



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

**Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών –
Τμήμα Μηχανολογίας**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΝΟ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ
ΦΥΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΣΥΣΣΩΜΑΤΩΜΑΤΩΝ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΠΕΛΛΕΤ**



Φοιτήτρια

Παπαδάκη Ευδοξία

Επιβλέπων

Μανιός Θρασύβουλος

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο «Διαχειριστικό Πλάνο Συλλογής και συγκέντρωσης Φυτικών Υπολειμμάτων για την παραγωγή συσσωματωμάτων βιομάζας pellet» πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια πτυχιακής εργασίας της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του τμήματος Μηχανολογίας. Η συγκεκριμένη εργασία στηρίζεται σε έργο υλοποίησης παραγωγής μονάδας βιομάζας στον Δήμο Φαιστού, στον νομό Ηρακλείου Κρήτης στα πλαίσια του έργου “Ανάπτυξη Συστήματος Παραγωγής και Αξιοποίησης Ξυλώδους Βιομάζας για τη Θέρμανση Δημοτικών Κτηρίων” όπου το ΤΕΙ Κρήτης αποτελεί ένα από τους Εταίρους.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Θρασύβουλο Μανιό, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Τεχνολογίας Γεωπονίας του ΤΕΙ Κρήτης, υπεύθυνο του Εργαστηρίου Διαχείρισης και Επεξεργασίας Στερεών Υπολειμμάτων και Υγρών Αποβλήτων, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε για την εκπλήρωση της παρούσας εργασίας.

Στην συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω όλο το προσωπικό του Εργαστηρίου Διαχείρισης και Επεξεργασίας Στερεών Υπολειμμάτων και Υγρών Αποβλήτων, του Τμήματος Τεχνολογίας Γεωπονίας για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθώς και για την καθοδήγηση τους κατά την διεξαγωγή της εργασίας μου σε θέματα τα οποία αφορούν καλλιέργειες και τα υπολείμματα τους. Συγκεκριμένα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Μαραγκάκη Αγγελική για την συνεχή καθοδήγησή της κατά την διάρκεια της συνεργασίας μας, τον κ. Μανιό Βασίλειο και τον κ. Σαμπαθιανάκη Γιάννη για την καθοδήγηση τους στις εκτιμήσεις και παραδοχές που γίνανε για τα γεωργικά υπολείμματα και τις καλλιέργειες ώστε να προκύψουν ορθά αποτελέσματα.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να παραλείψω τους δικούς μου ανθρώπους για τη βοήθεια και εμπύχωση τους όλη αυτή την περίοδο, αλλά κυρίως τους γονείς μου που με στηρίζουν σε όλα μου τα βήματα.

αφιερώνεται

στους γονείς μου & στον αδερφό μου ...

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι Δήμοι σε όλη την Ελλάδα πληρώνουν δεκάδες χιλιάδες ευρώ ετησίως για το κλάδεμα και καθαρισμό κήπων, πάρκων και δεντροστοιχειών. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα υλικά αυτά οδηγούνται στην ταφή μαζί με τα υπόλοιπα αστικά στερεά απόβλητα, με σημαντική οικονομική επιβάρυνση για τον κάθε Δήμο. Τα τελευταία χρόνια όλο και ενισχύεται η αξιοποίηση των ξυλόδων υπολειμμάτων που παράγονται από την αστική και γεωργική δραστηριότητα και συγκεκριμένα τα υπολείμματα από δημόσια πάρκα και δεντροστοιχίες, ιδιωτικούς κήπους, από το κλάδεμα της ελιάς και του αμπελιού κοκ. με την μετατροπή σε στερεό βιοκαύσιμο (pellets) για τη θέρμανση. Σημαντικό ρόλο στην αξιοποίηση των υπολειμμάτων παίζει ο τρόπος διαχείρισης και συγκέντρωσης των υπολειμμάτων αυτών ώστε να είναι βιώσιμη η διαδικασία παραγωγής pellets.

Η αξιοποίηση της βιομάζας προϋποθέτει συγκέντρωσή της σε σημεία όπου θα εγκατασταθούν μονάδες μετατροπής της σε συσσωματώματα βιομάζας (pellets). Η θέση όπου θα ιδρυθούν οι μονάδες πρέπει να εξασφαλίζει επάρκεια πρώτης ύλης σε απόσταση που να εξασφαλίζει χαμηλό κόστος μεταφοράς. Τοποθέτηση της παραγόμενης βιομάζας στην ακριβή θέση της στο χώρο είναι πολύ δύσκολη αλλά κυρίως άνευ αξίας καθώς οι καλλιέργειες αλλάζουν από χρόνο σε χρόνο. Η βιομάζα πρέπει να συγκομιστεί, ώστε να μεταφερθεί στη μονάδα με το χαμηλότερο δυνατόν κόστος.

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός συστήματος συλλογής και συγκέντρωσης των φυτικών υπολειμμάτων του αστικού χώρου και των γεωργικών καλλιεργειών του Δήμου Φαιστού για την παραγωγή συσσωματωμάτων βιομάζας (pellets) ώστε η μονάδα παραγωγής συσσωματωμάτων η οποία πρόκειται να κατασκευαστεί να είναι μια βιώσιμη μονάδα για τον Δήμο.

Στόχος είναι ο βέλτιστος σχεδιασμός ενός συστήματος συγκέντρωσης των φυτικών υπολειμμάτων του Δήμου με σκοπό την συλλογή των περισσότερων υπολειμμάτων για την παραγωγή συσσωματωμάτων βιομάζας (pellets) για την θέρμανση δημοτικών κτηρίων.

Με τον σωστό σχεδιασμό θα επιτευχθούν τα παρακάτω:

- Μείωση κατά τουλάχιστον 500 με 1.000 tn της ποσότητας των φυτικών υπολειμμάτων που είτε καταλήγουν στα γενικά απορρίμματα είτε καταστρέφονται στις γεωργικές εκτάσεις,
- Δυνατότητα συλλογής των υπολειμμάτων και μετατροπής τους σε pellets βιομάζας σε ποσότητες που θα κυμαίνονται από 100 μέχρι και 200 tn (σε ξηρό βάρος), σε αντίστοιχες συσκευασίες,
- Μείωση κατά τουλάχιστον 20 με 30 tn του πετρελαίου που θα καταναλώσει ο Δήμος για τη θέρμανση δημόσιων κτηρίων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	vi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	10
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	12
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	12
2.1 Εισαγωγή	12
2.2 Ορισμός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	13
2.3 Ηλιακή ενέργεια.....	14
2.4 Αιολική Ενέργεια	15
2.5 Γεωθερμική ενέργεια	16
2.6 Ενέργεια από Βιομάζα	18
2.7 Ενέργεια από Βιοκαύσιμα.....	20
2.8 Υδατόπτωση.....	21
2.9 Υδροδυναμική ενέργεια.....	23
2.9.1 Ενέργεια κυμάτων.....	23
2.9.2 Ενέργεια παλιρροιών	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	25
ΒΙΟΜΑΖΑ.....	25

3.1 Εισαγωγή	25
3.2 Ορισμός βιομάζας.....	26
3.3 Τύποι Βιομάζας.....	27
3.4 Ενεργειακό δυναμικό στην Ελλάδα και Παγκοσμίως	28
3.5 Διεργασίες της Βιομάζας	31
3.5.1 Καύση βιομάζας.....	32
3.5.2 Ανθρακοποίηση βιομάζας.....	33
3.5.3 Αεριοποίηση βιομάζας.....	34
3.5.4 Πυρόλυση βιομάζας.....	35
3.5.5 Παραγωγή αερίου με χώνευση βιομάζας.....	35
3.6 Παραγωγή Πέλλετ	36
3.6.1 Αποθήκευση πρώτων υλών.....	37
3.6.2 Καθαρισμός των πρώτων υλών από προσμίξεις.....	37
3.6.3 Ξήρανση βιομάζας	37
3.6.4 Τεμαχισμός - Άλεση βιομάζας.....	38
3.6.5 Πελλετοποίηση	38
3.6.6 Ψύξη και κοσκίνιση των πέλλετς.....	39
3.6.7 Αποθήκευση των πέλλετς	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	41
ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ – ΠΗΓΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΥΣΣΩΜΑΤΩΜΑΤΩΝ.....	41
4.1 Εισαγωγή	41

4.2 Αγροτικά υπολείμματα	41
4.3 Βιομηχανικά - αστικά υπολείμματα.....	42
4.4 Ενεργειακές καλλιέργειες	42
4.4.1 Γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες.....	42
4.4.2 Δασικές ενεργειακές καλλιέργειες.....	43
4.5 Τι είναι τα συσσωματώματα βιομάζας (pellets)	43
4.5.1 Εισαγωγή	43
4.5.2 Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά.....	44
4.5.3 Πλεονεκτήματα.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	47
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΛΕΙΜΑΤΩΝ - ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΔΗΜΟΥ ΦΑΙΣΤΟΥ.....	47
5.1 Γενικά Στοιχεία Δήμου	47
5.2 Γεωγραφική Θέση Μονάδας Παραγωγής Pellets	49
5.3 Περιγραφή Υφιστάμενου Συστήματος Διαχείρισης Απορριμμάτων Πρασίνου (ΣΔΑ).....	49
5.4 Εξοπλισμός Κόστος Συλλογής – Μεταφοράς Υπολειμμάτων.....	51
5.5 Εκτίμηση Γεωργικών Ποσοτήτων	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	57
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	57
6.1 Εισαγωγή	57
6.2 Μελέτη χωροθέτησης σημείων επιλογής.....	57

6.3 Προτεινόμενοι χώροι	60
6.3 Ανάλυση - Εκτίμηση κόστους συγκομιδής.....	62
6.4 Τεμαχισμός / Αποθήκευση	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	66
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	66
7.1 Εισαγωγή	66
7.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων δυναμικού βιομάζας του Δήμου Φαιστού για παραγωγή συσσωματωμάτων pellets σε σχέση με σχεδιασμό συλλογής υπολειμμάτων	66
7.3 Συγκεντρωτικά Συμπεράσματα.....	67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ενεργειακό πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζουν σήμερα οι περισσότερες χώρες του κόσμου, γίνεται ακόμη πιο έντονο λόγω των διαρκώς αυξανόμενων τιμών του πετρελαίου διεθνώς, αλλά και λόγω των διαρκώς μειούμενων ποσοτήτων των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, λιγνίτης κ.λ.π.) τις οποίες επιμένουμε πεισματικά να χρησιμοποιούμε για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών. Όσον αφορά τη χώρα μας, καθημερινά διαπιστώνουμε την έντονη ενεργειακή της εξάρτηση από το πετρέλαιο και τα ενεργειακά του παράγωγα, επιβαρύνοντας το φυσικό περιβάλλον με τις εκπομπές καυσαερίων, αλλά και τον προϋπολογισμό της χώρας καθώς δαπανώνται κάθε χρόνο τεράστια ποσά για εισαγωγή πετρελαίου και τη χρήση ορυκτών καυσίμων.

Στην Ελλάδα παράγονται ετησίως σημαντικές ποσότητες λιγνινοκυτταρινικής φύσεως υποπροϊόντων από διάφορες γεωργικές εκμεταλλεύσεις (άχυρα δημητριακών, ξυλώδη στελέχη βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου και αραβόσιτου, κλαδιά οπωροφόρων δένδρων και ελαιοπυρηνόξυλο) τα οποία σε μεγάλο ποσοστό παραμένουν αναξιοποίητα.

Ένας από τους κύριους ανασταλτικούς παράγοντες που δυσχεραίνει την αξιοποίηση των υπολειμμάτων αυτών είναι το κόστος για την συγκέντρωση και διαχείριση των υπολειμμάτων αυτών.

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός συστήματος συλλογής και συγκέντρωσης των φυτικών υπολειμμάτων του αστικού χώρου και των γεωργικών καλλιεργειών του Δήμου Φαιστού για την παραγωγή συσσωματωμάτων βιομάζας (pellets) ώστε η μονάδα παραγωγής συσσωματωμάτων η οποία πρόκειται να κατασκευαστεί να είναι μια βιώσιμη μονάδα για τον Δήμο.

Όσον αφορά τον σχεδιασμό συστήματος συγκέντρωσης φυτικών υπολειμμάτων του Δήμου Φαιστού η παρούσα εργασία περιλαμβάνει:

- Ακριβής θέση της Μονάδας παραγωγής pellets (Ελληνικό Γεωδαιτικό σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ'87),
- Εξοπλισμό Δήμου που χρησιμοποιεί για συλλογή και μεταφορά των φυτικών υπολειμμάτων,
- Συνολικές ποσότητες καλλιεργειών,
- Εκτίμηση της παραγόμενης βιομάζας σε μορφή φυτικών υπολειμμάτων καλλιεργειών και αστικού χώρου,
- Ανάπτυξη ενός συστήματος συλλογής των φυτικών υπολειμμάτων του αστικού χώρου και των γεωργικών καλλιεργειών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

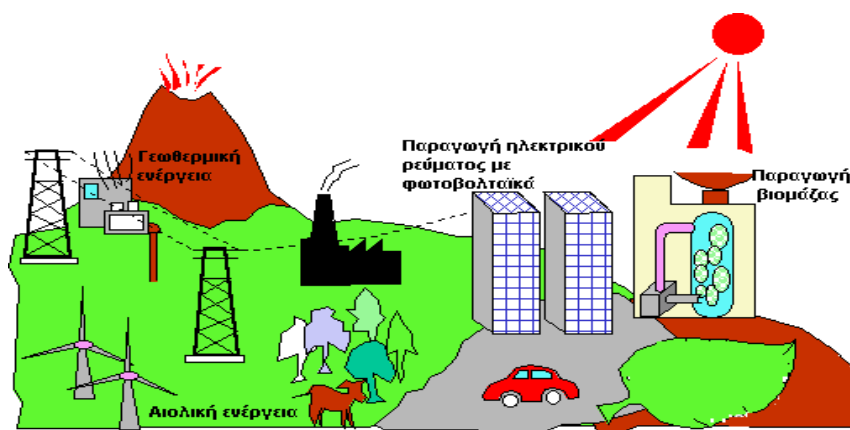
2.1 Εισαγωγή

Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας, 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.

Παρόλα τα πλεονεκτήματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε εμπορική κλίμακα οι υφιστάμενες τεχνολογίες παραμένουν μη ανταγωνιστικές ακόμη, συγκρινόμενες με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας των προβλημάτων κόστους, απόδοσης, προβλεψιμότητας, διαθεσιμότητας, σταθερότητας και της χρήσης μεγάλων εκτάσεων γης για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ. Η Ευρωπαϊκή Ένωση προσπαθεί να απεξαρτητοποιηθεί από την εισαγωγή καυσίμων από τρίτες χώρες προωθώντας όλο και περισσότερο την χρήση των ΑΠΕ. Με το πρόγραμμα 20-20-20 όλα τα κράτη μέλη υποχρεούνται να επιτύχουν την μείωση κατά 20% των αερίων θερμοκηπίου, τη βελτίωση κατά 20% της ενεργειακής αποδοτικότητας και την αύξηση κατά 20% της προσφοράς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέχρι το 2020.

2.2 Ορισμός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι οι πηγές ενέργειας με ανανεώσιμη και αέναη παροχή ενέργειας. Η ηλιακή, η αιολική, η γεωθερμική, 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.



Εικόνα 2.1: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Ανανεώσιμη ενέργεια είναι η ενέργεια που αντλείται από πηγές, οι οποίες δεν εξαντλούνται ή αντικαθίστανται και ο όρος ΑΠΕ αναφέρεται κυρίως στις ακόλουθες:

- Την Ηλιακή Ενέργεια, αξιοποιείται είτε, μέσω των Φωτοβολταϊκών γεννητριών, οι οποίες μετατρέπουν απ' ευθείας την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική είτε, σπανιότερα με την συγκέντρωση των ηλιακών ακτινών μέσω ηλιακών συλλεκτών ώστε να επιτευχθούν υψηλές θερμοκρασίες και τελικά η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Την Αιολική ενέργεια, που αξιοποιείται μέσω Ανεμογεννητριών, οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική.
- Την Γεωθερμική ενέργεια, είναι γενικά η θερμότητα εσωτερικών στρωμάτων της γης, η οποία γίνεται εκμεταλλεύσιμη όταν υπάρχουν κατάλληλες γεωλογικές συνθήκες.
- Την ενέργεια της Βιομάζας, η οποία συνίσταται από τα πάσης φύσεως γεωργικά και δασικά υπολείμματα, από τα οποία με κατάλληλες θερμοχημικές επεξεργασίες μπορούν να ληφθούν καύσιμα.

- Την ενέργεια των βιοκαυσίμων, είναι στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των μεταφορών, προέρχονται από τη βιομάζα, το βιοδιασπώμενο δηλαδή κλάσμα προϊόντων ή αποβλήτων διαφόρων ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Τα βιοκαύσιμα θεωρούνται ανανεώσιμα καύσιμα.

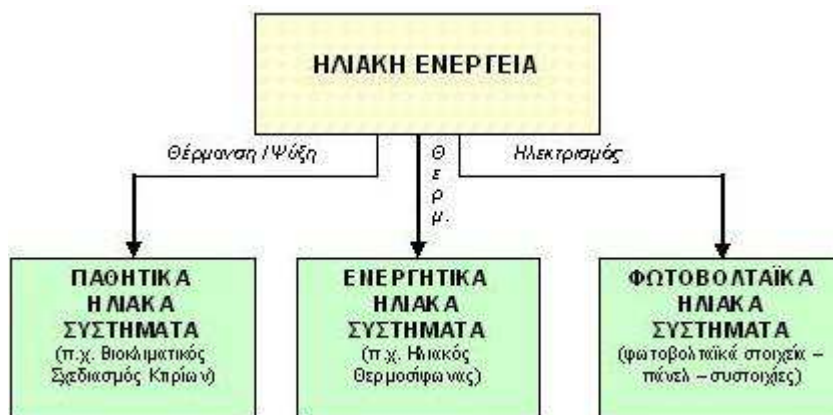
Οι ανανεώσιμες πηγές δεν εξαντλούνται πρακτικά ποτέ και δε ρυπαίνουν. Τα τελευταία χρόνια γίνεται ολοένα πιο επιτακτική η ανάγκη αξιοποίησης εναλλακτικών μορφών ενέργειας. Εξαιτίας της συνεχώς αυξανόμενης ενεργειακής ζήτησης, σε συνδυασμό με τη μείωση των αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων και τις δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον από την εκτεταμένη χρήση τους, το παγκόσμιο ενδιαφέρον στρέφεται στην ανάπτυξη τεχνολογιών των προς εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το ενδιαφέρον αυτό ενισχύεται από το γεγονός ότι σε πολλές περιπτώσεις η τεχνολογία των Α.Π.Ε. όχι μόνο είναι οικονομικά εφικτή αλλά και αρκετά αποδοτική.

2.3 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). Ο ήλιος αποτελεί ανεξάντλητη πηγή ενέργειας για αυτό και σήμερα υπάρχουν πολλά διαφορετικά συστήματα τα οποία επωφελούνται από αυτή την ενέργεια.

Υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες εφαρμογών:

- τα παθητικά ηλιακά συστήματα,
- τα ενεργητικά ηλιακά θερμικά (ηλιοθερμικά) συστήματα,
- και τα φωτοβολταϊκά συστήματα.



Εικόνα 2.2: Είδη ηλιακής ενέργειας.

Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά θερμικά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα βασίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Τα ηλιακά θερμικά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα, με κυριότερες τεχνολογίες τα:

1. Παθητικά ηλιακά συστήματα, που χρησιμοποιούν κατάλληλα δομικά υλικά και στοιχεία οικοδόμησης (π.χ. παράθυρα προς το νότο, πέτρινοι τοίχοι, ηλιακοί χώροι) για τη συλλογή και αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας.
2. Ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τα οποία αποτελούν μηχανολογικά συστήματα για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας καθώς επίσης για τη μετατροπή της σε θερμότητα, την αποθήκευση και μεταφορά της χρησιμοποιώντας είτε κάποιο υγρό, είτε αέρα ως ρευστό μεταφοράς της θερμότητας.
3. Υβριδικά ηλιακά συστήματα, που είναι συνδυασμός ενεργητικών και παθητικών συστημάτων.

2.4 Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι μια έμμεση μορφή ηλιακής ενέργειας. Μεταξύ του 1% με 2% της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στη γη μετατρέπεται σε αιολική ενέργεια. Οι άνεμοι προκύπτουν από την άνιση θέρμανση των διαφόρων στρωμάτων στην επιφάνεια της γης, που προκαλούν τον πιο δροσερό, πυκνό, αέρα να τείνει να αντικαταστήσει τον θερμότερο, ελαφρύτερο αέρα. Ενώ μερική από την ενέργεια του

ήλιου απορροφάται άμεσα από τον αέρα, το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας απορροφάται αρχικά από την επιφάνεια της γης και μεταφέρεται έπειτα στον αέρα με τη μεταγωγή θερμότητας.

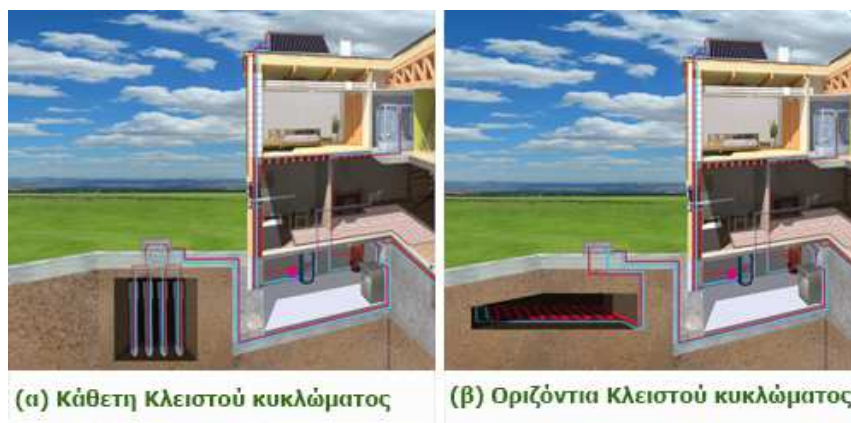


Εικόνα 2.3.: Αιολικό πάρκο στην περιοχή Αχλαδιά Σητείας Κρήτης.

Οι εποχιακές μεταβολές στην ταχύτητα και την κατεύθυνση του αέρα προκύπτουν από τις εποχιακές αλλαγές στη σχετική κλίση της γης προς τον ήλιο, οι οποίες επηρεάζουν στη συνέχεια το θερμικό μοτίβο. Οι καθημερινές, ή ημερήσιες, μεταβολές προκαλούνται από τη διαφορετική θερμοκρασία των τοπικών περιοχών, όπως το παρακείμενο έδαφος και η θάλασσα. Αυτή η μετακίνηση της αέριας μάζας επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες παγκόσμιας κλίμακας όπως η περιστροφή της γης, οι ήπειροι, οι ωκεανοί και οι οροσειρές και σε μια τοπική κλίμακα από τους λόφους, τη βλάστηση και τις λίμνες. Η ροή αέρα είναι σπάνια ομαλή, με τις περισσότερες περιοχές να βιώνουν αρκετά γρήγορες αλλαγές στην ταχύτητα και την κατεύθυνση του αέρα. Η ταχύτητα του αέρα αυξάνεται επίσης με το ύψος επάνω από το έδαφος, λόγω της τριβής έλξη του εδάφους, της βλάστησης και των κτηρίων.

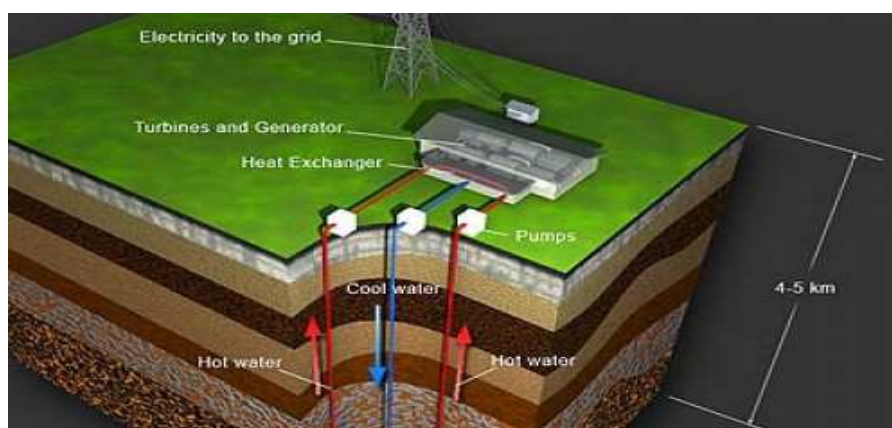
2.5 Γεωθερμική ενέργεια

Γεωθερμική ενέργεια είναι η αποθηκευμένη ενέργεια, υπό μορφή θερμότητας, κάτω από την επιφάνεια της γης. Προέρχεται από το εσωτερικό της Γης σε μορφή νερών, ατμών, αερίων ή μειγμάτων αερίων ή ακόμα και ως ενέργεια από τα πετρώματα και αποτελεί μια σημαντική Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας όσο αφορά την ψύξη και τη θέρμανση.



Εικόνα 2.4.: Εγκατάσταση γεωθερμίας.

Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα μεγάλο αριθμό δραστηριοτήτων και εφαρμογών ανάλογα με τη θερμοκρασία και την ποιότητα των ρευστών, οι οποίες διακρίνονται σε ηλεκτρικές και άμεσες χρήσεις. Στις άμεσες χρήσεις όπου γίνεται αξιοποίηση της θερμότητας των ρευστών, χωρίς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνονται η θέρμανση χώρων (κτιρίων, εγκαταστάσεων), αγροτικές χρήσεις (θέρμανση θερμοκηπίων, ξήρανση αγροτικών προϊόντων, υπεδάφια θέρμανση, θέρμανση κτηνοτροφικών και πτηνοτροφικών μονάδων), υδατοκαλλιέργειες, βιομηχανικές χρήσεις (π.χ. αφαλάτωση νερού, επεξεργασία γάλακτος, χώνευση βιολογικής λάσπης, ανάκτηση πετρελαίου, ξήρανση ξυλείας) και λουτροθεραπεία (ιαματικά λουτρά, πισίνες).



Εικόνα 2.5.: Γεωθερμικά συστήματα σε σπίτια.

2.6 Ενέργεια από Βιομάζα

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

Σήμερα ο όρος βιομάζα συμπεριλαμβάνει όλα τα προϊόντα και υπολείμματα φυτικής ή ζωικής προέλευσης, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας, όπως: τα καυσόξυλα, τα φυτικά και δασικά υπολείμματα (κλαδέματα, άχυρα, πριονίδια, κουκούτσια), τα ζωικά απόβλητα (κοπριά, άχρηστα αλιεύματα), τα ενεργειακά φυτά, τα αστικά απορρίμματα και τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων και της αγροτικής βιομηχανίας. 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, 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.

Η βιομάζα είναι δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή ηλιακής ενέργειας, αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών και αποτελείται κυρίως από ενώσεις που βασικά στοιχεία έχουν τον άνθρακα και το υδρογόνο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί αυτή την ενέργεια την προσλαμβάνουν με την τροφή τους και αποθηκεύουν μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της. Η αξιοποίηση της δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με CO₂, καθώς βασίζεται στην ανακύκλωση του άνθρακα. Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού) είτε με απ' ευθείας καύση, είτε με μετατροπή της σε αέρια, υγρά και

στερεά καύσιμα μέσω θερμοχημικών (καύση, πυρόλυση, αεριοποίηση) ή βιοχημικών διεργασιών (αλκοολική ζύμωση, αναερόβια χώνευση). Η κατάλληλη διεργασία για βέλτιστη ενεργειακή απόδοση επιλέγεται ανάλογα με την διαθέσιμη πρώτη ύλη.



Εικόνα 2.6.: Σχηματική αναπαράσταση εκμετάλλευσης βιομάζας.

Η ενεργειακά αξιοποιήσιμη βιομάζα εμφανίζεται με τις εξής μορφές:

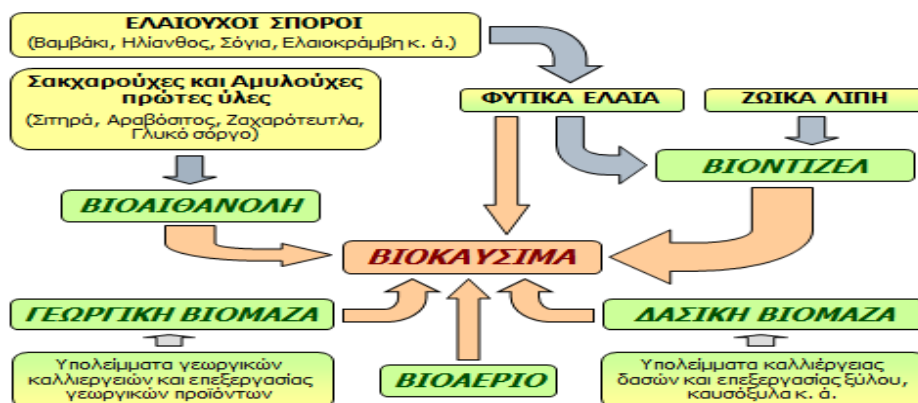
- Κτηνοτροφίας από πτηνοτροφεία, χοιροστάσια, βουστάσια, σφαγεία. Αγροτοβιομηχανικά απόβλητα (απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων όπως ελαιοτριβεία, τυροκομεία κ.α.).
- Αστικά απόβλητα (Οργανικό μέρος αστικών στερεών αποβλήτων και αστικά λύματα).
- Ενεργειακές καλλιέργειες, που αφορά καλλιέργειες φυτών οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων όπως ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα, το καλάμι, γλυκό σόργο, ευκάλυπτος.
- Γεωργικά υπολείμματα, η οποία περιλαμβάνει υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών (στελέχη, κλαδιά, φύλλα, άχυρο, κλαδοδέματα κ.α.) και επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων (υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, πυρηνόξυλο, πυρήνες φρούτων κ.α.).
- Βιομάζα δασικής προέλευσης, περιλαμβάνει καυσόξυλα, υπολείμματα καλλιέργειας και καθαρισμών δασών (αραιώσεων, υλοτομιών) και υπολείμματα επεξεργασίας ξύλου.

Η σύγχρονη βιομάζα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας και θερμότητας σε εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας. Στερεή βιομάζα, όπως τα υπολείμματα ξύλου, τα απόβλητα από αυλές και το άχυρο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για καύση σε ειδικά κατασκευασμένους σταθμούς παραγωγής ενέργειας, ή μαζί με άνθρακα σε υπάρχοντες σταθμούς που χρησιμοποιούν άνθρακα ως καύσιμο. Αξίζει να σημειωθεί ότι η βιομάζα ξυλείας θεωρείται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας εάν και εφ' όσον διασφαλίζεται η αντικατάστασή της. Σήμερα, για την αποφυγή αυτού του ζητήματος ήδη κυκλοφορούν στο εμπόριο προϊόντα ξυλείας όπως: μπριγκέτες από πριονίδια, pellets (συσσωματώματα βιομάζας) τα οποία έχουν και καλύτερη απόδοση από τα καυσόξυλα.

2.7 Ενέργεια από Βιοκαύσιμα

Η βιομάζα εκτός από την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή υγρών καυσίμων (τα λεγόμενα βιοκαύσιμα), τα οποία χρησιμοποιούνται τελευταία, στις μεταφορές σε πολλές χώρες της Ευρώπης (Γαλλία, Γερμανία, Σουηδία, Αυστρία, Ιταλία, Δανία κ.α.) στη Βραζιλία, στις ΗΠΑ και αλλού.

Σακχαρούχα φυτά (σόργο, σακχαροκάλαμο, σακχαρότευτλα κ.α.) ή αμυλούχα φυτά (καλαμπόκι κ.α.) και κυτταρινούχα φυτά χρησιμοποιούνται για παραγωγή αλκοολούχων καυσίμων (βιοαιθανόλη) με αλκοολική ζύμωση. Η αιθανόλη αποτελεί το πιο διαδεδομένο βιοκαύσιμο, με κόστος που αναμένεται να εξισωθεί με εκείνο της βενζίνης στις προσεχείς δεκαετίες.



Εικόνα 2.7.: Ροή βιομάζας.

Τα βιοκαύσιμα, χρησιμοποιούνται σε κινητήρες εσωτερικής καύσεως, χωρίς ή με μικρές τροποποιήσεις. Τα βιοκαύσιμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αμιγή μορφή ή σε μίγμα με συμβατικά καύσιμα με στόχο την ελάττωση ρύπων από 50μηχανές εσωτερικής καύσης. Η χρησιμοποίηση των βιοκαυσίμων στις μεταφορές παρουσιάζει ένα σημαντικό πλεονέκτημα έναντι των ορυκτών καυσίμων καθώς στην περίπτωση που διαρρεύσουν, βιοδιασπώνται αποφεύγοντας έτσι τη ρύπανση του εδάφους και του νερού.

Βιοκαύσιμο λέγεται το υγρό ή αέριο καύσιμο που παράγεται από βιομάζα και ειδικότερα:

- α) Βιοντίζελ (πετρέλαιο βιολογικής προέλευσης): Οι μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων (FAME) που παράγονται από φυτικά ή και ζωικά έλαια και λίπη και είναι ποιότητας πετρελαίου ντίζελ.
- β) Βιοαιθανόλη: Η αιθανόλη που παράγεται από Βιομάζα ή από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων.
- γ) Βιοαέριο: Το καύσιμο αέριο που παράγεται από Βιομάζα ή από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, το οποίο μπορεί να καθαρισθεί και να αναβαθμισθεί σε ποιότητα φυσικού αερίου.

Το βιοαέριο είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, παράγεται από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών κυρίως αποβλήτων (λύματα από χοιροστάσια, βουστάσια), βιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων καθώς και από αστικά οργανικά απορρίμματα.

2.8 Υδατόπτωση

Οι υδατοπτώσεις προκαλούνται από τη βαρύτητα με τη μεταφορά του ύδατος από ένα σημείο με μεγαλύτερο υψόμετρο σε ένα με χαμηλότερο. Αυτό το φαινόμενο είναι μέρος του κύκλου του νερού του οποίου η κινητήριος δύναμη προέρχεται από τον ήλιο. Η αύξηση της θερμοκρασίας σε θάλασσες και λίμνες, αναγκάζει το νερό να εξατμιστεί στην ατμόσφαιρα και να μεταφερθεί μέσω των ανέμων σε περιοχές με μεγαλύτερο υψόμετρο. Σε αυτές τις περιοχές μέσω της συμπύκνωσης πέφτουν βροχές και χιόνια τα οποία δημιουργούν τους ποταμούς. Τα ποτάμια είναι η μετατροπή της

δυναμικής ενέργειας του νερού σε κινητική και είναι αυτή η ενέργεια που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος από τα αρχαία χρόνια για να καλύψει τις ανάγκες του. Η νεροτριβή χρησιμοποιείται ακόμα και τώρα σε ορεινές περιοχές για το πλύσιμο μεγάλων υφασμάτων, οι υδραυλικοί τροχοί με απόδοση που μπορεί να φτάσει και το 90% έδωσαν κίνηση σε νερόμυλους για το άλεσμα του σιταριού, αλλά και για τη κίνηση διάφορων υδροκίνητων μηχανών όπως πχ. των μπαρουτόμυλων, μηχανών κλωστοϋφαντουργίας, νεροπρίονων κ.α.

Τα γνωστά σε όλους υδροηλεκτρικά εργοστάσια βασίζονται στην αρχή των υδραυλικών τροχών, αλλά με τη διαφορά ότι τη θέση του τροχού καταλαμβάνει ο υδροστρόβιλος που μεταφέρει τη κινητική του ενέργεια στην ηλεκτρογεννήτρια. Ο συγκεκριμένος τρόπος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι εκτός από πολύ αποδοτικός, αλλά και καθαρός, διότι έχει μηδενικές εκπομπές ρύπων αφού δεν εξαρτάται από ορυκτά καύσιμα. Είναι μια αξιόπιστη τεχνολογία με χαμηλά κόστη συντήρησης, μεγάλη διάρκεια ζωής και ποιοτική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ανάγκη της αδιάλειπτης τροφοδοσίας των υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων με νερό, μας ανάγκασε στη δημιουργία των φραγμάτων. Τα φράγματα είναι ο φυσικός ταμιευτήρας νερού, κατασκευάζεται σε σημεία που υπάρχουν ποταμοί και η μορφολογία του εδάφους το επιτρέπει. Επίσης βοηθούν στον έλεγχο των ποταμών με τον έλεγχο της ροής που τα διασχίζει, άρα μπορούν να αποφευχθούν πλημμύρες σε περιόδους έντονων βροχοπτώσεων.



Εικόνα 2.8.: Υδροηλεκτρικός σταθμός στο Καχραμανμάρα στην Τουρκία.

2.9 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 αλλά και των φραγμάτων. Μεγάλη προσπάθεια γίνεται τα τελευταία χρόνια για επενδύσεις σε συστήματα που θα εκμεταλλεύονται την ενέργεια των κυμάτων 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 με περίσσεια.



Εικόνα 2.9.: Υδροηλεκτρικό φράγμα Δ.Ε.Η.Σ.

2.9.1 Ενέργεια κυμάτων

Η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί από τον κυματισμό της θάλασσας, είναι όπως όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ανεξάντλητη και για αυτό τα τελευταία χρόνια γίνονται αξιοσημείωτες προσπάθειες στην έρευνα, αλλά και τη βελτίωση τεχνολογιών που μπορούν να αξιοποιήσουν αυτήν την ενέργεια αποδοτικά. Η ενέργεια από τα κύματα παρέχει υψηλή ενεργειακή πυκνότητα, χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι αν μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε έστω το 1% της ενέργειας που παράγεται από τους ωκεανούς της γης, θα καλύπταμε στο τετραπλάσιο τις ενεργειακές ανάγκες του πλανήτη. Ο λόγος που οι επενδύσεις σε αυτή την ανανεώσιμη πηγή ενέργειας δεν έχουν προχωρήσει όσο θα έπρεπε, είναι το αντίξοο περιβάλλον που πρέπει να εγκατασταθεί ο εξοπλισμός, διότι ακραία καιρικά φαινόμενα απαιτούν εξοπλισμό που αντέχει σε μηχανικές καταπονήσεις, άρα το κατασκευαστικό κόστος είναι αυξημένο.



Εικόνα 2.10.: Σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού με την βοήθεια των κυμάτων.

2.9.2 Ενέργεια παλιρροιών

Η παλιρροιακή ενέργεια δημιουργείται από την άνοδο και πτώση της στάθμης των ωκεανών λόγω της επίδρασης των βαρυτικών πεδίων του ήλιου και της σελήνης στη γη. Το παλιρροιακό εύρος φτάνει το 1 μέτρο, ενώ στη Μεσόγειο τα 60 εκατοστά. Αξιοποιήσιμες παλίρροιες είναι εκείνες που η μεταβολή της στάθμης υπερβαίνει το 1,5 μέτρο και συνήθως τέτοιες εγκαταστάσεις κατασκευάζονται κοντά σε όρμους, κόλπους, ή σε σημεία που μπορεί να κατασκευαστεί ένα φράγμα ή μια δεξαμενή. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι παρόμοια με αυτή των παράκτιων εγκαταστάσεων της αξιοποίησης των κυμάτων, με την κίνηση υδροστροβίλων και γεννητριών. Η κατακόρυφη άνοδος και πτώση της στάθμης των υδάτων προκαλεί επίσης την οριζόντια κίνηση υδάτινων μαζών, φαινόμενο που ονομάζεται παλιρροιακό ρεύμα. Την ενέργεια αυτού του ρεύματος μπορούν να μετατρέψουν σε ηλεκτρική, υδροστρόβιλοι εγκατεστημένοι σε βάθος τέτοιο που δεν επηρεάζεται η ναυσιπλοΐα. Το πιο γνωστό παλιρροιακό ρεύμα στην Ελλάδα είναι αυτό του Ευρίπου στη πόλη της Χαλκίδας.



Εικόνα 2.11.: Υποβρύχιος χαρταετός, ένας νέος τύπος γεννήτριας που αξιοποιεί την κυματική και παλιρροιακή ενέργεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΒΙΟΜΑΖΑ

3.1 Εισαγωγή

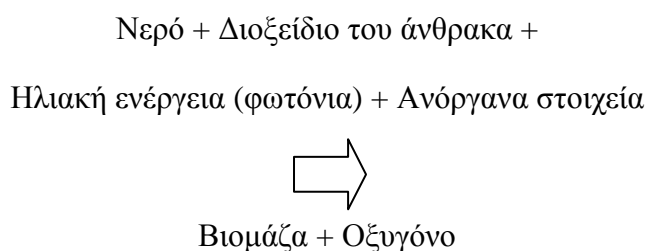
Γενικά μετά την ενεργειακή κρίση του 1973, η βιομάζα άρχισε να παίζει όλο και σημαντικότερο ρόλο στην κάλυψη των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών. Σήμερα θεωρείται ότι είναι μία σπουδαία πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλει στην ενεργειακή επάρκεια μετά την εξάντληση των αποθεμάτων του αργού πετρελαίου, του ορυκτού άνθρακα και του φυσικού αερίου. Ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, σ' αυτήν περιλαμβάνονται:

- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως π.χ. τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τις ενεργειακές καλλιέργειες (έτσι ονομάζονται τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας) γεωργικών και δασικών ειδών, όπως π.χ. το σόργο το σακχαρούχο, το καλάμι, ο ευκάλυπτος κ.ά.,
- Τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως π.χ. τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα, οι κληματίδες κ.ά.,
- Τα υποπροϊόντα που προέρχονται από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως π.χ. τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, το πριονίδι κ.ά., καθώς και
- Το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.

3.2 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.

Η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Κατ' αυτήν, η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα καθώς και νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος. Η διεργασία αυτή μπορεί να παρασταθεί σχηματικά ως εξής:



Από τη στιγμή που σχηματίζεται η βιομάζα, μπορεί πλέον κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας.

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



Εικόνα 3.1.:Συσσωματώματα βιομάζας.

3.3 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 πέντε κύριες κατηγορίες:
 1. 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.
 2. Τα υπολείμματα γεωργικών και δασικών βιομηχανιών, όπως ελαιοπυρήνες, πριονίδια κ.α.
 3. 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 παράγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας κτλ) είτε φυτά που δεν καλλιεργούνται προς το παρόν εμπορικά όπως ο μισχανθός, η αγριαγκινάρα, και το καλάμι.
 4. Το οργανικό κλάσμα των απορριμμάτων, βιομηχανικών λυμάτων και αστικών απόβλητων.
 5. Απόβλητα κτηνοτροφίας.

Στον Παρακάτω πίνακα παρατίθεται για κάθε πηγή βιομάζας η εκτίμηση παροχής ενέργειας για το έτος 2050.

Πίνακας 3.1.: Πηγές βιομάζας και εκτίμηση παροχών ενέργειας το 2050.

Πηγή Βιομάζας	Εκτίμηση παροχής ενέργειας το 2050 (EJ)
Υπολείμματα ξυλείας	24
Γεωργικά απορρίμματα	25
Ενεργειακές καλλιέργειες	128
Ζωικά απόβλητα	25
Αστικά απορρίμματα	3

3.4 Ενεργειακό δυναμικό στην Ελλάδα και Παγκοσμίως

Η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο στον πλανήτη μας υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 172 δισεκατομμύρια τόνους ξηρού υλικού, με ενεργειακό περιεχόμενο δεκαπλάσιο της ενέργειας που καταναλίσκεται παγκοσμίως στο ίδιο διάστημα. Το τεράστιο αυτό ενεργειακό δυναμικό παραμένει κατά το μεγαλύτερο μέρος του ανεκμετάλλευτο, καθώς, σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, μόνο το 1/7 της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από τη βιομάζα και αφορά κυρίως τις παραδοσιακές χρήσεις της (καυσόξυλα κλπ.).



Εικόνα 3.2: Η συμμετοχή της βιομάζας (%) στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας.

Στην Ελλάδα, τα κατ' έτος διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα ισοδυναμούν ενεργειακά με 3-4 εκατ. τόνους πετρελαίου, ενώ το δυναμικό των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί, με τα σημερινά δεδομένα, να ξεπεράσει άνετα εκείνο των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί

ενεργειακά στο 30- 40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα μας. Σημειώνεται ότι 1 τόνος βιομάζας ισοδυναμεί με περίπου 0,4 τόνους πετρελαίου. Εντούτοις, με τα σημερινά δεδομένα, καλύπτεται μόλις το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της με τη χρήση της διαθέσιμης βιομάζας.

Η βιομάζα στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή, κατά τον παραδοσιακό τρόπο, θερμότητας στον οικιακό τομέα (μαγειρική, θέρμανση), για τη θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργεία, καθώς και, με τη χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών, στη βιομηχανία (εκκοκκιστήρια βαμβακιού, παραγωγή προϊόντων ξυλείας, ασβεστοκάμινοι κ.ά.), σε περιορισμένη, όμως, κλίμακα. Ως πρώτη ύλη σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται υποπροϊόντα της βιομηχανίας ξύλου, ελαιοπυρηνόξυλα, κουκούτσια ροδακίνων και άλλων φρούτων, τσόφλια αμυγδάλων, βιομάζα δασικής προέλευσης, άχυρο σιτηρών, υπολείμματα εκκοκκισμού κ.ά.

Παρ' όλα αυτά, οι προοπτικές αξιοποίησης της βιομάζας στη χώρα μας είναι εξαιρετικά ευοίωνες, καθώς υπάρχει σημαντικό δυναμικό, μεγάλο μέρος του οποίου είναι άμεσα διαθέσιμο. Παράλληλα, η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι, σε πολλές περιπτώσεις, οικονομικά ανταγωνιστική αυτής που παράγεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

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

Από τις παραπάνω ποσότητες βιομάζας, το ποσοστό τους εκείνο που προκύπτει σε μορφή υπολειμμάτων κατά τη δευτερογενή παραγωγή προϊόντων (εκκοκκισμός βαμβακιού, μεταποίηση γεωργικών προϊόντων, επεξεργασία ξύλου κ.ά.) είναι άμεσα διαθέσιμο, δεν απαιτεί ιδιαίτερη φροντίδα συλλογής, δεν παρουσιάζει προβλήματα μεταφοράς και μπορεί να τροφοδοτήσει απ' ευθείας διάφορα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Μπορεί, δηλαδή, η εκμετάλλευσή του να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα.

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

Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι οι ενεργειακές καλλιέργειες αποκτούν τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία για τις ανεπτυγμένες χώρες, που προσπαθούν, μέσω των καλλιεργειών αυτών, να περιορίσουν, πέραν των περιβαλλοντικών και ενεργειακών τους προβλημάτων, και το πρόβλημα των γεωργικών πλεονασμάτων.

Όπως είναι γνωστό, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα γεωργικά πλεονάσματα, και τα οικονομικά προβλήματα που αυτά δημιουργούν, οδηγούν αναπόφευκτα στη μείωση της γεωργικής γης και της αγροτικής παραγωγής. Υπολογίζεται ότι, την προσεχή δεκαετία, θα μπορούσαν να αποδοθούν στις ενεργειακές καλλιέργειες 100-150 εκατομμύρια στρέμματα γεωργικής γης, προκειμένου να αποφευχθούν τα προβλήματα των επιδοτήσεων των γεωργικών πλεονασμάτων και της απόρριψης αυτών στις χωματερές, με ταυτόχρονη αύξηση των ευρωπαϊκών ενεργειακών πόρων.

Στη χώρα μας, για τους ίδιους λόγους, 10 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήσιμης γης έχουν ήδη περιθωριοποιηθεί ή προβλέπεται να εγκαταλειφθούν στο άμεσο μέλλον. Εάν η έκταση αυτή αποδοθεί για την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών, το καθαρό όφελος σε ενέργεια που μπορεί να αναμένεται υπολογίζεται σε 5-6 ΜΤΠΠ (1 ΜΤΠΠ= 106 ΤΠΠ, όπου ΤΠΠ σημαίνει: Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου) δηλαδή στο 50-60% της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου στην Ελλάδα.

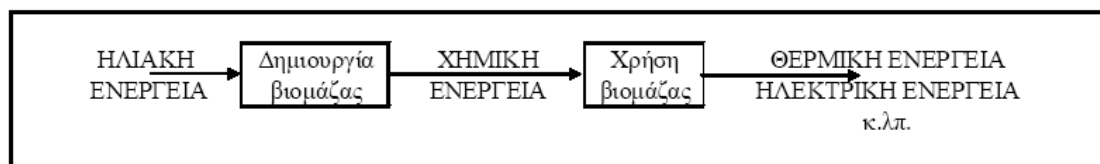
Στον ελληνικό χώρο έχει αποκτηθεί σημαντική εμπειρία στον τομέα των ενεργειακών καλλιεργειών. Από την πραγματοποίηση σχετικών πειραμάτων και πιλοτικών εφαρμογών, προέκυψαν τα εξής σημαντικά στοιχεία:

- Η ποσότητα βιομάζας που μπορεί να παραχθεί ανά ποτιστικό στρέμμα ανέρχεται σε 3-4 τόνους ξηρής ουσίας, ήτοι 1-1,6 ΤΠΠ.
- Η ποσότητα βιομάζας, που μπορεί να παραχθεί ανά ξηρικό στρέμμα μπορεί να φτάσει τους 2-3 τόνους ξηρής ουσίας, ήτοι 0,7-1,2 ΤΠΠ.

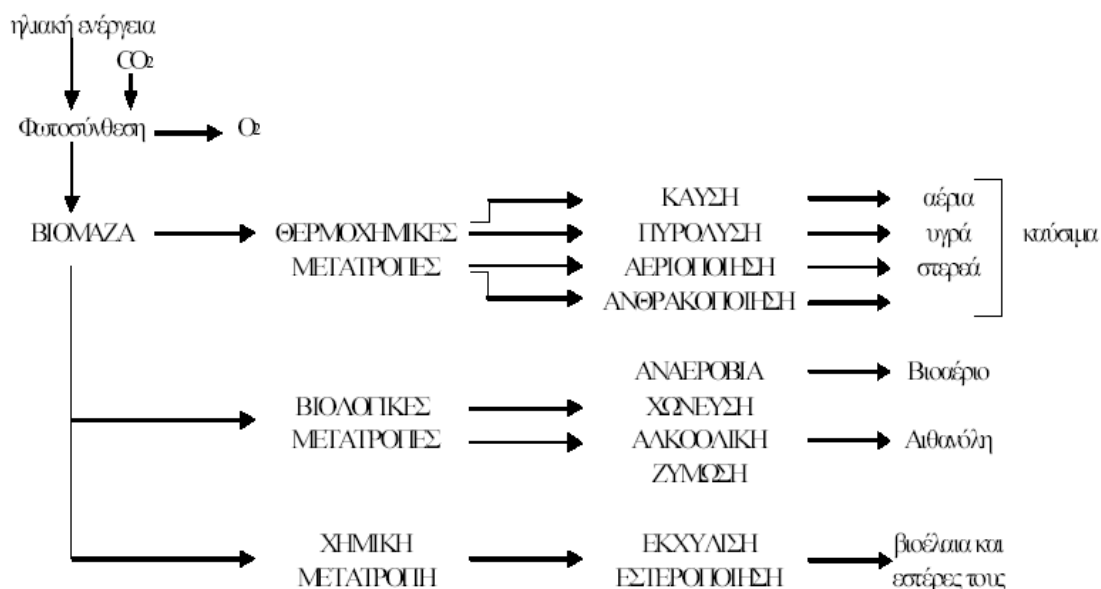
3.5 Διεργασίες της Βιομάζας

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 3.1: Ενεργειακοί μετασχηματισμοί κατά την δημιουργία και ενεργειακή χρήση της βιομάζας.



Σχήμα 3.2: Παραγωγή ενέργειας από την βιομάζα με διάφορες διεργασίες.

3.5.1 Καύση βιομάζας

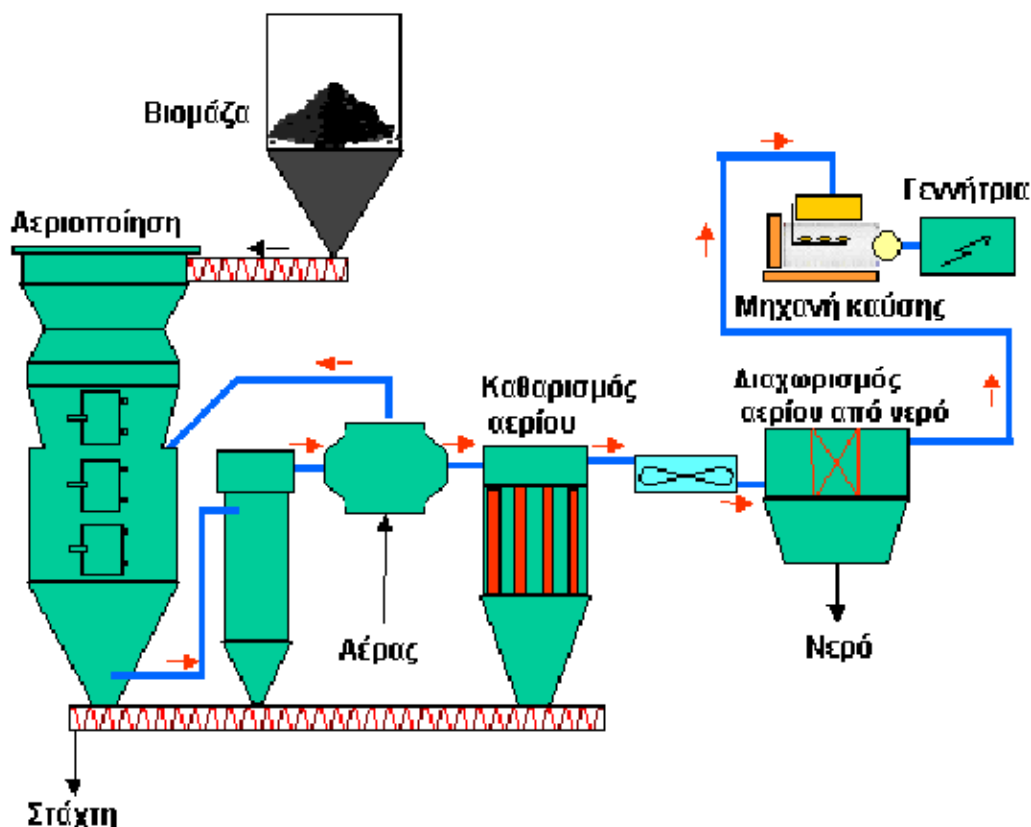
Η απ' ευθείας καύση της βιομάζας για παραγωγή θερμότητας είναι ο απλούστερος τρόπος για την ενεργειακή αξιοποίηση της. Για την επίτευξη καλύτερων βαθμών απόδοσης στην καύση είναι επιθυμητό η περιεκτικότητα της βιομάζας σε υγρασία να είναι χαμηλή, συνήθως κάτω του 20%. Πολλές φορές απαιτείται τεμαχισμός 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 την 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 τον 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 στην συνέχεια. Οξυγόνο θα πρέπει να μεταφερθεί από το περιβάλλον στην 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 τον βαθμό που εξοικονομούν θερμότητα.



Εικόνα 3.3: Διεργασία καύσης βιομάζας.

3.5.2 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 την 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 την 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 πυκνότητα 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 στο 15 - 25%.

3.5.3 Αεριοποίηση βιομάζας

Η αεριοποίηση της βιομάζας περιλαμβάνει την μερική της καύση (με αναλογία αέρα μικρότερη από την στοιχειομετρική) σε κατάλληλους αντιδραστήρες. Οι θερμοκρασίες για την αεριοποίηση της βιομάζας είναι υψηλότερες από 900°C και για την 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 μείγμα των αερίων που λαμβάνεται πρέπει να είναι κατάλληλο για την 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.

3.5.4 Πυρόλυση βιομάζας

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

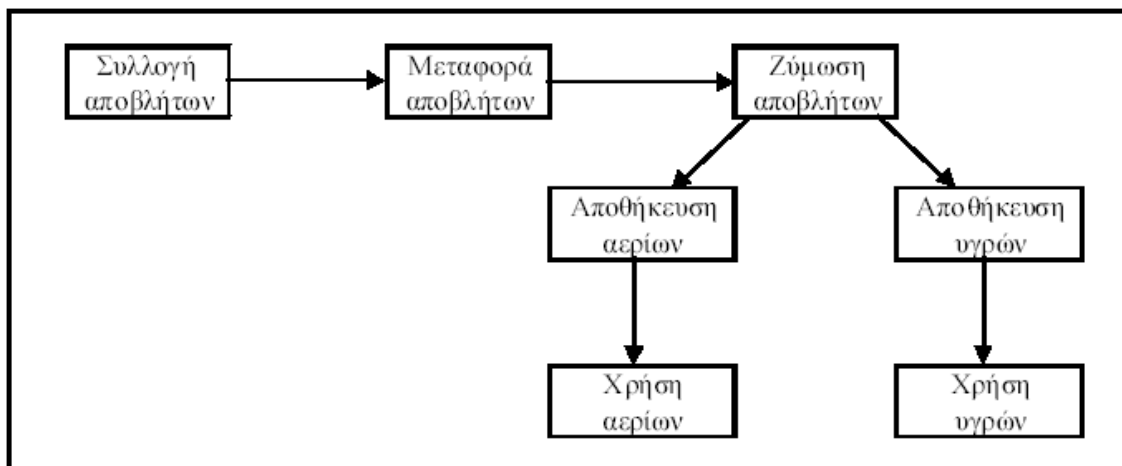
- α) αέρια,
- β) πυρολιγνικά υγρά και
- γ) βιοάνθρακας (κάρβουνο).

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

3.5.5 Παραγωγή αερίου με χώνευση βιομάζας

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

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



Εικόνα 3.4: 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 δυσσομία 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.

3.6 Παραγωγή Πέλλετ

Η διαδικασία παραγωγής των pellets (συσσωματωμάτων βιομάζας) περιλαμβάνει τα 7 ακόλουθα στάδια:

- 1) Αποθήκευση πρώτων υλών,
- 2) Καθαρισμός πρώτων υλών από προσμίξεις,
- 3) Ξήρανση βιομάζας,

- 4) Άλεση - τεμαχισμός βιομάζας,
- 5) Πελλετοποίηση,
- 6) Ψύξη και Κοσκίνιση των πέλλετς,
- 7) Αποθήκευση των πέλλετς.

3.6.1 Αποθήκευση πρώτων υλών

Ένα καλό σύστημα αποθήκευσης των πρώτων υλών είναι απαραίτητο για την διατήρηση της βιομάζας μακριά από ακαθαρσίες και για την προστασία της από βροχή, η οποία μπορεί να αυξήσει την υγρασία της σε τέτοιο βαθμό, ώστε να είναι ασύμφορη η ξήρανση της (και άρα η χρήση της στην παραγωγική διαδικασία). Η αυτοματοποιημένη τροφοδοσία της πρώτης ύλης από τον χώρο αποθήκευσης στον χώρο παραγωγής (π.χ. μέσω μεταφορικής ταινίας ή κοχλία) προτιμάται συχνά για την συρρίκνωση του εργατικού κόστους.

3.6.2 Καθαρισμός των πρώτων υλών από προσμίξεις

Το στάδιο αυτό είναι βασικό κυρίως στις περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται ανακυκλωμένη ή ακατέργαστη ξυλεία (π.χ. παλέτες) ως πρώτη ύλη. Έτσι πολλές μονάδες χρησιμοποιούν μηχανισμούς διαχωρισμού της ξυλείας από αδρανή υλικά, όπως πέτρες, ή μαγνητικούς διαχωριστήρες για τη δέσμευση μεταλλικών αντικειμένων, όπως καρφιά και πρόκες. Η παρουσία ακόμα και της παραμικρής ποσότητας τέτοιων προσμίξεων στο τελικό προϊόν είναι απαράδεκτη ενώ παράλληλα μπορούν να προκαλέσουν σοβαρότατες φθορές στον εξοπλισμό της παραγωγικής διαδικασίας, π.χ. στον σφυρόμυλο και την πρέσα.

3.6.3 Ξήρανση βιομάζας

Η πλειοψηφία των χρησιμοποιούμενων υλικών για την παραγωγή πέλλετς απαιτεί ξήρανση ώστε να παραχθεί ικανοποιητικής ποιότητας προϊόν. Μόνο ελάχιστα υλικά τα οποία συλλέγονται ξηρά, όπως το άχυρο, μπορούν να παρακάμψουν αυτό το στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας. Η ξήρανση της βιομάζας σε ένα επίπεδο μεταξύ 10 και 15% είναι απαραίτητη. Οι ξηραντήρες βιομάζας που χρησιμοποιούνται είναι ως επί τω πλείστον τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου (drum dryers), αν και υπάρχουν και

αρκετές αναφορές σε ξηραντήρες ζώνης (belt dryers). Το καύσιμο που χρησιμοποιείται για την ξήρανση της βιομάζας είναι είτε φυσικό αέριο είτε μέρος της ίδιας της βιομάζας, με τη δεύτερη επιλογή να προτιμάται για περιβαλλοντικούς, τεχνικούς και οικονομικούς λόγους. Σημειώνεται ότι το συγκεκριμένο στάδιο αποτελεί το πιο ενεργοβόρο της παραγωγικής διαδικασίας ενώ συνεισφέρει στο μέγιστο βαθμό στα λειτουργικά έξοδα της μονάδας. Κατά συνέπεια, η πλειοψηφία των ερευνητικών προσπαθειών και καινοτομιών στην παραγωγή των pellets εντοπίζεται στη διαδικασία επιτυχούς ξήρανσης της πρώτης ύλης.

3.6.4 Τεμαχισμός - Άλεση βιομάζας

Πριν την εισαγωγή της στην πρέσα πελλετοποίησης, είναι απαραίτητο η βιομάζα να έχει αποκτήσει την κατάλληλη ομοιογένεια και κοκκομετρία. Τα χαρακτηριστικά αυτά επιτυγχάνονται με τη χρήση διαφόρων ειδών μηχανημάτων τεμαχισμού και άλεσης της πρώτης ύλης, όπως είναι οι σφυρόμυλοι. Το μέγεθος της τεμαχισμένης βιομάζας που πρόκειται να εισαχθεί στην πρέσα δεν είναι τυχαίο: τα σωματίδια πρέπει να μην είναι αρκετά μεγάλα ώστε να μπορούν να εισέρχονται μέσα από τις τρύπες του καλουπιού της πρέσας. Από την άλλη, όμως, αν είναι πολύ λεπτόκοκκη η ύλη υπάρχει μικρότερη απόδοση μετατροπής της βιομάζας σε πέλλετς, καθώς είναι πιο δύσκολη η συσσωμάτωση των σωματιδίων.

Αφού έχουν αποκτηθεί οι απαραίτητες ιδιότητες από τη βιομάζα όσον αφορά στην καθαρότητά της, την υγρασία της και τις διαστάσεις της, γίνεται εισαγωγή της στον βασικό εξοπλισμό διαμόρφωσης και παραγωγής των πέλλετς: την πρέσα πέλλετ.

3.6.5 Πελλετοποίηση

Τα πέλλετς παράγονται από την συμπίεση της κοκκοποιημένης βιομάζας σε ειδική πρέσα μέσα από τις τρύπες ανοξείδωτου καλουπιού με το οποίο είναι εξοπλισμένη και το οποίο δίνει στα πέλλετς τη χαρακτηριστική κυλινδρική μορφή τους. Η δυναμικότητα κάθε πρέσας πέλλετς κυμαίνεται από μερικές δεκάδες κιλά έως μερικές δεκάδες τόνους ανά ώρα. Αντίστοιχα μεγάλη διακύμανση εμφανίζεται και στην απόδοση των διαφόρων τύπων πρέσας.

Η εφαρμογή υψηλών πιέσεων στην εισερχόμενη κοκκοποιημένη βιομάζα εξαναγκάζει το υλικό σε μια κίνηση μέσα από τις τρύπες του κυκλικού καλουπιού, με

τη διάμετρο των συγκεκριμένων τρυπών να καθορίζουν, τελικά, και τη διάμετρο των παραγόμενων πέλλετς. Καθώς αυξάνεται η ασκούμενη πίεση, αυξάνονται οι τριβές μεταξύ των κόκκων της βιομάζας με άμεση συνέπεια την άνοδο της θερμοκρασίας της. Η αυξημένη θερμοκρασία μαλακώνει την λιγνίνη (μία εκ των τριών βασικών ομάδων ενώσεων της βιομάζας μαζί με την κυτταρίνη και τις ημικυτταρίνες) η οποία δρα σαν συγκολλητική ουσία μεταξύ των σωματιδίων της βιομάζας. Η ρύθμιση της κατάλληλης θερμοκρασίας για να γίνει αυτό επιτυγχάνεται μέσω του κατάλληλου σχεδιασμού του καλουπιού, το οποίο θα πρέπει να δημιουργεί το απαιτούμενο επίπεδο αντίστασης στη ροή των σωματιδίων βιομάζας ώστε να αναπτυχθούν οι επιθυμητές πιέσεις- άρα και θερμοκρασίες. Σε περίπτωση που οι τρύπες του καλουπιού είναι μεγαλύτερες από όσο πρέπει, το υλικό διαφεύγει εύκολα μέσα από αυτές και δεν αναπτύσσονται ικανές πιέσεις-θερμοκρασίες για την παραγωγή ενός συμπαγούς προϊόντος δίχως θρύμματα. Η ύπαρξη, βέβαια, πολύ μικρών οπών στα καλούπια συνεπάγεται την απότομη αύξηση της θερμοκρασίας, την μερική πυρόλυση (ατελή καύση) ορισμένων σωματιδίων και την παραγωγή υποβαθμισμένης ποιότητας τελικού προϊόντος.

Το στάδιο της πελλετοποίησης είναι η μόνη φάση της παραγωγικής διαδικασίας των πέλλετς στην οποία μπορεί να χρησιμοποιηθούν και πρόσθετες ενώσεις. Πιο συγκεκριμένα, για την ενίσχυση της συνεκτικότητας των πέλλετς προστίθεται κάποιες φορές κάποιο φυσικό συγκολλητικό, όπως το άμυλο. Η χρήση ή μη των φυσικών προσθέτων εξαρτάται βασικά από την ποιοτική σύσταση της πρώτης ύλης, δηλαδή από την αναλογία της λιγνίνης ως προς την κυτταρίνη, τις ημικυτταρίνες και την τέφρα του υλικού. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα προσθέτων στο τελικό προϊόν καθορίζεται βάσει των διεθνών προτύπων ποιότητας.

Με κατάλληλο σχεδιασμό του καλουπιού της πρέσας και προσεκτικό έλεγχο ολόκληρης της διεργασίας, τα πέλλετς εξέρχονται από την πρέσα με υγρασία λιγότερο από 10%, πυκνότητα μεγαλύτερη των 600 kg/m³ και θερμογόνο δύναμη που υπερβαίνει τις 4,7 kWh/kg.

3.6.6 Ψύξη και κοσκίνιση των πέλλετς

Τα πέλλετς που εξέρχονται από την πρέσα είναι πολύ μαλακά και ζεστά (70 - 90 °C) για να μπορούν να αποθηκευτούν και συσκευαστούν ως έχουν. Κατά συνέπεια αφήνονται να ψυχθούν στον αέρα μέσω ταινίας μεταφοράς, ώστε να σταθεροποιηθεί η

λιγνίνη ως συγκολλητικό μέσο των ινών κυτταρίνης. Αφού ψυχθούν και αποκτήσουν την επιθυμητή σκληρότητα, τα πέλλετς διέρχονται από βιομηχανικά κόσκινα από όπου διαχωρίζονται από τις σκόνες και τα θρύμματα. Σημειώνεται ότι η παρουσία θρυμμάτων στο τελικό προϊόν, μπορεί να το θέσει εκτός προδιαγραφών και να δυσχεράνει την απορρόφησή του από την αγορά. Τα διαχωρισμένα θρύμματα ανακυκλώνονται ούτως ώστε να ελαχιστοποιείται η απώλεια της βιομάζας και να αυξάνεται η συνολική απόδοση της διεργασίας.

3.6.7 Αποθήκευση των πέλλετς

Καθώς τα πέλλετς αποτελούν υψηλής ποιότητας καύσιμο, οι συνθήκες αποθήκευσής του είναι απαραίτητο να εξασφαλίζουν τη διατήρηση της ποιότητάς του. Η αποθήκευσή του σε τυποποιημένες σακούλες σταθερού βάρους από όπου προστατεύονται από τις ακαθαρσίες του περιβάλλοντος και από την υγρασία είναι συνήθης πρακτική, ιδίως όταν οι κύριοι καταναλωτές είναι μικροί οικιακοί χρήστες. Σε περίπτωση χύδην αποθήκευσης, είναι και πάλι σκόπιμο να τοποθετηθούν είτε σε container ή σε σιλό, ομοίως για να προστατευτούν από την υγρασία και τις ακαθαρσίες.

Είναι λογικό το συμπέρασμα ότι όλα τα παραπάνω επιμέρους στάδια για την παραγωγή των πέλλετς πρέπει να καταναλώνουν σημαντική ηλεκτρική ενέργεια. Εντούτοις, η περιβαλλοντική διάσταση τους δεν μπορεί να καταρριφθεί: υπολογίζεται ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις για την παραγωγή των πέλλετς αντιστοιχούν σε λιγότερο από το 22% του ενεργειακού τους περιεχομένου, αφήνοντας τα πέλλετς με θετικό ενεργειακό πρόσημο.

Πέραν τούτων, υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής αγροπέλλετς τα οποία προέρχονται από γεωργικά υπολείμματα (π.χ. άχυρο) ή από κλαδέματα καλλιεργειών. Τα αγροπέλλετς μειονεκτούν ως προς τα πέλλετς ξύλου κυρίως λόγω της σημαντικά υψηλότερης περιεκτικότητας τους σε τέφρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ – ΠΗΓΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΥΣΣΩΜΑΤΩΜΑΤΩΝ

4.1 Εισαγωγή

Η ανάπτυξη εναλλακτικών καυσίμων όπως τα pellets από ξύλο, αποτελούν μια δοκιμασμένη λύση σε πολλές κοινωνίες και έχει παρατηρηθεί μια ραγδαία αύξηση ζήτησης και παραγωγής και στην Ελλάδα. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα ξύλα που χρησιμοποιούνται προέρχονται από καλής ποιότητας πρώτη ύλη, που είτε καλλιεργείτε με αυτό το σκοπό, είτε αποτελεί την καθαρότερη μορφή ξυλώδους υπολείμματος που μπορεί να βρεθεί. Η αξιοποίηση όμως καλλιεργήσιμων εδαφών για την παραγωγή βιοκαυσίμων, όπως τα ξυλώδη υλικά, μπορεί να έχει θετικό οικονομικό ισοζύγιο για τον παραγωγό, αλλά περιέχει και ένα ηθικό δίλημμα, εάν λάβει κανείς υπόψη ότι έτσι περιορίζονται οι διαθέσιμες εκτάσεις για την παραγωγή τροφίμων.

4.2 Αγροτικά υπολείμματα

Τα αγροτικά υπολείμματα μπορούν να διαχωριστούν μεταξύ: α) υπολειμμάτων γεωργικών προϊόντων, όπου σε αυτήν την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται οτιδήποτε μπορεί να περισσέψει από τα γεωργικά προϊόντα, όπως (πυρήνες φρούτων, χαλασμένα μέρη, κλπ.) και β) υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών, όπου σε αυτήν την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται οτιδήποτε μπορεί να παραμείνει στο χωράφι μετά την συγκομιδή, όπως (φύλλα, κλαδιά ,ρίζες, κλπ).

4.3 Βιομηχανικά - αστικά υπολείμματα

Η κύρια πηγή βιομάζας από τα βιομηχανικά απόβλητα είναι τα αγροτο-βιομηχανικά υπολείμματα υπό μορφή φλοιών, κελυφών, πυρήνων κλπ, που προέρχονται από γεωργικές βιομηχανίες όπως αλευροβιομηχανίες, βιομηχανίες ρυζιού, εκκοκκιστήρια βάμβακος, βιομηχανίες επεξεργασίας φρούτων, οινοποιεία, ελαιουργεία και πυρηνελαιουργεία .

Στα αστικά απόβλητα περιλαμβάνονται τα δημοτικά στερεά απόβλητα (αστικά απορρίμματα και σκουπίδια) και τα βιο-στερεά (λύματα και λάσπη). Τα αστικά απορρίμματα με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον είναι το χαρτί και το χαρτόνι, τα πλαστικά , τα σκουπίδια από τις αυλές , το ξύλο και τα υπολείμματα τροφών. Τα απόβλητα ύδατα από οικιακές πηγές , την βιομηχανία , την διήθηση επίγειων υδάτων των καταιγίδων, περιέχουν τα κύρια βιο-στερεά (στερεά τα οποία είτε καθιζάνουν είτε αιωρούνται).

4.4 Ενεργειακές καλλιέργειες

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι μια σχετικά καινούρια εξέλιξη στη γεωργία. Ο όρος αναφέρεται σε κάθε καλλιέργεια που καλλιεργείται κυρίως για τη χρήση της ως πρώτη ύλη στην παραγωγή ενός ενεργειακού φορέα, όπως υγρά βιοκαύσιμα, βιοαέριο ή άμεση καύση για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Ένας σαφής διαχωρισμός θα μπορούσε να είναι μεταξύ γεωργικών ενεργειακών καλλιεργειών και δασικών ενεργειακών καλλιεργειών.

4.4.1 Γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες.

Ποικίλες αγροτικές καλλιέργειες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιομάζας. Με βάση την διάρκεια του χρόνου καλλιέργειας, τα είδη φυτών μπορούν να διακριθούν σε ετήσια και πολυετή. Η ελαιοκράμβη, ο ηλίανθος, το γλυκό σόργο, τα ζαχαρότευτλα και ο αραβόσιτος, είναι κάποια από τα ετήσια είδη φυτών. Ενώ το καλάμι, ο μίσχανθος και η αγριοαγκινάρα, κατατάσσονται στα πολυετή είδη.

4.4.2 Δασικές ενεργειακές καλλιέργειες

Ο ευκάλυπτος και η ψευδακακία είναι τα κυριότερα είδη φυτών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιομάζας από δασικές ενεργειακές καλλιέργειες, λόγω του πολύ γρήγορου ρυθμού ανάπτυξης τους.

4.5 Τι είναι τα συσσωματώματα βιομάζας (pellets)

4.5.1 Εισαγωγή

Η ιστορία της θέρμανσης με pellets (συσσωματώματα ξύλου) ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του '80 στις ΗΠΑ και τον Καναδά, και εξαπλώθηκε στις Σκανδιναβικές χώρες από τη δεκαετία του '90, όπου η τάση είναι συνεχώς αυξανόμενη. Από το 2000 περίπου, τα pellets ξύλου κατακτούν όλο και περισσότερους καταναλωτές στην κεντρική Ευρώπη, Γερμανία, Αυστρία, Ιταλία, Γαλλία κλπ. Πρόκειται για μια μορφή βιοκαυσίμων με ευρεία χρήση και πλήθος εφαρμογών, που αποτελούνται από συσσωματώματα βιομάζας ξυλώδους μορφής. Για την παραγωγή τους ως πρώτη ύλη μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα υπολείμματα επεξεργασίας του ξύλου, τα δασικά υπολείμματα αλλά και γεωργικά υπολείμματα τα οποία αποξυλώνονται. Τα συσσωματώματα είναι τυποποιημένο κυλινδρικό βιολογικό καύσιμο με προδιαγραφές ποιότητας, για την παρασκευή του οποίου δεν χρησιμοποιούνται κόλλες ή χημικά πρόσθετα - μόνο υψηλή πίεση και ατμός, γεγονός που τα καθιστά απόλυτα φιλικά προς το περιβάλλον.

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

της βιομάζας αποτελούν και τα pellet (πελλετ). Άρα στο εμπόριο τα βρίσκουμε ως πελλέτ βιομάζας.

Πελλέτες ή αλλιώς συσσωματώματα - συμπυκνώματα ξύλου λέμε το πριονίδι που ύστερα από συμπίεση σε ειδικό μηχάνημα χρησιμοποιείται ως καθαρή καύσιμη ύλη για θέρμανση. Στην αγορά προωθούνται ειδικές θερμάστρες που λειτουργούν με την καύση τέτοιων pellets, οι οποίες διατίθενται τόσο σε κλασικό, όσο και σε μοντέρνο σχεδιασμό, και αναπαράγουν την θαλπωρή ενός τζακιού με ξύλα χωρίς τις δυσκολίες στην εγκατάσταση και συντήρηση που παρουσιάζουν τα τζάκια. Οι πελλέτες ξύλου κατά την καύση τους εκπέμπουν λιγότερα αιωρούμενα σωματίδια που διαχέονται στην ατμόσφαιρα μέσω του καπνού, αυτό σημαίνει ότι είναι πιο φιλικές για το περιβάλλον από την απλή καύση που γίνεται σε ένα παραδοσιακό τζάκι με ξύλα. Οι νέες τεχνολογίας θερμάστρες και λέβητες βιομάζας πελλέτ ρυθμίζουν ηλεκτρονικά τον ρυθμό τροφοδοσίας τους όπως και τη θερμοκρασία των δωματίων.

Στην αγορά θα τα βρούμε γενικά ως πέλλετ αλλά καλό είναι να ξέρουμε ότι χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με το πρωταρχικό του υλικό:

1. Woodpellet που είναι κατασκευασμένα από 100% ξύλο,
2. Biopellet που κατασκευάζονται από ενεργειακά φυτά και τα
3. Agropellet που κατασκευάζονται από αγροτικά υπολείμματα.

Εκτός όμως από τις βασικές κατηγορίες στην αγορά υπάρχουν πελλέτ που κατασκευάζονται με διάφορες μίξεις και αυτά αποτελούν υποκατηγορίες αλλά λόγω του ότι οι επιλογές στην μίξη είναι πάρα πολλές δεν υπάρχουν standards.

4.5.2 Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά

Τα συσσωματώματα βιομάζας (pellets) είναι βιολογικό καύσιμο που παρασκευάζεται από συμπίεση τεμαχιδίων από υπολείμματα ξύλου. Για την παραγωγή τους δεν χρησιμοποιούνται καθόλου χημικά προϊόντα, παρά μόνο υψηλή πίεση και ατμός. Επίσης, έχουν υψηλή ενεργειακή πυκνότητα και είναι απαλλαγμένα από υγρασία. Το γεγονός ότι συμπιέζονται σημαίνει ότι καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο, άρα αποδίδουν περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα όγκου. Είναι κυλινδρικά και έχουν διάμετρο 6 - 8 mm και μήκος έως και 40 mm, ενώ το χρώμα τους εξαρτάται από την

πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή τους. Το ενεργειακό τους περιεχόμενο ισούται με 4.5-5.2 kWh/kg, δηλαδή, 2 κιλά pellets αποδίδουν όσο 1 λίτρο πετρελαίου. Τα pellets έχουν αποδειχθεί ως το πιο καθαρό καύσιμο σε σχέση με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και τα αιωρούμενα σωματίδια.

Η πιστοποίηση της ποιότητας των pellets είναι απαραίτητη. Από τις αρχές του 2010 έχει εκδοθεί το πρότυπο EN 14961-1 που αναφέρεται γενικά στη βιομάζα (και σε pellets) για βιομηχανικές χρήσεις.

Πίνακας 4.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά pellet.

Χαρακτηριστικό	Όρια αποδεκτών τιμών
Μήκος	15-40 [mm]
Διάμετρος	6-8 [mm]
Υγρασία	<10 [%]
Τέφρα	<1 [%]
Θερμική απόδοση	4200-4600 [kcal/kg]
Πυκνότητα	620-660 [kcal/m ³]

4.5.3 Πλεονεκτήματα

Τα κύρια πλεονεκτήματα των εξευγενισμένων καυσίμων βιομάζας, σε σύγκριση με τα μη-εξευγενισμένα είναι:

- Αυξημένη φαινόμενη πυκνότητα (από 80-15 έως 600-700 kg/m³), με συνέπεια χαμηλότερες δαπάνες μεταφοράς, μειωμένο όγκο αποθήκευσης και ευκολότερο χειρισμό,
- Μικρότερη περιεκτικότητα σε υγρασία (<10%), ευνοώντας τη μακροχρόνια συντήρηση και λιγότερη απώλεια προϊόντος κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.
- Αυξημένη ενεργειακή πυκνότητα και πιο ομοιογενή σύνθεση, με συνέπεια καλύτερες δυνατότητες ελέγχου και έτσι υψηλότερη ενεργειακή αποδοτικότητα και χαμηλότερες εκπομπές κατά τη διάρκεια της καύσης.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα είναι το σχετικά υψηλό ενεργειακό κόστος για τη διαδικασία συσσωμάτωσης (pelleting), αυξάνοντας τη τιμή του τελικού προϊόντος.

Συμπερασματικά όσον αφορά το περιβάλλον τα συσσωματώματα είναι στερεά καύσιμα που παράγονται με μηχανική επεξεργασία βιομάζας. Με λίγα λόγια, χωρίς την

παραμικρή προσθήκη χημικών ουσιών, αξιοποιούνται φυτικής προέλευσης υλικά που κατά την καύση τους απελευθερώνουν ουσιαστικά όσο διοξείδιο του άνθρακα έχουν απορροφήσει κατά την διάρκεια της ζωής τους με αποτέλεσμα να μην επιβαρύνουν το περιβάλλον.

Τέλος όσον αφορά την οικονομία, σε εθνικό επίπεδο η παραγωγή καύσιμης ύλης από εγχώριες πρώτες ύλες σημαίνει ανάλογη μείωση των εισαγωγών καυσίμων. Στην περίπτωση των συσσωματωμάτων η καλλιέργεια των φυτών τα οποία χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες, μπορεί να βοηθήσει στην βελτίωση του αγροτικού εισοδήματος και σταδιακά να αποτελέσει μια διέξοδο στη διαρκώς επιβαρυνόμενη κατάσταση της Ελληνικής Γεωργίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΛΕΙΜΑΤΩΝ - ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΔΗΜΟΥ ΦΑΙΣΤΟΥ

5.1 Γενικά Στοιχεία Δήμου

Στον παρακάτω πίνακα παρέχονται γενικές πληροφορίες για τον Δήμο. Συγκεκριμένα αναφέρονται:

- Συνολική έκταση Δήμου
- Συνολικοί κάτοικοι Δήμου
- Σύνολο καλλιεργειών Δήμου
- Σύνολο Καλλιεργειών σε ακτίνα 5- 10 km (ελιά, αμπέλια)
- Σύνολο Θερμοκηπίων Δήμου

Πίνακας 5.1: Γενικές Πληροφορίες Δήμου.

Έκταση [km ²]	Κάτοικοι	Καλλιέργειες	Καλλιέργειες 5-10km	Θερμοκήπια [στρέμματα]
412.740	24.360 (2011)		Ελιές Μόνο	7.000



Εικόνα 5.1: Άποψη του Δήμου Φαιστού.

Ο Δήμος Φαιστού, δήμος της περιφέρειας Κρήτης, αποτελεί συνένωση των τριών πρώην Καποδιστριακών δήμων Ζαρού, Τυμπακίου και Μοιρών, διαθέτει ένα πλούσιο πολιτισμικό απόθεμα, σημαντική αγροτική παραγωγή, αλλά και μνημεία υψηλού κάλους. Η έδρα του δήμου Φαιστού βρίσκεται στις Μοίρες, ενώ ιστορική έδρα του έχει οριστεί το Τυμπακί. Βρίσκεται και ανήκει διοικητικά στην Περιφέρεια Κρήτης.

Τοποθετείται, στην Νότια Κεντρική Κρήτη, Νότιο Δυτικά στον Νομό Ηρακλείου. Με επίκεντρο το ανάκτορο της Φαιστού που δεσπόζει στην περιοχή, ο δήμος εκτείνεται σε 412.74 τετραγωνικά χιλιόμετρα, ενώ αριθμεί περίπου 25.000 κατοίκους.

Οι χρήσεις γης του Δ. Φαιστού φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.2: Χρήσεις Γής Δ. Φαιστού.

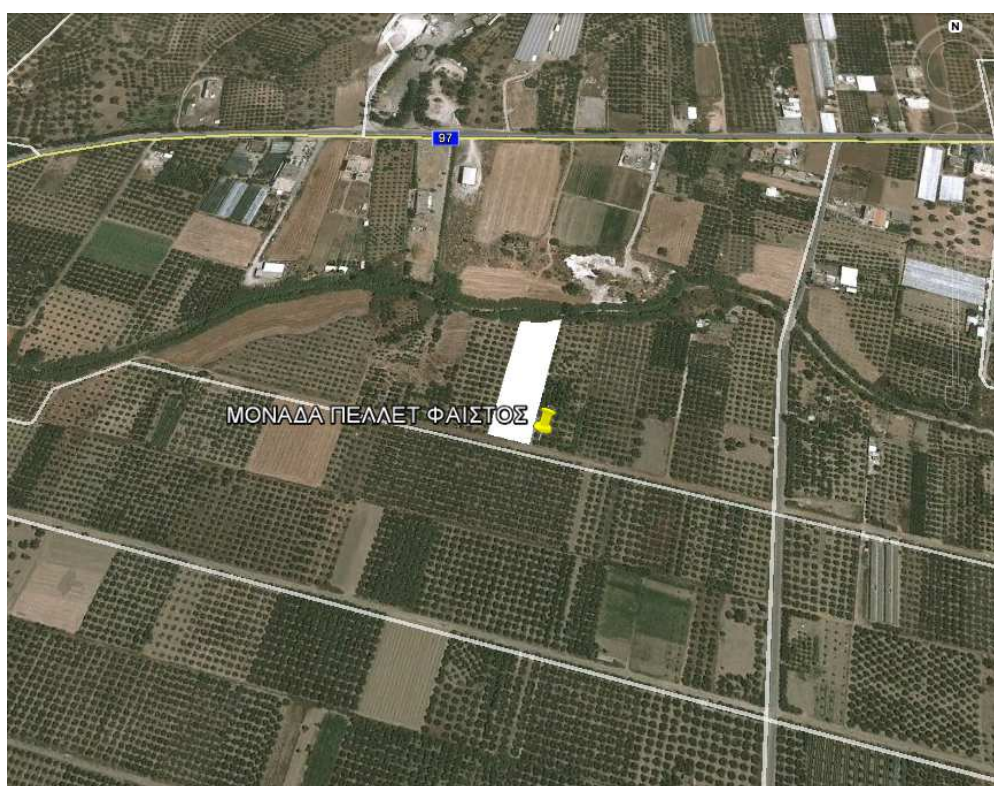
Χρήσεις Γής	στρέμματα
Δενδρώδεις Καλλιέργειες	182.000
Βοσκότοποι	87.000
Ετήσιες Καλλιέργειες	27.000
Αμπέλια	7.200
Οικογενειακές μικροκαλλιέργειες	780
Αγροναπαύσεις	8.300

5.2 Γεωγραφική Θέση Μονάδας Παραγωγής Pellets

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται η επιλεγμένη γεωγραφική θέση της μονάδας παραγωγής συσσωματωμάτων (pellets) του Δήμου Φαιστού. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες δίνονται στο Ελληνικό Γεωδαιτικό σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ'87.

Πίνακας 5.3: Γεωγραφικές Συντεταγμένες Μονάδας Παραγωγής Pellet.

Εταίρος	Φορέας	Γεωγραφικές Συντεταγμένες (ΕΓΣΑ'87)	
		X	Y
E1	Δήμος Φαιστού	35,04406	24,85189



Εικόνα 5.2: Απεικόνιση Περιοχής κατασκευής Μονάδας Δήμου Φαιστού.

5.3 Περιγραφή Υφιστάμενου Συστήματος Διαχείρισης Απορριμμάτων Πρασίνου (ΣΔΑ)

Σε γενική βάση κατά την περιγραφή - σχεδιασμό ενός ΣΔΑ και ειδικότερα των συστημάτων συλλογής-μεταφοράς, λαμβάνονται συνοπτικά υπόψη τα εξής: συχνότητα συλλογής, συνολική χωρητικότητα απορριμματοφόρων (Α /Φ) και συστήματος ανά ημέρα ή εβδομάδα (αριθμός - μέγεθος Α / Φ), ποιότητα και κόστος Α / Φ, ρυθμός συλλογής, δαπάνες λειτουργίας του συστήματος και ποιότητα παρεχόμενης υπηρεσίας.

Στις παρακάτω παραγράφους ακολουθεί περιγραφή του υφιστάμενου συστήματος διαχείρισης φυτικών υπολειμμάτων του Δήμου Φαιστού.

Στο Δήμο δεν υπάρχει προσωπικό αποκομιδής και μεταφοράς φυτικών υπολειμμάτων ούτε προσωπικό πρασίνου. Επομένως δεν υπάρχει συστηματική αποκομιδή των απορριμμάτων πρασίνου. Επίσης ο δήμος δεν διαθέτει υλικοτεχνικό εξοπλισμό για αυτήν την υπηρεσία και η συλλογή των φυτικών υπολειμμάτων γίνεται από το προσωπικό καθαριότητας. Ο εξοπλισμός του Δήμου για την καθαριότητα είναι 3 φορτηγά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη μεταφορά φυτικών υπολειμμάτων, οι χωρητικότητες των οποίων είναι :

1. Φορτηγό KHY 9616 με ωφέλιμο φορτίο 9.100kg,
2. . Φορτηγό KHY 9611 με ωφέλιμο φορτίο 9.560kg,
3. . Φορτηγό KHY 9606 με ωφέλιμο φορτίο 9.560kg.

Η κλάδευση των δένδρων που βρίσκονται σε κοινόχρηστους χώρους του Δήμου πραγματοποιείται συνήθως τους χειμερινούς μήνες ανάλογα με την διαθεσιμότητα σε προσωπικό.

Η κλάδευση των ελαιοδέντρων από τους αγρότες πραγματοποιείται κυρίως από τα μέσα Ιανουαρίου έως τέλη Μαρτίου.

Μεταφορά-διάθεση

Γεωργικά υπολείμματα

Η ξυλεία που προκύπτει από την κλάδευση των παραγωγικών δένδρων αξιοποιείται από τους κατόχους της στη θέρμανση των νοικοκυριών τους, και σε περίπτωση που δεν είναι κατάλληλη για το σκοπό αυτό καίγεται επί τόπου στον αγρό.

Αστικά υπολείμματα

Τα φυτικά υπολείμματα που προέρχονται από κλαδέματα οικιακών κήπων συλλέγονται από το προσωπικό καθαριότητας του Δήμου ή μεταφέρονται από του ίδιους τους ιδιοκτήτες στους σταθμούς μεταφόρτωσης του Δήμου και ακολουθούν τη ροή μεταφοράς και απόρριψης των οικιακών απορριμμάτων.

Τα φυτικά υπολείμματα που προέρχονται από κλαδέματα των δένδρων σε κοινόχρηστους χώρους του Δήμου συλλέγονται από το προσωπικό καθαριότητας του

Δήμου και μεταφέρονται στους σταθμούς μεταφόρτωσης και ακολουθούν τη ροή μεταφοράς και απόρριψης των οικιακών απορριμμάτων.

Τα φυτικά υπολείμματα που προέρχονται από κλαδέματα οικιακών κήπων συλλέγονται από το προσωπικό καθαριότητας του Δήμου ή μεταφέρονται από τους ίδιους τους ιδιοκτήτες τους στους σταθμούς μεταφόρτωσης του Δήμου και ακολουθούν τη ροή μεταφοράς και απόρριψης των οικιακών απορριμμάτων.

Τα φυτικά υπολείμματα κηπευτικών καλλιεργειών που παράγονται από αγρότες είτε μεταφέρονται από τους ίδιους στους σταθμούς μεταφόρτωσης και ακολουθούν τη ροή μεταφοράς και απόρριψης των οικιακών απορριμμάτων, είτε απορρίπτονται αυθαίρετα από τους παραγωγούς.

Προβλήματα στη συλλογή

Το σημαντικότερο πρόβλημα είναι η έλλειψη ξεχωριστού προσωπικού καθαριότητας για την αποκομιδή των υπολειμμάτων καθώς και η έλλειψη οικονομικών πόρων του Δήμου.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να πραγματοποιηθεί μια καταγραφή και ανάλυση της υφιστάμενης πρακτικής και στη συνέχεια να σχεδιαστεί ένα σύστημα συγκέντρωσης φυτικών υπολειμμάτων ορθό από περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική πλευρά πρακτικής διαχείρισης.

5.4 Εξοπλισμός Κόστος Συλλογής – Μεταφοράς Υπολειμμάτων

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται ο εξοπλισμός που διαθέτει ο Δήμος Φαιστού για την συλλογή και μεταφορά των γεωργικών υπολειμμάτων.

Πίνακας 5.4: Εξοπλισμός συλλογής και μεταφοράς γεωργικών υπολειμμάτων.

Εξοπλισμός	Ετήσιο Κόστος Συγκομιδής
Φορητό KHY 9616 με ωφέλιμο φορτίο 9.100kg, Φορητό KHY 9611 με ωφέλιμο φορτίο 9.560kg, Φορητό KHY 9606 με ωφέλιμο φορτίο 9.560kg.	Δεν διαθέτει προσωπικό για συγκομιδή. Προσωπικό καθαριότητας συγκομιδή.

Στο Δήμο Φαιστού δεν υπάρχει προσωπικό αποκομιδής και μεταφοράς φυτικών υπολειμμάτων ούτε προσωπικό πρασίνου. Επομένως είναι εξαιρετικά δύσκολο να υπολογιστεί πιο είναι το κόστος της διαχείρισης των φυτικών υπολειμμάτων αφού ως δραστηριότητα δεν είναι διακριτή.

Το παραπάνω κόστος θα μπορούσε να εκτιμηθεί στις 45.000€ έως 60.000€ αν γίνει αποδεκτό ότι τα παραπάνω υλικά αντιπροσωπεύουν το 3% με 4% των συνολικών απορριμμάτων που διαχειρίζεται ο Δήμος.

Τα απορρίμματα του Δήμου για ένα έτος είναι 62.000m³ και ζυγίζουν περίπου 16.500tn. Επομένως θεωρώντας ότι τα φυτικά υπολείμματα αποτελούν το 3 - 4% εκτιμούνται 1860 - 2480m³ / έτος δηλαδή περίπου 495 – 660tn φυτικά υπολείμματα.

5.5 Εκτίμηση Γεωργικών Ποσοτήτων

Πρώτη προτεραιότητα για τον σχεδιασμό εναλλακτικών Συστημάτων Διαχείρισης φυτικών υπολειμμάτων είναι η ανάλυση των ετήσιων παραγόμενων ποσοτήτων. Για τον υπολογισμό της παραγόμενης ποσότητας συλλέχθηκαν δεδομένα, τα οποία αφορούσαν στοιχεία από παλαιότερες αποκομιδές που έχουν πραγματοποιηθεί, και ελήφθησαν από τον αρμόδιο φορέα.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Δήμου η ποσότητα των απορριμμάτων που μεταφέρθηκε για το έτος 2012 ήταν 62000 m³. Τα φυτικά υλικά αντιπροσωπεύουν το 3% με 4% των συνολικών απορριμμάτων που διαχειρίζεται ο Δήμος. Επομένως εκτιμάται ποσότητα περίπου ίση με 1900-2500 m³. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της παρούσας εργασίας, τα φυτικά υπολείμματα από τις καλλιέργειες των αμπελιών ανέρχονται στους 0,25 tn /στρ νωπή βιομάζα και 0.12 tn /στρ ξηρή βιομάζα ενώ τα φυτικά υπολείμματα από την καλλιέργεια της ελιάς υπολογίζονται 0,12 tn /στρ νωπή βιομάζα και 0.10 tn /στρ ξηρή βιομάζα. Συνεπώς από αυτές τις καλλιεργούμενες εκτάσεις στον Δήμο Φαιστού, υποθέτοντας ότι τα υπολείμματα δεν επαναχρησιμοποιούνται ή καίγονται από τους παραγωγούς, παράγονται, σύμφωνα με τον Πίνακα 5.6, 93 τόνοι ξηρά υπολείμματα καλλιέργειας αμπελιού (κατά προσέγγιση 530 m³), και 12.570 τόνοι ξηρά υπολείμματα καλλιέργειας ελιάς το έτος (κατά προσέγγιση 71650 m³).

Σύμφωνα με τον Δήμο δεν υπάρχουν στοιχεία σχετικά με την συνολική έκταση των δημοτικών χώρων πρασίνου.

Συγκεντρωτικά η εκτίμηση της ποσότητας φυτικών υπολειμμάτων βασίστηκε στα παρακάτω στοιχεία και παραδοχές:

- Ελαιοκαλλιέργειες: 1 στρέμμα = 24 δέντρα,
- Ελαιοκαλλιέργειες: 0,10 tn / στρέμμα ξηρή βιομάζα,
- Κηπευτικά: 5 tn / στρέμμα,
- Εσπεριδοειδή: 1 στρέμμα = 65 δέντρα,
- Εσπεριδοειδή: 0,13 tn / στρέμμα,
- Αμπέλια: 0,12 tn / στρέμμα ξηρή βιομάζα,
- 1 τόνος φυτικά υπολείμματα = 5.7m³ φυτικά υπολείμματα.

Υγρασία

Για τον υπολογισμό της ξηρής βιομάζας επιλέγεται υγρασία για κάθε υλικό, σύμφωνα με εκτιμήσεις και υπάρχοντες αναλύσεις.

- Κλαδέματα ελιάς: 20 %,
- Κλαδέματα αμπελιού: 50%,
- Κηπευτικά: 35%.

Αθροιστικά ο Δήμος παράγει:

- 1900 - 2500 m³ από κλαδέματα δημοτικών χώρων,
- 58.500 tn / έτος από γεωργικά υπολείμματα – ξηρή βιομάζα.

Πίνακας 5.5: Καλλιέργειες Δήμου Φαιστού Νοπή Βιομάζα.

Στοιχεία Περιοχής	Περιγραφή Είδους						Υπολείμματα Νοπή				
	Σύνολο κηπευτικών εκτάσεων [στρέμματα]	Ελαιόδενδρα για ελιές ελαιοποιήσεως [στρέμματα]	Ελαιόδενδρα για ελιές ελαιοποιήσεως [Λέντρα]	Λεμονιές & Πορτοκαλιές & Μανταρινιές [στρέμματα]	Λεμονιές & Πορτοκαλιές & Μανταρινιές [Λέντρα]	Άμπελοι [στρέμματα]	Υπολείμματα από κηπευτικά [tn]	Υπολείμματα από ελιές [tn]	Υπολείμματα από εσπεριδοειδή [tn]	Υπολείμματα από αμπέλια [tn]	Συνολική Βιομάζα από καλλιέργειες [tn / έτος]
Τ.Δ.Ζαρού	382	13300	319200	180	11700	80	1910	1596	23,4	20	3549,40
Τ.Δ.Βοριζίων	137	2880	69120	90	5850	10	685	345,6	11,7	2,5	1044,80
Τ.Δ.Μορονίου	48	7610	182640	3	195	63,3	240	913,2	0,39	15,82	1169,42
Τ.Δ.Μοιρών	825	7500	180000	110	7150	30	4125	900	14,3	7,5	5046,80
Τ.Δ.Αληθινής	230	1850	44400	38	2470	26,67	1150	222	4,94	6,67	1383,61
Τ.Δ.Αντισκαρίου	1396	5500	132000			1,33	6980	660		0,33	7640,33
Τ.Δ.Γαλιάς	802	10200	244800	30	1950	30	4010	1224	3,9	7,5	5245,40
Τ.Δ.Καστελλίου	193	2400	57600	50	3250	46,67	965	288	6,5	11,67	1271,17
Τ.Δ.Κουσέ	135	1850	44400	70	4550	0,43	675	222	9,1	0,11	906,21
Τ.Δ.Περίου	826	1590	38160	95	6175	10,67	4130	190,8	12,35	2,67	4335,82
Τ.Δ.Πετροκεφαλίου	648	4700	112800	30	1950	4,67	3240	564	3,9	1,17	3809,07
Τ.Δ.Πηγαϊδακίων	406	3500	84000			0	2030	420		0	2450,00
Τ.Δ.Πόμπιας	408	7300	175200	110	7150	53,33	2040	876	14,3	13,33	2943,63
Τ.Δ.Ρουφά	9	3610	86640	10	650	60	45	433,2	1,3	15	494,50
Τ.Δ.Σκουρβούλων	740	3000	72000	35	2275	13,33	3700	360	4,55	3,33	4067,88
Τ.Δ.Τυμπακίου	4015	11000	264000	370	24050	16,67	20075	1320	48,1	4,17	21447,27
Τ.Δ.Βώρων	596	6080	145920	350	22750	40	2980	729,6	45,5	10	3765,10
Τ.Δ.Γρηγορίας	70	3500	84000			26,67	350	420		6,67	776,67

Τ.Δ.Καμαρών	156	500	12000			40		780	60		10	850,00
Τ.Δ.Καμηλαρίου	148	4900	117600	128	8320	6,67		740	588	16,64	1,67	1346,31
Τ.Δ.Κλήματος	707	7000	168000	12	780	6,67		3535	840	1,56	1,67	4378,23
Τ.Δ.Λαγολίου	167	2400	57600	25	1625	1		835	288	3,25	0,25	1126,50
Τ.Δ.Μαγαρικαρίου	395	6300	151200			53,33		1975	756		13,33	2744,33
Τ.Δ.Πιτσιδίων	118	3302	79248	5	325	100		590	396,24	0,65	25	1011,89
Τ.Δ.Σίβα	177	4000	96000	15	975	13,33		885	480	1,95	3,33	1370,28
Τ.Δ.Φανερωμένης	309	5128	123072	119	7735	10		1545	615,36	15,47	2,5	2178,33
ΣΥΝΟΛΟ ΔΗΜΟΥ ΦΑΙΣΤΟΥ		130900		1875				70215	15708	243,75	186,185	86353

Πίνακας 5.6: Καλλιέργειες Δήμου Φαιστού Ξηρή Βιομάζα

Στοιχεία Περιοχής	Υπολείμματα Ξηρά - Αξιοποίησιμα				
	Υπολείμματα από κηπευτικά [tn]	Υπολείμματα από ελιές [tn]	Υπολείμματα από εσπεριδοειδή [tn]	Υπολείμματα από αμπέλια [tn]	Συνολική Βιομάζα από καλλιέργειες [tn / έτος]
Τ.Δ.Ζαρού	1241,50	1276,80	18,72	10,00	2547
Τ.Δ.Βοριζίων	445,25	276,48	9,36	1,25	732
Τ.Δ.Μορονίου	156,00	730,56	0,31	7,91	895
Τ.Δ.Μοιρών	2681,25	720,00	11,44	3,75	3416
Τ.Δ.Αληθινής	747,50	177,60	3,95	3,33	932
Τ.Δ.Αντισκαρίου	4537,00	528,00	0,00	0,17	5065
Τ.Δ.Γαλιάς	2606,50	979,20	3,12	3,75	3593
Τ.Δ.Καστελλίου	627,25	230,40	5,20	5,83	869
Τ.Δ.Κουσέ	438,75	177,60	7,28	0,05	624
Τ.Δ.Περίου	2684,50	152,64	9,88	1,33	2848
Τ.Δ.Πετροκεφαλίου	2106,00	451,20	3,12	0,58	2561

Τ.Δ.Πηγαϊδακίων	1319,50	336,00	0,00	0,00	1656
Τ.Δ.Πόμπιας	1326,00	700,80	11,44	6,67	2045
Τ.Δ.Ρουφά	29,25	346,56	1,04	7,50	384
Τ.Δ.Σκουρβούλων	2405,00	288,00	3,64	1,67	2698
Τ.Δ.Τυμπακίου	13048,75	1056,00	38,48	2,08	14145
Τ.Δ.Βώρων	1937,00	583,68	36,40	5,00	2562
Τ.Δ.Γρηγορίας	227,50	336,00	0,00	3,33	567
Τ.Δ.Καμαρών	507,00	48,00	0,00	5,00	560
Τ.Δ.Καμηλαρίου	481,00	470,40	13,31	0,83	966
Τ.Δ.Κλήματος	2297,75	672,00	1,25	0,83	2972
Τ.Δ.Λαγολίου	542,75	230,40	2,60	0,13	776
Τ.Δ.Μαγαρικαρίου	1283,75	604,80	0,00	6,67	1895
Τ.Δ.Πιτσιδίων	383,50	316,99	0,52	12,50	714
Τ.Δ.Σίβα	575,25	384,00	1,56	1,67	962
Τ.Δ.Φανερωμένης	1004,25	492,29	12,38	1,25	1510
ΣΥΝΟΛΟ ΔΗΜΟΥ ΦΑΙΣΤΟΥ	45639,75	12566,40	195,00	93,09	58494,24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

6.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο εξετάζεται η ανάπτυξη ενός συστήματος συλλογής των φυτικών υπολειμμάτων από τις γεωργικές καλλιέργειες. Αυτό θα επιτευχθεί με την ανάπτυξη ενός δικτύου σημείων προ-συγκέντρωσης κοντά στα σημεία παραγωγής και στη συνέχεια αποκομιδής και μεταφοράς στο σημείο επεξεργασίας.

6.2 Μελέτη χωροθέτησης σημείων επιλογής

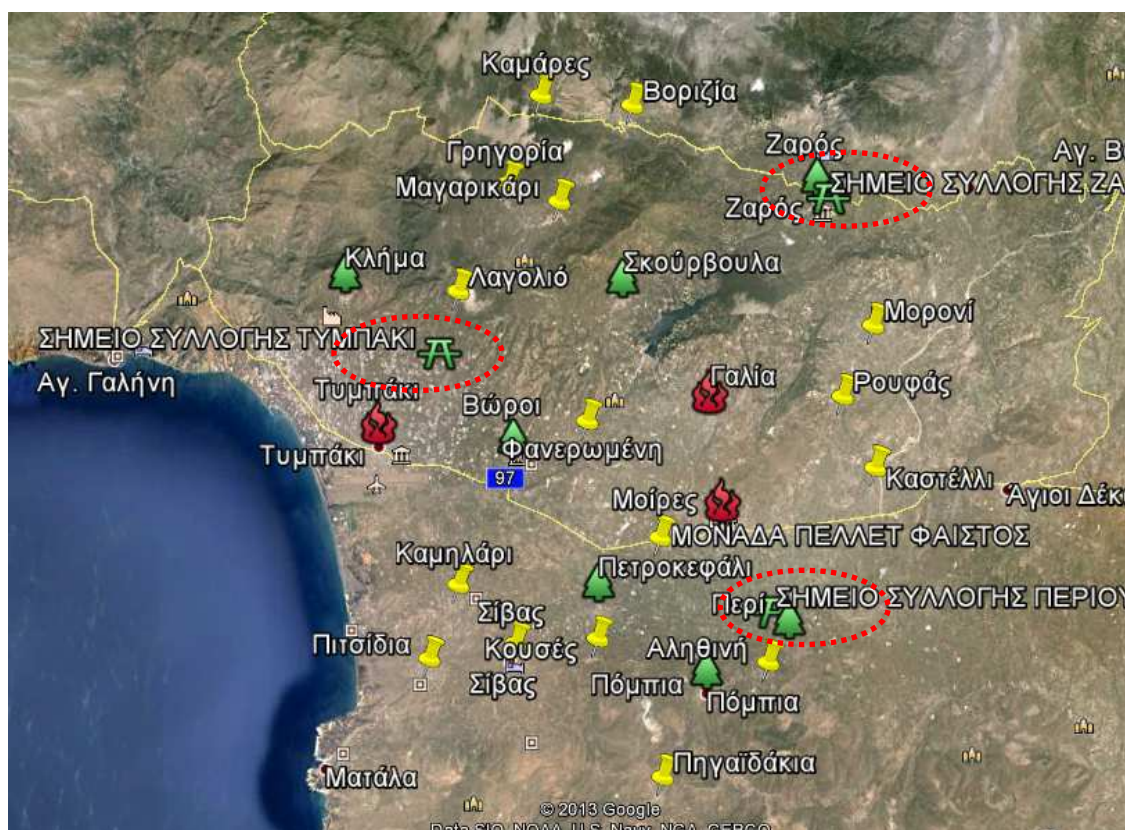
Για την χωροθέτηση των σημείων συγκέντρωσης καθορίζονται οι αποστάσεις και εκτιμώνται ο χρόνος και το κόστος καυσίμων ώστε να επιλεγτούν οι καταλληλότεροι από οικονομική άποψη χώροι συγκέντρωσης.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται οι αποστάσεις των δημοτικών διαμερισμάτων του Δήμου από την Μονάδα παραγωγής pellets καθώς και οι εκτιμώμενοι χρόνοι και το κόστος καυσίμων.

Πίνακας 6.1: Αποστάσεις Δημοτικών Διαμερισμάτων από Μονάδα.

Δημοτικά Διαμερίσματα	Απόσταση [km] από Μονάδα	Εκτιμώμενος Χρόνος [min]	Εκτιμώμενο Κόστος Καυσίμων [€] (0.30€/km)
Βοριζίων	22,3	30	6,69
Ζαρού	15,4	22	4,62
Μορονίου	11,1	16	3,33
Αληθινής	8,4	23	2,52
Αντισκαρίου	19,4	32	5,82
Γαλιάς	5,5	9	1,65
Καστελλίου	7,3	10	2,19
Κουσέ	4,8	9	1,44
Μοιρών	2,4	5	0,72
Περίου	8,0	14	2,4

Δημοτικά Διαμερίσματα	Απόσταση [km] από Μονάδα	Εκτιμώμενος Χρόνος [min]	Εκτιμώμενο Κόστος Καυσίμων [€] (0.30€/km)
Πετροκεφαλίου	3,3	6	0,99
Πηγαϊδακίων	12	21	3,6
Πόμπιας	5,3	9	1,59
Ρουφά	8,2	12	2,46
Σκουρβούλων	14,4	19	4,32
Βώρων	6,9	9	2,07
Γρηγορίας	20,2	27	6,06
Καμαρών	24,7	32	7,41
Καμηλαρίου	8,4	13	2,52
Κλήματος	15,1	19	4,53
Λαγολίου	14,2	20	4,26
Μαγαρικαρίου	18,7	25	5,61
Πιτσιδίων	8,9	14	2,67
Σίβα	6,5	11	1,95
Τυμπακίου	10,2	12	3,06
Φανερωμένης	9,2	13	2,76



Εικόνα 6.1: Άποψη του Δήμου Φαιστού και προτεινόμενα σημεία συλλογής.

Σύμφωνα με τον πίνακα 6.1 η προτεινόμενη θέση της μονάδας βρίσκεται κοντά (λιγότερο από 10km) από 14 δημοτικά διαμερίσματα, από 10 έως 20km απέχουν 9

δημοτικά διαμερίσματα του Δήμου και 3 δημοτικά διαμερίσματα απέχουν πάνω από 20km. Επομένως απαιτούνται άλλοι δύο τουλάχιστον χώροι συλλογής φυτικών υπολειμμάτων.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.6 και την εικόνα 6.1, τα παρακάτω δημοτικά διαμερίσματα με την σειρά που δίνονται παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον από άποψη παραγωγής υπολειμμάτων:

1. Τυμπάκι (14145 tn ξηρή βιομάζα) – απέχει 10.2km από μονάδα,
2. Αντισκάρι (5065 tn ξηρή βιομάζα) – απέχει 19.4km από μονάδα,
3. Γαλία (3593 tn ξηρή βιομάζα) – απέχει 5.5km από μονάδα,
4. Μοίρες (3416 tn ξηρή βιομάζα) – απέχει 2.4km από μονάδα.

Μικρότερο αλλά επίσης αξιόλογο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και τα εξής δημοτικά διαμερίσματα:

5. Κλήματος (2972 tn ξηρή βιομάζα) – απέχει 15.1km από μονάδα,
6. Περιού (2848 tn ξηρή βιομάζα) – απέχει 8km από μονάδα,
7. Σκουρβούλων (2698 tn ξηρή βιομάζα) – απέχει 14.4km από μονάδα,
8. Βόρων (2562 tn ξηρή βιομάζα) – απέχει 6.9km από μονάδα,
9. Πετροκεφαλίου (2561 tn ξηρή βιομάζα) – απέχει 3.3km από μονάδα,
10. Ζαρού (2547 tn ξηρή βιομάζα) – απέχει 15.4km από μονάδα και
11. Πόμπιας (2045 tn ξηρή βιομάζα) – απέχει 5.3km από μονάδα.

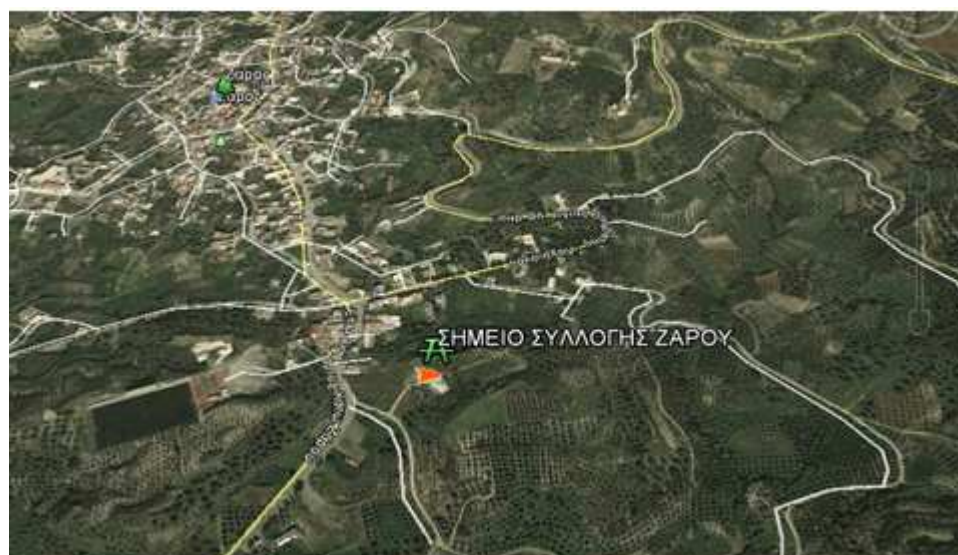
Επομένως απαιτούνται χώροι συλλογής οι οποίοι θα εξυπηρετούν κυρίως τα παραπάνω δημοτικά διαμερίσματα. Απαιτείται ένας χώρος να εξυπηρετεί την περιοχή του Τυμπακίου, Σκουρβουλίων και Κλήματος, Αντισκαρίου, Πόμπιας και Περιού και τέλος Μοιρών και Γαλίας.

6.3 Προτεινόμενοι χώροι

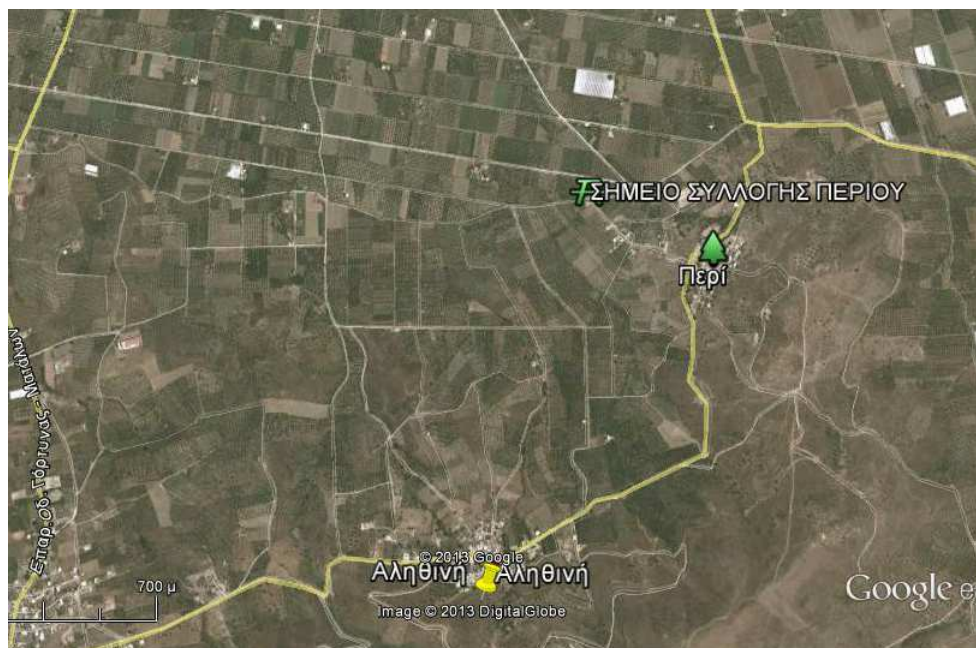
Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της παρούσας εργασίας και τις ανάγκες του Δήμου προτείνονται οι ακόλουθοι χώροι απόθεσης φυτικών υπολειμμάτων.

Πίνακας 6.2: Προτεινόμενοι Δημοτικοί χώροι απόθεσης Φυτικών Υπολειμμάτων.

Σημείο	Προτεινόμενος Δημοτικός Χώρος	Απόσταση από Μονάδα [km]	Δημοτικά Διαμερίσματα που εξυπηρετούν	Δημ. Διαμ. Απόσταση από σημεία συλλογής [km]	Γεωγραφικές Συντεταγμένες (ΕΓΣΑ'87)	
					X	Y
A	ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ PELLEΤ	-	Μοίρες Γαλία Πετροκεφάλι Πόμπιας	2.4 5.5 3.3 5.3	35.04406	24.85189
B	ΖΑΡΟΣ	14.8 (20')	Ζαρός Βοριζία Μορόνι	- 7.6 4.7	35.12500	24.90742
Γ	ΠΕΡΙ		Πόμπια Αληθινή Περί	3.7 1.8 0.5	35.02319	24.88024
Δ	ΤΥΜΠΑΚΙ	11.5 (14')	Τυμπάκι Σκούρβουλα Κλήμα	- 9.5 7	35.08915	24.78756



Εικόνα 6.3: Σημείο συλλογής και συγκέντρωσης Ζαρού.



Εικόνα 6.4: Σημείο συλλογής και συγκέντρωσης Περιού.



Εικόνα 6.5: Σημείο συλλογής και συγκέντρωσης Τυμπακίου.

Το σημείο Α όπου θα γίνει και η μονάδα καλύπτει τις περιοχές των Μοιρών, Γαλίας, Πετροκεφάλι και Πομπίας και οι αποστάσεις που απέχουν τα δημοτικά

διαμερίσματα είναι μικρές από 2-5 km με μικρό κόστος μεταφοράς από 3-7,5€ (σύμφωνα με πίνακα 6.3). Οι περιοχές αυτές εκτιμάται ότι θα συγκεντρώνουν περίπου 11.500 τόνους ανά έτος. Το σημείο Β Ζαρός καλύπτει τις περιοχές των Ζαρός, Βοριζία και Μορόνι. Οι περιοχές αυτές εκτιμάται ότι θα συγκεντρώνουν περίπου 4.200 τόνους ανά έτος, μικρή σχετικά ποσότητα αλλά εξυπηρετεί το βόριο τμήμα του Δήμου. Το σημείο Γ Περί καλύπτει τις περιοχές των Περί, Πόμπια και Αληθινή. Οι περιοχές αυτές εκτιμάται ότι θα συγκεντρώνουν περίπου 6.000 τόνους ανά έτος, μικρή σχετικά ποσότητα αλλά εξυπηρετεί το νότιο τμήμα του Δήμου. Τέλος το σημείο Γ Τυμπάκι καλύπτει τις περιοχές των Τυμπάκι, Σκούρβουλα και Κλήμα. Οι περιοχές αυτές εκτιμάται ότι θα συγκεντρώνουν περίπου 20.000 τόνους ανά έτος, αρκετά μεγάλη ποσότητα λόγω της περιοχής Τυμπακίου όπου αποτελείται από μεγάλες θερμοκηπιακές εκτάσεις.

6.3 Ανάλυση - Εκτίμηση κόστους συγκομιδής

Η βιομάζα όταν παράγεται μπορεί να είναι διασπαρμένη στο χωράφια ή στα δάση ή να είναι συγκεντρωμένη στη βιομηχανία. Στη πρώτη περίπτωση η βιομάζα πρέπει να συγκομιστεί ώστε να μεταφερθεί στη μονάδα μετατροπής με το χαμηλότερο δυνατόν κόστος. Η συγκομιδή της βιομάζας έχει απασχολήσει σημαντικά τη βιομηχανία κατασκευής γεωργικού εξοπλισμού καθώς το κόστος συγκομιδής και μεταφοράς είναι κρίσιμα για την οικονομικότητα της αξιοποίησης.

Τα κλαδιά μετά το κλάδεμα αφήνονται στην επιφάνεια του εδάφους. Υπάρχουν μηχανήματα που συλλέγουν τα κλαδιά από το έδαφος και τα συσκευάζουν σε μικρά κυλινδρικά δέματα. Σε άλλες λύσεις τα κλαδιά μαζεύονται στην άκρη του χωραφιού με οδοντωτές σβάρνες.

Η συλλογή της βιομάζας γίνεται είτε από εργάτες, είτε με την χρήση τρακτέρ με θρυμματιστή η όχι. Ο κάθε τρόπος έχει τα δικά του πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και κυρίως διαφέρει στο κόστος συγκομιδής.

Η ανάλυση του κόστους παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6.3: Κόστος συγκομιδής και μεταφοράς υπολειμμάτων κλαδέματος.

Είδος εργασίας	Κόστος
Παραγωγή υπολειμμάτων μέση εκτίμηση	0,1tn (100kg) / στρέμμα
Κοπή	4 €/δέντρο
Εργάτες	30-35 €/μεροκάματο
Τρακτέρ	45-50 €/μεροκάματο
Τρακτέρ με θρυμματιστή	60-65 €/μεροκάματο
Κόστος μετακίνησης φορτηγού ανεξάρτητα από φορτίο	1,50 € / km

Στον Δήμο Φαιστού κατά κύριο λόγο ακολουθείται το κάψιμο των υπολειμμάτων. Σε αρκετές περιπτώσεις τα υπολείμματα δίνονται ως τροφές ζώων ή χρησιμοποιούνται ως λίπασμα.

6.4 Τεμαχισμός / Αποθήκευση

Ο τεμαχισμός πρέπει να γίνεται ακριβώς πριν την εισαγωγή της βιομάζας στη διεργασία μετατροπής ενέργειας. Ο λόγος είναι ότι τα ολόκληρα δέντρα, οι κορμοί, ακόμα και τα κλαδιά, προστατεύονται από το φλοιό ενάντια σε μικροβιακές επιθέσεις και η εκτεθειμένη επιφάνειά τους είναι μικρή (συνήθως μόνο τα σημεία τομής), ενώ το αντίθετο συμβαίνει για την τεμαχισμένη βιομάζα.

Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι, κατά την αποθήκευση ολόκληρων των υπολειμμάτων, η φυσική ξήρανση είναι πιο προφανής διεργασία από την αποσύνθεση της βιομάζας εξαιτίας βιολογικής δραστηριότητας. Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα είναι ότι τα υπολείμματα αιθαλών δέντρων (κωνοφόρα, ελιές, ευκάλυπτοι, κτλ) τείνουν να χάσουν τα φύλλα ή τις βελόνες τους κατά την αποθήκευση. Έτσι βελτιώνεται η ποιότητα του καυσίμου και πολύτιμα θρεπτικά συστατικά που περιέχονται σε αυτά τα μέρη επιστρέφουν στο δάσος ή το χωράφι. Από την άλλη, τα τεμαχισμένα κομμάτια ξύλου γίνονται στόχος γρήγορης επίθεσης από μύκητες, που προκαλούν μεγάλες απώλειες βιομάζας σε μεγάλους σωρούς υγρού υλικού (μέχρι και 30% της αρχικής βιομάζας). Ο φλοιός προστατεύει επίσης το υλικό από την απορρόφηση ατμοσφαιρικού νερού (χιόνι, βροχή), ενώ το εκτεθειμένο ξύλο τείνει να είναι υγροσκοπικό και να αυξάνεται η υγρασία του αν αποθηκεύεται ακάλυπτο. Η υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία είναι απαραίτητη για την αναπαραγωγή των μυκήτων, έτσι ο καλύτερος τρόπος διατήρησης του τεμαχισμένου ξύλου είναι η ξήρανσή του (σε ποσοστά

υγρασίας 30-35% ή μικρότερα) και η αποθήκευσή τους σε μια σκεπασμένη και αερισμένη περιοχή, πιθανώς και με καλυμμένη επιφάνεια. Το μέγεθος του σωρού είναι επίσης σημαντικό, καθώς ο κίνδυνος αποσύνθεσης ή και αυτανάφλεξης εξαρτάται από τη μάζα του ξύλου που περικλείεται σε αυτόν. Σε μερικές χώρες, το μέγεθος του σωρού θεωρείται παράγοντας επικινδυνότητας και μεγάλες μάζες (5000 m³ για την περίπτωση της Ιταλίας) απαιτούν την παρουσία μέσων πυρόσβεσης και μόνιμου ελέγχου, και προφανώς αυτό συνεπάγεται πρόσθετα κόστη.

Ο σχεδιασμός για τη χρήση λιγνοκυτταρινούχας βιομάζας ως βασικού καυσίμου σε ένα αειφόρο ενεργειακό σύστημα πρέπει να ξεκινάει πάντα από την ταυτοποίηση και χαρτογράφηση των τοπικών και περιφερειακών πόρων:

- Άλλα λιγνοκυτταρινούχα καύσιμα από τη γεωργία είναι τα κλαδέματα και πρέμνα / ρίζες από δενδρώδεις καλλιέργειες όπως μηλιές, ελαιώνες και αντίστοιχα, συμπεριλαμβανομένων των αμπελιών. Καθώς μερικά από αυτά τα υλικά είναι λεπτά, με υψηλό λόγο φλοιού προς κορμού ενώ άλλα απομακρύνονται μέσα από το έδαφος, μπορεί να θεωρηθεί ότι η περιεκτικότητα σε τέφρα θα είναι υψηλή και, επομένως, αυτά τα είδη καυσίμων απαιτούν ειδική προσοχή. Ενώ αυτές οι πρώτες ύλες μπορεί να είναι σημαντικές σε περιφερειακό επίπεδο, οι συνολικές ποσότητες είναι περιορισμένες και κατάλληλες για την τροφοδοσία μονάδων μέσης κλίμακας παρά μεγάλης. Ορισμένα από τα υλικά που προέρχονται από γεωργικές δραστηριότητες μπορεί να είναι δεματοποιημένα έτσι ώστε να μειώνεται το κόστος μεταφοράς. Ωστόσο, τα οφέλη της δεματοποίησης γίνονται περισσότερο προφανή σε μεγάλες βιομηχανικές εφοδιαστικές αλυσίδες, όπου το κόστος της εφοδιαστικής έχει μεγαλύτερο ρόλο. Έτσι ο συντονισμός της τροφοδοσίας είναι απαραίτητος προκειμένου να φτάσει κανείς σε ποσότητες αρκετά μεγάλες ετήσιες ποσότητες ώστε να είναι δυνατή η ορθολογικότερη εκμετάλλευσή τους.

Γενικά, κάθε διεργασία αναβάθμισης, όπως η ξήρανση ή η δεματοποίηση – με μια εξαίρεση – πρέπει να λαμβάνει χώρα όσο το δυνατόν νωρίτερα στην εφοδιαστική έτσι ώστε να ενισχύεται η απόδοση του χειρισμού και της μεταφοράς.

Η εξαίρεση είναι η μείωση μεγέθους (με τεμαχιστές, σχίστες, σπαστήρες) του υγρού υλικού. Όπως αναφέρθηκε, η αποθήκευση είναι βασικό μέρος της εφοδιαστικής αλυσίδας ενός βιοκαυσίμου. Η αποθήκευση μπορεί να σχεδιάζεται για τεμαχισμένο ξύλο, για κορμούς ή για το υλικό όπως εξάγεται από το σημείο παραγωγής.

Η αποθήκευση τεμαχίων ξύλου για μακρόχρονη περίοδο πρέπει να αποφεύγεται για πολλούς λόγους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

7.1 Εισαγωγή

Βάσει των εκτιμήσεων και του προτεινόμενου σχεδιασμού του συστήματος διαχείρισης συλλογής και συγκέντρωσης των φυτικών υπολειμμάτων στο παρόν κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν καθώς και σχολιασμός όσον αφορά το δυναμικό της βιομάζας και επιπτώσεων από την αξιοποίηση των υπολειμμάτων στο περιβάλλον και στον εξεταζόμενο Δήμο.

7.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων δυναμικού βιομάζας του Δήμου Φαιστού για παραγωγή συσσωματωμάτων pellets σε σχέση με σχεδιασμό συλλογής υπολειμμάτων

Σύμφωνα με τα όσα έχουν εκτεθεί η συνολική παραγόμενη βιομάζα από στερεά υλικά υπολείμματα διαφόρων δραστηριοτήτων φτάνει περίπου τους 58.500 τόνους ανά έτος. Σε κάθε περίπτωση τα τέσσερα σημεία καλύπτουν την εκτιμώμενη βιομάζα. Το σημείο Α όπου θα γίνει και η μονάδα καλύπτει τις περιοχές των Μοιρών, Γαλίας, Πετροκεφάλι και Πομπίας και οι αποστάσεις που απέχουν τα δημοτικά διαμερίσματα είναι μικρές από 2-5 km. Οι περιοχές αυτές εκτιμάται ότι θα συγκεντρώνουν περίπου 11.500 τόνους ανά έτος. Το σημείο Β Ζαρός καλύπτει τις περιοχές των Ζαρός, Βοριζία και Μορόνι. Οι περιοχές αυτές εκτιμάται ότι θα συγκεντρώνουν περίπου 4.200 τόνους ανά έτος, μικρή σχετικά ποσότητα αλλά εξυπηρετεί το βόριο τμήμα του Δήμου. Το σημείο Γ Περί καλύπτει τις περιοχές των Περί, Πόμπια και Αληθινή. Οι περιοχές αυτές εκτιμάται ότι θα συγκεντρώνουν περίπου 6.000 τόνους ανά έτος, μικρή σχετικά ποσότητα αλλά εξυπηρετεί το νότιο τμήμα του Δήμου. Τέλος το σημείο Γ Τυμπάκι καλύπτει τις περιοχές των Τυμπάκι, Σκούρβουλα και Κλήμα. Οι περιοχές αυτές εκτιμάται ότι θα συγκεντρώνουν περίπου 20.000 τόνους ανά έτος, αρκετά μεγάλη

ποσότητα λόγω της περιοχής Τυμπακίου όπου αποτελείται από μεγάλες θερμοκηπιακές εκτάσεις.

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται προσωπικό συγκομιδής της βιομάζας. Αυτό θα δημιουργήσει αύξηση απασχόλησης υποαπασχολούμενου προσωπικού ενώ θα δημιουργηθούν και νέες θέσεις εργασίας για κάλυψη του όλου κύκλου.

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από την αξιοποίηση της βιομάζας θα είναι και θετικές και αρνητικές. Θετικό είναι ότι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται σε αντικατάσταση ορυκτών καυσίμων. Επομένως υπάρχει άμεση και ουσιαστική ωφέλεια από την μείωση των εκπομπών του CO₂ δηλαδή αερίων του θερμοκηπίου. Η ωφέλεια είναι σημαντική καθώς το μεγαλύτερο μέρος αυτών των υπολειμμάτων σήμερα καίγεται. Η καύση της βιομάζας έχει γενικά μάλλον χαμηλές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πολύ μικρή οπότε εκπομπές SO₂ δεν υπάρχουν. Αντίθετα υπάρχουν εκπομπές NO_x αλλά και σωματιδίων. Αρνητικές επιπτώσεις υπάρχουν από την αφαίρεση της βιομάζας από τους αγρούς. Η βιομάζα δίνει στο έδαφος πολύτιμη οργανική ουσία αλλά και θρεπτικά στοιχεία τα οποία χάνονται με την απομάκρυνσή της. Είναι γνωστό ότι τα Ελληνικά εδάφη έχουν ιδιαίτερα χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία κάτι που κάνει το πρόβλημα οξύτερο Παρ' όλο που σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό των υπολειμμάτων καίγεται και επομένως η ωφέλεια από την αύξηση της οργανικής ουσίας δεν υπάρχει ουσιαστικά το πρόβλημα πρέπει να τεθεί. Η αφαίρεση των φυτικών υπολειμμάτων αφήνει το χωράφι γυμνό και επομένως επιρρεπές στη διάβρωση.

7.3 Συγκεντρωτικά Συμπεράσματα

Οι ποσότητες που βρέθηκε ότι υπάρχουν στον μελετούμενο Δήμο από τα υπολείμματα των γεωργικών καλλιεργειών είναι σημαντικές που σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να μείνει αναξιοποίητη. Η αξιοποίηση λοιπόν των πιο πάνω υπολειμμάτων αποδεικνύεται άλλη μια πρόκληση που θα πρέπει να αξιοποιηθεί με τον σωστό σχεδιασμό των σημείων συλλογής και συγκέντρωσης των υπολειμμάτων ώστε η παραγωγή συσσωματωμάτων να είναι μια βιώσιμη επένδυση.

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις μας τα σημεία συλλογής θεωρούνται τα βέλτιστα από άποψη κόστους ώστε να αξιοποιούνται στο μεγαλύτερο μέρος του τα γεωργικά υπολείμματα.

Η αύξηση της απασχόλησης σε τοπικό επίπεδο είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα της διαχειριστικής αλυσίδας των φυτικών υπολειμμάτων για την παραγωγή συσσωματωμάτων.

Επιπλέον ως κοινωνική ωφέλεια μπορεί να αναφερθεί και η μείωση των εκπομπών του CO₂ δηλαδή αερίων του θερμοκηπίου, μιας και το μεγαλύτερο μέρος αυτών των υπολειμμάτων σήμερα καίγεται.

Η σωστή αξιοποίηση της βιομάζας είναι σε θέση να αποφέρει σημαντικά οφέλη για τους κατοίκους της περιοχής. Τα οφέλη σύμφωνα με τα παραπάνω διακρίνονται σε περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά.

Βεβαίως η δυσκολία της συλλογής και της αποθήκευσης της βιομάζας είναι ένα πρόβλημα που αυξάνει την ενεργειακή αξιοποίηση και είναι ανάγκη να μελετηθεί περαιτέρω. Μέσα στον 21^ο αιώνα τα συμβατικά καύσιμα θα μειωθούν σε απελπιστικό βαθμό. Συνεπώς οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν την λύση στο ενεργειακό πρόβλημα του πλανήτη και μπορούν επάξια, καθαρά και αποτελεσματικά να ανταπεξέλθουν αρκεί στην κοινωνία να γίνουν συνείδηση τα οφέλη που προκύπτουν σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο από το σεβασμό προς το περιβάλλον και την ορθολογική χρήση πάντα με την σωστό σχεδιασμό διαχείρισης της βιομάζας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Borges, M., Díaz, L., Gavín, J., Brito, A. (2011). “Estimation of the content of fatty acid methyl esters (FAME) in biodiesel samples from dynamic viscosity measurements”. Fuel Processing Technology, Volume 92, pp. 597–599.
2. Δημητριάδης, Σ., Μιχιώτης, Α. (2007), «Διοίκηση Παραγωγικών Συστημάτων – Βασικές θεωρητικές αρχές και εφαρμογές στη λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων», Εκδ. «Κριτική» Αθήνα.
3. <http://www.aenaon.net>.
4. <http://www.agroenergy.gr>.
5. Μ. Π. Παπαδόπουλος, «ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ», εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 1997.
6. <http://climate.wwf.gr>
7. Greanpeace, «Αποτίμηση του κοινωνικού όφελους από την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών», Ιούλιος 2011.
8. <http://www.exipnasistimata.gr>.
9. <http://www.energypoint.gr>.
10. <http://www.eeee.gr>.
11. Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών, «Ηλιακά Θερμικά Συστήματα- Εφαρμογές στον οικιακό τομέα», Κύπρος: Οκτώβριος 2010.
12. Γ.Μπεργελές, «Ανεμοκινητήρες», εκδόσεις Συμεών, 2005.
13. <http://www.cres.gr>.

14. Σόλων Κασίνης, «Αιολικά και Φωτοβολταϊκά συστήματα στην Κύπρο», 2009, Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, Υπηρεσία Ενέργειας .
15. <https://el.wikipedia.org>.
16. <http://www.desmie.gr>.
17. <http://dspace.lib.ntua.gr>.
18. <http://www.biomassenergy.gr>.
19. <http://imarinakiss.webs.com>.
20. <http://www.cretapellet.gr>.
21. <http://www.ecocrete.gr>.
22. <http://www.eng.auth.gr>.
23. <http://www.wfdt.teilar.gr>.
24. <http://bisyplan.bioenarea.eu>.
25. <http://www.hellenic-pellets.gr>.
26. <http://prasinienergeiaoikonomia.blogspot.gr/>.
27. <http://www.econews.gr>.
28. <http://courseware.mech.ntua.gr>.
29. <http://www.ccs-net.gr>.
30. <http://www.dosenergy.gr>.
31. <http://www.modernfuels.gr>.
32. <http://dspace.lib.ntua.gr>.
33. Λαζαρίδη Κ, Παυλόπουλος Κ (2001), Ολοκληρωμένη διαχείριση οργανικών αποβλήτων και υπολειμμάτων, Επιλεγμένα κείμενα από τη διημερίδα και τις

εργασίες του ανθρώπινου δικτύου διάδοσης της E&T γνώσης 'Κομποστ -Net' που υλοποιήθηκε με την υποστήριξη της ΓΓΕΤ, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

34. Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S (1993), Integrated solid waste management. Engineering principles and management issues. Mc Graw-Hill international editions, New York.
35. Πτυχιακή εργασία Παντελάκη Βασιλική «Ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας».