

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**1185**

# **ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:**

**ΛΕΩΝΙΔΑΣ ΡΗΓΟΠΟΥΛΟΣ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:**

**ΑΝΔΡΕΑΣ ΘΕΟΧΑΡΗΣ**

**ΠΑΤΡΑ ΜΑΙΟΣ 2012**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής μελέτης είναι η ερευνά παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από στελέχη βαμβακόφυτου μέσω θερμοχημικής και βιοχημικής μετατροπής. Από τα σημαντικότερα προβλήματα των σύγχρονων οργανωμένων κοινωνιών είναι το ενεργειακό και η καταστροφή του περιβάλλοντος. Είναι μάλιστα τόσο γρήγοροι οι ρυθμοί επιδείνωσής τους που γίνεται ολοένα πιο επιτακτική ανάγκη η γρήγορη, μεθοδική και διεξοδική η αντιμετώπιση τους.

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 στην φύση για να βρούμε λύσεις στα προβλήματα. Η χρήση συμβατικών καυσίμων είναι ένα θέμα το οποίο έχει προκαλέσει τεράστιες επιπτώσεις στο περιβάλλον και ο μόνος τρόπος αντιμετώπισης του είναι η αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων με τις ΑΠΕ που είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Όσον αφορά την Ευρώπη κατέχοντας ηγετική θέση στην εισαγωγή καυσίμων από τρίτες χώρες προσπαθεί να ανεξαρτητοποιηθεί προωθώντας όλο και περισσότερο την χρήση των ΑΠΕ. Επειδή η καταστροφή του περιβάλλοντος είναι ένα θέμα που απασχολεί ανά το παγκόσμιο βλέπουμε ότι όλες οι χώρες έχουν αρχίσει να λαμβάνουν μέτρα και να συμμορφώνονται για να σταματήσουν την καταστροφική πορεία που έχουν αρχίσει.

Σε παγκόσμιο επίπεδο οι ΑΠΕ συνεισφέρουν 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. Η αύξηση της ζήτησης της ηλεκτρικής ενέργειας και τα θέματα που σχετίζονται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου (ως φαινόμενο του θερμοκηπίου χαρακτηρίζεται το φαινόμενο θέρμανσης που παρατηρείται στα θερμοκήπια και σαν φαινόμενο έχει καταστροφικές συνέπειες για τον πλανήτη) και τις συμβατικές πηγές οδήγησαν στην έρευνα τα τελευταία χρόνια για εναλλακτικές μορφές ενέργειας.

Μια από αυτές τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η βιομάζα. Η ενέργεια από τις πηγές βιομάζας παρουσιάζουν από πολλές απόψεις μια πιο πολύπλοκη εικόνα σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτό οφείλεται στη μεγάλη ποικιλία αερίων πετροχημικής βιομηχανίας και τεχνολογιών μετατροπής και στη μεγαλύτερη πρόοδο που έχει διαφανεί σε κάποιους τομείς σε σχέση με άλλους. Η βιομάζα επίσης ίσως παράσχει ενέργεια για μια ποικιλία εφαρμογής, συμπεριλαμβανομένων και της οικιακής και βιομηχανικής θέρμανσης, παράγωγα καυσίμων μεταφοράς και ηλεκτρισμού.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Ανδρέα Θεοχάρη για την βοήθεια του ώστε να φέρω εις πέρας την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με τον όρο βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει οργανική προέλευση. Πρακτικά στον όρο αυτό εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Όπως κάθε ενεργειακή πηγή έτσι και η χρήση της βιομάζας για παραγωγή ηλεκτρικής έχει κάποια πλεονεκτήματα καθώς και κάποια μειονεκτήματα. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα από τη χρήση της βιομάζας είναι η αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου, η αποφυγή της επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας με το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) καθώς επίσης μειώνεται το ρυπαντικό φορτίο των βιομηχανικών αποβλήτων. Τα μειονεκτήματα που συνδέονται με τη χρησιμοποίηση της βιομάζας είναι ο μεγάλος όγκος της και η μεγάλη περιεκτικότητα της σε υγρασία ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας, η δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευση της, έναντι των ορυκτών καυσίμων και ο δαπανηρότερος εξοπλισμός που απαιτείται για την χρησιμοποίηση της. Στην εργασία αυτή θα ερευνηθεί η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από στελέχη βαμβακόφυτου μέσω θερμοχημικής και βιοχημικής μετατροπής. Πιο συγκεκριμένα, ερευνάται η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρισμού μέσω της διαδικασίας της αεριοποίησης, που είναι μια θερμοχημική μετατροπή και ξεχωριστά η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αναερόβιας χώνευσης, που είναι μια βιοχημική μετατροπή. Υπάρχουν διάφορα είδη πρώτων υλών κατάλληλα για παραγωγή ενέργειας, όπως για παράδειγμα ενεργειακά φυτά που καλλιεργούνται ειδικά γι' αυτό το σκοπό, αλλά και τα υπολείμματα άλλων καλλιεργειών όπως είναι για παράδειγμα το βαμβάκι που εξετάζεται σε αυτή την εργασία. Έχοντας την πρώτη ύλη της βιομάζας δίνονται διάφορες δυνατότητες για τον τρόπο που θα οδηγηθούμε στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχουν θερμοχημικές διεργασίες, όπως η απευθείας καύση της βιομάζας ή η αεριοποίηση και βιοχημικές όπως η αναερόβια χώνευση ή η ζύμωση.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	2
Περίληψη.....	3
1.Εισαγωγή-γενικά.....	8
2. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	9
2.1 Μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	10
2.1.1 Ηλιακή ενέργεια.....	10
2.1.2 Αιολική ενέργεια.....	10
2.1.3 Υδατοπτώσεις.....	11
2.1.4 Γεωθερμική ενέργεια.....	12
2.1.5 Ενέργεια από παλίρροιες.....	12
2.1.6 Υδραυλική ενέργεια.....	12
3. Μεγάλα έργα εκμετάλλευσης ΑΠΕ ανά τον κόσμο.....	13
3.1 Desertec.....	13
3.1.1 Το Desertec Αυστραλίας.....	13
3.1.2 Η Τρίτη φάση ανάπτυξης των θαλάσσιων αιολικών πάρκων της Βρετανίας.....	13
3.1.3 Το αιολικό πάρκο των 20 γιγαβάτ της Κίνας.....	14
3.1.4 Το φράγμα των 7,5 μιλίων που θα παράγει ενέργεια.....	14
3.1.5 Το μεγαλύτερο ηλιοθερμικό πάρκο του κόσμου στο Λας Βέγκας.....	14
4. Βιομάζα.....	15
4.1 Χαρακτηριστικά της βιομάζας.....	16
4.1.1 Πλεονεκτήματα.....	17
4.1.2 Μειονεκτήματα.....	17
4.2 Κύριες εφαρμογές με καύσιμο βιομάζα.....	19
4.3 Τα πέλλετς βιομάζας ως μέσο αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής.....	20
4.4 Τελευταίες εξελίξεις – Νομοθεσία.....	22

5. Γενικά περί ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον κόσμο.....	22
6. Παγκόσμια αξιοποίηση της βιομάζας.....	23
6.1 Βιομάζα-Παγκόσμια.....	23
6.2 Παγκόσμια συνεισφορά ΑΠΕ το 2007.....	24
6.3 Ανανεώσιμες πηγές ενεργείας στην Ευρώπη .....	25
6.4 Αξιοποίηση βιομάζας στην Ε.Ε .....	29
6.5 2010: Νέοι στόχοι για την αξιοποίηση της βιομάζας.....	31
6.6 Η βιομάζα στην Ελλάδα.....	32
6.6.1 Η κατάσταση στην Ελλάδα.....	34
7. Μετατροπές.....	35
7.1 Θερμοχημικές διεργασίες.....	35
7.2 Βιοχημικές διεργασίες.....	36
7.3 Άμεση καύση βιομάζας.....	36
7.4 Μέθοδος αεριοποίησης της βιομάζας.....	37
7.5 Πυρόλυση βιομάζας.....	37
7.6 Αναερόβια χώνευση.....	37
7.7 Παραγόμενο αέριο καύσιμο σε Χ.Υ.Τ.Α.....	38
7.8 Εστερεοποίηση φυτικών ελαίων/φυσικό – χημική μετατροπή.....	38
7.9 Ζύμωση και υδρόλυση.....	38
8. Προσδιορισμός της ετήσιας παραγόμενης βιομάζας από τα υποπροϊόντα φυτικής παραγωγής.....	39
8.1 Στελέχη βαμβακόφυτου.....	40
8.2 Απαιτούμενη έκταση για την εκμετάλλευση του βαμβακιού.....	41
8.2.1 Τρόποι αποθήκευσης και μεταφοράς.....	41
8.2.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από στελέχη βαμβακόφυτου.....	43
9. Μετατροπές – Αναλυτικά – Διαδικασία.....	43

9.1 Αεριοποίηση.....	44
9.2 Καθαρισμός του αέριου προϊόντος.....	48
9.3 Συμπαγωγή.....	49
10. Μελλοντικές εξελίξεις για την παραγωγή ηλεκτρισμού από βιομάζα.....	50
11. Αναερόβια χώνευση.....	52
11.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.....	54
11.2 Κόστος εγκατάστασης.....	58
11.3 Εφαρμογή.....	58
12. Επιπτώσεις.....	59
12.1 Οικονομικές – Κοινωνικές.....	59
12.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	59
13. Συμπεράσματα.....	60
Βιβλιογραφία.....	61



**ΣΤΗΝ ΕΙΚΟΝΑ ΤΥΠΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΣΤΗΝ  
ΛΑΡΙΣΑ**

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## ΓΕΝΙΚΑ

Η χάραξη της ενεργειακής πολιτικής αποτελεί βασικότατο πρόβλημα της οικονομικής πολιτικής κάθε χώρας. Μετά το 1973 ο τετραπλασιασμός της τιμής του αργού πετρελαίου προκάλεσε ασυνέχειες στους ρυθμούς της οικονομικής ανάπτυξης και οδήγησε στη διαπίστωση ότι η σημερινή τεχνολογία που προέρχεται από το πετρέλαιο πρέπει σταδιακά να προσανατολιστεί στην αξιοποίηση άλλων συμβατικών, αλλά κυρίως ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μια από τις σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η βιομάζα, από την οποία κάθε χρόνο παγκοσμίως παράγονται 220 δισεκατομμύρια τόνοι ξηρού υλικού. Τα γεωργικά παραπροϊόντα αποτελούν μια σημαντική πηγή βιομάζας. Η Ελλάδα είναι μια χώρα με σημαντικά αναπτυγμένο το γεωργικό τομέα, με τη γεωργική γη να καταλαμβάνει το 70% περίπου της συνολικής έκτασής της (η γεωργική γη υπολογίστηκε ως το σύνολο των καλλιεργουμένων εκτάσεων, των αγραναπαύσεων και των βοσκοτόπων). Οι ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες επιτρέπουν την εγκατάσταση πολλών διαφορετικών ειδών καλλιεργειών στη χώρα μας, όπως: φυτά μεγάλης καλλιέργειας (μαλακό και σκληρό σιτάρι, ρύζι κ.ά.), κτηνοτροφικά φυτά (αραβόσιτος, κριθάρι, μηδική κ.ά.), βιομηχανικά φυτά (βαμβάκι, καπνός, ζαχαρότευτλα κ.ά.), δενδρώδεις καλλιέργειες, ελιές, αμπέλια, λαχανικά, κλπ. Η τωρινή χρήση της βιομάζας για ενέργεια υπολογίζεται στο 14% περίπου της παγκόσμιας πρωτογενούς ενέργειας, περισσότερο από την οποία χρησιμοποιείται στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου η βιομάζα καλύπτει μέχρι το 1/3 των ενεργειακών αναγκών. Η μοντέρνα βιομάζα για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού συνεισφέρει περίπου 4% της πρωτογενούς ενέργειας των ΗΠΑ, 11% στην Αυστρία, 20% στη Φιλανδία, 17% στη Σουηδία.

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή ήπιες μορφές ενέργειας είναι μορφές εκμετάλλευσης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες που γίνονται στο περιβάλλον. Ο ορισμός ήπιες μορφές ενέργειας δόθηκε συγκεκριμένα για κάποια βασικά τους χαρακτηριστικά. Πρώτον γιατί για την εκμετάλλευση τους δεν χρειάζεται κάποια ενεργητική προσπάθεια όπως εξόρυξη, άντληση όπως εκμεταλλεόμαστε μέχρι τώρα τις χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας. Όπως είναι το πετρέλαιο το οποίο χρειάζεται μια επίπονη διαδικασία για την απόκτησή του και έχει μεγάλο κόστος πλέον.

Δεύτερο βασικό χαρακτηριστικό του είναι ότι πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, δηλαδή πολύ φιλικές στο περιβάλλον που δεν αποδεσμεύουν ρυπογόνες ουσίες στο περιβάλλον όπως οι υδρογονάνθρακες και το διοξείδιο του άνθρακα. Όσον αφορά τον όρο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αναφέρεται στην ιδιότητα τους να ανανεώνονται κατά το πέρασμα του χρόνου και να μην υπάρχει κίνδυνος να εκλείψουν με τη χρήση τους όπως γίνεται με τις παραδοσιακές χρησιμοποιούμενες μορφές ενέργειας που είναι το πετρέλαιο ή ο άνθρακας. Γενικά οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας βασίζονται στην ηλιακή ακτινοβολία με εξαίρεση την ενέργεια από τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται η βαρύτητα. Στην ουσία η ηλιακή ενέργεια είναι «συσκευασμένη». Για παράδειγμα η βιομάζα που μελετάμε είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης.

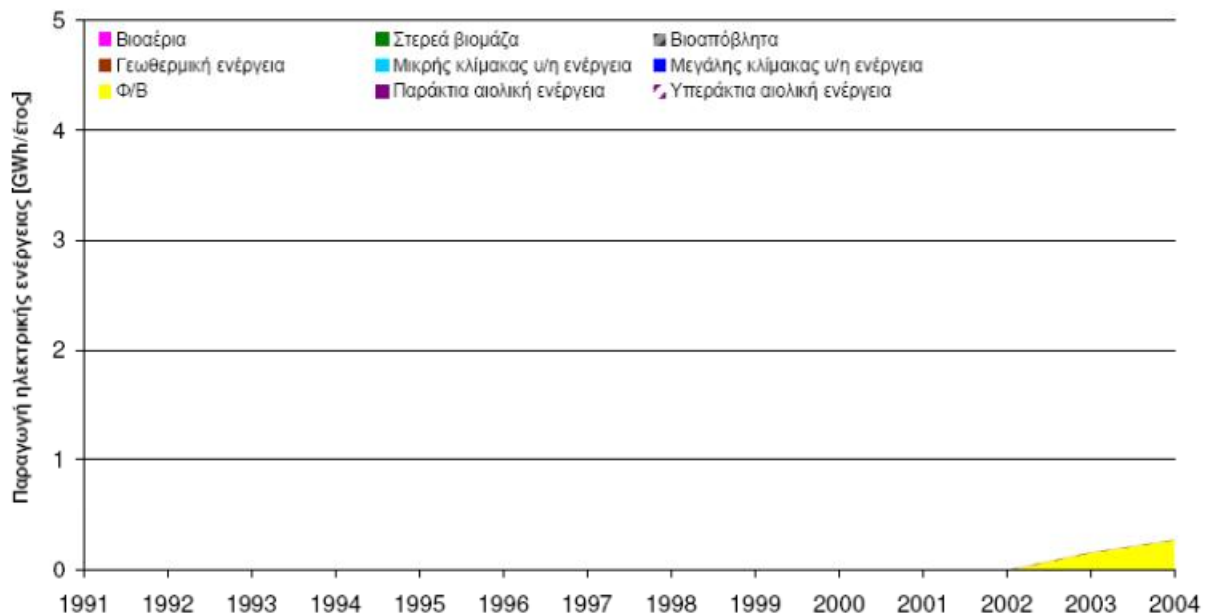
Οι μέθοδοι ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας ποικίλουν. Η επιλογή της μεθόδου εξαρτάται από τη σύσταση και από την περιεχόμενη υγρασία των υπολειμμάτων την ώρα της συλλογής.



## 2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή ήπιες μορφές ενέργειας είναι μορφές εκμετάλλευσης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες που γίνονται στο περιβάλλον. Ο ορισμός ήπιες μορφές ενέργειας δόθηκε συγκεκριμένα για κάποια βασικά τους χαρακτηριστικά. Πρώτον γιατί για την εκμετάλλευση τους δεν χρειάζεται κάποια ενεργητική προσπάθεια όπως εξόρυξη, άντληση όπως εκμεταλλευστήσαν μέχρι τώρα τις χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας. Όπως είναι το πετρέλαιο το οποίο χρειάζεται μια επίπονη διαδικασία για την απόκτησή του. Δεύτερο βασικό χαρακτηριστικό του είναι ότι πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, δηλαδή πολύ φιλικές στο περιβάλλον που δεν αποδεσμεύουν ρυπογόνες ουσίες στο περιβάλλον όπως οι υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα κ.α.

Όσον αφορά τον όρο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αναφέρεται στην ιδιότητα τους να ανανεώνονται κατά το πέρασμα του χρόνου και να μην υπάρχει κίνδυνος να εκλείψουν με τη χρήση τους όπως γίνεται με τις παραδοσιακές χρησιμοποιούμενες μορφές ενέργειας που είναι το πετρέλαιο ή ο άνθρακας. Γενικά οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας βασίζονται στην ηλιακή ακτινοβολία με εξαίρεση την ενέργεια από τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται η βαρύτητα. Στην ουσία η ηλιακή ενέργεια είναι «συσκευασμένη». Για παράδειγμα η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης. Η αιολική εκμεταλλεύεται τους άνεμους που προκαλούνται από τη θέρμανση του αέρα, ενώ οι πηγές ενέργειας που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο εξάτμισης-συμπύκνωσης του νερού και την κυκλοφορία του.



Σχήμα 1: Παράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά τύπο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (GWh).

## **2.1 ΜΟΡΦΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

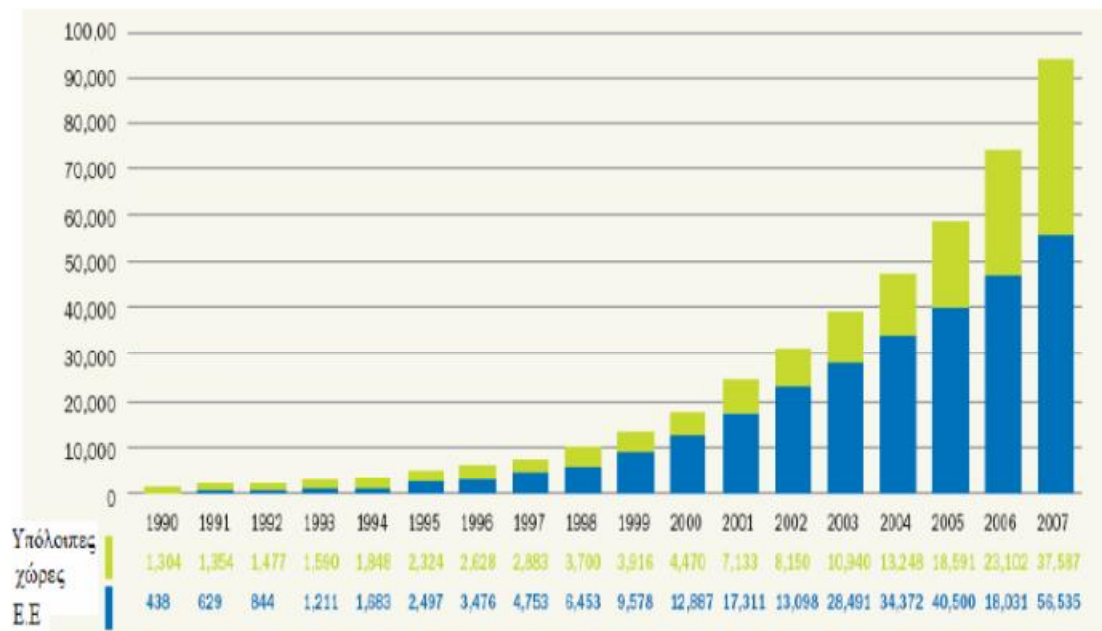
### **2.1.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

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. Κάποια από τα πλεονεκτήματα που μας προσφέρει η ηλιακή ενέργεια είναι τα εξής: είναι διαθέσιμη πάντα και προσφέρεται δωρεάν, είναι απόλυτα φιλική προς το περιβάλλον δηλαδή η εκμετάλλευση της δεν είναι ρυπογόνα και η μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια γίνεται με μηδενική ρύπανση, αθόρυβα και αξιόπιστα.

### **2.1.2 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Η αιολική ενέργεια στηρίζεται στον άνεμο, ο άνεμος με την 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 αυτήν την 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. Κάποια από τα πλεονεκτήματα της χρήσης της αιολικής ενέργειας είναι: ότι η αιολική ενέργεια είναι «άφθονη», αυτοσυγκεντρωμένη και δωρεάν.

Με τη χρήση της δεν ελκύονται αέρια θερμοκηπίου και άλλοι ρύποι και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι μικρές σε σύγκριση με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής. Η αιολική ενέργεια είναι σήμερα η πιο φθηνή από όλες τις υπάρχουσες ήπιες μορφές. Με τη χρήση της παρέχεται η ενεργειακή αυτόρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών καθώς μπορεί να αποτελέσει εναλλακτική λύση για την εξοικονόμηση πετρελαίου. Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής και ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια.



Σχήμα 2: Παγκόσμια συνολική παραγόμενη αιολική ενεργεία 1990-2007 σε (Mw).

Πηγή: Παγκόσμια οργάνωση αιολικής ενεργείας/ευρωπαϊκός οργανισμός αιολικής ενεργείας.

### 2.1.3 ΥΔΑΤΟΠΤΩΣΕΙΣ

Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο. Η υδραυλική ενέργεια που αποτελεί κλάδο των υδατοπτώσεων συμβάλλει στην αντιμετώπιση της παγκόσμιας ζήτησης ενέργειας στο 6% και στο 19% στην παγκόσμια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Η μετατροπή ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδραυλικών τουρμπίνων παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια ταξινομείται σε ενέργεια μεγάλης και μικρής κλίμακας. Η μικρή κλίμακα υδροηλεκτρικής ενέργειας δεν επιφέρει τόσο μεγάλες επιπτώσεις στο περιβάλλον όσο η μεγάλη κλίμακα. Οι μεγάλες κλίμακες υδροηλεκτρικών μονάδων απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Τα μικρής κλίμακας συστήματα τοποθετούνται δίπλα σε ποτάμια και κανάλια και έχουν λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι υδατοπτώσεις (υδραυλική ενέργεια) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε νερόμυλους, υδροτριβεία, πριονιστήρια, κλωστοϋφαντουργεία και το σημαντικότερο για παραγωγή ρεύματος για κάλυψη προσωπικών αναγκών ή για πώληση σε άλλους καταναλωτές.

Πλεονεκτήματα της είναι η μεγάλη απόδοση 80-85% σε σχέση με τις παραδοσιακές πηγές που έχουν 30-35% απόδοση. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (γαιανθράκων, πετρελαίου), που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας. Είναι μία "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγρότοπων, αναψυχή, αθλητισμός.

## **2.1.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

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 την ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας μπορεί να γίνει άμεσα χρησιμοποιώντας το ζεστό νερό για την 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 την παραγωγή ηλεκτρισμού.

Πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρήση γεωθερμικής ενέργειας είναι η χαμηλή παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα που έχει ως αποτέλεσμα την «αποφυγή» στην συνεισφορά της στην δημιουργία όξινης βροχής καθώς και στην αλλαγή του κλίματος. Τα σημερινά γεωθερμικά πεδία παράγουν μόνο το 1/6 CO<sub>2</sub> σε σύγκριση με τις γεννήτριες ηλεκτρισμού και δεν παράγονται καθόλου νιτρικά (NO<sub>x</sub>) και θειικά (SO<sub>x</sub>) αέρια. Επίσης η εκμετάλλευση της απαιτεί τη χρήση μιας μικρής έκτασης γης χωρίς να επιβαρύνει το περιβάλλον με την εκμετάλλευση περιοχών που θα υποβάθμιζαν την ποιότητα του περιβάλλοντος.

## **2.1.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ**

Ακόμα ένα είδος ανανεώσιμης πηγής ενέργειας είναι η ενέργεια από τις παλίρροιες των ωκεανών. Σε αυτήν την περίπτωση εκμεταλλευόμαστε την βαρύτητα της σελήνης και του ήλιου που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Χρησιμοποιώντας ειδικές κατασκευές γίνεται παραγωγή ηλεκτρισμού.

Τα πλεονεκτήματα είναι ότι για την παραγωγή ενέργειας δεν χρησιμοποιούνται συμβατικές μορφές ενέργειας αρά δεν επιβαρύνεται το περιβάλλον με εκπομπή αερίων που συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και επίσης θεωρείται μια πολύ αξιόπιστη πηγή ενέργειας λόγω της προβλεψιμότητας της σε σύγκριση για παράδειγμα με την ηλιακή και αιολική που εξαρτώνται από την εποχή και τις καιρικές συνθήκες.

## **2.1.6 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Υδραυλική και εν μέρει υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η ενέργεια που αποταμιεύεται ως δυναμική ενέργεια μέσα σε βαρυτικό πεδίο με τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων νερού σε υψομετρική διαφορά από τη συνέχιση της ροής του ελεύθερου νερού, και αποδίδεται ως κινητική μέσω της υδατόπτωσης. Η κινητική ενέργεια, στη συνέχεια μπορεί είτε να χρησιμοποιείται αυτούσια επιτόπου (π.χ. νερόμυλοι), είτε να μετατρέπεται σε ηλεκτρική ή άλλες, που την αποθηκεύουν, ώστε τελικά να μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις. Στον γήινο κύκλο του νερού η ενέργεια προέρχεται κυρίως από τον ήλιο που εξατμίζει, σηκώνει ψηλά δηλαδή (στην ατμόσφαιρα), μεγάλες ποσότητες νερού. Η εκμετάλλευση της ενέργειας στον κύκλο αυτό γίνεται με τη χρήση υδροηλεκτρικών έργων (υδατοταμιευτήρες, φράγματα, κλειστοί αγωγοί πτώσεως, υδροστρόβιλοι, ηλεκτρογεννήτριες, διώρυγες φυγής).

Η μεγάλη υδροδύναμη αναπτύχθηκε κατά την περίοδο των τελευταίων 5 χρόνων κατά 3% κάθε χρόνο σε παγκόσμιο επίπεδο. Η εκμετάλλευση της υδροδύναμης σε μεγάλα ποσοστά πραγματοποιείται στην Ιαπωνία στο 84%, στις ΗΠΑ στο 82%, στην Γαλλία στο 80%, στην Γερμανία στο 73% και στην Κίνα γύρω στο 70%.

### **3. ΜΕΓΑΛΑ ΕΡΓΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΑΠΕ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ**

Σε παγκόσμιο επίπεδο κάποιες χώρες έχουν ξεχωρίσει έχοντας ένα προβάδισμα όσον αφορά την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως επίσης και στην εγκατάσταση τεχνολογικών κατασκευών για την εκμετάλλευση των ΑΠΕ. Η Γερμανία έχει αρχίσει την οικοδόμηση του μεγαλύτερου ηλιακού πάρκου στον κόσμο το οποίο υπολογίζεται να ολοκληρωθεί μέχρι το τέλος του 2009. Το πάρκο αυτό θα έχει παραγωγή των 40 εκατομμυρίων κιλοβατώραν το χρόνο, η πράσινη αυτή παραγωγή θα προστατέψει τον πλανήτη μας από την παραγωγή 25 χιλιάδων τόνων διοξειδίου του άνθρακα. Επίσης ένα μεγάλο έργο εγκατάστασης φωτοβολταϊκών είναι αυτό στη Νεβάδα στις ΗΠΑ που μαζί με το έργο του google στην Καλιφόρνια κατέχουν την πρώτη θέση στις ΗΠΑ. Άλλες χώρες οι οποίες έχουν αυξήσει την 20 εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών είναι η Ιαπωνία (300 MW) και η Ισπανία (100 MW) το 2006. Σήμερα ανά τον κόσμο λειτουργούν εντυπωσιακές μονάδες παραγωγής καθαρής ενέργειας, ενώ σχεδιάζονται διαρκώς καινούριες, πιο μεγάλες και πιο ανεπτυγμένες, που θα τις αντικαταστήσουν.

#### **3.1 DESERTEC**

Η θεωρία πίσω από το φιλόδοξο και μακροπρόθεσμο σχέδιο Desertec είναι ότι η έρημος της Βορείου Αφρικής δέχεται ήδη τόσο πολλή αδιάλειπτη ενέργεια από τον Ήλιο, ώστε να μπορεί να καλύψει με ευκολία τις ανάγκες της Ευρώπης, αρκεί να την εκμεταλλευτεί. Για τον σκοπό αυτό, μεγάλοι όμιλοι της Γερμανίας και άλλων χωρών αποφάσισαν να προχωρήσουν βήμα-βήμα το σχέδιο Desertec, που προβλέπει την τοποθέτηση ηλιοθερμικών πάρκων στην Σαχάρα και τη μεταφορά της ενέργειας στην Ευρώπη μέσω υποθαλάσσιων καλωδίων υψηλής τάσης. Επίσης, το σχέδιο περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό χωρών στη Βόρεια Αφρική και την ευρύτερη Μεσόγειο, γεγονός που σύμφωνα με τους Ευρωπαίους, θα οδηγήσει σε θέσεις εργασίας για τις χώρες αυτές και μικρότερη μετανάστευση. Το κόστος του Desertec εντυπωσιάζει, καθώς υπολογίζεται σε 500 δις δολάρια σε βάθος 40 ετών.

##### **3.1.1 TO DESERTEC ΤΗΣ ΑΥΣΤΡΑΛΙΑΣ**

Με την ίδια ακριβώς λογική, η Αυστραλία θα μπορούσε να είναι για την Ασία ότι η Σαχάρα για την Ευρώπη: Μια πηγή καθαρής και φθηνής ενέργειας. Άλλωστε, οι κλιματικές συνθήκες και η ηλιοφάνεια είναι αντίστοιχες με αυτές της Βόρειας Αφρικής. Το συγκεκριμένο σχέδιο αναμένεται να στοιχίσει συνολικά 2,5-3 τρις δολάρια, φυσικά σε βάθος πολλών δεκαετιών. Οι υποστηρικτές του σχεδίου θεωρούν ότι το κόστος μπορεί να μειωθεί εφόσον οι προσπάθειες συνδυαστούν με την επέκταση του δικτύου φυσικού αερίου και των αγωγών που θα το ενώσουν με την Ασία.

##### **3.1.2 Η ΤΡΙΤΗ ΦΑΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΤΗΣ ΒΡΕΤΑΝΙΑΣ**

Η Βρετανία σκοπεύει να εγκαταστήσει 40 γιγαβάτ υπεράκτιων αιολικών στο μέλλον, από τα οποία τα 25 γιγαβάτ θα είναι έτοιμα ως το 2020, όταν θα ολοκληρωθεί ο τρίτος γύρος ανάπτυξης των έργων αυτών. Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα φιλόδοξο πρόγραμμα, το οποίο περιλαμβάνει την κατασκευή των πάρκων, την υποθαλάσσια σύνδεσή τους με το δίκτυο, αλλά και την υπογραφή μεγάλων συμβολαίων με τους κατασκευαστές.

### **3.1.3 ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΤΩΝ 20 ΓΙΓΑΒΑΤ ΤΗΣ ΚΙΝΑΣ**

Σήμερα, το μεγαλύτερο χερσαίο αιολικό πάρκο είναι το Ροσκόε του Τέξας, με ισχύ 780 μεγαβάτ. Ως το 2020 όμως, το πάρκο Τζιουγκουάν της Κίνας αναμένεται να φτάσει τον απίστευτο αριθμό των 20.000 μεγαβάτ, έναντι ενός κόστους κοντά στα 15-20 δις ευρώ. Η κατασκευή του ξεκίνησε το 2009 και θα προχωρήσει σε στάδια μέσα στην δεκαετία που διανύουμε. Επίσης, υλοποιείται ένα δίκτυο των 750 κιλοβόλτ για να μεταφέρει την ενέργεια προς τις ανατολικές ακτές της χώρας, όπου βρίσκονται τα μεγάλα αστικά κέντρα.

### **3.1.4 ΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΤΩΝ 7,5 ΜΙΛΙΩΝ ΠΟΥ ΘΑ ΠΑΡΑΓΕΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Η Βρετανία εξετάζει διαφορετικά σχέδια για να κατασκευάσει ένα φράγμα στην περιοχή Σέβερν, μήκους 7,5 μιλίων, το οποίο θα κρατάει την παλίρροια και θα την χρησιμοποιεί για να παράγει 8,6 γιγαβάτ καθαρής ενέργειας. Πέρυσι, μια επίσημη μελέτη ανέφερε ότι το σχέδιο των 30 δις λιρών δεν αποτελεί «στρατηγική προτεραιότητα», αλλά δεν απέκλεισε την υλοποίησή του σε μια μετέπειτα φάση.

### **3.1.5 ΤΟ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟ ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ ΣΤΟ ΛΑΣ ΒΕΓΚΑΣ**

Στο Λας Βέγκας, το ηλιοθερμικό πάρκο Ivanpah, ισχύος 370 μεγαβάτ, έχει λάβει ήδη άδεια και υλοποιείται από την BrightSource Energy. Το πάρκο θα αποτελείται από 347.000 ηλιοστατικά κάτοπτρα, τα οποία θα επικεντρώνουν τις ακτίνες του ηλίου σε ειδικούς πύργους, παράγοντας ατμό και ηλεκτρισμό.



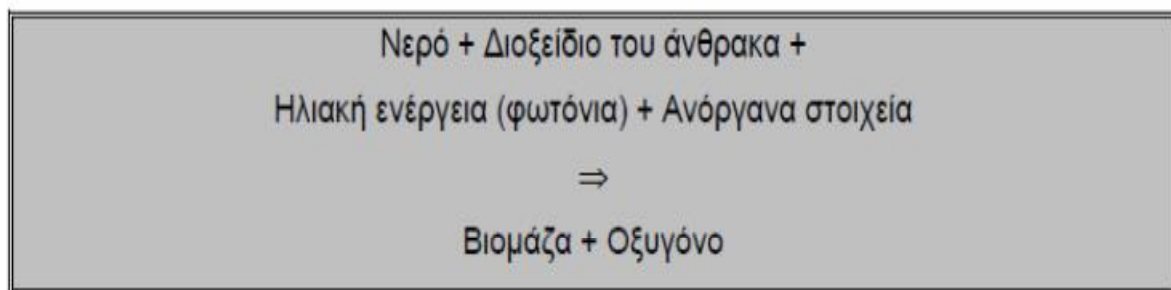
Στην παραπάνω φωτογραφία πως θα είναι το ηλιοθεμικό πάρκο.

## 4. ΒΙΟΜΑΖΑ

Με τον όρο βιομάζα ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί αυτή την ενέργεια την προσλαμβάνουν με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση.

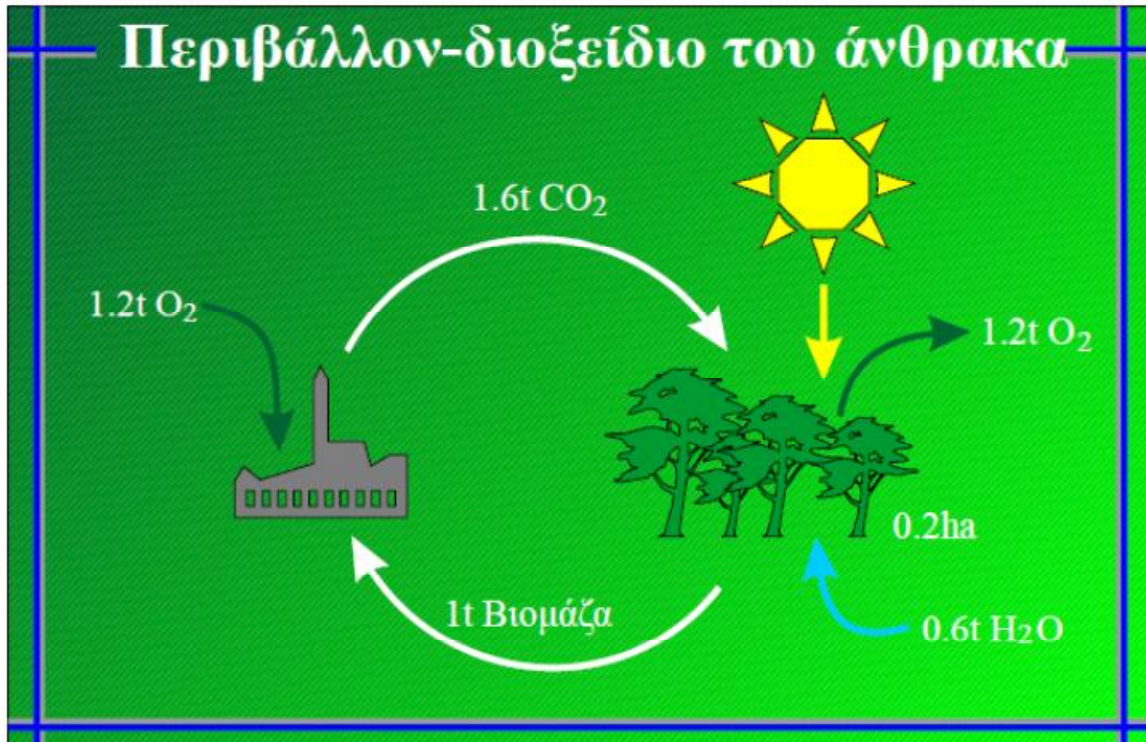
Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Ο πρωτόγονος άνθρωπος, για να ζεσταθεί και να μαγειρέψει, χρησιμοποίησε την ενέργεια (θερμότητα) που προερχόταν από την καύση των ξύλων, που είναι ένα είδος βιομάζας. Αλλά και μέχρι σήμερα, κυρίως οι αγροτικοί πληθυσμοί, τόσο της Αφρικής, της Ινδίας και της Λατινικής Αμερικής, όσο και της Ευρώπης, για να ζεσταθούν, να μαγειρέψουν και να φωτιστούν χρησιμοποιούν ξύλα, φυτικά υπολείμματα (άχυρα, πριονίδια, άχρηστους καρπούς ή κουκούτσια κ.ά.) και ζωικά απόβλητα (κοπριά, λίπος ζώων, άχρηστα αλιεύματα κ.ά.).

Όλα τα παραπάνω υλικά, που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο, αλλά και τα υγρά απόβλητα και το μεγαλύτερο μέρος από τα αστικά απορρίμματα (υπολείμματα τροφών, χαρτί κ.ά.) των πόλεων και των βιομηχανιών, μπορούμε να τα μετατρέψουμε σε ενέργεια.



Στην παραπάνω εικόνα η αντίδραση για την παραγωγή βιομάζας.

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



Σχήμα 3: Ο κύκλος διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

#### 4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η ενέργεια της βιομάζας (βιοενέργεια ή πράσινη ενέργεια) είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης. Οι βασικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται, είναι το νερό και ο άνθρακας, που είναι άφθονα στη φύση. Η μόνη φυσικά ευρισκόμενη πηγή ενέργειας με άνθρακα που τα αποθέματά της είναι ικανά ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων, είναι η βιομάζα. Αντίθετα από αυτά, η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται μόνο μια σύντομη χρονική περίοδος για να αναπληρωθεί ότι χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Εν γένει, για τις διάφορες τελικές χρήσεις υιοθετούνται διαφορετικοί όροι. Έτσι, ο όρος "βιοισχύς" περιγράφει τα συστήματα που χρησιμοποιούν πρώτες ύλες βιομάζας αντί των συνήθων ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο, άνθρακα) για ηλεκτροπαραγωγή, ενώ ως "βιοκαύσιμα" αναφέρονται κυρίως τα υγρά καύσιμα μεταφορών που υποκαθιστούν πετρελαϊκά προϊόντα, π.χ. βενζίνη ή ντίζελ. Βασικό πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και ότι παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η αξιοποίηση της μπορεί να γίνει με μετατροπή της σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων, με διάφορες μεθόδους και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας. Σαν πλεονέκτημά της καταγράφεται και το ότι κατά την παραγωγή και την μετατροπή της δεν δημιουργούνται οικολογικά και περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Από την άλλη σαν μορφή ενέργειας η βιομάζα χαρακτηρίζεται από πολυμορφία, χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, λόγω χαμηλής πυκνότητας και υψηλής περιεκτικότητας σε νερό, εποχικότητα, μεγάλη διασπορά, κλπ. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνεπάγονται πρόσθετες, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευσή της. Σαν συνέπεια το κόστος μετατροπής της σε πιο εύχρηστες μορφές ενέργειας παραμένει υψηλό.



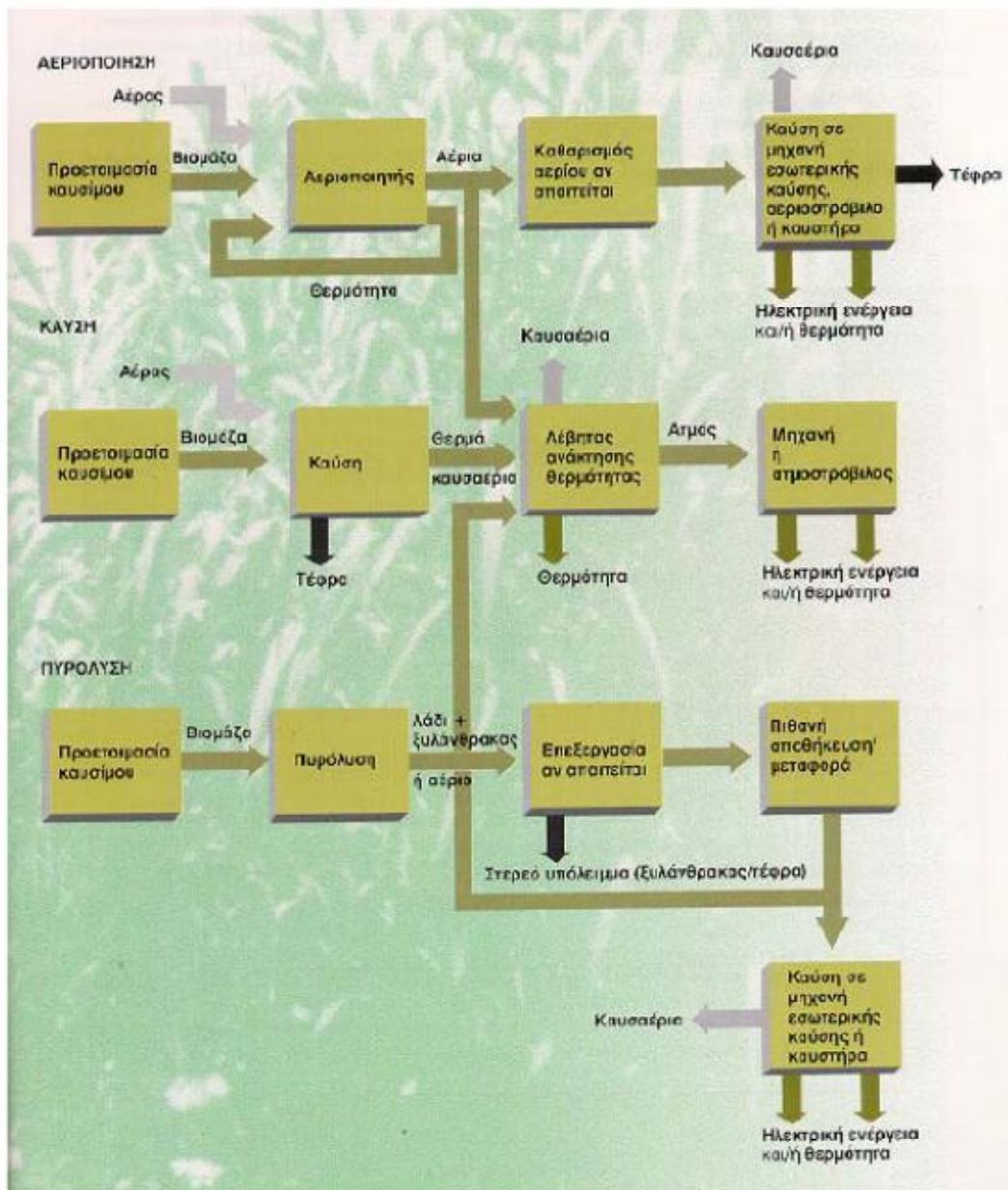
### **4.1.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

1. Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου-επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.
2. 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.
3. Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου και στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος.
4. Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι, κενάφι) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλίανθος κ.ά.), και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στο βιομηχανικό χώρο.

### **4.1.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

1. Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
2. Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.
3. Βάση των παραπάνω παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.
4. Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

Στο παρακάτω Σχήμα 4 υπάρχουσες τεχνολογίες αξιοποίησης της βιομάζας.



Σχήμα 4

## 4.2 ΚΥΡΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕ ΚΑΥΣΙΜΟ ΒΙΟΜΑΖΑ

Θέρμανση θερμοκηπίων: Σε περιοχές της χώρας όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες διαθέσιμης βιομάζας, χρησιμοποιείται η βιομάζα σαν καύσιμο σε κατάλληλους λέβητες για την θέρμανση θερμοκηπίων.

Θέρμανση κτιρίων με καύση βιομάζας σε ατομικούς/κεντρικούς λέβητες: Σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση κτιρίων ατομικοί/κεντρικοί λέβητες πυρηνόξυλου.

Παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες: Η βιομάζα για παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιείται από γεωργικές βιομηχανίες στις οποίες η βιομάζα προκύπτει σε σημαντικές ποσότητες σαν υπόλειμμα ή υποπροϊόν της παραγωγικής διαδικασίας και έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα. Εκκοκκιστήρια, πυρηνελαιουργεία, βιομηχανίες ρυζιού καθώς και βιοτεχνίες κονσερβοποίησης καίνε τα υπολείμματά τους (υπολείμματα εκκοκκισμού, πυρηνόξυλο, φλοιοί και κουκούτσια, αντίστοιχα) για την κάλυψη των θερμικών τους αναγκών ή και μέρος των αναγκών τους σε ηλεκτρική ενέργεια.

Παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες ξύλου: Τα υπολείμματα βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου (πριονίδι, πούδρα, ξακρίδια κλπ) χρησιμοποιούνται για τη κάλυψη των θερμικών αναγκών της διεργασίας καθώς και για την θέρμανση των κτιρίων.

Τηλεθέρμανση: είναι η προμήθεια θέρμανσης χώρων καθώς και θερμού νερού χρήσης σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η θερμότητα μεταφέρεται με προ-μονωμένο δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια.

Παραγωγή ενέργειας σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ): Το βιοαέριο που παράγεται από την αναερόβια χώνευση των υγρών αποβλήτων σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού, και των απορριμμάτων σε ΧΥΤΑ καίγεται σε μηχανές εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα μπορεί να αξιοποιείται η θερμική ενέργεια των καυσαερίων και του ψυκτικού μέσου των μηχανών για να καλυφθούν ανάγκες τις διεργασίας ή/και άλλες ανάγκες θέρμανσης (πχ θέρμανση κτιρίων).

Υγρά βιοκαύσιμα: Σήμερα, ο όρος βιοκαύσιμα χρησιμοποιείται συνήθως για υγρά καύσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των μεταφορών. Τα πιο συνηθισμένα στο εμπόριο είναι το βιοντήζελ, μεθυλεστέρας ο οποίος παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ηλίανθος, ελαιοκράμβη, κ.ά) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μόνο του ή σε μίγμα με πετρέλαιο κίνησης σε πετρελαιοκινητήρες και η βιοαιθανόλη η οποία παράγεται από σακχαρούχα, κυταρινούχα κι αμυλούχα φυτά (σιτάρι, καλαμπόκι, σόργο, τεύτλα, κ.ά.) και χρησιμοποιείται είτε ως έχει σε βενζινοκινητήρες που έχουν υποστεί μετατροπή είτε σε μίγμα με βενζίνη σε κανονικούς βενζινοκινητήρες είτε τέλος να μετατραπεί σε ETBE (πρόσθετο βενζίνης).

### 4.3 ΤΑ ΠΕΛΛΕΤΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΩΣ ΜΕΣΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Τα pellets (πέλλετς ή πελλέτες) βιομάζας είναι ένα ανανεώσιμο στερεό βιοκαύσιμο υψηλής ποιότητας. Σε αντίθεση με τα συμβατικά καύσιμα βιομάζας (κούτσουρα ξύλου, κλαδέματα δέντρων κ.λπ.) τα οποία συνοδεύονται από σημαντικά μειονεκτήματα εξαιτίας της χαμηλής ενεργειακής πυκνότητάς τους και της υψηλής περιεκτικότητάς σε υγρασία, τα pellets βιομάζας καταφέρνουν να συνδυάσουν τα ακόλουθα πολύτιμα χαρακτηριστικά: χαμηλή υγρασία, υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο και ομοιομορφία στο σχήμα και το μέγεθος.

Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής αποτελεί αναμφίβολα μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που καλούνται να καλύψουν τα συστήματα ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας. Η εξάρτηση της οικονομίας από τα ορυκτά καύσιμα και η τεράστια κατανάλωση τους για την παραγωγή ενέργειας, έχει χαρακτηριστεί από επιστήμονες και πολιτικούς ως ο βασικότερος παράγοντας για την όξυνση του φαινομένου του της υπερθέρμανσης του πλανήτη, με όλες τις γνωστές συνέπειες (άνοδος μέσης στάθμης θάλασσας, ακραία καιρικά φαινόμενα κ.λπ.).

Η ουδετερότητα των πέλλετς ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) δεν προκύπτει από το γεγονός ότι δεν εκλύουν κατά την καύση τους το συγκεκριμένο αέριο κάτι τέτοιο είναι αδύνατο για οποιαδήποτε καύση ένωσης που περιέχει άνθρακα. Η φιλικότητα των πέλλετς για το περιβάλλον απορρέει από το γεγονός ότι για την παραγωγή τους χρησιμοποιούνται φυσικές πρώτες ύλες (π.χ. υπολείμματα υλοτομίας, πριονίδι, ειδικές καλλιέργειες) που για την ανάπτυξή τους απορροφούν περίπου ίση ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα όση με εκείνη που εκλύουν κατά την καύση τους. Κατά συνέπεια, το συνολικό ισοζύγιο μεταφοράς διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα είναι, κατά προσέγγιση, μηδενικό. Βέβαια, υπάρχουν διάφοροι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν για έναν αυστηρότερο υπολογισμό του ισοζυγίου άνθρακα, όπως η απόδοση του συστήματος καύσης των πέλλετς ή η ενεργειακή κατανάλωση των μονάδων παραγωγής αυτών των βιοκαυσίμων.

Αρκετές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί πανευρωπαϊκά την τελευταία δεκαετία για να αποσαφηνιστεί το ερώτημα αν όντως τα πέλλετς βιομάζας αποτελούν φιλικότερο καύσιμο προς το περιβάλλον σε σχέση με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα. Σε σχετική μελέτη του κρατικού Τμήματος Εμπορίας και Βιομηχανίας της Μ. Βρετανίας (2003) όπου εξετάζονταν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από διάφορα καύσιμα, σε όλο το φάσμα του κύκλου ζωής τους, διαπιστώθηκε ότι ανά μεγαβατώρα (MWh), τα πέλλετς βιομάζας παράγουν λιγότερο του 5% των αντίστοιχων εκπομπών από πετρέλαιο. Σε σύγκριση, δε, με το φυσικό αέριο (το οποίο «διαφημίζεται» για καθαρό καύσιμο) οι ίδιοι επιστήμονες εκτίμησαν ότι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα πέλλετς αντιστοιχούν μόλις στο 5,5%. Εν πάση περιπτώσει τόσο το πετρέλαιο όσο και το φυσικό αέριο αποτελούν, εξ ορισμού, μη ανανεώσιμα καύσιμα, σε αντίθεση με την βιομάζα που επίσης εξ ορισμού, είναι ανανεώσιμο καύσιμο.

Η περίφημη Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των Η.Π.Α. (U.S.EPA) αναφέρεται στα πέλλετς ξύλου ως ανανεώσιμο καύσιμο που παράγεται από συμπιεσμένο και ξηρό ξύλο ή άλλες πηγές βιομάζας. Προσθέτει ότι οι σόμπες που χρησιμοποιούν πέλλετς βιομάζας μολύνουν τόσο λίγο ώστε να μην είναι αναγκαία η πιστοποίησή τους από την U.S.EPA. (όπως γίνεται με τις συμβατικές σόμπες ξύλου).

Ειδικό Αυστριακό Ινστιτούτο για την Αστικοποίηση και την Κατοικία (Salzburger Institute for Urbanization and Housing) ανέφερε ως αποτέλεσμα έρευνας ότι ένα μέσο νοικοκυριό στην Αυστρία που χρησιμοποιεί πέλλετς αντί για πετρέλαιο για τη θέρμανση συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος μειώνοντας κατά 10 τόνους την ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που εκλύει ετησίως. Η απευθείας σύνδεση που υπάρχει μεταξύ της χρήσης των πέλλετς και της προστασίας του περιβάλλοντος αποδεικνύεται, στην πράξη, και από το γεγονός ότι τις μεγαλύτερες καταναλώσεις πέλλετς εμφανίζονται σε χώρες και οικονομικά προηγμένες και περιβαλλοντικά ευαίσθητες. Προεξέχουσα αυτών, η Σουηδία, η χώρα με την μεγαλύτερη κατανάλωση πέλλετς βιομάζας στην Ευρώπη, η οποία, μάλιστα, χρησιμοποίησε περισσότερη βιομάζα από πετρέλαιο το 2009 για να καλύψει τις ενεργειακές της ανάγκες.

Τα παγκόσμια παραδείγματα από επίσημους, αξιόπιστους φορείς και μελέτες που αποδεικνύουν την συνεισφορά των πέλλετς βιομάζας στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι πάρα πολλά. Το διοξείδιο του άνθρακα δεν είναι, όμως, το μόνο αέριο προϊόν της καύσης που απασχολεί.

Μεταξύ της περιόδου 1980-2000 υπήρξε κατακόρυφη πτώση των εκπεμπόμενων ποσοτήτων μονοξειδίου του άνθρακα (CO) από συστήματα οικιακής καύσης πέλλετς γεγονός που αποδίδεται στην τεχνολογική εξέλιξη των συστημάτων αυτών. Ομοίως τα αιωρούμενα σωματίδια (PM10) αποτελούν έναν εξίσου σημαντικό ρύπο κατά την καύση στερεών καυσίμων. Αντίστοιχα με την περίπτωση του μονοξειδίου του άνθρακα, είναι τόσο ραγδαία η εξέλιξη της τεχνολογίας των συστημάτων καύσης πέλλετς ώστε να έχει επιτευχθεί μείωση στα εκπεμπόμενα σωματίδια της τάξης του 1% μέσα σε μια εικοσαετία. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι εκπομπές των PM10 από την καύση πέλλετς είναι λιγότερες από το 5% εκείνων που εκλύονται από συμβατικά τζάκια με καυσόξυλα.

Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να τονιστεί ότι τα pellets βιομάζας δεν επιτρέπεται επ' ουδενί να λαμβάνονται από την παράνομη υλοτόμησης των δασών, καθώς σε διαφορετική περίπτωση αίρεται ο οικολογικός χαρακτήρας του καυσίμου. Έτσι, χρησιμοποιούνται μόνο υπολείμματα νομίμων υλοτομικών δραστηριοτήτων ή παραπροϊόντα επεξεργασίας ξύλου, των οποίων και οι ποσότητες είναι σημαντικές σε όλη την χώρα ενώ αποτελούν ταυτόχρονα εστία ανάπτυξης πυρκαγιών, ιδίως κατά τους θερινούς μήνες.



Στην παρακάτω φωτογραφία τυπικό pellets βιομάζας.

## **4.4 ΤΕΛΕΥΤΑΙΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ - ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ**

Ο Νόμος για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Ν. 3468/06 παρέχει κίνητρα για την εκμετάλλευση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας, ενώ ο ορισμός που δίνει (ΦΕΚ Α'129/27.06.2006) έχει ως εξής: Βιομάζα: Το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων που προέρχονται από τις γεωργικές, συμπεριλαμβανομένων φυτικών και ζωικών ουσιών, τις δασοκομικές και τις συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων και απορριμμάτων.

## **5. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ**

Οι ΑΠΕ συνεισφέρουν σήμερα σε επίπεδο περίπου 18% της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας. Το 18% αποτελείται από μεγάλους υδροηλεκτρικούς σταθμούς και το 3,4% προέρχεται από τις νέες ΑΠΕ οι οποίες είναι η μικρή υδροηλεκτρική, η βιομάζα, η ηλιακή, αιολική, γεωθερμική και τα βιοκαύσιμα. Οι ΑΠΕ σε παγκόσμια κλίμακα αντικαθιστούν τα συμβατικά καύσιμα στους εξής τέσσερις τομείς: 1) Δυναμική παραγωγή, 2) Θέρμανση του νερού, 3) Θέρμανση του χώρου, 4) Καύσιμα μεταφορών. Στην δυναμική παραγωγή οι ΑΠΕ συνεισφέρουν περίπου το 5% παγκόσμια και προμηθεύουν περίπου 3.4% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρισμού (εξαιρουμένου της μεγάλης υδροδύναμης). Η θέρμανση του νερού και των εσωτερικών χώρων για δέκα εκατομμύρια κτίρια παρέχεται από την ηλιακή ενέργεια την βιομάζα και την γεωθερμική ενέργεια. Η χρήση γεωθερμικής ενέργειας παράγει παγκοσμίως 8000 (MWe) ηλεκτρικού ρεύματος και 4.000 (MWt) θερμικής ενέργειας. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες υπολογίζεται ότι έχουν εγκατασταθεί σε πενήντα εκατομμύρια νοικοκυριά παγκοσμίως από τους οποίους οι περισσότεροι ανήκουν στην Κίνα. Επίσης η βιομάζα μαζί με τη γεωθερμική ενέργεια παρέχουν θέρμανση σε βιομηχανίες, νοικοκυριά και στην γεωργία. Τα βιοκαύσιμα με την σειρά τους έχουν ένα μικρό ποσοστό συμμετοχής στο σύνολο αλλά σε κάποιες χώρες η συμμετοχή τους είναι μεγάλη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η Βραζιλία όπου η αιθανόλη αντικαθιστά περισσότερο από 40% την κατανάλωση βενζίνης.

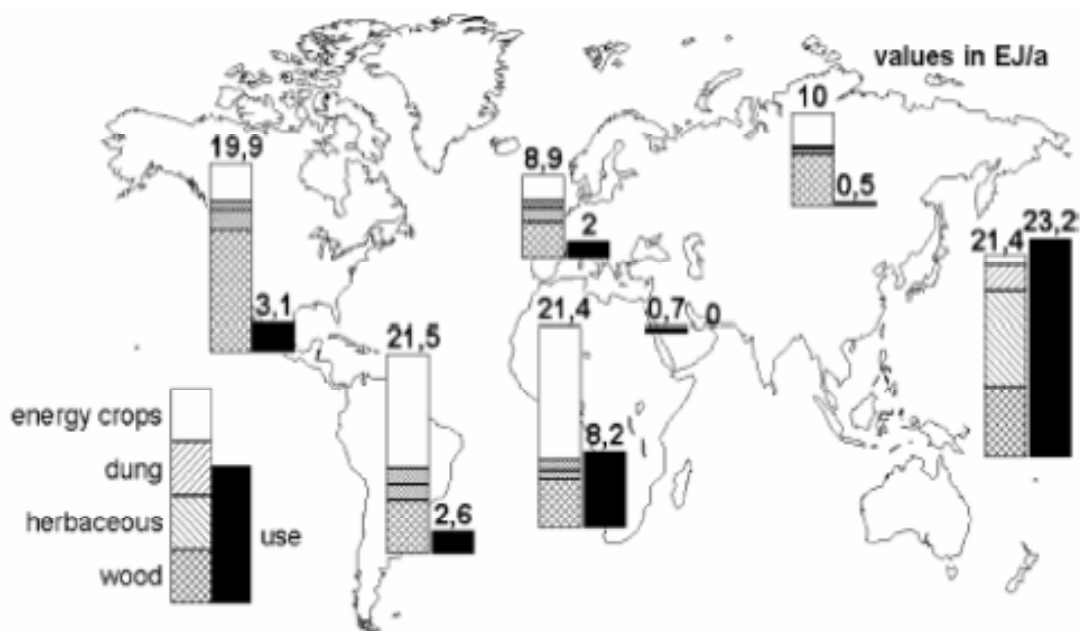
Γενικά βλέπουμε ότι με αργούς ρυθμούς αντικαθιστούνται τα συμβατικά καύσιμα με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στις αναπτυσσόμενες χώρες περισσότερα από 500 εκατομμύρια νοικοκυριά χρησιμοποιούν παραδοσιακή βιομάζα για μαγείρεμα και θέρμανση. Επίσης 25 εκατομμύρια νοικοκυριά έχουν αντικαταστήσει την κηροζίνη και άλλα καύσιμα τα οποία χρησιμοποιούνται για μαγείρεμα με βιοαέριο. Σημαντικό είναι ότι 3 εκατομμύρια νοικοκυριά χρησιμοποιούν ηλιακά φωτοβολταϊκά για τον φωτισμό του χώρου τους. Και τέλος ένας μικρός αλλά αυξανόμενος αριθμός μικρού μεγέθους βιομηχανιών, συμπεριλαμβανομένου και της γεωργίας χρησιμοποιούν 17 μικρής κλίμακας επεξεργαστές βιομάζας για θέρμανση και κινητική ενέργεια.

## 6. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

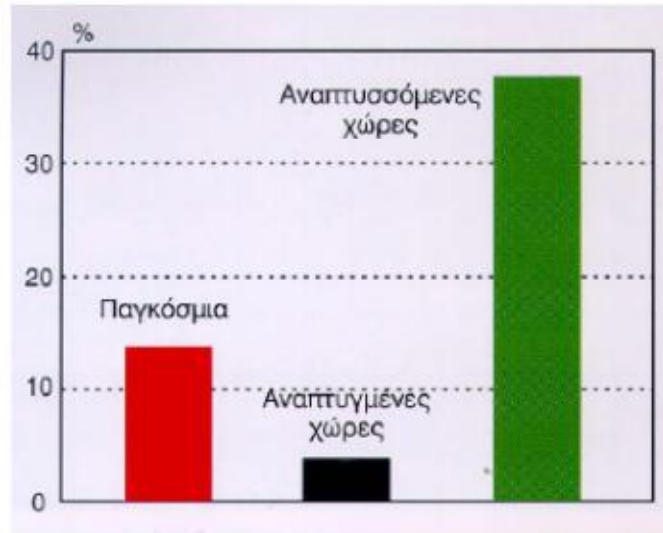
### 6.1 ΒΙΟΜΑΖΑ-ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ

Η βιομάζα είναι ακόμα μια αναπτυσσόμενη και υποσχόμενη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Θα μπορούσε να αποδώσει το 9% της παγκόσμιας πρωτογενούς ενέργειας και το 24% των ενεργειακών αναγκών μέχρι το 2020. Σύμφωνα με το Γερμανικό τμήμα της WWF η βιοενέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο μπορεί να καλύψει το διπλάσιο των ενεργειακών μας αναγκών με την σωστή εκμετάλλευση στο απώτερο μέλλον. Στην Βραζιλία η βιοαιθανόλη το οποίο είναι βιοκαύσιμο που προέρχεται από την επεξεργασία ζαχαροκάλαμων αντικατέστησε την κατανάλωση βενζίνης πάνω από 40%. Προβλέπεται επίσης ότι η παραγωγή της στην Βραζιλία μέχρι το 2015 θα φτάσει τα 20 εκατομμύρια τόνους ποσοστό το οποίο θα έχει αυξηθεί 60% από την τωρινή παραγωγή.

Στον αντίποδα η Ε.Ε είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοντίζελ με την Γερμανία να καλύπτει από μόνη της το 50% της παραγωγής. Πρωτοπόροι στον τομέα των βιοκαυσίμων 2<sup>ης</sup> γενιάς όπως θα τα χαρακτηρίζαμε είναι η Βραζιλία οι ΗΠΑ να την ακολουθούν η Σουηδία και ο Καναδάς. Η μοντέρνα βιομάζα για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού συνεισφέρει περίπου 4% της πρωτογενούς ενέργειας των ΗΠΑ, 11% στην Αυστρία, 20% στη Φιλανδία, 17% στη Σουηδία.



Σχήμα 5: Ποσότητα της βιομάζας που χρησιμοποιείται και η δυναμική της στις περισσότερες περιοχές του κόσμου.



Σχήμα 6: Η συμμετοχή της βιομάζας (%) στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας.

## 6.2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ ΤΟ 2007

Μια γενική ανασκόπηση στο 2007 όσον αφορά την ανάπτυξη των ΑΠΕ στον κόσμο μας δείχνει τα εξής: 1) Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έφτασε περίπου τις 240 κιλοβατώρες (GW) το 2007 υπήρξε μια αύξηση της τάξης του 50% σε σχέση με το 2004. Οι ΑΠΕ αντιπροσωπεύουν το 5% της παγκόσμιας χωρητικότητας ενέργειας και το 3,4% της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας. 2) Ο μεγαλύτερος συνδυασμός ανανεώσιμης πηγής ενέργειας είναι η αιολική όπου αυξήθηκε κατά 28% παγκοσμίως μέσα στο 2007 και έφτασε την παραγωγή των 95 GW. Η αιολική ενέργεια κατά τη διάρκεια του 2007 αναπτύχθηκε όσο καμιά άλλη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Επίσης ανεμογεννήτριες έχουν εγκατασταθεί σε περισσότερες από 70 χώρες. Παρόλο που έχει διαδοθεί σε τόσες χώρες τα 2/3 της αιολικής ενέργειας κατά το 2006 ήταν μαζεμένη σε 5 χώρες (ΗΠΑ, Γερμανία, Ινδία, Ισπανία, Κίνα). Η ετήσια χωρητικότητα 19 αυξήθηκε ακόμη περισσότερο σε ποσοστό 40% υψηλότερο σε σύγκριση με το 2006. 3) Η ταχύτερη αναπτυσσόμενη τεχνολογία στον κόσμο που αφορά τις ΑΠΕ είναι τα ηλιακά φωτοβολταϊκά, στα οποία υπήρξε 50% αύξηση στην χρησιμοποίησή τους σε σχέση και πάλι με το 2006. Η παραγωγικότητά τους υπολογίζεται στα 7.7 GW το οποίο μεταφράζεται σε 1.5 εκατομμύρια σπίτια να έχουν εγκαταστήσει φωτοβολταϊκά. 4) Όσον αφορά τους ηλιακούς θερμοσίφωνες (ηλιακή ενέργεια) προμηθεύουν με ζεστό νερό 50 εκατομμύρια σπίτια παγκοσμίως. Σε σχέση με το 2006 υπήρξε αύξηση 19% στην χρήση ηλιακών θερμοσιφώνων για την θέρμανση του νερού ποσοστό που οδήγησε στα 105 γκιγαβατ. 5) Η βιομάζα και η γεωθερμική ενέργεια οι οποίες χρησιμοποιούνται για παραγωγή ενέργειας και θέρμανση έχει αυξηθεί σε πολλές χώρες. 6) Η παραγωγή βιοκαυσίμων (αιθανόλης και βιοντίζελ) έχει φθάσει τα 53 εκατομμύρια λίτρα το 2007 το οποίο αποτελεί 43% αύξηση από το 2005. Η παραγωγή αιθανόλης στο 2007 αντιπροσωπεύει περίπου το 4% από τα 1,3 εκατομμύρια λίτρα βενζίνης που καταναλώθηκαν παγκοσμίως. Η ετήσια παραγωγή βιοντίζελ αυξήθηκε περισσότερο από 50% στο 2006. 7) Οι ΑΠΕ, ιδιαίτερα η μικρή υδροηλεκτρική ενέργεια, η βιομάζα και τα ηλιακά φωτοβολταϊκά προμηθεύουν με ηλεκτρισμό, θέρμανση και κινητική δύναμη 10 εκατομμύρια ανθρώπους σε κύριες και αναπτυσσόμενες περιοχές.



## 6.3 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση στην προσπάθειά της να αντιμετωπίσει με τη σειρά της τις μεγάλες κλιματικές αλλαγές που διαδραματίζονται στην εποχή μας έχει θέσει κάποιους όρους όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος και την χρήση των ΑΠΕ στις 27 σε αριθμό χώρες μέλη της. Η Ε.Ε κατέχει τον ηγετικό ρόλο παγκοσμίως στην εισαγωγή καυσίμων όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, με παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα στο 22% σε παγκόσμιο επίπεδο. Η εξάρτηση της Ε.Ε από τις εισαγωγές ενέργειας από 50% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης σήμερα σε 65% το 2030. Η εξάρτησή της από εισαγωγές φυσικού αερίου προβλέπεται να αυξηθεί από 57% σε 84% μέχρι το 2030 και πετρελαίου από 82% σε 93%. Έτσι η Ε.Ε οδηγείται στην υιοθέτηση κάποιων αρχών ενεργειακής πολιτικής. Τέθηκαν πολλά ζητήματα και προτάσεις οι οποίες περιελάμβαναν τη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, περαιτέρω ανάπτυξη των ενεργειακών τεχνολογιών για βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση. Σύμφωνα με την Ε.Ε η ανάπτυξη των ΑΠΕ θα βασιστεί στην εκμετάλλευση της ενέργειας του αέρα, νερού, ηλιακής ενέργειας και βιομάζας. Η Ευρωπαϊκή κοινότητα έθεσε κάποιους στόχους για την επιτυχή προσέγγιση των προτάσεων που διατυπώθηκαν οι οποίοι περιλαμβάνουν:

- 1) Σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κιότο πρέπει να υπάρξει μείωση κατά 8% του διοξειδίου του άνθρακα από το 22% που ευθύνεται η Ε.Ε στο σύνολο του φαινομένου του θερμοκηπίου, κατά το διάστημα του 2008-2012 σε σύγκριση με το 1990.
- 2) Με τη Λευκή Βίβλο έθεσε το στόχο να διπλασιαστεί η κατανάλωση ενέργειας προερχόμενη από τις ΑΠΕ μέχρι το 2010 από 6% σε 12%.
- 3) Επίσης έχει στοχεύσει στην βελτίωση της αποδοτικότητας της ενέργειας κατά 18% μέχρι το 2010 σε σύγκριση με το 1995.

Για να πετύχουν αυτούς τους στόχους έθεσαν κάποια προγράμματα το καθένα αποβλέποντας σε επιμέρους στόχους. Αποβλέποντας στο μέλλον η Ε.Ε έθεσε υψηλότερους στόχους που φτάνουν μέχρι το 2020. Μετά το 2005 με συμμετοχή των ΑΠΕ στο 8,5% για παραγωγή ενέργειας όλα τα κράτη μέλη θα πρέπει να επιτύχουν το 20% μέχρι και το 2020. Επίσης στοχεύει στην μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα τουλάχιστον 20% σε σχέση με το 1990 και οι ανεπτυγμένες χώρες έχουν δεσμευτεί να μειώσουν τις εκπομπές από 22 μέχρι και 30 %. Επιπλέον μέχρι το 2050 οι συνολικές εκπομπές πρέπει να μειωθούν μέχρι 50 % σε σχέση με το 1990, που σημαίνει ότι στις βιομηχανικές χώρες πρέπει να μειωθούν κατά 60%-80%. Επίσης να έχει αυξησει κατά 20% την αποδοτικότητα της ενέργειας που καταναλώνει μέχρι και το 2020. Βλέπουμε ότι οι στόχοι και ο πήχης ανεβαίνουν κατά τη διάρκεια του χρόνου και οι αρχικοί στόχοι δυσκολεύουν για την αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος.

Όπως προαναφέραμε ένας από τους στόχους της Ε.Ε είναι η μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Ο πιο κάτω πίνακας αναφέρει τα ποσοστά διοξειδίου του άνθρακα που παράγει η κάθε χώρα κράτος μέλος και τους στόχους που έχουν τεθεί από το πρωτόκολλο του Κιότο. Αναφέρονται ξεχωριστά ο αριθμός των κρατών που είναι κάτω από τους στόχους του Κιότο και ποια τους έχουν ξεπεράσει (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Αναφορά στα ποσοστά εκπομπών CO2 από τα κράτη μέλη και σύγκριση με το στόχο του Κιότο.

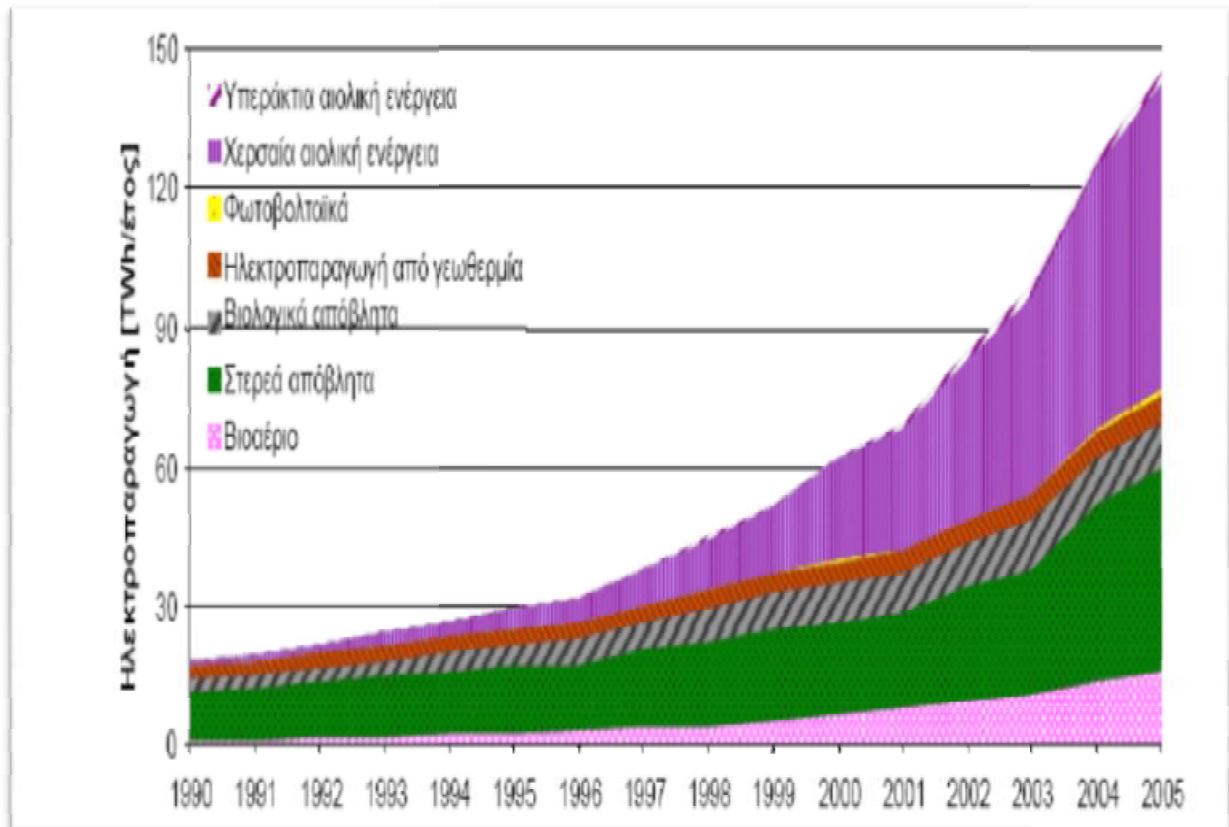
ΜΕΛΗ Ε.Ε	2003	2004	2005	ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ		
				ΠΡΟΒΟΛΕΣ 2010	ΚΙΟΤΟ 2012	% ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ
ΕΣΘΟΝΙΑ	21.2	21.2	20.7	18.9	40	52.7%
ΛΕΤΟΝΙΑ	10.7	10.7	10.9	13.6	23.3	41.6%
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	-	68.9	69.8	87.1	127.3	31.6%
ΡΟΥΜΑΝΙΑ	-	160.1	153.7	192.5	259.9	26.0%
ΛΙΘΟΥΑΝΙΑ	16.7	21.1	22.6	33.5	44.1	24.0%
ΟΥΓΓΑΡΙΑ	83.3	79.5	80.5	87.4	114.9	23.9%
ΠΟΛΩΝΙΑ	382.5	396.7	399	420	551.7	23.9%
ΤΣΕΧΙΑ	147.5	147.1	145.6	145.7	180.6	19.3%
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	51.1	49.5	48.7	58.3	67.2	13.2%
ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ	658	660.4	657.4	595.6	678.3	12.2%
ΣΟΥΗΔΙΑ	70.9	69.7	67	69.8	75.2	7.2%
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	1024.4	1025	1001.5	955.4	972.9	1.8%

**% ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ**

ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ	11.3	12.8	12.7	14.2	9.1	56.0%
ΑΥΣΤΡΙΑ	92.5	91.2	93.3	92.5	68.7	34.7%
ΙΣΠΑΝΙΑ	407.4	425.2	440.6	410.2	331.6	23.7%
ΙΤΑΛΙΑ	577.3	580.5	582.2	587.3	485.7	20.9%
ΦΙΛΑΝΔΙΑ	85.4	81.2	69.3	85	71.1	19.5%
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	19.7	19.9	20.3	21.6	18.6	16.1%
ΔΑΝΙΑ	73.6	68.2	63.9	62.6	54.8	14.2%
ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	83.7	84.6	85.5	88	77.4	13.7%
ΙΡΛΑΝΔΙΑ	68.4	68.6	69.9	68.4	63	8.6%
ΕΛΛΑΔΑ	137.2	137.6	139.2	150.4	139.6	7.7%
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	215.4	218.4	212.1	211.8	200.4	5.7%
ΒΕΛΓΙΟ	147.6	147.6	143.8	141.6	135.9	4.2%
ΓΑΛΛΙΑ	560.9	556.1	553.4	569	564	0.9%
ΜΑΛΤΑ	3.1	3.2	3.4	2.2	ΧΩΡΙΣ ΣΤΟΧΟ	
ΚΥΠΡΟΣ	9.2	9.9	9.9	12.2	ΧΩΡΙΣ ΣΤΟΧΟ	

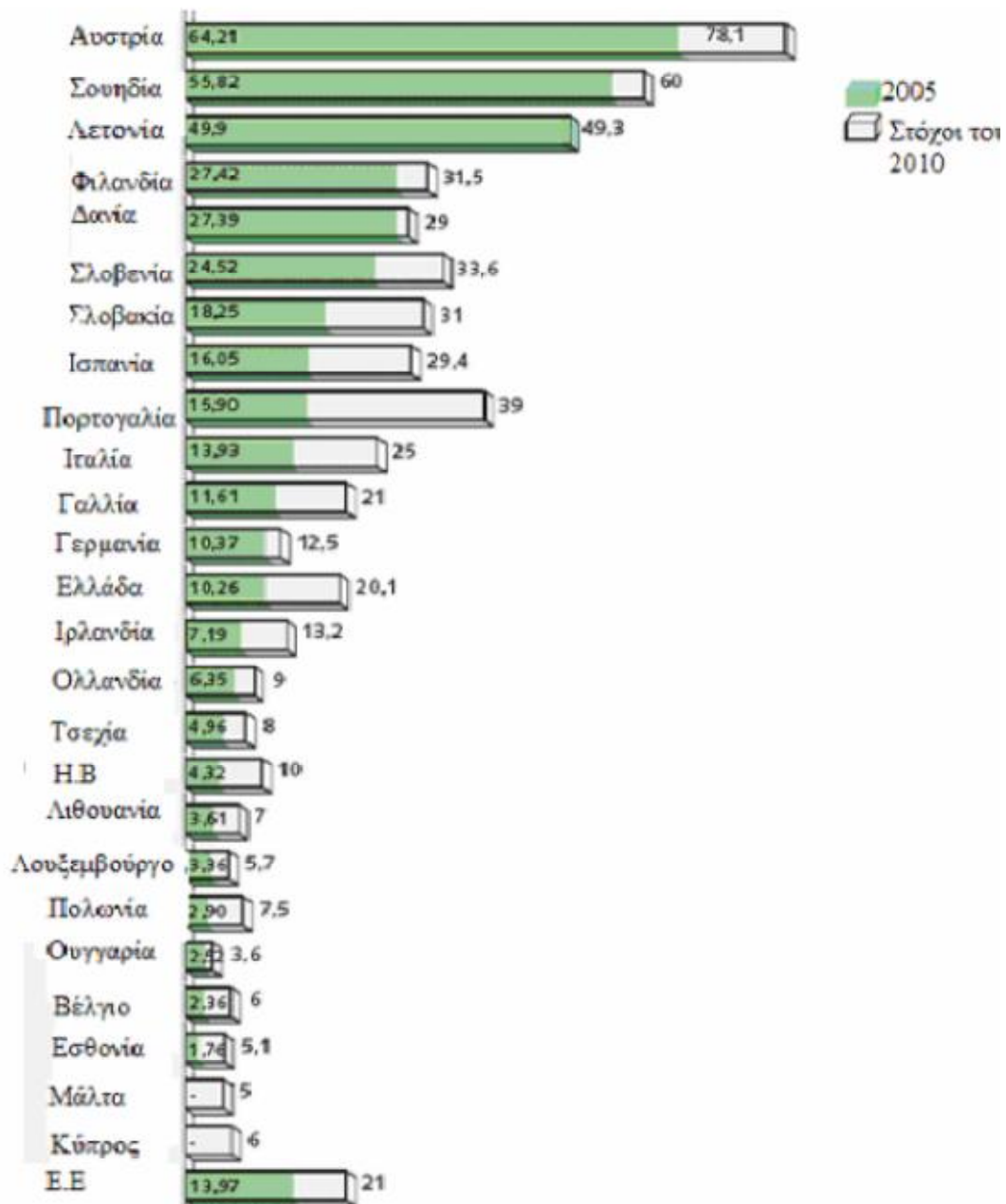
Πηγή: Οργανισμός Ευρωπαϊκής ένωσης, Νοέμβριος 2007

Όσον αφορά την παραγωγή ηλεκτρισμού από ΑΠΕ το 2001 τα κράτη μέλη έθεσαν ως στόχο την κατανάλωση ηλεκτρισμού στο 21% από ΑΠΕ μέχρι και το 2010. Μέχρι στιγμής υπολογίζεται ότι η κατανάλωση θα φτάσει το 19% μέχρι το 2010. Σύμφωνα με την τελευταία ανακοίνωση της Ε.Ε το 2005 η παραγωγή «ανανεώσιμου ηλεκτρισμού» αυξήθηκε κατά 50%.



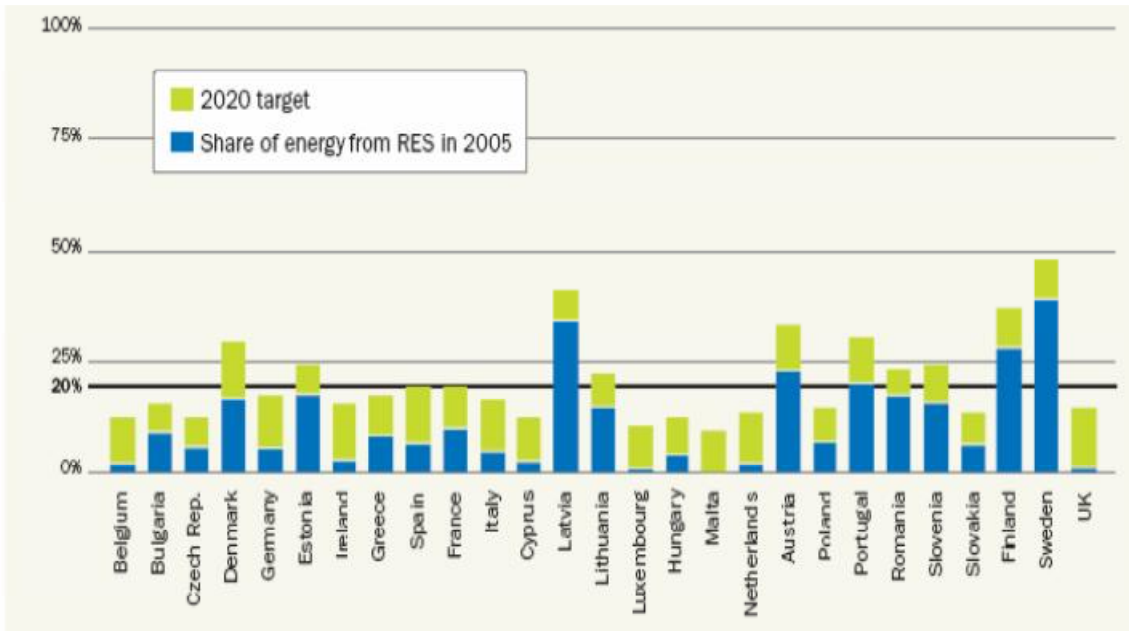
Σχήμα 7: Περιγραφή πορείας παραγωγής ηλεκτρισμού από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κατά τις χρονολογίες από το 1990-2005.

Βλέποντας στο πιο πάνω σχήμα την μεγαλύτερη συνεισφορά έχει η αιολική ενέργεια (υπεράκτια και χερσαία) όπου τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει ιδιαίτερα μεγάλη ανάπτυξη. Η στερεά βιομάζα έρχεται δεύτερη στην σειρά με μια σταθερή πορεία κατά τη διάρκεια των χρόνων και με μια μικρή αύξηση τα τελευταία 3 έτη (2003-2005). Η γεωθερμική ηλεκτρική ενέργεια καθώς και η βιομάζα ακολουθούν παρόμοια πορεία με μια μικρή αυξητική κλίμακα. Και τέλος το βιοαέριο γνωρίζει ιδιαίτερη ανάπτυξη από το 2001 περίπου εφόσον πριν η συνεισφορά του ήταν τουλάχιστον μηδαμινή.



Σχήμα 8: Κατανομή των ΑΠΕ στην ακαθάριστη ηλεκτρική κατανάλωση στις Ευρωπαϊκές χώρες το 2005 (σε %).

Συνεχίζοντας βλέπουμε στο πιο πάνω σχήμα την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που έχει παραχθεί με την χρήση των ΑΠΕ, σε κάθε κράτος μέλος ξεχωριστά και μέχρι ποιο σημείο έχει φθάσει στο 2005 και σε ποιο επίπεδο σύμφωνα με την Ε.Ε θα πρέπει να φτάσει μέχρι το 2010.



Σχήμα 9: Παράγωγή ενέργειας από ΑΠΕ το 2005 και οι στόχοι για το 2020.

## 6.4 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΤΗΝ Ε.Ε

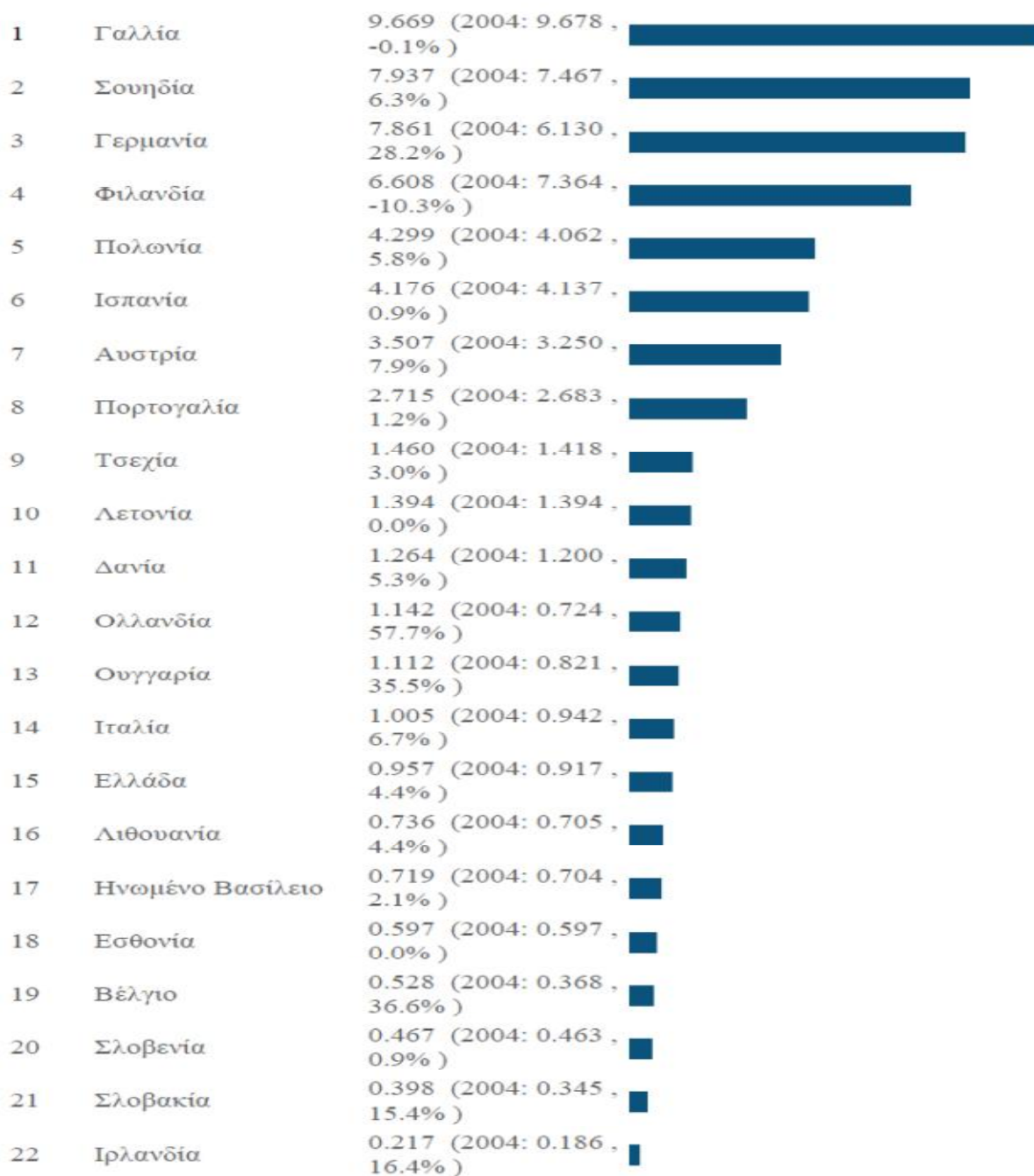
Η βιομάζα θεωρείται μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που συμπεριλαμβάνεται μέσα στα πλαίσια δράσης της Ε.Ε για την υλοποίηση των στόχων της. Συγκεκριμένα σύμφωνα με ανακοίνωση της ευρωπαϊκής επιτροπής κοινοτήτων το σχέδιο δράσης περιλαμβάνει μέτρα για την αξιοποίηση ενέργειας που παράγεται από βιομάζα ξύλου, απόβλητων και γεωργικών καλλιεργειών σε πρώτο στάδιο.

Η χρήση της βιομάζας αποσκοπεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στην παροχή θέρμανσης και στις μεταφορές. Η χρήση της βιομάζας στην Ε.Ε καλύπτει γύρω στο 6% των ενεργειακών αναγκών. Εάν αξιοποιηθεί πλήρως το δυναμικό το ποσοστό θα μπορούσε να υπερδιπλασιαστεί μέχρι το 2010, ποσό το οποίο μπορεί να φτάσει περίπου 185 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου. Η ενεργειακή αυτή διαφοροποίηση αυξάνει κατά 5% του μεριδίου της βιομάζας και μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα, συμβατικά καύσιμα δηλαδή από 48% σε 42%. Συνεπώς με τη μείωση αυτή θα υπάρξει και μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub>.

Η βιομάζα είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με πολλές χρήσεις. Η στερεή βιομάζα προέρχεται από την κυρίως ξυλεία, τα υπολείμματα ξυλείας, φυτικά ζωικά υπολείμματα κ.ά. Η παραγωγή βιομάζας καθώς και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αυτή αυξάνεται τα τελευταία έτη στην Ε.Ε. Τα οικιακά απορρίμματα θεωρούνται μια αξιοποιήσιμη μορφή βιομάζας. Στην Ε.Ε μέσω σχεδίων αποτέφρωσης προσφέρουν ηλεκτρισμό και θερμότητα.

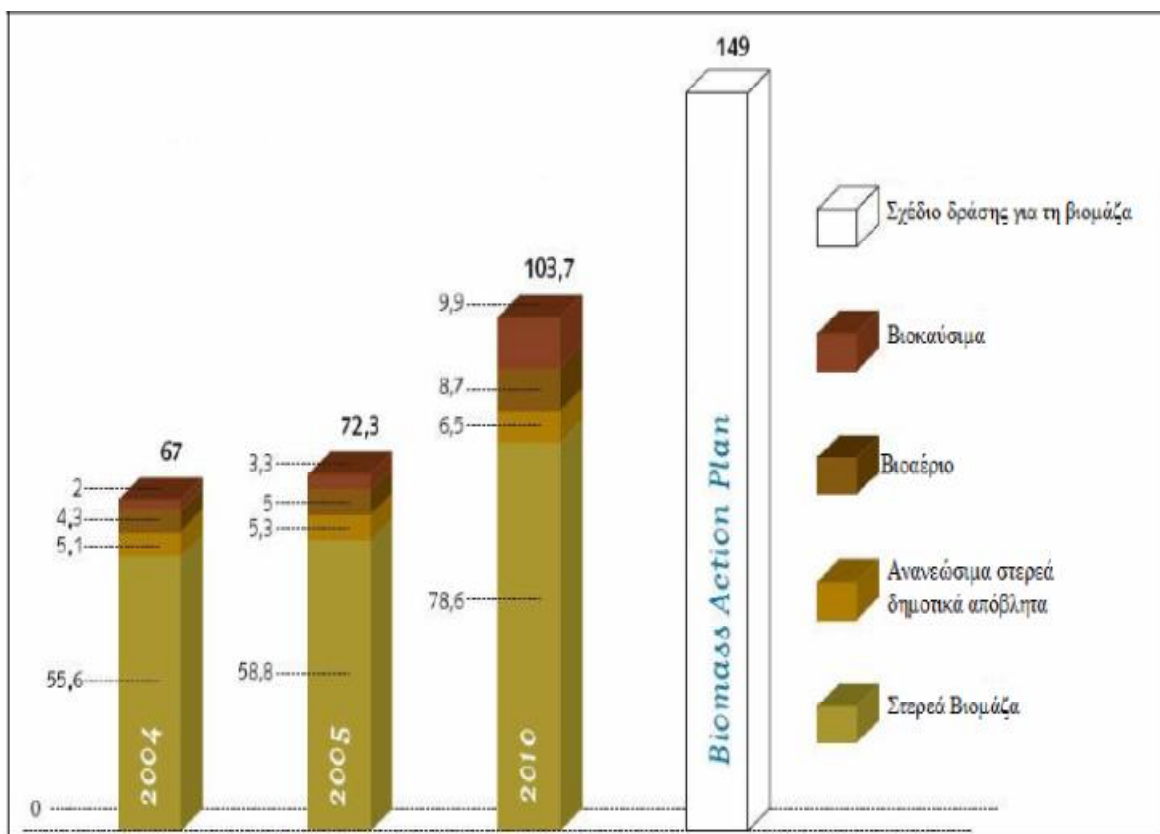
Πίνακας 2: Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από στερεή βιομάζα το 2005 στην Ε.Ε (σε εκατομμύρια τόνους).

Ο πίνακας 2 αναγράφει κατά σειρά παραγωγής ενέργειας από τη χρήση βιομάζας ανάμεσα στα κράτη μέλη της Ευρώπης. Ο πίνακας αναφέρεται στο 2005 και πρωτοπόρος είναι η Γαλλία και ακολουθούν στις επόμενες δυο πρώτες θέσεις η Σουηδία και Γερμανία με μικρή διαφορά στην παραγωγή.



## 6.5 2010: ΝΕΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Στο τέλος του 2005 το σχέδιο δράσης για τη βιομάζα έθεσε ξεκάθαρους στόχους για τα κράτη μέλη. Αυτοί ήταν η αύξηση της χρήσης της βιομάζας περιλαμβάνοντας τη στερεή βιομάζα, το βιοαέριο, τα βιοκαύσιμα και τα στερεά δημοτικά απόβλητα. Όλα στο σύνολο σύμφωνα με το σχέδιο υπολογίζονται να φτάσουν περίπου τους 150 εκατομμύρια τόνους μέχρι το 2010. Όπου οι 55 περίπου από αυτούς θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρισμού, οι 75 για παραγωγή θερμότητας και οι 19 προορίζονται για τις μεταφορές.



Σχήμα 10: Σύγκριση μεταξύ των προσωρινών δεδομένων και του σχεδίου δράσης για τη βιομάζα. Αναφέρεται στην παραγωγή κάθε είδους βιομάζας ξεχωριστά για τα έτη 2004 και 2005. Η στήλη του 2010 αναφέρεται στις υπολογιζόμενες εφικτές ποσότητες. Ενώ η τελευταία στήλη αναφέρεται στα προσδοκώμενα αποτελέσματα για το 2010 με την εφαρμογή του σχεδίου δράσης για τη αξιοποίηση της βιομάζας.

## 6.6 ΒΙΟΜΑΖΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η χάραξη της ενεργειακής πολιτικής αποτελεί βασικότατο πρόβλημα της οικονομικής πολιτικής κάθε χώρας. Μετά το 1973 ο τετραπλασιασμός της τιμής του αργού πετρελαίου προκάλεσε ασυνέχειες στους ρυθμούς της οικονομικής ανάπτυξης και οδήγησε στη διαπίστωση ότι η σημερινή πετρελαιοβόρα τεχνολογία πρέπει σταδιακά να προσανατολιστεί στην αξιοποίηση άλλων συμβατικών, αλλά κυρίως ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Μια από τις σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η βιομάζα, από την οποία κάθε χρόνο παγκοσμίως παράγονται 220 δισεκ. τόνοι ξηρού υλικού (περίπου 4.500 EJ). Η ετήσια δυναμικότητα της βιοενέργειας ανέρχεται σε περίπου 2.900 EJ. Τα γεωργικά παραπροϊόντα αποτελούν μια σημαντική πηγή βιομάζας. Η Ελλάδα είναι μια χώρα με σημαντικά αναπτυγμένο το γεωργικό τομέα, με τη γεωργική γη να καταλαμβάνει το 70% περίπου της συνολικής έκτασής της (η γεωργική γη υπολογίστηκε ως το σύνολο των καλλιεργουμένων εκτάσεων, των αγροναπαύσεων και των βοσκοτόπων) (Στοιχεία ΕΣΥΕ, 2000). Οι ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες επιτρέπουν την εγκατάσταση πολλών διαφορετικών ειδών καλλιεργειών στη χώρα μας, όπως: φυτά μεγάλης καλλιέργειας (μαλακό και σκληρό σιτάρι, ρύζι κ.ά.), κτηνοτροφικά φυτά (αραβόσιτος, κριθάρι, μηδική κ.ά.), βιομηχανικά φυτά (βαμβάκι, καπνός, ζαχαρότευτλα κ.ά.), δενδρώδεις καλλιέργειες, ελιές, αμπέλια, λαχανικά, κλπ.

Τα γεωργικά υπολείμματα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ενεργειακούς σκοπούς, είναι το άχυρο των σιτηρών, οι σπάδικες και τα στελέχη του αραβοσίτου, τα στελέχη και τα φύλλα του βαμβακιού και του ηλίανθου, τα άχρηστα φύλλα, τα στελέχη και οι φούντες του καπνού, τα κλαδοδέματα, οι κληματίδες, το ελαιοπυρηνόξυλο κ.ά. Η ποσότητα αυτών των υπολειμμάτων της φυτικής παραγωγής είναι σημαντική και αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο ενεργειακό δυναμικό.

Μια συνήθης γεωργική πρακτική, που ακολουθείται όχι μόνο στη χώρα μας αλλά και στο εξωτερικό, είναι το κάψιμο των υπολειμμάτων των καλλιεργειών στον αγρό, ώστε να διευκολυνθεί η προετοιμασία του χωραφιού για την επόμενη καλλιεργητική περίοδο και διότι οι παραγωγοί πιστεύουν ότι με την καύση θα καταστραφούν τα διάφορα παθογόνα που πιθανόν να υπήρχαν στα φυτά και το έδαφος. Επίσης συνηθίζεται να καίγονται και τα υπολείμματα από τα κλαδέματα και τα αραιώματα των δενδρωδών καλλιεργειών και των αμπελώνων.

Το κάψιμο της γεωργικής βιομάζας αποτελεί μια σημαντική πηγή ρύπανσης του αέρα. Η ανοικτή καύση παράγει σημαντικές ποσότητες σωματιδίων, οξειδίων του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ), μονοξειδίου του άνθρακα (CO), διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και υδρογονανθράκων. Οι αέριοι αυτοί ρύποι είναι πολύ σημαντικοί για τον καθορισμό της ποιότητας του αέρα και οι συγκεντρώσεις τους και οι χρόνοι έκθεσης σε αυτούς αποτελούν βασικό μέρος των κριτηρίων ποιότητας του αέρα.

Η καύση της βιομάζας στα σύγχρονα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή παρόμοιων αέριων ρύπων, αλλά σε μικρότερες ποσότητες. Εφαρμόζοντας όμως σύγχρονες τεχνολογίες και ειδικά φίλτρα στη διαδικασία παραγωγής της ενέργειας περιορίζονται οι εκπομπές στα επιτρεπόμενα επιθυμητά επίπεδα. Παράλληλα παράγεται βιοενέργεια, η οποία μπορεί να καλύψει ένα μέρος των ενεργειακών απαιτήσεων της χώρας



με αντίστοιχη μείωση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων, τα οποία επίσης αποτελούν σημαντικούς ρυπαντές της ατμόσφαιρας.

Στην Ελλάδα, η δυνατότητα παραγωγής ενέργειας από βιομάζα είναι πολύ μεγάλη. Ωστόσο, δε γίνεται σωστή εκμετάλλευση των αποθεμάτων της. Συγκεκριμένα, τα κατ' έτος διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα ισοδυναμούν ενεργειακά με 3-4 εκατ. τόνους πετρελαίου, ενώ το δυναμικό των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί, με τα σημερινά δεδομένα, να ξεπεράσει άνετα εκείνο των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί ενεργειακά στο 30-40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα μας. Σημειώνεται ότι 1 τόνος βιομάζας ισοδυναμεί με περίπου 0,4 τόνους πετρελαίου. Εντούτοις, με τα σημερινά δεδομένα, καλύπτεται μόλις το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της με τη χρήση της διαθέσιμης βιομάζας. Η βιομάζα στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή, κατά τον παραδοσιακό τρόπο, θερμότητας στον οικιακό τομέα (μαγειρική, θέρμανση), για τη θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργεία, καθώς και, με τη χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών, στη βιομηχανία (εκκοκκιστήρια βαμβακιού, παραγωγή προϊόντων ξυλείας, ασβεστοκάμιννοι κ.ά.), σε περιορισμένη, όμως, κλίμακα. Ως πρώτη ύλη σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται υποπροϊόντα της βιομηχανίας ξύλου, ελαιοπυρηνόξυλα, κουκούτσια ροδάκινων και άλλων φρούτων, τσόφλια αμυγδάλων, βιομάζα δασικής προέλευσης, άχυρο σιτηρών, υπολείμματα εκκοκκισμού κ.ά. Παρ' όλα αυτά, οι προοπτικές αξιοποίησης της βιομάζας στη χώρα μας είναι εξαιρετικά ευοίωτες, καθώς υπάρχει σημαντικό δυναμικό, μεγάλο μέρος του οποίου είναι άμεσα διαθέσιμο. Παράλληλα, η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι, σε πολλές περιπτώσεις, οικονομικά ανταγωνιστική αυτής που παράγεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

Από πρόσφατη απογραφή, έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται από 7.500.000 περίπου τόνους υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών (σιτηρών, αραβόσιτου, βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου, κλαδοδεμάτων, κληματίδων, πυρηνόξυλου κ.ά.), καθώς και από 2.700.000 τόνους δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας (κλάδοι, φλοιοί κ.ά.). Πέραν του ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της βιομάζας δυστυχώς παραμένει αναξιοποίητο, πολλές φορές αποτελεί αιτία πολλών δυσάρεστων καταστάσεων (πυρκαγιές, δυσκολία στην εκτέλεση εργασιών, διάδοση ασθενειών κ.ά.).

Από τις παραπάνω ποσότητες βιομάζας, το ποσοστό τους εκείνο που προκύπτει σε μορφή υπολειμμάτων κατά τη δευτερογενή παραγωγή προϊόντων (εκκοκκισμός βαμβακιού, μεταποίηση γεωργικών προϊόντων, επεξεργασία ξύλου κ.ά.) είναι άμεσα διαθέσιμο, δεν απαιτεί ιδιαίτερη φροντίδα συλλογής, δεν παρουσιάζει προβλήματα μεταφοράς και μπορεί να τροφοδοτήσει απ' ευθείας διάφορα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Μπορεί, δηλαδή, η εκμετάλλευσή του να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα. Παράλληλα με την αξιοποίηση των διαφόρων γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων, σημαντικές ποσότητες βιομάζας είναι δυνατό να ληφθούν από τις ενεργειακές καλλιέργειες. Συγκριτικά με τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα, οι καλλιέργειες αυτές έχουν το πλεονέκτημα της υψηλότερης παραγωγής ανά μονάδα επιφανείας, καθώς και της ευκολότερης συλλογής.

## 6.6.1 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Επειδή η αξιοποίηση της βιομάζας αντιμετωπίζει συνήθως τα μειονεκτήματα της μεγάλης διασποράς, του μεγάλου όγκου και των δυσχερειών συλλογής μεταποίησης, μεταφοράς, αποθήκευσης, επιβάλλεται κατά κανόνα η αξιοποίησή της να γίνεται κοντά στον τόπο παραγωγής. Έτσι, η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευχερέστετα π.χ. για:

- Θέρμανση θερμοκηπίων
- Θέρμανση κτηνοτροφικών μονάδων
- Ξήρανση γεωργικών προϊόντων
- Κάλυψη αναγκών θερμότητας, ψύξεως και ηλεκτρισμού σε γεωργικές ή άλλες βιομηχανίες, που βρίσκονται κοντά σε πηγές παραγωγής βιομάζας
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στους τόπους παραγωγής της βιομάζας για κάλυψη τοπικών αναγκών ή για τροφοδοσία του εθνικού ηλεκτρικού δικτύου
- Κάλυψη αναγκών τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης χωριών και πόλεων που βρίσκονται κοντά σε τόπους παραγωγής βιομάζας

Οι δύο τελευταίες χρήσεις φαίνεται ότι μελλοντικά θα αποτελέσουν τους κύριους τομείς αξιοποίησης των τεράστιων ποσοτήτων βιομάζας από γεωργικά και δασικά υπολείμματα, καθώς και ενός σημαντικού μέρους της βιομάζας των ενεργειακών καλλιεργειών, στη χώρα μας.

Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι τα διαθέσιμα γεωργικά υπολείμματα της χώρας για παραγωγή ενέργειας, από σιτηρά αραβόσιτο, βάμβακα, καπνό, ηλιάνθο, κλαδοδέματα, κληματίδες και πυρηνόξυλο, ανέρχονται ετησίως σε 7.500.000 τόνους ή περίπου σε 3.000.000 TΠΠ, ενώ τα δασικά μπορεί να ανέλθουν σε 2.700.000 τόνους ή περίπου σε 1.000.000 TΠΠ.

Παράλληλα με την αξιοποίηση των διαφόρων γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων είναι δυνατό να ληφθεί βιομάζα από ενεργειακές καλλιέργειες, Συγκριτικά με τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα, οι καλλιέργειες αυτές έχουν το πλεονέκτημα της υψηλότερης παραγωγής ανά μονάδα επιφάνειας, καθώς και της ευκολότερης συλλογής.

Στο σημείο αυτό, πρέπει να τονιστεί ότι οι ενεργειακές καλλιέργειες αποκτούν σήμερα ιδιαίτερη σημασία για αναπτυσσόμενες χώρες, οι οποίες προσπαθούν να περιορίσουν τόσο τα οικολογικά προβλήματα, όσο και τα προβλήματα επάρκειας ενέργειας και γεωργικών πλεονασμάτων με τις καλλιέργειες αυτές. Όπως είναι γνωστό, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα γεωργικά πλεονάσματα και τα οικονομικά προβλήματα που δημιουργούν οδηγούν αναπόφευκτα στη μείωση της γεωργικής γης και παραγωγής.

Υπολογίζεται ότι την προσεχή δεκαετία 100-150 εκ. στρέμματα γεωργικής γης πρέπει να αποδοθούν στις ενεργειακές καλλιέργειες, προκειμένου να αποφευχθούν τα προβλήματα των επιδοτήσεων των γεωργικών πλεονασμάτων και των χωματερών με ταυτόχρονη αύξηση των ευρωπαϊκών ενεργειακών πόρων. Στη χώρα μας επίσης, 10 εκ. στρέμματα καλλιεργήσιμης γης έχουν ήδη ή προβλέπεται να περιθωριοποιηθούν και να εγκαταλειφθούν. Εάν η έκταση αυτή αποδοθεί στην ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών η καθαρή ωφέλεια σε ενέργεια που μπορεί να αναμένεται, υπολογίζεται σε 5-6 ΜTΠΠ, δηλαδή στο 50-60% της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου.

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ Ο.Τ.Α.	240
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ	ΔΕΥΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	193
ΧΑΝΙΑ ΚΡΗΤΗΣ	ΔΕΥΑ ΧΑΝΙΩΝ	166
ΨΥΤΑΛΛΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ	ΕΥΔΑΠ	7400
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>8000</b>

Πίνακας 3 : Εγκατεστημένη ισχύς μονάδων παραγωγής από βιοαέριο.

## 7.1 ΘΕΡΜΟΧΗΜΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

Οι θερμοχημικές διεργασίες περιλαμβάνουν αντιδράσεις, που εξαρτώνται από τη θερμοκρασία, για διαφορετικές συνθήκες οξείδωσης. Οι διεργασίες αυτές χρησιμοποιούνται για τα είδη της βιομάζας με σχέση C/N<30 και υγρασία >50%. Στις διεργασίες αυτές περιλαμβάνονται:

**α)** Η πυρόλυση (θέρμανση με απουσία αέρα). Με αυτή τη διεργασία μας δίνεται η δυνατότητα να «σπάσουμε» τη χρησιμοποίηση της βιομάζας από την παραγωγή ενέργειας.

**β)** Η απευθείας καύση

**γ)** Η αεριοποίηση

**δ)** Η υδρογονοδιάσπαση

## 7.2 ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

Οι βιοχημικές διεργασίες, που ονομάζονται έτσι, επειδή είναι αποτέλεσμα μικροβιακής δράσης, χρησιμοποιούνται για προϊόντα και υπολείμματα, όπως λαχανικών κοπριάς, όπου η σχέση C/N <30 και υγρασία >50%.

Οι βιοχημικές διεργασίες διακρίνονται στις εξής δύο κατηγορίες:

α) Αερόβια ζύμωση

β) Αναερόβια ζύμωση



Σχήμα 11: Βιοχημική μετατροπή της βιομάζας.

## 7.3 ΑΜΕΣΗ ΚΑΥΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η βιομάζα μπορεί να καεί σε μικρής κλίμακας μοντέρνους λέβητες ατμού για σκοπούς θέρμανσης ή σε μεγαλύτερους λέβητες για τη παραγωγή ηλεκτρισμού ή συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (CHP). Το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βασίζεται στο κύκλο Rankine (στρόβιλος ατμού).

Στα συστήματα καύσης βιομάζας που είναι σε εμπορική χρήση σε όλο τον κόσμο, χρησιμοποιούνται ανόμοιες/ποικιλόμορφες τεχνολογίες. Αποκλειστικής καύσης βιομάζας εργοστάσια μπορούν να καίνε ένα μεγάλο εύρος καυσίμων, συμπεριλαμβανομένων και αποβλήτων. Η μετατροπή της τεχνολογίας των σταθμών παραγωγής ώστε να είναι δυνατή η ταυτόχρονη καύση βιομάζας και άνθρακα χρησιμοποιώντας κοινοποιημένο καύσιμο (PF) και ανακυκλοφορούμενη ρευστοποιημένη κλίνη (CCFB) ίσως να είναι μια επιλογή.

## **7.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ**

Η αεριοποίηση της βιομάζας μετατρέπει τη βιομάζα σε ένα χαμηλής έως μέτριας θερμογόνου ικανότητας αέριο καύσιμο. Το καύσιμο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απευθείας παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού με άμεση καύση σε Μ.Ε.Κ. και ύστερα με οδήγηση του καυσαερίου σε στροβίλους ή καύση απευθείας σε λέβητες μετά από κατάλληλο καθαρισμό. Εναλλακτικά, το παράγωγο αέριο μπορεί να αναμορφωθεί για να παράγει καύσιμα όπως μεθανόλη και υδρογόνο τα οποία έπειτα να χρησιμοποιηθούν σε κυψέλες καυσίμου ή μικροστροβίλους για παράδειγμα.

Τα συστήματα που βασίζονται στην αεριοποίηση της βιομάζας και την καύση του παράγωγου καυσίμου ίσως παρουσιάσουν πλεονεκτήματα συγκρινόμενα με τη απευθείας καύση της, όσον αφορά τις οικονομίες κλίμακας και καθαρής και επαρκούς λειτουργίας. Εκατοντάδες μικρής κλίμακας σταθμοί σταθερής κλίνης με αεριοποίηση λειτουργούν σε όλο τον κόσμο, ειδικά σε αναπτυσσόμενες χώρες. Πρόσφατες δραστηριότητες αεριοποίησης ειδικά σε βιομηχανοποιημένες χώρες έχουν εστιάσει στα συστήματα ρευστοποιημένης κλίνης συμπεριλαμβανομένου και των συστημάτων ανακύκλωσης της άμμου της ρευστοποιημένης κλίνης. Μεγαλύτερα συστήματα στα οποία η αεριοποιημένη βιομάζα καίγεται και οδηγείται το καυσαέριο διαδοχικά σε στροβίλους αερίου και στην συνέχεια σε λέβητα ανάκτησης θερμότητας H.R.S.G από τον οποίο εκμεταλλευόμαστε τον παραγόμενο ατμό και τον εκτονώνουμε σε ατμοστρόβιλο (όλο το σύστημα ονομάζεται BICT/C) είναι σε πειραματικό στάδιο. Τα BICT/CC συστήματα μπορούν να οδηγήσουν σε βαθμούς απόδοσης έως και 50%.

Η αεριοποίηση γίνεται ένα αυξανόμενο δημοφιλές μέσο διαχείρισης δημοτικών στέρεων απόβλητων και ένα σημαντικό κομμάτι των νέων εργοστασιακών απόβλητων σε ενέργεια θα βασιστεί στη τεχνολογία της αεριοποίησης.

## **7.5 ΠΥΡΟΛΥΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ**

Η πυρόλυση της βιομάζας παράγει ένα υγρό καύσιμο που μπορεί να μεταφερθεί και να αποθηκευθεί με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται ο υποδιπλασιασμός των αναγκαίων σταδίων της παραγωγής του καυσίμου αλλά και της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Το καύσιμο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παραχθεί θερμότητα και ηλεκτρισμός με καύση σε λέβητες, μηχανές και τουρμπίνες. Προϊόντα πέρα από τα υγρά καύσιμα μπορούν να αποκτηθούν από τη πυρόλυση όπως ζωικός άνθρακας και αέρια καύσιμα.

## **7.6 ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ**

Η αναερόβια χώνευση είναι μια βιολογική διαδικασία κατά την οποία μετατρέπεται στερεή ή υγρή βιομάζα σε αέριο. Το αέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα και περιέχει διάφορους ιχνηθέντες.

Η αναερόβια χώνευση χρησιμοποιείται στη διαχείριση απόβλητων βιομηχανικής, αγροτικής και οικιακής προέλευσης. Χρησιμοποιείται επίσης σε εργοστάσια διαχείρισης απόβλητων υπονόμων για να μειώσουν τον όγκο αιωρημάτων και να παράγουν αέριο για θέρμανση και ηλεκτρισμό.

Εγκαταστάσεις τύπου φάρμας (Farm-based facilities) είναι συνηθισμένες, ειδικά σε χώρες όπως η Κίνα και Ινδία σε κλίμακες νοικοκυριών ή χωριών για μαγείρεμα, θέρμανση και φωτισμό. Πάνω από 600 εργοστάσια που διαχειρίζονται απόβλητα αγροκτημάτων και συχνά επεξεργάζονται (αναερόβια χώνευση) απόβλητα ποικίλων πηγών λειτουργούν στη Βόρεια Αμερική και Ευρώπη. Η χρησιμοποίηση της αναερόβιας χώνευσης σε εγκαταστάσεις διαχείρισης υπονόμων, στη διαχείριση οργανικών τμημάτων δημοτικών στέρεων απόβλητων (MSW) και στη διαχείριση των βιομηχανικών οργανικών απόβλητων, αυξάνεται συνεχώς. Τα στέρεα και υγρά υπολείμματα από τη διαδικασία αναερόβιας χώνευσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα οργανικής προέλευσης.

## **7.7 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟ ΑΕΡΙΟ ΚΑΥΣΙΜΟ ΣΕ Χ.Υ.Τ.Α. (LANDFILL GAS)**

Το Landfill αέριο (LFG) είναι ένα προϊόν διαδικασίας αναερόβιας και αερόβιας χώνευσης και γενικά αποτελείται από μεθάνιο σε ποσοστό μέχρι και 50%. Μόνο 30-40% του Landfill αερίου συλλέγεται σε κανονικές συνθήκες με τα υπολείμματα του αερίου να διαρρέουν στην ατμόσφαιρα. Το αέριο που συλλέγεται μπορεί να καθαριστεί και να καεί αποκλειστικά σε μηχανές ή με συνδυασμό με στροβίλους για να παραχθεί θερμότητα ή ηλεκτρισμό.

## **7.8 ΕΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΛΑΙΩΝ/ΦΥΣΙΚΟ – ΧΗΜΙΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ**

Ο τρόπος της φυσικο-χημικής μετατροπής εφαρμόζεται στη βιομάζα από την οποία φυτικά έλαια μπορούν να αποκτηθούν το οποίο επιτυγχάνεται με άσκηση πίεσης και εξαγωγή ελαίων από τη βιομάζα. Τα φυτικά έλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ειδικές μηχανές ή μηχανές πετρελαίου μετά από ένα στάδιο εστεροποίησης για τη παραγωγή ελαίου/μεθυλεστέρα. Το βιοκαύσιμο από κράμβη (oilseed rape) παράγεται σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες με μεγαλύτερη παραγωγή εκείνη της Γερμανίας.

## **7.9 ΖΥΜΩΣΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΥΣΗ**

Η παραγωγή αιθανόλης από τη βιομάζα παρέχει ένα υψηλής ποιότητας καύσιμο για τον τομέα των μεταφορών. Η διαδικασία της παραγωγής βιοαιθανόλης εξαρτάται από το τύπο θεώρησης της βιομάζας. Τα σάκχαρα μπορούν να ζυμωθούν με διάφορους οργανισμούς. Η αμυλώδης και κυτταρική βιομάζα χρειάζεται πρώτα να διασπαστεί από όξινη ή ενζυματική υδρόλυση.

Πρόοδος σημειώνεται επίσης στην ανάπτυξη των τεχνολογιών που στοχεύουν στην επαρκώς μετατρεπόμενη κυτταρινική βιομάζα. Η επανάσταση σε αυτό το τομέα θα πρόσφερε μεγαλύτερες ευκαιρίες για αιθανόλη εξαιτίας της αυξημένης απόδοσης μετατροπής και ελαστικότητας αποθήκευσής της.



Σχήμα 12: Τρόποι κατεργασίας και χρήσεις ειδών βιομάζας.

## 8. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Για τον προσδιορισμό της ετήσιας παραγόμενης βιομάζας χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα της ΕΣΥΕ του έτους 2000 για τις κυριότερες καλλιέργειες, των οποίων τα γεωργικά υπολείμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα. Οι καλλιέργειες αυτές είναι:

- Χειμερινά σιτηρά: σιτάρι μαλακό, σιτάρι σκληρό
- Ανοιξιάτικα σιτηρά: αραβόσιτος, ρύζι
- Βιομηχανικά φυτά: καπνός, βαμβάκι
- Δενδρώδεις καλλιέργειες: πορτοκαλιές, μανταρινιές, λεμονιές, αχλαδιές, ροδακινιές, βερικοκιές, κερασιές, αμυγδαλιές
- Ελιές και Αμπέλια

Με δεδομένο ότι η ενεργειακή αξία των γεωργικών υπολειμμάτων επηρεάζεται και εξαρτάται από την περιεκτικότητά τους σε υγρασία και ότι αυτά δεν καίγονται στο σύνολό τους, αλλά διατίθενται και για άλλους σκοπούς (ζωοτροφές, χλωρά λίπανση, καυσόξυλα κλπ), υπολογίστηκε η τελική παραγόμενη ξηρή βιομάζα για κάθε καλλιέργεια χωριστά και στο σύνολό τους. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Από τον πίνακα 4 διαπιστώνεται ότι οι ποσότητες των διαθέσιμων γεωργικών υπολειμμάτων ανέρχονται σε περίπου 13 εκατομμύρια τόνους ετησίως, από τους οποίους μόνο τα 5 εκατομμύρια τόνοι ξηρού βάρους είναι πρακτικά διαθέσιμα για ενεργειακούς σκοπούς.

Είδος καλλιέργειας	Θερμογόνος δύναμη (MJ/τον. ξ.β.)	Υπολείμματα (τόνοι ξ.β.)	Σύνολο (GJ)
Σιτηρά	17891	906522,73	16219779,0
Αραβόσιτος	18460	1044757,28	19286219,4
Ρύζι	16752	133200,00	2231366,4
Καπνός	16078	14751,00	237166,6
Βαμβάκα	18170	996060,00	18098410,2
Πορτοκαλιές-Μανταρινιές	17585	188417,36	3313319,3
Λεμονιές	17585	39135,14	688191,4
Αγλαδιές	18000	31333,33	563999,9
Ροδακινιές	19436	191808,76	3727995,1
Βερικοκιές	19277	7985,92	153944,6
Κερασιές-Αμυγδαλιές	18423	96341,00	1774890,2
Ελιές	18125	847711,80	15364776,4
Αμπέλια	18338	367400,00	6737381,2
ΣΥΝΟΛΟ			88397439,7

Πίνακας 4

## 8.1 ΣΤΕΛΕΧΗ ΒΑΜΒΑΚΟΦΥΤΟΥ

Η ετήσια παραγωγή συσπόρου βαμβακιού στην Ελλάδα το έτος 2000 σύμφωνα με στοιχεία του Οργανισμού Βάμβακος ήταν 1.230.000 τόνοι. Η ετήσια παραγωγή των στελεχών βαμβακιού υπολογίζεται σε 984.000 τόνους περίπου (80% του βάρους του συσπόρου βαμβακιού). Τα στελέχη αυτά συνήθως δεν αξιοποιούνται γιατί ενσωματώνονται στο έδαφος με το όργωμα. Στην Ελλάδα επίσης γίνεται σχετικά μεγάλη παραγωγή βαμβακιού με<sup>2</sup> επίκεντρο κατά κύριο λόγο την περιοχή της Θεσσαλίας όπου υπάρχουν πάνω από 1500 km<sup>2</sup> εκτάσεων για αυτό το σκοπό. Αυτό το μεγάλο υπόλειμμα που κανονικά θα έμενε αχρησιμοποίητο μπορεί να αποτελέσει μέρος της λύσης για πολλά ενεργειακά προβλήματα. Τα στελέχη βαμβακόφυτου θεωρούνται υπολείμματα γεωργικής ύλης και χαρακτηρίζονται ως λιγνοκυτταρινούχα βιομάζα, λόγω της σύστασής τους. Συγκεκριμένα, τα στελέχη βαμβακόφυτου συνίστανται κατά 79% περίπου από κυτταρίνη, 19% από λιγνίνη και 2% από ανόργανα συστατικά. Βέβαια, η σύστασή του μπορεί να μεταβάλλεται από μια γεωγραφική περιοχή σε μια άλλη.

Το υπόλοιπο της αγροτικής παραγωγής, αποτελεί σε παγκόσμια κλίμακα, μια πολύ μεγάλη πηγή ενέργειας. Χρησιμοποιείται σε πολλές δραστηριότητες, παρ' όλα αυτά περισσότερο από το μισό υπόλειμμα μπορεί να μείνει αχρησιμοποίητο. Στο παρελθόν το μεγαλύτερο κομμάτι αυτού του περισσεύματος καιγόταν στα χωράφια, τώρα έχει όμως στην πραγματικότητα μεγάλη αξία ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Τα στελέχη βαμβακόφυτου είναι ένα από αυτά



τα αγροτικά υπολείμματα που μπορούν να θεωρηθούν ενεργειακές πηγές. Βαμβάκι παράγεται παγκοσμίως σε πολύ μεγάλη κλίμακα σε χώρες όπως η Κίνα, η Ινδία, η Βραζιλία, το Πακιστάν, η Τουρκία, η Αυστραλία, οι Ηνωμένες Πολιτείες. Στις Ηνωμένες Πολιτείες για παράδειγμα παράγονται κάθε χρόνο 2.5 εκατομμύρια τόνοι υπολείμματος από την παραγωγή βαμβακιού. Μετά τη συγκομιδή του βαμβακιού, μια σημαντική ποσότητα στελεχών του βρίσκεται στη διάθεσή μας σαν υπόλειμμα. Η ποσότητά του και τα χαρακτηριστικά του διαφέρει από καλλιέργεια σε καλλιέργεια και εξαρτάται από την εποχή, το είδος του χώματος, την άρδευση, την ποικιλία του βαμβακιού. Έτσι το στέλεχος του βαμβακόφυτου μπορεί να έχει ύψος από 1 ως 1.75 m, ενώ η διάμετρος του ακριβώς πάνω από το έδαφος κυμαίνεται μεταξύ 1 και 2.5 cm. Το βάρος του τεμαχισμένου στελέχους είναι περίπου 160 kg/m<sup>3</sup> και η θερμογόνος δύναμη των στελεχών βαμβακόφυτου κυμαίνεται από περίπου 15 μέχρι 18 MJ/kg. Τα στελέχη βαμβακόφυτου είναι ελαφριά και ογκώδη. Αυτή η μικρή τιμή στην πυκνότητά τους έχει σαν αποτέλεσμα μεγάλο κόστος μεταφοράς και αποθήκευσης, και αποτελεί σημαντικό πρόβλημα της πρώτης ύλης αυτής σαν ενεργειακή πηγή. Τα χαρακτηριστικά των στελεχών βαμβακόφυτου, τα συστατικά δηλαδή από τα οποία αποτελείται και η υγρασία του το καθιστούν κατάλληλη πρώτη ύλη για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας περισσότερο μέσω της διαδικασίας της αεριοποίησης και λιγότερο μέσω της αναερόβιας χώνευσης.

## **8.2 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ**

Ένα στρέμμα καλλιεργήσιμης έκτασης βάμβακος δίνει περίπου κατά μέσο όρο 123 kg συσπόρου βαμβακιού. Κατά συνέπεια, λαμβάνοντας υπόψη ότι το στέλεχος του βαμβακόφυτου ζυγίζει το 80% του βάρους του συσπόρου βαμβακιού, από ένα στρέμμα θα προκύψουν 102,4 kg στελεχών. Για να επιτύχουμε τη συμπαραγωγή με σκοπό την παραγωγή 500 Kw ηλεκτρικής ενέργειας, θα εκμεταλλευτούμε 57.902 στρέμματα γης, τα οποία θα παράγουν 5.929 τόνους στελεχών.

### **8.2.1 ΤΡΟΠΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ**

Λόγω του ότι η συλλογή του βαμβακιού λαμβάνει χώρα μια φορά το χρόνο (τέλος Σεπτεμβρίου – αρχές Οκτωβρίου) είναι απαραίτητη η ύπαρξη κατάλληλων αποθηκών για την αποθήκευση των στελεχών τους. Για λόγους οικονομίας χώρου είναι, βέβαια απαραίτητη η συμπίεσή τους έτσι ώστε να μειωθεί ο όγκος τους. Για τη συμπίεση των στελεχών θα χρησιμοποιηθούν ειδικές πρέσες. Ενδεικτικά αναφέρουμε την πρέσα TROTTER 125, η οποία παράγει μπάλες όγκου 1,25x1,25μ, μειώνοντας τον όγκο των στελεχών κατά 20 φορές. Η κάθε μπάλα ζυγίζει 40 kg.

Για τη μεταφορά των στελεχών βαμβακιού από τα χωράφια όπου παράγονται μέχρι τη μονάδα μας, θα χρησιμοποιηθούν 5 φορτηγά, τα οποία είναι δυνατό να μεταφέρουν έως 16 τόνους το καθένα. (Ως παράδειγμα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε το φορτηγό Atego της εταιρείας Mercedes.)



Στην φωτογραφία παρουσιάζεται μια πρέσα Trotter.

Τα φορτηγά θα θεωρούμε ότι κάνουν δύο διαδρομές την ημέρα μεταφέροντας μπάλες στελεχών από τα χωράφια προς την εγκατάσταση. Με αυτό το σκεπτικό θα χρειαστούν  $5.929/16*2*5=37$  μέρες περίπου για την συγκέντρωση όλης της ποσότητας των μπαλών. Για τη φόρτωση των πεπεσμένων μπαλών στελεχών στα φορτηγά θα χρησιμοποιηθούν γερανοί με βραχίονες που προσαρμόζονται στα υδραυλικά του τρακτέρ.



Στην παραπάνω φωτογραφία γερανός με βραχίονα.

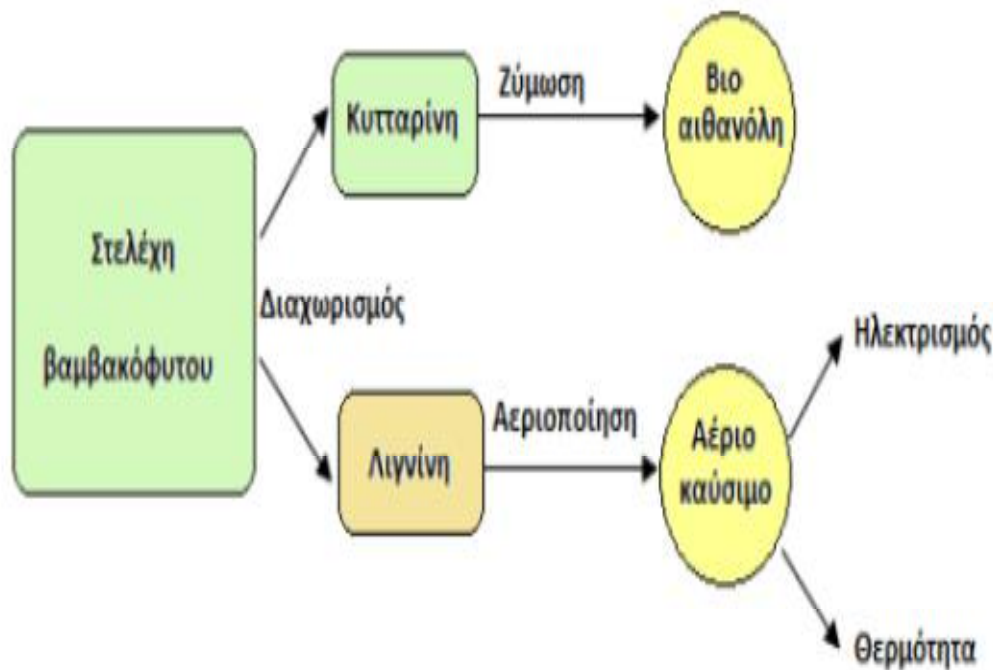
## 8.2.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΣΤΕΛΕΧΗ ΒΑΜΒΑΚΟΦΥΤΟΥ

Στην εργασία αυτή ερευνάται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από στελέχη βαμβακόφυτου μέσω θερμοχημικής και βιοχημικής μετατροπής. Πιο συγκεκριμένα, ερευνάται η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρισμού μέσω της διαδικασίας της αεριοποίησης, που είναι μια θερμοχημική μετατροπή, και ξεχωριστά η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αναερόβιας χώνευσης, που είναι μια βιοχημική μετατροπή, καθώς δεν βρέθηκε βιβλιογραφία για τον συνδυασμό των δύο μεθόδων. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των δύο διαδικασιών, αν και η διαδικασία της αεριοποίησης είναι εκ των προτέρων γνωστό πως είναι πιο συμφέρουσα για την παραγωγή ηλεκτρισμού από στελέχη βαμβακόφυτου, αφού για να είναι κατάλληλη κάποια ουσία για αναερόβια χώνευση θα πρέπει να έχει μεγαλύτερη υγρασία από την υγρασία των στελεχών βαμβακόφυτου.

Καθώς μετά το πρεσάρισμα η κάθε μπάλα ζυγίζει 40 kg, από τη συνολική ποσότητα των στελεχών θα δημιουργηθούν εν τέλει  $5.929/40=149$  μπάλες, η καθεμία εκ των οποίων καταλαμβάνει όγκο  $1,25 \text{ m} \times 1,25 \text{ m}=1,5625 \text{ m}^2$ . Άρα, ο συνολικός απαιτούμενος όγκος για την αποθήκευσή τους είναι  $231.608 \text{ m}^3$ . Θεωρώντας ότι το ύψος της αποθήκης θα είναι 10 m, επιλέγουμε να κατασκευάσουμε δέκα αποθήκες που η καθεμία θα είναι  $2.400 \text{ m}^2$ . Μια ενδεικτική τιμή για την κατασκευή των αποθηκών είναι  $700 \text{ €/m}^2$ , καθώς επιλέγουμε την κατασκευή προκάτ κτιρίων.

## 9. ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ – ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ - ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Οι μέθοδοι ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας ποικίλουν. Η επιλογή της μεθόδου εξαρτάται από τη σύσταση και από την περιεχόμενη υγρασία των υπολειμμάτων την ώρα της συλλογής. Στην προκειμένη περίπτωση, λαμβάνοντας υπόψη μας τα χαμηλά ποσοστά των στελεχών σε υγρασία και τη σύστασή τους από λιγνίνη και κυτταρίνη, καταλήγουμε ότι ο κατάλληλος συνδυασμός βιοχημικής και θερμοχημικής μετατροπής με τελικό στόχο τη συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας είναι η αλκοολική ζύμωση και η αεριοποίηση αντίστοιχα. Συγκεκριμένα, από τα στελέχη θα διαχωρίσουμε την κυτταρίνη και τη λιγνίνη. Από την πρώτη μέσω ζύμωσης θα παραγάγουμε βιοαιθανόλη, η οποία θα πωλείται ως καύσιμο. Από τη λιγνίνη μέσω αεριοποίησης θα παραχθεί αέριο καύσιμο, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για τη συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας. Τα παραπάνω συνοψίζονται στο σχήμα 13 της επόμενης σελίδας:



Σχήμα 13

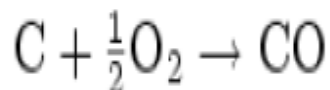
## 9.1 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ

Με τον όρο αεριοποίηση εννοούμε τη θερμοχημική διεργασία κατά την οποία έχουμε παραγωγή αέριου καυσίμου από στερεό καύσιμο.

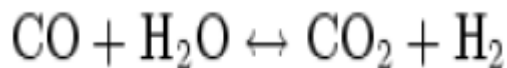
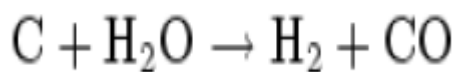
Η παραγωγή αέριου καυσίμου από βιομάζα έχει πολλά πλεονεκτήματα. Το αέριο καύσιμο μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές εσωτερικής καύσης και αεριοστροβίλους. Μεταφέρεται ευκολότερα και δίνεται η δυνατότητα, αν απομακρυνθούν συστατικά που περιέχονται στο αρχικό καύσιμο και είναι ρύποι, για την παραγωγή ενός καθαρότερου καυσίμου. Η αεριοποίηση πριν την καύση της βιομάζας θα κάνει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πιο αποδοτική σε σχέση με την απευθείας καύση της βιομάζας.

Η βασική διαδικασία που ακολουθείται κατά την αεριοποίηση είναι η τοποθέτηση του στερεού καυσίμου σε υψηλή θερμοκρασία της τάξης των  $1000^{\circ}\text{C}$  παρουσία οξυγόνου και ατμού. Η πίεση μπορεί να κυμαίνεται από τιμές λίγο μεγαλύτερες από την ατμοσφαιρική πίεση μέχρι τριάντα φορές πάνω από την ατμοσφαιρική. Αρχικά απελευθερώνονται τα πτητικά υλικά. Η αλληλεπίδραση του καυσίμου με το οξυγόνο και τον ατμό έχει σαν συνέπεια την παραγωγή ενός μείγματος αερίου αποτελούμενου κατά κύριο λόγο από μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο, κάποια ποσότητα μεθανίου, άλλων υδρογονανθράκων αλλά και πίσσας. Παράλληλα παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Περεταίρω συνέχιση της διαδικασίας θα έχει σαν συνέπεια την παραγωγή καθαρότερου αέριου προϊόντος. Αν αντί για οξυγόνο χρησιμοποιηθεί αέρας, θα υπάρχει επίσης άζωτο στο παραγόμενο αέριο με αποτέλεσμα το αέριο καύσιμο που θα παραχθεί να έχει ενεργειακό περιεχόμενο της τάξης του  $3\text{-}5 \text{ MJ}/\text{m}^3$ . Η χρήση καθαρού οξυγόνου έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή καλύτερου καυσίμου, έχει όμως αυξημένο κόστος, επομένως συμφέρει να χρησιμοποιηθεί μόνο αν γίνεται παραγωγή σε μεγάλη κλίμακα.

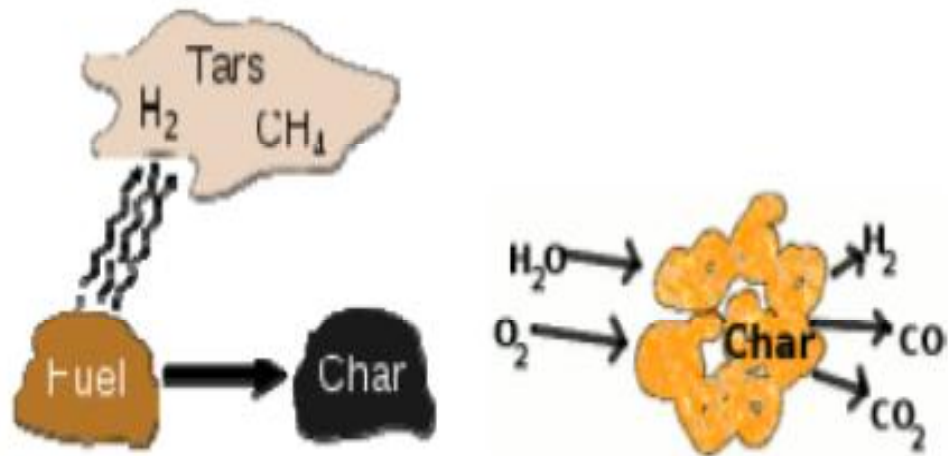
Πιο αναλυτικά, κατά την αεριοποίηση λαμβάνουν χώρα διαδοχικές χημικές διεργασίες. Αρχικά, καθώς ζεσταίνεται το στερεό καύσιμο απελευθερώνονται τα πτητικά υλικά και στη συνέχεια πυρόλυση και το καύσιμο χάνει το 70% του βάρους του. Στη συνέχεια πραγματοποιείται καύση με λ μικρότερο από το στοιχειομετρικό. Τα πτητικά προϊόντα και μέρος του στερεού καυσίμου αντιδρούν με το οξυγόνο παράγοντας διοξείδιο και μονοξείδιο του άνθρακα παρέχοντας την απαραίτητη θερμότητα για τη συνέχιση των αντιδράσεων της αεριοποίησης. Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα στο στάδιο αυτό, αν αναπαραστήσουμε το καύσιμο με έναν άνθρακα είναι η ακόλουθη:



Στη συνέχεια, πραγματοποιείται η αεριοποίηση του στερεού καυσίμου όπου έχουμε τις παρακάτω αντιδράσεις:



Αυτό που συμβαίνει κατά τη διάρκεια της παραπάνω διαδικασίας στη ουσία είναι ότι επιτρέπουμε σε μικρή ποσότητα οξυγόνου να αντιδράσει με το καύσιμο, πραγματοποιώντας ατελή καύση, με αποτέλεσμα την παραγωγή μονοξειδίου του άνθρακα και ενέργειας που έχει σαν συνέπεια την πρόκληση περεταίρω αντιδράσεων που καταλήγουν στην παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου. Στο τέλος της διαδικασίας το αέριο που παράγεται έχει βρεθεί σε μια ισορροπία με συγκεκριμένες συγκεντρώσεις από όλα τα παραπάνω συστατικά.



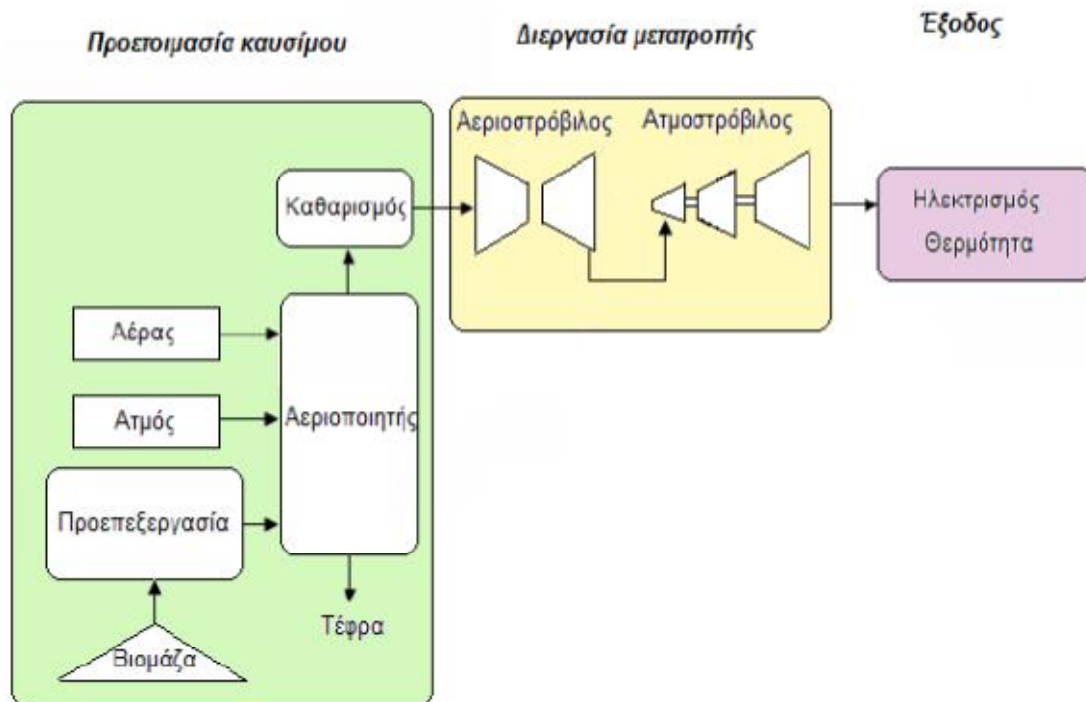
Σχήμα 14: Αρχικά απομακρύνονται τα πτητικά υλικά και γίνεται πυρόλυση και στη συνέχεια αεριοποίηση του στερεού καυσίμου.

Υπάρχουν διάφορων τύπων αεριοποιητές, και πρέπει να επιλεγεί ο κατάλληλος τύπος ανάλογα με το είδος της βιομάζας που έχουμε στη διάθεση μας προς αεριοποίηση. Ανάλογα με τη σύνθεση και το ποσοστό της υγρασίας που υπάρχει στο καύσιμο γίνεται η επιλογή του αεριοποιητή, αφού δεν μπορούν όλοι οι αεριοποιητές να παράγουν από όλα τα καύσιμα αέριο καύσιμο καλής ποιότητας. Έτσι μπορούμε να έχουμε αεριοποιητές όπου ο αέρας εισέρχεται από το κάτω μέρος του στερεού καυσίμου, αεριοποιητές που έχουμε εισαγωγή αέρα από πάνω, ρευστοποιημένης κλίνης και άλλων ειδών.



Σχήμα 15 : Παραγωγή αερίου με αεριοποίηση.

## Θερμοχημική μετετροπή (Αεριοποίηση)



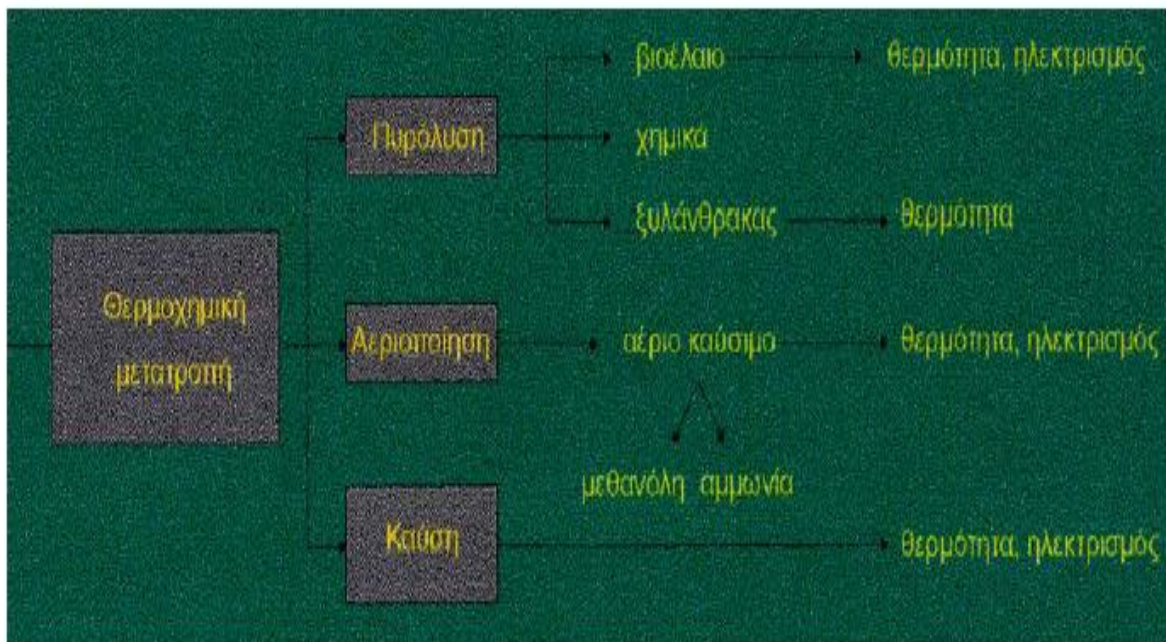
Σχήμα 16 : Θερμοχημική μετατροπή.

Η αεριοποίηση είναι η θερμική αποικοδόμηση της οργανικής ύλης παρουσία ελεγχόμενης ποσότητας αέρα ή οξυγόνου προς μείγμα αερίων. Η αεριοποίηση είναι δυνατό να γίνει παρουσία αέρα ή οξυγόνου. Η αεριοποίηση με αέρα έχει σαν προϊόν αέριο χαμηλής ποιότητας σε ότι αφορά τη θερμική αξία (ανώτατη θερμογόνος δύναμη  $4-7 \text{ MJ}/\text{m}^3$ ) ενώ η αεριοποίηση με οξυγόνο επιτρέπει την παραγωγή αερίου υψηλής θερμικής αξίας (ανώτατη θερμογόνος δύναμη  $10-18 \text{ MJ}/\text{m}^3$ ). Στην περίπτωση μας θα επιλέξουμε να κάνουμε αεριοποίηση με αέρα, καθώς το παραγόμενο αέριο προσφέρεται για χρήση σε στρόβιλους και δεν εμπεριέχει τους κινδύνους διαχείρισης του καθαρού οξυγόνου. Η αεριοποίηση περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- i. Ξήρανση για απομάκρυνση της υγρασίας
- ii. Πυρόλυση
- iii. Μερική οξείδωση των προϊόντων του προηγούμενου σταδίου

Η ξήρανση της βιομάζας, στην προκειμένη περίπτωση των στελεχών βαμβακιού, είναι επιβεβλημένη για την αποφυγή υψηλών ρυπαντικών φορτίων στο αέριο, προβλημάτων κατά τη συμπύκνωση και χαμηλών αποδόσεων. Αποδεκτή περιεκτικότητα υγρασίας θεωρείται η κυμαινόμενη στο εύρος 15-25% κ.β. Για την ξήρανση θα προτιμηθεί η χρήση ξηραντήρα, παρότι θα ήταν δυνατό να επιτευχθεί και με την παραμονή της βιομάζας σε υπαίθριες συνθήκες ή κατά την αποθήκευση. Με την χρήση ξηραντήρα αποφεύγονται οι αργοί ρυθμοί ξήρανσης και οι απώλειες σε βιομάζα από αποσύνθεση. Η ποσότητα της λιγνίνης που οδηγείται προς ξήρανση στον ξηραντήρα είναι  $19\% \times 5.929,16$  τόνοι, καθώς τα στελέχη

βαμβακόφυτου συνίστανται κατά 19% περίπου από λιγνίνη. Μετά την ξήρανση της λιγνίνης και την αφαίρεση της υγρασίας της, το βάρος της μειώνεται κατά 10%. Άρα τελικά μένουν  $0,9 \times 19\% \times 5.929,16 = 1.013,88$  τόνοι λιγνίνης. Κατά την πυρόλυση στερεού καυσίμου από τον οξειδωτικό μέσου (300-500 °C) προκύπτουν συμπυκνώσιμοι υδρογονάνθρακες, στερεό ανθρακούχο υπόλειμμα, πίσσα και αέρια συστατικά. Επιλέγουμε για την εγκατάστασή μας αντιδραστήρα σταθερής κλίνης καθ' ομορροήν (downdraft). Πρόκειται για μια απλή διάταξη, όπου το ρεύμα της τροφοδοσίας αρχικά ξηραίνεται από τον ανερχόμενο θερμό αέριο προϊόν, κατόπιν πυρολύεται δίνοντας ανθρακούχο υπόλειμμα, που κατέρχεται προς τον αεριοποιητή, ενώ οι ατμοί της πυρόλυσης οδεύουν προς την κορυφή της στήλης αεριοποίησης. Αξιοποιείται έτσι με απευθείας εναλλαγή η διαθέσιμη θερμότητα του αερίου προϊόντος.

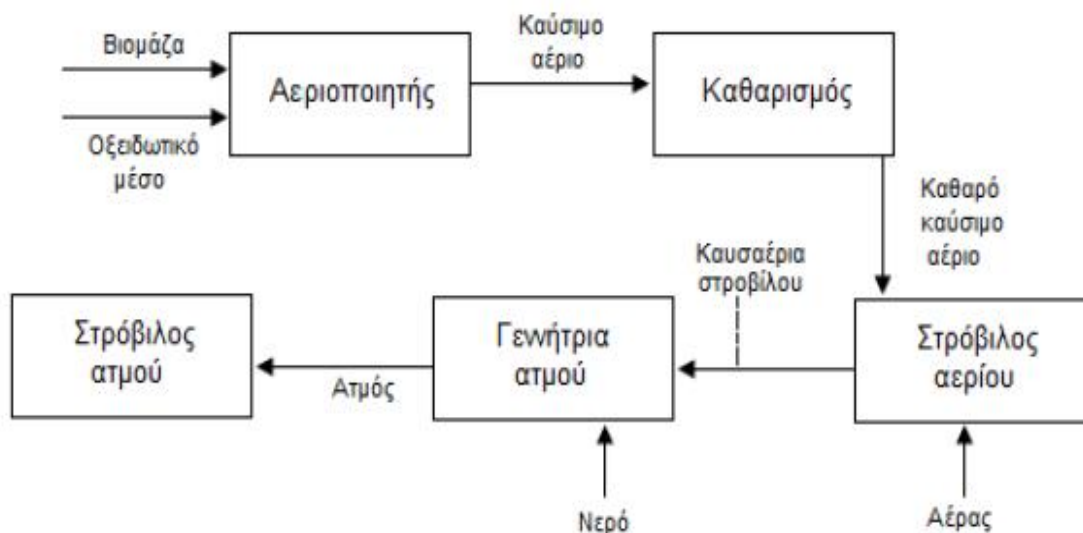


Σχήμα 17: Θερμοχημική μετατροπή τις βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

## 9.2 ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ

Όσον αφορά τώρα τον καθαρισμό του αερίου προϊόντος, στο παραγόμενο αέριο περιέχονται μια σειρά από ρύποι όπως σωματίδια, αλκάλια, άζωτο, πίσσα, θείο, χλώριο, κλπ. Οι ρύποι αυτοί προκαλούν προβλήματα, όπως διάβρωση, σχηματισμό NOx, απόφραξη φίλτρων, απόθεση στο εσωτερικό του αντιδραστήρα, κλπ. Γι' αυτό το λόγο είναι απαραίτητη μια διαδικασία καθαρισμού του αερίου. Εξάλλου, για να είναι δυνατή η χρήση του βιοαερίου σε στροβίλους, υπάρχουν μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές ρύπων.





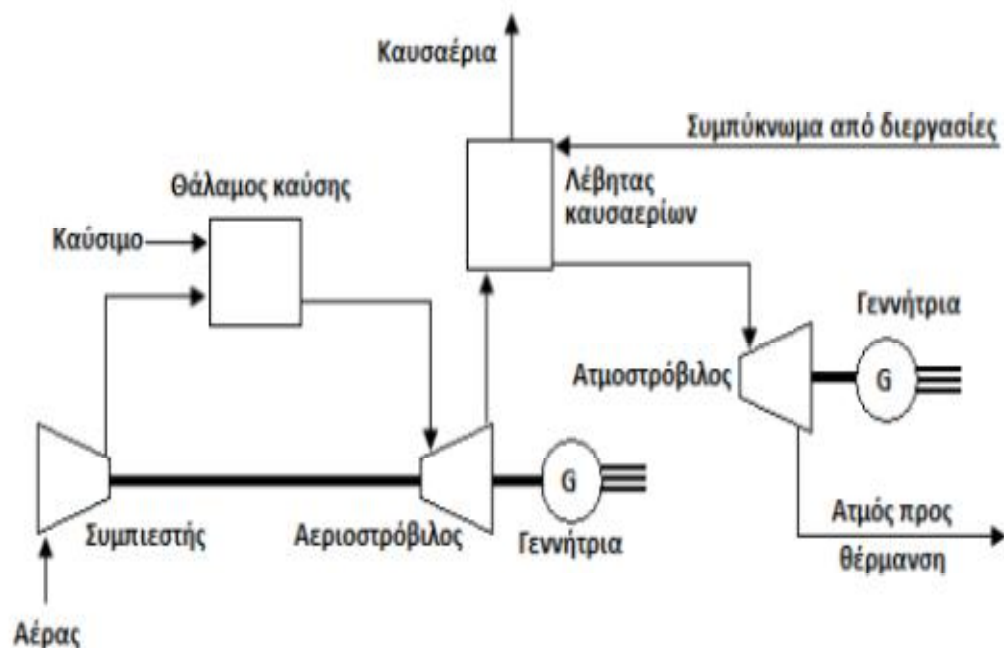
### 9.3 ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ

Με τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, μεγάλες ποσότητες θερμότητας απορρίπτονται στο περιβάλλον, είτε μέσω των ψυκτικών κυκλωμάτων, είτε μέσω των καυσαερίων. Με τη συμπαραγωγή, όπως ονομάζεται η συνδυασμένη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την ίδια ενεργειακή πηγή, το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας αυτής ανακτάται και χρησιμοποιείται επωφελώς. Έτσι, αφ' ενός επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς αυξάνεται ο βαθμός ενεργειακής μετατροπής του καυσίμου σε ωφέλιμη ενέργεια, αφ' ετέρου μειώνονται αντίστοιχα και οι εκπομπές ρύπων. Επίσης, ελαττώνονται οι απώλειες κατά τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς τα συστήματα συμπαραγωγής είναι συνήθως αποκεντρωμένα και βρίσκονται πιο κοντά στους καταναλωτές απ' ό,τι οι κεντρικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής. Πράγματι, οι συμβατικοί σταθμοί παρουσιάζουν βαθμό απόδοσης 15-40%, ενώ στα συστήματα συμπαραγωγής αυτός φθάνει μέχρι και 75-85%. Η συμπαραγωγή από βιομάζα στην Ελλάδα παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον σε αστικό-περιφερειακό επίπεδο. Η εξάπλωση της εφαρμογής της πρέπει να εξετασθεί με βασικό στόχο τη δημιουργία πολλών μικρών αποκεντρωμένων σταθμών συμπαραγωγής. Η παραγόμενη από τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρική ενέργεια είναι δυνατό είτε να ιδιοκαταναλώνεται είτε να πωλείται στη ΔΕΗ. Η υποχρέωση της Δ.Ε.Η. να αγοράζει το σύνολο της καθαρής ενέργειας ηλεκτροπαραγωγής της μονάδας έχει θεσμοθετηθεί με το Ν. 2244/94 ("Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα"), άρθρο 2/παρ. 2, ενώ με την υπουργική απόφαση Δ6/ΦΙ/ΟΙΚ.8295/19-4-95 έχουν καθορισθεί και οι γενικοί, τεχνικοί και οικονομικοί όροι της σχετικής προς τούτο σύμβασης που συνάπτεται μεταξύ ανεξαρτήτων παραγωγών και της Δ.Ε.Η.

Το μεγαλύτερο μέρος της παραγόμενης από τη μελετώμενη μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αφού καλυφθούν πρώτα οι ανάγκες ιδιοκατανάλωσης της εγκατάστασης, θα πωλείται στη ΔΕΗ. Συγκεκριμένα, θεωρούμε ότι το 30% περίπου από τη συνολική παραγόμενη ισχύ, δηλαδή 95 kWel ηλεκτρισμού και 106 kWth θερμότητας, χρησιμοποιούνται για ιδιοκατανάλωση. Τα υπόλοιπα 0,22 MWel ηλεκτρισμού πωλούνται στο ηλεκτρικό δίκτυο της ΔΕΗ, ενώ τα πλεονάζον θερμικό φορτίο των 0,25 MWth θα διατίθεται για τη θέρμανση της γύρω περιοχής. Η τιμή πώλησης προς τη Δ.Ε.Η της παραγόμενης από τη μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καθορίζεται επίσης από τους παραπάνω νόμους

και είναι ίση προς το 90% του σκέλους ενέργειας του ισχύοντος τιμολόγιου γενικής χρήσης και μηνιαίας χρέωσης στη χαμηλή τάση και αυτό ανεξάρτητα από το εάν ο εν λόγω παραγωγός συνδέεται με το δίκτυο χαμηλής, μέσης ή υψηλής τάσης της Επιχείρησης. Επομένως η αντίστοιχη τιμή πώλησης προς τη Δ.Ε.Η της παραγόμενης από τη μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται περίπου σε:  $0,90 \times 0,1153 \text{ €KWh} = 0,104 \text{ €KWh}$ , όπου  $0,1153 \text{ €KWh}$  χρεώνεται από τη Δ.Ε.Η το σκέλος της χαμηλής τάσης, ενώ βάση προκαταρκτικής συμφωνίας, η παρεχόμενη θερμική ενέργεια θα πωλείται προς 20 €/MWh.

Σχηματικά το σύστημα συμπαραγωγής με χρήση συνδυασμένου κύκλου της μονάδας μας μπορεί να αναπαρασταθεί ως εξής:



## 10. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ

Αξιοσημείωτη επέκταση της παραγωγής ηλεκτρισμού από βιομάζας (κυρίως με χρησιμοποίηση μονάδων συμπαραγωγής (CHP) σχεδιάζεται σε Δανία, Φιλανδία, Σουηδία και ΗΠΑ (UNDP/WEC,2000) και επέκταση οραματίζονται και σε αρκετές άλλες χώρες OECD, συμπεριλαμβανομένης της Μεγάλης Βρετανίας. Οι μειώσεις του κόστους και η συνεχιζόμενη ανάπτυξη της παραγωγής ηλεκτρισμού από βιομάζα σχετίζεται στενά με τις τεχνολογικές εξελίξεις που θα προκύψουν τόσο στο τομέα της καλλιέργειας αλλά και στον τομέα της τεχνολογίας της καύσης. Οι συμβατικές τεχνολογίες καύσης για καύσιμα βιομάζας συνδέονται στενά με τις τεχνολογίες καύσης άνθρακα και σαν τέτοια η τεχνολογία μπορεί να θεωρηθεί «ώριμη». Υποδειγματικά εργοστάσια καύσης για παραγωγή ηλεκτρισμού βιομάζας που λειτουργούν με αγροτικά και δασικά απόβλητα αποδίδουν ηλεκτρική ενέργεια με περίπου 5 με 6 cents/Kwh.

Το ποσοστό μάθησης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα (χρησιμοποιώντας συμβατική καύση) έχει υπολογιστεί σε περίπου 15% (IEA,2000a). Παρόλο που ένα ποσοστό μάθησης για τη παραγωγή ηλεκτρισμού από αξιοποίηση της βιομάζας χρησιμοποιώντας συμβατική καύση είναι διαθέσιμο, λεπτομερείς προβολές μείωσης κόστους οι οποίες βασίζονται σε αυτό το ποσοστό μάθησης, και αναφέρονται αποκλειστικά για τεχνολογίες συμβατικών καύσεων, κρίνουν ότι δεν είναι κατάλληλο. Οι αιτίες για αυτό είναι οι ακόλουθες: Η ανάπτυξη μεγαλύτερων και αποδοτικότερων εργοστασίων αντικατάστασης δικαιολογεί μερικό από το 15% του ποσοστού μάθησης που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια. Ενώ αυτή είναι μια σημαντική πλευρά της μάθησης και η τάση προς μεγαλύτερα εργοστάσια ίσως συνεχίσει, τα μοντέρνα εργοστάσια συμβατικής καύσης πλησιάζουν ήδη τα θεωρητικά όρια της επάρκειας μετατροπής. 2) Η δυναμική για συνεχιζόμενη αύξηση του βαθμού απόδοσης είναι μια καίρια αιτία του ενδιαφέροντος για τις τεχνολογίες αεριοποίησης και θα φαινόταν μη συνετό σε αυτό το στάδιο να συμπεράνουμε ότι το ιστορικό ποσοστό μάθησης για τις τεχνολογίες συμβατικής καύσης μπορεί να εφαρμοστεί στις τεχνολογίες εξαέρωσης για λόγους που αναλύονται παρακάτω. 3) Ενώ σημαντική εξάπλωση της παραγωγής ηλεκτρισμού από βιομάζα (κυρίως CHP) προγραμματίζεται σε Δανία, Φιλανδία, Σουηδία και ΗΠΑ (UNDP/WEC,2000) δεδομένα για λεπτομερή ανάπτυξη αγοράς συγκεκριμένων τεχνολογιών δεν είναι διαθέσιμα. 4) Τα κόστη των καυσίμων βιομάζας αναμένεται να συνεχίσουν να μειώνονται. Παρόλα αυτά η δυναμική για αυτό είναι αβέβαιη και η μείωση κόστους καυσίμων από μόνη της είναι απίθανο να είναι επαρκής να διατηρήσει ένα 15% ποσοστό μάθησης. Όλοι αυτοί οι παράγοντες υποδηλώνουν ότι η δυναμική για συνολική μείωση κόστους στη τεχνολογία της καύσης βιομάζας, στην εξέλιξη του χρόνου ενδιαφέροντος, εδώ δεν μπορεί να υπολογιστεί χωρίς προσοχή στις προχωρημένες τεχνολογίες μετατροπής και στα κόστη καυσίμων. Συνδυασμένος κύκλος βιομάζας με αεριοποίηση.

Η αεριοποίηση του στερεού καυσίμου (βιομάζα) προσφέρει τη δυνατότητα υψηλότερης απόδοσης μετατροπής της ενέργειας και μείωσης των ατμοσφαιρικών εκπομπών εν συγκρίσει με τις τεχνολογίες συμβατικής καύσης όπως επίσης και μια μειωμένη εξάρτηση σε οικονομίες κλίμακας. Η αεριοποίηση της βιομάζας και η καύση της σε σταθμούς συνδυασμένου κύκλου (BICTCC) προσφέρει υψηλές αποδόσεις για ένα σχετικά μικρό ως προς το μέγεθος της ισχύος σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (30~50 MW), η οποία την καθιστά κατάλληλη για αποκεντρωμένη παραγωγή ιδιαίτερου ενδιαφέροντος εξαιτίας της διανεμημένης φύσης της σοδειάς της βιομάζας και των σχετικά υψηλών κοστών του να μεταφερθεί το καύσιμο βιομάζα. Πιο μακροπρόθεσμα είναι δυνατό, η BICTCC θα δώσει τη δυνατότητα εκμετάλλευσης της αεριοποιημένης βιομάζας για χρήση στις κυνέλες καυσίμου. Το BICTCC είναι προς το παρόν σε ένα προεμπορικό πειραματικό στάδιο. Πιλοτικά προγράμματα λειτουργούν και αναπτύσσονται σε Βρετανία, Σουηδία, ΗΠΑ και Βραζιλία (UNDP/WEC,2000). Με ένα τόσο μικρό αριθμό προγραμμάτων σε λειτουργία, το ποσοστό μάθησης δεν είναι διαθέσιμο. Παρόλα αυτά, λεπτομερείς μηχανικές αξιολογήσεις κόστους των Σουηδικών και Βρετανικών εργοστασίων έχουν επιχειρηθεί. Το Σουηδικό εργοστάσιο (CHP σχεδίου) αποδίδει ενέργεια με κόστος περίπου 7 cents/kWh και το Βρετανικό εργοστάσιο (ηλεκτρισμό μόνο) περίπου 11.5 cents/kWh. Η μηχανική αξιολόγηση υποδηλώνει ότι τα κόστη κεφαλαίου θα μπορούσαν να μειωθούν στο μισό μέσω αντιγραφής μονάδων και οικονομιών κλίμακας από τη στιγμή που BICTCC εργοστάσια εισβάλουν σε πρώιμες εμπορικές εφαρμογές αυτό θα μπορούσε να μειώσει τα κόστη ενέργειας σε 2.3 με 4.5 και 5.2 με 9 cents/kWh για το Σουηδικό και Βρετανικό εργοστάσιο αντίστοιχα. Πρέπει να σημειωθεί αυτά τα κόστη είναι υπολογισμοί των πρώτων «εμπορικών» εφαρμογών αυτό ισχύει όπου οι τεχνολογίες έχουν κινηθεί πέρα από ενός πειραματικού σχεδίου εργοστάσια και αρχίζουν να

εγκαθίστανται σε μεγαλύτερους αριθμούς. Περαιτέρω μείωση κόστους θα αναμενόταν καθώς το μέγεθος της αγοράς επεκτείνεται. Παρόλα αυτά, είναι αξιοσημείωτο ότι η διαδικασία αεριοποίησης δικαιολογεί μόνο το 19% του συνολικού κόστους κεφαλαίου ενώ τα κόστη τεχνολογίας της καύσεως δικαιολογούν περίπου 35%.

## 11. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

Η αναερόβια χώνευση είναι μια διαδικασία όπου μικροοργανισμοί αποσυνθέτουν κάποια ουσία σε περιβάλλον με απουσία οξυγόνου. Η οργανική ύλη διασπάται σε σάκχαρα που στη συνέχεια διασπώνται και αυτά και ύστερα από μια περίπλοκη διαδικασία παράγεται αέριο, ενώ απομένει και κάποιο υπόλειμμα του οποίου η σύσταση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Για την παραγωγή βιοαερίου μέσω αναερόβιας χώνευσης θα πρέπει η πρώτη ύλη να είναι πλούσια σε υγρασία. Αν η διαθέσιμη πρώτη ύλη δεν έχει αρκετή υγρασία, όπως για παράδειγμα συμβαίνει με τα στελέχη βαμβακόφυτου, θα πρέπει να ανακατευτεί με κοπριά ή κάποια άλλη ουσία με αντίστοιχα χαρακτηριστικά. Οι χωνευτές μπορούν να έχουν μέγεθος από ένα κυβικό μέτρο για μια μικρή μονάδα μέχρι και δέκα φορές μεγαλύτερη για μια τυπική μονάδα, ενώ σε μεγάλες εγκαταστάσεις παραπάνω από χίλια κυβικά μέτρα.. Η διαδικασία της χώνευσης διαρκεί από μερικές μέρες μέχρι μερικές εβδομάδες. Για την εξέλιξη του φαινομένου της αναερόβιας χώνευσης απαιτείται η πρόσδοση θερμότητας. Η δράση των βακτηρίων παράγει θερμότητα από μόνη της, αλλά για να διατηρηθεί η θερμοκρασία σε τουλάχιστον 35°C συνήθως απαιτείται και εξωτερική παροχή θερμότητας, ιδιαίτερα σε περιοχές με ψυχρότερο κλίμα. Αυτή η επιπλέον θερμότητα προσφέρεται από το βιοαέριο. Το βιοαέριο που παράγεται από ένα σύστημα αναερόβιας χώνευσης περιέχει περίπου 50% με 80% μεθάνιο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρισμού, ή συνδυασμού και των δύο διαδικασιών. Η σύνθεση του βιοαερίου είναι:

Μεθάνιο 50-80 %

Διοξείδιο του άνθρακα 50-20 %

Αζωτο < 1%

Υδρογόνο < 1%

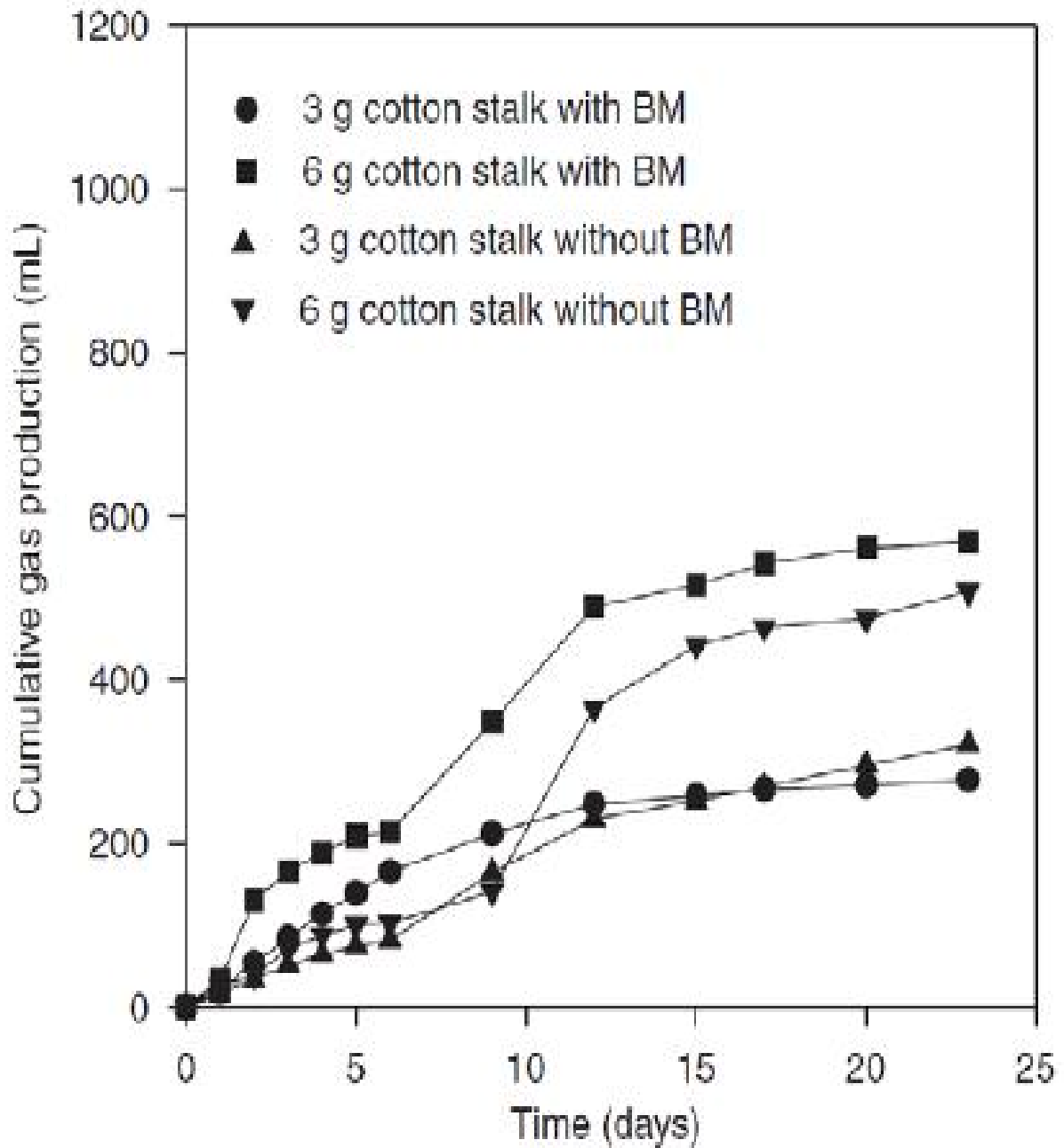
Αμμωνία < 1%

Υδρόθειο < 1%

Τα πιο συνήθη λύματα που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη σε αναερόβια χώνευση είναι η κοπριά από βοοειδή, κοτόπουλα και γουρούνια, ιδιαιτέρως στην Ολλανδία και τη Δανία. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τη δανική κυβέρνηση ένα μεγάλης κλίμακας εργοστάσιο παραγωγής βιοαερίου θα ήταν βιώσιμο αν λειτουργούσε εφαρμόζοντας συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού, η τιμή του ήταν ανταγωνιστική με αυτή του φυσικού αερίου, και παράλληλα δίνονταν χρήματα για την αποκομιδή άλλων λυμάτων. Πράγματι εφαρμόστηκαν οι παραπάνω παράμετροι και οι εγκαταστάσεις ήταν βιώσιμες σε πολλές χώρες της Ευρώπης, όπως η Ολλανδία (10 MW), η Δανία (40 MW), η Βρετανία (1.43 MW), η Γερμανία, αλλά και σε αναπτυσσόμενες χώρες. Γενικά πρέπει να αναφερθεί πως τα παραπάνω αφορούν σε μικρό βαθμό τα στελέχη βαμβακόφυτου, αφού με τη μικρή υγρασία που περιέχουν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε τέτοιες μονάδες. Ο μόνος τρόπος να γίνει

κάτι τέτοιο είναι, να συμπεριληφθούν σαν ένα ποσοστό ύλης που πρόκειται να υποστεί αναερόβια χώνευση όπως είναι η κοπριά.

Ενδεικτικά για το ποσό βιοαερίου που παράγεται από στελέχη βαμβακόφυτου παρατίθεται το παρακάτω σχήμα :



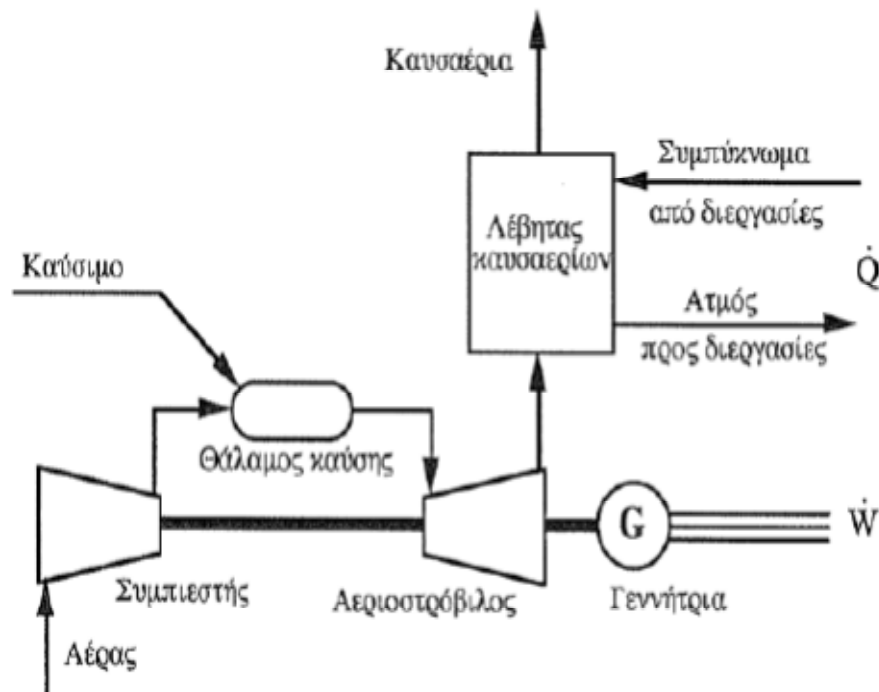
Σχήμα 18 : Παραγωγή βιοαερίου από στελέχη βαμβακόφυτου (BM: σε βασικό περιβάλλον).

## 11.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το παραχθέν αέριο από την αεριοποίηση ή την αναερόβια χώνευση μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

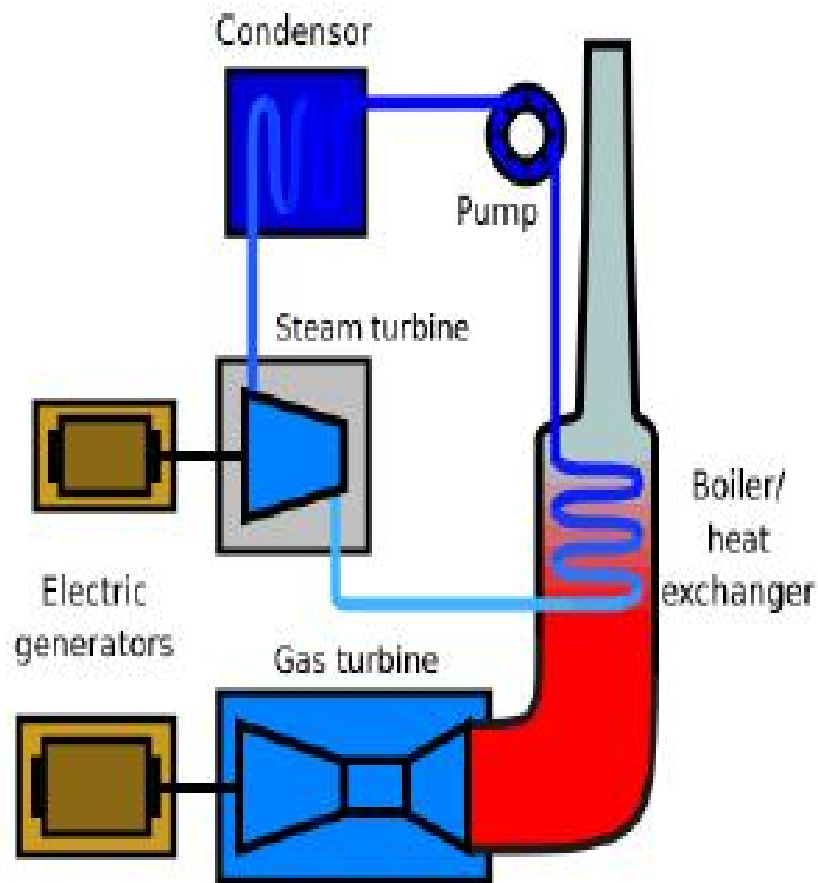
Η διαδικασία της αεριοποίησης είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αν και μέχρι τώρα δεν έχει βρει μεγάλη εφαρμογή. Οι επιλογές που υπάρχουν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του παραχθέντος αερίου είναι η καύση του είτε σε κάποιο αεριοστρόβιλο είτε σε εμβολοφόρο μηχανή που έχει υποστεί μετατροπή για να μπορεί να κάψει αέριο. Ένα σημαντικό πρόβλημα που σχετίζεται με το αέριο από αεριοποίηση βιομάζας είναι η καθαρότητά του, αφού τόσο οι αεριοστρόβιλοι, όσο και οι εμβολοφόροι κινητήρες που έχουν υποστεί μετατροπή για να καίνε αέριο απαιτούν πολύ καθαρό αέριο.

Μια πολύ συμφέρουσα επιλογή για τη χρήση του αερίου είναι η συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Αρχικά το αέριο θα καεί σε κάποιο αεριοστρόβιλο και στη συνέχεια ζεστά καυσαέρια στη έξοδο του αεριοστρόβιλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση. Ο βαθμός απόδοσης μιας τέτοιας εγκατάστασης μπορεί να γίνει πολύ υψηλός αν συνυπολογίσουμε και τη θερμική παραγωγή, της τάξης του 80%, καθιστώντας την τεχνολογία αυτή πολύ ελκυστική. Αν είχαμε ξεχωριστή παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, θα είχαμε έναν ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης της τάξης του 30% και θερμικό της τάξης του 80%, οπότε συνολικά θα είχαμε βαθμό απόδοσης της τάξης του 55% περίπου. Συγκρίνοντας με τον βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης συμπαραγωγής βλέπουμε πόσο συμφέρουσα είναι η εγκατάστασή του.



Σχήμα 19: Συμπαραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού μέσω αεριοστρόβιλου.

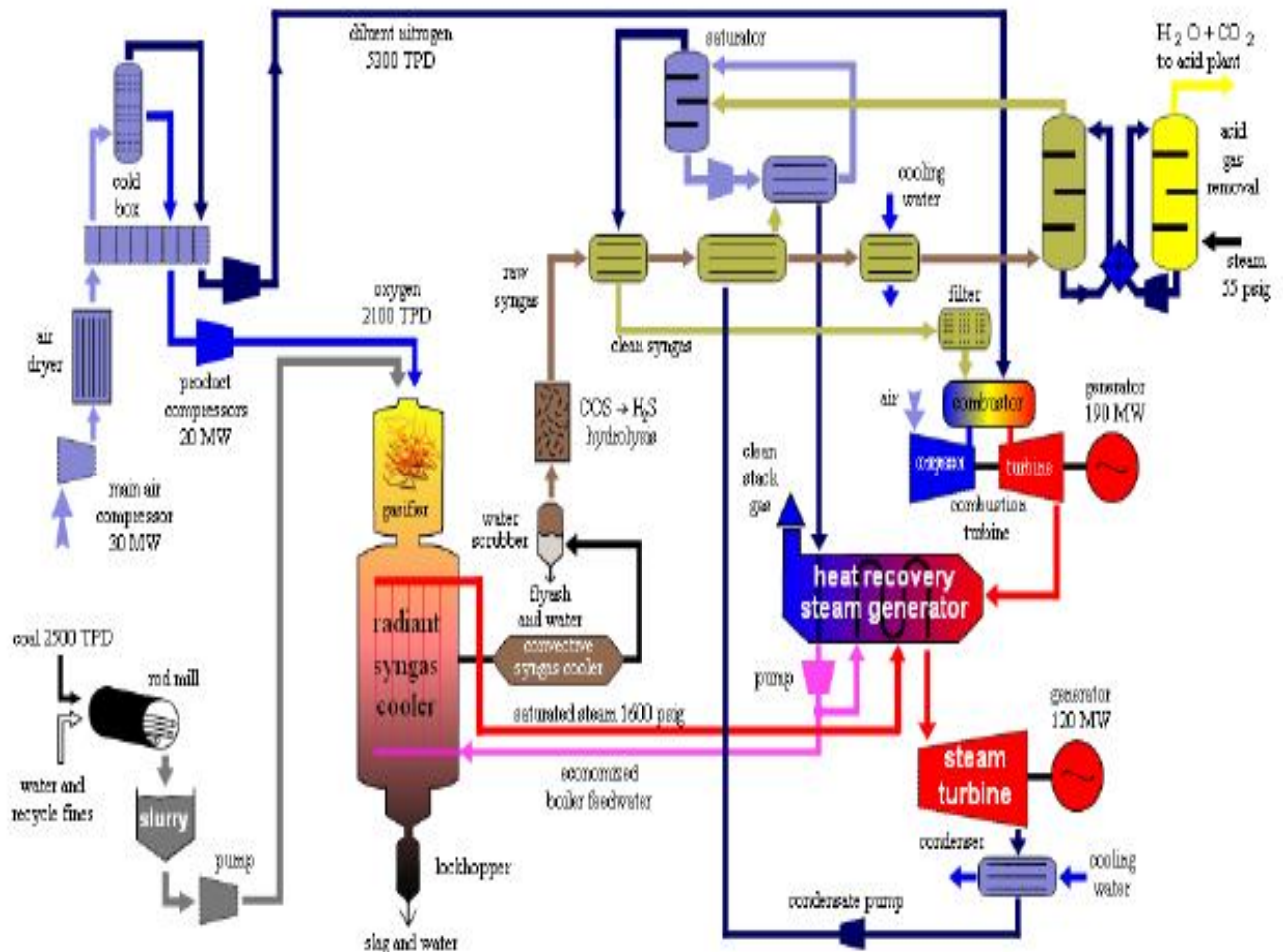
Μια άλλη δυνατή επιλογή για τη χρήση του παραχθέντος αερίου είναι ο συνδυασμένος κύκλος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Σε αυτή την περίπτωση έχουμε και πάλι καύση του αερίου σε αεριοστρόβιλο για την παραγωγή ενέργειας, αλλά τα καυσαέρια του αεριοστροβίλου οδηγούνται πλέον σε λέβητα ατμοστροβίλου, ο οποίος παράγει και αυτός ηλεκτρική ενέργεια. Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα για επιπλέον παραγωγή ενέργειας από τα καυσαέρια που κανονικά θα χάνονταν στην ατμόσφαιρα ως θερμότητα. Ο βαθμός απόδοσης του συνδυασμένου κύκλου είναι πολύ υψηλότερος από τον βαθμό απόδοσης ενός απλού αεριοστροβίλου.



Σχήμα 20: Συνδυασμένος κύκλος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Μια περίπτωση συνδυασμένου κύκλου είναι το σύστημα IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle). Η μονάδα αυτή είναι μια ολοκληρωμένη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αεριοστρόβιλο και ατμοστρόβιλο σε συνδυασμένο κύκλο από συνθετικό αέριο (syngas) που έχει προέλθει από αεριοποίηση βιομάζας. Στο σύστημα περιλαμβάνεται και καθαρισμός του αερίου μετά την αεριοποίηση ώστε να απομακρυνθούν τα συστατικά που μπορούν να προκαλέσουν πρόβλημα, όπως για παράδειγμα το διοξείδιο του θείου. Επειδή η αεριοποίηση γίνεται για το συνδυασμένο κύκλο που ακολουθεί έχει σχεδιασθεί με τέτοιο

τρόπο ώστε το αέριο που παράγεται να έχει τις βέλτιστες δυνατές αναλογίες συστατικών. Με ένα αεριοστρόβιλο των 1300°C κλάσης C είναι δυνατόν να έχουμε συνολικό βαθμό απόδοσης μέχρι 45%, με ένα συμβατικό αεριοστρόβιλο των 1300°C όμως ο βαθμός απόδοσης βρίσκεται στο 30%. Ένα μεγάλο μειονέκτημα αυτού του συστήματος είναι το πολύ μεγάλο κόστος εγκατάστασης.

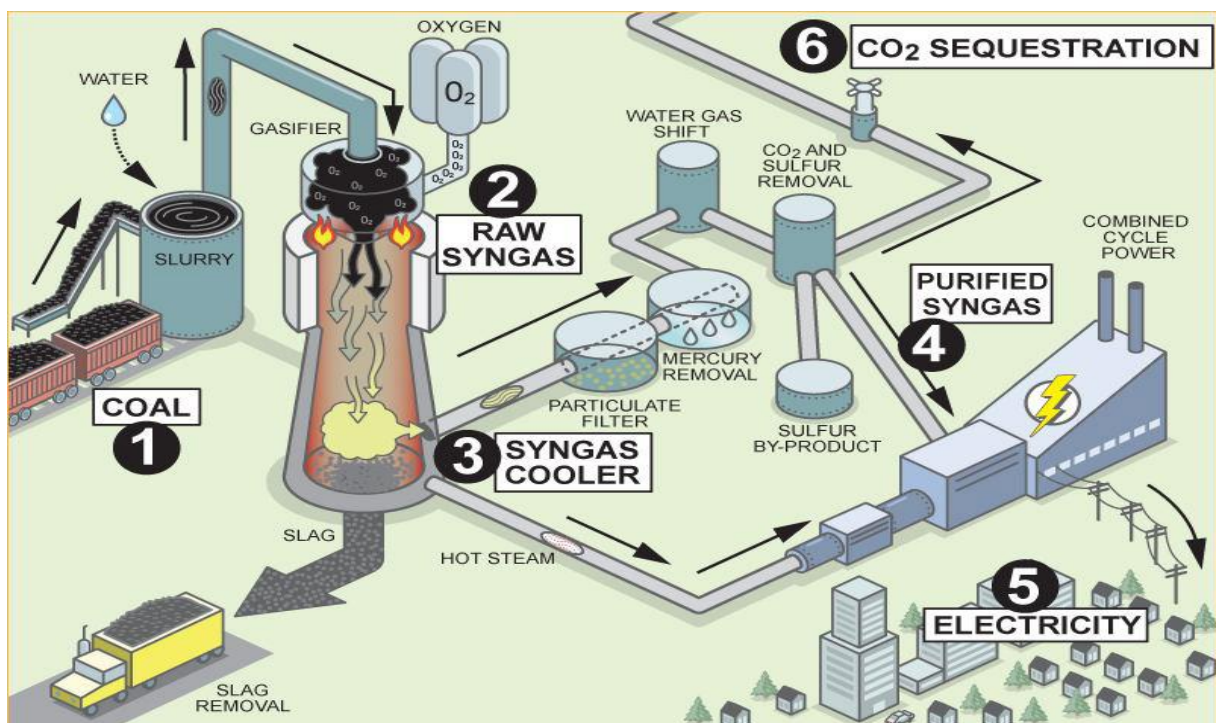


Σχήμα 21: Ολοκληρωμένη αεριοποίησης συνδυασμένου κύκλου (Integrated Gasification Combined Cycle).

Σχετικά με το προϊόν της αναερόβιας χώνευσης, το βιοαέριο δηλαδή, μπορούμε να πούμε ότι δίνονται αντίστοιχες επιλογές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αφού αν υποστεί καθαρισμούς για να απομακρυνθεί το διοξείδιο του άνθρακα και το υδρόθειο προσεγγίζει σε σύνθεση και συμπεριφορά το φυσικό αέριο. Η παραγόμενη από τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρική ενέργεια είναι δυνατό είτε να ιδιοκαταναλώνεται είτε να πωλείται στη ΔΕΗ. Η υποχρέωση της Δ.Ε.Η. να αγοράζει το σύνολο της καθαρής ενέργειας ηλεκτροπαραγωγής της μονάδας έχει θεσμοθετηθεί με το Ν. 2244/94 (‘‘Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα’’), άρθρο 2/παρ. 2, ενώ με την υπουργική απόφαση Δ6/ΦΙ/ΟΙΚ. 8295/19-4-95 έχουν καθορισθεί και οι γενικοί, τεχνικοί και οικονομικοί όροι της σχετικής προς τούτο σύμβασης που συνάπτεται μεταξύ ανεξαρτήτων παραγωγών και της Δ.Ε.Η. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγόμενης από τη μελετώμενη



μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αφού καλυφθούν πρώτα οι ανάγκες ιδιοκατανάλωσης της εγκατάστασης, θα πωλείται στη ΔΕΗ. Συγκεκριμένα, θεωρούμε ότι το 30% περίπου από τη συνολική παραγόμενη ισχύ, δηλαδή 95 kWel ηλεκτρισμού και 106 kWth θερμότητας, χρησιμοποιούνται για ιδιοκατανάλωση. Τα υπόλοιπα 0,22 MWel ηλεκτρισμού πωλούνται στο ηλεκτρικό δίκτυο της ΔΕΗ, ενώ τα πλεονάζον θερμικό φορτίο των 0,25 MWth θα διατίθεται για τη θέρμανση της γύρω περιοχής. Η τιμή πώλησης προς τη Δ.Ε.Η της παραγόμενης από τη μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καθορίζεται επίσης από τους παραπάνω νόμους και είναι ίση προς το 90% του σκέλους ενέργειας του ισχύοντος τιμολόγιου γενικής χρήσης και μηνιαίας χρέωσης στη χαμηλή τάση και αυτό ανεξάρτητα από το εάν ο εν λόγω παραγωγός συνδέεται με το δίκτυο χαμηλής, μέσης ή υψηλής τάσης της Επιχείρησης. Επομένως η αντίστοιχη τιμή πώλησης προς τη Δ.Ε.Η της παραγόμενης από τη μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται περίπου σε:  $0,90 \times 0,1153 \text{ €KWh} = 0,104 \text{ €KWh}$ , όπου 0,1153 €KWh χρεώνεται από τη Δ.Ε.Η το σκέλος της χαμηλής τάσης, ενώ βάση προκαταρκτικής συμφωνίας, η παρεχόμενη θερμική ενέργεια θα πωλείται προς 20€MWh.



Στην παραπάνω εικόνα διάταξη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αεριοποίηση βιομάζας.

## 11.2 ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στον παρακάτω πίνακα 5 παρουσιάζεται όσο το δυνατό πιο αναλυτικά το κόστος της επένδυσης (κεφάλαιο):

Κατασκευή/Αγορά	Κόστος σε €
αποθήκες στελεχών	$10 \times 2.400 \times 700 = 16.800.000$
φορτηγά	$37.000 \times 5 = 185.000$
γερανοί με βραχίονες	$3.500 \times 5 = 17.500$
εγκατάσταση για παραγωγή αιθανόλης	80.000.000
εγκατάσταση αεριοποίησης	10.000
εγκατάσταση συμπαραγωγής	15.000.000
<b>Συνολικό κόστος</b>	<b>112.012.500</b>

Πίνακας 5

## 11.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Στη συνέχεια παρουσιάζεται μια εφαρμογή της διαδικασίας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από στελέχη βαμβακόφυτου μέσω της διαδικασίας της αεριοποίησης που είναι και η διαδικασία που ενδείκνυται σε σχέση με την αναερόβια χώνευση.

Επιλέγουμε την τοποθέτηση μιας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη Θεσσαλία όπου βρίσκεται και το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής βαμβακιού στην Ελλάδα. Η επιλογή της τοποθέτησης της μονάδας κοντά στον τόπο παραγωγής βαμβακιού έχει πολύ μεγάλη σημασία καθώς όπως αναφέρθηκε και πάλι η μικρή πυκνότητα και ο όγκος των στελεχών του βαμβακιού αυξάνει σε μεγάλο βαθμό το κόστος μεταφοράς τους.

Ο σκοπός της εργασίας είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, επομένως για την σε μέγιστο βαθμό εκπλήρωση του σκοπού αυτού θα επιλεγεί μια μονάδα συνδυασμένου κύκλου με αεριοστρόβιλο του οποίου τα καυσαέρια θα τροφοδοτούν το λέβητα ενός ατμοστρόβιλου. Θα μπορούσε να είχε επιλεγεί η συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού που αποτελεί επίσης μια πολύ ελκυστική επιλογή, περιορίζει όμως την ηλεκτρική παραγωγή προς όφελος της θερμικής, η οποία δεν αποτελεί πρωταρχικό στόχο της εργασίας.

Κάθε χρόνο παράγονται στην Ελλάδα περίπου 1.400.000 τόνοι στελεχών βαμβακιού . Στη Θεσσαλία βρίσκεται περίπου το 60% των ελληνικών εκτάσεων παραγωγής βαμβακιού, επομένως μπορούμε να πούμε ότι περίπου στη Θεσσαλία θα έχουμε κάθε χρόνο 840.000 τόνους στελεχών βαμβακόφυτου. Από αυτά θα θεωρήσουμε ότι για διάφορους λόγους, όπως για παράδειγμα η χρήση τους για άλλους σκοπούς ή απλά η έλλειψη επιθυμίας από μέρος των παραγωγών για συμμετοχή, και για να είμαστε συντηρητικοί στους υπολογισμούς, μόνο οι 400.000 t/y στελεχών βαμβακόφυτου θα είναι διαθέσιμοι για χρήση από τη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Θα ισχύει:

$$400.000 \text{ t/y} = 400 * 10^6 / 8760 * 3600 \text{ kg/s} = 12.68 \text{ kg/s}$$

Επομένως η διαθέσιμη παροχή στελεχών βαμβακόφυτου είναι  $Mcs = 12.68 \text{ kg/s}$

## 12. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

### 12.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ - ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ

Η αξιοποίηση καταλοίπων, αποβλήτων ή παραπροϊόντων, που συνήθως είναι χαμηλού ή και αρνητικού κόστους, δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας που προκύπτουν από την αξιοποίηση αυτή. Στην περίπτωση μας, όπου επιχειρείται ενεργειακή αξιοποίηση των στελεχών βαμβακόφυτου, δημιουργούνται θέσεις απασχόλησης στον αγροτικό τομέα, πράγμα σημαντικό, ιδιαίτερα σήμερα που η αύξηση της παραγωγικότητας στη γεωργία έχει μειώσει την απασχόληση του αγροτικού πληθυσμού. Επομένως, με τη δημιουργία της μονάδας μας θα τονωθεί η απασχόληση στις τοπικές κοινωνίες της Θεσσαλίας. Θεωρητικά, η παραγωγή ενέργειας από στελέχη βαμβακόφυτου βοηθά την αύξηση του εθνικού εισοδήματος, εφόσον ενθαρρύνει την εκμετάλλευση με αποδοτικό τρόπο των αχρησιμοποίητων ή των υποεκμεταλλεζόμενων αποθεμάτων (υπολείμματα) που μέχρι σήμερα παρέμειναν αχρησιμοποίητα.

Όσον αφορά συγκεκριμένα την περιοχή, όπου τοποθετήθηκε η μονάδα μας, οι αγρότες παραδοσιακά χρησιμοποιούσαν τα στελέχη βαμβακόφυτου για καύση στα τζάκια και για μαγείρεμα, ενώ στην τωρινή εποχή τα χρησιμοποιούν ως λίπασμα για τα χωράφια τους. Ωστόσο, η ποσότητα του λιπάσματος που προκύπτει από τα στελέχη βαμβακόφυτου είναι πολύ μικρή και δεν αρκεί να καλύψει ούτε τις ανάγκες του ίδιου του χωραφιού. Επομένως, η μη χρήση των στελεχών ως λίπασμα δεν θα προκαλέσει προβλήματα στους αγρότες. Η αγορά από τη μονάδα μας, συνεπώς, των στελεχών, που ουσιαστικά είναι άχρηστα για τους αγρότες, θα προκαλέσει μόνο θετικές εντυπώσεις, καθώς πλέον θα πληρώνονται για την πώληση ενός προϊόντος, που έως τώρα το θεωρούσαν άχρηστο.

### 12.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Κατά τη χρήση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας σαφώς και υπάρχει μια μικρή επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Ωστόσο, αυτό που είναι σημαντικό είναι ότι σε σχέση με τη χρησιμοποίηση συμβατικών καυσίμων για παραγωγή ενέργειας παρουσιάζονται περιβαλλοντικά οφέλη.

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 θείου στη βιομάζα είναι μικρότερη απ' ό,τι 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.

### 13. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Πριν από μερικά χρόνια γίναμε πάλι μάρτυρες ενός πολέμου στο Ιράκ του οποίου οι επιπτώσεις δεν έχουν γίνει ακόμα γνωστές. Είναι πραγματικά αδιάφορο αν ο πόλεμος έγινε στο όνομα του καλού η του κακού είτε επικαλύπτεται από την δικαιολογία του οπλισμένου ή του αφοπλισμένου είτε η βία ονομάζεται απελευθέρωση. Πίσω από όλα αυτά κρύβεται το φλέγον ζήτημα των ενεργειακών αποθεμάτων που έχουν άμεση σχέση με το πετρέλαιο. Αναδεικνύεται σκληρά έτσι η αναγκαιότητα να σταματήσει η άμεση εξάρτηση από το πετρέλαιο κάθε χώρας και ιδιαίτερα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η απάντηση σε αυτό το φλέγον ζήτημα καταλήγει αναπόφευκτα στην αλλαγή του ενεργειακού μοντέλου και στην ανεύρεση άλλων εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Η κατάληξη αυτή κακά τα ψέματα είναι μονόδρομος για την Ελλάδα διότι είναι άμεσα εξαρτημένη χωρά από το πετρέλαιο και μάλιστα από τις πρώτες τις Ευρωπαϊκής Ένωσης. Διέξοδος υπάρχει και είναι επιτακτική όσο ποτέ και αναγκαία. Η στροφή στα ΑΠΕ στα ενεργειακά αποθέματα που δίνει με αφθονία η χωρά μας όπως ο ήλιος, ο άνεμος, τα ορυκτά και τα γεωργικά υπολείμματα αποτελούν επιτακτική ανάγκη. Η χρήση των ΑΠΕ εκτός από συναλλαγματικό όφελος θα συμβάλει καταλυτικά στην προστασία του περιβάλλοντος καθώς η ενεργεία και το περιβάλλον είναι έννοιες αλληλένδετες.

Από την περίοδο της βιομηχανικής επανάστασης ο άνθρωπος άρχισε μαζικά να χρησιμοποιεί τα ορυκτά καύσιμα ως μοχλό ανάπτυξης και βελτίωσης των συνθηκών ζωής του. Όμως την τελευταία δεκαετία η ανθρωπότητα άρχισε να συνειδητοποιεί ότι η ανάπτυξη αυτή έχει περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις, ένα περιβαλλοντικό τίμημα (τήξη των πάγων, άνοδος της στάθμης της θάλασσας, απερίμωση, εξαφάνιση περιοχών, απώλεια βιοποικιλότητας αλλά και δεκάδων εκατομμύριων ανθρωπίνων ζώων είτε έμμεσα είτε άμεσα). Ένα από τα βασικά στοιχεία πλέον περά αυτού της πραγματικής απελευθέρωσης της αγοράς ενέργειας είναι και η αύξηση της διείσδυσης στο ισοζύγιο παράγωγης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Στον ευρύτερο προσδιορισμό περιλαμβάνεται όπως προαναφερθήκαμε η παράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα. Σύμφωνα με τις κοινοτικές οδηγίες μέχρι το 2010 η χωρά μας θα πρέπει να καλύπτει περίπου το 20% της συνολικής παράγωγης ενέργειας από ΑΠΕ ενώ αυτή την χρονική στιγμή καλύπτει μόνο το 3% της παράγωγης ηλεκτρικής ενέργειας. Ομολογούμενος βάση εκτιμήσεων είναι δύσκολο να επιτευχθεί αφού η παράγωγή από αυτές τις μορφές πρέπει να πολλαπλασιαστεί ωστόσο έστω και δύσκολα υπάρχουν οι προοπτικές.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1>
2. <http://perivallonsos.blogspot.com/2009/10/blog-post.html>
3. <http://www.sigmalive.com/simerini/business/news/296779>
4. <http://www.biomassenergy.gr/articles/technology/biomass/90-biomass-pellets-as-a-mean-of-encountering-climate-change-threats>
5. <http://www.rescompass.org/greek,79/85,85-85/88,88-88/biomass-engineer,266.html>
6. <http://www.ecofinder.gr/learn/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B>
7. <http://www.allaboutenergy.gr/Biomaza.html>
8. [http://en.wikipedia.org/wiki/Biomass\\_gasification](http://en.wikipedia.org/wiki/Biomass_gasification)
9. <http://www.lehrafuel.com/briquetts-calorific-value.html>
10. [http://en.wikipedia.org/wiki/Anaerobic\\_digestion](http://en.wikipedia.org/wiki/Anaerobic_digestion)
11. ΑΠΟΣΤΟΛΑΚΗΣ, Μ., ΚΥΡΙΤΣΗΣ, Σ., ΣΟΥΤΕΡ, Χ., 1987: Το Ενεργειακό Δυναμικό της Βιομάζας Γεωργικών και Δασικών Υποπροϊόντων. Ελληνικό Κέντρο Παραγωγικότητας, Αθήνα.
12. ΕΘΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ, 2000: Στατιστική Επετηρίδα της Ελλάδος, Αθήνα.
13. ΕΘΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ, 2000: Εκτάσεις και Παραγωγή Γεωργικών Καλλιεργειών κατά Είδος, Προσωρινά Αποτελέσματα της Ετήσιας Γεωργικής Στατιστικής Έρευνας, Αθήνα.
14. ΚΟΥΪΜΤΖΗΣ, Θ., ΦΥΤΙΑΝΟΣ, Ν., ΣΑΜΑΡΑ-ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ, Κ., 1998: Χημεία Περιβάλλοντος. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
15. ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΑΚΗΣ, Ε., ΖΕΡΒΟΣ, Α., ΚΟΥΚΙΟΣ, Μ., ΧΡΙΣΤΟΛΗΣ, Μ., 1995: Η κλιματική μεταβολή. Το Ελληνικό πρόγραμμα για τον περιορισμό του CO<sub>2</sub> και των άλλων αερίων του θερμοκηπίου, ΕΜΠ / ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα.
16. Χ.Α. Φραγκόπουλος, Η.Π. Καρυδογιάννης, Γ.Κ. Καραλής, «Συμπαράγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού», ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ, Αθήνα, 1994.
17. “Μελέτη διερεύνησης δυνατοτήτων για την αξιοποίηση της βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ”, Τομέας Βιομάζας, ΚΑΠΕ, 1997.
18. Παπαοικονόμου Απόστολος, Διπλωματική εργασία πάνω στην Διαχείριση δικτύων εφοδιαστικών αλυσίδων για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα, Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2010.
19. “Πολυετείς ενεργειακές καλλιέργειες στην Ελλάδα”, Τομέας Βιομάζας, ΚΑΠΕ 1998.