



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**ΜΕΛΕΤΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ ΣΤΟ ΟΡΟΠΕΔΙΟ ΤΟΥ
ΔΗΜΟΥ ΔΟΜΟΚΟΥ**

**Φοιτητής: Ρούμελης Παναγιώτης
ΑΜ: 45017**

Επιβλέπων Καθηγητής

Μανουσάκης Νικόλαος

ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2022



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL & ELECTRONICS
ENGINEERING

Diploma Thesis

Study of a biomass power plant in the plateau of Domokos municipality

Student: Roumelis Panagiotis
Registration Number: 45017

Supervisor

Manousakis Nikolaos

ATHENS-EGALEO, MARCH 2022

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

| Νικόλαος Μ. Μανουσάκης, Επίκουρος Καθηγητής | Κωνσταντίνος Ψωμόπουλος, Καθηγητής | Κωνσταντίνος Καλκάνης, Επίκουρος Καθηγητής |
|--|---------------------------------------|---|
| (Υπογραφή) | (Υπογραφή) | (Υπογραφή) |

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και Ρούμελης Παναγιώτης,
Μάρτιος, 2022**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Ρούμελης Παναγιώτης του Νικολάου, με αριθμό μητρώου 45017 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου.»

Ο Δηλών
Ρούμελης Παναγιώτης



(Υπογραφή φοιτητή)

Αφιερώνεται

*Στον αδερφό μου
Χρήστο*

Θα ήθελα πρώτα από όλα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την πολύτιμη στήριξη τους και την αγάπη τους. Επιπρόσθετα θέλω να ευχαριστήσω τον υπεύθυνο καθηγητή της διπλωματικής Δρ. Μανουσάκη Νικόλαο για την ανάθεση αυτής της εργασίας και επειδή μου έδωσε την δυνατότητα να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα, αλλά και για την καθοδήγηση του και τις συμβουλές του ώστε να βγει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Τέλος ευχαριστώ θερμά την Κόγια Βίκυ για την βοήθεια της σχετικά με τη σύνταξη της βιβλιογραφίας της εργασίας.

Περίληψη

Η ελληνική επικράτεια παρουσιάζει αξιοσημείωτες προοπτικές για την εφαρμογή πρότυπων Κεντρικών Μονάδων Βιοαερίου (centralized biogas plants). Το οροπέδιο του Δήμου Δομοκού αποτελεί εδώ και πολλά χρόνια μία κατεξοχήν γεωργική περιοχή, η οποία γι' αυτό το λόγο άλλα και λόγω της γεωγραφικής της θέσης ευνοεί την δημιουργία ενός σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα. Συγκεκριμένα, αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η μελέτη μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα στο οροπέδιο του Δήμου Δομοκού.

Το βιοαέριο θα προέρχεται από αξιοποίηση των τοπικών ενεργειακών καλλιεργειών και βιομηχανικών υπολειμμάτων των εργοστασίων της περιοχής. Στην παρούσα εργασία αναλύεται η σύσταση του βιοαερίου το οποίο προέρχεται από τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης, τις διαφορετικές προοπτικές εκμετάλλευσής του, τον καθορισμό της ποσότητας των ενεργειακών δεδομένων εισόδου και εξόδου της εγκατάστασης ενώ ταυτόχρονα περιγράφεται η μονάδα αξιοποίησης.

Η σκέψη της κατασκευής μίας κεντρικής μονάδας συνδυασμένης χώνευσης στηρίζεται στην παραγωγή του βιοαερίου κάνοντας χρήση της τεχνολογίας της αναερόβιας χώνευσης (ΑΧ), βασίζοντας επάνω σε ένα μεγάλο φάσμα οργανικών αποβλήτων, τα οποία προέρχονται κατά 80% από απόβλητα κυρίως κτηνοτροφικά και κατά 20% από απόβλητα της αγροτοβιομηχανίας, αλλά και διάφορα άλλα όπως αστικά λύματα και απόβλητα από βιολογικούς καθαρισμούς. Επίσης η κεντρική μας μονάδα πρέπει να γίνει η εγκατάσταση της σε περιοχές με μεγάλο δυναμικό αποβλήτων και απορριμμάτων με σκοπό την ελάττωση του μεταφορικού κόστους τους προς την μονάδα.

Το βιοαέριο έχει μέρη κατά κύριο λόγο από μεθάνιο (CH_4) σε ποσότητα 55-70% και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) 30-45% και είναι δυνατό να κάνει τροφοδοσία σε μηχανές εσωτερικής καύσης, (ΜΕΚ), αεριοστρόβιλους ή και καυστήρες αερίου οι οποίοι παράγουν ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα. Επιπλέον, είναι δυνατό να αξιοποιηθεί και ως καύσιμη ύλη για μεταφορές, έπειτα από τη διεργασία του καθαρισμού του κυρίως από το υδρόθειο και την υγρασία αναβαθμίζοντας έτσι την ποιότητα του. Εν τέλη, το βιοαέριο είναι δυνατό να διοχετευθεί και στο δίκτυο του φυσικού αερίου, όπως επιπλέον να είναι αποδοτικό όταν γίνει χρήση για παραγωγή βιο-υδρογόνου (fuel cell).

Επιπρόσθετα, ένας επιπλέον στόχος αυτής της εργασίας είναι η οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική αξιολόγηση αυτής της κατηγορίας επενδύσεων, που στοχεύει στην παραγωγή βιοαερίου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και θα εξεταστεί έτσι η περίπτωση επιδοτήσεων.

Τέλος, μια τέτοια εγκατάσταση παραγωγής βιοαερίου δεν μας δίνει μονάχα την ικανότητα να αξιοποιήσουμε το ενεργειακό δυναμικό του βιοαερίου, αλλά κάνει συμμετοχή ταυτόχρονα και στη συνολική επεξεργασία των αποβλήτων της γεωργοκτηνοτροφικής δραστηριότητας από όπου αυτά προέρχονται με την παραγωγή τους. Επιπλέον η παραγωγή βιοαερίου διαθέτει άμεσα συνδεδεμένα μεταξύ τους γεωργικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη, όπως: την εξοικονόμηση χρημάτων, τη μείωση των εισαγωγών καυσίμων, την αύξηση της απασχόλησης στον πρωτογενή τομέα και τις μικρότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (CO₂, CH₄, NO_x). Η αξιοποίηση της ενέργειας των απορριμμάτων που προέρχονται από τις γεωργοκτηνοτροφικές μονάδες, αλλά και ειδικών βιομηχανικών οργανικών αποβλήτων και των οργανικών δημοτικών στερεών απόβλητων γίνεται εύκολα σε κεντρική μονάδα βιοαερίου με κύρια προϊόντα το βιοαέριο και το οργανικό λίπασμα που αποτελεί μία εύρεση στο πρόβλημα που εμφανίζεται θελκτική για την Ελλάδα.

Λέξεις – κλειδιά

Βιομάζα, Αναερόβια Χώνευση, Βιοαέριο, Δομοκός, Ορεινές και Αγροτικές Περιοχές, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Abstract

In Greece appear significant prospects for the development of model Centralized Biogas Plants. The plateau of Domokos municipality has been for many years a principally agrarian area which, for this reason and also for its geographical location, favors the building of a biomass power plant. Specifically, the goal of this particular diploma thesis is the study of a biomass power plant in Domokos municipality.

The biogas will come from the exploitation of the local power plants and industrial residues of the area's factories. The diploma thesis analyzes the composition of biogas, which will come from the anaerobic digestion, the different possibilities of its exploitation and the determination of the amount of input and output of energy data of the settlement, while at the same time it describes the unit of exploitation.

The idea of the central unit combined digestion is based on the production of biogas through the process of anaerobic digestion, by using a wide range of organic waste, which is composed of 80% livestock waste and of 20% agro-industrial waste, municipal organic waste and waste water of biological treatment. The central unit is settled in areas with a high potential of waste in order to reduce the cost of their transportation.

The biogas mainly consists of methane (CH₄) 55-70% and carbon dioxide (CO₂) 30-45% and it can fuel internal combustion engines, gas burners or gas turbines for the production of electric energy and heat. Furthermore, it can be used as transportation fuel after the process of treatment and its upgrading. Finally, the biogas is funneled into the gas network and it can also be used for the production of fuel cell. Additionally, another goal of this diploma thesis is the economic, social and environmental assessment of this category of investment, which aims at the production of biogas for electricity generation, so that the case of subsidization will be taken into consideration.

Last but not least, the establishment of an industry of biogas plant does not only offer the possibility of exploiting the energy potential of biogas, but also contributes to the entire treatment of the waste of the agrarian-livestock activity from which are produced. The production of biogas has interdependent financial, environmental and agricultural benefits like the decrease of import of fuel, less emission of greenhouse gas (CO₂, CH₄, NO_x), money saving and increase in the employment on the primary sector. The exploitation of the waste's energy of the agrarian-livestock plants and special industrial organic waste and of the organic municipal solid waste can be done in a central biogas plant with biogas and mulch as main products, a solution that seems appealing in Greece.

Keywords

Biomass, Anaerobic Digestion, Biogas, Domokos, Agricultural and Mountainous Regions, Renewable Energy Sources

Περιεχόμενα

| | |
|---|-----------|
| Κατάλογος Πινάκων..... | 13 |
| Κατάλογος Εικόνων | 13 |
| Αλφαβητικό Ευρετήριο..... | 14 |
| 1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 16 |
| 1.1 Σκοπός και στόχοι..... | 16 |
| 1.2 Μεθοδολογία..... | 16 |
| 1.3 Καινοτομία..... | 17 |
| 1.4 Δομή | 17 |
| 2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : Ανάλυση του οροπεδίου του Δήμου Δομοκού | 20 |
| 2.1 Δημοτική Ενότητα Δομοκού..... | 20 |
| 2.1.1 Ασχολίες των κατοίκων | 21 |
| 2.2 Ενεργειακές Καλλιέργειες του Δήμου Δομοκού | 23 |
| 2.2.1 Ζαχαρότευτλα..... | 23 |
| 2.2.2 Ελαιοκράμβη | 24 |
| 2.2.3 Ηλίανθος | 25 |
| 2.2.4 Γλυκό σόργο..... | 26 |
| 2.3 Βιομηχανία στην ευρύτερη περιοχή | 27 |
| 2.3.1 Βιομηχανικά απόβλητα..... | 27 |
| 2.4 Κτηνοτροφία στο Δήμο Δομοκού | 30 |
| 3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας | 32 |
| 3.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα | 32 |
| 3.2 Ανεμογεννήτριες και Αιολικά Πάρκα | 36 |
| 3.3 Βιομάζα | 43 |
| 3.4 Υδροηλεκτρικές Εφαρμογές..... | 45 |
| 3.5 Γεωθερμικά Συστήματα | 50 |
| 4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : Βιομάζα | 57 |
| 4.1 Εισαγωγή | 57 |
| 4.2 Τεχνολογική Περιγραφή..... | 58 |
| 4.3 Εφαρμογές της βιομάζας | 62 |
| 4.4 Ενεργειακό ισοζύγιο της βιομάζας στην Ελλάδα..... | 65 |
| 4.4.1 Ο στόχος της Ελλάδας στην αξιοποίηση της βιομάζας..... | 65 |
| 4.5 Πλεονεκτήματα της χρήσης βιομάζας..... | 66 |
| 4.6 Μειονεκτήματα της χρήσης βιομάζας..... | 67 |
| 4.7 Ενδεικτικό κόστος | 67 |
| 5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : Βιοαέριο..... | 69 |
| 5.1 Κύρια χαρακτηριστικά | 69 |
| 5.2 Η μέθοδος της Αναερόβιας Χώνευσης (ΑΧ) | 70 |
| 5.3 Βιομηχανική διεργασία της ΑΧ..... | 71 |
| 5.3.1 Υδρόλυση..... | 72 |
| 5.3.2 Οξεογένεση (Οξυγένεση)..... | 73 |
| 5.3.3 Οξικογένεση (Ακετογένεση)..... | 73 |
| 5.3.4 Μεθανογένεση..... | 73 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 5.4 | Πλεονεκτήματα Αναερόβιας Χώνευσης..... | 74 |
| 5.5 | Μειονεκτήματα Αναερόβιας Χώνευσης..... | 75 |
| 5.6 | Παράγοντες που επηρεάζουν την Αναερόβια Χώνευση..... | 76 |
| 5.7 | Εφαρμογές Βιοαερίου..... | 77 |
| 5.7.1 | Αγροτικές εγκαταστάσεις βιοαερίου..... | 77 |
| 5.7.2 | Βιομηχανικές εγκαταστάσεις βιοαερίου..... | 78 |
| 5.7.3 | Παραγωγή ηλεκτρισμού..... | 78 |
| 5.7.4 | Παραγωγή θέρμανσης..... | 79 |
| 5.7.5 | Συμπαράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας..... | 79 |
| 5.7.6 | Χρήση σε μηχανές αερίου Otto..... | 80 |
| 5.7.7 | Βιοαέριο ως καύσιμο οχημάτων..... | 80 |
| 6 | ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο : Αξιοποίηση της Βιομάζας στο Δήμο Δομοκού..... | 81 |
| 6.1 | Χρήση της βιομάζας για παραγωγή Ηλεκτρικού Ενέργειας..... | 81 |
| 6.2 | Χρήση της βιομάζας για παραγωγή Θερμότητας..... | 82 |
| 6.2.1 | Οικιακή Θέρμανση με βιομάζα..... | 83 |
| 6.2.2 | Θέρμανση Θερμοκηπίων..... | 84 |
| 6.2.3 | Βιομάζα για Τηλεθέρμανση..... | 84 |
| 6.2.4 | Θερμότητα σε Βιοτεχνίες και Βιομηχανίες..... | 85 |
| 7 | ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ^ο : Μελέτη και σχεδίαση μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα..... | 86 |
| 7.1 | Ανάλυση και εύρεση της βέλτιστης θέσης εγκατάστασης της μονάδας..... | 86 |
| 7.2 | Σταθμός βιομάζας ισχύος 1,5MW με πρόβλεψη επέκτασης στα 3MW..... | 88 |
| 7.2.1 | Τεχνολογία-Διεργασία: Συνδυασμένη αναερόβια χώνευση και καύση του παραγόμενου βιοαερίου σε ΜΕΚ..... | 90 |
| 7.2.2 | Παράγοντες που επηρεάζουν την ΑΧ..... | 91 |
| 7.2.3 | Μηχανές εσωτερικής καύσης..... | 92 |
| 7.2.4 | Αεριοστρόβιλοι..... | 95 |
| 7.3 | Ενεργειακή απόδοση και Οικονομική προσέγγιση του εργοστασίου..... | 96 |
| 7.3.1 | Κριτήρια αξιολόγησης της επένδυσης..... | 96 |
| 7.3.2 | Ενεργειακή απόδοση της μονάδας..... | 97 |
| 7.3.3 | Ανάπτυξη οικονομικής απόδοσης του έργου..... | 97 |
| 7.4 | Περιβάλλον και Κοινωνία..... | 99 |
| 7.5 | Νομοθετικό Πλαίσιο..... | 101 |
| 7.5.1 | Διεθνή Νομοθεσία..... | 101 |
| 7.5.2 | Ελληνική Νομοθεσία..... | 102 |
| | ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ^ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 103 |
| | Βιβλιογραφία – Αναφορές..... | 106 |
| | Διαδικτυακή Εγκυκλοπαίδεια..... | 107 |
| | Διαδικτυακές Πηγές..... | 107 |

Περιεχόμενα

Κατάλογος Πινάκων

| | |
|--|----|
| Πίνακας 5.1 Τυπική Σύσταση Βιοαερίου | 70 |
| Πίνακας 7.1 Πηγές βιομάζας στον Δήμο Δομοκού | 97 |
| Πίνακας 7.2 Οικονομική αξιολόγηση μονάδας ισχύος 1,5MW ή 1500KWh | 98 |

Κατάλογος Εικόνων

| | |
|--|----|
| Εικόνα 2.1 Δομοκός | 20 |
| Εικόνα 2.2 Η πεδιάδα της Ξυνιάδας..... | 21 |
| Εικόνα 2.3 Πανοραμική άποψη της Ομβριακής | 22 |
| Εικόνα 2.4 Ζαχαρότευτλα..... | 23 |
| Εικόνα 2.5 Ελαιοκράμβη..... | 24 |
| Εικόνα 2.6 Ηλίανθος | 25 |
| Εικόνα 2.7 Γλυκό Σόργο | 26 |
| Εικόνα 2.8 Εργοστάσιο ντομάτας Δ. Νομικός Α.Ε. στο Δομοκό..... | 29 |
| Εικόνα 3.1 Φωτοβολταϊκά πάνελ..... | 32 |
| Εικόνα 3.2 Φωτοβολταϊκά πάρκα | 34 |
| Εικόνα 3.3 Αυτόνομο Φωτοβολταϊκό Συστημάτων 1KW | 35 |
| Εικόνα 3.4 Ανεμογεννήτριες | 37 |
| Εικόνα 3.5 Κατασκευή Ανεμογεννήτριας | 39 |
| Εικόνα 3.6 Βιομάζα..... | 44 |
| Εικόνα 3.7 Τα μέρη ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου | 46 |
| Εικόνα 3.8 Υδροηλεκτρική Μονάδα..... | 47 |
| Εικόνα 3.9 Σταθμός Γεωθερμικής Ενέργειας | 51 |

| | |
|---|----|
| Εικόνα 3.10 Γεωθερμικό Σύστημα Παραγωγής Ενέργειας | 52 |
| Εικόνα 3.11 Αντλία Θερμότητας | 54 |
| Εικόνα 3.12 Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας | 55 |
| Εικόνα 4.1 Πηγές Βιομάζας..... | 58 |
| Εικόνα 4.2 Χρήση Βιομάζας..... | 64 |
| Εικόνα 4.3 Μερίδιο βιοενέργειας στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας | 64 |
| Εικόνα 5.1 Στάδια Αναερόβιας Χώνευσης..... | 64 |
| Εικόνα 7.1 Χάρτης του Δήμου Δομοκού | 86 |
| Εικόνα 7.2 Απεικόνιση σταθμού βιομάζας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας | 90 |
| Εικόνα 7.3 Μηχανή Εσωτερικής Καύσης – Γεννήτρια..... | 91 |
| Εικόνα 7.4 Σώμα και κύλινδρος..... | 93 |
| Εικόνα 7.5 Τετράχρονος κινητήρας εσωτερικής καύσης..... | 94 |
| Εικόνα 7.6 Τα στάδια της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αεριοστρόβιλου | 96 |

Αλφαβητικό Ευρετήριο

| | |
|-------------|--|
| Α/Π | Αιολικά Πάρκα |
| ΑΠΕ | Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας |
| ΑΧ | Αναερόβια Χώνευση |
| ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. | Διαχειριστής του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας |
| Η/Ε | Ηλεκτρική Ενέργεια |
| ΡΑΕ | Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας |
| ΣΗΘΥΑ | Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης |
| ΣΗΘ | Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας |
| Φ/Β | Φωτοβολταϊκό |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως αναφέρθηκε και στην περίληψη της εργασίας, η ελληνική επικράτεια παρουσιάζει αξιοσημείωτες προοπτικές για την δημιουργία εφαρμογών Κεντρικών Μονάδων Βιοαερίου. Η ιδέα της κεντρικής μονάδας συνδυασμένης χώνευσης στηρίζεται στην παραγωγή βιοαερίου με τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης (ΑΧ), με τη χρήση ενός ευρέως φάσματος οργανικών αποβλήτων, τα οποία αποτελούνται κυρίως από αγροτοβιομηχανικά απόβλητα και αστικά οργανικά απορρίμματα. Η εγκατάσταση της κεντρικής μονάδας γίνεται σε περιοχές με υψηλό δυναμικό αποβλήτων αποσκοπώντας στη μείωση του κόστους μεταφοράς τους. Το κύριο θέμα της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι η μελέτη δημιουργίας μιας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα στην περιοχή του Δήμου Δομοκού. Θα αναλυθούν διεξοδικά οι λόγοι που καθιστούν απαραίτητη την δημιουργία ενός τέτοιου εργοστασίου ειδικά την σημερινή εποχή που υπάρχουν τόσα προβλήματα. Αυτό συμβαίνει διότι μία τέτοια κατασκευή θα συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση προβλημάτων όπως είναι η ανεργία, η έλλειψη χρημάτων και η οικολογικές καταστροφές.

1.1 Σκοπός και στόχοι

Στόχος της διπλωματικής αυτής εργασίας σε μια πρώτη φάση είναι να εντοπίσει τις τεχνολογικές προοπτικές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας του Δήμου Δομοκού στο τομέα της βιομάζας, ως μία κατεξοχήν ορεινή και αγροτική περιοχή. Σε δεύτερο στάδιο αποτελεί στόχο να παρουσιαστεί μία μελέτη κατασκευής μίας μονάδας παραγωγής βιομάζας στην ευρύτερη περιοχή. Θα γίνει, επίσης, μία ενεργειακή, οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική αξιολόγηση του έργου όπου θα παρουσιαστούν αναλυτικά τα στοιχεία και τέλος θα γίνει μία αναφορά στην υπάρχουσα νομοθεσία.

1.2 Μεθοδολογία

1^η Φάση: Σε πρώτη φάση παρουσιάζεται μία ανάλυση του οροπέδιου του Δήμου Δομοκού. Περιγράψαμε τα βασικά χαρακτηριστικά του Δήμου όπως είναι οι ασχολίες των κατοίκων της, οι ενεργειακές παραγωγές και γενικά οι παραγωγές που μπορούν να συμβάλλουν με την βιομάζα τους στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Επιπλέον μιλήσαμε για τις υπόλοιπες ενεργειακές πηγές βιομάζας όπως είναι τα βιομηχανικά απόβλητα από την βιομηχανία που εδρεύει στην περιοχή.

2^η Φάση: Κατά τη δεύτερη φάση κάναμε μία σύντομη αναφορά στις βασικές τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και στην ανάγκη για μεγαλύτερη εκμετάλλευση τους. Επίσης έγινε περιγραφή της καταλληλότητας και των προϋποθέσεων για την δημιουργία των τεχνολογιών αυτών σε ορεινές και αγροτικές περιοχές.

3^η Φάση: Στην διάρκεια της τρίτης φάσης αναλύθηκε διεξοδικά η βιομάζα ως μέσω παραγωγής ενέργειας. Η βιομάζα αποτελεί βέλτιστη πηγή ενέργειας ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας για ορεινές και αγροτικές περιοχές όπως είναι το οροπέδιο του Δήμου Δομοκού που μελετάμε στην παρούσα διπλωματική εργασία.

4^η Φάση: Στην τέταρτη φάση έγινε ανάλυση του βιοαερίου καθώς και των διαδικασιών επεξεργασίας του αλλά και χρήση του για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

5^η Φάση: Κατά την φάση αυτή απεικονίζεται αναλυτικά το πως μπορεί να αξιοποιηθεί η βιομάζα στο Δήμο Δομοκού και να προσφέρει παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και θερμικής ενέργειας για την επιτυχή ενεργειακή αναβάθμιση της περιοχής.

6^η Φάση: Στην έκτη φάση συντάχθηκε μία μελέτη και σχεδιάστηκε μία μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Δομοκού. Επιλέχθηκε το βέλτιστο σημείο, στην συνέχεια αναλύθηκαν τα επιμέρους στοιχεία που θα χρειαστούμε για το εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας και τέλος έγινε μία οικονομική προσέγγιση του έργου χωρίς φυσικά να παραλείψουμε τα θετικά και αρνητικά αποτελέσματα ενός τέτοιου εγχειρήματος.

7^η Φάση: Σε αυτή τη φάση που αποτελεί και την τελευταία κάναμε μία εξαγωγή των συμπερασμάτων που προκύπτουν από όλη την μελέτη που έγινε στην εργασία.

1.3 Καινοτομία

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία γίνεται αναλυτική μελέτη της γεωγραφικής θέσης και της διαθέσιμης βιομάζας του Δήμου Δομοκού καθώς και της αξιοποίησης της με την δημιουργία μίας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιώντας την τεχνολογία της αναερόβιας χώνευσης. Η συγκεκριμένη μελέτη αποτελεί μια πρωτοτυπία διότι δεν υπάρχει παρόμοια για το οροπέδιο του Δήμου Δομοκού το οποίο καθιστά αναγκαία την δημιουργία μια τέτοιας μελέτης, λόγω της μεγάλης διαθεσιμότητας του σε βιομάζα εξαιτίας της αγροτικής, βιομηχανικής και κτηνοτροφικής του ανάπτυξης τα τελευταία χρόνια.

1.4 Δομή

Η δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας έχει ως εξής:

Στο πρώτο μέρος αναφέρεται μία περίληψη όπου παρουσιάζονται με λίγα λόγια τα κυριότερα μέρη της διπλωματικής εργασίας. Στην συνέχεια η περίληψη αυτή υπάρχει μεταφρασμένη στην αγγλική γλώσσα. Έπειτα υπάρχει ο πίνακας περιεχομένων της εργασίας και μετά αρχίζει ο βασικός κορμός της που αποτελείται από 8 κεφάλαια. Τα περιεχόμενα ανά κεφάλαιο παρουσιάζονται παρακάτω:

- Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη περιγραφή της μελέτης που πραγματεύεται η υπάρχουσα διπλωματική εργασία και αναφέρονται ο σκοπός και οι στόχοι, η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, η καινοτομία και δομή της διπλωματικής εργασίας.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά που απεικονίζουν τα γενικά στοιχεία του Δήμου Δομοκού, όπως είναι η μορφολογία, η χρήση της γης, η κοινωνία, η οικονομία ώστε να μελετηθούν οι προοπτικές αξιοποίησης του τόπου με την δημιουργία πηγών ενέργειας βασισμένων στις τεχνολογίες ΑΠΕ. Γίνεται λόγος για τις ενεργειακές καλλιέργειες της περιοχής του Δήμου Δομοκού καθώς και για την βιομηχανία και την κτηνοτροφία στην ευρύτερη περιοχή. Κύριο στοιχείο του κεφαλαίου αυτού είναι να κατανοήσουμε τις ενεργειακές προοπτικές που προκύπτουν από τις διαθέσιμες ποσότητες βιομάζας που υπάρχουν από διαφορετικές πηγές στο οροπέδιο του Δήμου Δομοκού.
- Στο τρίτο κεφάλαιο αυτό αναλύονται συνοπτικά όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε οποιοδήποτε τόπο πόσο μάλλον σε αγροτικές και ορεινές περιοχές, όπως ο Δήμος Δομοκού που μας ενδιαφέρει στην παρούσα μελέτη. Επιπρόσθετα γίνεται αναφορά και στα διάφορα μεγέθη των μονάδων παραγωγής αλλά και στα επιμέρους κόστη που υπάρχουν σε αυτές τις τεχνολογικές επενδύσεις. Ταυτόχρονα η εξοικονόμηση ενέργειας σε όλους τους καθημερινούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας καθιστά επιτακτική ανάγκη την ολοένα και μεγαλύτερη ένταξη μας στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και αυτό είναι ένα επιπλέον στοιχείο που αναλύουμε στο παρόν κεφάλαιο.
- Το τέταρτο κεφάλαιο αυτό περιέχει διεξοδική ανάλυση της βιομάζας ως μέσω παραγωγής ενέργειας. Επιπρόσθετα παρουσιάζονται αναλυτικά τα μέρη εύρεσης της βιομάζας καθώς και τα στοιχεία που την χαρακτηρίζουν μέσω παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας γενικά αλλά και ειδικά για ορεινές και αγροτικές περιοχές.
- Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν το βιοαέριο το οποίο με την χρήση κατάλληλων μηχανημάτων το καθιστούν κινητήρια δύναμη για το τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το βιοαέριο έρχεται όλο και περισσότερο στο προσκήνιο εφόσον αποτελεί μία καλή απάντηση απέναντι στα ορυκτά καύσιμα. Στο κεφάλαιο αυτό μαθαίνουμε τα χαρακτηριστικά που δίνουν στο βιοαέριο τέτοια δύναμη αλλά και πως εμείς θα την εκμεταλλευτούμε σωστά και αποδοτικά.
- Στο έκτο κεφάλαιο αυτό γίνεται λόγος για την αξιοποίηση της βιομάζας στο οροπέδιο του Δήμου Δομοκού και την χρήση του για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Ενδεικτικά αναφέρονται οι επιμέρους τομείς που

μπορούν να αξιοποιήσουν την ηλεκτρική και θερμική ενέργεια η οποία θα παραχθεί από την βιομάζας της περιοχής.

- Στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται μία μελέτη με στόχο την δημιουργία ενός εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα γίνεται λόγος για την κατάλληλη θέση κατασκευής της μονάδας, τα υλικά και τις τεχνικές διαδικασίες που αυτά θα ακολουθούν ώστε να παράγουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Έπειτα παρουσιάζεται η ενεργειακή και η οικονομική απόδοση του εργοστασίου και μετά αναλύονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που υπάρχουν για το περιβάλλον και την κοινωνία. Τέλος αναλύεται το νομοθετικό πλαίσιο που υπάρχει στην Ελλάδα σχετικά με την δημιουργία εγχειρημάτων που σχετίζονται με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Στο όγδοο κεφάλαιο, που είναι και τελευταίο, αναφέρονται τα βασικά συμπεράσματα που εξάγουμε από την παρούσα διπλωματική εργασία για την υλοποίηση σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα σε μία αγροτική περιοχή όπως το οροπέδιο του Δήμου Δομοκού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : Ανάλυση του οροπεδίου του Δήμου Δομοκού

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλύσουμε το Δήμο Δομοκού ώστε να κατανοήσουμε το πόσο ευνοϊκή θα ήταν η δημιουργία ενός σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα σε αυτή την περιοχή.

2.1 Δημοτική Ενότητα Δομοκού

Η ονομασία της κωμόπολης του Δομοκού προέρχεται από την αρχαία πόλη του Θαυμακού που ήταν κτισμένη στην ίδια τοποθεσία. Η

επικρατέστερη ετυμολογία υποστηρίζει ότι το όνομα προέρχεται από τη «θαυμάσια» θέα που «βλέπει» προς τον αχανή θεσσαλικό κάμπο ο οποίος απλώνεται εμπρός και προς βορειοδυτική κατεύθυνση. Αρχικά, ήταν ενταγμένος στον Νομό Λαρίσης, γνωστός ως Επαρχία



Εικόνα 2.1 Δομοκός

Πηγή:

http://www.wondergreece.gr/v1/el/Perioxes/N_Fthiwtidos/Gia_tin_perioxi/Poleis_Xwria/16384-Domokos

Δομοκού, ωστόσο, αργότερα με τον Νόμο ΒΧΔ΄ του 1899 προσαρτήθηκε στον Νομό Φθιώτιδας και έκτοτε αποτελεί μέρος του και ευρύτερα της Στερεάς Ελλάδας. Στην τέως επαρχία Δομοκού περιλαμβάνονταν, επίσης, τα χωριά Άγιος Στέφανος (με πρώην ονομασία Νεζερός), Περιβόλι (πρώην γνωστό Δεριλί), Μακρυρράχη, Ομβριακή, Ξυνιάδα και άλλα. Ο Δήμος Δομοκού εκτείνεται στο οροπέδιο της Όρθρυς και σύμφωνα με την απογραφή του 2011 ο πληθυσμός των κατοίκων ανέρχεται στον αριθμό των 11.670. Αξιοσημείωτο είναι να αναφέρουμε ότι το Δήμο Δομοκού διασχίζει η Παλαιά Εθνική Οδός Λαμίας- Θεσσαλονίκης και αποτελεί μέχρι σήμερα κεντρικό πέρασμα για τις μεταφορές γεωργικών παραγωγών προς τις αποθήκες και τα εργοστάσια. Ειδικά με την κατασκευή του Ε65 η Νέα Εθνική Οδός θα αποτελεί την σπονδυλική στήλη της Ελλάδας με τον Δήμο Δομοκού να βρίσκεται στο κέντρο του αφού την διασχίζει.

2.1.1 Ασχολίες των κατοίκων



Εικόνα 2.2 Η πεδιάδα της Ξυνιάδας

Πηγή: http://fthiotikos-tymfristos.blogspot.com/2011/12/blog-post_2495.html

Η κύρια ασχολία των κατοίκων του Δήμου Δομοκού είναι η κτηνοτροφία με αιγοπρόβατα και βοοειδή συνεπώς και η ανάλογη παραγωγή τυροκομικών προϊόντων, όπως το μοναδικής παραγωγής σε όλη την ελληνική επικράτεια κατίκι Δομοκού. Επίσης σημαντική ασχολία είναι η γεωργία που εστιάζει περισσότερο στην καλλιέργεια σιτηρών,

αραβόσιτου, μηδικής, βαμβάκι, οσπρίων, όπως οι φακές του χωριού του Βουζίου, και διάφορων οπωροκηπευτικών, με κυρίαρχη στην κατηγορία τους τη βιομηχανική τομάτα. Χαρακτηριστικό είναι το ιδιαίτερο μικροκλίμα που παρουσιάζεται στο οροπέδιο της Όθρυς το οποίο αν συνδυαστεί με τη γονιμότητα και ιδιαιτερότητα του εδάφους έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή εξαιρετικής ποιότητας προϊόντων με άψογα σε γεύση, θρέψη και ποιότητα χαρακτηριστικά. Δυναμική εμφανίζεται, επιπλέον, και η καλλιέργεια των αμπελιών τα οποία ευνοούνται τα τελευταία χρόνια και αυξάνονται καθώς το μικροκλίμα της περιοχής εξασφαλίζει στα παραγόμενα προϊόντα από τα αμπέλια, όπως κρασί και τσίπουρο, εξαιρετική ποιότητα και εξαιρετικά χαρακτηριστικά. Στην ίδια κατηγορία συμπεριλαμβάνεται και η εξίσου σημαντική καλλιέργεια των αρωματικών φυτών η οποία οδηγείται προς τη συστηματικοποίηση με παραγόμενα προϊόντα το τσάι του βουνού, τη ρίγανη και τη μέντα να σημειώνουν άριστη ποιότητα με συνέπεια να γίνονται περιζήτητα σε όλη την Ελλάδα αλλά και στο εξωτερικό. Τα τελευταία χρόνια οι κάτοικοι ξεκινούν τους πειραματισμούς ξεφεύγοντας από τις συνηθισμένες παραγωγές και εισάγουν νέες καλλιέργειες, όπως είναι τα διάφορα ενεργειακά φυτά (ζαχαρότευτλα, ηλίανθος, αγριοαγκινάρα κλπ), όπως επίσης παρουσιάζεται η εμφάνιση στην περιοχή νέων δενδρωδών καλλιεργειών όπως οι καρυδιές, οι ροδιές, οι πορτοκαλιές και οι μηλιές.

2.1.1.1 Γεωργική Παραγωγή στην Ομβριακή Δομοκού

Η Ομβριακή είναι από τις μεγαλύτερες σε πληθυσμό τοπικές κοινότητες της περιοχής και υπήρξε έδρα του Δήμου Ξυνιάδας μέχρι να ενταχθεί στο Δήμο Δομοκού με το πρόγραμμα “Καλλικράτης”. Υπήρξε και παραμένει έως σήμερα το κεφαλοχώρι του Δήμου Δομοκού. Η ακριβής γεωγραφική τοποθεσία της σημειώνεται στο οροπέδιο της αποξηραμένης λίμνης Ξυνιάδος και είναι χτισμένη αμφιθεατρικά στις βόρειες πλαγιές της Όθρυς ενώ βρίσκεται στο υψόμετρο των 535 μέτρων και των 35,5 χιλιομέτρων βόρεια της Λαμίας. Στην περιφέρειά της διαθέτει 46.235 στρέμματα καλλιεργήσιμης αλλά και δασικής έκτασης χωρίς ιδιαίτερα υψηλής ποσότητας βλάστησης. Οι κάτοικοι της Ομβριακής έχουν στην διάθεση τους το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της έκτασης όπου παλιά υπήρχε λίμνη γεγονός που την κάνει εξαιρετικά γόνιμη και καρποφόρα γη. Για το λόγο αυτό η καλλιέργεια ζαχαρότευτλων από το 1970 μέχρι πριν 4 χρόνια ήταν πολύ υψηλή με την Ομβριακή να καλλιεργεί 20.000 στρέμματα ζαχαρότευτλα τα οποία παρέδιδε στην ΕΒΖ (Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρη) και που αυτή με την σειρά της παρήγαγε 400.000 τόνους ζάχαρη.



Εικόνα 2.3 Πανοραμική άποψη της Ομβριακής

Πηγή: http://erivolosfthia.blogspot.com/2011/12/blog-post_4607.html

2.1.1.2 Γεωργική Παραγωγή στην Αχλαδιά Δομοκού

Το χωριό Αχλαδιά βρίσκεται βόρεια του Δομοκού χτισμένη πάνω σε μια ανώμαλη πλαγιά. Η παλιά της ονομασία ήταν Καρατζάλη λόγω του Τούρκου ιδιοκτήτη της Καρα-Τζαλή και το 1928 μετονομάστηκε σε «Αχλαδιά» χάρη στις αχλαδιές και τις αγριογκορτσιές που άνθιζαν στο χωριό. Κύρια καλλιέργεια του χωριού θεωρείται η καλλιέργεια δέντρων, όπως μηλιές και καρυδιές. Η μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής

ενέργειας από βιομάζα θα μπορούσε να εκμεταλλευτεί τους φλοιούς των μήλων και τα κελύφη των καρυδιών προκειμένου να αποτελέσουν καύσιμη ύλη.

2.2 Ενεργειακές Καλλιέργειες του Δήμου Δομοκού

Οι καλλιέργειες που είναι «αφιερωμένες» και παράγουν με την κατάλληλη επεξεργασία ενέργεια ονομάζονται ενεργειακές καλλιέργειες. Συχνά αυτά τα είδη ενεργειακών καλλιεργειών προσφέρουν περιβαλλοντικά οφέλη σε σχέση με συμβατικές καλλιέργειες, όπως λιγότερη φροντίδα, φυσικό περιβάλλον για άγρια ζωή και μειωμένη διάβρωση. Σε αυτή την κατηγορία θεωρούνται μπορούν να προστεθούν και τα γεωργικά υπολείμματα από τα χωράφια, τα οποία αφήνονται κατά τη συγκομιδή την αλωνιστική περίοδο, όπως για παράδειγμα φύλλα καλαμποκιού, καλάμια από καλαμπόκια και ηλιανθους ή άχυρα σιταριού. Κατά την αφαίρεση αυτών των απομειναριών από τα χωράφια πρέπει να συνυπολογίζεται και η βελτίωση του εδάφους που παρέχουν αυτά τα υπολείμματα. Στην συνέχεια θα εμβαθύνουμε στα ενεργειακά αυτά προϊόντα τα οποία παράγονται στην Δήμο Δομοκού και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ενεργειακούς σκοπούς.

2.2.1 Ζαχαρότευτλα



Εικόνα 2.4 Ζαχαρότευτλα

Πηγή: <https://www.agro.basf.gr/el/Crop-Solutions/%CE%A4%CE%B5%CF%8D%CF%84%CE%BB%CE%B1/>

vulgaris και ο πλησιέστερος συγγενής του είναι

➤ Σύντομη περιγραφή του φυτού:

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό καθώς και ο κύριος λόγος καλλιέργειας του ζαχαρότευτλου είναι η ρίζα του η οποία περιέχει υψηλή συγκέντρωση σακχαρόζης. Η εμπορική χρήση του αποσκοπεί στην παραγωγή ζάχαρης. Υπάγεται στην κατηγορία Beta vulgaris subsp. το τεύτλο της θάλασσας.

Αρχικά τα ζαχαρότευτλα καλλιεργούνταν όλο και περισσότερο με σκοπό να καλύψουν τις ανάγκες παραγωγής και διάθεσης ζάχαρης. Παγκοσμίως κάλυπταν το 20% της συνολικής παραγωγής ζάχαρης το έτος 2010. Πλέον τα ζαχαρότευτλα καλλιεργούνται και για ενεργειακούς στόχους και ειδικά στην Ελλάδα με το κλείσιμο της EBZ (Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης) από το 2014 και μετά χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

➤ Ενεργειακή απόδοση Ζαχαρότευτλων:

Η μέση απόδοση της καλλιέργειας τεύτλο στη χώρα μας ανέρχεται στα 820-850kg στρεμματοζάχαρου που διαμορφώνεται από ένα μέσο στρεμματικό βάρος ριζών 6,2 τόνων με μέση ζαχαροπεριεκτικότητα 13.8%. Παρατηρούμε ότι ο αριθμός της μέσης απόδοσης ζαχαρότευτλων στην Ελλάδα ανέρχεται σε 6.000 κιλά/στρέμμα. Είναι αξιοσημείωτο ότι η τιμή αυτή αποτελεί μία από τις υψηλότερες που παρατηρούνται στις χώρες της Ευρώπης. Με τα δεδομένα αυτά, από ένα στρέμμα μπορούν να παραχθούν περί τα 450-500 λίτρα βιοαιθανόλης. Το ενεργειακό ισοζύγιο για την βιοαιθανόλη από ζαχαρότευτλα κυμαίνεται μεταξύ 1,7-3,2 και η μείωση των αερίων του θερμοκηπίου από 35-50%.

2.2.2 Ελαιοκράμβη



Εικόνα 2.5 Ελαιοκράμβη

Πηγή:<https://www.humofert.gr/el/component/eshop/catalog/item/kalliergeies/epaggelmaties/42-fita-megalis-kalliergeias/351-elaiokrambi.html><https://www.humofert.gr/el/component/eshop/catalog/item/kalliergeies/epaggelmaties/42-fita-megalis-kalliergeias/351-elaiokrambi.html>

➤ Σύντομη περιγραφή του φυτού:

Η ελαιοκράμβη παράγεται ετήσια και αποτελεί C3 φυτό που υπάγεται στην οικογένεια Cruciferae. Πιθανολογείται ως περιοχή καταγωγής της η Μεσόγειος. Το γένος Brassica περιλαμβάνει την ελαιοκράμβη με ονομασία «B. Napus» και τα είδη B. rapa, B. carinata, B. nigra και B. oleracea. Συχνότερα συναντάται το είδος «B. Rapa» που

παρουσιάζει εξάπλωση από τη Βόρεια Ευρώπη μέχρι την Κίνα και την Κορέα. Κυριότερες χώρες καλλιέργειας και παραγωγής της ελαιοκράμβης είναι η Ινδία, η Κίνα, ο Καναδάς, οι ΗΠΑ, το Πακιστάν, η Πολωνία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ολλανδία και η Αγγλία, με αποτέλεσμα στις μέρες μας να γνωρίζει παγκόσμια εξάπλωση. Στην Ευρώπη, η απαρχή της καλλιέργειας του φυτού σήμανε στα μέσα του 15ου αιώνα και η σημερινή της έκταση καταλαμβάνει περίπου 50.000.000 στρέμματα ενώ η Γαλλία, η Γερμανία και η Αγγλία διαθέτουν το 85% της συνολικής έκτασης. Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης περιορίζεται προς το παρόν σε πειραματικές εκτάσεις προκειμένου να αξιολογηθεί ως ενεργειακό φυτό.

2.2.3 Ηλίανθος

➤ Σύντομη περιγραφή του φυτού:

Ο ηλίανθος (*Helianthus*) αποτελεί γένος αγγειόσπερμων δικότυλων φυτών που υπάγεται στην οικογένεια των Σύνθετων της τάξης των Αστερωδών και περιλαμβάνει 65 ως 100 περίπου είδη, πολυετή ή μονοετή ποώδη, ιθαγενή της αμερικανικής ηπείρου.

Η καλλιέργεια του ήδη χρονολογείται από το 3000 π.χ. Το φυτό είναι ψηλό ως προς το ύψος του με τα φύλλα του να χαρακτηρίζονται

μεγάλα, ωοειδή, οδοντωτά στην περιφέρεια και τριχωτά. Κέρδισε το

όνομά του από το γεγονός ότι η ανθισμένη «κεφαλή» ακολουθεί τον ήλιο κατά τη διάρκεια της ημέρας και στρέφεται

πάλι προς την ανατολή το πρωί. Η πορεία αυτή οφειλόμενη σε κάμψη του βλαστού, διακόπτεται μετά την γονιμοποίηση των ανθών και την αύξηση του βάρους των κεφαλιών και έπειτα αυτά παραμένουν στραμμένα προς την ανατολή.



Εικόνα 2.6 Ηλίανθος

Πηγή: <https://blog.farmacon.gr/katigories/tekniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/2325-i-kalliergeia-tou-ilianthou-iliotropia>

- Ενεργειακή απόδοση Ηλίανθου:
Όσον αφορά τα ξηρικά άγονα χωράφια οι αποδόσεις ανά στρέμμα κυμαίνονται από 100-250 κιλά/στρ., ενώ για τα γόνιμα χωράφια, ποτιστικά, που αποδέχονται όλες τις καλλιεργητικές φροντίδες ο ίδιος αριθμός κυμαίνεται από 300 έως 500 κιλά/στρ. Τα έξοδα της καλλιέργειας ανέρχονται περίπου 50-60ευρώ/στρ. συμπεριλαμβανομένων σπόρου, λιπάματος, ζιζανιοκτόνων, άρδευσης, καλλιεργητικών εργασιών, ενώ τα έσοδα από μια καλλιέργεια που αποδίδει 400κιλ/στρ. είναι 140ευρώ/στρ. με 0,35ευρώ/κιλό.

2.2.4 Γλυκό σόργο

- Σύντομη περιγραφή του φυτού:

Το γλυκό σόργο αποτελεί ένα C4 μονοετές φυτό, με ιδιαίτερη φωτοσυνθετική δυνατότητα, υψηλή απόδοση σε βιομάζα, αυξημένο ποσοστό σε διαλυτά σάκχαρα και κυτταρίνες και σχετικά μειωμένες απαιτήσεις σε άρδευση και λίπανση. Δεν είναι δύσκολο προσαρμοζόμενο σε διάφορα είδη εδαφών και σε διαφορετικές κλιματικές συνθήκες. Το σόργο (Sorghum) αποτελεί γένος αγγειόσπερων μονοκότυλων φυτών της οικογένειας αγρωστώδη ή αγρωστίδες (Gramineae) που υπάγεται στην οικογένεια των σιτηρών. Η ονομασία σόργος αποδίδεται στους εδάδιμους αμυλούχους καρπούς του. Στο γένος σόργο συμπεριλαμβάνονται 60 περίπου είδη ποωδών φυτών τα οποία συνιστούν ιθαγενή των τροπικών και



Εικόνα 2.7 Γλυκό Σόργο

Πηγή:

<https://gr.dreamstime.com/%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BA-%CE%B5%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%BD%CE%B5%CF%82-%CE%B3-%CF%85%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%8C%CF%81%CE%B3%CE%BF-dochna-%CF%83%CF%8C%CF%81%CE%B3%CE%BF%CF%85-provar-image58773604>

υποτροπικών περιοχών, όλες όμως οι καλλιεργούμενες μορφές σόργου κατάγονται από ένα είδος, το Sorghum bicolor (Σόργος ο δίχρωμος) ή Σόργος ο κοινός (Sorghum vulgare), με πιθανή ήπειρο προέλευσης την Αφρική. Η καλλιέργεια του Σόργου εμφανίστηκε αρχικά στην Αιθιοπία ή στο Σάχελ στην

Κεντροδυτική Αφρική πριν από 5.000 χρόνια. Το φυτό κατέληξε στη Μεσόγειο, την Ινδία, την Κίνα και την Άπω Ανατολή σύμφωνα με την πιο πιθανή θεωρία με πλοία και μέσω των εμπόρων περίπου το 1500 και 1000 π.Χ. Αργότερα, στην Αμερική έφτασε μέσω του δουλεμπορίου από την Δυτική Αφρική ως τροφή για δούλους. Ωστόσο από το 1930 και μετά αποκαλύφθηκε η θρεπτική του αξία και εγκαινιάστηκε η καλλιέργειά του σε μεγάλες εκτάσεις.

➤ Ενεργειακή απόδοση Γλυκού σόργου:

Η Ευρώπη μελετά πολλές ποικιλίες (όπως Keller, Wray, Mm1500, κ.α.) με τις αποδόσεις να διαφέρουν εξαιτίας διαφόρων παραγόντων όπως η περιοχή, οι κλιματικές συνθήκες, η γονιμότητα του εδάφους και οι καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζονται. Η καλλιέργεια του γλυκού σόργου είναι δυνατή από τις βορειότερες ως τις νοτιότερες περιοχές της Ελλάδας, σε εύφορα αλλά και σε υποβαθμισμένα εδάφη. Μέσα στους παράγοντες που ερευνήθηκαν η άρδευση αποτελεί, θα λέγαμε, καταλυτικό κριτήριο στην αύξηση των αποδόσεων, ενώ αντίθετα η αζωτούχος λίπανση δεν φάνηκε να επηρεάζει αποφασιστικά τις αποδόσεις. Επιπρόσθετα το χλωρό βάρος υπολογίζεται από 8-10 τόνους/στρέμμα στην Γερμανία, σε 9 τόνους/στρέμμα στην Ισπανία και είναι δυνατό να αγγίξει τους 14 τόνους/στρέμμα στην Ελλάδα. Σύμφωνα με πειραματισμούς, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι με το χλωρό βάρος των στελεχών και την περιεκτικότητα τους σε σάκχαρα είναι δυνατό θεωρητικά να διασφαλιστεί μέση παραγωγή 700-900 λίτρων αιθανόλης/στρέμμα.

2.3 Βιομηχανία στην ευρύτερη περιοχή

Αξιοσημείωτο σε αυτή την ενότητα είναι η αναφορά στην βιομηχανία της περιοχής του Δήμου Δομοκού. Αρχικά υπάρχει το εργοστάσιο Δ.Νομικός Α.Ε. το οποίο δημιουργήθηκε το 1982 στη Παναγιά Δομοκού και αποτελεί το μεγαλύτερο εργοστάσιο επεξεργασίας ντομάτας. Επιπλέον στο Περιβόλι Δομοκού από το 1972 λειτουργεί με μεγάλη επιτυχία Κατίκι Δομοκού «Ορεινές Πλαγιές» της Δομοκός Α.Ε. Επιπρόσθετα η Πίνδος δημιουργεί μονάδα πουλερικών στην θέση Λόγγος του Παλαμά Δομοκού.

2.3.1 Βιομηχανικά απόβλητα

Όλα τα παραπάνω είναι σημαντικό αναφερθούν διότι στην συνέχεια θα δείξουμε πως μπορούν να συμβάλλουν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την χρήση της βιομάζας τους.

2.3.1.1 Εργοστάσιο ντομάτας Δ.Νομικός

Ο Δ. Νομικός διαθέτει 4 εργοστάσια στην Ελλάδα, ένα εκ των οποίων βρίσκεται στην περιοχή του δήμου Δομοκού. Τα υπερσύγχρονα εργοστάσια επεξεργάζονται σε κάθε παραγωγική περίοδο πάνω από 500.000 τόνους φρέσκιας ντομάτας από την περιοχή του Δομοκού και παράγει μία πλήρη ποικιλία προϊόντων ντομάτας σε συσκευασίες φιλικές προς το περιβάλλον και κατάλληλες για βιομηχανικά, επισιτιστικά και λιανικά κανάλια. Είναι η μεγαλύτερη εταιρεία μεταποίησης ντομάτας στην χώρα και μία από τις παλαιότερες παγκοσμίως με τη διοίκησή της να εξακολουθεί να βρίσκεται στην οικογένεια Νομικού. Το εργοστάσιο ακολουθεί πορεία φιλική προς το περιβάλλον και στοχεύει στην ελαχιστοποίηση κατανάλωσης φυσικών πόρων, των εκπομπών και των αποβλήτων. Μεταξύ άλλων στις δραστηριότητες για την προστασία του περιβάλλοντος περιλαμβάνονται σχεδιασμός για ανακύκλωση του νερού, χρήση ανακυκλώσιμων και ανακυκλωμένων υλικών για τη συσκευασία. Το εργοστάσιο Δ. Νομικός προσφέρει πολλές θέσεις εργασίας και παρέχει ένα υγιές και ασφαλές εργασιακό περιβάλλον στους υπαλλήλους του ενώ διαθέτουν ενεργή δράση σε φιλανθρωπικές οργανώσεις και πολιτιστικές εκδηλώσεις, αναδεικνύοντας την κοινωνική προσφορά τους. Το εργοστάσιο του Δομοκού διαθέτει ικανότητα επεξεργασίας 3.500 τόνων φρέσκιας ντομάτας το εικοσιτετράωρο με τα μηχανήματα που διαθέτει να είναι τελευταίας τεχνολογίας. Οι γραμμές παραγωγής του συγκεκριμένου εργοστασίου περιλαμβάνουν ντομάτες σε φέτες, ντοματοπολτό, ντομάτες σε ζάρια και σάλτσα πίτσας, οι οποίες συσκευάζονται σε 5 ασηπτικές γραμμές συσκευασίας από 20 έως 1000 lt και σε 2 θερμικές γραμμές πλήρωσης συσκευασίας.

Το εργοστάσιο Δ. Νομικός εξαιτίας του γεγονότος ότι παράγει μεγάλο αριθμό αποβλήτων από την επεξεργασία φρέσκων φρούτων, όπως είναι οι φλοιοί της ντομάτας, θα ήταν ιδιαίτερα σημαντικό και ωφέλιμο αυτά τα απόβλητα του εργοστασίου να καταλήγουν σε μια μονάδα παραγωγής βιομάζας στην ευρύτερη περιοχή, με σκοπό τη λειτουργία τους ως βιοκαύσιμα. Η ενέργεια αυτή θα αποσκοπούσε στην προστασία του περιβάλλοντος και στην ελαχιστοποίηση κατανάλωσης φυσικών πόρων. Με αυτό τον τρόπο, οι φαινομενικά άχρηστες ουσίες, όπως οι φλοιοί της ντομάτας ή οι σπόροι που παράγονται από την επεξεργασία της ντομάτας αποδεικνύονται χρήσιμες, αφού μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμη ύλη. Ως αποτέλεσμα, αποδεικνύεται ιδιαίτερα σημαντική ανάγκη η κατασκευή μιας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα στην περιοχή του Δήμου Δομοκού, καθώς υπάρχει πλήθος αποβλήτων από το εργοστάσιο Δ. Νομικός τα οποία θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν μέσα από λέβητες Biomass για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Πέρα από την μείωση των αποβλήτων, την προστασία του περιβάλλοντος από τους επικίνδυνους βιομηχανικούς ρύπους, εξοικονομείται ενέργεια αλλά και χρήματα, τα οποία θα συμβάλλουν στην οικονομία της περιοχής και στην εύρεση νέων θέσεων εργασίας, αφού η μονάδα παραγωγής θα απαιτεί

ΠΑΔΑ, Τμήμα Η&ΗΜ, Διπλωματική Εργασία, Ρούμελης Παναγιώτης

ανθρώπινο δυναμικό για να λειτουργήσει. Επιπλέον, η ηλεκτρική ενέργεια που θα παράγεται από τη μονάδα βιομάζας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και για τη λειτουργία των μηχανών του εργοστασίου, προκειμένου να υπάρξει γενικότερη εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας στην περιοχή του Δομοκού και οι εργοστασιακοί ρύποι να είναι λιγότερο επικίνδυνοι και περισσότερο φιλικό προς το περιβάλλον.



Εργοστάσιο Δομοκού



Εικόνα 2.8: Εργοστάσιο ντομάτας Δ. Νομικός Α.Ε. στο Δομοκό

Πηγή: <https://www.ellinikifoni.gr/nomikos.htm>

2.3.1.2 Εργοστάσιο τυριών

Από το Περιβόλι Δομοκού και συγκεκριμένα από την οικογένεια Αθανασίου ξεκινά η λειτουργία του τυροκομείου που για πρώτη φορά εκκινεί την παραγωγή του Κατικιού, το γνωστό πλέον Κατίκι Δομοκού. Έκτοτε αποτελεί το κορυφαίο προϊόν παραγωγής στο Δήμο Δομοκού, το οποίο παράγεται αποκλειστικά σε αυτή την περιοχή. Το 2005 κατασκευάζεται το καινούριο κέντρο εγκατάστασης με συνολική έκταση 17.475 τ.μ. ενώ αργότερα το 2017 η Δομοκός Α.Ε. εξαγοράζεται από την ΟΠΤΙΜΑ Α.Ε. που αποτελεί τη μεγαλύτερη ελληνική εταιρία στο χώρο των τυροκομικών προϊόντων. Το 2018 με ποσό επένδυσης 2,5εκ. ευρώ αναπτύσσεται η επωνυμία Κατίκι Δομοκού «Ορεινές Πλαγιές» που στοχεύει στην ανανέωση της εικόνας του στην αγορά και στη βέλτιστη διαδικασία παραγωγής. Η διαδικασία παραγωγής χαρακτηρίζεται αυτοματοποιημένη ενώ η συνταγή παραμένει παραδοσιακή και το προϊόν διατηρείται φρέσκο μέχρι την κατανάλωση. Επίσης, όπως και το εργοστάσιο Δ. Νομικός, έτσι και το τυροκομικό εργοστάσιο Δομοκού προσφέρει θέσεις εργασίας στους κατοίκους της περιοχής όχι μόνο στους μόνιμους υπαλλήλους του αλλά και με έμμεσο τρόπο στα εξωτερικά συνεργία με τα οποία συνεργάζεται.

2.4 Κτηνοτροφία στο Δήμο Δομοκού

Παρότι στο Δήμο Δομοκού η πλειοψηφία των κατοίκων ασχολείται με τις αγροτικές καλλιέργειες, γεγονός το οποίο αιτιολογεί και την εξειδίκευσή τους ως προς τις τεχνικές παραγωγής και τη χρήση σύγχρονων μηχανημάτων, η κτηνοτροφία δεν παύει να υφίσταται και μάλιστα να παρουσιάζει εξίσου αυξημένη σημασία για την περιοχή. Η κτηνοτροφία στην περιοχή εξακολουθεί να ασκείται με παραδοσιακό τρόπο με τους κτηνοτρόφους να εκμεταλλεύονται τους βοσκότοπους της Όθρυος για τη βοσκή των ζώων. Συγκεκριμένα, το 90% των αιγοπροβάτων και περίπου το 30% των βοοειδών βόσκουν στους ημιορεινούς βοσκότοπους της Όθρυος. Οι δρυς αποτελούν τη φυσική βλάστηση της περιοχής που περιλαμβάνει την μορφή αειφυλλων και σκληρόφυλλων πουργαριών τα οποία εμφανίζονται ως δέντρα ή θάμνοι με τα κυριότερα να είναι η αγκορτσιά, η λυγαριά, τα βάτα αλλά και η κρασιά, ο γαύρος και ο κέδρος. Το χαρακτηριστικό αυτό τοπίο της περιοχής με τα γεμάτα θάμνους από πουργαρία λιβάδια στηρίζει τους κτηνοτρόφους αφού επιτρέπει την αιγοτροφία του οροπεδίου Δομοκού. Ήδη από το παρελθόν η φυσική αυτή βλάστηση χρησιμοποιούταν για τον ίδιο σκοπό δηλαδή για τη βοσκή των ζώων, αποτελούσε φυσικά σύνορα στις ιδιοκτησίες αλλά χρησιμοποιούταν και ως καύσιμη ύλη.

Η κτηνοτροφία μπορεί κι αυτή να δημιουργήσει με την κατάλληλη επεξεργασία βιομάζα, η οποία θα ήταν αξιοποιήσιμη από τη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που θα μπορούσε να δημιουργηθεί στην περιοχή του Δήμου Δομοκού. Για την παραγωγή βιομάζας θα χρησιμοποιούταν οι κοπριές, δηλαδή τα απόβλητα των ζώων, τα οποία θεωρούνται άχρηστα, ωστόσο μπορούν να αποτελέσουν καύσιμη ύλη και να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Επίσης, το σφαγείο το οποίο πρόκειται να δημιουργηθεί στην περιοχή του Δομοκού θα μπορούσε να συμβάλλει στη συλλογή αποβλήτων για την αξιοποίησή τους από τη μονάδα παραγωγής. Ειδικότερα, τα απόβλητα του σφαγείου και τα υπολείμματά του, όπως τα κόκαλα ή τα όργανα που δεν χρησιμοποιούνται για πώληση προς τους καταναλωτές, όπως για παράδειγμα οι κεφαλές των ζώων, θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν ως καύσιμη ύλη με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας και φυσικών πόρων. Επομένως, η συνεργασία της κτηνοτροφίας γενικότερα και της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα επέφερε οικονομικά οφέλη και στις δύο πλευρές, καθώς θα αξιοποιούνταν όλα τα υλικά τόσο προς όφελος του σφαγείου και κατ' επέκταση της κτηνοτροφίας όσο και προς όφελος της μονάδας παραγωγής, η οποία θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια από υλικά φαινομενικά άχρηστα στοχεύοντας ταυτόχρονα στην εξοικονόμηση των φυσικών πόρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Σκοπός του παρακάτω κεφαλαίου είναι ο προσδιορισμός των βασικότερων τεχνολογιών για την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι τεχνολογίες αυτές είναι δυνατό να εφαρμοστούν σε αγροτικές και ορεινές περιοχές με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και τρόπους για την εξοικονόμησή της. Στις ακόλουθες υποκατηγορίες, παρατίθενται και τα κόστη των έργων των τεχνολογιών αυτών και εκτιμάται η καταλληλότητά τους για τις ορεινές ή αγροτικές περιοχές.

3.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Βασικό συστατικό των φωτοβολταϊκών συστημάτων αποτελεί η ηλιακή ενέργεια, η οποία είναι ηλεκτρομαγνητική και θερμική ενέργεια παράγωγη από την ακτινοβολία του ήλιου στη γη. Η ηλιακή ενέργεια θεωρείται πρωτογενής και ανανεώσιμη και χαρακτηρίζεται ως ήπια, διότι στην διάρκεια μετατροπής της σε αξιοποιήσιμη μορφή δεν παράγονται βλαβερές για το περιβάλλον ουσίες, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) ή αέρια του θερμοκηπίου. Επίσης, είναι δυνατή η μετατροπή της σε θερμική και ηλεκτρική ενέργεια.



Εικόνα 3.1 Φωτοβολταϊκά πάνελ

Πηγή: <https://www.kathimerini.gr/economy/local/1068149/provlimata-me-tis-adeies-gia-ta-fotovoltaika/>

Η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική έπειτα από τη χρήση είτε των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είτε των παθητικών ηλιακών συστημάτων. Αρχικά, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα ονομάζονται αλλιώς ηλιακοί συλλέκτες, καθώς συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και έπειτα με τη μορφή θερμότητας αυτή καταλήγει στο νερό ή στον αέρα. Η τεχνολογία αυτή παρουσιάζεται απλή και η συνηθέστερη εφαρμογή αυτών των συστημάτων είναι η παραγωγή ζεστού νερού με την βοήθεια των οικιακών ηλιακών θερμοσίφωνων. Σε αντίθεση με τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τα παθητικά δεν χρειάζονται μηχανικό εξοπλισμό για να λειτουργήσουν, διότι συνιστούν δομικά στοιχεία και αναπόσπαστα κομμάτια ενός κτηρίου. Λειτουργούν με την αξιοποίηση με φυσικό τρόπο της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση κτηρίων το χειμώνα αλλά και την παροχή φωτισμού. Η τεχνολογία των παθητικών συστημάτων στηρίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου με την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού ενώ στη συνέχεια εγκλωβίζεται η θερμότητα που προκύπτει από την ηλιακή ακτινοβολία στον εσωτερικό χώρο κάτω από το γυάλινο υλικό. Με τη βοήθεια υλικών όπως πέτρες και πλάκες που καλύπτουν τους τοίχους και το δάπεδο, απορροφάται η θερμότητα και επιτυγχάνεται η θέρμανση του χώρου για αρκετές ώρες.

Τα συστήματα τα οποία είναι υπεύθυνα για την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ονομάζονται Φωτοβολταϊκά Συστήματα. Βασικός είναι ο ρόλος των φωτοβολταϊκών στοιχείων τα οποία συνιστούν ειδικές διόδους ημιαγωγών. Όταν σε αυτές εισέρχεται στην μία επιφάνειά τους ηλιακή ακτινοβολία, εμφανίζεται διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο επιφανειών. Ένα πλαίσιο αποτελούμενο από πολλά τέτοια στοιχεία ονομάζεται φωτοβολταϊκό πάνελ. Ένα ή περισσότερα πάνελ δημιουργούν ένα φωτοβολταϊκό σύστημα όταν αυτά συνδέονται με συστοιχίες και με συστήματα αποθήκευσης της ενέργειας σε μπαταρίες. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα διαθέτουν τρεις υποκατηγορίες: πρώτον τα απλά στα οποία τα πάνελ παραμένουν σταθερά προσανατολισμένα προς τον ήλιο, δεύτερον τα συστήματα με κινητά πάνελ τα οποία ακολουθούν την πορεία του ήλιου δεχόμενα κάθετα όλη την ηλιακή ακτινοβολία αυξάνοντας μάλιστα την απόδοσή τους κατά 50% και τρίτον τα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν φακούς και κάτοπτρα για να συγκεντρώσουν την ηλιακή ακτινοβολία πάνω στα πάνελ. Η απόδοση των συνηθισμένων συστημάτων ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ανέρχεται σε ποσοστό 10 με 15%, ενώ το ίδιο ποσοστό μπορεί να ανέλθει στο 25% με μία από τις δύο τελευταίες εφαρμογές.

Ενάντια στα πολλαπλά πλεονεκτήματα των συστημάτων, εμφανίζεται το μοναδικό μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων και αυτό είναι το υψηλό κόστος τους. Όσον αφορά τις οικιακές εφαρμογές, το κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων ανέρχεται στο ποσό των 7.000 €/ kw. Στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών πάρκων, το κόστος παρουσιάζει πτώση εφόσον πρόκειται για μεγάλη έκταση, ωστόσο είναι σημαντικό ότι το κόστος συντήρησης είναι ελάχιστο με τη διάρκεια λειτουργίας των συστημάτων να φτάνει και ίσως να ξεπερνά τα 25 έτη.



Εικόνα 3.2 Φωτοβολταϊκά πάρκα

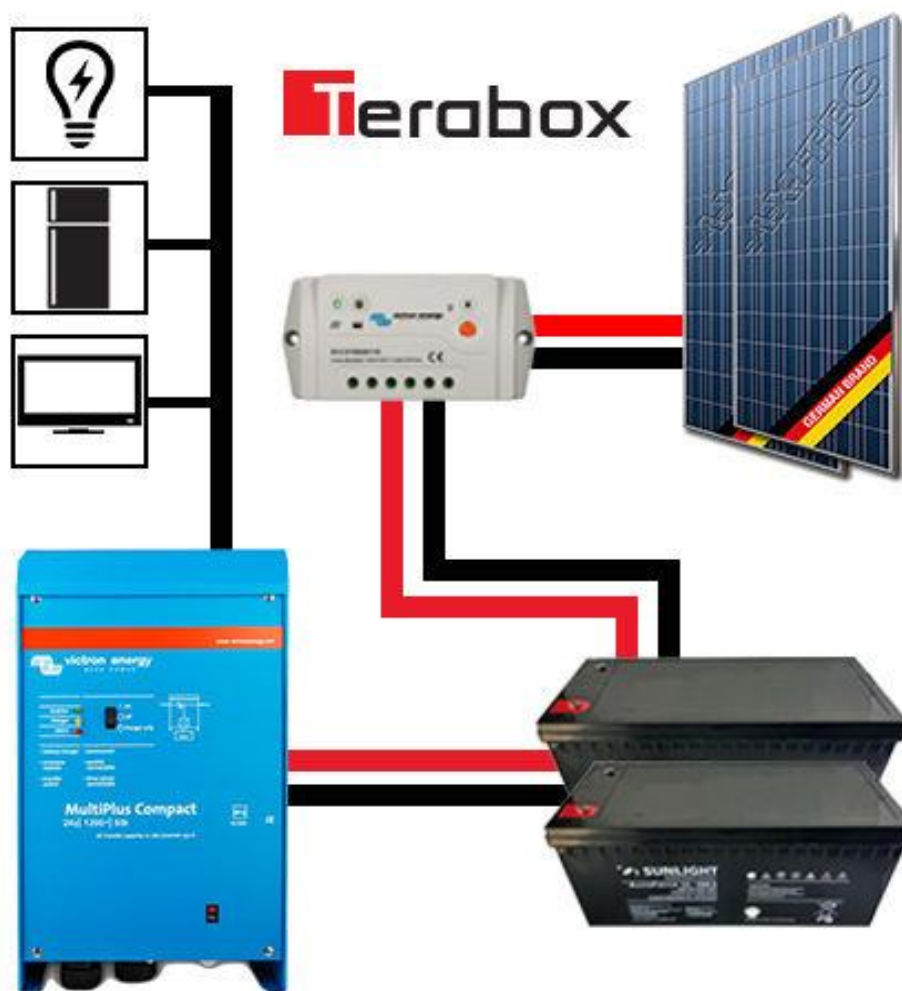
Πηγή: https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Femea.gr%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F11%2Fsolar-panels-system-producing-renewable-clean-energy.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Femea.gr%2Fepicheiriseis%2F615745%2Fellada-gemizei-fotovoltaika-parka%2F&tbid=mt3lBcFfLjmRvM&vet=1&docid=WjwYOFDLw83QAM&w=1200&h=799&source=sh%2F%2Fim&fbclid=IwAR2o6g710bz6iqRgUnc26rqPkSEsjm9mpZ47mXum0By5ylAOYQ_m9owLakA

Η μοναδική προϋπόθεση που πρέπει να πληρείται είναι η μέση ημερήσια ηλιακή ενέργεια ανά τετραγωνικό μέτρο, ωστόσο η ηλιοφάνεια που χαρακτηρίζει το κλίμα της Ελλάδας επιτρέπει ιδανικά την εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων με μέση ηλιακή ενέργεια 4,6 kWh/m². Τα φωτοβολταϊκά συστήματα διαθέτουν χαρακτηριστικά τα οποία τα καθιστούν ικανά να εγκατασταθούν σε οποιαδήποτε περιοχή, σε αντίθεση με άλλες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, οι οποίες δεν κρίνονται κατάλληλες και προσιτές σε κάθε τύπο περιοχής.

Ορισμένα από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι:

- Άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμα και σε μικρή κλίμακα.
- Είναι εύκολα στη χρήση με την εγκατάσταση των μικρών συστημάτων να είναι δυνατή από τους χρήστες τους.
- Είναι δυνατή η εγκατάστασή τους μέσα σε πόλεις, η ενσωμάτωσή τους σε κτήρια, χωρίς να μειώνεται η αισθητική του περιβάλλοντος.
- Δύνανται να δημιουργήσουν υβριδικά συστήματα σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας.

- Χαρακτηρίζονται και βαθμωτά συστήματα, εφόσον επιτρέπουν την αναβάθμισή τους, προκειμένου να ικανοποιηθούν οι ανάγκες των χρηστών μεταγενέστερα χωρίς να υποστεί αλλαγή το πρωταρχικό σύστημα.
- Η λειτουργία τους είναι αθόρυβη και είναι φιλικά προς το περιβάλλον, αφού δεν εκπέμπουν ρύπους άρα με μηδενικές επιπτώσεις.
- Το κόστος συντήρησης είναι σχεδόν ανύπαρκτο ενώ η διάρκεια ζωής είναι μεγάλη αλλά και είναι αξιόπιστα στη λειτουργία με τους κατασκευαστές των φωτοβολταϊκών συστημάτων να εγγυόνται περισσότερα από 25 χρόνια άριστης λειτουργίας.



Εικόνα 3.3 Αυτόνομο Φωτοβολταϊκό Συστημάτων 1KW

Πηγή: <https://www.terabox.gr/product/aftonomo-fotovoltaiko-systima-1kw/>

Ίσως το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι η ενεργειακή ανεξαρτησία του χρήστη. Η εγκατάστασή τους είναι επιτρεπτή σε οποιαδήποτε περιοχή χωρίς περιορισμούς και αυστηρά κριτήρια και μάλιστα προωθεί την ενεργειακή απόδοση και αυτονομία. Από αυτό το γεγονός αποδεικνύεται ιδανικά ακόμα και για απομακρυσμένους οικισμούς, ορεινές και αγροτικές περιοχές. Σε αντίθετη περίπτωση, συγκεκριμένα αυτή των πόλεων, η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών συστημάτων στα κτήρια επιτρέπουν την εγκατάστασή τους και σε αστικές περιοχές, χωρίς αυστηρά κριτήρια.

Η «Διάσπαρτη Παραγωγή Ενέργειας» (Distributed Power Generation) υποστηρίζεται από τη χρήση και εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Αυτή συνιστά το νέο μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων εισήγαγε διαφορετικούς τρόπους παραγωγής ενέργειας ενώ ταυτόχρονα συνέβαλε στην μείωση της χρήσης του πετρελαίου σε μεγάλο ποσοστό χρηστών και κατ' επέκταση στην προστασία του περιβάλλοντος από μια επερχόμενη μόλυνση. Τέλος, όλα αυτά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η τεχνολογία και εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι δυνατή να δημιουργήσει συνθήκες μιας οικονομικής ανάπτυξης.

3.2 Ανεμογεννήτριες και Αιολικά Πάρκα

Ως αιολική ενέργεια ορίζεται η κινητική ενέργεια του αέρα και των αερίων μαζών, η οποία μετακινείται με ταχύτητα από τον ένα τόπο στον άλλο. Σημαντική για την κίνηση αυτή είναι η ηλιακή ακτινοβολία που θερμαίνει ανομοιόμορφα την επιφάνεια της γης. Όλα αυτά συνεπάγονται ότι η αιολική ενέργεια είναι ανεξάντλητη και αποτελεί καθαρή μορφή ενέργειας, δηλαδή φιλική προς το περιβάλλον, εφόσον όπως και στην ηλιακή ενέργεια, δεν εκπέμπεται ούτε παράγεται διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) ή κάποιο άλλο αέριο του θερμοκηπίου. Στην εποχή μας, η αιολική ενέργεια συναντάται συχνά ως η πιο διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με τα πιο συνηθισμένα μηχανήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας να προκαλούν την μετατροπή της αιολικής ενέργειας, δηλαδή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι σύγχρονες μηχανές εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας ονομάζονται ανεμογεννήτριες.

Οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη αφορά τις ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα με τον δρομέα, δηλαδή το κινητό μέρος του να έχει την όψη ενός έλικα και να είναι διαρκώς παράλληλα στην πορεία του ανέμου και της επιφάνειας της γης. Όσον αφορά τη δεύτερη περίπτωση πρόκειται για τις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα οι οποίες παραμένουν σταθερές και κάθετες προς την επιφάνεια της γης. Πιο συχνά συναντώνται οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου

άξονα, πιθανότατα λόγω εμφάνισης, με το είδος τους να μονοπωλείται στην αγορά. Συνήθως διαθέτουν δύο ή τρία πτερύγια.



Εικόνα 3.4 Ανεμογεννήτριες

Πηγή:

<https://energyin.gr/2020/02/05/%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%B5%CE%AF%CF%84%CE%B1%CE%B9-%CE%B7-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7-%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%81%CF%8E%CE%BD/>

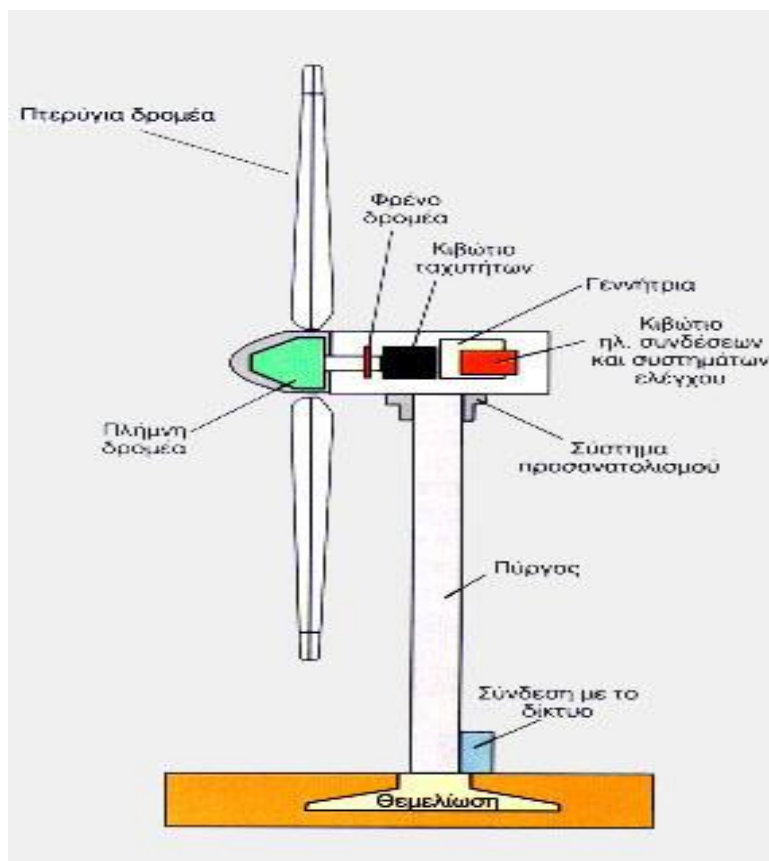
Παράγοντες που καθορίζουν την απόδοση μιας ανεμογεννήτριας είναι το μέγεθός της καθώς και η ταχύτητα του αέρα. Το μέγεθος κάθε ανεμογεννήτριας εξαρτάται από τις ανάγκες που καλείται να καλύψει και τα είδη τους ποικίλουν αναλόγως με τα Watt που διαθέτουν από μερικές εκατοντάδες έως και μερικά εκατομμύρια.

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να αναλύσουμε την σύσταση μιας τυπικής ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα, προκειμένου να γίνει κατανοητή η λειτουργία της:

- Ο δρομέας, το κινητήριο τμήμα, που διαθέτει δύο ή τρία πτερύγια κατασκευασμένα από ενισχυμένο πολυεστέρα. Αυτά προσδένονται σε ένα κέντρο είτε σταθερά είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους ακολουθώντας την κατεύθυνση του ανέμου.

- Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης αποτελείται από τον κύριο άξονα, τα έδρανα και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών, ο ρόλος του οποίου είναι να καθορίζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα σύμφωνα με την ταχύτητα της ανεμογεννήτριας.
- Η ηλεκτρική γεννήτρια μπορεί να είναι σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους και συνδέεται με την έξοδο του κιβωτίου πολλαπλασιασμού μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου. Καθήκον της είναι η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική και η θέση της είναι συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας. Υπάρχει και το σύστημα πέδης το οποίο συνιστά ένα δισκόφρενο τοποθετημένο είτε στον κύριο άξονα είτε στον άξονα της ανεμογεννήτριας.
- Το σύστημα προσανατολισμού είναι εξίσου σημαντικό καθώς ο ρόλος του είναι να κατευθύνει διαρκώς τον άξονα να περιστρέφεται παράλληλα με την πορεία του ανέμου.
- Ο πύργος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική κατασκευή ενώ συνήθως είναι σωληνωτός ή δικτυωτός και πιο σπάνια κατασκευασμένος από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- Ο ηλεκτρονικός πίνακας και ο πίνακας ελέγχου βρίσκονται τοποθετημένοι στη βάση του πύργου ενώ κύριος ρόλος τους είναι η παρακολούθηση, ο συντονισμός και ο έλεγχος όλων των παραπάνω λειτουργιών της ανεμογεννήτριας για την ομαλή λειτουργία της.

(Ρηγόπουλος, 2009).



Εικόνα 3.5 Κατασκευή Ανεμογεννήτριας

Πηγή: http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_windmill.htm

Όσον αφορά τις διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 500 kW, η διάμετρος του δρομέα υπολογίζεται σε 40 μέτρα και ύψος στα 40 έως 50 μέτρα. Ανεμογεννήτριες των 3 MW διαθέτουν διαστάσεις 80 μέτρων και 80 έως 100 μέτρα αντίστοιχα.

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται προς όφελος τριών κατηγοριών οι οποίες θα αναλυθούν στο εξής. Αρχικά, μια πρώτη κλίμακα χρησιμοποιεί την αιολική ενέργεια με σκοπό τη φόρτιση μπαταριών, την άντληση υδάτων, δηλαδή την κάλυψη αναγκών μικρών και μεμονωμένων φορτίων. Οι ανεμογεννήτριες που εκτελούν και καλύπτουν αυτές τις ανάγκες διαθέτουν χαμηλή ισχύ 50W έως και 10 kW. Η δεύτερη κλίμακα αφορά τη χρήση των ανεμογεννητριών σε απομονωμένες περιοχές όπου στοχεύουν στην απεξάρτηση της καύσης πετρελαίου και συνεπώς στην μείωση του κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούνται σε τέτοιες εφαρμογές και δραστηριότητες διαθέτουν ισχύ από 10 έως 200 kW. Τέλος, η σημαντικότερη κλίμακα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας είναι η σύνδεση των ανεμογεννητριών στο ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας. Έτσι, ένα αιολικό πάρκο, όπως ονομάζεται μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, τοποθετείται με τις απαραίτητες εγκαταστάσεις του σε μια περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό όπου και ξεκινά τη λειτουργία του, καθώς αυτή η περιοχή διαθέτει κατάλληλες συνθήκες έντασης και διάρκειας ανέμου ενώ συμβάλει με την παραγωγή ΠΑΔΑ, Τμήμα Η&ΗΜ, Διπλωματική Εργασία, Ρούμελης Παναγιώτης

ηλεκτρικής ενέργειας στο συνολικό ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας. Οι ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούνται σε τέτοιες συνθήκες διαθέτουν ισχύ από 200 kW έως και 2 MW.

Ωστόσο, το βασικότερο πρόβλημα που παρουσιάζεται σχετικά με την αιολική ενέργεια είναι ο άνεμος. Εξαιτίας του γεγονότος ότι ο άνεμος, ο οποίος είναι η κινητήρια δύναμη της ενέργειας, μεταβάλλεται εύκολα, τίθεται σε κίνδυνο η αποδοτική λειτουργία των ανεμογεννητριών, καθώς για την λειτουργία τους απαιτούν ταχύτητα τουλάχιστον 4 έως 25 m/s ενώ η καλύτερη απόδοση απαιτεί μεγαλύτερη από την προαναφερθείσα. Από αυτό προκύπτει το γεγονός ότι ένα δίκτυο ηλεκτρισμού δεν δύναται να στηριχθεί αποκλειστικά σε αιολικά πάρκα, εφόσον θα ήταν σε θέση να παράγει ένα μικρό ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που θα απαιτούνταν συνολικά. Όμως, ακόμα και στην περίπτωση αυτή είναι σημαντικό να υπάρχει εφεδρεία δικτύων προκειμένου να καλύψουν την ενεργειακή ισχύ, όταν λόγω καιρικών φαινομένων όπως οι απρόβλεπτες μεταβολές του αέρα το θέσουν εκτός λειτουργίας. Επιπρόσθετα, ένα ακόμη πρόβλημα που συναντάται στα αιολικά πάρκα, όταν αυτά συνδέονται με ένα ευρύτερο δίκτυο, είναι ότι μπορούν να διαταράξουν την εύρυθμη λειτουργία του εξαιτίας των μεταβολών στη συχνότητα και την τάση. Ιδιαίτερη ανάπτυξη παρατηρείται στον τομέα της τεχνολογίας των υλικών, της αεροδυναμικής, της ηλεκτρονικής ισχύος και του ψηφιακού ελέγχου, επιφέροντας θετικά αποτελέσματα και επιρροές στη βελτίωση της απόδοσης και της λειτουργίας των ανεμογεννητριών, καθώς στις τελευταίες εφαρμόζονται όλες οι παραπάνω βελτιστοποιημένες τεχνολογίες.

Σημαντική θα ήταν και η αναφορά στα κόστη της εφαρμογής των αιολικών πάρκων. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσα από την συμβολή των αιολικών πάρκων παρουσιάζεται γενικά λιγότερο δαπανηρή από οποιαδήποτε άλλη μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Με εξαίρεση του αρχικού κόστους, το συνολικό κόστος κατασκευής και εγκατάστασης, κυρίως έπειτα από σωστή μελέτη και σχεδιασμό στην κατάλληλη τοποθεσία, είναι δυνατό να συγκριθεί με το κόστος των συμβατικών σταθμών παραγωγής. Συγκεκριμένα, το τυπικό κόστος που απαιτείται για ένα αιολικό πάρκο ανέρχεται στο ποσό των 1.000 €/kW ενώ το κόστος συντήρησης και λειτουργίας του πάρκου ανέρχεται περίπου στο 0,01 €/kWh παραγόμενης ενέργειας. Όσον αφορά μια ενδεικτική τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ένα αιολικό πάρκο, αυτή βρίσκεται κατά προσέγγιση στο ποσό των 0,075 €/kWh.

Όπως προαναφέρθηκε, για την εγκατάσταση και την έναρξη λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου σε μια συγκεκριμένη περιοχή, προϋποτίθενται ορισμένες μελέτες, έρευνες και μετρήσεις προκειμένου η περιοχή να πληροί όλα τα απαραίτητα κριτήρια αρχικά για την αδειοδότηση κι έπειτα για την αποδοτική και ασφαλή λειτουργία του. Γι' αυτό και η περιοχή στην οποία πρόκειται να εγκατασταθεί ένα αιολικό πάρκο

είναι ιδιαίτερα σημαντική επιλογή. Η τοποθεσία εγκατάστασης του αιολικού πάρκου οφείλει να διαθέτει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Το κατάλληλο αιολικό δυναμικό, δηλαδή ένα καλό όριο ταχύτητας ανέμων το οποίο θα είναι ικανό να προκαλέσει την λειτουργία των ανεμογεννητριών, με κατώτατο όριο τα 4 m/s. Οι πιο συνήθεις επιλογές αφορούν παράκτιες περιοχές, κορυφογραμμές, περάσματα και ανοιχτές πεδιάδες, ενώ άξιο είναι να αναφερθεί και η σύγχρονη εγκατάσταση και εφαρμογή ανεμογεννητριών (off-shore) ανοικτά των θαλασσών πάνω σε ειδικές εξέδρες διότι το αιολικό δυναμικό είναι πιο αποδοτικό από ότι στη στεριά. Για την καταλληλότητα μιας τοποθεσίας, πραγματοποιούνται μελέτες και μετρήσεις συχνά χρονοβόρες ενώ συχνά αυτές στηρίζονται σε υπάρχοντα στατιστικά δεδομένα, όπως είναι για παράδειγμα οι αιολικοί χάρτες. Η μελέτη είναι τόσο ποσοτική όσο και ποιοτική και οφείλει να αναφέρεται και στην χωρική αλλά και στην χρονική κατανομή των ταχυτήτων του αέρα.
- Η προσβάσιμη περιοχή, καθώς η μεταφορά των μηχανημάτων αλλά και των εξαρτημάτων των ανεμογεννητριών με τους πύργους και τους έλικες προϋποθέτουν την ύπαρξη οδικού δικτύου για τη μεταφορά των ογκωδών αυτών τμημάτων. Ορισμένα τμήματα των ανεμογεννητριών, των οποίων το μέγεθος είναι αρκετά μεγάλο και ογκώδες, καθιστούν συχνά τη μεταφορά τους σε ορεινές περιοχές αδύνατη. Επίσης, ιδιαίτερα χρήσιμη θα ήταν και μία έκταση γης προκειμένου να υλοποιηθεί η σωστή και ασφαλή συναρμολόγηση των τμημάτων μιας ανεμογεννήτριας. Αν κάποια από τις παραπάνω προϋποθέσεις απουσιάζει, τότε πρέπει να προβλεφθεί στο σχέδιο και στις εκτιμήσεις εγκατάστασης του αιολικού πάρκου και η κατασκευή των απαραίτητων υποδομών, όπως για παράδειγμα η κατασκευή οδικού δικτύου σε περίπτωση απουσίας ή η αποψίλωση του εδάφους για ομαλή πρόσβαση. Το κόστος αυτών θα συμπεριληφθεί στο σχέδιο κατασκευής του αιολικού πάρκου.
- Δυνατότητα διασύνδεσης στο δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, διότι η κατασκευή αιολικών πάρκων και όχι μεμονωμένων συστημάτων με μικρή αποδοτική ισχύ που καλύπτουν αποκλειστικά τοπικές ανάγκες, απαιτεί τη σύνδεσή τους στο εθνικό δίκτυο. Για το λόγο αυτό απαιτείται η κατασκευή μεταφοράς μέσης τάσης για εγκατεστημένη ισχύ έως 10 MW αλλά και γραμμή υψηλής τάσης που θα αφορά τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ με την συμβουλή και την επικοινωνία με τον Διαχειριστή Συστήματος μεταφοράς της χώρας. Όσο πιο μακριά βρίσκεται μια πιθανή περιοχή τοποθέτησης αιολικού πάρκου από ένα σημείο διασύνδεσης, όπως μια δυσπρόσιτη ή δύσβατη περιοχή, τόσο μεγαλύτερο και σχεδόν απαγορευτικό κόστος θα επιφέρει η κατασκευή ενός νέου δικτύου μεταφοράς.

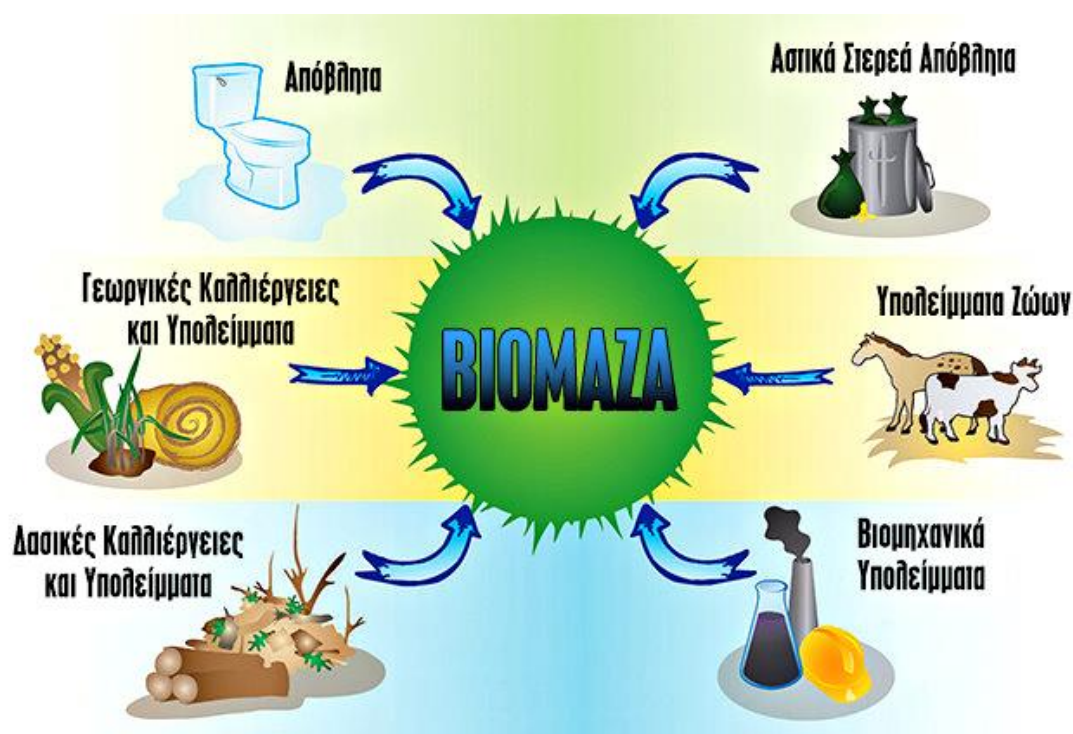
- Η εξασφάλιση της αδειοδότησης για την κατασκευή αιολικού πάρκου, όπως προαναφέρθηκε, είναι πρωταρχικής σημασίας. Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός οργανισμών οι οποίοι πρέπει να εγκρίνουν την αίτηση της κατασκευής ενός αιολικού πάρκου και είναι υπεύθυνοι να εγγυηθούν ότι η κατασκευή του δεν θα επιφέρει επιπτώσεις σε τομείς στους οποίους εκείνοι διαθέτουν τον έλεγχο. Ορισμένοι από αυτούς τους οργανισμούς είναι η Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας, το Γενικό Επιτελείο Εθνικής Αμύνης, η Διεύθυνση Δασών, ο ΟΤΕ, ο ΕΟΤ και η Πολεοδομική Υπηρεσία.
- Η δυνατότητα χρήσης της γης μπορεί να διχάσει τον τοπικό πληθυσμό. Υπάρχει περίπτωση μία περιοχή που πρόκειται να μετατραπεί σε αιολικό πάρκο να χρησιμοποιούταν ως καλλιεργήσιμο έδαφος και να εξακολουθεί μάλιστα να είναι κατάλληλη για αυτή τη χρήση. Σε αυτή την περίπτωση οι ιδιοκτήτες της έκτασης πρέπει να λάβουν υπόψη τις μελέτες και στη συνέχεια να καταλήξουν σε μια συμφωνία η οποία θα προωθεί το κοινό συμφέρον, το συμφέρον δηλαδή του τοπικού πληθυσμού. Αξίζει να σημειωθεί ότι η κατασκευή ενός αιολικού πάρκου σε μια καλλιεργήσιμη έκταση δεν απαγορεύει την παράλληλη αγροτική εκμετάλλευση, αφού η έκταση που καλύπτουν οι ανεμογεννήτριες παραμένει ελάχιστη, δηλαδή στο 10% περίπου. Η έλλειψη απαγόρευσης για αγροτική καλλιέργεια μπορεί να ενθαρρύνει την ενοικίαση τέτοιων εκτάσεων για αγροτική καλλιέργεια από τους ενδιαφερόμενους γεωργούς. Επιπρόσθετα, μια τέτοια διπλή αξιοποίηση του εδάφους θα συντελέσει διπλά στην οικονομική ανάπτυξη του τόπου.
- Η αποδοχή από τον τοπικό πληθυσμό και του αιολικού πάρκου και των πιθανών περιβαλλοντικών του επιπτώσεων είναι σημαντική υπόθεση. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες επιφέρουν πέρα από τις θετικές συνέπειες και προβλήματα και στην περίπτωση του αιολικού πάρκου η πιθανότητα περιβαλλοντικών κινδύνων να προκαλέσει αντιδράσεις των τοπικών αλλά και εθνικών οργανισμών ή κατοίκων. Ένα σοβαρό πρόβλημα που οφείλει τη ρίζα του στους μεγάλους περιστρεφόμενους έλικες των ανεμογεννητριών είναι η πιθανή θανάτωση πτηνών που πετούν στην περιοχή. Το πρόβλημα αυτό απασχολεί κυρίως την περίπτωση των αποδημητικών πουλιών, αφού τα ενδημικά πουλιά φαίνεται να έχουν συνηθίσει στην παρουσία των ανεμογεννητριών. Επίσης, ο θόρυβος δείχνει να αποτελεί πρόβλημα μόνο όταν βρίσκεται πολύ κοντά σε κατοικήσιμη περιοχή, ωστόσο, έχουν θεσπιστεί κανόνες που απαγορεύουν την κοντινή απόσταση από κατοικήσιμη περιοχή. Τίθενται, επιπλέον, και αισθητικά προβλήματα, τα οποία παραμένουν υποκειμενικά και αφορούν κυρίως περιοχές με αρχαιολογική σημασία, εξαιτίας της παρουσίας μηχανών σε μια τέτοια περιοχή. Η κατασκευή αιολικού πάρκου θα κατέστρεφε την εικόνα μιας

αρχαιολογικά σημαντικής περιοχής ή μιας περιοχής με εξαιρετική και σπάνια φυσική ομορφιά, όπου μάλλον θα έπρεπε να απαγορευτεί. Όλες αυτές οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις με τους κατάλληλους χειρισμούς και πρωτίστως με την ορθή επιλογή τοποθεσίας θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν ολικά και ριζικά

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά αφορούν αποκλειστικά την τοποθεσία στην οποία πρόκειται να εγκατασταθεί ένα αιολικό πάρκο. Όλα τα υπόλοιπα κριτήρια που καθιστούν δυνατή την δημιουργία ενός αιολικού πάρκου είναι καθαρά τεχνικά και σχετίζονται με τις μελέτες και τις εκτιμήσεις, όπως για παράδειγμα η επιλογή των κατάλληλων ανεμογεννητριών καθώς και του απαιτούμενου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που καθορίζουν τη σύνδεση με το δίκτυο, τον έλεγχο, τον χειρισμό και τη συντήρηση του αιολικού πάρκου.

3.3 Βιομάζα

Βιομάζα αποκαλείται οποιαδήποτε οργανική ύλη, η οποία δεν είναι παράγωγο ορυκτών καυσίμων και είναι ικανό να αξιοποιηθεί έπειτα από μετατροπή του σε χρήσιμο καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Πρόκειται για οργανική, βιοδιασπώμενη ύλη των προϊόντων, για απορρίμματα και υπολείμματα από τη γεωργική εργασία, τη δασοκομία και παρόμοιες βιομηχανίες, όπως ακόμη και τα βιοδιασπώμενα μέρη των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων και υπολειμμάτων. Επιπλέον, η βιομάζα είναι συνηθισμένο στις μέρες μας να παράγεται μέσα από ενεργειακές καλλιέργειες που αποσκοπούν αποκλειστικά στην παραγωγή ενέργειας. Στη διαδικασία της καύσης της βιομάζας παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, ωστόσο αυτό δεν καθιστά την βιομάζα μη καθαρή πηγή ενέργειας διότι δεν υπάρχει καθαρή συνολική απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στη διαδικασία της καλλιέργειας και της συγκομιδής, χωρίς, επομένως, να δημιουργείται κύκλος διοξειδίου του άνθρακα στη φύση μέσω της φωτοσύνθεσης στη διάρκεια της οποίας θα δεσμεύονταν διοξείδιο του άνθρακα. Επίσης, ένα από τα πολλαπλά σημαντικά πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η βιομάζα ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι ότι μπορεί να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί όποτε είναι απαραίτητη η χρήση της, με αποτέλεσμα να υπάρχει πάντα διαθέσιμη ισχύς όταν είναι απαραίτητη η παρουσία και η χρήση της. Τέλος, ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα είναι η εμφάνιση νέων θέσεων εργασίας στις αγροτικές περιοχές κυρίως εφόσον η παραγωγή βιοενέργειας θα δημιουργήσει σταθερές θέσεις εργασίας.



Εικόνα 3.6 Βιομάζα

Πηγή: <https://hellenic-college.gr/wp-content/uploads/works/energy-sources/biomaza.htm>

Η ποιότητα της πρώτης ύλης, η διαθεσιμότητα και το κόστος μεταφοράς, το μέγεθος της μονάδας παραγωγής και η πιθανή μετατροπή σε βιοαέριο αποτελούν παράγοντες που διαμορφώνουν τις τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν και το κόστος της ισχύος και της παραγωγής θερμότητας από τη βιομάζα.

Η ακατέργαστη βιομάζα στη μορφή στην οποία συλλέγεται εμφανίζεται ακατάλληλη για χρήση με σκοπό την παραγωγή ενέργειας. Πρέπει να υποστεί μια διαδικασία ομογενοποίησης προκειμένου να είναι ιδανική και κατάλληλη για χρήση σε μια μονάδα παραγωγής. Η διαδικασία αυτή της ομογενοποίησης διαθέτει την ταξινόμηση και την μείωση του μεγέθους με μεθόδους όπως το κόψιμο, η σύνθλιψη και η κονιοροποίηση. Με τη βοήθεια της ταξινόμησης επιτυγχάνεται η απομάκρυνση ξένων σωμάτων ενώ η διαδικασία της μείωσης του μεγέθους συντελεί στον ψεκασμό του υλικού στον καυστήρα σε σταθερότερο βαθμό με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας μεγαλύτερης επιφάνειας για τη μεγαλύτερη δυνατή απόδοση στη διάρκεια της καύσης.

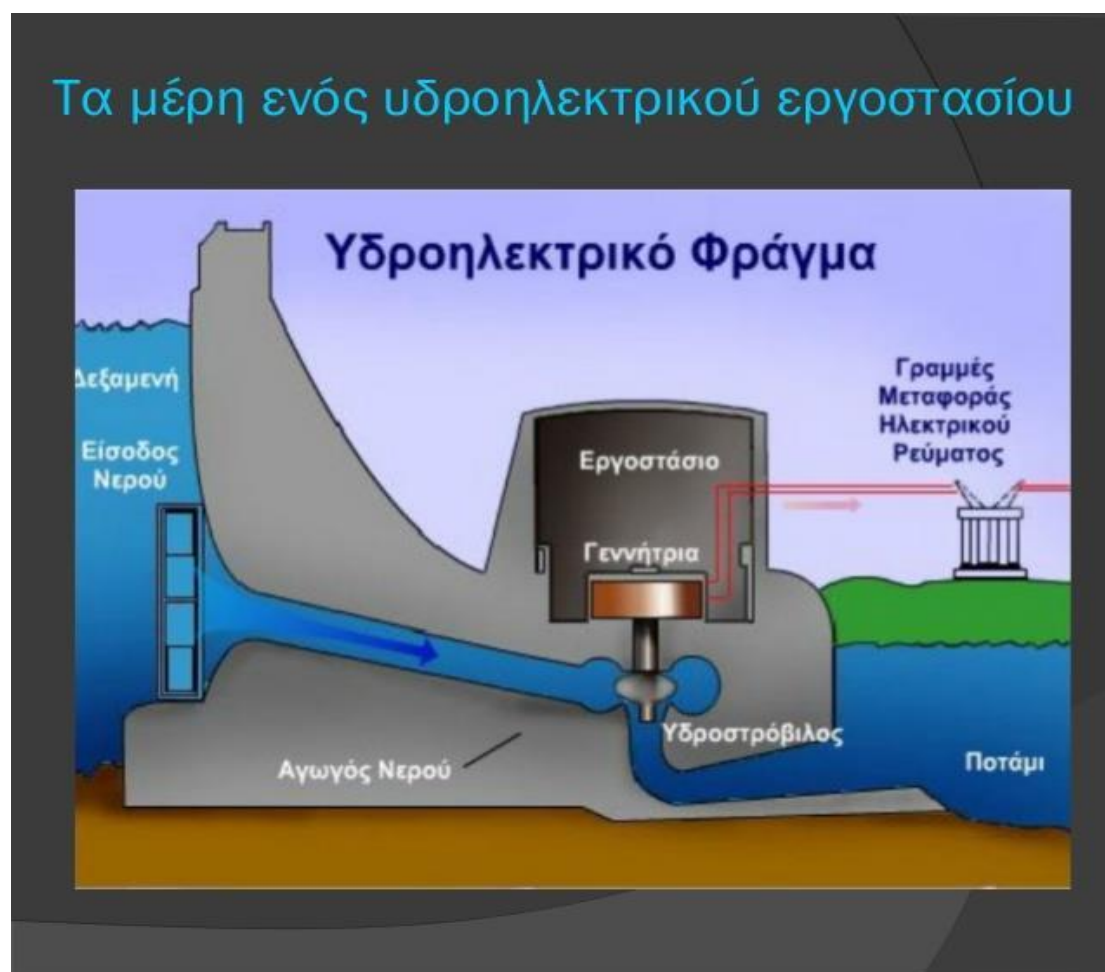
Για να θεωρηθεί μια μονάδα βιομάζας κατάλληλη να εγκατασταθεί σε μια περιοχή, πρέπει να εξεταστούν ορισμένα κριτήρια που αφορούν τις τοπικές ανάγκες και την καλύτερη κάλυψή τους. Εξίσου σημαντικό είναι σε αυτές τις μελέτες να καθοριστεί η

επιλογή του σωστού και κατάλληλου μεγέθους το οποίο θα καλύπτει τις ανάγκες της απόδοσης της κοινότητας όσον αφορά την παραγωγή βιομάζας.

Στη συνέχεια της παρούσας εργασίας, συγκεκριμένα στο 4^ο κεφάλαιο, αναλύεται διεξοδικά η βιομάζα ως μια ξεχωριστή και σημαντική στον κλάδο της ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

3.4 Υδροηλεκτρικές Εφαρμογές

Ως υδροηλεκτρική ενέργεια ορίζεται η εκμεταλλεύσιμη ενέργεια που δημιουργείται με τη ροή ή ακόμα καλύτερα την πτώση νερού σε ποτάμια ή λίμνες προκειμένου να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια. Συγκεκριμένα, το νερό που βρίσκεται σε ύψος διαθέτει δυναμική ενέργεια, η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια αφού οι ποσότητες νερού πέφτουν, δηλαδή μετακινούνται προς ένα χαμηλότερο επίπεδο. Η κινητική αυτή ενέργεια προκαλεί την περιστροφή των υδροστρόβιλων κι εκείνοι με τη σειρά τους εκκινούν την περιστροφή γεννητριών οι οποίες οδηγούν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η εκμετάλλευση αφορά τους φυσικούς υδάτινους πόρους οι οποίοι οφείλουν τη δημιουργία τους στις βροχοπτώσεις. Συνεπώς, η πηγή της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι ανανεώσιμη και μπορεί να χαρακτηριστεί επίσης και ανεξάντλητη, ενώ όπως και οι παραπάνω μορφές ενέργειας, δεν προκαλεί την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ή άλλων βλαβερών αερίων.

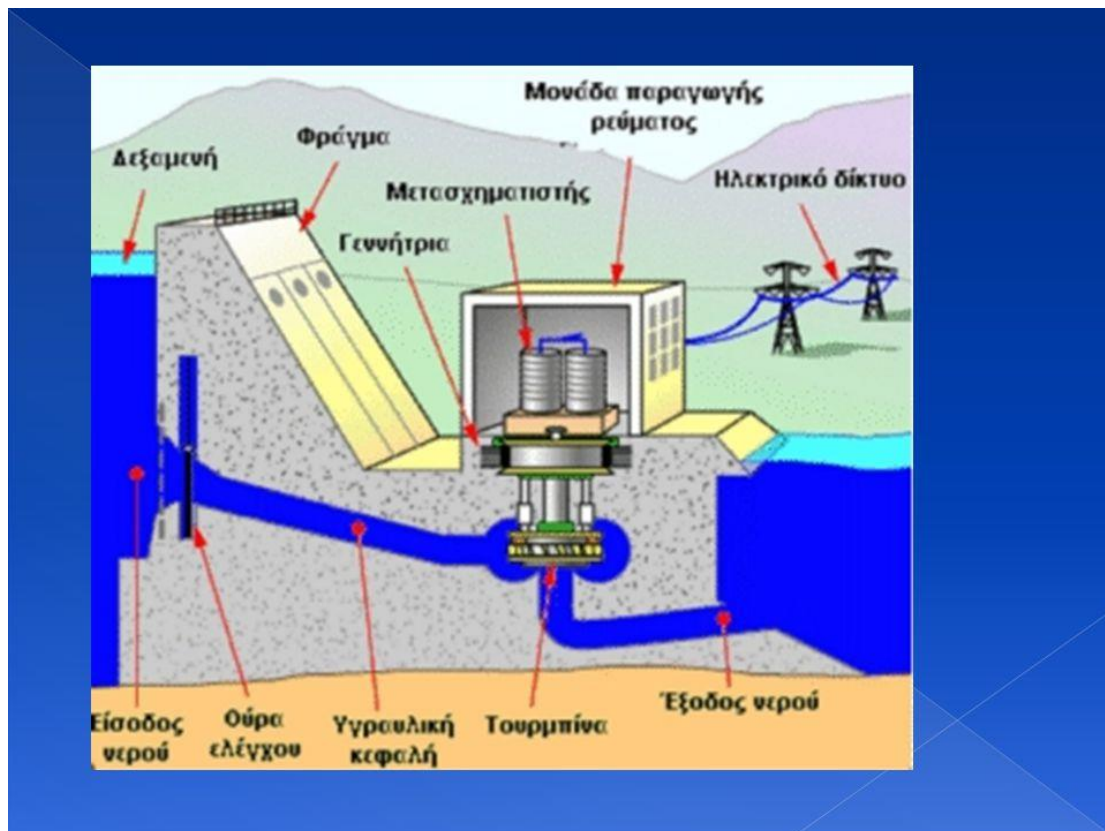


Εικόνα 3.7 Τα μέρη ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου

Πηγή: <https://docplayer.gr/45568505-Thema-ydroilektriko-ergostasio.htm>

Οι υδροηλεκτρικές εφαρμογές διακρίνονται σε γενικές γραμμές με βάση το μέγεθος της ισχύος που μπορούν να παράγουν οι υδροστρόβιλοι. Όσα υδροηλεκτρικά έργα έχουν ισχύ έως και 50 MW θεωρούνται μικρά ενώ αντίθετα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα θεωρούνται όσα διαθέτουν ισχύ από 50 MW και πάνω. Οι περισσότερες κατασκευές υδροηλεκτρικών έργων απαιτούν εξαιτίας της μεταβαλλόμενης παροχής υδάτων την παράλληλα κατασκευή ενός φράγματος ή ταμιευτήρα όπως αλλιώς ονομάζεται για τη συγκράτηση των υδάτων ή την ελεγχόμενη πτώση τους, σύμφωνα όμως πάντα με τις ανάγκες ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας. Στη βάση του φράγματος αυτού, δηλαδή στο χαμηλότερο υψόμετρο, κατασκευάζεται και τοποθετείται ο υδροηλεκτρικός σταθμός παραγωγής μαζί με όλο τον απαιτούμενο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό με τους υδροστρόβιλους και τις γεννήτριες, προκειμένου με τη θέση αυτή να στεφθεί με επιτυχία η κατάλληλη υψομετρική διαφορά. Η ποσότητα υδάτων που απελευθερώνονται μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή καθορίζεται από τη ζήτηση για την παραγωγή της επιθυμητής ισχύος.

Το μέγεθος του υδροηλεκτρικού έργου καθορίζει το ύψος των φραγμάτων που θα κατασκευαστούν και αυτό ποικίλει από μερικά μέτρα αλλά ακόμη και μερικές εκατοντάδες μέτρα. Τα υλικά κατασκευής εξαρτώνται αρχικά από το μέγεθος του έργου αλλά και από την ποσότητα του νερού που καλούνται να συγκρατήσουν και στη συνέχεια από μορφολογικά και εδαφολογικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας. Έτσι, τα φράγματα διακρίνονται σε φράγματα σκυροδέματος και σε γαιώδη φράγματα, λαμβάνοντας πάντα υπόψη τις παραπάνω προϋποθέσεις και κριτήρια.



Εικόνα 3.8 Υδροηλεκτρική Μονάδα

Πηγή: <https://slideplayer.gr/slide/2867528/>

Οι υδροστροβίλοι, όπως προαναφέρθηκε, είναι υπεύθυνοι να μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια του νερού σε περιστροφική και διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: οι υδροστροβίλοι δράσεως και αντιδράσεως. Γνωστή ονομασία για τους πρώτους, δηλαδή τους υδροστροβίλους δράσεως, είναι και υδροστροβίλοι Pelton, ενώ στους δεύτερους, τους υδροστροβίλους αντιδράσεως υπάγονται τα είδη Francis και Kaplan. Η επιλογή ανάμεσα σε αυτές τις δύο κατηγορίες γίνεται έπειτα από μέτρηση του ύψους της υδατοπτώσεως και της παροχής νερού, με την απόδοση των υδροστροβίλων να ανέρχεται περίπου στο ποσοστό των 90%.

Είναι γεγονός ότι τα περισσότερα υδροηλεκτρικά έργα συνδέονται με αντλητικούς σταθμούς, διότι με αυτό τον τρόπο κατά τις ώρες χαμηλού φορτίου αξιοποιείται η ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο, οπότε είναι και φθηνότερη, για άντληση νερού

ΠΑΔΑ, Τμήμα Η&ΗΜ, Διπλωματική Εργασία, Ρούμελης Παναγιώτης

από τις χαμηλότερες προς τις υψηλότερες δεξαμενές. Αυτή η συγκέντρωση από την άντληση των υδάτων θα χρησιμοποιηθεί για ηλεκτροπαραγωγή στη διάρκεια των ωρών αιχμής φορτίου. Αυτή η εφαρμογή έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση του συντελεστή φορτίου ενός υδροηλεκτρικού συστήματος αλλά ταυτόχρονα πραγματοποιείται με επιτυχία η καλύτερη εξοικονόμηση καυσίμου από τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής.

Η εφαρμογή των υδροηλεκτρικών σταθμών παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα τόσο σχετικά με τη λειτουργία τους όσο και με την παραγόμενη ποιότητα ηλεκτρικής ενέργειας. Μερικά από αυτά είναι:

- Η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης αλλά κι αποσύνδεσης στο δίκτυο
- Η αυτονομία στη λειτουργία τους, η αξιοπιστία τους
- Η άριστης ποιότητας παραγωγή ενέργειας χωρίς διακυμάνσεις.

Όσον αφορά το τυπικό κόστος μιας υδροηλεκτρικής εγκατάστασης, αξίζει να σημειωθεί ότι αυτό ποικίλει ανάλογα με διάφορους παράγοντες σε κάθε περίπτωση. Η αιτία αυτής της διαφοροποίησης στο κόστος βρίσκεται στο γεγονός ότι μεγάλο μέρος του συνολικού κόστους δεν αφορά μόνο την ισχύ του σταθμού αλλά εξαρτάται από τη θέση και τις ιδιομορφίες του εδάφους της τοποθεσίας στην οποία πρόκειται να εγκατασταθεί ο σταθμός. Όπως και στις αιολικές εγκαταστάσεις, έτσι και στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς προαπαιτούνται, εξαιτίας της μεγάλης έκτασης που χρειάζονται, ειδικές μελέτες, πιθανές αγορές εκτάσεων, απαλλοτριώσεις και έργα απαραίτητα για την εγκατάσταση του υδροηλεκτρικού σταθμού. Παρατηρείται μείωση του κόστους όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος του σταθμού, χωρίς ωστόσο να παύει να είναι αυξημένο, αν αναλογιστεί κανείς τις κατασκευές και τους εξοπλισμούς που για ένα τόσο μεγάλο έργο. Όμως, υπάρχει μια ενθαρρυντική πρόβλεψη που έρχεται να αντισταθμίσει το μεγάλο κόστος με την μακρά διάρκεια ζωής ενός τέτοιου σταθμού και κυρίως με τον προβλέψιμο χρόνο αποπληρωμής των επενδύσεων.

Η βασικότερη προϋπόθεση που απαιτεί η κατασκευή υδροηλεκτρικών σταθμών παραγωγής συνιστά φυσικά η ύπαρξη εκμεταλλεύσιμων υδάτινων πόρων. Ωστόσο, η επιλογή και η εκτίμηση των υποψηφίων περιοχών δεν είναι ιδιαίτερα εύκολη και απλή υπόθεση, καθώς είναι απαραίτητες οι μελέτες που αφορούν τεχνικά ζητήματα, δηλαδή εδαφολογικές μελέτες, αλλά και μελέτες που σχετίζονται με τις πιθανές αλλαγές που θα επιφέρει η κατασκευή ενός τέτοιου έργου στο φυσικό περιβάλλον και στον τοπικό πληθυσμό αλλά και την αντιμετώπισή του από τα προηγούμενα.

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι ότι στην περίπτωση κατασκευής ενός υδροηλεκτρικού έργου θα μπορούσε να συνδυαστεί με άλλες δραστηριότητες του τοπικού πληθυσμού αλλά και του περιβάλλοντος καλύπτοντας ορισμένες τοπικές ανάγκες τους. Κάποιες από τις δραστηριότητες είναι οι παρακάτω:

- Αξιοποίηση των αποταμιευμένων υδάτων με σκοπό την ύδρευση και άρδευση της περιοχής. Συγκεκριμένα, θα υπήρχε η δυνατότητα με τον κατάλληλο σχεδιασμό να δημιουργηθούν έργα υδροδότησης για τις κατοικημένες περιοχές, αλλά ταυτόχρονα θα μπορούσαν να επωφεληθούν και οι αγροτικές καλλιέργειες με έργα άρδευσης.
- Τουριστικό και αθλητικό ενδιαφέρον. Ειδικότερα, στην κορυφή του φράγματος ενός υδροηλεκτρικού έργου δημιουργείται μια τεχνητή λίμνη, η οποία διαφέρει σε μέγεθος ανάλογα με την κατασκευή. Συχνά μια τέτοια λίμνη μπορεί να προκαλέσει το ενδιαφέρον και να προσεγγίσει τουριστικό πληθυσμό, γεγονός το οποίο θα συμβάλει στην συνολική πολιτισμική αναβάθμιση της περιοχής ή ακόμα και την οικονομική ανάπτυξη. Επιπλέον, η λίμνη αυτή θα μπορούσε να αξιοποιηθεί και ως αθλητικός χώρος αφού πολλά είναι τα αθλήματα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν αυτό το υδάτινο μέρος.
- Δημιουργία μικρού υδροβιότοπου. Το γεγονός ότι η λίμνη στο πάνω μέρος του φράγματος είναι τεχνητή, δεν αποτελεί πρόβλημα για τη δημιουργία ενός υδροβιότοπου μικρής κλίμακας, εφόσον υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες στο υπάρχον τοπικό οικοσύστημα. Θα μπορούσε, επομένως, να συνυπάρχει με το τοπικό οικοσύστημα και να φιλοξενεί διάφορα είδη χλωρίδας και πανίδας.

Ωστόσο, σε αντίθετη περίπτωση, η κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού σταθμού μπορεί να αποβεί καταστροφική και επικίνδυνη για το φυσικό περιβάλλον της περιοχής αλλά και για τις τοπικές δραστηριότητες των κατοίκων, στις οποίες μπορεί να επιφέρει αρνητικές αλλαγές και αποτελέσματα. Γι' αυτό κρίνεται ιδιαίτερα προσεκτική η επιλογή της κατάλληλης περιοχής έπειτα από διεξοδικές έρευνες. Μερικές από τις αρνητικές συνέπειες θα μπορούσαν να είναι οι εξής:

- Η μετακίνηση ορισμένων κατοικήσιμων χωριών και περιοχών, τα οποία είναι πιθανό να κινδυνεύσουν από πλημμύρα εξαιτίας του φράγματος, γεγονός που θα ήταν βέβαιο ότι θα προκαλούσε δικαιολογημένες αντιδράσεις και δυσαρέσκεια του τοπικού πληθυσμού.
- Η εξαφάνιση ορισμένων καλλιεργήσιμων εκτάσεων και συνεπώς η μείωση της εκμετάλλευσης αγροτικής γης, η οποία θα επέφερε επιπτώσεις στην συνολική αγροτική αλλά και τοπική οικονομία της περιοχής.
- Πιθανότητα διατάραξης του υπάρχοντος τοπικού οικοσυστήματος εξαιτίας της μεγάλης έκτασης των έργων και των απαραίτητων διαμορφώσεων προκειμένου να γίνει η εγκατάσταση του υδροηλεκτρικού σταθμού. Επίσης, στην ίδια κατηγορία ανήκουν και οι κατασκευές και υποδομές που χρειάζονται για τη λειτουργία του σταθμού, έργα για τη μεταφορά της

παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και διασύνδεσης με το συνολικό εθνικό δίκτυο, με λίγα λόγια δηλαδή γραμμές μεταφοράς οι οποίες θα επιφέρουν αλλαγές στο τοπικό περιβάλλον και κυρίως στο πέρασμά τους.

Καταληκτικά, οι μελέτες που γίνονται στις υποψήφιες περιοχές για την κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού σταθμού είναι ιδιαίτερα σημαντικές και πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη. Αξίζει να αναφερθεί ότι το είδος και η τοποθεσία του σταθμού αυτού θα πρέπει να συμβαδίζει με το τοπικό περιβάλλον όσο το δυνατόν περισσότερο, είτε σχετικά με το φυσικό τοπίο είτε σχετικά με τις ασχολίες των κατοίκων. Είναι σημαντικό το έργο αυτό να ταιριάζει αισθητικά αλλά και λειτουργικά στο περιβάλλον μέσα στο οποίο έχει τοποθετηθεί και παράλληλα να αξιοποιεί το τοπικό υπόβαθρο, σεβόμενο προς αυτό, υπηρετώντας τις τοπικές ανάγκες και αναβαθμίζοντας συνολικά την περιοχή μέσα από αυτό. Κυρίαρχο κριτήριο, συνεπώς, θα έπρεπε να είναι όχι η κατασκευή ενός υδροηλεκτρικού σταθμού με σκοπό την παραγωγή φθηνής και φιλικής προς το περιβάλλον ενέργειας, αλλά η φύση και ο σεβασμός προς αυτή με έναν υδροηλεκτρικό σταθμό που δεν θα προσβάλλει το περιβάλλον αλλά θα το υπηρετεί όπως και τις τοπικές δραστηριότητες.

3.5 Γεωθερμικά Συστήματα

Η γεωθερμική ενέργεια αναδύεται με τη μορφή θερμότητας από το εσωτερικό της γης προς την επιφάνειά της. Η θερμότητα αυτή που διαρρέει από τη γη δημιουργείται από διάφορους παράγοντες όπως είναι ηφαιστειακές εκροές ή ρήγματα του υπεδάφους που φέρνουν στην επιφάνεια του εδάφους ατμούς ή θερμό νερό. Τα σημεία αυτά του υπεδάφους τα οποία σε μικρό βάθος διαθέτουν ρευστά υλικά σε υψηλή θερμοκρασία χαρακτηρίζονται ως γεωθερμικά πεδία και υπάρχει δυνατότητα αξιοποίησής τους είτε με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είτε για θέρμανση ανάλογα με την θερμοκρασία του ρευστού υλικού.

Στην ίδια κατηγορία με τα γεωθερμικά πεδία εντάσσονται και τα θερμά πετρώματα μικρού βάθους, τα οποία μπορούν επίσης να αξιοποιηθούν, όπως και υπόγεια ή και επιφανειακά ύδατα χαμηλής θερμοκρασίας με σκοπό τη θέρμανση και τον κλιματισμό. Η εφαρμογή αυτή μπορεί να γίνει δυνατή με τις αποκαλούμενες γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χαρακτηριστεί πρακτικά ως μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας άρα κατατάσσεται στην κατηγορία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Βασική προϋπόθεση δεν θεωρείται μόνο η ύπαρξη ενός γεωθερμικού πεδίου σε κάποια περιοχή προκειμένου να αποτελέσουν σημείο εκμετάλλευσης γεωθερμικής ενέργειας. Κρίνονται απαραίτητες και ορισμένες επιπλέον συνθήκες εδαφολογικές και υδρολογικές προκειμένου ένα γεωθερμικό πεδίο να θεωρηθεί ικανό προς αξιοποίηση και εκμετάλλευση.

Οι τιμές της θερμοκρασίας των ρευστών υλικών που φτάνουν στην επιφάνεια της γης από το εσωτερικό του διακρίνει τα ρευστά σε τρεις κατηγορίες:

- Υψηλής ενθαλπίας, όταν πρόκειται για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 150 °C.
- Μέσης ενθαλπίας, όταν πρόκειται για θερμοκρασίες μεταξύ 80 έως 150 °C.
- Χαμηλής ενθαλπίας, όταν πρόκειται για θερμοκρασίες χαμηλότερες από 80 °C.

Όπως προαναφέρθηκε, η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας αποσκοπεί σε δύο βασικές δραστηριότητες που αφορούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τη θέρμανση. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χρειάζεται κατά κύριο λόγο υψηλής ενθαλπίας γεωθερμία και σε ελάχιστες περιπτώσεις μέσης ενθαλπίας, ενώ σε αντίθεση η θέρμανση απαιτεί τη χρήση μέσης και χαμηλής ενθαλπίας γεωθερμίας.



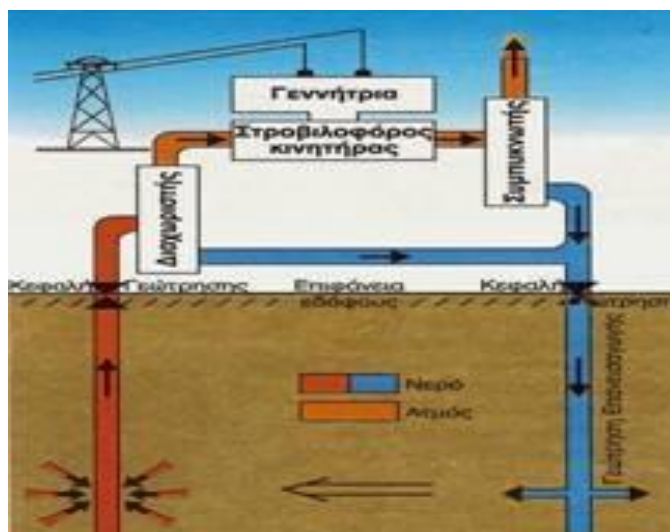
Εικόνα 3.9 Σταθμός Γεωθερμικής Ενέργειας

Πηγή: <https://geonews.gr/7919-2/>

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί το γεωθερμικό πεδίο που θα αξιοποιήσει να κυμαίνεται σε θερμοκρασίες ατμού υψηλής ενθαλπίας από 150 έως 400 °C. Η εφαρμογή τους ποικίλει αναλόγως με τις ανάγκες των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα τον ατμό για την λειτουργία των ατμοστροβίλων ή εναλλακτικά να μεταφερθεί η θερμότητα του ατμού

ή των υδάτων σε ειδικά υγρά με χαμηλό σημείο βρασμού, μερικά από τα οποία είναι το φρέον, το ισοβουτάνιο, το προπάνιο και το χλωριούχο αιθύλιο, υγρά τα οποία όταν βρίσκονται σε αέρια μορφή είναι ικανά για την κίνηση των στροβίλων. Στην τελευταία περίπτωση, θεωρείται κατάλληλη και η χρήση μέσης ενθαλπίας γεωθερμίας.

Όσον αφορά τις εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας για τη θέρμανση, σε αυτόν τον τομέα αξιοποιείται γεωθερμία μέσης και χαμηλής ενθαλπίας, η οποία αποσκοπεί σε δύο χρήσεις. Σύμφωνα με την πρώτη χρήση εφαρμόζεται η μέθοδος της τηλεθέρμανσης για τη θέρμανση κτηρίων. Ο ατμός και το ζεστό νερό που προέρχεται από τα γεωθερμικά εδάφη αξιοποιείται απευθείας και παρέχεται στα κτήρια ενός αστικού κέντρου με σκοπό τη θέρμανσή τους. Η δεύτερη χρήση σχετίζεται με τον διαμοιρασμό θερμότητας σε βιομηχανίες ή άλλες παρόμοιες δραστηριότητες που χρειάζεται θέρμανση. Μερικά παραδείγματα από αυτές μπορούν να είναι οι ιχθυοκαλλιέργειες, η θέρμανση του εδάφους για καλλιέργειες και για τα θερμοκήπια, η αποξήρανση ξυλείας ή άλλων αγροτικών προϊόντων ακόμα και η αφαλάτωση του αλμυρού νερού.



Εικόνα 3.10 Γεωθερμικό Σύστημα Παραγωγής Ενέργειας

Πηγή: <https://sites.google.com/site/energeiakaperiballonalexk/geothermike-energeia>

Επιπρόσθετα, εκτός από την αξιοποίηση της γεωθερμίας του υπεδάφους, μπορεί να χρησιμοποιηθεί εξίσου και η γεωθερμία χαμηλής ενθαλπίας του εδάφους αλλά και των υπογείων υδάτων σε χαμηλά βάθη με σκοπό την θέρμανση ή την ψύξη κατοικιών. Είναι γεγονός ότι η θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης παρουσιάζει συχνές και πολλαπλές εναλλαγές κατά τη διάρκεια του χρόνου και στην πορεία των εποχών, ωστόσο η θερμοκρασία του εδάφους κάποια μόλις μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης παραμένει σχεδόν σταθερή στη διάρκεια του χρόνου και συγκεκριμένα κυμαίνεται μεταξύ των 14 έως 18 °C στη χώρα μας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η θερμοκρασία του εδάφους στη διάρκεια του χειμώνα να εμφανίζεται

υψηλότερη από αυτή στην επιφάνεια της γης, ενώ στην εποχή του καλοκαιριού είναι χαμηλότερη στο εσωτερικό του εδάφους σε σύγκριση με την επιφάνεια της γης. Η διαφορά αυτή της θερμοκρασίας ανάμεσα στο υπέδαφος και στην επιφάνεια της γης επιτρέπει την αξιοποίησή τους με την χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας και μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων στο εσωτερικό του υπεδάφους με σκοπό τη θέρμανση χώρων το χειμώνα και την ψύξη τους το καλοκαίρι.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες γεωθερμικών συστημάτων που αξιοποιούν τη γεωθερμική ενέργεια μικρού μεγέθους τα γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος και τα γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος. Αναλυτικά:

- Η κατασκευή των γεωθερμικών συστημάτων κλειστού κυκλώματος στηρίζεται σε έναν εναλλάκτη στο υπέδαφος, ο οποίος διαθέτει έναν αριθμό σωληνώσεων από τις οποίες διέρχεται νερό. Στη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει τροφοδότηση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας με νερό θερμοκρασίας περίπου 16 °C από τον εναλλάκτη, ενώ απορροφούνται περίπου 4 με 5 °C, πριν το επαναφέρει στη γη και με μια μικρή συμβολή του ηλεκτρικού ρεύματος παράγεται ζεστό νερό για χρήση μεταξύ 35 με 45 °C, το οποίο είναι κατάλληλο για τη θέρμανση χώρων με ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης. Για τη λειτουργία της γεωθερμικής αντλίας που προαναφέρθηκε καταναλώνεται μόνο ηλεκτρικό ρεύμα και τη χρήση του κάνει ο συμπιεστής και η ίδια η αντλία του νερού ενώ συγκριτικά με την παραγόμενη θερμική ενέργεια ανέρχεται στο ποσοστό του 20 με 25%. Το υπόλοιπο μέρος του ποσοστού της ενέργειας χορηγείται στην ουσία δωρεάν από το έδαφος. Στη διάρκεια του καλοκαιριού η λειτουργία αυτή αντιστρέφεται προκειμένου να απορρίπτεται η θερμότητα από τις κλιματιζόμενους χώρους προς το υπέδαφος κάνοντας χρήση ενός γεωεναλλάκτη. Ο εναλλάκτης αυτός τοποθετείται είτε οριζόντια είτε κάθετα με την οριζόντια διάταξή του να εμφανίζεται όταν ο χώρος του οικοπέδου το ευνοεί.
- Όσον αφορά τα γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος, αυτά χρησιμοποιούν έναν υπόγειο ταμιευτήρα για την άντληση νερού χρησιμοποιώντας γεώτρηση και έναν ενδιάμεσο εναλλάκτη νερού, το οποίο νερό παρεμβάλλεται μεταξύ της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας και του ανοικτού κυκλώματος, και προσδίδουν ή απορροφούν ενέργεια στο σύστημα πριν το νερό επιστρέψει στον ταμιευτήρα. Το σύστημα αυτό είναι κατάλληλο για περιοχές όπου το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα είναι ρηχό. Και σε αυτό το σημείο αναδεικνύεται το φαινόμενο της σταθερής θερμοκρασίας των υδάτων του υπόγειου ταμιευτήρα σε όλη τη διάρκεια του έτους ανεξάρτητα από τις θερμοκρασίες που επικρατούν στην επιφάνεια της γης.

Η ανάπτυξη γεωθερμικών δραστηριοτήτων σε μια περιοχή προϋποθέτει την βασική ύπαρξη γεωθερμικών πεδίων στο υπέδαφός της αλλά και τις απαραίτητες υδρολογικές και εδαφολογικές συνθήκες που θα επέτρεπαν μια ασφαλή και αποδοτική εγκατάσταση και εκμετάλλευση. Παράγοντες οι οποίοι πρέπει να ληφθούν υπόψη πριν από μια εφαρμογή σαν αυτή είναι η απόστασή του υποψήφιου προς κατασκευή πεδίου από το κοντινότερο αστικό κέντρο και φυσικά η θερμοκρασία της ενθαλπίας του, καθοριστικοί για τη δυνατότητα αλλά ακόμα και για το είδος της κατασκευής και αξιοποίησης του πεδίου αυτού.

Η κατασκευή ενός γεωθερμικού πεδίου υψηλής ενθαλπίας κοντά σε ένα αστικό κέντρο θα πρόσφερε τη δυνατότητα εκμετάλλευσης με σκοπό την τηλεθέρμανση κατοικιών και κτηρίων. Αντίθετα, γεωθερμικά πεδία χαμηλής και μέσης ενθαλπίας θα μπορούσαν να είναι εκμεταλλεύσιμα όταν βρίσκονται σε τοποθεσία κοντινή σε βιομηχανίες ή αγροτικές εκτάσεις αλλά και γενικότερα σε δραστηριότητες οι οποίες χρειάζονται θερμότητα για να πραγματοποιηθούν.



Εικόνα 3.11 Αντλία Θερμότητας

Πηγή: http://www.triedrasi.gr/index.php/net_metering_thermans.html

Για την θέρμανση και ψύξη κτηρίων με τη χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας δεν υπάρχουν αυστηροί κανόνες ή απαιτητικά εμπόδια και κριτήρια που πρέπει να τηρούνται. Το μοναδικό κριτήριο που απαιτείται είναι ότι οι εγκαταστάσεις αυτές προαπαιτούν μια σχετικά μεγάλη έκταση οικοπέδου για να υπάρχει πρόσβαση στο έδαφος για την κατασκευή και τοποθέτηση σωληνώσεων, έκταση η οποία μπορεί να

είναι δυσεύρετη σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Επιπλέον, όσο μεγαλύτερη είναι η ζήτηση για την κατασκευή του έργου, όπως δηλαδή για την κάλυψη αναγκών μεγάλων κτηρίων, τόσο μεγαλύτερο πρέπει να είναι και το οικόπεδο που χρειάζεται. Αυτές είναι οι μόνες δυσκολίες που εμφανίζονται σχετικά με την εγκατάσταση ενός συστήματος γεωθερμικών αντλιών θερμότητας σε υπάρχοντα κτήρια, καθώς υπάρχει συχνή έλλειψη εξωτερικών χώρων για μια τέτοια κατασκευή. Σε αντίθετη περίπτωση, όταν κατασκευάζονται κτήρια, η εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων είναι μια σχετικά απλή διαδικασία, εφόσον συμπεριληφθούν στις αρχικές μελέτες για την κατασκευή των νέων κτηρίων.



Εικόνα 3.12 Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας

Πηγή:

<http://www.sunblog.org/perivallon/2013/02/%CE%B5%CE%BE%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CE%B8%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%AD%CF%89%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-80-%CE%BC%CE%B5-%CE%B1%CE%BD%CF%84-12169.html>

Το αρχικό κόστος εγκατάστασης της γεωθερμικής εφαρμογής ανέρχεται σε υψηλότερο ποσό από ότι των συμβατικών εγκαταστάσεων, υπάρχει ωστόσο γρήγορη απόσβεση εφόσον η εξοικονόμηση ενέργειας εμφανίζεται ιδιαίτερα μεγάλη. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας παρουσιάζονται οικονομικές και αποτελεσματικές δίνοντας λύση σε ακραίες καιρικές συνθήκες και θερμοκρασίες όταν τα συμβατικά

μέσα δεν μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες και έρχονται αυτές να αντικαταστήσουν πρόχειρες λύσεις βλαβερές προς το περιβάλλον. Ακόμη, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να αναφερθεί ότι η ενδοδαπέδια θέρμανση που υποστηρίζουν γίνεται όλο και πιο δημοφιλής αφού ταυτόχρονα προσφέρει άνεση και αποτελεσματικότητα στην θέρμανση του σπιτιού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : Βιομάζα

Στο παρόν κεφάλαιο υπάρχει μία αναλυτική περιγραφή του τι ακριβώς ονομάζουμε βιομάζα, το πως αυτή μπορεί να μας ωφελήσει ενεργειακά αλλά και τα θετικά και τα αρνητικά της χρήση της.

4.1 Εισαγωγή

Ως βιομάζα μπορεί να θεωρηθεί οποιαδήποτε οργανική ύλη η οποία δεν παράγεται από ορυκτά καύσιμα και έχει τη δυνατότητα να μετατρέπεται σε χρήσιμο καύσιμο για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Αναφέρεται στο οργανικό, βιοδιασπώμενο μέρος προϊόντων, σε απορρίμματα και υπολείμματα από τη γεωργία, τη δασοκομία και σχετικές βιομηχανίες καθώς επίσης και το βιοδιασπώμενο μέρος βιομηχανικών και αστικών υπολειμμάτων και απορριμμάτων. Η βιομάζα μπορεί επίσης να προέρχεται από καλλιέργειες που προορίζονται ειδικά για να παράγουν ενέργεια, οι ενεργειακές καλλιέργειες όπως αποκαλούνται. Επιπρόσθετα η βιομάζα, παρ' όλο που εκπέμπεται διοξείδιο του άνθρακα κατά την καύση της, θεωρείται μία καθαρή πηγή ενέργειας διότι δεν υπάρχει καθαρή συνολική απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα CO₂ κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας και της συγκομιδής ως αποτέλεσμα του κύκλου άνθρακα στη φύση, όπως για παράδειγμα η φωτοσύνθεση στα φυτά κατά την οποία δεσμεύεται CO₂. Επιπλέον ένα από τα πολλά οφέλη της βιομάζας ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι ότι έχει το πλεονέκτημα να μπορεί να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί κατ' απαίτηση. Αυτό το γεγονός εξασφαλίζει ότι υπάρχει διαθέσιμη ισχύς όταν αυτή χρειάζεται περισσότερο. Ταυτόχρονα, η παραγωγή βιοενέργειας δημιουργεί σταθερές δουλειές, κυρίως σε αγροτικές περιοχές και συμβάλει στην ισορροπημένη ανάπτυξη της γεωργίας.

Sources of biomass energy



Εικόνα 4.1. Πηγές Βιομάζας

Πηγή: <https://www.ovoenergy.com/guides/energy-sources/bio-fuels.html>

4.2 Τεχνολογική Περιγραφή

Οι τεχνολογίες και το κόστος της ισχύος και της παραγωγής θερμότητας από βιομάζα εξαρτώνται από την ποιότητα της πρωταρχικής ύλης, τη διαθεσιμότητα και το κόστος μεταφοράς, το μέγεθος της μονάδας παραγωγής, την πιθανή αν υπάρχει μετατροπή σε βιοαέριο κτλ. Για το λόγο αυτό είναι σημαντικό κατά την διαδικασία της μελέτης μιας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα να λάβουμε υπόψη μας την διαθεσιμότητα των οργανικών υπολειμμάτων και βιομηχανικών απορριμμάτων αλλά και την απόσταση αυτών από το εργοστάσιο.

«Η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Σύμφωνα με 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:

$$\text{ΝΕΡΟ} + \text{ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ} + \text{ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (Φωτόνια)} + \text{ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ} \rightarrow \text{ΒΙΟΜΑΖΑ} + \text{ΟΞΥΓΟΝΟ}»$$

(Μπογιαντζής, 2019).

Αξίζει να αναφερθεί ότι η φωτοσυνθετική ενεργή ηλιακή ακτινοβολία συνιστά σχεδόν το 43% της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας που καταλήγει στο έδαφος. Όμως, από αυτή συλλέγεται μόλις το 80% εξαιτίας ανακλάσεων και απορροφήσεων που δημιουργούνται από μη φωτοσυνθετικό ιστό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, μόλις το 34% της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας η οποία καταλήγει στο έδαφος να συμμετέχει στην φωτοσυνθετική τους διαδικασία, ωστόσο παρατηρείται και μια επιλεκτική απορρόφηση, επειδή το γαλάζιο φως σημειώνει χαμηλότερη απόδοση από το κόκκινο, και συνεπώς θεωρητικά η μεγαλύτερη εφικτή απόδοση από τη φωτοσυνθετική διαδικασία ανέρχεται καταληκτικά περίπου στο 9.8% της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας για ένα «ιδανικό φυτό», δηλαδή εκείνο το οποίο δημιουργεί μόνο υδατάνθρακες, και κατάλληλες συνθήκες περιβάλλοντος. Έπειτα από τον σχηματισμό της βιομάζας, αυτή είναι δυνατό έπειτα να αξιοποιηθεί ως πηγή ενέργειας. Η βιομάζα είναι σημαντική καθώς συνιστά μια ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία μπορεί να συντελέσει καθοριστικά στην επάρκεια ενέργειας ως αντικαταστάτης των διαρκώς εξαντλούμενων αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων, όπως είναι το πετρέλαιο, ο άνθρακας, το φυσικό αέριο κ.ά. Η χρήση της βιομάζας ως πηγής ενέργειας δεν αποτελεί ένα καινούργιο γεγονός. Η βιομάζα, ιδιαίτερα με τη μορφή του ξύλου, συνιστά την αρχαιότερη μορφή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος. Η παραδοσιακή χρήση υπαγόρευε τη διαδικασία της άμεσης καύσης με αυτή τη διαδικασία να αξιοποιείται έως και σήμερα σε πολλά μέρη του κόσμου. Η βιομάζα ως ιστορική πηγή ενέργειας ήταν διάσπαρτη και ήταν απαραίτητη η απαιτητική καλλιέργεια της γης. Από τους αρχαίους χρόνους, οι ζωτικές ανάγκες των ανθρώπων, όπως το μαγείρεμα και η θέρμανση, υπαγόρευαν σχεδόν αποκλειστικά την χρήση της ενέργειας της βιομάζας μέσα από ξύλα και φυτικά κατάλοιπα. Στις νεότερες εποχές, η βιομάζα, ιδιαίτερα μέσω της ξυλείας, συνέχιζε να έχει πρωταρχικό ρόλο στην ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών, όταν με τη βιομηχανική επανάσταση η χρήση της διακόπηκε και αντικαταστάθηκε από τον άνθρακα. Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση επέφερε ελλείψεις των πρώτων υλών και αύξησε την τιμή της ενώ ακόμα και οι νέες τεχνολογίες της εποχής προωθούσαν την χρήση του άνθρακα, ο οποίος εμφάνιζε υψηλότερο ενεργειακό δυναμικό από τη βιομάζα.

Οι πρώτες ύλες για την παραγωγή της βιομάζας μπορούν να είναι οι ακόλουθες:

- Υπολείμματα ξυλείας. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ξυλεία αυτή δεν προέρχεται από τη συγκεντρωμένη βιομάζα για ενεργειακή χρήση αλλά προέρχεται από το περίσσειμα ξυλείας από άλλες δραστηριότητες. Στις βιομηχανίες ξυλείας και πολτοποίησης γίνεται εκτεταμένη χρήση ξύλου για την παραγωγή ενέργειας. Αυτά τα υπολείμματα ξυλείας είναι δυνατό, επιπλέον, να προέρχονται από δραστηριότητες όπως η αραιώση δασών, το

κλάδεμα αστικών δέντρων, υπολείμματα από υλικά κατασκευών, από κατεδαφίσεις και άλλα παρόμοια υπολείμματα.

- Γεωργικά υπολείμματα. Στα γεωργικά υπολείμματα περιέχονται κατά κύριο λόγο υπολείμματα αλέσεως, για παράδειγμα υπολείμματα από μονάδες επεξεργασίας όπως φλοιοί καρυδιών και βρώμης, αλλά και υπολείμματα από αγρούς και αγροτικές καλλιέργειες, όπως αυτά που υπολείπονται μετά τη συγκομιδή, δηλαδή φύλλα καλαμποκιού και άχυρα σιταριού. Η αφαίρεση αυτών των υπολειμμάτων από τους αγρούς συμβάλλει επιπλέον και στην βελτίωση του εδάφους.
- Ενεργειακές καλλιέργειες. Οι καλλιέργειες αυτές αποσκοπούν αποκλειστικά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι πιο αποδοτικές από αυτές και πιο πολλά υποσχόμενες αποτελούν οι καλλιέργειες ξύλου, όπως οι ιτιές, τα υβρίδια λεύκας και συκομουριάς, χορτώδεις καλλιέργειες όπως το switch grass και άλλα χόρτα από λιβάδια. Αυτά τα είδη καλλιεργειών παρουσιάζονται συχνά ωφέλιμα και φιλικά προς το περιβάλλον σε αντίθεση με τις συμβατικές καλλιέργειες με τη λιγότερη φροντίδα που απαιτούν, τη δυνατότητα επιβίωσης στην άγρια ζωή και τη μειωμένη διάβρωση.
- Κτηνοτροφικά υπολείμματα. Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται τα ξηρά ζωικά υπολείμματα, κυρίως της πτηνοτροφίας, τα οποία είναι δυνατό να καούν αμέσως για την παραγωγή θερμότητας και ισχύος. Αντίθετα, η υγρή κοπριά δύναται να προβεί σε αναερόβια χώνευση προκειμένου να παραχθεί βιοαέριο.
- Απόβλητα υπονόμων. Ενώ για τα στέρεα υπάρχει η δυνατότητα καύσης, η πιο συνηθισμένη επιλογή για παραγωγή ενέργειας σε μια μονάδα επεξεργασίας λυμάτων αποτελεί η αναερόβια χώνευση τους με διπλό αποτέλεσμα την παραγωγή ενέργειας και συγχρόνως βιολογική επεξεργασία.

Η διαθεσιμότητα της γης υπολογίζεται ως ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που πρέπει να εξετάζεται για την εξασφάλιση μιας σταθερής απόδοσης παραγωγής. Οι ενεργειακές καλλιέργειες αποσκοπούν στην παραγωγή βιοενέργειας και η παραγωγή τους γίνεται κυρίως στο πλεόνασμα των καλλιεργήσιμων εκτάσεων. Σε μια τοπική κοινότητα απαιτείται ένα συγκεκριμένο και προκαθορισμένο κομμάτι γης που θα καλύπτει τις τοπικές ανάγκες για παραγωγή τροφής μέσα από αγροτικές καλλιέργειες και την κτηνοτροφία αλλά και για παραγωγή προϊόντων ξυλείας. Το υπόλοιπο μέρος της διαθέσιμης γης μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή βιομάζας. Αν θεωρηθεί σημαντικό και ωφέλιμο για τις τοπικές ανάγκες, είναι δυνατό ένα κομμάτι διαθέσιμης γης με σκοπό την παραγωγή τροφής και βιομηχανικά προϊόντα να μεταβιβαστεί στο μέρος της γης που αφιερώνεται στις ενεργειακές καλλιέργειες.

Συνεπώς, η διαθεσιμότητα της γης και ο διαμοιρασμός της στις δύο παραπάνω κατηγορίες πρέπει να ελέγχεται και να εκτιμάται σύμφωνα με τις απαιτούμενες τοπικές ανάγκες, εφόσον το μέρος της γης που χρησιμοποιείται για καλλιέργεια, κτηνοτροφία και παραγωγή ξυλείας μπορεί να προσφέρει το έδαφος που δεν αξιοποιεί στον τομέα παραγωγής βιομάζας. Η λογική αυτή κατανομή της γης μπορεί να αποτελέσει παράγοντα για την εκτίμηση των προοπτικών της βιομάζας.

Δύο ακόμη παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή της βιομάζας και τις προοπτικές της είναι το κλίμα και η γεωλογία της κάθε περιοχής. Στις περιοχές αυτές θα πρέπει να επικρατεί πάνω από 500 – 600 mm ετήσιου μέσου όρου βροχόπτωσης διότι με αυτό τον τρόπο θα αποφευχθεί η άρδευση. Επιπλέον, οι καλές αποδόσεις και προοπτικές της βιομάζας πρόκειται να τεθούν σε κίνδυνο στην πράξη όταν επικρατούν μακροπρόθεσμες περίοδοι ξηρασίας και μεγάλων και συχνών βροχοπτώσεων, απρόβλεπτων στην περιοχή, στη διάρκεια των καλλιεργειών. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό να γίνονται εκτενείς έρευνες για τις κλιματικές αλλαγές και συνθήκες των επιλεγμένων περιοχών. Επίσης, οι εκτάσεις στις οποίες πρόκειται να εφαρμοστούν ενεργειακές καλλιέργειες θα πρέπει να διαθέτουν το βασικό κριτήριο της εύκολης προσβασιμότητας όπως ακόμη και να μην έχουν κλίση μεγαλύτερη από 30%, ώστε να υπάρχει δυνατότητα εκτέλεσης εργασιών που απαιτούν τη χρήση μηχανημάτων και να αποφέρουν πιο αποδοτικές και παραγωγικές καλλιέργειες.

Υπάρχουν ορισμένα περιβαλλοντικά κριτήρια τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Αυτά είναι:

- Επίδραση στην ποιότητα του νερού. Μια βασική συμβολή της καλλιέργειας βιομάζας θα μπορούσε να είναι η ελαχιστοποίηση της μόλυνσης των υδάτων που προέρχεται από τη διάβρωση, τα εντομοκτόνα, τα λιπάσματα ή άλλα βλαβερά υπολείμματα.
- Επίδραση στην ποιότητα του εδάφους. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να μην υποβαθμίζεται η ποιότητα του εδάφους.
- Επίδραση στην άγρια φύση. Θα ήταν πρόπον να αποφευχθούν οι επιβλαβείς συνέπειες στην τοπική πανίδα σε αντίθεση με άλλες δραστηριότητες της γης. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να αποφευχθούν μετατροπές στα φυσικά δάση και να παραμένουν ασφαλή τα προστατευόμενα οικοσυστήματα στη διαδικασία παραγωγής και προμήθειας πρώτων υλών βιομάζας.
- Επίδραση στην ποιότητα του αέρα. Η δραστηριότητα παραγωγής ενέργειας από βιομάζα θα ήταν ωφέλιμο να συμβάλλει στη μείωση της ρύπανσης του αέρα και των εκπεμπόμενων ρυπογόνων ουσιών στην ατμόσφαιρα γενικότερα.

- Ενεργειακός ισολογισμός. Σύμφωνα με αυτή την ισορροπία, ορίζεται ότι περισσότερη ενέργεια πρέπει να παρέχεται από αυτή που καταναλώνεται για να παραχθεί αυτή η ενέργεια, όπως δηλαδή η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή λιπασμάτων, για χρήση μηχανημάτων, για αποξήρανση σοδειάς κ.ά.

4.3 Εφαρμογές της βιομάζας

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

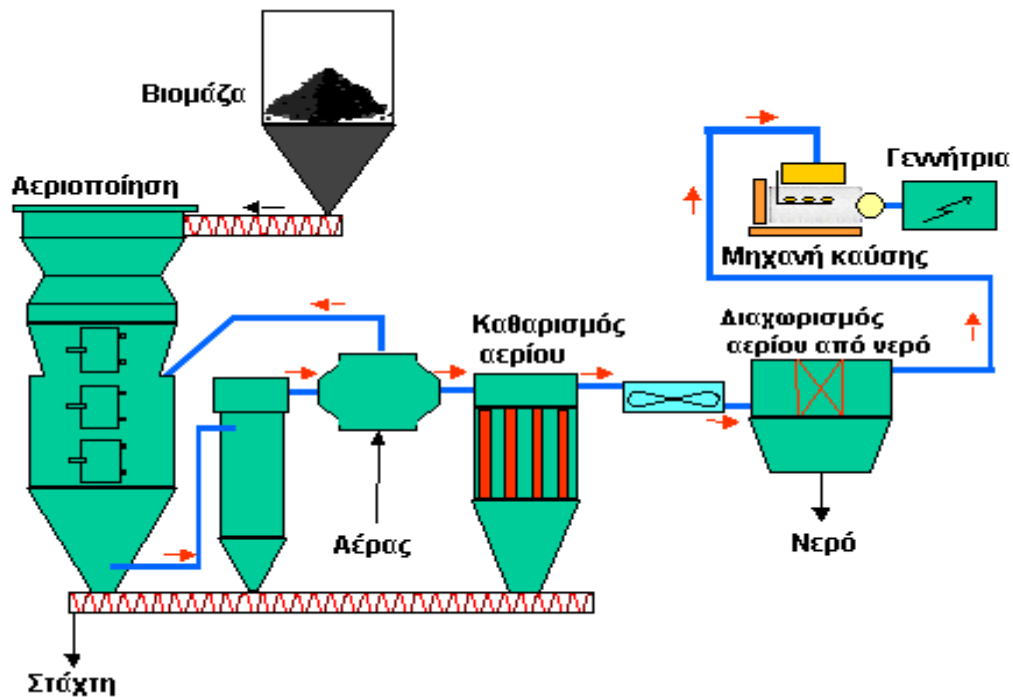
- i. Για τη θέρμανση-ψύξη ή/και παραγωγή ηλεκτρισμού σε γεωργικές και άλλες βιομηχανίες
- ii. Τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών
- iii. Παραγωγή υγρών καυσίμων με βιοχημική μετατροπή βιομάζας
- iv. Παραγωγή υγρών καυσίμων με θερμοχημική μετατροπή βιομάζας
- v. Ενεργειακές καλλιέργειες
- vi. Βιοαέριο
- vii. Παραγωγή βιοαερίου από Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α)
- viii. Παραγωγή οργανοχουμικών λιπασμάτων από πτηνοτροφικά απόβλητα.»

(Χρήστου, 2007; ΚΑΠΕ, 2007; McKendry, 2003a, όπως αναφέρονται στον Μπογιαντζή, 2019).

Τρεις είναι οι μέθοδοι εκμετάλλευσης και χρήσης της βιομάζας για ηλεκτροπαραγωγή. Αυτές παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια:

- Συνδυασμένη καύση σε συμβατικές μονάδες. Στις σύγχρονες μονάδες άνθρακα η διαδικασία της καύσης της βιομάζας δείχνει αποδοτική, συμφέρει οικονομικά ενώ χρειάζεται μόνο ελάχιστες επενδύσεις μετρίου επιπέδου στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις. Η απόδοση που προσφέρει η καύση της βιομάζας είναι θεωρητικά 10 μονάδες κάτω από την αντίστοιχη καύση του άνθρακα στην ίδια εγκατάσταση, ωστόσο η συνδυασμένη καύση άνθρακα σε μεγάλες μονάδες δηλαδή στο ποσοστό των 35 με 45% παρουσιάζεται μεγαλύτερη από την απόδοση των μονάδων καύσης ενεργειακών καλλιεργειών. Όσον αφορά τα μικρά ποσοστά βιομάζας δηλαδή 5 έως 15% σε συνδυασμένη καύση, χρειάζονται μικρότερες αλλαγές αλλά και επενδύσεις. Η τοπική βιομάζα μικρού κόστους κοντά στη μονάδα καύσης απαιτεί μικρό χρονικό διάστημα αποπληρωμής επένδυσης. Με την παραγωγή χαμηλής ποιότητας βιομάζα επηρεάζεται γενικότερα η απόδοση και τίθεται σε κίνδυνο η αξιοπιστία της μονάδας ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται και το κόστος.
- Καύση βιομάζας αποκλειστικά σε μονάδες παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού. Με την καύση της βιομάζας μπορεί να παραχθεί ηλεκτρισμός αλλά να υπάρξει και συμπαραγωγή, δηλαδή παραγωγή και θερμότητας και ηλεκτρισμού, μέσα από αμμοστροβίλους στις κατάλληλες μονάδες. Αυτές οι κατάλληλες μονάδες έχουν μέγεθος συνήθως δέκα φορές μικρότερο (1 έως 100MW) σε σύγκριση με τις μονάδες άνθρακα, εξαιτίας κυρίως της ελάχιστης διαθεσιμότητας της τοπικής πρώτης ύλης για τη δημιουργία βιομάζας και του υψηλού κόστους μεταφοράς. Το κόστος της επένδυσης διπλασιάζεται από το μικρό μέγεθος και εμφανίζει μικρότερη απόδοση από τις μονάδες άνθρακα και ανέρχεται περίπου στο 30% αναλόγως το μέγεθος. Είναι δυνατό να φτάσει μέχρι και το 40% μόνο με συγκεκριμένες συνθήκες και εγκαταστάσεις. Το ποσοστό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα δεν φτάνει μέχρι το 10% των εκπομπών από τις μονάδες ορυκτών καυσίμων ανά μονάδα παραγόμενου ηλεκτρισμού. Όσον αφορά την καύση βιομάζας που προέρχεται από αστικά απόβλητα εμφανίζει απόδοση στο 22% και προβλέπεται να ανέλθει μέχρι το 28 ή 30% αλλά και πάνω από 85 με 90% σε μονάδες συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού σε ισότιμες συνθήκες ζήτησης και παραγωγής.
- Αεριοποίηση. Μια νέα καινοτομία που αφορά την βιομάζα και την αξιοποίησή της είναι η μέθοδος της αεριοποίησης η οποία δείχνει να χρησιμοποιείται συχνά στο άμεσο μέλλον. Δημιουργείται με την πυρόλυση ή την θέρμανση της βιομάζας σε υψηλές θερμοκρασίες χωρίς την παρουσία οξυγόνου, με αποτέλεσμα το πτητικό μέρος της βιομάζας το 70 με 80%

δηλαδή να αεριοποιηθεί. Το μεγαλύτερο μέρος από το υπόλοιπο είναι δυνατό να αεριοποιηθεί κι εκείνο με τη διαδικασία πίεσης ατμού. Έπειτα από τον καθαρισμό το αέριο είναι ικανό να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές καύσης ισχύος 10 kW έως 10 MW αποδίδοντας 30 με 35% σε αεριοστρόβιλους με υψηλότερες αποδόσεις ή σε πολύ αποδοτικούς συνδυασμούς.

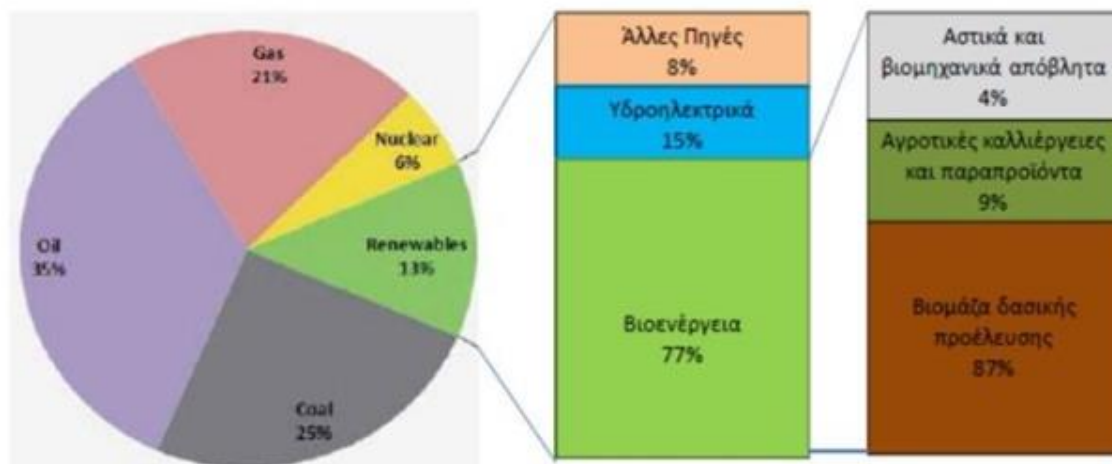


Εικόνα 4.2. Χρήση Βιομάζας

Πηγή: <https://hellenic-college.gr/wp-content/uploads/works/energy-sources/biomaza.htm>

4.4 Ενεργειακό ισοζύγιο της βιομάζας στην Ελλάδα

Η βιοενέργεια συνιστά μια από τις κυριότερες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Στην Εικόνα 4.3 αναπαρίσταται το μερίδιο της βιοενέργειας στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας.



Εικόνα 4.3. Μερίδιο βιοενέργειας στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας (Πηγή: IEA-Bioenergy, 2009)

4.4.1 Ο στόχος της Ελλάδας στην αξιοποίηση της βιομάζας

Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) της χώρας μας, η εκπόνηση του οποίου έγινε στα πλαίσια εφαρμογής της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής όσον αφορά τη διείσδυση των ΑΠΕ, την εξοικονόμηση ενέργειας και την μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων του θερμοκηπίου ανάμεσα σε άλλα διατυπώνει την εξής πρόβλεψη για τη βιομάζα 350 MW εγκατεστημένη ισχύ έως το 2020 (ΥΠΕΚΑ), (ΡΑΕ).

4.5 Πλεονεκτήματα της χρήσης βιομάζας

Τα βασικά πλεονεκτήματα που προέρχονται με την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας είναι τα παρακάτω:

- 1.) Στην ατμόσφαιρα υπάρχει λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) το οποίο αξιοποιείται από τα ενεργειακά φυτά για την διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Το CO₂ αποτελεί το αέριο που είναι η κύρια αιτία για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και έτσι με χρήση βιομάζας επιτυγχάνεται η μείωσή του, γεγονός που συντελεί στην προστασία του περιβάλλοντος και της διασφάλισης της ποιότητας ζωής στον πλανήτη.
- 2.) Επιτελείται επιτυχώς η μείωση του φαινομένου της όξινης βροχής (που ορίζεται ως επικαθίσεις οξειδίων του θείου στο έδαφος) χάρη στις μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO₂) το οποίο δημιουργείται από την καύση της βιομάζας σε σύγκριση με την καύση ορυκτών καυσίμων.
- 3.) Η βιοαιθανόλη και το βιοντίζελ συνιστούν καθαρά καύσιμα και φιλικά προς το περιβάλλον. Επιπλέον, η χρήση τους στα αυτοκίνητα δεν προϋποθέτει τροποποιήσεις στη συμβατική μηχανή εσωτερικής καύσης τους.
- 4.) Τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων εξαντλούνται και ο ρόλος της βιομάζας προσφέρει την εναλλακτική λύση απεξάρτησης από αυτά και δύναται να αποτελέσει με την ορθή διαχείρισή της μία πολύ δυναμική πηγή ενέργειας.
- 5.) Οι αναπτυσσόμενες χώρες με την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών επιτυγχάνουν την μείωση της μετανάστευσης του εργατικού δυναμικού εφόσον δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας.
- 6.) Ο αγροτικός πληθυσμός λαμβάνει ένα μεγάλο ποσοστό των εσόδων με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η ανάπτυξη της αγροτικής οικονομίας μιας χώρας.
- 7.) Υπάρχει η δυνατότητα σε μικρές διεσπαρμένες μονάδες βιομάζας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας να λειτουργούν ως μονάδες βάσης, όπως για παράδειγμα, με σταθερή ισχύ όλο το 24ωρο.
- 8.) Άλλη μία συμβολή της χρήσης της βιομάζας είναι η παραγωγή θερμότητας η οποία δύναται να προσφέρει παράπλευρες δραστηριότητες, όπως είναι τηλεθέρμανση, λειτουργία θερμοκηπίων, ξηραντηρίων κλπ.
- 9.) Ενθαρρύνονται νέες επενδύσεις γεγονός που συντελεί στην οικονομική ανάπτυξη.

4.6 Μειονεκτήματα της χρήσης βιομάζας

Η χρήση της βιομάζας, ωστόσο, επιφέρει και κάποια μειονεκτήματα τα οποία συνδέονται κατά κύριο λόγο με δυσκολίες στην εκμετάλλευσή της. Ορισμένα είναι τα παρακάτω:

- 1.) Κάθε μονάδα παραγόμενης ενέργειας περιέχει μεγάλο όγκο βιομάζας και μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία.
- 2.) Συναντώνται εμπόδια στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευσή της, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- 3.) Η αξιοποίηση της βιομάζας απαιτεί δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμό που, σε αντίθεση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.
- 4.) Εξαιτίας του γεγονότος ότι η συμβολιακή γεωργία είναι σε πολύ αρχικό στάδιο, παρατηρείται μεγάλη διασπορά, η εποχιακή παραγωγή της και η δυσκολία στην εξασφάλιση σταθερής ποσότητας και ποιότητας μακροχρόνια.

4.7 Ενδεικτικό κόστος

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία πρώτων υλών για τη δημιουργία της βιομάζας και διαφορετικές μέθοδοι εκμετάλλευσης με αποτέλεσμα να κρίνεται δύσκολη η εκτίμηση ενός σταθερού και ενδεικτικού κόστους της ενέργειας που παράγεται από βιομάζα. Πιο κερδοφόρα οικονομικά εκμετάλλευση θα μπορούσε να είναι αξιοποίηση της τοπικής βιομάζας προκειμένου να αποφευχθεί το υψηλό κόστος και η δύσκολη μεταφορά. Μια μονάδα συνδυασμένης καύσης βιομάζας και άνθρακα αποφέρει επιπλέον κόστος επένδυσης σε ποσό από 180 έως 200 €/kW. Το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε μια συνδυασμένη καύση μπορεί να μειωθεί στα 20 €/KWh αν υπάρχει διαθεσιμότητα χαμηλού ή μηδενικού κόστους πρώτων υλών βιομάζας. Στις μονάδες αποκλειστικής καύσης στερεάς μορφής βιομάζας, παράγοντες όπως η τεχνολογία, η ποιότητα και το κόστος της πρώτης ύλης, η τοποθεσία και το μέγεθος της μονάδας διαμορφώνουν το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας. Οι μονάδες μεγάλου μεγέθους έχουν ως προϋπόθεση τη μεταφορά της βιομάζας σε μεγάλες αποστάσεις ενώ αντίθετα οι μονάδες μικρότερου μεγέθους σηματοδοτούν το υψηλό επενδυτικό κόστος ανά kW και τη χαμηλότερη απόδοση σε ηλεκτρική ενέργεια σε σύγκριση με τις μονάδες άνθρακα. Στην Ευρώπη το κόστος των επενδύσεων όσον αφορά τις μονάδες βιομάζας κυμαίνεται στο ποσό των 1.000€ έως 5.000€/kW και εξαρτάται από την τεχνολογία της μονάδας, το επίπεδο ωριμότητας και το μέγεθος της μονάδας. Για παράδειγμα, αν το ποσό μεταφοράς της βιομάζας είναι στα 3€/GJ, τότε το κόστος παραγωγής στις μονάδες αεριοποίησης της βιομάζας ακόμα και σε υψηλές αποδόσεις προβλέπεται να κυμανθεί στα 130 €/MWh, υψηλότερο από το διπλάσιο του κόστους μονάδων άνθρακα. Τα κόστη αυτά είναι δυνατό να μειωθούν με τη συμβολή των

νέων τεχνολογιών ώστε να συνιστούν μια χαμηλού κόστους επιλογή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία και προοπτικές μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι τις καλύτερες προοπτικές για την εφαρμογή των περισσότερων από τους τρόπους εκμετάλλευσης της βιομάζας διαθέτουν οι περιοχές που χαρακτηρίζονται ως αγροτικές και ορεινές. Ο λόγος που προκύπτει αυτό το συμπέρασμα είναι ότι μια αγροτική περιοχή θα διαθέτει απαραίτητως πληθώρα αγροτικών και κτηνοτροφικών υπολειμμάτων, τα οποία συνιστούν τις δύο κυριότερες πρώτες ύλες και πηγές για την παραγωγή βιομάζας. Αυτό συνεπάγεται ότι θα υπάρξει μηδενικό κόστος μεταφοράς της πρώτης ύλης και συνεπώς, τα επενδυτικά σχέδια θα εφαρμόζονται με μικρότερο κόστος. Επιπλέον, σε μια αγροτική περιοχή με κύρια ασχολία τη γη, οι κάτοικοι είναι επαρκώς εξοικειωμένοι με την καλλιέργεια της γης και άρα για εκείνους θα είναι εύκολη υπόθεση η εφαρμογή των ενεργειακών καλλιεργειών, αφού πρώτα κρίνεται ότι πληρούνται όλα τα απαραίτητα κριτήρια και προϋποθέσεις. Επιπρόσθετα, οι ορεινές εκτάσεις σε μια περιοχή σηματοδοτούν την ύπαρξη και εξασφάλιση μιας ακόμη πηγή πρώτων υλών για την παραγωγή βιομάζας, η οποία είναι τα υπολείμματα ξυλείας. Με μια πρώτη εκτίμηση, επομένως, θα έλεγε κανείς ότι οι αγροτικές και ορεινές περιοχές διαθέτουν τις απαραίτητες προϋποθέσεις οι οποίες είναι ευνοϊκές για την εκμετάλλευση βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας. Ωστόσο, είναι σημαντικό να ελέγχονται και να μελετώνται και τα επιμέρους κριτήρια που διαμορφώνονται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε περιοχής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : Βιοαέριο

Στο σημείο αυτό θα ήταν σημαντικό να αναφερθεί και το βιοαέριο ως μια αξιοσημείωτη μορφή ενέργειας που αποτελεί κατά κάποιο τρόπο παράγωγο της βιομάζας που αναλύθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια. Ας το εξετάσουμε λοιπόν πιο αναλυτικά.

5.1 Κύρια χαρακτηριστικά

Ως βιοαέριο ορίζεται κάθε μείγμα διαφορετικών αερίων τα οποία δημιουργούνται από την αποσύνθεση οργανικής ύλης χωρίς την παρουσία οξυγόνου. Ακατέργαστες πρώτες ύλες όπως τα αγροτικά απόβλητα, η κοπριά, αστικά απόβλητα, φυτική ύλη, λύματα βόθρων, πράσινα απόβλητα ή απορρίμματα τροφών μπορούν να παράγουν το βιοαέριο. Ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενώ συχνά κάνει χρήση ενός πολύ μικρού αποτυπώματος άνθρακα. Η διαδικασία της αποσύνθεσης της βιομάζας σε βιοαέριο συντελείται από διάφορους μικροοργανισμούς έπειτα από μια σειρά βημάτων και σε αναερόβιες συνθήκες. Ρόλος των μικροοργανισμών αυτών είναι η αποσύνθεση των υδρογονανθράκων, των πρωτεϊνών και των λιπαρών. Συστατικά της διαδικασίας αυτής όπως το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο και το ασβέστιο δεν επηρεάζονται και παραμένουν αναλλοίωτα παρόλη τη διαδικασία.

Ουσιαστικά το βιοαέριο πρόκειται για μεθάνιο (CH_4) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) ενώ είναι δυνατό να περιέχει μικρές ποσότητες υδροθείου (H_2S), υγρασία και σιλοξάνια. Σε αέρια όπως το μεθάνιο, το υδρογόνο και το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) είναι δυνατή η καύση ή η οξειδωσή τους με οξυγόνο. Η διαδικασία αυτή οδηγεί στην ενεργειακή απελευθέρωση, η οποία επιτρέπει στο βιοαέριο να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο με αποτέλεσμα να είναι εφικτή η χρήση του για οποιονδήποτε σκοπό θέρμανσης, όπως είναι το μαγείρεμα. Επιπλέον, είναι δυνατή η χρήση του βιοαερίου σε μια μηχανή αερίου προκειμένου να μετατραπεί η ενέργεια στο αέριο σε ηλεκτρισμό και θερμότητα. Επίσης, η σύσταση του βιοαερίου διαφέρει ανάλογα με την προέλευση της πρώτης ύλης της αναερόβιας χώνευσης.

| ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ | ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%κατ' όγκο) |
|-----------------------|--------------------------------|
| Μεθάνιο | 50-75 |
| Διοξείδιο του άνθρακα | 25-45 |
| Υδρατμοί | 2 (20°C) -7 (40°C) |
| Οξυγόνο | <2 |
| Άζωτο | <2 |
| Αμμωνία | <1 |
| Υδρογόνο | <1 |
| Υδρόθειο | <1 |

Πίνακας 5.1 Τυπική Σύσταση Βιοαερίου

Πηγή:

[https://www.thessaly.gov.gr/data/ps_apof/2016/%CE%A0%CE%A1%CE%91%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%9F%2006%20\(13-05-2016\)/%CE%98%CE%95%CE%9C%CE%91%2012%20%CE%9C%CE%A0%CE%95%20%CE%97%CE%9B%CE%95%CE%9A%CE%A4%CE%A1%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%95%CE%9D%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%91%20%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%91%CE%95%CE%A1%CE%99%CE%9F%20%CE%A4%CE%95%CE%9C%CE%A0%CE%A9%CE%9D%20%CE%99%CE%9A%CE%95%20%CE%94.%20%CE%A4%CE%95%CE%9C%CE%A0%CE%A9%CE%9D.pdf](https://www.thessaly.gov.gr/data/ps_apof/2016/%CE%A0%CE%A1%CE%91%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%9F%2006%20(13-05-2016)/%CE%98%CE%95%CE%9C%CE%91%2012%20%CE%9C%CE%A0%CE%95%20%CE%97%CE%9B%CE%95%CE%9A%CE%A4%CE%A1%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%95%CE%9D%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%91%20%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%91%CE%95%CE%A1%CE%99%CE%9F%20%CE%A4%CE%95%CE%9C%CE%A0%CE%A9%CE%9D%20%CE%99%CE%9A%CE%95%20%CE%94.%20%CE%A4%CE%95%CE%9C%CE%A0%CE%A9%CE%9D.pdf)

5.2 Η μέθοδος της Αναερόβιας Χώνευσης (AX)

Ως αναερόβια χώνευση ορίζεται μια χημική διεργασία που εκτελείται χωρίς την παρουσία οξυγόνου. Στη διεργασία της χώνευσης η λάσπη τοποθετείται υπό ζύμωση στο εσωτερικό δεξαμενών με θερμοκρασία 55 °C και οι μικροοργανισμοί που συντελούν στην διεργασία τίθενται σε λειτουργία κάτω από υψηλές θερμοκρασίες, έτσι μπορούμε να μιλάμε για θερμοφιλή αναερόβια χώνευση. Στη βιοτεχνολογία, τα παραπάνω ένζυμα θεωρούνται αξιοσημείωτα σε πολλές εφαρμογές. Εφόσον η διαδικασία γίνεται σε θερμοκρασία 36- 40 οC, μπορεί να ονομαστεί και «μεσόφιλη» (Vindis, et.al., 2009, όπως αναφέρεται στον Μπογιαντζή, 2019). «Οι συχνότερες πρώτες ύλες που συναντώνται όταν παράγεται βιοαέριο, κυρίως στην Ευρώπη, είναι:

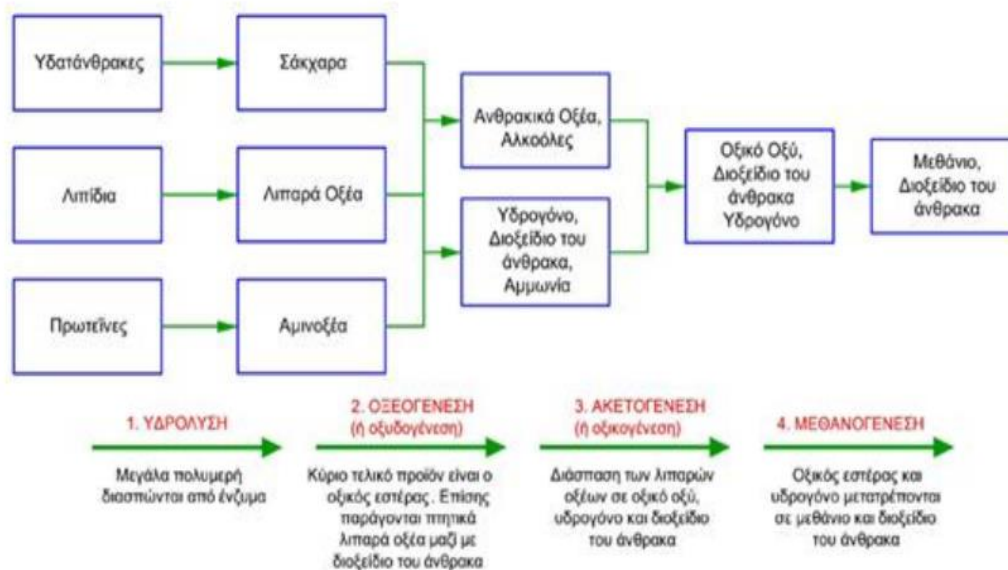
- Τα απόβλητα ζωικών οργανισμών και παρόμοιοι πολτοί.
- Τα υπολείμματα προερχόμενα από καλλιέργειες και ποικίλα υποπροϊόντα.
- Τα οργανικά υπολείμματα αγροβιομηχανιών τόσο φυτικής όσο και ζωικής προέλευσης στα οποία είναι δυνατή η εφαρμογή χώνευσης.

- Τα οργανικά μέρη των φυτικών ή και ζωικών αποβλήτων φυτικής από τις επιχειρήσεις εστίασης.
- Η ιλύς έπειτα από βιολογικούς καθαρισμούς.
- Ορισμένες ενεργειακές καλλιέργειες όπως ο αραβόσιτος, ο μίσχανθος, το σόργο, το τριφύλλι κ.ά.

Η κατηγοριοποίηση των πρώτων υλών που θα αξιοποιηθούν στην αναερόβια χώνευση καθορίζεται από τα διάφορα χαρακτηριστικά τους όπως: η προέλευσή τους, η ξηρή ουσία (ΞΟ), η παραγωγή περιεχόμενου μεθανίου κ.α. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι ένα το κύριο κριτήριο επιλογής των διαφορετικών υποστρωμάτων της ΑΧ είναι το ποσοστό επί τοις εκατό της παραγωγής μεθανίου. Στη διάρκεια της αναερόβιας χώνευσης γίνεται παραγωγή βιοαερίου που αποτελεί ένα καύσιμο αέριο μείγμα το οποίο διαθέτει κυρίως μεθάνιο (CH₄) και διοξείδιο άνθρακα (CO₂)» (Chunlan, et.al., 2015, όπως αναφέρεται στον Μπογιαντζή, 2019).

5.3 Βιομηχανική διεργασία της ΑΧ

Με τον όρο «Αναερόβια Χώνευση» (ΑΧ) εννοούμε την μικροβιολογική διαδικασία αποσύνθεσης της οργανικής ύλης χωρίς την παρουσία οξυγόνου. Στη διεργασία αυτή κύρια συστατικά είναι το βιοαέριο και το χωνεμένο υπόλειμμα. Αντίθετα από την αερόβια αποσύνθεση με παρουσία οξυγόνου, κατά τη διεργασία της Αναερόβιας Χώνευσης εκπέμπεται μικρότερη ποσότητα θερμότητας. Η ενέργεια, που είναι χημικά δεσμευμένη μέσα στο υπόστρωμα, παραμένει κυρίως στο παραγόμενο βιοαέριο με τη μορφή μεθανίου. Μέσα από συνδυαστικά στάδια παράγεται ο σχηματισμός του βιοαερίου, όπου μέσα από αυτά τα στάδια το αρχικό υλικό διαρκώς δέχεται διάσπαση σε μικρότερα στοιχεία. Στα μεμονωμένα αυτά στάδια κάνουν την εμφάνισή τους με διαφορετικό ρόλο κάθε φορά ειδικές ομάδες μικροοργανισμών. Κύρια επίδραση των οργανισμών αυτών είναι η διαδοχική αποσύνθεση των προϊόντων των προηγούμενων σταδίων. Ακολουθεί ένα απλουστευμένο διάγραμμα της διεργασίας της Αναερόβιας Χώνευσης στην Εικόνα 5.1, στο οποίο απεικονίζονται τα τέσσερα βασικά στάδια της διεργασίας: η υδρόλυση, η οξεογένεση, η οξικογένεση, και η μεθανογένεση. Τα παραπάνω στάδια της διεργασίας εκτελούνται ταυτόχρονα χωρικά και χρονικά στη δεξαμενή χώνευσης. Η ταχύτητα της γενικότερης διαδικασίας αποσύνθεσης εξαρτάται από την πιο αργή αντίδραση της αλυσίδας. Αντίθετα, οι μονάδες βιοαερίου οι οποίες επεξεργάζονται φυτικά υποστρώματα που περιέχουν κυτταρίνη, ημι-κυτταρίνη ή λυγνίνη εξαρτούν την ταχύτητα διεργασίας τους από την υδρόλυση. Στη διάρκεια της υδρόλυσης, υπάρχει παραγωγή σχετικά μικρών ποσοτήτων βιοαερίου. Στη διάρκεια της μεθανογένεσης, η παραγωγή του βιοαερίου παρουσιάζει την μεγαλύτερη αύξησή της.



Εικόνα 5.1 Στάδια Αναερόβιας Χώνευσης

Πηγή: agroenergy.gr

5.3.1 Υδρόλυση

Η υδρόλυση θεωρείται το πρώτο βήμα της αναερόβιας χώνευσης, στη διάρκεια του οποίου τα υδρολυτικά βακτηρίδια εκκρίνουν υδρολυτικά ένζυμα, μετατρέποντας τα βιοπολυμερή σε απλούστερες και διαλυτές ενώσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οργανικές μακρομοριακές ενώσεις, όπως οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες, τα λιπίδια και τα νουκλεϊκά οξέα διασπώνται σε ενώσεις μικρότερης μοριακής αλυσίδας και μετατρέπονται σε γλυκόζη, γλυκερίνη, πυριδίνες, πουρίνες κ.α. Η διεργασία αυτή ονομάζεται εξωκυτταρική, καθώς λαμβάνει μέρος εξωτερικά του κυτταρικού τοιχώματος των μικροοργανισμών και ιδίως στην μάζα του υγρού. Ένας ποικίλος αριθμός μικροοργανισμών αναμειγνύονται στην υδρόλυση, που συμβαίνει από τα εξωένζυμα, τα οποία δημιουργούνται από τους μικροοργανισμούς εκείνους που αποσυνθέτουν το αδιάλυτο μοριακό υλικό. Τα παραγόμενα προϊόντα από την υδρόλυση αποσυντίθενται και άλλο σε σχέση με τους εμπλεκόμενους μικροοργανισμούς όπως αναφέραμε προηγουμένως και αξιοποιούνται για τις δικές τους διεργασίες μεταβολισμού.

5.3.2 Οξεογένεση (Οξυγένεση)

Στη διάρκεια της διεργασίας της οξεογένεσης ή οξυκογένεσης, τα παράγωγα της υδρόλυσης μετατρέπονται από οξεογενή βακτηρίδια σε μεθανογενή υποστρώματα. Τα απλά σάκχαρα, που είναι οι ολιγοσακχαρίτες και οι μονοσακχαρίτες, τα αμινοξέα και τα λιπαρά οξέα μετατρέπονται υποδεέστερα σε οξικό άλας, διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο (70%), καθώς επίσης και σε πτητικά λιπαρά οξέα και αλκοόλες (30%).

5.3.3 Οξικογένεση (Ακετογένεση)

Κατά τη διάρκεια της οξικογένεσης ή ακετογένεσης, τα προϊόντα της οξεογένεσης τα οποία δεν έχουν τη δυνατότητα να μεταβληθούν αυτομάτως σε μεθάνιο από τα μεθανογενή βακτηρίδια καταλήγουν στη μετατροπή σε μεθανογενή υποστρώματα. Τα πτητικά λιπαρά οξέα και οι αλκοόλες υφίστανται οξείδωση σε μεθανογενή υποστρώματα, όπως οξικό οξύ, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Τα πτητικά λιπαρά οξέα με αλυσίδες άνθρακα με παραπάνω από δύο δεσμούς και οι αλκοόλες με αλυσίδες άνθρακα με παραπάνω από ένα δεσμό υφίστανται οξείδωση σε οξικό οξύ και υδρογόνο. Με την παραγωγή του υδρογόνου, αυξάνεται η μερική πίεσή του. Αυτό είναι δυνατό να χαρακτηριστεί ως «υπόλειμμα» της οξικογένεσης και να αποτελέσει εμπόδιο στο μεταβολισμό των οξικογενών βακτηρίων. Η διεργασία της μεθανογένεσης επιφέρει την μετατροπή του υδρογόνου σε μεθάνιο. Η οξικογένεση και η μεθανογένεση τις περισσότερες φορές εκτελούνται ταυτόχρονα, ως συμβίωση δύο ομάδων οργανισμών.

5.3.4 Μεθανογένεση

Αυτή αποτελεί το τελευταίο στάδιο της ΑΧ και εκτελείται από τα μεθανογενή βακτήρια. Το διαμορφωμένο μεθάνιο αποτελείται στο 70% από οξικό άλας, ενώ το υπόλοιπο 30% παράγεται από τη μετατροπή του υδρογόνου και του CO₂. Η μεθανογένεση συνιστά ένα κρίσιμο στάδιο σε ολόκληρη τη διεργασία της χώνευσης, αν αναλογιστεί κανείς ότι είναι η πιο αργή βιοχημική αντίδραση της διεργασίας και ότι οι συνθήκες λειτουργίας την επηρεάζουν σοβαρά. Υπάρχουν ορισμένοι παράγοντες που επηρεάζουν τη μεθανογένεση και αυτοί είναι: η σύνθεση της πρώτης ύλης, ο ρυθμός τροφοδοσίας, η θερμοκρασία και το pH. Η υπερπλήρωση του χωνευτή, οι αλλαγές θερμοκρασίας ή η μεγάλη είσοδος οξυγόνου επιφέρουν συχνά το τέλος της παραγωγής μεθανίου.

5.4 Πλεονεκτήματα Αναερόβιας Χώνευσης

Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης παρουσιάζει ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα που ευνοούν τη χρήση της:

- Γίνεται παραγωγή βιοαερίου. Υπάρχει η δυνατότητα αυτό να υποστεί καθαρισμό για να αποβάλει τις ανεπιθύμητες προσμίξεις αλλά και η δυνατότητα καύσης με την αρχική μορφή του σε ειδικούς καυστήρες παράγοντας θερμική και ηλεκτρική ενέργεια με αποτέλεσμα τη μείωση του αρχικού κόστους επένδυσης για την εγκατάσταση.
- Στην αναερόβια χώνευση μπορεί να γίνει χρήση απεριόριστης ποσότητας αποβλήτων προς επεξεργασία.
- Στη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης, επιτρέπεται ακόμα και η επεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων με υψηλό οργανικό φορτίο καθώς και υλικών που δεν βιοαποικοδομούνται με αερόβιες διεργασίες (π.χ. κυτταρίνη) και υλικών που προκαλούν προβλήματα, όπως οι λιπαρές ουσίες.
- Η διεργασία αυτή δεν διαθέτει υψηλές απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά, όπως το φώσφορο και το άζωτο.
- Η εγκατάσταση της μεθόδου επεξεργασίας προσφέρει τη δυνατότητα αξιοποίησης μέρους της παραγόμενης ποσότητας βιοαερίου προκειμένου να καλυφθούν ενεργειακές ανάγκες.
- Η επεξεργασία των αποβλήτων λαμβάνει χώρα σε κλειστές δεξαμενές, προκειμένου να μην υπάρχει έκθεση των αποβλήτων σε αερόβιες συνθήκες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απουσία οσμών και την αποφυγή εμφάνισης εντόμων ή άλλων προβλημάτων περιβαλλοντικής φύσεως, όπως είναι τα αέρια του θερμοκηπίου.
- Αντίθετα από τους αερόβιους μικροοργανισμούς, οι αναερόβιοι εμφανίζονται περισσότερο ανθεκτικοί σε ακραίες συνθήκες, όπως είναι για παράδειγμα η έλλειψη τροφής για μεγάλο χρονικό διάστημα με αποτέλεσμα να παραμένουν ζωντανοί και ενεργοί παρά την έλλειψη τροφής για χρονικό διάστημα και άνω του ενός έτους έτσι ώστε να μην σημειώνεται μείωση στην απόδοσή τους.
- Υπάρχει ακόμα και η παραγωγή εδαφοβελτιωτικού το οποίο είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί στον τομέα της γεωργίας προς όφελός της.

- Η αναερόβια χώνευση παράγει πολύ μικρότερες ποσότητες βιομάζας (3-20 φορές λιγότερη σε σχέση με την αερόβια διαδικασία) και η διαδικασία αυτή αποδεικνύεται κατάλληλη για ισχυρά αγροτοβιομηχανικά απόβλητα.

5.5 Μειονεκτήματα Αναερόβιας Χώνευσης

Όπως κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα, έτσι και η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης παρά τα θετικά στοιχεία παρουσιάζει και κάποια μειονεκτήματα, τα οποία είναι:

- Το απαιτούμενο χρονικό διάστημα για την έναρξη της αναερόβιας διεργασίας παρουσιάζεται μεγάλο, δηλαδή σε 8 έως 12 εβδομάδες.
- Υψηλό εμφανίζεται και το κόστος της κατασκευής των εγκαταστάσεων της αναερόβιας χώνευσης, συγκριτικά με την αερόβια διεργασία, εφόσον απαιτούνται κλειστές δεξαμενές προκειμένου να επιτευχθούν αναερόβιες συνθήκες και μεγάλες δεξαμενές διότι ο χρόνος παραμονής των αποβλήτων είναι μεγάλος.
- Οι αναερόβιοι μικροοργανισμοί χαρακτηρίζονται ευαίσθητοι σε πολλές τοξικές ενώσεις.
- Σημειώνεται επίσης ευαισθησία στα συστήματα σε αυξομειώσεις της οργανικής φόρτισης στην τροφοδοσία.
- Στις αναερόβιες συνθήκες, ευνοείται η αύξηση των μικροοργανισμών που ανάγουν το θείο και επομένως την παραγωγή υδρόθειου. Η παραγωγή αυτή προκαλεί την καθίζηση των μετάλλων, καθώς ως θειούχα άλατα έχουν μικρή διαλυτότητα, ωστόσο ταυτόχρονα συντελείται η μείωση του pH και επηρεάζεται αρνητικά η αύξηση των μικροοργανισμών.
- Σημειώνεται ευαισθησία όσον αφορά τις μεταβολές του pH. Έτσι, δεν επιτυγχάνεται η διεργασία όταν τα προς επεξεργασία απόβλητα είναι βιομηχανικά, διότι αυτά περιέχουν ουσίες, όπως χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, μέταλλα, ανιόντα απορρυπαντικά και θειούχα ανιόντα, οι οποίες αποτελούν εμπόδιο στην αναερόβια χώνευση.
- Σε κάποιες περιπτώσεις, η συγκέντρωση των οργανικών ουσιών κατά την έξοδο από την αναερόβια διεργασία ανέρχεται υψηλότερα από τα επιτρεπόμενα επίπεδα με αποτέλεσμα να απαιτείται επιπλέον επεξεργασία αποβλήτων ξανά με τη μέθοδο της αναερόβιας χώνευσης.

5.6 Παράγοντες που επηρεάζουν την Αναερόβια Χώνευση

Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης απαιτεί ορισμένες προϋποθέσεις προκειμένου να πετύχει την υψηλότερη αποδοτικότητα, εφόσον υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες διαβίωσης για τους αναερόβιους μικροοργανισμούς. Για να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή μικροβιακή δραστηριότητα κι επομένως η αύξηση της απόδοσης της διεργασίας, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη και να ελέγχονται παράγοντες όπως η θερμοκρασία, το pH, τα πτητικά λιπαρά οξέα (VFA), τα ιχνοστοιχεία, οι θρεπτικές ουσίες και οι τοξικές ενώσεις και αναστολείς της Αναερόβιας Χώνευσης. Αναλυτικά:

- **Θερμοκρασία.** Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Οι τιμές αυτές των θερμοκρασιών διακρίνονται σε τρία επίπεδα: την ψυχρόφιλη με τη θερμοκρασία της να κυμαίνεται κάτω από 20 °C, την μεσόφιλη με θερμοκρασία κυμαινόμενη μεταξύ 30 με 42 °C και την θερμόφιλη με θερμοκρασίες ανάμεσα σε 43 με 55 °C. Η θερμοκρασία αυτή στη συγκεκριμένη διεργασία σχετίζεται και με τον υδραυλικό χρόνο παραμονής. Για παράδειγμα, ο ελάχιστος χρόνος παραμονής της ψυχρόφιλης θερμοκρασίας είναι 70 έως 80 ημέρες. Ο αντίστοιχος χρόνος για τη μεσόφιλη είναι 30 έως 40 μέρες ενώ η θερμόφιλη χρειάζεται ελάχιστο χρόνο από 15 έως 20 μέρες. Στη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης, καθοριστική σημασία διαθέτει η σταθερότητα της θερμοκρασίας. Πρακτικά, η κατάλληλη θερμοκρασία σε κάθε περίπτωση εξαρτάται και καθορίζεται από τη χρησιμοποιούμενη πρώτη ύλη. Η θερμοκρασία αυτή παρέχεται από ενδοδαπέδια ή επιτοίχια συστήματα θέρμανσης μέσα στον χωνευτήρα.
- **Τιμή του pH.** Η τιμή του pH συνιστά το μέτρο της οξύτητας ή αλκαλικότητας του διαλύματος (στην περίπτωση της αναερόβιας χώνευσης ανάλογα με το μείγμα του υποστρώματος) και εκφράζεται σε μέρη ανά εκατομμύριο ppm. Το pH του μείγματος του υποστρώματος της αναερόβιας χώνευσης επηρεάζει την αύξηση των μεθανογενών μικροοργανισμών και είναι πιθανό να επιφέρει επιπτώσεις στη διαίρεση μερικών ενώσεων οι οποίες είναι σημαντικές στη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης, όπως είναι η αμμωνία, το σουλφίδιο και τα οργανικά οξέα.

5.7 Εφαρμογές Βιοαερίου

Παρακάτω, θα αναλυθούν κάποιες από τις κυριότερες εφαρμογές και χρήσεις του βιοαερίου σε διάφορους τομείς καθώς και η λειτουργία και τα οφέλη της χρήσης αυτής.

5.7.1 Αγροτικές εγκαταστάσεις βιοαερίου

Οι αγροτικές εγκαταστάσεις βιοαερίου επεξεργάζονται τα υποστρώματα πρώτης ύλης, τα οποία κατά κύριο λόγο είναι προερχόμενα από την αγροτική παραγωγή, όπως είναι δηλαδή τα ζωικά περιττώματα και οι πολτοί, τα υπολείμματα και τα υποπροϊόντα από τη συγκομιδή γεωργικών προϊόντων και τέλος οι ενεργειακές καλλιέργειες. Ως κύρια πρώτη ύλη των περισσότερων αγροτικών εγκαταστάσεων βιοαερίου χρησιμοποιούνται τα περιττώματα και οι πολτοί από βοοειδή και χοίρους ενώ τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σημαντική αύξηση στις εγκαταστάσεις αυτές της χρήσης ως πρώτη ύλη ορισμένες ειδικές ενεργειακές καλλιέργειες.

Η συνήθης χρήση των μη επεξεργασμένων κοπριών και πολτών προορίζεται ως οργανικά λιπάσματα, όμως μέσα από τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης υπάρχει και βελτίωση στην τιμή λίπανσής τους με τους εξής τρόπους:

- Οι κοπριές και οι πολτοί διάφορων ζώων, όπως από βοοειδή, χοίρους και πουλικά, αναμειγνύονται στον ίδιο χωνευτήρα, με αποτέλεσμα να παράγεται ένα πιο ισορροπημένο μείγμα.
- Μέσα από την αναερόβια χώνευση, διαλύονται τα συνθετικά οργανικά υλικά, συμπεριλαμβανομένου και του οργανικού αζώτου, με συνέπεια να αυξάνεται η ποσότητα των θρεπτικών ουσιών.
- Μέσα από τη συγχώνευση των περιττωμάτων με άλλα υποστρώματα, όπως είναι τα απόβλητα σφαγείων και υπολείμματα από λίπη και έλαια, προστίθενται σημαντικές ποσότητες θρεπτικών ουσιών στο μείγμα της πρώτης ύλης.

Οι αγροτικές εγκαταστάσεις αναερόβιας χώνευσης χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος, τη λειτουργία και τη θέση τους. Αυτές οι κατηγορίες είναι οι εξής:

- Οι εγκαταστάσεις βιοαερίου οικογενειακής κλίμακας ή αλλιώς μικρής κλίμακας.
- Οι εγκαταστάσεις βιοαερίου κλίμακας αγροκτήματος ή αλλιώς μεσαίας έως μεγάλης κλίμακας.

- Οι κεντρικές εγκαταστάσεις βιοαερίου / κοινή συγχώνευση ή αλλιώς μεσαίας έως μεγάλης κλίμακας.

5.7.2 Βιομηχανικές εγκαταστάσεις βιοαερίου

Στις μέρες μας, η αναερόβια χώνευση των βιομηχανικών και υγρών αποβλήτων αποτελεί μια συνηθισμένη τεχνολογία επεξεργασίας διάφορων αποβλήτων και βιομηχανικών υγρών έπειτα από την επεξεργασία τροφίμων και στις αγροτοβιομηχανίες και φαρμακευτικές βιομηχανίες. Είναι δυνατή επιπλέον η χρησιμοποίηση για την προεπεξεργασία των φορτωμένων οργανικά απόβλητων βιομηχανικών υγρών πριν από την τελική διάθεσή τους και εξαιτίας των συνεχών εξελίξεων στις τεχνολογίες επεξεργασίας είναι δυνατή η αφομοίωση των αραιωμένων αποβλήτων με βιομηχανικά υγρά. Τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον στρέφεται όλο και περισσότερο στην άμεση αναερόβια διεργασία η οποία επεξεργάζεται τα οργανικά βιομηχανικά απόβλητα και η χρήση και ο έλεγχος των στέρεων βιομηχανικών αποβλήτων από τη βιομηχανία περιέρχεται στον έλεγχο των περιβαλλοντικών νομοθεσιών, εξαιτίας των ενεργειακών εκτιμήσεων και των περιβαλλοντικών ανησυχιών. Μερικές από τις βιομηχανίες που αξιοποιούν την διεργασία της αναερόβιας χώνευσης για την επεξεργασία των απόβλητων υδάτων είναι οι βιομηχανίες κατεργασίας τροφίμων που αφορούν την κονσερβοποίηση λαχανικών ή την παραγωγή γάλακτος, οι βιομηχανίες ποτών όπως η ζυθοποιεία ή η παραγωγή μη αλκοολούχων ποτών και η παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων, όπως είναι το χαρτί ή τα φαρμακευτικά είδη.

Μερικά από τα οφέλη που προσφέρουν οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις βιοαερίου στην κοινωνία και στις αντίστοιχες βιομηχανίες είναι τα παρακάτω:

- Η ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών και η μείωση των δαπανών για τη διάθεση των υπολειμμάτων προσθέτουν επιπλέον αξία στη διεργασία αυτή.
- Η χρήση βιοαερίου αξιοποιείται για την παραγωγή ενέργειας διεργασίας.
- Τα επεξεργασμένα απόβλητα βελτιώνουν την περιβαλλοντική εικόνα των εμπλεκόμενων βιομηχανιών.

5.7.3 Παραγωγή ηλεκτρισμού

Έπειτα από την αφαίρεση των πτητικών οργανικών ουσιών των θειούχων ενώσεων και της υγρασίας, μπορεί να γίνει χρήση του βιοαερίου ως καύσιμο σε εμβολοφόρες μηχανές οι οποίες προκαλούν την κίνηση γεννητριών για την παραγωγή ηλεκτρικού

ρεύματος. Οι μηχανές αυτές ποικίλουν ως προς τα μεγέθη, έχουν ηλεκτρική ισχύ από 0,5 έως 3,3 MW, χρειάζονται υψηλό κόστος συντήρησης και απαιτούν ειδικό προσωπικό για την επίτευξη της λειτουργίας τους. Η τεχνολογία τους εστιάζει περισσότερο στην ανάπτυξη εγκαταστάσεων μικρής κλίμακας. Επιπλέον, το βιοαέριο συντελεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσα από τουρμπίνες αερίου, η ηλεκτρική ισχύς των οποίων κυμαίνεται μεταξύ 3 και 8 MW. Τα συστήματα που διαθέτουν τουρμπίνες εκπέμπουν λιγότερους ρύπους, έχουν χαμηλότερο λειτουργικό και το κόστος συντήρησης είναι μικρότερο συγκριτικά με τις εμβολοφόρες μηχανές.

5.7.4 Παραγωγή θέρμανσης

Το βιοαέριο που παράγεται μπορεί να υποστεί καύση σε καυστήρες με αποτέλεσμα την παραγωγή ατμού. Ωστόσο, διαθέτει ίχνη βλαβερών ουσιών και αυτές είναι σημαντικό να απομακρυνθούν μέσα από την κατάλληλη επεξεργασία. Η επεξεργασία είναι απαραίτητη διότι η οξειδωση των ουσιών στη διάρκεια της καύσης είναι ικανή να παράγει αέρια τα οποία μπορεί να αποβούν καταστροφικά για την εγκατάσταση. Οι ουσίες αυτές μπορούν να αφαιρεθούν είτε με τη χρήση κατάλληλων φίλτρων είτε με πλήρη συστήματα καθαρισμού. Τέλος, το βιοαέριο είναι δυνατό να αξιοποιηθεί ως καύσιμο για βιομηχανικούς λέβητες, καμίνους, φούρνους και ξηραντήρες.

5.7.5 Συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας

Η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας συνιστά μια τεχνολογία που συντελεί αποδεδειγμένα στην εξοικονόμηση πρωτογενούς καυσίμου, γεγονός ιδιαίτερα πρακτικό και σημαντικό σε μια εποχή όπου τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα είναι πανάκριβα. Η μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας χρησιμοποιεί μηχανή εσωτερικής καύσης και η απόδοσή της φτάνει μέχρι το 90% ενώ παράγει 35 με 45% ηλεκτρική ενέργεια και 55 με 65% θερμότητα. Η μονάδα αυτή οδηγείται στην αποκέντρωση του συστήματος παραγωγής ηλεκτρισμού, με αποτέλεσμα την συμβολή στην ευστάθειά του αλλά και στη μείωση μεταφοράς και διανομής ηλεκτρισμού ενώ ταυτόχρονα συμβάλει στην εξισορρόπηση μεταξύ παραγωγής και ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας σε στιγμές κρίσης, αποφεύγοντας τον κίνδυνο πτώσης του ηλεκτρικού ρεύματος. Σημαντική συνεισφορά είναι και η μείωση εκπομπών αερίου που είναι κύρια αίτια για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής. Τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας ποικίλουν ως προς την κατασκευή και εφαρμογή τους αναλόγως τον βιομηχανικό ή κτηριακό τομέα, καθώς καλύπτουν ανάγκες θέρμανσης ή ψύξης και ηλεκτρισμού.

5.7.6 Χρήση σε μηχανές αερίου Otto

Οι κινητήρες Otto κατασκευάζονται για τη χρήση του βιοαερίου με βάση την αρχή του Otto. Η λειτουργία των μηχανών ισχύος καύσης γίνονται με πλεόνασμα αέρα αποσκοπώντας στην ελαχιστοποίηση των εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα. Το αποτέλεσμα είναι η μικρότερη κατανάλωση αερίου και η μειωμένη απόδοση κινητήρα. Οι μηχανές αυτές χρειάζονται βιοαέριο με τουλάχιστον 45% περιεχόμενο μεθανίου. Η χρήση συναθροίσεων προσαρμοσμένων κινητήρων ντίζελ αποσκοπεί στην υψηλότερη ηλεκτρική απόδοση. Και αυτές ονομάζονται μηχανές αερίου Otto εφόσον είναι βασισμένες στην ίδια αρχή του Otto. Οι μηχανές Otto χρησιμοποιούν είτε βιοαέριο είτε φυσικό αέριο για να λειτουργήσουν. Αυτό χρησιμεύει κατά την εκκίνηση των εγκαταστάσεων βιοαερίου, όταν η θερμότητα αξιοποιείται για την θέρμανση των χωνευτήρων.

5.7.7 Βιοαέριο ως καύσιμο οχημάτων

Η χρήση αερίου ως μέσο για την κίνηση επιβατικών αυτοκινήτων, οχημάτων δημοσίων μεταφορών και φορτηγών αυξάνεται σημαντικά και διαρκώς σήμερα. Το βιομεθάνιο είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί με τον ίδιο τρόπο στα ίδια οχήματα, όπως το φυσικό αέριο, διότι τα οχήματα βιομεθανίου παρουσιάζουν ιδιαίτερα πλεονεκτήματα σε αντίθεση με τα οχήματα που διαθέτουν μηχανές βενζίνης και ντίζελ. Υπάρχει σημαντική μείωση των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανάλογα με το υπόστρωμα της πρώτης ύλης και τον τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, σημειώνεται δραστική μείωση των εκπομπών NO_x και των μη μεθανογενών υδρογονανθράκων (NMHC). Καταλήγοντας, για την επίτευξη της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι σημαντικό το βιοαέριο να υποστεί αναβάθμιση ποιοτική σε σύγκριση με το φυσικό αέριο κι επίσης τα οχήματα να δέχονται την κατάλληλη τροποποίηση ώστε να ανταπεξέρχονται, καθώς διαφορετικά η χαμηλή περιεκτικότητα σε μεθάνιο συνοδευόμενη με τα ίχνη των ανεπιθύμητων προσμίξεων είναι πιθανό να οδηγήσουν σε δυσλειτουργία του κινητήρα, να επιφέρουν επιπτώσεις στην αντοχή του και στην εκπομπή καυσαερίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο : Αξιοποίηση της Βιομάζας στο Δήμο Δομοκού

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 4, η δυσκολία που υπάρχει στην συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευση της βιομάζας ώστε να αξιοποιηθεί, καθιστά αναγκαία τη δημιουργία μονάδων παραγωγής ενέργειας από βιομάζα στις πλησιέστερες περιοχές όπου παράγεται. Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τα οφέλη μιας τέτοιας μονάδας στο οροπέδιο του Δήμου Δομοκού, το οποίο όπως είδαμε στο Κεφάλαιο 2 αποτελεί κατάλληλη τοποθεσία για την δημιουργία ενός σταθμού.

6.1 Χρήση της βιομάζας για παραγωγή Ηλεκτρικού Ενέργειας

Με την χρήση των συμβατικών τρόπων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας απορρίπτονται στο περιβάλλον πολύ μεγάλες ποσότητες θερμότητας μέσω των ψυκτικών διαδικασιών που χρησιμοποιούνται αλλά και μέσω των καυσαερίων. Για το λόγο αυτό στις μονάδες παραγωγής ενέργειας από βιομάζα χρησιμοποιούνται κυκλώματα συμπαραγωγής. Με αυτά τα κυκλώματα παράγεται με την καύση της βιομάζας σαν αποτέλεσμα ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα την οποία τα συστήματα που αποτελείται η μονάδα παραγωγής την χρησιμοποιούνε επωφελώς επαναφέροντας μεγάλο μέρος της θερμότητας στο κύκλωμα για καλύτερη καύση και εξοικονόμηση ενέργειας. Έτσι κατορθώνεται μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας αλλά ταυτόχρονα επωφελείται το περιβάλλον αφού επιτυγχάνεται καλύτερη καύση άρα λιγότερο καύσιμο και αντίστοιχα αρκετά χαμηλότερες εκπομπές ρύπων.

Επιπλέον με την κατασκευή μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα ελαττώνονται κατά μεγάλο ποσοστό οι απώλειες που υπάρχουν κατά τη μεταφορά ενέργειας, αφού τα εργοστάσια συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας κατασκευάζονται σε αποκεντρωμένες περιοχές όμως βρίσκονται πιο κοντά στους κατοίκους σε σχέση με τους συμβατικούς κεντρικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που χρησιμοποιούνται σήμερα. Για την καλύτερη κατανόηση του φαινομένου αυτού στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι συμβατικοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας έχουν βαθμό απόδοσης γύρω στο 15 με 40%, σε αντίθεση με τα κυκλώματα συμπαραγωγής στα οποία ο βαθμός αυτός φτάνει ως και 75 με 85%.

Στην Ελλάδα η συμπαραγωγή ενέργειας από βιομάζα αποτελεί ενδιαφέρον κατάσταση για το αστικό και περιφερειακό τομέα. Με την κατασκευή διάσπαρτων μονάδων συμπαραγωγής ενέργειας από βιομάζα θα μειωθεί το κόστος μεταφοράς και οι απώλειες που παρουσιάζονται από τις συμβατικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που υπάρχουν σήμερα. Η παραγόμενη από τα συστήματα παράγωγης ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί είτε να καταναλώνεται ιδιωτικά είτε να πωλείται στην Δ.Ε.Η., σύμφωνα με όσα ορίζεται στο Ν. 2244/94 (Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα) (ΚΑΠΕ. (1996). Βιομάζα. Ανακτήθηκε στις 14 Αυγούστου, 2021, από http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf).

6.2 Χρήση της βιομάζας για παραγωγή Θερμότητας

Άμεση καύση:

Η καύση είναι μία από τις διαδεδομένες χρήσεις της βιομάζας. Αυτή επιτυγχάνεται με την παρουσία αέρα σε υψηλές θερμοκρασίες κυμαινόμενες από 1000-1500°C και παράγει θερμότητα δυνατή να αξιοποιηθεί με ποικίλους τρόπους. Σήμερα μεγάλες ποσότητες βιομάζας χρησιμοποιούνται με καύση για παραγωγή θερμότητας, αλλά σαν διαδικασία έχει χαμηλό βαθμό απόδοσης, που είναι συνήθως κάτω του 30%. Επιπρόσθετα, απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η υγρασία της βιομάζας να είναι μικρότερη από 50%.

Πυρόλυση:

Ως πυρόλυση ορίζεται η μετατροπή της βιομάζας σε υγρά προϊόντα, με την θέρμανση χωρίς την παρουσία αέρα σε θερμοκρασία κοντά στους 500°C. Η πυρόλυση δύναται να παράγει αποκλειστικά βιοέλαιο, ενώ ο βαθμός απόδοσης φτάνει μέχρι και το 80% με την διαδικασία της αστραπιαίας πυρόλυσης. Το βιοέλαιο είναι δυνατό να αντικαταστήσει το πετρέλαιο (40% της θερμογόνου δύναμης του πετρελαίου) σε διεργασίες που αφορούν τη θέρμανση, τους λέβητες, τους φούρνους αλλά και τις μηχανές εσωτερικής καύσης. Ένας άλλος τρόπος εκμετάλλευσης του βιοελαίου συνίσταται με την αεριοποίηση που οδηγεί στην παραγωγή συνθετικού αερίου (syngas) και τελικά μετατρέπεται σε καύσιμο (sundiesel). Σήμερα το πετρέλαιο βάση ευρωπαϊκής οδηγίας αποτελείται κατά 20% από βιοέλαιο. Η πυρόλυση διαθέτει υποπροϊόντα. Όσα από αυτά δεν αεριοποιούνται θεωρούνται κάρβουνο και τέφρα.

Αεριοποίηση:

Ως αεριοποίηση βιομάζας ορίζεται μια διεργασία που συντελεί στην μετατροπή οργανικών ή ορυκτών υλικών με βάση τον άνθρακα, σε μονοξειδίο του άνθρακα, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, υδρατμούς, ίχνη υδρογονανθράκων και άζωτο. Πέρα από τις παραπάνω ενώσεις στο αέριο προϊόν που παράγεται κάνουν την εμφάνισή τους και διάφοροι επιμολυντές, με βασικότερους από αυτούς να αναφέρονται τα σωματίδια πίσσας, η τέφρα, η αμμωνία, τα οξέα και οι σύνθετοι υδρογονάνθρακες. Η διαδικασία της αεριοποίησης στηρίζεται στην μετατροπή τμήματος της στέρεας πρώτης ύλης σε αέριο κατάλληλο προς καύση με την βοήθεια ενός οξειδωτικού μέσου, όπως είναι ο αέρας, το οξυγόνο ή ο ατμός, όμως, σε ελεγχόμενες ποσότητες. Το αέριο μίγμα που προκύπτει από τη διεργασία λαμβάνει το όνομα «αέριο σύνθεσης» ή «συνθετικό αέριο» ή «ξυλαέριο». Το νέο αυτό αέριο είναι δυνατό να αξιοποιηθεί ως καύσιμο με θερμαντική δυνατότητα με την στοιχειομετρική αναλογία να φτάνει σχεδόν στο 75% από αυτήν του φυσικού αερίου. Η αεριοποίηση

της βιομάζας εμφανίζει υψηλή απόδοση και είναι μια φιλική προς το περιβάλλον τεχνολογία που αποσκοπεί στην παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Το κύριο πλεονέκτημά της συναντάται στο γεγονός ότι είναι πιο αποδοτική για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με τις τεχνολογίες καύσης.

6.2.1 Οικιακή Θέρμανση με βιομάζα

Σε ολόκληρη την Ευρώπη η βιομάζα παίζει σημαντικό ρόλο στη διακαή προσπάθεια που γίνεται για απανθρακοποίηση και αποτελεσματική αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Τα στερεά βιοκαύσιμα εντάσσονται ολοένα και περισσότερο στην ζωή των πολιτών με την χρήση τους στον τομέα της οικιακής θέρμανσης. Βέβαια σημαντική παράμετρο για την εξάπλωση της καύσης βιομάζας για θέρμανση αποτελεί το χαμηλό κόστος των στερεών βιοκαυσίμων σε σχέση με τα ορυκτά βιοκαύσιμα. Επιπρόσθετα δεν μπορούμε να παραλείψουμε ότι με τις νέες τεχνολογίες θέρμανσης μέσω της καύσης βιομάζας οι εκπομπές ρύπων είναι ιδιαίτερα χαμηλές και εντός των ορίων νομοθεσίας, συγκριτικά με τις παλιότερες μεθόδους καύσης ορυκτών καυσίμων. Η ελληνική νομοθεσία για τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης καλύπτει τις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης κατοικιών, γραφείων, καταστημάτων και άλλων, αλλά φυσικά και εγκαταστάσεις θέρμανσης νερού χρήσης ή ατμού σε ξενοδοχεία, γυμναστήρια, νοσοκομεία κ.α. Επιτρέπεται η χρήση στερεών βιοκαυσίμων όπως ορίζονται από το πρότυπο ΕΛΟΤ EN.

Σε ορισμένες περιοχές στην Ελλάδα γίνεται χρήση ατομικών και κεντρικών λέβητων πυρηνόξυλου για την θέρμανση κτιρίων. Στις μέρες εκτός από τα καυσόξυλα που ως γνωστόν χρησιμοποιούμε εδώ και χρόνια για την θέρμανση των σπιτιών μας, η χρήση της βιομάζας συνήθως γίνεται με την καύση συσσωματωμάτων π.χ. pellets, μικρά πεπιεσμένα κομμάτια από σκόνη ξύλου, αγροτικά απόβλητα, wood chips κ.α. σε σύγχρονους λέβητες υψηλής τεχνολογίας με αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου και ηλεκτρονικά πλήρως ελεγχόμενη παροχή αέρα. Έτσι καταφέρνουμε να αυξήσουμε την απόδοση στο μέγιστο έως και 95% της ενέργειας που είναι σε θέση να μας παρέχει το ξύλο για θέρμανση. Ταυτόχρονα οι σύγχρονοι λέβητες έχουν πολύ χαμηλές εκπομπές και μη ορατό καπνό, καθιστώντας έτσι την εφαρμογή της βιομάζας σημαντική μέσω της συμβολής στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Λόγω του ουδέτερου χαρακτήρα της βιομάζας ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα δεν συμβάλλουν στην αποσταθεροποίηση του κλίματος, αφού οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την καύση της βιομάζας ισοβαθμίζονται από ισοδύναμες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα που απορροφήθηκαν από τα φυτά στην διάρκεια της ζωής τους.

6.2.2 Θέρμανση Θερμοκηπίων

Ταυτόχρονα μία άλλη χρήσης της βιομάζας βρίσκει εφαρμογή στα θερμοκήπια. Στην Ελλάδα υπάρχουν πολλές αγροτικές περιοχές όπως για παράδειγμα ο Δήμος Ιεράπετρας του Νομού Λασιθίου, η Αγρία του Νομού Μαγνησίας ή το χωρίο Παλαμάς του Δήμου Δομοκού όπου υπάρχουν θερμοκήπια για την καλλιέργεια κηπευτικών προϊόντων τα οποία έχουν ανάγκη από συνεχή και σταθερή θέρμανση. Σε τέτοιες περιοχές όπου τα θερμοκήπια παίζουν καθοριστικό ρόλο για την παραγωγή αγροτικών προϊόντων μπορεί να προσφέρει σε πολύ μεγάλο βαθμό η καύση της διαθέσιμης βιομάζας της περιοχής για θέρμανση. Με την χρήση κατάλληλων λέβητων είναι δυνατή η θέρμανση μεγάλων στρεμμάτων εκτάσεων των θερμοκηπίων με αποτέλεσμα την διασφάλιση της θέρμανσης οικονομικά και αποδοτικά για την αγροτική οικονομία

Τα τελευταία χρόνια μία μέθοδος που επικρατεί για τη θέρμανση των θερμοκηπίων με χρήση βιομάζας είναι η θέρμανση με ελαιοπυρηνόξυλο. Συγκεκριμένα το πυρηνόξυλο αφού επεξεργαστεί κατάλληλα μεταφέρεται σε ένα καυστήρα και το θερμό νερό που παράγεται κυκλοφορεί μέσω επιδαπέδιων σωληνώσεων που βρίσκονται εντός του χώρου του θερμοκηπίου το οποίο θερμαίνεται. Επιπρόσθετα το πυρηνόξυλο μεταφέρεται αυτοματοποιημένα σε μία κοχλιωτή έλικα του Αρχιμήδη στο καυστήρα, ενώ με ένα βεντιλατέρ διοχετεύεται αέρας στον καυστήρα για να γίνει σωστά η καύση. Σε αυτά τα συστήματα σημαντικό πλεονέκτημα αποτελεί το ότι λειτουργούν πλήρως αυτοματοποιημένα και μπορούν να επιτύχουν πλήρη έλεγχο της θερμοκρασίας εντός του θερμοκηπίου.

6.2.3 Βιομάζα για Τηλεθέρμανση

Στην περίπτωση της τηλεθέρμανσης με καύση βιομάζας παράγεται θερμό νερό σε έναν κεντρικό καυστήρα και το θερμό νερό θα μεταφερθεί μέσα από έναν καλά μονωμένο υπόγειο σωλήνα στην περιοχή χρήσης του. Η θερμοκρασίας του νερού παρουσιάζει πτώση κάτω του 1oC ανά 1 Km σωλήνα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την επίτευξη προμήθειας θέρμανσης χώρων καθώς και ζεστού νερού για χρήση διαθέσιμο σε ένα σύνολο κτιρίων αλλά και σε μία ολόκληρη πόλη. Ο σχεδιασμός αυτός επιτρέπει σε κάθε κτίριο που είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο να έχει τη δυνατότητα αξιοποίησης του ζεστού νερού προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης του. Συχνότερα χρησιμοποιούνται δύο κεντρικοί σωλήνες, σε κλειστό δίκτυο, εκ των οποίων η λειτουργία του πρώτου αποσκοπεί στην προσαγωγή του θερμού νερού και ο ρόλος του δεύτερου στην απαγωγή του και την επαναφορά του στο λέβητα για αναθέρμανση. Στην Ελλάδα έχει ήδη πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση της πρώτης μονάδας τηλεθέρμανσης με χρήση βιομάζας. Η μονάδα αυτή, που είναι

εγκαταστημένη στην κοινότητα Νυμφασίας του Νομού Αρκαδίας, έχει ονομαστική ισχύ 1.200.000 kcal/h και έχει τη δυνατότητα να καλύπτει τις ανάγκες θέρμανσης 80 κατοικιών και 600 m² κοινοτικών χώρων. Η καύσιμη ύλη προέρχεται από τρίμματα ξύλου, επεξεργασμένα έπειτα από τεμαχισμό σε ειδικό μηχάνημα υπολειμμάτων υλοτομίας από γειτονικό δάσος ελάτων. Η μονάδα αυτή συνιστά πρότυπο για την κατασκευή παρόμοιων εφαρμογών σε κοινότητες και δήμους της Ελλάδας, καθώς τίθεται η προϋπόθεση ότι εξασφαλίζεται μια σημαντική εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων, αξιοποίηση των τοπικών ενεργειακών πόρων και συνεισφορά στη προστασία του περιβάλλοντος.

6.2.4 Θερμότητα σε Βιοτεχνίες και Βιομηχανίες

Πολλές βιομηχανίες οι οποίες έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα καταφεύγουν στην εγκατάσταση μονάδων καύσης βιομάζας για την παραγωγή της. Φούρνοι, εκκοκκιστήρια, βιομηχανίες ρυζιού, ασβεστοκάμινοι καθώς και βιοτεχνίες κονσερβοποίησης κ.α. έχουν καθιερώσει τη χρήση της κυρίως λόγω του ότι η βιομάζα παράγεται σε σημαντικές ποσότητες από υπόλειμμα της παραγωγικής τους διαδικασίας και της χαμηλής τιμής σε σχέση με την θερμιδική αξία της. Μία τέτοια βιοτεχνία κονσερβοποίησης υπάρχει όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 2 στο Δήμο Δομοκού και θα μπορούσε να αξιοποιήσει σε μεγάλο βαθμό το θερμικό αποτέλεσμα μιας μονάδας παραγωγής ενέργειας από βιομάζα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο : Μελέτη και σχεδίαση μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα

Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετήσουμε και θα σχεδιάσουμε έναν σταθμό παραγωγής ενέργειας από βιομάζα στο Δήμο Δομοκού και θα εμβαθύνουμε στην μέθοδο και τα μηχανήματα που θα χρησιμοποιήσουμε για την δημιουργία του. Επιπλέον θα γίνει μία ανάλυση της ενεργειακής και οικονομικής απόδοσης του έργου, αλλά και θα κάνουμε μία αναφορά στο νομικό πλαίσιο αφού παρουσιάσουμε φυσικά το περιβαλλοντικό και κοινωνικό αντίκτυπο ενός τέτοιου εγχειρήματος.

7.1 Ανάλυση και εύρεση της βέλτιστης θέσης εγκατάστασης της μονάδας



Εικόνα 7.1. Χάρτης του Δήμου Δομοκού

Πηγή:

<https://www.google.gr/maps/place/Δομοκός+350+10/@39.1363061,22.2086418,11z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x1358b45bc8003835:0x80fd13017525a4fe!8m2!3d39.128305!4d22.28609?hl=el>

Ο Δήμος Δομοκού είναι δήμος της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, που συστάθηκε το 2011 με βάση του νόμου Ν.3852/2010 (ΦΕΚ 87/07-7-2010) «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης – Πρόγραμμα Καλλικράτης», από τη συνένωση των ήδη προϋπαρχόντων δήμων Δομοκού, Ξυνιάδος και Θεσσαλιώτιδος. Έδρα του νέου δήμου ορίστηκε ο Δομοκός και τα διοικητικά του όρια είναι ίδια με αυτά της παλαιότερης Επαρχίας Δομοκού. Το Δήμο Δομοκού

διασχίζει η εθνική οδός Ε65 όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα 7.1. και τον διαχωρίζει στην μέση. Βέλτιστη τοποθεσία για την εγκατάσταση της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα αποτελεί η θέση «Μεταλλεία Ομβριακής». Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι βρίσκεται στο κέντρο της ακτίνας που δημιουργείται από το εργοστάσιο σε σχέση με τις πηγές βιομάζας. Σε πολύ κοντινή εμβέλεια βρίσκονται το εργοστάσιο παραγωγής πολτού από ντομάτες Δ. Νομικός Α.Ε., καθώς και το εργοστάσιο παραγωγής γιαουρτιού με την επωνυμία Κατίκι Δομοκού Α.Ε.. Τα εργοστάσια αυτά όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια αποτελούν βασική πηγή καύσιμης ύλης για την μονάδα μας εφόσον παράγουν τόνους από βιομηχανικά απόβλητα. Η θέση της μονάδας προβλέπεται ιδανική λοιπόν για την οικονομικότερη και ταχύτερη μετακίνηση των βιομηχανικών απόβλητων, εφόσον αυτά βρίσκονται επάνω στο ορεινό τμήμα του Δήμου Δομοκού και δεν χρειάζεται η ανάβαση και κατάβαση του οροπεδίου για την μεταφορά τους.

Επιπρόσθετα η μεγαλύτερη παραγωγή ενεργειακών καλλιεργειών επιτυγχάνεται στα χωριά του ορεινού τμήματος του Δήμου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα χωράφια λόγω του υψόμετρου έχουν χαμηλή παραγωγή σε ορισμένες καλλιέργειες πράγμα που τα τελευταία χρόνια έκανε τους αγρότες της περιοχής να στραφούν στις ενεργειακές καλλιέργειες οι οποίες δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις από την γη. Βέβαια αυτό δεν σημαίνει ότι δεν θα υπάρχουν ενεργειακές καλλιέργειες στην πεδιάδα του Δήμου, αντίθετος η παραγωγή είναι κι σε εκείνα τα χωράφια συστηματική απλώς σε λιγότερη ποσότητα. Επιπλέον στην πεδιάδα του Δήμου Δομοκού υπάρχουν πολλά αγροτικά υπολείμματα που μπορούν να αξιοποιηθούν ως καύσιμη ύλη, τα οποία προέρχονται κυρίως την θεριστική περίοδο από το θέρος των σιταριών, καλαμποκιών, ηλίανθου, ζαχαρότευλων αλλά και βαμβακιού.

Συμπεραίνουμε λοιπόν από τα παραπάνω ότι βέλτιστη θέση για την δημιουργία της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα αποτελεί η θέση «Μεταλλεία Ομβριακής». Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως είναι ένα κεντρικό σημείο γεγονός που μειώνει την απόσταση μεταφοράς της βιομάζας αλλά ταυτόχρονα και ένα σημείο σε απόμερο σημείο όμως με αρκετά χωριά σε κοντινή απόσταση. Καθιστώντας έτσι εύκολη μεταφορά της θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας που θα παράγεται στα χωριά αυτά αλλά και εγγύηση ότι δεν θα υπάρχει οποιαδήποτε μορφή ρύπανσης στους κατοίκους.

7.2 Σταθμός βιομάζας ισχύος 1,5MW με πρόβλεψη επέκτασης στα 3MW

Ένας σταθμός βιομάζας με ισχύ 1,5MW θα μπορούσε να αξιοποιήσει αγροτικά και δασικά υπολείμματα τα οποία πληθαίνουν στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Δομοκού. Η λειτουργία του σταθμού βιομάζας διαρκεί όλο το 24ωρο με συνεχή παροχή πρώτης ύλης μέσω ενός αυτοματοποιημένου συστήματος, το οποίο εντάσσεται ως κομμάτι της ίδιας της μονάδας. Επιπρόσθετα ο σταθμός έχει πρόβλεψη για επέκταση της ισχύος στα 3MW.

Στο επενδυτικό σχέδιο στη μονάδα θα εντάσσονται κτιριακές εγκαταστάσεις οι οποίες θα διαθέτουν έναν σύγχρονο μηχανολογικό εξοπλισμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και αποθήκευσης πρώτων υλών. Η εγκατάσταση θα διαθέτει μονάδα καύσης και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μονάδα ελέγχου και διαχείρισης της θερμότητας και των αποβλήτων. Επιπλέον στην μονάδα θα υπάρχει χώρος διοίκησης, χημικού ελέγχου αλλά θα προβλέπονται και βοηθητικοί χώροι φόρτωσης - εκφόρτωσης και αποθήκευσης πρώτων υλών και προϊόντων του εργοστασίου.

Η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος θα διοχετεύεται στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ. Τα βασικά πρωταρχικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία θα λαμβάνονται από τους καλλιεργητές ενεργειακών φυτών και από τα εργοστασιακά απόβλητα του Δήμου Δομοκού. Επίσης ως παραπροϊόν της διαδικασίας θα παράγεται κάποια ποσότητα τέφρας, το οποίο, όμως, δεν θα θεωρείται απόβλητο αλλά χάρη στις φυσικοχημικές ιδιότητές της θα χορηγείται σε τσιμεντοβιομηχανίες ως δομικό υλικό για την κατασκευή των προϊόντων τους.

Η επιχείρηση θα επιδιώκει την πραγματοποίηση συμφωνιών με τους παραγωγούς, προκειμένου να μην εμφανίζεται πρόβλημα ελλείψεων και οι ποσότητες ενεργειακών φυτών προς παράδοση θα είναι, έτσι, καθορισμένες γεγονός που θα εξασφαλίζει την αναμενόμενη επάρκεια. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι το ποσοστό συμμετοχής των πρώτων υλών στην διαμόρφωση του κόστους παραγωγής ανέρχεται στο 52,8%. Η παραγωγική δυναμικότητα της μονάδας θα διαμορφώνει τις αγορές των πρώτων υλών, ενώ, επομένως, θα παρατηρείται σταδιακά αύξηση στη διάρκεια της πρώτης πενταετίας και έως να επιτευχθεί η μέγιστη δυναμικότητα. Η δυναμικότητα που παρουσιάζει ο προτεινόμενος μηχανολογικός εξοπλισμός προβλέπει ότι η επιχείρηση θα κάνει ετήσια παραγωγή λειτουργώντας κάτω από συνθήκες της μεγαλύτερης αξιοποίησης της δυναμικότητάς της 9.020,88 MWh ηλεκτρικό ρεύμα. Η δυναμικότητα της επιχείρησης θα ανέλθει στην υψηλότερη τιμή της σε περίοδο πέντε χρόνων έπειτα από την περάτωση της επένδυσης και θα σημειώσει κλιμάκωση αρχίζοντας από ποσοστό 90%. Ο επιβλέπων πολιτικός μηχανικός και τα συνεργεία που θα κατασκευάσουν τις κτιριακές εγκαταστάσεις εκτιμούν ότι το απαιτούμενο χρονικό διάστημα θα είναι περίπου 8-12 μήνες προκειμένου να ολοκληρωθούν οι εργασίες. Επιπλέον, σύμφωνα με τους υπολογισμούς των προμηθευτών του

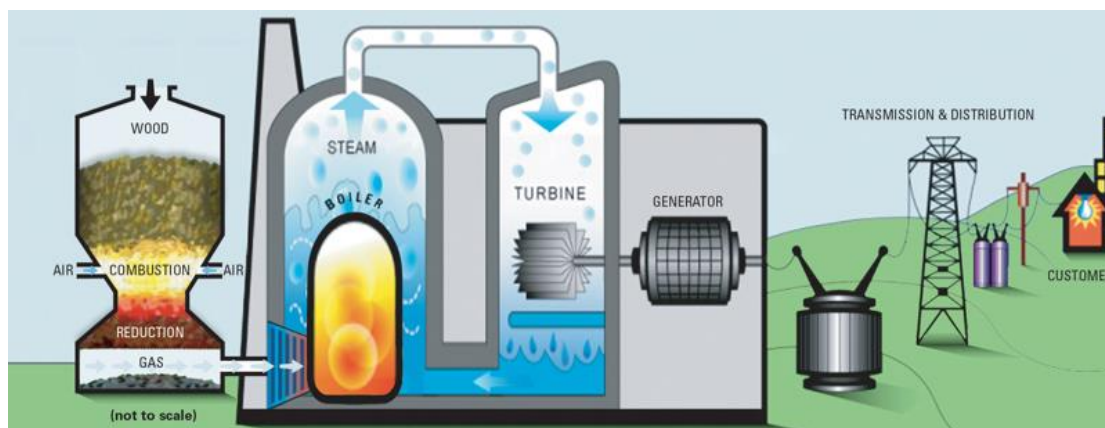
μηχανολογικού εξοπλισμού, το απαιτούμενο διάστημα για την μεταφορά και εγκατάστασή του είναι περίπου 8 με 10 μήνες. Καταληκτικά, οι παραπάνω εκτιμήσεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι για την αποδοτική περάτωση και έναρξη της λειτουργίας της μονάδας το απαιτούμενο χρονικό διάστημα θα είναι περίπου 10-12 μηνών, αν αναλογιστεί κανείς ότι οι επιμέρους επενδύσεις δεν χρειάζονται μεγάλο χρονικό διάστημα για την κατασκευή τους.

Η ενεργειακή κατανάλωση που απαιτείται για τη λειτουργία αλλά και τα παραγόμενα λύματα της μονάδας δεν προβλέπεται να προκαλέσουν προβλήματα στην περιοχή. Ειδικότερα, η μονάδα θα χρησιμοποιεί εκμεταλλεύεται ηλεκτρική για την ενεργειακή κατανάλωση. Η κινητήρια ισχύς του μηχανολογικού εξοπλισμού που χρησιμοποιείται στην παραγωγική διαδικασία θα ανέρχεται σε 171,0KW. Έτσι, κατά την μέγιστη δυναμικότητα της νέας μονάδας προβλέπεται ετήσια κατανάλωση 1.354,82 MWh ενέργειας.

«Η μονάδα βιομάζας αποτελείται από τα εξής επιμέρους τμήματα :

- Τον αποθηκευτικό χώρο.
- Τον αεριοποιητή. Στη θερμική αεριοποίηση, στόχος της διεργασίας είναι να μετατρέψει πλήρως το στερεό καύσιμο σε ένα εύφλεκτο αέριο μείγμα. Για να επιτευχθεί το παραπάνω, απαιτούνται υψηλές θερμοκρασίες διεργασίας (700–1100°C) και ένα σημαντικό τμήμα της ενεργειακής πρώτης ύλης θα μετατραπεί σε ένα σύνθετο αέριο (syngas) στο εσωτερικό του αεριοποιητή.
- Το σύστημα καθαρισμού. Σε αυτό το στάδιο λαμβάνει χώρα ο καθαρισμός και εν συνεχεία η ψύξη του αερίου, ώστε το αέριο να είναι κατά το μέγιστο αποδοτικότερο.
- Τη δεξαμενή ύδατος. Κατά την είσοδο του παραγόμενου αερίου στο σύστημα φιλτραρίσματος, απαιτείται η χρήση ύδατος για τον καθαρισμό και την ψύξη του.
- Το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (διάταξη genset): γεννήτρια -μηχανή εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ). Το αέριο τροφοδοτείται στη ΜΕΚ, η οποία καταναλώνει το αέριο και σε συνεργασία με την σύγχρονη γεννήτρια παράγει ηλεκτρική ενέργεια.
- Το λογισμικό του συστήματος.
- Το μετασχηματιστή ΧΤ/ΜΤ.
- Τα έργα υποδομής που απαιτούνται για τη βέλτιστη λειτουργία της μονάδας βιομάζας».

(Epsilon – Energy and Constructions, 2021).

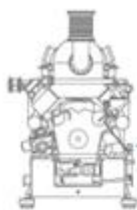


Εικόνα 7.2 Απεικόνιση σταθμού βιομάζας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Πηγή: https://biomass-africa.weebly.com/solution.html?fbclid=IwAR2esnbgNZyl12pIqVYnJC7CV_MjL-vRPYwWp1mX8qb3-Dcnn8jgx3XohrE

7.2.1 Τεχνολογία-Διεργασία: Συνδυασμένη αναερόβια χώνευση και καύση του παραγόμενου βιοαερίου σε ΜΕΚ

Η γεννήτρια κάθε ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους παράγει ηλεκτρική ενέργεια στα 400V (ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη αρχικής εγκατάστασης) ή στα 6kV (ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη επέκτασης). Στο σταθμό θα περιλαμβάνονται οι απαραίτητοι μετασχηματιστές για ανύψωση τάσης από την τάση παραγωγής στα 20kV. Επιπλέον, οι μετασχηματιστές είναι τοποθετημένοι σε εσωτερικό χώρο, ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής αερισμός του χώρου αυτού προκειμένου να απομακρύνεται η θερμότητα που δημιουργείται κατά τη λειτουργία τους. Ο σταθμός θα έχει εγκαταστημένη ισχύ 1,5 MW σε χαλαρή λειτουργία και θα αποτελείται από δύο ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη DEUTZ TBG 620 V16 K. Οι μονάδες θα είναι πλήρως αυτόνομες και τοποθετημένες σε ξεχωριστά ειδικά διαμορφωμένα container όπου θα λειτουργούν, όπως όλος ο σταθμός, αδιάλειπτα 24 ώρες το 24 ώρο 365 μέρες τον χρόνο. Η λειτουργία του σταθμού θα είναι πλήρως αυτοματοποιημένη και θα ελέγχεται με την χρήση κατάλληλων συνδέσεων από απόσταση για τη διάγνωση σφαλμάτων και αστοχιών του εξοπλισμού του εργοστασίου. Επιπλέον ο σταθμός συμπαραγωγής θα περιλαμβάνει κτήρια διοίκησης, αποθήκες, μηχανουργείο και αποθήκες ενέργειας.



TBG 620. The gas engine.

970-1875 kW at 1500 min⁻¹ (50 Hz)



Εικόνα 7.3 Μηχανή Εσωτερικής Καύσης – Γεννήτρια

Πηγή: http://www.rieanpishroco.com/wp-content/uploads/2015/04/TBG-620.pdf?fbclid=IwAR08jEL_v_jmFjnZPGgror0dGFdcpDCoQF0oWsuyOWimn0_veXPw17Gqr5g

7.2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την AX

«Σε κάθε περίπτωση πρέπει να επισημανθεί ότι η αποδοτικότητα της αναερόβιας χώνευσης εξαρτάται από μερικές κρίσιμες παραμέτρους, όπως:

1. Από τον αποκλεισμό ή μη επαρκή οξυγόνο.
2. Την θερμοκρασία (ψυχρόφιλη (κάτω από 25οC), μεσόφιλη (25- 45οC), και θερμόφιλη (45-70οC)).
3. Την τιμή του pH (βάσει της εμπειρίας ο σχηματισμός του μεθανίου πραγματοποιείται σε εύρος pH μεταξύ 5,5 έως 8,5 με βέλτιστο εύρος 7-8. Οι οξικογενείς οργανισμοί έχουν χαμηλότερη τιμή βέλτιστου pH).

4. Την τροφοδοσία με θρεπτικές ουσίες (η βέλτιστη αναλογία άνθρακα, αζώτου, φωσφόρου, και θείου (C:N:P:S) είναι 600:15:5:1. Τυχόν ανεπάρκειά τους μπορεί να προκαλέσει παρεμπόδιση και διαταραχή των διεργασιών της ΑΧ.
5. Την ένταση της ανάδευσης.
6. Την ποσότητα ανασταλτικών παραγόντων (π.χ. αμμωνία).
7. Τέλος, τα μεθανογόνα βακτήρια λόγω του ότι είναι αναερόβιοι οργανισμοί δεν πρέπει να βρίσκονται σε περιβάλλον με οξυγόνο κατά τη διεργασία της χώνευσης» (Μπογιαντζής, 2019).

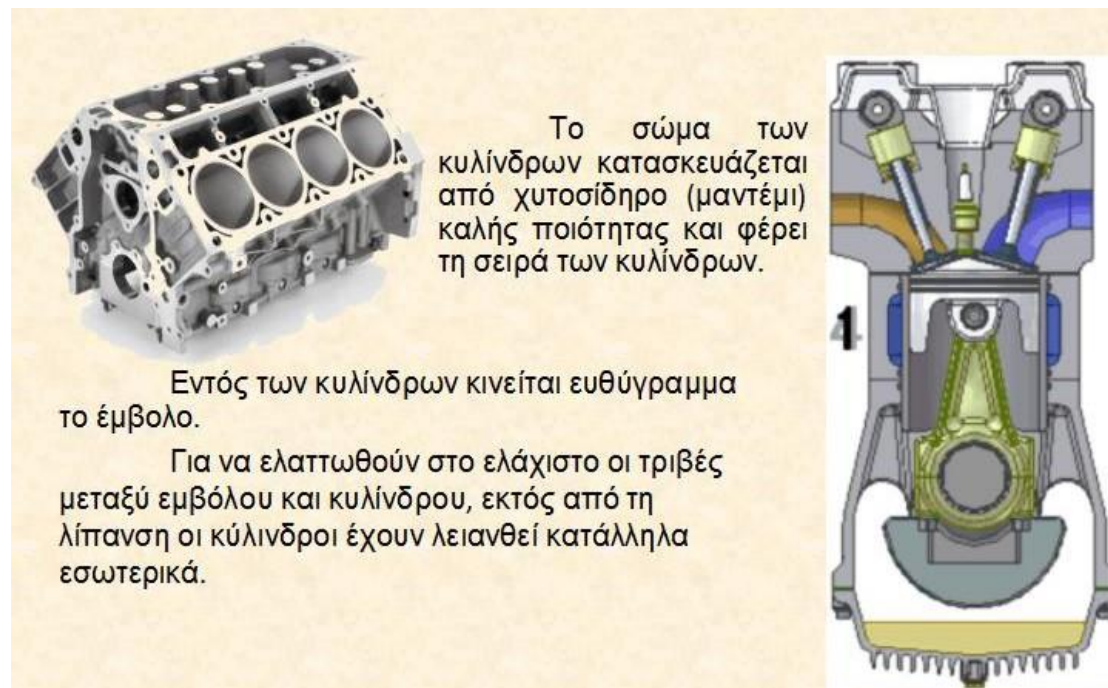
7.2.3 Μηχανές εσωτερικής καύσης

Σε αυτή τη φάση θα αναλύσουμε την λειτουργία των μηχανών εσωτερικής καύσης ώστε να κατανοήσουμε πως λειτουργούν και πως είναι δυνατόν να κάνουμε χρήση του βιοαερίου για την αποτελεσματική λειτουργία.

Μηχανή εσωτερικής καύσης ονομάζουμε τη θερμική κινητήρια μηχανή όπου στο εσωτερικό της γίνεται η καύση του καυσίμου. Γενικά οι μηχανές εσωτερικής καύσεως διακρίνονται σε πετρελαιομηχανές και σε βενζινομηχανές. Ειδικότερα στις βενζινομηχανές η ανάφλεξη πραγματοποιείται με σπινθήρα με την χρήση μπουζί όπως ονομάζονται σε αντίθεση με τις πετρελαιομηχανές στις οποίες η ανάφλεξη παρουσιάζεται με συμπίεση. Όμως είναι δυνατή η αντικατάσταση του καυσίμου που τροφοδοτεί τις μηχανές εσωτερικής καύσης με άλλα καύσιμα όπως για παράδειγμα είναι το υγραέριο και το βιοαέριο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί αρκετά εύκολα αφού η εισαγωγή του βιοαερίου καυσίμου στην μηχανή μπορεί να γίνει με την χρήση ακροφύσιων από την πολλαπλή εισαγωγή αέρα.

Την τελευταία δεκαετία προωθείτε αρκετά η λειτουργία διπλού καυσίμου για τις μηχανές εσωτερικής καύσης. Οι μηχανές εσωτερικής καύσης (MEK) διπλού καυσίμου μετά από συγκεκριμένες μετατροπές που γίνονται κάνουν χρήση μικρότερης ποσότητας καυσίμου σε ανάμιξη με το άλλο καύσιμο, για παράδειγμα στις μηχανές ντίζελ χρησιμοποιείται μικρή ποσότητα πετρελαίου μαζί με βιοαέριο ή υγραέριο. Στις μηχανές ντίζελ όπως είπαμε προηγουμένως η ανάφλεξη του πετρελαίου γίνεται με συμπίεση, έτσι στο θάλαμο καύσης της μηχανής παρέχεται το μίγμα βιοαερίου μαζί με αέρα και μία μικρή ποσότητα πετρελαίου το οποίο βοηθάει στην ανάφλεξη του μίγματος μας. Η ποσότητα του πετρελαίου που εισέρχεται στον θάλαμο της μηχανής διπλού καυσίμου είναι περίπου στο 15 με 20% για να λειτουργεί κανονικά και να αποδίδει τη μέγιστη απόδοση σε συνδυασμό με το βιοαέριο. Το ποσοστό της ποσότητας του πετρελαίου δεν πρέπει να ξεπεράσει το 20% διότι τότε

δεν θα συμφέρει η κατανάλωση καυσίμου αλλά και δεν πρέπει να ρυθμιστεί κάτω από 10% γιατί η μηχανή δεν θα αποδίδει σωστά και θα υπολειτουργεί.



Εικόνα 7.4 Σώμα και κύλινδρος

Πηγή: https://mixanikosose.blogspot.com/2016/02/blog-post_8.html?m=1

Από την άλλη μεριά οι βενζινομηχανές για να κάνουν χρήση του βιοαερίου ως κύριο καύσιμο τους θα πρέπει να γίνει μετατροπή στο καρμπυρατέρ τους με ένα που να κάνει ανάμειξη αέρα και βιοαερίου. Επίσης σε αυτό το σημείο οφείλουμε να εξηγήσουμε ότι δεν υπάρχει κάποια διαφορά στα μηχανικά μέρη μεταξύ των βενζινομηχανών και των μηχανών που λειτουργούν με ντίζελ. Η μόνη διαφορά είναι η καύση που γίνεται με διαφορετικό τρόπο στον κυλινδρικό θάλαμο που έχουν αμφότερες. Μέσα στην μηχανή κινείται στο κυλινδρικό θάλαμο το έμβολο το οποίο με την καύση κινείται παλινδρομικά και γραμμικά κατά μήκος του θαλάμου. Η κίνηση αυτή περιστρέφει ένα στροφαλοφόρο άξονα που συνδέεται με το έμβολο το οποίο κινείται όπως είπαμε γραμμικά. Οι μεγάλες μηχανές εσωτερικής καύσης αποτελούνται από πολλά έμβολα τα οποία όμως συνδέονται στον ίδιο στροφαλοφόρο άξονα που με την συνέχεια του μας δίνει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε την κίνηση αυτή για ό,τι επιθυμούμε. Επιπρόσθετα οι μηχανές καύσης διπλού καυσίμου πραγματοποιούν 4 συγκεκριμένα στάδια για την λειτουργία του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο. Συγκεκριμένα οι κινήσεις που γίνονται είναι:

- ❖ Το ανάμεικτο καύσιμο μείγμα βιοαέριο και αέρας εισέρχεται στον θάλαμο καύσεως από την βαλβίδα εισαγωγής η οποία ανοιγοκλείνει
- ❖ Πραγματοποιείται με συμπίεση καύση του καυσίμου και έτσι αρχίζει να κινείται το έμβολο προς το άνω σημείο όπου κάνει συμπίεση στο μείγμα καυσίμου
- ❖ Στην συνέχεια η απότομη αύξηση της θερμοκρασίας που γίνεται από την συμπίεση που κάνει το καύσιμο και αναφλέγεται κινεί το έμβολο με μεγάλη ισχύ προς το κάτω σημείο μέσα στο θάλαμο και έτσι παράγεται ωφέλιμο έργο
- ❖ Εν τέλει μέσω της αδράνειας μεταξύ του στροφαλοφόρου άξονα και του εμβόλου, το έμβολο επιστρέφει στην αρχική του θέση σπρώχνοντας με αυτό το τρόπο τα καυσαέρια έξω από τον θάλαμο μέσω της δεύτερης βαλβίδας εξαγωγής η οποία ανοιγοκλείνει κατάλληλα ρυθμισμένη



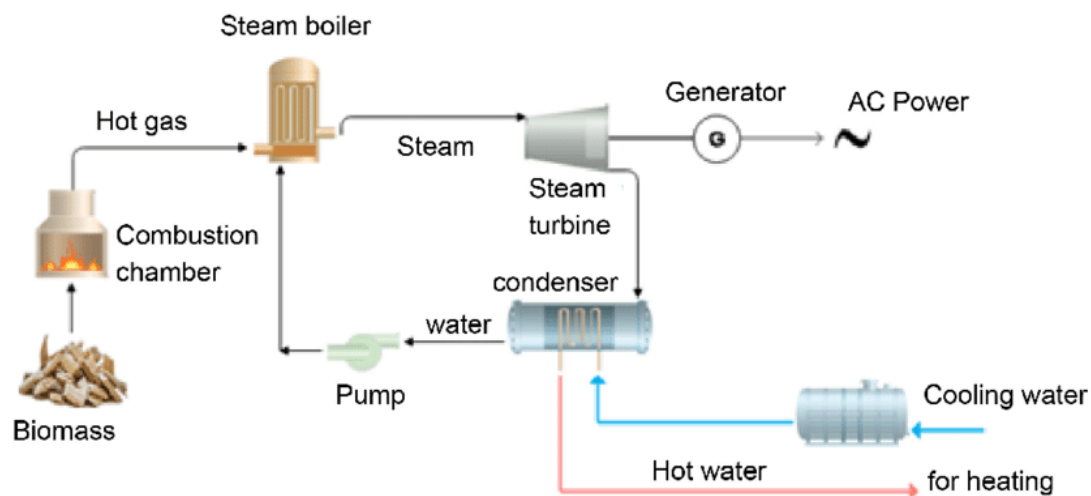
Εικόνα 7.5 Τετράχρονος κινητήρας εσωτερικής καύσης

Πηγή: https://www.cityrider.gr/articles/technic/11903-texniko-2018-xronoi-leitourgias-tetraxronou-kinitira?fbclid=IwAR07tQKpdDYbkL11CQde-t16Kzc0i2xmPIaSdKAPjhhpa8phSx8QwY_S0Kg

Βέβαια το βιοαέριο κατά την χρησιμοποίησή του στις μηχανές εσωτερικής καύσης πραγματοποιείται διάβρωση στην μηχανή και στις σωληνώσεις που την αποτελούν καθώς το υδρόθειο και η υγρασία που εμπεριέχονται στο βιοαέριο είναι ιδιαίτερα διαβρωτικά. Επίσης αξίζει να αναφερθεί και το πρόβλημα ότι το υδρόθειο (H_2S) έχει πολύ δυσάρεστη οσμή η οποία λόγω του ότι είναι έντονη και τοξική αποτελεί ένα επιπλέον πρόβλημα που χρήζει άμεσης λύσης. Όπως καταλαβαίνουμε θα πρέπει να απομακρύνουμε το υδρόθειο και την υγρασία από το βιοαέριο για να έχουμε συνεχή ομαλή λειτουργία της μονάδας συμπαραγωγής.

7.2.4 Αεριοστρόβιλοι

Αεριοστρόβιλος αποκαλείται ο κινητήρας ο οποίος δύναται να μετατρέπει την ενέργεια της ροής ενός αερίου σε ωφέλιμο έργο. Όταν στη θέση του αερίου γίνεται χρήση κάποιου υγρού τότε ονομάζεται υδροστρόβιλος. Η λειτουργία όλων των στρόβιλων θεωρείται όμοια σε γενικές γραμμές. Η κατασκευή του αεριοστρόβιλου διαθέτει τέσσερα κύρια κομμάτια: τον συμπιεστή, τον θάλαμο της καύσης, τον στρόβιλο και το ακροφύσιο εξαγωγής. Επιπρόσθετα, ο αεριοστρόβιλος διαχωρίζεται σε δύο κύρια μέρη, πρώτον το λεγόμενο «ψυχρό τμήμα» που περιλαμβάνει τον συμπιεστή και, δεύτερον το λεγόμενο «θερμό τμήμα» που διαθέτει τον θάλαμο καύσης και τον στρόβιλο. Καταρχάς, ο άνεμος μπαίνει από την εισαγωγή στον συμπιεστή όπου του ασκείται συμπίεση και κατευθύνεται στον θάλαμο της καύσης. Στο σημείο αυτό, εφόσον υπάρξει ανάμειξη με το καύσιμο, πραγματοποιείται με επιτυχία η καύση. Συνεπώς, τα θερμά αέρια που παράγονται θα κατευθυνθούν προς το ακροφύσιο εξαγωγής, και στη διάρκεια της διαδρομής αυτής θα σηματοδοτήσουν την έναρξη της περιστροφής του στρόβιλου, ο οποίος διαθέτει κοινό άξονα σύνδεσης με τον συμπιεστή. Τα καυσαέρια που αποβάλλονται από την εξαγωγή χαρακτηρίζονται από αυξημένη ταχύτητα σε αντίθεση με τον αέρα της εισαγωγής και η διαφορά αυτή έγκειται στο αίτιο της παραγόμενης ώσης ή ώθησης. Η παραγόμενη ισχύς του αεριοστρόβιλου εμφανίζει σχέση αναλογίας με τη θερμότητα που εκλύεται κατά την καύση.



Εικόνα 7.6 Τα στάδια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αεριοστρόβιλου

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Principle-of-operation-of-a-steam-turbine-biomass-cogeneration-plant_fig1_336103944

7.3 Ενεργειακή απόδοση και Οικονομική προσέγγιση του εργοστασίου

Στην παρούσα φάση της εργασίας θα κάνουμε προσπάθεια να αξιολογήσουμε την επένδυση της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από βιομάζα με βάση τα στοιχεία που έχουμε στην διάθεση μας για τον Δήμο Δομοκού.

7.3.1 Κριτήρια αξιολόγησης της επένδυσης

Για να γίνει πραγματικότητα μία τέτοια επένδυση θα πρέπει να παρουσιαστούν αναλυτικά τα οικονομικά οφέλη της ώστε να γίνουν όσο το δυνατό πιο εμφανή σε όλους όσους ενδιαφέρονται να επενδύσουν σε ένα τέτοιο εγχείρημα. Αρχικά θα εξετάσουμε την ενεργειακή απόδοση της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με βάση τα απαιτούμενα δεδομένα που προβλέπουμε ότι θα διαθέτουμε σε βιομάζα. Έπειτα αναλύουμε τις πιθανές πηγές χρηματοδότησης της επένδυσης και τα κέρδη που θα μας φέρει η κατασκευή του εργοστασίου. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι οικονομικό κριτήριο της ζωής μίας τέτοιας τεχνολογικής επένδυσης αποτελεί κατά κύριο λόγο το μέσο όριο ζωής του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού που θα εγκαταστήσουμε στην μονάδα μας. Σύμφωνα με τις έρευνες που πραγματοποιήσαμε ο χρόνος ζωής αυτών των μηχανημάτων παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από βιομάζα ανέρχεται σε 20 χρόνια τουλάχιστον. Ταυτόχρονα οι έρευνες που ΠΑΔΑ, Τμήμα Η&ΗΜ, Διπλωματική Εργασία, Ρούμελης Παναγιώτης

πραγματοποιήσαμε έδειξαν ότι η ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. κλειδώνει της τιμές πώλησης που συμφωνούνται στα 20 χρόνια με συμβόλαια όπου κλείνει τις τιμές αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας για αυτό το διάστημα.

7.3.2 Ενεργειακή απόδοση της μονάδας

Σε αυτό το κομμάτι θα δούμε το ελάχιστο δυναμικό βιομάζας που θα διαθέτει η μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που μελετούμε την δημιουργία της στο οροπέδιο του Δήμου Δομοκού. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται κατά προσέγγιση οι πηγές βιομάζας που υπάρχουν σήμερα στην ευρύτερη περιοχή και δεν αξιοποιούνται με κανένα τρόπο.

| Πηγές βιομάζας | Τόνοι/χρόνο |
|------------------------|--------------|
| Αγροτικές καλλιέργειες | 800.000,00 |
| Ζωικά απόβλητα | 1.200.000,00 |
| Βιομηχανικά απόβλητα | 254.750,00 |
| Αστικά απόβλητα | 143.800,00 |

Πίνακας 7.3.2.1 Πηγές βιομάζας στον Δήμο Δομοκού

7.3.3 Ανάπτυξη οικονομικής απόδοσης του έργου

Στην μελέτη που κάναμε σχετικά με την οικονομική απόδοση πήραμε μία θεωρητική τιμή της βιομάζας της τάξης του 0,8 kg/kWh όπου 0,225/kWh είναι τα έσοδα και το καύσιμο είναι 0,20/kg. Όλες οι πληροφορίες σχετικά με το κόστος της βιομάζας για διαφορετικών τύπων βιομάζας προέρχονται από το σχετικό ΦΕΚ. Έτσι λοιπόν βλέπουμε ότι η τιμή θα είναι 75€ ανά τόνο το οποίο μας αντιστοιχεί σε 50 λεπτά κόστος βιομάζας για κάθε ευρώ εσόδων. Επιπρόσθετα το πρώτο κεφάλαιο της επένδυσης είναι δυνατόν να προέλθει από την τράπεζα με ειδικό τραπεζικό δανεισμό για δημιουργία εγκαταστάσεων τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπου το επιτόκιο είναι αρκετά χαμηλό και συγκεκριμένα της τάξεως του 5%. Υπολογίζεται ότι ο χρόνος αποπληρωμής μιας τέτοιας επένδυσης είναι περίπου στα 10 χρόνια ώστε να αποσβεστεί το πόσο που διατέθηκε για την κατασκευή του έργου. Η οικονομική μελέτη που κάναμε περιέχει το συνολικό κόστος κατασκευής

συνολικά του έργου μας καθώς και το ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας παραγωγής μας. Στην συνέχεια παρουσιάζεται ένα πιθανό οικονομικό σενάριο οικονομικής λειτουργίας του έργου μας.

| | |
|--------------------------------------|------------------|
| Προϋπολογισμός του έργου | 6.000.000,00€ |
| Κεφάλαιο δανεισμού | 3.500.000,00€ |
| Ετήσια ενέργεια που παράγεται | 11.000.000,00kWh |
| Ετήσια απόσβεση | 600.000,00€ |
| Κόστος της βιομάζας ανά έτος | 900.000,00€ |
| Τιμή πώλησης | 0,225€/kWh |
| Φόροι | 300.000,00€ |
| Έτήσια έσοδα | 3.200.000,00€ |

Πίνακας 7.3.3.1 Οικονομική αξιολόγηση της μονάδας ισχύος 1,5MW ή 1500KWh

7.3.3.1 Μεταφορικό κόστος της βιομάζας

Με βάση τα προηγούμενα κεφάλαια έγινε κατανοητή η ανάγκη μεταφοράς που υπάρχει για τις τεράστιες ποσότητες βιομάζας που απαιτεί μία μονάδα παραγωγής τέτοιου βεληνεκούς. Γίνεται λοιπόν επιτακτική ανάγκη να μεταφέρονται οι πηγές βιομάζας από ολόκληρο τον Δήμο Δομοκού ώστε να έχουμε την υψηλότερη δυνατή απόδοση την μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Η προμήθεια αυτών των υλικών απαιτεί να συμπεριλάβουμε το κόστος όλης αυτής της διαδικασίας μεταφοράς. Για την καλύτερη δυνατή προσέγγιση θα υπολογίσουμε το ετήσιο κόστος μεταφοράς της διαθέσιμης βιομάζας, εφόσον υπολογίσουμε στο περίπου τον αριθμό των διαδρομών και το συνολικό κόστος κάθε διαδρομής. Το κόστος της μεταφοράς κυμαίνεται από 8€/tn έως 15€/tn, οπότε για την αξιολόγηση μας θα λάβουμε υπόψη τον μέσο όρο δηλαδή το 12€/tn.

7.4 Περιβάλλον και Κοινωνία

Η κατασκευή ενός εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής από βιομάζα θα προσφέρει πολλά οφέλη στο περιβάλλον του τόπου αλλά και στους κατοίκους του. Αρχικά είναι σημαντικό να τονίσουμε τις θέσεις εργασίας που θα δημιουργηθούν στην περιοχή, θέσεις που θα ωφελήσουν τους εργαζόμενους σε οποιοδήποτε τομέα τους εργοστασίου αλλά και θέσεις που θα ωφελήσουν τους αγρότες, κτηνοτρόφους ακόμα και τους βιομηχάνους όπως είπαμε με την αγορά των προϊόντων τους. Στην σημερινή εποχή με την κρίση και τις οικονομικές δυσκολίες που υπάρχουν στον πρωτογενή τομέα το εργοστάσιο θα αποτελέσει μια πολύ καλή πηγή εσόδων για την τοπική κοινωνία. Επιπρόσθετα αξιοσημείωτο είναι να αναφέρουμε πως με την δημιουργία του εργοστασίου θα μειωθούν τα απόβλητα κυρίως αγροτικής και κτηνοτροφικής προελεύσεως αφού θα χρησιμοποιηθούν ως βιομάζα. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της παρούσας επένδυσης για το περιβάλλον και την κοινωνία του οροπεδίου του Δήμου Δομοκού.

7.4.1.1 Πλεονεκτήματα

«Τα κύρια πλεονεκτήματα αυτής της ενέργειας είναι:

- Μικρό χρηματικό ποσό επένδυσης.
- Υψηλή απόδοση κεφαλαίου σε ετήσια βάση και επιστροφή του σε σύντομο χρονικό διάστημα.
- Εγγυημένη σταθερότητα στην προμήθεια ποιοτικής και μικρού κόστους πρώτης ύλης.
- Περιορισμένο και ελεγχόμενο κόστος λειτουργίας.
- Εγγυημένα καλή και συνεχής λειτουργία της παραγωγικής διαδικασίας.
- Μηδενική επιβάρυνση περιβάλλοντος.
- Δημιουργία θέσεων εργασίας.»

(Epsilon – Energy and Constructions, 2021).

7.4.1.2 Μειονεκτήματα

Υπάρχουν ωστόσο και μειονεκτήματα από την παρούσα ενέργεια, όπως τα παρακάτω.

- Το κυριότερο από τα μειονεκτήματα της βιομάζας ως καύσιμη ύλη θεωρείται το γεγονός ότι διαθέτει μικρή θερμαντική δυνατότητα κατά μονάδα βάρους ενώ μειώνεται ακόμα πιο πολύ κατά μονάδα όγκου αν συγκριθεί με τα ορυκτά καύσιμα.
- Η υγρασία που περιέχει συντελεί ακόμα περισσότερο στη μείωση της διαθέσιμης θερμαντικής αξίας όταν ο υπολογισμός της στηρίζεται στο υγρό βάρος της. Ως αποτέλεσμα, τον περιορισμό της χρήσης της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς στον τόπο παραγωγής της και επομένως η αξιοποίησή της γίνεται σε στενό τοπικό επίπεδο.
- Ενώ μια μονάδα καύσεως βιομάζας διαθέτει μικρό χρόνο απόσβεσης, παρουσιάζει πιο αυξημένο αρχικό κόστος εγκατάστασης, σε αντίθεση με μια μονάδα καύσης ορυκτών καυσίμων. Ίσως αυτό να επιφέρει την αναστολή της απόφασης του χρήστη προσωρινά για την προτίμηση της βιομάζας, μέχρι τη στιγμή που θα βελτιωθεί η επιχείρηση ως προς το οικονομικό τμήμα.
- Το διαθέσιμο ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας συσχετίζεται με τους τόνους ισοδύναμου πετρελαίου, με αποτέλεσμα να θεωρείται σημείο σύγκρισης των δύο πηγών ενέργειας, αναδεικνύοντας δυνατό τον υπολογισμό της ενεργειακής και οικονομικής ωφέλειας από την αξιοποίηση της βιομάζας.

Είναι σημαντικό όλοι οι περατωμένοι στρατηγικοί σχεδιασμοί που αφορούν την ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας να υπολογίζουν εξίσου τόσο τα θετικά στοιχεία συγκριτικά με τις συμβατικές πηγές ενέργειας όσο και τα μειονεκτήματα από τη χρήση της βιομάζας συγκριτικά με τα ορυκτά καύσιμα όπως είναι το πετρέλαιο, ο γαιάνθρακας ή το φυσικό αέριο.

7.5 Νομοθετικό Πλαίσιο

7.5.1 Διεθνή Νομοθεσία

«Τα τελευταία χρόνια η υπερθέρμανση του πλανήτη αποτελεί ένα βασικό πρόβλημα σε όλες τις χώρες. Η δημιουργία του πλαισίου Συνθήκης των Ηνωμένων Εθνών για τη Κλιματική Αλλαγή το 1992 οδήγησε στο Πρωτόκολλο του Κιότο (υιοθετήθηκε το 1997 και τέθηκε σε ισχύ το 2005), το οποίο επιβάλλει στις αναπτυγμένες χώρες να κάνουν περιορισμούς στις εκλύσεις αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου κάτω από τα καθορισμένα όρια της καθεμιάς Συνθήκης μέσα σε ένα πενταετές πλαίσιο ενδιάμεσα στο 2008 και το 2012» (Τσούκος & Κατηφόρη, 2016). «Στην συνέχεια η μετέπειτα κίνηση ήταν η υπογραφή της διεθνούς συνθήκης στο Μπαλί το 2007 από 190 χώρες για την έρευνα μεθόδων που να προσφέρουν την μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση και ανάπτυξη στρατηγικών και τεχνολογιών φιλικών για τον άνθρακα. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θέσπισε τη Πράσινη Βίβλο το 1996 όπου κάνει έκκληση για όσο το δυνατόν ταχύτερη αύξηση στην αναλογία των ΑΠΕ ως βασική πηγή ενέργειας από 6% σε 12% το 2010» (Τσούκος & Κατηφόρη, 2016). Το γεγονός αυτό οδήγησε στην συγκατάθεση των παρακάτω δύο οδηγιών:

- I. «Η Οδηγία Πράσινο Ηλεκτρισμός, η οποία στοχεύει στην αύξηση του ποσοστού παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε 22% από το 2010» (Τσούκος & Κατηφόρη, 2016)
- II. «Η Οδηγία Ανανεώσιμες Μεταφορές όπου επιδιώκει την σταδιακή αύξηση του ποσοστού ανάμιξης των βιοκαυσίμων στα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές σε 2% το 2005, σε 5,75% το 2010 και σε 20% το 2020» (Τσούκος & Κατηφόρη, 2016). «Ο στόχος της ΕΕ για αύξηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έως και 32% μέχρι το 2030 θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από την αύξηση της χρήσης της στον τομέα των μεταφορών.» (Κοινή δήλωση πέντε κρατών-μελών της ΕΕ στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή για τη βελτίωση του ελέγχου στη χρήση βιοκαυσίμων. (2021). Ανακτήθηκε από <https://www.iefimerida.gr/green/dilosia-5-melon-ee-gia-elegho-biokaysimon>). «Επιπρόσθετα η βιοενέργεια αποτελεί μία καλή λύση για την καλύτερη ασφάλεια εφοδιασμού για την Ευρωπαϊκή Ένωση αφού γίνεται επέκταση με τη χρήση ενεργειακών πηγών που υπάρχουν τοπικά» (Τσούκος & Κατηφόρη, 2016).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η παραγωγή βιοκαυσίμων διπλασιάστηκε από το 2008 μέχρι και σήμερα. Υπολογίζεται ότι 13,9 εκατομμύρια τόνοι βιοντίζελ καταναλώνονται στην ΕΕ κάθε χρόνο.

7.5.2 Ελληνική Νομοθεσία

Το θεσμικό πλαίσιο που υιοθετήθηκε στη Ελλάδα σχετικά με την ανάπτυξη εφαρμογών που αφορά την χρήση τους στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συγκεκριμένα της βιομάζας είναι αισιόδοξο. Ο αναπτυξιακός νόμος που εφαρμόζεται σήμερα προβλέπει επιδοτήσεις αρκετά ικανοποιητικές στους φορείς που χρησιμοποιείται η διαθέσιμη βιομάζα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενώ επίσης έχουν εξεταστεί και εξειδικευμένες διαδικασίες ώστε να πωληθεί η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από την βιομάζα στην Δ.Ε.Η. Α.Ε.. Οι επιδοτήσεις δίνονται στις εγκαταστάσεις:

- i. Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας με τη χρήση βιομάζας
- ii. Παραγωγή βιοκαυσίμου
- iii. Τηλεθέρμανση με τη χρήση βιομάζας

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει ένα πλαίσιο Ενεργειακής Πολιτικής που σχετίζεται με ένα πλάνο προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, και το όποιο έχει σαν κύριους στόχους να αυξηθεί μέχρι το 2030 κατά τουλάχιστον 32% το ποσοστό βιοκαυσίμων στην αγορά. Επιπλέον μία ακόμα πρωτοβουλία που θέσπισε η Ευρωπαϊκή Ένωση ώστε να ενισχύσει την εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 30/2003/EC είναι ο Σχεδιασμός Δράσης για την Βιομάζα που θέτει κάποια μέτρα ώστε να κατορθώσει να προωθήσει την χρήση της βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας αλλά και για τις μεταφορές.

Ταυτόχρονα το Μάρτιο του 2007 η Ευρωπαϊκή Ένωση έκανε πρόταση για να αναθεωρήσουν την οδηγία που ισχύει για τα βιοκαύσιμα δείχνοντας ότι η τεχνολογία παραγωγής βιοκαυσίμων πρέπει να μελετηθεί και να αναπτυχθεί περισσότερο με σκοπό να διασφαλίσει ότι θα υπάρχει ανταγωνιστικότητα των προϊόντων με την ολοένα και καλύτερη διεργασία και χρήση της. Επάνω στο πλαίσιο αυτό η Ελληνική στρατηγική βασίζει το πλάνο της στο περιεχόμενο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και έτσι προχώρησε με το σχετικό νόμο 3423/2005 που θεσμοθετήθηκε για την χρήση των βιοκαυσίμων και την εισαγωγή τους στην ελληνική αγορά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε ολόκληρο τον πλανήτη είναι γνωστό ότι τα αποθέματα των ορυκτών πηγών ενέργειας, όπως είναι το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, ο άνθρακας κ.α., που χρησιμοποιούμε σήμερα κοντεύουν στην εξάντληση τους. Ταυτόχρονα οι έρευνες δείχνουν ότι οι κάτοικοι του πλανήτη θα διπλασιαστούν οπότε καταλαβαίνουμε ότι θα αυξηθούν οι ενεργειακές μας ανάγκες.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση θέλησε να επιδιώξει την σταθεροποίηση των εκπομπών CO₂ των χωρών μελών της στα επίπεδα του 1990 το έτος 2000, με μακροχρόνιο στόχο τη περαιτέρω μείωση τους έως το 2010. Επιπλέον για την επίτευξη αυτού του στόχου έχουν γίνει σχέδια που προβλέπουν την επιβολή φορολογίας σχετικά με το διοξείδιο του άνθρακα, όπου θα είναι σύμφωνη με την αναλογία των εκπομπών ρύπων που προκαλεί η κατανάλωση ενέργειας στο βιομηχανικό τομέα. Έτσι γίνεται κατανοητό ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν σήμερα την μοναδική ελπίδα στον τομέα της ενέργειας. Σύμφωνα με έρευνες που έγιναν προβλέπετε τουλάχιστον 150 εκατομμύρια στρέμματα γόνιμων εκτάσεων γης να αφεθούν σε αγρανάπαυση, τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για ενεργειακές καλλιέργειες με σκοπό την παραγωγή ενέργειας. Με αυτό το σκεπτικό η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δαπανήσει τεράστια χρηματικά ποσά για ερευνητικό σκοπό ώστε να αξιοποιηθεί η διαθέσιμη βιομάζα και να αναπτυχθεί η καλλιέργεια φυτών που μπορούν να καλλιεργηθούν σε περιθωριοποιημένες εκτάσεις και σε ορεινές περιοχές όπου οι υπόλοιπες καλλιέργειες δεν είναι τόσο αποδοτικές όσο στις πεδιάδες.

Τέλος ο στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2010 ήταν να κατορθώσει να καλύψει το 12% των ενεργειακών αναγκών των χωρών μελών της με την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Έτσι σήμερα ο στόχος που έχει θεσπιστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι για το έτος 2030 είναι να καλυφθεί το 32% των αναγκών ενέργειας από της ανανεώσιμες πηγές με προβλεπόμενη την ολοένα ισχυρότερη συμμετοχή της βιομάζας σε αυτήν τη προσπάθεια. Με την αξιοποίηση της βιομάζας με στόχο την παραγωγή ενέργειας καταφέρνουμε:

- ✓ Την προστασία του περιβάλλοντος και την βελτίωση των κλιματικών αλλαγών αφού η βιομάζα σαν καύσιμο έχει σημαντικό πλεονέκτημα απέναντι στα συμβατικά καύσιμα από περιβαλλοντική άποψη
- ✓ Την εξοικονόμηση χρημάτων εφόσον χρειάζονται λιγότερα συμβατικά καύσιμα
- ✓ Την μειωμένη εξάρτηση της χώρας από ενεργειακές πηγές που προέρχονται από άλλες χώρες
- ✓ Την εξασφάλιση νέων θέσεων εργασίας αφού δημιουργούνται εργοστάσια επεξεργασίας και συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας

- ✓ Την οικονομική ενίσχυση του αγροτικού τομέα ο οποίος πλήττεται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου και ανάλογα την γεωργική περιοχή ορισμένα προϊόντα που την χαρακτήριζαν δεν παράγονται πλέον
- ✓ Την συγκράτηση του πληθυσμού και την ανάπτυξη των κατοίκων στην περιφέρεια ενάντια στην αστικοποίηση που πραγματοποιείται τα τελευταία χρόνια

Επιπρόσθετα τα οφέλη που μπορεί να αποκομίσει η χώρα μας σε αυτή τη προσπάθεια που γίνεται στον ενεργειακό τομέα είναι ιδιαίτερα σημαντικά, τόσο από περιβαλλοντική όσο και από οικονομική πλευρά. Η Ελλάδα μας διαθέτει πλούσιο δυναμικό το οποίο μπορεί να εκμεταλλευτεί ώστε να αποδώσει μεγάλες ποσότητες βιομάζας και ενεργειακής αξιοποίησης του αποθέματος.

- ✓ Οι άγονες και οι ξηροθερμικές συνθήκες του ευαίσθητου περιβάλλοντος του γεωργικού τομέα της Ελλάδας κάνει δύσκολη την αξιοποίησης της βιομάζας σε μεγάλη κλίμακα αντίστοιχη άλλων χωρών. Βέβαια το επίπεδο δυναμικού είναι πολύ ενθαρρυντικό στην παραγωγή ενέργειας από βιομάζα.
- ✓ Θα πρέπει να γίνουν στην χώρα μας καταμετρήσεις της διαθέσιμης βιομάζας που μπορούν να συμμετέχουν στο ενεργειακό δυναμικό της
- ✓ Θα πρέπει να διεξαχθούν εξειδικευμένες αλλά και μελέτες από τα πανεπιστήμια της χώρας όπως το ΕΜΠ, Γεωπονικά Πανεπιστήμια, ΚΑΠΕ καθώς και από επενδυτές

Παρατηρούμε λοιπόν ότι η βιομάζα αποτελεί μία σπουδαία πηγή ανανεώσιμης ενέργειας, η οποία μπορεί να συμβάλει στο πρόβλημα που δημιουργείται από την εξάντληση των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων όπως για παράδειγμα είναι το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και ο άνθρακας. Πλέον είναι γνωστό ευρύτερα ότι οι αναπτυσσόμενες χώρες κάνουν παραγωγή το 1/3 της ενέργειας τους με την χρήση βιομάζας. Στην χώρα μας η βιομάζα παρουσιάστηκε αρχικά ως μέσο παραγωγής θερμικής ενέργειας για την θέρμανση κατοικιών, στην συνέχεια εντάχθηκε στην παραγωγή βιοντίζελ και τέλος έχει αρχίσει και χρησιμοποιείται με την κατασκευή εργοστασίων συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Μία βιομηχανία η οποία επένδυσε σε μία μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα είναι ο Επίλεκτος Α.Ε.Β.Ε. το οποίο ασχολείται με την κλωστοϋφαντουργία και αξιοποιεί για την παραγωγή κλωστών τόσο την ηλεκτρική ενέργεια για τους ηλεκτροκινητήρες όσο και την θερμική ενέργεια για την βαφή των κλωστών.

Έτσι γίνεται κατανοητό ότι η βιομάζα αποτελεί μία τεχνολογία θετικά ελπιδοφόρα για το μέλλον με πολλές προδοκίες και επενδυτικά ενδιαφέροντα για τον τομέα την επιχειρηματικότητας. Για όλα αυτά που μπορεί να προσφέρει η βιομάζα η Ευρωπαϊκή Ένωση και κατ' επέκταση η Ελλάδα κάνει έναν αγώνα δρόμου ούτως ώστε να καταφέρει να αυξήσει το ποσοστό συμμετοχής της στην ενέργεια κατά 20% το 2020 και κατά 32% το 2030 στην τελική κατανάλωση ενέργειας. Το αποτέλεσμα αυτού του αγώνα δρόμου για την επίτευξη αυτού του ποσοστού είναι ιδιαίτερα ελπιδοφόρο για το ενεργειακό πρόβλημα του πλανήτη μας, για την δημιουργία θέσεων εργασίας, για την συγκέντρωση κατοίκων στην περιφέρεια, για την αντιμετώπιση του προβλήματος του θερμοκηπίου και για την οικονομική ανάπτυξη της χώρας.

Βιβλιογραφία – Αναφορές

Βιβλία

Καπλάνης, Σ. Ν. (2008). *Ήπιες Μορφές Ενέργειας: Περιβάλλον και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*. Αθήνα: Εκδόσεις Ίων.

Τσούτσος, Δ. Θ. & Κανάκης, Ν. Ι. (2013). *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Τεχνολογία και Περιβάλλον*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.

Μπιτζιώνης, Β. Δ. & Μπιτζιώνης, Δ. Β. (2010). *Εναλλακτικές Μορφές Ενέργειας*. Αθήνα: ΤΖΙΟΛΑ.

Πανεπιστημιακή Ιστοσελίδα

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής – Σχολή Μηχανικών – Τμήμα Ηλεκτρολόγων & Ηλεκτρονικών Μηχανικών. (2018). Σπουδές. Ανακτήθηκε από https://eee.uniwa.gr/el/spoudes/proptyxiakes-spoudes/programma-spoudwn-5etes/diplomatiki-ergasia?fbclid=IwAR1CgQWMrpDOUhCfGh_IIH7QLmWMssMg-3PNR2aC_rojvxs6Wi9tq1wcPvE

Διπλωματικές Εργασίες

Μπογιαντζής, Ι. (2019). Διαχείριση και αξιοποίηση γεωργικών αποβλήτων. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.

Ρηγόπουλος, Π. (2009). Διερεύνηση Τεχνολογικών Προτεραιοτήτων για το νομό Καρδίτσας: Μελέτη προσκοπιμότητας φωτοβολταϊκού πάρκου. Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Συκιώτης, Δ. (2021). Σχεδιασμός μονάδας παραγωγής ενέργειας από κτηνοτροφικά απόβλητα μεγάλης μονάδας σε ελληνικό νησί. Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αθήνα.

Τσούκος, Σ. & Κατηφόρη, Μ. (2016). Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα.

ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα.

ΠΑΔΑ, Τμήμα Η&ΗΜ, Διπλωματική Εργασία, Ρούμελης Παναγιώτης

Διαδικτυακή Εγκυκλοπαίδεια

Βικιπαίδεια. (χ.χ.). Εγκυκλοπαίδεια Βικιπαίδεια. Ανακτήθηκε 8 Σεπτεμβρίου, 2021, από

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%8D%CE%BB%CE%B7:%CE%9A%CF%8D%CF%81%CE%B9%CE%B1?fbclid=IwAR00DWplKSKEO97B5jgUw-ekMtuMD8CdUpZjdn2WVwEfd7QUbi4ai7gCjZE>

Διαδικτυακά Λεξικά

Βικιλεξικό. (χ.χ.). Λεξικό Βικιλεξικό. Ανακτήθηκε 8 Σεπτεμβρίου, 2021, από

<https://el.wiktionary.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BA%CE%B9%CE%BB%CE%B5%CE%BE%CE%B9%CE%BA%CF%8C>

WordReference. (χ.χ.). Λεξικό WordReference. Ανακτήθηκε 8 Σεπτεμβρίου, 2021, από <https://www.wordreference.com/engr/>

Διαδικτυακές Πηγές

AGROENERGY. (χ.χ.). Υποστρώματα για την αναερόβια χώνευση. Ανακτήθηκε 11 Μαΐου, 2021, από <http://www.agroenergy.gr/content/υποστρώματα-για-την-αναερόβια-χώνευση>

Δήμος Δομοκού. (χ.χ.). Επισκέπτες. Ανακτήθηκε 11 Μαΐου, 2021, από <https://www.domokos.gr/episkeptes/>

Δ. Νομικός – Εργοστάσιο Ντομάτας. (2017). Σχετικά με εμάς. Ανακτήθηκε 11 Μαΐου, 2021, από <https://www.dnomikos.gr/about/>

Εταιρεία – Κατίκι Δομοκού. (2021). Αρχική, Προϊόν. Ανακτήθηκε 11 Μαΐου, 2021, από <https://www.katiki-domokou.gr/etairia/>

Epsilon – Energy and Constructions. (2021). Μονάδες Βιομάζας 1MW στην Ημαθία.

Ανακτήθηκε 11 Μαΐου, 2021, από <https://epsilon-econ.gr/μονάδα-βιομάζας-1mw-στην-ημαθία/>

ΚΑΠΕ. (1996). Βιομάζα. Ανακτήθηκε στις 14 Αυγούστου, 2021, από

http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf

KAROUZOS – Engineering Innovation. (2021). Πρόταση Επένδυσης στη Βιομάζα.

Ανακτήθηκε 11 Μαΐου, 2021, από <https://www.karouzos.gr/index-3-3.php>

Μπεόπουλος, Ν., Γκιρτή, Δ., Μουγγολιά, Α. (2010). Greekscapes - Οροπέδιο

Δομοκού: ο τόπος των δημητριακών και της δρυός. Ανακτήθηκε 11 Μαΐου, 2021,

από <http://www.greekscapes.gr/index.php/2010-01-21-16-47-29/2010-01-21-18-38-00/102-fthiotida/219-domokos>

Τετόρος Μηχανήματα Α.Ε. (χ.χ.). Βιοαέριο. Ανακτήθηκε 11 Μαΐου, 2021, από

https://www.tetomachine.gr/?utm_campaign=GR+Vioaerio&utm_source=google&utm_medium=ppc&utm_term=%2Bβιοαεριο&utm_content=2060860xEAlaIQobChMI1aGt8tvq8QIVw-d3Ch1rBAtEEAAYASAAEgLFRfD_BwE

Τεχνικό-οικονομική μελέτη ανάπτυξης μονάδας παραγωγής βιοαερίου. (2006).

Ανακτήθηκε 11 Μαΐου, 2021, από

<http://www.cres.gr/services/istos.chtm;jsessionid=03E0CBB8CE753344E5C951B9C8FC3861?prnbr=25347>

Εικόνες

Εικόνα εξωφύλλου:

Biomass renewable energy source. (2021). MotherEarthNews. Ανακτήθηκε 8 Σεπτεμβρίου, 2021, από <https://www.motherearthnews.com/renewable-energy/other-renewables/biomass-renewable-energy-ze0z1807zcoo>

Ανεμογεννήτριες. (2020). Energy In. Ανακτήθηκε 8 Απριλίου, 2021, από <https://energyin.gr/2020/02/05/%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%B5%CE%AF%CF%84%CE%B1%CE%B9-%CE%B7-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7-%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%81%CF%8E%CE%BD/>

Αντλία Θερμότητας. (2014). Triedrasi. Ανακτήθηκε 8 Απριλίου, 2021, από http://www.triedrasi.gr/index.php/net_metering_thermansi.html

Απεικόνιση σταθμού βιομάζας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. (χ.χ.). Solution – Biomass Energy. Ανακτήθηκε 21 Αυγούστου, 2021, από https://biomass-africa.weebly.com/solution.html?fbclid=IwAR2esnbgNZyl12pIqVYnJC7CV_MjL-vRPYwWp1mX8qb3-Dcnn8jgx3XohrE

Αυτόνομο Φωτοβολταϊκό Σύστημα 1KW. (χ.χ.). Terabox. Ανακτήθηκε 17 Αυγούστου, 2021, από <https://www.terabox.gr/product/aftonomo-fotovoltaiko-systima-1kw/>

Βιομάζα. (χ.χ.). Βιομάζα. Ανακτήθηκε 17 Αυγούστου, 2021, από <https://hellenic-college.gr/wp-content/uploads/works/energy-sources/biomaza.htm>

Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας. (2013). Sunblog.gr. Ανακτήθηκε από <http://www.sunblog.org/perivallon/2013/02/%CE%B5%CE%BE%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CE%B8%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%AD%CF%89%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-80-%CE%BC%CE%B5-%CE%B1%CE%BD%CF%84-12169.html>

Γεωθερμικό Σύστημα Παραγωγής Ενέργειας. (χ.χ.). Πηγές Ενέργειας. Ανακτήθηκε 17 Αυγούστου, 2021, από

<https://sites.google.com/site/energeiakaiperiballonalexk/geothermike-energeia>

«Γλυκό Σόργο». (χ.χ.). Dreamstime.gr. Ανακτήθηκε 20 Απριλίου, 2021, από

<https://gr.dreamstime.com/%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BA-%CE%B5%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%BD%CE%B5%CF%82-%CE%B3-%CF%85%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%8C%CF%81%CE%B3%CE%BF-dochna-%CF%83%CF%8C%CF%81%CE%B3%CE%BF%CF%85-provar-image58773604>

«Δομοκός». (2013). WonderGreece. Ανακτήθηκε 20 Απριλίου, 2021, από

http://www.wondergreece.gr/v1/el/Perioxes/N_Fthiwtidos/Gia_tin_perioxi/Poleis_Xwria/16384-Domokos

«Ελαιοκράμβη». (2015). Humofert. Ανακτήθηκε 20 Απριλίου, 2021, από

<https://www.humofert.gr/el/component/eshop/catalog/item/kalliergeies/epaggelmaties/42-fita-megalis-kalliergeias/351-elaiokrambi.html>

«Εργοστάσιο Ντομάτας Δ. Νομικού Δομοκός». (χ.χ.). Ellinikifoni.gr. Ανακτήθηκε 20 Απριλίου, 2021, από <https://www.ellinikifoni.gr/nomikos.htm>

«Ζαχαρότευτλο». (2019). Agricultural Solutions. Ανακτήθηκε 20 Απριλίου, 2021, από <https://www.agro.basf.gr/el/Crop-Solutions/%CE%A4%CE%B5%CF%8D%CF%84%CE%BB%CE%B1/>

«Ηλιάνθος». (2021). FARMABLOG. Ανακτήθηκε 20 Απριλίου, 2021, από <https://blog.farmacon.gr/katigories/tehniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/2325-i-kalliergeia-tou-ilianthou-iliotropia>

Η πεδιάδα της Ξυνιάδας. (2001). Φθιωτικός Τυμφρηστός. Ανακτήθηκε 20 Απριλίου, 2021, από http://fthiotikos-tymfristos.blogspot.com/2011/12/blog-post_2495.html

Κατασκευή Ανεμογεννήτριας. (χ.χ.). ΚΑΠΕ. Ανακτήθηκε 17 Αυγούστου, 2021, από http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_windmill.htm

Μηχανή Εσωτερικής Καύσης – Γεννήτρια. (χ.χ.). Ανακτήθηκε 19 Αυγούστου, 2021, από http://www.rieanpishroco.com/wp-content/uploads/2015/04/TBG-620.pdf?fbclid=IwAR08jEL_v_jmFjnZPGgror0dGFdcpDCoQF0oWsuyOWimn0_veXPw17Gqr5g

Πανοραμική άποψη της Ομβριακής. (2011). Βιολογικό Κτήμα Ζαβού. Ανακτήθηκε 20 Απριλίου, 2021, από http://erivolosfthia.blogspot.com/2011/12/blog-post_4607.html

Σταθμός Γεωθερμικής Ενέργειας. (2017). Geonews. Ανακτήθηκε 8 Απριλίου, 2021, από <https://geonews.gr/7919-2/>

Σώμα και κύλινδρος. (2016). Βασικά μέρη κινητήρα – ΜΕΚ. Ανακτήθηκε 8 Απριλίου, 2021, από https://mixanikosose.blogspot.com/2016/02/blog-post_8.html?m=1

Τα μέρη ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου. (2014). DocPlayer. Ανακτήθηκε 17 Ιουνίου, 2021, από <https://docplayer.gr/45568505-Thema-ydroilektriko-ergostasio.htm>

Τα στάδια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αεριοστρόβιλου. (2019). Biomass Cogeneration Technologies. Ανακτήθηκε στις 8 Απριλίου, 2021, από https://www.researchgate.net/figure/Principle-of-operation-of-a-steam-turbine-biomass-cogeneration-plant_fig1_336103944

Τετράχρονος κινητήρας εσωτερικής καύσης. (2018). Τεχνικό – Ο τετράχρονος κύκλος ενός κινητήρα. Ανακτήθηκε 17 Ιουνίου, 2021, από https://www.cityrider.gr/articles/technic/11903-texniko-2018-xronoi-leitourgias-tetraxronou-kinitira?fbclid=IwAR07tQKpdDYbkL11CQde-tI6Kzc0i2xmPIaSdKAPjhhpa8phSx8QwY_S0Kg

Υδροηλεκτρική Μονάδα. (χ.χ.). Slide Player. Ανακτήθηκε 17 Αυγούστου, 2021, από <https://slideplayer.gr/slide/2867528/>

Φωτοβολταϊκά πάνελ. (2020). Η Καθημερινή. Ανακτήθηκε από <https://www.kathimerini.gr/economy/local/1068149/provlimata-me-tis-adeies-gia-ta-fotovoltaika/>

Φωτοβολταϊκά πάρκα. (2020). ΕΜΕΑ. Ανακτήθηκε από https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Femea.gr%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F11%2Fsolar-panels-system-producing-renewable-clean-energy.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Femea.gr%2Fepicheiriseis%2F615745%2Fellada-gemizeifotovoltaikaparka%2F&tbid=mt3lBcFfLjmRvM&vet=1&docid=WjwYOFDLw83QAM&w=1200&h=799&source=sh%2F&fimg&fbclid=IwAR2o6g710bz6iqRgUnc26rqPkSEsjm9mpZ47mXum0By5ylAOYQ_m9owLakA

Χάρτης του Δήμου Δομοκού. (2021). Google Maps. Ανακτήθηκε 20 Απριλίου, 2021, από

<https://www.google.gr/maps/place/Δομοκός+350+10/@39.1363061,22.2086418,11z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x1358b45bc8003835:0x80fd13017525a4fe!8m2!3d39.128305!4d22.28609?hl=el>

Χρήση Βιομάζας. (χ.χ.). Βιομάζα. Ανακτήθηκε 17 Αυγούστου, 2021, από <https://hellenic-college.gr/wp-content/uploads/works/energy-sources/biomaza.htm>