



**ΕΘΝΙΚΟ
ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ – “ATHENS MBA”**

Πτυχιακή εργασία

με τίτλο:

**“ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΒΟΥΣΤΑΣΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ”**



Επιβλέπων: **Επικ. Καθ. Άγγελος Τσακανίκας**

Νικηφόρος Γεώργιος

Ιανουάριος, 2018

Αθήνα

ΔΗΛΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία για τη λήψη του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στη Διοίκηση Επιχειρήσεων, έχει συγγραφεί από εμένα προσωπικά και δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό.

Η εργασία αυτή έχοντας εκπονηθεί από εμένα, αντιπροσωπεύει τις προσωπικές μου απόψεις επί του θέματος. Οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής αναφέρονται στο σύνολό τους, δίνοντας πλήρεις αναφορές στους συγγραφείς, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο».

Νικηφόρος Γεώργιος

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	2
Κατάλογος σχημάτων.....	4
Κατάλογος εικόνων	4
Κατάλογος πινάκων	5
Περίληψη	6
Abstract.....	7
Πρόλογος.....	8
Κεφάλαιο 1. Η ανάπτυξη των ΑΠΕ	10
1.1. Η αγορά ΑΠΕ παγκοσμίως	10
1.2. Η αγορά ΑΠΕ στην Ε.Ε. – η σημερινή κατάσταση.....	12
1.3. Η αγορά ΑΠΕ στην Ελλάδα.....	13
Κεφάλαιο 2. Ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων βιομάζας	16
2.1. Βιομάζα - Βιοκαύσιμο – βιοαέριο.....	16
2.2. Τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων βιομάζας	18
Κεφάλαιο 3. Βιοαέριο και Αναερόβια Χώνευση.....	21
3.1. Γενικά	21
3.2. Η διεργασία της Αναερόβιας Χώνευσης	22
3.3. Συστήματα Αναερόβια Χώνευσης	26
3.4. Πλεονεκτήματα των μονάδων Αναερόβιας Χώνευσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο.....	26
3.5. Η πρώτη ύλη παραγωγής βιοαερίου στην Ελλάδα	29
Κεφάλαιο 4. Παρουσίαση ενδεικτικής μονάδας συμπαραγωγής από βιοαέριο στην Ελλάδα	32
4.1. Πρώτες ύλες και ενεργειακό ισοζύγιο	32
4.2. Μέγεθος εγκατεστημένης ισχύος.....	36
4.3. Παραγωγή ηλεκτρικής & θερμικής ενέργειας	37
4.4. Διάθεση χωνεμένου υπολείμματος.....	39

4.5. Περιβαλλοντικοί περιορισμοί χωροθέτησης έργων ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίου στην Ελλάδα.....	40
Κεφάλαιο 5. Τεχνική περιγραφή εγκατάστασης ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίου	44
5.1. Λειτουργική υπομονάδα 1: Υποδοχή, αποθήκευση και τροφοδοσία υποστρώματος .	47
5.2. Λειτουργική υπομονάδα 2: Διεργασία Ζύμωσης και ανακυκλοφορία	49
5.3. Λειτουργική υπομονάδα 3: Αποθήκευση χωνευμένου υπολείμματος	52
5.4. Λειτουργική υπομονάδα 4: Μονάδα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού – Θερμότητας (ΣΗΘ)	53
5.5. Λειτουργική υπομονάδα 5: Μονάδα ελέγχου	54
5.6. Απαιτούμενα οικοδομικά έργα και διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου.....	55
5.7. Τεχνικές και μηχανολογικές εγκαταστάσεις	56
5.7.1. Τεχνικά χαρακτηριστικά των δεξαμενών	57
5.7.2. Αντλιοστάσιο.....	59
5.7.3. Μονάδες διαχωρισμού χωνευμένου υπολείμματος	60
5.7.4. Εγκατάσταση πυρσού καύσης βιοαερίου	60
5.7.5. Μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού - θερμότητας.....	61
5.7.6. Λοιπός εξοπλισμός	62
5.8. Ανάλυση εφοδιαστικής αλυσίδας μονάδος	63
5.8.1. Υπολογισμός ετήσιου κόστους μεταφοράς πρώτης ύλης	64
5.8.2. Αποστάσεις και διαδρομές	66
Κεφάλαιο 6. Βιωσιμότητα της επένδυσης και οφέλη	71
6.1. Σύγκριση του κόστους επένδυσης σε σχέση με μία συμβατική μονάδα που λειτουργεί με βιοαέριο.....	71
6.2. Οφέλη που αναμένονται σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο	72
6.3. Βιωσιμότητα της επένδυσης.....	75
Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα	83
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	85

Κατάλογος σχημάτων

- Σχήμα 1: Παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το 1971 έως το 2015 ανά καύσιμο (TWh) [34]
- Σχήμα 2: Μερίδιο ηλεκτρικής ενέργειας¹ ανά πηγή τα έτη 1973 και 2015 [34]
- Σχήμα 3: Ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης των ΑΠΕ κατά την χρονική περίοδο 1990 - 2014 [35]
- Σχήμα 4: Μερίδια της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ΕΕ σε σχέση με τις πορείες της οδηγίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) και των εθνικών σχεδίων δράσης για την ανανεώσιμη ενέργεια (ΕΛΣΤΑΤ) [43]
- Σχήμα 5 : Χρήσεις του βιοαερίου [11]
- Σχήμα 6 : Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης [15]
- Σχήμα 7 : Αριθμός εκμεταλλεύσεων και ζώων κατά περιφέρεια, έτος 2008 [43]
- Σχήμα 8: Ροή της επεξεργαζόμενης πρώτης ύλης της μονάδος
- Σχήμα 9 : Διάγραμμα ροής εγκατάστασης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο
- Σχήμα 10 : Κάτοψη της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- Σχήμα 11: Οροφή αποθήκευσης παραγόμενου βιοαερίου

Κατάλογος εικόνων

- Εικόνα 1: Βάση σκυροδέματος αποθήκευσης στερεών πρώτων υλών
- Εικόνα 2: Διαδικασία κάλυψης σωρών στερεής κοπριάς
- Εικόνα 3: Καλυμμένοι σωροί κοπριάς
- Εικόνα 4: Αναδευτήρας ομογενοποίησης Εικόνα 6. Αναδευτήρας ανάμιξης
- Εικόνα 5: Χωνευτές, δεξαμενές όπου λαμβάνει χώρα η διεργασία της ΑΧ
- Εικόνα 6: Ειδική μεμβράνη (geotextile) βάσης λιμνοδεξαμενής για την στεγανή αποθήκευση του παραγόμενου υγρού χωνεμένου υπολείμματος
- Εικόνα 7: Στερεό χωνεμένο υπόλειμμα

Κατάλογος πινάκων

- Πίνακας 1: Απόκλιση στόχων εγκατεστημένη ισχύς (σε MW) μονάδων ΑΠΕ τον Μάρτιο του 2017 [39]
- Πίνακας 2: Χημική σύσταση του βιοαερίου (Πηγή: Biowaste and Biological Waste Treatment, Gareth Evans) [15]
- Πίνακας 3: Βασικές κατηγορίες βοοειδών κατά περιφέρεια, έτος 2016 [43]
- Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά πρώτων υλών και παραγωγή βιοαερίου
- Πίνακας 5. Βόδια, ταύροι, δαμάλια, αγελάδες και βουβάλια (όλων των ηλικιών) στις 31.12.2014, κατά Περιφέρεια και Περιφερειακή Ενότητα [43]

Περίληψη

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε σε μια εποχή που η ανάγκη σε «βιώσιμες» θέσεις εργασίας είναι μεγαλύτερη παρά ποτέ. Η κλιματική αλλαγή οφειλόμενη στον άνθρωπο, έχει τεκμηριωθεί επιστημονικά και έχουν πλέον ξεκινήσει να γίνονται σημαντικά βήματα υιοθέτησης πολιτικών για τον μετριασμό του προβλήματος. Οι εγγυήσεις προέλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας διαπραγματεύονται και εξαγοράζονται στα διεθνή χρηματιστήρια ενέργειας προκειμένου οι πάροχοι και προμηθευτές ενέργειας να τις χρησιμοποιήσουν ως αποδεικτικά στοιχεία προς τους πελάτες τους για την προέλευση και ποιότητα της παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Αγοράζονται επίσης και από μεγάλες βιομηχανίες προκειμένου να πιστοποιήσουν το ανανεώσιμο των πηγών ενέργειας που χρησιμοποίησαν για την παραγωγή των προϊόντων τους και να δηλώσουν έτσι την ενεργή συμμετοχή τους στην αειφορία του πλανήτη. Οι χώρες καθημερινά λαμβάνουν μέτρα για τον περιορισμό των αποβλήτων και ενθαρρύνουν την οικονομική εκμετάλλευση εκτός από τον περιορισμό τους. Οι τεχνολογικές εξελίξεις για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αναμένεται να τις καταστήσουν μέχρι το 2020, οικονομικότερες από τα ορυκτά καύσιμα (*Έκθεση του Διεθνούς Οργανισμού για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, IRENA*).

Η παρούσα εργασία προσεγγίζει ολοκληρωμένα τη δυνατότητα εκμετάλλευσης των αποβλήτων βουστασίων. Αρχικά, παρουσιάζεται η αγορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παγκοσμίως, η ενεργειακή πολιτική της Ε.Ε. και οι στόχοι της, το μοντέλο ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα έως το 2016 (pool model) καθώς και η φιλοσοφία του Ν.4425/16 που πλέον διέπει την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας. Ακολουθεί περιγραφή της έννοιας της βιομάζας, της διεργασίας της αναερόβιας χώνευσης και της παραγωγής βιοαερίου καθώς και των δυνατοτήτων ενεργειακής αξιοποίησης του. Στη συνέχεια παρουσιάζεται μια πρόταση μονάδας παραγωγής βιοαερίου όπου περιγράφεται η τροφοδοσία της, λειτουργία, παραγωγή βιοαερίου και διάθεση των υποπροϊόντων. Τέλος, επιχειρείται οικονομική ανάλυση παρουσιάζοντας με οικονομικά στοιχεία πως δίνεται σήμερα η δυνατότητα σε ομάδες κτηνοτρόφων ή επιχειρηματιών να αποκομίσουν σημαντικό οικονομικό όφελος από μια πρώτη ύλη πρακτικά ανεξάντλητη που όμως στην χώρα μας εξακολουθεί να είναι απαξιωμένη.

Abstract

This paper was carried through these times when the need for sustainable jobs is greater than ever. Climate change due to human activity, has been scientifically documented and major steps have been taken to adopt policies to mitigate the problem. Guarantees of renewable energy sources are traded and redeemed on the international energy exchanges, in order for suppliers and energy suppliers to use them as evidence to their customers of the origin and quality of the electricity supplied. They are also purchased by large industries in order to certify the renewable energy sources they used to produce their products and thus declare their active involvement in the sustainability of the planet. Countries are daily taking additional measures to reduce waste and still encouraging their financial exploitation in addition to limiting them. The latest technological developments on the use of renewable energy sources are expected to make these renewable energy sources more economical than fossil fuels by 2020 (report by International Renewable Energy Agency, IRENA).

This present paper (essay) approaches in full the potential of exploiting waste from dairy farms. Initially, the world market on renewable energy sources in the E.U. is presented, their energy policy and its objectives and the model of electrical energy in Greece by 2016 (pool model) as well as the approach of national law N.4425/16 which now governs the electrical energy market in our country. As follows is a description of the concept of biomass, the process of anaerobic digestion and the production of biogas, as well as the possibilities of its energetic utilization. At next, a proposal of a biogas production unit is presented, describing its potential supplying needs, operational needs, biogas production and end-product disposal. Finally, a financial analysis is attempted on such a task, presenting economical data on the ways that both breeders or entrepreneurs nowadays have the possibility to obtain significant economical benefit from a raw material that is practically inexhaustible, but still remains depreciated in our country.

Πρόλογος

Η επιβίωση του όλο και αυξανόμενου πληθυσμού επάνω στη γη βασίζεται στη μαζική παραγωγή τροφίμων και υλικών αγαθών μέσω βιομηχανοποιημένων διαδικασιών οι οποίες απαιτούν ενέργεια που καλύπτεται μέχρι σήμερα κυρίως από τα ορυκτά καύσιμα. Οι βιομηχανοποιημένες αυτές παραγωγικές δραστηριότητες, πέραν από την παραγωγή χρήσιμων υλικών, προκαλούν το σχηματισμό τεράστιων ποσοτήτων αποβλήτων. Η απόρριψη ή η εκμετάλλευση αυτών των αποβλήτων κατά τα τελευταία χρόνια έχει προβληματίσει την επιστημονική κοινότητα σε μια προσπάθεια εξεύρεσης διαφορετικών λύσεων ικανών να ελαχιστοποιήσουν τον αντίκτυπο που έχει η τελική απόρριψη των αποβλήτων στο περιβάλλον.

Οι ολοένα και μεγαλύτερες ενεργειακές ανάγκες και η αναμενόμενη αύξηση της τιμής των ορυκτών καυσίμων λόγω μείωσης των αποθεμάτων τους στις επόμενες δεκαετίες, θα οδηγήσει πιθανά σε αύξηση των τιμών των υλικών αγαθών, που με τη σειρά της θα πλήξει το ρυθμό ανάπτυξης των ανθρωπίνων κοινωνιών. Η αναμενόμενη αυτή μείωση των διαθέσιμων ποσοτήτων σε ορυκτά καύσιμα οδηγεί εξ ανάγκης στη μελέτη και εξεύρεση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) από άλλες διαθέσιμες και οικονομικές πρώτες ύλες, συμπεριλαμβανομένων και των αποβλήτων.

Η τεχνολογία ενεργειακής αξιοποίησης του εκλυόμενου βιοαερίου κατά την ζύμωση οργανικών αποβλήτων επιλέγεται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) λόγω των σημαντικών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει. Το μεθάνιο είναι αέριο του θερμοκηπίου 20 φορές πιο δραστικό από το διοξείδιο του άνθρακα, συνεπώς η μετατροπή της ανεξέλεγκτης παραγωγής του σε ελεγχόμενη εκμετάλλευση συμβάλει στην περιστολή των αιτιών της κλιματικής αλλαγής. Κύριο χαρακτηριστικό των εν λόγω συστημάτων, που τα διαφοροποιεί από τις άλλες μορφές ΑΠΕ είναι το ότι δεν απαιτούνται ειδικές συνθήκες αναφορικά με το χώρο εγκατάστασης, σε αντίθεση με άλλες πηγές. Για παράδειγμα, για την οικονομικά ανταποδοτική λειτουργία ενός αιολικού πάρκου απαιτείται υψηλό αιολικό δυναμικό, η απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων εξαρτάται από την ηλιοφάνεια της περιοχής, ενώ η διαθεσιμότητα υδάτων απαιτεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη λειτουργία υδροηλεκτρικών σταθμών. Η μοναδική ουσιαστική προϋπόθεση συνίσταται στη δυνατότητα τροφοδοσίας των μηχανών εσωτερικής καύσης με βιοαέριο το οποίο παράγεται κατά τη ζύμωση των οργανικών αποβλήτων στον χώρο εγκατάστασης.

Ένα περαιτέρω σημαντικό πλεονέκτημα της προτεινόμενης τεχνολογίας έγκειται στο γεγονός ότι τέτοιου είδους συστήματα είναι εύκολα επεκτάσιμα με την προσθήκη νέων μηχανών εσωτερικής καύσης και υπό προϋποθέσεις μεταφέρονται χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία ή

μετατροπή του αρχικού συστήματος. Εξάλλου, τα συγκεκριμένα συστήματα είναι κατάλληλα τόσο για κεντρική όσο και για κατακεντρωμένη παραγωγή ισχύος και ενέργειας, καθώς μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη λεγόμενη «Διάσπαρτη Παραγωγή Ενέργειας» η οποία αποτελεί το νέο μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαφοροποίηση στην παραγωγή ενέργειας, που προσφέρεται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης, σε συνδυασμό με την κατά μεγάλο ποσοστό απεξάρτηση από το πετρέλαιο και την αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης του περιβάλλοντος, μπορούν να δημιουργήσουν συνθήκες οικονομικής ανάπτυξης σε ένα νέο ενεργειακό τοπίο που αυτή τη στιγμή διαμορφώνεται στις αναπτυσσόμενες χώρες. Παράλληλα, η προτεινόμενη τεχνολογία χρησιμοποιεί ως καύσιμο το βιοαέριο που παράγεται κατά τη ζύμωση των οργανικών αποβλήτων που ουσιαστικά αποτελεί μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή. Δεδομένης της αφθονίας που χαρακτηρίζει τις «πρώτες ύλες» της εγκατάστασης, η εν λόγω ενεργειακή πηγή μπορεί εύκολα να γίνεται άμεσα διαθέσιμη προς εκμετάλλευση. Τέλος, η σημαντική διάρκεια ζωής μιας αντίστοιχης επένδυσης που μπορεί να ξεπεράσει τα 25 έτη με χαμηλό κόστος συντήρησης και λειτουργίας συνιστά ένα σημαντικό πλεονέκτημα της εν λόγω τεχνολογίας.

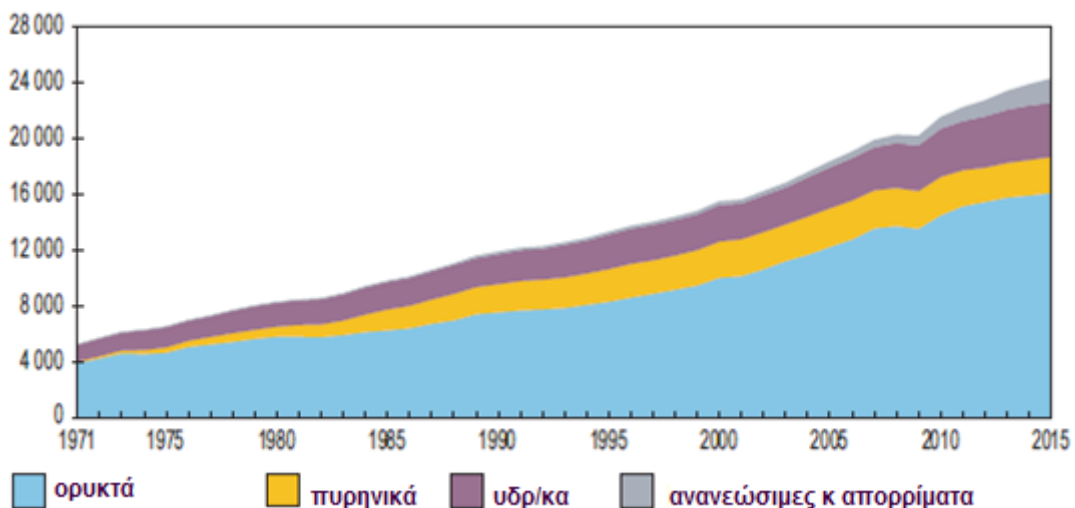
Στην παρούσα εργασία προτείνεται μια συνολική μελέτη της επεξεργασίας αποβλήτων (συγκεκριμένα κοπριάς βοοειδών) μέσω της Αναερόβιας Χώνευσης ως μεθόδου ανάκτησης ενέργειας καθώς και της διαχείρισης των υποπροϊόντων αυτών.

Κεφάλαιο 1. Η ανάπτυξη των ΑΠΕ

1.1. Η αγορά ΑΠΕ παγκοσμίως

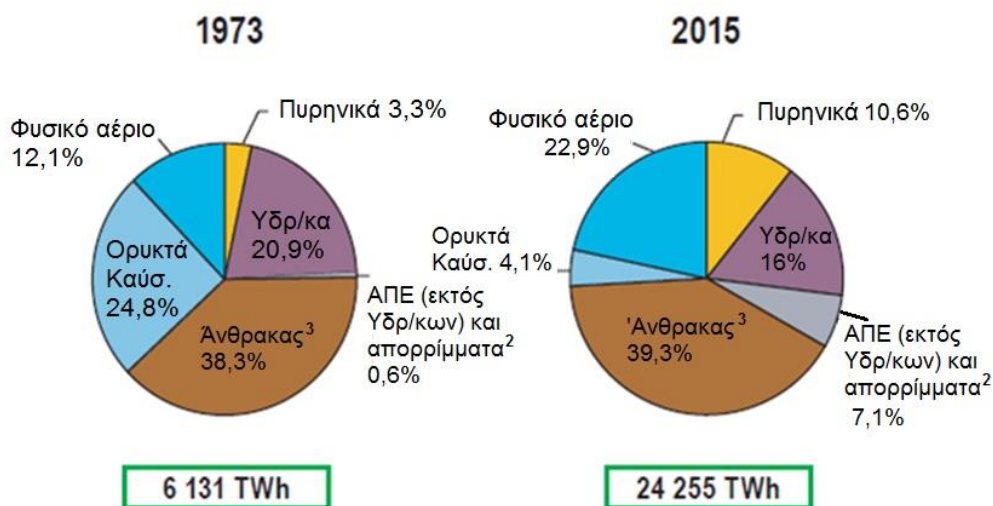
Ενδιαφέρον και σημαντική ώθηση στις ΑΠΕ σημειώνεται πάντα μετά από τις μεγάλες πετρελαϊκές κρίσεις όπως αρχικά στη δεκαετία του 70, με την πετρελαϊκή κρίση του 1973. Μόλις όμως η κρίση ξεπεράστηκε (όπως συνέβη και με την κρίση του 1979 - 1980), η ώθηση αυτή σταμάτησε, τουλάχιστον για ορισμένες ΑΠΕ. Μέρος αυτής της τελμάτωσης οφειλόταν και στα τεχνολογικά προβλήματα που προέκυψαν. Ωστόσο από το 1990, η παρατηρούμενη ώθηση στις ΑΠΕ προκύπτει κυρίως από τις διαπιστωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση των ορυκτών καυσίμων (Συνάντηση του Ρίο, Πρωτόκολλο του Κιότο, τροπολογία της Ντόχα σύνοδος του Παρισιού 2014) και δευτερευόντως στην ευαισθητοποίηση μεγάλων τμημάτων της κοινωνίας μας.

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται η συμμετοχή των ΑΠΕ (23,1%) στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για το 2015, σύμφωνα με την International Energy Agency. Το ποσοστό αυτό διατηρείται σχετικά σταθερό (το 1973 21,5%) με μικρή τάση ανόδου, διαφοροποιείται όμως σημαντικά το μείγμα των ΑΠΕ αν εξαιρέσουμε την ενέργεια από υδροηλεκτρικά έργα που παρουσιάζει πτωτική τάση, οι υπόλοιπες ΑΠΕ σημειώνουν ραγδαία αύξηση της συμμετοχής στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κυρίως λόγω της αύξησης των φωτοβολταϊκών και αιολικών εγκαταστάσεων. Αυτό οφείλεται στην ραγδαία τεχνολογική πρόοδο, τις μειώσεις κόστους και τους σχετικά σύντομους χρόνους ανάπτυξης των έργων.



Σχήμα 1: Παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας¹ από το 1971 έως το 2015 ανά καύσιμο (TWh) [34]

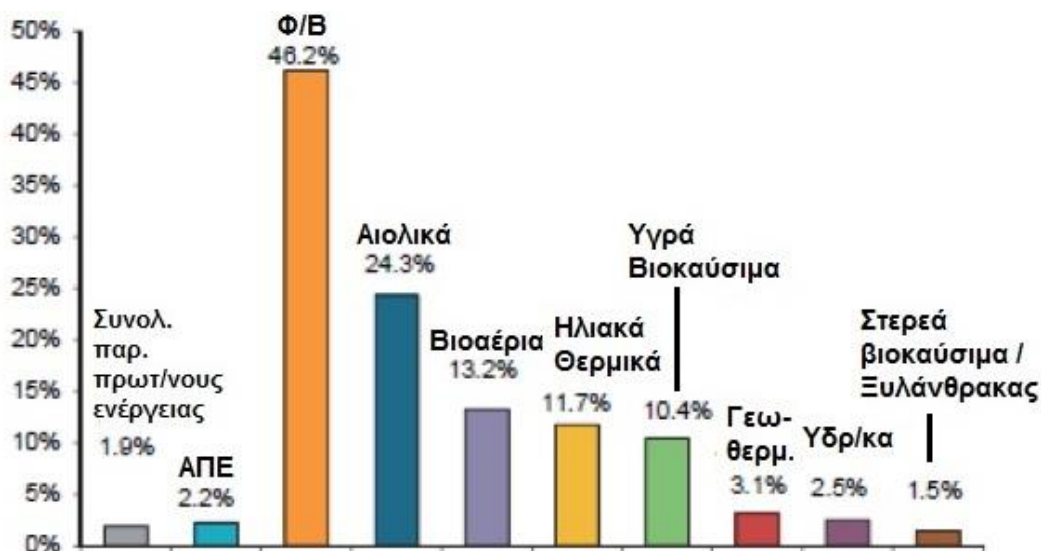
¹ Εξαιρείται η αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια



1. Εξαιρείται η αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια
2. Περιλαμβάνεται γεωθερμική, ηλιακή, αιολική, υδραυλική ενέργεια, βιοκαύσιμα, απορρίμματα, θερμική κ.α.
3. Σε αυτά τα σχήματα η τύρφη και σχιστολιθικά καύσιμα, αθροίζονται με τον άνθρακα

Σχήμα 2: Μεριδίο ηλεκτρικής ενέργειας¹ ανά πηγή τα έτη 1973 και 2015 [34]

Οι «νέες» ΑΠΕ (ηλιακή, αιολική) παρουσιάζουν εντυπωσιακά αυξημένα ποσοστά δηλ. τα φωτοβολταϊκά μέση ετήσια αύξηση 46% και τα αιολικά της τάξης του 24% ετησίως.



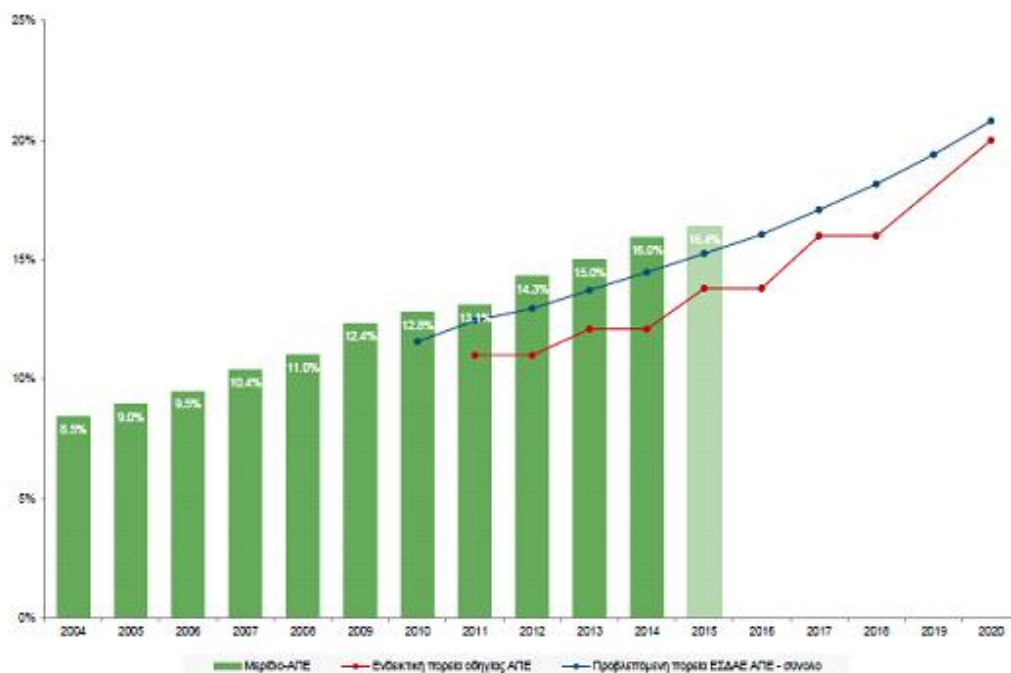
Σχήμα 3: Ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης των ΑΠΕ κατά την χρονική περίοδο 1990 - 2014 [35]

Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Διεθνούς Οργανισμού (IRENA) το μερίδιο των ΑΠΕ στο παγκόσμιο σύστημα ενέργειας είναι 22% για το (2014). Οργανισμός εκτιμά ότι το μερίδιο

των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος θα αντιστοιχεί το 2030 στο 40%, λόγω του χαμηλότερου κόστους της τεχνολογίας. Το 2014 οι παγκόσμιες επενδύσεις στις ΑΠΕ σημείωσαν σημαντική άνοδο 17% σε σύγκριση με το 2013. Σε απόλυτους αριθμούς έφτασαν τα \$270 δισ. έναντι \$232 δισ. [41]

1.2. Η αγορά ΑΠΕ στην Ε.Ε. – η σημερινή κατάσταση

Επίκεντρο της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής και κύριος ενεργειακός στόχος μέχρι το 2020 είναι η δέσμευση για 20-20-20 . Αυτό συνίσταται σε 20% μείωση στην εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με το 1990 (με τη δέσμευση αυτή να αναλύεται σε εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας κατά 20%), αύξηση του ποσοστού διείσδυσης των Α.Π.Ε στην τελική κατανάλωση κατά 20% και τέλος αύξηση του ποσοστού των βιοκαυσίμων στις μεταφορές Το 2014, το ποσοστό ΑΠΕ ήταν στο 16 % της ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας. Το μέσο ποσοστό των ΑΠΕ στην ΕΕ-28 για την περίοδο 2013/2014 έφτασε το 15,5% αρκετά παραπάνω από την ενδεικτική πορεία 2013/2014 για την ΕΕ-28 που ήταν 12,1 % (η μέση ενδεικτική πορεία για κάθε μέλος προσδιορίζεται από ένα τύπο , από αυτόν συνάγεται η μέση ενδεικτική πορεία για την Ε.Ε συνολικά). Το 2015 το μερίδιο των ΑΠΕ εκτιμήθηκε περίπου στο 16,4 % της ακαθάριστης κατανάλωσης τελικής ενέργειας, ενώ η ενδεικτική πορεία για την περίοδο 2015/2016 αντιστοιχεί σε 13,8 %. Στο μέλλον ,οι προσπάθειες θα χρειαστεί να εντατικοποιηθούν



Σχήμα 4: Μερίδια της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ΕΕ σε σχέση με τις πορείες της οδηγίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) και των εθνικών σχεδίων δράσης για την ανανεώσιμη ενέργεια (ΕΛΣΤΑΤ) [43]

Το 2014 η Ε.Ε με ανακοίνωση της προτείνει για το διάστημα 2020-2030 στόχο μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 40% σε σχέση με το 1990. Αυτό προβλέπεται ότι θα οδηγήσει σε διείσδυση των ΑΠΕ κατά 27% σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Η ανακοίνωση δεν ορίζει στόχους αλλά παραπέμπει σε μελλοντική επανεξέταση της οδηγίας. Έτσι λοιπόν στην σύνοδο για το κλίμα (Παρίσι Δεκ. 2015) τα κράτη μέλη της Ε.Ε δεσμεύτηκαν για επενδύσεις και δράσεις με στόχο την περεταίρω μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου. Η συμφωνία αναμένεται να ισχύσει από το 2020. Οι ΑΠΕ σύμφωνα με την ευρωπαϊκή Οδηγία 2009/28/ΕΚ συνιστούν προτεραιότητα για την Ε.Ε. Ορίζεται δηλαδή, ως προτεραιότητα η παροχή καθαρής ενέργειας για όλους τους ευρωπαίους πολίτες, γεγονός που φιλοδοξεί να καταστήσει την Ε.Ε ηγέτιδα στην τεχνολογία των ΑΠΕ. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι καθοριστικής σημασίας για την ενεργειακή απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα. Η συμβολή τους στην μείωση των εισαγωγών ορυκτών καυσίμων για το 2015 εκτιμάται στα 16 δις ευρώ και χάρη στην τεχνολογική πρόοδο το κόστος μειώνεται ραγδαία και πλέον μπορούν να ενταχθούν περεταίρω στην αγορά. Η διατύπωση της οδηγίας για τις ΑΠΕ για την περίοδο μετά το 2020 σε συνδυασμό με την πρόταση για καθαρή ενέργεια για όλους, επιτρέπει την ένταξη των ΑΠΕ σε ισότιμη βάση με τις άλλες πηγές ενέργειας καθώς αυτές συνιστούν λύση για την μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος. Τέλος στην Ε.Ε ανήκει το 30% των ευρεσιτεχνιών που αφορά τις ΑΠΕ δίνοντας έτσι ώθηση στην καινοτομία και στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας για τους ευρωπαίους πολίτες.

1.3. Η αγορά ΑΠΕ στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα μέχρι το 2016 το πλαίσιο λειτουργίας της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας ακλουθούσε το παρακάτω μοντέλο το οποίο ονόμαζαν pool model.

Στις θερμοηλεκτρικές μονάδες ίσχυε η αρχή του ελαχίστου κόστους, δηλαδή συμμετείχαν με βάση το κόστος λειτουργίας. Αυτό σημαίνει ότι έμπαινε στην αγορά πρώτη αυτή που ήταν η λιγότερο κοστοβόρα και σταδιακά βάση της ζήτησης έπαιρναν σειρά και οι επόμενες. Οι συμβατικές μονάδες έχουν ένα ελάχιστο σταθερό κόστος λειτουργίας, αφού δεν μπορούν να διακόψουν την λειτουργία τους (καθώς για την επανεκκίνηση χρειάζεται περίπου μια εβδομάδα και το κόστος είναι πολύ υψηλό, αλλά ταυτόχρονα αποτελούν και την ασφάλεια του συστήματος). Ο ρυθμιστικός φορέας είχε ορίσει ελάχιστη μηνιαία αποζημίωση διατήρησης ισχύος και το ποσό αυτό επιβάρυνε τους τελικούς καταναλωτές ως ειδική χρέωση.

Με την υποχρέωση για απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας εισήλθαν στην αγορά ιδιώτες που κατασκεύασαν μονάδες φυσικού αερίου. Με βάση το ισχύον μοντέλο ελαχίστου κόστους (εξ ορισμού μηδενικό κόστος για τις υδροηλεκτρικές μονάδες) αυτές οι μονάδες δύσκολα θα έμπαιναν κάθε μέρα στην ημερησία αγορά ενέργειας. Έτσι λοιπόν είχαμε μονάδες φυσικού αερίου που θα έπρεπε να λειτουργούν και να αποζημιώνονται με την αποζημίωση διατήρησης ισχύος. Σύμφωνα με την κατά προτεραιότητα εισαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας των ΑΠΕ ενώ αυτή οριζόταν μηδέν, είχαν εξασφαλίσει υψηλές τιμές πώλησης, υψηλότερες από αυτές που πλήρωναν οι καταναλωτές. την διαφορά τιμολόγησης την επιβαρυνόταν ο καταναλωτής (χρέωση ΕΤΜΕΑΡ).

Το μοντέλο λειτουργίας όριζε ότι το σύνολο της παραγόμενης ενέργειας θα έπρεπε να αθροίζεται και λαμβάνοντας υπ όψιν τις ειδικές χρεώσεις και τους τεχνικούς περιορισμούς να υπολογίζεται η οριακή τιμή του συστήματος. Αυτό λειτουργούσε ικανοποιητικά όσο η συνεισφορά των ΑΠΕ κυμαινόταν σε χαμηλά επίπεδα. Με την έκρηξη των φωτοβολταϊκών μονάδων (2010-2015), έχοντας εξασφαλισμένες υψηλές τιμές πώλησης - ψηλότερες από αυτές που πλήρωναν οι καταναλωτές στους παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας- πολύ σύντομα δημιουργήθηκε έλλειμμα στον ειδικό λογαριασμό που κάλυπτε την διαφορά τιμής αγοράς με την τιμή πώλησης. Αυτό δημιούργησε καθυστέρηση στις πληρωμές από τον ΛΑΓΗΕ και κλόνησε την εμπιστοσύνη των επενδυτών μια που οι περισσότερες επενδύσεις είχαν γίνει με τραπεζικό δανεισμό και υπήρχε δυσκολία να ανταποκριθούν στις πάγιες υποχρεώσεις τους .

Το 2012 η κυβέρνηση περιέκοψε την τιμή αγοράς ενέργειας από Φ/Β και επιπλέον ενίσχυσε τον ειδικό λογαριασμό χρηματοδότησης .

Όμως για την ύπαρξη του υγιούς ανταγωνισμού θα έπρεπε όλοι οι πάροχοι ηλεκτρικής ενέργειας να έχουν ισότιμη πρόσβαση στο σύνολο των τρόπων παραγωγής ενέργειας ώστε με το μείγμα κόστους να είναι ανταγωνιστικοί και τελικά να ωφελείται ο καταναλωτής από τις προσφερόμενες τιμές .Έτσι αποφασίστηκε ένα μέρος της ενέργειας που παράγει η ΔΕΗ να δημοπρατείται στους παρόχους και η ΔΕΗ σταδιακά να μειώσει το ποσοστό συμμετοχής της στην λιανική .

Ο Ν.4425/2016 ορίζει το νέο μοντέλο αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας που βασίζεται σε μια διαφορετική φιλοσοφία ώστε όλοι οι παραγωγοί θα αναλαμβάνουν τον κίνδυνο που τους αναλογεί, αλλά ταυτόχρονα θα υπάρχουν μηχανισμοί αντιστάθμισης κινδύνου. Έτσι προσφέρεται ισότιμη συμμετοχή στην αγορά για όλους τους παραγωγούς, καταργώντας το σημερινό μοντέλο προστατευτισμού που είχαν ορισμένοι παραγωγοί (ΑΠΕ).

Στα Φ/Β όπου η προβλεπόμενη εγκατεστημένη ισχύς για το 2020 έχει ήδη καλυφθεί, το νέο μοντέλο για νεοεισερχόμενες μονάδες προβλέπει την διενέργεια μειοδοτικών διαγωνισμών για την εξασφάλιση της χαμηλότερης τιμής αγοράς της παραγόμενης ενέργειας. Για τα νέα

αιολικά πάρκα εφαρμόζεται μια μεταβατική τιμολόγηση που είναι περισσότερο κοντά στις εγγυημένες τιμές. Με την ολοκλήρωση της μετάβασης τα νέα αιολικά πάρκα θα συμμετέχουν και αυτά στη διαδικασία των μειοδοτικών διαγωνισμών.

Στην τεχνολογία της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα διατηρείται το παλαιό καθεστώς τιμολόγησης καθόσον η συμμετοχή της στην εγκατεστημένη ισχύ απέχει πολύ από τον στόχο του 2020 και πρέπει να διατηρηθούν τα κίνητρα για την αύξηση της συμμετοχής.

Πίνακας 1: Απόκλιση στόχων εγκατεστημένη ισχύς (σε MW) μονάδων ΑΠΕ τον Μάρτιο του 2017 [39]

	<i>Μάρτιος 2017</i>	<i>Στόχος 2014</i>	<i>Στόχος 2020</i>
Υδροηλεκτρικά	3398	3700	4650
<i>Μικρά(0-15MW)</i>	<i>229</i>	<i>300</i>	<i>350</i>
<i>Μεγάλα(>15MW)</i>	<i>3169</i>	<i>3400</i>	<i>4300</i>
Φωτοβολταϊκά	2229	1500	2200
<i>Εγκαταστάσεις από επαγγελματίες αγρότες της περίπτωσης (β) της παρ.6 του άρθρου 15 του ν.3851/2010</i>	<i>287</i>	<i>500</i>	<i>750</i>
<i>Λοιπές Εγκαταστάσεις</i>	<i>1942</i>	<i>1000</i>	<i>1450</i>
Ηλιοθερμικά	-	120	250
Αιολικά (περιλαμβανομένων θαλασσίων)	2379	4000	7500
Βιομάζα - Βιοαέριο	58	200	350

Σημειώσεις:1.Η ισχύς Φ/Β του ειδικού προγράμματος στεγών δεν συνυπολογίζεται στους ανωτέρω στόχους και δεν περιλαμβάνεται στην εγκατεστημένη ισχύ των Φ/Β . 2. Η εγκατεστημένη ισχύς αφορά στην επικράτεια 3.Η ισχύς των αγροτικών φωτοβολταϊκών ενημερώθηκε με τα στοιχεία που προέκυψαν απ την υποβολή των δηλώσεων του Ν.4254/2014(ημερομηνία αναφοράς :4 Φεβρουαρίου 2015).

Κεφάλαιο 2. Ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων βιομάζας

2.1. Βιομάζα - Βιοκαύσιμο – βιοαέριο

Με τον όρο **βιομάζα** εννοούμε τα καυσόξυλα τα φυτικά και δασικά υπολείμματα (κλαδέματα, άχυρα, πριονίδια, ελαιοπυρήνες, κουκούτσια), τα ζωικά απόβλητα, τα φυτά που καλλιεργούνται στις ενεργειακές φυτείες ειδικά για να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας, τα αστικά απορρίμματα και απόβλητα καθώς και τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων και της αγροτικής βιομηχανίας(οδηγία 2001/77/EK). Με την ευρύτερη έννοια οποιοδήποτε υλικό που προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο ή για την παραγωγή αερίων υγρών ή στερεών καυσίμων θεωρείται βιομάζα. Η βιομάζα μπορεί να θεωρηθεί αποθηκευμένη μορφή ενέργειας .Η ενεργειακή αξιοποίηση της είναι ουδέτερη ως προς την αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα γιατί οι ποσότητες που απελευθερώνονται κατά την μετατροπή της σε ενέργεια είναι ίσες με αυτές που δεσμεύονται κατά την ανάπτυξη της . Η αύξηση της διείσδυσης της στο ενεργειακό ισοζύγιο εις βάρος άλλων ρυπογόνων καυσίμων συμβάλλει στην μείωση των εκπομπών των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και συγχρόνως συμβάλλει στους στόχους της εθνικής ενεργειακής πολιτικής και την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού.

Η βιομάζα χωρίζεται σε υπολειμματικές μορφές (κάθε είδους φυτικά ζωικά και αστικά απόβλητα και απορρίμματα). Είναι η βιομάζα γεωργικής προέλευσης από τα υπολείμματα των γεωργικών καλλιεργειών (στελέχη, κλαδιά, φύλλα, άχυρα κ.τ.λ.). Η βιομάζα των υπολειμμάτων από την επεξεργασία γεωργικών προϊόντων (εκκοκκισμού βάμβακος κουκούτσια κα.). Η βιομάζα ζωικής προέλευσης από τα απόβλητα της εντατικής κτηνοτροφίας και των σφαγείων .Η βιομάζα δασικής προέλευσης συνίσταται στα καυσόξυλα από υπολείμματα καλλιεργειών των δασών, στα προϊόντα καθαρισμού και προστασίας από τις πυρκαγιές και στα υπολείμματα επεξεργασίας του ξύλου. Τέλος τα οργανικά αστικά απόβλητα.

Ενεργειακές καλλιέργειες. Είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη , παραδοσιακά ή νέα τα οποία παράγουν ως κύριο προϊόν βιομάζα που χρησιμοποιείται για ενεργειακούς σκοπούς. Χωρίζονται σε ετήσιες (σακχαρούχο ή γλυκό σόργο, ινώδες σόργο, κενάφ, ελαιοκράμβη, ηλιάνθος). Πολυετείς (καλάμι, αγριαγκινάρα, μίσχανθος, ευκάλυπτος, ψευδακακία, κ.α)

Βιοκαύσιμα είναι υγρά ή αέρια καύσιμα κίνησης που παράγονται από βιομάζα όπως ορίζει η Οδηγία 2009/28/E.K. Ειδικότερα, βιοκαύσιμα όπως ορίζεται θεωρούνται τα ακόλουθα:

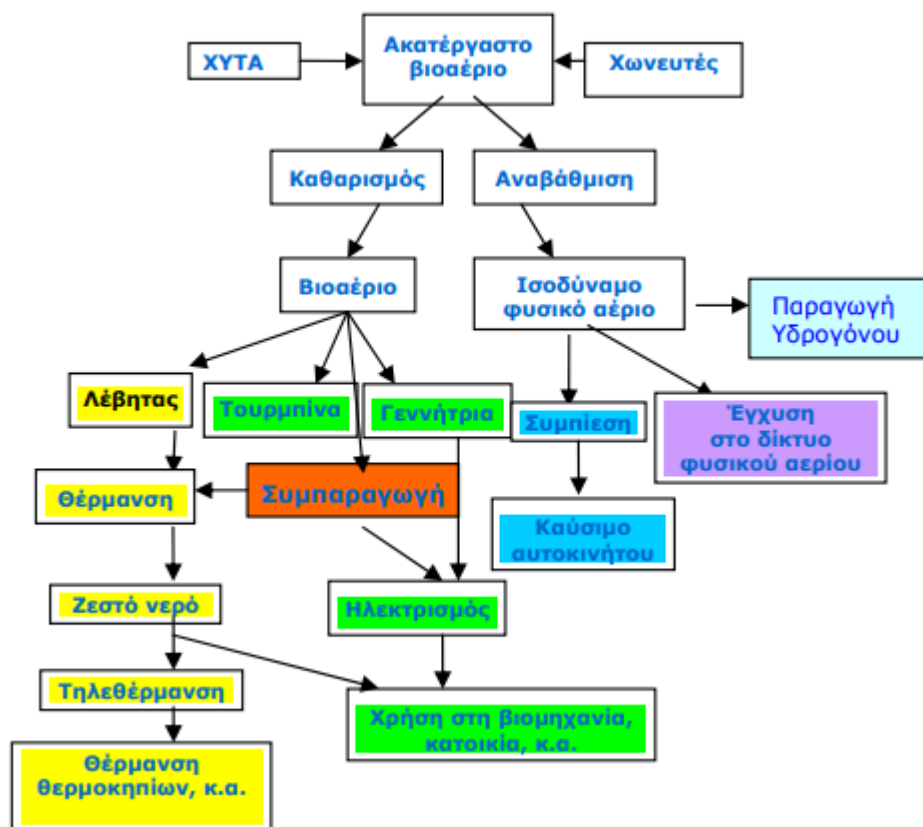
- Βιοντίζελ (πετρέλαιο βιολογικής προέλευσης που παράγεται από φυτικά ή ζωικά έλαια και λίπη και είναι ποιότητα πετρελαίου ντίζελ) – η καύση του σε κινητήρες οχημάτων υποκαθιστά το πετρέλαιο κίνησης στις μεταφορές. Θεωρείται το καθαρότερο καύσιμο μετά το αέριο. Από πλευράς ενεργειακού περιεχομένου το ντίζελ και το βιοντίζελ βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο. Σε σχέση με την ποιοτική σταθερότητα των καυσίμων το βιοντίζελ μπορεί να παρουσιάσει κάποια μειονεκτική συμπεριφορά εξαιτίας της μεγαλύτερης υγροσκοπικής και οξειδωτικής συμπεριφοράς.

Η ερμηνεία γιατί το βιοντίζελ δεν έχει διεισδύσει με μεγαλύτερους ρυθμούς είναι το μέγεθος των εκτάσεων που πρέπει να δεσμευτούν και το ότι παρά την άνοδο της

τιμής του αργού εξακολουθεί να είναι πού πιο ακριβό. Από τις αρχές του 2013 διατίθεται το καύσιμο B7, το οποίο είναι πετρέλαιο κίνησης με προσθήκη βιοντίζελ σε ποσοστό 7%. Το B7 διατίθεται σε κάθε πρατήριο υγρών καυσίμων.

- Βιοαιθανόλη – είναι η αιθανόλη που παράγεται από βιομάζα για χρήση ως βιοκαύσιμο.
- Βιοαέριο – είναι το καύσιμο αέριο που παράγεται από βιομάζα το οποίο μπορεί να καθαριστεί και να αναβαθμιστεί σε ποιότητα φυσικού αερίου.
- Βιομεθανόλη – είναι η μεθανόλη που παράγεται από βιομάζα.
- Βιο-ETBE – παράγεται από βιοαιθανόλη.
- Βιο-MTBE – παράγεται από μεθανόλη.

Το **βιοαέριο** μπορεί να τροφοδοτήσει ΜΕΚ, καυστήρες αερίου ή αεριοστρόβιλους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και θερμότητας. Μετά από την διαδικασία καθαρισμού δηλαδή την απομάκρυνση του υδρόθειου, αμμωνίας, νερού και την αναβάθμισή του σε μεθάνιο με την απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο μεταφορών ή να διοχετευθεί στο δίκτυο φυσικού αερίου.



Σχήμα 5 : Χρήσεις του βιοαερίου [11]

2.2. Τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων βιομάζας

Πριν αναφέρουμε τις εναλλακτικές τεχνολογίες διαχείρισης της βιομάζας πρέπει να γνωρίζουμε τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της, καθώς οι διεργασίες μετατροπής της βιομάζας σε ενέργεια επηρεάζονται από αυτά. Οι ιδιότητες που θεωρούνται περισσότερο χαρακτηριστικές είναι: η περιεκτικότητα σε υγρασία, η περιεκτικότητα σε τέφρα, η περιεκτικότητα σε πτητικά στερεά, η περιεκτικότητα σε αλκαλικά μέταλλα, η θερμογόνος δύναμη και η πυκνότητα.

Η περιεκτικότητα σε υγρασία ορίζεται ως η ποσότητα νερού που βρίσκεται στην βιομάζα ως ποσοστό του βάρους του υλικού. Μπορεί να εκφραστεί είτε σε υγρή βάση είτε σε ξηρή βάση, συχνότερος τρόπος έκφρασης είναι σε υγρή βάση. Η περιεκτικότητα σε υγρασία έχει πολύ βασική επίδραση στην ενεργειακή μετατροπή της βιομάζας. Οι βιοχημικές διεργασίες (αναερόβια χώνευση) απαιτούν υλικά με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία ώστε να πετύχουν υψηλής απόδοσης μετατροπή σε ενέργεια, ενώ στις θερμοχημικές (καύση) η υψηλή υγρασία έχει αρνητική επίδραση στην ενεργειακή απόδοση.

Ο βασικός λόγος που δεν είναι επιθυμητή η τέφρα, είναι ότι η τέφρα είναι ένας τρόπος εκτίμησης της μη καύσιμης ανόργανης ύλης της βιομάζας. Η περιεκτικότητα σε τέφρα μπορεί να είναι χαρακτηριστική είτε της ίδιας της βιομάζας είτε να μεταβάλλεται σε σχέση με τον τρόπο συλλογής, αποθήκευσης και επεξεργασίας. Σε κάθε περίπτωση, υψηλή περιεκτικότητα σε τέφρα σημαίνει μείωση της δυνατότητας ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.

A. Θερμοχημικές μετατροπές της βιομάζας

- Καύση: είναι η απλούστερη και πιο διαδεδομένη απ' όλες τις διαδικασίες αξιοποίησης της βιομάζας. Κατά την καύση δημιουργείται πρόβλημα τόσο από το ότι τα καύσιμα έχουν υψηλά ποσοστά υγρασίας και είναι ογκώδη, όσο και από την ρύπανση που προκαλούν λόγω των αερίων και των στερεών υπολειμμάτων τους.
- Πυρόλυση: είναι η παλαιότερη τεχνολογία επεξεργασίας ενός καυσίμου για την παραγωγή ενός καλύτερου. Η βιομάζα θερμαίνεται απουσία αέρα. Τα προϊόντα της πυρόλυσης εμφανίζουν μεγάλη ποικιλία, μπορεί να είναι αέρια, ατμοί, υγρά, έλαια ή στερεά. Στόχος της πυρόλυσης είναι να παραχθούν καύσιμα καταλληλότερα, καθαρότερα και πιο εύκολα στην μεταφορά απ' ότι τα αρχικά, αλλά και χημικά προϊόντα για άλλες χρήσεις.
- Αεριοποίηση: είναι μια ενδόθερμη διεργασία κατά την οποία στερεή βιομάζα μετατρέπεται σε καύσιμο αέριο. Χρησιμοποιείται είτε αέρας, είτε καθαρό οξυγόνο. Το καύσιμο προϊόν της

αεριοποίησης ονομάζεται αέριο σύνθεσης (syngas). Πρέπει να τονίσουμε ότι το αέριο σύνθεσης δεν χρησιμοποιείται απευθείας στις μηχανές παραγωγής ενέργειας. Είναι απαιτούμενος ο καθαρισμός του καθώς και η ψύξη του. Παράλληλα, εκτός του αερίου σύνθεσης, η διεργασία παράγει και ποσότητες πίσσας της οποίας γίνεται καύση για ενεργειακή εκμετάλλευση εντός της μονάδος.

Σύγκριση των τριών κύριων διεργασιών θερμικής μετατροπής της βιομάζας:

Διεργασία	Παροχή οξυγόνου	Εύρος θερμοκρασίας	Προϊόν
Καύση	περίσσεια	800 – 1200 °C	Θερμότητα
Πυρόλυση	απουσία	300 – 600 °C	Θερμότητα, βιοέλαιο, εξανθράκωμα
Αεριοποίηση	λιγότερο από το απαιτούμενο στοιχειομετρικά	800 – 1200 °C	Θερμότητα, αέριο σύνθεσης, εξανθράκωμα

B. Βιολογικές μετατροπές της βιομάζας

- **Αναερόβια διάσπαση:** είναι η ελεγχόμενη αποσύνθεση της οργανικής ύλης απουσία οξυγόνου κατά την οποία συνήθως απόβλητα διασπώνται. Επιτυγχάνεται με αναερόβιους μονοκυτταρικούς οργανισμούς που οξειδώνουν την οργανική ύλη διασπώντας μόρια που περιέχουν οξυγόνο. Ένα είδος βακτηρίων διασπά τα οργανικά στερεά σε οργανικά οξέα, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα, ενώ ένα άλλο τρέφεται με τα απόβλητα των πρώτων βακτηρίων και παράγει βιοαέριο. Στην παρούσα εργασία γίνεται ανάλυση της τεχνολογίας παραγωγής βιοαερίου.

- **Αλκοολική ζύμωση:** πραγματοποιείται με την αναερόβια δράση ενζύμων σε άμυλο κ σάκχαρα. Χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα για την παραγωγή αιθανόλης από ζάχαρη (ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευτλα) και αμυλοφυτείες (καλαμπόκι, σιτάρι, κ.α.). Η παραγόμενη αιθανόλη αποτελεί άριστο καύσιμο. Η ζύμωση σταματά σε κάποιο σημείο καθώς συγκεντρώσεις αλκοόλης στο ζυμούμενο διάλυμα πάνω από 10 – 12% δηλητηριάζουν τη μαγιά. Για μεγαλύτερες περιεκτικότητες αλκοόλης απαιτείται κλασματική απόσταξη του προϊόντος. Η αιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο ή πρόσθετο στην βενζίνη.

- Φυσικοχημικές διεργασίες: γίνεται με την παραγωγή φυτικού ελαίου από καρπούς. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι η ίδια είτε το λάδι προορίζεται για βρώσιμο είτε για καύσιμο. Χρησιμοποιούνται δύο είδη τεχνολογιών, η πρώτη αφορά την μηχανική συμπίεση των καρπών και γίνεται σε δυο στάδια για την επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων. Η δεύτερη αφορά εκχύλιση του ελαίου από τους καρπούς με κάποιο διαλύτη. Τα φυτικά έλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν καύσιμα σε οχήματα που χρησιμοποιούν πετρέλαιο εφόσον τα γλυκερίδια μετατραπούν σε εστέρες η συμπεριφορά τους σαν καύσιμο βελτιώνεται.

Κεφάλαιο 3. Βιοαέριο και Αναερόβια Χώνευση

3.1. Γενικά

Η διεργασία της Αναερόβιας Χώνευσης (ΑΧ) είναι μια αρκετά γνωστή και δοκιμασμένη τεχνολογία για την επεξεργασία των οργανικών αποβλήτων. Είναι η μετατροπή οργανικών υποστρωμάτων σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα μέσω μιας πολύπλοκης βιοχημικής διεργασίας που περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό μικροβιακού πληθυσμού που αλληλεπιδρά σε διάφορα στάδια υπό συνθήκες απουσίας οξυγόνου. Η ιστορία της Αναερόβιας Χώνευσης χρονολογείται από το 1630 όταν επιστήμονες αντιλήφθηκαν ότι από αποσύνθεση οργανικής ύλης αναπτύσσονται καύσιμα αέρια. Το 1776 ο A. Volta κατέληγε στο συμπέρασμα ότι υπάρχει ποσοτική σχέση μεταξύ του ποσού της οργανικής ύλης και του αερίου που παράγεται, συλλέγοντας αέριο σε ελώδεις περιοχές της λίμνης Κόμο στην Ιταλία. Ένα αιώνα νωρίτερα ο Leewenhoek (1680) ήταν ο πρώτος επιστήμονας που παρατήρησε αναερόβιους μικροοργανισμούς. Το 1794 ο J. Dalton θα αποδείξει ότι το αέριο το οποίο παράγεται σε ελώδεις περιοχές είναι το μμεθάνιο καθορίζοντας και την πυκνότητά του. Το έτος 1808 από την Αναερόβια Χώνευση κοπριάς αγελάδων οριστικοποιείται ότι το αέριο το οποίο παράγεται είναι το μμεθάνιο. Η πρώτη εφαρμογή Αναερόβιας Χώνευσης πραγματοποιήθηκε στο Exeter στην Αγγλία το 1895 και συγκεκριμένα οι λάμπες του δημοτικού φωτισμού της πόλης λειτουργούσαν από καύση βιοαερίου που προερχόταν από τα αστικά λύματα. Κατά τη διάρκεια του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου, λόγω της έλλειψης συμβατικών καυσίμων, η τεχνολογία επανέρχεται για ένα σύντομο χρονικό διάστημα στην επικαιρότητα, αλλά με το τέλος του πολέμου και λόγω της πληρότητας σε καύσιμα, αλλά και της ραγδαίας μείωσης των τιμών, η μέθοδος της αναερόβιας χώνευσης εγκαταλείπεται ξανά. Η μέθοδος επανεμφανίζεται κατά τις περιόδους των ενεργειακών κρίσεων της δεκαετίας του 1970, όπου οι τιμές των καυσίμων ξεπερνούν κάθε όριο λόγω της μειωμένης προσφοράς, κάνοντας για μια ακόμα φορά στην ιστορία την αναερόβια χώνευση μια ελκυστική μέθοδο παραγωγής ενέργειας. Κατά την ίδια περίοδο αναπτυσσόμενες χώρες, κυρίως της Ασίας (Κίνα και Ινδία), σε μια προσπάθεια να καταπολεμήσουν το πρόβλημα της μείωσης των αποθεμάτων καυσίμων ανέπτυξαν προγράμματα για την κατασκευή μικρών μονάδων χώνευσης υγρών αποβλήτων που παράγονται σε οικιακό περιβάλλον. Στην Κίνα μόνο, αυτό είχε ως αποτέλεσμα την κατασκευή άνω των 5 εκατομμυρίων μικρών χωνευτών, όπου καθένας από αυτούς παρήγαγε καύσιμο για κάθε αγροτική οικογένεια.

Λόγω της ανομοιογένειας του εισερχόμενου μίγματος αποβλήτων και της απαιτούμενης τελικής ποιότητας στο εξερχόμενο ρεύμα αναπτύχθηκαν μέθοδοι πολλών σταδίων, οι οποίες διαφέρουν στο ότι διαχωρίζουν τις φυσικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε διαφορετικές δεξαμενές. Ο διαχωρισμός αυτός επιτρέπει την εξειδίκευση των μικροοργανισμών σε

διαφορετικές δεξαμενές επιτρέποντάς τους έτσι να μεταβολίζουν ταχύτερα τα οργανικά μόρια μειώνοντας το χρόνο παραμονής και αυξάνοντας αισθητά την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

3.2. Η διεργασία της Αναερόβιας Χώνευσης

Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης βασίζεται στην διάσπαση της οργανικής ύλης των αποβλήτων σε κατάλληλο χωνευτή (digester), σε ειδικές συνθήκες θερμοκρασίας, pH και υποστρώματος, από ένα συνδυασμό βακτηρίων και απουσία οξυγόνου, για παραγωγή αερίου μίγματος που ονομάζεται βιοαέριο και χωνεμένου υπολείμματος .

Σε ένα ισορροπημένο σύστημα αναερόβιας χώνευσης όλα τα προϊόντα του προηγούμενου μεταβολικού σταδίου καταναλώνονται στο επόμενο στάδιο έως την τελική παραγωγή βιοαερίου κατά τη μεθανογένεση χωρίς την εμφάνιση συσσώρευσης ενδιάμεσων προϊόντων. Στην περίπτωση αστοχίας κάποιου από τα ενδιάμεσα στάδια παρουσιάζονται αρχικά φαινόμενα αστάθειας, όπως στην περίπτωση αύξησης των συγκεντρώσεων λιπαρών οξέων και υδρογόνου, κάτι το οποίο επιφέρει μείωση του pH εντός του συστήματος και αναστέλλει τη λειτουργία των μεθανιογόνων μικροοργανισμών οι οποίοι είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στη μεταβολή του. Στην περίπτωση υπερφόρτωσης του συστήματος με οργανικό υλικό πλούσιο σε πρωτεΐνες, η παραγόμενη κατά την υδρόλυση αμμωνία επιφέρει ανάλογα την αναστολή της λειτουργίας των μεθανιογόνων μικροοργανισμών με ταυτόχρονη αύξηση των συγκεντρώσεων των ενδιάμεσων προϊόντων. Για τους παραπάνω λόγους είναι πολύ σημαντική η κατανόηση της αναερόβιας χώνευσης ως ένα ενιαίο σύστημα, όπου η αποσταθεροποίηση και η αστοχία ενός σταδίου θα έχει ως αποτέλεσμα την πλήρη αστοχία του συστήματος, η οποία ανάλογα με το μέγεθος και το είδος της μπορεί εύκολα ή δύσκολα να αντιστραφεί.

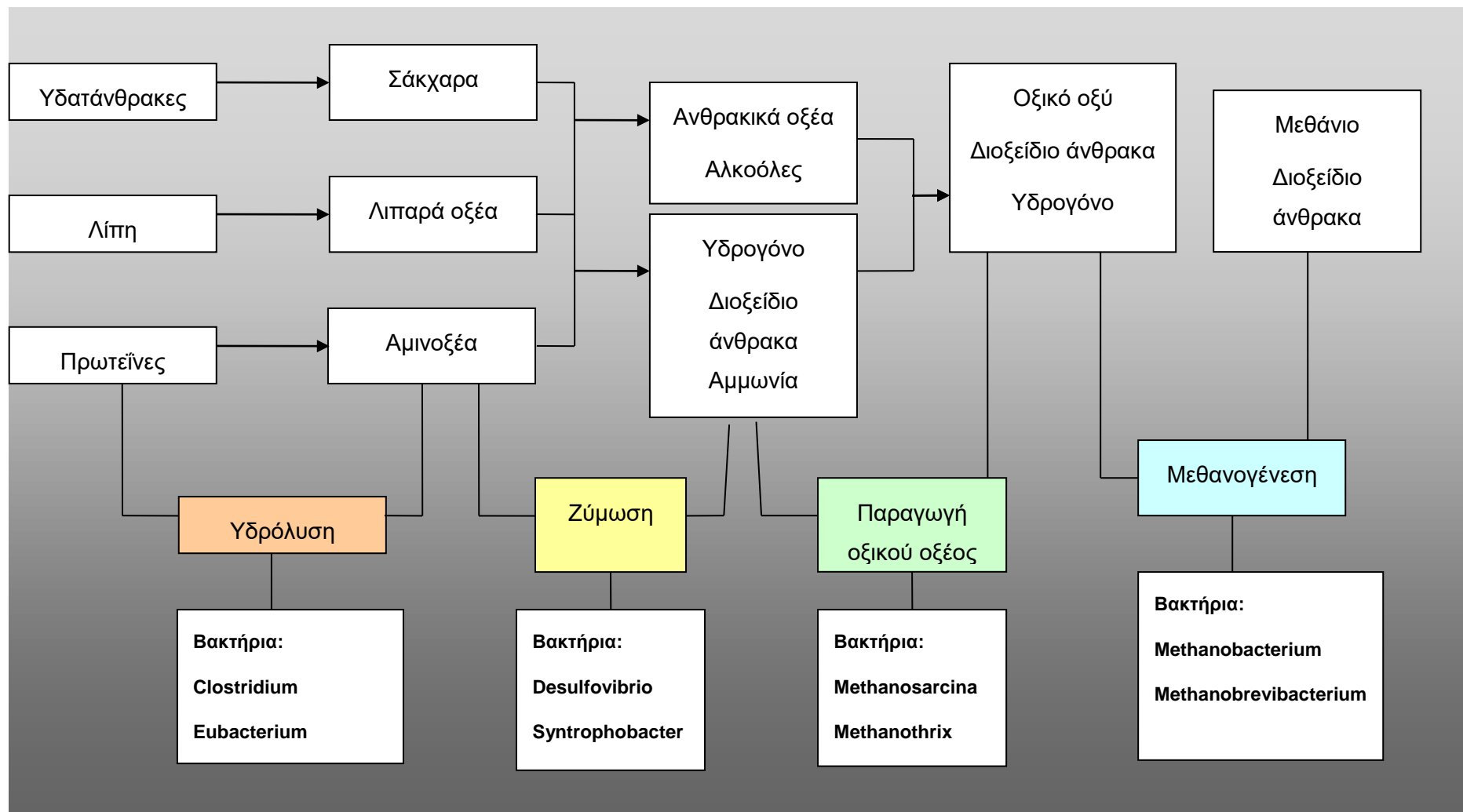
Η βιολογική διεργασία της διάσπασης με Αναερόβιας Χώνευσης περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια :

- Υδρόλυση
- Ζύμωση
- Ακετογένεση και
- Μεθανογένεση.

Η **υδρόλυση** είναι μια ειδική κυτταρική διαδικασία κατά την οποία σύμπλοκα αδιάλυτα οργανικά πολυμερή, όπως υδατάνθρακες, κυτταρίνη, πρωτεΐνες και λίπη διασπώνται και υγροποιούνται με τη βοήθεια εξωκυτταρικών ενζύμων, τα οποία παράγονται από υδρολυτικά

βακτήρια. Οι πρωτεΐνες που υπάρχουν στα απόβλητα μετατρέπονται σε αμινοξέα, τα λίπη σε λιπαρά οξέα με μεγάλες αλυσίδες, και οι υδατάνθρακες σε απλά σάκχαρα. Η διάρκεια της υδρόλυσης καθορίζεται από τη διάρκεια της υδρόλυσης κυρίως της κυτταρίνης, η οποία είναι η πιο αργή διαδικασία, και καθορίζεται από παραμέτρους όπως: η διαθεσιμότητα της πρώτης ύλης, η πυκνότητα του πληθυσμού των βακτηρίων, η θερμοκρασία και το pH. Ιδανικά το PH πρέπει να βρίσκεται στην περιοχή 6,5 - 7,5 .

Στο στάδιο της **ζύμωσης**, τα προϊόντα της υδρόλυσης μετατρέπονται περαιτέρω, μέσω διαφόρων βακτηρίων, προς οξέα, αλκοόλες, υδρογόνο, διοξείδιο του άνθρακα και αμμωνία . Μερικά από τα προϊόντα της ζύμωσης, όπως ορισμένα πτητικά λιπαρά οξέα και αλκοόλες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτούσια στην μεθανογένεση οπότε στο στάδιο της **ακετογένεσης**, αυτά οξειδώνονται κυρίως σε οξικό οξύ, γαλακτικό οξύ και προπιονικό οξύ. Επίσης παράγονται ως υποπροϊόντα διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο, σαν αποτέλεσμα του μεταβολισμού των υδατανθράκων, με επιπλέον δυνατότητα παραγωγής μεθανόλης και / ή άλλων απλών αλκοολών. Η αναλογία των υποπροϊόντων εξαρτάται ως ένα βαθμό από τις συνθήκες του περιβάλλοντος, αλλά κυρίως από τα συγκεκριμένα είδη βακτηρίων που υπάρχουν.



Σχήμα 6 : Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης [15]

Στο στάδιο της **μεθανογένεσης** γίνεται μετατροπή του οξικού/γαλακτικού/προπιονικού οξέους και του υδρογόνου / διοξειδίου του άνθρακος, προϊόντων του προηγούμενου σταδίου, σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα από κατάλληλα αναερόβια βακτήρια. Από τα παραπάνω οξέα, το οξικό οξύ είναι το σημαντικότερο γιατί από αυτό παράγεται το 75% του μεθανίου. Κατά τη μετατροπή των πτητικών λιπαρών οξέων σε μεθάνιο και συναφή αέρια, οποιαδήποτε τάση για αύξηση της συγκέντρωσης των πτητικών λιπαρών οξέων (κι επομένως μείωσης του pH) μειώνεται. Με τον τρόπο αυτό, η ισορροπία μεταξύ οξέων και βάσεων ελέγχεται από φυσικούς μηχανισμούς, τουλάχιστον μερικώς, και αποφεύγεται η αναμενόμενη πιθανότητα για βιοχημική παρεμπόδιση ή/και καταστροφή του βακτηριδιακού πληθυσμού από το οξειδωτικό περιβάλλον του χωνευτή. Το στάδιο της μεθανογένεσης επηρεάζεται από την θερμοκρασία, το οργανικό φορτίο, τον χρόνο παραμονής και την σύσταση της βιομάζας.

Υπάρχουν τέσσερις κύριες ομάδες βακτηρίων που εμπλέκονται στα διάφορα στάδια της Αναερόβιας Χώνευσης :

- Βακτήρια υδρόλυσης, ζύμωσης (Clostridium, Eubacterium, Peptococcus)
- Βακτήρια οξυγένεσης (Desulfovibrio, Syntrophobacter, Syntrophomonas)
- Βακτήρια ακετογένεσης (Methanosarcina, Methanotherix)
- Βακτήρια μεθανογένεσης (Methanobacterium, Methanobrevibacterium)

Υπάρχει μια σχέση μεταξύ των οξεογενετικών βακτηρίων που παράγουν υδρογόνο και των μεθανογενετικών που χρησιμοποιούν υδρογόνο, η οποία βασίζεται στη μεταφορά υδρογόνου μεταξύ των ειδών. Στην πράξη, για τη δημιουργία, μέσα στον χωνευτή, των απαιτούμενων θερμοδυναμικών συνθηκών που διευκολύνουν τη μετατροπή των πτητικών λιπαρών οξέων και αλκοολών σε άλατα του οξικού οξέως, πρέπει το υδρογόνο να διατηρείται σε χαμηλή μερική πίεση. Κάτι τέτοιο απαιτεί ένα ενεργό πληθυσμό μεθανογενετικών που χρησιμοποιούν υδρογόνο, γεγονός που εξασφαλίζει ότι η χημική αποδόμηση των αλκοολών και των οξέων δεν παρεμποδίζεται. Στην περίπτωση που η μερική πίεση του υδρογόνου ανέλθει και ξεπεράσει τις 10^{-4} ατμόσφαιρες, ο οξεογενετικός μεταβολισμός προχωρά προς την παραγωγή βουτυρικού, γαλακτικού, προπιονικού κι άλλων οξέων αντί της παραγωγής οξικού οξέος. Με τον τρόπο αυτό, το υδρογόνο μπορεί να θεωρηθεί ότι παίζει ένα ρυθμιστικό ρόλο στην παραγωγή μεθανίου και στον έλεγχο των πιθανοτήτων οξειδοαναγωγής, εφόσον, σε εξαιρετικές περιπτώσεις, αυξημένα επίπεδα παραγωγής υδρογόνου οδηγούν αναπόφευκτα στη συγκέντρωση πτητικών λιπαρών οξέων, πάνω από το

σημείο κορεσμού προκαλώντας έτσι σημαντική μείωση του pH του συστήματος. Αυτό δίνει έναυσμα για μια ελικοειδή προς τα κάτω αντίδραση, επειδή τα ίδια τα μεθανογενετικά παρεμποδίζονται από την αυξημένη οξύτητα, οδηγώντας, αν μείνουν ανεξέλεγκτα, σε διακοπή της παραγωγής μεθανίου και κατάρρευση του συστήματος.

3.3. Συστήματα Αναερόβια Χώνευσης

Τα συστήματα Αναερόβιας Χώνευσης, διακρίνονται στα απλού και διπλού σταδίου. Στο σύστημα του ενός ή απλού σταδίου, όλα τα προαναφερθέντα στάδια της διεργασίας επιτελούνται ταυτόχρονα εντός ενός χωνευτή. Η διαφορά είναι στο είδος του χωνευτή, στον τρόπο μίξης των υπό επεξεργασία αποβλήτων, στον υδραυλικό χρόνο παραμονής των αποβλήτων στο σύστημα, στο είδος και στην ποιότητα του τελικού προϊόντος και στην περιεκτικότητα του βιοαερίου σε μεθάνιο. Στο διπλό σύστημα ή δύο σταδίων, η υδρόλυση και η ζύμωση λαμβάνουν χώρα στο πρώτο χωνευτή, ενώ ο σχηματισμός των μεθανικών ενώσεων καθώς και του μεθανίου γίνεται σε δεύτερο χωνευτή. Με αυτό τον τρόπο, είναι δυνατό η αριστοποίηση των δύο σταδίων και η αποφυγή της όξυνσης του χωνευτή παραγωγής μεθανίου, που θα έχει σαν αποτέλεσμα δραστική μείωση στην παραγωγή μεθανίου. Τα βακτήρια του σταδίου της υδρόλυσης και της ζύμωσης δεν είναι ευαίσθητα στις επιδράσεις του pH και της θερμοκρασίας. Αντίθετα στο στάδιο της μεθανογένεσης είναι πολύ ευαίσθητα στις μεταβολές του pH. Γενικά οι διεργασίες δυο φάσεων μειώνουν τον απαιτούμενο συνολικό όγκο αντίδρασης και επιδέχονται καλύτερο έλεγχο.

3.4. Πλεονεκτήματα των μονάδων Αναερόβιας Χώνευσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο

Το βασικό προϊόν που θα παράγει η μονάδα είναι η ηλεκτρική και θερμική ενέργεια από την καύση του βιοαερίου. Η χημική σύσταση του βιοαερίου παρουσιάζεται στον κάτωθι πίνακα, με την κατώτερη θερμογόνο δύναμη αυτού να είναι **23 MJ/Nm³** ή **6,5 kWh/Nm³**.

Πίνακας 2: Χημική σύσταση του βιοαερίου (Πηγή: *Biowaste and Biological Waste Treatment, Gareth Evans*) [15]

Βιοαέριο	% κατ' όγκο
Μεθάνιο (Methane)	63,8
Διοξείδιο άνθρακος (Carbon Dioxide)	33,6
Οξυγόνο (Oxygen)	0,16
Άζωτο (Nitrogen)	2,4
Υδρογόνο (Hydrogen)	0,05
Μονοξείδιο άνθρακος (Carbon Monoxide)	0,001
Κορεσμένοι υδρογονάνθρακες (Saturated Hydrocarbons)	0,005
Ακόρεστα συστατικά (Unsaturated Compounds)	0,009
Αλογονούχα συστατικά (Halogenated Compounds)	2.0×10^{-5}
Υδρόθειο (Hydrogen Sulphide)	2.0×10^{-5}
Οργανοθειικά συστατικά (Organosulphur Compounds)	1.0×10^{-5}
Αλκοόλες (Alcohols)	1.0×10^{-5}
Άλλα (Other)	5.0×10^{-5}
Νερό (Water)	0,001-0,004

Όταν η περιεκτικότητα σε μεθάνιο είναι γύρω στο 55 – 72 % είναι στοιχείο που δείχνει ότι η αναερόβια χώνευση λειτουργεί σωστά , όταν υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις της σύστασης σε μεθάνιο με συνέπεια κυρίως την αύξηση του ποσοστού του διοξειδίου θα πρέπει να γίνεται έλεγχος για προβλήματα η παρεμπόδιση της λειτουργιάς του συστήματος .

Η ηλεκτρική ενέργεια θα διοχετεύεται απ' ευθείας στο Εθνικό Δίκτυο Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας στα πλαίσια Συμβάσεως Αγοραπωλησίας 20ετούς διάρκειας που συνάπτεται μεταξύ του Φορέα και του Λειτουργού Αγοράς Ενέργειας (ΛΑΓΗΕ) για τον σκοπό αυτό. Επομένως, η διάθεση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας είναι εξασφαλισμένη. Μέρος της παραγόμενης θερμικής ενέργειας θα καλύπτει τις ανάγκες λειτουργίας της μονάδος. Το στερεό και υγρό υπόλειμμα από την διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης θα διατίθεται ως οργανικό λίπασμα στα αγροκτήματα της ευρύτερης περιοχής.

Οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο παρουσιάζουν τα ακόλουθα οφέλη:

- Αύξηση του δυναμικού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και ενίσχυση των τοπικών δικτύων.
- Εκμετάλλευση μιας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.
- Αποκεντρωμένη περιφερειακή ανάπτυξη.
- Απεξάρτηση από εισαγόμενες συμβατικές πηγές ενέργειας.
- Συμμόρφωση με τις επιταγές της Ε.Ε. για μείωση των εκπομπών CO₂.
- Συνεισφορά στην επίτευξη των εθνικών δεσμεύσεων σχετικά με την περαιτέρω διεύδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας.
- Εξοικονόμηση εθνικών πόρων λόγω της αποφυγής αγοράς δικαιωμάτων ρύπων, μέσω της αποφυγής εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ή καταβολής των σχετικών προστίμων που προβλέπονται από την Οδηγία 2003/67.

Η λειτουργία μιας μονάδας βιοαερίου σε μια αγροτοκτηνοτροφική περιοχή, έχει άμεση επίδραση στην τοπική οικονομία:

- απαλλάσσει τις κτηνοτροφικές μονάδες από επιπλέον κόστη επένδυσης και λειτουργίας και αναποτελεσματικών στην πράξη, βιολογικών καθαρισμών
- καθαρίζει κυριολεκτικά ολόκληρες περιοχές από ότι οργανικό απόβλητο παράγεται, αναβαθμίζει άμεσα την ποιότητα ζωής και την υγεία των κατοίκων. Η αναερόβια χώνευση παράγει πολύ μικρότερες ποσότητες λάσπης απ' ό,τι οι αερόβιες μέθοδοι
- έχει σαν έμμεση συνέπεια την αποφυγή προστίμων από το κράτος προς τους κτηνοτρόφους αλλά και από την Ευρωπαϊκή Ένωση προς το κράτος, εξασφαλίζοντας την περαιτέρω άδεια λειτουργίας τους
- παρουσιάζει κοινωνικά και οικονομικά οφέλη, εφόσον είναι η μόνη επένδυση ΑΠΕ η οποία επιδρά άμεσα στην οικονομία της περιοχής εγκατάστασης της μονάδας, δημιουργώντας σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο, τόσο στην φάση της κατασκευής όσο και στην φάση της λειτουργίας.
- δημιουργεί παράπλευρες επιχειρήσεις: Οι μονάδες βιοαερίου, εξαιτίας της φθηνής θερμότητας και του οργανικού λιπάσματος που παράγουν, μπορούν να αποτελέσουν την βάση για την ανάπτυξη του πρωτογενούς τομέα στην

Ελλάδα. Σε περιοχή που λειτουργεί μονάδα βιοαερίου, αυξάνεται η κτηνοτροφική δραστηριότητα, επειδή ο κτηνοτρόφος έχει λύσει από την αρχή, και μάλιστα δωρεάν, το μεγάλο πρόβλημα της εναπόθεσης των αποβλήτων της μονάδας του. Μία μικρή μονάδα βιοαερίου παράγει ποσότητα υγρού ή στερεού βιολογικού λιπάσματος (σαν παραπροϊόν), αρκετή ώστε να καλύψει την οργανική λίπανση 5.000 – 10.000 στρεμμάτων, η οποία δίνεται δωρεάν στους αγρότες. Με την χρήση του λιπάσματος από την μονάδα βιοαερίου, το κόστος λίπανσης για τον μέσο Έλληνα αγρότη, μειώνεται. Εναλλακτικά το χωνεμένο υγρό υπόλειμμα μετά από αερόβια επεξεργασία μπορεί να αξιοποιηθεί ως νερό άρδευσης

- Επιτυγχάνεται υψηλή απομάκρυνση του οργανικού φορτίου (μέχρι 98%)
- εξοικονόμηση CO₂ με τεράστιο περιβαλλοντικό όφελος: Εκτός από την παραγωγή ρεύματος από ΑΠΕ, πλήθος οργανικών αποβλήτων (κοπριές ζώων, υπολείμματα αγροτικών και βιομηχανικών επεξεργασιών), θα μετατραπούν σε χρήσιμες πρώτες ύλες αυξάνοντας την περιβαλλοντική συνεισφορά της πιο πάνω τεχνολογίας.
- μείωση εκπομπών αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα. Συνεισφέρει στη μείωση των παθογόνων οργανισμών (προερχόμενων από οργανικά υποπροϊόντα), καθώς και στη μείωση των οσμών και της οπτικής ρύπανσης που προκαλούν.

3.5. Η πρώτη ύλη παραγωγής βιοαερίου στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα εκτρέφονται περίπου 633.656 (ΕΣΥΕ 2008) βοοειδή και παράγονται περίπου 750.000 τόνοι αγελαδινού γάλακτος και 59.000 τόνοι βοείου - μοσχαρίσιου κρέατος. Εκτρέφονται εγχώριες φυλές (Κοινή Βραχυκερατική, Τήνου, Κατερίνης, Συκιάς), γαλακτοπαραγωγικές φυλές, κυρίως της φυλής Ασπρόμαυρη (Holstein .Friesian), κρεοπαραγωγικές φυλές κυρίως Λιμουζέν και Μπλοντ ντ' Ακιτέν (Blonde d.Aquitaine) και μικτής απόδοσης (Φαιά των Άλπεων και Σίμενταλ).

Οι βοοτροφικές επιχειρήσεις, βάσει της παραγωγικής τους κατεύθυνση διακρίνονται σε:

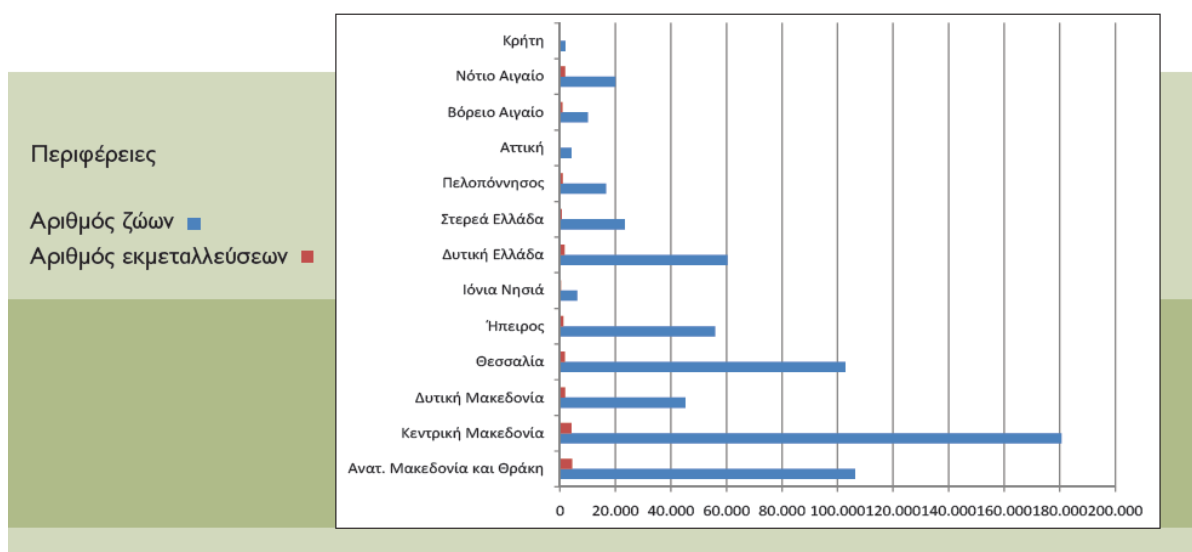
- Μονάδες εκτροφής αγελάδων γαλακτοπαραγωγής
- Μονάδες εκτροφής αγελάδων κρεοπαραγωγής
- Μονάδες πάχυνσης μοσχαριών

Η κρεατοπαραγωγός βοοτροφία στην Ελλάδα χαρακτηρίζεται από μεγάλο αριθμό μονάδων, σχετικά μικρής δυναμικότητας, διεσπαρμένων σε όλη τη χώρα. Το ποσοστό συμμετοχής των συστηματικών μονάδων στο σύνολο της παραγωγής κυμαίνεται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα. Οι βοοτροφικές επιχειρήσεις κρεατοπαραγωγής ασχολούνται συνήθως με την πάχυνση (σε μικρό βαθμό με την αναπαραγωγή) ζώων που εισάγονται σε μικρή ηλικία και εν συνεχεία με την σφαγή αυτών. Επειδή η παραγωγή μοσχαριών δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών της χώρας γίνονται αθρόες εισαγωγές μοσχαριών, είτε από ευρωπαϊκές, είτε από τρίτες χώρες.

Όσον αφορά τον κλάδο της γαλακτοπαραγωγού αγελαδοτροφίας, κύριο χαρακτηριστικό του είναι η ταχεία αύξηση του μεγέθους των μονάδων και η αντίστοιχη μείωση του αριθμού των παραγωγών. Οι Έλληνες αγελαδοτρόφοι είναι ως επί το πλείστον νέοι επιχειρηματίες, που δεν βασίζονται στη βιωσιμότητά τους στις άμεσες επιδοτήσεις της Ε.Ε, έχουν προχωρήσει σε πολύ σημαντικές επενδύσεις συγκριτικά με άλλους κλάδους της οικονομίας και έχουν στόχο τη δημιουργία κτηνοτροφικής παράδοσης για τα διάδοχα μέλη της οικογένειας.

Η σύγχρονη ελληνική επιχειρηματική γαλακτοπαραγωγός αγελαδοτροφία συγκεντρώνεται κυρίως στη Μακεδονία, τη Θράκη και τη Θεσσαλία, ενώ το υπόλοιπο των αγελαδοτροφικών μονάδων κατανέμεται στην Ήπειρο, τη Στερεά Ελλάδα, την Πελοπόννησο και τα νησιά.

Η διάρθρωση των βοοτροφικών εκμεταλλεύσεων ανάλογα με τον αριθμό των εκτρεφόμενων ζώων και ο συνολικός αριθμός αυτών εμφανίζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Σχήμα 7 : Αριθμός εκμεταλλεύσεων και ζώων κατά περιφέρεια, έτος 2008 [43]

Πίνακας 3: Βασικές κατηγορίες βοοειδών κατά περιφέρεια, έτος 2016 [43]

Περιφέρειες	Σύνολο Βοοειδών	Βοοειδή ηλικίας κάτω του ενός έτους	Βοοειδή ηλικίας ενός έως δύο ετών	Βοοειδή ηλικίας δύο ετών και άνω	Λοιπές αγελάδες
Σύνολο	553.805	145.186	102.266	306.353	135.184
Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	89.862	25.061	15.680	49.121	24.966
Κεντρική Μακεδονία	143.084	33.633	32.492	76.959	10.387
Δυτική Μακεδονία	35.524	10.306	6.248	18.969	5.207
Θεσσαλία	105.535	30.438	14.786	60.311	37.541
Ήπειρος	55.170	11.129	8.831	35.210	25.217
Ιόνια Νησιά	3.930	645	651	2.635	1.735
Δυτική Ελλάδα	54.753	15.908	7.893	30.951	17.234
Στερεά Ελλάδα	24.116	6.090	5.169	12.857	7.694
Πελοπόννησος	14.098	4.000	3.779	6.319	2.486
Αττική	2.714	787	519	1.407	87
Βόρειο Αιγαίο	8.074	2.340	1.373	4.360	2.282
Νότιο Αιγαίο	15.715	4.467	4.261	6.988	320
Κρήτη	1.232	381	585	266	29

Βλέπουμε ότι οι περιφέρειες της κεντρικής Μακεδονίας της ανατολικής Μακεδονίας και της Θεσσαλίας κατά προτεραιότητα θα φιλοξενούσαν μια τέτοια επένδυση.

Κεφάλαιο 4. Παρουσίαση ενδεικτικής μονάδας συμπαραγωγής από βιοαέριο στην Ελλάδα

4.1. Πρώτες ύλες και ενεργειακό ισοζύγιο

Για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας απαιτείται ενδεικτικά η τροφοδοσία της μονάδας με την πρώτη υλη στερεή και υγρή κοπριά συνολικής ποσότητας 60.000 τόνων ανά έτος . Υπολογίζεται ότι παραγόμενη ποσότητα κοπριάς υγρή και στερεή ανά γαλακτοπαραγωγό αγελάδα είναι περίπου 50 kg ανά ημέρα και για μικρότερα ζώα και μοσχάρια περίπου 35 kg . Έτσι λοιπόν υπολογίζεται ότι αρκούν περί τις 2.700 γαλακτοπαραγωγές αγελάδες και 900 μικρότερα βοοειδή .

Αναφέρεται ότι σύμφωνα με τον κατάλογο αποβλήτων και το Παράρτημα της απόφασης 2000/532/EK, όπως έχει τροποποιηθεί με τις Αποφάσεις 2001/119/EK και 2001/573/EK της επιτροπής Ε.Κ. [Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.)], ο κωδικός των περιττωμάτων, ούρων και κοπράνων ζώων είναι 02.01.06 ενώ επαναλαμβάνεται πως βάσει του Κανονισμού 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και ειδικότερα στο άρθρο 2, ορίζεται ότι η κόπρος ζώων ανήκει στην κατηγορία 2 του συγκεκριμένου κανονισμού. Τα συγκεκριμένα υλικά της κατηγορίας αυτής, μπορούν να χρησιμοποιούνται χωρίς μεταποίηση ως πρώτη ύλη σε μονάδα παραγωγής βιοαερίου, όπως αναφέρεται στο αντίστοιχο άρθρο του εν λόγω κανονισμού.

Η πρωτογενής μορφή ενέργειας που θα χρησιμοποιείται από την εγκατάσταση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι το βιοαέριο, το οποίο εκλύεται κατά την ζύμωση οργανικών αποβλήτων. Το βιοαέριο που παράγεται κατά την αναερόβια χώνευση οδηγείται σε μια μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας και η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα τροφοδοτεί το δίκτυο μεταφοράς ρεύματος .

Οι εισερχόμενες πρώτες ύλες για την παραγωγή του βιοαερίου είναι συνολικά 60.000 τόνοι βοοτροφικών υποπροϊόντων ετησίως .

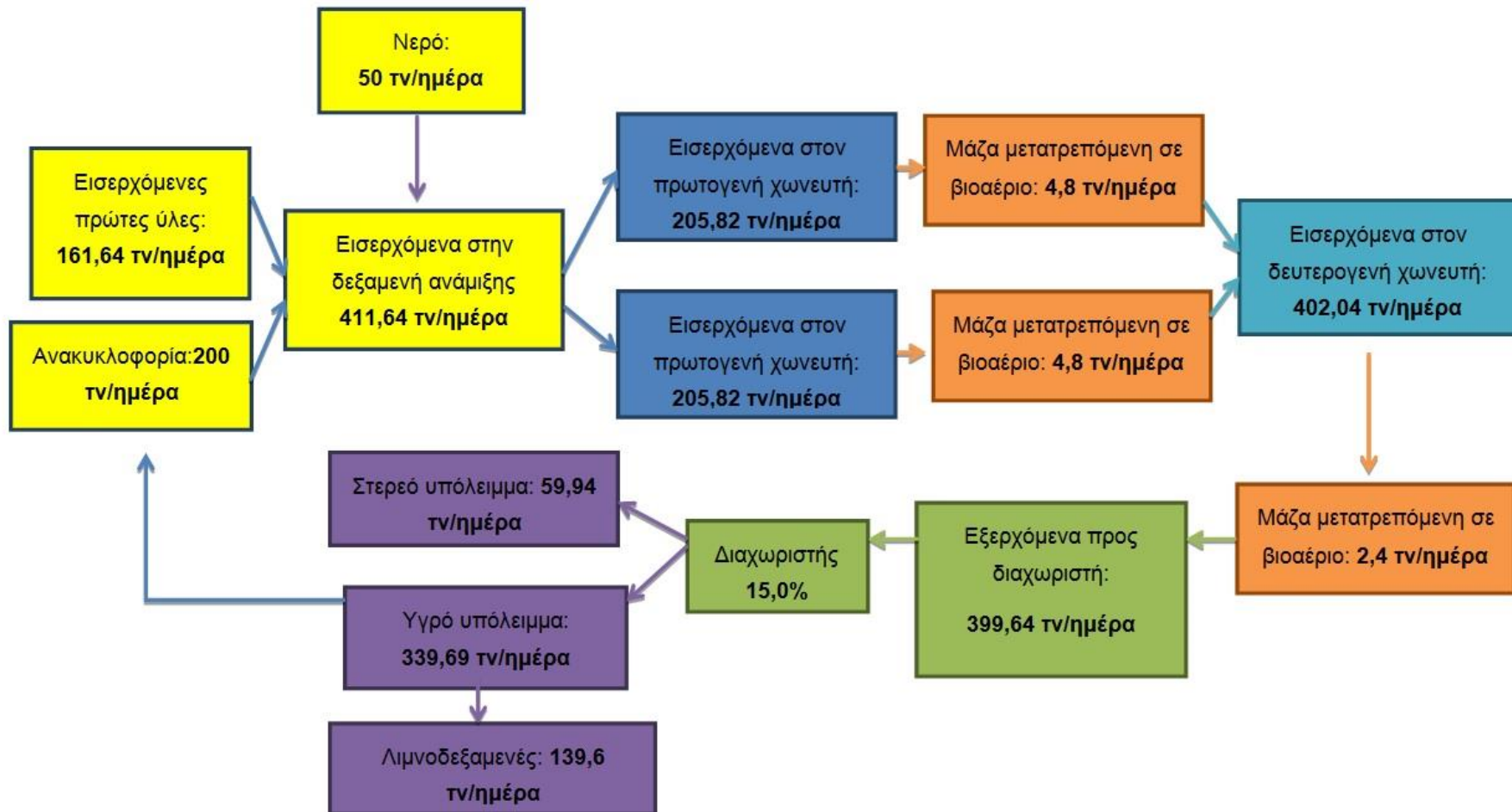
Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται τα ενεργειακά μεγέθη των πρώτων υλών. Η συνολική ενεργειακή του αξία είναι ικανή για την παραγωγή της απαιτούμενης ισχύος των 0,99 MW.

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά πρώτων υλών και παραγωγή βιοαερίου

	Ποσότητα Α' Υλών (tons/yr)	ΞΟ %	οΞΟ%	Ποσότητα (tons/d)	Ποσότητα ΞΟ (kgs)	Ποσότητα οΞΟ(kgs)	Παραγωγή βιοαερίου (m3/kgοΞΟ/d)	Ποσότητα βιοαερίου (m3/d)	Περιεκτικότητα μεθανίου
Υγρά βοοτροφικά υποπροϊόντα	10.000	13,70%	81,60%	24,9	3.415,6	2.787,1	0,35	975,5	55,0%
Στερεά βοοτροφικά υποπροϊόντα	50.000	21,90%	84,40%	136,7	29.940,0	25.269,4	0,40	9.981,4	55,0%
Σύνολο	60.000							10.956,9	55,00%

ΞΟ: είναι το ποσοστό Ξηράς Ουσίας που περιέχεται στην πρώτη ύλη. Στην συγκεκριμένη περίπτωση η στερεή κοπριά έχει ποσοστό Ξηράς Ουσίας 21,9% και η υγρή κοπριά 13,7%.

οΞο: είναι το ποσοστό οργανικής Ξηράς Ουσίας που περιλαμβάνεται στην Ξηρά Ουσία της πρώτης ύλης. Στην περίπτωσή μας η στερεή κοπριά έχει οργανική ξηρά ουσία 84,4% και η υγρή κοπριά 81,6% στο σύνολο της ξηράς ουσίας.



Σχήμα 8: Ροή της επεξεργαζόμενης πρώτης ύλης της μονάδος

Σε συνέχεια των ενεργειακών δεδομένων των πρώτων υλών ακολούθως παρουσιάζεται το ισοζύγιο μάζας της ύλης εντός του συστήματος παραγωγής του βιοαερίου. Σημειώνεται ότι η μονάδα διαθέτει δύο πρωτογενείς χωνευτές καθώς και έναν δευτερογενή χωνευτή. Επίσης η τροφοδοσία της πρώτης ύλης πραγματοποιείται μέσω δύο προδεξαμενών ανάμειξης υγρών και στερεών για την καλύτερη ομογενοποίηση του εισερχόμενου μείγματος. Για τον λόγο αυτό απαιτείται ανακυκλοφορία εντός του συστήματος.

Ισοζύγιο:

- Εισερχόμενη ποσότητα μάζας στο σύστημα: **411,64 τόνοι/ημέρα** (συνυπολογιζόμενης της ανακυκλοφορίας και του εισερχόμενου νερού). Αναλυτικά, η ανωτέρω ποσότητα προκύπτει ως εξής :
 - ❖ Εισερχόμενες στερεές πρώτες ύλες : **136,71 τόνοι/ημέρα**
 - ❖ Εισερχόμενες υγρές πρώτες ύλες : **24,93 τόνοι/ημέρα**
 - ❖ Ρεύμα ανακυκλοφορίας : **200 τόνοι/ημέρα**
 - ❖ Νερό : **50 τόνοι/ημέρα**
- Ποσότητα εισερχόμενη σε κάθε πρωτογενή χωνευτή: **205,82 τόνοι/ημέρα**
- Παραμονή στον πρωτογενή χωνευτή: **23 ημέρες** (καθαρή παραμονή, χωρίς τον συνυπολογισμό της ανακυκλοφορίας)
- Όγκος κάθε πρωτογενούς χωνευτή: **4.618 m³**
- Ποσότητα εξερχόμενη από κάθε πρωτογενή χωνευτή: **201,02 τόνοι/ημέρα**
- Ποσότητα εισερχόμενη στον δευτερογενή χωνευτή: **402,04 τόνοι/ημέρα**
- Παραμονή στον δευτερογενή χωνευτή: **12 ημέρες** (καθαρή παραμονή, χωρίς τον συνυπολογισμό της ανακυκλοφορίας)
- Όγκος δευτερογενούς χωνευτή: **4.618 m³**
- Ποσότητα μετατρεπόμενη σε βιοαέριο λόγω χώνευσης: **12 τόνοι/ημέρα**
- Εξερχόμενη ποσότητα από τους χωνευτές προς διαχωριστή: **399,64 τόνοι/ημέρα**
- Ποσοστό στερεού κλάσματος στον διαχωριστή: **15,0%**
- Εξερχόμενο στερεό κλάσμα από τον διαχωριστή: **59,94 τόνοι/ημέρα**
- Εξερχόμενο υγρό κλάσμα από τον διαχωριστή: **339,69 τόνοι/ημέρα**

- Ρεύμα Ανακυκλοφορίας : **200 τόνοι/ημέρα**
- Ρεύμα υγρού υπολείμματος προς lagoons : **139,6 τόνοι/ημέρα**

4.2. Μέγεθος εγκατεστημένης ισχύος

Η προτεινόμενη εγκατεστημένη ισχύς ισούται με 999kW και ο βασικός λόγος επιλογής της, είναι η ευνοϊκότερη νομοθεσία που αφορά την διαδικασία αδειοδότησης έργων με ισχύ μικρότερη του 1MW και η επάρκεια της πρώτης ύλης σε μικρή σχετικά απόσταση.

Συγκεκριμένα, Βάση Ν.3851/2010 άρθρο 2, παράγραφος 12:

«12. Το άρθρο 4 του ν. 3468/2006, όπως ισχύει, αντικαθίσταται ως εξής:

1. Εξαιρούνται από την υποχρέωση να λάβουν άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή άλλη διαπιστωτική απόφαση φυσικά ή νομικά πρόσωπα που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από τις εξής κατηγορίες εγκαταστάσεων Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α.:

α) γεωθερμικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη ή ίση του μισού (0,5) MW,

β) σταθμούς βιομάζας, βιοαερίου και βιοκαυσίμων με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη ή ίση του ενός (1) MW,

γ) φωτοβολταϊκούς ή ηλιοθερμικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη ή ίση του ενός (1) MWp,

Το όριο ισχύος στις περιπτώσεις γ' και δ' ισχύει για το σύνολο των σταθμών που ανήκουν στο ίδιο φυσικό ή νομικό πρόσωπο και εγκαθίστανται στο ίδιο ή όμορο ακίνητο και η τιμολόγηση γίνεται με βάση την αθροιστική ισχύ του συνόλου των σταθμών.».

Σύμφωνα με τα παραπάνω η μονάδα παραγωγής βιοαερίου ισχύος 999kW εξαιρείται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής.

Επίσης, βάσει Νόμου 3851/2010, άρθρο 3, Παράγραφος 13:

«Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ που εξαιρούνται από την υποχρέωση άδειας παραγωγής σύμφωνα με το άρθρο 4, απαλλάσσονται και από την υποχρέωση να λάβουν άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας »,

συνεπώς η μονάδας παραγωγής βιοαερίου ισχύος 999kW εξαιρείται και από την υποχρέωση λήψης άδειας εγκατάστασης.

Πέραν του θέματος της αδειοδότησης, μια μονάδα μεγαλύτερου μεγέθους θα απαιτούσε ακόμα μεγαλύτερες εγκαταστάσεις, καθώς οι εισερχόμενες ποσότητες υποπροϊόντων κτηνοτροφίας θα ξεπερνούσαν τους 100.000 τν/ετησίως, αυξάνοντας τις απαιτήσεις μεγέθους των εγκαταστάσεων και συνεπώς το κόστος της επένδυσης, οπότε η αύξηση του μεγέθους της μονάδας δεν αποτελεί επιλέξιμη λύση.

Η μείωση του μεγέθους της μονάδας επίσης δεν αποτελεί επιλέξιμη λύση καθώς θα μπορούσε να δημιουργήσει χρηματοοικονομικά προβλήματα. Για παράδειγμα, μια μονάδα με το ήμισυ της ισχύος (ήτοι 500kW) επεξεργαζόμενη κοπριάς απαιτεί 2 δεξαμενές χώνευσης, δηλαδή σε επίπεδα κόστους η συγκεκριμένη μονάδα είναι κατά 1/3 περίπου φθηνότερη από την μελετώμενη μονάδα, ενώ τα έσοδα της είναι στο 50% της μελετώμενης μονάδας.

4.3. Παραγωγή ηλεκτρικής & θερμικής ενέργειας

Παρουσίαση προϊόντων:

- Παραγόμενο Βιοαέριο : 10.956,90 m³/d
- Περιεκτικότητα μεθανίου : 55%
- Παραγόμενο μεθάνιο : 6.026,30 m³/d
- Θερμογόνος δύναμη μεθανίου : 10,00 kWh/m³
- Παραγόμενη ενέργεια : 60.262,95 kWh/d (2510,96 kWh/hr)
- Ισχύς βιοαερίου : 2510,96 kW
- Ονομαστική Ηλεκτρική ισχύς μηχανής : 999 kW
- Ονομαστική Θερμική ισχύς μηχανής : 1029kW
- Ηλεκτρική απόδοση μηχανής : 40%
- Θερμική απόδοση μηχανής : 41%
- Βαθμός απόδοσης μηχανής : 98%
- Εγκατεστημένη Ηλεκτρική Ισχύς : 40% x 2510,96 kW x 98%= 984,3 kW
- Εγκατεστημένη Θερμική Ισχύς : 41% x 2510,96 kW x 98% = 1009 kW
- Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια : 365 d/yrx 24 h/dx 984,3 kW = 8.622.468 kWh/yr
- Παραγόμενη θερμική ενέργεια : 365 d/yrx 24 h/dx 1009 kW = 8.838.840 kWh/yr
- Ετήσιες ώρες λειτουργίας : 24x335 =8040 hr/yr
- Διαθέσιμη Ηλεκτρική Ενέργεια : 8040 hr/yr x 984,3 kW = 7.913.772 kWh/yr

- Διαθέσιμη Θερμική Ενέργεια : $8040 \text{ hr/yr} \times 1009 \text{ kW} = 8.112.360. \text{ kWh/yr}$
- Ιδιοκατανάλωση θερμικής ενέργειας : $1.622.472 \text{ kWh/yr}(20\%)$

Επισημαίνεται ότι δεν είναι δυνατός ο ακριβής υπολογισμός της παραγόμενης και διαθέσιμης προς πώληση ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς πρόκειται για παραγωγή βιοαερίου από οργανικά απόβλητα. Ο ακριβής υπολογισμός μπορεί να πραγματοποιηθεί σε συνθήκες πραγματικής λειτουργίας της μονάδας.

Το βασικό προϊόν που θα παράγεται είναι η ηλεκτρική ενέργεια. Το προϊόν αυτό θα διοχετεύεται απ' ευθείας στο Εθνικό Δίκτυο Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας στα πλαίσια Συμβάσεως Αγοραπωλησίας 20ετούς διάρκειας που συνάπτεται μεταξύ του Φορέα και του Λειτουργού Αγοράς Ενέργειας (ΛΑΓΗΕ) για τον σκοπό αυτό. Σύμφωνα με τα ανωτέρω σημειώνεται ότι:

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια πωλείται στον ΛΑΓΗΕ ΑΕ και διοχετεύεται στο Εθνικό Δίκτυο Μεταφοράς στην μεσαία τάση.

Το σύνολο της παραγωγής απορροφάται κατά προτεραιότητα από τον ΛΑΓΗΕ.

Η συνολικά εκτιμώμενη παραγωγή του ενεργειακού δυναμικού των αποβλήτων που θα χρησιμοποιηθούν στην μονάδα, σε συνδυασμό με τα τεχνικά στοιχεία των μηχανών και λαμβάνοντας υπ' όψιν την διαθεσιμότητα και τις αναμενόμενες απώλειες, αναμένεται να είναι περίπου 7.913,7 MWh ετησίως.

Η μονάδα θα λειτουργεί καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, συνεισφέροντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου, στην αποφυγή black-out και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής (δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή). Η επένδυση περιλαμβάνει επίσης την δημιουργία δικτύου υποδομών (εσωτερικό οδικό δίκτυο, κλπ) .

Πέραν της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η μονάδα θα παράγει θερμική ενέργεια, μέρος της οποίας θα καλύπτει τις ανάγκες της εγκατάστασης, καθώς επίσης και σημαντικές ποσότητες στερεού και υγρού οργανικού λιπάσματος (με συγκεκριμένες διαδικασίες διαχωρισμού του χωνευμένου υπολείμματος). Σημειώνεται ότι δεν έχουν συνυπολογιστεί πιθανά έσοδα από την διάθεση της θερμικής ενέργειας και την πώληση του χωνευμένου υπολείμματος (λιπάσματος).

4.4. Διάθεση χωνεμένου υπολείμματος

Η Αναερόβια Χώνευση (ΑΧ) είναι μια βιοχημική διεργασία κατά την διάρκεια της οποίας σύνθετα οργανικά στοιχεία αποσυντίθεται απουσία οξυγόνου από διάφορους τύπους αναερόβιων μικροοργανισμών. Η διεργασία της ΑΧ είναι κοινή σε πολλά φυσικά περιβάλλοντα όπως τα ιζήματα θαλάσσιου ύδατος, το στομάχι των μηρυκαστικών ή τα έλη τύρφης.

Σε μία μονάδα βιοαερίου, το αποτέλεσμα της διεργασίας της Αναερόβιας Χώνευσης είναι το βιοαέριο και το χωνεμένο υπόλειμμα . Το βιοαέριο είναι ένα αέριο καύσιμο, αποτελούμενο κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Το χωνεμένο υπόλειμμα είναι το αποσυντεθειμένο υπόστρωμα, επακόλουθο της παραγωγής του βιοαερίου . Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση του φορτίου ρύπανσης των αποβλήτων, περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, εκτός από τον όγκο, το βιοχημικά και χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD_5 , COD), τα ολικά και πτητικά στερεά(TSS), το ολικό άζωτο (N), το φώσφορο (P_2O_5) και το κάλιο (K_2O) .

Κατά την διάρκεια της Αναερόβιας Χώνευσης παράγεται πολύ λίγη θερμότητα σε αντίθεση με την αερόβια αποσύνθεση (παρουσία οξυγόνου), όπως είναι η κομποστοποίηση. Η ενέργεια, που είναι χημικά δεσμευμένη μέσα στο υπόστρωμα, παραμένει κυρίως στο παραγόμενο βιοαέριο με τη μορφή μεθανίου. Η διεργασία σχηματισμού του βιοαερίου είναι ένα αποτέλεσμα συνδυαστικών σταδίων, στα οποία το αρχικό υλικό συνεχώς διασπάται σε μικρότερα στοιχεία. Ειδικές ομάδες μικροοργανισμών εμπλέκονται σε καθένα από τα μεμονωμένα αυτά στάδια. Αυτοί οι οργανισμοί αποσυνθέτουν διαδοχικά τα προϊόντα των προηγούμενων σταδίων . Τα στάδια της διεργασίας αυτής είναι:

- Η Υδρόλυση
- Η Οξογένεση
- Η Οξικογένεση
- Η Μεθανογένεση

Στο τέλος των σταδίων αυτών, δηλαδή στο τέλος της Αναερόβιας Χώνευσης έχει επιτευχθεί μείωση 80-85% BOD_5 , 95% COD και 48% TSS ενώ επέρχεται σημαντική μείωση του περιεχόμενου Αζώτου.

Το χωνεμένο υπόλειμμα σε συνέχεια της διαδικασίας διαχωρισμού μεταφέρεται στις λιμνοδεξαμενές αποθήκευσης τύπου Lagoon όπου και αποθηκεύεται για διάστημα 240 ημερών (8 μήνες). Οι δεξαμενές είναι μονωμένες. Η παραμονή του χωνεμένου

υπολείμματος στη Lagoon επιφέρει επιπλέον μείωση στις συγκεντρώσεις των ρυπαντικών του στοιχείων.

Το χωνεμένο υπόλειμμα (εδαφοβελτιωτικό) θα διατίθεται επιφανειακά στο έδαφος και συγκεκριμένα σε αγρούς. Πριν από την διάθεση θα οργώνεται ο αγρός, προκειμένου να εξασφαλίζεται καλύτερη απορρόφηση του υδραυλικού φορτίου και καλύτερη αφομοίωση των θρεπτικών συστατικών κάτω από αερόβιες συνθήκες. Κατά την διάθεση του εδαφοβελτιωτικού θα πραγματοποιούνται τακτικές εδαφολογικές αναλύσεις του εδάφους ενώ θα παρακολουθούνται και τα ιχνοστοιχεία. Ο ρυθμός διάθεσης του εδαφοβελτιωτικού εξαρτάται μεταξύ των άλλων από τη φυσική δυνατότητα να ενσωματωθεί στην εκάστοτε καλλιέργεια. Τα θρεπτικά υλικά που διατίθενται είναι κυρίως ενώσεις του αζώτου, του φωσφόρου και του καλίου (NO_2 , P_2O_5 , K_2O). Τα υλικά αυτά αφομοιώνονται από τα φυτά με ορισμένο ρυθμό κάθε χρόνο ανάλογα με το είδος και την απόδοση των καλλιεργειών.

Όσον αφορά το μέρος στερεού χωνεμένου υπολείμματος αυτό θα ενσακίζεται και θα προορίζεται για εμπορική χρήση σε εξειδικευμένο συνεργάτη σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Σύμφωνα και πάλι με την εγκύκλιο 4 α.π. οικ. 1604.81/3-4-2012 η μονάδα παραγωγής βιοαερίου θα κάνει χρήση εξωτερικού εργαστηρίου, προς ανάλυση του παραγόμενου χωνεμένου υπολείμματος. Το εργαστήριο πρέπει να διαθέτει τον απαιτούμενο εξοπλισμό για τη διενέργεια των αναγκαίων αναλύσεων και να είναι εγκεκριμένο από την αρμόδια αρχή, να είναι διαπιστευμένο σύμφωνα με διεθνώς αναγνωρισμένα πρότυπα ή να υπόκειται σε τακτικούς ελέγχους από την αρμόδια αρχή. Στην ίδια εγκύκλιο αναφέρεται ότι λαμβάνοντας υπ' όψιν τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό 142/2011/EK, τα προϊόντα της ανωτέρω αναερόβιας επεξεργασίας (τα οργανικά λιπάσματα και βελτιωτικά εδάφους) μπορούν να χρησιμοποιηθούν στους αγρούς χωρίς περαιτέρω επεξεργασία ή διαχείριση (142/2011/EK, Παράρτημα XI, Κεφάλαιο II, Τμήμα 1) ή επιπλέον αδειοδότηση.

4.5. Περιβαλλοντικοί περιορισμοί χωροθέτησης έργων ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίου στην Ελλάδα

Χωροθέτηση έργου σε σχέση με περιοχές Natura 2000

Η μονάδα δεν θα πρέπει να βρίσκεται εντός περιοχής προτεινόμενης προς ένταξη στο δίκτυο προστατευόμενων περιοχών NATURA 2000.

Αποστάσεις από λοιπές περιοχές σύμφωνα με το Παράρτημα VI του ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Σύμφωνα με το Παράρτημα VI του ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΚΥΑ 49828/ ΦΕΚ Β 2646/3.12.2008),ορίζονται οι αποστάσεις εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο από γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής .

A. Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος

- Περιοχές απολύτου προστασίας της Φύσης του άρθρου 19 παρ.1,2 Ν.1650/86 (Α΄160) Σύμφωνα με την εγκεκριμένη ΕΠΜ ή το σχετικό π.δ. (του άρθρου 21 του ν. 1650/86) ή την σχετική ΚΥΑ (ν. 3044/02)
- Πυρήνες των Εθνικών δρυμών, κηρυγμένα μνημεία της φύσης, αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης των παρ. 1 και 2 του άρθρου 19 του ν. 1650/1986
- Οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί στον κατάλογο των τόπων κοινοτικής σημασίας του δικτύου ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1) (Κρίνεται κατά περίπτωση).
- Ακτές κολύμβησης, που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης που συντονίζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩΔΕ (Τουλάχιστον 1.000 μ.)
- Ζώνες ειδικής προστασίας(ΖΕΠ) ορνιθοπανίδας (SPA) (Τουλάχιστον 200 μ).

B. Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς

- Εγγεγραμμένα στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και τα άλλα μείζονος σημασίας μνημεία, αρχαιολογικούς χώρους και ιστορικούς τόπους. της παρ. 5. εδάφιο ββ του άρθρου 50 του ν. 3028/2002
- Ζώνη απολύτου προστασίας (Ζώνη Α) λοιπών αρχαιολογικών χώρων

- Κηρυγμένα πολιτιστικά μνημεία και ιστορικοί Τόποι

(Κατά περίπτωση μετά από γνώμη του ΥΠ.ΠΟ. στα πλαίσια της διαδικασίας αδειοδότησης)

Γ. Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες

- Πόλεις και οικισμοί με πληθυσμό >2000 κατοίκων ή οικισμοί με πληθυσμό < 2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως δυναμικοί, τουριστικοί ή αξιόλογοι κατά την έννοια του άρθρου 2 του π.δ. 24.4/3.5.1985
- Παραδοσιακοί οικισμοί
- Λοιποί οικισμοί
- Οργανωμένη δόμηση Α΄ ή Β΄ κατοικίας (Π.Ε.Ρ.ΠΟ., συνεταιρισμοί κλπ) ή και διαμορφωμένες περιοχές Β΄ κατοικίας, όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της ΜΠΕ κάθε μεμονωμένης εγκατάστασης αιολικού πάρκου
- Ιερές Μονές
- Μεμονωμένη κατοικία (νομίμως υφιστάμενη)

Για τις μονάδες έως 500 kW_e (μη οχλούσες δραστηριότητες) δεν τίθεται κανένας περιορισμός. Για τις μονάδες άνω των 500 kW_e, απαγορεύεται η εγκατάστασή τους σε περιοχές εντός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεων, εντός οικισμών και εντός θεσμοθετημένης περιοχής οργανωμένης δόμησης Α΄ ή Β΄ κατοικίας εκτός αν η εγκατάσταση προορίζεται για εκπαιδευτικούς ή πιλοτικούς σκοπούς (μέχρι 5 MW). Για τις μονάδες μέσης όχλησης (>5 MW) εφαρμόζονται οι ελάχιστες αποστάσεις, που ισχύουν για τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Δ. Αποστάσεις από τα -Δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις

- Κύριοι οδικοί άξονες, οδικό δίκτυο αρμοδιότητας των Ο.Τ.Α. και σιδηροδρομικές γραμμές
- Γραμμές υψηλής τάσεως
- Υποδομές τηλεπικοινωνιών (κεραίες), RADAR
- Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας
- Λιμενικές εγκαταστάσεις και δραστηριότητες

(Κατά περίπτωση στο πλαίσιο της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης)

Ε. Αποστάσεις από αναπτυξιακές ζώνες και δραστηριότητες

- ΒΕΠΕ
- Εντός οριοθετημένης ζώνης επιτρέπεται η εγκατάσταση
- Λατομικές ζώνες και δραστηριότητες

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

- Λειτουργούσες επιφανειακά μεταλλευτικές - εξορυκτικές ζώνες και δραστηριότητες -τουλάχιστον 500 μ.
- ΠΟΤΑ, και άλλες περιοχές οργανωμένης ανάπτυξης παραγωγικών δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες και άλλες θεσμοθετημένες ή διαμορφωμένες τουριστικά περιοχές 500 μ. από τα όρια της ζώνης
- Μεμονωμένες τουριστικές μονάδες - εφαρμόζονται οι ελάχιστες αποστάσεις, που ισχύουν για τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις

Κεφάλαιο 5. Τεχνική περιγραφή εγκατάστασης ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίου

Σκοπός της μονάδας είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με εκμετάλλευση του βιοαερίου που εκλύεται κατά την ζύμωση των οργανικών ζωικών υποπροϊόντων/λυμάτων με τα οποία τροφοδοτείται η μονάδα.

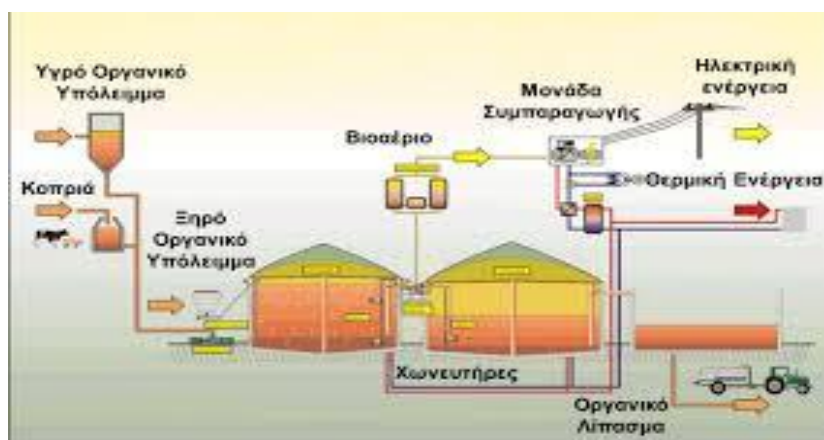
Η μονάδα συνολικά περιλαμβάνει βάσεις σκυροδέματος υποδοχής και αποθήκευσης στερεών οργανικών ζωικών υποπροϊόντων/λυμάτων (στερεή κοπριά) σε σωρούς, μια δεξαμενή υποδοχής υγρών ζωικών υποπροϊόντων/λυμάτων (υγρή κοπριά), δύο πρωτογενείς χωνευτές, έναν δευτερογενή χωνευτή, ένα σύστημα τροφοδοσίας στερεών υλών και «δεξαμενές» αποθήκευσης (lagoon) χωνεμένου υπολείμματος. Επίσης περιλαμβάνει μια μηχανή συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, η οποία εγκαθίσταται σε ξεχωριστό container. Τέλος η μονάδα περιλαμβάνει κτήριο διοίκησης και ελέγχου, χώρο στάθμευσης, πυρσό έκτακτης ανάγκης και σύστημα ζύγισης.

Μέσα στην μονάδα παραγωγής βιοαερίου η βασική πραγματοποιούμενη διεργασία είναι η αναερόβια χώνευση των εισερχομένων πρώτων υλών προς παραγωγή βιοαερίου.

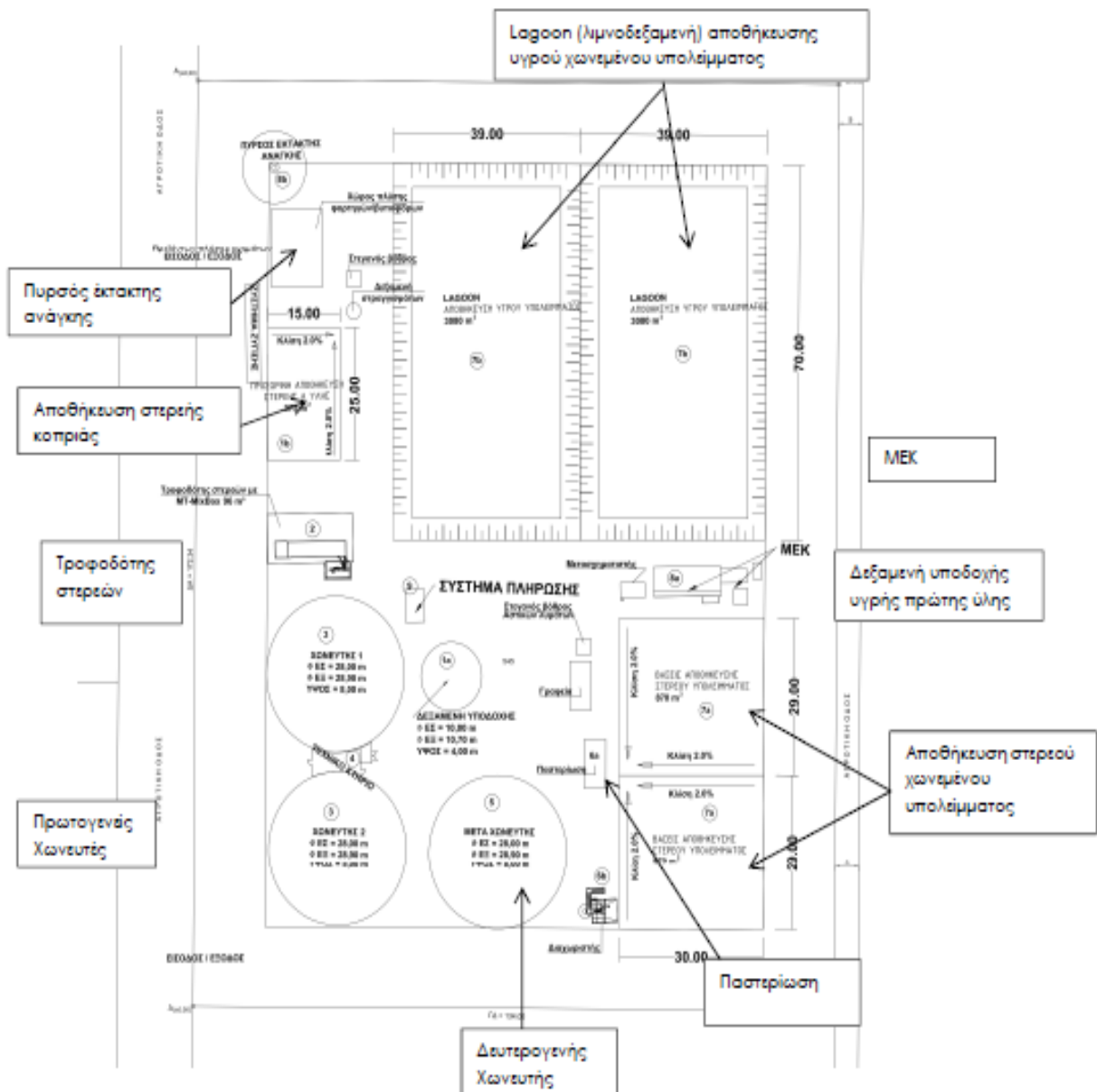
Η λειτουργία της μονάδος βιοαερίου αναλυτικά, περιγράφεται ως ακολούθως:

1. Τα υγρά ζωικά υποπροϊόντα/λύματα από τις βοοτροφικές μονάδες μεταφέρονται στη μονάδα παραγωγής βιοαερίου μέσω βυτιοφόρων, επί καθημερινής βάσης, όπου και αποθηκεύονται προσωρινά στον υποδοχέα τύπου δεξαμενής.
2. Τα στερεά ζωικά υποπροϊόντα/λύματα βοοειδών μεταφέρονται στην μονάδα με φορτηγά, όπου αποθηκεύονται προσωρινά σε βάση σκυροδέματος, για διάστημα όχι μεγαλύτερο της μιας εβδομάδας.
3. Η τροφοδοσία των υγρών εισερχομένων πραγματοποιείται αυτόματα από την δεξαμενή υποδοχής και αποθήκευσης μέσω υπόγειου συστήματος σωληνώσεων, στους δύο πρωτογενείς χωνευτές.
4. Τα στερεά εισερχόμενα μεταφέρονται από την βάση στον τροφοδότη στερεών με την βοήθεια φορτωτή . Από εκεί μεταφέρονται στους πρωτογενείς χωνευτές μέσω συστήματος μίξης υγρών και στερεών για την αποφυγή εισόδου ξένων υλικών μέσα στους χωνευτές.

5. Το μίγμα παραμένει στους πρωτογενείς χωνευτές όπου θερμαίνεται, σε θερμοκρασία περίπου 40°C, και παράγεται το βιοαέριο. Η τροφοδοσία των πρώτων υλών στους χωνευτές πραγματοποιείται συνήθως μια φορά κάθε ώρα, ενώ το υπόστρωμα αναμιγνύεται δύο φορές την ώρα.
6. Μετέπειτα το υπόστρωμα μεταφέρεται στον δευτερογενή χωνευτή όπου ολοκληρώνεται η παραγωγή βιοαερίου.
7. Στην συνέχεια το υπόστρωμα παστεριώνεται σε κατάλληλη μονάδα παστερίωσης / εξυγίανσης. Μέρος του χωνεμένου υπολείμματος, είναι δυνατόν, πριν δεχτεί επεξεργασία παστερίωσης, να επανακυκλοφορήσει στο προηγούμενος περιγραφόμενο σύστημα.
8. Σε συνέχεια της παστερίωσης το χωνεμένο υπόστρωμα διέρχεται μέσω συστήματος διαχωρισμού υγρού και στερεού κλάσματος. Η εξερχόμενη ποσότητα υγρού υποστρώματος οδηγείται στις δεξαμενές αποθήκευσης .
9. Το παραγόμενο βιοαέριο, επιδέχεται διεργασίες αποθείωσης (μέσα στις οροφές) και αφύγρανσης και στην συνέχεια καίγεται σε μια (1) μηχανή εσωτερικής καύσης ηλεκτρικής ισχύος 999 kW. Μέρος της παραγόμενης θερμότητας (περίπου 35%) χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των χωνευτών. Ποσότητα συμπυκνωμάτων που συλλέγεται στην διαδικασία της αφύγρανσης μεταφέρεται στις δεξαμενές αποθήκευσης χωνεμένου υπολείμματος.
10. Σε περίπτωση που η μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τεθεί προσωρινά εκτός λειτουργίας, το συγκεντρωμένο βιοαέριο καίγεται με ελεγχόμενο τρόπο σε έναν (1) μόνιμα εγκατεστημένο πυρσό που χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.



Σχήμα 9 : Διάγραμμα ροής εγκατάστασης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο.



Σχήμα 10 : Κάτοψη της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Η μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο θα αποτελείται από 5 λειτουργικές υπομονάδες.

1. **Λειτουργική υπομονάδα 1:** Υποδοχή, αποθήκευση και τροφοδοσία πρώτων υλών (υποστρώματος)
2. **Λειτουργική υπομονάδα 2:** Διεργασία χώνευσης και ανακυκλοφορία
3. **Λειτουργική υπομονάδα 3:** Αποθήκευση χωνεμένου υπολείμματος
4. **Λειτουργική υπομονάδα 4:** Μονάδα Σ.Η.Θ.
5. **Λειτουργική υπομονάδα 5:** Ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου μονάδος

Στα επόμενα δίνεται αναλυτική τεχνική περιγραφή των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού των ανωτέρω επιμέρους λειτουργικών μονάδων.

5.1. Λειτουργική υπομονάδα 1: Υποδοχή, αποθήκευση και τροφοδοσία υποστρώματος

Οι πρώτες ύλες που απαιτούνται για την διεργασία της ζύμωσης (υγρά και στερεά ζωικά υποπροϊόντα/λύματα βοοτροφείων) συλλέγονται στη **λειτουργική μονάδα 1**. Η συλλογή των πρώτων υλών θα πραγματοποιείται με βυτιοφόρο οχήματα για τις υγρές πρώτες ύλες και με φορητά για τις στερεές πρώτες ύλες. Η πρόσβαση στην μονάδα βιοαερίου πραγματοποιείται από υπάρχοντα δρόμο.

Τα εισερχόμενα υγρά ζωικά υποπροϊόντα/λύματα από τα βοοτροφεία μεταφέρονται μέσω βυτιοφόρων στην ειδικά σχεδιασμένη δεξαμενή υποδοχής και αποθήκευσης. Η δεξαμενή υποδοχής (προδεξαμενή υγρής πρώτης ύλης) είναι ένα κυλινδρικό δοχείο κατασκευασμένο από ειδικά ενισχυμένο σκυρόδεμα με διάμετρο 7m, ύψος 4m και καθαρή χωρητικότητα 135 m³. Η δεξαμενή εγκαθίσταται σε βάθος εκσκαφής 1,2m και δεν διαθέτει θερμική μόνωση εξωτερικά των τοιχωμάτων καθώς δεν θερμαίνεται. Τέλος η δεξαμενή καλύπτεται με οροφή προστασίας καιρικών συνθηκών. Για την τροφοδοσία της υγρής πρώτης ύλης από την προδεξαμενή υποδοχής στον χωνευτή χρησιμοποιείται αντλία. Η διεργασία άντλησης παύει όταν οι υπολογισθείσες ή προκαθορισμένες ποσότητες έχουν μεταφερθεί.

Τα στερεά οργανικά ζωικά υποπροϊόντα/λύματα βοοτροφείων, αποθηκεύονται σε **βάσεις σκυροδέματος**, για χρονικό διάστημα (μιας εβδομάδος περίπου). Η αποθηκευτική ικανότητα της βάσης ισοδυναμεί με πενήνήμερη προσωρινή αποθήκευση. Οι εισερχόμενες πρώτες ύλες θα αποθηκεύονται σε μορφή «σωρού» με μέγιστο ύψος τα 1,5m. Οι σωροί των πρώτων υλών καλύπτονται προς αποφυγή δυσάρεστων οσμών καθώς και ενεργειακών απωλειών. Η κάλυψη των στερεών πρώτων υλών πραγματοποιείται με ειδικά κατασκευασμένες μεμβράνες (γεωυφάσματα) ανεκτικές σε καιρικές συνθήκες. Οι μεμβράνες στερεώνονται επί της πρώτης ύλης με την χρήση βαριδιών.

Επιφάνεια αποθήκευσης στερεών πρώτων υλών

Υλικό:	Ενισχυμένο σκυρόδεμα ή ασφαλτος
Καθαρή Δυναμικότητα:	680 m ³



Εικόνα 1. Βάση σκυροδέματος αποθήκευσης στερεών πρώτων υλών



Εικόνα 2. Διαδικασία κάλυψης σωρών στερεής κοπριάς



Εικόνα 3. Καλυμμένοι σωροί κοπριάς

Η τροφοδοσία των στερεών πρώτων υλών πραγματοποιείται με την βοήθεια φορτωτή που μεταφέρει της πρώτες ύλες στις δεξαμενές ανάμιξης- ομογενοποίησης υγρών και στερεών εισερχομένων. Οι δεξαμενές καλύπτονται με ανοιγόμενο- μεταφερόμενο κάλυμμα, το οποίο απομακρύνεται κατά την διάρκεια της τροφοδοσίας. Οι δεξαμενές ανάμιξης - ομογενοποίησης διαθέτουν δύο μεικτές η

κάθε μια για ανάμειξη και ομογενοποίηση των εισερχομένων πρώτων υλών. Σε συνέχεια των δεξαμενών ομογενοποίησης τοποθετούνται τα δύο συστήματα τεμαχισμού πρώτων υλών . Κάθε συγκεκριμένο σύστημα αποτελείται από έναν κινούμενο ρότορα με λεπίδες, ο οποίος τεμαχίζει τις πρώτες ύλες καθώς αυτές διέρχονται μέσα από αυτόν. Ακολούθως, το ρεύμα της τροφοδοσίας οδεύει προς τους δύο πρωτογενείς χωνευτές .

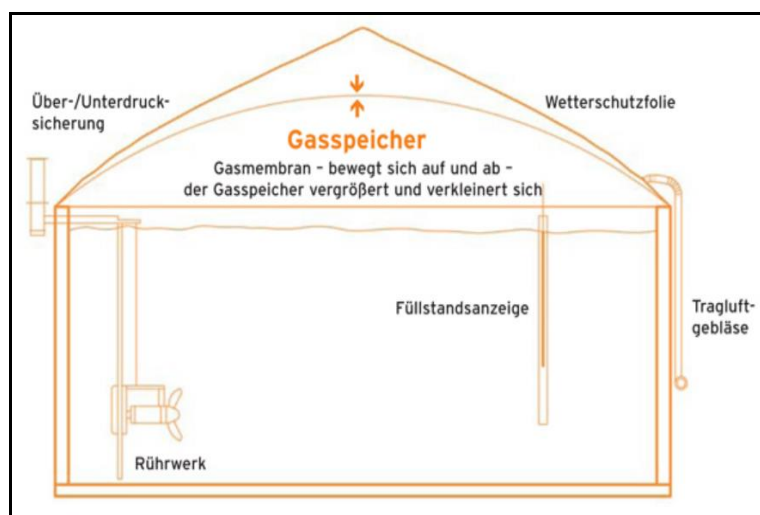
5.2. Λειτουργική υπομονάδα 2: Διεργασία Ζύμωσης και ανακυκλοφορία

Στην λειτουργική μονάδα 2 συντελείται η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης του υποστρώματος και η παραγωγή του βιοαερίου. Η διεργασία λαμβάνει χώρα σε δύο δεξαμενές πρωτογενούς χώνευσης και μια δευτερογενούς χώνευσης.

Κάθε πρωτογενής χωνευτής έχει καθαρή δυναμικότητα 4.618m³ (διάμετρος 28 m, ύψος 8m) και είναι κατασκευασμένος από ενισχυμένο σκυρόδεμα. Το τμήμα του τοίχου που βρίσκεται πάνω από τη στάθμη του εδάφους μονώνεται με πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης πάχους 10cm. Οι πλάκες πολυστερίνης στερεώνονται με περιμετρική ταινία γαλβανισμένου χάλυβα σε ολόκληρη την περίμετρο της δεξαμενής. Ο τοίχος πάνω από το έδαφος καλύπτεται με τραπεζοειδή φύλλα αλουμινίου. Τα φύλλα είναι στερεωμένα στην περιμετρική ταινία χάλυβα με βίδες αυτοδιάτρησης. Η δεξαμενή εγκαθίσταται σε βάθος εκσκαφής 1,2m. Οι δεξαμενές σκεπάζονται αεροστεγώς με διπλή μεμβράνη κωνικού σχήματος (υλικό άνω μεμβράνης: ύφασμα PVC – υλικό κάτω μεμβράνης: PE υψηλής ελαστικότητας), η οποία στερεώνεται σε ειδική ράγα συγκράτησης. Μεταξύ των δύο μεμβρανών, δημιουργείται πίεση 1,5mbar με χρήση φυσητήρα και βαλβίδας υπερπίεσης. Το ακατέργαστο αέριο, το οποίο παράγεται από την αναερόβια διαδικασία, αποθηκεύεται πάνω από την επιφάνεια του μίγματος. Ο έλεγχος της πίεσης του χώρου αποθήκευσης βιοαερίου στη δεξαμενή χώνευσης υλοποιείται με τη βοήθεια κατάλληλων συσκευών ελέγχου ασφαλείας υπερπίεσης και υποπίεσης, οι οποίες εξασφαλίζουν ότι η υπερπίεση βιοαερίου δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 3 mbar και η υποπίεση του βιοαερίου δεν μπορεί να είναι χαμηλότερη από 1 mbar. Ο τρόπος που είναι κομμένη η μεμβράνη, έχει ως αποτέλεσμα το κάλυμμα από PVC να φαίνεται κωνικό από έξω. Ο χώρος κάτω από αυτόν τον αερο-υποστηριζόμενο κώνο επιτρέπει στη μεμβράνη PE να ανυψώνεται και να χαμηλώνει ανάλογα με την παραγωγή και την κατανάλωση βιοαερίου, ενώ παράλληλα προστατεύεται από τις καιρικές συνθήκες. Οι μεμβράνες παρέχουν επίσης προκαθορισμένο σημείο ρήξης

με επαρκή συντελεστή ασφαλείας. Προσφέρουν απολύτως αξιόπιστη προστασία στις δεξαμενές από φθορές όλων των ειδών που μπορούν να δημιουργηθούν λόγω πτώσης πίεσης. Οι δυνάμεις που ασκούνται στα τοιχώματα της δεξαμενής λόγω της μεμβράνης είναι πολύ μικρές και ασκούνται ομοιόμορφα στον τοίχο της δεξαμενής. Αυτό σημαίνει ότι η κυκλική δεξαμενή σκυροδέματος δεν χρειάζεται να πληροί συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Η θερμομόνωση της δεξαμενής χώνευσης είναι πυράντοχη. Η κατασκευή και η λειτουργία του χώρου αποθήκευσης βιοαερίου χαμηλής πίεσης πληροί όλες τις απαιτήσεις ασφαλείας για τις εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαερίου.

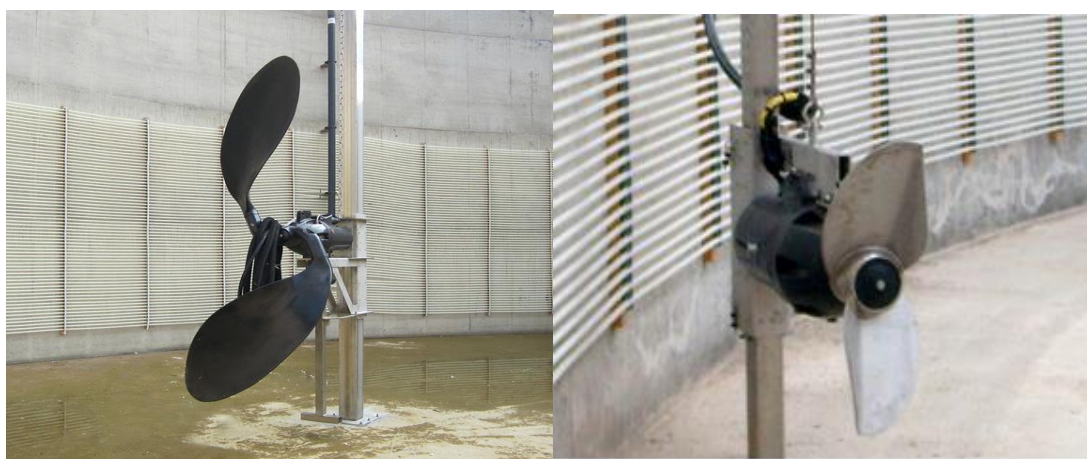
Οι αντιδραστήρες χώνευσης διαθέτουν ειδικά σχεδιασμένη οροφή συλλογής και αποθείωσης παραγόμενου βιοαερίου. Η δυναμικότητα κάθε οροφής είναι 1.399 m³.



Σχήμα 11. Οροφή αποθήκευσης παραγόμενου βιοαερίου

Το παραγόμενο βιοαέριο περιλαμβάνει ένα μικρό ποσοστό υδρόθειου (H₂S), το οποίο πρέπει να απομακρυνθεί πριν από τη χρήση του αερίου στην MEK. Για τον λόγο αυτόν, ο αεριοθάλαμος του χωνευτή είναι εξοπλισμένος με ένα σύστημα βιολογικής αποθείωσης. Η παροχή αέρα για την αποθείωση του ακατέργαστου αερίου περιορίζεται στο 6% κατόγκο (σε σχέση με την παροχή του ακατέργαστου αερίου) με κατάλληλη δοσολογία. Ιπτάμενες μικτές καλλιέργειες βακτηρίων δημιουργούν ίζημα στοιχειώδους θείου και θειικών αλάτων μέσω οξειδωσης θειικού οξέως. Οποιοδήποτε συμπύκνωμα από τη διαδικασία αφύγρανσης του βιοαερίου οδηγείται εκ νέου στην εγκατάσταση παραγωγής βιοαερίου, χωρίς να αφήνει υπολείμματα. Ο εισερχόμενος αέρας τροφοδοτείται στην οροφή κάθε δεξαμενής όπου βρίσκεται το βιοαέριο και βάση βιολογικών χημικών αντιδράσεων το περιεχόμενο στο βιοαέριο υδρόθειο αποδομείται, παράγοντας θείο. Το στοιχειακό θείο σχηματίζεται στις επιφάνειες των χωνευτών, ειδικά στα στρώματα των

αποθέσεων, και είναι αναγνωρίσιμα μέσω της κιτρινωπής τους επιφάνειας. Αυτές οι αποθέσεις στοιχειακού θείου απομακρύνονται διαδοχικά με τα υπολείμματα της ζύμωσης . Όπως αναφέρεται και προηγουμένως δεν υπάρχουν απόβλητα από την αποθείωση του βιοαερίου καθώς το παραγόμενο θείο ενσωματώνεται με το υπόστρωμα ζύμωσης, χωρίς καμία περαιτέρω επίπτωση. Κάθε δεξαμενή χώνευσης διαθέτει τέσσερις αναδευτήρες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την ανάμιξη του υποστρώματος, ώστε να διασφαλίζεται η συνεχής και ομογενής ανάμιξη κατά την διαδικασία της ζύμωσης. Οι αναδευτήρες μπορούν να αναδιατάσσονται για τη βελτίωση της ομογενούς φύσης του μίγματος και την αποτροπή σχηματισμού ανενπιθύμητων στρωμάτων. Οι αναδευτήρες χρησιμοποιούνται μόνο υποβρυχίως. Είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα, με θερμοκρασία λειτουργίας έως 70°C, κατάλληλοι για υπόστρωμα περιεκτικότητα έως 12% σε στερεά.



Εικόνα 4. Αναδευτήρας ομογενοποίησης Εικόνα 6. Αναδευτήρας ανάμιξης

Δύο συστήματα μηχανικού διαχωρισμού , τοποθετούνται σε συνέχεια των δεξαμενών χώνευσης, από τα οποία μέρος του υγρού κλάσματος του χωνεμένου υπολείμματος στέλνεται ξανά στο σύστημα χώνευσης, δημιουργώντας έτσι ένα κλειστό κύκλωμα κυκλοφορίας. Το υπόστρωμα προς διαχωρισμό μεταφέρεται από την δεξαμενή χώνευσης στην μονάδα διαχωρισμού με την βοήθεια αντλίας έκκεντρου κοχλίας, η οποία είναι εγκατεστημένη στην δεξαμενή. Μετά τον διαχωρισμό η στερεά φάση συσσωρεύεται στον διαχωριστή. Η μεταφορά της υγρής φάσης στην δεξαμενή χώνευσης ή στην λιμνοδεξαμενή αποθήκευσης χωνεμένου υπολείμματος εκτελείται από μια δεύτερη αντλία έκκεντρου κοχλίας



Εικόνα 5. Χωνευτές, δεξαμενές όπου λαμβάνει χώρα η διεργασία της ΑΧ

5.3. Λειτουργική υπομονάδα 3: Αποθήκευση χωνευμένου υπολείμματος

Το χωνεμένο υπόλειμμα σε συνέχεια της διαδικασίας διαχωρισμού μεταφέρεται σε δύο λιμνοδεξαμενές αποθήκευσης (lagoon) (υγρό κλάσμα) και σε σιλό (στερεό κλάσμα), όπου και αποθηκεύεται για διάστημα όχι μικρότερο των 180 ημερών (6 μηνών). Ολόκληρη η πάνω επιφάνεια των λιμνοδεξαμενών αποθήκευσης - τύπου lagoon καλύπτεται από ειδική μεμβράνη, συνεπώς πρόκειται για κλειστές δεξαμενές. Η χωρητικότητα κάθε λιμνοδεξαμενής ανέρχεται περίπου στα 11.400 m³ έκαστη. Οι δεξαμενές τύπου lagoon έχουν τραπεζοειδές σχήμα και συνολικό ύψος 4m. Το χωνεμένο υπόλειμμα στην συνέχεια μέσω τροφοδότη αυτού φορτώνεται στα βυτιοφόρα οχήματα και οδηγείται προς διασκορπισμό στα χωράφια. Παρά το γεγονός του ότι το χωνεμένο υπόλειμμα (μετά από παραμονή 60 ημερών εντός των χωνευτών) έχει εξαντλήσει κάθε περιθώριο παραγωγής μεθανίου, η δεξαμενή καλύπτεται με ειδική μεμβράνη η οποία απαγορεύει την διαφυγή στο περιβάλλον οσμών και εκκρίσεων.



Εικόνα 6. Ειδική μεμβράνη (geotextile) βάσης λιμνοδεξαμενής για την στεγανή αποθήκευση του παραγόμενου υγρού χωνεμένου υπολείμματος

Οι ποσότητες στερεού χωνεμένου υπολείμματος αποθηκεύονται προσωρινά σε επιφάνεια από σκυρόδεμα παρόμοια με αυτή της αποθήκευσης των στερών πρώτων υλών. Οι σωροί θα καλύπτονται με ειδική μεμβράνη για αποφυγή τυχόν αέριων εκπομπών ή οσμών, καθώς και προστασία του χωνεμένου υπολείμματος από τις καιρικές συνθήκες. Οι βάσεις θα διαθέτουν σύστημα απορροής τυχόν υγρών που θα οδηγούνται σε μικρές δεξαμενές και από εκεί μέσω αντλιών στις lagoons. Το χωνεμένο στερεό υπόλειμμα δεν παράγει οσμές, καθότι η παραμονή του στους χωνευτήρες έχει εξαντλήσει κάθε περιθώριο παραγωγής μεθανίου.



Εικόνα 7. Στερεό χωνεμένο υπόλειμμα

5.4. Λειτουργική υπομονάδα 4: Μονάδα Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού – Θερμότητας (ΣΗΘ)

Η λειτουργική μονάδα 4 περιλαμβάνει την μηχανή εσωτερικής καύσης ΜΕΚ, ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος 999 kW και θερμικής ισχύος 1.029 kW, για την

παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με καύση του βιοαερίου. Για να είναι δυνατή η χρήση του βιοαερίου στην μηχανή εσωτερικής καύσης, η πίεση του αερίου πρέπει να είναι αυξημένη χρησιμοποιώντας κατάλληλο συμπιεστή, του οποίου η δυναμικότητα είναι ρυθμιζόμενη. Για την αποφυγή εκπομπής θορύβου, ο εξοπλισμός είναι τοποθετημένος σε κατάλληλη απομονωμένη καμπίνα (container).

Η μηχανή εσωτερικής καύσης, ο αεροσυμπιεστής και όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα είναι τοποθετημένα στο container της μηχανής. Το βιοαέριο καίγεται στην μηχανή εσωτερικής καύσης και η προκύπτουσα ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό. Για την καύση διοχετεύεται ατμοσφαιρικός αέρας μέσω ανεμιστήρα. Τα καυσαέρια εξέρχονται από τον σιγαστήρα, ενώ οι δίοδοι εισόδου και εξόδου αέρα είναι εξοπλισμένες με ειδικούς απορροφητές για περιορισμό του θορύβου. Η δίοδος εισόδου είναι επιπροσθέτως εξοπλισμένη με σακόφιλτρο. Ο σιγαστήρας των καυσαερίων είναι σχεδιασμένος να είναι 10m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους ή ανάλογα με τους υπολογισμούς του ύψους της καμινάδας. Μέρος της θερμότητας που παράγεται ανακτάται και χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των δεξαμενών χώνευσης. Επιπροσθέτως, η διαθέσιμη θερμότητα από τις μηχανές εσωτερικής καύσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλες χρήσεις θέρμανσης. Η πρόσθετη θερμότητα διοχετεύεται σε ψύκτες.

Η μηχανή εσωτερικής καύσης (MEK) της μονάδος πληροί τις τεχνικές προδιαγραφές αλλά και τις προδιαγραφές εκπομπών που τίθενται από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η μονάδα παραγωγής βιοαερίου είναι εξοπλισμένη με έναν εγκατεστημένο πυρσό έκτακτης ανάγκης, ο οποίος είναι τοποθετημένος σε ασφαλή απόσταση, έχοντας 8m απόσταση από την πλησιέστερη εγκατάσταση. Ο πυρσός έκτακτης ανάγκης χρησιμοποιείται μόνο σε περίπτωση δυσλειτουργίας, καθώς οι περιπτώσεις διακοπής λειτουργίας της μηχανής εσωτερικής καύσης μπορεί να μειωθούν με τη λήψη κατάλληλων μέτρων λειτουργίας. Σε συμμόρφωση με τους κανονισμούς ασφάλειας για αγροτικά συστήματα βιοαερίου, οι ποσότητες αερίου που πρέπει να απελευθερωθούν σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης πρέπει να είναι κάτω από 20 m³/h. Για τον λόγο αυτόν, ο πυρσός αερίου φέρει σύστημα ελέγχου της πίεσης και λειτουργεί αυτόματα.

5.5. Λειτουργική υπομονάδα 5: Μονάδα ελέγχου

Η λειτουργική μονάδα 5 αποτελείται από το ηλεκτρολογικό σύστημα και την μονάδα ελέγχου της εγκατάστασης. Στην αίθουσα των πινάκων ελέγχου υπάρχουν οι πίνακες και ο ηλεκτρονικός υπολογιστής με την αντίστοιχη οθόνη για τη μονάδα παραγωγής

βιοαερίου. Η οθόνη χρησιμοποιείται για την επιλογή του τρόπου λειτουργίας (χειροκίνητα ή αυτόματα) και της κατάστασης λειτουργίας, καθώς εμφανίζει τις πληροφορίες και παράγει αναφορές. Ο πίνακας ελέγχου βρίσκεται απομονωμένος μαζί με ένα σύστημα έκτακτης παύσης.

Η μονάδα ελέγχου της εγκατάστασης επιτελεί τις εξής λειτουργίες :

- ❖ Έλεγχος ποσοτήτων εισαγωγής στον πρωτογενή χωνευτή,
- ❖ Έλεγχος αντλιών,
- ❖ Έλεγχος παραγόμενου βιοαερίου,
- ❖ Έλεγχος θερμοκρασίας,
- ❖ Έλεγχος αποθήκευσης βιοαερίου,
- ❖ Έλεγχος στάθμης χωνευτών,
- ❖ Έλεγχος ορθής λειτουργίας μονάδος ΣΗΘ,
- ❖ Έλεγχος βαλβίδων,
- ❖ Σχηματοποιημένη απεικόνιση διεργασιών της εγκατάστασης.

5.6. Απαιτούμενα οικοδομικά έργα και διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου

Στα έργα διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου περιλαμβάνονται τα ακόλουθα:

- Χωματοουργικές εργασίες , οι οποίες περιλαμβάνουν τις εκσκαφές για την κατασκευή των λιμνοδεξαμενών και την θεμελίωση των δεξαμενών , τις επιχώσεις θεμελίων των δεξαμενών , καθώς και την απόθεση και συμπίκνωση των προϊόντων της εκσκαφής για την κατασκευή των λιμνοδεξαμενών.
- Έργα εσωτερικής οδοποιίας (κατασκευή ασφαλτόδρομου περιμετρικά της εγκατάστασης).
- Ασφαλτόστρωση επιφάνειας αποθήκευσης στερεών πρώτων υλών και κατασκευή τοιχίων από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- Ασφαλτόστρωση επιφάνειας εναπόθεσης στερεού χωνεμένου υπολείμματος και κατασκευή τοιχίων από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- Τοποθέτηση στεγανωτικής μεμβράνης και γεωυφάσματος λιμνοδεξαμενών.
- Θεμελιώσεις (μονάδος ΣΗΘ, μετασχηματιστή, πυρσού καύσης, μονάδος διαχωρισμού, σταθμών χωνευτήρων)

- Περίφραξη εγκατάστασης με συρματοπλεγμα και καγκελόπορτες.
- Δίκτυο φωτισμού.
- Φρεάτια στραγγισμάτων για την αποστράγγιση των χώρων εναπόθεσης του στερεού χωνεμένου υπολείμματος και της στερεάς πρώτης ύλης.

Στις εργασίες διαμόρφωσης περιλαμβάνονται και τα απαιτούμενα έργα για την σύνδεση του γηπέδου της μονάδας με το υφιστάμενο οδικό δίκτυο. Επί της περιφραξης θα τοποθετηθεί ευκρινής σήμανση απαγόρευσης εισόδου, κινδύνου ηλεκτροπληξίας και ύπαρξης συστήματος φύλαξης ανά τακτά διαστήματα.

Όλες οι εργασίες διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου θα εκτελεστούν με μηχανικά μέσα. Οι εκσκαφές των θεμελίων θα εκτελεστούν σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές του ΥΠΕΧΩΔΕ, με την χρήση των κατάλληλων μηχανικών μέσων τηρουμένων όλων των κανονισμών ασφαλείας που προβλέπονται από την σχετική νομοθεσία.

5.7. Τεχνικές και μηχανολογικές εγκαταστάσεις

Οι τεχνικές και μηχανολογικές εγκαταστάσεις ομαδοποιούνται σε δύο βασικές κατηγορίες : στις εγκαταστάσεις της μονάδος παραγωγής βιοαερίου και στον υποσταθμό ΜΤ/ΧΤ.

Η μονάδα παραγωγής βιοαερίου περιλαμβάνει τις ακόλουθες τεχνικές και μηχανολογικές εγκαταστάσεις :

- Προδεξαμενή υγρής πρώτης ύλης διαστάσεων 7x4m. (Λειτουργική υπομονάδα 1)
- Δεξαμενές ανάμιξης – ομογενοποίησης διαστάσεων 8x4m με τα καλύμματα ανοίγματος οροφής. (Λειτουργική υπομονάδα 1)
- Δεξαμενές (αντιδραστήρες) πρωτογενούς χώνευσης διαστάσεων 28x8m. (Λειτουργική υπομονάδα 2)
- Δεξαμενή (αντιδραστήρας) δευτερογενούς χώνευσης διαστάσεων 28x8m. (Λειτουργική υπομονάδα 2)
- Δίκτυο σωληνώσεων υποστρώματος (250m)
- Δίκτυο σωληνώσεων αερίου (250m). Το παραγόμενο βιοαέριο ρέει με φυσική ροή από τους πρωτογενείς χωνευτές προς τον δευτερογενή χωνευτή και ακολούθως ψύχεται (στους 10-12°C) για την απομάκρυνση της υγρασίας με

την βοήθεια του εναλλάκτη θερμότητας, συμπιέζεται και οδηγείται προς την μονάδα ΣΗΘ.

- Πυρσός καύσης αερίου
- Αγωγός για την μεταφορά θερμού νερού από την μονάδα ΣΗΘ μέχρι το αντλιοστάσιο (200m)
- Μονάδα εναλλαγής θέρμανσης (με εναλλάκτη θερμότητας 800 kW) για την ψύξη του παραγόμενου βιοαερίου πριν την είσοδο αυτού στην μονάδα ΣΗΘ..Εγκαθίσταται πλησίον της μονάδος ΣΗΘ.
- Αντλιοστάσιο, το οποίο είναι τοποθετημένο χαμηλά στην επιφάνεια του εδάφους, στην περιοχή ανάμεσα στις δύο δεξαμενές πρωτογενούς χώνευσης.
- Σύνδεση των μονάδων διαχωρισμού με τις λιμνοδεξαμενές (περιλαμβάνονται αντλία και σωληνώσεις 200 m PVC).
- Αντλία στραγγισμάτων, εγκατεστημένη στο χώρο εναπόθεσης του στερεού χωνεμένου υπολείμματος για την αποστράγγιση διαρροών.
- Η/Ζ και εγκατάσταση παροχής ρεύματος έκτακτης ανάγκης
- Γεφυροπλάστιγγα ζύγισης οχημάτων μεταφοράς πρώτων υλών.
- Νεροπαγίδα απολύμανσης ελαστικών οχημάτων μεταφοράς πρώτων υλών.
- Σταθμός πλήρωσης βυτιοφόρων οχημάτων. Πρόκειται για σωληνώσεις εκροής των λιμνοδεξαμένων που καταλήγουν σε υπερυψωμένο στόμιο εξόδου, προκειμένου να γίνεται η φόρτωση των βυτιοφόρων οχημάτων με το υγρό χωνεμένο υπόλειμμα.

5.7.1. Τεχνικά χαρακτηριστικά των δεξαμενών

Προδεξαμενή υγρής πρώτης ύλης

Υλικό:	ενισχυμένο σκυρόδεμα
Ποσότητα:	1
Διάμετρος:	7 m
Ύψος:	4 m
Δυναμικότητα:	154 m ³
Καθαρή Δυναμικότητα:	135 m ³
Αναδευτήρας:	Υποβρύχιος αναδευτήρας

Εξοπλισμός: Κάλυμμα οροφής προστασίας από καιρικές συνθήκες, σύστημα βαρούλκου αναδευτήρα για την απομάκρυνση του αναδευτήρα από τον χωνευτή κατά τις εργασίες συντήρησης, σύστημα εντοπισμού αφρού, μεταλλική σκάλα, μετρητής ροής

Δεξαμενές ανάμιξης – ομογενοποίησης

Ποσότητα:	2
Διάμετρος:	8m
Ύψος:	4 m
Δυναμικότητα:	201 m ³
Καθαρή Δυναμικότητα:	176 m ³

Εξοπλισμός: υποβρύχιος αναδευτήρας , σύστημα εντοπισμού αφρού, κάλυμμα ανοίγματος οροφής για την τροφοδοσία της στερεάς πρώτης ύλης εντός της δεξαμενής.

Δεξαμενές Πρωτογενούς Χώνευσης

Ποσότητα:	2
Υλικό:	Ενισχυμένο σκυρόδεμα
Διάμετρος:	28m
Ύψος:	8m
Δυναμικότητα:	4.926 m ³
Καθαρή δυναμικότητα:	4.618 m ³
Θερμοκρασία Θέρμανσης:	70°C / 50 °C
Κύκλωμα θέρμανσης:	Ναι
Θερμομόνωση:	Ναι
Οροφές βιοαερίου:	2
Χωρητικότητα οροφής:	1.399 m ³
Αναδευτήρας:	4

Εξοπλισμός: σύστημα βαρούλκου αναδευτήρα για την απομάκρυνση του αναδευτήρα από τον χωνευτή κατά τις εργασίες συντήρησης, μεμβράνη προστασίας σκυροδέματος, σύστημα ελέγχου πλήρωσης.

Δεξαμενή Δευτερογενούς Χώνευσης

Ποσότητα:	1
Υλικό:	Ενισχυμένο σκυρόδεμα
Διάμετρος:	28m
Ύψος:	8m
Δυναμικότητα:	4.926 m ³
Καθαρή δυναμικότητα:	4.618 m ³
Θερμοκρασία Θέρμανσης:	70°C / 50 °C
Κύκλωμα θέρμανσης:	Ναι
Θερμομόνωση:	Ναι
Οροφές βιοαερίου:	1
Χωρητικότητα οροφής:	1.399 m ³
Αναδευτήρας:	4

Εξοπλισμός: σύστημα βαρούλκου αναδευτήρα για την απομάκρυνση του αναδευτήρα από τον χωνευτή κατά τις εργασίες συντήρησης, μεμβράνη προστασίας σκυροδέματος, σύστημα ελέγχου πλήρωσης.

5.7.2. Αντλιοστάσιο

Μονωμένο αντλιοστάσιο με ξύλινο πλαίσιο και ξεχωριστή θεμελίωση, εξωτερική επένδυση με panel τύπου sandwich πάχους 4cm, πόρτα με κλειδαριά και σκάλες πρόσβασης στην περιμετρική εξέδρα. Περιλαμβάνει αντλία έκκεντρου κοχλία με αυτόματη ρύθμιση, μετρητή παροχής, προστασία από στεγνή λειτουργία και διακόπτη υπερπίεσης.

Οι διαδρομές των σωληνώσεων από το αντλιοστάσιο έως τις μονάδες διαχωρισμού είναι υπόγειες. Επίσης, οι σωληνώσεις του υγρού χωνεμένου υπολείμματος από την έξοδο της μονάδος διαχωρισμού έως τις λιμνοδεξαμενές είναι υπόγειες.

5.7.3. Μονάδες διαχωρισμού χωνεμένου υπολείμματος

Στην μονάδα διαχωρισμού λαμβάνει χώρα διαχωρισμός και απομάκρυνση της στερεάς φάσης (περίπου 15% του εισερχομένου ρεύματος). Το ρεύμα του εξερχόμενου υγρού χωνεμένου υπολείμματος (340tons/d) ακολούθως διαχωρίζεται σε δύο κλάδους : περίπου το 1/3 της εξερχόμενης παροχής (140tons/d) απομακρύνεται από την διεργασία και οδηγείται στις λιμνοδεξαμενές, ενώ η υπόλοιπη παροχή (200 tons/d) αποτελεί το ρεύμα ανακυκλοφορίας, το οποίο επιστρέφει στην διεργασία. Η παροχή του ρεύματος ανακυκλοφορίας καθορίζεται από την ανάγκη ομογενοποίησης των πρώτων υλών και την μέγιστη επιτρεπτή περιεκτικότητα σε στερεά του εισερχόμενου ρεύματος στους χωνευτήρες .

5.7.4. Εγκατάσταση πυρσού καύσης βιοαερίου

Τεχνικά χαρακτηριστικά :

- ❖ Μέγιστη παροχή : 750 m³/h
- ❖ Καύσιμο : βιοαέριο
- ❖ Θερμοκρασία φλόγας : 850°C περίπου
- ❖ Διαστάσεις : ύψος 7m x διάμετρος 12,50m

Η εγκατάσταση του πυρσού καύσης αποτελείται από τα εξής:

- ❖ Πλαίσιο βάσης
- ❖ Καυστήρας
- ❖ Σωλήνας καύσης
- ❖ Συμπιεστής αερίου πιστοποιημένος κατά ATEX
- ❖ Φλογοκρύπτη πιστοποιημένη κατά ATEX
- ❖ Πυράντοχος αισθητήρας UV για παρακολούθηση της φλόγας
- ❖ Μετασχηματιστής ανάφλεξης
- ❖ Ηλεκτρόδιο Pilot
- ❖ Εσωτερικές σωληνώσεις

Τέλος εντάσσεται και η εγκατάσταση του υποσταθμού μέσης / χαμηλής τάσης, καθώς και τα έργα σύνδεσης της μονάδος ηλεκτροπαραγωγής με το δίκτυο .

Ο οικίσκος του υποσταθμού θα αποτελείται από χαλύβδινο φέροντα οργανισμό κατάλληλο ώστε να παραλαμβάνει με ασφάλεια όλα τα φορτία

Η εσωτερική ηλεκτρολογική εγκατάσταση του υποσταθμού περιλαμβάνει τα κάτωθι :

- Συνδέσεις από τον πίνακα μέσης τάσης προς τον μετασχηματιστή με καλώδια .
- Εγκατάσταση φωτιστικών χώρων, φωτιστικών ασφαλείας και ρευματοδοτών σύμφωνα με τις απαιτήσεις των προδιαγραφών.

Όλα τα καλώδια ισχύος μέσης και χαμηλής τάσης θα εγκατασταθούν πάνω σε γαλβανισμένες διάτρητες σχάρες κάτω από το δάπεδο των εσωτερικών χώρων. Τα καλώδια κυκλωμάτων φωτισμού και ρευματοδοτών θα τρέχουν εντός σωλήνων. Στο διαμέρισμα του μετασχηματιστή προβλέπεται η εγκατάσταση αξονικού εξαεριστήρα βιομηχανικού τύπου, με κατάλληλα ανοίγματα επί των θυρών για την είσοδο του αέρα.

5.7.5. Μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού - θερμότητας

Ποσότητα:	1
Τύπος:	Μονάδα ΣΗΘ σε container
Ηλεκτρική Ισχύς:	999 α
Θερμική Ισχύς:	1.029 kW _{th}
Καύσιμο:	Βιοαέριο
Συχνότητα:	50 Hz

Εξοπλισμός: Αεροσυμπιεστής, Σύστημα Ανάκτησης Θερμότητας, Σύστημα Ψύξης.

Η μονάδα ΣΗΘ περιλαμβάνει το κάτωθι κύριο και περιφερειακό εξοπλισμό :

- ❖ Σετ κινητήρα – γεννήτριας
- ❖ Κινητήρας Otto αερίου
- ❖ Αυτορρυθμιζόμενη τριφασική σύγχρονη γεννήτρια
- ❖ Μονάδα ανάκτησης θερμότητας (θερμοκρασία ψυκτικού υγρού 70/80°C)

- ❖ Γραμμή αερίου
- ❖ Μονάδα εκκίνησης
- ❖ Σύστημα λίπανσης
- ❖ Σιγαστήρας μείωσης του θορύβου εκπομπών της εξάτμισης
- ❖ Σύστημα παροχής αέρα με σιγαστήρα και ανεμιστήρα
- ❖ Σύστημα απαγωγής αέρα με σιγαστήρα
- ❖ Σωληνώσεις εξάτμισης καυσαερίων και καμινάδα
- ❖ Μονάδα ψύξης κινητήρα και καυσίμου
- ❖ Διανομέας συστήματος θέρμανσης τριών εξόδων με απαγωγή θερμότητας από την εξάτμιση των καυσαερίων
- ❖ Χαλύβδινο container 40 ποδών
- ❖ Μετρητής αερίου
- ❖ Σύστημα προειδοποίησης εκπομπών αερίου
- ❖ Σύστημα συναγερμού ανίχνευσης καπνού

Το σύστημα ψύξης είναι τοποθετημένο εξωτερικά του container της μονάδος ΣΗΘ και αποτελείται από σωληνωτό εναλλάκτη θερμότητας, μονάδα ψύξης και συμπυκνωτήρα.

Η μονάδα ΣΗΘ διαθέτει ανεξάρτητο σύστημα ελέγχου, το οποίο συνδέεται και επικοινωνεί με το κεντρικό σύστημα ελέγχου της μονάδος. Η μηχανή συμπαραγωγής είναι εξοπλισμένη με ανιχνευτές καπνού και φωτιάς. Σε περίπτωση κινδύνου, ο υπεύθυνος λειτουργίας θα ενημερώνεται με σήμα συναγερμού καθώς και μέσω τηλεφώνου.

5.7.6. Λοιπός εξοπλισμός

Στο λοιπό εξοπλισμό συμπεριλαμβάνονται τα ακόλουθα :

- ❖ Σύστημα ελέγχου λειτουργίας της μονάδος
- ❖ Αναλυτής αερίου (εγκαθίσταται στο χώρο του αντλιοστασίου για τον έλεγχο της σύστασης του βιοαερίου. Βάσει των δεδομένων που παρέχει ο αναλυτής αερίου ρυθμίζεται η διεργασία της αποθείωσης).
- ❖ Μετρητές δοσολόγησης πρόσθετων στους πρωτογενείς χωνευτήρες
- ❖ Σύστημα συναγερμού εγκατάστασης
- ❖ Εγκαταστάσεις κλειστού κυκλώματος παρακολούθησης
- ❖ Ειδικά καλύμματα λιμνοδεξαμενών
- ❖ Ιστός ανάδευσης υγρού χωνεμένου υπολείμματος λιμνοδεξαμενών

5.8. Ανάλυση εφοδιαστικής αλυσίδας μονάδος

Η υπό κατασκευή μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την χρήση βιοαερίου θα χρησιμοποιεί ως πρώτες ύλες υγρή και στερεή κοπριά από τις αγελαδοτροφικές μονάδες τις περιοχής.

Τα βοοτροφικά υποπροϊόντα μεταφέρονται βάσει προσυμφωνημένου σχεδίου μεταφοράς στην μονάδα βιοαερίου, έτσι ώστε να μην μένει κοπριά στην κτηνοτροφική μονάδα. Η αποθήκευση τους πραγματοποιείται στον χώρο κάθε κτηνοτροφικής μονάδας, από όπου και συγκεκριμένη ποσότητα μεταφέρεται καθημερινά στην μονάδα βιοαερίου, βάσει ενός κατάλληλα εκπονημένου σχεδίου, έτσι ώστε να μην παρατηρείται συσσώρευση των λυμάτων και της κοπριάς στις κτηνοτροφικές μονάδες.

Για την υγρή κοπριά θα χρησιμοποιηθούν βυτιοφόρα οχήματα σύμφωνα με καθορισμένο πρόγραμμα εφοδιαστική αλυσίδας. Κάθε κτηνοτρόφος αποθηκεύει την υγρή κοπριά σε δεξαμενές. Το βυτιοφόρο διαθέτει σύστημα άντλησης για την τροφοδοσία αυτής. Η υγρή κοπριά θα αποθηκεύεται προσωρινά στην μονάδα βιοαερίου σε μια προ-δεξαμενή αποθήκευσης για διάστημα περίπου πέντε (5) ημερών. Η εκφόρτωση θα πραγματοποιείται μέσω ειδικά σχεδιασμένης υποδοχής της δεξαμενής, στην οποία και θα εφάπτεται στεγανά η αντίστοιχη υποδοχή του κάθε βυτιοφόρου.

Για την στερεή κοπριά θα χρησιμοποιηθούν φορτηγά σύμφωνα με καθορισμένο πρόγραμμα εφοδιαστική αλυσίδας. Κάθε κτηνοτρόφος αποθηκεύει την στερεή κοπριά σε σωρούς. Η φόρτωση της κοπριάς στα φορτηγά πραγματοποιείται με την χρήση φορτωτή, τον οποίο διαθέτει ήδη η κάθε κτηνοτροφική μονάδα. Η στερεή κοπριά θα αποθηκεύεται προσωρινά σε βάση σκυροδέματος συνολικής αποθηκευτικής ικανότητας ίσης με περίπου πέντε (5) ημέρες. Η εκφόρτωση της κοπριάς θα πραγματοποιείται μέσω ανατροπής της καρότσας ή μέσω χρήσης κινούμενου διαδρόμου.

Κάθε βυτιοφόρο ή φορτηγό θα επισκέπτεται μια μονάδα μέχρι εξαντλήσεως της μεταφερόμενης ποσότητας. Η συλλογή θα πραγματοποιείται εβδομαδιαίως, συνεπώς κάθε εβδομάδα συλλέγονται οι ποσότητες που συλλέχθηκαν την προηγούμενη. Πριν την εναλλαγή κτηνοτροφικής μονάδας το βυτιοφόρο ή φορτηγό θα πλένεται και θα

απολυμαίνεται για την αποφυγή μεταφοράς μικροβίων και μικροοργανισμών που είναι πιθανό να επηρεάσουν τα βοοειδή των μονάδων.

Το σύνολο των πρώτων υλών που θα χρησιμοποιείται σε ετήσια βάση από την μονάδα εκτιμάται στον πίνακα που ακολουθεί.

Εισερχόμενες Α΄Υλες

Πρώτες Ύλες	Ποσότητες (τόνοι/έτος)
Υγρή κοπριά	10.000
Στερεά κοπριά	50.000
Σύνολο	60.000

5.8.1. Υπολογισμός ετήσιου κόστους μεταφοράς πρώτης ύλης

ΥΓΡΗ ΚΟΠΡΙΑ

Για την μεταφορά της υγρής κοπριάς και τον υπολογισμό των διαδρομών έγιναν οι έξης παραδοχές

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΤΙΜΗ
Μέση ταχ. βυτιοφόρου κενού	50 km/h
Μέση ταχ. βυτιοφόρου γεμάτου	40 km/h
Χρόνος προετοιμασίας	10 min
Χρόνος απολύμανσης	15 min
Απόδοση αντλίας	1m ³ /min
Χρόνος αποθήκευσης στην κτην. μονάδα πριν την φόρτωση	1 εβδομάδα

Μέσος χρόνος προς κτην. μονάδα	30 min
Χρόνος προετοιμασίας	5 min

Χρόνος φόρτωσης	20 min
Μέσος χρόνος επιστροφής από μονάδα	40 min
Χρόνος προετοιμασίας	5 min
Χρόνος εκφόρτωσης	20 min
Χρόνος απολύμανσης	15 min
Σύνολο	2,25 ώρες

Θα χρησιμοποιηθεί ένα βυτιοφόρο καθαρού μεταφερόμενου όγκου 17 m³ , σε πενήθημερη βάση με εννιάωρο ωράριο . Θεωρούμε ότι καλύπτεται και το ποσοστό μη πληρότητας των δρομολογίων .

ΣΤΕΡΕΗ ΚΟΠΡΙΑ

Για την μεταφορά της στερεής κοπριάς και τον υπολογισμό των διαδρομών έγιναν οι έξης παραδοχές

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΤΙΜΗ
Μέση ταχύ. Φορτηγού κενού	50km/h
Μέση ταχύ. Φορτηγού γεμάτου	40 km/h
Χρόνος προετοιμασίας	10 min
Χρόνος απολύμανσης	15 min
Ταχύτητα φόρτωσης	0,5m ³ /min
Ταχύτητα εκφόρτωσης	Φέρει ανατροπή
Χρόνος αποθήκευσης στην την. μονάδα πριν την φόρτωση	1 εβδομάδα
Μέσος χρόνος προς την. μονάδα	30 min
Χρόνος προετοιμασίας	5 min
Χρόνος φόρτωσης	40 min
Μέσος χρόνος επιστροφής από μονάδα	40 min

Χρόνος προετοιμασίας	5 min
Χρόνος εκφόρτωσης	ανατρεπόμενο
Χρόνος απολύμανσης	15 min
Σύνολο	2,08 ώρες

Θα χρησιμοποιηθούν τρία φορητά καθαρού μεταφερόμενου όγκου 21 m³ , σε πενήμερη βάση με εννιάωρο ωράριο . Θεωρούμε ότι καλύπτεται και το ποσοστό μη πληρότητας των δρομολογίων .

Για τον υπολογισμό του κόστους μεταφοράς λάβαμε υπ όψιν :

Μέγεθος	τιμή
Κόστος καυσίμου	1.31 ευρώ/ lit
Μέση κατανάλωση σχημάτων	0.5 lit/km
Κόστη συντήρησης	1,5 ευρώ/km

Εκτιμώμενο ετήσιο κόστος μεταφοράς και συντήρησης : 230.000ευρω .

Πέραν του κόστους καυσίμων και συντήρησης των οχημάτων μεταφοράς της πρώτης ύλης, θα πρέπει να λάβουμε υπ'όψιν και το καθαρό κόστος του υπεργολάβου, στον οποίον θα ανατεθεί η συγκεκριμένη εργασία. Το ποσό αυτό ανέρχεται στα 60.000 ευρώ ετησίως .

Συνολικό κόστος μεταφοράς πρώτων υλών : 290.000 ευρώ

5.8.2. Αποστάσεις και διαδρομές

Η μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο θα εγκατασταθεί μετά από μελέτη κοντά σε κτηνοτροφικές μονάδες ακολουθεί πίνακας με τα βοοειδή ανά νομό .

Πίνακας 5. Βόδια, ταύροι, δαμάλια, αγελάδες και βουβάλια (όλων των ηλικιών) στις 31.12.2014, κατά Περιφέρεια και Περιφερειακή Ενότητα [43]

Περιφέρειες και Περιφερειακές Ενότητες	Βοοειδή (Μοσχάρια, ταύροι, δαμάλια, αγελάδες και βόδια)								
	Σύνολο		Αγελάδες Γαλακτοπαραγωγής	Βοοειδή αναπαραγωγής		Βοοειδή κρεοπαραγωγής		Βοοειδή μικτής χρήσης	
	Άρρενα	Θήλεα	Θήλεα	Άρρενα	Θήλεα	Άρρενα	Θήλεα	Άρρενα	Θήλεα
Σύνολο Ελλάδας	131.743	486.748	150.868	10.870	41.196	92.862	212.846	27.000	78.219
Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	19.827	87.714	26.007	2.274	10.308	16.221	47.162	1.302	4.207
Ροδόπης	4.771	17.527	3.323	187	1.539	3.924	11.163	630	1.472
Δράμας	5.495	22.255	4.108	—	—	5.468	18.066	27	81
Έβρου	4.055	13.034	2.481	162	1.148	3.709	8.490	184	915
Θάσου	4	7	—	—	1	4	6	—	—
Καβάλας	1.395	6.364	1.197	—	—	1.056	3.455	339	1.712
Ξάνθης	4.107	28.527	14.898	1.925	7.620	2.060	5.982	122	27
Περιφέρεια	43.012	128.806	71.478	3.487	9.529	23.290	23.902	15.274	20.449

Περιφέρειες και Περιφερειακές Ενότητες	Βοοειδή (Μοσχάρια, ταύροι, δαμάλια, αγελάδες και βόδια)								
	Σύνολο		Αγελάδες Γαλακτοπαραγωγής	Βοοειδή αναπαραγωγής		Βοοειδή κρεοπαραγωγής		Βοοειδή μικτής χρήσης	
	Άρρενα	Θήλεα	Θήλεα	Άρρενα	Θήλεα	Άρρενα	Θήλεα	Άρρενα	Θήλεα
Κεντρικής Μακεδονίας									
Θεσσαλονίκης	6.852	47.090	35.477	388	1.707	6.324	9.090	14	346
Ημαθίας	10.013	5.806	3.617	1	—	6.244	1.548	3.768	641
Κιλκίς	5.841	17.743	13.454	1.037	803	3.888	3.261	904	225
Πέλλας	5.188	15.869	3.950	257	2.989	4.588	7.396	343	1.534
Πιερίας	1.638	2.823	1.592	—	—	1.322	700	316	531
Σερρών	12.210	35.043	12.082	1.542	2.851	11	8	9.834	17.124
Χαλκιδικής	1.270	4.432	1.306	262	1.179	913	1.899	95	48
Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	8.989	29.831	8.571	72	565	6.324	16.462	2.593	4.233
Κοζάνης	2.909	13.013	4.379	62	564	2.270	7.507	577	563
Γρεβενών	2.378	4.832	1.232	10	—	2.059	3.569	309	31
Καστοριάς	565	2.056	156	—	1	557	1.878	8	21
Φλώρινας	3.137	9.930	2.804	—	—	1.438	3.508	1.699	3.618

Περιφέρειες και Περιφερειακές Ενότητες	Βοοειδή (Μοσχάρια, ταύροι, δαμάλια, αγελάδες και βόδια)								
	Σύνολο		Αγελάδες Γαλακτοπαραγωγής	Βοοειδή αναπαραγωγής		Βοοειδή κρεοπαραγωγής		Βοοειδή μικτής χρήσης	
	Άρρενα	Θήλεα	Θήλεα	Άρρενα	Θήλεα	Άρρενα	Θήλεα	Άρρενα	Θήλεα
Περιφέρεια Ηπείρου	9.334	50.254	7.179	633	1.486	7.751	37.242	942	4.312
Ιωαννίνων	2.708	14.934	2.292	552	1.297	1.561	7.976	595	3.369
Άρτας	533	4.205	1.601	5	120	456	1.892	64	557
Θεσπρωτίας	3.956	20.688	142	—	—	3.954	20.522	2	24
Πρέβεζας	2.137	10.427	3.144	76	69	1.780	6.852	281	362
Περιφέρεια Θεσσαλίας	24.802	101.693	21.669	727	4.860	22.379	48.028	1.689	27.106
Λάρισας	10.199	46.904	15.816	399	2.023	9.396	25.914	404	3.151
Καρδίτσας	2.718	6.423	1.402	179	828	2.400	3.915	139	278
Μαγνησίας	2.845	15.212	1.469	23	1.957	2.811	11.375	11	411
Σποράδων	9.040	33.154	2.982	126	52	7.772	6.824	1.135	23.266
Τρικάλων	0	0							
Περιφέρεια Στερεάς	5.756	23.767	3.109	411	1.435	4.389	14.291	951	4.869

Περιφέρειες Περιφερειακές Ενότητες	Βοοειδή (Μοσχάρια, ταύροι, δαμάλια, αγελάδες και βόδια)								
	Σύνολο		Αγελάδες Γαλακτοπαραγωγής	Βοοειδή αναπαραγωγής		Βοοειδή κρεοπαραγωγής		Βοοειδή μικτής χρήσης	
	Άρρενα	Θήλεα	Θήλεα	Άρρενα	Θήλεα	Άρρενα	Θήλεα	Άρρενα	Θήλεα
Ελλάδας									
Φθιώπιδας	1.254	6.582	147	49	422	1.026	5.010	174	940
Βοιωτίας	1.099	8.063	2.760	115	286	374	1.609	610	3.408
Εύβοιας	1.184	1.120	90	31	87	1.041	599	112	344
Ευρυτανίας	489	2.597	2	78	289	406	2.293	5	13
Φωκίδας	1.730	5.405	110	138	351	1.542	4.780	50	164

Κεφάλαιο 6. Βιωσιμότητα της επένδυσης και οφέλη

6.1. Σύγκριση του κόστους επένδυσης σε σχέση με μία συμβατική μονάδα που λειτουργεί με βιοαέριο

Το κόστος της μελετώμενης ηλεκτροπαραγωγικής μονάδος είναι υψηλότερο συγκρινόμενο με το κόστος κατασκευής μιας τυπικής ηλεκτροπαραγωγικής μονάδος από βιοαέριο ισχύος 1MW .

Οι λόγοι της διαφοροποίησης του κόστους της συγκεκριμένης μονάδος από άλλες τυπικές μονάδες βιοαερίου ισχύος 1 MW είναι οι κάτωθι:

- Υψηλές παροχές τροφοδοσίας πρώτης ύλης και ανακυκλοφορίας και εξερχόμενου χωνεμένου υπολείμματος, γεγονός το οποίο επιβαρύνει το μέγεθος της μονάδος και απαιτεί μεγάλους όγκους δεξαμενών και χωνευτήρων, γεγονός το οποίο μεταφράζεται σε υψηλότερο κόστος κατασκευής.
- Η παροχή της τροφοδοσίας καθορίζεται από το είδος και το μίγμα της χρησιμοποιούμενης πρώτης ύλης και την ποσότητα βιοαερίου που αυτό μπορεί να αποδώσει στην μονάδα του χρόνου. Η συγκεκριμένη μονάδα θα χρησιμοποιεί μόνο κοπριά αγελάδων, γεγονός το οποίο οδηγεί σε απαιτήσεις υψηλής παροχής πρώτης ύλης για την επίτευξη της επιθυμητής παραγωγής βιοαερίου και ισχύος της ηλεκτροπαραγωγού μονάδος (162 tons/d).
- Λόγω της φύσης της χρησιμοποιούμενης πρώτης ύλης απαιτείται η ύπαρξη της δεξαμενής ανάμιξης για την ομογενοποίηση , καθώς και των δύο τεμαχιστών. Η χρησιμοποιούμενη πρώτη ύλη (κοπριά) συνήθως περιέχει ξένα σώματα (χώμα, άμμος, άχυρα) ακόμη και μεταλλικά αντικείμενα, τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στην λειτουργία των αντιδραστήρων χώνευσης. Οι ξένες προσμίξεις (χώμα) καθιζάνουν στην δεξαμενή ομογενοποίησης, ενώ τυχόν μεταλλικά και άλλα σώματα απομακρύνονται με την βοήθεια των τεμαχιστών.
- Σημαντικός παράγοντας, ο οποίος επιβαρύνει το κόστος της προτεινόμενης εγκατάστασης είναι και το γεγονός ότι πρόκειται για διεργασία διπλού σταδίου (πρωτογενής και δευτερογενής χώνευση). Η συγκεκριμένη επιλογή έγινε για τον καλύτερο έλεγχο της βιολογίας της διεργασίας και την εξασφάλιση σταθερής παροχής παραγόμενου βιοαερίου.
- Επίσης, το κόστος της εγκατάστασης επιβαρύνεται και από το γεγονός της ύπαρξης δύο χωνευτήρων στο στάδιο της πρωτογενούς χώνευσης. Η ανάγκη

κατασκευής δύο αντιδραστήρων πρωτογενούς χώνευσης υπαγορεύεται από την παροχή της πρώτης τροφοδοσίας και της ανακυκλοφορίας (συνολικά 412tons/d), η οποία είναι πολύ υψηλή. Κατ' αυτόν τον τρόπο επιλέγεται η λύση της κατασκευής δύο δεξαμενών πρωτογενούς χώνευσης, στις οποίες η τροφοδοσία μοιράζεται και κάθε εισερχόμενο ρεύμα έχει παροχή 206 tons/d.

- Οι μεγάλες ποσότητες παραγόμενου υγρού χωνεμένου υπολείμματος απαιτούν την κατασκευή λιμνοδεξαμενών μεγάλης χωρητικότητας για εξαμηνια παραμονή του υπολείμματος (διότι το υγρό χωνεμένο υπόλειμμα θα διασκορπίζεται προς λίπανση των αγρών της περιοχής δύο φορές το έτος). Κατά συνέπεια, η απαιτούμενη μεγάλη χωρητικότητα των λιμνοδεξαμενών επιβαρύνει το τελικό κόστος.

6.2. Οφέλη που αναμένονται σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα καθώς αποτελούν πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από εξαντλήσιμους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους. Είναι εγχώριες πηγές και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτητοποίησης και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο και ταυτόχρονα είναι διάσπαρτες γεωγραφικά οπότε και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας. Καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ενεργειακών αναγκών των χρηστών και έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος, που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.

Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των ΑΠΕ σχεδιάζονται έτσι ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών σε μικρή και σε μεγάλη κλίμακα εφαρμογών, έχουν μικρή διάρκεια κατασκευής, επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας και δημιουργώντας σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο. Μπορούν έτσι να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με προώθηση ανάλογων επενδύσεων (π.χ θερμοκηπιακές καλλιέργειες, το 70% της κατανάλωσης της θερμοκηπιακής καλλιέργειας αφορά θέρμανση). Η λειτουργία έργων ΑΠΕ

προσφέρει ένα μόνιμο και σημαντικό ετήσιο έσοδο στους τοπικούς δήμους και στην τοπική οικονομία γενικότερα (θεσμοθετημένο έσοδο 3% επί των ακαθαρίστων εσόδων). Η κατασκευή έργων ΑΠΕ σε μία περιοχή συνοδεύεται από την παράλληλη υλοποίηση σειράς αντισταθμιστικών οφελών, πέραν των άμεσων και μετρήσιμων οικονομικών εισροών και των δημιουργούμενων θέσεων απασχόλησης. Έτσι, κατασκευάζονται ή βελτιώνονται, χωρίς κόστος για τους δημότες, σημαντικά έργα υποδομής στην ευρύτερη περιοχή όπως κοινοτικοί δρόμοι, σχολεία, παιδικοί σταθμοί κ.α., ενώ προσφέρονται από τους επενδυτές και ανάλογες χορηγίες. Επίσης, προωθούνται νέες, εναλλακτικές και ιδιαίτερα κερδοφόρες μορφές τουρισμού στην περιοχή, όπως π.χ. ο οικότουρισμός (επισκέψεις σε εγκαταστάσεις οικολογικών μορφών ενέργειας, όπως είναι η προτεινόμενη επένδυση).

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό αφού η ενέργεια από μονάδες ΑΠΕ μπορεί μερικώς να υποκαταστήσει την ενέργεια που παράγεται από συμβατικά καύσιμα και συνεπώς να μειώσει τις σχετιζόμενες δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Προσπάθειες που έχουν γίνει να ποσοτικοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τέτοιες εγκαταστάσεις έχουν καταλήξει στο ότι είναι σημαντικά μικρότερες από τις αντίστοιχες των συμβατικών μορφών ενέργειας. Πολλές λοιπόν βιομηχανικές χώρες προωθούν την αυξανόμενη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προς όφελος του περιβάλλοντος.

Μια κεντρική μονάδα συνδυασμένης χώνευσης αντιπροσωπεύει ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης κτηνοτροφικών οργανικών υποπροϊόντων/λυμάτων, με παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας (βιοαέριο) και με σημαντικά περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη όπως:

- την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι της Κοινοτικής Οδηγίας 2009/28/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 23ης Απριλίου 2009 σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ
- την μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου έτσι ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι του πρωτοκόλλου του Κιότο για τη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και των άλλων αερίων του θερμοκηπίου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για κάθε τόνο επεξεργασμένων αποβλήτων εξοικονομούνται 0,090 τόνοι ισοδυνάμου CO₂ (RISO, 2005).

- την μείωση των οργανικών αποβλήτων και της ρύπανσης που αυτά προκαλούν: Η χρήση των οργανικών αποβλήτων ως πρώτες ύλες στην μονάδα βιοαερίου συμβάλει στην μείωση ποσοτήτων αποβλήτων πτηνοτροφείων, βουστασίων και χοιροτροφείων, τα οποία σε συνήθεις διαδικασίες διατίθενται ανεξέλεγκτα στο περιβάλλον, συμβάλλοντας στην αύξηση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
- την μείωση οσμών και οπτικής ρύπανσης: Με την αναερόβια χώνευση μειώνονται δραστικά οι οσμές των κτηνοτροφικών αποβλήτων έως και κατά 80%. Ενώσεις που χαρακτηρίζονται από δυσάρεστες οσμές, όπως τα πτητικά λιπαρά οξέα και οι μερκαπτάνες διασπώνται σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα από βακτήρια (Epa, 2005).
- την αυξημένη απόδοση λίπανσης: Μέσω της νιτροποίησης που λαμβάνει χώρα κατά την αναερόβια χώνευση των ζωικών υποπροϊόντων /λυμάτων, οργανικά συσσωματώματα με ισχυρούς χημικούς δεσμούς διασπώνται σε ανόργανες ενώσεις που είναι άμεσα απολήψιμες από τα φυτά.
- την εξοικονόμηση χρημάτων για τους αγρότες: Ανάλογα με το μείγμα των οργανικών ζωικών υποπροϊόντων/λυμάτων και των αγροτικών υπολειμμάτων και ενσιρωμάτων σε μια περιοχή (π.χ. αγελαδοτροφεία, προβατοτροφικές μονάδες) η περιεκτικότητα του χωνεμένου υπολείμματος σε ανόργανα στοιχεία μπορεί να είναι περισσότερο κατάλληλη για χρήση στη γεωργία. Κάτι τέτοιο έχει ως επακόλουθο τη μείωση των αναγκών σε λιπάνσεις με χημικά σκευάσματα και επομένως στην εξοικονόμηση χρημάτων των αγροτών. Με εκτιμήσεις του Δανικού Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών (Danish Institute of Agricultural Sciences), η εφαρμογή επεξεργασμένων αποβλήτων ως εδαφοβελτιωτικό σε ένα εκτάριο αγρωστωδών εξασφαλίζει κέρδος 20 € από την εξοικονόμηση 34 κιλών αζωτούχου λιπάσματος.

Συνοψίζοντας, η κατασκευή της μονάδας θα οδηγήσει στα ακόλουθα οφέλη:

- Αύξηση του δυναμικού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και ενίσχυση των τοπικών δικτύων.
- Εκμετάλλευση μιας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.
- Μείωση εκπομπών αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα.
- Αποκεντρωμένη περιφερειακή ανάπτυξη.
- Απεξάρτηση από εισαγόμενες συμβατικές πηγές ενέργειας.
- Συμμόρφωση με τις επιταγές της Ευρωπαϊκής Ένωσης• Συνεισφορά στην επίτευξη των εθνικών δεσμεύσεων σχετικά με την περαιτέρω διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας.
- Εξοικονόμηση εθνικών πόρων λόγω της αποφυγής αγοράς δικαιωμάτων

ρύπων, μέσω της αποφυγής εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ή καταβολής των σχετικών προστίμων που προβλέπονται από την Οδηγία 2003/67.

- Η σύγχρονη και φιλική προς το περιβάλλον μονάδα θα συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος αξιοποιώντας ρυπογόνα απόβλητα και, ταυτόχρονα, θα συμβάλλει σαφώς στη μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων από συμβατικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η ισχυρή φιλοπεριβαλλοντική και αναπτυξιακή διάσταση αντίστοιχων επενδύσεων είναι πλέον αδιαμφισβήτητη, αν κρίνει κανείς την αλματώδη πορεία τους τα τελευταία χρόνια σε διεθνές επίπεδο. Η προτεινόμενη τεχνολογία αποτελεί σήμερα μια ταχύτατα αναπτυσσόμενη ενεργειακή τεχνολογία ΑΠΕ. Η υλοποίηση νέων επενδύσεων στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής και ιδιαίτερα χρησιμοποιώντας ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αποτελεί μονόδρομο για τις σύγχρονες κοινωνίες. Η περαιτέρω ανάπτυξη αντίστοιχων επιχειρηματικών σχεδίων επιτάσσεται λόγω της σταδιακής εξάντλησης των κοιτασμάτων των συμβατικών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, άνθρακας), καθώς και εξαιτίας των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των συμβατικών τεχνολογιών έναντι των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η αξιοποίηση ενός «καθαρού» προϊόντος, η μη χρήση τοξικών ουσιών ή εκπομπών που συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και της όξινης βροχής, τα μέτρα προστασίας και ο σωστός σχεδιασμός, καθώς και η μικρή κλίμακα του έργου θα έχει σαν αποτέλεσμα την εξοικονόμηση σημαντικής ποσότητας πρωτογενούς ενέργειας, που θα παρήγαγαν συμβατικοί σταθμοί παραγωγής. [44]

6.3. Βιωσιμότητα της επένδυσης

Ακολουθεί ανάλυση των εκτιμώμενων εσόδων – εξόδων, των αποτελεσμάτων χρήσης και των ταμειακών ροών με σκοπό να εξεταστεί η βιωσιμότητα ενός τέτοιου εγχειρήματος. Προκειμένου να επιτευχθεί μια κατά το δυνατόν αντικειμενικότερη προσέγγιση, τα κόστη δεν ελήφθησαν από μια συγκεκριμένη προσφορά αλλά από διάφορες πηγές με προσπάθεια να ανταποκρίνονται κατά το δυνατόν πλησιέστερα στην παρούσα υφιστάμενη κατάσταση.

Θα εξετάσουμε μόνο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον κύκλο εργασιών της μονάδας, μη λαμβάνοντας υπ όψιν τα έσοδα που μπορεί να προέλθουν από την διάθεση του χωνεμένου υπολείμματος ως εδαφοβελτιωτικό, όπως και της θερμικής ενέργειας που μπορεί να διατεθεί για βιομηχανική, οικιακή ή αγροτική χρήση .

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια πωλείται στον ΛΑΓΗΕ κατά προτεραιότητα και διοχετεύεται στο εθνικό δίκτυο .

Η συνολική εκτιμώμενη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας προς πώληση λαμβάνοντας υπ όψιν το ενεργειακό δυναμικό των αποβλήτων που θα χρησιμοποιούνται και τις απώλειες είναι 7913,7 MWh .ανά έτος.

Η τρέχουσα τιμή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας για την συγκεκριμένη ΑΠΕ (άρθρο 4 ν.4414/2016 ΦΕΚ Α΄149/9-8-2016) είναι 225 ευρώ /MWh.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται ο κύκλος εργασιών της μονάδας για τα επόμενα δέκα χρόνια λειτουργίας .Θεωρούμε ότι τον πρώτο χρόνο η δυναμικότητα θα ανέλθει στο 85% της πλήρους λειτουργίας.

Κύκλος εργασιών της μονάδας	Έτος 1	Έτος 2	Έτος 3	Έτος 4	Έτος 5	Έτος 6	Έτος 7	Έτος 8	Έτος 9	Έτος 10
Από ηλεκτρική ενέργεια	1513495	1780582	1780582	1780582	1780582	1780582	1780582	1780582	1780582	1780582
Από άλλα προϊόντα										
Σύνολο κύκλου εργασιών	1513495	1780582	1780582	1780582	1780582	1780582	1780582	1780582	1780582	1780582

Ακολουθεί εκτίμηση του κόστους λειτουργίας:

- Η μονάδα θα στελεχωθεί με το παρακάτω προσωπικό
 - Ένας μηχανικός παραγωγής
 - Ένας μηχανολόγος ηλεκτρολόγος ως τεχνικός υπεύθυνος
 - Ένας οδηγός που θα χρησιμοποιεί τον φορτωτή για την πλήρωση του τροφοδότη πρώτης ύλης .
 - Δυο υπάλληλοι που θα παραμένουν για την δεύτερη και τρίτη βάρδια , θα παρακολουθούν την λειτουργία της μονάδας και σε περίπτωση βλάβης θα ενημερώνουν η θα διακόπτουν την λειτουργία

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται το κόστος του προσωπικού:

Προσωπικό	αριθμός	Μηνιαίος μισθός	Μήνες	Ετήσιος μισθός	Μηνιαίο κόστος	Συνολικό κόστος
Υπεύθυνος μονάδας	1	1.100	14	15.400	1.864	26.096
Τεχνικός	1	750	14	10.500	1.178	16.492
Οδηγός-χειριστής	1	700	14	9.800	1.078	15.092
Προσωπικό βάρδιας	2	700	14	9.800	1.078	30.184

87.864ευρω

- Η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται για τις καταναλώσεις (μοτέρ , φωτισμός , κ.α) αντιστοιχεί περίπου στο 5% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και θα αγοράζεται από την ΔΕΗ στις τιμές που ορίζονται για την βιομηχανία. Το κόστος θα ανέλθει στις 35.000 ευρώ ετησίως.
- Για την μεταφορά πρώτης ύλης καθώς και την διάθεση του χωνεμένου υπολείμματος δεν θα γίνει αγορά οχημάτων αλλά η μεταφορά θα ανατεθεί σε εξωτερικό συνεργάτη Το σχετικό κόστος έχει υπολογιστεί ότι θα ανέλθει στις 290.000ευρω
- Το κόστος συντήρησης της μηχανής (service ,ρυθμίσεις ,αντικατάσταση λιπαντικών) ορίστηκε στα 7 ευρώ ανά ώρα λειτουργία (7920 ώρες λειτουργίας ανά έτος) που αντιστοιχεί σε περίπου 60.000 ευρώ . κάθε οκτώ έτη θα γίνεται γενική συντήρηση της μηχανής και προληπτική αντικατάσταση επιμέρους τμημάτων με εκτιμώμενο κόστος 250.000 ευρώ
- Η θεσμοθετημένη εισφορά υπέρ ΟΤΑ ανέρχεται στο 3% επί των ακαθαρίστων εσόδων ενώ θα γίνει και ασφάλιση της μονάδας με ετήσιο ασφάλιστρο 12.000 ευρώ το οποίο θα αναπροσαρμόζεται ετησίως κατά 2% .
- Ενοίκιο για το ακίνητο κατ εκτίμηση 10.000 ευρώ ανά έτος
- Κόστος συντήρησης των υπολοίπων εγκαταστάσεων 80.000 ευρώ ανά έτος

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα λειτουργικά έξοδα ανά έτος:

Έξοδα	Έτος 1	Έτος 2	Έτος 3	Έτος 4	Έτος 5	Έτος 6	Έτος 7	Έτος 8	Έτος 9	Έτος 10
Κόστος λειτουργ.κινητήρα	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
Προληπτική συντήρηση κινητήρα								250.000		
Συντήρηση εγκαταστάσεων	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Μεταφορά πρώτης ύλης	290.000	290.000	290.000	290.000	290.000	290.000	290.000	290.000	290.000	290.000
Εισφορά υπέρ ΟΤΑ	45.405	53.417	53.417	53.417	53.417	53.417	53.417	53.417	53.417	53.417
Ασφάλιστρα	12.000	12.240	12.485	12.734	12.988	13.248	13.513	13784	14.059	14.340
Ενοίκια	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Συνολική δαπάνη	497.405	505.657	505.902	506.151	506.405	506.665	506.930	757.201	507.476	507.757

Συνολικό κόστος επένδυσης 5.115.000 ευρώ

Η επένδυση δύναται να χρηματοδοτηθεί από τον αναπτυξιακό νόμο σε ποσοστό 50% (ν.4399/2016). Το 25% είναι ίδια κεφάλαια και το υπόλοιπο είναι δάνειο.

Ακολουθούν πίνακες εξυπηρέτησης του δανείου το οποίο έχει δεκαετή διάρκεια .με σταθερή ετήσια δόση χωρίς περίοδο χάριτος:

Πίνακας Α:

Ποσό δανείου	1.375.000 ευρώ
Ετήσιο επιτόκιο	5%
Περίοδος δανείου σε έτη	10
Αριθμός πληρωμών ανά έτος	1
Ημερομηνία έναρξης δανείου	01/01/2019

Πίνακας Β:

Αριθ. δόσης	Ημερομ.	Αρχικό υπόλοιπο	Σύνολο πληρωτέο	Αρχ. Κεφαλ.	Τοκος	Υπόλοιπο
1 ^η δόση	01/01/2020	1.375.000	178.068	109.318	68.750	1.265.681
2 ^η δόση	01/01/2021	1.265.681	178.068	114.784	63.284.	1.150.896
3 ^η δόση	01/01/2022	1.150.896	178.068	120.523	57.544	1.030.372
4 ^η δόση	01/01/2023	1.030.372	178.068	126.550	51.518	903.822
5 ^η δόση	01/01/2024	903.822	178.068	132.877	45191	770.944
6 ^η δόση	01/01/2025	770.944	178.068	139.521	38547.	631.423
7 η δόση	01/01/2026	631.423	178.068	146.497	31.571	484.925
8 ^η δόση	01/01/2027	484.925	178.068	153.822	24.246	331.102
9 ^η δόση	01/01/2028	331.102	178.068	161.513	16.555	169.589
10 ^η δόση	01/01/2029	169.589	169.589	161.109	8.479	0

Ακολουθεί ο πίνακας αποσβέσεων ανά κατηγορία παγίων όπου παρουσιάζονται οι συντελεστές απόσβεσης παγίων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των ετήσιων αποσβέσεων:

Αποσβέσεις παγίων	Κόστος	Συντελ.. Αποσβ.	Έτος 1	Έτος 2	Έτος 3	Έτος 4	Έτος 5	Έτος 6	Έτος 7	Έτος 8	Έτος 9	Έτος 10
Έργα υποδομής .	600.000	5%	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
μηχανήματα	1.200.000	5%	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
Οχήματα	70.000	20%	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000					
Μηχανολ. εξοπλισμός	1.770.000	5%	88.500	88.500	88.500	88.500	88.500	88.500	88.500	88.500	88.500	88.500
Εγκαταστάσ	780.000	5%	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000

εις												
<u>Αποσβέσεις</u> <u>πανίων</u>	<u>Κόστος</u>	<u>Συντελ.</u> <u>Αποσβ.</u>	<u>Έτος 1</u>	<u>Έτος 2</u>	<u>Έτος 3</u>	<u>Έτος 4</u>	<u>Έτος 5</u>	<u>Έτος 6</u>	<u>Έτος 7</u>	<u>Έτος 8</u>	<u>Έτος 9</u>	<u>Έτος 10</u>
Εξοπλισμός -γραφεία	400.000	10%	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
Άυλα περιουσιακά στοιχεία	85.000	20%	17.000	17.000	17.000	17.000	17.000					
Δαπάνες συμβούλων	30.000	20%	6000	6000	6000	6000	6000					
Άυλα περιουσιακά στοιχεία συμβουλ. υπηρεσιών	180.000	20%	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000					
Σύνολο	5.115.00 0		330.500	330.500	330.500	330.500	330.50 0	257.50 0	257.500	257.50 0	257.500	257.500

Τα παραπάνω αφορούν

- έργα υποδομής περιβάλλοντος χώρου, χωματουργικά, κατασκευή δρόμων, φωτισμού, περίφραξης, κ.α
- μηχανήματα, ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος με τα παρελκόμενα του
- οχήματα, φορτωτής λαστιχοφόρος για χρήση εντός της μονάδος
- μηχανολογικός εξοπλισμός –αφορά τις λοιπές ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις
- εγκαταστάσεις, δεξαμενές ,δίκτυο σωληνώσεων αερίου και πρώτης ύλης, αγωγοί μεταφοράς θερμού νερού, εγκαταστάσεις αποθήκευσης χωνεμένου υπολείμματος
- εξοπλισμό που αφορά τα συστήματα ελέγχου λειτουργίας της μονάδος, συστήματα συναγερμού, κλειστά κυκλώματα παρακολούθησης, τον αναλυτή σύστασης του βιοαερίου, αισθητήρες και ρυθμιστές καθώς και χώρους γραφείων και υπολογιστές.
- άυλα περιουσιακά στοιχεία που αφορούν δαπάνες μελέτης, εφαρμογής, εγκατάστασης, εκκίνησης και δοκιμαστικής λειτουργίας της μονάδος .

- δαπάνες συμβούλων για την εταιρεία που θα αναλάβει τις διαδικασίες λήψης του δανείου καθώς και τις διαδικασίες έγκρισης υπαγωγής στον αναπτυξιακό νόμο.
- συμβουλευτικές υπηρεσίες που αφορούν την οικοδομική άδεια καθώς και τις μελέτες αδειοδότησης της μονάδος.

Πίνακας εκτιμώμενων αποτελεσμάτων χρήσεως:

	Έτος 1	Έτος 2	Έτος 3	Έτος 4	Έτος 5	Έτος 6	Έτος 7	Έτος 8	Έτος 9	Έτος 10
Κύκλος εργασιών	1.513.494	1.780.582	1.780.582	1.780.582	1.780.582	1.780.582	1.780.582	1.780.582	1.780.582	1.780.582
Κόστος παραγωγής	620.269	628.521	628.766	629.015	629.269	629.529	629.794	880.065	630.340	630.621
Διοικητικά Έξοδα	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Αποτέλεσμα Προ φόρων τόκων και αποσβέσεων	883.225	1.142.061	1.141.816	1.141.567	1.141.313	1.141.053	1.140.788	890.517	1.140.242	1.139.961
Μείον τόκοι	68.750	63.284	57.544	51.518	45.191	38.547	31.571	24.246	16.555	8.479
Μείον αποσβέσεις	330.500	330.500	330.500	330.500	330.500	257.500	257.500	257.500	257.500	257.500
Αποτελέσματα προ φόρων	483.975	748.277	753.772	759.549	765.622	845.006	851.717	608.771	866.242	873.982
Φόροι	140.352	217.000	218.593	220.269	222.030	245.051	246.997	176.543	251.210	253.454
ΚΑΘΑΡΑ ΚΕΡΔΗ	343.623	531.277	535.179	539.280	543.592	599.955	604.720	432.228	615.032	620.528

Ακολουθεί η αξιολόγηση της επένδυσης με κριτήρια την παρούσα αξία και τον συντελεστή εσωτερικής απόδοσης . Για ζητούμενο συντελεστή εσωτερικής απόδοσης 10% και προεξόφληση όλων των χρηματοροών μηδενίζεται η καθαρή παρούσα αξία.

Πίνακας εκτίμησης ταμειακών ροών:

	Αρχική επένδυση	Έτος 1	Έτος 2	Έτος 3	Έτος 4	Έτος 5	Έτος 6	Έτος 7	Έτος 8	Έτος 9	Έτος 10
Εισροές											
Αποτελέσματα προ φόρων τόκων αποσβέσεων		883.225	1.142.061	1.141.816	1.141.567	1.141.313	1.141.053	1.140.788	890.517	1.140.242	1.139.961
Εκροές											
τόκοι		68.750	63.284	57.544	51.518	45.191	38.547	31.571	24.246	16.555	8.479
φόροι		140.352	217.000	218.593	220.269	222.030	245.051	246.997	176.543	251.210	253.454
Ταμειακές ροές	5.115.000	674.123	861.777	865.679	869.780	874.092	857.455	862.220	689.728	872.477	878.028
Καθαρή παρούσα αξία Απαίτηση 10%		612.839	712.212	650.397	594.071	542.742	484.010	442.455	321.763	370.015	338.517

IRR 10%

Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης υπολογίστηκε στο σύνολο του επενδυόμενου κεφαλαίου.

Δεν υπολογίστηκε η υπολειπόμενη αξία της επένδυσης

Για την επίτευξη του επιτοκίου χρειάστηκε να γίνει συμφωνία εκχώρησης είσπραξης .

Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα

Είναι προφανές ότι η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκεται σε διαδικασία μετάλλαξης. Σημαντικά γεγονότα ορόσημα σε ευρωπαϊκό επίπεδο διαμόρφωσαν περαιτέρω τις εξελίξεις στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας. Η Ελλάδα αναγκάστηκε υπό το βάρος μεγάλων προστίμων να τρέξει τα προγράμματα για τις ΑΠΕ. Ήδη βρισκόμαστε στο τρίτο εθνικό μοντέλο αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας όπου οι ΑΠΕ θα εντάσσονται πλήρως και ισότιμα με τις συμβατικές μονάδες παραγωγής στην αγορά. Η απώλεια των προνομίων τους έρχεται να αντικατασταθεί από μια σειρά μηχανισμών αντιστάθμισης του κινδύνου. Σ αυτό το οικονομικό περιβάλλον, η παρούσα εργασία εκπονήθηκε με σκοπό να μελετήσει την βιωσιμότητα ή όχι μιας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την εκμετάλλευση των αποβλήτων βουστασιών. Το σύνολο των παραδοχών έγινε ώστε να ανταποκρίνονται ρεαλιστικά στις συνθήκες της σημερινής πραγματικότητας προκειμένου να μελετηθεί ένα βιώσιμο σενάριο.

Έτσι, κατά την οικονομική ανάλυση προσπαθήσαμε να περιγράψουμε μια ευέλικτη μονάδα μικρού μεγέθους που μπορεί να κατασκευαστεί σε μικρό χρονικό διάστημα ώστε να λειτουργήσει σύντομα και να αποδίδει έσοδα. Σημαντικός παράγοντας στην επιλογή του μεγέθους της μονάδος ήταν η δυνατότητα σύντομης αδειοδότησης αυτής, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, ώστε να μπορεί να προχωρήσει κανείς στην κατασκευή της καθώς επίσης και ο περιορισμός στο κόστος της επένδυσης ώστε να δίνεται η δυνατότητα σε συμπράξεις κτηνοτρόφων – επιχειρηματιών να προχωρήσουν σε μια τέτοια επένδυση. Σύμφωνα με το υφιστάμενο καθεστώς, υπάρχει δυνατότητα επιδότησης μιας τέτοιας μονάδας με 50% της συνολικής επένδυσης. Έτσι, σύμφωνα με τα οικονομικά στοιχεία που παρουσιάζονται, μια ομάδα επενδυτών εξασφαλίζοντας χαμηλότοκο δάνειο μπορεί να υλοποιήσει την επένδυση και είναι εφικτή μια απόδοση (δείκτης IRR) της τάξεως του 10%. Σημειώνεται ότι δεν ελήφθησαν υπόψη πιθανά κέρδη από την διάθεση του εδαφοβελτιωτικού και την πώληση της παραγόμενης θερμότητας. Αξίζει να επισημάνουμε ότι το επιχειρηματικό ρίσκο είναι χαμηλό καθόσον η παραγόμενη ενέργεια θα απορροφάται εξολοκλήρου από τον εθνικό διαχειριστή ενέργειας.

Η μονάδα βιομάζας αντιπροσωπεύει ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης των κτηνοτροφικών αποβλήτων για την παραγωγή ενέργειας. Εκτός από τα οικονομικά στοιχεία που οποιοσδήποτε ενδιαφερόμενος επενδυτής θα πρέπει να μελετήσει, σημαντικός παράγοντας για την δυνατότητα υλοποίησης αλλά και την βιωσιμότητα του έργου θα πρέπει να αποτελεί η διαθεσιμότητα της πρώτης ύλης και η δυνατότητα φθηνής πρόσβασης στις απαιτούμενες ποσότητες. Το κόστος συλλογής, μεταφοράς, αποθήκευσης και προετοιμασίας αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος των λειτουργικών εξόδων της μονάδας. Εξασφαλίζοντας λοιπόν τον περιορισμό τους, έχουμε την δυνατότητα να βοηθήσουμε την βιωσιμότητα της μονάδος και να πετύχουμε μια αποδοτικότερη επένδυση. Συμφέρον λοιπόν είναι, οι εκτιμήσεις για τα τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά της μονάδος να αναφέρονται σε τοπικό επίπεδο σε συνδυασμό με την δυνατότητα διάθεσης και των υποπροϊόντων (εδαφοβελτιωτικό λίπασμα και θερμότητα).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΑΔΜΗΕ Μελέτη επάρκειας ισχύος για την περίοδο 2017-2023, Αθήνα, Ιούνιος 2016
2. Αλεξανδρίδης Κώστας, Βιομάζα για παραγωγή βιοαερίου από τη σκοπιά των παραγωγών, Building Green Open Space, 2017
3. Αχείλας Ιωάννης, «Επίδραση θερμικής επεξεργασίας στην παραγωγή μεθανίου από αγροτοβιομηχανικά απόβλητα», Χανιά, 2015
4. Γερασίμου Ε. Αντώνιος, Η ανάπτυξη της βιομάζας στην Ελλάδα Status, δυνατότητες & προκλήσεις, Αθήνα Απρίλιος 2016
5. Γερασίμου Ε. Αντώνιος, Το σήμερα και το αύριο της αξιοποίησης βιομάζας στην ελληνική πραγματικότητα, Απρίλιος 2017
6. Γκίκα Ζανέτα, Εξελίξεις και τάσεις στην ελληνική αγορά ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, Ιούνιος 2017
7. Δέλιος Κυριάκος, Επεξεργασία οργανικών αποβλήτων για παραγωγή ενέργειας Μάιος 2014
8. Ελευθεριάδης Ιωάννης, ΚΑΠΕ, Το έργο Bioenergy for Business (B4B) και τα αποτελέσματά του, 08 Απριλίου 2016
9. Ελευθεριάδης Ιωάννης, ΚΑΠΕ Το έργο Bioenergy for Business (B4B) και τα αποτελέσματά του, 07 Απριλίου 2017
10. Ζαρκάδας Σπ. Ιωάννης, Επεξεργασία αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων με αναερόβια χώνευση στην περιοχή της Ηπείρου, 2012
11. Ζαφείρης Χρήστος, Ενεργειακή Αξιοποίηση του Βιοαερίου: Τάσεις & Προοπτικές, Φεβρουάριος 2016
12. Κάλφας Δ.Χαράλαμπος, Παραγωγή βιοαερίου από αναερόβια χώνευση προεπεξεργασμένου και μη ελαιοπολτού, Μάρτιος 2007
13. Καραμπίνης Μανώλης, Ενεργειακή αξιοποίηση αγροτικών κλαδεμάτων στην Ελλάδα: Πώς μπορεί να προχωρήσει; Το έργο uP_running, Απρίλιος 2017
14. Καραμπίνης Μανώλης Το πρόγραμμα Biomassud Plus: ένα σύστημα πιστοποίησης για τα Μεσογειακά στερεά βιοκαύσιμα, 07 Απριλίου 2017
15. Μονάδα παραγωγής βιοαερίου και σταθμού συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας – θερμότητας ισχύος 1,2 MWe στη θέση «ΜΑΡΤΣΙΕΖΗΔΕΣ» του Δήμου Αραδίππου, επαρχία Λάρνακας, Μάρτιος 2013
16. Παγούνας Ανέστης, Οικονομοτεχνική μελέτη μονάδας παραγωγής βιοαερίου και ενεργειακή αξιοποίηση του με πρώτη ύλη απόβλητα χοιροστασίου και υπολείμματα αραβοσίτου, Ιούλιος -2013

17. Παπουτσάκης Κυριάκος, Προκλήσεις και Προοπτικές για την Περιβαλλοντική Βιομηχανία, περίπτωση των στερεών αποβλήτων, Μάρτιος 2014
18. Πετρόχειλος Χρήστος, Βιοαέριο υφιστάμενη κατάσταση και ενσωμάτωση βιοαερίου στα μεγάλα αστικά κέντρα, Μάρτιος 2016
19. Σοφιανίδης Δημήτρης, «Διαχείριση στερεών αποβλήτων και επιχειρηματικές ευκαιρίες – Σύνταξη επιχειρηματικού σχεδίου κατασκευής μονάδας ανακύκλωσης λαμπτήρων», Φεβρουάριος 2016
20. Χρήστου Μυρσίνη, Δυναμικό βιομάζας στην Ελλάδα και προοπτικές, Απρίλιος 2017
21. Χρήστου Μυρσίνη, Δυναμικό βιομάζας στην Ελλάδα, Νοέμβριος 2010
22. Νόμος 4414/2016 - Νέο καθεστώς στήριξης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης - Διατάξεις για το νομικό και λειτουργικό διαχωρισμό των κλάδων προμήθειας και διανομής στην αγορά του φυσικού αερίου και άλλες διατάξεις, 9 Αυγούστου 2016
23. Νόμος 4042/2012 - Ποινική προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ, Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος, 13 Φεβρουαρίου 2012
24. Οδηγία 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25ης Οκτωβρίου 2012
25. Οδηγία 2001/77/ΕΚ - για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, άρθρο 3, Σεπτέμβριος 2001
26. Μέτρα όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ «για τα επικίνδυνα απόβλητα» του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 1991.
27. Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21ης Οκτωβρίου 2009 περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 (κανονισμός για τα ζωικά υποπροϊόντα)
28. Αντικατάσταση της υπ' αριθμ. 19396/1546/1997 κοινή υπουργική απόφαση «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων» (Β'604).28 Μαρτίου 2006

29. Έκθεση προόδου για την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, Έκθεση της επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών, Βρυξέλλες, 1.2.2017
30. Αλλάζοντας το μέλλον της ενέργειας: Η Κοινωνία των Πολιτών ως βασικός παράγοντας στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, Ιανουάριος 2015
31. 5η Εθνική έκθεση για το επίπεδο διεύθυνσης της ανανεώσιμης ενέργειας το έτος 2010, Γενική Διεύθυνση Ενέργειας, Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας
32. Γνώμη της ΡΑΕ ως προς τις τιμές πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών, πλην φωτοβολταϊκών και ΣΗΘΥΑ, καθώς και τις αποδόσεις αυτών, Σεπτέμβριος 2013
33. EU REFERENCE SCENARIO 2016: Energy, Transport and GHG emissions, Trends to 2050, EUROPEAN COMMISSION
34. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (iea), Key world energy statistics 2017
35. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, Monthly electricity statistics, August 2017, renewable information 2016 edition
36. GREEN VALLEY BIOGAS Ltd.
37. <http://ec.europa.eu/eurostat>
38. www.cres.gr
39. www.lagie.gr
40. www.Ypeka.gr
41. <http://www.irena.org>
42. <https://www.energypress.gr/news/m-filippoy-oi-proypotheseis-gia-epityhi-shediasmo-kai-efarmogi-toy-tritoy-ethnikoy-monteloy>
43. <http://www.statistics.gr>
44. <http://www.hellasres.gr>
45. <http://www.opengov.gr/minenv/wp-content/uploads/downloads/2012/04/energeiakos-sxediasmos>.