



Α. Τ. Ε. Ι ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

«Ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας»

Όνοματεπώνυμο: Παντελάκη Βασιλική

Επιβλέπων Καθηγητής:κ. Κατσαράκης Νικόλαος

Ακαδημαϊκό έτος: 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κατάλογος εικόνων	5
Κατάλογος πινάκων.....	6
1. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	7
1.1 Εισαγωγή.....	7
1.2 Σκοπός της εργασίας.....	8
1.3 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	9
1.4 Ορισμός ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	9
1.5 Η Ηλιακή Ενέργεια.....	9
1.6 Αιολική Ενέργεια.....	11
1.7 Γεωθερμία	12
1.8 Υδροδυναμική ενέργεια.....	13
1.9 Υδατόπτωση	13
1.10 Ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκών κινήσεων και θαλάσσιων ρευμάτων.....	14
1.11 Βιομάζα	15
1.12 Ανάγκη υποκατάστασης συμβατικών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	16
2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Η ΒΙΟΜΑΖΑ	19
2.1 Βιομάζα ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.....	19
2.2 Ορισμός βιομάζας.....	19
2.3 Τύποι βιομάζας.....	19
2.4 Διεργασίες της βιομάζας	20
2.4.1 Καύση της βιομάζας	21
2.4.2 Ανθρακοποίηση βιομάζας.....	22
2.4.3 Αεριοποίηση βιομάζας.....	23
2.4.4 Πυρόλυση βιομάζας	23
2.4.5 Παραγωγή αερίου με χώνευση βιομάζας	23

2.4.6 Παραγωγή αιθανόλης από βιομάζα	24
2.4.7 Παραγωγή φυτικών ελαίων από βιομάζα	26
3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ	27
3.1 Ευρωπαϊκές δεσμεύσεις	27
3.2 Ευρωπαϊκές οδηγίες για τη Βιομάζα.....	28
3.2.1 Γενική Ευρωπαϊκή Νομοθεσία για τα βιοκαύσιμα	28
3.2.2 Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας στην Ελλάδα για το 2010.....	28
3.2.2 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία Τιμολόγησης ηλεκτρικής ενέργειας από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.....	29
3.2.3 Ευρωπαϊκή νομοθεσία για την αδειοδοτική διαδικασία	31
3.3 Το πρωτόκολλο του Κιότο.....	33
3.4 Ελληνική νομοθεσία για τη Βιομάζα	34
4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	37
4.1 Σκοπός της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.....	37
4.2 Ενεργειακό περιεχόμενο βιομάζας	37
4.3 Ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας.....	38
4.3.1 Χρήση της βιομάζας για παραγωγή θερμότητας	38
4.3.2 Θέρμανση κτιρίων με βιομάζα	38
4.3.3 Παραγωγή θερμότητας σε βιοτεχνίες-βιομηχανίες.....	40
4.3.4 Θέρμανση θερμοκηπίων με ελαιοπυρηνόξυλο	41
4.3.5 Χρήση της βιομάζας για τηλεθέρμανση.....	44
4.3.6 Παραγωγή βιοαερίου από τους χώρους υγειονομικής ταφής στερεών απορριμμάτων	44
4.3.7 Παραγωγή βιοαερίου από την ιλύ που παράγεται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων	45
4.3.8 Παραγωγή βιοαερίου από απόβλητα ελαιουργείων.....	46
4.3.9 Η παραγωγή του πυρηνόξυλου στα πυρηνελαιουργεία.....	47
4.3.10 Χρησιμοποίηση της βιομάζας για συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού	47
4.3.11 Δημιουργία ενεργειακών φυτειών.....	48
4.3.12 Καλλιέργεια του γλυκού σόργου και χρήση του για παραγωγή αιθανόλης	50
4.3.13 Παραγωγή ασβέστη με καύσιμη ύλη γεωργικά υπολείμματα	51
5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	53

5.1 Κατηγορίες στερεών αποβλήτων.....	53
5.2 Σύσταση των αστικών στερεών αποβλήτων	54
5.3 Ειδικά απόβλητα.....	59
5.3.1 Επικίνδυνα απόβλητα.....	59
5.3.2 Μη επικίνδυνα απόβλητα.....	59
5.3.3 Ιατρικά απόβλητα	59
5.4 Ειδικά - βιομηχανικά στερεά απόβλητα	60
5.5 Διαχείριση απορριμμάτων	64
5.5.2 Αναερόβια χώνευση στερεών αποβλήτων. Ανάκτηση υλικών: επαναχρησιμοποίηση - ανακύκλωση	66
5.5.3 Βιολογικές Μέθοδοι Επεξεργασίας.....	69
5.5.4 Θερμικές Μέθοδοι Επεξεργασίας.....	74
5.5.5 Χώροι Υγειονομικής Ταφής	80
5.6 Διαχείριση στερεών αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση	80
5.7 Νομικό πλαίσιο διαχείρισης στερεών αποβλήτων	81
5.8 Οι κατευθυντήριες γραμμές της κοινοτικής πολιτικής	82
5.9 Βασικές νομοθετικές διατάξεις.....	82
6ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	85
6.1 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας	85
6.2 Οικονομικές επιπτώσεις.....	86
6.3 Κοινωνικές επιπτώσεις	86
6.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις	86
7ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Προοπτικές της βιομάζας- Συμπεράσματα	89
7.1 Προοπτικές της βιομάζας.....	89
7.2 Συμπεράσματα	91
Βιβλιογραφία	93

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Είδη ηλιακής ενέργειας.....	10
Εικόνα 2: Σχηματική αναπαράσταση παθητικών ηλιακών συστημάτων	11
Εικόνα 3: Ηλιακός συλλέκτης.....	11
Εικόνα 4: Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων	11
Εικόνα 5:Αιολικό πάρκο στην περιοχή Αχλαδιά Σητείας Κρήτης.	12
Εικόνα 6:Εγκατάσταση γεωθερμίας.....	12
Εικόνα 7: Σχηματική αναπαράσταση υδροδυναμικού συστήματος	13
Εικόνα 8:Εγκατάσταση εκμετάλλευσης υδατόπτωσης.....	14
Εικόνα 9: Σχηματική διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό της θάλασσας	14
Εικόνα 10: Σχηματική αναπαράσταση εκμετάλλευσης βιομάζας.....	16
Εικόνα 11 Διεργασία καύσης βιομάζας	22
Εικόνα 12 Παραγωγή βιοαερίου από κτηνοτροφικά απόβλητα	24
Εικόνα 13 Παραγωγή αιθανόλης από αγροτικά προϊόντα και παραπροϊόντα	25
Εικόνα 14 Διάγραμμα συστήματος θέρμανσης θερμοκηπίων με ελαιοπυρηνόξυλο.....	41
Εικόνα 15 Παραγωγή βιοαερίου από χώρο υγειονομικής ταφής στερεών απορριμμάτων.....	45
Εικόνα 16 Παραγωγή βιοαερίου από την ιλύ εγκαταστάσεων αστικών λυμάτων.....	46
Εικόνα 17 Παραγωγή βιοαερίου από απόβλητα ελαιουργείου.	46
Εικόνα 18 Παραγωγή πυρηνόξυλου σε πυρηνελαιουργείο.	47
Εικόνα 19 Δυνατότητες παραγωγής ενέργειας από γλυκό σόργο.....	51
Εικόνα 20 Διάκριση στερεών αποβλήτων.....	53
Εικόνα 21: Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα	55
Εικόνα 22: Σύσταση στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα	55
Εικόνα 23: Ποσοστό απορριπτόμενων υλικών συσκευασίας στην Ελλάδα.....	58
Εικόνα 24: Ποσοστά ανακύκλωσης υλικών συσκευασίας στην Ελλάδα.....	58
Εικόνα 25: Διαχείριση ανακυκλώσιμων υλικών στην Ελλάδα.....	58
Εικόνα 26 Κατάσταση της ΔΑ στην Ελλάδα για το 1998 (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1998).....	64
Εικόνα 27 Μέση ποιοτική σύσταση των οικιακών αποβλήτων (1997), (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1998).	64
Εικόνα 28 Τεχνικές διαχείρισης ΣΑ	65

<i>Εικόνα 29: Τυπική κατανομή θερμοκρασίας και pH κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης [Ζορμπάς, 1999]</i>	<i>71</i>
<i>Εικόνα 30 Ισοζύγιο της διεργασίας της κομποστοποίησης [Tchobanoglous, 1993]</i>	<i>72</i>
<i>Εικόνα 31 Τα θερμικά στάδια κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης [Ζορμπάς, 1999].....</i>	<i>73</i>
<i>Εικόνα 32 Τυπική μονάδα αποτέφρωσης ΣΑ με ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [Λάλας, 2007]</i>	<i>77</i>
<i>Εικόνα 33 Διεργασία πυρόλυσης [Λάλας, 2007].....</i>	<i>78</i>
<i>Εικόνα 34 Διάγραμμα ροής σε τυπική μονάδα αεριοποίησης [Λάλας, 2007].....</i>	<i>79</i>
<i>Εικόνα 35 Διάθεση σε ΧΥΤΑ Ανακύκλωση - Κομποστοποίηση Ενεργειακή Αξιοποίηση</i>	<i>81</i>

Κατάλογος πινάκων

<i>Πίνακας 1 Επιχειρήσεις που επιδοτήθηκαν από ΕΠΕ για την εφαρμογή τεχνολογιών ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας</i>	<i>36</i>
<i>Πίνακας 2 Ενεργειακό ισοζύγιο θερμοκηπίου θερμαινόμενου με ελαιοπυρηνόξυλο στα Χανιά Κρήτης. 43</i>	
<i>Πίνακας 3 Κατασκευαστικά στοιχεία του τοίχου στη Βόρεια πλευρά του θερμοκηπίου που θερμαίνεται με ελαιοπυρηνόξυλο</i>	<i>44</i>
<i>Πίνακας 4: Εκατοστιαία (%) ποιοτική σύσταση των αστικών στερεών αποβλήτων σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες</i>	<i>56</i>
<i>Πίνακας 5: Μοναδιαία παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων (kg ανά άτομο ανά έτος) σε χώρες της ΕΕ (Eurostat 2004)</i>	<i>56</i>
<i>Πίνακας 6 Τύπος μονάδας επεξεργασίας απορριμμάτων και αντίστοιχο παραγόμενο προϊόν [www.eedsa.gr].....</i>	<i>73</i>
<i>Πίνακας 7 Τυπικές συνθήκες λειτουργίας και προϊόντων των τριών βασικότερων μεθόδων θερμικής επεξεργασίας ΣΑ (European Commission 2005) [British Columbia, 1996].....</i>	<i>75</i>
<i>Πίνακας 8 Απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα από διάφορες δασικές εκτάσεις</i>	<i>87</i>

1. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1 Εισαγωγή

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

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

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.

Όσον αφορά την Ευρώπη, κατέχοντας ηγετική θέση στην εισαγωγή καυσίμων από τρίτες χώρες, προσπαθεί να απεξαρτητοποιηθεί προωθώντας όλο και περισσότερο τη χρήση των ΑΠΕ. Με σύνθημα το 20-20-20 όλα τα κράτη μέλη υποχρεούνται να επιτύχουν την μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα στο 20% και τη συμμετοχή των ΑΠΕ στο 20% μέχρι το 2020. Επίσης η Ε.Ε. έχει θέσει στόχους για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, της αιολικής, της υδραυλικής και της βιομάζας ξεχωριστά. Κάποιοι από τους στόχους βρίσκονται κοντά στην πραγματοποίηση άλλοι όμως απέχουν.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση για να ενθαρρύνει όσο περισσότερο γίνεται τη χρήση των ΑΠΕ λόγω της καινούργιας τους φυσιογνωμίας δίνει επιχορηγήσεις για να παροτρύνει τα κράτη μέλη της.

1.2 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η διερεύνηση της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας, η διερεύνηση του τρόπου αξιοποίησής της, η προοπτικές και τα περιθώρια χρήσης της στην χώρα μας.

Στο πλαίσιο αυτό αναπτύχθηκαν 7 κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται τα είδη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο ορίζεται η έννοια της βιομάζας, οι τύποι και οι διεργασίες για την ενεργειακή αξιοποίησή της. Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στην ελληνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία που διέπει την βιομάζα και στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται οι τρόποι ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας και οι εφαρμογές της ως καύσιμη ύλη.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται λόγος για την διαχείριση στερεών αποβλήτων, ενώ το έκτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την χρήση της βιομάζας.

Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο καταγράφονται οι προοπτικές και τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας.

1.3 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

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

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

1.4 Ορισμός ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

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

Οι μορφές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι:

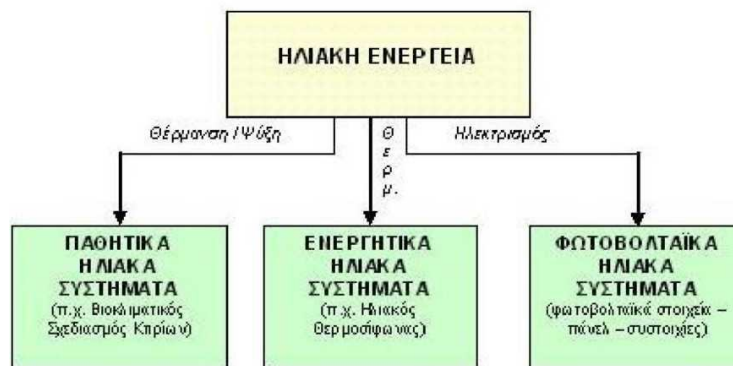
1.5 Η Ηλιακή Ενέργεια

Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο. Τέτοιες είναι το φως, η φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα, η θερμική

ενέργεια και οι διάφορες ακτινοβολίες (ενέργεια ακτινοβολίας) Χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές ενώ η χρήση της τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος¹.

Η εκμετάλλευσή της χωρίζεται στις εξής τρεις κατηγορίες:

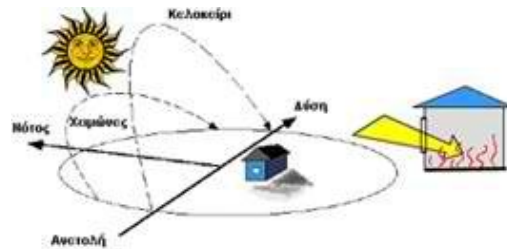
1. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα,
2. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα
3. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα



Εικ'να 1: Είδη ηλιακής ενέργειας

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

¹ <http://el.wikipedia.org/>



Εικ ́να 2: Σχηματική αναπαράσταση παθητικών ηλιακών συστημάτων



Εικ ́να 3: Ηλιακός συλλέκτης



Εικ ́να 4: Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων

1.6 Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια στηρίζεται στον άνεμο, ο άνεμος με τη σειρά του δημιουργείται λόγω της διαφοράς της θερμοκρασίας του αέρος που δημιουργεί, διαφορές βαρομετρικής πίεσης μεταξύ παρακείμενων τύπων. Αν δυο συνεχόμενες περιοχές παρατηρηθεί να μην έχουν αυτή τη θερμοκρασία τότε η ατμοσφαιρική πίεση της περισσότερης ψυχρής θα είναι μεγαλύτερη της άλλης (της θερμότερης) με αποτέλεσμα να κινηθεί αέρια μάζα από την ψυχρότερη στη θερμότερη περιοχή. (<http://el.wikipedia.org/>)

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. (www.canren.gc.ca)

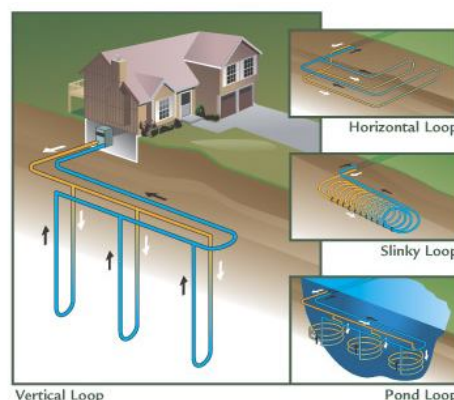


Εικ 5: Αιολικό πάρκο στην περιοχή Αχλαδιά Σητείας Κρήτης.

1.7 Γεωθερμία

Η γεωθερμική ενέργεια είναι η θερμότητα που περιέχεται στο εσωτερικό της γης η οποία προκαλεί διάφορα γεωλογικά φαινόμενα σε παγκόσμια κλίμακα. Η θερμότητα αυτή παράγεται από τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. (<http://iga.igg.cnr.it>)

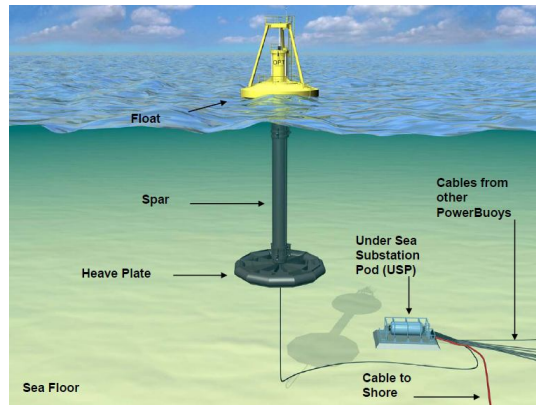
Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας μπορεί να γίνει άμεσα χρησιμοποιώντας το ζεστό νερό για τη θέρμανση κτιρίων. Συγκεκριμένα το ζεστό νερό που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια της γης οδηγείται μέσω σωλήνων στα κτίρια και τις επιχειρήσεις για παροχή θερμότητας. Επίσης η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρισμού. (<http://www.crest.org>)



Εικ 6: Εγκατάσταση γεωθερμίας

1.8 Υδροδυναμική ενέργεια

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



Εικ 'να 7: Σχηματική αναπαράσταση υδροδυναμικού συστήματος

1.9 Υδατόπτωση

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

Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο του Λάδωνα



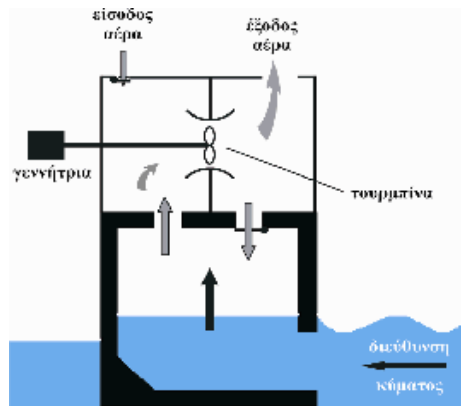
Εικ ́να 8:Εγκατάσταση εκμετάλλευσης υδατόπτωσης

1.10 Ενέργεια κυμάτων, παλίρροϊκών κινήσεων και θαλάσσιων ρευμάτων.

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

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

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



Εικ ́να 9: Σχηματική διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό της θάλασσας

α) Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει την τουρμπίνα, όπως φαίνεται στο σχήμα 9. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιάζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα, έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της

ενέργειας των κυμάτων. Η παραγόμενη ενέργεια είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες μιας οικίας, ενός φάρου, κ.λπ.

β) Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι. Ο τρόπος είναι απλός: Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα. Σήμερα οι μικροί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το θαλασσινό νερό βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο. Η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες μιας πόλης μέχρι και 240 χιλιάδων κατοίκων. Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε στον ποταμό La Rance στις ακτές της Βορειοδυτικής Γαλλίας το 1962 και οι υδροστρόβιλοί του μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς το νερό κινείται κατά τη μια ή την άλλη κατεύθυνση. Άλλοι τέτοιοι σταθμοί λειτουργούν στη Ρωσία, στη θάλασσα Barents και στον κόλπο Fuhdy της Νότιας Σκοτίας.

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

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

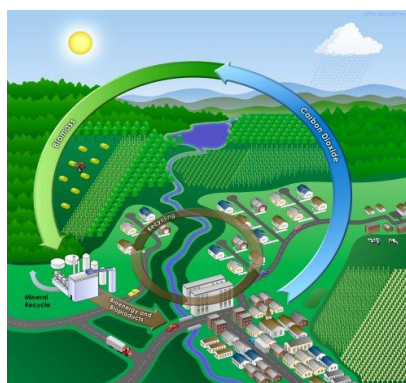
1.11 Βιομάζα

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

θερμική. Τα ανόργανα στοιχεία που περιέχονται στην τέφρα εμπλουτίζουν το έδαφος με θρεπτικά στοιχεία. (www.live-pedia.gr)

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

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



Εικ 10: Σχηματική αναπαράσταση εκμετάλλευσης βιομάζας

1.12 Ανάγκη υποκατάστασης συμβατικών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Τις τελευταίες δεκαετίες η ηλεκτροπαραγωγή στην Ελλάδα στηρίζεται σε σημαντικό ποσοστό στις λιγνιτικές μονάδες και σε μικρότερο ποσοστό σε πετρελαϊκές, ενώ τα τελευταία

χρόνια ξεκίνησε η παραγωγή από μονάδες φυσικού αερίου. Αυτό όμως συμβαίνει για το Διασυνδεδεμένο Σύστημα Παραγωγής της Ηπειρωτικής Χώρας. Όσον αφορά όμως τα ανεξάρτητα συστήματα παραγωγής της Κρήτης, της Ρόδου και των υπόλοιπων νησιών γίνεται σε ποσοστό 90% από πετρελαϊκούς σταθμούς και μερικά αιολικά πάρκα που είναι εγκατεστημένα κυρίως στην Εύβοια και την Κρήτη.

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

Η πετρελαϊκή κρίση όμως που ξέσπασε το 2005, επανέφερε επιτακτικά το πρόβλημα της προώθησης των ΑΠΕ, όχι μόνο στην Ελλάδα, αλλά και παγκόσμια. Εκτός αυτού η ανάγκη της χώρας για απεξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα, το θέμα της εξάντλησης των φυσικών πόρων (μείωση των αποθεμάτων) και κυρίως η ανάγκη για την προστασία του περιβάλλοντος επιβάλλει σήμερα περισσότερο από ποτέ την εντατική αξιοποίηση αρχικά του αξιόλογου αιολικού δυναμικού που διαθέτει η Ελλάδα και στη συνέχεια του ηλιακού με τη μορφή Φ-Β πάρκων, με δεδομένη την πτώση του κόστους κατασκευής τους.

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

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

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η διεύδυση της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα (αλλά και των άλλων ΑΠΕ μεσοπρόθεσμα) επιφέρει θετικές συνέπειες σε κοινωνικό, περιβαλλοντικό και οικονομικό επίπεδο για τη χώρα. Τα οφέλη που δημιουργούνται συμβάλλουν σημαντικά στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας τόσο σε τοπικό όσο και σε εθνικό επίπεδο με άμεσες επιδράσεις στην απασχόληση, τη δημιουργία τοπικής προστιθέμενης αξίας, την προστασία του περιβάλλοντος. Επιπλέον, συνεισφέρει στη λύση του ενεργειακού προβλήματος των αυτόνομων συστημάτων παραγωγής ενέργειας και στην

εξοικονόμηση συναλλάγματος και εγχώριου καυσίμου. Τα θετικά αποτελέσματα που προκύπτουν είναι αξιόπιστα και μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο σκέψης στην προσπάθεια για δημιουργία μιας κοινωνίας που στηρίζει την ανάπτυξή της στην υγιή συνύπαρξη ανθρώπου και περιβάλλοντος, γεγονός επιτακτικό στις μέρες μας.

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

2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Η ΒΙΟΜΑΖΑ

2.1 Βιομάζα ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας

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

2.2 Ορισμός βιομάζας

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

2.3 Τύποι βιομάζας

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

1. Η βιομάζα που παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες και
2. Οι υπολειμματικές μορφές βιομάζας οι οποίες διακρίνονται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες:
 - Τα υπολείμματα που παραμένουν στον αγρό ή στο δάσος μετά τη συγκομιδή του κυρίου προϊόντος. Τέτοιου είδους υπολείμματα είναι το άχυρο σιτηρών, τα βαμβακοστελέχη, τα κλαδοδέματα κ.α.
 - Τα υπολείμματα γεωργικών και δασικών βιομηχανιών, όπως ελαιοπυρήνες, πριονίδια κ.α.
 - Τις ενεργειακές καλλιέργειες, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοενέργειας και βιοκαυσίμων και είναι είτε παραδοσιακές καλλιέργειες (ζαχαροκάλαμο και καλαμπόκι για βιοαιθανόλη, ηλίανθος για βιοντίζελ, λεύκα και ιτιά για παράγωγη ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας κτλ) είτε φυτά που δεν καλλιεργούνται προς το παρόν εμπορικά όπως ο μισχανθός, η αγριαγκινάρα, και το καλάμι.

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

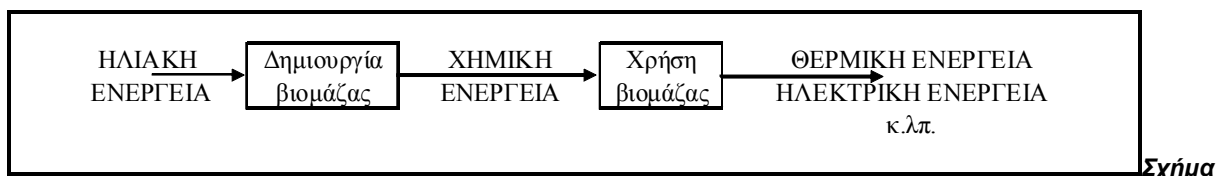
Στην Ελλάδα, η ενεργειακά αξιοποιήσιμη βιομάζα εμφανίζεται με τις εξής μορφές:

1. Γεωργικά υπολείμματα αγρού, όπως άχυρο σιτηρών, υπολείμματα καλαμποκιού, κλαδέματα δέντρων, καλλιεργειών κ.α.
2. Βιομάζα δασικής προέλευσης όπως τα καυσόξυλα, ξυλάνθρακες, υπολείμματα επεξεργασίας ξύλου κ.α.
3. Ενεργειακές καλλιέργειες όπως ο ευκάλυπτος, το καλάμι, η αγριαγκινάρα κ.α. Συγκριτικά με τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα οι ενεργειακές καλλιέργειες έχουν το πλεονέκτημα της υψηλότερης παραγωγής ανά μονάδα επιφάνειας και την ευκολότερη συλλογή
4. Απόβλητα κτηνοτροφίας(ζωικά περιττώματα, εντόσθια κα.)
5. Αγροτοβιομηχανικά απόβλητα, καθώς και απόβλητα των βιομηχανιών τροφίμων (ελαιοτριβεία, τυροκομεία κ.α.)
6. Οργανικό μέρος αστικών στερεών αποβλήτων και αστικά λύματα

2.4 Διεργασίες της βιομάζας

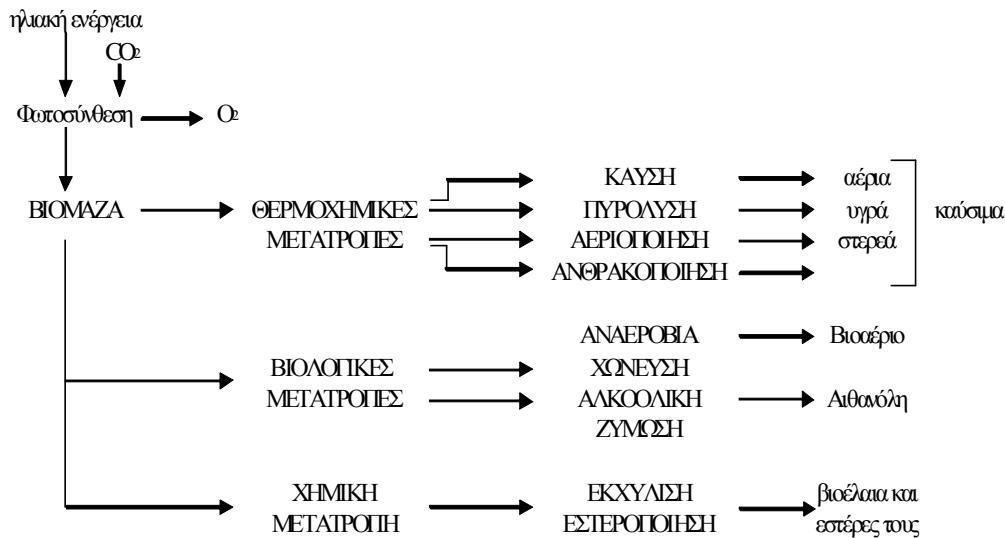
Οι διεργασίες που είναι διαθέσιμες για την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

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



Σχήμα

1 Ενεργειακοί μετασχηματισμοί κατά τη δημιουργία και ενεργειακή χρήση της βιομάζας



Σχήμα 2 Παραγωγή ενέργειας από τη βιομάζα με διάφορες διεργασίες

2.4.1 Καύση της βιομάζας

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

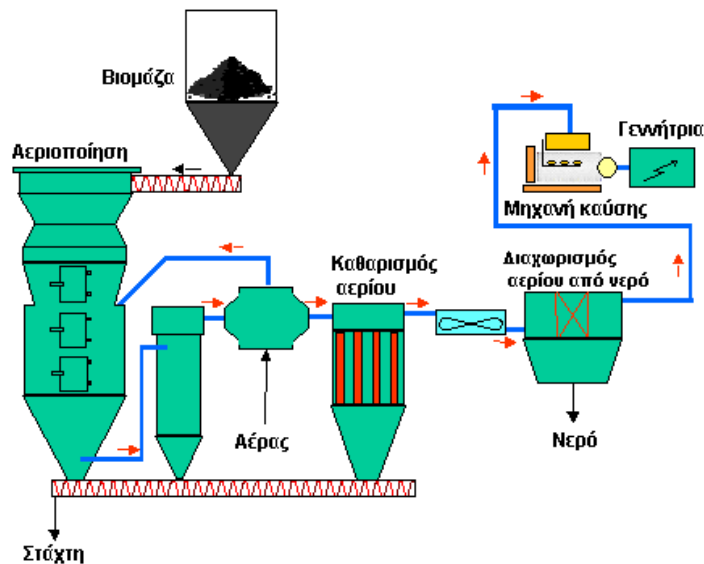
Κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος καύσης της βιομάζας πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η καύση απαιτεί τρεις παράγοντες για να αρχίσει και να συνεχίσει να υπάρχει δηλαδή καύσιμο, οξυγόνο και θερμότητα. Ο έλεγχος της καύσης γίνεται με τον έλεγχο των τριών αυτών παραγόντων.

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

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

πρέπει να απορροφούν την ακτινοβολούμενη θερμότητα, μέρος της οποίας θα πρέπει να ακτινοβολούν πάλι.

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



Εικ'να 11 Διεργασία καύσης βιομάζας

2.4.2 Ανθρακοποίηση βιομάζας

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

Η διεργασία της ανθρακοποίησης γίνεται σε 4 στάδια.

Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει τη ξήρανση του ξύλου που πρόκειται να ανθρακοποιηθεί και καταναλώνει ενέργεια. Η θερμοκρασία είναι περίπου 200°C. Το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει τη φάση της προ-ανθρακοποίησης και γίνεται σε θερμοκρασίες 170-300°C, ενώ παράγονται υγρά και αέρια προϊόντα. Το στάδιο αυτό απαιτεί επίσης την κατανάλωση ενέργειας. Το τρίτο στάδιο που παράγει ενέργεια γίνεται σε θερμοκρασίες 250-300°C. Στο στάδιο αυτό εκλύονται υγρά και αέρια παραπροϊόντα, ενώ το ξύλο ανθρακοποιείται πλήρως. Στο τέταρτο στάδιο σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 300°C απομακρύνονται όλες οι πτητικές ουσίες από το κάρβουνο και το προϊόν είναι τώρα έτοιμο.

Μετά το πέρας της ανθρακοποίησης το κάρβουνο ψύχεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η πυκνότητά του κυμαίνεται περίπου 250-300 kg/m³, ενώ η θερμιδική του αξία είναι 25 MJ/kg σε σύγκριση με τα 15 MJ/kg του ξύλου.

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

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

2.4.3 Αεριοποίηση βιομάζας

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

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

2.4.4 Πυρόλυση βιομάζας

Κατά τη διάρκεια της πυρόλυσης, η βιομάζα αποσυντίθεται απουσία αέρα και τα παραγόμενα προϊόντα από τη θερμοχημική αυτή μετατροπή είναι α) αέρια, β) πυρολιγνικά υγρά και γ) βιοάνθρακας (κάρβουνο).

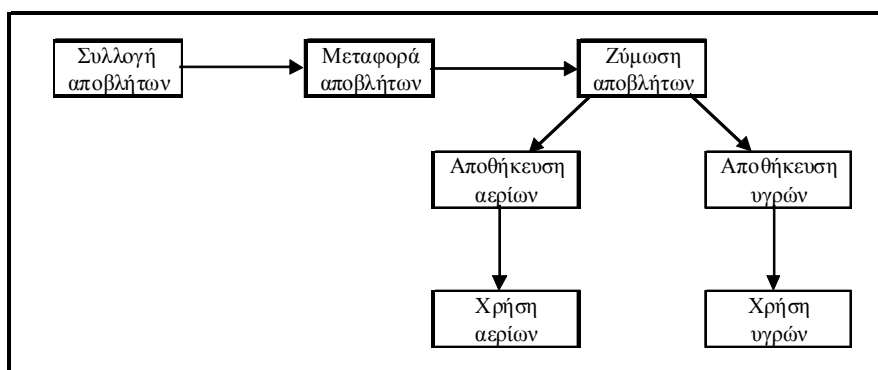
Η πυρόλυση γίνεται σε κλειστά δοχεία απουσία αέρα σε θερμοκρασίες 500-600°C. Κατά τη διάρκεια της πυρόλυσης δεν απαιτείται παρά η πρόσδοση μικρών ποσοτήτων θερμότητας. Η θερμαντική αξία του βιοάνθρακα που προκύπτει από την πυρόλυση κλαδοδεμάτων ελιάς είναι 6644 kJ/kg. Η θερμαντική αξία του βιοελαίου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

2.4.5 Παραγωγή αερίου με χώνευση βιομάζας

Το βιοαέριο παράγεται με τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης της βιομάζας. Η αναερόβια χώνευση της βιομάζας περιλαμβάνει τη μικροβιακή αποδόμηση σύνθετων

οργανικών μορίων προς απλούστερα μόρια και γίνεται σε τρεις φάσεις. Τη φάση της υδρόλυσης, την όξινη φάση και τη φάση της μεθανοποίησης.

Κατά τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης και οι τρεις φάσεις συμβαίνουν ταυτόχρονα και εάν κάποια φάση επικρατήσει, τότε η παραγωγή μεθανίου διαταράσσεται σοβαρά. Η θερμιδική αξία του βιοαερίου είναι περίπου 5000 kcal/Nm³. Πολλές φορές σε κρύα κλίματα μέρος του παραγόμενου βιοαερίου χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του βιοαντιδραστήρα και τη διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας εντός αυτού. Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης της βιομάζας ευνοείται από υγρό, θερμό και σκοτεινό περιβάλλον.



Εικ 12 Παραγωγή βιοαερίου από κτηνοτροφικά απόβλητα

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

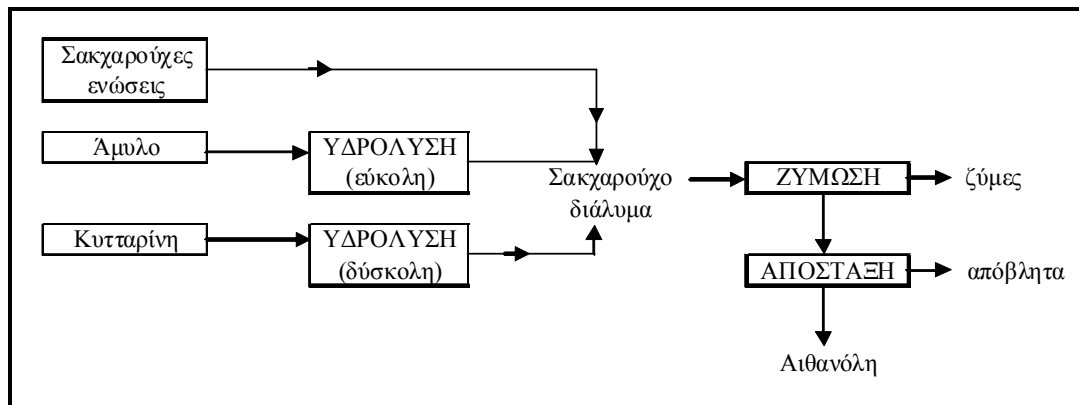
2.4.6 Παραγωγή αιθανόλης από βιομάζα

Αιθανόλη μπορεί να παραχθεί από διάφορους τύπους βιομάζας με χημικές και βιολογικές διεργασίες και η παραγόμενη αιθανόλη αποτελεί άριστο καύσιμο. Τρεις τύποι βιομάζας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό οι σακχαρούχες ύλες, οι αμυλούχες ύλες και οι κυτταρινούχες ύλες.

Οι σακχαρούχες ύλες είναι οι πιο ελκυστικές για την παραγωγή αιθανόλης, καθώς περιέχουν σάκχαρα ζυμώσιμα σε αλκοόλη. Σήμερα το σακχαροκάλαμο αποτελεί την κύρια πρώτη ύλη που παράγονται μεγάλες ποσότητες αιθανόλης παγκοσμίως. Έτσι στη Βραζιλία από δεκαετίες χρησιμοποιείται το γεωργικό αυτό προϊόν για τη παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αιθανόλης και αυτή για την κίνηση εκατομμυρίων αυτοκινήτων.

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

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



Εικόνα 13 Παραγωγή αιθανόλης από αγροτικά προϊόντα και παραπροϊόντα

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

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

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

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

2.4.7 Παραγωγή φυτικών ελαίων από βιομάζα

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

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

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

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

3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

3.1 Ευρωπαϊκές δεσμεύσεις

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

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

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

Οι προτάσεις της Ευρωπαϊκής επιτροπής γεννούν για την Ελλάδα μια μεγάλη πρόκληση προκειμένου να εκπληρωθεί ο στόχος της Κοινοτικής Οδηγίας για την παραγωγή ηλεκτρισμού από ΑΠΕ. Συμφώνα με αυτήν η Ελλάδα καλείται να αυξήσει τη συμβολή των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο επίπεδο του 20,1% το 2010 (συμπεριλαμβανομένης της συμβολής των μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών). Ωστόσο ο στόχος αυτός είναι μάλλον πολύ υψηλός για τα Ελληνικά δεδομένα αφού οι γραφειοκρατικές και πολιτικές δυσκολίες δεν επιτρέπουν επιτάχυνση στους ρυθμούς επένδυσης σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και γι' αυτό μετατέθηκε για το 2020.

3.2 Ευρωπαϊκές οδηγίες για τη Βιομάζα

3.2.1 Γενική Ευρωπαϊκή Νομοθεσία για τα βιοκαύσιμα

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

Οι χώρες τις Βόρειας Ευρώπης έχουν ήδη επιλύσει (εδώ και δεκαετίες) το πρόβλημα της διαχείρισης των οργανικών και βιοαποδομήσιμων αποβλήτων και επικεντρώθηκαν μόνο στη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και πράσινου CO₂. Σε αντίθεση οι χώρες της Νοτίου Ευρώπης και ιδιαίτερα η Ελλάδα, που δεν έχουν ακόμη επιλύσει το πρόβλημα της διαχείρισης των οργανικών και βιοαποδομήσιμων αποβλήτων.

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

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

«... Με την ψήφιση του ν. 3851/2010 εισήχθησαν ρυθμίσεις που συνεπάγονται ουσιώδεις αλλαγές σε σχέση με το προϋφιστάμενο καθεστώς στον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από

βιομάζα.» Σύμφωνα με την εκδοθείσα απόφαση «για την επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και την κατανομή της στο χρόνο», τα όρια εγκατεστημένης ισχύος για τους σταθμούς βιομάζας ανέρχονται σε 200 και 350 MW για τα έτη 2014 και 2020, αντίστοιχα.

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

Υπενθυμίζεται ότι, σε αντίθεση με την αρμοδιότητα χορήγησης αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, που μεταφέρθηκε στη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), η αρμοδιότητα χορήγησης ενιαίας άδειας παραγωγής ηλεκτρικής και διανομής θερμικής ενέργειας από συμπαραγωγή, ασκείται από τον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, κατόπιν γνωμοδότησης της ΡΑΕ, σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 3175/2003², όπως ισχύει, και του Κανονισμού αδειών παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας³, που εκδόθηκε κατ' εξουσιοδότηση του ν. 2773/99.

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

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

Η σημαντική αύξηση των εγγυημένων τιμών πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία απορροφάται από το σύστημα, έχει ήδη προκαλέσει την εκδήλωση επενδυτικού ενδιαφέροντος για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα. Συγκεκριμένα προβλέπεται διαφοροποίηση της τιμής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας από το βιοαέριο και τις λοιπές μορφές βιομάζας, αναλόγως της εγκατεστημένης ισχύος του

² ΦΕΚ Α' 207

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

σταθμού και της προέλευσης του καυσίμου (βιοαέριο από βιομάζα, από χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, από βιολογικούς καθαρισμούς, από πτηνό-κτηνοτροφικά, αγροτοβιομηχανικά οργανικά υπολείμματα και απόβλητα).

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

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

Πλέον των ανωτέρω η νέα τιμολόγηση κρίνεται καταλυτική για την επίλυση περιβαλλοντικής φύσεως προβλημάτων, που άπτονται της ασφαλούς διαχείρισης των οργανικών αποβλήτων.

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

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

3.2.3 Ευρωπαϊκή νομοθεσία για την αδειοδοτική διαδικασία

Με τις ρυθμίσεις του ν. 3851/2010 αυξήθηκε το όριο της εγκατεστημένης ισχύος σταθμού βιομάζας, για τους οποίους δεν απαιτείται η έκδοση άδειας παραγωγής, και συνεπακόλουθα άδειας εγκατάστασης και άδειας λειτουργίας διευκολύνοντας σημαντικά τη διαδικασία αδειοδότησης σταθμών βιομάζας. Επίσης ως προς την περιβαλλοντική αδειοδότηση σταθμών παραγωγής από βιομάζα, εισήχθησαν ρυθμίσεις για την υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις απαλλαγή από την υποχρέωση έκδοσης έγκρισης περιβαλλοντικών όρων (σταθμοί εγκατεστημένης ισχύος <0,5MW).

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

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

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

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

- ο ν.3468/2006, άρθρο 8, παρ. 13, όπως αντικαταστάθηκε από το ν.3851/2010, άρθρο 3, παρ. 2, προβλέπει ότι σταθμός ηλεκτροπαραγωγής με χρήση βιομάζας, βιοαερίου και βιοκαυσίμων με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ που δεν υπερβαίνει το 0,5MW, εξαιρείται από την υποχρέωση έκδοσης απόφασης ΕΠΟ, και αντί αυτής χορηγείται βεβαίωση απαλλαγής από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή, υπό την προϋπόθεση ότι δεν εγκαθίστανται σε γήπεδο εντός περιοχής Natura 2000 ή σε παράκτιες ζώνες απόστασης 100 μέτρων από τον αιγιαλό, και δεν γειτνιάζει σε απόσταση 150 μέτρων με σταθμούς ίδιας τεχνολογίας, η συνολική ισχύς των οποίων υπερβαίνει το 0,5 MW,

- τα έργα ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας και βιοαερίου, συνιστούν βιομηχανικές εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν κατά περίπτωση εγκαταστάσεις υποδοχής, συγκέντρωσης, επεξεργασίας και αποθήκευσης της πρώτης ύλης καυσίμου βιομάζας, εξοπλισμό τροφοδοσίας πρώτης ύλης, μονάδα ηλεκτροπαραγωγής καθώς και πιθανά συνωδά έργα (λ.χ. βιολογικό καθαρισμό, εγκαταστάσεις δεξαμενών αποθήκευσης λυμάτων ή αποθήκευσης λοιπών υποπροϊόντων), για τα οποία μπορεί να απαιτείται διενέργεια Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης και έκδοση απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων σύμφωνα με το ν.1650/1986, όπως ισχύει, κρίνεται αναγκαία η έκδοση σχετικής εγκυκλίου, προκειμένου να χορηγηθούν διευκρινίσεις για τις αρμόδιες υπηρεσίες αλλά και τη διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, εγκατεστημένης ισχύος, που δεν υπερβαίνει τα όρια του ν.3851/2010, για τα οποία υπό προϋποθέσεις οι σταθμοί απαλλάσσονται της υποχρέωσης έκδοσης απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων. Παρομοίως είναι επιβεβλημένη η καταγραφή της αλληλουχίας των εγκρίσεων που απαιτούνται για την περιβαλλοντική αδειοδότηση σταθμών βιομάζας/βιοαερίου, η λειτουργία των οποίων σχετίζεται με τη διαχείριση μη επικίνδυνων αποβλήτων, κατά τρόπον ώστε να εξασφαλίζονται οι προβλέψεις του ν.3851/2010 για την ολοκλήρωση της περιβαλλοντικής αδειοδοτικής διαδικασίας πριν την εξέταση αιτημάτων χορήγησης προσφορών σύνδεσης συναφών σταθμών.

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

για τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα, εξαιρουμένων του βιοαερίου και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων ($\leq 1\text{MW}$).

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

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

3.3 Το πρωτόκολλο του Κιότο

Σε μια προσπάθεια αντιμετώπισης των κλιματικών αλλαγών η διεθνής κοινότητα συμφώνησε στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου υπογράφοντας τη σύμβαση πλαίσιο για την κλιματική αλλαγή γνωστό ως το πρωτόκολλο του Κιότο. Η συμφωνία αυτή επικυρώθηκε πάνω από 100 χώρες στο Κιότο της Ιαπωνίας το 1997. Εκεί οι ανεπτυγμένες χώρες δεσμευτήκαν να μειώσουν συνολικά τις εκπομπές των 6 κύριων αερίων του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα CO_2 , μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου και διάφορα βιομηχανικά φθοριούχα αέρια κατά 5,2% με βάση τις εκπομπές του 1990 ως το 2012).

Το πρωτόκολλο είναι ένα θετικό βήμα αλλά ατελές, για τη σωτηρία του πλανήτη και για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς αποτελεί την πρώτη συμφωνία που έθεσε συγκεκριμένο στόχο μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου και αναγνώρισε την κοινή αλλά διαφοροποιημένη ευθύνη των διαφόρων χωρών. Ο κοινός στόχος είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 5,2%, αλλά η ευθύνη είναι διαφοροποιημένη με βάση τις ανάγκες ανάπτυξής τους και την ιστορική τους ευθύνη στη δημιουργία του φαινομένου. Έτσι ενώ ο Καναδάς έχει στοχεύσει σε μείωση 6% των εκπομπών του, η Γερμανία σε μείωση κατά 21%. Η Ελλάδα διεκδίκησε και «πέτυχε» να της επιτραπεί η αύξηση κατά 25%!!

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

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

3.4 Ελληνική νομοθεσία για τη Βιομάζα

Το θεσμικό πλαίσιο για την ανάπτυξη των εφαρμογών της βιομάζας στην παραγωγή ενέργειας είναι ευνοϊκό. Ο ισχύων αναπτυξιακός νόμος⁴ προβλέπει ικανοποιητικές επιδοτήσεις στις περιπτώσεις που η βιομάζα χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας, ενώ οι διαδικασίες πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από βιομάζα στη ΔΕΗ, ρυθμίζονται από το Νόμο 2244/94, ενώ με την Υπ. Απ. 8295/95 ρυθμίζονται διάφορα θέματα αδειοδοτήσεων κ.α.

Πρόσφατα το Υπουργείο Ανάπτυξης με το επιχειρησιακό πρόγραμμα Ενέργειας⁵ χρηματοδότησε πολλές επενδύσεις στον τομέα της αξιοποίησης των ΑΠΕ και βεβαίως της βιομάζας.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι διάφορες επιχειρήσεις που επιδοτήθηκαν από τη δεύτερη προκήρυξη των Α.Π.Ε. για τη διενέργεια επενδύσεων ενεργειακής αξιοποίησης της

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

⁵ Στοιχεία για το επιχειρησιακό πρόγραμμα ενέργειας, Υπουργείο Ανάπτυξης 1997

βιομάζας καθώς και τα ύψη της επένδυσης και της επιδότησης. Από το Υπουργείο Γεωργίας⁶ παρέχονται επίσης επιδοτήσεις για τις εφαρμογές της βιομάζας (αλλά και άλλων ΑΠΕ.) στη θέρμανση θερμοκηπίων. Με άλλη εγκύκλιο το Υπουργείο Γεωργίας χορηγεί επίσης ενισχύσεις για την επεξεργασία αποβλήτων κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνεται και η αναερόβια χώνευσή τους.

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

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

Οι ανώτατες επιλέξιμες δαπάνες για τις τεχνολογίες βιομάζας ανέρχονταν :

- α) Για τη συμπαράγωγή από βιομάζα: 1.467€/εγκατεστημένο kW_e (KW ηλεκτρικής ενέργειας)
- β) Για την τηλεθέρμανση από βιομάζα: 734€/εγκατεστημένο kW_{th} (KWh θερμικής ενέργειας)
- γ) Για την παραγωγή βιοαιθανόλης: 411€/τόνο

α/α	Επωνυμία	Προϋπ/σμός	Επιδότηση
1	ALFA Πυρηνέλαια Καλαμάτας Α.Ε.	103.320.000	46.494.000
2	Βιοηλεκτρική Κρήτη Α.Ε.	14.999.400.000	4.500.000.000
3	Γιώτας ΑΒΕ Ξύλου	126.000.000	56.700.000
4	Δημ. Επιχ. Παροχής Υπ/σιών προστ. περιβ. & Ανάπ. Περ. Μεγαλόπολης	2.528.000.000	1.137.600.000

⁶ ΠΕΠ 94-99, Υπουργείο Γεωργίας, Διεύθυνση Φυτικής Παραγωγής, «Αξιοποίηση Η.Μ.Ε. για τη βελτίωση της ποιότητας των κηπευτικών και ανθοκομικών προϊόντων».

5	Ένωση Γεωργικών Συνεταιρισμών Λαμίας	236.647.350	106.491.310
6	ΕΥΔΑΠ	292.500.000	131.625.000
7	Κοινοπραξία ΔΕΤΕΑΛΑ - ΤΟΜΗ ΑΤΕ - EDL	5.345.000.000	2.405.250.000
	Σύνολο	23.630.867.350	8.384.160.310

Πίνακας 1 Επιχειρήσεις που επιδοτήθηκαν από ΕΠΕ για την εφαρμογή τεχνολογιών ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας

Η Ευρωπαϊκή Ένωση επίσης χορηγεί ενισχύσεις για την εφαρμογή των ΑΠΕ. και βεβαίως της βιομάζας, μέσω διαφόρων προγραμμάτων που αφορούν έρευνα και ανάπτυξη, πιλοτικές εφαρμογές, ενημέρωση και διδασκαλία κ.ά. Τα προγράμματα της Ε.Ε. που χορηγούν χρηματοδοτήσεις στους τομείς αυτούς, είναι μεταξύ άλλων τα Altener,, Save – Joule, Thermie κ.α.

Ενισχύσεις επίσης μπορούν να δοθούν κυρίως για ερευνητικούς σκοπούς μέσω προγραμμάτων της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας όπως τα ΠΑΒΕ, ΠΕΝΕΔ κ.α.

4.1 Σκοπός της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας

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

4.2 Ενεργειακό περιεχόμενο βιομάζας

Η βιομάζα είναι ανανεώσιμη με την έννοια ότι μετασχηματίζεται, καταστρέφεται και αναπαράγεται.

Στις αναπτυσσόμενες χώρες η βιομάζα βρίσκει πολλές εφαρμογές όπως :

- α) Χρήση σε υλικά κατασκευών
- β) Παραγωγή ζωοτροφών
- γ) Παραγωγή λιπασμάτων
- δ) Παραγωγή ενέργειας κ.ά.

Αλλά και στις ανεπτυγμένες χώρες βρίσκει επίσης πολλές εφαρμογές όπως :

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

Τη βιομάζα μπορούμε να τη κατατάξουμε σε διάφορες κατηγορίες όπως :

1. Δασικές φυτείες (ξυλώδης βιομάζα)
2. Αγροτοβιομηχανικές φυτείες (ξυλώδης βιομάζα)
3. Δένδρα εκτός των δασών (ξυλώδης βιομάζα)
4. Αγροτικές φυτείες (Μη ξυλώδης βιομάζα)
5. Υπολείμματα αγροτικών φυτειών (Μη ξυλώδης βιομάζα)
6. Υπολείμματα βιομηχανικής επεξεργασίας αγροτικών προϊόντων (Μη ξυλώδης βιομάζα)
7. Απόβλητα ζώων και ανθρώπων

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

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

1. Καύσιμα από ξύλο (καυσόξυλα, κάρβουνο, υπολείμματα ξύλου, υπολείμματα δασών)
2. Αγροτικά απόβλητα και παραπροϊόντα, απόβλητα γεωργικών βιομηχανιών
3. Απόβλητα ζώων, αστικά λύματα, οργανικό μέρος σκουπιδιών
4. Ενεργειακές φυτείες

4.3 Ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας

4.3.1 Χρήση της βιομάζας για παραγωγή θερμότητας

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

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

4.3.2 Θέρμανση κτιρίων με βιομάζα

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

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

Αρκετά διαδεδομένα είναι επίσης σήμερα τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης με χρήση ξύλων ή πυρηνόξυλου. Αυτά χρησιμοποιούνται ως εναλλακτική λύση των

συστημάτων θέρμανσης με καυστήρα πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Ο καυστήρας τους είναι διαφορετικός από εκείνο του πετρελαίου και αποτελείται από έναν έλικα, που μεταφέρει το πυρηνόξυλο από το σιλό στην εστία καύσης, ενώ ένας ανεμιστήρας χρησιμοποιείται για την παροχή αέρα, που υποβοηθάει την καύση. Στην περίπτωση αυτή ο ιδιοκτήτης αγοράζει το πυρηνόξυλο σε σακιά από ένα πυρηνελαιουργείο και κατά τακτά χρονικά διαστήματα γεμίζει το σιλό του καυστήρα. Επειδή το πυρηνόξυλο είναι διαβρωτικό, λόγω του ότι περιέχει υπολείμματα οξέων, θα πρέπει το σύστημα καύσης να κατασκευάζεται από ανθεκτικά υλικά. Το κόστος του καυστήρα για χρήση πυρηνόξυλου είναι ελαφρά μεγαλύτερο από εκείνο του πετρελαίου (μαζούτ ή ντίζελ) ή του υγραερίου. Όμως, το κόστος του πυρηνόξυλου σε σχέση με την ενεργειακή του αξία είναι χαμηλότερο από του πετρελαίου ή του υγραερίου.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο γεγονός, ότι ο καυστήρας του πυρηνόξυλου μετά το τέλος της χρήσης του διατηρεί μία μικρή εστία φωτιάς για χρονικό διάστημα 2-3 ημερών.

Εάν χρησιμοποιηθεί ξανά στο χρονικό αυτό διάστημα, η ανάφλεξη του πυρηνόξυλου γίνεται αμέσως, ενώ όταν χρησιμοποιηθεί μετά την παρέλευση του χρονικού διαστήματος των 2-3 ημερών, όταν η εστία φωτιάς θα έχει σβήσει, θα πρέπει ο χρήστης του καυστήρα να προκαλέσει μία ανάφλεξη (π.χ. λίγο βαμβάκι με οινόπνευμα αναμμένο).

Η ενεργειακή αξία του ξύλου και του πυρηνόξυλου είναι περίπου 3500 KCAL/Kg, δηλαδή περίπου το ένα τρίτο του πετρελαίου, ενώ η τιμή του πυρηνόξυλου είναι περίπου το ένα ένατο της τιμής του ντίζελ (0,035€/Kg το πυρηνόξυλο έναντι των 0,32€/lt του ντίζελ⁷).

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

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

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

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

⁷ Τιμές Οκτωβρίου 1996

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

Η εξοικονόμηση χρημάτων είναι αναμφισβήτητη αλλά κυρίως αποτελεί ένα οικολογικό καύσιμο με σημαντικές προοπτικές για την ελληνική οικονομία . Όπως δηλώνει ο υφυπουργός η χρήση του πυρηνόξυλου μπορεί να προσφέρει έως και 50% εξοικονόμηση στο κόστος θέρμανσης ενός κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη ότι ο τόνος πετρελαίου έχει τετραπλάσια τιμή από τον τόνο pellet. Επίσης υπογράμμισε ότι από τον Σεπτέμβριο δόθηκε σε δημόσια διαβούλευση το σχέδιο Κοινής Υπουργικής Απόφασης για την άρση των περιορισμών στη χρήση σύμπηκτων βιομάζας, των γνωστών pellets, στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης στις περιοχές Αθήνας και Θεσσαλονίκης που υπάρχει εδώ και 18 χρόνια, από το 1993.

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

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

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

4.3.3 Παραγωγή θερμότητας σε βιοτεχνίες-βιομηχανίες

Στην Κρήτη αλλά και αλλού το πυρηνόξυλο χρησιμοποιείται από πολλές βιοτεχνίες σαν καύσιμη ύλη, όπως φούρνοι, ασβεστοκάμινα κ.ά., κυρίως λόγω της χαμηλής τιμής του σε σχέση με τη θερμιδική αξία του.

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

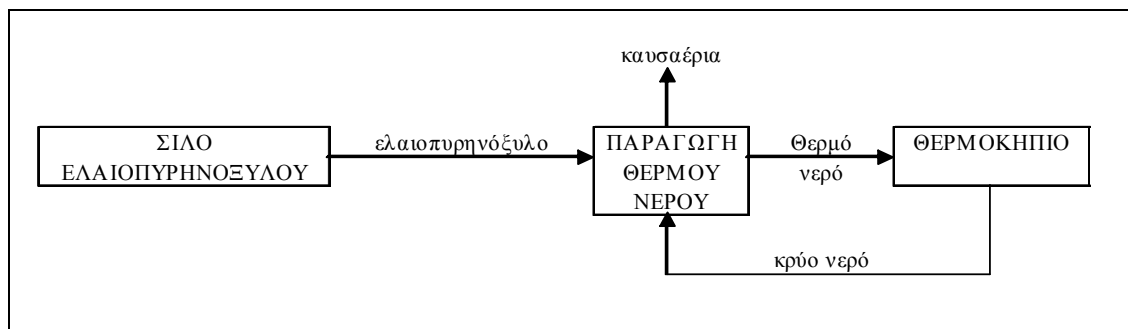
Ορισμένα πυρηνελαιουργεία διαθέτουν μονάδες διαχωρισμού του πυρηνόξυλου σε ένα κυτταρινούχο τμήμα και σε ένα άλλο τμήμα πλούσιο σε πρωτεΐνες, που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία ζωοτροφών. Το κυτταρινούχο τμήμα του πυρηνόξυλου, μετά το διαχωρισμό του, έχει μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη από το πυρηνόξυλο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

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

4.3.4 Θέρμανση θερμοκηπίων με ελαιοπυρηνόξυλο

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία για θέρμανση γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, για ξήρανση γεωργικών προϊόντων κ.ά.

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



Εικόνα 14 Διάγραμμα συστήματος θέρμανσης θερμοκηπίων με ελαιοπυρηνόξυλο.

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

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

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

Έτσι συνηθίζεται ο καλλιεργητής να φροντίζει για τη μεταφορά του πυρηνόξυλου από ένα πυρηνελαιουργείο της περιοχής του σε μία αποθήκη δίπλα στο θερμοκήπιο. Η αποθήκη πρέπει να είναι στεγασμένη για να αποφεύγονται τα φαινόμενα ύγρανσης του πυρηνόξυλου με τις βροχοπτώσεις, γιατί τότε είναι δύσκολος ο αποτελεσματικός χειρισμός του. Από την αποθήκη το πυρηνόξυλο μεταφέρεται με μία έλικα του Αρχιμήδη σε κατάλληλο σιλό και από εκεί πάλι με τον ίδιο μηχανισμό στον καυστήρα. Όταν το θερμοκήπιο που χρησιμοποιεί ελαιοπυρηνόξυλο βρίσκεται κοντά σε κατοικημένες περιοχές, μπορούν να παρουσιασθούν προβλήματα με τους κατοίκους της περιοχής για δύο κυρίως λόγους.

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

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

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

Ένα ενεργειακό θερμοκήπιο που καλύπτει όλες τις θερμικές του ανάγκες με ελαιοπυρηνόξυλο έχει αναφερθεί από το Κέντρο Προγραμματισμού⁸.

Το θερμοκήπιο αυτό στα Χανιά εμβαδού 1.050 m² έχει εγκατεστημένη ισχύ ηλεκτρικών συσκευών 6.81 kW και η ετήσια καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια υπολογίστηκε σε 8.195 kWh.

⁸ Κέντρο Προγραμματισμού και οικονομικών ερευνών. Ομάδα εργασίας επιστημόνων Πανεπιστημίου Πατρών «Θέματα προγραμματισμού 38 - Δυνατότητες και προοπτικές για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα», Αθήνα 1988

Στον πίνακα 2 παρουσιάζεται το ενεργειακό ισοζύγιο του θερμοκηπίου, ενώ στον πίνακα 3 κατασκευαστικά στοιχεία του τοίχου στη βόρεια πλευρά του θερμοκηπίου.

Από τις ετήσιες συνολικές ενεργειακές του εισροές το 5.3% αφορά ηλεκτρική ενέργεια και το 94.7% ηλιακή ενέργεια και βιομάζα.

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

Πίνακας 2 Ενεργειακό ισοζύγιο θερμοκηπίου θερμαινόμενου με ελαιοπυρυνόξυλο στα Χανιά Κρήτης.

Το θερμοκήπιο έχει στη βορεινή του μεριά τοίχο αποθήκευσης θερμότητας, ο οποίος είναι μονωμένος εξωτερικά και εσωτερικά είναι βαμμένος μαύρος. Η κατασκευή του είναι με πλίνθους και μπετό και το πάχος του 50 cm. Αποτελεί ένα συμπληρωματικό ηλιακό παθητικό σύστημα θέρμανσης του θερμοκηπίου.

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

Πίνακας 3 Κατασκευαστικά στοιχεία του τοίχου στη Βόρεια πλευρά του θερμοκηπίου που θερμαίνεται με ελαιοπυρηνόξυλο.

4.3.5 Χρήση της βιομάζας για τηλεθέρμανση

Η βιομάζα, είτε δασική είτε άλλης μορφής, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τηλεθέρμανση.

Στην περίπτωση αυτή παράγεται θερμό νερό σε έναν κεντρικό καυστήρα με την καύση της βιομάζας και το θερμό νερό μεταφέρεται με έναν καλά μονωμένο υπόγειο σωλήνα στην περιοχή χρήσης του.

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

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

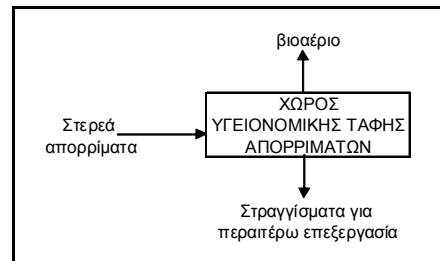
4.3.6 Παραγωγή βιοαερίου από τους χώρους υγειονομικής ταφής στερεών απορριμμάτων

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

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

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

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



Εικόνα 15 Παραγωγή βιοαερίου από χώρο υγειονομικής ταφής στερεών απορριμμάτων.

4.3.7 Παραγωγή βιοαερίου από την ιλύ που παράγεται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων

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

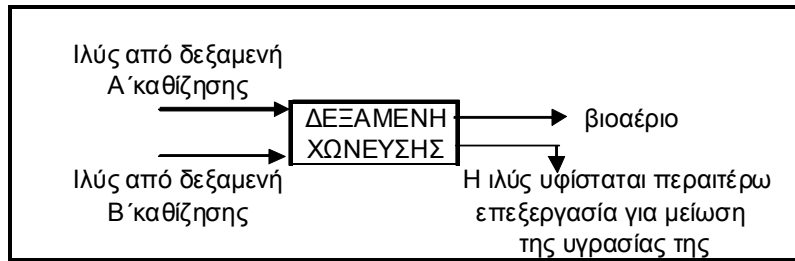
Η παραγόμενη πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια ιλύς χωνεύεται σε μεγάλους αντιδραστήρες, όπου παράγεται το βιοαέριο, ενώ η χωνευθείσα ιλύς υφίσταται επεξεργασία σε επόμενο στάδιο για τη μείωση της υγρασίας της με φίλτρανση, φυγοκέντρηση ή ξήρανση.

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

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

Η προκύπτουσα χωνεμένη ιλύς είναι σταθεροποιημένη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία ως λίπασμα ή εδαφοβελτιωτικό, σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις⁹.

⁹ ΚΥΑ 80568/4225/22-3-91



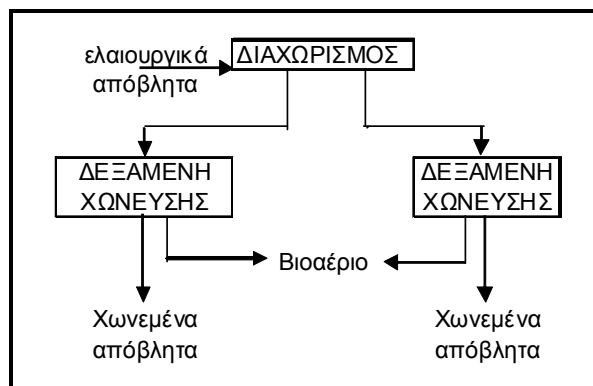
Εικόνα 16 Παραγωγή βιοαερίου από την ιλύ εγκαταστάσεων αστικών λυμάτων.

4.3.8 Παραγωγή βιοαερίου από απόβλητα ελαιουργείων

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

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε από το ΜΟΠ Κρήτης και έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα κατά το διάστημα της πειραματικής λειτουργίας του.

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



Εικόνα 17 Παραγωγή βιοαερίου από απόβλητα ελαιουργείου.

4.3.9 Η παραγωγή του πυρηνόξυλου στα πυρηνελαιουργεία

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

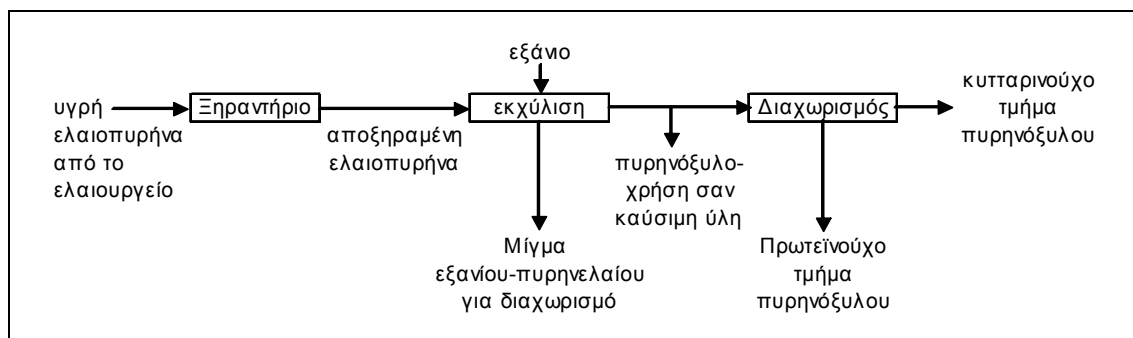
Ο διαχωρισμός του ελαίου από το εξάνιο γίνεται κατόπιν με απόσταξη σε κατάλληλες στήλες, όπου λαμβάνεται το πυρηνέλαιο και ανακτάται το εξάνιο. Η ελαιοπυρήνα, μετά την ξήρανση και την εκχύλιση του ελαίου, έχει υγρασία περίπου 10% και είναι κατάλληλη για καύσιμο.

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

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

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

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



Εικόνα 18 Παραγωγή πυρηνόξυλου σε πυρηνελαιουργείο.

4.3.10 Χρησιμοποίηση της βιομάζας για συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού

Η βιομάζα χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Προτιμώνται τα συστήματα συμπαραγωγής γιατί επιτυγχάνουν υψηλούς συνολικούς βαθμούς απόδοσης της τάξης του 70-80%. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι σχετικά απλή, όπου η βιομάζα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού και αυτός για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με ατμοστρόβιλο. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί διαφορετική τεχνολογία, όπου η βιομάζα αεριοποιείται και τα αέρια καύσεως παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με ένα αεριοστρόβιλο. Στην

Ελλάδα έχει αναφερθεί ένα μόνο σύστημα¹⁰ για τη συμπαραγωγή από βιομάζα, ενώ έχει επίσης διερευνηθεί¹¹ η δυνατότητα χρησιμοποίησης του πυρηνόξυλου για συμπαραγωγή. Σε άλλες χώρες επίσης η βιομάζα χρησιμοποιείται για συμπαραγωγή, όπως στις ΗΠΑ¹² όπου για συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού χρησιμοποιείται δασική βιομάζα, όπου γίνεται καλλιέργεια ενεργειακών φυτειών.

Στη Δανία¹³ χρησιμοποιείται επίσης η βιομάζα είτε μόνη της είτε σε ανάμιξη με τον άνθρακα για συμπαραγωγή. Χρησιμοποιούνται άχυρο, κτηνοτροφικά απόβλητα, βιομηχανικά απόβλητα και υπολείμματα ξύλου.

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

4.3.11 Δημιουργία ενεργειακών φυτειών

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

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

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

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

¹⁰ C. Sooter, P. Choudalis, I. Boukis, «Μονάδα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού στα Εκκοκκιστήρια βάμβακος ΔΑΥΛΕΙΑΣ ΑΕΒΕ» στο συνέδριο «Cogeneration of heat and power» Αθήνα 3-5/11/1993, σελ.426-439

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

¹² Case study : Dow Corning Corporation Biomass Cogeneration plant. Στο Internet, [http : //solstice.crest.org/renewables/dc-cogen/index.html](http://solstice.crest.org/renewables/dc-cogen/index.html)

¹³ P. Holmgard, H. Mosbech «Use of Biomass in Denmark».

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

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

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

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

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

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

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

Η βιομάζα αφού συλλεχθεί μπορεί να χρησιμοποιηθεί με καύση ή άλλες διεργασίες για παραγωγή ενέργειας. Αν δεχθούμε τη θερμογόνο δύναμη της ξηρής βιομάζας σε 3.500 kcal/kg και το βαθμό απόδοσης του συστήματος σε 75%, θα πρέπει να αναμένουμε ότι η

παραγόμενη ωφέλιμη θερμότητα κατά την καύση ανέρχεται σε $2.6 \cdot 10^6$ kcal/στρέμμα και έτος, που ισοδυναμεί με 260kg πετρελαίου/στρέμμα και έτος.

Με την καύση της βιομάζας παράγουμε θερμότητα. Είναι όμως δυνατόν να παραχθεί και ηλεκτρική ενέργεια, εφόσον η βιομάζα χρησιμοποιηθεί για συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Για τον υπολογισμό της καθαρής ενέργειας, δηλαδή της ενέργειας που προκύπτει αν από την ωφέλιμη ενέργεια που λαμβάνεται από τη βιομάζα αφαιρεθεί η ενέργεια που έχει δαπανηθεί α) για την άρδευση της φυτείας, β) για τη συλλογή της βιομάζας και γ) για τη μεταφορά της βιομάζας μέχρι το σημείο χρησιμοποίησής της, θα πρέπει να γίνουν αναλυτικοί υπολογισμοί. Οι ενεργειακές δαπάνες ενός τέτοιου συστήματος είναι συνήθως αρκετά μικρότερες από την ωφέλιμη ενέργεια που παράγεται από τη βιομάζα.

Στην Ελλάδα σήμερα ο κύριος όγκος των επεξεργασμένων αστικών λυμάτων διατίθεται σε υδάτινους αποδέκτες (θάλασσα) κυρίως λόγω του ότι η Ελλάδα σαν παραθαλάσσια χώρα διαθέτει μεγάλο μήκος ακτών. Εφόσον τα επεξεργασμένα αστικά λύματα πρόκειται να διατεθούν στο έδαφος, η διάθεσή τους στη δασοπονία πλεονεκτεί διότι: α) για την άρδευση δασικών εκτάσεων δεν απαιτείται τόσο καλή ποιότητα εκροής των επεξεργασμένων λυμάτων όσο απαιτείται για τις γεωργικές εκτάσεις και β) δεν δημιουργούνται κοινωνικές αντιθέσεις για την άρδευση δασικών εκτάσεων όπως πιθανώς να συμβεί στην περίπτωση διάθεσής τους σε γεωργικές εκτάσεις.

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

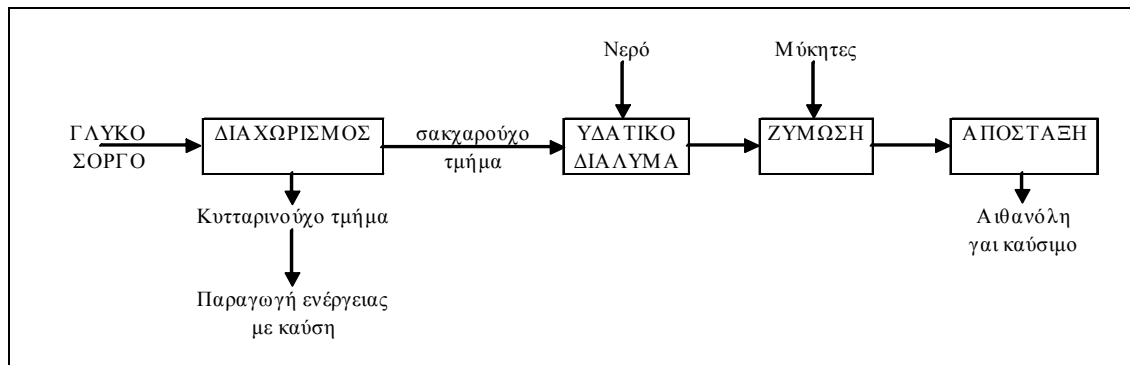
4.3.12 Καλλιέργεια του γλυκού σόργου και χρήση του για παραγωγή αιθανόλης

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

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

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

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



Εικόνα 19 Δυνατότητες παραγωγής ενέργειας από γλυκό σόργο.

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

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

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

4.3.13 Παραγωγή ασβέστη με καύσιμη ύλη γεωργικά υπολείμματα

Η χρήση γεωργικών υπολειμμάτων σαν καύσιμη ύλη στη παραγωγή ασβέστη έχει βρει διάφορες εφαρμογές. Στα Τρίκαλα ένα ασβεστοκάμινο χρησιμοποιεί σαν καύσιμη ύλη υπολείμματα βάμβακος, φλοιούς από αμύγδαλο, πριονίδι κ.ά. Έτσι η βιομάζα μπορεί να αντικαταστήσει με επιτυχία το μαζούτ, που είναι η συνηθισμένη καύσιμη ύλη που

χρησιμοποιούν τα ασβεστοκάμινα. Ορισμένα προβλήματα που παρουσιάσθηκαν κατά την καύση της βιομάζας¹⁴, όπως η δημιουργία συμπαγούς μάζας στη κύρια εστία καύσης και η διάβρωση των πυρότουβλων, λύθηκαν με τον έλεγχο της θερμοκρασίας καύσης. Σε ένα άλλο ασβεστοκάμινο στα Χανιά χρησιμοποιείται πυρηνόξυλο σαν καύσιμη ύλη. Δεδομένου ότι το κόστος του καυσίμου συμμετέχει σε μεγάλο ποσοστό στο κόστος του τελικού προϊόντος, δηλαδή του ασβέστη, τα ασβεστοκάμινα ενδιαφέρονται να υποκαταστήσουν το ακριβό υγρό καύσιμο με φθηνά στερεά καύσιμα και κατά προτίμηση γεωργικά παραπροϊόντα και υπολείμματα.

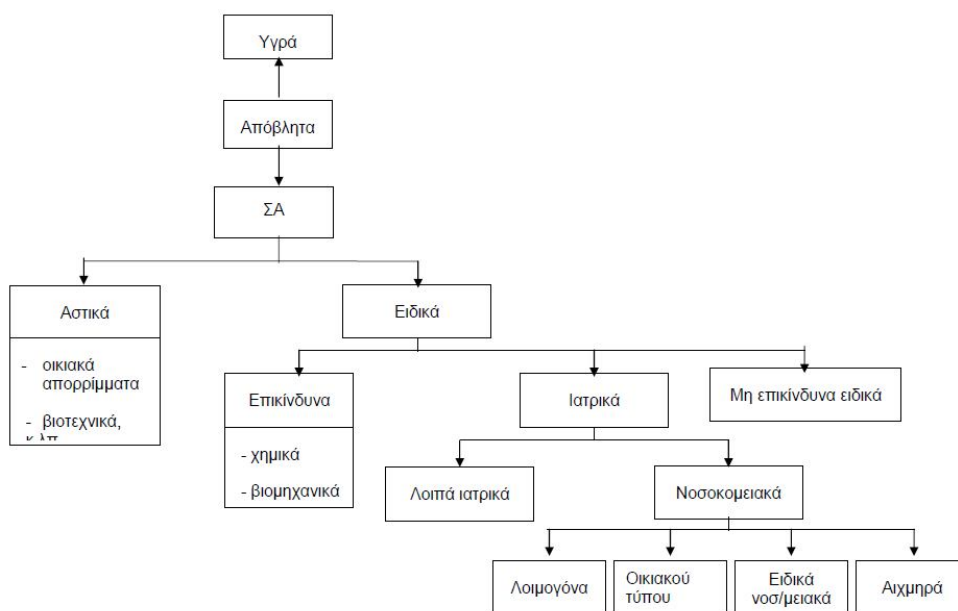
¹⁴ Γ. Αργυρόπουλος «Αξιοποίηση γεωργικών υπολειμμάτων στη παραγωγή Ασβέστη». Πρακτικά 2ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1985) σελ. ΒΙΟ 63-70

5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

5. 1 Κατηγορίες στερεών αποβλήτων

«**Στερεά Απόβλητα (ΣΑ)** νοούνται ουσίες ή αντικείμενα που εμφανίζονται κυρίως σε στερεά φυσική κατάσταση, από τις οποίες ο κάτοχος τους θέλει ή υποχρεούται να απαλλαγεί, και δεν περιλαμβάνεται στον κατάλογο επικινδύνων αποβλήτων της Ευρωπαϊκή Ένωσης».

Ο παραπάνω όρος είναι γενικός και περιλαμβάνει την ετερογενή μάζα των ΣΑ από τις αστικές κοινότητες, όπως επίσης και την πιο ομοιογενή μάζα γεωργικών και βιομηχανικών αποβλήτων, όπως και μπαζών. Στην Εικόνα 20 παρουσιάζεται διαγραμματικά μια γενικευμένη διάκριση των αποβλήτων.



Εικ ́να 20 Διάκριση στερεών αποβλήτων

Ο χαρακτηρισμός μιας ουσίας ως «απόβλητο» δεν εξαρτάται μόνο από τις ιδιότητες της αλλά και από:

1. Τις ισχύουσες οικονομικές συνθήκες (η αξία των υλικών μεταβάλλεται χωρικά και χρονικά).
2. Το κόστος της απόρριψης (μπορεί να αυξηθεί με την επιβολή τελών).
3. Την ισχύουσα νομοθεσία (πρόστιμο πλημμελούς ή παράνομης απόρριψης). Συγκεκριμένα στην κατηγορία των ΣΑ περιλαμβάνονται όλα τα απόβλητα με εξαίρεση:

Απόβλητα σε υγρή φάση χωρίς αξιολογικό ποσοστό αιωρούμενων ρύπων (*υγρά απόβλητα*).

Αέριους ρύπους.

Τα ΣΑ ομαδοποιούνται γενικά σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

α. Αστικά απόβλητα (απορρίμματα).

β. Ειδικά απόβλητα:

β1. Επικίνδυνα απόβλητα.

β2. Μη επικίνδυνα ειδικά.

β3. Ιατρικά απόβλητα.

Αναλυτικότερα τα στερεά απόβλητα περιλαμβάνουν:

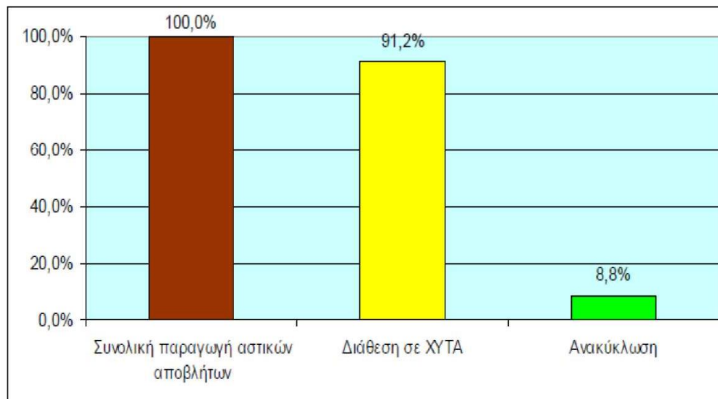
1. Αστικά απορρίμματα (οικιακά, βιοτεχνικά, εμπορικά, οδοκαθαρισμού κλπ.).
2. Στερεά ή υδαρή (με αξιόλογο ποσοστό αιωρούμενων ουσιών) απόβλητα που δε μπορούν να διατεθούν μαζί με τα οικιακά (ορισμένα βιομηχανικά, τοξικά ή αδρανή, και απόβλητα της βιομηχανίας παραγωγής ενέργειας).
3. Πετρελαιοειδή απόβλητα (προέρχονται από την επεξεργασία του πετρελαίου, διυλιστήρια, χημικά εργοστάσια, ναυπηγεία, κλπ.).
4. Απόβλητα γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων.
5. Απόβλητα ορυχείων και μεταλλείων.
6. Απόβλητα εκσκαφών (από ξηρά και θάλασσα).

5.2 Σύσταση των αστικών στερεών αποβλήτων

Περισσότερο πλαστικό και λιγότερα οργανικά υπολείμματα περιέχουν τα απορρίμματά μας, σε σχέση με τις αρχές της δεκαετίας του '80. Η μεταβολή αυτή αντικατοπτρίζει όχι μόνο την αύξηση στη χρήση του πλαστικού στις συσκευασίες και στα προϊόντα, αλλά και την αλλαγή στις καταναλωτικές μας συνήθειες. Στην ανακύκλωση πάντως η Ελλάδα βρίσκεται ακόμα στο ένα τρίτο του ευρωπαϊκού μέσου όρου, αν και τα τελευταία χρόνια προχωράει με γοργούς ρυθμούς.

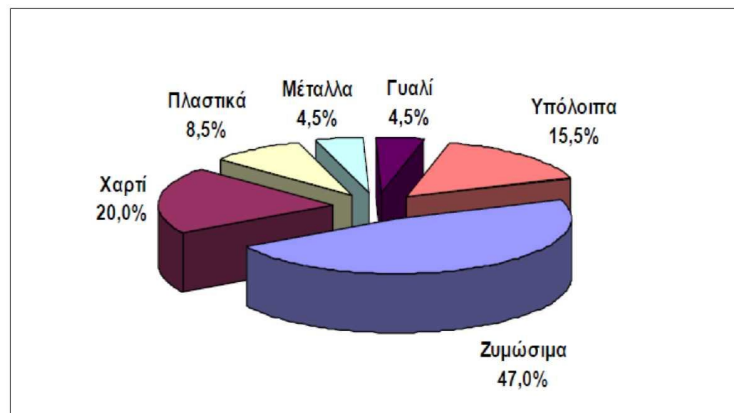
Τα αστικά απόβλητα που παράγονται συνολικά, περίπου το 8,8% ανακυκλώνεται ενώ το υπόλοιπο 91,2% διατίθεται σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων (ΧΥΤΑ) ή χωματερές (ΧΑΔΑ) (Εικόνα 21).

ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΈΤΟΣ 2010-2011



Εικ'να 21: Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα

Η μέση ποιοτική σύσταση των παραγόμενων αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα, όπως προκύπτει από τα διαθέσιμα στοιχεία, έχει ως ακολούθως: Ζυμώσιμα 47%, Χαρτί 20%, Πλαστικά 8,5%, Μέταλλα 4,5%, Γυαλί 4,5%, Υπόλοιπα 15,5% .



Εικ'να 22: Σύσταση στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα

Πιο συγκεκριμένα:

· Το οργανικό κλάσμα που περιέχεται στα συνολικά παραγόμενα αστικά απόβλητα σε ποσοστό περίπου 98,5% διατίθεται σε ΧΥΤΑ ή χωματερές, ενώ το υπόλοιπο 1,5% οδηγείται προς κομποστοποίηση.

• Από τα ανακυκλώσιμα υλικά (χαρτί, μέταλλα, γυαλί και πλαστικό) ένα ποσοστό 21% ανακυκλώνεται, ενώ το υπόλοιπο 79% διατίθεται σε ΧΥΤΑ ή χωματερές.

• Τα υπόλοιπα υλικά που περιέχονται στα συνολικά παραγόμενα αστικά απόβλητα διατίθενται εξ ολοκλήρου σε ΧΥΤΑ ή χωματερές.

•Ως προς την τελική διάθεση, σύμφωνα με στοιχεία του έτους 2000, το 56% των διατιθέμενων στερεών αποβλήτων οδηγείται σε ΧΥΤΑ και το υπόλοιπο 44% σε χωματερές. Αναφέρεται σχετικά ότι το πλήθος των χωρών διάθεσης αστικών αποβλήτων ανέρχεται σε 2.200, εκ των οποίων μόλις οι 300 είναι ελεγχόμενοι.

Η μέση εκατοστιαία (%) ποιοτική σύσταση των παραγόμενων αστικών αποβλήτων σε ορισμένες Ευρωπαϊκές χώρες, όπως προκύπτει από τα διαθέσιμα στοιχεία, δίνεται στον πίνακα 4.

Χώρα	Δανία	Γερμανία	Ελλάδα	Ισπανία	Γαλλία	Ιταλία	Σουηδία	Αγγλία	Πορτογαλία
Οργανικά	37.0	29.4	47.0	44,1	28.6	35.0	49.0	43.9	37.0
Χαρτί-χαρτόνι	30.0	16.0	20.0	22.2	25.3	25.4	19.8	23.9	26.0
Πλαστικό	7.0	14.4	4.5	10,6	11.2	10.1	8.9	7.9	3.0
Γυαλί	6.0	4.0	4.5	6.9	13.2	8.5	2.6	8.5	10.0
Μέταλλο	3.0	6.9	4.5	4.1	4.2	4.4	3.4	2.9	6.0
Υφασμα	3.0	2.9		4.8	5.7	8.1	3.0	3.3	2.0
Υπόλοιπα	14.0	26.5	19.5	7.3	11.9	8.5	13.3	9.5	16.0

Πίνακας 4: Εκατοστιαία (%) ποιοτική σύσταση των αστικών στερεών αποβλήτων σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες

Στον πίνακα 5 που ακολουθεί δίνονται οι μέσες τιμές της μοναδιαίας παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων σε κιλά ανά άτομο ανά έτος, για διάφορες πόλεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

	995	996	997	998	999	000	001	002	003	004	005
ΕΕ (27 χώρες)	58	68	82	80	06	18	17	27	19	18	18
[(25 χώρες)	59	72	87	89	15	25	25	34	27	25	26
[(15 χώρες)	85	98	15	18	48	61	65	76	68	67	67
Ευρώπη [13 χώρες)	85	98	13 I	15	46	60	61	72	63	60	63

Πίνακας 5: Μοναδιαία παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων (kg ανά άτομο ανά έτος) σε χώρες της ΕΕ (Eurostat 2004)

Στα συνολικά παραγόμενα αστικά στερεά απόβλητα στην Ελλάδα τα απορριπτόμενα υλικά συσκευασίας αποτελούν περίπου το 20% κατά βάρος. Το ποσοστό ανακύκλωσης στα υλικά συσκευασίας κατά είδος έχει ως εξής:

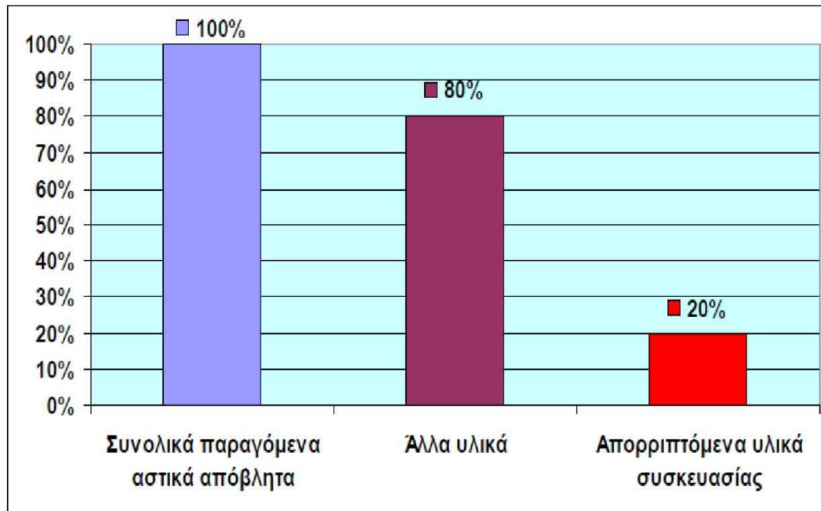
- Χαρτί: 65%
- Πλαστικό: 3%
- Μέταλλα: 10%
- Γυαλί: 19%

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 9268/469 ΦΕΚ 286 τεύχος Β/ 02.03.2007, η οποία αφορά τις συσκευασίες, έως την 31.12.2011 το αργότερο, θα πρέπει να ανακυκλώνεται στην Ελλάδα ποσοστό μεταξύ 55% τουλάχιστον και 80% το πολύ, κατά βάρος, των αποβλήτων συσκευασίας.

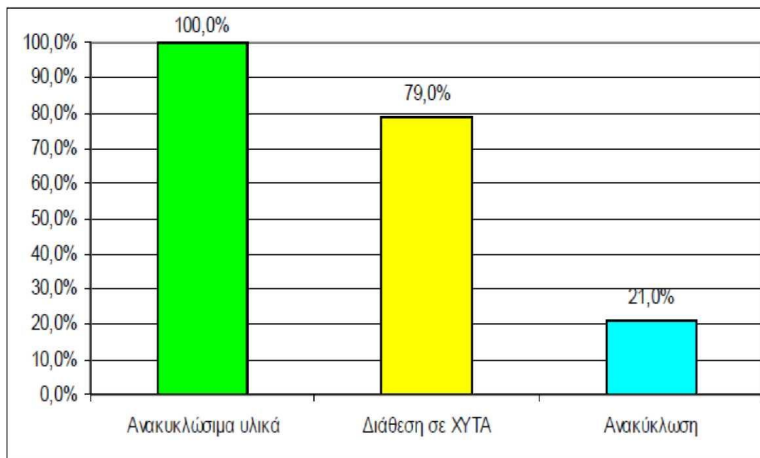
Επίσης έως την 31.12.2011 το αργότερο, επιδιώκεται η επίτευξη των ακόλουθων ελάχιστων στόχων ανακύκλωσης για υλικά που περιέχονται σε απόβλητα συσκευασίας:

- 60% κατά βάρος, για το γυαλί,
- 60% κατά βάρος, για το χαρτί και το χαρτόνι,
- 50% κατά βάρος, για τα μέταλλα,
- 22,5% κατά βάρος, για τα πλαστικά, λαμβάνοντας αποκλειστικά υπόψη υλικά που ανακυκλώνονται εκ νέου σε πλαστικά,
- 15% κατά βάρος σε ξύλο.

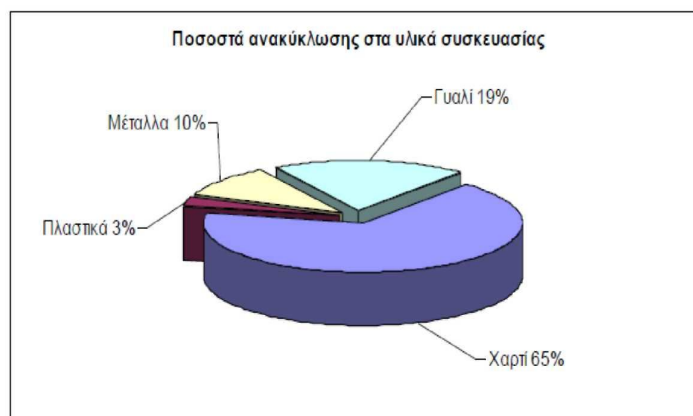
Στην χώρα μας από τα ανακυκλώσιμα υλικά (χαρτί, μέταλλα, γυαλί και πλαστικό) ένα ποσοστό περίπου 21% ανακυκλώνεται, ενώ το υπόλοιπο 79% διατίθεται σε ΧΥΤΑ ή χωματερές (εικόνα 25).



Εικόνα 23: Ποσοστό απορριπτόμενων υλικών συσκευασίας στην Ελλάδα



Εικόνα 24: Ποσοστά ανακύκλωσης υλικών συσκευασίας στην Ελλάδα



Εικ'να 25: Διαχείριση ανακυκλώσιμων υλικών στην Ελλάδα

5.3 Ειδικά απόβλητα

5.3.1 Επικίνδυνα απόβλητα

Ως επικίνδυνο απόβλητο ορίζεται κάθε ΣΑ ή συνδυασμός ΣΑ, τα οποία λόγω της ποιότητας τους, της συγκέντρωσης των συστατικών τους ή και των φυσικών, χημικών ή μεταδοτικών χαρακτηριστικών τους, έχουν την ιδιότητα να:

- Προκαλούν ασθένειες που μπορούν να οδηγήσουν έως και το θάνατο.
- Μολύνουν ανεπανόρθωτα το περιβάλλον (έδαφος, νερό και ατμόσφαιρα) με αποτέλεσμα την καταστροφή της χλωρίδας και της πανίδας.

5.3.2 Μη επικίνδυνα απόβλητα

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν όλα τα ειδικά απόβλητα που δεν είναι επικίνδυνα (περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω).

5.3.3 Ιατρικά απόβλητα

Διακρίνονται σε:

1. Νοσοκομειακά
2. Λοιπά ιατρικά και
3. Φαρμακευτικά απόβλητα.

Ο όρος «**νοσοκομειακά απόβλητα**» αναφέρεται στα απόβλητα που προέρχονται (παράγονται) από κάθε οργανισμό ή υπηρεσία που ασχολείται με την υγεία των έμβιων όντων, όπως τα νοσοκομεία, τα ιατρικά κέντρα, οι κλινικές και τα ιατρικά και βιολογικά εργαστήρια. Επεκτείνοντας τον όρο σε «ιατρικά απόβλητα» περιλαμβάνουμε τα απόβλητα φαρμακευτικών βιομηχανιών και εκείνα που προέρχονται από την περίθαλψη των ασθενών εντός της οικίας τους. Γενικά, στα ιατρικά απόβλητα περιλαμβάνονται ανατομικά, παθολογικά, μολυσματικά, επικίνδυνα και άλλα μη επικίνδυνα απόβλητα. Η κοινή γνώμη, εξαιτίας του διλήμματος που προκάλεσε τις τελευταίες δεκαετίες η νόσος του AIDS και των υπολοίπων μεταδοτικών ασθενειών όπως η ηπατίτιδα Β, ανησυχεί διαρκώς και περισσότερο για τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων. Για το λόγο αυτό είναι αναγκαία και επιτακτική η σωστή διαχείρισή τους, ώστε να προστατευθεί το περιβάλλον, η υγεία των πολιτών και η ποιότητα ζωής τους.

5.4 Ειδικά - βιομηχανικά στερεά απόβλητα

Η βασική κατηγορία των ειδικών - βιομηχανικών ΣΑ περιλαμβάνει τις εξής επιμέρους κατηγορίες:

1. Αδρανή απόβλητα κατασκευαστικών δραστηριοτήτων. Προέρχονται από δραστηριότητες όπως ανεγέρσεις οικοδομών, κατεδαφίσεις και εκσκαφές, τόσο στις πόλεις όσο και στο ύπαιθρο. Τα παραγόμενα απόβλητα είναι σε μεγάλο βαθμό αδρανή και ογκώδη όπως χώμα, άμμος, χαλίκι, σκυρόδεμα, πέτρες και τούβλα, αλλά ακόμη και υλικά όπως ξύλο, μέταλλα, γυαλί, πλαστικά, χαρτί και ύφασμα. Τα απόβλητα που παράγονται στην κατασκευή ή καταστροφή ενός κτιρίου ή ακόμα και μιας οδού διαφέρουν όχι μόνο ανάλογα από τον τύπο κατασκευής, αλλά ανάλογα και με την τοποθεσία. Η ποσότητα των αδρανών αποβλήτων που παράγονται παρουσιάζει εν γένει μία αυξητική τάση κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών που φυσικά είναι συνδεδεμένη άμεσα με την οικοδομική δραστηριότητα. Είναι αξιοσημείωτο ότι οι παραγόμενες ποσότητες αδρανών αποβλήτων είναι γενικά πολλαπλάσιες των οικιακών στην χώρα μας. Σε γενικές γραμμές τα απόβλητα που παράγονται από τη οικοδόμηση ή την καταστροφή ενός κτιρίου είναι κυρίως χώμα, άμμος, χαλίκι, σκυρόδεμα, πέτρες, τούβλα, ξύλο, μέταλλα, γυαλί, πλαστικά, χαρτί, και ύφασμα.

2. Στερεά απόβλητα οχημάτων. Στην κατηγορία αυτή μπορούν να ενταχθούν τα **ελαστικά επίσωτρα**, οι χρησιμοποιημένοι **καταλύτες** αλλά και τα ίδια τα **οχήματα** όταν παύσουν να χρησιμοποιούνται. Τα ελαστικά επίσωτρα συσσωρεύονται συνήθως στα βουλκανιζατέρ, και έχουν υψηλή θερμογόνο δύναμη, καθώς αποτελούνται κυρίως από λάστιχο (πέραν του μεταλλικού πλέγματος).

3. Ελαστικά επίσωτρα. Η διαχείριση των ελαστικών αποτελεί εδώ και αρκετά χρόνια ένα δυσεπίλυτο πρόβλημα στη χώρα μας. Η προβληματικότητα τους έγκειται τόσο στο μεγάλο όγκο τους - εξαιτίας του διαρκώς αυξανόμενου στόλου οχημάτων - όσο και στην επικινδυνότητα τους για την δημόσια υγεία. Οι ποσότητες ελαστικών που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής τους παρουσιάζουν σημαντική αύξηση κατά την διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας στον Ελληνικό χώρο. Ειδικότερα παρατηρείται ότι κατά την διάρκεια της δεκαετίας 1987-1997 τα ελαστικά αυξήθηκαν κατά 70%. Το γεγονός αυτό οφείλεται όχι μόνο στην αύξηση των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν αλλά και στην απόσυρση μεγάλου αριθμού τους. Σήμερα αποσύρονται 43000 τόνοι ελαστικών, από τα οποία το 55% προέρχεται από την ευρύτερη περιοχή της Αθήνας (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΑΕ, 1999). Οι αιτίες φθοράς και συνεπώς απόσυρσης των ελαστικών είναι: Η κακή κατάσταση του οδικού δικτύου (κακή κατασκευή, παλιά οδοστρώματα που δεν έχουν επισκευαστεί, τρύπες στο οδόστρωμα κ.ά.). Η κακή οδική συμπεριφορά (απότομα φρεναρίσματα με ή χωρίς μπλοκάρισμα των τροχών, υπερβολική ταχύτητα ειδικότερα σε στροφές, πλαγιολίσθηση του οχήματος, ταχεία

επιτάχυνση). Αναπόφευκτες φθορές (αεροδυναμικές φθορές, τριβή με το οδόστρωμα φορτίσεις στην επαφή με τον άξονα, καιρικές συνθήκες, κ.ά.).

4. Αυτοκίνητα. Το σύνολο των οχημάτων στο Ελληνικό χώρο το 1997 ανήλθε περίπου σε 3.280.000. Κατά το διάστημα 1988-1997 υπήρξε αύξηση των επιβατικών οχημάτων της τάξης του 67%. Η μέση ηλικία των καταλυτικών επιβατικών αυτοκινήτων εκτιμάται σε 4,5 έτη ενώ για τα συμβατικά η μέση ηλικία ανέρχεται σε 13,2 έτη. Ο αριθμός αυτοκινήτων που αποσύρονται κάθε έτος λόγω παλαιότητας τους καθώς και λόγω ατυχημάτων κυμαίνεται σε ποσοστό 0,6% έως 0,8%. επί του συνολικού αριθμού των εν κυκλοφορία οχημάτων. Κατά τα έτη 1991 και 1992 η εφαρμογή του μέτρου της απόσυρσης των παλαιών αυτοκινήτων οδήγησε στην απομάκρυνση από την κυκλοφορία 284.550 επιβατικών αυτοκινήτων και 47.220 ελαφρών φορτηγών (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΑΕ, 1999).

5. Καταλύτες. Οι καταλύτες έχουν όριο ζωής περίπου 100.000 χιλιομέτρων. Οι εξαντλημένοι καταλύτες είναι τοξικοί και επικίνδυνοι για την δημόσια υγεία και απαιτούν ειδική μεταχείριση. Περιέχουν όμως πολύτιμα μέταλλα (πλατίνα) και μπορούν να επαν-ενεργοποιηθούν με μια (ή ακόμα και συνδυασμό) από διάφορες μεθόδους. Η διαδικασία της επαν-ενεργοποίησης μπορεί να γίνει από τα συνεργεία ή και στις παραγωγικές μονάδες (με μεγαλύτερο κόστος φυσικά). Τελικά ο καταλύτης θα χάσει την ικανότητα του για επαν-ενεργοποίηση και θα πρέπει να ανακτηθούν τα πολύτιμα και ημί-πολύτιμα μέταλλα που περιέχει. Μέχρι στιγμής στην Ελλάδα έχουν τεθεί σε κυκλοφορία πλέον των 500.000 καταλυτικών αυτοκινήτων και ο αριθμός τους θα φτάσει 4.000.000 περίπου σε δέκα χρόνια.

6. Αγροτικά στερεά απόβλητα. Εδώ περιλαμβάνονται τα απορρίμματα από κτηνοτροφικές και γεωργικές δραστηριότητες. Ως κτηνοτροφικά χαρακτηρίζονται τα απόβλητα που παράγονται από κτηνοτροφικές και πτηνοτροφικές μονάδες. Γεωργικά ΣΑ θεωρούνται τα φυτικά υπολείμματα και παραπροϊόντα των διαφόρων καλλιεργειών και διακρίνονται στα ακόλουθα είδη:

α) ό,τι απομένει μετά τη συγκομιδή του προϊόντος, π.χ. άχυρο σιτηρών, στελέχη καπνού, αραβοσίτου, βαμβακιού, ηλίανθου και άλλων παρόμοιων ετήσιων καλλιεργειών,

β) κλαδεύματα οπωροφόρων δέντρων και αμπελώνων,

γ) υπολείμματα γεωργικών βιομηχανιών όπως κελύφη (αμύγδαλα, φουντούκια, κ.λπ.) και κουκούτσια (ροδάκινα, δαμάσκηνα κ.λπ.) καρπών.

7. Στην Ελλάδα υπάρχει ένα σημαντικό δυναμικό σε αγροτικά υπολείμματα τα οποία όμως αξιοποιούνται κύρια ως τροφή των ζώων ελευθέρως βοσκής ή διατίθενται στη γη για τη βελτίωση του εδάφους. Προβλήματα περιβαλλοντικών επιπτώσεων δημιουργούν τα

γεωργικά προϊόντα που αποσύρονται (χωματερές) ή τα υπολείμματα της πρώτης ύλης των γεωργικών βιομηχανιών (κονσερβοποιία ντομάτας κ.α.). Εκτός από την χρησιμοποίηση των γεωργικών υπολειμμάτων στην κτηνοτροφία ή στην γεωργία ως Βελτιωτικό Εδάφους (ΒΕ) σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρείται το φαινόμενο της ελεύθερης καύσης ενώ σύνηθες είναι και το φαινόμενο γεωργικά υπολείμματα (κλαδεύσεις δένδρων και υπολείμματα δημοτικών εκμεταλλεύσεων, πάρκα, κλπ.) να καταλήγουν στις χωματερές καταλαμβάνοντας ωφέλιμο χώρο και σαφώς χωρίς να αξιοποιούνται.

Τα γεωργικά υπολείμματα εξαρτώνται κύρια από το είδος της καλλιέργειας. Όπως αναφέρθηκε τα υπολείμματα αυτά χρησιμοποιούνται κύρια για τροφή στα ζώα και ως ΒΕ. Θα μπορούσαν όμως σε συνδυασμό με τα κτηνοτροφικά απόβλητα να αξιοποιηθούν για κομποστοποίηση ή για την παραγωγή θερμικής ενέργειας.

8. Κτηνοτροφικά απόβλητα. Η κτηνοτροφία έχει τρεις πηγές παραγωγής αποβλήτων:

Μάντρες εκτροφής ζώων.

Σφαγεία.

Εργοστάσια παραγωγής κρέατος.

Οι μεγαλύτερες ποσότητες των στερεών κτηνοτροφικών αποβλήτων αξιοποιούνται στη γεωργία ως ΒΕ. Έτσι στις περιοχές που η κτηνοτροφία δεν είναι ιδιαίτερη αναπτυγμένη σε σχέση με τη γεωργία και οι κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις είναι εκτατικής μορφής, δεν υπάρχει πρόβλημα διαχείρισης των κτηνοτροφικών αποβλήτων γιατί αυτά αξιοποιούνται στη γεωργία. Στις περιοχές όμως με μεγάλη συγκέντρωση κτηνοτροφικών μονάδων υπάρχουν μεγάλες ποσότητες αποβλήτων που δεν αξιοποιούνται και δημιουργούν δυσοσμία, ρύπανση της ατμόσφαιρας και νιτρορύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

9. Ιλεις. Κατά την επεξεργασία καθαρισμού των αποβλήτων, μαζί με την τελική απορροή που πρέπει να διατεθεί κατάλληλα, παράγονται ταυτόχρονα και ορισμένα παραπροϊόντα, όπως τα σχαρίσματα, η άμμος, τα ξαφρίσματα, και η λάσπη από τις δεξαμενές καθιζήσεως. Από τα παραπροϊόντα αυτά το σημαντικότερο σε όγκο και δυσκολότερο σε χειρισμό και διάθεση είναι η λάσπη (ιλύς). Η λάσπη είναι ένα παχύρευστο υγρό που περιέχει, σαν νωπή, 40 περίπου φορές περισσότερες στερεές ουσίες από ό,τι τα αστικά λύματα. Μόνο μετά την επεξεργασία συμπυκνώσεως, χωνεύσεως, αφυδατώσεως η λάσπη παίρνει μία σχετικά στερεή μορφή, και πάντοτε με αρκετή ακόμα υγρασία (60%).

Οι ιλεις παράγονται από τις εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού τόσο των αστικών όσο και των βιομηχανικών λυμάτων. Έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία και για αυτό ενδείκνυται να αφυδατώνονται επιτόπου πριν μεταφερθούν. Σημαντική παράμετρος για τις περαιτέρω δυνατότητες αξιοποίησής τους είναι οι περιεκτικότητά τους σε βαρέα μέταλλα και

άλλους ρύπους, η οποία καθορίζεται από την φύση των λυμάτων και το είδος της εγκατάστασης βιολογικού καθαρισμού τους.

10. Στερεά βιομηχανικά απόβλητα. Πρόκειται για τα πάσης φύσεως ΣΑ που παράγονται από βιομηχανικές δραστηριότητες, τόσο από την ίδια την παραγωγική διαδικασία όσο και τα απορρίμματα εκείνα που ομοιάζουν με τα οικιακά. Στον όρο "βιομηχανία" περιλαμβάνονται από περιβαλλοντικής άποψη όλες οι μικρές και μεγάλες σταθερές πηγές ρύπανσης. Στην Ελλάδα δραστηριοποιείται ένας σημαντικός αριθμός βιομηχανικών μονάδων από την παραγωγική διαδικασία των οποίων προκύπτουν ΣΑ τα οποία σύμφωνα με την ταξινόμηση του EWC (Ευρωπαϊκού Κατάλογου Αποβλήτων) δεν είναι επικίνδυνα.

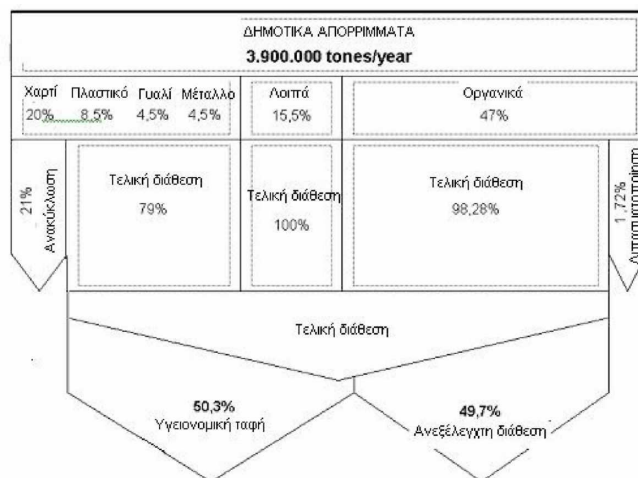
Τα επικίνδυνα απόβλητα προέρχονται από βιομηχανίες όπως βυρσοδεψία, μονάδες επιφανειακής επεξεργασίας μετάλλων, κλωστοϋφαντουργία, βαφεία-φινιριστήρια, μονάδες παραγωγής γεωργικών φαρμάκων, και συσσωρευτών μολύβδου. Στην κατηγορία των επικίνδυνων αποβλήτων εντάσσονται και τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB's), τα οποία χρησιμοποιούνται ακόμη σε μεγάλο βαθμό ως διηλεκτρικά υγρά σε μετασχηματιστές της ΔΕΗ τοξικά και επικίνδυνα απόβλητα.

Επίσης, εκτός από τους βιομηχανικούς κλάδους, επικίνδυνα απόβλητα παράγονται και από τα ναυπηγεία, από τα οποία το 1998 παρήχθησαν 850 τόνοι πετρελαιοειδών καταλοίπων ενώ 1000 τόνοι παρήχθησαν το 1998 (κυρίως από επεξεργασία σλοπς και ερμάτων).

Βασικά χαρακτηριστικά των επικίνδυνων βιομηχανικών αποβλήτων, είναι:

1. Αναφλεξιμότητα.
2. Διαβρωτικότητα.
3. Δραστικότητα.
4. Τοξικότητα

Χημικές ενώσεις που θεωρούνται επικίνδυνα απόβλητα περιέχουν μία ποικιλία από στερεά, πτητικά, και ημιπτητικά συστατικά, τα οποία σχηματίζουν ένα στερεό σύνολο. Πολλές από τις ενώσεις, κυρίως όσα απόβλητα περιέχουν οργανικές ουσίες ή είναι εξ ολοκλήρου οργανικά, αυτές είναι κατάλληλες για αποτέφρωση



Εικ 26 Κατάσταση της ΔΑ στην Ελλάδα για το 1998 (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1998).



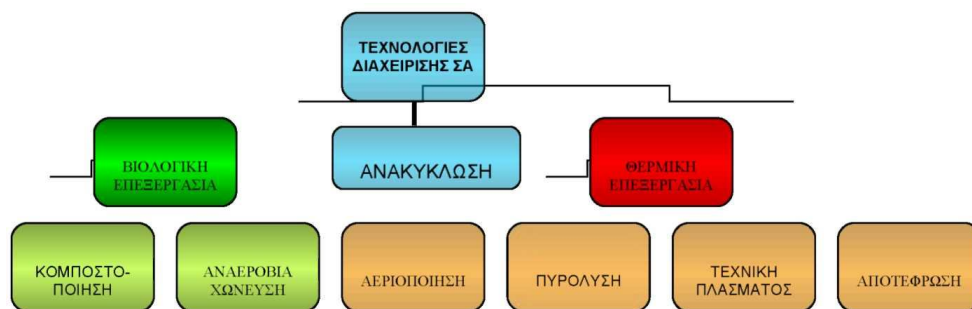
Εικ 27 Μέση ποιοτική σύσταση των οικιακών αποβλήτων (1997), (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1998).

5.5 Διαχείριση απορριμμάτων

Η συγκέντρωση του πληθυσμού στα μεγάλα αστικά κέντρα, η κοινωνική και τεχνολογική ανάπτυξη, καθώς και η αλλαγή των καταναλωτικών συνηθειών οδήγησαν στη μεγάλη αύξηση της ποσότητας των στερεών αποβλήτων γεγονός που αποτελεί σήμερα, ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα της σύγχρονης κοινωνίας. Τα απορρίμματα δημιουργούν σημαντικά υγειονομικά προβλήματα, τόσο από άποψη της υγιεινής του περιβάλλοντος, όσο και της δημόσιας υγείας και επιδημιολογίας. Στη χώρα μας έχει προσλάβει εκρηκτική διάσταση, εξαιτίας της έλλειψης, μέχρι πρόσφατα, περιβαλλοντικής ευαισθησίας και της απουσίας ολοκληρωμένης πολιτικής διαχείρισης για τα απορρίμματα.

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης αστικών αποβλήτων, περιλαμβάνει την εφαρμογή προγραμμάτων για τη βελτιστοποίηση του συστήματος συλλογής, τον περιορισμό της παραγωγής αποβλήτων, την διαλογή στην πηγή, την ανακύκλωση των διαχωρισθέντων υλικών, την εφαρμογή συστημάτων μεταφόρτωσης για την αύξηση της οικονομικής αποδοτικότητας του συστήματος, τη χρήση μεθόδων επεξεργασίας με στόχο την ενεργειακή αξιοποίηση ή την επαναχρησιμοποίηση των υλικών και τη διάθεση του τελικού υπολείμματος σε σύγχρονους χώρους υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ).

Σύμφωνα και με όσα ορίζει η ΚΥΑ 29407/3508 για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων, δεν επιτρέπεται η διάθεση σε ΧΥΤΑ αποβλήτων που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία. Σύμφωνα με την ίδια ΚΥΑ, ως επεξεργασία ορίζονται οι φυσικές, θερμικές, χημικές ή βιολογικές διεργασίες, συμπεριλαμβανομένης της διαλογής, που μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων, προκειμένου να περιοριστούν ο όγκος ή οι επικίνδυνες ιδιότητές τους, να διευκολυνθεί η διακίνησή τους ή να βελτιωθεί η ανάκτηση χρησίμων υλών. Κατά συνέπεια, ως επεξεργασία εννοείται η διαλογή στην πηγή (συσκευασιών, οργανικών, πράσινων, επικίνδυνων οικιακών κ.α.), η μηχανική διαλογή, η μεταφόρτωση και η δεματοποίηση, καθώς και όλες οι τεχνολογίες θερμικής, φυσικής, χημικής και βιολογικής επεξεργασίας.



Εικ' να 28 Τεχνικές διαχείρισης ΣΑ

Η σύγχρονη απάντηση που οδηγεί στην αιφόρο διαχείριση των απορριμμάτων είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης των στερεών αποβλήτων με στόχο να αναζητηθεί ο βέλτιστος συνδυασμός των μεθόδων διαχείρισης απορριμμάτων, ώστε το τελικό σύστημα να είναι περιβαλλοντικά αποτελεσματικό - οικονομικά εφικτό - κοινωνικά αποδεκτό

Θα πρέπει να επισημάνουμε, πως δεν υπάρχει βέλτιστη τεχνολογία για το σύνολο των περιπτώσεων διαχείρισης στερεών αποβλήτων, καθώς κάθε μία από αυτές παρουσιάζει μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους αρμόδιους φορείς (ΦοΔΣΑ) που θα κληθούν να κατασκευάσουν και να λειτουργήσουν τα έργα. Κρίσιμη παράμετρος σχεδιασμού είναι η ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αποβλήτων αλλά και ο βαθμός ανάπτυξης της αγοράς για την αξιοποίηση των προϊόντων (π.χ. RDF, Compost, ανακυκλώσιμα υλικά). Οι παράμετροι αυτοί επηρεάζουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας που θα επιλεγεί, τόσο από οικονομική (βιωσιμότητα της μονάδας, απαιτούμενο κόστος επεξεργασίας ή και διάθεσης) όσο και από τεχνική και περιβαλλοντική άποψη (βαθμός αξιοποίησης δευτερογενών προϊόντων, τελική εκτροπή από ΧΥΤΥ κ.α.).

5.5.2 Αναερόβια χώνευση στερεών αποβλήτων. Ανάκτηση υλικών: επαναχρησιμοποίηση - ανακύκλωση

Η ανάκτηση των υλικών περιλαμβάνει τόσο την άμεση επαναχρησιμοποίηση επιλεγμένων υλικών π.χ. μπουκάλια, όσο και την ανακύκλωση κατά την οποία τα ανακτηθέντα υλικά μετά από επεξεργασία επανέρχονται στο φυσικό και οικονομικό κύκλο.

Η άμεση επαναχρησιμοποίηση, κάποτε αρκετά διαδεδομένη υπό ορισμένες μορφές σε τοπικές αγορές, είναι μάλλον περιορισμένη σήμερα διεθνώς, παρά τις προσπάθειες για ευρύτερη εφαρμογή της. Η επαναχρησιμοποίηση γυάλινων μπουκαλιών εξακολουθεί να αποτελεί την κύρια μέθοδο επαναχρησιμοποίησης, ωστόσο η διεύρυνση των αγορών και το υφιστάμενο καθεστώς της ελεύθερης αγοράς στην Ευρωπαϊκή Ένωση δημιουργούν σοβαρές, όχι μόνο τεχνολογικές, αλλά και νομικές δυσκολίες.

Με την εξεταζόμενη μορφή, η ανακύκλωση αφορά σε υλικά όπως χαρτί, γυαλί, αλουμίνιο, άλλα μέταλλα, πλαστικά, έπιπλα και είδη ένδυσης, υπολείμματα κατασκευών και κατεδαφίσεων και ελαστικά οχημάτων. Καθοριστικοί παράγοντες για ένα σύστημα ανακύκλωσης είναι το σύστημα διαλογής, η διάθεση στην αγορά ανακυκλωμένων προϊόντων και η οργανωτική, οικονομική και θεσμική στήριξη. [Επιτροπή προστασίας περιβάλλοντος, 2009 & Ανδρεάδης]

Συστήματα διαλογής

A. Διαλογή στην πηγή

Η διαλογή στην πηγή είναι η μέθοδος ανακύκλωσης κατά την οποία τα ανακυκλούμενα υλικά διαχωρίζονται στην πηγή παραγωγής τους. Οι σπουδαιότερες μορφές οργάνωσης της μεθόδου αυτής είναι τα μόνιμα και τα εθελοντικά σχήματα ανακύκλωσης. Τα πρώτα εφαρμόζουν την ανακύκλωση σε μόνιμη βάση, με ειδικό προσωπικό και με τη βοήθεια κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού. Είναι αποτελεσματικότερο σύστημα αλλά έχει αυξημένο κόστος σε σχέση με το δεύτερο, που συνίσταται στη χρήση εθελοντών σε εποχιακή βάση και συνήθως για ένα συγκεκριμένο είδος υλικού που μπορεί να παρουσιάζει έξαρση. [Επιτροπή προστασίας περιβάλλοντος 2009 & Ανδρεαδάκης]

Οι τεχνικές που μπορούν να εφαρμοστούν για την ανάκτηση υλικών μέσω προγραμμάτων διαλογής στην πηγή είναι οι εξής:

Η συλλογή πόρτα πόρτα. Στην περίπτωση αυτή, οι κάτοικοι τοποθετούν στην πόρτα τους τα προς ανάκτηση υλικά προκαθορισμένες μέρες, ώστε να συλλεχθούν από το προσωπικό του το οποίο έχει την ευθύνη για την εφαρμογή του προγράμματος. Συνήθως ανακτώνται χαρτί, πλαστικό, γυαλί και μεταλλικά κουτιά. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει

μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας από άλλα προγράμματα διαλογής στην πηγή, ωστόσο είναι πιο αποτελεσματική ως προς το τελικό αποτέλεσμα καθώς ανακτάται καλύτερη ποιότητα και μεγαλύτερη ποσότητα υλικών, γεγονός που οδηγεί σε αυξημένα έσοδα τα οποία και αντισταθμίζουν το λειτουργικό κόστος.

Η συλλογή σε ειδικούς κάδους. Η εφαρμογή της πρακτικής αυτής περιλαμβάνει την τοποθέτηση σε προσβάσιμα σημεία, ειδικών κάδων στους οποίους και απορρίπτονται τα προς ανακύκλωση υλικά. Χρησιμοποιείται ένας κάδος για κάθε υλικό ή ένας για όλα και στη συνέχεια τα υλικά διαχωρίζονται στο κέντρο ανακύκλωσης. Η μέθοδος αυτή προτιμάται σε πυκνοδομημένες περιοχές αφού η συλλογή πόρτα πόρτα είναι προβληματική.

Λειτουργία κέντρων συλλογής υλικών. Σύμφωνα με το συγκεκριμένο πρόγραμμα οι κάτοικοι διαχωρίζουν τα προς ανακύκλωση υλικά και τα μεταφέρουν στο κέντρο συλλογής από όπου και μεταφέρονται στον υπεύθυνο φορέα ανακύκλωσης. Η τακτική αυτή εφαρμόζεται σε αραιοκατοικημένες περιοχές όπου δε μπορούν να εφαρμοστούν οι προηγούμενες μέθοδοι.

Λειτουργία κέντρων αγοράς υλικών. αποτελούν επέκταση των κέντρων συλλογής και συγκεκριμένα προβλέπονται οικονομικά κίνητρα για αύξηση της συμμετοχής των πολιτών. Το σύστημα μπορεί να είναι οικονομικά αποτελεσματικό για περιοχές με πληθυσμό από 10000 - 30000 κατοίκους. [Παναρέτου, 2008 & Λοιζίδου, 2006]

B. Μηχανική διαλογή

Με τη μέθοδο της μηχανικής διαλογής διαχωρίζονται τα διάφορα υλικά από το ρεύμα των ΑΣΑ με μηχανικά μέσα. Πρόκειται για τα πιο προηγμένα συστήματα ανάκτησης υλικών αποτελώντας σημαντική λύση για τις περιπτώσεις που δεν εφαρμόζεται η διαλογή στην πηγή. Υπάρχουν δύο βασικά συστήματα διαχωρισμού, ο υγρός και ο ξηρός που αποτελεί και την πλειοψηφία των εγκαταστημένων μονάδων μηχανικής διαλογής ΑΣΑ. Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου επιτρέπει την ενιαία συμβατική συλλογή και μεταφορά των ΑΣΑ ως την μονάδα διαλογής.

Με τις διαδικασίες της μηχανικής διαλογής είναι δυνατόν να επιτευχθούν:

- Ο διαχωρισμός των χρήσιμων υλικών, όπως χαρτί - χαρτόνι, μέταλλα, πλαστικό, γυαλί κλπ, με σκοπό την ανακύκλωσή τους.
- Η εξασφάλιση πρώτης ύλης για παραγωγή εδαφοβελτιωτικού
- Η παραγωγή καύσιμης ύλης με τη μορφή RDF (Refuse Derived Fuel).

- Η βελτίωση των συνθηκών εφαρμογής αποτέφρωσης
- Η μείωση του όγκου των αποβλήτων.

Τα στάδια ενός συστήματος μηχανικής διαλογής είναι:

A) Κατάτμηση: Ο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενος μηχανολογικός εξοπλισμός περιλαμβάνει κρουστικούς θραυστήρες, σφυρόμυλους, περιστροφικούς κόπτες, κυλινδρικούς θραυστήρες, σφαιρόμυλους, τεμαχιστές ογκωδών αντικειμένων κλπ.

B) Ταξινόμηση και διαχωρισμός: Ο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενος μηχανολογικός εξοπλισμός περιλαμβάνει κόσκινα δονούμενα, περιστροφικά, τράπεζες, βαλλιστικούς διαχωριστήρες, αεροδιαχωριστήρες ζικ - ζακ, οριζόντιους, ηλεκτρικούς και μαγνητικούς διαχωριστήρες, αναμίκτες, ομογενοποιητές, επίπλευση κλπ.

Γ) Συμπύεση: Ο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενος μηχανολογικός εξοπλισμός περιλαμβάνει σφαιριδιοποιητές, μπρικετοποιητές, πρέσες κλπ. [Επιτροπή προστασίας περιβάλλοντος 2009 & Ανδρεαδάκης]

Διάθεση ανακυκλωμένων υλικών στην αγορά

Στόχος της ανακύκλωσης είναι η διάθεση των ανακτημένων υλικών στην αγορά. Κατά συνέπεια είναι κατ' αρχήν απαραίτητη η εκτίμηση του κόστους ενός προγράμματος ανακύκλωσης, το οποίο επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες οι κυριότεροι των οποίων είναι:

Τα χαρακτηριστικά των οικιακών απορριμμάτων, όπως ποσότητα, σύνθεση, ομοιογένεια, μεταβλητότητα των ιδιοτήτων τους σε συνάρτηση με το χρόνο και το χώρο κλπ.

Τα χαρακτηριστικά του εφαρμοζόμενου συστήματος:

Η πυκνότητα συλλογής. Πυκνός κάναβος χωροθέτησης των κάδων συλλογής ευνοεί την συμμετοχή των πολιτών αλλά αυξάνει το κόστος.

Η συχνότητα συλλογής. Η απόδοση και το κόστος αυξάνει ανάλογα με την αύξηση της συχνότητας συλλογής. Κατά κανόνα οι βέλτιστες τιμές κυμαίνονται από 0,5 -1 κύκλο ανά εβδομάδα.

Το κόστος μεταφοράς, που συνήθως αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό στο ολικό κόστος ανάκτησης κάποιου υλικού.

Η εικόνα των κάδων. Οι κάδοι πρέπει να είναι καλαίσθητοι, ευδιάκριτοι, εύκολα προσπελάσιμοι, να υπενθυμίζουν με την παρουσία τους χωρίς να προκαλούν.

Το ποσοστό συμμετοχής είναι η παράμετρος εκείνη που ουσιαστικά καθορίζει την τύχη ενός προγράμματος διαλογής στην πηγή. Να υπογραμμιστεί ότι αυτή η μέθοδος ανακύκλωσης εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά από την εθελοντική συμμετοχή των κατοίκων σε αντίθεση με τις άλλες μεθόδους. Αύξηση του ποσοστού συμμετοχής οδηγεί σε μείωση του κόστους ανάκτησης των υλικών. Οι έρευνες έχουν αποδείξει ότι τα κοινωνικά χαρακτηριστικά των κατοίκων (μορφωτικό επίπεδο, οικονομική κατάσταση κλπ) και άλλα χαρακτηριστικά της περιοχής (τύπος κατοικίας κλπ) επηρεάζουν το ποσοστό συμμετοχής που συνήθως κυμαίνεται σε ποσοστά κάτω από 50 %. Έχει φανεί ότι το ποσοστό συμμετοχής και η ποσότητα των συλλεγομένων ΑΣΑ αυξάνουν όσο εντείνονται τα προγράμματα πληροφόρησης.

Σε γενικές γραμμές φαίνεται ότι, με βάση καθαρά οικονομικές θεωρήσεις, η ανακύκλωση δεν μπορεί να δικαιολογηθεί, καθώς δεν μπορεί να διαμορφωθεί μια ελκυστική και ανταγωνιστική τιμή σε σύγκριση με προϊόντα από πρώτη ύλη. Έτσι τα προγράμματα ανακύκλωσης μπορεί να καταστούν βιώσιμα μόνο στα πλαίσια επιδοτούμενων, για περιβαλλοντικούς και οικολογικούς λόγους, πολιτικών και στο βαθμό που εξασφαλίζεται η απαραίτητη θετική (και μεταφραζόμενη σε αποδεκτή οικονομική επιβάρυνση) στάση των καταναλωτών. Αξίζει πάντως να επισημανθεί ότι αν και η ανακύκλωση είναι δικαιολογημένη ως γενική οικολογική αρχή, δεν είναι σωστό να επιβάλλεται αδιακρίτως για κάθε κατηγορία υλικού που βρίσκεται στα απορρίμματα και ανεξάρτητα από το χρηματικό κόστος, το οποίο δεν είναι ανεξάρτητο από την εν γένει προστασία του περιβάλλοντος και από την εν γένει διαφύλαξη των φυσικών πόρων. [Επιτροπή προστασίας περιβάλλοντος 2009 & Ανδρεαδάκης]

5.5.3 Βιολογικές Μέθοδοι Επεξεργασίας

Οι μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας, όπως υποδηλώνει και η ονομασία τους, μπορούν να εφαρμοστούν μόνο σε απόβλητα που επιδέχονται τέτοια επεξεργασία, ήτοι σε βιοαποδομήσιμα ή οργανικά απόβλητα. Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνεται μια μεγάλη ποικιλία αγροτικών αποβλήτων και υπολειμμάτων (κοπριές, φυτικά υπολείμματα καλλιεργειών, απόβλητα εκκοκκιστηρίων βάμβακος, ελαιοπυρήνα κλπ), πολλά στερεά απόβλητα και ιλύες από βιομηχανίες τροφίμων, η ιλύς βιολογικών καθαρισμών αστικών λυμάτων καθώς και το βιοαποδομήσιμο κλάσμα των αστικών αποβλήτων (BAA). Το τελευταίο, υπόκειται περιορισμούς της Οδηγίας για την Υγειονομική Ταφή (1999/31/ΕΕ) που επιβάλουν τη σταδιακή εκτροπή του από τη διάθεση σε Χ.Υ.Τ.Α., από το 2010 έως το 2020 για την Ελλάδα. Όσον αφορά τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα, οι μονάδες βιολογικής επεξεργασίας μπορούν να δεχθούν:

Το βιοαποδομήσιμο κλάσμα μετά από διαλογή στην πηγή, το οποίο μετά από μια αερόβια φάση βιοσταθεροποίησης μπορεί να χαρακτηριστεί ως «κομπόστ» και χαρακτηρίζεται από υψηλή ποιότητα, χαμηλές συγκεντρώσεις ρύπων και πολλές διεξόδους αξιοποίησης (π.χ. ως εδαφοβελτιωτικό, υλικό επικάλυψης λατομείων)

Ένα εμπλουτισμένο σε βιοαποδομήσιμα υλικά κλάσμα, που προέρχεται από εγκαταστάσεις μηχανικής διαλογής. Δεδομένου ότι η μηχανική διαλογή (δηλαδή οι μηχανικοί διαχωρισμοί με χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού όπως κόσκινα, μαγνήτες, κ.λ.π.), εφαρμόζεται σε σύμμεικτα απορρίμματα όπως αυτά έρχονται με τα απορριμματοφόρα, η ποιότητα του εμπλουτισμένου αυτού κλάσματος και κατ' επέκταση του προϊόντος μετά τη βιολογική επεξεργασία, εξαρτάται από τις επιμέρους διεργασίες της μηχανικής διαλογής. Σε κάθε περίπτωση όμως η ποιότητα του τελικού προϊόντος είναι πολύ χαμηλότερη από αυτή του κομπόστ που περιγράφηκε παραπάνω, γι' αυτό και συνήθως αναφέρεται ως υλικό «τύπου κομπόστ». [Γεωργακάκης, 1998]

Οι μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας βασίζονται στην ελεγχόμενη ανάπτυξη και δράση των μικροοργανισμών, οι οποίοι επεξεργάζονται τα βιοαποδομήσιμα απορρίμματα. Σκοπός της βιολογικής επεξεργασίας είναι η εξασφάλιση των κατάλληλων συνθηκών εντός της εγκατάστασης οι οποίες θα ευνοούν το μέγιστο δυνατό ρυθμό αναπαραγωγής των μικροοργανισμών και διάσπασης των αποβλήτων.

Οι βασικές μορφές βιολογικής επεξεργασίας των οργανικών βιοαποδομήσιμων απορριμμάτων είναι (α) η αερόβια επεξεργασία (κομποστοποίηση ή βιολογική ξήρανση) και (β) η αναερόβια χώνευση η οποία μελετάται πιο αναλυτικά στο 4 κεφάλαιο.

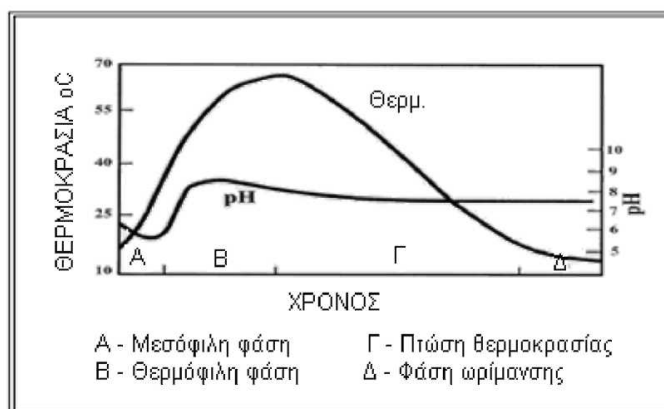
A. Αερόβια επεξεργασία (κομποστοποίηση)

Ο όρος κομποστοποίηση (composting) αναφέρεται στη βιολογική διαδικασία αποδόμησης και σταθεροποίησης οργανικών υλικών υπό ελεγχόμενες συνθήκες (θερμοκρασίας, υγρασίας, αερισμού). Το τελικό προϊόν είναι σταθεροποιημένο και μπορεί να διατεθεί, χωρίς να έχει ανεπιθύμητες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η φράση « αποδομείται βιολογικά » διαφοροποιεί την εν λόγω μέθοδο από τις άλλες μεθόδους διαχείρισης ΣΑ. Ο όρος « οργανικό κλάσμα » έχει να κάνει με τη βιολογική αποδόμηση. Γενικά μόνο τα βιολογικής προέλευσης υλικά να βιοαποδομηθούν. Η φράση « ελεγχόμενες συνθήκες » είναι ίσως η πιο σημαντική από τις φράσεις -κλειδιά, καθότι διαφοροποιεί τη κομποστοποίηση από τη βιολογική αποδόμηση που λαμβάνει χώρα στη φύση και είναι υπεύθυνη για την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων. [Tchobanoglous, 1993 & Λάλας 2007]

Κατά την έναρξη της βίο-οξειδωτικής διαδικασίας παρατηρείται ταχεία άνοδος της θερμοκρασίας. Η ένταση και διάρκεια της φάσης αυτής εξαρτάται από την σύνθεση της οργανικής ύλης και ιδιαίτερα από τα συστατικά εκείνα τα οποία αποτελούν πρόσφορο θρεπτικό υπόστρωμα, όπως είναι για παράδειγμα τα απλά σάκχαρα. Η αποδόμηση κατά την φάση αυτή πραγματοποιείται από θερμοφιλά είδη βακτηρίων, η δράση των οποίων δεν επηρεάζεται από τις υψηλές θερμοκρασίες (>60°C) και τις αυξημένες τιμές του pH (8.0). Η θερμοκρασία στο εσωτερικό του υλικού αυξάνεται ταχύτατα και μέσα σε λίγες μέρες μπορεί να φθάνει μέχρι και τους 70.[Γιδαράκος, 2007]

Οι ενώσεις του αζώτου κατά την θερμοφιλή φάση αποδομούνται σχεδόν πλήρως και ταχύτατα. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην παραγωγή σημαντικών ποσών αμμωνίας που ανεβάζουν τις τιμές του pH σε αρκετά υψηλά επίπεδα. Η εξέλιξη της θερμοκρασίας και του pH παρουσιάζεται στην εικόνα 30. Καθώς μειώνεται η διαθεσιμότητα των εύκολα αποδομήσιμων πηγών άνθρακα, εμφανίζονται θερμοφιλοί μύκητες-ακτινομύκητες, οι οποίοι αποδομούν ημικυτταρίνες και κυτταρίνες. Αντίθετα η λιγνίνη δεν αποδομείται σε θερμοκρασίες άνω των 65°C. Η αποδόμησή της συντελείται αργότερα σε πιο χαμηλές θερμοκρασίες (<50°C), όταν επικρατούν πλέον οι λιγνολυτικοί μύκητες.

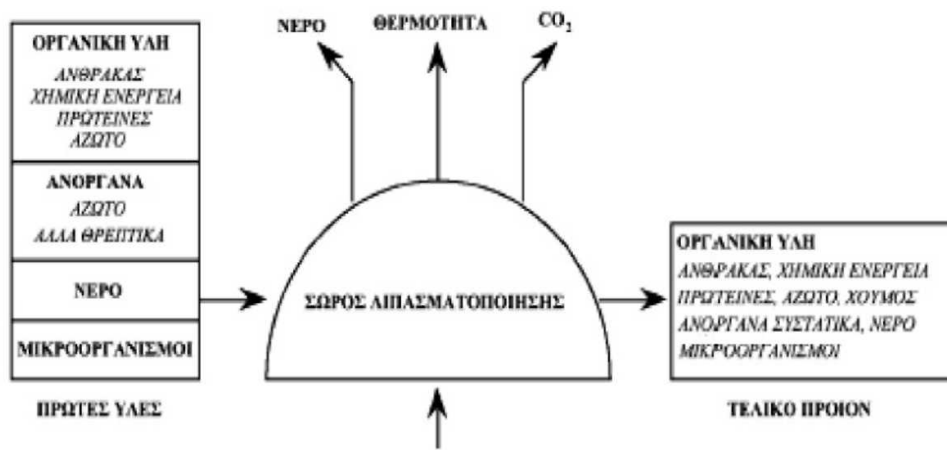


Εικ 'να 29: Τυπική κατανομή θερμοκρασίας και pH κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης [Ζορμπάς, 1999]

Καθώς μειώνεται η θερμοκρασία ακολουθεί ένας δεύτερος κύκλος μικροβιακής δραστηριότητας όπως φαίνεται και στην εικόνα 31, στην οποία επικρατούν οι μεσόφιλοι μικροοργανισμοί, κυρίως μύκητες που βρίσκονται στα επιφανειακά στρώματα, οι οποίοι χρησιμοποιούν την κυτταρίνη που έχει απομείνει από το στάδιο της θερμοφιλής φάσης καθώς και την λιγνίνη. Τα συστατικά αυτά χρησιμοποιούνται με βραδύ ρυθμό και οι παραγόμενες ποσότητες θερμότητας δεν μπορούν να αναπληρώσουν τις απώλειες. Κατά συνέπεια, η θερμοκρασία της διεργασίας εξακολουθεί να μειώνεται.

Με το πέρας της δεύτερης μεσόφιλης φάσης το υλικό έχει πλέον αλλάξει την αρχική του μορφή, δομή και σύσταση. Το επόμενο στάδιο είναι η ωρίμανση του υποστρώματος η οποία είναι μία βίο-οξειδωτική βραδεία διαδικασία, η οποία μπορεί να διαρκέσει και μερικούς μήνες. Η φάση της ωρίμανσης δεν έχει την ένταση των προηγούμενων δύο φάσεων και πραγματοποιείται από μία μικτή μεσόφιλη μικροβιακή χλωρίδα.

Τα τελικά προϊόντα που προκύπτουν από τη διαδικασία της κομποστοποίησης απεικονίζονται στην εικόνα 32 και είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το νερό (H₂O) και η σταθεροποιημένη οργανική ύλη πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία.



Εικ 30 Ισοζύγιο της διεργασίας της κομποστοποίησης [Tchobanoglous, 1993]

B. Μονάδες μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας

Οι συνδυασμένες μονάδες Μηχανικής και Βιολογικής Επεξεργασίας (ΜΒΕ) έχουν τη δυνατότητα επεξεργασίας τόσο σύμμεικτων αστικών στερεών αποβλήτων, όσο και επιλεγμένων ρευμάτων για παραγωγή ανακυκλώσιμων υλικών και ανάλογα με το είδος της εγκατάστασης να δώσουν ως τελικό προϊόν RDF, SRF, compost. Τα τρία στάδια των ΜΒΕ είναι:

Διαχωρισμός υλικών - Μηχανικός διαχωρισμός υλικών

Βιολογική επεξεργασία - Σταθεροποίηση, μείωση του όγκου των αποβλήτων

Παραγωγή προϊόντων - Υλικά επικάλυψης ΧΥΤΑ, SRF, ανακυκλώσιμα

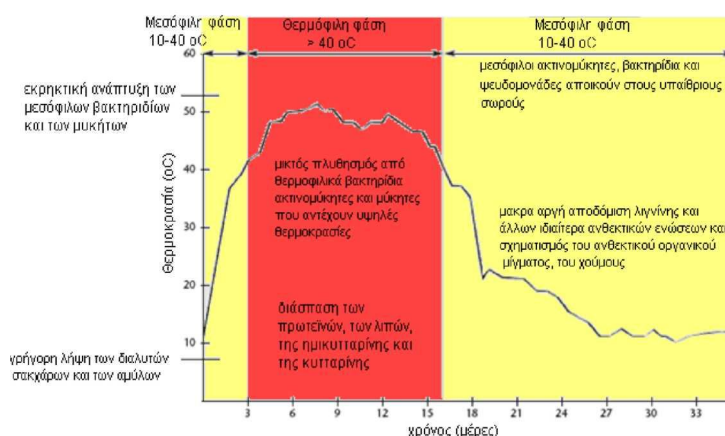
Τύπος Μονάδας	Παραγόμενο προϊόν
Μηχανική επεξεργασία και αερόβια κομποστοποίηση	Ανακυκλώσιμα υλικά (χαρτί κ.α.), RDF, Βιοσταθεροποιημένο υλικό για compost, κάλυψη ΧΥΤΑ ή αποκατάσταση εδαφών
Μηχανική επεξεργασία και αναερόβια χώνευση	Ανακυκλώσιμα, RDF, Βιοαέριο, βιοσταθεροποιημένο απόρριμμα
Μηχανική επεξεργασία Αναερόβια χώνευση	Ανακυκλώσιμα, RDF Βιοαέριο, βιοαέριο
Αερόβια κομποστοποίηση	Υλικό για αποκατάσταση εδαφών
Μηχανική επεξεργασία	Ανακυκλώσιμα (μέταλλα)
Βιολογική ξήρανση	SRF

Πίνακας 6 Τύπος μονάδας επεξεργασίας απορριμμάτων και αντίστοιχο παραγόμενο προϊόν [www.eedsa.gr]

Η βιολογική επεξεργασία όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, δύναται να είναι αερόβια και αναερόβια.

Τα βασικά είδη εγκαταστάσεων μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας και κατά συνέπεια τα παραγόμενα προϊόντα από την επεξεργασία των αποβλήτων συνοψίζονται στον Πίνακα που ακολουθεί:

Στην αγορά υπάρχει σημαντικός αριθμός ΜΒΕ. Αυτά τα συστήματα έχουν αναπτυχθεί περισσότερο από μεθόδους θερμικής επεξεργασίας, όπως είναι η πυρόλυση, η αεριοποίηση, μέθοδοι που βασίζονται στο πλάσμα και άλλα καινοτόμα συστήματα, τα οποία, όπως και η ΜΒΕ, πλασάρονται στην αγορά ως νέες προσεγγίσεις στην επεξεργασία των αποβλήτων. Πιο συγκεκριμένα, διεθνώς λειτουργούν συνολικά 80 μονάδες ΜΒΕ, συνολικής δυναμικότητας 8.500.000 τόνων ετησίως, ενώ στο άμεσο μέλλον αναμένεται η θέση σε λειτουργία ακόμη 43 μονάδων, επιπλέον δυναμικότητας της τάξης των 4.500.00 τόνων ετησίως.



Εικ'να 31 Τα θερμικά στάδια κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης [Ζορμπάς, 1999]

Γ. Βιολογική Ξήρανση

Αποτελεί τεχνική προεπεξεργασίας των ΑΣΑ με στόχο την ενεργειακή αξιοποίησή τους. Ειδικότερα στοχεύει στη μείωση της υγρασίας των ΑΣΑ και κατά επέκταση του όγκου τους, στη διευκόλυνση του μηχανικού διαχωρισμού των άχρηστων υλικών και στην παραγωγή SRF. Με τη μέθοδο αυτή το νερό που βρίσκεται στα απόβλητα απομακρύνεται σε μικρό χρονικό διάστημα με την ανάπτυξη βιοθερμικής ενέργειας. Η πιο σημαντική παράμετρος που επηρεάζει την εφαρμογή της μεθόδου είναι ο βαθμός ομογενοποίησης των αποβλήτων που εισέρχονται στους ξηραντήρες. Οι ξηραντήρες είναι συνήθως είτε κλειστές δεξαμενές εντός βιομηχανικών κτιρίων είτε κουτιά ορθογώνιου σχήματος (bio-boxes) τα οποία είναι αεροστεγώς κλειστά ώστε να αποφεύγονται οι εκπομπές οσμών και άλλων αερίων.

5.5.4 Θερμικές Μέθοδοι Επεξεργασίας

Η θερμική επεξεργασία των ΑΣΑ, τόσο για μείωση του όγκου όσο και για ανάκτηση ενέργειας, αποτελεί ενδιαφέρουσα εφαρμογή στα πλαίσια ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων. Με τη θερμική επεξεργασία γίνεται μετατροπή των στερεών απορριμμάτων σε αέρια και στερεά προϊόντα, ενδεχόμενα δέ και υγρά, με ταυτόχρονη ή επακόλουθη απελευθέρωση θερμικής ενέργειας. Κατά τη θερμική επεξεργασία απαραίτητη διαδικασία είναι η εξάτμιση της υγρασίας των στερεών αποβλήτων [Επιτροπή προστασίας περιβάλλοντος 2009 & Ανδρεαδάκης]

Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στην Κοινή Υπουργική Απόφαση 114218/1997 για την κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων ο σκοπός της θερμικής επεξεργασίας ΣΑ είναι τριπλός:

- Η ελάττωση του όγκου τους. (για την ευκολότερη διαχείριση τους και τη μείωση του αναγκαίου χώρου τελικής διάθεσης αυτών)
- Η μετατροπή τους σε υλικά μη επιβλαβή για την υγεία. (για την προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος)
- Η κατά το δυνατόν εκμετάλλευση της ευρισκόμενης στα απορρίμματα ενέργειας. (για την αξιοποίηση του ενεργειακού τους περιεχομένου και τη μείωση των αναγκών σε μη ανανεώσιμα καύσιμα όπως ο λιγνίτης) [www.elinyae.gr]

Σημασία για την επιτυχημένη εφαρμογή της θερμικής επεξεργασίας έχει η γνώση της σύστασης των ΣΑ και κυρίως της θερμογόνου δύναμής τους. Τα συστήματα θερμικής επεξεργασίας μπορούν να διαχωριστούν ως εξής:

- Αποτέφρωση (καύση)

- Πυρόλυση
- Αεριοποίηση
- Τεχνική πλάσματος

Σε γενικές γραμμές οι βασικές αρχές λειτουργίας και οι προδιαγραφές, που πρέπει να πληρούνται, σε όλες τις εγκαταστάσεις θερμικής επεξεργασίας ΣΑ, είναι κοινές και μεταξύ άλλων περιλαμβάνουν:

- Σταθερές συνθήκες λειτουργίας
- Ευχέρεια προσαρμογής σε απότομες αλλαγές της σύστασης και της ποσότητας τροφοδοσίας
- Ευελιξία προσαρμογής στις βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες διακυμάνσεις της σύνθεσης και της ποσότητας του χρησιμοποιούμενου καυσίμου
- Πλήρης έλεγχος των ρύπων στις εκπομπές
- Μεγιστοποίηση της αξιοποίησης της θερμικής ενέργειας, κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ελαχιστοποίηση του κόστους κατασκευής και λειτουργίας.

	Πυρόλυση	Αεριοποίηση	Αποτέφρωση
Συνθήκες λειτουργίας			
Θερμοκρασία αντίδρασης (°C)	250 – 700	500 – 1600	800 – 1450
Πίεση (bar)	1	1 – 45	1
Ατμόσφαιρα	Αδρανής / Άζωτο	Παράγοντας αεριοποίησης O ₂ , H ₂ O	Αέρας
Στοιχειομετρική αναλογία	0	<1	>1
Προϊόντα			
Αέρια φάση	H ₂ , CO, H ₂ O, N ₂ , υδρογονάνθρακες	H ₂ , CO, CO ₂ , H ₂ O, N ₂ , CH ₄	CO ₂ , H ₂ O, N ₂ , O ₂
Στερεά φάση	Τέφρα, κωκ	Τέφρα, σκωρία	Τέφρα, σκωρία
Υγρή φάση	Έλαια πυρόλυσης και νερό	Μικρή ποσότητα συμπυκνωμένου υγρού	

Πίνακας 7 Τοπικές συνθήκες λειτουργίας και προϊόντων των τριών βασικότερων μεθόδων θερμικής επεξεργασίας ΣΑ (European Commission 2005) [British Columbia, 1996]

Ο πίνακας 7 συνοψίζει τα βασικά χαρακτηριστικά των μεθόδων θερμικής επεξεργασίας, όσον αφορά στις συνθήκες λειτουργίας των αντίστοιχων εγκαταστάσεων και τα προκύπτοντα προϊόντα.

Αποτέφρωση - καύση

Η αποτέφρωση ή πιο κοινά η καύση των στερεών απορριμμάτων ουσιαστικά εκπροσωπεί μια αρκετά παλαιά και διαδεδομένη διεργασία, η οποία περιλαμβάνει την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών, με παρουσία φλόγας, για την οξειδωση των επιμέρους στοιχείων αυτών, δηλαδή την ένωσή τους με το οξυγόνο. Στόχος της εν λόγω διεργασίας είναι η εξάτμιση, η αποσύνθεση και η καταστροφή των οργανικών στοιχείων των απορριμμάτων, παρουσία οξυγόνου (είτε σε στοιχειομετρική αναλογία, είτε σε περίσσεια), καθώς και η ταυτόχρονη μείωση του προς τελική διάθεση όγκου τους. Οι προϋποθέσεις για την επίτευξη πλήρους καύσης των αποβλήτων είναι:

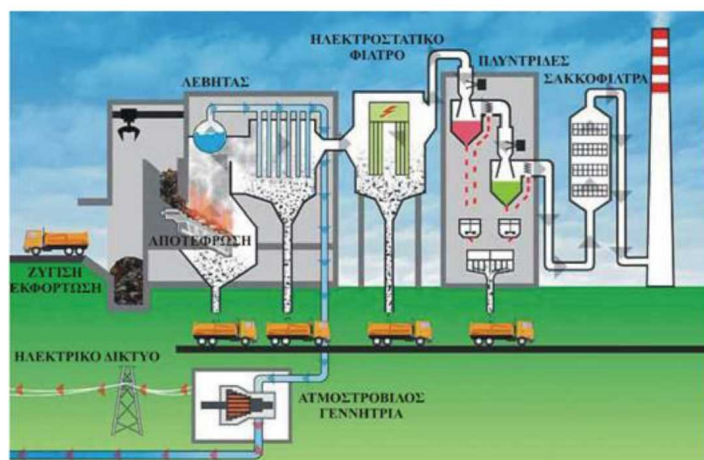
Επαρκής ποσότητα καύσιμου υλικού και οξειδωτικού μέσου (O_2) στην εστία καύσης

Επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας ανάφλεξης >Σωστή αναλογία μίγματος (καύσιμης ύλης - οξυγόνου)

Συνεχής απομάκρυνση των αερίων τα οποία παράγονται κατά την καύση

Συνεχής απομάκρυνση των υπολειμμάτων της καύσης

Κατά την καύση εκτός των τυπικών προϊόντων καύσης (διοξείδιο του άνθρακα, ατμός, μονοξείδιο του άνθρακα) παράγεται ανάλογα με την ποιότητα των αποβλήτων και μια σειρά άλλων ουσιών όπως διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου, υδροχλώριο, υδροφθόριο, πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες κλπ. Επίσης, κατά την καύση των στερεών αποβλήτων παραμένουν στερεά υπολείμματα, τα οποία αντιστοιχούν στο 25-40% του βάρους των εισερχομένων αποβλήτων. Η ποσότητα των υπολειμμάτων εξαρτάται από τη σύνθεση των αποβλήτων και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης. Διακρίνονται σε τέφρα που παράγεται στο χώρο της καύσης (απομακρύνονται μετά την εσχάρα), τέφρα από τους λέβητες (υπολείμματα τα οποία δημιουργούνται στις θερμαντικές επιφάνειες των λεβήτων και συγκεντρώνονται στις χοάνες κάτω από το λέβητα), ιπτάμενη τέφρα και σκόνη που κατακρατείται στα φίλτρα (συγκεντρώνεται στις χοάνες κάτω από τα ηλεκτρόφιλτρα ή σακκόφιλτρα) και υπολείμματα τα οποία παράγονται από τα συστήματα καθαρισμού των αερίων.



Εικ'να 32 Τοπική μονάδα αποτέφρωσης ΣΑ με ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [Λάλας, 2007]

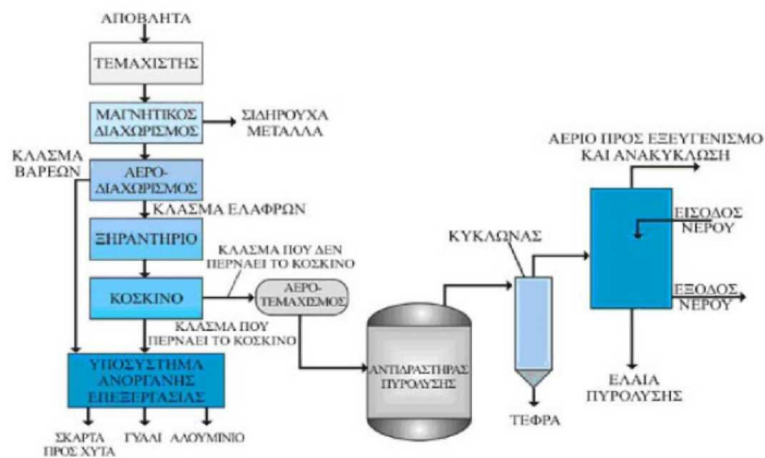
Πυρόλυση

Η πυρόλυση αποτελεί μια σχετικά νέα θερμική διεργασία, η οποία αν και αναπτύχθηκε τα τέλη του 19ου αιώνα, μόλις τα τελευταία 20 - 30 χρόνια άρχισε να εφαρμόζεται στην επεξεργασία ΑΣΑ. Γενικά, δεν αποτελεί μια ιδιαίτερα διαδεδομένη μέθοδο θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ, τουλάχιστον στην Ευρώπη, λόγω της μειωμένης ενεργειακής απόδοσης και οικονομικής βιωσιμότητάς της [Alibardi, 2006]. Παρόλα αυτά, μη Ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Ιαπωνία, διαθέτουν εγκαταστάσεις πυρόλυσης στερεών απορριμμάτων, οι οποίες λειτουργούν αποδοτικά εδώ και πολλά χρόνια, γεγονός το οποίο πιθανότατα οφείλεται στις διαφορές των χαρακτηριστικών των απορριμμάτων τους (π.χ. ως προς το ποσοστό του οργανικού κλάσματος και τη θερμογόνο δύναμή τους), σε σχέση με εκείνα των Ευρωπαϊκών χωρών.

Η πυρόλυση ως θερμική μέθοδος, βασίζεται στο γεγονός ότι οι περισσότερες οργανικές ουσίες είναι θερμικά ασταθείς και κατά τη θέρμανσή τους απουσία οξυγόνου διαχωρίζονται μέσω ενός συνδυασμού θερμικής διάσπασης και συμπύκνωσης σε αέρια, υγρά και στερεά κλάσματα. Η πυρολυτική διεργασία σε αντίθεση με την καύση και την αεριοποίηση είναι ισχυρά ενδόθερμη και για τη διεξαγωγή της απαιτείται εξωτερική πηγή ενέργειας. Βασικές παράμετροι για την εφαρμογή της αποτελούν η σύσταση των στερεών αποβλήτων, η θερμογόνος δύναμή τους, η περιεχόμενη υγρασία κ.λ.π.

Κατά την πυρόλυση των στερεών αποβλήτων, τα προϊόντα που παράγονται είναι:

Αέρια: Αποτελούνται κυρίως από υδρογόνο, μεθάνιο, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα και διάφορα άλλα αέρια, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των στερεών αποβλήτων



Εικόνα 33 Διεργασία πυρόλυσης [Λάλας, 2007]

Υγρά: Το υγρό κλάσμα, είναι ελαιώδες με υψηλή πυκνότητα και ιξώδες και περιέχει απλά καρβοξυλικά οξέα (π.χ. οξικό οξύ), κετόνες (π.χ. ακετόνη), αλκοόλες (π.χ. μεθανόλη) καθώς και σύνθετους οξυγονωμένους υδρογονάνθρακες. Με περαιτέρω επεξεργασία το κλάσμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συνθετικό καύσιμο.

Στερεά: Το στερεό υπόλειμμα περιέχει σχεδόν καθαρό άνθρακα και τυχόν αδρανή υλικά που υπάρχουν στα στερεά απόβλητα.

Σε γενικές γραμμές, η πυρόλυση ενδείκνυται για την επεξεργασία επεξεργασμένων ΑΣΑ (δευτερογενή καύσιμα) και λιγότερο για σύμμεικτα ΑΣΑ, καθώς η εφαρμογή της στην επεξεργασία ετερογενών μειγμάτων δεν έχει ακόμα ωριμάσει στην Ε.Ε. αν και υπάρχει σημαντικός αριθμός ερευνητικών και πιλοτικών προγραμμάτων σε παγκόσμιο επίπεδο.

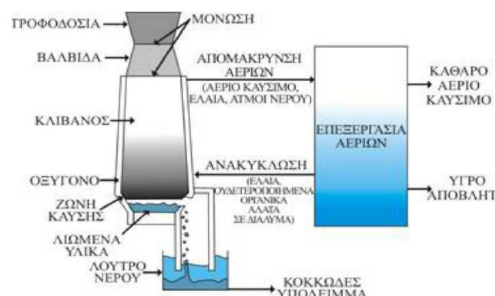
Αεριοποίηση

Η αεριοποίηση αποτελεί επίσης μια σχετικά νέα και μη ευρέως διαδεδομένη, στην Ευρώπη, μέθοδο θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ. Ουσιαστικά περιλαμβάνει την μετατροπή του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων σε ένα μίγμα καύσιμων αερίων, μέσω μερικής οξειδωσης αυτού σε υψηλές θερμοκρασίες (400 έως 1500°C). Στην εικόνα 36 φαίνεται το διάγραμμα ροής σε μια τυπική μονάδα αεριοποίησης. Τα τελικά προϊόντα της αεριοποίησης είναι:

Αέριο (αέριο σύνθεσης - syngas) πλούσιο σε μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και κορεσμένους υδρογονάνθρακες (κυρίως μεθάνιο) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο. Το αέριο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές εσωτερικής καύσης, σε λέβητες θέρμανσης κλπ. Για κάθε τόνο απορριμμάτων παράγονται πλέον των 500kWh ηλεκτρικής ενέργειας και διπλάσια ποσότητα θερμικής ενέργειας.

Στερεό υπόλειμμα κυρίως αδρανές υλικό.

Η διαδικασία καθαρισμού των παραγόμενων αερίων οδηγεί στη δημιουργία μικρών ποσοτήτων υγρών αποβλήτων που χρήζουν κατάλληλης επεξεργασίας.



Εικ 'να 34 Διάγραμμα ροής σε τοπική μονάδα αεριοποίησης [Αλλάς, 2007]

Αεριοποίηση/Υαλοποίηση με την τεχνική πλάσματος

Ο όρος πλάσμα (plasma) περιγράφει κάθε αέριο του οποίου τουλάχιστον ένα ποσοστό των ατόμων ή μορίων του είναι μερικά ή ολικά ιονισμένο. Ο ιονισμός αυτός μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Στην περίπτωση της επεξεργασίας αποβλήτων με την τεχνική του πλάσματος, το αέριο μεταπίπτει στην κατάσταση του πλάσματος συνήθως με τη βοήθεια της θερμότητας που δημιουργείται από ηλεκτρική αντίσταση τόξου στήλης πλάσματος. Το τόξο αυτό βρίσκεται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων (άνοδος και κάθοδος) και αποτελείται από ένα ηλεκτρικά αγωγίμο αέριο, μετατρέποντας έτσι τον ηλεκτρισμό σε θερμότητα. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονται πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνικές θερμικής επεξεργασίας. Πιο συγκεκριμένα, η μέση θερμοκρασία του αερίου μπορεί να υπερβεί τους 6.000 °C. Το αέριο σε κατάσταση πλάσματος, παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερη χημική δραστηριότητα συγκριτικά με τα περισσότερα αέρια σε μεγάλες θερμοκρασίες και πιέσεις και μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε μια ποικιλία χημικών διαδικασιών. Τα πλεονεκτήματα από τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας αυτής προκύπτουν κατά κύριο λόγο από την υψηλή κινητική ενέργεια που χαρακτηρίζει τα ιόντα και τα ηλεκτρόνια του πλάσματος, αλλά και τα άτομα του ουδέτερου αερίου. Η μερική μεταφορά αυτής της ενέργειας στις χημικές ενώσεις κάνει δυνατές χημικές αντιδράσεις, οι οποίες δεν θα μπορούσαν να ενεργοποιηθούν από τις εξώθερμες αντιδράσεις των συμβατικών διαδικασιών καύσης. [Παναρέτου, 2008 & Λοιζίδου, 2006]

Εφαρμόζοντας την τεχνική του πλάσματος, λαμβάνει χώρα η αεριοποίηση / υαλοποίηση του περιεχομένου των εισερχομένων στερεών αποβλήτων. Πιο συγκεκριμένα, υπό την επίδραση των πολύ υψηλών θερμοκρασιών, το οργανικό κλάσμα των αποβλήτων αεριοποιείται και σχηματίζει το αέριο σύνθεσης (μίγμα μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου) και απαέρια. Παράλληλα, το ανόργανο μέρος των αποβλήτων μετατρέπεται σε

τηγμένο υπόλειμμα, το οποίο μετά από ψύξη σχηματίζει ένα σταθερό, αδρανές, υψηλής πυκνότητας υαλώδες υλικό. Τα τελικά προϊόντα από την εφαρμογή της τεχνολογίας του πλάσματος είναι: Το παραγόμενο αέριο σύνθεσης, το οποίο προκύπτει από την πλήρη αεριοποίηση όλων των πτητικών συστατικών (οργανικό μέρος των αποβλήτων) του εισερχόμενου ρεύματος. Το παραπάνω μίγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.

Το υαλώδες μορφής, αδρανές υλικό το οποίο δημιουργείται από την υαλοποίηση του ανόργανου μέρους των επεξεργαζόμενων αποβλήτων. Το υπόλειμμα αυτό είναι ομογενές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κατασκευαστικό υλικό σε διάφορες εφαρμογές (π.χ. κατασκευή δρόμων)

Τα απαέρια, τα οποία ύστερα από κατάλληλα επεξεργασία διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα.

Τα υγρά απόβλητα, τα οποία προκύπτουν από τη διαδικασία καθαρισμού των απαερίων. Ανάλογα με την ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αποβλήτων αυτών, είναι δυνατόν να απαιτείται εγκατάσταση επεξεργασίας τους έτσι ώστε να είναι ασφαλής η τελική τους διάθεση. [Παναρέτου, 2008 & Λοιζίδου, 2006]

5.5.5 Χώροι Υγειονομικής Ταφής

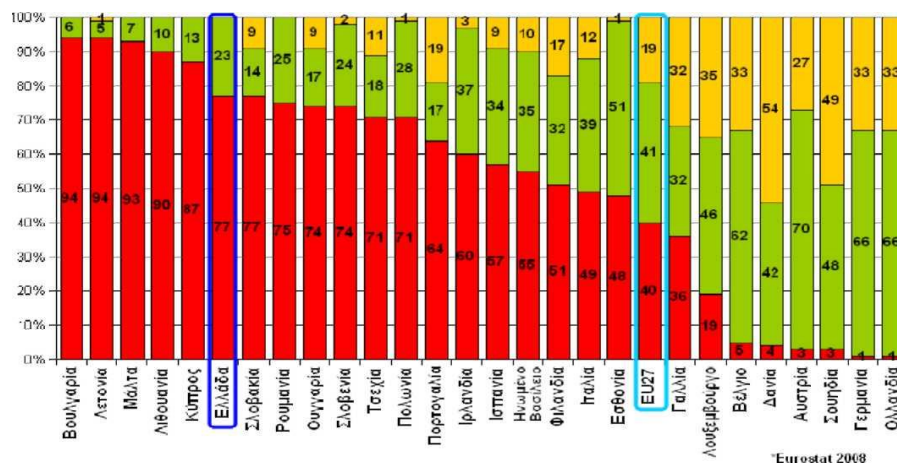
Η Κοινοτική περιβαλλοντική πολιτική εστιάζει στο σχεδιασμό, εγκατάσταση και λειτουργία χώρων ελεγχόμενης απόθεσης των στερεών αποβλήτων -απορριμμάτων, μέσω εφαρμογής της μεθόδου της υγειονομικής ταφής. Όλες οι άλλες μέθοδοι διαχείρισης των στερεών αποβλήτων (θερμικές μέθοδοι, μηχανική διαλογή, βιολογικές μέθοδοι) οδηγούν ανάμεσα σε άλλα, στην παραγωγή καταλοίπων για τα οποία είναι απαραίτητη η τελική διάθεση. Έτσι η υγειονομική ταφή δεν είναι απλά μια εναλλακτική τεχνική διάθεσης στερεών αποβλήτων, αλλά αποτελεί αναπόσπαστο στάδιο της συνολικής διαχείρισής τους. Ένας σύγχρονος χώρος διάθεσης θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί με γνώμονα τη διασφάλιση συνθηκών ευστάθειας, να διαθέτει σύστημα αντιπυρικής προστασίας, δίκτυο απορροής όμβριων υδάτων και σύστημα διαχείρισης των στραγγισμάτων, σύστημα μόνωσης και στεγανοποίησης για την αποφυγή ρύπανσης των υπογείων υδάτων, σύστημα αξιοποίησης του παραγόμενου βιοαερίου και σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης του Χ.Υ.Τ.Α.

5.6 Διαχείριση στερεών αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Τα στατιστικά του έτους 2008 για τη διαχείριση των απορριμμάτων στις χώρες της ΕΕ παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Στην Ευρώπη των 27, το έτος 2008, κάθε κάτοικος παρήγαγε κατά μέσο όρο 524 kg αστικών απορριμμάτων. Η Ελλάδα βρίσκεται χαμηλότερα του μέσου όρου με ετήσια παραγωγή απορριμμάτων ανά κάτοικο της τάξης των 453,00 kg/κάτοικο. Η διαχείριση των απορριμμάτων περιλαμβάνει κυρίως τις ακόλουθες μεθόδους:

α) διάθεση (υγειονομική ταφή), β) θερμική επεξεργασία με παραγωγή ενέργειας (Waste to Energy / WtE), γ) μηχανική ανακύκλωση (και ανακύκλωση στην πηγή) ή κομποστοποίηση. Ο μέσος όρος προτίμησης των Ευρωπαϊκών χωρών στις τεχνολογίες διαχείρισης το έτος 2007 διαμορφώθηκε ως εξής: υγειονομική ταφή 40%, ανακύκλωση και κομποστοποίηση 41%, θερμική επεξεργασία 19%

Στο Σχήμα δίνεται επιπλέον, η έκταση εφαρμογής των διαφορετικών μεθόδων διαχείρισης απορριμμάτων στις χώρες της ΕΕ. Αναλυτικότερα, τα υψηλότερα ποσοστά διάθεσης (υγειονομική ταφή-ΧΥΤΑ) των απορριμμάτων παρουσιάζουν οι χώρες Βουλγαρία (94%), Λιθουανία (94%), Μάλτα (93%) και Πολωνία (90%). Η Ελλάδα χρησιμοποιεί τη μέθοδο της διάθεσης σε ποσοστό 77%, ενώ αξίζει να επισημανθεί πως περιλαμβάνεται και η ανεξέλεγκτη διάθεση σε χωματερές για την οποία πληρώνονται βαρύτατα πρόστιμα. Τα υψηλότερα ποσοστά θερμικής επεξεργασίας (WtE) παρουσιάζουν οι χώρες Δανία (54%), Λουξεμβούργο (35%), Σουηδία (49%), Ολλανδία (33% - στην οποία λειτουργεί και η μεγαλύτερη σε δυναμικότητα μονάδα θερμικής επεξεργασίας απορριμμάτων παγκοσμίως), Γαλλία (32%), Γερμανία (33%) και Βέλγιο (33%). Έξι από τις χώρες τις Ε.Ε. των 27 δεν διαχειρίζονται τα απορρίμματα τους μέσω της θερμικής επεξεργασίας, μεταξύ αυτών και η Ελλάδα.



Εικ. 35 Διάθεση σε ΧΥΤΑ Ανακύκλωση - Κομποστοποίηση Ενεργειακή Αξιοποίηση

5.7 Νομικό πλαίσιο διαχείρισης στερεών αποβλήτων

Στις πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), η εναπόθεση των απορριμμάτων σε χωματερές έχει φθάσει στα όριά της. Αν και εξακολουθεί να αποτελεί ενδεχόμενη λύση σε άλλες περιοχές όπου υπάρχουν ακόμη διαθέσιμες εκτάσεις, τα περιθώρια στενεύουν μακροπρόθεσμα λόγω του κινδύνου μόλυνσης των υδάτων και του εδάφους καθώς και των διαμαρτυριών του ντόπιου πληθυσμού. Η χρήση χωματερών θα εξαρτηθεί από την ύπαρξη χωροταξικών κατάλληλων και σωστά σχεδιασμένων εκτάσεων και από την προεπεξεργασία ορισμένων απορριμμάτων πριν καταλήξουν σε αυτές.

Η καύση των απορριμμάτων (συμπεριλαμβανομένων και των καινοτόμων μεθόδων θερμικής επεξεργασίας) αποτελεί ενδεδειγμένη λύση σε πολλές περιπτώσεις, δεδομένου ότι παρουσιάζει το προτέρημα της ανάκτησης ενέργειας. Ωστόσο, απαιτούνται επενδύσεις για την αποφυγή των εκπομπών τοξικών ουσιών, καθώς και προσεκτικός σχεδιασμός και διαχείριση της εγκατάστασης και επιλογή των χώρων.

Η καλύτερη λύση για τη μείωση του όγκου των απορριμμάτων είναι η ελάττωση της χρήσης υλικών συσκευασίας και η ανακύκλωση. Η ανακύκλωση προσφέρει σημαντικές δυνατότητες μείωσης της ρύπανσης. Κάθε τόνος χαρτιού που παρασκευάζεται από χρησιμοποιημένο χαρτί αντί ξύλου καθιστά δυνατό τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας κατά 1/4 έως 3/5 και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης κατά 75%. Η ανακύκλωση του χαρτιού, του χαρτονιού και του γυαλιού έχει, ως εκ τούτου, πρωταρχική σημασία. Στα κράτη μέλη, η αναλογία ανακυκλωμένου χαρτιού και χαρτονιού κυμαίνεται μεταξύ 28% και 53% (μέσος όρος ΕΕ: 49,6%) και του γυαλιού μεταξύ 21% και 70%.

5.8 Οι κατευθυντήριες γραμμές της κοινοτικής πολιτικής

Στο πλαίσιο της κοινοτικής πολιτικής έχουν καθορισθεί πέντε βασικοί στόχοι:

- Αποφυγή της δημιουργίας αποβλήτων με την προώθηση τεχνολογιών και διαδικασιών που είναι φιλικές προς το περιβάλλον και δημιουργούν λιγότερα απορρίμματα, όπως επίσης με την παραγωγή περιβαλλοντικά ασφαλών και ανακυκλώσιμων προϊόντων.
- Προώθηση της επανεπεξεργασίας, και ιδίως της ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης απορριμμάτων ως πρώτων υλών.
- Βελτίωση της διάθεσης αποβλήτων με την επιβολή αυστηρών ευρωπαϊκών προδιαγραφών στον τομέα του περιβάλλοντος, ιδίως υπό τη μορφή νομοθεσίας.
- Θέσπιση αυστηρότερων διατάξεων για τη μεταφορά επικίνδυνων ουσιών.
- Εξυγίανση των μολυσμένων εκτάσεων.

Οι στόχοι αυτοί θα επιτευχθούν με τη διάθεση των αποβλήτων στην πλησιέστερη εγκατάσταση του τόπου παραγωγής τους. Κάθε κράτος μέλος οφείλει να χαράξει σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων. Κοινά ερευνητικά προγράμματα στοχεύουν στη μείωση των ποσοτήτων μη ανακυκλώσιμων αποβλήτων και στη θέσπιση διαδικασιών για την ανακύκλωση των βιομηχανικών αποβλήτων και των οικιακών απορριμμάτων καθώς και τη χρήση των αποβλήτων στη γεωργία ή στην παραγωγή ενέργειας

5.9 Βασικές νομοθετικές διατάξεις

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία για τους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.) (1999/31/ΕC), η Ελλάδα οφείλει να τροποποιήσει δραστικά το

σύστημα διαχείρισης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων (Α.Σ.Α.) τα επόμενα χρόνια. Επιπλέον η λειτουργία των Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (Χ.Α.Δ.Α.) έπρεπε να σταματήσει μέχρι την 31/12/2008, καθώς από 1/1/2009 η χώρα καλείται να πληρώνει πρόστιμο 34.000 € κάθε μέρα, για κάθε ανεξέλεγκτη χωματερή που χρησιμοποιείται. Επιπλέον, η Ευρωπαϊκή Ένωση, από 1-1-2005 κατήργησε τη χρηματοδότηση των ΧΥΤΑ, ενώ από 1-1-2008 κατήργησε την κατασκευή νέων ΧΥΤΑ και από 1-1-2010, επιβάλλει τη λειτουργία των υφισταμένων έως τότε ΧΥΤΑ, αποκλειστικά ως ΧΥΤΥ (Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων), με υποχρεωτική προηγουμένως την εφαρμογή μεθόδων εναλλακτικής επεξεργασίας απορριμμάτων και με σκοπό την ανάκτηση υλικών και ενέργειας από τα ΑΣΑ σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό.

Η Ελλάδα με πρόθεση να δώσει έμφαση στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας προχώρησε τον Ιούνιο του 2010 στη ψήφιση του νέου Νόμου 3851/2010, για τις ΑΠΕ ο οποίος θα δώσει την ώθηση που απαιτείται στις επενδύσεις σε δημόσιο και ιδιωτικό τομέα προωθώντας την πράσινη ανάπτυξη. Η ενεργειακή αξιοποίηση θα βοηθήσει στον στόχο που έχει τεθεί για την παραγωγή ενέργειας από Α.Π.Ε, καθώς ένα σημαντικό ποσοστό των απορριμμάτων είναι βιοαποδομήσιμο, συνεπώς βιομάζα σύμφωνα και με τον ανωτέρω Νόμο Α.Π.Ε. Επιπλέον θα υπερκαλύψει τις ανάγκες της οδηγίας 99/31 η οποία επιβάλλει σημαντική μείωση του ποσοστού του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των απορριμμάτων που οδηγείται προς υγειονομική ταφή. Δυστυχώς, σήμερα η Ελλάδα θεωρείται από τα τελευταία μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσον αφορά την επίτευξη των προαναφερθέντων στόχων, σε αντίθεση με την πλειονότητα των Ευρωπαϊκών εταίρων της, οι οποίοι έχουν υιοθετήσει σύγχρονες τεχνολογίες διαχείρισης των αποβλήτων τους αντί των ξεπερασμένων Χ.Υ.Τ.Α..

Η Νομοθεσία της ΕΕ για τους ΧΥΤΑ (Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων, 1999/31/ΕΚ), επιβάλλει την ελάττωση της ποσότητας των βιοαποικοδομήσιμων αποβλήτων που καταλήγουν στους ΧΥΤΑ, με αποτέλεσμα οι μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας των σύμμεικτων οικιακών απορριμμάτων, να αποτελέσουν στο μέλλον σημαντική μεθοδολογία στην αντιμετώπιση των ανωτέρω, παρέχοντας άμεση λύση σε ένα οξύτατο πρόβλημα για κυβέρνηση και τοπική αυτοδιοίκηση. Σήμερα έχουν θεσπιστεί ειδικοί όροι και προδιαγραφές για την εγκατάσταση, τη λειτουργία και τον έλεγχο εγκαταστάσεων θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ και άλλων ειδών αποβλήτων (Οδηγία 2000/76/ΕΚ «Για την Αποτέφρωση των Αποβλήτων», ΚΥΑ 22912/1117/2005 «Μέτρα και Όροι για την Πρόληψη και τον Περιορισμό της Ρύπανσης του Περιβάλλοντος από την Αποτέφρωση των Αποβλήτων»), προκειμένου να εξασφαλιστεί η προστασία του περιβάλλοντος από τους αέριους κυρίως ρύπους, που δύναται να παραχθούν κατά τη λειτουργία τους.

Σε όλες σχεδόν τις μεγάλες πόλεις της Ευρώπης εφαρμόζεται με επιτυχία η καύση των οικιακών απορριμμάτων (ακόμη και σύμμεικτων χωρίς διαλογή στη πηγή). Με τη μέθοδο αυτή αφενός μεν παράγεται ατμός και ηλεκτρική ενέργεια, αφετέρου δε μειώνεται κατά 70-80% το βάρος των απορριμμάτων (και κατά 90% ο όγκος τους).

Ειδικότερα, η Ευρωπαϊκή Ένωση, μέσω των οδηγιών που εκδίδει για τα κράτη μέλη της, προάγει έμμεσα την εφαρμογή των μεθόδων θερμικής επεξεργασίας, ως έναν αποτελεσματικό τρόπο μείωσης των ποσοτήτων και των κλασμάτων των ΑΣΑ, που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής με στόχο την άμβλυση του υφιστάμενου ενεργειακού προβλήματος, μέσω της αξιοποίησης του θερμικού περιεχομένου των απορριμμάτων για την παραγωγή θερμότητας και/ή ηλεκτρικής ενέργειας.

6ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

6.1 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας

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

1. Η αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Η βιομάζα δεν συνεισφέρει στην αύξηση της συγκέντρωσης του ρύπου αυτού στην ατμόσφαιρα γιατί, ενώ κατά την καύση της παράγεται CO_2 , κατά την παραγωγή της και μέσω της φωτοσύνθεσης επαναδεσμεύονται σημαντικές ποσότητες αυτού του ρύπου.
2. Η αποφυγή της επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας με το διοξείδιο του θείου (SO_2) που παράγεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων και συντελεί στο φαινόμενο της όξινης βροχής. Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πρακτικά αμελητέα.
3. Η μείωση της ενεργειακής εξάρτησης, που είναι αποτέλεσμα της εισαγωγής καυσίμων από τρίτες χώρες, με αντίστοιχη εξοικονόμηση συναλλάγματος.
4. Η εξασφάλιση εργασίας και η συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών στις παραμεθόριες και τις άλλες γεωργικές περιοχές, συμβάλλει δηλαδή η βιομάζα στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.

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

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

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

6.2 Οικονομικές επιπτώσεις

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

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

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

6.3 Κοινωνικές επιπτώσεις

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

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

6.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Κατά τη χρήση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας παρουσιάζονται διάφορα προβλήματα, τα οποία είναι διαφορετικά ανάλογα με το είδος της βιομάζας. Παρουσιάζονται επίσης περιβαλλοντικά οφέλη σε σχέση με τη χρησιμοποίηση συμβατικών καυσίμων για παραγωγή ενέργειας.

Κατά τη δημιουργία της βιομάζας απορροφάται διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, με συνέπεια τη μείωση της συγκέντρωσής του και τη μείωση της επίτασης του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Είδος	Άνθρακας (TN/στρ. ετησίως)
- Ορθολογικής εκμετάλλευσης δάση εύκρατων ζωνών	0,36
- Φυσικές δασώδεις εκτάσεις εύκρατων ζωνών	
- Αγρο-δασικά τροπικά συστήματα	0,12
- Τροπικά δάση ορθολογικής διαχείρισης	0,10
- Τροπικές φυτείες βιομηχανικής εκμετάλλευσης	0,70
- Φυσικές τροπικές δασώδεις εκτάσεις	0,20

Πίνακας 8 Απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα από διάφορες δασικές εκτάσεις.

Η καύση της βιομάζας συνεπάγεται έκλυση CO₂. Θεωρείται όμως ότι η βιομάζα έχει ουδέτερη επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς η έκλυση CO₂ αντισταθμίζεται με την απορρόφησή του κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης για τη δημιουργία ισόποσης βιομάζας. Λόγω του ότι η συγκέντρωση του θείου στη βιομάζα είναι μικρότερη απ' ότι στα ορυκτά καύσιμα, η έκλυση SO₂ κατά την καύση της είναι μικρότερη. Συνεπώς η καύση της βιομάζας έχει μικρότερη επίπτωση στο φαινόμενο της όξινης βροχής απ' ότι τα ορυκτά καύσιμα.

Κατά την καύση της βιομάζας στα περισσότερα συστήματα επιτυγχάνονται χαμηλές αποδόσεις. Έτσι δημιουργούνται σημαντικές θερμικές απώλειες στο περιβάλλον και συνεπώς προκαλείται θερμική ρύπανση. Ταυτόχρονα εκλύονται σωματίδια, CO και πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες. Θετικό στοιχείο στην καύση της βιομάζας είναι το μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και το ότι δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επίσης, η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.

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

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

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

Συμπερασματικά η χρήση της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς έχει θετικές αλλά και αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον παρόλα αυτά, είναι απαραίτητη για την σύσταση του ενεργειακού μίγματος της χώρας μας καθώς πρόκειται για μία φυσικής προέλευσης, ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και έχει σαφώς λιγότερο σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

7ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Προοπτικές της βιομάζας- Συμπεράσματα

7.1 Προοπτικές της βιομάζας

Όλες οι εκπομπές των εργοστασίων WtE διατηρούνται σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα από τα συστήματα αντιρρύπανσης και ελέγχονται συνεχώς, ενώ δεν υπάρχουν διαρροές στο υπέδαφος ούτε μετακύλιση της περιβαλλοντικής και υγειονομικής επιβάρυνσης στις επόμενες γενιές όπως στους ΧΥΤΑ. Επιπλέον, το μεγαλύτερο τμήμα της τέφρας που προκύπτει από την θερμική επεξεργασία (τέφρα πυθμένα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κατασκευαστικά έργα (εφόσον θεωρείται αδρανές/σταθεροποιημένο υλικό το οποίο σήμερα χρησιμοποιείται σε κατασκευές δρόμων και πεζοδρομίων, δομικό υλικό κ.λ.π.), και το υπόλοιπο πολύ μικρό ποσοστό (ιπτάμενη τέφρα) να ενταφιαστεί (μετά από φυσικοχημική σταθεροποίηση-στερεοποίηση) σε Χ.Υ.Τ.Υ. (Χώρο Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων), συνεισφέροντας με τον πιο αποδοτικό τρόπο και στην υλοποίηση της πολιτικής μηδενικών αποβλήτων (Zero-Waste).

Οι προκύπτουσες, κατά την θερμική επεξεργασία, εκπομπές τοξικών συστατικών (διοξίνες, φουράνια, βαρέα μέταλλα, κ.λπ.), ελέγχονται πλήρως από τα υπερσύγχρονα συστήματα χημικού καθαρισμού των αερίων, σε επίπεδα αρκετά χαμηλότερα από τα όρια των Οδηγιών της Ε.Ε. (ενδεικτικά οι διοξίνες στις Ευρωπαϊκές WTE μονάδες ανέρχονται σε ποσοστό 1-10% των ορίων της Οδηγίας 2000/76/Ε.Ε.). Όσον αφορά τις διοξίνες ενδεικτικά αναφέρονται τα παρακάτω στοιχεία:

Στην Ευρώπη η συνεισφορά των εγκαταστάσεων θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ σε διοξίνες είναι λιγότερο από 1% της συνολικής παραγωγής διοξινών από όλες τις βιομηχανικές και μη δραστηριότητες.

Στη Γερμανία από τη λειτουργία 72 μονάδων το 2005 η συνολική ποσότητα διοξινών είναι μόλις 0,5 γρ. (0,7% της ολικής παραγωγής διοξινών της χώρας) σύμφωνα με το Γερμανικό Υπουργείο Περιβάλλοντος .

Σύμφωνα με νεώτερα δε στοιχεία στην περιοχή της Θεσσαλονίκης, η ανεξέλεγκτη φωτιά από τον ΧΥΤΑ της Θεσσαλονίκης, στους Ταγαράδες, το καλοκαίρι του 2006 παρήγαγε 3 γραμμάρια τοξικών διοξινών κάθε μέρα. Συγκριτικά, 88 εργοστάσια ενεργειακής αξιοποίησης απορριμμάτων της Αμερικής (Waste to Energy/WTE), τα οποία χειρίζονται τριάντα εκατομμύρια τόνους (30.000.000 ton.) ΑΣΑ , παράγουν λιγότερο από δέκα γραμμάρια διοξινών συνολικά σε 365 ημέρες.

Όσον αφορά τη διαχείριση απορριμμάτων, η Ελλάδα έχει την ευκαιρία να μεταβάλλει την θέση της στην Ευρωπαϊκή Ένωση και να προωθηθεί από την προτελευταία θέση στην ιεράρχηση των εφαρμοζόμενων τεχνικών που είναι τώρα, μεταξύ των πρώτων. Η λειτουργία

οποιοδήποτε νέου ΧΥΤΑ πλέον αποτελεί προσωρινή λύση μέχρι την κατασκευή υπερσύγχρονων μονάδων θερμικής επεξεργασίας απορριμμάτων με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας / WTE. Όπως αναφέρθηκε, η ανακύκλωση αποτελεί αποτελεσματική μέθοδο μόνο όταν γίνεται σε συνδυασμό με τη διαλογή απορριμμάτων στην πηγή, ενώ από τις πρακτικές που εφαρμόζονται στις χώρες της ΕΕ, η ενεργειακή αξιοποίηση μπορεί να συνδυαστεί άμεσα με την ανακύκλωση των απορριμμάτων. Η τεχνολογία της θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας, σε συνεργασία με την ανακύκλωση στην πηγή, αποτελεί την πλέον ορθολογική και μόνη ολοκληρωμένη και δοκιμασμένη τελική λύση διαχείρισης απορριμμάτων, με εφαρμογή σε 800 μονάδες παγκοσμίως, σε χώρες με τα υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης (Ελβετία, Σουηδία, Ολλανδία, Βέλγιο, Δανία, Γαλλία, Γερμανία, Αυστρία, κ.α., χώρες δηλαδή με ιδιαίτερη περιβαλλοντική ευαισθησία). Επιπλέον, μια σύγχρονη μονάδα WTE μειώνει την εξάρτηση από την εξόρυξη άνθρακα ή τις εισαγωγές πετρελαίου. Αυτή τη στιγμή, τριάντα εκατομμύρια μετρικοί τόνοι ΔΣΑ αποτεφρώνονται ετησίως στις αμερικανικές εγκαταστάσεις, παράγοντας έτσι είκοσι δισεκατομμύρια kWh. Αυτό είναι ισοδύναμο με μια αποταμίευση σχεδόν σαράντα εκατομμυρίων βαρελιών πετρελαίου ετησίως. Παράλληλα, οι σύγχρονες εγκαταστάσεις WTE μπορούν να ανακτήσουν τα περισσότερα από τα σιδηρούχα μέταλλα που περιέχονται στα ΑΣΑ και μερικά από τα μη σιδηρούχα μέταλλα, ενώ εκπέμπουν λιγότερο από 15 γραμμάρια TEQ διοξινών και φουρανίων ετησίως. Τέτοιες εκπομπές έχουν μειωθεί δραστικά την τελευταία δεκαετία λόγω της εγκατάστασης συστημάτων ελέγχου απαερίων, που υπερτερούν των περισσότερων εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας με καύση άνθρακα. Συνοψίζοντας, γίνεται φάνερο ότι η αποτέφρωση σύμμεικτων απορριμμάτων με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας και ανάκτηση μετάλλων είναι, σε συνεργασία με την ανακύκλωση στην πηγή, μια εναλλακτική τελική (και όχι προσωρινή) λύση διαχείρισης έναντι της ταφής και όλων των άλλων μεθόδων επεξεργασίας που παράγουν ενδιάμεσα δευτερογενή καύσιμα και κομπόστ χωρίς καμία εμπορική αξία. Επιπλέον, η συνεισφορά από την εφαρμογή μιας τέτοιας μεθόδου στο ενεργειακό ισοζύγιο μιας περιοχής είναι αρκετά σημαντική και απαραίτητη, ειδικά σε περιόδους αιχμής, με το πλεονέκτημα ότι η ενέργεια αυτή παράγεται από μια Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (Α.Π.Ε.), τα απορρίμματα.

7.2 Συμπεράσματα

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

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

Η δυνατότητα υλοποίησης και η βιωσιμότητα οποιουδήποτε έργου ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας εξαρτώνται, κατά πρώτον, από τα είδη βιομάζας (κλαδοδέματα, άχυρο, υπολείμματα υλοτομιών, ελαιοπυρήνας, κλπ), τη διαθεσιμότητα τους και τη δυνατότητα πρόσβασης στις απαιτούμενες ποσότητες (τεχνικά διαθέσιμο δυναμικό βιομάζας) σε τοπικό επίπεδο και στην εξασφάλιση της (συλλογή, μεταφορά, πιθανή προεργασία) σε προσιτές τιμές (τεχνικά και οικονομικά διαθέσιμο δυναμικό βιομάζας).

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

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

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

Τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι τα βιοκαύσιμα αποτελούν μια διέξοδο που θα δώσει λύση σε πολλά ενεργειακά προβλήματα ιδιαίτερα της χώρας μας που παρουσιάζει έντονη εξάρτηση από τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες. Ταυτόχρονα η

καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης απέδειξε ότι τόσο τα δασικά υπολείμματα που μένουν στο δάσος, όχι μόνο δεν αξιοποιούνται αλλά ταυτόχρονα δημιουργούν πολύ συχνά πρόσθετους κινδύνους για την ανάφλεξη τους και την πρόκληση πυρκαγιάς στο δάσος.

Από την άλλη πλευρά τα γεωργικά υπολείμματα των φυτών που κατά κύριο λόγο αποξυλώνονται ώστε να έχουν και μειωμένη υγρασία παρουσιάζονται με μεγάλες ποσότητες που τελικά παραμένουν στο χωράφι και δημιουργούν επίσης προβλήματα κατά κύριο λόγο στην άροση του χωραφιού. Ταυτόχρονα τα υπολείμματα αυτά είναι από ότι αποδείχθηκε και κατά τη διάρκεια της μελέτης αυτής εύκολη και με μικρό κόστος η συλλογή τους.

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

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

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

Βιβλιογραφία

1. «Παραγωγή ενέργειας από Βιομάζα». Οικονομική και πολιτική προσέγγιση». Μελέτη του ΟΟΣΑ, ΕΛΚΕΠΑ, Αθήνα 1989.
2. Μ. Αποστολάκη, Σ. Κυρίτση, Χ. Σούτερ «Το ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας γεωργικών και δασικών προϊόντων-Έρευνα στον Ελληνικό χώρο», ΕΛΚΕΠΑ, Αθήνα 1987.
3. Π. Χαρώνη «Βιοαέρια και ενέργεια από βιομάζα» εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 1989.
4. Κέντρο Προγραμματισμού και οικονομικών ερευνών. Ομάδα εργασίας επιστημόνων Πανεπιστημίου Πατρών «Θέματα προγραμματισμού 38 - Δυνατότητες και προοπτικές για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα», Αθήνα 1988.
5. M. Cross (editor) «Grow your own energy» A new Scientist guide, Basil Blackwell and new Scientist, 1984.
6. C.Y. Wereko-Brobby, E.B. Hagen «Biomass conversion and Technology» J. Wiley and Sons, 1996.
7. J. Twidell, T. Weir «Renewable energy resources» E & FN SPON, London 1986.
8. Πιέρ Σάμουελ «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου» Εναλλακτικές εκδόσεις, Αθήνα, 1992.
9. Griffin Shay «Diesel fuel from vegetable oils : Status and opportunities» Biomass and Bioenergy, vol.4, No4, p.227-242, 1993.
10. Θ. Ανθοπούλου «Ελαιούχοι σπόροι. Εναλλακτική πηγή ενέργειας και πρόσθετο εισόδημα για τους αγρότες» Οικονομικός Ταχυδρόμος, 3-8-95, σελ.70-71.
11. A.H. Shamsuddin «Palm oil products and wastes as alternative energy sources» International Energy Journal, vol.11, No2, 1989, p.25-33.
12. Ν.2601/98, ΦΕΚ 81, 15-4-1998 περί «Ενισχύσεων ιδιωτικών επενδύσεων για την Οικονομική και περιφερειακή Ανάπτυξη της χώρας».
13. ΠΕΠ 94-99, Υπουργείο Γεωργίας, Διεύθυνση Φυτικής Παραγωγής, «Αξιοποίηση Η.Μ.Ε. για τη βελτίωση της ποιότητας των κηπευτικών και ανθοκομικών προϊόντων».
14. Π. Βουρδουμπά, Γ. Βουρδουμπά «Περιγραφή και χαρακτηριστικά ενός ανθοκηπίου στη Κρήτη που καλύπτει όλες σχεδόν τις ενεργειακές του ανάγκες με βιομάζα, 5ο Εθνικό συνέδριο για τις Η.Μ.Ε. Αθήνα, 6-8/11/96, τόμος Β΄, σελ.249-258.

15. Case study : Dow Corning Corporation Biomass Cogeneration plant. Στο Internet, [http : //solstice.crest.org/renewables/dc-cogen/index.html](http://solstice.crest.org/renewables/dc-cogen/index.html)
16. P. Holmgard, H. Mosbech «Use of Biomass in Denmark».
17. H.T.L. Stewart, E. Allender, P. Sandell, P. Kube «Irrigation of tree plantations with recycled water-research developments and case studies» Austr. Forr., 1986, 49, (2), 81-88.
18. H.T.L. Stewart, G.R. Salmon «Irrigation of tree plantations with recycled water-some economic analysis» Aust. Fott., 1986, 49, (2), 89-96.
19. Στοιχεία για το επιχειρησιακό πρόγραμμα ενέργειας, Υπουργείο Ανάπτυξης 1997.
20. Γ. Βουρδουμπάς «Το ενεργειακό πρόβλημα της Κρήτης και οι Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας» Χανιά, 1998.
21. Γ. Βουρδουμπάς, Γ. Καλιακάτσος, Π. Κεφάλας, Γ. Καζάκης, Σ. Ντούλης, Χ. Κοτσιφάκη «Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων για άρδευση ενεργειακών φυτειών». Παρουσιάστηκε στο συνέδριο «Η εφαρμογή των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας-Εθνικές προτεραιότητες και Ευρωπαϊκή στρατηγική» Αθήνα 30/11-2/12, 1998, Ευγενίδειο ίδρυμα.
22. Γ. Βουρδουμπάς «Δυνατότητες συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού από πυρηνόξυλο σε πυρηνελαιουργείο». Παρουσιάστηκε στο συνέδριο «Η εφαρμογή των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας-Εθνικές προτεραιότητες και Ευρωπαϊκή στρατηγική» Αθήνα 30/11-2/12, 1998, Ευγενίδειο ίδρυμα.
23. C. Sooter, P. Choudalis, I. Boukis, «Μονάδα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού στα Εκκοκκιστήρια βάμβακος ΔΑΥΛΕΙΑΣ ΑΕΒΕ» στο συνέδριο «Cogeneration of heat and power» Αθήνα 3-5/11/1993, σελ.426-439.
24. Ν.2244/94.
25. Υπ. Απόφαση 8295/95.
26. White paper for a community strategy and action plan for the renewable sources of energy-European-commission report.
27. G. Maschio, A. Lucchesi «Θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας. Βασική και τεχνολογική μελέτη της πυρόλυσης της βιομάζας». Πρακτικά 2ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1985) σελ.Β10 1-8.

28. Κ.Π. Πανέτσος, Α.Β. Σκαλτσογιάννης «Παραγωγή βιομάζας από φυτείες κλώνων λεύκης μικρού περιόδου χρόνου». Πρακτικά 2ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1985) σελ.ΒΙΟ 23-32.
29. Ι. Στάμου «Αλατούχα εδάφη : Μια ρεαλιστική προοπτική για ενεργειακές φυτείες στην Ελλάδα». Πρακτικά 2ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1985) σελ.103-106.
30. Γ. Αργυρόπουλος «Αξιοποίηση γεωργικών υπολειμμάτων στη παραγωγή Ασβέστη». Πρακτικά 2ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1985) σελ.ΒΙΟ 63-70.
31. Δ. Γεωργιακάκης, Σ. Ξενικός, Σ. Κυρίτσης «Βελτιστοποίηση της απόδοσης των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας σε κτηνοτροφικές μονάδες». Πρακτικά 2ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1985) σελ. ΒΙΟ 47-54.
32. Ε.Γ. Κούκιος, Δ. Οικονομίδης, Θ. Τσούτσος, Δ. Κέκος «Παραγωγή ενεργειακής αλκοόλης από αγροτικά παραπροϊόντα. Ολοκληρωμένη τεχνοοικονομική αντιμετώπιση». Πρακτικά 2ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1985) σελ.ΒΙΟ 95-102.
33. Γ. Βουρδουμπά «Το ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας στη Κρήτη». Πρακτικά 4ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1992) σελ.ΒΙΟ 36-41.
34. Γ. Βουρδουμπά «Χρησιμοποίηση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων για άρδευση ενεργειακών φυτειών. Η περίπτωση των Χανίων». Πρακτικά 4ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1992) σελ.ΒΙΟ 42-47.
35. Γ. Βουρδουμπά «Δημιουργία ενεργειακών φυτειών στη Κρήτη. Η αξιοποίηση του χαρουπιού για παραγωγή αιθανόλης». Πρακτικά 4ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1992) σελ.ΒΙΟ 48-53.
36. Δ. Καλφόγλου «Η εκμετάλλευση του βιοαερίου από στερεά απορρίμματα και η προστασία του περιβάλλοντος». Πρακτικά 4ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1992) σελ.ΒΙΟ 66-72.
37. Θ. Γέμτου,Θ. Τσικίρογλου «Η οικονομικότητα και το ενεργειακό ισοζύγιο μιας μεθόδου συγκομιδής στελεχών βαμβακιού για παραγωγή ενέργειας με καύση». Πρακτικά 4ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1992) σελ.Β10 54-65.
38. Σ. Παντελιού, Β. Μπελεσιώτης, Γ. Κούκος, Κ. Μπάρλας. «Καταγραφή βιομάζας στην Ελλάδα». Πρακτικά 4ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1992) σελ.ΒΙΟ 81-88.

39. Ε. Κούκιος, Δ. Κουλλάς «Η αξιοποίηση της βιομάζας στο μεταίχμιο Γεωργίας, Βιομηχανίας, Περιβάλλοντος και ενέργειας. Ευρωπαϊκές προοπτικές και Ελληνικές δυνατότητες». Πρακτικά 4ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1992) σελ.ΒΙΟ 73-80.
40. Θ. Τσούτσος, Λ. Πυργιώτης, Β. Μαυρατζάς, Ε. Κούκιος «Διαχείριση ενεργειακών πόρων στην Απείρανθο Νάξου. Η περίπτωση της Βιομάζας». Πρακτικά 3ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1988) σελ.ΒΙΟ 1-10.
41. Κ. Πανέτσος «Παραγωγή βιομάζας από φυτείες ταχυαυξών δασοπονικών ειδών». Πρακτικά 3ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1988) σελ.ΒΙΟ 29-36.
42. Π. Χρυστακόπουλος, Δ. Κουλλάς, Δ. Κέκκος, Ε. Κούκιος, Β. Μακρής «Απ'ευθείας μικροβιακή μετατροπή προκατεργασμένου αχύρου σε αιθανόλη». Πρακτικά 3ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1988) σελ.ΒΙΟ 45-52.
43. Α. Ζαμπανιώτου, Α. Καραμπέλας, Κ. Λάππας «Μια νέα επιδεικτική μονάδα πυρόλυσης βιομάζας». Πρακτικά 5ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1996) σελ.ΒΙΟ 223-232.
44. Γ. Βουρδουμπάς «Ενεργειακή ανάλυση πυρηνολιουργείου». Πρακτικά 5ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1996) σελ.245-248.
45. Ν. Διαμαντίδης, Σ. Αρβελάκης, Ε. Κούκιος «Αποτίμηση εξωτερικού κόστους παραγωγής Ηλεκτρισμού από βιομάζα σε Ελληνικές συνθήκες». Πρακτικά 5ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1996) σελ. 259-268.
46. Γ. Φίλτρης «Αποτελέσματα του Αστικού ενεργειακού προγραμματισμού για το Νομό Μαγνησίας». Πρακτικά 5ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1996) σελ. 330-339.
47. Α. Σκορδίλη «Τα γεωργικά υπολείμματα ως καύσιμη ύλη. Η μονάδα παραγωγής ασβέστη στα Τρίκαλα». Πρακτικά 4ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1992) σελ. ΒΙΟ 26-30α.
48. Δ. Διακουλάκη, Ν. Κουμούτσος «Δυνατότητες ενεργειακής αξιοποίησης των οικιακών απορριμμάτων στην Ελλάδα» Πρακτικά 2ου Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1985) σελ. ΑΞΑ 1-8.
49. Πρόταση εθνικής πολιτικής για τις Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας, Greenpeace, Αθήνα 1998.