

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ**

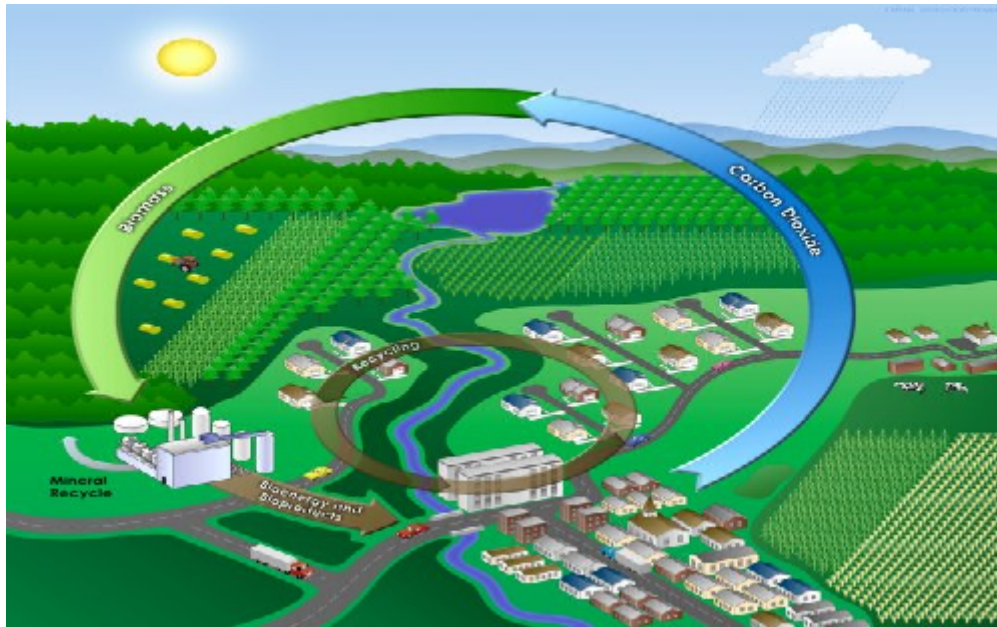


ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΟΜΕΑΣ **ΒΙΟΜΑΖΑ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ **ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

---



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*"Δυνατότητες Εφαρμογών της Βιομάζας για Παραγωγή Ενέργειας στη Κρήτη"*

Στεφανάκη Αργυρώ

*Επιβλέπων καθηγητής*

*Βουρδουμπάς Ιωάννης*

ΧΑΝΙΑ 2013

*Στους ανθρώπους που ήταν δίπλα μου σ' όλα τα χρόνια των σπουδών μου*

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Κο Βουρδουμπά Ιωάννη, για την καθοδήγηση και την βοήθεια του για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Έπειτα θα ήθελα να ευχαριστήσω τα άτομα από την Γραμματεία και Βιβλιοθήκη, που έκαναν την παραμονή μου στην Σχολή πιο εύκολη. Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου που μου συμπαραστάθηκαν και είχαμε κοινές πορείες και απορίες. Και τέλος την οικογένεια μου που μου παρείχε ότι επιθυμούσα για να κλείσει αυτός ο κύκλος της ζωής μου.

## **ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

1. Βουρδουμπάς Ιωάννης , Καθηγητής Εφαρμογών
2. Σουπιός Παντελεήμων , Αναπληρωτής Καθηγητής
3. Παπακώστας Ταξιάρχης , Καθηγητής

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της έρευνας μας η διερεύνηση της δυνατότητας εφαρμογών της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας στην Κρήτη. Η Βιομάζα θεωρείται μια ανανεώσιμη μορφή ενέργειας, γι' αυτό και χρειάζεται να εξεταστούν κάποιες παράμετροι της. Δηλαδή με ποιο τρόπο χρησιμοποιείται ώστε να μπορεί να μας προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα ακόμη και την παραγωγή βιοκαυσίμων. Και όλα τα παραπάνω με την λιγότερη δυνατή επιβάρυνση στο περιβάλλον έτσι ώστε να επιδιώκεται και η επιθυμητή ποιότητα ζωής.

- Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται ο όρος ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και δίδονται ορισμένα παραδείγματα.
- Στο δεύτερο αναλύονται τα είδη της βιομάζας, στο τρίτο αναφέρεται η νομοθεσία που την διέπει.
- Στο τέταρτο κεφάλαιο αναπτύσσεται η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας,
- Έπειτα στο πέμπτο παρουσιάζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τέλος βγάζουμε τα συμπεράσματα μας.

**ABSTRACT**

The aim of this thesis is to investigate the possibilities of energy generation from biomass in Crete.

In the first chapter various renewable energy sources are analyzed and in the second various biomass sources are presented.

National and EU legislation framework concerning biomass is presented in chapter three.

In the fourth chapter various possibilities of biomass exploitation in Crete are presented and finally in the fifth chapter the environmental implications due to biomass uses.

<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>
--------------------

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

1.1 Εισαγωγή .....	09
1.2 Γενικά.....	10
1.3 Ορισμός ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. ....	11
1.4 Η Ηλιακή Ενέργεια.....	11
1.5 Η Αιολική Ενέργεια.....	13
1.6 Η Γεωθερμία .....	14
1.7 Υδροδυναμική ενέργεια.....	14
1.8 Υδατόπτωση .....	15
1.9 Ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκών κινήσεων και θαλάσσιων ρευμάτων.....	15
1.10 Βιομάζα .....	17
1.11 Ανάγκη υποκατάστασης συμβατικών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας .....	18

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΕΙΔΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ**

2.1 Βιομάζα ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.....	20
2.2 Ορισμός βιομάζας.....	20
2.3 Τύποι βιομάζας.....	20
2.4 Διεργασίες της βιομάζας.....	21
2.4.1 Καύση της βιομάζας .....	22
2.4.2 Ανθρακοποίηση βιομάζας.....	23
2.4.3 Αεριοποίηση βιομάζας.....	24
2.4.4 Πυρόλυση βιομάζας .....	25
2.4.5 Παραγωγή αερίου με χώνευση βιομάζας.....	25
2.4.6 Παραγωγή αιθανόλης από βιομάζα .....	26

2.4.7 Παραγωγή φυτικών ελαίων από βιομάζα.....	27
--	----

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

3.1 Ευρωπαϊκές δεσμεύσεις .....	29
3.2 Ευρωπαϊκές οδηγίες για τη Βιομάζα.....	30
3.2.1 Γενική Ευρωπαϊκή Νομοθεσία για τα βιοκαύσιμα.....	30
3.2.2 Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας στην Ελλάδα για το 2010 .....	31
3.2.2 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία Τιμολόγησης ηλεκτρικής ενέργειας από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.....	32
3.2.3 Ευρωπαϊκή νομοθεσία για την αδειοδοτική διαδικασία .....	33
3.3 Το Πρωτόκολλο του Κιότο.....	36
3.4 Ελληνική νομοθεσία για τη Βιομάζα .....	37

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

4.1 Σκοπός της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.....	39
4.2 Ενεργειακό περιεχόμενο βιομάζας .....	39
4.3 Ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας .....	40
4.3.1 Χρήση της βιομάζας για παραγωγή θερμότητας.....	40
4.3.2 Θέρμανση κτιρίων με βιομάζα .....	41
4.3.3 Παραγωγή θερμότητας σε βιοτεχνίες-βιομηχανίες.....	43
4.3.4 Θέρμανση θερμοκηπίων με ελαιοπυρηνόξυλο .....	44
4.3.5 Χρήση της βιομάζας για τηλεθέρμανση.....	47
4.3.6 Παραγωγή βιοαερίου από τους χώρους υγειονομικής ταφής στερεών απορριμμάτων .....	48
4.3.7 Παραγωγή βιοαερίου από την ιλύ που παράγεται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων .....	48
4.3.8 Παραγωγή βιοαερίου από απόβλητα ελαιουργείων .....	49
4.3.9 Η παραγωγή του πυρηνόξυλου στα πυρηνελαιουργεία .....	50
4.3.10 Χρησιμοποίηση της βιομάζας για συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού .....	51

4.3.11 Δημιουργία ενεργειακών φυτειών.....	51
4.3.12 Καλλιέργεια του γλυκού σόργου και χρήση του για παραγωγή αιθανόλης .....	55
4.3.13 Παραγωγή ασβέστη με καύσιμη ύλη γεωργικά υπολείμματα.....	56
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ</b>	
5.1 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας .....	57
5.2 Οικονομικές επιπτώσεις.....	58
5.3 Κοινωνικές επιπτώσεις .....	59
5.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις .....	59
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	
6.1 Συμπεράσματα.....	61
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	64
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	67



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

### **ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

#### **1.1 Εισαγωγή**

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αποτελούν ήπιες μορφές ενέργειας και προέρχονται από φυσικές διαδικασίες. Εξαντλώντας τα όρια της φύσης μέσω της υπερεκμετάλλευσης και την καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος, ερχόμαστε σήμερα και επιστρέφουμε πάλι στη φύση για να βρούμε λύσεις στα προβλήματα που έχουμε δημιουργήσει.

Η χρήση συμβατικών καυσίμων είναι ένα θέμα το οποίο έχει προκαλέσει τεράστιες επιπτώσεις στο περιβάλλον και ο μόνος τρόπος αντιμετώπισής του είναι η αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) που είναι περισσότερο φιλικές με το περιβάλλον.

Επειδή η καταστροφή του περιβάλλοντος είναι ένα ορατό πρόβλημα παγκόσμιας εμβέλειας, βλέπουμε ότι όλες οι χώρες έχουν αρχίσει να λαμβάνουν μέτρα και να συμμορφώνονται για να σταματήσουν την καταστροφική πορεία προτού είναι μη αναστρέψιμη. Σε παγκόσμιο επίπεδο οι ΑΠΕ προσφέρουν περίπου στο 18% της παραγωγής ενέργειας. Εξαπλώνονται συνεχώς και οι τεχνολογίες αναπτύσσονται έτσι ώστε να μπορούν να συνεισφέρουν όσο το δυνατότερο σε περισσότερους τομείς αντικαθιστώντας τα συμβατικά καύσιμα.

Όσον αφορά την Ευρώπη, κατέχοντας ηγετική θέση στην εισαγωγή καυσίμων από τρίτες χώρες, προσπαθεί να ισχυροποιηθεί προωθώντας όλο και περισσότερο τη χρήση των ΑΠΕ. Με σύνθημα το **20-20-20** όλα τα κράτη μέλη υποχρεούνται να επιτύχουν την μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στο 20% και τη συμμετοχή των ΑΠΕ στο 20% μέχρι το 2020. Επίσης η Ε.Ε. έχει θέσει στόχους για την αξιοποίηση της ηλιακής, της αιολικής και της υδραυλικής ενέργειας αλλά και της βιομάζας ξεχωριστά, δείχνοντας ότι σιγά-σιγά προχώρα η χρήση των ΑΠΕ σε όλους τους κλάδους που τις απαρτίζουν.

## **1.2 Γενικά**

Οι ήπιες μορφές ενέργειας ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), ή νέες πηγές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεδμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του λιγνίτη), όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια. Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, μιας και ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Τελευταία από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και από πολλά μεμονωμένα κράτη, υιοθετούνται νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη. Οι ΑΠΕ αποτελούν τη βάση του μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας και κεντρικό σημείο εστίασης της σχολής των οικολογικών οικονομικών, η οποία έχει κάποια επιρροή στο οικολογικό κίνημα.

### 1.3 Ορισμός ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι οι πηγές ενέργειας με ανανεώσιμη και αέναη παροχή ενέργειας. Η βιομάζα, η γεωθερμία, η ηλιακή ενέργεια, η αιολική ενέργεια, ο κυματισμός της θάλασσας, οι υδατοπτώσεις, αποτελούν τις ΑΠΕ. Γενεσιουργός αίτια των ενεργειών αυτών είναι ο ήλιος με εξαίρεση την ενέργεια των παλιρροϊκών κινήσεων του νερού των θαλασσών, που οφείλεται στην έλξη της σελήνης, του ήλιου και της γεωθερμίας, που οφείλεται στην αποθηκευμένη θερμότητα του εσωτερικού της γης.

Οι μορφές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι:

### 1.4 Η Ηλιακή Ενέργεια

Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο. Τέτοιες είναι το φως, η φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα, η θερμική ενέργεια και οι διάφορες ακτινοβολίες (ενέργεια ακτινοβολίας) Χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές ενώ η χρήση της τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος<sup>1</sup>.

Η εκμετάλλευσή της χωρίζεται στις εξής τρεις κατηγορίες:

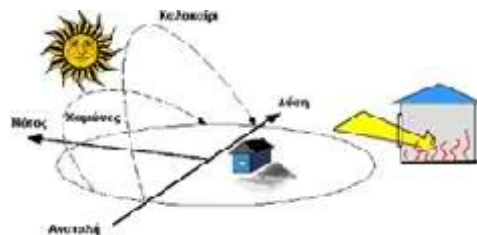
1. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα,
2. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα
3. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα



**Εικόνα 2:** Είδη ηλιακής ενέργειας

<sup>1</sup> <http://el.wikipedia.org/>

Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρισμό. Η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται με τις παρακάτω σχηματικές εφαρμογές:



**Εικόνα 3:** Σχηματική αναπαράσταση παθητικών ηλιακών συστημάτων



**Εικόνα 4:** Ηλιακός συλλέκτης



**Εικόνα 5:** Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων

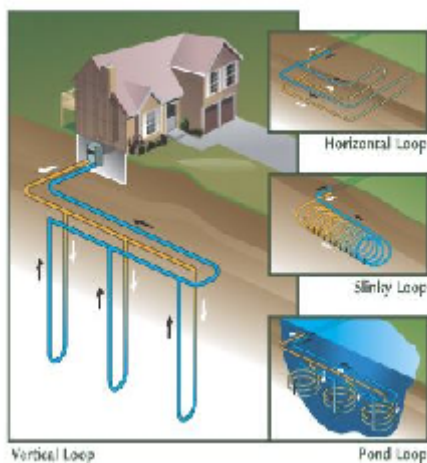
### 1.5 Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια στηρίζεται στον άνεμο, ο άνεμος με τη σειρά του δημιουργείται λόγω της διαφοράς της θερμοκρασίας του αέρος που δημιουργεί, διαφορές βαρομετρικής πίεσης μεταξύ παρακείμενων τύπων. Αν δυο συνεχόμενες περιοχές παρατηρηθεί να μην έχουν αυτή τη θερμοκρασία τότε η ατμοσφαιρική πίεση της περισσότερης ψυχρής θα είναι μεγαλύτερη της άλλης (της θερμότερης) με αποτέλεσμα να κινηθεί αέρια μάζα από την ψυχρότερη στη θερμότερη περιοχή. Η αιολική ενέργεια έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται πλατιά για ηλεκτροπαραγωγή. Γενικά οι χρήσεις της αιολικής ενέργειας περιλαμβάνουν εκτός από την ηλεκτροπαραγωγή και άντληση νερού. Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται είναι οι ανεμογεννήτριες, οι οποίες χρησιμοποιούνται κυρίως για τα γνωστά αιολικά πάρκα.



**Εικόνα 6:** Αιολικό πάρκο στην περιοχή Αχλαδιά Σητείας Κρήτης.

## 1.6 Γεωθερμία

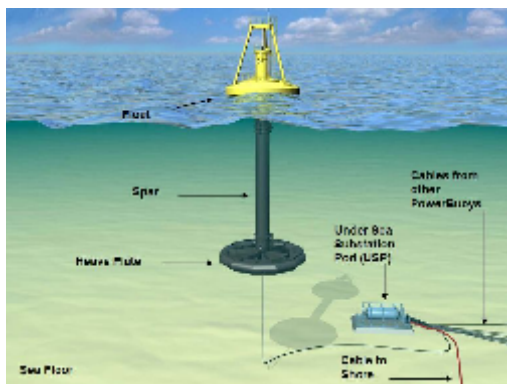


Η γεωθερμική ενέργεια είναι η θερμότητα που περιέχεται στο εσωτερικό της γης η οποία προκαλεί διάφορα γεωλογικά φαινόμενα σε παγκόσμια κλίμακα. Η θερμότητα αυτή παράγεται από τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας μπορεί να γίνει άμεσα χρησιμοποιώντας το ζεστό νερό για τη θέρμανση κτιρίων. Συγκεκριμένα το ζεστό νερό που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια της γης οδηγείται μέσω σωλήνων στα κτίρια και τις επιχειρήσεις για παροχή θερμότητας. Επίσης η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρισμού.

**Εικόνα 7:** Εγκατάσταση γεωθερμίας

## 1.7 Υδροδυναμική ενέργεια

Υδροδυναμική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παρέχεται στον άνθρωπο από τη δύναμη του νερού στη φύση. Ο πιο διαδεδομένος τρόπος χρήσης της είναι μέσω των υδατοπτώσεων και των φραγμάτων. Μεγάλη προσπάθεια γίνεται τα τελευταία χρόνια για επενδύσεις σε συστήματα που θα εκμεταλλεύονται τον κυματισμό της θάλασσας, αλλά και των παλιρροιών. Η υδροδυναμική ενέργεια είναι μια καθαρή, ανεξάντλητη και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που δεν μολύνει το περιβάλλον και παρέχεται από τη φύση περίσσεια.



**Εικόνα 8:** Σχηματική αναπαράσταση υδροδυναμικού συστήματος

### 1.8 Υδατόπτωση

Αποτελεί έναν από τους πιο φυσικούς τρόπους παράγωγης μεγάλης ισχύος, οικολογικά καθαρής, ηλεκτρικής ενέργειας, με ανανεώσιμη συμπεριφορά. Είναι μια παραδοσιακή πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια από τον άνθρωπο. Εκμεταλλευόμαστε την ύπαρξη φυσικών λεκανών συλλογής των όμβριων υδάτων σε συγκεκριμένες περιοχές, με κατάλληλη εδαφική διαμόρφωση, κατασκευάζοντας φράγματα. Το νερό πέφτοντας από κάποιο ύψος ή ρέοντας με μεγάλη ταχύτητα μπορεί να περιστρέψει τροχούς με πτερύγια (υδροστροβίλους), που με τη σειρά τους θέτουν σε κίνηση ηλεκτρογεννήτριες. Αυτή την περιστροφή την αξιοποιούμε παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια σε ειδικές εγκαταστάσεις (υδροηλεκτρικοί σταθμοί). Η δημιουργία τεχνητών λιμνών με φράγματα έχει περιορισμένη εφαρμογή λόγω των απαιτούμενων ειδικών εδαφικών χαρακτηριστικών. Επιπλέον σε πολλές περιπτώσεις η κατασκευή φράγματος, παρότι η περιοχή καλύπτει τα τεχνικά κριτήρια, μπορεί να προκαλέσει σημαντική οικολογική καταστροφή και ενδεχομένως μετακίνηση πληθυσμού, λόγω της κατάκλισης με νερό εκτεταμένων εύφορων και με ιδιαίτερη φυσική ομορφιά περιοχών. Η υδροηλεκτρική παραγωγή ενέργειας καλύπτει το 7% της παγκόσμιας ενεργειακής παραγωγής.



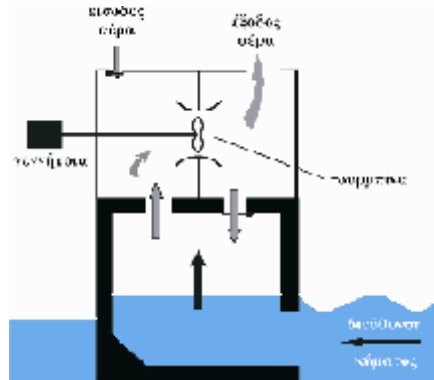
**Εικόνα 9:** Εγκατάσταση εκμετάλλευσης υδατόπτωσης

### 1.9 Ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκών κινήσεων και θαλάσσιων ρευμάτων.

Η παράγωγή ενέργειας από τα κύματα ή τις παλιρροϊκές κινήσεις, έχει αξιοποιηθεί σε συγκεκριμένες θέσεις, όπου το ύψος των κυμάτων και η διάρκεια κυματισμού καθώς και η ταχύτητα των θαλασσίων ρευμάτων επιτρέπουν την ενεργειακή αξιοποίησή της. Οι ωκεανοί μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας.

Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας:

- α) από τα κύματα
- β) από τις παλίρροιες (μικρές και μεγάλες)
- γ) από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού



**Εικόνα 10:** Σχηματική διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό της θάλασσας

α) Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει την τουρμπίνα, όπως φαίνεται στο σχήμα 8. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα, έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων. Η παραγόμενη ενέργεια είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες μιας οικίας, ενός φάρου, κ.λπ.

β) Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι. Ο τρόπος είναι απλός: Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα. Σήμερα οι μικροί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το θαλασσινό νερό βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο. Η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες μιας πόλης μέχρι και 240 χιλιάδων κατοίκων. Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε στον ποταμό La Rance



στις ακτές της Βορειοδυτικής Γαλλίας το 1962 και οι υδροστρόβιλοί του μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς το νερό κινείται κατά τη μια ή την άλλη κατεύθυνση. Άλλοι τέτοιοι σταθμοί λειτουργούν στη Ρωσία, στη θάλασσα Barents και στον κόλπο Fuhdy της Νότιας Σκωτίας.

γ) Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί όμως να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5°C.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ενέργειας των ωκεανών, εκτός από «καθαρή» και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά ευεργετήματα, είναι το σχετικά μικρό κόστος κατασκευής των απαιτούμενων εγκαταστάσεων, η μεγάλη απόδοση (40-70kW ανά μέτρο μετώπων κύματος) και η δυνατότητα παραγωγής υδρογόνου με ηλεκτρόλυση από το άφθονο θαλασσινό νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο. Στα μειονεκτήματα αναφέρεται το κόστος μεταφοράς της ενέργειας στη στεριά.

### **1.10 Βιομάζα**

Η βιομάζα χρησιμοποιεί τους υδατάνθρακες των φυτών (κυρίως αποβλήτων της βιομηχανίας, ξύλου, αστικά απόβλητα, τροφίμων και ζωοτροφών της βιομηχανίας) με σκοπό να αποδεσμεύσει την ενέργεια που δεσμεύτηκε από το φυτό κατά τη φωτοσύνθεση. Η βιομάζα είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που ανανεώνεται συνεχώς λόγω της φωτοσύνθεσης. Κατά την καύση της βιομάζας η δεσμευμένη ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική. Τα ανόργανα στοιχεία που περιέχονται στην τέφρα εμπλουτίζουν το έδαφος με θρεπτικά στοιχεία.

Η βιομάζα μπορεί να διαχωριστεί σε δυο μέρη: το πρώτο μέρος είναι η παραδοσιακή που περιορίζεται σε μικρή κλίμακα και περιλαμβάνει τα καυσόξυλα, το κάρβουνο για οικιακή χρήση, την ήρα του ρυζιού, άλλα φυτικά υπολείμματα, επίσης και την κοπριά των ζώων. Το δεύτερο μέρος είναι η σύγχρονη βιομάζα που «απευθύνεται» σε μεγάλης κλίμακας χρήσεις και η χρησιμοποίησή της έχει ως σκοπό την υποκατάσταση των συμβατικών πηγών ενέργειας. Περιλαμβάνει ξερά κλαδιά από το δάσος, γεωργικά υπολείμματα, αστικά απόβλητα, το βιοαέριο και βιοκαύσιμα από ενεργειακές καλλιέργειες όπως είναι τα έλαια από τα φυτά ή και φυτά

που περιέχουν άμυλο και σάκχαρο.

Μέθοδοι επεξεργασίας της βιομάζας είναι η καύση που ως προϊόν της έχει την παραγωγή θερμότητας, η πυρόλυση η οποία είναι μια θερμική διαδικασία (450-600 βαθμούς Κελσίου) όπου γίνεται η αποικοδόμηση της βιομάζας απουσία οξυγόνου. Στην πυρόλυση παράγονται το βιοέλαιο 70%, το βιοαέριο 15% και ο ξυλάνθρακας 15%. Υπάρχει επίσης και η διαδικασία της αεριοποίησης της βιομάζας όπου γίνεται η θερμική της αποικοδόμηση στους 750-850 βαθμούς Κελσίου απουσία πάλι οξυγόνου. Τα παραγόμενα προϊόντα είναι το βιοαέριο, η πίσσα και ο ξυλάνθρακας. Όσον αφορά τα υγρά βιοκαύσιμα που προέρχονται από την επεξεργασία της βιομάζας είναι το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη. Το βιοντίζελ παράγεται από φυτικά έλαια κυρίως με μετεστερεοποίηση. Η βιοαιθανόλη παράγεται κυρίως από την ζύμωση των αμυλούχων και σακχαρούχων συστατικών.

### **1.11 Ανάγκη υποκατάστασης συμβατικών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**

Τις τελευταίες δεκαετίες η ηλεκτροπαραγωγή στην Ελλάδα στηρίζεται σε σημαντικό ποσοστό στις λιγνιτικές μονάδες και σε μικρότερο ποσοστό σε πετρελαϊκές, ενώ τα τελευταία χρόνια ξεκίνησε η παραγωγή από μονάδες φυσικού αερίου. Αυτό όμως συμβαίνει για το Διασυνδεδεμένο Σύστημα Παραγωγής της Ηπειρωτικής Χώρας. Όσον αφορά όμως τα ανεξάρτητα συστήματα παραγωγής της Κρήτης, της Ρόδου και των υπόλοιπων νησιών γίνεται σε ποσοστό 90% από πετρελαϊκούς σταθμούς και μερικά αιολικά πάρκα που είναι εγκατεστημένα κυρίως στην Εύβοια και την Κρήτη.

Η παραγωγή από ΑΠΕ, παραμένει περιορισμένη εδώ και μια δεκαετία για γραφειοκρατικούς, θεσμικούς και πολιτικούς λόγους. Μόνο ο τομέας της Αιολικής ενέργειας παρουσίασε μια δυναμική ανάπτυξης μέχρι το 1998, αλλά μετά υπήρξε σχεδόν πλήρης άπνοια.

Η πετρελαϊκή κρίση όμως που ξέσπασε το 2005, επανέφερε επιτακτικά το πρόβλημα της προώθησης των ΑΠΕ, όχι μόνο στην Ελλάδα, αλλά και παγκόσμια. Εκτός αυτού η ανάγκη της χώρας για απεξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα, το θέμα της εξάντλησης των φυσικών πόρων (μείωση των αποθεμάτων) και κυρίως η ανάγκη για την προστασία του περιβάλλοντος επιβάλλει σήμερα περισσότερο από ποτέ την

εντατική αξιοποίηση αρχικά του αξιόλογου αιολικού δυναμικού που διαθέτει η Ελλάδα και στη συνέχεια του ηλιακού με τη μορφή Φ-Β πάρκων, με δεδομένη την πτώση του κόστους κατασκευής τους.

Ειδικά το σύστημα παραγωγής της Κρήτης, με εγκατεστημένη ισχύ περίπου 700MW, αποτελείται κυρίως από τους πετρελαϊκούς σταθμούς των Λινοπεραμάτων στο Ηράκλειο ισχύος περίπου 250MW, της Ξυλοκαμάρας Χανίων ισχύος περίπου 300MW, Αθρινόλακκου Σητείας ισχύος προς το παρόν 100MW, ενώ μέχρι το 2004 είχαμε και 80MW περίπου από Αιολικά Πάρκα και 600kW από μικρά υδροηλεκτρικά.

Η υποκατάσταση συμβατικής ενέργειας έχει ειδικά σήμερα, σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη για την εθνική οικονομία και την κοινωνία. Οι σημαντικότερες παράμετροι που σχετίζονται με την υποκατάσταση συμβατικής ηλεκτροπαραγωγής είναι: 1) Το κόστος καυσίμου, 2) Οι εκπεμπόμενοι ρύποι των συμβατικών σταθμών και 3) Η απασχόληση στο συμβατικό τομέα.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η διείσδυση της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα (αλλά και των άλλων ΑΠΕ μεσοπρόθεσμα) επιφέρει θετικές συνέπειες σε κοινωνικό, περιβαλλοντικό και οικονομικό επίπεδο για τη χώρα. Τα οφέλη που δημιουργούνται συμβάλλουν σημαντικά στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας τόσο σε τοπικό όσο και σε εθνικό επίπεδο με άμεσες επιδράσεις στην απασχόληση, τη δημιουργία τοπικής προστιθέμενης αξίας, την προστασία του περιβάλλοντος. Επιπλέον, συνεισφέρει στη λύση του ενεργειακού προβλήματος των αυτόνομων συστημάτων παραγωγής ενέργειας και στην εξοικονόμηση συναλλάγματος και εγχώριου καυσίμου. Τα θετικά αποτελέσματα που προκύπτουν είναι αξιόπιστα και μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο σκέψης στην προσπάθεια για δημιουργία μιας κοινωνίας που στηρίζει την ανάπτυξη της στην υγιή συνύπαρξη ανθρώπου και περιβάλλοντος, γεγονός επιτακτικό στις μέρες μας.

Η Ελλάδα με το πλούσιο δυναμικό που έχει σε ΑΠΕ και με ευνοϊκό νομοθετικό πλαίσιο έχει τη δυνατότητα σήμερα που περνάμε από μεγάλη πετρελαϊκή κρίση, να στραφεί στις ΑΠΕ, να εκμεταλλευτεί την ωριμότητα της τεχνολογίας και να επωφεληθεί από αυτήν κατά την παραγωγή ενός τόσο σημαντικού αγαθού για τον άνθρωπο, όπως η ηλεκτρική ενέργεια.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### **ΕΙΔΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ**

#### **2.1 Βιομάζα ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας**

Η λύση του ενεργειακού προβλήματος αποτελεί τη σημαντικότερη πρόκληση που αντιμετωπίζει σήμερα η ανθρωπότητα. Η στροφή προς τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, αναμφίβολα δεν αποτελεί επιλογή, αλλά μια επιβεβλημένη ανάγκη για την κάλυψη των ολοένα αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών μας. Η Βιομάζα ως μέλος της οικογένειας των ΑΠΕ και μέρος της λύσης του ενεργειακού προβλήματος, μπορεί να διαδραματίσει ένα σημαντικό και διατηρήσιμο ρόλο. Όμως, παρά το γεγονός ότι η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας δεν είναι κάτι το καινούργιο, τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μια γενική διαστρέβλωση του όρου «βιομάζα», η οποία θολώνει το τοπίο τόσο σε επενδυτικό όσο και σε πολιτικό επίπεδο.

#### **2.2 Ορισμός βιομάζας**

Με τον όρο βιομάζα νοείται η ανανεώσιμη πηγή που προέρχεται από οργανική ύλη. Η βιομάζα με την ευρύτερη έννοια του όρου, περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς. Ειδικότερα, η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών και αερίων καυσίμων.

#### **2.3 Τύποι βιομάζας**

Στην πράξη υπάρχουν δύο τύποι βιομάζας ανάλογα με την προέλευσή της:

Η βιομάζα που παράγεται από:

1. ενεργειακές καλλιέργειες και
2. Τις υπολειμματικές μορφές βιομάζας οι οποίες διακρίνονται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες:
  - Τα υπολείμματα που παραμένουν στον αγρό ή στο δάσος μετά τη συγκομιδή του κυρίου προϊόντος. Τέτοιου είδους υπολείμματα είναι το άχυρο σιτηρών, τα βαμβακοστελέχη, τα κλαδοδέματα κ.α.
  - Τα υπολείμματα γεωργικών και δασικών βιομηχανιών, όπως ελαιοπυρήνες, πριονίδια κ.α.
  - Τις ενεργειακές καλλιέργειες, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν

για την παραγωγή βιοενέργειας και βιοκαυσίμων και είναι είτε παραδοσιακές καλλιέργειες (ζαχαροκάλαμο και καλαμπόκι για βιοαιθανόλη, ηλίανθος για βιοντίζελ, λεύκα και ιτιά για παράγωγη ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας κτλ) είτε φυτά που δεν καλλιεργούνται προς το παρόν εμπορικά όπως ο μισχανθός, η αγριαγκινάρα, και το καλάμι.

- Το οργανικό κλάσμα των απορριμμάτων, βιομηχανικών λυμάτων και αστικών απόβλητων.

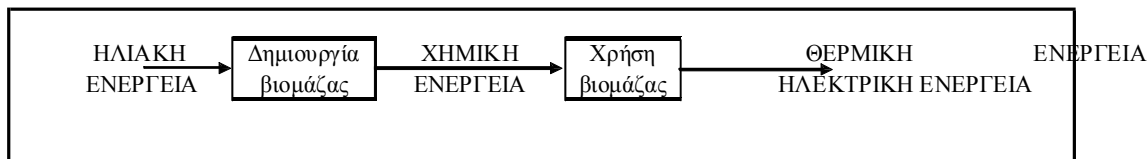
Στην Ελλάδα, η ενεργειακά αξιοποιήσιμη βιομάζα εμφανίζεται με τις εξής μορφές:

1. Γεωργικά υπολείμματα αγρού, όπως άχυρο σιτηρών, υπολείμματα καλαμποκιού, κλαδέματα δέντρων, καλλιέργειών κ.α.
2. Βιομάζα δασικής προέλευσης όπως τα καυσόξυλα, ξυλάνθρακες, υπολείμματα επεξεργασίας ξύλου κ.α.
3. Ενεργειακές καλλιέργειες όπως ο ευκάλυπτος, το καλάμι, η αγριαγκινάρα κ.α.
4. Απόβλητα κτηνοτροφίας(ζωικά περιττώματα, εντόσθια κα.)
5. Αγροτοβιομηχανικά απόβλητα, καθώς και απόβλητα των βιομηχανιών τροφίμων (ελαιοτριβεία, τυροκομεία κ.α.)
6. Οργανικό μέρος αστικών στερεών αποβλήτων και αστικά λύματα

#### **2.4 Διεργασίες της βιομάζας**

Οι διεργασίες που είναι διαθέσιμες για την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

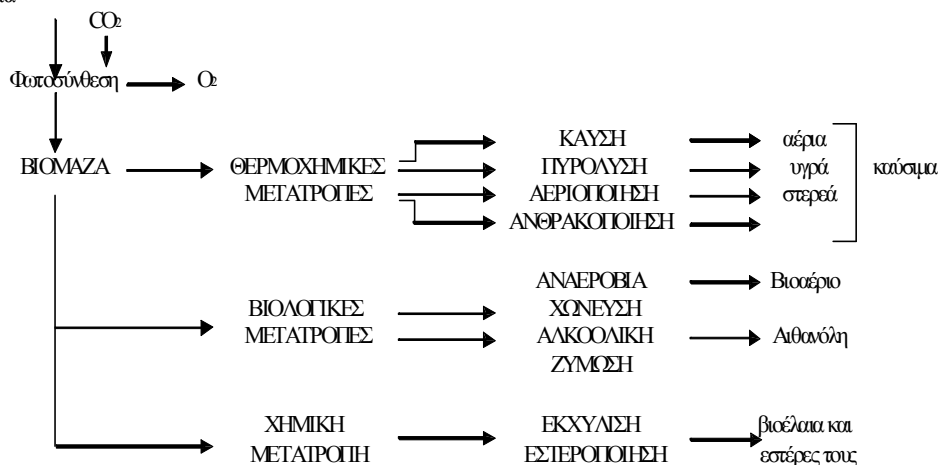
Τις θερμοχημικές, τις βιοχημικές και τις χημικές. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει την καύση, την αεριοποίηση και την πυρόλυση. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει την αναερόβια χώνευση και την αλκοολική ζύμωση. Η τρίτη την μετεστεροποίηση. Από τις παραπάνω διεργασίες, οι πιο ώριμες τεχνολογικά για ηλεκτροπαραγωγή, γι' αυτό και οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες, είναι η καύση στερεής βιομάζας και η αξιοποίηση (καύση) του βιοαερίου που προκύπτει από την αναερόβια χώνευση.



Σχήμα 1 Ενεργειακοί μετασχηματισμοί κατά τη δημιουργία και ενεργειακή χρήση της βιομάζας

Πιο αναλυτικά οι μορφές που συναντώνται δίνονται σχηματικά:

ηλιακή ενέργεια



Σχήμα 2 Παραγωγή ενέργειας από τη βιομάζα με διάφορες διεργασίες

### 2.4.1 Καύση της βιομάζας

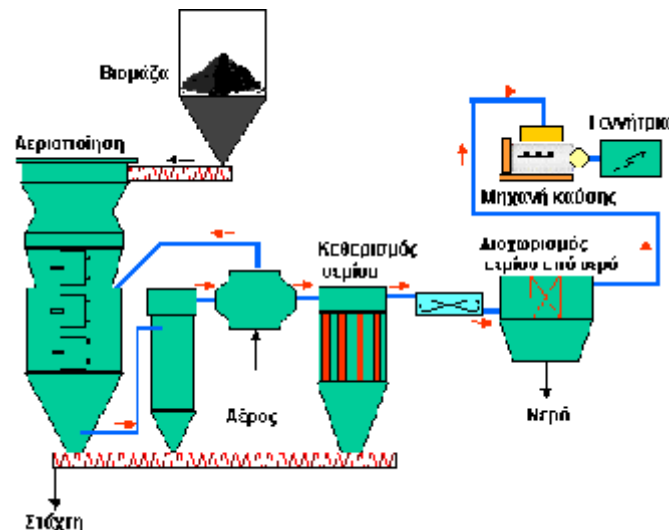
Η απ' ευθείας καύση της βιομάζας για παραγωγή θερμότητας είναι ο απλούστερος τρόπος για την ενεργειακή αξιοποίησή της. Για την επίτευξη καλύτερων βαθμών απόδοσης στην καύση είναι επιθυμητό η περιεκτικότητα της βιομάζας σε υγρασία να είναι χαμηλή, συνήθως κάτω του 20%. Πολλές φορές απαιτείται τεμαχισμός της βιομάζας σε μικρά κομμάτια για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες συσκευές και φούρνους για καύση. Όταν η βιομάζα βρίσκεται υπό μορφή πολύ μικρών κόκκων είναι επιθυμητό πολλές φορές να μετατραπεί σε μπρικέτες. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μορφοποίησή της σε κατάλληλα μηχανήματα με υψηλή πίεση. Για την παραγωγή ατμού η βιομάζα καίγεται σε κατάλληλους καυστήρες και βραστήρες με ειδικούς εναλλάκτες θερμότητας.

Κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος καύσης της βιομάζας πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η καύση απαιτεί τρεις παράγοντες για να αρχίσει και να συνεχίσει να υπάρχει δηλαδή καύσιμο, οξυγόνο και θερμότητα. Ο έλεγχος της καύσης γίνεται με τον έλεγχο των τριών αυτών παραγόντων.

Με την καύση του ξύλου παράγονται πτητικά αέρια που καίγονται, δημιουργώντας το κάρβουνο που καίγεται στη συνέχεια. Οξυγόνο θα πρέπει να μεταφερθεί από το περιβάλλον στη ζώνη καύσης. Το μέγεθος, η πυκνότητα και η τοποθέτηση του ξύλου στην εστία καύσης επηρεάζουν την ταχύτητα και την πληρότητα της καύσης.

Οι απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον μπορούν να ελαχιστοποιηθούν κατά την καύση της βιομάζας, εφόσον η εστία καύσης περικλείεται σε κάποια τοιχώματα. Έτσι ελαχιστοποιούνται οι απώλειες θερμότητας με μεταφορά. Ταυτόχρονα τα τοιχώματα θα πρέπει να απορροφούν την ακτινοβολούμενη θερμότητα, μέρος της οποίας θα πρέπει να ακτινοβολούν πάλι.

Η θερμότητα που χάνεται με τα αέρια καύσης μπορεί να ανακτηθεί σε σημαντικό βαθμό, εφόσον χρησιμοποιηθεί κατάλληλος εναλλάκτης θερμότητας. Σήμερα υπάρχουν σόμπες και τζάκια που επιτυγχάνουν βαθμούς απόδοσης από 20% έως 80%, ανάλογα με το βαθμό που εξοικονομούν θερμότητα.



Εικόνα 11 Διεργασία καύσης βιομάζας

#### 2.4.2 Ανθρακοποίηση βιομάζας

Το κάρβουνο που χρησιμοποιείται ευρύτατα στις αναπτυσσόμενες χώρες σαν καύσιμο παράγεται με την ανθρακοποίηση της βιομάζας. Η ανθρακοποίηση είναι μία διεργασία όπου το ξύλο θερμαίνεται παρουσία αέρα σε αναλογία μικρότερη από τη στοιχειομετρική, και σαν προϊόν παράγεται το κάρβουνο καθώς και υγρά και αέρια παραπροϊόντα.

Η διεργασία της ανθρακοποίησης γίνεται σε 4 στάδια.

Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει τη ξήρανση του ξύλου που πρόκειται να ανθρακοποιηθεί και καταναλώνει ενέργεια. Η θερμοκρασία είναι περίπου 200°C. Το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει τη φάση της προ-ανθρακοποίησης και γίνεται σε θερμοκρασίες 170 - 300°C, ενώ παράγονται υγρά και αέρια προϊόντα. Το στάδιο αυτό απαιτεί επίσης την κατανάλωση ενέργειας. Το τρίτο στάδιο που παράγει ενέργεια γίνεται σε θερμοκρασίες 250 - 300°C. Στο στάδιο αυτό εκλύονται υγρά και αέρια παραπροϊόντα, ενώ το ξύλο ανθρακοποιείται πλήρως. Στο τέταρτο στάδιο σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 300°C απομακρύνονται όλες οι πτητικές ουσίες από το κάρβουνο και το προϊόν είναι τώρα έτοιμο. Μετά το πέρας της ανθρακοποίησης το κάρβουνο ψύχεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η πυκνότητά του κυμαίνεται περίπου 250-300 kg/m<sup>3</sup>, ενώ η θερμιδική του αξία είναι 25 MJ/kg σε σύγκριση με τα 15 MJ/kg του ξύλου.

Ο τελικός όγκος του παραγόμενου κάρβουνου είναι περίπου το μισό του αρχικού όγκου του ανθρακοποιημένου ξύλου.

Υπάρχουν διάφορα συστήματα για την ανθρακοποίηση της βιομάζας, τα οποία είναι συνήθως απλής κατασκευής. Η διάρκεια της διαδικασίας ανθρακοποίησης είναι συνήθως 2- 20 ημέρες, ενώ η απόδοση κυμαίνεται σε 15-25%.

### **2.4.3 Αεριοποίηση βιομάζας**

Η αεριοποίηση της βιομάζας περιλαμβάνει τη μερική καύση της (με αναλογία αέρα μικρότερη από τη στοιχειομετρική) σε κατάλληλους αντιδραστήρες. Οι θερμοκρασίες για την αεριοποίηση της βιομάζας είναι υψηλότερες από 900°C και για τη βελτίωση της θερμιδικής αξίας του παραγόμενου αερίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί οξυγόνο αντί για αέρα.

Για την παραγωγή της μεθανόλης απαιτείται βιομάζα με υψηλή περιεκτικότητα σε κυτταρίνη. Η τεχνολογία παραγωγής μεθανόλης είναι τελείως διαφορετική από τις βιολογικές διεργασίες που οδηγούν στην παραγωγή αιθανόλης. Η μετατροπή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο η βιομάζα αεριοποιείται και το μίγμα των αερίων που λαμβάνεται πρέπει να είναι κατάλληλο για τη σύνθεση της μεθανόλης. Η παραγωγή της μεθανόλης από βιομάζα για να είναι οικονομικά βιώσιμη απαιτεί εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης κλίμακας, σε αντίθεση με την



παραγωγή αιθανόλης και βιοαερίου που μπορούν να γίνουν και σε μικρή κλίμακα.

#### 2.4.4 Πυρόλυση βιομάζας

Κατά τη διάρκεια της πυρόλυσης, η βιομάζα αποσυντίθεται απουσία αέρα και τα παραγόμενα προϊόντα από τη θερμοχημική αυτή μετατροπή είναι

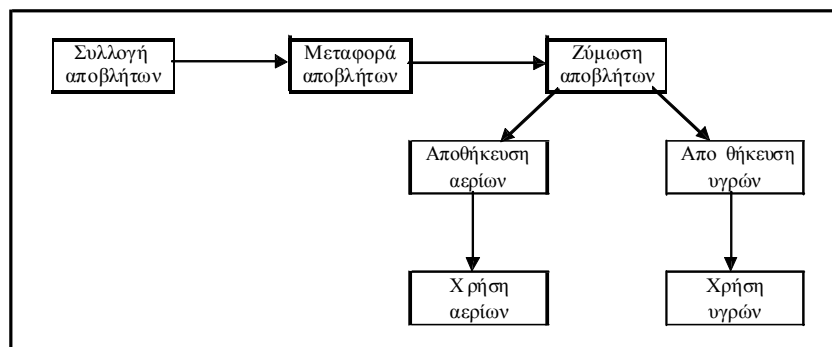
α) αέρια, β) πυρολιγνικά υγρά και γ) βιοάνθρακας (κάρβουνο).

Η πυρόλυση γίνεται σε κλειστά δοχεία απουσία αέρα σε θερμοκρασίες 500-600°C. Κατά τη διάρκεια της πυρόλυσης δεν απαιτείται παρά η πρόσδοση μικρών ποσοτήτων θερμότητας. Η θερμαντική αξία του βιοάνθρακα που προκύπτει από την πυρόλυση κλαδοδεμάτων ελιάς είναι 6644 kJ/kg. Η θερμαντική αξία του βιοελαίου που προκύπτει από την πυρόλυση κλαδοδεμάτων ελιάς είναι 8263 kcal/kg. Η θερμαντική αξία του αερίου που παράγεται κατά την πυρόλυση της βιομάζας κυμαίνεται στα 3200-4500 BTU/lb.

#### 2.4.5 Παραγωγή αερίου με χώνευση βιομάζας

Το βιοαέριο παράγεται με τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης της βιομάζας. Η αναερόβια χώνευση της βιομάζας περιλαμβάνει τη μικροβιακή αποδόμηση σύνθετων οργανικών μορίων προς απλούστερα μόρια και γίνεται σε τρεις φάσεις. Τη φάση της υδρόλυσης, την όξινη φάση και τη φάση της μεθανοποίησης.

Κατά τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης και οι τρεις φάσεις συμβαίνουν ταυτόχρονα και εάν κάποια φάση επικρατήσει, τότε η παραγωγή μεθανίου διαταράσσεται σοβαρά. Η θερμιδική αξία του βιοαερίου είναι περίπου 5000 kcal/Nm<sup>3</sup>. Πολλές φορές σε κρύα κλίματα μέρος του παραγόμενου βιοαερίου χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του βιοαντιδραστήρα και τη διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας εντός αυτού. Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης της βιομάζας ευνοείται από υγρό, θερμό και σκοτεινό περιβάλλον.



Εικόνα 12 Παραγωγή βιοαερίου από κτηνοτροφικά απόβλητα

Οι βιοαντιδραστήρες χώνευσης της βιομάζας μπορεί να είναι συνεχούς ή διαλείποντος έργου. Για τη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας είναι απαραίτητη η μόνωση και πιθανώς η θέρμανση του βιοαντιδραστήρα. Το βιοαέριο που παράγεται μπορεί να αποθηκευθεί. Εφόσον αποθηκευθεί υπό συνήθη πίεση, απαιτούνται μεγάλοι αποθηκευτικοί χώροι αλλά εάν συμπιεσθεί και υγροποιηθεί, απαιτούνται υψηλές πιέσεις. Έτσι, για οικονομικούς λόγους προτιμάται η άμεση καύση του είτε για παραγωγή θερμότητας είτε για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα υγρά απόβλητα που απομένουν έχουν χαμηλότερο ρυπαντικό φορτίο από τα αρχικά απόβλητα και είναι σχετικά σταθεροποιημένα. Έχει μειωθεί η δυσοσμία τους, περιέχουν όμως παθογόνους μικροοργανισμούς. Ενδείκνυται η διάθεσή τους με προσοχή στους αγρούς για λίπανση λόγω της υψηλής λιπασματικής τους αξίας. Συνήθως όμως απαιτούνται αποθηκευτικοί χώροι που η κατασκευή τους κοστίζει αρκετά.

#### **2.4.6 Παραγωγή αιθανόλης από βιομάζα**

Αιθανόλη μπορεί να παραχθεί από διάφορους τύπους βιομάζας με χημικές και βιολογικές διεργασίες και η παραγόμενη αιθανόλη αποτελεί άριστο καύσιμο. Τρεις τύποι βιομάζας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό οι σακχαρούχες ύλες, οι αμυλούχες ύλες και οι κυτταρινούχες ύλες. Οι σακχαρούχες ύλες είναι οι πιο ελκυστικές για την παραγωγή αιθανόλης, καθώς περιέχουν σάκχαρα ζυμώσιμα σε αλκοόλη. Σήμερα το σακχαροκάλαμο αποτελεί την κύρια πρώτη ύλη που παράγονται μεγάλες ποσότητες αιθανόλης παγκοσμίως. Έτσι στη Βραζιλία από δεκαετίες χρησιμοποιείται το γεωργικό αυτό προϊόν για τη παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αιθανόλης και αυτή για την κίνηση εκατομμυρίων αυτοκινήτων.

Αμυλούχες πρώτες ύλες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή αιθανόλης αφού πρώτα υδρολυθεί το άμυλο σε σάκχαρα και στη συνέχεια ζυμωθούν τα σάκχαρα. Η υδρόλυση του αμύλου μπορεί να είναι είτε ενζυματική παρουσία κατάλληλων μικροοργανισμών είτε όξινη σε pH 1,5 και στις 2 atm.

Κυτταρινούχες πρώτες ύλες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή αιθανόλης αφού πρώτα υδρολυθεί η κυτταρίνη σε σάκχαρα. Η υδρόλυση μπορεί να είναι όξινη ή ενζυματική όπως στην περίπτωση του αμύλου, είναι όμως πιο δύσκολη και πιο δαπανηρή.

Κατά τη ζύμωση των σακχάρων το pH πρέπει να είναι περίπου 4-5 και η θερμοκρασία 30-32°C. Η αλκοολική ζύμωση μπορεί να είναι διαλείπωντος έργου, ημισυνεχής ή συνεχής. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο αριθμός οκτανίων της καθαρής αιθανόλης όταν χρησιμοποιείται σαν καύσιμο οχημάτων είναι 106 σε σύγκριση με 90-92 της απλής βενζίνης και 97-99 της σούπερ. Η παραγωγή αιθανόλης από σακχαρούχες γεωργικές πρώτες ύλες συνεπάγεται τη δέσμευση σημαντικών εκτάσεων γης που διαφορετικά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή τροφίμων.

Σημαντικό πρόβλημα ρύπανσης παρουσιάζουν τα απόβλητα της ζύμωσης και της απόσταξης. Έχουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο και είναι δύσκολα επεξεργάσιμα. Στη Βραζιλία έχουν σήμερα υιοθετηθεί δύο πρακτικές για την επεξεργασία των αποβλήτων της επεξεργασίας του σακχαροκάλαμου για παραγωγή αιθανόλης.

Η πρώτη μέθοδος αφορά τη συλλογή τους σε δεξαμενές και την εξάτμιση του νερού. Η δεύτερη αφορά τη διασπορά τους υπό μορφή σπρέι σε καλλιέργειες σακχαροκάλαμου.

Ανάμιξη της αιθανόλης με βενζίνη σε ποσοστό μέχρι 20% δεν συνεπάγεται αλλαγές στον κινητήρα του αυτοκινήτου. Εφόσον αναμιχθεί η αιθανόλη σε μεγαλύτερο ποσοστό ή χρησιμοποιηθεί καθαρή αιθανόλη, απαιτούνται όμως μικρές αλλαγές στον κινητήρα του αυτοκινήτου. Η χρήση της αιθανόλης σαν καύσιμο στα οχήματα μειώνει τις αέριες εκπομπές υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου.

#### **2.4.7 Παραγωγή φυτικών ελαίων από βιομάζα**

Υπάρχουν διάφορα δένδρα, οι καρποί των οποίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ελαίων. Οι περισσότερες γεωργικές φυτείες έχουν παραγωγικότητα 30-80 χλγ. ελαίου/στρέμμα. Υπάρχουν όμως δένδρα όπως ο φοίνικας στην Αφρική που έχουν αποδόσεις 300 περίπου χλγ. ελαίου/στρέμμα. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τη λήψη ελαίου από τους καρπούς είναι η ίδια είτε το λάδι χρησιμοποιείται για βρώσιμο είτε για καύσιμο.

Για τη λήψη των ελαίων από τους καρπούς χρησιμοποιούνται δύο είδη τεχνολογιών. Η πρώτη αφορά τη μηχανική συμπίεση των καρπών για τη λήψη των ελαίων, η οποία μπορεί να γίνει σε δύο στάδια για την επίτευξη καλύτερων αποδόσεων. Πάντως μικρές ποσότητες λαδιού παραμένουν στο υπόλειμμα που είναι δυνατόν να ληφθούν με εκχύλιση. Οι μονάδες παραγωγής λαδιού με

συμπύεση μπορεί να είναι σχετικά μικρής δυναμικότητας και είναι απλής τεχνολογίας.

Η δεύτερη αφορά την εκχύλιση του ελαίου από τους καρπούς με κάποιο διαλύτη συνήθως εξάνιο. Προηγουμένως έχει αφαιρεθεί η υγρασία από τους καρπούς και το υπόλειμμα που παραμένει περιέχει πολύ μικρές ποσότητες ελαίων. Η εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής απαιτεί μονάδες με μεγαλύτερη δυναμικότητα από αυτές που το έλαιο λαμβάνεται με συμπύεση, ενώ η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία είναι πιο πολύπλοκη.

Τα φυτικά έλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν καύσιμα σε οχήματα που χρησιμοποιούν πετρέλαιο ντίζελ όπως η αιθανόλη μπορεί να υποκαταστήσει τη βενζίνη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθαρό λάδι ή μίγμα ελαίου - ντίζελ.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3** **ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ**

### **3.1 Ευρωπαϊκές δεσμεύσεις**

Μέχρι τώρα το πλέον αποτελεσματικό ρυθμιστικό πλαίσιο για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την ανάπτυξη των ΑΠΕ έχει πραγματοποιηθεί από την Ευρωπαϊκή ένωση. Το 2007 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε μια διεξοδική δέσμη μέτρων για τη χάραξη μιας νέας ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι κλιματικές αλλαγές και να ενισχυθεί η ενεργειακή ασφάλεια και η ανταγωνιστικότητα της ΕΕ. Η Επιτροπή έθεσε τρεις φιλόδοξους στόχους με χρονικό ορίζοντα το 2020:

- Βελτίωση της απόδοσης των ενεργειακών συστημάτων κατά 20%
- Αύξηση του ποσοστού διείσδυσης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στην τελική κατανάλωση στο επίπεδο το 20%
- Αύξηση του ποσοστού βιοκαυσίμων στις μεταφορές στο 10% .Σημειώνεται ότι ο στόχος για 20% διείσδυση των ΑΠΕ αφορά το σύνολο των ενεργειακών χρήσεων (ηλεκτρισμός , θερμότητα και μεταφορές)

Τα κράτη μέλη παρακολουθούν τις οικείες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και υποβάλλουν σχετική έκθεση κάθε χρόνο. Αν μια έκθεση παρακολούθησης δείξει ότι ένα κράτος δεν τήρησε τις επιτρεπόμενες ποσότητες που καθορίζονται στην απόφαση για επιμερισμό της προσπάθειας, η κοινότητα μπορεί να κινήσει διαδικασίες για παράβαση κατά του συγκεκριμένου κράτους μέλους βάσει του άρθρου 226 της συνθήκης ΕΚ. Το άρθρο αυτό εξουσιοδοτεί την Επιτροπή να προσφύγει στο Δικαστήριο κατά των κρατών μελών που δεν τηρούν τις υποχρεώσεις τους. Αυτό σημαίνει πως επιβάλλεται κάποιο χρηματικό πρόστιμο για κάθε μη συμμόρφωση των κρατών στις επιταγές της Επιτροπής.

Οι προτάσεις της Ευρωπαϊκής επιτροπής γεννούν για την Ελλάδα μια μεγάλη πρόκληση προκειμένου να εκπληρωθεί ο στόχος της Κοινοτικής Οδηγίας για την παραγωγή ηλεκτρισμού από ΑΠΕ. Συμφώνα με αυτήν η Ελλάδα καλείται να αυξήσει τη συμβολή των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο επίπεδο του 20,1% το 2010 (συμπεριλαμβανομένης της συμβολής των μεγάλων

υδροηλεκτρικών σταθμών). Ωστόσο ο στόχος αυτός είναι μάλλον πολύ υψηλός για τα Ελληνικά δεδομένα αφού οι γραφειοκρατικές και πολιτικές δυσκολίες δεν επιτρέπουν επιτάχυνση στους ρυθμούς επένδυσης σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και γι' αυτό μετατέθηκε για το 2020.

### **3.2 Ευρωπαϊκές οδηγίες για τη Βιομάζα**

#### **3.2.1 Γενική Ευρωπαϊκή Νομοθεσία για τα βιοκαύσιμα**

Σε μια προσπάθεια να προωθήσει την χρήση των βιοκαυσίμων στον τομέα των μεταφορών στην Ευρώπη, η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε την κοινοτική οδηγία 2003/30/EK. Σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 2003/30/EK βιοκαύσιμα θεωρούνται κάθε υγρό ή αέριο καύσιμο για τις μεταφορές το οποίο παράγεται από βιομάζα όπου βιομάζα είναι το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων από γεωργικές (συμπεριλαμβανομένων φυτικών και ζωικών ουσιών), δασοκομικές και σιμυαφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων. Σύμφωνα με την ίδια οδηγία στην κατηγορία των βιοκαυσίμων εμπίπτουν η βιοαιθανόλη, το βιοντίζελ (μεθυλεστερας λιπαρών οξέων), το βιοαέριο, η βιομεθανόλη, ο βιοδιμεθυλαιθέρας, ο βιο-ETBE (αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας, ο βιο-MTBE (μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας), τα συνθετικά βιοκαύσιμα (συνθετικό υδρογονάνθρακες ή μείγματα συνθετικών υδρογονανθράκων που έχουν παραχθεί από βιομάζα), το βιοϋδρογόνο και τα καθαρά φυτικά έλαια. Επίσης η νομοθεσία προβλέπει ότι τα κράτη μέλη οφείλουν να διασφαλίσουν ότι μια ελάχιστη αναλογία βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων καυσίμων διατίθεται στις αγορές τους, αναλογία η οποία για το 2005 ορίζεται στο 2%, υπολογιζόμενη βάσει του ενεργειακού περιεχομένου, επί του συνόλου της βενζίνης και του πετρελαίου ντίζελ που διατίθεται στις αγορές τους προς χρήση στις μεταφορές. Η αναλογία αυτή οφείλει να αυξηθεί στο 5.75% έως το τέλος του 2010. Η Ελλάδα το καλοκαίρι του 2005 ενσωμάτωσε την οδηγία αυτή στην εθνική νομοθεσία. Η Ελλάδα δεν κατάφερε να επιτύχει το στόχο του 2% στο τέλος του 2005.

Οι χώρες τις Βόρειας Ευρώπης έχουν ήδη επιλύσει (εδώ και δεκαετίες) το πρόβλημα της διαχείρισης των οργανικών και βιοαποδομήσιμων αποβλήτων και επικεντρώθηκαν μόνο στη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και πράσινου CO<sub>2</sub>. Σε αντίθεση οι χώρες της Νοτίου Ευρώπης και ιδιαίτερα η Ελλάδα, που δεν έχουν

ακόμη επιλύσει το πρόβλημα της διαχείρισης των οργανικών και βιοαποδομήσιμων αποβλήτων.

### **3.2.2 Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας στην Ελλάδα για το 2010.**

Σύμφωνα με την ετήσια έκθεση της Υπηρεσίας Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα ΑΠΕ του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής για το 2010, που δόθηκε στη δημοσιότητα μέσω της επίσημης ιστοσελίδας του Υπουργείου στις 2 Μαρτίου 2011, η παρούσα κατάσταση αναφορικά με την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα έχει ως ακολούθως:

«... Με την ψήφιση του ν. 3851/2010 εισήχθησαν ρυθμίσεις που συνεπάγονται ουσιώδεις αλλαγές σε σχέση με το προϋφιστάμενο καθεστώς στον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα.» Σύμφωνα με την εκδοθείσα απόφαση «για την επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και την κατανομή της στο χρόνο», τα όρια εγκατεστημένης ισχύος για τους σταθμούς βιομάζας ανέρχονται σε 200 και 350 MW για τα έτη 2014 και 2020, αντίστοιχα.

Δεδομένου του οικονομικά διαθέσιμου στη χώρα δυναμικού βιομάζας, καθώς και ότι οι εν λόγω σταθμοί «βάσης» παρέχουν εγγυημένη ισχύ και συμβάλουν στη σταθερότητα του συστήματος, και ως τέτοιοι είναι επιθυμητοί από τους αρμόδιους διαχειριστές του δικτύου και του συστήματος, τα υιοθετηθέντα όρια κρίνονται ως συμπιεσμένα προς τα κάτω. Λαμβανομένων υπόψη τόσο του επενδυτικού ενδιαφέροντος που εκτιμάται ότι θα εκδηλωθεί, αλλά και των δυνατοτήτων που προσφέρονται για βιώσιμη ανάπτυξη, με ενεργοποίηση του αγροτικού πληθυσμού στην ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας, αντί χρήσης άλλων τεχνολογιών, π.χ. εγκατάστασης Φ/Β σταθμών, ενδεχόμενα στο μέλλον να εξεταστεί πιθανή εξαίρεση αυτών από την εκτίμηση υπερκάλυψης ισχύος της ανωτέρω απόφασης.

Υπενθυμίζεται ότι, σε αντίθεση με την αρμοδιότητα χορήγησης αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, που μεταφέρθηκε στη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), η αρμοδιότητα χορήγησης ενιαίας άδειας παραγωγής ηλεκτρικής και διανομής θερμικής ενέργειας από συμπαραγωγή, ασκείται από

τον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, κατόπιν γνωμοδότησης της ΡΑΕ, σύμφωνα με τις διατάξεις του ν.3175/2003<sup>2</sup>, όπως ισχύει, και του Κανονισμού αδειών παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας<sup>3</sup>, που εκδόθηκε κατ' εξουσιοδότηση του ν. 2773/99.

<sup>2</sup> ΦΕΚ Α' 207

<sup>3</sup> Δ5ΗΛΒ/Φ1/οικ.17951/ 06.12.2000, ΦΕΚ Β' 1498

Οι αιτήσεις για χορήγηση άδειας παραγωγής που υποβλήθηκαν έως το τέλος του 2010 ανέρχονται σε 124 συνολικής ισχύος 1.462 MW, ενώ εκδόθηκαν 37 άδειες παραγωγής συνολικής ισχύος 443 MW .

### **3.2.2 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία Τιμολόγησης ηλεκτρικής ενέργειας από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας**

Η σημαντική αύξηση των εγγυημένων τιμών πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία απορροφάται από το σύστημα, έχει ήδη προκαλέσει την εκδήλωση επενδυτικού ενδιαφέροντος για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα. Συγκεκριμένα προβλέπεται διαφοροποίηση της τιμής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας από το βιοαέριο και τις λοιπές μορφές βιομάζας, αναλόγως της εγκατεστημένης ισχύος του σταθμού και της προέλευσης του καυσίμου (βιοαέριο από βιομάζα, από χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, από βιολογικούς καθαρισμούς, από πτηνό- κτηνοτροφικά, αγροτοβιομηχανικά οργανικά υπολείμματα και απόβλητα).

Το νέο καθεστώς στην τιμολόγηση, για τη διαμόρφωση του οποίου προφανώς λήφθηκαν υπόψη παράμετροι που επιδρούν στο λειτουργικό κόστος των σταθμών βιομάζας, καθιστά πλέον ελκυστική την υλοποίηση σχετικών επενδύσεων οι οποίες δεν ήταν δυνατό να πραγματοποιηθούν με την προγενέστερη τιμή αγοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, που σημειωτέον ήταν ενιαία για όλες τις ΑΠΕ.

Σε αυτό το πλαίσιο δρουν ενισχυτικά και οι διατάξεις του νόμου που προβλέπουν αυξημένη τιμολόγηση όταν οι επενδύσεις ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας υλοποιηθούν χωρίς δημόσια επιχορήγηση (+15%, εξαιρουμένων των περιπτώσεων ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων).

Πλέον των ανωτέρω η νέα τιμολόγηση κρίνεται καταλυτική για την



επίλυση περιβαλλοντικής φύσεως προβλημάτων, που άπτονται της ασφαλούς διαχείρισης των οργανικών αποβλήτων.

Η τεχνολογία ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίου το οποίο προέρχεται από την αναερόβια χώνευση μίγματος διαφορετικών πρώτων υλών και συγκεκριμένα χλωρής βιομάζας, καλαμποκιών και πτηνό-κτηνοτροφικών αποβλήτων, είναι ευρύτατα διαδεδομένη σε χώρες του εξωτερικού από πολλών ετών, συγκεντρώνει δε σήμερα ιδιαίτερο επενδυτικό ενδιαφέρον στη χώρα μας. Η τιμολόγηση ηλεκτροπαραγωγής από βιοαέριο, το οποίο προέρχεται από την αναερόβια χώνευση καλαμποκιών (120ευρώ/MWh), σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με αυτά των πτηνό-κτηνοτροφικών αποβλήτων (220ευρώ/MWh), συμπαρασύρει την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στις χαμηλές τιμές και δεν ευνοεί την ανάπτυξη επενδυτικών πρωτοβουλιών για ενεργειακή αξιοποίηση εκ παραλλήλου με την ασφαλή διάθεση των πτηνό-κτηνοτροφικών αποβλήτων.

Καθόσον δεν υπάρχει σχετική πρόβλεψη τιμολόγησης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμό βιοαερίου παραγόμενου από μίγμα διαφορετικών πρώτων υλών οι οποίες εμπίπτουν σε διαφορετικές κατηγορίες τιμολόγησης, όπως αυτές προβλέπονται στο σχετικό πίνακα του άρθρου 13 του ν. 3468/2006, όπως ισχύει, κρίνεται απαραίτητη η εισαγωγή σχετικής νομοθετικής ρύθμισης κατόπιν επαναξιολόγησης της τιμολόγησης ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο.

### **3.2.3 Ευρωπαϊκή νομοθεσία για την αδειοδοτική διαδικασία**

Με τις ρυθμίσεις του ν. 3851/2010 αυξήθηκε το όριο της εγκατεστημένης ισχύος σταθμού βιομάζας, για τους οποίους δεν απαιτείται η έκδοση άδειας παραγωγής, και συνεπακόλουθα άδειας εγκατάστασης και άδειας λειτουργίας διευκολύνοντας σημαντικά τη διαδικασία αδειοδότησης σταθμών βιομάζας.

Επίσης ως προς την περιβαλλοντική αδειοδότηση σταθμών παραγωγής από βιομάζα, εισήχθησαν ρυθμίσεις για την υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις απαλλαγή από την υποχρέωση έκδοσης έγκρισης περιβαλλοντικών όρων (σταθμοί εγκατεστημένης ισχύος <0,5MW).

Με τη θεσμοθέτηση των ανωτέρω διατάξεων, διευκολύνεται η αδειοδοτική διαδικασία όπως προαναφέρθηκε, ωστόσο ανακύπτει έλλειμμα κανονιστικού πλαισίου περιβαλλοντικής αδειοδότησης για τους σταθμούς, που απαλλάσσονται από την υποχρέωση έκδοσης άδειας παραγωγής και από την υποχρέωση έκδοσης

περιβαλλοντικών όρων.

Πρέπει λοιπόν για να περιγράψουμε το νομοθετικό καθεστώς για την βιομάζα στην Ελλάδα να λάβουμε υπόψη τα εξής:

-το υφιστάμενο αδειοδοτικό καθεστώς, όπως αυτό έχει διαμορφωθεί με τους ν.1650/1986 (ΦΕΚ Α'160) και 3010/2002 (ΦΕΚ Α'91), την κοινή υπουργική απόφαση 15393/2332/2002 (ΦΕΚ Β'1022), όπως ισχύει, και τις κοινές υπουργικές αποφάσεις 104247/ΕΥΠΕ/ΥΠΕΧΩΔΕ/25.05.2006 και 104248/ΕΥΠΕ/ΥΠΕΧΩΔΕ/25.05.2006, προβλέπει συγκεκριμένη διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης για τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα και βιοαέριο, οι οποίοι κατατάσσονται στις κατηγορίες Α1, Α2 και Β3 αναλόγως του καυσίμου και της εγκατεστημένης ισχύος τους,

- μέχρι σήμερα δεν έχουν τροποποιηθεί οι κατηγορίες κατάταξης των συναφών έργων, που έχουν υιοθετηθεί με τις διατάξεις των ανωτέρω νομοθετημάτων, ώστε να επιτρέπουν την απλοποίηση της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, ο Κανονισμός (ΕΚ) υπ' αριθμό. 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21ης Οκτωβρίου 2009 περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και για την κατάργηση του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 (κανονισμός για τα ζωικά υποπροϊόντα), προβλέπει ότι τόσο η παραγωγή βιοαερίου από ζωικά υποπροϊόντα όσο και η επεξεργασία υδάτινων λυμάτων και η διάθεση οργανικών λιπασμάτων και βελτιωτικών εδάφους, υπόκεινται σε κανόνες που μπορούν τα κράτη μέλη να θεσπίζουν, οι δε επιχειρήσεις, οι εγκαταστάσεις των οποίων εκτελούν μετασχηματισμό ζωικών υποπροϊόντων και παράγωγων προϊόντων σε βιοαέριο ή λιπασματοποίηση, υπόκεινται σε έγκριση αρμόδιας αρχής για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του κανονισμού,

- ο ν.3468/2006, άρθρο 8, παρ. 13, όπως αντικαταστάθηκε από το ν.3851/2010, άρθρο 3, παρ. 2, προβλέπει ότι σταθμός ηλεκτροπαραγωγής με χρήση βιομάζας, βιοαερίου και βιοκαυσίμων με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ που δεν υπερβαίνει το 0,5MW, εξαιρείται από την υποχρέωση έκδοσης απόφασης ΕΠΟ, και αντί αυτής χορηγείται βεβαίωση απαλλαγής από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή, υπό την προϋπόθεση ότι δεν εγκαθίστανται σε γήπεδο εντός περιοχής Natura 2000 ή σε παράκτιες ζώνες απόστασης 100 μέτρων από τον αιγιαλό, και δεν γειτνιάζει σε

απόσταση 150 μέτρων με σταθμούς ίδιας τεχνολογίας, η συνολική ισχύς των οποίων υπερβαίνει το 0,5 MW,

- τα έργα ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας και βιοαερίου, συνιστούν βιομηχανικές εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν κατά περίπτωση εγκαταστάσεις υποδοχής, συγκέντρωσης, επεξεργασίας και αποθήκευσης της πρώτης ύλης καυσίμου βιομάζας, εξοπλισμό τροφοδοσίας πρώτης ύλης, μονάδα ηλεκτροπαραγωγής καθώς και πιθανά συνωδά έργα (λ.χ. βιολογικό καθαρισμό, εγκαταστάσεις δεξαμενών αποθήκευσης λυμάτων ή αποθήκευσης λοιπών υποπροϊόντων), για τα οποία μπορεί να απαιτείται διενέργεια Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης και έκδοση απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων σύμφωνα με το ν.1650/1986, όπως ισχύει, κρίνεται αναγκαία η έκδοση σχετικής εγκυκλίου, προκειμένου να

χορηγηθούν διευκρινίσεις για τις αρμόδιες υπηρεσίες αλλά και τη διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, εγκατεστημένης ισχύος, που δεν υπερβαίνει τα όρια του ν.3851/2010, για τα οποία υπό προϋποθέσεις οι σταθμοί απαλλάσσονται της υποχρέωσης έκδοσης απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων. Παρομοίως είναι επιβεβλημένη η καταγραφή της αλληλουχίας των εγκρίσεων που απαιτούνται για την περιβαλλοντική αδειοδότηση σταθμών βιομάζας/βιοαερίου, η λειτουργία των οποίων σχετίζεται με τη διαχείριση μη επικίνδυνων αποβλήτων, κατά τρόπον ώστε να εξασφαλίζονται οι προβλέψεις του ν.3851/2010 για την ολοκλήρωση της περιβαλλοντικής αδειοδοτικής διαδικασίας πριν την εξέταση αιτημάτων χορήγησης προσφορών σύνδεσης συναφών σταθμών.

Οι προαναφερθείσες ρυθμίσεις ως προς τα όρια εγκατεστημένης ισχύος βάσει των οποίων οι σταθμοί απαλλάσσονται των υποχρεώσεων για έκδοση άδειας παραγωγής και για έκδοση απόφασης έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, και οι οποίες έχουν ήδη κινητοποιήσει το επενδυτικό ενδιαφέρον, μπορεί να οδηγήσουν σε υποβολή αιτημάτων προς τον αρμόδιο διαχειριστή του δικτύου, τα οποία θα υποκρύπτουν κατάτμηση ισχύος προκειμένου είτε να αποφύγουν τη διαδικασία αδειοδότησης μέσω της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (<1MW), είτε να τύχουν απαλλαγής της έκδοσης έγκρισης περιβαλλοντικών όρων (<0,5MW),

σε συνδυασμό με τη δυνατότητα υψηλότερης τιμολόγησης που προβλέπεται για τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα, εξαιρουμένων του βιοαερίου και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων ( $\leq 1\text{MW}$ ).

Δεδομένου ότι από το νόμο δεν υπάρχουν σχετικές διατάξεις που να αποτρέπουν τέτοια φαινόμενα καταστράτηγησης του ευνοϊκού καθεστώτος αδειοδότησης και τιμολόγησης, είναι επιβεβλημένη η υιοθέτηση κανόνων, σε συνεργασία με το διαχειριστή του δικτύου, και η εισαγωγή σχετικών νομοθετικών ρυθμίσεων, λαμβανομένου υπόψη ότι η κατάτμηση ισχύος, ως ανωτέρω, πέραν των περιβαλλοντικής φύσεως προβλημάτων, δεν επιτρέπει την υλοποίηση «μεγαλύτερων έργων, με ευνοϊκότερες συνθήκες επιχειρηματικής βιωσιμότητας λόγω οικονομίας κλίμακας, και αποβαίνει εις βάρος τελικά της εθνικής οικονομίας...».

Σύμφωνα με την ίδια Έκθεση, τον Δεκέμβριο του 2010 υπήρχαν καταγεγραμμένα 445 MW έργων βιομάζας με άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, περίπου 43 MW με προσφορά σύνδεσης με το Δίκτυο, 22 MW με άδεια εγκατάστασης και λιγότερο από 1 MW με σύμβαση αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας με τον Διαχειριστή του Δικτύου. Τα σε λειτουργία έργα βιομάζας ισοδυναμούσαν με περίπου 44 MW, παρουσιάζοντας πολύ μικρή αύξηση σε σχέση με τα τέλη του 2009 (443 MW).

### **3.3 Το πρωτόκολλο του Κιότο**

Σε μια προσπάθεια αντιμετώπισης των κλιματικών αλλαγών η διεθνής κοινότητα συμφώνησε στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου υπογράφοντας τη σύμβαση πλαίσιο για την κλιματική αλλαγή γνωστό ως το πρωτόκολλο του Κιότο. Η συμφωνία αυτή επικυρώθηκε πάνω από 100 χώρες στο Κιότο της Ιαπωνίας το 1997. Εκεί οι ανεπτυγμένες χώρες δεσμευτήκαν να μειώσουν συνολικά τις εκπομπές των 6 κύριων αερίων του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>, μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου και διάφορα βιομηχανικά φθοριούχα αέρια κατά 5,2% με βάση τις εκπομπές του 1990 ως το 2012).

Το πρωτόκολλο είναι ένα θετικό βήμα αλλά ατελές, για τη σωτηρία του πλανήτη και για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς αποτελεί την πρώτη συμφωνία που έθεσε συγκεκριμένο στόχο μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου και αναγνώρισε την κοινή αλλά διαφοροποιημένη ευθύνη των διαφόρων χωρών. Ο κοινός στόχος είναι η μείωση των εκπομπών

αερίων του θερμοκηπίου κατά 5,2%, αλλά η ευθύνη είναι διαφοροποιημένη με βάση τις ανάγκες ανάπτυξης τους και την ιστορική τους ευθύνη στη δημιουργία του φαινομένου. Έτσι ενώ ο Καναδάς έχει στοχεύσει σε μείωση 6% των εκπομπών του, η Γερμανία σε μείωση κατά 21%. Η Ελλάδα διεκδίκησε και «πέτυχε» να της επιτραπεί η αύξηση κατά 25 % !!

Μαζί με το πρωτόκολλο του Κιότο γεννήθηκε μια σειρά πολύπλοκων εννοιών. Οι έννοιες αυτές ονομάζονται «ευέλικτοι μηχανισμοί» ή πιο απλά παραθυράκια για την αποφυγή της πραγματικής μείωσης των εκπομπών. Οι ευέλικτοι αυτοί μηχανισμοί δίνουν το δικαίωμα στις ανεπτυγμένες χώρες να πωλούν και να αγοράζουν πιστώσεις μεταξύ τους. Δηλαδή όταν μια χώρα έχει καταφέρει να μειώσει σε μεγαλύτερο ποσοστό τα αέρια του θερμοκηπίου από αυτό για το οποίο δεσμεύτηκε, έχει τη δυνατότητα να εμπορευτεί την επιπλέον αυτή ποσότητα με κάποια χώρα η οποία δεν κατάφερε να φτάσει στο στόχο της.

Όπως φαίνεται τα περιθώρια που προσφέρει το πρωτόκολλο του Κιότο στην ανάπτυξη της αγοράς του διοξειδίου του άνθρακα το καθιστά ανεπαρκές για την προστασία του παγκόσμιου κλίματος. Όμως οι περιβαλλοντικές οργανώσεις φορείς τοπικής αυτοδιοίκησης, αλλά και ορισμένες κυβερνήσεις πιέζουν για νέους πιο φιλόδοξους αλλά αναγκαίους στόχους, για σοβαρότερη προσπάθεια μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το μέλλον των έργων φαίνεται πως βλάπτει τα συμφέροντα των επιχειρήσεων που δε θέλουν να δουν να πηγαίνουν χαμένα τα σχέδια που προσφέρουν σε όσους χρειάζονται τις πιστώσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αλλά και έσοδα στα ταμεία τους.

### **3.4 Ελληνική νομοθεσία για τη Βιομάζα**

Το θεσμικό πλαίσιο για την ανάπτυξη των εφαρμογών της βιομάζας στην παραγωγή ενέργειας είναι ευνοϊκό. Ο ισχύον αναπτυξιακός νόμος<sup>4</sup> προβλέπει ικανοποιητικές επιδοτήσεις στις περιπτώσεις που η βιομάζα χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας, ενώ οι διαδικασίες πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από βιομάζα στη ΔΕΗ, ρυθμίζονται από το Νόμο 2244/94, ενώ με την Υπ. Απ. 8295/95 ρυθμίζονται διάφορα θέματα αδειοδοτήσεων κ.α.

Στα πλαίσια του Ε.Π.Ε. επιδοτήθηκαν με ποσοστό 50% οι επενδύσεις που υπάγονταν στις εξής κατηγορίες :

- α) Συμπαγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού με χρήση βιομάζας
- β) Τηλεθέρμανση με χρήση βιομάζας
- γ) Παραγωγή βιοκαυσίμου

---

<sup>4</sup> Ν.2601/98, ΦΕΚ 81, 15-4-1998 περί «Ενισχύσεων ιδιωτικών επενδύσεων για την Οικονομική και περιφερειακή Ανάπτυξη της χώρας».

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ**

#### **4.1 Σκοπός της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας**

Σκοπός της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας είναι η παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρισμού, κίνησης μέσω βιοκαυσίμων. Ανάλογα με την πρώτη ύλη που κάθε φορά είναι διαθέσιμη επιλέγεται και η αντίστοιχη διεργασία για την βέλτιστη ενεργειακή αξιοποίησή της.

#### **4.2 Ενεργειακό περιεχόμενο βιομάζας**

Η βιομάζα είναι ανανεώσιμη με την έννοια ότι μετασχηματίζεται, καταστρέφεται και αναπαράγεται. Στις αναπτυσσόμενες χώρες η βιομάζα βρίσκει πολλές εφαρμογές όπως :

1. Χρήση σε υλικά κατασκευών
2. Παραγωγή ζωοτροφών
3. Παραγωγή λιπασμάτων
4. Παραγωγή ενέργειας

Αλλά και στις ανεπτυγμένες χώρες βρίσκει επίσης πολλές εφαρμογές όπως :

- α) Παραγωγή ενέργειας
- β) Παραγωγή χαρτιού
- γ) Χρήση σε υλικά κατασκευών κ.ά.

Τη βιομάζα μπορούμε να τη κατατάξουμε σε διάφορες κατηγορίες όπως :

1. Δασικές φυτείες (ξυλώδης βιομάζα)
2. Αγροτικές φυτείες (ξυλώδης βιομάζα)
3. Δένδρα εκτός των δασών (ξυλώδης βιομάζα)
4. Υπολείμματα αγροτικών φυτειών (Μη ξυλώδης βιομάζα)

5. Υπολείμματα βιομηχανικής επεξεργασίας αγροτικών προϊόντων (Μη ξυλώδης βιομάζα)

7. Απόβλητα ζώων και ανθρώπων

Η βιομάζα των ανωτέρω κατηγοριών βρίσκει πολλές χρήσεις είτε για παραγωγή τροφίμων είτε για την παραγωγή ενέργειας είτε για άλλους σκοπούς. Η χρήση της βιομάζας για κάποιο σκοπό εξαρτάται από διάφορους κοινωνικούς και οικονομικούς παράγοντες που διαφέρουν από χώρα σε χώρα.

Η χρήση της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε 4 ενότητες:

1<sup>η</sup> Ενότητα: Καύσιμα από ξύλο (καυσόξυλα, κάρβουνο, υπολείμματα ξύλου, υπολείμματα δασών)

2<sup>η</sup> Ενότητα: Αγροτικά απόβλητα και παραπροϊόντα, απόβλητα γεωργικών βιομηχανιών

3<sup>η</sup> Ενότητα: Απόβλητα ζώων, αστικά λύματα, οργανικό μέρος σκουπιδιών

4<sup>η</sup> Ενότητα: Ενεργειακές φυτείες

### **4.3 Ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας**

#### **4.3.1 Χρήση της βιομάζας για παραγωγή θερμότητας**

Η παλαιότερη χρήση της βιομάζας είναι η καύση. Επιτυγχάνεται παρουσία αέρα σε θερμοκρασίες, που κυμαίνονται από 1000-1500°C και παρέχει θερμότητα, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Μεγάλες ποσότητες βιομάζας χρησιμοποιούνται σήμερα για καύση κυρίως για την παραγωγή θερμότητας, αλλά σαν διεργασία έχει χαμηλό βαθμό απόδοσης, συνήθως κάτω του 40%.

Τα παραδοσιακά τζάκια έχουν βαθμό απόδοσης, που κυμαίνεται μεταξύ 10-20%, ενώ μερικές σύγχρονες κατασκευές τζακιών επιτυγχάνουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης της τάξης του 60-80%.



#### **4.3.2 Θέρμανση κτιρίων με βιομάζα**

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση κτιρίων με τζάκι, σόμπα ή σύστημα κεντρικής θέρμανσης. Η καύση ξύλων σε σόμπες είναι ευρύτατα διαδεδομένη σήμερα σε αγροτικά σπίτια, όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες βιομάζας, κυρίως από το κόψιμο δένδρων και κυρίως ελιάς.

Πολλά σπίτια χρησιμοποιούν για θέρμανση τζάκια με την καύση ξύλων. Ενώ τα παλαιότερα τζάκια είχαν χαμηλούς βαθμούς απόδοσης, σήμερα τα σύγχρονα τζάκια έχουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση ολόκληρης της κατοικίας.

Αρκετά διαδεδομένα είναι επίσης σήμερα τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης με χρήση ξύλων ή πυρηνόξυλου. Αυτά χρησιμοποιούνται ως εναλλακτική λύση των συστημάτων θέρμανσης με καυστήρα πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Ο καυστήρας τους είναι διαφορετικός από εκείνο του πετρελαίου και αποτελείται από έναν έλικα, που μεταφέρει το πυρηνόξυλο από το σιλό στην εστία καύσης, ενώ ένας ανεμιστήρας χρησιμοποιείται για την παροχή αέρα, που υποβοηθάει την καύση. Στην περίπτωση αυτή ο ιδιοκτήτης αγοράζει το πυρηνόξυλο σε σακιά από ένα πυρηνελαιουργείο και κατά τακτά χρονικά διαστήματα γεμίζει το σιλό του καυστήρα. Επειδή το πυρηνόξυλο είναι διαβρωτικό, λόγω του ότι περιέχει υπολείμματα οξέων, θα πρέπει το σύστημα καύσης να κατασκευάζεται από ανθεκτικά υλικά. Το κόστος του καυστήρα για χρήση πυρηνόξυλου είναι ελαφρά μεγαλύτερο από εκείνο του πετρελαίου (μαζούτ ή ντίζελ) ή του υγραερίου. Όμως, το κόστος του πυρηνόξυλου σε σχέση με την ενεργειακή του αξία είναι χαμηλότερο από του πετρελαίου ή του υγραερίου. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο γεγονός, ότι ο καυστήρας του πυρηνόξυλου μετά το τέλος της χρήσης του διατηρεί μία μικρή εστία φωτιάς για χρονικό διάστημα 2-3 ημερών. Εάν χρησιμοποιηθεί ξανά στο χρονικό αυτό διάστημα, η ανάφλεξη του πυρηνόξυλου γίνεται αμέσως, ενώ όταν χρησιμοποιηθεί μετά την παρέλευση του χρονικού διαστήματος των 2-3 ημερών, όταν η εστία φωτιάς θα έχει σβήσει, θα πρέπει ο χρήστης του καυστήρα να προκαλέσει μία ανάφλεξη (π.χ. λίγο βαμβάκι με οινόπνευμα αναμμένο).

Η ενεργειακή αξία του ξύλου και του πυρηνόξυλου είναι περίπου

3500 KCAL/Kg, δηλαδή περίπου το ένα τρίτο του πετρελαίου, ενώ η τιμή του πυρηνόξυλου είναι περίπου το ένα ένατο της τιμής του ντίζελ (0,035€/Kg το πυρηνόξυλο έναντι των 0,32€/λτ του ντίζελ<sup>6</sup>).

Για τη θέρμανση μιας κατοικίας με πυρηνόξυλο με ανάγκες 15.000 KCAL/ώρα και εφόσον ο βαθμός απόδοσης του συστήματος κεντρικής θέρμανσης είναι 70%, απαιτούνται περίπου 6 χλγ/ώρα πυρηνόξυλου αξίας 0,21€.

Εφόσον στην ίδια κατοικία χρησιμοποιηθεί ντίζελ και ο βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης είναι 80%, απαιτούνται περίπου 1,875 χλγ/ώρα ντίζελ αξίας 0,60€.

Επομένως, είναι αρκετά συμφέρουσα η θέρμανση κτιρίων με πυρηνόξυλο αντί του ντίζελ, τουλάχιστον με τις σημερινές τιμές των καυσίμων αυτών.

Για θέρμανση επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα είδη βιομάζας, όπως δασικά υπολείμματα, γεωργικά υπολείμματα, υπολείμματα ξυλουργείων κ.λ.π.

---

<sup>6</sup> τιμές Οκτωβρίου 1996

Τον Νοέμβριο του τρέχοντος έτους ο Υφυπουργός του Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης στο 1<sup>ο</sup> Στρατηγικό Συνέδριο για τον κλάδο της ενέργειας «*Επενδύσεις στην ενέργεια και αειφόρος*» εξήγγειλε την χρήση του πυρηνόξυλου με την μορφή pellets ως καύσιμο σε συστήματα κεντρικής θέρμανσης.

Η εξοικονόμηση χρημάτων είναι αναμφισβήτητη αλλά κυρίως αποτελεί ένα οικολογικό καύσιμο με σημαντικές προοπτικές για την ελληνική οικονομία. Όπως δηλώνει ο υφυπουργός η χρήση του πυρηνόξυλου μπορεί να προσφέρει έως και 50% εξοικονόμηση στο κόστος θέρμανσης ενός κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη ότι ο τόνος πετρελαίου έχει τετραπλάσια τιμή από τον τόνο pellet. Επίσης υπογράμμισε ότι από τον Σεπτέμβριο δόθηκε σε δημόσια διαβούλευση το σχέδιο Κοινής Υπουργικής Απόφασης για την άρση των περιορισμών στη χρήση σύμπηκτων βιομάζας, των γνωστών pellets, στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης στις περιοχές Αθήνας και

Θεσσαλονίκης που υπάρχει εδώ και 18 χρόνια, από το 1993.

Στόχος του ΥΠΕΚΑ είναι να επιτραπεί η χρήση τυποποιημένων στερεών βιοκαυσίμων στις κεντρικές εγκαταστάσεις θέρμανσης, ώστε τα νοικοκυριά όλης της χώρας να εκμεταλλευτούν τα οικονομικά και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα της βιομάζας.

Η ευρεία χρήση pellets στη θέρμανση έχει το βασικό πλεονέκτημα ότι τόσο η πρώτη ύλη αλλά και το τελικό καύσιμο, όσο και ο καυστήρας μπορεί να είναι προϊόντα ελληνικής προέλευσης, η αξιοποίηση των οποίων δημιουργεί προοπτικές για πολλές νέες θέσεις εργασίας. Η θερμογόνο δύναμη ενός τόνου pellet ισοδυναμεί με το 50% της θερμογόνου δύναμης ενός χιλιόλιτρου πετρελαίου.

Σήμερα στη χώρα υπάρχουν πέντε εργοστάσια pellets που εξάγουν την παραγωγή τους στην Ιταλία, ενώ δημιουργούνται και τρία νέα. Εξάλλου, η χώρα μας έχει σημαντική εμπειρία και εργαστήρια κατασκευής καυστήρων και λεβήτων, γεγονός που δημιουργεί προϋποθέσεις για την ανάπτυξη ολόκληρου βιοτεχνικού – βιομηχανικού κλάδου στον τομέα αυτό.

#### **4.3.3 Παραγωγή θερμότητας σε βιοτεχνίες-βιομηχανίες**

Στην Κρήτη, το πυρηνόξυλο χρησιμοποιείται από πολλές βιοτεχνίες σαν καύσιμη ύλη, όπως σε φούρνους κυρίως λόγω της χαμηλής τιμής του σε σχέση με τη θερμιδική αξία του.

Χρησιμοποιείται, όμως, και σαν κύρια καύσιμη ύλη στα πυρηνελαιουργεία, δηλαδή στις βιομηχανίες που το παράγουν. Τα καυσαέρια από την καύση του χρησιμοποιούνται για την ξήρανση της υγρής ελαιοπυρήνας στο ξηραντήριο, ενώ επίσης χρησιμοποιείται και στους λέβητες παραγωγής ατμού.

Ορισμένα πυρηνελαιουργεία διαθέτουν μονάδες διαχωρισμού του πυρηνόξυλου σε ένα κυτταρινούχο τμήμα και σε ένα άλλο τμήμα πλούσιο σε πρωτεΐνες, που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία ζωοτροφών. Το κυτταρινούχο τμήμα του πυρηνόξυλου, μετά το διαχωρισμό του, έχει μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη από το πυρηνόξυλο πριν το διαχωρισμό.

Υπάρχουν, βέβαια, και λίγες βιοτεχνίες, που χρησιμοποιούν το κυτταρινούχο τμήμα του πυρηνόξυλου ως καύσιμη ύλη.

#### **4.3.4 Θέρμανση θερμοκηπίων με ελαιοπυρηνόξυλο**

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία για θέρμανση γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, για ξήρανση γεωργικών προϊόντων κ.ά. Μια σχετικά νέα μέθοδος θέρμανσης θερμοκηπίων με χρήση βιομάζας αποτελεί η θέρμανση με ελαιοπυρηνόξυλο. Το πυρηνόξυλο από κατάλληλα σιλό μεταφέρεται σε ένα καυστήρα/λέβητα, και το θερμό νερό που παράγεται κυκλοφορώντας σε επιδαπέδιο σύστημα σωληνώσεων που βρίσκεται εντός του θερμοκηπίου θερμαίνει το χώρο. Το πυρηνόξυλο μεταφέρεται αυτόματα σε μια κοχλιωτή έλικα του Αρχιμήδη στον καυστήρα, ενώ με ένα ανεμιστήρα διοχετεύεται αέρας στον καυστήρα για να διευκολύνει την καύση. Στην περίπτωση επιδαπέδιου συστήματος πλαστικών σωληνώσεων η θερμοκρασία του θερμού νερού κυμαίνεται στους 55°C περίπου και η θερμοκρασία του νερού επιστροφής 5-8°C χαμηλότερα. Σημαντικό πλεονέκτημα των συστημάτων αυτών είναι ότι αυτοματοποιούνται πλήρως και μπορούν να επιτύχουν πλήρη έλεγχο της θερμοκρασίας εντός του θερμοκηπίου.

Η μέθοδος αυτή θέρμανσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν τα θερμοκήπια βρίσκονται κοντά σε ελαιοπαραγωγικές περιοχές, που υπάρχει διαθέσιμο ελαιοπυρηνόξυλο, διαφορετικά η μεταφορά του κοστίζει αρκετά.

Τα συστήματα θέρμανσης αυτά βρίσκουν τελευταία πολλές εφαρμογές στην Κρήτη αλλά και αλλού για τη θέρμανση κτιρίων και θερμοκηπίων, καθώς παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα όπως :

1. Χαμηλό κόστος καυσίμου
2. Δυνατότητα πλήρους αυτοματισμού
3. Ύπαρξη τοπικά της ενεργειακής πρώτης ύλης

Έτσι συνηθίζεται ο καλλιεργητής να φροντίζει για τη μεταφορά του πυρηνόξυλου από ένα πυρηνελαιουργείο της περιοχής του σε μία αποθήκη δίπλα στο θερμοκήπιο. Η αποθήκη πρέπει να είναι στεγασμένη για να αποφεύγονται τα φαινόμενα ύγρανσης του πυρηνόξυλου με τις

βροχοπτώσεις, γιατί τότε είναι δύσκολος ο αποτελεσματικός χειρισμός του. Από την αποθήκη το πυρηνόξυλο μεταφέρεται με μία έλικα του Αρχιμήδη σε κατάλληλο σιλό και από εκεί πάλι με τον ίδιο μηχανισμό στον καυστήρα. Όταν το θερμοκήπιο που χρησιμοποιεί ελαιοπυρηνόξυλο βρίσκεται κοντά σε κατοικημένες περιοχές, μπορούν να παρουσιασθούν προβλήματα με τους κατοίκους της περιοχής για δύο κυρίως λόγους.

Πρώτα, λόγω δυσοσμίας του πυρηνόξυλου που βρίσκεται στην αποθήκη και μετά λόγω του καπνού που εξέρχεται από την καμινάδα του καυστήρα. Ο καλλιεργητής, ενώ στην πρώτη περίπτωση δεν μπορεί να παρέμβει αποτρεπτικά, στη δεύτερη θα πρέπει να εγκαταστήσει ένα σύστημα μείωσης του καπνού και των σωματιδίων που εξέρχονται από την καπνοδόχο στην ατμόσφαιρα.

Ο καυστήρας του πυρηνόξυλου θα πρέπει να συντηρείται τακτικά και σωστά. Παρουσιάζεται το φαινόμενο στον εναλλάκτη θέρμανσης του νερού να επικαθόνται εξωτερικά στις σωληνώσεις σωματίδια σκόνης, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας. Η σωστή συντήρηση του καυστήρα-λέβητα περιλαμβάνει τη τακτική απομάκρυνση των επικαθίσεων από τις σωληνώσεις διέλευσης του νερού.

Παρατηρούμε ότι στα βόρεια διαμερίσματα της χώρας, Ήπειρο, Μακεδονία, Θράκη, όπου το κλίμα είναι πιο ψυχρό και απαιτείται πιο συστηματική θέρμανση των θερμοκηπίων απ' ό,τι στη Κρήτη, η παραγωγή του ελαιοπυρηνόξυλου είναι χαμηλή και συνεπώς η μέθοδος θέρμανσης με το καύσιμο αυτό δεν είναι πρακτικά εφαρμόσιμη.

Ένα ενεργειακό θερμοκήπιο που καλύπτει όλες τις θερμικές του ανάγκες με ελαιοπυρηνόξυλο έχει αναφερθεί από το Κέντρο Προγραμματισμού<sup>7</sup>.

Το θερμοκήπιο αυτό στα Χανιά εμβαδού 1.050 m<sup>2</sup> έχει εγκατεστημένη ισχύ ηλεκτρικών συσκευών 6.81 kW και η ετήσια καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια υπολογίστηκε σε 8.195 kWh.

Από τις ετήσιες συνολικές ενεργειακές του εισροές το 5.3% αφορά

ηλεκτρική ενέργεια και το 94.7% ηλιακή ενέργεια και βιομάζα.

Ισχύς καυστήρα πυρηνόξυλου	150.000 kcal/h
Ώρες λειτουργίας ετησίως του καυστήρα	800
Αποδιδόμενη θερμότητα ετησίως από τον καυστήρα	120.000.000 kcal
Ετήσια κατανάλωση πυρηνόξυλου	34 tn
Ισοδύναμη ενέργεια (Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου)	12
Ενέργεια που αποδίδεται από τον τοίχο στη βόρεια πλευρά του θερμοκηπίου ετησίως	6.000.000 kcal (0,6 T.I.P.)
Συνολικά καταναλισκόμενη ετησίως θερμότητα για τη θέρμανση του θερμοκηπίου	126.000.000 kcal
Ισοδύναμη ηλεκτρική ενέργεια (ετησίως για θέρμανση του θερμοκηπίου)	146.510 kWh
Ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία των συσκευών του θερμοκηπίου	8195 kWh
Συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια ετησίως από το Θερμοκήπιο	154.705 kWh
Ποσοστό της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ως προς τη συνολικά καταναλισκόμενη ενέργεια στο θερμοκήπιο ετησίως	5,3%

*Πίνακας 1: Ενεργειακό ισοζύγιο θερμοκηπίου θερμαινόμενου με ελαιοπυρηνόξυλο στα Χανιά Κρήτης.*

<sup>7</sup> Κέντρο Προγραμματισμού και οικονομικών ερευνών. Ομάδα εργασίας επιστημόνων Πανεπιστημίου

Πατρών «Θέματα προγραμματισμού 38 - Δυνατότητες και προοπτικές για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα», Αθήνα 1988

Το θερμοκήπιο έχει στη βορεινή του μεριά τοίχο αποθήκευσης θερμότητας, ο οποίος είναι μονωμένος εξωτερικά και εσωτερικά είναι βαμμένος μαύρος. Η κατασκευή του είναι με πλίνθους και μπετό και το

πάχος του 50 cm. Αποτελεί ένα συμπληρωματικό ηλιακό παθητικό σύστημα θέρμανσης του θερμοκηπίου.

Μήκος	40 m
Ύψος	2 m
Πλάτος	0,50 m
Όγκος	40 m <sup>3</sup>
Πυκνότητα	1800 kg/m <sup>3</sup>
Ειδική θερμότητα	0,2 kcal/kg°C
Αποδιδόμενη θερμότητα ετησίως	6.000.000 kcal

*Πίνακας 2: Κατασκευαστικά στοιχεία του τοίχου στη Βόρεια πλευρά του θερμοκηπίου που θερμαίνεται με ελαιοπυρηνόξυλο.*

#### 4.3.5 Χρήση της βιομάζας για τηλεθέρμανση

Η βιομάζα, είτε δασική είτε άλλης μορφής, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τηλεθέρμανση. Στην περίπτωση αυτή παράγεται θερμό νερό σε έναν κεντρικό καυστήρα με την καύση της βιομάζας και το θερμό νερό μεταφέρεται με έναν καλά μονωμένο υπόγειο σωλήνα στην περιοχή χρήσης του.

Κάθε κτίριο, που είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο, μπορεί να χρησιμοποιήσει το θερμό νερό για να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσής του. Χρησιμοποιούνται συνήθως δύο κεντρικοί σωλήνες, σε κλειστό δίκτυο, ένας για τη προσαγωγή του θερμού νερού και ένας για την απαγωγή του και την επαναφορά του στο λέβητα για επαναθέρμανση.

Για τη μεταφορά του νερού χρησιμοποιούνται αντλίες και καλά μονωμένοι σωλήνες, όπου η πτώση της θερμοκρασίας του νερού είναι κάτω του 1°C ανά km σωλήνα.

#### **4.3.6 Παραγωγή βιοαερίου από τους χώρους υγειονομικής ταφής στερεών απορριμμάτων**

Κατά την ταφή των στερεών απορριμμάτων σε κατάλληλους χώρους λαμβάνεται μέριμνα κατασκευής εγκαταστάσεων συλλογής του παραγόμενου βιοαερίου.

Το βιοαέριο παράγεται από τη ζύμωση των οργανικών ουσιών των απορριμμάτων απουσία αέρα και η παραγωγή του διαρκεί αρκετά χρόνια. Για τη συλλογή του τοποθετούνται κατά διαστήματα σωληνώσεις, που οδηγούν το παραγόμενο βιοαέριο στους χώρους συγκέντρωσης και αποθήκευσής του.

Ανάλογα με το μέγεθος του χώρου υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων η ποσότητα του παραγόμενου βιοαερίου μπορεί να είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη και μπορεί είτε απλώς να καεί είτε να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας.

Συλλογή του βιοαερίου από χώρους υγειονομικής ταφής γίνεται σήμερα με κατάλληλες επεμβάσεις, ακόμα και όταν δεν έχει ληφθεί μέριμνα κατασκευής των κατάλληλων συστημάτων κατά τη δημιουργία του χώρου υγειονομικής ταφής.

#### **4.3.7 Παραγωγή βιοαερίου από την ίλη που παράγεται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων**

Η ίλύς που παράγεται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή βιοαερίου. Η διαδικασία είναι οικονομικά βιώσιμη σε μεγάλες εγκαταστάσεις επεξεργασίας δυναμικότητας άνω των 50.000-100.000 ισοδυνάμων κατοίκων.

Η παραγόμενη πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια ίλύς χωνεύεται σε μεγάλους αντιδραστήρες, όπου παράγεται το βιοαέριο, ενώ η χωνευθείσα ίλύς υφίσταται επεξεργασία σε επόμενο στάδιο για τη μείωση της υγρασίας της με φίλτρανση, φυγοκέντρωση ή ξήρανση.



Το παραγόμενο βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή θερμότητας με καύση, μέρος της οποίας χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του βιοαντιδραστήρα, όπως επίσης και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Στην Κρήτη λειτουργούν σήμερα εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαερίου από την ιλύ των εγκαταστάσεων επεξεργασίας των αστικών λυμάτων στα Χανιά και το Ηράκλειο.

Η προκύπτουσα χωνεμένη ιλύς είναι σταθεροποιημένη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία ως λίπασμα ή εδαφοβελτιωτικό, σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις<sup>8</sup>.

#### **4.3.8 Παραγωγή βιοαερίου από απόβλητα ελαιουργείων**

Τα απόβλητα των ελαιουργείων έχουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο, είναι δύσκολα επεξεργάσιμα με συμβατικά συστήματα αερόβιας βιολογικής επεξεργασίας, περιέχουν πολλές οργανικές ουσίες και είναι κατάλληλα για παραγωγή βιοαερίου με αναερόβια χώνευση. Σε μία πιλοτική εγκατάσταση επεξεργασίας ελαιουργικών αποβλήτων στην Κάνδανο Χανίων τα απόβλητα καθιζάνουν με την παραμονή τους σε μεγάλες δεξαμενές για ορισμένο χρονικό διάστημα. Το υπερκείμενο υγρό και το υπόλειμμα υφίστανται αναερόβια χώνευση σε διαφορετικούς χωνευτές με διαφορετικούς χρόνους παραμονής. Το παραγόμενο βιοαέριο οδηγείται σε αεριοφυλάκιο, απ' όπου στη συγκεκριμένη εγκατάσταση καίγεται ελεύθερα. Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε από το ΜΟΠ Κρήτης και έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα κατά το διάστημα της πειραματικής λειτουργίας του.

Τα υγρά απόβλητα από τους χωνευτήρες μετά την επεξεργασία τους και αφού έχει μειωθεί σημαντικά το ρυπαντικό τους φορτίο, μπορούν να διατεθούν σε κάποιο αποδέκτη. Σαν σοβαρό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής επεξεργασίας των ελαιουργικών αποβλήτων, θα πρέπει να θεωρηθεί το μεγάλο κόστος κατασκευής των αρχικών εγκαταστάσεων, που είναι δυσβάσταχτο για ένα μέσο ελαιουργείο, καθώς και η ανάγκη

ύπαρξης εξειδικευμένου προσωπικού για τη λειτουργία του συστήματος.

---

<sup>8</sup> ΚΥΑ 80568/4225/22-3-91

#### **4.3.9 Η παραγωγή του πυρηνόξυλου στα πυρηνελαιουργεία**

Η ελαιοπυρήνα από το ελαιουργείο μεταφέρεται στο πυρηνελαιουργείο για την παραλαβή του εναπομείναντος ελαίου. Εκεί, αρχικά, ξηραίνεται σε κατάλληλα ξηραντήρια, όπου μειώνεται η υγρασία της σε 10% περίπου. Στη συνέχεια εκχυλίζονται τα έλαια με τη χρήση του εξανίου ως διαλυτικού.

Ο διαχωρισμός του ελαίου από το εξάνιο γίνεται κατόπιν με απόσταξη σε κατάλληλες στήλες, όπου λαμβάνεται το πυρηνέλαιο και ανακτάται το εξάνιο. Η ελαιοπυρήνα, μετά την ξήρανση και την εκχύλιση του ελαίου, έχει υγρασία περίπου 10% και είναι κατάλληλη για καύσιμο.

Σε ορισμένα πυρηνελαιουργεία ακολουθεί ένας διαχωρισμός του πυρηνόξυλου σε ένα τμήμα πλούσιο σε κυτταρίνες και σε ένα πλούσιο σε πρωτεΐνες.

Το τμήμα του πυρηνόξυλου, που είναι πλούσιο σε κυτταρίνες, έχει μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη από το απλό πυρηνόξυλο.

Το πυρηνέλαιο που παράγεται στο πυρηνελαιουργείο, για να μετατραπεί σε βρώσιμο, υφίσταται το ραφινάρισμα, ακολουθεί δηλαδή τις διαδικασίες της εξουδετέρωσης των οξέων του, του αποχρωματισμού του και της απόσμησής του.

Η παραγωγή του πυρηνόξυλου σήμερα στην Κρήτη υπολογίζεται σε 110.000 τόνους ετησίως περίπου.

#### **4.3.10 Χρησιμοποίηση της βιομάζας για συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού**

Η βιομάζα χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Προτιμώνται τα συστήματα συμπαραγωγής γιατί επιτυγχάνουν υψηλούς συνολικούς βαθμούς απόδοσης της τάξης του 70-80%. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι σχετικά απλή, όπου η βιομάζα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού και αυτός για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με ατμοστρόβιλο. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί διαφορετική τεχνολογία, όπου η βιομάζα αεριοποιείται και τα αέρια καύσεως παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με ένα αεριοστρόβιλο. Στην Ελλάδα έχει αναφερθεί ένα μόνο σύστημα<sup>9</sup> για τη συμπαραγωγή από βιομάζα, ενώ έχει επίσης διερευνηθεί<sup>10</sup> η δυνατότητα χρησιμοποίησης του πυρηνόξυλου για συμπαραγωγή. Σε άλλες χώρες επίσης η βιομάζα χρησιμοποιείται για συμπαραγωγή, όπως στις ΗΠΑ<sup>11</sup> όπου για συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού χρησιμοποιείται δασική βιομάζα, όπου γίνεται καλλιέργεια ενεργειακών φυτειών.

Στη Δανία<sup>12</sup> χρησιμοποιείται επίσης η βιομάζα είτε μόνη της είτε σε ανάμιξη με τον άνθρακα για συμπαραγωγή. Χρησιμοποιούνται άχυρο, κτηνοτροφικά απόβλητα, βιομηχανικά απόβλητα και υπολείμματα ξύλου.

Για να είναι οικονομικά βιώσιμη η συμπαραγωγή από βιομάζα θα πρέπει να πωλείται όση ηλεκτρική ενέργεια δεν ιδιοκαταναλώνεται και να αξιοποιείται η συμπαραγόμενη θερμότητα, κάτι που δεν είναι πάντα εύκολο σε χώρες με ήπιο κλίμα όπως η Ελλάδα.

#### **4.3.11 Δημιουργία ενεργειακών φυτειών**

Με τον όρο ενεργειακή φυτεία γίνεται αντιληπτή η φυτεία εκείνη στην οποία η παραγόμενη βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας. Στις ενεργειακές φυτείες περιλαμβάνονται :

α) Γεωργικές φυτείες που τα παραγόμενα προϊόντα περιέχουν άμυλο ή σάκχαρο, το οποίο μπορεί να μετατραπεί σε αιθανόλη.

β) Γεωργικές φυτείες που τα παραγόμενα προϊόντα περιέχουν έλαια κατάλληλα για την παραγωγή βιολογικού ντίζελ.

γ) Δασικές φυτείες που η παραγόμενη βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρισμού είτε με καύση είτε με κάποια άλλη θερμοχημική διεργασία.

Παρακάτω θα γίνει αναφορά σε δύο είδη ενεργειακών φυτειών που θα μπορούσαν να αναπτυχθούν στην Ελλάδα:

- Δασικές φυτείες που θα παράγουν βιομάζα και οι οποίες θα αρδεύονται με επεξεργασμένα αστικά λύματα.
- Γεωργικές φυτείες που θα παράγουν προϊόντα πλούσια σε σάκχαρα π.χ. γλυκό σόργο, τα οποία θα χρησιμεύουν σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

Τα επεξεργασμένα αστικά λύματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την άρδευση δασικών εκτάσεων όπου η παραγόμενη βιομάζα μπορεί να συλλεχθεί και να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας.

---

<sup>9</sup> C. Sooter, P. Choudalis, I. Boukis, «Μονάδα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού στα Εκκοκκιστήρια βάμβακος ΔΑΥΛΕΙΑΣ ΑΕΒΕ» στο συνέδριο «Cogeneration of heat and power» Αθήνα 3-5/11/1993, σελ.426-439

<sup>10</sup> Γ. Βουρδουμπάς «Δυνατότητες συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού από πυρηνόξυλο σε πυρηνελαιουργείο». Παρουσιάστηκε στο συνέδριο «Η εφαρμογή των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας-Εθνικές προτεραιότητες και Ευρωπαϊκή στρατηγική» Αθήνα 30/11-2/12, 1998, Ευγενίδειο ίδρυμα

<sup>11</sup>Case study : Dow Corning Corporation Biomass Cogeneration plant. Στο Internet, <http://solstice.crest.org/renewables/dc-cogen/index.html>

<sup>12</sup>P. Holmgard, H. Mosbech «Use of Biomass in Denmark».

Εφόσον τα επεξεργασμένα αστικά λύματα διατίθενται για την άρδευση δασικών εκτάσεων, θα πρέπει η ποιότητα εκροής τους να

ακολουθεί ορισμένες προδιαγραφές. Έτσι, αφενός θα πρέπει να αποφευχθεί η μόλυνση του εδάφους και των υπογείων νερών και αφετέρου θα πρέπει να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα μόλυνσης ατόμων που πιθανώς εργάζονται ή επισκέπτονται τις δασικές εκτάσεις. Συνεπώς η ποιότητα εκροής των επεξεργασμένων λυμάτων, όσον αφορά τις φυσικές, χημικές και μικροβιολογικές παραμέτρους, θα πρέπει να κυμαίνεται εντός ορισμένων ορίων, και επειδή τα προϊόντα των δασικών φυτειών δεν υπεισέρχονται στην τροφική αλυσίδα, τα όρια αυτά είναι πιο ελαστικά από εκείνα που θα πρέπει να ισχύουν στην περίπτωση που τα επεξεργασμένα αστικά λύματα αρδεύουν γεωργικές καλλιέργειες.

Αστικά λύματα που έχουν υποστεί δευτεροβάθμια επεξεργασία καθαρισμού είναι κατάλληλα για την άρδευση δασικών εκτάσεων.

Η παραγωγικότητα σε βιομάζα της δασικής φυτείας είναι καθοριστικής σημασίας για την παραγωγή ενέργειας. Για τη μεγιστοποίηση της παραγόμενης βιομάζας είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται ταχυαυξή είδη, ο κατάλληλος φυτευτικός σύνδεσμος και μικρός περίτροπος χρόνος 5-7 έτη.

Από στοιχεία της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι η παραγωγικότητα της ενεργειακής φυτείας σε βιομάζα θα πρέπει να αναμένεται τουλάχιστον σε 1 τόνο ξηρής βιομάζας ανά στρέμμα και έτος.

Η βιομάζα αφού συλλεχθεί μπορεί να χρησιμοποιηθεί με καύση ή άλλες διεργασίες για παραγωγή ενέργειας. Αν δεχθούμε τη θερμογόνο δύναμη της ξηρής βιομάζας σε 3.500 kcal/kg και το βαθμό απόδοσης του συστήματος σε 75%, θα πρέπει να αναμένουμε ότι η παραγόμενη ωφέλιμη θερμότητα κατά την καύση ανέρχεται σε  $2.6 \cdot 10^6$  kcal/στρέμμα και έτος, που ισοδυναμεί με 260kg πετρελαίου/στρέμμα και έτος.

Με την καύση της βιομάζας παράγουμε θερμότητα. Είναι όμως δυνατόν να παραχθεί και ηλεκτρική ενέργεια, εφόσον η βιομάζα χρησιμοποιηθεί για συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού.

Για τον υπολογισμό της καθαρής ενέργειας, δηλαδή της ενέργειας που προκύπτει αν από την ωφέλιμη ενέργεια που λαμβάνεται από τη βιομάζα αφαιρεθεί η ενέργεια που έχει δαπανηθεί

α) για την άρδευση της φυτείας,

β) για τη συλλογή της βιομάζας και

γ) για τη μεταφορά της βιομάζας μέχρι το σημείο χρησιμοποίησής της, θα πρέπει να γίνουν αναλυτικοί υπολογισμοί.

Οι ενεργειακές δαπάνες ενός τέτοιου συστήματος είναι συνήθως αρκετά μικρότερες από την ωφέλιμη ενέργεια που παράγεται από τη βιομάζα.

Στην Ελλάδα σήμερα ο κύριος όγκος των επεξεργασμένων αστικών λυμάτων διατίθεται σε υδάτινους αποδέκτες (θάλασσα) κυρίως λόγω του ότι η Ελλάδα σαν παραθαλάσσια χώρα διαθέτει μεγάλο μήκος ακτών. Εφόσον τα επεξεργασμένα αστικά λύματα πρόκειται να διατεθούν στο έδαφος, η διάθεσή τους στη δασοπονία πλεονεκτεί διότι:

α) για την άρδευση δασικών εκτάσεων δεν απαιτείται τόσο καλή ποιότητα εκροής των επεξεργασμένων λυμάτων όσο απαιτείται για τις γεωργικές εκτάσεις και

β) δεν δημιουργούνται κοινωνικές αντιθέσεις για την άρδευση δασικών εκτάσεων όπως πιθανώς να συμβεί στην περίπτωση διάθεσής τους σε γεωργικές εκτάσεις.

Εφόσον υπάρχουν διαθέσιμες εκτάσεις πλησίον της εγκατάστασης επεξεργασίας των αστικών λυμάτων, για την ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς και της αποφυγής κατασκευής δικτύων μεταφοράς, η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων στη δασοπονία αποτελεί μία ελκυστική εναλλακτική λύση έναντι της διάθεσής τους σε υδάτινο αποδέκτη ή στη γεωργία. Σε μια τέτοια περίπτωση το ιδιοκτησιακό καθεστώς των δασικών εκτάσεων δεν θα πρέπει να αποτελέσει εμπόδιο στην προοπτική αυτή.

#### **4.3.12 Καλλιέργεια του γλυκού σόργου και χρήση του για παραγωγή αιθανόλης**

Το γλυκό σόργο είναι ένα φυτό πλούσιο σε σάκχαρα και καλλιεργείται σε πολλά μέρη κυρίως για παραγωγή σάκχαρου. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή αιθανόλης μετά από ζύμωση των σακχάρων του. Η απόδοση σε αιθανόλη μιας καλλιέργειας γλυκού σόργου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως :

- α) Ο τύπος της γεωργικής καλλιέργειας
- β) Η ποικιλία του φυτού
- γ) Η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία
- δ) Το είδος της ζύμης που χρησιμοποιείται κ.ά.

Μια ενδεικτική τιμή της παραγόμενης αιθανόλης είναι 150 χλγ. ανά καλλιεργούμενο στρέμμα γλυκού σόργου.

Η κυτταρινούχα μάζα του γλυκού σόργου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας με καύση ή για την παραγωγή διαφόρων κυτταρινούχων προϊόντων μετά από κατάλληλη επεξεργασία και συμπίεση. Στην εικόνα 19 που ακολουθεί, φαίνεται η δυνατότητα παραγωγής ενέργειας από το γλυκό σόργο.

Η παραγόμενη αιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο οχημάτων είτε σκέτη είτε μετά από ανάμιξη με τη βενζίνη. Το κόστος καλλιέργειας του γλυκού σόργου περιλαμβάνει :

- α) Το κόστος της γης
- β) Το κόστος του νερού άρδευσης
- γ) Το κόστος της εργασίας
- δ) Το κόστος του μηχανολογικού εξοπλισμού

Η καλλιέργεια του γλυκού σόργου και η παραγωγή αιθανόλης για καύσιμο ίσως αποτελέσει μία εναλλακτική προοπτική στο μέλλον για ένα τμήμα της ελληνικής γεωργίας.

#### **4.3.13 Παραγωγή ασβέστη με καύσιμη ύλη γεωργικά υπολείμματα**

Η χρήση γεωργικών υπολειμμάτων σαν καύσιμη ύλη στη παραγωγή ασβέστη έχει βρει διάφορες εφαρμογές. Στα Τρίκαλα ένα ασβεστοκάμινο χρησιμοποιεί σαν καύσιμη ύλη υπολείμματα βάμβακος, φλοιούς από αμύγδαλο, πριονίδι κ.ά. Έτσι η βιομάζα μπορεί να αντικαταστήσει με επιτυχία το μαζούτ, που είναι η συνηθισμένη καύσιμη ύλη που χρησιμοποιούν τα ασβεστοκάμινα. Ορισμένα προβλήματα που παρουσιάστηκαν κατά την καύση της βιομάζας<sup>13</sup>, όπως η δημιουργία συμπαγούς μάζας στη κύρια εστία καύσης και η διάβρωση των πυρότουβλων, λύθηκαν με τον έλεγχο της θερμοκρασίας καύσης. Σε ένα άλλο ασβεστοκάμινο στα Χανιά χρησιμοποιείται πυρηνόξυλο σαν καύσιμη ύλη. Δεδομένου ότι το κόστος του καυσίμου συμμετέχει σε μεγάλο ποσοστό στο κόστος του τελικού προϊόντος, δηλαδή του ασβέστη, τα ασβεστοκάμινα ενδιαφέρονται να υποκαταστήσουν το ακριβό υγρό καύσιμο με φθηνά στερεά καύσιμα και κατά προτίμηση γεωργικά παραπροϊόντα και υπολείμματα.

---

<sup>13</sup> Γ. Αργυρόπουλος «Αξιοποίηση γεωργικών υπολειμμάτων στη παραγωγή Ασβέστη». Πρακτικά 2<sup>ου</sup> Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1985) σελ. ΒΙΟ 63-70



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ**

#### **5.1 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας**

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας είναι τα ακόλουθα:

1. Η αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Η βιομάζα δεν συνεισφέρει στην αύξηση της συγκέντρωσης του ρύπου αυτού στην ατμόσφαιρα γιατί, ενώ κατά την καύση της παράγεται CO<sub>2</sub>, κατά την παραγωγή της και μέσω της φωτοσύνθεσης επαναδεσμεύονται σημαντικές ποσότητες αυτού του ρύπου.

2. Η αποφυγή της επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας με το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) που παράγεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων και συντελεί στο φαινόμενο της όξινης βροχής. Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πρακτικά αμελητέα.

3. Η μείωση της ενεργειακής εξάρτησης, που είναι αποτέλεσμα της εισαγωγής καυσίμων από τρίτες χώρες, με αντίστοιχη εξοικονόμηση συναλλάγματος.

4. Η εξασφάλιση εργασίας και η συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών στις παραμεθόριες και τις άλλες γεωργικές περιοχές, συμβάλλει δηλαδή η βιομάζα στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.

Τα μειονεκτήματα που συνδέονται με τη χρησιμοποίηση της βιομάζας και αφορούν, ως επί το πλείστον, δυσκολίες στην εκμετάλλευσή της, είναι τα εξής:

1. Ο μεγάλος όγκος της και η μεγάλη περιεκτικότητά της σε υγρασία, ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας.
2. Η δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευσή της, έναντι των ορυκτών καυσίμων.
3. Οι δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός που απαιτούνται για την αξιοποίηση της βιομάζας, σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.
4. Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της.

Εξ αιτίας των παραπάνω μειονεκτημάτων και για την πλειοψηφία των εφαρμογών της, το κόστος της βιομάζας παραμένει, συγκριτικά προς το πετρέλαιο, υψηλό. Ήδη, όμως, υπάρχουν εφαρμογές στις οποίες η αξιοποίηση της βιομάζας παρουσιάζει οικονομικά οφέλη. Επιπλέον, το πρόβλημα αυτό βαθμιαία εξαλείφεται, αφ' ενός λόγω της ανόδου των τιμών του πετρελαίου, αφ' ετέρου και σημαντικότερο, λόγω της βελτίωσης και ανάπτυξης των τεχνολογιών αξιοποίησης της βιομάζας. Τέλος, πρέπει κάθε φορά να συνυπολογίζεται το περιβαλλοντικό όφελος, το οποίο, αν και συχνά δεν μπορεί να αποτιμηθεί με οικονομικά μεγέθη, εντούτοις είναι ουσιαστικής σημασίας για την ποιότητα της ζωής και το μέλλον της ανθρωπότητας.

## **5.2 Οικονομικές επιπτώσεις**

Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα βοηθά την αύξηση του εθνικού εισοδήματος, εφόσον ενθαρρύνει την εκμετάλλευση με αποδοτικό τρόπο των αχρησιμοποίητων ή των υπο- εκμεταλλευόμενων αποθεμάτων, όπως τα απόβλητα και τα υπολείμματα που μέχρι σήμερα παρέμειναν αχρησιμοποίητα, οι εγκαταλελειμμένες γαίες, η ανεκμετάλλευτη εργασία κ.λπ.

Για τις μικροοικονομικές επιπτώσεις της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας δεν είναι εύκολο να διατυπωθούν γενικοί κανόνες, γιατί το οικονομικό περιβάλλον είναι διαφορετικό σε πολλές χώρες.

Πολλά στοιχεία που υπάρχουν είναι ατεκμηρίωτα, ενώ πειραματικές και αρκετές πιλοτικές εγκαταστάσεις λειτουργούν σε διάφορα μέρη του κόσμου, από τις οποίες αργότερα μπορούν να εξαχθούν πολλά συμπεράσματα.

### **5.3 Κοινωνικές επιπτώσεις**

Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας έχει θετικές κοινωνικές επιπτώσεις. Έτσι η παραγωγή βιομάζας δημιουργεί απασχόληση στον αγροτικό τομέα, ιδιαίτερα σήμερα που η πράσινη επανάσταση, με την αύξηση της παραγωγικότητας στη γεωργία έχει αυξήσει την απασχόληση του αγροτικού πληθυσμού.

Η κατασκευή συστημάτων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας μπορεί να γίνει από μικρές τοπικές βιοτεχνίες όπως π.χ. η κατασκευή τζακιών, εστιών καύσης του ξύλου, καθώς και συστημάτων θέρμανσης με χρήση του πυρηνόξυλου. Με τον τρόπο αυτό τονώνεται η απασχόληση στις τοπικές κοινωνίες και στηρίζεται η τοπική παραγωγή μικρών μονάδων.

### **5.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις**

Κατά τη χρήση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας παρουσιάζονται διάφορα προβλήματα, τα οποία είναι διαφορετικά ανάλογα με το είδος της βιομάζας. Παρουσιάζονται επίσης περιβαλλοντικά οφέλη σε σχέση με τη χρησιμοποίηση συμβατικών καυσίμων για παραγωγή ενέργειας. Κατά τη δημιουργία της βιομάζας απορροφάται διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, με συνέπεια τη μείωση της συγκέντρωσής του και τη μείωση της επίτασης του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Η καύση της βιομάζας συνεπάγεται έκλυση CO<sub>2</sub>. Θεωρείται όμως ότι η βιομάζα έχει ουδέτερη επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς η έκλυση CO<sub>2</sub> αντισταθμίζεται με την απορρόφησή του κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης για τη δημιουργία ισόποσης βιομάζας. Λόγω του ότι η συγκέντρωση του θείου στη βιομάζα είναι μικρότερη απ' ότι στα

ορυκτά καύσιμα, η έκλυση SO<sub>2</sub> κατά την καύση της είναι μικρότερη. Συνεπώς η καύση της βιομάζας έχει μικρότερη επίπτωση στο φαινόμενο της όξινης βροχής απ' ό τι τα ορυκτά καύσιμα.

Κατά την καύση της βιομάζας στα περισσότερα συστήματα επιτυγχάνονται χαμηλές αποδόσεις. Έτσι δημιουργούνται σημαντικές θερμικές απώλειες στο περιβάλλον και συνεπώς προκαλείται θερμική ρύπανση. Ταυτόχρονα εκλύονται σωματίδια, CO και πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες. Θετικό στοιχείο στην καύση της βιομάζας είναι το μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και το ότι δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επίσης, η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.

Όταν χρησιμοποιούνται βιομηχανικά απόβλητα για την παραγωγή ενέργειας με αναερόβια χώνευση μειώνεται το ρυπαντικό φορτίο των βιομηχανικών αποβλήτων. Το ίδιο συμβαίνει με τα κτηνοτροφικά απόβλητα. Η ιλύς που παραμένει μετά την χώνευσή τους έχει μικρότερο ρυπαντικό φορτίο από τα αρχικά απόβλητα, καθώς οι πολύπλοκες οργανικές ενώσεις έχουν αποδομηθεί κατά τη διάρκεια της αναερόβιας χώνευσης.

Ταυτόχρονα διαπιστώνεται σημαντική μείωση των δυσοσμιών. Το ίδιο συμβαίνει με την ιλύ των εγκαταστάσεων επεξεργασίας αστικών λυμάτων. Μετά τη χώνευσή της είναι σταθεροποιημένη, καθώς οι πολύπλοκες οργανικές ενώσεις έχουν διασπασθεί σε απλούστερες, και οι δυσοσμίες είναι λιγότερες.

Η δημιουργία ενεργειακών φυτειών και η παραγωγή βιοαιθανόλης προκαλεί υγρά απόβλητα δύσκολα επεξεργάσιμα και με υψηλό ρυπαντικό φορτίο. Η χρήση όμως της αιθανόλης σαν καύσιμο δημιουργεί λιγότερους αέριους ρύπους απ'ότι η βενζίνη. Η παραγωγή φυτικών ελαίων όταν γίνεται με έκθλιψη δημιουργεί υγρά απόβλητα. Αντίθετα η εστεροποίηση των τριγλυκεριδίων τους δεν δημιουργεί υγρά απόβλητα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**

### **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

#### **6.1 Συμπεράσματα**

Το νησί της Κρήτης είναι μια τυπική μεσογειακή περιφέρεια με υψηλό δυναμικό βιομάζας, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας είναι ακόμα ανεκμετάλλευτο ή χρησιμοποιείται με λάθος τρόπο. Παράλληλα, η Κρήτη αντιμετωπίζει έντονο ενεργειακό πρόβλημα κατά τη διάρκεια της τουριστικής σεζόν. Το ενεργειακό περιεχόμενο του δυναμικού βιομάζας θα πρέπει να εξεταστεί σαν δυνατότητα για να «ανακουφιστεί» το ενεργειακό σύστημα του νησιού.

Στις τελευταίες δύο δεκαετίες, παρατηρείται μια σημαντική αύξηση των ενεργειακών απαιτήσεων στην Κρήτη λόγω ανάπτυξης του πρωτογενούς τομέα, δηλαδή του τομέα της γεωργικής παραγωγής, της ανάπτυξης του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων και λόγω της ακμάζουσας τουριστικής βιομηχανίας. Σήμερα, το κυριότερο μέρος των απαιτήσεων αυτών καλύπτεται από συμβατικές πηγές ενέργειας (εισαγωγές πετρελαίου και προϊόντων του).

Επίσης, παρατηρείται παγκοσμίως μια τάση για πιο «καθαρές» και «πράσινες», μικρότερες και πιο αποκεντρωμένες εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας. Η στροφή προς τη χρήση βιοκαυσίμων είναι πλέον πραγματικότητα. Η χρήση όμως των βιοκαυσίμων συνδέεται άμεσα αλλά και εξαρτάται από την προμήθεια των απαραίτητων πρώτων υλών.

Η πραγματική πρόκληση όμως από εδώ και πέρα θα είναι η αξιοποίηση των νέων ευνοϊκών συνθηκών που έχουν διαμορφωθεί προς όφελος της ελληνικής γεωργίας και της εγχώριας παράγωγής η οποία αναμένεται και πρέπει να παίξει καθοριστικό ρόλο στην παραγωγή των πρώτων υλών με τις καλλιέργειες ενεργειακών φυτών. Με τη νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική και χάρη στις μεγάλες δυνατότητες για υψηλές στρεμματικές αποδόσεις ενεργειακής βιομάζας στην Ελλάδα, οι Έλληνες αγρότες μπορούν να βρουν μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική καλλιέργεια μέσα από την προοπτική παραγωγής βιοκαυσίμων.

Η δυνατότητα υλοποίησης και η βιωσιμότητα οποιουδήποτε έργου ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας εξαρτώνται, κατά πρώτον, από τα είδη βιομάζας (κλαδοδέματα, άχυρο, υπολείμματα υλοτομιών, ελαιοπυρήνας, κλπ), τη διαθεσιμότητα τους και τη δυνατότητα

πρόσβασης στις απαιτούμενες ποσότητες (τεχνικά διαθέσιμο δυναμικό βιομάζας) σε τοπικό επίπεδο και στην εξασφάλιση της (συλλογή, μεταφορά, πιθανή προεργασία) σε προσιτές τιμές (τεχνικά και οικονομικά διαθέσιμο δυναμικό βιομάζας).

Με δεδομένο ότι η βιομάζα έχει τοπικό χαρακτήρα, οι εκτιμήσεις για το τεχνικά και οικονομικά διαθέσιμο δυναμικό πρέπει να αναφέρονται σε τοπικό επίπεδο, στο οποίο είναι γνωστά οι χρήσεις γης και τα καλλιεργούμενα είδη, και μπορούν να εκτιμηθούν με περισσότερη σαφήνεια οι αναμενόμενες διαθέσιμες ποσότητες υπολειμμάτων, οι αποδόσεις των ενεργειακών καλλιεργειών και τα σχετικά έσοδα των παραγωγών.

Οι ξηροθερμικές και άγονες συνθήκες καθώς και το ευαίσθητο περιβάλλον του γεωργικού τομέα στην Ελλάδα καθιστά δύσκολη την αξιοποίηση της βιομάζας σε μεγάλη κλίμακα. Ωστόσο το δυναμικό της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα είναι αρκετά ενθαρρυντικό.

Απαιτείται συνδυασμός των υπολειμματικών μορφών βιομάζας και των ενεργειακών καλλιεργειών για ασφαλή τροφοδοσία των μονάδων μετατροπής, τόσο από τεχνικής όσο και από οικονομικής παραγωγής, καθώς η διασπορά της βιομάζας στην χώρα αλλά και η εποχικότητα της παραγωγής της είναι μεγάλη.

Τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι τα βιοκαύσιμα αποτελούν μια διέξοδο που θα δώσει λύση σε πολλά ενεργειακά προβλήματα ιδιαίτερα της χώρας μας που παρουσιάζει έντονη εξάρτηση από τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες. Ταυτόχρονα η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης απέδειξε ότι τόσο τα δασικά υπολείμματα που μένουν στο δάσος, όχι μόνο δεν αξιοποιούνται αλλά ταυτόχρονα δημιουργούν πολύ συχνά πρόσθετους κινδύνους για την ανάφλεξη τους και την πρόκληση πυρκαγιάς στο δάσος.

Από την άλλη πλευρά τα γεωργικά υπολείμματα των φυτών που κατά κύριο λόγο αποξυλώνονται ώστε να έχουν και μειωμένη υγρασία

παρουσιάζονται με μεγάλες ποσότητες που τελικά παραμένουν στο χωράφι και δημιουργούν επίσης προβλήματα κατά κύριο λόγο στην άροση του χωραφιού. Ταυτόχρονα τα υπολείμματα αυτά είναι από ότι αποδείχθηκε και κατά τη διάρκεια της μελέτης αυτής εύκολη και με μικρό κόστος η συλλογή τους.

Οι περισσότεροι θεωρούν ότι, η χρήση της βιομάζας ως καύσιμη ύλη συμβάλλει με μεγάλο ποσοστό στην προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και στην εξοικονόμηση χρημάτων σε κάθε νοικοκυριό ή επιχείρηση. Υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για άμεση προσωπική χρήση και εφαρμογή βιομάζας για τη θέρμανση των οικιών ή των επαγγελματικών χώρων.

Η μη ύπαρξη ισχυρών οικονομικών κινήτρων αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα άρνησης για την χρήση βιομάζας με κυριότερους τους: κατασκευή ιδιαίτερου αποθηκευτικού χώρου μεγάλης επιφάνειας, την απόδοση του νέου καυσίμου και συστήματος, η γνώση της εμπειρίας χρήσης άλλων καταναλωτών, και την τροφοδοσία της βιομάζας.

Συμπερασματικά λοιπόν η βιομάζα ως πράσινη μορφή ενέργειας, συνάδει με τους στόχους της Ευρωπαϊκής Κοινότητας για την αειφόρο-πράσινη ανάπτυξη. Στόχος όλων εμάς, των νέων μηχανικών πρέπει να είναι η ενεργειακή ανάπτυξη αλλά όχι σε βάρος των επόμενων γενεών.

Τέλος η χρήση της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς έχει θετικές αλλά και αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον παρόλα αυτά, είναι απαραίτητη για την σύσταση του ενεργειακού μίγματος της χώρας μας καθώς πρόκειται για μία φυσικής προέλευσης, ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και έχει σαφώς λιγότερο σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, πράγμα που είναι και υλοποιήσιμο και στην Κρήτη που είναι ένα μεγάλο νησί με αυξημένες ανάγκες και τις απαραίτητες δυνατότητες ανάπτυξης της ενεργειακής αξίας της βιομάζας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση για να ενθαρρύνει όσο περισσότερο γίνεται τη χρήση των ΑΠΕ λόγω της καινούργιας τους φυσιογνωμίας και έτσι δίνει επιχορηγήσεις για να παροτρύνει τα κράτη μέλη της ως προς την χρησιμοποίηση της.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Γ. Βουρδουμπά « Εισαγωγή στις τεχνολογίες της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας» ΜΑΙΧ , Χανιά 2002
2. «Παραγωγή ενέργειας από Βιομάζα». Οικονομική και πολιτική προσέγγιση». Μελέτη του ΟΟΣΑ, ΕΛΚΕΠΑ, Αθήνα 1989.
3. Μ. Αποστολάκη, Σ. Κυρίτση, Χ. Σούτερ «Το ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας γεωργικών και δασικών προϊόντων-Έρευνα στον Ελληνικό χώρο», ΕΛΚΕΠΑ, Αθήνα 1987.
4. Π. Χαρώνη «Βιοαέρια και ενέργεια από βιομάζα» εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 1989.
5. Κέντρο Προγραμματισμού και οικονομικών ερευνών. Ομάδα εργασίας επιστημόνων Πανεπιστημίου Πατρών «Θέματα προγραμματισμού 38 - Δυνατότητες και προοπτικές για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα», Αθήνα 1988.
6. M. Cross (editor) «Grow your own energy» A new Scientist guide, Basil Blackwell and new Scientist, 1984.
7. C.Y. Wereko-Brobby, E.B. Hagen «Biomass conversion and Technology» J. Wiley and Sons, 1996.
8. J. Twidell, T. Weir «Renewable energy resources» E & FN SPON, London 1986.
9. Πιέρ Σάμουελ «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου» Εναλλακτικές εκδόσεις, Αθήνα,1992.
10. Griffin Shay «Diesel fuel from vegetable oils : Status and opportunities» Biomass and Bioenergy, vol.4, No4, p.227-242, 1993.
11. A.H. Shamsuddin «Palm oil products and wastes as alternative energy sources» International Energy Journal, vol.11, No2, 1989, p.25-33.



12. Ν.2601/98, ΦΕΚ 81, 15-4-1998 περί «Ενισχύσεων ιδιωτικών επενδύσεων για την Οικονομική και περιφερειακή Ανάπτυξη της χώρας».
13. ΠΕΠ 94-99, Υπουργείο Γεωργίας, Διεύθυνση Φυτικής Παραγωγής, «Αξιοποίηση Η.Μ.Ε. για τη βελτίωση της ποιότητας των κηπευτικών και ανθοκομικών προϊόντων».
14. Π. Βουρδουμπά, Γ. Βουρδουμπά «Περιγραφή και χαρακτηριστικά ενός ανθοκηπίου στη Κρήτη που καλύπτει όλες σχεδόν τις ενεργειακές του ανάγκες με βιομάζα, 5ο Εθνικό συνέδριο για τις Η.Μ.Ε. Αθήνα, 6-8/11/96, τόμος Β΄, σελ.249-258.
15. Case study : Dow Corning Corporation Biomass Cogeneration plant. Στο Internet: [http : //solstice.crest.org/renewables/dc-cogen/index.htm](http://solstice.crest.org/renewables/dc-cogen/index.htm)
16. P. Holmgard, H. Mosbech «Use of Biomass in Denmark».
17. H.T.L. Stewart, E. Allender, P. Sandell, P. Kube «Irrigation of tree plantations with recycled water-research developments and case studies» Austr. Forr., 1986, 49, (2),81-88.
18. H.T.L. Stewart, G.R. Salmon «Irrigation of tree plantations with recycled water-some economic analysis» Aust. Fott., 1986, 49, (2), 89-96.
19. Στοιχεία για το επιχειρησιακό πρόγραμμα ενέργειας, Υπουργείο Ανάπτυξης 1997.
20. Γ. Βουρδουμπάς «Το ενεργειακό πρόβλημα της Κρήτης και οι Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας» Χανιά, 1998.
21. Ν.2244/94.
22. Υπ. Απόφαση 8295/95.
23. White paper for a community strategy and action plan for the renewable sources of energy-European-commission report.
24. Γ. Βουρδουμπά «Το ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας στη Κρήτη». Πρακτικά 4ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1992) σελ.ΒΙΟ 36-41.
25. Γ. Βουρδουμπά «Χρησιμοποίηση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων για άρδευση ενεργειακών φυτειών. Η περίπτωση των

Χανίων». Πρακτικά 4ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1992) σελ.ΒΙΟ 42-47.

26. Γ. Βουρδουμπά «Δημιουργία ενεργειακών φυτειών στη Κρήτη. Η αξιοποίηση του χαρουπιού για παραγωγή αιθανόλης». Πρακτικά 4ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1992) σελ.ΒΙΟ 48-53.
27. Πρόταση εθνικής πολιτικής για τις Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας, Greenpeace, Αθήνα 1998.

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>
------------------

**Κατάλογοςεικόνων**

<i>Εικόνα 1: Σχηματική αναπαράσταση εκμετάλλευσης βιομάζας (Εξώφυλο)</i>	
<i>Εικόνα 2: Είδη ηλιακής ενέργειας.....</i>	<i>3</i>
<i>Εικόνα 3: Σχηματική αναπαράσταση παθητικών ηλιακών συστημάτων.....</i>	<i>4</i>
<i>Εικόνα 4: Ηλιακός συλλέκτης.....</i>	<i>4</i>
<i>Εικόνα 5: Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων.....</i>	<i>4</i>
<i>Εικόνα 6: Αιολικό πάρκο στην περιοχή Αχλαδιά Σητείας Κρήτης.....</i>	<i>5</i>
<i>Εικόνα 7: Εγκατάσταση γεωθερμίας.....</i>	<i>6</i>
<i>Εικόνα 8: Σχηματική αναπαράσταση υδροδυναμικού συστήματος.....</i>	<i>6</i>
<i>Εικόνα 9: Εγκατάσταση εκμετάλλευσης υδατόπτωσης.....</i>	<i>7</i>
<i>Εικόνα 10: Σχηματική διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό της θάλασσας.....</i>	<i>8</i>
<i>Εικόνα 11: Διεργασία καύσης βιομάζας.....</i>	<i>15</i>
<i>Εικόνα 12: Παραγωγή βιοαερίου από κτηνοτροφικά απόβλητα.....</i>	<i>17</i>

**Κατάλογοςπινάκων**

<i>Πίνακας 1 Ενεργειακό ισοζύγιο θερμοκηπίου θερμαινόμενου με ελαιοπυρηνόξυλο στα Χανιά Κρήτης.....</i>	<i>38</i>
<i>Πίνακας 2 Κατασκευαστικά στοιχεία του τοίχου στη Βόρεια πλευρά του θερμοκηπίου που θερμαίνεται με ελαιοπυρηνόξυλο.....</i>	<i>39</i>

**Κατάλογος σχημάτων**

<i>Σχήμα 1 Ενεργειακοί μετασχηματισμοί κατά τη δημιουργία και την ενεργειακή χρήση της βιομάζας.....</i>	<i>14</i>
<i>Σχήμα 2 Παραγωγή ενέργειας από τη βιομάζα με διάφορες διεργασίες.....</i>	<i>14</i>