

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**1233**

**ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:**

**ΚΑΡΑΜΠΑΤΣΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ-ΜΑΡΙΟΣ**

**ΚΑΡΑΜΑΝΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:**

**ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2014**



## 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.

## 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

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	11
ΓΕΝΙΚΑ.....	11
2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	13
2.1 ΜΟΡΦΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	14
2.1.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	14
2.1.2 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	15
2.1.3 ΥΔΑΤΟΠΤΩΣΕΙΣ.....	16
2.1.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	17
2.1.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ.....	18
2.1.6 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	18
3 ΜΕΓΑΛΑ ΕΡΓΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΑΠΕ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ.....	19
3.1 DESERTEC .....	19
3.1.1ΤΟ DESERTECΤΗΣ ΑΥΣΤΡΑΛΙΑΣ .....	20
3.1.2 Η ΤΡΙΤΗ ΦΑΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΤΗΣ ΒΡΕΤΑΝΙΑΣ .....	20
3.1.3 ΤΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΤΩΝ 20 ΓΙΓΑΒΑΤ ΤΗΣ ΚΙΝΑΣ.....	20
3.1.4 ΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΤΩΝ 7,5 ΜΙΛΙΩΝ ΠΟΥ ΘΑ ΠΑΡΑΓΕΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	21
3.1.5ΤΟ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟ ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ ΣΤΟ ΛΑΣ ΒΕΓΚΑΣ.....	21
4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΒΙΟΜΑΖΑΣ .....	22
4.1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ 100 ΚW .....	22
4.1.1 Τεχνική περιγραφή μονάδας παραγωγής βιοαερίου .....	23
4.1.2 Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.....	28
4.1.3 Γειώσεις.....	30
4.1.4 Κανονισμοί.....	31

<b>4.2 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ 500 KW .....</b>	<b>32</b>
4.2.1 Ενεργειακή μελέτη .....	34
4.2.2 Τεχνική περιγραφή μονάδας παραγωγής βιοαερίου .....	36
4.2.3 Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός μονάδας βιοαερίου .....	39
4.2.4 Απόβλητα και αντιμετώπιση περιβαλλοντικών επιπτώσεων .....	41
4.2.5 Τεχνική περιγραφή υποσταθμού μέσης τάσης .....	43
<b>4.3 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ 1 MW.....</b>	<b>47</b>
4.3.1 Παραγωγική διαδικασία .....	49
<b>5. ΒΙΟΜΑΖΑ .....</b>	<b>53</b>
<b>5.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ .....</b>	<b>55</b>
5.1.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	56
5.1.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	57
<b>5.2 ΚΥΡΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕ ΚΑΥΣΙΜΟ ΒΙΟΜΑΖΑ .....</b>	<b>59</b>
<b>5.3 ΤΑ ΠΕΛΛΕΤ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΩΣ ΜΕΣΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ .....</b>	<b>60</b>
<b>5.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑ,ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ .....</b>	<b>63</b>
<b>5.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ .....</b>	<b>66</b>
<b>5.6 ΚΑΥΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....</b>	<b>67</b>
<b>5.7 WOODCHIPS ΚΑΙ PELLETS ΣΤΟΥΣ ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ ΤΟΥ ΣΗΜΕΡΑ.....</b>	<b>68</b>
<b>5.8 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ.....</b>	<b>72</b>
<b>5.9ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ.....</b>	<b>72</b>
<b>5.10ΤΕΛΕΥΤΑΙΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ – ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ .....</b>	<b>74</b>
<b>6. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ...</b>	<b>75</b>
<b>7. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ .....</b>	<b>77</b>
<b>7.1 ΒΙΟΜΑΖΑ-ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ .....</b>	<b>77</b>
<b>7.2ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ ΤΟ 2007 .....</b>	<b>78</b>



<b>7.3 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ .....</b>	<b>79</b>
<b>7.4 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΤΗΝ Ε.Ε .....</b>	<b>85</b>
<b>7.5 2010: ΝΕΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....</b>	<b>87</b>
<b>7.6 ΒΙΟΜΑΖΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ .....</b>	<b>89</b>
<b>7.6.1 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ .....</b>	<b>92</b>
<b>7.6.2 ΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΣΕ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ.....</b>	<b>94</b>
<b>7.6.3 ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ.....</b>	<b>96</b>
<b>7.6.4 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ .....</b>	<b>97</b>
<b>7.6.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ .....</b>	<b>97</b>
<b>7.6.6 ΒΙΟΑΕΡΙΟ .....</b>	<b>99</b>
<b>8. ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ .....</b>	<b>100</b>
<b>8.1 ΘΕΡΜΟΧΗΜΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ .....</b>	<b>100</b>
<b>8.2 ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ .....</b>	<b>100</b>
<b>8.3 ΑΜΕΣΗ ΚΑΥΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ .....</b>	<b>101</b>
<b>8.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ .....</b>	<b>101</b>
<b>8.5 ΠΥΡΟΛΥΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....</b>	<b>102</b>
<b>8.6 ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ.....</b>	<b>103</b>
<b>8.7 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟ ΑΕΡΙΟ ΚΑΥΣΙΜΟ ΣΕ Χ.Υ.Τ.Α. (LANDFILL GAS).....</b>	<b>103</b>
<b>8.8 ΕΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΛΑΙΩΝ/ΦΥΣΙΚΟ – ΧΗΜΙΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ.....</b>	<b>104</b>
<b>8.9 ΖΥΜΩΣΗ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΥΣΗ .....</b>	<b>104</b>
<b>9. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....</b>	<b>106</b>
<b>9.1 ΣΤΕΛΕΧΗ ΒΑΜΒΑΚΟΦΥΤΟΥ .....</b>	<b>107</b>
<b>9.2 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΜΕΤΑΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ..</b>	<b>108</b>
<b>9.2.1 ΤΡΟΠΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ .....</b>	<b>109</b>
<b>9.2.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΣΤΕΛΕΧΗ ΒΑΜΒΑΚΟΦΥΤΟΥ .....</b>	<b>110</b>

<b>10. ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ–ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ - ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ .....</b>	<b>112</b>
<b>10.1 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ.....</b>	<b>113</b>
<b>10.2 ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ .....</b>	<b>118</b>
<b>10.3 ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>119</b>
<b>11. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ .....</b>	<b>122</b>
<b>12. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ.....</b>	<b>125</b>
<b>12.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....</b>	<b>128</b>
<b>12.2 ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ .....</b>	<b>133</b>
<b>12.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ .....</b>	<b>134</b>
<b>13. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ .....</b>	<b>135</b>
<b>13.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ - ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ.....</b>	<b>135</b>
<b>13.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....</b>	<b>135</b>
<b>14. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>137</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>139</b>

# 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 αγροαναπαύσεων 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 εκμετάλλευσή τους δεν χρειάζεται κάποια ενεργητική προσπάθεια όπως εξόρυξη, άντληση όπως

εκμεταλλευόμασταν 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.

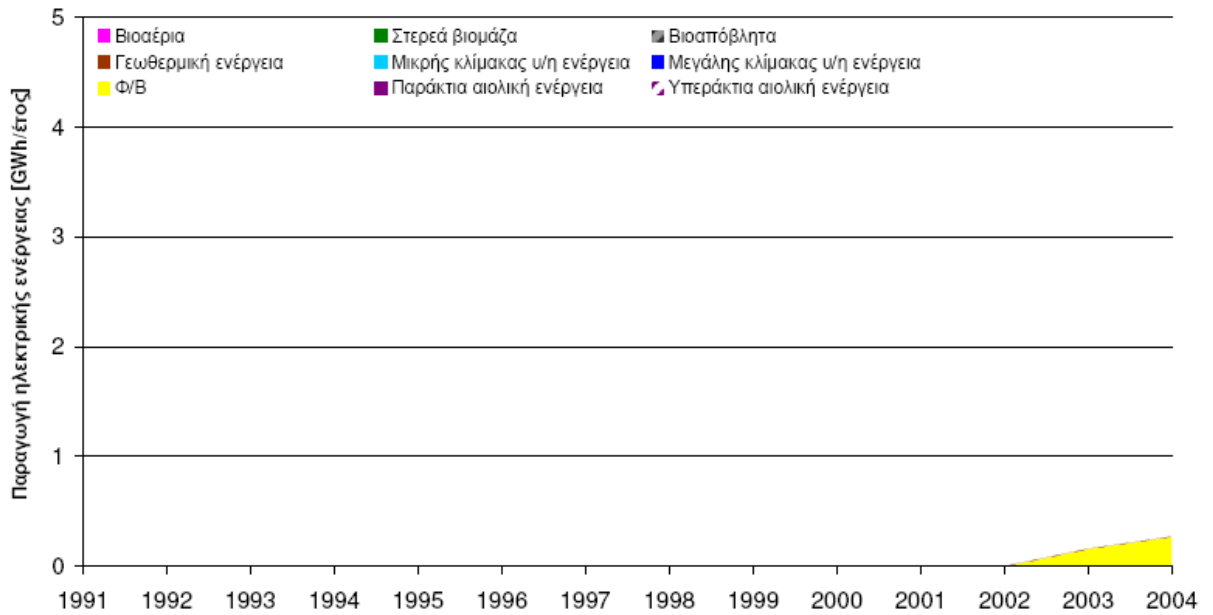
## 2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

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 εκμεταλλευόμασταν 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

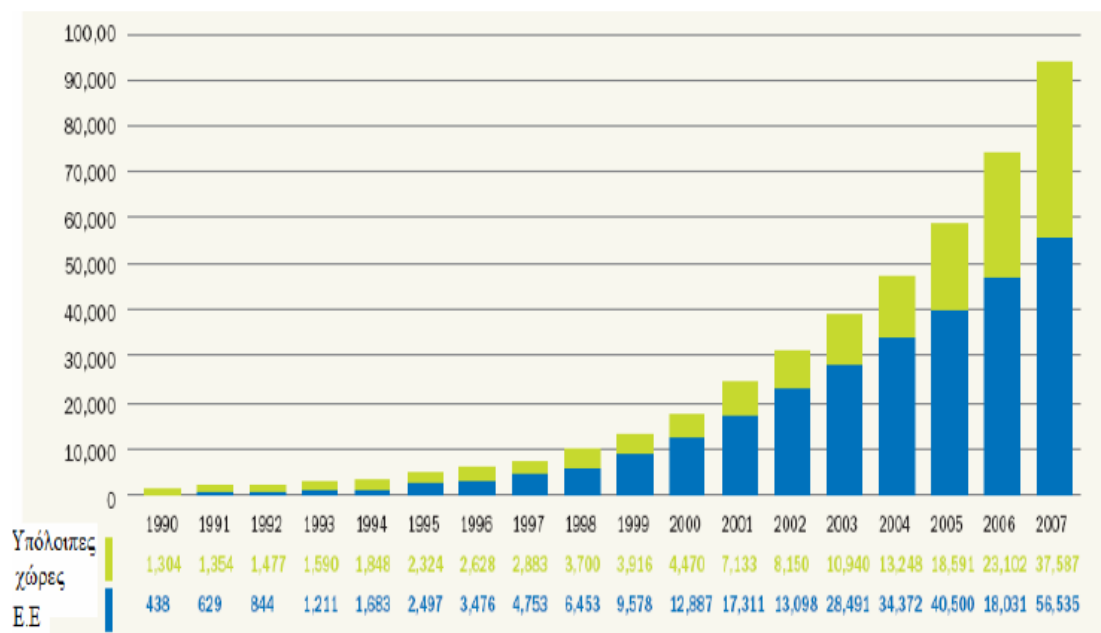
### 2.1.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

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 εκμετάλλευσή 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 εκλύονται 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 ενέργεια 1990-2007 σε (Μw).

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

### 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 υδρότοπων, 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 1/6CO<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 αλλά 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 εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών είναι η Ιαπωνία (300MW) 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 ό τι 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 GW υπεράκτιων αιολικών στο μέλλον, από τα οποία τα 25 GW 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 Σεβέρν, μήκους 7,5 μιλίων, το οποίο θα κρατάει την παλίρροια και θα την χρησιμοποιεί για να παράγει 8,6 Gw 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 Bright Source 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 ηλιοθερμικό πάρκο.

## **4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΒΙΟΜΑΖΑΣ**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται ως παραδείγματα τεχνικές περιγραφές μονάδων παραγωγής ηλεκτρισμού από βιομάζα, όπως αυτές κατατίθενται στο φάκελο αδειοδότησης της ΔΕΗ.

Επιλέχθηκαν 3 περιπτώσεις: 100 KW, 500 KW, 1MW, οι οποίες συνιστούν συνήθεις περιπτώσεις τέτοιων σταθμών .

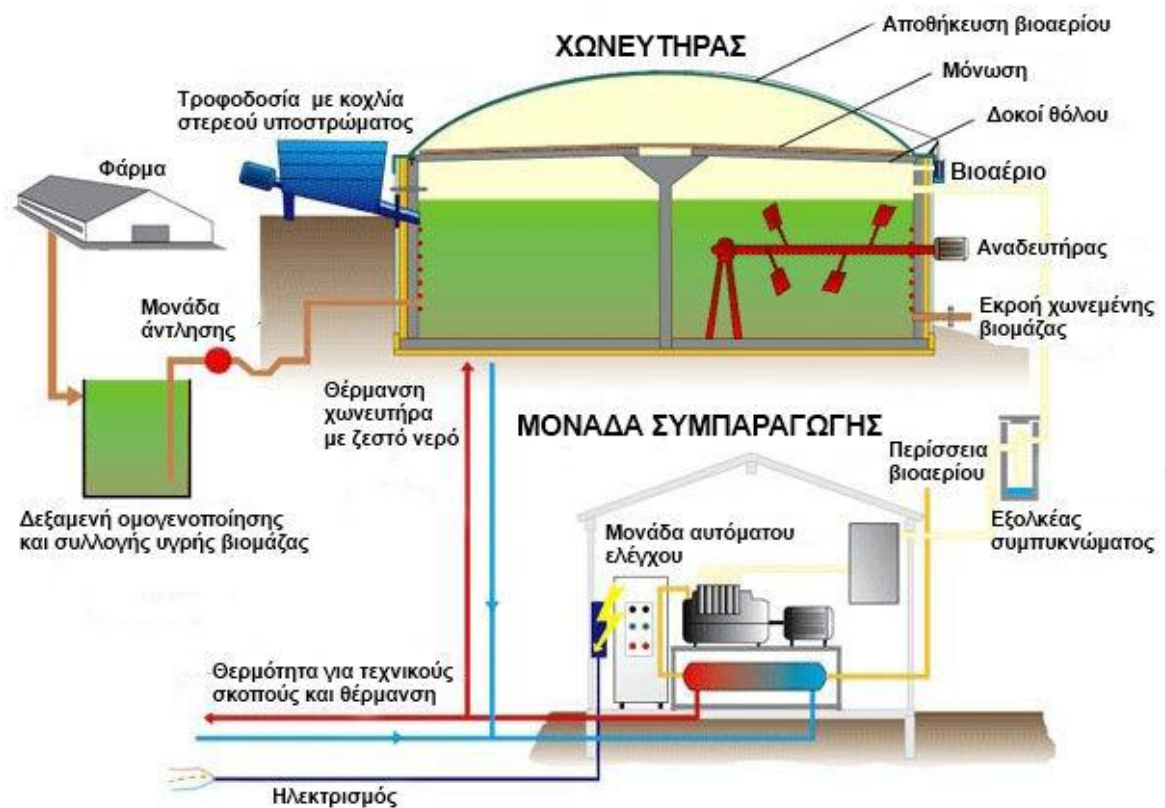
### **4.1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ 100 KW**

Η εγκατάσταση που εξετάζεται σε αυτήν την περίπτωση αφορά μια μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμη ύλη βιοαέριο που παράγεται από αναερόβια χώνευση.

Σκοπός της παρούσας εγκατάστασης είναι η οικονομικά αποδοτικότερη εκμετάλλευση της υπάρχουσας γεωργικής παραγωγής. Τα προϊόντα και υποπροϊόντα που θα παράγονται και θα εκμεταλλεύονται είναι τα εξής:

- Ηλεκτρική ενέργεια ίση με 95 KW
- Θερμική ενέργεια ίση με 143KW
- Οργανικό λίπασμα από τα υπόλοιπα του βιοαντιδραστήρα

Ως κύρια ύλη παραγωγής του βιοαερίου θα χρησιμοποιηθεί ενσίρωμα καλαμποκιού. Για τις ανάγκες της παραγωγής ενέργειας διατίθενται περίπου 350 στρέμματα γης για την καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών καθώς και τα λύματα ενός βουστασίου σε κοντινή από την μονάδα περιοχή.



#### 4.1.1 Τεχνική περιγραφή μονάδας παραγωγής βιοαερίου

Στη μονάδα συμπαραγωγής θα χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη βιοαέριο παραγόμενο από οργανικά απόβλητα κτηνοτροφικών μονάδων. Τα συγκεκριμένα απόβλητα μπορούν να διατεθούν δωρεάν και το παραγόμενο βιοαέριο είναι αρκούντως αποδοτικό. Το βιοαέριο που απαιτείται για τις ανάγκες της μονάδας θα παράγεται από την χώνευση των οργανικών αποβλήτων μέσα σε διατάξεις που ονομάζονται χωνευτήρες.

Η πρώτη ύλη παρέχεται ασυνεχώς στη μονάδα βιοαερίου. Επειδή στους χωνευτήρες απαιτείται συνεχής ροή, είναι απαραίτητη η χρήση δεξαμενών εξισορρόπησης, εξοπλισμένες με ανάμεικτη για να κρατάει την εισερχόμενη ύλη κατά το δυνατό ομογενοποιημένη. Από τις δεξαμενές εξισορρόπησης αντλούνται άμεσα στον αναερόβιο αντιδραστήρα όπου ακολουθεί η αναερόβια διεργασία επεξεργασίας του βιοαερίου.

Ο αναερόβιος χωνευτήρας αποτελείται από μια ανοικτή κυλινδρική δεξαμενή, η κάλυψη της οποίας γίνεται από συνθετικό υλικό κατασκευασμένο από διάφορα στρώματα, βασισμένα σε μεμβράνες πολυεστέρα, η οποία λειτουργεί επίσης και ως αποθήκη βιοαερίου. Οι αναδευτήρες επιλέγονται σύμφωνα με τα υποπροϊόντα. Στην περίπτωση μας, κατάλληλοι είναι αργά κινούμενοι αναδευτήρες που λειτουργούν μόνιμα, ώστε τα βακτήρια να αναμιγνύονται με έναν μαλακό τρόπο, λαμβάνοντας τροφή συνεχώς όλη την ώρα. Οι αναδευτήρες ελέγχονται από έναν μετατροπέα συχνότητας προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η απαίτηση της ηλεκτρικής ενέργειας, σε σχέση με την απαιτούμενη ανάδευση.



Σχήμα 4.2: Βιοαντιδραστήρας – Χωνευτήρας – Δεξαμενή Αναερόβιας Χώνευσης

Για την θέρμανση σε αυτό το σημείο φροντίζουν ανοξείδωτοι σωλήνες μέσα στον χωνευτήρα με θερμό νερό. Το θερμό αυτό νερό μπορεί να παρέχεται από την ίδια την μονάδα συμπαραγωγής. Ο χωνευτήρας λειτουργεί «μεσοφιλικά» σε θερμοκρασία 38°C. Η βιοχημική διαδικασία της μεθανοποίησης σε αυτήν την θερμοκρασία είναι πολύ σταθερή και μπορεί να χειριστεί και υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου. Το βιοαέριο όμως σε αυτή τη φάση απαιτεί μια πρόσθετη επεξεργασία, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί στον χωνευτήρα. Το βιοαέριο περιέχει το σουλφίδιο υδρογόνου που μετά την διαδικασία καύσης θα μετατρέπεται σε θειικό οξύ. Το θειικό οξύ εκτός του ότι καταστρέφει το πετρέλαιο λίπανσης και τα φρένα των μηχανών, έχει επιπτώσεις και στο περιβάλλον, πράγμα που δεν συνάδει με την οικολογική νοοτροπία του όλου συστήματος συμπαραγωγής. Για την επίλυση του θέματος αυτού, βάζουμε μια μικρή ποσότητα αέρα στον χωνευτήρα, έτσι ώστε ένα πρόσθετο είδος βακτηριδίων, το οποίο ζει στην λάσπη, συμβάλει στην μετατροπή των σουλφιδίων σε νερό και θείο, το οποίο



ενσωματώνεται στην λάσπη και μεταφέρεται μαζί με αυτή. Με αυτόν τον τρόπο το περιεχόμενο του σουλφιδίου του υδρογόνου μειώνεται στα απαιτούμενα επίπεδα για την λειτουργία του συστήματος συμπαγωγής. Το προκύπτον μίγμα μετά από αυτήν την επεξεργασία, συνιστά υγρό λίπασμα το οποίο μπορεί να συγκεντρωθεί και να αξιοποιηθεί σε καλλιέργειες.

Η αποθήκευση του παραγόμενου βιοαερίου γίνεται μέσα στην μεμβράνη, η οποία καλύπτει τον χωνευτήρα. Αυτή αποτελείται από διάφορες στρώσεις, πλαστικού, πολυεστέρα και άλλες μεμβράνες ειδικά κατασκευασμένες για αποθήκευση βιοαερίου. Η ελαστικότητα της, εξισορροπεί τις διαφορές μεταξύ της παραγωγής βιοαερίου και της κατανάλωσης αυτού. Για λόγους ελέγχου, η αποθήκη βιοαερίου είναι εξοπλισμένη με σύστημα ένδειξης επιπέδου γεμίσματος και φέρει μια συσκευή ασφάλειας που προστατεύει την μεμβράνη από τυχόν υπερπίεση ή υποπίεση. Σε περίπτωση που η αποθήκη είναι εντελώς γεμάτη και η κατανάλωση βιοαερίου είναι λιγότερη από το παραγόμενο βιοαέριο, το πλεονάζον βιοαέριο πρέπει να καεί. Μόλις η τιμή της πίεσης υπερβεί την προκαθορισμένη, το πλεονάζον βιοαέριο οδηγείται αυτόματα με φυσητήρες σε κατάλληλο καυστήρα φλόγας, όπου και αναφλέγεται.



Σχήμα 4.3: Τροφοδότηση Βιομάζας με Κοχλία



Σχήμα 4.4.: Πυρσός Καύσης Περίσσειας Βιοαερίου

Από τον χώρο αποθήκευσης, κατάλληλοι φυσητήρες οδηγούν το αέριο στην μονάδα συμπαγωγής. Η μονάδα αποτελείται από μια ηλεκτρική γεννήτρια που κινείται από μια μηχανή αερίου, το καύσιμο της οποίας είναι το παραγόμενο βιοαέριο. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα διατίθεται στο διασυνδεδεμένο δίκτυο της ΔΕΗ. Επιπρόσθετα το σύστημα δύναται να παράγει ζεστό νερό 70-90°C χρησιμοποιώντας την θερμότητα από την ψύξη του κινητήρα καθώς και αυτή των λαδιών λίπανσης, ενώ εκμεταλλευόμενοι την θερμότητα των καυσαερίων μπορούμε να παράγουμε ατμό. Μέρος από το θερμό νερό που παράγεται χρησιμοποιείται για την θέρμανση του χωνευτήρα με εναλλαγή θερμότητας.

## 4.1.2 Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας

Η μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας που θα χρησιμοποιηθεί είναι τυποποιημένη για χρήση βιοαερίου ως καύσιμο περιεκτικότητας σε μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) από 60-65%.



Σχήμα 4.5: Μονάδα Συμπαραγωγής Ηλεκτρικής και Θερμικής Ενέργειας

Τα χαρακτηριστικά της είναι:

Ονομαστική ηλεκτρική ισχύς (έξοδος)	kW	95
Μέγιστη θερμική ισχύς (έξοδος)	kW	143
Ισχύς καυσίμου	kW	274
Ηλεκτρική απόδοση	%	34,4
Θερμική απόδοση	%	52,0
Ολική απόδοση (στο καύσιμο)	%	86,4
Κατανάλωση καυσίμου στο 100% της παραγωγής	Nm/h	42,5
Κατανάλωση καυσίμου στο 75% της παραγωγής	Nm/h	34,2
Κατανάλωση καυσίμου στο 50% της παραγωγής	Nm/h	29.2

Πίνακας 4.1: Βασικά χαρακτηριστικά μονάδας Σ.Η.Θ. ισχύος 100 kW

Οι εκπομπές καυσαερίων της Σ.Η.Θ. είναι CO 650mg/Nm<sup>3</sup> και NO<sub>x</sub> 500mg/Nm<sup>3</sup> .

Η ηλεκτρογεννήτρια είναι σύγχρονη με τα εξής χαρακτηριστικά:

Έξοδος γεννήτριας	150 kVA/120 kW
Co sp	0,8/1,0
Απόδοση στο σημείο λειτουργίας	95,5%
Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας	40° C
Τάση	400 V
Συχνότητα	50 Hz
Ταχύτητα	1500 min <sup>-1</sup>
Προστασία	IP 21

Πίνακας 4.2: Βασικά χαρακτηριστικά γεννήτριας της μονάδας ισχύος 100 kW

Η μονάδα Σ.Η.Θ. οδηγείται από έναν κινητήρα βιοαερίου με τα εξής χαρακτηριστικά:

Αριθμός κυλίνδρων	6
Ρύθμιση κυλίνδρων	inline
Κυβισμός	11946 cm <sup>3</sup>
Σχέση συμπίεσης	11:1
Ταχύτητα	1500 min <sup>-1</sup>
Κατανάλωση πετρελαίου norm/max	0,3/0,5g/kWh
Μέγιστη ισχύς εξόδου μηχανής	100kW

Πίνακας 4.3: Τεχνικά χαρακτηριστικά κινητήρα βιοαερίου της μονάδας ισχύος 100 kW

Ονομαστική τάση	230/400V
Ονομαστική συχνότητα	50Hz

Συντελεστής ισχύος	0,8L~0,8C
Ονομαστική ένταση για $\cos\varphi=0,8$	171A
Διακόπτης γεννήτριας	NR200F 3P
Αντοχή σε διέλευση βραχυκυκλώματος	20kA

Πίνακας 4.4: Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά κινητήρα βιοαερίου της μονάδας ισχύος 100 kW

Ο έλεγχος της μονάδας παρέχεται από σύστημα ελέγχου, το οποίο επιτρέπει πλήρως αυτοματοποιημένη λειτουργία. Είναι πολλαπλών επεξεργαστών αρθρωτό σύστημα, που αποτελείται από τη μονάδα ελέγχου ενδείξεων και λειτουργικές μονάδες επέκτασης με αναλογικές και ψηφιακές εισόδους και εξόδους.

### 4.1.3 Γειώσεις

#### Θεμελιακή γείωση

Το σύστημα γείωσης θα είναι θεμελιακή γείωση. Το ηλεκτρόδιο γείωσης θα είναι χάλκινος αγωγός ορθογώνιας διατομής (ταινία) από χαλκό ελάχιστων διαστάσεων 30\*3,5mm. Κατά την τοποθέτηση του στην θεμελίωση θα πρέπει να περιβάλλεται σε όλο το μήκος του με συμπαγές σκυρόδεμα πάχους τουλάχιστον 50mm.

Για την σύνδεση-στήριξη του θεμελιακού γειωτή-ταινίας στον οπλισμό θα χρησιμοποιηθούν σφικτήρες θερμά επιψευδαργυρωμένοι ανά 2 μ ταινίας. Πρέπει να εξασφαλίζεται η σωστή και ασφαλής ηλεκτρική σύνδεση του ηλεκτροδίου γείωσης (ταινίας) με τον οπλισμό, ώστε να μην είναι δυνατή η ανάπτυξη σπινθήρων μεταξύ ηλεκτροδίου και οπλισμού.

Η θεμελιακή γείωση θα φέρει αναμονές για την ενίσχυσή της με γειωτές ώστε να επιτευχθεί αντίσταση γείωσης μικρότερη των 2,7Ω. Οι αναμονές θα είναι του ίδιου υλικού με τον γειωτή (ταινία) στη στάθμη του φυσικού εδάφους του φρεατίου. Η προέκταση της θεμελιακής γείωσης μπορεί να γίνει με την προσθήκη ακτινικών ηλεκτροδίων ή με ηλεκτρόδια γείωσης τύπου ράβδων ή με ηλεκτρόδιο γείωσης

αποτελούμενο από πλάκες γείωσης (π.χ. γειωτής τύπου «Ε»). Όλα τα παραπάνω υλικά θα πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 50164-2.

Γενικώς η διατομή του αγωγού γείωσης θα είναι η ίδια με τους αγωγούς κυκλώματος για διατομές από 1,5mm μέχρι 35mm. Για αγωγούς κυκλώματος 50mm και άνω, ο αγωγός γείωσης θα έχει διατομή τουλάχιστον ίση προς το μισό της διατομής των αγωγών του κυκλώματος.

Οι γειώσεις των πινάκων θα καταλήγουν σε χάλκινη μπάρα γείωσης τοποθετημένη κοντά στη διάταξη της ΔΕΗ και συνδεδεμένη με τη θεμελιακή γείωση με ταινία χάλκινη 30\*35τ.χ. ακολουθώντας τη συντομότερη διαδρομή.

Στο ζυγό γείωσης θα συνδεθεί και η γείωση της ΔΕΗ Σε περίπτωση που η σύνδεση της εγκατάστασης του κτιρίου με την ΔΕΗ δεν εφάπτεται στο κτίσμα αλλά γίνεται στο όριο του οικοπέδου, θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα μηχανικής προστασίας του αγωγού PE και σήμανσης του κατά την υπόγεια όδυσή του από τη θεμελίωση προς τον μετρητή.

Ο αγωγός γείωσης για λόγους μηχανικής προστασίας και προστασίας από την διάβρωση θα εγκιβωτίζεται καθ' όλο το μήκος του στο σκυρόδεμα ακολουθώντας πορεία μέσω των πεδιλοδοκών και των υποστυλωμάτων του κτίσματος, στηριζόμενος και συνδεόμενος ηλεκτρικά με τον οπλισμό ανά 2.0 m με κατάλληλους σφιγκτήρες. Επίσης, η διαδρομή του αγωγού γείωσης από τη θεμελιακή γείωση έως τον ακροδέκτη γείωσης θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερου μήκους. Ο κύριος ακροδέκτης γείωσης (το μέσο σύνδεσης του αγωγού γείωσης με τον κύριο αγωγό προστασίας PE) πρέπει να έχει την ικανότητα να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα σφάλματος της εγκατάστασης χωρίς να υπερθερμαίνεται. Η σύνδεση- αποσύνδεση των αγωγών πρέπει να είναι δυνατή μόνο με εργαλείο έτσι ώστε να αποφεύγεται η τυχαία αποσύνδεσή τους.

#### **4.1.4 Κανονισμοί**

Οι εγκαταστάσεις θα εκτελεσθούν βάσει του ΕΛΟΤ HD 384, των όρων της ΔΕΗ, των κανόνων της τέχνης και επιστήμης και των οδηγιών της επίβλεψης.

Επιπλέον, όλα τα υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση του έργου θα πρέπει να είναι καινούργια και τυποποιημένα προϊόντα γνωστών κατασκευαστών, που ασχολούνται κανονικά με την παραγωγή τέτοιων υλικών, χωρίς ελαττώματα και να έχουν τις διαστάσεις και τα βάρη που προέρχονται από τους κανονισμούς, όταν δεν καθορίζονται από τις προδιαγραφές. Κάθε υλικό υπόκειται στην έγκριση της υπηρεσίας και του επιβλέποντα μηχανικού, που έχει το δικαίωμα απόρριψης οποιουδήποτε υλικού που η ποιότητα ή τα ειδικά του χαρακτηριστικά κρίνονται όχι ικανοποιητικά ή ανεπαρκή για την εκτέλεση της εγκατάστασης.

Ο ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να υποβάλει στην Υπηρεσία και στον επιβλέποντα μηχανικό εικονογραφημένο έντυπο τεχνικών χαρακτηριστικών, διαγράμματα λειτουργίας και απόδοσης, διαστασιολόγηση και λοιπά στοιχεία των κατασκευαστών για όλα τα μηχανήματα και συσκευές των διαφόρων εγκαταστάσεων πριν από την παραγγελία ή προσκόμιση οποιουδήποτε μηχανήματος ή συσκευής.

Η συγκεκριμένη μονάδα εντάσσεται στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) λόγω βιοαερίου και, σύμφωνα με την παρ. 13 του άρθρου 8 του Ν. 3851/2010 περί επιτάχυνσης της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, δεν απαιτείται έκδοση απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) διότι η εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς της εν λόγω μονάδας με χρήση βιοαερίου δεν υπερβαίνει τα 0,5 MW.

## **4.2 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ 500 KW**

Η κατασκευή του έργου έχει να κάνει με διασυνδεδεμένο με το δίκτυο, σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, από καύση βιοαερίου, ισχύος 500 kWp.



Στην παρούσα τεχνική έκθεση θεωρούμε ότι στην μονάδα βιοαερίου θα οδηγούνται αδρανοποιημένα υποπροϊόντα σφαγής και επεξεργασίας κρέατος προερχόμενα από σφαγεία της περιοχής όπου θα κατασκευαστεί ο σταθμός παραγωγής, λάσπες από τον βιολογικό καθαρισμό που βρίσκεται στην περιοχή, καθώς και κοπριά από χοιροστάσια και βουστάσια της ίδιας περιοχής, από τα οποία μετά από αναερόβια χώνευση θα παράγεται βιοαέριο, το οποίο θα χρησιμοποιείται σαν καύσιμο σε ένα σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας ισχύος 500 KW .

Το προκύπτον υγρό κλάσμα από την διαδικασία της χώνευσης αποτελεί υγρό λίπασμα το οποίο θα συγκεντρώνεται σε στεγανό lagoon και θα διατίθεται σε καλλιεργητές της περιοχής.

Σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο θα εγκατασταθεί ο γενικός πίνακας μέσης τάσης (Γ.Π.Μ.Τ.) καθώς και ο παρελκόμενος εξοπλισμός του έργου. Από τον Γ.Π.Μ.Τ. θα οδεύσουμε προς τον υποσταθμό μέσης τάσης ο οποίος είναι προκατασκευασμένο κίосκι τοποθετημένο επί βάσης οπλισμένου σκυροδέματος.

Η συγκεκριμένη μονάδα εντάσσεται στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) λόγω βιοαερίου και, σύμφωνα με την παρ. 13 του άρθρου 8 του Ν. 3851/2010 περί επιτάχυνσης της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, δεν απαιτείται έκδοση απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) διότι η εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς της εν λόγω μονάδας με χρήση βιοαερίου δεν υπερβαίνει τα 0,5 MW.

#### 4.2.1 Ενεργειακή μελέτη

Πρώτη ύλη	Πρώτη ύλη/ημέρα (tn/d) 7ημέρες/εβδομάδα	Στερεά Σύνθεση (%)	Οργανικά Στερεά Σύνθεση % των Στερεών (%)	Μέσος συντελεστής παραγωγής βιοαερίου ανά υλικό (m <sup>3</sup> kgr <sup>-1</sup> OTS)	Παραγωγή βιοαερίου m <sup>3</sup> /d 7ημέρες/εβδομάδα
Κοπριά αγελάδων	2 tn/d	20% ή 0,4 tn/d	80% ή 0,32 tn/d	0,4	128
Κοπριά βοοειδών	25 tn/d	20% ή 5 tn/d	80% ή 4 tn/d	0,4	1600
Κοπριά χοίρων	40 tn/d	5% ή 2 tn/d	70% ή 1,4 tn/d	0,4	560
Κοπριά από κοτόπουλα	2 tn/d	40% ή 0,8 tn/d	80% ή 0,64 tn/d	0,8	512
Λάσπη βιολογικών καθαρισμών 1	5 tn/d	22%	95%	0,2	209
Λάσπη βιολογικών καθαρισμών 2	10 tn/d	22%	95%	0,2	418
Αίμα	1 tn/d	19%	95%	0,41	74
Αδρανοποιημ	4 tn/d	30%	95%	1,14	1299

ένα υποπροϊόντα από Rendering					
ΣΥΝΟΛΟ	89 tn/d	12,9 tn/d	10,8 tn/d		4800

Πίνακας 4.5: Ενεργειακός σχεδιασμός βάσει της πρώτης ύλης για μονάδα ισχύος 500 kW

Επομένως κατά μέσο όρο πρώτης ύλης 89 tn/d παράγονται περίπου 4800 m<sup>3</sup>/d βιοαέριο και 88,5 tn/d υγρό λίπασμα, αφού έχουμε 3-4 % απώλεια λόγω της αναερόβιας χώνευσης της πρώτης ύλης.

Δηλαδή, κατά τη διάρκεια της αναερόβιας επεξεργασίας στον χωνευτήρα θα έχουμε είσοδο 89 tn/d πρώτης ύλης, 12,9 tn/d στερεά και 10,8 tn/d οργανικά στερεά. Θα παράγεται 4800 m<sup>3</sup>/d βιοαέριο, με περιεκτικότητα 65% σε μεθάνιο και θερμαντική αξία 6,5 KWh/ m<sup>3</sup> . Επομένως, η συνολική προστιθέμενη ενέργεια από το βιοαέριο θα είναι 31200 kWh/d, παραγωγή που μπορεί να υποκαταστήσει 3100 m<sup>3</sup> φυσικού αερίου κάθε μέρα.

Το σύστημα συμπαραγωγής είναι μια μονάδα παραγωγής συνδυασμένης θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία παράγει την ηλεκτρική ενέργεια από μια γεννήτρια, που κινείται από μια μηχανή αερίου και παράγει τη θερμική ενέργεια σαν ζεστό νερό και ατμό. Η ηλεκτρική ισχύς του συγκροτήματος συμπαραγωγής είναι 500 kW και η συνολική παραγόμενη ενέργεια (ηλεκτρική και θερμική) 31200 kWh/d.

Η ηλεκτρική απόδοση της μονάδας είναι 39%, δηλαδή παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος 12168

kWhel/d. Ένα μέρος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας θα καταναλώνεται από τη μονάδα βιοαερίου και η περίσσεια θα διατίθεται στη Δ.Ε.Η. για πώληση. Η θερμική απόδοση της μονάδας είναι 35%, δηλαδή παραγωγή θερμότητας 10920

kWhth/d η οποία θα χρησιμοποιείται για την κάλυψη των θερμικών αναγκών της εγκατάστασης.

#### **4.2.2 Τεχνική περιγραφή μονάδας παραγωγής βιοαερίου**

Για την τροφοδοσία της μονάδας όπως παρουσιάστηκε και στην ενεργειακή μελέτη θα χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα υποπροϊόντα:

- Κοπριά αγελάδων (στερεή)
- Κοπριά βοοειδών (στερεή)
- Κοπριά χοίρων (υγρή)
- Κοπριά από κοτόπουλα (στερεή)
- Λάσπη βιολογικών καθαρισμών
- Αίμα
- Αδρανοποιημένα υποπροϊόντα (Rendering)

##### Δεξαμενές εξισορρόπησης και συγκρότημα τροφοδοσίας στερεών

Τα υποπροϊόντα έρχονται με έναν ασυνεχή τρόπο στην μονάδα βιοαερίου και γι' αυτό το λόγο η δεξαμενή εξισορρόπησης είναι απαραίτητο να παραγάγει μια συνεχή ροή μέσα στο χωνευτήρα. Η δεξαμενή είναι εξοπλισμένη με αναμείκτη για να κρατάει τα υποπροϊόντα πλήρως ομογενοποιημένα. Από τη δεξαμενή εξισορρόπησης αντλούνται άμεσα στον αναερόβιο αντιδραστήρα, όπου ακολουθεί η αναερόβια επεξεργασία και παράγεται το βιοαέριο.

##### Αναερόβιος χωνευτήρας

Ο αναερόβιος χωνευτήρας αποτελείται από μια κυλινδρική δεξαμενή, της οποίας η κάλυψη γίνεται από συνθετικό υλικό κατασκευασμένο από διάφορα στρώματα, βασισμένα σε μεμβράνες πολυεστέρα, η οποία λειτουργεί, επίσης, και ως αποθήκη βιοαερίου.

Οι αναδευτήρες επιλέγονται σύμφωνα με τα υποπροϊόντα. Χρησιμοποιούμε τους αργούς κινούμενους αναδευτήρες που λειτουργούν μόνιμα, ώστε τα βακτηρίδια να αναμιγνύονται με έναν μαλακό τρόπο, λαμβάνοντας τροφή συνεχώς όλη την ώρα. Οι αναδευτήρες ελέγχονται από έναν μετατροπέα συχνότητας προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η απαίτηση της ηλεκτρικής ενέργειας, σε σχέση με την απαιτούμενη ανάδευση.

Για τη θέρμανση, φροντίζουν ανοξείδωτοι σωλήνες μέσα στον χωνευτήρα με θερμό νερό. Λειτουργούμε με τον χωνευτήρα «μεσοφιλικά», σε μια θερμοκρασία 38 οC. Η βιοχημική διαδικασία της μεθανοποίησης σε αυτήν την θερμοκρασία είναι πολύ σταθερή και μπορεί να χειριστεί και υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου.

Το βιοαέριο απαιτεί μια πρόσθετη επεξεργασία, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί στο χωνευτήρα. Το βιοαέριο περιέχει το σουλφίδιο υδρογόνου (H<sub>2</sub>S) που γίνεται θειικό οξύ σε μια διαδικασία καύσης. Το οξύ καταστρέφει το πετρέλαιο λίπανσης σε λίγες ημέρες και ακολουθεί και η καταστροφή του κινητήρα. Εκτός από αυτό, το θειικό οξύ προκαλεί και οικολογική καταστροφή.

Αυτό που κάνουμε είναι να βάζουμε μια μικρή ποσότητα αέρα μέσα στον χωνευτήρα, και έτσι ένα πρόσθετο είδος βακτηριδίων, το οποίο ζει μέσα στη λάσπη, παίρνουν τα σουλφίδια και το οξυγόνο του αέρα και δημιουργούν θείο και νερό. Το θείο μπαίνει μέσα στη λάσπη και μεταφέρεται μαζί με αυτή. Με αυτό τον τρόπο, το περιεχόμενο σουλφίδιο του υδρογόνου μειώνεται κάτω από το απαιτούμενο επίπεδο.

#### Αποθήκευση βιοαερίου

Η αποθήκευση του βιοαερίου, όπως αναφέρθηκε, γίνεται μέσα στη μεμβράνη η οποία καλύπτει το χωνευτήρα. Αποτελείται από διάφορες στρώσεις, πλαστικού, πολυεστέρα, και άλλες μεμβράνες ειδικά κατασκευασμένες για αποθήκευση βιοαερίου. Εξισορροπεί τις διαφορές μεταξύ της παραγωγής αερίου και της κατανάλωσης αερίου.

Για λόγους ελέγχου η αποθήκη βιοαερίου είναι εξοπλισμένη με ένα σύστημα ένδειξης επιπέδου γεμίματος. Φέρει, επίσης, μια συσκευή ασφαλείας που προστατεύει τη μεμβράνη από την υπερπίεση και την υποπίεση.

### Χρήση βιοαερίου

Το βιοαέριο, ένα μείγμα κυρίως μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα, παράγεται μέσα στο χωνευτήρα ως υποπροϊόν των μικροοργανισμών, οι οποίοι υποβιβάζουν τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων. Το βιοαέριο είναι πολύτιμο καύσιμο για τις μηχανές αερίου ή τους καυστήρες αερίου. Επίσης, η καύση του βιοαερίου δεν συμβάλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

### Εγκατάσταση διακίνησης βιοαερίου

Η διακίνηση του βιοαερίου γίνεται με κατάλληλους φυσητήρες που μεταφέρουν το αέριο ή στις δύο ηλεκτρογεννήτριες ή στη φλόγα αντίστοιχα.

### Πυρσός (Φλόγα – Καυστήρας)

Σε περίπτωση που η αποθήκη βιοαερίου είναι εντελώς γεμάτη και η κατανάλωση βιοαερίου είναι λιγότερη από το παραγόμενο βιοαέριο, το πλεονάζον βιοαέριο πρέπει να καεί. Αυτό γίνεται αυτόματα. Καίγεται σε κατάλληλο καυστήρα φλόγας μόλις υπερβεί συγκεκριμένη πίεση στη δεξαμενή βιοαερίου.

### Δεξαμενές λιπάσματος (Lagoons)

Το προκύπτον μίγμα, μετά την αναερόβια επεξεργασία των υλικών (πρώτη ύλη) για τη παραγωγή βιοαερίου, αποτελεί υγρό λίπασμα το οποίο συγκεντρώνεται σε ανοικτές και στεγανές δεξαμενές από τις οποίες στη συνέχεια μέσω ειδικού βυτίου διατίθεται (ψεκάζεται) σε καλλιέργειες της περιοχής.

### **4.2.3 Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός μονάδας βιοαερίου**

Ακολουθεί ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός της μονάδας παραγωγής βιοαερίου ο οποίος περιλαμβάνει τον κύριο μηχανικό, ηλεκτρικό και εξοπλισμό ελέγχου.

Θα χρησιμοποιηθούν δεξαμενές εξισορρόπησης για την πρώτη ύλη, διαμέτρου 10 m ύψος 3 m η κάθε μία που περιλαμβάνει:

Αναδευτήρα άμεσης οδήγησης με έλικα τύπου λεπίδας που προορίζεται για την ανάμιξη της λάσπης, η οποία περιέχει ίνες και στερεά. Λειτουργεί πλήρως βυθισμένος στο υγρό και κρατά το υγρό υποπροϊόν ομοιογενές πριν αντληθεί μέσα στους χωνευτήρες. Η ισχύς του κάθε αναδευτήρα θα είναι 10 KW, η μέγιστη θερμοκρασία υγρού 40ο C, το μέγιστο βάθος βύθισης 20 μέτρα, το pH αναδύομενου υγρού 1-12 και η μέγιστη ρευστότητα υγρού 5000cp.

Ο αναδευτήρας θα λειτουργεί σε συχνότητα 50 Hz και θα περιλαμβάνει, επίσης, ανυψωτική συσκευή κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα. Ακόμη, ο εξοπλισμός περιλαμβάνει 2 φυγοκεντρικές αντλίες λάσπης 11 KW για τη λάσπη και τα στερεά κατασκευασμένη έξω από τη δεξαμενή. Η αντλία θα έχει άνοιγμα εισροής στην κορυφή, σχισμή χείλους στο άνοιγμα της εισροής, στρόφιγγα από καρβίδιο μέταλλο και επιπλέον ανάδευση nozzlerotateable.

Το αντλιοστάσιο που κατασκευάζεται περιλαμβάνει τις αντλίες, τους μαχαιρωτές βάσεων, τους μετρητές ροής, τα κιβώτια ελέγχου προ-καλωδιωμένα και συνδεδεμένα με όλες τις αντλίες, τις βαλβίδες πυλών με τους σωλήνες από τον τοίχο μέχρι το κατώτατο σημείο του container, τον διανομέα ζεστού νερού, συμπεριλαμβάνοντας όλες τις αντλίες και τις βαλβίδες ανάμειξης, και τέλος το σύστημα θέρμανσης χωνευτήρα με εναλλάκτη θερμότητας. Οι 2 αντλίες που θα χρησιμοποιηθούν θα έχουν ισχύ η κάθε μια 11kW ca. 40 m<sup>3</sup>/h τύπος περιστρεφόμενου εμβόλου, κατασκευασμένη για 8 bar διαφορά πίεσης. Τα 2 αντιδονητικά εξαρτήματα DN 125 θα χρησιμοποιηθούν για να αποφεύγονται οι δονήσεις από τις αντλίες στους σωλήνες.

Ο ηλεκτρομαγνητικός μετρητής ροής θα χρειαστεί για να ελέγχει την ποσότητα των υποπροϊόντων που αντλούνται προς τους χωνευτήρες. Θα χρησιμοποιηθούν 4 μαχαιρωτές βαλβίδες DN 125, χειροκίνητα ενεργοποιημένες, φλατζωτές και 8 μαχαιρωτές βαλβίδες DN 150 πνευματικά ενεργοποιημένες, φλατζωτές. Επίσης, 4 μαχαιρωτές βαλβίδες DN 150 χειροκίνητες ενεργοποιημένες για να μονταριστούν στις δεξαμενές. Τέλος, η συσκευή θέρμανσης για τον χωνευτήρα, αποτελούμενη από εναλλάκτη θερμότητας, βαλβίδες ζεστού νερού και αντλίες ζεστού νερού. Το σύστημα ανάλυσης βιοαερίου δείχνει τη σύνθεση του βιοαερίου και με αυτό ελέγχετε η διαδικασία μικροβιολογικής χώνευσης μέσα στους χωνευτήρες. Αποτελείται από ένα ανοξείδωτο κουτί ελέγχου για το μοντάρισμα του τοίχου, ένα PLC μέσα στο κουτί ελέγχου, έναν ενσωματωμένο βιομηχανικό υπολογιστή με TFT έγχρωμη οθόνη αφής και αισθητήρες υψηλού βαθμού αερίου για μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), σουλφίδιο υδρογόνου (H<sub>2</sub>S) και οξυγόνο (O<sub>2</sub>).

Το σύστημα ελέγχου όλης της μονάδας περιλαμβάνει τη διαδικασία απεικόνισης όλων των δεξαμενών, των μηχανών, των συσκευών μετρήσεων κλπ., μια οθόνη αφής για εύκολο χειρισμό, ένα modem σύνδεσης με την AEV για πλήρη έλεγχο, ένα καταγραφέα δεδομένων για δεδομένα όπως είσοδος υποπροϊόντων, παραγωγή αερίου, ποιότητα αερίου, κλπ., τη δυνατότητα απεικόνισης των καταγεγραμμένων δεδομένων με διαγράμματα και τη δυνατότητα σύνδεσης του modem με κινητό τηλέφωνο για περίπτωση ανάγκης.

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες συσκευές μέτρησης και ελέγχου για να εξασφαλίσει καλύτερο έλεγχο της απόδοσης της μονάδας. Κάθε εγκατάσταση παρέχεται ως πλήρη μονάδα που αποτελείται από τον αισθητήρα, το μετασχηματιστή και τη συσκευή αποστολής σημάτων.

Ο πίνακας ελέγχου κατασκευάζεται βασιζόμενος σε ένα σύστημα PLC τελευταίας τεχνολογίας. Κατά συνέπεια, εξασφαλίζεται μια τέλεια και πλήρως αυτόματη λειτουργία του αναερόβιου τμήματος και της χρησιμοποίησης αερίου. Ο πίνακας ελέγχου παρέχεται ως ένα πλήρες σύστημα. Ο αναερόβιος χωνευτήρας, διαμέτρου 24 m και ύψους 10 m περιλαμβάνει: 4 αναδευτήρες ενός σταδίου με οδηγό τοίχου. Κάθε αναδευτήρας έχει κατάλληλο ανοξείδωτο άξονα για τη μίξη στον πάτο των



δεξαμενών, προκειμένου να αποφευχθεί η καθίζηση και μία ανοξείδωτη προπέλα διαμέτρου 600 mm και 380 στροφών. 4 παράθυρα ελέγχου που βρίσκονται στα τοιχώματα του χωνευτήρα για να ελέγχεται η επιφάνεια της λάσπης. Το κάθε παράθυρο ελέγχου περιλαμβάνει ένα ενσωματωμένο σύστημα στεγανότητας και καθαρισμού, σε πίεση 2 bar και θερμοκρασία 80o C. Μία ανοξείδωτη συσκευή δειγματοληψίας με την οποία λαμβάνεται δείγμα από το μείγμα των χωνευτήρων για ανάλυση. Ένα θερμόμετρο για να ελέγχει τη θερμοκρασία μέσα στους χωνευτήρες. Ένα σύστημα αποθείωσης που αποτελείται από μία αντλία αέρα, έναν έλεγχο ροής και μια βαλβίδα ελέγχου.

Η αποθήκευση του βιοαερίου γίνεται στη διπλή μεμβράνη. Η μεμβράνη είναι ανθεκτική και δεν διαβρώνεται από τις καιρικές συνθήκες, ούτε επηρεάζεται από τις υπεριώδεις ακτινοβολίες του ηλίου (UV) και τα λύματα των ζώων. Η εσωτερική μεμβράνη είναι πλαστική, βασισμένη σε ίνες πολυεστέρα και είναι ειδικά κατασκευασμένη για βιοαέριο. Η εξωτερική μεμβράνη προστατεύει την εσωτερική από τον αέρα και την πτώση, με κλίση 23o.

Οι δεξαμενές αποθήκευσης υγρού λιπάσματος (lagoons) αποτελούνται από 2 αναδευτήρες ενός σταδίου με οδηγό τοίχου. Κάθε αναδευτήρας έχει κατάλληλο ανοξείδωτο άξονα για τη μίξη στον πάτο των δεξαμενών, προκειμένου να αποφευχθεί η καθίζηση και μία ανοξείδωτη προπέλα διαμέτρου 600 mm και 380 στροφών.

Ο πυρσός καύσης περίσσειας βιοαερίου, που θα καίει το βιοαέριο σε περίπτωση που η παραγωγή είναι μεγαλύτερη από την απαίτηση αερίου, έχει δυναμικότητα καύσης 300 m<sup>3</sup>/h και είναι συνολικού ύψους 5000 mm.

#### **4.2.4 Απόβλητα και αντιμετώπιση περιβαλλοντικών επιπτώσεων**

##### Αέρια απόβλητα

Κατά την παραγωγή βιοαερίου δεν παράγονται αέρια απόβλητα. Το παραγόμενο βιοαέριο δεν διαχέεται στην ατμόσφαιρα διότι αποθηκεύεται σε ειδικό στεγανό

κώδωνα (μπαλόνη) και σε περίπτωση περίσσειας καίγεται στον πυρσό της εγκατάστασης. Η βασική χημική σύνθεση του βιοαερίου είναι το μεθάνιο και το διοξείδιο του άνθρακα. Επομένως, κατά την καύση του τα παραγόμενα καυσαέρια είναι λιγότερο ρυπογόνα από οποιοδήποτε άλλο στερεό ή υγρό καύσιμο.

### Οσμές

Οσμές δεν προκύπτουν διότι η παραγωγή και αποθήκευση του βιοαερίου γίνεται μέσω κλειστού κυκλώματος.

### Υγρά απόβλητα

Υγρά απόβλητα από τη μονάδα παραγωγής βιοαερίου δεν προκύπτουν και παράγεται μόνο αξιοποιήσιμο υγρό μίγμα. Το παραγόμενο υγρό μίγμα που προκύπτει μετά την αναερόβια χώνευση των υλικών για την παραγωγή βιοαερίου είναι υγρό λίπασμα, το οποίο συγκεντρώνεται σε στεγανά lagoons και διατίθεται σε καλλιεργητές της περιοχής για λίπανση των αγρών τους, μέσω ειδικού βυτίου ψεκασμού, για επιφανειακή ή υπεδάφια διάθεση. Αυτό είναι δυνατόν γιατί το παραγόμενο υγρό λίπασμα είναι παστεριωμένο και άοσμο, αφού έχει παραμείνει στον αναερόβιο αντιδραστήρα έως 22 ημέρες σε θερμοκρασία 38ο C. Αποτελεί άριστο οργανικό βελτιωτικό εδάφους με υψηλό ιξώδες ισχυρό μεταλλικό άζωτο, γιατί περιέχει κάλιο και φώσφορο, παρέχει μεγάλη απορρόφηση από το έδαφος λόγω των ήδη διασπασμένων δεσμών και της υγρής μορφής του, καθώς επίσης έχει καλύτερη συμβατότητα με τα φυτά και τα εδάφη, μειωμένες οσμές και μειωμένους σπόρους ζιζανίων. Αυτοί είναι οι λόγοι που το κάνουν περιζήτητο σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

### Στερεά απόβλητα

Δεν παράγονται στερεά απόβλητα από τη μονάδα παραγωγής βιοαερίου παρά μόνο τα συνήθη στερεά αστικά απορρίμματα προερχόμενα από το προσωπικό της μονάδας. Τα αστικά αυτά απόβλητα είναι αμελητέας ποσότητας και συλλέγονται από τα απορριμματοφόρα οχήματα του δήμου και διατίθενται από κοινού με τα λοιπά απορρίμματα της περιοχής.

## 4.2.5 Τεχνική περιγραφή υποσταθμού μέσης τάσης

Για τη σύνδεση του σταθμού με το δίκτυο μέσης τάσης θα εγκατασταθεί υπαίθριος υποσταθμός τύπου κίосκι. Ο υποσταθμός θα εγκατασταθεί επί βάσεως από οπλισμένο σκυρόδεμα. Εντός του υποσταθμού θα εγκατασταθούν τα απαραίτητα μετρητικά και ασφαλιστικά μέτρα.

### Χώρος μέσης τάσης

Ο πίνακας ΜΤ θα είναι μεταλλικός, κλειστού τύπου, κατάλληλος για εγκατάσταση σε εσωτερικό χώρο. Θα κατασκευαστεί από διαμορφωμένο χαλυβδόελασμα γαλβανιζέ DKP πάχους 2 mm. Ο σκελετός του θα είναι κατασκευασμένος από μορφοσίδηρο κατάλληλης διατομής. Ο υποσταθμός θα είναι αυτοφερόμενος και θα μεταφέρεται με τον πίνακα μέσης τάσης συνδεδεμένο. Θα υπάρχει εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα μέσω θερμοστάτη και ανεμιστήρα. Επίσης, στο χώρο θα υπάρχει φωτιστικό στεγανό τύπου χελώνας που θα λειτουργεί με εξωτερικό στεγανό διακόπτη.

Για την γείωση του πίνακα θα προβλεφθεί συλλεκτήριος αγωγός γείωσης. Το χειριστήριο του κύριου οργάνου διακοπής θα βρίσκεται στην μπροστινή πλευρά. Η ονομαστική τάση λειτουργίας του πίνακα είναι 20/24kV και θα είναι βαμμένος με ακρυλική ηλεκτροστατική βαφή. Θα περιλαμβάνει τα παρακάτω πεδία με ηλεκτρικά χαρακτηριστικά:

- Ονομαστική τάση 24 kV
- Τάση λειτουργίας 20 kV
- Ονομαστική συχνότητα 50 Hz
- Ονομαστική τάση αντοχής σε βιομηχανική συχνότητα 50 kV
- Ονομαστική αντοχή κρουστικής τάσης 125 kV
- Ονομαστική αντοχή ρεύματος βραχυκύκλωσης 16 kA/1 sec, 40 kApeak
- Ονομαστική ένταση κύριων ζυγών 630 kV

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θα είναι:

- Περιοχή θερμοκρασίας λειτουργίας -5ο μέχρι +40ο C
- Σχετική υγρασία 95%
- Υψόμετρο max 1000m
- Βαθμός προστασίας έναντι επαφής εξωτερικού περιβλήματος IP3X
- Εσωτερικός βαθμός προστασίας έναντι επαφής IP2X
- Βοηθητική τάσης ελέγχου και σημάτων 220 V ac

Τα πεδία αναλυτικά έχουν ως εξής:

#### Πεδίο Εισόδου από Δ.Ε.Η.

Κυψέλη εισόδου στην οποία καταλήγουν τα καλώδια που έρχονται από το στύλο της Δ.Ε.Η. γενικών διαστάσεων 750×1190×1950mm. Περιλαμβάνει τον ακόλουθο εξοπλισμό:

- Τρία αλεξικέραυνα γραμμής, τύπου POLIM-D16L, ονομαστικής τάσης 21kV, έντασης

δοκιμής 10kA, με στήριγμα, αποζευκτική διάταξη και βαλβίδα εκτόνωσης.

- Σύστημα κύριων ζυγών αποτελούμενο από τρεις μπάρες χαλκού 630A
- Τρεις υποδοχές για την εύκολη σύνδεση καλωδίων.
- Τρεις μετασχηματιστές τάσης τύπου KRES 24A1-VO1 20 $\sqrt{3}$ /0,1 $\sqrt{3}$ kV
- Ένα σετ χωρητικών καταμεριστών, τύπου DGN 24SHS2, αποτελούμενο από τρεις

μονωτήρες με διαιρέτες τάσης και τρεις ενδεικτικές λυχνίες παρουσίας τάσης

#### Πεδίο Διασύνδεσης τύπου P1/F

Κυψέλη αναχώρησης-προστασίας η οποία διανέμει την μέση τάση στον μετασχηματιστή γενικών διαστάσεων 750×1250×1950mm. Περιλαμβάνει τον ακόλουθο εξοπλισμό:

- Έναν αποζεύκτη κενού SF6 τύπου SHS/IB, με μηχανικά μανδαλωμένο γειωτή, ονομαστικής τάσης 24 kV, ονομαστικής έντασης 630 kV και έντασης βραχείας διάρκειας

1 sec 16kA

- Σύστημα κύριων ζυγών αποτελούμενο από τρεις μπάρες χαλκού 630 A
- Κλειδαριά ασφαλείας για την θέση OFF
- Κλειδαριά ασφαλείας για ενεργοποίηση του γειωτή και ταυτόχρονη απελευθέρωση της

πόρτας

- Έναν αυτόματο διακόπτη ισχύος εξαφθοριούχου θείου SF6 με ηλεκτροκίνητο μηχανισμό

λειτουργίας τύπου HD4/R230, ονομαστικής τάσης 24 kV, ονομαστικής έντασης 630 A και

αντοχής σε ένταση λειτουργίας 12,5kA

- Τρεις μετασχηματιστές έντασης 20/5/5 τύπου TPU.60
- Μοτέρ τηλεχειρισμού 220 VAC
- Πηνίο κλεισίματος 220 VAC
- Προγραμματιζόμενος ηλεκτρονικός ηλεκτρονόμος δευτερογενούς προστασίας, τύπου

REX521 H50

- Γειωτή καλωδίων με αντοχή στο βραχυκύκλωμα (MAKE PROOF)

- Πηνίο εργασίας 220 VAC
- Βοηθητικές επαφές (3NO+2NC)
- Τρεις υποδοχές για εύκολη σύνδεση των καλωδίων
- Διαμέρισμα Χ.Τ. με επιλογικό διακόπτη (Auto 0-Manual 1), μπουτόν τηλεχειρισμού και λυχνίες ένδειξης Α.Δ.Ι.

Το ηλεκτρικό μονογραμμικό διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται λεπτομερώς ο σημαντικός εξοπλισμός της εγκατάστασης (μονάδες παραγωγής, μετασχηματιστές ανύψωσης τάσης, μέσα απόζευξης και προστασίας) που αναφέρθηκε παραπάνω παρουσιάζονται στο τέλος της μελέτης.

#### Διάταξη γείωσης

Η γείωση προστασίας του έργου θα έχει σαν βάση επικασσιτερωμένη χάλκινη ταινία, όπου με την χρήση πασσάλων θα εγκαθίσταται σε βάθος 0.5m. Από τα Η/Ζ θα αναχωρεί για την ταινία αγωγός επικασσιτερωμένος 50mm<sup>2</sup>. Τα μεταλλικά πλαίσια αυτών θα έχουν ηλεκτρική συνέχεια μέσω αγωγού, ο οποίος θα καταλήγει στην περιμετρική γείωση. Τοπικά κοντά στο ηλεκτροστάσιο θα εγκατασταθεί τρίγωνο γειώσεων. Εντός του ηλεκτροστασίου και του υποσταθμού μέσης τάσης θα γειωθούν με κατάλληλο χάλκινο επικασσιτερωμένο αγωγό όλα τα μεταλλικά μέρη και το κέλυφος του μετασχηματιστή μέσης τάσης. Γείωση θα έχει και ο ουδέτερος κόμβος στο δευτερεύον του μετασχηματιστή. Σε περίπτωση που η τιμή της γείωσης στον ουδέτερο κόμβο είναι μεγαλύτερη από 1Ω θα ενισχυθεί τοπικά η γείωση με πρόσθεση υλικού.

#### Επιλογή μετασχηματιστή

Θα τοποθετηθεί μετασχηματιστής 630 KVA χαμηλών απωλειών με τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Ονομαστική ισχύς: 630 KVA
- Συνδεσμολογία τυλιγμάτων: Dyn11

- Ονομαστική τάση πρωτεύοντος: 20 kV
- Ονομαστική τάση δευτερεύοντος: 0,4 kV
- Επαγωγική αντίδραση: 4%
- Τιμή αντίστασης και αντίδρασης γείωσης υποσταθμού: < 1 Ohm
- Διάταξη γείωσης ουδετέρου κόμβου: NAI (τρίγωνο γείωσης)

### **4.3 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΙΣΧΥΟΣ 1 MW**

Το επενδυτικό σχέδιο προβλέπει την δημιουργία μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα συνολικής δυναμικότητας 1,0 MW. Για την παραγωγή της ενέργειας υπάρχει η δυνατότητα αξιοποίησης διαφορετικών πρώτων υλών βιομάζας γεγονός που καθορίζει τον τόπο εγκατάστασης της μονάδας δεδομένης της απόστασης από το χώρο παραγωγής και συλλογής της πρώτης ύλης. Συγκεκριμένα πρόκειται να χρησιμοποιηθούν υπολείμματα κλαδέματος δέντρων (ελιές, οπωροφόρα), άχυρα δημητριακών (σιταριού, καλαμποκιού, ρυζιού) καθώς και αγριαγκινάρα (συνολικά βλαστός και καρπός).

Στο επενδυτικό σχέδιο περιλαμβάνεται η ίδρυση μονάδας επεξεργασίας φυτικής βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η μονάδα θα περιλαμβάνει κτιριακές εγκαταστάσεις στις οποίες θα εγκατασταθεί σύγχρονος μηχανολογικός εξοπλισμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και αποθήκευσης πρώτων υλών. Το συγκρότημα θα περιλαμβάνει μονάδα καύσης-παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, μονάδα διαχείρισης των αποβλήτων και της θερμότητας, χώρο διοίκησης – χημείου καθώς και βοηθητικούς χώρους φόρτωσης και εκφόρτωσης και αποθήκευσης πρώτων υλών και προϊόντων.

Τα προϊόντα που θα παράγονται από την επιχείρηση περιλαμβάνουν την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από φυτική βιομάζα που θα διοχετεύεται στο δίκτυο ηλεκτροδότησης της ΔΕΗ. Ως παραπροϊόν της διαδικασίας θα παράγεται τέφρα η

οποία ωστόσο δεν θα απορρίπτεται ως απόβλητο αλλά λόγω των φυσικοχημικών ιδιοτήτων της θα διατίθεται σε τσιμεντοβιομηχανίες ως δομικό συστατικό των προϊόντων τους. Οι βασικές πρώτες ύλες που απαιτούνται για την παραγωγική διαδικασία θα προέρχονται από τους καλλιεργητές ενεργειακών φυτών και από παραγωγούς- δένδροκαλλιεργητές με τους οποίους θα συνεργάζεται η επιχείρηση.

Οι ποσότητες που θα διαχειρίζεται η επιχείρηση δεν αναμένεται να δημιουργήσουν πρόβλημα ελλείψεων, δεδομένου ότι εκ των προτέρων θα πραγματοποιούνται συμφωνίες με παραγωγούς για τις παραδοθείσες ποσότητες ενεργειακών φυτών γεγονός που θα εξασφαλίζει την αναμενόμενη επάρκεια. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι πρώτες ύλες συμμετέχουν κατά 52,8% στην διαμόρφωση του κόστους παραγωγής. Οι αγορές των πρώτων υλών θα διαμορφώνονται ανάλογα με την παραγωγική δυναμικότητα της μονάδας και συνεπώς θα παρουσιάσουν σταδιακή αύξηση κατά την πρώτη πενταετία και μέχρι την επίτευξη της μέγιστης δυναμικότητας. Σύμφωνα με την δυναμικότητα του προτεινόμενου μηχανολογικού εξοπλισμού, η επιχείρηση θα παράγει ετησίως υπό συνθήκες μέγιστης αξιοποίησης της δυναμικότητάς της, 9.020,88 MWh ηλεκτρικό ρεύμα. Η δυναμικότητα της επένδυσης θα φτάσει την μέγιστη τιμή της σε διάστημα πέντε ετών από την ολοκλήρωση της επένδυσης και θα εμφανίσει κλιμάκωση ξεκινώντας από ποσοστό 90%.

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του επιβλέποντος πολιτικού μηχανικού αλλά και των συνεργείων που θα κατασκευάσουν τις κτιριακές εγκαταστάσεις, θα απαιτηθεί χρονικό διάστημα περίπου 8-12 μηνών για την ολοκλήρωση των εργασιών. Επίσης, οι προμηθευτές του μηχανολογικού εξοπλισμού έχουν εκτιμήσει ότι απαιτείται διάστημα περίπου 8-10 μηνών για την μεταφορά και εγκατάστασή του. Με βάση τις παραπάνω εκτιμήσεις και το γεγονός ότι οι υπόλοιπες επενδύσεις δεν απαιτούν σημαντικό χρονικό διάστημα για την υλοποίησή τους εκτιμάται ότι για την αποτελεσματική ολοκλήρωση και έναρξη της λειτουργίας της μονάδας θα απαιτηθεί χρονικό διάστημα περίπου 10-12 μηνών.

Σχετικά με την ενεργειακή κατανάλωση αλλά και τα παραγόμενα λύματα από την λειτουργία της μονάδας, αυτά δεν αναμένεται να δημιουργήσουν προβλήματα στην περιοχή. Συγκεκριμένα, σε ότι αφορά την ενεργειακή κατανάλωση η μονάδα θα



χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια. Η κινητήρια ισχύς του μηχανολογικού εξοπλισμού που χρησιμοποιείται στην παραγωγική διαδικασία θα ανέρχεται σε 171,0KW. Έτσι, κατά την μέγιστη δυναμικότητα της νέας μονάδας προβλέπεται ετήσια κατανάλωση 1.354,82 MWh ενέργειας.

#### **4.3.1 Παραγωγική διαδικασία**

Η μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα θα έχει δυναμικότητα 1MW ανά ώρα και θα στηρίζεται σε καύση υπολειμμάτων κλαδέματος δένδρων καθώς και σε υπολείμματα καλλιεργειών (καλαμπόκι, ρύζι, αγριαγκινάρα). Εκτιμάται ότι η αναλογία υπολειμμάτων κλαδέματος δένδρων και υπολειμμάτων καλλιεργειών θα ανέρχεται σε 50-50.

Οι πρώτες ύλες θα παραδίδονται στο χώρο του εργοστασίου όπου θα ζυγίζονται και θα εκτιμώνται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους. Στην συνέχεια θα αποθηκεύονται σε υπαίθριο χώρο είτε σε υπόστεγο. Η αποθήκευση των δεμάτων των γεωργικών υπολειμμάτων αποτελεί μια διαδικασία, η οποία απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή αφού υψηλή περιεκτικότητα υγρασίας στα δέματα μπορεί να προκαλέσει αλλοιώσεις στα υπολείμματα. Στην υπαίθρια αποθήκευση θα προστατεύονται από νάιλον με οποία σκεπάζονται. Στην περίπτωση κυλινδρικών δεμάτων υπάρχει η δυνατότητα κάλυψης κάθε δέματος χωριστά. Η αποθήκευση των υπολειμμάτων βέβαια θα γίνεται σε υπόστεγο όπου η προστασία τους είναι σαφώς μεγαλύτερη απ' ότι στην υπαίθρια αποθήκευσή τους.

Στη συνέχεια η βιομάζα θα οδηγείται στην αποθήκη τροφοδοσίας της μονάδας όπου αρχικά θα θρυμματίζεται και στη συνέχεια θα αποτίθεται σε χώρο με κινητές ράγες που θα την οδηγούν μέσω ταινίας μεταφοράς στον θάλαμο καύσης.

Για την καύση της βιομάζας επιλέχθηκε η τεχνολογία του καυστήρα σχάρας, όπου η τροφοδοσία της πρώτης ύλης γίνεται αυτόματα πάνω στη σχάρα. Καθώς το καύσιμο κινείται πάνω στη σχάρα αρχικά, επιταχύνεται η απομάκρυνση της υγρασίας ενώ ακολουθεί η ανάφλεξη του, η καύση του και τελικά η ψύξη του και η απομάκρυνση της στάχτης. Η τροφοδοσία του αέρα γίνεται κάτω από τη σχάρα και

συχνά είναι διαχωρισμένη, ώστε ο έλεγχος της ροής και της πίεσης να είναι ανεξάρτητος σε κάθε τομέα της κύριας καύσης. Το σύστημα αυτό απαιτεί σωστή αναλογία προμηθευόμενου δευτερεύοντος αέρα πάνω από τη σχάρα. Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας στο υπόστρωμα και το φούρνο έχουν δείξει ανάλογο προφίλ με μέγιστη τιμή 900-1100°C στην περιοχή καύσης του υποστρώματος αλλά και χαμηλή 200-500°C στη ζώνη της ξήρανσης της συλλογής της στάχτης. Οι θερμοκρασίες πάνω από το υπόστρωμα φυσιολογικά κυμαίνονται μεταξύ 800 και 1000°C. Η στάχτη οδηγείται μέσα σε ειδική δεξαμενή. Η στάχτη θα συγκεντρώνεται σε ειδικό χώρο και στη συνέχεια θα μεταφέρεται σε βιομηχανία τσιμέντου ως δομικό υλικό.

Για την παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος θα χρησιμοποιηθεί ένας αντιδραστήρας τύπου ORC με οργανικό υγρό. Στην τεχνολογία αυτή εργαζόμενο μέσο είναι ένα σιλικονούχο έλαιο, που εξατμίζεται με ανάκτηση θερμότητας από αέρια χαμηλής θερμοκρασίας (80-300°C). Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος για την παραγωγή ρεύματος είναι της τάξης του 27% περίπου και ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι ένα τέτοιο σύστημα παράγει πρόσθετη ισχύ χωρίς να ξοδεύει καύσιμο.

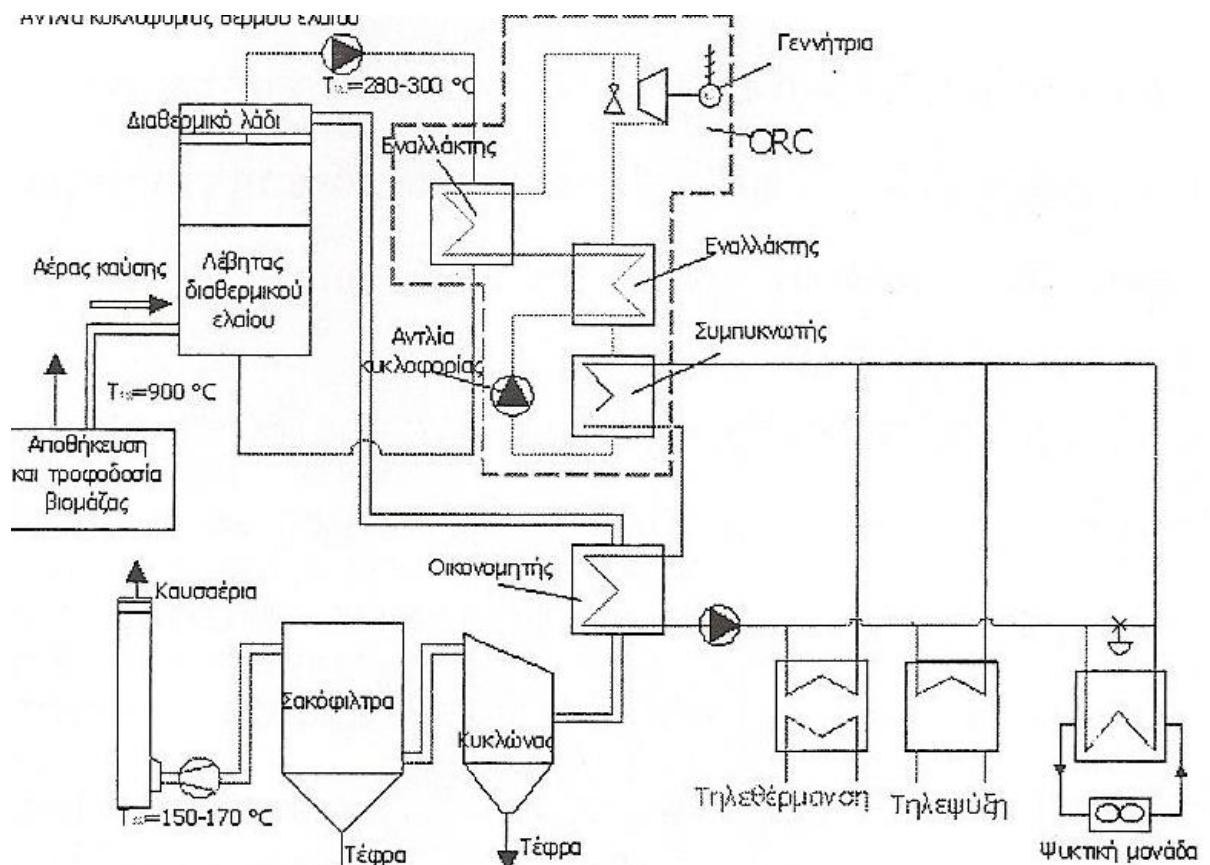
Ο κύκλος θερμού ελαίου επιτρέπει την περαιτέρω ελάττωση της πίεσης λειτουργία στις υψηλές θερμοκρασίες και έτσι δεν απαιτείται ατμός σε κατάσταση αναμονής. Το καυσαέριο που προέρχεται από την διεργασία καύσης στο λέβητα βιομάζας παρέχει τη θερμότητα στον κύκλο θερμού ελαίου. Αργότερα η θερμότητα τροφοδοτείται σε ένα εργαζόμενο οργανικό ρευστό που το ατμοποιεί. Το ατμοποιημένο ρευστό εκτονώνεται σε έναν στρόβιλο και το αποκτηθέν μηχανικό έργο περνάει σε μια γεννήτρια όπου μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Το ρευστό που επεκτάθηκε εισέρχεται έπειτα σε έναν συμπυκνωτή όπου η αποβαλλόμενη θερμότητα είναι διαθέσιμη σε επίπεδο θερμοκρασίας που επιτρέπει τη λειτουργία ενός δικτύου θερμού νερού για απευθείας ή επεξεργάσιμη παροχή θερμότητας. Αργότερα το συμπύκνωμα παρουσιάζεται στην πίεση λειτουργίας από την αντλία και τροφοδοτείται πάλι στον εξατμιστήρα.

Προκειμένου να αυξηθεί η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, το εργαζόμενο ρευστό που εξέρχεται από το στρόβιλο θα περνάει μέσω ενός αναθερμαντή προτού

εισέλθει στον συμπυκνωτή. Ο έλεγχος της διεργασίας ORC μπορεί να επιτευχθεί μέσω της παροχής θερμότητας στο λέβητα. Η κατάσταση λειτουργίας του ORC βρίσκεται σε αυτές τις συνθήκες:

- Πίεση εξάτμισης του εργαζόμενου ρευστού: 10 bar
- Θερμοκρασία εξάτμισης αερίου από το λέβητα: 300°C

Οι απαιτήσεις για συντήρηση στις εγκαταστάσεις ORC είναι βασικά μικρές. Οι εργασίες συντήρησης ανέρχονται σε περίπου στις 4 ώρες εβδομαδιαίως. Το εργαζόμενο ρευστό (συνήθως πυριτικό ρευστό) πρέπει να αντικατασταθεί μετά από περίπου 20 έτη.



Σχήμα 4.6: Διαδικασία παραγωγής βιοαερίου μονάδας 1 MW

Τα αέρια της καύσης της βιομάζας θα οδηγούνται στη μονάδα καθαρισμού των αερίων. Οι τεχνολογίες που θα εφαρμοστούν θα περιλαμβάνουν τη χρήση του κυκλώνα και του φίλτρου σάκου. Η τεχνολογία του κυκλώνα χρησιμοποιείται για την κατακράτηση των πολύ μικρών σωματιδίων ενώ αυτή του φίλτρου σάκου για

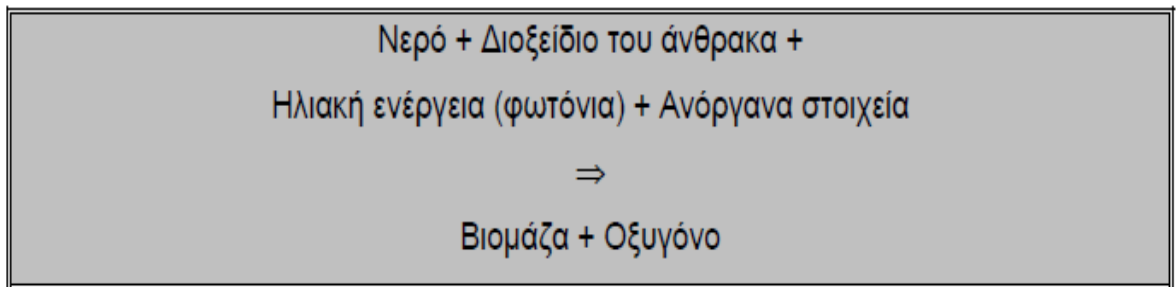
τα μεγαλύτερα σωματίδια. Η παραγόμενη θερμότητα από την διεργασία καύσης θα ανέρχεται σε 3556KW ανά ώρα και θα διοχετεύεται μέσω συστήματος αγωγών στην αποθήκη τροφοδοσίας προκειμένου να επιτυγχάνεται περαιτέρω ξήρανση της πρώτης ύλης.

## 5. ΒΙΟΜΑΖΑ

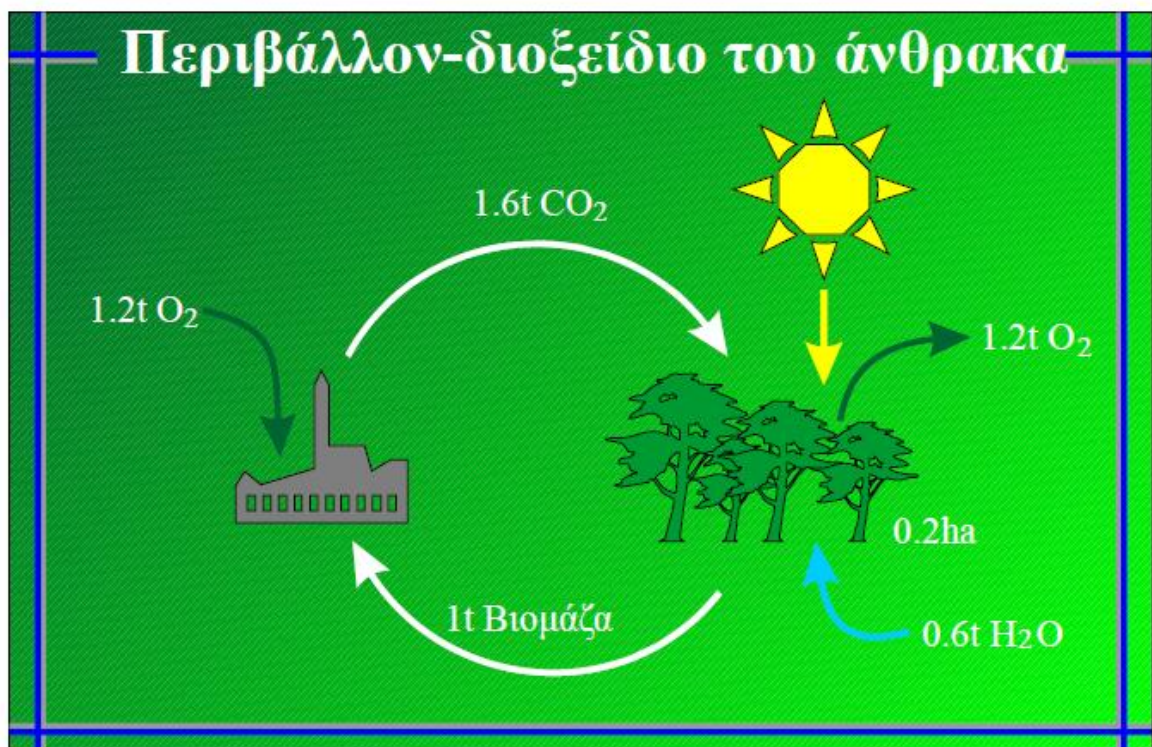
Με τον όρο βιομάζα ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια που είναι 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.



Η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλει 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.

## 5.1 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.

### **5.1.1 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, κενάφ) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλιάνθος κ.ά.), και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων

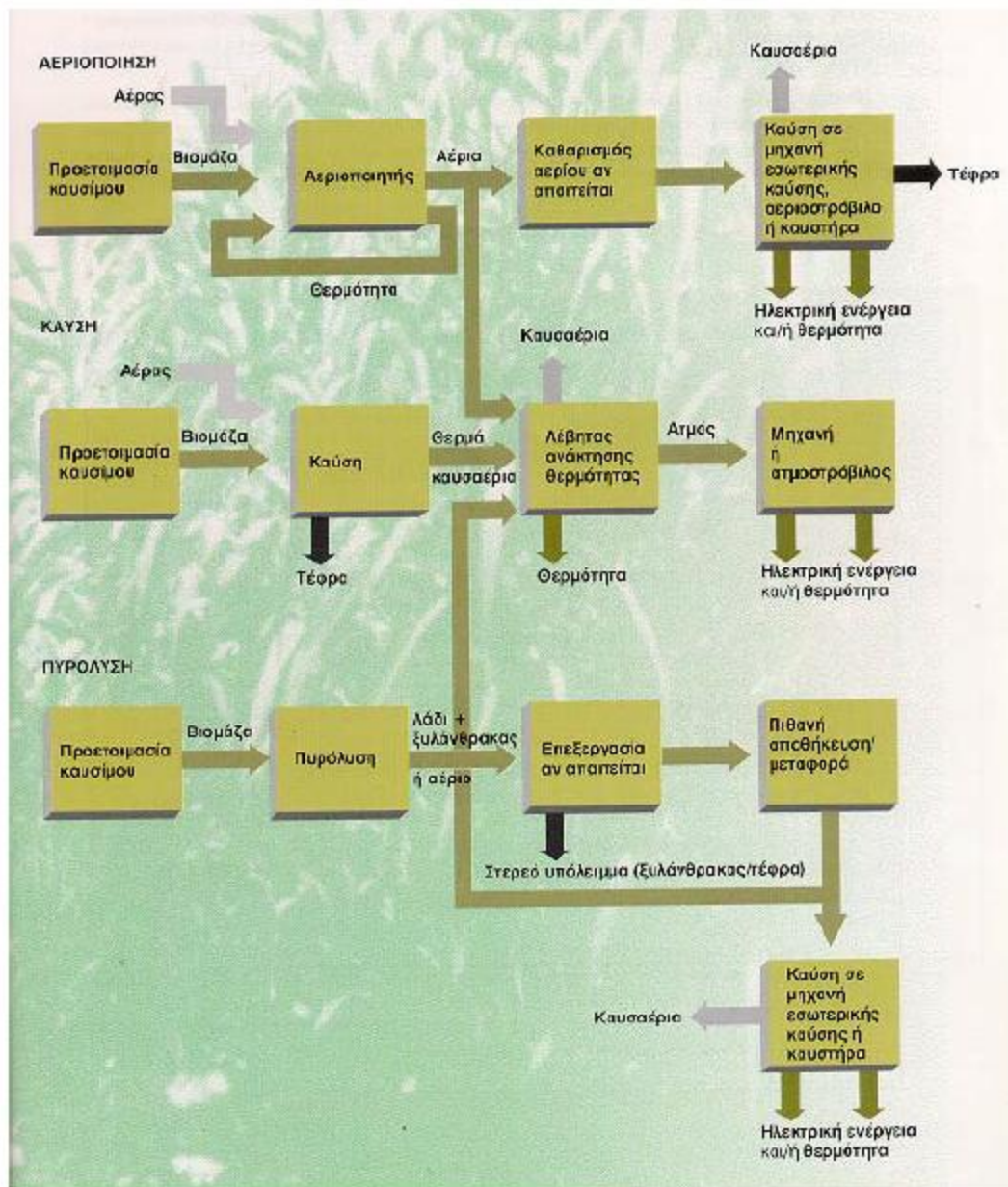


έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στο βιομηχανικό χώρο.

### **5.1.2 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 υπάρχουν τεχνολογίες αξιοποίησης της βιομάζας.



Σχήμα 4

## 5.2 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 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 της 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, κутταρινούχα 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 ΕΤΒΕ (πρόσθετο βενζίνης).

### **5.3 ΤΑ ΠΕΛΛΕΤ 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 pelletsβιομάζας.

## **5.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑ,ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ**

Η καύση των ορυκτών καυσίμων δεσμεύει οξυγόνο από την ατμόσφαιρα, ώστε να μετατραπεί ο άνθρακας σε θερμική ενέργεια δημιουργώντας παράλληλα διοξείδιο του άνθρακα σε ποσότητες ανάλογες με τη χημική τους σύνθεση. Το CO<sub>2</sub> είναι ένα από τα αέρια θερμοκηπίου, τα οποία απορροφούν την ακτινοβολία της υπέρυθρης ηλιακής θερμικής ενέργειας που αντανακλάται από τη γήινη επιφάνεια προς το διάστημα, λειτουργώντας με τρόπο όμοιο προς αυτόν του γυαλιού ενός

θερμοκηπίου. Ο μεγάλος όμως όγκος CO<sub>2</sub> και άλλων αερίων θερμοκηπίου, που ελκύεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες στην ατμόσφαιρα, προκαλεί διαταραχές στο ενεργειακό ισοζύγιο του πλανήτη. Η παγκόσμια θέρμανση έχει ήδη μετρήσιμες επιπτώσεις καθώς οι παγετώνες υποχωρούν, ο όγκος του πάγου του Αρκτικού Ωκεανού αραιώνει και η άνοιξη εμφανίζεται τουλάχιστον μία εβδομάδα νωρίτερα από ότι στη δεκαετία του 1950. Επιπλέον, έρευνες στρωμάτων πάγου της Ανταρκτικής αποδεικνύουν ότι, με εξαίρεση τις μικρές παραλλαγές στην τροχιά της Γης και το κύκλο της ηλιακής δραστηριότητας, οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται περισσότερο στα παραγόμενα από τον άνθρωπο αέρια του θερμοκηπίου. Εκτός από τη μεγάλη σημασία του διοξειδίου του άνθρακα, ο συνδυασμός και άλλων ανθρωπογενών αερίων, κυρίως του τροποσφαιρικού όζοντος και του μεθανίου, δημιουργεί το νέφος, που καταστρέφει την ανθρώπινη υγεία και τη γεωργική παραγωγικότητα.

Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά 0,75C από τα τέλη περίπου του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Το μεγαλύτερο μέρος της θέρμανσης, 0,5C σημειώθηκε το 1950. Ακόμη και αν δε λάβει χώρα περαιτέρω αλλαγή της ατμοσφαιρικής σύνθεσης, η γήινη επιφάνεια θα θερμανθεί επιπλέον από 0,4 έως 0,7C, λόγω του μεγάλου χρονικού διαστήματος (100 χρόνια περίπου) που μεσολαβεί μέχρι να θερμανθούν οι ωκεανοί. Η διαφαινόμενη άμεση απειλή αφορά κυρίως τις αλλαγές στο επίπεδο της θάλασσας (διαστολή ωκεάνιων υδάτων) και την ταχύτητα τήξης των πάγων. Ένα μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε απόσταση λίγων μέτρων από το επίπεδο της θάλασσας όπου επίσης βρίσκονται υποδομές τρισεκατομμυρίων δολαρίων. Οι προβλεπόμενες καταστροφές περιλαμβάνουν απώλειες ανθρώπινων ζώων, καταστροφή οικοσυστημάτων, μειωμένη αγροτική παραγωγή, επανεμφάνιση πείνας και ασθενειών (όπως η ελονοσία) στις αναπτυσσόμενες, κυρίως, χώρες και σημαντικές οικονομικές ζημιές. Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί ένα από τα βασικά μέσα για την αποφυγή της ενεργειακής εξάρτησης και την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών. Οι Α.Π.Ε. θεωρούνται, παράλληλα, εναλλακτική επιλογή ζωτικής σημασίας απέναντι στα αδιέξοδα που προκαλεί η μετατροπή ενέργειας από την πυρηνική σχάση. Όλες οι τεχνολογίες εκμετάλλευσης ενέργειας προκαλούν, σε ορισμένο βαθμό, περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μία σειρά περιβαλλοντικών κριτηρίων περιγράφει



ποια τεχνολογία θεωρείται ως προς τις προοπτικές αιφορίας, ποια τεχνολογία, δηλαδή, χαρακτηρίζεται ως αιφόρος τεχνολογία. Τα κριτήρια της αιφορίας μπορούν να περιγραφούν ως εξής:

- Η αποφυγή χρήσης καυσίμων που εξαντλούνται.
- Η αποδοτική μετατροπή και χρήση ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, ως προσωρινό μέτρο, για το χρονικό διάστημα που απαιτείται έως ότου υπάρξει πλήρης εκμετάλλευση των ΑΠΕ.
- Ο σχεδιασμός τεχνολογίας και συστημάτων ενεργειακής μετατροπής έτσι ώστε να χρησιμοποιούν με αποδοτικό τρόπο την ενέργεια.
- Η αντιστοίχιση ενεργειακής μετατροπής και επιλέξιμων καυσίμων με τις ανάγκες του τελικού χρήστη.
- Η ελαχιστοποίηση των τοπικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ενεργειακών τεχνολογιών και ο συμψηφισμός των όποιων τοπικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων με τα ευρύτερα περιβαλλοντικά οφέλη σε παγκόσμια κλίμακα που συνεπάγονται οι τεχνολογίες αυτές.
- Ο συνυπολογισμός στον ενεργειακό σχεδιασμό των απόψεων των τοπικών πληθυσμών σχετικά με τις χρήσεις γης και τις επιπτώσεις στα αισθητικά στοιχεία του τοπίου.
- Η ανάπτυξη τεχνολογιών, οι οποίες θα διασφαλίζουν ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν θα υπερβαίνουν την ενεργειακή φέρουσα ικανότητα του πλανήτη, δεδομένου ότι υπάρχουν τεχνικά όρια ακόμη και στην απόσπαση ενέργειας από τις φυσικές ενεργειακές ροές.
- Η συνεκτίμηση περιβαλλοντικού κόστους των διάφορων ενεργειακών επιλογών μαζί με τα καθαρά οικονομικά κόστη.
- Η παρακολούθηση εκπομπών άνθρακα της κάθε ενεργειακής επιλογής, καθώς και άλλων αερίων, μέσα από πλήρη ανάλυση του ενεργειακού κύκλου ζωής.

Οι περισσότερες ενεργειακές πηγές προέρχονται άμεσα ή έμμεσα από τον ήλιο. Τα ορυκτά καύσιμα είναι απλά αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια, παγιδευμένη στο υπέδαφος για χιλιάδες χρόνια με τη μορφή γαιάνθρακα, πετρελαίου, φυσικού αερίου. Εντούτοις, μόλις τα σχετικά αποθέματα των πηγών αυτών εξαντληθούν, δεν αντικαθίστανται και χάνονται για πάντα. Αντιθέτως, οι περισσότερες Α.Π.Ε.

βασίζονται σε συνεχείς ηλιακές εισροές, οι οποίες δημιουργούν ανεξάντλητες ενεργειακές φυσικές ροές παρέχοντας άμεση θέρμανση, δημιουργώντας ανέμους ή κύματα, υδάτινες ροές σε ποταμούς και λίμνες ή, αποθηκευόμενες βραχυπρόθεσμα σε φυτικούς ιστούς, μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο με τη μορφή της βιομάζας

## **5.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ**

Η ηλιακή ενέργεια στηρίζει επίσης την ανάπτυξη φυτικής ζωής και άλλων μορφών βιομάζας. Η αποθηκευμένη αυτή ηλιακή ενέργεια μπορεί να χαρακτηριστεί ανανεώσιμη, στο μέτρο που ο ρυθμός χρησιμοποίησής της δεν υπερβαίνει το ρυθμό αντικατάστασής της. Στην έννοια της βιομάζας ως καυσίμου περιλαμβάνονται τα καυσόξυλα, τα φυτικά και δασικά υπολείμματα (κλαδοδέματα, άχυρα, πριονίδια, ελαιοπυρήνες, κουκούτσια), τα ζωικά απόβλητα, τα αστικά απορρίμματα και απόβλητα, τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων και της αγροτικής βιομηχανίας και τα φυτά που καλλιεργούνται στις ενεργειακές φυτείες ειδικά για να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας. Η καλλιέργεια καυσίμου αντί τροφής αποτελεί σημαντική εναλλακτική επιλογή για τους αγρότες σε παγκόσμιο επίπεδο και ιδιαίτερα στον ευρωπαϊκό χώρο με τις νέες κατευθύνσεις της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής και την Πρωτοβουλία LEADER, στο πλαίσιο της προσπάθειας για διαφοροποίηση του αγροτικού εισοδήματος και ανάπτυξη της υπαίθρου.

Καλύτερη σχέση ενεργειακής εισροής-εκροής φαίνεται να υπάρχει στην ξυλώδη βιομάζα που παράγεται στις εκ μικρής περιτροπής καλλιέργειες με ιτιές και λεύκες. Τα θρύμματα ξύλου μεταφέρονται περιοδικά σε εργοστάσια καύσης, όπου επιτυγχάνεται αποδοτικότητα ενεργειακής μετατροπής έως και 80% με την αξιοποίηση προηγμένης τεχνολογίας συμπαραγωγής συνδυασμένου κύκλου (Combined Heat and Power). Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες για τις ενεργειακές αυτές καλλιέργειες εστιάζονται στην αποστράγγιση εντομοκτόνων και παρασιτοκτόνων, στην οπτική παρενόχληση, στις επιπτώσεις στην τοπική άγρια χλωρίδα και πανίδα και φυσικά στο πρόβλημα των εκπομπών από την καύση των

θρυμμάτων ή συσσωματωμάτων. Αν και τα δέντρα κατακρατούν και φιλτράρουν τη διαρροή χημικών ουσιών στα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα και γενικά προσφέρουν καταφύγιο σε έντομα, πουλιά και μεγάλα ζώα, το πρόβλημα των αυξημένων απαιτήσεων για μεταφορά των θρυμμάτων στις μονάδες ενεργειακής μετατροπής μπορεί να αντιμετωπισθεί μόνο με λεπτομερή αποκεντρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό.

Τα υπολείμματα βιομάζας μπορεί να μετατραπούν σε μεθάνιο μέσω αναερόβιας ζύμωσης ή να καούν απευθείας. Πηγή βιομάζας αποτελούν και τα οικιακά ή βιομηχανικά απορρίμματα, των οποίων η ενεργειακή εκμετάλλευση μέσω της καύσης είναι ευρύτατα διαδεδομένη. Έντονες ανησυχίες έχουν εκφρασθεί από περιβαλλοντικές οργανώσεις και κατοίκους περιοχών, όπου λειτουργούν σχετικές μονάδες μετατροπής, για τις τοξικές εκπομπές διοξινών που προέρχονται από την καύση κυρίως πλαστικών. Αντιπροτείνεται, έτσι, η ελαχιστοποίηση σε πρώτη φάση των καταναλωτικών απορριμμάτων και η ανάκτηση εν συνεχεία του ενεργειακού περιεχομένου της ποσότητας που απομένει μέσα από προγράμματα ανακύκλωσης. Τονίζεται, επίσης, η οικολογική αξία των απορριμμάτων στο μέτρο που η καύση τους καταστρέφει πολύτιμη οργανική ύλη, η οποία συνήθως επιστρέφει στο οικοσύστημα με διάφορους τρόπους, με αποτέλεσμα να δημιουργείται η ανάγκη αντικατάστασής της με τεχνητά χημικά λιπάσματα, η παραγωγή των οποίων απαιτεί τη δέσμευση περισσότερης ενέργειας από αυτή που αποδίδεται με την καύση των απορριμμάτων. Ο αντίλογος περιλαμβάνει τα οφέλη της βελτιωμένης τεχνολογίας ενεργειακής μετατροπής καθώς και την απαραίτητη συλλογή του παραγόμενου στις χωματερές μεθανίου, το οποίο είναι βασικό αέριο θερμοκηπίου και άκρως επικίνδυνο όσον αφορά την αυτανάφλεξη στους χώρους ταφής απορριμμάτων.

## **5.6 ΚΑΥΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Μέχρι τα μέσα του 18<sup>ου</sup> αιώνα τα ξύλα ήταν ο μεγαλύτερος προμηθευτής ενέργειας στην Ελλάδα και τον υπόλοιπο κόσμο. Τα ξύλα ζέσταιναν σπίτια και τροφοδοτούσαν τα εργοστάσια. Σήμερα, το ξύλο καλύπτει μόνο ένα μέρος από τις ανάγκες της χώρας μας για ενέργεια. Τα ξύλα δεν είναι η μόνη βιομάζα που μπορεί να καεί και να παράγει ενέργεια. Τα woodchips, τα πριονίδια, οι πίττες των

φρούτων και των σπόρων, η κοπριά των ζώων, και τα υπολείμματα καλλιέργειών όπως οι κόνοι (cobs) καλαμποκιού μπορούν να καούν για την παραγωγή ενέργειας.

Τα σκουπίδια είναι ακόμα μια πηγή βιομάζας. Τα σκουπίδια μπορούν να καούν και να παράγουν ατμό και ηλεκτρισμό. Τα ηλεκτροπαραγωγικά εργοστάσια που καίνε σκουπίδια και κάθε άλλου είδους απόβλητα για τη δημιουργία ενέργειας ονομάζονται «waste to energy» εργοστάσια. Αυτά τα εργοστάσια είναι παρόμοια με τροφοδοτούμενα με άνθρακα εργοστάσια. Η αρχή λειτουργίας τους είναι η ίδια, η μόνη τους διαφορά είναι το καύσιμο. Τα σκουπίδια δεν περιέχουν τόση μεγάλη θερμογόνο δύναμη όπως ο άνθρακας. Χρειάζονται λοιπόν περίπου 4 kgσκουπιδιών για να εξισορροπήσουν την ενέργεια 1 kgκάρβουνου. Σε ορισμένες περιπτώσεις, γρήγορα αναπτυσσόμενες καλλιέργειες όπως η καλλιέργεια του Μίσχανθου, χρησιμοποιούνται κυρίως για την θερμογόνο τους δύναμη. Τα στελέχη του Μίσχανθου έχουν υψηλή θερμιδική αξία (17.3 MJ/kgξηρού βάρους). Τον τελευταίο καιρό οι επιστήμονες ερευνούν δρόμους στην καλλιέργεια υδρόβιων ενεργειακών φυτών όπως τα φύκια έτσι ώστε να τα χρησιμοποιήσουν για την θερμική τους ενέργεια.

<b>Ενεργειακή καλλιέργεια</b>	<b>Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)</b>	<b>Αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα(τόνοι/στρέμμα)</b>
Ευκάλυπτος	19.0	1.8-3.2
Ψευδακακία	19.4	0.24-1.34
Καλάμι	18.6	2.0-3.0
Μίσχανθος	17.3	0.8-3.0
Αγριοαγκινάρα	14.5	1.7-3.3
Switchgrass	17.4	2.6

## **5.7 WOODCHIPS ΚΑΙ PELLETS ΣΤΟΥΣ ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ ΤΟΥ ΣΗΜΕΡΑ**

Παρόλο που η βιομάζα είναι μια σημαντική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας, δεν αποτελεί πολύ καλό καύσιμο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το περισσότερο από

το 70% του όγκου της είναι συνήθως αέρας και νεκρός όγκος. Αυτή η χαμηλή πυκνότητα ενέργειας ανά μονάδα όγκου της βιομάζας, δυσχεραίνει τόσο τη συλλογή όσο τη μεταφορά, την αποθήκευση και τη χρήση της. Για τη βελτίωση του ενεργειακού περιεχομένου ανά μονάδα όγκου της βιομάζας, χρησιμοποιείται στις μέρες μας η μέθοδος της μηχανικής αύξησης της πυκνότητάς της (Densification). Η αύξηση της πυκνότητας της βιομάζας είναι μια νέα διαδικασία κατά την οποία με τη χρήση υψηλών πιέσεων συμπιέζεται η βιομάζα σε μικρά συσσωματώματα κοινώς pellets (χρησιμοποιώντας συνεχούς τροφοδοσίας μηχανήματα), σε μπάλες (χρησιμοποιώντας μηχανές δεσίματος τριφυλλιού) καθώς και σε μεγαλύτερα συσσωματώματα μπρικέτες βιομάζας.

Η υψηλή θερμογόνος Δύναμη (kJ/kg , Btu/lb) είναι η πυκνότητα ενέργειας ανά μονάδα μάζας του καυσίμου. Παρόλο αυτά, για τη βιομάζα πιο σημαντική είναι η θερμογόνος δύναμη ανά μονάδα όγκου (kJ/liter, MJ/m<sup>3</sup>, Btu/ft<sup>3</sup>). Επειδή η βιομάζα κατά πλειοψηφία έχει χαμηλό βάρος η μάζα της δεν είναι τόσο σημαντικός παράγοντας κατά τη συλλογή, τη μετακίνηση, την αποθήκευση και τη χρήση. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τη σημαντική διαφορά μεταξύ χαμηλής και υψηλής πυκνότητας καύσιμων από βιομάζα. Η υψηλής πυκνότητας βιομάζα έχει περίπου 3 έως και 4 φορές μεγαλύτερο βάρος από τα κομματάκια ξύλου (woodchips) αλλά δεν είναι τόσο πυκνή όσο το κάρβουνο και το ντίζελ.

<b>Καύσιμο</b>	<b>Bulk Density (kg/liter)</b>	<b>Mass Energy Density (MJ/kg)</b>	<b>Volume Energy Density (MJ/liter)</b>
Μαλακού ξύλου chips (κομματάκια)	0.19	20	3.8
Σπιτικά αποθηκευμένα 1/4" pellets πριονιδιού	0.68	20	13.6
3/8" pellet από κέλυφος φιστικιού	0.65	19.8	12.9
Καλαμπόκι	0.76	19.1	14.5

Σόγια	0.77	21	16.2
Κέλυφος καρύδας(σε κομμάτια της 1/4inch)	0.54	20.5	11.1
Άνθρακας ασφαλτούχος	1.1	32.5	35.7
Βιοντήζελ	0.89	41,2	37.9
Ντίζελ	0.88	45.7	40.2

Κομματάκια ξύλου (wood- chips): Τα wood-chips φτιάχνονται από τα απόβλητα ξύλα των δασών. Τα δέντρα πρέπει να αραιώσουν για να κάνουν χώρο για εμπορική ξυλεία (δοκάρια, σανίδες, υλικά επιπλοποιίας). Τα wood-chips είναι λοιπόν ένα φυσικό απόβλητο των δασοκομικών επιχειρήσεων. Τα απόβλητα ξύλα (μικρά κλαδιά, γλοιός, άχρηστα μέρη) κόβονται σε μηχανικούς κοπτήρες. Το μέγεθος και το σχήμα των κομματιών εξαρτάται από τη μηχανή κοπής, στην πλειοψηφία τους έχουν περίπου 1 cm πάχος και 2 έως 5 cm μήκος. Η υγρασία που περιέχουν τα πρόσφατα κομμένα ξύλα είναι περίπου το 50% του βάρους τους. Αυτό το ποσοστό μειώνεται σημαντικά κατά την ξήρανση. Σε πολλές χώρες όπως στη Δανία τα wood-chips που παράγονται καταναλώνονται σε περιφερειακούς σταθμούς θερμότητας. Η μεταφορά τους γίνεται οδικώς με τη χρήση φορτηγών οπότε χρειάζονται σκεπαστές αποθήκες αποθήκευσης τουλάχιστον 20m όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε αυτόματα καυστήρα. Στον πίνακα παρακάτω μπορείτε να βρείτε μια σύγκριση των διαφόρων συστημάτων που καίνε ξύλα για ένα αυτόνομο σπίτι 150m (12kWp φορτίο θερμότητας). Τα δεδομένα είναι από Αυστρία.

<b>Καύσιμο</b>	<b>Κόστος Επένδυσης</b>	<b>Κατανάλωση καυσίμου σε εποχή θέρμανσης</b>	<b>Χειρισμός (εισαγωγή καυσίμου)</b>
Κούτσουρα	6000	12m	1-2 φορές την ημέρα

Wood-chips	11000	28m	1-2 φορές το χρόνο
Pellets ξύλου	6000	7.5m	Αυτόματη

Pellets ξύλου: Τα pellets ξύλου συγκρινόμενα με τα υπόλοιπα καύσιμα αποτελούν μια νέα και ελκυστική μορφή καυσίμου. Όταν καίγονται τα pellets ξύλου, γίνεται εκμετάλλευση μιας πηγής ενέργειας που θα είχε καταλήξει να γίνει απόβλητο ή να είχε εναποτεθεί σε μια χωματερή. Τα pellets φτιάχνονται από απόβλητα (πριονίδια και ρινίσματα (shavings) ξύλου) και χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες από συστήματα θέρμανσης στην περιφέρεια. Τα pellets δημιουργούνται από τη συμπίεση των πριονιδιών σε πρέσες. Απαντώνται σε μήκη από 1-3cm και πάχος περίπου 1cm αλλά και μεγαλύτερα. Είναι καθαρά, ευχάριστα στην οσμή και απαλά (λεία) στην αφή. Τα pellets από ξύλο έχουν αρκετά χαμηλό περιεχόμενο σε υγρασία κάτω από 10% κ.β.) ιδιότητα που τους προσδίδει υψηλότερη αξία καύσης από τα υπόλοιπα καυσόξυλα.

Το γεγονός ότι πιέζονται (πρεσάρονται) σημαίνει ότι καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο, άρα έχουν περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα όγκου (υψηλότερη ογκομετρική ενέργεια). Η μείωση του όγκου συμβάλει και στην ευκολότερη και οικονομικότερη αποθήκευσή τους. Η διαδικασία της καύσης τους είναι υψηλής ποιότητας, ενώ κατά την καύση τους δεν μένει μεγάλο υπόλειμμα. Ορισμένες χώρες έχουν απαλλάξει (εξαιρέσει) τις συσκευές που χρησιμοποιούν pellets από τις απαιτήσεις για εκπομπές αιθάλης. Υπάρχουν διαφόρων ειδών pellets. Μερικοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν ένα υλικό συγκόλλησης για να παρατείνουν τη ζωή των pellets, άλλοι τα φτιάχνουν χωρίς αυτό. Το υλικό συγκόλλησης σε ορισμένες περιπτώσεις περιέχει θείο, το οποίο κατά την καύση φεύγει από την καπνοδόχο στο περιβάλλον. Τα προβλήματα από τις εκπομπές του θείου είναι ο σχηματισμός της όξινης βροχής αλλά και η διάβρωση στην καπνοδόχο. Επομένως καλό θα ήταν να μην προτιμούνται pellets με τέτοια υλικά.

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα εάν επιλέξει κάποιος τα pellets ως καύσιμη ύλη. Για την δημιουργία των pellets δεν απαιτείται να καούν δέντρα – παρασκευάζονται από τα κατάλοιπα των ξυλουργικών και υλοτομικών

διαδικασιών. Η καύση των pellets βοηθά ουσιαστικά στην μείωση των δασικών αποβλήτων από την παραγωγή ξυλείας και από τη βιομηχανία επίπλων. Δεν χρησιμοποιούνται πρόσθετα που μπαίνουν στα pellets έτσι ώστε να παρατείνουν το χρόνο καύσης τους ή να καίγονται πιο αποτελεσματικά. Τα pellets δεν καπνίζουν ούτε ελκύουν επικίνδυνα αέρια από την καύση τους. Με τη χρήση αυτού του είδους την καύσιμη ύλη μειώνεται η ανάγκη για συμβατικά καύσιμα τα οποία όπως είναι γνωστό είναι βλαβερά για το περιβάλλον. Το κόστος τους εξαρτάται από την γεωγραφική περιφέρεια πώλησής τους καθώς και από την εποχή. Είτε κάποιος ζει σε αστικό κέντρο είτε στη εξοχή το pellet εκτός των άλλων είναι το ασφαλέστερο αλλά και το πιο υγιεινό μέσο θέρμανσης. Αυτή η τεχνολογία εκτός από τη χρήση της σε σπίτια είναι πολύτιμη και σε μη οικιακά κτίσματα όπως ξενοδοχεία, καταφύγια, εστιατόρια, καταστήματα, γραφεία, νοσοκομεία και σχολεία. Στη Νότιο Αμερική ήδη χρησιμοποιούνται σε πάνω από 500.000 σπίτια.

## **5.8 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ**

Τα βακτήρια τρέφονται με νεκρά ζώα και φυτά. Καθώς τα φυτά και τα ζώα αποσυντίθενται παράγουν ένα άχρωμο και άοσμο αέριο το μεθάνιο. Το μεθάνιο είναι πλούσιο σε ενέργεια και αποτελεί το κύριο συστατικό του φυσικού αερίου, το αέριο που χρησιμοποιείται σε φούρνους και σόμπες. Το μεθάνιο είναι μια πάρα πολύ καλή πηγή ενέργειας. Μπορούμε με την καύση του να παράγουμε θερμότητα και ηλεκτρισμό. Σε ορισμένες χωματερές (όπου επί το πλείστον βρίσκονται υπολείμματα φυτικών και ζωικών οργανισμών) ανοίγονται πηγάδια σε σωρούς από σκουπίδια για να δεσμευτεί το μεθάνιο που παράγεται από την αποσύνθεση αυτών των αποβλήτων. Το μεθάνιο μπορεί να καθαριστεί και να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας όπως το φυσικό αέριο.

## **5.9 ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ**

Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας: Η παραγωγή θερμότητας από βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως για την κάλυψη αναγκών βιομηχανιών, βιοτεχνιών, μικρών



και μεγάλων επιχειρήσεων που απαιτούν θερμικά φορτία για την παραγωγική τους διαδικασία. Ακόμα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση κτιρίων και κατοικιών με τη δημιουργία ενός μικρού δικτύου τηλεθέρμανσης. Για παράδειγμα η καύση απορριμμάτων πουλερικών σε πτηνοτροφικές μονάδες με κατάλληλες διαδικασίες θα μπορούσε όχι μόνο να καλύψει θερμαντικές τους ανάγκες αλλά και να μειώσει τους συνολικούς ρύπους του πτηνοτροφείου προς το περιβάλλον με χρόνο απόσβεσης περίπου 3 χρόνια.

Συμπααραγωγή Ηλεκτρικής και Θερμικής Ενέργειας: Η Ηλεκτρική Ενέργεια που παράγεται από Βιομάζα μπορεί να καλύψει ίδιες ανάγκες του παραγωγού και το πλεόνασμα της ενέργειας(αν υπάρχει) να πωληθεί στη Δ.Ε.Η. Ένα παράδειγμα συμπααραγωγής είναι το εργοστάσιο Βιολογικού καθαρισμού στα Γιάννενα. Στο εργοστάσιο αυτό το παραγόμενο βιοαέριο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, για κάλυψη των αναγκών του εργοστασίου και θερμικής ενέργειας για τη διαδικασία του βιολογικού καθαρισμού των λημμάτων. Το πλεόνασμα του βιοαερίου καίγεται για να μην απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα λόγω της βλαβερότητάς του για το περιβάλλον (παραγωγή μεθανίου).

Επίσης έχει προταθεί εγκατάσταση εργοστασίου παραγωγής βιοαερίου (και μετέπειτα ηλεκτρισμού) από ζωικά υπολείμματα στη Φιλιπιάδα. Το εργοστάσιο θα παράγει ετησίως 823.000 μετρικούς τόνους κατά προσέγγιση βιοαερίου το οποίο θα χρησιμοποιείται σαν πρώτη ύλη σε εργοστάσιο συμπααραγωγής με δύο συζευγμένες γεννήτριες. Οι γεννήτριες θα έχουν ισχύ 450kWρη κάθε μία. Η παραγόμενη θερμότητα θα χρησιμοποιηθεί για τις ανάγκες του συγκροτήματος και η ηλεκτρική ενέργεια θα πωλείται στη Δ.Ε.Η. Ένα άλλο παράδειγμα είναι η δημιουργία ενός εργοστασίου αποτέφρωσης απορριμμάτων στα Γιάννενα. Μια μελέτη σκοπιμότητας ενός τέτοιου εργοστασίου επεξεργασίας απορριμμάτων ικανότητας επεξεργασίας 150 έως 200 τόνων ανά ημέρα. Μία άλλη λύση που χρησιμοποιεί τα απορρίμματα, είναι η δημιουργία ενός εργοστασίου συμπααραγωγής ενέργειας το οποίο θα χρησιμοποιεί το παραγόμενο βιοαέριο για παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας – που θα διατίθεται στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων και στο Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο. Η συνολική παραγωγή θα ανέρχεται σε 1,5GWh το χρόνο, από τα οποία η 1GWh το χρόνο θα χρησιμοποιείται για τις ανάγκες του εργοστασίου. Το πλεόνασμα θα πωλείται στη

Δ.Ε.Η και το θερμικό φορτίο που παράγεται θα χρησιμοποιείται για θέρμανση. Παράλληλα η εκτίμηση για τις εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι 4.000.000 τόνους αντί των 6.900.000 τόνων που θα παραγόταν από την απόρριψη σε χωματερές για τα επόμενα 25 χρόνια.

## **5.10 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.

## 6. 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

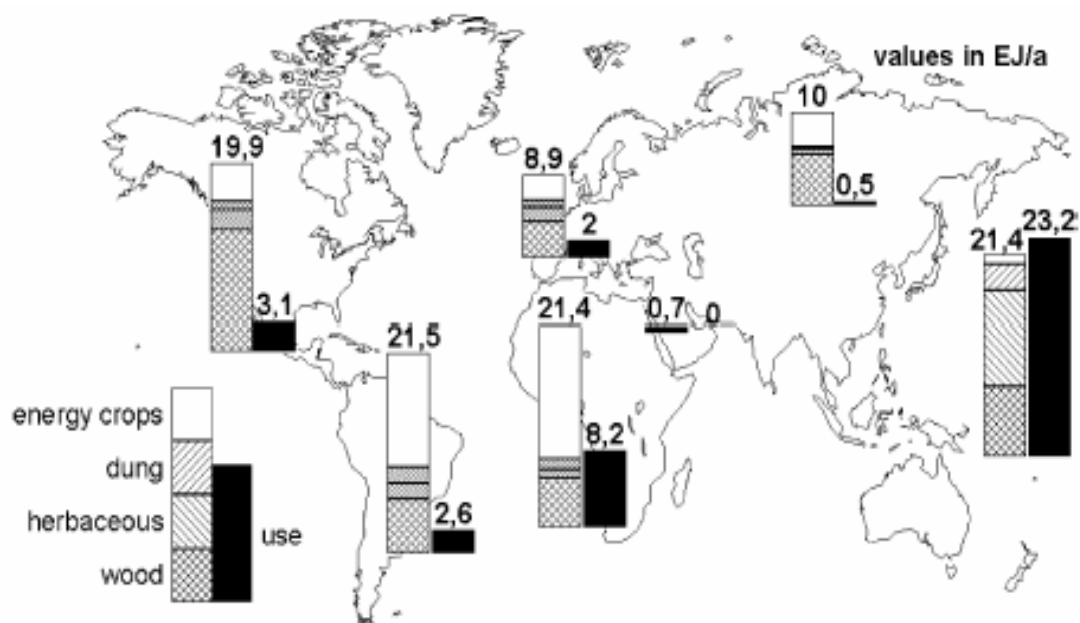
της γεωργίας χρησιμοποιούν 17 μικρής κλίμακας επεξεργαστές βιομάζας για θέρμανση και κινητική ενέργεια.

## 7. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

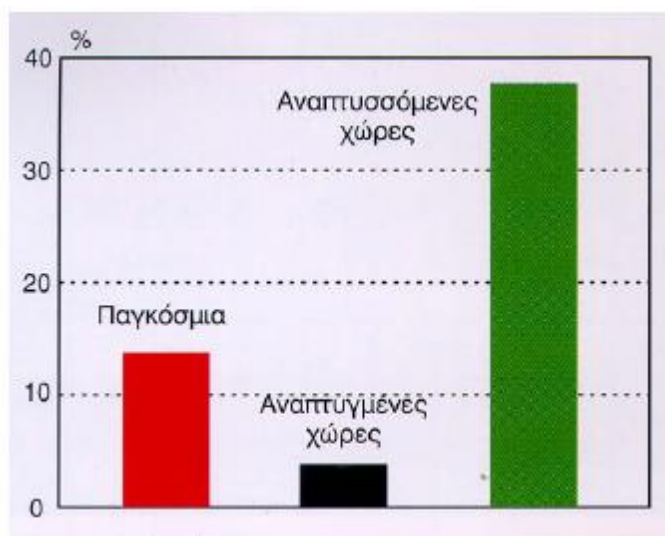
### 7.1 ΒΙΟΜΑΖΑ-ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ

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<sup>2ης</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.



Σχήμα5: Ποσότητα της βιομάζας που χρησιμοποιείται και η δυναμική της στις περισσότερες περιοχές του κόσμου.



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

## 7.2 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 GW. 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.

### **7.3 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 πήγης 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 CO<sub>2</sub> από τα κράτη μέλη και σύγκριση με το στόχο του Κιότο.

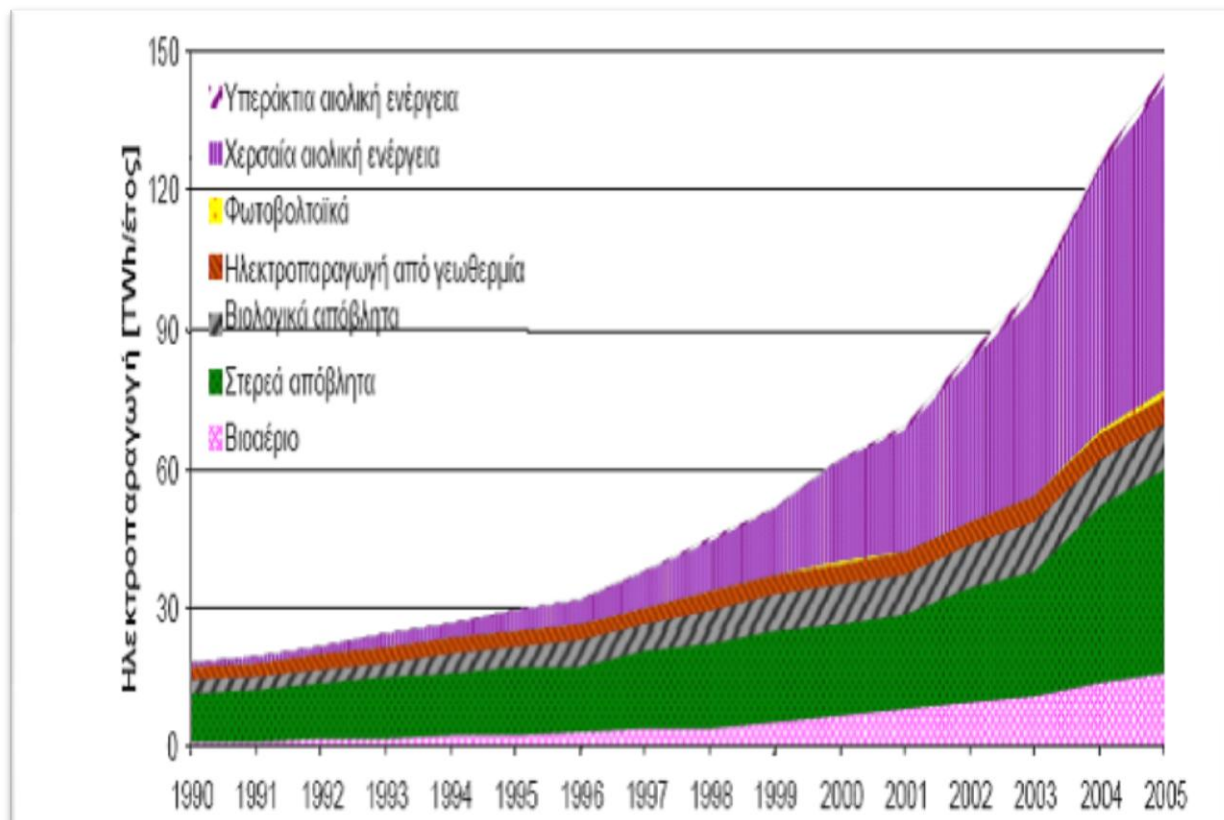
ΜΕΛΗ Ε.Ε	2003	2004	2005	ΠΡΟΒΟΛΕΣ 2010	ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ	
					2012	% ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ
ΕΣΘΟΝΙΑ	21.2	21.2	20.7	18.9	40	52.7%
ΛΕΤΟΝΙΑ	10.7	10.7	10.9	13.6	23.3	41.6%
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	-	68.9	69.8	87.1	127.3	31.6%
ΡΟΥΜΑΝΙΑ	-	160.1	153.7	192.5	259.9	26.0%
ΛΙΘΟΥΑΝΙΑ	16.7	21.1	22.6	33.5	44.1	24.0%
ΟΥΓΓΑΡΙΑ	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	

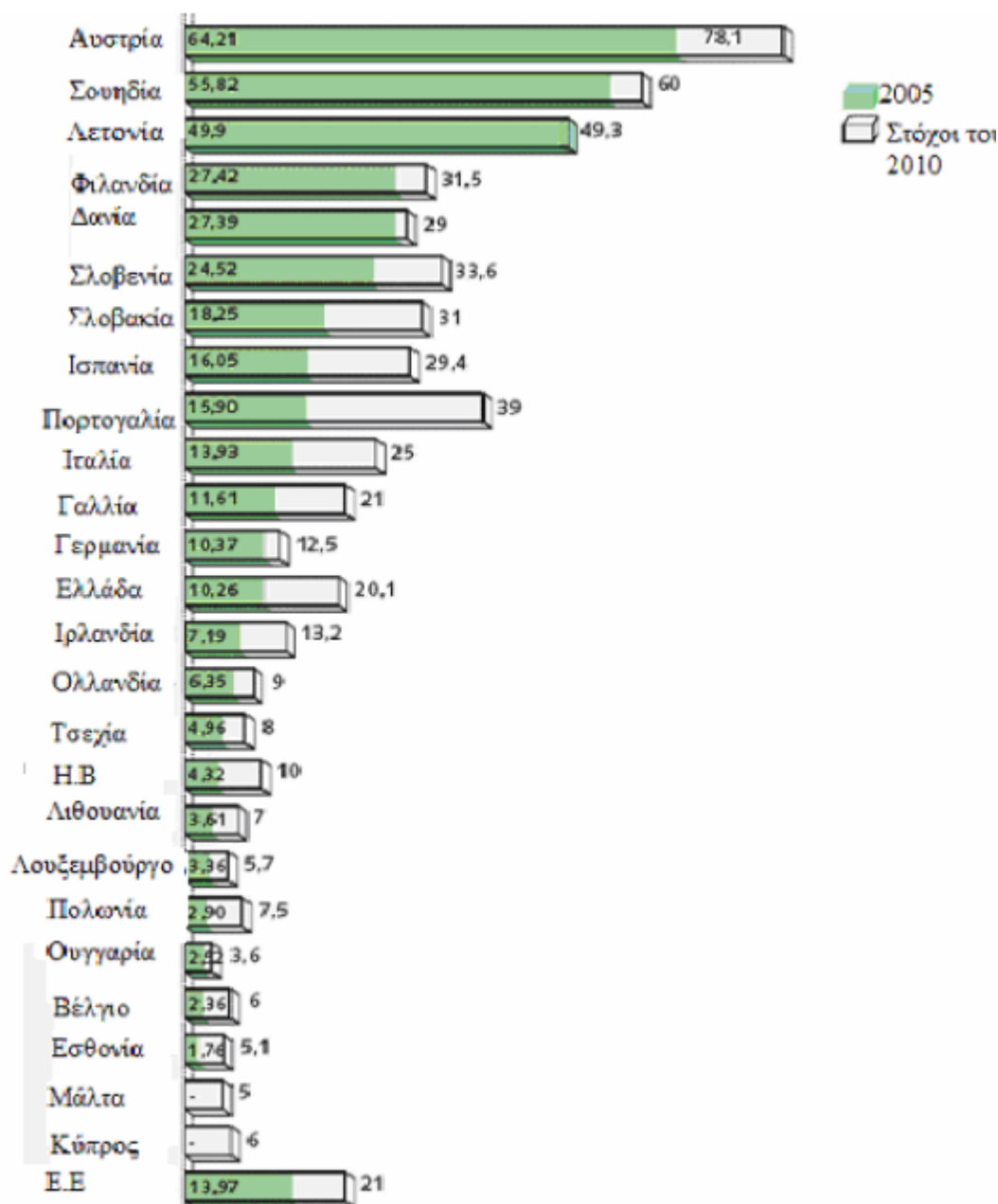
Πηγή: Οργανισμός Ευρωπαϊκής ένωσης, Νοέμβριος 2007

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%.



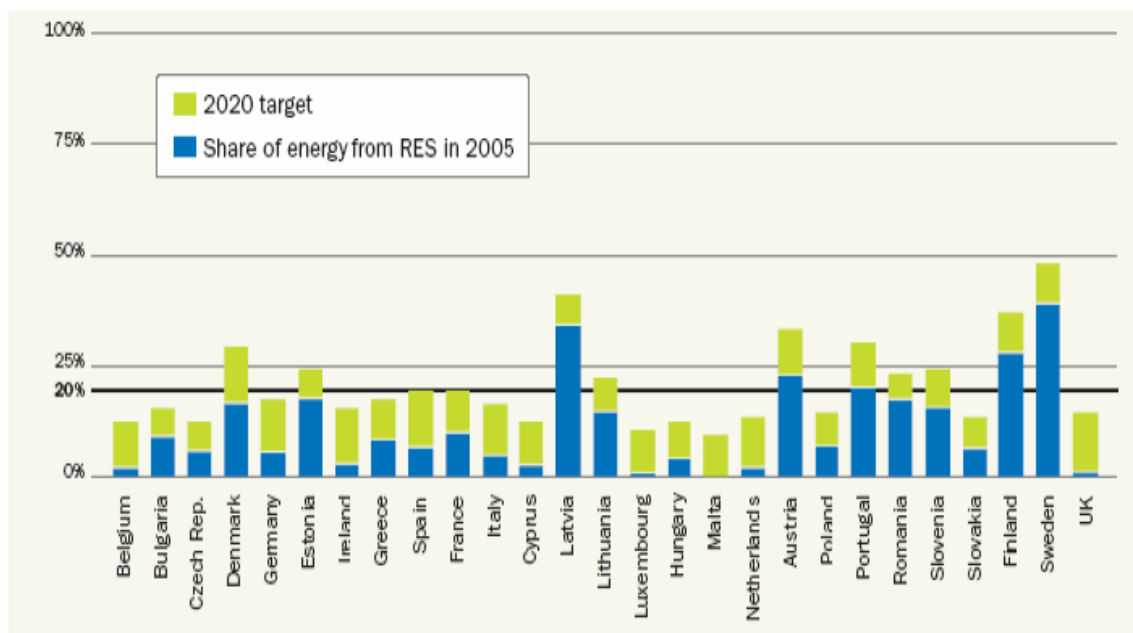
Σχήμα 7: Περιγραφή πορείας παραγωγής ηλεκτρισμού από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κατά τις χρονολογίες από το 1990-2005.

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.



Σχήμα9: Παράγωγή ενέργειας από ΑΠΕ το 2005 και οι στόχοι για το 2020.

## 7.4 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).

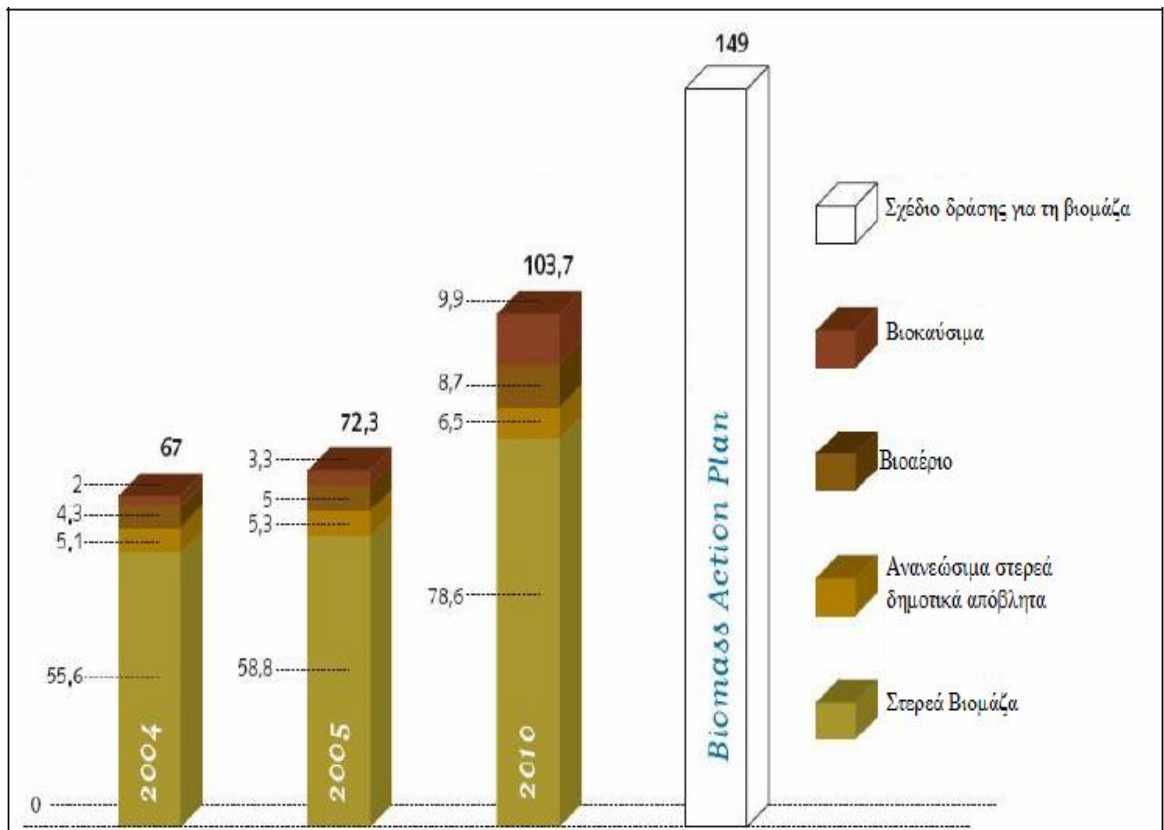
Ο πίνακας 2 αναγράφει κατά σειρά παραγωγής ενέργειας από τη χρήση βιομάζας ανάμεσα στα κράτη μέλη της Ευρώπης. Ο πίνακας αναφέρεται στο 2005 και πρωτοπόρος είναι η Γαλλία και ακολουθούν στις επόμενες δυο πρώτες θέσεις η Σουηδία και Γερμανία με μικρή διαφορά στην παραγωγή.

1	Γαλλία	9.669 (2004: 9.678 , -0.1% )	
2	Σουηδία	7.937 (2004: 7.467 , 6.3% )	
3	Γερμανία	7.861 (2004: 6.130 , 28.2% )	
4	Φιλανδία	6.608 (2004: 7.364 , -10.3% )	
5	Πολωνία	4.299 (2004: 4.062 , 5.8% )	
6	Ισπανία	4.176 (2004: 4.137 , 0.9% )	
7	Αυστρία	3.507 (2004: 3.250 , 7.9% )	
8	Πορτογαλία	2.715 (2004: 2.683 , 1.2% )	
9	Τσεχία	1.460 (2004: 1.418 , 3.0% )	
10	Λετονία	1.394 (2004: 1.394 , 0.0% )	
11	Δανία	1.264 (2004: 1.200 , 5.3% )	
12	Ολλανδία	1.142 (2004: 0.724 , 57.7% )	
13	Ουγγαρία	1.112 (2004: 0.821 , 35.5% )	
14	Ιταλία	1.005 (2004: 0.942 , 6.7% )	
15	Ελλάδα	0.957 (2004: 0.917 , 4.4% )	
16	Λιθουανία	0.736 (2004: 0.705 , 4.4% )	
17	Ηνωμένο Βασίλειο	0.719 (2004: 0.704 , 2.1% )	
18	Εσθονία	0.597 (2004: 0.597 , 0.0% )	
19	Βέλγιο	0.528 (2004: 0.368 , 36.6% )	
20	Σλοβενία	0.467 (2004: 0.463 , 0.9% )	
21	Σλοβακία	0.398 (2004: 0.345 , 15.4% )	
22	Ιρλανδία	0.217 (2004: 0.186 , 16.4% )	

## 7.5 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 150εκατομμύρια 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.



Σχήμα10: 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.



## 7.6 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 πετρελαιοφόρα 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 αγροαναπαύσεων 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, ασβεστοκάμινοι 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 ευοίωνες, καθώς υπάρχει σημαντικό δυναμικό, μεγάλο μέρος του οποίου είναι άμεσα διαθέσιμο. Παράλληλα, η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι, σε πολλές περιπτώσεις, οικονομικά ανταγωνιστική αυτής που παράγεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

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, ηλιάνθου, 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.

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (παραγωγή θερμότητας, ψύξης, ηλεκτρισμού κλπ.) είτε με απ' ευθείας καύση, είτε με μετατροπή της σε αέρια, υγρά ή/και στερεά καύσιμα μέσω θερμοχημικών ή βιοχημικών διεργασιών.

Επειδή η αξιοποίηση της βιομάζας αντιμετωπίζει συνήθως τα μειονεκτήματα της μεγάλης διασποράς, του μεγάλου όγκου και των δυσχερειών συλλογής-μεταποίησης-μεταφοράς-αποθήκευσης, επιβάλλεται η αξιοποίησή της να γίνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον τόπο παραγωγής της. Έτσι, αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευχερέστερα σε μια πληθώρα εφαρμογών.

### **7.6.1 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 ευχερέστερα 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, ηλίανθο, κλαδοδέματα, κληματίδες και πυρηνόξυλο, ανέρχονται ετησίως σε 7.500.000 τόνους ή περίπου σε 3.000.000 ΤΠΠ, ενώ τα δασικά μπορεί να ανέλθουν σε 2.700.000 τόνους ή περίπου σε 1.000.000 ΤΠΠ.

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 αναπτυγμένες 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 ΜΤΠΠ, δηλαδή στο 50-60% της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου.

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

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

## **7.6.2 ΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΣΕ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ**

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. Αυτοί θα πρέπει να εγκατασταθούν σε περιοχές της χώρας με σημαντικές ποσότητες διαθέσιμης βιομάζας, οι οποίες να βρίσκονται συγχρόνως κοντά σε καταναλωτές θερμότητας, καθώς η μεταφορά της θερμότητας παρουσιάζει υψηλές απώλειες και αυξημένο κόστος.

Οι καταναλωτές της παραγόμενης θερμότητας των προαναφερθέντων σταθμών συμπαραγωγής μπορεί να είναι χωριά ή πόλεις, τα οποία θα θερμαίνονται μέσω κάποιας εγκατάστασης συστήματος τηλεθέρμανσης, θερμοκήπια, βιομηχανικές μονάδες με αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα κ.ά. Η παραγόμενη από τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρική ενέργεια είναι δυνατό είτε να ιδιοκαταναλώνεται είτε να πωλείται στη ΔΕΗ, σύμφωνα με όσα ορίζονται στο Ν. 2244/94 (“Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα”).

Ένα παράδειγμα βιομηχανίας όπου με την εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής υποκαταστάθηκαν, πολύ επιτυχώς, συμβατικά καύσιμα από βιομάζα, είναι ένα εκκοκκιστήριο στην περιοχή της Βοιωτίας. Σ' αυτό εκκοκκίζονται ετησίως 40.000-50.000 τόνοι βαμβακιού και, από την παραγωγική αυτή διαδικασία, προκύπτουν ετησίως 4.000-5.000 τόνοι υπολειμμάτων, τα οποία στο παρελθόν καίγονταν σε πύργους αποτέφρωσης, χωρίς ιδιαίτερο έλεγχο, δημιουργώντας έτσι κινδύνους αναφλέξεως. Η απαραίτητη ξήρανση του βαμβακιού πριν τον εκκοκκισμό παλαιότερα γινόταν με την καύση πετρελαίου και διοχέτευση των καυσαερίων στο προς ξήρανση βαμβάκι, μέχρι που εγκαταστάθηκε σύστημα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού, το οποίο αξιοποιεί, μέσω καύσης, τα υπολείμματα του εκκοκκισμού.

Η ισχύς του λέβητα βιομάζας είναι 4.000.000 kcal/h και ο παραγόμενος ατμός έχει

πίεση 10 bar. Το έργο που παράγεται, κατά την εκτόνωση του ατμού σε ένα στρόβιλο, μετατρέπεται στη γεννήτρια σε ηλεκτρική ενέργεια ισχύος 500 kW. Μετά την εκτόνωσή του, ο ατμός οδηγείται, μέσω σωληνώσεων, αφ' ενός σε εναλλάκτες θερμότητας, όπου θερμαίνεται ο αέρας σε θερμοκρασία 130°C, ο οποίος, εν συνεχεία, χρησιμοποιείται για την ξήρανση του βαμβακιού σε ειδικούς γι' αυτό το σκοπό πύργους, αφ' ετέρου στο σπορelaiουργείο, όπου χρησιμοποιείται στις πρέσες ατμού για την εξαγωγή του βαμβακόλαδου.

Με την εγκατάσταση του παραπάνω συστήματος, καλύπτεται το σύνολο των αναγκών σε παραγωγή θερμότητας όμως, έχουν ήδη εγκατασταθεί και λειτουργούν σε 17 εκκοκκιστήρια βαμβακιού στη χώρα μας, στα οποία αντικαταστάθηκε πλήρως η χρήση του πετρελαίου και του μαζούτ από αυτή των υπολειμμάτων του εκκοκκισμού, η θερμότητα του εκκοκκιστηρίου, καθώς και μέρος των αναγκών του σε ηλεκτρική ενέργεια. Η εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων που επιτυγχάνεται ετησίως φθάνει τους 630 τόνους πετρελαίου. Έτσι, η αρχική επένδυση, συνολικού ύψους 300.000.000 δρχ., αποσβέσθηκε σε μόλις 6-7 εκκοκκιστικές περιόδους. Αξίζει, τέλος, να σημειωθεί ότι ανάλογες μονάδες, μόνο για παραγωγή θερμότητας όμως, έχουν ήδη εγκατασταθεί και λειτουργούν σε 17 εκκοκκιστήρια βαμβακιού στη χώρα μας, στα οποία αντικαταστάθηκε πλήρως η χρήση του πετρελαίου και του μαζούτ από αυτή των υπολειμμάτων του εκκοκκισμού.

### **7.6.3 ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ**

Τηλεθέρμανση ονομάζεται η εξασφάλιση ζεστού νερού τόσο για τη θέρμανση των χώρων, όσο και για την απευθείας χρήση του σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μία πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η παραγόμενη θερμότητα μεταφέρεται με δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια. Η τηλεθέρμανση παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη σε πολλές χώρες, καθώς εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως είναι η επίτευξη υψηλότερου βαθμού απόδοσης, ο περιορισμός της ρύπανσης του περιβάλλοντος και η δυνατότητα χρησιμοποίησης μη συμβατικών καυσίμων, οπότε προκύπτουν επιπλέον οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.



Στην Ελλάδα έχει ήδη εγκατασταθεί η πρώτη μονάδα τηλεθέρμανσης με χρήση βιομάζας. Η μονάδα αυτή, που βρίσκεται στην κοινότητα Νυμφασίας του Νομού Αρκαδίας, έχει ονομαστική ισχύ 1.200.000 kcal/h και καλύπτει τις ανάγκες θέρμανσης 80 κατοικιών και 600 m<sup>2</sup> κοινοτικών χώρων. Ως καύσιμη ύλη χρησιμοποιούνται τρίμματα ξύλου, τα οποία προέρχονται από τεμαχισμό σε ειδικό μηχάνημα υπολειμμάτων υλοτομίας από γειτονικό δάσος ελάτων. Το έργο αυτό αποτελεί πρότυπο για την ανάπτυξη παρόμοιων εφαρμογών σε κοινότητες και δήμους της χώρας, δεδομένου ότι εξασφαλίζει σημαντική εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων, αξιοποίηση των τοπικών ενεργειακών πόρων και συνεισφέρει στη βελτίωση του περιβάλλοντος.

#### **7.6.4 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ**

Η αξιοποίηση της βιομάζας σε μονάδες παραγωγής θερμότητας για τη θέρμανση θερμοκηπίων αποτελεί μία ενδιαφέρουσα και οικονομικά συμφέρουσα προοπτική για τους ιδιοκτήτες τους. Ήδη, στο 10% περίπου της συνολικής έκτασης των θερμαινόμενων θερμοκηπίων της χώρας, αξιοποιούνται διάφορα είδη βιομάζας.

Ένα παράδειγμα αυτού του είδους χρήσης της βιομάζας αποτελεί μία θερμοκηπιακή μονάδα έκτασης 2 στρεμμάτων, στο Νομό Σερρών, στην οποία καλλιεργούνται οπωροκηπευτικά. Σε αυτή τη μονάδα έχει εγκατασταθεί σύστημα παραγωγής θερμότητας, συνολικής θερμικής ισχύος 400.000 kcal/h, το οποίο χρησιμοποιεί ως καύσιμο άχυρο σιτηρών. Η ετήσια εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων που επιτυγχάνεται φθάνει τους 40τόνους πετρελαίου.

#### **7.6.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ**

Οι ενεργειακές καλλιέργειες, στις οποίες περιλαμβάνονται τόσο ορισμένα καλλιεργούμενα είδη όσο και άγρια φυτά, έχουν σαν σκοπό την παραγωγή βιομάζας, η οποία μπορεί, στη συνέχεια, να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς, σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα σχετικά με τις εφαρμογές της βιομάζας. Οι σημαντικότερες παγκοσμίως χρήσεις της

βιομάζας που προέρχεται από τέτοιου είδους καλλιέργειες, σε αναπτυγμένες χώρες, παρουσιάζονται στον πίνακα:

| Χώρα                 | Καλλιέργεια                 | Τελικό προϊόν        | Χρήσεις           | Τόνοι ή στρέμματα/έτος   |
|----------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|
| Βραζιλία             | ζαχαροκάλαμο                | αλκοόλη              | καύσιμο μεταφοράς | 9 εκατομμύρια τόνοι/έτος |
| ΗΠΑ                  | καλαμπόκι                   | αλκοόλη              | καύσιμο μεταφοράς | 4 εκατομμύρια τόνοι/έτος |
| Γαλλία               | ζαχαρότευτλα, σιτάρι κ.λ.π. | αλκοόλη              | καύσιμο μεταφοράς | 75.000 τόνοι/έτος        |
| Άλλες χώρες της Ε.Ε. | ελαιοκράμβη & ηλίανθος      | βιοντήζελ            | καύσιμο μεταφοράς | 500.000 τόνοι/έτος       |
| Σουηδία              | ιπιά                        | Ψιλοτεμαχισμένο ξύλο | καύση             | 1.700.000 στρέμματα/έτος |

Πίνακας 2.1:Χρήσεις βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες σε διάφορες χώρες

Ειδικότερα στην Ελλάδα, εξαιτίας των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών, πολλές καλλιέργειες προσφέρονται για ενεργειακή αξιοποίηση και δίνουν υψηλές στρεμματικές αποδόσεις. Οι πιο σημαντικές από αυτές είναι του καλαμιού, της αγριοαγκινάρας, του σόργου του σακχαρούχου, του μίσχανθου, του ευκαλύπτου και της ψευδοακακίας, για τις οποίες, τα τελευταία χρόνια, γίνεται εντατική μελέτη εφαρμογής στις ελληνικές συνθήκες.

Ενδεικτικά παρουσιάζονται ορισμένα στοιχεία για τα παρακάτω είδη ενεργειακών καλλιεργειών:

□ Το καλάμι είναι φυτό ιθαγενές της Νότιας Ευρώπης. Δίνει υψηλές αποδόσεις, πάνω από 3 τόνους το στρέμμα. Είναι φυτό πολυετές, δηλαδή σπέρνεται άπαξ και κάθε χρόνο γίνεται συγκομιδή του, και, μετά την πρώτη εγκατάσταση, οι μόνες δαπάνες αφορούν τα έξοδα συγκομιδής του. Έχει, συνεπώς, χαμηλό ετήσιο κόστος καλλιέργειας. Η παραγόμενη από το καλάμι βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί σε μονάδες εσωτερικής καύσης, για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικού ρεύματος.

□ Η αγριοαγκινάρα είναι ένα άλλο σημαντικό φυτό, κατάλληλο για ενεργειακή αξιοποίηση, το οποίο προσαρμόζεται θαυμάσια στις ελληνικές συνθήκες. Είναι φυτό πολυετές, με υψηλές αποδόσεις της τάξεως των 2,5-3 τόνων/στρέμμα. Το κυριότερο, όμως, πλεονέκτημά του είναι ότι η ανάπτυξή του λαμβάνει χώρα από

τον Οκτώβριο έως τον Ιούνιο και, συνεπώς, αναπτύσσεται με το νερό των βροχοπτώσεων (δηλαδή δεν απαιτεί άρδευση). Η παραγόμενη από την αγριαγκινάρα βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές παρόμοιες με αυτές του καλαμιού.

Επίσης, στη Βόρεια Ευρώπη, όπου είναι πολύ διαδεδομένες οι ενεργειακές καλλιέργειες, καλλιεργούνται σήμερα διάφορα πολυετή φυτά για ενεργειακούς σκοπούς. Στη Σουηδία π.χ. καλλιεργούνται 200.000 στρέμματα με ιτιά, της οποίας η κοπή γίνεται κάθε τέσσερα χρόνια. Η παραγόμενη ποσότητα βιομάζας, αφού προηγουμένως ψιλοτεμαχισθεί, οδηγείται σε μονάδες συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού.

### **7.6.6 ΒΙΟΑΕΡΙΟ**

Σημαντικές ενεργειακές ανάγκες μπορούν επίσης να καλυφθούν με τη χρήση του βιοαερίου ως καυσίμου σε μηχανές εσωτερικής καύσης, για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Αυτό αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα και παράγεται από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών κυρίως αποβλήτων, όπως είναι τα λύματα των χοιροστασιών, πτηνοτροφείων, βουστασιών, καθώς και βιομηχανικών και αστικών οργανικών απορριμμάτων. Στην περίπτωση των κτηνοτροφικών αποβλήτων, η παραγωγή του βιοαερίου γίνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις, απλούστερες ή συνθετότερες, ανάλογα με το είδος της εφαρμογής. Σ' αυτές, εκτός από το βιοαέριο, παράγεται και πολύ καλής ποιότητας οργανικό λίπασμα, του οποίου η διάθεση στην αγορά μπορεί να συμβάλλει στην οικονομική βιωσιμότητα μίας εφαρμογής αυτού του είδους.

## 8. ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ

### 8.1 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

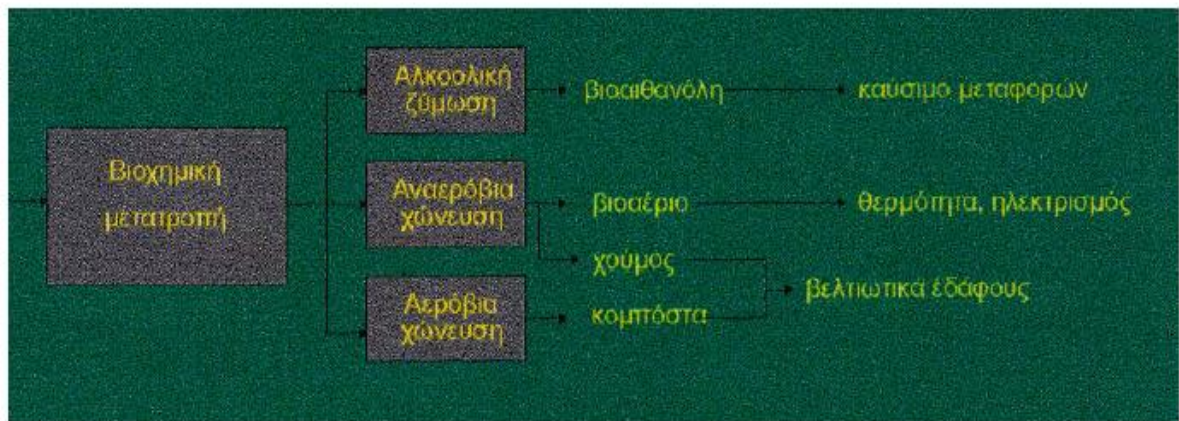
### 8.2 ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

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.

### 8.3 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.

### 8.4 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.

## **8.5 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.

## **8.6 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.

## **8.7 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟ ΑΕΡΙΟ ΚΑΥΣΙΜΟ ΣΕ Χ.Υ.Τ.Α. (LANDFILLGAS)**

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 αέριου συλλέγεται σε κανονικές συνθήκες με τα υπολείμματα του αέριου 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.

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

Ο τρόπος της φυσικοχημικής 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 (oilseedrape) παράγεται σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες με μεγαλύτερη παραγωγή εκείνη της Γερμανίας.

## **8.9 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.

## 9. 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<sup>4</sup> διαπιστώνεται ότι οι ποσότητες των διαθέσιμων γεωργικών υπολειμμάτων ανέρχονται σε περίπου 13 εκατομμύρια τόνους ετησίως, από τους οποίους μόνο τα 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    |
| Βαμβάκι                 | 18170                            | 996060,00                | 18098410,2  |
| Πορτοκαλιές-Μανταρινιές | 17585                            | 188417,36                | 3313319,3   |
| Λεμονιές                | 17585                            | 39135,14                 | 688191,4    |
| Αγλαδιές                | 18000                            | 31333,33                 | 563999,9    |
| Ροδακιές                | 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  |

## 9.1 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 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.

## **9.2 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΜΕΤΑΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ**

Ένα στρέμμα καλλιεργήσιμης έκτασης βάμβακος δίνει περίπου κατά μέσο όρο 123kg συσπόρου βαμβακιού. Κατά συνέπεια, λαμβάνοντας υπόψη ότι το στέλεχος του βαμβακόφυτου ζυγίζει το 80% του βάρους του συσπόρου βαμβακιού, από ένα

στρέμμα θα προκύψουν 102,4kg στελεχών. Για να επιτύχουμε τη συμπαραγωγή με σκοπό την παραγωγή 500Kwhλεκτρικής ενέργειας, θα εκμεταλλευτούμε 57.902 στρέμματα γης, τα οποία θα παράγουν 5.929 τόνους στελεχών.

### **9.2.1 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 40kg.

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 πεπιεσμένων μπαλών στελεχών στα φορτηγά θα χρησιμοποιηθούν γερανοί με βραχίονες που προσαρμόζονται στα υδραυλικά του τρακτέρ.



Στην παραπάνω φωτογραφία γερανός με βραχίονα.

## **9.2.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΣΤΕΛΕΧΗ ΒΑΜΒΑΚΟΦΥΤΟΥ**

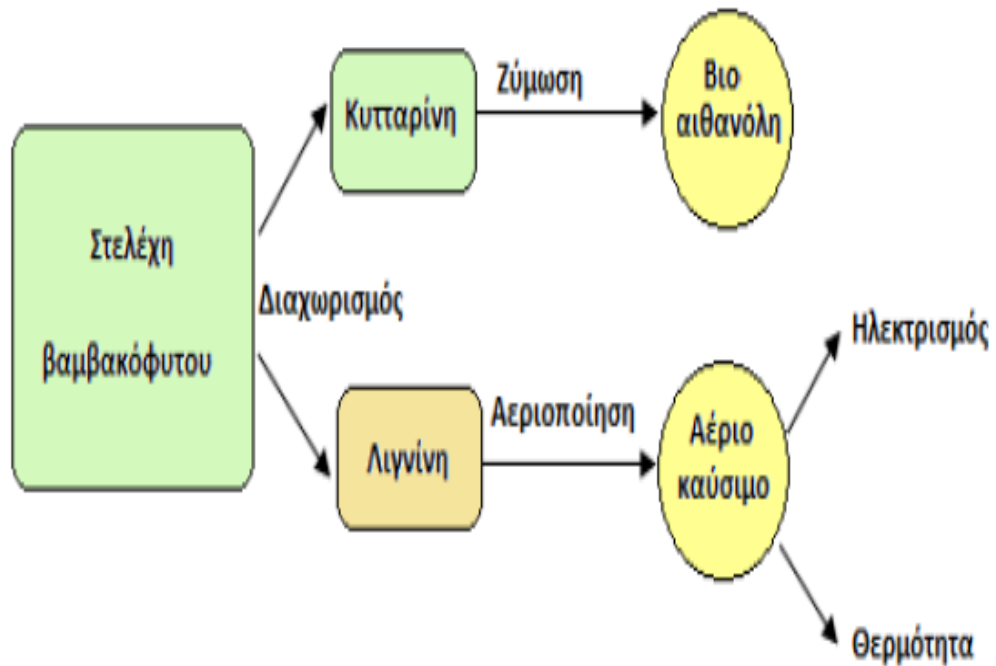
Στην εργασία αυτή ερευνάται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από στελέχη βαμβακόφυτου μέσω θερμοχημικής και βιοχημικής μετατροπής. Πιο συγκεκριμένα, ερευνάται η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρισμού μέσω της διαδικασίας της αεριοποίησης, που είναι μια θερμοχημική μετατροπή, και ξεχωριστά η δυνατότητα παραγωγής 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  $1,25m \times 1,25m = 1,5625m^2$ . Άρα, ο συνολικός απαιτούμενος όγκος για την αποθήκευσή τους είναι  $231.608m^3$ . Θεωρώντας ότι το ύψος της αποθήκης θα είναι 10m, επιλέγουμε να κατασκευάσουμε δέκα αποθήκες που η καθεμία θα είναι  $2.400m^2$ . Μια ενδεικτική τιμή για την κατασκευή των αποθηκών είναι  $700€/m^2$ , καθώς επιλέγουμε την κατασκευή προκάτ κτιρίων.

## 10. 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



## 10.1 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ

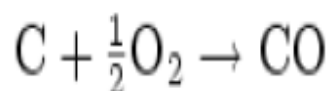
Με τον όρο αεριοποίηση εννοούμε τη θερμοχημική διεργασία κατά την οποία έχουμε παραγωγή αέριου καυσίμου από στερεό καύσιμο.

Η παραγωγή αέριου καυσίμου από βιομάζα έχει πολλά πλεονεκτήματα. Το αέριο καύσιμο μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές εσωτερικής καύσης και αεριοστρόβιλους. 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.

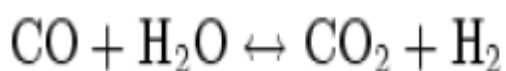
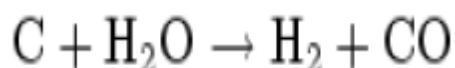
Η βασική διαδικασία που ακολουθείται κατά την αεριοποίηση είναι η τοποθέτηση του στερεού καυσίμου σε υψηλή θερμοκρασία της τάξης των 1000°C παρουσία οξυγόνου και ατμού. Η πίεση μπορεί να κυμαίνεται από τιμές λίγο μεγαλύτερες από την ατμοσφαιρική πίεση μέχρι τριάντα φορές πάνω από την ατμοσφαιρική. Αρχικά 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 3-5 MJ/m<sup>3</sup>. 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

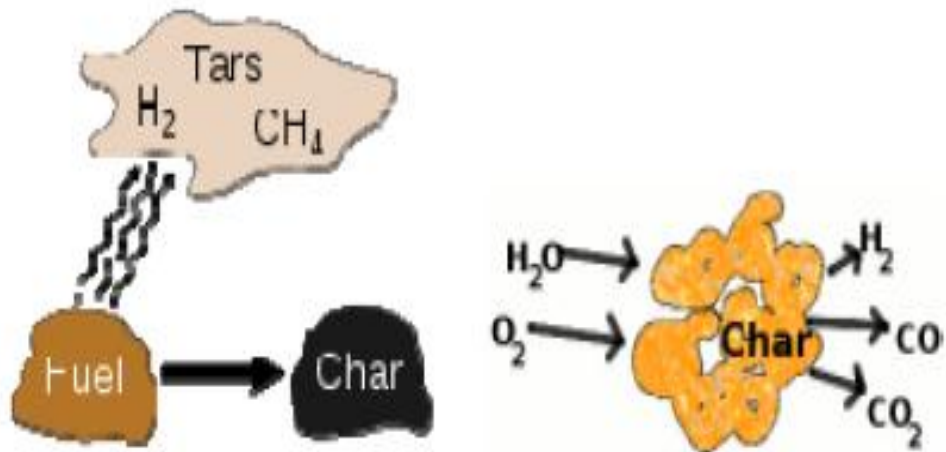
με το οξυγόνο παράγοντας διοξείδιο και μονοξείδιο του άνθρακα παρέχοντας την απαραίτητη θερμότητα για τη συνέχιση των αντιδράσεων της αεριοποίησης. Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα στο στάδιο αυτό, αν αναπαραστήσουμε το καύσιμο με έναν άνθρακα είναι η ακόλουθη:



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.



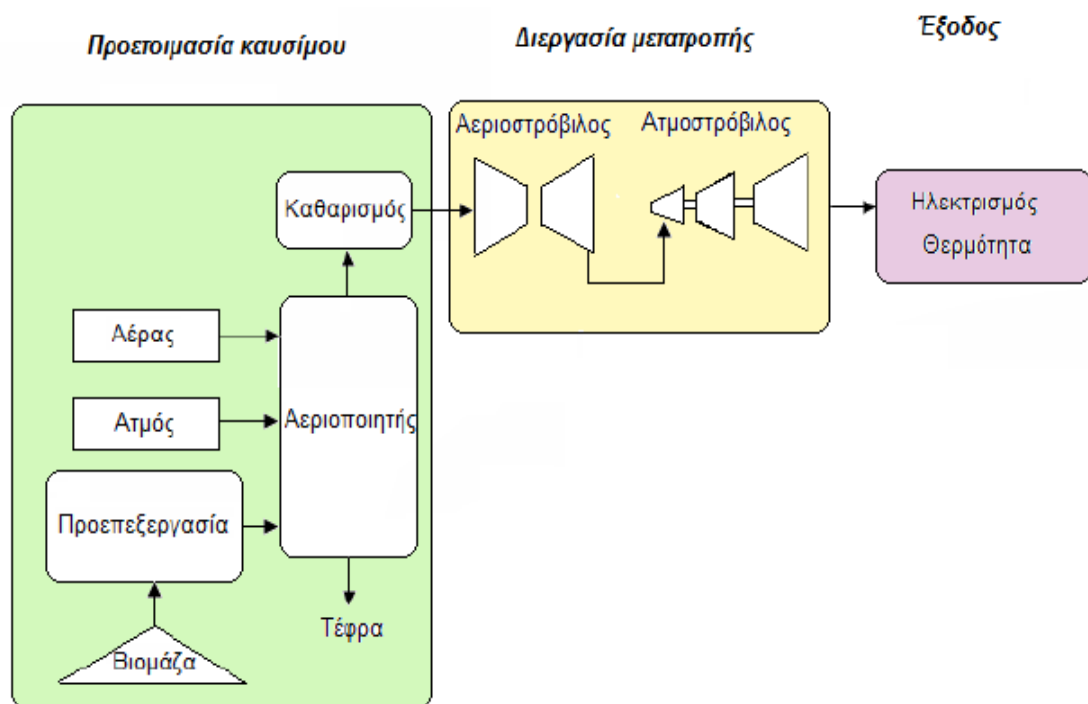
Σχήμα 14: Αρχικά απομακρύνονται τα πτητικά υλικά και γίνεται πυρόλυση και στη συνέχεια αεριοποίηση του στερεού καυσίμου.

Υπάρχουν διαφόρων 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

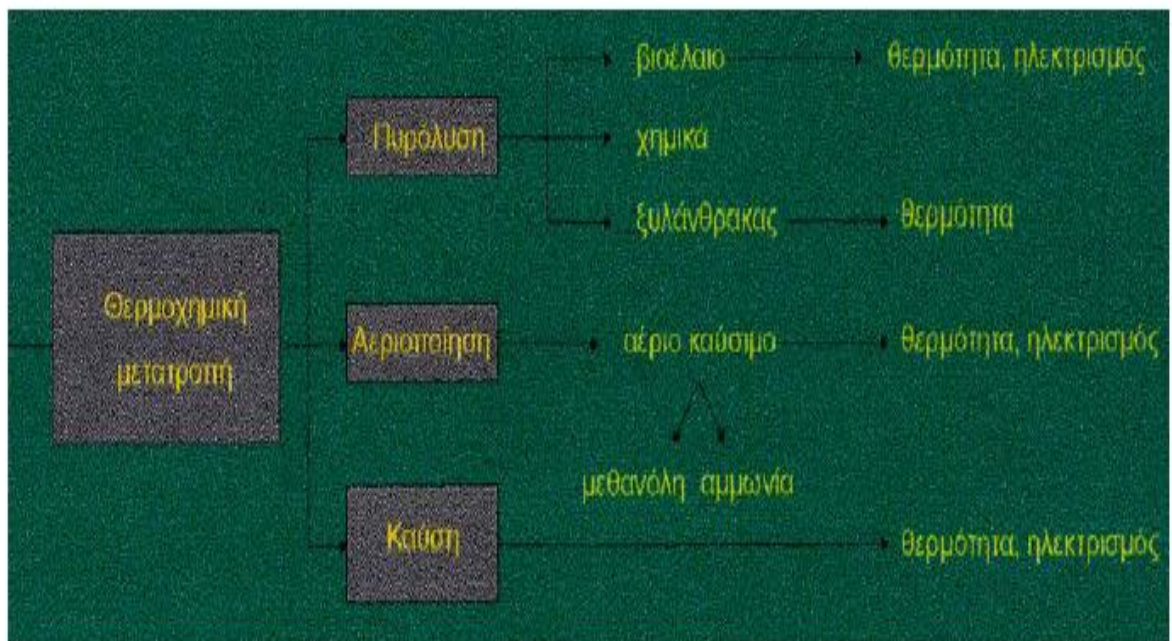
θερμογόνος δύναμη  $4-7\text{MJ}/\text{m}^3$ ) ενώ η αεριοποίηση με οξυγόνο επιτρέπει την παραγωγή αερίου υψηλής θερμικής αξίας (ανώτατη θερμογόνος δύναμη  $10-18\text{MJ}/\text{m}^3$ ). Στην περίπτωση μας θα επιλέξουμε να κάνουμε αεριοποίηση με αέρα, καθώς το παραγόμενο αέριο προσφέρεται για χρήση σε στροβίλους 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

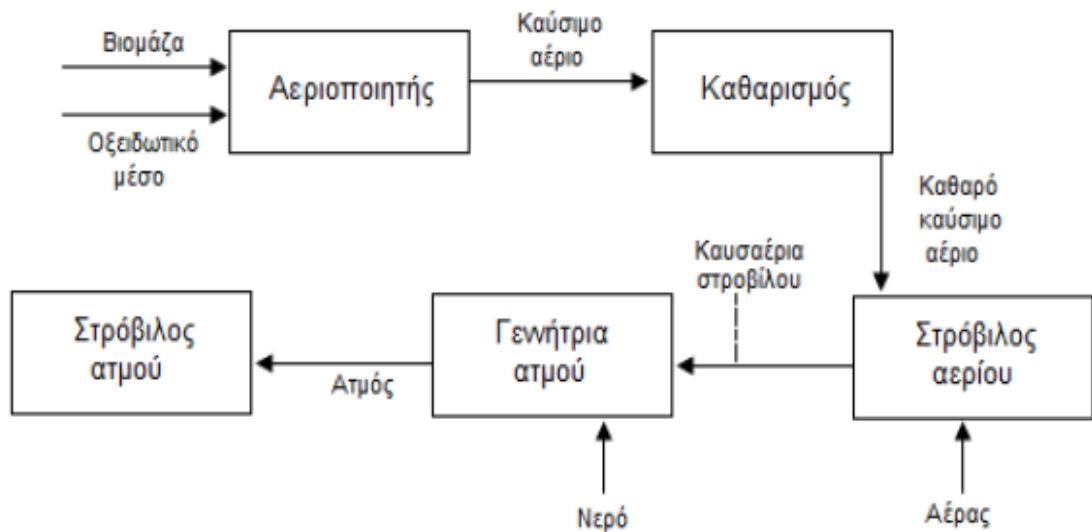
Η ξήρανση της βιομάζας, στην προκειμένη περίπτωση των στελεχών βαμβακιού, είναι επιβεβλημένη για την αποφυγή υψηλών ρυπαντικών φορτίων στο αέριο, προβλημάτων κατά τη συμπύκνωση και χαμηλών αποδόσεων. Αποδεκτή περιεκτικότητα υγρασίας θεωρείται η κυμαινόμενη στο εύρος 15-25% κ.β. Για την ξήρανση θα προτιμηθεί 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 απόντος οξειδωτικού μέσου ( $300-500^\circ\text{C}$ ) 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.



ενέργειας.

## 10.2 ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ

Όσον αφορά τώρα τον καθαρισμό του αέριου 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.



### 10.3 ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ

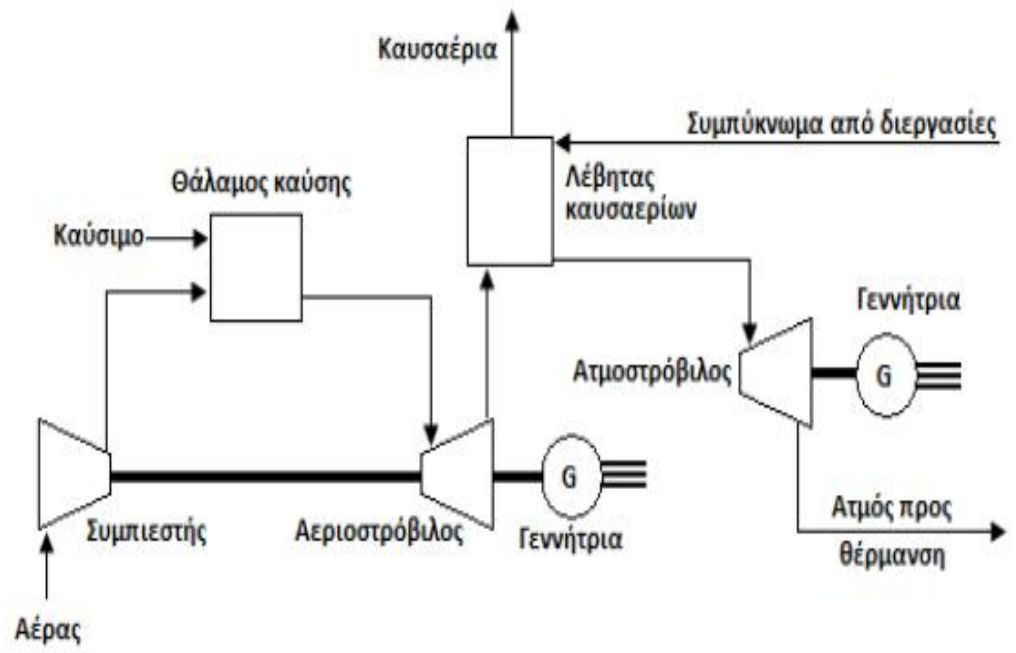
Με τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, μεγάλες ποσότητες θερμότητας απορρίπτονται στο περιβάλλον, είτε μέσω των ψυκτικών κυκλωμάτων, είτε μέσω των καυσαερίων. Με τη συμπαραγωγή, όπως ονομάζεται η συνδυασμένη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την ίδια ενεργειακή πηγή, 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 από ότι 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 95kWeηλεκτρισμού και 106kWh θερμότητας, χρησιμοποιούνται για ιδιοκατανάλωση. Τα υπόλοιπα 0,22MWeηλεκτρισμού πωλούνται στο ηλεκτρικό δίκτυο της ΔΕΗ, ενώ το πλεονάζον θερμικό φορτίο των 0,25MWh 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:  $0,90 \times 0,1153 \text{€}/\text{KWh} = 0,104 \text{€}/\text{KWh}$ , όπου  $0,1153 \text{€}/\text{KWh}$  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:





## 11. 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, συμπεριλαμβανόμενης 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.<sup>2)</sup> 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.<sup>3)</sup> 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 κυψέλες 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 7cents/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

ΒICTCC εργοστάσια εισβάλλουν 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%.

## 12. 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%

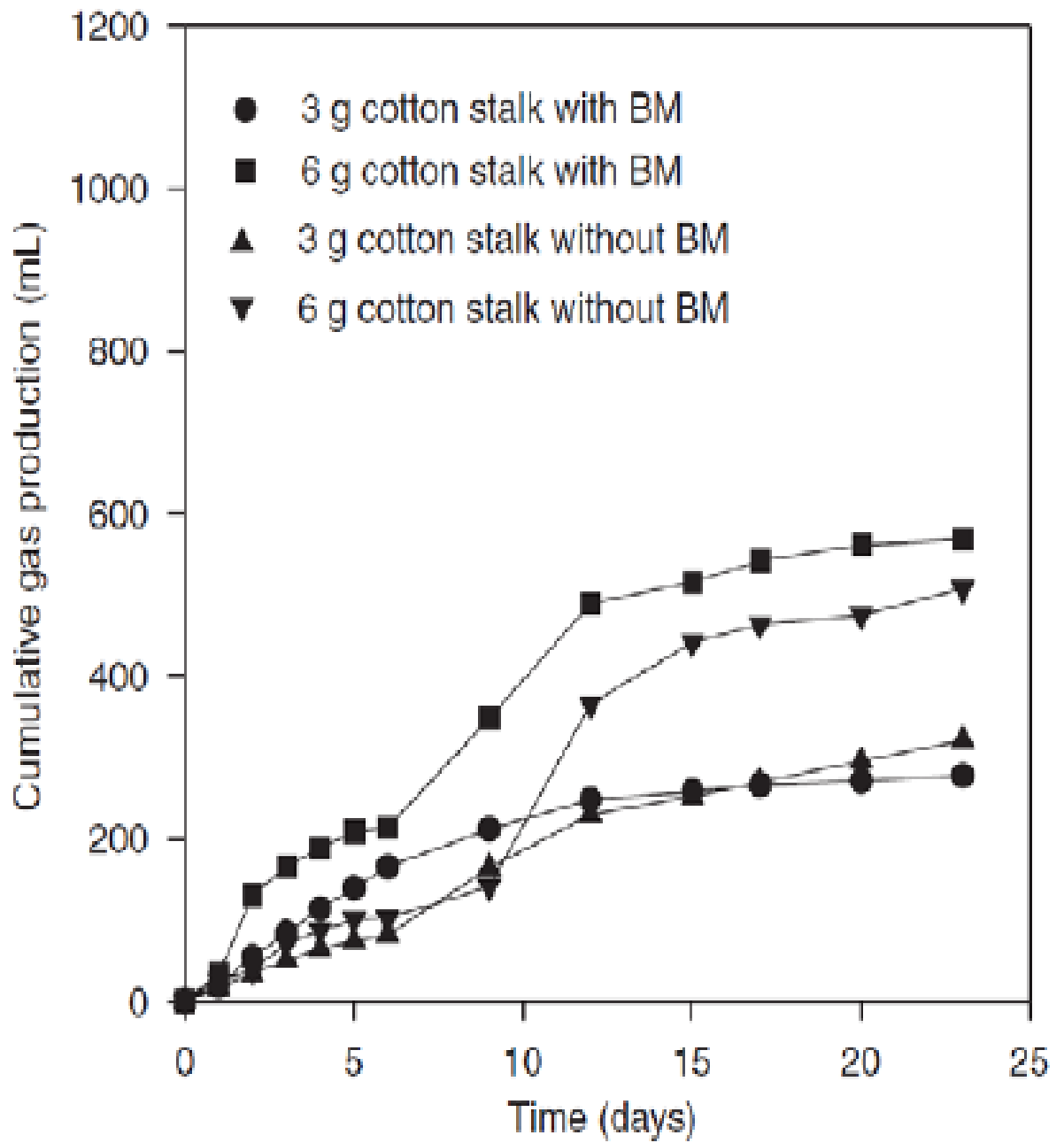
Υδρογόνο < 1%

Αμμωνία <1%

Υδρόθειο <1%

Τα πιο συνήθη λύματα που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη σε αναερόβια χώνευση είναι η κοπριά από βοοειδή, κοτόπουλα και γουρούνια, ιδιαίτερος 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:



Σχήμα18: Παραγωγή βιοαερίου από στελέχη βαμβακόφυτου (BM: σε βασικό περιβάλλον).

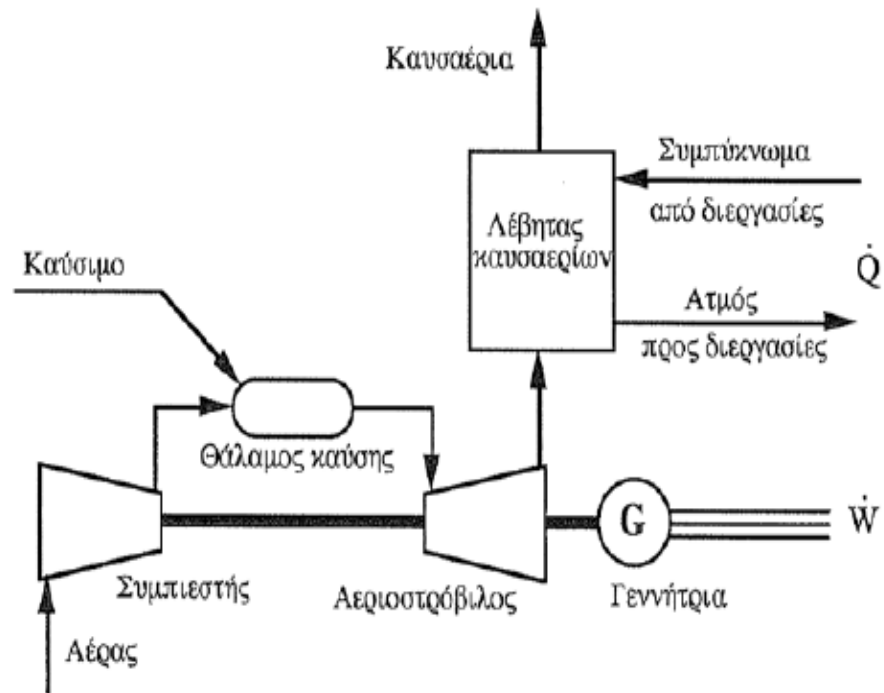
## 12.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

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.

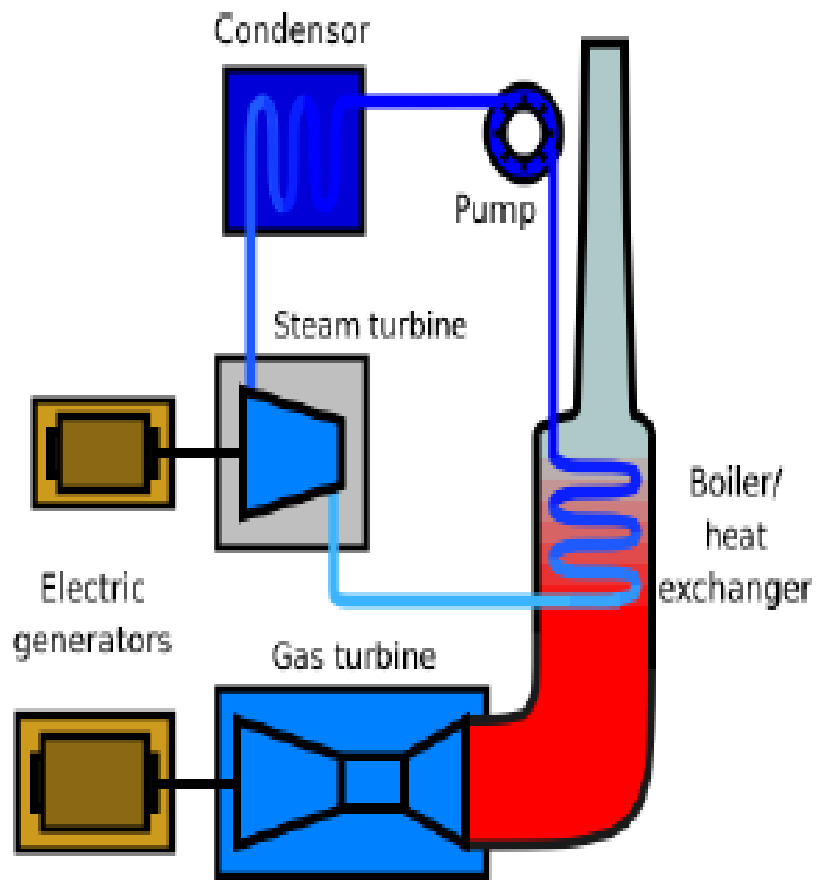
Μια πολύ συμφέρουσα επιλογή για τη χρήση του αερίου είναι η συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Αρχικά το αέριο θα καεί σε κάποιο αεριοστρόβιλο και στη συνέχεια ζεστά καυσαέρια στη έξοδο του αεριοστρόβιλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση. Ο βαθμός απόδοσης μιας τέτοιας εγκατάστασης μπορεί 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: Συμπαράγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού μέσω αεριοστρόβιλου.

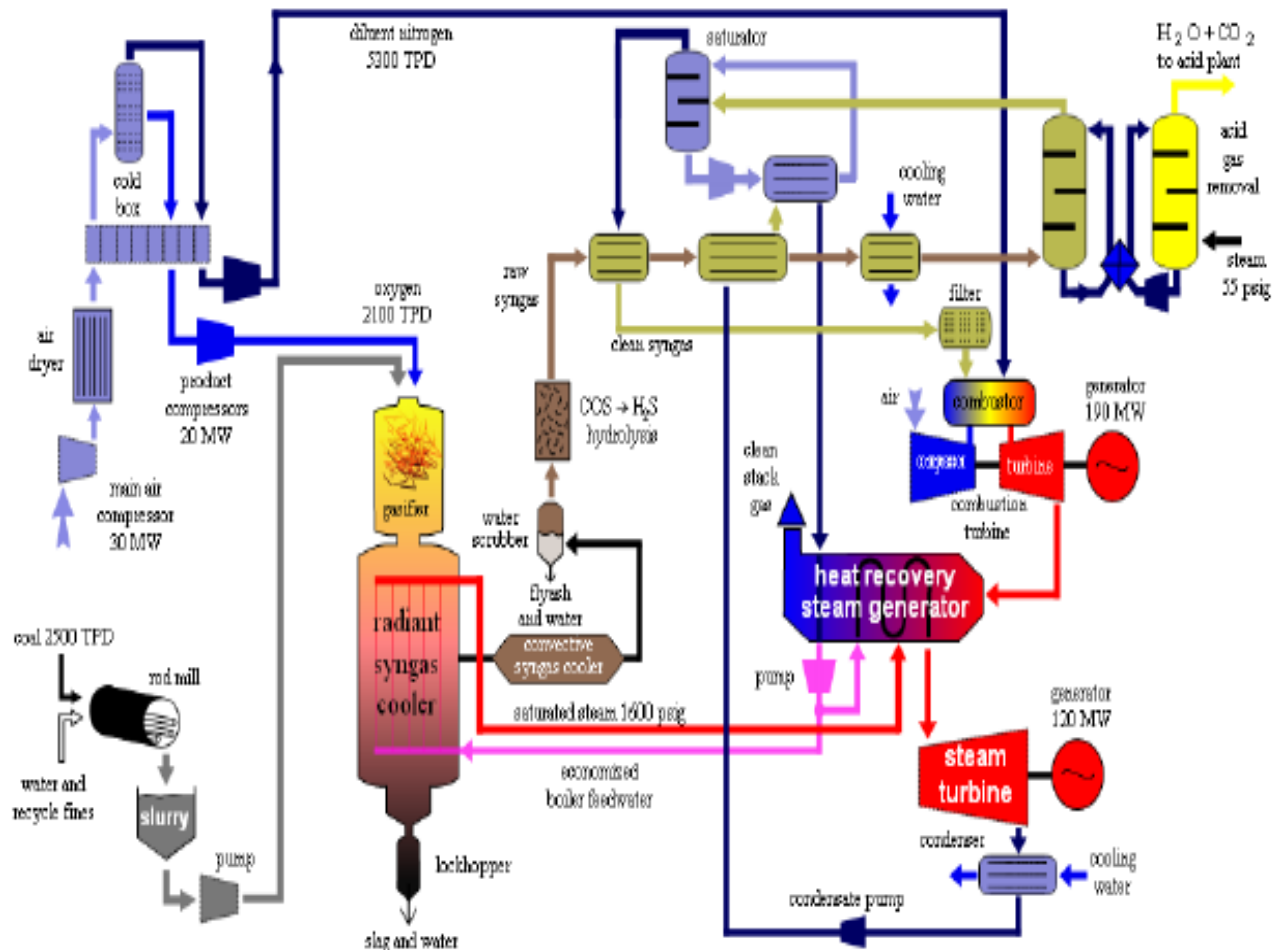
Μια άλλη δυνατή επιλογή για τη χρήση του παραχθέντος αερίου είναι ο συνδυασμένος κύκλος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Σε αυτή την περίπτωση έχουμε και πάλι καύση του αερίου σε αεριοστρόβιλο για την παραγωγή ενέργειας, αλλά τα καυσαέρια του αεριοστρόβιλου οδηγούνται πλέον σε λέβητα ατμοστρόβιλου, ο 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 αεριοστρόβιλου.



:

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

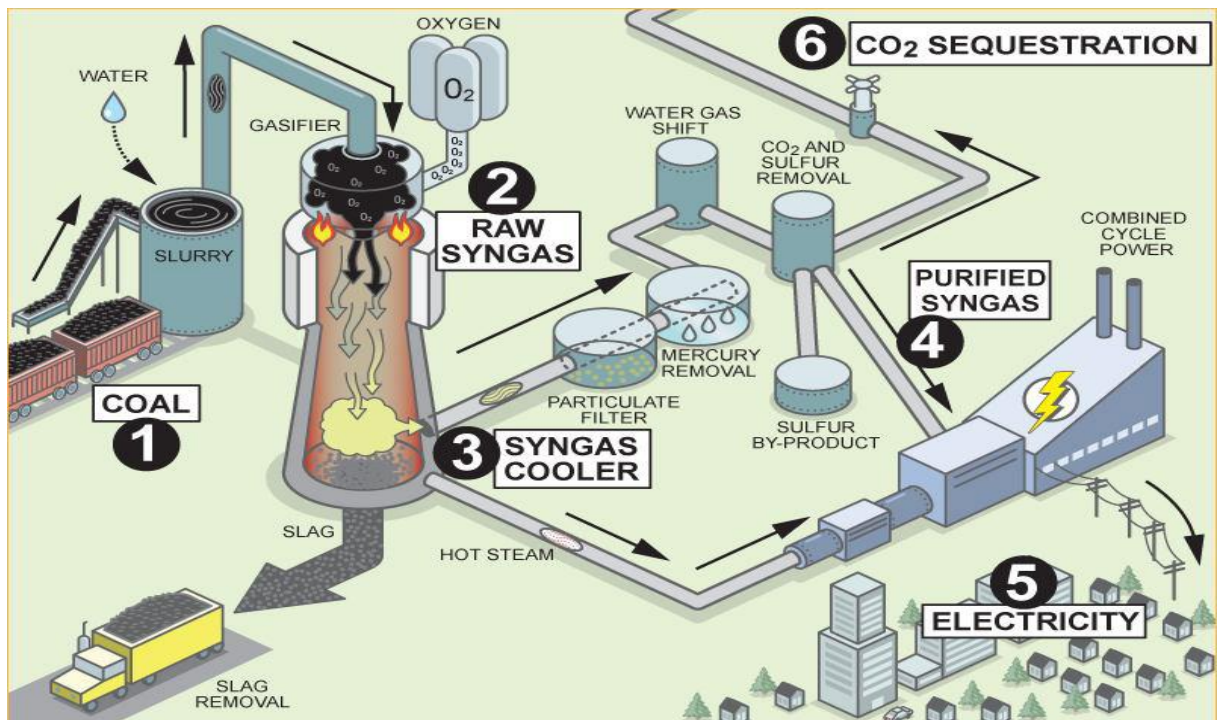
1300°C όμως ο βαθμός απόδοσης βρίσκεται στο 30%. Ένα μεγάλο μειονέκτημα αυτού του συστήματος είναι το πολύ μεγάλο κόστος εγκατάστασης.



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 95kWeI ηλεκτρισμού και 106kWh θερμότητας, χρησιμοποιούνται για ιδιοκατανάλωση. Τα υπόλοιπα 0,22MWeI ηλεκτρισμού πωλούνται στο ηλεκτρικό δίκτυο της ΔΕΗ, ενώ τα πλεονάζον θερμικό φορτίο των 0,25MWh 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.

## 12.2 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

## 12.3 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  $M_{cs} = 12.68 \text{ kg/s}$

## **13. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ**

### **13.1 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 υποεκμεταλλεόμενων 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.

### **13.2 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.



## 14. 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 χώρα 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 χώρα 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 ενέργεια 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 εκατομμυρίων ανθρωπίνων ζωών είτε έμμεσα είτε άμεσα). Ένα από τα βασικά στοιχεία πλέον πέρα 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 χώρα μας θα πρέπει να καλύπτει περίπου το

20% της συνολικής παράγωγης ενεργείας από ΑΠΕ ενώ αυτή την χρονική στιγμή καλύπτει μόνο το 3% της παράγωγης ηλεκτρικής ενεργείας. Ομολογούμενος βάση εκτιμήσεων είναι δύσκολο να επιτευχτεί αφού η παράγωγη 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. <http://www.chemeng.ntua.gr/courses/bpy/files/garification.pdf>
12. <http://www.envima.gr>
13. <http://www.res-thermal.info/sevvlet/SDEBiomassSevvlet>
14. <http://www.iene.gr/energyB2B/articlefiles/biomaza/kakaras.pdf>
15. [www.visiontask.gr](http://www.visiontask.gr)
16. ΑΠΟΣΤΟΛΑΚΗΣ, Μ., ΚΥΡΙΤΣΗΣ, Σ., ΣΟΥΤΕΡ, Χ., 1987: Το Ενεργειακό Δυναμικό της Βιομάζας Γεωργικών και Δασικών Υποπροϊόντων. Ελληνικό Κέντρο Παραγωγικότητας, Αθήνα.
17. ΕΘΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ, 2000: Στατιστική Επετηρίδα της Ελλάδος, Αθήνα.
18. ΕΘΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ, 2000: Εκτάσεις και Παραγωγή Γεωργικών Καλλιεργειών κατά Είδος, Προσωρινά Αποτελέσματα της Ετήσιας Γεωργικής Στατιστικής Έρευνας, Αθήνα.
19. ΚΟΥΪΜΤΖΗΣ, Θ., ΦΥΤΙΑΝΟΣ, Ν., ΣΑΜΑΡΑ-ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ, Κ., 1998: Χημεία Περιβάλλοντος. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

20. 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.
21. Χ.Α. Φραγκόπουλος, Η.Π. Καρυδογιάννης, Γ.Κ. Καραλής, «Συμπαραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού», ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ, Αθήνα, 1994.
22. “Μελέτη διερεύνησης δυνατοτήτων για την αξιοποίηση της βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ”, Τομέας Βιομάζας, ΚΑΠΕ, 1997.
23. Παπαοικονόμου Απόστολος, Διπλωματική εργασία πάνω στην Διαχείριση δικτύων εφοδιαστικών αλυσίδων για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα, Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2010.
24. “Πολυετείς ενεργειακές καλλιέργειες στην Ελλάδα”, Τομέας Βιομάζας, ΚΑΠΕ 1998.