσιμη ανάπτυξη λοιπόν είναι η ανάπτυξη που επιζεί, ενώ αειφόρος αυτή που επιζεί καλά.

(Παναγιωτακόπουλος, 2007)

Οι βασικές αρχές της Πολιτικής Αειφόρου Ανάπτυξης στην Ε.Ε. είναι:

- 1) Προφύλαξη
- 2) Ευθύνη του παραγωγού
- 3) Πρόληψη
- 4) Επανόρθωση των προσβολών του περιβάλλοντος
- 5) Ο ρυπαίνων πληρώνει
- 6) Εγγύτητα ή γεινίαση
- 7) Αυτάρκεια
- 8) Επικουρικότητα

Στο ακόλουθο γράφημα 1.2 παρουσιάζονται οι βασικοί πυλώνες της βιώσιμης ανάπτυξης και οι παράγοντες που τους στοιχειοθετούν.



Γράφημα 1.2 Βιώσιμη ανάπτυξη (Στόχος της Οδηγίας 2001/42/ΕΚ)

(<http://www.day-after.gr/datafiles/file/Presentation134.jpg>)

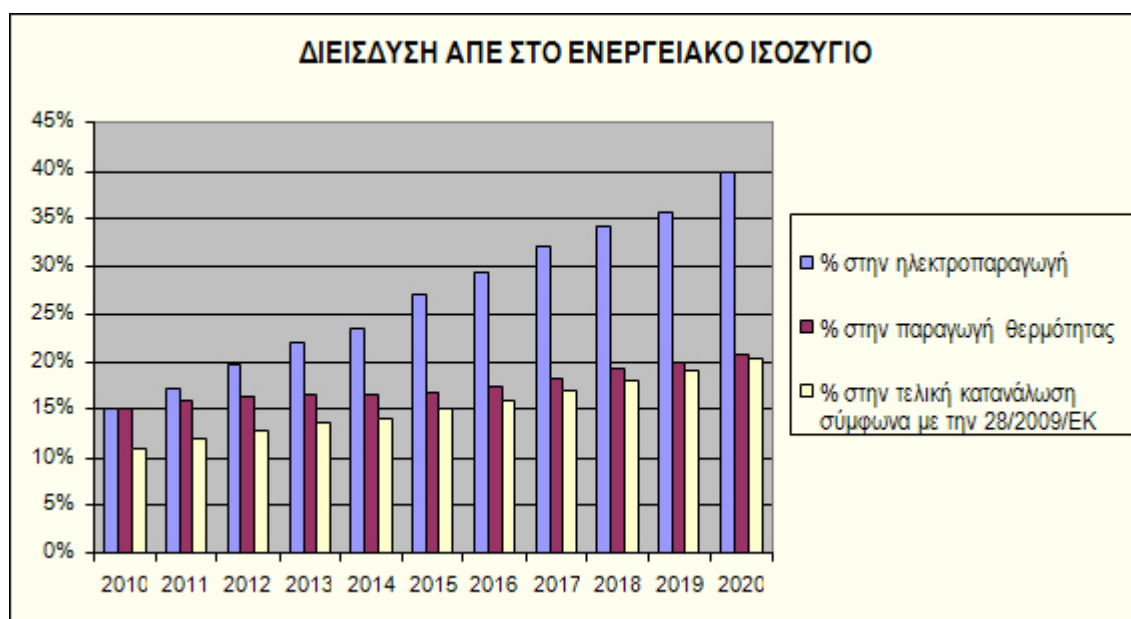
1.4 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) έχουν τη σημαντική ικανότητα να παρέχουν ενέργεια σε απεριόριστο βάθος χρόνου, καθώς ανανεώνονται μέσα από το συνολικό κύκλο της φύσης. Θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες και βρίσκονται σε σταθερή προσφορά. Στην κατηγορία των Α.Π.Ε. ανήκουν η ηλιακή, η αιολική, η γεωθερμική, η υδροηλεκτρική ενέργεια, η ενέργεια της βιομάζας και γενικά των ρευμάτων κ.α. (Γιαννακάκης, 2010)

Στις μέρες μας προβάλλονται ολοένα και περισσότερο, αποτελώντας τη μοναδική λύση στην αύξηση της ενεργειακής ζήτησης, λαμβάνοντας υπόψη την προστασία του περιβάλλοντος. Πρόκειται για ενέργειες “καθαρές” και απόλυτα φιλικές προς το περιβάλλον. Δίνουν ουσιαστικά στον καταναλωτή έναν εναλλακτικό τρόπο παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, απ’ ότι με τη συμβατική χρήση άνθρακα, πετρελαίου, φυσικού αερίου κ.α. (Γιαννακάκης, 2010)

Για πολλές χώρες σήμερα οι Α.Π.Ε. αποτελούν μια βασική εγχώρια πηγή ενέργειας με δυνατότητες ανάπτυξης, συνεισφέροντας παράλληλα στο ενεργειακό ισοζύγιο και στην ενίσχυση ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού. (Γιαννακάκης, 2010)

Στην Ελλάδα διαμορφώνεται ένα αξιόλογο δυναμικό Α.Π.Ε. που μπορεί να συνεισφέρει στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών και να αποτελέσει εναλλακτική λύση. Η χώρα είναι τελευταία στην αξιοποίηση των ΑΠΕ στο σύνολο της Ευρώπης, ενώ στόχο έχει μέχρι το 2020 η ενέργεια από ΑΠΕ να προσεγγίσει το 20%. Ειδικοί θεωρούν πως δυνατότητες υπάρχουν, αντιπαραθέτοντας τις ΑΠΕ για τη χώρα με το πετρέλαιο για τη Σαουδική Αραβία. (Γιαννακάκης, 2010)



Γράφημα 1.3 Διείσδυση ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο.

Αξίζει να επισημανθεί πως μελέτες επιστημόνων έδειξαν πως με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορεί να παραχθεί έως το 2050 το 40% της απαιτούμενης ενέργειας. (Γιαννακάκης, 2010)

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που χαρακτηρίζουν τις ΑΠΕ είναι:

- Συμβολή στην απεξάρτηση από συμβατικούς ενεργειακούς πόρους
- Σταθεροποίηση ή και μείωση των εκπομπών επικίνδυνων αερίων
- Συμβολή στην ενεργειακή ανεξαρτησία
- Ενίσχυση της ασφάλειας σε θέματα ενεργειακού εφοδιασμού
- Συμβολή στην αποκέντρωση του συνολικού ενεργειακού συστήματος
- Χαμηλό λειτουργικό κόστος
- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
- Αναζωογόνηση υποβαθμισμένων περιοχών
- Διαμόρφωση νέων επενδυτικών σχεδίων

Οι σημαντικότερες μορφές Α.Π.Ε. και οι εκμεταλλεύσιμες ποσότητες τους παγκοσμίως παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 1.1.

Πίνακας 1.1 Εκμεταλλεύσιμες μορφές Α.Π.Ε.

Πηγή	Εκμεταλλεύσιμες ποσότητες (TWh/ έτος)	Ενεργειακοί μετατροπείς
Ηλιακή ενέργεια	12.000-14.000	Φ/Β, σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος, ηλιακοί θερμοσίφωνες
Αιολική ενέργεια	20.000-40.000	Μικροί & μεγάλοι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος, αντλίες νερού
Γεωθερμία	4.000-40.000	Hot dry rock, υδροθερμία
Βιομάζα	8.000-25.000	Βιοκαύσιμα προς παραγωγή ηλεκτρισμού, καύση, πυρόλυση, αεριοποίηση
Ενέργεια κυμάτων	2.000-4.000	Πλήθος εφαρμογών
Ενέργεια παλίρροιας	>3.500	Φράγματα

(Κορωναίος, 2012)

Το πρόβλημα που διαμορφώνουν οι ΑΠΕ εντοπίζεται στο ότι οι πηγές αυτές, παρά το ότι συνδυάζουν πλήθος περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων, έχουν συμπληρωματικό ρόλο, καθώς δεν είναι δυνατό να δώσουν οριστική λύση στο ενεργειακό πρόβλημα. (Φαναριώτης, 2009)

1.5 Διαχείριση και εξοικονόμηση ενέργειας

Η διαχείριση των πηγών ενέργειας πλέον έχει καταστεί κρίσιμη, καθώς αφορά κυρίως στην αξιοποίηση των διαθέσιμων πηγών ενέργειας με τον αποτελεσματικότερο τρόπο. Εκφράζεται ουσιαστικά με την επίτευξη του καλύτερου δυνατού αποτελέσματος με το ελάχιστο ενδιάμεσο κόστος. Το θέμα της διαχείρισης δεν περιορίζεται στα στενά εθνικά πλαίσια κάθε χώρας, πρόκειται για θέμα παγκοσμίων διαστάσεων. (Φαναριώτης, 2009)

Η διαχείριση των ενεργειακών πηγών ασκείται από τις κρατικοποιημένες εταιρείες των χωρών που διαθέτουν πηγές ενέργειας και τις μεγάλες πολυεθνικές εταιρείες πετρελαίου που ρυθμίζουν το διεθνές κύκλωμα ενέργειας. Η διαχείριση ενέργειας συνδέεται άρρηκτα με την εξοικονόμηση ενέργειας. (Φαναριώτης, 2009)

Η καθαρότερη μορφή εξοικονόμησης ενέργειας αφορά στον περιορισμό της κατανάλωσης. Βασική παράμετρος για την εξοικονόμηση είναι η αποτελεσματικότητα των προτεινόμενων λύσεων. (Φαναριώτης, 2009)

Όπως υποστηρίζει ο Φαναριώτης (2009) ‘‘η συστηματική αξιοποίηση των εναλλακτικών μορφών ενέργειας σε συνδυασμό με ορθές πολιτικές εξοικονόμησης ενέργειας, μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στη διατήρηση του καθιερωμένου μοντέλου διαβίωσης και στη διαμόρφωση καθαρού περιβάλλοντος’’. Η προώθηση πολιτικών συστηματοποιημένων στην ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι σημαντικό να τεθούν πλέον σε πρώτη σειρά στην πολιτική ατζέντα των κυβερνήσεων. (Φαναριώτης, 2009)

Για την εθνική ενεργειακή πολιτική η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί κύριο παράγοντα.¹

Η ορθή διαχείριση της ενέργειας αποτελεί επίσης βασική μεταβλητή της Πράσινης Ανάπτυξης, η οποία εφαρμόζεται πλέον σε όλους τους τομείς της κοινωνίας. Πρόκειται για έναν πολυδιάστατο στόχο για τη συνολική βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων. (ΥΠΕΚΑ, 2009)

Μέσω της Πράσινης Ανάπτυξης ανοίγονται νέοι δίαυλοι που σχετίζονται με: (OECD, 2011)

- α) καινοτόμες ευκαιρίες
- β) διαμόρφωση νέων αγορών
- γ) στήριξη και ενίσχυση της παραγωγικότητας
- δ) σταθερότητα και ισορροπία μακροοικονομικών συνθηκών
- ε) στήριξη των επενδυτών και των νέων σχεδίων τους

¹ http://www.cres.gr/energy-saving/technologies_exikonomisis_ener.htm

Συνεπώς εξοικονόμησης ενέργειας, αειφόρος ανάπτυξη και πράσινη ανάπτυξη είναι έννοιες που αλληλοσυνδέονται και αλληλεξαρτώνται. Για την επίτευξη του κοινού τους στόχου απαιτείται η χρήση ενός συνόλου εργαλείων, πρακτικών και πολιτικών. (OECD, 2011)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 Ηλεκτροπαραγωγή

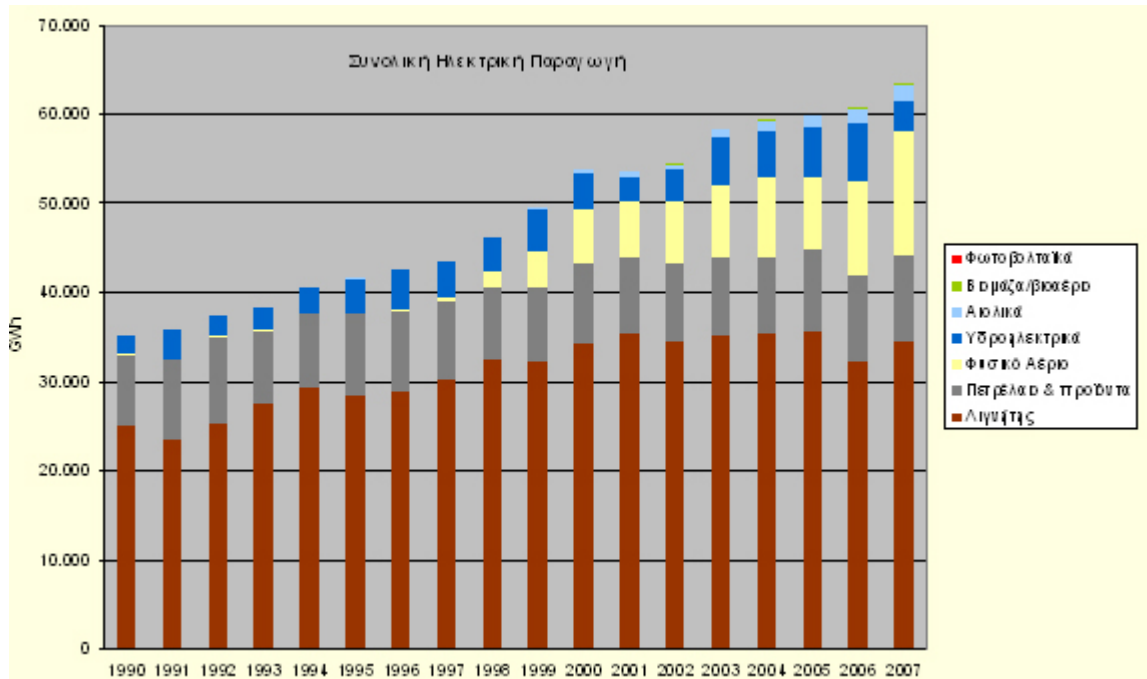
Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται μέσω της εκμετάλλευσης ποικίλων πρωτογενών ενεργειακών πηγών, διαμορφώνοντας διαφορετικό πλαίσιο για κάθε χώρα, βάσει της ακολουθούμενης ενεργειακής πολιτικής, των διαθέσιμων πόρων και των συνολικών κλιματολογικών ιδιαιτεροτήτων.² (P.A.E.)

Σύμφωνα με δημοσιευμένα στοιχεία της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (P.A.E.) για το έτος 2006, η χρήση του λιθάνθρακα άγγιξε το 93% και το 92% αντίστοιχα στη Ν. Αφρική και την Πολωνία, ενώ ακολουθούν η Δανία με 54%, οι Η.Π.Α. με 50% και η Κορέα με 38% περίπου. Για την Ελλάδα και τη Γερμανία, ο λιγνίτης αποδεικνύεται το βασικότερο εγχώριο καύσιμο φτάνοντας σε χρήση το 55% και το 42% αντίστοιχα. Χώρες που χρησιμοποιούν την πυρηνική ενέργεια προς παραγωγή ηλεκτρικής είναι η Γαλλία σε ποσοστό 78%, το Βέλγιο με 54,5%, η Σουηδία με 47% και η Ελβετία με 43%. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι σημαντική για τη Νορβηγία (98,5%), την Αυστρία (64%), τον Καναδά (58%) και την Ελβετία (51%), όπως παράλληλα και για τη Βραζιλία (83%), τη Βενεζουέλα (72%) κ.α.²

Αναμφίβολα για την Ελλάδα ο λιγνίτης είναι η βασικότερη εγχώρια πηγή ενέργειας, με αποκλειστική χρήση στην ηλεκτροπαραγωγή από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς.

Βάσει των δεδομένων του παρακάτω γραφήματος 2.1, είναι φανερό η διαρκώς αυξανόμενη- χρονικά- παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο λιγνίτης κατέχει το υψηλότερο ποσοστό στην ετήσια παραγωγή. Παράλληλα η ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από πετρέλαιο ενώ παραμένει ποσοτικά σταθερή, εν τούτοις μειώνεται με την πάροδο του χρόνου συγκριτικά με τη συνολική παραγωγή. Αξιόλογη είναι η πορεία του φυσικού αερίου καθώς καταγράφει μια σταδιακή αύξηση στην παραγόμενη από αυτό ηλεκτρική ενέργεια. Όσον αφορά την παραγόμενη Η.Ε. από τους υδροηλεκτρικούς σταθμούς, αυτή παρουσιάζει φυσιολογικές αυξομειώσεις καθώς επηρεάζεται και από τα επίπεδα των ετήσιων βροχοπτώσεων. Γενικά όμως είναι αξιοσημείωτη η σταδιακή αύξηση της παραγόμενης Η.Ε. από τις ανανεώσιμες πηγές. (<http://www.ypeka.gr/?tabid=277>)

² http://www.rae.gr/site/categories_new/consumers/know_about/electricity/production.csp



Γράφημα 2.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.

(<http://www.ypeka.gr/?tabid=277>)

Συγκεκριμένα στην Ελλάδα για το έτος 2004, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από λιγνίτη αποτέλεσε το 67% του συνόλου, εξοικονομώντας ετήσιο συνάλλαγμα της τάξης των 2,8 δις ευρώ. (Παπανικολάου – Κώτης, 2005)

2.2 Η πορεία της ελληνικής αγοράς

Η διαχρονική εξέλιξη της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα έχει ακολουθήσει αναμφισβήτητα σημαντικές αλλαγές.

Ο Ν. 2773/1999 αποτέλεσε το πρώτο βήμα για την απελευθέρωση της αγοράς, πραγματοποιώντας παράλληλα διαχωρισμό του μονοπωλίου και του ανταγωνισμού. Πολύ σημαντικό στοιχείο επίσης είναι ότι δημιουργήθηκαν η ΡΑΕ και ο ΔΕΣΜΗ ΑΕ. (ΥΠΕΚΑ, 2012)

Ακολούθως ο Ν. 3175/2003 υποχρέωσε το σύνολο των παραγωγών να πουλά την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και αντίστοιχα το σύνολο των προμηθευτών να την απορροφά και να την πουλά σε ενδιαφερόμενους πελάτες. Βάσει αυτού ένας προμηθευτής όφειλε να εξασφαλίζει μακροχρόνια την απαιτούμενη διαθεσιμότητα ηλεκτρικής ενέργειας από παραγωγούς, βάσει ειδικών συμβάσεων σχετικά με τη διαθέσιμη ισχύ. (ΥΠΕΚΑ, 2012)

Το 2011 επίσης αποτελεί έτος σταθμό, καθώς τότε διαμορφώθηκε η αγορά επικουρικών υπηρεσιών. Η θυγατρική της ΔΕΗ η ΑΔΜΗΕ ΑΕ δημιουργήθηκε το 2012 και τις αρμοδιότητες της συγκροτούν η διαχείριση και ανάπτυξη του γενικού συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Την ευθύνη ως προς την λειτουργία της αγοράς έχει ο ΛΑΓΗΕ ΑΕ. (ΥΠΕΚΑ, 2012)

2.3 Ο ρόλος της ΔΕΗ

Η ΔΕΗ ελέγχει σήμερα όλη τη διαδικασία παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Αποτελεί τη μεγαλύτερη και κυρίαρχη εταιρεία παραγωγής και προμήθειας Η.Ε. στη χώρα, με πελάτες που φτάνουν τα 7,4 εκατομμύρια. Για το έτος 2012 οι μονάδες παραγωγής της ΔΕΗ κατείχαν εγκατεστημένη ισχύ της τάξης των 12,5 GW.³

Έτος σταθμό αποτέλεσε για τη χώρα το 2001, όπου με την ψήφιση Νόμου, ποσοστό 37% της ελληνικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας τέθηκε στον ανταγωνισμό. Έτσι δόθηκε η δυνατότητα σε τρίτους ενδιαφερόμενους να ανταγωνίζονται τη ΔΕΗ, διαχωρίζοντας κατά συνέπεια τις δραστηριότητες της. Ο Νόμος αυτός αποτέλεσε τη βάση για τη σύσταση του ανεξάρτητου οργανισμού της διαχείρισης συστημάτων μεταφοράς ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ). (Φαναριώτης, 2009)

Ακολούθως το έτος 2006, η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας έφτανε το 70% με προοπτικές πλήρους απελευθέρωσης. Τον Απρίλιο του ίδιου έτους, η Ε.Ε. έκανε προσφυγή στο αρμόδιο δικαστήριο κατά της χώρας, λόγω της έλλειψης αποτελεσματικού νομικού και διαχειριστικού πλαισίου σχετικά με την απελευθέρωση. (Φαναριώτης, 2009)

Σημαντικό είναι το γεγονός πως με την ψήφιση των ρυθμίσεων που στερούσαν από τη ΔΕΗ το νομικό μονοπώλιο στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, η ελληνική κυβέρνηση προχώρησε στην έκδοση αδειών για την κατασκευή ιδιωτικών θερμικών εργοστασίων παραγωγής ενέργειας, με ισχύ υψηλότερη από 2.750 MW. Βέβαια οι περισσότεροι εκ των παραγωγών δε μπόρεσαν να ανταποκριθούν στις ανάγκες χρηματοδότησης, με αποτέλεσμα η ΔΕΗ να κατέχει ακόμη το 96% της ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα. (Φαναριώτης, 2009)

2.4 Χρήση λιγνίτη

Τα ορυχεία αποτελούν τον πυρήνα των λιγνιτικών κέντρων. Πρόκειται για διαμορφωμένους σε επίπεδα κρατήρες, μεγάλου πλάτους και βάθους (έως και 300 μ.). Η εξόρυξη πραγματοποιείται στους χώρους αυτούς με μεγάλους εκσκαφείς. Τα προϊόντα εκσκαφής εκτός

³ <http://www.dei.gr/el/i-dei/i-etairia/omilos-dei-ae/dei-ae>

από τον λιγνίτη είναι και πλήθος άγονων χωμάτων, τα οποία μέσω των αποθετών τοποθετούνται σε ειδικούς χώρους⁴.

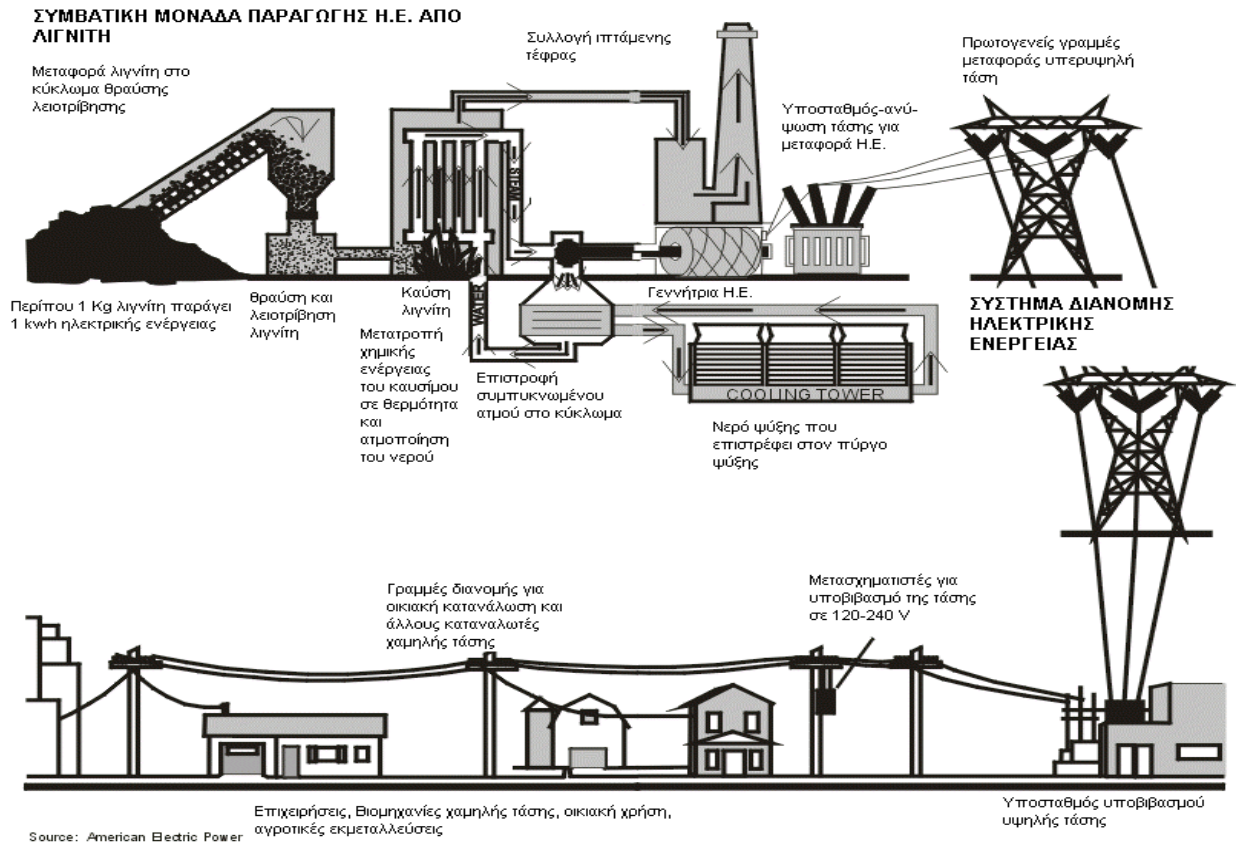
Η μετατροπή της χημικής ενέργειας του λιγνίτη σε ηλεκτρική γίνεται στους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς. Μέσω ειδικών ταινιόδρομων ο λιγνίτης που έχει εξορυχτεί, μεταφέρεται στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και κατόπιν είτε αποθηκεύεται είτε θρυμματίζεται από σπαστήρες σε κομμάτια μικρότερης διαμέτρου. Ο θρυμματισμένος πλέον λιγνίτης μεταφέρεται σε ειδικά σιλό και ακολουθεί η καύση του στον κεντρικό λέβητα της μονάδας. Η εκλυόμενη θερμική ενέργεια με την καύση ατμοποιεί το νερό. Ο υπέρθερμος ατμός που δημιουργείται εκτονώνεται σε στρόβιλο υψηλής πίεσης προς παραγωγή ωφέλιμου έργου. Ακολούθως ο ατμός οδηγείται και πάλι στο λέβητα της μονάδας με σκοπό την αναθέρμανση του και εν συνεχεία εκτονώνεται σε στρόβιλο μέσης και χαμηλής πίεσης προς παραγωγή νέου ωφέλιμου έργου. Η μονάδα διαθέτει επίσης ψυγείο, όπου εκεί ο εισερχόμενος ατμός συμπυκνώνεται με χρήση ψυκτικού νερού. Ο ατμός που συμπυκνώνεται προθερμαίνεται μέσω εναλλακτών θερμότητας και ακολούθως ειδικές αντλίες τον κατευθύνουν στο λέβητα. Έτσι ορίζεται ένας θερμικός κύκλος.⁵

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως μετά την εκμετάλλευση του λιγνίτη από τις αντίστοιχες περιοχές κοιτασμάτων του, γίνονται όλες οι απαραίτητες επεμβάσεις προς αποκατάσταση της φυσικής ισορροπίας. Αυτό πραγματοποιείται με κατάλληλη τοποθέτηση άγονων χωμάτων, φύτευση των εκτάσεων, δημιουργία τεχνητών λιμνών και ταυτόχρονη παρακολούθηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων (ποιότητα αέρα, υπόγειων και επιφανειακών νερών, θορύβου κ.α.).

Στην εικόνα 2.1 παρουσιάζονται όλα τα συστήματα που περιλαμβάνει μια συμβατική μονάδα παραγωγής Η.Ε. με χρήση λιγνίτη.

⁴ <http://www.dei.gr/Default.aspx?id=3355&nt=18&lang=1>

⁵ Περιβάλλον και διαχείριση ενέργειας
<http://www.allaboutenergy.gr/LigniteMacedonia.html>



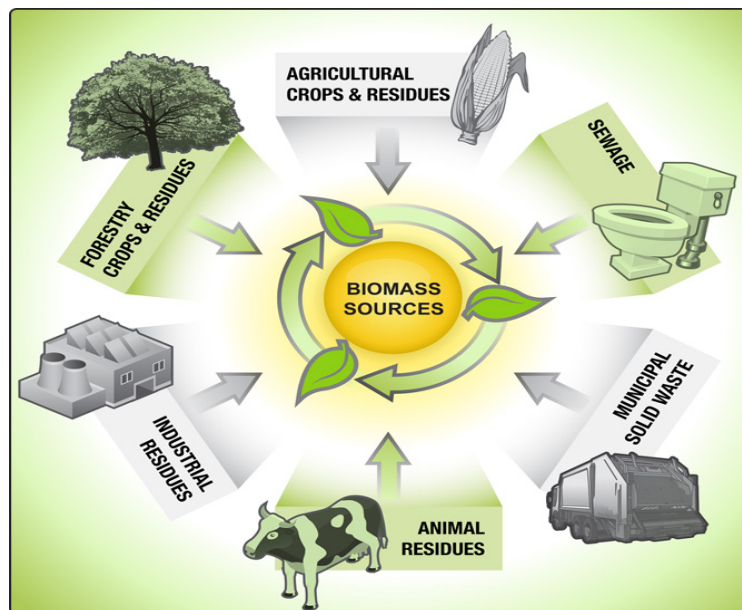
Εικόνα 2.1 Συμβατική μονάδα παραγωγής Η.Ε. με χρήση λιγνίτη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΒΙΟΜΑΖΑ

3.1 Γενικά στοιχεία

Τα φυτά, τα δέντρα και το σύνολο των οργανικών υλών που βρίσκονται πάνω στη γη αποτελούν την αποκαλούμενη βιομάζα. Η βιομάζα έχει βιολογική προέλευση και ουσιαστικά περιλαμβάνει κάθε υλικό προερχόμενο άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό ή ζωικό κόσμο. Είναι δυνατό να προέρχεται επίσης και από το βιολογικής προέλευσης τμήμα των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών. Πρόκειται για μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, καθώς η φυσική διαδικασία της φωτοσύνθεσης παράγει διαρκώς νέες οργανικές ύλες μέσω της ανάπτυξης των φυτών και των δέντρων. Η φωτοσύνθεση αποθηκεύει την ενέργεια του ήλιου στις οργανικές ύλες, ενώ η βιομάζα χρησιμεύει για την παραγωγή θερμότητας ή και υγρών καυσίμων. (Φαναριώτης, 2009)

Βάσει του ορισμού της ΟΔΗΓΙΑΣ 2001/77/ΕΚ: “Βιομάζα είναι το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων που προέρχονται από τη γεωργία, (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τις συναφείς βιομηχανίες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων”.⁶



Εικόνα 3.1 Πηγές βιομάζας

(<http://www.riomay.com/renewable-technologies/biomass-energy>)

⁶ <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=288>

Αξίζει να σημειωθεί πως η βιομάζα είναι η μόνη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία μπορεί να παράγει ταυτόχρονα θερμότητα, ηλεκτρισμό και καύσιμα αυτοκινήτων. (Φαναριώτης, 2009)

Σήμερα καταλαμβάνει το 15% περίπου της παγκόσμιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Εκ του ποσοστού αυτού πάνω από το 30% χρησιμοποιείται για τον υπό ανάπτυξη κόσμο και αντίστοιχα 3% περίπου για τις βιομηχανικές χώρες προς παραγωγή ηλεκτρισμού αλλά και θερμότητας (υπό μορφή βιομηχανικών, αστικών και αγροτικών αποβλήτων).⁷

Βάσει του θεσμικού πλαισίου που στηρίζει την αξιοποίηση της βιομάζας στη χώρα, γίνεται η ακόλουθη διάκριση: (ΥΠΕΚΑ, 2012)

- 1) βιομάζα τριών κατηγοριών βάσει του μεγέθους των εγκαταστάσεων (< 1MW, 1-5 MW, >5 MW)
- 2) εκλυόμενα αέρια από ΧΥΤΑ και μονάδες βιολογικού καθαρισμού, βιοαέρια δύο κατηγοριών (βάσει εγκατεστημένης ισχύος μικρότερης των 2MW και μεγαλύτερης των 2 MW)
- 3) προερχόμενο βιοαέριο από βιομάζα (μικρότερη του 1 MW και μεγαλύτερη του 1MW)

3.2 Εφοδιαστική αλυσίδα βιομάζας

Η βιομάζα παράγεται μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Στηρίζεται δηλαδή στη δημιουργία υδατανθράκων από ανόργανα υλικά μέσω της ηλιακής ενέργειας. Οι σχηματιζόμενοι υδατάνθρακες ακολούθως χρησιμοποιούνται και για την παραγωγή κυτταρίνης που αποτελεί σημαντικό δομικό υλικό για τα φυτά.

Συνολικά η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας της βιομάζας ακολουθεί την εξής πορεία:

- 1) παραγωγή βιομάζας
- 2) συλλογή βιομάζας
- 3) αρχική επεξεργασία
- 4) μεταφορά
- 5) αποθήκευση
- 6) διαδικασίες παραγωγής ενέργειας

⁷ ΔΕΣΜΗΕ: <http://www.desmie.gr/ape-sithya/adeiodotiki-diadikasia-kodikopoiisi-nomothesias-ape/periechomena/biomaza-biokaysima/sterea-biomaza/>

Η πορεία από την παραγωγή, στην επεξεργασία και ακολούθως στην τελική διάθεση οφείλει να ακολουθεί ένα συγκεκριμένο οργανωτικό σχέδιο, για την επίτευξη του ορθότερου δυνατού αποτελέσματος.

Πολύ σημαντικά στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι: οι ακριβείς θέσεις των διαθέσιμων πόρων, οι δυνατές αποστάσεις μεταφοράς, τα υπάρχοντα δίκτυα μεταφορών, οι συνολικοί περιβαλλοντικοί περιορισμοί, οι ρυθμιστικοί παράγοντες που καθορίζουν τις τελικές θέσεις των εγκαταστάσεων, η απόδοση της παραγωγής κ.α.

Η ενέργεια που προκύπτει από τη βιομάζα προέρχεται από την αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας, που αρχικά δεσμεύεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης και ακολούθως μετατρέπεται σε χημική ενέργεια που αποθηκεύεται στις οργανικές ουσίες και μέσα στους ιστούς των φυτών. Με την καύση των φυτών και τη συμβολή της σύγχρονης τεχνολογίας η βιομάζα έχει ποικίλες χρήσεις. Αξίζει να τονισθεί πως η καύση της βιομάζας διακρίνεται για το μηδενικό της ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα και συνεπώς δε συμβάλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. (Φαναριώτης, 2009)

Οι μέθοδοι μετατροπής της βιομάζας σε ενέργεια διακρίνονται σε θερμοχημικές και βιοχημικές. Η σχέση άνθρακα/ αζώτου και η υγρασία που περιέχεται στα υπολείμματα ή παραπροϊόντα κατά τη συλλογή, καθορίζουν την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου. Για αναλογία άνθρακα/ αζώτου μεγαλύτερη από 30 και περιεχόμενη υγρασία χαμηλότερη από 50%, κατάλληλες είναι οι θερμοχημικές (ξηρές) διεργασίες. Αυτές οι διεργασίες περιλαμβάνουν: (Κορωναίος, 2012)

- α) πυρόλυση, δηλαδή θέρμανση χωρίς παρουσία οξυγόνου
- β) απ' ευθείας καύση
- γ) αεριοποίηση, δηλαδή θέρμανση παρουσία συγκεκριμένης ποσότητας οξυγόνου ή αέρα προς μέγιστη απελευθέρωση μονοξειδίου του άνθρακα και υδρατμών
- δ) υδρογονοδιάσπαση

Αξίζει να τονισθεί πως κατά την καύση της βιομάζας η παραγόμενη θερμότητα διαδίδεται είτε με αγωγιμότητα, είτε με μεταφορά, είτε με ακτινοβολία. Η ελαχιστοποίηση των απωλειών επιτυγχάνεται μόνο μέσω των κατάλληλων τοιχωμάτων που διαθέτει η εστία καύσης. Επίσης όσον αφορά την πυρόλυση της βιομάζας, ο παραγόμενος βιοάνθρακας χαρακτηρίζεται από: 83% άνθρακα, 11% οξυγόνο, 3% υδρογόνο, 2,7% τέφρα και 0,3% άζωτο.

Οι βιοχημικές διεργασίες λαμβάνουν χώρα λόγω μικροβιακής δράσης. Ενδείκνυνται για αναλογία άνθρακα/ αζώτου μικρότερη από 30 και περιεχόμενη υγρασία άνω του 50%, δηλαδή

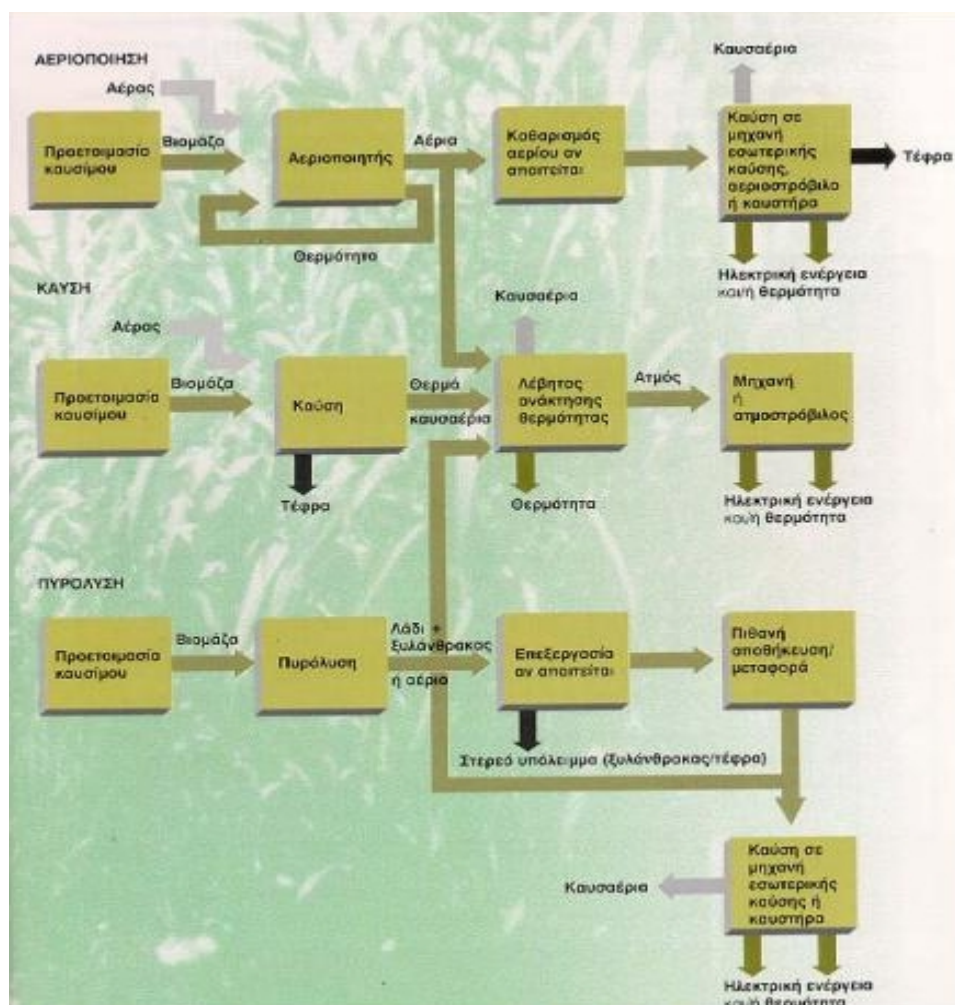
για κτηνοτροφικά απόβλητα, υπολείμματα λαχανικών κ.α. Αυτές οι διεργασίες περιλαμβάνουν:

- α) αερόβια ζύμωση (με παρουσία αέρα)
- β) αναερόβια ζύμωση (με ελλειμματικό οξυγόνο)
- γ) αλκοολική ζύμωση (σηματισμός αιθυλικής αλκοόλης με διάσπαση γλυκόζης υπό την παρουσία ζαχαρομυκήτων)

(Κορωναίος, 2012)

Επίσης διακρίνεται και η χημική διεργασία για την αξιοποίηση της βιομάζας, η οποία στηρίζεται στην διεστεροποίηση τριγλυκεριδίων. (ΚΑΠΕ)

Στο ακόλουθο γράφημα 3.1 παριστάνονται αναλυτικά οι τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας.

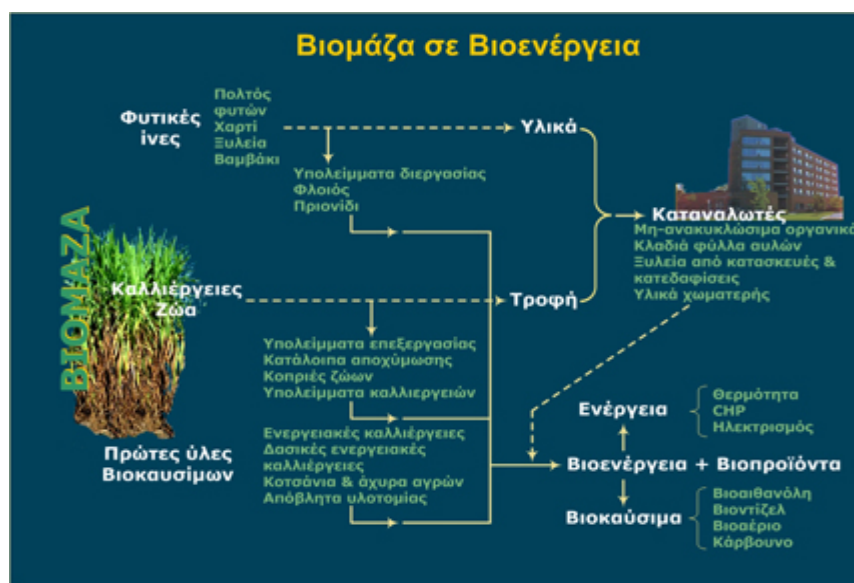


Γράφημα 3.1 Τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας

Στόχος όλων των διεργασιών επεξεργασίας της βιομάζας είναι η παραγωγή βιοενέργειας, η οποία υπολογίζεται βάσει του δυναμικού της βιομάζας. Το δυναμικό βιομάζας διακρίνεται στις ακόλουθες κατηγορίες: (ΚΑΠΕ)

- 1) Θεωρητικό δυναμικό, που αποτελεί τη μέγιστη παραγόμενη ποσότητα βιομάζας
- 2) Διαθέσιμο δυναμικό, που αποτελεί το μέγιστο απολήψιμο ποσοστό εκ του θεωρητικού δυναμικού
- 3) Τεχνικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό, δηλαδή μέρος του διαθέσιμου δυναμικού που είναι αξιοποιήσιμο με βάση τα υφιστάμενα μέσα
- 4) Οικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό, δηλαδή ποσοστό εκ του τεχνικά εκμεταλλεύσιμου που είναι παράλληλα και οικονομικά εκμεταλλεύσιμο

Το δυναμικό της βιομάζας καθορίζεται βάσει μονάδων βάρους ή όγκου και ο υπολογισμός του εξαρτάται από την περιεχόμενη υγρασία και το φαινόμενο ειδικό βάρος. Το ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας εκφράζεται σε GWh, MJ, ή kcal ανά τόνο ξηράς ουσίας. (ΚΑΠΕ)



Εικόνα 3.2 Βιοενέργεια από βιομάζα

(http://www.alten.gr/energeia_biomazas.html)






3.3 Κατηγορίες βιομάζας βάσει πηγής προέλευσης

Οι κυριότερες κατηγορίες βιομάζας βάσει της πηγής προέλευσης τους αναλύονται ακολούθως.

Η θερμογόνος δύναμη που αναφέρεται στην ενότητα αυτή, είναι το απελευθερωμένο ποσό ενέργειας του καυσίμου που ενώνεται με το οξυγόνο (καύση). Ορίζονται δύο θερμογόνες δυνάμεις: (Περδίδς, 2013)

Η ανώτερη θερμογόνος δύναμη H_o αποτελεί το ποσό ενέργειας που απελευθερώνεται από το καύσιμο κατά την καύση, όταν οι υδρατμοί των καυσαερίων είναι σε υγρή μορφή.

Η κατώτερη θερμογόνος δύναμη H_u αποτελεί το ποσό ενέργειας που απελευθερώνεται από το καύσιμο κατά την καύση, όταν οι υδρατμοί των καυσαερίων έχουν ατμοποιηθεί.

Types of Biomass	
	Wood fuel
	Rubbish
	Alcohol fuels
	Crops
	Landfill gas

Εικόνα 3.3 Τύποι βιομάζας

Κτηνοτροφικά απόβλητα

Πρόκειται για το σύνολο των υπολειμμάτων των ζώων. Η οργανική ύλη αυτών περιέχει μοριακή δεσμευμένη ενέργεια. Υπό αναερόβιες συνθήκες παράγεται βιοαέριο, που χαρακτηρίζεται για το σημαντικό μεθάνιο που περιέχει. Συγκεκριμένα το βιοαέριο περιέχει 60-70% μεθάνιο, 30-40% διοξείδιο του άνθρακα, 1-3% υδρογόνο, 0.5-1% οξυγόνο και 1-5% ίχνη άλλων αερίων. Το παραγόμενο βιοαέριο από τα κτηνοτροφικά απόβλητα συντελεί σημαντικά στη μείωση της ρύπανσης, παρέχοντας παράλληλα ένα καύσιμο ιδιαίτερα εύχρηστο και φθινό. Μειονέκτημα του είναι η καταλληλότητα του για τοπική χρήση. (Κορωναίος, 2012)

Δασική βιομάζα

Για πολλά χρόνια αποτελούσε βασική πηγή ενέργειας. Η χημική σύσταση του ξύλου αναλύεται ως εξής: άνθρακας (49-50%), οξυγόνο (44-45%), υδρογόνο (6%) και λοιπά στοιχεία σε μικρότερες ποσότητες. Τα διάφορα είδη δασικής βιομάζας διαθέτουν θερμαντική αξία κυμαινόμενη μεταξύ 3960-4290 kcal/kg και απόλυτα συσχετιζόμενη με το ποσοστό του άνθρακα. Το ποσοστό υγρασίας που διαθέτει η βιομάζα συσχετίζεται αντιστρόφως ανάλογα με τη θερμαντική αξία. (Κορωναίος, 2012)

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του ξύλου είναι:

- α) ανανεώσιμος φυσικός πόρος
- β) παράγεται παγκοσμίως και είναι ευρέως διαθέσιμο
- γ) δε συντελεί στη μόλυνση του περιβάλλοντος
- δ) αποδοτικό σύστημα για την αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας

Βέβαια όταν το ξύλο καίγεται αποβάλλει στην ατμόσφαιρα σημαντικές ποσότητες από στάχτη και αιθάλη, πρόβλημα που αντιμετωπίζεται με τη χρήση ειδικών συλλεκτών και συσκευών για τον καθαρισμό των καυστήρων. Επίσης διακρίνεται για τη μικρή του θερμογόνο δύναμη ανά μονάδα βάρους και ανά μονάδα όγκου. Σημαντικό του επίσης μειονέκτημα είναι η δυσκολία συλλογής και μεταφοράς του, ιδίως όταν βρίσκεται σε μεγάλες εκτάσεις. Γενικά σε μεγάλο ποσοστό η βιομάζα αξιοποιείται ενεργειακά με απευθείας καύση. (Κορωναίος, 2012)

Γεωργικά παραπροϊόντα

Πρόκειται για τα γεωργικά προϊόντα που δεν είναι δυνατή η εμπορική τους αξιοποίηση. Τα προϊόντα αυτά μπορεί να είναι είτε συγκομιδής είτε προερχόμενα από γεωργικές βιομηχανίες. Συνολικά όμως σήμερα αξιοποιούνται σε πολύ μικρό ποσοστό.

Στον τομέα της ενέργειας συνήθως χρησιμοποιούνται το άχυρο, τα στελέχη και τα κότσαλα του καλαμποκιού, τα στελέχη και τα φύλλα του ηλιάνθου, του βαμβακιού και του καπνού, τα άχρηστα κλαδιά και φύλλα, καθώς και το ελαιοπυρηνόξυλο. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται σε ποσοστό της τάξης του 70% το άχυρο. (Κορωναίος, 2012)

Ευκολότερη και γνωστότερη διαδικασία είναι η καύση των γεωργικών παραπροϊόντων, ενώ οι διεργασίες της πυρόλυσης και της αναερόβιας ζύμωσης δεν είναι ευρέως εφαρμόσιμες.

Αστικά απορρίμματα

Ως αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) ορίζονται τα παραγόμενα στερεά απόβλητα από τις δραστηριότητες των νοικοκυριών (οικιακά στερεά απόβλητα), των εμπορικών δραστηριοτήτων (εμπορικά στερεά απόβλητα) και των καθαρισμών οδών και λοιπών κοινόχρηστων χώρων. (Παναγιωτακόπουλος, 2007)

Στην Ελλάδα τυπικές τιμές παραγόμενων ΑΣΑ για το έτος 2006 παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1 Παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα (kg/ άτομο/ μέρα) το 2006.

Πληθυσμός	Οικιακά απόβλητα	Εμπορικά & Ίδρυμάτων	Σύνολο
<2000	0.5	0.2	0.7
2.000-10.000	0.7	0.2	1.0
10.000-100.000	0.9	0.3	1.2
>100.000	0.9	0.5	1.4

(Παναγιωτακόπουλος, 2007)

Όσον αφορά την παγκόσμια αγορά αστικών και μη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων για το έτος 1998, αριθμητικά δεδομένα παραθέτονται στον πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2 Παγκόσμια αγορά ΑΣΑ (Έτος 1998)

	Παραγωγή (10^6 τόνοι)	Κύκλος Εργασιών (\$ 10^9)
Ε.Ε.	250	43
Ασία & Ωκεανία	200	41.5
Β. Αμερική	700	6.0
Ν. Αμερική	150	6.0
Ανατ. Ευρώπη	150	2.0
Αφρική	150	1.5
Σύνολο	1600	100.0

(Παναγιωτακόπουλος, 2007)

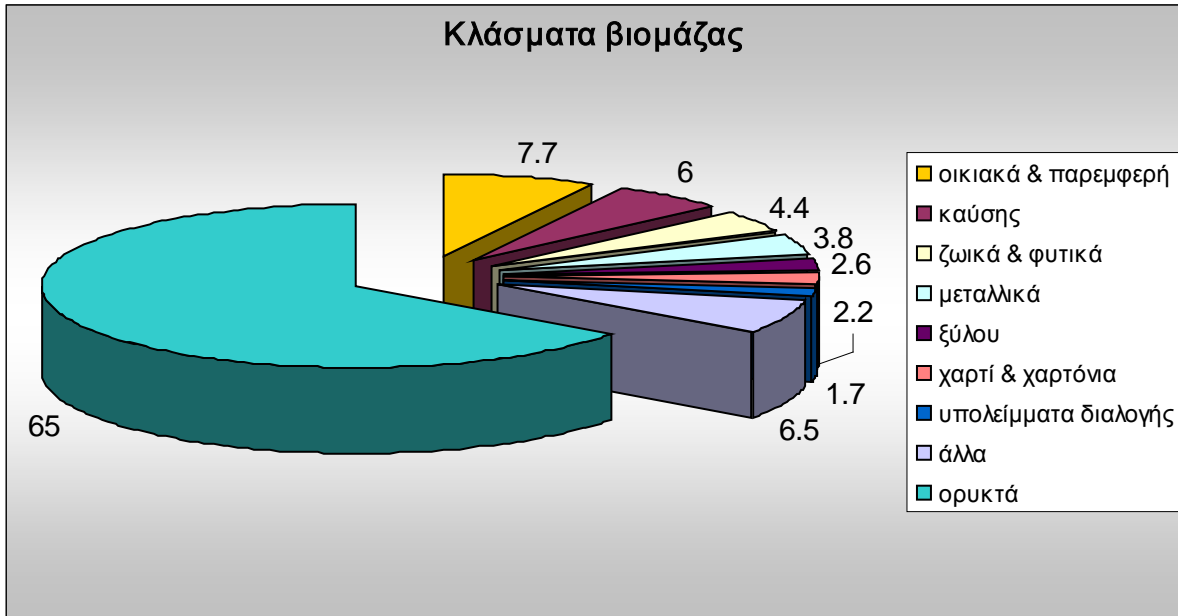
Σημαντικό πρόβλημα στη σημερινή εποχή αποτελεί η έλλειψη ειδικών χώρων συλλογής και απόρριψης τους. Γενικά βασική μέθοδος διάθεσης των απορριμμάτων είναι η ταφή, η καύση και η λιπασματοποίηση τους.

Πρόκειται ουσιαστικά για ένα μείγμα ετερογενών υλικών, τα οποία ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- α) τροφικά υπολείμματα
- β) χαρτί/ χαρτόνι
- γ) πλαστικά
- δ) υφάσματα, λάστιχα, δέρματα, ξύλα
- ε) γυαλί
- ζ) μέταλλα
- η) λοιπά αδρανή όπως χώμα, τέφρα κ.α.

Για την ενεργειακή αξιοποίηση των απορριμμάτων είναι σημαντικό να είναι γνωστή η περιεκτικότητα σε υγρασία, άνθρακα αλλά και τέφρα. (Κορωναίος, 2012)

Τα επιμέρους κλάσματα της βιομάζας αναλύονται στο γράφημα 3.2. Όπως προκύπτει τα ορυκτά αποτελούν τη συντριπτική πλειοψηφία.



Γράφημα 3.2 Κλάσματα βιομάζας.

(<http://bisyplan.bioenarea.eu/html-files-gr/02-04.html>)

3.4 Ενεργειακές καλλιέργειες

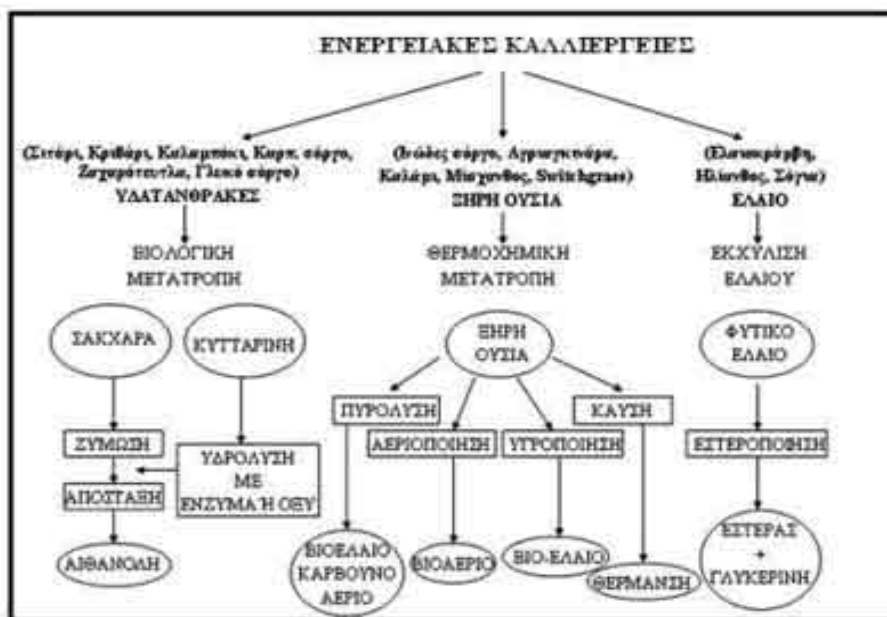
Για την παραγωγή βιομάζας έχουν αναπτυχθεί ειδικές καλλιέργειες, οι ονομαζόμενες ‘‘ενεργειακές καλλιέργειες’’, προς χρήση για ποικίλους ενεργειακούς σκοπούς. Πρόκειται για καλλιεργούμενα είδη ή και αυτοφυή. Ακόμη και οι παραδοσιακές καλλιέργειες, τα τελικά προϊόντα των οποίων χρησιμοποιούνται για παραγωγή ενέργειας αλλά και βιοκαύσιμα, θεωρούνται ενεργειακές καλλιέργειες. Στην κατηγορία των παραδοσιακών καλλιεργειών ανήκουν το σιτάρι, ο ηλιάνθος, το κριθάρι, τα ζαχαρότευτλα και ο αραβόσιτος. (ΚΑΠΕ, 2006)

Με στόχο την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων κατάλληλα ενεργειακά φυτά είναι ο ηλιάνθος, η σόγια κ.α. για βιοντίζελ και το σιτάρι, το κριθάρι, τα τεύτλα κ.α. για τη βιοαιθανόλη.

Προς παραγωγή στερεών βιοκαυσίμων κατάλληλα φυτά έχουν αποδειχθεί ο ευκάλυπτος, η αγριαγκινάρα, η ψευδακακία κ.α.

Σχετικά με την παραγωγή αερίων βιοκαυσίμων είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν ο αραβόσιτος, η αγριαγκινάρα κ.α.

Στο ακόλουθο γράφημα 3.3 παρουσιάζονται οι κυριότερες ενεργειακές καλλιέργειες και οι βασικότερες διεργασίες τους.



Γράφημα 3.3 Σημαντικότερες ενεργειακές καλλιέργειες.

3.5 Βιοκαύσιμα - χαρακτηριστικά στερεών βιοκαυσίμων

Βιοκαύσιμα ονομάζονται τα παραγόμενα υγρά ή αέρια καύσιμα κίνησης προερχόμενα από βιομάζα, βάσει της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Σύμφωνα με τα οριζόμενα από το Ν. 3468/2006 βιοκαύσιμα ορίζονται τα ακόλουθα⁸:

Βιοντίτζελ (βιολογικής προέλευσης πετρέλαιο).

Πρόκειται για μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων, παραγόμενους από φυτικά ή ζωικά έλαια και λίπη. Έχουν ποιότητα πετρελαίου ντίτζελ αποσκοπώντας να χρησιμοποιηθούν ως βιοκαύσιμο.

Βιοαιθανόλη είναι η παραγόμενη αιθανόλη από βιομάζα ή και από βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, με σκοπό να χρησιμοποιηθεί ως βιοκαύσιμο.

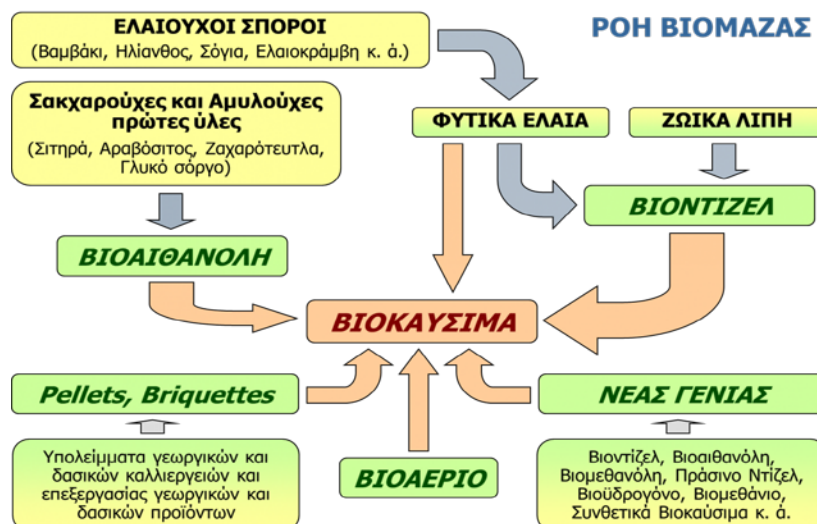
Βιοαέριο είναι το παραγόμενο καύσιμο αέριο από Βιομάζα ή και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, που είναι δυνατό να καθαριστεί και να αναβαθμιστεί έτσι σε ποιότητα φυσικού αερίου, για χρήση ως Βιοκαύσιμο, ή το ξυλαέριο.

Βιομεθανόλη είναι η παραγόμενη μεθανόλη από Βιομάζα με στόχο τη χρήση ως Βιοκαύσιμο.

Βιο-ETBE είναι ο αιθυλο- τριτοταγής- βουτυλαιθέρας (ETBE), ο παραγόμενος από βιοαιθανόλη, που χρησιμοποιείται ως βιοκαύσιμο. Το ποσοστό του κατ' όγκο που υπολογίζεται ως βιοκαύσιμο είναι της τάξης του 47% του συνόλου.

Βιο-MTBE είναι ο παραγόμενος μεθυλο- τριτοταγής- βουτυλαιθέρας (MTBE) από μεθανόλη, που χρησιμοποιείται ως Βιοκαύσιμο. Το ποσοστό του κατ' όγκο ως Βιοκαύσιμο είναι της τάξης του 36% του συνόλου.

⁸ <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=292>



Εικόνα 3.4 Ροή βιομάζας για παραγωγή βιοκαυσίμων.

(<http://www.agroenergy.gr/categories/>)

Τα ξύλα αποτελούν το 80% περίπου της αγοράς στερεών βιοκαυσίμων. Συνηθίζεται να πριονίζονται σε τεμάχια μήκους 25, 50 ή 100cm και στη συνέχεια σχίζονται προς βελτίωση της καύσης και της ξήρανσης. Για ορθότερη καύση τους απαιτείται μέγιστο ποσοστό υγρασίας 20%. Γενικά η θέρμανση με ξύλο είναι πολύ οικονομική, καθώς 2,47 kg ξύλο ισοδυναμούν με 1l πετρελαίου και στοιχίζουν περίπου 65% φθηνότερα. (Περδίδς, 2013)

Οι μπρικέτες (εικόνα 3.5) παράγονται από τα ροκανίδια και γενικά από τα υπολείμματα των ξύλων, ξηραίνονται, συμπιέζονται υπό υψηλή πίεση και εν συνεχεία παίρνουν μορφή κυλινδρική ή σχήμα τούβλου. Για παραγωγή 450 kg μπρικετών απαιτείται 1km³ ξύλου. Χαρακτηρίζονται από χαμηλή θερμογόνο δύναμη (4,6 kWh/kg), ποσοστό υγρασίας 10% και γενικά απαιτούν μικρό χώρο αποθήκευσης. (Περδίδς, 2013)



Εικόνα 3.5 Μπρικέτες

Επίσης κυλινδρικό σχήμα έχουν και οι πελλέτες (εικόνα 3.6) ή αλλιώς συσσωματώματα με διάμετρο 6-10mm και μήκος 1-4 cm. Παράγονται από υπολείμματα υλοτομίας ή αγροτικών καλλιεργειών και αφού ξηραθούν συμπιέζονται υπό πίεση μεγαλύτερη των 100 kPa. Το άμυλο αραβοσίτου αποτελεί σύνηθες πρόσθετο συνδετικό υλικό. Μέσω των συνδετικών υλικών επιτυγχάνεται καλύτερα η συμπίεση και η βελτίωση του ενεργειακού ισοζυγίου. Οι πελλέτες έχουν ποσοστό υγρασίας 10%, φαινόμενη πυκνότητα 600-650 kg/m³ και καίγονται με βαθμό απόδοσης άνω του 90%. Αξίζει να σημειωθεί πως 2,1kg πελλέτες ισοδυναμούν με 11 πετρελαίου και κοστίζουν 40% φθηνότερα. (Περδίδος, 2013)



Εικόνα 3.6 Πελλέτες

Από υπολείμματα υλοτομίας παράγεται επίσης και το θρυμματισμένο ξύλο. Έχει συνήθως μήκος 1-10cm, πλάτος 4cm και η ενέργεια που απαιτείται για τη διαδικασία κοπής είναι μικρότερη από 0,5% της περιεχόμενης ενέργειας στο ξύλο. Είναι σημαντικό η περιεχόμενη υγρασία να μη φτάνει το 30%, καθώς τότε απαιτείται περαιτέρω ξήρανση. (Περδίδος, 2013)

Υποπροϊόν της διαδικασίας παραγωγής ελαιολάδου στα ελαιοτριβεία είναι ο ελαιοπυρήνας, ο οποίος μεταφερόμενος στο πυρηνελαιουργείο ακολουθεί διεργασίες ξήρανσης και εκχύλισης. Ο εκχυλισμένος ελαιοπυρήνας ονομάζεται πυρηνόξυλο και αποτελεί βασικό καύσιμο των λεβήτων. Το πυρηνόξυλο αποτελείται από 55% κατακερματισμένο πυρήνα ελιάς και κατά το υπόλοιπο 45% από την ψίχα και την φλούδα της υπό μορφή σκόνης. 2,7kg πυρηνόξυλου ισοδυναμούν με 11 πετρελαίου και κοστίζουν περίπου 71% φθηνότερα. (Περδίδος, 2013)

Τέλος το άχυρο και τα υπόλοιπα προϊόντα των βλαστών των φυτών συσκευάζονται σε ορθογώνιες ή κυκλικές μπάλες. Οι ορθογώνιες έχουν μήκος 0,8-2,5 m, πλάτος 0,3-1,2m και πυκνότητα 130-160 kg/m³. Αντίστοιχα οι κυκλικές έχουν διάμετρο 0,6-1,8m, μήκος 1,2-1,5m και πυκνότητα έως 120 kg/m³. (Περδίδος, 2013)

Στον ακόλουθο πίνακα 3.3 παρουσιάζονται αριθμητικά δεδομένα που αφορούν την κατώτερη θερμογόνο δύναμη στερεών βιοκαυσίμων, συγκριτικά με την αντίστοιχη ορυκτών καυσίμων. (Περδίδς, 2013)

Πίνακας 3.3 Κατώτερη θερμογόνος δύναμη καυσίμων

Είδος Καυσίμου			Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη Hu			
			kJ/kg	kJ/l	kWh/kg	kWh/l
ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	ΣΤΕΡΕΑ	Λιθάνθρακας	31800		8,84	
		Λιγνίτης	5527		1,54	
	ΥΓΡΑ	Πετρέλαιο θέρμανσης	42915	35619	11,93	9,89
		Ελαφρύ μαζούτ	41868	37681	11,63	10,47
		Βαρύ μαζούτ	37681	35420	10,47	9,84
ΑΕΡΙΑ	Υγραέριο (LPG)	45845	26132	12,74	7,25	
	Φυσικό αέριο (SNG)		kJ/m ³ 40788		kWh/ m ³ 11,33	
ΣΤΕΡΕΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ	Ξύλο με υγρασία	0%	18500		5,14	
		20%	14400		4,00	
	Πελλέτες με υγρασία	10%	17000		4,70	
	Θρυμματισμένο ξύλο με υγρασία	10%	17000		4,70	
		30%	12200		3,39	
Πυρηνόξυλο με υγρασία	14%	13188		3,66		
Άχυρο με υγρασία	14%	14800		4,11		

(Πηγή: Περδίδς, 2013)

3.6 ΧΥΤΑ και Βιοαέριο

Ο ΧΥΤΑ θεωρείται ένας ιδιαίτερος βιοαντιδραστήρας. Στους χώρους του πραγματοποιείται σταδιακή βιοαποδόμηση των οργανικών υλικών. Πρόκειται δηλαδή για ένα σύνολο φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών προς παραγωγή στερεών, υγρών και αέριων προϊόντων (βιοαέριο). Ο ακριβής υπολογισμός των παραγόμενων ποσοτήτων επιτυγχάνεται με κατάλληλα υπολογιστικά μοντέλα. Ένας τόνος ΑΣΑ αρκεί για παραγωγή 120-400m³ βιοαερίου, θερμογόνου δύναμης 3800-4700 Kcal/m³ με βασική μεταβλητή βέβαια τη σύνθεση τους. (Παναγιωτακόπουλος, 2007)

Σε πολύ καλά οργανωμένους ΧΥΤΑ συλλέγεται το 35% περίπου του παραγόμενου βιοαερίου. Η βιοαποδόμηση συνολικά διακρίνεται σε πέντε φάσεις:

1) Αερόβια φάση:

Πραγματοποιείται βιολογική αερόβια αποδόμηση της οργανικής ύλης με συμβολή του οξυγόνου από τον παγιδευμένο αέρα της απορριμματικής μάζας. Το παραγόμενο αέριο περιέχει κατά 90% CO₂.

II) Μεταβατική φάση:

Σε αυτή τη φάση το ελεύθερο οξυγόνο εξαντλείται και η οργανική ύλη μετατρέπεται σε CO₂, H₂ και πτητικά οξέα.

III) Αναερόβια Όξινη φάση:

Αποτελείται από τρία στάδια. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την υδρόλυση των πολυμερών ενώσεων και τη μετατροπή τους σε μικρότερου βάρους προϊόντα. Το δεύτερο στάδιο αποτελεί τη ζύμωση των προηγούμενων προϊόντων και την παραγωγή καρβοξυλικών οξέων, CO₂, H₂ και αλκοολών. Το τρίτο στάδιο περιλαμβάνει την οξεογένεση με το CO₂ να αποτελεί το βασικό συστατικό του βιοαερίου.

IV) Μεθανιογένεση:

Εδώ πραγματοποιείται αναερόβια μικροβιακή μετατροπή και παραγωγή μεθανίου και CO₂ με αναλογία 55/45.

V) Ωρίμανση:

Εδώ υπάρχει η δυνατότητα διάθεσης της οργανικής ύλης, γεγονός που στις προηγούμενες φάσεις δεν ήταν εφικτό. Παράλληλα ο ρυθμός παραγωγής του βιοαερίου μειώνεται σημαντικά.

Στον ακόλουθο πίνακα 3.4 παραθέτονται αριθμητικά δεδομένα ενδεικτικών τιμών της σύνθεσης βιοαερίου για ΑΣΑ των ΗΠΑ και στην εικόνα 3.7 παριστάνονται οι διαδικασίες παραγωγής και αξιοποίησης του βιοαερίου.

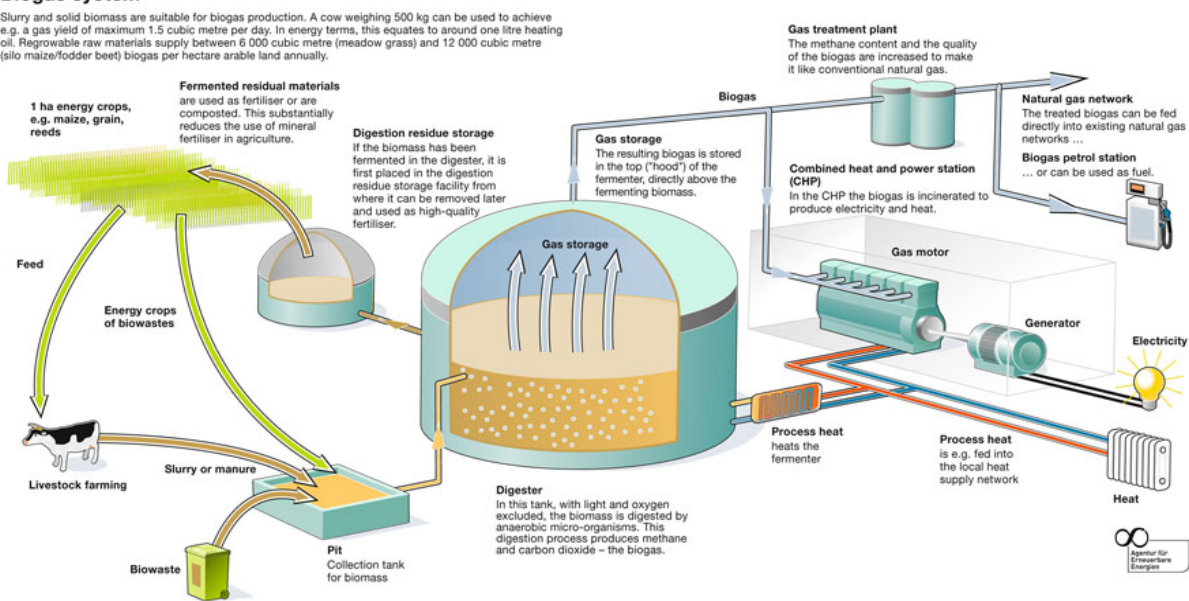
Πίνακας 3.4 Σύνθεση αερίων ΧΥΤΑ.

Συστατικά	Περιεκτικότητα (% ξηρού όγκου)
Μεθάνιο	45-60
Διοξείδιο του άνθρακα	40-60
Άζωτο	2.0-5.0
Οξυγόνο	0.10-1.0
Σουλφίδια κ.α.	0.0-1.0
Αμμωνία	0.10-1.0
Υδρογόνο	0-0.20
Μονοξείδιο του άνθρακα	0-0.202
Άλλα αέρια (ίχνη)	0.01-0.60

(Παναγιωτακόπουλος, 2007)

Biogas system

Slurry and solid biomass are suitable for biogas production. A cow weighing 500 kg can be used to achieve e.g. a gas yield of maximum 1.5 cubic metre per day. In energy terms, this equates to around one litre heating oil. Regrowable raw materials supply between 6 000 cubic metre (meadow grass) and 12 000 cubic metre (silo maize/fodder beet) biogas per hectare arable land annually.



Εικόνα 3.7 Παραγωγή και αξιοποίηση του βιοαερίου.

(www.unendlich-viel-energie.de)

Όσον αφορά τη διαχείριση του βιοαερίου διακρίνονται τρεις μέθοδοι που ακολουθούνται:

- α) παθητικός εξαερισμός
- β) άντληση με φρεάτια
- γ) ενεργητική απαγωγή

Η χρήση του βιοαερίου ως καυσίμου είναι μια διαδικασία αρκετά δαπανηρή. Ουσιαστικά η ενεργειακή αξιοποίηση έγκειται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στην παραγωγή θερμικής ενέργειας ή και σε συνδυασμό αυτών των δύο. (Παναγιωτακόπουλος, 2007)

Η αξιοποίηση βέβαια του βιοαερίου στη χώρα αντιμετωπίζει σημαντικά προβλήματα, ορισμένα εκ των οποίων είναι:

- α) δυσκολία έγκρισης των περιβαλλοντικών όρων
- β) ανασφάλεια των ενδιαφερόμενων/ επενδυτών λόγω του μονοπωλίου της ΔΕΗ
- γ) αδυναμίες ελληνικού νομοθετικού πλαισίου προς ρύθμιση κόστους διάθεσης αποβλήτων
- δ) ελλιπής ενημέρωση κοινού
- ε) τοπικές αντιδράσεις και μη κοινωνική αποδοχή
- ζ) γραφειοκρατικές διαδικασίες

η) έλλειψη γενικού χωροταξικού σχεδιασμού και ειδικών για τέτοιας ποιότητας έργα (Παναγιωτακόπουλος, 2007)

3.7 Ελληνικά και διεθνή στοιχεία

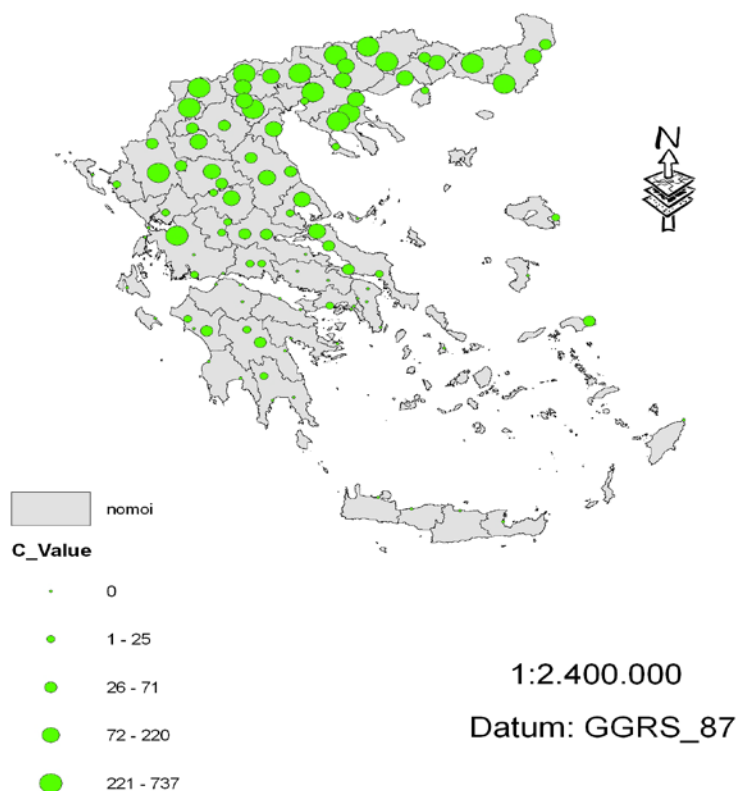
Η εκμετάλλευση της βιομάζας το έτος 2004 συνεισέφερε πάνω από 9% στην παγκόσμια παραγωγή ενέργειας από ενεργειακές πρώτες ύλες. Αντίστοιχα η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων, δηλαδή αιθανόλης και biodiesel, ανήλθε των 33 bl. (Martinot, 2005)

Στην Ελλάδα η βιομάζα αναπτύχθηκε σταδιακά, συμμετέχοντας αξιόλογα στη διαμόρφωση του ενεργειακού συστήματος της χώρας. Αναμφισβήτητα όμως η εκμετάλλευση της έχει προοπτικές εξέλιξης. Πρόκειται για μια μορφή ΑΠΕ που συνέβαλε στην εγχώρια παραγόμενη ενέργεια, κυρίως ως ξυλεία προς άμεση κατανάλωση στον οικιακό τομέα για την παραγωγή θερμότητας. Χαρακτηριστικά το έτος 2002 ποσοστό ενέργειας περίπου 74% από βιομάζα, παρήχθη σε εστίες μαγειρέματος καθώς και θέρμανσης νερού και χώρων. Αντίστοιχα ποσοστό 26% σχετιζόταν με καύση δασικών παραπροϊόντων, αγροτικών υπολειμμάτων, καθώς και με την αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου σε χώρους ταφής αποβλήτων και χώρους επεξεργασίας αστικών λυμάτων. Το έτος αυτό συνολικά οι μονάδες που χρησιμοποιούσαν βιομάζα ήταν 2.730. (ΚΑΠΕ & ΙΤΕΣΚ, 2003)

Συνολικά η βιομάζα που αξιοποιείται στην Ελλάδα είναι ένα πολύ μικρό ποσοστό του διαθέσιμου δυναμικού της. Άνω των 12 Mt δασικών και αγροτικών παραπροϊόντων διατίθενται για παραγωγή ενέργειας. Τα παραπροϊόντα αυτά είναι υλοτομίας και γενικότερα επεξεργασίας ξύλου, άχυρο, πυρηνόξυλο, υπολείμματα από καλλιέργειες καλαμποκιού – βαμβακιού – καπνού κ.ά. (ΚΑΠΕ & ΙΤΕΣΚ, 2003)

Στην ακόλουθη εικόνα 3.8 καταδεικνύονται οι ελληνικές περιοχές που έχουν αξιόλογο δυναμικό ως προς την παραγωγή καυσόξυλων. Όπως προκύπτει η πλειοψηφία αυτών εντοπίζεται στη Βόρεια Ελλάδα.

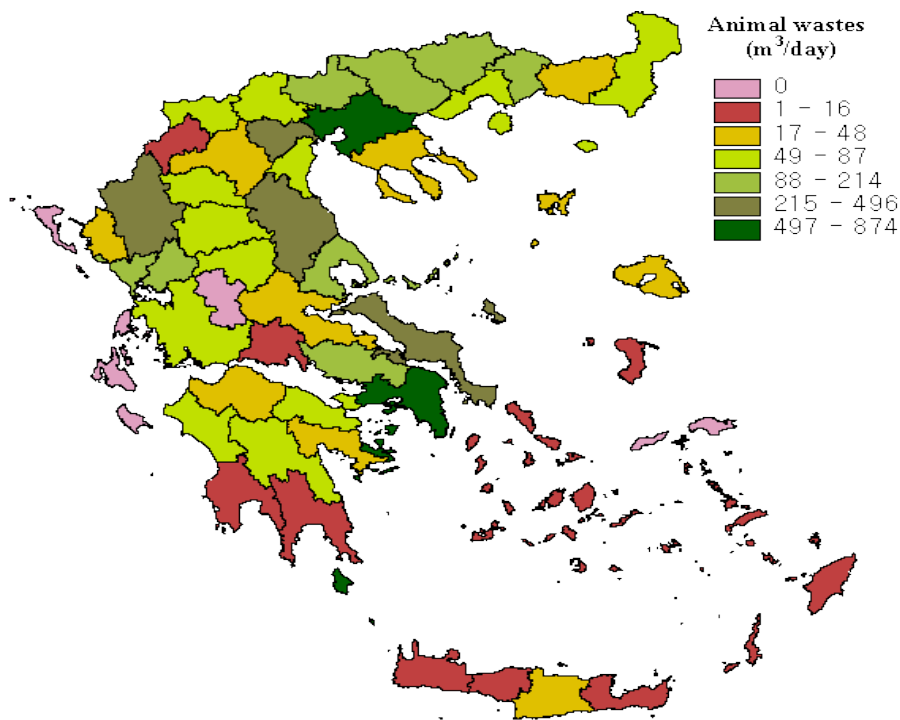
Woodfuel Production (MJ) in Greece for 2003



Εικόνα 3.8 Δυναμικό παραγωγής καυσόξυλων στην Ελλάδα (2003)

(<http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=24885&locale=el>)

Αντίστοιχα όπως αποδεικνύεται και από την ακόλουθη εικόνα 3.9 σε ότι αφορά τα ζωικά απόβλητα, μεγάλες ποσότητες παράγονται στη βόρεια Ελλάδα, σε διάσπαρτες περιοχές της Κεντρικής Ελλάδας καθώς και στην Εύβοια.



Εικόνα 3.9 Ημερήσια παραγωγή ζωικών αποβλήτων στην Ελλάδα.

(Πηγή: Χρήστου, 2007)

Οι Εθνικοί στόχοι που διαμορφώνονται για τη βιομάζα ως το 2014 αλλά και το 2020 παρουσιάζονται στον πίνακα 3.5.

Πίνακας 3.5 Εθνικοί στόχοι για τη βιομάζα.

Έτος	2014		2020	
	Ισχύς	Ενέργεια	Ισχύς	Ενέργεια
Ηλεκτροπαραγωγή	200 MW	997 GWh	350 MW	1745 GWh
Θέρμανση – Ψύξη		1.105.000 TΠΠ		1.222.000 TΠΠ
Μεταφορές		339.000 TΠΠ		617.000 TΠΠ

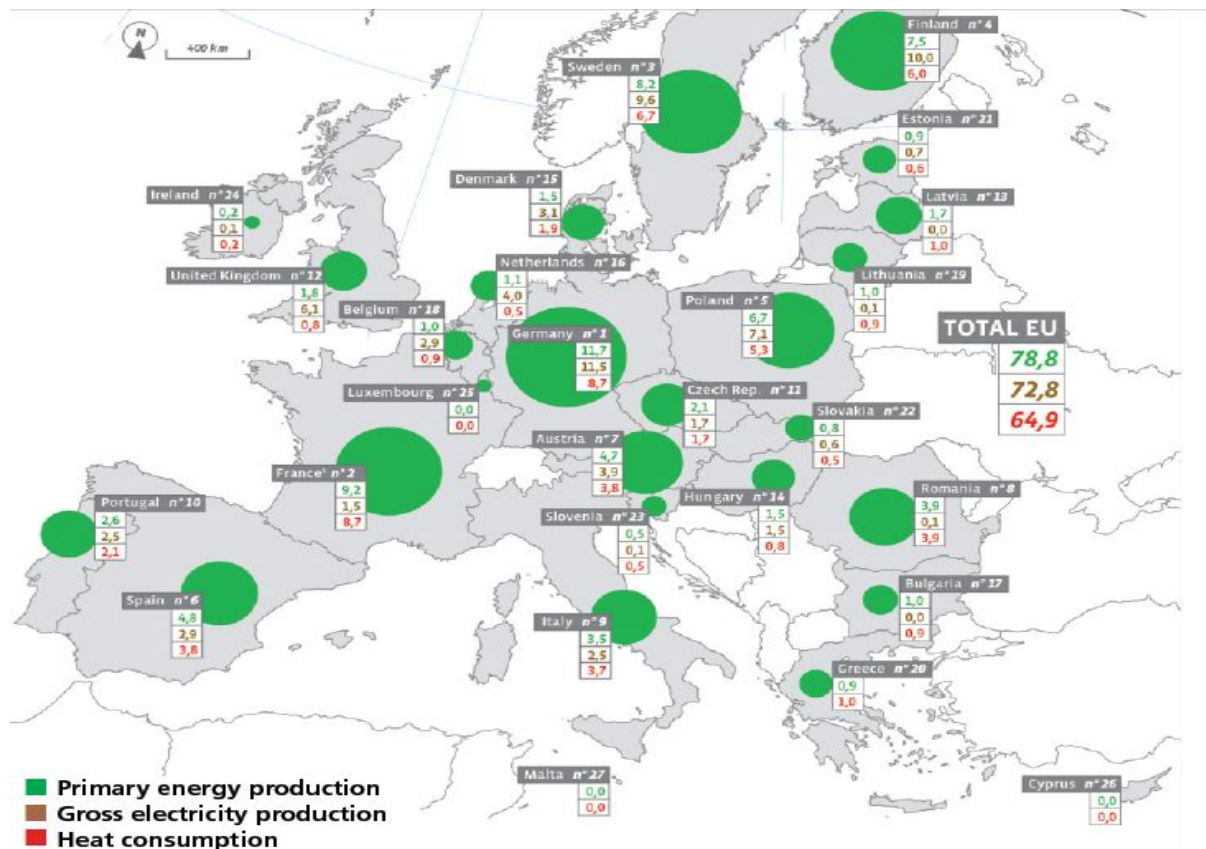
(Γερασίμου, 2011)

Αξιόλογα είναι και τα διεθνή δεδομένα, καθώς για την παραγωγή βιομάζας αναπτύσσονται διεθνώς μεγάλης κλίμακας ενεργειακές καλλιέργειες. Οι ΗΠΑ, η Βραζιλία και η Γαλλία είναι ορισμένες μόνο χώρες εξ' αυτών που καλλιεργούν συγκεκριμένα είδη για ενεργειακούς σκοπούς. Στον ακόλουθο πίνακα 3.6 παραθέτονται αριθμητικά στοιχεία γι' αυτές τις ενεργειακές καλλιέργειες.

Σε ότι αφορά την αξιοποίηση της βιομάζας σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι χώρες με αξιόλογο δυναμικό χωροθετούνται στο χάρτη της εικόνας 3.10.

Πίνακας 3.6 Μεγάλες διεθνείς ενεργειακές καλλιέργειες

Χώρα	Καλλιέργεια	Τελικό προϊόν	Χρήσεις	Τόνοι/ έτος ή στρεμ./ έτος
Βραζιλία	Ζαχαροκάλαμο	Αλκοόλη	Καύσιμο μεταφορών	9.000.000 τόνοι/ έτος
ΗΠΑ	Καλαμπόκι	Αλκοόλη	Καύσιμο μεταφορών	4.000.000 τόνοι/ έτος
Γαλλία	Ζαχαρότευτλα, σιτάρι κ.α.	Αλκοόλη	Καύσιμο μεταφορών	75.000 τόνοι/ έτος
Άλλες χώρες της Ε.Ε.	Ηλιανθος, ελαιοκράμβη	Βιοντίζελ	Καύσιμο μεταφορών	500.000 τόνοι/ έτος
Σουηδία	Ιτιά	Τεμαχισμένο ξύλο	Καύση	1.700.000 στρεμ./ έτος



Εικόνα 3.10 Αξιοποίηση βιομάζας σε ευρωπαϊκό επίπεδο. (2012)

(<http://www.hvac-world.com/the-european-solid-biomass/>)

3.8 Νομοθετικό πλαίσιο

Αναμφισβήτητα το Π.Δ. 126/1986 ήταν αυτό που αφορούσε άμεσα και έμμεσα θέματα σχετικά με την αξιοποίηση της βιομάζας. Ακολούθως με το Ν. 3423/2005 θεσμοθετήθηκε η χρήση των βιοκαυσίμων και η εισαγωγή τους στην αγορά της χώρας.

Πολύ σημαντική είναι και η Οδηγία 2009/28/EK που αφορά τις ΑΠΕ και περιλαμβάνει τα κριτήρια περιβαλλοντικής αειφορίας και τα αντίστοιχα απαιτούμενα κριτήρια για τα βιοκαύσιμα και πλήθος άλλων βιορευστών.⁹

Βάσει της Οδηγίας αυτής ορίζεται η κύρια διαφορά ανάμεσα στα παραπροϊόντα και τα απόβλητα. Ως παραπροϊόντα ορίζονται τα υλικά που μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν, ενώ απόβλητα ορίζονται τα υλικά που δεν είναι δυνατό να ξαναχρησιμοποιηθούν και βρίσκονται στο τελευταίο στάδιο του κύκλου παραγωγής. (Castelli S., 2010).

Άλλα σχετικά νομοθετήματα είναι τα ακόλουθα:

Π.Δ. 126/1986 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 44/17-04-86): "Διαδικασία παραχώρησης της εκμετάλλευσης, συντήρησης και βελτίωσης των δασών που ανήκουν στο Δημόσιο και στα νομικά πρόσωπα του Δημοσίου τομέα στους δασικούς συνεταιρισμούς".

Ν. 2244/94 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 168/07-10-94): "Ρύθμιση θεμάτων Ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις".

Ν. 2773/99 (Τεύχος ΦΕΚ Α' 286/22-12-99): "Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας-Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις"

ΟΔΗΓΙΑ 2003/30/EK: Σχετικά με τη προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές.

Ν.3423/2005 (ΦΕΚ Α 304/13.12.2005):

Εισαγωγή στην Ελληνική Αγορά των Βιοκαυσίμων και των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων

Ν. 3468/2006 (ΦΕΚ Α' 129/27-6-06): "Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις".

ΥΑ Δ6/Φ1/13310/2007 (ΦΕΚ Β 1153/10.07.2007)

Διαδικασία έκδοσης αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση ΑΠΕ.

Ν. 3851/2010 (ΦΕΚ Α 85/4-6-2010)

⁹ http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf

Επιτάχυνση της ανάπτυξης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.24840 (ΦΕΚ Β 1900/25.11.2010)

Τήρηση Μητρώου Αδειών και υποβολή στοιχείων και πληροφοριών στην Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε. από κατόχους μονάδων Α.Π.Ε.

Ν. 4001/11 (ΦΕΚ Α 179/22-8-2011)

Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου, για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις.

3.9 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Η Βιομάζα αποτελεί έναν ανανεώσιμο πόρο, καθώς με την εξάντληση των αρχικών της αποθεμάτων διενεργούνται διαδικασίες αποκατάστασης. Η χρήση της μπορεί να συμβάλει στη μείωση των εισαγόμενων ορυκτών καυσίμων και παράλληλα στη μείωση των εκπομπών επικίνδυνων ρύπων¹⁰.

Έχει στερεά μορφή και έχει δυνατότητα μετατροπής καύσιμα (υγρά ή αέρια) και ηλεκτρισμό. Αποτελεί πηγή παραγωγής των βιοκαυσίμων.

Η αξιοποίηση των βιοκαυσίμων λαμβάνει χώρα σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρισμού που κυμαίνονται από λίγα kW ως περισσότερα MW. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα είναι δυνατό να προγραμματιστεί και να ελέγχεται, σε αντίθεση με την αντίστοιχη παραγόμενη ενέργεια από ηλιακούς, αιολικούς ή υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Η παραγόμενη ποσότητα εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα του βιολογικού καυσίμου¹⁰.

Χαρακτηριστικό είναι πως οι σταθμοί που λειτουργούν με τη χρήση βιομάζας μπορούν να εγκατασταθούν σε πλήθος τοποθεσιών, επιφέροντας μια συνολική αναζωογόνηση σε αγροτικές κοινότητες και κατοίκους τους, δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας¹⁰.

Πρόκειται για ένα φυσικό πόρο που είναι παγκοσμίως ευρέως διαθέσιμος και καταναμημένος ομοιόμορφα, σε αντίθεση με τον περιορισμό που χαρακτηρίζει τα ορυκτά καύσιμα. Έτσι καθοριστικά συμβάλει στην προαγωγή της αειφόρου ανάπτυξης.

Ήδη προαναφέρθηκε και αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα της βιομάζας, το γεγονός πως έχει μηδενικό ισοζύγιο CO₂ και κατά συνέπεια δε συμβάλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

¹⁰<http://www.desmie.gr/ape-sithya/adeiodotiki-diadikasia-kodikopoiisi-nomothesis-ape/periechomena/biomaza-biokaysima/sterea-biomaza/>

Ως προς τη χρήση της βιομάζας σημαντικά προβλήματα εντοπίζονται στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευση της, προβλήματα που στα ορυκτά καύσιμα αντίθετα είναι μικρότερα. Συνολικά οι εγκαταστάσεις και ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι αναμφίβολα περισσότερο δαπανηρά συγκριτικά με τα αντίστοιχα των συμβατικών πηγών. Στα βασικά μειονεκτήματα της αξιοποίησης της βιομάζας εντάσσονται επίσης και η υψηλή περιεκτικότητα της σε υγρασία, καθώς και η εποχιακή της παραγωγή. (ΚΑΠΕ)

3.10 Εφαρμογές της βιομάζας

Η βιομάζα είναι δυνατό να αξιοποιηθεί προς κάλυψη ποικίλων ενεργειακών αναγκών.

Συνολικά η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

- α) ως καύσιμο προς παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας
 - β) ως πρώτη ύλη για παραγωγή βιοαερίου ή φυσικού αερίου
 - γ) ως πρώτη ύλη για παραγωγή αιθανόλης και biodiesel για μηχανές εσωτερικής καύσης
- (Φαναριώτης, 2009)

Είναι δυνατή η κάλυψη αναγκών θέρμανσης, ψύξης καθώς και ηλεκτρισμού σε γεωργικές περιοχές και γενικά βιομηχανίες. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την συμπαραγωγή, δηλαδή την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας παράλληλα, από την ίδια πηγή. Τα συστήματα συμπαραγωγής χαρακτηρίζονται από βαθμός απόδοσης που φτάνει έως και το 85%. Εκ των σταθμών συμπαραγωγής μπορεί να παραχθεί θερμότητα ικανή να καλύψει τις ανάγκες ολόκληρων οικισμών ή και πόλεων. Βάσει του Ν. 2244/94 η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί είτε να καταναλώνεται σε ιδιωτικό επίπεδο είτε και να πωλείται στη ΔΕΗ. (ΚΑΠΕ)

Ένας κεντρικός σταθμός παραγωγής θερμότητας από βιομάζα, μπορεί να εξασφαλίσει ζεστό νερό για θέρμανση χώρων και γενικά είναι δυνατή η χρήση του από κτίρια ή οικισμούς. Μέσω ενός δικτύου αγωγών που ξεκινούν από το σταθμό παραγωγής και καταλήγουν στα κτίρια ή τους οικισμούς, πραγματοποιείται η μεταφορά της παραγόμενης θερμότητας. Αυτό ακριβώς ονομάζεται τηλεθέρμανση βασικά πλεονεκτήματα της οποίας είναι ο υψηλός βαθμός απόδοσης και η συνδρομή στη μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης. (ΚΑΠΕ)

Η παραγωγή θερμότητας από βιομάζα είναι αξιόλογη και για τη θέρμανση θερμοκηπίων. Στην Ελλάδα σε ποσοστό που πλησιάζει συνολικά το 10% της έκτασης των θερμοκηπίων, αξιοποιούνται ποικίλα είδη βιομάζας. (ΚΑΠΕ)

Μέσω των θερμικών διεργασιών της βιομάζας παράγονται σημαντικά υγρά καύσιμα. Μια τέτοια διαδικασία είναι η ταχεία πυρόλυση απ' όπου παράγεται υγρό καύσιμο που χαρακτηρίζεται από υψηλή ενεργειακή πυκνότητα, το λεγόμενο βιοέλαιο. Το βιοέλαιο αποτελεί υποκατάστατο του πετρελαίου και έχει ευρεία εφαρμογή σε θέρμανση και γενικά

παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αντίστοιχα μέσω της αεριοποίησης παράγεται αέριο καύσιμο προς χρήση σε ειδικούς καυστήρες αερίου για παραγωγή σημαντικών ποσοτήτων ενέργειας. (ΚΑΠΕ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΒΙΟΜΑΖΑ & ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

4.1 Μετατροπή βιομάζας σε ηλεκτρική ενέργεια

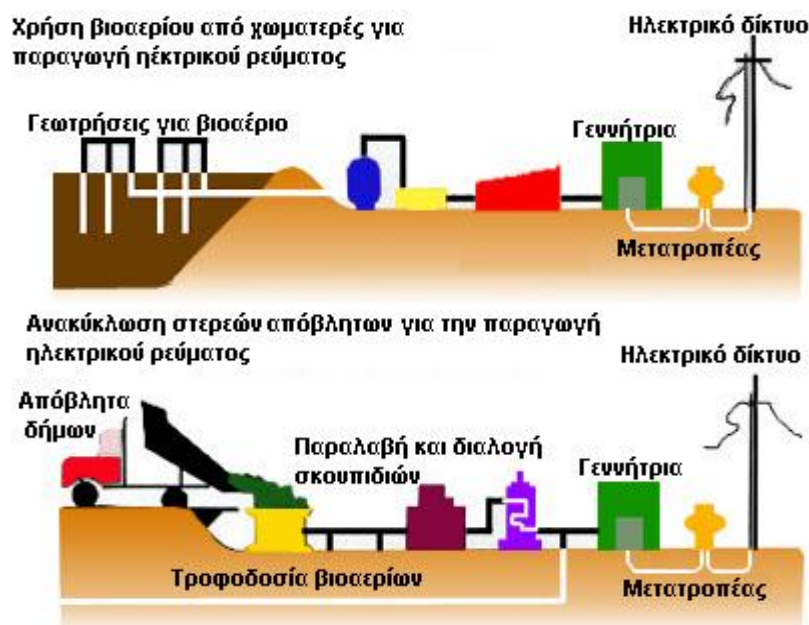
Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από στερεά βιομάζα πραγματοποιείται από ατμοηλεκτρικούς σταθμούς, οι οποίοι διαθέτουν για τη διαδικασία της καύσης, θαλάμους τύπου: “κινούμενης σχάρας”, “αιώρησης κονιορτού” ή “ρευστοποιημένης κλίνης” (πιο εξελιγμένος τύπος). (ΔΕΣΜΗΕ)

Στην Ελλάδα η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από βιομάζα αλλά και βιοκαύσιμα, προέρχεται είτε από ΧΥΤΑ, είτε από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων μέσω του βιοαερίου. Η χημική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική μέσω εμβολοφόρων μηχανών εσωτερικής καύσης. (ΔΕΣΜΗΕ)

Γενικά, η ηλεκτροπαραγωγή από ρευστά βιοκαύσιμα πραγματοποιείται μέσω συστημάτων αεριοστροβίλων και συστοιχιών μικροτουρμπινών απλών ή συνδυασμένων κύκλων ή βάσει εφαρμογών συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).

Ιδιαίτερα η σύζευξη ενός συνδυασμένου κύκλου αεριοστροβίλου – ατμοστροβίλου και ενός αεριοποιητή βιομάζας ή ενός αντιδραστήρα πυρόλυσης σημειώνουν υψηλές ηλεκτρικές αποδόσεις. (ΔΕΣΜΗΕ)

Συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα απεικονίζονται στην ακόλουθη εικόνα 4.1.

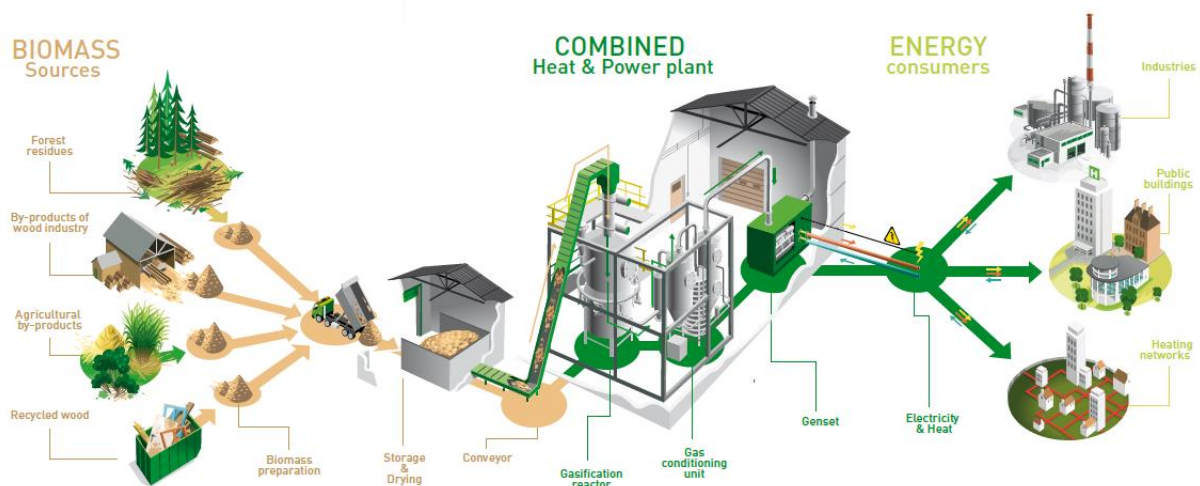


Εικόνα 4.1 Ηλεκτροπαραγωγή από βιομάζα

Η μετατροπή της βιομάζας σε καύσιμο αέριο πραγματοποιείται μέσω της αεριοποίησης, δηλαδή μέσω μιας ενδόθερμης θερμικής διεργασίας. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται μέσω των Μηχανών Εσωτερικής Καύσης, ενώ παράλληλα παράγεται και θερμότητα υπό μορφή ζεστού νερού χρήσης για θέρμανση γενικά κτιριακών εγκαταστάσεων. Υπάρχει επίσης και η δυνατότητα παραγωγής ατμού και κρύου νερού ψύξης μέσω ειδικών λεβήτων ανάκτησης θερμότητας καθώς και ψυκτών απορρόφησης.

Η μετατροπή της πρώτης ύλης σε βιοαέριο ακολουθεί μια σειρά χημικών αντιδράσεων. Η αντίδραση της οργανικής ύλης με το οξυγόνο ή τον αέρα (πυρόλυση), οδηγεί σε διάσπαση σε μικρότερα μόρια, σε αέριο μίγμα CO, H₂ κ.α. Αυτό το αέριο (syngas) χαρακτηρίζεται από θερμογόνο δύναμη 4,6 MJ/m³ και ακολούθως μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα. Η θερμογόνος αυτή δύναμη μπορεί να αγγίζει και τριπλάσια τιμή από την προαναφερόμενη στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί καθαρό οξυγόνο.

(<http://www.agroenergy.gr/content/>)

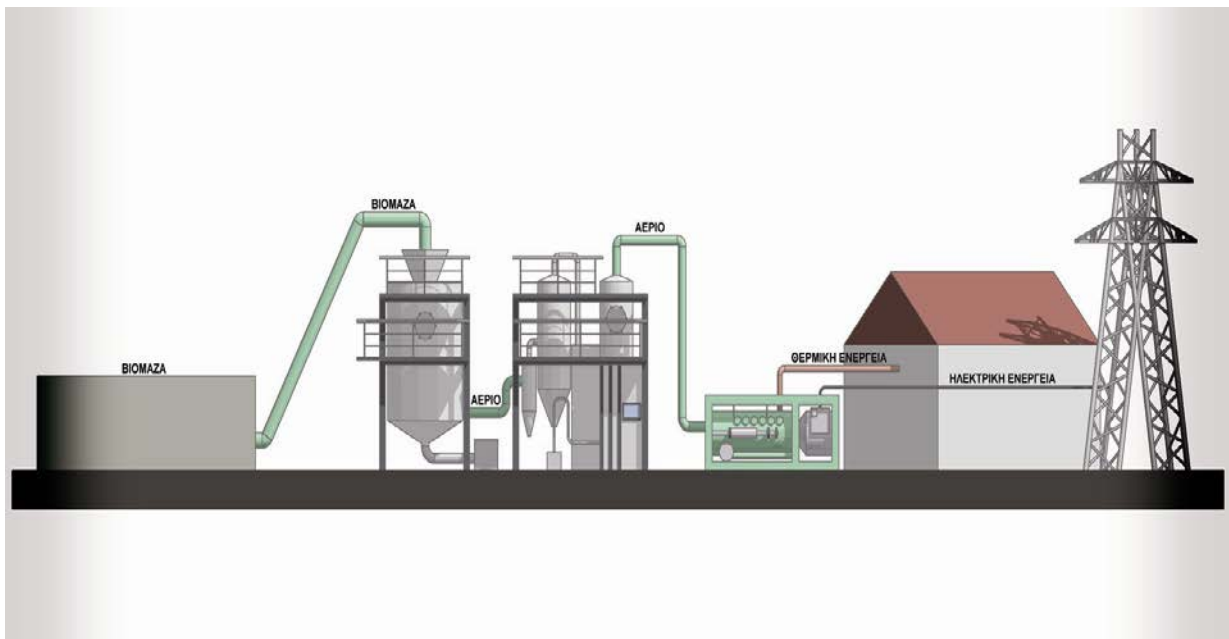


Εικόνα 4.2 Αεριοποίηση βιομάζας



Εικόνα 4.3 Εγκαταστάσεις επεξεργασίας βιομάζας

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται και σε μονάδες βιομάζας μεγάλης κλίμακας. Οι μονάδες αυτές αποτελούνται από ένα σύνολο συστημάτων και χώρων. Η πρώτη ύλη συγκεντρώνεται σε ειδικό αποθηκευτικό χώρο και κατόπιν διοχετεύεται μέσω ειδικών ταινιών στον αεριοποιητή για την έναρξη της διαδικασίας επεξεργασίας. Με τη θερμική αεριοποίηση μετατρέπεται το στερεό καύσιμο σε εύφλεκτο αέριο μίγμα. Η συνολική αυτή διεργασία πραγματοποιείται σε υψηλές θερμοκρασίες της τάξης των 700-1100 °C. Το σύνθετο αέριο που παράγεται (και προαναφέρθηκε και προηγουμένως ως syngas) συγκεντρώνεται στο εσωτερικό του αεριοποιητή. Ακολούθως διέρχεται μέσα από ένα σύστημα καθαρισμού ή φιλτραρίσματος, καθαρίζεται από τα μη επιθυμητά του στοιχεία και καταλήγει στην τελική του μορφή. Το αέριο πια αυτό διοχετεύεται στο ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (γεννήτρια – ΜΕΚ) και εν συνεχεία καίγεται προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής απόδοσης. Οι μονάδες βιομάζας μεγάλης κλίμακας απαιτούν σημαντικά έργα υποδομής και υποστήριξης τους. Τέτοια είναι συνήθως μια μεταλλική κατασκευή στέγασης, ένα σύστημα ασφαλείας, η απαραίτητη περίφραξη της έκτασης στην οποία είναι εγκατεστημένη κ.α. Μια χαρακτηριστική διάταξη τέτοιας μονάδας παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα 4.4, ενώ ο στεγασμένος χώρος τμήματος συστημάτων της στην εικόνα 4.5.



Εικόνα 4.4 Μονάδα βιομάζας μεγάλης κλίμακας

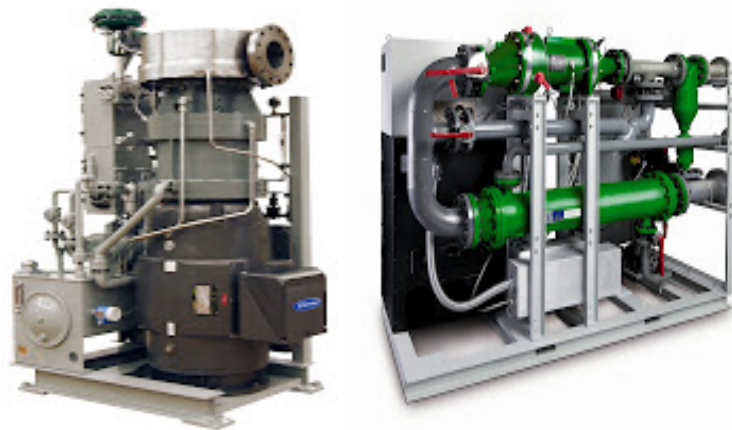
(<http://www.epsilon-econ.gr/el->

[GR/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CE%B6%CE%B1](http://www.epsilon-econ.gr/el-gr/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CE%B6%CE%B1))



Εικόνα 4.5 Συστήματα Μονάδας βιομάζας μεγάλης κλίμακας

Αξιόλογη είναι και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από λέβητες βιομάζας ατμού ή υπέρθερμου νερού ή διαθερμικού λαδιού. Η συνολική διαδικασία στηρίζεται στη χρήση της διαφοράς πίεσης ατμού από τον λέβητα βιομάζας στην ειδική ατμοτουρπίνα. Έτσι δεν πραγματοποιείται κατανάλωση ενέργειας στη βαλβίδα μείωσης της πίεσης και επιτυγχάνεται παραγωγή πράσινης ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας. Αξίζει να σημειωθεί πως τα υπόλοιπα της βιομάζας από την καύση που πραγματοποιείται στο λέβητα βιομάζας, είναι δυνατό να αποτελέσουν την θερμική τροφοδοσία μηχανήματος του οποίου η λειτουργία στηρίζεται στον κύκλο ORC. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια συνεπάγεται υψηλό οικονομικό όφελος, που φτάνει έως και 230.000 ευρώ/ έτος ανά μηχανήμα.



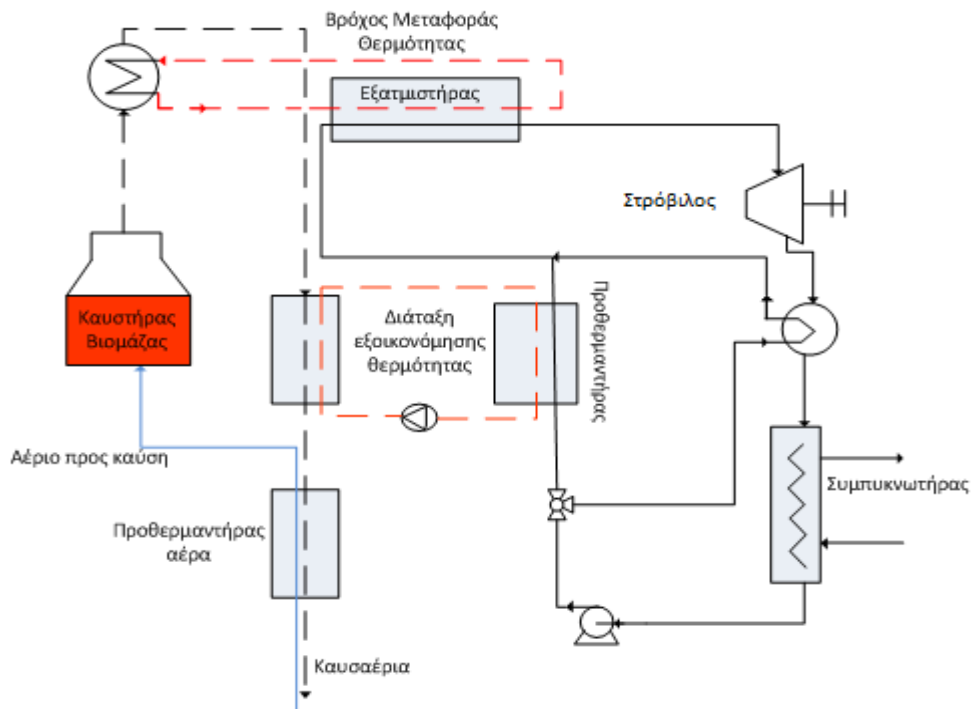
Εικόνα 4.6 Λέβητες βιομάζας ατμού ή υπέρθερμου νερού ή διαθερμικού λαδιού.

(http://www.greekinnovation.eu/2012/05/blog-post_13.html)

4.2 Σύστημα ORC

Η βασική διαφορά του Οργανικού Κύκλου Rankine (ORC) εκ των υπολοίπων είναι ότι χρησιμοποιεί ως κινούμενο ρευστό αντί για το νερό κάποιο υδρογονάνθρακα, σιλικονούχο λάδι ή υπερφθοράνθρακα. Το οργανικό ρευστό του συστήματος έχει χαμηλή κρίσιμη θερμοκρασία και αντίστοιχη πίεση, χαμηλό ιξώδες, χαμηλό σημείο ζέσεως, υψηλή θερμική αγωγιμότητα και φυσικά πρέπει να είναι συμβατό και φιλικό προς το περιβάλλον. Στο παρελθόν σημαντικό ποσοστό των χρησιμοποιούμενων ρευστών, συνέβαλαν αποδεδειγμένα στην καταστροφή του όζοντος αλλά και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η χρήση τους σήμερα έχει απαγορευτεί και αντικατασταθεί από ενώσεις όπως το πεντάνιο και οι ενώσεις HFES¹¹.

Η αρχή λειτουργίας αυτών των συστημάτων με χρήση βιομάζας παριστάνεται στην ακόλουθη διάταξη της εικόνας 4.7, ενώ μια γενική διάταξη παρουσιάζεται στην εικόνα 4.8.



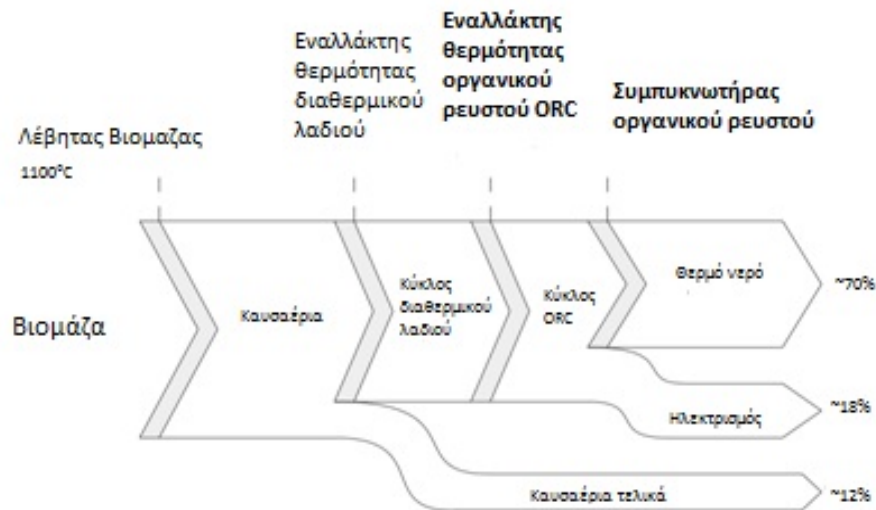
Εικόνα 4.7 Διάταξη συστημάτων ORC

Από την καύση της βιομάζας παράγεται θερμότητα η οποία μεταφέρεται εκ των καυσαερίων σε διαθερμικό λάδι με τη βοήθεια των εναλλακτών θερμότητας. Το διαθερμικό λάδι μέσω του κύκλου του ORC θερμαίνεται και εξατμίζεται σε θερμοκρασία περί τους 300 °C. Η ενέργεια

¹¹ <http://www.biomassenergy.gr/articles/technology/organic-rankine-cycle-orc/711-energy-production-from-biomass-through-orc-process>

που παράγεται, προκύπτει από την εκτόνωση του εξατμιζόμενου ρευστού, ενώ ακολουθεί η διοχέτευση του σε κατάλληλο εναλλάκτη θερμότητας με στόχο την προθέρμανση νέας ποσότητας ρευστού.

Γενικά πρόκειται για μια αρκετά διαδεδομένη τεχνολογία με την οποία παράγεται ηλεκτρική ενέργεια με χρήση βιομάζας. Παράγοντες που επηρεάζουν την ηλεκτρική απόδοση σταθμών ORC είναι η ποιότητα της χρησιμοποιούμενης θερμότητας και η απόδοση του συνόλου των τμημάτων της μονάδας.



Εικόνα 4.8 Γενική διάταξη ORC

4.3 Ευκαιρίες για παραγωγή ηλεκτρισμού

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα στηρίζεται στην ορθή ενεργειακή αξιοποίηση όλων των βιοαποικοδομήσιμων υπολειμμάτων και αποβλήτων. Μεγάλο μέρος αυτών των υλικών συχνά απορρίπτεται στο περιβάλλον χωρίς να αξιοποιείται επαρκώς έως και καθόλου. (ΔΕΣΜΗΕ)

Σε χώρους ή και περιοχές κτηνοτροφικών μονάδων θα ήταν δυνατό να διαμορφωθούν και να λειτουργήσουν αναερόβιοι χωνευτήρες προς παραγωγή βιοαερίου αλλά και συμπαραγωγή. Έτσι θα μειωνόταν το επιβαρυντικό απορριπτόμενο οργανικό φορτίο στο περιβάλλον και θα υπήρχαν σημαντικά οφέλη εκ της παραγόμενης ενέργειας. (ΔΕΣΜΗΕ)

Η αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου από τα απόβλητα και τα απορρίμματα μικρών δήμων, δημιουργεί ενεργειακές ευκαιρίες για μονάδες ηλεκτροπαραγωγής μικρής και μέσης κλίμακας. Τα διαχωρισμένα υλικά των ΧΥΤΑ μπορούν να επαναδιοχετευτούν σε μεγαλύτερους χωνευτήρες προς περαιτέρω αξιοποίηση. (ΔΕΣΜΗΕ)

Πολλοί κλάδοι της βιομηχανίας επίσης ενδείκνυνται για βιολογική επεξεργασία μέσω αναερόβιας χώνευσης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η βιομηχανία φαρμάκων, η βιομηχανία τροφίμων κ.α. (ΔΕΣΜΗΕ)

Τέλος βιομηχανικές μονάδες έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες καίγοντας τα δικά τους απόβλητα μέσω εφαρμογών ΣΗΘ.

4.4 Οφέλη ηλεκτροπαραγωγής με καύσιμο βιομάζας

Η συστηματική εκμετάλλευση της βιομάζας στην ηλεκτροπαραγωγή έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- μεγάλη διαφοροποίηση των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται
 - μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενες ενεργειακές πρώτες ύλες
 - καθαρότερη παραγωγή ενέργειας
 - σημαντική συμβολή στην πραγματοποίηση της αποκεντρωμένης παραγωγής με τη δημιουργία και λειτουργία μικρών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής
 - εισαγωγή νέων τεχνολογιών καύσης στερεών καυσίμων
 - αύξηση των μονάδων συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού
 - ενεργειακή αξιοποίηση και ορθότερη διαχείριση των παραγόμενων αστικών απορριμμάτων
- Αντίθετα στα μειονεκτήματα της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα περιλαμβάνονται:
- υψηλό κόστος συλλογής και επεξεργασίας υλικών, που μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη δημιουργία μονάδων πλησίον των διαθέσιμων υλών
 - χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο, εξαιτίας της χαμηλής πυκνότητας, συγκριτικά με ίσης μάζας ορυκτό καύσιμο
 - υψηλή περιεκτικότητα σε νερό και μεγάλη διασπορά, ιδιότητες που δυσχεραίνουν τη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευση

(ΚΑΠΕ & ΙΤΕΣΚ, 2003).

4.5 Κόστος ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα

Για την αξιοποίηση της στερεής βιομάζας, το κόστος που απαιτείται για την κατασκευή των μονάδων καύσης, εξαρτάται από την τεχνολογία που θα επιλεγεί προς χρήση. Το κόστος κατασκευής των συμβατικών μονάδων κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 2500-3500 €/kWe. Όσον αφορά το κόστος λειτουργίας και συντήρησης (χωρίς το κόστος καυσίμου) προσεγγίζει το 3% του κόστους κατασκευής. Το κόστος καυσίμου εξαρτάται από το είδος αλλά και την ποιότητα της βιομάζας που χρησιμοποιείται, καθώς και τις λοιπές διαδικασίες διαλογής, μεταφοράς και επεξεργασίας. (ΥΠΕΚΑ, 2012)

Όσον αφορά το κόστος κατασκευής των μονάδων βιοαερίου των ΧΥΤΑ κυμαίνεται μεταξύ 1200-2600 €/kWe. Οι μονάδες αυτές είναι συνήθως μεγάλες (> 1MW) με αντίστοιχο λειτουργικό κόστος 55-70 €/kWh. (ΥΠΕΚΑ, 2012)

Γενικότερα οι μονάδες βιοαερίου απαιτούν κόστος κατασκευής 2500-5000 €/kWe. Τα χαρακτηριστικά της πρώτης ύλης καθορίζουν και εδώ το κόστος λειτουργίας το οποίο κυμαίνεται από 130 έως 190 €/kWh. Ο εφοδιασμός των σταθμών παραγωγής με την απαιτούμενη πρώτη ύλη είναι ο κύριος παράγοντας που διαμορφώνει τα παραπάνω εύρη τιμών. (ΥΠΕΚΑ, 2012)

Τα έσοδα που προκύπτουν από τέτοιες επενδύσεις εξαρτώνται από την τιμή πώλησης που έχει καθοριστεί για την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, καθώς και τη συνολική ετήσια παραγωγή. Βασικός παράγοντας που επιδρά στην ετήσια παραγωγή είναι ο συντελεστής χρησιμοποίησης, που εξαρτάται από το διαθέσιμο δυναμικό και τις τεχνολογίες εκμετάλλευσης. Ο εν λόγω συντελεστής για τους σταθμούς στερεής βιομάζας φτάνει το 80%, για τους σταθμούς με χρήση αερίων από ΧΥΤΑ το 75% και για τους υπόλοιπους σταθμούς βιοαερίου περίπου το 85%. (ΥΠΕΚΑ, 2012)

Σχετικά με τις τιμές αποζημίωσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα, ενδιαφέροντα στοιχεία παραθέτονται στον ακόλουθο πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1 Τιμές αποζημίωσης παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας

Πηγή	Τιμή ενέργειας (€/MWh)
Βιομάζα (<1MW)	200
Βιομάζα (1MW – 5MW)	175
Βιομάζα (>5MW)	150
Βιοαέριο ΧΥΤΑ & βιολογικών καθαρισμών (<2MW)	120
Βιοαέριο ΧΥΤΑ & βιολογικών καθαρισμών (>2MW)	99,45
Βιοαέριο οργανικών υπολειμμάτων (<1MW)	220
Βιοαέριο οργανικών υπολειμμάτων (>1MW)	200

(ΥΠΕΚΑ, 2012)

Στις ΗΠΑ και την Βραζιλία είναι εγκατεστημένες οι μεγαλύτερες βιομηχανικές εταιρείες εκμετάλλευσης της βιομάζας. Συγκεκριμένα οι εταιρείες στις ΗΠΑ που αξιοποιούν τη βιομάζα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, είναι αυτές που έχουν ειδικευση στην εκμετάλλευση δασικών προϊόντων και ειδικότερα την παραγωγή χαρτομάζας. Τα εργοστάσια συνήθως είναι μικρά, με υψηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας και αντίστοιχα υψηλό κόστος χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού. Κατά συνέπεια το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα είναι υψηλό και δυσανάλογο συγκρινόμενο με το αντίστοιχο άλλων συμβατικών πηγών. (Φαναριώτης, 2009)

Βάσει σχετικών εκτιμήσεων (Wall Street Journal), το υψηλό αυτό κόστος είναι δυνατό να μειωθεί με τη βελτίωση της τεχνολογίας, αλλά και παράλληλα την αύξηση όλων των πρώτων υλών που κατευθύνονται προς τη διαδικασία της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Μελέτες ειδικών προβλέπουν μια δραματική ανάπτυξη της αξιοποίησης βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς αυξάνονται συνεχώς οι επιχειρήσεις που στρέφονται στη χρήση βιοκαυσίμων και την αξιοποίηση αστικών απορριμμάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. (Φαναριώτης, 2009)

Αξίζει να επισημανθεί πως βάσει του Ν. 3851/2010, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από βιομάζα προωθείται στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας και τιμολογείται με 0,23€ ανά kWh που παράγεται και αντίστοιχα 0,20€ ανά παραγόμενη kWh για σταθμούς βιομάζας που υλοποιούνται με χρήση οποιασδήποτε δημόσιας επιχορήγησης. Οι προαναφερθείσες τιμές ισχύουν για σταθμούς βιομάζας με εγκατεστημένη ισχύ $\geq 1\text{MW}$. Αξιοποιήσιμη βιομάζα από σταθμούς εγκατεστημένης ισχύος $\geq 1\text{MW}$ τιμολογείται με 0,20€ ανά παραγόμενη kWh και για σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\geq 3\text{MW}$ με 0,22€ αντίστοιχα ανά παραγόμενη kWh¹².

4.6 Θέρμανση με βιομάζα

Η παροχή θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης σε κτιριακούς χώρους ή ακόμη και ολόκληρους οικισμούς (μικρούς ή μεγάλους) ορίζεται ως τηλεθέρμανση. Η θερμότητα μεταφέρεται μέσω ενός δικτύου αγωγών. Το σύστημα τηλεθέρμανσης περιλαμβάνει¹³:

- α) σταθμό παραγωγής θερμότητας με λέβητες, αντλίες, σύστημα τροφοδοσίας κ.α.
- β) δίκτυο διανομής
- γ) υποσταθμούς σύνδεσης

¹² <http://www.ag-energy.gr/index.php/2013-04-11-06-03-05/2013-04-11-15-48-35/2013-04-11-15-49-13>

¹³ <http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf>

δ) εσωτερικές εγκαταστάσεις θέρμανσης στα κτίρια (σωληνώσεις, θερμαντικά σώματα κ.α.)

Οι λέβητες που είναι εγκατεστημένοι στο σταθμό παραγωγής θερμότητας συνήθως διαθέτουν εστίες κινούμενων εσχαρών. Όσον αφορά το σύστημα τροφοδοσίας αυτό είναι πλήρως αυτοματοποιημένο. Ο καθαρισμός των καυσαερίων πραγματοποιείται με ειδικές διατάξεις, οι συνηθέστερες εκ των οποίων είναι πολυκυκλώνες ή ηλεκτροστατικά φίλτρα. Οι αγωγοί που διαμορφώνουν το δίκτυο διανομής είναι προμονωμένοι, αποτελούμενοι από εσωτερικό χαλύβδινο αγωγό, μόνωση πολυουρεθάνης και εξωτερικό περίβλημα πολυαιθυλενίου. (ΚΑΠΕ, 2001)

Θα πρέπει βέβαια να σημειωθεί πως η τηλεθέρμανση με βιομάζα απαιτεί υψηλό αρχικό κεφάλαιο, καθώς αποτελεί ιδιαίτερη επένδυση. Το ύψος των εξόδων ενός συστήματος τηλεθέρμανσης εξαρτάται απόλυτα από το κόστος του καυσίμου. Παράλληλα σημαντική είναι εξαρχής η ενημέρωση των χρηστών των κτιρίων ή των κατοίκων των οικισμών για την υλοποίηση ενός τέτοιου έργου. Η τεχνολογία της τηλεθέρμανσης βρίσκει εφαρμογή σε συστήματα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. (ΚΑΠΕ, 2001)

Η Δανία είναι μια από τις χώρες που έχει κάνει επιτυχή βήματα σε ότι αφορά την τηλεθέρμανση. Ήδη καταγράφει εφαρμογές με κύριο καύσιμο το άχυρο σε μια τάξη μεγέθους των 3-5 MW.

ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ



Εικόνα 4.9 Τηλεθέρμανση

Σε οικιακό επίπεδο οι συνηθέστεροι τύποι συστημάτων θέρμανσης με χρήση βιομάζας περιγράφονται ακολούθως.

Οι σόμπες ή στόφες που καλύπτουν χαμηλές ανάγκες θέρμανσης είναι ιδανικές για θέρμανση ενιαίων χώρων που δεν ξεπερνούν τα 120 τμ. Διατίθενται σε 5-15 kW και η

μεταφορά θερμότητας πραγματοποιείται με ακτινοβολία ή μεταφορά. Καύσιμο υλικό είναι οι πελλέτες ή τα κούτσουρα¹⁴.

Για κάλυψη υψηλότερων θερμικών αναγκών ιδανικοί είναι οι κεντρικοί λέβητες. Χρησιμοποιούμενο υλικό είναι τα κούτσουρα, οι πελλέτες, το πυρηνόξυλο και το θρυμματισμένο ξύλο¹⁴.



Εικόνες 4.10 Σόμπα πελλέτας και σόμπα ξύλου

Οι λέβητες για κούτσουρα έχουν απόδοση 50-90% και απαιτούν χειρονακτική φόρτωση. Οι λέβητες για πελλέτες φτάνουν σε απόδοση το 80-90% και χαρακτηρίζονται για την εύκολη διαχείριση του καυσίμου. Οι λέβητες για θρυμματισμένο ξύλο και πυρηνόξυλο είναι κατάλληλοι για φορτία άνω των 25 KW και διαθέτουν αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου¹⁴.



Εικόνα 4.11 Λέβητας βιομάζας

Οι παραδοσιακότεροι τύποι προς καύση βιομάζας και παραγωγής θερμότητας είναι τα τζάκια. Αυτά μπορεί να είναι ανοιχτά και ενεργειακά. Τα ανοιχτά τζάκια σημειώνουν βαθμό απόδοσης 15%, δηλαδή μόλις το 1/7 θερμαίνει το χώρο και τα 6/7 διαφεύγουν στο περιβάλλον

¹⁴ http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/EUBIONET/A2_EUBIONET3_Papamichael_22.4.pdf

από την καπνοδόχο. Τα ενεργειακά τζάκια διακρίνονται για την υψηλότερη απόδοση τους και την περισσότερο βελτιωμένη ποιότητα καύσης. (Περδίδος, 2013)

4.7 Εφαρμογές στον κτιριακό τομέα

Η χρήση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και της θερμότητας από βιομάζα βρίσκει εφαρμογή στον κτιριακό τομέα, καθώς η βιομάζα αποτελεί ΑΠΕ στην οποία στηρίζεται ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και γενικότερα η βιοκλιματική αρχιτεκτονική.

Ο Βιοκλιματικός σχεδιασμός ορίζεται ως ο σχεδιασμός που αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Πρόκειται για το σχεδιασμό κατασκευών (κτιρίων, εσωτερικών ή εξωτερικών χώρων) βάσει του μικροκλίματος της περιοχής που πρόκειται να ανεγερθούν και με αξιοποίηση όλων των δυνατών πηγών ενέργειας. Κύριος στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης.

Ειδικότερα στην Ελλάδα όπου οι απαιτήσεις για θέρμανση είναι μικρές, οι αντίστοιχες ανάγκες προς θέρμανση των κατοικιών φτάνουν το 70% της συνολικής κατανάλωσης. Αλλά και στην Ε.Ε. ο τομέας που καταναλώνει το υψηλότερο ποσοστό ενέργειας (40%) είναι ο κτιριακός.

Μέσω της Ε.Ε. επιδοτούνται οι αλλαγές και αντικαταστάσεις των λεβητοστασίων πετρελαίου με βιομάζας τουλάχιστον όσον αφορά τα δημόσια κτίρια. Αυτό ήδη έχει πραγματοποιηθεί στη Βρετανία¹⁵. (ΚΑΠΕ, 2005)

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το ξενοδοχείο Atrion στο Ηράκλειο Κρήτης, όπου οι απαιτούμενες ανάγκες του για θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης καλύπτονται από εγκατεστημένη μονάδα πυρηνόξυλου. Ο απαιτούμενος αποθηκευτικός χώρος για το υλικό βρίσκεται στο υπόγειο του ξενοδοχείου και συνολικά η μονάδα περιλαμβάνει 2 λέβητες (εικόνα 4.12) με ισχύ 220.000 Kcal/h. Οι παραγόμενοι αέριοι ρύποι από το λέβητα επεξεργάζονται από ειδικό κυκλώνα στην οροφή του κτιρίου. Το κόστος προμήθειας του υλικού είναι μη συγκρίσιμο (λόγω χαμηλότερης τιμής) με το αντίστοιχο κόστος τους πετρελαίου θέρμανσης. (ΚΑΠΕ, 2005)

¹⁵ http://www.oikoenergeia.gr/images/pdf/viomaza/technology/ependytes_viomaza_kape.pdf



Εικόνα 4.12 Λέβητας βιομάζας ξενοδοχείου Atrion Κρήτης

Πλήθος άλλων τέτοιων παραδειγμάτων εντοπίζονται ανά την Ελλάδα και έτσι κτίρια καλύπτουν τις ανάγκες τους για θέρμανση και ηλεκτρισμό από την αξιοποίηση βιομάζας.

Ένα εργοστάσιο ηλεκτροπαραγωγής μεσαίου μεγέθους της τάξης των 5 MWel μπορεί να καλύψει τις ανάγκες 4000-6000 κατοικιών, με μια ετήσια κατανάλωση καυσίμου 20.000-30.000 odt. Αντίστοιχα ένα εργοστάσιο ηλεκτροπαραγωγής μεγάλου μεγέθους της τάξης των 30 MWel μπορεί να καλύψει τις ανάγκες 25.000-30.000 κατοικιών, με μια ετήσια κατανάλωση καυσίμου 120.000-140.000 odt. Τέλος ένα εργοστάσιο ηλεκτροπαραγωγής συνδυασμένου κύκλου της τάξης των 500 MWel μπορεί να καλύψει τις ανάγκες περισσότερων από 500.000 κατοικιών, με μια ετήσια κατανάλωση καυσίμου 800Mm³ NG. Βέβαια μια εγκατάσταση συμπαραγωγής μικρής κλίμακας της τάξης των 250 KWel είναι δυνατό να εφαρμοστεί επιτυχώς σε ένα σύνολο 200-300 κατοικιών¹⁶.

4.8 Συμπαραγωγή Θέρμανσης και Ηλεκτρισμού

Μέσω των συστημάτων συμπαραγωγής επιτυγχάνονται υψηλότεροι βαθμοί απόδοσης που κυμαίνονται μεταξύ 70-80%. Αρχικά από τη βιομάζα παράγεται ατμός και στη συνέχεια ο ατμός χρησιμεύει για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ατμοστρόβιλου. Είναι δυνατό επίσης μέσω διαφορετικής τεχνολογίας να αεριοποιηθεί η βιομάζα και τα αέρια καύσεως να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω αεριοστρόβιλου.

Συστήματα συμπαραγωγής στην Ελλάδα έχουν εφαρμοσθεί από το 1993, ενώ υπό διερεύνηση είναι για τη συμπαραγωγή η χρήση πυρηνόξυλου. (Βουρδούμπας, 1998)

¹⁶ http://courseware.mech.ntua.gr/ml22058/pdfs/M15a-Biomass_Introduction.pdf

Στις ΗΠΑ η συμπαραγωγή στηρίζεται στην δασική βιομάζα, ενώ στη Δανία χρησιμοποιούνται κτηνοτροφικά και βιομηχανικά απόβλητα, υπολείμματα ξύλων και άχυρο.

Η οικονομική βιωσιμότητα της συμπαραγωγής από βιομάζα, θα πρέπει να στηρίζεται στο γεγονός, πως θα πρέπει να τίθεται προς πώληση η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που δεν ιδιοκαταναλώνεται και να υφίσταται κατάλληλη αξιοποίηση η αντίστοιχη θερμότητα της συμπαραγωγής.

4.9 Προβλήματα στην υλοποίηση έργων Η/Π

Αναμφίβολα ο Ν. 3851/2010 βελτίωσε σημαντικά το γενικό πλαίσιο αξιοποίησης της βιομάζας. Τόσο ο αριθμός των ενδιαφερομένων όσο και των αντίστοιχων αιτήσεων τους για έργα αξιοποίησης της στερεάς βιομάζας προς παραγωγή Η.Ε. ήταν μεγάλος. Παρόλα αυτά εντοπίστηκαν πολύ σημαντικά προβλήματα κατά την υλοποίηση των έργων αυτών. (Μπούκης, 2012)

Αναμφισβήτητα η οικονομία που επιτυγχάνεται από τη χρήση βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεγάλη. Σε ορισμένες περιπτώσεις τα οικονομικά οφέλη όμως δεν είναι τα αναμενόμενα. Για να βελτιωθούν τα αποτελέσματα απαιτούνται είτε μεγαλύτερες μονάδες, είτε αύξηση του βαθμού απόδοσης μέσω πιο αποδοτικών μεθόδων, είτε ενίσχυση της τοπικής συμμετοχής (π.χ. συμπαραγωγή). (Μπούκης, 2012)

Η περιβαλλοντική αδειοδότηση είναι ένας ακόμη ανασταλτικός παράγοντας στα έργα Η/Π. Η άγνοια πολλών υπαλλήλων των αρμόδιων δημόσιων υπηρεσιών, αλλά και ένα είδος ‘‘αντίδρασης/ εχθρότητας’’ σε ότι αφορά τη βιομάζα από τις τοπικές κοινωνίες, στέκονται εμπόδιο στην προώθηση των ΑΠΕ. Το περιβαλλοντικό κόστος δε λαμβάνεται επαρκώς υπόψη και φυσικά δεν εφαρμόζεται μια εκ των βασικών αρχών της αειφορίας ‘‘ ο ρυπαίνων πληρώνει’’. (Μπούκης, 2012)

Πολύ σημαντικό ρόλο παίζει και η ανεπαρκής ανάπτυξη των συνεργειών. Αυτό οφείλεται στο ότι δεν έχουν σχεδιαστεί ορθά ή δεν λειτουργούν επαρκώς οι περιβαλλοντικές ή αγροτικές πρακτικές. Με την ορθή σύζευξη των αντίστοιχων ενεργειακών δράσεων είναι δυνατό να ενισχυθεί η οικονομική και κοινωνική συνοχή. (Μπούκης, 2012)

Τέλος σοβαρά προβλήματα εντοπίζονται και στη χρηματοδότηση των έργων αυτών. Αυτό οφείλεται τόσο στην περίοδο οικονομικής κρίσης που διανύει μεγάλο ποσοστό των χωρών διεθνώς, όσο και στην επιφυλακτικότητα που αφορά το αν θα μπορέσουν να καλυφθούν οι απαιτούμενες εγγυήσεις. Έτσι οι τράπεζες διστάζουν και δεν στηρίζουν την υλοποίηση έργων Η/Π από βιομάζα. (Μπούκης, 2012)

4.10 Αξιόλογα παραδείγματα

Η Καρδίτσα είναι μια εκ των ελληνικών πόλεων που επένδυσε στη βιομάζα και αναμένει σύντομα ηλεκτροπαραγωγικά οφέλη. Η Ενεργειακή Συνεταιριστική Εταιρεία Καρδίτσας (ΕΣΕΚ) στήριξε την κατασκευή του πρώτου εργοστασίου ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση βιομάζας. Πρόκειται για το αποκαλούμενο “Πράσινο Εργοστάσιο” της περιοχής. Μέσα σε λίγους μήνες συγκεντρώθηκε το απαιτούμενο κεφάλαιο και το εγχείρημα υποστηρίχθηκε από την Αναπτυξιακή Καρδίτσας και την Συνεταιριστική Τράπεζα της περιοχής. Η χρησιμοποιούμενη βιομάζα προς καύση θα είναι ηλιάνθοι, προϊόντα αγριαγκινάρας και λοιπά υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών. Η μονάδα ισχύος αναμένεται να φτάνει τα 500 KW. Μέσω της συμβολαιακής καλλιέργειας προσεγγίστηκαν οι συνεργαζόμενοι με το εργοστάσιο παραγωγοί¹⁷.

Τον Οκτώβριο του 2013 εγκρίθηκαν οι περιβαλλοντικοί όροι δύο υπό υλοποίηση επενδύσεων στο Βελεστίνο Μαγνησίας, που σχετίζονται με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα. Βασικό καύσιμο των δύο μονάδων θα είναι η αγριαγκινάρα και η ισχύς τους θα είναι 5 MWe και 4,99 MWe αντίστοιχα. Ιδιοκτήτης της πρώτης μονάδας είναι η “Τράπεζα Ακινήτων” Α.Ε. και της δεύτερης η εταιρία ΒΙΟΠΑΡ. Στη μονάδα θα είναι εγκατεστημένα δύο συστήματα δηλαδή καυστήρα – ηλεκτρογεννήτριας. Η ηλεκτρική ενέργεια που αναμένεται να παραχθεί θα διατίθεται στο τοπικό δίκτυο Μ.Τ. της ΔΕΗ. Το σύνολο των συστημάτων των μονάδων θα εγκατασταθεί σε έκταση περίπου 20 στρεμμάτων, σε αγροτικό τμήμα της Δ.Ε. Φερών του Νομού Μαγνησίας. (Πετσάνη, 2013)

Σε όμορη έκταση της προαναφερθείσας η εταιρεία “ΤΡΑΠΕΖΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Α.Ε.” μελετά την κατασκευή σταθμού προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με καύση βιομάζας ισχύος 1MW. Κύριος φορέας υλοποίησης του έργου είναι η εταιρεία “ΤΡΑΠΕΖΑ ΑΚΙΝΗΤΩΝ Α.Ε.”. Η ηλεκτρική ενέργεια που αναμένεται να παραχθεί θα διατίθεται στο δίκτυο της Δ.Ε.Η. και εκτιμάται να φτάνει περίπου τα 39GWh. Η απαιτούμενη πρώτη ύλη θα προέρχεται από την “ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ Α.Ε.” βάσει σύμβασης που έχει ήδη πραγματοποιηθεί και είναι διάρκειας 24 ετών. (Πετσάνη, 2013)

Άλλο ένα αξιόλογο παράδειγμα όπου με χρήση βιομάζας υποκαταστάθηκαν συμβατικά καύσιμα και επετεύχθη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι σε ένα εκκοκκιστήριο στη Βιοωτία. Στη συγκεκριμένη βιομηχανία κάθε χρόνο εκκοκκίζονται 40000-50000 τόνοι από βαμβάκι και το σύνολο των υπολειμμάτων κατά το παρελθόν καίγταν σε μονάδες

¹⁷ <http://www.econews.gr/2012/01/23/ergostasio-viomaza-karditsa/>

αποτέφρωσης. Πλέον μέρος των υπολειμμάτων αξιοποιείται μέσω συστήματος συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού¹⁸.

Ο λέβητας βιομάζας φτάνει σε ισχύ τα 4.000.000 kcal/h και ο ατμός που παράγεται έχει πίεση 10 bar. Το παραγόμενο έργο από τη διαδικασία της εκτόνωσης του ατμού μετατρέπεται μέσω της γεννήτριας σε ηλεκτρική ενέργεια με ισχύ 500 kW. Ο ατμός με την πάροδο της εκτόνωσης φτάνει στους εναλλάκτες θερμότητας, όπου πραγματοποιείται θέρμανση του στους 130°C¹⁸.

Βάσει της παραπάνω εγκατάστασης καλύπτονται αξιόλογα οι θερμικές ανάγκες του εκκοκκιστηρίου, αλλά και ποσοστό των αντίστοιχων αναγκών για ηλεκτρική ενέργεια. Ως προς τα συμβατικά καύσιμα επιτυγχάνεται ετήσια εξοικονόμηση της τάξης των 630 τόνων πετρελαίου. Όπως αποδείχθηκε η συνολική απόσβεση επετεύχθη σε περίπου 7 εκκοκκιστικές περιόδους. Η αρχική επένδυση του εγχειρήματος άγγιξε τα 300.000.000 δρχ. Αξίζει να σημειωθεί πως συνολικά στη χώρα λειτουργούν 17 αντίστοιχα εκκοκκιστήρια βαμβακιού, στα οποία παράγεται αποκλειστικά θερμότητα από τα υπολείμματα της διαδικασίας του εκκοκκισμού. Πετρέλαιο και μαζούτ έχουν πάψει να χρησιμοποιούνται¹⁸.



Εικόνα 4.13 Υπολείμματα εκκοκκισμού

Στην περιοχή Νυμφασίας που βρίσκεται στο Νομό Αρκαδίας, είναι εγκατεστημένη η πρώτη μονάδα τηλεθέρμανσης στη χώρα με χρήση βιομάζας. Η ονομαστική ισχύς της φτάνει τα 1.200.000 kcal/h καλύπτοντας ανάγκες θέρμανσης σε 80 κατοικίες της περιοχής και αντίστοιχα 600 τμ κοινοτικών χώρων. Καύσιμη ύλη του συστήματος είναι διάφορα υπολείμματα ξύλου, δημιουργούμενα από τεμαχισμό ειδικού μηχανήματος υλοτομίας. Οι

¹⁸ http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf

εργασίες αυτές υλοτομίας πραγματοποιούνται σε όμορο στην περιοχή δάσος με έλατα. Πρόκειται για ένα πρότυπο έργο που συμβάλει στην αξιοποίηση των ενεργειακών πόρων του τόπου και παράλληλα στην προστασία του περιβάλλοντος¹⁸.

Μια από τις χώρες που πίστεψε και στήριξε τη χρήση βιομάζας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν η Βουλγαρία. Βάσει επίσημα δημοσιευμένων στοιχείων της Βουλγαρικής Ένωσης Παραγωγών Ενέργειας η καύση υπολειμμάτων ξύλου φτάνει να εξασφαλίσει στη χώρα 13,5 TW θερμικής ενέργειας σε ετήσια βάση. Συνολικά περίπου το 40% της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ στη Βουλγαρία προέρχεται από τη βιομάζα. Συγκεκριμένα το 2008 η παραγωγή βιοντίζελ έφτασε τους 140.000 τόνους και βιοαιθανόλης τους 20.000 τόνους¹⁹.

Σημαντικά βήματα έχει κάνει και η Βρετανία όπου ήταν από τις πρώτες χώρες που στήριξε τη μελέτη και κατασκευή σταθμών βιομάζας. Χαρακτηριστικά στην περιοχή Yorkshire καθώς και στο βόρειο Lincolnshire εγκατεστημένοι σταθμοί καλύπτουν τις ανάγκες για θέρμανση και ηλεκτρική ενέργεια σε περίπου 1.000.000 κατοικίες. Επίσης ο Υπουργός Ενέργειας της χώρας συναίνεσε για ένα σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ισχύ 299 MW στη περιοχή Immingham και άλλο ένα σταθμό ίδιας ισχύος ως επέκταση στον ήδη υπάρχοντα ισχύος 4000 MW στο Shelby²⁰.

Πρόκειται για σημαντικές επενδύσεις στη χώρα της Αγγλίας που διασφαλίζουν τα συνολικά ενεργειακά αποθέματα. Οι προαναφερθέντες σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής προσφέρουν ηλεκτρική ενέργεια με πολύ χαμηλές εκπομπές CO₂. Επίσης σημαντική παράμετρος στα έργα αυτά είναι ότι πρόσφεραν θέσεις εργασίας σε 750 άτομα της περιοχής τόσο κατά τη διάρκεια της κατασκευής όσο και κατά της λειτουργίας²⁰.

Βέβαια σε ότι αφορά την ηλεκτροπαραγωγή από βιοαέριο αξίζει να αναφερθεί πως μόνο σε τρεις εκ των σαράντα πέντε ΧΥΤΑ της Ελλάδας, ανακτάται το βιοαέριο προς ηλεκτροπαραγωγή βάσει στοιχείων του ΤΕΕ Θεσσαλονίκης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων Αττικής, Ταγαράδων Θεσσαλονίκης καθώς και Βόλου, που παράγουν περίπου 30 MW συνολικά.

Συγκεκριμένα η ΒΕΑΛ Α.Ε. στα Άνω Λιόσια μέσω της μονάδας αξιοποίησης βιοαερίου παράγει 23,4 MW το χρόνο. Το εργοστάσιο (εικόνα 4.14) αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα της Ευρώπης εφόσον έχει τη δυνατότητα να κατεργάζεται περίπου 10.000 m³ βιοαερίου. Η

¹⁹ http://www.energia.gr/article.asp?art_id=28851

²⁰ <http://www.biomassenergy.gr/articles/news/c99-biomass/316-double-boost-for-biomass-in-britain>

παραγόμενη ποσότητα είναι δυνατό να καλύψει τις απαιτήσεις σε ρεύμα 25.000 κατοικιών για χρονικό διάστημα περίπου 15 ετών. (Δεληγιάννη, 2013)



Εικόνα 4.14 ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων

Ένα ακόμη αξιόλογο παράδειγμα αποτελεί και η μονάδα επεξεργασίας λυμάτων που βρίσκεται στην Ψυτάλλεια Αττικής. Πρόκειται για ένα εκ των μεγαλύτερων κέντρων επεξεργασίας στην Ευρώπη, η κατασκευή του οποίου κόστισε 70 δις δρχ. Το ΚΕΛΨ λειτουργεί από το Νοέμβριο του 1994. Το σύνολο των λυμάτων υφίσταται μηχανική επεξεργασία στον Ακροκέραμο και ακολούθως κύρια επεξεργασία (πρωτοβάθμια καθίζηση) στην Ψυτάλλεια. Βάσει της αναερόβιας χώνευσης παράγεται βιοαέριο της τάξης των 50.000 m³/ημέρα. Η παραγόμενη ιλύς μετά από ένα σύνολο διεργασιών οδηγείται προς υγειονομική ταφή.



Εικόνα 4.15 Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυτάλλειας

Στην καύση του παραγόμενου βιοαερίου στηρίζεται η μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας που λειτουργεί από το 2001 στην ΚΕΛΨ. Η δυναμικότητα της μονάδας φτάνει τα 7,4 MW. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια καλύπτει τις ανάγκες του ΚΕΛΨ, ενώ ένα μικρό μέρος πωλείται στη ΔΕΗ. Η μονάδα υποστηρίζεται από: δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης, τρεις κλειστές δεξαμενές για την προπάχυνση της ιλύος, τέσσερις χώνευσης της και επιπρόσθετα τέσσερις μεταπάχυνσης – αποθήκευσης της ιλύος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Συμπεράσματα

Αναμφίβολα τα τελευταία χρόνια η στροφή του ανθρώπου και η αλλαγή τη συμπεριφοράς του προς το περιβάλλον είναι εμφανής και αξιοσημείωτη. Η προστασία των φυσικών πόρων και η προσπάθεια μη εξάντλησης των ενεργειακών αποθεμάτων έχουν καταστεί κύριοι στόχοι των σημερινών κοινωνιών.

Οι όροι εναλλακτικές πηγές ενέργειας, βιωσιμότητα, αειφορία, παραγωγή ενέργειας από φυσικές πηγές, είναι ορισμένοι μόνο εξ' αυτών που έχουν εισαχθεί στην καθημερινή ζωή και στους σύγχρονους προβληματισμούς.

Η ανάγκη για παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές γίνεται συνεχώς πιο επιτακτική, καθώς οι αποδεδειγμένες επιπτώσεις από τη χρήση συμβατικών καυσίμων έχουν καταστρεπτικές συνέπειες για το περιβάλλον.

Η βιομάζα αποτελεί μια μορφή ΑΠΕ που δημιουργεί αξιόλογες δυνατότητες και προοπτικές στον ενεργειακό τομέα παγκοσμίως. Το γεγονός ότι το βασικό της υλικό είναι αγροτικά, αστικά και βιομηχανικά υπολείμματα είναι πολύ σημαντικό, καθώς πρόκειται για ποσότητες που μέχρι πριν λίγα χρόνια, αλλά και ακόμη και σήμερα μένουν αναξιοποίητες.

Η Οδηγία 28/2009/ΕΚ και ο Ν. 3851/2010 συνετέλεσαν σημαντικά στην ανάπτυξη της βιοενέργειας στην Ελλάδα. Αυτό αποδεικνύεται όχι μόνο από την υλοποίηση σχετικών έργων, αλλά και από το μεγάλο ενδιαφέρον για κατασκευή έργων με στόχο την αξιοποίηση στερεάς βιομάζας αλλά και οργανικών αποβλήτων.

Πρόκειται για μια μορφή ενέργειας απόλυτα φιλική προς το περιβάλλον και μέσω της οποίας μπορούν να παραχθούν μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Σε πολλές χώρες της Ευρώπης καθώς και άλλες εκτός αυτής, έχει ήδη αναπτυχθεί επιτυχώς η χρήση βιομάζας, παρά το γεγονός πως στην Ελλάδα οι διαδικασίες γενικά κωλυσιεργούν και η ανάπτυξη επιτυγχάνεται με πολύ μικρή ταχύτητα. Η Γερμανία, η Βρετανία και η Δανία θεωρούνται πρωτοπόρες στον κλάδο αυτό, με χρήση εξελιγμένων τεχνολογιών και αξιόλογων εγκαταστάσεων.

Αποδεδειγμένα η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τη βιομάζα σε μεγάλο ποσοστό πωλείται στο δημόσιο δίκτυο και η αντίστοιχη θερμική ενέργεια καλύπτει συνήθως τοπικές ανάγκες εγκαταστάσεων.

Η μετατροπή της βιομάζας σε ηλεκτρική ενέργεια πραγματοποιείται μέσω συγκεκριμένων διαδικασιών. Πρόκειται για διαδικασίες εύκολα εφαρμόσιμες. Βέβαια η ποιότητα αλλά και η ποσότητα της τελικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, καθορίζονται από παράγοντες όπως

η ποιότητα του προς επεξεργασία αρχικού υλικού/ καυσίμου, αλλά και η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία.

Αξίζει να τονισθεί πως η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τη βιομάζα και το βιοαέριο έχει σημαντικές εφαρμογές στον κτιριακό κλάδο, καθώς αποτελεί παράγοντα της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Ήδη αξιόλογες είναι οι εφαρμογές των συστημάτων τηλεθέρμανσης στις κατοικίες. Οι αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής διέπουν σήμερα μεγάλο ποσοστό των σύγχρονων κτιρίων τόσο στο στάδιο της μελέτης και του σχεδιασμού, όσο και στο στάδιο της κατασκευής. Η αξιοποίηση της βιομάζας προσφέρει πολλές δυνατότητες στην ενεργειακή διαχείριση των κτιρίων και συνεπώς συμβάλει στην επίτευξη των στόχων των αποκαλούμενων “Πράσινων πόλεων”.

Σημαντικό όμως χαρακτηριστικό των σημερινών κοινωνιών και μεγάλου ποσοστού των πολιτών τους είναι η ανεξήγητη αντίδραση στο άκουσμα της χρήσης βιομάζας. Αυτό οφείλεται κυρίως στην ελλιπή ενημέρωση και άγνοια για τα οφέλη που προσφέρει η αξιοποίηση αυτού του τύπου ΑΠΕ. Και σε αυτό μερίδιο ευθύνης φέρει και η πολιτεία καθώς δεν προώθησε δράσεις ενημέρωσης και κατάρτισης.

5.2 Προτάσεις

Η συμβολή της αξιοποίησης της βιομάζας στην προστασία του περιβάλλοντος και του συνόλου των φυσικών πόρων που περιλαμβάνει, είναι αδιαμφισβήτητη. Το θέμα που προκύπτει όμως είναι κατά πόσο αυτό έχει γίνει αντιληπτό από τους απλούς πολίτες, τους ενδιαφερόμενους για την υλοποίηση σχετικών έργων, την πολιτεία και όλους τους εμπλεκόμενους φορείς. Όπως αποδεικνύεται πολύ μικρό ποσοστό αυτών έχει πλήρη επίγνωση των οφελών που προκύπτουν από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας. Είναι πολύ σημαντικό συνεπώς, να οργανωθούν δράσεις με στόχο την ενημέρωση αλλά και κατάρτιση για αυτή την αξιόλογη ανανεώσιμη πηγή. Τέτοιες δράσεις θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν ενημέρωση μέσω των ΜΜΕ, αλλά και πληροφόρηση εκπαιδευτικής φύσεως στη δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση, καθώς οι νέοι αποτελούν τους μελλοντικούς χρήστες, επαγγελματίες και ενεργούς πολίτες των κοινωνιών.

Από την Ελλάδα καθώς και από πλήθος άλλων χωρών απουσιάζει η ανάπτυξη πιλοτικών καλλιεργειών και η επακόλουθη ενσωμάτωση τους σε ορθά οργανωμένα σχήματα προς παραγωγή ενέργειας. Αυτό αποτελεί πλέον έναν προς επίτευξη στόχο της σημερινής εποχής.

Σημαντικό επίσης καθίσταται να διαμορφωθούν κατάλληλες πολιτικές που θα προωθήσουν και θα ενθαρρύνουν παράλληλα, την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών προς παραγωγή

ενέργειας. Σε πολλές περιπτώσεις απουσιάζει η κατάρτιση ενός εθνικού σχεδίου δράσης με πυρήνα τη βιομάζα, τις χρήσεις και τις εφαρμογές της.

Αναμφισβήτητα κύριο πρόβλημα των έργων που σχετίζονται με τη βιομάζα είναι η χρηματοδότηση τους. Είναι πολύ βασικό να εξεταστούν εναλλακτικοί τρόποι για τη χρηματοδότηση τέτοιας σημασίας έργων. Δεν είναι δυνατό να υπάρχουν ενδιαφερόμενοι που να έχουν καταθέσει σχέδια και προτάσεις για την υλοποίηση έργων σχετικών με τη βιομάζα και να καθυστερούν οι συνολικές διαδικασίες λόγω αδυναμίας χρηματοδότησης. Πρόκειται για σύγχρονα αειφορικά έργα που απαιτούν ιδιαίτερη μεταχείριση.

Ακόμη και ως προς την περιβαλλοντική αδειοδότηση τέτοιων έργων είναι σημαντικό να απλοποιηθούν οι διαδικασίες και να σταματήσουν οι μακροχρόνιες καθυστερήσεις που συχνά οφείλονται στην άγνοια των εμπλεκομένων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική & Ξένη Βιβλιογραφία

1. Ανδρίτσος Ν. (2008), *Ενέργεια και Περιβάλλον*, Διδακτικές σημειώσεις, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
2. Βουρδούμπας Γ. (1998), Δυνατότητες συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού από πυρηνόξυλο σε πυρηνελαιουργείο. Συνέδριο: Η εφαρμογή των ΑΠΕ – Εθνικές προτεραιότητες και ευρωπαϊκή στρατηγική. Αθήνα 30/11 – 2/12/1998. Ευγενίδειο Ίδρυμα.
3. Γιαννακάκης Κ. (2010), *Καταστροφή του περιβάλλοντος και υγεία*, Εθνική Βιβλιοθήκη Ελλάδος, Αθήνα.
4. Κορωναίος Χ. (2012), *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Διδακτικές σημειώσεις, Δ.Π.Μ.Σ. ‘‘Περιβάλλον και Ανάπτυξη’’, Ε.Μ.Π.
5. Μπουροδήμος Ε. (1990), *Περιβάλλον και Ανάπτυξη στον ελληνικό χώρο*, Εκδόσεις ΑΞΙΩΤΕΛΗΣ.
6. Παναγιωτακόπουλος Δ. (2007), *Βιώσιμη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων*, Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη.
7. Παπανικολάου Κ.– Κώτης Θ. (2005), *Λιγνίτες στην Ελλάδα: Ιδιότητες, Χρήσεις και Προοπτικές*. Διημερίδα ΤΕΕ 9-10/6/2005, Λιγνίτης και φυσικό αέριο στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας. Αθήνα
8. Περδίδος Σ. (2013), *Θέρμανση με βιομάζα. Τζάκια – Σόμπες – Λέβητες*. Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ – 4Μ ΕΠΕ. Αθήνα.
9. Φαναριώτης Π. (2009), *Ενέργεια. Το παγκόσμιο πρόβλημα του 21^{ου} αιώνα*. Εκδόσεις Ι. Σιδέρης, Αθήνα.
10. Camp & Daugherty (1998), *Διαχείριση φυσικών πόρων*, Εκδόσεις ‘‘ΙΩΝ’’. Αθήνα
11. Castelli S., Sala C., Negri M. I sotto-prodotti nella filiera Agro-energetica del Biogas: due casi di studio. Attualit  della ricerca nel settore delle energie rinnovabili da biomassa. Ancona, 2010. (The by-products in the Agro-energetic chain of the Biogas: two study cases. Actuality of the research in the sector of the renewable energies from biomass. Ancona, 2010).

Δημοσιεύσεις

1. Γερασίμου Α. (2011), *Η αγορά βιομάζας στην Ελλάδα*, Ελληνική Εταιρεία Βιομάζας.
http://bioenergyexpo.gr/wordpress/wp-content/uploads/2011/12/Gerasimou_ELLEBIOM.pdf
2. Δεληγιάννης Κ. (2013), Ενέργεια: Ρεύμα από σκουπίδια. Άρθρο Καθημερινής.
<http://news.kathimerini.gr/archive-editions/article/oiko/2010/02/1290988.html>

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

1. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=288>
2. <http://www.day-after.gr/datafiles/file/Presentation134.jpg>
3. <http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=24885&locale=el>
4. <http://www.riomay.com/renewable-technologies/biomass-energy>
5. http://www.alten.gr/energeia_biomazas.html
6. <http://www.hvac-world.com/the-european-solid-biomass/>
7. <http://www.geni.org/energy/library...>
8. <http://www.ypeka.gr/?tabid=277>
9. <http://www.dei.gr/el/i-dei/i-etairia/omilos-dei-ae/dei-ae>
10. http://www.rae.gr/site/categories_new/consumers/know_about/electricity/production.csp
11. <http://www.desmie.gr/ape-sithya/adeiodotiki-diadikasia-kodikopoiisi-nomothesias-ape/periechomena/biomaza-biokaysima/sterea-biomaza/>
12. <http://www.agroenergy.gr/categories/>
13. <http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=25348&locale=el>
14. <http://www.dei.gr/Default.aspx?id=3355&nt=18&lang=1>
15. <http://www.biomassenergy.gr/articles/legislation/renewable-energy>
16. http://www.greekinnovation.eu/2012/05/blog-post_13.html
17. http://www.energia.gr/article.asp?art_id=28851
18. <http://www.agroenergy.gr/content/>
19. <http://www.epsilon-econ.gr/el-GR/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CE%B6%CE%B1>
20. http://www.greekinnovation.eu/2012/05/blog-post_13.html
21. <http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf>
22. http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/EUBIONET/A2_EUBIONET3_Papamichael_22.4.pdf
23. <http://www.desmie.gr/ape-sithya/adeiodotiki-diadikasia-kodikopoiisi-nomothesias-ape/periechomena/biomaza-biokaysima/ilektroparagogi-apo-biomaza/>
24. <http://domnapetsani.wordpress.com/2013/10/23/>
25. http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf
26. www.unendlich-viel-energie.de
27. <http://www.oecd.org/greengrowth/47984461.pdf>
28. http://www.cres.gr/energy-saving/technologies_exikonomisis_ener.htm
29. http://www.oikoenergeia.gr/images/pdf/viomaza/technology/ependytes_viomaza_kape.pdf