

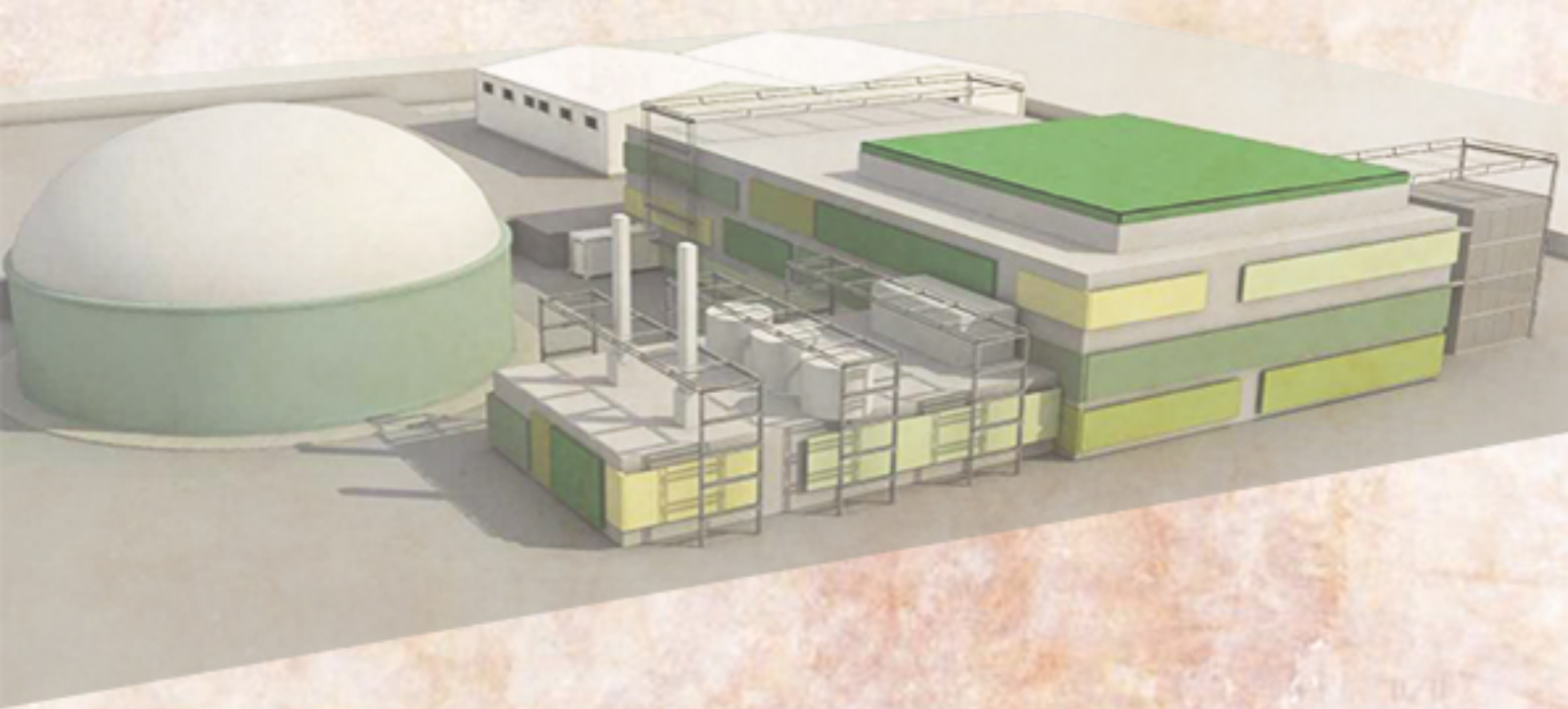
ΤΕΙ Κρήτης



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Κρήτης

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΩΝ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ



ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ
ΕΛΕΝΗ ΠΕΤΡΑΚΗ

ΕΠΙΛΕΠΟΥΣΑ
ΚΑΤΣΑΜΑΚΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2019

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	σελ. 2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ.3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Λειτουργία Κτηνοτροφικών Μονάδων στην Ελλάδα και Σύσταση Κτηνοτροφικών Αποβλήτων.....	σελ. 6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Μόλυνση και Επιβάρυνση του Περιβάλλοντος από Κτηνοτροφικά Απόβλητα και Αναερόβια Χώνευση.....	σελ. 22
Κεφάλαιο 3°. Τρόπος Παραγωγής Βιοαερίου και επιδράσεις από την Λειτουργία της Μονάδας στο Περιβάλλον.....	σελ. 40
Κεφάλαιο 4°. Κόστος Παραγωγής Βιοαερίου και Χρήση του για Παραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού.....	σελ. 57
ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	σελ.68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ. 70

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Βασικός σκοπός της εν λόγω εργασίας, είναι η συλλογή, η αξιολόγηση και η συζήτηση δεδομένων και τεχνικών για την υπάρχουσα κατάσταση και τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης και αξιοποίησης κτηνοτροφικών αποβλήτων για την παραγωγή βιοαερίου.

Η εργασία περιλαμβάνει 4 κεφάλαια που αναλύουν τα εξής επιμέρους θέματα:

- ✓ Το Κεφάλαιο 1 αναφέρεται στη Λειτουργία Κτηνοτροφικών Μονάδων στην Ελλάδα και τη Σύσταση των Κτηνοτροφικών Αποβλήτων.
- ✓ Το Κεφάλαιο 2 εστιάζει σε θέματα που αφορούν στη Μόλυνση και Επιβάρυνση του Περιβάλλοντος από Κτηνοτροφικά Απόβλητα και στην Αναερόβια Χώνευση.
- ✓ Το Κεφάλαιο 3 μελετά τον Τρόπο Παραγωγής Βιοαερίου και τις επιδράσεις στο περιβάλλον από την Λειτουργία της Κτηνοτροφικής Μονάδας, και τέλος,
- ✓ το Κεφάλαιο 4 αναλύει το Κόστος Παραγωγής Βιοαερίου και τη Χρήση του για Παραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού.

Η εργασία ολοκληρώνεται με σύντομη ανακεφαλαίωση και παράθεση συμπερασμάτων.

Abstract

Relative to the data referred to and commented upon in the following sections, it could be argued that the main aim of the present assignment is the collection and evaluation of and the **discussion on data on** the elements used within the framework of data analysis, in respect to the possibility of utilisation of livestock waste in biogas production.

Therefore, and for the present assignment to be deemed relevant and **effective** as to the elements under consideration, the former has been divided into four units:

- I. Unit 1 refers to the operation of livestock units in Greece and the composition of livestock waste.
- II. Unit 2 provides **(statistical)** data on the environmental pollution by and surcharge from livestock waste and anaerobic decomposition.
- III. In Unit 3 the points of reference are the methods used for biogas production and the impact the operation of such units may have on the environment.
- IV. Finally, Unit 4 **discusses** the cost of producing biogas and the latter's use for the production of heat and electricity.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ζωικά απόβλητα αποτελούν πολύτιμη πηγή θρεπτικών ουσιών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ωστόσο, τα περισσότερα από τα απόβλητα συλλέγονται σε λιμνοθάλασσες ή αφήνονται να αποσυντεθούν στην ύπαιθρο, αποτελώντας σημαντικό περιβαλλοντικό κίνδυνο. Μερικοί από τους ατμοσφαιρικούς ρύπους που εκπέμπονται από την κόπρω, είναι το μεθάνιο, το οξείδιο του αζώτου, η αμμωνία, το υδρόθειο, διάφορες πτητικές οργανικές ενώσεις και άλλα σωματίδια, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές περιβαλλοντικές ανησυχίες και προβλήματα υγείας.

Στο παρελθόν, τα απόβλητα ζωικού κεφαλαίου, μπορούσαν να ανακτηθούν και να πωληθούν ως λίπασμα ή απλά να χρησιμοποιηθούν σε γεωργικές εκτάσεις. Η εισαγωγή αυστηρότερων περιβαλλοντικών ελέγχων στη ρύπανση οσμών και υδάτων, είχε ως αποτέλεσμα να απαιτείται πλέον κάποια μορφή διαχείρισης των αποβλήτων, η οποία να παρέχει περαιτέρω κίνητρα για τη μετατροπή της βιομάζας σε ενέργεια. Το δυναμικό βιοαερίου της ζωικής κοπριάς μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο σε μικρές όσο και σε μεγάλες κλίμακες.

Η αναερόβια χώνευση για την επεξεργασία ζωικών αποβλήτων μπορεί να αποφέρει θετικά οφέλη που σχετίζονται με θέματα, όπως η ανανεώσιμη ενέργεια, η ρύπανση των υδάτων και οι εκπομπές στην ατμόσφαιρα. Η αναερόβια χώνευση ζωικής κοπριάς κερδίζει τη δημοτικότητα ως μέσο προστασίας του περιβάλλοντος και αποτελεσματικής ανακύκλωσης των υλικών στα συστήματα εκτροφής. Τα εργοστάσια αποβλήτων με ενέργεια (Waste-to-Energy / WTE), που βασίζονται στην αναερόβια χώνευση της κοπριάς αγελάδων, είναι ιδιαίτερα αποδοτικά στην αξιοποίηση του αναξιοποίητου δυναμικού των οργανικών αποβλήτων με τη μετατροπή του βιοαποικοδομήσιμου κλάσματος των εν λόγω αποβλήτων σε αέρια υψηλής θερμοδικής αξίας.

Η καθιέρωση αναερόβιων συστημάτων πέψης για τη σταθεροποίηση κοπριάς και την παραγωγή ενέργειας έχει επιταχυνθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Υπάρχουν χιλιάδες χωνευτές που λειτουργούν σε εμπορικές εγκαταστάσεις κτηνοτροφίας στην Ευρώπη, τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ασία και αλλού που παράγουν καθαρή ενέργεια και καύσιμα. Τα έργα βιοαερίου που βασίζονται σε ζωικά απόβλητα διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην αγροτική ανάπτυξη ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή βιοαερίου από την κοπριά ζώων είναι το pH και η θερμοκρασία της πρώτης ύλης. Είναι γνωστό ότι μια μονάδα

βιοαερίου λειτουργεί με βέλτιστο τρόπο σε ουδέτερο επίπεδο pH και μεσόφιλη θερμοκρασία περίπου 35°C. Ο λόγος άνθρακα-αζώτου της πρώτης ύλης είναι επίσης σημαντικός παράγοντας και πρέπει να κυμαίνεται από 20: 1 έως 30: 1. ()

Η ζωική κοπριά έχει αναλογία άνθρακα - αζώτου 25:1 και θεωρείται ιδανική για μέγιστη παραγωγή αερίου. Η στερεή συγκέντρωση στο υλικό τροφοδοσίας είναι επίσης ζωτικής σημασίας για να εξασφαλιστεί επαρκής παραγωγή αερίου, καθώς και εύκολη ανάμειξη και χειρισμός. Ο υδραυλικός χρόνος κατακράτησης (Hydraulic Retention Time /HRT) είναι ο σημαντικότερος παράγοντας στον προσδιορισμό του όγκου του χωνευτή, ο οποίος με τη σειρά του καθορίζει το κόστος του φυτού. Όσο μεγαλύτερη είναι η περίοδος διατήρησης, τόσο υψηλότερο είναι το κόστος κατασκευής. Η κοπριά των νωπών ζώων αποθηκεύεται σε μια δεξαμενή συλλογής, πριν από τη μεταποίησή της στη δεξαμενή ομογενοποίησης, η οποία είναι εφοδιασμένη με αναμικτήρα για να διευκολύνει την ομογενοποίηση του ρεύματος αποβλήτων. Τα ομοιόμορφα μικτά απόβλητα διοχετεύονται μέσω αδιαβροχοποίησης για να επιτευχθεί ομοιόμορφο μέγεθος σωματιδίων 5-10 mm και αντλούνται σε αναερόβιους χωνευτές κατάλληλης χωρητικότητας, όπου λαμβάνει χώρα σταθεροποίηση οργανικών αποβλήτων.

Στην αναερόβια χώνευση, το οργανικό υλικό μετατρέπεται σε βιοαέριο από μια σειρά βακτηριακών ομάδων από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Η πλειονότητα των εμπορικών λειτουργούντων χωνευτήρων, είναι αντιδραστήρες ροής βύσματος και αντιδραστήρες πλήρους μίγματος, που λειτουργούν σε μεσόφιλες θερμοκρασίες. Ο τύπος του χρησιμοποιούμενου χωνευτήρα ποικίλλει ανάλογα με τη συνοχή και την περιεκτικότητα σε στερεά της πρώτης ύλης, με παράγοντες επενδύσεων κεφαλαίου και με πρωταρχικό σκοπό την πέψη. Το βιοαέριο περιέχει σημαντική ποσότητα αερίου υδρόθειου (H₂S), το οποίο πρέπει να απογυμνωθεί λόγω του ιδιαίτερα διαβρωτικού χαρακτήρα του. Η απομάκρυνση του H₂S λαμβάνει χώρα σε μια μονάδα βιολογικής αποθείωσης, στην οποία, μια περιορισμένη ποσότητα αέρα προστίθεται στο βιοαέριο παρουσία εξειδικευμένων αερόβιων βακτηρίων που οξειδώνουν το H₂S σε στοιχειακό θείο.

Το βιοαέριο τέλος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οικιακή μαγειρική, βιομηχανική θέρμανση, συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (CHP) καθώς και καύσιμο οχημάτων. Το υπόστρωμα πέψης περνάει μέσω κοχλιωτών πρεσών για αφυδάτωση και κατόπιν υποβάλλεται σε ηλιακή ξήρανση και προετοιμασία για να δώσει υψηλής ποιότητας οργανικό λίπασμα.

Σε αυτό το πλαίσιο, σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να μελετήσει τη λειτουργία Κτηνοτροφικών Μονάδων στην Ελλάδα, εστιάζοντας στα κτηνοτροφικά απόβλητα και στην προκαλούμενη από αυτά επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Έμφαση θα δοθεί στον τρόπο παραγωγής βιοαερίου και τις προκαλούμενες επιδράσεις στο περιβάλλον από την λειτουργία των κτηνοτροφικών μονάδων. Επιπλέον, θα αναλυθεί το κόστος παραγωγής βιοαερίου και η χρήση του για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Λειτουργία Κτηνοτροφικών Μονάδων στην Ελλάδα και Σύσταση Κτηνοτροφικών Αποβλήτων

1.1 Η Λειτουργία και τα Χαρακτηριστικά της Κτηνοτροφικής Μονάδας

Η αναπαραγωγική ικανότητα σε κτηνοτροφικές μονάδες, λογίζεται ως χαμηλή στην Ελλάδα, αφού ο δείκτης πολυδυμίας αναφέρεται στο βαθμό 1,0. Ο δείκτης αυτός, είναι μικρότερος από τη μονάδα λόγω της αδυναμίας των θηλυκών ζώων να μπορούν να γαλουχήσουν δίδυμα ζώα αλλά και στην υψηλή θνησιμότητα των νεογέννητων και των απαράδεκτων συνθηκών εκτροφής. Επίσης είναι δύσκολο να γίνει διαχείριση στο ποίμνιο στη διάρκεια αναπαραγωγής (Μπλιάτσος, 2009).

Φυσικά μπορεί να υπάρξουν δυνατότητες καλύτερης αναπαραγωγικής ικανότητας από τη στιγμή που υπάρχουν και οι απαραίτητες προσπάθειες για καλύτερη εκτροφή και καλύτερη διαχείριση του ποιμνίου. Όλες οι προσπάθειες πρέπει να είναι παράλληλες με το σύστημα εκτροφής των ζώων σε κτηνοτροφικές μονάδες, ώστε η εκτροφή τους να είναι οικονομική. Σε ότι αφορά τα εκτατικά και τα ημiekτατικά ζώα που εκτρέφονται, προτείνονται τα παρακάτω στοιχεία():

- Το ζώο να είναι ένα στη γέννηση αλλά και υγιές ώστε να έχει πολύ καλή ανάπτυξη .
- Μετατόπιση της περιόδου των τοκετών την άνοιξη, ώστε να υπάρχει ένας συντονισμός των θρεπτικών αναγκών των ζώων με την αξία της βλάστησης της φύσης.

Οι εκτροφείς προβάτων για παράδειγμα, θα πρέπει να ενημερώνονται συχνά και να υπάρχει σωστή καθοδήγηση σε όλα τα επίπεδα. Μεγάλη προσοχή πρέπει να αποδίδουν οι υπεύθυνοι φορείς σε ό,τι αφορά την επέκταση των μονάδων εκτροφών προβάτων αλλά και την αξιοποίηση των ελληνικών βοσκοτόπων για τη σφαγή τύπου αρνιού 100 ημερών. Με αυτόν τον τρόπο θα υπάρχει μεγαλύτερο κέρδος και το έλλειμμα της χώρας σε κρέας θα μειωθεί. Επίσης θα υπάρχει μια σχετική αναχαίτιση, σε ότι έχει να κάνει με τον όλο και περισσότερο ρυθμό ερήμωσης των ημιορεινών και ορεινών περιοχών υπαίθρου (Μάμαλη, 2005).

Σημειώνεται πως για να θεωρείται μια κτηνοτροφική μονάδα συμφέρουσα οικονομικά, θα πρέπει να διαθέτει πάνω από 250 ζώα και η ετήσια γαλακτοπαραγωγή να είναι πάνω από 25000kg γάλακτος και κρέατος. Το μέγεθος φυσικά των ζώων είναι μικρό και η σχετική επένδυση υψηλή από τη στιγμή που η μέση περίοδος της γαλακτοπαραγωγής λαμβάνεται υπόψη. Το 1970 ουσιαστικά άρχισε η άμελη των

προβατίνων με τη χρήση μηχανής και όπως είναι κατανοητό η περίοδος αυτή των 35 χρόνων, είναι σχετικά μικρή. Οι βασικές αιτίες για την παραπάνω καθυστέρηση ανάπτυξης των ζώων σε κτηνοτροφικές μονάδες, είναι():

- Η δομή της ελληνικής κτηνοτροφίας
- Η γενότυπη σύνθεση των ζώων που εκτρέφονται
- Οι μέθοδοι εκτροφής
- Η εγκατάλειψη των κρατικών φορέων

Φυσικά και η παραπάνω κατάσταση μπορεί να βελτιωθεί, αν η γαλακτοκομική προβατοτροφία εξελιχθεί σχετικά και αν υπάρξει ανασυγκρότηση σε ποικίλους τομείς, ενώ σημαντική ενίσχυση θα πρέπει να δοθεί για τη δημιουργία μονάδων μέσου μεγέθους κτηνοτροφίας .

1.2 Κανόνες και Νόμοι που Ισχύουν για την Ορθή Λειτουργία της Κτηνοτροφικής Μονάδας και τους Χώρους Σταβλισμού

Οι κτηνοτροφικές μονάδες, βάσει της ελληνικής νομοθεσίας, (Π.Δ.20 374 (ΦΕΚ21 251Α/22-10-2001) «περί της προστασίας των ζώων στα εκτροφεία») πρέπει να πληρούν τις κάτωθι προϋποθέσεις:

- ✓ Να υπάρχει ελευθερία κινήσεων των ζώων και σε περίπτωση περιορισμού τους, να υπάρχει επαρκής χώρος για τις φυσιολογικές ανάγκες τους και τις ανάγκες συμπεριφοράς τους.
- ✓ Τα υλικά και ο εξοπλισμός με τα οποία έρχονται σε επαφή τα ζώα θα πρέπει να μην είναι επιβλαβή για αυτά.
- ✓ Να εξασφαλίζονται κατάλληλη θερμοκρασία, υγρασία και φωτισμός.
- ✓ Στο ανωτέρω Π.Δ. αναφέρονται αναλυτικά τα ζωοτεχνικά πρότυπα που αφορούν την αναβάθμιση της λειτουργίας, των συνθηκών παραγωγής και τη βελτίωση της ζωής και των συνθηκών εργασίας των παραγωγών, της υγιεινής και της καλής διαβίωσης των ζώων

Επίσης, θα πρέπει να προβλέπονται (ΥΑ 306419/2005 - ΦΕΚ 1413Β/12-10-2005):

- ✓ Παράθυρα καθ' όλο περίπου το μήκος του βορεινού τοίχου.
- ✓ Νότια πλευρά ανοικτή ή ημιανοικτή από ύψος 1,7 μέτρα και άνω.
- ✓ Άνοιγμα αερισμού καθ' όλο το μήκος της δόρρικτης στέγης.

- ✓ Δάπεδο διαπερατό (στραγγερό).
- ✓ Θύρες για τον καθαρισμό της στρωμνής και στις μικρές πλευρές του χώρου ανάπαυσης.
- ✓ Χώρος συγκέντρωσης των ζώων προ του αμελκτηρίου (εάν υπάρχει).
- ✓ Η κυκλοφορία των ζώων προς και από το αμελκτήριο (εάν υπάρχει).
- ✓ Διαχωρισμός αμελχθέντων ζώων και ζώων προς άμελξη.
- ✓ Η αποφυγή διασταυρώσεων στην κυκλοφορία.
- ✓ Ιδιαίτερος χώρος για την άμελξη.

1.3 Χώροι Προβατοστασίων και Κτηνοτροφείων

Ένα καλά οργανωμένο προβατοστάσιο και κτηνοτροφείο, που χαρακτηρίζεται από άρτια λειτουργικότητα, περιλαμβάνει χώρους για:

- α) τις προβατίνες και τα διαφορετικά ζώα στα κτηνοτροφεία
- β) τα ζώα αντικατάστασης
- γ) τα αρσενικά ζώα
- δ) τα θηλάζοντα αρνιά
- ε) το αμελκτήριο
- στ) την αίθουσα γάλακτος
- ζ) το αναρρωτήριο
- η) την αποθήκη ζωοτροφών
- θ) το προαύλιο
- ι) το ποδόλουτρο - χώρος απολύμανσης.

Επίσης, οι χώροι ενός προβατοστασίου ή κτηνοτροφείου ανάλογα με τη χρήση τους, την κάλυψη τους, το ρόλο τους, κ.λπ., διακρίνονται σε (Μπλιάτσος, 2009):

- ✓ Χώρους βασικούς (χώροι διαμονής των ζώων).
- ✓ Χώρους λειτουργικούς (αμελκτήριο, διάδρομοι, κ.λπ.).
- ✓ Χώρους βοηθητικούς (χώροι χειρισμών, αποθήκες, κ.λπ.).
- ✓ Χώρους παραγωγής (χώροι διαμονής, αμελκτήριο, κ.λπ.).
- ✓ Χώρους αναπαραγωγής (χώροι τοκετών, ανάπτυξης).

- ✓ Χώρους στεγασμένους.
- ✓ Χώρους ανοικτούς (προαύλιο, χώροι χειρισμών).

Ο βασικός χώρος των προβατινών και άλλων ζώων που είναι στεγασμένος, αποτελείται από ένα κτίριο σε σχήμα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο και περιλαμβάνει διάδρομο τροφοδοσίας, ταΐστρες και χώρο ανάπαυσης αυτών. Ο χώρος των ζώων αντικατάστασης και των αρσενικών ζώων οργανώνεται με τον τρόπο και με τα ίδια στοιχεία που αναφέρθηκαν για το βασικό χώρο των προβατινών (Μάμαλη, 2005).

Ο χώρος των θηλαζόντων ζώων οργανώνεται και αυτός με τον ίδιο τρόπο, αλλά λαμβάνεται υπόψη ότι για κάθε αρνί απαιτείται επιφάνεια 0,1 m² και μήκος ταΐστρας 10 cm, δεδομένου ότι τα θηλάζοντα μικρά δεν θηλάζουν όλα ταυτόχρονα (και λόγω διαφορετικής ηλικίας). Επίσης, διαμορφώνεται έτσι, ώστε να είναι εύκολα προσπελάσιμος από τους σταβλίτες και τα ζώα, και εξοπλισμένος με ποτίστρα. Στην περίπτωση τεχνητής γαλουχίας εξοπλίζεται επιπλέον με θερμαντική πηγή και με τις απολήξεις των σωληνώσεων της μηχανικής τεχνητής γαλουχίας (Ρογδάκης, 2000).

Οι διαστάσεις του χώρου τοκετών, εξαρτώνται από το μέγεθος της εκμετάλλευσης (μέγεθος ποιμνίου) και το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο γεννούν. Συνήθως ένας χώρος διαστάσεων 4x5 μέτρων είναι αρκετός για ένα ποίμνιο 200 ζώων. Το αμελκτήριο είναι και αυτό συνάρτηση του αριθμού των αμελγόμενων ζώων και οι διαστάσεις του εξαρτώνται από τον τύπο του αμελκτικού συγκροτήματος που θα χρησιμοποιηθεί. Υπάρχουν αμελκτήρια σε σχήμα ορθογώνιο (μιας ή δύο πλευρών) ή κυκλικό. Τα ορθογωνίου σχήματος αμελκτήρια φέρουν μία ή δύο πλευρές θέσεων άμελης (Ρογδάκης, 2000).

Κάθε πλευρά μπορεί να έχει 12 ή 24 ή περισσότερες θέσεις ζώων. Τα περιστρεφόμενα συγκροτήματα άμελης, απαιτούν για την εγκατάστασή τους μικρότερους χώρους από ό,τι οι υπόλοιποι τύποι. Τα ζώα που αρμέγονται κάθε φορά είναι τόσα όσα και οι θέσεις.

Ο αμελκτής ή οι αμελκτές στέκονται όρθιοι σε μία τάφρο (βάθους 90 cm) που βρίσκεται ακριβώς πίσω από τις θέσεις των ζώων. Τα ζώα «παγιδεύονται» στις ατομικές θέσεις του αμελκτηρίου κατά τη διάρκεια του αρμέγματος, ενώ συνήθως, τους χορηγείται συμπυκνωμένη τροφή στην ειδική ταΐστρα, για να είναι ήσυχα κατά την άμελη και για να προσέρχονται πρόθυμα στο χώρο. Ο χώρος του αμελκτηρίου διατηρείται πάντα καθαρός (Ρογδάκης, 2000). Ο χώρος άμελης πρέπει να είναι, σχετικά, απομονωμένος από το χώρο ανάπαυσης των ζώων, αλλά πολύ κοντά σε αυτόν και να επιτρέπει την εύκολη είσοδο των προβατινών κατά το άρμεγμα και την έξοδό τους μετά από αυτό. Οποιοδήποτε, όμως, συγκρότημα αρμέγματος και αν

υιοθετηθεί, είναι απαραίτητο οι εσωτερικοί τοίχοι του θαλάμου να είναι επενδεδυμένοι με λευκού χρώματος πλακάκια, να φωτίζεται φυσικά ή τεχνητά πλήρως και να είναι εφοδιασμένος με κατάλληλα τοποθετημένο και ρυθμιζόμενο σύστημα ανανέωσης αέρα.

Η αίθουσα γάλακτος είναι μια αίθουσα στην οποία υπάρχει η δεξαμενή συγκέντρωσης του αμελχθέντος γάλακτος, χωρητικότητας ίσης με το διπλάσιο της μέγιστης ημερήσιας γαλακτοπαραγωγής του ποιμνίου, και η οποία δεξαμενή φέρει σύστημα ψύξης του γάλακτος. Το γάλα πρέπει να διατηρείται σε θερμοκρασία 4°C μέχρι τη στιγμή που θα παραδοθεί στο τυροκομείο ή τη βιομηχανία γάλακτος. Στην αίθουσα γάλακτος πλένονται και απολυμαίνονται επίσης όλα τα χρησιμοποιούμενα κατά το άρμεγμα σκεύη και εξαρτήματα της αμελκτικής μηχανής (κύπελα, δοχεία, σωληνώσεις, κ.λπ.). Η αίθουσα συγκέντρωσης του γάλακτος πρέπει να έχει τοίχους επενδεδυμένους εσωτερικά με λευκού χρώματος πλακάκια, τοποθετείται σε επαφή με το αμελκτήριο και δεν χρειάζεται να είναι εφοδιασμένος με δυναμικό σύστημα ανανέωσης του αέρα. Οι διαστάσεις του, πρέπει να είναι ανάλογες με εκείνες του χώρου άμελης. Στο χώρο της αίθουσας γάλακτος τοποθετούνται συνήθως το πλυστικό σύστημα και η αντλία κενού του αμελκτικού συγκροτήματος. Η αίθουσα συγκέντρωσης του γάλακτος πρέπει να είναι εύκολα προσπελάσιμη στα βυτιοφόρα οχήματα που μεταφέρουν το γάλα (Ρογδάκης, 2000).

Το αναρρωτήριο είναι ένα μικρό δωμάτιο, συνήθως 2x2 μέτρων, σε κάποια απόσταση από το ποιμνιοστάσιο, όπου διατηρούνται τα άρρωστα ζώα για να μη μολύνουν και τα υπόλοιπα ζώα του ποιμνίου. Η αποθήκη των ζωοτροφών είναι ένας χώρος στον οποίο αποθηκεύονται οι συμπυκνωμένες ζωοτροφές, εφόσον αγοράζονται σε σάκους από βιομηχανία. Αν ο κτηνοτρόφος αγοράζει απλές ζωοτροφές, ή μίγμα σε αλευρώδη μορφή χύμα, τότε μπορεί να χρησιμοποιεί σιλό για την αποθήκευσή τους (Μάμαλη, 2005).

Οι διαστάσεις της αποθήκης εξαρτώνται από το σύστημα διατροφής που εφαρμόζεται, από τη συχνότητα αγοράς συμπυκνωμένων ζωοτροφών και βέβαια από το μέγεθος του ποιμνίου της εκμετάλλευσης. Για την αποθήκευση των χονδροειδών ζωοτροφών (άχυρα, τριφύλλι, μηδική, σανός) χρησιμοποιούνται απλά υπόστεγα, χωρίς πλευρικά τοιχώματα. Τα πλευρικά τοιχώματα μπορεί να προστατεύονται και από φύλλα πολυαιθυλενίου (νάιλον).

Για την παρασκευή και αποθήκευση του ενσιρώματος επιβάλλεται η κατασκευή υπέργειου ανοιχτού σιρού από τσιμέντο οπλισμένο με σίδηρο. Ο σιρός πρέπει να βρίσκεται σε θέση προσπελάσιμη σε μεταφορικά οχήματα κοντά στους χώρους

παράθεσης του ενσιρώματος και να είναι χωρητικότητας ανάλογης με τις ανάγκες του ποιμνίου. Οι ανάγκες αυτές καθορίζονται από την ύπαρξη ή μη λειμώνων, φυσικού ή τεχνητού, από τη βοσκοϊκανότητά του και από την τιμή προμήθειας των σανών.

Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στην «είσοδο» του σιρού, το πλάτος της οποίας, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 5,0m, και το ύψος του δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2,20μ. Αν οι διαστάσεις αυτές είναι μεγαλύτερες, τότε δεν είναι δυνατή η εφαρμογή του κανόνα που αφορά στην αποκαλούμενη «σε μέτωπο» καθημερινή κοπή του ενσιρώματος, με αποτέλεσμα τη μείωση της θρεπτικής του αξίας και την αναπόφευκτη σπατάλη (Ρογδάκης, 2000).

Το προαύλιο αποτελεί χώρο άσκησης των ζώων και σε έκταση είναι τουλάχιστον το διπλάσιο από το στεγασμένο χώρο. Το δάπεδο του προαυλίου είναι κατασκευασμένο, όπως και αυτό του βασικού χώρου του προβατοστασίου. Επίσης, σε μια προβατοτροφική μονάδα προβλέπεται η ύπαρξη χώρου πλύσης, καθαρισμού και απολυμάνσεως των ζώων (λουτήρας) από εκτοπαράσιτα (παράσιτα δέρματος), καθώς και μικρός λάκκος (ποδόλουτρο), στον οποίο τοποθετείται απολυμαντικό υγρό για την απολύμανση των νυχιών των προβάτων, καθώς τον διαπερνούν.

Τέλος, ο κοπροσωρός είναι μια απλή κατασκευή (ένα απλό δάπεδο από σκυρόδεμα ή γυμνό έδαφος) στην οποία τοποθετείται η κόπρος όταν γίνεται καθαρισμός του προβατοστασίου. Ο κοπροσωρός τοποθετείται σε κάποια λογική απόσταση από το προβατοστάσιο ή κτηνοτροφία και την κατοικία του σταβλίτη. Η κόπρος των αιγοπροβάτων από τη φύση της δεν έχει αξιόλογη ρυπαντική ικανότητα και δεν επιβαρύνει το περιβάλλον (Ρογδάκης, 2000).

1.4 Παράγοντες που Επηρεάζουν την Λειτουργία Κτηνοτροφικής Μονάδας και των Ζώων

Αναφερόμενοι στους παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία της κτηνοτροφικής μονάδας και των ζώων, θα λέγαμε πως υπάρχουν ορισμένοι γενικοί παράγοντες που καθορίζουν την υγεία των ζώων σχετικά (Ρογδάκης, 2000). Ανεξάρτητα από που προέρχονται οι παράγοντες αυτοί, μπορούν και επηρεάζουν την υγεία και μπορεί να είναι γενετικής ή μη γενετικής φύσεως. Δεν είναι λίγα τα ζώα που γεννιούνται με ευπαθή ή κλονισμένη υγεία.

Όποιοι, όμως, και αν είναι οι λόγοι για κάτι τέτοιο, τα ζώα αυτά δεν πρέπει να μένουν στα εκτροφεία, αφού είναι οικονομικά ασύμφορα και θα πρέπει να απομακρυνθούν. Το σημαντικό είναι ότι τα περισσότερα ζώα γεννιούνται υγιή και

έχουν μια φυσιολογική ανάπτυξη και μια σωστή παραγωγή. Οι συνθήκες εκτροφής πρέπει να επιτρέπουν ωστόσο τα παραπάνω. Οι αιτίες βέβαια για την επιρροή της προβατοτροφικής μονάδας και των ζώων, μπορεί να είναι οι ακόλουθοι (Ρογδάκης, 2000):

- ✓ Σφάλματα διαχείρισης όπως σφάλματα διατροφής, σταβλισμού ή ακόμα και υγιεινής ζωοστασίων ή και κακής μεταχείρισης των ζώων. Δεν είναι λίγες οι φορές που γίνεται αναφορά και για άγχος των ζώων. Με αυτόν τον τρόπο φαίνεται κι η λάθος διαχείριση και όχι τόσο η αιτία που προκαλεί τα λάθη. Αναφέρονται τροφοπενίες, προβλήματα αναπνευστικού συστήματος αν τα ζώα ζουν σε ένα περιβάλλον με υγρασία
- ✓ Υπαρξη Λοιμώξεων. Γίνεται αναφορά σε αιτίες που μπορεί να προκαλέσουν νοσήματα με πολύ σοβαρές επιπτώσεις όχι μόνο στη υγεία των ζώων αλλά και στην απόδοσή τους και μπορεί να οδηγήσουν ακόμα και σε θάνατο. Τα Υποχρεωτικής Δήλωσης Νοσήματα μπορεί να δημιουργηθούν από ορισμένες σημαντικές αιτίες στις μονάδες.
- ✓ Έλλειψη προφύλαξης, αφού σε κάποιες περιπτώσεις η εκδήλωση νοσημάτων είναι σίγουρη και οι αιτίες που τα προκαλούν γνωστές. Αν γίνει μια έγκαιρη πρόληψη, τότε μπορούν να εξαλειφθούν.

Ως γενικότερο συμπέρασμα, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι, οι αιτίες που προκαλούν την κακή υγεία των ζώων ποικίλουν και μπορεί να είναι σύνθετες ή απλές. Οι σύνθετες αιτίες είναι πιο επικίνδυνες και η αντιμετώπισή τους δαπανηρή. Οι απλές αιτίες δεν είναι τόσο δαπανηρές ενώ με έγκαιρη πρόληψη αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά.

Ένας επίσης βασικός παράγοντας δημιουργίας προβλημάτων στη λειτουργία της προβατοτροφικής μονάδας, είναι οι αιτίες που προκαλούν ασθένειες στα πρόβατα εντός της. Για το σκοπό αυτό, αναφέρεται, πως διάφοροι χημικοί, βιολογικοί κι φυσικοί παράγοντες μπορούν να προκαλούν τις ασθένειες των ζώων εντός των μονάδων (Μπλιάτσος, 2009). Ασθένειες αποτελούν οι τοξίνες και μια κατηγορία φυσικών παραγόντων όπως τα παράσιτα, τα βακτήρια και οι ιοί. Οι περιβαλλοντικές αιτίες ανήκουν επίσης στους φυσικούς παράγοντες και μπορεί να είναι τα ρεύματα αέρα, η λάσπη, το άγχος ή ακόμα και η λάθος διατροφή. Σε σπάνιες περιπτώσεις μπορεί να προκληθεί θάνατος από φυσικούς παράγοντες (Ρογδάκης, 2000).

Αντίστοιχα, οι βιολογικοί και οι χημικοί παράγοντες επιδεινώνουν την υγεία του ζώου και εξασθενούν το ανοσοποιητικό του σύστημα. Σε ότι αφορά τους βιολογικούς παράγοντες μπορεί να είναι εξωγενείς. Η φυσική χλωρίδα μπορεί να είναι παθογόνος,

ενώ τα βακτήρια, τα παράσιτα και οι ιοί μπορεί να προκαλέσουν πνευμονία ή εντερίτιδα. Πρέπει ν' αναφερθεί πάντως, ότι κάποια βακτήρια μπορεί να συμβάλλουν θετικά στην καλή υγεία των ζώων ενώ αλλά όχι. Η αντιμετώπιση με αντιβιοτικά για τα βακτήρια είναι μια λύση (Ρογδάκης, 2000).

Συχνό πρόβλημα μπορεί κάποιες φορές να είναι και οι μύκητες, αφού δημιουργούν δερματικά προβλήματα, αναπνευστικές μολύνσεις και μαστίτιδα. Η συχνή χρήση αντιβιοτικών προκαλεί μυκητιάσεις. Οι πιο συχνοί εχθροί για τους εκτροφείς είναι τα εξωτερικά παράσιτα. Σημαντικό είναι ότι τα πρόβατα σε σχέση με τα άλλα ζώα, είναι πιο ανθεκτικά σε βακτηριακές και ιογενείς ασθένειες (Μάμαλη, 2005).

Μεγάλη ευαισθησία παρουσιάζεται στα παράσιτα. Για παράδειγμα αν τα πρόβατα μολυνθούν από παράσιτα μπορεί να πεθάνουν ή να προσβληθούν από κάποια δευτερογενή βακτηριακή ασθένεια. Όσα ζώα βρίσκονται σε καθαρούς βοσκότοπους, δύσκολα προσβάλλονται από παρασιτικές μολύνσεις και έχουν μεγάλη αντίσταση σε αυτές. Τα ενδοπαράσιτα σε μεγάλη ποσότητα επίσης προκαλούν υποσιτισμό ο οποίος οδηγεί σε παράσιτα. Θάνατοι παρατηρούνται στα αρνιά όπως και στα μεγάλης ηλικίας πρόβατα (ζυγούρια). Έτσι η παραγωγικότητα στις μονάδες μειώνεται καθώς τα εσωτερικά παράσιτα προσβάλλουν το ήμιστρο, το λεπτό έντερο και το παχύ έντερο, την καρδιά κι τους πνεύμονες ().

1.5 Τομείς Λειτουργίας της Κτηνοτροφικής Μονάδας όπου Εφαρμόζονται οι Συνθήκες Υγείας

Απαραίτητος παράγοντας για καλές και αυξημένες επιδόσεις από έναν οργανισμό ζώου, είναι η καλή κατάσταση της υγείας του. Από τη στιγμή που ο οργανισμός αυτός δεν μπορεί να τραφεί σωστά και δεν είναι υγιής, δεν είναι σε θέση να γονιμοποιήσει. Όλα τα ζώα που είναι άρρωστα υποφέρουν από έλλειψη τροφής. Τις περισσότερες περιπτώσεις απομονώνονται, στέκονται παράμερα και είναι πλαγιαστά με μια σχετική απάθεια στο περιβάλλον και τα ερεθίσματά του. Έτσι σαν αποτέλεσμα τα ζώα αυτά έχουν μειωμένη απόδοση. Ειδικά στα ζώα με γαλακτοπαραγωγή όπως τα πρόβατα, είναι χαρακτηριστική η μείωση της παραγωγής σε γάλα. Από την άλλη πλευρά στα κρεατοπαραγωγικά ζώα είναι χαρακτηριστική η μείωση του βάρους τους (Ρογδάκης, 2000).

Επομένως η πρόληψη είναι απαραίτητη για την υγεία των ζώων ώστε να μην εμφανίζονται ασθένειες. Ειδικά στα πρόβατα και στα πλαίσια φροντίδας της υγιεινής τους, σημαντικό ρόλο έχουν ο κτηνοτρόφος και ο ζωοτέχνης. Και οι δυο πρέπει να

έχουν σαν βασικό τους στόχο τη διατήρηση της καλής υγείας, την πρόληψη και τη βελτίωση του ανοσοποιητικού συστήματος των ζώων. Σημαντικοί παράγοντες που συμβάλουν σε αυτό είναι (Ρογδάκης, 2000):

- Η βελτίωση της διατροφής
- Η ενίσχυση της υγείας τους με βιταμίνες και ιχνοστοιχεία
- Οι όσο το δυνατό καλύτερες συνθήκες διαβίωσης κι υγιεινής
- Η αποφυγή υγρασίας
- Η απολύμανση
- Η αποφυγή συνωστισμού
- Ο σωστός αερισμός χώρου

Όλα τα εμβόλια πρέπει να γίνονται, ώστε να υπάρχει η απαραίτητη πρόληψη από λοιμώδη νοσήματα καθώς και ο απαραίτητος αποπαρασιτισμός για την πρόληψη κακής απόδοσης. Σε ότι αφορά την υγιεινή των ζώων, αυτή έχει να κάνει με όλες εκείνες τις φροντίδες που είναι απαραίτητες για τα ζώα από τον εκτροφέα για τη διατήρηση της καλής τους υγείας.

Η σωστή πρόληψη είναι θετική και για την οικονομική επιτυχία της επιχείρησης αλλά και της εκτροφής ή των ικανοποιητικών αποδόσεων σε γάλα, κρέας, εργασία. Οι σημερινές συνθήκες εργασίας και εκτροφής έχουν κάνει επιτακτική την ανάγκη για πρόληψη και για τη σωστή υγιεινή των ζώων. Η ανάγκη αυτή έχει οδηγήσει σε εκτροφή σε στάβλους με τεχνητό περιβάλλον και μάλιστα με σημαντικές διαφορές από το φυσικό περιβάλλον με αποτέλεσμα να προκαλούνται προβλήματα υγείας. Σε ότι αφορά την πρόληψη υγείας και τη προάσπισή της αναφέρονται τα παρακάτω μέτρα (Μπλιάτσος, 2009):

- Αποφυγή ακραίων θερμοκρασιών του περιβάλλοντος, υψηλής θερμοκρασίας, ήλιου, ηλιακής ακτινοβολίας
- Σωστή και καθαρή κατασκευή χώρων διαβίωσης των προβάτων
- Σωστή πρόληψη και υγιεινή, προκειμένου να αποφευχθούν και να αντιμετωπισθούν τα προβλήματα υγείας των ζώων σε αναπαραγωγή, ανατροφή νεογέννητων και σε γαλακτοπαραγωγή
- Σωστή διατροφή
- Απολυμάνσεις χώρων
- Περιποίηση προβάτων
- Σωστός σταβλισμός

Το εσωτερικό περιβάλλον των ζώων επηρεάζεται από τα ειδικά στοιχεία κατασκευής του στάβλου που είναι:

- ✓ Η τοποθέτηση
- ✓ Ο προσανατολισμός
- ✓ Η μορφή του στάβλου
- ✓ Οι διαστάσεις
- ✓ Η κατασκευή
- ✓ Το είδος δαπέδου
- ✓ Τα ανοίγματα αερισμού
- ✓ Η εσωτερική διάταξη χώρων
- ✓ Ο εξοπλισμός

Τα παραπάνω στοιχεία είναι σημαντικά για τη σωστή διαβίωση των προβάτων και για την καλή τους απόδοση. Από τη στιγμή που τα πρόβατα σταβλίζονται, ο εκτροφέας πρέπει να διατηρεί τις εγκαταστάσεις αυτές σε όσο το δυνατό καλύτερη κατάσταση και μακριά από κατοικημένες περιοχές ή σε περιοχές όπου η υγρασία είναι σταθερή, ενώ οι άνεμοι δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις οριακές τιμές. Ο προσανατολισμός του άξονα των εγκαταστάσεων πρέπει να είναι τέτοιος ώστε τα ζώα να είναι προστατευμένα το χειμώνα από τους ανέμους. Σημαντική είναι τόσο η ασφάλεια των ζώων και η διαφύλαξη της υγείας τους, όσο και η καθαριότητα. Η καθαριότητα και όλες οι εργασίες της πρέπει να είναι εντατικές και καθημερινές. Το ίδιο ισχύει και για τον εξοπλισμό του στεγνού χώρου ανάπαυσης (Μάμαλη, 2005).

Αν οι στάβλοι έχουν χώρους με υγρασία και με απόβλητα ζώων, τότε θα είναι και δύσκολη η αναπαραγωγή των ζώων, αφού θα υπάρχουν μικρόβια. Αν τα απόβλητα απομακρύνονται από το χώρο και λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα για τη σωστή απολύμανση, τότε οι περιβαλλοντικές συνθήκες θα είναι καλύτερες. Η απομάκρυνση και η συγκέντρωση των αποβλήτων γίνεται σε κοπροσωρούς όπου στη συνέχεια χωνεύονται ή δίνονται για οργανική λίπανση (Ρογδάκης, 2000).

Η καθαριότητα των στάβλων είναι υποχρεωτική και πρέπει να γίνεται συχνά όπως και η αλλαγή της στρωμνής. Οι μολύνσεις έτσι αποφεύγονται από μικροοργανισμούς κοινούς και ειδικούς, όπως αποφεύγονται και τα μεταδοτικά νοσήματα. Σε ό,τι αφορά το δάπεδο των στάβλων, πρέπει να είναι ομαλό και όχι ολισθηρό, και να διαθέτει κάποια κλίση ώστε τα ούρα των ζώων να φεύγουν, όπως και

το νερό της πλύσης των στάβλων. Από ανωμαλίες του δαπέδου είναι εύκολο να δημιουργηθούν προβλήματα στα άκρα των ζώων από μηχανικές κακώσεις (Ρογδάκης, 2000).

1.6 Φροντίδες για την Υγιεινή των Λειτουργιών των Ζώων σε Κτηνοτροφεία

1.6.1 Υγιεινή Διατροφής

Όσο πιο σωστή και φυσιολογική είναι η διατροφή των ζώων στα κτηνοτροφεία, τόσο καλύτερη υγεία έχουν. Είναι απαραίτητο το σιτηρέσιο να είναι ισόρροπο και να περιέχει πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, ανόργανα στοιχεία, βιταμίνες και ξηρά ουσία, ενώ και το νερό θα πρέπει να είναι επαρκές. Η θερμοκρασία πρέπει να είναι η κατάλληλη, ανάλογα τις εποχές. Οι ακατάλληλες ή ανεπαρκείς σε απαραίτητα συστατικά τροφές μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα υγείας. Επισημαίνεται ότι τόσο η έλλειψη τροφής όσο και η υπερβολική τροφή προκαλεί προβλήματα, ενώ πολλές βλάβες στον οργανισμό προκαλούνται από την έλλειψη κάποιων συστατικών στο σιτηρέσιο (Μπλιάτσος, 2009).

Έτσι δημιουργούνται τα μεταβολικά νοσήματα, ενώ δηλητηριάσεις προκαλούνται από αλλοιωμένες τροφές ή/και μouxλιασμένες, οι οποίες ενδέχεται να προκαλέσουν ακόμα και αποβολές. Το κάθε είδος ζώου πρέπει να τρέφεται με τη σωστή τροφή, ώστε να έχει καλή πεπτικότητα και να αποφεύγεται η δυσμενής επίδραση στον οργανισμό του. Είναι λοιπόν δύο τα σκέλη της σωστής υγιεινής. Το πρώτο έχει να κάνει με την καλή κατάσταση των ζωοτροφών και το δεύτερο αφορά την επίδραση της διατροφής τους για τη καλή τους υγεία.

1.6.2 Υγιεινή Κατάσταση Ζωοτροφών στα Κτηνοτροφεία

Η υγιεινή κατάσταση ζωοτροφών στα κτηνοτροφεία, εξαρτάται κυρίως από

- Το μικροβιακό φορτίο που έχουν οι τροφές
- Το είδος
- Την πρόληψη
- Το περιβάλλον
- Τα κλωστρίδια
- Τις σαλμονέλες

Αν δεν είναι σωστές οι συνθήκες αποθήκευσης, αν δηλαδή υφίσταται λάθος θερμοκρασία και υγρασία, τότε δημιουργούνται μύκητες και μυκοτοξίνες. Δεν είναι λίγοι

οι μύκητες που προσβάλουν κάποιες ζωοτροφές όπως τους δημητριακούς καρπούς, με αποτέλεσμα να προκαλούν άσχημες καταστάσεις στην υγεία. Υπάρχουν ειδικοί χειρισμοί που γίνονται για την αποφυγή αυτών των ζωοτροφών. Αναφέρονται όμως και ζωοτροφές με τοξικές ουσίες που είναι αντιδιαιτητικές και αντιδιατροφικές. Οι πιο σημαντικές τοξικές ουσίες είναι οι εξής (Μάμαλη, 2005):

- ✓ Τα αλκαλοειδή (σολανίνη των γεωμήλων, εργοταμίνη της σίκαλης, κ.ά.).
- ✓ Οι γλυκοζίτες (κυανιογόνοι του σόργου, λιναμαρίνη των τριφυλλιών, κ.ά.).
- ✓ Οι σαπωνίνες (μηδικής, σόγιας, αραχίδας).
- ✓ Οι φυτοαιμοσυγκολλητίνες (σπέρματα σόγιας).
- ✓ Οι παρεμποδιστές πρωτεασών (παρεμποδίζουν τη δράση ενζύμων).
- ✓ Οι φωτοδυναμικές ουσίες (προκαλούν δερματίτιδες).
- ✓ Οι ταννίνες (περιέχονται στα ξυλοκέρατα, στο σόργο).
- ✓ Τα νιτρικά (χλόη βρώμης, σόργου, φύλλα τεύτλων).
- ✓ Το οξαλικό οξύ (χλόη μηδικής).
- ✓ Η γκοσσυπόλη (σπέρματα βάμβακος).
- ✓ Τα φυτοοιστρογόνα (χλόη ψυχανθών).
- ✓ Προβλήματα που δημιουργούνται είναι ο αφρώδης μετεωρισμός, η μείωση των αποδόσεων, δηλητηριάσεις ή και θάνατος.

1.6.3 Υγιεινή Πόσιμου Νερού

Το πόσιμο νερό των ζώων οφείλει να είναι καθαρό, να περιέχει τα απαραίτητα άλατα και να έχει τη σωστή θερμοκρασία. Δεν πρέπει να περιέχει επιβλαβείς ουσίες, ούτε να έχει δυσάρεστη οσμή. Στην περίπτωση που το νερό προέρχεται από γεωτρήσεις και μάλιστα όχι βαθιές και που είναι κοντά σε βόθρους, τότε υπάρχει κίνδυνος να είναι μολυσμένο και να έχει βλαβερούς μικροοργανισμούς. Γι' αυτό είναι απαραίτητο το νερό να εξετάζεται από χημικά εργαστήρια. Φορέας παθογόνων μικροβίων είναι το νερό με ιούς και βακτήρια, καθώς είναι ακατάλληλο λόγω των οργανικών του ουσιών (Μπλιάτσος, 2009).

Σημαντικός παράγοντας είναι και η θερμοκρασία του ζώου ώστε αυτό να έχει

μια καλή λειτουργία του οργανισμού του. Το καλοκαίρι η θερμοκρασία του πρέπει να είναι 15°C και το χειμώνα όχι κάτω από 5°C. Είναι εύκολο να προκληθούν ανωμαλίες στον οργανισμό των ζώων από τη θερμοκρασία ή και επιπτώσεις στο πεπτικό σύστημα τους. Η χρήση αυτόματων ποτιστρών είναι μια καλή λύση.

Βάσει των ανωτέρω, το νερό θα πρέπει (Ρογδάκης, 2000):

- ✓ Να μην έχει χρώμα. Αν υπάρχουν ξένοι οργανισμοί στο νερό μπορεί να προκληθεί άσχημη οσμή.
- ✓ Η γεύση του να μην είναι άσχημη. Η γεύση μπορεί να αλλοιωθεί από μικροοργανισμούς. Έτσι δε πρέπει να είναι πικρό και να περιέχει άλατα. Αν είναι αλμυρό τότε διαθέτει ποσότητα χλωριούχου νατρίου και κάποιες φορές είναι στυφό.
- ✓ Να έχει γεύση ουδέτερη ή ελαφρά όξινη. Νερό με pH κάτω από το 5,5 ή πάνω από 8,5 είναι ακατάλληλο λόγω της πρόσμιξης του με ξένες ουσίες και μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην ανάπτυξη, τη γονιμότητα και τον μεταβολισμό των ζώων. Το αλκαλικό ή όξινο pH δείχνει την ύπαρξη οργανικών ουσιών ή οξέων. Το pH επίσης μπορεί επιπλέον να επηρεάσει τη γεύση του νερού και κατά συνέπεια την πρόσληψή του από τα πρόβατα.
- ✓ Να διαθέτει σκληρότητα. Να περιέχει αλκαλικές γαίες της τάξης των 180 - 270 ppm.
- ✓ Να μην έχει μέταλλα όπως σίδηρο, μαγνήσιο και μόλυβδο.

- ✓ Να είναι καθαρό και να μη μεταδίδει λοιμώδη νοσήματα. Με λίγα λόγια να είναι καθαρό από παθογόνους μικροοργανισμούς, μέχρι τη στιγμή που θα διανεμηθεί στο στάβλο. Δε πρέπει να υπάρχουν προνύμφες παρασίτων ή άλλοι ιοί. Σε καμία περίπτωση ο αριθμός παρασίτων δε πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 10ml σε φυσικό νερό και 100ml από τις κλειστές πηγές.

1.7 Τρόποι Επίτευξης Συνθηκών Υγείας σε Κτηνοτροφική Μονάδα

Ως προς τους τρόπους επίτευξης συνθηκών υγείας σε κτηνοτροφική μονάδα, ισχύει πως η υγεία των ζώων είναι αποτέλεσμα της σωστής και αρμονικής συνεργασίας όλων των φυσιολογικών λειτουργιών του οργανισμού τους. Σε περίπτωση που υπάρχει κάποια απόκλιση, ο οργανισμός του ζώου θα αντιδράσει και θα εκδηλωθούν ορισμένα συμπτώματα, επιβλαβή για την υγεία και των υπολοίπων προβάτων στην μονάδα (Ρογδάκης, 2000).

Δεν είναι λίγα τα συμπτώματα που εκδηλώνονται και μπορούν να διαπιστωθούν εύκολα με μια απλή παρατήρηση εντός της μονάδας. Ορισμένα άλλα δεν είναι και τόσο εμφανή και προκειμένου να διαπιστωθούν, χρειάζεται εμπειρία από μέρους των υπεύθυνων και χρήση ειδικών οργάνων ή κάποιων εργαστηριακών εξετάσεων. Με μια απλή παρατήρηση από απόσταση 4-5 μέτρων μπορεί να διαπιστωθεί η καλή φυσική τους κατάσταση, αν είναι φυσιολογικά και αν τα μάτια τους είναι ζωηρά και υγρά (Μάμαλη, 2005).

Προκειμένου να επικρατούν συνθήκες υγιεινής στις μονάδες και στα ζώα, δεν πρέπει να υπάρχει ρινικό έκκριμα και το μαλλί τους πρέπει να είναι πλούσιο με ομοιόμορφο ανεπτυγμένο πόκο. Η αναπνοή τους πρέπει να είναι φυσιολογική, να έχουν αυτοπεποίθηση και να φέρονται φυσιολογικά. Τα υγιή ζώα πρέπει να έχουν φυσιολογική θερμοκρασία σώματος και οι παλμοί της καρδιάς τους πρέπει να είναι φυσιολογικοί. Η όρεξή τους πρέπει να είναι σωστά διατηρημένη και να έχουν μια σωστή πρόληψη τροφής, η αφόδευση να είναι φυσιολογική όπως και η ούρηση με σκοπό την υγιεινή παραγωγή γάλακτος εντός της μονάδας (Ρογδάκης, 2000).

1.8 Κτηνοτροφικά Απόβλητα

1.8.1 Σύσταση και Χαρακτηριστικά των Κτηνοτροφικών Αποβλήτων

Τα κτηνοτροφικά απόβλητα έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία είναι τα εξής : α) ο όγκος τους, β) το ρυπαντικό φορτίο, γ) το ισοδύναμο πληθυσμού

Όγκος αποβλήτων

Ο παραγόμενος μέσος ημερήσιος όγκος μικτών υγρών αποβλήτων (ούρα, κοπριά και νερά πλύσεως) μπορεί να ληφθεί προσεγγιστικά για ελληνικές συνθήκες:

1. Για χοίρους με μέσο βάρος 70kg, σε 7-10 λίτρα / ημέρα δηλαδή περίπου 120 λίτρα / ημέρα * 1000kg ζωντανού βάρους
2. Για μοσχάρια με μέσο βάρος 400kg , σε 35 - 50 λίτρα ανά ημέρα δηλαδή περίπου 100 λίτρα / ημέρα * 1000kg ζωντανού βάρους
3. Η κοπριά, που λαμβάνεται με μηχανικό διαχωρισμό από τα πιο πάνω μικτά απόβλητα, αντιπροσωπεύει σε όγκο περίπου το 45%

Γενικότερα για τη μελέτη και σχεδίαση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας και διαθέσεως των αποβλήτων των κτηνοτροφικών μονάδων, αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα δεδομένα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα στοιχεία του Πίνακα 1 για τα πιο συνηθισμένα είδη ζώων ως εξής (Μπλιάτσος, 2009)

Είδος ζώων	Είδος σταβλισμού	Μέγεθος ζώων Kg/κεφ.	Χρόνος εκτροφής/ημέρες	Κατανάλωση νερού 1/κεφ.ημ.	Κοπριά	
					Kg/κεφ.ημ.	Kg Τ Ζ.Β.ημ.
1	2	3	4	5	6	7
1.ΠΟΥΛΕΡΙΚΑ						
▪ Κρεατοπαραγωγή	Στεγασμένος (στρωμνή)	0-2	40-60	0,1-0,2	0,05-0,06	
▪ Αυγοπαραγωγή	Στεγασμένος (κλουβιά ή στρωμνή)	1,5-2	400	0,15-0,2	0,1-0,2	66
▪ Γαλοπούλες	Ανοιχτός	2-4	120-170	0,3-0,5	0,3-0,6	
▪ Πάπιες	Ανοιχτός - υγρός	0,5-4	40-60	40-130	-	
2. ΒΟΟΕΙΔΗ						
▪ Γαλακτοφόρες αγελάδες	Βουστάσιο Ελεύθερο βουστάσιο	500-650 500-650	- -	60-320 100-130	40-60 40-60	94
▪ Μοσχάρια	Με προαύλιο Ανοιχτός Στεγασμένος	500-650 250-500 250-500	- 100-180 100-180	120-320 40-120 40-120	40-60 2-20 10-30	46

	(σχαρωτό ή συμπαγές δάπεδο)					
3.ΧΟΙΡΙΝΑ	Ανοιχτός ή στεγασμένος (χωμάτινο, σχαρωτό ή συμπαγές δάπεδο)	20-100	150-180	4-20	1-5	51
4.ΠΡΟΒΑΤΑ						
▪ Αρνιά	Στεγασμένος	30-60	40-150	4-7	1,5-3	
▪ Πρόβατα	Ανοιχτός ή στεγασμένος	50-100	40-150	7-13	2-4	36
5.Άλογα	Στάβλος	300-600	-	30-40	20-60	
Πηγή: στοιχεία από "animal waste" Ε.Τaiganides, WHO, Κοpenhagen,1978						

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Ρυπαντικό φορτίο

Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση του φορτίου ρύπανσης των αποβλήτων, περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, εκτός από τον όγκο, το βιοχημικά και χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD₅, COD), τα ολικά και πτητικά στερεά, το ολικό άζωτο (N), το φώσφορο (P₂O₅) και το κάλιο (K₂O). Ο υπολογισμός των παραμέτρων αυτών γίνεται με αναφορά στο ζωντανό βάρος. Για τη σχεδίαση των εγκαταστάσεων θεωρείται, ότι τα απόβλητα είναι ανάλογα με το ολικό ζωντανό βάρος των ζώων (Μάμαλη, 2005).

Η πυκνότητα των υγρών αποβλήτων των κτηνοτροφικών μονάδων από πλευρά ρυπαντικού φορτίου (π.χ. BOD₅) εξαρτάται από τον ημερήσιο όγκο των αποβλήτων (αποχωρήματα, ούρα, νερά καθαρισμού δαπέδων) ανά μονάδα ζωικού πληθυσμού (π.χ. 1000kg ΖΒ) και είναι συνάρτηση του είδους των εκτρεφόμενων ζώων, των συνθηκών σταβλισμού και των τοπικών συνηθειών των κτηνοτρόφων (Ρογδάκης, 2000).

Ισοδύναμο πληθυσμού

Το πληθυσμιακό ισοδύναμο (P.E. Population equivalent) μιας πηγής ρύπανσης προσδιορίζεται με διαίρεση του ημερήσιου οργανικού φορτίου (kg BOD₅ /ανά ημέρα) με την τιμή 54 g/άτομο ανά ημέρα, που αντιστοιχεί συμβατικά (Ευρωπαϊκές συνθήκες) σε κάθε άτομο. Στην περίπτωση πάντως των ζωικών αποβλήτων, η ισοδυναμία αυτή είναι χονδρικά μόνο αντιπροσωπευτική, γιατί το BOD₅ αυτών των αποβλήτων αποτελεί λιγότερο από το 60% (κυμαίνεται από 16-60%) του ολικού BOD ενώ για τα αστικά λύματα είναι 80% περίπου (68-94% για τις ανθρακούχες ενώσεις). Επομένως η συνολική οργανική φόρτιση του αποδέκτη θα είναι μεγαλύτερη (περίπου διπλάσια) στην περίπτωση των ζωικών αποβλήτων από την αντίστοιχη του πληθυσμιακού ισοδύναμου των αστικών λυμάτων (Μπλιάτσος, 2009).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Μόλυνση και Επιβάρυνση του Περιβάλλοντος από Κτηνοτροφικά Απόβλητα και Αναερόβια Χώνευση

2.1 Κτηνοτροφικά Απόβλητα και Περιβάλλον

Είναι παγκοσμίως γνωστό, ότι υπάρχει μια συνεχόμενη αύξηση ζήτησης στο κλάδο της κτηνοτροφίας αλλά και στη βιομηχανία πουλερικών και μάλιστα με σημαντικές ποσότητες περιττωμάτων. Οι κατηγορίες των περιττωμάτων αναφέρονται σε αναερόβια υλικά ζύμωσης ενέργειας από το βιοαέριο ή κάποιες άλλες σημαντικές πηγές ρύπανσης από τις κτηνοτροφικές μονάδες (Kramer, 2002).

Το γεγονός αυτό οφείλεται στην απελευθέρωσή τους στο περιβάλλον χωρίς να έχουν υποστεί κάποια επεξεργασία σε έδαφος η σε νερό. Στο θέμα της αγροτικής ενεργειακής έλλειψης σε χώρες αναπτυσσόμενες, υπάρχει μια σοβαρή απειλή σε θέματα επιβίωσης όπως και για την αειφόρο ανάπτυξη. Η σχετική απειλή και ανησυχία, αποτελεί μια οικονομικά προσιτή και αξιόπιστη ενέργεια τόσο σε πολιτικό όσο και σε ακαδημαϊκό επίπεδο. Οι ρύποι που έχουν σχέση με τη κτηνοτροφία αποτελούν σημαντικούς παράγοντες σε ότι αφορά τη μόλυνση υδάτων και κάποιες καταστροφές, όπως τον ευτροφισμό επιφανειακών υδάτων ή τον εμπλουτισμό τους σε νιτρικά οξέα (Kramer, 2002).

Κρίσιμης σημασίας είναι σύμφωνα με τα παραπάνω, η αξιολόγηση των αποβλήτων προερχόμενα από τη κτηνοτροφία καθώς και τα συναφή συστήματα βιοαερίου, τόσο σε επίπεδο ενέργειας όσο και σε περιβάλλον. Τα όποια προβλήματα προέρχονται από τις κτηνοτροφικές μονάδες και τη λειτουργία τους, είναι σημαντικά και ολοένα αυξάνονται. Η πρόκληση για την αντιμετώπισή τους είναι μεγάλη και η Ελλάδα είναι υποχρεωμένη να προστατευθεί από τη γεωργική ρύπανση και την ίδια στιγμή να δώσει έμφαση σε θέματα ενέργειας και παραγωγής σε αγροτικές κοινότητες. Ιδιαίτερα η ρύπανση με τη δημιουργία των ρύπων από τη κτηνοτροφία, έχει διπλασιασθεί τα τελευταία είκοσι χρόνια, όπως και η παγκόσμια κατανάλωση κρέατος. Οι συνέπειες για το περιβάλλον και κυρίως για την ανθρώπινη υγεία, είναι κλιμακωτές. Η ποιότητα του αέρα υποβιβάζεται, όπως και του νερού. Οι ασθένειες και τα παράσιτα αποτελούν σημαντική απειλή (Kramer, 2002).

2.2 Ορισμός Κτηνοτροφικών Αποβλήτων για Χρήση σε Παραγωγή Βιοαερίου

Ως κτηνοτροφικά απόβλητα αναφέρονται, τόσο τα υγρά όσο και τα στερεά απόβλητα τα οποία προέρχονται από τα αγροτικά ζώα που βρίσκονται σε στάβλους. Η όλη διαδικασία των αποβλήτων οφείλεται σε μεταβολισμό των ζωικών τροφών, οι οποίες παράγονται σε απόβλητα αλλά και σε αποτελέσματα διαφυγών από τη διανομή αυτών των τροφών στα ζώα. Η ποσότητα των αποβλήτων εξαρτάται από το πόσο συχνά είναι τα γεύματα καθώς, και από τον αριθμό των ζώων που βρίσκονται στους στάβλους. Την ίδια στιγμή σημειώνεται και δυσάρεστη οσμή από την παραγωγή οργανικών ή ανόργανων ρύπων.

2.2.1 Χαρακτηριστικά των Κτηνοτροφικών Αποβλήτων

Στερεά και υγρά απόβλητα παράγονται κατά τη διάρκεια μεταβολικών διεργασιών των τροφών, οι οποίες λαμβάνουν χώρα στη διάρκεια εκτροφής ζώων. Οι διεργασίες αυτές συμβαίνουν ενώ διανέμεται τροφή και νερό στα ζώα. Η παραγωγή τους αναφέρεται σε υγρά και στερεά απόβλητα. Την ίδια στιγμή με την παραγωγή αποβλήτων, σημειώνεται και δυσάρεστη οσμή και ρύποι, οργανικοί ή ανόργανοι που μεταφέρονται στο περιβάλλον. Τα βασικά στοιχεία αυτών των αποβλήτων αναφέρονται σε οργανικό φορτίο μικρό σε όγκο σε σχέση με αυτό των βιομηχανικών τροφίμων (Balsam, 2006).

Αναλυτικότερα αναφέρονται οργανικές ουσίες σε ποσοστό 70%. Η προέλευσή τους κυρίως αναφέρεται σε ζωοτροφές οι οποίες απορρίφθηκαν από το ζωικό πεπτικό σύστημα ή από ζωοτροφές οι οποίες διέφυγαν σε αποχετευτικά κανάλια. Τα απόβλητα αυτά αποτελούνται από μικροοργανισμούς όπως τα μεθανοβακτήρια που είναι πλούσια στο πεπτικό σύστημα των ζώων και τα οποία αναπτύσσονται ανάλογα με τις υπάρχουσες συνθήκες. Σημαντικοί παράγοντες είναι η θερμοκρασία και το PH.

Η έκλυση δυσάρεστων οσμών είναι χαρακτηριστική όπως του υδρόθειου, της αμμωνίας, του μεθάνιου και των αμινών. Από τις συνθήκες διατήρησης αυτών των αποβλήτων εξαρτάται και το κατά πόσο δυνατές είναι οι οσμές αυτές. Στο σύνολό τους οι οσμές αυτές αναφέρουν τρία στοιχεία, όπως ο όγκος τους, το ρυπαντικό τους φορτίο και ο ισοδύναμος πληθυσμός τους (Balsam, 2006).

2.3 Υφιστάμενο Θεσμικό Πλαίσιο της Ε.Ε. για Εκμετάλλευση στα Κτηνοτροφικά Απόβλητα

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και η Ελλάδα έχει αναγνωρίσει τα όποια προβλήματα μπορεί να προκληθούν από την κτηνοτροφία. Ως αποτέλεσμα μια σειρά από κανονισμούς, οδηγίες και νόμους έχουν προκύψει προκειμένου να προληφθούν οι δυσάρεστες επιπτώσεις στο μέλλον. Πολλές είναι και οι χρηματοδοτικές ενέργειες οι οποίες έχουν λάβει χώρα για μια καλύτερη διαχείριση των αποβλήτων από την κτηνοτροφία (Κανονισμός αριθ. 1069/2009 της Ε.Ε.).

Ο κανονισμός αριθ. 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και το Συμβούλιο της 21^{ης} Οκτωβρίου 2009, αφορά στους κανόνες υγιεινής για τα ζωικά υποπροϊόντα τα οποία δεν αφορούν ανθρώπινη κατανάλωση. Αφορά και την κατάργηση του Ε.Κ. 1774/2002. Στον κανονισμό 1069/2009 αναφέρεται ότι τα παραπάνω υποπροϊόντα δεν προέρχονται από σφαγή ζώων τα οποία προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση ή για γαλακτοκομία. Επίσης δεν αφορούν νεκρά ζώα και την απόρριψή τους. Ανεξάρτητα από που προέρχονται τα ζωικά υποπροϊόντα, είναι απειλητικά για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον.

Ο κανονισμός 2015/9 από τη Ε.Ε. στις 6 Ιανουαρίου 2015 σε ότι αφορά την τροποποίηση του ΕΚ 142/2011, εφαρμόζεται από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε ότι αφορά τους κανόνες υγιεινής για τα ζωικά απόβλητα ή τα όποια παράγωγα τα οποία δεν αποτελούν ανθρώπινη τροφή. Εφαρμόζεται επίσης και η Οδηγία 97/98 της Ε.Ε. Εξαιρούνται τα όποια δείγματα για ελέγχους κτηνιατρικούς.

Ο κανονισμός 2015/9 κάνει αναφορά στη δημόσια υγεία αλλά και την υγεία των ζώων από τα παραπάνω απόβλητα. Στόχος είναι η αποτροπή κινδύνων σε ότι αφορά τη δημόσια υγεία αλλά και την υγεία των ζώων. Σημαντική είναι η προστασία της τροφικής αλυσίδας ανθρώπων και ζώων. Η σωστή διαχείριση αποβλήτων πρέπει να ακολουθείται από την Ε.Ε. σύμφωνα με την Οδηγία 96/61 της 24^{ης} Σεπτεμβρίου 1996 που αφορά στην ολοκληρωμένη πρόληψη ρύπανσης.

Η Οδηγία 96/61 αποσκοπεί σε αναφορά ρυπογόνων διεργασιών από τις βαριές βιομηχανίες, όπως αυτές από κτηνοτροφία και πτηνοτροφία ή και χοιροστάσια. Οι ενέργειες οι οποίες αφορούν στη μείωση ρυπογόνων ουσιών στο περιβάλλον πρέπει να εφαρμοσθούν. Στο ίδιο θέμα αναφέρονται και η Οδηγία 85/337/ΕΟΚ, καθώς και άλλες κοινοτικές οδηγίες που αφορούν και στις διαδικασίες για τη χορήγηση άδειας νέων εγκαταστάσεων και για την προστασία υδάτων από νιτρο-ρύπανση από γεωργικές δραστηριότητες ενώ κάνει αναφορά σε αλόγιστη χρήση λιπασμάτων από άζωτο και κάλλιο. Τα στοιχεία αυτά μπορεί να δημιουργήσουν κινδύνους και ζημιά στο

περιβάλλον. Απαραίτητη είναι η κοινή δράση για την καλύτερη αντιμετώπιση προβλημάτων από την κτηνοτροφία. Τα νιτρικά ιόντα από τη γεωργία, είναι ξεκάθαρο ότι αποτελούν σημαντική πηγή ρύπανσης και ως εκ τούτου είναι αναγκαίο να παρθούν τα ανάλογα μέτρα για πρόληψη και αποφυγή προβλημάτων (Οδηγία 85/337/ΕΟΚ).

Στο Ελληνικό Κοινοτικό Πλαίσιο με το ΠΔ 211/2006, αναφέρονται συμπληρωματικά μέτρα για την εκτέλεση του Κανονισμού 1774/2002 ΕΚ από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο και το Συμβούλιο της 3^{ης} Οκτωβρίου 2002. Γίνεται λόγος για κανόνες υγιεινής από ζωικά υποπροϊόντα. Το ΠΔ 211/2006 προσφέρει κάποιες προδιαγραφές για τη σωστή εγκατάσταση νέων μονάδων λιπασματοποίησης και αναερόβιας χώνευσης καθώς και για τη χορήγηση αδειών σε αυτές τις μονάδες.

Οι παραγωγοί οφείλουν να ακολουθούν συγκεκριμένα θεσμικά κριτήρια που αφορούν τα οργανικά λιπάσματα και άλλα σχετικά υλικά. Επίσης αναφέρεται η διαδικασία η οποία είναι απαραίτητη για την αδειοδότηση μονάδων διαχείρισης ζωικών αγαθών (ΠΔ 211/2006).

Στο ΠΔ 85167/2000 – Έγκριση Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, ορίζονται οι απαραίτητοι τρόποι διαδικασίας χρήσης λιπασμάτων ώστε να αποφεύγονται τα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα σε αποδέκτες στο έδαφος ή στο νερό. Ενδεικτικά αναφέρεται η σημαντική συγκέντρωση νιτρικών ιόντων. Σημαντικοί είναι και οι τρόποι με τους οποίους θα γίνεται μια ορθή διαχείριση κτηνοτροφικών αποβλήτων ανάλογα με τα ζώα, οι τρόποι άρδευσης για αποφυγή βαθιάς διήθησης νερού αλλά και επιφανειακής απορροής. Έτσι η συγκέντρωση νιτρικών θα αποφευχθεί. Οι τρόποι αποθήκευσης αλλά και μεταφοράς φαρμάκων γεωργικών είναι εξίσου μια σημαντική διαδικασία (ΠΔ 85167/2000).

Στην Υ.Α. 2000/1995 – Υγειονομική Διάταξη περί όρων Ίδρυσης και Λειτουργίας Πτηνοτροφικών μονάδων, αναφέρονται στοιχεία τα οποία όλες οι εγκαταστάσεις πρέπει να διαθέτουν για να είναι πτηνοτροφικές και κτηνοτροφικές. Οι ελάχιστες αποστάσεις που πρέπει να έχουν οι παραπάνω εγκαταστάσεις στις περιοχές που βρίσκονται σε πόλεις και υδάτινα οικοσυστήματα, ορίζονται. Σχετικές πληροφορίες γύρω από συλλογή, αποθήκευση, επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων δίνονται με το Ν.3010/2002 που αφορά την εναρμόνιση του Ν.1650/86 με οδηγίες 97/11 ΕΕ και 96/61 της ΕΕ για διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για υδατορέματα και άλλες διατάξεις (97/11 ΕΕ ΚΑΙ 96/61 ΕΕ).

Ο Νόμος αυτός κάνει αναφορά σε διαχωρισμό έργων και δραστηριοτήτων ανάλογα με το βαθμό επικινδυνότητας στην προστασία του περιβάλλοντος. Ο Νόμος

3010/2002 αναφέρεται σε κριτήρια για τα υδατορέματα. Επίσης στην ΚΥΑ 262345 όπου αναφέρονται μέτρα για ειδική στήριξη εκτέλεσης του άρθρου 68 του Κανονισμού 73/2009. Η παραπάνω απόφαση αναφέρεται σε ρυθμίσεις και εφαρμογές για μέτρα ειδικής στήριξης, ώστε να υπάρχει καλύτερη ανταγωνιστικότητα σε κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις, κρεατοπαραγωγή και αποτροπή παραγωγής βόειου κρέατος αλλά και διατήρηση εκτροφής αιγοπροβάτου. Οι βοσκότοποι πρέπει να προστατευθούν σε ορεινές μειονεκτικές περιοχές.

Τέλος, η ΚΥΑ 16190/1335/1997 αναφέρεται σε μέτρα για την προστασία νερών από νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης. Αποτελεί τη συμπλήρωση μέτρων της 19652/1999 ΚΥΑ για την καλύτερη προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από το κίνδυνο της νιτρορύπανσης από χερσαία περιοχή η οποία αποτελεί ευπρόσβλητη ζώνη.

2.4 Συστήματα Διαχείρισης Κτηνοτροφικών Αποβλήτων

Τα κτηνοτροφικά απόβλητα χρήζουν άμεσης ανάγκης διαχείρισης, όπως άλλωστε επιβάλλει η νομοθεσία, προκειμένου να μην επιβαρύνεται το περιβάλλον. Σημαντική ευθύνη αποτελεί η σωστή χρήση κτηνοτροφικών αποβλήτων και για λόγους υγιεινής, όλες οι δυνατότητες διαχείρισης αποβλήτων από ζώα πρέπει να εξετάζονται από τους ιδιοκτήτες κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων όπως και οι μέθοδοι που θα ακολουθούνται για τη διαχείριση των αποβλήτων. Το φυσικό έδαφος ή κάποιο υδάτινο υποσύστημα ή/και κάποιος σταθμός επεξεργασίας αστικών ή βιομηχανικών αποβλήτων μπορεί να είναι ο τελικός αποδέκτης. Οι συνθήκες του αποδέκτη πρέπει να αξιολογηθούν όπως τα στοιχεία εδάφους, η σχέση βροχής και επιφανειακής απορροής ή η απόσταση από πόλεις (ΚΥΑ 16190/1335/1997).

Οι νομικές και οικονομικές ή/και κοινωνικές ρυθμίσεις πρέπει να επηρεάζουν τις παραπάνω μεθόδους. Είτε φυσικοχημικά ή βιολογικά μπορεί να επιτευχθεί η διαχείριση αποβλήτων με την απαραίτητη τεχνογνωσία και τεχνολογία. Πολλές προηγμένες χώρες τα τελευταία χρόνια αναφέρονται σε μέθοδο αναερόβιας χώνευσης η οποία οδηγεί σε βιοαέριο και χωνεμένη οργανική ύλη. Η σωστή χρήση ζωικών αποβλήτων δύναται να δώσει καλύτερο έδαφος (ΚΥΑ 16190/1335/1997).

2.5 Διάθεση και Χρησιμοποίηση Επεξεργασμένων Κτηνοτροφικών Αποβλήτων

Μια άκρως ενδιαφέρουσα και ελκυστική προοπτική για την προστασία του περιβάλλοντος, αποτελεί η σχετική επεξεργασία κτηνοτροφικών αποβλήτων, κυρίως για εξοικονόμηση χρημάτων από τη στιγμή που το κόστος επεξεργασίας αυτών των αποβλήτων μειώνεται και πραγματοποιείται μέσα από την αναερόβια βιολογική επεξεργασία ή με παραγωγή υγρού λιπάσματος. Σημαντική μέθοδος λίπανσης καλλιεργειών, αποτελεί η διάθεση υγρού λιπάσματος σε έδαφος, αφού μπορεί και εμπλουτίζει το έδαφος με θρεπτικά στοιχεία (Balsam, 2006). Επίσης το εμπλουτίζει με οργανική ουσία και αποτρέπει την έκπλυση με νερά βροχής σε υδάτινους αποδέκτες. Αποφεύγονται φαινόμενα ευτροφικά σε στάσιμα οικοσυστήματα. Αρχικά δίνονται τα υγρά απόβλητα και στη συνέχεια η ποσότητα άρδευσης με νερό. Η σύσταση των νερών είναι εκείνη η οποία ορίζει και τον υπολογισμό των δόσεων λίπανσης αλλά και οι ανάγκες των καλλιεργειών σε λίπασμα. Δεν είναι λίγες οι έρευνες οι οποίες εστιάζουν στη διάθεση υγρών αποβλήτων στο έδαφος και όχι τόσο σε υδάτινα οικοσυστήματα (Kramer, 2002).

Αν το υδάτινο οικοσύστημα είναι ο τελικός αποδέκτης, πρέπει να προηγηθεί απολύμανση των υγρών αποβλήτων προκειμένου να εξαιρεθούν οι μικροοργανισμοί πέρα από κάποια παθογόνα τα οποία θα επιβιώσουν. Το χλώριο αποτελεί ένα γνωστό απολυμαντικό στοιχείο, αφού έχει και χαμηλό κόστος και είναι αποτελεσματικό. Παρόλα αυτά οι επιπτώσεις της χρήσης χλωρίου στο περιβάλλον, δεν είναι θετικές αφού από τη στιγμή που μεταφέρεται στο περιβάλλον προκαλείται θάνατος σε μικροοργανισμούς αλλά είναι και επικίνδυνο για τους χρήστες. Το όζον αποτελεί ακόμα ένα απολυμαντικό το οποίο διασπάται σε οξυγόνο με αποτέλεσμα να βελτιώνει τη ποιότητα των υδάτων αν και είναι σε θέση να δημιουργήσει εκρήξεις. Μια ακόμα διαδεδομένη μέθοδος είναι και η ακτινοβολία, η οποία δεν δημιουργεί αρνητικές συνέπειες στα ύδατα.

2.6 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Πηγή ρύπανσης αποτελεί κάθε ζωντανός οργανισμός στο περιβάλλον λόγω των δραστηριοτήτων των υποπροϊόντων του. Σε λογικά πλαίσια, η κάθε είδους ρύπανση είναι εφικτή να αντιμετωπισθεί από τις ενέργειες των μικροοργανισμών. Καθώς όμως τα χρόνια περνούν, οι ανθρώπινες δραστηριότητες αυξάνονται και αντίστοιχα αυξάνεται και η ρύπανση, με αποτέλεσμα οι μικροοργανισμοί αυτοί να μην είναι πλέον σε θέση να επεξεργάζονται τον τεράστιο όγκο των υποπροϊόντων που παράγονται. Έτσι η ρύπανση αποβαίνει καταστροφική για το περιβάλλον. Η κτηνοτροφία αποτελεί μια από τις σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αναφορικά από την αποσύνθεση της κοπριάς, ούρων και υπολειμμάτων ζώων προκαλούνται πολλά προβλήματα. Πέρα από τη ρύπανση ακολουθεί και η μόλυνση (Kramer, 2002).

2.6.1 Μόλυνση από Κτηνοτροφικά Απόβλητα

Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας είναι η καθαριότητα των ζώων αλλά και ο χώρος στον οποίο ζουν, από τη στιγμή που η μεταφορά παθογόνων οργανισμών είναι εφικτή. Οι μικροοργανισμοί αυτοί μπορούν να παρασιτούν στα ζώα και στο περιβάλλον τους. Μερικές ασθένειες μεταδίδονται από τα ζωικά απόβλητα όπως οι λεπτοσπειρώσεις, η τουλαραιμία, η ηπατίτιδα, η χολέρα των χοίρων και ο αφθώδης πυρετός. Ανάλογα με το δείκτη των κολοβακτηριδίων στα απορρίμματα ακολουθεί και η αξιολόγηση του μικροβιακού φορτίου.

Σε κάποιες περιπτώσεις οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μπορεί να μην απειλούν τον άνθρωπο παρά μόνο τα ζώα. Με φυσικό, αλλά και με χημικό τρόπο μπορεί να εξαλειφθεί η μόλυνση αυτή.

2.7 Διαχείριση Κτηνοτροφικών Αποβλήτων

Η διαχείριση των ζωικών αποβλήτων, είναι εφικτή μέσω φυσικών και χημικών μεθόδων ή με βιολογικό τρόπο. Οι χημικές και οι φυσικές μέθοδοι απομακρύνουν τα χονδρόκοκκα αιωρούμενα και επιπλέοντα συστατικά και την ίδια στιγμή διακρίνουν τα απόβλητα, τα οποία είναι σε θέση να παραμείνουν σε γεωργικές περιοχές. Οι φυσικοί και οι χημικοί τρόποι ήταν διαδεδομένοι παλιότερα αλλά η προστασία του περιβάλλοντος περιόρισε τη χρήση τους και άλλες μέθοδοι πήραν τη θέση τους (Kramer, 2002).

Η βιολογική επεξεργασία είναι μια διαδεδομένη μέθοδος όπως και η αναερόβια χώνευση, η οποία δημιουργεί βιοαέριο και οργανική ύλη πλούσια σε θρεπτικά

συστατικά. Μέσα από τη βιολογική μέθοδο, το ρυπαντικό φορτίο οργανικής προέλευσης μπορεί να μειωθεί σημαντικά. Έτσι τα απόβλητα απομακρύνονται από τάφρους και κανάλια αποχέτευσης σε κτίρια εκτροφής και σε προαύλια άσκησης ζώων και επίσης επιτυγχάνεται μια σωστή επεξεργασία και αποθήκευση αποβλήτων - ελεγχόμενη διάθεση τελικών εκρών επεξεργασμένων ή στερεών, σε σωστό αποδέκτη.

Τα περισσότερα επεξεργασμένα απόβλητα ζώων καταλήγουν στο γεωργικό έδαφος ειδικά από τη στιγμή που τόσο οι καλλιέργειες όσο και τα φυτά έχουν αξιοποιηθεί. Ως βελτιωτικά εδάφους, τα ζωικά απόβλητα έχουν τη δυνατότητα εμπλούτισης του εδάφους μέσα από τις οργανικές ουσίες και τα θρεπτικά στοιχεία. Η διαδικασία της βιολογικής επεξεργασίας είναι εφικτή μέσω της παραμονής σε ειδικά διαμορφωμένες εγκαταστάσεις όπου ολοκληρώνεται η δημιουργία μικροοργανισμών για την εξουδετέρωση ρυπαντικού φορτίου. Η βιολογική επεξεργασία αναφέρεται σε αναερόβια και αερόβια, ανάλογα με το είδος του μικροοργανισμού το οποίο δημιουργείται (Kramer, 2002).

Από τη στιγμή που δεν θα έχει επιτυχία, ο κίνδυνος μόλυνσης είναι σημαντικός και η ρύπανση μπορεί να είναι μεγάλη. Η παραγωγή υγρών δημιουργείται από τη βιολογική επεξεργασία και την αποθήκευση υγρών αποβλήτων. Η σύνθεσή τους είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά κατάλληλα για εδαφική διάθεση. Για τα στερεά απόβλητα η διαδικασία της βιολογικής επεξεργασίας δίνει προϊόντα, όπως το κομπόστ, κατάλληλο για καλλιεργούμενα εδάφη με καλής ποιότητας οργανική ουσία και βιοαέριο. Σημαντική βιολογική μέθοδος είναι και η βιολογική ξήρανση, η οποία μπορεί να μειώσει τη υγρασία των αποβλήτων σε ποσοστό 15 με 20% κατά βάρος. Το τελικό προϊόν είναι κατάλληλο για παραγωγή κομπόστ και βιοαερίου κάτι το οποίο σημαίνει ότι η συγκεκριμένη μέθοδος είναι σε θέση να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της Εθνικής και Ευρωπαϊκής νομοθεσίας.

2.8 Αναερόβια Χώνευση

Η αναερόβια χώνευση αποτελεί μια χημική διαδικασία μέσω της απουσίας οξυγόνου και θεωρείται θερμοφιλή, όταν η λάσπη είναι υπό ζύμωση σε θερμοκρασία 55°C. Η ονομασία θερμοφιλή αναφέρεται σε μικροοργανισμούς οι οποίοι περιέχουν ένζυμα που λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες. Τα ένζυμα αυτά είναι σημαντικά στη βιοτεχνολογία. Η διαδικασία αυτή μπορεί, επίσης, να είναι και μεσόφιλη σε θερμοκρασία 36°C. Στην αναερόβια χώνευση δημιουργείται βιοαέριο το οποίο αποτελεί ένα αέριο καύσιμο, αποτελούμενο από μεθάνιο και διοξείδιο άνθρακα (An, 2002).

Η σύστασή του βιοαερίου εξαρτάται κυρίως από την οργανική ουσία. Από τη χώνευση προκύπτουν το μεθάνιο και το υδρογόνο. Το μεθάνιο είναι άχρωμο και άοσμο και από την καύση του προκύπτει ένα κυανόχρωμο χρώμα. Η πυκνότητά του είναι περίπου 0,75kg/m. Λόγω του ότι το διοξείδιο του άνθρακα είναι βαρύτερο, η πυκνότητα του βιοαερίου είναι 1.15kg/m. Η θερμογόνο δύναμη του βιοαερίου είναι ανάμεσα σε 6 και 7.5kw/m. Τα όρια αναφλεξιμότητάς του στον αέρα είναι από 6 ως 12%. Η αναερόβια χώνευση είναι η ταχύτερη μέθοδος και η καλύτερη λύση για τη δημιουργία βιομάζας (Balsam, 2006).

Μια σύνθετη λειτουργία αποτελεί η ολοκληρωμένη βιολογική αποδόμηση της οργανικής ύλης σε βιοαέριο σε αναερόβιες συνθήκες και είναι η πιο κατάλληλη για την αλληλεπίδραση πολλών μικροοργανισμών. Είναι επόμενο κάθε υλικό να αποτελεί απόβλητο για κάποιους μικροοργανισμούς και υπόστρωμα για κάποιους άλλους. Η αναερόβια χώνευση έχει τρία στάδια με διαφορετική δραστηριότητα των μικροοργανισμών. Στο στάδιο υδρόλυσης οι οργανικές ενώσεις είναι μακράς μοριακής αλυσίδας και χωρίζονται σε μικρότερες ενώσεις μοριακής αλυσίδας (Kramer, 2002).

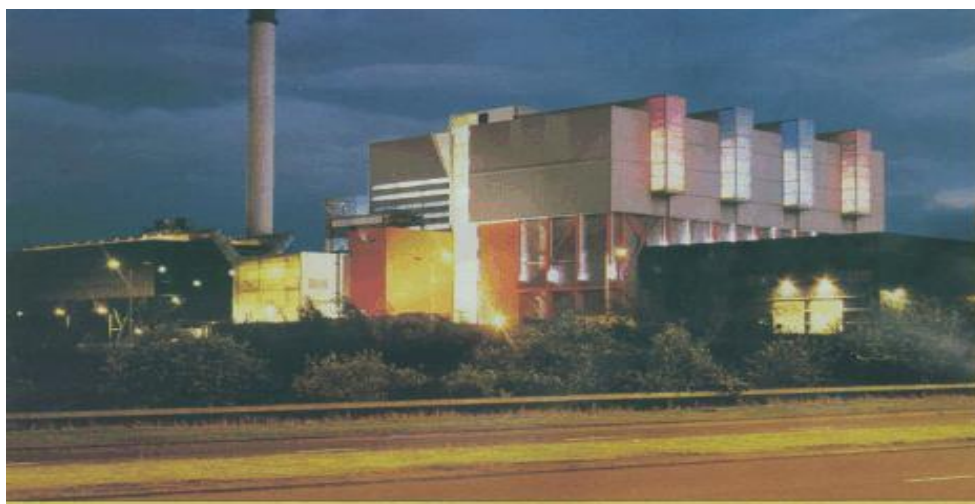
Οι μικροοργανισμοί οι οποίοι δίνουν ειδικά ένζυμα έχουν διαφορετική προέλευση. Περίπου το 50% των οργανικών ενώσεων διασπώνται σε οξικό οξύ. Το 20% μετατρέπεται σε μια σωστή διεργασία αναερόβιας χώνευσης και απομένει το 30% το οποίο διασπάται σε μικρής μοριακής αλυσίδας λιπαρά οξέα. Σημαντικός παράγοντας για μια αποτελεσματική διαδικασία είναι η διατήρηση μιας σταθερής ταχύτατης αποδόμησης αυτών των λιπαρών οξέων χωρίς να διαταραχθεί η ισορροπία τους (An, 2002).

Τελευταίο είναι το στάδιο της μεθαγένεσης η οποία ολοκληρώνεται από τα μεθανογενή βακτήρια. Η δράση τους αναφέρεται σε αποδόμηση οξικού οξέος από την οξυγένεση σε μεθάνιο και τη δημιουργία μεθανίου από το διοξείδιο του άνθρακα και το υδρογόνο. Περίπου το 70% του μεθανίου δημιουργείται από τη διάσπαση του οξικού οξέος και το υπόλοιπο 30% από την αντίδραση του διοξειδίου του άνθρακα με το υδρογόνο. Βραδύτερο ρυθμό ανάπτυξης έχουν τα μεθανογενή βακτήρια.

2.9 Τι είναι το Βιοαέριο

Το βιοαέριο αποτελεί ένα συστατικό το οποίο μπορεί να παραχθεί από την αερόβια χώνευση αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων και διαφόρων λυμάτων, από αστικά οργανικά απορρίμματα, αλλά και από τα κτηνοτροφικά απόβλητα. Το 65% αυτού του συστατικού αποτελείται από μεθάνιο και το υπόλοιπο 35% από διοξείδιο του άνθρακα. Το βιοαέριο μπορεί να παράγει σημαντικές ποσότητες ενέργειας μέσω της διεργασίας του σε μηχανές εσωτερικής καύσης, σε αεροστρόβιλο ή σε καυστήρες αερίου, προκειμένου να παραχθεί αυτή η ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα. Το συστατικό αυτό, επίσης μέσω της κατάλληλης αναβάθμισης και διεργασίας που μπορεί να υποστεί, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ως μεταφορικό καύσιμο με άκρως ανταγωνιστική τιμή. Στην Σουηδία υπάρχουν εκατοντάδες αυτοκίνητα, τα οποία κινούνται με την χρήση μεθανίου και λειτουργούν ως σταθμοί διανομής του βιοαερίου (Kramer, 2002).

Συγχρόνως το βιοαέριο το οποίο έχει υποστεί διεργασία και έχει αναβαθμιστεί, μπορεί να εισέλθει στο δίκτυο ενός φυσικού αερίου. Αυτό γίνεται ήδη σε χώρες όπως η Ελβετία, η Ολλανδία και η Σουηδία όπου χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Σε πειραματικό βαθμό χρησιμοποιείται επίσης για την παραγωγή υδρογόνου μέσω της τροφοδοσίας κυψελών καυσίμου. Η εγκατάσταση και ανάπτυξη τεχνολογιών βιοαερίου χαρακτηρίζεται ως εναλλακτική λύση με πολλά πλεονεκτήματα, αφού προσφέρει μια φιλική περιβαλλοντική ενέργεια και προσφέρει λύσεις στο αυξανόμενο πρόβλημα της διάθεσης των απορριμμάτων σε μια κοινωνία.



Εικόνα 1. Εργοστάσιο Παραγωγής Βιοαερίου στην Ευρώπη

Το βιοαέριο χαρακτηρίζεται ως μια μορφή ενέργειας, η οποία μπορεί άνετα να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας, βελτιωτικών λιπασμάτων και ηλεκτρισμού. Μετά το στάδιο της επεξεργασίας και της αναβάθμισης που μπορεί να επέλθει στο δίκτυο του φυσικού αερίου, το συστατικό αυτό χρησιμοποιείται και για την κίνηση μηχανών και αυτοκινήτων. Η διαφορά του συγκεκριμένου συστατικού με εκείνα των ορυκτών καυσίμων, είναι ότι αποτελεί μια συγκεκριμένη και φιλική προς το περιβάλλον μορφή ενέργειας. Όπως έχει αναφερθεί, το συνολικό ισοζύγιο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που παράγεται κατά την καύση του βιοαερίου ισούται με αυτό που απορροφάται κατά τη διαδικασία παραγωγής του και επομένως δεν επιβαρύνει την ατμόσφαιρα (An, 2002).

Τα βασικά συστατικά του βιοαερίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο και σε πολύ μικρές ποσότητες το υδρογόνο, το υδρόθειο, η αμμωνία και το άζωτο. Η αυξημένη περιεκτικότητα μεθανίου στο ποσοστό του 40-70% είναι ουσιαστικά εκείνη που καθιστά το βιοαέριο ως κατάλληλο για παραγωγή ενέργειας. Το πλεονέκτημα στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι ότι μπορεί να παραχθεί από τα απορρίμματα και εντοπίζεται καθημερινά σε μεγάλες ποσότητες.

2.9.1 Οι Βασικές Πηγές του Βιοαερίου

Σε μια έρευνα η οποία διεξήχθη το 2015 στην Ευρωπαϊκή Ένωση και ήταν σχετική με τις βασικές πηγές βιοαερίου, έγινε γνωστό πως το 65% του συστατικού αυτού προέρχεται από τα οικιακά απορρίμματα, το 20% από βιομηχανικά και αστικά απόβλητα και το 15% από απόβλητα εκτροφής. Η βασική πηγή παραγωγής βιοαερίου προέρχεται από τις επεξεργασίες αναερόβιας χώνευσης των απορριμμάτων που προέρχονται από την αγροβιομηχανία, την κοπριά των ζώων, την χώνευση λυμάτων

στις διάφορες χωματερές και των βιολογικών καθαρισμών στους Χ.Υ.Τ.Α. (Balsam, 2006).

Όπως ειπώθηκε και πιο πάνω, μια από τις βασικές δραστηριότητες του βιοαερίου είναι η παραγωγή θερμότητας. Η συγκεκριμένη λειτουργία αποτελεί ίσως την πιο απλή και συχνότερη χρήση, αφού δεν απαιτεί κάποια μεγάλη συμπίεση βιοαερίου αλλά ούτε κάποιον αναγκαστικό καθαρισμό. Είναι γεγονός πως το θερμαντικό δυναμικό του βιοαερίου εξαρτάται άμεσα από την περιεκτικότητα της ποσότητας σε μεθάνιο. Με 70% μεθάνιο, το βιοαέριο έχει θερμαντικό δυναμικό 24 MJ/m³, λιγότερο από εκείνο του φυσικού αερίου (34 MJ/m³) και πολύ κατώτερο από αυτό του προπανίου (85 MJ/m³) ή του βουτανίου (110 MJ/m³). Το 2005 στη Γαλλία, η θερμική αξιοποίηση του βιοαερίου είχε παράγει 640 GWh, δηλαδή 55000 τον. ισοδύναμου πετρελαίου.

Εκτός όμως από την παραγωγή της θερμότητας, μια άλλη βασική λειτουργία είναι και εκείνη της παραγωγής ηλεκτρισμού. Η κατανάλωση του ηλεκτρισμού από τους πολίτες μιας χώρας κατά τη διάρκεια ενός έτους, μπορεί να είναι καλύτερα κατανοημένη και να διαφεύγει του μειονεκτήματος που σημειώθηκε παραπάνω με την κατανάλωση θερμότητας. Σε αντίθεση με την παραγωγή θερμότητας, η παραγωγή ηλεκτρισμού αποτελεί πιο δύσκολη εφαρμογή λόγω των υψηλών ποσών κόστους που απαιτούνται, καθώς και την ανάγκη συντήρησης των ηλεκτροπαραγωγών. Τα συγκεκριμένα ζεύγη απαρτίζονται από ένα συμβατικό κινητήρα με έμβολα, ο οποίος θέτει σε λειτουργία μια ηλεκτρική γεννήτρια και είναι πανομοιότυπος με τις μηχανές ντήζελ, οι οποίες λειτουργούν με μαζούτ.

Παρά το γεγονός όμως αυτό, το βιοαέριο και σε αντίθεση με την ουσία του μαζούτ, δεν μπορεί να αυτοαναφλεχθεί μέσω της συμπίεσης των κυλίνδρων ενός κινητήρα. Για αυτό το λόγο θα πρέπει να γίνει τεχνητή ανάφλεξη του βιοαερίου και ανάμειξη αυτού με μαζούτ. Είναι δυνατόν επίσης να υπάρχει και ταυτόχρονη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού με τη χρησιμοποίηση της θερμότητας των αερίων που έχουν υποστεί καύση. Το γεγονός αυτό κρίνεται αναγκαίο για την τροφοδότηση του χωνευτήρα με θερμότητα την οποία το βιοαέριο χρειάζεται για ζύμωση, προκειμένου να παράγει ενέργεια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Γαλλία, όπου το 2005 αξιοποίησε το βιοαέριο και παράγαγε 460 GWh, όπου τα 3/4 αυτής της ποσότητας προέρχονταν από χωματερές. Σε αντιστοιχία, οι χώρες της Μεγάλης Βρετανίας και της Γερμανίας προχώρησαν στην παραγωγή ποσότητας 5000 GWh από τις δικές τους χωματερές (An, 2002).

Μια άλλη επίσης σημαντική χρήση του βιοαερίου είναι και εκείνη του καυσίμου, η οποία αναφέρθηκε παραπάνω. Σε παγκόσμια κλίμακα το 2005, υπήρχαν πάνω από 4.000.000 αυτοκίνητα τα οποία κινούνταν με συμπιεσμένο μεθάνιο το οποίο στην Νότια Αμερική ονομαζόταν GNV (Kramer, 2002). Βέβαια στη Γαλλία μετά από την ανάπτυξη που παρατηρήθηκε κατά την δεκαετία του 1960 στο νότιο τμήμα της χώρας, περί τα 5.000 αυτοκίνητα χρησιμοποιούσαν το συγκεκριμένο καύσιμο. Αντίστοιχες έρευνες έδειξαν πως όλα τα αυτοκίνητα τα οποία κινούνται με κινητήρες που χρησιμοποιούν βενζίνη ή ντίζελ, μπορούν να μετατραπούν σε αυτοκίνητα με κινητήρα GNV.

2.9.1.1 Εφαρμογή του Βιοαερίου στην Ελλάδα

Η εφαρμογή του βιοαερίου στην Ελλάδα δεν είναι μια νέα πραγματικότητα, καθώς εδώ και κάποια χρόνια υπάρχει ανεπτυγμένο σχέδιο από τις Γερμανικές Αρχές για δημιουργία 10 μονάδων παραγωγής βιοαερίου, οι οποίες μονάδες σχεδιάζονται να εγκατασταθούν σε 10 διαφορετικούς νομούς στην Ελλάδα. Οι νομοί αυτοί έχουν επιλεγεί βάση των ελαχίστων αποδόσεων ισχύς 20 MWe. Το κάθε βιομηχανικό πάρκο παραγωγής βιοαερίου θα χρειάζεται ετησίως 350 τόνους αραβόσιτο και 20.000 τόνους σιτηρά για να τεθεί σε πλήρη λειτουργία (Kramer, 2002). Σύμφωνα με τους υπολογισμούς κατανάλωσης, η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα ανέρχεται σε 175.200.000 KWh και το λίπασμα που θα παράγεται σε 23.000 τόνους.

Η βασική πρώτη ύλη η οποία θα χρησιμοποιείται από τη Γερμανική εταιρεία για την παραγωγή του Βιοαερίου, θα βασίζεται κυρίως σε παραδοσιακές καλλιέργειες και όπως ήδη αναφέρθηκε θα είναι ο αραβόσιτος και τα σιτηρά. Τα δύο αυτά προϊόντα με την κατάλληλη ενσίρωση μπορούν να μετατραπούν σε βιομάζα με μια αναλογία 65% και 5% αντίστοιχα. Εν συνεχεία και με την προσθήκη κτηνοτροφικών υγρών λυμάτων και νερού σε αναλογία 10% και 20% αντίστοιχα, ξεκινά η αναερόβια ζύμωση για την περαιτέρω παραγωγή του βιοαερίου.

Αν η παραπάνω επένδυση της Γερμανικής εταιρείας στην Ελλάδα ευοδωθεί, τότε αναμένεται να ξεπεράσει το 1 δισεκατομμύριο ευρώ και άμεσα να ολοκληρωθεί η κατασκευή των πέντε από τις δέκα αυτές μονάδες. Στην Εικόνα 2 φαίνεται μια μονάδα παραγωγής βιοαερίου στην Ελλάδα. Αντίστοιχα στην Εικόνα 3 απεικονίζεται ένα δίκτυο κατασκευής βιοαερίου, το οποίο συναντάται συχνά σε αντίστοιχα εργοστάσια.



Εικόνα 2. Μονάδα Παραγωγής Βιοαερίου στον Ελλαδικό χώρο



Εικόνα 3. Διαδίκτυο Συλλογής Βιοαερίου

2.9.3 Επίδραση του Βιοαερίου στο Περιβάλλον

Η επίδραση του βιοαερίου στο περιβάλλον αποτελεί ένα φαινόμενο το οποίο έχει μελετηθεί αρκετές φορές στο παρελθόν, σχετικά με τις βλαβερές συνέπειες που μπορεί να προκαλέσει, καθώς και αν τελικά η συγκεκριμένη μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα για τον άνθρωπο και το περιβάλλον (An, 2002). Πολλοί είναι εκείνοι οι οποίοι κατά καιρούς έχουν αναφέρει πως η καύση που επιτυγχάνεται στο βιοαέριο για την παραγωγή ενέργειας, μπορεί να προκαλεί βλάβες στο περιβάλλον και να μολύνει αναλόγως τον αέρα και το νερό το οποίο χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους ως πόσιμο ή για κάποια άλλη χρήση. Έχει αποδειχθεί ότι η χρήση βιοαερίου θεωρείται περισσότερο φιλική προς το περιβάλλον, αφού η εκπομπή ρύπων που προκαλεί είναι δυνατόν να περιοριστεί σε χαμηλά επίπεδα και σύμφωνα με της οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Όσον αφορά τον Ελληνικό χώρο, θα πρέπει να αναφερθεί πως αυτός εμφανίζει κάποιες σημαντικές προοπτικές για την ανάπτυξη μονάδων χρήσης και καύσης βιοαερίου και οι ενέργειες οι οποίες γίνονται, είναι πάντα σε συνάρτηση με την προστασία του περιβάλλοντος. Λόγω του ότι η κεντρική ιδέα χώνευσης του βιοαερίου βρίσκεται σε συνδυασμό με την αναερόβια χώνευση, η χρησιμοποίηση ενός μεγάλου φάσματος οργανικών αποβλήτων των οποίων η σύνθεση αποτελείται σε ποσοστό 80% από κτηνοτροφικά απόβλητα και 20% από αγροτοβιομηχανικά, αστικά οργανικά απορρίμματα και λύματα βιολογικών καθαρισμών, κρίνεται απαραίτητο για την κεντρική μονάδα να εγκαθίσταται σε περιοχές όπου ήδη υπάρχει μεγάλο δυναμικό αποβλήτων, έτσι ώστε να αποφευχθεί περαιτέρω μόλυνση και επιβάρυνση ενός σταθερού και υγιούς περιβάλλοντος (Kramer, 2002).

Το βιοαέριο περιλαμβάνει μεθάνιο (CH_4) σε ποσοστό από 55-70% και διοξείδιο του άνθρακα (CH_2) σε ποσοστό 30-45% για αποτελεσματική και συγχρονισμένη δράση σε μηχανές εσωτερικής καύσης και αεροστροβίλους σε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Ιδιαίτερη όμως χρήση για το βιοαέριο είναι εκείνη στο φυσικό αέριο όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή του βιο-υδρογόνου σε κυψέλες καυσίμων (Kramer, 2002).

Η εγκατάσταση μιας βιομηχανικής μονάδας παραγωγής βιοαερίου συντελεί δυναμικά στην ευρύτερη αξιοποίηση του δυναμικού του βιοαερίου και συγχρόνως συμμετέχει δυναμικά στην επεξεργασία των απορριμμάτων και αποβλήτων της γεωργικής και κτηνοτροφικής δραστηριότητας. Τα οφέλη τα οποία σχετίζονται με την οικονομία, την γεωργία και κυρίως το περιβάλλον είναι πολλά και σημαντικά και αυτά έγκειται στις μικρότερες εκπομπές ρύπων και αερίων θερμοκηπίου, στη μείωση της

εισαγωγής καυσίμων καθώς και στην αύξηση των ατόμων που ασχολούνται με τον πρωτογενή τομέα.

Η αξιοποίηση συντελείται στην ενέργεια των απορριμμάτων καθώς και των γεωργικών και κτηνοτροφικών μονάδων αλλά και στα ειδικά βιομηχανικά και οργανικά απόβλητα, μπορεί να διεξαχθεί σε μια κεντρική μονάδα βιοαερίου με κύρια συστατικά το οργανικό λίπασμα και το βιοαέριο. Το οργανικό λίπασμα είναι ιδιαίτερος φιλικό προς το περιβάλλον και δεν προκαλεί σοβαρές επιπτώσεις και προβλήματα στην δημόσια υγεία (An, 2002). Επιπλέον η συγκεκριμένη περίπτωση επιφέρει αρκετά πλεονεκτήματα σχετικά με την οικονομικότητα μιας αντίστοιχης μονάδας, αφού η πρώτη ύλη η οποία προέρχεται από τα γεωργικά και κτηνοτροφικά απορρίμματα έχει μηδενική αξία και τα προϊόντα που θα παραχθούν θα έχουν σημαντική εμπορική αξία. Για αυτό το λόγο αυτό έχουν θεσπιστεί ειδικοί νόμοι στην Ελλάδα, οι οποίοι μέσω αντίστοιχων διατάξεων μπορούν και πωλούν την ηλεκτρική και τη θερμική ενέργεια με την αντίστοιχη προσθήκη εσόδων. Τέλος μέσω της παραγωγής που συντελείται στον τομέα του στερεού οργανικού υπολείμματος, είναι δυνατή η αύξηση των εσόδων αν το συγκεκριμένο υπόλειμμα μέσω του σωστού διαχωρισμού και εξάτμισης τροποποιηθεί καταλλήλως και στη συνέχεια πωληθεί ως στερεό ή υγρό λίπασμα για χρήση στο περιβάλλον.

Βέβαια όλα αυτά τα χρόνια τα οποία το βιοαέριο χρησιμοποιείται ως ύλη ή συστατικό για την παραγωγή ηλεκτρικής ή θερμικής ενέργειας, πολλοί έχουν κάνει λόγο και για την ιδιαίτερη επιρροή του στο πόσιμο νερό και τις βλαβερές συνέπειες που μπορεί να προκαλέσει. Για να μπορούν οι πολίτες εντός μιας τοπικής κοινωνίας να καταναλώνουν το πόσιμο νερό χωρίς κάποιον κίνδυνο για σωματικές ή επιπτώσεις υγιεινής, οι αρχές της Ελλάδας εφαρμόζουν κάποια συγκεκριμένα μέτρα και μεθόδους καθαρισμού του νερού τα οποία αναφέρονται ως ακολούθως (Kramer, 2002).

Η Μέθοδος της Χλωρίωσης

Μια από τις συνηθέστερες μεθόδους απολύμανσης του πόσιμου νερού, είναι η χλωρίωση. Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερος διαδεδομένη, αφού το χλώριο μπορεί να ρίπτεται ελεύθερο σε μια δεξαμενή νερού και να δρα αποτελεσματικά κατά των περισσότερων παθογόνων οργανισμών. Το χλώριο μπορεί να διακριθεί σε «ελεύθερο» ή διαφορετικά σε υπολειμματικό, ενεργώντας συγκεκριμένα μέσω της μοριακής του μορφής ή των παραγώγων του, τα οποία είναι τα υποχλωριώδη ιόντα και το υποχλωριώδες οξύ. Το χλώριο μπορεί επίσης να διατεθεί στην αγορά σε σκόνη μέσω των υποχλωριώδων αλάτων, σε υγρή μορφή μέσω του υποχλωριώδους νατρίου καθώς και της αέριας μορφής (Kramer, 2002). Σχετικά με το ποιόν από τους τρεις

παραπάνω τρόπους θα χρησιμοποιήσει κάποιος για να καθαρίσει μια συγκεκριμένη ποσότητα πόσιμου νερού, θα εξαρτηθεί από το κόστος, τις απαιτήσεις των λειτουργικών εγκαταστάσεων και τις απαιτούμενες συνθήκες ασφαλείας. Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί πως όταν το pH του νερού είναι παραπάνω από 5, τότε το νερό είναι όξινο και το χλώριο διατηρεί την μοριακή του μορφή. Όταν το pH είναι λιγότερο από 5 τότε το χλώριο δημιουργείται ως υποχλωριώδες οξύ. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της μεθόδου της χλωρίωσης στον καθαρισμό πόσιμου νερού, είναι η ισχυρή δραστηριότητά του σε διάφορους παθογόνους οργανισμούς καθώς και η υπολειμματική του δράση η οποία δρα ως προστατευτικός παράγοντας για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα εντός του νερού.

Η συνηθέστερη μέθοδος καθαρισμού του πόσιμου νερού κατά τη χλωρίωση, είναι η ρίψη υγρής μορφής χλωρίου σε μια δεξαμενή νερού που βοηθάει αποτελεσματικά στην απομάκρυνση των επικίνδυνων μικροοργανισμών. Η μέθοδος αυτή προτιμάται από τους ειδικούς λόγω του χαμηλού κόστους αλλά και της περιορισμένης απαίτησης μηχανισμού εξοπλισμού και ειδικών εξαρτημάτων. Το σημαντικό όμως σχετικά με το κόστος στην περίπτωση λειτουργίας, είναι το κόστος αγοράς των χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται κάθε φορά. Επιπλέον ο τρόπος αντιμετώπισης των βακτηριδίων και μικροοργανισμών, κρίνεται θετικός και εύκολος. Μια εναλλακτική μέθοδος επίσης η οποία σχετίζεται με την χλωρίωση, είναι εκείνη της χλωραμίνωσης. Η χλωραμίνωση συντελεί στην παραγωγή χλωραμίνων στο σημείο χρήσης του χλωρίου και της αμμωνίας και βοηθούν με αυτόν τον τρόπο στην απομάκρυνση οσμών και γεύσεων χλωρίου που αφήνονται στο νερό (Kramer, 2002).

Σχετικά με τις επιπτώσεις, που μπορεί να προκαλέσει η χλωρίωση που χρησιμοποιείται στον καθαρισμό του πόσιμου νερού, στη δημόσια υγεία, ισχύει πως ναι μεν βοηθά αποτελεσματικά στον καθαρισμό του νερού αλλά και οι φόβοι που εκφράζονται για τα πιθανά κρούσματα καρκίνου από το χλωροφόρμιο, είναι αρκετά αυξημένοι. Είναι πιθανόν επίσης από τη χρήση χλωρίου και παραγόντων του να προκληθούν παρενέργειες όπως η στειρότητα, προβλήματα στα νεφρά ή το συκώτι, αλλά και στο αιμοποιητικό ή νεφρικό σύστημα. Για αυτό το λόγο αυτό διεξάγονται διάφορες μελέτες, για την αξιολόγηση αυτής της μεθόδου καθαρισμού πόσιμου νερού ως προς τη δημόσια υγεία.

Η Μέθοδος της Οζόνωσης

Μια άλλη γνωστή μέθοδος καθαρισμού πόσιμου νερού, είναι εκείνη της οζόνωσης. Το όζον θεωρείται από τα πιο ισχυρά απολυμαντικά κοινής χρήσης το οποίο δεν προκαλεί την δημιουργία τριαλομεθανίων. Η δράση όμως του όζοντος επηρεάζεται σημαντικά από την ποσότητα pH που υπάρχει στο νερό, από τις διάφορες ανόργανες ή οργανικές ουσίες και από το διοξείδιο ή μονοξείδιο του άνθρακα (Balsam, 2006). Λόγω του γεγονότος πως το όζον είναι ένα συστατικό το οποίο αποτελεί ασταθές αέριο στη θερμοκρασία και την πίεση του περιβάλλοντος, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη για παρασκευή του στο ακριβές σημείο χρήσης. Αφού το όζον εισαχθεί στο νερό που πρέπει να απολυμανθεί, θα πρέπει να παραμείνει εκεί για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, ενώ στην συνέχεια μετά την απολύμανση, αποσυντίθεται από μόνο του.

Η ενέργεια της μεθόδου οζόνωσης επικεντρώνεται στην καταστροφή της βασικής δομής του μικροβιακού κυττάρου η οποία επιτυγχάνεται με τις οξειδωτικές αντιδράσεις και εφόσον δεν υπάρχει μεγάλη ποσότητα θολερότητας στην επιφάνεια νερού. Η θολερότητα αποτελεί μέσο προστασίας των κυττάρων και των μικροοργανισμών. Το όζον αντιδρά επίσης ως καταστροφέας της κυτταρικής μεμβράνης των διαφόρων μικροοργανισμών και το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια του κυτταρικού υλικού αλλά και την ολοκληρωτική καταστροφή των κυττάρων. Επιπλέον θα πρέπει να αναφερθεί πως σημαντική είναι η επίδραση του όζοντος στις συνθήκες στις οποίες δρα. Η μέθοδος της οζόνωσης προκαλεί διόρθωση του αριθμού pH σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους καθαρισμού νερού και κυρίως με εκείνη της υπεριώδους ακτινοβολίας. Τέλος, το όζον και η επίδραση του στις μολυσμένες περιοχές δεν εξαρτάται από τους παράγοντες που υπάρχουν στην επιφάνεια μόλυνσης και συνηθίζεται να έχουν ισχυρότερη, ταχύτερη και αποτελεσματικότερη δράση απολύμανσης και καθαρισμού. (Kramer, 2002).

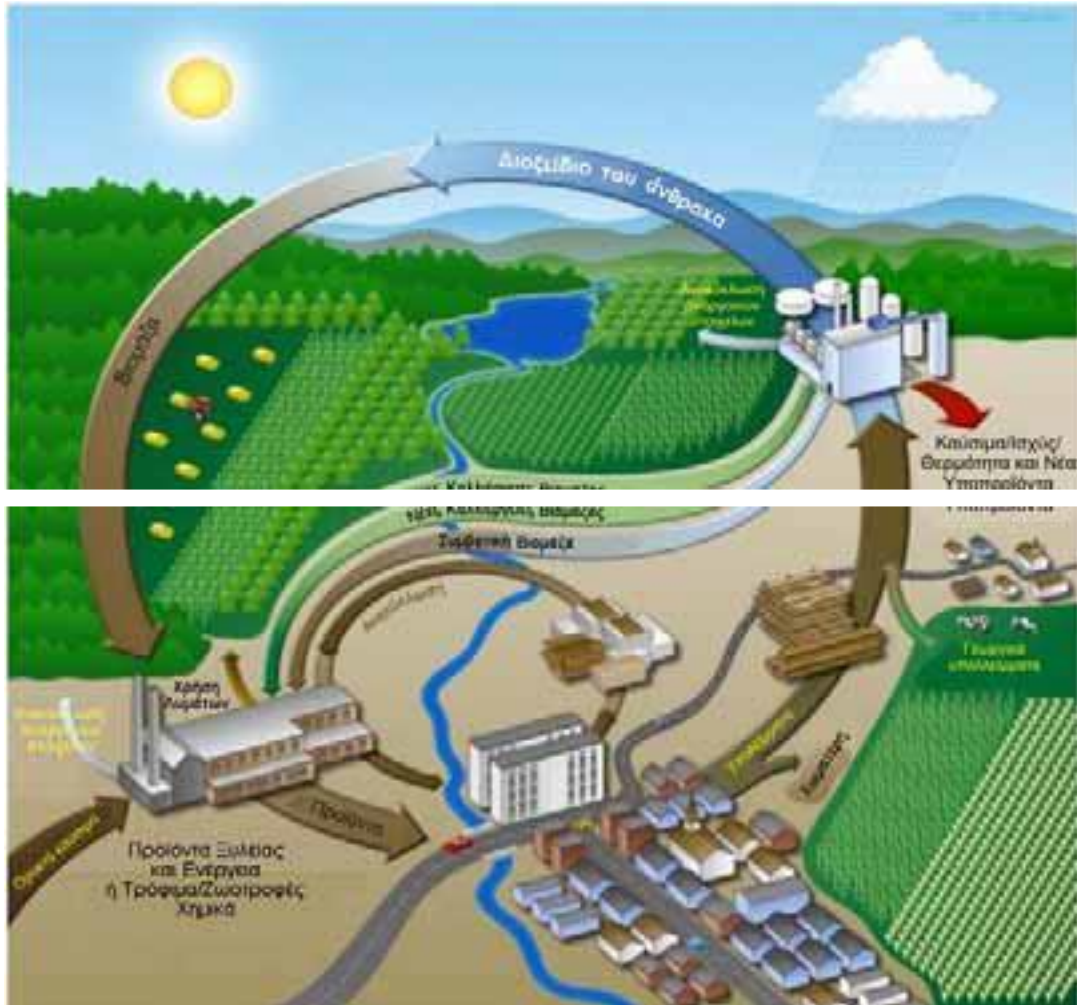
3.1 Περιγραφή της Παραγωγής Πρωτογενούς Μορφής Ενέργειας Βιοαερίο

Ως βιοαέριο ορίζεται το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων που προέρχεται από γεωργικές δραστηριότητες (συμπεριλαμβανομένων φυτικών και ζωικών ουσιών), δασοκομικές και άλλες συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων και απορριμμάτων.

Η οργανική ύλη της γης, το βιοαέριο, βρίσκεται στο λεπτό οριακό στρώμα του φλοιού της, τη βιόσφαιρα. Αντιπροσωπεύει ένα πολύ μικρό κλάσμα της συνολικής μάζας της γης, αλλά σε ανθρώπινους όρους, αποτελεί μια τεράστια αποθήκη ενέργειας, η οποία ανανεώνεται συνεχώς. Πηγή αυτής της ενέργειας είναι ο ήλιος. Επισημαίνεται ότι ενώ μόνο ένα μικρό ποσοστό από την ηλιακή ενέργεια φτάνει στη γη και δεσμεύεται από την οργανική ύλη, η ποσότητα αυτή ισοδυναμεί με το οκταπλάσιο της παγκόσμιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας.

Η εγκλωβισμένη βιοενέργεια ανακυκλώνεται με τη βοήθεια μιας σειράς χημικών και φυσικών διεργασιών στα φυτά και την υπόλοιπη έμβια ύλη, μέχρι που τελικά ακτινοβολείται από τη γη ως θερμότητα σε χαμηλή θερμοκρασία. Εξάιρεση αποτελεί ένα μικρό κλάσμα, το οποίο παραμένει στο έδαφος και σταδιακά μετατρέπεται σε στέρεο καύσιμο. Η παραπάνω κυκλική διαδικασία είναι μεγάλης σπουδαιότητας, επειδή υπάρχει η δυνατότητα δέσμευσης μέρους της βιομάζας στη φάση που ακόμα λειτουργεί ως αποθήκη χημικής ενέργειας .

Το βιοαέριο σήμερα αποτελεί την πιο διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, καλύπτοντας το 35% και το 3% των αναγκών σε πρωτογενή ενέργεια των χωρών του αναπτυσσόμενου και του βιομηχανικού κόσμου αντίστοιχα (Ζερβός,2000). Πηγές για το βιοαέριο θεωρούνται τα υπολείμματα της δασικής ύλης που προκύπτουν από την υλοτόμηση και την επεξεργασία του ξύλου, τα υπολείμματα των αγροτικών καλλιεργειών και της αγροτικής βιομηχανίας, τα υπολείμματα της κτηνοτροφίας, τα αστικά απορρίμματα αλλά και οι ενεργειακές καλλιέργειες.



Εικόνα 4: Σχηματική αναπαράσταση του ενεργειακού κύκλου της βιομάζας.

3.2 Επιλεγμένη Τεχνολογία για την Παραγωγή Βιοαερίου

Σε βιομηχανίες επεξεργασίας προϊόντων φυτικής, αγροτικής και δασικής προέλευσης, η ύπαρξη ενεργειακού δυναμικού στο βιοαέριο επαρκεί για την κάλυψη των θερμικών αναγκών της παραγωγικής διαδικασίας και αποτελεί σημαντικό κίνητρο για την υλοποίηση έργων ενεργειακής αξιοποίησης. Τέτοιου είδους επενδύσεις παρουσιάζουν εξαιρετικά μικρό χρόνο απόσβεσης, καθώς τα οικονομικά οφέλη είναι άμεσα και προκύπτουν από την αντικατάσταση των ισοδυνάμων καταναλισκόμενων ποσοτήτων ορυκτών καυσίμων. Η θερμική επεξεργασία στο βιοαέριο περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες μετατροπής του περιεχομένου τους σε αέρια, υγρά και στερεά προϊόντα, με ταυτόχρονη ή συνεπακόλουθη αποδέσμευση θερμικής ενέργειας. Οι τεχνικές θερμικής επεξεργασίας μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής (Balsam, 2006):

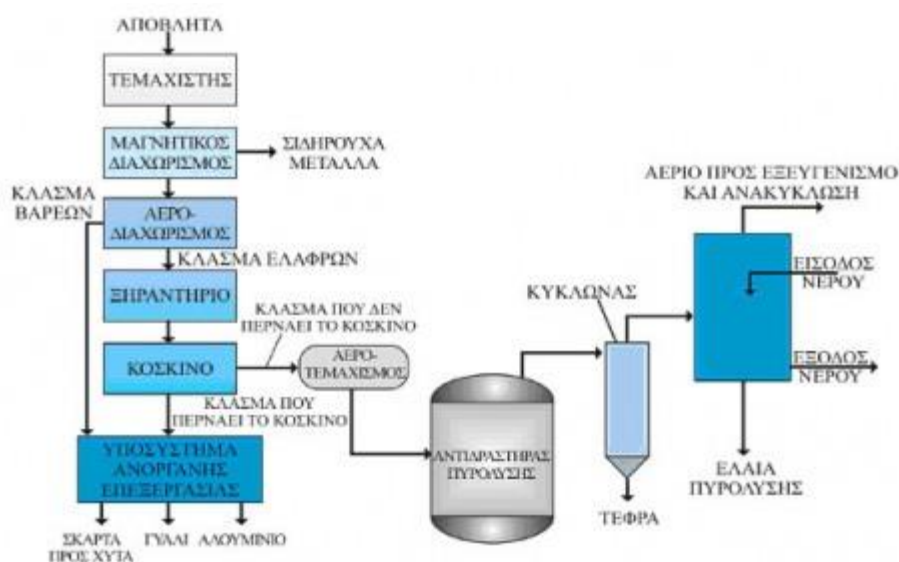
- πυρόλυση (pyrolysis)
- αεριοποίηση (gasification)
- τεχνική του πλάσματος (plasma technology)

Πυρόλυση

Η πυρόλυση αποτελεί μια σχετικά νέα θερμική διεργασία, η οποία αν και αναπτύχθηκε στα τέλη του 19ου αιώνα, μόλις τα τελευταία 20 – 30 χρόνια άρχισε να εφαρμόζεται στην επεξεργασία κυρίως Αστικών Αποβλήτων (ΑΣΑ). Γενικά, δεν αποτελεί μια ιδιαίτερα διαδεδομένη μέθοδο θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ, τουλάχιστον στην Ευρώπη, λόγω της μειωμένης ενεργειακής απόδοσης και οικονομικής βιωσιμότητάς της. Παρόλα αυτά, μη Ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Ιαπωνία, διαθέτουν εγκαταστάσεις πυρόλυσης στερεών απορριμμάτων, οι οποίες λειτουργούν αποδοτικά εδώ και πολλά χρόνια, γεγονός το οποίο πιθανότατα οφείλεται στις διαφορές των χαρακτηριστικών των απορριμμάτων τους (π.χ. ως προς το ποσοστό του οργανικού κλάσματος και τη θερμογόνο δύναμή τους), σε σχέση με εκείνα των Ευρωπαϊκών χωρών.

Η πυρόλυση ως θερμικής μέθοδος, βασίζεται στο γεγονός ότι οι περισσότερες οργανικές ουσίες είναι θερμικά ασταθείς και κατά τη θέρμανσή τους, απουσία οξυγόνου, διαχωρίζονται μέσω ενός συνδυασμού θερμικής διάσπασης και συμπύκνωσης σε αέρια, υγρά και στερεά κλάσματα. Η πυρολυτική διεργασία σε αντίθεση με την καύση και την αεριοποίηση είναι ισχυρά ενδόθερμη και για τη διεξαγωγή της απαιτείται εξωτερική πηγή ενέργειας. Βασικές παράμετροι για την εφαρμογή της αποτελούν η σύσταση των στερεών αποβλήτων, η θερμογόνο δύναμή τους, η περιεχόμενη υγρασία κ.λπ. Κατά την πυρόλυση των στερεών αποβλήτων, τα προϊόντα που παράγονται είναι:

- **Αέρια:** Αποτελούνται κυρίως από υδρογόνο, μεθάνιο, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα και διάφορα άλλα αέρια, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των στερεών αποβλήτων
- **Υγρά:** Το υγρό κλάσμα, είναι ελαιώδες με υψηλή πυκνότητα και ιξώδες και περιέχει απλά καρβοξυλικά οξέα (π.χ. οξικό οξύ), κετόνες (π.χ. ακετόνη), αλκοόλες (π.χ. μεθανόλη) καθώς και σύνθετους οξυγονωμένους υδρογονάνθρακες. Με περαιτέρω επεξεργασία το κλάσμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συνθετικό καύσιμο.
- **Στερεά:** Το στερεό υπόλειμμα περιέχει σχεδόν καθαρό άνθρακα και τυχόν αδρανή υλικά που υπάρχουν στα στερεά απόβλητα.



Σχήμα 1. Διεργασία Πυρόλυσης για Βιοαέριο (Πηγή: ΙΤΑ, Εκτίμηση των Γενικευμένων Επιπτώσεων και Κόστους Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων»)

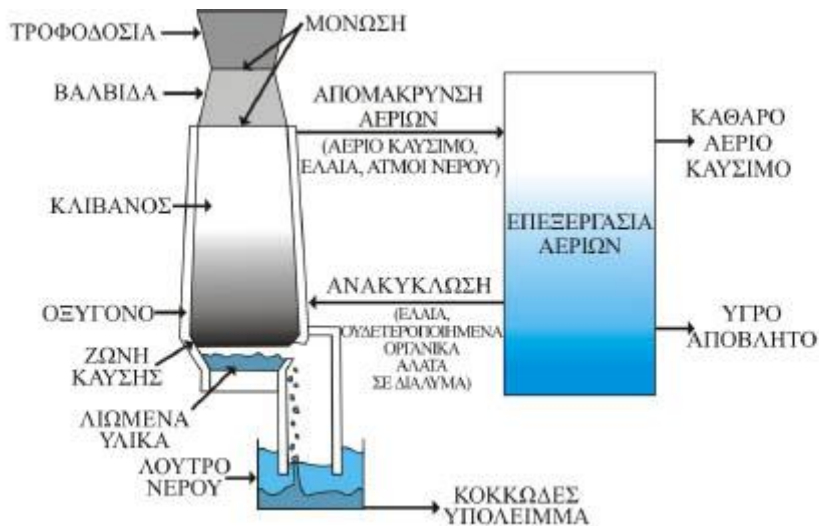
Σε γενικές γραμμές, η πυρόλυση ενδείκνυται για την επεξεργασία επεξεργασμένων ΑΣΑ (δευτερογενή καύσιμα) και λιγότερο για σύμμεικτα ΑΣΑ, καθώς η εφαρμογή της στην επεξεργασία ετερογενών μειγμάτων δεν έχει ακόμα ωριμάσει στην Ε.Ε. αν και υπάρχει σημαντικός αριθμός ερευνητικών και πιλοτικών προγραμμάτων σε παγκόσμιο επίπεδο.

Αεριοποίηση

Η αεριοποίηση αποτελεί επίσης μια σχετικά νέα και μη ευρέως διαδεδομένη, στην Ευρώπη, μέθοδο θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ. Ουσιαστικά περιλαμβάνει την μετατροπή του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων σε ένα μίγμα καυσίμων αερίων, μέσω μερικής οξειδωσης αυτού σε υψηλές θερμοκρασίες (400 έως 1500 °C). Η αεριοποίηση έχει ομοιότητες με την πυρόλυση, όπως τη μετατροπή των απορριμμάτων σε αέρια, στερεά και υγρά καύσιμα, αλλά παρουσιάζει και βασική διαφορά κατά την εφαρμογή της, αφού η μεν πυρόλυση χρησιμοποιεί εξωτερική πηγή θερμότητας για να ενεργοποιηθούν οι ενδόθερμες αντιδράσεις θερμικής διάσπασης των απορριμμάτων, σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου η δε αεριοποίηση είναι αυτοσυντηρούμενη (χωρίς εξωτερική πηγή ενέργειας μετά το στάδιο της ανάφλεξης) και χρησιμοποιεί πρόσθετο καύσιμο αέριο, όπως για παράδειγμα ατμό, διοξείδιο του άνθρακα, αέρα ή οξυγόνο, για την επιπλέον μετατροπή των οργανικών υπολειμμάτων σε αέρια προϊόντα.

Η ενέργεια που απαιτείται για την αντίδραση αεριοποίησης παράγεται με καύση μέρους του οργανικού υλικού στον αντιδραστήρα αεριοποίησης. Μέσω της αεριοποίησης επιτυγχάνεται η παραγωγή καυσίμου αερίου πλούσιο σε H₂ και κορεσμένους υδρογονάνθρακες (κυρίως μεθάνιο). Τα τελικά προϊόντα της αεριοποίησης για το βιοαέριο είναι:

- Αέριο πλούσιο σε μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και κορεσμένους υδρογονάνθρακες (κυρίως μεθάνιο) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.
- Στερεό υπόλειμμα που αποτελείται από άνθρακα και αδρανή.
- Συμπυκνωμένο υγρό υπόλειμμα που παρουσιάζει σύσταση παρόμοια με αυτή του υγρού κλάσματος που παράγεται κατά την πυρόλυση.

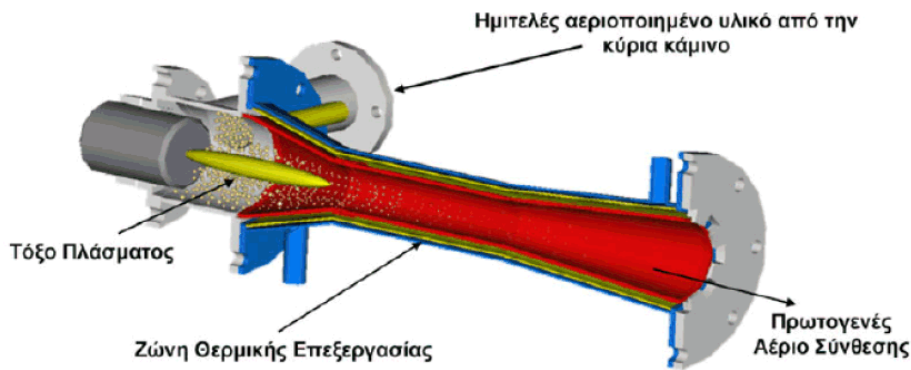


Σχήμα 2. Διεργασία Αεριοποίησης (Πηγή: ΙΤΑ, Εκτίμηση των Γενικευμένων Επιπτώσεων και Κόστους Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων)

Αεριοποίηση / Υαλοποίηση με την τεχνική πλάσματος

Ο όρος πλάσμα (plasma) περιγράφει κάθε αέριο του οποίου τουλάχιστον ένα ποσοστό των ατόμων ή μορίων του είναι μερικά ή ολικά ιονισμένο. Ο ιονισμός αυτός μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Στην περίπτωση της επεξεργασίας αποβλήτων με την τεχνική του πλάσματος, το αέριο μεταπίπτει στην κατάσταση του πλάσματος συνήθως με τη βοήθεια της θερμότητας που δημιουργείται από ηλεκτρική αντίσταση τόξου στήλης πλάσματος (Balsam, 2006).

Το τόξο αυτό βρίσκεται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων (άνοδος και κάθοδος) και αποτελείται από ένα ηλεκτρικά αγώγιμο αέριο, μετατρέποντας έτσι τον ηλεκτρισμό σε θερμότητα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνονται πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνικές θερμικής επεξεργασίας. Πιο συγκεκριμένα, η μέση θερμοκρασία του αερίου μπορεί να υπερβεί τους 6.000°C (). Το αέριο σε κατάσταση πλάσματος, παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερη χημική δραστηριότητα συγκριτικά με τα περισσότερα αέρια σε μεγάλες θερμοκρασίες και πιέσεις και μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε μια ποικιλία χημικών διαδικασιών. Τα πλεονεκτήματα από τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας αυτής προκύπτουν κατά κύριο λόγο από την υψηλή κινητική ενέργεια που χαρακτηρίζει τα ιόντα και τα ηλεκτρόνια του πλάσματος, αλλά και τα άτομα του ουδέτερου αερίου.



Εικόνα 5.

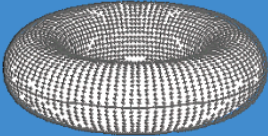
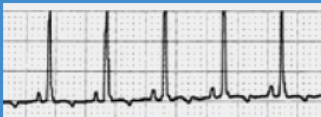

Η μερική μεταφορά αυτής της ενέργειας στις χημικές ενώσεις κάνει δυνατές χημικές αντιδράσεις, οι οποίες δεν θα μπορούσαν να ενεργοποιηθούν από τις εξώθερμες αντιδράσεις των συμβατικών διαδικασιών καύσης. Εφαρμόζοντας την τεχνική του πλάσματος, λαμβάνει χώρα η αεριοποίηση / υαλοποίηση του περιεχομένου των εισερχομένων στερεών αποβλήτων (Αη,2002). Πιο συγκεκριμένα, υπό την επίδραση των πολύ υψηλών θερμοκρασιών, το οργανικό κλάσμα των αποβλήτων αεριοποιείται και σχηματίζει το αέριο σύνθεσης (μίγμα μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου) και απαέρια. Ο χρόνος που απαιτείται προκειμένου να λάβει χώρα η καταστροφή των οργανικών ενώσεων εξαρτάται από την επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας και το χρόνο παραμονής των οργανικών ενώσεων στην ιονισμένη ατμόσφαιρα ή σε υψηλή θερμοκρασία. Παράλληλα, το ανόργανο μέρος των αποβλήτων μετατρέπεται σε τηγμένο υπόλειμμα, το οποίο μετά από ψύξη σχηματίζει ένα σταθερό, αδρανές, υψηλής πυκνότητας υαλώδες υλικό.

Τα τελικά προϊόντα από την εφαρμογή της τεχνολογίας του πλάσματος είναι (Αη, 2002):

- Το παραγόμενο αέριο σύνθεσης, το οποίο προκύπτει από την πλήρη αεριοποίηση όλων των πτητικών συστατικών (οργανικό μέρος των αποβλήτων) του εισερχόμενου ρεύματος. Η σύσταση του αερίου καθώς και το ενεργειακό του περιεχόμενο, εξαρτώνται άμεσα από το είδος και το οργανικό περιεχόμενο του εισερχόμενου προς επεξεργασία ρεύματος αποβλήτων. Το παραπάνω μίγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποδοτικό καύσιμο στη μονάδα πλάσματος μειώνοντας με τον τρόπο αυτό το λειτουργικό κόστος ή εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εμπορεύσιμο προϊόν.

- Το υαλώδους μορφής, αδρανές υλικό το οποίο δημιουργείται από την υαλοποίηση του ανόργανου μέρους των επεξεργαζόμενων αποβλήτων. Το υπόλειμμα αυτό είναι ομογενές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κατασκευαστικό υλικό σε διάφορες εφαρμογές (π.χ. κατασκευή δρόμων).
- Τα απαέρια, τα οποία ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα. Αναφορικά με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια των εκπομπών από μονάδες που χρησιμοποιούν την τεχνολογία του πλάσματος, ισχύουν τα ίδια όρια με τις υπόλοιπες μονάδες θερμικής επεξεργασίας.
- Τα υγρά απόβλητα, τα οποία προκύπτουν από τη διαδικασία καθαρισμού των απαερίων. Ανάλογα με την ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αποβλήτων αυτών, είναι δυνατόν να απαιτείται εγκατάσταση επεξεργασίας τους, έτσι ώστε να είναι ασφαλής η τελική τους διάθεση.

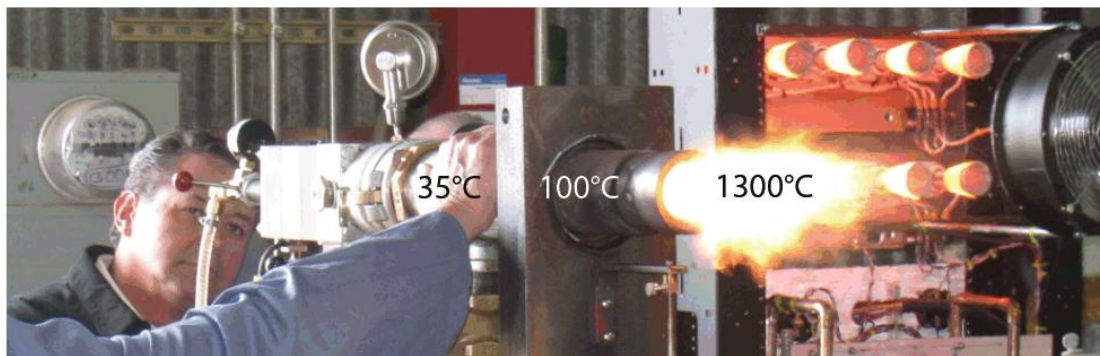
Στα πλαίσια του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής για το βιοαέριο, χρησιμοποιείται η τελευταία λέξη της τεχνολογίας στην αεριοποίηση με την χρήση της μεθόδου του cool plasma. Τα βασικά στοιχεία της τεχνολογίας αυτής φαίνονται παρακάτω.

<p>Plasma field</p>  <p>Dissolution directly in plasma field occurs at atomic level at temperatures too cool to vaporize heavy metals.</p>	<p>Plasma pulses</p>  <p>Pulsed energy accelerates dissolution process, eliminates sour gasses and toxic salts.</p>	<p>UV light detoxification</p>  <p>Accelerates breakdown of ash and residual gas toxins with little energy loss.</p>
--	---	--

Cool plasma gasification	Clean / profitable
Plasma arc gasification	Clean / expensive
Pyrolysis / Gasification	Clean / limited
Mass burn incineration	Dirty / proven

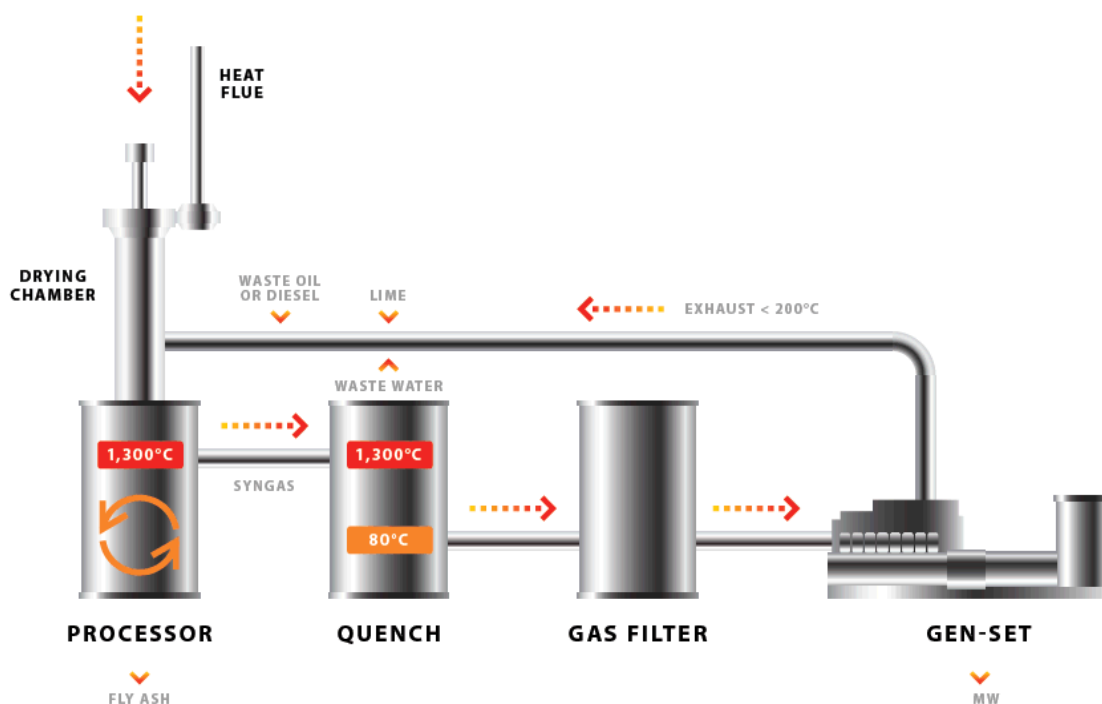
Εικόνα 6.

Η τεχνολογία αυτή έχει δοκιμαστεί με επιτυχία στην Αμερική και ήδη λειτουργούν οι πρώτες μονάδες από την ADAPTIVE ARC INC σε διάφορα μέρη της Αμερικάνικη Ηπείρου, ενώ ακολουθεί η λειτουργία τους σε Ευρώπη και Ασία. Τα βασικά χαρακτηριστικά που την κάνουν οικονομικά βιώσιμη ως λύση και δυνατή τεχνικά για μικρές μονάδες οφείλονται στο σχεδιασμό των διαφόρων μηχανολογικών μερών αλλά κυρίως του πυρσού καύσης.



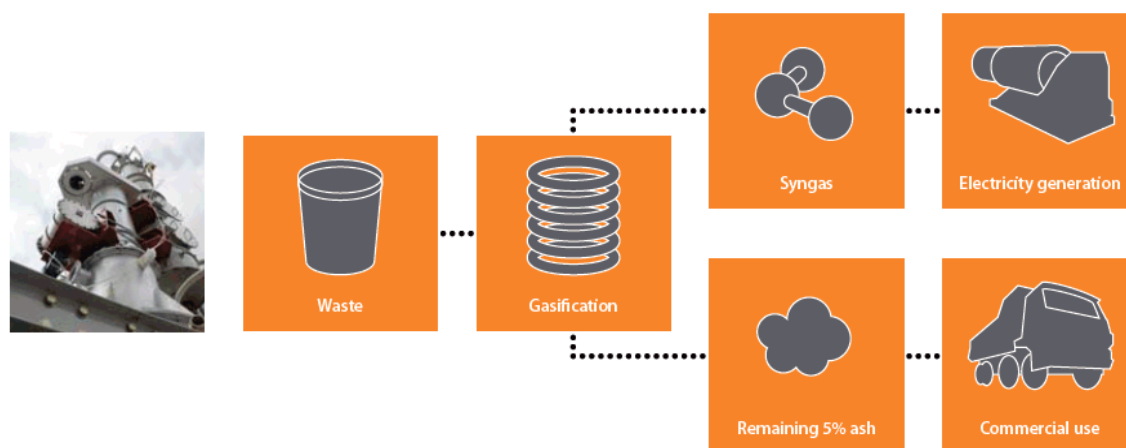
Εικόνα 7.

Η βασική δομή της μονάδας παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα, όπου μετά την αεριοποίηση της πρώτης ύλης, δημιουργείται αέριο το οποίο καίγεται στην μηχανή καύσης βιοαερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 8.

Κατά τη λειτουργία της μονάδας, θα παράγονται διάφορα υποπροϊόντα, τα οποία είναι κυρίως τέφρα.



Εικόνα 9.

3.2.1 Ισχύς και Τύπος Κάθε Μονάδας της Εγκατάστασης Παραγωγής για το Βιοαέριο

Η προτεινόμενη μονάδα παραγωγής θα έχει ονομαστική ισχύ στα 975kW ηλεκτρικό. Θα αποτελείται από την βασική μονάδα αεριοποίησης στο βιοαέριο, η οποία θα αποτελείται από δύο επιμέρους μονάδες ce25 της ADAPTIVE ARC INC.



Εικόνα 10. Μονάδα ce25 της ADAPTIVE ARC INC

Η εταιρεία ADAPTIVE ARC INC είναι μια εταιρεία εφαρμογής τεχνολογιών περιβάλλοντος που εδρεύει στο San Diego της Καλιφόρνια. Η μέθοδος του cool plasma είναι ικανή να δώσει την πιο οικονομική λύση για παραγωγή καθαρής ενέργειας με τη χρήση βιομάζας, συνδυάζοντας την τεχνολογία plasma, την pulse technology και την UV αδρανιοποίησης. Το βιοαέριο διοχετεύεται σύμφωνα με την τεχνολογία Cool Plasma Gasification, σε ένα ηλεκτρικό πεδίο σε έναν θάλαμο χωρίς οξυγόνο, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον πολύ υψηλών θερμοκρασιών (1300 °C) το οποίο αποσυνθέτει τη βιομάζα στα μοριακά της στοιχεία.

Η διαδικασία αυτή της υπερθέρμανσης με απουσία οξυγόνου διαφέρει από κάθε άλλη μέθοδο αεριοποίησης και σαφώς δεν αποτελεί αποτέφρωση η οποία και δίνει προβληματικές αέριες εκπομπές κατά τη διάρκεια της καύσης. Αντίθετα με τη μέθοδο Cool Plasma Gasification, παράγεται καθαρό αέριο το οποίο καλείται syngas το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στο τέλος της διαδικασίας ο όγκος της βιομάζας ο οποίος συμμετέχει στην διαδικασία μειώνεται σε ποσοστό 20:1 (5%), με μόνο στερεό υπόλοιπο την τέφρα.

Η Μονάδα ce25 της ADAPTIVE ARC INC μπορεί να καταναλώσει μέχρι 25 μετρικούς τόνους βιομάζας ημερησίως σε 24ωρη βάση λειτουργία 7 ημέρες την εβδομάδα. Η Μονάδα ce25 είναι αυτοτροφοδοτούμενη ενεργειακά καθώς θα παράγει πλεονασματική ηλεκτρική ενέργεια η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επανεκκίνηση της διαδικασίας αεριοποίησης.

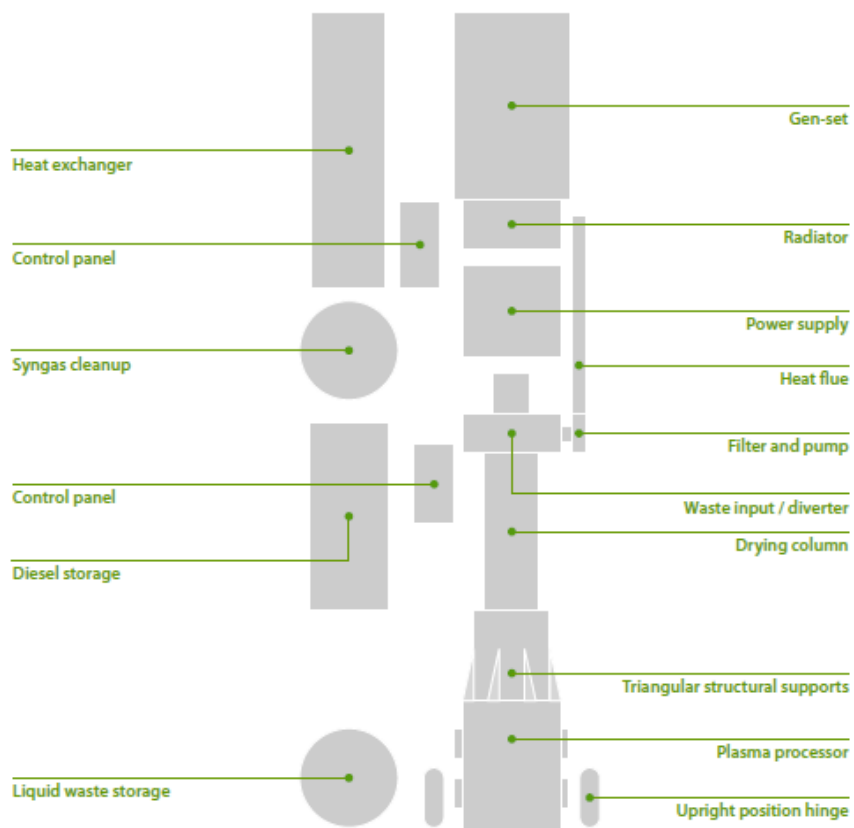


Εικόνα 11. Μονάδα ce25 της ADAPTIVE ARC INC

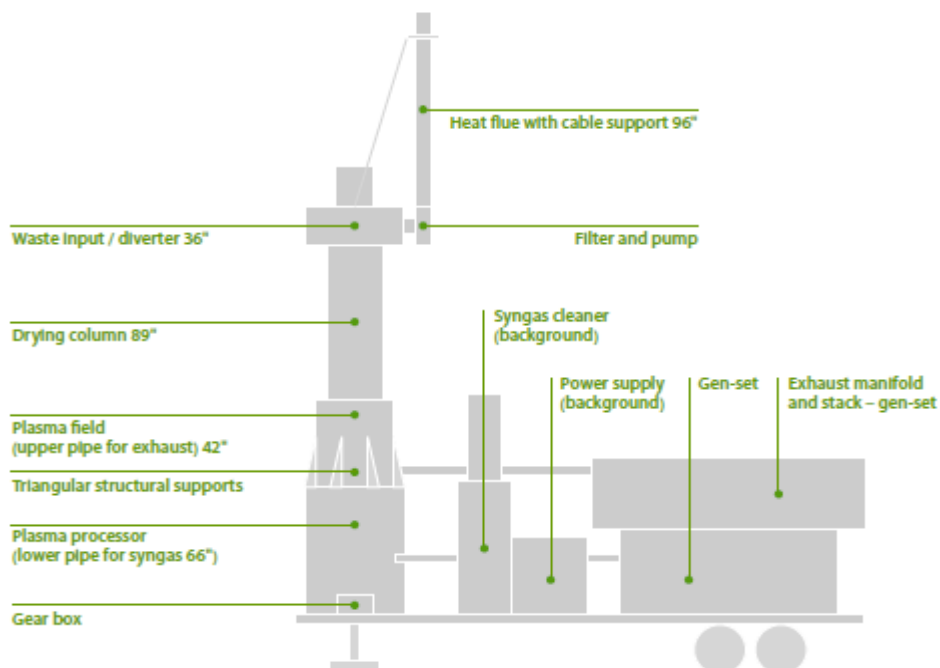
Η φορητή Μονάδα ce25 επί ελκυσόμενης πλατφόρμας αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη():

- Τον TPD processor
- Μια (1) ηλεκτρική γεννήτρια 500 kW
- Μια (1) μονάδα μετατροπής ισχύος
- Μια (1) μονάδα προετοιμασίας βιομάζας σε μορφή pellet (τεμαχιστήριο και μεταφορική ταινία)
- Έναν ανακλινόμενο ελκυστήρα για μεταφορά.

Κάθε μία μονάδα καταναλώνει 25 μετρικούς τόνους βιομάζας σε μορφή pellet ανά ημέρα. Η μονάδα έχει σχεδιαστεί για συνεχή 22ωρη λειτουργία. Το σύστημα απαιτεί μια παύση συντήρησης δύο ωρών κάθε 24 ώρες.



Εικόνα 12. Κάτοψη μονάδας (πηγή?)



Εικόνα 13. Πλευρική όψη μονάδας

Το παραγόμενο αέριο syngas εξέρχεται από τον αντιδραστήρα πλάσματος ,αφού φιλτραριστεί, εντελώς καθαρό. Προκειμένου το αέριο σύνθεσης να οδηγηθεί στα επόμενα στάδια θα πρέπει πρώτα να ψυχθεί σε θερμοκρασία χαμηλότερη των -80 °C. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση υγρής πλυντηρίδας για την ταχεία μείωση της θερμοκρασίας του αερίου, αποφεύγοντας έτσι την πιθανότητα δημιουργίας διοξινών/φουρανίων. Στη συνέχεια το αέριο διοχετεύεται στη μονάδα H/Z της Caterpillar μέσω σωλήνας αναρρόφησης Η όλη διαδικασία γίνεται μηχανικά και μπορεί χειροκίνητα να προσαρμοστεί έτσι ώστε να επιτυγχάνεται κάθε φορά η βέλτιστη παραγωγή στη βέλτιστη ταχύτητα. Τα απαέρια από την διαδικασία διοχετεύονται εκ νέου στην στήλη ξήρανσης της βιομάζας έτσι ώστε να μειώνεται κάθε φορά το ποσοστό της υγρασίας της. Καθ'όλη τη διαδικασία δεν παράγονται υγρά απόβλητα.

3.3 Παράθεση Στοιχείων Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Λόγω Λειτουργίας της Μονάδας Παραγωγής Βιοαερίου από Κτηνοτροφικά Απόβλητα

Η διαδικασία της εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιδράσεων ενός έργου αποβλέπει στην αξιολόγηση των σχέσεων, θετικών και αρνητικών, ανάμεσα στην προτεινόμενη εγκατάσταση και το περιβάλλον μέσα στο οποίο πρόκειται να υλοποιηθεί, όπου το περιβάλλον γίνεται αντιληπτό με την πλατιά του έννοια , ως φυσικό, κοινωνικό, πολιτιστικό και αισθητικό.

Για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιδράσεων χρησιμοποιούνται είτε οι καθιερωμένες μέθοδοι, τυποποιημένες ως οδηγοί και εργαλεία εργασίας για την διευθέτηση της περιβαλλοντικής πληροφορίας, είτε μέθοδοι ad hoc (κατά περίπτωση) που δεν ακολουθούν κάποιο προκαθορισμένο σχήμα. Οι επίσημες μέθοδοι μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τέσσερις κατηγορίες:

- Τις μεθόδους των αλληλοεπικαλυπτόμενων χαρτών (overlapping map method).
- Τις μεθόδους με ερωτηματολόγια και ελέγχους (list of questions and controls).
- Τα μητρώα συσχέτισης (correlation matrices: Μητρώα Leopold, Μητρώα Moore, Clark, χρωματικά μητρώα κλπ).
- Τα δίκτυα ή τα δενδρογράμματα επιπτώσεων (networks).

Στόχος των διαφόρων μεθόδων είναι η ποσοτικοποίηση της εκτίμησης των επιδράσεων, έτσι ώστε να είναι δυνατή η αντιπαράθεση διάφορων εναλλακτικών λύσεων χωροθέτησης των συγκεκριμένων έργων. Η συνήθης μεθοδολογία που ακολουθείται στις μελέτες περιβαλλοντικών επιδράσεων διαχωρίζει την εκτίμηση τους κατά:

- Τη φάση κατασκευής του έργου
- Τη φάση λειτουργίας της εγκατάστασης

Εξετάζονται συγκεκριμένα οι ακόλουθες επιπτώσεις σε αμφότερες τις προαναφερθείσες φάσεις, καθώς και τα μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισής τους

- στη μορφολογία, το έδαφος και το υπέδαφος
- στους υδάτινους πόρους
- στην ατμόσφαιρα
- στο ακουστικό περιβάλλον
- στην αισθητική του τοπίου
- στη χλωρίδα και στην πανίδα και γενικότερα στα οικοσυστήματα
- στο κοινωνικό και οικονομικό περιβάλλον
- στο ιστορικό και πολιτιστικό περιβάλλον

3.4. Επιπτώσεις

3.4.1 Επιπτώσεις στους Υδάτινους Πόρους

Επιβάρυνση των υδάτινων πόρων θα μπορούσε να προκληθεί είτε από διαρροή πετρελαϊκών καταλοίπων και λιπαντικών είτε από απορρίμματα των εργαζομένων ή άλλα άχρηστα υλικά. Ωστόσο, με κατάλληλη συντήρηση των μηχανημάτων του εργοταξίου θα ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος διαρροών υπολειμμάτων καυσίμων ή λιπαντικών. Εξάλλου, θα πρέπει να τηρηθεί αυστηρά η νομοθεσία περί διαχείρισης αποβλήτων εργοταξίου. Σε ότι αφορά τα μικροαπορρίμματα, θα πρέπει να συγκεντρώνονται σε κάδους, από τους οποίους θα γίνεται αποκομιδή και τελική διάθεση σε εγκεκριμένο χώρο.

3.4.2 Επιπτώσεις στην Ατμόσφαιρα

Οι εκσκαφές, οι διάφορες διαμορφώσεις και γενικότερα οι χωματοουργικές εργασίες που συνεπάγεται η κατασκευή του έργου είναι επόμενο να προκαλέσουν μικρή αύξηση των επιπέδων σκόνης. Προκειμένου όμως να μην επιβαρυνθεί η ατμόσφαιρα, θα πρέπει να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα για τον περιορισμό της σκόνης, όπως τακτική διαβροχή των χώρων του εργοταξίου για την κατακράτηση της σκόνης. Επιπλέον, πρέπει να αναμένεται έκλυση αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα, ως προϊόντα καύσης των μηχανημάτων και οχημάτων του εργοταξίου. Η επίπτωση αυτή θα πρέπει να ελαχιστοποιηθεί με τακτική συντήρηση όλου του μηχανολογικού εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί, με κατάλληλη ρύθμιση των κινητήρων καθώς και με τη χρήση καυσίμων υψηλής ποιότητας και χαμηλού κατά το δυνατόν ρυπαντικού φορτίου. Αέρια απόβλητα προκύπτουν κατά την καύση του παραγόμενου αερίου σύνθεσης στην ηλεκτρογεννήτρια. Το προϊόν της καύσης είναι κυρίως CO₂, που όμως δεν προσμετράται στο αρνητικό ισοζύγιο του CO₂ καθώς το αέριο σύνθεσης από βιομάζα εμπίπτει στην κατηγορία των Α.Π.Ε. Χαμηλές εκπομπές αερίων ρυπαντών θα ελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα με συγκεντρώσεις όμως κατά πολύ μικρότερες της σχετικής νομοθεσίας. Τα καυσαέρια ελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα μέσω της καπνοδόχου, επομένως δεν επηρεάζουν το σταθμό και διασκορπίζονται σε μεγάλη απόσταση. Επίσης, το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται κατά τη λειτουργία της γεννήτριας προέρχεται από ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (βιομάζα) σε αντίθεση με αυτό που παράγεται από μια γεννήτρια ντίζελ. Το διοξείδιο του άνθρακα που εκπέμπεται από τη γεννήτρια δε συνιστά πρόσθετη παραγωγή άνθρακα και συγχρόνως μειώνει τις ποσότητες ορυκτού άνθρακα που καταναλώνονται από έναν θερμοηλεκτρικό για παράδειγμα σταθμό.

Τα αέρια απόβλητα του σταθμού είναι τα καυσαέρια της ηλεκτρογεννήτριας, που προέρχονται από την καύση του αερίου σύνθεσης και του βιοαερίου. Τα δύο ρεύματα υπόκεινται σε καθαρισμό πριν την καύση τους ώστε η σύσταση διαφόρων ρυπαντών στο καυσαέριο να είναι εντός των ορίων της νομοθεσίας.

3.4.3 Επιπτώσεις στα Οικοσυστήματα - Χλωρίδα - Πανίδα

Η χλωρίδα και πανίδα της περιοχής είναι δυνατόν να επηρεαστεί από τυχόν αυξημένα επίπεδα θορύβου και σκόνης, από τη διαρροή πετρελαϊκών καταλοίπων και λιπαντικών και από τη συσσώρευση προϊόντων εκσκαφών ή ακόμα και μικροαπορριμμάτων. Με τη λήψη όμως των κατάλληλων κατά περίπτωση μέτρων που προαναφέρθηκαν είναι δυνατή η άμβλυση των όποιων επιπτώσεων.

- Χερσαία οικοσυστήματα - Η λειτουργία του δεν θα πρέπει να έχει αρνητικές επιπτώσεις για τα χερσαία οικοσυστήματα της περιοχής.
- Θαλάσσια οικοσυστήματα - Δεν θα πρέπει να αναμένονται επιπτώσεις στα θαλάσσια οικοσυστήματα της περιοχής του έργου καθότι έχει αποκλειστεί το ενδεχόμενο διαρροής σε υδροφόρους ορίζοντες της περιοχής.

3.4.4 Επιπτώσεις στο Κοινωνικό - Οικονομικό Περιβάλλον

Το γενικότερο κοινωνικο-οικονομικό περιβάλλον θα μπορούσε να επηρεαστεί από τυχόν αυξημένα επίπεδα σκόνης και θορύβου, ενδεχόμενα όμως, που θα αντιμετωπιστούν με τη λήψη των κατάλληλων κατά περίπτωση μέτρων. Αυξημένος θα πρέπει να είναι και ο κυκλοφοριακός φόρτος κατά την περίοδο κατασκευής. Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς παραγωγούς μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος μιας νέας γραμμής μεταφοράς είναι πολύ υψηλό, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και θέματα που σχετίζονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων και τις αλλαγές στις χρήσεις γης.

Οι διάφοροι μικροί παραγωγοί "πράσινης" ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν ιδανική λύση για τη μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής. Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν δοκιμάζεται από δαπανηρές ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το ηλεκτρικό δίκτυο (απώλειες, οι οποίες στην Ελλάδα ανέρχονται σε 10,6% κατά μέσο όρο). Από την άλλη, η μέγιστη παραγωγή ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης (ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες), βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου, στην αποφυγή black-out και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Σημειωτέον ότι, κάθε ώρα black-out κοστίζει στην εθνική οικονομία 25-40 εκατ. €.

Κεφάλαιο 4°. Κόστος Παραγωγής Βιοαερίου και Χρήση του για Παραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού

4.1 Κόστος Παραγωγής Βιοαερίου

Το βιοαέριο παράγεται όταν η μικροβιακή οργανική ύλη, υποβαθμίζεται και επεξεργάζεται σε αναερόβιες συνθήκες. Μπορεί να συλλεχθεί από πολλές πηγές, όπως καλυμμένες λιμνοθάλασσες, χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων και κτηνοτροφικών αποβλήτων και κλειστές δεξαμενές που ονομάζονται "αναερόβια χωνευτήρια". Συχνά παράγεται από ζωική κοπριά ή λάσπη πλούσια σε υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λιπίδια, Το βιοαέριο περιέχει ένα συνδυασμό μεθανίου και μονοξειδίου του άνθρακα καθώς και μερικά ιχνοστοιχεία (An, 2002).

Όπως τα ορυκτά καύσιμα, το βιοαέριο είναι καύσιμο και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να τροφοδοτήσει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στο μέλλον. Ωστόσο, μέχρι πρόσφατα, το ενδιαφέρον για το βιοαέριο, ήταν χαμηλό. Πριν αρχίσει να αυξάνεται αισθητά η τιμή των ορυκτών καυσίμων, οι επιστήμονες δεν είχαν την απαιτούμενη χρηματοδότηση για να διερευνήσουν την παραγωγή βιοαερίου και τη συγκομιδή. Το κόστος που συνδέεται με την παραγωγή βιοαερίου ποικίλλει. Στον ανεπτυγμένο κόσμο, η τιμή παραγωγής βιοαερίου είναι συγκρίσιμη με την τιμή παραγωγής φυσικού αερίου. Το κόστος ποικίλλει από περίπου 1.25 ευρώ έως 4.50 ευρώ ανά 1.000m³. Φυσικά, για τη συλλογή βιοαερίου σε μεγάλη κλίμακα, θα χρειαστεί να κατασκευαστούν, να λειτουργήσουν και να συντηρηθούν οι μονάδες επεξεργασίας, οι οποίες θα επηρεάσουν την τιμή του καυσίμου που προκύπτει. Στον αναπτυσσόμενο κόσμο, ωστόσο, το βιοαέριο έχει χρησιμοποιηθεί για δεκαετίες. Η παραγωγή βιοαερίου μικρής κλίμακας παραμένει ένας φτηνός και αποτελεσματικός τρόπος τροφοδοσίας μιας σειράς εφαρμογών, από το μαγείρεμα μέχρι τον φωτισμό (Martin, 2007).

Η τεχνολογία αναερόβιας συμπύκνωσης χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για την ταυτόχρονη επεξεργασία στερεών και υγρών οργανικών αποβλήτων με στόχο την εξισορρόπηση της περιεκτικότητας σε θρεπτικά συστατικά, τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων των τοξικών ενώσεων στη διεργασία και την αύξηση της απόδοσης βιοαερίου και της δέσμευσης CO₂ όπως και άλλων βιοκαυσίμων.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων οικονομικής και δημοσιονομικής προσομοίωσης προέκυψε ότι το οικονομικό όφελος εξαρτάται από δύο οικονομικές μεταβλητές:

- το κόστος δομής και την τιμή της ενέργειας που συνδέεται με τα τιμολόγια τροφοδότησης και
- μια καθαρά οικονομική μεταβλητή, η οποία βασίζεται στις δόσεις αποπληρωμής του δανείου.

Η τελευταία, δεδομένης της σταθερότητας τόσο της παραγωγής ενέργειας όσο και του κόστους, διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στην οικονομική και χρηματοπιστωτική βιωσιμότητα μιας μονάδας που πρέπει να λειτουργεί σε ένα εναλλακτικό σύστημα **AIFT** και **BFT**. Η ανάλυση των περιθωρίων κέρδους έδειξε υψηλή κερδοφορία τόσο με το BFT όσο και με το συνολικό τιμολόγιο. Συγκεκριμένα, ανάλογα με το μέγεθος των φυτών, οι μέσες τιμές του EBITDA¹ ήταν μεταξύ 62% και 77%.

Μια ανάλυση του DSCR² κατέδειξε τη βιωσιμότητα της παραγωγής ενέργειας για όλα τα μεγέθη των εγκαταστάσεων, κάτι που είναι σημαντικό, ιδιαίτερα σε σχέση με το προηγούμενο χρονικό διάστημα μέχρι το σημείο απόδοσης. Έτσι, οι θετικές αξίες του δείκτη έδειξαν ότι η οικονομική επιβάρυνση της δόσης του δανείου για την κατασκευή του εργοστασίου είναι βιώσιμη (Martin, 2007). Η ανάλυση της ΚΠΑ, που προέκυψε από ταμειακές ροές, έδειξε ότι όλες οι μονάδες με την ολοκληρωμένη τιμολογιακή επιλογή έχουν υψηλότερη συνολική αξία από εκείνες που παράγουν ενέργεια στο βασικό δασμολογικό καθεστώς για κάθε εγκατεστημένο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής (Martin, 2007).

Λαμβάνοντας υπόψη την περίοδο αποπληρωμής που πραγματοποιήθηκε με την προεξοφλημένη ταμειακή ροή, η βελτίωση του *σημείου θραύσης*, συνδέεται στενά με την αύξηση του αντίστοιχου μεγέθους των εγκαταστάσεων. Λαμβάνοντας υπόψη τις παραδοχές της προσομοίωσης, η αποπληρωμή για μια εγκατάσταση παραγωγής 100 kW είναι εννέα έτη τόσο για το χρέος all inclusive όσο και για το BFT. Όσον αφορά τα

¹ Το EBITDA είναι τα αρχικά του Earnings Before Interest, Tax, Depreciation, and Amortization δηλαδή τα κέρδη μίας επιχείρησης πριν αφαιρεθούν τόκοι, φόροι, και απόσβεση.

² Το debt-service coverage ratio (DSCR ή debt coverage ratio) είναι η αναλογία των καθαρών εσόδων μίας επένδυσης ή εταιρείας σε σχέση με το κόστος συντήρησης χρέους.

εργοστάσια παραγωγής 500 kW και 1000 kW, η περίοδος απόσβεσης είναι πέντε και τέσσερα έτη, αντίστοιχα.

Η ανάλυση της αποπληρωμής έδειξε ότι η αύξηση του μεγέθους του εργοστασίου, με αυξημένα έξοδα επένδυσης και διαχείρισης, αντιστοιχεί σε αξιοσημείωτη μείωση του χρόνου απόκτησης της επένδυσης. Όπως φαίνεται από την οικονομική ανάλυση, η αποπληρωμή μειώνεται στο μισό. Η αυξημένη παραγωγή ενέργειας της μονάδας, ανεξάρτητα από το ποσοστό παροχής κινήτρων, εγγυάται χαμηλή επιστροφή, αντισταθμίζοντας το αυξανόμενο κόστος. Η μελέτη έδειξε ότι η νομοθεσία, όσον αφορά τα κίνητρα για τα συστήματα βιοαερίου, προσφέρει μεγαλύτερα πλεονεκτήματα σε μεσαίες μονάδες σε βάρος των μικρών μονάδων.

Η ετήσια ανάλυση κερδών, στο σημείο απόδοσης, έδειξε ότι όλες οι μονάδες με την επιλογή BFT έχουν υψηλότερη συνολική αξία από εκείνες που παράγουν ενέργεια στο καθεστώς AIFT για κάθε εγκατεστημένο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής. Πιο αναλυτικά, για σταθμούς των 100 kW, η αξία κυμαίνεται από €12.815 στην περίπτωση της AIFT σε € 23.514 για την BFT. Τα ετήσια κέρδη είναι ακόμη υψηλότερα για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής ισχύος 1000 kW, από € 749.011 για το AIFT σε € 808.555 για την BFT (Martin, 2007).

Αυτές οι αξίες αυξάνονται ετησίως καθώς το κόστος απόσβεσης μειώνεται. Σε όλες τις περιπτώσεις που αναλύθηκαν, επισημάνθηκε ένα σημαντικό οικονομικό πλεονέκτημα, ιδίως για το AIFT σε σύγκριση με το BFT. Το αποτέλεσμα αυτό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις συνεισφορές που συνδέονται με την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στην αγορά. Έτσι, οι διακυμάνσεις των τιμών της ενέργειας θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε μια διαφοροποίηση της οικονομικής ανάλυσης που επηρεάζει την εκτίμηση του βασικού τιμολογίου.

4.1.1 Ετήσια Έξοδα Λειτουργίας και Συντήρησης Συστημάτων Παραγωγής Βιοαερίου

Για χωνευτές μικρού έως μεσαίου μεγέθους, οι ηλεκτρικές γεννήτριες, τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης, περιλαμβάνουν την καθημερινή εργασία των χειριστών για την άντληση της κοπριάς και την συνήθη συντήρηση, τα έξοδα αλλαγών λαδιού κινητήρα και μικρές επισκευές καθώς και περιοδικές μείζονες επισκευές και συντήρηση, όπως επισκευές κινητήρων, αφαίρεση λάσπης και επισκευή ή αντικατάσταση του καλύμματος. Το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης, εκτιμάται ότι ανέρχεται στο 3% του συνολικού κόστους του συστήματος χωνευτή (θεωρείται ως κεφαλαιουχικό κόστος) (Martin, 2007).

Ο χρόνος διακοπής λειτουργίας και τα έσοδα από την απώλεια ηλεκτρικού ρεύματος από την επισκευή του κινητήρα, είναι δαπάνη που πρέπει να ληφθεί υπόψη. Εάν η θερμότητα του κινητήρα αποβλήτων χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του χωνευτή, ο χρόνος διακοπής του κινητήρα μπορεί να οδηγήσει στην ψύξη του χωνευτήρα και στην εκ νέου παραγωγή βιοαερίου. Ένας εφεδρικός λέβητας μπορεί να είναι χρήσιμος για τη διατήρηση της εξόδου του χωνευτήρα όταν κλείνει ο κινητήρας. Ο εφεδρικός λέβητας μπορεί να αγοραστεί ή να ενοικιαστεί μόνο όταν ο κινητήρας είναι εκτός λειτουργίας. Ένα μειονέκτημα της μίσθωσης ενός λέβητα είναι ότι η σύμβαση μίσθωσης μπορεί να απαιτεί τη χρησιμοποίηση καυσίμου ή καυσίμου φυσικού αερίου, ενώ ένας υπάρχων λέβητας θα μπορούσε να λειτουργήσει με βιοαέριο. Μια δεύτερη προσέγγιση για την ελαχιστοποίηση του χρόνου διακοπής κατά τη διάρκεια της ανακατασκευής του κινητήρα, είναι η αγορά μιας δεύτερης μηχανής εκ των προτέρων κατά τη διάρκεια μιας γενικής επισκευής και να εγκαταστήσετε αυτόν τον κινητήρα ενώ η πρώτη μονάδα επισκευάζεται (Goodrich 2007).

4.1.2 Εκτίμηση της Παραγωγής Βιοαερίου Μέσω της Αναερόβιας Χώνευσης

Η ποσότητα βιοαερίου που παράγεται από ζωική κοπριά, μπορεί να εκτιμηθεί θεωρητικά ή εμπειρικά. Κατά το ελάχιστο, θα πρέπει να διεξάγεται εργαστηριακός έλεγχος ζωικής κοπριάς για τον προσδιορισμό του COD και TS (στοιχεία αποβλήτων ή κοπριάς) όταν εξετάζεται η αναερόβια χώνευση ως εναλλακτική θεραπεία. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της δυνητικής παραγωγής βιοαερίου και για την αξιολόγηση των εφαρμοστέων αναερόβιων συνθέσεων βιοαερίου.

Δεδομένης της στοιχειομετρικής σχέσης μεταξύ COD και CH₄ κατά την αναερόβια χώνευση, θα παραχθούν 0,39 κυβικά μέτρα CH₄ για κάθε κιλό COD που έχει υποστεί πέψη στους 35 βαθμούς Κελσίου (Speece, 1996). Θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι δεν είναι όλα τα COD που εισέρχονται στον χωνευτή από την κοπριά για να μετατραπούν σε CH₄. Το ποσό της πραγματικής μετατροπής του COD είναι ανάλογο της μετατροπής COD ή της απόσυρσης του χωνευτή. Η αποτελεσματικότητα της πέψης ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο και την ποσότητα κοπριάς, το υλικό κλινωστρωμνής και το νερό αραιώσης, καθώς και τον τύπο και τον σχεδιασμό του χωνευτή. Η αποτελεσματικότητα απομάκρυνσης του COD από τους αναερόβιους χωνευτές, θα κυμαίνεται από 10 έως 70 τοις εκατό (10-50% γαλακτοκομικά, 30-70% χοιροειδή) με βάση τον τύπο κοπριάς και την αποδοτικότητα του χωνευτή (Minott, Scott, 2001). Θεωρήθηκε ότι το μέσο βάρος για μια γαλακτοπαραγωγική αγελάδα, είναι 635 χιλιόγραμμα (1.400 λίβρες), μια τυπική εκτίμηση για μια αγελάδα αρμέγματος

Holstein. Το μέσο βάρος για το βόειο κρέας υποτίθεται ότι είναι 454 χιλιόγραμμα (1,000 λίβρες). Το μέσο όρο βάρους για ένα χοιρινό χοίρο υποτίθεται ότι είναι 73 κιλά (160 λίβρες). Το μέσο βάρος των πουλερικών, συμπεριλαμβανομένης της πάπιας, υποτίθεται ότι είναι 1,36 κιλά (3 lb). Η μονάδα ζώων (AU) υπολογίζεται διαιρώντας το μέσο βάρος κατά 454 χιλιόγραμμα (1,000 λίβρες). Η παραγωγή COD που προκύπτει από εργαστηριακή ανάλυση θα αυξήσει την ακρίβεια αυτού του υπολογισμού. Το ποσοστό του CH₄ στο βιοαέριο μπορεί να κυμαίνεται από 55 έως 80 τοις εκατό, ανάλογα με τον τύπο του χωνευτήρα και την εισερχόμενη πηγή (Martin, 2007).

4.2 Χρήση Βιοαερίου για Παραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού

4.2.1 Βιοαέριο από Λύματα και Κοπριά για Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

Οι μονάδες επεξεργασίας λυμάτων και κοπριάς ή κτηνοτροφικών αποβλήτων (WWTP), παρέχουν μια έτοιμη πηγή βιοαποδομήσιμων υποστρωμάτων με τη μορφή ανθρώπινων περιττωμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων. Η χρήση της ιλύος από επεξεργασία των κτηνοτροφικών αποβλήτων και από τις δραστηριότητες επεξεργασίας λυμάτων για την παραγωγή ενέργειας είναι κοινή σε όλη την Ευρώπη, τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και την Ασία, αλλά είναι ανήκουστη στην Αφρική. Η υποβολή ιλύος σε αναερόβια βακτήρια σε κλειστό δοχείο (χωνευτή) παράγει βιοαέριο που αποτελείται από περίπου 60% μεθάνιο και 40% διοξείδιο του άνθρακα. Το βιοαέριο από τις μονάδες επεξεργασίας λυμάτων (Wastewater Treatment Plant - WWTP) έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την παροχή τόσο θερμότητας όσο και ηλεκτρικής ενέργειας.

4.2.2 Τεχνικές Προκλήσεις Παραγωγής και Χρήσης Βιοαερίου

Η επιτυχής συλλογή και χρήση βιοαερίου ως πηγής καυσίμου από ιλύ λυμάτων επεξεργασίας των κτηνοτροφικών αποβλήτων, έχει περιγραφεί τόσο ως τέχνη όσο και ως επιστήμη. Η διατήρηση του πληθυσμού των βακτηρίων στους χωνευτές που απαιτείται για τη διάσπαση στερεών αποβλήτων είναι δύσκολη λόγω της ευαισθησίας των βακτηριδίων σε διάφορους παράγοντες, που αφορούν κυρίως τη θερμοκρασία και την αλκαλικότητα. Η μεταβλητότητα του τύπου της ιλύος, η ποσότητα ιλύος, η περιεκτικότητα σε υγρασία, η θερμοκρασία και άλλοι παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν μαζική απόρριψη των βακτηρίων και επακόλουθη διακοπή της παραγωγής μεθανίου. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι προκύπτουσες εκπομπές αερίων θα αποτελούνται συχνά από διοξείδιο του άνθρακα και άοσμο υδρόθειο. Η ικανότητα του

χειριστή και οι λεπτομερείς γνώσεις του εργοστασίου αποτελούν κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας.

4.2.3 Απόδοση Βιοαερίου και Ισχύς Εξόδου

Η παραγωγή ηλεκτρισμού με χρήση βιοαερίου από την αναερόβια χώνευση ποικίλλει ανάλογα με την τεχνολογία παραγωγής που χρησιμοποιείται. Οι έρευνες δείχνουν ότι η αναερόβια χώνευση με χρήση βιοαερίου μπορεί να παράγει περίπου 350 kWh ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε εκατομμύριο γαλόνια αποβλήτων επεξεργασμένων στο εργοστάσιο. Εκτιμάται επίσης ότι περίπου 491 kWh ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να παράγεται με μικροδίσκους και να παράγεται 525 kWh ηλεκτρικής ενέργειας με κινητήρα εσωτερικής καύσης για κάθε εκατομμύριο γαλόνια αποβλήτων επεξεργασμένων σε εγκαταστάσεις με αναερόβια χώνευση. Τα ευρήματα δείχνουν επίσης ότι μονάδες επεξεργασίας λυμάτων με χωρητικότητα επεξεργασίας μικρότερη από 5 εκατομμύρια γαλόνια ημερησίως (MGD) ή 18.900 m³ ημερησίως δεν παράγουν αρκετό βιοαέριο για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια η παραγωγή είναι εφικτή ή οικονομικά αποδοτική (Minott, Scott. 2001)

Μια τυπική μονάδα επεξεργασίας λυμάτων επεξεργάζεται 100 γαλόνια ανά ημέρα αποβλήτων. Περίπου 1,0 κυβικό πόδι (ft) αέριο χωνευτήρα μπορεί να παραχθεί από ένα αναερόβιο χωνευτή ανά άτομο ανά ημέρα. Αυτός ο όγκος αερίου μπορεί να παρέχει περίπου 6-7 Watts παραγωγής ενέργειας. Για κάθε 4,5 MGD που υποβάλλονται σε επεξεργασία από μονάδα επεξεργασίας λυμάτων με αναερόβια χώνευση, το παραγόμενο βιοαέριο μπορεί να παράγει περίπου 100 κιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ενέργειας.

4.2.4 Ζύμωση Ιλύος Λυμάτων

Η ζύμωση της ιλύος λυμάτων είναι επίσης γνωστή ως χώνευση. Εμφανίζεται στους λεγόμενους πύργους πέψης. Ο όγκος τους (μέγεθος) εξαρτάται από τον αριθμό των κατοίκων των πόλεων όπου προέρχονται τα λύματα. Για οικισμούς από 10.000 έως 15.000 κατοίκους, υπάρχουν μονάδες επεξεργασίας λυμάτων με μονοβάθμια πέψη όπου το υπόστρωμα αναμειγνύεται μερικές φορές την ημέρα. . Για παράδειγμα, σε επίπεδο 100 000 κατοίκων, συχνά κατασκευάζονται δύο πύργοι πέψης ιλύος καθαρισμού λυμάτων, έκαστος όγκος 2250 m³ (διάμετρος 15 m). Το εργοστάσιο λειτουργεί με διαφορετικές θερμοκρασίες στους δύο πύργους (Minott, Scott. 2001).

4.2.5 Εξοπλισμός

Στους πύργους χώνεψης της ιλύος καθαρισμού λυμάτων, τα εξαρτήματα για το διαχωρισμό των φάσεων και για την αποφυγή της μετά-αεριοποίησης είναι απαραίτητα επιπλέον του ίδιου του πύργου πέψεως με τις διατάξεις αναμείξεως και θέρμανσης της ιλύος. Οι σημαντικότερες περιγράφονται παρακάτω. Ο πύργος χώνεψης, πρέπει να κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνονται οι ακόλουθοι στόχοι:

- Λεπτοί τοίχοι για λόγους κόστους
- Μικρή επιφάνεια για εξοικονόμηση μόνωσης
- Εύκολη εξάτμιση του βιοαερίου από το υπόστρωμα
- Εντατική ανάμιξη για τακτική διανομή θρεπτικών ουσιών και προϊόντων μεταβολισμού
- Αποφυγή στην ανάπτυξη στρωμάτων, ειδικά από απομεινάρια
- Αποφυγή ανεξέλεγκτων συγκεντρώσεων άνθρακα

Μια χωματερή αποικοδόμησης ενός λεγόμενου αντιδραστήρα στρώματος ιλύος βρίσκεται στα μικρότερα φυτά. Για τα φυτά με όγκο έως 2500 m³, πύργοι πέψης κλασικής ηπειρωτικής μορφής έχουν επιτύχει την αποδοχή. Αυτό σημαίνει ότι τα δοχεία έχουν πυθμένα σε σχήμα κώνου, κυλινδρικό μεσαίο τμήμα και κόγχη ως ανώτατο όριο. Οι πύργοι πέψης είναι κατά βάση κατασκευασμένοι από φύλλα χάλυβα και δεν απαιτούν προστασία από τη διάβρωση όταν βρίσκονται σε επαφή με υγρά λόγω της διεργασίας αναερόβιας αποικοδόμησης. Μόνο ο χώρος αερίου είναι βαμμένος με στρώμα προστασίας από τη διάβρωση. Το εξωτερικό μέρος είναι θερμομονωμένο και καλυμμένο με στρώμα προστασίας από τις καιρικές συνθήκες

Μεγαλύτερα φυτά με όγκο πύργου πέψης 2000 15000 m³ παρουσιάζουν παραβολικό ή παρόμοιο σχήμα, που ονομάζεται επίσης wάριο πέψης. Αυτά συχνά αποτελούνται από οπλισμένο σκυρόδεμα, το οποίο είναι αεροστεγές και αεροστεγές και έχει καλή θερμομόνωση και αντίσταση στη διάβρωση. Περίπου το 1/10 έως το 1/3 του ύψους του πύργου πέψης βρίσκεται κάτω από το έδαφος. Η θερμομόνωση πάνω από το έδαφος, με τιμή k 0,25 0,35 W / m² .K, επιτυγχάνεται με ορυκτοβάμβακα και αφρώδεις πλάκες. Κάτω από το έδαφος δεν εφαρμόζεται συνήθως μόνωση. Η μόνωση είναι επικαλυμμένη με λωρίδες φύλλου αλουμινίου στο εξωτερικό. Ένα διάκενο βρίσκεται μεταξύ των φύλλων αλουμινίου και του μονωτικού υλικού προκειμένου να αποφευχθεί η υγρασία του και να του επιτρέψει να στεγνώσει.

Το κωνικό πλαίσιο που κατασκευάζεται από χάλυβα και δακτυλίους πίεσης συναρμολογείται, επί παραδείγματι, σε κινητές σκάλες, από το εσωτερικό του πύργου. Οι σύγχρονοι πύργοι υποβάθμισης αναγείρονται με πλαίσιο αναρρίχησης. Σε αυτή την

περίπτωση, δεν κατασκευάζεται σκαλωσιά πλαισίου, αλλά το πλαίσιο τοποθετείται στον ήδη συμπληρωμένο τοίχο του πύργου και ουσιαστικά αναρριχάται κατά μήκος αυτού.

Παρ'όλα αυτά, υπάρχουν επίσης πολλοί μεγάλοι πύργοι πέψης της κλασσικής μορφής, οι οποίοι κατασκευάζονται από φύλλα χάλυβα. Αυτή η μέθοδος κατασκευής έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Η βάση είναι πιο σταθερή, η οποία είναι πλεονεκτική ειδικά για ασταθή εδάφη.
- Εάν ο χωνευτής με την κωνική περιοχή πυθμένα τοποθετείται στο έδαφος, υποστηρίζεται από ένα κατακόρυφο πλαίσιο. Μεταξύ της βάσης σκυροδέματος, του κατακόρυφου πλαισίου και του πυθμένα του δοχείου αφήνεται ένας προσπελάσιμος χώρος όπου μπορούν να τοποθετηθούν εξαρτήματα και σωλήνες για θέρμανση, είσοδο και έξοδο ιλύος και συσκευές ανάμιξης ιλύος.
- Συγκριτικά μικρό βάρος της βάσης.
- Το συγκρότημα επηρεάζεται ελάχιστα από τις καιρικές συνθήκες.
- Μικρότερο χρόνο κατασκευής.
- Επιπρόσθετη εξοικονόμηση κόστους είναι δυνατή με προ-συναρμολόγηση και χειροκίνητη συγκόλληση των φύλλων τμημάτων.
- Τουλάχιστον οι ακόλουθες συσκευές πρέπει να τοποθετηθούν στο κάλυμμα αερίου της χώνεψης
- Απόσυρση αερίου d με το μανόμετρο και τον μετρητή κενού
- Προστασία από υπερπίεση και υποπίεση με ενσωματωμένη παγίδα νερού
- Γυαλί οράσεως με υαλοκαθαριστήρες εσωτερικού και εξωτερικού χώρου και προστατευτικό κάλυμμα
- Περιστρεφόμενα ακροφύσια ψεκασμού με συνηθισμένη σύνδεση νερού (σύνδεσμος σωλήνα)
- Αφαίρεση αφρού
- Ανθρωποθυρίδα
- Πρόληψη έκρηξης
- Παγίδα αφρού

- Παγίδα συμπυκνωμάτων

Η απομάκρυνση των αποβλήτων μπορεί να κατασκευαστεί είτε ως ορθογώνια πύλη αφρού είτε ως κυλινδρική ολίσθηση αφρού. Το επιτρεπόμενο ελάχιστο άνοιγμα ανέρχεται σε 400 × 400 mm για τις πόρτες και 400 mm για τη διάμετρο του ολισθητήρα. Το κλείστρο πρέπει να ανοίγει γρήγορα, π.χ. μέσω μηχανισμού μοχλού. Η θεδίνη πρέπει να ανοιχτεί σε τέτοιο βαθμό ώστε το ογκώδες επιπλέον τμήμα της ιλύος να μπορεί να αφαιρεθεί εύκολα. Για την εσωτερική επίβλεψη του πύργου πέψης χρειάζεται ένα φρεάτιο. Η ελάχιστη διάμετρος του ανοίγματος πρέπει να είναι 600 mm. Το κάλυμμα κλεισίματος πρέπει να τοποθετηθεί έτσι ώστε να μπορεί να περιστρέφεται.

Η διαδικασία προχωρά ασυμπτωματικά, και έτσι σταματά στο όριο τεχνικής αποικοδόμησης. Αυτό το όριο επιτυγχάνεται όταν παράγεται το 90% της ποσότητας αερίου αποικοδόμησης που έχει αναπτυχθεί στους 15°C. Σε αυτό το σημείο, περίπου το ήμισυ της οργανικής ουσίας που τροφοδοτείται στη διαδικασία υποβαθμίζεται. Ο όγκος του πύργου πέψης εξαρτάται από την ποσότητα ιλύος λυμάτων, τη συγκέντρωση στερεών στην ιλύ και τον χρόνο παραμονής. Ανά κάτοικο (IN) και ανά ημέρα, συσσωρεύονται 80 g DM. Ο όγκος του πύργου πέψης εξαρτάται από το πόσο μπορεί να συγκεντρωθεί η βιομάζα πριν από την πέψη και τον χρόνο παραμονής.

Ανάλογα με την τεχνολογία και τις μηχανές επεξεργασίας, συνήθως επιλέγονται οι ακόλουθοι χρόνοι παραμονής():

- Χρόνος ζύμωσης 120 ημερών εάν χρησιμοποιούνται μη θερμαινόμενοι βιοαντιδραστήρες όπως οι λεκάνες εδάφους.
- Χρόνος ζύμωσης 60 ημερών εάν χρησιμοποιούνται απλά χωνευτήρια όπως η δεξαμενή Imhoff.
- Χρόνος ζύμωσης 30 ημερών εάν εφαρμόζεται μεσόφιλη ζύμωση.
- Χρόνος ζύμωσης 10 ημερών εάν εφαρμοστεί θερμοφιλή αποικοδόμηση.
- Η ζύμωση χρησιμοποιείται μάλλον σπάνια, παρόλο που η απόδοση των αερίων αποχέτευσης μπορεί να αυξηθεί κατά 25% και η εξυγίανση και σταθεροποίηση της ιλύος μπορεί να βελτιωθεί εάν η ζύμωση διαρκεί περισσότερο από 10 ημέρες.

Για το νερό της βροχής, απαιτείται επιπλέον 25% του υπολογιζόμενου όγκου πύργου χώνεψης. Τα απορρίμματα και οι ανασταλτικές ουσίες μπορεί εν μέρει να οδηγήσουν σε μαζική δυσλειτουργία ενός πύργου πέψης και απαιτούν σημαντικούς χρόνους παραμονής. Λόγω των εποχιακών μεταβαλλόμενων κλιματικών συνθηκών, η θερμοκρασία ζύμωσης μπορεί για παράδειγμα να κυμαίνεται μεταξύ 33°C και 38°C

στο μεσοφιλικό εύρος, οδηγώντας σε σημαντικές διακυμάνσεις στην πορεία της διαδικασίας ζύμωσης και στην ανάπτυξη αερίων λυμάτων. Γενικά, ο βαθμός υποβάθμισης αυξάνει με το χρόνο παραμονής και το φορτίο όγκου μειώνεται ανάλογα. Στα σύγχρονα φυτά, η λάσπη κυκλοφορεί συνεχώς προκειμένου να διατηρηθεί η βέλτιστη κατανομή της θερμοκρασίας, να καταστραφεί η αφρόπτωση και να αποφευχθεί μια επιβλαβής συγκέντρωση αποσύνθεσης προϊόντος και καθίζησης της βιομάζας. Στη συνέχεια, μπορεί να είναι αρκετός ένας χρόνος παραμονής 18-22 ημερών.

4.2.6 Τύποι Ηλεκτρικών Γεννητριών για Παραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού από Βιοαέριο

Οι τρεις κύριες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρισμού από το βιοαέριο είναι οι μικροστρόβιλοι, οι κυπέλες καυσίμου και οι μηχανές εσωτερικής καύσης. Η κατάλληλη τεχνολογία καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από το μέγεθος της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων. Η τεχνολογία μικροστρόβιλων, είναι συνήθως πιο κατάλληλη για τις μονάδες επεξεργασίας λυμάτων που επεξεργάζονται μικρούς όγκους ροής μικρότερου από 6,8 εκατομμύρια γαλόνια ανά ημέρα (MGD). Η ελάχιστη απαιτούμενη ροή για τις τεχνολογίες κυψελών καυσίμου και εσωτερικής καύσης είναι 10,7 MGD και 41,4 MGD αντίστοιχα. Το 2007, η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (EPA) εκτιμά ότι το τυπικό κόστος εγκατάστασης συστήματος συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας με χρήση μικροσυστοιχίας 126 kW ήταν 564.953 δολάρια, με κόστος ανά kW των \$ 4.484. Η εγκατάσταση ενός συστήματος Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας (ΣΗΘ) χρησιμοποιώντας κυπέλες καυσίμου 300 kW κοστίζει περίπου 2.227.890 δολάρια (περίπου 7.426 δολάρια ανά kW). Ένα σύστημα ΣΗΘ που χρησιμοποιεί κινητήρα εσωτερικής καύσης 1060 kW κοστίζει περίπου \$ 2.161.425 με κόστος ανά kW των 2.039 δολαρίων. Αυτές οι εκτιμήσεις κόστους δεν περιλαμβάνουν το κόστος αγοράς, εγκατάστασης και λειτουργίας των χωνευτήρων ιλύος.

Ο εξοπλισμός των WWTP με αναερόβιους χωνευτές για την παραγωγή βιοαερίου ενδέχεται να μην είναι εφικτός σε ορισμένες περιπτώσεις, καθώς η σκοπιμότητα αυτών εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα χώρου, τη ροή των λυμάτων, τη χημική σύνθεση του αερίου μεθανίου, το ρυθμό παραγωγής μεθανίου και άλλες εκτιμήσεις. Μέχρι πρόσφατα, τα επίπεδα ροής που θεωρήθηκαν ευνοϊκά για τους αναερόβιους χωνευτές και η χρήση συστημάτων συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού ήταν μεγαλύτερα από 5 εκατομμύρια γαλόνια την ημέρα (MGD), αν και εγκαταστάσεις με ροές μεγαλύτερες από 10 MGD είχαν μεγαλύτερο δυναμικό. Το κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης που συνδέεται με την προ

επεξεργασία ακατέργαστου βιοαερίου για χρήση σε στροβίλους είναι δαπανηρό και μπορεί να αποτελέσει μείζον εμπόδιο για την αναστολή της χρήσης βιοαερίου σε ορισμένες εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Η προ επεξεργασία είναι απαραίτητη για την απομάκρυνση της υγρασίας, του υδρογόνου και των σιλοξανίων πριν από το να είναι καύσιμο.

4.2.7 Οφέλη από την Αύξηση της Παραγωγής και της Χρήσης του Βιοαερίου

Εκτός από την εξοικονόμηση κόστους που συνδέεται με τη μεταφορά και διάθεση της ιλύος των λυμάτων, η ενέργεια από το βιοαέριο (σε αντίθεση με την ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο), μπορεί να παράσχει θερμότητα και ισχύ για χρήση στη γενική λειτουργία ενός WWTP. Τα περιβαλλοντικά οφέλη από τη χρήση του βιοαερίου είναι επίσης σημαντικά. Η επεξεργασία ιλύος με αναερόβια επεξεργασία μπορεί να μειώσει σημαντικά την ποσότητα μεθανίου (ένα ισχυρό αέριο θερμοκηπίου) και άλλων αερίων θερμοκηπίου που διαφορετικά θα απελευθερωνόταν στην ατμόσφαιρα. Η αναερόβια χώνευση μειώνει επίσης τα συστατικά που σχηματίζουν τη μυρωδιά, τα στερεά οργανικής λάσπης και τα παθογόνα που προκαλούν ασθένειες στην ιλύ. Ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με μεγάλο κέρδος στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, τα έργα ενέργειας από βιοαέριο μπορούν να λάβουν πιστώσεις άνθρακα που μπορούν να αγοραστούν από βιομηχανικούς ρυπαίνοντες μέσω της εμπορίας άνθρακα. Αυτό παρέχει καινοτόμο χρηματοδότηση για τα έργα.

Επίσης αναφέρεται η προστασία των υπογείων υδάτων όπου η ποσότητα των οργανικών αποβλήτων μπορεί να μειωθεί σε λάσπη κατά 4% όταν το υπόλειμμα συμπιεστεί και τα λύματα από τη μονάδα βιοαερίου ανακυκλώνονται στη μονάδα επεξεργασίας λυμάτων. Η ιλύς τέλος που παράγεται μετά την αναερόβια χώνευση, είναι απαλλαγμένη από ασθένειες που προκαλούν παθογόνα και μόλις αφυδατωθεί μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οργανικό λίπασμα υψηλής ποιότητας

ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης, η παγκόσμια οικονομία ακολούθησε ένα μοτίβο ανάπτυξης, ένα γραμμικό μοντέλο βασισμένο στην παραδοχή ότι οι πόροι είναι άφθονοι, εύκολα προσβάσιμοι και φθηνοί. Ένα τέτοιο μοντέλο προκαλεί μεγάλη περιβαλλοντική πίεση στον πλανήτη, επειδή χαρακτηρίζεται από υψηλή κατανάλωση πρώτων υλών, σχετικά υψηλά απόβλητα κατά την παραγωγή και απόρριψη αποβλήτων μετά την παραγωγή.

Επομένως, τέτοια μοντέλα δεν είναι βιώσιμα από περιβαλλοντική άποψη. Συγκεκριμένα, η αυξανόμενη συνειδητοποίηση ότι οι φυσικοί πόροι είναι περιορισμένοι ωθεί προς την ανάπτυξη και την εφαρμογή νέων μοντέλων κυκλικής οικονομίας, ικανών να διαχειριστούν τους υπάρχοντες πόρους σε συνεχή κύκλο, παρέχοντας έτσι την αποτελεσματική χρήση τους. Από την άποψη αυτή, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ισχυρίζεται ότι η κυκλική οικονομία μπορεί να παράσχει οικονομικά οφέλη στις επιχειρήσεις εκτός από τα περιβαλλοντικά οφέλη και συνιστά ευρέως την έγκρισή τους

Στο πλαίσιο αυτό, ένα σημαντικό θέμα αφορά την παραγωγή ενέργειας. Δεδομένου ότι περίπου το 60% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από ορυκτά καύσιμα (International Energy Agency, 2014), η παραγωγή ενέργειας αποτελεί έναν από τους κύριους λόγους εκπομπών αερίων θερμοκηπίου). Οι εκπομπές αυτές αναγνωρίζονται ευρέως ως η κύρια κινητήρια δύναμη της αλλαγής του κλίματος (IPCC, 2014). Με στόχο τον μετριασμό αυτού του προβλήματος, αναπτύχθηκαν εναλλακτικές τεχνολογίες για την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Ένα πολύ γνωστό παράδειγμα είναι η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα δεύτερης γενιάς.

Ενώ η βιομάζα πρώτης γενιάς αναφέρεται σε βιολογικά προϊόντα που χρησιμοποιήθηκαν κατά κύριο λόγο για την παραγωγή τροφίμων, η χρήση των οποίων προκάλεσε μεγάλη δεοντολογική συζήτηση, η βιομάζα δεύτερης γενιάς αναφέρεται σε οργανικές δευτερεύουσες εξόδους, π.χ. στερεά και υγρά απόβλητα δημοτικών αποβλήτων, κοπριά, ξυλεία και απορρίμματα χαρτοπολλτού και δασικά και γεωργικά υπολείμματα. Ως εκ τούτου, η χρήση βιομάζας δεύτερης γενιάς προωθείται ευρέως στην παραγωγή βιοενέργειας. Συγκεκριμένα, η χρήση κοπριάς για την παραγωγή ενέργειας μπορεί να προσφέρει αξιοσημείωτες ευκαιρίες σε χώρους όπου ασκείται εντατική κτηνοτροφία. Από τεχνολογική άποψη, η βιοενέργεια με βάση την κόπρη μπορεί να παραχθεί με δύο διαφορετικούς τρόπους:

- παραγωγή βιοαερίου με αναερόβια χώνευση (AD) και βιομάζα,
- βιο-πετρέλαιο και αέρια μέσω πυρόλυσης

Και στις δύο περιπτώσεις, τα προϊόντα που προκύπτουν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Σήμερα, η AD εξασφαλίζει την υψηλότερη απόδοση τόσο από περιβαλλοντική όσο και από οικονομική άποψη. Τα οφέλη της συνεργασίας επηρεάζονται σημαντικά από διάφορες τεχνικές, επιχειρησιακές και οικονομικές μεταβλητές των οποίων οι επιπτώσεις προσδιορίζονται ποσοτικά μέσω ανάλυσης σεναρίων. Τέτοιες μεταβλητές αντιπροσωπεύουν το αποτέλεσμα της αβεβαιότητας στις σχέσεις προμηθευτή-αγοραστή στις τοπικές αγορές κοπριάς, όπου η τεχνική ποιότητα των αποβλήτων, η τιμή και η ποσότητα ποικίλλουν με την πάροδο του χρόνου. Συγκεκριμένα, εφαρμόζουμε υπολογιστικά πειράματα για να αποκαλύψουμε το ρόλο αυτών των μεταβλητών με στόχο την ενίσχυση της ανάπτυξης επιχειρηματικών μοντέλων κυκλικής οικονομίας σε τοπικό επίπεδο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αποστολόπουλος, Κ. (1986). Συμβολή στη μελέτη της διαρθρώσεως του παραγωγικού συστήματος της προβατοτροφίας της Θεσσαλίας, καθώς και στη διερεύνηση των δυνατοτήτων αυξήσεως της παραγωγικότητάς της. Διδακτορική διατριβή. Ανώτατη Γεωπονική Σχολή Αθηνών (ΑΓΣΑ).

Βακάκης, Φ. (2007). Ο ρόλος της κτηνοτροφίας στην ολοκληρωμένη αγροτική ανάπτυξη. Γεωργία-Κτηνοτροφία, 4:67-72.

Γεωργούδης, Α., Ζέρβας, Γ., Πολύζος, Χ., Φράγκος, Κ., Χούσος, Γ. (1999). Ζωική Παραγωγή. Β' Τάξη 1ου Κύκλου Τεχνικής Επαγγελματικής Εκπαίδευσης. Υπουργείο Παιδείας – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

Δεληγιάννης, Κ. (2008). Καραγκούνικο πρόβατο. ΕΘΙΑΓΕ 34:4-5.

Δημαρέλη-Μαλλή, Ζ. (2006). Πρόληψη λοιμωδών νοσημάτων των αιγοπροβάτων.

ΕΘΙΑΓΕ 26:18-20. Ε.Ε.Γ.Ε. (Εθνική Επιτροπή Γάλακτος Ελλάδας), (2005). Οδηγός ορθής πρακτικής σε εκτροφές γαλακτοπαραγωγής.

Ζαφράκας, Α. (2001). Υγιεινή και στοιχεία παθολογίας των αγροτικών ζώων. Εκδόσεις ΑΦΟΙ ΚΥΡΙΑΚΙΔΗ Α.Ε.

Ζέρβας, Γ. (2000). Τα ανόργανα στοιχεία στη διατροφή των μηρυκαστικών ζώων. Εκδόσεις ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ.

Ζέρβας, Γ., Καλαϊσάκης, Π., Φεγγερός, Κ. (2004). Διατροφή Αγροτικών Ζώων. Β' Έκδοση Βελτιωμένη. Εκδόσεις ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ.

Ζιώγανας, Χ., Κισσοπανίδης, Γ., Παπαναγιώτου, Ε., Καντερές, Ν. (2001). Συγκριτική τεχνικο-οικονομική ανάλυση προβατοτροφίας και αιγοτροφίας κατά γεωγραφικά διαμερίσματα της χώρας μας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης-Τμήμα Γεωπονίας-Τομέας αγροτικής Οικονομίας-Εργαστήριο Γεωργικής Οικονομικής Έρευνας – Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας-Ινστιτούτο Γεωργο-οικονομικών & Κοινωνιολογικών Ερευνών. Εκδόσεις ΖΗΤΗ.

Ζυγογιάννης, Δ. (1999). Προβατοτροφία. Εκδόσεις ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΑΙΔΕΙΑ.

Κατάνος, Ι., Σκαπέτας, Β. (2007). Μηχανική άμελξη αιγοπροβάτων. ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης. Υπουργείο Εθνικής Παιδείας & Θρησκευμάτων. Πρόγραμμα ΕΠΕΑΕΚ ΑΡ- ΧΙΜΗΔΗΣ Ι Κ.Γ.Β.Ζ. Καρδίτσας (Κέντρο Γενετικής Βελτίωσης Ζώων Καρδίτσας),

(2005). Το πρόβατο της Καραγκούνικης φυλής και τα πλεονεκτήματά του. Κ.Γ.Β.Ζ. Καρδίτσας, (2009). Πρόβατα Καραγκούνικης φυλής.

Κιτσοπανίδης, Γ. (2006). Οικονομική Ζωικής Παραγωγής: Αρχές – εφαρμογές – Τεχνικοοικονομική Ανάλυση, Εκδόσεις ΖΗΤΗ.

Κουρουσέκος, Γ., Μπρόζος, Χ., Σαράτσης, Φ., Μπόσκος, Κ. (2006). Ο ρόλος των μυκοτοξινών στην κτηνοτροφία. Γεωτεχν. Επιστημονικά Θέματα-ΓΕΩΤΕΕ, 2:61-68.

Καραδήμας Ε. (2005): Ψυχολογία της υγείας, Θεωρία και κλινική πράξη, Τυπωθήτω, Αθήνα.

Λάγκα, Β., Σκαπέτας, Β., Σινάπης, Ε., Κατάνος, Ι. (2010). Μηχανική άμελξη αιγοπροβάτων στην Ελλάδα, υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές. Επιθ. Ζωοτ. Επιστ. Ειδική Έκδοση 36:77.

Λιανός, Ν. (2002). Η γενετική βελτίωση των αγροτικών ζώων ως ολοκληρωμένη αναπτυξιακή δραστηριότητα. Επιστημονική Μονογραφία. Εκδόσεις ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ / ΕΚΔΟΤΙΚΗ ΑΓΡΟΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΚΗ Α.Ε.

Μάμαλη, Π., Μπατζιάς, Γ., Θεοδοσιάδου, Α., Γούλας, Π. (2005). Υγιεινή προβάτων. Επιθ Ζωοτ Επιστ. Ειδική Έκδοση: Διημερίδα προβατοτροφίας «Η προβατοτροφία στη Λέσβο», σελ.55-57.

Μανωλέσσοι, Γ. (2004). Παγκόσμιο ζωικό κεφάλαιο και παγκόσμια παραγωγή: παρόν και μέλλον. Πτυχιακή Εργασία. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Τμήμα Ζωικής Παραγωγής.

Μαρκαντωνάτος, Γ. (1990). Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων (αστικά λύματα, βιομηχανικά απόβλητα, ζωικά απορρίμματα). Έκδοση ιδίου.

Μπλιάτσος, Κ. (2009). Οι διαδικασίες για τη δημιουργία μιας κτηνοτροφικής μονάδας αιγοπροβάτων. Γεωργία-Κτηνοτροφία.

Νικήτα-Μαρτζοπούλου, Χ. (1985). Κτηνοτροφικές κατασκευές (χωροταξία - περιβάλλον – βουστάσια – χοιροστάσια). Εκδόσεις ΓΙΑΧΟΥΔΗ-ΓΙΑΠΟΥΛΗ.

Νικολόπουλος, Κ. (1991). Οργάνωση και λειτουργία προβατοτροφικής μονάδας στη Κοινότητα Ευαγγελίστριας του Νομού Βοιωτίας. Πτυχιακή Εργασία. Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Παπαδόπουλος, Γ. (2007). Διατροφή Προβάτων. Εκδόσεις ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ Α.Ε.

Ρογδάκης, Ε. (1995). Φυσιολογία αποδόσεων των αγροτικών ζώων III: Γαλακτοπαραγωγή. Εκδόσεις Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Ρογδάκης, Ε. (2000). Αποθέματα επιστημονικής γνώσης στον τομέα της προβατοτροφίας και δυνατότητες αξιοποίησής της. Γεωργία-Κτηνοτροφία.

Ρογδάκης, Ε. (2002). Εγχώριες φυλές προβάτων: περιγραφή – φυλογένεια – γενετική βελτίωση – διαφύλαξη. Εκδόσεις ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ Α.Ε.

Ρογδάκης, Ε. (2004). Αναπαραγωγή του προβάτου. Εκδόσεις ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ Α.Ε.

Ρογδάκης, Ε. (2006). Γενική ζωοτεχνία. Εκδόσεις ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ.

Ρογδάκης, Ε., (2010). Γενετική βελτίωση στη ζωική παραγωγή. Επιθ. Ζωοτ. Επιστ. Ειδική Έκδοση 36:71-73.

Σπάης, Α. (1997). Ζωοτροφές και σιτηρέσια. Εκδόσεις ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΑΙΔΕΙΑ.

Στοφόρος, Ε. (2005). Το νερό: η σημασία του για την κτηνοτροφία και τον άνθρωπο. Εκδόσεις ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ

Γεωργίου, Κ., (2012), Τεχνοοικονομική μελέτη μονάδας παραγωγής καυσίμων προϊόντων από υπολείμματα βιομηχανίας ξύλου και αγροτικά υπολείμματα, Πτυχιακή εργασία, Περιφερειακό Ενεργειακό Κέντρο Κ. Μακεδονίας (ΠΕΚΚΜ), Μακεδονία

Καμπερίδου, Β., & Μπαρμπούτης, Ι. (2011), Η χρήση της δασικής βιομάζας για παραγωγή ενέργειας. 15ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο, 16-19 Οκτωβρίου 2011. Καρδίτσα.

ΚΑΠΕ. (2006), Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για Δυνητικούς Χρήστες.

Κατσίρη, Α. (2010-2011), Ενέργεια από βιομάζα. Εισαγωγή στην ενεργειακή τεχνολογία, Ενέργεια από βιομάζα. Αθήνα: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π

Κυπριωτάκης Γ. (2008), Η αεροποίηση βιομάζας σε αεροποιητή κατερχόμενης ροής και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Αθήνα.

Μπουσδέκης, Α., (2012). Αξιοποίηση βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στα ελληνικά νησιά, Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Αγγλική Βιβλιογραφία

American Society of Agricultural Engineers. 2000. ASAE D384.1: Manure production and characteristics. The Society for Engineering in Agricultural, Food and Biological Systems. St. Joseph, MI.

American Society of Agricultural and Biological Engineers. 2005. ASAE D384.2: Manure production and characteristics. The Society for Engineering in Agricultural, Food and Biological Systems. St. Joseph, MI.

An, B. 2002. Biogas technology in developing countries: Vietnam case study. Proceedings Biodigester Workshop. University of Agriculture and Forestry.

BABA, Ltd. 1987. A Survey of Existing Methods of Biogas Scrubbing and Utilization. Report No: ETSU B 7006. United Kingdom.

Balsam, J. 2006. Anaerobic digestion of animal wastes: factors to consider. ATTRA–National Sustainable Agriculture Information Service. Publication #IP219. http://attra.ncat.org/attra-pub/anaero_bic.html.

Bampidis, V.A., Christodoulou, V., Chatzipanagiotou, A., Sossidou, E., Salangoudis, A., 2010. Serum enzyme status of Chios ewes fed increasing amounts of copper from copper sulfate. *Research in Veterinary Science* 88.

Bampidis, V.A., Lymberopoulos, A.G., Christodoulou, V., Belibasaki, S., 2007. Impacts of supplemental dietary biotin on lameness in sheep. *Animal Feed Science and Technology* 134

Blood, D.C., Radostits, O.M., Arundel, J.H., Gay, C.C., 1992. *Veterinary medicine. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses*. 7th ed. Bailliere Tindall, London, UK.

Christodoulou, V., Bampidis, V.A., Lymberopoulos, A.G., Robinson, P.H., Ploumi, K., Belibasaki, S., 2006. Effect of supplemental dietary biotin on performance of lactating ewes. *Animal Feed Science and Technology* 130.

Chandrasekar, A., V. Maston, and N.R. Scott. 2006. Demonstration of Hydrogen Production from Dairy Manure Derived Biogas. ASABE Paper No. 067065. St. Joseph, MI.

IEA Bioenergy. 1999. Biogas upgrading and utilisation. Task 24: Energy from biological conversion of organic waste.

Jewell, W.J., P.E. Wright, N.P. Fleszar, G.Green, A. Safinski, and A. Zucker. (1997). Evaluation of anaerobic digestion options for groups of dairy farms in Upstate New York. Department of Agricultural and Biological Engineering, Cornell University. Ithaca, NY.

Jones, D.D., J.C. Nye, and A.C. Dale. 1980. Methane generation from livestock waste. Publication #AE–105. Purdue University Cooperative Extension Service, West

Lafayette, IN. 15 p. <http://pasture.ecn.purdue.edu/%7Eepados/swine/pubs/methane.htm>

Kramer, J.M. 2002. Agricultural biogas casebook. Resource Strategies, Inc. Madison, WI.

Lusk, P. 1998. Methane recovery from animal manures: a current opportunities casebook. 3rd Edition. NREL/SR-25145. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. Work performed by Resource Development Associates, Washington, DC.

Lusk, P. 1995. Methane recovery from animal manures: a current opportunities casebook. U.S. Department of Energy, Regional Biomass Energy Program, National Renewable Energy Laboratory. Washington, DC.

Marchaim, U. 1992. Biogas Process for Sustainable Development. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/T0541E/T0541E00.htm>

Martin, J.H. 2007. A Protocol for Quantifying and Reporting the Performance of Anaerobic Digestion Systems for Livestock Manures. Hall Associates, Georgetown, DE.

Minott, S.J., and N.R. Scott. 2001. Feasibility of fuel cells for energy conversion on dairy farms. Paper number: 01-7015. 2001 ASAE Annual International Meeting, July 29-Aug. 1, 2001. Sacramento, CA.

National Energy Technology Laboratory. 2000. Pleasant Hills Sewage Treatment Plant Project on Alternative Energy Generation. <http://www.netl.doe.gov/energy-analyses/pubs/PHA%20Final%20Report.pdf>

Peters, J. 2007. Debt financing. Oral Presentation. Biomass Finance & Investment Summit, January 18-19, 2007. San Diego, CA.

Safley, L.M. Jr., and P.W. Westerman. 1992. Performance of a dairy manure anaerobic digester. *Bioresource Technology*, vol. 42, pp. 43-52.

Simmons, P., Ekarius C., 2004. Το πρόβατο. Μετάφραση: Ειρήνη Ραζή. Εκδόσεις Ψυχάλου, Αθήνα.

Speece, R.E. 1996. Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewaters. Archae Press. TN.

Tanaka, Y. 2002. A dual purpose packed-bed reactor for biogas scrubbing and methane-dependent water quality improvement applying to a wastewater treatment

system consisting of UASB reactor and trickling filter. *Bioresource Technology*, vol. 84, pp. 21–28.