



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Μελέτη Βιωσιμότητας Βιομάζας στο Δήμο Αιγάλεω

Εργασία

Φοιτητής: Δημητρός Ιωάννης
ΑΜ: 47908

Επιβλέπων Καθηγητής

Καλκάνης Κωσταντίνος
Επίκουρος Καθηγητής

Ημερομηνία: 3/3/2024

_____.
Δημητρός Ιωάννης

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

| | | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------|
| Καλκάνης Κωσταντίνος Επίκουρος Καθηγητής | Ψωμόπουλος Κωσταντίνος Καθηγητής | Βόκας Γεώργιος Καθηγητής |
| (Υπογραφή) | (Υπογραφή) | (Υπογραφή) |

Copyright © Δημητρός Ιωάννης, 3/3/2024

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος, All rights reserved

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 τους συγγραφείς και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πα.Δ.Α.

Ευχαριστίες : Στο κύριο Κωσταντίνο Καλκάνη (επιβλέπων της εργασίας) και Δημήτριο Τζεμπελίκος (εργαστηριακός εκπρόσωπος του Δήμου Αιγιάλεω) που με καθοδήγησαν με στοιχεία πρόσφατων πρώτων υλών ,στα σενάρια υλοποίησης του έργου καθώς και με τις συνολικές γνώσεις τους περί του θέματος .

Ειδική αφιέρωση : Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αφιερωμένη σε όλους τους ανθρώπους που δεν είναι τα τελευταία χρόνια στη ζωή από την οικογένεια μου : Στην γιαγιά που ήταν σπάνια ψυχή , στον παππού μου ,οποίος ήταν δραστήριος πολύ για την ηλικία που έφυγε ,στον πατέρα μου που έφυγε πολύ ξαφνικά στο τελευταίο μάθημα των πανελληνίων μου με υπερβολικά σπάνια χαρακτηριστικά ανθρώπου τόσο στην ψυχή όσο και στο μυαλό και κλείνοντας ,με την πιο πρόσφατη απώλεια ημερών του θείου μου , οποίος ήταν Άνθρωπος και μετά Γιατρός , καθώς θεωρούσε τούτη την ιδέα ,αν και δύσκολη οικονομικά εφαρμόσιμη, αρκετά καινοτόμα.

Περίληψη

Η βιομάζα είναι από τις παλαιότερες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος από τα παλαιά χρόνια και ειδικά τη ξυλώδη βιομάζα για να ζεσταθεί με το άναμμα της φωτιάς από ξύλα. Ιδιαίτερης σημασίας χαρακτηριστικό του ξύλου είναι το ότι δημιουργείται και ανανεώνεται φυσικά, χωρίς να απαιτεί προσπάθεια από τον άνθρωπο. Η διαχείριση και χρήση του, μπορεί να εξασφαλίσει σταθερή κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών σε ξύλο, αλλά και σε παραγωγή ενέργειας, μέσω της καύσης του. Οι κύριες πηγές από τις οποίες προέρχεται η ξυλώδη βιομάζα είναι οι ακόλουθες: ξυλεία εναπομένουσα στους χώρους υλοτομίας (πρεμνό, φλοιός, κλαδιά κ.α.), υπολείμματα δασοπονικών εργασιών (καθαρισμός αντιπυρικών ζωνών, αραιώσεις κ.α.), κορμοί δέντρων μικρής διαμέτρου και αστικά απορρίμματα ξύλου. Τα ξυλώδη απορρίμματα πόλεων θα μπορούσαν να ανακτηθούν ώστε να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ενέργειας ή έστω στην επαναχρησιμοποίησή τους ως πρώτη ύλη σε βιομηχανίες παραγωγής προϊόντων ξύλου (μοριοσανίδες, κ.α.). αντί να καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής. Ένα από τα σημαντικότερα οφέλη από τη χρήση ξύλινης βιομάζας στην παραγωγή ενέργειας, είναι το γεγονός ότι μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού, διότι η βιομάζα αποτελεί εγχώρια πηγή ενέργειας. Μια μελέτη βιωσιμότητας βιομάζας εξετάζει τη σκοπιμότητα και τις δυνατότητες χρήσης της βιομάζας ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Η μελέτη περιλαμβάνει πολλά βασικά στοιχεία όπως: αξιολόγηση πόρων και τεχνολογίας, ανάλυση αγοράς, οικονομική σκοπιμότητα, εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ρυθμιστικές και πολιτικές εκτιμήσεις, ανάλυση αλυσίδας εφοδιασμού, αξιολόγηση κινδύνου και εμπλοκή των ενδιαφερομένων. Ο στόχος είναι να προσδιοριστεί εάν η εκμετάλλευση βιομάζας είναι οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά βιώσιμη, παρέχοντας συστάσεις για τη συνέχιση, την τροποποίηση ή την εγκατάλειψη της εν λόγω προσπάθειας με βάση τα ευρήματα. Συνοπτικά, μια τέτοια μελέτη βιωσιμότητας βιομάζας βοηθά τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να αξιολογήσουν την πρακτικότητα και τη βιωσιμότητα της χρήσης πόρων βιομάζας για διάφορους σκοπούς.

Abstract

Biomass is one of the oldest forms of energy used by humans since ancient times, especially woody biomass for heating by lighting wood fires. A particularly important characteristic of wood is that it is created and renewed naturally, without requiring human effort. Its sustainable management and use can ensure a steady supply of human needs for wood and energy production through its combustion. The main sources from which woody biomass is derived are the following: wood left over from logging sites (stumps, bark, branches, etc.), forestry residues (firebreak clearance, thinning, etc.), small diameter tree trunks and urban wood waste. Woody urban waste could be recovered to be used in energy production or even reused as raw material in wood product industries (particleboard, fiberboard, etc.) instead of ending up in landfills. One of the most important benefits of using woody biomass in energy production is the fact that it can contribute significantly to reducing dependence on imported fuels and ensuring energy supply, because biomass is a domestic source of energy. A biomass sustainability study examines the feasibility and potential of using biomass as a renewable energy source. The study includes several key elements such as : resource and technology assessment, market analysis, economic feasibility, environmental impact assessment, regulatory and policy considerations, supply chain analysis, risk assessment and stakeholder engagement. The objective is to determine whether biomass exploitation is economically, environmentally and socially viable, providing recommendations for continuing, modifying or abandoning this effort based on the findings. In summary, such a biomass sustainability study helps decision-makers to assess the practicality and sustainability of using biomass resources for various purposes.

Λέξεις – κλειδιά

Βιομάζα, Βιοαέριο, Μελέτη Βιωσιμότητας, Αεριοποίηση, Αξιολόγηση πόρων , Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Αεριοποίησης , Αναερόβια Χώνευση ,Πυρόλυση, Καύση ,Ξυλώδης απόβλητα, Απόβλητα Κηπουρευτικών Εργασιών ,Βιοαντιδραστήρα, Αντιδραστήρας Πυρόλυσης με ασκούμενη πίεση επί της βιομάζας , Σταθερής κλίνης - άνω ροής , Οριζόντιας ροής , Προϋπολογισμός , Ασφάλιση εργαζομένου, ιδιοκατανάλωση Καθαρές εισροές ,Καθαρές ταμειακές ροές, Καθαρό κέρδος, Κριτήριο Καθαρής Παρούσας Αξίας, Έσοδα, Έξοδα, Αποσβέσεις ,Φορολογικός συντελεστής, ΕΣΠΑ ,Δήμος, Δάνειο, Ανάδοχος εταιρεία , Προϋπολογισμός, Καύση , Συντελεστής απόδοσης ιδίων κεφαλαίων, συντελεστής περιθωρίου κόστους ,Νομική Κατηγοριοποίηση ,Περιβαλλοντικά , Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Ασφάλεια εργαζομένου.

Keywords - key words

Biomass, Biogas, Sustainability Study, Gasification, Gasification, Resource evaluation , Advantages-Disadvantages of Gasification , Anaerobic Digestion , Pyrolysis, Combustion , Woody waste, Gardening Waste, Bioreactor, Pressurized pyrolysis reactor on biomass , Fixed bed - top flow , Horizontal flow , Budget , Worker's insurance, Self-consumption Net inputs , Net cash flow, Net profit, Net present value criterion, Revenue, Expenditure, Depreciation, Depreciation ,Tax rate, NSRF ,Municipality, Loan, Contractor ,Budget, Combustion , Return on equity, Cost margin factor ,Legal classification ,Environmental , Energy Regulatory Authority, Worker safety.

Περιεχόμενα

| | | |
|-----------|--|----|
| 1.1 | Αντικείμενο της εργασίας..... | 9 |
| 1.2 | Μεθοδολογία..... | 9 |
| 1.3 | Δομή..... | 9 |
| 2 | Ποσοτικός προσδιορισμός των πόρων..... | 10 |
| 2.1 | Αξιολόγηση των πόρων..... | 10 |
| 2.1.1 | Τεχνικά Χαρακτηριστικά αποβλήτων-προδιαγραφές της μονάδας | 12 |
| 3 | Αξιολόγηση των διαθέσιμων τεχνολογιών μετατροπής βιομάζας..... | 15 |
| 3.1 | Καύση Βιομάζας..... | 15 |
| 3.1.2 | Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από την Καύση Βιομάζας..... | 15 |
| 3.2 | Η Διαδικασία της αεριοποίησης..... | 16 |
| 3.2.1 | Πλεονεκτήματα -Μειονεκτήματα της αεριοποίησης..... | 19 |
| 3.3 | Αναερόβια Χώνευση..... | 20 |
| 3.3.1 | Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Αναερόβιας Χώνευσης..... | 20 |
| 3.4 | Είδη αντιδραστήρων Πυρόλυσης και αεριοποίησης της ξυλώδους βιομάζας | 21 |
| 3.4.1 | Αντιδραστήρες πυρόλυσης με ασκούμενη πίεση επί της βιομάζας (ablative reactors)..... | 21 |
| 3.4.2 | Αεριοποιητές σταθερής κλίνης (fixed bed)..... | 22 |
| 3.4.3 | Σταθερής κλίνης - άνω ροής (fixed bed- updraft)..... | 23 |
| 3.4.4 | Οριζόντιας ροής (crossdraft)..... | 24 |
| 3.4.5 | Μηχανολογικός εξοπλισμός με αναερόβια χώνευση..... | 24 |
| 4 | Αρχικά στάδια ίδρυσης της μονάδας..... | 29 |
| 4.1 | Έρευνα της πιθανής αγοράς για προϊόντα ή ενέργεια που προέρχονται από βιομάζα..... | 29 |
| 4.2. | Οικονομική σκοπιμότητα της μονάδας..... | 30 |
| 4.2.1 | Εισαγωγή στις οικονομικές έννοιες της επένδυσης..... | 30 |
| 4.2.1.2 | Κριτήριο Αξιολόγησης Επενδυτικών σχεδίων..... | 33 |
| 4.2.1.2.1 | Υλοποίηση της οικονομικής μελέτης..... | 34 |
| 4.2.2 | Υλικά- Κόστος εργασιών για την μονάδα -Εξοδα προϋπολογισμού..... | 34 |
| 4.2.2.1 | Πιθανοί τρόποι υλοποιήσεων του έργου..... | 37 |
| 4.2.2.2 | Υλοποίηση σε περίπτωση λήψης δανείου από Δήμο..... | 39 |
| 4.2.2.3 | Υλοποίηση από Δήμο 100%..... | 45 |
| 4.2.2.4 | Υλοποίηση από Δήμο 55% και ΕΣΠΑ 45% | 47 |

| | | |
|---------|---|----|
| 4.2.2.5 | Υλοποίηση από Ανάδοχο εταιρεία 100%..... | 48 |
| 4.3 | Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων..... | 56 |
| 4.4 | Υπολογισμός συντελεστών φορτίων..... | 57 |
| 5 | Νομικά πλαίσια μονάδας..... | 58 |
| 5.1 | Ρυθμιστική αξιολόγηση και νόμοι για την ίδρυση μονάδων βιοαερίου..... | 58 |
| 5.1.1 | Νομική κατηγοριοποίηση μονάδων βιοαερίου ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ..... | 59 |
| 5.2 | Τελικοί υπολογισμοί του έργου – σύνοψη όλων των αποτελεσμάτων..... | 61 |
| 6 | Επίλογος..... | 63 |
| 7 | Αναφορές / Links..... | 64 |
| 8 | Κατάλογος Πινάκων:..... | 67 |
| 9 | Κατάλογος Εικόνων: | 68 |
| 10 | Κατάλογος Διαγραμμάτων:..... | 69 |

Μελέτη Βιωσιμότητας στο Δήμο Αιγάλεω

Εργασία

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να επισημανθεί η χρήση της βιομάζας ως εναλλακτική πηγή ενέργειας έναντι των συμβατικών λύσεων των ορυκτών καυσίμων. Για το σκοπό αυτό έχει επιλεγθεί η περιοχή μελέτης να είναι ο Δήμος Αιγάλεω στον οποίο θα υποτεθεί η εγκατάσταση μιας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από στερεή βιομάζα ώστε να διαπιστωθεί τελικά η βιωσιμότητά της.

1.2 Μεθοδολογία

Αρχικά, προσδιορίζουμε τη διαθεσιμότητα των πόρων που υπάρχουν στο Δήμο του Αιγάλεω. Έπειτα περιγράφουμε όλες τις τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας που μπορούν να επιτευχθούν αναλύοντας όλα τα στάδια παραγωγής, τα οφέλη και τα μειονεκτήματα κάθε επιλογής. Στη συνέχεια εστιάζουμε στην επιθυμητή οικονομική σκοπιμότητα του έργου καθώς και στις περιβαλλοντικές και πολιτικές επιπτώσεις που μπορεί να παρουσιαστούν σε αυτό και να επηρεάζουν ενδεχομένως το έργο μας . Τέλος, καταλήγουμε σε κάποια συμπεράσματα στα οποία διαπιστώνεται εάν η μονάδα είναι αποδοτική .

1.3 Δομή

Η εργασία απαρτίζεται από τέσσερις ενότητες. Στην πρώτη ενότητα γίνεται η εισαγωγή της εργασίας και η ένταξη του αναγνώστη στο θέμα και το σκοπό της. Στην επόμενη ενότητα γίνεται η αξιολόγηση της διαθεσιμότητας των πόρων που υπάρχουν στο Δήμο μελέτης. Επίσης η τρίτη ενότητα εισέρχεται για να μας εξηγήσει όλες τις διεργασίες μετατροπής βιομάζας που μπορούν να επιτευχθούν .Στη συνέχεια τονίζονται όλες οι επιπτώσεις(θετικές ή αρνητικές) που μπορεί να έχει το έργο της βιωσιμότητας . Εν κατακλείδι διατυπώνεται και η προσωπική άποψη του συγγραφέα όσον αφορά στην αξιολόγηση ως μελλοντικού αποφοίτου Ηλεκτρολόγου Μηχανικού και κατά πόσο τελικά μια συμφέρουσα επένδυση.

2 Ποσοτικός προσδιορισμός των πόρων

Οι Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν πάρει ανοδική πορεία τα τελευταία χρόνια, διότι ο λιγνίτης σαν καύσιμο κάποια στιγμή η διάρκεια ζωής του θα τελειώσει . Ειδικά για τη Βιομάζα διαβλέπεται αύξηση των επενδύσεων σε μονάδες παραγωγής ενεργείας και διάθεσης της στο Δίκτυο τα επόμενα χρόνια εξαιτίας του ιδιαίτερα ευνοϊκού καθεστώτος τιμολόγησης της . Επειδή γίνεται αναφορά σε μικρά εργοστάσια με σύνθετες εγκαταστάσεις και 24ωρη λειτουργία και όχι για κάποιο απλό φωτοβολταϊκό είναι αναγκαίο να τονιστεί ότι τέτοιου είδους επενδύσεις δεν είναι για όλους. Επισημαίνεται πως οι μικρές μονάδες (μικρότερες 1MW) έως πρότινος θεωρούνταν μη αποδοτικές δεδομένου των τεχνολογιών που είχαν αναπτυχθεί και που δεν τις ευνοούσαν. Σήμερα όμως ήδη διατίθενται στην αγορά εξοπλισμοί μικρών μονάδων με υψηλή απόδοση και ενδιαφέρουσα κοστολόγηση. Έτσι αναμένεται να υπάρξει μεγάλο ενδιαφέρον από επενδυτές για εγκατάσταση παραγωγικών μονάδων Βιομάζας έως 300KW αφού μεγαλύτερες είναι δύσκολο να εξασφαλίσουν επαρκή πρώτη ύλη για όλο το χρόνο (εικόνα 2.1) .

| α/α | Κατηγορία σταθμών | Τ.Α. (€/MWh) |
|-----|---|--------------|
| 5 | Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω θερμικών διεργασιών (καύση, πυρόλυση) εκτός αεριοποίησης, από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 1\text{MW}$ (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων) | 176 |
| 6 | Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω διεργασίας αεριοποίησης από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 1\text{MW}$ (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων) | 185 |
| 7 | Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω θερμικών διεργασιών (καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση), από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ από 1MW έως και $\leq 5\text{MW}$ (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων) | 153 |
| 8 | Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω θερμικών διεργασιών (καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση), από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $> 5\text{MW}$ (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων) | 133 |

Εικόνα 2.1: Κατηγορία σταθμών παραγωγής ανά Mwh [9].

2.1 Αξιολόγηση των πόρων

Το πρώτο βήμα για τη μελέτη είναι η αξιολόγηση των πόρων βιομάζας που είναι διαθέσιμη στο Δήμο Αιγιάλεω . Αυτό περιλαμβάνει τον ποσοτικό προσδιορισμό της βιομάζας που μπορεί να συλλεχθεί χωρίς να καταστρέφονται οι φυσικοί πόροι ή να βλάπτεται το περιβάλλον. Για το Δήμο Αιγιάλεω η αξιολόγηση των πόρων αποτελεί ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα αφού περιλαμβάνονται δάση, χώροι καλλιέργειας και πάρκα στην περιοχή που μας αφορά. Από την όλη συλλογή και μελέτη έχει προκύψει ότι η ποσότητα της βιομάζας που

υπάρχει σε κιλά και σε άλλες μονάδες μέτρησης είναι αποδεκτή για να αξιοποιηθεί. Εάν λοιπόν εφαρμοστούν και τα κατάλληλα περιβαλλοντικά πρότυπα η μονάδα θα έχει επιπλέον επιτυχία. Με την εφαρμογή αυστηρών περιβαλλοντικών προτύπων θα διασφαλιστεί η προστασία και η διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος .Θα ενισχυθεί ταυτόχρονα και η αποδοτικότητα της μονάδας. Η ορθολογική διαχείριση των πόρων θα συμβάλει στην αειφόρο ανάπτυξη της περιοχής και στην παραγωγή ενέργειας με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου άνθρακα.

Σύμφωνα με στοιχεία του 2020 από τον Δήμο Αιγάλεω υπάρχουν διάφορα είδη απορριμμάτων τα οποία περιγράφονται από πρόσφατη ζύγιση ανάλογα με τον κωδικό τους ΕΚΑ για κάθε μια κατηγορία όπως :μη χλωριωμένα έλαια μηχανής, ανάμεικτα απόβλητα συσκευασίας , χαρτί, χαρτόνι , γυαλί από χωριστική συλλογή, μπαταρίες ,ηλεκτρισμός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός , Σιδηρούχα μέταλλα , .Ιδιαίτερη έμφαση για την μελέτη δίνεται στα απόβλητα κηπευτικών εργασιών και στα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα κουζίνας - απόβλητα από αγορές τα οποία θάβονται δωρεάν στη Φυλής γιατί δεν είναι τόσο εύκολη η ανακύκλωση τους . Ειδική επισήμανση οφείλει να γίνει για τα ανάμεικτα αστικά απόβλητα στα οποία για να γίνει εφικτή η ανακύκλωση ο Δήμος καταβάλλει περίπου 65€/tn στον ΧΥΤΑ μαζί με τις πληρωμές προσωπικού ετησίως . Αυτό θα μπορούσε να αποφευχθεί και να εκμεταλλεύονται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας . Τα διαθέσιμα στοιχεία από πρόσφατη μελέτη στο Δήμο διατυπώνονται παρακάτω(πίνακας 2.1.2):

| A/A | ΕΙΔΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΟΥ | ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΚΑ | 2020/tn |
|-----|--|-------------|----------|
| 1 | Μη χλωριωμένα έλαια μηχανής, κιβωτίου ταχυτήτων και λίπανσης με βάση τα ορυκτά | 13 02 05 | 2.27 |
| 2 | Ανάμεικτα απόβλητα συσκευασίας | 15 01 06 | 3.461,20 |
| 3 | Γυαλί από χρωστική συλλογή | 15 01 07 | 27.41 |
| 4 | Ελαστικά στο τέλος του κύκλου ζωής τους | 16 01 03 | 3.03 |
| 5 | Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους | 16 01 04 | 50,65 |
| 6 | Μείγματα αποβλήτων από ανακαινίσεις | 19 09 04 | 8.544.75 |

| | | | |
|--------------|--|------------------------------------|------------------|
| 7 | Σιδηρούχα μέταλλα | 19 12 02 | 17,20 |
| 8 | Χαρτί και χαρτόνι | 20 01 01 | 13.64 |
| 9 | Βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα κουζίνας και χώρων εν διατίμησης- απόβλητα από αγορές | 20 01 08 -20 03 02 | 33,78 |
| 10 | Σωλήνες φθορισμού και άλλα απόβλητα περιέχοντα υδράργυρο | 20 01 21 | 0.40 |
| 11 | Ηλεκτρικός και Ηλεκτρονικός εξοπλισμός | 20 01 23 -20 01 35 -20 01 36 | 5.40 |
| 12 | Μπαταρίες | 20 01 33 -20 01 34 | 7.85 |
| 13 | Λοιπά ανακυκλώσιμα(πλαστικά ή μέταλλα)από χωριστική συλλογή | 20 01 39 -20 01 40 | 7.85 |
| 14 | Απόβλητα κηπευτικών εργασιών | 20 02 01 | 749.31 |
| 15 | Ανάμεικτα αστικά απόβλητα | 20 03 01 | 27.134,73 |
| Σύνολο τόνων | - | - | 40.051,72 |

Πίνακας 2.1.2: Διαθέσιμοι τόνοι απορριμμάτων από μελέτη του Δήμου Αγιάλεω το 2020 [16].

2.1.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά αποβλήτων- Προδιαγραφές της μονάδας

Τα είδη της ξυλώδους βιομάζας που υπάρχουν κυρίως είναι τα pellet ,τα καυσόξυλα και τα θρυμματισμένα ξύλα . Αναφορικά τονίζεται ότι η θερμογόνος δύναμη από καυσόξυλα ανέρχεται στις 4 kwh/ kg ,στα pellet 4.7 kwh/ kg και στο θρυμματισμένο ξύλο 3.4 kwh/ kg .Το πρόβλημα με τα pellet είναι η διαρκής συντήρηση στο μηχανολογικό εξοπλισμό και ότι σε περίπτωση διακοπής ρεύματος θα υπάρχει πρόβλημα . Ωστόσο μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού με το έξτρα παραπάνω κόστους ή για την παραγωγή τους ή ακόμα και για την αγορά τους . Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η τιμή τους κυμαίνεται από 0,30 €/kg έως και 4,5 €/kg με ΦΠΑ . Τα καυσόξυλα παρόλο που έχουν

μικρότερη θερμογόνο δύναμη προτιμώνται γιατί αντιστέκονται στα παραπάνω μειονεκτήματα. Η μελέτη θα επικεντρωθεί ως πρώτη ύλη στα απόβλητα κηπουρευτικών εργασιών (πίνακα 2.1) . Αυτά είναι κυρίως ξυλώδης βιομάζα, η οποία αποτελείται από κλαριά δέντρων και υπολείμματα θρυμματισμένου ξύλου. Σύμφωνα με τον τέτοιου είδους απόβλητα αποτελούνται από υψηλή συνοχή, χαμηλό ποσοστό υγρασίας (πολύ λιγότερο από 60%) και μεγάλη πυκνότητα (>650 kg/m³), ενισχύοντας την καύση του και την υψηλή θερμοαντική του απόδοση. Επιπρόσθετα οι κανονικές τους διαστάσεις και η καλή γεωμετρία του σχήματός τους , επιτρέπουν την εύκολη αποθήκευση και χειρισμό τους. Η θερμική τους ενέργεια υπολογίζεται στα 1369 joule. Τέλος , ειδικά τα σκληρά ξύλα έχει μελετηθεί ότι έχουν θερμογόνο δύναμη που φτάνει μέχρι τα 21 Mj/kg .

| A/A | Pellet | Κκαυσόξυλα | Θρυμματισμένο ξύλο |
|------------------------------------|------------------------|--|----------------------------------|
| Διάμετρος | 6-8 mm | ≥8 mm | >10 mm |
| Μήκος | 30-40 mm | 10-30 cm | >10 cm (ανομοιόμορφο μέγεθος) |
| Τέφρα | 0.5-1,0% | 0.5-1,0% | 0.5-1,0% |
| Πυκνότητα | >650 kg/m ³ | >490 kg/m ³ | >490 kg/m ³ |
| Υγρασία | 8-10% | >24% | 13-60% (καλύτερη διατήρησή της) |
| Θερμική απόδοση /θερμογόνος δύναμη | 4.500 cal/kg | 1.369 joule/4 kwh/ kg | 3.4 kwh/ kg |
| Τιμή | 0,30-4,5 €/kg | 108- 180 €/m ³ (Με Συμμετοχή του Δήμου δωρεάν) | Με Συμμετοχή του Δήμου δωρεάν |

Πίνακας 2.1.3 : Τεχνικά χαρακτηριστικά-είδη ξυλώδους βιομάζας [18].

Σύμφωνα με την (εικόνα 2.1.1) για μια μονάδα με πρώτη ύλη την ξυλεία κυρίως με 40 kw εγκατεστημένη χρειάζονται 438 τόνοι κλαριών ή στερεάς βιομάζας ετησίως . Με πρόσφατα στοιχεία μελέτης από τον Δήμο Αιγιάλεω το 2020 (Πίνακας 2.1.2, αριθμός 16) μετρήθηκαν ότι υπάρχουν διαθέσιμοι 749,31 τόνοι από απόβλητα κηπουρευτικών εργασιών. Έτσι από θέμα ποσότητας πρώτης ύλης είναι αρκετή ώστε αξιοποιηθεί σε ετήσια βάση για την μονάδα . Τέλος θα πρέπει να τονιστεί ότι το χωροταξικό μιας τέτοιας μονάδας επιβάλλει ένα οικόπεδο 4-6 στρεμμάτων. Στο χρονοδιάγραμμα του Δήμου Αιγιάλεω είναι η κατασκευή ενός πράσινου σημείου 17 στρεμμάτων στον Ελαιώνα εντός της επόμενης τριετίας όπου πολλά χρησιμοποιημένα αντικείμενα πρόκειται να τεμαχιστούν (εικόνα 2.1.2) . Σε αυτή την περίπτωση θα μπορούσε να ενταχθεί και μια μονάδα βιοαερίου , η οποία να μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια (πχ για τον ΔΕΔΔΥΕ) και θερμική (για μονάδες καθαριότητας). Φυσικά υπάρχουν και άλλες προϋποθέσεις οι οποίες αναλύονται παρακάτω και οφείλουν να ελεγχθούν

προκειμένου να διαπιστωθεί η πλήρης βιωσιμότητάς της, εφόσον πρώτα αναφερθεί και όλο το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο.

Σύμφωνα με μελέτες έχει υπολογισθεί πως το 1kg βιομάζας κοστίζει 0.07 ευρώ περίπου . Θα πρέπει θεωρητικά να συμπεριληφθεί και ότι η 1Kwh χρειάζεται 1.25 kg βιομάζα το οποίο κοστίζει 0.09 ευρώ ενώ αποδίδει 0.185 ευρώ. Στην μονάδα εξετάζεται εγκατεστημένη ισχύς 40kw . Σε 8760 ώρες λειτουργίας θα επιτυγχάνεται αποδιδόμενη ενέργεια 350.400 kwh και εκμεταλλεύσιμη πρώτη ύλη 438.000 kg δηλαδή 438 τόνους ετησίως.(εικόνα 2.1.1)

| ΠΙΝΑΚΑΣ Β | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|-----------|-------------------------|-----------|-----------------------|---------|---------------------|---------|--|--|
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΕΩΣ 100 KW | | | | | | | | | | | |
| ΙΣΧΥ ΣΕ KW | ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΑΝΑ | | | ΑΠΟΘΕΜΑ ΑΠΟΘΗΚΗΣ ΓΙΑ | | ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ KWH ΑΝΑ | | ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ € ΑΝΑ | | ΚΟΣΤΟΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΕ € ΑΝΑ ΕΤΟΣ | ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΣΕ € ΜΕΙΟΝ ΚΟΣΤΟΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ |
| | ΩΡΑ | ΗΜΕΡΑ | ΕΤΟΣ | 10 ΗΜΕΡΕΣ | 30 ΗΜΕΡΕΣ | ΗΜΕΡΑ | ΕΤΟΣ | ΗΜΕΡΑ | ΕΤΟΣ | | |
| | (Kg) | (Kg) | (Kg) | (Kg) | (Kg) | | | | | | |
| 1 | 1,25 | 30 | 10.950 | 300 | 900 | 24 | 8.760 | 4,75 | 1.734 | 788 | 946 |
| 20 | 25 | 600 | 219.000 | 6.000 | 18.000 | 480 | 175.200 | 95 | 34.689 | 15.768 | 18.921 |
| 40 | 50 | 1.200 | 438.000 | 12.000 | 36.000 | 960 | 350.400 | 190 | 69.379 | 31.536 | 37.843 |
| 60 | 75 | 1.800 | 657.000 | 18.000 | 54.000 | 1440 | 525.600 | 285 | 104.068 | 47.304 | 56.764 |
| 80 | 100 | 2.400 | 876.000 | 24.000 | 72.000 | 1920 | 700.800 | 380 | 138.758 | 63.072 | 75.686 |
| 100 | 125 | 3.000 | 1.095.000 | 30.000 | 90.000 | 2400 | 876.000 | 475 | 173.448 | 78.840 | 94.608 |

Όλα τα παραπάνω μεγέθη θα πρέπει να μειωθούν κατά 10% λόγω αναγκών Service, δυσλειτουργιών και μειωμένης απόδοσης.

1 Kg Βιομάζας κοστίζει 0,07€ περίπου (Υπολογισμός βάσει των αντίστοιχων διεθνών τιμών).
 1 Kwh χρειάζεται 1,25 Kg βιομάζας κόστους 0,09€ και αποδίδει 0,185€
 1 Mwh χρειάζεται 1.250 Kg βιομάζας κόστους 90€ και αποδίδει 185€
 Κάθε 1€ έσοδο έχει κόστος Βιομάζας 45 cent περίπου.

Εικόνα 2.1.1: Θεωρητικός Υπολογισμός εσόδων μονάδων βιομάζας [9].



Εικόνα 2.1.2: Μελλοντικό κέντρο ανακύκλωσης Ελαιώνα [16].

Σύμφωνα με το θεωρητικό μέρος των ενοτήτων η μονάδα μελέτης έχει καθορισμένα στοιχεία πρώτης ύλης . Οι 749,31 tn ετησίως από κηπουρευτικές εργασίες ,που έχουν δοθεί από τον Δήμο του Αιγάλεω ,περιορίζουν στο να επιλεγθεί μια μονάδα ανάμεσα στα 40-60 kw . Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε μονάδα βιοαερίου, εγκατεστημένης ισχύος P=40 kw για να υπάρχει απόθεμα κάθε χρόνο σε περίπτωση έκτακτων περιπτώσεων που υπάρχουν ελλείψεις ,γιατί η προ απαιτούμενη ποσότητα πρώτης ύλης για να συνεχίσει να δουλεύει σταθερά η μονάδα με την ίδια

εγκατεστημένη ισχύ είναι οι 438 τη ετησίως. Τέλος στην επόμενη ενότητα παρουσιάζονται ορισμένοι τύποι διεργασιών υλοποίησης που υπάρχουν για τη μονάδα.

3 Αξιολόγηση των διαθέσιμων τεχνολογιών μετατροπής βιομάζας

Παρακάτω πρόκειται να αξιολογηθούν όλες οι τεχνολογίες μετατροπής της ξυλώδης βιομάζας σε ηλεκτρική και θερμική ενέργεια με τα αντίστοιχα θετικά και αρνητικά γνωρίσματά τους , με σκοπό στο τέλος να διαπιστωθεί εάν και ποια από όλες θα πληροί τις προδιαγραφές της μελετηθείσας μονάδας .

3.1 Καύση Βιομάζας

Η καύση της βιομάζας μπορεί να γίνεται με διάφορους τρόπους ,οι οποίοι αναλύονται παρακάτω:

- Αρχικά η καύση μπορεί να είναι ανθρωπογενής και φυσική. Τα φυσικά γεγονότα που συναντάμε στις μέρες μας όπως οι ηφαιστειακές εκρήξεις απελευθερώνουν μεγάλη ποσότητα βιομάζας στην ατμόσφαιρα .Οι ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η καύση γεωργικών υπολειμμάτων ,η αποψίλωση των δασών και καύση ξύλου για θέρμανση είναι επίσης χαρακτηριστικά παραδείγματα φυσικής καύσης βιομάζας .
- Σε δεύτερο στάδιο πρέπει να επισημανθεί και η συμβολή της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας (είτε θερμικής είτε ηλεκτρικής).Σε πιο μικρή κλίμακα η θερμική ενέργεια παράγεται σε σόμπες ξύλου ή ενεργειακά τζάκια για θέρμανση του σπιτιού και σε μεγαλύτερη χρήση σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με πρώτη ύλη ξυλεία.

3.1.2 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από την Καύση Βιομάζας

Η καύση Βιομάζας έχει πολλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις .Απελευθερώνεται διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (CO_2) συμβάλλοντας στις εκπομπές του φαινόμενου του θερμοκηπίου και στην κλιματική αλλαγή .Επίσης απελευθερώνονται ρύποι στην ατμόσφαιρα όπως το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) ,τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και άλλα σωματίδια τα οποία μπορούν να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα και στην ανθρώπινη υγεία .

Οι δασικές πυρκαγιές προκαλούνται από κεραυνούς ή και πιο συχνά από ανθρώπινες δραστηριότητες .Μπορεί να έχουν σημαντικές οικολογικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις .

Μια από αυτές είναι η απώλεια της βιοποικιλότητας για πολλά φυτά και ζώα . Επίσης υπάρχει διάβρωση του εδάφους καθώς πολλά δάση και φυτά καίγονται. Όταν τα δέντρα καίγονται το έδαφος γίνεται πιο ευάλωτο στη διάβρωση με αποτέλεσμα να υπάρχουν επιπτώσεις στην παραγωγικότητα της γης

3.2 Η διαδικασία της αεριοποίησης

Ειδικά για τη Βιομάζα διαβλέπετε αύξηση των επενδύσεων σε μονάδες παραγωγής ενέργειας και διάθεσης της στο Δίκτυο τα επόμενα χρόνια εξαιτίας του ιδιαίτερα ευνοϊκού καθεστώτος τιμολόγησης της . Επισημαίνεται πως οι μικρές μονάδες (μικρότερες 1MW) έως πρότινος θεωρούνταν μη αποδοτικές δεδομένου των τεχνολογιών που είχαν αναπτυχθεί και που δεν τις ευνοούσαν. Σήμερα όμως ήδη διατίθενται στην αγορά εξοπλισμοί μικρών μονάδων με υψηλή απόδοση και ενδιαφέρουσα κοστολόγηση. Έτσι αναμένεται να υπάρξει μεγάλο ενδιαφέρον από επενδυτές για εγκατάσταση παραγωγικών μονάδων Βιομάζας έως 300KW αφού μεγαλύτερες είναι δύσκολο να εξασφαλίσουν επαρκή πρώτη ύλη για όλο το χρόνο.

Η αεριοποίηση είναι μια θερμοχημική διαδικασία που μετατρέπει τα οργανικά υλικά όπως το ξύλο ,γεωργικά υπολείμματα και άλλα οργανικά απόβλητα σ' ένα αέριο σύνθεσης . Η αεριοποίηση περιλαμβάνει τη θέρμανση βιομάζας σε ελεγχόμενο περιβάλλον με περιορισμένη παροχή οξυγόνου ή αέρα .Αυτή η ατελής καύση διασπά τα πολύπλοκα οργανικά μόρια σε απλούστερα αέρια συστατικά . Η σύνθεση του αερίου μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τον τύπο της βιομάζας . Στη συγκεκριμένη εργασία που αναφερόμαστε σε μελέτη βιωσιμότητας του Δήμου Αιγιάλεω κάνουμε λόγο για διαχείριση στερεών αποβλήτων ,τα οποία είναι άφθονα στη περιοχή. Η ξήρανση του υλικού είναι το πρώτο βήμα της διαδικασίας με την οποία απομακρύνεται η όποια ποσότητα νερού περιέχεται στο απόβλητο. Στο επόμενο βήμα της διαδικασίας πραγματοποιείται η ατελής καύση και παράγονται υδρογονάνθρακες και διοξείδιο του άνθρακα .Τέλος αναπτύσσονται ακόμα μεγαλύτερες θερμοκρασίες εφόσον ο άνθρακας και το νερό το μονοξείδιο του άνθρακα(CO) και το υδρογόνο(H) που στο τέλος παράγεται το μεθάνιο (CH4).Το αέριο που παράγεται έχει προσμίξεις (όπως το CO₂) οι οποίες καθαρίζονται και αφαιρούνται πριν την τελική χρήση.

Αναλυτικά, με την βοήθεια του αεριοποιητή εκτελούνται τα παρακάτω βήματα:

- Η πρώτη ζώνη είναι η ζώνη ξήρανσης και σχετίζεται με την εναπομένουσα περιεκτικότητα του καυσίμου σε νερό που απομακρύνεται στη θερμοκρασία των 200°C περίπου. Το καύσιμο μικρής περιεκτικότητας σε υγρασία (λιγότερη από 12%), συνεπάγεται, αφενός παραγωγή αερίου καυσίμου χωρίς υπολείμματα πίσσας και αφετέρου αυξημένο συνολικό βαθμό απόδοσης της μονάδας.
- Στη δεύτερη ζώνη πραγματοποιείται η διαδικασία της πυρόλυσης (pyrolysis). Στη φάση αυτή παράγονται υδρογονάνθρακες και CO₂.

- Η τρίτη ζώνη είναι η ζώνη της καύσης, όπου αναπτύσσονται θερμοκρασίες της τάξης των 1200°C και η διεργασία τροφοδοτείται με αέρα (oxidation). Το ελεύθερο υδρογόνο αντιδρά δημιουργώντας νερό, ο άνθρακας και το CO αντιδρά δημιουργώντας CO₂ και οι υδρογονάνθρακες με μεγάλη αλυσίδα δημιουργούν υδρογονάνθρακες με μικρότερη αλυσίδα.
- Στην τέταρτη ζώνη, ήτοι στη ζώνη Αεριοποίησης ή Αναγωγής (reduction) αναπτύσσονται ακόμα υψηλότερες θερμοκρασίες, ο άνθρακας και το νερό δημιουργούν CO και υδρογόνο, ο άνθρακας και το υδρογόνο δημιουργούν μεθάνιο. Η διαδικασία αεριοποίησης θα λαμβάνει χώρα σε σταθερή κλίνη καθοδικής ροής. Το ξύλο, υπό μορφή ροκανίδια (woodchips), εισάγεται στον αντιδραστήρα από την κορυφή και ρέει προς τα κάτω με τη βαρύτητα. Μετά την ολοκλήρωση της αεριοποίησης, έχει παραχθεί ακατέργαστο αέριο σύνθεσης το οποίο περιέχει ίχνη ακαθαρσιών που πρέπει να αφαιρεθούν πριν τη τελική του χρήση.

Τα στάδια καθαρισμού που πρέπει να περάσει το αέριο για να τελειώσει η ολική διαδικασία είναι:

• Απομάκρυνση τέφρας:

Η ποσότητα της τέφρας που προκύπτει από την αεριοποίηση της βιομάζας είναι σχετικά μικρή. Η κύρια πηγή τέφρας είναι τα μεταλλικά στοιχεία της βιομάζας. Η τέφρα απομακρύνεται ως παραπροϊόν της παραγωγικής διαδικασίας, από τον πυθμένα του αεριοποιητή και σε δεύτερη φάση απομακρύνεται από το σύστημα των φίλτρων τα οποία συγκρατούν την ιπτάμενη τέφρα από το πρωτογενές βιοαέριο. Αυτή η μικρή ποσότητα τέφρας εφαρμόζεται ως λίπασμα σε αγροτικές καλλιέργειες. (εικόνα 3.2.1)

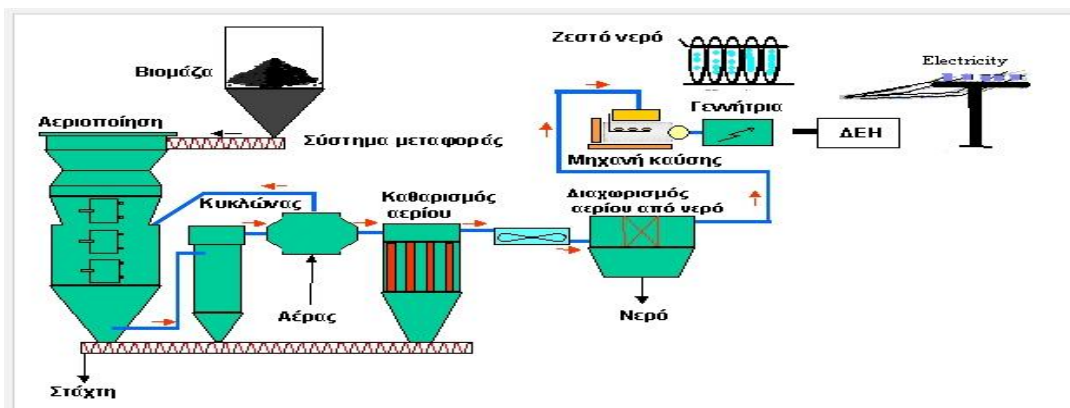
• Εξευγενισμός Βιοαερίου:

Το πρωτογενές αέριο σύνθεσης περιέχει προσμίξεις, οι οποίες συνήθως αποτελούνται από ίχνη ανόργανων υλών, σωματίδια, θείο-H₂S, CO₂, NH₃ και ενδεχομένως μη επεξεργασμένο άνθρακα. Οι εν λόγω προσμίξεις αφαιρούνται με διαδικασίες εξευγενισμού. Μετά την απομάκρυνση της τέφρας μέσω των διατάξεων που έχουν αναφερθεί το αέριο σύνθεσης οδηγείται προς ψύξη μέσω αέρα και εν συνεχεία σε διάταξη συγκράτησης πίσσας, δεδομένου ότι οι σημαντικότεροι ρύποι του βιοαερίου είναι οι ιδιαίτεροι υδρογονάνθρακες ενώσεις πίσσας. Ουσιαστικά, οι ενώσεις πίσσας κατά την έξοδο του βιοαερίου από τον αντιδραστήρα βρίσκονται σε αέρια φάση και εν συνεχεία μετά την ψύξη του βιοαερίου οι ενώσεις πίσσας συμπυκνώνονται δημιουργώντας ένα κολλώδες σκουρόχρωμο υγρό κατράμι. Για την απομάκρυνση των ενώσεων πίσσας από το βιοαέριο η μονάδα πρόκειται να χρησιμοποιεί διάταξη ηλεκτροστατικού φίλτρου.

Το εξευγενισμένο πλέον αέριο (CH₄, CO, H₂) βγαίνει από το σύστημα καθαρισμού προκειμένου να οδηγηθεί προς καύση. Το υπό εξέταση στάδιο καθαρισμού είναι απαραίτητο για την αύξηση της απόδοσης της μονάδας αλλά και για την προστασία των μηχανικών μερών της. Το εξευγενισμένο βιοαέριο μεταφέρεται σε δεξαμενή αποθήκευσης προκειμένου να επιτυγχάνεται η σταθερή ροή, ο έλεγχος της πίεσης βιοαερίου στη μηχανή εσωτερικής καύσης. Στο ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος: γεννήτρια - μηχανή εσωτερικής καύσης (MEK), τροφοδοτείται το επεξεργασμένο αέριο. Το καθαρό πλέον αέριο σύνθεσης οδηγείται στο τελικό στάδιο της

ενεργειακής αξιοποίησής του, το οποίο περιλαμβάνει την καύση του σε μηχανές εσωτερικής καύσης και την παραγωγή ηλεκτρισμού μέσω σύγχρονης γεννήτριας με σημαντικά υψηλές αποδόσεις. Επειδή, οι ακαθαρσίες της καύσιμης ύλης αφαιρούνται προτού αυτή οδηγηθεί προς καύση στον κινητήρα, οι εκπομπές του εν λόγω σταδίου είναι χαμηλότερες από αυτές άλλων συμβατικών οργανικών καυσίμων.(εικόνα 3.2.1)

Σε αυτούς τους αντιδραστήρες πυρόλυση (ablative reactors) σε γενικές γραμμές γίνεται θερμική αποδόμηση της βιομάζας όταν αυτή προωθείται με υψηλή πίεση πάνω σε μία θερμή επιφάνεια (600 °C). Για παράδειγμα θα μπορούσε να θεωρηθεί όταν πάνω σε ένα τηγάνι προσπαθούμε να λιώσουμε ένα κομμάτι βούτυρο. Αν ταυτόχρονα πιέζουμε το βούτυρο πάνω στο θερμό τηγάνι τότε αυτό θα λιώσει πολύ πιο γρήγορα. Ανάλογη είναι και η συμπεριφορά της βιομάζας όταν αυτή πιέζεται πάνω σε μία θερμή επιφάνεια. Πάνω από το 85 % της βιομάζας λιώνει αρχικά σχηματίζοντας ένα φιλμ λαδιού το οποίο λιπαίνει την περιοχή για τα επόμενα σωματίδια βιομάζας και στη συνέχεια εξατμίζεται λόγω της υψηλής θερμοκρασίας της επιφάνειας. Τα αέρια πυρόλυσης στη συνέχεια συγκεντρώνονται και ψύχονται ώστε να παραχθεί το έλαιο πυρόλυσης. Αυτή η μέθοδος των αντιδράσεων πυρόλυσης καθορίζεται από το ρυθμό μετάδοσης θερμότητας προς τα σωματίδια βιομάζας ,πράγμα που επιβάλει να χρησιμοποιούνται σωματίδια βιομάζας μικρού μεγέθους. Οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την εξέλιξη της πυρόλυσης σε έναν αντιδραστήρα τύπου (ablative reactor) είναι η πίεση που ασκείται στη βιομάζα, η σχετική ταχύτητα της βιομάζας και η θερμοκρασία της θερμής επιφάνειας . Παρακάτω παρουσιάζεται ένα παράδειγμα μιας μικρής μονάδας βιοαερίου 40 kw εγκατεστημένης ισχύος , η οποία δεν καλύπτει πολύ χώρο και θα μπορούσε να εφαρμοστεί και στο Δήμο Αιγάλεω (εικόνα 3.2.2).



Εικόνα 3.2.1: Διαδικασία αεριοποίησης και καθαρισμού του αερίου [9].



Εικόνα 3.2.2: Παράδειγμα μικρής μονάδας βιοαερίου με αεριοποίηση [9].

3.2.1 Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα της Αεριοποίησης

Η Αεριοποίηση είναι αρκετά ωφέλιμη διαδικασία με αρκετά πλεονεκτήματα τα οποία αναφέρονται παρακάτω:

- Αρχικά με την διαδικασία της αεριοποίησης μπορούν να αφαιρεθούν αέριοι ρύποι, οσμές και σκόνης και άλλες επιβλαβείς ουσίες από την ατμόσφαιρα συνεισφέροντας στην καλύτερη ποιότητα του αέρα .
- Η καλή ποιότητα του αέρα είναι σημαντική για την υγεία των ανθρώπων .Είναι χαρακτηριστικό ότι η αεριοποίηση μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης των αναπνευστικών προβλημάτων και άλλων παθήσεων
- Η αεριοποίηση συμβάλλει στον έλεγχο της υγρασίας προφυλάσσοντας έτσι από τη μούχλα και τα μικρόβια .
- Βελτιώνεται ο χώρος εργασίας και διαβίωσης . Μπορεί λοιπόν με την αεριοποίηση να υπάρχουν οφέλη για την ανθρώπινη υγεία και το φυσικό περιβάλλον ,ωστόσο παρουσιάζονται και ορισμένα προβλήματα με την συχνή εφαρμογή της ,τα οποία αναγράφονται παρακάτω:
- Το ενεργειακό κόστος της αεριοποίησης μπορεί να αυξηθεί ραγδαία αν δεν γίνει σωστή κατανομή της πρώτης ύλης και των εξόδων της επιχείρησης.
- Υπάρχει κίνδυνος μετάδοσης ασθενειών σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν ευπαθείς ομάδες στο χώρο διότι, ο καθαρός αέρας δεν προφυλάσσει απόλυτα από την μεταδοτικότητα.

- Ο θόρυβος των μηχανημάτων της αεριοποίησης είναι χαρακτηριστικό της πρόβλημα το οποίο μπορεί να είναι και ενοχλητικό και για τα απέναντι σπίτια .Οπότε προτείνεται όσο το δυνατόν σε τέτοιου είδους μονάδες να υπάρχει η ανάλογη μέριμνα για επιλογή μέρους μακριά από οικιστικές περιοχές.
- Τα μηχανήματα της αεριοποίησης είναι αποδοτικά αλλά χρειάζονται συντήρηση τακτικά για να αποδώσουν τα αναμενόμενα που έχει προτείνει ο κάθε κατασκευαστής .Αυτό συνεπάγεται και ότι το κόστος των υλικών είναι αρκετά μεγάλο.

3.3 Αναερόβια Χώνευση

Η αναερόβια χώνευση της βιομάζας είναι μια διαδικασία αποσύνθεσης της οργανικής ύλης που γίνεται χωρίς την χρήση του οξυγόνου ,είναι στην ουσία η αναερόβια μετατροπή υποστρωμάτων σε μεθάνιο. Η διαδικασία ξεκινάει με την συλλογή πρώτων υλών όπως αγροτικά υπολείμματα και ζωτικά απόβλητα .Στη συνέχεια υποβάλλονται σε μια διαδικασία που λέγεται τροφοποίηση, όπου επιτυγχάνεται η διάσπαση των οργανικών υλικών. Τα υλικά επεξεργάζονται σε κλειστό δοχείο για να μην υπάρχει ουδεμία επαφή με τον αέρα .Έτσι παράγεται το βιοαέριο και το διοξείδιο του άνθρακα τα οποία μπορούν χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τέλος όλα τα υπολείμματα από την διαδικασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για λίπασμα στα χωράφια.

3.3.1 Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα Αναερόβιας Χώνευσης

Η αναερόβια χώνευση είναι βασική στην βιοχημική επεξεργασία των αποβλήτων και παρουσιάζει τα παρακάτω προνόμια :

- Η επεξεργασία των αποβλήτων γίνεται με μικρότερο κόστος καθώς η απουσία του οξυγόνου θα πρόσθετε ένα επιπλέον χρηματικό ποσό επένδυσης όπως είδαμε στην διαδικασία της αεριοποίησης .
- Είναι κατάλληλη για την επεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων.
- Έχει ως τελικό προϊόν το μεθάνιο το οποίο το είδαμε και στην διαδικασία της αεριοποίησης και διαπιστώσαμε την θερμιδική αξία που έχει (η οποία ανέρχεται έως 9000 kcal/m^3)
- Ένα μεγάλο πλεονέκτημά της που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι με το σύστημα της αναερόβιας χώνευσης ανοίγονται νέες θέσεις εργασίας .
- Το βιοαέριο που παράγεται μειώνει τη χρήση του ξύλου για θέρμανση κατοικιών .Με αυτό τον τρόπο σώζονται δεκάδες δάση .

Μπορεί η αναερόβια χώνευση να παρουσιάζει αρκετά οφέλη ,δεν παύουν όμως να υπάρχουν και προβλήματα με την εφαρμογή της .

- Το κόστος εγκατάστασης είναι αρκετά μεγάλο. Όλα τα μηχανήματα κοστίζουν .Το αρχικό κεφάλαιο ακόμα και με την καταβολή δανείου κυμαίνεται σε μεγάλα επίπεδα .
- Το κόστος μεταφοράς των αποβλήτων είναι ιδιαίτερα υψηλό. Εξάλλου εν έτη 2023-2024 υπάρχει και ραγδαία αύξηση του πετρελαίου, η οποία συνεχίζεται με αργούς ρυθμούς.
- Η διαδικασία είναι αρκετά χρονοβόρα για να ολοκληρωθεί , ειδικά για δύσκολα οργανικά υλικά.
- Επιβάλλεται διαρκής συντήρηση του εξοπλισμού για να αποδίδει τα αναμενόμενα η μονάδα.

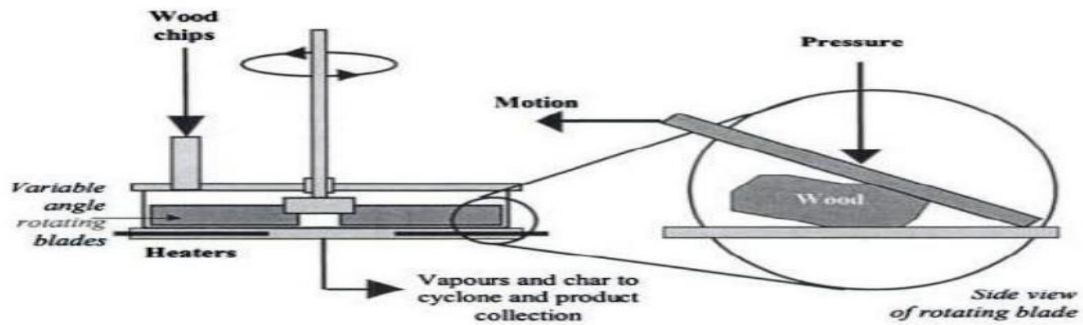
3.4 Είδη αντιδραστήρων Πυρόλυσης και αεριοποίησης της ξυλώδους βιομάζας

Σύμφωνα με όσα αναφέρονται παραπάνω είναι σημαντικό να αναλυθούν τα είδη των αντιδραστήρων που μπορεί κανείς να συναντήσει σε μονάδες παραγωγής βιοαερίου με ξυλώδη βιομάζα .

3.4.1 Αντιδραστήρες πυρόλυσης με ασκούμενη πίεση επί της βιομάζας (ablative reactors)

Σε αυτούς τους αντιδραστήρες η πυρόλυση (ablative reactors) σε γενικές γραμμές γίνεται με θερμική αποδόμηση της βιομάζας όταν αυτή προωθείται με υψηλή πίεση πάνω σε μία θερμή επιφάνεια (600 °C). Για παράδειγμα θα μπορούσε να θεωρηθεί όταν πάνω σε ένα τηγάνι προσπαθούμε να λιώσουμε ένα κομμάτι βούτυρο. Αν ταυτόχρονα πιέζουμε το βούτυρο πάνω στο θερμό τηγάνι τότε αυτό θα λιώσει πολύ πιο γρήγορα. Ανάλογη είναι και η συμπεριφορά της βιομάζας όταν αυτή πιέζεται πάνω σε μία θερμή επιφάνεια. Πάνω από το 85 % της βιομάζας λιώνει αρχικά σχηματίζοντας ένα φιλμ λαδιού το οποίο λιπαίνει την περιοχή για τα επόμενα σωματίδια βιομάζας και στη συνέχεια εξατμίζεται λόγω της υψηλής θερμοκρασίας της επιφάνειας. Τα αέρια της πυρόλυσης στη συνέχεια συγκεντρώνονται και ψύχονται ώστε να παραχθεί το έλαιο πυρόλυσης. Αυτή η μέθοδος των αντιδράσεων πυρόλυσης καθορίζεται από το ρυθμό μετάδοσης θερμότητας προς τα σωματίδια βιομάζας

,πράγμα που επιβάλλει να χρησιμοποιούνται σωματίδια βιομάζας μικρού μεγέθους. Οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την εξέλιξη της πυρόλυσης σε έναν αντιδραστήρα τύπου ablative reactor είναι η πίεση που ασκείται στη βιομάζα, η σχετική ταχύτητα της βιομάζας και η θερμοκρασία της θερμής επιφάνειας .(εικόνα 3.4.1)



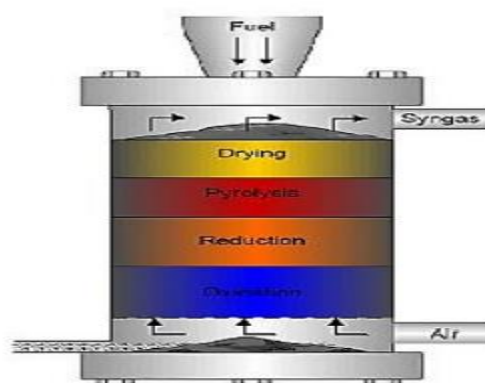
Εικόνα 3.4.1: Αντιδραστήρας Πυρόλυσης με ασκούμενη πίεση επί της βιομάζας [25].

3.4.2 Αεριοποιητές σταθερής κλίνης (fixed bed)

Οι Αεριοποιητές σταθερής κλίνης χρησιμοποιούνται συνήθως σε εφαρμογές μικρής κλίμακας. Οι πιο αντιπροσωπευτικοί της συγκεκριμένης κατηγορίας είναι οι οριζόντιας ροής (crossdraft) (κατά κύριο λόγο) και ανοδικής ροής (updraft) (δευτερευόντως). Η βιομάζα και στους δύο τύπους τροφοδοτείται από πάνω και ο αέρας εισέρχεται στην ζώνη καύσης. Το αέριο προϊόν έχει σχετικά χαμηλή θερμογόνο δύναμη, διότι αραιώνεται με μεγάλες ποσότητες αζώτου από τον ατμοσφαιρικό αέρα, το μέσο αεριοποίησης. Οι ζώνες αντίδρασης διανέμονται διαφορετικά. Παρόλο που δεν υπάρχουν σχάρες ή άλλα φυσικά εμπόδια να διαχωρίζουν τον αεριοποιητή σε υπό-ενότητες, ένας αντιδραστήρας κάτω ροής μπορεί να χωριστεί σε τέσσερις κύριες ζώνες, που η κάθε μία αντιπροσωπεύει μία διαφορετικού είδους διαδικασία: ξήρανση, πυρόλυση, αναγωγή, καύση. Λόγω των χαρακτηριστικών του σχεδιασμού τους και των παραμέτρων της λειτουργίας τους, οι αυτοθερμικοί Αεριοποιητές σταθερής κλίνης έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα σε μικρής κλίμακας εγκαταστάσεις. Η κλιμάκωση τους για μεγαλύτερη ισχύ περιορίζεται από την ικανότητα να διανέμουν τον αέρα ομοιογενώς σε όλο αντιδραστήρα.

3.4.3 Σταθερής κλίνης- άνω ροής (fixed bed- updraft)

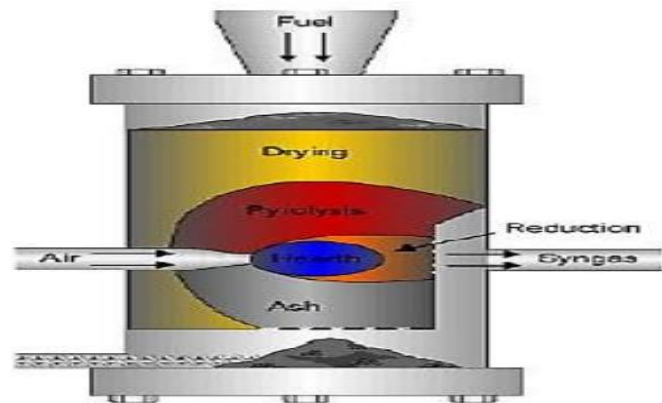
Στον αεριοποιητή άνω ροής, το μέσο αεριοποίησης και η παραγόμενη ροή βιοαερίου πραγματοποιούνται προς την αντίθετη κατεύθυνση από αυτήν της κλίνης του καυσίμου. Έτσι, αν ο αντιδραστήρας τροφοδοτείται από πάνω, τα μέσα αεριοποίησης (αέρας, οξυγόνο) εισέρχονται στον αντιδραστήρα στην περιοχή της σχάρας. Με αυτή τη μέθοδο δημιουργούνται σαφώς καθορισμένες ζώνες αντίδρασης. Η θερμότητα του παραγόμενου ακατέργαστου αερίου χρησιμοποιείται για την ξήρανση του καυσίμου και για να ξεκινήσει η πυρόλυση. Με τον τρόπο αυτό, το ακατέργαστο αέριο ψύχεται σε μεγάλο βαθμό κατά την διαδρομή του. Τα προϊόντα της αποσύνθεσης που απελευθερώνονται στη ζώνη πυρόλυσης και ο ατμός που παράγεται ως αποτέλεσμα της ξήρανσης του καυσίμου, απορρίπτονται άμεσα από τον αντιδραστήρα μαζί με το παραγόμενο αέριο. Τα προβληματικά αέρια από την πυρόλυση δεν αντιδρούν με οποιαδήποτε θερμή ζώνη και ως εκ τούτου δεν μπορούν να διασπαστούν ή να οξειδωθούν. Η περιεκτικότητα σε πίσσα στο ακάθαρτο αέριο μπορεί να φθάσει σε τιμές πάνω από 100 g/m κατά την διάρκεια της αεριοποίησης της βιομάζας. Η άμεση απαλλαγή των ατμών πυρόλυσης έξω από τον αντιδραστήρα μπορεί να αποδειχθεί ότι είναι η αιτία των προσμίξεων που εμφανίζονται στα παραγόμενα αέρια. Σε σύγκριση με τους Αεριοποιητές άνω ροής, οι κάτω ροής ή οι διπλής διαδικασίας αεριοποίησης, έχουν λιγότερες προσμίξεις στο παραγόμενο αέριο. (εικόνα 3.4.3)



Εικόνα 3.4.3: Σταθερής κλίνης - άνω ροής [26].

3.4.4 Οριζόντιας Ροής (crossdraft)

Στους Αεριοποιητές οριζόντιας ροής η βιομάζα περνά από πάνω προς τα κάτω με τον ίδιο τρόπο όπως και στον άνω ροής σταθερής κλίνης. Ωστόσο, το αέριο διέρχεται από τη μία πλευρά στην άλλη, κάθετα στη ροή της βιομάζας. Η αεριοποίηση του ξυλάνθρακα γίνεται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (1500 °C και άνω) στο κέντρο του αεριοποιητή, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα σχετικά με τα υλικά. Τα πλεονεκτήματα του συστήματος έγκεινται στην πολύ μικρή κλίμακα στην οποία μπορεί να λειτουργήσει. Στις αναπτυσσόμενες χώρες χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις με ισχύ κάτω από 10 kWel. Αυτό είναι εφικτό λόγω της πολύ απλής διαδικασίας καθαρισμού του αερίου (κυκλώνας και ένα φίλτρο κλίνης). Ένα μειονέκτημα είναι η ελάχιστη ικανότητα μετατροπής της πίσσας, με αποτέλεσμα την ανάγκη για υψηλής ποιότητας ξυλάνθρακα. (εικόνα 3.4.4).



Εικόνα 3.4.4: Οριζόντιας ροής (crossdraft) [26].

3.4.5 Μηχανολογικός εξοπλισμός με αναερόβια χώνευση

Όταν κατασκευάζεται μια μονάδα βιοαερίου η επιλογή του τύπου σχεδιασμού εξαρτάται από την ποσότητα της πρώτης ύλης και από την ποιότητα αυτής. Η αρχή γίνεται με το μηχανολογικό εξοπλισμό καθώς και με το απαιτούμενο ελάχιστο, μέσο και και μέγιστο κόστος στο καθένα από αυτά για να είναι η μονάδα βιώσιμη. Ο εξοπλισμός, αποτελείται από:

- Δεξαμενή υγρής κοπριάς
- Δοχείο συλλογής για βιοαπόβλητα
- Σύστημα τροφοδοσίας της στερεάς πρώτης ύλης
- Χωνευτής ,δεξαμενή αποθήκευσης βιοαερίου
- Μονάδα ΣΗΘ
- Αποθήκευση χωνευτού υπολείμματος και μετασχηματιστής

- **δεξαμενή υγρής κοπριάς**

Μια δεξαμενή μονάδας βιοαερίου αποτελεί τον τομέα αποθήκευσης της υγρής κοπριάς πριν και μετά τη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης . Ο ρόλος της δεξαμενής περιλαμβάνει την αποθήκευση και την προ επεξεργασία της πρώτης ύλης. Αναλόγως του αριθμού των αντιδραστήρων γίνεται και η διάκριση του είδους του αντιδραστήρα που απαιτείται να χρησιμοποιηθεί σε μια διεργασία Αναερόβιας Χώνευσης . Τα είδη που υπάρχουν είναι αρκετά . Ωστόσο αυτά που μπορούν να αναφερθούν είναι την χρήση μιας δεξαμενής υγρής κοπριάς και με τουλάχιστον μια . Οι πολλές δεξαμενές χρειάζονται στην περίπτωση που υπάρχει περισσότερη πρώτη ύλη και για να επέμβει ο χειριστής πιο εύκολα σε ακραίες περιπτώσεις . Το κόστος μιας δεξαμενής υγρής κοπριάς διαφέρει ανάλογα με τον όγκο των πρώτων υλών που είναι διαθέσιμα. Για τη μονάδα βιοαερίου 40kw χρειάζεται να επενδυθεί το λιγότερο 12.000€.

- **Δοχείο συλλογής για βιοαπόβλητα**

Το δοχείο συλλογής είναι το επόμενο στάδιο της αναερόβιας χώνευσης, όπου συγκεντρώνονται τα βιοαπόβλητα ώστε να μεταφερθούν από το δοχείο συλλογής στο χώρο επεξεργασίας της μονάδας . Η παρακάτω δεξαμενή είναι αδιαβροχοποιημένη εσωτερικά . Οι παραγόμενες υγρές και στερεές πρώτες ύλες εισέρχονται στη μονάδα με βυτιοφόρα και αποθηκεύονται στο παρακάτω δοχείο συλλογής .Εξίσου σημαντικό είναι η παροχή ασφάλειας υγιεινής στο χώρο συλλογής. Το κυμαινόμενο κόστος είναι 1.000-20.000€ . Για την εν λόγω μονάδα που είναι μικρού μεγέθους, αρκούν μέχρι 2000€ (εικόνα 3.4.5.1) .



Εικόνα 3.4.5.1: Χωνευτήρας[7].

- **Σύστημα τροφοδοσίας της στερεάς πρώτης ύλης**

Η βασική λειτουργία του συστήματος αποθήκευσης είναι η μεταφορά της βιομάζας από τη ζώνη αποθήκευσης στον αντιδραστήρα όπου γίνεται η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο. Ο τύπος της βιομάζας σε αυτή την περίπτωση θα είναι στερεός σε

μορφή pellet . Το κόστος ανέρχεται σε 4.000-10.000 € για μια μονάδα σαν τη συγκεκριμένη . Αρκούν τα 5000€. (εικόνα 3.4.5.2).



Εικόνα 3.4.5.2:Τροφοδότηση πρώτης ύλης με κοχλία[7].

- **Χωνευτής, δεξαμενή αποθήκευσης βιοαερίου**

Το αέριο που παράγεται από τη διαδικασία της χώνευσης είναι ,όπως έχει προαναφερθεί, είναι το βιοαέριο το οποίο και κατακρατείται (Εικόνα 3.4.5.3). Η διαδικασία αυτή απαιτεί έλεγχο της θερμοκρασίας και του pH. Όσον αφορά την θερμοκρασία υπάρχουν τρία θερμοκρασιακά εύρη : η ψυχρόφιλη (με την θερμοκρασία να είναι κάτω των 25 °c), την μεσόφιλη (25-40 °c) και την θερμόφιλη (45-70 °c). Στην πράξη η θερμοκρασία λειτουργίας επιλέγεται με βάση την διαθέσιμη πρώτη ύλη και η θερμοκρασία διεργασίας παρέχεται από ειδικά συστήματα θέρμανσης (μέσα σε έναν χωνευτήρα) , τα οποία είναι είτε εναλλάκτες στο εσωτερικό ή στο εξωτερικό του αντιδραστήρα . Το pH του υποστρώματος μπορεί να φέρει επιπτώσεις στο διαχωρισμό των μερικών ενώσεων (όπως αμμωνία και οργανικά οξέα). Το βέλτιστο εύρος του pH πρέπει να είναι 7-8 . Τέλος ,η δεξαμενή αποθήκευσης του αερίου θα πρέπει να διαθέτει ειδική μέτρηση για την πίεση του αερίου σε όλες τις καταστάσεις διακύμανσης του. (Εικόνα 3.4.5.4)



Εικόνα 3.4.5.3:Σύστημα αποθήκευσης βιοαερίου[7].



Εικόνα 3.4.5.4:Εξωτερικό σύστημα αποθήκευσης βιοαερίου[7].

Το παραγόμενο βιοαέριο αποθηκεύεται σε συστήματα χαμηλής πίεσης . Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται για επιτόπια ενδιάμεση αποθήκευση του βιοαερίου. Σε γενικές περιπτώσεις το ανερχόμενο κόστος είναι στα 20.000 -100.000€ για μια μονάδα 40 kw. Για εξοικονόμηση κόστους και αξιοπιστίας της μονάδας αρκούν ακόμη και τα 20.000 € .

- **Μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α**

Η μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α(Συμπαράγωγή Ηλεκτρικής και Θερμικής ενέργειας Υψηλής Απόδοσης) αποτελείται από ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος γεννήτριας και μηχανής εσωτερικής καύσης στο οποίο τροφοδοτείται και επεξεργάζεται το αέριο απαλλαγμένο πλέον από προσμίξεις . Η απόδοση της μονάδας μπορεί να φτάσει μέχρι και 90 % με αυτή την προσθήκη. Έτσι παράγεται θερμότητα και καταστρέφονται όλες οι διοξίνες που υπάρχουν στο αέριο. (Εικόνα 3.4.5.5). Το μέσο κόστος μαζί με τα προηγούμενα για ηλεκτρική και θερμική ενέργεια με εγκατάσταση μαζί υπολογίζεται στα 100.000-120.000 € .



Εικόνα 3.4.5.5: Μονάδα ΣΗΘΥΑ [7].

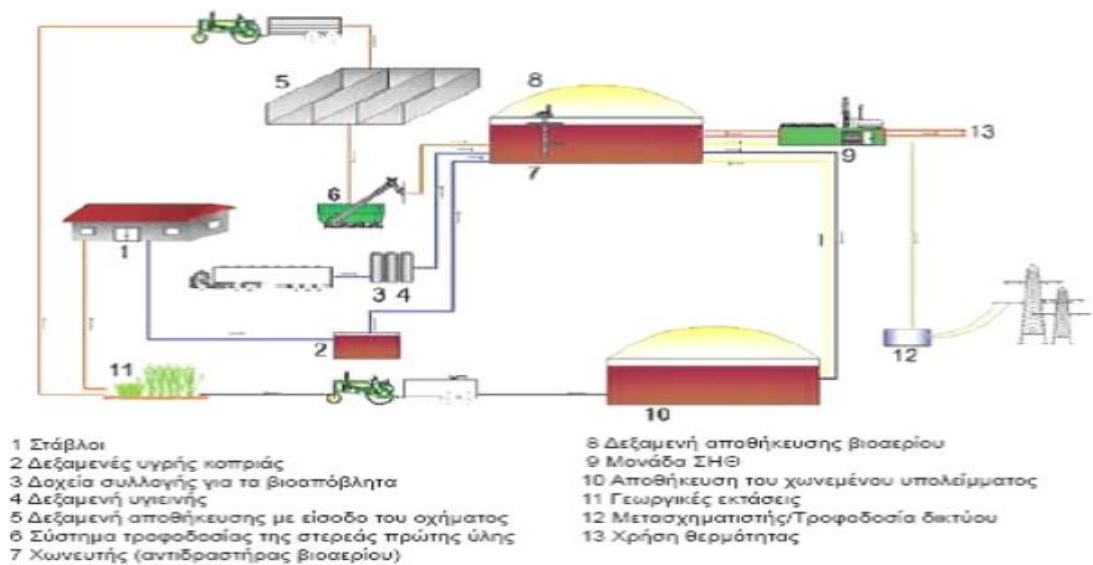
- **Αποθήκευση χωνευμένου υπολείματος και μετασχηματιστής.**

Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης, τα υπολείμματα που μένουν αποθηκεύονται σε κατάλληλες δεξαμενές ώστε να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα για αγροτικές εργασίες (εικόνα 3.4.5.6) . Σε αυτό το στάδιο διαχωρίζονται τα στερεά από τα υγρά μέσω ενός συστήματος προσωρινής αποθήκευσης. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια εισέρχεται σε ένα μετασχηματιστή οποίος μειώνει την παραγόμενη τάση έτσι ώστε να αξιοποιηθεί προς πώληση στους ενδιαφερόμενους παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος στη παρούσα φάση ανέρχεται στα 1.000€ (συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ).



Εικόνα 3.4.5.6: Σύστημα αποθήκευσης υπολείματος[7].

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα τελικό αποτέλεσμα των όσο έχουν λεχθεί παραπάνω για την αναερόβια χώνευση (Εικόνα 3.4.5.7). Αξιο παρατήρησης είναι το πρώτο βήμα , όπου υπάρχει και ένας αχυρώνας στον οποίο συλλέγεται και η υγρή κοπριά για να μπει στην δεξαμενή επεξεργασίας. Επίσης οι γεωργικές εκτάσεις (βήμα 11) είναι το μέρος όπου μπορεί να αξιοποιηθεί το γεωργικό υπόλειμμα της διαδικασίας του βιοαερίου ως λίπασμα. Το συνολικό κόστος μαζί με εγκατάσταση του Μηχανολογικού και Ηλεκτρολογικού εξοπλισμού υπολογίζεται και έχει παρθεί ως το μέγιστο στα 120.000€ . Τέλος σημειώνεται ότι επειδή οι διεργασίες αναερόβιας χώνευσης και της αεριοποίησης έχουν παρόμοια γνωρίσματα στο κόστος επένδυσης έχει προβλεφθεί παρακάτω ίδιος προϋπολογισμός και για τις δύο περιπτώσεις διεργασιών. Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης που αναλύθηκε παραπάνω και απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα απαιτεί και υγρή πρώτη ύλη .Επομένως με τον περιορισμό που υπάρχει στην δική μας περίπτωση με την πρώτη ύλη και με τους τόνους θα είναι πιο ελάχιστες οι απαιτήσεις που θα έχει η μονάδα (σε σχέση με τον όγκο της εγκατεστημένης ισχύς που υπάρχει σε πιο μεγάλες μονάδες) χωρίς αυτό να σημαίνει ότι οι παρακάτω διεργασίες θα αλλάξουν. Η διαφορά και η τελική προτίμηση θα διαπιστωθεί στο τέλος .



Εικόνα 3.4.5.7: Συνοπτική αποτύπωση της αναερόβιας χώνευσης [24].

4 Αρχικά στάδια ίδρυσης της μονάδας

Προκειμένου να ιδρυθεί μια μονάδα παραγωγής βιοαερίου θα πρέπει εκτός από τον προαπαιτούμενο στυλ μοντέλου παραγωγής να μελετηθεί η έρευνα πιθανής αγοράς για ενέργεια και το πως κυμαίνεται η αγορά εργασίας στον κλάδο για να γίνει μια όσο το δυνατόν πιο ορθή οικονομική πρόβλεψη . Παρακάτω περιγράφεται όλη οικονομική θεωρία και σκοπιμότητα όλων των δυνατών περιπτώσεων υλοποίησης του έργου.

4.1 Έρευνα της πιθανής αγοράς για προϊόντα ή ενέργεια που προέρχονται από βιομάζα

Στη μελέτη περιλαμβάνεται η κατανόηση της ζήτησης για βιοενέργεια, βιοκαύσιμα ή και άλλα βιοπροϊόντα στην περιοχή. Η ζήτηση για βιοενέργεια έχει γίνει πιο διαδεδομένη εξαιτίας της ραγδαίας αύξησης των ορυκτών καυσίμων. Αρχικά θα πρέπει να εκτιμηθεί η τρέχουσα ζήτηση για βιοκαύσιμα και άλλα προϊόντα.

Το πρώτο και βασικό προϊόν εκμετάλλευσης είναι η βιοενέργεια .Η συγκεκριμένη καθορίζεται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από τις τιμές των καυσίμων. Αναφορικά η ενέργεια από τη σύνθεση του βιοαερίου είναι πλήρως εκμεταλλεύσιμη και πωλείται σε τιμές 0.10 -0.25 ευρώ /kwh. Η αύξηση της παραγωγής της ανανεώσιμης ενέργειας εξαρτάται από τις αντιλήψεις των πολιτών . Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά όλα τα βήματα ,οι τρόποι

και όλοι οι παράγοντες που πρέπει να ισχύουν για να γίνει η βιοενέργεια πρακτικά εκμεταλλεύσιμη με το στήσιμο μιας μονάδας βιοαερίου στο Δήμο του Αιγιάλεω, έχοντας ως δεδομένο ότι ετησίως θα υπάρχει πρώτη ύλη ξυλείας από κηπουρευτικές εργασίες 749,31 tn.

4.2 Οικονομική σκοπιμότητα της μονάδας

Το στήσιμο μιας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ξυλώδη βιομάζα απαιτεί μια ισχυρή γνώση συνδυασμού θεωρίας και πράξης οικονομικών όρων. Παρακάτω, με την χρήση ενός συντελεστή για να ληφθούν υπόψη και όλα τα ακραία περιστατικά, έχει γίνει μια οικονομική μελέτη για την οποία θα διαπιστωθεί η πιο βιώσιμη λύση.

4.2.1 Εισαγωγή στις οικονομικές έννοιες της επένδυσης

Για να δημιουργηθεί μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο θα πρέπει να προσδιοριστούν: το κόστος κεφαλαίου, το λειτουργικό κόστος, οι προβλέψεις εσόδων-εξόδων και οι υπολογισμοί απόδοσης επένδυσης.

Η οικονομική σκοπιμότητα αφορά την ίδρυση μιας μονάδας παραγωγής 40 kw στο Δήμο Αιγιάλεω. Το κόστος κεφαλαίου ποικίλει ανάλογα με τα μηχανήματα τα οποία πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Θα αξιολογηθούν δυο περιπτώσεις επένδυσης: η περίπτωση χωρίς τη συνδρομή τραπεζικού δανείου και δεύτερον με τραπεζικό δάνειο. Για να είναι επιτυχής η επένδυση θα πρέπει να συγκροτηθεί μια όσο το δυνατόν σωστή πρόβλεψη συμπεριλαμβάνοντας όλα τα παρακάτω:

- E: τα έσοδα της μονάδας
- ΛΔ: τις λειτουργικές δαπάνες για τους συντελεστές παραγωγής και τη διάθεση των προϊόντων
- A: τις προβλεπόμενες αποσβέσεις
- ΦΣ: ο φορολογικός συντελεστής για τον υπολογισμό του φόρου εισοδήματος
- Φ: η φορολογία του εισοδήματος
- T: τους τόκους που πληρώνει η επιχείρηση σε περίπτωση δανείου
- ΑΛΚ: ακαθάριστο λειτουργικό κόστος
- ΚΛΚ: καθαρό λειτουργικό κέρδος
- ΚΚΠΦ: καθαρό κέρδος προ φόρων
- ΚΚΜΦ: καθαρό κέρδος μετά φόρων
- ΚΤΡ: καθαρές ταμειακές ροές

Τα παραπάνω συνδυάζονται και προβλέπονται με τις εξής παραδοχές για να αποδειχθεί εάν πρόκειται για μια συμφέρουσα επένδυση.

- ΑΛΚ: Ακαθάριστο λειτουργικό κόστος : Το Ακαθάριστο λειτουργικό κόστος της επένδυσης είναι η διαφορά μεταξύ εσόδων με τις λειτουργικές δαπάνες χωρίς να έχει υπολογιστεί ο φόρος και οι αποσβέσεις

$$ΑΛΚ = E - ΛΔ$$

- ΚΛΚ: καθαρό λειτουργικό κέρδος: Το καθαρό λειτουργικό κέρδος είναι ένας υπολογισμός που απαντάει ένα βήμα πιο μπροστά στο ερώτημα της βιωσιμότητας, γιατί λαμβάνει υπόψιν και τις προβλεπόμενες αποσβέσεις.

$$ΚΛΚ = ΑΛΚ - Α = E - ΛΔ - Α$$

- ΚΚΠΦ: Καθαρό κέρδος προ φόρων. Το καθαρό κέρδος προ φόρων είναι το καθαρό λειτουργικό κέρδος σε περίπτωση που έχουμε λάβει δάνειο με τον αναμενόμενο τόκο χωρίς να έχουμε λάβει υπόψιν τον φορολογικό συντελεστή.

$$ΚΚΠΦ = ΚΛΚ - Τ$$

Χωρίς δάνειο: $ΚΚΠΦ = ΚΛΚ$

- ΚΚΜΦ: Καθαρό κέρδος μετά φόρων. Το καθαρό κέρδος μετά φόρων περιλαμβάνει και το φορολογικό συντελεστή, που υπάρχει πάντα σε περίπτωση δανείου ή όχι. Συγκεκριμένα:

$$\text{Με δάνειο : } ΚΚΜΦ = ΚΚΠΦ - Φ = ΚΚΠΦ * (1 - ΦΣ)$$

$$\text{Χωρίς δάνειο: } ΚΚΜΦ = ΚΛΚ * (1 - ΦΣ)$$

Τελικά οι ΚΤΡ(καθαρές ταμειακές ροές) είναι το τελικό κέρδος της μονάδας το οποίο υπολογίζεται ως :

- Χωρίς δάνειο : $ΚΤΡ = ΚΚΜΦ + Α = ΚΚΠΦ * (1 - ΦΣ) = ΚΛΚ * (1 - ΦΣ) + Α = (E - ΛΔ - Α) * (1 - ΦΣ) + Α$

$$\text{Εάν } ΦΣ = 0 \text{ τότε } ΚΤΡ = ΚΛΚ + Α = E - ΛΔ - Α + Α = E - ΛΔ = ΑΛΚ$$

- Με δάνειο απλά αφαιρώ τον Τόκο: $ΚΤΡ = (E - ΛΔ - Α - Τ) * (1 - ΦΣ) + Α + Τ$

- Εάν $ΦΣ = 0$ τότε $ΚΤΡ = ΚΛΚ + Α = E - ΛΔ - Α - Τ + Α = E - ΛΔ - Τ + Τ = E - ΛΔ = ΑΛΚ$

Δηλαδή, σε περίπτωση απουσίας του φορολογικού συντελεστή το τελικό καθαρό κέρδος είναι στην ουσία τα έσοδα εάν αφαιρεθούν των εξόδων μείον εκείνων που έχουν καταβληθεί.

Σε έκτακτες περιπτώσεις που ένας εξοπλισμός χρειάζεται συντήρηση λόγω πρόωρης φθοράς ή αστοχίας του υλικού από τον κατασκευαστή τότε θα πρέπει να υπολογιστεί και η διαφορά μεταξύ εσόδων και λειτουργικών δαπανών, δηλαδή η διαφορά των ΚΤΡ(καθαρών ταμειακών ροών) . Λαμβάνω υπόψιν όλες τις μεταβολές

των παραμέτρων. Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στα έκτακτα περιστατικά διότι μια μεταβολή μπορεί να επηρεάσει ραγδαία τα σχέδια της μονάδας .

- Χωρίς την λήψη δανείου : $\Delta(KTP)=\Delta(KKM\Phi)+\Delta(A) =\Delta(KK\Pi\Phi)*(1-\Phi\Sigma)=\Delta(K\Lambda K)*(1-\Phi\Sigma)+\Delta(A) =\Delta(E)-\Delta(\Lambda\Delta)-\Delta(A) *(1-\Phi\Sigma)+\Delta(A)$
Εάν $\Phi\Sigma=0$ τότε $\Delta(KTP)=\Delta(K\Lambda K)+\Delta(A) =\Delta(E)-\Delta(\Lambda\Delta)-\Delta(A) +\Delta(A)=\Delta(E)-\Delta(\Lambda\Delta)=\Delta(A\Lambda K)$
- Με λήψη δανείου : $\Delta(KTP)=(\Delta(E)-\Delta(\Lambda\Delta)-\Delta(A)-\Delta(T)) *(1-\Phi\Sigma)+\Delta(A)+\Delta(T)$
Εάν $\Phi\Sigma=0$ τότε $\Delta(KTP)=\Delta(K\Lambda K)+\Delta(A) =\Delta(E)-\Delta(\Lambda\Delta)-\Delta(A)-\Delta(T) +\Delta(A)=\Delta(E)-\Delta(\Lambda\Delta)-\Delta(T)+\Delta(T)=\Delta(E)-\Delta(\Lambda\Delta)=\Delta(A\Lambda K)$

Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο που παίζει ρόλο σε περίπτωση λήψης δανείου είναι το κόστος χρήσης του κεφαλαίου κίνησης (WACC) το οποίο υπολογίζεται ως ένα έξτρα ποσοστό λήψης του συνολικού δανείου κατά την διάρκεια ζωής του συμπεριλαμβανομένου και του φορολογικού συντελεστή. Το κόστος χρήσης κεφαλαίου θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν γιατί επηρεάζει τις καθαρές εισροές ,τα καθαρά κέρδη και τις ταμειακές ροές της επιχείρησης ανά έτος . Οι Καθαρές εισροές(K_i) είναι τα έσοδα της επιχείρησης μείον τα έξοδα ,τις αποσβέσεις και τον τόκο του δανείου .Για την εύρεση του καθαρού κέρδους (KK_i) αφαιρείται το κόστος χρήσης του κεφαλαίου κάθε χρόνο από τις καθαρές εισροές(K_i).Ο τρόπος εξόφλησης του δανείου είναι τα ισόποσα τοκοχρεολύσια (R_i). Επίσης ο δανειστής κάθε χρόνο λαμβάνει τον Τόκο (T_i) του κεφαλαίου και το χρεολύσιο (X_i) ,το οποίο είναι η τελική εξόφληση του χρέους. .Το τελικό ποσό που λαμβάνει δανειστής στο τέλος κάθε έτους καλείται τοκοχρεολύσιο(R_i). Τέλος για τον τελικό υπολογισμό των ταμειακών ροών KTP_i είναι αναγκαίο από τα καθαρά κέρδη να αφαιρεθεί και το χρεολύσιο(X_i) προσθέτοντας τις αποσβέσεις (A) και το κόστος χρήσης δανείου(WACC). Αναλυτικά οι διαμορφωμένοι τύποι υπολογισμών είναι:

$$WACC=W_d *K_a*(1-\Phi\Sigma)$$

Όπου W_d : ποσοστό του Κεφαλαίου κίνησης δανείου

K_a : Κεφάλαιο κίνησης

$\Phi\Sigma$: Φορολογικός συντελεστής

Στα ισόποσα τοκοχρεολύσια για τον $i=1^o$ χρόνο ισχύει $(T_i)=P*i$

$$X_i= R_i- T_i= i*P/(1+i)^n-1$$

$R_i=P*i/1-(1+i)^{-n}$, το οποίο είναι σταθερό

Όπου P: το κεφάλαιο κίνησης δανείου

i:το επιτόκιο του δανείου

και μετά με n:διάρκεια αποπληρωμής του δανείου

Από $i=2^{\circ}$ έτος

$$(X_{i+1})=X_i*(1+i)$$

$$T_i= R_i- X_i$$

$$(K_i)= (E-\Lambda\Delta i-A-T_i) *(1-\Phi\Sigma)$$

Όπου $\Lambda\Delta i$: λειτουργικές δαπάνες

$$(KK_i)= K_i-WACC$$

Οι Καθαρές ταμειακές ροές της επιχείρησης σε κάθε έτος είναι $(KTP_i)= (KK_i)-X_{i+1}+A+WACC$. Τέλος η $KPA_i=KTP_i*(1+i)^{-i}$

4.2.1.2 Κριτήριο αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων

Ένα επενδυτικό σχέδιο για να είναι βιώσιμο απαιτείται πριν την αρχική υλοποίηση του να γίνει μια τελική οικονομική πρόβλεψη προκειμένου να διαπιστωθεί η επιτυχία του ή μη ως προς το κέρδος. Με βάση το κριτήριο της καθαρά παρούσας αξίας (ΚΠΑ) λαμβάνεται υπόψιν το κόστος της επένδυσης (K_0), οι καθαρές ταμειακές ροές (KTP_i), το επιτόκιο αναγωγής (ω) και η χρονική περίοδος της επένδυσης (k). (σχέση 4.2).

- **Εάν $KPA>0$ τότε το επενδυτικό σχέδιο εγκρίνεται**
- **Εάν $KPA<0$ τότε απορρίπτεται**
- **Εάν $KPA=0$ τότε είναι αδιάφορο για τον επενδυτή εάν θα προχωρήσει ή όχι.**

$$KPA = -K_0 + \sum_{k=1}^n t \frac{KTP_k}{(\omega + 1)^k} \quad (4.2)$$

4.2.1.2.1 Υλοποίηση της οικονομικής μελέτης

Για εγκατάσταση μιας μονάδας βιοαερίου 40 kw εγκατεστημένη ισχύς η μέγιστη αποδιδόμενη ενέργεια ετησίως είναι 350.400 kwh . Με πώληση ενέργειας 0.225 €/kwh τότε σε ευρώ ετησίως η μονάδα . Λόγω συντηρήσεων και ακραίων περιστατικών λαμβάνουμε ένα συντελεστή διαθεσιμότητας 95% των παραπάνω στοιχείων. Άρα οι ώρες λειτουργίας που λαμβάνω υπόψιν κάθε χρόνο $0.95 * 8760h$ (το έτος)=8322h. Τελικά τα έσοδα της μονάδας κάθε χρόνο θα είναι ίσα με $E=74.898 \text{ €}$,τα οποία είναι σταθερά και είναι από την ηλεκτρική ενέργεια.

Δεν πρέπει όμως να ξεχνάμε και τα έσοδα από την θερμική ενέργεια .Το εισόδημα της μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση σπιτιών και θερμοκηπίων. Τα αναμενόμενα έσοδα μπορεί να αυξάνονται κάθε χρόνο έως και 30%. Στη μονάδα για το ποσοστό εισοδήματος από την θερμική ενέργεια έχει ληφθεί υπόψιν ότι με πώληση 0.16€/kwh και με τον ίδιο συντελεστή μη προγραμματισμένων διακοπών τα αναμενόμενα μέσα έσοδα ετησίως είναι επιπλέον 48.000€ ετησίως . Άρα συνολικά τα έσοδα από θερμική και ηλεκτρική ενεργεία υπολογίζονται ότι θα είναι 120.498€. Τέλος τα υγρά υπολείμματα από το βιοαντιδραστήρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για λίπασμα στα χωράφια .

4.2.2 Υλικά-κόστος εργασιών για την μονάδα- Έξοδα προϋπολογισμού

Τα έξοδα με τον τελικό προϋπολογισμό της μονάδας αναλύονται ξεχωριστά για κάθε σενάριο υλοποίησης και είναι τα παρακάτω:

- **Μελέτη επίβλεψη προσωπικού**

Δεδομένου ότι το έργο χρειάζεται το πολύ ένα χρόνο για να υλοποιηθεί , για αυτή την δουλειά έχει επιλεγθεί αρμόδιος Τοπογράφος που θα είναι αρμόδιο για όλη την μελέτη του έργου , χορήγηση αδειών και γραφειοκρατικών εργασιών με απολαβή 30.000€.

- **Κατασκευές από σκυρόδεμα**

Η επιλογή που έχει γίνει είναι :το Άοπλο ή το ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα δαπέδου . Για τα 50 m^2 ισχύει ότι είναι ίσα με $353,553 \text{ m}^3$. Το κόστος ανά κυβικό αναμένεται να είναι $124,5\text{€}/\text{m}^3 * 353,553 \text{ m}^3 = 44.002,000 \text{ €}$ με ΦΠΑ.

- **Χωματοουργικά**

Στα Χωματοουργικά επιλέγεται η κατηγορία της « Γενικής εκσκαφής γαιώδης με αποκόμιση, μεταφορά και επεξεργασία μπαζών (με μηχανήματα) » . Η μονάδα μέτρησης για το συνολικό κόστος εργασιών είναι ανά κυβικό μέτρο. Η συνολική έκταση του χωραφιού για την μονάδα είναι τα 4 Στρέμματα . Η επιθυμητή έκταση που αναμένεται να καλυφθεί για τις Χωματοουργικές εργασίες σε κυβικά μέτρα είναι έως 3.400 m^3 . Επομένως το συνολικό κόστος ανά κυβικό μέτρο ανέρχεται στα 10.200€ .

- **Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για περίφραξη είναι:**

1) vidaXL 141076 Συρματόπλεγμα Κονσερτίνα Γαλβάνιζέ Γκρι

Κατασκευασμένο από υψηλής ποιότητας γαλβανισμένο χάλυβα

Μήκος σύρματος: 60 m (τεντωμένο), 17-20 m (συσπειρωμένο)

Διάμετρος συσπειρωμένου σύρματος: 30 cm

Απόσταση λεπίδων: 16 mm

Μέγεθος λεπίδων: 22 x 15 mm (Μ x Π)

2) Δικτυωτό Πλέγμα 1.8(No12) – Μάτι 4.5X4.5 – Ύψος 2.0

€ 83.08 με Φ.Π.Α.

Μήκος

25 Μέτρα

3) Πάσσαλος περίφραξης Φ 89 με πάχος 1,5mm

Τα ύψη των πασσάλων που υπάρχουν είναι : 6m - 5m - 4m - 3m - 2m - 1.5m . Ένα καλό μέσο ύψος επιλογής θα ήταν τα 3m. Η περίμετρος σε μέτρα είναι τα 1000 m. Για Απρόβλεπτα γεγονότα έχει οριστεί ένας συντελεστής 5% . Το τελικό κόστος μαζί με απόδειξη και ΦΠΑ υπολογίζεται στα 10.000€ με κόστος τα $10\text{€}/\text{μέτρο}$ για την απόσταση που πρόκειται να περιφραχθεί.

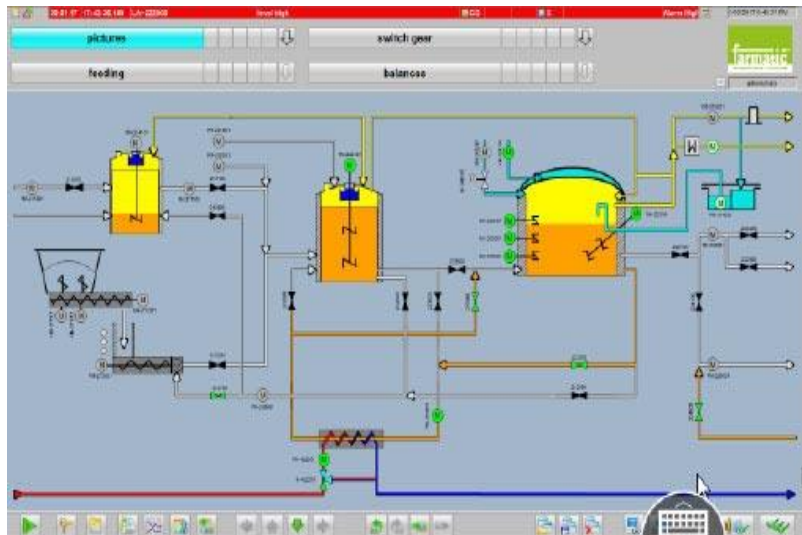
- Τα υλικά για τα Ηλεκτρολογικά και τον αυτοματισμό είναι :

1. Κεντρικός ηλεκτρολογικός πίνακας μαζί όλες τις απαιτούμενες ασφάλειες και ο προαπαιτούμενος ηλεκτρολογικός εξοπλισμό της εγκατάστασης . Το κόστος ενός ηλεκτρολογικού πίνακα , με εγκατάσταση ,υλικά μαζί και με την έκδοση του ηλεκτρολογικού σχεδίου για τον χώρο παρακολούθησης που θα είναι στα 50 m² έχει υπολογιστεί ότι θα είναι στα 3.750€ .
2. Πίνακας αυτοματισμών (PLC): είναι ένα σύστημα όπου ελέγχεται η αποδοτικότητα όλων των μηχανολογικών εξοπλισμών της μονάδας. Το plc είναι ένας προγραμματισμένος λογικός ελεγκτής που αντικαθιστά την ανθρώπινη παρέμβαση σε αρκετές περιπτώσεις βλαβών . Για αυτό το λόγο η εγκατάσταση τους καθιστάτε αναγκαία ,καθώς κάνουν πιο εκλεπτυσμένο έλεγχο ,διαρκούν χρόνια και βρίσκονται σε χαμηλό κόστος .



Εικόνα :4.4.2: Πίνακας Αυτοματισμού [20].

3. Λογισμικό προσαρμοσμένο στις απαιτήσεις της εγκατάστασης (SCADA): Σε αυτό το πρόγραμμα ελέγχονται :όλη η διαδικασία παραγωγής του βιοαερίου ,οι αυτόματες βαλβίδες , τα ρεύματα τροφοδοσίας της πρώτης ύλης . Ο χειριστής της μονάδας μπορεί να μεταβάλλει ανά πάσα στιγμή τις ρυθμίσεις αυτόματης λειτουργίας . Ο απομακρυσμένος έλεγχος γίνεται και μέσω του κινητού με τις κατάλληλες ειδοποιήσεις και ρυθμίσεις (εικόνα 4.4.3) . Ο απομακρυσμένος έλεγχος όλης της παραγωγής είναι σημαντικός για να ανιχνεύονται τα λάθη προτού γίνουν . Έξοδοι ρεύματος χρησιμοποιούνται όταν οι αισθητήρες είναι τοποθετημένοι μακριά από τους ελεγκτές .



Εικόνα 4.4.3: Λογισμικό Scada για έλεγχο της μονάδας[20].

4. Οθόνη παρακολούθησης με τις αντίστοιχες κάμερες ,γιατί η μονάδα πρόκειται να εγκατασταθεί σε απόμερο σχετικά σημείο : Εδώ συμπεριλαμβάνεται και το βήμα 3 με την προσθήκη και καμερών παρακολούθησης.

Για τα βήματα 2,3,4 το συνολικό κόστος υπολογίζεται στα 8.000€ με ΦΠΑ .

4.2.2.1 Πιθανοί τρόποι υλοποιήσεων του έργου

Οι περιπτώσεις που θα εξεταστούν συνολικά είναι:

- Ολική υλοποίηση του έργου από το Δήμο με δάνειο το 70% του προϋπολογισμού και το υπόλοιπο 30% ίδια κεφάλαια.
- Ολική υλοποίηση 100% από τον Δήμο χωρίς δάνειο.
- Με πρόγραμμα ΕΣΠΑ το 45% του προϋπολογισμού και το 55% ο Δήμος .
- Με Ανάδοχο εταιρεία με το 100% του έργου.

Σε κάθε μια από τις παραπάνω περιπτώσεις έχει προβλεφθεί ότι η συνολική διάρκεια για να κάνει η μονάδα μας έναν τουλάχιστον κύκλο αποπληρωμής του προϋπολογισμού είναι τα 15 έτη. Επίσης ο προϋπολογισμός και τα ετήσια έξοδα παραμένουν σταθερά. Τέλος γίνεται μια συνολική οικονομική μελέτη με την βοήθεια ενός συγκεντρωτικού πίνακα σε κάθε περίπτωση με παρατηρήσεις και σχόλια. Πρέπει να τονιστεί ότι ο Φορολογικός συντελεστής λαμβάνεται υπόψιν μόνο στην περίπτωση της ανάδοχου εταιρείας.

Στο παρακάτω πίνακα φαίνεται το συνολικό κόστος της επένδυσης ,το οποίο περιλαμβάνει τα ακόλουθα :το κόστος της γης ,όλο τον απαιτούμενο ηλεκτρολογικό και μηχανολογικό εξοπλισμό (τα μηχανήματα, όλη την υδραυλική και ηλεκτρολογική

εγκατάσταση με υπολογισμένο το κόστος όλων των υλικών ,εργασίας και των μεταφορικών για αυτά) , τη μελέτη και επίβλεψη του προσωπικού με όλες τις κατασκευαστικές άδειες και μελέτες για το έργο, τις κατασκευές από σκυρόδεμα, τις χωματουργικές εργασίες , περιφράξεις με ισχυρό συρματόπλεγμα και το σύστημα του αυτοματισμού με όλη την πρόληψη της ασφάλειας για την μονάδα. Παρατηρείται ότι το κόστος της γης είναι μηδενικό ,διότι ο Δήμος είναι εκείνος που παρέχει το χώρο για να γίνει η μονάδα . Η μελέτη έχει γίνει με σταθερή μέθοδο ετήσιας απόσβεσης διάρκειας δέκα ετών, η οποία υπολογίζεται εάν από το συνολικό κόστος της επένδυσης αφαιρεθούν ο ηλεκτρολογικός - μηχανολογικός εξοπλισμός και οι χωματουργικές εργασίες πολλαπλασιάζοντας το συνολικό αποτέλεσμα των παραπάνω με τον συντελεστή απόσβεσης ,δηλαδή το 1/10. Εάν κάνουμε όλες τις παραπάνω πράξεις το αποτέλεσμα θα μας δώσει ετήσια απόσβεση 9.200,20€, δηλαδή σε διάρκεια δέκα ετών θα έχουμε 92.002€ ολικές αποσβέσεις μηχανημάτων. Παρακάτω παρουσιάζεται συνοπτικά ο τελικός προϋπολογισμός του έργου σε κάθε περίπτωση, όπως αναλύθηκε στην προηγούμενη υπό ενότητα .

| α/α | ΕΡΓΑΣΙΕΣ | ΚΟΣΤΟΣ(€) |
|-----|---|-------------|
| 1 | Γη | - |
| 2 | Ηλεκτρολογικός και Μηχανολογικός εξοπλισμός | 120.000,000 |
| 3 | Μελέτη ,επίβλεψη και εκπαίδευση προσωπικού | 30.000,000 |
| 4 | Κατασκευές από σκυρόδεμα | 44.002,000 |
| 5 | Χωματουργικές εργασίες | 10.222,000 |
| 6 | Περίφραξη και σωληνώσεις | 10.000,000 |
| 7 | Σύστημα αυτοματισμού | 8.000,000 |
| 8 | Σύνολο | 222.224,000 |

Πίνακας 4.2.2: Συνολικός προϋπολογισμός του κόστους της επένδυσης[27].

4.2.2.2 Υλοποίηση σε περίπτωση λήψης δανείου από Δήμο

Η διαδικασία επιδότησης από το κράτος είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος επένδυσης, καθώς το αρχικό κεφάλαιο σε αυτές τις μονάδες είναι αρκετά μεγάλο. Για το σκοπό αυτό το 70% της επένδυσης, δηλαδή τα 140.000€ θα καλυφθεί με τραπεζικό δάνειο και το υπόλοιπο 30% με ίδια κεφάλαια. Σε αυτήν τη συνθήκη στα λειτουργικά κόστη θα πρέπει να συνυπολογισθεί και το επιτόκιο που θα έχει το δάνειο καθώς και ο τόκος πληρωμής κάθε μήνα. Σημείο ενδιαφέροντος είναι να δούμε εάν είναι πιο γρήγορη η απόσβεση σε αυτή την περίπτωση. Με την λήψη δανείου χρειάζεται να αξιολογηθεί η καθαρά παρούσα αξία της επένδυσης καθώς και οι νέες καθαρές ταμειακές ροές συγκρίνοντας τις με τη μη ύπαρξη δανείου. Η μέθοδος εξόφλησης του δανείου που έχει επιλεγεί είναι τα ισόποσα τοκοχρεολύσια (διαρκείας 10 ετών με επιτόκιο ($i=1\%$) και περιγράφεται παρακάτω.

Το τοκοχρεολύσιο υπολογίζεται ως : $R_i = P \cdot i / (1 - (1+i)^{-n}) = 140.000 \cdot 0.01 / (1 - (1+0.01)^{-10}) = 14.781,49072 \text{€}$.

Η παρούσα αξία των τοκοχρεολυσίων $(S_k) = R \cdot (1+i)^k$

Και η πραγματική αξία των τοκοχρεολυσίων $P_k = R / (1+i)^k$

Οι τελευταίοι παράμετροι S, P έχουν υπολογιστεί για να υπάρχει μια απόλυτη ακρίβεια για το τί πληρώνει ο κάθε ένας ακριβώς στην τράπεζα όταν παίρνει ένα οποιοδήποτε δάνειο με επιτόκιο (i) συνολικής διάρκειας (ω). Για ολοκληρωτική επαλήθευση ισχύει ότι $P_{\text{τελ}} = S_{\text{τελ}} / (1+i)^\omega$, όπου $S_{\text{τελ}}$: συνολική αξία των τοκοχρεολυσίων

$P_{\text{τελ}}$: συνολική πραγματική αξία των τοκοχρεολυσίων

Πρέπει να ισχύει ότι: $P_{\text{τελ}} = S_{\text{τελ}} / (1+i)^\omega = K$, όπου K : Κεφάλαιο του δανείου που στην προκειμένη περίπτωση $K = 140.000 \text{€}$.

| Έτος (i) | Τόκοι ($T =$) (€.) | Πληρωμή ή Έναντι τόκων (€.) | Χρεολύσιο ($X_i = R_i - T_i =$ $i \cdot P / (1+i)^n -$ 1) (€.) | Ανεξόφλητο δάνειο (€.) | Τοκοχρεολύσιο (R) (€.) | Παρούσα Αξία (S) τοκοχρεολυσίων (€.) | Πραγματική Αξία (€.) (P) τοκοχρεολυσίων |
|--------------|-------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------|-------------------------------|--|---|
| 1 | 1400 | 1400 | 13.381.49072 | 126.618,5093 | 14.781,49072 | 16.166,29871 | 14.635,13933 |

| | | | | | | | |
|----|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|--------------|------------------|
| 2 | 1266,1 85 | 1.266, 185 | 13.515,3 049 | 113.103, 2044 | 14.781,490 72 | 16.006,23635 | 14.490,236 96 |
| 3 | 1.131, 0327 | 1.131, 0327 | 13650,45 795 | 99.452,7 4643 | 14.781,490 72 | 15.847,75876 | 14.346,769 26 |
| 4 | 994,52 81 | 994,52 81 | 13.786,9 6258 | 85.665,7 8385 | 14.781,490 72 | 15.690,85026 | 14.204,722 04 |
| 5 | 856,65 | 856,65 | 13.924,8 3216 | 71.740,9 5169 | 14.781,490 72 | 15.535,4953 | 14.064,081 23 |
| 6 | 717,41 02 | 717,41 02 | 14.064,0 8048 | 57.676,8 7121 | 14.781,490 72 | 15.381,67852 | 13.924,832 9 |
| 7 | 576,76 94 | 576,76 94 | 14.204,7 2128 | 43.472,1 4993 | 14.781,490 72 | 15.229,38467 | 13.924,963 27 |
| 8 | 434,72 2 | 434,72 2 | 14.346,7 6834 | 29.125,3 8653 | 14.781,490 72 | 15.078,59868 | 13.650,458 68 |
| 9 | 291,25 4 | 291,25 4 | 14.490,2 3602 | 14.635,1 388 | 14.781,490 72 | 14.929,30563 | 13.515,305 63 |
| 10 | 146,35 2 | 146,35 2 | 14.635.1 388 | 0,000 | 14.781,490 72 | 14.781,49072 | 13.381,490 72 |

| | | | | | | | |
|--------|---|------------|-------------|---|--------------|--------------|--------------|
| Σύνολο | - | 7.814,9034 | 140.000,000 | - | 147.814,9072 | 154.647,0976 | 140.000,0000 |
| | | | | | | | |

Πίνακας 4.2.2.2: Τρόπος εξόφλησης τραπεζικού δανείου με ισόποσα τοκοχρεολύσια [12].

Αρχικά επιβάλλεται να τονιστεί ότι εφόσον υπάρχει συνεργασία με τον Δήμο του Αιγιάλεω την πρώτη ύλη και το κόστος των μεταφορικών εκείνης τα προμηθευόμαστε δωρεάν. Όπως έχει ήδη αναφερθεί με πρόσφατα στοιχεία του 2020 παίρνουμε ως δεδομένο ότι κάθε χρόνο θα παραλαμβάνουμε 740 τόνους βιομάζας από κηπουρευτικές εργασίες. Οπότε θα μας μένει απόθεμα για τον επόμενο χρόνο.

Στη μελέτη έχουν ακολουθηθεί: ως μεταβλητές λειτουργικές δαπάνες η ιδιοκατανάλωση που είναι το 3% των εσόδων και η ασφάλιση που είναι το 0.3% της συνολικής Επένδυσης(ΣΕ) της μονάδας, αυξανόμενα και τα δυο κατά 2% κάθε χρόνο. Τα σταθερά έξοδα είναι ο μισθός των υπαλλήλων (δυο άτομα ένας μηχανολόγος μηχανικός και ένας ηλεκτρολόγος μηχανικός, συμπεριλαμβανομένου και το Ικα), το κόστος συντήρησης, και τα λοιπά έξοδα. σταθερή μέθοδο απόσβεσης(A) και σταθερός Φορολογικός συντελεστής (ΦΣ=0.3) σε περίπτωση μόνο όπου υπάρχει ανάδοχος εταιρεία. Παρακάτω παρουσιάζονται τα ετήσια έξοδα συνολικής διάρκειας δεκαπέντε ετών για όλες τις περιπτώσεις μελέτης καθώς και τα μέσα συνολικά ανά κατηγορία έξοδα της μονάδας.

| Έξοδα(€) | 1 ^ο έτος | 2 ^ο έτος | 3 ^ο έτος | 4 ^ο έτος | 5 ^ο έτος | 6 ^ο έτος | 7 ^ο έτος | 8 ^ο έτος |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Ιδιοκατανάλωση (2% αύξηση) | 3.614,94 | 3.687,2388 | 3.760 | 3.836,1996 | 3.912,92 | 3.991,18 | 4.071,0036 | 4.152,4236 |
| Κόστος ασφάλισης(2% αύξηση) | 666,67 | 679,99 | 693,59 | 707,46 | 721,614 | 736,046 | 750,767 | 765,782 |
| Συντήρηση μηχανής | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |

| | | | | | | | | |
|--------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|------------|------------|
| Εργατικό προσωπικό | 60.000 | 60.000 | 60.000 | 60.000 | 60.000 | 60.000 | 60.000 | 60.000 |
| Λοιπά έξοδα | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| Σύνολο | 74.781,54 | 74.867,2288 | 74.954,5735 | 75.043,6645 | 75.134,5375 | 75.75.227,226 | 75.321,770 | 75.418,206 |

Πίνακας 4.2.2.3: ετήσια έξοδα της μονάδας(1^ο έως 8^ο) [10].

| | | | |
|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 9 ^ο έτος | 10 ^ο έτος | 11 ^ο έτος | 12 ^ο έτος |
| 4.235,473 | 4320,1815 | 4.406,58522 | 4.494,7169 |
| 781,097 | 796,719 | 812,6536 | 828,906 |
| 500 | 500 | 500 | 500 |
| 60.000 | 60.000 | 60.000 | 60.000 |
| 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| 75.516,5697 | 75.616,90116 | 75.719,2391 | 75.828,6239 |

Πίνακας 4.2.2.4: ετήσια έξοδα της μονάδας(9^ο έως 12^ο) [10].

| | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| 13 ^ο έτος | 14 ^ο έτος | 15 ^ο έτος |
| 4.584,6112 | 4.676,3034 | 4769,8294 |
| 845,48 | 862,39 | 879,6425 |
| 500 | 500 | 500 |
| 60.000 | 60.000 | 60.000 |
| 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| 75.938,09618 | 76.038,6981 | 76.149,4719 |

Πίνακας 4.2.2.5: ετήσια έξοδα της μονάδας(13^ο έως 15^ο) [10].

| | | |
|---|--------------------------------------|-----------|
| 1 | Πρώτη ύλη | - |
| 2 | Ιδιοκατανάλωση (2% ετήσια αύξηση) | 3.916,90€ |
| 3 | Κόστος ασφάλισης | 768,58€ |

| | (2% αύξηση ανά έτος) | |
|--------|----------------------|---------------|
| 4 | Συντήρηση μηχανής | 500,000€ |
| 5 | Εργατικό προσωπικό | 60.000,000€ |
| 6 | Κόστος μεταφοράς | - |
| 7 | Λοιπά έξοδα | 10.000,000€ |
| Σύνολο | - | 75.185,48714€ |

Πίνακας 4.2.2.6: Μέσα ετήσια έξοδα της μονάδας[10].

Τέλος σε περίπτωση δανείου από τον Δήμο 70% με ισόποσα τοκοχρεολύσια λαμβάνοντας υπόψιν ότι $\Phi\Sigma=0$, γιατί ο Δήμος είναι μη κερδοσκοπικός οργανισμός και τον ίδιο προϋπολογισμό ως σταθερά τα ετήσια έξοδα, έξοδα και το ρυθμό αποσβέσεων τα συνολικά αποτελέσματα της οικονομικής μελέτης, με βάση και το θεωρητικό υπόβαθρο είναι τα παρακάτω:

| Έτη | ο | 1ο | 2ο | 3ο | 4ο | 5ο | 6ο | 7ο |
|---|---|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|----------------|---------------|
| Έσοδα | - | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ |
| Συνολικά έξοδα | - | 74.781,54 € | 74.867,22 € | 74.954,57 € | 75.043,664 52€ | 75.134,53 € | 75.227,226 28€ | 75.321,77 06€ |
| Μείον Αποσβέσεις | - | 9.200,20€ | 9.200,20€ | 9.200,20€ | 9.200,20€ | 9.200,20€ | 9.200,20€ | 9.200,20€ |
| Μείον Τόκος Δανείου | - | 1400€ | 1266,185€ | 1131,03€ | 994,52€ | 856,65€ | 717,41€ | 576,76€ |
| Κέρδη προ φόρων | - | 35.116,26 0€ | 35.164,39 5€ | 35.212,19 3€ | 35.259,607 € | 35.306,61 2€ | 35.353,163 € | 35.399,25 2€ |
| Καθαρές εισροές ($\Phi\Sigma=0$) | - | 35.116,26 0€ | 35.164,39 5€ | 35.212,19 3€ | 35.259,607 € | 35.306,61 2€ | 35.353,163 € | 35.399,25 2€ |
| Καθαρό κέρδος(με μείον το κόστος χρήσης του δανείου) | - | 33.116,26 € | 33.164,39 5€ | 33.212,19 3€ | 33.259,607 € | 33.306,61 2€ | 33.353,163 € | 33.399,25 2€ |
| Μείον Χρεολύσιο | - | 13.381,49 0€ | 13.515,30 4€ | 13.650,45 7€ | 13.786,962 € | 13.924,83 2€ | 14.064,080 € | 14.204,72 1€ |
| Καθαρές Ταμειακές ροές (με προθήκη κόστους χρήσης δανείου και | - | 30.934,96 € | 30.849,28 1€ | 30.761,93 6€ | 30.672,844 € | 30.581,98 0€ | 30.489,283 € | 30.394,73 1€ |

| | | | | | | | | |
|--------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| αποσβέσεων) | | | | | | | | |
| (ΠΑ)Ταμειακόν ροών | - | 30.628,680€ | 30.241,437€ | 29.857,232€ | 29.476,001€ | 29.097,704€ | 28.722,280€ | 28.349,715€ |
| Δανεικά κεφάλαια | -140.000€ | - | - | - | - | - | - | - |
| Ίδια κεφάλαια | -60.000€ | - | - | - | - | - | - | - |
| Συν ΠΑ | -200.000€ | 169.371,320€ | 139.129,882€ | 109.272,650€ | 79.796,649€ | 50.698,295€ | 21.976,0112€ | 6.373,703€ |

Πίνακας 4.3 : Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας με Δάνειο 70% - Δήμος 30% (0^ο έως 7^ο) [27].

| Έτη | 8ο | 9ο | 10ο | 11ο | 12ο | 13ο | 14ο | 15ο |
|---|---------------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| Έσοδα | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ |
| Συνολικά έξοδα | 75.418,20622€ | 75.516,569€ | 75.616,901€ | 75.719,2392€ | 75.823,6239€ | 75.930,096€ | 76.038,6981€ | 76.149,4719€ |
| Μείον Αποσβέσεις | 9200,20€ | 9200,20€ | 9200,20€ | - | - | - | - | - |
| Μείον Τόκος Δανείου | 434,721€ | 291,254€ | 146,352€ | - | - | - | - | - |
| Κέρδη προ φόρων | 35.444,871€ | 35.489,976€ | 35.534,546€ | 44.778,7608€ | 44.674,3761€ | 44.567,903€ | 44.459,301€ | 44.348,528€ |
| Καθαρές εισροές (ΦΣ=0) | 35.444,871€ | 35.489,976€ | 35.534,546€ | 44.778,7608€ | 44.674,3761€ | 44.567,903€ | 44.459,301€ | 44.348,528€ |
| Καθαρό κέρδος(με μείον το κόστος χρήσης του δανείου) | 33.444,871€ | 33.489,976€ | 33.534,546€ | 44.778,7608€ | 44.674,3761€ | 44.567,903€ | 44.459,301€ | 44.348,528€ |
| Μείον Χρεωλύσιο | 14.346,768€ | 14.490,236€ | 14.635,138€ | - | - | - | - | - |
| Καθαρές Ταμειακές ροές (με προθήκη κόστους χρήσης δανείου και αποσβέσεων) | 30.298,301€ | 30.199,940€ | 30.099,608€ | 44.778,7608€ | 44.674,3761€ | 44.567,903€ | 44.459,301€ | 44.348,528€ |
| (ΠΑ)Ταμειακόν ροών | 27.979,974€ | 27.613,008€ | 27.248,782€ | 40.136,265€ | 39.646,240€ | 39.160,150€ | 38.677,946€ | 38.199,581€ |
| Δανεικά κεφάλαια | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ίδια κεφάλαια | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Συν ΠΑ | 34.253,678€ | 61.966,686€ | 89.215,469€ | 129.351,734€ | 168.997,975€ | 208.158,1252€ | 246.836,071€ | 285.035,652€ |

Πίνακας 4.3.1: Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας με Δάνειο 70% - Δήμος 30% (8^ο έως 15^ο) [27].

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα η αποπληρωμή όλου του κόστους επένδυσης γίνεται στο 7^ο έτος. Η μονάδα κάνει ένα πλήρως κύκλο ολικής επαναφοράς του κόστους επένδυσης στα 15 έτη. Οι καθαρές εισροές είναι ελαφρώς αυξημένες από το 1^ο έως 10^ο έτος. Όπως παρατηρείται με κόκκινα γράμματα από όλη την οικονομική πρόβλεψη ότι με το που φεύγει το δάνειο από τον Δήμο στο 11^ο έτος υπάρχει μια μεγάλη αύξηση στις καθαρές εισροές ,στις ταμειακές ροές ,στα καθαρά κέρδη και στις συνολικές παρούσες αξίες της μονάδας.

4.2.2.3 Υλοποίηση από Δήμο 100%

Σε αυτή την περίπτωση λαμβάνοντας υπόψιν ότι (το $\Phi\Sigma=0$) και τον ίδιο προϋπολογισμό με σταθερά τα ετήσια έξοδα ,έξοδα και τις αποσβέσεις τα συνολικά αποτελέσματα είναι τα παρακάτω:

| Έτη | ο | 1ο | 2ο | 3ο | 4ο | 5ο | 6ο | 7ο |
|------------------------------------|---|--------------|---------------|--------------|----------------|--------------|----------------|---------------|
| Έσοδα | - | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ |
| Συνολικά έξοδα | - | 74.781,54€ | 74.867,22 € | 74.954,57 € | 75.043,664 52€ | 75.134,53 € | 75.227,226 28€ | 75.321,77 06€ |
| Μείον Αποσβέσεις | - | 9.200,20€ | 9.200,20€ | 9.200,20€ | 9.200,20€ | 9.200,20€ | 9.200,20€ | 9.200,20€ |
| Μείον Τόκος Δανείου | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Κέρδη προ φόρων | - | 36.516,26€ | 36.430,57 1€ | 36.343,22 6€ | 36.264,135 € | 36.163,26 2€ | 36.069,879 € | 35.976,02 9€ |
| Καθαρές εισροές ($\Phi\Sigma=0$) | - | 36.516,26€ | 36.430,57 1€ | 36.343,22 6€ | 36.264,135 € | 36.163,26 2€ | 36.069,879 € | 35.976,02 9€ |
| Καθαρό κέρδος | - | 36.516,26€ | 36.430,57 1€ | 36.343,22 6€ | 36.264,135 € | 36.163,26 2€ | 36.069,879 € | 35.976,02 9€ |
| Χρεολύσιο | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Καθαρές Ταμειακές ροές | - | 45.716,46€ | 45.630,77 1€ | 45.543,42 6€ | 45.454,335 € | 45.363,46 2€ | 45.270,073 € | 45.176,22 9€ |
| (ΠΑ)Ταμεια κών ροών | - | 45.263,821 € | 44.288,77 6€ | 44.204,00 9€ | 43.680,721 € | 43.161,68 4€ | 42.646,457 € | 42.136,68 4€ |
| Δανειακά κεφάλαια | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ίδια κεφάλαια | - | 222.22 4€ | - | - | - | - | - | - |
| Συν ΠΑ | - | 222.22 4€ | 176.960,17 8€ | 132.671€ | 88.467,39 1€ | 44.786,670 € | 1.624,890 € | 41.021,566 € |
| | | | | | | | | 83.158,25 1€ |

Πίνακας 4.3.1.2:Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας με Δήμο 100% (0^ο έως 7^ο) [27].

| Έτη | 8ο | 9ο | 10ο | 11ο | 12ο | 13ο | 14ο | 15ο |
|------------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| Έσοδα | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ |
| Συνολικά έξοδα | 75.418,206 22€ | 75.516,56 9€ | 75.616,90 1€ | 75.719,23 92€ | 75.823,62 39€ | 75.930,09 6€ | 76.038,69 81€ | 76.149,4719 € |
| Μείον Αποσβέσεις | 9.200,20€ | 9.200,20€ | 9.200,20€ | - | - | - | - | - |
| Μείον Τόκος Δανείου | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Κέρδη προ φόρων | 35.879,593 € | 35.781,23 0€ | 35.680,89 8€ | 44.788,76 0€ | 44.674,37 61€ | 44.567,90 3€ | 44.459,30 1€ | 44.348,528€ |
| Καθαρές εισροές (ΦΣ=0) | 35.879,593 € | 35.781,23 0€ | 35.680,89 8€ | 44.788,76 0€ | 44.674,37 61€ | 44.567,90 3€ | 44.459,30 1€ | 44.348,528€ |
| Καθαρό κέρδος | 35.879,593 € | 35.781,23 0€ | 35.680,89 8€ | 44.788,76 0€ | 44.674,37 61€ | 44.567,90 3€ | 44.459,30 1€ | 44.348,528€ |
| Χρεολύσιο | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Καθαρές Ταμειακές ροές | 45.079,793 € | 44.981,43 0€ | 44.881,09 8 | 44.788,76 0€ | 44.674,37 61€€ | 44.567,90 3€ | 44.459,30 1€ | 44.348,528€ |
| (ΠΑ)Ταμειακών ροών | 41.630,433 € | 41.128,31 2€ | 40.630,27 3 | 40.136,26 5 | 39.646,24 0€ | 39.160,15 0€ | 38.677,94 6€ | 38.199,581€ |
| Δανειακά κεφάλαια | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ίδια κεφάλαια | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Συν ΠΑ | 124.788,68 4€ | 165.916,9 97€ | 206.547,2 70€ | 246.683,5 36€ | 286.329,7 76€ | 325.489,9 26€ | 364.167,8 73€ | 402.367,454 € |

Πίνακας 4.3.1.3:Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας με Δήμος 100% (8^ο έως 15^ο) [27].

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα η αποπληρωμή όλου του κόστους επένδυσης γίνεται στο 6^ο έτος. Η μονάδα κάνει δυο κύκλους ολικής επαναφοράς του κόστους επένδυσης στα 15 έτη. Οι καθαρές εισροές είναι ελαφρώς μειωμένες από το 1^ο έως 10^ο έτος. Όπως παρατηρείται με κόκκινα γράμματα από όλη την οικονομική πρόβλεψη στο 11^ο έτος υπάρχει μια μεγάλη αύξηση στις καθαρές εισροές ,στις ταμειακές ροές ,στα καθαρά κέρδη και στις συνολικές παρούσες αξίες της μονάδας. Οι συνολικές καθαρές εισροές ,τα καθαρά κέρδη και οι ταμειακές ροές είναι διπλάσια αυξημένες σε σχέση με την ύπαρξη του δανείου, πράγμα το οποίο το περιμέναμε.

4.2.2.4 Υλοποίηση από Δήμο 55% και ΕΣΠΑ 45%

Παρακάτω αναλύεται με την βοήθεια πινάκων η οικονομική μελέτη της περίπτωσης :Δήμο 55% και ΕΣΠΑ 45%. Σε αυτή την περίπτωση ο Δήμος θα πάρει το 45% (ποσοστό που αφορά την Δυτική Αττική) του προϋπολογισμού από το ΕΣΠΑ και το υπόλοιπο ποσοστό που θα καταβληθεί από τον Δήμο θα αξιοποιείται σε ενέργεια(και όχι σε χρήμα) ετησίως. Εξάλλου ο Δήμος είναι μη κερδοσκοπικός οργανισμός.

| Έτη | ο | 1ο | 2ο | 3ο | 4ο | 5ο | 6ο | 7ο |
|------------------------|----------|--------------|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------|--------------|
| Έσοδα | - | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ |
| Συνολικά έξοδα | - | 74.781,54 € | 74.867,22 € | 74.954,57 € | 75.043,66452€ | 75.134,53€ | 75.227,22628€ | 75.321,7706€ |
| Μείον Αποσβέσεις | - | 9200,20€ | 9200,20€ | 9200,20€ | 9200,20€ | 9200,20€ | 9200,20€ | 9200,20€ |
| Μείον Τόκος Δανείου | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Κέρδη προ φόρων | - | 36.516,26 € | 36.430,571€ | 36.343,226€ | 36.264,135€ | 36.163,262€ | 36.069,879€ | 35.976,029€ |
| Καθαρές εισροές (ΦΣ=0) | - | 36.516,26 € | 36.430,571€ | 36.343,226€ | 36.264,135€ | 36.163,262€ | 36.069,879€ | 35.976,029€ |
| Καθαρό κέρδος | - | 36.516,26 € | 36.430,571€ | 36.343,226€ | 36.264,135€ | 36.163,262€ | 36.069,879€ | 35.976,029€ |
| Χρεολύσιο | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Καθαρές Ταμειακές ροές | - | 45.716,46 € | 45.630,771€ | 45.543,426€ | 45.454,335€ | 45.363,462€ | 45.270,073€ | 45.176,229€ |
| (ΠΑ)Ταμειακών ροών | - | 45.263,821€ | 44.288,776€ | 44.204,009€ | 43.680,721€ | 43.161,684€ | 42.646,457€ | 42.136,684€ |
| ΕΣΠΑ κεφάλαια | - | 100.000,80€. | - | - | - | - | - | - |
| Ίδια κεφάλαια | - | 122.2223,20€ | - | - | - | - | - | - |
| Συν ΠΑ | -222.224 | 176.960,178€ | 132.671€ | 88.467,391€ | 44.786,670€ | 1624,890€ | 41.021,566€ | 83.158,251€ |

Πίνακας 4.3.1.4: Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας με Δήμο 55% -ΕΣΠΑ45%(0^ο έως 7^ο) [28].

| Έτη | 8ο | 9ο | 10ο | 11ο | 12ο | 13ο | 14ο | 15ο |
|------------------|---------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| Έσοδα | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ |
| Συνολικά έξοδα | 75.418,20622€ | 75.516,569€ | 75.616,901€ | 75.719,2392€ | 75.823,6239€ | 75.930,096€ | 76.038,6981€ | 76.149,4719€ |
| Μείον Αποσβέσεις | 9200,20€ | 9200,20€ | 9200,20€ | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Μείον Τόκος Δανείου | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Κέρδη προ φόρων | 35.879,593 € | 35.781,23 0€ | 35.680,89 8€ | 44.788,76 0€ | 44.674,37 61€ | 44.567,90 3€ | 44.459,30 1€ | 44.348,528€ |
| Καθαρές εισροές (ΦΣ=0) | 35.879,593 € | 35.781,23 0€ | 35.680,89 8€ | 44.788,76 0€ | 44.674,37 61€ | 44.567,90 3€ | 44.459,30 1€ | 44.348,528€ |
| Καθαρό κέρδος | 35.879,593 € | 35.781,23 0€ | 35.680,89 8€ | 44.788,76 0€ | 44.674,37 61€ | 44.567,90 3€ | 44.459,30 1€ | 44.348,528€ |
| Χρεολύσιο | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Καθαρές Ταμειακές ροές | 45.079,793 € | 44.981,43 0€ | 44.881,09 8 | 44.788,76 0€ | 44.674,37 61€ | 44.567,90 3€ | 44.459,30 1€ | 44.348,528€ |
| (ΠΑ)Ταμεια κών ροών | 41.630,433 € | 41.128,31 2€ | 40.630,27 3 | 40.136,26 5 | 39.646,24 0€ | 39.160,15 0€ | 38.677,94 6€ | 38.199,581€ |
| Δανειακά κεφάλαια | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ίδια κεφάλαια | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Συν ΠΑ | 124.788,68 4€ | 165.916,9 97€ | 206.547,2 70€ | 246.683,5 36€ | 286.329,7 76€ | 325.489,9 26€ | 364.167,8 73€ | 402.367,454 € |

Πίνακας 4.3.1.5:Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας με Δήμο 55% -ΕΣΠΑ45% (8^ο έως 15^ο) [28].

Σε αυτή την περίπτωση παρατηρείται ότι όλα τα νούμερα της οικονομικής μελέτης είναι ίδια με εκείνα της παραγράφου (4.2.2). Αυτό που αλλάζει και πρέπει να τονιστεί είναι τα ίδια κεφάλαια του Δήμου που είναι 122.2223,20€ και η χρηματοδότηση του ΕΣΠΑ για τον Μηχανολογικό και τον Ηλεκτρολογικό εξοπλισμό είναι 100.000,80€. Αυτό είναι σημαντικό γιατί στο συντελεστή δεικτών κεφαλαίου θα μας επηρεάσει στον υπολογισμό .

4.2.2.5 Υλοποίηση από Ανάδοχο Εταιρεία 100%

Σε αυτή την περίπτωση υπάρχει ΦΣ=0,3 .Βλέπουμε ότι τα νούμερα πέφτουν κατά 10.000€ περίπου γεγονός που μας δείχνει πως ο φορολογικός συντελεστής επηρεάζει την όλη διαδικασία. Η αποπληρωμή γίνεται στο 7^ο έτος .Οι καθαρές εισροές μειώνονται ετησίως.

| Έτη | ο | 1ο | 2ο | 3ο | 4ο | 5ο | 6ο | 7ο |
|---------------------|---|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------|----------------|---------------|
| Έσοδα | - | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ |
| Συνολικά έξοδα | - | 74.781,54 € | 74.867,22 € | 74.954,57 € | 75.043,664 52€ | 75.134,53 € | 75.227,226 28€ | 75.321,77 06€ |
| Μείον Αποσβέσεις | - | 9200,20€ | 9200,20€ | 9200,20€ | 9200,20€ | 9200,20€ | 9200,20€ | 9200,20€ |
| Μείον Τόκος Δανείου | - | - | - | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| Κέρδη προ φόρων | - | 36.516,26 € | 36.430,57 1€ | 36.343,22 6€ | 36.264,135 € | 36.163,26 2€ | 36.069,879 € | 35.976,02 9€ |
| Καθαρές εισροές με ΦΣ=0,3 | - | 25.561,38 2€ | 25.501,39 9€ | 25.440,25 8€ | 25.377,894 € | 25.314,28 3€ | 25.248,911 € | 25.183,22 0€ |
| Καθαρό κέρδος | - | 25.561,38 2€ | 25.501,39 9€ | 25.440,25 8€ | 25.377,894 € | 25.314,28 3€ | 25.248,911 € | 25.183,22 0€ |
| Χρεολύσιο | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Καθαρές Ταμειακές ροές | - | 34.761,58 2€ | 34.701,59 9€ | 34.640,45 8€ | 34.578,094 € | 34.514,48 3€ | 34.448,311 € | 34.383,42 0€ |
| (ΠΑ)Ταμειακών ροών | - | 34.417,40 7€ | 34.358,20 1€ | 33.621,68 7€ | 32.839,346 € | 32.839,34 63€ | 32.451,867 € | 32.070,03 7€ |
| Δανεικά κεφάλαια | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ίδια κεφάλαια | - 222.22 4 | - | - | - | - | - | - | - |
| Συν ΠΑ | - 222.22 4 | - 187.806,5 92€ | - 153.448,3 90€ | - 119.826,7 02€ | - 86.597,832 € | - 53.759,48 6€ | - 21.306,619 € | 10.763,41 8€ |

Πίνακας 4.3.6: Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας ανά έτος με Ανάδοχο Εταιρεία 100%% (0^ο έως 7^ο) [27].

| Έτη | 8ο | 9ο | 10ο | 11ο | 12ο | 13ο | 14ο | 15ο |
|---------------------------|-------------------|-----------------|------------------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Έσοδα | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ | 120.498€ |
| Συνολικά έξοδα | 75.418,206 22€ | 75.516,5 69€ | 75.616,90 1€ | 75.719,23 92€ | 75.823,62 39€ | 75.930,09 6€ | 76.038,69 81€ | 76.149,47 19€ |
| Μείον Αποσβέσεις | 9.200,20€ | 9.200,20 € | 9200,20€ | - | - | - | - | - |
| Μείον Τόκος Δανείου | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Κέρδη προ φόρων | 35.879,593 € | 35.781,2 30€ | 35.680,89 8€ | 44.788,76 0€ | 44.674,37 61€ | 44.567,90 3€ | 44.459,30 1€ | 44.348,52 8€ |
| Καθαρές εισροές με ΦΣ=0,3 | 25.115,715 € | 25.046,8 61€ | 24.976,62 9€ | 31.345,13 2€ | 31.272,06 3€ | 31.197,53 2€ | 31.121,51 1€ | 31.043,96 6€ |
| Καθαρό κέρδος | 25.115,715 € | 25.046,8 61€ | 24.976,62 9€ | 31.345,13 2€ | 31.272,06 3€ | 31.197,53 2€ | 31.121,51 1€ | 31.043,96 6€ |
| Χρεολύσιο | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Καθαρές Ταμειακές ροές | 34.315,915 € | 34.247,0 61€ | 34.176,82 9€ | 31.345,13 2€ | 31.272,06 3€ | 31.197,53 2€ | 31.121,51 1€ | 31.043,96 6€ |
| (ΠΑ)Ταμειακών ροών | 31.690,172 € | 31.313,4 51€ | 30.939,83 7€ | 28.095,38 5€ | 27.752,36 8€ | 27.412,10 5€ | 27.074,56 2€ | 26.739,70 6 |
| Δανεικά κεφάλαια | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ίδια κεφάλαια | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Συν ΠΑ | 42.453,590 € | 73.767,0 41€ | 104.706,8 78€ | 132.802,2 63€ | 160.554,6 31€ | 187.966,7 36€ | 215.038,2 98€ | 241.778,0 05€ |

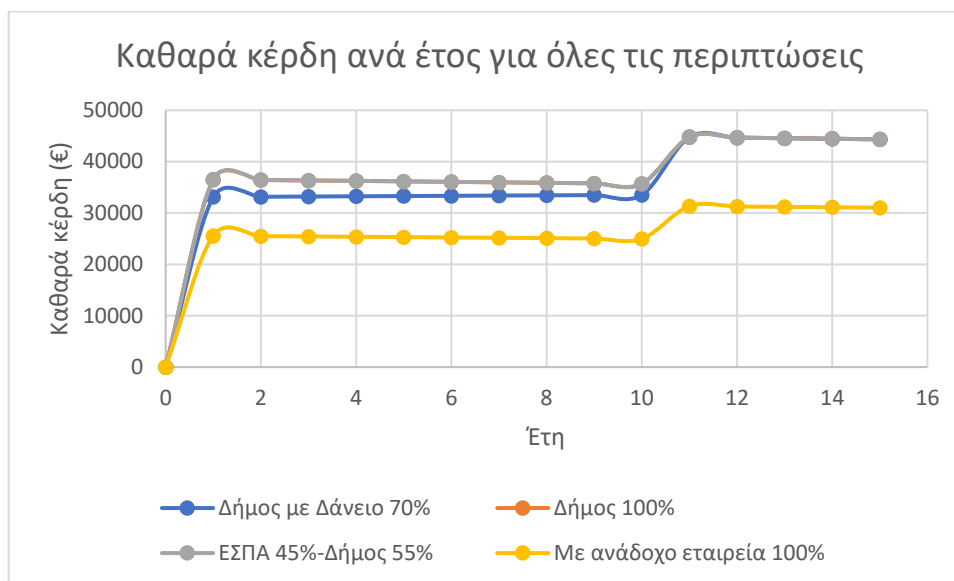
Πίνακας 4.3.7: Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας ανά έτος με Ανάδοχο Εταιρεία 100%% (8^ο έως 15^ο) [27].

Με την βοήθεια όλων των παραπάνω πινάκων μπορούν να διαπιστωθούν ορισμένα τελικά συμπεράσματα ,εφόσον γίνουν πρώτα τα απαραίτητα διαγράμματα τελικών συγκρίσεων, των αντίστοιχων συνοπτικών πινάκων ,οικονομικών κριτηρίων για όλες τις κατηγορίες με κοινό άξονα τον χρόνο μελέτης για κάθε μια κατηγορία ξεχωριστά. Αρχικά ξεκινάμε με την σύγκριση των καθαρών κερδών, των καθαρών εισροών, των συνολικών ΚΠΑ ανά έτος και στη συνέχεια καταλήγουμε σε σημαντικούς δείκτες απόδοσης και με την αποπληρωμή του έτους στο οποίο κάθε σενάριο υλοποίησης της μονάδας κάνει ολική απόσβεση του κόστους επένδυσης (Κ₀).

Σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα των καθαρών κερδών παρατηρείται ότι τα λιγότερα καθαρά κέρδη ανά έτος διακρίνονται στην περίπτωση της αναδόχου εταιρείας λόγω και του φορολογικού συντελεστή που υπάρχει .Η μεγαλύτερη αύξηση τω καθαρών κερδών συναντάται στη περίπτωση του Δήμου με 100% ίδια κεφάλαια και με την βοήθεια επιδότησης ΕΣΠΑ 45% που με την πρόβλεψη που έχει γίνει με τα ίδια ετήσια έξοδα και προϋπολογισμού τα καθαρά ετήσια κέρδη θα είναι σταθερά αυξανόμενα και με την ίδια τιμή. Εύλογο θα ήταν να αναφερθεί και ότι σε περίπτωση δανείου από τον Δήμο τα καθαρά κέρδη είναι μεν λιγότερα σχετικά με τα υπόλοιπα σενάρια υλοποίησης της μονάδας αλλά σταθερά αυξανόμενα. Τέλος σε όλες τις περιπτώσεις διαπιστώνεται και πρακτικά ότι το μεγάλο peak κερδών γίνεται στο 11^ο έτος μελέτης και κυρίως στα σενάρια των Δήμου 100% και ΕΣΠΑ45%-Δήμος 55%.

| A/A | ΚΑΘΑΡΑ ΚΕΡΔΗ ΑΝΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ(€) | | | |
|------|-------------------------------|------------|---------------------|-----------------|
| ΕΤΟΣ | ΔΗΜΟΣ ΜΕ ΔΑΝΕΙΟ | ΔΗΜΟΣ 100% | ΕΣΠΑ 45%- ΔΗΜΟΣ 55% | ΜΕ ΑΝΑΔΟΧΟ 100% |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 33.116,26 | 36.516,26 | 36.516,26 | 25.561,38 |
| 2 | 33.164,40 | 36.430,57 | 36.430,57 | 25.501,40 |
| 3 | 33.212,19 | 36.343,23 | 36.343,23 | 25.440,26 |
| 4 | 33.259,61 | 36.264,14 | 36.264,14 | 25.377,89 |
| 5 | 33.306,61 | 36.163,26 | 36.163,26 | 25.314,28 |
| 6 | 33.353,16 | 36.069,88 | 36.069,88 | 25.248,91 |
| 7 | 33.399,25 | 35.976,03 | 35.976,03 | 25.183,22 |
| 8 | 33.444,87 | 35.879,59 | 35.879,59 | 25.115,72 |
| 9 | 33.489,98 | 35.781,23 | 35.781,23 | 25.046,86 |
| 10 | 33.534,55 | 35.680,90 | 35.680,90 | 24.976,63 |
| 11 | 44.778,76 | 44.788,76 | 44.788,76 | 31.345,13 |
| 12 | 44.674,38 | 44.674,38 | 44.674,38 | 31.272,06 |
| 13 | 44.567,90 | 44.567,90 | 44.567,90 | 31.197,53 |
| 14 | 44.459,30 | 44.459,30 | 44.459,30 | 31.121,51 |
| 15 | 44.348,53 | 44.348,53 | 44.348,53 | 31.043,97 |

Πίνακας 4.3.8: Καθαρά κέρδη για κάθε σενάριο υλοποίησης [11].



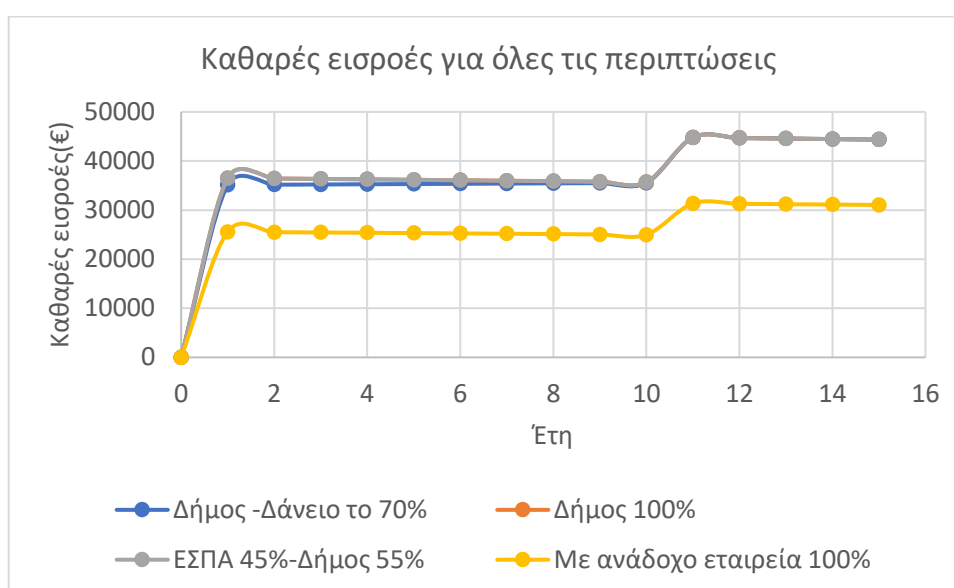
Διάγραμμα 4.3.8: Σύγκριση καθαρών κερδών ανά σενάριο [11].

Σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα των καθαρών εισροών παρατηρείται ότι οι μικρότερες καθαρές εισροές ανά έτος διακρίνονται στην περίπτωση της αναδόχου εταιρείας λόγω και του φορολογικού συντελεστή που υπάρχει. Η μεγαλύτερη αύξηση των καθαρών εισροών συναντάται στη περίπτωση του Δήμου με 100% ίδια κεφάλαια και στο σενάριο επιδότησης από το ΕΣΠΑ 45% όπου με την πρόβλεψη που έχει γίνει με τα ίδια ετήσια έξοδα και προϋπολογισμού οι καθαρές ετήσιες εισροές θα είναι σταθερά αυξανόμενες και με την ίδια τιμή. Εύλογο θα ήταν να αναφερθεί ότι σε περίπτωση δανείου από τον Δήμο οι καθαρές εισροές είναι μεν λιγότερες σχετικά με τα υπόλοιπα σενάρια υλοποίησης της μονάδας αλλά σταθερά αυξανόμενες. Τέλος σε όλες τις περιπτώσεις διαπιστώνεται και πρακτικά ότι το μεγάλο peak εισροών γίνεται στο 11^ο έτος μελέτης και κυρίως στα σενάρια των Δήμου 100% και ΕΣΠΑ 45%-Δήμος 55%.

| A/A | ΚΑΘΑΡΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ ΑΝΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ(€) | | | | |
|------|----------------------------------|----|------------|-----------|---------------------|
| ΕΤΟΣ | ΔΗΜΟΣ ΔΑΝΕΙΟ | ΜΕ | Δήμος 100% | ΕΣΠΑ 45% | Με ανάδοχο εταιρεία |
| 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 35.116,26 | | 36.516,26 | 36.516,26 | 25.561,38 |
| 2 | 35.164,40 | | 36.430,57 | 36.430,57 | 25.501,40 |
| 3 | 35.212,19 | | 36.343,23 | 36.343,23 | 25.440,26 |
| 4 | 35.259,61 | | 36.264,14 | 36.264,14 | 25.377,89 |
| 5 | 35.306,61 | | 36.163,26 | 36.163,26 | 25.314,28 |
| 6 | 35.353,16 | | 36.069,88 | 36.069,88 | 25.248,91 |

| | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 7 | 35.399,25 | 35.976,03 | 35.976,03 | 25.183,22 |
| 8 | 35.444,87 | 35.879,59 | 35.879,59 | 25.115,72 |
| 9 | 35.489,98 | 35.781,23 | 35.781,23 | 25.046,86 |
| 10 | 35.534,55 | 35.680,90 | 35.680,90 | 24.976,63 |
| 11 | 44.778,76 | 44.778,76 | 44.778,76 | 31.345,13 |
| 12 | 44.674,38 | 44.674,38 | 44.674,38 | 31.272,06 |
| 13 | 44.567,90 | 44.567,90 | 44.567,90 | 31.197,53 |
| 14 | 44.459,30 | 44.459,30 | 44.459,30 | 31.121,51 |
| 15 | 44.348,53 | 44.348,53 | 44.348,53 | 31.043,97 |

Πίνακας 4.3.9: Καθαρές εισροές για κάθε σενάριο υλοποίησης [11].



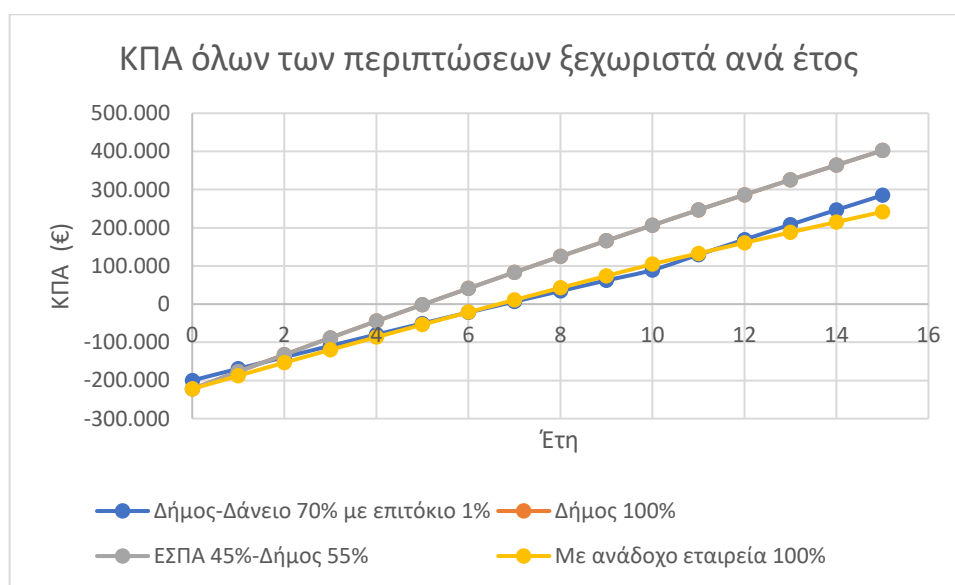
Διάγραμμα 4.3.9: Σύγκριση καθαρών εισροών ανά σενάριο [11].

Επιπρόσθετα γίνεται και το διάγραμμα των ΚΠΑ όπου διαπιστώνεται παρομοίως ότι το πρόγραμμα ΕΣΠΑ και ο Δήμος μόνος του πλεονεκτούν αρκετά σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους υλοποίησης της μονάδας. Σε αυτό το σημείο φανερώνεται για άλλη φορά η αδυναμία της ανάδοχου εταιρείας να ολοκληρώσει έναν δεύτερο κύκλο αποπληρωμής του κόστους επένδυσης καθώς η ετήσια αύξηση των ΚΠΑ είναι κατά πολύ μικρότερη ακόμα και στην περίπτωση που ο Δήμος παίρνει δάνειο. Συνεπώς η μη ύπαρξη φορολογικού συντελεστή στο Δήμο ευνοεί στην σταδιακή γρηγορότερη αύξηση των ΚΠΑ.

| Α/Α | ΚΠΑ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ (€) | | | |
|-----|---|---------------|----------------|---------------------------|
| | ΔΗΜΟΣ- ΔΑΝΕΙΟ | ΔΗΜΟΣ 100% | ΔΗΜΟΣ- ΕΣΠΑ | ΜΕ ΑΝΑΔΟΧΟ ΕΤΑΙΡΕΙΑ |
| 0 | -200.000 | -222.224 | -222.224 | -222.224 |
| 1 | -169.371,32 | -176.960,18 | -176.960,18 | -187.806,59 |

| | | | | |
|----|-------------|------------|------------|-------------|
| 2 | -139.129,88 | -132.671 | -132.671 | -153.448,39 |
| 3 | -109.272,65 | -88.467,39 | -88.467,39 | -119.826,70 |
| 4 | -79.796,65 | -44.786,67 | -44.786,67 | -86.597,83 |
| 5 | -50.698,30 | -1.624,89 | -1.624,89 | -53.759,49 |
| 6 | -21.976,01 | 41.021,57 | 41.021,57 | -21.306,62 |
| 7 | 6.373,70 € | 83.158,25 | 83.158,25 | 10.763,42 |
| 8 | 34.253,68 | 124.788,68 | 124.788,68 | 42.453,59 |
| 9 | 61.966,69 | 165.917,00 | 165.917,00 | 73.767,04 |
| 10 | 89.215,47 | 206.547,27 | 206.547,27 | 104.706,88 |
| 11 | 129.351,73 | 246.683,54 | 246.683,54 | 132.802,26 |
| 12 | 168.997,98 | 286.329,78 | 286.329,78 | 160.554,63 |
| 13 | 208.158,13 | 325.489,93 | 325.489,93 | 187.966,74 |
| 14 | 246.836,07 | 364.167,87 | 364.167,87 | 215.038,30 |
| 15 | 285.035,65 | 402.367,45 | 402.367,45 | 241.778,01 |

Πίνακας 4.3.10: Συνολικές καθαρές παρούσες αξίες για κάθε σενάριο υλοποίησης[27].

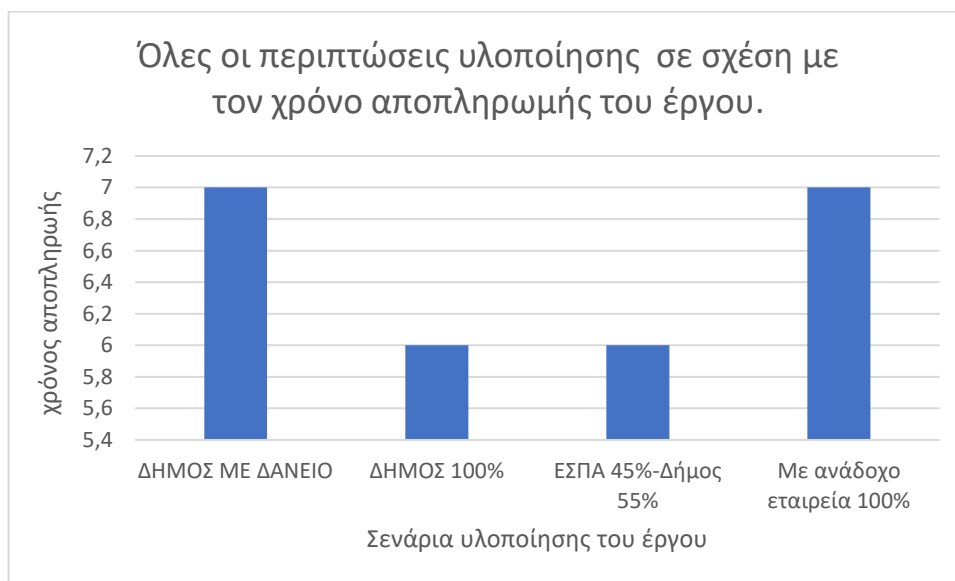


Διάγραμμα 4.3.10: Σύγκριση καθαρών παρούσων αξιών ανά σενάριο[11].

Στη συνέχεια με το παρακάτω διάγραμμα μελετάται το έτος αποπληρωμής σε κάθε μέθοδο υλοποίησης και διαπιστώνεται και πρακτικά ότι δεν υπάρχει διαφορά με τα ίδια κεφάλαια του Δήμου και με την επιδότηση ΕΣΠΑ ,όπου και στα δύο είναι ίδιος χρόνος αποπληρωμής.

| Περιπτώσεις υλοποίησης του έργου | Έτος αποπληρωμής του ολικού επένδυσης κόστους |
|----------------------------------|---|
| ΔΗΜΟΣ ΔΑΝΕΙΟ | 7 |
| ΔΗΜΟΣ 100% | 6 |
| ΕΣΠΑ 45%-Δήμος | 6 |
| Με ανάδοχο εταιρεία | 7 |

Πίνακας 4.3.11: Τελικό έτος αποπληρωμής ανά σενάριο [11].



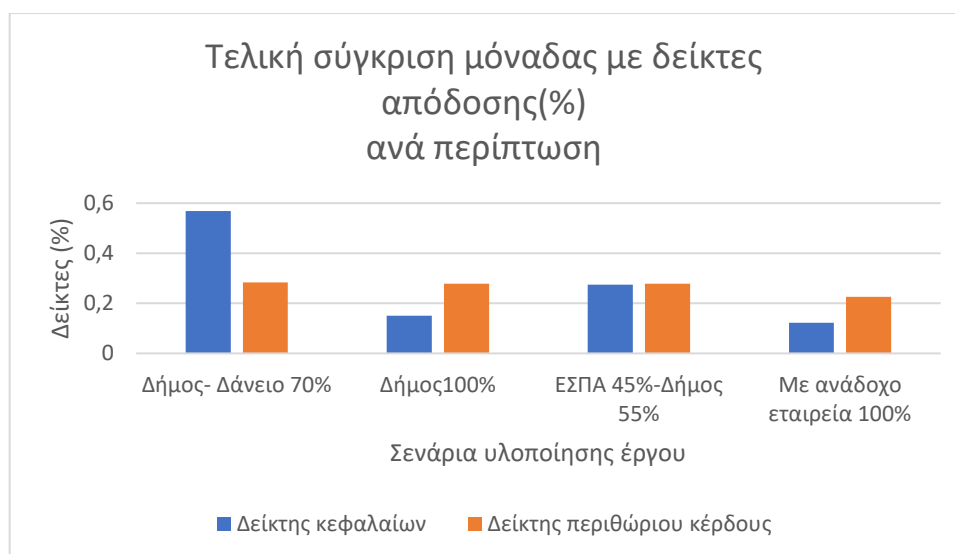
Διάγραμμα 4.3.11: Σύγκριση όλων των σεναρίων με τον χρόνο αποπληρωμής [27].

Σύμφωνα με όλες τις μετρήσεις πινάκων όλων των περιπτώσεων και τα παραπάνω διαγράμματα από πρώτη όψη παρατηρείται ότι η πιο μειωμένη μέθοδος οικονομικής υλοποίησης είναι η ανάδοχος εταιρεία καθώς έχει να αντιμετωπίσει τον Φορολογικό συντελεστή, οποίος μειώνει κατά πολύ τα καθαρά κέρδη. Επίσης με πρώτη ματιά η πιο αποδοτική είναι η υλοποίηση με πρόγραμμα ΕΣΠΑ η οποία αυξάνει κατά διπλάσιο βαθμό τα κέρδη της μονάδας. Η πρώτη περίπτωση με δάνειο να πάρει ο Δήμος είναι αποδοτική αλλά βλέπουμε ότι τα χρεολύσια και ο Τόκος την πρώτη δεκαετία επηρεάζουν το περιθώριο κέρδους της μονάδας. Επίσης διακρίνεται ότι σε όλες τις περιπτώσεις ο Δήμος με 100% κεφάλαια και στο σενάριο του ΕΣΠΑ με 45% ότι έχουν ίδιο ακόμα και τον χρόνο αποπληρωμής. Ωστόσο η ειδοποιός διαφορά φαίνεται στα ίδια κεφάλαια όπου με αυτό το κριτήριο θα γίνει η τελική σύγκριση των δυο αυτών μεθόδων. Για μια πιο πρακτική και τεκμηριωμένη άποψη έχει υπολογιστεί για κάθε περίπτωση ξεχωριστά ο συντελεστής ιδίων κεφαλαίων (α), οποίος ορίζεται ως το πηλίκο του μέσου όρου των καθαρών κερδών (Κκί) προς τον αριθμό των Ιδίων

κεφαλαίων σε κάθε περίπτωση. Τέλος στο παρακάτω πίνακα έχει υπολογιστεί και το περιθώριο κέρδους(β) σε κάθε περίπτωση που δεν είναι τίποτα άλλο από το πηλίκο του μέσου όρου των καθαρών κερδών δια τον συνολικό τζίρο εσόδων ετησίως (120.498€) .

| Όλες οι περιπτώσεις για 15 έτη μελέτης | Δείκτης ιδίων κεφαλαίων (α) (%) | Δείκτης περιθωρίου κέρδους (β) (%) |
|--|------------------------------------|---------------------------------------|
| Δήμος με δάνειο το 70% του προϋπολογισμού και το υπόλοιπο 30% ίδια κεφάλαια. | 56,86 | 28,31 |
| Ολική υλοποίηση 100% από τον Δήμο χωρίς δάνειο | 15,09 | 27,84 |
| ΕΣΠΑ 45% και Δήμος το 55% | 27,45 | 27,84 |
| Με ανάδοχο εταιρεία 100% | 12,26 | 22,61 |

Πίνακας 4.3.12: Συντελεστές σύγκρισης αποδοτικότητας της μονάδας [27].



Διάγραμμα 4.3.12: Τελική σύγκριση σεναρίων με βαθμούς απόδοσης [27].

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των πινάκων και των διαγραμμάτων βλέπουμε πρακτικά ότι ο Δήμος με ένα δάνειο χαμηλού επιτοκίου (1%) και χωρίς να έχει φορολογικό συντελεστή έχει το μεγαλύτερο περιθώριο κέρδους και το υψηλότερο δείκτη κεφαλαίων σε σχέση με τις άλλες μεθόδους υλοποίησης .Παρατηρείται και πρακτικά ίδιο περιθώριο κέρδους μεταξύ Δήμου 100% και ΕΣΠΑ 45% . Η διαφορά ,όμως, μεταξύ των δυο φάνηκε(επισημαίνεται με πορτοκαλί χρώμα παραπάνω) και πρακτικά ,καθώς με το πρόγραμμα ΕΣΠΑ ο Δήμος έχει υψηλότερο δείκτη ιδίων κεφαλαίων και δρα πιο αποδοτικά σε σχέση εάν διέθετε όλο το κεφάλαιο εκείνος . Ωστόσο ,η μέθοδος, η οποία επιλέγεται τελικά είναι να πάρει δάνειο ο Δήμος το 70% του προϋπολογισμού με επιτόκιο 1% , γιατί όπως διαπιστώνεται και πρακτικά έχει τον μεγαλύτερο δείκτη ιδίων κεφαλαίων και περισσότερο περιθώριο κέρδους σε σχέση με τα υπόλοιπα σενάρια ,παρόλο που είναι κατά ένα χρόνο πιο αργός στο έτος της αποπληρωμής και έχει μικρότερη αύξηση καθαρών κερδών ,εισροών και ΚΠΑ ετησίως . Βέβαια εάν υπήρχε και φορολογικός συντελεστής και δεν ήταν ο Δήμος μη κερδοσκοπική εταιρεία τότε το περιθώριο κέρδους και ο δείκτης κεφαλαίων θα ήταν μειωμένα και η χρηματοδότηση ΕΣΠΑ θα ήταν εκείνη η μέθοδος που θα συνέφερε τελικά για να υλοποιηθεί το έργο.

4.3 Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Το έργο έχει μηδενικούς ρύπους διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Σημαντικό είναι ότι μπορούν να εξοικονομηθούν μέχρι και 140.000 τόνοι CO₂ ετησίως . Άρα δεν είναι σύμμαχος στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ο συγκεκριμένος τύπος μονάδων δεν επιβαρύνει περισσότερο την μόλυνση του περιβάλλοντος .Αντιθέτως είναι αρκετά φιλικός ,καθώς η μονάδα πρόκειται να είναι σε απόμερο μέρος . Συνεπώς ο μεγάλος θόρυβός δεν θα αποτελέσει πρόβλημα . Κατά την διαδικασία κατασκευής της μονάδας δεν τίθεται κανένα περιβαλλοντικό πρόβλημα ,καθώς το έργο χρειάζεται μια γη μικρής έκτασης και διαρκεί μικρό χρονικό διάστημα. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα επίσης είναι ότι πολλοί κορμοί και κλαριά δέντρων αξιοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ,αντί να καίγονται και να προκαλούν μόλυνση στο περιβάλλον. Εντούτοις ,το πρόβλημα μπορεί να κάνει αισθητή την παρουσία του στα παρακάτω:

- Σε όσους είναι αρκετά κοντά στο πεδίο της μονάδας λόγω ηχητικής ρύπανσης από τον έντονο θόρυβο χωρίς να έχει λάβει τις απαραίτητες ωτοασπίδες προστασίας .
- Οι σκόνες και η οπτική όχληση μπορεί να είναι ένα θέμα . Ωστόσο , η μονάδα που μελετάται δεν θα κατασκευαστεί κοντά σε κατοικημένη περιοχή .
- Οι έντονες μυρωδιές που προκαλούνται από τις απαιτούμενες εργασίες αποτελούν καίριο παράγοντα ,όμως πριν καν ξεκινήσει το έργο λαμβάνονται όλα τα μέτρα προστασίας. Επομένως δεν τίθενται θέματα επικίνδυνων οσμών που είναι επιβλαβής για την υγεία του ανθρώπου.

4.4 Υπολογισμός συντελεστών φορτίων

Αρχικά για την οικονομική μελέτη έχει τεθεί ένας συντελεστής απωλειών όπως ονομάστηκε σε περίπτωση ακραίων περιστατικών, οποίος δεν είναι τίποτα άλλο από ένα ποσοστό (95%). Η μέγιστη ετήσια ισχύς υπολογίζεται ως η ετήσια μέγιστη ενέργεια που έχει καταναλωθεί πολλαπλασιασμένη με τον συντελεστή προς το χρόνο σε ώρες (8760). Δηλαδή ισχύει ότι $P_A = P_{\max} = E/t = 350.400 * 0,95 \text{ kwh} / 8760 \text{ h} = 38 \text{ kw}$. Αυτή ισχύς καλείται και ισχύς αιχμής ανά έτος. Επίσης στους σταθμούς με συμπαραγωγή η ελάχιστη ισχύς P_B ονομάζεται και ισχύς βάσης είναι συνήθως το $30\% * P_{\max} = 0,3 * 40 \text{ kw} = 11,3 \text{ kw}$.

Με την βοήθεια των παραπάνω υπολογισμών μπορεί να βρεθούν οι ακόλουθη συντελεστές :

- ο συντελεστής φόρτισης $m = E/P_A * T = 350.400 * 0,95 \text{ kwh} / 38 \text{ kw} * 8760 \text{ h} = 1$
- ο συντελεστής ομοιομορφίας $m_o = P_A / P_B = 11,4 / 38 = 0.3$ ή 30%
- ο συντελεστής μέγιστης χρησιμοποίησης $u = P_A / P_{ov} = 0,95$ όπου $P_{ov} = 40 \text{ kw}$ (είναι στην ουσία ο συντελεστής που θέσαμε ως προϋπόθεση για όλες τις περιπτώσεις ακραίων περιστατικών)
- ο συντελεστής εφεδρείας είναι ο αντίστροφος συντελεστής μέγιστης χρησιμοποίησης με $\sigma = 1/u = 1,05$

Με βάση όλους τους παραπάνω υπολογισμούς καταλαβαίνει κανείς ότι η μονάδα δουλεύει αρκετά αξιόπιστα για την πρόβλεψη που έχει γίνει και με βάση τις ετήσιες ισχύς αιχμής και βάσης. Στην πραγματικότητα ο συντελεστής φόρτισης είναι σχεδόν πάντα κάτω του 100% διότι για λόγους διευκόλυνσης του προϋπολογισμού είναι πολύ δύσκολο να υπάρχουν σταθερά έσοδα με σταθερή ποσότητα πώλησης τόσο ηλεκτρικής όσο και κυρίως θερμικής ενέργειας. Με τα στοιχεία που υπάρχουν από τον Δήμο Αιγάλεω μπορούν να γίνουν αποκλειστικά μακροπρόθεσμες ετήσιες προβλέψεις και όχι ακόμα βραχυπρόθεσμες. Για να επιτευχθεί η μηνιαία και ακόμα καλύτερα η εβδομαδιαία πρόβλεψη θα πρέπει να τεθεί η μονάδα σίγουρα σε 1-2 χρόνια λειτουργίας και μετέπειτα εφόσον συνεχίσει η αναμενόμενη απόδοση με όλα τα κριτήρια βιωσιμότητας τότε να γίνονται και οι υπόλοιπες προβλέψεις. Αυτές οι μέθοδοι προβλέψεων βοηθούν να αποφευχθούν και περιστατικά τα οποία μπορεί και να μην έχουν υπολογιστεί κατά την λειτουργία της μονάδας.

5 Νομικά Πλαίσια μονάδας

Μια μελέτη βιωσιμότητας για να είναι πλήρης, είναι αναγκαίο να υπάγεται από κανόνες και όλες τις γραφειοκρατικές διαδικασίες προκειμένου η ολική διενέργεια της μονάδας να είναι νόμιμη. Στην παρούσα ενότητα αναφέρονται όλοι νόμοι που έχουν ψηφιστεί και οι προϋποθέσεις με σκοπό την ίδρυση της μονάδας.

5.1 Ρυθμιστική αξιολόγηση και νόμοι για την ίδρυση μονάδων βιοαερίου

Σε μια μονάδα παραγωγής για την πλήρη υλοποίηση της απαιτείται να ακολουθηθούν ορισμένοι νόμοι οι οποίοι είναι ψηφισμένοι από το κράτος και πλήρως αποδεκτοί. Αναλυτικά είναι οι παρακάτω:

- **Νόμος 3851/2010(ΦΕΚ 85Α /04-06-2010):** Ο νόμος αυτός επιβάλλει την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής με την χρήση των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επίσης καθορίζονται οι τιμές πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας. Ορίζει μια διαδικασία για την αδειοδότηση των μονάδων παραγωγής η οποία περιγράφεται αναλυτικά στην επόμενη υπό ενότητα. Είναι ο παλιός νόμος.
- **Νόμος 3468/2006 (ΦΕΚ 129 Α/27/27-06-2006):** Ορίζει την παραγωγή της Ηλεκτρικής από ΑΠΕ με Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας και λοιπές διατάξεις σχετικά με την άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας των μονάδων.
- **Υ.Α Αριθμ. Δ6 /Φ1/οικ. 13310(ΦΕΚ 1153Β/10-07-2007):** Αφορά την διαδικασία η οποία απαιτείται για την εγκατάσταση και τη πλήρη λειτουργία της μονάδας.
- **Υ.Α Αριθμ. Δ5-ΗΛ/Β/οικ.8311(ΦΕΚ 655Β/17-05-2005):** Εξετάζει την έγκριση του κώδικα διαχείρισης του Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας.
- **Υ.Α Αριθμ. Δ5-ΗΛ/Β/Φ.1.10/1086/10413 (ΦΕΚ 937Β/21-05-2008):** Είναι μια τροποποίηση του (ΦΕΚ 655Β/17-05-2005) και αφορά αλλαγές στο προηγούμενο κώδικα με την τρίτη μέρα αναφοράς.
- **Π.Δ. 211/2006 (ΦΕΚ 211Α /05/-10-2006):** Συμπληρωματικά μέτρα(από νόμο 1774/2002/ΕΚ) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για τον καθορισμό υγειονομικών σχετικά με υποπροϊόντα που δεν είναι κατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο.
- **Κανονισμός 1069/2009** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21^{ης} Οκτωβρίου 2009: Επισημαίνει όλους τους υγειονομικούς κανόνες τα ζωικά προϊόντα με την ολική κατάργηση του Νόμου (1774/2002/ΕΚ).
- **Κ. Υ. Α. ΗΠ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909Β/22-12-2003):** Τονίζει όλα τα μέτρα και τους όρους που αφορούν τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων.
- **Εγκύκλιος οικ. 103731/1278/05-05-2004:** Εφαρμόζει την νομοθεσία για την διαχείριση των μη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων.
- **Υ.Α. Ειβ 221/65 (ΦΕΚ 138Β/24-2-1965):** Κάνει λόγο για την διαθεσιμότητα λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων.
- **Υ.Α 104247/ΕΥΠΕ/ΥΠΕΧΩΔΕ/2006:** Περιγράφονται όλες οι διαδικασίες για τη προκαταρκτική εκτίμηση και αξιολόγηση (ΠΠΕ) και μελετών περιβαλλοντικών

επιπτώσεων (ΜΠΕ) για τα έργα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Αυτός ο κανονισμός τροποποιήθηκε επίσης από τον νόμο **3851/2010(ΦΕΚ 85Α /04-06-2010)**.

- **Υ.Α 104248/ΕΥΠΕ/ΥΠΕΧΩΔΕ/2006:** Αναφέρονται τα δικαιολογητικά και τα στοιχεία από μελέτες σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις πριν (ΠΠΕ) και μεταγενέστερα (ΜΠΕ). Επίσης αναλύονται και σχετικές μελέτες έργων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).

5.1.1 Νομική Κατηγοριοποίηση μονάδων βιοαερίου ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ

Σύμφωνα με τον νόμο ν.3851/2010 οποίος μετέπειτα τροποποιήθηκε με τον Ν.4254/2014 οι μονάδες βιοαερίου ανάλογα με την εγκατεστημένη τους ισχύ (P) διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες που περιγράφονται ως εξής:

- $P \leq 500$ kw
- $500 \text{ kw} < P \leq 1$ MW
- $P > 1$ MW

A .Εγκατεστημένη ισχύς (P) \leq 500 kw

Σε αυτή την περίπτωση ανήκει και η μονάδα μελέτης .Αυτά που οφείλουν να γίνουν είναι:

- 1) Δεν είναι αναγκαία η ύπαρξη της Άδειας Παραγωγής από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ).
- 2) Να γίνει μια αίτηση όσον αφορά την προσφορά της σύνδεσης από τον αρμόδιο διαχειριστή .
- 3) Η έκδοση της περιβαλλοντικής άδειας απαιτείται μετά την έγκριση της συμφωνίας .
- 4) Να χορηγηθεί μια βεβαίωση απαλλαγής από την υποχρέωση Έγκρισης των Περιβαλλοντικών Όρων(ΕΠΟ), η οποία εκδίδεται από την ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ(Τμήμα Περιβαλλοντικού και Χωρικού Σχεδιασμού) ανάλογα με την περιφέρεια που πρόκειται να εγκατασταθεί η μονάδα .Στην συγκεκριμένη περίπτωση από την ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ του δήμου Αιγιάλεω.
- 5) Για την εκτέλεση δομικών έργων πρέπει να ληφθεί υπόψιν η έκδοση οικοδομικών αδειών
- 6) Απαιτείται σύμβαση σύνδεσης .
- 7) Σύμβαση αγοραπωλησίας.
- 8) Δεν είναι αναγκαία η δοκιμαστική λειτουργία αν και καλό θα ήταν να υπάρχει για πιο εγκεκριμένο αποτέλεσμα της μονάδας.
- 9) Δεν απαιτείται άδεια εγκατάστασης, ούτε άδεια λειτουργίας σύμφωνα με τον (Ν. 3468/2006 αρθ.8 όπως τροποποιήθηκε με το αρθ.3 &2 του Ν.3851).

B . Εγκατεστημένη ισχύς (500 kw<P≤1 MW)

Αυτή η περίπτωση είναι αρκετά παρόμοια με την προηγούμενη. Αναλυτικά :

- 1) Δεν είναι αναγκαία η ύπαρξη της Άδειας Παραγωγής από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ).
- 2) Να γίνει μια αίτηση όσον αφορά την προσφορά της σύνδεσης από τον αρμόδιο διαχειριστή. Εάν η προσφορά γίνει δεκτή τότε καθίσταται δεσμευτική μετά το τέλος της περιβαλλοντικής αδειοδότησης οπου είναι χρηστική.
- 3) Απαιτείται ΕΠΟ η οποία χορηγείται κατόπιν αιτήσεως από την ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ η οποία συνοδεύεται από τις ανάλογες ΜΠΕ .
- 4) Για την εκτέλεση δομικών έργων πρέπει να ληφθεί υπόψιν η έκδοση οικοδομικών αδειών.
- 5) Είναι αναγκαία η σύμβαση σύνδεσης
- 6) Απαιτείται η σύμβαση αγοραπωλησίας
- 7) Δεν απαιτείται άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας
- 8) Δεν είναι αναγκαία η δοκιμαστική λειτουργία αν και καλό θα ήταν να υπάρχει για πιο εγκεκριμένο αποτέλεσμα της μονάδας.

C. Για εγκατεστημένη ισχύς P>1 MW

Σε αυτή την κατηγορία τα πράγματα είναι ακόμη πιο αυστηρά ,καθώς διαφοροποιούνται και στα δικαιολογητικά. Τα βήματα περιγράφονται παρακάτω.

- 1) Είναι αναγκαία η ύπαρξη της Άδειας Παραγωγής από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ).
- 2) Να γίνει μια αίτηση όσον αφορά την προσφορά της σύνδεσης από τον αρμόδιο διαχειριστή. Εάν η προσφορά γίνει δεκτή τότε καθίσταται δεσμευτική μετά το τέλος της περιβαλλοντικής αδειοδότησης οπου είναι χρηστική.
- 3) Απαιτείται ΕΠΟ η οποία χορηγείται κατόπιν αιτήσεως από την ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ η οποία συνοδεύεται από τις ανάλογες ΜΠΕ .
- 4) Για την εκτέλεση δομικών έργων πρέπει να ληφθεί υπόψιν η έκδοση οικοδομικών αδειών.
- 5) Είναι αναγκαία η σύμβαση σύνδεσης .
- 6) Απαιτείται η σύμβαση αγοραπωλησίας..
- 7) Απαιτείται άδεια εγκατάστασης.

- 8) Είναι υποχρεωτική η προσωρινή σύνδεση κατόπιν αιτήσεως προς τον αρμόδιο Διαχειριστή. Εφόσον μετά από λειτουργία 15 ημερών είναι επιτυχής τότε ο επενδυτής εκδίδει βεβαίωση επιτυχούς περάτωσης των δοκιμών (Υ.Α Αριθμ. Δ6 /Φ1/οικ. 13310(ΦΕΚ 1153Β/10-07-2007).
- 9) Είναι αναγκαία η άδεια λειτουργίας.

5.2 Τελικοί υπολογισμοί του έργου- σύνοψη όλων των αποτελεσμάτων

Σύμφωνα με όλα τα κριτήρια βιωσιμότητας και με ορισμένους επιπλέον υπολογισμούς καταλήξαμε στα ακόλουθα συμπεράσματα για την τελική υλοποίηση της μονάδας ,τα οποία είναι:

- Η τελική μέθοδος που θα επιλεγεί είναι με την χρήση Δανείου 70% ,ισόποσων τοκοχρεολυσίων 30% ο Δήμος με επιτόκιο 1% .
- Ο βαθμός απόδοσης των καθαρών κερδών της μονάδας υπολογίζεται στο 28,31 % και των ιδίων κεφαλαίων στο 56,86%, γεγονός που δείχνει ότι η μονάδα θα είναι αποδοτική οικονομικά .
- Ο Θεωρητικός Βαθμός απόδοσης λειτουργίας της μονάδας σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 15316.2.1 :2008 δίνεται από την σχέση : $n_{em,t} = n_{em} / f_{rad} * f_{im} * f_{hyd}$

Όπου $n_{em,t}$:ο βαθμός απόδοσης λειτουργίας της μονάδας

n_{em} : βαθμός απόδοσης της μονάδας εκπομπής θερμότητας, οποίος εξαρτάται από την αποδιδόμενη θερμοκρασία της μονάδας η οποία προβλέπεται να είναι στους 70 c° και λαμβάνεται ως 93 % . Επειδή όμως η μονάδα πρόκειται να παράγει και ηλεκτρική ενέργεια με $n_{emhle} = 94%$ λαμβάνεται ως τελική τιμή ο μέσος όρος με $n_{em} = 93.5 %$.

f_{rad} : παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της μονάδας .Εξαρτάται από το μήκος του χώρου, οποίος δεν προβλέπεται να ξεπεράσει τα 4m , οπότε λαμβάνεται ως άσσος .

f_{im} : παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας . Η μονάδα πρόκειται να λειτουργεί συνεχόμενα . Επομένως ισχύει ότι $f_{im} = 1$

f_{hyd} : παράγοντας για υδραυλική ισορροπία . Θεωρείται ότι θα υπάρχει ένα εξισορροπημένο σύστημα , άρα ο συντελεστής θα λαμβάνει και αυτός την μονάδα .

- Ο χρόνος αποπληρωμής υπολογίζεται στα 7 έτη .
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά -υλικά- προϋπολογισμός είναι ακριβώς ίδια με εκείνα που αναφέρθηκαν στην ενότητα (4.2.2) και είναι πλήρως λειτουργικά .
- Η πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται είναι κηπουρευτικά είδη κλαριών δέντρων και θρυμμάτων ξύλου από τον Δήμο Αιγάλεω με τελική θεώρηση ότι η μονάδα θα προμηθεύεται ετησίως **749,31 tn** ώστε να υπάρχει πάντα απόθεμα (υπόψιν

Πίνακας 2.1.2 ,γραμμή 14). Τέλος υπολογίζεται ότι η θερμογόνος δύναμη από υπολείμματα ξύλου κηπουρευτικών εργασιών μπορεί να φτάσει 1369 joule και ότι μπορούν να εξοικονομηθούν μέχρι και **140.000 τόνοι CO₂** ετησίως . Τέλος τα θρύμματα ξύλου δεν έχουν πάνω από 60 % περιεκτικότητα υγρασίας .

- Ο επιλέξιμος τρόπος λειτουργίας με τον αντίστοιχο μηχανολογικό εξοπλισμό είναι εκείνος που περιγράφεται στην ενότητα (3.2).
- Νομικά με τις αντίστοιχες γραφειοκρατικές αρμοδιότητες , η μονάδα υπάγεται στην περίπτωση όπου $(P) \leq 500$ kw.
- **Ροές ενέργειας - ισχύος -πρακτικός βαθμός απόδοσης (σύγκριση με θεωρητικό) της μονάδας:** Η αποδιδόμενη ενέργεια της μονάδας θα είναι θερμική (3332.880 kwh) και ηλεκτρική (300.000 kwh). Η συνολική αποδιδόμενη ενέργεια με όλη την πρόβλεψη ακραίων περιστατικών πρόκειται να είναι 662.880 kwh. Με συντελεστή απωλειών 5% η ονομαστική εγκατεστημένη ισχύς των 40 kw μειώνεται αυτομάτως στα 38 kw , που είναι η P_{max} . Ο βασικός λόγος εγκατάστασης ΣΗΘ είναι για να υπάρχει όσο το δυνατόν λιγότερη απώλεια ισχύος . Η αποδιδόμενη θερμική ισχύς θα είναι ($P_{\theta}=20$ kw) και η αντίστοιχη ηλεκτρική ($P_{\eta\lambda}=18$ kw). Όταν $P_{in}=P_{max}$ τότε ο θερμικός βαθμός απόδοσης $n_{\theta} = P_{\theta}/ P_{max} =20$ kw/38 kw =0,52 και $n_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda}/ P_{max} =18$ kw/38 kw =0.47 . Άρα $n_{max} = n_{\theta} + n_{\eta\lambda}=0,99$ ή 99% . Όταν υπάρχει $n_{απωλ}=5-15$ % λόγω μηχανικών τριβών τότε συνολικός θεωρητικός βαθμός απόδοσης μπορεί να φτάσει ως $n_{th}=84$ % . Ωστόσο, στην πραγματικότητα είναι αδύνατο να πιάσει έστω ακόμη και τα 38 kw εγκατεστημένης ισχύος. Σε ρεαλιστικό σενάριο ο μέγιστος βαθμός απόδοσης της μονάδας αναμένεται να φτάσει έως και **70%** . Ισχύει ένας περιορισμός, οποίος είναι αναγκαίο να αποφευχθεί . Τούτος αναφέρεται στο γεγονός η μονάδα να μην φτάσει ποτέ στην ελάχιστη ισχύ , $P_{min} =30\% P_{max} =11,4$ kw γιατί αυτό σημαίνει ότι δεν θα λειτουργεί σωστά και τα κέρδη θα είναι πενιχρά .Τέλος είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η θερμική ενέργεια δεν μπορεί να προβλεφθεί με απόλυτη ακρίβεια , άρα ούτε και η θερμική ισχύς . Επειδή η μονάδα ανήκει στις πολύ μικρές κατηγορίες οι απώλειες ισχύος θα είναι αρκετά μικρότερες σε σχέση με άλλες μεγαλύτερες μονάδες .
- Διακρίνεται ότι ο βαθμός απόδοσης και ο βαθμός λειτουργίας της μονάδας με όλες τις προβλεπόμενες απώλειες ότι απέχουν με βάση τις θεωρητικές και πρακτικές προβλέψεις αντίστοιχα , κάτι το οποίο ήταν αναμενόμενο.
- Περιβαλλοντικά οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα είναι σχεδόν μηδενικές ,πράγμα που σημαίνει ότι η μονάδα είναι αρκετά φιλική στο περιβάλλον.
- Ο υπολογισμός των συντελεστών ομοιομορφίας και φόρτισης της (ενότητας 4.4) δείχνει μια μονάδα ελεγχόμενη.
- Το κόστος καυσίμου είναι μηδενικό γιατί όλη ξυλώδης βιομάζα θα παρέχεται δωρεάν από τον Δήμο του Αιγιάλεω.
- Η τοποθεσία του έργου θα είναι ο αρχαίος Ελαιώνας σε έκταση 4 στρεμμάτων. Το οικόπεδο θα βρίσκεται εκτός σχεδίου του Δήμου Αιγιάλεω .

6 Επίλογος

Η Βιομάζα γενικά είναι από τις πιο αξιοποιήσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η οποία υπάρχει άφθονη στην χώρα μας. Ειδικά η ξυλώδης βιομάζα μπορεί να γίνει ενεργειακά αξιοποιήσιμη αντί να κόβονται δέντρα μόνο για να μας θερμαίνουν και να γίνονται χαρτί. Στην Ελλάδα υπάρχει άφθονη ανεκμετάλλευτη σε ξυλεία. Με σύγχρονες μεθόδους όπως η αναερόβια χώνευση, η αεριοποίηση, η πυρόλυση και με τους αντίστοιχους αντιδραστήρες μπορούμε να μετατρέψουμε πολύ εύκολα το ξύλο σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία με την σειρά της μπορεί να πωληθεί σε εταιρείες ρεύματος ή να αξιοποιηθεί για να τροφοδοτήσει ένα σταθμό ηλεκτρικής ενέργειας. Οι διαδικασίες της αεριοποίησης και της αναερόβιας χώνευσης έχουν πολύ παρόμοια χαρακτηριστικά ως προς τον τρόπο λειτουργίας τους, το κόστος εγκατάστασης και συνολικής επένδυσης και στο μηχανολογικό εξοπλισμό τους που απαιτείται. Ωστόσο η διαφορά τους μπορεί να γίνει αντιληπτή στην πρώτη ύλη τροφοδοσίας, που είναι τα απόβλητα κηπουρευτικών εργασιών. Οι μονάδες μικρής κλίμακας αεριοποίησης και μάλιστα με συμπαραγωγή, όπως διαπιστώθηκε απαιτούν πολύ μικρότερη ύλη από την αναμενόμενη με αρκετά αξιόπιστο κέρδος σε ευρώ ετησίως. Για αυτό τον λόγο χρησιμοποιείται μόνο μια κατηγορία αποβλήτων, ενώ η Αναερόβια χώνευση απαιτεί συνήθως μια ποικιλία πρώτης ύλης. Για τον Δήμο Αιγιάλεω έχει προτιμηθεί το σύστημα αεριοποίησης-συμπαραγωγής. Όταν κάποιος θέλει να στήσει μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με πρώτη ύλη το ξύλο είναι σημαντικό να μελετήσει αρχικά το τι μηχανολογική εγκατάσταση θα χρησιμοποιήσει με τα χαρακτηριστικά και όλους τους πιθανούς τύπους που υπάρχουν στην αγορά εργασίας, ανάλογα και με τον χώρο, τα χρήματα και το σκοπό που διαθέτει. Επίσης πρέπει να έχει μελετήσει και να γνωρίζει όλη την διαδικασία παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας. Για αυτό είναι καλό πάντα από μια μελέτη ή και έρευνα αγοράς να κρατάμε τα υπέρ και τα κατά και να πράττουμε αναλόγως. Μια μελέτη βιωσιμότητας είναι μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση που βοηθά τους επενδυτές, τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και τους υπεύθυνους ανάπτυξης έργων να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με την ανάπτυξη τέτοιων μονάδων βιομάζας. Λαμβάνει υπόψιν τους τεχνικούς, οικονομικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς παράγοντες που καθορίζουν τις δυνατότητες επιτυχίας και βιωσιμότητας του εν λόγω έργου που κατά την άποψη μου είναι αναγκαίο ο Δήμος του Αιγιάλεω να προβεί στην υλοποίηση της μονάδας.

7 Αναφορές / Links

- 1) Ποσά ενίσχυσης ανά kw: <https://ypodomos.com/eksoplismos-monadon-vioaeriou-gia-mikres-monades-ktinotrofon/> , προσπελάστηκε στις 6/10/2017
- 2) Μηχανολογικός εξοπλισμός για αναερόβια χώνευση, Τεώρος Μηχανήματα Α.Ε : <https://tetomachine.gr/vioaerio/> , προσπελάστηκε στις 4/10/2023
- 3) Συμπαράγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρικής Ενέργειας, Clarke Energy : <https://www.clarke-energy.com/el/chp-cogeneration/> , προσπελάστηκε στις 8/1/2022
- 4) Επενδυτικό σχέδιο Βιοαερίου με τα απαραίτητα νομικά πλαίσια και ΕΣΠΑ: <https://bioenergynews.gr/to-ependytiko-plaisio-ergwn-bioaeriou/> , προσπελάστηκε στις 10/9/2023.
- 5) Μελέτη επάρκειας ισχύος <https://www.admie.gr/sites/default/files/users/dssas/meleti-eparkeias-ishyos-2020-2030.pdf> , προσπελάστηκε στην Αθήνα τον 12/2019.
- 6) Γ. Τσεκούρας <<Μέρος Ε-Ηλεκτρική οικονομία>> Σημειώσεις μαθήματος Οικονομικός Σχεδιασμός Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας, Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών ΠΑΔΑ :Μελέτη Φορτίων κεφ. 1 ,σελ. 9-11 .
- 7) Σύμβουλοι Μηχανικοί, τιμή πώλησης παραγόμενης ενέργειας μονάδας βιοαερίου: https://www.envima.gr/el/biogas_plants/anamenomena_esoda , προσπελάστηκε στις 10/9/2023.
- 8) Σύμβουλοι Μηχανικοί, στοιχεία εγκατάστασης μιας μονάδας βιοαερίου: https://www.envima.gr/el/biogas_plants/fotografies_stoixeiwn_egkatastasis_bioaeriou προσπελάστηκε στις 10/9/2023
- 9) Η βιομάζα ως επενδυτική λύση: <https://www.karouzos.gr/index-3-3.ph> , προσπελάστηκε στις 6/11/2011.
- 10) Τρικαλιώτης Δημήτριος , Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ, Επιβλέπων Καθηγητής Μπίσκας Παντελής, Αναπληρωτής Καθηγητής Α.Π.Θ , Διπλωματική εργασία, Οικονομοτεχνική Μελέτη Ενεργειακής Αξιοποίησης ,προσπελάστηκε Θεσσαλονίκη, Δεκέμβριος (2020), κεφάλαια 5, Παραγωγή ενέργειας σελ. 62-63 και κεφάλαιο 7 ,Οικονομική Μελέτη-Αξιολόγηση σελ. 75-85.

- 11) Χρήστος Μπρουσκέλης ,Μιχαήλ Μπουλάκης ,Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ, Διπλωματική εργασία Μελέτη Εγκατάστασης Εμπορικής και Οικιακής Μονάδας Βιομάζας, Επιβλέπων Καθηγητής Μηνάς Αλεξιάδης : <https://ikee.lib.auth.gr/record/292117/files/-1.pdf> ,προσπελάστηκε (2017), σελ. 52-90
- 12) Κ.Ντεκλής,Γ.Τσεκούρας <<Ηλεκτρική οικονομία: Αξιολόγηση Επενδυτικών σχεδίων>>,Σημειώσεις μαθήματος Οικονομικός Σχεδιασμός Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας, Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών ΠΑΔΑ σελ. 13-20
- 13) Κριτήριο Καθαρής Παρούσας Αξίας μιας επένδυσης, ευρετήριο οικονομικών εννοιών (2024) : <https://euretirio.com/kathari-parousa-axia-kpa-npv/>
- 14) Α.Γ. ΜΠΑΚΙΡΤΖΗ, Αναπληρωτής Καθηγητής Πολυτεχνικής Σχολής Α.Π.Θ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1998:Κεφάλαιο 3 ,ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ , σελ.64-66
- 15) Η σημασία όλων των νόμων για μονάδες Σ.Η.Θ.Υ.Α από ΦΕΚ της Κυβέρνησης <https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/55724/nomos-3851-2010> ,προσπελάστηκε (2010)
- 16) ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ της αριθμ.9/2022, Επιτροπής Ποιότητας Ζωής, Μελλοντικό κέντρο Ανακύκλωσης , Ζεμπελίκος Δημήτριος: Έγκριση του Τοπικού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων (ΤΣΔΑ) του Δήμου Αιγιάλεω, στοιχεία για την μελέτη ,προσπελάστηκε στις 20/4/2022.
- 17) Τύποι Αεριοποιητών ξύλου:
<https://el.lets-rebuild.com/wood-gasifier-types-9002>
,προσπελάστηκε στις 25/2/2013.
- 18) Ενεργειακή αξιοποίηση ξυλώδους βιομάζας , Ιωάννης Ελευθεριάδης ,Τμήμα Βιολογίας ,ΚΑΠΕ .
- 19) Novita technique,τεχνική εταιρεία στο τομέα των ΑΠΕ
: <https://www.tsiminakis.gr/novitas/index.php/energy-solars/bioaerio.html>
, προσπελάστηκε(2010)
- 20) Συστήματα αυτοματισμού μονάδων αεριοποίησης, METIS INVESTMENT CONSULTANSY IKE
: <https://metis-investment.gr/aeriopoiisi-genikis-viomazas/mesaioi-aeriopoiites-80-600-kw>

- 21) Υπολογισμός του κόστους περιφραξης
: <https://www.helppost.gr/ypologismos/perifraxi-kostos-ylika/> ,
προσπελάστηκε στις 27/3/21
- 22) Theodora Al Sadi, Dominik Rutz, Heinz Press, Michael ,Kotter , Tobias, Fürstenwalde ,
slyke volk ,Rainer Janssen , Κωσταντίνος Σιούλας (συγγραφή κεφαλαίου για την
Ελλάδα) «Εγχειρίδιο Βιοαερίου » , ΚΑΠΕ ,2008 .
- 23) Φελεσκούρα Χριστίνα ,Παπαϊωάννου Ελένη « Σύγχρονες Τεχνολογίες Ανακύκλωσης
Απορριμμάτων ,Διαχείριση και Ενεργειακή Αξιοποίηση Απορριμμάτων » , ΤΕΙ
Χαλκίδας ,Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών , Τμήμα Ηλεκτρολογίας , Π Κούκος ,
2004.
- 24) Κεφάλαια Βασιλική ,(2020) , Χρηματοοικονομική αξιολόγηση μονάδας Βιοαερίου.
- 25) Πίνακας τιμών για κατασκευαστικές εργασίες : <https://www.etal-sa.gr/el/wp-content/uploads/2021/09/16.-%CE%A0%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%82-%CE%A4%CE%B9%CE%BC%CF%8E%CE%BD-%CE%9C%CE%BF%CE%BD%CE%AC%CE%B4%CE%B1%CF%82-%CE%9A%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8E%CE%BD-%CE%95%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CE%B9%CF%8E%CE%BD-%CE%A4%CE%95%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%9F.pdf> , προσπελάστηκε το 2020 .
- 26) Είδη διεργασιών βιομάζας ,Χημεία και χημικά προϊόντα ξύλου ,ενότητα 13 ,Ιωάννης
Φιλίππου :<https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS442/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/13%20-%20%CE%95%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%20Opencourses%20ATh.pdf> , προσπελάστηκε
στις 15/2/2016 .
- 27) Παρασκευή Χαρδαλιά , Οικονομοτεχνική Αξιολόγηση Εγκαταστάσεων Παραγωγής
Βιοαερίου από Κτηνοτροφικά Απόβλητα , Πανεπιστήμιο Πειραιώς τμήμα Οικονομικής
Επιστήμης, ΔΠΜΣ Στη Βιοοικονομία:
https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/13487/Chardalia_bio1820.pdf?sequence=1 , προσπελάστηκε 2/2021.
- 28) Επιδοτήσεις ΕΣΠΑ για μικρές ,μεσαίες ,μεγάλες επιχειρήσεις βιοαερίου ανάλογα την
περιοχή, poses Σύμβουλοι Ανάπτυξης:
<https://www.noisis.gr/aid-schemes/prasinος-metaximatismos-mme/?fbclid=IwAR2IFDAiLpn8TKFBZTU7xjfcQH20LeeEMyQ0TOjBCqjZ2vFn1NDlgASyp9A> , προσπελάστηκε 2/2023.

8 Κατάλογος Πινάκων:

| | |
|--|----|
| Πίνακας 2.1.2: Διαθέσιμοι τόνοι απορριμμάτων από μελέτη του Δήμου Αιγιάλεω το 2020 [16]..... | 12 |
| Πίνακας 2.1.3: Τεχνικά χαρακτηριστικά-είδη ξυλώδους βιομάζας [18]..... | 13 |
| Πίνακας 4.2.2: Συνολικός προϋπολογισμός του κόστους της επένδυσης [27]..... | 38 |
| Πίνακας 4.2.2.2: Τρόπος εξόφλησης τραπεζικού δανείου με ισόποσα τοκοχρεολύσια [12]..... | 39 |
| Πίνακας 4.2.2.3: ετήσια έξοδα της μονάδας(1 ^ο έως 8 ^ο) [10]..... | 41 |
| Πίνακας 4.2.2.4: ετήσια έξοδα της μονάδας(9 ^ο έως 12 ^ο) [10]..... | 42 |
| Πίνακας 4.2.2.5: ετήσια έξοδα της μονάδας(13 ^ο έως 15 ^ο) [10]..... | 42 |
| Πίνακας 4.2.2.6: Μέσα ετήσια έξοδα της μονάδας [10]..... | 43 |
| Πίνακας 4.3: Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας με Δάνειο 70% - Δήμος 30% (0 ^ο έως 7 ^ο) [27]..... | 44 |
| Πίνακας 4.3.1: Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας με Δάνειο 70% - Δήμος 30% (8 ^ο έως 15 ^ο) [27]..... | 44 |
| Πίνακας 4.3.1.2: Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας με Δήμο 100% (0 ^ο έως 7 ^ο) [27]..... | 45 |
| Πίνακας 4.3.1.3: Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας με Δήμος 100% (8 ^ο έως 15 ^ο) [27]..... | 46 |
| Πίνακας 4.3.1.4: Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας με Δήμο 55% -ΕΣΠΑ45%(0 ^ο έως 7 ^ο) [28]..... | 47 |
| Πίνακας 4.3.1.5: Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας με Δήμο 55% -ΕΣΠΑ45% (8 ^ο έως 15 ^ο) [28]..... | 48 |
| Πίνακας 4.3.6: Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας ανά έτος με Ανάδοχο Εταιρεία 100%% (0 ^ο έως 7 ^ο) [27]..... | 49 |
| Πίνακας 4.3.7: Συνολική οικονομική αξιολόγηση μονάδας ανά έτος με Ανάδοχο Εταιρεία 100%% (8 ^ο έως 15 ^ο) [27]..... | 49 |
| Πίνακας 4.3.8: Καθαρά κέρδη για κάθε σενάριο υλοποίησης [11]..... | 50 |
| Πίνακας 4.3.9: Καθαρές εισροές για κάθε σενάριο υλοποίησης [11]..... | 52 |
| Πίνακας 4.3.10: Συνολικές καθαρές παρούσες αξίες για κάθε σενάριο υλοποίησης [27]..... | 53 |
| Πίνακας 4.3.11: Τελικό έτος αποπληρωμής ανά σενάριο [11]..... | 54 |
| Πίνακας 4.3.12: Συντελεστές σύγκρισης αποδοτικότητας της μονάδας [27]..... | 55 |

9 Κατάλογος Εικόνων:

| | |
|---|----|
| Εικόνα 2.1: Κατηγορία σταθμών παραγωγής ανά Mwh [9] | 10 |
| Εικόνα 2.1.1: Θεωρητικός Υπολογισμός εσόδων μονάδων βιομάζας[9]..... | 13 |
| Εικόνα 2.1.2: Μελλοντικό κέντρο ανακύκλωσης Ελαιώνα[16]..... | 14 |
| Εικόνα 3.2.1: Διαδικασία αεριοποίησης και καθαρισμού του αερίου [9]..... | 18 |
| Εικόνα 3.2.2: Παράδειγμα μικρής μονάδας βιοαερίου με αεριοποίηση [9]..... | 19 |
| Εικόνα 3.4.1: Αντιδραστήρας Πυρόλυσης με ασκούμενη πίεση επί της βιομάζας [25]..... | 22 |
| Εικόνα 3.4.3: Σταθερής κλίνης - άνω ροής [26]..... | 23 |
| Εικόνα 3.4.4: Οριζόντιας ροής (crossdraft) [26]..... | 24 |
| Εικόνα 3.4.5.1: Χωνευτήρας [7]..... | 25 |
| Εικόνα 3.4.5.2: Τροφοδότηση πρώτης ύλης με κοχλία[7]..... | 26 |
| Εικόνα 3.4.5.3: Σύστημα αποθήκευσης βιοαερίου [7]..... | 26 |
| Εικόνα 3.4.5.4: Εξωτερικό σύστημα αποθήκευσης βιοαερίου[7]..... | 27 |
| Εικόνα 3.4.5.5: Μονάδα ΣΗΘΥΑ [7]..... | 27 |
| Εικόνα 3.4.5.6: Σύστημα αποθήκευσης υπολείμματος[7]..... | 28 |
| Εικόνα 3.4.5.7: Συνοπτική αποτύπωση της αναερόβιας χώνευσης [24]..... | 29 |
| Εικόνα :4.4.2: Πίνακας Αυτοματισμού [20]..... | 36 |
| Εικόνα 4.4.3: Λογισμικό Scada για έλεγχο της μονάδας [20]..... | 37 |

10 Κατάλογος Διαγραμμάτων:

| | |
|---|----|
| Διάγραμμα 4.3.8: Σύγκριση καθαρών κερδών ανά σενάριο [11]..... | 51 |
| Διάγραμμα 4.3.9: Σύγκριση καθαρών εισροών ανά σενάριο [11]..... | 52 |
| Διάγραμμα 4.3.10: Σύγκριση καθαρών παρούσων αξιών ανά σενάριο [11]..... | 53 |
| Διάγραμμα 4.3.11: Σύγκριση όλων των σεναρίων με τον χρόνο αποπληρωμής [27]..... | 54 |
| Διάγραμμα 4.3.12: Τελική σύγκριση σεναρίων με βαθμούς απόδοσης [27]..... | 55 |