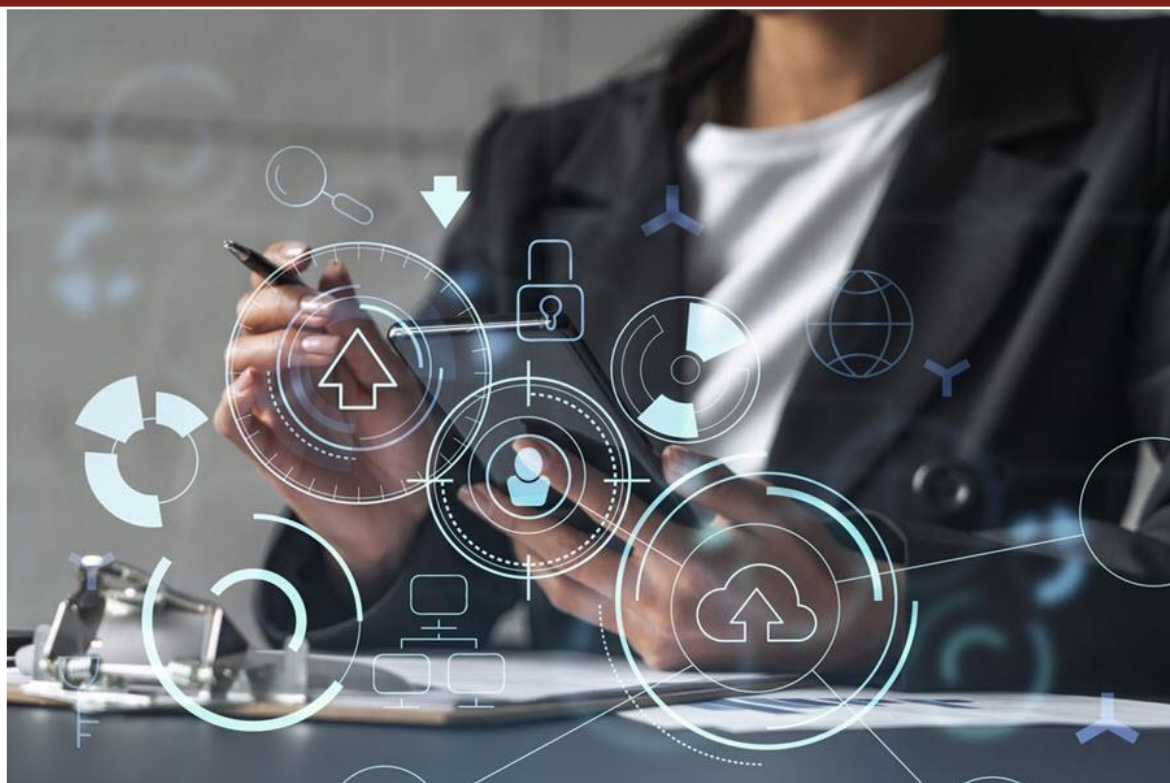


ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

# BIOΑΕΡΙΟ/BIOGAS



Επιμέλεια  
Απόστολος Μυλωνάς  
(Α.Μ 2919017)  
Επιβλέπων  
Μάριος Μοσχάκης  
Τριμελής Επιτροπή  
Ελπινίκη Παπαγεωργίου  
Αλέξιος Λεκίδης  
Μοσχάκης Μάριος



## Περιεχόμενα

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....                                                                                     | 3  |
| ABSTRACT .....                                                                                    | 4  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> .....                                                                     | 6  |
| 1.1 Το βιοαέριο .....                                                                             | 6  |
| 1.2 Ιστορική αναδρομή .....                                                                       | 7  |
| 1.3 Σύσταση του βιοαερίου .....                                                                   | 9  |
| 1.4 Οφέλη της παραγωγής βιοαερίου για την κοινωνία.....                                           | 11 |
| 1.4.1 Εναλλακτική πηγή ενέργειας .....                                                            | 11 |
| 1.4.2 Περιορισμός των απορριμμάτων .....                                                          | 12 |
| 1.4.3 Προσαρμοστική και αποτελεσματική αξιοποίηση του βιοαερίου.....                              | 13 |
| 1.4.4 Ευκαιρίες και νέες θέσεις εργασίας .....                                                    | 15 |
| 1.4.5 Συμβολή στην επίτευξη των ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης..... | 15 |
| 1.5 Τα οφέλη και τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζονται από το βιοαέριο στον αγροτικό τομέα.....     | 17 |
| 1.5.1 Το νερό δεν είναι τόσο μεγάλη ανάγκη .....                                                  | 17 |
| 1.5.2 Παραγωγή και αξιοποίηση κομπόστ.....                                                        | 18 |
| 1.5.3 Κλειστό κύκλωμα κυκλοφορίας θρεπτικών ουσιών .....                                          | 18 |
| 1.6 Χρήσεις βιοαερίου .....                                                                       | 18 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> .....                                                                     | 21 |
| Διαχείριση Απορριμμάτων .....                                                                     | 21 |
| 2.1 Ορισμοί και Κατηγορίες Αποβλήτων.....                                                         | 21 |
| 2.2 Σύσταση αστικών στερέων αποβλήτων στην Ελλάδα .....                                           | 22 |
| 2.3 Υφιστάμενη κατάσταση σε Ελλάδα.....                                                           | 23 |
| 2.4 Βιομάζα .....                                                                                 | 24 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> .....                                                                     | 26 |
| Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε.....                                                                         | 26 |
| 3.1 Η εταιρεία Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε.....                                                          | 26 |
| 3.2 Υλοποίηση & παραγωγική λειτουργία της εταιρίας Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε.....                      | 27 |
| 3.3 Η διαδικασία που ακολουθείται για την παραγωγή βιοαερίου.....                                 | 34 |
| 3.4 Η αναερόβια χώνευση και ο ρόλος της.....                                                      | 36 |
| 3.5 Συμμετοχή στο έργο με τίτλο "NH3end" .....                                                    | 38 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> .....                                                                     | 41 |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Η παραγωγή βιοαερίου η τεχνολογία και τα στάδια .....            | 41 |
| 4.1 Μονάδα παραλαβής.....                                        | 43 |
| 4.2 Αποθήκευση πρώτων υλών.....                                  | 44 |
| 4.3 Το σύστημα με το οποίο παρέχεται η τροφοδοσία .....          | 46 |
| 4.4 Οι σωληνώσεις .....                                          | 48 |
| 4.5 Μέθοδος για την διαδικασία θέρμανσης .....                   | 48 |
| 4.6 Μέθοδοι για την διαδικασία ανάδευσης .....                   | 49 |
| 4.6.1 Φυσική ανάδευση ή αυτογενής ανάδευση .....                 | 49 |
| 4.6.2 Τεχνητή ανάδευση .....                                     | 50 |
| 4.6.3 Ανάδευση με έγχυση αερίου- Αεροκίνητη ανάδευση .....       | 50 |
| 4.6.4 Υδραυλική ανάδευση .....                                   | 52 |
| 4.7 Η αποθήκευση βιοαερίου.....                                  | 52 |
| 4.8 Μονάδα ελέγχου.....                                          | 53 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> .....                                    | 54 |
| Κίνδυνοι των εγκαταστάσεων βιοαερίου .....                       | 54 |
| 5.1 Κίνδυνοι από βιοαέριο.....                                   | 56 |
| 5.3 Οι κίνδυνοι των μονάδων βιοαερίου με μια γενική έννοια ..... | 60 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....                                               | 61 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....                                                | 62 |
| ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ.....                                          | 64 |

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία επικεντρώνεται στο θέμα του βιοαερίου και των πολλαπλών του χρήσεων και εφαρμογών. Το βιοαέριο αποτελεί μια σημαντική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που παράγεται από τη διαδικασία της βιοδιάσπασης οργανικών υλικών. Η εργασία παρουσιάζει μια εκτενή ανάλυση του βιοαερίου, ξεκινώντας από την ιστορία της τεχνολογίας του και φτάνοντας στις σύγχρονες μεθόδους παραγωγής και χρήσης του. Μελετά τις διάφορες χρήσεις του βιοαερίου σε τομείς όπως η παραγωγή ενέργειας, η γεωργία, η βιομηχανία και η αποκατάσταση του περιβάλλοντος. Μέσα από μια εκτενή ανάλυση, η εργασία αναδεικνύει τη σημασία του βιοαερίου ως μια αειφόρο και βιώσιμη πηγή ενέργειας για το μέλλον. Τέλος, δίνει έμφαση στις προκλήσεις και τις προοπτικές ανάπτυξης του βιοαερίου στο πλαίσιο της αειφορίας και της προστασίας του περιβάλλοντος. Η θεματική περιοχή της πτυχιακής εργασίας είναι το βιοαέριο και οι χρήσεις του, με έμφαση στις εφαρμογές του σε διάφορους τομείς.

**Λέξεις-Κλειδιά:** Βιοαέριο, ανανεώσιμη ενέργεια, τεχνολογία παραγωγής βιοαερίου, εφαρμογές του βιοαερίου, βιομάζα

## **ABSTRACT**

This thesis focuses on the topic of biogas and its multiple uses and applications. Biogas is an important renewable energy source produced by the process of biodegradation of organic materials. The thesis presents an extensive analysis of biogas, starting from the history of its technology and reaching the modern methods of production and use. It studies the various uses of biogas in areas such as energy production, agriculture, industry and environmental restoration. Through an extensive analysis, the thesis highlights the importance of biogas as a sustainable and viable energy source for the future. Finally, it emphasizes the challenges and prospects of biogas development in the context of sustainability and environmental protection. The thematic area of the thesis is biogas and its uses, with emphasis on its applications in various sectors.

Key words: Biogas, renewable energy, biogas production technology, biogas applications, biomass

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θέλω να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες προς τον καθηγητή μου για την καθοδήγηση και την υποστήριξή του κατά την ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Η εμπειρία μου υπό την καθοδήγησή του ήταν εξαιρετική και οι συμβουλές του με βοήθησαν να αναπτύξω τις ικανότητές μου και να προχωρήσω στην έρευνά μου με αυτοπεποίθηση και αφοσίωση. Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω το πανεπιστήμιο για την ποιότητα της εκπαίδευσης που μου παρείχε και το περιβάλλον που δημιούργησε για την ανάπτυξη των γνώσεών μου. Είμαι ευγνώμων για την ευκαιρία που μου παραχωρήθηκε να μάθω και να αναπτύξω τις ικανότητές μου σε αυτό το ακαδημαϊκό περιβάλλον.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## 1.1 Το βιοαέριο

Το βιοαέριο είναι ένα ανανεώσιμο καύσιμο που παράγεται μέσω της αναερόβιας ζύμωσης οργανικών υλικών, δηλαδή της αποσύνθεσης οργανικών υπολειμμάτων από μικροοργανισμούς σε περιβάλλον χωρίς οξυγόνο. Τα κύρια συστατικά του είναι:

- Μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ): περίπου 50-75%, που είναι το βασικό καύσιμο στοιχείο.
- Διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ): περίπου 25-50%.

### Πηγές Παραγωγής

Το βιοαέριο παράγεται από διάφορα οργανικά υλικά, όπως:

- Γεωργικά απόβλητα: υπολείμματα καλλιεργειών, ζωική κοπριά.
- Αστικά απορρίμματα: οργανικά υπολείμματα και απορρίμματα τροφίμων.
- Βιομηχανικά απόβλητα: από μονάδες επεξεργασίας τροφίμων.
- Λύματα: από μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων.

### Διαδικασία Παραγωγής

Η παραγωγή του γίνεται σε ειδικές μονάδες, τις δεξαμενές αναερόβιας χώνευσης. Εκεί, τα οργανικά υλικά ζυμώνονται από βακτήρια σε τρία στάδια:

- Υδρόλυση: Διάσπαση σύνθετων οργανικών ενώσεων σε απλούστερα μόρια.
- Οξεογένεση και ακετογένεση: Μετατροπή των προϊόντων σε οξέα και αλκοόλες.
- Μεθανογένεση: Παραγωγή μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα.

### Χρήσεις Βιοαερίου

- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας: Το βιοαέριο καίγεται σε γεννήτριες για να παραχθεί ενέργεια.

- Καύσιμο για οχήματα: Μετά τον καθαρισμό του (αφαίρεση CO<sub>2</sub> και άλλων αερίων), χρησιμοποιείται ως βιομεθάνιο.
- Παραγωγή θερμότητας: Χρησιμοποιείται για θέρμανση κτιρίων ή βιομηχανικών μονάδων.

### Οφέλη

- Περιβαλλοντικά: Μειώνει τα απορρίμματα και τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου.
- Οικονομικά: Μειώνει την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, δημιουργεί θέσεις εργασίας και ενισχύει την τοπική οικονομία.
- Αειφορία: Συμβάλλει στην κυκλική οικονομία, αξιοποιώντας τα απόβλητα για παραγωγή ενέργειας.

Το βιοαέριο είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τη μετάβαση προς τη βιώσιμη ανάπτυξη και την πράσινη ενέργεια.

## **1.2 Ιστορική αναδρομή**

Το βιοαέριο είναι ένα καύσιμο αέριο που παράγεται από την αναερόβια ζύμωση οργανικών υλικών, όπως τα γεωργικά υπολείμματα, τα λύματα, τα αστικά απορρίμματα και η κοπριά. Η χρήση του έχει βαθιές ρίζες στην ιστορία, ενώ η αξιοποίησή του έχει εξελιχθεί σημαντικά με την πάροδο του χρόνου

### Αρχαία Περίοδος

Η παραγωγή αερίων από οργανικές ουσίες ήταν γνωστή από την αρχαιότητα, αν και η διαδικασία δεν είχε τεχνική εφαρμογή. Υπάρχουν αναφορές από τον 10ο αιώνα στην Κίνα για την καύση αερίων από οργανικά υλικά σε κλειστά συστήματα.

### 17ος και 18ος Αιώνας

Το 17ο αιώνα, ο Γιαν Μπαπτίστ βαν Χέλμοντ, ένας Φλαμανδός χημικός, παρατήρησε την παραγωγή αερίων κατά την αποσύνθεση οργανικών ουσιών.

Το 1776, ο Άγγλος επιστήμονας Αλεξάντερ Βολτα ανακάλυψε τη σχέση ανάμεσα στη διάσπαση οργανικής ύλης και την παραγωγή εύφλεκτου αερίου.

## 19ος Αιώνας

Το 1808, ο Σερ Χάμφρι Ντέιβι αναγνώρισε τη μεθάνη ως το κύριο συστατικό του βιοαερίου.

Το 1859, το πρώτο εργοστάσιο βιοαερίου κατασκευάστηκε στη Βομβάη (σημερινή Μουμπάι) της Ινδίας για την επεξεργασία λυμάτων.

## 20ός Αιώνας

Στη δεκαετία του 1920, η τεχνολογία βιοαερίου άρχισε να εφαρμόζεται ευρύτερα για την επεξεργασία αποβλήτων, κυρίως στην Ευρώπη.

Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, το βιοαέριο έγινε σημαντική πηγή ενέργειας λόγω έλλειψης καυσίμων.

Στη δεκαετία του 1970, κατά την ενεργειακή κρίση, το ενδιαφέρον για το βιοαέριο αυξήθηκε λόγω της ανάγκης για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

## 21ος Αιώνας

Σήμερα, το βιοαέριο είναι ένα σημαντικό εργαλείο στη μετάβαση προς την πράσινη ενέργεια. Χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας και ως καύσιμο για οχήματα. Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στην αποδοτική αξιοποίηση του βιοαερίου μέσω προηγμένων μονάδων αναερόβιας χώνευσης.

### Οφέλη και Σύγχρονη Χρήση

**Περιβαλλοντικά Οφέλη:** Μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα.

**Οικονομία:** Μείωση κόστους ενέργειας και δημιουργία θέσεων εργασίας στις αγροτικές περιοχές.

**Αειφορία:** Αξιοποίηση αποβλήτων και συμβολή στην κυκλική οικονομία.

Η εξέλιξη του βιοαερίου δείχνει πώς η καινοτομία μπορεί να μετατρέψει τα απόβλητα σε πολύτιμη ενεργειακή πηγή, αποτελώντας κρίσιμο στοιχείο για ένα βιώσιμο μέλλον.

### 1.3 Σύσταση του βιοαερίου

Το βιοαέριο είναι ένα μίγμα αερίων που παράγεται από την αναερόβια ζύμωση οργανικών υλικών, όπως τα οργανικά απόβλητα, τα ζωικά απόβλητα, τα γεωργικά υπολείμματα και τα απόβλητα τροφίμων. Η σύστασή του μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την πηγή και τις συνθήκες παραγωγής, αλλά γενικά περιλαμβάνει:

#### Κύρια Συστατικά του Βιοαερίου

1. Μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ): 50-75%
  - Είναι το κύριο συστατικό του βιοαερίου και η βασική πηγή ενέργειας.
  - Παίζει σημαντικό ρόλο στην καύση και τη θερμική απόδοση του αερίου.
2. Διοξείδιο του Άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ): 25-50%
  - Δεν είναι εύφλεκτο, αλλά αποτελεί σημαντικό μέρος της σύστασης.
  - Μειώνει τη θερμική απόδοση του βιοαερίου όταν βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις.
3. Υδρατμοί ( $\text{H}_2\text{O}$ ): Μεταβλητή ποσότητα
  - Εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την πίεση του αερίου.
  - Αφαιρείται συνήθως κατά τη διαδικασία καθαρισμού.

#### Δευτερεύοντα Συστατικά

4. Υδρόθειο ( $\text{H}_2\text{S}$ ): 0-3%
  - Είναι τοξικό και διαβρωτικό.
  - Πρέπει να απομακρύνεται για να προστατευτούν οι αγωγοί και οι μηχανές.
5. Άζωτο ( $\text{N}_2$ ): 0-2%
  - Προέρχεται κυρίως από τον αέρα που εισέρχεται κατά τη διαδικασία παραγωγής.
  - Είναι αδρανές και δεν συμμετέχει στην καύση.

6. Υδρογόνο ( $H_2$ ): 0-1%

- Ενισχύει την καύση, αλλά η συγκέντρωσή του είναι συνήθως χαμηλή.

7. Οξυγόνο ( $O_2$ ): 0-1%

- Ενδεχομένως να εισέρχεται από τον αέρα κατά τη ζύμωση.
- Σε υψηλές συγκεντρώσεις, μπορεί να είναι επικίνδυνο.

8. Αμμωνία ( $NH_3$ ): Ίχνη

- Προέρχεται κυρίως από την αποδόμηση πρωτεϊνών.

### Θερμική Απόδοση

Η θερμογόνο δύναμη του βιοαερίου εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε μεθάνιο. Το καθαρό μεθάνιο έχει θερμογόνο δύναμη περίπου 35,8 MJ/m<sup>3</sup>, ενώ το βιοαέριο κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 20-25 MJ/m<sup>3</sup>, ανάλογα με τη σύστασή του.

### Χρήσεις

- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Θέρμανση.
- Καύσιμο για οχήματα (μετά τον καθαρισμό του σε βιομεθάνιο).

| Συστατικό                        | Γεωργικά απόβλητα   | ΧΥΤΑ                | Βιομηχανικά απόβλητα |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Μεθάνιο ( $CH_4$ )               | 50-80               | 50-80               | 50-80                |
| Διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ ) | 30-50               | 20-50               | 30-50                |
| Θειούχο υδρογόνο ( $H_2S$ )      | 0.70                | 0.10                | 0.80                 |
| Υδρογόνο ( $H_2$ )               | 0-2                 | 0-5                 | 0-2                  |
| Άζωτο ( $N_2$ )                  | 0-1                 | 0-3                 | 0-1                  |
| Οξυγόνο ( $O_2$ )                | 0-1                 | 0-1                 | 0-1                  |
| Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)      | 0-1                 | 0-1                 | 0-1                  |
| Αμμωνία ( $NH_3$ )               | Πολύ μικρή ποσότητα | Πολύ μικρή ποσότητα | Πολύ μικρή ποσότητα  |
| Σιλοξάνια                        | Πολύ μικρή ποσότητα | Πολύ μικρή ποσότητα | Πολύ μικρή ποσότητα  |
| Νερό ( $H_2O$ )                  | Κορεσμός            | Κορεσμός            | Κορεσμός             |

## 1.4 Οφέλη της παραγωγής βιοαερίου για την κοινωνία

### 1.4.1 Εναλλακτική πηγή ενέργειας

Η παραγωγή βιοαερίου ως εναλλακτική πηγή ενέργειας προσφέρει σημαντικά οφέλη στην κοινωνία. Αρχικά, αποτελεί μια βιώσιμη λύση που αξιοποιεί οργανικά απόβλητα και υπολείμματα, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα. Αυτή η μορφή ενέργειας μειώνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ενισχύοντας την περιβαλλοντική προστασία και την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

Επιπλέον, η παραγωγή βιοαερίου προωθεί την κυκλική οικονομία, καθώς μετατρέπει τα απόβλητα σε χρήσιμο καύσιμο και οργανικά λιπάσματα, τα οποία μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στη γεωργία. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση πόρων και δημιουργούνται νέες ευκαιρίες για οικονομική ανάπτυξη.

Τέλος, η χρήση του βιοαερίου συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών. Μειώνει τη ρύπανση από τα απόβλητα, ενισχύει την ενεργειακή ασφάλεια και προσφέρει ευκαιρίες απασχόλησης στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, δημιουργώντας παράλληλα ένα πιο βιώσιμο και ανθεκτικό ενεργειακό σύστημα για την κοινωνία.

#### **1.4.2 Περιορισμός των απορριμμάτων**

Το βιοαέριο είναι μια εναλλακτική πηγή ενέργειας που παράγεται από την αναερόβια αποσύνθεση οργανικών υλικών, όπως γεωργικά και κτηνοτροφικά απόβλητα, υπολείμματα τροφίμων και λύματα. Αποτελεί μια ιδιαίτερα βιώσιμη λύση για την κοινωνία, καθώς προσφέρει πολλαπλά περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη.

##### **1. Περιβαλλοντικά Οφέλη:**

Η παραγωγή βιοαερίου μειώνει την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, συμβάλλοντας στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, περιορίζει τα οργανικά απόβλητα που καταλήγουν σε χωματερές, αποτρέποντας την απελευθέρωση μεθανίου στην ατμόσφαιρα και μειώνοντας τη ρύπανση εδάφους και υδάτων.

##### **2. Κοινωνικά Οφέλη:**

Με τη χρήση βιοαερίου, προωθείται η ενεργειακή ανεξαρτησία των τοπικών κοινωνιών, ιδιαίτερα σε αγροτικές περιοχές. Η διαχείριση αποβλήτων γίνεται πιο αποδοτική, ενώ παράλληλα μειώνεται η δυσοσμία και οι κίνδυνοι υγειονομικής επιβάρυνσης. Επιπλέον, η δημιουργία εγκαταστάσεων παραγωγής βιοαερίου προσφέρει νέες θέσεις εργασίας και ενισχύει την τοπική οικονομία.

##### **3. Οικονομικά Οφέλη:**

Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας ή ως καύσιμο για οχήματα, παρέχοντας μια οικονομική λύση για τη μείωση του ενεργειακού κόστους. Παράλληλα, τα υπολείμματα από τη διαδικασία παραγωγής μπορούν να αξιοποιηθούν ως φυσικά λιπάσματα, ενισχύοντας τη γεωργική παραγωγή.

Συνολικά, η παραγωγή βιοαερίου αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για τη μετάβαση σε ένα πιο βιώσιμο και φιλικό προς το περιβάλλον ενεργειακό μοντέλο, βελτιώνοντας παράλληλα την ποιότητα ζωής και προωθώντας την πράσινη ανάπτυξη.

### **1.4.3 Προσαρμοστική και αποτελεσματική αξιοποίηση του βιοαερίου**

Η προσαρμοστική και αποτελεσματική αξιοποίηση του βιοαερίου αναφέρεται στη δυνατότητα χρήσης του με τρόπους που εξυπηρετούν διαφορετικές ενεργειακές ανάγκες, με ταυτόχρονη μεγιστοποίηση της απόδοσης και ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Το βιοαέριο, ως μια ευέλικτη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, μπορεί να αξιοποιηθεί σε διάφορους τομείς, ανάλογα με τις απαιτήσεις κάθε εφαρμογής.

#### **1. Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας**

Το βιοαέριο χρησιμοποιείται συχνά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω μονάδων συμπαραγωγής (CHP). Αυτές οι μονάδες μετατρέπουν το βιοαέριο σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία μπορεί να καλύψει τις ανάγκες τοπικών κοινοτήτων, βιομηχανιών ή ακόμη και να τροφοδοτήσει το δίκτυο ηλεκτροδότησης.

- Πλεονέκτημα: Μειώνει την εξάρτηση από συμβατικές πηγές ενέργειας και προάγει τη βιώσιμη ανάπτυξη.

#### **2. Παροχή Θερμικής Ενέργειας**

Κατά τη διαδικασία καύσης, το βιοαέριο μπορεί να παράγει θερμότητα, η οποία χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές, όπως:

- Θέρμανση κτιρίων και εγκαταστάσεων.

- Βιομηχανικές διεργασίες που απαιτούν υψηλές θερμοκρασίες.
- Θέρμανση θερμοκηπίων ή αγροτικών υποδομών.
- Πλεονέκτημα: Η θερμική ενέργεια είναι οικονομική και συμβάλλει στη μείωση του ενεργειακού κόστους.

### **3. Καύσιμο Μεταφορών**

Το επεξεργασμένο βιοαέριο, γνωστό και ως βιομεθάνιο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για οχήματα, είτε αυτόνομα είτε σε μείγμα με φυσικό αέριο. Ειδικά για δημόσια συγκοινωνία ή βαρέα οχήματα, αποτελεί μια βιώσιμη εναλλακτική λύση.

- Πλεονέκτημα: Μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και άλλων ρύπων στις μεταφορές.

### **4. Παραγωγή Ανανεώσιμου Φυσικού Αερίου (RNG)**

Το βιοαέριο μπορεί να καθαριστεί και να αναβαθμιστεί σε ποιότητα φυσικού αερίου, ώστε να διοχετευθεί σε δίκτυα παροχής φυσικού αερίου για χρήση σε νοικοκυριά ή βιομηχανίες.

- Πλεονέκτημα: Ενισχύει την ενεργειακή ασφάλεια και μειώνει την ανάγκη εισαγωγής ορυκτών καυσίμων.

### **5. Παραγωγή Λιπασμάτων**

Τα υπολείμματα από την παραγωγή του βιοαερίου, γνωστά ως χωνευμένο υλικό (digestate), είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως οργανικά λιπάσματα στη γεωργία.

- Πλεονέκτημα: Συμβάλλει στην κυκλική οικονομία και στη βελτίωση της γεωργικής παραγωγής χωρίς χημικά λιπάσματα.

### **Ολοκληρωμένη Χρήση και Οφέλη**

Η προσαρμοστική χρήση του βιοαερίου επιτρέπει την αξιοποίηση των ενεργειακών δυνατοτήτων του σε συνδυασμό με τη μείωση της ρύπανσης και την ενίσχυση της βιώσιμης ανάπτυξης. Με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών, το βιοαέριο μπορεί να ενταχθεί σε διάφορους τομείς της κοινωνίας,

προσφέροντας οικονομικά και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα και συμβάλλοντας στη μετάβαση προς ένα πιο πράσινο ενεργειακό μέλλον.

#### **1.4.4 Ευκαιρίες και νέες θέσεις εργασίας**

Το ανθρώπινο δυναμικό είναι σημαντικό σε κάθε βήμα της διαδικασίας παραγωγής βιοαερίου από την αναερόβια χώνευση, αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την προμήθεια, να αποθηκεύει και να μεταφέρει πρώτες ύλες, καθώς και να δημιουργεί, να λειτουργεί και να συντηρεί τον τεχνικό εξοπλισμό των εγκαταστάσεων του βιοαερίου. Ως αποτέλεσμα, η ανάπτυξη μιας εθνικής βιομηχανίας βιοαερίου προωθεί την εμφάνιση νέων εταιρειών με σημαντικό οικονομικό δυναμικό, οι εταιρείες αυτές αυξάνουν τα έσοδα των αγροτικών περιοχών ενώ δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας σε αυτές τις περιοχές. Συνολικά, η παραγωγή βιοαερίου μέσω αναερόβιας χώνευσης αποτελείται από πολλά στάδια και η ανάπτυξη της βιομηχανίας βιοαερίου είναι επωφελής για την κοινωνία και την οικονομία.

#### **1.4.5 Συμβολή στην επίτευξη των ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης**

Το βιοαέριο διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην υποστήριξη της στρατηγικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) για τη μετάβαση σε μια βιώσιμη, κλιματικά ουδέτερη οικονομία έως το 2050. Η παραγωγή και χρήση του συνεισφέρουν τόσο στην ενεργειακή πολιτική όσο και στους περιβαλλοντικούς στόχους, καλύπτοντας πολλές από τις προτεραιότητες της ΕΕ.

### **1. Προώθηση της ενεργειακής μετάβασης**

Το βιοαέριο ενισχύει τη στροφή προς ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και μειώνει την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα.

- **Ενεργειακή Ασφάλεια:** Αξιοποιεί τοπικά διαθέσιμες πηγές, όπως γεωργικά και αστικά απόβλητα, μειώνοντας την ανάγκη για εισαγωγές καυσίμων.
- **Ποικιλομορφία Ενεργειακού Μείγματος:** Ως ανανεώσιμη πηγή, το βιοαέριο ενσωματώνεται εύκολα στο ενεργειακό σύστημα, είτε ως ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα είτε ως καύσιμο μεταφορών.

## **2. Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου**

Το βιοαέριο συνεισφέρει άμεσα στην επίτευξη του στόχου της ΕΕ για μείωση των εκπομπών κατά 55% έως το 2030 και της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050:

- **Αποφυγή Εκπομπών Μεθανίου:** Με τη διαχείριση οργανικών αποβλήτων, αποτρέπεται η απελευθέρωση μεθανίου από τις χωματερές.
- **Υποκατάσταση Ορυκτών Καυσίμων:** Η χρήση του βιοαερίου αντικαθιστά το φυσικό αέριο και τα παράγωγα πετρελαίου, μειώνοντας τις εκπομπές CO<sub>2</sub>.

## **3. Κυκλική οικονομία και διαχείριση αποβλήτων**

Η παραγωγή βιοαερίου προάγει την κυκλική οικονομία, ενσωματώνοντας την αξιοποίηση αποβλήτων και την επαναχρησιμοποίηση πόρων:

- **Διαχείριση Οργανικών Αποβλήτων:** Η ΕΕ δίνει έμφαση στη μείωση των απορριμμάτων και στην επεξεργασία τους. Το βιοαέριο συμβάλλει σε αυτό με τη μετατροπή τους σε ενέργεια και φυσικά λιπάσματα.
- **Παραγωγή Λιπασμάτων:** Τα υποπροϊόντα της διεργασίας χρησιμοποιούνται στη γεωργία, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα του αγροτικού τομέα.

## **4. Ενίσχυση της ενεργειακής αποκέντρωσης**

Το βιοαέριο προάγει τη χρήση τοπικών και περιφερειακών ενεργειακών πόρων, ενισχύοντας την ενεργειακή ανεξαρτησία των κρατών-μελών της ΕΕ:

- Τοπικές Εφαρμογές: Η αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας μειώνει την ανάγκη για κεντρικές ενεργειακές υποδομές.
- Οφέλη για τις Αγροτικές Περιοχές: Δημιουργεί θέσεις εργασίας και ενισχύει την οικονομική δραστηριότητα σε περιοχές που εξαρτώνται από τη γεωργία.

## **5. Συμμόρφωση με τις ευρωπαϊκές στρατηγικές**

Το βιοαέριο συνάδει με τις ευρωπαϊκές πολιτικές, όπως:

- Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal): Συμβάλλει στην απανθρακοποίηση του ενεργειακού τομέα.
- Ο Κανονισμός RED II: Προωθεί τη χρήση ανανεώσιμων πηγών στον τομέα της ενέργειας και των μεταφορών.
- Η Στρατηγική για τη Βιοοικονομία: Προωθεί την αξιοποίηση βιολογικών πόρων για την παραγωγή ενέργειας και προϊόντων.

## **Συνολική Συμβολή**

Η αξιοποίηση του βιοαερίου υποστηρίζει έμπρακτα τους ενεργειακούς και περιβαλλοντικούς στόχους της ΕΕ, μειώνοντας τις εκπομπές ρύπων, προωθώντας τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ενισχύοντας την κυκλική οικονομία. Παράλληλα, συμβάλλει στη δημιουργία ενός ανθεκτικού ενεργειακού συστήματος που προάγει τη βιώσιμη ανάπτυξη και την κοινωνική ευημερία.

## **1.5 Τα οφέλη και τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζονται από το βιοαέριο στον αγροτικό τομέα**

### **1.5.1 Το νερό δεν είναι τόσο μεγάλη ανάγκη**

Έχει τεκμηριωθεί και παρατηρηθεί στο βιοαέριο να βρίσκεται μια σειρά από οφέλη που συγκρίνονται με διαφορετικά βιοκαύσιμα, από τα σημαντικότερα από τα οποία είναι η χαμηλή κατανάλωση νερού κατά την αναερόβια χώνευση της βιομάζας. Αυτή η ιδιοκτησία προωθεί τη φιλική προς το περιβάλλον και

βιώσιμη χρήση του βιοαερίου ως μορφής ενέργειας. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία στο πλαίσιο της ολικής στον πλανήτη κρίσης στο νερό, καθώς πολλές περιοχές του κόσμου προβλέπεται να έχουν μελλοντικά χαμηλά αποθέματα νερού. Παρά το γεγονός ότι το βιοαέριο είναι αποτελεσματικό στην παροχή ενέργειας, είναι επίσης απαραίτητη η ελάχιστη κατανάλωση νερού.

### **1.5.2 Παραγωγή και αξιοποίηση κομπόστ**

Όχι μόνο τα φυτά βιοαερίου αποτελούν πηγή ενέργειας, αλλά η κοπριά που παράγουν αλλά και χρησιμοποιείται ως λίπασμα καθώς έχει άριστα θρεπτικά συστατικά. Αυτό το κομπόστ είναι πιο αποτελεσματικό από την ακατέργαστη κοπριά επειδή είναι πιο ομοιόμορφη, έχει υψηλότερη χρήση θρεπτικών συστατικών, βελτιωμένη αναλογία C/N (άνθρακας/άνθρακας/άζωτο/άζωτο) και δεν έχει δυσάρεστη οσμή. Το κομπόστ μπορεί να εφαρμοστεί στο έδαφος χρησιμοποιώντας τυπικό υγρό λίπασμα ή εξοπλισμό διασποράς κοπριάς.

### **1.5.3 Κλειστό κύκλωμα κυκλοφορίας θρεπτικών ουσιών**

Η διαδικασία αναερόβιας χώνευσης που παράγει βιοαέριο παρέχει ένα αυτοσυντηρούμενο σύστημα ανάκτησης θρεπτικών συστατικών και άνθρακα. Αυτός ο κύκλος περιλαμβάνει την παραγωγή ενέργειας μεθανίου ενώ το διοξείδιο του άνθρακα απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα τα φυτά το απορροφούν μέσω της φωτοσύνθεσης. Η ενσωμάτωση της παραγωγής βιοαερίου ήταν επιτυχής τόσο τόσο για τη βιολογική όσο και για τη συμβατική γεωργία, αυτή η μέθοδος παραγωγής παρέχει μια βιώσιμη εναλλακτική λύση στις μεγάλες ποσότητες ορυκτών καυσίμων που απαιτούνται για την παραγωγή στα οργανικά και στα συμβατικά λιπάσματα.

## **1.6 Χρήσεις βιοαερίου**

Το βιοαέριο έχει πολλές χρήσεις που το καθιστούν σημαντική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας. Οι κύριες χρήσεις του είναι οι εξής:

## **1. Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας**

Το βιοαέριο καίγεται σε γεννήτριες ή μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (CHP) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Πλεονεκτήματα:

- Μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα.
- Προμήθεια ενέργειας σε τοπικά ή απομονωμένα δίκτυα.

## **2. Θέρμανση**

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας:

- Οικιακή χρήση: Θέρμανση κτιρίων ή παροχή ζεστού νερού.
- Βιομηχανική χρήση: Θέρμανση σε βιομηχανικές διαδικασίες, όπως ξήρανση ή παστερίωση.

## **3. Καύσιμο Οχημάτων**

Μετά τον καθαρισμό του (αφαίρεση CO<sub>2</sub> και άλλων ακαθαρσιών), το βιοαέριο μετατρέπεται σε βιομεθάνιο, που είναι κατάλληλο για χρήση ως καύσιμο σε:

- Φορτηγά και λεωφορεία.
- Επιβατικά οχήματα που υποστηρίζουν φυσικό αέριο (CNG).

## **4. Παραγωγή Βιομεθανίου για Δίκτυα Αερίου**

Το βιοαέριο μπορεί να αναβαθμιστεί σε βιομεθάνιο και να εγχυθεί σε δίκτυα φυσικού αερίου, όπου χρησιμοποιείται όπως το συμβατικό φυσικό αέριο για:

- Θέρμανση.
- Μαγείρεμα.
- Βιομηχανικές εφαρμογές.

## **5. Ενεργειακή Αυτάρκεια για Αγροτικές Μονάδες**

Πολλές αγροτικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν βιοαέριο για:

- Ιδιοπαγωγή ενέργειας από οργανικά απόβλητα, όπως κοπριά ή γεωργικά υπολείμματα.
- Μείωση του κόστους ενέργειας στις φάρμες.

## **6. Παραγωγή Θερμότητας σε Διεργασίες Ανακύκλωσης**

Το βιοαέριο αξιοποιείται για την παροχή θερμότητας σε διεργασίες επεξεργασίας αποβλήτων, όπως η ξήρανση και η παστερίωση λυμάτων.

## **7. Επιστημονική Έρευνα και Πειραματική Χρήση**

Χρησιμοποιείται σε έρευνες και προγράμματα για να αναπτύξει νέες τεχνολογίες καθαρής ενέργειας και κυκλικής οικονομίας.

## **Οφέλη από τις Χρήσεις του Βιοαερίου**

- Περιβαλλοντικά: Μειώνει τα απορρίμματα και τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου.
- Οικονομικά: Συμβάλλει στη μείωση του κόστους ενέργειας και στην ενίσχυση της ενεργειακής αυτάρκειας.
- Κοινωνικά: Δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας και υποστηρίζει την ανάπτυξη αγροτικών περιοχών.

Το βιοαέριο είναι πολυδιάστατο και συμβάλλει στην πράσινη μετάβαση και τη βιώσιμη ανάπτυξη.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

### Διαχείριση Απορριμμάτων

#### 2.1 Ορισμοί και Κατηγορίες Αποβλήτων

Σύμφωνα με τον Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Απορριμμάτων ΕΣΔΑ, τα αστικά απόβλητα ορίζονται ως εξής:

- Τα αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) σύμφωνα με την Οδηγία (ΕΕ) 2018/851 περιλαμβάνουν:

**1)** Μικτά σκουπίδια και οικιακά απορρίμματα, όπως χαρτί και χαρτόνι, γυαλί, μέταλλο, πλαστικό, οργανικά απόβλητα, ξύλο, υφάσματα, απορρίμματα συσκευασίας, απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, απόβλητα μπαταριών και συσσωρευτών και ογκώδη απόβλητα όπως στρώματα και έπιπλα.

**2)** Τα ανάμεικτα απόβλητα και τα απόβλητα που συλλέγονται χωριστά από διαφορετικές πηγές έχουν παρόμοιες ιδιότητες και σύνθεση με τα οικιακά απόβλητα.

- Βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα (MBW) Σύμφωνα με την ΚΥΑ 29407/3508/2002, λάβετε υπόψη τα ακόλουθα: Οποιαδήποτε απόβλητα μπορούν να υποστούν επεξεργασία αναερόβια ή αερόβια, όπως βιοαποβλήτα, απόβλητα από δραστηριότητες κηπουρικής, χαρτί και χαρτόνι.
- Βιολογικά απόβλητα (BA) ή άλλα Σύμφωνα με την Οδηγία (ΕΕ) 2018/851, ως βιολογικά απόβλητα ορίζονται: βιοαποδομήσιμα απόβλητα κήπων και πάρκων, τρόφιμα και απορρίμματα από νοικοκυριά, γραφεία, εστιατόρια, χονδρέμπορους, καντίνες, υπηρεσίες εστίασης Απορρίμματα κουζίνας καθώς και τα απόβλητα προέρχονται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας τροφίμων.

## 2.2 Σύσταση αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα

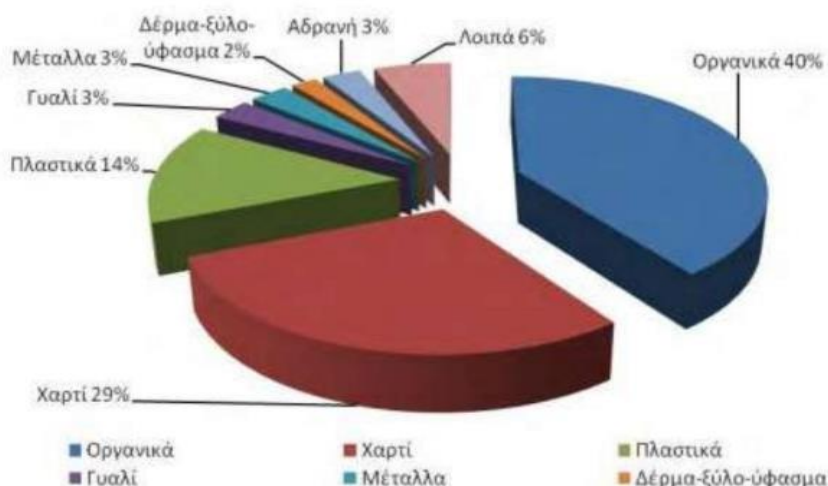
Σε σύγκριση με τη δεκαετία του 1980, όταν άρχισαν για πρώτη φορά οι επίσημες καταγραφές, η χώρα μας παράγει πολύ περισσότερα πλαστικά παρά οργανικά απόβλητα. Η τεράστια διαφορά οφείλεται τόσο στην αυξημένη χρήση πλαστικού σε προϊόντα και συσκευασίες, όσο και σε δραματικές αλλαγές στις καταναλωτικές συνήθειες. (Παπάζογλου, 2011)

Όσον αφορά τα ποσοστά ανακύκλωσης, η Ελλάδα βρίσκεται πολύ κάτω από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο, περίπου στο ένα τρίτο. Από τη συνολική παραγωγή αστικών απορριμμάτων, περίπου το 8,8% ανακυκλώνεται, ενώ το 91,2% καταλήγει σε ΧΥΤΑ οικιακών απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) ή παράνομους ΧΥΤΑ. (Παπάζογλου, 2011)

Πιο αναλυτικά βλέπουμε τα εξής:

- Το 98,5% του οργανικού τμήματος όλων των παραγόμενων αστικών απορριμμάτων εναποτίθεται σε ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΑ, ενώ το υπόλοιπο 1,5% κομποστοποιείται.
- Από τα ανακυκλωμένα υλικά (χαρτί, μέταλλο, γυαλί και πλαστικό), το 21% αποστέλλεται για ανακύκλωση, ενώ το υπόλοιπο 79% πηγαίνει σε ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΑ.
- Τα υπόλοιπα υλικά που βρίσκονται στα αστικά απόβλητα καταλήγουν σε χωματερές ή χωματερές.
- Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι ότι υπάρχουν 1.200 χώροι διάθεσης αστικών απορριμμάτων, εκ των οποίων οι 300 είναι ελεγχόμενοι.

*Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζεται η ποσοστιαία σύσταση των παραγόμενων αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα σύμφωνα με τον ΥΠΕΚΑ - Ιούνιος 2010.*



Σχήμα1: Μέση ποιοτική σύσταση παραγόμενων ΑΣΑ στην Ελλάδα

## 2.3 Υφιστάμενη κατάσταση σε Ελλάδα

Με την πάροδο του χρόνου, η χώρα μας έχει πληγεί από κακή διαχείριση των απορριμμάτων, η οποία είχε ως αποτέλεσμα συνεχή πρόστιμα από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) για παράνομους χώρους διάθεσης απορριμμάτων (ILDS). Ωστόσο, παρά τις τακτικές αναθεωρήσεις και αναθεωρήσεις του ΕΗΣΔΑ με στόχο την εφαρμογή νέων και καλύτερων μεθόδων διαχείρισης με κύριο στόχο την κυκλική οικονομία, η χώρα μας μέχρι στιγμής δεν έχει επιτύχει αυτούς τους στόχους. (Παναγιωτακόπουλος Χ., 2007)

Η μεγάλη ποσότητα απορριμμάτων που παράγονται στην περιοχή της Αττικής, ιδιαίτερα η εναπόθεση οργανικών μερών, είναι ένα σημαντικό, διαδεδομένο και μακροχρόνιο περιβαλλοντικό πρόβλημα που επηρεάζει άμεσα την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Επίσης, οι λύσεις μέχρι στιγμής ήταν κυρίως η άρνηση

Με βάση την έρευνα και τις τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί, η διάθεση των απορριμμάτων στους χώρους υγειονομικής ταφής φαίνεται να είναι μια από τις πιο αναποτελεσματικές μεθόδους. (Παναγιωτακόπουλος Χ., 2007)

Ακόμη, αξίζει να αναφερθεί (Παναγιωτακόπουλος Χ., 2007):

- 1)** Να διαπιστωθεί ότι δεν τηρούνται οι βασικές αρχές της ολοκληρωμένης διαχείρισης αποβλήτων, ιδίως η εφαρμογή πρακτικών μείωσης των αποβλήτων (ανάκτηση, ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση υλικών).
- 2)** Η μεταφορά και η ταφή των περισσότερων απορριμμάτων σε χώρους υγειονομικής ταφής προκαλεί γέμισμα τους σε σύντομο χρονικό διάστημα.
- 3)** Ανεπαρκές δίκτυο αξιοποίησης βιοαερίου που απελευθερώνεται κατά την αποσύνθεση των απορριμμάτων επί τόπου που εναποθέτονται είναι πιθανό να προκαλέσει σοβαρούς κινδύνους τόσο για τους εργαζόμενους όσο και για το περιβάλλον
- 4)** Ο λανθασμένος περιφερειακός σχεδιασμός, ιδιαίτερα αυτός της Αττικής, δεν δίνει ολοκληρωμένες, αξιόπιστες και εφαρμόσιμες λύσεις. Είναι επιθυμητός ένας επανασχεδιασμός σε εθνικό επίπεδο.

Τέλος, να αναφέρουμε ότι η λειτουργία παράνομων χωματερών ρυπαίνει το έδαφος, το νερό, τον αέρα και έχει προκαλέσει επανειλημμένα δασικές πυρκαγιές. Παρά το γεγονός ότι μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2008 έπρεπε να κλείσουν και να αποκατασταθούν πλήρως, καθώς η ΕΕ επέβαλε ετήσιο πρόστιμο 80.000 ευρώ για καθεμία από τις 65 παράνομες υποθέσεις HADA που υπήρχαν το πρώτο εξάμηνο του 2019, συνεχίζουν στο ίδιο Λειτουργίες τρόπο (Παναγιωτακόπουλος Χ., 2007 & naftemporiki.gr).

## **2.4 Βιομάζα**

Η βιομάζα μπορεί να οριστεί ως ύλη βιολογικής (οργανικής) προέλευσης. Δίνοντας στον όρο μια ευρύτερη έννοια, η «βιομάζα» αναφέρεται σε οποιοδήποτε υλικό του οποίου η προέλευση σχετίζεται άμεσα ή έμμεσα με τον φυτικό κόσμο. (Αποστολάκης, Κ., κ.ά., 1997)

Μερικά βασικά παραδείγματα που περιλαμβάνονται στον ορισμό της βιομάζας είναι τα ακόλουθα (Αποστολάκης, Κ., et al., 1997):

- Φυτικό υλικό του οποίου η κύρια πηγή είναι το οικοσύστημα,
- Υπολείμματα χλωρίδας, πανίδας, δασικής και αλιευτικής παραγωγής,
- Επεξεργασμένα προϊόντα φυτικής ύλης (π.χ. εγκάρδιο, πριονίδι κ.λπ.),
- Βιολογικό κλάσμα αστικών στερεών αποβλήτων.

Από τη στιγμή που σχηματίζεται η βιομάζα, είναι ουσιαστικά μια συνδυασμένη και αποθηκευμένη μορφή ηλιακής ενέργειας, το αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών που υπάρχουν μέσα στο υλικό. Η διαδικασία ξεκινά όταν η χλωροφύλλη του φυτού μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε νερό και ανόργανα συστατικά του εδάφους με τη βοήθεια του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ως εκ τούτου, μπορεί να γίνει κατανοητό ότι η βιομάζα είναι μια ανεξάντλητη και πιο φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, ενώ μπορεί να αντικαταστήσει την αυξανόμενη ζήτηση για ορυκτά καύσιμα (π.χ. πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο). (Αποστολάκης, Κ., κ.ά., 1997)

Όσον αφορά τα αστικά στερεά απόβλητα και τα βιομηχανικά υπολείμματα, μπορούν να μετατραπούν έμμεσα σε πηγές βιομάζας. Συνήθως, στις βιομηχανικές χώρες, παράγονται περίπου 0,9-1,9 kg αστικών στερεών αποβλήτων ανά άτομο την ημέρα, τα οποία περιέχουν 4-13 MJ/kg ενέργειας.

(IPCC, 1996) Διάφορες διαδικασίες όπως η αποτέφρωση αποβλήτων, η

Η θερμοχημική αεριοποίηση και η μικροβιακή αποδόμησή της μπορεί να μετατρέψει τα αστικά στερεά απόβλητα σε ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα, ακόμη και σε αέρια και υγρά καύσιμα. Επιπλέον, προβλέπεται ότι η παραγωγή ενέργειας από αστικά απόβλητα θα φτάσει περίπου τα 3 EJ ετησίως στις βιομηχανικές χώρες έως το 2025, έναντι 6 EJ παγκοσμίως. (Johnson, T.B. et al., 1993)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε

Η εταιρεία ιδρύθηκε το 2011 και ο σχεδιασμός του εργοστασίου ολοκληρώθηκε το 2015.

Μονάδα παραγωγής βιοαερίου στο Λαγκαδά η Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε αποτελεί μια καινοτόμα μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αξιοποιώντας αγροτικά, κτηνοτροφικά και αγροτοβιομηχανικά απόβλητα.

#### 3.1 Η εταιρεία Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε.

Πρόκειται για μια επιχείρηση που δραστηριοποιείται στην παραγωγή βιοαερίου, αξιοποιώντας οργανικά απόβλητα για την παραγωγή ενέργειας. Η κύρια δραστηριότητά της περιλαμβάνει την ανάπτυξη και λειτουργία μονάδων βιοαερίου, οι οποίες χρησιμοποιούν διάφορες βιολογικές διεργασίες για την παραγωγή μεθανίου και άλλων αερίων από οργανικά υλικά.

Η εταιρεία συνήθως εστιάζει σε τομείς όπως:

**Αξιοποίηση οργανικών αποβλήτων:** Η βιοαεριοποίηση (ή αναερόβια χώνευση) είναι η διαδικασία μέσω της οποίας οργανικά απόβλητα, όπως γεωργικά, βιομηχανικά ή αστικά απόβλητα, μετατρέπονται σε βιοαέριο. Η εταιρεία πιθανώς εκμεταλλεύεται αυτή τη διαδικασία για την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας.

**Ανανεώσιμη ενέργεια:** Το παραγόμενο βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή θερμότητας. Η χρήση βιοαερίου ως πηγή ενέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντική για την υποστήριξη της βιώσιμης ανάπτυξης και τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>.

**Αειφορία και περιβαλλοντική προστασία:** Η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών υποστηρίζει τη βιωσιμότητα, μειώνοντας τα απόβλητα που καταλήγουν σε χωματερές και παράγοντας ενέργεια με λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα.

**Αγροτική ανάπτυξη και συνεργασίες:** Οι μονάδες βιοαερίου συχνά συνεργάζονται με γεωργικούς παραγωγούς για να συλλέγουν οργανικά απόβλητα (όπως απόβλητα τροφίμων ή ζωικής προέλευσης) και να τα χρησιμοποιούν στη διαδικασία παραγωγής ενέργειας.

Η εταιρεία μπορεί να επικεντρώνεται σε βιομηχανικές και αγροτικές εφαρμογές, προσφέροντας λύσεις για την ενεργειακή αξιοποίηση των αποβλήτων, ενώ παράλληλα προάγει την αειφορία και τη μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον.

### **3.2 Υλοποίηση & παραγωγική λειτουργία της εταιρίας Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε**

Η υλοποίηση και η παραγωγική λειτουργία μιας εταιρείας όπως η Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε. επικεντρώνονται στην εγκατάσταση και την ανάπτυξη υποδομών για την παραγωγή βιοαερίου, καθώς και στην οργάνωση και τη διαχείριση της καθημερινής παραγωγικής διαδικασίας. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει διάφορες φάσεις και απαιτεί εξειδικευμένες τεχνολογίες, καθώς και συμμόρφωση με κανονισμούς σχετικά με το περιβάλλον και την ασφάλεια. Ας δούμε τα κύρια στάδια της υλοποίησης και λειτουργίας της:

#### **1. Σχεδιασμός και Υλοποίηση Έργου**

Μελέτες σκοπιμότητας: Πριν από την υλοποίηση ενός έργου, διεξάγονται μελέτες σκοπιμότητας για να εξεταστεί η βιωσιμότητα και η δυνατότητα παραγωγής βιοαερίου από τα διαθέσιμα οργανικά απόβλητα.

Σχεδιασμός υποδομών: Περιλαμβάνει την κατασκευή των απαραίτητων εγκαταστάσεων, όπως βιοαντιδραστήρες (χώνευση οργανικών υλών),

εγκαταστάσεις για τη συλλογή και επεξεργασία αποβλήτων και συστήματα παραγωγής ενέργειας.

Εγκατάσταση εξοπλισμού: Η εγκατάσταση των μηχανημάτων και του εξοπλισμού, όπως οι αναερόβιοι χωνευτές και οι μηχανισμοί καθαρισμού του παραγόμενου αερίου.

## **2. Παραγωγή Βιοαερίου**

Αναερόβια χώνευση: Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης είναι ο πυρήνας της παραγωγής βιοαερίου. Σε αυτό το στάδιο, τα οργανικά απόβλητα (π.χ. γεωργικά, ζωικά ή βιομηχανικά απόβλητα) αποσυντίθενται σε συνθήκες χωρίς οξυγόνο από βακτήρια, απελευθερώνοντας μεθάνιο και άλλες ουσίες.

Συλλογή και καθαρισμός του αερίου: Το παραγόμενο βιοαέριο συλλέγεται και καθαρίζεται για να εξασφαλιστεί η ποιότητά του, αφαιρώντας ακαθαρσίες και αέριες ενώσεις που μπορεί να επηρεάσουν την αποδοτικότητα της ενέργειας που παράγεται.

## **3. Χρήση του Παραγόμενου Βιοαερίου**

Παραγωγή ενέργειας: Το καθαρισμένο βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή θερμότητας μέσω ειδικών γεννητριών ή καυστήρων.

Εισαγωγή στο δίκτυο: Εφόσον το βιοαέριο έχει επεξεργαστεί κατάλληλα, μπορεί να διοχετευθεί στο εθνικό δίκτυο φυσικού αερίου, αν αυτό είναι εφικτό, ή να χρησιμοποιηθεί για ενεργειακή αυτονομία της μονάδας παραγωγής.

## **4. Διαχείριση Υποπροϊόντων**

Λυματοστάσια και υπόλοιπα: Τα υπολείμματα από τη διαδικασία της χώνευσης (όπως το αποξηραμένο βιομάζα) μπορούν να αξιοποιηθούν ως βιολογικό λίπασμα ή να χρησιμοποιηθούν για άλλες εφαρμογές, όπως η ανακύκλωση ή η παραγωγή οργανικών προϊόντων.

## **5. Περιβαλλοντική Συμμόρφωση και Αειφορία**

Η Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε. και άλλες παρόμοιες εταιρείες οφείλουν να τηρούν αυστηρές περιβαλλοντικές κατευθυντήριες γραμμές και κανονισμούς για την προστασία του περιβάλλοντος, περιλαμβανομένων των εκπομπών αερίων και της διαχείρισης των αποβλήτων.

Η παραγωγή βιοαερίου συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, καθώς το μεθάνιο που θα εκλυόταν από την αποσύνθεση των οργανικών υλικών σε χωματερές συλλέγεται και αξιοποιείται.

## **6. Αξιολόγηση και Βελτιστοποίηση**

Η διαδικασία της παραγωγής παρακολουθείται συνεχώς για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών και της απόδοσης του συστήματος. Η χρήση συστημάτων αυτοματισμού και τεχνολογιών διαχείρισης δεδομένων βοηθά στη μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας.

Κλείνοντας, η παραγωγική λειτουργία της Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε. περιλαμβάνει την οργάνωση και διαχείριση όλης της αλυσίδας παραγωγής, από τη συλλογή των οργανικών αποβλήτων, την παραγωγή βιοαερίου, μέχρι την αξιοποίησή του σε ενέργεια ή άλλες χρήσεις, πάντα με στόχο τη βιωσιμότητα και την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα την υλοποίηση και την παραγωγική λειτουργία μιας εταιρείας όπως η Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε., μπορούμε να εμβαθύνουμε στις διάφορες τεχνικές διαδικασίες και τις συγκεκριμένες εφαρμογές της παραγωγής βιοαερίου. Παρακάτω θα αναλύσουμε περαιτέρω τις τεχνολογίες, τη διαδικασία και τις δυνατότητες της επιχείρησης:

### **1. Αναλυτική Περιγραφή της Διαδικασίας Παραγωγής Βιοαερίου**

Η διαδικασία παραγωγής βιοαερίου συνήθως ακολουθεί τα εξής βήματα:

#### **α. Συλλογή και Προετοιμασία Υλικών**

Πηγές οργανικών αποβλήτων: Η κύρια πηγή για την παραγωγή βιοαερίου είναι τα οργανικά απόβλητα, τα οποία μπορεί να περιλαμβάνουν:

Γεωργικά υπολείμματα (όπως απορρίμματα καλαμποκιού, σιταριού ή άλλων αγροτικών προϊόντων)

Ζωικά απόβλητα (όπως κοπριά από κτηνοτροφικές μονάδες)

Οικιακά απόβλητα (όπως οργανικά απόβλητα από νοικοκυριά)

Βιομηχανικά απόβλητα (όπως απόβλητα από τη βιομηχανία τροφίμων)

Τα υλικά αυτά συχνά υποβάλλονται σε προεπεξεργασία (όπως κοπή, θρυμματισμό ή απομάκρυνση ακαθαρσιών) προτού προχωρήσουν στην αναερόβια χώνευση.

### **β. Αναερόβια Χώνευση**

Αναερόβιοι χωνευτές: Η αναερόβια χώνευση πραγματοποιείται σε ειδικά διαμορφωμένους χωνευτές ή αντιδραστήρες, όπου τα οργανικά υλικά αποσυντίθενται χωρίς την παρουσία οξυγόνου. Αυτή η διαδικασία δημιουργεί το βιοαέριο, το οποίο είναι κυρίως μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) και διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ).

Βακτήρια και μικροοργανισμοί: Τα βακτήρια που χρησιμοποιούνται για την αποδόμηση των οργανικών υλικών παράγουν το βιοαέριο. Η διαδικασία αυτή μπορεί να διαρκέσει από λίγες μέρες έως και μερικούς μήνες, ανάλογα με την θερμοκρασία, τη σύνθεση των υλικών και τις συνθήκες του χωνευτή.

### **γ. Συλλογή και Καθαρισμός Βιοαερίου**

Το βιοαέριο που παράγεται από τη διαδικασία της χώνευσης περιέχει ιχνη ακαθαρσιών όπως υδρόθειο ( $\text{H}_2\text{S}$ ) και υγρασία, τα οποία πρέπει να απομακρυνθούν. Χρησιμοποιούνται ειδικά φίλτρα και συστήματα καθαρισμού για να εξασφαλιστεί ότι το βιοαέριο πληροί τα απαιτούμενα πρότυπα.

Φιλτράρισμα και αφυδάτωση: Τα συστήματα φιλτραρίσματος απομακρύνουν ανεπιθύμητες ουσίες, ενώ η αφυδάτωση απομακρύνει την υγρασία, διασφαλίζοντας τη μέγιστη ενεργειακή απόδοση.

## **δ. Αξιοποίηση Βιοαερίου για Ενέργεια**

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας: Το καθαρισμένο βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε γεννήτριες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το μεθάνιο καίγεται σε έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης που συνδέεται με ένα εναλλάκτης, παράγοντας έτσι ηλεκτρικό ρεύμα.

Χρήση θερμότητας: Το βιοαέριο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση χώρων ή τη διαδικασία θέρμανσης σε βιομηχανικές εφαρμογές, όπως στην παραγωγή τροφίμων ή θερμοκηπιακή καλλιέργεια.

## **ε. Διαχείριση Υποπροϊόντων**

Λυματοστάσια και κομπόστα: Τα υπολείμματα της διαδικασίας (γνωστά και ως "στερεό υπόλειμμα") μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία κομπόστ ή βιολογικών λιπασμάτων, τα οποία μπορούν να επιστραφούν στο έδαφος για τη βελτίωση της γονιμότητας.

Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>): Το CO<sub>2</sub> που εκλύεται κατά τη διαδικασία μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί για άλλες εφαρμογές, όπως η ανακύκλωση του στην παραγωγή φυτών ή σε βιομηχανικές διαδικασίες.

## **2. Τεχνολογίες και Καινοτομία**

Η Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε. πιθανόν να εφαρμόζει σύγχρονες τεχνολογίες για να βελτιώσει την αποδοτικότητα της παραγωγής και να μειώσει το κόστος:

Εξυπνοί χωνευτές και αυτοματισμός: Η χρήση προηγμένων συστημάτων αυτοματισμού και παρακολούθησης μπορεί να επιτρέψει την πιο ακριβή ρύθμιση των παραμέτρων (θερμοκρασία, pH, αερισμός) για την καλύτερη παραγωγή βιοαερίου.

Ανακύκλωση και αξιοποίηση υποπροϊόντων: Προγράμματα ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης του CO<sub>2</sub> ή άλλων υποπροϊόντων μπορούν να ενισχύσουν τη βιωσιμότητα της διαδικασίας.

Αναβάθμιση βιοαερίου σε βιομεθάνιο: Ορισμένες εταιρείες επενδύουν στην αναβάθμιση του βιοαερίου σε βιομεθάνιο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για οχήματα ή να εισαχθεί στο δίκτυο φυσικού αερίου.

### **3. Οικονομική και Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα**

Περιβαλλοντική συμβολή: Η παραγωγή βιοαερίου βοηθά στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, καθώς το μεθάνιο που παράγεται από την αποσύνθεση οργανικών αποβλήτων σε χωματερές εκλύεται στην ατμόσφαιρα. Η χρήση του σε αντίθεση με τη διαφυγή του στην ατμόσφαιρα μειώνει σημαντικά τις εκπομπές CO<sub>2</sub>.

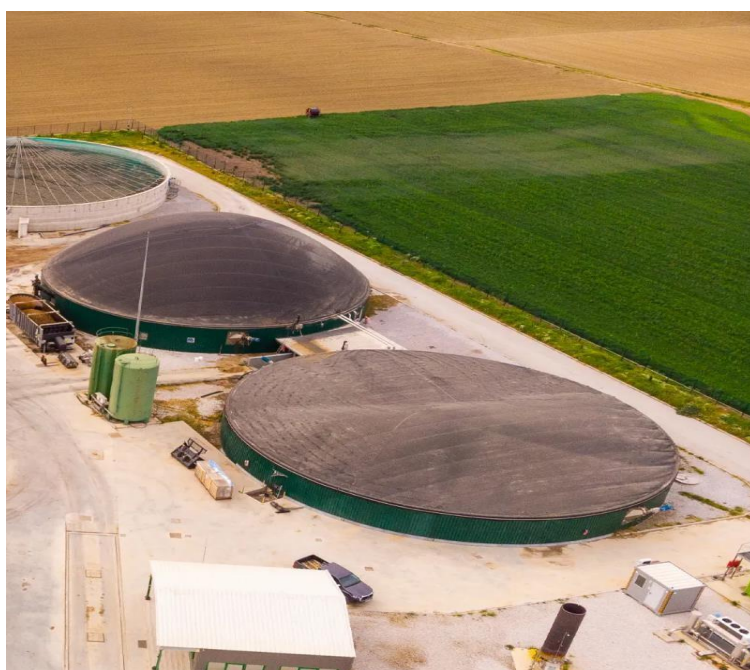
Ενεργειακή ανεξαρτησία: Μπορεί να προσφέρει σε επιχειρήσεις ή περιοχές μια μορφή ενεργειακής αυτονομίας, μειώνοντας την εξάρτηση από συμβατικά καύσιμα και προμηθεύοντας ενέργεια τοπικά.

### **4. Διαχείριση και Επιχειρησιακή Λειτουργία**

Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας: Η ορθή διαχείριση των πρώτων υλών και των αποβλήτων από τοπικές πηγές (όπως γεωργικές και κτηνοτροφικές μονάδες) διασφαλίζει την αποδοτική λειτουργία του εργοστασίου παραγωγής βιοαερίου.

Στρατηγικές ανάπτυξης: Η εταιρεία πιθανόν να εξετάζει στρατηγικές για επέκταση της παραγωγής και της αγοράς της, τόσο εντός όσο και εκτός Ελλάδας, μέσω της συνεργασίας με άλλες βιομηχανίες ή της συμμετοχής σε ευρωπαϊκά προγράμματα και χρηματοδοτικά εργαλεία.

Συνοψίζοντας, η Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε. αποτελεί παράδειγμα μιας επιχείρησης που συνδυάζει τεχνολογικές καινοτομίες με βιώσιμες πρακτικές στην παραγωγή ενέργειας από οργανικά απόβλητα, συμβάλλοντας στη μείωση της ρύπανσης και στην προώθηση της ανανεώσιμης ενέργειας στην Ελλάδα.



### 3.3 Η διαδικασία που ακολουθείται για την παραγωγή βιοαερίου

Η παραγωγή βιοαερίου είναι μια διαδικασία που βασίζεται στη βιοαποδόμηση οργανικών υλικών μέσω αναερόβιας χώνευσης (anaerobic digestion). Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

#### 1. Συλλογή και Προετοιμασία Υλικών

Πρώτες Ύλες:

Οργανικά απόβλητα, όπως ζωική κοπριά, αγροτικά υπολείμματα, οργανικά απορρίμματα από βιομηχανίες τροφίμων, και λύματα.

Προεπεξεργασία:

Αφαίρεση ακαθαρσιών (π.χ. πλαστικά, μέταλλα).

Άλεση ή τεμαχισμός, αν απαιτείται, για την αύξηση της επιφάνειας επαφής.

#### 2. Αναερόβια Χώνευση (Anaerobic Digestion)

Η διαδικασία λαμβάνει χώρα σε ειδικούς αντιδραστήρες, γνωστούς ως χωνευτές. Ακολουθούνται τέσσερα βασικά στάδια:

##### **α. Υδρόλυση**

Οι σύνθετες οργανικές ενώσεις (π.χ. πρωτεΐνες, λίπη, υδατάνθρακες) διασπώνται σε απλούστερες ενώσεις, όπως αμινοξέα και σάκχαρα.

Καταλύεται από ένζυμα που παράγονται από μικροοργανισμούς.

##### **β. Οξεογένεση (Acidogenesis)**

Τα προϊόντα της υδρόλυσης μετατρέπονται σε οργανικά οξέα, αλκοόλες, διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και υδρογόνο ( $\text{H}_2$ ).

### **γ. Ακετογένεση (Acetogenesis)**

Τα οργανικά οξέα και το υδρογόνο μετατρέπονται σε οξικό οξύ (acetic acid),  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2$ .

Αυτό το στάδιο είναι απαραίτητο για τη διατήρηση ισορροπίας μεταξύ των παραγόμενων αερίων.

### **δ. Μεθανογένεση (Methanogenesis)**

Το οξικό οξύ και το υδρογόνο μετατρέπονται από μεθανογόνους μικροοργανισμούς σε:

Μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) → το κύριο συστατικό του βιοαερίου.

Διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ).

### **3. Συλλογή Βιοαερίου**

Το παραγόμενο αέριο (συνήθως 50-70% μεθάνιο και 30-50%  $\text{CO}_2$ ) συλλέγεται από την κορυφή του χωνευτή.

Ανάλογα με τη χρήση, μπορεί να υποστεί περαιτέρω καθαρισμό για την απομάκρυνση θειούχου υδρογόνου ( $\text{H}_2\text{S}$ ) και υγρασίας.

### **4. Επεξεργασία και Χρήση**

Καθαρισμός: Το βιοαέριο μπορεί να καθαριστεί ώστε να γίνει βιομεθάνιο, το οποίο έχει ιδιότητες αντίστοιχες με το φυσικό αέριο.

Εφαρμογές:

Παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Χρήση ως καύσιμο σε οχήματα.

Έγχυση στο δίκτυο φυσικού αερίου.

### **5. Χρήση Υπολειμμάτων**

Το υγρό υπόλειμμα, γνωστό ως χωνευμένο υπόλειμμα (digestate), είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και χρησιμοποιείται ως οργανικό λίπασμα στη γεωργία.

Η διαδικασία είναι ιδιαίτερα αποδοτική για τη διαχείριση οργανικών αποβλήτων και την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας, ενώ παράλληλα συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην προστασία του περιβάλλοντος.

### **3.4 Η αναερόβια χώνευση και ο ρόλος της**

Η αναερόβια χώνευση είναι μια φυσική, βιολογική διαδικασία κατά την οποία οργανική ύλη (όπως κοπριά, αγροτικά υπολείμματα ή οργανικά απόβλητα) αποδομείται από μικροοργανισμούς σε αναερόβιο περιβάλλον (χωρίς την παρουσία οξυγόνου). Κατά τη διαδικασία αυτή, παράγεται βιοαέριο, το οποίο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) και διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), καθώς και ένα υγρό υπόλειμμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα.

Βασικά Χαρακτηριστικά της Αναερόβιας Χώνευσης:

#### **Φυσική Διεργασία:**

Οι μικροοργανισμοί αποδομούν την οργανική ύλη μέσω διαδοχικών βιοχημικών αντιδράσεων.

Αναερόβιο Περιβάλλον:

Η απουσία οξυγόνου είναι κρίσιμη, καθώς οι μικροοργανισμοί που ευθύνονται για την παραγωγή μεθανίου λειτουργούν μόνο σε αυτές τις συνθήκες.

#### **Θερμοκρασιακές Συνθήκες:**

Μεσόφιλη Χώνευση (35-40°C): Συνήθης και σταθερή μέθοδος.

Θερμόφιλη Χώνευση (50-60°C): Ταχύτερη, αλλά πιο απαιτητική ενεργειακά.

Ρόλος της Αναερόβιας Χώνευσης σε μια Μονάδα Βιοαερίου:

Η αναερόβια χώνευση είναι ο πυρήνας της λειτουργίας μιας μονάδας βιοαερίου. Οι κύριες συνεισφορές της περιλαμβάνουν:

### **1. Παραγωγή Βιοαερίου**

Το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), που παράγεται κατά τη διαδικασία, είναι το βασικό καύσιμο που χρησιμοποιείται για:

Παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Καύσιμο για οχήματα ή έγχυση στο δίκτυο φυσικού αερίου.

Η παραγωγή είναι σταθερή και αξιόπιστη, εφόσον η διαδικασία ελέγχεται σωστά.

### **2. Διαχείριση Αποβλήτων**

Η διαδικασία επιτρέπει τη μετατροπή οργανικών αποβλήτων σε χρήσιμες πρώτες ύλες, μειώνοντας την ποσότητα απορριμμάτων που καταλήγουν σε χωματερές.

Μειώνεται η παραγωγή δυσοσμίων και η ρύπανση του περιβάλλοντος.

### **3. Παραγωγή Οργανικού Λιπάσματος**

Το χωνευμένο υπόλειμμα (digestate) είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία ως φυσικό λίπασμα.

Αυτό μειώνει την ανάγκη χρήσης χημικών λιπασμάτων και ενισχύει τη βιωσιμότητα.

### **4. Περιβαλλοντικά Οφέλη**

Μείωση Εκπομπών Αερίων Θερμοκηπίου:

Η αποφυγή της σήψης οργανικών υλικών σε ανοικτό περιβάλλον περιορίζει την απελευθέρωση μεθανίου και άλλων αερίων.

Ενεργειακή Αυτάρκεια:

Η μονάδα μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές της ανάγκες από την παραγόμενη ενέργεια.

#### 5. Οικονομικά Οφέλη

Δημιουργείται μια οικονομικά αποδοτική μέθοδος διαχείρισης αποβλήτων και παραγωγής ενέργειας.

Οι μονάδες βιοαερίου μπορούν να παρέχουν εισόδημα μέσω της πώλησης ενέργειας ή λιπασμάτων.

Η αναερόβια χώνευση είναι η καρδιά μιας μονάδας βιοαερίου, συνδυάζοντας την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας με τη βιώσιμη διαχείριση αποβλήτων. Παράγει πολύτιμους πόρους, μειώνει τη ρύπανση και προωθεί την κυκλική οικονομία.

### **3.5 Συμμετοχή στο έργο με τίτλο "NH3end"**

Το έργο "NH3end", στο οποίο συμμετέχει η εταιρεία **Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε.**, είναι ένα ερευνητικό πρόγραμμα που στοχεύει στη βελτιστοποίηση της λειτουργίας των μονάδων βιοαερίου, με έμφαση στη βιωσιμότητα και την περιβαλλοντική αποδοτικότητα. Ακολουθούν οι βασικές λεπτομέρειες:

#### Σκοπός του Έργου

Το έργο επικεντρώνεται:

- Στη δημιουργία ενός προβλεπτικού ελεγκτή για τη βελτιστοποίηση των διεργασιών παραγωγής βιοαερίου
- Στη μείωση των εκπομπών αμμωνίας ( $\text{NH}_3$ ) και άλλων ρύπων, οι οποίοι συχνά προκύπτουν από τις μονάδες βιοαερίου
- Στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και της συνολικής περιβαλλοντικής επίδοσης των μονάδων.

## Καινοτομίες

### Προβλεπτικός Έλεγχος:

- Ο ελεγκτής που αναπτύσσεται στο πλαίσιο του έργου θα βασίζεται σε αλγορίθμους πρόβλεψης, οι οποίοι θα λαμβάνουν υπόψη δεδομένα σε πραγματικό χρόνο.
- Στόχος είναι να εξασφαλίζεται η σταθερότητα της διαδικασίας παραγωγής και να μειώνεται η πιθανότητα μη αποδοτικών λειτουργιών.

### Περιβαλλοντική Απόδοση:

- Η μείωση της αμμωνίας και άλλων επιβλαβών εκπομπών συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος και στη συμμόρφωση με τις περιβαλλοντικές νομοθεσίες.
- Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της βελτιστοποίησης των παραμέτρων λειτουργίας, όπως η θερμοκρασία, η πίεση και η σύνθεση του εισερχόμενου οργανικού υλικού.

### Ενεργειακή Αποδοτικότητα:

- Το έργο στοχεύει στη μεγιστοποίηση της απόδοσης της παραγωγής βιοαερίου, αξιοποιώντας καλύτερα την πρώτη ύλη και ελαχιστοποιώντας τις ενεργειακές απώλειες.

## Ρόλος της Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε.

Η Βιοαέριο Λαγκαδά Α.Ε. συμμετέχει στο έργο παρέχοντας:

- Υποδομές και δεδομένα: Οι υφιστάμενες μονάδες της χρησιμοποιούνται ως πεδίο εφαρμογής και δοκιμών για την ανάπτυξη και βελτίωση του προβλεπτικού ελεγκτή.
- Εξειδικευμένο προσωπικό: Συνεργάζεται με τους εταίρους του έργου, προσφέροντας τεχνογνωσία στον τομέα της παραγωγής βιοαερίου.

- Εμπειρία: Η εταιρεία αξιοποιεί την πολυετή εμπειρία της στη διαχείριση οργανικών αποβλήτων και την παραγωγή ενέργειας, ενισχύοντας την πρακτική διάσταση του έργου.

#### Αναμενόμενα Οφέλη

Περιβαλλοντικά: Μείωση εκπομπών και προστασία του περιβάλλοντος.

Οικονομικά: Κόστος λειτουργίας μειωμένο χάρη στη βελτιωμένη απόδοση.

Τεχνολογικά: Ανάπτυξη καινοτόμων εργαλείων που μπορούν να υιοθετηθούν από ολόκληρο τον κλάδο.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

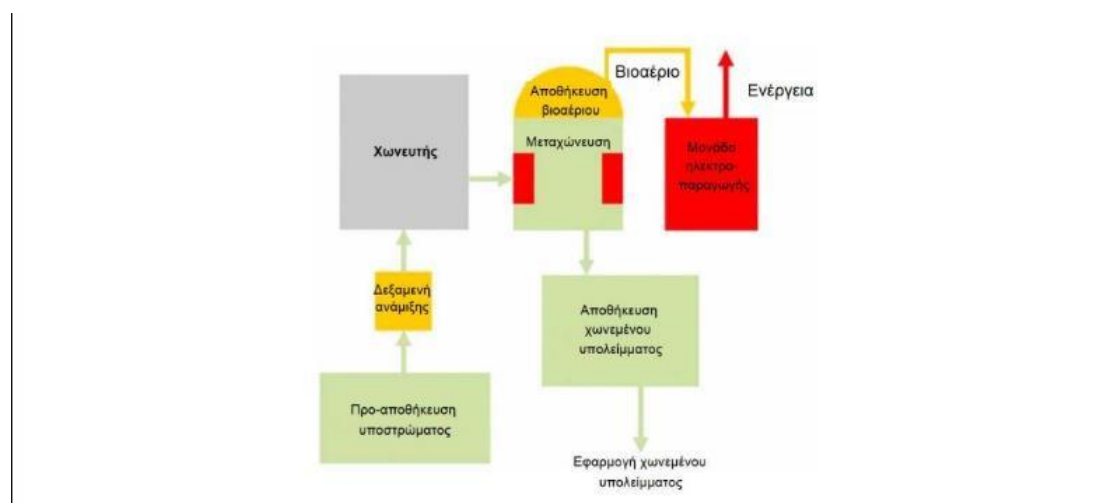
### Η παραγωγή βιοαερίου η τεχνολογία και τα στάδια

Η σύνθεση μιας μονάδας βιοαερίου επηρεάζεται από τον τύπο και τον όγκο των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται. Οι μονάδες του βιοαερίου χρησιμοποιούν άλλες τεχνολογίες και σχεδιασμούς για τη διαχείριση σε διαφορετικές πρώτες ύλες, πηγές και συνθήκες λειτουργισμού. Επίσης, γίνεται να χρησιμοποιηθούν άλλες μέθοδοι για την αύξηση, τη διατήρηση και να χρησιμοποιείται το βιοαέριο, όταν χρειάζεται με τις ειδικές ιδιότητες και τις ανάγκες κάθε εγκατάστασης. Αξίζει να αναφερθεί για τα κομπόστ ότι ο κύριος σκοπός του είναι το λίπασμα και οι ενέργειες προστασίας του περιβάλλοντος που συνδέονται με αυτό έχουν μεγάλη σημασία.

Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει τις θεμελιώδεις διεργασίες που συμπλέκονται στις μονάδες του βιοαερίου. Είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι οι πρώτες ενέργειες με πλάγιους χαρακτήρες δεν πρέπει να γίνεται η χρήση γεωργικών εγκαταστάσεων βιοαερίου. Η σύγκριση και η διαφορά μεταξύ υγρών και ξηρών αναερόβιων ζυμώσεων βασίζεται κυρίως στη θεωρία, ωστόσο οι διεργασίες μικροβίων συνήθως πραγματοποιούνται σε περιβάλλον με υγρασία. Η ταξινόμηση σχετικά με τα υγρά και τα ξηρά πέψης εξαρτάται από την ικανότητα εξαγωγής των πρώτων υλών. Η διαδικασία πέψης θεωρείται ξηρή εάν το περιεχόμενο στις ξηρές ουσίες είναι μεγαλύτερο από το 15%, υφίσταται ότι το υλικό είναι μη αντλούμενο. Η έγχυση σχετικά ξηρής πρώτης ύλης, όπως η χορτονομή, απευθείας στον χωνευτήρα μπορεί να αυξήσει το επίπεδο οργανικής ύλης του μείγματος πρώτης ύλης.



Ο χωνευτήρας είναι το σημαντικότερο συστατικό σε μια μονάδα, μαζί με πολλά άλλα συστατικά.



Μια ειδική περίπτωση των αγροτικών εγκαταστάσεων βιοαερίου, οι οποίες συνεχίζουν με άλλο μοντέλο και απαιτούν τέσσερα βήματα διαδικασίας για να τεθούν σε λειτουργία τέτοιες εγκαταστάσεις:

- Γίνεται πρώτα η μεταφορά, ύστερα παραδίδονται, αποθηκεύονται και τέλος μια επεξεργασία στις πρώτες ύλες.
- Ξεκινούν με την παραγωγή βιοαερίου (αναερόβια χώνευση). Στην συνέχεια αποθηκεύονται και αφού υπάρχει η δυνατότητα να βελτιωθούν, εφαρμόζονται και τα κομπόστ.
- Αποθηκεύονται για να βελτιωθούν και να γίνει η εφαρμογή βιοαερίου

Η ποικιλία για να σχεδιαστεί μια βιοαερίου μονάδα εξαρτάται πρώτα από όλα από τι διαθέσιμες πρώτες ύλες έχουμε και όσον αφορά ποιοτικά αλλά και ποσοτικά. Ο όγκος της τροφοδοσίας είναι πολύ σημαντικό για το μέγεθος του χωνευτήρα, την ικανότητα να αποθηκεύονται και τη μονάδα για συμπαραγωγή. Η ποιοτική πρώτη ύλη, όπως η περιεκτικότητα σε ξηρές ουσίες, για την δομή τους αλλά και την προέλευση τους, επηρεάζουν στο να επιλεχθεί καλύτερες τεχνολογίες για την επεξεργασίας τους. Σημαντικό ρόλο παίζει η πρώτη ύλη γιατί ενδέχεται να απαιτούνται ορισμένες ενέργειες, όπως να διαχωρίζει τα προβληματικά υλικά αλλά και την σύνθλιψη των πρώτων υλών ή να προστίθεται νερό έτσι ώστε δημιουργείται ένα ας πούμε μείγμα

προστασίας. Το προτέρημα των πρώτων υλών που είναι επιρρεπείς σε μόλυνση απαιτούν μέτρα υγιεινής σε όλη την σχεδιασμένη εγκατάσταση.

Η μέθοδος της αναερόβιας υγρής χώνευσης αντιμετώπισης στα οργανικά απόβλητα, αυτή είναι ιδιαίτερα δημοφιλής σε μονοβάθμια φυτά που χρησιμοποιούν ροές. Ωστόσο, σε μια πιο σύνθετη προσέγγιση που ονομάζεται διεργασία δύο σταδίων, ένας προχωνευτήρας ενσωματώνεται νωρίτερα από τον σημαντικότερο χωνευτήρα για να αυξηθεί η απόδοση και η επίδοση. Οι προχωνευτήρες παίζουν βασικό ρόλο στη δημιουργία για καλύτερες συνθήκες για τα πρώτα στάδια αναερόβιας υγρής χώνευσης, δηλαδή την υδρόλυση και την δημιουργία οξέος. Αφού γίνουν όλα αυτά τα στάδια στον προχωνευτήρα, η πρώτη ύλη που προέκυψε οδηγείται στον σημαντικότερο χωνευτήρα για το επόμενο στάδιο της διαδικασίας αναερόβιας χώνευσης. Μετά της αναερόβιας υγρής χώνευσης διαδικασία, το υπάρχον στρώμα (που ονομάζεται κομπόστ) αφαιρείται από τον χωνευτήρα. Για τη διασφάλιση της σωστής αποθήκευσής του, συνηθίζεται για την αποθήκευση να χρησιμοποιούν δεξαμενές. Αυτές οι δεξαμενές είναι εξοπλισμένες με αεροστεγείς μεμβράνες που τις απομονώνουν για την προστασία του περιβάλλοντος. Όλοι αυτοί οι συνεχής έλεγχοι επιτρέπουν στην συνεχόμενη παραγωγή αλλά και στην συλλογή του βιοαερίου, ακόμη και σε θερμοκρασίες φυσιολογικού περιβάλλον. Αυτή η φάση εμφανίζεται μετά την πέψη και ονομάζεται μεταπεπτική φάση. Ένας διαφορετικός τρόπος για να γίνεται η αποθήκευση των κομπόστ είναι φυσικά τα δοχεία. Για την λιγότερη των επιφανειακών εκπομπών αυτών των σκαφών, είναι εξοπλισμένα με φυσικό ή τεχνητό σύστημα επίπλευσης. Το εξτρά αυτό υπόστρωμα σφραγίζει το σημείο με αποτέλεσμα να μειώνει την απελευθέρωση βάνουσων αερίων στην ατμόσφαιρα.

#### **4.1 Μονάδα παραλαβής**

Η διαδικασία μεταφοράς και παράδοσης πρώτων υλών είναι ζωτικής σημασίας για τη λειτουργία των μονάδων βιοαερίου. Η διατήρηση μιας συνεπούς, συνεχούς παροχής πρώτων υλών στην κατάλληλη ποσότητα και

ποιότητα είναι απαραίτητη. Η παροχή υψηλής ποιότητας είναι εγγυημένη όταν ο διαχειριστής μιας μονάδας βιοαερίου είναι και παραγωγός πρώτων υλών. Ωστόσο, αυτό συμβαίνει συχνά με μονάδες βιοαερίου που απαιτούν πρόσθετες προμήθειες ζωοτροφών από άλλες εκμεταλλεύσεις, βιομηχανίες ή νοικοκυριά. Σε αυτήν την περίπτωση, οι αρχές διαχείρισης ποιότητας πρέπει να ακολουθούνται για την αποτελεσματική έρευνα, αξιολόγηση και τροποποίηση του εισερχόμενου υλικού. Πρώτον, είναι απαραίτητη η οπτική εξέταση κάθε παρτίδας πρώτων υλών. Μέσω αυτής της αρχικής αξιολόγησης, μπορούν να εντοπιστούν τυχόν εμφανή προβλήματα ή ασυνέπειες. Επιπλέον, πρέπει να καταγράφονται σημαντικές πληροφορίες όπως το βάρος παράδοσης και οι λεπτομέρειες των συγκεκριμένων πρώτων υλών, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών προμηθευτή, ημερομηνίας, ποσότητας, τύπου, προέλευσης και ποιότητας. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στα είδη των πρώτων υλών που θεωρούνται απόβλητα, καθώς ενδέχεται να υπάρχουν κανόνες σχετικά με τη διαχείριση και τις ρυθμιστικές τους υποχρεώσεις. Η παραβίαση αυτών των κανόνων είναι ζωτικής σημασίας για τη σωστή λειτουργία και τη νομική προστασία της μονάδας βιοαερίου. Η αποτελεσματική εποπτεία των πρώτων υλών είναι υπέρτατα σημαντικό για να διατηρούνται καλά στην απόδοση και τρέφουν αποτελέσματα σε κάθε μονάδα του βιοαερίου. Ακολουθώντας τα μέτρα με ποιοτικό έλεγχο και έχοντας πάντα σε παρακολούθηση από κοντά τη διαδικασία να μεταφέρονται και να παραδίδονται, οι διαχειριστές κάθε μονάδας βιοαερίου υφίσταται να εγγυηθούν συνέπεια και παροχή στην ποιότητα των πρώτων υλών τους.

## **4.2 Αποθήκευση πρώτων υλών**

Ο πρωταρχικός στόχος της αποθήκευσης πρώτων υλών είναι να ρυθμίσει την παροχή πρώτων υλών κατά τις εποχιακές αλλαγές και να επιτρέψει την ανάμειξη με διάφορα συστατικά για τον χωνευτήρα. Ο τρόπος αποθήκευσης εξαρτάται από τον είδος των πρώτων υλών και περιλαμβάνουν σιλό για στερεά υλικά και μεγάλες δεξαμενές αποθήκευσης υγρών υλικών. Τα Silo's μπορούν να κρατήσουν πρώτες ύλες για πάνω από ένα χρόνο, ενώ ο πολτός

μπορεί να κρατήσει πρώτες ύλες για μερικές ημέρες. Επίσης, υπάρχουν κατακόρυφες κυλινδρικές εγκαταστάσεις αποθήκευσης σιτηρών και κοπριάς. Ο όγκος αποθήκευσης καθορίζεται από την απαιτούμενη ποσότητα αποθήκευσης, την περίοδο σίτισης και τις ημερήσιες απαιτήσεις του δοχείου πέψης.

Αποθήκη σιλό:

Ο σχεδιασμός που έγινε για να γίνεται η αποθήκευση των σιλών ήταν πρώτα από όλα για να αποθηκεύονται ζωοτροφές προκειμένου να διατηρηθεί μια ισορροπημένη προσφορά ζωοτροφών σε διαφορετικές εποχές. Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, αυτή η μέθοδος αποθήκευσης έχει γίνει ολοένα και πιο δημοφιλής στο να αποθηκεύονται οι πρώτες και να παράγεται το βιοαέριο. Πρέπει να σημειωθεί επίσης πως ότι οι αποθηκευμένες ζωοτροφές έχουν την κατάλληλη περιεκτικότητα σε υγρασία, δηλ.

Τυπικά μεταξύ 55% και 70%. Αυτό το περιεχόμενο σε υγρασία που μεταβάλλεται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβάνει και τους τρόπους που αποθηκεύεται, του βαθμού συμπίεσης και του όγκου του νερού που εκκρίνεται κατά την αποθήκευση. Η τροφή μπαίνει σε μια διαδικασία ανάπλασης στο σιλό, η οποία γίνεται ευκολότερη από τις ενέργειες των βακτηρίων που είναι ζυμωτικά. Αυτά τα βακτήρια χρειάζονται ενέργεια για να διασπάσουν τα τρόφιμα, παράγοντας πτητικά οξέα, όπως οξικό, προπιονικό, λακτόζη και βουτυρικό. Αυτά τα μη ευαίσθητα λιπαρά οξέα διευκολύνουν τη συντήρηση των τροφίμων. Είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε, ωστόσο, ότι η διαδικασία ζύμωσης μειώνει το ενεργειακό περιεχόμενο της τροφής σε σχέση με το

αρχικό μέρος του φυτού. Κάτι τέτοιο είναι αποτέλεσμα από κάποιους υδατάνθρακες στα τρόφιμα που μεταβολίζονται από τα βακτήρια για να παράγουν VFA.

- Αντλούμενες δεξαμενές αποθήκευσης πρώτων υλών:

Οι πρώτες ύλες που αντλούνται φυλάσσονται σε ειδικά δοχεία που είναι υπερυψωμένα πάνω από το έδαφος. Αυτές οι δεξαμενές είναι μακράς διάρκειας και μπορούν να χωρέσουν μία έως δύο ημέρες πρώτων υλών. Για να διατηρηθεί η υγιεινή ποιότητα του αέρα, η δεξαμενή νερού πρέπει να είναι κλειστή σε ένα καπάκι. Το καπάκι πρέπει να έχει ένα απλό άνοιγμα και την ικανότητα να αφαιρεί τυχόν υπολείμματα υλικών από το κάτω μέρος. Εάν η δεξαμενή νερού είναι υψηλότερη από τη μηχανή που μετατρέπει τους πόρους σε ενέργεια, δεν απαιτείται αντλία και μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια. Διάφορες ουσίες μπορούν να ενσωματωθούν στη δεξαμενή για να διευκολυνθεί η κίνησή τους. Υπάρχουν όργανα που μπορούν να συγχωνεύσουν όλα τα είδη ουσιών στη δεξαμενή για να αποτρέψουν την προσκόλληση ή τον διαχωρισμό τους. Αυτά τα όργανα είναι πανομοιότυπα με εκείνα που χρησιμοποιούνται σε μηχανές που μετατρέπουν τους πόρους σε ισχύ.

#### **4.3 Το σύστημα με το οποίο παρέχεται η τροφοδοσία**

Οι πρώτες ύλες αναερόβιας χώνευσης αποθηκεύονται και υποβάλλονται σε προεπεξεργασία πριν σταλούν στον χωνευτήρα. Η τεχνολογία που εκτελείται για την τροφοδοσία βασίζεται από τον τύπο και την ικανότητα της αντλίας υλικού. Οι αντλούμενες ουσίες, για παράδειγμα η κοπριά ζώων και άλλα υγρά απόβλητα, μεταφέρονται από τα δοχεία αποθήκευσης στα δοχεία πέψης χρησιμοποιώντας αντλίες. Τα υλικά που δεν αντλούνται, συμπεριλαμβανομένων των ινωδών υλικών και της κοπριάς πλούσιας σε άχυρο, μεταφέρονται σε ένα σύστημα τροφοδοσίας που τα φορτώνει σε έναν χωνευτήρα. Τα αντλούμενα και μη αντλούμενα υλικά μπορούν να τροφοδοτηθούν ταυτόχρονα στον χωνευτήρα, αλλά τα υλικά που δεν αντλούνται συνήθως τροφοδοτούνται μέσω bypass. Προκειμένου να διατηρεί σταθερά τις διαδικασίες αναερόβιας χώνευσης, η συνεχής

ροή πρώτων υλών είναι ιδανική, αλλά στην πράξη, οι πρώτες ύλες προστίθενται πολλές φορές

Για να ελαχιστοποιηθεί η ενεργειακή δαπάνη, θα πρέπει να χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ο επιλεγμένος σχεδιασμός του μηχανισμού τροφοδοσίας εξαρτάται, για παράδειγμα, από ποιοτικές πρώτες ύλες, την ικανότητα άντλησης και τη συχνότητα τροφοδοσίας. Η θερμοκρασία του περιεχομένου της τροφοδοσίας θα πρέπει να παρακολουθείται, οι μεγάλες διαφορές στη θερμοκρασία μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τη βιολογία της διαδικασίας και να οδηγήσουν σε μείωση της παραγωγής αερίου. Ως αποτέλεσμα, είναι ζωτικής σημασίας να αποφεύγονται οι διαφορές θερμοκρασίας.

Αντλίες για τη μεταφορά αντλήσιμων πρώτων υλών

➤ Φυγοκεντρική αντλία

Οι φυγόκεντρες αντλίες είναι δυναμικές συσκευές που χρησιμοποιούν μια παλινδρομική πτερωτή για να αυξήσουν την ταχύτητα ενός ρευστού. Σε μια αντλία, το ρευστό εισέρχεται απευθείας από τον περιστρεφόμενο μηχανισμό ή την περιοχή περιστροφής και επιταχύνεται γρήγορα γύρω από έναν κύκλο σε έναν θάλαμο ή έλικα που διασκορπίζει το ρευστό. Από εκεί, το ρευστό απλώνεται σε ένα σύστημα σωλήνων που οδηγεί σε κατάντη προορισμούς. Ο πρωταρχικός σκοπός των φυγοκεντρικών αντλιών είναι για να κάνουν ευκολότερη τη μετάδοση υγρού μέσω του δικτύου σωλήνων, αυτό είναι ιδιαίτερα ευεργετικό για εφαρμογές όπως η απόρριψη κοπριάς και λάσπης.

➤ Αντλία όγκου πίεσης

Οι παλινδρομικές αντλίες (όπως η περιστροφική παλινδρομική αντλία και η παλινδρομική αντλία) χρησιμοποιούνται συχνά για τη μεταφορά ουσιών με υψηλή περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία που είναι παχύρρευστα. Η ταχύτητα της αντλίας επηρεάζει τον όγκο που μεταφέρεται, ο οποίος είναι κρίσιμος για την ακριβή δοσολογία. Επίσης είναι αυτόματες, παρέχοντας σταθερότερη πίεση και λιγότερη εξάρτηση από τις διαφορές ύψους από τις φυγοκεντρικές αντλίες. Για να ξεπεραστούν τα προβλήματα που προκαλούνται από την

περιεκτικότητα σε ίνες στο αντλούμενο υλικό, συνιστάται να εξοπλιστούν αυτές οι αντλίες με κόπτες και διαχωριστές για να προστατεύονται από τα σωματίδια και τις ίνες.

#### **4.4 Οι σωληνώσεις**

Τα συστήματα που παράγουν βιοαέριο επιβάλλεται να χρησιμοποιούν σωλήνες ανθεκτικούς στη διάβρωση που μπορούν να χειριστούν και βιομάζα και βιοαέριο πρώτης ύλης. Ο τύπος του υλικού σωλήνα εξαρτάται από τη συγκεκριμένη εργασία και τις απαιτητικές πιέσεις, οι επιλογές περιλαμβάνουν PVC, HDPE (πολυαιθυλένιο), χάλυβα και ανοξείδωτο χάλυβα. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα εξαρτήματα όπως σύνδεσμοι, πόρτες ατμού, βαλβίδες πεταλούδας, θυρίδες εξαερισμού και μετρητές πίεσης να έχουν την ανάλογη πρόσβαση, απλά στη συντήρηση και να αποφεύγουν κινδύνους ψύχους. Επιπλέον, κάποιες φορές οι σωληνώσεις μπορεί να χρειαστεί να απομονωθούν. Για να υπάρχει ασφάλεια και λειτουργικότητα των μονάδων βιοαερίου, είναι σημαντικό να υπάρχουν τα κατάλληλα υλικά για τους αγωγούς και τα εξαρτήματα όσον αφορά την ασφάλεια, την απόδοση και την αντοχή σε διαρροές.

Το αέριο σωληνώσεων πρέπει να συνοδεύεται από κλίση και βαλβίδες που αποστραγγίζουν το συμπύκνωμα. Είναι σημαντικό να αποφύγουν την συσσώρευση μέχρι και των πιο μικρών σε ποσότητα συμπύκνωμα, η έλλειψη πίεσης στο σύστημα μπορεί να οδηγήσει σε πλήρη απόφραξη της γραμμής αερίου.

#### **4.5 Μέθοδος για την διαδικασία θέρμανσης**

Το να διατηρείται η θερμοκρασία σταθερή είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική λειτουργία και τη μεγιστοποίηση της παραγωγής βιοαερίου. Ελαχιστοποιήστε τις αλλαγές θερμοκρασίας. (είτε λόγω εποχιακών αλλαγών, καιρικών συνθηκών ή αλλαγών σε διάφορα μέρη του χωνευτήρα) είναι κρίσιμη. Σημαντικές αλλαγές στη θερμοκρασία μπορεί να αμφισβητεί τη

διαδικασία της αναερόβιας πέψης και στην πιο ακραία περίπτωση, αγνοεί εντελώς τη διαδικασία.

Για να διατηρηθεί μια σταθερή θερμοκρασία στη δεξαμενή πέψης και να αποτραπεί η διάχυση της θερμότητας, η δεξαμενή πέψης πρέπει να είναι κλειστή και να θερμαίνεται από το εξωτερικό. Ο πιο συνηθισμένος παράγοντας θερμότητας είναι η επιπλέον θερμότητα που παράγεται από τη μονάδα βιοαερίου. Η πρώτη ύλη μπορεί να προθερμανθεί πριν από την πέψη, στο χωνευμένο υλικό ή με ατμό. Με τη θέρμανση της πρώτης ύλης πριν από την εισαγωγή της στον χωνευτήρα, η θερμοκρασία μπορεί να διατηρηθεί. Ορισμένες μονάδες βιοαερίου λαμβάνουν και τις δύο διαδικασίες για να θερμάνουν το υπόστρωμα.

## **4.6 Μέθοδοι για την διαδικασία ανάδευσης**

### **4.6.1 Φυσική ανάδευση ή αυτογενής ανάδευση**

Η παθητική ανάδευση στον χωνευτήρα επιτυγχάνεται με την εισαγωγή νέων πρώτων υλών, μεταφέρει την θερμότητα και ανοδική ροή φυσαλίδων. Ωστόσο, για βέλτιστη λειτουργία, απαιτείται ενεργή ανάμειξη με μηχανικό, υδραυλικό ή πνευματικό εξοπλισμό. Περίπου το 90% των μονάδων βιοαερίου χρησιμοποιούν συνήθως μηχανικό εξοπλισμό. Η ανάδευση είναι απαραίτητη για την ανάμειξη νέων συστατικών στην υπάρχουσα μήτρα, την πρόληψη του διευκολύνουν το σχηματισμό κρούστας και ιζημάτων, τη μεταφορά βακτηρίων, την προώθηση της ανάπτυξης φυσαλίδων και τη διανομή θερμότητας και θρεπτικών συστατικών. Οι αναδευτήρες έχουν την δυνατότητα να λειτουργήσουν σε συνεχή ή μερική βάση και το βέλτιστο χρονικό διάστημα καθορίζεται από εμπειρική βελτιστοποίηση με βάση τα χαρακτηριστικά της δεξαμενής, την τροφοδοσία και την τάση στην κλίνη. Ο χρόνος που αφιερώνεται στην ανάδευση, η συχνότητα της ανάδευσης και τα διαστήματα μεταξύ των ανακινήσεων καθορίζονται όλα από δοκιμή και σφάλμα μετά την πρώτη φόρτωση και το ξεκίνημα της μονάδας.

#### 4.6.2 Τεχνητή ανάδευση

Η τεχνητή ανάδευση στον χωνευτήρα επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας αναδευτήρες, οι οποίοι μπορούν να ταξινομηθούν σε αναδευτήρες υψηλής ταχύτητας, μέσης ταχύτητας ή χαμηλής ταχύτητας. Οι κάθετοι χωνευτές συνήθως χρησιμοποιούν υποβρύχιους αναδευτήρες προπέλας εξοπλισμένους με ηλεκτρικούς κινητήρες χωρίς κιβώτιο ταχυτήτων. Αυτά τα μίξερ έχουν αδιάβροχο προστατευτικό κάλυμμα και αντιδιαβρωτική επίστρωση και από το υγρό οδηγούνται στο ψυχρό περιβάλλον. Είναι πλήρως βυθισμένα στην πρώτη ύλη και συνήθως έχουν δύο ή τρεις γεωμετρικά βελτιστοποιημένες προπέλες. Ο αναμικτήρας είναι εξοπλισμένος με ένα σωληνωτό σύστημα οδήγησης που αποτελείται από σκαλωσιές, βαρούλκα καλωδίων και τμήματα οδηγών που επιτρέπουν τη ρύθμιση ύψους, κλίσης και πλευρικής ρύθμισης.

#### 4.6.3 Ανάδευση με έγχυση αερίου- Αεροκίνητη ανάδευση

Η πνευματική ανάδευση είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται συχνά σε μονάδες παραγωγής βιοαερίου για την ομογενοποίηση του περιεχομένου των χωνευτών (αναερόβιων αντιδραστήρων). Πρόκειται για έναν τρόπο ανάδευσης που βασίζεται στη χρήση αερίου, όπως το ίδιο το βιοαέριο ή συμπιεσμένος αέρας, για τη διατήρηση της ομοιομορφίας της θερμοκρασίας, της συγκέντρωσης των θρεπτικών συστατικών και της διανομής των μικροοργανισμών στον αντιδραστήρα.

Βασικές Αρχές της Πνευματικής Ανάδευσης

Λειτουργία:

- Το βιοαέριο ή ο αέρας διοχετεύεται μέσω σωληνώσεων ή διαχυτών στο κάτω μέρος του χωνευτή.
- Η ροή του αερίου δημιουργεί φουσαλίδες που ανεβαίνουν στην επιφάνεια, προκαλώντας ανάδευση του υποστρώματος.

#### Στόχοι:

- Αποφυγή δημιουργίας ζωνών καθίζησης ή στασιμότητας.
- Διατήρηση ομοιόμορφης θερμοκρασίας.
- Βελτίωση της επαφής μεταξύ των μικροοργανισμών και των οργανικών υλικών.
- Αύξηση της αποδοτικότητας παραγωγής βιοαερίου.

#### Πλεονεκτήματα:

- Χαμηλό κόστος συντήρησης: Δεν απαιτείται η χρήση κινητών μηχανικών εξαρτημάτων μέσα στον χωνευτή, γεγονός που μειώνει τις φθορές.
- Απλότητα κατασκευής και λειτουργίας: Το σύστημα βασίζεται κυρίως σε σωληνώσεις και αεροσυμπιεστές.
- Μικρότερη κατανάλωση ενέργειας: Συγκριτικά με μηχανικά συστήματα ανάδευσης, η πνευματική ανάδευση μπορεί να είναι πιο ενεργειακά αποδοτική.

#### Μειονεκτήματα:

- Περιορισμένη ισχύς ανάδευσης: Μπορεί να μην επαρκεί για πολύ πυκνά ή ιξώδη υλικά.
- Απώλειες θερμότητας: Η είσοδος αέρα ή αερίου μπορεί να οδηγήσει σε ελαφρά πτώση της θερμοκρασίας του χωνευτή.
- Δυνητική είσοδος οξυγόνου: Σε περίπτωση χρήσης αέρα, υπάρχει κίνδυνος εισόδου οξυγόνου, κάτι που δεν είναι επιθυμητό στις αναερόβιες διεργασίες.

#### Εφαρμογές:

Η πνευματική ανάδευση χρησιμοποιείται κυρίως σε χωνευτές που διαχειρίζονται υποστρώματα χαμηλού ιξώδους, όπως:

- Λύματα από βιομηχανίες τροφίμων.
- Γεωργικά απόβλητα με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό.
- Λύματα από εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

#### **4.6.4 Υδραυλική ανάδευση**

Όταν χρησιμοποιείται υδραυλική ανάδευση, οι πρώτες ύλες συμπιέζονται με αντλίες και οριζόντιες και κάθετες περιστρεφόμενες σχισμές εντός του χωνευτήρα. Η διασφάλιση της αποτελεσματικής ανάδευσης στο περιεχόμενο του χωνευτήρα βάση των κατάλληλων σχεδιασμών πρόσληψης τροφοδοσίας και εκκένωσης είναι κρίσιμης σημασίας. Τα μηχανικά εξαρτήματα του αναδευτήρα βρίσκονται έξω από τον χωνευτήρα, κάτι που είναι ευεργετικό για τα υδραυλικά συστήματα αναδευτήρα λόγω της μειωμένης φθοράς τους και της εύκολης συντήρησης. Η διαδικασία της υδραυλικής ανάδευσης χρησιμοποιείται κυρίως για την περιοδική αφαίρεση των πλωτών συσκευών.

### **4.7 Η αποθήκευση βιοαερίου**

Η παραγωγή βιοαερίου θα πρέπει να επιδιώκει τη διατήρηση της σταθερότητας της απόδοσής της και την αύξηση της απόδοσής της. Ωστόσο, η παραγωγή βιοαερίου στους χωνευτές είναι τυπικά ασταθής, αυτό προκαλεί διακυμάνσεις στην παραγωγή και μέγιστη απόδοση. Επιπλέον, η ζήτηση για βιοαέριο είναι μεταβλητή, αυτό ισχύει ιδιαίτερα για εφαρμογές όπως η συμπαραγωγή (CHP). Για να ξεπεραστούν αυτά τα εμπόδια, το βιοαέριο πρέπει να διατηρείται προσωρινά σε εγκαταστάσεις που είναι κατάλληλες για τη διατήρησή του. Επί του παρόντος, υπάρχουν διάφορες μέθοδοι αποθήκευσης βιοαερίου. Η πιο απλή επιλογή είναι να καλύψετε τη δεξαμενή πέψης με μια ειδική μεμβράνη, αυτή η μεμβράνη λειτουργεί τόσο ως κάλυμμα όσο και ως χώρος αποθήκευσης για το βιοαέριο. Σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις, χρησιμοποιούνται συχνά μεμονωμένες δεξαμενές βιοαερίου. Αυτές οι δεξαμενές μπορούν να είναι μόνο berdir ή να αποτελούν μέρος ενός κτιρίου αποθήκευσης. Επιπλέον, οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης βιοαερίου έχουν ποικίλες πιέσεις λειτουργίας, που κυμαίνονται από χαμηλή έως υψηλή, ανάλογα με τους συγκεκριμένους στόχους. Για να επιλεγθεί σωστά όσον

αφορά μέγεθος του συστήματος αποθήκευσης είναι καθοριστικής σημασίας για να διασφαλίσει την απόδοση, την αξιοπιστία και την ασφάλεια της μονάδας βιοαερίου. Διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διασφάλιση συνεχούς παροχής βιοαερίου, ελαχιστοποιώντας παράλληλα τις ζημιές. Όλες οι εγκαταστάσεις που αποθηκεύουν βιοαέριο πρέπει να έχουν συγκεκριμένο σχεδιασμό που να διασφαλίζει την αποτελεσματικότητά τους. Πρέπει να έχουν επαρκή ποσότητα αέρα και κέλυφος ανθεκτικό στην πίεση. Εάν η εγκατάσταση αποθήκευσης δεν είναι εγκλεισμένη σε δομή, πρέπει επίσης να είναι ανθεκτική στη θερμότητα, τις καιρικές συνθήκες και την υπεριώδη ακτινοβολία. Πριν από τη χρήση της μονάδας, πρέπει να πραγματοποιηθεί πλήρης επιθεώρηση των δεξαμενών αερίου. Για λόγους ασφαλείας, αυτά τα δοχεία πρέπει να διαθέτουν βαλβίδες ασφαλείας που αποτρέπουν την πρόκληση ζημιών ως αποτέλεσμα χαμηλής ή υπερπίεσης. Άλλες προφυλάξεις ασφαλείας, όπως η απαίτηση φράγματος εκρήξεων και φακών έκτακτης ανάγκης, πρέπει να ενσωματωθούν στο σχέδιο. Η δεξαμενή αποθήκευσης πρέπει να μπορεί να αποθηκεύει τουλάχιστον το ένα τέταρτο της ημερήσιας παραγωγής βιοαερίου. Συνήθως, συνιστάται μια έως δύο ημέρες χωρητικότητας αποθήκευσης παραγωγής. Η τήρηση αυτών των κατευθυντήριων οδηγιών διασφαλίζει σταθερό εφοδιασμό βιοαερίου διατηρώντας παράλληλα καλύτερες αποδόσεις και ασφάλεια σε όλη τη διαδικασία παραγωγής και χρήσης βιοαερίου.

#### **4.8 Μονάδα ελέγχου**

Οι μέθοδοι ελέγχου της μονάδας βιοαερίου περιλαμβάνουν τη μέτρηση του υποστρώματος βιομάζας μέσω συσκευών μέτρησης και την προσαρμογή των παραμέτρων της διαδικασίας με τη χρήση αυτόματων ελεγκτών. Οι δεξαμενές ζύμωσης της μονάδας βιοαερίου είναι εξοπλισμένες με μηχανισμό ελέγχου που εκχωρεί ονομαστικές τιμές παραμέτρων στον ελεγκτή και συνδέει σε αυτόν έναν πομπό πραγματικής τιμής. Ο πομπός συγκρίνει την παρατηρούμενη μετατόπιση με την ονομαστική τιμή και παρέχει ένα σήμα προσαρμογής με βάση έναν εκχωρούμενο αλγόριθμο ελέγχου. Η ελεγχόμενη βιομάζα που αποθηκεύεται σε υγρή ή κοκκώδη μορφή μετράται με ελεγχόμενες συσκευές μέτρησης και επηρεάζει τις παραμέτρους της

διαδικασίας κατά τη διαδικασία ζύμωσης. Ο υπολογιστής λειτουργεί ως αυτόματος ελεγκτής ή εκχωρεί ονομαστικές τιμές σε συσκευές μέτρησης υποτελούς ελέγχου, αποθηκεύοντας τα αποτελέσματα του ελέγχου της βιομάζας ως προγράμματα ή χαρακτηριστικούς χάρτες. Οι παράμετροι της διαδικασίας, καθώς και οι ιδιότητες του υποστρώματος που μπορεί να ζυμωθεί και του βιοαερίου που παράγεται, ανιχνεύονται με τη χρήση τεχνολογικών οργάνων καθώς και ηλεκτρικών αισθητήρων που επηρεάζονται από τον αισθητήρα. Το δοχείο για αποθήκευση τοποθετείται με μια κοινή γραμμή μεταφοράς στο κελί και η μέτρηση του ελέγχου πραγματοποιείται στον ζυμωτήρα ή στη συσκευή που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του υποστρώματος. Με ένα σύστημα καταρράκτη που ελέγχει τη βιομάζα, ο έλεγχος της βιομάζας χρησιμοποιείται ως μέσο καθοδήγησης που αντικαθιστά τις επόμενες διαμορφώσεις. Ως ελεγκτής χρησιμοποιείται ένας αναλογικός αλγόριθμος ολοκληρώματος-παραγώγου.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>**

### **Κίνδυνοι των εγκαταστάσεων βιοαερίου**

Η εγκατάσταση και λειτουργία μονάδων βιοαερίου ενέχει ορισμένους κινδύνους, οι οποίοι σχετίζονται κυρίως με τη φύση του βιοαερίου, τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται και τις διαδικασίες παραγωγής. Ορισμένοι βασικοί κίνδυνοι είναι οι εξής:

#### **1. Κίνδυνοι από τη Φύση του Βιοαερίου**

- **Εύφλεκτο και Εκρηκτικό Χαρακτηριστικό:** Το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), που αποτελεί το κύριο συστατικό του βιοαερίου, είναι εξαιρετικά εύφλεκτο και μπορεί να προκαλέσει εκρήξεις αν συγκεντρωθεί σε κλειστό χώρο και έρθει σε επαφή με φλόγα ή σπινθήρα.
- **Τοξικότητα:** Το βιοαέριο περιέχει υδρόθειο ( $\text{H}_2\text{S}$ ), ένα τοξικό και διαβρωτικό αέριο που μπορεί να είναι επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία σε υψηλές συγκεντρώσεις.

## **2. Κίνδυνοι Διαρροής**

- Διαρροή Αερίων: Μια διαρροή μπορεί να οδηγήσει σε ατμοσφαιρική ρύπανση ή σε κίνδυνο έκρηξης.
- Ρύπανση Υδάτων και Εδάφους: Η διαρροή των υγρών υπολειμμάτων (υγρό λίπασμα ή χωνευμένο υπόλειμμα) μπορεί να ρυπάνει τον υδροφόρο ορίζοντα ή τα επιφανειακά νερά.

## **3. Κίνδυνοι Λειτουργίας και Συντήρησης**

- Υψηλές Θερμοκρασίες και Πίεση: Οι μονάδες βιοαερίου συχνά λειτουργούν υπό αυξημένη πίεση ή θερμοκρασία, που μπορεί να οδηγήσει σε ατυχήματα.
- Ελλιπής Συντήρηση: Φθορές ή βλάβες στον εξοπλισμό, όπως στους αγωγούς, τους αναδευτήρες ή τις δεξαμενές, μπορεί να προκαλέσουν δυσλειτουργίες ή κινδύνους.

## **4. Υγειονομικοί Κίνδυνοι**

- Μολυσματικοί Παράγοντες: Τα οργανικά απόβλητα και τα λύματα μπορεί να περιέχουν παθογόνους μικροοργανισμούς.
- Έκθεση των Εργαζομένων: Κίνδυνος για την υγεία εργαζομένων σε περίπτωση επαφής με μολυσμένα υλικά ή αναθυμιάσεις.

## **5. Κίνδυνοι από Φυσικές Καταστροφές**

- Πλημμύρες: Μια πλημμύρα μπορεί να προκαλέσει διαρροή αποβλήτων ή βιοαερίου.
- Σεισμοί: Σε σεισμογενείς περιοχές, υπάρχει κίνδυνος καταστροφής των δεξαμενών.

### Μέτρα Μείωσης Κινδύνων

- Σωστός Σχεδιασμός: Επιλογή κατάλληλου εξοπλισμού και υλικών που αντέχουν στη διάβρωση και την πίεση.
- Σύστημα Ανίχνευσης Διαρροών: Εγκατάσταση αισθητήρων για τον εντοπισμό αερίων όπως CH<sub>4</sub> και H<sub>2</sub>S.

- Συντήρηση και Έλεγχοι: Τακτική επιθεώρηση και συντήρηση του εξοπλισμού.
- Εκπαίδευση Εργαζομένων: Εκπαίδευση στις διαδικασίες ασφαλείας και στην αντιμετώπιση ατυχημάτων.
- Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης: Εφαρμογή πρωτοκόλλων για την αντιμετώπιση εκτάκτων περιστατικών.

Παρά τους κινδύνους, η σωστή μελέτη, κατασκευή και λειτουργία των μονάδων βιοαερίου μπορούν να διασφαλίσουν την ασφάλεια και την αποδοτικότητά τους.

## 5.1 Κίνδυνοι από βιοαέριο

Όλοι οι παρακάτω κίνδυνοι μπορούν εύκολα να μετριαστούν εάν η υγεία σας είναι καλή η ασφάλεια λαμβάνεται υπόψη σε κάθε στάδιο της ανάπτυξης του έργου στο βιοαέριο. Οι κίνδυνοι περιλαμβάνουν, για παράδειγμα:

### ➤ Πυρκαγιά ή έκρηξη

Το μεθάνιο αποτελεί περίπου το 60% του βιοαερίου και μπορεί να δημιουργήσει εκρηκτικά μείγματα στην ατμόσφαιρα. Εντοπίζεται ο κίνδυνος πυρκαγιάς εάν το βιοαέριο αραιωθεί με αέρα μεταξύ 10% και 30%. Εκρήξεις σημειώθηκαν σε πολλά σημεία σε Καναδικές χοιροτροφικές μονάδες που υπάρχουν υπόνοιες ότι προκλήθηκαν από έκρηξη αερίου μεθανίου το 2003, αμμωνίας και υδρόθειου επίσης εξαιρετικά επικίνδυνο. Ποτέ μην χρησιμοποιείτε ανοιχτή φλόγα κοντά σε χωνευτήρα λόγω του κινδύνου έκρηξης. Για παράδειγμα, οι μεγάλοι κινητήρες και οι γεννήτριες πρέπει να είναι φιλικές προς το περιβάλλον, έτσι ώστε οι σπινθήρες να μην μπορούν να αναφλέξουν αέρια. θα έπρεπε

Χρησιμοποιήστε εκρηκτικό εξοπλισμό και ηλεκτρικές υπηρεσίες και εργαλεία που δεν σπινθηρίζουν μέσα και γύρω από τους χωνευτές. Το κάπνισμα απαγορεύεται κοντά στον χωνευτήρα ή σε συνδεδεμένους σωλήνες ή εξοπλι

Για να δημιουργήσετε μια δυνατή ατμόσφαιρα έκρηξης , πρέπει να τηρούνται παράλληλα τα ακόλουθα μέτρα:

- Η παρουσία καυσίμου αερίου: μεθάνιο (4)
  - Απουσία οξέος: δεν υπάρχει οξύ
  - Η παρουσία πηγής ανάφλεξης.
  - Η συγκέντρωση του εύφλεκτου αερίου στην εκρηκτική περιοχή του (LIE-LSE) είναι υψηλή.
  - Παρουσία τέλους.σμό βιοαερίου.
- 
- Ασφυξία που προκαλείται από αέρια όπως (υδρόθειο, διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο)

Σε περιφραγμένους χώρους όπου αποθηκεύεται κοπριά υπάρχει κίνδυνος ασφυξίας με μεθάνιο. Οι Osbern και Crapo (1981) περιέγραψαν τον θάνατο τριών ατόμων από ασφυξία λόγω αερίων από χοιρινό σπίτι σε κλειστό χώρο. Αξίζει να σημειωθεί πως και οι λάκκοι κοπριάς που είναι ανοιχτοί μπορούν να ελευθερώνουν αρκετό μεθάνιο για να εκτοπίσει τον αέρα πάνω από την κοπριά και να λιμοκτονήσει την περιοχή του οξυγόνου. Απαγορεύεται ρητά να εισέρχονται σε εγκαταστάσεις όπου γίνεται η αποθήκευση κοπριάς ή όπου φημολογείται πως η υπάρχει η αίσθηση πως υπάρχει διαρροή μεθανίου επειδή είναι φυσικό ο εξαερισμός να μην μειώνει τις πιθανότητες για εκρήξεις. Μόνο με τον καθαρό ανανεωμένο αέρα δεν μπορείς να νιώθεις σίγουρα την ασφάλεια ,επειδή ορισμένα από τα αέρια που παράγονται είναι βαρύτερα από τον αέρα. Το μεθάνιο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα και αναμένεται να συσσωρευτεί στους επάνω ορόφους των κτιρίων. Είναι καταστροφικό σε επίπεδα μεταξύ 5% και 15%. Το μεθάνιο δεν θεωρείται βλαβερό για τον άνθρωπο αλλά μπορεί να εκτοπίσει τον αέρα και να δημιουργήσει ένα περιβάλλον έλλειψης οξυγόνου σε έναν μικρό περιβάλλον. Έτσι σκότωνα κόσμο. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα άοσμο, βαρύτερο αέριο από τον αέρα. Σε ήρεμα περιβάλλοντα, το διοξείδιο του άνθρακα έχει την δυνατότητα να συσσωρεύεται κοντά στο πάτωμα. Τα ελαφρώς αυξημένα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα αυξάνουν τον καρδιακό ρυθμό και τον αναπνευστικό

ρυθμό. Μεγαλύτερη ποσότητα θα εξαντλήσει την παροχή οξυγόνου στο αίμα με αποτέλεσμα απώλεια των αισθήσεων και καρδιακή ανακοπή. Το υδρόθειο είναι ένα εξαιρετικά τοξικό αέριο που είναι βαρύτερο από τον αέρα. Σε χαμηλές συγκεντρώσεις μυρίζει σαν σάπια αυγά και μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό στα μάτια. Εξαλείφει την αίσθηση της όσφρησης και προκαλεί αναπνευστική παράλυση σε επιβλαβείς δόσεις. Επομένως, δεν υπάρχει δυσάρεστη οσμή που να προειδοποιεί για επικίνδυνα και θανατηφόρα επίπεδα της παρουσίας του.

#### ➤ Ασθένεια

Τα περιττώματα των ζώων μπορεί να περιέχουν βακτήρια, ιούς και ίσως παράσιτα. Το βιοαέριο παράγεται μέσω της αναερόβιας χώνευσης της κοπριάς, η οποία παράγεται από βακτήρια που βρίσκονται στα ζωικά απόβλητα, μερικά από τα οποία μπορούν να προκαλέσουν ρύπανση. Για να αποφύγετε την επαφή με τα κόπρανα, λάβετε τα κατάλληλα μέτρα και φοράτε ατομικό προστατευτικό εξοπλισμό κατά το χειρισμό των απορριμμάτων. Η διατήρηση καθαρών εγκαταστάσεων χωνευτηρίου θα μειώσει τον κίνδυνο ασθενειών και την εξάπλωση οσμών και πληθυσμών μυγών στις εγκαταστάσεις χωνευτηρίου.

Στον παρακάτω πίνακα θα δούμε κάποιες επιπτώσεις του υδρόθειου στον άνθρωπο σε διαφορετικές περιπτώσεις.

| Parts per million (ppm) | Πιθανές επιπτώσεις στην υγεία |
|-------------------------|-------------------------------|
| 0.01-0.3                | Η οσμή είναι ανιχνεύσιμη      |
| 1-10                    | Μέτρια έως έντονη οσμή        |
|                         | Ναυτία                        |
|                         | Δάκρυα                        |

|                |                                                                              |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------|
|                | <b>Πονοκέφαλοι</b><br><b>Απώλεια ύπνου</b>                                   |
| <b>10-150</b>  | <b>Ερεθισμός των ματιών</b><br><b>Ερεθισμός των πνευμόνων</b>                |
| <b>150-750</b> | <b>Σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία</b><br><b>Ο θάνατος γίνεται πιο πιθανός</b> |
| <b>&gt;750</b> | <b>Ο θάνατος μπορεί να επέλθει μέσα σε λίγα λεπτά</b>                        |

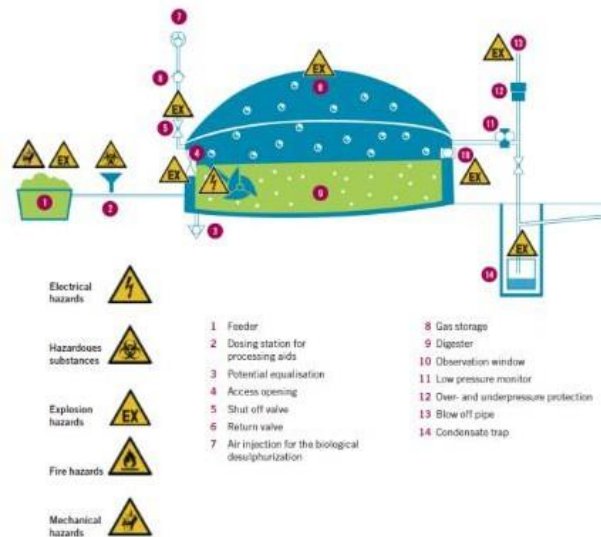
- Η δυνατότητα απελευθέρωσης αερίου ή υγρού υψηλής πίεσης

Αέριο ή υγρό υψηλής πίεσης διαφεύγει όταν η πίεση στη δεξαμενή είναι χαμηλότερη ή μεγαλύτερη από το συνηθισμένο.

Για παράδειγμα, μια αστοχία δεξαμενής θα μπορούσε να προκαλέσει την πλημμύρα του χώνεμα σε ένα εργοτάξιο. Εάν η πλημμύρα δεν περιοριστεί εγκαίρως, το χωνεμένο υπόλειμμα μπορεί να εξαπλωθεί στο κοντινό έδαφος.

- Κίνδυνοι που σχετίζονται με περιστρεφόμενα μηχανήματα και εξοπλισμό

### 5.3 Οι κίνδυνοι των μονάδων βιοαερίου με μια γενική έννοια.



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο τέλος της εργασίας προέκυψαν κάποια τελικά αποτελέσματα που αξίζει να αναφερθούν. Αρχικά απ' όλα, το βιοαέριο είναι μια ισχυρή πηγή ενέργειας στην οποία οι άνθρωποι μπορούν να βασιστούν στο μέλλον, τόσο από άποψη αποθεμάτων όσο και από άποψη ενεργειακής απόδοσης. Είναι μια φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας. Μελλοντικά, θα μπορούσε να προχωρήσει σε πλήρης αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων, παράγοντας έτσι λιγότερους ρύπους. Ωστόσο, χτίζοντας ένα τέτοιο εργοστάσιο βεληνεκούς, οι επενδυτές θα πρέπει να λάβουν υπόψη όλους τους παραπάνω παράγοντες για να εξασφαλίσουν την ομαλή σχεδίαση και λειτουργικότητα της υποψήφιας μονάδας. Πρέπει να ενημερώνεται καθώς το νομοθετικό πλαίσιο για έναν συγκεκριμένο τομέα αλλάζει συνεχώς καθώς οι εξελίξεις σημειώνονται με γοργούς ρυθμούς. Τέλος, με τη σωστή διαχείριση, η παραγωγή ενέργειας από βιοαέριο μπορεί να προσφέρει πολλά στο ευρύ κοινό καθώς και στο ίδιο το περιβάλλον.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Ξενόγλωση**

- Angelidaki, I., & Ahring, B. K. (2000). Methods for increasing the biogas potential from the recalcitrant organic matter contained in manure. *Water Science and Technology*, 41(3), 189-194.
- Bouallagui, H., Touhami, Y., Ben Cheikh, R., & Hamdi, M. (2005). Biogas production from fruit and vegetable wastes in a tubular digester. *Bioresource Technology*, 86(1), 85-89.
- Chen, Y., Cheng, J. J., & Creamer, K. S. (2008). Inhibition of anaerobic digestion process: A review. *Bioresource Technology*, 99(4), 4044-4064.
- Deublein, D., & Steinhauser, A. (2011). *Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction*. Weinheim: Wiley-VCH
- Ernst, P., & Watson, I. (2019). Assessment of biogas potential from food and agricultural waste. *Renewable Energy*, 139(1), 1222-1230.
- Fagerström, A., Al Seadi, T., Rasi, S., & Briseid, T. (2018). The role of biogas solutions in the circular and bio-based economy. *Bioresource Technology*, 247, 120-129.
- Holm-Nielsen, J. B., Al Seadi, T., & Oleskowicz-Popiel, P. (2009). The future of anaerobic digestion and biogas utilization. *Bioresource Technology*, 100(22), 5478-5484.
- Karellas, S., Boukis, I., & Kontopoulos, G. (2010). Development of an investment decision tool for biogas production from agricultural waste. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(4), 1273-1282.

- Mata-Alvarez, J., Macé, S., & Llabrés, P. (2000). Anaerobic digestion of organic solid wastes. An overview of research achievements and perspectives. *Bioresource Technology*, 74(1), 3-16.
- Rajendran, K., Aslanzadeh, S., & Taherzadeh, M. J. (2012). Household biogas digesters—A review. *Energies*, 5(8), 2911-2942.

### **Ελληνική**

- Αλεξάκης, Δ. Α. (2010). Βιοαέριο: Παραγωγή και χρήση. *Περιβαλλοντική Τεχνολογία και Διαχείριση Αποβλήτων*, 18(2), 45-55.
- Αθανασίου, Γ. Κ. (2015). Ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας: Τεχνολογίες παραγωγής βιοαερίου. *Επιστημονικά Χρονικά*, 7(3), 12-21.
- Βλαχογιάννης, Δ., & Λιακοπούλου, Μ. (2008). Βιοαέριο: Πρακτική εφαρμογή και περιβαλλοντικά οφέλη. *Περιβαλλοντική Επιστήμη*, 24(1), 33-40.
- Γεωργίου, Σ. Π. (2012). Μεθοδολογίες αξιοποίησης οργανικών αποβλήτων για παραγωγή βιοαερίου. *Τεχνολογία Περιβάλλοντος*, 6(2), 78-86.
- Καραγιάννης, Ι., & Καρτέρης, Π. (2018). Συγκριτική μελέτη συστημάτων αναερόβιας χώνευσης για παραγωγή βιοαερίου. *Ενεργειακά Συστήματα και Περιβάλλον*, 15(4), 98-112.
- Μουρατίδης, Π. Ν. (2017). Παραγωγή βιοαερίου από οργανικά απόβλητα: Τεχνικές και προοπτικές στην Ελλάδα. *Βιομηχανική Περιβαλλοντική Τεχνολογία*, 19(3), 123-136.
- Παπαδόπουλος, Χ. (2005). Βιοαέριο και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: Περιβαλλοντική διάσταση και ενεργειακές εφαρμογές. *Ενέργεια και Περιβάλλον*, 10(2), 22-29.

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- <http://www.agroenergy.gr/categories/%ce%b2%ce%b9%ce%bf%ce%b1%ce%ad%cf%81%ce%b9%ce%bf>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF>
- <https://www.clarke-energy.com/el/applications/biogas/>
- <https://www.pk-energy.gr/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%AC-%CF%84%CE%B1-%CE%BF%CF%86%CE%AD%CE%BB%CE%B7-%CF%84/>
- <https://ypen.gov.gr/energeia/ape/technologies/viomaza-viorefstas-vioaerio/>
- <https://habio.gr/>
- [http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_biomass\\_biogas.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_biomass_biogas.htm)
- <https://www.biogaslagada.gr/>
- <https://habio.gr/%CF%83%CF%87%CE%B5%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CE%BC%CE%B5-%CF%84%CE%BF-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%B5%CE%B8%CE%AC%CE%BD/>
- <https://bioenergycrete.gr/%CF%84%CE%BF-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B9%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CE%BF%CF%80%CF%84/>
- <http://www.agroenergy.gr/content/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CF%80%CF%81%CF%8C%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7-%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%AE%CF%82-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%AF%CE%BF%CF%85>
- <https://samerkasenergy.gr/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF/>

