



# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

(Δ.Π.Μ.Σ.) "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"

*Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων  
με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και  
Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας  
Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας*

**ΜΠΟΖΟΥ ΕΥΑΝΘΙΑ**

**ΓΕΩΠΟΝΟΣ**

Μεταπτυχιακή Εργασία η οποία υποβάλλεται  
για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων  
για το Διεπιστημονικό - Διατμηματικό  
Δίπλωμα Ειδίκευσης  
του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Πολυτεχνείου  
"Περιβάλλον και Ανάπτυξη"

**Αθήνα, 2016**

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Μ. Λοϊζίδου**

**Επιτροπή Παρακολούθησης:**

Καθηγήτρια Μ. Λοϊζίδου

Καθηγήτρια Αικ. Χαραλάμους

Καθηγητής Χρ. Ι. Κορωναίος

**Περιβάλλον**

**και**

**Ανάπτυξη**

## ΑΡΤΙΚΟΛΕΞΑ

ΑΠΑ	Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΑΣΑ	Αστικά Στερεά Απόβλητα
ΑΧ	Αναερόβια Χώνευση
ΑΧΑΔ	Ανοιχτή Χωμάτινη Αναερόβια Δεξαμενή
ΒΑ	Βιοαπόβλητα ή Βιολογικά Απόβλητα
ΒΑΑ	Βιοαποδομήσιμα Απόβλητα
ΔΕΥΑ	Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης & Αποχεύτουσης
ΔΣΑ	Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων
ΔσΠ	Διαλογή στην Πηγή
Ε&Α	Έρευνα & Ανάπτυξη
Ε.Ε.	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΕΛ	Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων
ΕΜΑΚ	Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης
Ε.Π.Χ.Χ.Α.Α. Α.Π.Ε.	Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
Ζ.Ε.Π.	Ζώνες Ειδικής Προστασίας
ΜΕΚ	Μηχανές Εσωτερικής Καύσης
ΜΕΛ	Μονάδες Επεξεργασίας Λυμάτων
ΠΕΣΔΑ	Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Αποβλήτων
Π.Α.Π.	Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας
Π.Ο.Π.	Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης
Π.Θ.	Περιφέρεια Θεσσαλίας
Ρ.Α.Ε.	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
Τ.Α.	Τοπική Αυτοδιοίκηση
Τ.Ι.Φ.Κ.	Τοπία Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους
ΣΗΘ	Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
Σ.Η.Θ.Υ.Α.	Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης
ΣΜΠΕ	Στρατηγικό Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
ΥΠΑΑΤ	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
ΥΠΕΚΑ	Υπουργείο Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής
ΦοΔΣΑ	Φορέας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
ΧΥΤΑ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων
ΧΥΤΥ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων
ΟΤΑ	Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΟΣ	Ολικά Στερεά
ΧΑΔΑ	Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων
BOD	Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο
EUBIA	European Biomass Industry Association
RDF	Solid Recovered Fuel
SRF	Refuse Derived Fuel
SRT	Ο χρόνος παραμονής των στερεών
HRT	Υδραυλικός χρόνος παραμονής
OLR	Ρυθμός οργανικής φόρτισης

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

*Η εργασία αυτή εκπονήθηκε στα πλαίσια της ολοκλήρωσης των μεταπτυχιακών σπουδών μου στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο υπό την επίβλεψη της Καθηγήτριας κας Λοϊζίδου Μαρίας, στην οποία θα ήθελα να εκφράσω τις βαθύτατες ευχαριστίες μου για την ανάθεση της εργασίας, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την καθοδήγηση, τις πολύτιμες συμβουλές, τις υποδείξεις της και την συνεχή υποστήριξη και βοήθεια της κατά τη διάρκεια εκπόνησής της. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Χαράλαμπο Κυριακίδη, υποψήφιο διδάκτορα του Τμήματος Αγρονόμων Τοπογράφων του Ε.Μ.Π. τον συνεργάτη του Φίλιππο Ηλιάδη αλλά και τον απόφοιτο του τμήματος Επιστήμης Υλικών του Πανεπιστημίου Πατρών Γιώργο Κοιμήση για την πολύτιμη βοήθεια τους σε τεχνικά ζητήματα και σε θέματα που αφορούν την χαρτογράφηση.*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με την πάροδο του χρόνου, παρατηρείται συνεχής αύξηση του πληθυσμού που παράλληλα οδηγεί και στην αύξηση των ενεργειακών αναγκών του πλανήτη μας. Η υπερκατανάλωση της ενέργειας, ο φόβος της επερχόμενης εξάντλησης των ορυκτών καυσίμων τις επόμενες δεκαετίες αλλά και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης τους ορίζουν το ενεργειακό πρόβλημα του πλανήτη.

Στην Ελλάδα, η πλειονότητα των ενεργειακών αναγκών ικανοποιείται μέσω της εκμετάλλευσης του λιγνίτη και του πετρελαίου ενώ τα τελευταία χρόνια έχει γίνει στροφή προς την αξιοποίηση του φυσικού αερίου. Το φυσικό αέριο αποτελεί μια μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας (ΑΠΕ), μιας πηγής ενέργειας που επιβαρύνει το περιβάλλον κατά το ελάχιστο δυνατό και λόγω της συνεχούς τεχνολογικής της εξέλιξης βελτιώνεται η απόδοσή της. Μια άλλη μορφή ΑΠΕ αποτελεί το βιοαέριο το οποίο είναι δυνατόν να παραχθεί μέσω την μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης (ΑΧ), μιας μεθόδου φιλικής προς το περιβάλλον και δοκιμασμένη για την αποδοτικότητα της στο εξωτερικό. Για την εφαρμογή της μεθόδου της ΑΧ χρησιμοποιείται ως καύσιμο βιομάζα. Η βιομάζα αυτή μπορεί να είναι συσσωματώματα (pellets) από καλλιέργεια ενεργειακών φυτών ή πυρήνες ροδακίνων ή ελαιοπυρήνες ή μπορεί να είναι κτηνοτροφικά και τυροκομικά απόβλητα

Στα πλαίσια της υλοποίησης των επιταγών που θέτει η κείμενη νομοθεσία αλλά και σε προσπάθεια συμμόρφωσης με τους όρους και του κανόνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εύρεση άμεσων λύσεων για την αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματική αλλαγής, τα τελευταία χρόνια τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό έχουν προβληθεί διάφορες προτάσεις σχετικές με την μείωση της έκκλησης του διοξειδίου του άνθρακα αλλά και της μείωσης της χρήσης συμβατικών καυσίμων. Μια από τις προτάσεις που είχε ιδιαίτερη απήχηση είναι αυτή της αξιοποίησης του ενσιρώματος που προκύπτει από την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών όπως είναι ο ηλίανθος, η ελαιοκράμβη, η αγριαγκινάρα και το καλαμπόκι. Τα φυτά αυτά έχουν την δυνατότητα να δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα και κατόπιν να μετατρέπονται σε καύσιμη ύλη της οποίας οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα δεσμεύονται ξανά από τα φυτά που καλλιεργούνται για βιοκαύσιμα. Ωστόσο, αποδείχθηκε μέσω της έρευνας και της πρακτικής πως η αξιοποίηση του ενσιρώματος των ενεργειακών φυτών επιδεινώνει την περιβαλλοντική και κοινωνική κρίση, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες που η κρίση αυτή είναι ήδη σε έξαρση. Μια από τις πιο σημαντικές αρνητικές συνέπειες των βιοκαυσίμων είναι η μείωση του συνόλου των καλλιεργούμενων εκτάσεων που είναι διαθέσιμες για την καλλιέργεια τροφίμων. Επίσης, έχει σημειωθεί και σημαντική αποψίλωση τροπικών δασών έτσι ώστε να αυξηθούν οι διαθέσιμες εκτάσεις για την καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών, γεγονός που όχι απλώς δεν ελαττώνει την έκλυση των θερμοκηπιακών αερίων αλλά μειώνει και τις πιθανές πηγές απορρόφησής τους. Επιπρόσθετα, πέρα από την έκλυση αερίων του θερμοκηπίου λόγω αποψίλωσης εντείνεται και ο κίνδυνος ερημοποίησης, λειψυδρίας και τελικής κατάρρευσης ζωτικών οικοσυστημάτων όπως τα δάση του Αμαζονίου με παγκόσμιες συνέπειες. Πέρα από το περιορισμό των διαθέσιμων εκτάσεων για καλλιέργεια τροφής η εξάπλωση των ενεργειακών φυτών έχει εκτοπίσει ήδη χιλιάδες αγρότες από τους τόπους τους (υπολογίζονται 1 εκατομμύριο μόνο στην Βραζιλία). Οι μεγάλες μονοκαλλιέργειες από μόνες τους μειώνουν τις θέσεις εργασίας και δημιουργούν ακραίο συγκεντρωτισμό γης και εισοδήματος. Πρόσφατα, το μόνιμο φόρουμ των Ηνωμένων Εθνών για τα θέματα ιθαγενών προειδοποίησε ότι ως και 60 εκατομμύρια αυτόχθονες κινδυνεύουν να εκδιωχθούν από τη γη τους για να δημιουργηθούν καλλιέργειες φυτών που παράγουν βιοκαύσιμα. Πλέον τα Ηνωμένα Έθνη σε δική τους έκθεση, παροτρύνουν τις κυβερνήσεις να λάβουν υπόψη τις συνέπειες από τη χρήση ενεργειακών φυτών στην παραγωγή βιοκαυσίμων ειδικά επειδή μερικές από αυτές μπορεί να είναι μη αναστρέψιμες. Σε ότι αφορά την αξιοποίηση των ελαιοπυρήνων και των πυρήνων ροδακίνων θεωρείται πως είναι μια καλή πηγή βιομάζας αλλά από μόνη της δεν επαρκεί ώστε να καλύψει τις ανάγκες για βιομάζα των μονάδων βιομάζας. Η επιλογή που μένει να ερευνηθεί λοιπόν είναι η αξιοποίηση των κτηνοτροφικών και τυροκομικών αποβλήτων.

Το αντικείμενο της παρούσας διατριβής είναι η διαπίστωση του κατά πόσο οι μονάδες βιομάζας της Περιφέρειας Θεσσαλίας (ΠΘ) που χρησιμοποιούν τη μέθοδο της ΑΧ μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες τους για βιομάζα μέσω της αξιοποίησης των αποβλήτων που προκύπτουν από επιλεγμένες κτηνοτροφικές και τυροκομικές μονάδες. Οι μονάδες βιομάζας που θα μελετηθούν εν συνεχεία, αναμένεται να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια και εδαφοβελτιωτικό (digestate) ενώ οι επιλεγμένες κτηνοτροφικές και τυροκομικές μονάδες θα απέχουν 20-26 χλμ. από τις μονάδες βιομάζας. Η παρούσα εργασία χωρίζεται σε πέντε κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο δίνονται αρχικά πληροφορίες σχετικά με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τους τρόπους διαχείρισης και αξιοποίησης των κτηνοτροφικών και των τυροκομικών αποβλήτων. Στη συνέχεια, αναδεικνύεται η ΑΧ ως η καλύτερη δυνατή μέθοδο διαχείρισης των οργανικών αποβλήτων, όπως είναι αυτά που προκύπτουν από τις κτηνοτροφικές και τις τυροκομικές μονάδες, με βάση οικονομικά, περιβαλλοντικά, τεχνικά και κοινωνικά κριτήρια. Έπειτα, ακολουθεί ανάλυση της εν λόγω μεθόδου, συγκεκριμένα, ακολουθεί παράθεση πληροφοριών σχετικά με την περιγραφή της διαδικασίας της, των παραγόντων που την επηρεάζουν, τις εφαρμογές της αλλά και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της. Στο τέλος του πρώτου κεφαλαίου, γίνεται διαδοχική παρουσίαση πληροφοριών σχετικών με τα παράγωγα της ΑΧ που είναι το βιοαέριο και το εδαφοβελτιωτικό (digestate). Είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί πως το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή να υποστεί περεταίρω επεξεργασία και να μπορεί να αξιοποιηθεί όπως το φυσικό αέριο για τη θέρμανση χώρων ενώ το παραγόμενο digestate μπορεί να συνεισφέρει στη γονιμότητα των εδαφών με φυσικό τρόπο. Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται η μεθοδολογία που έχει ακολουθηθεί. Παρουσιάζεται το μοντέλο του στρατηγικού σχεδιασμού το οποίο χρησιμοποιείται, τα μεθοδολογικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν αλλά και οι περιορισμοί και οι δυσκολίες που προέκυψαν κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής διατριβής. Στο τρίτο κεφάλαιο παρατίθεται ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης της μελέτης περίπτωσης της Π.Θ. σχετικά με τα γεωγραφικά – μορφολογικά στοιχεία, τα δημογραφικά στοιχεία, τους παραγωγικούς τομείς, το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, τις τεχνικές και κοινωνικές υποδομές και τις χρήσεις γης. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο ελλιπές σύστημα διαχείρισης των αποβλήτων αλλά και στις υψηλές ενεργειακές ανάγκες που έχει η εν λόγω περιφέρεια. Επίσης, γίνεται παρουσίαση των αδειοδοτημένων μονάδων βιομάζας που χρησιμοποιούν τη μέθοδο της ΑΧ στη Π.Θ. αλλά και των κτηνοτροφικών και τυροκομικών μονάδων που έχουν επιλεχθεί. Η συλλογή πληροφοριών σχετικών με τις τυροκομικές μονάδες αναφέρεται πως δεν ήταν εφικτή λόγω προστασία τους από την κείμενη νομοθεσία και για τον λόγο αυτόν δεν ήταν δυνατή η έρευνα σχετικά με τον όγκο των αποβλήτων που είναι δυνατόν να προκύψουν από τις εν λόγω μονάδες. Υπολογίζεται ο ετήσιος όγκος των αποβλήτων που μπορεί να προκύψει από τα εκτρεφόμενα ζώα της περιοχής μελέτης και συγκρίνεται με τον ετήσιο όγκο των αποβλήτων που μπορούν να διαχειριστούν οι δέκα αδειοδοτημένες μονάδες βιομάζας της Π.Θ.. Ακόμα, γίνεται υπολογισμός του ενεργειακού περιεχομένου των αποβλήτων αλλά και του παραγόμενου digestate που προκύπτει τόσο από την επεξεργασία των αποβλήτων των μονάδων βιομάζας όσο και των αποβλήτων που προκύπτουν από το σύνολο των κτηνοτροφικών μονάδων της περιοχής μελέτης. Εν συνεχεία, αναδεικνύεται ο αριθμός των στρεμμάτων που μπορούν να το αξιοποιήσουν το παραγόμενο digestate και ακολουθεί εκτίμηση του κόστους υλοποίησης του προγράμματος συγκομιδής των αποβλήτων αλλά και της διανομής του digestate στους καλλιεργητές. Έπειτα, ακολουθούν τα συμπεράσματα και η αξιολόγηση της περιοχής μελέτης μέσω της χρήσης πολυκριτηριακής ανάλυσης αλλά και τη μεθόδου SWOT. Τέλος, στο τέταρτο κεφάλαιο παρατίθεται προτάσεις που βασίζονται σε στοιχεία που έχουν προκύψει μετά την επεξεργασία των δεδομένων που εξετάστηκαν κατά τη συγγραφή της παρούσας διπλωματικής, ενώ στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση.

## ABSTRACT

Over time, there is a continuous increase of the population which in parallel leads to increased energy needs of our planet. The overconsumption of energy, the fear of impending exhaustion of fossil fuels in the coming decades and the environmental impact of their use define the energy problem on the planet.

In Greece, the majority of energy needs met through the exploitation of lignite and oil and in recent years has been a shift towards the use of natural gas. Natural gas is a form of renewable energy source (RES), an energy source that burden the environment as little as possible and due to the continuous technological evolution improves performance. Another form of renewable energy is biogas which can be produced by the process of anaerobic digestion (AD), an environmentally friendly method and tested for efficiency abroad. To implement the method of the AD is used as a fuel biomass. Biomass can be pellets (pellets) from energy crops or peach kernels or olive pits, or may be livestock and dairy waste. As part of the implementation of the requirements imposed by the relevant legislation and in compliance effort with the conditions and the European Union rules for finding immediate solutions to address the problem of climate change in recent years both in Greece and abroad have raised various proposals relating to the reduction of call of carbon dioxide and reducing the use of fossil fuels. One of the proposals that had particular appeal is the use of silage derived from energy crops such as sunflower, rapeseed, the cardoon and the corn. These plants have the ability to bind carbon dioxide and then be converted into fuel gases whose emissions will be bound again by plants grown for biofuels. However, it proved through research and practice that the use of silage energy crops aggravates the environmental and social crisis, especially in developing countries where the crisis is already rife. One of the most significant negative impact of biofuels is to reduce the total cultivated land available for growing food. Also, there has been significant and tropical deforestation in order to increase the area available for growing energy crops, which not only does not reduce the emission of greenhouse gases but also reduces the possible sources are used. Additionally, over the release of greenhouse gases due to deforestation intensifies and the risk of desertification, water scarcity and ultimate collapse of vital ecosystems like forests of the Amazon with global consequences. Beyond the limit of available land for growing food spread of energy crops has displaced thousands of farmers from their sites (estimated 1 million only in Brazil). Large monoculture by themselves cutting jobs and create extreme centralization of land and income. Recently, the permanent UN forum on indigenous issues warned that up to 60 million indigenous risk evicted from their land to create crops that produce biofuels plants. Now the United Nations in their own report, urging governments to take into account the consequences of the use of energy crops in biofuel production especially because some of them may be irreversible. Regarding the use olive pomace and peach kernels are considered to be a good resource, but alone is not sufficient to cover the needs for biomass biomass units. The choice remains to be investigated thus the use of livestock and dairy waste.

To the subject of this thesis is the ascertainment of whether the biomass plants of Thessaly using the method of anaerobic digestion, can meet their needs in biomass through the exploitation of waste from selected livestock and dairy units. These biomass plants are expected to produce electricity and digestate, while livestock and dairy units are 20 to 26 km away from biomass plants. The present work is divided into five chapters. The first chapter provides at first initial information on the particular characteristics and on how to manage livestock and dairy waste. Then, AD elevates as the best of organic waste management method, such as those resulting from livestock and dairy

units, based on economic, environmental, technical and social criteria. Thenceforth, an analysis of this method, namely, following quote information on the description of the process, the factors that affect it, its applications and its environmental impact. At the end of the first chapter, sequential presentation of information concerning the AD derivatives biogas and fertilizer (digestate) is done. It is very important to mention that biogas can be used as fuel to generate electricity or to undergo further processing and can be used like natural gas for space heating and the resulting digestate can contribute to soil fertility in a natural way. The second section describes the methodology followed. Presented the model of strategic planning used, the methodological tools used and the constraints and difficulties encountered in the preparation of this diploma thesis. The third chapter is an analysis of the current situation of the case study of Thessaly on geographical - morphological data, demographics, productive sectors, the natural and human environment, technical and social infrastructure and land use. Particular emphasis is given to the incompleteness of the waste management system and high energy needs has that region. Also, there is a presentation of licensed biomass plants using the method of AD in Thessaly and livestock and dairy units have been selected. The collection of information on dairy units indicated that it was not possible due to the protection by law and for that reason could not research on the volume of waste that may arise from such plants. Calculated that the annual volume of waste that may arise from the farmed animals of the study area and compared to the annual volume of waste that can handle the ten licensed biomass units in Thessaly. Additionally, there is a calculation of the energy content of the waste and the produced digestate resulting from the treatment of waste from biomass plants and waste resulting from the total livestock of the study area. Moreover, highlights the number of acres that can take advantage of the produced digestate, followed by assessment of the costs of implementation of waste harvest program and distribution of digestate to farmers. After that, follow the conclusions and the evaluation of the study area through the use of multi-criteria analysis and the SWOT method. Finally, the fourth section gives suggestions based on information that has emerged after the processing of the data examined during the writing of this thesis, while the fifth and final chapter presents the bibliographic review.

## Περιεχόμενα

ΑΡΤΙΚΟΛΕΞΑ .....	2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	4
ABSTRACT .....	6
Περιεχόμενα .....	8
Ευρετήριο Πινάκων .....	13
Ευρετήριο Διαγραμμάτων .....	16
Ευρετήριο Εικόνων .....	16
Ευρετήριο Σχημάτων .....	16
Ευρετήριο Χαρτών .....	17
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΙΣΗ .....	20
1. ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ .....	20
1.1 Εισαγωγή στην έννοια των κτηνοτροφικών αποβλήτων .....	20
1.2 Υφιστάμενο Θεσμικό πλαίσιο .....	21
1.2.1 Ευρωπαϊκό Κοινοτικό Πλαίσιο .....	22
1.2.2 Ελληνικό Κοινοτικό Πλαίσιο .....	23
1.3 Χαρακτηριστικά των Κτηνοτροφικών Αποβλήτων .....	25
1.3.1 Γενικά χαρακτηριστικά .....	25
1.3.2 Όγκος κτηνοτροφικών αποβλήτων .....	25
1.3.3 Ρυπαντικό Φορτίο .....	26
1.3.4 Ισοδύναμο πληθυσμού .....	27
1.4 Συστήματα Διαχείρισης Κτηνοτροφικών Αποβλήτων .....	28
1.4.1 Εισαγωγή .....	28
1.4.2 Διαχείριση των Κτηνοτροφικών Αποβλήτων (έξω από τον στάβλο) .....	28
1.4.3 Γεωργικές Πρακτικές σχετικά με την Διαχείριση και την Αποθήκευση των Στερεών Κτηνοτροφικών Αποβλήτων (μέσα στον στάβλο) .....	30
1.4.4 Γεωργικές Πρακτικές σχετικά με την Διαχείριση και την Αποθήκευση των Υγρών Κτηνοτροφικών Αποβλήτων (μέσα στον στάβλο) .....	32
1.4.5 Ορθές γεωργικές πρακτικές για την διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος κτηνοτροφικής μονάδας .....	37
1.5 Διάθεση και αξιοποίηση των επεξεργασμένων κτηνοτροφικών αποβλήτων .....	41



1.5.1 Γενικές Οδηγίες Για Την Εφαρμογή Επεξεργασμένων Κτηνοτροφικών Αποβλήτων Στα Εδάφη .....	42
1.5.1.1 Υπολογισμός της προς διάθεση ποσότητας των αποβλήτων .....	45
1.5.1.1.1 Προσδιορισμός εδαφικής έκτασης για λίπανση με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα .....	45
1.5.1.2 Προσδιορισμός εδαφικής έκτασης για εφαρμογή επεξεργασμένων αποβλήτων σε εδαφικό φυτικό φίλτρο αυτοφυούς βλάστησης με απορρόφηση και εξάτμιση.....	46
1.6 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις .....	47
2. ΤΥΡΟΚΟΜΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	50
2.1 Εισαγωγή στην έννοια των τυροκομικών αποβλήτων .....	50
2.2 Υφιστάμενο Θεσμικό πλαίσιο .....	50
2.2.1 Ευρωπαϊκό Κοινοτικό Πλαίσιο .....	51
2.2.2 Ελληνικό Κοινοτικό Πλαίσιο .....	52
2.3 Παραγωγική Διαδικασία .....	54
2.4 Χαρακτηριστικά των υγρών τυροκομικών αποβλήτων.....	56
2.4.1 Γενικά χαρακτηριστικά .....	56
2.4.2 Όγκος τυροκομικών αποβλήτων .....	57
2.5 Συστήματα διαχείριση τυροκομικών αποβλήτων .....	58
2.5.1 Εισαγωγή.....	58
2.5.2 Μέθοδοι φυσικοχημικής επεξεργασίας.....	59
2.5.2.1 Αποξήρανση.....	59
2.5.2.2 Συμπύκνωση.....	59
2.5.3 Μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας.....	60
2.5.3.1 Αερόβια επεξεργασία οργανικού κλάσματος απορριμμάτων (Κομποστοποίηση).....	60
2.5.3.2 Αναερόβια επεξεργασία οργανικού κλάσματος απορριμμάτων (Αναερόβια Χώνευση) .....	61
2.5.4 Λοιπές τεχνικές .....	62
2.5.4.1 Τεχνητοί υγροβιότοποι.....	62
2.7 Αξιοποίηση των τυροκομικών αποβλήτων .....	63
2.8 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις .....	65
3. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΥΡΟΚΟΜΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ .....	67
4. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ.....	74
4.1 Εισαγωγή στην έννοια της αναερόβιας χώνευσης .....	74
4.2 Υφιστάμενο Θεσμικό πλαίσιο .....	75
4.2.1 Ευρωπαϊκό Κοινοτικό Πλαίσιο .....	75
4.2.2 Ελληνικό Κοινοτικό Πλαίσιο .....	76

4.3 Περιγραφή της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης .....	78
4.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την Αναερόβια Χώνευση.....	80
4.5 Συσχέτιση λειτουργίας του αναερόβιου βιοαντιδραστήρα με αυτή των αναερόβιων οργανικών πεπτικών συστημάτων.....	85
4.6 Εφαρμογές της αναερόβιας χώνευσης .....	85
4.7 Επεξεργασία Υγρών και Στερεών Αποβλήτων .....	86
4.8 Επεξεργασία και Διάθεση Στερεών Υπολειμμάτων Αναερόβιας Χώνευσης.....	86
4.9 Συστήματα αναερόβιας χώνευσης.....	87
4.10 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις .....	89
4.11 Κόστος Αναερόβιας Χώνευσης.....	90
5. ΒΙΟΑΕΡΙΟ .....	92
5.1. Εισαγωγή στην έννοια του βιοαερίου .....	92
5.2 Υφιστάμενο Θεσμικό πλαίσιο .....	94
5.2.1 Ευρωπαϊκό Κοινοτικό Πλαίσιο .....	94
5.2.2 Ελληνικό Κοινοτικό Πλαίσιο .....	96
5.3 Χρήσεις βιοαερίου .....	98
5.4 Εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαερίου.....	98
5.5 Κριτήρια Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων Παραγωγής Βιοαερίου .....	99
5.6 Κεντρική Μονάδα Συνδυασμένης Χώνευσης .....	100
5.7 Καύση βιοαερίου.....	101
5.8 Παραγωγή Βιοαερίου και Ελληνικό Δυναμικό .....	101
5.9 Εφαρμογές Βιοαερίου .....	102
5.9.1 Εφαρμογές βιοαερίου στην Ε.Ε.....	102
5.9.2 Εφαρμογές βιοαερίου στην Ελλάδα .....	102
5.10 Προβλήματα από την αξιοποίηση του βιοαερίου στην Ελλάδα.....	103
5.11 Προοπτικές Βιοαερίου .....	104
5.12 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Βιοαερίου .....	104
6. ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ.....	106
6.1 Γενικές πληροφορίες σχετικά με τα εδαφοβελτιωτικά.....	106
6.2 Πρώτες ύλες κατάλληλες για βιολογική επεξεργασία.....	106
6.3 Οργανοχουμικά λιπάσματα .....	108
6.4 Απαραίτητα χαρακτηριστικά digestate .....	108
6.5 Διάθεση παραγόμενων λιπασμάτων.....	109
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ .....	111

1.1	Εισαγωγή.....	111
1.2	Μεθοδολογικά εργαλεία.....	113
1.3	Περιορισμοί έρευνας.....	115
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.....		117
1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ, ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ.....		117
1.1	Γενικές πληροφορίες.....	117
1.2	Γεωγραφικά – Μορφολογικά στοιχεία.....	118
1.3	Γεωλογικά στοιχεία.....	121
1.4	Δημογραφικά στοιχεία.....	121
1.5	Παραγωγικοί τομείς.....	124
1.6	Φυσικό περιβάλλον.....	128
1.6.1	Κλιματολογικές συνθήκες.....	128
1.6.2	Χλωρίδα.....	128
1.6.3	Πανίδα.....	129
1.6.4	NATURA 2000.....	131
1.6.5	Τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους.....	133
1.6.6	Βιότοποι CORINE.....	134
1.6.7	Άλλοι βιότοποι.....	134
1.6.8	Περιοχές που προστατεύονται σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο.....	135
1.6.9	Ποιότητα υδάτων παράκτιων περιοχών.....	136
1.6	Ανθρωπογενές περιβάλλον.....	137
1.6.1	Τεχνική υποδομή.....	137
1.6.1.1	Μεταφορές.....	137
1.6.1.2	Ενέργεια.....	140
1.6.1.3	Τηλεπικοινωνίες.....	144
1.6.1.4	Διαχείριση στερεών, υγρών και βιολογικών απορριμμάτων.....	144
1.6.2	Χρήσεις γης.....	147
1.6.2.1	Οικιστικό δίκτυο.....	147
1.6.2.2	Καλύψεις γης.....	147
1.6.2.3	Αγροτική παραγωγή.....	151
1.6.2.4	Ζωική παραγωγή.....	154
1.6.3	Κοινωνική Υποδομή.....	156
1.6.3.1	Υγεία-πρόνοια.....	156

1.6.3.2 Εκπαίδευση .....	157
1.6.3.3 Αγορά εργασίας.....	158
1.6.3.4 Οικονομία.....	159
1.6.3.5 Πολιτισμός .....	161
2. ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ.....	161
2.1 Εισαγωγή.....	161
2.2 Παρουσίαση των μονάδων αναερόβιας χώνευσης στην Περιφέρεια Θεσσαλίας .....	162
2.3 Παρουσίαση των κτηνοτροφικών και τυροκομικών μονάδων στην Περιφέρεια Θεσσαλίας και υπολογισμός του όγκου των αποβλήτων τους .....	170
2.4 Υπολογισμός παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού και απαιτούμενων στρεμμάτων διάθεσης του .....	179
2.5 Εκτίμηση κόστους υλοποίησης προγράμματος συγκομιδής αποβλήτων και μεταφοράς παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού .....	187
3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	199
3.1 Αξιολόγηση της περιοχής μελέτης, της Περιφέρειας Θεσσαλίας .....	199
3.2 S.W.O.T. ANALYSIS .....	202
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	205
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	209
Ελληνόγλωσση.....	209
Ξενόγλωσση.....	218
Ιστότοποι.....	222
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I Παράμετροι Επεξεργασίας & Αποθήκευσης Κτηνοτροφικών Αποβλήτων.....	224
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II Συγκεντρωτικοί Πίνακες Διαστάσεων Δεξαμενών Αποθήκευσης & Εκτάσεων Διάθεσης Υγρών Αποβλήτων.....	232
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III Παραδείγματα Προσδιορισμού Ημερήσιου Όγκου Αποβλήτων.....	234
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV Παραδείγματα Υπολογισμού Όγκου & Διαστάσεων Ανοιχτής Χωμάτινης Αναερόβιας Δεξαμενής .....	241

## Ευρετήριο Πινάκων

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Πίνακας 1. 1: Ενδεικτικά στοιχεία κατανάλωσης νερού και παραγωγής κοπριάς, από σύγχρονες κτηνοτροφικές μονάδες (Taiganides, 1978) .....	26
Πίνακας 1. 2 : Ενδεικτικά στοιχεία για τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων ορισμένων ειδών εκτρεφόμενων ζώων (Taiganides, 1978).....	27
Πίνακας 1. 3 :Μέση περιεκτικότητα των κυριότερων συστατικών των τυροκομικών αποβλήτων (Ανυφαντάκης, 2002) .....	56
Πίνακας 1. 4: Χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων τυροκομείων (Gonzalez Siso 1996, Μακρής κ.α. 2001) .....	57
Πίνακας 1. 5: Παραγωγή τυρογάλακτος (Δαλέζιος, 1986) .....	58
Πίνακας 1. 6: Εκτίμηση & βαθμολόγηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την εφαρμογή των μεθόδων διαχείρισης των βιολογικών και των κτηνοτροφικών αποβλήτων (Ιδία επεξεργασία).....	70
Πίνακας 1. 7: Εκτίμηση & βαθμολόγηση Κόστους κατά την εφαρμογή των μεθόδων διαχείρισης των κτηνοτροφικών και των τυροκομικών αποβλήτων (Μαυρόπουλος 2008).....	71
Πίνακας 1. 8: Εκτίμηση & βαθμολόγηση Τεχνικών Κριτηρίων κατά την εφαρμογή των μεθόδων διαχείρισης των βιολογικών και των κτηνοτροφικών αποβλήτων (Ιδία επεξεργασία) .....	72
Πίνακας 1. 9: Σύσταση Βιοαερίου (% κ.ο.) (Lindberg & Wellinger 2003, Edelman 2003).....	92
Πίνακας 1. 10: Πρώτη ύλη και παραγωγή βιοαερίου (Σιούλας et al , 2010) .....	93

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Πίνακας 3. 1: Εκτιμήσεις για την εξέλιξη του πληθυσμού από το 2011 μέχρι τα έτη 2021 και 2029 σε επίπεδο Καλλικτράτειου δήμου (ΕΛΣΤΑΤ, 2011).....	122
Πίνακας 3. 2: Τομεακή ανάπτυξη σε επίπεδο Περιφερειακών Ενοτήτων στη Θεσσαλία (Eurostat, 2011).....	126
Πίνακας 3. 3:Τομεακή κατανομή απασχόλησης για τα έτη 2011 και 2021 σε επίπεδο Καλλικτράτειου δήμου (Eurostat, 2011).....	127
Πίνακας 3. 4: Ποσοστό % των κυριότερων δασοπονικών ειδών επί της συνολικής έκτασης του νομού (Λαρίκος, 2012) .....	129
Πίνακας 3. 5: Τα είδη της πανίδας που πρέπει να προστατευθούν στην Π.Θ. σύμφωνα με την οδηγία 92/43/ΕΟΚ και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν (Οδηγία 92/43/ΕΟΚ) .....	129
Πίνακας 3. 6: Περιοχές NATURA 2000 στην Π.Θ. (Μιχαλοπούλου 2004, Χριστοπούλου 2010) .....	132
Πίνακας 3. 7: Τα Τοπία ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους (Τ.Ι.Φ.Κ.) στην Π.Θ. (Σύστημα Φιλοτής, 2015 και Ιδία επεξεργασία) .....	133
Πίνακας 3. 8: Οι βιότοποι CORINE στην Π.Θ. (Σύστημα Φιλοτής 2015 και Ιδία επεξεργασία).....	134
Πίνακας 3. 9: Άλλοι Βιότοποι στην Π.Θ. (Σύστημα Φιλοτής, 2015 και Ιδία επεξεργασία).....	135
Πίνακας 3. 10: Περιοχές που προστατεύονται σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο (Μιχαλοπούλου 2004, Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων 2015).....	136
Πίνακας 3. 11: Το πρόγραμμα «Γαλάζιες σημαίες» (Πρόγραμμα γαλάζιες σημαίες, 2015 και Ιδία επεξεργασία) .....	137
Πίνακας 3. 12: Κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρήση στην Π.Θ. για το 2008 (ΕΛΣΤΑΤ 2010 και Ιδία επεξεργασία) .....	140

Πίνακας 3. 13: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρήση στην Π.Θ. για το 2012 (ΕΛΣΤΑΤ 2012 και Ιδία επεξεργασία) .....	140
Πίνακας 3. 14: Σύνολο γεωργικών, βοσκοτοπικών και θαμνωδών ή/και ποωδών εκτάσεων (χιλ. στρέμματα) ανά κατηγορία για το 2000 (ΕΛΣΤΑΤ, 2000 και Ιδία επεξεργασία) .....	149
Πίνακας 3. 15: Πίνακας ποσοστιαίας % κατανομής των γεωργικών και των κτηνοτροφικών εκτάσεων στον πεδινό χώρο ανά γεωγραφικό διαμέρισμα το 2010 (ΕΛΣΤΑΤ, 2011) .....	150
Πίνακας 3. 16: Πίνακας ποσοστιαίας % κατανομής των γεωργικών και των κτηνοτροφικών εκτάσεων στον ορεινό και ημιορεινό χώρο ανά γεωγραφικό διαμέρισμα το 2010 (ΕΛΣΤΑΤ, 2011) .....	150
Πίνακας 3. 17: Κατάταξη των κυριότερων καλλιεργειών φυτικής παραγωγής της Περιφέρειας Θεσσαλίας ανά συνολικά καλλιεργήσιμη έκταση (Διεύθυνση Αγροτικής Ανάπτυξης Περιφέρειας Θεσσαλίας, 2010).....	152
Πίνακας 3. 18: Ποσοστό συμμετοχής της γεωργικής και κηπευτικής παραγωγής της Π.Θ. στο σύνολο της χώρας για το 2010 (Ελλ.Στατ., 2011).....	153
Πίνακας 3. 19: Πίνακας προϊόντων Π.Ο.Π. στην Π.Θ (ΣΒΘΚΕ, 2013).....	154
Πίνακας 3. 20: Αριθμός εκτρεφόμενων ζώων στην Περιφέρεια Θεσσαλίας κατά τα έτη 2003 και 2014 (ΕΛΣΤΑΤ 2003 και 2014) .....	155
Πίνακας 3. 21: Ποσοστό (%) παραγωγής κτηνοτροφικών προϊόντων στην Π.Θ. επί του συνόλου της χώρας (Κερμελιώτης 2009, ΕΛΣΤΑΤ) .....	156
Πίνακας 3. 22: Υποδομές υγείας στην Π.Θ. (Υγειονομικός χάρτης (2015) και Ιδία επεξεργασία).....	156
Πίνακας 3. 23: Δείκτες της κατάστασης του εκπαιδευτικού τομέα στην Π.Θ. σε σχέση με την Ελλάδα για το έτος 2012 (Ε.Π. Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση 2013 και Ιδία επεξεργασία).....	157
Πίνακας 3. 24: Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά μονάδων βιομάζας στην Περιφέρειες Θεσσαλίας (Ιδία επεξεργασία) .....	169
Πίνακας 3. 25: Ζωικό κεφάλαιο βοοειδών στην περιοχή μελέτης για το 2015 (ΥΠΑΑΤ, 2016).....	174
Πίνακας 3. 26: Ζωικό κεφάλαιο αιγοπροβάτων στην περιοχή μελέτης για το 2015 (ΥΠΑΑΤ, 2016).....	174
Πίνακας 3. 27: Ζωικό κεφάλαιο χοίρων στην περιοχή μελέτης για το 2015 (ΥΠΑΑΤ, 2016).....	175
Πίνακας 3. 28: Όγκος αποβλήτων βοοειδών στην περιοχή μελέτης (Ιδία επεξεργασία).....	175
Πίνακας 3. 29: Όγκος αποβλήτων αιγοπροβάτων στην περιοχή μελέτης (Ιδία επεξεργασία).....	175
Πίνακας 3. 30: Όγκος αποβλήτων χοριοειδών στην περιοχή μελέτης (Ιδία επεξεργασία) .....	175
Πίνακας 3. 31: Ετήσιος παραγόμενος όγκος αποβλήτων ανά είδος ζώου των κτηνοτροφικών μονάδων της περιοχής μελέτης (Ιδία επεξεργασία).....	176
Πίνακας 3. 32: Μετατροπή του ετήσιου παραγόμενου όγκου αποβλήτων ανά είδος ζώου των κτηνοτροφικών μονάδων σε τόνους (Barker & Walls 2002, Ιδία επεξεργασία) .....	176
Πίνακας 3. 33: Ενεργειακό περιεχόμενο κτηνοτροφικών αποβλήτων (DoE, 2014).....	176
Πίνακας 3. 34: Συνολικός όγκος κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος εκτρεφόμενου ζώου το έτος ( $m^3/έτος$ ), που μπορεί να συλλεχθεί από τις κτηνοτροφικές μονάδες που απέχουν 20-26 χλμ. από κάθε μονάδα βιομάζας (ΥΠΑΑΤ 2015, Ιδία επεξεργασία).....	180
Πίνακας 3. 35: Σύνολο τόνων κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος εκτρεφόμενου ζώου το έτος ( $tonne/έτος$ ) που μπορούν να συλλεχθούν από τις κτηνοτροφικές μονάδες που απέχουν 20-26 χλμ. από κάθε μονάδα βιομάζας (Barker & Walls 2002, Ιδία επεξεργασία).....	181
Πίνακας 3. 36: Αναγωγή των τόνων των οργανικών αποβλήτων ανά έτος ( $m^3/έτος$ ) που μπορεί να διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας ξεχωριστά σε όγκο (Ιδία επεξεργασία) .....	181
Πίνακας 3. 37: Συνολικός όγκος κτηνοτροφικών οργανικών αποβλήτων ( $m^3/έτος$ ) που μπορεί να διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας (Ιδία επεξεργασία) .....	182
Πίνακας 3. 38: Συνολική ποσότητα N (kg) ανά είδος ζώου και μονάδας βιομάζας (Organics Recycling Group 2013, Ιδία επεξεργασία) .....	183

Πίνακας 3. 39: Συνολική ποσότητα Ν στο παραγόμενο από τα βοοειδή digestate (Organics Recycling Group 2013 και Ιδία επεξεργασία).....	184
Πίνακας 3. 40: Συνολική ποσότητα Ν στο παραγόμενο από τα αιγοπρόβατα digestate (Organics Recycling Group 2016 και Ιδία επεξεργασία).....	184
Πίνακας 3. 41: Η αφομοιωτική ικανότητα σε θρεπτικά συστατικά εκφρασμένες με βάση τα Ν, Ρ, Κ για τις συνηθέστερες καλλιέργειες στην Π.Θ. (Πελεκάνης κ.α., 2014) .....	186
Πίνακας 3. 42: Ενδεικτικό κόστος υλοποίησης προγράμματος συγκομιδής αποβλήτων και μεταφοράς του παραγόμενου digestate, αντιπροσωπευτικές τιμές στην ελληνική αγορά (χωρίς ΦΠΑ) (ΕΠΤΑ et al. 2014)....	188
Πίνακας 3. 43: Σύνολο εξόδων ενημερωτικής καμπάνιας (Ιδία επεξεργασία) .....	188
Πίνακας 3. 44: Σύνολο όγκου οργανικών αποβλήτων (m <sup>3</sup> /ημ.) που μπορεί να διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας (Ιδία επεξεργασία).....	189
Πίνακας 3. 45: Αριθμός δρομολογίων που απαιτείται για τη συλλογή των κτην/κών αποβλήτων digestate (Ιδία επεξεργασία) .....	189
Πίνακας 3. 46: Σύνολο εξόδων ώστε να μπορέσει να συλλεχθεί ο απαιτούμενος όγκος βιομάζας (Ιδία επεξεργασία) .....	190
Πίνακας 3. 47: Σύνολο εξόδων πριν τεθεί σε λειτουργία κάθε μονάδα βιομάζας (Ιδία επεξεργασία) .....	191
Πίνακας 3. 48: Αριθμός και κόστος βυτιοφόρων για κάθε μονάδα βιομάζας (Ιδία επεξεργασία).....	196
Πίνακας 3. 49: Υπολογισμός μισθών εργαζομένων κάθε μονάδας βιομάζας (Ιδία επεξεργασία).....	197
Πίνακας 3. 51: Μήτρα αξιολόγησης (Ιδία επεξεργασία) .....	201
Πίνακας 3. 52: SWOT Analysis για την Περιφέρεια Θεσσαλίας υπό το πρίσμα της αιφόρου ανάπτυξης.....	203
Πίνακας 3. 53: SWOT Analysis για την ανάπτυξη της ενεργειακής δραστηριότητας και την διαχείριση των κτηνοτροφικών και των τυροκομικών αποβλήτων της περιοχής μελέτης .....	204

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Πίνακας Ι. 1: Ποσοτικά χαρακτηριστικά παραγόμενων αποβλήτων ανά είδος ζώου (ΥΠΕΚΑ, 2015) .....	224
Πίνακας Ι. 2: Τυπικές τιμές μέσου ζωντανού βάρους (ΥΠΕΚΑ, 2015) .....	224
Πίνακας Ι. 3: Όγκος παραγόμενων αποβλήτων ανά είδος ζώου (ΥΠΕΚΑ, 2000) .....	225
Πίνακας Ι. 4: Αναλογία κοπριάς και ούρων (%) κατά βάρος στα παραγόμενα απόβλητα (ΥΠΕΚΑ, 2015).....	225
Πίνακας Ι. 5: Ποσοστά παραγωγής αποβλήτων βοοειδών στο στάβλο & τα προαύλια (ΥΠΕΚΑ, 2015).....	225
Πίνακας Ι. 6: Ποσότητα προστιθέμενης στρωμνής (ΥΠΕΚΑ, 2015) .....	225
Πίνακας Ι. 7: Ιδιότητες προστιθέμενης στρωμνής (ΥΠΕΚΑ, 2015).....	226
Πίνακας Ι. 8: Ποσότητα χρησιμοποιούμενου νερού καθαρισμού (ΥΠΕΚΑ, 2000) .....	226
Πίνακας Ι. 9: Ποσοστά παραγωγής στερεών και υγρών μηχανικού διαχωρισμού κτηνοτροφικών αποβλήτων (ΥΠΕΚΑ, 2015).....	226
Πίνακας Ι. 10: Ενδεικτική σύσταση χωνεμένων στερεών (compost) που προκύπτουν μέσα από μηχανικό διαχωρισμό των αποβλήτων ενός συγκεκριμένου χοιροστασίου (case study) (ΥΠΕΚΑ, 2015).....	227
Πίνακας Ι. 11: Ενδεικτική σύσταση υγρών αποβλήτων χοιροστασίου μετά την επεξεργασία τους με το σύστημα των ανοιχτών αναερόβιων δεξαμενών στις Ελληνικές συνθήκες (ΥΠΕΚΑ, 2000).....	227
Πίνακας Ι. 12: Ενδεικτικές ποσότητες λίπανσης των βασικότερων καλλιεργειών στην Ελλάδα με σκοπό τον υπολογισμό της απαιτούμενης έκτασης για διάθεση των ζωικών αποβλήτων (ΥΠΕΚΑ, 2000).....	228
Πίνακας Ι. 13: Πίνακας παροχής των σιφωνίων (σε λίτρα/δευτερόλεπτο) (ΥΠΕΚΑ, 2015) .....	228
Πίνακας Ι. 14: Μέγιστη μη διαβρωτική παροχή (ΥΠΕΚΑ, 2015).....	229
Πίνακας Ι. 15: Μέση ωριαία διηθητικότητα εδαφών (ΥΠΕΚΑ, 2000) .....	229

Πίνακας I. 16: Ενδεικτικές τιμές Ο.Σ. πριν και μετά το μηχανικό διαχωρισμό αποβλήτων βουστασιών γαλακτοπαραγωγής και χοιροστασιών (Α) σε διαχωριστή τύπου κοχλία συμπίεσης και χοιροστασιών (Β) σε διαχωριστή τύπου διπλού τυμπάνου με εναλλάξ κυλίνδρους συμπίεσης και βούρτσες σάρωσης και προσεγγιστικές τιμές μείωσης του οργανικού (ΥΠΕΚΑ, 2015).....	229
Πίνακας I. 17: Τιμές παραμέτρου υπολογισμού μόνιμου όγκου σε ανοιχτή χωμάτινη αναερόβια δεξαμενή (ΥΠΕΚΑ, 2015).....	229
Πίνακας I. 18: Ενδεικτική περιεκτικότητα σε άζωτο (μέσες τιμές) τελικών επεξεργασμένων υγρών κτηνοτροφικών αποβλήτων (υγρά εκροής Β' ΑΧΑΔ) (ΥΠΕΚΑ, 2015).....	230
Πίνακας I. 19: Ενδεικτική περιεκτικότητα σε άζωτο (μέσες τιμές) χωνεμένων στερεών αποβλήτων (ΥΠΕΚΑ, 2015).....	230
Πίνακας I. 20: Σύσταση υγρών αποβλήτων χοιροστασίου μετά την επεξεργασία τους με το σύστημα των ανοιχτών χωμάτινων αναερόβιων δεξαμενών στην περιοχή της Θήβας (Α)(1984-86) και Τανάγρας (Β)(1996-97) (ΥΠΕΚΑ, 2015).....	231

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II**

Πίνακας II. 1: Όγκος και διαστάσεις ανοιχτών αναερόβιων δεξαμενών βουστασιών γαλακτοπαραγωγής (στρογγυλοποιημένες τιμές) (ΥΠΕΚΑ, 2015).....	232
---	-----

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III**

Πίνακας III. 1: Παράδειγμα υπολογισμού όγκου αποβλήτων σε βουστάσιο 210 αγελάδων γαλακτοπαραγωγής με την παρακάτω πληθυσμιακή κατανομή (ΥΠΕΚΑ, 2015).....	236
Πίνακας III. 2: Παράδειγμα υπολογισμού όγκου αποβλήτων σε χοιροστάσιο 600 χοιρομητέρων με την παρακάτω πληθυσμιακή κατανομή (ΥΠΕΚΑ, 2015).....	239

## **Ευρετήριο Διαγραμμάτων**

Διάγραμμα 1. 1: Τυπικό διάγραμμα ροής εγκατάστασης διαχείρισης κτηνοτροφικών αποβλήτων ( χοιροστασιών, βουστασιών γαλακτοπαραγωγής, πτηνοτροφείων) (Ιδία Επεξεργασία).....	36
Διάγραμμα 1. 2: Στάδια Μετατροπής του Οργανικού Υλικού σε Μεθάνιο και Διοξείδιο του Άνθρακα με τη Διαδικασία της Αναερόβιας Χώνευσης (McCarty and Smith, 1986).....	80
Διάγραμμα 3. 3: Εξέλιξη της ΑΠΑ 2005- 2012 σε τρέχουσες τιμές (εκατ. Ευρώ) ανά κλάδο (ΕΛΣΤΑΤ, 2015).....	160

## **Ευρετήριο Εικόνων**

Εικόνα 3. 1: (α) Διοικητικά όρια Περιφέρειας Θεσσαλίας (β) (ΣΜΠΕ, 2014).....	118
Εικόνα 3. 2: Ανώτερες επιτρεπόμενες λιπαντικές μονάδες ανά εκτατική καλλιέργεια για τις περιοχές παρέμβασης του προγράμματος «Μείωση νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης» (Πελεκάνης κ.α., 2014).....	186

## **Ευρετήριο Σχημάτων**

Σχήμα 1. 1: Ετήσιο κόστος αναερόβιας επεξεργασίας και κομποστοποίησης (Edelmann, 2003).....	91
---	----



## Ευρετήριο Χαρτών

Χάρτης 3. 1: Γεωμορφολογικά και φυσικά χαρακτηριστικά της Περιφέρειας Θεσσαλίας. (Ιδία επεξεργασία)	120
Χάρτης 3. 2: Κατηγορίες μεταφορικών υποδομών στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Ιδία επεξεργασία) .....	139
Χάρτης 3. 3: Υποδομές που αφορούν την ενέργεια στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Ιδία επεξεργασία) .....	143
Χάρτης 3. 4: Τοποθεσίες ΧΥΤΑ και ΣΜΑ στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Ιδία επεξεργασία) .....	145
Χάρτης 3. 5: Χρήσεις και καλύψεις γης στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Ιδία επεξεργασία) .....	148
Χάρτης 3. 6: Μονάδες βιομάζες στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Ιδία επεξεργασία) .....	163
Χάρτης 3. 7: Κατανομή βοοειδών στην περιοχή μελέτης (Ιδία επεξεργασία) .....	171
Χάρτης 3. 8: Κατανομή αιγοπροβάτων στην περιοχή μελέτης (Ιδία επεξεργασία) .....	172
Χάρτης 3. 9: Κατανομή χοριοειδών στην περιοχή μελέτης (Ιδία επεξεργασία) .....	173
Χάρτης 3. 10: Χωρική συγκέντρωση τυροκομικών μονάδων στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Ιδία επεξεργασία) .....	178

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επιθυμία του ανθρώπου να συνεχίζει να ικανοποιεί τις ενεργειακές του ανάγκες στον ίδιο βαθμό ανεξάρτητα από την ραγδαία αύξηση του πληθυσμού έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη της τεχνολογίας για εύρεση νέων μεθόδων παραγωγής ενέργειας. Παράλληλα με τον πληθυσμό και τις ενεργειακές ανάγκες του, αυξάνεται και η παραγωγή των αποβλήτων από αστικές, βιομηχανικές και αγροτικές δραστηριότητες. Δεδομένων των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκύπτουν μέσω της αξιοποίησης των παραδοσιακών μεθόδων διαχείρισης των αποβλήτων όπως είναι τα ΧΥΤΑ και η αποτέφρωση, υπάρχει έντονα η ανάγκη εύρεσης εναλλακτικών λύσεων διαχείρισης των αποβλήτων. Για τον λόγο αυτόν έχει γίνει προσπάθεια εύρεσης μεθόδων που να συνδυάζουν τη μείωση των παραγόμενων αποβλήτων και να παράγουν ενέργεια.

Μέχρι σήμερα έχουν γίνει αρκετές διασκέψεις τόσο για την προστασία του περιβάλλοντος όσο και για την κλιματική αλλαγή με κορυφαίες τις διασκέψεις του Ρίο το 1992 και το 2012. Κύριο θέμα των διασκέψεων αυτών ήταν η βιώσιμη ανάπτυξη του πλανήτη μας ενώ απόρροια τους ήταν το συμπέρασμα πως η συνέχιση της ζωής στον πλανήτη μας απαιτεί την εφαρμογή ριζικών αλλαγών σε υποδομές όπως είναι οι ενεργειακές. Ταυτόχρονα, η Ατζέντα 2030 του ΟΗΕ υποστηρίζει πως ο πλανήτη μας θα πρέπει να προστατευτεί από την περιβαλλοντική υποβάθμιση, μέσω της βιώσιμης και αειφόρου ανάπτυξης στους τομείς της κατανάλωσης και της παραγωγής και της αξιοποίησης των φυσικών του πόρων, ούτως ώστε να μπορεί να στηρίξει τις ανάγκες της παρούσας γενιάς αλλά και των μελλοντικών γενεών. Επίσης, πρεσβεύει τον ενστερνισμό νέων πολιτικών και προγραμμάτων που θα συμβάλουν στην αύξηση της συνεισφοράς των ενεργειακών συστημάτων που είναι περιβαλλοντικά ασφαλή, αξιόπιστα και χαμηλού οικονομικού κόστους. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται σε ενεργειακά συστήματα που χρησιμοποιούν ΑΠΕ ώστε να μειώσουν τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Έμφαση στην αύξηση της χρήσης των ΑΠΕ δίνεται και μέσω της Οδηγία 2008 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου γνωστή και ως Ευρωπαϊκός στόχος του 20-20-20 για το περιβάλλον. Σύμφωνα με την οδηγία αυτή αναμένεται 20% μείωση των αερίων θερμοκηπίου, 20% αύξηση ενεργειακής αποδοτικότητας και επιπλέον αύξηση του ποσοστού ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο 20% μέχρι το 2020.

Η ανάκτηση ενέργεια από τα απόβλητα, με χρήση βιολογικών μεθόδων, δύναται να επιφέρει πολλά πλεονεκτήματα και αποτελεί μια πολύ σημαντική στρατηγική για τη διαχείριση των αποβλήτων. Δύο από τις πιο σημαντικές βιολογικές μεθόδους αποτελούν η αναερόβια χώνευση και η αερόβια χώνευση (κομποστοποίηση). Και δύο μέθοδοι χρησιμοποιούν ως καύσιμο τη βιομάζα. Σε πολλές μονάδες επεξεργασίας υγρών και στερεών αποβλήτων, προτιμάται η βιολογική διεργασία της αναερόβιας χώνευσης για τη σταθεροποίηση των αποβλήτων και τη ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας υπό μορφή βιοαερίου, καθώς πλεονεκτεί σε πολλά σημεία έναντι της αερόβιας επεξεργασίας.

Ένας από τους πιο σημαντικούς τύπους αποβλήτων που χρήζουν άμεσης διαχείρισης λόγω του ρυπαντικού τους φορτίου αλλά και λόγω του σημαντικού ενεργειακού τους φορτίου είναι τα τυροκομικά και τα κτηνοτροφικά απόβλητα. Στην πλειονότητα τους τα απόβλητα αυτά απορρίπτονται σε υδατικά οικοσυστήματα ή καίγονται. Θεωρείται ότι η αξιοποίηση των παραγόμενων αποβλήτων κυρίως από τον πρωτογενή αλλά και από τον δευτερογενή τομέα δύναται να οδηγήσει στην δημιουργία προϊόντων που είτε μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ώστε να προωθήσουν τους εν λόγω τομείς, είτε μπορούν να αποτελέσουν την πρώτη ύλη ώστε να παραχθούν νέα προϊόντα προστιθέμενης αξίας ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία. Πιο

συγκεκριμένα, μέσω της αξιοποίησης των αποβλήτων του πρωτογενούς τομέα (π.χ. κτηνοτροφικά απόβλητα, ενσίρωμα ενεργειακών φυτών) και του δευτερογενούς τομέα (π.χ. τυροκομικά απόβλητα) μέσω της μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης δύναται να παραχθεί ένα προϊόν που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί, η χωνεμένη βιοϊλύς (digestate) αλλά και δύο νέα προϊόντα το βιοαέριο και υψηλής ποιότητας οργανικό λίπασμα, απαλλαγμένο από παθογόνα βακτήρια και πλούσιο σε φώσφορο και οργανική ουσία. Η επιχειρηματική δραστηριότητα στον εν λόγω τομέα στην Ελλάδα στο σύνολο της αλλά και στη Περιφέρεια Θεσσαλίας (Π.Θ.) ειδικότερα μπορεί να χαρακτηριστεί περιορισμένη καθώς δίνεται προτεραιότητα στη σωστή διαχείριση των ΑΣΑ. Θεωρείται όμως, πως η υψηλή διαθεσιμότητα πρώτης ύλης για την παραγωγή βιοαερίου, digestate και οργανικού λιπάσματος αλλά και οι πολυάριθμες εκτάσεις της Περιφέρειας που έχουν ανάγκη συστηματικής λίπανσης, θα οδηγήσουν σε βιώσιμες επενδύσεις στον συγκεκριμένο τομέα. Μάλιστα, οι ερευνητικοί φορείς της Θεσσαλίας εγγυώνται πως η ύπαρξη τεχνογνωσίας μπορεί να οδηγήσει στη βέλτιστη διασύνδεση μεταξύ του επιχειρηματικού κεφαλαίου και του ερευνητικού δυναμικού της Περιφέρειας. Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή γίνεται προσπάθεια να διαπιστωθεί κατά πόσο είναι δυνατόν να εφαρμοστεί στην Π.Θ. ένα συλλογικό πρόγραμμα αξιοποίησης των κτηνοτροφικών και τυροκομικών αποβλήτων μέσω της μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης, αλλά και το αντίκτυπο που θα είχε αυτή η εφαρμογή στην οικονομική ανάπτυξη τόσο της Περιφέρειας Θεσσαλίας όσο και του κράτους στο σύνολό του. Συγκεκριμένα ερευνάται σε ποιόν βαθμό είναι δυνατόν να καλυφθούν οι ανάγκες για βιομάζα των αδειοδοτημένων μονάδων βιομάζας στην Π.Θ. αλλά και ποιος είναι ο αριθμός των στρεμμάτων που μπορούν να αξιοποιήσουν το παραγόμενο digestate για να ενισχύσουν τη γονιμότητα τους με φυσικό τρόπο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΠΙΣΚΟΠΙΣΗ

### ΠΡΩΤΟ:

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ

## 1. ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

### 1.1 Εισαγωγή στην έννοια των κτηνοτροφικών αποβλήτων

Με τον όρο κτηνοτροφικά απόβλητα νοούνται όλα τα υγρά και στερεά απόβλητα που παράγονται από τα ενσταβλισμένα αγροτικά ζώα. Η παραγωγή αυτών των υγρών και στερεών αποβλήτων είναι αποτέλεσμα της διαδικασίας του μεταβολισμού των ζώων της τροφή που παρέχεται σε αυτά καθώς και αποτέλεσμα τυχόν διαφυγών που προκύπτουν κατά την διανομή της τροφής σε αυτά. Η παραγόμενη ποσότητα των αποβλήτων εξαρτάται από την συχνότητα της γευμάτων που παρέχονται στα ζώα αλλά και από τον αριθμό των ενσταβλισμένων ζώων. Η παραγωγή των εν λόγω αποβλήτων συνοδεύεται και από έκλυση δυσάρεστων οσμών αλλά και από την παραγωγή οργανικής και ανόργανης φύσεως ρύπων που δύναται να ρυπάνουν τον τελικό αποδέκτη των αποβλήτων είτε αυτός είναι υδατικός είτε είναι εδαφικός (Γεωργακάκης, 1998).

Οι οργανικοί ρύποι, κατά κύριο λόγο, αποτελούν απόρροια της μη αφομοίωσης των ζωοτροφών από το πεπτικό σύστημα των ζώων και σε μικρότερο ποσοστό αποτέλεσμα του διασκορπισμού των ζωοτροφών στα αποχετευτικά κανάλια. Τα κτηνοτροφικά απόβλητα, αποτελούνται από οργανικές ουσίες σε ποσοστό που ξεπερνά το 70% της οργανικής τους σύστασης, με αποτέλεσμα τα αποχετευτικά κανάλια να αποδέχονται μεγάλες ποσότητες μεθανοβακτηρίων που προέρχονται από το πεπτικό σύστημα των ζώων. Η ανάπτυξη των μεθανοβακτηρίων εξαρτάται από την δυνατότητα τους να αξιοποιήσουν το άφθονο διαθέσιμο υπόστρωμα αλλά και από τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία και το pH. Καθώς αναπτύσσονται αυτοί οι μικροοργανισμοί παράγουν νερό, διοξείδιο του άνθρακα και δύοσσομες ουσίες όπως είναι το υδρόθειο, η αμμωνία και το μεθάνιο. Επίσης, τα κτηνοτροφικά απόβλητα χαρακτηρίζονται και από υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων όπως άζωτο, φωσφόρο, κάλιο, υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα και αυξημένη συγκέντρωση βορίου (IMAST, 2011).

Η τελική μορφή των ζωικών αποβλήτων διαφέρει ανάλογα με το είδος σταβλισμού, το είδος των εκτρεφόμενων ζώων, τον τρόπο συλλογής και απομάκρυνσης των αποβλήτων από τους χώρους εκτροφής, τον τρόπο αποθήκευσης και την περιεκτικότητά τους σε ολικά στερεά (Ο.Σ.) (ΥΠΕΚΑ, 2000). Ο παραγόμενος όγκος των αποβλήτων είναι αλληλένδετα δεμένος με παράγοντες όπως είναι το είδος, η ηλικία, το βάρος των ζώων αλλά και η συχνότητα διατροφής τους. Ο συνολικός όμως όγκος των αποβλήτων είναι πάντοτε μεγαλύτερος από τον παραγόμενο καθώς ο παραγόμενος εμπλουτίζεται με νερό προερχόμενο είτε από τον καθαρισμό των χώρων διαβίωσης των ζώων είτε από βροχοπτώσεις και διαρροές. Ακόμη, ο παραγόμενος όγκος εμπλουτίζεται και από στρωμνή όπως είναι το άχυρο και τα υπολείμματα των ζωοτροφών.

Για να μπορέσει να υπολογιστεί ο συνολικός όγκος των αποβλήτων, πρέπει να καθοριστεί η σχέση του νερού και των στερεών αποβλήτων με βάση την οποία τα κτηνοτροφικά απόβλητα χωρίζονται σε στερεής, ημί-στερεής, ημί-ρευστής και υγρής μορφής (IMAST, 2011).

- Ως **στερεά** θεωρούνται αυτά στα οποία η υγρασία καταλαμβάνει ποσοστό μικρότερο του 80% ή αυτά στα οποία τα Ολικά Στερεά (ΟΣ) καταλαμβάνουν ποσοστό μεγαλύτερο του 20%. Σε αυτήν την κατηγορία υπάγονται απόβλητα όπως είναι κοπριά αιγοπροβάτων και πτηνών, η κοπριά βουστασίων και χοιροστασίων αναμιγμένη με στρωμνή και τα στερεά φυγοκεντρικού διαχωρισμού υγρών αποβλήτων χοιροστασίων
- Ως **ημί-στερεά** θεωρούνται αυτά που η υγρασία αποτελεί το 80-85% της σύστασής τους ή αυτά που τα ΟΣ αποτελούν το 15-20% της σύστασής τους. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα απόβλητα από τα χοιροστάσια και από βουστάσια, με την μορφή που παράγονται από τα ζώα (κοπριά και ούρα), τα απόβλητα χοιροστασίων όπως βγαίνουν από τους στάβλους μετά από τον εμπλουτισμό τους με νερό και οι λάσπες των δεξαμενών συγκέντρωσης, επεξεργασίας και αποθήκευσης.
- Ως **ημί-ρευστά** θεωρούνται αυτά που η υγρασία κυμαίνεται στο 85-90% ή αυτά που τα ΟΣ κυμαίνονται στο 10-15%, Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα απόβλητα βουστασίων και χοιροστασίων όπως παράγονται από τα ζώα (κοπριά και ούρα), όλα τα απόβλητα των χοιροστασίων στην μορφή που βγαίνουν από τους στάβλους αφού έχουν υποστεί αραίωση με νερά πλύσεως και όλες οι λάσπες των δεξαμενών συγκέντρωσης επεξεργασίας και αποθήκευσης.
- Ως **υγρά** θεωρούνται αυτά στα οποία η υγρασία ξεπέρασε το 95% ή αυτά στα οποία τα ΟΣ είναι λιγότερα από το 5% της σύστασής τους. Εδώ εντάσσονται τα υγρά απόβλητα των χοιροστασίων όπως παράγονται από τους στάβλους (συμπεριλαμβανομένων των νερών πλυσίματος και βροχής), τα υγρά που προέρχονται από την στράγγιση των κοπροσωρών (χοιροστασίων και βουστασίων) και τα υγρά τα προερχόμενα από τα συστήματα με προορισμό τον τελικό αποδέκτη.

Η γνώση του τρόπου παραγωγής των προϊόντων δίνει την δυνατότητα να προσδιοριστεί ο συνολικός όγκος των αποβλήτων και κατ' επέκταση να είναι εφικτός ο τρόπος διαχείρισής τους. Τα στερεά απόβλητα δύναται να αξιοποιηθούν ως λίπανση εδάφους αφού υποστούν επεξεργασία, ενώ τα υγρά απόβλητα μετά την επεξεργασία τους μπορούν να αξιοποιηθούν αρδεύοντας αυτοφυή ή καλλιεργούμενα φυτά. Η λειτουργία των κτηνοτροφικών μονάδων που θα διαχειρίζονται τα απόβλητα τους σύμφωνα με τις οδηγίες της Ε.Ε., και θα χωροθετούνται κοντά σε καλλιεργούμενες εκτάσεις θα μπορούσε να συνεπάγεται άμεσα την αύξηση της αξιοποίησης του παραγόμενου κομποστ αλλά και την μείωση των εξόδων των παραγωγών αφού η γονιμότητα των εδαφών τους δεν θα βασίζεται πια σε χημικά λιπάσματα.

## 1.2 Υφιστάμενο Θεσμικό πλαίσιο

Τα υπόγεια ύδατα αποτελούν πολύτιμους φυσικούς πόρους και η εξασφάλιση της καλής ποιότητας αυτών αλλά και του εδάφους αποτελούν προϋπόθεση της διατήρησης της ισορροπίας των οικοσυστημάτων. Στην χώρα μας παρατηρείται έντονη κτηνοτροφική ανάπτυξη που συνδέεται με αρκετά περιβαλλοντικά προβλήματα όπως την υποβάθμιση της ποιότητας των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων και του εδάφους, δεδομένης της μη ορθολογικής διαχείρισης των κτηνοτροφικών αποβλήτων (υγρών και στερεών) καθώς και την εξάντληση των υπόγειων αποθεμάτων υδάτων και την αύξηση της αλατότητας λόγω υπεράντλησης. Τα κτηνοτροφικά απόβλητα χαρακτηρίζονται από υψηλό οργανικό φορτίο αλλά και από υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων όπως είναι το άζωτο, το φωσφόρο, το κάλιο και το βόριο.

Τα προβλήματα που δύναται να προκληθούν από την αλόγιστη χρήση των κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων έχουν αναγνωριστεί από την Ε.Ε. και ως εκ τούτου πραγματοποιούνται χρηματοδοτικές ενέργειες ώστε να βελτιωθεί η διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων. Αποτέλεσμα αυτών των ενεργειών είναι με την πάροδο των χρόνων να παρατηρείται αλλαγή στον τρόπο διαχείρισης των αποβλήτων. Οι αλλαγές αυτές οφείλονται, τόσο στην πρόοδο της τεχνολογίας όσο και στην αντιμετώπιση της κατάστασης από τα Υπουργεία και τις Κυβερνήσεις. Οι αλλαγές που παρατηρούνται ενσωματώνονται στην ελληνική πραγματικότητα μέσω της Νομοθεσίας και της επιβολής κυρώσεων. Ωστόσο, η αλλαγή της νοοτροπίας, σε ότι αφορά τα περιβαλλοντικά ζητήματα, είναι κυρίως απόρροια των ενεργειών των περιβαλλοντικών οργανώσεων διότι κατάφεραν να ευαισθητοποιήσουν και να αφυπνίσουν τους πολίτες.

## **1.2.1 Ευρωπαϊκό Κοινοτικό Πλαίσιο**

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 21ης Οκτωβρίου 2009 περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 (κανονισμός για τα ζωικά υποπροϊόντα)**

Μέσω του κανονισμού 1069/2009 γίνεται γνωστό ότι ζωικά υποπροϊόντα είναι αυτά που προέρχονται από τη σφαγή των ζώων για κατανάλωση από τον άνθρωπο, από την παραγωγή προϊόντων ζωικής προέλευσης όπως είναι τα γαλακτοκομικά και αυτά που προκύπτουν από την απόρριψη των νεκρών ζώων στα πλαίσια μέτρων ελέγχου ασθενειών. Όλα τα ζωικά υποπροϊόντα ανεξάρτητα από την πηγή τους, μπορούν να προσβάλουν την δημοσία υγεία, την υγεία των ζώων και γενικά το περιβάλλον. Για τον λόγο αυτό, έπειτα, δίνονται οδηγίες σχετικά με την ορθή διαχείριση τους.

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2015/9 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 6ης Ιανουαρίου 2015 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 142/2011 για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και για την εφαρμογή της οδηγίας 97/78/ΕΚ του Συμβουλίου όσον αφορά ορισμένα δείγματα και τεμάχια που εξαιρούνται από κτηνιατρικούς ελέγχους στα σύνορα οι οποίοι αναφέρονται στην εν λόγω οδηγία**

Ο κανονισμός 2015/9 καθορίζει τους κανόνες που πρέπει να τηρούνται ώστε να διασφαλίζεται η δημόσια υγεία και η υγεία των ζώων από τα ζωικά υποπροϊόντα και τα παράγωγα προϊόντα τους. Ανώτερος σκοπός του είναι να αποτραπούν και να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία και την υγεία των ζώων που προέρχονται από τα προϊόντα αυτά, και ιδίως να προστατευτεί η ασφάλεια της τροφικής αλυσίδας των ανθρώπων και των ζώων. Γίνεται εκτενής παρουσίαση των βημάτων που πρέπει να ακολουθούνται από τα κράτη μέλη της Ε.Ε. ώστε να γίνεται ορθή διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων

**Οδηγία 96/61/ΕΚ του συμβουλίου της 24<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1996 σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης**

Σκοπός της οδηγίας είναι να αναφερθούν όλες οι ιδιαίτερα ρυπογόνες διεργασίες που δύναται να προκληθούν από βαριές βιομηχανίες μέσα στις οποίες συμπεριλαμβάνονται και τα μεγάλης

δυναμικότητας πτηνοτροφεία και χοιροστάσια. Αναφέρεται ότι πρέπει να εφαρμοστούν όλες οι δραστηριότητες που θα βοηθήσουν στην μείωση της εναπόθεσης ρυπογόνων ουσιών στο περιβάλλον και στην επίτευξη υψηλού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό τους, με την επιφύλαξη της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ και των άλλων σχετικών κοινοτικών απαιτήσεων. Ακόμα, αναφέρεται πως οι αρμόδιες αρχές, κάθε κράτους μέλους, θα πρέπει να πραγματοποιούν ελέγχους ώστε να διαπιστώνεται η ορθή λειτουργία κάθε μονάδας. Τέλος, περιγράφονται οι απαραίτητες διαδικασίες ώστε να χορηγηθεί άδεια για την λειτουργία νέων εγκαταστάσεων.

### **Οδηγία για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης - (Αρ. 91/676/ΕΟΚ)**

Μέσω της εν λόγω ευρωπαϊκής οδηγίας καταδικάζεται η αλόγιστη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων και κόπρου που δύναται να προκαλέσουν σημαντικούς περιβαλλοντικούς κινδύνους. Επίσης, αναφέρεται ότι είναι απαραίτητη η κοινή δράση ώστε να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά τα προβλήματα που ανακύπτουν από την εντατική κτηνοτροφία και πως η κάθε χώρα μέλος της Ε.Ε. θα πρέπει να λαμβάνει περισσότερο σοβαρά υπόψη της την περιβαλλοντική πολιτική. Τέλος, γίνεται ξεκάθαρο πως κύρια πηγή της διάχυτης ρύπανσης των υδάτων αποτελούν τα νιτρικά ιόντα γεωργικής προέλευσης και πως είναι αναγκαίο να ληφθούν τα μέτρα που είναι απαραίτητα ώστε να προληφθεί περαιτέρω επιδείνωση της με σκοπό την προστασία της ανθρώπινης υγείας, των ζωντανών πόρων και των υδάτινων οικοσυστημάτων.

## **1.2.2 Ελληνικό Κοινοτικό Πλαίσιο**

### **ΠΔ 211/2006 (ΦΕΚ 211Α/05.06.06), Συμπληρωματικά μέτρα εκτέλεσης του Κανονισμού 1774/2002/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3ης Οκτωβρίου 2002 για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο**

Μέσω του ΠΔ 211/2006 δίνονται προδιαγραφές για την εγκατάσταση μονάδων λιπασματοποίησης και αναερόβιας χώνευσης (παρασκευές βιοαερίου), αλλά και για την αδειοδότηση και την ορθή λειτουργία των εν λόγω μονάδων. Επίσης, γίνεται προσέγγιση για την θέσπιση των κριτηρίων των οργανικών λιπασμάτων από υλικά από αυτές τις κατηγορίες όπως και αναφορά για τις ενέργειες που πρέπει να επιτελούνται από τους παραγωγούς και τους διαχειριστές ώστε να τηρούνται οι κτηνιατρικές υγειονομικές απαιτήσεις. Τέλος, γίνεται αναφορά στην διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί ώστε να δοθεί η απαιτούμενη άδεια λειτουργίας μονάδων διαχείρισης ζωικών υποπροϊόντων.

### **Υ.Α. 85167/820/2000 - Έγκριση κώδικα ορθής γεωργικής πρακτικής**

Μέσω του κώδικα ορθής γεωργικής πρακτικής ορίζονται οι σωστοί τρόποι εφαρμογής των λιπασμάτων ώστε να μην προκύπτουν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα στους εδαφικούς και υδατικούς αποδέκτες όπως είναι η αυξημένη συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων. Επίσης, ορίζονται οι τρόποι με τους οποίους θα πρέπει να διαχειριζόμαστε τα κτηνοτροφικά απόβλητα ανά είδος ζώου αλλά και οι τρόποι με τους οποίους θα πρέπει να γίνεται η άρδευση ώστε να περιοριστεί η βαθιά διήθηση του νερού καθώς και η επιφανειακή απορροή που ενισχύουν την έκπλυση των νιτρικών. Τέλος, ορίζονται οι τρόποι αποθήκευσης, μεταφοράς και χρήσης των γεωργικών

φαρμάκων αλλά και οι τρόποι συλλογής και μεταχείρισης των αποβλήτων των γεωργικών φαρμάκων

**Υ.Α. Υ1β/2000/1995 - Υγειονομική Διάταξη Περί όρων ιδρύσεως και λειτουργίας πτηνο-κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων**

Η παρούσα Υγειονομική Διάταξη προσδιορίζει τα χαρακτηριστικά τα οποία είναι απαραίτητα να έχουν οι εγκαταστάσεις ώστε να ορίζονται ως πτηνο-κτηνοτροφικές. Επίσης, ορίζονται οι ελάχιστες αποστάσεις των εγκαταστάσεων αυτών από περιοχές όπως είναι οι πόλεις και τα υδατικά οικοσυστήματα (ποτάμια, λίμνες). Τέλος, δίνονται πληροφορίες σχετικά με τη συλλογή, αποθήκευση, επεξεργασία και διάθεση των υγρών αποβλήτων και της στερεάς κόπρου αλλά και πληροφορίες σχετικά τις διαδικασίες που πρέπει να τηρηθούν ώστε να δοθούν οι σχετικές άδειες ιδρύσεως και λειτουργίας των πτηνο-κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων.

**Ν. 3010/2002 - Εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με τις οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ, διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις**

Μέσω αυτού του Νόμου γίνεται διαχωρισμός των έργων και των δραστηριοτήτων τα οποία αναμένεται να πραγματοποιηθούν, σε τρεις κατηγορίες με βάση τον βαθμό επικινδυνότητας τους σε ότι αφορά την προστασία του περιβάλλοντος. Μάλιστα, για τα έργα τα οποία αναμένεται να προκαλέσουν σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα καθορίζονται περιβαλλοντικοί όροι που επιβάλλεται να υλοποιούνται. Επίσης, μέσω του Νόμου 3010/2002 γίνεται καθορισμός των κριτηρίων με βάση τα οποία χωροθετούνται τα υδατορέματα ώστε να αποτραπεί η υποβάθμισή τους.

**ΚΥΑ 262345 (ΦΕΚ 323/Β/2010), Συμπληρωματικά μέτρα εφαρμογής των μέτρων ειδικής στήριξης σε εκτέλεση του άρθρου 68 του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 73/2009 του Συμβουλίου και του Κανονισμού 1120/2009 της Επιτροπής**

Σκοπός της παρούσας απόφασης είναι οι θέσπιση ρυθμίσεων για την εφαρμογή των μέτρων ειδικής στήριξης για την τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των βοοτροφικών εκμεταλλεύσεων κρεοπαραγωγικής κατεύθυνσης και την αποτροπή της εγκατάλειψης της παραγωγής βόειου κρέατος καθώς και τη διατήρηση της εκτροφής αιγοπροβάτων με παράλληλη αξιοποίηση των βοσκοτόπων στις ορεινές και μειονεκτικές περιοχές της χώρας που έχουν καθορισθεί με την Οδηγία 85/148/ΕΟΚ, όπως αυτή ισχύει κάθε φορά, για την αντιστάθμιση των ειδικών μειονεκτημάτων των περιοχών αυτών.

**ΚΥΑ 16190/1335/1997 (ΦΕΚ Β' 519), Μέτρα και όροι για την προστασία των νερών από νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης**

Σκοπός της παρούσας ΚΥΑ είναι η Συμπλήρωση μέρους της υπ' αριθμόν 19652/1906/1999 ΚΥΑ έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ολοκληρωμένη προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος που υφίσταται ή ενδέχεται να υποστεί νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης από την χερσαία περιοχή που χαρακτηρίζεται με την παρούσα απόφαση ως ευπρόσβλητη ζώνη.



## 1.3 Χαρακτηριστικά των Κτηνοτροφικών Αποβλήτων

### 1.3.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Κατά την εκτροφή των αγροτικών ζώων, ως αποτέλεσμα των μεταβολικών διεργασιών των τροφών με τα οποία σιτίζονται αλλά και των διαφυγών που προκύπτουν καθώς διανέμεται η τροφή και το νερό σε αυτά, παράγονται υγρά και στερεά απόβλητα. Καθώς παράγονται αυτά τα απόβλητα εκλύονται στην ατμόσφαιρα έντονες δυσάρεστες οσμές και μεταφέρονται στο περιβάλλον οργανικοί και ανόργανοι ρύποι που υποβαθμίζουν τον τελικό αποδέκτη. Τα κύρια χαρακτηριστικά των κτηνοτροφικών αποβλήτων είναι το οργανικό τους φορτίο και ο μικρός όγκος τους συγκριτικά με τον όγκο των βιομηχανικών τροφίμων αλλά και τον όγκο των αστικών λυμάτων.

Πιο αναλυτικά, τα κτηνοτροφικά απόβλητα αποτελούνται από οργανικές ουσίες σε ποσοστό μεγαλύτερο του 70%. Οι οργανικές ουσίες προέρχονται κατά κύριο λόγο από τις ζωοτροφές που δεν αφομοιώθηκαν από το πεπτικό σύστημα των ζώων και δευτερευόντως από τις ζωοτροφές διέφυγαν προς τα αποχετευτικά κανάλια. Λόγω της προέλευσης τους τα απόβλητα αυτά αποτελούνται από μικροοργανισμούς όπως είναι τα μεθανοβακτήρια που εμπεριέχονται στο πεπτικό σύστημα των ζώων. Οι μικροοργανισμοί αυτοί αναπτύσσονται με βάση τις επικρατούσες συνθήκες όπως είναι η θερμοκρασία και το pH. Κατά την ανάπτυξή τους παρατηρείται έκλυση διαφόρων δυσάρεστων οσμών όπως είναι το υδρόθειο, η αμμωνία, το μεθάνιο και οι αμίνες που υποβαθμίζουν τον αποδέκτη. Η ένταση των οσμών εξαρτάται από τις συνθήκες διατήρησης των αποβλήτων (Θεσσαλός κ.α., 1988).

Τα κτηνοτροφικά απόβλητα στο σύνολο τους έχουν τρία συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, τον όγκο τους, το ρυπαντικό φορτίο τους και τον ισοδύναμο πληθυσμό τους. Συνοπτική πληροφόρηση για τα χαρακτηριστικά αυτά ακολουθεί εν συνεχεία.

### 1.3.2 Όγκος κτηνοτροφικών αποβλήτων

Όπως προαναφέρθηκε, ο όγκος του συνόλου των κτηνοτροφικών αποβλήτων εξαρτάται από το είδος, την ηλικία, το βάρος των ζώων αλλά και τη συχνότητα διατροφής τους και πως εμπλουτίζονται με νερό. Λόγω της συχνής αδυναμίας υπολογισμού του ακριβούς συνολικού όγκου, ο υπολογισμός του γίνεται προσεγγιστικά. Για τα ελληνικά δεδομένα, ο παραγόμενος μέσος ημερήσιος όγκος των μικτών αποβλήτων (σύρα, κοπριά και νερά πλύσεως) προσδιορίζεται ως εξής (Καραπιδάκης, 2008):

- Για τους **χοίρους** όταν το μέσο βάρος τους είναι 70 κιλά, ο μικτός όγκος τους αντιστοιχεί σε 7-10 λίτρα ημερησίως και υπολογίζεται μέσω της συνάρτησης:  
 $120 \text{ λίτρα} / \text{ημέρα} * 1000 \text{ κιλά ζωντανού βάρους}$
- Για τα **μοσχάρια** όταν το μέσο βάρος τους είναι 400 κιλά, ο μικτός όγκος τους αντιστοιχεί σε 35-50 λίτρα ημερησίως και υπολογίζεται μέσω της συνάρτησης:  
 $100 \text{ λίτρα} / \text{ημέρα} * 1000 \text{ κιλά ζωντανού βάρους}$

Η κοπριά που διαχωρίζεται από τα μεικτά απόβλητα με μηχανικό τρόπο, αντιστοιχεί στο 45% του όγκου των μικτών αποβλήτων.

Η μελέτη και ο σχεδιασμός μια μονάδας επεξεργασίας και διάθεσης αποβλήτων των κτηνοτροφικών μονάδων για τα πιο συνηθισμένα ζώα, αν δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία, μπορεί να γίνει με βάση τον Πίνακα 1.1 που ακολουθεί.

## Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας

Πίνακας 1. 1: Ενδεικτικά στοιχεία κατανάλωσης νερού και παραγωγής κοπριάς, από σύγχρονες κτηνοτροφικές μονάδες (Taiganides, 1978)

Είδος ζώων	Είδος σταβλισμού	Μέγεθος ζώων Kg/κεφ.	Χρόνος εκτροφής/ημέρες	Κατανάλωση νερού l/κεφ.ημ.	Κοπριά	
					Kg/κεφ.ημ	Kg T Z.B.ημ
1	2	3	4	5	6	7
<b>1. ΠΟΥΛΕΡΙΚΑ</b>						
<b>Κρεατοπαραγωγή</b>	Στεγασμένος (στρωμνή)	0-2	40-60	0.1-0.2	0.05-0.06	
<b>Αυγοπαραγωγή</b>	Στεγασμένος (κλουβιά ή στρωμνή)	1.5-2	400	0.15-0.2	0.0.2	66
<b>Γαλοπούλες</b>	Ανοιχτός	2-4	120-170	0.3-0.5	0.3-0.6	
<b>Πάπιες</b>	Ανοιχτός-υγρός	0.5-4	40-60	40-130	-	
<b>2. ΒΟΟΕΙΔΗ</b>						
<b>Γαλακτοφόρες αγελάδες</b>	Βουστάσιο Ελεύθερο Βουστάσιο	500-650 500-650	- -	60-320 100-130	40-60 40-60	94
<b>Μοσχάρια</b>	Με προσάυλιο Ανοιχτός Στεγασμένος (σχαρωτό ή συμπαγές δάπεδο)	500-600 250-500 250-500	- 100-180 100-180	120-320 40-120 20-120	40-60 2-20 10-30	46
<b>3. ΧΟΙΡΙΝΑ</b>	Ανοιχτός ή στεγασμένος (χωμάτινο, σχαρωτό ή συμπαγές δάπεδο)	20-100	150-180	4-20	1-5	51
<b>4. ΠΡΟΒΑΤΑ</b>						
<b>Αρνιά</b>	Σταγασμένα	30-60	40-150	4-7	1.5-3	
<b>Πρόβατα</b>	Ανοιχτός ή στεγασμένος	50-100	40-150	7-13	2-4	36
<b>5. ΑΛΟΓΑ</b>	Σταβλισμένα	300-600	-	30-40	20-60	

### 1.3.3 Ρυπαντικό Φορτίο

Η εκτίμηση του φορτίου ρύπανσης των αποβλήτων βασίζεται σε παράγοντες όπως ο όγκος τους, το βιοχημικά και χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD<sub>5</sub>, COD), τα ολικά και πτητικά στερεά, το ολικό άζωτο (N), το φώσφορο (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) και το κάλιο (K<sub>2</sub>O). Ο καθορισμός των παραγόντων αυτών, γίνεται με βάση το ζωντανό βάρος των ζώων, με βάση το οποίο γίνεται και ο σχεδιασμός των εγκαταστάσεων των κτηνοτροφικών μονάδων. Η πυκνότητα των παραγόμενων υγρών κτηνοτροφικών αποβλήτων, σε ότι αφορά το ρυπαντικό τους φορτίο, υπολογίζεται με βάση τον ημερήσιο όγκο των αποβλήτων (αποχωρήματα, ούρα, νερά καθαρισμού δαπέδων) ανά την μονάδα του ζωικού πληθυσμού και ποικίλει ανάλογα με το είδος του ζώου, τις συνθήκες σταβλισμού αλλά και τις συνήθειες των κτηνοτρόφων της κάθε περιοχής. Στον Πίνακα 2.2 που ακολουθεί, δίνονται κάποια στοιχεία σχετικά με τους παράγοντες που προαναφέρθηκαν και κάποια από τα πιο συνηθισμένα εκτρεφόμενα ζώα (Πρίφτης, 2009).

Πίνακας 1. 2 : Ενδεικτικά στοιχεία για τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων ορισμένων ειδών εκτρεφόμενων ζώων (Taiganides, 1978)

Παράγοντες	Ποσότητα, kg/ημ. X 1000 kg. Z.B.*					
	Συμβολισμός	Κότες αυγοπαραγωγής	Γαλακτοφόρες αγελάδες	Μοσχάρια	Χοιρινά	Πρόβατα
1	2	3	4	5	6	7
Υγρά απόβλητα (αποχωρήματα και ούρα: ουροκόπρος)	TWW	66	94	46	51	36
Βιοχ. Απαιτ. Οξυγόνο	BOD <sub>5</sub>	3.6	1.8	1.3	2.2	0.9
Ισοδύναμο πληθυσμού (άτ./100kg. Z.B.)	PE**	67	33.5	24	41	16.7
Σχέση COD/BOD <sub>5</sub>	Λόγος	4.3	7.2	5.7	3.3	12.8
Ολικά στερεά	TTS	16.8	8.8	7.9	6.9	10.7
Ολικό άζωτο	N	0.99	0.36	0.55	0.39	0.43
Φωσφόρος <sup>(1)</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.77	0.10	0.08	0.17	0.15
Κάλιο	K <sub>2</sub> O	0.35	0.15	0.13	0.10	0.31

(1) Για τον υπολογισμό του στοιχειακού P: (πολλαπλ.) x 0.44

Για τον υπολογισμό του στοιχειακού K: (πολλαπλ.) x 0.83

\* Z.B. = ζωντανό βάρος ζώων (TLW = Total live weight)

\*\*P.E. = Population equivalent (ισοδύναμο πληθυσμού), υπολογίστηκε με βάση: BOD<sub>5</sub> = 54 g/ατ.ημ.

### 1.3.4 Ισοδύναμο πληθυσμού

Το ισοδύναμο πληθυσμού (P.E. Population equivalent) μιας κτηνοτροφικής πηγής ρύπανσης όπως είναι μια χοιροτροφική μονάδα, μπορεί να υπολογιστεί με διαίρεση του ημερήσιου οργανικού φορτίου (kg BOD<sub>5</sub> /ανά ημέρα ) με την τιμή 54g/άτομο ανά ημέρα που αντιστοιχεί συμβατικά σε κάθε άτομο με βάση τις ευρωπαϊκές συνθήκες. Προκύπτει πάντως, πως η ισοδυναμία αυτή δεν είναι απόλυτη στην περίπτωση του υπολογισμού των ζωικών αποβλήτων καθώς, το BOD<sub>5</sub> των κτηνοτροφικών αποβλήτων αποτελεί ποσοστό μικρότερο του 60% του ολικού BOD<sub>5</sub> ενώ στην περίπτωση των αστικών αποβλήτων το BOD<sub>5</sub> αυτών αποτελεί ποσοστό περίπου ίσο με το 80% του ολικού BOD<sub>5</sub> (Πρίφτης, 2009).

Από τα προαναφερθέντα, συμπεραίνουμε πως ο αποδέκτης θα ρυπανθεί σε μεγαλύτερο ποσοστό από τα κτηνοτροφικά απόβλητα συγκριτικά με την ρύπανση που θα υποστεί από τα αστικά λύματα.

#### Παράδειγμα

Υπολογισμός πληθυσμιακού ισοδύναμου χοιροτροφικής μονάδας. Να βρεθεί το ισοδύναμο πληθυσμού χοιροτροφικής μονάδας με 1000 χοιρομητέρες και ο αντίστοιχος πληθυσμός χοίρων. Λύση

α) Συνολικό ζωντανό βάρος και BOD<sub>5</sub>

Z.B. = 585.200 Kg

BOD<sub>5</sub> = 1.287 Kg/ημ.

β) Ισοδύναμο πληθυσμού

PE = 585.200 Kg x 41 ατ./1000 Kg Z.B. = **24.000 άτομα** ή

PE = 1.287 Kg/ημ./ 54 g/ατ.ημ.= **24.000 άτομα**

## 1.4 Συστήματα Διαχείρισης Κτηνοτροφικών Αποβλήτων

### 1.4.1 Εισαγωγή

Σε καθημερινή βάση ερχόμαστε αντιμέτωποι με την αλληλεπίδραση που βάλλεται μεταξύ των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων. Αυτή η αλληλεπίδραση, επισύρει αλλαγές σε σημαντικό βαθμό σε παράγοντες όπως είναι η οικολογική ισορροπία, η υγεία και η ποιότητα της ζωής των ανθρώπων, η πολιτιστική παράδοση αλλά και οι αισθητικές αξίες. Με απώτερο σκοπό τον περιορισμό αυτών των αλλαγών, θεωρείται πλέον επιτακτική η ανάγκη της διαχείρισης των αποβλήτων μας σύμφωνα με τις αρχές της αειφορικότητας. Η αρχές της αειφορικότητας πρεσβεύουν ότι η ικανοποίηση των καθημερινών μας αναγκών θα πρέπει να γίνονται με τέτοιο τρόπο που θα διασφαλίζεται και η ικανοποίηση των αναγκών των μελλοντικών γενεών. Η εφαρμογή της αειφόρου διαχείρισης των αποβλήτων είναι υποχρέωση και ευθύνη όλων.

Ένα από τα είδη των αποβλήτων που απαιτεί ιδιαίτερη μεταχείριση είναι τα κτηνοτροφικά απόβλητα, τα οποία μέσω ορθής διαχείρισης είναι σε θέση να συμβάλουν δυναμικά όχι απλώς στην προστασία τους περιβάλλοντος αλλά και στην παραγωγή ενέργειας. Η σωστή διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων αποτελεί, σε αρχικό στάδιο, κύρια ευθύνη του ιδιοκτήτη κάθε κτηνοτροφικής εγκατάστασης, όχι μόνο για λόγους υγιεινής και αισθητικής, αλλά γενικότερα για την προστασία του περιβάλλοντος της ευρύτερης περιοχής.

### 1.4.2 Διαχείριση των Κτηνοτροφικών Αποβλήτων (έξω από τον στάβλο)

Η διαχείριση των αποβλήτων έξω από τον στάβλο, ουσιαστικά αφορά την επεξεργασία και την διάθεση του τελικού προϊόντος. Πριν την επιλογή της μεθόδου με την οποία θα διαχειριστούν τα κτηνοτροφικά απόβλητα, θα πρέπει να μελετηθεί διεξοδικά η μονάδα παραγωγής των αποβλήτων αλλά και οι δυνατότητες του τελικού αποδέκτη που αναμένεται να δεχτεί το τελικό προϊόν. Ένα σύστημα διαχείρισης αποβλήτων, μπορεί να θεωρηθεί ως επιτυχημένο, μόνο όταν συνδυάζει μεθόδους που διασφαλίζουν την προστασία του περιβάλλοντος και επιτρέπουν την οικονομική και απλή λειτουργία και συντήρηση των εγκαταστάσεων. Οι εφαρμοζόμενες μέθοδοι μπορεί να επηρεάζονται από νομικούς, διοικητικούς, δανειοδοτικούς και κοινωνικοπολιτικούς περιορισμούς, ανάλογα με τις απαιτήσεις προστασίας του περιβάλλοντος σε κάθε περιοχή. Η επιλογή της εφαρμοζόμενης μεθόδου θα πρέπει να βασίζεται σε μια βασική αρχή, ότι το πρόβλημα της διαχείρισης των αποβλήτων θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ολοκληρωτικά επί τόπου και να μην μεταφέρεται μέρος του σε άλλη περιοχή ή να δημιουργείται νέο πρόβλημα σε άλλη περιοχή. Σε ότι αφορά τον αποδέκτη των επεξεργασμένων αποβλήτων, η μέθοδος διαφέρει αν ο τελικός αποδέκτης

είναι το φυσικό έδαφος, κάποιο υδάτινο οικοσύστημα ή κάποιος σταθμός επεξεργασίας αστικοβιομηχανικών αποβλήτων. Επίσης, πρέπει να εκτιμηθούν και οι ιδιαίτερες συνθήκες του αποδέκτη, δηλαδή τα χαρακτηριστικά του εδάφους, η σχέση βροχόπτωσης και επιφανειακής απορροής, η απόσταση από κατοικημένες περιοχές και τέλος οι κοινωνικοπολιτικές συνθήκες της περιοχής.

Μετά την ενδεδειγμένη επεξεργασία των παραπάνω παραγόντων, μπορεί να γίνει η επιλογή της κατά περίπτωση καλύτερης μεθόδου. Σύμφωνα με τη διεθνή εμπειρία, η διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων μπορεί να επιτευχθεί με τις εξής μεθόδους:

- Φυσικές
- Χημικές
- Βιολογικές

Πιο ειδικά, μέσω των φυσικών και χημικών μεθόδων δύναται να απομακρυνθούν τα χονδρόκοκα αιωρούμενα και επιπλέοντα συστατικά και να ομογενοποιηθούν και να διακριθούν τα απόβλητα που αναμένεται να εναποτεθούν σε περιοχές γεωργικού ενδιαφέροντος. Μέχρι πριν μερικά χρόνια, οι φυσικοί και χημικοί μέθοδοι χρησιμοποιούνταν περισσότερο, αλλά δεδομένων των περιβαλλοντικών προβλημάτων τα οποία προέκυπταν, οδήγησαν στην σταδιακή εγκατάληψη τους και στην υιοθέτηση άλλων μεθόδων διαχείρισης. Μια από αυτές τις μεθόδους αποτελεί η βιολογική επεξεργασία των κτηνοτροφικών αποβλήτων εκ των οποίων η πιο διαδεδομένη είναι η αναερόβια χώνευση που οδηγεί σε βιοαέριο και χωνεμένη οργανική ύλη (κομπόστ) που είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν οργανικό λίπασμα. Είναι απαραίτητο να αναφερθεί πως μέσω των βιολογικών μεθόδων μειώνεται σημαντικά το ρυπαντικό φορτίο οργανικής προέλευσης.

Από τις μεθόδους που προαναφέρθηκαν, οι βιολογικές μέθοδοι και συγκεκριμένα η αναερόβια χώνευση θεωρείται ως η πιο πολλά υποσχόμενη μέθοδος εφαρμογής διαχείρισης των κτηνοτροφικών αποβλήτων. Χαρακτηριστική είναι η αύξηση του αριθμού των μονάδων που υπάρχουν στην Ευρώπη καθώς το 1996 στην Ευρώπη υπήρχαν 470 εγκαταστάσεις αναερόβιας χώνευσης κτηνοτροφικών αποβλήτων, οι οποίες αυξήθηκαν κατά 150 τα επόμενα 7 χρόνια. Από τις χώρες στην Ευρώπη, η Γερμανία είναι η χώρα στην οποία βρίσκεται ο μεγαλύτερος αριθμός εγκαταστάσεων AX, ακολουθεί η Ελβετία και η Αυστρία. Η αξιοποίηση των κτηνοτροφικών αποβλήτων μέσω της μεθόδου της AX λαμβάνει χώρα και στην Αμερική αλλά και στην Ασία, συγκεκριμένα σύμφωνα με στοιχεία της DQY η μεγαλύτερη μονάδα αναερόβιας χώνευσης κτηνοτροφικών αποβλήτων βρίσκεται στην Κίνα, η οποία διαχειρίζεται σε 4 χωνευτήρες απόβλητα 3.000.000 κοτόπουλων αυγοπαραγωγής, παρέχοντας ηλεκτρική ενέργεια της τάξεως των 14 GWh το χρόνο στο εθνικό δίκτυο της Κίνας (Σιούλας, 2010).

Μέσω της σωστής διαχείρισης των κτηνοτροφικών αποβλήτων επιτυγχάνεται (Γεωργακάκης, 2010):

- Η απομάκρυνση των αποβλήτων από τις τάφρους και τα κανάλια αποχέτευσης, που υπάρχουν μέσα στα κτίρια εκτροφής καθώς και στα προαύλια άσκησης των ζώων
- Η αποτελεσματική επεξεργασία (κυρίως βιολογική) και αποθήκευσή των αποβλήτων
- Η ελεγχόμενη διάθεση των επεξεργασμένων τελικών εκροών ή στερεών σε κατάλληλο αποδέκτη

Η πλειονότητα των επεξεργασμένων κτηνοτροφικών αποβλήτων καταλήγει στο γεωργικό έδαφος, δεδομένης της αξιοποίησης της ως εδαφοβελτιωτικό καλλιεργειών και αυτοφυών φυτών. Η χρησιμοποίηση των κτηνοτροφικών αποβλήτων ως εδαφοβελτιωτικό δύναται να εμπλουτίσει και να βελτιώσει τη σύσταση του εδάφους με τις οργανικές ουσίες και τα θρεπτικά στοιχεία που περιέχει.

Η βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων επιτυγχάνεται μέσω της παραμονής τους σε ειδικά διαμορφωμένες εγκαταστάσεις, μέχρι να ολοκληρωθεί η ανάπτυξη συγκεκριμένων μικροοργανισμών που θα εξουδετερώσουν το οργανικής προέλευσης ρυπαντικό φορτίο. Ανάλογα με το είδος του μικροοργανισμού που θα δημιουργηθεί αλλά και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες θα δημιουργηθεί, η βιολογική επεξεργασία διακρίνεται σε αναερόβια και αερόβια. Αν η βιολογική επεξεργασία δεν στεφτεί με επιτυχία ενέχει σοβαρό κίνδυνο πρόκλησης προβλημάτων ρύπανσης και μόλυνσης μέσω της ανεξέλεγκτης απελευθέρωσης παθογόνων μικροοργανισμών στο περιβάλλον. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή της βιολογικής επεξεργασίας (αναερόβια, αερόβια ή συνδυασμό των δύο) αλλά και η αποθήκευση των υγρών αποβλήτων καταλήγει στην παραγωγή υγρών, σχετικά άοσμων και πλούσιων σε θρεπτικά συστατικά, τα οποία είναι κατάλληλα για εδαφική διάθεση. Σχετικά με τη βιολογική επεξεργασία των στερεών αποβλήτων (κομποστοποίηση, αναερόβια χώνευση) προκύπτουν προϊόντα όπως είναι το κομπόστ, το οποίο αξιοποιείται για τον εμπλουτισμό των καλλιεργούμενων εδαφών με θρεπτικά συστατικά και καλής ποιότητας οργανική ουσία (χουμικές ενώσεις), αλλά και βιοαέριο (ΑΧ) το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας με φιλικό προς τον περιβάλλον τρόπο (Γεωργακάκης, 2010). Μια ακόμα βιολογική μέθοδο αποτελεί και η βιολογική ξήρανση που απώτερος σκοπός της είναι να μειωθεί η υγρασία των αποβλήτων σε ποσοστό 15 – 20% κατά βάρος (Οικονομόπουλος, 2007). Το τελικό ξηρό προϊόν θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας, κομπόστ και βιοαερίου γεγονός που συνεπάγεται ότι η μέθοδος της ξήρανσης θα μπορούσε να βοηθήσει στην επίτευξη των στόχων όπως αυτοί τίθενται από την Εθνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία σχετικά με την διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων και την παραγωγή εναλλακτικών μορφών ενέργειας (Σωτηρόπουλος et al. 2013).

### **1.4.3 Γεωργικές Πρακτικές σχετικά με την Διαχείριση και την Αποθήκευση των Στερεών Κτηνοτροφικών Απόβλητων (μέσα στον στάβλο)**

Η διαχείριση των αποβλήτων της κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος των ενσταβλισμένων ζώων, το σύνολο των ζώων, το είδος σταβλισμού που εφαρμόζεται, τον τρόπο συγκομιδής και απομάκρυνσης των αποβλήτων από τους χώρους διαμονής, τον τρόπο αποθήκευσης και την περιεκτικότητά τους σε ολικά στερεά (Γεωργακάκης, 2010).

Σύμφωνα με το ΥΠΕΚΑ, υπάρχουν κάποιες συγκεκριμένες ορθές γεωργικές πρακτικές σε ότι αφορά την διαχείριση των στερεών κτηνοτροφικών αποβλήτων, η εφαρμογή των οποίων θα διασφαλίζει την προστασία του περιβάλλοντος μέσω της ελαχιστοποίησης των πιθανοτήτων νιτρορύπανσης των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων.

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων χρίζει ευκολότερης μεταχείρισης από τα υγρά, τόσο όσον αφορά την κατασκευή των εγκαταστάσεων διαχείρισης τους όσο και από πλευράς λειτουργίας τους. Για το λόγο αυτό θεωρείται απαραίτητη η αποφυγή του εμπλουτισμού των στερεών αποβλήτων με υγρά, ώστε να είναι εφικτή η εύκολη διαχείριση τους ως αμιγώς στερεά. Σκόπιμη θεωρείται και η αποφυγή της αποστράγγισης του νερού της βροχής, των στεγών, των προαυλίων κ.λπ. στις δεξαμενές των στερεών αποβλήτων.

Εν συνεχεία παρουσιάζονται όλες οι προτεινόμενες από το ΥΠΕΚΑ πρακτικές.

- Ο χώρος στον οποίο συγκεντρώνονται και φυλάσσονται όλα τα στερεά κτηνοτροφικά απόβλητα είναι ειδικά διαμορφωμένοι και τα απόβλητα σχηματίζουν κοπροσωρούς. Οι χώροι αυτοί θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από τις εξής παραμέτρους (ΥΠΕΚΑ, 2015):
  - Οι διαστάσεις του χώρου θα πρέπει να διασφαλίζουν την επαρκή αποθήκευση των επεξεργασμένων αποβλήτων για τουλάχιστον χρονικό διάστημα ίσο με αυτό που απαγορεύεται η διάθεση των αποβλήτων στο έδαφος, όπως αναφέρεται στην παράγραφο 11 του άρθρου 7 της Οδηγίας 91/676/ΕΚ. Επίσης, καλό θα είναι να υπολογίζεται χώρος και για ένα επιπλέον χρονικό διάστημα ίσο με 30 ημέρες για περιπτώσεις που οι καιρικές συνθήκες δεν θα επιτρέπουν και πάλι την διάθεση των αποβλήτων στο έδαφος. Βεβαία να αναφερθεί πως η υπολογισμός της έκτασης του αποθηκευτικού χώρου διαφέρει ανάλογα με την περιοχή και πως μπορεί να γίνει με βάση τα στοιχεία των παραγόμενων αποβλήτων που δίνονται στους Πίνακες του Παραρτήματος II και τα τυπικά παραδείγματα υπολογισμού, που παρατίθενται στο Παράρτημα IV της Οδηγίας 91/676/ΕΚ.
  - Η χωροθέτηση του χώρου θα πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την κατεύθυνση των ανέμων, ώστε να μην προκαλούνται προβλήματα σε κατοικημένες περιοχές. Επίσης, ο χώρος της εγκατάστασης θα πρέπει να βρίσκεται τουλάχιστον 100 μέτρα από πηγές, πηγάδια και γεωτρήσεις και τουλάχιστον 50 μέτρα από επιφανειακά νερά -ποτάμια, λίμνες και αποστραγγιστικές τάφρους.
  - Είναι απαραίτητο να υπάρχουν οι σχετικές άδειες κατασκευής και τήρησης των περιβαλλοντικών όρων, όπως αναφέρονται στον ν. 4056/2012 (ΦΕΚ Α' 52) αλλά και να λαμβάνονται όλα τα σχετικά με την πρόληψη της επιφανειακής και υπόγειας απορροής μέτρα.
  - Σχετικά με την διαμόρφωση του δαπέδου του χώρου, θα πρέπει να είναι στεγανό και να έχει μια μικρή κλίση προς τα πάνω. Επίσης, θα πρέπει να είναι εντοιχισμένος με οπλισμένο σκυρόδεμα και να έχει τσιμεντένια πλατφόρμα (κοπροσωρός) με κλίση 5-6% προς ένα ειδικά κατασκευασμένο κανάλι συλλογής υγρών στράγγισης το οποίο θα οδηγεί σε φρεάτιο συλλογής ή σε στεγανή δεξαμενή όπου εναποτίθενται τα υγρά από τις κτηνοτροφικές διεργασίες. Το δάπεδο θα πρέπει να είναι εφοδιασμένο με προστατευτικό τοιχίο κατά τις δύο ή τρεις πλευρές, ύψους το λιγότερο 1,5 μέτρο, για αποφυγή διασκορπισμού των αποβλήτων. Το τοιχίο που θα βρίσκεται συνάμα στην μεγάλη πλευρά, θα πρέπει να έχει κάθετες 'σχισμές' πλάτους 3-5 εκατοστών και ύψους ενός μέτρου, έτσι ώστε να διευκολύνεται η στράγγιση του κοπροσωρού. Η ανάγκη της εφαρμογής της αποστράγγισης γίνεται επιτακτική σε περίπτωση που ο κοπροσωρός βρίσκεται κάτω από ελαφρύ στέγαστρο όπως είναι το στέγαστρο θερμοκηπιακού τύπου (Χατζηδιάκος, 2011).
- Η παραμονή των κτηνοτροφικών αποβλήτων στους στάβλους θα πρέπει να συνδυάζεται και με μερική χώνευση, σε διαφορετική περίπτωση, τα απόβλητα θα πρέπει να παραμένουν στον κοπροσωρό για 3 με 6 μήνες. Το χρονικό διάστημα της εν λόγω παραμονής εξαρτάται από την συχνότητα της συστηματικής αναμόχλευσης και ύγρανσης από τον παραγωγό μέχρι την περάτωση της διαδικασίας της φυσικής χώνευσής τους. Η διαδικασία της χώνευσης μπορεί να επισπεφτεί και να βελτιωθεί μέσω της μείωσης της έκλυσης οσμών, με την εφαρμογή μιας πρακτικής. Συγκεκριμένα, μέσω της προσθήκης υλικών δύναται να αυξηθεί η περιεκτικότητα της σύστασης των αποβλήτων σε οργανικό άνθρακα ή να

μειωθεί η υπάρχουσα υγρασία των φρέσκων αποβλήτων ή να υποβοηθηθεί η κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό του κοπροσωρού. Κάποια από τα υλικά αυτά είναι τα υπολείμματα εκκοκκιστηρίων βάμβακος, τα λέπυρα ρυζιού, τα τρίμματα λιγνίτη, η τριμμένη ελαφρόπετρα, το πριονίδι και το άχυρο.

- Με την χρήση στρωμνής, όπως κατά την οργάνωση της πτηνοτροφικής κρεατοπαραγωγής και κατά την οργάνωση των αιγο-προβατοστασιών και των βουστασιών, δημιουργούνται στερεά απόβλητα. Πρέπει να τονισθεί, πως ο όγκος της στρωμνής μεταβάλλεται σημαντικά με την χρήση της, συγκεκριμένα μειώνεται σε ποσοστό 50%. Αν η στρωμνή είναι θερμή, η κοπριά πρέπει να παραμείνει στο στάβλο για 2 με 8 μήνες, ανάλογα με το είδος της κτηνοτροφικής μονάδας, έτσι ώστε όταν απομακρύνεται μαζί με τη στρωμνή να έχει επιτευχθεί χώνευση σε σημαντικό ποσοστό. Με αυτό τον τρόπο, δεν είναι απαραίτητη η παραμονή της κοπριάς στον κοπροσωρό αλλά είναι δυνατή η διάθεση της ως οργανικό λίπασμα σε καλλιέργειες. Αν η διάθεση της κοπριάς σε καλλιέργειες είναι εξασφαλισμένη, η κατασκευή μόνιμου χώρου αποθήκευσης του κοπροσωρού δεν είναι αναγκαία. Όλες οι ενέργειες πρέπει να γίνονται λαμβάνοντας υπόψη την διασφάλιση της αποφυγής της ρύπανσης των υπόγειων και των υπέργειων υδάτων.
- Αν τα παραγόμενα απόβλητα είναι ημιστερεά, όπως τα απόβλητα των βουστασιών γαλακτοπαραγωγής, η αραίωση των αποβλήτων με νερά προερχόμενα από το πλύσιμο του αμελκτριού ή των χώρων στέγασης των ζώων ή με τα νερά των δεξαμενών αποθήκευσης και επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων είναι απαραίτητη, έτσι ώστε μετά τα απόβλητα να υποστούν επεξεργασία αντίστοιχη με αυτήν που υφίστανται τα υγρά απόβλητα.
- Η κοπριά η οποία δεν αναμιγνύεται με υγρά στράγγισης, όπως είναι η κοπριά στρωμνής, δεν πρέπει να αποθηκεύεται για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 3 εβδομάδων. Αναγκαία θεωρείται η παρεμπόδιση της εισόδου του νερού της βροχής με περιφερειακά αυλάκια αλλά και πλαστικά φύλλα.

Η θέση που όπου θα γίνεται η αποθήκευση της κοπριάς θα πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- να καταλαμβάνει την ελάχιστη δυνατή έκταση
- να μην υπόκειται σε κίνδυνο πλημμύρας ή κορεσμού
- να βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη των 50 μέτρων από υπόγεια ύδατα (πηγές, πηγάδια και γεωτρήσεις) ή σε απόσταση μικρότερη των 10 μέτρων από επιφανειακά ύδατα (ποτάμια, λίμνες και αποστραγγιστικές τάφρους)
- να μην έχει κλίση μεγαλύτερη από 8%

#### **1.4.4 Γεωργικές Πρακτικές σχετικά με την Διαχείριση και την Αποθήκευση των Υγρών Κτηνοτροφικών Απόβλητων (μέσα στον στάβλο)**

Όπως υπάρχουν διαμορφωμένες για τα στερεά απόβλητα ορθές γεωργικές πρακτικές για την διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων από το ΥΠΕΚΑ, έτσι υπάρχουν και για τα υγρά απόβλητα. Σκοπός τους είναι και πάλι η διασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος μέσω της ελαχιστοποίησης των πιθανοτήτων νιτρορύπανσης των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι ο αριθμός των υδατικών πόρων είναι περιορισμένος στην Ελλάδα. Επιπλέον, το νερό δεν είναι τόσο ικανό να εξουδετερώνει την ρύπανση όσο είναι το έδαφος. Σε ότι



αφορά την ανόργανη ρύπανση η εξουδετέρωση της βασίζεται στην αραίωση ενώ σχετικά με την οργανική στην ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό. Αντίθετα με το νερό, το έδαφος είναι εξαιρετικά ικανό να εξουδετερώνει την ρύπανση αλλά και να αξιοποιεί τους ρυπογόνους παράγοντες, οι οποίοι δεδομένης της ορθολογικής εφαρμογής τους, μπορούν να θεωρηθούν ως πηγές θρεπτικών στοιχείων και υποκαταστήσουν τα χημικά λιπάσματα. Λαμβάνοντας υπόψη όσα περιγράφηκαν, οι υδάτινοι αποδέκτες θα πρέπει να αποκλείονται από τη χρήση και να χρησιμοποιούνται μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις εξαιρετικής ανάγκης. Τέλος, να τονιστεί και πως σύμφωνα με τις σχετικές υπάρχουσες νομοθεσίες, η χρήση των υδάτων ως αποδέκτες των αποβλήτων είναι αυστηρά απαγορευτική.

Εν συνεχεία γίνεται παρουσίαση των προτεινόμενων από το ΥΠΕΚΑ πρακτικών.

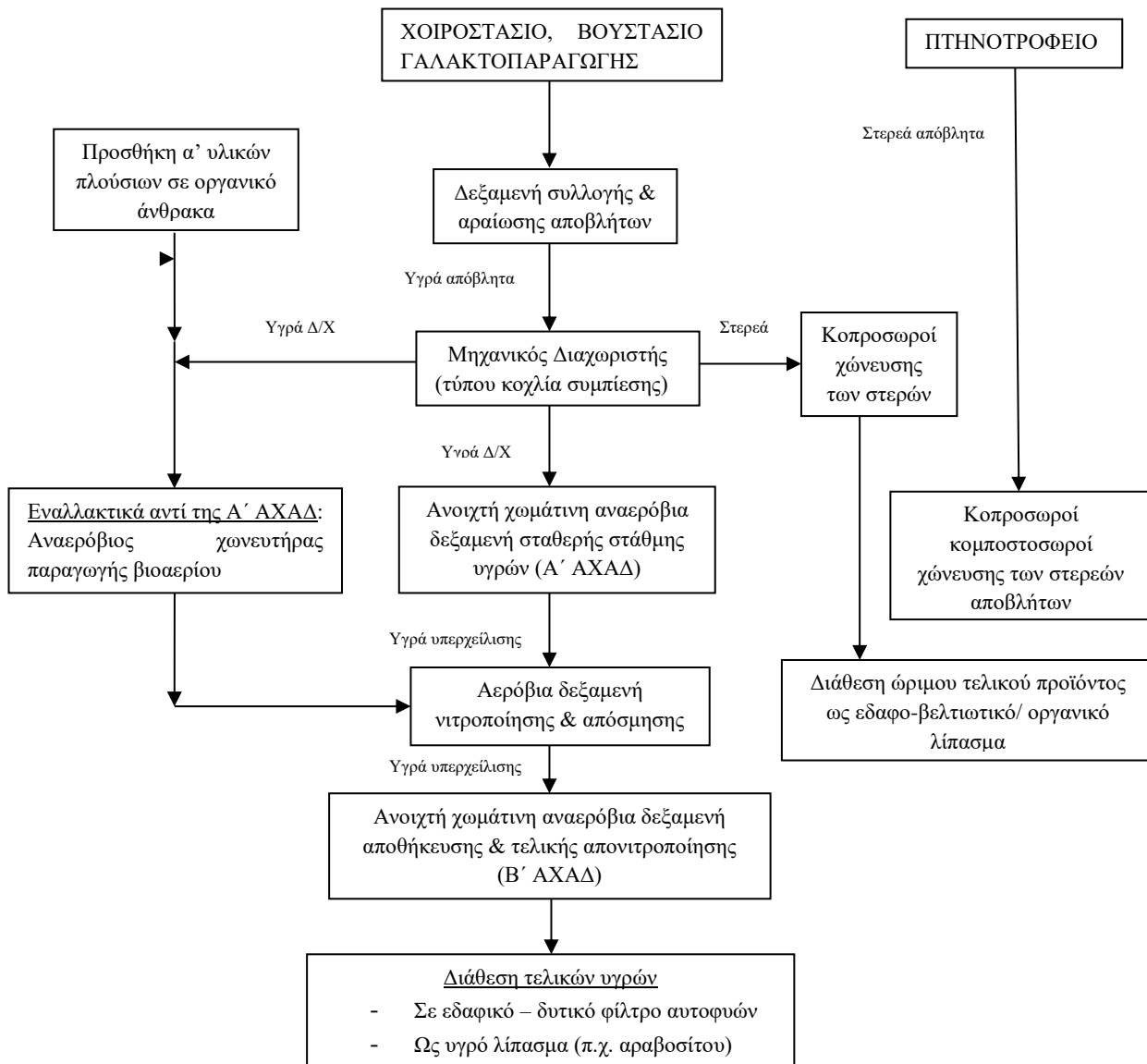
- Για την διευκόλυνση της περαιτέρω επεξεργασία των υγρών αποβλήτων που προκύπτουν από τα χοιροστάσια και τα βουστάσια γαλακτοπαραγωγής, πρέπει να επιτελείται μηχανικός διαχωρισμός τους σε αμιγώς στερεά και αμιγώς υγρά απόβλητα με σκοπό την απομάκρυνση όλων των στερεών υλικών που θα δημιουργούν προσμίξεις. Ο τελικός συνολικός όγκος των αποβλήτων που παράγονται από τα βουστάσια και τα χοιροστάσια είναι αρκετά μεγαλύτερος από τον αρχικό όγκο που παράγεται από τα ζώα, λόγω της ανάμιξης των αποβλήτων με νερό αραίωσης (υγρά από πλυσίματα χώρων και υγρά από διαρροές). Ο όγκος του συνόλου των αποβλήτων θα πρέπει να επιτηρείται από τον παραγωγό συστηματικά, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στο στάδιο της αραίωσης, κυρίως για λόγους οικονομίας και ευκολίας χειρισμού του.
- Η συλλογή των υγρών αποβλήτων των χοιροστασιών και των βουστασιών γαλακτοπαραγωγής πρέπει να γίνεται σε καθημερινή βάση σε μια τσιμεντένια δεξαμενή τετράγωνου ή κυκλικού σχηματισμού. Μέσα σε αυτήν την δεξαμενή εκτός από συλλογή των αποβλήτων θα επιτελείται και ομογενοποίηση και εξισορρόπηση αυτών. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της ομογενοποίησης, τα απόβλητα θα οδηγούνται στον μηχανικό διαχωρισμό. Το βάθος της δεξαμενής θα είναι 2 - 3 μέτρα και η χωρητικότητα της θα είναι ίση τουλάχιστον με τον ημερήσιο παραγόμενο όγκο αποβλήτων στη μονάδα. Ακόμα, η δεξαμενή θα πρέπει να έχει μηχανικό αναδευτήρα, τύπου εμβαπτιζόμενης προπέλας (μίξερ), έτσι ώστε η ομογενοποίηση να γίνεται με επιτυχία, και να είναι πλήρως στεγασμένη, για λόγους αποφυγής διαρροών οσμών αλλά και εισόδου νερού της βροχής.
- Ο διαχωρισμός των αποβλήτων σε στερεά και υγρά θα πρέπει να γίνεται με μηχανήματα τελευταίας τεχνολογίας, που θα είναι κλειστά ώστε να συγκρατούνται οι δυσάρεστες οσμές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το μηχάνημα τύπου κοχλία συμπίεσης που διαθέτει οπές στα κόσκινα διαμέτρου 0,50-0,75 χιλιοστών.  
Ο διαχωρισμός γίνεται συγκεκριμένα στις δύο ακόλουθες ροές:
  - α. αμιγώς υγρής μορφής με όγκο ίσο με 75-95% του αρχικού και υγρασία πάνω από 90% κ.β.
  - β. αμιγώς στερεής μορφής με όγκο ίσο με 5-25% του αρχικού και υγρασία κάτω από 75% κ.β.

Η επεξεργασία των απορριμμάτων των ροών είναι πολύ πιο εύκολη από την επεξεργασία των απορριμμάτων όταν βρίσκονται στην αρχική τους μορφή. Μετά την ολοκλήρωση του διαχωρισμού, τα απόβλητα καταλήγουν σε χωριστές εγκαταστάσεις αποθήκευσης - επεξεργασίας.

- Σε ότι αφορά τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης – επεξεργασίας των αποβλήτων, τα στερεά απόβλητα καταλήγουν στους προβλεπόμενους κοπρωσώρους, ενώ τα υγρά σε μια προβλεπόμενη ανοιχτή χωμάτινη αναερόβια δεξαμενή (Α' ΑΧΑΔ) βάθους μεγαλύτερο από 4 μέτρα ώστε να υποστούν φυσική αναερόβια χώνευση και στη συνέχεια τοποθετούνται σε μια άλλη δεξαμενή (Β' ΑΧΑΔ) αποθήκευσης.
- Κατά την παραμονή των υγρών αποβλήτων στην δεύτερη ΑΧΑΔ αποθήκευσης, τα απόβλητα υφίστανται μια συμπληρωματική φυσική αναερόβια χώνευση για διάστημα 120-180 ημερών, πριν την διάθεση τους σε εδαφικό αποδέκτη. Η μόνη περίπτωση στην οποία οι δύο ΑΧΑΔ μπορούν να αντικατασταθούν από μια κοινή ΑΧΑΔ είναι όταν τα υγρά απόβλητα προέρχονται από βουστάσια γαλακτοπαραγωγής και έχουν μικρό όγκο. Το περιεχόμενο της δεύτερης ή της κοινής ΑΧΑΔ, αφαιρουμένου ενός μόνιμου όγκου που πρέπει να διατηρείται για να εξασφαλίζεται η αποτελεσματική βιολογική λειτουργία της, μπορεί να διατίθεται σταδιακά και προγραμματισμένα στον προβλεπόμενο εδαφικό αποδέκτη μετά τη λήξη της περιόδου απαγόρευσης και κυρίως κατά τη θερινή περίοδο για λίπανση καλλιεργειών, κυρίως φυτών αραβοσίτου, ή για απορρόφηση σε εδαφικό – φυτικό φίλτρο ανάπτυξης αυτοφυών φυτών.
- Είναι σημαντικό κατά την κατασκευή της Β' ΑΧΑΔ να τηρούνται κάποιες ιδιαίτερες προϋποθέσεις ώστε να διασφαλίζεται η ασφαλής και επαρκής παραμονή των αποβλήτων μέχρι να είναι δυνατή η διάθεση τους στο έδαφος. Πιο συγκεκριμένα, η χωρητικότητα της δεξαμενής πρέπει να είναι τέτοια που τα απόβλητα θα μπορούν να παρμένουν εκεί για όσο χρονικό διάστημα προβλέπεται αλλά και για επιπλέον ένα διάστημα 30 ημερών ασφαλείας για περιπτώσεις που η εδαφική διάθεση δεν είναι δυνατή λόγω καιρικών συνθηκών όπως είναι οι ξαφνικές βροχές και ο παγετός. Το χρονικό αυτό διάστημα στην Ελλάδα φτάνει μέχρι και τους 4 μήνες, ανάλογα βέβαια και την περιοχή.
- Η εγκατάσταση ΑΧΑΔ υγρών αποβλήτων θα πρέπει να εδράζεται σε περιοχή που θα απέχει τουλάχιστον 50 μέτρα από επιφανειακά ύδατα (ποτάμια, λίμνες, αποστραγγιστικές τάφρους) και τουλάχιστον 100 μέτρα από υπόγεια ύδατα (πηγές, πηγάδια και γεωτρήσεις).
- Οι ΑΧΑΔ πρέπει να στεγανοποιούνται με ειδικά πλαστικά φύλλα στον πυθμένα και τα πρανή τους.
- Ο όγκος των αποβλήτων που διατίθεται στην δεξαμενή Α' ΑΧΑΔ είναι μεγάλος και η φυσική ψυχρόφιλη αναερόβια χώνευση είναι μια διαδικασία αρκετά χρονοβόρα. Για το λόγο αυτό, γίνονται έρευνες σχετικά με την δυνατότητα αντικατάστασής της δεξαμενής, μερικώς ή ολικώς, από άλλη μικρότερη, κλειστή, θερμαινόμενη όπου θα επιτελείται αναερόβια χώνευση. Τέτοιου τύπου δεξαμενές είναι γνωστές ως μεσόφιλοι αναερόβιοι χωνευτήρες ή βιοαντιδραστήρες. Οι δεξαμενές αυτές λειτουργούν σε θερμοκρασία 30-45°C και τροφοδοτούνται σε καθημερινή βάση με υγρά κτηνοτροφικά απόβλητα, υγρά απόβλητα ή υπολείμματα της παραγωγικής διαδικασίας τροφίμων (πλούσιων σε οργανικό άνθρακα), όπως τυρόγαλα, υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων και υπολείμματα σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων. Η αξιοποίηση όλων των υγρών αποβλήτων που προαναφέρθηκαν μπορεί να συνεισφέρει στην παραγωγή βιοαερίου το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί στην παραγωγή θερμικής ή και ηλεκτρικής ενέργειας. Η εισαγωγή αυτού του τύπου δεξαμενής στην διαχείριση των υγρών αποβλήτων, δύναται να συνεισφέρει στην μείωση του ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων αλλά και της έκλυσης ενοχλητικών οσμών, καθώς και στην αποκόμιση οικονομικού οφέλους από την πώληση ή την ίδια χρήση της παραγόμενης ενέργειας από το βιοαέριο.
- Σε περιπτώσεις που η διάθεση των αποβλήτων δεν είναι εξασφαλισμένη, ο παραγωγός μπορεί να προβεί στην ένταξη μιας επιπλέον εγκατάστασης όπου θα επιτελείται αερόβια επεξεργασία – νιτροποίηση και θα παρεμβάλλεται μεταξύ της Α' και της Β' ΑΧΑΔ.

Συγκεκριμένα, η επιπλέον αυτή εγκατάσταση θα παρεμβάλλεται μεταξύ του αναερόβιου χωνευτήρα και της Β' ΑΧΑΔ, με την Α' ΑΧΑΔ να περιορίζεται σημαντικά σε όγκο ή να υποκαθίσταται πλήρως από τον αναερόβιο χωνευτήρα. Η ύπαρξη της Β' ΑΧΑΔ μπορεί να συμβάλει στην μείωση του κόστους κατασκευής και λειτουργίας της εγκατάστασης της αερόβιας νιτροποίησης των υγρών. Η εγκατάσταση αυτή μπορεί να είναι χωμάτινη επενδυμένη με ειδικά πλαστικά φύλλα, εφοδιασμένη με πολύστροφους χαμηλού κόστους επιφανειακούς πλωτούς οξυγονωτές, και ενσωματωμένη εσωτερικά (αντί χωριστής εξωτερικής) με δεξαμενή καθίζησης. Η ολοκλήρωση της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης λαμβάνει χώρα στην Β' ΑΧΑΔ όπου συνδυάζεται με απονιτροποίηση. Αποτέλεσμα των διεργασιών που διενεργούνται στην Β' ΑΧΑΔ είναι η παραγωγή άοσμων υγρών με μικρή ποσότητα νιτρικών ιόντων που είναι σε θέση να διατεθούν σε εδαφικούς αποδέκτες όταν αυτό είναι εφικτό.

- Συνοψίζοντας, λαμβάνοντας υπόψη τις νομοθετικές και τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις, η διαχείριση των υγρών κτηνοτροφικών αποβλήτων (χοιροστασίων, βουστασίων γαλακτοπαραγωγής και πτηνοτροφείων) πρέπει να γίνεται όπως περιγράφεται στον Διάγραμμα 1.1 που ακολουθεί.



**Διάγραμμα 1. 1:** Τυπικό διάγραμμα ροής εγκατάστασης διαχείρισης κτηνοτροφικών αποβλήτων (χοιροστασίων, βουστασίων γαλακτοπαραγωγής, πτηνοτροφείων) (Ίδια Επεξεργασία)

Αν στην κτηνοτροφική μονάδα επιτελείται παραγωγή υγρών αποβλήτων καθαρής σχετική σύστασης, όπως είναι τα υγρά πλύσεως του αμελκτηρίου, συνίσταται τα απόβλητα αυτά να αποθηκεύονται χωριστά από τα απόβλητα των ζώων.

Κατά τον χειρισμό των υγρών αποβλήτων θα πρέπει να εξασφαλίζονται οι εξής παράμετροι (ΥΠΕΚΑ, 2000, Χατζηδιάκος, 2011):

- Ο περιορισμός της απώλειας θρεπτικών στοιχείων
- Η μείωση της οργανικής ουσίας των υγρών αποβλήτων
- Η αξιοπιστία και η απλότητα της μεθόδου χειρισμού
- Η μείωση του κόστους κατασκευής και λειτουργίας των εγκαταστάσεων

- Όταν πραγματοποιείται διάθεση τους σε εδάφη με κλίση, θα πρέπει να γίνεται σε τέτοια ποσότητα και με τέτοια μέθοδο που να αποκλείεται η απορροή
- Η αποφυγή της διάθεσης τους στο έδαφος σε περιόδους βροχοπτώσεων και κυρίως όταν το έδαφος χαρακτηρίζεται εδαφοκορεσμένο ή όταν είναι παγωμένο
- Ο εμποτισμός των φυτών με καθαρής ποιότητας νερά, θα πρέπει να γίνεται όταν τα φυτά θα βρίσκονται σε κατάλληλο βλαστικό στάδιο
- Η προσθήκη των υγρών απόβλητων θα πρέπει να γίνεται σε εδάφη που θα απέχουν τουλάχιστον 50 μέτρα από επιφανειακά ύδατα, δεδομένης της λήψης μέτρων σε περίπτωση επιφανειακής και υπόγειας απορροής

Ο χειρισμός των υγρών αποβλήτων θεωρείται επιτακτική ανάγκη στην περίπτωση των χοιροστασίων καθώς για τον περιορισμό των υγρών αποβλήτων των βουστασίων θα πρέπει να μην επιτελείται ούτε συγκέντρωση αλλά και ούτε μεταφορά τους σε κανάλια αλλά θα πρέπει να απομακρύνονται ως στερεά απόβλητα με ξέστρα.

## 1.4.5 Ορθές γεωργικές πρακτικές για την διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος κτηνοτροφικής μονάδας

### Απόβλητα αιγοπροβάτων

- Σε περίπτωση εκτροφής των αιγοπροβάτων σε θερμή στρωμή, τα στερεά απόβλητα των αιγοπροβάτων συγχωνεύονται με την στρωμή για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 3 μηνών ώστε να υποστούν χώνευση και να είναι σε θέση να διατεθούν απευθείας ως λίπασμα σε καλλιέργειες. Τα υγρά απόβλητα (ούρα) απορροφώνται από τη στρωμή και έπειτα εξατμίζονται.
- Αν η απομάκρυνση της κοπριάς δεν αναμένεται να πραγματοποιηθεί άμεσα, επιβάλλεται η εναπόθεση της κοπροσωρούς μέχρι να διατεθεί στις καλλιέργειες. Γενικά παρατηρείται μείωση της παραγόμενης ποσότητας της κοπριάς μέσα στις μονάδες διαβίωσης των ζώων, κατά το μεγαλύτερο μέρος του έτους και συγκεκριμένα για διάστημα μεγαλύτερο των 12 μηνών, δεδομένης της συχνής μετακίνησης των ζώων σε βοσκοτόπους τους εν λόγω μήνες.
- Θεωρείται σκόπιμη η πρόληψη της ανάμιξης των αποβλήτων με το νερό βροχής. Για να γίνει αυτό πρέπει να αποφεύγεται η είσοδος των ζώων σε υπαίθρια προαύλια τις βροχερές ημέρες, αλλά και να τοποθετηθούν υδρορροές στις στέγες που βρίσκονται σε κατεύθυνση προσκείμενη των υπαίθριων προαυλίων. Σαφέστατα, πρέπει και οι υπαίθριοι κοπροσωροί να προφυλάσσονται από την βροχή (ΥΠΕΚΑ, 2015).
- Η εκτροφή των αιγοπροβάτων γίνεται κατά κύριο λόγο σε θερμή στρωμή και σε λίγες περιπτώσεις σε εσχαρωτό δάπεδο. Τα παραγόμενα απόβλητα και στις δύο περιπτώσεις είναι στερεά και παραμένουν στον χώρο παραγωγής τους όσο χρειαστεί ώστε να ζυμωθούν και να είναι σε θέση να διατεθούν σε καλλιεργητές.
- Η αποφυγή της συγκέντρωσης των αποβλήτων σε υπόγεια κανάλια είναι απαραίτητη καθώς η μετέπειτα απομάκρυνσή τους από εκεί θα απαιτεί την προσθήκη νερού.
- Αν στην μονάδα παράγονται και υγρά απόβλητα, όπως είναι τα υγρά πλύσεως και τα υγρά αλμекτηρίων, τα οποία θεωρούνται καθαρά υγρά, θα πρέπει να συγκεντρώνονται ξεχωριστά σε συστήματα σηπτικού βόθρου (Χατζηδιάκος, 2011). Γενικά όμως η χρήση

νερού πρέπει να περιορίζεται στις απαιτούμενες ποσότητες και για αυτό ενδείκνυται η χρήση εκτοξευτών νερού υπό πίεση (ΥΠΕΚΑ, 2015).

#### Απόβλητα πτηνοτροφείων

- Η εκτροφή των πτηνών γίνεται με δύο τρόπους, είτε σε στρωμή είτε σε κλουβιά, και ανάλογα με τον τρόπο εκτροφής παράγονται στερεά και ημιστερεά απόβλητα.
- Όταν η εκτροφή γίνεται με σκοπό την κρεατοπαραγωγή – πάχυνση, πραγματοποιείται απομάκρυνση της θερμής στρωμής μαζί με τα εν μέρει χωνεμένα απόβλητα. Η απομάκρυνση γίνεται κάθε 2 - 3 μήνες περίπου. Έπειτα ακολουθεί εναπόθεση της στερεής κοπριάς σε κοπροσωρούς όπου ολοκληρώνεται η χώνευσή της και είναι έτοιμη να διατεθεί ως εδαφοβελτιωτικό σε καλλιέργειες.
- Κατά την εκτροφή ορνίθων σε στρωμή, η απομάκρυνση της στρωμής επιτελείται μετά την το τέλος της εκτροφής που διαρκεί 12 με 15 μήνες, γεγονός που επιτρέπει την απευθείας διάθεση της στρωμής στους καλλιεργητές καθώς η διαδικασία της ζύμωσης έχει ολοκληρωθεί (Χατζηδιάκος, 2011).
- Αν η εκτροφή των ορνίθων αυγοπαραγωγής γίνεται σε κλωβοστοιχίες, η μορφή της κοπριάς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το σύστημα αερισμού της μονάδας. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει σύστημα αφύγρανσης, η κοπριά είναι σε ημιστερεή μορφή και πρέπει να απομακρύνεται είτε σε καθημερινή βάση είτε μέχρι το πέρας 60 ημερών. Η επιλογή της απομάκρυνσης της κοπριάς σε 60 ημέρες γίνεται μόνο αν τα κλουβιά είναι διατεταγμένα σε πυραμιδοειδή διάταξη, διότι με αυτόν τον τρόπο τα απόβλητα εναποτίθενται κατευθείαν σε μια τσιμεντένια τάφρο που βρίσκεται στο δάπεδο. Οι διατάξεις αυτές έχουν μηχανικά ξέστρα στο δάπεδο της τσιμεντένιας τάφρου που εξυπηρετούν στην απομάκρυνση της κοπριάς μέχρι και σε καθημερινή βάση. Μετά την απομάκρυνσή της, η κοπριά θα πρέπει να εναποθέτεται σε κοπροσωρούς ώστε να υποστεί φυσική ξήρανση ή θα πρέπει να μεταφέρεται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας κοπριάς (Χατζηδιάκος, 2011, ΥΠΕΚΑ, 2015).
- Σε σύγχρονες εγκαταστάσεις που είναι εξοπλισμένες με συστήματα αερισμού και αφύγρανσης, η παραγόμενη στο θάλαμο κοπριά έχει στερεή μορφή και μπορεί να εναποτεθεί σε κοπροσωρό ή να οδηγηθεί προς ανακάτευση 2-3 φορές ώστε να επιταχυνθεί η ζύμωση και η κομποστοποίηση της (Χατζηδιάκος, 2011).
- Η κομποστοποίηση των αποβλήτων είναι μια μέθοδος που συνίσταται στις μεγάλες πτηνοτροφικές μονάδες. Οι εγκαταστάσεις της κομποστοποίησης είθισται να βρίσκονται μέσα σε κλειστά, θερμοκηπιακού τύπου κτίρια για τον περιορισμό των δυσάρεστων οσμών. Οι εγκαταστάσεις αυτές έχουν τσιμεντένιους διαδρόμους με μήκος 90 - 100 μέτρων και πλάτος 5 μέτρων. Κάθε διάδρομος περιβάλλεται από δύο παράλληλα τοιχώματα ύψους 1 μέτρου, σε όλο το μήκος του, πάνω στα οποία κυλιέται ο μηχανισμός προώθησης και αναστροφής του υλικού (περιστρεφόμενα «μαχαίρια» τύπου φρέζας). Με την αναστροφή, αερίζεται ομοιόμορφα το υλικό και ευνοείται η δράση θερμοφίλων αερόβιων μικροοργανισμών με αποτέλεσμα την άνοδο της θερμοκρασίας του, ενώ με σταδιακή ύγρανση αποτρέπεται η ταχεία ξήρανση του υλικού και η διακοπή της διαδικασίας κομποστοποίησης. Η διαδικασία που περιγράφηκε ολοκληρώνεται όταν μετά από την ύγρανση δεν παρατηρείται άνοδος της θερμοκρασίας. Με το σύστημα αυτό, καθημερινά εξέρχεται μια ποσότητα έτοιμου υλικού, ίση σε όγκο με το νεοεισερχόμενο

υλικό, για ωρίμανση (περίπου 2-3 μήνες). Μετά την ωρίμανση, το τελικό προϊόν (κομπόστ ή κομπόστα) αφήνεται για φυσική ξήρανση και μετά κοσκινίζεται, συσκευάζεται σε σάκους και αποθηκεύεται, πριν από την διάθεσή του στο εμπόριο.

- Απαραίτητος θεωρείται ο συχνός έλεγχος ώστε να αποφεύγονται τυχόν διαρροές του συστήματος ύδρευσης. Επίσης, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται εκτοξευτήρες νερού υπό πίεση για τον καθαρισμό των χώρων διαμονής των ζώων (ΥΠΕΚΑ, 2015).

#### Απόβλητα βουστασίων

- Τα ζώα που διαμένουν σε βουστάσια ελευθέρου σταβλισμού, έχουν την δυνατότητα να κυκλοφορούν ελεύθερα μέσα σε ένα περιφραγμένο υπαίθριο προαύλιο που είναι χωμάτινος ή μερικώς τσιμεντοποιημένος. Τα παραγόμενα απόβλητα είναι ημιστερεής μορφής και απομακρύνονται από τους χώρους διαμονής των ζώων με ελκυστήρα που αποτελείται από προωθητήρα (ξέστρο ή κουτάλα) ή από μηχανική ξέστρα. Με την ξέστρα τα απόβλητα οδηγούνται σε ένα κεντρικό τσιμεντένιο κανάλι που μεταφέρει τις κοπριές και τα ούρα, μαζί με όλα τα υγρά που καταλήγουν στο κανάλι, σε μια κεντρική δεξαμενή όπου συγκεντρώνονται και αραιώνονται όλα τα υγρά απόβλητα.
- Τα χωμάτινα προαύλια συνίσταται να αποφεύγονται τις βροχερές μέρες αλλά και την περίοδο που απαγορεύεται η εφαρμογή της αζωτούχου λίπανσης στο έδαφος. Τα χωμάτινα προαύλια αναμένεται να είναι πιο λειτουργικά κατά τους θερινούς μήνες όταν η συγκέντρωση των στερεών αποβλήτων αλλά και η μεταφορά τους στον χώρο διαχείρισης των στερεών αποβλήτων είναι εφικτή, καθώς τα ούρα απορροφώνται γρήγορα από το έδαφος και η κίνηση των ελκυστήρων είναι εφικτή.
- Τους χειμερινούς μήνες, τα ζώα περιορίζονται στους χώρους της μονάδας που είναι στεγασμένοι και τα απορρίμματα συλλέγονται τακτικά με μηχανικά ξέστρα ή ελκυστήρες και οδηγούνται στην κεντρική δεξαμενή όπου συγκεντρώνονται και αραιώνονται όλα τα υγρά απόβλητα. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και τους θερινούς μήνες όπου μόνο το 50-60% των ζώων προτιμά να διαμένει μέσα στους στεγασμένους χώρους της μονάδας.
- Ο περιορισμένος σταβλισμός, που συνηθιζόταν παλαιότερα, όπου τα ζώα ήταν δεμένα το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας δεν θα πρέπει να προτιμάται διότι δεν συνάδει με τους κανόνες της ευζωίας και προκαλεί μείωση των αποδόσεων.
- Στα βουστάσια κρεατοπαραγωγής ή αλλιώς μονάδες πάχυνσης μοσχαριών, τα παραγόμενα απόβλητα έχουν πυκνότερη σύσταση και η συγκέντρωση τους γίνεται σε περιφερειακά αποχετευτικά ρηχά κανάλια όπου οδηγούνται με τη βοήθεια των ποδιών των ίδιων των ζώων κατά την κίνησή τους πάνω στο συμπαγές αυλακωτό τσιμεντένιο δάπεδο των κελιών τους. Έπειτα, τα απόβλητα οδηγούνται μη μηχανικά ξέστρα σε ένα προσωρινό χώρο συλλογής από όπου μεταφέρονται κάθε 2-3 μέρες σε κοπροσωρούς. Τα λίγα σχετικά υγρά απόβλητα που παράγονται στις μονάδες αυτές συνιστάται να απορροφώνται μέσω συστήματος σηπτικού-απορροφητικού βόθρου ή να αποθηκεύονται σε ανοιχτή χωμάτινη δεξαμενή αναερόβιας φυσικής χώνευσης (ΑΧΑΔ), ίδιου τύπου αλλά μικρότερης σε όγκο από αυτές που προτείνονται για τα απόβλητα των χοιροστασίων και βουστασίων γαλακτοπαραγωγής.
- Κατά την εκτροφή των αγελάδων ελεύθερης βοσκής, παρατηρείται μείωση του όγκου των αποβλήτων κατά τις περιόδους μετακίνησης των ζώων σε βοσκοτόπου, γεγονός που γίνεται 7 – 12 μήνες το χρόνο για κάποιες ώρες την ημέρα, ανάλογα με την περιοχή.

- Τα σχετικά ‘καθαρά’ παραγόμενα υγρά, όπως τα νερά πλυσίματος του αμελκτηρίου ή τα νερά της βροχής, πρέπει να συλλέγονται σε συστήματα σηπτικού βόθρου. Η χρήση νερού σε όλους χώρους πρέπει να περιορίζεται αυστηρά στις απαιτούμενες μόνο ποσότητες. Είναι επιθυμητή η χρήση εκτοξευτών νερού υπό πίεση.
- Η είσοδος του νερού της βροχής με τα απόβλητα είναι απαγορευτική και να αποφεύγεται πρέπει να μην επιτρέπεται η είσοδος των ζώων στα υπαίθρια προαύλια τις βροχερές ημέρες, αλλά και να τοποθετηθούν υδρορροές στις στέγες που βρίσκονται σε κατεύθυνση προσκείμενη των υπαίθριων προαυλίων. Σαφέστατα, πρέπει και οι υπαίθριοι κοπροσωροί να προφυλάσσονται από την βροχή.
- Στα βουστάσια κρεοπαραγωγής, θεωρείται απαραίτητος ο συχνός έλεγχος ώστε να αποφεύγονται τυχόν διαρροές του συστήματος ύδρευσης. Επίσης, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται εκτοξευτήρες νερού υπό πίεση για τον καθαρισμό των χώρων διαμονής των ζώων.
- Η διερεύνηση της αντικατάσταση των μεγάλων ανοιχτών χωμάτινων δεξαμενών (ΑΧΑΔ), όπου σήμερα αποθηκεύονται τα απόβλητα και επιτελείται ψυχρόφιλη αναερόβια χώνευση, από σημαντικά μικρότερους αναερόβιους κλειστούς θερμαινόμενους βιοαντιδραστήρες παραγωγής βιοαερίου το οποίο θα μπορεί να εμπορεύεται, θεωρείται απαραίτητη τόσο για οικονομικούς όσο και για περιβαλλοντικούς λόγους. Μέσω της λειτουργίας των εγκαταστάσεων παραγωγής βιοαερίου και μέσω της διαχείρισης των υγρών που απορρέουν, επιτυγχάνεται η παραγωγή καλύτερης ποιότητας υγρών αποβλήτων, περιορίζεται ο κίνδυνος νιτροποίησης, μειώνονται οι οσμές και βελτιώνεται το ισοζύγιο του αζώτου στα τελικά υγρά (ΥΠΕΚΑ, 2015).

#### Απόβλητα χοιροστασίων

- Τα παραγόμενα απόβλητα από τα χοιροστάσια είναι γενικά υγρής μορφής και για το λόγο αυτό θεωρείται ότι και η διαχείριση τους θα πρέπει να είναι ανάλογη με αυτή των υγρών κτηνοτροφικών αποβλήτων που περιγράφεται σε προηγούμενες παραγράφους. Η απομάκρυνση των αποβλήτων από τον χώρο διαμονής των ζώων γίνεται με τη βοήθεια της βαρύτητας, με αποχετευτικά κανάλια που βρίσκονται κάτω από τα σχαρωτά δάπεδα.
- Πρέπουσα θεωρείται η χρήση πλαστικών σιφωνίων ελεγχόμενης εκκένωσης στα αποχετευτικά καναλιών, από πλαστικούς σωλήνες PVC που τοποθετούνται στο ένα άκρο κάθε καναλιού. Μέσω της χρήσης των σιφωνίων επιτυγχάνεται ελεγχόμενη ροή των αποβλήτων προς τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας τους, χωρίς να χρησιμοποιείται μεγάλη ποσότητα νερού. Επίσης, μέσω της χρήσης τους επιτυγχάνεται και η αντικατάσταση των συνηθισμένων ξύλινων ή σιδερένιων θυρίδων εκκένωσης, που είναι κατά κανόνα προβληματικής λειτουργίας.
- Μετά την ολοκλήρωση της εκκένωσης κάθε καναλιού μέσω της χειρωνακτικής αφαίρεσης του PVC σωλήνα από την οπή εκκένωσης του πυθμένα, και αφού έχει επανατοποθετηθεί ο σωλήνας στην οπή, ακολουθεί η προσθήκη νερού αραιώσης με στάθμη που ρυθμίζεται μέχρι το 1/3-1/4 του μέγιστου βάθους των υγρών. Έτσι καθώς τα απόβλητα διέρχονται από τα διάκενα του σχαρωτού δαπέδου, εναποτίθενται στο νερό των καναλιών αποχέτευσης και αραιώνονται. Με την εφαρμογή αυτής της διαδικασίας επιτυγχάνεται και μείωση των οσμών, ειδικά αν η μονάδα έχει και επαρκή εξαερισμό.



- Συνιστάται ο συχνός έλεγχος για τυχόν διαρροές του συστήματος ύδρευσης, καθώς και η χρήση εκτοξευτών νερού υπό πίεση, κατά το πλύσιμο των χώρων διότι παρατηρείται αύξηση του όγκου των αποβλήτων κατά 2 – 5 φορές λόγω του προστιθέμενου νερού καθαρισμού, διαφυγής υδροδότησης και βροχής σε ακάλυπτους χώρους.
- Η διερεύνηση της αντικατάστασης των μεγάλων ανοιχτών χωμάτων δεξαμενών (ΑΧΑΔ), όπου σήμερα αποθηκεύονται τα απόβλητα και επιτελείται ψυχρόφιλη αναερόβια χώνευση, από σημαντικά μικρότερους αναερόβιους κλειστούς θερμαινόμενους βιοαντιδραστήρες παραγωγής βιοαερίου το οποίο θα μπορεί να εμπορεύεται, θεωρείται απαραίτητη τόσο για οικονομικούς όσο και για περιβαλλοντικούς λόγους. Μέσω της λειτουργίας των εγκαταστάσεων παραγωγής βιοαερίου και μέσω της διαχείρισης των υγρών που απορρέουν, επιτυγχάνεται η παραγωγή καλύτερης ποιότητας υγρών αποβλήτων, περιορίζεται ο κίνδυνος νιτροποίησης, μειώνονται οι οσμές και βελτιώνεται το ισοζύγιο του αζώτου στα τελικά υγρά (ΥΠΕΚΑ, 2015).

#### Απόβλητα κονικλοτροφείων

- Τα παραγόμενα απόβλητα είναι αποκλειστικά στερεής μορφής. Η απομάκρυνση των αποβλήτων από την τάφρο τους γίνεται με μηχανικά ξέστρα προς ένα ανυψωτικό κοχλία, ο οποίος βοηθά στην μεταφορά και την ταυτόχρονη συμπίεση των αποβλήτων πριν εναποτεθούν σε κοπρωσωρούς.
- Συνιστάται ο συχνός έλεγχος για τυχόν διαρροές του συστήματος ύδρευσης, καθώς και η χρήση εκτοξευτών νερού υπό πίεση, κατά το πλύσιμο των χώρων, μετά από κάθε εκκένωση των θαλάμων εκτροφής των ζώων. Ο χειρισμός των αποβλήτων των μονάδων αυτών είναι παραπλήσιος εκείνου των πτηνοτροφείων αυγοπαραγωγής (ΥΠΕΚΑ, 2015).

## **1.5 Διάθεση και αξιοποίηση των επεξεργασμένων κτηνοτροφικών αποβλήτων**

Η αξιοποίηση των επεξεργασμένων κτηνοτροφικών αποβλήτων αποτελεί μια άκρως ελκυστική προοπτική δεδομένης της θετικής συμβολής της στην προστασία τους περιβάλλοντος αλλά και στην εξοικονόμηση χρημάτων καθώς μειώνεται το κόστος επεξεργασίας των αποβλήτων. Η επεξεργασία των κτηνοτροφικών αποβλήτων είθιστε να γίνεται μέσω της αναερόβιας βιολογικής επεξεργασίας είτε με προοπτική την παραγωγή μόνο υγρού λιπάσματος, είτε με προοπτική συνδυασμένης παραγωγής ενέργειας με την μορφή βιοαερίου και υγρού λιπάσματος.

Η διάθεση του παραγόμενου υγρού λιπάσματος στα εδάφη αποτελεί την πιο ενδεδειγμένη περιβαλλοντική μέθοδο λίπανσης των καλλιεργειών, γιατί μέσω αυτής εμπλουτίζεται το έδαφος με θρεπτικά στοιχεία αλλά δεν προκαλούνται δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον. Την ίδια στιγμή, εναποτίθεται στο έδαφος οργανική ουσία που ενισχύει την ικανότητα των εδαφών να συγκρατούν θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος, έτσι αποτρέπεται η έκπλυση τους με τα νερά της βροχής προς υδάτινους αποδέκτες και κατ' επέκταση η εμφάνιση ευτροφικών φαινομένων σε στάσιμα ή μικρής κινητικότητας οικοσυστήματα. Η εφαρμογή των υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων στο έδαφος γίνεται μέσω της ανάμειξής τους με το νερό της άρδευσης, διότι με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η διάθεσή τους με οικονομικό τρόπο και στην ποσότητα που απαιτείται κάθε φορά, χωρίς να παρατηρούνται υπερλιπάνσεις. Στην πράξη, πρώτα διατίθεται τα υγρά απόβλητα και έπειτα

επέρχεται συμπλήρωση της δόσης άρδευσης με νερό. Ο υπολογισμός των δόσεων λίπανσης εξαρτάται από τη σύσταση των υγρών και τις ανάγκες των καλλιεργειών σε λίπασμα. Πολλές είναι οι μελέτες που επικροτούν την διάθεση των υγρών αυτών αποβλήτων στο έδαφος παρά στα υδάτινα οικοσυστήματα (Γεωργακάκης, 1998)

Στην περίπτωση που ως τελικός αποδέκτης χρησιμοποιείται ένα υδάτινο οικοσύστημα, ο καθαρισμός ή η απολύμανση των υγρών αποβλήτων, έτσι ώστε να εξουδετερωθούν όλοι οι μικροοργανισμοί έκτος από ελάχιστα παθογόνα που καταφέρνουν να επιβιώσουν. Το απολυμαντικό που χρησιμοποιείται ευρέως είναι το χλώριο διότι συνδυάζει την αποτελεσματικότητα με την εξοικονόμηση χρημάτων. Η χρήση του χλωρίου δύναται να επιφέρει και αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην κοινωνία γενικότερα. Μέσω της μεταφοράς του χλωρίου στα υδάτινα οικοσυστήματα προκαλείται θάνατος στους υδρόβιους οργανισμούς. Ακόμη, θεωρείται επικίνδυνο στη χρήση του από το προσωπικό. Άλλο απολυμαντικό που χρησιμοποιείται είναι το όζον το οποίο μπορεί να διασπαστεί σε οξυγόνο και έτσι να βελτιώσει την ποιότητα των υδάτων αλλά λόγω της ασταθούς φύσης του μπορεί να προκαλέσει εκρήξεις. Οπότε, πριν χρησιμοποιηθεί πρέπει να ληφθούν απαραίτητα προφυλακτικά μέτρα. Τέλος, η χρήση της ακτινοβολίας είναι μια ακόμη μέθοδος που είναι αποτελεσματική και δεν έχει παρατηρηθεί κάποια επίπτωση στην ποιότητα του νερού (Wright, 2005).

### **1.5.1 Γενικές Οδηγίες Για Την Εφαρμογή Επεξεργασμένων Κτηνοτροφικών Αποβλήτων Στα Εδάφη**

Σύμφωνα με τις μελέτες που διενεργούνται από το ΥΠΕΚΑ, έχουν εκδοθεί κάποιες συγκεκριμένες οδηγίες που αφορούν την εφαρμογή των κτηνοτροφικών αποβλήτων στα εδάφη αφού πρώτα έχουν υποστεί επεξεργασία. Στη συνέχεια γίνεται παράθεση αυτών των οδηγιών του ΥΠΕΚΑ (ΥΠΕΚΑ, 2000, ΥΠΕΚΑ, 2015).

- Τα κτηνοτροφικά απόβλητα απαγορεύεται να διατίθενται στους εδαφικούς αποδέκτες σε ανεπεξέργαστη μορφή (αχώνευτα). Η εφαρμογή τους μπορεί να γίνει (ΥΠΕΚΑ, 2015):
  - α. Όσον αφορά τα υγρά απόβλητα:
    - i. Σε καλλιεργούμενες εκτάσεις με σκοπό την κάλυψη των αναγκών της καλλιεργείας κυρίως σε άζωτο (δόσεις λίπανσης).
    - ii. Σε εκτάσεις εδαφικού-φυτικού φίλτρου, δηλαδή εκτάσεις στις οποίες, αφού γίνει η κατάλληλη μηχανική κατεργασία, διατίθενται τα απόβλητα σε κατάλληλες δόσεις άρδευσης, με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται αυτοφυής αζωτόφιλη βλάστηση ανάλογη με την προσφερόμενη από τα απόβλητα ποσότητα αζώτου.
  - β. Όσον αφορά τα στερεά απόβλητα:
    - i. Σε καλλιεργούμενες εκτάσεις με άμεση ενσωμάτωση με σκοπό τη λίπανση και τον εμπλουτισμό του εδάφους με οργανική ουσία.
    - ii. Σε εγκαταστάσεις ξήρανσης, αποτέφρωσης, επεξεργασίας και διάθεσης εν γένει ενεργού ιλύος ή απορριμμάτων.
  - γ. Σε εγκεκριμένες μονάδες κομποστοποίησης ή παραγωγής βιοαερίου στις οποίες ο παραγωγός μπορεί να διαθέτει τα κτηνοτροφικά απόβλητα της μονάδας του σε νωπή μορφή (μη επεξεργασμένα).

Αν δεν ακολουθηθούν ορθοί τρόποι διαχείρισης, οι περιπτώσεις 2αι, 2αιι και 2βι μπορούν να συμβάλλουν άμεσα στην εμφάνιση νιτρορύπανσης καθώς σχετίζονται με γεωργική – παραγωγική δραστηριότητα.

- Η ποσότητα του αζώτου που προκύπτει από τα επεξεργασμένα κτηνοτροφικά απόβλητα και διατίθεται στα λιβάδια, δεν πρέπει να ξεπερνά τα 250 κιλά/εκτάριο στα εδάφη που είναι καλυμμένα με βλάστηση και τα 200 κιλά/εκτάριο στα εδάφη που είναι ακάλυπτα. Στα όρια αυτά συμπεριλαμβάνονται και οργανικά απόβλητα που παράγονται από τα ζώα που βόσκουν στις εκτάσεις αυτές.
- Τα ίδια όρια ισχύουν και για εκτάσεις που καλλιεργούνται για χρονικό διάστημα 12 μηνών (ΥΠΕΚΑ, 2000).
- Αν τα εδάφη που πρόκειται να εφοδιαστούν με απόβλητα είναι ευπρόσβλητα, το σύνολο του αζώτου που προστίθεται σε αυτές δεν πρέπει να ξεπερνά τα 170 κιλά/εκτάριο. Στα όρια αυτά συμπεριλαμβάνονται και πάλι τα οργανικά απόβλητα που παράγονται από τα ζώα που βόσκουν στις εκτάσεις αυτές. Είναι απαραίτητο να υπολογίζεται ο μέγιστος αριθμός ζώων ανά εκτάριο βοσκήσιμης έκτασης, ο οποίος αντιστοιχεί στο όριο των 170 κιλών N ανά εκτάριο ετησίως.
- Η χορήγηση περισσότερου αζώτου από αυτό που χρειάζεται η καλλιέργεια θεωρείται απαγορευτική προς αποφυγή νιτρορύπανσης ειδικά κατά τους εαρινούς μήνες που οι καλλιέργειες βρίσκονται στην αρχή της βλάστησής τους. Η αποφυγή διάθεσης περίσσιας ποσότητας επιτυγχάνεται με την εφαρμογή των αποβλήτων σε δόσεις. Στο ισοζύγιο του αζώτου πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και το άζωτο που αποδίδεται στο έδαφος από την προηγούμενη εγκατεστημένη καλλιέργεια. Για το σκοπό αυτό ο παραγωγός θα πρέπει πριν διαθέσει τα απόβλητα στο έδαφος να λάβει υπόψη του (ΥΠΕΚΑ, 2015):
  - α. την περιεκτικότητα των προς διάθεση αποβλήτων σε άζωτο
  - β. τις απώλειες αζώτου κατά την εφαρμογή τους στο έδαφος,
  - γ. το είδος της καλλιέργειας και τις ανάγκες της σε άζωτο, ανάλογα με το βλαστικό στάδιο ανάπτυξης,
  - δ. τα δεδομένα ανάλυσης του εδάφους ώστε να προκύπτει το άζωτο που περιέχεται στο έδαφος,
  - ε. τις ιδιότητες του εδάφους (μηχανική σύσταση: ελαφρύ – μέσο - βαρύ, την κλίση, τη διηθητικότητα κ.ά.),
  - στ. τη μέθοδο και το ιστορικό λίπανσης του αγροτεμαχίου με αζωτούχα λιπάσματα ή κτηνοτροφικά απόβλητα,
  - ζ. την ποσότητα και ποιότητα του νερού άρδευσης,
  - η. τη μέθοδο άρδευσης,
  - θ. τις κλιματικές συνθήκες και ιδιαίτερα το ύψος και την συχνότητα των βροχοπτώσεων
- Απαγορευτική θεωρείται και η χρήση υγρών αποβλήτων αλλά και των αποβλήτων από τα πτηνοτροφεία κατά το δίμηνο Σεπτέμβριου- Οκτωβρίου σε εδάφη αμμώδη ή ρηχά διότι η περιεκτικότητά τους σε άζωτο είναι αρκετά υψηλή και ως εκ τούτου η χρήση τους μπορεί να προκαλέσει απορροή ή διήθηση του αζώτου σε βαθύτερα στρώματα άρα νιτρορύπανση, γεγονός καταστροφικό για το περιβάλλον (ΥΠΕΚΑ, 2000).
- Σε εδάφη μέτρια και βαριά απαγορευτική θεωρείται η εφαρμογή των αποβλήτων το δίμηνο Νοεμβρίου και Δεκεμβρίου διότι τότε τα φυτά έχουν μηδενικούς σχεδόν ρυθμούς ανάπτυξης και το άζωτο δεν είναι σε θέση να αξιοποιηθεί – δεσμευτεί και έτσι καταλήγει να διηθείται βαθιά στο έδαφος,

- α. Τους μήνες αυτούς η χρήση των αποβλήτων ως λίπανση επιτρέπεται στα ήδη ανεπτυγμένα φυτά χειμερινών κηπευτικών όπως αναφέρεται στην σχετική νομοθεσία (Υγειονομική Διάταξη της Κ.Υ.Α. Υ1β/2000/95 (ΦΕΚ Β' 343)).
- β. Επίσης επιτρέπεται η εφαρμογή της βασικής λίπανσης στις καλλιέργειες όπου απαιτείται αρκεί να γίνεται χρήση κοπριάς αιγοπροβάτων και στερεών αποβλήτων βουστασίων και χοιροστασίων. Απαγορευτική θεωρείται η χρήση αποβλήτων από πτηνοτροφεία και των υγρών αποβλήτων.
- γ. Σχετικά με τις ευπρόσβλητες περιοχές, το Πρόγραμμα Δράσης θα πρέπει να προσαρμοστεί ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε περιοχής και να ορίσει διαφορετικές περιόδους απαγόρευσης εφαρμογής των κτηνοτροφικών αποβλήτων στα εδάφη (ΥΠΕΚΑ, 2015).
- Ο περιορισμός της απορροής μπορεί να πραγματοποιηθεί με την αποφυγή της εφαρμογής των κτηνοτροφικών αποβλήτων σε εδάφη:
    - Πλημμυρισμένα
    - Έντονα παγωμένα (εδαφοκάλυψη με πάγο για περισσότερες από 12 ώρες το 24ωρο)
    - Καλυμμένα με χιόνι
    - Που πνέει ισχυρός άνεμος
  - Όταν τα εδάφη είναι έντονα κεκλιμένα και ο κίνδυνος απορροής αυξάνεται σημαντικά, πρέπει να αποφεύγεται η χρήση οργανικής κόπρου. Πρέπει να αναφερθεί πως δεν υπάρχει κάποια επίσημη νομοθεσία στην οποία να αναφέρεται συγκεκριμένα κάποια κλίμακα κλίσεων πάνω από ένα σημείο της οποίας να μην επιτρέπεται η χρήση κτηνοτροφικών αποβλήτων. Ουσιαστικά, η χρήση τους εξαρτάται από το ανάγλυφο του εδάφους, τη φυτοκάλυψη, τις βροχοπτώσεις της περιοχής, το είδος της καλλιέργειας και τις εφαρμοζόμενες τεχνικές (άροση κατά τις ισουΐεις, διάθεση των υγρών με μικρές παροχές κ.α.). Είναι γενικά αποδεκτό, πως ένα έδαφος με κλίση μεγαλύτερη του 8% θεωρείται πως μπορεί να ενισχύσει την απορροή και τη ρύπανση των υδάτων με άζωτο που εμπεριέχεται στην κόπρη (ΥΠΕΚΑ, 2000).
  - Η εφαρμογή των κτηνοτροφικών αποβλήτων πρέπει να γίνεται σε απόσταση τουλάχιστον 50 μέτρων από πηγές, πηγάδια και γεωτρήσεις που χρησιμοποιούνται για ύδρευση των ανθρώπων και των κτηνοτροφικών μονάδων. Τα στερεά απόβλητα πρέπει να απέχουν απόσταση τουλάχιστον 10 μέτρων από τα επιφανειακά ύδατα όπως λίμνες, ποτάμια, ρέματα και αποστραγγιστικές τάφρους, ενώ τα υγρά απόβλητα τουλάχιστον 20 μέτρα (ΕΠΕΚΑ, 2000, ΥΠΕΚΑ, 2015).
  - Για να μπορέσει να προσδιοριστεί με επιτυχία η απαιτούμενη έκταση εδαφικού – φυτικού φίλτρου, καλυμμένων με αυτοφυή βλάστηση, όπου θα διατεθούν υγρά επεξεργασμένα απόβλητα πρέπει να γνωρίζουμε (ΥΠΕΚΑ, 2015):
    - α. τον ετήσιο όγκο των αποβλήτων για διάθεση και την περιεκτικότητά τους σε άζωτο
    - β. το ετήσιο ύψος βροχής και την ποσότητα βρόχινου νερού που αναμιγνύεται με τα απόβλητα
    - γ. το χρονικό διάστημα κατά το οποίο δεν ενδείκνυται ή απαγορεύεται η διασπορά λιπασμάτων στο έδαφος
    - δ. τον πιθανό χρόνο επανόδου στην ίδια εδαφική έκταση ανάλογα με τον τύπο του εδάφους, τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και την εποχή

### 1.5.1.1 Υπολογισμός της προς διάθεση ποσότητας των αποβλήτων

#### 1.5.1.1.1 Προσδιορισμός εδαφικής έκτασης για λίπανση με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα

Μέσω της διάθεσης των αποβλήτων στις καλλιέργειες πρέπει να εξασφαλίζονται οι εξής παράγοντες (ΥΠΕΚΑ, 2000):

- Η ποσότητα του Ν που θα περιέχεται στα απόβλητα δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τις ανάγκες σε Ν των καλλιεργειών.
- Η διάθεση των αποβλήτων θα πρέπει να γίνεται σε τέτοιες δόσεις που δεν θα επιτρέπουν την επιφανειακή απορροή και την διήθηση του Ν σε βάθος κάτω του ριζοστρώματος.

Για τον προσδιορισμό της ελάχιστης αναγκαίας έκτασης μιας καλλιέργειας ώστε να διατίθενται τα απόβλητα με ασφάλεια, καθώς και των δόσεων ώστε να καλυφθούν οι ανωτέρω απαιτήσεις προϋποθέτει να ληφθούν υπόψη οι εξής παράγοντες:

- Ο όγκος των προς διάθεση αποβλήτων, η περιεκτικότητά τους σε Ν καθώς και οι απώλειες Ν κατά την εφαρμογή τους στο έδαφος
- Οι ανάγκες της καλλιέργειας σε Ν
- Η απορροφητικότητα του εδάφους
- Το βάθος του ριζοστρώματος
- Η ικανότητα του εδάφους για συγκράτηση ύδατος (υδατοϊκανότητα)

#### Παράδειγμα

Υπολογισμός για τη διάθεση επεξεργασμένων αποβλήτων χοιροστασίου 100 χοιρομητέρων σε καλλιέργεια καλαμποκιού.

Δεδομένα:

- |   |   |
|---|---|
| - Ετήσια ποσότητα αποβλήτων:  | 4.000m <sup>3</sup> (Πιν. 3 & 7, Παρ. Ι)          |
| - Περιεκτικότητα αποβλήτων σε Ν (NO <sub>3</sub> & NH <sub>3</sub> ):     | 530mgr/lit = 0,530 kg/ m <sup>3</sup> (Πιν. 11,   |
|   | Παρ. Ι)   |
| - Απώλειες Ν κατά τη διάθεση στο έδαφος:                                  | 30%   |
| - Διατιθέμενο στο έδαφος Ν ετησίως:                                       | 4000 m <sup>3</sup> X 0,530 Kgr/ m <sup>3</sup> X |
| 70%=  | 1.484 Kgr/έτος                                    |
| - Ανάγκες καλαμποκιού σε Ν:   | 20 kgr/στρ. (Πιν. 12, Παρ. Ι)                     |
| - Όγκος αποβλήτων για την κάλυψη αναγκών σε Ν ενός στρ. καλαμποκιού:      | 20 Kgr / (0,53X0,7) = 54 m <sup>3</sup> / στρ     |
| - Αναγκαία στρ. καλαμποκιού για διάθεση του ετησίως παραγόμενου Ν:        | 1.484 Kgr/20 kgr/στρ=74 στρ.                      |
| - Δηθητικότητα εδάφους για αποφυγή επιφανειακής απορροής για βαριά εδάφη: | 5mm/h = 5 m <sup>3</sup> /στρ / ώρα (Πιν. 15,     |
|   | Παρ. Ι)   |
| - Μέγιστο βάθος ριζοστρώματος:  | (0,1-0,75m) = 75cm                                |
| - Υδατοικανότητα εδάφους:   | 35%   |

- Σημείο μάρανσης (χρόνος εφαρμογής άρδευσης) = 50% υδατοϊκανότητας = 17,5% όγκου εδάφους.
- Χρόνος επανόδου στο σημείο μάρανσης: 10-15 ημ.
- Μέγιστη δόση εφαρμογής/ στρ. για αποφυγή διήθησης κάτω του ριζοστρώματος, όταν τα φυτά βρίσκονται στο σημείο μάρανσης: βάθος ριζ/τος(m)X1000m<sup>2</sup>X17,1%

για 1ο στάδιο ανάπτυξης φυτών: βάθος 0,1m X 1000 m<sup>2</sup> X 17,1% = 17,5 m<sup>3</sup>/στρ

για 2ο στάδιο ανάπτυξης φυτών: βάθος 0,2 m X 1000 m<sup>2</sup> X 17,1% = 35 m<sup>3</sup> /στρ

για 3ο στάδιο ανάπτυξης φυτών : βάθος 0,4 m X 1000 m<sup>2</sup> X 17,1% = 70 m<sup>3</sup> /στρ

για 4ο στάδιο ανάπτυξης φυτών: βάθος 0,75 m X 1000 m<sup>2</sup> X 17,1% = 31m<sup>3</sup> /στρ

**ΣΥΝΟΛΟ**

**253 m<sup>3</sup> /στρ**

- Διάρκεια περιόδου Άρδευσης-Λίπανσης καλαμποκιού: 135ημ.
- Αριθμός επεμβάσεων: 135ημ/12ημ =11,25 επεμβ. ή 11,25/4 στάδια~3 επ/στάδιο ήτοι περίπου 3 επεμβάσεις κατά στάδιο με συνολική μέγιστη διάθεση για αποφυγή διήθησης κάτω του ριζοστρώματος 253 m<sup>3</sup> X εφαρμογές=759 m<sup>3</sup> /στρ

Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα

- Περιοριστικός παράγων δεν είναι η επιφανειακή απορροή (5 m<sup>3</sup> /h και στρέμμα) ή και εις βάθος διήθηση (759 m<sup>3</sup> / στρ. και έτος) αλλά μόνο η απαραίτητη έκταση για την διάθεση του N. η οποία ανέρχεται σε 74 στρ.
- Τα 74 στρ. καλαμποκιού, για την κάλυψη των αναγκών της καλλιέργειας σε νερό απαιτούν 759 m<sup>3</sup> / στρ X 74 στρ= 56.166 m<sup>3</sup> εκ των οποίων μόνο οι 4.000 m<sup>3</sup> ήτοι 7% θα καλυφθεί από τα ζωικά απόβλητα.

### **1.5.1.2 Προσδιορισμός εδαφικής έκτασης για εφαρμογή επεξεργασμένων αποβλήτων σε εδαφικό φυτικό φίλτρο αυτοφυούς βλάστησης με απορρόφηση και εξάτμιση**

Ως εδαφικό – φυτικό φίλτρο για απορρόφηση και εξάτμιση προσδιορίζεται μια καθορισμένη εδαφική φυτική έκταση, όπου αναπτύσσεται αυτοφυής βλάστηση που απορροφά τα θρεπτικά στοιχεία των αποβλήτων και δεν επιτρέπει την συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Η διατήρηση της αποδοτικής λειτουργίας του εδαφικού – φυτικού φίλτρου για μεγάλο χρονικό διάστημα προϋποθέτει την συστηματική κοπή και απομάκρυνση της αυτοφυούς βλάστησης. Ο προσδιορισμός της απαιτούμενης έκτασης εδαφικού – φυτικού φίλτρου απαιτεί να γνωρίζουμε (ΥΠΕΚΑ,2000):

- Τον ετήσιο όγκο των αποβλήτων για διάθεση μαζί με τον ετήσιο όγκο των βροχοπτώσεων που αναμιγνύεται με αυτά
- Τον αριθμό των ημερών που ο παραγωγός μπορεί να διαθέσει τα υγρά απόβλητα στο έδαφος. Ο αριθμός αυτός εξαρτάται από τον αριθμό των βροχερών ημερών στην περιοχή και κυμαίνεται από 100 ως 300 ημέρες το χρόνο

- Το χρόνο επανόδου στην ίδια εδαφική έκταση (5-15 ημέρες), ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και το κλίμα της περιοχής.
  - Ελαφρά εδάφη: 5-10 ημέρες
  - Μέσα εδάφη : 7-12 ημέρες
  - Βαριά εδάφη : 10-15 ημέρες
- Τη μέγιστη επιτρεπόμενη δόση εφαρμογής αποβλήτων στο έδαφος ανάλογα με τον τύπο του εδάφους:
  - Ελαφρά εδάφη: 20cm/ημ (200m<sup>3</sup>/στρ)
  - Μέσα εδάφη : 10cm/ημ (100m<sup>3</sup>/στρ)
  - Βαριά εδάφη : 5cm/ημ (50m<sup>3</sup>/στρ)

### Παράδειγμα

Προσδιορισμός επιφάνειας εδαφικού φυτικού φίλτρου με αυτοφυή βλάστηση για διάθεση επεξεργασμένων αποβλήτων χοιροστασίου δυναμικότητας 100χοιρομητέρων.

Δεδομένα:

- Ο ετήσιος όγκος των παραγόμενων αποβλήτων μαζί με τα νερά των βροχοπτώσεων είναι περίπου 4000 m<sup>3</sup> (Πιν. 8, Παρ. Ι)
- Ο αριθμός των ημερών που ο παραγωγός μπορεί να διαθέσει υγρά στο έδαφος είναι 240 ημέρες.
- Ο χρόνος επανόδου στην ίδια έκταση 12 ημέρες
- Το έδαφος είναι βαρύ και η μέγιστη δόση εφαρμογής αποβλήτων στο έδαφος είναι 5mm/ημ. (50 m<sup>3</sup> /στρέμμα και ημέρα)

Υπολογισμοί:

- Η επανάληψη εφαρμογών στην ίδια έκταση σε ένα χρόνο είναι:  $240\eta\mu/12\eta\mu = 20$  φορές
- Η δόση εφαρμογής των αποβλήτων είναι:  $4000\ m^3/20$  φορές = 200 m<sup>3</sup> /εφαρμογή
- Η απαιτούμενη έκταση είναι:  $200\ m^3$  /στρέμμα και εφαρμογή/50 m<sup>3</sup> /ημέρα και στρέμμα = 4 στρέμματα

Γενικά η επιλογή της εδαφικής έκτασης για τη διάθεση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, θα πρέπει να γίνεται με βάση τα αναφερόμενα στο σχετικό εδάφιο.

## 1.6 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Κάθε ζωντανός οργανισμός, όπως και ο άνθρωπος, αποτελεί μια δυναμική πηγή ρύπανσης του περιβάλλοντος μέσω των υποπροϊόντων των δραστηριοτήτων του. Σε φυσιολογικά πλαίσια, η ρύπανση αυτή είναι δυνατόν να αντιμετωπιστεί μέσω των ομοιοστατικών λειτουργιών των μικροοργανισμών. Με την πάροδο όμως του χρόνου παρατηρείται αύξηση των δραστηριοτήτων των ανθρώπων που προκαλούν ρύπανση, με αποτέλεσμα οι μικροοργανισμοί να μην είναι σε θέση να επεξεργαστούν αποτελεσματικά τον μεγάλο όγκο των παραγόμενων υποπροϊόντων τα οποία καταλήγουν να ρυπαίνουν και να υποβαθμίζουν ανεπίστρεπτη το φυσικό περιβάλλον. Μια από τις δραστηριότητες αυτές είναι και η κτηνοτροφία, η οποία πλέον έχει αποκτήσει έντονο εμπορικό χαρακτήρα. Συγκεκριμένα, μέσω της κτηνοτροφίας τα προβλήματα που μπορούν να προκληθούν

προκύπτουν από την εναπόθεση και αποσύνθεση της κοπριάς, των ούρων και των υπολειμμάτων των ζωοτροφών. Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος που προκαλείται από τα κτηνοτροφικά απόβλητα, συνοδεύεται εκτός από ρύπανση και από μόλυνση.

#### Μόλυνση από κτηνοτροφικά απόβλητα:

Η καθαρότητα των ζώων αλλά και του χώρου διαβίωσης τους είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας, δεδομένου ότι μόλυνση μπορεί να προκληθεί από την ανάπτυξη και την διάδοση παθογόνων μικροοργανισμών που πιθανώς να παρασιτούν πάνω στα ζώα και στα απορρίμματα τους ή στον περιβάλλοντα χώρο τους. Κάποιες από τις ασθένειες που μπορούν να μεταδοθούν μέσω των ζωικών αποβλήτων είναι οι λεπτοσπειρώσεις, η τουλαραιμία, η ηπατίτιδα, η χολέρα των χοίρων και ο αφθώδης τυρετός. Η εκτίμηση του μικροβιακού φορτίου των αποβλήτων γίνεται με βάση τον δείκτη των κολοβακτηριδίων που υπάρχει στα απορρίμματα. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μπορεί να μην είναι επικίνδυνοι για την υγεία των ανθρώπων αλλά μόνο για τα ζώα. Η μείωση των πιθανοτήτων της εμφάνισης μόλυνσης μπορεί να επιτευχθεί τόσο με φυσικό όσο και με χημικό τρόπο. Ο φυσικός τρόπος περιλαμβάνει την φυσική απολύμανση μέσω του αερισμού, των υψηλών θερμοκρασιών και της σωστής επεξεργασίας των περιττωμάτων των ζώων. Ο χημικός τρόπος περιλαμβάνει την χημική απολύμανση με την χρήση ουσιών όπως είναι το χλώριο και το ασβέστιο. Αν τα περιττώματα προορίζονται προς εδαφική διάθεση θεωρείται σκόπιμη μόνο η άριστη επεξεργασία τους, ενώ αν προορίζονται προς υδατική διάθεση είναι απύρετος ο συνδυασμός της φυσικής με την χημική απολύμανση (Γεωργακάκης, 2010).

#### Ρύπανση από κτηνοτροφικά απόβλητα:

Η ρύπανση των κτηνοτροφικών αποβλήτων αφορά την αισθητική υποβάθμιση του αποδέκτη αυτών, την έλκυση δυσοσμίας και την ύπαρξη ανόργανων και οργανικών ουσιών. Ως αισθητική υποβάθμιση νοείται η ορατή υποβάθμιση που εντοπίζεται μέσα και στον περιβάλλοντα χώρο των κτηνοτροφικών μονάδων. Συγκεκριμένα, η εναπόθεση νεκρών ζώων και στερεών ή υγρών αποβλήτων σε ακατάσχετες θέσεις λόγω κακής ή ανεπαρκούς διαχείρισης τους, είναι μια εικόνα που δεν προσελκύει επισκέπτες και που προδιαθέτει αρνητικά τους γείτονες ώστε να προβούν σε διαμαρτυρίες και σε εκδήλωση της δυσαρέσκειας τους για την υπάρχουσα κατάσταση. Η έκλυση δυσάρεστων οσμών αποτελεί φυσικό επακόλουθο της αποσύνθεσης των κτηνοτροφικών αποβλήτων και έναν από τους κύριους λόγους για τους οποίους δημιουργούνται προστριβές μεταξύ των γειτονικών κάτοικων και των ιδιοκτητών των κτηνοτροφικών μονάδων. Οι οσμές αυτές μπορούν να προσβάλουν την υγεία τόσο των εργαζομένων όσο και των ζώων. Κάποια από αυτά τα δύσοσμα αέρια αποτελούν η αμμωνία, το διοξείδιο του άνθρακα, το υδρόθειο και το μεθάνιο ενώ κάποιες από τις ασθένειες που δύνανται να προκληθούν είναι η ανορεξία και ο ερεθισμός των ζώων. Για να αποφεύγονται τα πιθανά προβλήματα που περιγράφηκαν, θα πρέπει πριν την επιλογή της περιοχής στην οποία θα εγκατασταθεί μια κτηνοτροφική μονάδα αλλά και οι μονάδες όπου θα επιτελείται η επεξεργασία των αποβλήτων, να εξετάζονται παράγοντες όπως είναι η κατεύθυνση των επικρατούντων ανέμων στην περιοχή, το ανάγλυφο του εδάφους και η ιδιαιτερότητα των προσκείμενων κατοικημένων περιοχών. Μέσω της ύπαρξης των ανόργανων ουσιών στα κτηνοτροφικά απόβλητα δύναται να προκύψουν προβλήματα όπως ο ευτροφισμός των λιμναζόντων υδάτων, η αύξηση της αλατότητας των υδάτων και του εδάφους και η τοξικότητα λόγω υψηλής συγκέντρωσης κάποιων ουσιών όπως η αμμωνία. Κάποιες από τις ανόργανες ουσίες



αποτελούν το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο, τα άλατα ασβεστίου, νατρίου και μαγνησίου και τα βαρέα μέταλλα του σιδήρου και του ψευδαργύρου. Αν η απόθεση των απορριμμάτων γίνει σε υδατικό αποδέκτη, η ύπαρξη οργανικών ουσιών στα κτηνοτροφικά απόβλητα προκαλεί την ανάπτυξη αερόβιων μικροοργανισμών που σιγά σιγά καταναλώνουν όλο το διαθέσιμο οξυγόνο του αποδέκτη και στο τέλος προκαλούν τον θάνατο των αερόβιων οργανισμών του (Γεωργακάκης, 2010).

## 2. ΤΥΡΟΚΟΜΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

### 2.1 Εισαγωγή στην έννοια των τυροκομικών αποβλήτων

Ως τυροκομικά απόβλητα νοούνται όλα τα παραγόμενα προϊόντα που προκύπτουν κατά την παραγωγική διαδικασία παρασκευής τυριού, τα οποία είτε έχουν χάσει την οικονομική τους αξία είτε θεωρείται οικονομικά ασύμφορο να υποστούν περαιτέρω επεξεργασία (Γεωργακάκης, 2003). Επίσης, ως τυροκομικά απόβλητα θεωρείται και το νερό πλυσίματος που παράγεται κατά την πλύση των σκευών, μηχανημάτων και των εν γένει χώρων (πατώματα, πάγκοι κλπ.) που χρησιμοποιούνται αλλά και κάποια στερεά, όπως είναι οι συσκευασίες πρώτων υλών και η λάσπη από τις διεργασίες καθαρισμού. Η παραγωγική διαδικασία παρασκευής τυριού εξελίσσεται στις εγκαταστάσεις των τυροκομείων, στις οποίες εκτός από το τυρί παράγεται και μια υδαρής ουσία, πλούσια σε λακτόζη, το τυρόγαλα. Το τυρόγαλα μπορεί να διακριθεί σε δύο κατηγορίες, στο πρωτογενές τυρόγαλα και στο δευτερογενές τυρόγαλα. Το πρωτογενές τυρόγαλα παράγεται καθώς το γάλα επεξεργάζεται με σκοπό να παραχθούν «βαριά τυριά» όπως είναι η γραβιέρα και η φέτα, ενώ το δευτερογενές τυρόγαλα παράγεται καθώς το γάλα επεξεργάζεται με σκοπό να παραχθούν «ελαφριά τυριά» όπως είναι η μυζήθρα και το μανούρι. Ακόμη, να αναφερθεί πως ο παραγόμενος όγκος του τυρόγαλου υπολογίζεται σε περίπου τετραπλάσια ποσότητα του παραγόμενου όγκου γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε (Rivas et al., 2011). Εκτιμάται ότι μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση παράγονται περίπου 50 εκατομμυρίων m<sup>3</sup> τυρόγαλα ετησίως (Kosseva, 2009) ενώ παγκοσμίως παράγονται περίπου 120 εκατομμύρια τόνοι τυρογάλακτος (Peters, 2006).

Η ενασχόληση των μεγάλων βιομηχανιών, που δραστηριοποιούνταν με τον τομέα των τροφίμων, με τον τομέα της τυροκομίας παρατηρείται μετά το τέλος του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου. Στην χώρα μας δημιουργήθηκαν πολλές μικρές επιχειρήσεις, συνήθως οικογενειακές, με μεγάλη διασπορά και χαμηλό οικονομικό δυναμικό. Η πλειονότητα των εν λόγω επιχειρήσεων βρίσκεται στην Βόρεια Ελλάδα. Απόρροια της μεγάλης διασποράς των επιχειρήσεων αποτελεί η μεγάλη απόσταση των τυροκομείων από τις πρωτεύουσες των νομών, στις οποίες υπάρχουν εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων με υψηλό οργανικό φορτίο. Η εγκατάσταση ιδιωτικής απορρύπανσης των αποβλήτων με μηχανήματα προηγμένης τεχνολογίας είναι αρκετά υψηλό. Έτσι, χρησιμοποιούνται εύκολες και πρόχειρες μέθοδοι αντιρρύπανσης που δεν μπορούν να συγκριθούν με τις μεθόδους προηγμένης τεχνολογίας. Το κύριο συστατικό των τυροκομικών αποβλήτων που μπορεί να υποβαθμίσει την ποιότητα των υδάτων είναι η λακτόζη η οποία όταν εισέρχεται σε ένα υδατικό οικοσύστημα συμβάλλει στην εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού.

Ο ανταγωνισμός των επιχειρήσεων τόσο μεταξύ των εγχώριων όσο και μεταξύ των εγχώριων και του εξωτερικού, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί έντονος. Επίσης, να αναφερθεί πως η εξαγωγική δραστηριότητα της χώρας μας, στον τομέα των τυροκομικών προϊόντων, δεν είναι αξιοσημείωτη καθώς η ανταγωνιστική της ικανότητα, συγκριτικά με άλλες χώρες, είναι περιορισμένη.

### 2.2 Υφιστάμενο Θεσμικό πλαίσιο

Τις τελευταίες δεκαετίες, η έξαρση της συγκέντρωσης του πληθυσμού στα μεγάλα αστικά κέντρα και παράλληλα η εκβιομηχάνιση, είχαν σαν αποτέλεσμα την αλλαγή στα καταναλωτικά

πρότυπα. Απόρροια αυτής της συγκυρίας είναι ο συνεχώς αυξανόμενος όγκος των απορριμμάτων που παράγονται τα οποία υποβαθμίζουν το περιβάλλον και αποτελούν πιθανή πηγή επιβλαβών ουσιών. Για τον περιορισμό του όγκου τους θεωρείται αναγκαία η οργάνωση της σωστής διαχείρισής τους (Ε.Ε.Τ.Α.Α. 1999). Η πλειοψηφία των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει προβεί στην υιοθέτηση εναλλακτικών μεθόδων διάθεσης και επεξεργασίας των απορριμμάτων τους. Η εφαρμογή αυτής της υιοθέτησης έγινε μέσω της ενσωμάτωσης νέων σχετικών νόμων στην κείμενη νομοθεσία.

## **2.2.1 Ευρωπαϊκό Κοινοτικό Πλαίσιο**

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία, οι οδηγίες που σχετίζονται τα βιομηχανικά απόβλητα των βιομηχανιών τροφίμων είναι πολλές. Ικανοποιητικός αριθμός αυτών έχει ενσωματωθεί και στην Ελληνική νομοθεσία. Οι κυριότερες Ευρωπαϊκές Οδηγίες σε ότι αφορά το θέμα της παρούσας εργασίας είναι οι εξής:

### **Οδηγία 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου της 24ης Σεπτεμβρίου 1996 σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης (Integrated Prevention Pollution Control, IPPC)**

Απώτερος στόχος της οδηγίας αυτής είναι η ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχος της ρύπανσης που προκαλούν οι δραστηριότητες των βιομηχανιών. Η οδηγία προβλέπει μέτρα αποφυγής και, όταν αυτό δεν είναι δυνατόν, μείωσης των εκπομπών των δραστηριοτήτων των βιομηχανιών στην ατμόσφαιρα, το νερό και το έδαφος, και μέτρα για τα απόβλητα, ώστε να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του, με την επιφύλαξη της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ και των άλλων σχετικών κοινοτικών απαιτήσεων.

### **Οδηγία 91/271/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Μαΐου 1991**

Μέσω της οδηγίας αυτής δίνονται κατευθύνσεις για την συλλογή, την επεξεργασία και την απόρριψη αστικών λυμάτων και την επεξεργασία και την απόρριψη λυμάτων από ορισμένους βιομηχανικούς τομείς. Σκοπός της παρούσας οδηγίας είναι η προστασία του περιβάλλοντος από τις αρνητικές επιπτώσεις της απόρριψης αυτών των λυμάτων.

### **Οδηγία 1999/31/ΕΚ του Συμβουλίου της 26ης Απριλίου 1999 που αφορά την υγειονομική ταφή των αποβλήτων**

Η παρούσα οδηγία πρεσβεύει μέσω αυστηρών λειτουργικών και τεχνικών απαιτήσεων για τα απόβλητα και τους χώρους υγειονομικής ταφής, τον καθορισμό μέτρων, διαδικασιών και κατευθύνσεων για την κατά το δυνατόν πρόληψη ή μείωση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε όλο το περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένου του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς και οποιουδήποτε κινδύνου προκύπτει για την υγεία του ανθρώπου από την υγειονομική ταφή των αποβλήτων καθ' όλο τον κύκλο ζωής του χώρου υγειονομικής ταφής.

## 2.2.2 Ελληνικό Κοινοτικό Πλαίσιο

**Νόμος 1650/1986 (ΦΕΚ Α'160), Οδηγία για την προστασία του περιβάλλοντος, όπως τροποποιήθηκε από το Νόμο 3010/2002(ΦΕΚ Α' 91) ώστε να εναρμονιστεί με τις Οδηγίες 97/11 Ε.Ε. και 96/61 Ε.Ε.**

Μέσω της παρούσας νομοθεσίας αποσκοπείτε να καθίσταται περισσότερο ευχερής και αποτελεσματική η πρόληψη και η αποτροπή της ρύπανσης και της υποβάθμισης του περιβάλλοντος με την αξιολόγηση των άμεσων και έμμεσων, συνεργιστικών και αθροιστικών επιπτώσεων των έργων εγκαταστάσεων κεραιών σταθμών στην ξηρά.

**Υγειονομική διάταξη Ε1β/221/1965 (ΦΕΚ Β'138), Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων», όπως τροποποιήθηκε διαδοχικά με τις Γ1/17831/71 (ΦΕΚ Β'986) και Γ4/1305/74 (ΦΕΚ Β'801), εκδόθηκε σε εφαρμογή του Α.Ν. 2520/1940 και προβλέπει όρους και προϋποθέσεις για την διάθεση λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων**

Συγκεκριμένα, με αυτήν την διάταξη γίνεται γνωστό ότι επιτρέπεται η διάθεση λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων στα επιφανειακά ύδατα ή στο έδαφος μόνο κατόπιν αδείας και μόνο με την προϋπόθεση πως δεν αναμένεται να προκληθούν κίνδυνοι της δημόσιας υγείας, αλλοιώσεις των φυσικών, χημικών ή βιολογικών χαρακτηριστικών των υδάτων και παρακώλυση του φυσικού αυτοκαθαρισμού των υδάτων και του εδάφους.

**Εγκύκλιος ΥΚΥ Α5/4690/ΕΓΚ.62/26-4-1980 για την εφαρμογή της Υ.Α. Ε1β/221/65**

Η εγκύκλιος διευκρίνισε τα βήματα ενεργειών για την έκδοση της Άδειας Διάθεσης των λυμάτων-βιομηχανικών αποβλήτων, είτε για απόρριψη σε επιφανειακούς υδατικούς αποδέκτες, είτε για υπεδάφια διάθεση. Αναφέρεται, επίσης, στον έλεγχο απόδοσης των εγκαταστάσεων επεξεργασίας των λυμάτων-υγρών βιομηχανικών αποβλήτων.

**Π.Δ. 1180/1981 (ΦΕΚ Α' 293), Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγομένων εις τα της ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφαλίσεως του περιβάλλοντος εν γένει**

Στο συγκεκριμένο Προεδρικό Διάταγμα καθορίζονται περιβαλλοντικά θέματα βιομηχανικών και λοιπών δραστηριοτήτων όπως είναι τα επιτρεπτά όρια εκπομπής ρυπαινοσών ουσιών για διάφορες δραστηριότητες αλλά και τα επιτρεπτά όρια θορύβου στο περιβάλλον από εγκαταστάσεις.

**Εγκύκλιος ΥΜ/2985/29-5-1991 του Υπουργείου Υγείας, Πρόνοιας & Κοινωνικών Ασφαλίσεων.**

Η εγκύκλιος αυτή περιέχει οδηγίες εφαρμογής της Ε1β/221/65 Υγ. Δ/ξης όπως τροποποιήθηκε σε συνδυασμό με την 69269/5387/90 Υ.Α.. Συγκεκριμένα, καθορίζεται για κάθε αποδέκτη αν είναι επιτρεπτή η διάθεση λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων σε αυτόν και, σε καταφατική περίπτωση, καθορίζει τις χρήσεις νερών του αποδέκτη, το σημείο εκβολής και τους ειδικούς όρους διάθεσης. Επίσης, χορηγείται προσωρινή άδεια επεξεργασίας και διάθεσης λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων με απόφαση του Νομάρχη (διαρκείας 6 μηνών), ύστερα από τη

διαπίστωση της ορθής εκτέλεσης των εγκριθέντων έργων από τις αρμόδιες Υπηρεσίες της Νομαρχίας.

**N. 3199/2003 (ΦΕΚ Α΄ 280), Προστασία και διαχείριση των υδάτων -Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000**

Με τον νόμο αυτόν εναρμονίστηκε το εθνικό δίκαιο με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ, για την προστασία και διαχείριση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων. Επίσης, σύμφωνα με τον νόμο αυτόν με κοινή απόφαση των Υπουργών Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, Γεωργίας, Ανάπτυξης, Οικονομίας και Οικονομικών, Υγείας και Πρόνοιας, ορίζεται εθνικό δίκτυο παρακολούθησης της ποιότητας και ποσότητας των υδάτων με καθορισμό των θέσεων (σταθμών) μετρήσεων και των φορέων που υποχρεούνται στη λειτουργία τους. Με την ίδια απόφαση καθορίζονται οι υποχρεώσεις των φορέων που συμμετέχουν στο εθνικό δίκτυο παρακολούθησης και κάθε θέμα σχετικό με την ανάπτυξη και τη λειτουργία του.

**Π.Δ. 51/2007 (ΦΕΚ Α΄54), Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ**

Η προεδρική αυτή διάταξη εκδόθηκε σε εφαρμογή του Ν. 3199/2003 ώστε με τη θέσπιση του αναγκαίου πλαισίου μέτρων και διαδικασιών να επιτυγχάνεται η ολοκληρωμένη προστασία και ορθολογική διαχείριση των εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και υπόγειων νερών. Μεταξύ άλλων προβλέπει μέτρα για σημειακές πηγές απορρίψεων, οι οποίες ενδέχεται να προκαλέσουν ρύπανση αλλά και πρόγραμμα παρακολούθησης της κατάστασης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων καθώς και των προστατευόμενων περιοχών

**ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ 354), Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις**

Η συγκεκριμένη απόφαση αντικαθιστά εν μέρει την απαρχαιωμένη υγειονομική διάταξη Ε1β/221/1965 προωθώντας την αξιοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων. Πιο αναλυτικά, σκοπός αυτής της απόφασης είναι α) η προώθηση της αξιοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και η μέσω αυτής εξοικονόμηση υδατικών πόρων, η οποία θα συμβάλλει σημαντικά στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων από: i) την προϊούσα λειψυδρία και ξηρασία στην περιοχή της Μεσογείου, καθώς και την αναμενόμενη επιδείνωση του προβλήματος λόγω της κλιματικής αλλαγής, ii) την έντονη ταπείνωση ή/και υφαλμύριση των υπόγειων υδροφορέων ορισμένων περιοχών της χώρας από την υπεράντληση, την προϊούσα λειψυδρία και την είσοδο του θαλάσσιου μετώπου σε παραλιακές περιοχές, β) η βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου μέσω της τροφοδότησης των υπογείων υδροφορέων. Απαραίτητη προϋπόθεση για την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων είναι η διασφάλιση της Δημόσιας Υγείας.

## 2.3 Παραγωγική Διαδικασία

Από τα γαλακτομικά προϊόντα το τυρί θεωρείται ως το προϊόν με τη μεγαλύτερη ζήτηση. Υπολογίζεται ότι το 50% του παραγόμενου γάλακτος στη χώρα μας τυροκομείται. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι κατά την περίοδο 2008-2010 παρήχθησαν 145.621 τόνοι τυριού. Παραδοσιακά, σε ποσοστό που ανέρχεται στο 90%, το γάλα που χρησιμοποιείται για την παραγωγή των τυροκομικών προϊόντων είναι αιγοπρόβειο δεδομένης της σύστασης του όπου κυριαρχεί η καζεΐνη που είναι η πρωτεΐνη του γάλακτος (Τρισελιώτης, 2010).

Η ποικιλία των ειδών των τυριών που υπάρχει σήμερα στο εμπόριο είναι μεγάλη και οι χρησιμοποιούμενες παραγωγικές διαδικασίες διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο του τυριού. Ανεξάρτητα όμως με τη παραγωγική μέθοδο που θα ακολουθηθεί, η παρασκευή όλων των ειδών των τυριών βασίζεται στην συσσωμάτωση της πρωτεΐνης του γάλακτος (καζεΐνη) με τρόπο που εγκλωβίζει τα στερεά και τα λιπαρά του γάλακτος σε έναν ιστό από θρόμβους. Έπειτα οι θρόμβοι συνενώνονται και αποβάλλεται το τυρόγαλα.

Στη συνέχεια ακολουθεί περιληπτική περιγραφή των σταδίων που ακολουθούνται κατά την παρασκευή του τυριού.

### Στάδιο 1<sup>ο</sup>: Παραλαβή και έλεγχος νωπού γάλακτος

Αρχικά πραγματοποιείται συγκέντρωση του νωπού γάλακτος από τους παραγωγούς σε δοχεία ή σε ειδικά βυτιοφόρα και μεταφορά του στις τυροκομικές μονάδες. Ακολουθεί ποιοτικός έλεγχος του γάλακτος που έχει εναποτεθεί στις δεξαμενές των τυροκομικών μονάδων ώστε να πιστοποιηθεί η καταλληλότητά του. Κατά τον ποιοτικό έλεγχο ελέγχεται η θερμοκρασία του, η οξύτητά του, η περιεκτικότητά του σε λίπος, πρωτεΐνες, λακτόζη και στερεά υπολείμματα. Επίσης, γίνεται έλεγχος για την ύπαρξη αντιβιοτικών τα οποία επηρεάζουν την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών μικροβίων και επομένως την ωρίμανση του τυριού.

### Στάδιο 2<sup>ο</sup>: Διαχωρισμός – Διήθηση – Διαύγαση

Το γάλα που έχει επιλεγεί και θεωρείται κατάλληλο στο στάδιο αυτό θα υποστεί επεξεργασία έτσι ώστε να απομακρυνθούν οι ξένες και ανεπιθύμητες προσμίξεις που έχουν δημιουργηθεί στο στάδιο του αρμέγματος. Αρχικά, απομακρύνονται οι προσμίξεις μεγαλύτερου μεγέθους μέσω της χρήσης πυκνού μεταλλικού πλέγματος. Η απομάκρυνση των προσμίξεων μικρότερου μεγέθους γίνεται με την χρήση της μεθόδου της διήθησης. Η διήθηση γίνεται είτε με φυσικό τρόπο (με υφασμάτινα φίλτρα, τα οποία επαναχρησιμοποιούνται αφού καθαριστούν), είτε μηχανικά (με κατάλληλους φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες, ταχύτητας περιστροφής 3.000 -4.000 rpm/min). Ο καλύτερος τρόπος καθαρισμού του γάλακτος θεωρείται η φυγοκεντρική διαύγαση. Κατά την εφαρμογή αυτής της μεθόδου το γάλα αποθηκεύεται σε ειδικές δεξαμενές και ψύχεται, αφού πρώτα υποστεί θέρμανση για λίγα δευτερόλεπτα στους 63-65°C.

### Στάδιο 3<sup>ο</sup>: Παστερίωση

Στο επόμενο στάδιο εφαρμόζεται στο γάλα παστερίωση, η οποία είναι μία μέθοδος θερμικής επεξεργασίας του γάλακτος που βοηθά στην αποτελεσματική εξουδετέρωση των παθογόνων μικροοργανισμών και παρατείνει το χρόνο συντήρησης του προϊόντος. Για τη εφαρμογή της πραγματοποιείται θέρμανση του γάλακτος για διάρκεια 30 λεπτών σε θερμοκρασία 63 -65°C αλλά μπορεί να γίνει και με διαφορετικό συνδυασμό θερμοκρασίας και διάρκειας θέρμανσης. Η παστερίωση δεν γίνεται για όλους τους τύπους τυριού (π.χ. τα πολύ αλμυρά).

Στάδιο 4°: Πήξη γάλακτος

Η πήξη του γάλακτος προκύπτει μετά την προσθήκη πυτιάς στο γάλα που σε συνδυασμό με την οξίνιση του γάλακτος δημιουργεί ένα πήκτωμα. Η οξίνιση προκαλείται από βακτήρια των οικογενειών Lactococci, Lactobacilli, ή Streptococci που μετατρέπουν τα σάκχαρα του γάλακτος (λακτόζη) σε γαλακτικό οξύ.

Στάδιο 5°: Στράγγιση τυροπήγματος

Αφού έχει ολοκληρωθεί η πήξη και έχει προκύψει το τυρόπηγμα, που έχει ομοιόμορφη θερμοκρασία και συνεκτικότητα, γίνεται τεμαχισμός του τυροπήγματος έτσι ώστε να απομακρυνθεί ο μεγαλύτερος όγκος του υγρού (τυρόγαλα) που είναι πλούσιο σε υδατοδιαλυτά συστατικά. Ο βαθμός τεμαχισμού εξαρτάται από το είδος του τυριού που θα παρασκευαστεί. Μετά τον τεμαχισμό και την απομάκρυνση των υγρών, ακολουθεί εισαγωγή των τυριών σε καλούπια όπου τα τυριά πιέζονται με σκοπό να αποκτήσουν ενιαία μάζα και σχήμα αλλά και να ολοκληρωθεί η στράγγιση. Μια ακόμα μέθοδος που εφαρμόζεται ώστε να απομακρυνθεί όσο το δυνατόν περισσότερο τυρόγαλα, είναι υποβολή υψηλών θερμοκρασιών που προκαλούν επίσης και περαιτέρω συρρίκνωση του πήγματος (Χρήστου, 2011). Το τυρόγαλα που προκύπτει μετά την στράγγιση κάποιες μονάδες το αξιοποιούν ώστε να παρασκευάσουν τυριά που είναι γνωστά ως «τυριά τυρογάλακτος» όπως είναι η μυζήθρα και το ανθότυρο (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Στάδιο 6°: Αλάτισμα

Μετά την στράγγιση και την μορφοποίησή τους τα τυριά αλατίζονται. Το αλάτισμα γίνεται με εφαρμογή ξηρού αλατιού στην επιφάνεια ή μέσα στο σώμα του τυριού, ή με εμβάπτιση σε άλμη (αλατόνερο). Το αλάτισμα συμβάλει στη συντήρηση του τυριού, στην αποβολή υγρασίας από την τυρομάζα και στη βελτίωση της γεύσης του. Δύο παράγοντες που επηρεάζουν το ρυθμό απορρόφησης του αλατιού είναι η θερμοκρασία και το pH. Οι παράγοντες αυτοί ελέγχονται συνεχώς και έχει παρατηρηθεί πως όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία, τόσο μεγαλύτερη είναι και η απορρόφηση του αλατιού από το τυρί. Ο χρόνος αλάτισης εξαρτάται από το είδος του τυριού και σ' αυτό το στάδιο το τυρί αποκτά τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του όπως οσμή, γεύση, χρώμα και υφή.

Στάδιο 7°: Ωρίμανση τυριού

Η ωρίμανση του τυριού επιτελείται σε ειδικά διαμορφωμένους θαλάμους με ελεγχόμενη θερμοκρασία και κατάλληλη υγρασία. Η παραμονή του τυριού στους θαλάμους αυτούς διαρκεί από λίγες μέρες έως και δύο χρόνια ανάλογα με το είδος του τυριού. Συνήθως τα σκληρά τυριά παραμένουν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ώστε να ωριμάσουν. Κατά την ωρίμανση το τυρόπηγμα υφίσταται βιοχημικές μεταβολές λόγω της δράσης της πυτιάς, των πρωτολυτικών και λιπολυτικών ενζύμων, τα οποία παράγονται από τα οξυγαλακτικά καλλιεργημένα μικρόβια αλλά και από την αυτόχθονη μικροβιακή χλωρίδα. Μετά την ολοκλήρωση της ωρίμανσης τα τυριά είναι έτοιμα να συσκευαστούν και να διατεθούν στο εμπόριο.

Στο εμπόριο υπάρχουν και τυριά που διατίθενται προς πώληση χωρίς να υποστούν ωρίμανση, δηλαδή διατίθενται με αλοιφώδη ή κρεμώδη υφή. Τα τυριά αυτά πρέπει να καταναλώνονται αμέσως ή μέσα σε λίγες ημέρες από την ημερομηνία παραγωγής τους.

## 2.4 Χαρακτηριστικά των υγρών τυροκομικών αποβλήτων

### 2.4.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Τα υγρά τυροκομικά απόβλητα, όπως και τα περισσότερα αγροτοβιομηχανικά απόβλητα, χαρακτηρίζονται από υψηλό οργανικό φορτίο. Κάποια από τα πιο ρυπογόνα συστατικά τους είναι το COD, το BOD<sub>5</sub> και τα λίπη. Στην χώρα μας υπολογίζεται ότι μόνο για το 2007 παρήχθησαν 7.577.377 τόνοι υγρών αποβλήτων τυροκομείων που περιείχαν 184.130 τόνους COD. Η παραγωγή των υγρών αποβλήτων δεν είναι σταθερή, μπορεί να είναι συνεχής ροή ή να είναι διακεκομμένη, ανάλογα με τη λειτουργία των εγκαταστάσεων. Το τυρόγαλα ως υγρό απόβλητων των τυροκομικών μονάδων αποτελείται κυρίως από πρωτεΐνες, λακτόζη, αλάτι, λιπαρές ουσίες, μεταλλικά άλατα καθώς και κάποιες χημικές ουσίες καθαρισμού όπως είναι το χλώριο (Thassitou and Arvanitoyannis 2001, Μακρής και Χαραλάμπους 2001 και Μάντης 1993).

Πίνακας 1. 3 :Μέση περιεκτικότητα των κυριότερων συστατικών των τυροκομικών αποβλήτων (Ανυφαντάκης, 2002)

Συστατικό Περιεκτικότητα (mg/l)	Συστατικό Περιεκτικότητα (mg/l)
Πρωτεΐνες	350
Λίπη	309
Σάκχαρα	522
Άζωτο	76
Φώσφορος	50
Χλώριο	276

Οι χημικές ουσίες καθαρισμού εμπεριέχονται στα απόβλητα που προκύπτουν κατά τον καθαρισμό του εξοπλισμού και των χώρων της παραγωγικής διαδικασίας.

Τα χαρακτηριστικά των τυροκομικών αποβλήτων ως προς τη ρύπανση που προκαλούν γίνεται με βάση κάποιες παραμέτρους όπως είναι η θερμοκρασία, το pH, το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD), ο ολικός οργανικός άνθρακας (TOC), τα στερεά, το άζωτο, ο φώσφορος, τα λίπη, τα έλαια και τα διάφορα μέταλλα.

Τα χαρακτηριστικά των τυροκομικών αποβλήτων είναι τα εξής (Μάντης 1993 και Kosseva 2009):

- υψηλό οργανικό φορτίο, λόγω της παρουσίας των συστατικών του γάλακτος,
- υψηλά επίπεδα αζώτου και φωσφόρου, κυρίως λόγω του καθαρισμού και της απολύμανσης,
- έλαια και λίπη, λόγω των λιπών του γάλακτος και άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων,
- μεγάλες διακυμάνσεις ως προς την θερμοκρασία ανάλογα με το είδος του τυριού,
- μεγάλες διακυμάνσεις ως προς το pH επειδή περιέχουν βασικές και όξινες απορρυπαντικές ουσίες.
- υψηλή αγωγιμότητα, ειδικά λόγω των αποβλήτων χλωριούχου νατρίου από το αλάτισμα του τυριού,
- σχετικά μεγάλη ποσότητα αιωρούμενων στερεών (0,4-2 gr/l)

Το ρυπαντικό φορτίο των τυροκομικών αποβλήτων ενισχύεται με την απώλεια του γάλακτος. Συνήθως, η απώλεια του γάλακτος είναι της τάξης του 0,5-2,5% του ποσού του γάλακτος που χρησιμοποιείται και μπορεί να φτάσει μέχρι και 3-4% σε πολύ δυσμενείς περιπτώσεις.



Πίνακας 1. 4: Χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων τυροκομείων (Gonzalez Siso 1996, Μακρής κ.α. 2001)

Χαρακτηριστικά αποβλήτων	Εύρος τιμών	Μέση τιμή
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	30 – 50.000	5.322
COD(mg/l)	60 – 80.000	20.560
Ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS)	24 – 4.500	820
Ολικά Στερεά (TS) (mg/l)	135 – 8.500	2.500
Λίπη (mg/l)	35 – 500	209
Άζωτο (N) (mg/l)	1 – 180	64
Φόσφορος με τη μορφή PO <sub>4</sub> (mg/l)	3 – 70	48
Ασβέστιο (Ca) (mg/l)	55 – 115	37
Νάτριο (Na) (mg/l)	60 – 810	320
Κάλιο (K) (mg/l)	10 – 160	70
Συντελεστής Φόρτισης κιλιά BOD <sub>5</sub> / κιλό ανεπεξέργαστου γάλακτος	0,2 – 7,1	5,8
Όγκος Αποβλήτων m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup> ανεπεξέργαστου γάλακτος	0,1 – 7,1	5,8
pH	4,4 – 9,5	7,2
Θερμοκρασία °C	18 – 55	35

Η ποσοστιαία αναγωγή των στοιχείων από τα οποία αποτελείται το τυρόγαλα διαμορφώνεται με βάση το είδος του γάλακτος που χρησιμοποιείται αλλά και το είδος του παραγόμενου γαλακτομικού προϊόντος. Σε σχέση με τα ολικά στερεά το τυρόγαλα αποτελείται από το 70-72% της λακτόζη, το 8-10% των οροπρωτεϊνών του γάλακτος και το 12-15% των μετάλλων που εμπεριέχονται στα ολικά στερεά (Jelen, 2002). Η επιλεγθείσα παραγωγική μέθοδος είναι υπεύθυνη για το είδος του τυρογάλακτος που θα παραχθεί. Το τυρόγαλα διακρίνεται σε δύο κατηγορίες με βάση την οξύτητά του, στο «όξινο τυρόγαλα» και στο «γλυκό τυρόγαλα». Κατά την παρασκευή νωπών τυριών όπως είναι το cottage παράγεται όξινο τυρόγαλα, ενώ κατά την πήξη του γάλακτος παράγεται γλυκό. Στο σημείο αυτό να αναφερθεί πως το όξινο τυρόγαλα δεν ενδείκνυται για τη διατροφή των ζώων καθώς έχει όξινη γεύση, δεν περιέχει πολλές πρωτεΐνες και είναι πλούσιο σε άλατα (Mawson, 1994).

## 2.4.2 Όγκος τυροκομικών αποβλήτων

Το τυρόγαλα αποτελεί το παραπροϊόν της τυροκομικής βιομηχανίας που παράγεται σε μεγαλύτερο ποσοστό. Το παραγόμενο τυρόγαλα αντιστοιχεί σε ποσοστό που ανέρχεται σε 85 – 95% και αποτελείται από το 55% των θρεπτικών συστατικών του όγκου του γάλακτος που χρησιμοποιείται (Καραδήμα, 2009). Να αναφερθεί πως τα εν λόγω ποσοστά διαφέρουν με βάση το είδος του τυριού που παράγεται αλλά και την μέθοδο επεξεργασίας που επιλέγεται (Βαμβακάκη κ.α., 2009). Ο υπολογισμός του όγκου του τυρογάλου εξαρτάται από παράγοντες όπως είναι ο τύπος και η ποσότητα των προϊόντων που παράγονται αλλά και η παραγωγική διαδικασία που εφαρμόζεται. Σημαντικός είναι και ο ρόλος των μεθόδων περιορισμού των απωλειών του προϊόντος και ελαχιστοποίησης των αποβλήτων που εφαρμόζονται (Chen et al., 2007). Ενδεικτικά να αναφερθεί, πως για την παραγωγή ενός κιλού τυριού δύναται να παραχθούν απόβλητα από 0,2 έως και 9 κιλά (Balannec et al., 2005). Στον Πίνακα 1.5 που ακολουθεί αποτυπώνεται η αντιστοιχία

του παραγόμενου τυρογάλακτος με βάση το είδος του γάλακτος που έχει χρησιμοποιηθεί αλλά και το είδος του τυριού που έχει παραχθεί.

**Πίνακας 1. 5: Παραγωγή τυρογάλακτος (Δαλέζιος, 1986)**

<b>Είδος γάλακτος/ Τελικό Προϊόν</b>	<b>Ποσότητα τυρογάλακτος (κιλά τυρί/κιλά τυρογάλακτος)</b>
Αγελαδινό γάλα – νωπά τυριά	2,8
Αγελαδινό γάλα – μαλακά τυριά	6,8
Αγελαδινό γάλα – σκληρά τυριά	8,9
Πρόβειο γάλα – μαλακά τυριά	2,9
Πρόβειο γάλα – σκληρά τυριά	5,1
Αίγιο γάλα – μαλακά τυριά	4,9
Αίγιο γάλα – σκληρά τυριά	8,2
Τελικό Προϊόν	Ποσότητα τυρογάλακτος (m <sup>3</sup> / τόνο προϊόντος)
Γιαούρτι	3,87
Cottage τυρί (Μυζήθρα κλπ.) με ανάκτηση τυρόγαλου	79,4
Cottage τυρί (Μυζήθρα κλπ.) χωρίς ανάκτηση τυρόγαλου	80,3

Σε μια τυροκομική μονάδα ο όγκος των αποβλήτων που προκύπτει είναι της τάξης των 2 με 4 λίτρων υγρών αποβλήτων ανά λίτρο χρησιμοποιημένου γάλακτος, όγκος μεγαλύτερος συγκριτικά με τον όγκο των αποβλήτων που προκύπτει σε μια βιομηχανία βουτύρου όπου ο όγκος των παραγόμενων υγρών αποβλήτων κυμαίνεται από 1 έως 3 λίτρα ανά λίτρο χρησιμοποιημένου γάλακτος. Αντίθετα, ο όγκος των τυροκομικών αποβλήτων είναι μικρότερος συγκριτικά με τον όγκο των αποβλήτων που προκύπτουν κατά την επεξεργασία το γάλακτος (παστερίωση-αποστείρωση) όπου εκεί κυμαίνεται από 2,5 έως 9 λίτρα ανά λίτρο χρησιμοποιημένου γάλακτος.

## **2.5 Συστήματα διαχείριση τυροκομικών αποβλήτων**

### **2.5.1 Εισαγωγή**

Καθώς τα αγροτοβιομηχανικά απόβλητα αποτελούν μια από τις πιο σημαντικές πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος, μέσω της οικονομικής ενίσχυσης της Ε.Ε., έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες ώστε να βελτιωθούν οι εφαρμοζόμενες μέθοδοι επεξεργασίας των εν λόγω αποβλήτων. Από τα είδη των βιομηχανιών που επεξεργάζονται τρόφιμα, οι βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων θεωρούνται ως οι πιο ρυπογόνες σε πολλές χώρες του κόσμου. Δυστυχώς όμως, η σωστή επεξεργασία των τυροκομικών αποβλήτων δεν φαίνεται να αποτελεί προτεραιότητα για την πλειονότητα των τυροκομικών μονάδων. Αυτή η έλλειψη ενδιαφέροντος οδηγεί στα εξής (Alturkmani, 2007):

α) στην επιβολή υψηλών προστίμων από τις τοπικές αρχές στις τυροκομικές μονάδες

β) στη ρύπανση όταν διατίθενται στο περιβάλλον ανεπεξέργαστα ή όταν χρησιμοποιούνται απευθείας για άρδευση

Ευτυχώς, έχει παρατηρηθεί πρόοδος στην επίγνωση της σοβαρότητας της κατάστασης.

Από τα είδη των τυροκομικών αποβλήτων, ως τα πιο σημαντικά νοούνται τα υγρά απόβλητα με τα οποία και θα ασχοληθούμε στην παρούσα εργασία.

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν διάφορες μέθοδοι αξιοποίησης του παραγόμενου τυρογάλου, ωστόσο πάνω από το 50% αυτού παραμένει ανεπεξέργαστο και αξιοποιείται για την παραγωγή άλλων τροφίμων. Το 45% αυτού του τυρογάλακτος αξιοποιείται απευθείας σε υγρή μορφή, το 30% μετατρέπεται σε σκόνη τυρογάλακτος, το 15% αξιοποιείται για την παραγωγή προϊόντων λακτόζης και το υπόλοιπο για την παραγωγή προϊόντων που περιέχουν πρωτεΐνες που περιέχει το τυρόγαλα (Marwaha & Kennedy, 1988). Το τυρόγαλα δημιουργεί περιβαλλοντικά προβλήματα κυρίως λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε οργανική ύλη. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των τυροκομικών αποβλήτων διαχωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τις φυσικοχημικές και τις βιολογικές μεθόδους.

## 2.5.2 Μέθοδοι φυσικοχημικής επεξεργασίας

Οι μέθοδοι φυσικοχημικής επεξεργασίας χρησιμοποιούνται με σκοπό την αξιοποίηση των πρωτεϊνών που περιέχει σε μεγάλο ποσοστό (30-60%) το τυρόγαλα (González Siso, 1996). Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο είναι η υπερδιήθηση και το φιλτράρισμα (diafiltration) καθώς παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα. Συγκεκριμένα, έχουν μικρό κόστος, μεγάλη ταχύτητα ολοκλήρωσης της διαδικασίας, δεν αλλοιώνουν την δομή των πρωτεϊνών και το τελικό προϊόν είναι απαλλαγμένο από άλατα, άρα και κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο αριθμό τροφίμων (Gardner, 1989). Μάλιστα είναι εφικτό, μέσω της νανο-διήθησης και έπειτα της κρυσταλλοποίησης, να πραγματοποιηθεί και απομόνωση της λακτόζης, σάκχαρο που χρησιμοποιείται ευρέως στις βιομηχανίες τροφίμων και φαρμάκων (Gardner, 1989).

Στις φυσικοχημικές μεθόδους ανήκουν και δύο ακόμα μέθοδοι, η αποξήρανση και η συμπύκνωση η περιγραφή των οποίων ακολουθεί εν συνεχεία.

### 2.5.2.1 Αποξήρανση

Η αποξήρανση θεωρείται ως πιο εύκολη και συχνή τεχνική αξιοποίησης που χρησιμοποιείται ώστε να παραχθεί σκόνη τυρογάλου η οποία ανάλογα με την ποιότητα της, χρησιμοποιείται είτε για κατανάλωση από τον άνθρωπο ή τα ζώα. Η διαδικασία της αποξήρανσης ακολουθεί αρχικά τρία βήματα, την αποβουτύρωση, την παστερίωση και τη συμπύκνωση. Έπειτα ακολουθεί η κρυστάλλωση της λακτόζης ώστε η παραγόμενη σκόνη να μην είναι πολύ υγροσκοπική και τέλος ακολουθεί η αφυδάτωση του τυρογάλου με τη μέθοδο της εκνέφωσης.

### 2.5.2.2 Συμπύκνωση

Η συμπύκνωση του τυρογάλακτος μπορεί να επιτευχθεί με την εξάτμιση του νερού, με υπερδιήθηση και με αντίστροφη ώσμωση. Με την εφαρμογή της πρώτης μεθόδου, το θετικό είναι πως το παραγόμενο συμπύκνωμα αποτελείται από όλα τα συστατικά του τυρογάλακτος. Κατά την εφαρμογή των άλλων δύο μεθόδων, γίνεται χρήση λεπτών μεμβρανών ώστε να γίνει διαχωρισμός του υγρού από κάποια συγκεκριμένα συστατικά. Η κινητήρια δύναμη για την εκτέλεση αυτής της ενέργειας μπορεί να είναι μηχανική (διαφορά πίεσης), χημική (διαφορά συγκέντρωσης), ηλεκτρική (διαφορά δυναμικού) ή θερμική (διαφορά θερμοκρασίας). Η μέθοδος της υπερδιήθησης, τα θετικά

της οποία προαναφέρθηκαν, παρουσιάζει κάποια μειονεκτήματα τα οποία είναι η πόλωση συγκέντρωσης, το μπλοκάρισμα της μεμβράνης, η συσσωμάτωση πρωτεϊνών, η προσρόφηση μικρομορίων σε μεγαλομόρια, η δράση μικρομορίων ως γαλακτοματοποιητές και το σπάσιμο των μεγαλομορίων από δυνάμεις διάτμησης ή από μικροοργανισμούς (Γούλα, 2011). Κατά την μέθοδο της συμπύκνωσης με αντίστροφη ώσμωση, πραγματοποιείται ολοκληρωτικός διαχωρισμός των συστατικών του τυρογάλακτος έτσι ώστε το παραγόμενο διήθημα να αποτελείται μόνο από νερό και σε πολύ μικρά ποσοστά της τάξης του 0,1-1% από μικρού μοριακού βάρους ουσίες του τυρογάλακτος. Ως θετικά η μέθοδος αυτή έχει να επιδείξει τις χαμηλές θερμοκρασιακές της ανάγκες για να λειτουργήσει, γεγονός που προστατεύει τα θερμοευαίσθητα συστατικά της, τη μικρές ενεργειακές ανάγκες της, την μη αλλοίωση των συστατικών του τυρογάλακτος, τη δυνατότητα χρήσης μεγάλης ποικιλίας μεμβρανών, το μεγάλο εύρος θέσεων που μπορεί να αξιοποιήσει για να εγκατασταθεί και την μη ανάγκη χρήσης νερού ψύξης αλλά και το μικρό κόστος λειτουργίας. Τα μειονεκτήματα της είναι οι υψηλές πιέσεις λειτουργίας, η μεγάλη ισχύς άντλησης άρα και η υψηλή κατανάλωση ενέργειας γι' αυτή, η απαίτηση για ανθεκτικότητα των σωληνώσεων, η πόλωση συγκέντρωσης που περιορίζει τις αποδόσεις και το ανώτατο όριο ιξώδους στα 50 cP, το φράξιμο των μεμβρανών από συσώρευση σωματιδίων που απαιτεί τακτικό καθαρισμό, ο περιορισμός στο ανώτατο όριο θερμοκρασίας (~50°C) και στο pH (2-8) ανάλογα με το υλικό μεμβράνης, η ευαισθησία σε οργανικούς διαλύτες και τέλος η περιορισμένη διάρκεια ζωής. Συνήθως συνδυάζεται η υπερδιήθηση ώστε να διαχωριστούν οι πρωτεΐνες, με την αντίστροφη ώσμωση του διηθήματος ώστε να γίνει διαχωρισμός της λακτόζης και των αλάτων (Μάντης, 1993).

## 2.5.3 Μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας

Η λειτουργία των βιολογικών μεθόδων βασίζεται στον μεταβολισμό των μικροοργανισμών ώστε να αποικοδομήσουν τις περιεχόμενες οργανικές ενώσεις. Οι μικροοργανισμοί που επιτελούν την αποικοδόμηση μπορεί να είναι αερόβιοι ή αναερόβιοι ή προαιρετικά αναερόβιοι, δηλαδή να έχουν τη δυνατότητα να αναπτύσσονται και παρουσία και απουσία οξυγόνου. Η ανάπτυξη αυτών των απαραίτητων μικροοργανισμών εξαρτάται από τους εξής παράγοντες: pH, θερμοκρασία, είδος ρυπαντών, επάρκεια σε θρεπτικά συστατικά, παρουσία τοξικών ουσιών από το μεταβολισμό των μικροοργανισμών και διακύμανση υδραυλικού ή ρυπαντικού φορτίου. Ανάλογα με τους μικροοργανισμούς που συμμετέχουν στην επεξεργασία οι μέθοδοι διαχωρίζονται στην αερόβια και στην αναερόβια μέθοδο.

### 2.5.3.1 Αερόβια επεξεργασία οργανικού κλάσματος απορριμμάτων (Κομποστοποίηση)

Η αερόβια επεξεργασία αποτελεί τη μέθοδο μέσω της οποίας συντελείται αερόβια βιολογική επεξεργασία οργανικών ουσιών, παρουσία μικροοργανισμών, ώστε να παραχθεί σταθεροποιημένη οργανική ύλη, νερό και διοξείδιο του άνθρακα. Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί η διαδικασία της αερόβιας επεξεργασίας απαιτείται η ύπαρξη συγκεκριμένης ποσότητας νερού και οξυγόνου, επίσης, είναι απαραίτητη η ρύθμιση της κατάλληλης θερμοκρασίας, υγρασίας και pH. Κατά τη διεργασία της εν λόγω μεθόδου, συγκεκριμένες ομάδες μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες κ.α.) χρησιμοποιούν τις οργανικές ουσίες σαν τροφή και με την παρουσία οξυγόνου και υγρασίας τις μετατρέπουν αρχικά σε απλούστερες χημικές ενώσεις και στη συνέχεια στην παραγωγή ενός σταθεροποιημένου υλικού (κομπόστ υψηλής ποιότητας ή υλικό τύπου κομπόστ), το οποίο δύναται να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα, εδαφοβελτιωτικό ή πρόσθετο για τη ρύθμιση των εδαφών (ΕΕΔΣΑ

2006). Ακόμα, το κομπόστ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως ηχομονωτικό υλικό αλλά και για την αποκατάσταση τοπιών και λατομίων (Καρβούνης, Γεωργακέλλος, 2003). Στο σημείο αυτό να τονιστεί πως το τελικό προϊόν πρέπει να ελέγχεται για την περιεκτικότητά του σε τοξικές ουσίες, βαρέα μέταλλα και για την καταλληλότητά του ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο προορίζεται. Επίσης, να τονισθεί πως δεν είναι σε θέση να αντικαταστήσει το λίπασμα που χρειάζεται μια καλλιέργεια, αλλά είναι δυνατό να περιορίσει τη χρήση του. Τα υγρά απόβλητα των τυροκομείων δύναται να επεξεργαστούν με τη χρήση της αερόβιας επεξεργασίας καθώς τα λίπη, η λακτόζη και οι πρωτεΐνες που περιέχουν αποικοδομούνται εύκολα από τους μικροοργανισμούς. Τα πλεονεκτήματά της είναι ότι είναι πιο γρήγορη διαδικασία από την αναερόβια και ότι απαιτείται χαμηλότερο επενδυτικό κόστος συγκριτικά με την αναερόβια διαδικασία. Στα μειονεκτήματα της μεθόδου συμπεριλαμβάνονται οι μεγάλες απαιτήσεις σε κατανάλωση ενέργειας και σε κόστη λειτουργίας και συντήρησης και οι μεγάλες απαιτήσεις σε επιφάνεια γης. Επιπλέον, σε σχέση με την αναερόβια επεξεργασία είναι λιγότερο αποτελεσματική στην ανάκτηση των θρεπτικών συστατικών (Argvanitoyannis and Kassaveti, 2008). Σε θεωρητικό επίπεδο, το τυρόγαλα μπορεί να επεξεργαστεί μέσω της αερόβιας επεξεργασίας, πρακτικά όμως προκύπτουν δυσκολίες. Πιο ειδικά, απαιτούνται εγκαταστάσεις μεγάλης έκτασης αλλά και το κόστος λειτουργίας είναι ιδιαίτερα υψηλό λόγω των μεγάλων απαιτήσεων σε ηλεκτρική ενέργεια για τον αερισμό. Έχει υπολογιστεί ότι για την επεξεργασία 40m<sup>3</sup> τυρόγαλα ημερησίως με αερόβια επεξεργασία, είναι απαραίτητη η εγκατάσταση βιολογικού σταθμού μεγέθους όσο και για τις ανάγκες μιας πόλη 2.000 κατοίκων (Χρήστου, 2011). Είναι φανερό ότι τα μικρομεσαία τυροκομεία δεν είναι δυνατό να ανταπεξέλθουν σε τέτοιες επενδύσεις. Σε προσπάθεια βελτίωσης αυτής της μεθόδου, μπορεί να εφαρμοστεί προεπεξεργασία των αποβλήτων μέσω αλκαλικής ή συσσωματικής καθίζησης του οργανικού φορτίου. Αποτέλεσμα αυτής της προεπεξεργασίας είναι να χρειάζεται μικρότερος χρόνος παραμονής (Rivas et al., 2010).

### **2.5.3.2 Αναερόβια επεξεργασία οργανικού κλάσματος απορριμμάτων (Αναερόβια Χώνευση)**

Η αναερόβια χώνευση αποτελεί την μέθοδο μέσω της οποίας πραγματοποιείται βιολογική επεξεργασία οργανικών στερεών αποβλήτων απουσίας οξυγόνου και παρουσίας αναερόβιων μικροοργανισμών, με τελικά προϊόντα το βιοαέριο και το χωνεμένο υπόλειμμα (οργανική ύλη). Η μέθοδος της αναερόβιας χώνευσης παρουσιάζει κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της μεθόδου της αερόβιας επεξεργασίας. Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι ότι η διαδικασία της αερόβιας χώνευσης απαιτεί μικρότερες χωρικές εγκαταστάσεις, μικρότερες ποσότητες ενέργειας συγκριτικά με αυτές που απαιτεί η διαδικασία της αερόβιας επεξεργασίας, ότι επιτυγχάνει υψηλή απομάκρυνση του οργανικού φορτίου και ότι κατά την διαδικασία της αερόβιας χώνευσης παράγεται βιοαέριο. Το βιοαέριο αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας. Επίσης, σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι οι παραγόμενες οσμές είναι μικρές και πως ο αριθμός των παθογόνων μικροοργανισμών είναι και αυτός μικρός. Ως μειονεκτήματα της αναερόβιας χώνευσης θεωρούνται το υψηλότερο κόστος της συγκριτικά με αυτό της αερόβιας επεξεργασίας και ότι είναι πιθανό να απαιτείται επιπλέον θερμότητα κατά την αναερόβια διεργασία προκειμένου να διατηρηθεί η θερμοκρασία στα επιθυμητά επίπεδα για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών (Παναγιωτακόπουλος 2002, Μαυρόπουλος 2003). Τέλος, πρόβλημα θεωρείται και το γεγονός ότι για να ενεργοποιηθεί η

διαδικασία της ΑΧ χρειάζεται ένα μεγάλο χρονικό διάστημα ώστε να μπορέσει να εγκλιματιστεί ο μικροβιακός πληθυσμός (Gavala et al., 1996).

Ανεξαρτήτως των μειονεκτημάτων της ΑΧ, σύμφωνα με τους Γαβαλά κ.α. (1997), η μέθοδος της ΑΧ θεωρείται ως μια από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους επεξεργασίας των τυροκομικών αποβλήτων. Επίσης, σύμφωνα με τους Arvanitoyannis και Kassaveti (2008), δεδομένης της επιτυχής επεξεργασία άλλων υγρών βιομηχανικών αποβλήτων όπως είναι τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων που έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά των τυροκομικών, με την μέθοδο της ΑΧ, θεωρείται πως η μέθοδος αυτή θα πρέπει να εφαρμόζεται πιο συχνά και για την επεξεργασία των τυροκομικών αποβλήτων. Μάλιστα, η χρήση της ΑΧ με σκοπό την επεξεργασία του τυρογάλακτος συναντάται συχνά και στη διεθνή βιβλιογραφία. Σύμφωνα με αναφορές, η επεξεργασία του τυρογάλακτος στην χώρα μας ξεκίνησε το 1998 (Philippopoulos & Papadakis 2001). Σε μια από τις έρευνες που έχουν γίνει σχετικά με την χρήση της ΑΧ σε συνάρτηση με το τυρόγαλα έχει προκύψει πως οι συμβατικές μέθοδοι ΑΧ (με ένα ή δύο στάδια) και η χρήση φίλτρων βοηθούν στο να μειωθούν τα λίπη και να παραχθεί βιοαέριο. Το παραγόμενο υδρογόνο και μεθάνιο μετά την επεξεργασία της τυρογάλακτος με την ΑΧ αποδεικνύει πως το εν λόγω απόβλητο μπορεί να αποτελέσει μια πρώτης ποιότητας υπόστρωμα (Antonopoulou et al., 2008).

Κατά γενική ομολογία, η ΑΧ θεωρείται ως η πιο κατάλληλη μέθοδος για την επεξεργασία της τυρογάλακτος. Ωστόσο, προβλήματα όπως είναι η χωροταξική διασπορά των τυροκομείων, η εποχιακή λειτουργία τους αλλά και η μικρή δυναμικότητα της πλειονότητας αυτών στην χώρας, καθιστούν μη εφικτή τη λειτουργία μονάδων ΑΧ με σκοπό την επεξεργασία των αποβλήτων τους.

## 2.5.4 Λοιπές τεχνικές

Δύο μέθοδοι που χρησιμοποιούνται ώστε να απομακρύνουν το οργανικό φορτίο των τυροκομικών αποβλήτων αποτελούν η αλκαλική και η συσσωματική καθίζηση (Rivas et al., 2010, Rivas et al., 2011). Πλεονεκτήματα αυτών των μεθόδων αποτελεί η απλότητα και η οικονομικότητα τους αλλά μειονεκτούν λόγω του ότι απομακρύνουν τον ρύπο χωρίς να τον αποδομούν. Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημάνουμε ότι είναι επιθυμητό η αντιμετώπιση προβλημάτων ρύπανσης να περιλαμβάνει την ολοκληρωτική καταστροφή ή αποδόμηση των ρύπων και όχι απλά την απομάκρυνση του ρύπου από κάποιο υγρό ή αέριο ρεύμα, όπως κάνει η καθίζηση. Ο λόγος είναι ότι ο συσσωρευμένος πλέον ρύπος θα πρέπει να διατεθεί και αυτός με τη σειρά του κάπου αλλού. Παρ' όλα αυτά, κατά την αλκαλική και συσσωματική καθίζηση, το υπερκείμενο υγρό παρουσιάζει κατάλληλες ιδιότητες (αρκετά θρεπτικά κλπ.) ώστε να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία (Rivas et al., 2010, 2011), ενώ, συγκεκριμένα κατά την αλκαλική καθίζηση με ασβέστη, ακόμα και η λάσπη της καθίζησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία (Carvalho et al., 2012). Ο περιοριστικός παράγοντας της χρησιμοποίησης της λάσπης στη γεωργία είναι η αντοχή των φυτών στην αλατότητα, γι' αυτό και θα πρέπει να επιλέγεται η λίπανση φυτών με μέτρια έως υψηλή αντοχή στην αλατότητα. Τέλος, μπορεί όπως αναφέρθηκε, η αερόβια επεξεργασία δεν είναι πολύ αποδοτική, η εναλλαγή σε αναερόβιες και αερόβιες συνθήκες όμως κατά την επεξεργασία τυροκομικών αποβλήτων με σχετικά χαμηλό οργανικό φορτίο, έχει οδηγήσει σε 99% απομάκρυνση του COD (Fang, 1991).

### 2.5.4.1 Τεχνητοί υγροβιότοποι

Μια ακόμη τεχνική με σκοπό την απομάκρυνση του οργανικού φορτίου αποτελεί η τεχνική των τεχνητών υγροβιότοπων. Στους τεχνητούς υγροβιότοπους χρησιμοποιούνται φυτικοί οργανισμοί και μικροβιακές κοινότητες που διαβιούν στη ριζόσφαιρα των φυτών με σκοπό την απομάκρυνση

των οργανικών ή ανόργανων ρύπων. Οι φυτικοί αυτοί οργανισμοί φυτεύονται σε λεκάνες απόρριψης αποβλήτων ώστε να αποκρυνθούν οι ρυπογόνες ουσίες τους. Σχετική τεχνολογία είναι η φυτοδιήθηση όπου τα ριζικά συστήματα των φυτών αναπτύσσονται σε υδάτινο περιβάλλον. Η επιτυχής απομάκρυνση των ρύπων γίνεται με τους παρακάτω τρόπους (Καλογεράκης, 2013):

- Το ριζικό σύστημα των φυτών μέσω κάποιων διόδων επιτρέπει την είσοδο του οξυγόνου στο χώμα. Έτσι δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για τη λειτουργία των μικροοργανισμών που ζουν στα ριζικά συστήματα των φυτών. Οι μικροοργανισμοί αποδομούν τις ρυπαντικές ενώσεις ή τις διασπών ώστε να τις προσλάβουν οι ρίζες των φυτών.
- Τα φυτά που χρησιμοποιούνται στους τεχνητούς υγροβιότοπους έχουν τη δυνατότητα υπερσυσσώρευσης ρυπαντικών ενώσεων στους ιστούς των ριζών και των κλαδιών τους. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα σημαντικής απομάκρυνσης ρύπων από το ρυπασμένο απόβλητο.
- Τα φυτά έχουν τη δυνατότητα να απομακρύνουν σημαντικές ποσότητες υδατοδιαλυτών ρύπων που είναι διαλυμένες στο νερό που προσλαμβάνουν για την άρδυσή τους. Στη συνέχεια οι ρύποι μεταφέρονται στα φύλλα των φυτών μέσω της διαπνοής και εξατμίζονται προς την ατμόσφαιρα.
- Τα φυτά διαθέτουν ένζυμα που μπορούν να διασπάσουν και να αποδομήσουν τους ρύπους σε ικανοποιητικό βαθμό. Δηλαδή, εκτός της απομάκρυνσης που αναφέραμε με τους παραπάνω τρόπους υπάρχει και η δυνατότητα πλήρους αποδόμησης των ρύπων πράγμα που κάνει τους τεχνητούς υγροβιότοπους πολλά υποσχόμενη ανερχόμενη τεχνολογία.

Η εφαρμογή της τεχνικής αυτής είναι οικονομικά προσιτή καθώς χρησιμοποιείται ελάχιστος εξοπλισμός και εργατικό δυναμικό. Ωστόσο τα υγρά απόβλητα αρκετά συχνά χρειάζονται κάποιο τύπου προεπεξεργασία όπως είναι η αραίωση και η απομάκρυνση του λίπους (Comino et al., 2011, Farnet et al., 2008) και η καθίζηση μέσω της αύξησης του pH με την προσθήκη ασβέστη (Rivas et al., 2010, Prazeres et al., 2012). Βέβαια, κάποιες φορές το επεξεργασμένο απόβλητο δεν πληροί τις προϋποθέσεις ώστε να διατεθεί στο περιβάλλον και για αυτό πρέπει να αξιοποιείται στη άρδευση άλλων φυτών (Dragone et al. 2009; Saddoud et al. 2007; Farnet et al. 2009; Travis et al. 2012).

Δεδομένης της γεωγραφικής διασποράς των τυροκομικών μονάδων, της σχετικά μεγάλης απόστασής τους από τα αστικά κέντρα που συνήθως περιέχουν τις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων και λόγω του μικρού μεγέθους των τυροκομείων που κάνει οικονομικά ασύμφορη την εγκατάσταση κάποιου συστήματος επεξεργασίας αποβλήτων, υπάρχει σημαντική δυσκολία στην επεξεργασία των τυροκομικών αποβλήτων από κάποιο σύστημα προηγμένης τεχνολογίας. Παράλληλα, το αξιόλογο επίπεδο που έχει επιτευχθεί στην τεχνική των τεχνητών υγροβιότοπων, τους καθιστά εν τέλει ως τη βέλτιστη τεχνική που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, όταν ο τυροκόμος καλείται να αντιμετωπίσει τη ρύπανση σε ιδιωτικό επίπεδο.

## **2.7 Αξιοποίηση των τυροκομικών αποβλήτων**

Το τυρόγαλα αποτελεί το τυροκομικό παραπροϊόν που ρυπαίνει σε μεγαλύτερο βαθμό το περιβάλλον. Η παρασκευή ενός κιλού τυριού δύναται να προσδώσει 9 κιλά τυρογάλακτος που εμπεριέχουν μικρή ποσότητα γάλακτος. Το πρόβλημα εντείνεται όταν γίνεται λόγος για βιομηχανίες. Το παραγόμενο τυρόγαλα μπορεί να αξιοποιηθεί με διάφορους τρόπους που είναι αποδεκτοί, αντί να διατεθεί στο περιβάλλον.

Το τυρόγαλα μπορεί να αξιοποιηθεί όταν είναι σε υγρή μορφή ή αφού υποστεί διαχωρισμό μέσω της διήθησης και μετατραπεί σε σκόνη τυρογάλακτος, σε προϊόντα λακτόζης, σε συμπυκνωμένες πρωτεΐνες και σε αποπρωτεϊνομένο ορό (Spence, 2008). Σύμφωνα με την Καττή (2010), ποσοστό που ανέρχεται στο 50% της συνολικής παραγωγής τυρογάλακτος παγκοσμίως μετατρέπεται σε διάφορα προϊόντα διατροφής. Πιο ειδικά, το 45% αξιοποιείται όντας σε υγρή μορφή, το 30% μετατρέπεται σε σκόνη τυρογάλακτος, το 15% αξιοποιείται ως λακτόζη και παραπροϊόντα της και το 10% αξιοποιείται ως συμπυκνωμένες πρωτεΐνες που περιέχουν τυρόγαλα (Κουτρώτσιος, 2009). Αυτά τα παράγωγα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συστατικά σε τρόφιμα ή ποτά με χαμηλά λιπαρά αλλά και για την διατροφή των βρεφών ή των αθλητών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα χρήσης του τυρογάλακτος για την παραγωγή τροφίμων με χαμηλά λιπαρά αποτελεί το τυρί Ricotta το οποίο μπορεί να παρασκευαστεί και με γάλα πλήρες αλλά και με τυρόγαλα διότι το λίπος του με γάλα πλήρες είναι 12,7 ενώ με τυρόγαλα είναι 0,5 (Jelen, 2002). Συνήθως, χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τυριών τυρογάλακτος όπως είναι η μυζήθρα και το ανθότυρο. Κατά την παρασκευή αυτών των τυριών παράγεται ένα είδος τυρογάλακτος που ονομάζεται απόβλητο τυρόγαλα το οποίο έχει μειωμένο οργανικό φορτίο. Στην χώρα μας, έχει γίνει προσπάθεια να αξιοποιήσουμε αυτό το απόβλητο με αποκορύφωμα την παρασκευή του κέικ τυρογάλακτος που αποτελεί το αποτέλεσμα των εκτεταμένων ερευνητικών προσπαθειών αξιοποίησης του τυρογάλακτος από τον καθηγητή του τμήματος Βιοχημείας – Βιοτεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας Δημήτρη Κουρέτα και την ερευνητικής ομάδας του. Το κέικ αυτό ένα βιολειτουργικό τρόφιμο, δηλαδή εκτός από τη βασική διατροφική του αξία ενισχύει τη φυσιολογική λειτουργία του οργανισμού. Το προϊόν αυτό έχει αποσπάσει πολλές θετικές κριτικές σε ολόκληρο τον κόσμο. Ακόμη, αξίζει να αναφερθεί πως μετά την ολοκλήρωση της παραγωγής του, το μόνο που απομένει είναι νερό, άρα δεν χρειάζεται να εφαρμοστεί περαιτέρω αξιοποίηση (Καττή, 2010). Το τυρόγαλα στο παρελθόν έχει γίνει προσπάθεια να αξιοποιηθεί για την παρασκευή υποστρώματος για την καλλιέργεια μανιταριών του γένους *Pleurotus*, τα οποία έχουν πολύ μεγάλη ζήτηση στη χώρα μας, με αποτέλεσμα να μην επαρκεί η εγχώρια παραγωγή. Τα αποτελέσματα δεν ήταν ενθαρρυντικά (Κουτρώτσιος, 2009) αλλά και μόνο η έρευνα προς αυτή τη κατεύθυνση δείχνει ότι αλλάζει ο παραδοσιακός τρόπος αντιμετώπισης των συγκεκριμένων υποπροϊόντων. Μετά από μελέτες που έχουν γίνει, έχουν προκύψει και άλλες προτάσεις για την αξιοποίηση του τυρογάλακτος όπως είναι η προσθήκη στο ψωμί για αύξηση θρεπτικής αξίας, η παρασκευή αεριούχων ποτών ή άλλων ποτών ζύμωσης, η παρασκευή αλβουμίνης και γλοβουλίνης για προσθετικά τροφίμων, η παρασκευή αλκοόλης, η παρασκευή λακτόζης, η παρασκευή σιροπιού γαλακτόζης και γλυκόζης, η παρασκευή ριβοφλαβίνης, η παραγωγή γαλακτικού οξέος, η παρασκευή υποστρωμάτων ζυμώσεως για παραγωγή αντιβιοτικών, μεθανίου, ακετόνης και βιομάζας (πρωτεΐνες CSP).

Ένας άλλος τρόπος να αξιοποιηθεί το παραγόμενο τυρόγαλα είναι να διατεθεί ως ζωοτροφή σε βοοειδή και χοίρους καθώς έχει υψηλή διατροφική αξία και είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες, λακτόζη και μεταλλικά στοιχεία. Με απόταίρω σκοπό την μείωση του κόστους μεταφοράς και αποθήκευσης, το τυρόγαλα διατίθεται ως ζωοτροφή αφού υποστεί αποξήρανση. Έρευνες έχουν δείξει πως τα ενήλικα μηρυκαστικά συγκριτικά με άλλα είδη μπορούν να καταναλώσουν μεγαλύτερες ποσότητες τυρογάλακτος και υποπροϊόντων του. Βέβαια, η προσθήκη τους στο διαιτολόγιο των ζώων πρέπει να γίνει σταδιακά και αφού έχει υποστεί παστερίωση έτσι ώστε τα μικρόβια που διαβιούν στο στομάχι των ζώων να μπορέσουν να αφομοιώσουν την λακτόζη, διότι σε αντίθετη περίπτωση δύναται να προκληθούν διατροφικές διαταραχές (Thivend 1978, Ανυφαντάκης 2004, Κουτρώτσιος, 2009).



Τέλος, ως η πιο αμφισβητήσιμη λύση χρήσης του τυρογάλακτος είναι η διάθεση του στο περιβάλλον. Η διάθεση αυτή γίνεται είτε με άρδευση με ψεκασμό του εδάφους είτε με απευθείας διάθεσης του σε υδάτινους αποδέκτες και συστήματα υπονόμων. Για να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί στην γεωργία πρέπει πρώτα να επεξεργαστεί μέσω βιολογικού καθαρισμού διότι η απευθείας εναπόθεση του στις καλλιέργειες δεν συνάδει με του περιβαλλοντικούς κανονισμούς και μπορεί να προκαλέσει σημαντική ρύπανση. Η ρύπανση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι το τυρόγαλα είναι πλούσιο σε οργανική ύλη, έχει υψηλό οργανικό φορτίο και δεν είναι διαλυτό στο νερό (Καραδήμα 2009). Η ρυπαντική του ικανότητα μπορεί να αξιολογηθεί λαμβάνοντας υπόψη ότι το οργανικό του φορτίο BOD<sub>5</sub> είναι ίσο με 40.000mg/L είναι δηλαδή 100 φορές μεγαλύτερο από αυτό των αστικών λυμάτων, με άλλα λόγια, ένας τόνος τυρογάλακτος έχει οργανικό φορτίο που αντιστοιχεί στο οργανικό φορτίο των αστικών αποβλήτων που παράγουν 100 άτομα (Μεταξάτος κ.α 1999)

## 2.8 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Είναι γενικά αποδεκτό πως ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα που δύναται να προκαλέσει η ρύπανση είναι η υποβάθμιση της βιοποικιλότητας των οικοσυστημάτων. Έχει παρατηρηθεί πως κυρίως στα θαλάσσια οικοσυστήματα, πως η απώλεια ενός και μόνο είδους από ένα βιότοπο μπορεί να προκαλέσει την απώλεια και άλλων ειδών που σχετίζονται με αυτό ακόμη και αν δεν ανήκουν στην ίδια τροφική αλυσίδα (Χαϊδευτού, 2002).

Τα απόβλητα των τυροκομικών μονάδων αποτελούν πολύ σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα καθώς έχει αποδειχθεί ότι προκαλούν 5 – 15 φορές μεγαλύτερη ρύπανση από τα αστικά απόβλητα (Ανυφαντάκης, 2004). Σύμφωνα με τους Sienkiewicz & Riedel (1990), εκτιμάται πως ένα τυροκομείο που σε καθημερινή βάση επεξεργάζεται 100 τόνους γάλα, παράγει τυρόγαλα που ρυπαίνει όσο τα απόβλητα μιας πόλης 55.000 κατοίκων. Η εναπόθεση τους δε σε υδάτινους αποδέκτες χωρίς να έχει προηγηθεί επεξεργασία τους σε βιολογικό καθαρισμό, είναι υπεύθυνη για την ρύπανση των υπογείων υδάτων λόγω της τοξικότητας των αποβλήτων. Στο σημείο αυτό θεωρείται σκόπιμο να αναφερθεί πως σύμφωνα με τη νομοθεσία (Π Δ. 252, Κ.Υ.Α. 5673/400/97) η εγκατάσταση βιολογικού καθαρισμού είναι απαραίτητη για τη λειτουργία των τυροκομικών μονάδων και επομένως αποτελεί βασική και αναγκαία προϋπόθεση για την αρχική τους αδειοδότηση.

Το υψηλό οργανικό φορτίο, τα λίπη αλλά και οι σημαντικές ποσότητες αζώτου και φωσφόρου που περιέχονται στα υγρά απόβλητα των τυροκομείων, όταν διατίθενται σε επιφανειακούς υδάτινους αποδέκτες ή σε υπόγεια νερά μπορεί να είναι υπεύθυνες για τα ακόλουθα επιβαρυντικά για το περιβάλλον φαινόμενα (Μαμάης) :

- ευτροφισμό
- τοξικότητα αμμωνίας στα ψάρια
- αποξυγόνωση αποδεκτών λόγω νιτροποίησης αμμωνίας
- τοξικότητα από την παρουσία νιτρικών στο πόσιμο νερό (προκαλεί κυάνωση σε βρέφη)

Όπως προαναφέρθηκε, μέσα στα τυροκομικά απόβλητα εμπεριέχονται και τα νερά πλυσίματος που χρησιμοποιούνται για να καθαρίσουν τις εγκαταστάσεις. Οι χημικές ουσίες που εμπεριέχονται μέσα στα νερά αυτά, αν και δεν επηρεάζουν σημαντικά την ολική χημική ζήτηση οξυγόνου (COD), έχει αποδειχθεί ότι είναι τοξικές για τους υδρόβιους οργανισμούς. Επίσης, επειδή αυτές οι χημικές ουσίες δεν είναι βιοδιασπώμενες διατηρούνται στο περιβάλλον με αποτέλεσμα ένα μέρος τους να καταλήγει στους βιοτικούς οργανισμούς όπου προκαλούνται τοξικολογικές

δράσεις. Συγκεκριμένα, επειδή αυτές οι ουσίες συσσωρεύονται στους ιστούς των ανωτέρων καταναλωτών προκαλούν προβλήματα στην αναπαραγωγή, καρκίνο, καταστολή του ανοσοποιητικού συστήματος και αναστολής της φυσιολογικής ανάπτυξης (Kosseva 2009).

Ένα φαινόμενο που εκδηλώνεται σε υδατικά οικοσυστήματα όπως είναι οι λίμνες είναι ο ευτροφισμός. Το φαινόμενο αυτό είναι ένα φυσικό φαινόμενο που για να ολοκληρωθεί χρειάζεται αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα. Η εναπόθεση νιτρικών, φωσφορικών και ανθρακικών αλάτων επισπεύδει την ολοκλήρωση αυτού του φαινομένου. Το τυρόγαλα περιέχει λακτόζη που αποτελεί το βασικό σάκχαρο του γάλακτος που ως σάκχαρο περιέχει πολύ υψηλή συγκέντρωση άνθρακα, ο οποίος αποτελεί τη βασική πηγή τροφής των ζωικών οργανισμών. Δεδομένης της υδαρής μορφής του τυρογάλακτος, ο άνθρακας είναι διαλυτός, με πολύ μικρό μέγεθος που ευνοεί την κατανάλωσή του από μικροοργανισμούς οι οποίοι λόγω του πολύ μικρού τους μεγέθους δεν συνδέονται άμεσα με την τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος. Η απουσία αυτής της σύνδεσης προκαλεί υπέρμετρη αύξηση του πληθυσμού των μικροοργανισμών που καταναλώνουν μεγάλο ποσοστό του διαλυτού οξυγόνου και δημιουργούν συνθήκες ασφυξίας για τα υπόλοιπα είδη του οικοσυστήματος όπως είναι τα ψάρια (Μπέλλος, 2003).

Η είσοδος του τυρόγαλου μπορεί να υποβαθμίσει επίσης τον υδάτινο αποδέκτη αν γίνει απευθείας διότι προκαλείται θολότητα και εμποδίζεται η διέλευση του φωτός. Αποτέλεσμα αυτής της πραγματικότητας είναι να μην επιτελείται η διεργασία της φωτοσύνθεσης των αυτότροφων οργανισμών (παραγωγών) και να διαταράσσεται επομένως ολόκληρο το τροφικό πλέγμα του οικοσυστήματος (Ζερφυρίδης και Λιτόπουλος, 1988).

Έντονες και αξιοσημείωτες είναι και αισθητικές επιπτώσεις που προκαλούνται από την εναπόθεση των τυροκομικών αποβλήτων στους υδατικούς αποδέκτες. Καθώς εκδηλώνεται το φαινόμενο του ευτροφισμού η επιφάνεια των υδάτων αποκτά μια πράσινη απόχρωση λόγω των άλγεων που αναπτύσσονται ενώ παράλληλα εκλύονται δυσάρεστες οσμές λόγω των αναερόβιων συνθηκών που επικρατούν. Έτσι, υποβαθμίζεται άρδην η ποιότητα του νερού είτε αυτό προορίζεται για ύδρευση είτε για αναψυχή (Μπέλλος, 2003).

### **3. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΥΡΟΚΟΜΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ**

Στην παρούσα ενότητα επιχειρείται συγκριτική αξιολόγηση των μεθόδων διαχείρισης των κτηνοτροφικών και τυροκομικών αποβλήτων που περιγράφηκαν στις πρώτες δύο ενότητες του παρόντος κεφαλαίου. Λόγω του ότι απώτερος σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συνδυασμένη επεξεργασία των δύο προαναφερθέντων ροών αποβλήτων, η συγκριτική αξιολόγηση που θα ακολουθήσει θα αφορά τις κοινές μεθόδους διαχείρισης των δύο ροών. Η σύγκριση των μεθόδων θα γίνει με βάση τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε μίας από εφαρμοζόμενες μεθόδους που αφορούν τα εξής κριτήρια:

- οικονομικά (κόστος υποδομών και λειτουργίας)
- περιβαλλοντικά (εκπομπές αερίων, υπολείμματα, υγρά και στερεά απόβλητα)
- τεχνικά (απαιτήσεις γηπέδου κλπ.)
- κοινωνικά (ανθρωπογενές περιβάλλον, αισθητική όχληση)

Η συγκέντρωση και η καταγραφή των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων της κάθε μεθόδου που ακολουθεί, θα γίνει σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία.

#### **Μέθοδοι Μηχανικής – Βιολογικής Επεξεργασίας (MBE)**

##### **Κομποστοποίηση**

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι (Κανακόπουλος, 2011):

- Ανακτάται το οργανικό μέρος των απορριμμάτων και μετατρέπεται σε χρήσιμο εδαφοβελτιωτικό, το οποίο συμβάλει στη διατήρηση της γονιμότητας των εδαφών και στη μείωση της διάβρωσης σε επικλινείς αναδασωτές περιοχές
- Ως φυσική βιολογική διεργασία δεν προκαλεί καμία διαταραχή σε κανένα οικοσύστημα
- Χρειάζεται μικρό επενδυτικό και λειτουργικό κόστος σε σχέση με άλλες ανταγωνιστικές τεχνολογίες, με θετική επίδραση στα δημοτικά τέλη, που πληρώνουν οι δημότες
- Έχει μεγάλη κοινωνική αποδοχή με συνέπεια να μπορούν να ολοκληρωθούν οι σχετικές επενδύσεις γρηγορότερα από οποιεσδήποτε άλλες, και πιο κοντά στις περιοχές παραγωγής των υλικών, με αποτέλεσμα μικρότερο κόστος μεταφοράς τους
- Μπορεί να χωροθετηθεί σε μικρή απόσταση από την παραγωγή αποβλήτων, σαν αποτέλεσμα της κοινωνικής αποδοχής, με συνέπεια μικρότερο κόστος μεταφοράς τους και άρα ακόμη χαμηλότερα δημοτικά τέλη σε σχέση με άλλες μεθόδους
- Έχει μικρό χρόνο κατασκευής, που μπορεί να είναι μικρότερος και από 6 μήνες, άρα αποτελεί μια άμεσα εφαρμοζόμενη επιλογή σε αντίθεση με άλλες τεχνολογίες που απαιτούν μερικά χρόνια κατασκευής
- Δεν παράγει επικίνδυνα – τοξικά αέρια ή καρκινογόνες ουσίες, όπως άλλες τεχνολογίες, ενώ οι όποιες εκπομπές της ή οσμές αντιμετωπίζονται εύκολα
- Δεν παράγει τοξικά στερεά κατάλοιπα, αλλά μικρές ποσότητες μη επιθυμητών αδρανών στερεών υπολειμμάτων, που μπορούν να ταφούν σε ΧΥΤΥ
- Δεν υπάρχει ανάγκη να δεσμεύονται οι τοπικές κοινωνίες με μακροχρόνιες συμβάσεις ποσότητας και ποιότητας των εισερχομένων υλικών, με κίνδυνο την επιβολή χρηματικών ποινών στους ΟΤΑ και κατ' επέκταση στους δημότες

- Δημιουργεί τετραπλάσιες θέσεις εργασίας από τις άλλες διαθέσιμες τεχνολογίες, όπως οι ΧΥΤΑ και η θερμική επεξεργασία. Αυτό το γεγονός στην Ελλάδα της οικονομικής κρίσης και της αυξανόμενης ανεργίας είναι πολύ σημαντικό θετικό χαρακτηριστικό
- Είναι πολύ απλούστερη τεχνολογία και με μικρή εξάρτηση από τους προμηθευτές
- Με την διαλογή στην πηγή (ΔσΠ) των οργανικών υλικών πριν την κομποστοποίηση διευκολύνεται και ενθαρρύνεται η εφαρμογή των συστημάτων Πληρώνω Όσο Πετάω (ΠΟΠ) για δικαιότερη χρέωση των δημοτικών τελών με βάση το βάρος των απορριμμάτων

Στα μειονεκτήματα της συγκαταλέγονται (Φραντζής 2010, Κανακόπουλος 2011):

- Παράγει σημαντική ποσότητα υπολειμμάτων (περίπου το 25-40% των εισερχομένων), τα οποία θα πρέπει να υποστούν περαιτέρω διαχείριση διότι σε αντίθετη περίπτωση θα οδηγηθούν στους ΧΥΤΑ
- Καταλαμβάνει περισσότερο χώρο. Παράγοντας που είναι εφικτός να διευθετηθεί καθώς υπάρχουν παντού διαθέσιμοι χώροι για την δημιουργία μονάδων κομποστοποίησης, που πολύ εύκολα θα μπορούσαν να συναινέσουν για τη χρήση αυτή οι τοπικές κοινωνίες. Ιδιαίτερα στα μεγάλα αστικά κέντρα (π.χ. Αττική κ.α.) μπορούν να αξιοποιηθούν οι επιφάνειες των αποκατεστημένων παλαιών κυττάρων των ΧΥΤΑ των περιοχών τους.
- Απαιτεί να τοποθετηθεί ξεχωριστός κάδος για την ΔσΠ των οικιακών οργανικών και να γίνεται ξεχωριστή αποκομιδή. Οι επιπλέον κάδοι για τη ΔσΠ των οργανικών στην περίπτωση της κομποστοποίησης δεν είναι ιδιαίτερα κοστοβόροι και ταυτόχρονα μειώνουν τον όγκο και το κόστος των κάδων των σκουπιδιών - υπολειμμάτων, οπότε μπορούν εύκολα να τοποθετηθούν και να αποσβεστούν γρήγορα από τους ΟΤΑ. Το παράδειγμα των 120.000 μπλε κάδων της ανακύκλωσης, που τοποθετήθηκαν σε λίγα χρόνια σε όλη την Ελλάδα, καθώς και η υλοποίηση προτάσεων για διαμόρφωση χώρου για τους κάδους μέσα στα νέα κτίρια, μας δείχνει ότι και χωροταξικά είναι εφικτή η τοποθέτηση επιπλέον μικρών κάδων για τη ΔσΠ των οργανικών. Τέλος, το κόστος μεταφοράς και αποκομιδής δεν αυξάνεται σημαντικά σε σχέση με την προηγούμενη κατάσταση και ενδεχομένως και να μειώνεται, αφού αυξάνεται 5-10% ο χρόνος αποκομιδής, αλλά ο μεγάλος χρόνος της μεταφοράς μειώνεται, λόγω της πιθανής μικρότερης απόστασης και των καλύτερων συνθηκών παράδοσης των υλικών στις μονάδες κομποστοποίησης.

### **Αναερόβια Χώνευση**

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι (Κοψαχείλης 2009, Σπυρούλη 2012):

- Συμβάλει στη μείωση της εκπομπής των αερίων του θερμοκηπίου και της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας
- Παράγει βιοαέριο, μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας
- Συμβάλει στην ανεξαρτητοποίηση της χώρας μας από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα. Τα ορυκτά καύσιμα είναι περιορισμένα σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές του πλανήτη. Η ανάπτυξη συστημάτων ΑΠΕ, όπως είναι το βιοαέριο από την ΑΧ, βοηθά στην αξιοποίηση εθνικών πόρων, στην αύξηση της αειφορίας και στην ασφάλεια του εθνικού εφοδιασμού
- Συμβάλει στην υλοποίηση των στόχων της ΕΕ για την ενέργεια και την προστασία του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με τις οδηγίες της ΕΕ και στα πλαίσια της αειφόρου διαχείρισης των αποβλήτων, η χρήση των ΑΠΕ με σκοπό την παραγωγή ενέργειας πρέπει να αυξηθεί κατά 20% συγκριτικά με τα επίπεδα του 1990

- Συμβολή στην μείωση των αποβλήτων. Οι τεχνολογίες του βιοαερίου, όπως η ΑΧ, συμβάλλουν στη μείωση του όγκου των αποβλήτων και των δαπανών για τη διάθεσή τους
- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Η παραγωγή βιοαερίου απασχολεί εργατικό δυναμικό για την παραγωγή, συλλογή και μεταφορά της πρώτης ύλης, την κατασκευή του τεχνικού εξοπλισμού, την κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση των μονάδων παραγωγής βιοαερίου
- Εναλλακτικό εισόδημα για τους εμπλεκόμενους αγρότες / κτηνοτρόφους. Οι τεχνολογίες του βιοαερίου είναι οικονομικά ελκυστικές για τους αγρότες / κτηνοτρόφους καθώς η μεταφορά των αποβλήτων, που αποτελούν την πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαερίου, συμβάλλει στην αύξηση του εισοδήματός τους
- Παραγωγή εδαφοβελτιωτικού. Μια εγκατάσταση ΑΧ δεν παράγει μόνο ενέργεια. Το χωνεμένο υπόλειμμα ή εδαφοβελτιωτικό, είναι ένα πολύτιμο λίπασμα εδάφους, πλούσιο σε άζωτο, φώσφορο, κάλιο και θρεπτικά στοιχεία, το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί στα εδάφη με τον συνηθισμένο εξοπλισμό
- Απαιτεί μικρή δαπάνη ενέργειας για την επεξεργασία των αποβλήτων
- Χαμηλή παραγωγή βιολογικής ιλύος. Κατά την εφαρμογή της αναερόβιας επεξεργασίας ο ρυθμός ανάπτυξης της βιομάζας είναι σημαντικά χαμηλότερος από αυτόν της αερόβιας επεξεργασίας με αποτέλεσμα, λιγότερη ιλύς να παράγεται. Έτσι τα κόστη επεξεργασίας και διάθεσης της είναι αρκετά μικρότερα
- Αποτελεσματική καταστροφή ευρύ φάσματος παθογόνων μικροοργανισμών
- Περιορισμός οσμών
- Μικρότερες απαιτήσεις σε χώρο εγκατάστασης άρα και μειωμένο κόστος συγκριτικά με την κομποστοποίηση. Αυτή η πραγματικότητα αποτελεί απόρροια του μειωμένου όγκου των αποβλήτων για μετέπειτα διάθεση, διότι η ποσότητα που παράγεται είναι 3-20 φορές μικρότερη από την αντίστοιχη στην κομποστοποίηση

Στα μειονεκτήματα της συγκαταλέγονται (Κοψαχειλής 2009, Σπυρούλη 2012):

- Υψηλό κόστος κεφαλαίου και εξάρτηση από τη κατανάλωση ενέργειας
- Απαιτήση εξειδικευμένου προσωπικού για την τεχνική υποστήριξη και τον έλεγχο της διαδικασίας
- Δυσσομία του συστήματος εφόσον περιέχονται θειικά στην εισροή
- Εξάρτηση της διεργασίας από παράγοντες όπως η θερμοκρασία, το pH και οι μεθανογόνοι μικροοργανισμοί
- Ανάγκη για περαιτέρω επεξεργασία της αναερόβιας εκροής. Η ποσότητα του υπολειπόμενου οργανικού φορτίου, των θρεπτικών συστατικών αλλά και η ύπαρξη παθογόνων μικροοργανισμών απαγορεύουν την άμεση διάθεση της στο περιβάλλον
- Μεγάλος χρόνος εκκίνησης της αναερόβιας επεξεργασίας, που μπορεί να είναι μήνες, σε αντίθεση με την αερόβια διαδικασία όπου ο χρόνος αυτός περιορίζεται σε μερικές ημέρες. Η καθυστέρηση αυτή οφείλεται στο χαμηλό ρυθμό ανάπτυξης των μεθανογενών μικροοργανισμών

Πίνακας 1. 6: Εκτίμηση & βαθμολόγηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την εφαρμογή των μεθόδων διαχείρισης των βιολογικών και των κτηνοτροφικών αποβλήτων (Ιδία επεξεργασία)

ΜΕΘΟΛΟΙ	ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ		ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ
	ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ	ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ	
Θερμοκηπιακά αέρια (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , NO <sub>x</sub> )	++++	++	+++
N <sub>2</sub> O	+++	0	++
NH <sub>3</sub>	++++	++	++
VOCs	++++	++	++
Οσμές	+++	++	++
Διοξίνες/Φουράνια	++	0	+++
Βιοαερούματα	++++	++	0
<b>ΥΓΡΑ</b>			
COD	++	+	++
BOD	++	+	++
<b>ΕΛΑΦΟΣ</b>			
Βαρέα μέταλλα	+++	+++	+++
Παθογόνοι μικροοργανισμοί	++	++	++

Κλίμακα: 0 καθόλου, + πολύ λίγο, ++ λίγο, +++ μέτρια, ++++ πολύ, +++++ πάρα πολύ

Η εξαγωγή των αποτελεσμάτων της ποιοτικής αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προηγήθηκε βασίζεται στην παραγωγή αέριων εκπομπών που εκπροσωπούνται κυρίως από σκόνες, αμμωνία, πτητικές ενώσεις, διοξίνες και φουράνια και σκόνη βιολογικής προέλευσης (βιοαερούματα). Ως βιοαερούματα νοούνται ενεργά συστατικά που αιωρούνται στον αέρα με τη μορφή σκόνης, που μπορεί να αποτελούνται από μύκητες και τα σπόρια τους, από βακτήρια, ακτινομύκητες, ενδοτοξίνες και μυκοτοξίνες. Το βιοαερούματα δύναται να προκαλέσουν αλλεργικές παθήσεις (αλλεργική ρινίτιδα, άσθμα, βρογχίτιδα, χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια) και άλλες βλάβες του αναπνευστικού συστήματος (Eunomia Research and Consulting, 2002).

Σε ότι αφορά την μέθοδο της κομποστοποίησης, οι κύριες αέριες εκπομπές εμφανίζονται στη μέθοδο των ανοικτών συστημάτων. Τα κυριότερα αέρια είναι τα βιοαερούματα, οι πτητικές οργανικές ενώσεις, οι οσμές και η σκόνη. Για την αντιμετώπιση των οσμών υπάρχουν πρακτικές καλού χειρισμού που μπορούν να τις περιορίσουν δραστικά. Οι αέριες αυτές εκπομπές παρουσιάζονται σε πολύ μικρό βαθμό στα κλειστά συστήματα. Στις εγκαταστάσεις μια μονάδας κομποστοποίησης μπορεί να παραχθούν και υγρά απόβλητα, τα ονομαζόμενα στραγγίσματα, που μπορεί να ρυπάνουν τα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα με κάποια πιθανή διαφυγή τους. Τα προβλήματα αυτά όμως εύκολα αντιμετωπίζονται μέσω της λήψης προληπτικών μέτρων κατά τον σχεδιασμό και την λειτουργία της μονάδας. Τα υγρά αυτά απόβλητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την διαβροχή των στερεών αποβλήτων της μεθόδου, έτσι ώστε να τηρούνται τα επίπεδα υγρασίας που απαιτούνται κατά την διεργασία της βιοσταθεροποίησης

Κατά την εφαρμογή της αναερόβιας χώνευσης, δεδομένου ότι η διεργασία πραγματοποιείται αποκλειστικά σε κλειστούς βιοαντιδραστήρες και ότι το βιοαέριο συλλέγεται, δεν παρατηρούνται αξιολογικές εκπομπές αερίων. Κάποιες από τις πιθανές εκπομπές της εν λόγω μεθόδου είναι το μεθάνιο, το CO<sub>2</sub>, οι πτητικές οργανικές ενώσεις και οι διοξίνες και τα φουράνια. Όσον αφορά τις

οσμές, η παραγωγή τους μπορεί να γίνει μόνο κατά την προετοιμασία του ρεύματος τροφοδοσίας και το αρνητικό είναι ότι λαμβάνουν χώρα εκτός του βιοαντιδραστήρα, ωστόσο εξακολουθούν να πραγματοποιούνται εντός του κτιρίου με αποτέλεσμα να περιορίζεται σε μεγάλο βαθμό εντέλει. Τα υγρά απόβλητα που παράγονται κατά τη διεργασία της ΑΧ μπορούν να ανακυκλωθούν σε σημαντικό βαθμό εντός της διεργασίας. Τα υγρά απόβλητα αυξάνονται όταν τα απόβλητα που επεξεργάζονται είναι προδιαλεγμένου οργανικού κλάσματος, διότι η υγρασία αυτού του κλάσματος είναι μεγαλύτερη (Bystrom, 2010)

**Πίνακας 1. 7: Εκτίμηση & βαθμολόγηση Κόστους κατά την εφαρμογή των μεθόδων διαχείρισης των κτηνοτροφικών και των τυροκομικών αποβλήτων (Μαυρόπουλος 2008)**

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (€/τόνο ετήσιας δυναμικότητας)	ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (€/τόνο)	ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ
ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ (ανοιχτού τύπου)	130-170	35-60	+++
ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ (κλειστού τύπου)	180 – 600	30-120	++++
ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ	150-250	35-70	+++

Κλίμακα: 0 καθόλου, + πολύ λίγο, ++ λίγο, +++ μέτρια, ++++ πολύ, +++++ πάρα πολύ

Το κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης μιας εγκατάστασης ΜΒΕ εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι πιο σημαντικοί είναι οι εξής (Wrag, 2010):

- Η δυναμικότητα
- Η πολυπλοκότητα της τεχνολογίας και ο βαθμός μηχανοποίησης και αυτοματοποίησης που υιοθετούνται
- Οι απαιτήσεις των αρχών σχετικά με την περιβαλλοντική «επίδοση» της εγκατάστασης
- Οι αγορές για τα ανακυκλωμένα υλικά και τα εδαφοβελτιωτικά που παράγονται με τις διαφορετικές διαδικασίες
- Τα τέλη εισόδου
- Οι προδιαγραφές των προϊόντων έτσι όπως αυτές πιθανά διαμορφώνονται από την ισχύουσα νομοθεσία, τους δυνητικούς χρήστες, κ.λ.π. Για παράδειγμα ο διαχωρισμός των βιολογικών αποβλήτων από τα σύμμικτα αυξάνει το κόστος επένδυσης και λειτουργίας, αλλά μπορεί να αποτελεί μονοσήμαντη λύση προκειμένου τα υλικά αυτά να μπορούν να αξιοποιηθούν.

Συγκεκριμένα, το κόστος κατασκευής και λειτουργίας μιας εγκατάστασης κομποστοποίησης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι ο τύπος της εγκατάστασης, η «καθαρότητα» του εισερχόμενου φορτίου, η τεχνολογία που ακολουθείται και η δυναμικότητα της εγκατάστασης. Η οικονομικότερη επεξεργασία επιτυγχάνεται στην κομποστοποίηση πράσινων αποβλήτων με ανοιχτά σειράδια. Στην περίπτωση αυτή το κόστος επεξεργασίας (συμπεριλαμβανομένου του ανηγμένου κόστους κατασκευής της μονάδας) ανέρχεται σε 20-35 €/τόνο αποβλήτων. Στις περιπτώσεις αυτές το παραγόμενο κομπόστ, μπορεί να επιτύχει υψηλές τιμές πώλησης που μπορεί να φτάνουν τα 10-15 €/τόνο για χύμα διάθεση και τα 100 – 120 €/τόνο για ενσασκισμένο στην αγορά λιπασμάτων κι εδαφοβελτιωτικών. Το αρνητικό της εν λόγω μεθόδου είναι ότι δεν ενδείκνυται για την διαχείριση των τροφικών αποβλήτων όπου εφαρμόζονται κλειστά συστήματα των οποίων το κόστος δεν είναι σταθερό. Στην μέθοδο της κομποστοποίησης με κλειστό σύστημα το κόστος εγκατάστασης κυμαίνεται από 180 – 600 €/τόνο. Τέλος, να αναφερθεί πως στα λειτουργικά κόστη εμπεριέχονται και κόστη όπως της ενέργειας, του προσωπικού και των αναλώσιμων.

Τα λειτουργικά κόστη και τα κόστη επένδυσης της αναερόβιας χώνευσης εξαρτώνται από τη χώρα στην οποία θα γίνει η εγκατάσταση καθώς η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ποικίλει στην αγορά. Ανάλογα με την επιλεχθήσα μέθοδο, το κόστος επένδυσης κυμαίνεται μεταξύ 150 – 250 €/τόνο ενώ το λειτουργικό κυμαίνεται μεταξύ 35 – 80 €/τόνο. Ένα σημαντικό μέρος του λειτουργικού κόστους μπορεί να ανακτηθεί μέσω της πώλησης της ενέργειας από το παραγόμενο βιοαέριο, όπως και στην μέθοδο της κομποστοποίησης, τα λειτουργικά κόστη αφορούν και κόστη όπως της ενέργειας, του προσωπικού και των αναλώσιμων (Φραντζής 2008, Μαυρόπουλος, 2008).

**Πίνακας 1. 8: Εκτίμηση & βαθμολόγηση Τεχνικών Κριτηρίων κατά την εφαρμογή των μεθόδων διαχείρισης των βιολογικών και των κτηνοτροφικών αποβλήτων (Ιδία επεξεργασία)**

<b>ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞ/ΑΣ ΚΡΙΤΗΡΙΑ</b>	<b>ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ</b>	<b>ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ</b>
Απαιτηση σε Έκταση	+++++	++
Ενεργειακές Απαιτήσεις	+++	0
Πολυπλοκότητα-Λειτουργικές Απαιτήσεις	++	+++
Ευελιξία Τεχνολογίας	++++	+++
Μείωση βάρους απορριμμάτων	+++	++

Κλίμακα: 0 καθόλου, + πολύ λίγο, ++ λίγο, +++ μέτρια, ++++ πολύ, +++++ πάρα πολύ  
Οι - οφείλονται σε έλλειψη στοιχείων

Παρατηρώντας τον Πίνακα 1.8 καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

Σε ότι αφορά τις ΜΒΕ, οι μονάδες των συστημάτων κομποστοποίησης καταλαμβάνουν πολύ μεγάλη έκταση. Από όλες τις μεθόδους ΜΒΕ, η ΑΧ είναι η μέθοδος με τις μικρότερες απαιτήσεις σε έκταση λόγω των κάθετων συστημάτων που είναι συνηθέστερα.

Σχετικά με τις ενεργειακές απαιτήσεις, η ποιοτική συγκριτική αξιολόγηση έγινε με βάση το γεγονός ότι στην περίπτωση της κομποστοποίησης δεν παράγεται κάποιο υλικό που να μπορεί εν συνεχεία να αξιοποιηθεί ως καύσιμο. Αντίθετα, στην περίπτωση της εφαρμογής της ΑΧ το παραγόμενο βιοαέριο μπορεί να αξιοποιηθεί και εντός της μονάδας ώστε να παραχθεί ενέργεια και θερμότητα (Economidou 2009, Wrag 2010).

Το επόμενο κριτήριο αφορά την πολυπλοκότητα και συγκεκριμένα την διαμόρφωση των εγκαταστάσεων των εξεταζόμενων τεχνολογιών. Την μικρότερη πολυπλοκότητα στη διαμόρφωσή της παρουσιάζει η μέθοδος της κομποστοποίησης και για αυτό η εφαρμογή της είναι αρκετά διαδεδομένη. Έπειτα ακολουθεί η μέθοδος της ΑΧ της οποίας τα συστήματα εμφανίζουν έντονη πολυπλοκότητα αν τα απόβλητα που αναμένεται να επεξεργαστούν είναι σύμμεικτα. (Δημουλάς, 2013).

Στη συνέχεια ακολουθεί η εξέταση του κριτηρίου της ευελιξίας της τεχνολογίας στο οποίο αξιολογείται κατά πόσο δύναται κάθε μια από τις εξεταζόμενες μεθόδους να ανταποκριθεί αποτελεσματικά σε πιθανές διακυμάνσεις της εισερχόμενης ποσότητας αποβλήτων, αλλά και σε μελλοντικές μεταβολές των ευρωπαϊκών νομοθεσιών που μπορεί να απαιτήσουν την αξιοποίηση περισσότερων αποβλήτων. Η μέθοδος της κομποστοποίησης παρουσιάζει μεγαλύτερη ευελιξία



από ότι η μέθοδος της ΑΧ διότι η δεύτερη εξαρτάται από το είδος των συστημάτων που χρησιμοποιούνται. Αν χρησιμοποιούνται συστήματα συνεχούς ροής δεν υπάρχει μεγάλη ευελιξία σε αντίθεση με αυτά του διαλείποντος έργου. (Economopoulos 2009, Bystrom 2010).

Το τελευταίο κριτήριο αφορά το ποσοστό μείωσης του βάρους των εισερχόμενων προς επεξεργασία απορριμμάτων. Ως εξερχόμενα υλικά νοούνται όλα τα στερεά προϊόντα όπως είναι το κομπόστ (Βαρελά, 2011) .

### **Κοινωνικά κριτήρια**

Η έλλειψη κοινωνικής αποδοχής των εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων από τις τοπικές κοινωνίες, αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα με τα οποία έρχονται αντιμέτωποι οι φορείς διαχείρισης αποβλήτων, αφού μπορεί να επηρεάσει την επιλογή χωροθέτηση αλλά και την λειτουργία των μονάδων. Οι αντιδράσεις από την τοπική κοινωνία οφείλονται στην οπτική υποβάθμιση της περιοχής, την πιθανή υποβάθμιση της αξίας των ακινήτων και των εκτάσεων καθώς και του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος που γειτνιάζουν με τη μονάδα επεξεργασίας των αποβλήτων. Η επίτευξη ή μη της κοινωνικής αποδοχής της εγκατάστασης της προτεινόμενης μονάδας, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι η υφιστάμενη πρακτική διαχείρισης των αποβλήτων, η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με τη σημασία της διαχείρισης των αποβλήτων, το εκπαιδευτικό σύστημα, η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, η διαφορά της οικονομικής επιβάρυνσης ανάμεσα στις υφιστάμενες πρακτικές διαχείρισης και στις προτεινόμενες λύσεις, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις κ.ά.

Στη συνέχεια ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή των δύο πιο σημαντικών κριτηρίων:

### **Αισθητική όχληση**

Η αισθητική όχληση των μονάδων ΑΧ είναι πιο έντονη όταν ο αντιδραστήρας είναι κατακόρυφος από όταν είναι οριζόντιος. Η αισθητική όχληση των μονάδων κομποστοποίησης μπορούν να θεωρηθούν αμελητέες αν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα που αφορούν τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό της μονάδας.

### **Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας**

Το κατά πόσο μια μονάδα θα προσφέρει νέες θέσεις εργασίας εξαρτάται από το βαθμό αυτοματισμού μιας εγκατάστασης. Οι μέθοδοι της κομποστοποίησης και της ΑΧ ανάλογα με τη διαμόρφωση της μηχανικής διαλογής διαφοροποιείται ο πιθανός αριθμός νέων θέσεων εργασίας ειδικά όταν μπορεί να υπάρξει χειροδιαλογή (Δημουλάς, 2013).

Συμπερασματικά, με βάση τα στοιχεία που έχουν παρατεθεί και αξιολογηθεί προηγουμένως σχετικά με τις βιολογικές μεθόδους καταλήγουμε πως η μέθοδος που συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα έναντι των υπολοίπων είναι η μέθοδος της αναερόβιας χώνευσης, για τον λόγο αυτόν στο επόμενο κεφάλαιο που ακολουθεί θα παρατεθεί ανάλυση της εν λόγω μεθόδου.

## 4. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

### 4.1 Εισαγωγή στην έννοια της αναερόβιας χώνευσης

Η αναερόβια χώνευση, είναι μια διεργασία η οποία επιτελείται ευρέως στη φύση και ορίζεται ως η βιολογική διεργασία κατά την οποία η οργανική ύλη, απουσία οξυγόνου, μετατρέπεται σε βιοαέριο, ένα μίγμα από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα, και σε ένα υδαρές υπόλειμμα το digestate (Toerien and Hattingh, 1969). Για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από έναν αιώνα η αναερόβια χώνευση χρησιμοποιείται στην διαδικασία σταθεροποίησης στερεών και βιοστερεών αλλά και στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων με υψηλό οργανικό φορτίο, με παράλληλη παραγωγή ενέργειας με την μορφή βιοαερίου (Shang, 2000). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η χρήση της στην επεξεργασία της βιολογικής ιλύος από μονάδες επεξεργασίας λυμάτων (ΜΕΛ). Τα τελευταία χρόνια, η αναερόβια χώνευση αξιοποιείται και ως εναλλακτική μέθοδος παραγωγής ενέργειας από φυτική βιομάζα. Έκτος από ενέργεια μέσω της αναερόβιας χώνευσης παράγεται και ένα σχετικά σταθεροποιημένο υπόλειμμα, το οποίο μετά από περαιτέρω αερόβια σταθεροποίηση μπορεί να μετατραπεί σε κομπόστ και είναι γνωστό ως «digestate» (Benemann 1996, Verstraete and Vandevivere 1999, Angelidaki and Ellegaard 2003). Το digestate μπορεί να υποστεί ξήρανση και να διατεθεί στο έδαφος ως εδαφοβελτιωτικό είτε απευθείας είτε μετά από αερόβια επεξεργασία. Το υλικό αυτό μπορεί επίσης να ανακυκλοφορήσει μέσα στον βιοαντιδραστήρα ώστε να εξασφαλιστεί η υγρασία του υλικού. Το βασικό όφελος των βιολογικών μεθόδων, όπως είναι η αναερόβια χώνευση, είναι ότι συμβάλει στην ολοκλήρωση ενός οικολογικού κύκλου καθώς οργανικά υλικά επιστρέφουν στο έδαφος (Themelis 2002, Λάλας και Γεωργοπούλου 2007, O’Flaherty et al 2010).

Ένα σύστημα αναερόβιας επεξεργασίας αποτελείται από τέσσερα λειτουργικά στάδια:

- Την προεπεξεργασία
- Την αναερόβια χώνευση του αποβλήτου
- Την ανάκτηση και επεξεργασία του παραγόμενου βιοαερίου
- Την επεξεργασία των προϊόντων της χώνευσης

Το στάδιο της προεπεξεργασίας είναι απαραίτητο όταν τα εισερχόμενα απόβλητα δεν είναι μόνο βιοαπόβλητα ή κτηνοτροφικά απόβλητα. Στο στάδιο αυτό γίνεται διαχωρισμός των ΑΣΑ σε απόβλητα κατάλληλα και ακατάλληλα για αναερόβια επεξεργασία. Χρησιμοποιούνται διεργασίες όπως είναι ο τεμαχισμός του υλικού, η απομάκρυνση των μεταλλικών αντικειμένων μέσω μαγνητικού διαχωρισμού και η απομάκρυνση των προσμίξεων με την χρήση κόσκινων ή χειροδιαλογής (Vandevivere et al, 2003). Αφού ολοκληρωθεί ο διαχωρισμός του οργανικού κλάσματος επιτελείται μεταφορά του στον αναερόβιο αντιδραστήρα όπου και παραμένει για μια ημέρα. Υλικό κατασκευής των αντιδραστήρων είναι συνήθως το σκυρόδεμα και σπάνια το μέταλλο. Για να υπάρξει παραγωγή βιοαερίου πρέπει να διατεθούν 100 – 200 m<sup>3</sup>/tn οργανικών αποβλήτων (Verma, 2002).

Τα παραγόμενα αέρια, υγρά και στερεά προϊόντα της αναερόβιας χώνευσης πριν επαναχρησιμοποιηθούν πρέπει να υποστούν επεξεργασία. Το βιοαέριο απαιτεί την αφαίρεση του υδροθείου και της περιεχόμενης σε αυτό υγρασίας. Για να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό αέριο το βιοαέριο, θα πρέπει να αφαιρεθεί και το διοξείδιό του άνθρακα από το κλάσμα του ώστε να βελτιωθούν τα χαρακτηριστικά του (IEA-Bioenergy, 1999).

Η αποθήκευση του βιοαερίου γίνεται σε ειδικές δεξαμενές και χρησιμοποιείται σε μηχανές συμπαραγωγής θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Το μικρότερο μέρος της παραγόμενης ενέργειας (20%-40%) αξιοποιείται για την διατήρηση της θερμοκρασίας στον αντιδραστήρα σε σταθερό επίπεδο αλλά και στις υπόλοιπες ενεργειακές ανάγκες της εγκατάστασης. Το μεγαλύτερο μέρος (60%-80%) της παραγόμενης ενέργειας πωλείται σε δραστηριότητες εκτός εγκατάστασης. Το μερικώς σταθεροποιημένο υλικό που προκύπτει απαιτεί μείωση υγρασίας, που επιτελείται μέσω παχυντών βαρύτητας και συστημάτων φυγοκέντρωσης. Το τελικό προϊόν έχει τη μορφή κομπόστ και μπορεί χρησιμοποιηθεί στη γεωργία, σε ιδιωτικούς κήπους, σε αναπλάσεις τοπίου ή να χρησιμοποιηθεί ως κάλυμμα σε ΧΥΤΑ. Η τιμή πώλησης αλλά και η χρήση του κομπόστ εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την ποιότητα του. Ο σημαντικότερος κανόνας για τα προϊόντα χώνευσης είναι ο εξής: **“Το παραγόμενο κομπόστ ποτέ δεν έχει καλύτερη ποιότητα από αυτή των εισερχομένων αποβλήτων”** (Edelmann, 2003).

Υστερα από έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε Ευρωπαϊκές χώρες, προκύπτει πως κομπόστ που πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές ποιότητας εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο στην γεωργία με μηδενική ή μικρή τιμή πώλησης (0-3 €/τόνο). Λίγες είναι οι περιπτώσεις που η τιμή πώλησης είναι υψηλή δεδομένης της άριστης ποιότητας κομπόστ (20-40 €/τόνο) (EEA, 2002).

## 4.2 Υφιστάμενο Θεσμικό πλαίσιο

Σήμερα, δεδομένης της ευρείας ευαισθητοποίησης του πληθυσμού για τα περιβαλλοντικά ζητήματα αλλά και για τις επιπτώσεις που προκύπτουν από την διάθεση των βιομηχανικών αποβλήτων στο περιβάλλον και τη δημόσια υγεία, βάση νομοθεσίας έχουν επιβληθεί στις παραγωγικές επιχειρήσεις όροι και περιορισμοί για τη διάθεση των αποβλήτων τους. Αποτέλεσμα της νομοθεσίας αποτελεί ο εμπλουτισμός της παραγωγικής τους διαδικασίας με συστήματα επεξεργασίας των αποβλήτων τους. Μελέτες όμως έχουν δείξει, ότι ακόμα και τα συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων δύναται να προκαλέσουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις υπερτοπικού χαρακτήρα. Απόρροια όσων προαναφέρθηκαν αποτελεί η λεπτομερής και τεκμηριωμένη αποτίμηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον που επιβάλλεται να συνοδεύει τον σχεδιασμό, την κατασκευή και την λειτουργία των βιομηχανικών εγκαταστάσεων και των συστημάτων επεξεργασίας των αποβλήτων τους. Στην συνέχεια γίνεται καταγραφή των ευρωπαϊκών και εθνικών δεσμεύσεων που αφορούν την αναερόβια χώνευση.

### 4.2.1 Ευρωπαϊκό Κοινοτικό Πλαίσιο

**Οδηγία 2001/77/ΕΚ (ΟJ L283/27.10.2001), Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας**

Σκοπός της συγκεκριμένης οδηγίας ήταν η προαγωγή της αύξησης της συμβολής των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην εσωτερική αγορά και η δημιουργία βάσης για ένα μελλοντικό κοινοτικό πλαίσιο στον εν λόγω τομέα. Σύμφωνα με τις εκθέσεις των κρατών μελών, η Επιτροπή αξιολογούσε σε ποιο βαθμό τα κράτη μέλη έχουν προοδεύσει ως προς την επίτευξη των εθνικών ενδεικτικών τους στόχων οι οποίοι είναι συμβατοί με το συνολικό ενδεικτικό στόχο του 12% της ακαθάριστης εθνικής κατανάλωσης ενέργειας.

**Οδηγία 2004/8/ΕΚ, Για την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας και για την τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ**

Η παρούσα Οδηγία αποσκοπεί στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και στη βελτίωση της ασφάλειας του εφοδιασμού μέσω της δημιουργίας ενός πλαισίου με το οποίο θα προωθηθεί και θα αναπτυχθεί η υψηλής απόδοσης συμπαραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία θα βασίζεται στη ζήτηση για χρήσιμη θερμότητα και στην εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας στην εσωτερική αγορά ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τις εθνικές ιδιαιτερότητες, ιδίως όσον αφορά τις κλιματικές και οικονομικές συνθήκες.

**Οδηγία 2009/28/ΕΚ, Σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ**

Οι κύριοι στόχοι της εν λόγω οδηγίας (η οποία κατήργησε την προαναφερόμενη οδηγία 2001/77/ΕΚ) έχουν ως εξής: • Ο συνολικός δεσμευτικός στόχος για τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών στον τομέα της ενέργειας είναι 20% στην τελική κατανάλωση και 10% στον τομέα των μεταφορών, για το έτος 2020. Οι στόχοι ορίζονται ως εφικτοί σύμφωνα με τον Χάρτη Πορείας για τις ΑΠΕ και προτάσσονται παράλληλα με το πλαίσιο της βελτίωσης κατά 20% • Θεσπίζονται νέοι μηχανισμοί, όπως οι στατιστικές μεταβιβάσεις μεταξύ κρατών μελών ή τρίτων χωρών • Θεσπίζονται εγγυήσεις προέλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας και της ενέργειας θέρμανσης και ψύξης, οι οποίες παράγονται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Ο ενδεικτικός στόχος κάλυψης από ΑΠΕ για την Ελλάδα διαμορφώνεται στο 18% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας για το 2020 και 10% για το μερίδιο των βιοκαυσίμων στην κατανάλωση βενζίνης και ντίζελ για τις μεταφορές.

## **4.2.2 Ελληνικό Κοινοτικό Πλαίσιο**

**Νόμος 3851/10 (ΦΕΚ Α' 85/4-6-10), Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής**

Μέσω αυτού του Νόμου δίνεται έμφαση στην προστασία του κλίματος μέσω της χρήσης των ΑΠΕ δεδομένων των εθνικών στόχων που η χώρα μας υποχρεούται να επιτύχει μέχρι το 2020. Επίσης, δίνεται έμφαση στα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται ώστε να μπορέσουν να εγκατασταθούν σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε γεωργικές περιοχές υψηλής παραγωγικότητας αλλά και να γίνει εγκατάσταση ή επέκταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Σ.Η.Θ.Υ.Α. Τέλος, δίνονται οι απαραίτητες οδηγίες χωροθέτησης των εν λόγω μονάδων, που εγκύπτουν στα αρμόδια Ε.Π.Χ.Χ.Α.Α. Α.Π.Ε

**Οδηγία 2009/28/ΕΚ - Σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές**

Στην συγκεκριμένη οδηγία ορίζονται οι έννοιες της βιομάζας, των βιορευστών και των βιοκαυσίμων. Συγκεκριμένα ως βιομάζα νοείται το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των

φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών αποβλήτων και των οικιακών απορριμμάτων. Ως βιορευστά νοούνται υγρά καύσιμα για ενεργειακούς σκοπούς, εκτός από κίνηση, συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτρικής ενέργειας και της θέρμανσης και της ψύξης, τα οποία παράγονται από βιομάζα. Τέλος, ως βιοκαύσιμα νοούνται υγρά ή αέρια καύσιμα κίνησης τα οποία παράγονται από βιομάζα.

**Νόμος 3468/06 (ΦΕΚ Α' 129/27-6-06), Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις**

Στόχος αυτού του νόμου είναι να προάγει την παραγόμενη από τις ΑΠΕ και τις ΣΗΘΥΑ ηλεκτρική ενέργεια στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Η προαγωγή αυτή γίνεται σύμφωνα με καθορισμένους κανόνες και αρχές. Να αναφερθεί πως η προαγωγή αφορά τόσο το κεντρικό δίκτυο διασύνδεσης της χώρας όσο και το μη διασυνδεδεμένο δίκτυο των νησιών. Τέλος, μέσω αυτού του νόμου γίνεται γνωστή στο κοινό η μέθοδος τιμολόγησης της παραγόμενης ενέργειας αλλά και οι περιορισμοί της.

**Νόμος 2941/01 (ΦΕΚ Α' 201/12-09-01), Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότηση; Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. 'ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ' και άλλες διατάξεις**

Ο νόμος αυτός συμπλήρωσε το νόμο 2773/99 με σημαντικές διατάξεις σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές, τις προϋποθέσεις εγκατάστασης έργων ΑΠΕ σε δάση και το χαρακτηρισμό όλων των έργων ΑΠΕ ως έργα δημόσιας ωφέλειας. Ο νόμος αυτός αφορά την απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, την απλοποίηση διαδικασιών αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, τη ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. «ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ» και της «ΜΕΤΑΛΛΕΙΑ ΑΜΙΑΝΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ» και κίνητρα για τον εκσυγχρονισμό της βιομηχανίας.

**Οδηγία 1999/31/ΕΚ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 26<sup>ης</sup> Απριλίου 1999 περ υγειονομικής ταφής των αποβλήτων**

Η οδηγία αυτή έχει στόχο μέσω αυστηρών λειτουργικών και τεχνικών απαιτήσεων για τα απόβλητα και τους χώρους υγειονομικής ταφής, τον καθορισμό μέτρων, διαδικασιών και κατευθύνσεων για την κατά το δυνατόν πρόληψη ή μείωση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ειδικά σε ότι αφορά την ρύπανση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων, του εδάφους και της ατμόσφαιρας. Επίσης, πρόληψη θα πρέπει να ληφθεί για κινδύνους που δύναται να προκληθούν στην υγεία του ανθρώπου από την υγειονομική ταφή των αποβλήτων καθ' όλο τον κύκλο ζωής του χώρου υγειονομικής ταφής. Τέλος, στην οδηγία αυτή, δίνονται και σχετικοί τεχνικοί κανόνες που αφορούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά των χώρων υγειονομικής ταφής.

**ΠΥΣ 144/87 (ΦΕΚ 197/Α, 2/11/1987)**

Η εν λόγω πράξη του υπουργικού συμβουλίου αφορά την προστασία υδάτινου περιβάλλοντος από την ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται σ' αυτό και ειδικότερα τον καθορισμό οριακών τιμών ποιότητας του νερού σε κάδμιο, υδράργυρο και εξαχλωροκυκλοεξάνιο (HCH)" Επίσης, αφορά τις ενέργειες που εφαρμόζονται κατά την διάθεση υγρών ρύπων στα εσωτερικά επιφανειακά και εσωτερικά παράκτια ύδατα σε συγκεκριμένες περιοχές.

**ΚΥΑ 5697/590/2000 η οποία κατήργησε την ΚΥΑ 18186/271/88 (ΦΕΚ 126/Β), Μέτρα και περιορισμοί για τη προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικινδύνων ουσιών στα υγρά απόβλητα**

Σκοπός αυτής της απόφασης είναι ο καθορισμός και η λήψη των αναγκαίων μέτρων για την πρόληψη και την αντιμετώπιση των κινδύνων μεγάλων ατυχημάτων σχετικών με επικίνδυνες ουσίες και των συνεπειών τους στην υγεία και στο περιβάλλον ώστε να εξασφαλίζεται υψηλού επιπέδου εθνική και διακοινοτική προστασία. Η απόφαση αυτή αφορά κυρίως χημικές βιομηχανίες που διαθέτουν υγρά απόβλητα τα οποία περιέχουν επικίνδυνους ρύπους.

**ΚΥΑ 4859/726 (ΦΕΚ 253/09-03-2001), Μέτρα και περιορισμοί του υδάτινου περιβάλλοντος από απορρίψεις και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ορισμένων επικινδύνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο II της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4ης Μαΐου 1976**

Η απόφαση αυτή αφορά την ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον. Μέσω αυτής της απόφασης καθορίζονται οι οριακές τιμές των τιμών των απορρίψεων στα υγρά απόβλητα των επικινδύνων ουσιών ώστε να προστατεύεται αποτελεσματικά η υγεία και το περιβάλλον. Η ΚΥΑ αυτή αφορά τις εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν υδάτινο αποδέκτη για την διάθεση των υγρών αποβλήτων τους.

## **4.3 Περιγραφή της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης**

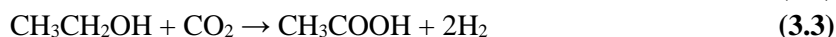
Η μετατροπή της οργανικής ύλης σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα υπό αναερόβιες συνθήκες χρειάζεται τέσσερα στάδια για να ολοκληρωθεί, τα οποία συσχετίζονται με μικροβιακό μεταβολισμό. Περιληπτική περιγραφή των σταδίων αυτών ακολουθεί εν συνεχεία.

**Υδρόλυση:** Αρχικά τα αναερόβια βακτήρια διασπών τα σύνθετα αδιάλυτα μονομερή μόρια όπως είναι τα λιπαρά οξέα, οι μονοσακχαρίτες, τα αμινοξέα και οι απλές αρωματικές ενώσεις. Η υδρόλυση των συνθετών αυτών ενώσεων γίνεται με ένζυμα όπως η λιπάση, η κυτταρινάση και η πρωτεάση. Η διαδικασία της υδρόλυσης είναι σχετικά αργή και λόγω αυτού αποτελεί το περιοριστικό στάδιο στην διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης των λιγνοκυτταρινούχων υποστρωμάτων (Speece 1983, Polprasert, 1989).

**Οξεογένεση:** Στο δεύτερο στάδιο τα οξεογόνα βακτήρια διασπών τα μονομερή μόρια σε οργανικά οξέα όπως είναι το οξικό, το προπιονικό, το γαλακτικό και το σουκκινικό. Επίσης, τα διασπών σε αλκοόλες, σε κετόνες όπως είναι αιθανόλη, η μεθανόλη και η ακετόνη, σε CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub> (Bitton, 1994). Βασικό προϊόν της ζύμωσης των υδατανθράκων είναι το οξικό οξύ. Τα προϊόντα που παράγονται διαφέρουν ανάλογα με το τύπο των βακτηρίων καθώς και ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στην καλλιέργεια (pH, θερμοκρασία, οξειδαναγωγικό δυναμικό). Σε έναν αναερόβιο χωνευτήρα τα οξεογόνα βακτήρια αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των υπαρχόντων μικροοργανισμών που φτάνει το 90% αυτών (Zeikus, 1980).

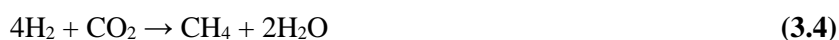
**Οξικογένεση:** Στο τρίτο στάδιο τα οξικογόνα βακτήρια καταλύουν τα λιπαρά οξέα όπως το προπιονικό και το βουτυρικό οξύ και τις αλκοόλες όπως η αιθανόλη προς οξικό οξύ, υδρογόνο και

διοξείδιο του άνθρακα, σύμφωνα με τις αντιδράσεις (3.1), (3.2) και (3.3) αντίστοιχα. Η εκτέλεση της κατάλυσης απαιτεί χαμηλή μερική πίεση υδρογόνου ώστε να διασπαστούν τα λιπαρά οξέα (Spreese, 1983). Αν η μερική πίεση του υδρογόνου είναι υψηλή, η παραγόμενη ποσότητα του οξικού οξέος είναι μειωμένη, γεγονός που παρεμποδίζει και μειώνει την παραγωγή του μεθανίου. Η σχέση των οξικογόνων και οι μεθανογόνων χαρακτηρίζεται ως συμβιωτική, αφού οι υδρογονότροφοι συμβάλουν στην επίτευξη της απαιτούμενης χαμηλής μερικής πίεσης υδρογόνου ώστε να δράσουν τα οξικογόνα βακτήρια.

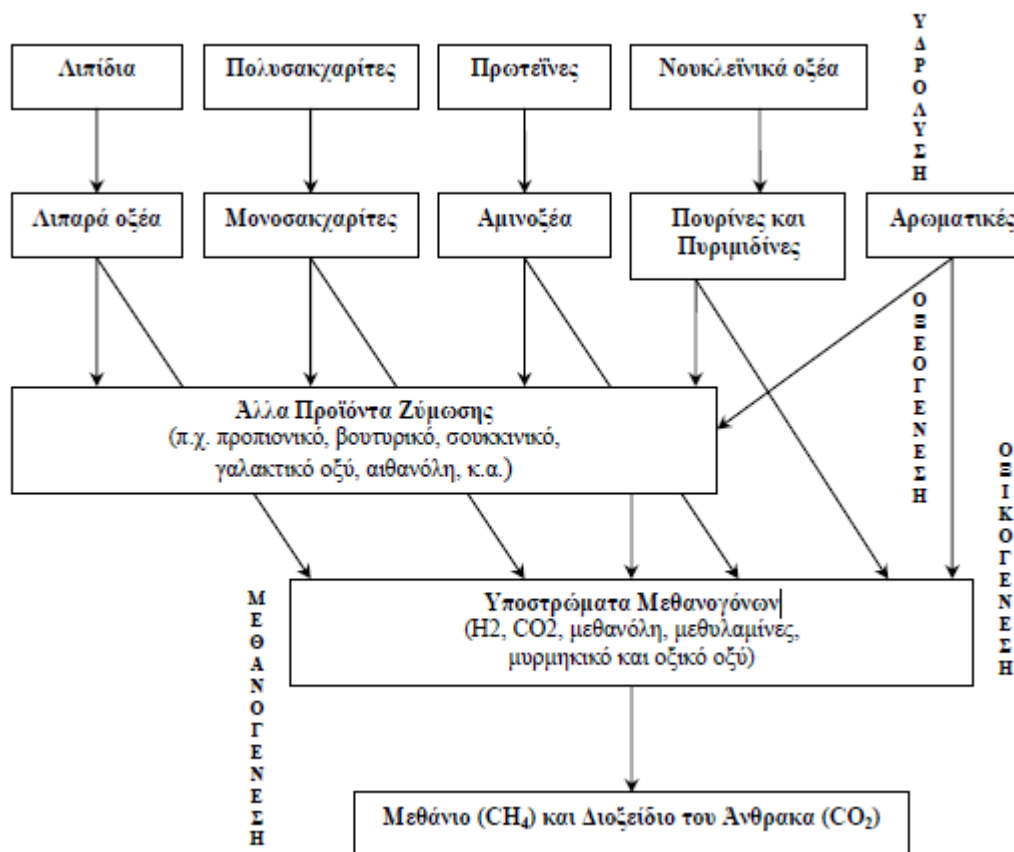


Οι οξικογόνοι μικροοργανισμοί έχουν πολύ γρηγορότερη ανάπτυξη από τους μεθανογόνους, με μέγιστους ειδικούς ρυθμούς ανάπτυξης  $\mu_{\max}$  περίπου  $1 \text{ h}^{-1}$  για τους οξικογόνους και  $0,04 \text{ h}^{-1}$  για τους μεθανογόνους (Hammer, 1986).

**Μεθανογένεση:** Στο τελευταίο στάδιο πραγματοποιείται η παραγωγή του μεθανίου από μια κατηγορία βακτηρίων που ονομάζονται μεθανογόνα. Η κατηγορία αυτή χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες τους μεθανογόνους υδρογονοτρόφους που είναι υπεύθυνοι για την μετατροπή του υδρογόνου και του διοξειδίου του άνθρακα σε μεθάνιο (εξίσωση 3.4) και τους μεθανογόνους οξικοτρόφους που μετατρέπουν το οξικό οξύ σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα (εξίσωση 3.5).



Περίπου τα δύο τρίτα του παραγόμενου μεθανίου οφείλονται στους οξικότροφους μεθανογόνους ενώ το υπόλοιπο μέρος σε υδρογονότροφα μεθανογόνα βακτήρια (Mackie and Bryant, 1981).



Διάγραμμα 1. 2: Στάδια Μετατροπής του Οργανικού Υλικού σε Μεθάνιο και Διοξείδιο του Ανθρακα με τη Διαδικασία της Αναερόβιας Χώνευσης (McCarty and Smith, 1986)

## 4.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την Αναερόβια Χώνευση

Ο σχεδιασμός, ο έλεγχος και η ρύθμιση των συστημάτων κατά την αναερόβια χώνευση εξαρτώνται από λειτουργικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί είναι οι εξής:

**pH:** Το pH είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των αναερόβιων διεργασιών. Η πλειονότητα των μεθανογόνων βακτηρίων επιθυμούν pH μεταξύ του 6,7 και 7,4 με βέλτιστο pH από 7,0 έως 7,2 ώστε να αναπτυχθούν. Αν το pH είναι κοντά στο 6 η ανάπτυξή τους είναι αρκετά μειωμένη (Bitton, 1994). Τα οξεογόνα βακτήρια επηρεάζονται σε μικρότερο ποσοστό από το pH και είναι πιο πιθανό να αντέξουν πιθανές μεταβολές του. Το pH επηρεάζεται και από την παρουσία αμμωνίας. Μικρή ποσότητα αμμωνίας είναι ικανή να αυξήσει την τιμή του pH, αν όμως αυτή η αύξηση είναι μεγάλη τότε προκαλείται επιβράδυνση στη διεργασία της ζύμωσης μέχρι να σχηματιστεί αρκετή ποσότητα όξινου οξειδίου του άνθρακα και να αποκατασταθεί η ισορροπία. Άλλος παράγοντας που επηρεάζει το pH είναι τα λιπαρά οξέα που παράγονται κατά την οξεογένεση. Τα λιπαρά οξέα μειώνουν την τιμή του pH του βιοαντιδραστήρα, μείωση που αντιμετωπίζεται με την κατανάλωση οξέων κατά τα στάδια της οξικογένεσης και μεθανογένεσης. Το pH συνδέεται άμεσα με την αλκαλικότητα, αφού πιθανή πτώση της



αλκαλικότητας καθιστά το pH εύλωτο σε πιθανές μεταβολές του συστήματος και μπορεί να προκληθεί μείωση της τιμής του. Μια πιθανή αύξηση της αλκαλικότητας του συστήματος όμως, με προσθήκη αμμωνίας, υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) ή ανθρακικού νατρίου (NaHCO<sub>3</sub>), είναι ικανή να διατηρήσει την τιμή του pH στο επιθυμητό επίπεδο (Bitton, 1994)

**Αλκαλικότητα:** Οι χωνευτήρες αποτελούνται από κάποιες ρυθμιστικές ουσίες όπως είναι το όξινο ανθρακικό ασβέστιο, μαγνήσιο και αμμώνιο. Οι ρυθμιστικές αυτές ουσίες εισέρχονται είτε μέσω της πρώτης ύλης που τροφοδοτεί τον χωνευτήρα, είτε παράγονται κατά την διεργασία της αναερόβιας χώνευσης όπως είναι η παραγωγή του όξινου ανθρακικού αμμωνίου που παράγεται κατά την διάσπαση των πρωτεϊνών. Ένας καλά ορισμένος χωνευτήρας έχει ολική αλκαλικότητα μεταξύ 2000 και 5000 mg/l (WEF, 1996). Πιθανή διαταραχή των συνθηκών που επικρατούν στον χωνευτήρα όπως είναι η πτώση της αλκαλικότητας κάτω επιτρεπτών ορίων, μπορούν να προκαλέσουν μέχρι και διακοπή της παραγωγής του μεθανίου. Είναι πλέον γνωστό ότι η πτώση της αλκαλικότητας οφείλεται στην ύπαρξη διοξειδίου του άνθρακα και όχι στα πτητικά λιπαρά οξέα (Tchobanoglous et al., 2003). Συγκεκριμένα, η μερική πίεση του αερίου του χωνευτήρα προκαλεί διαλυτοποίηση του διοξειδίου του άνθρακα και παραγωγή ανθρακικού οξέος το οποίο προκαλεί πτώση της αλκαλικότητας. Η αύξηση της αλκαλικότητας θα μπορούσε να βοηθηθεί με χημικά όπως είναι το όξινο ανθρακικό νάτριο, το ανθρακικό νάτριο, το υδροξείδιο του νατρίου, το υδροξείδιο του ασβεστίου και η άνυδρη αμμωνία.

**Θερμοκρασία:** Η θερμοκρασία επηρεάζει τις μεταβολικές δραστηριότητες των μικροβιακών πληθυσμών καθώς και παράγοντες όπως ο ρυθμός μεταφοράς αερίων και η καθίζηση των βιολογικών στερεών (Tchobanoglous et al., 2003). Τα περισσότερα συστήματα αναερόβιας χώνευσης λειτουργούν σε μεσοφιλικές θερμοκρασίες 30°C ενώ άλλα είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να λειτουργούν σε θερμοφιλικές θερμοκρασίες 50°C. Τα νέα συστήματα αναερόβιας χώνευσης σχεδιάζονται έτσι ώστε να λειτουργούν είτε σε μεσοφιλικές είτε σε θερμοφιλικές θερμοκρασίες ανάλογα με το στάδιο της διαδικασίας, με σκοπό τη βελτιστοποίηση της. Συνεπώς, καθώς η επιλογή των λειτουργικών θερμοκρασιών αποτελεί σπουδαίο παράγοντα, η διατήρηση μιας σταθερής θερμοκρασίας στο χωνευτήρα θεωρείται σημαντική αφού τα βακτήρια και κατά κύριο λόγο τα μεθανογόνα, εμφανίζουν μια ιδιαίτερη ευαισθησία στις μεταβολές της θερμοκρασίας. Γενικά προτείνεται η διατήρηση σταθερού θερμοκρασιακού περιβάλλοντος όπου η μεταβολή στη θερμοκρασία να μη ξεπερνάει τους 0,5°C (WEF, 1998).

**Χρόνος παραμονής στερεών και Υδραυλικός χρόνος παραμονής:** Μέσω της επίτευξης ικανοποιητικών χρόνων παραμονής, σε καλά αναδεδυμένους αντιδραστήρες αναερόβιας χώνευσης, εξασφαλίζουν ένα σημαντικό ποσοστό διάσπασης των πτητικών αιωρούμενων στερεών (VSS). Ο χρόνος παραμονής των στερεών (SRT) επηρεάζει τον τύπο των μικροοργανισμών που θα αναπτυχθούν (υδρολυτικοί, οξεογόνοι-οξικογόνοι και μεθανογόνοι) όπως και τον βαθμό στον οποίο συμβούν οι διάφορες δραστηριότητες (Grady et al., 1999). Η αποτελεσματική αναερόβια επεξεργασία των στερεών προϋποθέτει SRT μεγαλύτερο των 15 ημερών, ενώ καθώς μειώνεται η θερμοκρασία το SRT πρέπει να μεγαλώνει (Tchobanoglous et al., 2003).

Ως υδραυλικός χρόνος παραμονής (HRT) νοείται ο μέσος χρόνος παραμονής του υγρού στην διεργασία της χώνευσης. Έχει παρατηρηθεί, πως τα αναερόβια συστήματα όπου οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται καθώς είναι προσκολλημένοι σε στερεή επιφάνεια έχουν χαμηλότερο HRT (1-10 ημέρες) από τα συστήματα όπου οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται καθώς αιωρούνται (10-60 ημέρες) (Polprasert, 1989). Στο σημείο αυτό να αναφερθεί πως ο HRT

επηρεάζεται από μεταβολές τις θερμοκρασίας. Για τα συστήματα χώνευσης που δεν διαθέτουν κάποιο υλικό προσκόλλησης της μάζας ισχύει ότι  $SRT=HRT$ . Και τα δύο είδη χρόνων παραμονής είναι ιδιαίτερα σημαντικά διότι καθορίζουν το μέγεθος των αντιδραστήρων.

**Ρυθμός οργανικής φόρτισης και Συγκέντρωση τροφοδοσίας:** Ως ρυθμός οργανικής φόρτισης (OLR) ορίζεται η μάζα της οργανικής ύλης που τροφοδοτείται ανά μονάδα χρόνου. Τόσο ο ρυθμός οργανικής φόρτισης όσο και η συγκέντρωση τροφοδοσίας επηρεάζουν το SRT όπως και τον όγκο του αντιδραστήρα αλλά και τη θερμοκρασία. Συγκεκριμένα, όσο μεγαλύτερη είναι η συμπύκνωση της τροφοδοσίας και ο ρυθμός οργανικής φόρτισης τόσο μικρότερος είναι ο όγκος του αντιδραστήρα αλλά και οι απαιτήσεις σε υψηλή θερμοκρασία (Shang, 2000).

**Χημική σύσταση τροφοδοσίας:** Τα βακτήρια που συμμετέχουν στην διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης χρειάζονται μια σειρά από θρεπτικά στοιχεία προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι βιοσυνθετικές ανάγκες τους. Κάποια από αυτά τα θρεπτικά αυτά στοιχεία είναι ο άνθρακας (C), το άζωτο (N), ο φώσφορος (P), το θείο (S) καθώς και διάφορα ιχνοστοιχεία. Για να επιτευχθεί η επιδιωκόμενη επάρκεια σε στοιχεία, είναι απαραίτητο η τροφοδοσία να είναι θρεπτικώς και χρονικά ισορροπημένη. Κατά τον (Sahm, 1984), ο λόγος C:N:P για τα αναερόβια βακτήρια είναι 700:5:1, ενώ κατά καιρούς έχουν προταθεί διάφορες τιμές. Τα ιχνοστοιχεία που είναι απαραίτητα για τα αναερόβια βακτήρια είναι ο σίδηρος (Fe), το κοβάλτιο (Co), το μολυβδαίνιο (Mo), το νικέλιο (Ni), το μαγνήσιο (Mg), το ασβέστιο (Ca), το νάτριο (Na), το βάριο (Ba), το σελήνιο (Se) και ο ψευδάργυρος (Zn). Χαρακτηριστική είναι η συμβολή του νικελίου στην επίτευξη της αναερόβιας χώνευσης αφού είναι ικανό να αυξήσει το ρυθμό κατανάλωσης του οξικού οξέος από 2 σε 10 g/g VSS/day (Speece et al., 1983) και αφού συμμετέχει και στη σύνθεση του συνενζύμου  $F_{430}$ , το οποίο εμπλέκεται στη παραγωγή του βιοαερίου (Diekert et al., 1981).

**Ο λόγος C/N:** Ο λόγος C/N θεωρείται ότι διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην αποτελεσματική έκβαση της διεργασίας της αναερόβιας χώνευσης. Όταν τα υποστρώματα βιοαποικοδομούνται ταχέως έως μετρίως (φαγητά, χαρτί), τότε ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 25 – 30, ενώ όταν βιοαποικοδομούνται βραδέως (ξύλο) ο λόγος αντιστοιχεί στο 40. Αν ο λόγος C/N έχει χαμηλές τιμές η έκλυση του αζώτου στην ατμόσφαιρα αυξάνεται και διαχέεται με τη μορφή αέριας αμμωνίας, η συγκέντρωση της οποίας είναι τοξική για τον μικροβιακό πληθυσμό. Οι επιθυμητές τιμές του λόγου μπορούν να επιτευχθούν μέσω της κατάλληλης μίξης συστατικών των αποβλήτων, πράξη που είναι εύκολο να υλοποιηθεί.

**Βιοδιασπασιμότητα:** Κάποια από τα συστατικά των σύνθετων υποστρωμάτων μπορεί να μην είναι βιοδιασπασίμα, γεγονός που δύναται να μειώσει την εφαρμογή της αναερόβιας χώνευσης και παράλληλα να καταστήσει την αφαίρεση των οργανικών ανεπαρκή. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να επιλυθεί με αύξηση της θερμοκρασίας στους 35°C -50°C.

**Τοξικές ουσίες:** Ο αριθμός των τοξικών ουσιών που δύναται να επηρεάσουν την απόδοση της αναερόβιας χώνευσης, σε βαθμό να προκαλέσουν και τη διακοπή της, είναι μεγάλος. Από τους συμμετέχοντες μικροοργανισμούς, οι μεθανογόνοι είναι αυτοί που επηρεάζονται περισσότερο από τις τοξικές ουσίες. Κάποιες από τις τοξικές αυτές ουσίες περιγράφονται παρακάτω.

Το οξυγόνο, ακόμα και αν είναι σε απειροελάχιστες ποσότητες, μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς τη δράση των υποχρεωτικά αναερόβιων μεθανογόνων βακτηρίων (Oremland, 1988).

Τα νιτρώδη και νιτρικά αποτελούν ενώσεις που μπορούν να αναστείλουν την έκβαση της διεργασίας της αναερόβιας χώνευσης, για το λόγο αυτό προτείνεται η μείωση τους πριν πραγματοποιηθεί η μεθανογένεση.

Αν η ελεύθερη αμμωνία είναι σε συγκεντρώσεις μεταξύ των 1500 mg/l – 3000 mg/l, θεωρείται πως είναι αρκετά τοξική για τα μεθανογόνα βακτήρια ώστε να διακόψει την κανονική λειτουργία τους. Η συγκέντρωση της ελεύθερης αμμωνίας εξαρτάται από το pH. Όταν το pH έχει υψηλές τιμές (pH > 7.4) σχηματίζεται περισσότερη ελεύθερη αμμωνία, ενώ όταν το pH είναι ουδέτερο παρατηρείται μικρή τοξικότητα (Σταματελάτου, 1999).

Τα ανώτερα λιπαρά οξέα όπως είναι το καπρυλικό, το καπρικό, το λαουρικό, το μυριστικό και το ολεϊκό, μειώνουν τη δραστικότητα των οξικοχρηστικών μεθανογόνων βακτηρίων (π.χ. *Methanothrix* spp.) (Koster and Cramer, 1987).

Τα πηκτικά λιπαρά οξέα όπως το οξικό και βουτυρικό, αν βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις και συνδυαστούν με ουδέτερο pH, εμφανίζουν μικρή τοξικότητα στους μεθανογόνους, ενώ το προπιονικό οξύ είναι αρκετά τοξικό και για τα οξεογόνα και τα μεθανογόνα βακτήρια (Bitton, 1994).

Τα βαρέα μέταλλα (π.χ.  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{6+}$ ) τα οποία συναντώνται κυρίως σε βιομηχανικά απόβλητα, παρεμποδίζουν την διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης όταν αυτά υπερβαίνουν ένα όριο (Lin, 1992; Mueller and Steiner, 1992). Η τοξικότητα τους με βάση το βαθμό παρεμπόδισης ακολουθεί τη σειρά:  $\text{Ni} > \text{Cu} > \text{Cd} > \text{Cr} > \text{Pb}$ . Η δραστικότητα της τοξικότητάς των μετάλλων είναι εφικτό να περιοριστεί σημαντικά εάν αντιδράσουν με υδροθείο, διότι έτσι σχηματίζονται αδιάλυτα θειούχα άλατα. Κάποια από τα μέταλλα της κατηγορίας αυτής, όπως το νικέλιο, είναι επιθυμητό να βρίσκονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις γιατί έτσι βοηθούν την δράση των μεθανογόνων βακτηρίων αλλά και τη διεργασία της χώνευσης.

Τα σουλφίδια θεωρείται ότι ανήκουν στους πιο ισχυρούς παρεμποδιστές της αναερόβιας χώνευσης (Anderson et al., 1982) και πως η τοξικότητα τους εξαρτάται από το pH (Koster et al., 1986). Για να είναι αισθητή η επίδραση της τοξικότητας των σουλφιδίων στα μεθανογόνα βακτήρια θα πρέπει η συγκέντρωσή τους να ξεπερνά τα 150 mg/l.

Οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες θεωρούνται ιδιαίτερα τοξικοί για τους μεθανογόνους μικροοργανισμούς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τους αποτελεί το χλωροφόρμιο ( $\text{CHCl}_3$ ) που η τοξικότητα του παρεμποδίζει τον μεταβολισμό των μεθανογόνων βακτηρίων, αν η συγκεντρωσή τους είναι μεγαλύτερη από 1 mg/l.

Οι αρωματικές ενώσεις όπως είναι το βενζόλιο, το τολουόλιο και οι φαινόλες, αποτελούν παρεμποδιστικούς παράγοντες για τις καθαρές καλλιέργειες μεθανογόνων. Η τοξικότητα των φαινολικών ενώσεων στην μεθανογένεση είναι νιτροφαινόλες > χλωροφαινόλες > υδροξυφαινόλες.

Η φορμαλδεΐδη, όταν η συγκέντρωσή της ανέρχεται στα 100mg/l, είναι ικανή να επηρεάσει σημαντικά την λειτουργία των μεθανοβακτηρίων. Αποκατάσταση του προβλήματος επιτυγχάνεται με μείωση της εν λόγω συγκέντρωσης.

Το υδρόθειο ( $\text{H}_2\text{S}$ ) και γενικότερα τα θειούχα ανιόντα ( $\text{HS}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ) θεωρούνται από τους πιο ισχυρούς παρεμποδιστές της αναερόβιας επεξεργασίας. Η τοξικότητα τους επηρεάζει τα μεθανογόνα βακτήρια όταν η συγκέντρωσή τους είναι μεγαλύτερη από 150-200 mg/l. Αντίθετα με τα μεθανογόνα, τα οξεογόνα βακτήρια δεν είναι τόσο ευαίσθητα στο υδρόθειο.

**Μικροβιακές αλληλεπιδράσεις:** Οι συμβιωτικές σχέσεις των μικροοργανισμών δεν είναι απαραίτητα αρμονικές, θεωρούνται όμως απαραίτητες για τη ομαλή λειτουργία των συστημάτων

της αναερόβιας χώνευσης. Κάποια από τα είδη των συμβιωτικών σχέσεων που εκδηλώνονται μεταξύ των μικροοργανισμών είναι οι εξής (Παπαοικινόμου, 2010):

Ο ανταγωνισμός (*competition*), είναι ίσως το πιο συνηθισμένο είδος συμβιωτικών σχέσεων. Αν το αποτέλεσμα του ανταγωνισμού εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο θα εξελιχθεί ένας περιοριστικός παράγοντας, η ανάπτυξη και των δύο μικροβιακών πληθυσμών μπορεί να περιοριστεί. Αντίθετα, αν το αποτέλεσμα του ανταγωνισμού εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο θα εξελιχτούν δύο διαφορετικοί περιοριστικοί παράγοντες, τότε το πιο πιθανό είναι να περιοριστεί ο ένας από τους δύο μικροβιακούς πληθυσμούς και ο άλλος να επικρατήσει. Υπάρχουν βέβαια και οι περιπτώσεις που οι δύο πληθυσμοί μπορούν να συνυπάρξουν ακόμα και αν ο ένας είναι μεγαλύτερος από τον άλλον.

Ο αμηνσαλισμός (*amensalism*), είναι το είδος της συμβιωτικής σχέσης όπου ο ανταγωνισμός των πληθυσμών είναι βέβαιο πως θα οδηγήσει στην συρρίκνωση του ενός και στην επικράτηση του άλλου.

Κατά την *συνύπαρξη* (*commensalism*), ένας είδος μικροοργανισμών ξενίζεται και συντηρείται από ένα άλλο είδος κατά τρόπο μονοπλεύρως επωφελή. Η συνύπαρξη είναι δύσκολο να εντοπιστεί και αρκετές φορές σχέσεις που στην πραγματικότητα είναι σχέσεις αμοιβαίας εξάρτησης ή παρασιτικές θεωρούνται ως σχέσεις συνύπαρξης. Ακόμη, η συνύπαρξη θεωρείται μια δυναμική σχέση που μπορεί να μετεξελιχθεί σε αμοιβαία εξάρτηση ή παρασιτική και αντίθετα.

Η σχέση *αμοιβαίας εξάρτησης* (*mutualism*) των μικροβιακών πληθυσμών θεωρείται αρκετά συνηθισμένη. Μάλιστα, η εξάρτηση μεταξύ των μικροοργανισμών μπορεί να είναι τόσο έντονη που η ανάπτυξη του ενός μικροοργανισμού να μην επιτελείται απουσία της ανάπτυξης του άλλου. Ο ρόλος της αμοιβαίας εξάρτησης είναι καθοριστικός για τους μικροοργανισμούς, ειδικά όταν εκδηλώνονται μεταβολές στην περιεκτικότητα των θρεπτικών συστατικών και άλλων παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται η ανάπτυξη η ανάπτυξη τους.

Ο *μικροβιακός συνεταιρισμός* (*microbial consortium*) χαρακτηρίζεται ως μια σχέση ιδιαίτερα σταθερή. Οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μελών του συνεταιρισμού είναι συνήθως αμοιβαίας εξάρτησης, αλλά μπορεί να μεταβληθούν.

Στην περίπτωση του *παρασιτισμού* (*parasitism*), ο μικρότερος μικροοργανισμός αξιοποιεί προς όφελος του τον θάνατο του μεγαλύτερου μικροοργανισμού που τον φιλοξενεί, ενώ στην περίπτωση της *αρπαγή* (*predation*) ο μικροοργανισμός που ωφελείται είναι ο μεγαλύτερος βέβαια πάντα υπάρχουν εξαιρέσεις και στις δύο περιπτώσεις.

Οι *έμμεσες αλληλεπιδράσεις* (*indirect interactions*) είναι οι σχέσεις που εκδηλώνονται από τις μικροβιακές κοινωνίες στην περίπτωση παρεμβολής εξωγενών παραγόντων, όπως είναι μια πιθανή αύξηση του pH ενός χωνευτήρα.

Τέλος, αλληλεπιδράσεις παρατηρούνται μεταξύ των μεθανογόνων και κάποιων άλλων αναερόβιων μικροοργανισμών κατά την ενδομεταφορά του υδρογόνου (*interspecies hydrogen transfer*) και κατά την παραγωγή βιοαερίου, όπου η συνεργιστική σχέση είναι απαραίτητη ώστε να πραγματοποιηθούν οι επιθυμητές αντιδράσεις αλλά και για να υπάρξουν υψηλές αποδόσεις ATP και βιομάζας.

## 4.5 Συσχέτιση λειτουργίας του αναερόβιου βιοαντιδραστήρα με αυτή των αναερόβιων οργανικών πεπτικών συστημάτων

Στη φύση συναντώνται διάφορα συστήματα παραγωγής μεθανίου, ενώ το πιο αποδοτικό θεωρείται το στομάχι των μηρυκαστικών ζώων. Η τεχνική αναπαραγωγή αυτού του αναερόβιου συστήματος δεν έχει επιτευχθεί, καθώς η αλληλεπίδραση των μικροοργανισμών (βακτήρια, πρωτόζωα, μύκητες και ιούς) που το απαρτίζουν είναι πολυσύνθετη και η μελέτη, η κατανόηση και ο έλεγχος πολλών παραμέτρων θεωρείται αναγκαίος.

Ο συσχετισμός των αναερόβιων συνθηκών που επικρατούν στο στομάχι των μηρυκαστικών ζώων με τις αναερόβιες συνθήκες που επικρατούν σε έναν βιοαντιδραστήρα είναι μεγάλος. Συγκεκριμένα, η υδρολυτική διάσπαση των υδατανθράκων, των λιπιδίων και των πρωτεϊνών σε σάκχαρα, λιπαρά οξέα και αμινοξέα είναι αντίστοιχα παρόμοια και στις δύο περιπτώσεις. Ακόμα, κατά την αποδόμηση των υδατανθράκων στο στομάχι των ζώων, παράγονται πτητικά λιπαρά οξέα (όπως είναι το οξικό, το προπιονικό και το βουτυρικό οξύ), τα οποία αποτελούν επίσης βασικά προϊόντα των αναερόβιων βιοαντιδραστήρων (Kessel, 1996). Μάλιστα, η μικροβιακή μαγιά από το στομάχι των ζώων μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αναερόβια χώνευση, καθώς πολλοί από τους μεθανογόνους μικροοργανισμούς που συναντώνται στους βιοαντιδραστήρες εμφανίζουν πολλά κοινά στοιχεία με αυτούς που υπάρχουν στα στομάχια των μηρυκαστικών. Τα αέρια τα οποία παράγονται κατά την πέψη των ζώων είναι κυρίως το CH<sub>4</sub> και το CO<sub>2</sub>. Το CH<sub>4</sub> αποτελεί το 30-40% της συνολικής παραγόμενης ποσότητας των αερίων, ενώ το CO<sub>2</sub> το 20-65% όταν το ζώο τρέφεται μια φορά τη μέρα (Χριστοδούλου, 1984). Χαρακτηριστικό παράδειγμα μηρυκαστικού ζώου αποτελεί η αγελάδα η οποία έχει την δυνατότητα να χωνεύει μεγάλες ποσότητες τροφής και ταυτόχρονα να παράγει μεθάνιο (~600 λίτρα/ημέρα). Άλλο παράδειγμα αποτελεί το πρόβατο το οποίο είναι σε θέση να παράγει το πολύ 60 λίτρα/ημέρα (CME, 2002). Τα αέρια αυτά είναι τα κύρια αέρια που παράγονται και κατά τη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης σε βιοαντιδραστήρες.

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να ειπωθεί πως η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης απαντάται στη φύση στο πεπτικό σύστημα των μηρυκαστικών ζώων και πως βρίσκει πρακτική εφαρμογή σε βιοαντιδραστήρες. Επίσης, μπορεί να παρατηρηθεί γενικότερα στη φύση οπουδήποτε επικρατούν αναερόβιες συνθήκες όπως π.χ. στο έδαφος.

## 4.6 Εφαρμογές της αναερόβιας χώνευσης

Με την πάροδο του χρόνου παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον γύρω από την αναερόβια χώνευση, καθώς είναι μια αποδεδειγμένα αποδοτική βιολογική μέθοδος διαχείρισης διαφόρων οργανικών αποβλήτων (αστικών, βιομηχανικών, ζωικών, φυτικών, κ.α.), μέσω της οποίας μπορεί να παραχθεί ενέργεια με την μορφή βιοαερίου. Παλαιότερα η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης αξιοποιούνταν μόνο στην επεξεργασία των αστικών και των αγροτικών αποβλήτων. Σήμερα, οι σύγχρονες μονάδες επεξεργάζονται (ΑΣΑ) και βιομηχανικά στερεά ή υγρά απόβλητα. Επίσης, οι διαρκώς αυξανόμενες ενεργειακές απαιτήσεις του πλανήτη προωθούν την διαδικασία παραγωγής βιοαερίου.

## 4.7 Επεξεργασία Υγρών και Στερεών Αποβλήτων

Η αναερόβια χώνευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διαχείριση διαφόρων υγρών και στερεών αποβλήτων. Εν συνεχεία παρουσιάζονται κάποια από αυτά.

### Αστικά Υγρά Απόβλητα

Στα αστικά υγρά απόβλητα εντάσσονται (De Mes et al., 2003):

- Το μαύρο νερό (απορροές τις τουαλέτας όπως τα περιττώματα, η ουρία και τα υλικά καθαρισμού, στο οποίο βρίσκεται ένας μεγάλος αριθμός παθογόνων μικροοργανισμών.)
- Το γκρι νερό (νερά εσωτερικής χρήσης όπως τα νερά του λουτρού, το νερό πλύσης ρούχων και κουζινικών και καθαρισμού του σπιτιού. Στο νερό αυτό δεν εμπεριέχεται μεγάλος αριθμός παθογόνων.)
- Το συνδυασμένο υγρό απόβλητο (συνδυασμός μαύρου και γκρι νερού, νερά βροχής και νερά από αποχετευτικό δίκτυο που χαρακτηρίζονται από μεγάλο αριθμό παθογόνων μικροοργανισμών)

### Βιομηχανικά Υγρά Απόβλητα:

Στα βιομηχανικά υγρά απόβλητα εντάσσονται διάφορες ετερογενής απορροές από τη βιομηχανία των τροφίμων και των ποτών που χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλές συγκεντρώσεις οργανικών ενώσεων (Lexmond and Zeeman, 1995).

### Αστικά Στερεά Απόβλητα:

Στα αστικά στερεά απόβλητα εντάσσονται τα οικιακά απόβλητα, καθώς και άλλα απόβλητα, τα οποία λόγω φύσης ή σύνθεσης, είναι παρόμοια με τα οικιακά, όπως απόβλητα από εμπορικές και συναφείς δραστηριότητες, κτίρια γραφείων και ιδρύματα (σχολεία, νοσοκομεία, κυβερνητικά κτίρια). Περιλαμβάνει επίσης ογκώδη απόβλητα (στρώματα, έπιπλα κ.α.) και απόβλητα κήπων, φύλλα, κλαδιά, κηπευτικά, καθώς και απόβλητα από καθαρισμό δρόμων (Θεοχάρη κ.α., 2006)

### Αγροτο-Βιομηχανικά Στερεά Απόβλητα:

Στα αγροτο-βιομηχανικά στερεά απόβλητα εντάσσονται στερεά απόβλητα που προέρχονται από αγροτικές καλλιέργειες και βιομηχανίες μεταποίησης αγροτικών προϊόντων. Παραδείγματα τέτοιων αποβλήτων αποτελούν τα άχυρα τρυφερού σιταριού, σκληρού σιταριού, βρώμης, κριθαριού, ρυζιού, καλαμποκιού, αλευροποιείου, βαμβακιού, σίκαλης, τα φύλλα αραχίδας, φακής, ρεβιθιού, η κάνναβης και τα άλευρα φυλλωδών (Poirrier and Chamy, 1999).

## 4.8 Επεξεργασία και Διάθεση Στερεών Υπολειμμάτων Αναερόβιας Χώνευσης

Τα στερεά υπολείμματα που παράγονται κατά την διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης μπορούν μετά από περαιτέρω επεξεργασία να αξιοποιηθούν ως εδαφοβελτιωτικό σε καλλιέργειες. Η διαδικασία της περαιτέρω επεξεργασίας ονομάζεται λιπασματοποίηση και είναι μια αερόβια μικροβιακή διεργασία όπου τα στερεά οργανικά απόβλητα μετασχηματίζονται σε εδαφοβελτιωτικό

που καταλαμβάνει μικρότερο όγκο και που δεν αποτελεί κίνδυνο για την δημόσια υγεία. Ουσιαστικά, επιτελείται ζύμωση του στερεού υποστρώματος με χαμηλή ποσότητα υγρασίας. Ως στερεό υπόστρωμα χρησιμοποιούνται στερεά οργανικά απόβλητα διότι αποδομούνται εύκολα και έτσι η διεργασία είναι πιο αποδοτική. Η διεργασία της λιπασματοποίησης δεν συμβάλλει μόνο στην ασφαλή επεξεργασία των οργανικών στερεών αποβλήτων αλλά και στην ανακύκλωση της οργανικής ύλης των οικιακών, των αγροτικών και των κτηνοτροφικών αποβλήτων. Τα απόβλητα αυτά μπορούν να διαχειριστούν και με άλλες μεθόδους όπως είναι αποτέφρωση και υγειονομική ταφή, αλλά λόγω των πολυάριθμων προβλημάτων που δημιουργούν οι εν λόγω μέθοδοι, έντονο είναι το ενδιαφέρον προς την μέθοδο της λιπασματοποίησης (Smith, 1997).

Η στερεά οργανική ύλη που θα επεξεργαστεί κατά λιπασματοποίηση, συγκεντρώνονται σε στατικούς ή αεριζόμενους σωρούς, σε κλειστά τούνελ ή σε περιστροφικούς αντιδραστήρες. Οι αεριζόμενοι σωροί τοποθετούνται σε ειδικά διαμορφωμένους κλειστούς χώρους, όπου ο αερισμός γίνεται μηχανικά και οι σωροί ανακατεύονται συχνά. Στους κλειστούς αυτούς χώρους, που θεωρούνται κλειστά συστήματα, μπορούν να φιλοξενηθούν έως και 60.000 τόνοι/χρόνο. Το μήκος των κλειστών τούνελ είναι περίπου 30-50m και η διάμετρος τους 4-6m ενώ μπορούν να φιλοξενήσουν μέχρι και 10.000 τόνους/χρόνο. Τα τούνελ αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για αστικά και οικιακά απόβλητα. Οι περιστροφικοί αντιδραστήρες (κάδοι ή κύλινδροι) μπορούν να διατεθούν είτε σε μεγάλης κλίμακας είτε σε οικιακής χρήσης ώστε να αξιοποιηθούν τα οικιακά απόβλητα. Πριν την εφαρμογή της διαδικασίας της λιπασματοποίησης, είναι πιθανό να χρειάζεται να προηγηθεί προεπεξεργασία των αποβλήτων όπως είναι ο τεμαχισμός και άλεση. Η διεργασία της λιπασματοποίησης ξεκινά με την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που προϋπήρχαν στα στερεά οργανικά απόβλητα. Οι βιολογικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται κατά την διεργασία της λιπασματοποίησης είναι η οξείδωση του μίγματος του οργανικού υποστρώματος προς τη παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, νερού και άλλων οργανικών υποπροϊόντων. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία, το τελικό προϊόν παραμένει μέχρι να σταθεροποιηθεί και έπειτα οδηγείται προς αποθήκευση (Mata-Alvarez et al, 2000)

Η διαδικασία της ζύμωσης αποτελεί μια χαρακτηριστική οικολογική δράση. Λόγω του μεγάλου όγκου των αποβλήτων που συγκεντρώνεται, επιτυγχάνεται μόνωση του συστήματος και έτσι η θερμοκρασία που αναπτύσσεται λόγω των μικροβιακών αντιδράσεων προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του συστήματος. Η αποδοτικότητα του συστήματος εξαρτάται από τι συνθήκες ανάπτυξης των μικροοργανισμών. Συγκεκριμένα, η θερμοκρασία πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 45-55°C και η περιεκτικότητα ορισμένων αποβλήτων σε λιγνίνη να μην είναι υψηλή διότι η διάσπαση τους είναι δύσκολη και δημιουργούνται προβλήματα στην εκτέλεση της διαδικασίας. Ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα που προκύπτουν κατά την διαδικασία της λιπασματοποίησης είναι η παραγωγή δυσάρεστων οσμών. Οι οσμές αυτές προκαλούνται από την έκλυση αερίων όπως του θείου και του αζώτου, αλλά μπορούν να περιοριστούν με τη χρήση φίλτρων και άλλων μεθόδων, καθώς η σχετική περιβαλλοντική νομοθεσία τόσο της Ε.Ε. όσο και της χώρας μας είναι αυστηρή και μπορούν να επιβληθούν κυρώσεις.

## 4.9 Συστήματα αναερόβιας χώνευσης

Οι τύποι των βιοαντιδραστήρων που θα χρησιμοποιηθούν είναι καθοριστικής σημασίας ώστε η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης να είναι αποτελεσματική. Τα χρησιμοποιούμενα συστήματα είναι κλειστά συστήματα που αποτελούνται από οριζόντιους ή/και κατακόρυφους αντιδραστήρες

που συνθέτουν ένα δίκτυο αγωγών. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται χωνευτήρες που μπορούν να επεξεργαστούν βιολογική λάσπη και οργανικά απόβλητα. Η τελική επιλογή του βιοαντιδραστήρα που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από οικονομικούς παράγοντες αλλά και από χαρακτηριστικά των αποβλήτων όπως είναι το οργανικό φορτίο, η συγκέντρωση στερεών και η παρουσία τοξικών ουσιών.

Σύμφωνα με τον Lettinga, (1995), ένα αποδοτικό αναερόβιο σύστημα θα πρέπει να πληροί τα εξής:

- Υψηλή κατακράτηση βιομάζας στον αντιδραστήρα κατά τη διάρκεια λειτουργίας του
- Μεγάλη (επαρκής) επαφή μεταξύ βιομάζας και υποστρώματος (αποβλήτου)
- Υψηλοί ρυθμοί αντίδρασης και έλλειψη περιορισμών από φαινόμενα μεταφοράς
- Ικανότητα εγκλιματισμού της βιομάζας σε διάφορους τύπους αποβλήτων
- Επικράτηση ευνοϊκών περιβαλλοντικών παραγόντων για όλους τους μικροοργανισμούς στις διάφορες λειτουργικές συνθήκες

Ο χρόνος παραμονής των αποβλήτων στα αναερόβια συστήματα διαρκεί περίπου 2-3 εβδομάδες. Οι τύποι των βιοαντιδραστήρων μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες, στους συμβατικούς ή στους βιοαντιδραστήρες ξηρών συστημάτων όπου εφαρμόζονται υψηλοί υδραυλικοί χρόνοι και στους ταχύρρυθμους ή βιοαντιδραστήρες υγρών συστημάτων όπου ο υδραυλικός χρόνος παραμονής είναι σχετικά μικρός.

Από κατασκευαστικής άποψης, οι συμβατικοί είναι πιο εύχρηστοι και τα απόβλητα που επεξεργάζονται έχουν χαμηλή περιεκτικότητα υγρασίας, μικρότερη από 80% και θέλουν υψηλές θερμοκρασίες, της τάξεως των 50°C- 60 °C, διότι περιέχουν στερεά απόβλητα. Στα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται αντιδραστήρες συνεχής φόρτισης που είναι είτε κατακόρυφοι είτε οριζόντιοι. Στους κατακόρυφους το υλικό κινείται με τη βοήθεια της βαρύτητας ενώ στους οριζόντιους με τη βοήθεια ελάσματος ή πρέσας. Πλεονέκτημα αυτών των συστημάτων αποτελεί η ικανότητά τους να επεξεργάζονται απόβλητα με υψηλό ποσοστό ρυπαντικών ουσιών. Η κύρια χρήση τους αφορά τη διαχείριση στερεών αποβλήτων που απαιτούν μεγάλα χρονικά διάστημα παραμονής ώστε να αποδομηθούν σε ικανοποιητικό βαθμό. Τα συστήματα αυτά απαιτούν χρόνο παραμονής ίδιο με τον υδραυλικό χρόνο παραμονής. Κάποια παραδείγματα συμβατικών βιοαντιδραστήρων είναι ο CSTR, ο βιοαντιδραστήρας τύπου αυλωτού αντιδραστήρα (plug-flow digester), και συσσώρευσης (AC systems).

Οι ταχύρρυθμοι βιοαντιδραστήρες χαρακτηρίζονται από υψηλό ρυθμό αποδόμησης υποστρώματος ανά μονάδα όγκου και διαχειρίζονται κυρίως απόβλητα που περιέχουν υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, μεγαλύτερη από 85% και που λειτουργούν σε δύο εύρη θερμοκρασιών τόσο χαμηλών σχετικά της τάξεως των 30°C - 40°C αλλά και υψηλών που λειτουργούν οι συμβατικοί. Στα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται κλειστοί κατακόρυφοι αντιδραστήρες στους οποίους το υλικό συνεχώς αναδεύεται έτσι ώστε να είναι στο μέγιστο δυνατό η διάρκεια επαφής μεταξύ των μικροοργανισμών και των αποβλήτων. Η ανάμιξη υποβοηθάτε με μηχανικούς τρόπους ή μέσω ανακυκλοφορίας του βιοαερίου ή των αποβλήτων. Αποτελούνται από συστήματα κατακράτησης των αιωρούμενων στερεών, ανάδευσης και ανακυκλοφορίας της λάσπης (Μαυρόπουλος, 2008). Έτσι προκύπτει πως ο χρόνος παραμονής της λάσπης στα ταχύρρυθμα συστήματα θα είναι αρκετά μεγαλύτερος από τον υδραυλικό χρόνο παραμονής. Τα ταχύρρυθμα συστήματα χωρίζονται στις εξής δύο κατηγορίες (De Mes et al., 2003):



- Σε συστήματα που η λειτουργία τους εξαρτάται από την ανάπτυξη αιωρούμενων μικροοργανισμών μέσα σε υγρό περιβάλλον, που συγκρατούνται εκεί με εσωτερική ή εξωτερική καθίζηση.
- Σε συστήματα που η λειτουργία τους εξαρτάται από την ανάπτυξη προσκολλημένων μικροοργανισμών σε στερεές επιφάνειες.

Κάποια παραδείγματα ταχύρρυθμων βιοαντιδραστήρων της πρώτης κατηγορίας είναι ο UASB και ο αναερόβιος βιοαντιδραστήρας εναλλασσόμενης καθοδικής και ανοδικής ροής (anaerobic baffled reactor, ABR) ενώ της δεύτερης κατηγορίας είναι ο PABR και ο αναερόβιος βιοαντιδραστήρας ρευστοστερεάς κλίνης.

Σήμερα υπάρχουν και υβριδικά συστήματα χώνευσης τα οποία συνδυάζουν χαρακτηριστικά από τα προαναφερθέντα συστήματα με σκοπό να βελτιώσουν τα στοιχεία στα οποία υστερούν αλλά και να διατηρήσουν τα θετικά τους στοιχεία.

## 4.10 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Δεδομένης της φύσης διεξαγωγής της αναερόβιας χώνευσης μέσα σε κλειστούς χώρους, οι ποσότητες των αερίων που απελευθερώνονται είναι πολύ μικρές. Έκλυση αερίων παρατηρείται κατά την καύση του βιοαερίου, όπου παράγονται διάφορα αέρια μικρής επικινδυνότητας όπως είναι οξείδια του αζώτου και του θείου τα οποία δεν απαιτούν εντατικό έλεγχο ώστε να περιοριστούν (Μαυρόπουλος, 2008). Κατά την διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης παράγονται όμως και αέρια όπως είναι το  $CH_4$  και το  $CO_2$ , τα οποία αμφότερα αποτελούν τα πιο σημαντικά αέρια του θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα, τα δύο αυτά αέρια εμποδίζουν την θερμική ακτινοβολία που βρίσκεται στην επιφάνεια της γης να διαφύγει προς τα ανώτερα στρώματα με αποτέλεσμα την ενίσχυση της εκδήλωσης δραματικών κλιματικών αλλαγών. Η εφαρμογή της αναερόβιας χώνευσης σε κλειστούς βιοαντιδραστήρες βοηθά στην αποτελεσματική αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου (Wilkie, 2005).

Κατά την εκτέλεση της αναερόβιας χώνευσης σε κλειστούς βιοαντιδραστήρες, δεδομένου του συχνού ελέγχου που επιδέχεται, το παραγόμενο βιοαέριο συλλέγεται και χρησιμοποιείται χωρίς να επιτρέπεται η έκλυση  $CH_4$  στην ατμόσφαιρα. Στο σημείο αυτό να αναφερθεί, πως αν δεν αξιοποιούνταν τα οργανικά απόβλητα μέσω της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης και διατίθονταν ανεπεξέργαστά στο περιβάλλον, η υψηλή έκλυση του  $CH_4$  θα ήταν αναπόφευκτη. Σχετικά με την έκλυση του  $CO_2$  από την καύση του βιοαερίου, προκαλείται από τον άνθρακα του οργανικού αποβλήτου που προήλθε από δέσμευση του ατμοσφαιρικού  $CO_2$ . Έτσι, με την ικανοποίηση του κλειστού κύκλου του άνθρακα δεν μεταφέρεται  $CO_2$  στην ατμόσφαιρα, όπως συμβαίνει κατά την διεργασία της καύσης της φυτικής βιομάζας. Τέλος, να αναφερθεί πως με την αναερόβια χώνευση μειώνονται και οι εκπομπές των πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC) συγκριτικά με την χρήση αερόβιων μεθόδων όπως είναι κομποστοποίηση, συγκεκριμένα αερόβια εκλύονται 588 g VOC/ton ενώ αναερόβια 3 g VOC/ton αναερόβια.

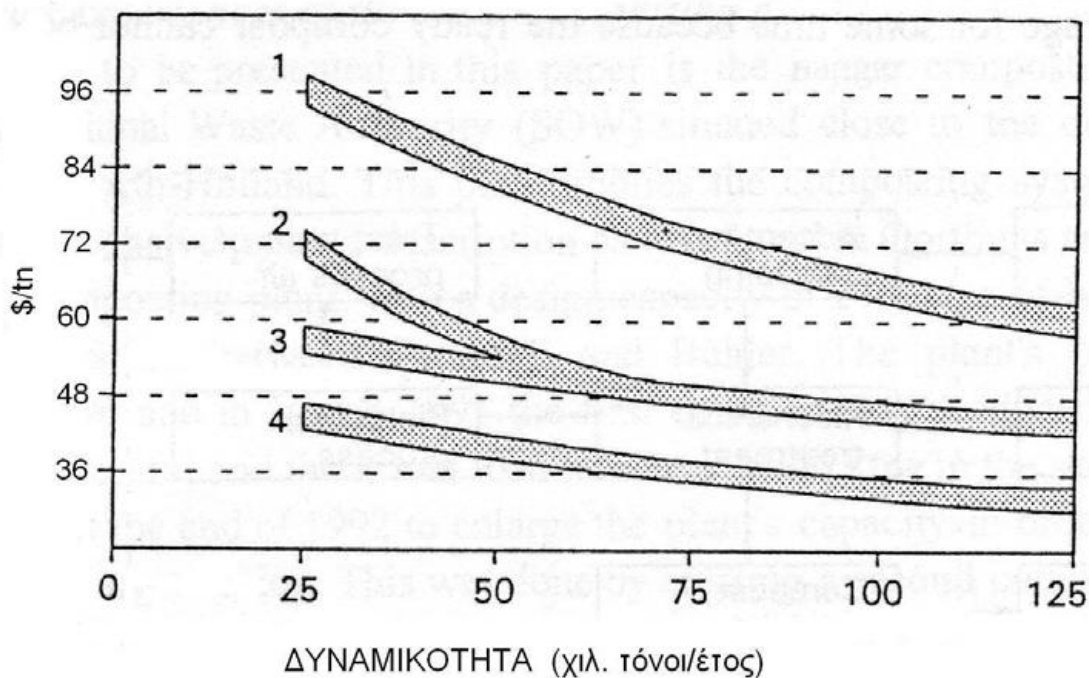
Οι επιπτώσεις που δύναται να προκληθούν στο περιβάλλον μέσω της αναερόβιας διαδικασίας δεν περιορίζονται μόνο στον αέρα αλλά και επεκτείνονται και στο νερό και στο έδαφος. Συγκεκριμένα, σε ότι αφορά το νερό, τα υγρά απόβλητα που παράγονται κατά την εξέλιξη της διαδικασίας πρέπει είτε να επανακυκλοφορήσουν στην διαδικασία είτε να επεξεργάζονται σε κατάλληλη μονάδα. Οι ποσότητες των παραγόμενων υγρών υπολογίζεται σε 100-300 m<sup>3</sup> ανά τόνο

εισερχόμενων αποβλήτων. Σχετικά με τις επιπτώσεις στο έδαφος, αφορούν την εναπόθεση του παραγόμενου υλικού (κομπόστ) στο έδαφος.

Τέλος, να αναφερθεί πως οι επιπτώσεις της αναερόβιας χώνευσης μπορεί να είναι και ακούσιες όπως είναι η πρόκληση θορύβου από τη λειτουργία ανεμιστήρων και αντλιών κατά τη διάρκεια της νύχτας. Άλλο παράδειγμα ακούσιας επίπτωσης στο περιβάλλον αποτελεί η λειτουργία γεννητριών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο, σε περίπτωση που οι εγκαταστάσεις της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκεται κοντά στην μονάδα αναερόβιας χώνευσης (Μαυρόπουλος, 2008).

## 4.11 Κόστος Αναερόβιας Χώνευσης

Το κόστος της αναερόβιας χώνευσης διαφέρει από χώρα σε χώρα διότι η ποικιλία των διαθέσιμων τεχνολογιών στην αγορά είναι μεγάλη. Το μέσο κόστος επένδυση υπολογίζεται γύρω στα 150 – 250 €/τ ενώ το μέσο κόστος λειτουργίας (π.χ. προσωπικό, ενέργεια) γύρω στα 35 – 80 €/τ, ανάλογα με την επιλεχθείσα τεχνολογία. Μέρος των χρημάτων που διατίθενται δύναται να ανακτηθεί μέσω της πώλησης ενέργειας από το παραγόμενο βιοαέριο (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, 2002). Στην συνέχεια ακολουθεί το Σχήμα 4.1, όπου γίνεται σύγκριση του κόστους της αναερόβιας χώνευσης με τρεις διαφορετικές μεθόδους κομποστοποίησης. Το κόστος υπολογίζεται για διάρκεια ζωής του έργου 15-20 χρόνια συντελεστή επικαιροποίησης 8%, κόστος συντήρησης 1-3% του επενδυτικού κόστους και τιμή πώλησης της ενέργειας που παράγεται από την μετατροπή του βιοαερίου 0,05\$/kWh. Δεν περιλαμβάνονται τα έσοδα από την πώληση του κομπόστ, το κόστος διαχωρισμού του οργανικού υλικού, το κόστος γης και οι φόροι.



1. Αναερόβια επεξεργασία, 2. Κλειστή κομποστοποίηση (hangar composting)  
3. Κλειστή κομποστοποίηση (tunnel composting), 4. Ανοιχτή κομποστοποίηση

**Σχήμα 1. 1: Ετήσιο κόστος αναερόβιας επεξεργασίας και κομποστοποίησης (Edelmann, 2003)**

Παρατηρώντας το Σχήμα 1.1 συμπεράνουμε πως η αναερόβια χώνευση παρουσιάζει μεγαλύτερο κόστος έναντι της μεθόδου της κομποστοποίησης. Θεωρείται όμως σκόπιμο να αναφερθεί πως υπάρχει έντονη τάση συνεχούς μείωσης του κόστους με την πάροδο των χρόνων. Το γεγονός αυτό αποτελεί απόρροια της βελτίωσης της τεχνολογίας, της αύξησης του ανταγωνισμού μεταξύ των εταιριών και της αύξησης του αριθμού των νέων μονάδων. Τέλος, έχει παρατηρηθεί πως το μέσο κόστος μειώνεται σημαντικά καθώς αυξάνεται το μέγεθος των μονάδων.

## 5. ΒΙΟΑΕΡΙΟ

### 5.1. Εισαγωγή στην έννοια του βιοαερίου

Το βιοαέριο αποτελεί μια ανανεώσιμη μορφή ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρισμού, εδαφοβελτιωτικών ενώ αν υποστεί αναβάθμιση μπορεί να διοχετευτεί στο δίκτυο του φυσικού αερίου και να χρησιμοποιηθεί μέχρι και για την κίνηση των αυτοκινήτων. Αποτελεί μια καθαρή μορφή ενέργειας, καθώς το ισοζύγιο των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που εκλύονται κατά την καύση του βιοαερίου, είναι ισοδύναμο με αυτό που απορροφάται κατά την παραγωγή του, άρα δεν θεωρείται ότι επιβαρύνει την ατμόσφαιρα (Laaber et al, 2006).

Το βιοαέριο αποτελεί προϊόν της αναερόβιας χώνευσης κτηνοτροφικών κυρίως αποβλήτων όπως είναι τα λύματα των χοιροστασιών, πτηνοτροφείων, βουστασιών και άλλων αγροβιομηχανικών αποβλήτων. Αποτελείται κυρίως από δύο αέρια, από μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) σε ποσοστό 55-70% και από διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) σε ποσοστό 30-45%. Σε μικρότερες ποσότητες αποτελείται και από άλλα αέρια όπως αμμωνία, υδρογόνο, άζωτο και υδρόθειο ενώ η θερμογόνος δύναμη του κυμαίνεται από 20-25  $\text{MJ/m}^3$ . Συγκεκριμένα, αν θεωρηθεί πως η περιεκτικότητα του βιοαερίου σε μεθάνιο είναι 50%, τότε η μέση θερμογόνος δύναμη του είναι περίπου 21  $\text{MJ/m}^3$ , η μέση πυκνότητά του 1,22  $\text{kg/Nm}^3$  και μάζα του 1,29  $\text{kg/Nm}^3$ . Στον Πίνακα 1.9 που ακολουθεί αναδεικνύεται η επί τις εκατό (%) σύσταση του βιοαερίου.

**Πίνακας 1. 9: Σύσταση Βιοαερίου (% κ.ο.) (Lindberg & Wellinger 2003, Edelmann 2003)**

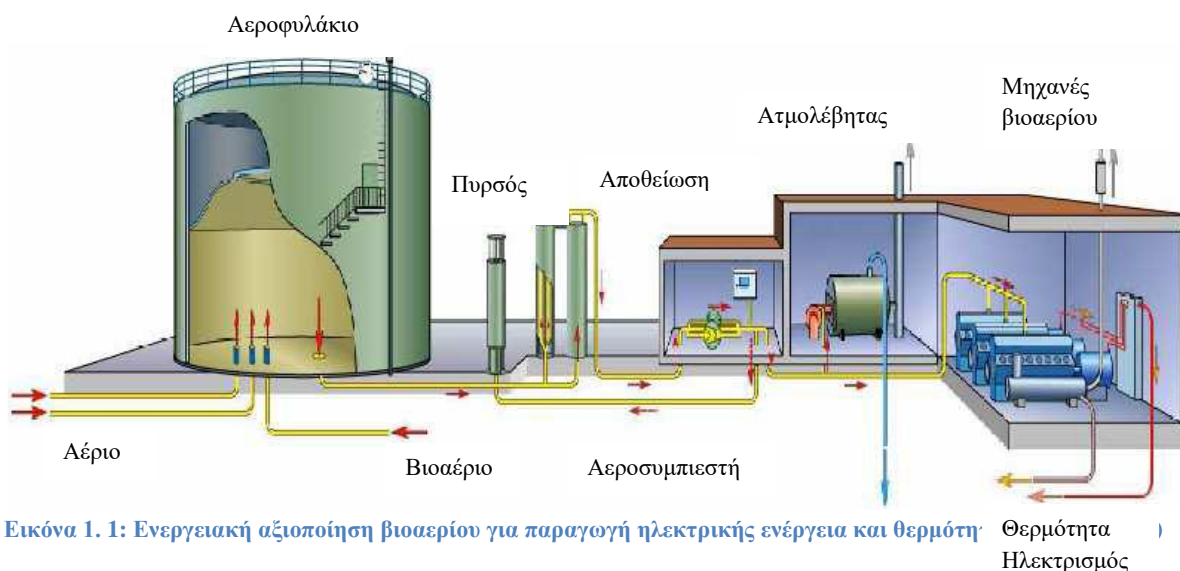
Συστατικό	Συγκέντρωση (% κ.ο.)
Μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ )	55-70
Διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ )	30-45
Υδρόθειο ( $\text{H}_2\text{S}$ )	1-2
Άζωτο ( $\text{N}_2$ )	0-1
Υδρογόνο ( $\text{H}_2$ )	0-1
Μονοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}$ )	Ίχνη
Οξυγόνο ( $\text{O}_2$ )	Ίχνη
Νερό ( $\text{H}_2\text{O}$ )	2 (20°C) – 7 (40°C)

Το βιοαέριο δύναται να αξιοποιηθεί ενεργειακά μέσω της διάθεσης του σε μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ), καυστήρες αερίου ή αεροστρόβιλους έτσι ώστε να παραχθεί θερμότητα και ηλεκτρική ενέργεια (Εικόνα 1.1). Οι ιδιότητες και η σύνθεση του βιοαερίου εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες όπως είναι ο τύπος και η δομή της πρώτης ύλης, η θερμοκρασία, ο χρόνος παραμονής και το σύστημα εγκατάστασης. Στον Πίνακα 1.10 διαφαίνεται η επιρροή που ασκεί η πρώτη ύλη στο βιοαέριο.

Πίνακας 1. 10: Πρώτη ύλη και παραγωγή βιοαερίου (Σιούλας et al , 2010)

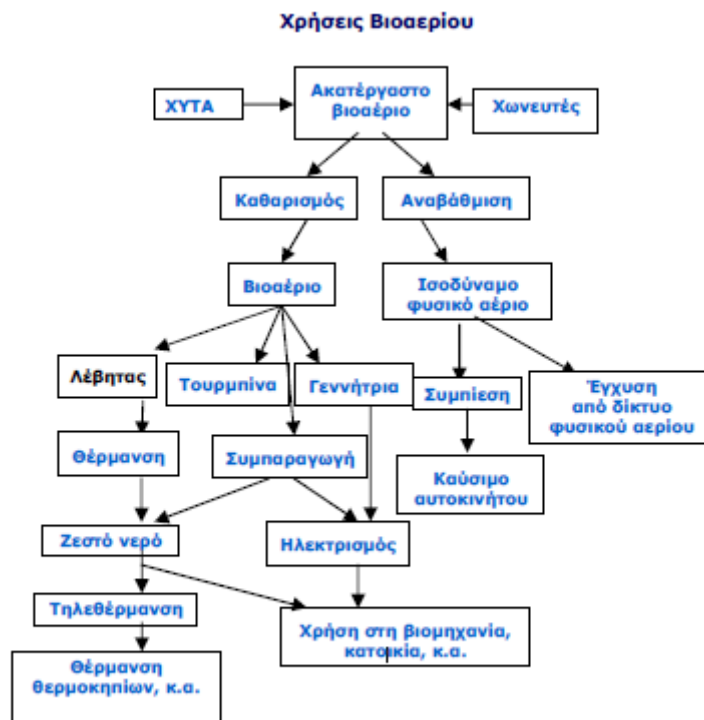
Πρώτη ύλη	Παραγωγή Μεθανίου (%)	Παραγωγή βιοαερίου(m <sup>3</sup> /t ΦΠΥ*)
Υγρή κοπριά βοοειδών	60	25
Υγρή κοπριά χοίρων	65	28
Κοπριά βοοειδών	60	45
Κοπριά χοίρων	60	60
Κοπριά πουλερικών	60	80
Τεύτλα	53	88
Γλυκό σόργο	54	108
Σωρός χλόης	54	172
Σωρός καλαμποκιού	52	202

(\*ΦΠΥ: Φρέσκη Πρώτη Ύλη)



Εικόνα 1. 1: Ενεργειακή αξιοποίηση βιοαερίου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργεια και θερμότη

Επίσης, αφού υποστεί καθαρισμό και απαλλαγεί από σωματίδια όπως  $H_2S$ ,  $NH_3$  και  $H_2O$  και αναβαθμιστεί μέσω της απομάκρυνσης του  $CO_2$ , μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως καύσιμο σε μεταφορές ή να διατεθεί σε δίκτυα φυσικού αερίου, Εικόνα 1.2.



Εικόνα 1. 2: Χρήσεις βιοαερίου (Δραβύλλας, 2007)

## 5.2 Υφιστάμενο Θεσμικό πλαίσιο

Οι έντονες εξελίξεις των περιβαλλοντικών θεμάτων επιτάσσουν την άμεση εφαρμογή ενεργειών που να προσβέουν την προστασία του περιβάλλοντος. Πραγματικότητα που με τη σειρά της οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας τόσο σε συνολικό όσο και σε ατομικό επίπεδο. Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορεί να συμβάλλει ουσιαστικά στη μείωση των εκπομπών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου στα οποία οφείλεται σε μεγάλο βαθμό η υπερθέρμανση του πλανήτη. Στη χώρας μας, τα τελευταία χρόνια επιτελούνται προσπάθειες εναρμόνισης της Ευρωπαϊκής πολιτικής με την Εθνική πολιτική σε ότι αφορά την ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ. Εν συνεχεία, παρατίθενται το Ευρωπαϊκό και Εθνικό πλαίσιο.

### 5.2.1 Ευρωπαϊκό Κοινοτικό Πλαίσιο

#### Οδηγία 2001/80/ΕΚ, Για τον περιορισμό των εκπομπών στην ατμόσφαιρα ορισμένων ρύπων

Η παρούσα Οδηγία εφαρμόζεται στις εγκαταστάσεις καύσης με ονομαστική θερμική ισχύ ίση ή μεγαλύτερη από 50 MW, ασχέτως του είδους του χρησιμοποιούμενου καυσίμου (στερεό, υγρό ή αέριο).

#### Οδηγία 2002/91/ΕΚ, Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων

Στόχος της παρούσας Οδηγίας είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων εντός της Κοινότητας λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές κλιματολογικές και τις τοπικές συνθήκες, καθώς και τις κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων και τη σχέση κόστους/οφέλους. Το

άρθρο 5 της Οδηγίας σχετίζεται με τα νέα κτίρια και την χρήση βιοαερίου δεδομένου ότι τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε τα νέα κτίρια να πληρούν τις απαιτήσεις ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης που αναφέρονται στο άρθρο 4.

**Οδηγία 2003/30/ΕΚ, Σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές**

Η παρούσα οδηγία επιδιώκει να προάγει τη χρήση βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων προς αντικατάσταση του πετρελαίου ντίζελ ή της βενζίνης στις μεταφορές σε κάθε κράτος μέλος, προκειμένου να συμβάλλει στην επίτευξη στόχων όπως η τήρηση των δεσμεύσεων σχετικά με τις κλιματικές μεταβολές, η φιλική προς το περιβάλλον ασφάλεια του εφοδιασμού και η προώθηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Διευκρινίζει συγκεκριμένα ότι τα κράτη μέλη πρέπει να εξασφαλίσουν ότι ένα συγκεκριμένο μερίδιο της αγοράς καυσίμων θα καλυφθεί από βιοκαύσιμα και άλλα ανανεώσιμα καύσιμα και να θέσουν εθνικούς ενδεικτικούς στόχους για την επίτευξη αυτού του σκοπού.

**Οδηγία 2003/55/ΕΚ, Σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά φυσικού αερίου και την κατάργηση της οδηγίας 98/30/ΕΚ**

Η παρούσα Οδηγία θεσπίζει κοινούς κανόνες που αφορούν τη μεταφορά, τη διανομή, την προμήθεια και την αποθήκευση φυσικού αερίου. Ορίζει τους κανόνες σχετικά με την οργάνωση και λειτουργία του τομέα του φυσικού αερίου, την πρόσβαση στην αγορά, τα κριτήρια και τις διαδικασίες που ισχύουν για τη χορήγηση αδειών για τη μεταφορά, τη διανομή, την προμήθεια και την αποθήκευση φυσικού αερίου καθώς και για την εκμετάλλευση των δικτύων. Οι κανόνες που θεσπίζονται με την παρούσα Οδηγία για το φυσικό αέριο, συμπεριλαμβανομένου του υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG), ισχύουν επίσης και για το βιοαέριο και το αέριο που παράγεται από βιομάζα ή άλλα είδη αερίου, στο βαθμό που τα αέρια αυτά τεχνικώς και με ασφάλεια μπορούν να τροφοδοτηθούν και να μεταφέρονται μέσω του δικτύου φυσικού αερίου.

**Οδηγία 2004/67/ΕΚ, Σχετικά με τα μέτρα διασφάλισης του εφοδιασμού με φυσικό αέριο**

Η παρούσα Οδηγία θεσπίζει μέτρα για τη διασφάλιση επαρκούς επιπέδου ασφάλειας του εφοδιασμού με αέριο. Τα εν λόγω μέτρα συμβάλουν επίσης στην εύρυθμη λειτουργία της εσωτερικής αγοράς αερίου. Καθορίζει κοινό πλαίσιο εντός του οποίου τα κράτη μέλη θεσπίζουν γενικές, διαφανείς και μη εισάγουσες διακρίσεις πολιτικές για την ασφάλεια του εφοδιασμού, συμβατές με τις απαιτήσεις μιας ανταγωνιστικής εσωτερικής αγοράς αερίου. Η Οδηγία διασαφηνίζει τους γενικούς ρόλους και τις ευθύνες των διαφόρων παραγόντων της αγοράς και θεσπίζει συγκεκριμένες αμερόληπτες διαδικασίες για τη διασφάλιση του εφοδιασμού με αέριο.

## 5.2.2 Ελληνικό Κοινοτικό Πλαίσιο

### Νόμος 1559/1985 (ΦΕΚ 135/Α/85), Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις

Σκοπός αυτού του νόμου είναι η ρύθμιση των θεμάτων που αναφέρονται στη χορήγηση άδειας εκτέλεσης έργου αξιοποίησης υδατικών πόρων, σε νομικά πρόσωπα ιδιωτικού δικαίου, που δεν περιλαμβάνονται στο δημόσιο τομέα, και σε φυσικά πρόσωπα. Σκοπός των ρυθμίσεων αυτών είναι η επίτευξη κατά το δυνατόν ορθολογικής διαχείρισης εκείνων των υδατικών πόρων της χώρας που αναμένεται να αξιοποιήσει ο ιδιωτικό τομέας. Ο νόμος αυτός αποτελεί την απαρχή των ΑΠΕ αν και εφαρμόστηκε σε περιορισμένο βαθμό.

### Νόμος 2244/1994 (ΦΕΚ 68/Α/94), Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις

Ο νόμος αυτός καταρτίστηκε με βάση τον γερμανικό νόμο (Stromeinspeisungsgesetz) και αποτέλεσε την αρχή για την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα. Συγκεκριμένα, αποτέλεσε ένα από τα βασικά νομοθετήματα που ρυθμίζουν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Η Δ.Ε.Η., μετά από έγκριση του αρμόδιου Υπουργού, δύναται να συστήσει εταιρίες που έχουν ως σκοπό την άσκηση δραστηριοτήτων που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με τις δραστηριότητες της Δ.Ε.Η. Μεταξύ των σκοπών των εταιριών, τις οποίες δύναται να συστήνει ή στις οποίες δύναται να συμμετέχει η Δ.Ε.Η., περιλαμβάνονται ιδίως η ανάπτυξη στην ημεδαπή ή στην αλλοδαπή δραστηριοτήτων σχεδιασμού μελέτης, εκπαίδευσης, κατασκευής, εγκατάστασης, λειτουργίας, διαχείρισης και εκμετάλλευσης υπηρεσιών, εγκαταστάσεων, μέσων και προϊόντων, που είτε έχουν σχέση με τομείς δράσης της Δ.Ε.Η. είτε σκοπεύουν σε επιχειρηματική αξιοποίηση κύριων ή υποστηρικτικών ή υπαρχουσών εγκαταστάσεων και λειτουργιών της Δ.Ε.Η., οι οποίες σε κάθε περίπτωση παραμένουν στην κυριότητά της. Ο νόμος αυτός αντικαταστάθηκε από το νόμο 2773/99.

### Νόμος 2773/99 (ΦΕΚ 286/Α/99), Ρύθμιση θεμάτων Ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις

Ο νόμος αυτός αποτελεί την βάση σε θέματα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από ΑΠΕ και απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας. Ο νόμος αυτός προβλέπει την σύσταση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) ως ανεξάρτητης και αυτοτελούς διοικητικής αρχής που εποπτεύεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης και τις αρμοδιότητές της, την σύσταση του Διαχειριστή του Ηλεκτρικού Συστήματος που θα εποπτεύεται από την ΡΑΕ, την απελευθέρωση της παραγωγής και εκμετάλλευσης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ και την μετατροπή της ΔΕΗ σε Ανώνυμη Εταιρεία.

### Νόμος 2941/2001 (ΦΕΚ 201/Α/01), Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιριών, αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. 'ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ' και άλλες διατάξεις

Ο νόμος αυτός συμπλήρωσε το νόμο 2773/99 με σημαντικές διατάξεις σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές, τις προϋποθέσεις εγκατάστασης έργων ΑΠΕ σε δάση και το χαρακτηρισμό όλων των έργων ΑΠΕ ως έργα δημόσιας ωφέλειας. Ο νόμος αυτός αφορά την απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιριών, την απλοποίηση διαδικασιών αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, τη ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. «ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ» και της «ΜΕΤΑΛΛΕΙΑ ΑΜΙΑΝΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ» και κίνητρα για τον εκσυγχρονισμό της βιομηχανίας.



**Νόμος 3017/2002 (ΦΕΚ 117/Α/02), Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος**

Το Πρωτόκολλο του Κιότο στη σύμβαση – πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος, αποτελεί ορόσημο σε ότι αφορά την προστασία του περιβάλλοντος του πλανήτη μας, μιας και βάσει αυτού έχουμε την δέσμευση διαφόρων ανεπτυγμένων κρατών, τα οποία με την αποδοχή του πρωτοκόλλου έχουν αποδεχθεί να μειώσουν τον όγκο των περιβαλλοντικών ρύπων που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα. Η Ελλάδα υπέγραψε το συγκεκριμένο πρωτόκολλο το 1998, ενώ η επικύρωση αυτού έγινε στις 31 Μαΐου 2002, βάσει του Ν. 3017/2002.

**Νόμος 3428/2005, ΦΕΚ 313/Α/2005**

Ο νόμος 3428/2005 «Απελευθέρωση Αγοράς Φυσικού Αερίου» ρυθμίζει το καθεστώς λειτουργίας της αγοράς φυσικού αερίου στην Ελλάδα. Συγκεκριμένα σύμφωνα με το άρθρο 39: «Η χρήση Συστημάτων Φυσικού Αερίου κατά τις διατάξεις του νόμου αυτού επιτρέπεται και για τη διακίνηση βιοαερίου, αερίου που παράγεται από Βιομάζα και άλλων τύπων αερίων, εφόσον αυτή είναι δυνατή, από τεχνική άποψη και πληρούνται οι προδιαγραφές ασφάλειας, αφού ληφθούν υπόψη οι απαιτήσεις ποιότητας και τα χημικά χαρακτηριστικά των αερίων αυτών». Ο νόμος μεταφέρει στο εθνικό δίκαιο την Οδηγία 2003/55/ΕΚ.

**Νόμος 3423/2005 (ΦΕΚ 304/Α/05), Εισαγωγή στην Ελληνική Αγορά των Βιοκαυσίμων και των άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων**

Με το ν. 3423/2005 θεσπίστηκε για πρώτη φορά στη χώρα μας νομοθετικό πλαίσιο για την προώθηση των βιοκαυσίμων ως βασικής μορφής ΑΠΕ, ο νόμος τέθηκε σε ισχύ στις 13 Δεκεμβρίου 2005. Με το νόμο αυτό, μεταξύ άλλων:

- α) συμπληρώνεται και τροποποιείται κατάλληλα ο Ν. 3054/2002 «Οργάνωση της αγοράς πετρελαιοειδών και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 230), ώστε να συμπεριλάβει και τα βιοκαύσιμα, μαζί με τα υπόλοιπα πετρελαιοειδή προϊόντα, στη λειτουργία και τον έλεγχο της ελληνικής αγοράς καυσίμων,
- β) καθιερώνεται το «Πρόγραμμα Κατανομής Ποσοτήτων Βιοκαυσίμων» έως την 31η Δεκεμβρίου 2010 για την ρύθμιση των διαδικασιών και της μεθοδολογίας κατανομής των ποσοτήτων αποφορολογημένων αυτούσιων βιοκαυσίμων σε ετήσια βάση,
- γ) θεσπίζεται υποχρεωτικότητα των διυλιστηρίων να παραλαμβάνουν τις αποφορολογημένες ποσότητες αυτούσιων βιοκαυσίμων που συμμετέχουν στην κατανομή κάθε έτους και προορίζονται για ανάμιξη με τα αντίστοιχα συμβατικά ορυκτά καύσιμα,
- δ) εισάγεται ο θεσμός της Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων

**Νόμος 3468/2006, Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις**

Ο νόμος αυτός θέτει ένα νέο περιβάλλον στην ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ. Ο νόμος μεταξύ άλλων :

- α) θέτει νέες διοικητικές διαδικασίες για την προώθηση των ΑΠΕ και απλουστεύει την αδειοδότηση,
- β) θεσπίζει ένα νέο σύστημα τιμολόγησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ και

- γ) αποσκοπεί στο να διαδραματίσει έναν κύριο ρόλο προς τον εθνικό στόχο για 20,1% της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ μέχρι το 2010 και 29% μέχρι το 2020
- δ) βοηθά στην προστασία του κλίματος μέσω της προώθησης της παραγωγής ηλεκτρικής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε.

## 5.3 Χρήσεις βιοαερίου

Η απλούστερη μέθοδος χρήσης του βιοαερίου είναι η άμεση καύση του από μικρούς οικογενειακούς ειδικά διαμορφωμένους λέβητες ή καυστήρες, πρακτική που εφαρμόζεται εκτενώς στις αναπτυσσόμενες χώρες, διότι το βιοαέριο δεν χρειάζεται αναβάθμιση ώστε να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση. Στις ανεπτυγμένες χώρες γίνεται άμεση καύση φυσικού αερίου. Μια άλλη χρήση του βιοαερίου είναι συμμετοχή στην συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ). Μέσω της ΣΗΘ παράγεται ταυτόχρονα ηλεκτρική και θερμική ενέργεια, από την ίδια πηγή ενέργειας, που στην προκειμένη είναι το βιοαέριο. Σκοπός της ΣΗΘ είναι επίτευξη της μεγαλύτερης δυνατής εκμετάλλευσης της παραγόμενης θερμικής ενέργειας ώστε να μεγιστοποιηθεί ο συνολικός βαθμός απόδοσης της συμπαραγωγής. Για το λόγο αυτό η απόδοση της ΣΗΘ μπορεί να φτάσει μέχρι και το 85-90% ενώ η απόδοση των συμβατικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και η μέθοδος της ξεχωριστής παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας δεν ξεπερνά το 30-45% και 60% αντίστοιχα. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της ΣΗΘ είναι πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε αποκεντρωμένες μονάδες, όπως είναι οι κτηνοτροφικές, που ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούν τα κτηνοτροφικά απόβλητα. Η παραγόμενη θερμότητα μπορεί να αξιοποιηθεί για τις γεωργικές δραστηριότητες ή τη θέρμανση κτιρίων, ενώ η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να διατεθεί στην ΔΕΗ σε συγκεκριμένη τιμή ανά kWh. Οι μονάδες ΣΗΘ εφαρμόζονται κυρίως σε θερμικές εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής τύπου συστοιχίας με τη βοήθεια μηχανών εσωτερικής καύσης που συνδέονται με μια γεννήτρια.

Μια άλλη χρήση του βιοαερίου είναι η λειτουργία του ως φυσικό αέριο, αφού πρώτα διατεθεί στα δίκτυα του φυσικού αερίου. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως καύσιμο οχημάτων. Η εφαρμογή και των δύο προαναφερθέντων χρήσεων προϋποθέτει την αναβάθμιση του βιοαερίου ώστε να αφαιρεθούν όλα τα μολυσματικά στοιχεία και το CO<sub>2</sub> αλλά και να ενισχυθεί και η περιεκτικότητα του σε μεθάνιο από 50-75% σε 95%.

## 5.4 Εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαερίου

Η διάταξη μιας μονάδας παραγωγής βιοαερίου εξαρτάται από παράγοντες όπως είναι ο τύπος και η ποσότητα της πρώτης ύλης. Λόγω της μεγάλης ποικιλίας των κατάλληλων πρώτων υλών, υπάρχουν και διάφορες τεχνικές χειρισμού αυτών αλλά και διάφοροι τύποι χωνευτήρων και διάφορα συστήματα λειτουργίας. Ως χωνευτήρας νοείται η δεξαμενή όπου πραγματοποιείται η διαδικασία της ΑΧ.

Οι αγροτικές εγκαταστάσεις βιοαερίου λειτουργούν συνήθως με τέσσερα διαφορετικά στάδια διεργασίας

1. Μεταφορά, παράδοση, αποθήκευση και προεπεξεργασία της πρώτης ύλης.
2. Παραγωγή βιοαερίου (από την Αναερόβια Χώνευση).
3. Αποθήκευση του χωνεμένου υποστρώματος, ενδεχόμενη βελτίωση και χρήση του.
4. Αποθήκευση του βιοαερίου, βελτίωση και χρήση.

Η μεταφορά και η παράδοση της πρώτης ύλης αποτελούν δύο από τους πιο σημαντικούς παράγοντες στη λειτουργία των εγκαταστάσεων βιοαερίου. Είναι απαραίτητη η εξασφάλιση της σταθερότητας και του συνεχούς ανεφοδιασμού με πρώτη ύλη στην κατάλληλη ποιότητα και ποσότητα (Σιούλας, 2010). Η αποθήκευση εφαρμόζεται ώστε να αντισταθμιστούν οι εποχιακές διακυμάνσεις του ανεφοδιασμού της πρώτης ύλης. Ο τύπος των εγκαταστάσεων αποθήκευσης εξαρτάται από την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την αναερόβια χώνευση. Η ταξινόμηση των εγκαταστάσεων αποθήκευσης αφορά τις αποθήκες τύπου σιλό για την στερεή πρώτη ύλη (π.χ. χορτονομή αραβόσιτου) και τις δεξαμενές αποθήκευσης για την υγρή πρώτη ύλη (π.χ. κοπριά).

Σχετικά με την αποθήκευση του βιοαερίου, υπάρχουν διαθέσιμες επιλογές. Η πιο απλή είναι αποθήκευση του βιοαερίου στο πάνω μέρος των χωνευτήρων με τη βοήθεια μιας ειδικής μεμβράνης. Οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης του βιοαερίου μπορούν να λειτουργούν σε χαμηλή, μέση ή υψηλή πίεση και πρέπει να είναι αεροστεγείς και στεγανές, στην περίπτωση των εγκαταστάσεων αποθήκευσης που δεν προστατεύονται από κτήρια, πρέπει να είναι ανθεκτικές στην θερμοκρασία, στον καιρό και την υπεριώδη ακτινοβολία (UV). Η δεξαμενή πρέπει να έχει την ικανότητα να αποθηκεύει τουλάχιστον το ένα τέταρτο της καθημερινής παραγωγής βιοαερίου, ενώ συστήνεται ένα δυναμικό αποθήκευσης της παραγωγής μίας ή δύο ημερών (Σιούλας, 2010). Τέλος, σχετικά με το χωνευμένο υπόστρωμα, η άντληση του έξω από τον χωνευτήρα γίνεται αντλίες ενώ η μεταφορά του στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης γίνεται με αγωγούς. Αν το χωνευμένο υπόστρωμα πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα, η μεταφορά του γίνεται με σωληνώσεις ή με ειδικά βυτιοφόρα και αποθηκεύεται προσωρινά σε δεξαμενές αποθήκευσης που βρίσκονται σε περιοχές όπως έξω στους αγρούς, όπου θα πραγματοποιείται η εφαρμογή του. Για να είναι αποδοτική μια μονάδα παραγωγής βιοαερίου, πρέπει να υπάρχει αυτοματοποιημένη παρακολούθηση- έλεγχος της λειτουργίας της εγκατάστασης. Επίσης, η παρακολούθηση και τεκμηρίωση της διαδικασίας είναι απαραίτητες ώστε να αναγνωρίζονται οι αποκλίσεις από τις τυπικές τιμές. Στην διαδικασία ελέγχου εντάσσεται η συλλογή και η ανάλυση των χημικών και φυσικών παραμέτρων. Οι παράμετροι αυτοί είναι:

- Ο τύπος και η ποσότητα της εισαγόμενης πρώτης ύλης (καθημερινά)
- Η θερμοκρασία της διεργασίας (καθημερινά)
- Η τιμή του pH (καθημερινά)
- Η ποσότητα αλλά και η σύνθεση του αερίου (καθημερινά)
- Η περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα
- Το επίπεδο πλήρωσης του χωνευτήρα.

## **5.5 Κριτήρια Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων Παραγωγής Βιοαερίου**

Η πραγματοποίηση της εγκαταστάτης της μονάδας παραγωγής βιοαερίου απαιτεί αρχικά την εύρεση της κατάλληλης θέσης της τοποθεσίας που θα χωροθετηθεί η μονάδα. Εν συνεχεία παρουσιάζονται κάποια από τα κριτήρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή της τοποθεσίας χωροθέτησης (Σιούλας, 2010).

- Προκειμένου να αποφευχθούν δυσχέρειες, ενοχλήσεις και συγκρούσεις με τους περίοικους κατοίκους σχετικά με τις οσμές και την αυξημένη κυκλοφορία από και προς την εγκατάσταση του βιοαερίου, θα πρέπει η θέση της μονάδας να βρίσκεται σε κατάλληλη απόσταση από κατοικημένες περιοχές.
- Η κατεύθυνση των ανέμων είναι ακόμα ένας παράγοντας που καθορίζει την χωροθέτηση της μονάδας, δεδομένης της συμμετοχής της στην μεταφορά των οσμών με τη βοήθεια του ανέμου.
- Η μονάδα θα πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμη σε υποδομές όπως είναι το δίκτυο ηλεκτρισμού αλλά και σε κύριους δρόμους ώστε να μπορεί να μεταφερθεί προς πώληση αλλά και να μπορεί να μεταφερθεί η πρώτη ύλη εύκολα στην μονάδα της ΑΧ.
- Η τελική επιλεγείσα θέση θα πρέπει να βρίσκεται κοντά στην περιοχή παραγωγής της πρώτης ύλης έτσι ώστε να μειώνονται οι απαιτούμενες αποστάσεις, ο χρόνος και οι δαπάνες για τη μεταφορά της ύλης.
- Η τελική επιλεγείσα θέση θα πρέπει να βρίσκεται κοντά και στους δυνητικούς χρήστες της παραγόμενης θερμότητας ή θα πρέπει να βρεθούν άλλοι δυνητικοί χρήστες.
- Το μέγεθος της θέσης θα πρέπει να είναι κατάλληλο για τις προβλεπόμενες δραστηριότητες αλλά και για το παρεχόμενο ποσό βιομάζας.

## 5.6 Κεντρική Μονάδα Συνδυασμένης Χώνευσης

Ως κεντρική μονάδα συνδυασμένης χώνευσης νοείται μια μονάδα η οποία παράγει βιοαέριο με τη μέθοδο της αναερόβιας χώνευσης (ΑΧ), χρησιμοποιώντας ως καύσιμο οργανικά απόβλητα προερχόμενα από κτηνοτροφικές και αγροβιομηχανικές δραστηριότητες. Επίσης, ως καύσιμο χρησιμοποιούνται και αστικά οργανικά απόβλητα αλλά και λύματα βιολογικού καθαρισμού. Η κεντρική μονάδα προβλέπεται να εγκαθίσταται σε περιοχές με υψηλό δυναμικό αποβλήτων, έτσι ώστε το κόστος μεταφοράς να είναι μειωμένο.

Η συλλογή των κτηνοτροφικών αποβλήτων γίνεται σε δεξαμενές προ-συλλογής από συγκεκριμένες κτηνοτροφικές μονάδες επιλεγμένων σημείων και μεταφέρονται με κατάλληλα φορτηγά-βυτία στην κεντρική μονάδα όπου αναμειγνύονται με τα υπόλοιπα οργανικά απόβλητα ώστε να ομογενοποιηθούν και έπειτα να καταλήξουν στους χωνευτές. Στους χωνευτές πραγματοποιείται η διαδικασία της ΑΧ σε θερμοκρασία 30 °C-45°C (μεσόφιλη) ή 50 °C-60 °C (θερμόφιλη), κάτω από συνθήκες ελεγχόμενες που μειώνουν τη δραστηριότητα των παθογόνων, των οσμών και τη μόλυνση του περιβάλλοντος (Zafiridis, 2005).

Το μοντέλο της κεντρικής μονάδας συνδυασμένης χώνευσης αντιπροσωπεύει ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης οργανικών αποβλήτων με παράλληλη παραγωγή βιοαερίου, που χαρακτηρίζεται από πληθώρα περιβαλλοντικών και οικονομικών πλεονεκτημάτων όπως (Ζαφείρης, 2004):

- Παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ
- Μείωση και ανακύκλωση οργανικών αποβλήτων
- Μείωση εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου
- Μείωση παθογόνων οργανισμών
- Μείωση οσμών και οπτικής ρύπανσης
- Αύξηση της απόδοσης της λίπανσης
- Εξοικονόμηση χρημάτων για τους αγρότες

## 5.7 Καύση βιοαερίου

Καθώς το βιοαέριο καίγεται, έχοντας περιεκτικότητα 60-70% σε μεθάνιο, επιτελείται παραγωγή μπλε φλόγας με παράλληλη έκλυση θερμογόνου δύναμης της τάξης των 4.500-5.500 kcal/m<sup>3</sup> ή (18.8-23.0 MJ/m<sup>3</sup>). Η θερμογόνος δύναμη του εξαρτάται άμεσα από την περιεκτικότητά του σε μεθάνιο, η οποία εξαρτάται από την φύση των πρώτων υλών που θα χρησιμοποιηθούν κατά την εφαρμογή της ΑΧ. Δεδομένης της μη σταθερής σύστασής του αερίου, οι καυστήρες που προορίζονται να καίνε φυσικό αέριο, βουτάνιο ή υγραέριο όταν χρησιμοποιούνται ως καυστήρες βιοαερίου δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτικοί. Για το λόγο αυτό πλέον χρησιμοποιούνται καυστήρες που είναι ειδικά σχεδιασμένοι ώστε να έχουν θερμική απόδοση 55-65%. Το βιοαέριο είναι ένα άχρωμο, άοσμο, άγευστο, μη τοξικό και πολύ σταθερό αέριο, αλλά η μικρή περιεκτικότητά του σε υδρόθειο μπορεί να προκαλέσει μια ελαφριά μυρωδιά σάπιου αυγού κατά την καύση. Επίσης, η υψηλή περιεκτικότητά του σε CO<sub>2</sub> θεωρείται ανασταλτικός παράγοντας για την εκδήλωση κάποιας έκρηξης, για το λόγο αυτό θεωρείται και ένα από τα πιο ασφαλή καύσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αγροτικές κατοικίες.

Μέσω της καύσης 1 m<sup>3</sup> βιοαερίου παράγεται 4.500-5.500 kcal/m<sup>3</sup> ή (18.8-23.0 MJ/m<sup>3</sup>) θερμικής ενέργειας. Αν η διαδικασία της καύσης γίνει σε ειδικά σχεδιασμένους καυστήρες με απόδοση 60%, θα παραχθεί 2.700-3.200 kcal/m<sup>3</sup> ή (18.8-23.0 MJ/m<sup>3</sup>) ωφέλιμης θερμικής ενέργειας. Στο σημείο αυτό θεωρείται σκόπιμο να αναφερθεί πως 1 kcal ορίζεται η θερμότητα που απαιτείται ώστε να αυξηθεί η θερμοκρασία 1kg νερού κατά 1 βαθμό Κελσίου. Συνεπώς, τα 3.000 kcal/m<sup>3</sup> είναι αρκετά ώστε να βράσουν 100 kg νερού στους 20°C ή να μείνει αναμμένη μια λάμπα 60-100Watt για 4-5 ώρες (SGC, 2012).

## 5.8 Παραγωγή Βιοαερίου και Ελληνικό Δυναμικό

Στα πλαίσια της υλοποίησης του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας του Β' Κ.Π.Σ. (1994-1999), στο ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων πραγματοποιήθηκε μια αξιοσημείωτη επένδυση συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας μέσω της αξιοποίησης της έκλυσης βιοαερίου από τα σκουπίδια. Ο σταθμός είναι παγκοσμίως ένας από τους μεγαλύτερους σταθμούς αξιοποίησης βιοαερίου προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, έχοντας ηλεκτρική ισχύ 13.9 MWe. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια τροφοδοτεί τον υποσταθμό της ΔΕΗ στον Ασπρόπυργο ενώ εκτιμάται ότι ανέρχεται στις 130 GWh ετησίως. Ο σταθμός λειτουργεί αυτοματοποιημένα και ελέγχεται από 6 χειριστές, έχει 11 μονάδες με ηλεκτρική ισχύ 1.262 kWe και θερμική ισχύ 873 kWth η κάθε μια. Ακόμα, ωφέλιμη θερμότητα μπορεί να παραχθεί και από τα παραγόμενα καυσαέρια που εκλύονται κατά την καύση του βιοαερίου. Κάθε γεννήτρια είναι ικανή να παράγει 6.798 kg/h καυσαερίων με θερμοκρασία 495°C. Η εν λόγω παραγόμενη θερμότητα είναι ικανή να προσφέρει 1.650 kW θερμικής ενέργειας. Στον σταθμό υπάρχει ενσωματωμένος εξοπλισμός ώστε να είναι δυνατή η ανάκτηση μέρους της θερμικής ενέργειας που παράγεται από τα καυσαέρια και συγκεκριμένα περίπου 9.5 MWth. Επίσης, στον σταθμό υπάρχουν και τρεις πυρσοί καύσης βιοαερίου με δυναμικότητα 4.500, 1.000 και 500 m<sup>3</sup>/h που λειτουργούν σε περίπτωση διακοπής της δυνατότητας μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στον υποσταθμό της ΔΕΗ. Η εγκατάσταση της μονάδας βρίσκεται σε οικόπεδο εντός του ΧΥΤΑ και καταλαμβάνει περίπου 2.500 m<sup>2</sup>. Για την πραγματοποίηση του έργου διατέθηκαν συνολικά 19.4 εκατομμύρια ευρώ από τα οποία το 45% προήλθαν από επιδότηση. Υπολογίζεται ότι σε καθημερινή βάση παράγονται κατά μέσο όρο

184.000 m<sup>3</sup>. Για το έτος 2002 η συνολική παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου ήταν 90 GWh, ενώ έως τον Νοέμβριο του 2004 η παραγόμενη ποσότητα ανήλθε σε 314 GWh (Ζαφείρης, 2004).

Στην Ελλάδα η συνολική εγκατεστημένη ισχύ των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίου ανέρχεται σε 28 MW. Οι σημαντικότερες μονάδες βρίσκονται στο ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων, όπου παράγονται 184.000 m<sup>3</sup> βιοαερίου με εγκατεστημένη ισχύ 13 MW, και στην Ψυττάλεια όπου παράγονται 60.000 m<sup>3</sup> βιοαερίου σε καθημερινή βάση με εγκατεστημένη ισχύ 7.5 MW. Τα υπόλοιπα 7 MW παράγονται από άλλες μικρότερες μονάδες που χρησιμοποιούν ως πηγές ενέργειας τα αστικά απόβλητα ή τα απόβλητα από τους βιολογικούς καθαρισμούς. Μέσω της ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαερίου παράγεται κατά κύριο λόγο ηλεκτρική ενέργεια που διατίθεται στη ΔΕΗ ή χρησιμοποιείται για ιδιοκατανάλωση (Zafiris, 2005).

## 5.9 Εφαρμογές Βιοαερίου

### 5.9.1 Εφαρμογές βιοαερίου στην Ε.Ε.

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, υπάρχουν περισσότερες από 3.000 μονάδες παραγωγής βιοαερίου. Έρευνες και μελέτες γίνονται με σκοπό να υπάρξει βελτίωση στον τρόπο καθαρισμού και αναβάθμισης του βιοαερίου, μάλιστα γίνονται προσπάθειες για την παραγωγή υδρογόνου από αναβαθμισμένο βιοαέριο ώστε να χρησιμοποιείται σε κυψέλη καυσίμου και μικροαεροστροβίλους που παράγουν ενέργεια (Reith et al, 2003). Μόνο για το έτος 2002 υπολογίζεται ότι παράχθηκαν 92 PJ/έτος ενώ για το έτος 2020 υπολογίζεται ότι θα παραχθούν 770 PJ/έτος (Ζαφείρης, 2004). Τα τελευταία 10-15 χρόνια συγκεκριμένα, έχουν δημιουργηθεί πολλές κεντρικές μονάδες αναερόβιας χώνευσης, σε χώρες όπως η Δανία, που αξιοποιούν ζωικά απόβλητα ώστε να παράξουν βιοαέριο. Άλλη χώρα που αποτελεί χαρακτηριστικό ευρωπαϊκό παράδειγμα είναι η Σουηδία στην οποία υπάρχουν 200 μονάδες παραγωγής βιοαερίου εκ των οποίων μόνο οι 140 έχουν συνολική παραγωγή βιοαερίου που ανέρχεται στα 1.400 GWh. Επίσης, υπάρχουν 20 μονάδες αναβάθμισης βιοαερίου που τροφοδοτούν 35 δημόσιους σταθμούς διανομής από τους οποίους εφοδιάζονται 4.300 δημόσια οχήματα. Το 40% των πωλήσεων αερίου που πραγματοποιείται στην Σουηδία αφορά το βιοαέριο ενώ το υπόλοιπο 60% αφορά το φυσικό αέριο. Στο σημείο αυτό να αναφερθεί πως το κόστος για την παραγωγή του βιοαερίου στην Σουηδία είναι 0.17-0.50 €/m<sup>3</sup> ενώ η τιμή του αναβαθμισμένου αερίου είναι 0.50-0.80 €/m<sup>3</sup> και του φυσικού αερίου 0.50-0.70 €/m<sup>3</sup>, τιμές μικρότερες συγκριτικά με την τιμή της βενζίνης που ανέρχεται περίπου στα 1.1 €/m<sup>3</sup> αλλά και του πετρελαίου που ανέρχεται στα 0.90 €/m<sup>3</sup>. Τέλος, μια ακόμη χώρα όπου η τεχνολογία του βιοαερίου είναι αναπτυγμένη είναι η Γερμανία, στην οποία υπάρχουν 2.500 μονάδες παραγωγής βιοαερίου με εγκατεστημένη ισχύ 950MW (Σιούλας, 2012)

### 5.9.2 Εφαρμογές βιοαερίου στην Ελλάδα

Κατά την δεκαετία του '80 είχαν πραγματοποιηθεί πολλές προσπάθειες για την ενεργειακή αξιοποίηση του βιοαερίου που παραγόταν από αγροκτηνοτροφικά οργανικά απόβλητα. Οι πλειονότητα αυτών των προσπαθειών λόγω έλλειψης κατάλληλης υποδομής, κρατικού ενδιαφέροντος και οικονομικής υποστήριξης εγκαταλείφθηκαν. Σήμερα, δεδομένης της εναρμόνισης του θεσμικού πλαισίου με την εθνική νομοθεσία, συγκεκριμένα της ένταξης του κανονισμού 1774/2002 που εγκρίνει την εγκατάσταση μονάδων παραγωγής βιοαερίου, αλλά και

των κοινωνικοοικονομικών συνθηκών όπως είναι η ευαισθητοποίηση του κοινού για τη σημασία της προστασίας του περιβάλλοντος και η απελευθέρωση της ενεργειακής αγοράς, προσπάθειες όπως είναι αυτές που είχαν γίνει στο παρελθόν, αναμένεται να βρουν έφορο έδαφος και να συμβάλουν στην ενεργειακή αυτάρκεια της χώρας μας.

Όπως προαναφέρθηκε, στα πλαίσια της υλοποίησης του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας του Β' Κ.Π.Σ. (1994-1999), στο ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων πραγματοποιήθηκε μια αξιοσημείωτη επένδυση συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας μέσω της αξιοποίησης της έκλυσης βιοαερίου από τα σκουπίδια. Ο σταθμός είναι παγκοσμίως ένας από τους μεγαλύτερους σταθμούς αξιοποίησης βιοαερίου προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, έχοντας ηλεκτρική ισχύ 13.9 MWe. Αντίστοιχο έργο της ΕΥΔΑΠ υπάρχει εγκατεστημένο στην Ψυττάλεια ώστε να αξιοποιείται ενεργειακά η παραγόμενη ύλη από τη μονάδα επεξεργασίας λυμάτων με εγκατεστημένη ισχύ 7.5 MW (Ζαφείρης, 2006).

Τέλος, να αναφερθεί πως η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) έχει εγκρίνει 63 αιτήσεις ώστε να έχουν την άδεια να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με συνολική ισχύ 48MW, μέσω της αξιοποίησης του βιοαερίου που παράγεται από αγροτοβιομηχανικά οργανικά απόβλητα, αστικά λύματα και ΧΥΤΑ με τη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης.

## 5.10 Προβλήματα από την αξιοποίηση του βιοαερίου στην Ελλάδα

Στην συνέχεια ακολουθεί περιληπτική περιγραφή κάποιων από τα σημαντικότερα προβλήματα που δύναται να προκύψουν κατά την κατασκευή μιας μονάδας βιοαερίου, όπως αυτά έχουν εντοπιστεί από τους επενδυτές αλλά και από του κατασκευαστές αυτών των μονάδων (Αγαπητίδης & Ζαφείρης, 2006).

### 1. Τρόπος χρηματοδότησης

Το συνολικό κόστος επένδυσης για την ανέγερση μια μονάδας παραγωγής βιοαερίου ανέρχεται περίπου στα 5.000-6.000 € ανά εγκατεστημένο kWe. Σύμφωνα με το ΕΠΑΝ, το ανώτατο αποδεκτό όριο επιλέξιμων δαπανών δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 1.614 € ανά εγκατεστημένο kWe, ενώ το ποσό που μπορεί να επιχορηγηθεί δεν μπορεί να υπερβαίνει το 40% του ανώτατου αποδεκτού ορίου επιλέξιμων δαπανών, δηλαδή δεν μπορεί να υπερβαίνει το ποσό των 646 € ανά εγκατεστημένο kWe. Συμπερασματικά προκύπτει μια διαφορά της τάξεως των 2.000 € ανά εγκατεστημένο kWe την οποία θα πρέπει να καλύψει ο επενδυτής και η οποία αποτελεί το σημαντικότερο τροχοπέδη στην υλοποίηση της επένδυσης. Μια επένδυση όμως αυτού του είδους, στην χώρα μας θεωρείται μόνο ενεργειακή επένδυση, δηλαδή ικανή να παράγει μόνο ηλεκτρισμό και θερμότητα, και για το λόγο αυτόν χρηματοδοτείται από το ΕΠΑΝ και ως τέτοια. Στην πραγματικότητα όμως, μια τέτοια μονάδα είναι σε θέση να μειώσει περισσότερη από τη μισή αρχική ποσότητα των αποβλήτων κατά την επεξεργασία τους για την παραγωγή βιοαερίου. Το γεγονός αυτό προσδίδει στην επένδυση και χαρακτήρα περιβαλλοντικό και έτσι θα έπρεπε να χρηματοδοτείται επιπλέον από το ΥΠΕΧΩΔΕ.

### 2. Το μονοπώλιο της ΔΕΗ, λόγω της ύπαρξης του οποίου προκύπτουν καθυστερήσεις και ανασφάλεια στους επενδυτές.

3. Η αδυναμία της Ελληνικής νομοθεσίας, που δεν ρυθμίζει ενιαία το κόστος διάθεσης των αποβλήτων, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος επένδυσης.
4. Η ελλιπής ενημέρωση των πολιτών. Θεωρείται αναγκαίο να πραγματοποιηθούν περισσότερες ενέργειες σχετικά με την ευαισθητοποίηση των πολιτών σε θέματα που αφορούν τα οφέλη που προκύπτουν από την ενεργειακή αξιοποίηση του βιοαερίου.

## 5.11 Προοπτικές Βιοαερίου

Τα τελευταία χρόνια, έχοντας ως δεδομένη τη παραγωγή του βιοαερίου από την διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης και τη συμμετοχή του στην ενεργειακή αξιοποίηση, με σκοπό την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, έχουν προκύψει θέματα όπως είναι (Χρήστου, 2007):

- Η ανάπτυξη εξειδικευμένης τεχνολογίας για την κατασκευή, την εγκατάσταση και τη λειτουργία νέων χωνευτών (digesters)
- Η αυτοματοποίηση της ολοκληρωμένης αλυσίδας παραγωγής ενέργειας από την πρώτη ύλη ως το τελικό προϊόν
- Η ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων διανομής αερίου και θερμότητας
- Η βελτίωση των μεθόδων αναβάθμισης του βιοαερίου και ενίσχυσης της διείσδυσης του στο δίκτυο του φυσικού αερίου ως καυσίμου μεταφορών στις αστικές συγκοινωνίες και τα γεωργικά μηχανήματα
- Η παραγωγή υδρογόνου από αναβαθμισμένο βιοαέριο και η χρήση του σε κυψέλη καυσίμου και μικρο-αεροστροβίλους για παραγωγή ενέργειας
- Η παραγωγή βιοαερίου από ενεργειακά φυτά με την διαδικασία της υγρής και ξηρής ζύμωσης που γίνεται κατά κύριο λόγο στην Γερμανία
- Η βελτίωση των μεθόδων εκτίμησης του δείκτη επικινδυνότητας καρκίνου από τις εκπομπές καυσαερίων των οχημάτων που κινούνται με βιοαέριο

## 5.12 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Βιοαερίου

Μέσω της χρήσης του βιοαερίου προκύπτουν τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα που αφορούν διάφορους τομείς.

Σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος, η χρήση βιοαερίου, βοηθά στον τρόπο διαχείρισης των αποβλήτων καθώς τα απόβλητα χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη στην παραγωγή ρεύματος και θερμότητας. Επίσης, λόγω του ότι η διαδικασία της ΑΧ επιτελείται μέσα σε κλειστούς χώρους, η ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου που εκλύονται στην ατμόσφαιρα χαρακτηρίζεται ως περιορισμένη. Η χρήση βιοαερίου βοηθά και στον περιορισμό των εκλυόμενων αερίων που προκύπτουν από τις μηχανές εσωτερικής καύσης που εφαρμόζονται σε αυτοκίνητα και καυστήρες. Ύστερα από έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί στην Σουηδία, και συγκεκριμένα από την Swedish BioGas Association, εκτιμάται ότι ένα λεωφορείο που κινείται με ντίζελ και διανύει περίπου 60.000 χλμ. σε ένα χρόνο εκλύει ταυτόχρονα 78.000 kg CO<sub>2</sub>, ενώ ένα λεωφορείο που κινείται με βιοαέριο εκλύει πολύ μικρές ποσότητες, σχεδόν ίχνη, CO<sub>2</sub>. Εκτός από το CO<sub>2</sub>, οι κινητήρες που λειτουργούν με βιοαέριο, εκλύουν και 60% μικρότερες ποσότητες οξειδίων του αζώτου και αιωρούμενων σωματιδίων (Σιούλας, 2009).



Σε ότι αφορά την ανάπτυξη της οικονομίας, η χρήση βιοαερίου μειώνει την ενεργειακή εξάρτηση της εκάστοτε χώρας από τις άλλες χώρες. Τα αποτελέσματα από μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί από τον ΚΑΠΕ, αναφέρουν πως μια μονάδα βιοαερίου στην οποία εισέρχονται 70-100τόνοι/ημέρ είναι ικανή να παράγει 2.800-4.600 m<sup>3</sup> βιοαέριο την ημέρα. Η μονάδα αυτή έχει εγκατεστημένη ισχύ 13 MW και παράγει 6.500 MWth θερμική ενέργεια το χρόνο. Επίσης να αναφερθεί πως από μια τέτοια μονάδα προκύπτουν 100 τόνοι εδαφοβελτιωτικό. Μόνο τα κέρδη που προκύπτουν μέσω της πώλησης του ρεύματος στη ΔΕΗ το έτος ανέρχονται σε 967.500 ευρώ, ενώ από κάθε 1MW εγκατεστημένης ισχύος προκύπτουν 2-3 θέσεις εργασίας (Νικολακοπούλου, 2010).

Εκτός από τα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη δύναται να προκύψουν και οφέλη σχετικά με την διασφάλιση της υγείας. Παρατηρείται μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών στην χωνεμένη κοπριά που συνεπάγεται λίπασμα καλύτερης ποιότητας.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό των μονάδων βιοαερίου, που χαρακτηρίζεται τόσο θετικό όσο και αρνητικό, είναι η διασπορά των μονάδων παραγωγής. Οι εγκαταστάσεις των μονάδων βιοαερίου καταλαμβάνουν πολύ μεγάλες εκτάσεις δεδομένης της σύνθετης διαδικασίας συλλογής – μεταποίησης – μεταφοράς – αποθήκευσης της βιομάζας που χρησιμοποιείται, γεγονός που καθιστά αναγκαία την διάθεση της σε κοντινές με τη μονάδα περιοχές. Αυτό συνεπάγεται την δημιουργία θέσεων εργασίας σε αγροτικές και κτηνοτροφικές περιοχές. Μάλιστα, η EUBIA (European Biomass Industry Association) θεωρεί πως μέχρι το 2020 θα έχουν δημιουργηθεί 1.5 εκατ. νέες θέσεις εργασίας, στον τομέα της βιοενέργειας, ενώ μέχρι το 2050 5.7 εκατ. θέσεις εργασίας.

## **6. ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ**

### **6.1 Γενικές πληροφορίες σχετικά με τα εδαφοβελτιωτικά**

Μέσω των βιολογικών διεργασιών, όπως είναι η κομποστοποίηση και η αναερόβια χώνευση, δύναται να παραχθεί οργανικό εδαφοβελτιωτικό που μοιάζει με το χούμους του εδάφους και που μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη των φυτών.

Τα οργανικά απόβλητα μέσω κατάλληλης επεξεργασίας μπορούν να μετατραπούν σε ένα φυτόχωμα πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία, που μπορεί να αξιοποιηθεί στη γεωργία, στα πάρκα και στην ανάπλαση προβληματικών εκτάσεων όπως είναι τα εγκαταλελειμμένα λατομεία και τα πρανή των δρόμων. Στην φύση, οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στα οργανικά απόβλητα καταναλώνουν τα οργανικά συστατικά των αποβλήτων ώστε να αναπτυχθούν. Η διαδικασία αυτή είναι αερόβια και εξώθερμη.

Αερόβια είναι και η διαδικασία της κομποστοποίησης, σε επίπεδο εργαστηρίου. Οι επιδόσεις των συστημάτων κομποστοποίησης και αναερόβιας χώνευσης εξαρτώνται από τα μικροβιολογικά τους στοιχεία. Αυτό συνεπάγεται την αδυναμία των εν λόγω συστημάτων να εξαφανίσουν ανόργανα συστατικά που πιθανόν υπάρχουν στα απόβλητα, όπως είναι τα βαρέα μέταλλα. Γενικά θεωρείται πως η ποιότητα των αποβλήτων επηρεάζει την ποιότητα του παραγόμενου κομπόστ. Τα απόβλητα που χρησιμοποιούνται είναι κοπριά ζώων, τύρφη, σύρα ζώων, υπολείμματα λιναριού και κανναβιού, στελέχη αραβόσιτου, αχρησιμοποίητες κτηνοτροφές, βιολογικά απορρίμματα σπιτιών και απορρίμματα φυτών και σφαγείων.

Η ποσότητα της δόσης στην οποία διατίθεται το κομπόστ είναι ίδια με τη ποσότητα της δόσης στην οποία διατίθεται και το digestate, δηλαδή 15-49 τόνοι/εκτάριο. Η διάθεση τους γίνεται σε χωράφι που έχει υποστεί αγρανάπαυση πριν το φθινόπωρο ή πριν το δεύτερο όργωμα. Σχετικά με τις ιδιότητες λίπανσης, το κομπόστ θεωρείται το ίδιο αποδοτικό με το digestate, μάλιστα το κομπόστ τύρφης με χονδράλευρο φωσφορίτη θεωρείται ανώτερο λίπασμα.

Σήμερα, σε όλη την ελληνική επικράτεια, η λίπανση δεν γίνεται με ορθολογικό τρόπο με αποτέλεσμα να ρυπαίνεται το περιβάλλον. Αυτή η λανθασμένη διαχείριση της λίπανσης οφείλεται (Σκυλουράκης, 2004):

1. Στην ανεπαρκή γεωτεχνική στήριξη των παραγωγών, σε επίπεδο έρευνας, εκπαίδευσης και ενημέρωσης
2. Στην ανεξέλεγκτη διαφήμιση, που γίνεται χωρίς επιστημονική τεκμηρίωση, λόγω της απελευθέρωσης της διάθεσης των λιπασμάτων.

### **6.2 Πρώτες ύλες κατάλληλες για βιολογική επεξεργασία**

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες στην διαδικασία της κομποστοποίησης και της αναερόβιας χώνευσης αξιολογούνται με βάση διάφορα κριτήρια όπως: προέλευση, σταθερότητα δομής και περιεκτικότητα σε υγρασία, σε βαρέα μέταλλα, σε τοξικές και επικίνδυνες ουσίες, στα οποία βασίζεται η μετέπειτα χρησιμοποίησή τους.

Τα υλικά αυτά χωρίζονται στις κατηγορίες που ακολουθούν (Μάνιος, 2000)

Γεωργικά και κτηνοτροφικά απόβλητα

1. Φύλλα ελιάς, κληματίδες
2. Άχυρα
3. Υπολείμματα καλλιέργειας και επεξεργασίας βάμβακος
4. Υπολείμματα καλλιέργειας αραβόσιτου
5. Υπολείμματα άλλων καλλιεργειών
6. Υπολείμματα λαχανικών
7. Κοπριά πουλερικών
8. Κοπριά αγελάδων
9. Κοπριά αιγοπροβάτων
10. Κοπριά και στρωμνή αλόγων
11. Βελόνες κωνοφόρων
12. Δασικά υπολείμματα
13. Υγρά απορρίμματα κτηνοτροφίας

Οργανικά απόβλητα

1. Υπολείμματα κουζίνας και υπολείμματα φαγητών
2. Υπολείμματα κατοικίδιων ζώων
3. Υπολείμματα εμπορίας φρούτων και λαχανικών
4. Υπολείμματα καλλιέργειας και εμπορίας ανθέων
5. Οργανικό κλάσμα απορριμμάτων
6. Φυτικά απορρίμματα από κήπους, άλση, δρόμους
7. Φύλλα
8. Απορρίμματα κλάδευσης δέντρων και θάμνων
9. Φυτικά προϊόντα καθαρισμού καναλιών, λιμών, ποταμών, θαλασσών κλπ.

Βιομηχανικά απόβλητα φυτικής προέλευσης

1. Πυρηνόξυλο, ελαιοπυρήνας, στέμφυλα
2. Υπολείμματα έκθλιψης άλλων οπωροκηπευτικών
3. Υπολείμματα ζυθοποιίας
4. Υπολείμματα βιομηχανίας ζάχαρης
5. Υπολείμματα βιομηχανίας καπνού
6. Υπολείμματα αρτοποιιών
7. Υγρά απόβλητα οινοπνευματοποιίας

Βιομηχανικά απόβλητα ζωικής προέλευσης

1. Υπολείμματα σφαγείων
2. Υπολείμματα πτηνοτροφείων
3. Αίμα
4. Υπολείμματα ψαριών

Απόβλητα αστικών δραστηριοτήτων

1. Ιλύς αστικών λυμάτων
2. Υλικά εσχαρισμού εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων

Άλλης φύσης υπολείμματα, απόβλητα ή απορρίμματα

1. Απόβλητα ή απορρίμματα χαρτοβιομηχανίας
2. Πριονίδια, ροκανίδια, θρύψαλα φύλου, ξυλώδη μέρη
3. Τύρφεις
4. Φύκια
5. Άλγη από θαλάσσιες αποθέσεις
6. Λάσπη καθαρισμού καναλιών

### 6.3 Οργανοχουμικά λιπάσματα

Η χρήση της οργανικής λίπανσης είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς αποτελεί συμπλήρωμα της ανόργανης λίπανσης και βοηθά στην μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας της καλλιέργειας. Η γονιμότητα των εδαφών, που ουσιαστικά αποτελεί συνώνυμο της παραγωγικότητας τους, εξαρτάται από την περιεκτικότητα των εδαφών σε οργανική ουσία. Μέσω της διάθεσης των οργανοχουμικών λιπασμάτων εμπλουτίζεται το έδαφος με ανόργανα θρεπτικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία και δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες ώστε να αξιοποιηθούν τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία των χημικών λιπασμάτων αλλά και των εδαφικών αποθεμάτων.

Μέσω της συνεχούς συγκομιδής των φυτικών προϊόντων από το έδαφος αλλά και μέσω της καύσης της οργανικής ουσίας, η περιεκτικότητα των εδαφών σε οργανική ύλη περιορίζεται δραματικά, γεγονός που επιβαρύνεται από το ξηρόθερμικό κλίμα της χώρας μας που επιβάλλει την εντατική καλλιέργεια ποικίλων με υψηλές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία. Αυτή η πραγματικότητα επιβάλλει με τη σειρά της, την αναπλήρωση της οργανικής ουσίας του εδάφους με τεχνικούς τρόπους ώστε να εξασφαλιστεί η γονιμότητα των εδαφών. Τα οργανοχουμικά λιπάσματα λόγω του μη προσιτού κόστους τους χρησιμοποιούνται κυρίως σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Η αδυναμία εφαρμογής τους αποτελεί τροχοπέδη στο ισοζύγιο της οργανικής ουσίας των ελληνικών εδαφών με αποτέλεσμα τον περιορισμό της παραγωγικότητας τους. Σήμερα καταναλώνονται 110.000 τόνοι οργανικών σκευασμάτων το χρόνο σε επίπεδο χώρας ενώ ο αριθμός των χημικών λιπασμάτων ξεπερνά τους 2.800.000 τόνους το έτος. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως η κατανάλωση των οργανοχουμικών λιπασμάτων αντιστοιχεί στο 4% της αντίστοιχης κατανάλωσης των χημικών (Κουκουλάκης κ.α., 2000).

### 6.4 Απαραίτητα χαρακτηριστικά digestate

Η εφαρμογή του digestate στο έδαφος βοηθά στην βελτίωσης κάποιων φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών όπως είναι το πορώδες, η υδατοχωρητικότητα, η σχέση νερού- αέρα, η ηλεκτρική αγωγιμότητα, το pH, η διαθέσιμη ποσότητα θρεπτικών στοιχείων κ.α. Συγκεκριμένα, οι Duggan & Wiles(1976) αναφέρουν πως το digestate έχει επιφέρει θετικές επιδράσεις στα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά πηλώδους εδάφους. Επίσης, οι Guidi et al.,(1983) αναφέρουν πως το digestate μπορεί να εφοδιάσει τα φυτά με θρεπτικά στοιχεία και να αναβαθμίσει τα άγονα εδάφη.

Το digestate θα πρέπει να πληροί κάποιες συγκεκριμένες προϋποθέσεις:

1. Χρώμα: σκούρο μπλε προς μαύρο με ελάχιστα ή καθόλου τεμάχια του αρχικού υλικού
2. Να μην εκλύει δυσάρεστες οσμές και να μην προσελκύει έντομα

3. Να είναι απαλλαγμένο από μολυσματικό και μολυντικό φορτίο (να γίνεται έλεγχος BOD/COD πριν και μετά από την επεξεργασία)
4. Να έχει περιεκτικότητα σε οργανική ουσία 60-80%
5. Να έχει περιεκτικότητα σε υγρασία 15-25%
6. Η περιεκτικότητα σε κύρια λιπαντικά στοιχεία να το κατατάσσει, κατά προσέγγιση, σε λίπασμα τύπου 4-4-4
7. Η περιεκτικότητα του σε ασβέστιο (CaO) να είναι 3-5%
8. Η περιεκτικότητα του σε μαγνήσιο (Mg) να είναι 1% ενώ στοιχεία όπως Fe, Zn, Mn, Βο και άλλα ιχνοστοιχεία θα πρέπει να περιέχονται σε μικρότερο ποσοστό
9. Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων να κυμαίνεται σε 75-100 gr
10. Η υδατοχωρητικότητα του να είναι 150-200%
11. Η σχέση C.N να μην υπερβαίνει το 12.5

## 6.5 Διάθεση παραγόμενων λιπασμάτων

Σύμφωνα με τον Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής του ΥΠΕΚΑ (2015) για την ανάπτυξη των φυτών και την ποιοτική και ποσοτική βελτίωση των αποδόσεων τους, καθώς και για την διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, χρειάζεται η λίπανση να γίνεται με το κατάλληλο για το έδαφος και την καλλιέργεια λίπασμα, να ελέγχονται οι ποσότητες που προστίθενται κάθε φορά στο έδαφος, καθώς και ο τρόπος και ο χρόνος εφαρμογής τους. Επίσης, αν τηρούνται οι προαναφερθείσες οδηγίες δεν θα γίνεται υπερκατανάλωση λιπασμάτων και έτσι θα εξοικονομούνται χρήματα. Πέρα όμως από τη αύξηση του κόστους, αν δεν τηρούνται αυτές οι οδηγίες, θα δημιουργούνται προβλήματα στο έδαφος και θα ρυπαίνονται τα υπόγεια και τα επιφανειακά νερά.

Το πρόβλημα προκαλείται κυρίως από τα αζωτούχα λιπάσματα τα οποία είναι εύκολα διαλυτά στο νερό. Τα νιτρικά ιόντα είναι πολύ ευκίνητα στο έδαφος σε αντίθεση με τα φωσφορικά και το κάλιο. Οι ποσότητες από τα νιτρικά που βρίσκονται στο έδαφος και δεν απορροφώνται από τα φυτά, είτε γιατί δεν είναι στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης για να τα απορροφήσουν, είτε γιατί έχουν χορηγηθεί μεγαλύτερες ποσότητες από αυτές που μπορούν να απορροφήσουν, εκπλύνονται με το νερό της βροχής ή της άρδευσης και καταλήγουν στα υπόγεια νερά όπου και συσσωρεύονται. Όταν η περιεκτικότητα των νερών αυτών υπερβεί κάποια όρια (50 mgr/lit) τότε το νερό θεωρείται ακατάλληλο προς πόση. Εξ άλλου όταν το έδαφος είναι επικλινές ή έχει μικρή διηθητικότητα (είναι βαρύ ή αδιαπέραστο) ή το σημείο όπου εφαρμόζονται τα λιπάσματα είναι πλησίον ή εντός λεκανών απορροής, τα νιτρικά και τα φωσφορικά παρασύρονται και μεταφέρονται προκαλώντας «ευτροφισμό» των επιφανειακών νερών και την υποβάθμισή τους.

Με στόχο την ορθολογική χρήση των λιπασμάτων οι παραγωγοί πρέπει (ΥΠΕΚΑ 2015):

- Να εφαρμόζουν ανά καλλιέργεια και τύπο εδάφους τις «άριστες» ποσότητες και τύπους λιπασμάτων για την κάλυψη των αναγκών θρέψης των φυτών, όπως αυτά προσδιορίζονται στα «πρακτικά λίπανσης» που εκδίδονται από τις οικείες Δ/νσεις Αγροτικής Ανάπτυξης-Γεωργίας, τα Π.Ε.Γ.Ε.Α.Λ και το ΕΘΙΑΓΕ.
- Να εφαρμόζουν τα αζωτούχα λιπάσματα σε δόσεις ανάλογα με το βλαστικό στάδιο των φυτών. Ειδικότερα στις δένδρως καλλιέργειες σε τουλάχιστο δύο δόσεις και στις ετήσιες σε τουλάχιστον τρεις ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας και τις επικρατούσες

συνθήκες. Εξαιρούνται τα οργανικά λιπάσματα (digestate, κομπόστ) που είναι αργής αποδέσμευσης, υπό την προϋπόθεση ότι είναι «χωνεμένα».

- Στα χειμερινά σιτηρά να εφαρμόζουν κατά το μέγιστο 170 kgN/Ha (17 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα) και να το χορηγούν σε τουλάχιστο δύο δόσεις. Η βασική λίπανση δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 50 kgN/Ha (5 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα).
- Να μην κάνουν εφαρμογή λιπασμάτων σε απόσταση μικρότερη των 5 μέτρων από όχθες ποταμών και λιμνών και 0,5 μέτρων από κανάλια άρδευσης, στράγγισης, πηγάδια, γεωτρήσεις.
- Να εφαρμόζουν σε όξινα εδάφη (με pH < 6,5) φυσιολογικώς αλκαλικά λιπάσματα και να αποφεύγουν τη χρήση λιπασμάτων που συμβάλλουν σε μεγαλύτερη μείωση του pH (αύξηση της οξύτητας) όπως είναι τα αμμωνιακά λιπάσματα με την εξαίρεση της ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας. Αντιστοίχως στα αλκαλικά εδάφη να προτιμώνται τα θειικά λιπάσματα.
- Κατά την εφαρμογή των αζωτούχων λιπασμάτων πρέπει να τηρούν με ιδιαίτερη προσοχή τους κανόνες που αναγράφονται στην συσκευασία (των λιπασμάτων) και να δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στην αποφυγή χρήσης ή διασποράς των λιπασμάτων σε τοποθεσίες, όπου ο κίνδυνος επιφανειακής απορροής είναι μεγάλος και ιδιαίτερα σε εδάφη που νεροκρατούν, ή/και εδάφη με κλίση.
- Να μη γίνεται διασπορά του λιπάσματος όταν πνέει ισχυρός άνεμος και να χρησιμοποιούνται και να συντηρούνται σωστά οι λιπασματοδιανομείς.
- Κατά τη συσκευασία, μεταφορά και αποθήκευση να λαμβάνονται μέτρα (ειδικά στα υγρής μορφής λιπάσματα) για τη διασφάλιση, από τον κίνδυνο διαρροής.
- Να μην τοποθετούνται σάκοι λιπασμάτων σε απόσταση μικρότερη από 5 μέτρα από υδάτινους όγκους ή υδατορέματα, γεωτρήσεις, πηγάδια.
- Ειδικά για τα υγρά λιπάσματα πρέπει να συντηρούνται επιμελώς οι δεξαμενές, σωληνώσεις, και βαλβίδες, για την αποφυγή τυχόν διαρροών.
- Να μην εγκαταλείπουν στον τόπο εφαρμογής ή σε άλλο πλην αυτού που ορίζεται τα υλικά και μέσα συσκευασίας των λιπασμάτων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

### 1.1 Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία στοχεύει, όπως έχει σημειωθεί παραπάνω, στη διερεύνηση του κατά πόσο είναι εφικτό να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες των μονάδων βιομάζας που έχουν επιλεγεί στη Π.Θ., από τα απόβλητα που προκύπτουν από τις επιλεγθείσες κτηνοτροφικές και τυροκομικές μονάδες της περιφέρειας. Η ανεπάρκεια ως προς το συγκεκριμένο θέμα, και η οικονομική κρίση της περιόδου συνετέλεσαν στην αναζήτηση νέων οικονομικότερων τρόπων για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της Π.Θ.. Ταυτόχρονα, ο στόχος για βιώσιμη ανάπτυξη, όπως περιγράφεται σε πολλαπλά κανονιστικά και κατευθυντήρια έγγραφα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καταδεικνύουν την ανάγκη για ανάπτυξη μεθοδολογιών που καθιστούν την ανθρώπινη δραστηριότητα σε ένα πλαίσιο πιο βιώσιμο και οικονομικό, με σεβασμό προς το περιβάλλον για την προώθηση μιας ολοκληρωμένης και βιώσιμης ανάπτυξης.

Συγκεκριμένα, η παρούσα μελέτη εστιάζει στην απάντηση των εξής ερωτημάτων:

- Είναι δυνατόν ο παραγόμενος όγκος των αποβλήτων που προκύπτει από τις επιλεγθείσες κτηνοτροφικές και τυροκομικές μονάδες να καλύψει τις ανάγκες των μονάδων βιομάζας σε πρώτη ύλη;
- Σε τι ποσοστό μπορεί να συνεισφέρει η λειτουργία των μονάδων βιομάζας στην μείωση των ενεργειακών αναγκών της Π.Θ.;
- Σε τι ποσοστό μπορούν να καλυφθούν οι ανάγκες των καλλιεργειών σε εδαφοβελτιωτικά;

Το ενδιαφέρον για αυτήν τη θεματική περιοχή προέκυψε από την ανάγκη υιοθέτησης μιας πιο φιλικής προς το περιβάλλον μεθόδου επεξεργασίας των κτηνοτροφικών και των τυροκομικών αποβλήτων, η οποία παράλληλα θα μπορούσε να συνεισφέρει στη βελτίωση της οικονομίας της Π.Θ.. Παρότι η ενεργειακή κάλυψη από βιομάζα στο εξωτερικό είναι άκρως διαδεδομένη και έχουν εκπονηθεί πολλές σχετικές μελέτες, σε ελλαδικό αλλά κυρίως σε διεθνές επίπεδο, δεν έχουν υλοποιηθεί πολλά αντίστοιχα έργα στον ελλαδικό χώρο. Ειδικότερα, η έρευνα των Abbasí et al (2012) κάνει λόγο για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων διαφόρων χωρών στον κόσμο μέσα από την αξιοποίηση των κτηνοτροφικών και τυροκομικών αποβλήτων μέσω της αναερόβιας χώνευσης. Οι ερευνητές υπογράμμισαν πως η μέθοδος αυτή ήταν αποδοτική σε ευρωπαϊκές χώρες όπως είναι η Γερμανία, η Ολλανδία, το Βέλγιο και η Σουηδία αλλά και σε χώρες εκτός Ευρώπης όπως είναι η Ιαπωνία, η Ινδία και το Νεπάλ. Όπως γίνεται αντιληπτό, καμία από τις προαναφερθέντες χώρες δεν έχει ούτε το ίδιο κλίμα αλλά και ούτε την ίδια οικονομία με την ελλαδική επικράτεια, γεγονός που καθιστά αδύνατο να θεωρηθεί η εφαρμογή της ΑΧ στις χώρες αυτές ως παράδειγμα προς εφαρμογή για τη χώρα μας. Για το λόγο αυτό, κρίθηκε αναγκαίο να μελετηθεί το ζήτημα μελετών που να εστιάζουν στην παραγωγή ενέργειας από βιομάζα για μια από τις περιοχές της Ελλάδος όπου είναι συγκεντρωμένος μεγάλος αριθμός κτηνοτροφικών και τυροκομικών. Για να γίνει αυτό ακολουθήθηκε η διαδικασία του στρατηγικού σχεδιασμού, που αναλύεται παρακάτω.

Υπάρχουν δύο είδη σχεδιασμών που είναι ιδιαίτερα γνωστοί και εφαρμόσιμοι, ο καθολικός και ο στρατηγικός σχεδιασμός. Σύμφωνα με τον καθολικό σχεδιασμό, θεωρείται απαραίτητο να

αναγνωρίζεται η ενότητα της κάθε περιοχής μελέτης σαν σύνολο και να λαμβάνονται υπόψη οι διάφορες πολεοδομικές λειτουργίες και όλοι οι άλλοι εμπλεκόμενοι παράγοντες όπως είναι οι κοινωνικοί, οι οικονομικοί και οι θεσμικοί. Η καθολικότητα αυτή αναφέρεται και στο χρόνο, δηλαδή στην καθημερινή εξέλιξη της περιοχής μελέτης προς το μέλλον, αλλά και στην καθολική (κοινή) ωφέλεια της κοινωνίας ως αποτέλεσμα του σχεδιασμού. Πρακτικά, τα κύρια χαρακτηριστικά του καθολικού μοντέλου είναι η ανάλυση της διαδικασίας του σχεδιασμού σε ορισμένες αυστηρά προκαθορισμένες φάσεις (περιγραφή συστήματος, διατύπωση προβλήματος, διαμόρφωση εναλλακτικών λύσεων, επιλογή καλύτερης λύσης, εφαρμογή και παρακολούθηση) και η βασική θεωρητική παραδοχή ότι όλα τα στοιχεία που απαρτίζουν την περιοχή μελέτης είναι αλληλένδετα μεταξύ τους και επομένως πρέπει να εξετάζονται συνδυασμένα (Αραβαντινός 1997). Οργανωτικά, παραδοσιακά στον καθολικό σχεδιασμό είναι κυρίαρχος ο ρόλος του κράτους ως φορέα τόσο σύνταξης της εκάστοτε μελέτης, όσο και πραγματοποίησής της. Το πρότυπο αυτό του σχεδιασμού αποτέλεσε τη βάση όλων των μετέπειτα μοντέλων παραγωγής και ανάπτυξης ακόμα και σε λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, όπως η Ελλάδα, με έναν περισσότερο ελαστικό και μικρότερης κλίμακας σχεδιασμό. Δύο τέτοια παραδείγματα μοντέλα αποτελούν το κεϋνσιανό και το φορντικό μοντέλο διότι βασίζονται και αυτά σε κλειστά και άκαμπτα συστήματα ανάπτυξης όπου ο παρεμβατισμός του δημοσίου τομέα θεωρούνταν απαραίτητος ως εξισορροπητικός πόλος ως προς τις εγγενείς αστάθειες του καπιταλιστικού συστήματος (Παγώνης 2005).

Ο στρατηγικός σχεδιασμός αποτελεί απόρροια της γενικότερης οικονομικής κρίσης. Συμπτώματα της οποίας αποτελούν η κρίση των παραδοσιακών βιομηχανικών κλάδων, η κατάρρευση του κράτους πρόνοιας, καθώς και η εκρηκτική ανεργία και τα φαινόμενα κοινωνικού αποκλεισμού και περιθωριοποίησης. Στο πλαίσιο όλων αυτών των αλλαγών κλήθηκε να ανταποκριθεί ο σχεδιασμός ως μείζον εργαλείο της αστικής ανάπτυξης. Οι νέες προσεγγίσεις σχετικά με τη μεθοδολογία μελέτης και ρύθμισης του χώρου οφείλαν να είναι ευέλικτες και κατάλληλες να απορροφήσουν τις ταχύτερες αλλαγές που συντελούνται παγκοσμίως, αποκτώντας περισσότερο στρατηγικό και σφαιρικό χαρακτήρα. Έγιναν πολλές προσπάθειες δημιουργίας εναλλακτικών μορφών σχεδιασμού όμως η γεφύρωση όλων αυτών με τις ρυθμιστικές μελέτες καθολικής θεώρησης έγινε με την έννοια του Στρατηγικού Σχεδιασμού (strategic planning), η οποία περιλαμβάνει τόσο την πολιτική, τεχνοκρατική, επιχειρησιακή, επιχειρηματική, οικονομική διάσταση όσο και το στοιχείο της εφικτότητας (Αγγελίδης 2000). Αυτό το πλαίσιο εφαρμογής της πολεοδομικής στρατηγικής, εκτός από πολύπλοκο είναι και γρήγορα μεταβαλλόμενο, σε αντιστοιχία με τις γρήγορες μεταβολές στην οικονομία, την τεχνολογία, την οργάνωση του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα. Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά αυτού του σχεδιασμού είναι ότι αποτελεί περισσότερο ένα κατευθυντήριο, συνοδευτικό και συμβουλευτικό πλαίσιο εφαρμογής, ένα σχέδιο δράσης (action plan) παρά ένα σχέδιο που υπαγορεύει τη δράση (plan to regulate action) με μια αυστηρά καθορισμένη μεθοδολογία (Castells & Borja 1997). Επίσης, ιδιαίτερα σημαντικό είναι και το γεγονός ότι πλέον δεν υπάρχει η παλαιότερη σχηματική λογική, όπου για την υλοποίηση της στρατηγικής το κεντρικό κράτος οφείλε να δίνει «εντολές», με πλήθος από αυστηρά καθορισμένες νόρμες, στους αμέσως κατώτερους φορείς, εκείνοι οφείλαν να δίνουν εντολές στους αμέσως κατώτερους, Κ.Ο.Κ. Θεωρείται δεδομένη πλέον η έντονη διείσδυση του ιδιωτικού τομέα, κάτι που αντανακλάται στις συνεχείς συνεργασίες μεταξύ ιδιωτικού και δημόσιου τομέα. Η παρέμβαση του κράτους γίνεται κυρίως σε επίπεδο συντονισμού και ελέγχου του πλήθους των φορέων που συμμετέχουν εξυπηρετώντας την ομαλή αναπαραγωγή των κεφαλαιοκρατικών σχέσεων παραγωγής πέρα και πάνω από επί μέρους συμφέροντα και επιδιώξεις. Σκοπός δεν είναι η παραγωγή ενός σχεδίου αλλά η κατασκευή μηχανισμών συναίνεσης ανάμεσα στους



εμπλεκόμενους φορείς (Καρύδας 1991). Επιπλέον η δράση του κράτους είναι απαραίτητη για την παροχή κατάλληλων υποδομών και θέσπιση θεσμών ευνοϊκών για τη δράση του ιδιωτικού κεφαλαίου. Τέλος, θεωρείται πως δεν αντικαθιστά τις αρχές του καθολικού σχεδιασμού αλλά τις συμπληρώνει, δίνοντάς τους νέες προτεραιότητες ώστε να ανταποκρίνονται στις νέες κοινωνικοοικονομικές συνθήκες του παγκοσμιοποιημένου κόσμου (Βαϊού κ.α. 2004).

Από τις δύο περιγραφές που προηγήθηκαν προκύπτει πως το μοντέλο του σχεδιασμού που είναι πιο κοντά στα ελληνικά δεδομένα είναι το μοντέλο του στρατηγικού σχεδιασμού στον οποίο εμπεριέχονται κάποια από τα πιο κύρια χαρακτηριστικά του καθολικού μοντέλου όπως είναι η ανάλυση της διαδικασίας του σχεδιασμού σε ορισμένες αυστηρά προκαθορισμένες φάσεις (περιγραφή συστήματος, διατύπωση προβλήματος, διαμόρφωση εναλλακτικών λύσεων, επιλογή καλύτερης λύσης, εφαρμογή και παρακολούθηση), αλλά κατά κύρια βάση η δυνατότητα εφαρμογής του καθορίζεται από τις παραμέτρους που συνθέτουν την ελληνική πραγματικότητα την παρούσα στιγμή.

Κατά την συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας έγινε χρήση διαφόρων μεθοδολογικών εργαλείων, η παρουσίαση των οποίων ακολουθεί εν συνεχεία.

## 1.2 Μεθοδολογικά εργαλεία

- Βιβλιογραφική Επισκόπηση:

Ως βιβλιογραφική επισκόπηση νοείται η οργανωμένη καταγραφή των πληροφοριών που έχουν συλλεχθεί κατά την επιστημονική έρευνα, όπως αυτές παρουσιάζονται στην διεθνή βιβλιογραφία. Μέσω της βιβλιογραφικής επισκόπησης γίνεται κατανοητό στον αναγνώστη ότι η συγγραφή της εν λόγω μελέτης έγινε μετά από ενδελεχή έρευνα δημοσιευμένων πηγών με σκοπό την αναφορά ενός ή περισσότερων προβλημάτων αλλά και την παρουσίαση πιθανών τρόπων επίλυσης αυτών. Η βιβλιογραφική επισκόπηση αποτελείται από δύο διαδικασίες που είναι εξίσου σημαντικές και αλληλεξαρτώμενες. Η πρώτη διαδικασία αφορά την ομαδοποίηση και την καταγραφή των πληροφοριών που συγκεντρώνουμε, ενώ η δεύτερη αφορά την καταχώρηση της αναφοράς της πηγής από την οποία συλλέξαμε τις πληροφορίες. Τις πληροφορίες που επιθυμούμε μπορούμε να τις αναζητήσουμε σε επιστημονικά άρθρα, σε βιβλία, στον έντυπο τύπο, στα πρακτικά συνεδρίων αλλά και στο διαδίκτυο. Μέσα στο κορμό της κύριας εργασίας είναι απαραίτητη η καταγραφή των αναφορών των πηγών με τρόπο σύντομο, ώστε να μπορεί να ανατρέξει ο αναγνώστης στο κεφάλαιο της βιβλιογραφικής επισκόπησης όπου είναι συγκεντρωμένες με αλφαβητική σειρά όλες οι αναφορές (Βασιλειάδης 2007).

- Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών

Ως γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών θα μπορούσε να θεωρηθεί ένα σύστημα όπου είναι συγκεντρωμένη μια πληθώρα χωρικών δεδομένων (Special acta) και συσχετισμένων ιδιοτήτων. Πρακτικά, είναι ένα ηλεκτρονικό εργαλείο ικανό για ενσωμάτωση, αποθήκευση, προσαρμογή, ανάλυση και παρουσίαση γεωγραφικά συσχετισμένων πληροφοριών. Πιο συγκεκριμένα, μέσω των Γ.Σ.Π. μπορούν να αναλυθούν χωρικά δεδομένα αλλά και να προσαρμοστούν δεδομένα (Τσολάκης, 2013). Η λειτουργία των Γ.Σ.Π. στηρίζεται σε μια βάση δεδομένων οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διάφορους χρήστες, για την κάλυψη πληροφοριακών αναγκών. Η βάση αυτή,

αποτελείται από μια σειρά πληροφοριακών επιπέδων (layers), τα οποία αφορούν την ίδια γεωγραφική περιοχή. Το κάθε ένα από αυτά τα επίπεδα περιλαμβάνει είτε μη επεξεργασμένα δεδομένα όπως τοπογραφικά ή δορυφορικά, είτε θεματικές πληροφορίες όπως π.χ. στην περίπτωση του ΟΓΑ, την κατανομή διαφόρων καλλιεργειών, τις διάφορες ποικιλίες για συγκεκριμένα είδη δενδρωδών καλλιεργειών ή φυτειών κλπ. Κύριος και αντικειμενικός σκοπός της δημιουργίας βάσεως δεδομένων (συλλογή και αποθήκευση data), πάντα σε ψηφιακή μορφή, είναι η συσχέτιση των διαφόρων γεγονότων και καταστάσεων τα οποία προηγουμένως αποτελούσαν ξεχωριστές ομάδες δεδομένων (Αρτέμης, 2010).

- Case study

Το Case Study είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη μέθοδος επιστημονικής έρευνας και εφαρμόζεται σε πολλές επιστήμες, όπως είναι η κοινωνιολογία, η ψυχολογία, οι οικονομικές και πολιτικές επιστήμες, κ.ά. Η μεθοδολογία αυτή, η οποία είναι συνήθως ποιοτική, είναι προτιμότερη από τις υπόλοιπες στρατηγικές έρευνας (πείραμα, ανάλυση αρχείων, δημοσκόπηση, ιστορική αναδρομή) όταν πρέπει να απαντηθούν ερωτήματα του τύπου ‘πώς’ και ‘γιατί’, όταν ο ερευνητής έχει ελάχιστο έλεγχο επί των συμβάντων και όταν το επίκεντρο της μελέτης είναι σε ένα σύγχρονο φαινόμενο (Yin, 2003). Ανάλογα με το σκοπό της έρευνας διακρίνονται τρεις τύποι Case Study: ο επεξηγηματικός (explanatory), ο ερευνητικός (exploratory) και ο περιγραφικός (descriptive) (Yin, 2003). Το επεξηγηματικό case study έχει σκοπό να απαντήσει σε ερωτήσεις του τύπου ‘πώς’ και ‘γιατί’ και χρησιμοποιείται για να εξηγήσει την αιτιολογική σχέση μεταξύ αιτίου και αποτελέσματος, δηλαδή είναι κατάλληλο για τη διερεύνηση της αιτιότητας (causality). Το ερευνητικό case study έχει σκοπό να απαντήσει σε ερωτήσεις του τύπου ‘τί’ και χρησιμοποιείται για να ερευνήσει τα αποτελέσματα ενός φαινομένου ή μιας κατάστασης (προσδιορισμός ερευνητικών ερωτήσεων και υποθέσεων). Τέλος, το περιγραφικό case study έχει σκοπό να περιγράψει ένα φαινόμενο στο πλαίσιο του, όπως είναι παραδείγματος χάριν η ανάπτυξη νέων υπηρεσιών στον τομέα των δημοσίων μεταφορών (Bakoggianis et al, 2014). Στα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου συγκαταλέγεται το γεγονός ότι δίνει τη δυνατότητα στον ερευνητή να παρατηρεί κατευθείαν το φαινόμενο που μελετά και να έχει αλληλεπίδραση με αυτό (Yin, 2003). Επιπλέον, η ολιστική ιδιότητα του case study επιτρέπει στον ερευνητή να μελετήσει την περίπτωση από διαφορετικές οπτικές γωνίες, μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και εν όψει διαφορετικών παραγόντων (Ghauri, 1983). Ως μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου θεωρούνται η έλλειψη σαφήνειας, καθώς ο ερευνητής συχνά εφαρμόζει λανθασμένα τη διαδικασία της έρευνας ή παρασύρεται από στοιχεία που δεν είναι εμπειριστατώμενα, με αποτέλεσμα να οδηγείται πολλές φορές σε βεβαιωμένα και διαφορούμενα συμπεράσματα και ότι πρέπει να διεξαχθούν πολλαπλά case studies για να υποστηριχθεί ένα συμπέρασμα (Yin, 2003)

- Swot Ανάλυση

Η μέθοδος swot είναι μια τεχνική σχεδιασμού και οργάνωσης που βοηθά στη λήψη αποφάσεων. Είναι ένα εργαλείο με το οποίο εφαρμόζεται μια στρατηγική ανάλυση ώστε να εντοπιστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, οι Δυνάμεις και οι Αδυναμίες, της εσωτερικής ανάλυσης του θέματος που εξετάζεται, καθώς και οι υπάρχουσες αλλά και οι μελλοντικές Ευκαιρίες και Απειλές των εξωτερικών επιδράσεων. Μόνο μέσω του εντοπισμού και της επεξεργασίας των πληροφοριών αυτών των τεσσάρων παραγόντων, είναι δυνατή η διατύπωση και η εφαρμογή της στρατηγικής που μπορεί να οδηγήσει στην επίτευξη των στόχων μας. Από τα αρχικά αυτών των

τεσσάρων παραγόντων προκύπτει και η ονομασία της μεθόδου, συγκεκριμένα **S: Strengths = Δυνάμεις, W: Weaknesses = Αδυναμίες, O: Opportunities = Ευκαιρίες, T: Threats = Απειλές**. Στόχος αυτής της μεθόδου είναι η συλλογή βασικών συμπερασμάτων της ανάλυσης του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος και η σύνθεση συμπερασμάτων ώστε να δίνεται βάση στα πλεονεκτήματα, να γίνεται εξάλειψη των αδυναμιών, να γίνεται αξιοποίηση των ευκαιριών και μείωση των απειλών (ΕΚΕΤΑ, 2000).

- Πολυκριτηριακή ανάλυση

Η πολυκριτηριακή ανάλυση είναι μια συστηματική και μαθηματικά τυποποιημένη προσπάθεια αξιολόγησης ζητημάτων που αφορούν το θέμα που εξετάζεται. Τα ζητήματα τα οποία είναι προς αξιολόγηση παρουσιάζουν άριστη επίδοση μόνο ως προς έναν ή περισσότερους – αλλά ποτέ ως προς όλους – τους στόχους, γιατί τότε δε θα υπήρχε πρόβλημα απόφασης: η επιλογή που θα ικανοποιούσε μια τέτοια συνθήκη θα ήταν η άριστη. Στο θεωρητικό υπόβαθρο της πολυκριτηριακής ανάλυσης μπορούν να προσδιοριστούν τα κύρια δομικά στοιχεία του προβλήματος και να αναλυθούν οι βασικές τους ιδιότητες. Με βάση αυτό το θεωρητικό υπόβαθρο έχουν δημιουργηθεί αρκετές τεχνικές που είναι κατάλληλες για την αντιμετώπιση πολλών προβλημάτων που δύναται να προκύψουν στην πράξη (Life, 2005). Πιο συγκεκριμένα, στο θεωρητικό υπόβαθρο πρέπει να προσδιοριστούν τα κριτήρια, με βάση τα οποία θα γίνει η αξιολόγηση των ζητημάτων μας, αλλά και ο σχετικός συντελεστής βαρύτητας τους που ουσιαστικά θα είναι μια αριθμητική έκφραση της σχετικής βαρύτητας κάθε κριτηρίου. Είναι πολύ σημαντικό να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην μετάφραση όλων των κριτηρίων σε μια κλίμακα ώστε να μην επηρεαστεί η ανάλυση από τα μεγέθη και το εύρος μέτρησης κάθε κριτηρίου. Στόχος της εφαρμογής αυτής της μεθόδου είναι η επιλογή του βέλτιστου ζητήματος αλλά και η πληρέστερη κατανόηση του προβλήματος που καλούμαστε να επιλύσουμε (Γιαννατσής και Φωτήλας 2012).

### 1.3 Περιορισμοί έρευνας

Σημαντικό στοιχείο στη λειτουργία των μονάδων παραγωγής βιοαερίου και εδαφοβελτιωτικού από βιομάζα αποτελεί η ύπαρξη πρώτης ύλης για την λειτουργία των μονάδων. Επιλέχθηκε για το λόγο αυτό η Περιφέρεια Θεσσαλίας καθώς διαθέτει μεγάλες ποσότητες ζωικών αποβλήτων (είναι μια από τις περιφέρειες της χώρας με τον μεγαλύτερο αριθμό ζωικού κεφαλαίου), αλλά και τυροκομικών αποβλήτων. Στην παρούσα εργασία μας ενδιαφέρει η πρώτη ύλη που είναι δυνατό να συγκομιστεί σε απόσταση 20-26 χλμ. από τις μονάδες βιομάζας. Σε ότι αφορά το ζωικό κεφάλαιο τα δεδομένα που χρειάστηκα μου τα έδωσε το ΥΠΕΚΑ, δυστυχώς όμως τα δεδομένα αυτά αφορούσαν μόνο τις κτηνοτροφικές μονάδες όπου εκτρέφονται βοοειδή, χοίροι και αιγοπρόβατα. Πληροφορίες σχετικά με το ζωικό κεφάλαιο των πουλερικών δεν ήταν δυνατόν να συλλέξω διότι δεν υπήρχαν πρόσφατα καταγεγραμμένα δεδομένα. Πρέπει όμως να σημειωθεί πως ο αριθμός των πτηνών στην Π.Θ. είναι ιδιαίτερα σημαντικός, λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα που μου παραχώρησε η Π.Θ. όπου ο συνολικός αριθμός των ορνίθων, των χηνών, των παπιών και των γαλοπούλων για το 2011 ήταν 908.165. Επίσης, να αναφερθεί πως τα δεδομένα που μου παραχώρησε το ΥΠΕΚΑ δεν μπορούν να θεωρηθούν ως πραγματικά διότι μπορεί σε έναν βαθμό η αναφοράς των κτηνοτρόφων σχετικά με το ζωικό πληθυσμό που εκτρέφουν να είναι πλασματικές. Σχετικά με τις πληροφορίες που χρειαζόμουν και αφορούσαν τα τυροκομικά απόβλητα, η συλλογή

τους ήταν εξαιρετικά δύσκολη. Όλες οι πληροφορίες αυτές τις έχει στην κατοχή του ο οργανισμός ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ αλλά λόγω προστασία τους από την κείμενη νομοθεσία δεν μπόρεσε να μου τις παραχωρήσει. Η περιφέρεια Θεσσαλίας δεν έχει στην κατοχή της με λεπτομέρειες τα εν λόγω στοιχεία διότι οι κτηνοτρόφοι στέλνουν τα στοιχεία που αφορούν τα προϊόντα τους κατευθείαν στον οργανισμό ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ. Τα μόνα στοιχεία που μπόρεσε να μου παραχωρήσει η Π.Θ. είναι τα στοιχεία που έχουν καταθέσει οι τυροκομικές μονάδες κατά την συγγραφή των αδειών λειτουργίας τους. Τα στοιχεία αυτά είναι ελλιπή, δεν αρκούν ώστε να συμβάλουν στην έκβαση ουσιαστικών αποτελεσμάτων και δεν μπορούν να θεωρηθούν ως πραγματικά, διότι μπορεί λόγω της οικονομικής ύφεσης που μαστίζει τη χώρα μας, οι μονάδες αυτές να λειτουργούν λιγότερες ώρες και ως εκ τούτου να παράγουν μικρότερες ποσότητες προϊόντων από αυτές που είχαν δηλώσει στις άδειες λειτουργίας τους. Ακόμα, να αναφερθεί πως προσπάθησα να έρθω σε επικοινωνία με όλες τις τυροκομικές μονάδες της περιοχής μελέτης μου ώστε να τους ζητήσω να με βοηθήσουν στην εκπόνηση της εργασίας μου όμως η ανταπόκριση του κόσμου δεν ήταν η επιθυμητή. Μόλις δύο τυροκομικές μονάδες από τις 50 με τις οποίες επικοινωνήσα συμφώνησαν να με βοηθήσουν. Μάλιστα, υπήρχαν και περιπτώσεις που κατά τη διάρκεια της τηλεφωνικής επικοινωνίας μου με τους τυροκόμους, μου δήλωναν οι ίδιοι πως δεν μπορούσαν να με βοηθήσουν είτε διότι δεν είχαν ηλεκτρονική διεύθυνση είτε διότι δεν ήταν πρόθυμοι να με βοηθήσουν. Η συλλογή αυτών των στοιχείων θα μπορούσε ίσως να επιτευχθεί αν υπήρχε η δυνατότητα να επισκεφτώ όλες τις τυροκομικές μονάδες της περιοχής μελέτης κάτι το οποίο δεν ήταν εφικτό να πραγματοποιηθεί λόγω της έλλειψης κονδυλίων.

Η επεξεργασία όλων των στοιχείων που κατάφερα να συλλέξω έγινε βάση συγκεκριμένων πινάκων που έχει δημοσιεύσει το ΥΠΕΚΑ και που παρατίθενται μέσα στην παρούσα διπλωματική εργασία.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ**

# **1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ, ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

### **1.1 Γενικές πληροφορίες**

Γεωγραφικά η Περιφέρεια της Θεσσαλίας εντάσσεται στην ευρωπαϊκή ήπειρο και πιο συγκεκριμένα στο νοτιοανατολικό άκρο αυτής. Πιο ειδικά, αποτελεί μέρος της Ελλάδος. Ως προς τον Ελλαδικό χώρο, καταλαμβάνει μια κεντροβαρική και εύκολη προσπελάσιμη γεωγραφική θέση σε αυτόν, αποτελώντας έτσι τον πυρήνα του, διότι θέσεις όπως αυτή, διαδραματίζουν πάντα στρατηγικό ρόλο για την ανάπτυξη ολόκληρης της χώρας (Μουντράκης, 1985). Η Π.Θ. συνδέεται με το βασικό οδικό άξονα της χώρας (ΠΑΘΕ/ N-B) και με τα Εγνατία Οδό, χάρη στην οποία συνδέεται με τη Δυτική και Ανατολική Ελλάδα αλλά και με τη Ε.Ε. (ΠΕΠ Θεσσαλίας, 2014).

Η Π.Θ. εδράζεται στο κεντρικό – ανατολικό τμήμα του ηπειρωτικού κορμού της Ελλάδος (Εικόνα 3.1(α)) και χωρίζεται σε 5 Περιφερειακές Ενότητες (Π.Ε.), στις οποίες υπάγονται 25 δήμοι. Ανάμεσα στις Π.Ε. και τους νομούς υπάρχει γεωγραφική ταύτιση, εκτός από τον νομό Μαγνησίας που διοικητικά βρίσκεται ανάμεσα στις Π.Ε. Μαγνησίας και Σποράδων. Οι Π.Ε. είναι της Καρδίτσας, της Λάρισας, της Μαγνησίας, των Σποράδων και των Τρικάλων (Εικόνα 3.1 (β)).(ΣΜΠΕ, 2014) Το σύνολο του πληθυσμού που κατοικούν στην Π.Θ. αντιστοιχεί στο 6.78% του πληθυσμού της χώρας και ανέρχεται στα 732.762 άτομα και η πυκνότητα των κατοίκων είναι 52,06 κάτοικοι ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο (ΕΛΣΤΑΤ, 2011).



Εικόνα 3. 1: (α) Διοικητικά όρια Περιφέρειας Θεσσαλίας (β) (ΣΜΠΕ, 2014)

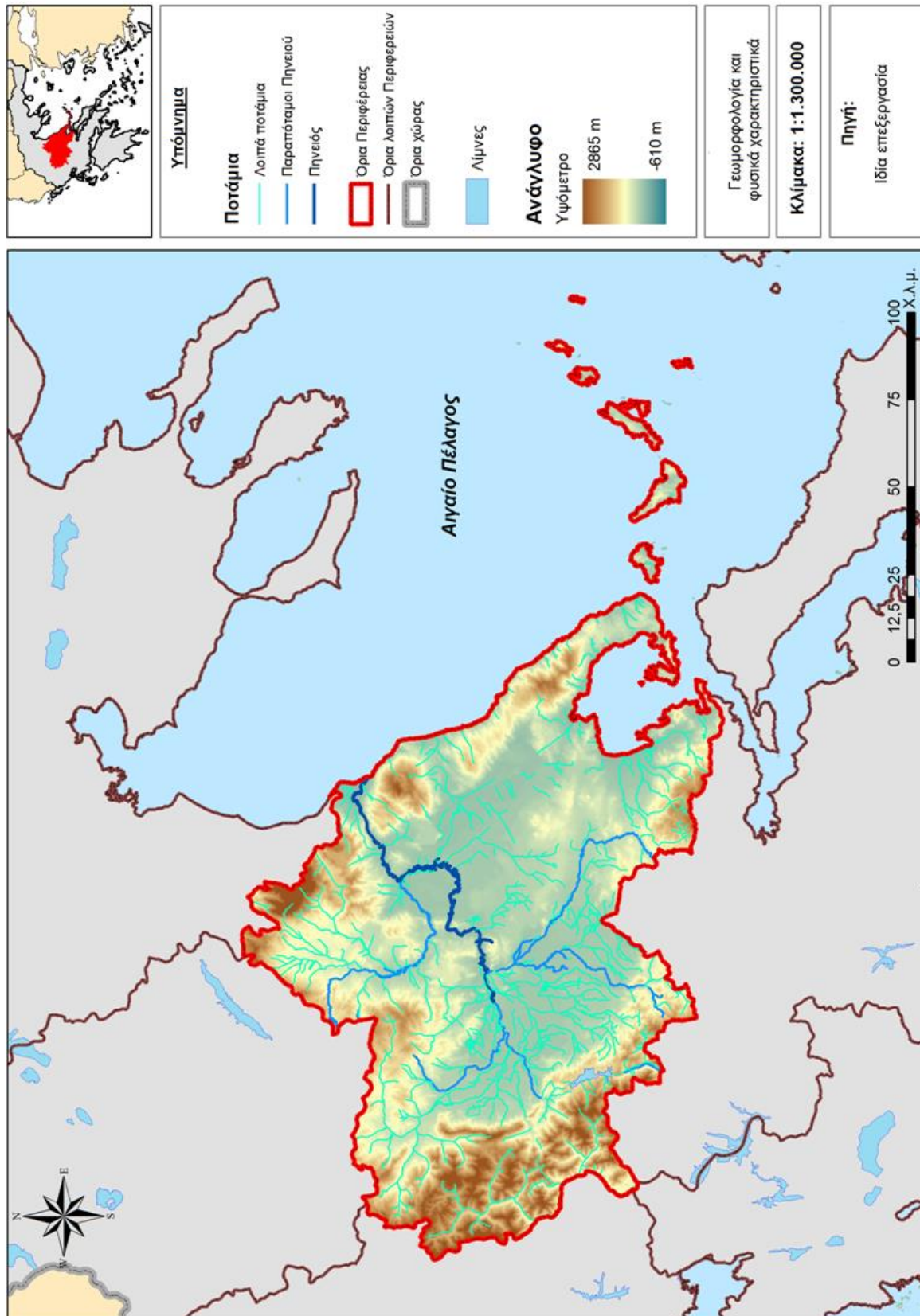
## 1.2 Γεωγραφικά – Μορφολογικά στοιχεία

Η Π.Θ. αποτελεί την πιο πεδινή περιοχή της Ελλάδος. Η συνολική έκταση της, που αποτελεί το 10% της έκτασης της χώρας, ανέρχεται στα 14.307 km<sup>2</sup>, εκ των οποίων τα 303 km<sup>2</sup> είναι νησιωτικά, το 37% καλύπτονται από πεδινές εκτάσεις, το 44,9% από ορεινό όγκο και το 17,1% από ημιορεινό όγκο. Ουσιαστικά αποτελεί ένα βαθύπεδο που περιβάλλεται από ορεινούς όγκους. Τα βουνά που περιβάλλουν την πεδιάδα είναι ο Όλυμπος στα βόρεια, η οροσειρά της Πίνδου και ο Κόζιακας στα δυτικά, στα ανατολικά ο Κίτσαβος, το Μαυροβούνι και το Πήλιο, ενώ στα νότια τα βουνά Ίταμο, Βουτσικάκι και Όρθρυς. Ο Όλυμπος στα βόρεια με ύψος 2.917 μέτρα αποτελεί και το ψηλότερο βουνό της Ελλάδας (Εγκυκλοπαίδεια Επιστήμη και ζωή, 1991). Προς το Βορρά συνορεύει με τις Περιφέρειες της Δυτικής και της Κεντρικής Μακεδονίας, προς το Νότο με την Περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδος, Δυτικά με την Περιφέρεια της Ηπείρου, ενώ Ανατολικά βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος.

Η ακτογραμμή της είναι αρκετά μεγάλη και φτάνει τα 400 περίπου χιλ. εκ των οποίων τα 60 χιλ. βρίσκονται στην Π.Ε. της Λάρισας ενώ τα 340 χιλ. στη Π.Ε. της Μαγνησίας και των Σποράδων (ΙΕΤΕΘ & ΕΚΕΤΑ, 2013). Το κυριότερο ποτάμι της είναι ο Πηνειός, το τρίτο μεγαλύτερο ποτάμι της χώρας μας, που πηγάζει από την Πίνδο και εκβάλλει στο Αιγαίο Πέλαγος. Τα υπόλοιπα σημαντικά ποτάμια αποτελούν παραποτάμους του Πηνειού, ενώ επίσης σημαντικός είναι και ο Αχελώος ο οποίος αποτελεί και το φυσικό όριο μεταξύ Θεσσαλίας και Ηπείρου (Εγκυκλοπαίδεια Επιστήμη και ζωή, 1991). Διαθέτει τρεις μεγάλες τεχνητές λίμνες, τη λίμνη Πλαστήρα που

αξιοποιείται για επαγγελματική και ερασιτεχνική αλιευτική δραστηριότητα και τις λίμνες Σμοκόβου και Κάρλα που ακόμη δεν αξιοποιούνται αλιευτικά. Ιδιαίτερης σημασίας είναι και η τεχνητή λίμνη του Ταυρωπού, που δημιουργήθηκε μετά την απόφραξη της κοίτης του Ταυρωπού, παραποτάμου το Αχελώου. Στη συνέχεια ακολουθεί ο Χάρτης 3.1 με τα γεωμορφολογικά και φυσικά χαρακτηριστικά της Π.Θ.

Χάρτης 3. 1: Γεωμορφολογικά και φυσικά χαρακτηριστικά της Περιφέρειας Θεσσαλίας. (Ίδια επεξεργασία)





## 1.3 Γεωλογικά στοιχεία

Στην Π.Θ διακρίνονται οι εξής γεωτεκτονικές ζώνες (Μουντράκης, 1985):

- Η Πελαγονική ζώνη: Καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της Π.Θ. και βρίσκεται στο κέντρο-δυτικό μέρος αυτής. Αποτελείται, ως επί το πλείστον, από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα πάνω στα οποία υπάρχουν Μεσοζωικά ιζήματα. Η ζώνη αυτή έχει κατεύθυνση από Βόρειο – δυτικά προς Νότιο – ανατολικά.
- Η Υποπελαγινική ζώνη. Η ζώνη αυτή καταλαμβάνει μικρότερο μέρος της Περιφέρειας από την Πελαγονική ζώνη. Εκτείνεται στο ανατολικό μέρος της και χαρακτηρίζεται από μεγάλες οφειολιθικές μάζες.
- Η ζώνη του Ολύμπου: Η περιοχή αυτή αποτελεί μέρος της ζώνης Γαβρόδου – Τρίπολης. Στην περιοχή του Ολύμπου, εν μέσω της Πελαγονικής ζώνης, παρατηρείται μια γεωλογική διαφοροποίηση. Στο μέρος αυτό χωροθετείται μια συνεχή ανθρακική ιζηματογενή σειρά ηλικία Τριαδικού – Ηωκαίνου.

Σχετικά με το υπέδαφος της Π.Θ., αποτελείται από ορυκτό πλούτο όπως χρωμίτη, θειούχα μεταλλεύματα, αμιάντο, ιλμενίτη και κοιτάσματα λιγνίτη.

## 1.4 Δημογραφικά στοιχεία

Σύμφωνα με την απογραφή του 2011, ο πληθυσμός της Π.Θ. ήταν 732.762 άτομα, πληθυσμός που καθιστά την Π.Θ. τρίτη σε πληθυσμό Περιφέρεια της χώρας. Σύμφωνα με την Απογραφή του 2001 ο πληθυσμός της Π.Θ. ανερχόταν σε 753.888 άτομα. Με βάση τις δύο Απογραφές, υπάρχει μείωση στον πληθυσμό της Π.Θ. κατά 3,071% αν και σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ, τα αποτελέσματα δεν μπορούν θεωρηθούν απολύτων συγκρίσιμα (ΣΒΘΚΕ, 2013). Η μείωση του πληθυσμού συνεχίστηκε και δύο χρόνια αργότερα, το δεύτερο τρίμηνο του 2013, σύμφωνα με στοιχεία της Έρευνας Εργατικού Δυναμικού, ο πληθυσμός έφτασε τα 725.357 άτομα. Συνολικά, μπορεί να ειπωθεί πως σε βάθος 12 χρόνων, 2001-2013, σημειώθηκε αύξηση του πληθυσμού της Π.Θ. με ετήσιο ρυθμό 0,06%. Ο ρυθμός αυτός εκδηλώνει στασιμότητα καθώς ο αντίστοιχος ρυθμός της χώρας ήταν 0,4%. Η στασιμότητα αυτή συγκαλύπτει σημαντικές αναδιαρθρώσεις στις κατηγορίες των ηλικιών (ΠΕΠ Θεσσαλίας, 2014). Σύμφωνα με την Eurostat, κατά το έτος 2011, ο πληθυσμός των ατόμων με ηλικία κάτω των 15 ετών αποτελούσε το 22,51% του πληθυσμού ηλικίας 15-64 ετών. Ποσοστό μεγαλύτερο από το εθνικό ποσοστό, 21,68% αλλά μικρότερο το αντίστοιχο ευρωπαϊκό που για το 2011 ήταν 23,35% (ΣΒΘΚΕ, 2013). Αριθμητικά ο γηραιότερος πληθυσμός της Π.Θ. είναι μεγαλύτερος συγκριτικά με την υπόλοιπη χώρα και το ποσοστό ηλικιακής αντικατάστασης είναι σημαντικά χαμηλότερο συγκριτικά με την υπόλοιπη χώρα (ΣΜΠΕ, 2014). Σε χρονικό διάστημα πέντε χρόνων, 2008-2013, το σύνολο των ατόμων ηλικίας 20 έως 40 μειώθηκε, ενώ το σύνολο των ατόμων ηλικίας μεταξύ 40 έως 50 και άνω των 65 αυξήθηκε. Αποτέλεσμα αυτής της πραγματικότητας ήταν η μείωση του εργασιμου πληθυσμού ηλικίας μέχρι τα 40 σε ποσοστό 1,7%. Μειωμένος είναι δε, και ο αριθμός των ατόμων προσχολικής ηλικίας, λόγω της μείωσης των γεννήσεων (ΠΕΠ Θεσσαλίας, 2014). Σχετικά με τον πληθυσμό ανά φύλο, θα μπορούσε να ειπωθεί πως υπάρχει ισοκατανομή μεταξύ ανδρών και γυναικών, με τις γυναίκες να υπερέχουν με πολύ μικρό ποσοστό (ΣΜΠΕ, 2014). Τα πληθυσμιακά στοιχεία που περιγράφηκαν επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τους βασικούς δημογραφικούς δείκτες της

Περιφέρειας, όπως τον δείκτη εξάρτησης, τον δείκτη γήρανσης και τον δείκτη αναπλήρωσης. Οι δείκτες εξάρτησης και ο δείκτης γήρανσης κινούνται παράλληλα και αυξάνονται με σταθερό ρυθμό σε όλη την περίοδο. Ο δείκτης εξάρτησης (0,58) είναι σταθερά και σημαντικά υψηλότερος για την Περιφέρεια Θεσσαλίας σε σύγκριση με το σύνολο της Χώρας. Αυτό συνεπάγεται, ότι κάθε άτομο με ηλικία 15-64 ετών, με άμεσο ή με έμμεσο τρόπο συμβάλλει, ως εργαζόμενο ή αναλαμβάνοντας την φροντίδα της οικογενείας του, στην επιβίωση 0,58 ατόμων με μη εργάσιμη ηλικία στην Π.Θ. έναντι 0,52 ατόμων στο σύνολο της χώρας. Ο δείκτης γήρανσης για την Περιφέρεια Θεσσαλίας (1,54) χαρακτηρίζεται από έντονη αυξητική τάση, ενώ η διαμόρφωσή του είναι σταθερά σημαντικά μεγαλύτερη από τον αντίστοιχο δείκτη στο σύνολο της Χώρας. Οι τιμές του δείκτη γήρανσης δείχνουν την προοπτική δημογραφικής συρρίκνωσης, τόσο για το σύνολο της Χώρας, όσο και, περισσότερο έντονα, για την Περιφέρεια Θεσσαλίας, σε μεσοπρόθεσμο διάστημα. Η τιμή του δείκτη αναπλήρωσης χαρακτηρίζεται από σταθερή αυξητική τάση τα τελευταία τρίμηνα μετά το δεύτερο τρίμηνο του 2010 που έφθασε στην χαμηλότερη τιμή του (0,97). Η διαμόρφωσή του δείκτη αναπλήρωσης το δεύτερο τρίμηνο του 2013 στο 1,04 δηλώνει ικανότητα βραχυχρόνιας αναπλήρωσης των ατόμων που πρόκειται να απομακρυνθούν από τον πληθυσμό εργάσιμης ηλικίας, κατά την επόμενη πενταετία (ΠΕΠ Θεσσαλίας, 2014).

Σε ότι αφορά τις Π.Ε., αυτές της Καρδίτσας και των Τρικάλων εμφανίζουν την μεγαλύτερη μείωση του πραγματικού πληθυσμού από το 2001 έως και το 2011, ενώ οι Π.Ε. Λαρίσης και Μαγνησίας εμφανίζουν σταθερότητα. Οι Π.Ε. που βρίσκονται στο Δυτικό Κορμό (Καρδίτσας και Τρικάλων) εκδηλώνουν τους μεγαλύτερους δείκτες γήρανσης και τους μικρότερους δείκτες αντικατάστασης, ενώ αντίθετα, η Π.Ε. Σποράδων, εμφανίζει μικρό δείκτη γήρανσης, αλλά πολύ μικρό δείκτη αντικατάστασης.

Οι εκτιμήσεις για την εξέλιξη του πληθυσμού από το 2011 μέχρι τα έτη 2021 και 2029 σε επίπεδο Καλλικτράτειου δήμου απεικονίζονται στον επόμενο Πίνακα 3.1.

**Πίνακας 3. 1: Εκτιμήσεις για την εξέλιξη του πληθυσμού από το 2011 μέχρι τα έτη 2021 και 2029 σε επίπεδο Καλλικτράτειου δήμου (ΕΛΣΤΑΤ, 2011)**

Μόνιμος πληθυσμός	2011	2021	2029	%μτβ. 2011-2021	%μτβ. 2021-2029
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ</b>	10.815.197	10.972.832	11.098.940	1,5%	1,1%
<b>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ</b>	732.762	731.476	730.447	-0,2%	-0,1%
<b>ΠΕ ΛΑΡΙΣΗΣ</b>	284.325	287.705	290.409	1,2%	0,9%
<b>ΠΕ ΚΑΡΔΙΤΣΗΣ</b>	113.544	108.084	103.717	-4,8%	-4,0%
<b>ΠΕ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ</b>	190.010	191.091	191.956	0,6%	0,5%
<b>ΠΕ ΣΠΟΡΑΔΩΝ</b>	13.798	14.836	15.667	7,5%	5,6%
<b>ΠΕ ΤΡΙΚΑΛΩΝ</b>	131.085	128.236	125.957	-2,2%	-1,8%
<b>ΔΗΜΟΣ ΛΑΡΙΣΑΙΩΝ (έδρα Λάρισα)</b>	162.591	179.182	195.772	10,2%	9,3%
<b>ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΑΣ (έδρα Αγιά)</b>	11.470	9.996	8.523	-12,8%	-14,7%
<b>ΔΗΜΟΣ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ (έδρα Ελασσόνα)</b>	32.121	26.910	21.698	-16,2%	-19,4%

*Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας*

ΔΗΜΟΣ ΚΙΛΕΛΕΡ (έδρα Κιλελέρ)	20.854	19.289	17.723	-7,5%	-8,1%
ΔΗΜΟΣ ΤΕΜΠΩΝ (έδρα Μακρυχώρι)	13.712	12.302	10.892	-10,3%	-11,5%
ΔΗΜΟΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ (έδρα Τύρναβος)	25.032	24.543	24.053	-2,0%	-2,0%
ΔΗΜΟΣ ΦΑΡΣΑΛΩΝ (έδρα Φάρσαλα)	18.545	15.484	12.423	-16,5%	-19,8%
ΔΗΜΟΣ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ (έδρα Καρδίτσα)	56.747	56.981	57.169	0,4%	0,3%
ΔΗΜΟΣ ΑΡΓΙΘΕΑΣ (έδρα Ανθηρό)	3.450	3.921	4.298	13,7%	9,6%
ΔΗΜΟΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ (έδρα Μορφοβούνι)	4.635	5.079	5.435	9,6%	7,0%
ΔΗΜΟΣ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ (έδρα Μουζιάκι)	13.122	10.519	8.437	-19,8%	-19,8%
ΔΗΜΟΣ ΠΑΛΑΜΑ (έδρα Παλαμάς)	16.726	15.239	14.049	-8,9%	-7,8%
ΔΗΜΟΣ ΣΟΦΑΔΩΝ (έδρα Σοφάδες)	18.864	16.344	13.825	-13,4%	-15,4%
ΔΗΜΟΣ ΒΟΛΟΥ (έδρα Βόλος)	144.449	148.802	153.154	3,0%	2,9%
ΔΗΜΟΣ ΑΛΜΥΡΟΥ (έδρα Αλμυρός)	18.614	17.528	16.441	-5,8%	-6,2%
ΔΗΜΟΣ ΖΑΓΟΡΑΣ-ΜΟΥΡΕΣΙΟΥ (έδρα Ζαγορά)	5.809	5.324	4.838	-8,4%	-9,1%
ΔΗΜΟΣ ΝΟΤΙΟΥ ΠΗΛΙΟΥ (έδρα Αργαλαστή)	10.216	9.492	8.767	-7,1%	-7,6%
ΔΗΜΟΣ ΡΗΓΑ ΦΕΡΑΙΟΥ (έδρα Βελεστίνο)	10.922	9.947	8.971	-8,9%	-9,8%
ΔΗΜΟΣ ΣΚΙΑΘΟΥ (έδρα Σκιάθος)	6.088	6.684	7.279	9,8%	8,9%
ΔΗΜΟΣ ΑΛΟΝΝΗΣΟΥ (έδρα Αλόνησος)	2.750	3.017	3.283	9,7%	8,8%

ΔΗΜΟΣ ΣΚΟΠΕΛΟΥ (έδρα Σκόπελος)	4.960	5.136	5.312	3,5%	3,4%
ΔΗΜΟΣ ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ (έδρα Τρίκαλα)	81.355	84.375	87.396	3,7%	3,6%
ΔΗΜΟΣ ΚΑΛΑΜΠΑΚΑΣ (έδρα Καλαμπάκα)	21.991	20.267	18.543	-7,8%	-8,5%
ΔΗΜΟΣ ΠΥΛΗΣ (έδρα Πύλη)	14.343	12.029	9.714	-16,1%	-19,2%
ΔΗΜΟΣ ΦΑΡΚΑΛΟΝΑΣ (έδρα Φαρκαδόνα)	13.396	11.565	9.734	-13,7%	-15,8%
Ορεινές ζώνες	75.332	65.168	57.037	-13,5%	-12,5%
Ημιορεινές ζώνες	81.035	77.251	74.223	-4,7%	-3,9%
Πεδινές ζώνες	576.395	589.057	599.187	2,2%	1,7%

## 1.5 Παραγωγικοί τομείς

Η οικονομία της Π.Θ. έχει επηρεασθεί σημαντικά από την οικονομική κρίση και ύφεση που βιώνει η χώρα μας τα τελευταία χρόνια. Συγκεκριμένα από το 2009 φαίνεται να έχει πτωτική τάση ο τριτογενής και ο δευτερογενής τομέας, τάση που συνεχίζει μέχρι και σήμερα. Η πτωτική τάση στον πρωτογενή τομέα αρχίζει από το 2010 αλλά είναι έντονη. Ο τριτογενής τομέας συμμετέχει στην συνολική Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία (ΑΠΑ) σε ποσοστό 71% ενώ ο δευτερογενής τομέας σε ποσοστό 21%, η συμμετοχή του πρωτογενούς είναι της τάξης του 9%. Ο πρωτογενής τομέας αφορά κυρίως την φυτική παραγωγή ενώ ο δευτερογενής τη μεταποίηση και τις κατασκευές. Στον τριτογενή εντάσσονται δραστηριότητες όπως το εμπόριο, ο τουρισμός, η Δημόσια Διοίκηση και οι κτηματικές συναλλαγές.

Σχετική έρευνα με τους παραγωγικούς τομείς επισημαίνει την έλλειψη διασύνδεσης του τριτογενή τομέα με τους άλλους δύο τομείς, ως προς τις παραγωγικές διαδικασίες, αλλά την άμεση εξάρτηση του από αυτούς σε ότι αφορά τη δημιουργία εισοδήματος. Επίσης, έχει διαπιστωθεί πως ο τριτογενής τομέας στηρίζεται σε μη παραγωγικές δραστηριότητες, αλλά κυρίως στην κατανάλωση και στην δημόσια διοίκηση (ΣΜΠΕ, 2014).

Έπειτα από την συρρίκνωση της απασχόλησης κατά το πρώτο τρίμηνο του 2009 και το δεύτερο τρίμηνο του 2013 στην Περιφέρεια, ο πρωτογενής τομέας απασχολεί το 25% των εργαζομένων στη Θεσσαλία, ο δευτερογενής το 16 % και ο τριτογενής τομέας το 59% (ΠΕΠ Θεσσαλίας, 2014). Η ενασχόληση με τον πρωτογενή τομέα στην χώρα μας δεν ικανοποιεί σε καμία περίπτωση τις εγχώριες καταναλωτικές ανάγκες σε βασικά αγροτικά προϊόντα. Αντίθετα, η Ελλάδα καταλαμβάνει μια αρκετά χαμηλή θέση στην σειρά κατάταξης ως προς το βαθμό αυτότητας σε σχέση με άλλες χώρες της Ευρώπης. Το μεγαλύτερο μέρος των αναγκών μας ικανοποιείται από εισαγόμενα είδη. Κατά την χρονική περίοδο 2003-2009 το εξωτερικό εμπόριο πρωτογενών και δευτερογενών προϊόντων θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ελλειμματικό. Από το 2009 και έπειτα, το εμπορικό έλλειμμα μειώνεται λόγω των υποχρεωτικών εισαγωγών και την μείωσης των εξαγωγών.

Η Θεσσαλία κατέχει την πρώτη θέση μεταξύ του συνόλου των περιφερειών της Ελλάδας στην παραγωγή σκληρού σιταριού. Το έτος 2011 η παραγωγή σκληρού σιταριού απέφερε 103.24 εκατ. €, ποσό που αντιστοιχούσε στο 28.93% της ελληνικής παραγωγής το εν λόγω έτος. Άλλοι επικερδείς τομείς για το έτος 2011 ήταν τα βιομηχανικά φυτά που απέφεραν 241.34 εκατ. € και τα νωπά λαχανικά που απέφεραν 374.08 εκατ. €, ποσά που αντιστοιχούσαν στο 29.44% και στο 21,97% αντίστοιχα, της ελληνικής παραγωγής.

Σχετικά με τη ζωική παραγωγή, για το έτος 2012, ο πιο σημαντικός κλάδος ήταν η αιγοπροβατοτροφία η οποία ήταν υπεύθυνη για το 58,6% της εθνικής ζωικής παραγωγής, για το 18% του εγχώριου πρόβειου γάλακτος και 16% του εγχώριου αίγειου γάλακτος. Σε σειρά σημαντικότητας ακολουθεί η βοοτροφία που παρήγαγε το 33% της ελληνικής παραγωγής βόειου κρέατος και το 15% του βόειου γάλακτος και η χοιροτροφία που παρήγαγε το 24% της εθνικής παραγωγής χοιρινού κρέατος.

Ο κλάδος των τροφίμων – ποτών και συγκεκριμένα ο κλάδος της γαλακτοκομίας, το 2011, κατείχε την πρώτη θέση ως προς την απασχόληση (1.198 άτομα) και ως προς τον κύκλο εργασιών (κέρδος 462 εκατ. €). Άλλοι κλάδοι που το έτος 2011 παρουσίασαν ενδιαφέρον ήταν ο κλάδος των σιτηρών – ψυχανθών που απέφεραν 200 εκατ. € και απασχόλησαν 499 άτομα, ο κλάδος των οπωροκηπευτικών – χυμοί με κέρδος 135.6 εκατ. € και εργαζομένους 464 άτομα και τα προϊόντα ελιάς – λάδι με 117.7 εκατ. € κέρδος και 385 απασχολούμενους. Γενικά προκύπτει πως οι μεγαλύτερες επιχειρήσεις στη Θεσσαλία ασχολούνται με τα τρόφιμα – ποτά και απασχολούν περίπου το 21.7% του προσωπικού που εργάζεται στις 500 μεγαλύτερες επιχειρήσεις της Περιφέρειας Θεσσαλίας και καταλαμβάνουν την πρώτη θέση σε αριθμό απασχολούμενων. Τέλος, το 79% των επιχειρήσεων του κλάδου του κλάδου τροφίμων - ποτών είναι εξαγωγικές, ενώ αποτελούν το 37% των εξαγωγικών επιχειρήσεων όλων των κλάδων του δείγματος των 500 επιχειρήσεων. Γενικά σε ότι αφορά τις εξαγωγές, η Θεσσαλία είναι η τέταρτη σε σειρά Περιφέρεια που συμβάλλει στις εξαγωγές της χώρας μας κατά 4%, το 36% των οποίων οδηγείται στις ευρωπαϊκές αγορές. Πρώτη είναι η Αττική με ποσοστό 46%, ακολουθούν η Πελοπόννησος με 20% και η Κεντρική Μακεδονία με 17% (Μπέλλης κ.α., 2013).

Με βάση τα δεδομένα που έχουν ληφθεί από την ΕΛΣΤΑΤ και την Eurostat, για τον τομέας της απασχόλησης ανά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας μπορούν να επισημανθούν τα εξής:

- Ο αριθμός των θέσεων εργασίας στη Θεσσαλία μειώθηκε από τις 296.000 θέσεις το 2008 στις 246 000 θέσεις το 2012, αριθμός που αντιστοιχεί στο 17% των προϋπαρχόντων θέσεων (Eurostat, 2013). Το 22,9 τω κατοίκων της Π.Θ. απασχολείται στη γεωργία, κτηνοτροφία, δασοκομία και αλιεία.
- Ο αριθμός των θέσεων εργασίας στον πρωτογενή τομέα αυξήθηκε κατά 2.000 θέσεις, δηλαδή σε ποσοστό 3%, φτάνοντας το 2012 στις 62.000 θέσεις. Αύξηση σημειώθηκε και σε άλλους κλάδους εργασίας όπως ο κλάδος της Ενημέρωσης και Επικοινωνίας που αυξήθηκε κατά 1.800 άτομα και ο κλάδος των Επαγγελματικών και Επιστημονικών τεχνικών που αυξήθηκε κατά 1.300 άτομα. Η αύξηση αυτή αποδίδεται κατά κύριο λόγο στη μετατροπή των μισθωτών σε αυτοαπασχολούμενους (Eurostat, 2013).
- Αν και ο πρωτογενής τομέας αλλά και ο τομέας της μεταποίησης αποτελούν τους τομείς στους οποίους εξειδικεύεται η Θεσσαλία, η συνολική συνεισφορά τους στην περιφερειακή ΑΠΑ ανέρχεται μόλις στο ~25%. Αυτή η συνειδητοποίηση οδηγεί στο συμπέρασμα ότι είναι απαραίτητο να αναζητηθούν και να εφαρμοστούν και άλλοι τομείς οικονομικής δραστηριότητας που θα βοηθήσουν στην ανάπτυξη και ενίσχυση δραστηριοτήτων του

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

τριτογενή τομέα με ισχυρή συσχέτιση με τις περιφερειακές εξειδικεύσεις (ΕΛΣΤΑΤ, 2011).

- Δεδομένων των πολύ χαμηλών επιδόσεων των δαπανών για E&A από τις επιχειρήσεις αλλά και με βάση τη διάρθρωση της περιφερειακής οικονομίας και τις πληροφορίες σχετικά με την κλαδική συνεισφορά στις δαπάνες E&A των επιχειρήσεων το 2011, ως κύρια πηγή χρηματικής συνεισφοράς στην E&A, με ορίζοντα το 2020, θεωρείται η Μεταποίηση και συγκεκριμένα οι επιχειρήσεις με προσωπικό πάνω από 10 άτομα (Σαχίνης κ.α., 2013)

**Πίνακας 3. 2: Τομεακή ανάπτυξη σε επίπεδο Περιφερειακών Ενοτήτων στη Θεσσαλία (Eurostat, 2011)**

													Τάση	Στόχος
													2021	
		2000	2001	2002	2003	...	2007	2008	2009	2010	2011	...	2021	
<b>Θεσσαλία</b>	Πρωτο-γενής	16,8%	15,7%	15,8%	15,0%	...	9,5%	9,1%	8,8%	8,4%	8,1%	...	6,6%	7,0%
<b>Καρδίτσα</b>						...	11,8%	11,9%	11,9%	11,8%	11,8%	...	9,2%	9,9%
<b>Λάρισα</b>						...	13,5%	46,1%	47,0%	12,5%	12,2%	...	9,8%	10,2%
<b>Μαγνησία</b>						...	4,0%	10,3%	9,8%	3,1%	2,8%	...	2,2%	2,3%
<b>Τρίκαλα</b>						...	8,5%	9,6%	9,2%	6,2%	5,6%	...	4,8%	5,0%
<b>Θεσσαλία</b>	Δευτερο-γενής	21,3%	23,2%	23,8%	24,8%	...	24,7%	23,7%	22,8%	20,5%	19,3%	...	19,3%	19,5%
<b>Καρδίτσα</b>							18,8%	15,5%	12,7%	10,3%	8,4%	...	9,7%	9,7%
<b>Λάρισα</b>							19,0%	65,1%	66,4%	17,7%	17,3%	...	16,8%	17,7%
<b>Μαγνησία</b>							36,1%	93,7%	90,5%	28,9%	26,8%	...	26,9%	27,2%
<b>Τρίκαλα</b>							20,1%	24,0%	24,4%	17,4%	16,6%	...	16,2%	16,4%
<b>Θεσσαλία</b>	Τριτο-γενής	61,9%	61,1%	60,4%	60,2%	...	65,8%	67,2%	68,4%	71,1%	73,0%	...	74,2%	73,5%
<b>Καρδίτσα</b>							69,4%	72,6%	75,5%	77,9%	81,0%	...	81,1%	80,4%
<b>Λάρισα</b>							67,5%	68,3%	60,0%	69,8%	70,6%	...	73,4%	72,4%
<b>Μαγνησία</b>							59,9%	62,7%	65,4%	68,0%	70,9%	...	70,9%	70,5%
<b>Τρίκαλα</b>							71,4%	73,1%	74,8%	76,4%	78,1%	...	79,0%	79,0%
<b>αύξηση ως προς τάση</b>														
<b>ταύτιση με τάση</b>														
<b>μείωση ως προς τάση</b>														

Παρατηρώντας τον Πίνακα 3.2 καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

- Ο πρωτογενής τομέας θα υποστεί μια σχετική μείωση αλλά με επιβραδυντική τάση συγκριτικά με την προηγούμενη δεκαετία σε επίπεδο Περιφέρειας και Περιφερειακής Ενότητας (ΠΕ) που θα ισοδυναμεί με την απόλυτη αύξηση του ΑΕΠ του εν λόγω τομέα.
- Ο δευτερογενής τομέας θα κυμανθεί στα ίδια επίπεδα αρχικά, ενώ θα υποστεί μικρή αύξηση σε επίπεδο Περιφέρειας και μικρές αυξομειώσεις σε επίπεδο ΠΕ.
- Ο τριτογενής τομέας θα υποστεί μικρή μείωση σε επίπεδο Περιφέρειας και στην πλειονότητα των ΠΕ. Απόρροια αυτής της μείωσης θα είναι η συρρίκνωση των μην παραγωγικών συμβατικών τριτογενών δραστηριοτήτων και η ενίσχυση των δραστηριοτήτων αιχμής.

Στον Πίνακα 3.3 που ακολουθεί παρουσιάζεται η τομεακή κατανομή της απασχόλησης για το έτος 2011 και η αντίστοιχη εκτίμηση για το έτος 2021 σε επίπεδο Καλλικτράτειου δήμου.

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Πίνακας 3. 3: Τομεακή κατανομή απασχόλησης για τα έτη 2011 και 2021 σε επίπεδο Καλλικρατικού δήμου (Eurostat, 2011)

	2001 (% σε απασχολούμενους)			2011 (% σε απασχολούμενους)			2021 (% σε απασχολούμενους)		
	Α'γενής	Β'γενής	Γ'γενής	Α'γενής	Β'γενής	Γ'γενής	Α'γενής	Β'γενής	Γ'γενής
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ</b>	15,2%	23,0%	61,8%						
<b>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ</b>	28,8%	20,0%	51,1%	25%	16%	59%	21%	16%	63%
<b>ΠΕ ΚΑΡΔΙΤΣΗΣ</b>	43,2%	13,6%	43,2%	39%	11%	51%	32%	12%	56%
<b>ΠΕ ΛΑΡΙΣΗΣ</b>	29,6%	20,1%	50,3%	26%	15%	58%	22%	16%	62%
<b>ΠΕ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ</b>	17,9%	23,9%	58,2%	16%	18%	66%	10%	20%	70%
<b>ΠΕ ΣΠΟΡΑΔΩΝ</b>	12,4%	29,4%	58,3%	11%	22%	67%	8%	20%	72%
<b>ΠΕ ΤΡΙΚΑΛΩΝ</b>	30,9%	19,4%	49,8%	27%	15%	58%	24%	15%	61%
<b>ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>	21,6%	18,1%	60,2%	19%	13%	67%	16%	15%	69%
<b>ΔΗΜΟΣ ΑΡΓΙΘΕΑΣ</b>	63,3%	12,8%	24,0%	61%	10%	29%	55%	11%	34%
<b>ΔΗΜΟΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ</b>	36,4%	20,5%	43,1%	34%	16%	50%	28%	16%	55%
<b>ΔΗΜΟΣ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ</b>	51,3%	14,2%	34,6%	48%	11%	41%	42%	12%	46%
<b>ΔΗΜΟΣ ΠΑΛΑΜΑ</b>	69,1%	7,2%	23,7%	66%	6%	28%	60%	8%	32%
<b>ΔΗΜΟΣ ΣΟΦΑΔΩΝ</b>	67,2%	7,3%	25,6%	64%	6%	30%	57%	7%	36%
<b>ΔΗΜΟΣ ΛΑΡΙΣΑΙΩΝ</b>	7,4%	24,1%	68,4%	7%	18%	75%	4%	19%	77%
<b>ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΑΣ</b>	58,2%	11,7%	30,0%	57%	9%	34%	52%	10%	38%
<b>ΔΗΜΟΣ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ</b>	53,7%	15,8%	30,6%	53%	12%	35%	49%	13%	38%
<b>ΔΗΜΟΣ ΚΙΛΕΛΕΡ</b>	56,6%	15,1%	28,2%	56%	12%	32%	49%	13%	38%
<b>ΔΗΜΟΣ ΤΕΜΠΩΝ</b>	45,2%	23,4%	31,4%	46%	18%	36%	40%	20%	40%
<b>ΔΗΜΟΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ</b>	43,9%	18,2%	38,0%	43%	14%	43%	38%	16%	46%
<b>ΔΗΜΟΣ ΦΑΡΣΑΛΩΝ</b>	57,2%	13,1%	29,7%	57%	10%	33%	51%	11%	38%
<b>ΔΗΜΟΣ ΒΟΛΟΥ</b>	7,1%	26,3%	66,5%	6%	19%	74%	3%	20%	77%
<b>ΔΗΜΟΣ ΑΛΜΥΡΟΥ</b>	40,9%	18,4%	40,6%	39%	14%	47%	33%	16%	51%
<b>ΔΗΜΟΣ ΖΑΓΟΡΑΣ-ΜΟΥΡΕΣΙΟΥ</b>	66,5%	10,4%	23,1%	64%	8%	28%	57%	9%	34%
<b>ΔΗΜΟΣ ΝΟΤ. ΠΗΛΙΟΥ</b>	52,2%	16,2%	31,6%	50%	13%	37%	44%	14%	42%
<b>ΔΗΜΟΣ ΡΗΓΑ ΦΕΡΑΙΟΥ</b>	44,6%	19,2%	36,1%	27%	18%	54%	23%	21%	56%
<b>ΔΗΜΟΣ ΣΚΙΑΘΟΥ</b>	6,9%	27,5%	65,6%	6%	20%	74%	4%	18%	77%
<b>ΔΗΜΟΣ ΑΛΟΝΝΗΣΟΥ</b>	23,7%	30,8%	45,5%	21%	24%	54%	16%	22%	63%
<b>ΔΗΜΟΣ ΣΚΟΠΕΛΟΥ</b>	13,4%	31,0%	55,5%	12%	24%	65%	8%	21%	71%
<b>ΔΗΜΟΣ ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ</b>	19,9%	20,5%	59,7%	18%	15%	67%	13%	16%	71%
<b>ΔΗΜΟΣ ΚΑΛΑΜΠΑΚΑΣ</b>	39,8%	18,1%	42,1%	37%	14%	49%	33%	15%	52%
<b>ΔΗΜΟΣ ΠΥΛΗΣ</b>	42,6%	21,6%	35,8%	40%	17%	43%	36%	17%	47%
<b>ΔΗΜΟΣ ΦΑΡΚΑΛΟΝΑΣ</b>	61,8%	13,8%	24,4%	59%	11%	29%	55%	12%	33%

Γενικά αναμένεται αύξηση της συμμετοχής στην απασχόληση του τριτογενούς τομέα και συνέχιση της μείωσης του πρωτογενούς αλλά με φθίνοντα ρυθμό και στις δύο περιπτώσεις. Σχετικά με τον δευτερογενή τομέα, δεν αναμένεται να υπάρχουν πολλές διακυμάνσεις ενώ η ανάκαμψη αναμένεται να είναι αισθητή από τα τέλη της δεκαετίας που διανύουμε (ΥΠΕΚΑ, 2014).

## 1.6 Φυσικό περιβάλλον

### 1.6.1 Κλιματολογικές συνθήκες

Στο ανατολικό παράκτιο και ορεινό τμήμα της Π.Θ. το κλίμα είναι μεσογειακό, το καλοκαίρι είναι θερμό και ξηρό και ο χειμώνας ήπιος. Δεδομένης της ύπαρξης των βουνών γύρω από τον κάμπο της Θεσσαλίας, η επίδραση της θάλασσας είναι αρκετά περιορισμένη, με αποτέλεσμα το κλίμα να είναι ηπειρωτικό με θερμό καλοκαίρι και ψυχρό χειμώνα. Τέλος, σχετικά με το κλίμα των δυτικών ορεινών περιοχών της Περιφέρειας, χαρακτηρίζεται ως ορεινό και έχει πολλές χιονοπτώσεις και υψηλό βροχομετρικό δείκτη. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται στους 16-17°C. Κοντά στη θάλασσα η θερμοκρασία είναι περίπου 20°C ενώ κοντά στη θάλασσα αυξάνεται και αγγίζει τους 23 °C. Ως ψυχρότερος μήνας θεωρείται ο Ιανουάριος με μέση θερμοκρασία τους 5,6 °C ενώ ως θερμότερος ο Ιούλιος με μέση θερμοκρασία τους 27,2 °C. Η βροχόπτωση παρουσιάζει χωρομεταβλητότητα, λόγω της ηπειρωτικής της θέσης, και κυμαίνεται από 445,2 χιλιοστά στο Βόλο μέχρι και 1.069,2 χιλιοστά στον Ασπροπόταμο (Μουντράκης, 1983).

### 1.6.2 Χλωρίδα

Η Π.Θ. είναι μια περιοχή με πλούσιο φυσικό περιβάλλον. Τα δάση αποτελούν το 25,36% της συνολικής εδαφικής επικράτειας της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Συνιστούν δηλαδή ένα σημαντικό κομμάτι της όσον αφορά την κάλυψη γης. Αντίθετα, οι δασικές εκτάσεις (θάμνοι) αντιπροσωπεύουν μικρότερο ποσοστό της τάξης του 19,62%. Αναλυτικότερα, το μεγαλύτερο ποσοστό δασών το έχει ο Νομός Τρικάλων με 41,63%. Ακολουθεί ο Νομός Καρδίτσας με 29,93%, ο Νομός Μαγνησίας με 17,38% και ο Νομός Λάρισας με 12,5%. Στη κατηγορία των δασικών εκτάσεων τα πράγματα αντιστρέφονται αρκετά καθώς πρώτος έρχεται ο Νομός Μαγνησίας (38,89%), δεύτερος ο Νομός Λάρισας (23,67%) και ακολουθούν οι Νομοί Τρικάλων και Καρδίτσας με 10,35 % και 5,58% αντίστοιχα. Το μεγαλύτερο μέρος των δασικών πόρων και της θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης συγκεντρώνεται στο ορεινό και ημιορεινό τμήμα της Περιφέρειας. Ειδικά στα βουνά της και πιο συγκεκριμένα στον Όλυμπο, στο Πήλιο και στην Πίνδο υπάρχουν μεγάλα δάση από πεύκα, έλατα δρυς και καστανιές. Στην περιοχή του Παγασητικού κόλπου ευδοκμούν εσπεριδοειδή και διάφορα είδη ελιάς. Στον Πίνακα 3.4 που ακολουθεί αναδεικνύεται το ποσοστό % των κυριότερων δασοπονικών ειδών επί της συνολικής έκτασης του νομού. Επίσης, υπάρχουν και αρκετές εκτάσεις χωρίς βλάστηση, καθώς και σημαντικό ποσοστό αρόσιμης γης, ετερογενών αγροτικών και βοσκοτοπικών εκτάσεων (Λιαρίκος, 2012). Όσον αφορά το ανθρωπογενές περιβάλλον, το ποσοστό κάλυψης του ορεινού και ημιορεινού χώρου από τον οικιστικό χώρο και από άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες είναι αρκετά πιο μικρό από ότι στον πεδινό χώρο (ΥΠΕΚΑ, 2014).



Πίνακας 3. 4: Ποσοστό % των κυριότερων δασοπονικών ειδών επί της συνολικής έκτασης του νομού (Λαρίκος, 2012)

	Νομός Καρδίτσας	Νομός Λάρισας	Νομός Μαγνησίας	Νομός Τρικάλων
Αείφυλλα Πλατύφυλλα	50,58	23,67	38,67	10,35
Δρύς Φυλλοβόλα	17,63	5,62	7,03	20,51
Οξυά	0,51	2,94	4,61	2,79
Μαύρη Πεύκη	0,01	1,52	-	3,56
Ελάτη	9,87	0,91	0,37	12,81
Καστανιά	0,99	0,57	1,84	0,26
Χαλέπιος Πεύκη	0,05	0,28	3,23	0,04
Πλάτανος	0,54	0,49	0,21	1,41
Άρκευθος	-	-	0,22	-
Λευκόδερμος Πεύκη	-	0,07	-	0,19
Δρύς-Φυλλοβόλοι θάμνοι	0,23	-	0,06	0,01

### 1.6.3 Πανίδα

Η Περιφέρεια διαθέτει και πλούσια πανίδα, καθώς στα μεγάλα βουνά της υπάρχουν πολλά είδη ζώων. Συγκεκριμένα, υπάρχουν περίπου 250 σημαντικά είδη ζώων. Τα είδη αυτά εμπεριέχονται στις ζωογεωγραφικές περιοχές της Θεσσαλίας και της Ηπείρου, έτσι ώστε συνολικά να βρίσκονται εντός των διοικητικών ορίων της υπό μελέτη Περιφέρειας.

Πίνακας 3. 5: Τα είδη της πανίδας που πρέπει να προστατευθούν στην Π.Θ. σύμφωνα με την οδηγία 92/43/ΕΟΚ και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν (Οδηγία 92/43/ΕΟΚ)

	Διεθνής ονομασία	Ελληνική ονομασία	Αιτία κινδύνου	Τοποθεσία
Θηλαστικά	Rhinolophus euryale	Μεσορινόλοφος	Τουρισμός, χρήση βιοκτόνων, καταστροφή σπηλαίων	Ηπειρωτική χώρα, Αλόνησος
	Ursus arctos	Καφέ αρκούδα	Κακοδιαχείριση δασικών πόρων, παράνομο κυνήγι	Κεντρική και βόρεια Πίνδος
	Lutra lutra	Βίδα	καταστροφή ενδιατημάτων, κυνήγι, ρύπανση	Ηπειρωτική χώρα
	Rupicapra rupicapra	Αγριόγιδο	Παράνομο κυνήγι, επιδημίες	Όλυμπος, Κόζιακας
	Lynx lynx	Λύγκας	Επιδημίες, καταστροφή δασών, κυνήγι	Πίνδος
	Capra aegagrus	Αίγαγρος	Τουρισμός, παράνομο κυνήγι, αρρώστιες	Νησί Γιούρα
	Monachus monachus	Μεσογειακή φώκια	Αλλοίωση βιοτόπων, κυνήγι, υπεαίλιση της τροφής της, εμπλοκή σε αλιευτικά δίχτυα	Βόρειες Σποράδες
	Tursiops truncatus	ΡΙνοδέλφινο	Τουρισμός, ρύπανση, αυξημένα ναυσιπλοικά δρομολόγια	Σε όλες τις ελληνικές θάλασσες
Πουλιά	Pelecanus crispus	Αργυροπελεκάνος	Αλλοίωση υγροτόπων	Σε μεγάλους υγροτόπους

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

	Plegadis falcinellus	Χαλκόκοτα	Αλλοίωση υγροτόπων, παράνομο κυνήγι, ενοχλήσιες στις αποικίες	Σε διάφορους υγροτόπους
	Milvus migrans	Τσίφτης	Αλλοίωση υγροτόπων, κυνήγι	Σε διάφορους υγροτόπους
	Gypaetus barbatus	Γυπαετός	Αλλοίωση ενδιαιτημάτων, καταστροφή φωλιών, κυνήγι	Σε διάφορες περιοχές
	Gelochelidon nilotica	Γελογλάρονο	Όχληση, απόλεια περιοχών τροφοληψίας, αποξήρανση ελών	Σε μεγάλους υγροτόπους
Ερπετά	Testudo graeca	Γραικοχελώνα	Πυρκαγιές, παράνομο κυνήγι	Ανατολικό τμήμα του ηπειρωτικού χώρου
	Testudo hermanni	Οнуχοχελώνα	Πυρκαγιές, παράνομο κυνήγι	Ηπειρωτική χώρα
	Testudo marginata	Κρασπεδοχελώνα	Γεωργικές δραστηριότητες, πυρκαγιές, τεχνικά έργα	Ηπειρωτική χώρα
	Emys orbicularis	Βαλτοχελώνα	Αλλοίωση υγροτόπων, ρύπανση	Ηπειρωτική χώρα
	Mauremys caspica	Ποταμοχελώνα	Αλλοίωση βιοτόπων, κυνήγι, ρύπανση	Ηπειρωτική χώρα
	Caretta caretta	Καρέτα	Ρύπανση, εμπλοκή σε αλιευτικά δίχτυα, θανάτωση από σκάφη, όχληση αποικιών	Σε όλες τις ελληνικές θάλασσες
	Elaphe quatuorlineata	Λαφιάτης	Αλλοίωση βιοτόπων, κυνήγι	Ηπειρωτική και νησιωτική χώρα
	Elaphe situla	Σπιτόφιδο	Γεωργικές δραστηριότητες, Τουρισμός	Ηπειρωτική και νησιωτική χώρα
	Vipera ursinii	Νανόχεντρα	Αλλοίωση βιοτόπων	Ορεινές περιοχές
Αμφίβια	Triturus cristatus	Χτενοτρίτονας	Αλλοίωση βιοτόπων, ρύπανση	Ηπειρωτική χώρα
	Bombina variegata	Κιτρινομπομπίνα	Τεχνικά έργα, ρύπανση	Ηπειρωτική χώρα
Ψάρια	Pseudophoxinus stymphalicus	Ντάσκα	Τεχνικά έργα, ρύπανση	Χολόρεμα Θεσσαλίας
	Gobio kessleri	Μυλωνάκι	Αλλοίωση τόπων αναπαραγωγής, ρύπανση	Πηνειός
	Gobio uranoscopus	Μουστακάς	Τεχνικά έργα, ρύπανση	Πηνειός
	Barbus cyclolepis cholorematicus	Βιργιάνα	Ανεπάρκεια νερού	Χολόρεμα Θεσσαλίας
	Cobitis taenia	Φεροβαλονίτσα	Αλλοίωση βιοτόπων, ρύπανση	Κεφαλόβρυσο Βελεστίνου
Ασπόνδυλα	Osmoderma eremita	-	Υπερεκμετάλλευση δασικών πόρων	Βόρεια Θεσσαλία
	Cerambyx cerdo	-	-	Βόρεια Θεσσαλία
	Morimus funereus	-	-	Βόρεια και κεντρική Θεσσαλία
	Rosalia alpina	-	-	Βόρεια Θεσσαλία
	Lucanus cervus	-	-	Ηπειρωτική χώρα

Οι βασικότερες απειλές για την προστασία των θηλαστικών είναι η αλλοίωση των βιοτόπων τους, το κυνήγι και η εξάπλωση των τουριστικών δραστηριοτήτων. Στα πουλιά, σημαντικότερες αιτίες είναι η αλλοίωση των φυσικών υγροτόπων διαμονής τους και το κυνήγι, ενώ βασική απειλή για τα προστατευόμενα είδη των ερπετών είναι και εδώ η αλλοίωση των βιοτόπων τους, καθώς και η ρύπανση και η επέκταση των γεωργικών δραστηριοτήτων. Η ρύπανση οφείλεται ως επί το πλείστον για την απειλή των αμφιβίων, καθώς και η αλλοίωση των υγροτόπων διαμονής τους. Στα ψάρια, τώρα, κύρια αιτία είναι η ρύπανση των υδάτων στα οποία διαμένουν, καθώς και τα διάφορα τεχνικά έργα. Αντιθέτως, τα ασπόνδυλα δεν αντιμετωπίζουν μεγάλα προβλήματα αφού η μόνη αιτία κινδύνου τους είναι η υπερεκμετάλλευση των δασικών πόρων.

Τα είδη που είναι πιο ευαίσθητα και κινδυνεύουν με εξαφάνιση είναι η καφέ αρκούδα, το αγριόγιδο, η μεσογειακή φώκια, ο αίγαγρος και η χελώνα καρέτα (Ηλιάδης, 2010).

## **1.6.4 NATURA 2000**

Το δίκτυο NATURA 2000, βασίζεται στην ευρωπαϊκή οδηγία 92/43/ΕΟΚ «για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας». Άμεσος σκοπός της είναι η προστασία της βιοποικιλότητας και των οικοτόπων των ειδών της άγριας πανίδας και χλωρίδας. Οι περιοχές NATURA 2000 χωρίζονται σε Ζώνες Ειδικής Προστασίας (Ζ.Ε.Π.) και σε Περιοχές Κοινοτικού Ενδιαφέροντος (Π.Κ.Ε.). Η διαχείριση των Ζ.Ε.Π. γίνεται με βάση την οδηγία 92/43/ΕΟΚ και το άρθρο 4 της οδηγίας 79/409/ΕΟΚ, ενώ οι Π.Κ.Ε. αφού χαρακτηριστούν έτσι ύστερα από επιστημονική αξιολόγηση στην συνέχεια και εντός έξι χρόνων θα πρέπει να κηρυχτούν ως Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (Ε.Ζ.Δ.) και η διαχείριση τους να γίνει σύμφωνα με την οδηγία 92/43/ΕΟΚ (ΥΠΕΚΑ, 2014). Επίσης, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.6, έχουν συσταθεί μόνο δύο Φορείς Διαχείρισης για τις περιοχές του Όρους Ολύμπου, του Εθνικού θαλάσσιου πάρκου Αλοννήσου-Βορείων Σποράδων και Ανατολικής Σκοπέλου και των Νησιών Κυρά Παναγιά, Ψαθούρα και των γύρω νησίδων Άγιος Γεώργιος, Νήσοι Αδελφοί, Λεχούσα και Γαϊδουρονήσια.

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Πίνακας 3. 6: Περιοχές NATURA 2000 στην Π.Θ. (Μιχαλοπούλου 2004, Χριστοπούλου 2010)

Περιφέρεια	Περιοχή	Κατηγορία προστασίας	Φορέας διαχείρισης
<b>ΘΕΣΣΑΛΙΑ</b>	Περιοχή λίμνης Ταυρωπού	Ε.Ζ.Δ.	-
	Αισθητικό δάσος Όσσης	Ε.Ζ.Δ.	-
	Κάρλα-Μαυροβούνι-Κεφαλόβρυσο Βελεστίνου-Νεοχώρι	Ε.Ζ.Δ.	Κάρλας-Βελεστίνου-Μαυροβουνίου
	Αισθητικό δάσος Κοιλάδας Τεμπών	Ζ.Ε.Π. - Ε.Ζ.Δ.	-
	Όρος Μαυροβούνι	Ζ.Ε.Π	-
	Δέλτα πηνειού	Ζ.Ε.Π	
	Όρος Όσσα	Ζ.Ε.Π	-
	Στενά Καλαμακίου και Όρη Ζάκρου	Ζ.Ε.Π	-
	Όρος Πήλιο και Παράκτια Θαλάσσια Ζώνη	Ε.Ζ.Δ.	-
	Κουρί Αλμυρού-Άγιος Σεραφείμ	Ε.Ζ.Δ.	-
	Σκιάθος: Κουκουναριές και ευρύτερη θαλάσσια περιοχή	Ε.Ζ.Δ.	-
	Εθνικό θαλάσσιο πάρκο Αλοννήσου-Βορείων Σποράδων, Ανατολική Σκόπελος	Ε.Ζ.Δ.	Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Αλοννήσου-Βορείων Σποράδων
	Νησιά Κυρά Παναγιά, Ψαθούρα και γύρω νησίδες Άγιος Γεώργιος, Νήσοι Αδελφοί, Λεχούσα, Γαϊδουρονήσια	Ζ.Ε.Π	Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Αλοννήσου-Βορείων Σποράδων
	Ασπροπόταμος	Ε.Ζ.Δ.	-
	Κερκέτιο όρος (Κόζιακας)	Ε.Ζ.Δ.	-
	Αντιχάσια όρη (Μετέωρα)	Ε.Ζ.Δ.	-
	Στενά Καλαμακίου	Ε.Ζ.Δ.	-
	Ποταμός Πηνειός-Αντιχάσια όρη	Ζ.Ε.Π	-
Κορυφές όρους Κόζιακα	Ζ.Ε.Π	-	
<b>ΘΕΣΣΑΛΙΑ ΚΑΙ ΗΠΕΙΡΟΣ</b>	Όρη Αθαμανών (Νεράιδα)	Ε.Ζ.Δ.	-
	Κοιλάδα Αχελώου	Ζ.Ε.Π	-
	Περιοχή Μετσόβου (Ανήλιο-Κατάρρα)	Ε.Ζ.Δ.	-
	Όρος Λάκμος (Περιστέρι)	Ζ.Ε.Π. - Ε.Ζ.Δ.	-
<b>ΘΕΣΣΑΛΙΑ ΚΑΙ ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ</b>	Άγραφα	Ε.Ζ.Δ.	-
<b>ΘΕΣΣΑΛΙΑ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ</b>	Κάτω Όλυμπος, Όρος Γοδαμάνι και Κοιλάδα Ροδιάς	Ζ.Ε.Π	-
	Όρος Τίταρος	Ε.Ζ.Δ.	-
	Κάτω Όλυμπος-Καλλιπεύκη	Ε.Ζ.Δ.	-
	Όρος Όλυμπος	Ζ.Ε.Π. - Ε.Ζ.Δ.	Εθνικού Δρυμού Ολύμπου

## 1.6.5 Τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους

Τα τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους (Τ.Ι.Φ.Κ.) είναι περιοχές στις οποίες, συνήθως, το ανθρώπινο και το φυσικό στοιχείο αναμιγνύονται οι οποίες όμως χαρακτηρίζονται από υψηλή αισθητική αξία. Τα Τ.Ι.Φ.Κ. συνήθως περιλαμβάνουν ιστορικούς, αρχαιολογικούς ή παραδοσιακούς χώρους άλλα ταυτόχρονα διαθέτουν και αξιόλογα φυσικά στοιχεία. Πολλές φορές όμως παρατηρείται υποβάθμιση τους λόγω των διαφόρων ανθρώπινων δραστηριοτήτων (Μαντούζα, 2008).

**Πίνακας 3. 7: Τα Τοπία ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους (Τ.Ι.Φ.Κ.) στην Π.Θ. (Σύστημα Φιλοτίας, 2015 και Ιδία επεξεργασία)**

Περιοχή	Τοποθεσία
Νομός Καρδίτσας	Αισθητικό δάσος Καραϊσκάκη
	Άλσος Παπαράντας
	Ιερά Μονή Ρεντίνας
	Μονή σπηλιάς Καμπουριανών Αγράφων
	Περιοχή λίμνης πλαστήρα
Νομός Λάρισας	Αισθητικό δάσος Όσσας
	Η μεταξύ Λαρίσης και Φαρσάλων αγροτική περιοχή
	Κοιλιάδα Τεμπών
	Χαράδρες Ξερολακκί και παππά ρέμα Ολύμπου
Νομός Μαγνησίας	Άγιος Βλάσιος και άγιος Γεώργιος Πηλίου
	Αγνώντας-Λιμνονάρι Σκοπέλου
	Αισθητικό δάσος Κουρί Αλμυρού
	Βράχος Μονής Αγίου Ιωάννη Σκοπέλου
	Δράκεια και Άγιος Λαυρέντιος Πηλίου
	Ζαγορά
	Κόλπος νήσων Σούρπης
	Μακρυνίτσα και Πορταριά Πηλίου
	Μηλιές, Βυζίτσα, Πινακάτες Πηλίου
	Όρμος κουκουναριές Σκιάθου
	Πάνορμος-Μηλιά-Χόβολο Σκοπέλου
	Περιοχή Ι.Μ. Ευαγγελίστριας Σκιάθου
	Στάφυλος Σκοπέλου
	Τσαγκαράδα-Μούρεσι-Κισσός-Ανήλιο Σκοπέλου
	Χερσόνησος Τραγοβούνι
Νομός Τρικάλων	Αισθητικό δάσος λόφων Κάστρου και Αηλιά
	Περιοχή Μετεώρων
	Περιοχή της μονής δουσίκου
	Πύλη Τρικάλων

## 1.6.6 Βιότοποι CORINE

Το πρόγραμμα αυτό αποτελεί μια ευρωπαϊκή προσπάθεια για την καταγραφή 430 τόπων σε ολόκληρη την ελληνική επικράτεια ως τόπους με αξιόλογη οικολογική σημασία. Μέσω της ένταξης ενός βιοτόπου στο πρόγραμμα «Βιότοποι CORINE» επιχειρείται να διασφαλιστεί η οικολογική του ισορροπία μέσω της υπόδειξης κάποιων συγκεκριμένων περιοριστικών μέτρων έτσι ώστε να αποφευχθούν οι ανεπιθύμητες δραστηριότητες (Μαντούζα, 2008).

Πίνακας 3. 8: Οι βιότοποι CORINE στην Π.Θ. (Σύστημα Φιλότης 2015 και Ίδια επεξεργασία)

Περιοχή	Τοποθεσία
Νομός Καρδίτσας	Κοιλάδα Αχελώου στο χωριό Πετρωτό
	Λουτρά Σμοκοβού
	Ποταμός Ενιπέυς Φαρσάλων
Νομός Λάρισας	Δέλτα Πηνειού
	Λιβάδια Τερψιθέας
	Μαυροβούνι Λαρίσης
	Όρη κάτω Όλυμπος και Όσσα, Τέμπη και Δέλτα πηνειού
	Όρος Κάτω Όλυμπος
	Όρος Όσσα
	Στενά Καλαμακίου
	Στενό Ροδιάς Τυρνάβου
Νομός Μαγνησίας	Βουνά Γκούρας
	Κοιλάδα των Τεμπών
	Κορυφές όρους Πήλιο
	Κουρί Αλμυρού
	Μάτι Τυρνάβου
	Νήσοι Βόρειοι Σποράδες
	Νήσοι Κυρά-Παναγιά, Γιούρα, Πιπέρι
	Νήσος Σκάτζουρα
	Νήσος Σκιάθος
	Ορεινό συγκρότημα Πηλίου-Μαυροβουνίου
	Όρμος Σούρπης/Στόμιο Μαγνησίας
	Υψωμα Γεντίκι
Νομός Τρικάλων	Αντιχάσια Όρη και μετέωρα
	Κερκέτιο Όρος
	Όρος Αυγό

## 1.6.7 Άλλοι βιότοποι

Πέρα από τους Βιότοπους CORINE υπάρχει και μια άλλη κατηγορία βιοτόπων η οποία θεσπίζεται έτσι ώστε να διασφαλιστεί και σε αυτή η απαραίτητη οικολογική ισορροπία. Οι βιότοποι αυτοί

χαρακτηρίζονται από σημαντική παρουσία χλωρίδας και πανίδας η οποία πρέπει να προστατευτεί απέναντι στην υποβάθμιση που παρατηρείται (Μαντούζα, 2008).

**Πίνακας 3. 9: Άλλοι Βιότοποι στην Π.Θ. (Σύστημα Φύλοτης, 2015 και Ίδια επεξεργασία)**

Περιοχή	Τοποθεσία
Νομός Καρδίτσας	Μεταξύ Κέδρου και Λουτροπηγής Καρδίτσας
	Όρος Νεράιδα νότιας Πίνδου
	Περιοχή Κουτσουφλιανής Καρδίτσας
Νομός Λάρισας	Περιοχή Φαρσάλων
	Ποταμός Πηνειός
Νομός Μαγνησίας	Γορίτσα Μαγνησίας
	Νησιά Αδελφοί Σποράδων
	Νησιά Γαϊδουρονήσια Σποράδων
	Νήσος Λεχούσα
	Πηγή Κεφαλόβρυσο Βελεστίνου και Πηγή Βελεστίνου
Ρέμα Χολόρεμμα Θεσσαλίας	
Νομός Τρικάλων	Δάσος Περτουλίου
	Όρος Δοκίμι Νότιας Πίνδου
	Όρος Κράτσοβο Τρικάλων
	Όρος Τριγία νότιας Πίνδου

### 1.6.8 Περιοχές που προστατεύονται σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο

Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται προστατευόμενες περιοχές η προέλευση των οποίων έρχεται από την ελληνική νομοθεσία. Η πρώτη κατηγορία Π.Π. η οποία περιλαμβάνεται εντός των διοικητικών ορίων της Π.Θ. είναι η «Περιοχή προστασίας της φύσης» η οποία καθορίζεται με βάση τα άρθρα 18 και 19 του νόμου 1650/86. Με βάση τα ίδια άρθρα καθορίζονται και οι κατηγορίες «Εθνικοί δρυμοί» και «Εθνικά πάρκα», ο «Εθνικός Δρυμός» περιγράφεται και στον νόμο 996/71. Η διαφορά μεταξύ των τριών αυτών κατηγοριών είναι ότι στο πρώτο οι περιορισμοί είναι πιο αυστηροί σε σχέση με τα άλλα δύο (Ν. 1650/86 και Ν. 996/71). Τα «Αισθητικά δάση» καθορίζονται, επίσης, με βάση το νόμο 996/71, όπως επίσης με τον ίδιο νόμο καθορίζονται και τα «Διατηρητέα μνημεία της φύσης». Τα πρώτα αφορούν σχηματισμούς ιδιαίτερου οικολογικού αλλά και αισθητικού ενδιαφέροντος, ενώ η δεύτερη αφορά σχηματισμούς ή και περιοχές με οικολογικό, ιστορικό, παλαιοντολογικό και πολιτισμικό ενδιαφέρον. Οι «Ελεγχόμενες κυνηγετικές περιοχές» θεσπίζονται από το νόμο 177/75, όπως αυτός αναπροσαρμόστηκε από τον νόμο 2637/98 και αφορά περιοχές όπου η κυνηγετική δραστηριότητα γίνεται ελεγχόμενη έτσι ώστε να προστατευθούν τα απειλούμενα είδη (Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων, 2015).

**Πίνακας 3. 10: Περιοχές που προστατεύονται σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο (Μιχαλοπούλου 2004, Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων 2015)**

Κατηγορία προστασίας	Τοποθεσία
Περιοχή προστασίας της φύσης	Περιοχές εθνικού πάρκου Βόρειων Σποράδων
Εθνικοί δρυμοί	Εθνικός Δρυμός Ολύμπου
Εθνικά πάρκα	Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο Αλοννήσου
Αισθητικά Δάση	Κάτω Όλυμπος
	Δέλτα Πηνειού-Τέμπη
	Αισθητικό δάσος Όσσας
	Αισθητικό δάσος Κοιλιάδας των Τεμπών
	Σκιάθος: Κουκουναριές
	Έλος Σούρπης-Κουρί Αλμυρού
	Δάσος Κάστρου Τρικάλων
Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης	Νησί Πιπέρι στις Βόρειες Σποράδες
Ελεγχόμενες Κυνηγετικές περιοχές	Κόζιακας Τρικάλων
	Όσσα Λάρισας
	Αντιχάσια όρη-Μετέωρα
	Εθνικό θαλάσσιο πάρκο Αλοννήσου-Βόρειων Σποράδων, ανατολική σκόπελος
Καταφύγια θηραμάτων	Κάρλα-Μαυροβούνι-Κεφαλόβρυσο Βελεστίνου
	Αντιχάσια όρη-Μετέωρα
	Εθνικό θαλάσσιο πάρκο Αλοννήσου-Βόρειων Σποράδων, ανατολική σκόπελος
	Όσσα Λάρισας
	Κάτω Όλυμπος

### 1.6.9 Ποιότητα υδάτων παράκτιων περιοχών

Οι παράκτιες περιοχές της Π.Θ. χαρακτηρίζονται από καλής ποιότητας θαλάσσια ύδατα τα οποία έχουν συμβάλει τα μέγιστα και στην τουριστική ανάπτυξη των παραλιών της Περιφέρειας.

Το πρόγραμμα «Γαλάζιες σημαίες» είναι ένα πρόγραμμα το οποίο αφορά τις οργανωμένες παραλίες οι οποίες πληρούν τις προϋποθέσεις της Ε.Ε. για τα όρια ποιότητας των υδάτων έτσι ώστε να επιτρέπεται η κολύμβηση. Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, οι Νομοί Λάρισας και Μαγνησίας κατέχουν έναν σημαντικό αριθμό οργανωμένων παραλιών που λαμβάνουν την αναγνώριση της «Γαλάζιας σημαίας». Αξίζει να σημειωθεί ότι ο Νομός Μαγνησίας έρχεται 7ος πανελλαδικώς όσον αφορά τους παράκτιους νομούς που έχουν τις περισσότερες γαλάζιες σημαίες (Γαλάζιες σημαίες, 2015).



Πίνακας 3. 11: Το πρόγραμμα «Γαλάζιες σημαίες» (Πρόγραμμα γαλάζιες σημαίες, 2015 και Ιδία επεξεργασία)

	Καλλικρατικός Ο.Τ.Α.	Γαλάζιες σημαίες
Νομός Λάρισας	Δήμος Τεμπών	3
	Δήμος Αγιάς	2
Νομός Μαγνησίας	Δήμος Νοτίου Πηλίου	5
	Δήμος Βόλου	8
	Δήμος Σκοπέλου	1
	Δήμος Σκιάθου	2

## 1.6 Ανθρωπογενές περιβάλλον

### 1.6.1 Τεχνική υποδομή

#### 1.6.1.1 Μεταφορές

Σχετικά με το μεταφορικό κομμάτι της Περιφέρειας, αξίζει να ειπωθεί ότι δύναται να επηρεάσει άμεσα το μεταφορικό δίκτυο ολόκληρης της χώρας λόγω της στρατηγικής θέσης που διαθέτει. Επομένως, η εκατοστέ κατάσταση που επικρατεί σε αυτό τον τομέα έχει σημαντικές συνέπειες σε ολόκληρες σχεδόν τις μεταφορικές υποδομές της Ελλάδας.

#### Οδικό δίκτυο

Ο σημαντικότερος οδικός άξονας που διασχίζει αυτή τη στιγμή την Περιφέρεια είναι ο Π.Α.Θ.Ε. Ο άξονας αυτός αποτελεί τον σημαντικότερο οδικό άξονα της χώρας καθώς αποτελεί ουσιαστικά την ραχοκοκαλιά της. Ο άξονας αυτός χαρακτηρίζεται και από πολλούς ως άξονας της ανάπτυξης, αφού οι περιοχές με τη μεγαλύτερη ανάπτυξη βρίσκονται περίξ αυτού. Το Εθνικό οδικό δίκτυο διαθέτει ικανοποιητικά οδικά χαρακτηριστικά και ποιότητας οδοστρώματος, αλλά υπάρχουν πολλά περιθώρια βελτίωσης (Σακελλαρίου, 2008). Υπό κατασκευή βρίσκεται ο οδικός άξονας E-65 που αναμένεται να αποτελέσει μια επανάσταση στις οδικές μεταφορές καθώς με την ολοκλήρωση του, η χώρα θα αποκτήσει έναν κάθετο οδικό άξονα που θα ανοίξει νέους εμπορικούς, πολιτιστικούς και τουριστικούς δρόμους. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τοπικής ωφέλειας της χώρας μας αποτελεί η σύνδεση των πόλεων των Τρικάλων και της Καρδίτσας με την Αθήνα σε χρονικό διάστημα 3 και 2,5 ωρών αντίστοιχα. Γενικά, μπορεί να ειπωθεί πως με την κατασκευή του E-65 θα μειωθεί σημαντικά ο χρόνος διασύνδεσης της Δ. Μακεδονίας με την Αττική και την Νότια Ελλάδα (Καραγιάννης, 2015). Τα πράγματα δεν είναι και τόσο ικανοποιητικά για το επαρχιακό δίκτυο καθώς αυτό αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα όπως κακή ποιότητα και χαρακτηριστικά οδοστρώματος. Θετικό είναι ωστόσο, το γεγονός ότι οι περισσότεροι οικισμοί, πλην κάποιων ελαχίστων ορεινών, διαθέτουν οδική σύνδεση με τα βασικά οικιστικά κέντρα και την πρωτεύουσα (Σακελλαρίου, 2008).

#### Σιδηροδρομικό δίκτυο

Το σιδηροδρομικό δίκτυο που εξυπηρετεί την Περιφέρεια αφορά 4 γραμμές. Τη γραμμή Αθήνα-Λάρισα-Θεσσαλονίκη, την Παλαιοφάρσαλος-Καλαμάτα, την Βόλος-Λάρισα και την γραμμή Βόλος-Μηλίες Πηλίου. Από αυτές η πιο σημαντική είναι η πρώτη καθώς συνδέει την Θεσσαλία με τα δύο εθνικά μητροπολιτικά κέντρα καθώς και με την υπόλοιπη Ελλάδα (Σακελλαρίου, 2008). Ο

σιδηρόδρομος ωστόσο δεν διαδραματίζει τον βαρύνοντα ρόλο που θα μπορούσε διότι το δίκτυο διαθέτει σχεδιαστικά μειονεκτήματα ενώ υστερεί και σε ποιοτικά χαρακτηριστικά. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, εμποδίζεται η ανάπτυξη του δίπολου Λάρισα- Βόλος, ενώ και η πολιτική των συνδυασμένων μεταφορών βρίσκει εμπόδια στην εφαρμογή της (Π.Ε.Π. Θ.Σ.Η. 2007-2013).

#### Θαλάσσιοι λιμένες

Σύμφωνα με Γ.Π.Χ.Σ.Α.Α., 2008, το μοναδικό λιμάνι της Π.Θ. αξιόλογης σημασίας είναι το λιμάνι του Βόλου το οποίο χαρακτηρίζεται ως κύριος διεθνείς θαλάσσιος λιμένας. Εκτός από το λιμάνι του Βόλου υπάρχουν και οι εξής λιμένες: λιμένας Σκιάθου, λιμένας Σκοπέλου, λιμένας Λουτρακίου-Γλώσσας σκοπέλου, λιμένας Αγνώντα Σκοπέλου, λιμένας Πατητήρι Αλοννήσου, λιμένας Νησιού Τρικεριού και λιμένας Αγίας Κυριακής Τρικεριού. Επίσης, υπάρχουν και κάποιοι ιδιωτικοί λιμένες, κυρίως για εμπορική χρήση, ενώ υπάρχουν και κάποια αλιευτικά καταφύγια στο νομό Μαγνησίας. Όσον αφορά τα ακτοπλοϊκά δρομολόγια, μπορεί να ειπωθεί ότι είναι επαρκή, καθώς υπάρχουν δρομολόγια από το Βόλο προς τις Βόρειες Σποράδες σε καθημερινή βάση. Τα δρομολόγια αυτά όμως παρουσιάζουν διακυμάνσεις ανάλογα με την εποχή (Πύριλλος, 2009)

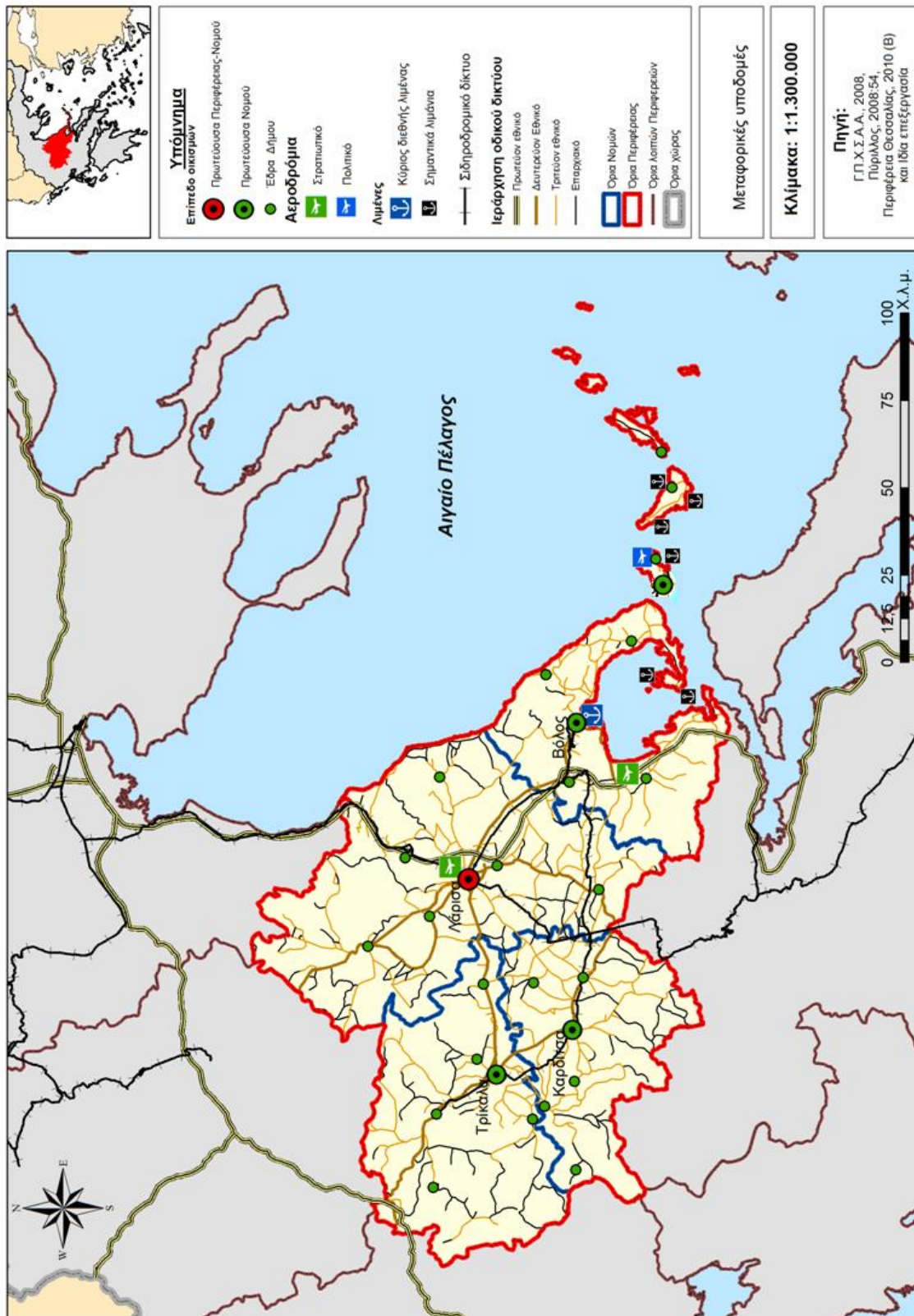
#### Αερολιμένες

Στην Π.Θ. υπάρχουν τρεις αερολιμένες. Οι αερολιμένες τοποθετούνται στην Λάρισα, στην Νέα Αγχιάλο και στην Σκιάθο. Από αυτά, τα αεροδρόμια της Λάρισας και της Νέας Αγχιάλου είναι στρατιωτικά. Εντούτοις, το αεροδρόμιο της Νέας Αγχιάλου εκτελεί, μαζί με αυτό της Σκιάθου, πτήσεις charter για τις ανάγκες της τουριστικής περιόδου. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι αεροπορικές μετακινήσεις από και προς την περιφέρειες αφορούν ένα πολύ μικρό ποσοστό από συνολικές μετακινήσεις (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2010)

Στον Χάρτη 3.2 παρουσιάζονται στο χώρο οι κατηγορίες των μεταφορικών υποδομών που προαναφέρθηκαν.

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Χάρτης 3. 2: Κατηγορίες μεταφορικών υποδομών στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Ίδια επεξεργασία)



### 1.6.1.2 Ενέργεια

Ο ενεργειακός τομέας θεωρείται πάρα πολύ σημαντικός για τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό. Αποτελεί ένα βασικό σημείο το οποίο απαιτεί προσεκτική ρύθμιση και σχεδιασμό έτσι ώστε να μπορέσει να συμβάλει θετικά προς την αιεφόρο ανάπτυξη, καθώς είναι πρωτεύουσας σημασίας η επέκταση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η θέση αυτή ενισχύεται και από το γεγονός ότι η μέση ετήσια κατανάλωση ανά κάτοικο (kWh) αυξάνεται, από 4.113 το 2000, στο 4.970 το 2007 και στο 5.100 το 2012 (Δ.Ε.Η. Α.Ε., 2014). Στους δύο πίνακες που ακολουθούν, φαίνεται η κατανάλωση ενέργειας κάθε νομού της Περιφέρειας σε σχέση με την Ελλάδα για τα έτη 2008 και 2012 (ΕΛΣΤΑΤ 2010, ΕΛΣΤΑΤ 2012).

**Πίνακας 3. 12: Κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρήση στην Π.Θ. για το 2008 (ΕΛΣΤΑΤ 2010 και Ιδία επεξεργασία)**

Διοικητικό επίπεδο	Οικιακή χρήση	Εμπορική χρήση	Βιομηχανική χρήση	Γεωργική χρήση	Δημόσιες και δημοτικές αρχές	Φωτισμός οδών	Σύνολο
Νομός Καρδίτσας	154.720	102.168	41.817	131.277	10.932	14.464	455.378
Νομός Λάρισας	377.632	347.254	280.153	390.033	63.533	20.886	1.479.491
Νομός Μαγνησίας	309.928	266.863	1.614.523	86.106	37.995	19.174	2.334.589
Νομός Τρικάλων	178.920	147.677	68.646	78.541	12.269	16.042	502.094
Περιφέρεια Θεσσαλίας	1.021.200	863.961	2.005.138	685.958	124.730	70.566	4.771.552
Ελλάδα	18.125.546	16.729.602	14.980.844	3.105.373	2.090.677	869.715	55.901.757

**Πίνακας 3. 13: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρήση στην Π.Θ. για το 2012 (ΕΛΣΤΑΤ 2012 και Ιδία επεξεργασία)**

Διοικητικό επίπεδο	Οικιακή χρήση	Εμπορική χρήση	Βιομηχανική χρήση	Γεωργική χρήση	Δημόσιες και δημοτικές αρχές	Φωτισμός οδών	Σύνολο
Νομός Καρδίτσας	158.935	93.862	32.556	104.724	10.496	14.560	415.133
Νομός Λάρισας	387.752	316.759	217.758	316.180	61.320	20.927	1.320.695
Νομός Μαγνησίας	319.341	235.341	931.789	76.528	34.854	19.004	1.616.857
Νομός Τρικάλων	184.710	134.505	59.521	63.459	12.509	15.766	470.470
Περιφέρεια Θεσσαλίας	1.050.738	780.466	1.241.624	560.892	119.179	70.256	3.823.155
Ελλάδα	18.454.589	14.782.312	12.202.237	2.727.453	2.118.450	883.335	51.168.377

Από του δύο Πίνακες που προηγούνται μπορούν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα:

- Με την πάροδο του χρόνου παρατηρείται μείωση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την ικανοποίηση σχεδόν όλων των αναγκών της Π.Θ. Συγκεκριμένα, μείωση εμφανίζεται για την ικανοποίηση αναγκών σχετικών με την εμπορική, την βιομηχανική

και την γεωργική χρήση, με τις δημόσιες και δημοτικές αρχές όπως και με τον φωτισμό των δρόμων. Αύξηση εμφανίζει μόνο η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την ικανοποίηση της οικιακής χρήσης.

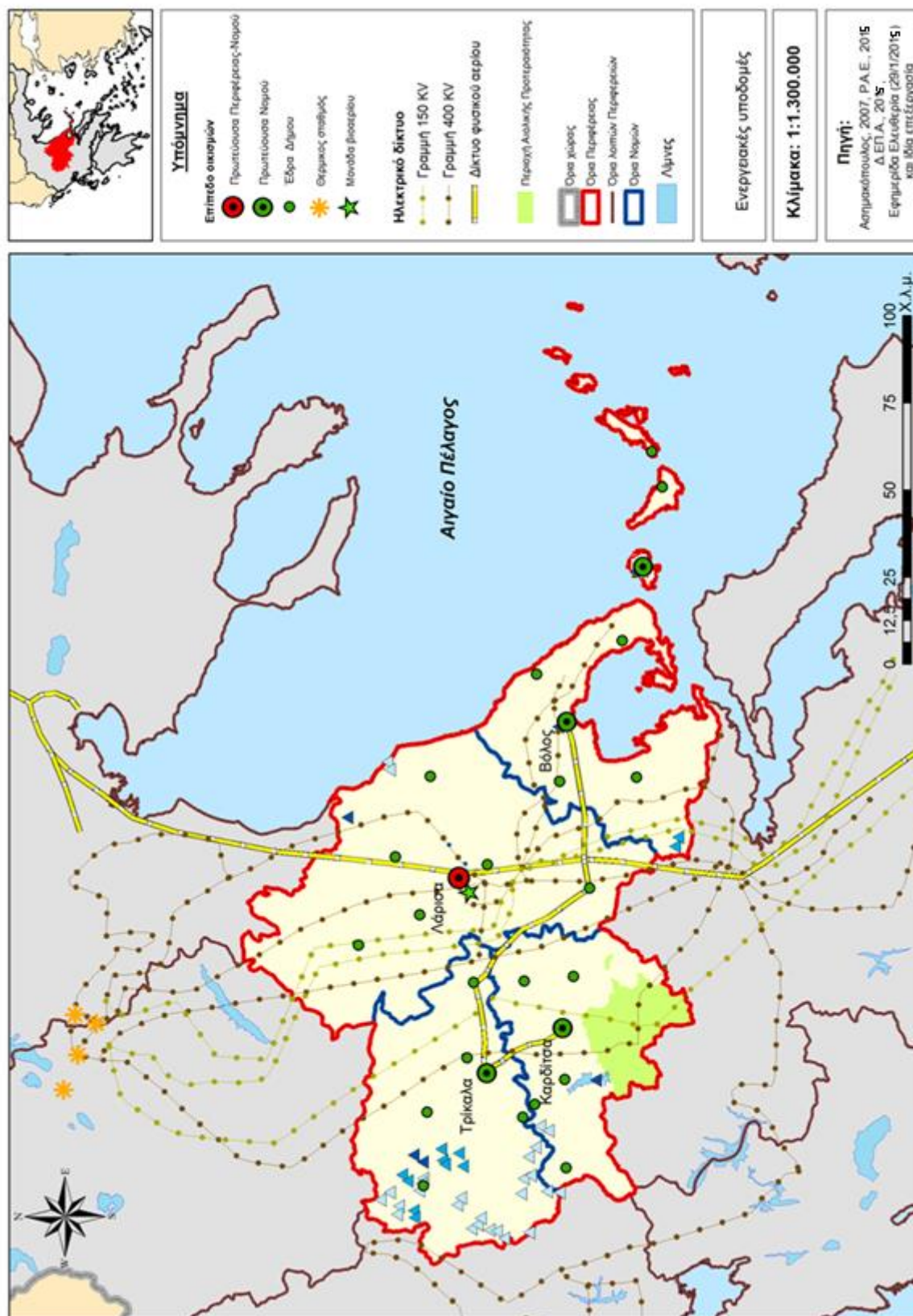
- Ένα βασικό συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι το ότι γενικότερα η Π.Θ. καταναλώνει κάτι λιγότερο από το ¼ της συνολικής ενέργειας που καταναλώνει ολόκληρη η υπόλοιπη χώρα για γεωργική χρήση.
- Σημαντικό θεωρείται το ποσοστό που καταναλώνει η Περιφέρεια για την λειτουργία της βιομηχανίας της, που το έτος 2008 αντιστοιχούσε στο 13,4% και 2012 στο 10,2% της συνολικής εθνικής κατανάλωσης στον εν λόγω τομέα.
- Ανεξαρτήτως αν η κατανάλωση ενέργειας για την οικιακή χρήση παρουσιάζει αύξηση, το ποσοστό συμμετοχής της στην εθνική κατανάλωση ενέργειας του εν λόγω τομέα είναι αρκετά μικρό καθώς για το 2008 αντιστοιχεί στο 5,6% ενώ για το 2012 στο 5,7%.
- Όσον αφορά τις υπόλοιπες χρήσεις, κινούνται σε λογικά επίπεδα με το ποσοστό χρήσης του ηλεκτρισμού για τον φωτισμό των οδών να ξεχωρίζει στο 8,1% για το 2008 και στο 7,9% για το 2012.
- Σε επίπεδο νομού, μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι τον πρώτο ρόλο στην κατανάλωση ρεύματος κατέχει ο νομός Μαγνησίας. Έπονται οι Νομοί Λάρισας, Τρικάλων και Καρδίτσας.
- Εστιάζοντας ξεχωριστά σε κάθε χρήση, είναι φανερό ότι ο Νομός Μαγνησίας καταναλώνει ένα πολύ μεγάλο ποσοστό για την βιομηχανία, σε αντίθεση με τους άλλους νομούς των οποίων το ποσοστό είναι αρκετά μικρότερο.
- Στην γεωργική χρήση υπερτερεί ο Νομός Λάρισας, καθώς καταναλώνει ένα μεγάλο ποσοστό της τάξης του 12,6% για το 2008 και 11,5% για το 2012, τη στιγμή που στους υπόλοιπους νομούς είναι πολύ μικρότερο.
- Στις υπόλοιπες χρήσεις, ο Νομός Λάρισας κατέχει την μερίδα του λέοντος στην κατανάλωση ενέργειας, με τον Νομό Μαγνησίας να ακολουθεί και έπονται οι Νομοί Καρδίτσας και Τρικάλων.

Σχετικά με τις τεχνικές υποδομές, θα πρέπει να σημειωθεί ότι την Περιφέρεια διασχίζουν γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας των 150 και των 400 kV, ενώ όσον αφορά το φυσικό αέριο, υπάρχει ένας αγωγός που διασχίζει την Π.Θ. από το Βορρά προς τον Νότο και διέρχεται από το μέσο της περιόδου. Από τα μεγάλα αστικά κέντρα, αυτά που εξυπηρετούνται από το δίκτυο φυσικού αερίου είναι η Λάρισα και ο Βόλος (Ρ.Α.Ε, 2015), ενώ το δίκτυο επεκτείνεται και στις πόλεις των Τρικάλων και Καρδίτσας, καθώς και στα Φάρσαλα και την Φαρκαδόνα (ΕΠ.Α. Θεσσαλίας, 2014).

Στις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας τώρα, σύμφωνα με στοιχεία από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.), δεν υπάρχουν εγκαταστάσεις για την παραγωγή αιολικής ενέργειας στην Π.Θ., παρόλο που από το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Ε.Π.Χ.Χ.Α.Α. Α.Π.Ε.) καθορίζονται κάποιοι πρώην Καποδιστριακοί δήμοι στο Νομό Καρδίτσας ως Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (Π.Α.Π.). Στο σημείο αυτό θεωρείται σκόπιμο να αναφερθεί πως την διετία 2010- 2012 έχουν δοθεί πάνω από 80 άδειες εγκατάστασης σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ από την ευρύτερη Αποκεντρωμένη Διοίκηση Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας (Ν.3851/2010), όπως είναι η άδεια εγκατάστασης αιολικού πάρκου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ισχύος 10,8 MW της επιχείρησης ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΛΕΙΠΤΟΚΑΡΥΑΣ Α.Ε. (Πρώην ΕΝΤΕΚΑ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΠΕ) στη θέση

Αρχοντική, των Δήμων Σαρανταπόρου και Αντιχασίων, του Νομού Λάρισας (ΑΔΑ : 4ΙΞΞΙΑ1-2Ω). Σχετικά με την υδροηλεκτρική ενέργεια στην Περιφέρεια Θεσσαλίας, υπάρχουν 8 μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί συνολικής ισχύος 4,9 MW, ενώ βρίσκονται υπό κατασκευή άλλοι 13 σταθμοί ισχύος 7,5 MW. Αξίζει να σημειωθεί πως την τελευταία δεκαετία περισσότερα από 50 σημεία περίπου, ισχύος 12,4 MW, έχουν πάρει άδεια παραγωγής (Ασημακόπουλος 2007, ΥΠΕΚΑ 2014). Ένας από τους μεγαλύτερους υδροηλεκτρικούς σταθμούς ισχύος 130 MW βρίσκεται στην λίμνη Πλαστήρα (Ρ.Α.Ε, 2014). Στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων της ΔΕΥΑ Λάρισας, λειτουργεί από το 2008 μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο ισχύς 0,6 MW. Το βιοαέριο χρησιμοποιείται σαν καύσιμο σε δύο αεριομηχανές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που διατίθεται για την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών των εγκαταστάσεων. Υπολογίζεται ότι κάθε μέρα, κατά μέσο όρο παράγονται 1000 KWh. Επίσης, γίνεται προσπάθεια για την ενεργειακή αξιοποίηση και του βιοαερίου του ΧΥΤΑ Λάρισας με μέγιστη ισχύ 1,25 MW (Νορία, 2010). Η παραγωγή ενέργειας με τη μορφή βιοαερίου από βιομάζα έχει μεγάλες προοπτικές στον θεσσαλικό χώρο καθώς, σύμφωνα με τον Ασημακόπουλο (2007), στην Περιφέρεια παρατηρείται σημαντική συγκέντρωση ζωικών και αγροτικών υπολειμμάτων. Το μεγαλύτερο μέρος αυτών των υπολειμμάτων μένει ανεκμετάλλευτο και καίγεται. Η σωστή διαχείριση τους με παράλληλη παραγωγή βιοαερίου, μέσω της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης, το οποίο μετά μπορεί να αξιοποιείται για θέρμανση κατοικιών και γεωργοκτηνοτροφικών εγκαταστάσεων, είναι μια αναγκαία παρέμβαση που θα ωφελήσει πολύ την τοπική οικονομία (ΠΕΠ Θεσσαλίας, 2014). Η συνειδητοποίηση της αναγκαιότητας της σωστής διαχείρισης των αποβλήτων μέσω της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης, φαίνεται από την αύξηση του αριθμού των αδειών εγκατάστασης μονάδων παραγωγής βιοαερίου προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι τέσσερις μονάδες στο νομό Λαρίσης, οι πέντε μονάδες στο νομό Τρικάλων και η μια μονάδα στον νομό Μαγνησίας (Ρ.Α.Ε., 2015). Σχετικά με την ηλιακή ενέργεια θα πρέπει να ειπωθεί ότι δεν υπάρχει κάποιος φωτοβολταϊκός σταθμός, ωστόσο έχουν εκδοθεί άδειες για την δημιουργία τέτοιων εγκαταστάσεων. Τέλος, η παραγωγή ενέργειας από γεωθερμία επίσης δεν χρησιμοποιείται στην Π.Θ. (Ρ.Α.Ε, 2015), ενώ υπάρχουν περιοχές με ανάλογο δυναμικό οι οποίες δεν αξιοποιούνται. Οι περιοχές αυτές βρίσκονται στους Σοφάδες και βόρεια και νότια της πόλης της Λάρισας (Υ.Α. 25992/2003 και Ανδρίτσος κ.α. 2003). Κάποιες από τις τεχνικές υποδομές που αφορούν την ενέργεια απεικονίζονται στο Χάρτη 3.3 που ακολουθεί.

Χάρτης 3. 3: Υποδομές που αφορούν την ενέργεια στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Ίδια επεξεργασία)



### 1.6.1.3 Τηλεπικοινωνίες

Όσον αφορά τον τομέα των τηλεπικοινωνιών, η Περιφέρεια, όπως και το μεγαλύτερο μέρος της υπόλοιπης χώρας, καλύπτεται πλήρως από το δίκτυο επικοινωνίας του Ο.Τ.Ε. Χαρακτηριστικά, αναφέρεται από τον Ο.Τ.Ε. ότι υπάρχει κάλυψη ακόμη και για τα πιο απομακρυσμένα σημεία της υπαίθρου (Ο.Τ.Ε., 2015). Σχετικά τώρα με τη διάδοση των νέων τεχνολογιών, αξίζει να αναφερθεί ότι παρουσιάζεται συνεχώς μια αύξηση στην χρήση του διαδικτύου από όλο και μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού. Ειδικότερα αναφέρεται ότι το ποσοστό των νοικοκυριών που είχαν πρόσβαση στο διαδίκτυο, πανελλαδικώς, για το 2005 ήταν 21,7%, ενώ το 2009 το ποσοστό αυτό ανέρχονταν στο 38%. Η αύξηση αυτή ισοδυναμεί με 75%. Παρατηρείται πως με την πάροδο του χρόνου αυτό το ποσοστό αυξάνεται καθώς το 2015 ανήλθε σε ποσοστό ίσο με 68,1%. Για την κεντρική Ελλάδα όμως, οι αριθμοί δεν είναι και τόσο ικανοποιητικοί. Το αντίστοιχο ποσοστό είναι 31,6%, δηλαδή υπολείπεται κατά 6,4 ποσοστιαίες μονάδες από τον εθνικό μέσο όρο (ΕΛΣΤΑΤ).

### 1.6.1.4 Διαχείριση στερεών, υγρών και βιολογικών απορριμμάτων

Αναφορικά με τα στερεά απόβλητα, δύναται να λεχθεί ότι ο μεγαλύτερος όγκος αυτών παράγεται από τις τουριστικές περιοχές. Αυτό συμβαίνει λόγω του τρόπου ζωής που επιβάλλεται από το καταναλωτικό πρότυπο. Αντίθετα, τον μικρότερο όγκο τον παράγουν οι αγροτικές περιοχές, διότι ο τρόπος ζωής των κατοίκων σε αυτές τις περιοχές είναι διαφορετικός (Δρίβα, 2009). Σχετικά με την σύσταση των στερεών αποβλήτων, το 47% αποτελείται από βιοαποικοδομήσιμα υλικά και το 20% από χαρτί. Τα άλλα υλικά συγκεντρώνουν μικρότερα ποσοστά, πλαστικό 8,5%, μέταλλα 4,5%, γυαλί 4,5% και λοιπά υλικά 15,5% (Απόφαση Νομάρχη 4775/2006). Όσον αφορά την ποσότητα βιοστερεών υλούς, στην Π.Θ. παράγονται 6.388 βιοστερεών (Mt DS/έτος), 550 m<sup>3</sup>/έτος εσχαρισμάτων και 550 m<sup>3</sup>/έτος άμμου (Κάρτσωνας κ.α. 2008). Σύμφωνα με στοιχεία του ΕΠΠΕΡΑΑ (2011), η Π.Θ. κατείχε την πρώτη θέση στην παραγωγή βιοαποβλήτων με ποσοστό που ανέρχεται στο 53,9% ενώ σύμφωνα με μελλοντικές εκτιμήσεις το 2020 τα βιοαπόβλητα της Π.Θ θα ανέρχονται σε 227.885 τόνους και το 2025 σε 239.328 τόνους.

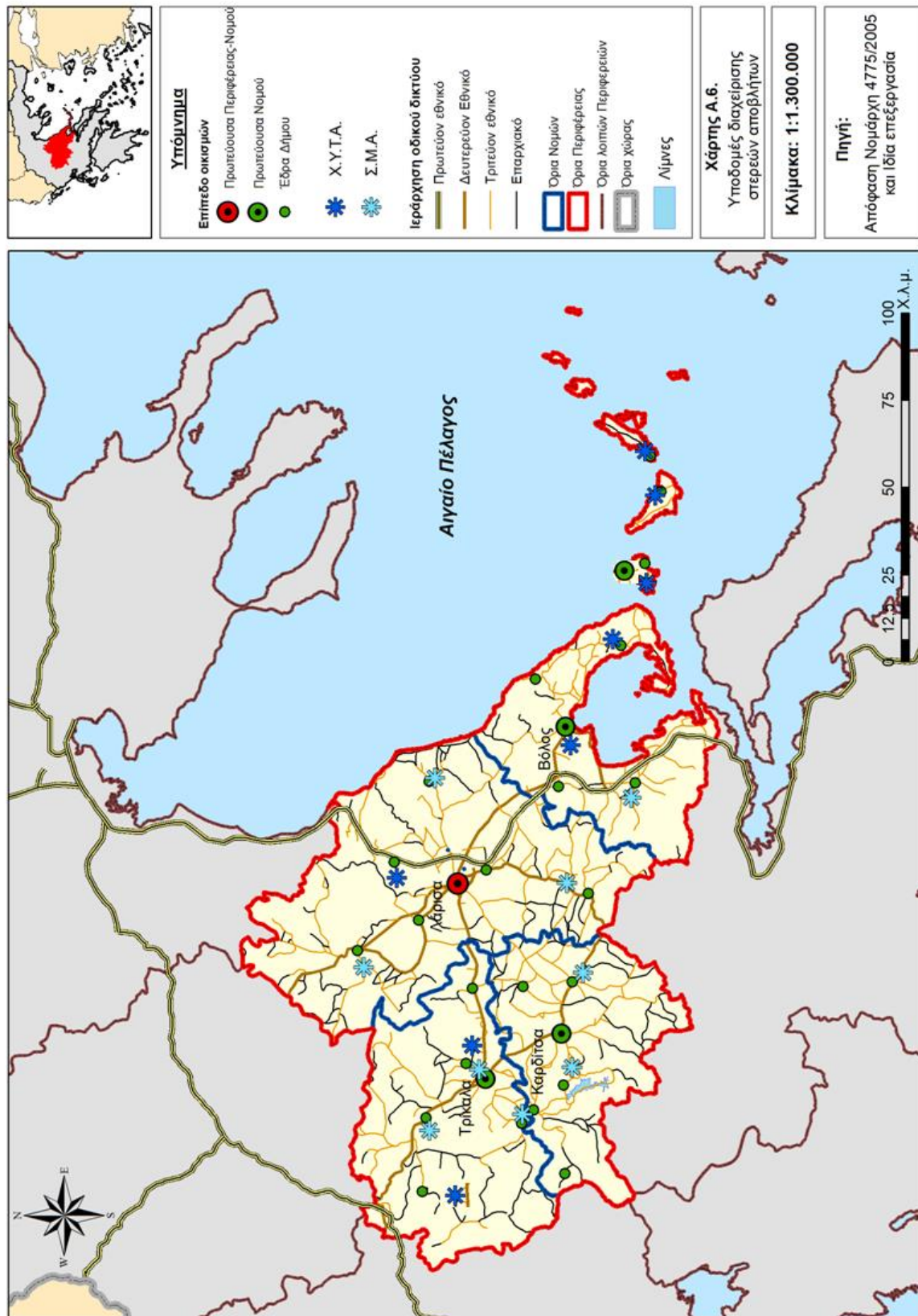
Σήμερα στη Π.Θ., λίγες είναι οι επιχειρήσεις που ασχολούνται με την εγκατάσταση και την λειτουργία τεχνολογιών αντι-ρύπανσης. Μάλιστα, η πλειονότητα αυτών των επιχειρήσεων ασχολείται κυρίως με την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ενώ λίγες είναι αυτές που δραστηριοποιούνται στον τομέα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, απόβλητα που καταλήγουν κατά κύριο λόγο στους ΧΥΤΑ.

Σύμφωνα με τον ισχύοντα έως σήμερα Περιφερειακό Σχεδιασμό Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) της Θεσσαλίας, εγκεκριμένος από το 2006, υλοποιήθηκαν με χρηματοδότηση από διάφορες πηγές έως σήμερα, τα έργα: αποκατάσταση του συνόλου των 482 καταγεγραμμένων Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων (ΧΑΔΑ), υποδομές διάθεσης αποβλήτων που αφορούν στην κατασκευή και λειτουργία 8 Χώρων Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ), 9 Σταθμών Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) και 3 Κέντρων Διαλογής & Ανάκτησης Υλικών (ΚΔΑΥ) για την εκτροπή του κλάσματος των υλικών που συλλέγεται από τους κάδους ανακύκλωσης. Όσον αφορά τους ΣΜΑ και τους ΧΥΤΑ, η τοποθεσία τους φαίνεται στον Χάρτη 6.4, ενώ τα 3 ΚΔΑΥ βρίσκονται στην Καρδίτσα, στην Λάρισα και στον Βόλο. Υπολείπεται η εγκατάσταση Μονάδων Επεξεργασίας αστικών αποβλήτων και η μετατροπή των ΧΥΤΑ σε ΧΥΤΥ. Σήμερα υπάρχουν 7 ΧΥΤΥ στην Π.Θ. (Μπουρτσάλης 2011, ΠΕΣΔΑ 2006).



**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Χάρτης 3. 4: Τοποθεσίες ΧΥΤΑ και ΣΜΑ στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Ίδια επεξεργασία)



Σχετικά με τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων, κρίσιμη θεωρείται η σωστή διαχείριση των υγρών αποβλήτων που προκύπτουν από οικισμούς κάτω των 2.000 κατοίκων και από οικισμούς που βρίσκονται ή επηρεάζουν ευαίσθητες οικολογικά περιοχές, όπως η Λίμνη Πλαστήρα, ο Παγασητικός κόλπος και οι παραθαλάσσιες / παραποτάμιες περιοχές αλλά και οι ζώνες πόσιμου ύδατος (ΠΕΠ Θεσσαλίας, 2014).

Η Περιφέρεια Θεσσαλίας, τον Μάιο του 2015, παρουσίασε την Αναθεωρημένη μορφή του ΠΕΣΔΑ. Μια από τις πρώτες αποφάσεις που λήφθηκαν στα πλαίσια της ανανέωσης του ΠΕΣΔΑ, ήταν να παραμείνουν οι υπάρχοντες ΦοΣΔΑ ως έχουν χωρίς την παραμικρή αλλαγή και να δημιουργηθεί ένας περιφερειακός ΦοΣΔΑ που σαν αρμοδιότητα θα έχει τον στρατηγικό σχεδιασμό ενεργειών και εγκαταστάσεων. Υλοποίηση αυτής της απόφασης προϋποθέτει την τροποποίηση του Ν. 4071/2012. Επίσης, αποφασίστηκε η δημιουργία Μονάδων Επεξεργασίας Αποβλήτων, μετατρέποντας τους ΧΥΤΑ σε ΧΥΤΥ. Οι μονάδες αυτές αναμένεται να δημιουργηθούν στις περιοχές των υπαρχόντων ΧΥΤΑ που εξυπηρετούν την Π.Ε. Λάρισας, την Π.Ε. Μαγνησίας και την ενιαία περιοχή Π.Ε. Τρικάλων και Καρδίτσας και ο αριθμός τους αναμένεται να είναι ισάριθμος με αυτό των υπαρχόντων ΧΥΤΑ. Παράλληλα αναμένεται να εγκατασταθεί και να λειτουργήσει ένα δίκτυο επεξεργασίας ανακυκλώσιμων υλικών και βιοαποβλήτων. Σε αυτό το δίκτυο θα υπάρχουν συστήματα διαλογής και επεξεργασίας βιοαποβλήτων, όπως καφέ κάδοι και μικρές μονάδες επεξεργασίας σε τοπικό επίπεδο, όπως οι οικιακοί κομποστοποιητές. Η αγορά του απαραίτητου εξοπλισμού, η εγκατάσταση των πράσινων σημείων και οι δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των πολιτών στο πλαίσιο της πρόληψης είναι κάποιες από τις δράσεις που αναμένεται να πραγματοποιηθούν, ώστε να ενισχύσουν την υλοποίηση των στόχων του νέου ΠΕΣΔΑ.

Για την επίτευξη των στόχων ανακύκλωσης που θέτει ο Ν. 4042/2012 και την προώθηση της χωριστής συλλογής αποβλήτων θα πρέπει να δημιουργηθεί δίκτυο πράσινων σημείων. Στόχος της δημιουργίας του δικτύου «πράσινων σημείων» είναι η χωριστή συλλογή ανακυκλώσιμων – επαναχρησιμοποιήσιμων υλικών, που μαζί με τη λειτουργία των συστημάτων επεξεργασίας βιοαποβλήτων, δύναται να μειώσουν τις ποσότητες που σήμερα οδηγούνται στους ΧΥΤΑ. Συγκεκριμένα επιδιώκεται αύξηση των επαναχρησιμοποιούμενων προϊόντων σε ποσοστό μεγαλύτερο από 50%. Για την κάλυψη των αναγκών των Σποράδων, ο ανανεωμένος ΠΕΣΔΑ προβλέπει την κατασκευή τριών μικρών μονάδων κομποστοποίησης σε Σκιάθο, Σκόπελο και Αλόνησο. Παράλληλα προβλέπεται η επαρκής διαχείριση της ιλύος των Βιολογικών Καθαρισμών και λοιπής παραγωγής, η διαχείριση των υλικών κατεδαφίσεων – αδρανών υλικών, και κάθε άλλου ρεύματος αποβλήτων σύμφωνα με τη νομοθεσία, τις αρχές και τους στόχους του εθνικού σχεδιασμού. Ένας από τους πιο σημαντικούς στόχους αποτελεί η επίτευξη της προώθησης του 50% των ανακυκλώσιμων (ΑΣΑ) στην ανακύκλωση, τη στιγμή που σήμερα το ποσοστό αυτό ανέρχεται μόλις στο 11%. Σε ότι αφορά τα βιοαπόβλητα, απώτερος στόχος αποτελεί η χωριστή συλλογή τους σε ποσοστό 21% του συνολικού τους βάρους και η μείωση των βιοαποβλήτων που προορίζονται για ταφή στο 50% της συνολικής ποσότητας τους.

Η αναθεώρηση του ΠΕΣΔΑ τηρεί πλήρως τις κατευθύνσεις της Οδηγίας-Πλαίσιο 2008/98/ΕΚ, το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης και Παραγωγής Αποβλήτων, αλλά παράλληλα τις ανάγκες της Θεσσαλίας για ορθολογική διαχείριση αποβλήτων, που θα την διατηρήσουν «πράσινη» Περιφέρεια και θα στηρίξουν την ανάπτυξή της, χωρίς να επιβαρύνονται οι φορείς και οι πολίτες της με πρόστιμα και με υπέρογκες χρεώσεις διαχείρισης.

## 1.6.2 Χρήσεις γης

### 1.6.2.1 Οικιστικό δίκτυο

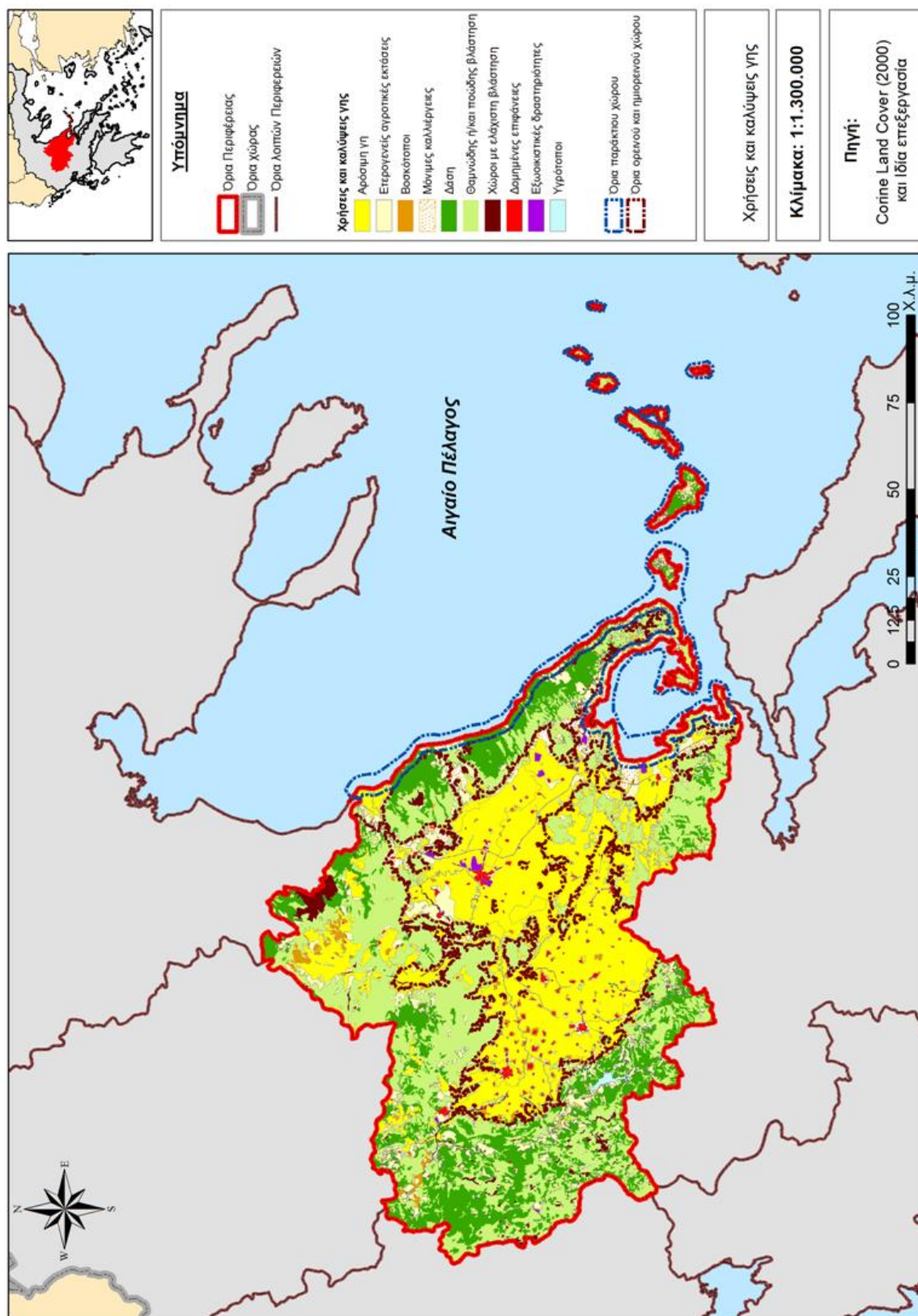
Πρωτεύων ρόλο για την οργάνωση του οικιστικού δικτύου στην Π.Θ. διαδραματίζουν η Λάρισα και ο Βόλος. Συγκεκριμένα αποτελούν και οι δύο οικισμούς 1<sup>ου</sup> επιπέδου σε επίπεδο Περιφέρειας ενώ σε εθνικό επίπεδο χαρακτηρίζονται ως «πρωτεύοντες εθνικοί πόλοι». Επίσης, έντονη είναι και η προώθηση της έννοιας του διπόλου μεταξύ των δύο πόλεων. Σε επίπεδο οικιστικού δικτύου οι πόλεις της Λάρισας και του Βόλου εξαρτώνται σημαντικά από τις δύο μητροπόλεις, την Αθήνα και την Θεσσαλονίκη. Ως οικισμοί 2<sup>ου</sup> επιπέδου σε επίπεδο Περιφέρειας θεωρούνται τα Τρίκαλα και η Καρδίτσα. Να αναφερθεί, πως και για αυτές τις δύο πόλεις προωθείται η διπολική λειτουργία (Γ.Π.Χ.Σ.Α.Α., 2008). Σαν κέντρα 3<sup>ου</sup> επιπέδου σε επίπεδο Περιφέρειας, προτείνονται από το Περιφερειακό Χωροταξικό Σχέδιο Θεσσαλίας, οι οικισμοί που διαθέτουν αναπτυξιακά χαρακτηριστικά και που μπορούν να αποτελέσουν έναν πυλώνα ανάπτυξης της πληθυσμιακής συγκέντρωσης στα κέντρα 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> επιπέδου. Τέλος, ως οικισμοί 4<sup>ου</sup> επιπέδου ορίζονται όλοι οι υπόλοιποι οικισμοί (Πυρίλλος, 2009).

### 1.6.2.2 Καλύψεις γης

Όπως φαίνεται στο Χάρτη 3.5, στον πεδινό χώρο κυριαρχούν οι γεωργικές χρήσεις γης. Συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο ποσοστό του πεδινού χώρου αποτελείται από αρόσιμη γη. Σημαντικό μέρος καταλαμβάνουν και οι ετερογενείς αγροτικές εκτάσεις και οι μόνιμες καλλιέργειες, ενώ σημαντικό μέρος επίσης καλύπτεται από οικιστικό χώρο και από άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως βιομηχανία, εμπόριο, λατομεία κ.ά. Ένα μικρό μέρος καλύπτεται από εκτάσεις με θαμνώδης ή/και ποώδης βλάστηση. Στις ημιορεινές περιοχές σχεδόν κυριαρχούν οι μεικτές εκτάσεις σε όλους τους νομούς.

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Χάρτης 3. 5: Χρήσεις και καλύψεις γης στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Ίδια επεξεργασία)



## Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας

Ο τομέας της γεωργίας, λοιπόν, παίζει σημαίνων ρόλο για την βιώσιμη ανάπτυξη της Π.Θ., καθώς αποτελεί έναν τομέα πυλώνα τόσο για το οικονομικό όσο και για το κοινωνικό προφίλ της περιοχής. Σύμφωνα με τον Οικονόμου, (2009), γεωργικός χώρος θεωρείται «το τμήμα της υπαίθρου που καλλιεργείται». Πιο αναλυτικά, στον παρακάτω Πίνακα 3.14 φαίνεται το σύνολο των γεωργικών εκτάσεων, καθώς και των βοσκοτόπων και των θαμνωδών ή/και ποωδών εκτάσεων σε ποσοστό % και σε χιλ. στρέμματα στην Π.Θ.

Πίνακας 3. 14: Σύνολο γεωργικών, βοσκοτοπικών και θαμνωδών ή/και ποωδών εκτάσεων (χιλ. στρέμματα) ανά κατηγορία για το 2000 (ΕΛΣΤΑΤ, 2000 και Ιδία επεξεργασία)

		Νομός Καρδίτσας	Νομός Λάρισας	Νομός Μαγνησίας	Νομός Τρικάλων	Περιφέρεια Θεσσαλίας	Ελλάδα
Σύνολο εκτάσεων		2.638,1	5.385,5	2.636,9	3.386,1	14.046,6	131.981,8
Αρόσιμη γη	Έκταση	1.094,6	2.234,7	433,2	520,3	4.282,8	21.181,4
	Ποσοστό	41,5%	41,5%	16,4%	15,4%	30,5%	16,0%
Μόνιμες καλλιέργειες	Έκταση	5,5	33,9	163,5	8,8	211,7	7.491,8
	Ποσοστό	0,2%	0,6%	6,2%	0,3%	1,5%	5,7%
Βοσκότοποι- Μεταβατικές δασώδεις/ θαμνώδεις εκτάσεις	Έκταση	0,6	5,3	0,0	19,3	25,2	880,0
	Ποσοστό	0,0%	0,1%	0,0%	0,6%	0,2%	0,7%
Βοσκότοποι- Συνδυασμός θαμνώδους και/ ή ποώδους βλάστησης	Έκταση	106,5	609,1	91,2	447,3	1.254,1	9.151,7
	Ποσοστό	4,0%	11,3%	3,5%	13,2%	8,9%	6,9%
Βοσκότοποι- Εκτάσεις με αραιή ή καθόλου βλάστηση	Έκταση	26,3	78,5	52,8	124,0	281,6	4.420,5
	Ποσοστό	1,0%	1,5%	2,0%	3,7%	2,0%	3,3%
Ετερογενείς γεωργικές περιοχές	Έκταση	230,8	510,3	445,5	310,7	1.497,3	22.011,0
	Ποσοστό	8,7%	9,5%	16,9%	9,2%	10,7%	16,7%
Σύνολο γεωργικών εκτάσεων	Έκταση	1.464,3	3.471,8	1.186,2	1.430,4	7.552,7	65.136,4
	Ποσοστό	55,5%	64,5%	45,0%	42,2%	53,8%	49,4%

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.14, ο νομός με την μεγαλύτερη έκταση γεωργικής γης είναι αυτός της Λάρισας με 64,5 %, ενώ ακολουθούν οι Νομοί Καρδίτσας, Μαγνησίας και Τρικάλων. Λογικό επίσης είναι το γεγονός ότι η Π.Θ. κατέχει μεγαλύτερο ποσοστό γεωργικής γης (53,8%) σε σχέση με την υπόλοιπη χώρα (49,4%). Αλλά ας εξετασθεί κάθε κατηγορία ξεχωριστά. Στην κατηγορία της «Αρόσιμης γης», η οποία αφορά τις εκτάσεις που καλύπτονται από καλλιέργειες και υπόκεινται στο σύστημα της εναλλαγής των καλλιεργειών, την κορυφή μοιράζονται οι Νομοί Λάρισας και Καρδίτσας με ποσοστό 41,5%. Ακολουθεί ο Νομός Μαγνησίας και ο Νομός Τρικάλων, ενώ και σε αυτή την κατηγορία η Π.Θ. διατηρεί ποσοστό πάνω από τον μ.ό. της χώρας. Στην κατηγορία των «Μόνιμων καλλιεργειών», που αφορούν καλλιέργειες που καταλαμβάνουν τη γη για μεγάλο χρονικό διάστημα μέχρι πριν οργωθεί και ξαναφυτευτεί, πρώτος έρχεται ο νομός Μαγνησίας με

6,2%, δεύτερος ο Νομός Λάρισας με 0,6% και ακολουθούν οι Νομοί Τρικάλων και Καρδίτσας με 0,3% και 0,2% αντίστοιχα. Σε αυτή την κατηγορία η Θεσσαλία βρίσκεται αρκετά κάτω από τον μέσο εθνικό όρο με τις μόνιμες καλλιέργειες να αποτελούν μόλις το 1,5% των συνολικών γεωργικών της εκτάσεων έναντι του 5,7% της χώρας. Για τους «Βοσκότοπους-Μεταβατικές δασώδεις/ θαμνώδεις εκτάσεις», είναι ενδεικτικό της απουσίας τέτοιων εκτάσεων από το σύνολο των νομών καθώς πρώτος έρχεται ο Νομός Τρικάλων με ποσοστό 0,6%, ενώ από τους υπόλοιπους νομούς μόνο ο Νομός Λάρισας κατέχει ένα ποσοστό 0,1%, ενώ στους άλλους οι συγκεκριμένες εκτάσεις είναι αμελητέες. Βέβαια, είναι αλήθεια ότι αυτή η κατηγορία κάλυψης γης γενικότερα δεν είναι πολύ διαδεδομένη στον ελλαδικό χώρο καθώς καταλαμβάνει μόνο το 0,7% της επικράτειας της. Στους «Βοσκότοπους-Συνδυασμός θαμνώδους και/ ή ποώδους βλάστησης», το μεγαλύτερο ποσοστό το κατέχει ο Νομός Τρικάλων με 13,2% και έπονται οι Νομοί Λάρισας με 11,3%, Καρδίτσας με 4% και Μαγνησίας με 3,5%. Αξίζει να αναφερθεί ότι και σε αυτή την κατηγορία η Π.Θ. κατέχει μεγαλύτερο ποσοστό από το αντίστοιχο της χώρας με 8,9% έναντι 6,9% της τελευταίας. Στην κατηγορία των «Βοσκοτόπων-Εκτάσεις με αραιή ή καθόλου βλάστηση», στην πρώτη θέση βρίσκεται και πάλι ο Νομός Τρικάλων με 3,7%. Περίπου στα ίδια επίπεδα και κινούνται και οι υπόλοιποι νομοί καθώς τα ποσοστά τους δεν έχουν μεγάλες αποκλίσεις. Στην συγκεκριμένη περίπτωση ο μ.ό. της Π.Θ. (2%) είναι μικρότερος από αυτόν της Ελλάδας (3,3%). Τέλος, όσον αφορά τις «Ετερογενείς γεωργικές περιοχές», η μεγαλύτερη ποσοστιαία έκταση βρίσκεται στο Νομό Μαγνησίας (16,9%) ενώ ακολουθεί αυτός της Λάρισας με 9,5%, των Τρικάλων με 9,2% και της Καρδίτσας με 8,7%. Σε αυτή την κατηγορία η ποσοστιαία κατανομή της Π.Θ. είναι μικρότερη από αυτήν της Ελλάδας. Πιο συγκεκριμένα η Π.Θ. κατέχει ποσοστό ετερογενών γεωργικών εκτάσεων της τάξεως του 10,7% , ενώ η υπόλοιπη χώρα 16,7%. Τέλος, να αναφερθεί πως σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ, ως ετερογενείς γεωργικές εκτάσεις νοούνται «οι ετήσιες καλλιέργειες που συνοδεύονται με μόνιμες καλλιέργειες, τα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας, οι γεωργικές περιοχές με σημαντικές εκτάσεις φυτικής βλάστησης και οι γεωργοδασικές περιοχές» (ΕΛΣΤΑΤ)

**Πίνακας 3. 15: Πίνακας ποσοστιαίας % κατανομής των γεωργικών και των κτηνοτροφικών εκτάσεων στον πεδινό χώρο ανά γεωγραφικό διαμέρισμα το 2010 (ΕΛΣΤΑΤ, 2011)**

		Νομός Καρδίτσας	Νομός Λάρισας	Νομός Μαγνησίας	Νομός Τρικάλων
Πεδινά	Μικτή	43,5%	13,1%	7,8%	21,0%
	Γεωργική έκταση	37,3%	49,1%	34,4%	34,2%
	Κτηνοτροφική	0,0%	0,0%	0,0%	1,5%

**Πίνακας 3. 16: Πίνακας ποσοστιαίας % κατανομής των γεωργικών και των κτηνοτροφικών εκτάσεων στον ορεινό και ημιορεινό χώρο ανά γεωγραφικό διαμέρισμα το 2010 (ΕΛΣΤΑΤ, 2011)**

		Νομός Καρδίτσας	Νομός Λάρισας	Νομός Μαγνησίας	Νομός Τρικάλων
Ημιορεινά	Μικτή	4,7%	7,6%	16,0%	15,6%
	Γεωργική έκταση	3,7%	18,9%	32,8%	9,9%
	Κτηνοτροφική	0,0%	0,0%	0,5%	0,7%
Ορεινά	Μικτή	5,2%	5,9%	2,1%	10,8%
	Γεωργική έκταση	5,4%	5,0%	6,4%	6,0%
	Κτηνοτροφική	0,1%	0,3%	0,0%	0,4%

Σκοπός των Πινάκων 3.15 και 3.16 είναι να μας δώσουν μια πληρέστερη εικόνα σχετικά με την χωρική κατανομή των γεωργικών και των κτηνοτροφικών εκτάσεων. Ξεκινώντας από το γεωγραφικό διαμέρισμα των πεδινών, μπορεί καταρχάς να λεχθεί ότι σε αυτό βρίσκεται το μεγαλύτερο μέρος των γεωργικών και των μεικτών εκτάσεων. Το ίδιο όμως δεν συμβαίνει και για τις αμιγώς κτηνοτροφικές εκτάσεις. Οι μεικτές εκτάσεις (δηλαδή αυτές που περιλαμβάνουν και γεωργική και κτηνοτροφική έκταση), στα πεδινά συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό τους στο Νομό Καρδίτσας με 43,5%. Μικρότερη είναι η συγκέντρωσή τους στο Νομό Τρικάλων με 21%, ενώ έπονται ο Νομός Λάρισας και ο Νομός Μαγνησίας. Αντιθέτως, για την γεωργική έκταση που περιλαμβάνεται στα πεδινά το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνει ο Νομός Λάρισας με 49,1% και ακολουθεί ο νομός Καρδίτσας με 37,3%, ο Νομός Μαγνησίας με 34,4% και ο Νομός Τρικάλων με 34,2%. Σημαντικές κτηνοτροφικές εκτάσεις στα πεδινά διαθέτει μόνο ο Νομός Τρικάλων με την έκταση αυτή να αφορά το 1,5% του συνόλου των γεωργικών του εκτάσεων, ενώ στους υπόλοιπους νομούς η εκτάσεις αυτές είναι αμελητέες.

Σε ότι αφορά τις ημιορεινές περιοχές, κυριαρχούν οι μεικτές εκτάσεις σε όλους τους νομούς πέραν αυτού της Καρδίτσας. Πιο συγκεκριμένα, στις μεικτές εκτάσεις την πρώτη θέση κατέχει ο Νομός Μαγνησίας με 16%. Δεύτερος και με μικρή διαφορά έρχεται ο νομός Τρικάλων με 15,6% και ακολουθούν ο Νομός Λάρισας και ο Νομός Καρδίτσας. Στις γεωργικές εκτάσεις και πάλι πρώτος έρχεται ο νομός Μαγνησίας με 32,8% και ακολουθεί ο Νομός Λάρισας (18,9%), ο Νομός Τρικάλων (9,9%) και ο Νομός Καρδίτσας (3,7%). Όσον αφορά τις κτηνοτροφικές εκτάσεις μόνο οι Νομοί Τρικάλων (0,7%) και Μαγνησίας (0,5%) διαθέτουν κάποιον αξιόλογο αριθμό εκτάσεων.

Στις ορεινές περιοχές τώρα, η μεγαλύτερη αναλογία μεικτής έκτασης υπάρχει στο Νομό Τρικάλων με 10,8%. Η δεύτερη μεγαλύτερη υπάρχει στο Νομό Λάρισας (5,9%) και έπονται οι Νομοί Καρδίτσας (5,2%) και Μαγνησίας (2,1%). Όσον αφορά τις γεωργικές εκτάσεις, με ποσοστό 6,4% έρχεται πρώτος ο Νομός Μαγνησίας και ακολουθούν οι Νομοί Τρικάλων με 6%, Καρδίτσας με 5,4% και Λάρισας με 5%. Οι αμιγώς κτηνοτροφικές εκτάσεις και σε αυτό τον τομέα δεν κατέχουν μεγάλο ποσοστό της γεωργικής γης. Η διαφορά μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου είναι της τάξεως του 0,1%. Ο Νομός Τρικάλων κατέχει ποσοστό 0,4% και ο Νομός Λάρισας 0,3%. Τρίτος έρχεται ο Νομός Καρδίτσας με 0,1% ενώ ο Νομός Μαγνησίας κατέχει αμελητέες εκτάσεις.

Στην Π.Θ. το μεγαλύτερο μέρος των γεωργικών καλλιεργειών χαρακτηρίζεται ως γη υψηλής παραγωγικότητας. Η περιοχή αυτή φαίνεται στο χάρτη 6.5. (Δασκαλάκης και Τσακίρης, 1998)

### **1.6.2.3 Αγροτική παραγωγή**

Η Π.Θ. παράγει το 14,2% της αγροτικής παραγωγής της χώρας, δηλαδή είναι δεύτερη μετά την συμμετοχή της Κεντρικής Μακεδονίας. Σχετικά με την μεταποιητική παραγωγή, ανέρχεται στο 6,5%. Το σύνολο των καλλιεργούμενων στρεμμάτων είναι 4.109.000 στρ. εκ των οποίων το 46% βρίσκεται στο Ν. Λαρίσης. Οι ετήσιες καλλιέργειες καλύπτουν το 81,1% της συνολικής έκτασης και έπονται οι δενδρώδεις καλλιέργειες οι οποίες καλύπτουν το 11,1% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης. Συγκεκριμένα, οι ετήσιες καλλιέργειες, στο Ν. Καρδίτσας, καλύπτουν το 94,1% των εκτάσεων ενώ στον Ν. Μαγνησίας καλύπτουν το 53%. Σχετικά με τις δενδρώδεις καλλιέργειες, στον Ν. Μαγνησίας βρίσκεται το 37,4% αυτών που αντιστοιχεί στο 60% των εκτάσεων με δενδρώδεις καλλιέργειες στη Θεσσαλία. Δεύτερος σε σειρά κατάταξης ακολουθεί ο Ν. Λαρίσης στον οποίο βρίσκεται το 8,4% των δενδρωδών καλλιεργειών, ποσοστό που αντιστοιχεί στο 35% των εκτάσεων με δενδρώδεις καλλιέργειες στη Θεσσαλία. Κάποιες από τις ετήσιες καλλιέργειες της Π.Θ. είναι τα δημητριακά, τα όσπρια, οι πατάτες, τα ζαχαρότευτλα, τα

## Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας

κτηνοτροφικά φυτά και τα βιομηχανικά φυτά. Την μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνουν τα δημητριακά καλύπτοντας 1.636.662 στρ. και τα βιομηχανικά φυτά καλύπτοντας 1.392.299 στρ. Από τις πολυετείς καλλιέργειες η πιο διαδεδομένη είναι η καλλιέργεια της μηλιάς που καλλιεργείται κυρίως στο Πήλιο και την Αγιά, καλύπτοντας περίπου 42.000 στρ. Έπονται η καλλιέργεια της αμπελιού με 39.000 στρ., η καλλιέργεια της ροδακινιάς και της αχλαδιά που καλύπτουν περίπου 15.000 στρ. έκταση κα τέλος η καλλιέργεια της κερασιάς που καλύπτει περίπου 5.000 στρ. (ΙΕΤΕΘ & ΕΚΕΤΑ, 2013). Στον Πίνακα 3.17 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι πιο σημαντικές καλλιέργειες στην Π.Θ., η έκταση που καταλαμβάνουν και το ποσοστό αυτών.

Πίνακας 3. 17: Κατάταξη των κυριότερων καλλιεργειών φυτικής παραγωγής της Περιφέρειας Θεσσαλίας ανά συνολικά καλλιεργήσιμη έκταση (Διεύθυνση Αγροτικής Ανάπτυξης Περιφέρειας Θεσσαλίας, 2010)

Σειρά Κατάταξης	Τομέας Φυτικής Παραγωγής	Καλλιεργήσιμη Έκταση (στρ.)	Καλλιεργήσιμη Έκταση/ Σύνολο Αροτραίων Εκτάσεων (%)
1	Σκληρό σιτάρι	1.311.541	29,97%
2	Βαμβάκι	1.227.461	28,05%
3	Λουπά σιτηρά	466.330	10,66%
4	Αραβόσιτος	335.596	7,67%
5	Ελιά	335.569	7,67%
6	Ζωοτροφές	312.871	7,15%
7	Δένδρα ξηρών Καρπών	121.801	2,78%
8	Κηπευτικά-Λαχανικά	76.933	1,76%
9	Μηλοειδή	46.040	1,05%
10	Αμπελώνες	37.687	0,86%
11	Πυρηνόκαρπα	23.748	0,54%
12	Οσπριοειδή	20.725	0,47%
13	Αρωματικά Φυτά	1.618	0,04%
14	Ανθοκομικές Καλλιέργειες	578	0,01%
<b>ΣΥΝΟΛΑ</b>		4.376.496	100,00%

Στο σημείο αυτό θεωρείται σκόπιμο να αναφερθεί ότι οι ετήσιες καλλιέργειες που υπάρχουν στην Π.Θ. είναι πλήρως μηχανοποιημένες σε όλα τα στάδια παραγωγής από τη σπορά ή μεταφύτευση έως και τη συγκομιδή και αφορούν κυρίως βαμβάκι και δημητριακά. Δεδομένης της κακής χρήσης του εξοπλισμού, προκαλείται υπερβολική αναμόχλευση των εδαφών που οδηγεί σε μείωση της οργανικής ουσίας των χωραφιών, σε υπερλίπανση και ρύπανση των υδάτων με νιτρικά, και σε κακή χρήση του διαθέσιμου νερού, κάτι το οποίο ισχύει και για τις άλλες καλλιέργειες. Σημαντικό πρόβλημα δημιουργεί ο πεπαλαιωμένος και μεγάλος σε αριθμό και ισχύ μηχανημάτων γεωργικός εξοπλισμός που συμβάλλει στην αύξηση του κόστους παραγωγής



**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Πίνακας 3. 18: Ποσοστό συμμετοχής της γεωργικής και κηπευτικής παραγωγής της Π.Θ. στο σύνολο της χώρας για το 2010 (Ελλ.Στατ., 2011)

	Νομός Καρδίτσας	Νομός Λάρισας	Νομός Μαγνησίας	Νομός Τρικάλων	Περιφέρεια Θεσσαλίας
Σιτάρι μαλακό	3,5%	24,7%	1,4%	6,7%	36,3%
Σιτάρι σκληρό	4,2%	16,9%	1,8%	1,5%	24,3%
Κριθάρι	0,5%	11,2%	3,8%	2,0%	17,5%
Βρώμη	0,8%	1,7%	0,5%	0,8%	3,8%
Σίκαλη	8,4%	4,6%	0,0%	0,0%	13,0%
Αραβόσιτος	2,4%	4,4%	0,7%	4,3%	11,7%
Φασόλια	0,8%	0,8%	0,2%	0,9%	2,8%
Φακή	1,7%	38,2%	0,2%	0,2%	40,4%
Βίκος	2,6%	13,8%	0,2%	2,5%	19,2%
Καπνός	0,0%	4,5%	0,1%	0,4%	4,9%
Βαμβάκι	14,5%	19,7%	3,0%	4,2%	41,4%
Σουσάμι	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%	1,7%
Ηλιόσπορος	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Σόργο	0,0%	0,0%	0,0%	15,2%	15,2%
Ζαχαρότευτλα	0,9%	9,3%	1,0%	0,2%	11,4%
Καρπούζια	1,3%	6,7%	0,2%	5,2%	13,4%
Πεπόνια	7,7%	2,4%	1,3%	9,7%	21,1%
Πατάτες	0,4%	1,6%	0,2%	0,4%	2,6%
Τομάτες	1,7%	14,5%	2,8%	1,2%	20,2%
Φασολάκια	0,9%	1,7%	2,2%	1,8%	6,6%
Σκόρδα	2,0%	4,3%	5,0%	6,7%	18,1%
Αγκινάρες	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,3%
Ραδίκια	0,2%	0,4%	2,6%	1,3%	4,5%
Σπανάκι	0,5%	1,9%	3,0%	2,5%	7,9%
Αγγούρια	0,2%	0,8%	0,8%	2,5%	4,2%
Μελιτζάνες	0,4%	3,7%	1,7%	2,7%	8,5%
Αμπέλια	0,6%	5,8%	0,6%	0,6%	7,6%
Ελαιόλαδο	0,0%	0,3%	1,3%	0,1%	1,7%
Γλεύκος	0,4%	4,5%	1,4%	0,8%	7,1%
Πορτοκάλια	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Λεμόνια	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%
Αχλάδια	0,1%	22,1%	5,3%	1,1%	28,6%
Ροδάκινα	0,0%	3,2%	0,1%	0,1%	3,4%
Βερίκοκα	0,0%	7,2%	0,6%	0,1%	7,9%
Κάστανα	1,0%	23,7%	6,3%	2,3%	33,4%
Φουντούκια	0,1%	10,2%	0,0%	0,3%	10,6%
Σύκα	0,2%	0,6%	0,2%	0,8%	1,8%

Επίσης, στον Πίνακα 3.18 παρουσιάζεται το ποσοστό με το οποίο κάθε νομός και η Περιφέρεια συνολικά συμμετέχουν στην παραγωγή γεωργικών και κηπευτικών προϊόντων στο σύνολο της χώρας για το 2010. Γενικότερα φαίνεται ότι από τους νομούς, αυτός που συμμετέχει περισσότερο στην παραγωγή αυτή είναι ο Νομός Λάρισας. Στα προϊόντα στα οποία συμμετέχει πιο πολύ είναι κατά σειρά: φακή, σιτάρι μαλακό, καστανιές, αχλαδιές, βαμβάκι και σιτάρι σκληρό. Στο Νομό Καρδίτσας, η σειρά αυτή έχει ως εξής: βαμβάκι, σίκαλη, πεπόνια, σιτάρι σκληρό και σιτάρι μαλακό. Αντίθετα ο Νομός Μαγνησίας παράγει πιο πολλά κάστανα, αχλάδια, σκόρδα, κριθάρι και βαμβάκι. Στον Νομό Τρικάλων τα κύρια γεωργικά κηπευτικά προϊόντα που παράγονται είναι το σόργο, τα πεπόνια, τα σκόρδα, το μαλακό σιτάρι και ο αραβόσιτος. Συνολικά, η Π.Θ. συμμετέχει πιο πολύ στα εξής προϊόντα: βαμβάκι, φακή, σιτάρι μαλακό, κάστανα, αχλάδια και σιτάρι σκληρό.

Όσον αφορά τη βιολογική γεωργία, δυστυχώς δεν είναι πολύ διαδεδομένη πρακτική στην Π.Θ. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι η Περιφέρεια διαθέτει μόνο το 3,47% των καλλιεργούμενων βιολογικών εκτάσεων στην Ελλάδα (Καμπουράκης, 2012). Σε επίπεδο νομών, ιδιαίτερα μειονεκτούν οι νομοί Καρδίτσας και Τρικάλων και αυτό διότι πολλοί λίγοι άτομα σε αυτούς δραστηριοποιούνται στον τομέα της βιολογικής καλλιέργειας. Αντιθέτως, η βιολογική κτηνοτροφία είναι αρκετά διαδεδομένη στην Περιφέρεια καθώς βρίσκεται στη δεύτερη θέση μαζί με την Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας με ποσοστό 17,6% σε σύνολο της Ελλάδος ως προς τον αριθμό κτηνοτρόφων που δραστηριοποιούνται στον τομέα της βιολογικής κτηνοτροφίας. Πρώτη έρχεται η Περιφέρεια Πελοποννήσου με 26,8% (Δίκτυο υποστήριξης και πληροφόρησης του πληθυσμού της Θεσσαλικής υπαίθρου, 2015).

**Πίνακας 3. 19: Πίνακας προϊόντων Π.Ο.Π. στην Π.Θ (ΣΒΘΚΕ, 2013)**

<b>Κατηγορία</b>	<b>Προϊόν</b>
<b>Ελιές</b>	Κονσερβολιά Πηλίου Βόλου
<b>Τυριά</b>	Ανεβατό
	Γαλοτύρι
	Κασέρι
	Κεφαλογραβιέρα
	Κοπανιστή
	Μανούρι
Φέτα	
<b>Φρούτα</b>	Μήλα Ζαγοράς Πηλίου

Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 3.19, στην Π.Θ. υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός από προϊόντα με προστατευόμενη ονομασία προέλευσης, γεγονός που δείχνει την σημασία που παίζει ο πρωτογενής τομέας στην οικονομία της Περιφέρειας.

#### **1.6.2.4 Ζωική παραγωγή**

Παράγοντες όπως ο εύφορος κάμπος της και οι προσβάσιμοι ορεινοί όγκοι που την περιβάλλουν, βοηθούν στην εγκατάσταση και ανάπτυξη κτηνοτροφικών μονάδων στην Π.Θ. Μελέτες έχουν αναδείξει πως το ποσοστό της συμμετοχής της κτηνοτροφίας της Π.Θ. ξεπερνά το 10% επί του συνόλου της χώρας. Ο κτηνοτροφικός τομέας ο οποίος αναπτύσσεται σήμερα στη

Π.Θ. είναι η αγελαδοτροφία. Ο τομέας που είναι άκρως διαδεδομένος και αναπτυγμένος είναι αυτός της αιγοπροβατοτροφίας, καθώς οι αίγες και τα πρόβατα αποτελούν την πλειονότητα των κτηνοτροφικών ζώων της μελέτης περίπτωσης αλλά και η πλειονότητα των παραγόμενων προϊόντων προέρχονται από αυτά. Συγκεκριμένα, η αιγοπροβατοτροφία συμμετέχει κατά 48% στην ακαθάριστη αξία της συνολικής ζωικής παραγωγής και κατά 13% στην συνολική ζωική παραγωγή. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί πως ο τομέας της αιγοπροβατοτροφία της Π.Θ. αναδεικνύει την εν λόγω Περιφέρεια στην πιο παραγωγική στην Ε.Ε. με συμμετοχή 12% στα πρόβατα και 49% στις αίγες. Μέσω της αιγοπροβατοτροφίας αξιοποιούνται εκτάσεις ακατάλληλες για καλλιέργεια και παράγονται προϊόντα με σημαντική διατροφική αξία. Ακόμα, προσφέρει θέσεις εργασίας, ενισχύει τον τομέα της μεταποίησης και βοηθά στην αποφυγή της ερημοποίησης της υπαίθρου (ΕΚΕΤΕ, 2013). Ο κτηνοτροφικός τομέας στον οποίο έχει παρατηρηθεί σημαντική μείωση είναι ο τομέας της χοιροτροφίας. Το 2012 ο συνολικός αριθμός των χοίρων ανήλθε σε 1.099.342, αριθμός μικρότερος κατά 1,8% συγκριτικά με το 2011. Η μείωση το 2013 ήταν της τάξης του 4,2% ενώ το 2014 περίπου της τάξης του 9% το πρώτο και του 7% το δεύτερο τρίμηνο, βέβαια, όπως φαίνεται και τον Πίνακα 3.20, συγκριτικά με το 2003 ο αριθμός των χοίρων έχει αυξηθεί. Η μείωση αυτή θεωρείται πως είναι αποτέλεσμα του αυξημένου κόστους παραγωγής, των αθρόων εισαγωγών και της αδυναμίας εξυπηρέτησης των κτηνοτροφικών δανείων στα οποία εγγυητής είναι το δημόσιο. Σύμφωνα με αντιπρόεδρο του Συνδέσμου Ελληνικής Κτηνοτροφίας και εκπρόσωπο της Πανελλήνιας Ομοσπονδίας Χοιροτρόφων Ελλάδας, κ. Διάγγελο, το 2005 ο αριθμός των χοιρομητέρων ανέρχονταν σε 120.000 ενώ μέχρι το 2013 είχε φτάσει στο μισό. Στη Π.Θ. σήμερα, ο αριθμός των χοιρομητέρων ανέρχεται σε 8.370 (ΕΛΣΤΑΤ).

Στο παρακάτω Πίνακα 3.20 φαίνεται ο αριθμός των εκτρεφόμενων ζώων στην Περιφέρεια κατά τα έτη 2003 και 2014. Από τον Πίνακα 3.20 φαίνεται πως τη μερίδα του λέοντος κατέχουν τα πουλερικά, ενώ ακολουθούν τα πρόβατα, τρίτες έρχονται οι αίγες, τέταρτοι οι χοίροι, στην πέμπτη θέση βρίσκονται όλα τα βοοειδή, ενώ τελευταίες έρχονται οι αγελάδες.

**Πίνακας 3. 20: Αριθμός εκτρεφόμενων ζώων στην Περιφέρεια Θεσσαλίας κατά τα έτη 2003 και 2014 (ΕΛΣΤΑΤ 2003 και 2014)**

Είδος ζώου	Έτος 2003	Έτος 2014
Αγελάδες	77.222	88.430
Βοοειδή	115.969	115.732
Αίγες	57.1385	438.168
Πουλερικά	2.128.749	1.712.708
Πρόβατα	1.289.954	1.156.376
Χοίροι	190.514	192.627

Η πλειονότητα αγελάδων βρίσκεται στους Νομούς Λαρίσης και Τρικάλων. Στο Νομό Καρδίτσας η γαλακτοπαραγωγός αγελαδοτροφία υπερτερεί έναντι της κρεατοπαραγωγού σε αντίθεση με τους άλλους νομούς της Περιφέρειας. Οι βοοτροφικές μονάδες θεωρούνται ως μικτές μονάδες, δεδομένου ότι ένα μέρος από τα παραγόμενα μοσχάρια των μονάδων γαλακτοπαραγωγής, και φυσικά το σύνολο των αρσενικών μοσχαριών τους, οδηγείται στην πάχυνση. Οι καθαρές μονάδες παχύνσεως (παχυντές) υπολογίζονται σε λιγότερες από 100. Οι ιδιοκτήτες αυτών των εκμεταλλεύσεων είτε εισάγουν ζώα για πάχυνση και τα διατηρούν για 4 ή περισσότερους μήνες, είτε αγοράζουν ζώα για πάχυνση από ελληνικές μονάδες εκτροφής βοοειδών (συνήθως εντός της Θεσσαλίας).

Ο Πίνακας 3.21 αποτυπώνει το μεγάλο βαθμό στον οποίο συμμετέχει η Περιφέρεια στην παραγωγή προϊόντων για το σύνολο της χώρας, καθώς όπως μπορεί να δει κανείς παράγει ένα σημαντικό μέγεθος από τα κτηνοτροφικά προϊόντα που παράγονται σε ολόκληρη τη χώρα. Το μεγαλύτερο ποσοστό από τα κτηνοτροφικά προϊόντα το έχει το τυρί με 28,98% για το μαλακό και 28,59 % για το σκληρό. Το γάλα επίσης λαμβάνει σημαντικό ποσοστό (14,72%), ενώ τελευταία έρχεται η παραγωγή κρέατος (10,71). Η συμμετοχή της Περιφέρειας στην εθνική παραγωγή και στην ανάπτυξη της εθνικής οικονομίας αλλά και στην απασχόληση σε όλους τους κτηνοτροφικούς τομείς φαίνεται να αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.21, μόνο ο τομέας του γάλακτος παρουσιάζει μικρή μείωση.

**Πίνακας 3. 21: Ποσοστό (%) παραγωγής κτηνοτροφικών προϊόντων στην Π.Θ. επί του συνόλου της χώρας (Κερμειώτης 2009, ΕΛΣΤΑΤ)**

Είδος	Ποσοστό (%) (2009)	Ποσοστό (%) (2012)
Κρέας	9,7	10,71
Γάλα	16,6	14,72
Τυρί μαλακό	18,5	28,98
Τυρί σκληρό	18,8	28,59

## 1.6.3 Κοινωνική Υποδομή

### 1.6.3.1 Υγεία-πρόνοια

Η Π.Θ. κατέχει την πέμπτη θέση, μεταξύ των περιφερειών της Ελλάδας που έχουν ποσοστό κινδύνου φτώχειας κάτω από τον εθνικό μέσο όρο (21%). Πιο συγκεκριμένα, με κίνδυνο να περιέλθουν σε κατάσταση φτώχειας ανέρχεται το 26% του πληθυσμού (Ε.Π. Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού 2013).

Στον παρακάτω Πίνακα 3.21 παρουσιάζονται οι υποδομές της Π.Θ. σε νοσοκομεία, κέντρα υγείας και ιδιωτικές κλινικές.

**Πίνακας 3. 22: Υποδομές υγείας στην Π.Θ. (Υγειονομικός χάρτης (2015) και Ιδία επεξεργασία)**

Νομοί	Νοσοκομεία	Κέντρα υγείας	Ιδιωτικές κλινικές
Καρδίτσας	1	27	4
Λάρισας	3	51	18
Μαγνησίας	1	36	11
Τρικάλων	1	36	7
Σύνολο	5	20	8

Θα πρέπει, επίσης, να αναφερθεί ότι στην Π.Θ. υπάρχουν συνολικά 153 περιφερειακά ιατρεία. Μια πιο διαφωτιστική εικόνα όμως μπορεί να δοθεί από τον δείκτη κλίνες/1.000 κάτοικοι. Σύμφωνα με αυτόν τον δείκτη, η Π.Θ. βρίσκεται στο 3,9. Δηλαδή βρίσκεται λίγο πιο πάνω από τον εθνικό μ.ό. που είναι 3,3 (Π.Ε.Π. ΘΣΗ, 2007-2013). Συγκεκριμένα, το 2010 καταγράφηκαν 4.094 κλίνες δημόσιων και ιδιωτικών θεραπευτηρίων, αριθμός που αντιστοιχεί σε 5,56 κλίνες ανά 1.000 κατοίκους, όταν στο σύνολο της χώρας αντιστοιχούσαν 4,99 κλίνες ανά 1.000 κατοίκους. Σχετικά

με το ιατρικό προσωπικό, το έτος 2010 στην Π.Θ. εργάζονταν 3.533 ιατροί, δηλαδή 4,80 ιατροί ανά 1.000 κατοίκους όταν στην χώρα η αναλογία ήταν 6,13 ιατροί ανά 1.000 κατοίκους (ΣΒΘΚΕ, 2013) Από τα παραπάνω μπορεί να συμπεράνει κανείς ότι η κατάσταση χρήζει ακόμη αρκετής βελτίωσης, καθώς υπάρχουν αρκετές ελλείψεις σε μηχανολογικό εξοπλισμό, ανεπάρκεια κλινών για την δευτεροβάθμια περίθαλψη, ενώ υπάρχει και ανάγκη για την ενίσχυση της πρωτοβάθμιας περίθαλψης. Βάρος, επίσης, θα πρέπει να δοθεί και στην ενίσχυση των παρεχόμενων υπηρεσιών (Π.Ε.Π. ΘΣΗ, 2007-2013). Η Περιφέρεια γενικά διαθέτει μεγάλο εύρος παρεχόμενων υπηρεσιών όσον αφορά τις υπηρεσίες πρόνοιας. Μεταξύ άλλων περιλαμβάνει 59 Κ.Α.Π.Η., 5 γηροκομεία, 17 ειδικά σχολεία, 104 βρεφονηπιακούς σταθμούς, 2 κέντρα παιδικής μέριμνας, 4 ιατροκοινωνικά κέντρα για τσιγγάνους, 1 κλειστή θεραπευτική κοινότητα ενηλίκων, 1 μονάδα κοινωνικής επανένταξης κ.ά. Ωστόσο, τα στοιχεία που χρειάζονται για να διαπιστωθεί η επάρκεια αυτών των υποδομών δεν υπάρχουν οπότε δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα (Σακελλαρίου 2008 και Π.Ε.Π. ΘΣΗ 2007-2013).

### 1.6.3.2 Εκπαίδευση

Ο τομέας της εκπαίδευσης ανέκαθεν έπαιξε πολύ σημαντικό ρόλο για την μετέπειτα πορεία της κοινωνίας. Ένα καλό επίπεδο εκπαίδευσης μπορεί να συμβάλει άμεσα στην κοινωνική αλλά και στην οικονομική ανάπτυξη. Ταυτόχρονα όμως είναι βασικός παράγοντας για την επίτευξη του στόχου της αειφόρου ανάπτυξης (Ηλιάδης, 2010). Κατά το έτος 2010 στην Π.Θ. υπήρχαν 526 δημοτικά σχολεία, 149 γυμνάσια και 115 λύκεια (ΣΒΘΚΕ, 2013). Στον παρακάτω πίνακα αναλύονται κάποιοι βασικοί δείκτες που έχουν να κάνουν με αυτό τον τομέα στην Θεσσαλία. Όπως μπορεί να παρατηρήσει κανείς, τα μειονεκτήματα της Π.Θ. έγκεινται στο ότι διαθέτει μεγαλύτερο ποσοστό συστεγαζόμενων σχολείων από το μ.ό. της χώρας, ενώ το ίδιο συμβαίνει και με το ποσοστό των σπουδαστών της ανώτατης εκπαίδευσης καθώς και τον πληθυσμό από 25 ετών έως 65 με ανώτατη εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, η Π.Θ. καταλαμβάνει την τέταρτη θέση μεταξύ των ελληνικών περιφερειών ως προς τους κατά κεφαλή πτυχιούχους ή υποψήφιους πτυχιούχους τριτοβάθμιας εκπαίδευσης ηλικίας 15-74 ετών (Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Ε.Π. Θεσσαλίας, 2015). Αντίθετα, θετική επίδραση έχουν οι δείκτες «τ.μ. σχολείου ανά μαθητή» και «μαθητές ανά εκπαιδευτικό». Τέλος, ο δείκτης «σχολική διαρροή» από το λύκειο βρίσκεται στα ίδια επίπεδα με τον εθνικό μ.ό.

**Πίνακας 3. 23: Δείκτες της κατάστασης του εκπαιδευτικού τομέα στην Π.Θ. σε σχέση με την Ελλάδα για το έτος 2012 (Ε.Π. Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση 2013 και Ιδία επεξεργασία)**

	Συστεγαζόμενα σχολεία (%)	Τ.μ. σχολείο ανά μαθητή	Μαθητές ανά εκπαιδευτικό	Σπουδαστές ανώτατης εκπαίδευσης (%)	Σχολική διαρροή από το λύκειο (%)	Πληθυσμός 25-64 ετών με ανώτατη εκπαίδευση (%)
<b>Περιφέρεια Θεσσαλίας</b>	54,1	9	10,1	21	3,01	17,5
<b>Ελλάδα</b>	50	7,9	12,6	28,1	2,98	20,5

Σημαντικό ρόλο στον εκπαιδευτικό τομέα της τριτοβάθμιας παίζουν το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, που εδρεύει στο Βόλο, καθώς και το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (Τ.Ε.Ι.) Λάρισας. Τέλος,

σε έναν από τους βασικούς δείκτες, τον δείκτη αριθμού μαθητών ανά εκπαιδευτικό βλέπουμε ότι η Θεσσαλία βρίσκεται σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό σε σχέση με τις άλλες περιφέρειες.

### 1.6.3.3 Αγορά εργασίας

Τα ποσοστά συμμετοχής της Περιφέρειας Θεσσαλίας στη αγορά εργασίας, σε διαχρονική πορεία είναι παρόμοια με τα αντίστοιχα της χώρας. Το εργατικό δυναμικό της Π.Θ. παρουσιάζει διακυμάνσεις ως προς τον πληθυσμό εργάσιμης ηλικίας. Μεγάλη απόκλιση από τα ποσοστά της χώρας παρουσιάζει το ποσοστό συμμετοχής νέων 15-25 ετών. Παράλληλα, ο δείκτης συμμετοχής των ανδρών εμφανίζει μείωση σε όλες τις ηλικίες – με την εξαίρεση των ηλικιακών ομάδων 15-20 και 50 - 55 ετών – ενώ στις μεγαλύτερες ηλικίες εμφανίζεται μεγάλη πτώση, αποτέλεσμα της απομάκρυνσης αυτών των ηλικιών από την αγορά εργασίας. Ο δείκτης συμμετοχής των γυναικών παρουσιάζει μεγάλες αυξήσεις σε όλο το εύρος ηλικιών μεταξύ 20 και 50 ετών, μειώνεται στην ηλικιακή ομάδα 50-55 ετών, αλλά με πολύ ηπιότερους ρυθμούς σε σύγκριση με τους άνδρες. Γενικά, φαίνεται ότι οι νέοι όντας απογοητευμένοι από τις αποτυχημένες προσπάθειες απασχόλησης τους, μετά το πέρας μακροχρόνιας ανεργίας, αποχωρούν από την αγορά εργασίας. Επίσης, είναι αρκετοί οι νέοι που παρατείνουν τις σπουδές τους, ως διέξοδο της ανεργίας (ΣΒΘΚΕ, 2013) Παράλληλα, το ποσοστό απασχόλησης στη Π.Θ. εμφανίζει πτώση κατά τα έτη 2009-2013, πτώση που είναι κατά τι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη της χώρας. Συγκεκριμένα, μέσα σε αυτά τα έτη, οι θέσεις απασχόλησης μειώθηκαν κατά 62.500, αριθμός που αντιστοιχεί στο 20,9% ενώ το αντίστοιχο ποσοστό μείωσης θέσεων εργασίας της χώρας ήταν 20,4%.

Οι τομείς που παρουσίασαν την μεγαλύτερη απώλεια θέσεων εργασίας ήταν της μεταποίησης, των κατασκευών, του εμπορίου, των ξενοδοχείων/εστίαση, της εκπαίδευσης και της δημόσιας διοίκησης. Οι κλάδοι στους οποίους δημιουργήθηκαν 3.800 νέες θέσεις εργασίας είναι λίγοι και είναι τα ορυχεία, η ενημέρωση / επικοινωνία, η υγεία και οι οικιακές υπηρεσίες. Λόγω της κατάστασης που προαναφέρθηκε, ο δείκτης απασχόλησης για τα άτομα σε εργάσιμη ηλικία στην Π.Θ. έχασε δώδεκα ποσοστιαίες μονάδες από το πρώτο τρίμηνο του 2009 μέχρι και το δεύτερο τρίμηνο του 2013 και από 61,7% έγινε 49,9%. Η μείωση του δείκτη απασχόλησης είναι πολύ εντονότερη για τους άνδρες παρά για τις γυναίκες. Μείωση παρατηρείται και στη πλήρη απασχόληση ενώ αυξάνονται οι θέσεις εργασίας στη μερική απασχόληση. Η μεγάλη μείωση του τομέα της απασχόλησης στην Π.Θ. είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη αύξηση του αριθμού των ανέργων και του ποσοστού ανεργίας. Το συνολικό ποσοστό ανεργίας της Π.Θ. στα άτομα με εργασιακή ηλικία αυξάνεται από 7,3% το πρώτο τρίμηνο του 2009 σε 26,2% το δεύτερο τρίμηνο του 2013, δηλαδή υπερτριπλασιάζεται ενώ το ποσοστό ανεργίας των ανδρών υπερτετραπλασιάζεται (από 4,9% σε 21,2%) (ΠΕΠ Θεσσαλίας, 2014). Το ποσοστό ανεργίας της Περιφέρειας Θεσσαλίας το πρώτο τρίμηνο του 2012 δεν διέφερε ουσιαστικά από το εθνικό ποσοστό ανεργίας, με ποσοστά 20,40% και 22,59% αντίστοιχα. Το ίδιο ισχύει και για τα δύο φύλα (ΣΒΘΚΕ, 2013).

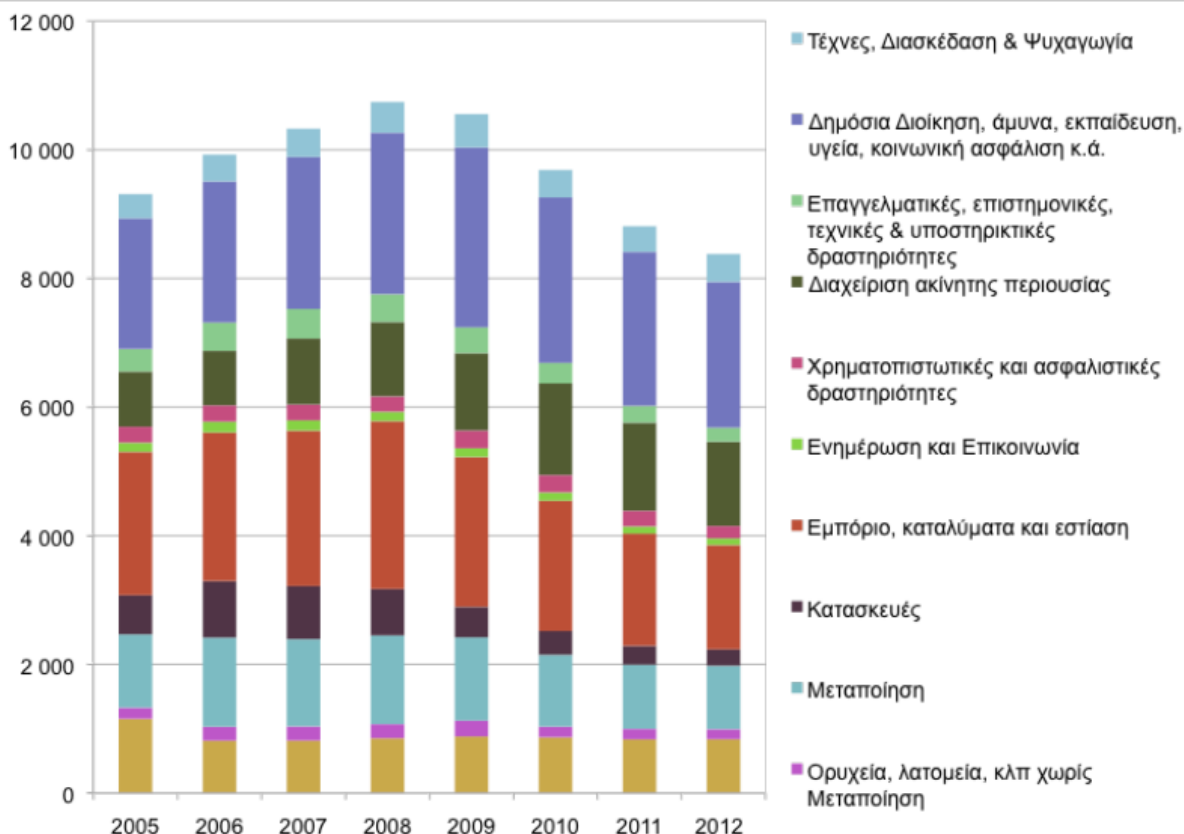
Όλα όσα προαναφέρθηκαν, προσδιορίζουν το έντονο οικονομικό και βιοποριστικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει ένα πολύ μεγάλο μέρος του πληθυσμού της Περιφέρειας Θεσσαλίας από τα πρώτα χρόνια εμφάνισης της κρίσης (2009-2011), το οποίο εντείνεται και διευρύνεται μέχρι και σήμερα. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι η Π.Θ. είναι η έβδομη κατά σειρά Περιφέρεια της χώρας από πλευράς μέσου διαθέσιμου εισοδήματος ανά κάτοικο, που συνεπάγεται ότι το 25,84% του πληθυσμού της Περιφέρειας έχει διαθέσιμο εισόδημα κάτω από το όριο της φτώχειας. Επίσης, η Π.Θ. είναι μια από τις τρεις Περιφέρειες της χώρας, μαζί με Π. Ηπείρου και την Π. Στερεάς

Ελλάδας, που τα νοικοκυριά τους έχουν δηλώσει σε ποσοστό μεγαλύτερο από το μισό, πως δεν δύναται να ανταπεξέλθουν στις φορολογικές τους υποχρεώσεις. Συγκεκριμένα, οι Π.Ε. με το χαμηλότερο μέσο φορολογούμενο εισόδημα είναι οι Π.Ε. Καρδίτσας και Λάρισας, ενώ η Π.Ε. με τους περισσότερους κατοίκους που διαβιούν κάτω από το όριο της φτώχειας είναι η Π.Ε. Καρδίτσας (ΠΕΠ Θεσσαλίας, 2014).

### **1.6.3.4 Οικονομία**

Ο ρυθμός αύξησης του κατά κεφαλήν ΑΕΠ της Π.Θ. από το 2000 έως το 2004 ήταν μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο της χώρας και της Ε.Ε., με αποτέλεσμα το κατά κεφαλήν ΑΕΠ της Π.Θ. να αντιστοιχεί, το 2004, στο 88,1% του κατά κεφαλήν ΑΕΠ της χώρας και στο 82,6% του κατά κεφαλήν ΑΕΠ της ΕΕ27. Μετά το 2005, όπου υπήρξε μια ισχυρή πτώση, της τάξης του 12% έναντι του προηγούμενου έτους, το κατά κεφαλήν ΑΕΠ της Θεσσαλίας άρχισε να ανακάμπτει σταδιακά μέχρι και το έτος 2008, μη φθάνοντας όμως στα επίπεδα του έτους 2004. Οι ρυθμοί ανάκαμψης του κατά κεφαλήν ΑΕΠ της Π.Θ. ήταν πολύ μικρότεροι των αντίστοιχων ρυθμών του κατά κεφαλήν ΑΕΠ της χώρας και της ΕΕ27, με αποτέλεσμα να αντιστοιχεί σε ένα ποσοστό γύρω στο 70% - 73% του κατά κεφαλήν ΑΕΠ της ΕΕ27 και γύρω στο 77% - 79% του κατά κεφαλήν ΑΕΠ της χώρας. Από το έτος 2009 παρατηρείται ισχυρή πτώση στο κατά κεφαλήν ΑΕΠ της Π.Θ. με αρκετά πιο έντονους ρυθμούς από τους αντίστοιχους της χώρας και μείωση με ποσοστό 18% μεταξύ 2008 και 2011, με αποτέλεσμα το 2011 να αντιπροσωπεύει το 71% του κατά κεφαλήν ΑΕΠ της χώρας και το 56,35% της ΕΕ27 (ΠΕΠ Θεσσαλίας, 2014).

Ανάλογη είναι και εξέλιξη στην ΑΠΑ της Π.Θ. συγκριτικά με την αντίστοιχη της χώρας. Συγκεκριμένα, στο Διάγραμμα 3.3 που ακολουθεί παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη της ΑΠΑ που παράγεται στη Θεσσαλία την περίοδο από το 2005 έως το 2012. Η καλύτερη επίδοση της Π.Θ. ήταν το έτος 2008 με 10,73 δις € (Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Ε.Π. Θεσσαλίας, 2015). Κατά την διάρκεια των ετών 2008 έως 2011 παρατηρήθηκε μείωση της ΑΠΑ της Π.Θ. κατά 16% ενώ η αντίστοιχη μείωση της ΑΠΑ της χώρας ήταν 11%. Από τους παραγωγικούς τομείς, ο τριτογενής είναι ο τομέας που συμμετέχει κατά κύριο λόγο στη συνολική ΑΠΑ της Π.Θ. σε ποσοστό που το 2011 κυμάνθηκε από 65,3% έως και 73%, όταν η συμμετοχή του τριτογενούς τομέα της χώρας στην ΑΠΑ ήταν 81% (ΠΕΠ Θεσσαλίας, 2014). Η πιο σημαντική δραστηριότητα του τριτογενούς τομέα στην Π.Θ. είναι η Δημόσια Διοίκηση που συμμετέχει στην ΑΠΑ κατά 32%-35% και που διαχρονικά αυξάνεται τόσο ως παραγόμενη αξία, μέχρι το 2009, όσο και ως συμμετοχή στην ΑΠΑ του τριτογενή τομέα. Μετά την Δημόσια Διοίκηση έπεται η ενασχόληση με το Εμπόριο και τις Υπηρεσίες που συμμετέχει στην ΑΠΑ του τριτογενούς τομέα κατά 29%. Η συμμετοχή αυτής της δραστηριότητας ήταν έντονη μέχρι και το 2008 που άρχισε να σημειώνει πτώση με αποκορύφωμα το 2011. Τελευταία δραστηριότητα αποτελεί η Διαχείριση ακίνητης περιουσίας που συμμετέχει στην ΑΠΑ του τριτογενούς τομέα κατά 16%-17%. Η δραστηριότητα αυτή αυξανόταν από το 2005 έως και το 2009 τόσο ως αξία παραγωγής, όσο και ως συμμετοχή στην ΑΠΑ του τριτογενή τομέα της Περιφέρειας. Η συμμετοχή των υπόλοιπων δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα παρουσιάζουν διαχρονικά πτώση εκτός από τις δραστηριότητες που σχετίζονται με τον τουρισμό, ο οποίος εξελίσσεται σε δυναμική οικονομική δραστηριότητα της Περιφέρειας (ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014, Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Ε.Π. Θεσσαλίας 2015).



**Διάγραμμα 3. 1: Εξέλιξη της ΑΠΑ 2005- 2012 σε τρέχουσες τιμές (εκατ. Ευρώ) ανά κλάδο (ΕΛΣΤΑΤ, 2015)**

Ο δευτερογενής τομέας στην Π.Θ. διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη της Π.Θ. συμμετέχοντας το 2011 στη συνολική ΑΠΑ της Π.Θ. κατά 18% όταν η συμμετοχή του συνολικού δευτερογενή τομέα της χώρας ήταν 16%. Ανεξάρτητα όμως με τη σημαντική συμμετοχή του δευτερογενούς τομέα το έτος 2011, στην ανοδική πορεία της οικονομίας της Π.Θ., χαρακτηριστική είναι η συνεχής μείωση της συμμετοχής του από έτος 2007 έως κα 2013, με αποκορύφωμα το 2009 (ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014). Κυρίαρχη δραστηριότητα του δευτερογενή τομέα στην Περιφέρεια είναι η Μεταποίηση, με 76% συμμετοχή στην ΑΠΑ του δευτερογενή τομέα το 2011. Στη σειρά ακολουθεί η δραστηριότητα των Κατασκευών, δραστηριότητα που εμφανίζει συρρίκνωση μετά το 2005 της τάξης του 71%. Η μεγάλη σημασία του δευτερογενή τομέα έγκειται στο γεγονός ότι ο τομέας αυτός συνδέεται σε σημαντικό βαθμό με τον πρωτογενή τομέα της Περιφέρειας, κυρίως στο πλαίσιο της πρώτης και δεύτερης μεταποίησης αγροτικών προϊόντων, καθώς επίσης και στον κλάδο του μετάλλου με τον κατασκευαστικό τομέα (ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014, Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Ε.Π. Θεσσαλίας 2015).

Τέλος, ο πρωτογενής τομέας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην πρόοδο της ΑΠΑ και του ΑΕΠ, έχοντας μια έντονη πτώση το 2007, μια ανάκαμψη τα έτη 2008-2010 και μια πτώση το 2011. Αν και η συνολική ΑΠΑ της Π.Θ. σημείωσε μείωση από το 2009, η συμμετοχή του πρωτογενούς τομέα στην ΑΠΑ της χώρας ήταν 9% το 2011, συμβάλλοντας σημαντικά στην οικονομία της Π.Θ. την στιγμή που η αντίστοιχη συμμετοχή του πρωτογενούς τομέα της χώρας ήταν 3,37%. Αποτέλεσμα όλων όσων περιγράφηκαν, είναι να γίνει κατανοητό πόσο σημαντική είναι η



συμβολή του πρωτογενή/ αγροτικής παραγωγής στην ευνοϊκή εξέλιξη της οικονομίας της Ελλάδος (ΠΕΠ Θεσσαλίας, 2014).

### **1.6.3.5 Πολιτισμός**

Η περιοχή της Θεσσαλίας αποτελεί μια περιοχή με μεγάλο απόθεμα πολιτισμικών στοιχείων. Τα κυριότερα από αυτά έλαβαν χώρα στον θεσσαλικό κάμπο και στο Πήλιο. Κάποια από αυτά ήταν η αγροτική επανάσταση στο Κιλελέρ (1990) εναντίον του συστήματος της μεγάλης ιδιοκτησίας, οι συντεχνιακή παραγωγή στα Αμπελάκια (18ος έως αρχές 19ου αι.) όπου παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα η βιομηχανική μηχανή, η πνευματική και οικονομική άνθηση του νεότερου πολιτισμού στα χωριά του Πηλίου (Μακρυνίτσα, Ζαγορά, Πορταριά, Μηλιές) κατά τη διάρκεια του 17<sup>ου</sup> και 18<sup>ου</sup> αιώνα. Στη συνέχεια όταν ισχυροποιήθηκαν τα δύο μεγάλα αστικά κέντρα, η Λάρισα και ο Βόλος, η πολιτισμική παράδοση άρχισε να συρρικνώνεται, με ορισμένες όμως αναλαμπές.

Οι κυριότεροι αρχαιολογικοί χώροι στη Θεσσαλία είναι οι προϊστορικοί οικισμοί του Σέσκλου και του Διμηνίου στο νομό Μαγνησίας, ο αρχαιολογικός χώρος της Δημητριάδος στο Βόλο όπου βρίσκεται το ανάκτορο του Δημητρίου του πολιορκητή, ο αρχαιολογικός χώρος του Άτραγος και των Γόννων, στον νομό Λαρίσης. Σημαντικός είναι και ο χώρος στην Κραννώνα, επίσης στον νομό Λαρίσης. Στον νομό Τρικάλων υπάρχει ο αρχαιολογικός χώρος στην πόλη των Τρικάλων, όπου εκτίθενται τα περίφημα ψηφιδωτά της ελληνιστικής εποχής και η περιοχή των Μετεώρων (Πάπυρος Λαρούς Μπριτάνικα, 1984).

## **2. ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

### **2.1 Εισαγωγή**

Στο σημείο αυτό, θεωρείται πως έχουν αναλυθεί διεξοδικά όλα όσα πρέπει να γνωρίζουμε ώστε να είμαστε σε θέση να καταλάβουμε τη σπουδαιότητα και την αναγκαιότητα της εγκατάστασης και λειτουργίας των μονάδων παραγωγής ενέργειας αξιοποιώντας βιομάζα με χρήση της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης. Συγκεκριμένα, στο κεφάλαιο ένα αναφέρονται τα οφέλη που δύναται να προκύψουν από τη σωστή διαχείριση των κτηνοτροφικών και των τυροκομικών αποβλήτων και οι λόγοι για τους οποίους θεωρείται η αναερόβια χώνευση ως η πλέον κατάλληλη μέθοδος διαχειρίσεις των προαναφερθέντων αποβλήτων, αλλά και στην υποενοότητα ένα του παρόντος κεφαλαίου αναφέρονται οι λόγοι που καθιστούν την εγκατάσταση αυτών των μονάδων παραγωγής ενέργειας απαραίτητη στην Π.Θ. ώστε να μειωθούν οι ενεργειακές ανάγκες της. Στην παρούσα υποενοότητα, θα ακολουθήσει περιγραφή των χαρακτηριστικών των μονάδων βιομάζας αλλά και των κτηνοτροφικών και τυροκομικών μονάδων που έχουν επιλεγεί και βρίσκονται στην Π.Θ. Να αναφερθεί, πως η εγκατάσταση και λειτουργία μονάδων παραγωγής βιοαερίου αποτελεί αποτέλεσμα της αναγκαιότητας της συνεισφοράς στην κάλυψη των δεσμεύσεων της χώρας μας που απορρέουν από την Οδηγία 2001/77/EC «για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας» αλλά και της

συνεισφοράς στην υλοποίηση των στόχων του νέου ΠΕΣΔΑ Θεσσαλίας. Αξίζει να αναφερθεί πως ο ενεργειακός τομέας είναι ο πρωταρχικός υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος, καθώς σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, τον μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων. Μέσω της λειτουργίας των εν λόγω μονάδων πραγματοποιείται μεσοπρόθεσμη προστασία του περιβάλλοντος καθώς η μέθοδος παραγωγής του βιοαερίου είναι η αναερόβια χώνευση αποβλήτων, μια μέθοδος, που όπως έχει αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, θεωρείται πως δεν χαρακτηρίζεται από περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι μονάδες ΑΧ που θα μελετήσουμε στην παρούσα εργασία και για τις οποίες θα γίνει αναφορά εν συνεχεία, βρίσκονται τους Δήμους Λαρίσης, Τρικάλων και Μαγνησίας. Το παραγόμενο βιοαέριο θα χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη για την παραγωγή ενέργειας. Εκτός από βιοαέριο, από τις μονάδες θα παράγεται και θερμική ενέργεια αλλά και εδαφοβελτιωτικό. Ως πρώτη ύλη οι μονάδες αυτές θα αξιοποιούν τα παραγόμενα απόβλητα από τις κτηνοτροφικές και τυροκομικές μονάδες που βρίσκονται πλησίον των μονάδων βιομάζας. Ο υπολογισμός του όγκου των παραγόμενων αποβλήτων θα γίνει με βάση τις οδηγίες που έχει δώσει το ΥΠΕΚΑ.

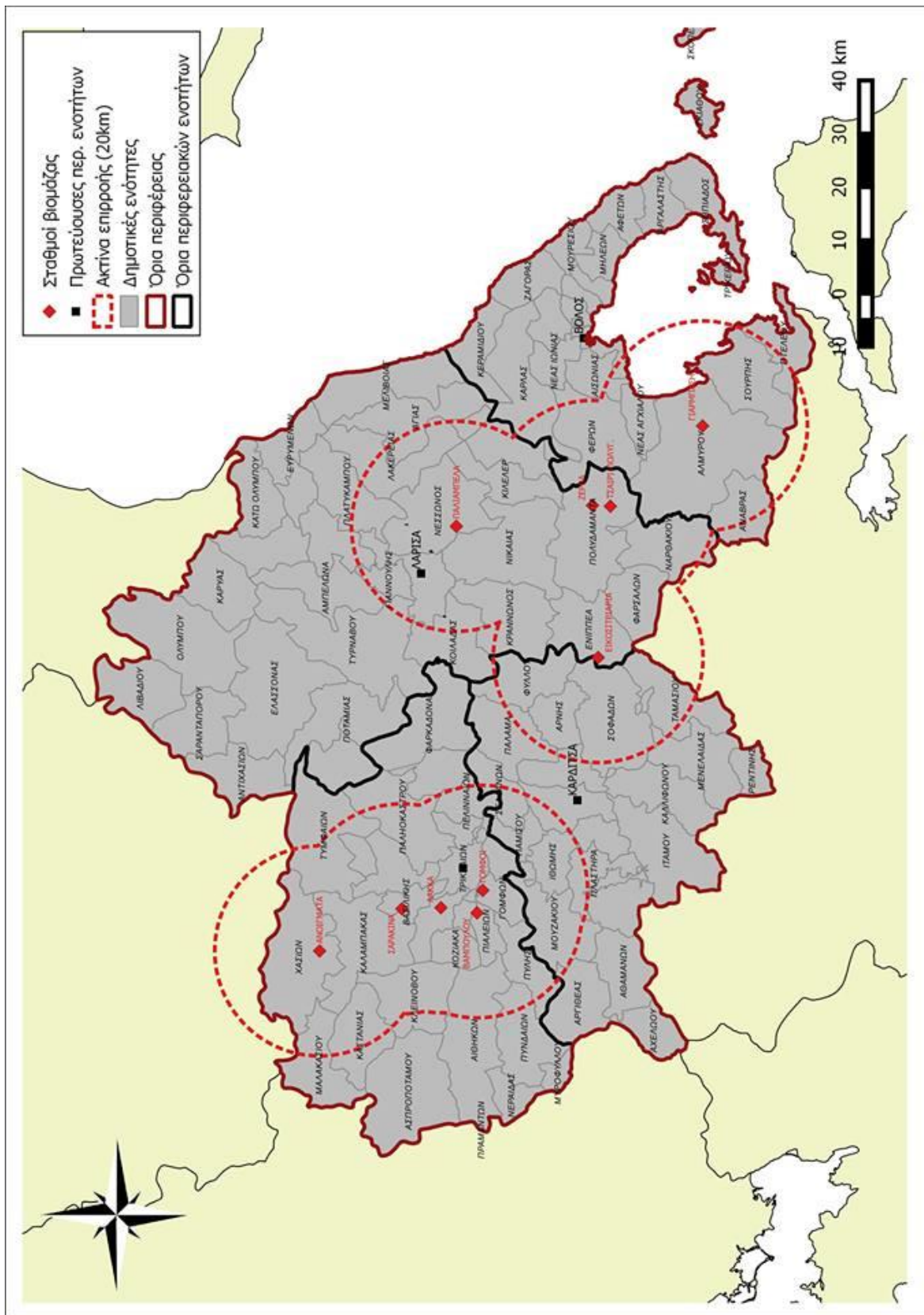
Σκοπός αυτής της ενότητας είναι η ανάδειξη του κατά πόσο είναι εφικτό και οικονομικά προσοδοφόρο, οι μονάδες αυτές να αξιοποιούν όλα τα ετήσια παραγόμενα κτηνοτροφικά και τυροκομικά απόβλητα της Π.Θ. που προκύπτουν από τις αντίστοιχες εγκαταστάσεις που βρίσκονται σε ακτίνα 20-26 χλμ. από τις μονάδες βιομάζας. Επίσης, σκοπός αυτής της υποενότητας είναι η μελέτη της διάθεσης του παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού σχετικά με την ποσότητα που πρέπει να διατεθεί σε κάθε μια ξεχωριστά από τις καλλιέργειες που βρίσκονται γύρω από τις μονάδες μελέτης.

## **2.2 Παρουσίαση των μονάδων αναερόβιας χώνευσης στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Σύμφωνα με την ΡΑΕ σε βάθος πέντε χρόνων από το 2010 έως και το 2015 έχουν δοθεί σε όλο τον ελλαδικό χώρο 63 άδειες για την εγκατάσταση και την λειτουργία μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα. Η βιομάζα που χρησιμοποιείται σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να είναι συσσωματώματα (pellets) που μπορεί να προέρχονται από καλλιέργεια ενεργειακών φυτών όπως είναι η αγριαγκινάρα ή μπορεί να είναι οι πυρήνες ροδακίνων ή ελαιοπυρήνες. Κάποιες από αυτές τις μονάδες αναμένεται να χρησιμοποιούν ως καύσιμο την βιομάζα και μέσω της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης να παράγουν εδαφοβελτιωτικό αλλά και βιοαέριο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή να υποστεί περεταίρω επεξεργασία και να μπορεί να αξιοποιηθεί όπως το φυσικό αέριο για τη θέρμανση χώρων. Στην Π.Θ. υπάρχουν 10 μονάδες που έχουν πάρει άδεια από την ΡΑΕ για να παράγουν ενέργεια αξιοποιώντας βιομάζα μέσω της μεθόδου της ΑΧ. Να αναφερθεί πως καμία από τις 10 αυτές μονάδες δεν εμπίπτει σε περιοχή προστασίας. Στον Χάρτη 3.6 που ακολουθεί παρουσιάζονται αυτές οι 10 μονάδες βιομάζας ενώ έπειτα γίνεται μια περιληπτική περιγραφή κάθε μιας από τις 10 μονάδες βιομάζας.

# Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας

Χάρτης 3. 6: Μονάδες βιομάζας στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Ίδια επεξεργασία)



## **ΠΕΡΙΦΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ (ΝΟΜΟΣ) ΛΑΡΙΣΑΣ**

Σύμφωνα με στοιχεία της ΡΑΕ στον Νομό Λαρίσης τέσσερις είναι οι μονάδες που έχουν πάρει άδεια αξιοποίησης βιομάζας προς παραγωγή ενέργειας μέσω της αναερόβιας χώνευσης. Οι τρεις από αυτές είναι στον Δήμο Φαρσάλων και η μια στον Δήμο Κιλελέρ.

### **Δήμος Φαρσάλων**

#### **Μονάδα 1<sup>η</sup>: Θέση Εικοσιτριάρια**

Η πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αξιοποίησης της βιομάζας θα έχει μέση παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ 0.4 MW και ανήκει στην ατομική επιχείρηση «Χαρμπίς Ιωάννης», η οποία αναμένεται να εγκατασταθεί στη θέση Εικοσιτριάρια, της Τοπικής Κοινότητας Πολυνερίου της Δημοτικής Ενότητας Ενιπέας. Πιο ειδικά, η συγκεκριμένη μονάδα θα παράγει βιοαερίου μέσω της μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης οργανικών αποβλήτων (κοπριά βοοειδών, απόβλητα τυροκομείου, αδρανοποιημένα απόβλητα σφαγείων, μίγμα στέμφυλων κλπ) και οργανικών καλλιεργειών (ενσίρωμα καλαμποκιού, αγκινάρας κλπ). Ο συνολικός όγκος αποβλήτων που θα επεξεργάζεται η μονάδα ετησίως ανέρχεται σε 32.080 τόνους αποβλήτων. Στη συνέχεια το παραγόμενο βιοαέριο θα χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, από την παραγωγική διαδικασία της εξεταζόμενης μονάδας θα παράγεται θερμική ενέργεια καθώς και οργανικό λίπασμα υγρής και στερεάς μορφής. Σε ότι αφορά την έκταση που θα καταλαμβάνει το οικόπεδο, ανέρχεται σε 14.000 m<sup>2</sup> και έχει μισθωθεί από την ατομική επιχείρηση του Χαρμπί Ιωάννη με μακροχρόνιο (25 ετών) μισθωτήριο συμβόλαιο με στόχο την κατασκευή και λειτουργία της μονάδας. Η λειτουργία της μονάδας θα είναι συνεχής σε 24ωρη βάση ενώ σε ότι αφορά την ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας υπολογίζεται ότι θα ανέρχονται σε 3.116.000 kWh και σε 3.463.823,84 kWh αντίστοιχα.

#### **Μονάδα 2<sup>η</sup>: Θέση Ζερβά**

Η δεύτερη μονάδα θα παράγει βιοαέριο προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και αξιοποίηση αποβλήτων βουστασίου και ενσίρωμα ενεργειακών καλλιεργειών με τη μέθοδο της αναερόβιας χώνευσης. Η μονάδα θα έχει μέση παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ 0.51 MW και θα εγκατασταθεί στη θέση «Ζέρβα» σε οικόπεδο που ανήκει στην ατομική επιχείρηση επωνυμίας «ΜΠΑΪΡΑΜΟΓΛΟΥ ΜΙΧΑΗΛ». Η έκταση του οικοπέδου αυτού είναι 17.938 m<sup>2</sup> και ανήκει στην κτηματική περιφέρειας του Οικισμού Άνω Βασιλικών στη Τοπικής Κοινότητας Κάτω Βασιλικών της Δημοτικής Ενότητας Πολυδάμαντα. Επίσης, το οικόπεδο έχει μισθωθεί από την ατομική επιχείρηση του Μπαϊράμογλου Μιχαήλ με μακροχρόνιο (20 έτη το ελάχιστο) μισθωτήριο συμβόλαιο με στόχο την κατασκευή και λειτουργία της μονάδας. Στη μονάδα θα οδηγούνται τα παραγόμενα απόβλητα των δύο βουστασίων του κ. Μιχαήλ Μπαϊράμογλου. Το πρώτο βουστάσιο βρίσκεται στο Πολυνέρι της Δημοτικής Ενότητας Ενιπέα και έχει δυναμικότητα 200 αγελάδες γαλακτοπαραγωγής, 50 μοσχίδες αντικατάστασης και 180 μοσχάρια πάχυνσης. Το δεύτερο βρίσκεται στα Βασιλικά της ΔΕ Πολυδάμαντα και έχει δυναμικότητα 650 αγελάδες γαλακτοπαραγωγής. Επίσης ως πρώτη ύλη θα χρησιμοποιείται και ενσίρωμα ενεργειακών καλλιεργειών (Γλυκός Σόργος, Αραβόσιτος, κτλ.) από ιδιόκτητες και μη καλλιεργήσιμες εκτάσεις οι οποίες βρίσκονται σε ακτίνα λίγων χιλιομέτρων από την υπό μελέτη μονάδα. Η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη συγκεκριμένη μονάδα θα είναι 5,1 MW \*8000 h/y = 4.080.000 kWh

και η μονάδα θα επεξεργάζεται περίπου 23.360 τόνους οργανικών αποβλήτων και ενσιρώματος ανά έτος.

### **Μονάδα 3<sup>η</sup>: Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό**

Η τρίτη μονάδα αφορά την εγκατάσταση μονάδας παραγωγής βιοαερίου και σταθμού συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας-θερμότητας ισχύος 3 MW, της φερόμενης ιδιοκτησίας της «ΦΘΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε», στη θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό της Τοπικής Κοινότητας Πολυδαμείου, της Δημοτικής Ενότητας Πολυδάμαντα. Το συνολικό εμβαδόν του οικοπέδου εγκατάστασης της εξεταζόμενης μονάδας ιδιοκτησίας εξ αδιαίρετου των Στυλιανού Βούλγαρη, Ειρήνης Καραμπά και Κωνσταντίνου Μπαλατσού, είναι 75.625 m<sup>2</sup> και το οποίο θα εκμισθωθεί από την εταιρεία ΦΘΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε με μακροχρόνιο (25 ετών) μισθωτήριο συμβόλαιο. Πιο αναλυτικά, στη συγκεκριμένη μονάδα θα πραγματοποιείται παραγωγή βιοαερίου από αναερόβια χώνευση οργανικών αποβλήτων (κοπριά, απόβλητα τυροκομείου, μίγμα στέμφυλων, υγρό απόβλητο ελαιοτριβείου κλπ.) και οργανικών καλλιεργειών (ενσίρωμα καλαμποκιού, άχυρο κλπ). Στη συνέχεια το παραγόμενο βιοαέριο θα χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, από την παραγωγική διαδικασία της εξεταζόμενης μονάδας θα παράγεται θερμική ενέργεια καθώς και οργανικό λίπασμα υγρής και στερεάς μορφής το οποίο θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οργανικό λίπασμα-εδαφοβελτιωτικό. Η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη συγκεκριμένη μονάδα θα είναι 22.140.495 KWh και εκτιμάται ότι η μονάδα θα επεξεργάζεται 74.415 tn/έτος κτηνοτροφικών αποβλήτων, 3.650 tn/έτος τυροκομικών αποβλήτων, 3.500 tn/έτος αποβλήτων οινοποιείων, 3.140 tn/έτος απόβλητα ελαιοτριβείων, 44.090 tn/έτος ενσίρωμα καλαμποκιού και 4.000 tn/έτος άχυρο δημητριακών, στο σύνολο τα απόβλητα που αναμένεται να δέχεται η μονάδα ανέρχονται σε 132.795 tn/έτος.

### **Δήμος Κιλελέρ**

### **Μονάδα 4<sup>η</sup>: Θέση Παλιάμπελα**

Η τέταρτη μονάδα αφορά την επεξεργασία μη επικίνδυνων αποβλήτων για παραγωγή βιοαερίου μέσω της μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης και σταθμού συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας με παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ 3 MW. Η μονάδα θα εγκατασταθεί σε οικόπεδο που έχει έκταση 67.977,00 m<sup>2</sup> της φερόμενης ιδιοκτησίας «Μεσοποταμία Ενεργειακή Α.Ε.» στην κτηματική περιφέρεια της Τοπικής Κοινότητας Χάλκης της Δημοτικής Ενότητας Ενιπέας. Το οικόπεδο θα εγκατασταθεί στη θέση Παλιάμπελα και έχει μισθωθεί με μακροχρόνιο (25 ετών) μισθωτήριο συμβόλαιο με στόχο την κατασκευή και λειτουργία της μονάδας. Η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από το σταθμό συμπαραγωγής θα είναι 22.139.972 KWh και 4,5 MW αντίστοιχα ενώ η δυναμικότητα της μονάδας, ως προς την ετήσια παροχή των προς επεξεργασία μη επικίνδυνων οργανικών αποβλήτων για την παραγωγή βιοαερίου, θα ανέρχεται σε 68.550 tn. Συγκεκριμένα, τα οργανικά απόβλητα που θα αξιοποιούνται θα είναι κόπρος μόσχων πάχυνσης (22.000 tn), κόπρος χοίρων (12.000 tn), υγρό και πήγμα αίματος σφαγείων (350 tn), τυρόγαλα (9.000 tn), κρεατάλευρα (350 tn), περιεχόμενα στομάχου-εντέρου (350 tn), απόβλητα φρούτων (8.500 tn), στέμφυλα (6.000 tn), απόβλητα ελαιοτριβείων (5.000 tn) και απόβλητα τοματοπολτού (5.000 tn). Για τη βελτίωση του βαθμού απόδοσης της παραγωγικής διαδικασίας, σαν πρώτες ύλες θα χρησιμοποιούνται και επιπλέον περίπου 22.000 tn/έτος ενσιρωμένου αραβοσίτου και 1000 tn/έτος άχυρου δημητριακών. Στα πλαίσια της υλοποίησης των έργων της

μονάδας, θα πραγματοποιηθεί διασύνδεση του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής με το δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ μέσω εγκατάστασης κατάλληλης εναέριας γραμμής μεταφοράς.

## **ΠΕΡΙΦΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ (ΝΟΜΟΣ) ΤΡΙΚΑΛΩΝ**

Σύμφωνα με στοιχεία της ΡΑΕ στον Νομό Τρικάλων πέντε είναι οι μονάδες που έχουν πάρει άδεια αξιοποίησης βιομάζας προς παραγωγή ενέργειας μέσω της αναερόβιας χώνευσης. Μια εκ των οποίων βρίσκεται στο Δήμο Τρικκαίων, δύο στο Δήμο Καλαμπάκας και δύο στο Δήμο Πύλης.

### **Δήμος Τρικκαίων**

#### **Μονάδα 5<sup>η</sup>: Θέση Λάκκα**

Η πέμπτη μονάδα αφορά μονάδα παραγωγής βιοαερίου και σταθμού συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας-θερμότητας ισχύος 3 MW, της φερόμενης ιδιοκτησίας της «ΛΗΘΑΙΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε», στη θέση Λάκκα της Τοπικής Κοινότητας Κεφαλόβρυσου, της Δημοτικής Ενότητας Φαλωρείας. Το συνολικό εμβαδόν του οικοπέδου εγκατάστασης της εξεταζόμενης μονάδας ιδιοκτησίας Γκουλίτου Σωτηρίου, είναι 39.497,00 m<sup>2</sup> και το οποίο μισθώνεται από την εταιρεία ΛΗΘΑΙΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε με μακροχρόνιο (25 ετών) μισθωτήριο συμβόλαιο, με στόχο την κατασκευή και λειτουργία της μονάδας. Πιο αναλυτικά, στη συγκεκριμένη μονάδα θα πραγματοποιείται παραγωγή βιοαερίου από αναερόβια χώνευση οργανικών αποβλήτων (κοπριά, απόβλητα τυροκομείου, μίγμα στέμφυλων, υγρό απόβλητο ελαιοτριβείου κλπ) και οργανικών καλλιεργειών (ενσίρωμα καλαμποκιού, άχυρο κλπ). Στη συνέχεια το παραγόμενο βιοαέριο θα χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη για την συμπαραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Επιπλέον, από την παραγωγική διαδικασία της εξεταζόμενης μονάδας θα παράγεται και οργανικό λίπασμα υγρής και στερεάς μορφής. Η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη συγκεκριμένη μονάδα θα είναι 22.137.540 KWh, ενώ η παραγωγή θερμικής ενέργειας θα είναι 21.953.060 KWh. Τέλος, εκτιμάται ότι η μονάδα θα επεξεργάζεται 100.424 τόνους ανά έτος οργανικών αποβλήτων (κοπριές ζώων, απόβλητα ελαιοτριβείων, οινοποιείων, τυροκομείων κ.λ.π.) 23.450 τόνους ανά έτος ενσίρωμα καλαμποκιού και 2.500 τόνους άχυρο δημητριακών.

### **Δήμος Καλαμπάκας**

#### **Μονάδα 6<sup>η</sup>: Θέση Ανοίγματα**

Η έκτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αξιοποίησης της βιομάζας θα έχει μέση παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ 2,262 MW και θα εγκατασταθεί στη θέση Ανοίγματα της Δημοτικής Ενότητας Χασίων της φερόμενης ιδιοκτησίας της «ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΥΛΙΝΔΡΙΑΣ Α.Ε.». Ως υποπροϊόν της κύριας παραγωγικής διαδικασίας θα παράγεται βιοαέριο και οργανικό λίπασμα το οποίο θα πωλείται ως εδαφοβελτιωτικό, μετά από κατάλληλη επεξεργασία και έλεγχο της ποιότητας του. Η αναμενόμενη μέση ετήσια παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται σε 16.693.933 kWh ενώ εκτιμάται πως η μονάδα θα επεξεργάζεται 83.397 τόνους οργανικών αποβλήτων ετησίως. Το παραγόμενο βιοαέριο που θα χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη, θα προέρχεται από την αναερόβια χώνευση μίγματος κτηνοτροφικών αποβλήτων και υπολειμμάτων αγροτικών καλλιεργειών (όπως π.χ. κοπριά βοοειδών, ενσιρωμένοι αραβόσιτος, κ.α.).

### **Μονάδα 7<sup>η</sup>: Θέση Σαρακίνα**

Η έβδομη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αξιοποίηση βιομάζας, ισχύος 1 MW, της εταιρίας ΜΕΤΕΟΓΚΑΖ ΙΚΕ θα εγκατασταθεί σε αγροτεμάχιο της περιοχής Σαρακίνας στην Τοπική Κοινότητα Σαρακίνας της Δημοτικής Ενότητας Βασιλικής. Το συνολικό εμβαδόν του οικοπέδου εγκατάστασης της εξεταζόμενης μονάδας είναι 16.817,89 m<sup>2</sup> και έχει μισθωθεί από την εταιρεία ΜΕΤΕΟΓΚΑΖ ΙΚΕ με μακροχρόνιο (25 ετών) μισθωτήριο συμβόλαιο με στόχο την κατασκευή και λειτουργία της μονάδας. Σκοπός της μονάδας είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο το οποίο προέρχεται από την αναερόβια χώνευση των εισερχόμενων οργανικών αποβλήτων. Η μονάδα θα επεξεργάζεται 14.600 tn κοπριά βοοειδών και 17.500 tn ενσίρωμα καλαμποκιού το έτος, δηλαδή σύνολο 32.100 tn αποβλήτων. Ως υποπροϊόν της κύριας παραγωγικής διαδικασίας θα παράγεται θερμική ενέργεια και οργανικό λίπασμα το οποίο θα πωλείται ως εδαφοβελτιωτικό, μετά από κατάλληλη επεξεργασία και έλεγχο της ποιότητας του. Η αναμενόμενη μέση ετήσια παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται σε 8.143,68 MWh ενώ εκτιμάται πως η μονάδα θα επεξεργάζεται 40 τόνους κοπριάς την ημέρα. Τέλος, αναμένεται ετήσια παραγωγή στερεού εδαφοβελτιωτικού περίπου 2.500 tn και ετήσια παραγωγή υγρού λιπάσματος περίπου 19.000 tn όπου η απαιτούμενη διαθέσιμη έκταση για τη διάθεση αυτού θα ανέρχεται σε τουλάχιστον 6.350 στέμματα.

### **Δήμος Πύλης**

#### **Μονάδα 8<sup>η</sup>: Θέση 5ο γλμ. Τρικάλων- Πύλης**

Η όγδοη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αξιοποίησης της βιομάζας θα έχει μέση παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ 3 MW και θα εγκατασταθεί στη θέση 5<sup>ο</sup> γλμ. Τρικάλων- Πύλης της Δημοτικής Ενότητας Γόμφων της φερόμενης ιδιοκτησίας της «ΤΥΡΑΣ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ». Η μονάδα θα επεξεργάζεται μέσω της μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης μίγμα αγροτοβιομηχανικών οργανικών υπολειμμάτων (όπως π.χ. λακτόζη, τυρόγαλο, επιστροφές ληγμένων γαλακτοκομικών προϊόντων, κ.α.). με σκοπό την παραγωγή βιοαερίου και οργανικού λιπάσματος. Συνολικά εκτιμάται ότι το έτος θα επεξεργάζεται 117.785 tn αποβλήτων ενώ θα έχει μέση ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ίση με 22.138.732 kWh.

#### **Μονάδα 9<sup>η</sup>: Θέση Βαμπούλου**

Η ένατη μονάδα αφορά την κατασκευή και λειτουργία μονάδας διαχείρισης μη επικίνδυνων οργανικών αποβλήτων με σκοπό την παραγωγή βιοαερίου για συμπαραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από ανανεώσιμες πρώτες ύλες. Το έργο θα κατασκευαστεί στη θέση Βαμπούλου στη Δημοτική Ενότητα Πιαλείων σε οικόπεδο 34.573,23 m<sup>2</sup> και έχει μισθωθεί από την εταιρεία «ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΑΕ» με μακροχρόνιο (25 ετών) μισθωτήριο συμβόλαιο με στόχο την κατασκευή και λειτουργία της μονάδας. Η μονάδα θα επεξεργάζεται μέσω της μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης τα εξής απόβλητα, 3500 tn υδαρή κοπριά χοίρων, 15.000 tn κοπριά βοοειδών, 10.000 tn στερεή κοπριά ποιμνιοστασιών, 9800 tn ενσίρωμα καλαμποκιού, 1.000 tn τυρόγαλα και 5.000 tn κατακάθια από απόσταξη στέμφυλων/ ίζημα. Συνολικά εκτιμάται ότι το έτος θα επεξεργάζεται 75.800 tn αποβλήτων ενώ θα έχει μέση ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ίση με 12.000.000 kWh. Επίσης, η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ θα είναι 1,5 MW και θα διοχετεύεται στο κεντρικό σύστημα ηλεκτροδότησης της περιοχής και η θερμική 1,65 MW θα χρησιμοποιείται για συστήματα θέρμανσης και αποξήρανσης εντός της μονάδας. Τέλος,

αναμένεται ετήσια παραγωγή στερεού εδαφοβελτιωτικού περίπου 3.500 tn και ετήσια παραγωγή υγρού λιπάσματος περίπου 55.300 tn όπου η απαιτούμενη διαθέσιμη έκταση για τη διάθεση αυτού θα ανέρχεται σε 8.126 στρέμματα.

## **ΠΕΡΙΦΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ (ΝΟΜΟΣ) ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ**

Σύμφωνα με στοιχεία της ΠΑΕ στον Νομό Μαγνησίας μια είναι η μονάδα που έχει πάρει άδεια αξιοποίησης βιομάζας προς παραγωγή ενέργειας μέσω της αναερόβιας χώνευσης και βρίσκεται στον Δήμο Αλμυρού.

### **Δήμος Αλμυρού**

#### **Μονάδα 10<sup>η</sup>: Θέση Γιάρμπαση**

Η δέκατη και τελευταία μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων για παραγωγή βιοαερίου και σταθμού συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας με καύση βιοαερίου θα εγκατασταθεί στη θέση Γιάρμπαση της Δημοτικής Ενότητας Αλμυρού. Η μονάδα θα επεξεργάζεται μέσω της μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης κτηνοτροφικά και αγροτοβιομηχανικά απόβλητα και υπολείμματα, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα διοχετεύεται στο δίκτυο Μέσης Τάσης (Μ.Τ.) της Δ.Ε.Η.. Συγκεκριμένα, η μονάδα θα επεξεργάζεται κοπριές ζώων (8.900 τόνους/έτος κοπριά προβάτων), φυτικά υπολείμματα καλλιιεργειών (45.000 τόνους ενσιρωμένου αραβόσιτο), υπολείμματα φρούτων και λαχανικών από μονάδες συσκευασίας – μεταποίησης, τυρόγαλο (4.000 τόνους/έτος) κ.α. Το οικοπέδο στο οποίο θα εγκατασταθεί έχει έκταση 27.155 m<sup>2</sup> και έχει μισθωθεί από την εταιρεία «ΜΕΣΟΓΕΙΟΣ ΑΕ» με μακροχρόνιο (25 ετών) μισθωτήριο συμβόλαιο με στόχο την κατασκευή και λειτουργία της μονάδας. Εκτιμάται ότι η μονάδα θα έχει ετήσια παραγωγική ικανότητα 24.700 MWh/y και πως το παραγόμενο βιοαέριο θα χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε μονάδα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας, ηλεκτρικής ισχύος 2,83MW και θερμικής ισχύος 2,77MW. Ποσοστό περίπου 14% της συμπαραγόμενης θερμικής ενέργειας θα χρησιμοποιείται για την κάλυψη των αναγκών της μονάδας σε θερμότητα (θέρμανση χωνευτών και συστήματος τροφοδοσίας), ενώ η υπόλοιπη θα μπορεί να διατεθεί σε άλλες χρήσεις (π.χ. θερμοκήπια). Στα προϊόντα της αναερόβιας χώνευσης περιλαμβάνεται και το χωνεμένο υπόλειμμα, το οποίο εκτιμάται σε 77.281 tn/y. Ποσότητα περίπου 30.000 tn/y του χωνεμένου υπολείμματος, με ανακυκλοφορία, θα εισάγεται εκ νέου στους χωνευτές. Η υπόλοιπη ποσότητα, που θα ανέρχεται σε 42.281tn/y, θα διατίθεται ως εδαφοβελτιωτικό.

Να αναφερθεί ότι η κατασκευή και η λειτουργία όλων των εξεταζόμενων μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αξιοποίηση βιομάζας, δεν αναμένεται να προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις ούτε στο φυσικό περιβάλλον της συγκεκριμένης και ευρύτερης περιοχής αλλά ούτε και στο ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής και στην δημόσια υγεία. Επιπροσθέτως, πρέπει να τονιστεί ότι λόγω του ότι οι εξεταζόμενες μονάδες θα αξιοποιούν μεγάλες ποσότητες αποβλήτων για την παραγωγή ενός βασικού αγαθού κοινής ωφελείας, θα συμβάλλουν ουσιαστικά στην μεσομακροπρόθεσμη προστασία του περιβάλλοντος και στην αειφόρο ανάπτυξη της χώρας μας. Ακόμη, η συγκεκριμένη επένδυση θα συμβάλει, εκτός των άλλων, στην προσπάθεια ενίσχυσης του συστήματος παραγωγής και διαχείρισης της ηλεκτρικής ενέργειας στο διασυνδεδεμένο δίκτυο της χώρας. Συγκεκριμένα, το έργο αναμένεται να συμβάλει στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και στην κάλυψη ενός μέρους εκ του συνόλου των ενεργειακών αναγκών της ευρύτερης περιοχής, αλλά και στη μείωση της περιβαλλοντικής πίεσης. Είναι αυτονόητο πως η εν λόγω



επένδυση θα συμβάλλει στη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης της χώρας μας, με ταυτόχρονη αξιοποίηση του τεράστιου δυναμικού της σε ΑΠΕ. Παράλληλα οι εξεταζόμενες μονάδες, με την παραγωγή του οργανικού λιπάσματος, θα συμβάλλουν επιπλέον στη προστασία του περιβάλλοντος. Τέλος, η δημιουργία και λειτουργία των υπό εξέτασης μονάδων θα συνεισφέρει στην κάλυψη των δεσμεύσεων της χώρας μας που απορρέουν από την Οδηγία 2001/77/EC «για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας».

Στη συνέχεια ακολουθεί ο Πίνακας 3.24 όπου είναι συγκεντρωμένα όλα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μονάδων βιομάζας που αναφέρθηκαν.

**Πίνακας 3. 24: Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά μονάδων βιομάζας στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Ίδια επεξεργασία)**

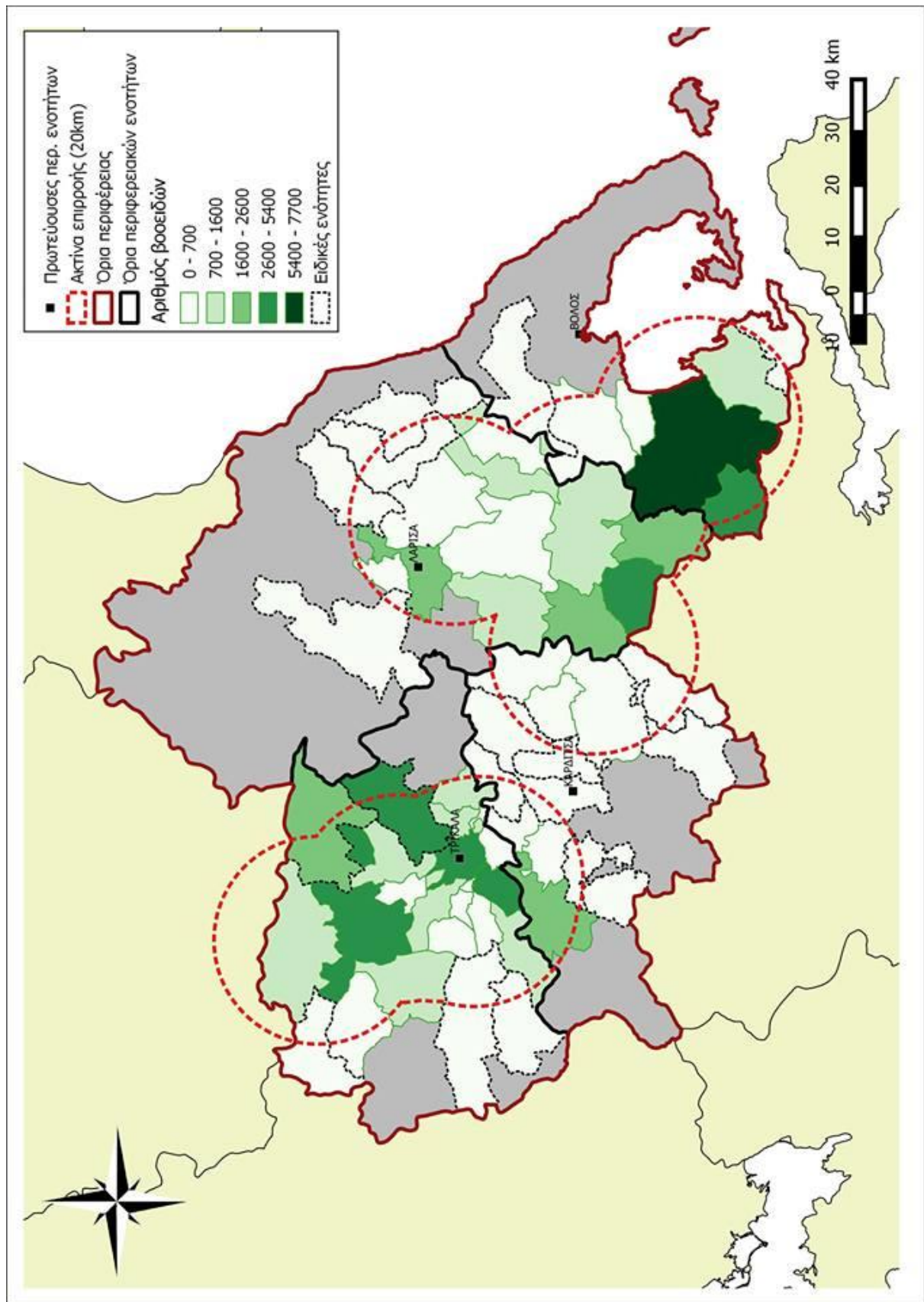
Μονάδες Βιομάζας	Ηλεκτρική Ισχύς (MW)	Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	Τόνοι εισερχόμενων οργανικών αποβλήτων και ενσιρώματος ανά έτος
<b>Νομός Λαρίσης</b>			
1.Θέση Εικοσιτριάρια	0,4	3.116.000	32.080
2. Θέση Ζερβά	0,51	4.080.000	23.360
3. Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό	3	22.140.495	132.795
4. Παλιάμπελα	3	22.139.972	91.550
<b>Νομός Τρικάλων</b>			
5. Θέση Λάκκα	3	22.137.540	126.374
6. Θέση Ανοίγματα	2,262	16.693.933	83.397
7. Θέση Σαρακήνα	1	8.143.680	32.100
8. Θέση 5ο χλμ. Τρικάλων- Πύλης	3	22.138.732	117.785
9. Θέση Βαμπούλου	1,5	12.000.000	75.800
<b>Νομός Μαγνησίας</b>			
10. Θέση Γιάρμπαση	2,83	24.700.000	57.900
<b>Σύνολο</b>	<b>20,502</b>	<b>157.290.352</b>	<b>773.141</b>

Από τον Πίνακα 3.24 προκύπτει πως η συνολική ηλεκτρική ισχύς των μονάδων βιομάζας της Περιφέρειας είναι 20,502 MW, η συνολική ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι 157.290.352 kWh και το σύνολο των αποβλήτων που μπορούν να διαχειριστούν οι μονάδες βιομάζας σε διάρκεια ενός έτους είναι 773.141 τόνοι. Στο σημείο αυτό είναι αναγκαίο να αναχθούν οι τόνοι αυτοί σε κυβικά μέτρα, γιατί αναμένεται το σύνολο των αποβλήτων που μπορούν να διαθέσουν οι επιλεγμένες κτηνοτροφικές και τυροκομικές μονάδες να υπολογιστούν σε κυβικά μέτρα με βάση τις οδηγίες του ΥΠΕΚΑ. Σε ότι αφορά το οικονομικό τμήμα των μονάδων βιομάζας τυπικά μια τέτοια μονάδα μπορεί να κοστίζει 2.800-5.000€/kW ανάλογα με τη δυναμικότητα για μονάδες από 300kW έως 2 MW. Ενδεικτικά, με βάση τις τιμές πώλησης του ρεύματος που προβλέπει ο Ν.3851/2010, μια μονάδα 350 kW που επεξεργάζεται 40 t/ημέρα κτηνοτροφικών αποβλήτων απαιτεί μια ιδιωτική επένδυση περίπου 1,6 εκατομ. € και έχει χρόνο αποπληρωμής 6 έτη, ενώ μία μονάδα 1MWe που επεξεργάζεται 120 t/ημέρα κτηνοτροφικών αποβλήτων απαιτεί μια ιδιωτική επένδυση περίπου 3,5 εκατομ. € και έχει χρόνο απόσβεσης 3,6 έτη (Dos energy, 2011).

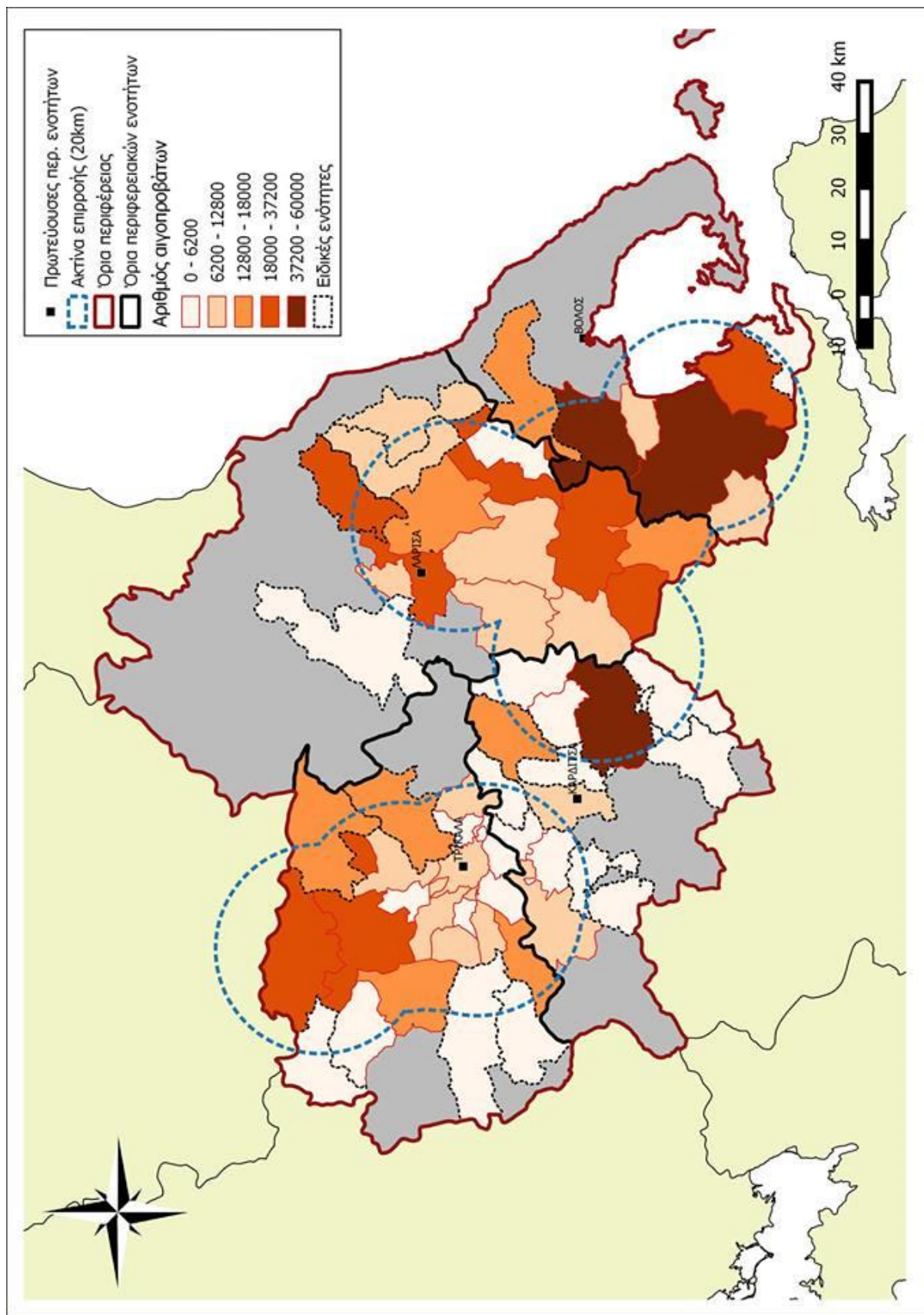
## 2.3 Παρουσίαση των κτηνοτροφικών και τυροκομικών μονάδων στην Περιφέρεια Θεσσαλίας και υπολογισμός του όγκου των αποβλήτων τους

Ένας από τους κύριους λόγους για τους οποίους έχει επιλεγεί να μελετηθεί η Περιφέρεια Θεσσαλίας είναι ο πολύ μεγάλος αριθμός των κτηνοτροφικών μονάδων που διαθέτει οι οποίες παράγουν μεγάλες ποσότητες οργανικών αποβλήτων. Συγκεκριμένα, υπάρχουν περίπου 1.750 εκμεταλλεύσεις με περισσότερα από 60.000 βοοειδή, περίπου 4.500 εκμεταλλεύσεις με περισσότερα από 650.000 αιγοπρόβατα και περίπου 130 εκμεταλλεύσεις με περισσότερους από 32.000 χοίρους (ΥΠΑΑΤ, 2015). Επίσης, να αναφερθεί και πως ο αριθμός των τυροκομικών μονάδων της Π.Θ. είναι αξιοσημείωτος καθώς σύμφωνα με τον ΕΛΟΓΑΚ υπάρχουν 95 εγκεκριμένες τυροκομικές μονάδες. Τα ενεργειακά δεδομένα που προκύπτουν από τα συγκεκριμένα απόβλητα αποτελούν το κύριο κριτήριο για την κατασκευή και λειτουργία των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αξιοποίηση βιομάζας η οποία καθίσταται εν γένει βιώσιμη και θα συμβάλει στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας. Επίσης, μια ακόμα παράμετρος που εξετάστηκε ώστε να επιλεγεί η Π.Θ. ως περιοχή μελέτης είναι το γεγονός πως η Π.Θ. έχει πάρει από την ΡΑΕ άδεια να κατασκευάσει 10 μονάδες αξιοποίηση βιομάζας μέσω της μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης. Οι κτηνοτροφικές και τυροκομικές μονάδες, των οποίων τα απόβλητα θα αξιοποιηθούν στην παρούσα εργασία, αφορούν τις κτηνοτροφικές και τυροκομικές μονάδες που βρίσκονται σε ακτίνα 20 χλμ. από τις προαναφερθείσες μονάδες βιομάζας. Η επιλογή της ακτίνας των 20 χλμ. έγινε με βάση την ελάχιστη οικονομική επιβάρυνση των μονάδων βιομάζας σε ότι αφορά την συγκομιδή των αποβλήτων από τις κτηνοτροφικές και τυροκομικές μονάδες. Επίσης, να αναφερθεί πως έχουν επιλεγεί και κτηνοτροφικές και τυροκομικές μονάδες που μπορεί να απέχουν μέχρι και 5 με 6 χλμ. από τον δακτύλιο των 20 χλμ. που έχει επιλεγεί δεδομένης της μικρής απόστασης τους που είναι εφικτό να διανυθεί σε μικρό χρονικό διάστημα και χωρίς να επιφέρει σημαντική οικονομική επιβάρυνση. Στους τρεις χάρτες που ακολουθούν, φαίνεται η κατανομή των βοοειδών, των αιγοπροβάτων και των χοίρων στην Π.Θ.. Όσο πιο σκούροι είναι οι τόνοι των χρωμάτων που χρησιμοποιούνται σε κάθε χάρτη, τόσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση των αντίστοιχων ζώων στην κάθε περιοχή. Επίσης, οι οικισμοί όπου τα όρια τους είναι σχεδιασμένα με διακεκομμένες γραμμές, είναι οι οικισμοί που έχουν επιλεγεί να συμμετάσχουν μερικώς στην εκπόνηση της διπλωματικής μου διατριβής, καθώς μόνο συγκεκριμένες κτηνοτροφικές και τυροκομικές μονάδες από το σύνολο των εν λόγω μονάδων που δραστηριοποιούνται σε αυτούς τους οικισμούς απέχουν απόσταση ίση με 20 ή το πολύ 26 χλμ. από τις μονάδες βιομάζας.

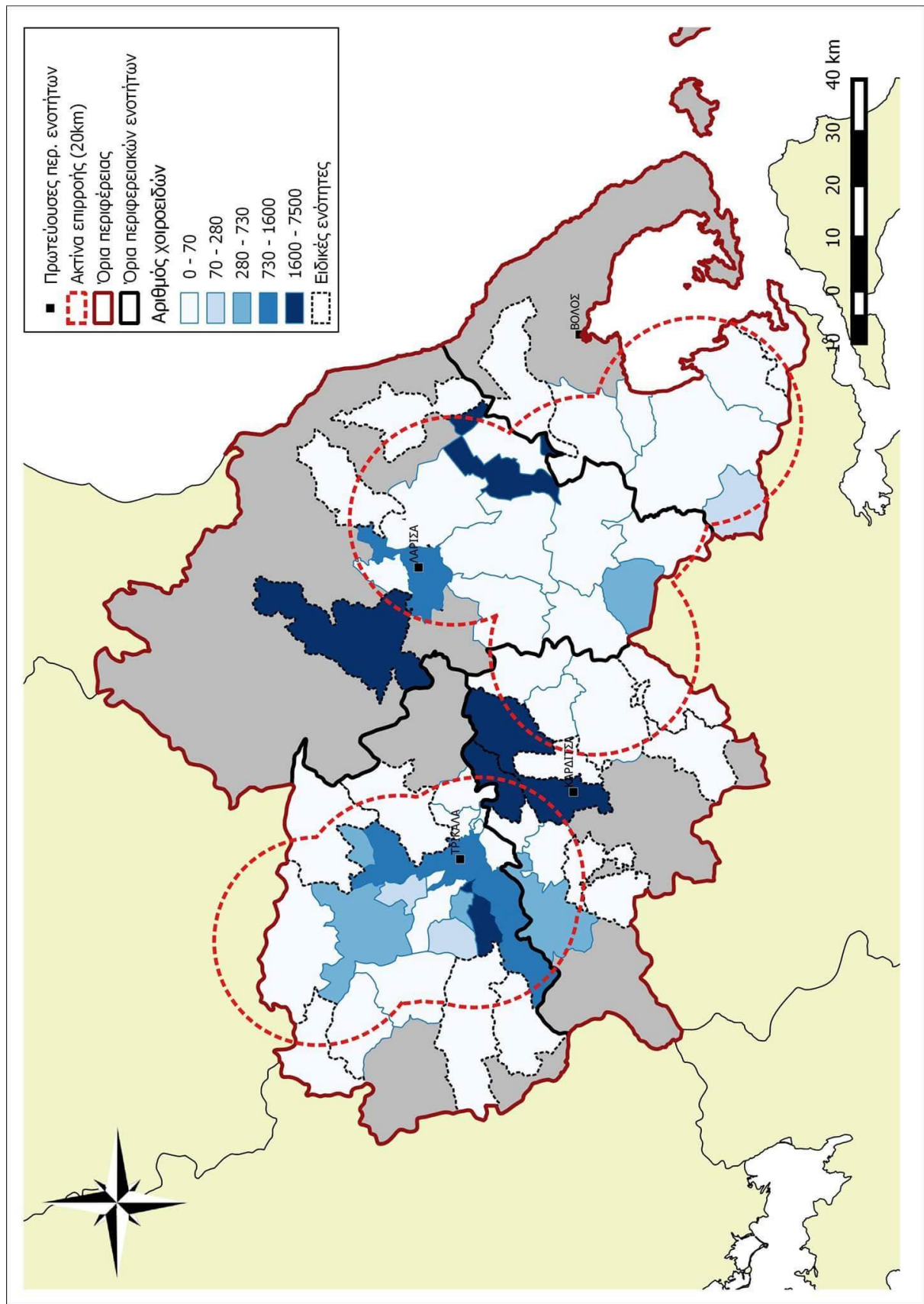
Χάρτης 3. 7: Κατανομή βοοειδών στην περιοχή μελέτης (Ίδια επεξεργασία)



Χάρτης 3. 8: Κατανομή αιγοπροβάτων στην περιοχή μελέτης (Ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 3. 9: Κατανομή χοριοειδών στην περιοχή μελέτης (Ιδία επεξεργασία)



**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Οι πληροφορίες που αφορούν τις κτηνοτροφικές μονάδες που χορηγήθηκαν από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ). Συγκεκριμένα, οι πληροφορίες αυτές σχετίζονται με το είδος και τον αριθμό των ζώων που εκτρέφονται στις επιλεγθείσες κτηνοτροφικές μονάδες. Απώτερος σκοπός της απόκτησης και της επεξεργασίας αυτών των πληροφοριών είναι να υπολογιστεί ο παραγόμενος όγκος των αποβλήτων με βάση τις οδηγίες που έχει δώσει το ΥΠΕΚΑ. Οι παρακάτω πίνακες συμπληρώνονται με τα αποτελέσματα που προέκυψαν μετά την εν λόγω επεξεργασία.

**Πίνακας 3. 25: Ζωικό κεφάλαιο βοοειδών στην περιοχή μελέτης για το 2015 (ΥΠΑΑΤ, 2016)**

Ζωικό κεφάλαιο βοοειδών	Νομός Λαρίσης	Νομός Τρικάλων	Νομός Μαγνησίας	Νομός Καρδίτσας	Σύνολο
Αγελάδες γαλακτ/γής	5.466	2.972	437	310	<b>9.165</b>
Μοσχίδες & μοσχάρια (0 - 3 μηνών)	1.163	4.174	2.672	227	<b>8.236</b>
Μοσχίδες & μοσχάρια (3 - 6 μηνών)	930	2.407	967	181	<b>4.485</b>
Μοσχίδες & μοσχάρια (6 - 12 μηνών)	2.546	4.682	2.117	964	<b>10.309</b>
Μοσχίδες & μοσχάρια (12 - 18 μηνών)	1.387	1.664	876	366	<b>4.293</b>
Μοσχίδες & μοσχάρια αντικατάστασης (18 - 27 μηνών)	1.991	2.413	1.229	630	<b>6.263</b>
Μοσχίδες & μοσχάρια πάχυνσης	3.983	11.839	6.518	1.450	<b>23.790</b>
<b>Σύνολο</b>					<b>66.541</b>
Αριθμός εκμεταλλεύσεων	427	333	726	305	<b>1.791</b>

**Πίνακας 3. 26: Ζωικό κεφάλαιο αιγοπροβάτων στην περιοχή μελέτης για το 2015 (ΥΠΑΑΤ, 2016)**

Ζωικό κεφάλαιο αιγοπροβάτων	Νομός Λαρίσης	Νομός Τρικάλων	Νομός Μαγνησίας	Νομός Καρδίτσας	Σύνολο
Πρόβατα θηλυκά > έτους	146.471	134.065	94.290	79.246	<b>454.072</b>
Πρόβατα θηλυκά < έτους που έχουν γεννήσει	207	43	81	17	<b>348</b>
Πρόβατα λαιπά	21.804	6.816	26.499	2.597	<b>57.716</b>
Κριοί	5.040	4.895	3.273	3.359	<b>16.567</b>
Αίγες θηλυκά > έτους	29.179	49.082	33.863	7.394	<b>119.518</b>
Αίγες θηλυκά < έτους που έχουν γεννήσει	343	35	0	103	<b>481</b>
Αίγες λαιπά	3.216	2.143	7.015	247	<b>12.621</b>
Τράγοι	1.742	2.876	1.723	538	<b>6.879</b>
<b>Σύνολο</b>					<b>668.202</b>
Αριθμός εκμεταλλεύσεων	1.075	1.336	740	1.319	<b>4.470</b>

**Πίνακας 3. 27: Ζωικό κεφάλαιο χοίρων στην περιοχή μελέτης για το 2015 (ΥΠΑΑΤ, 2016)**

Ζωικό κεφάλαιο χοίρων	Νομός Λαρίσης	Νομός Τρικάλων	Νομός Μαγνησίας	Νομός Καρδίτσας	Σύνολο
Κάπροι	41	138	4	37	220
Χοιρομητέρες	934	3.244	69	1.419	5.666
Αντικατάσταση	37	52	2	35	126
Χοιρίδια	5.730	9.617	131	10.868	26.346
Σύνολο					32.358
Αριθμός εκμεταλλεύσεων	21	67	6	28	122

Όπως προαναφέρθηκε, απότερος σκοπός της καταγραφής του ζωικού κεφαλαίου της περιοχής μελέτης σε βάθος ενός χρόνου, είναι ο υπολογισμός των αποβλήτων που δύναται να προκύψουν με βάση τις οδηγίες που αναγράφονται στον Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής που έχει εκδώσει το ΥΠΕΚΑ το 2015 και που έχουν αναρτηθεί στο Παράρτημα ΙΙΙ της παρούσας εργασίας. Με βάση τις οδηγίες αυτές τα απόβλητα των βοοειδών που παράγονται κατά την χειμερινή περίοδο διαφέρουν από τα απόβλητα που παράγονται κατά την θερινή περίοδο. Επίσης, τα παραγόμενα απόβλητα διαφέρουν ανάλογα με το είδος του βοοειδούς που θα τα παράξει. Σε ότι αφορά του χοίρους, ο όγκος των στερεών και των υγρών αποβλήτων διαμορφώνεται ανάλογα με τα είδος της μεθόδου που χρησιμοποιείται. Μετά από επεξεργασία του ζωικού κεφαλαίου, σύμφωνα με τις δοθείσες οδηγίες προκύπτουν οι παρακάτω Πίνακες 3.28, 3.29 και 3.230.

**Πίνακας 3. 28: Όγκος αποβλήτων βοοειδών στην περιοχή μελέτης (Ιδία επεξεργασία)**

Όγκος αποβλήτων βοοειδών στην περιοχή μελέτης	Όγκος αποβλήτων (m <sup>3</sup> /ημ)	Όγκος αποβλήτων (m <sup>3</sup> /έτος)	Ολικά Στερεά (Ο.Σ.) (%κ.β.)
Χειμερινή Περίοδος	1.985,444205	359.365,4011	16
Θερινή Περίοδος	1.562,65162	287.527,898	16
Σύνολο	<b>3.548,095825</b>	<b>646.893,2992</b>	<b>16</b>

**Πίνακας 3. 29: Όγκος αποβλήτων αιγοπροβάτων στην περιοχή μελέτης (Ιδία επεξεργασία)**

Όγκος αποβλήτων αιγοπροβάτων στην περιοχή μελέτης	Όγκος αποβλήτων (m <sup>3</sup> /ημ)	Όγκος αποβλήτων (m <sup>3</sup> /έτος)	Ολικά Στερεά (Ο.Σ.) (%κ.β.)
Αίγες	375.594,02	137.091.816,8	32,5
Πρόβατα	1.588.461,49	579.788.442,3	25

**Πίνακας 3. 30: Όγκος αποβλήτων χοριοειδών στην περιοχή μελέτης (Ιδία επεξεργασία)**

Όγκος αποβλήτων χοριοειδών στην περιοχή μελέτης	Όγκος αποβλήτων (m <sup>3</sup> /ημ)	Όγκος αποβλήτων (m <sup>3</sup> /έτος)	Ολικά Στερεά (Ο.Σ.) (%κ.β.)
Τελικός όγκος	<b>379,126164</b>	<b>138.381,0499</b>	<b>3,5</b>
<u>Κογλία συμπίεσης</u>			
Στερεά Δ/Χ	22,74756984		29
Υγρά Δ/Χ	356,3785942		1,5
<u>Διπλού τυμπάνου με εναλλάξ κυλίνδρους συμπίεσης και βούρτσες σάρωσης</u>			
Στερεά Δ/Χ	37,9126164		27
Υγρά Δ/Χ	341,2135476		2

Συμπερασματικά, από τους παραπάνω πίνακες προκύπτει ο παρακάτω Πίνακας 3.31. Στον πίνακα αυτόν παρατίθεται το σύνολο των αποβλήτων που παράγονται σε ένα έτος από τις επιλεγμένες κτηνοτροφικές μονάδες, σύνολο που ανέρχεται σε 717.665.533,4 m<sup>3</sup>/έτος.

**Πίνακας 3. 31: Ετήσιος παραγόμενος όγκος αποβλήτων ανά είδος ζώου των κτηνοτροφικών μονάδων της περιοχής μελέτης (Ιδία επεξεργασία)**

Είδος ζώου	Όγκος αποβλήτων (m <sup>3</sup> /έτος)
Βοοειδή	646.893,2992
Αίγες	137.091.816,8
Πρόβατα	579.788.442,3
Χοίροι	138.381,0499
<b>Σύνολο</b>	<b>717.665.533,4</b>

Για να μπορέσουμε όμως να συγκρίνουμε την ποσότητα των αποβλήτων που είναι δυνατόν να συλλεχθεί από τις επιλεγθείσες κτηνοτροφικές μονάδες της Π.Θ. με το σύνολο των αποβλήτων που οι δέκα μονάδες βιομάζας της περιοχής μελέτης μπορούν να διαχειριστούν σε βάθος ενός έτους, είναι απαραίτητα η μετατροπή του όγκου των αποβλήτων των κτηνοτροφικών μονάδων από κυβικά μέτρα σε τόνους. Η μετατροπή αυτή θα γίνει λαμβάνοντας υπόψη την πυκνότητα (kg/m<sup>3</sup>) του κάθε είδους των κτηνοτροφικών αποβλήτων. Μετά την επεξεργασία των δεδομένων μας συμπληρώνεται ο πίνακας που ακολουθεί με τα στοιχεία που προέκυψαν.

**Πίνακας 3. 32: Μετατροπή του ετήσιου παραγόμενου όγκου αποβλήτων ανά είδος ζώου των κτηνοτροφικών μονάδων σε τόνους (Barker & Walls 2002, Ιδία επεξεργασία)**

Είδος ζώου	m <sup>3</sup> /έτος	kg/m <sup>3</sup>	kg/έτος	tonne/έτος
Βοοειδή	646.893,299	994,070513	643.057.553,65	643.057,55
Αίγες	137.091.816,8	1.001,6	137.311.163.706,88	137.311.163,71
Πρόβατα	579.788.442,3	998,34	578.825.993.485,78	578.825.993,49
Χοίροι	138.381,0499	985,577	136.385.180,02	136.385,18
<b>Σύνολο</b>	<b>717.665.533</b>	<b>-</b>	<b>716.915.361.204,14</b>	<b>716.915.361,20</b>

Από τον Πίνακα 3.32 προκύπτει πως το σύνολο των τόνων που μπορούν να προκύψουν από τις κτηνοτροφικές μονάδες είναι 716.915.361,20 τόνοι το χρόνο, ποσότητα αρκετά πολλαπλάσια από τους τόνους που μπορούν να διαχειριστούν οι δέκα μονάδες βιομάζας. Τέλος, με βάση τον αριθμό των τόνων των κτηνοτροφικών αποβλήτων αλλά και πληροφοριών από εργασία του Department of Energy (DoE), Government of Fiji and United Nations Development Programme (UNDP) μπορεί να υπολογιστεί και το ενεργειακό περιεχόμενο των κτηνοτροφικών αποβλήτων.

**Πίνακας 3. 33: Ενεργειακό περιεχόμενο κτηνοτροφικών αποβλήτων (DoE, 2014)**

Είδος ζώου	Τόννοι/έτος	GWh
Βοοειδή	643057,55	129
Αίγες	137.311.163,71	48,13
Πρόβατα	578.825.993,49	144.603,21
Χοίροι	136.385,18	34.599,15
<b>Σύνολο</b>	<b>716.916.599,93</b>	<b>179.379,33</b>

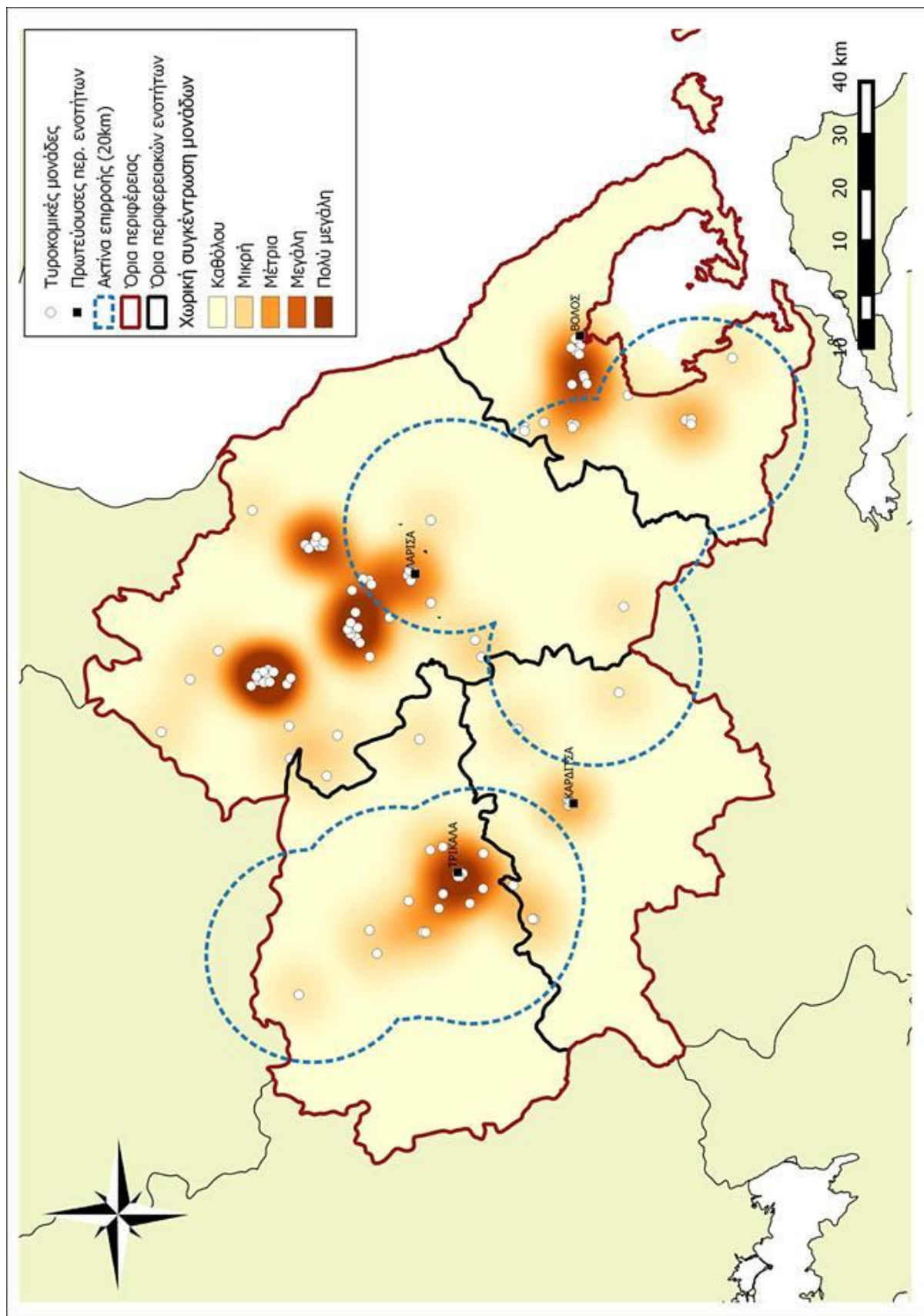
Από τον Πίνακα 3.33 προκύπτει πως το ενεργειακό περιεχόμενο των κτηνοτροφικών αποβλήτων ανέρχεται στις 179.379,33 GWh το έτος. Πρακτικά αυτό σημαίνει πως μέσω της αξιοποίησης των αποβλήτων των επιλεγμένων κτηνοτροφικών μονάδων στην Π.Θ. είναι δυνατόν να μειωθούν οι ετήσιες ενεργειακές ανάγκες της περιφέρειας κατά 179.379,33 GWh.

Στον Χάρτη 3.10 που ακολουθεί παρατίθενται όλες οι τυροκομικές μονάδες που βρίσκονται στην Π.Θ.. Το σύνολο των εγκεκριμένων τυροκομικών μονάδων σύμφωνα με το ΕΛΟΓΑΚ ανέρχεται σε 95, από αυτό το σύνολο στην περιοχή μελέτης είναι εγκατεστημένες οι 50 τυροκομικές μονάδες. Όσο πιο έντονοι είναι οι τόνοι του χρώματος που έχει χρησιμοποιηθεί στον Χάρτη 3.10, τόσο μεγαλύτερη είναι και η συγκέντρωση των τυροκομικών μονάδων στη κάθε



περιοχή. Παρατηρώντας τον Χάρτη 3.10 προκύπτει πως οι περιοχές στις οποίες συγκεντρώνεται ο μεγαλύτερος αριθμός των τυροκομικών μονάδων είναι το κεντρικό και βόρειο τμήμα του Νομού Λαρίσης, το νοτιοδυτικό τμήμα του Νομού Τρικάλων και το κεντρικό τμήμα του Νομού Μαγνησίας.

Χάρτης 3. 10: Χωρική συγκέντρωση τυροκομικών μονάδων στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Ιδία επεξεργασία)



Δυστυχώς, όπως προαναφέρθηκε και στο δεύτερο κεφάλαιο που αφορά την μεθοδολογία της παρούσα διπλωματικής, αν και ο αριθμός των τυροκομικών μονάδων στην περιοχή μελέτης είναι αξιοσημείωτος, δεν κατάφερα να συγκεντρώσω τα απαραίτητα στοιχεία η επεξεργασία των οποίων θα με οδηγούσε στο συνολικό παραγόμενο όγκο των αποβλήτων των τυροκομικών μονάδων.

## **2.4 Υπολογισμός παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού και απαιτούμενων στρεμμάτων διάθεσης του**

Όπως προαναφέρθηκε, κατά την εφαρμογή της μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης της βιομάζας εκτός από το βιοαέριο θα παράγεται και χωνεμένη ύλη (digestate) η οποία μετά από περαιτέρω επεξεργασία θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως οργανικό λίπασμα/ εδαφοβελτιωτικό. Το προϊόν αυτό εκτός από την περιεκτικότητα του σε θρεπτικά συστατικά (άζωτο, φώσφορο, κάλιο) θα είναι εξαιρετικά πλούσιο σε οργανική ύλη και θα μπορεί να αντικαταστήσει τα χημικά λιπάσματα τα οποία είναι επιβλαβή για το περιβάλλον και την υγεία του ανθρώπου. Η χρήση του εν λόγω οργανικού λιπάσματος/ εδαφοβελτιωτικού δύναται να βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα των εδαφών που θα εφαρμοστεί, να μειώσει τις απαιτήσεις τους σε λίπασμα διότι η οργανική ύλη βοηθάει στην απορρόφηση του λιπάσματος (θρεπτικών ουσιών) από το φυτό και έτσι να βελτιώσει σημαντικά τις γεωργικές αποδόσεις.

Η άντληση της παραγόμενης οργανικής ύλης από τον πυθμένα της δεξαμενής των βιοαντιδραστήρων γίνεται αφού ολοκληρωθεί η παραγωγή και η συγκομιδή του βιοαερίου. Μετά τη συγκομιδή της η βιοϊλύς θα μπορεί να διαχειριστεί με δύο τρόπους. Κατά την εφαρμογή του πρώτου τρόπου θα επιτελείται διανομή του χωνεμένου υπολείμματος (digestate) ως έχει στις πλησιέστερες καλλιεργούμενες εκτάσεις, χωρίς να προηγηθεί διαχωρισμός του σε στερεή και υγρή φάση. Ο καθορισμός της ποσότητας που δύναται να διατεθεί σε κάθε καλλιεργούμενη έκταση γίνεται με βάση το ποσοστό αζώτου που εμπεριέχεται στο digestate, ποσοστό που εξαρτάται από το είδος των ζώων από τα οποία έχει προκύψει. Οι δέκα μονάδες βιομάζας της περιοχής μελέτης αναμένεται να μπορούν να διαχειριστούν 773.141 τόνους αποβλήτων ετησίως. Τα απόβλητα αυτά θα αποτελούν μια μίξη αποβλήτων βοοειδών, αιγοπροβάτων και χοίρων. Στο σημείο αυτό, θεωρείται απαραίτητο να αναφερθεί πως η συνολική ποσότητα της χωνεμένη ύλης είναι σχεδόν ίση με τη συνολική ποσότητα των αποβλήτων που έχουν εισέλθει στο σύστημα της αναερόβιας χώνευσης και που μπορούν να διαχειριστούν οι μονάδες βιομάζας.

Για να υπολογιστεί ο αριθμός των απαιτούμενων στρεμμάτων στα οποία θα είναι δυνατόν να διατεθεί η παραγόμενη ποσότητα digestate είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί αρχικά πόση είναι η ακριβής ποσότητα των κτηνοτροφικών αποβλήτων, σε κυβικά μέτρα, που μπορεί η κάθε μονάδα βιομάζας ξεχωριστά να διαχειριστεί το έτος. Εν συνεχεία, με βάση την συγκέντρωση του N ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) που εμπεριέχεται σε κάθε κυβικό μέτρο ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) αποβλήτου θα υπολογιστεί και η συνολική ποσότητα αζώτου που εμπεριέχεται στο σύνολο των κτηνοτροφικών αποβλήτων και τέλος θα υπολογιστεί και ο αριθμός των στρεμμάτων στα οποία θα μπορεί να διατεθεί το παραγόμενο digestate.

Για να μπορέσει να υπολογιστεί η ποσότητα των κτηνοτροφικών αποβλήτων σε κυβικά μέτρα θα πρέπει αρχικά να υπολογιστούν τα κυβικά μέτρα του συνόλου των αποβλήτων τα οποία θα μπορεί να συλλέξει η κάθε μονάδα βιομάζας από τις κτηνοτροφικές μονάδες που είναι μέσα στην περιοχή μελέτης με βάση τις οδηγίες του ΥΠΕΚΑ. Έπειτα, θα πρέπει να μετατραπούν τα κυβικά μέτρα των αποβλήτων που θα προκύψουν σε τόνους με βάση την πυκνότητα ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) του κάθε είδους των αποβλήτων. Εν συνεχεία θα γίνει αναγωγή των τόνων των οργανικών αποβλήτων ανά

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

έτος που μπορεί η κάθε μονάδα βιομάζας ξεχωριστά να διαχειριστεί σε κυβικά μέτρα με βάση τον συνολικό όγκο των οργανικών αποβλήτων ανά είδος εκτρεφόμενου ζώου (m<sup>3</sup>/έτος) της κάθε μονάδας βιομάζας, που μπορεί να συλλεχθεί από τις κτηνοτροφικές μονάδες που απέχουν 20-26 χλμ. από τις μονάδες βιομάζας.

**Πίνακας 3. 34: Συνολικός όγκος κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος εκτρεφόμενου ζώου το έτος (m<sup>3</sup>/έτος), που μπορεί να συλλεχθεί από τις κτηνοτροφικές μονάδες που απέχουν 20-26 χλμ. από κάθε μονάδα βιομάζας (ΥΠΑΑΤ 2015, Ίδια επεξεργασία)**

Μονάδες Βιομάζας	Συνολικός όγκος κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος εκτρεφόμενου ζώου το έτος (m <sup>3</sup> /έτος), που μπορεί να συλλεχθεί από τις κτηνοτροφικές μονάδες που απέχουν 20-26 χλμ. από κάθε μονάδα βιομάζας			Σύνολο όγκου κτηνοτροφικών αποβλήτων (m <sup>3</sup> /έτος) που μπορεί να συλλεχθεί από τις κτηνοτροφικές μονάδες που απέχουν 20-26 χλμ. από κάθε μονάδα βιομάζας
<u>Νομός Λαρίσης</u>	Βοσειδή	Αιγοπρόβατα	Χοριοειδή	
1.Θέση Εικοσιτριάρια	143.560,29	147.652.679,14	24.908,98	147.821.148,4
2. Θέση Ζερβά	187.884,62	241.072.026,72	25,983536	241.259.937,32
3. Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό	171.417,32	208.888.247,52	3.306,01	209.062.970,9
4. Παλιάμπελα	146511,82	189.119.437,84	26.956,44	189.292.906,1
<u>Νομός Τρικάλων</u>				
5. Θέση Λάκκα	262590,45	195.814.520,59	102.765,13	196.179.876,2
6.Θέση Ανοίγματα	103897,38	123.960.587,93	12.138,62	124.076.623,9
7.Θέση Σαρακήνα	240370,19	169.482.947,84	70.601,34	169.793.919,4
8. Θέση 5ο χλμ. Τρικάλων-Πύλης	243156,60	187.497.245,66	109.656,49	187.850.058,8
9.Θέση Βαμπούλου	246151,33	194.291.583,31	105.475,02	194.643.209,7
<u>Νομός Μαγνησίας</u>				
10.Θέση Γιάρμπαση	136211,30	199.919.720,87	1.571,66	200.057.503,8
<b>Σύνολο</b>	<b>1881751,3</b>	<b>1857698997,42</b>	<b>457.405,67</b>	<b>1.860.038.154,52</b>

Αφού έχει υπολογιστεί το σύνολο των όγκων των οργανικών αποβλήτων (m<sup>3</sup>/έτος) που μπορούν να συλλεχθούν από τις κτηνοτροφικές μονάδες που απέχουν 20-26 χλμ. από κάθε μονάδα βιομάζας, θα ακολουθήσει μετατροπή αυτών των όγκων σε τόνους με βάση την πυκνότητα (kg/m<sup>3</sup>) του κάθε είδους των αποβλήτων έχοντας σαν δεδομένο τις πληροφορίες που δίνονται σε πίνακα της εργασίας των Barker & Walls (2002) με τίτλο Livestock Manure Production Rates And Nutrient Content. Έπειτα θα πρέπει να μετατρέψουμε τους τόνους των αποβλήτων που μπορεί διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας σε κυβικά μέτρα με βάση την αντίστοιχη ποσότητα των κτηνοτροφικών αποβλήτων του Πίνακα 3.34.

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Πίνακας 3. 35: Σύνολο τόνων κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος εκτρεφόμενου ζώου το έτος (tonne/έτος) που μπορούν να συλλεχθούν από τις κτηνοτροφικές μονάδες που απέχουν 20-26 χλμ. από κάθε μονάδα βιομάζας (Barker & Walls 2002, Ιδία επεξεργασία)

Μονάδες Βιομάζας	Σύνολο τόνων κτηνοτροφικών αποβλήτων ανά είδος εκτρεφόμενου ζώου το έτος (tonne/έτος) που μπορούν να συλλεχθούν από τις κτηνοτροφικές μονάδες που απέχουν 20-26 χλμ. από κάθε μονάδα βιομάζας			Σύνολο τόνων κτηνοτροφικών αποβλήτων το έτος (tonne/έτος) που μπορούν να συλλεχθούν από τις κτηνοτροφικές μονάδες που απέχουν 20-26 χλμ. από κάθε μονάδα βιομάζας
<u>Νομός Λαρίσης</u>	Βοοειδή	Αιγοπρόβατα	Χοιροειδή	
1.Θέση Εικοσιτριάρια	142.709,0511	147.505.026,5	971,3620229	147.648.706,9
2. Θέση Ζερβά	186.770,5606	240.830.954,7	9.347,202412	241.027.072,5
3. Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό	170.400,9032	208679359,3	3.258,327418	208853018,5
4. Παλιάμπελα	145.643,08	188.930.318,4	26.567,64727	189.102.529,1
<u>Νομός Τρικάλων</u>				
5. Θέση Λάκκα	262.590,45	261.033,4233	195.618.706,1	195.981.022,4
6.Θέση Ανοίγματα	103.897,38	103.281,3218	123.836.627,3	123.951.872,2
7.Θέση Σαρακήνα	240.370,19	238.944,918	169.313.464,9	169.621.992,9
8. Θέση 5ο χλμ. Τρικάλων- Πύλης	241.714,8061	1.8730.9748,4	108.074,9144	187.659.538,1
9.Θέση Βαμπούλου	244.691,7788	194.097.291,7	103.953,7538	194.445.937,3
<u>Νομός Μαγνησίας</u>				
10. Θέση Γιάρμπαση	135.403,6368	199.719.801,1	1.548,991.948	199.856.753,8
<b>Σύνολο</b>	<b>1.870.593,48</b>	<b>1.855.841.298</b>	<b>460.130,1051</b>	<b>1.858.172.022</b>

Πίνακας 3. 36: Αναγωγή των τόνων των οργανικών αποβλήτων ανά έτος (m<sup>3</sup>/έτος) που μπορεί να διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας ξεχωριστά σε όγκο (Ιδία επεξεργασία)

Μονάδες Βιομάζας	Τόνοι οργανικών αποβλήτων ανά έτος (tonne/έτος) που μπορεί να διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας ξεχωριστά	Όγκος οργανικών αποβλήτων ανά έτος (m <sup>3</sup> /έτος) που μπορεί να διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας ξεχωριστά
<u>Νομός Λαρίσης</u>		
1.Θέση Εικοσιτριάρια	32.080	32.117,47
2. Θέση Ζερβά	23.360	23.383,49
3. Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό	132.795	132.928,49
4. Παλιάμπελα	91.550	91.642,17
<u>Νομός Τρικάλων</u>		
5. Θέση Λάκκα	126.374	126.502,23
6. Θέση Ανοίγματα	83.397	83.480,94
7. Θέση Σαρακήνα	32.100	32.132,54
8. Θέση 5ο χλμ. Τρικάλων- Πύλης	117.785	117.904,58
9.Θέση Βαμπούλου	75.800	75.876,90
<u>Νομός Μαγνησίας</u>		
10. Θέση Γιάρμπαση	57.900	57.958,16
<b>Σύνολο</b>	<b>773.141</b>	<b>773.926,95</b>

Όπως προαναφέρθηκε, αφού βρούμε τον όγκο των οργανικών αποβλήτων ανά έτος (m<sup>3</sup>/έτος) που μπορεί να διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας ξεχωριστά, θα πρέπει να βρούμε την συγκέντρωση

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

του N (kg/m<sup>3</sup>) που εμπεριέχεται σε κάθε κυβικό μέτρο (kg/m<sup>3</sup>) αποβλήτου. Η εύρεση αυτής της συγκέντρωσης απαιτεί να ξέρουμε την ακριβή ποσότητα των αποβλήτων που κάθε είδος ζώου παράγει σε κυβικά μέτρα. Ο υπολογισμός του όγκου των αποβλήτων του κάθε είδους ζώου θα γίνει μέσω αναγωγής των σχετικών δεδομένων που έχουμε και αφορούν τον συνολικό όγκο των αποβλήτων που είναι δυνατόν να συλλεχθεί από τις κτηνοτροφικές μονάδες της περιοχής μελέτης όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.34.

**Πίνακας 3. 37: Συνολικός όγκος κτηνοτροφικών οργανικών αποβλήτων (m<sup>3</sup>/έτος) που μπορεί να διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας (Ίδια επεξεργασία)**

Μονάδες Βιομάζας	Όγκος κτηνοτροφικών οργανικών αποβλήτων ανά είδος εκτρεφόμενου ζώου το έτος (m <sup>3</sup> /έτος), που μπορεί να διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας			Σύνολο όγκου κτηνοτροφικών οργανικών αποβλήτων (m <sup>3</sup> /έτος) που μπορεί να διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας
	Βοοειδή	Αιγοπρόβατα	Χοιροειδή	
<u>Νομός Λαρίσης</u>				
1.Θέση Εικοσιτριάρια	31,19170266	32.080,86626	5,412036279	32.117,47
2. Θέση Ζερβά	18,21	23.365,28	0,002518386	23.383,49
3. Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό	108,9922592	13.2817,40	2,102060041	132.928,49
4. Παλιάμπελα	70,93060903	91.558,19	13,05	91.642,17
<u>Νομός Τρικάλων</u>				
5. Θέση Λάκκα	169,33	126.266,64	66,27	126.502,23
6.Θέση Ανοίγματα	69,90398895	83.402,87	8,17	83.480,94
7.Θέση Σαρακήνα	45,48870049	32.073,69	13,36	32.132,54
8. Θέση 5ο χλμ. Τρικάλων-Πύλης	152,617875	117.683,1359	68,82618233	117.904,58
9.Θέση Βαμπούλου	95,95608231	75.739,82704	41,1168597	75.876,90
<u>Νομός Μαγνησίας</u>				
10.Θέση Γιάρμπαση	39,46143568	57.918,24325	0,45	57.958,16
<b>Σύνολο</b>	<b>802,08</b>	<b>772.906,13</b>	<b>218,75</b>	<b>773.926,97</b>

Μετά τον υπολογισμό του συνολικού όγκου των αποβλήτων που καθεμία από τις τρεις κατηγορίες ζώων μπορεί να παράγει το έτος και που είναι σε θέση να διαχειριστεί η κάθε μονάδα βιομάζας ξεχωριστά, μπορούμε να υπολογίσουμε τη συνολική συγκέντρωση αζώτου που εμπεριέχεται στον όγκο αυτόν. Ο υπολογισμός αυτός θα γίνει με βάση πληροφορίες που προκύπτουν από εργασίας του οργανισμού Organics Recycling Group (2013). Σύμφωνα με αυτές τις πληροφορίες, σε κάθε κυβικό μέτρο (m<sup>3</sup>) digestate εμπεριέχεται συγκεκριμένη ποσότητα αζώτου N (kg) ανάλογα με το είδος του ζώου όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.38 που ακολουθεί.

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Πίνακας 3. 38: Συνολική ποσότητα N (kg) ανά είδος ζώου και μονάδας βιομάζας (Organics Recycling Group 2013, ίδια επεξεργασία)

Μονάδες Βιομάζας	Παραγόμενη ποσότητα N (kg) ανά είδος ζώου και μονάδας βιομάζας			Συνολική ποσότητα N (kg) ανά είδος ζώου και μονάδας βιομάζας
	Βοοειδή	Αιγοπρόβατα	Χοιροειδή	
Περιεκτικότητα N (kg) σε 1 m <sup>3</sup>	2,6	3,1	3,6	
<u>Νομός Λαρίσης</u>				
1.Θέση Εικοσιτριάρια	81,09	99.450,68	19,48	99.551,26
2. Θέση Ζερβά	47,34	72.432,35	0,0090	72.479,71
3. Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό	283,37	411.733,92	7,56	412.025
4. Παλιάμπελα	184,41	283.830,38	47	284.062
<u>Νομός Τρικάλων</u>				
5. Θέση Λάκκα	440,24	391.426,57	238,55	392.105,38
6.Θέση Ανοίγματα	181,75	258.548,89	29,40	258.760,04
7.Θέση Σαρακήνα	118,27	99.428,44	48,09	99.595
8. Θέση 5ο χλμ. Τρικάλων-Πύλης	396,80	364.817,72	247,77	365.462,30
9.Θέση Βαμπούλου	249,48	234.793,46	148,02	235.191
<u>Νομός Μαγνησίας</u>				
10.Θέση Γιάρμπαση	102,5997328	179546,5541	1,62	179.650,77
Σύνολο	2085,404078	2396009,01	787,51	2.398.882

Από τον Πίνακα 3.38 προκύπτει πως η συνολική ποσότητα αζώτου (N) του συνόλου των αποβλήτων που μπορούν να διαχειριστούν οι δέκα μονάδες βιομάζας της περιοχής μελέτης είναι **2.398.882** κιλά. Σύμφωνα με την εγκύκλιο 4 οικ. 1604.81 του Υ.Π.Ε.Κ.Α. η μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα αζώτου για διάθεση ως εδαφοβελτιωτικό υπολογίζεται στα 17 kg/στρέμμα (170 kg/ha). Άρα προκύπτει πως ο αριθμός των στρεμμάτων στα οποία είναι δυνατό να διατεθεί το παραγόμενο digestate είναι περίπου **141.111** στρέμματα.

Στην προσπάθεια να αξιοποιήσουμε το σύνολο των αποβλήτων που είναι δυνατόν να συλλεχθεί από τις κτηνοτροφικές μονάδες που βρίσκονται σε ακτίνα 20-26 χλμ. από τις μονάδες βιομάζας, θα γίνει και υπολογισμός του συνόλου του αζώτου που εμπεριέχεται στο εν λόγω σύνολο των αποβλήτων. Στην προκειμένη περίπτωση δεν θα ακολουθηθεί η ίδια διαδικασία υπολογισμού της ποσότητας του περιεχόμενου αζώτου και του αριθμού των στρεμμάτων που ακολουθήθηκε προηγουμένως. Συγκεκριμένα, δεν θα χρησιμοποιηθεί ο όγκος των οργανικών αποβλήτων ανά είδος εκτρεφόμενου ζώου της κάθε μονάδας βιομάζας, αλλά ο αριθμός των ζώων που έχει παράγει αυτά τα κτηνοτροφικά απόβλητα.

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

**Πίνακας 3. 39: Συνολική ποσότητα N στο παραγόμενο από τα βοοειδή digestate (Organics Recycling Group 2013 και Ιδία επεξεργασία)**

Ζωικό κεφάλαιο βοοειδών	Συνολικός αριθμός βοοειδών στη περιοχή μελέτης	Παραγόμενη ποσότητα N (kg/ έτος) κάθε ζώου	Συνολική παραγόμενη ποσότητα N (kg/ έτος) όλων των βοοειδών
Αγελάδες γαλακτ/γής	9.165	115	1.053.975
Μοσχίδες & μοσχάρια (0 - 3 μηνών)	8.236	1,4	11.530,4
Μοσχίδες (3-12 μηνών)	7.276	29	211.004
Μοσχάρια (3-12 μηνών)	7518	28	210.504
Μοσχίδες (12-27 μηνών)	7.108	89	632.612
Μοσχάρια (12-27 μηνών)	3.448	50	172.400
Μοσχάρια και μοσχίδες πάχυνσης	23.790	50	1.189.500
<b>Σύνολο</b>			<b>3.481.525,4</b>

**Πίνακας 3. 40: Συνολική ποσότητα N στο παραγόμενο από τα αιγοπρόβατα digestate (Organics Recycling Group 2016 και Ιδία επεξεργασία)**

Ζωικό κεφάλαιο αιγοπροβάτων	Συνολικός αριθμός αιγοπροβάτων στη περιοχή μελέτης	Παραγόμενη ποσότητα N (kg/ έτος) κάθε ζώου	Συνολική παραγόμενη ποσότητα N (kg/ έτος) όλων των αιγοπροβάτων
Πρόβατα θηλυκά > έτους	454.072	11,9	5.403.456,8
Πρόβατα θηλυκά < έτους που έχουν γεννήσει	348	0,7	243,6
Πρόβατα λουπά	57.716	0,5	28.858
Κριοί	16.567	11,9	197.147,3
Αίγες θηλυκά > έτους	119.518	15	1.792.770
Αίγες θηλυκά < έτους που έχουν γεννήσει	481	15	7.215
Αίγες λουπά	12.621	15	189.315
Τράγοι	6.879	15	103.185
<b>Σύνολο</b>	<b>668.202</b>		<b>7.722.190,7</b>

**Πίνακας 3. 41: Συνολική ποσότητα N στο παραγόμενο από τα αιγοπρόβατα digestate (Organics Recycling Group 2016 και Ιδία επεξεργασία)**

Ζωικό κεφάλαιο χοιριοειδών	Συνολικός αριθμός χοίρων στη περιοχή μελέτης	Παραγόμενη ποσότητα N (kg/ έτος) κάθε ζώου	Συνολική παραγόμενη ποσότητα N (kg/ έτος) όλων των χοίρων
Κάπροι	220	17,5	3.850
Χοιρομητέρες	5.666	16	90.656
Αντικατάστασης	126	7,7	970,2
Χοιρίδια	26.346	3	79.038
<b>Σύνολο</b>	<b>32.358</b>		<b>174.451,2</b>

Από τους τρεις τελευταίους πίνακες συμπεραίνουμε πως η συνολική παραγόμενη ποσότητα N (kg/ έτος) που εμπεριέχεται στα 717.665.533,4 m<sup>3</sup>/ έτος απόβλητα που μπορούν να παραχθούν από τα κτηνοτροφικά ζώα που εκτρέφονται στις κτηνοτροφικές μονάδες της περιοχής μελέτης είναι **11.378.167,3** (kg/έτος). Όπως προαναφέρθηκε, σύμφωνα με την εγκύκλιο 4 οικ. 1604.81 του Υ.Π.Ε.Κ.Α. η μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα αζώτου για διάθεση ως εδαφοβελτιωτικό



υπολογίζεται στα 17 kg/στρέμμα (170 kg/ha). Οπότε, προκύπτει πως ο αριθμός των στρεμμάτων στα οποία μπορεί να διατεθεί το digestate είναι **669.304** στρέμματα.

Κατά την εκτέλεση του δεύτερου τρόπου διαχείρισης της η βιοϊλύς μετά τη συγκομιδή της θα οδηγείται προς το σύστημα διαχωρισμού φάσεων χωνεμένης βιοϊλύς. Κατά την εφαρμογή αυτού του συστήματος θα διαχωρίζεται η χωνεμένη βιοϊλύς (digestate) σε στερεά φάση και σε υγρή φάση. Το παραγόμενο χωνεμένο υπόλειμμα μετά την διαδικασία διαχωρισμού θα αποθηκεύεται σε δύο μορφολογικά ίδιες δεξαμενές. Το μεγαλύτερο μέρος του χωνεμένου υπολείμματος στερεού ή υγρού θα διατίθεται στην αγορά ως εδαφοβελτιωτικό. Το υπόλοιπο μπορεί να παραμένει αποθηκευμένο στις κυλινδρικές δεξαμενές και στη δεξαμενή τύπου lagoon με ειδικό κάλυμμα (σύμφωνα με εγκύκλιο του ΥΠΕΚΑ 604.81-2012) οι οποίες επαρκούν για την αποθήκευσή του για χρονικό διάστημα έως και 8 μηνών. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας του στερεού κλάσματος συγκριτικά με την ποιότητα του εξερχόμενου υλικού αλλά και την παραγωγή υψηλότερης εμπορικής αξίας λιπάσματος. Ένα δευτερεύον όφελος, που προσθέτει στη βιωσιμότητα της διεργασίας του διαχωρισμού, είναι η αφαίρεση και η εξαγωγή της περισσειας του φωσφόρου, η οποία βρίσκεται κυρίως στο κλάσμα των στερεών (τα φωσφορικά άλατα είναι προσκολλημένα στα στερεά σωματίδια και αφαιρούνται μερικώς με το κλάσμα των στερεών). Ο φώσφορος μπορεί να εξαχθεί με το κλάσμα των στερεών, ενώ το υπόλοιπο υγρό μέρος, που περιέχει κυρίως άζωτο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα για καλλιέργειες που θέλουν περισσότερο άζωτο ή να αποτελέσει πρώτη ύλη για παραγωγή αζωτούχων οργανικών λιπασμάτων (Zinder, 1984).

Η ποσότητα της χωνεμένης ύλης που θα είναι σε στερεά μορφή θα αντιστοιχεί στο 30% της παραγόμενης ξηράς ουσίας διότι το υπόλοιπο 70% δεν θα είναι σε θέση να μπορεί να αποδομηθεί. Το επιλεγμένο αυτό ποσοστό της ξηράς ουσίας θα υποστεί μετά κατάλληλες διεργασίες και θα μετατραπεί σε υψηλής ποιότητας οργανικό λίπασμα, απαλλαγμένο από παθογόνα βακτήρια και πλούσιο σε φώσφορο και οργανική ουσία. Έπειτα θα ακολουθήσει περαιτέρω επεξεργασία, σε δεύτερο στάδιο, ώστε να μειωθεί η υγρασία, να τυποποιηθεί και τέλος να αποθηκευτεί σε γιγασάκουσ σε υπαίθριο τμήμα του οικοπέδου. Η υγρή φάση θα χρησιμοποιείται στο μεγαλύτερο μέρος της με ανακυκλοφορία στην παραγωγική διαδικασία. Η ανακυκλοφορία στην παραγωγική διαδικασία γίνεται με σκοπό τη ρύθμιση του ποσοστού ξηράς ουσίας της πρωτογενούς βιοϊλύς κάτω του 13%. Εναλλακτικά, η υγρή φάση μπορεί να διατίθεται απευθείας για λίπανση καλλιεργειών, εφόσον πριν την έκδοση της άδειας λειτουργίας προσκομισθούν στην αρμόδια αρχή όλα τα απαραίτητα έγγραφα, συμφωνητικά, χάρτες εντοπισμού αγροτεμαχίων, σύμφωνα με την Υ.Α. αριθμ. Οικ.166640/2013 (ΦΕΚ 554 Β' /8-3-2013).

Για όλες τις πρώτες ύλες, το παραπροϊόν (digestate) και τις παραγόμενες μορφές λιπάσματος θα τηρείται μητρώο καταγραφής της ποσότητας, ποιότητας, προέλευσης και προορισμού, καθώς και στοιχείων παράδοσης σε τρίτους (ημερομηνία, ποσότητα, στοιχεία τρίτου). Η συγκομιδή των αποβλήτων και η διάθεση του παραγόμενου digestate θα γίνεται με βυτιοφόρα της κάθε μονάδας βιομάζας. Επίσης, εναλλακτικά θα υπάρχει, σε όποια μονάδα βιομάζας το επιθυμεί, εγκατεστημένος μηχανικός διαχωριστής που θα επιτρέπει τον διαχωρισμό του digestate και την παραγωγή στερεού εδαφοβελτιωτικού που θα μπορεί να φορτωθεί σε φορτηγά και να μεταφερθεί σε κατάλληλες εγκαταστάσεις ώστε να τυποποιηθεί και να μπορεί έπειτα να διατεθεί στην αγορά. Το παραγόμενο υγρό εδαφοβελτιωτικό θα επαναχρησιμοποιείται στους βιοαντιδραστήρες (Πελεκάνης κ.α., 2014).

Σύμφωνα με την διαθέσιμη βιβλιογραφία η αφομοιωτική ικανότητα σε θρεπτικά συστατικά εκφρασμένες με βάση τα N, P, K (σε kg/ στρέμμα/ έτος) για τις συνηθέστερες καλλιέργειες στην περιοχή (αραβόσιτος, τριφύλλι, κριθάρι) παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 3.43. Εκτός από

## Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας

τις συγκεκριμένες καλλιέργειες στη περιοχή υπάρχουν και άλλες όπως βαμβάκι, τεύτλα κτλ με παρόμοια αφομοιωτική ικανότητα (Μαρκαντωνάτος 1990).

Πίνακας 3. 41: Η αφομοιωτική ικανότητα σε θρεπτικά συστατικά εκφρασμένες με βάση τα Ν, Ρ, Κ για τις συνηθέστερες καλλιέργειες στην Π.Θ. (Πελεκάνης κ.α., 2014)

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	N (kg/στρέμμα/έτος)	P (kg/στρέμμα/έτος)	K (kg/στρέμμα/έτος)
Γριφύλλι	50,5	3,9	44,6
Αραβόσιτος	20,7	3,9	20,0
Κριθάρι	16,8	2,7	13,9
Μέση Τιμή	29,3	3,5	26,2

Βεβαίως, απαιτούνται και για τα οργανικά λιπάσματα κανόνες και όρια, όπως είναι αυτά που αποτυπώνονται στον πίνακα της εικόνας των επιτρεπόμενων λιπαντικών μονάδων που ακολουθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ  
ΜΕ ΤΙΣ ΑΝΩΤΕΡΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΛΙΠΑΝΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΝΑ ΕΚΤΑΤΙΚΗ  
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ  
«ΜΕΙΩΣΗ ΝΙΤΡΟΥΡΥΠΑΝΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ»

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	Μέγιστη συνολική λίπανση (μονάδες /στρ.)			Μέγιστη λίπανση	
				Βασική αζωτούχος	Επιφανειακή αζωτούχος
	N	P	K		
Βαμβάκι Στάγην (απαγορεύεται η βασική αζωτούχος λίπανση)	8,3	7,8	6,4/2ετία	0	0
Βαμβάκι Κατασισμός (σε αγροτεμάχια με κλίση <= 8%)	8,8	7,8	6,4/2ετία	3,9	4,9
Ζαχαρότευτλα Στάγην	10,5	5,7	5,7	5,3	5,2
Ζαχαρότευτλα Κατασισμός (σε αγροτεμάχια με κλίση <= 8%)	11,2	5,7	5,7	5,4	5,8
Αραβόσιτος Στάγην	14,3	6,1	6,1	4,3	10,0
Αραβόσιτος Κατασισμός (σε αγροτεμάχια με κλίση <= 8%)	17,0	6,1	6,1	6,1	10,9
Τομάτες	14	16,5	13,3	5-7	7-9
Σίτος σκληρός Σίτος μαλακός	2,8	4	0	0	2,8
Κριθάρι Βρώμη Σίκαλη Τριτοκάλι	2,8	4	0	0	2,8
Κεχρί, Φαγόπυρο, Λαθούρι, Καυκιά, Μπιζέλια, Βίκος, Ρεβίθια, Φακές, Ρόβη, Αμάρανθος, Γλυκάνισος και Φακελιωτή	0	4	0	0	0
Πατάτα	10,5	12,0	19,0	4-6	4-6
Καρπούζι, Πεπόνι	8,2	8	12	3-4	4-5
Κρεμμύδι, Πράσο, Παντζάρια Καρότα	7	15	21	3-4	4-5
Σκόρδο	6	5	13	2-4	2-4
Αγγούρια, Καλακουθάκια, Μελιτζάνες, Μπάμια, Πιπεριά	7	5	10	3	4
Φασολάκια, Φασόλια, Αρακάς	0	4	14	0	0
Κουνουπίδι, Λάχανο, Μαρούλι, Μπρόκολο, Σπανάκι	8	6	11	4	4
Αντιόια, Βλήτα, Ραδίκια	6	6	6	3	3

Ο Δ/ΝΤΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
  
 Ημουνιώτης Καλούντζος  
 Γεωπόνος

Εικόνα 3. 2: Ανώτερες επιτρεπόμενες λιπαντικές μονάδες ανά εκτατική καλλιέργεια για τις περιοχές παρέμβασης του προγράμματος «Μείωση νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης» (Πελεκάνης κ.α., 2014)

Η διακίνηση και διάθεση των προϊόντων καταλοίπων διάσπασης προς τους τελικούς χρήστες θα πρέπει να συνοδεύονται από τα σχετικά παραστατικά και έγγραφα σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και από τα οποία θα προκύπτουν οι ποσότητες, ο αποδέκτης και η συμμόρφωση με τα απαιτούμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Αντίγραφα των σχετικών παραστατικών και εγγράφων θα πρέπει να φυλάσσονται στο χώρο της εγκατάστασης. Ο φορέας του έργου υποχρεούται στην τήρηση των αναφερόμενων στην Υ.Α. αριθμ. Οικ.166640/2013 (ΦΕΚ 554 Β'8-3-2013) «Πρόσθετες υποχρεώσεις περιβαλλοντικής αδειοδότησης μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας με χρήση βιοαερίου που προέρχεται από αναερόβια επεξεργασία βιομάζας». Οι Ποσότητες της υγρής φάσης που τυχόν δεν διατεθούν για λίπανση καλλιεργειών, σύμφωνα με την Υ.Α. αριθμ. Οικ.166640/2013 (ΦΕΚ 554 Β'8-3-2013), επίσης με κατάλληλες τεχνικές διαχωρισμού και εξάτμισης μπορούν να μετατραπούν σε νερό άρδευσης. Η διάθεση του παραπάνω νερού μπορεί να γίνει κατόπιν άδειας σύμφωνα με τις διατάξεις της Κοινής Υπουργικής Απόφασης (Κ.Υ.Α.) 145116/2011 (Φ.Ε.Κ. 345 Β/2011) (Πελεκάνης κ.α., 2014).

## **2.5 Εκτίμηση κόστους υλοποίησης προγράμματος συγκομιδής αποβλήτων και μεταφοράς παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού**

Η εκτίμηση του κόστους υλοποίησης των προγραμμάτων συγκομιδής αποβλήτων και διανομής του παραγόμενου digestate αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιτυχή έκβαση του σχεδιασμού της σωστής διαχείρισης των κτηνοτροφικών και τυροκομικών αποβλήτων. Ο υπολογισμός όμως του κόστους τέτοιων προγραμμάτων είναι δύσκολος καθώς θα πρέπει να συνεκτιμηθούν παράγοντες όπως τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά και οι εγκαταστάσεις. Είναι δεδομένο λοιπόν ότι απαιτείται η εκπόνηση οικονομοτεχνικής μελέτης.

Αυτό που θα πρέπει να επισημανθεί είναι ότι το κόστος των προγραμμάτων αυτών σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στο λειτουργικό κόστος και στην συνολικότερη υποστήριξη που απαιτεί. Το κόστος αυτό επιμερίζεται στις εξής βασικές κατηγορίες:

- Αγορά κεφαλαιουχικού εξοπλισμού (οχήματα κ.λπ.)
- Προσωπικό στον τομέα της συγκομιδής και της μεταφοράς
- Ενημερωτική καμπάνια
- Λειτουργικά έξοδα όπως η συντήρηση του εξοπλισμού και καύσιμα
- Συνεχής παρακολούθηση και βελτίωση του προγράμματος

Από τις κατηγορίες του λειτουργικού κόστους ουσιαστικά τα πάγια έξοδα που θα έχει κάθε μονάδα βιομάζας αφορούν τους μισθούς των οδηγών, τη συντήρηση των οχημάτων και τη βελτίωση του προγράμματος. Εκτός από αυτά, στην αρχή πριν να τεθεί σε λειτουργία η κάθε μονάδα θα πρέπει να υπολογιστούν και κάποια άλλα έξοδα όπως είναι η ενημερωτική εκστρατεία, η αγορά των οχημάτων αλλά και η συλλογή ολόκληρου του όγκου των αποβλήτων που μπορεί να διαχειριστεί η κάθε μονάδα βιομάζας.

Στη συνέχεια παρατίθενται στοιχεία από την ελληνική αγορά που θεωρούνται αντιπροσωπευτικά για την Π.Θ.. Τα στοιχεία αυτά είναι αρκετά κοντά στην πραγματικότητα και δίνουν μία εικόνα του κόστους εφαρμογής ενός ολοκληρωμένου προγράμματος διαχείρισης αποβλήτων ανάλογα με τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό αλλά και τις δράσεις που θα υλοποιηθούν.

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Πίνακας 3. 42: Ενδεικτικό κόστος υλοποίησης προγράμματος συγκομιδής αποβλήτων και μεταφοράς του παραγόμενου digestate, αντιπροσωπευτικές τιμές στην ελληνική αγορά (χωρίς ΦΠΑ) (ΕΠΤΑ et al. 2014)

Είδος	Κόστος μονάδας (€)
<b>Οχήματα/Οδηγοί</b>	
Βυτιοφόρο	80.000
Οδηγοί	1000 €/ μήνα για 9 ώρες εργασία
<b>Α΄ Φάση</b>	
Έντυπο ενημερωτικό φυλλάδιο & αφίσα & διανομείς	4.000 € [για 10.000 τεμάχια]
Ενημέρωση Δημοτικού Συμβουλίου & στελεχών Π.Θ.	-
Δελτίο - Συνέντευξη Τύπου	-
<b>Β΄ Φάση</b>	
Περίπτερο ενημέρωσης & 1 υπάλληλος	2.500 € (1 τεμάχιο) & 5.000 €/ έτος
<b>Γ΄ Φάση</b>	
Επιστολές Υπενθύμησης	1.500 [για 10.000 τεμάχια A4]
Σχολικές Δραστηριότητες	500 € [για 1.000 μαθητές]
Δελτία Τύπου	-
Συμμετοχή σε τοπικές εκδηλώσεις	-

Για την οικονομική αξιολόγηση ενός προγράμματος διαχείρισης κτηνοτροφικών και τυροκομικών αποβλήτων πάντως θα πρέπει να προσμετρηθούν και άλλοι παράγοντες για να γίνει μία πιο ολοκληρωμένη αξιολόγηση. Για παράδειγμα, η εφαρμογή ενός τέτοιου προγράμματος αποτελεί στόχο τόσο της ΕΕ όσο και των κρατών και η μη συμμόρφωση συνεπάγεται πρόστιμα για τις τοπικές αρχές. Επίσης, αναμένεται να μειωθεί η χρήση χημικών λιπασμάτων, δεδομένης της αξιοποίησης του παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού, κάτι που συνεπάγεται εξοικονόμηση χρημάτων για τους καλλιεργητές. Τέλος, αναμένεται να μειωθούν και οι δαπάνες της Π.Θ. για την κάλυψη των ενεργειακών της αναγκών καθώς μέρος τους θα ικανοποιείται μέσω της αξιοποίησης του παραγόμενου βιοαερίου. Το σύνολο λοιπόν αυτών και άλλων άμεσων και έμμεσων θετικών επιπτώσεων θα πρέπει να συνυπολογίζονται σε μία διαδικασία οικονομικής αξιολόγησης των προγραμμάτων διαχείρισης κτηνοτροφικών και τυροκομικών αποβλήτων.

Στην προκειμένη περίπτωση πρέπει αρχικά να υπολογιστεί ποιο θα είναι το κόστος ώστε να πραγματοποιηθεί η καμπάνια ενημέρωσης που θα διαρκέσει ένα χρόνο.

Πίνακας 3. 43: Σύνολο εξόδων ενημερωτικής καμπάνιας (Ίδια επεξεργασία)

Μονάδες Βιομάζας	Α΄ Φάση	Β΄ Φάση	Γ΄ Φάση	Σύνολο εξόδων ενημερωτικής καμπάνιας €
<b>Νομός Λαρίσης</b>				
1.Θέση Εικοσιτριάρια	4.000	15.000	2.000	21.000
2.Θέση Ζερβά	4.000	7.500	2.000	13.500
3.Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό	4.000	7.500	2.000	13.500
4.Θέση Παλιάμπελα	4.000	15.000	2.000	21.000
<b>Νομός Τρικάλων</b>				
5.Θέση Λάκκα	4.000	7.500	2.000	13.500
6.Θέση Ανοίγματα	4.000	15.000	2.000	21.000
7.Θέση Σαρακήνα	4.000	7.500	2.000	13.500
8. Θέση 50 χλμ. Τρικάλων- Πύλης	4.000	7.500	2.000	13.500
9.Θέση Βαμπούλου	4.000	7.500	2.000	13.500
<b>Νομός Μαγνησίας</b>				
10.Θέση Γιάρμπαση	4.000	15.000	2.000	21.000

## Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας

Μετά τον υπολογισμό του κόστους της ενημερωτικής εκστρατείας πρέπει να υπολογιστεί πόσα βυτιοφόρα θα πρέπει να νοικιάσει για μια μέρα η κάθε μονάδα βιομάζας και πόσους οδηγούς θα χρειαστεί εκείνη τη μέρα ώστε να συλλεχθεί το σύνολο των αποβλήτων ώστε να γεμίσει ο αντιδραστήρας. Στον ακόλουθο πίνακα υπολογίζεται πόση είναι η ποσότητα των αποβλήτων που καλούνται να συλλέξουν τα βυτιοφόρα κάθε μονάδας βιομάζας σε ημερήσια βάση. Στη συνέχεια θα υπολογιστεί πόσα δρομολόγια χρειάζονται ώστε να συλλεχθεί το σύνολο του ημερήσιου όγκου. Η μέγιστη ποσότητα που θα μπορεί να συλλέξει ένα βυτιοφόρο θα είναι 20 m<sup>3</sup> αποβλήτων και η μέγιστη απόσταση που θα μπορεί να διανύσει θα είναι τα 26 χλμ.

Πίνακας 3. 44: Σύνολο όγκου οργανικών αποβλήτων (m<sup>3</sup>/ημ.) που μπορεί να διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας (Ιδία επεξεργασία)

Μονάδες Βιομάζας	Σύνολο όγκου οργανικών αποβλήτων (m <sup>3</sup> /έτος) που μπορεί να διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας	Σύνολο όγκου οργανικών αποβλήτων (m <sup>3</sup> /ημ.) που μπορεί να διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας
<u>Νομός Λαρίσης</u>		
1.Θέση Εικοσιτριάρια	32.117,47	88
2. Θέση Ζερβά	23.383,49	64
3. Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό	132.928,49	364,1
4. Παλιάμπελα	91.642,17	251
<u>Νομός Τρικάλων</u>		
5. Θέση Λάκκα	126.502,23	346,58
6.Θέση Ανοίγματα	83.480,94	228,71
7.Θέση Σαρακήνα	32.132,54	88,03
8. Θέση 5ο χλμ. Τρικάλων- Πύλης	117.904,58	323,02
9.Θέση Βαμπούλου	75.876,90	207,88
<u>Νομός Μαγνησίας</u>		
10.Θέση Γιάρμπαση	57.958,16	158,78
Σύνολο	773.926,97	2.120,34

Πίνακας 3. 45: Αριθμός δρομολογίων που απαιτείται για τη συλλογή των κτην/κων αποβλήτων digestate (Ιδία επεξεργασία)

Μονάδες Βιομάζας	Αριθμός δρομολογίων που απαιτείται για την ημερήσια συλλογή των κτην/κων αποβλήτων
<u>Νομός Λαρίσης</u>	
1.Θέση Εικοσιτριάρια	4,5
2. Θέση Ζερβά	3
3. Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό	18
4. Παλιάμπελα	12,5
<u>Νομός Τρικάλων</u>	
5. Θέση Λάκκα	17
6.Θέση Ανοίγματα	11,5
7.Θέση Σαρακήνα	4,5
8. Θέση 5ο χλμ. Τρικάλων- Πύλης	16
9.Θέση Βαμπούλου	10,5
<u>Νομός Μαγνησίας</u>	
10.Θέση Γιάρμπαση	8

Θεωρείτε πως η ενοικίαση ενός βυτιοφόρου την ημέρα κοστίζει 2.000 και πως ο αριθμός των βυτιοφόρων και των οδηγών που θα χρειαστούν εκείνη τη μέρα θα είναι ίσος με τον αριθμό των δρομολογίων που απαιτούνται. Για 9 ώρες εργασία την ημέρα ένας οδηγός αμείβεται με 42 €. Αν

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

υποθέσουμε ότι ένα βυτιοφόρο τρέχει με 60 χλμ./ώρα για να διανύσει τα 26 χλμ. θα θέλει περίπου 45 λεπτά. Δεδομένων των στάσεων υπολογίζεται ότι θα χρειάζεται 2,5 ώρες για να διανύσει τα 26 χλμ., να συγκομίσει τα κτην/κα απόβλητα και να επιστρέψει στην μονάδα βιομάζας και περίπου άλλο ένα μισάωρο για να ξεφορτώσει τα απόβλητα. Οπότε ένα δρομολόγιο επιτελείται μέσα σε 3 ώρες άρα ο κάθε οδηγός θα αμειφθεί με περίπου 15 €. Έτσι προκύπτει ο ακόλουθος Πίνακας 3.48.

**Πίνακας 3. 46: Σύνολο εξόδων ώστε να μπορέσει να συλλεχθεί ο απαιτούμενος όγκος βιομάζας (Ιδία επεξεργασία)**

Μονάδες Βιομάζας	Αριθμός δρομολογίων που απαιτείται για την ημερήσια συλλογή των κτην/κων αποβλήτων	Αριθμός βυτιοφόρων που χρειάζονται για μια μέρα	Αριθμός οδηγών που χρειάζονται για μια μέρα	Κόστος βυτιοφόρων €	Μισθός οδηγών €	Σύνολο εξόδων ώστε να συλλεχθεί ο απαιτούμενος όγκος βιομάζας(€)
<b><u>Νομός Λαρίσης</u></b>						
1.Θέση Εικοσιτριάρια	4,5	5	5	10.000	75	10.075
2. Θέση Ζερβά	3	3	3	6.000	45	6.045
3. Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό	18	18	18	36.000	270	36.270
4. Παλιάμπελα	12,5	13	13	26.000	195	26.195
<b><u>Νομός Τρικάλων</u></b>						
5. Θέση Λάκκα	17	17	17	34.000	255	34.255
6.Θέση Ανοίγματα	11,5	12	12	24.000	180	24.180
7.Θέση Σαρακήνα	4,5	5	5	10.000	75	10.075
8. Θέση 5ο χλμ. Τρικάλων-Πύλης	16	16	16	32.000	240	32.240
9.Θέση Βαμπούλου	10,5	11	11	22.000	165	22.165
<b><u>Νομός Μαγνησίας</u></b>						
10.Θέση Γιάρμπαση	8	8	8	16.000	120	16.120

Το σύνολο των εξόδων για την ενημερωτική εκστρατεία αλλά και των εξόδων ώστε να συλλεχθεί ο απαιτούμενος όγκος βιομάζας κάθε μονάδας βιομάζας φαίνεται στον Πίνακα που ακολουθεί.

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Πίνακας 3. 47: Σύνολο εξόδων πριν τεθεί σε λειτουργία κάθε μονάδα βιομάζας (Ιδία επεξεργασία)

Μονάδες Βιομάζας	Σύνολο εξόδων ενημερωτικής καμπάνιας (€)	Σύνολο εξόδων ώστε να συλλεχθεί ο απαιτούμενος όγκος βιομάζας (€)	Σύνολο εξόδων πριν τεθεί σε λειτουργία κάθε μονάδα βιομάζας (€)
<u>Νομός Λαρίσης</u>			
1.Θέση Εικοσιτριάρια	21.000	10.075	31.075
2.Θέση Ζερβά	13.500	6.045	19.545
3.Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό	13.500	36.270	49.770
4.Θέση Παλιάμπελα	21.000	26.195	47.195
<u>Νομός Τρικάλων</u>			
5.Θέση Λάκκα	13.500	34.255	47.755
6.Θέση Ανοίγματα	21.000	24.180	45.180
7.Θέση Σαρακήνα	13.500	10.075	23.575
8. Θέση 5ο χλμ. Τρικάλων- Πύλης	13.500	32.240	45.740
9.Θέση Βαμπούλου	13.500	22.165	35.665
<u>Νομός Μαγνησίας</u>			
10.Θέση Γιάρμπαση	21.000	16.120	37.120

Μετά τον υπολογισμό του συνόλου των εξόδων που απαιτούνται πριν τεθεί σε λειτουργία κάθε μονάδα βιομάζας, θα υπολογιστούν τα έξοδα που αφορούν τα βυτιοφόρα και τους οδηγούς. Στην προκειμένη φάση, θα υπολογιστούν πόσα οχήματα θα πρέπει να αγοράσει κάθε μονάδα και πόσα δρομολόγια θα κάνει το κάθε όχημα ώστε να καλυφθούν επαρκώς οι εκάστοτε ανάγκες. Η επιλογή των βυτιοφόρων θα γίνει με βάση την ποσότητα των αποβλήτων που καλείται να συλλέξει κάθε μονάδα βιομάζας. Όπως προαναφέρθηκε, η μέγιστη ποσότητα που θα μπορεί να συλλέξει ένα βυτιοφόρο θα είναι 20 m<sup>3</sup> αποβλήτων. Επίσης, πρέπει να υπολογιστεί και ο αριθμός των οδηγών που θα πραγματοποιεί τα δρομολόγια αυτά αλλά και το κόστος των οχημάτων και οι μισθοί των οδηγών. Στο σημείο αυτό, πρέπει να αναφερθούν τα εξής:

- Σε ότι αφορά τον αριθμό των χλμ. που πρέπει να διανύσει κάθε βυτιοφόρο, και για να συγκομίσει τα απόβλητα αλλά και για να μεταφέρει το παραγόμενο digestate, λαμβάνεται υπόψη το μέγιστο όριο των χλμ. που μπορεί να διανυθεί, δηλαδή τα 26 χλμ.. Είναι πιθανό βέβαια, σε πραγματικά δεδομένα, οι αποστάσεις που θα έχουν να διανύσουν τα βυτιοφόρα να είναι μικρότερες των 26 χλμ. άρα να μειώνεται και ο αριθμός των ωρών που χρειάζονται για να πραγματοποιηθούν τα δρομολόγια που αντιστοιχούν σε κάθε μονάδα βιομάζας. Αυτό με τη σειρά του σημαίνει πως θα μειωθούν και οι αριθμοί των οδηγών και των βυτιοφόρων που χρειάζεται κάθε μονάδα βιομάζας.
- Θεωρείται ότι η ημερήσια παραγόμενη ποσότητα digestate είναι σχεδόν ίση με το σύνολο του ημερήσιου όγκου των κτηνοτροφικών αποβλήτων (m<sup>3</sup>/ημ.) που μπορεί να διαχειριστεί κάθε μονάδα βιομάζας. Αυτό συνεπάγεται πως ότι ισχύει για τον αριθμό των δρομολογίων, των ωρών ώστε να πραγματοποιηθούν αυτά τα δρομολόγια, των οδηγών και των βυτιοφόρων που αφορούν την συγκομιδή των κτην/κων αποβλήτων, ισχύει και για τη διανομή του παραγόμενου digestate.
- Σε ότι αφορά το κόστος των οχημάτων μεταφοράς θεωρείται πως περίπου το κόστος κάθε βυτιοφόρου που μπορεί να μεταφέρει 20 m<sup>3</sup> είναι 80.000 € ενώ ο μισθός κάθε εργαζόμενου οδηγού που εργάζεται για 9 ώρες τη μέρα 6 φορές την εβδομάδα είναι 1.000 € το μήνα. Αντίστοιχα ο μισθός ενός εργαζόμενου που εργάζεται για 8,5 ώρες είναι 944 € το μήνα, αν

εργάζεται για 6 ώρες τη μέρα είναι 667 € το μήνα ενώ αν εργάζεται για 5,5 ώρες τη μέρα είναι 611 € το μήνα.

- Δεδομένου ότι οι μονάδες βιομάζας θα δουλεύουν επτά μέρες την βδομάδα θα πρέπει η κάθε μονάδα να απασχολεί και επιπλέον μόνιμους οδηγούς από τον αριθμό των οδηγών που έχει ανάγκη έτσι ώστε να μπορεί κάθε οδηγός μέσα στη βδομάδα να έχει μια μέρα ρεπό. Να αναφερθεί πως οι επιπλέον οδηγοί θα έχουν κυκλικό πρόγραμμα, δηλαδή οι ώρες που θα εργάζονται και τα δρομολόγια που θα εκτελούν θα είναι κάθε φορά συνυφασμένα με αυτά των οδηγών που έχουν ρεπό. Επίσης, κάθε μονάδα βιομάζας θα πρέπει να προνοεί ώστε να είναι σε θέση να αντικαταστήσει τους μόνιμους οδηγούς της όταν αυτοί θα είναι σε άδεια. Υπολογίζεται πως συνολικά κάθε εργαζόμενος οδηγός, δικαιούται ένα μήνα άδεια το χρόνο. Οπότε αν θεωρήσουμε ότι οι εργαζόμενοι παίρνουν την άδεια τους κυκλικά, δηλαδή ο ένας μετά τον άλλον, η κάθε μονάδα βιομάζας θα πρέπει να προσλαμβάνει για το διάστημα αυτό έναν επιπλέον οδηγό που θα έχει κυκλικό δρομολόγιο.

### **Νομός Λαρίσης**

#### **Μονάδα 1<sup>η</sup>: Θέση Εικοσιτριάρια**

Η πρώτη μονάδα χρειάζεται 4,5 δρομολόγια για να συγκομίσει το σύνολο των αποβλήτων που μπορεί να διαχειριστεί. Αν υποθέσουμε ότι ένα βυτιοφόρο τρέχει με 60 χλμ./ώρα για να διανύσει τα 26 χλμ. θα θέλει περίπου 45 λεπτά. Δεδομένων των στάσεων υπολογίζεται ότι θα χρειάζεται 2,5 ώρες για να διανύσει τα 26 χλμ., να συγκομίσει τα κτην/κα απόβλητα και να επιστρέψει στην μονάδα βιομάζας και περίπου άλλο ένα μισάωρο για να ξεφορτώσει τα απόβλητα. Οπότε μέσα σε 8 ώρες που είναι το ωράριο ενός οδηγού υπαλλήλου θα μπορεί να κάνει 2,5 δρομολόγια, χωρίς να συμπεριληφθεί το τελευταίο μισάωρο που χρειάζεται ώστε να ξεφορτωθεί το φορτίο της τελευταίας διαδρομής. Συμπερασματικά, προκύπτει πως η πρώτη μονάδα χρειάζεται 4 βυτιοφόρα των 20 m<sup>3</sup> και 4 μόνιμους οδηγούς. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται πως για να καλυφθούν τα 4,5 δρομολόγια θα πρέπει να υπάρχουν 2 βυτιοφόρα και να δουλεύουν 2 οδηγοί, ο 1<sup>ος</sup> για 9 ώρες και ο 2<sup>ος</sup> για 5,5 ώρες. Αντίστοιχα, θα πρέπει να υπάρχουν άλλα 2 βυτιοφόρα και θα δουλεύουν άλλοι 2 οδηγοί που θα μεταφέρουν το παραγόμενο digestate στους ιδιοκτήτες των καλλιεργήσιμων εκτάσεων με τους οποίους έχει γίνει εξ αρχής συμφωνία. Τέλος, όπως προαναφέρθηκε, θα πρέπει να εργάζεται ακόμα ένας μόνιμος οδηγός με κυκλικό πρόγραμμα για 4 ημέρες και 29 ώρες τη βδομάδα έτσι ώστε να μπορεί κάθε ένας από τους υπόλοιπους μόνιμους οδηγούς να έχει ένα ρεπό κάθε βδομάδα.

#### **Μονάδα 2<sup>η</sup>: Θέση Ζερβά**

Η δεύτερη μονάδα χρειάζεται 3 δρομολόγια για να συγκομίσει το σύνολο των αποβλήτων που μπορεί να διαχειριστεί. Αν υποθέσουμε ότι ένα βυτιοφόρο τρέχει με 60 χλμ./ώρα για να διανύσει τα 26 χλμ. θα θέλει περίπου 45 λεπτά. Δεδομένων των στάσεων υπολογίζεται ότι θα χρειάζεται 2,5 ώρες για να διανύσει τα 26 χλμ., να συγκομίσει τα κτην/κα απόβλητα και να επιστρέψει στην μονάδα βιομάζας και περίπου άλλο ένα μισάωρο για να ξεφορτώσει τα απόβλητα. Οπότε μέσα σε 8 ώρες που είναι το ωράριο ενός οδηγού υπαλλήλου θα μπορεί να κάνει 2,5 δρομολόγια, χωρίς να συμπεριληφθεί το τελευταίο μισάωρο που χρειάζεται ώστε να ξεφορτωθεί το φορτίο της τελευταίας διαδρομής. Οπότε προκύπτει, πως τη συγκεκριμένη μονάδα βιομάζας τη συμφέρει να έχει 2 μόνιμους οδηγούς και 2 βυτιοφόρα των 20 m<sup>3</sup>. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται πως για να καλυφθούν τα 3 δρομολόγια θα πρέπει να υπάρχει 1 βυτιοφόρο και να δουλεύει 1 μόνιμος οδηγός για 9 ώρες. Αντίστοιχα, θα πρέπει να υπάρχει και 1 βυτιοφόρο και να δουλεύει 1 μόνιμος οδηγός που θα μεταφέρει το παραγόμενο digestate στους ιδιοκτήτες των καλλιεργήσιμων εκτάσεων με τους οποίους έχει γίνει εξ αρχής συμφωνία. Τέλος,



όπως προαναφέρθηκε, θα πρέπει να εργάζεται ακόμα ένας μόνιμος οδηγός με κυκλικό πρόγραμμα για 2 ημέρες και 18 ώρες τη βδομάδα έτσι ώστε να μπορεί κάθε ένας από τους υπόλοιπους μόνιμους οδηγούς να έχει ένα ρεπό κάθε βδομάδα.

### **Μονάδα 3<sup>η</sup>: Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό**

Η τρίτη μονάδα χρειάζεται 18 δρομολόγια για να συγκομίσει το σύνολο των αποβλήτων που μπορεί να διαχειριστεί. Αν υποθέσουμε ότι ένα βυτιοφόρο τρέχει με 60 χλμ./ώρα για να διανύσει τα 26 χλμ. θα θέλει περίπου 45 λεπτά. Δεδομένων των στάσεων υπολογίζεται ότι θα χρειάζεται 2,5 ώρες για να διανύσει τα 26 χλμ., να συγκομίσει τα κτην/κα απόβλητα και να επιστρέψει στην μονάδα βιομάζας και περίπου άλλο ένα μισάωρο για να ξεφορτώσει τα απόβλητα. Οπότε μέσα σε 8 ώρες που είναι το ωράριο ενός οδηγού υπαλλήλου θα μπορεί να κάνει περίπου 2,5 δρομολόγια, χωρίς να συμπεριληφθεί το τελευταίο μισάωρο που χρειάζεται ώστε να ξεφορτωθεί το φορτίο της τελευταίας διαδρομής. Οποτε προκύπτει, πως τη συγκεκριμένη μονάδα βιομάζας τη συμφέρει να έχει 12 μόνιμους οδηγούς και 12 βυτιοφόρα των 20 m<sup>3</sup>. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται πως για να καλυφθούν τα 18 δρομολόγια θα πρέπει να υπάρχουν 6 βυτιοφόρα και να δουλεύουν 6 μόνιμοι οδηγοί για 9 ώρες έκαστος. Αντίστοιχα, θα πρέπει να υπάρχουν 6 βυτιοφόρα και να δουλεύουν άλλοι 6 οδηγοί που θα μεταφέρουν το παραγόμενο digestate στους ιδιοκτήτες των καλλιεργήσιμων εκτάσεων με τους οποίους έχει γίνει εξ αρχής συμφωνία. Τέλος, όπως προαναφέρθηκε, θα πρέπει να εργάζονται ακόμα δυο μόνιμοι οδηγοί με κυκλικό πρόγραμμα για 6 ημέρες και 54 ώρες τη βδομάδα έκαστος έτσι ώστε να μπορεί κάθε ένας από τους υπόλοιπους μόνιμους οδηγούς να έχει ένα ρεπό κάθε βδομάδα.

### **Μονάδα 4<sup>η</sup>: Θέση Παλιάμπελα**

Η τέταρτη μονάδα χρειάζεται 12,5 δρομολόγια για να συγκομίσει το σύνολο των αποβλήτων που μπορεί να διαχειριστεί. Αν υποθέσουμε ότι ένα βυτιοφόρο τρέχει με 60 χλμ./ώρα για να διανύσει τα 26 χλμ. θα θέλει περίπου 45 λεπτά. Δεδομένων των στάσεων υπολογίζεται ότι θα χρειάζεται 2,5 ώρες για να διανύσει τα 26 χλμ., να συγκομίσει τα κτην/κα απόβλητα και να επιστρέψει στην μονάδα βιομάζας και περίπου άλλο ένα μισάωρο για να ξεφορτώσει τα απόβλητα. Οπότε μέσα σε 8 ώρες που είναι το ωράριο ενός οδηγού υπαλλήλου θα μπορεί να κάνει περίπου 2,5 δρομολόγια, χωρίς να συμπεριληφθεί το τελευταίο μισάωρο που χρειάζεται ώστε να ξεφορτωθεί το φορτίο της τελευταίας διαδρομής. Οποτε προκύπτει, τη συγκεκριμένη μονάδα βιομάζας τη συμφέρει να έχει 10 μόνιμους οδηγούς και 10 βυτιοφόρα των 20 m<sup>3</sup>. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται πως για να καλυφθούν τα 12,5 δρομολόγια θα πρέπει να υπάρχουν 5 βυτιοφόρα και να δουλεύουν 5 μόνιμοι οδηγοί, οι 3 για 9 ώρες έκαστος, ο 4<sup>ος</sup> για 6 ώρες ο 5<sup>ος</sup> για 5,5 ώρες. Αντίστοιχα, θα πρέπει να υπάρχουν 5 βυτιοφόρα και να δουλεύουν άλλοι 5 οδηγοί που θα μεταφέρουν το παραγόμενο digestate στους ιδιοκτήτες των καλλιεργήσιμων εκτάσεων με τους οποίους έχει γίνει εξ αρχής συμφωνία. Τέλος, όπως προαναφέρθηκε, θα πρέπει να εργάζονται ακόμα δυο μόνιμοι οδηγοί με κυκλικό πρόγραμμα για 5 ημέρες και 38,5 ώρες τη βδομάδα έκαστος έτσι ώστε να μπορεί κάθε ένας από τους υπόλοιπους μόνιμους οδηγούς να έχει ένα ρεπό κάθε βδομάδα.

### **Νομός Τρικάλων**

#### **Μονάδα 5<sup>η</sup>: Θέση Λάκκα**

Η πέμπτη χρειάζεται 17 δρομολόγια για να συγκομίσει το σύνολο των αποβλήτων που μπορεί να διαχειριστεί. Αν υποθέσουμε ότι ένα βυτιοφόρο τρέχει με 60 χλμ./ώρα για να διανύσει τα 26 χλμ. θα θέλει περίπου 45 λεπτά. Δεδομένων των στάσεων υπολογίζεται ότι θα χρειάζεται 2,5 ώρες για να διανύσει τα 26 χλμ., να συγκομίσει τα κτην/κα απόβλητα και να επιστρέψει στην μονάδα βιομάζας

και περίπου άλλο ένα μισάωρο για να ξεφορτώσει τα απόβλητα. Οπότε μέσα σε 8 ώρες που είναι το ωράριο ενός οδηγού υπαλλήλου θα μπορεί να κάνει περίπου 2,5 δρομολόγια, χωρίς να συμπεριληφθεί το τελευταίο μισάωρο που χρειάζεται ώστε να ξεφορτωθεί το φορτίο της τελευταίας διαδρομής. Οποτε προκύπτει, πως τη συγκεκριμένη μονάδα βιομάζας τη συμφέρει να έχει 12 μόνιμους οδηγούς και 12 βυτιοφόρα των 20 m<sup>3</sup>. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται πως για να καλυφθούν τα 17 δρομολόγια θα πρέπει να υπάρχουν 6 βυτιοφόρα και να δουλεύουν 6 μόνιμοι οδηγοί οι 5 για 9 ώρες έκαστος και ο 6<sup>ος</sup> για 6 ώρες. Αντίστοιχα, θα πρέπει να υπάρχουν 6 βυτιοφόρα και να δουλεύουν άλλοι 8 οδηγοί που θα μεταφέρουν το παραγόμενο digestate στους ιδιοκτήτες των καλλιεργήσιμων εκτάσεων με τους οποίους έχει γίνει εξ αρχής συμφωνία. Τέλος, όπως προαναφέρθηκε, θα πρέπει να εργάζονται ακόμα δυο μόνιμοι οδηγοί με κυκλικό πρόγραμμα για 6 ημέρες και 51 ώρες τη βδομάδα έκαστος έτσι ώστε να μπορεί κάθε ένας από τους υπόλοιπους μόνιμους οδηγούς να έχει ένα ρεπό κάθε βδομάδα.

#### **Μονάδα 6<sup>η</sup>: Θέση Ανοίγματα**

Η έκτη χρειάζεται 11,5 δρομολόγια για να συγκομίσει το σύνολο των αποβλήτων που μπορεί να διαχειριστεί. Αν υποθέσουμε ότι ένα βυτιοφόρο τρέχει με 60 χλμ./ώρα για να διανύσει τα 26 χλμ. θα θέλει περίπου 45 λεπτά. Δεδομένων των στάσεων υπολογίζεται ότι θα χρειάζεται 2,5 ώρες για να διανύσει τα 26 χλμ., να συγκομίσει τα κτην/κα απόβλητα και να επιστρέψει στην μονάδα βιομάζας και περίπου άλλο ένα μισάωρο για να ξεφορτώσει τα απόβλητα. Οπότε μέσα σε 8 ώρες που είναι το ωράριο ενός οδηγού υπαλλήλου θα μπορεί να κάνει περίπου 2,5 δρομολόγια, χωρίς να συμπεριληφθεί το τελευταίο μισάωρο που χρειάζεται ώστε να ξεφορτωθεί το φορτίο της τελευταίας διαδρομής. Οποτε προκύπτει, πως τη συγκεκριμένη μονάδα βιομάζας τη συμφέρει να έχει 8 μόνιμους οδηγούς και 8 βυτιοφόρα των 20 m<sup>3</sup>. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται πως για να καλυφθούν τα 11,5 δρομολόγια θα πρέπει να υπάρχουν 4 βυτιοφόρα και να δουλεύουν 4 μόνιμοι οδηγοί οι 3 για 9 ώρες έκαστος και ο 4<sup>ος</sup> για 8,5 ώρες. Αντίστοιχα, θα πρέπει να υπάρχουν 4 βυτιοφόρα και να δουλεύουν άλλοι 4 οδηγοί που θα μεταφέρουν το παραγόμενο digestate στους ιδιοκτήτες των καλλιεργήσιμων εκτάσεων με τους οποίους έχει γίνει εξ αρχής συμφωνία. Τέλος, όπως προαναφέρθηκε, θα πρέπει να εργάζονται ακόμα δυο μόνιμοι οδηγοί με κυκλικό πρόγραμμα για 4 ημέρες και 35,5 ώρες τη βδομάδα έκαστος έτσι ώστε να μπορεί κάθε ένας από τους υπόλοιπους μόνιμους οδηγούς να έχει ένα ρεπό κάθε βδομάδα.

#### **Μονάδα 7<sup>η</sup>: Θέση Σαρακίνα**

Η έβδομη μονάδα χρειάζεται 4,5 δρομολόγια για να συγκομίσει το σύνολο των αποβλήτων που μπορεί να διαχειριστεί. Αν υποθέσουμε ότι ένα βυτιοφόρο τρέχει με 60 χλμ./ώρα για να διανύσει τα 26 χλμ. θα θέλει περίπου 45 λεπτά. Δεδομένων των στάσεων υπολογίζεται ότι θα χρειάζεται 2,5 ώρες για να διανύσει τα 26 χλμ., να συγκομίσει τα κτην/κα απόβλητα και να επιστρέψει στην μονάδα βιομάζας και περίπου άλλο ένα μισάωρο για να ξεφορτώσει τα απόβλητα. Οπότε μέσα σε 8 ώρες που είναι το ωράριο ενός οδηγού υπαλλήλου θα μπορεί να κάνει 2,5 δρομολόγια, χωρίς να συμπεριληφθεί το τελευταίο μισάωρο που χρειάζεται ώστε να ξεφορτωθεί το φορτίο της τελευταίας διαδρομής. Συμπερασματικά, προκύπτει πως η πρώτη μονάδα χρειάζεται 4 βυτιοφόρα των 20 m<sup>3</sup> και 4 μόνιμους οδηγούς. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται πως για να καλυφθούν τα 4,5 δρομολόγια θα πρέπει να υπάρχουν 2 βυτιοφόρα και να δουλεύουν 2 οδηγοί, ο 1<sup>ος</sup> για 9 ώρες και ο 2<sup>ος</sup> για 5,5 ώρες. Αντίστοιχα, θα πρέπει να υπάρχουν άλλα 2 βυτιοφόρα και θα δουλεύουν άλλοι 2 οδηγοί που θα μεταφέρουν το παραγόμενο digestate στους ιδιοκτήτες των καλλιεργήσιμων εκτάσεων με τους οποίους έχει γίνει εξ αρχής συμφωνία. Τέλος, όπως προαναφέρθηκε, θα πρέπει να εργάζεται ακόμα ένας μόνιμος οδηγός με κυκλικό πρόγραμμα για 4 ημέρες και 29 ώρες τη βδομάδα έτσι ώστε να μπορεί κάθε ένας από τους υπόλοιπους μόνιμους οδηγούς να έχει ένα ρεπό κάθε βδομάδα.

### **Μονάδα 8<sup>η</sup>: Θέση 5<sup>ο</sup> χλμ. Τρικάλων- Πύλης**

Η όγδοη μονάδα χρειάζεται 16 δρομολόγια να συγκομίσει το σύνολο των αποβλήτων που μπορεί να διαχειριστεί. Αν υποθέσουμε ότι ένα βυτιοφόρο τρέχει με 60 χλμ./ώρα για να διανύσει τα 26 χλμ. θα θέλει περίπου 45 λεπτά. Δεδομένων των στάσεων υπολογίζεται ότι θα χρειάζεται 2,5 ώρες για να διανύσει τα 26 χλμ., να συγκομίσει τα κτην/κα απόβλητα και να επιστρέψει στην μονάδα βιομάζας και περίπου άλλο ένα μισάωρο για να ξεφορτώσει τα απόβλητα. Οπότε μέσα σε 8 ώρες που είναι το ωράριο ενός οδηγού υπαλλήλου θα μπορεί να κάνει 2,5 δρομολόγια, χωρίς να συμπεριληφθεί το τελευταίο μισάωρο που χρειάζεται ώστε να ξεφορτωθεί το φορτίο της τελευταίας διαδρομής. Συμπερασματικά, προκύπτει πως η μονάδα χρειάζεται 12 βυτιοφόρα των 20 m<sup>3</sup> και 12 μόνιμους οδηγούς. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται πως για να καλυφθούν τα 16 δρομολόγια θα πρέπει να υπάρχουν 6 βυτιοφόρα και να δουλεύουν 6 οδηγοί, οι 4 για 9 ώρες έκαστος και οι άλλοι 2 για 6 ώρες έκαστος. Αντίστοιχα, θα πρέπει να υπάρχουν 6 βυτιοφόρα και να δουλεύουν άλλοι 6 οδηγοί που θα μεταφέρουν το παραγόμενο digestate στους ιδιοκτήτες των καλλιεργήσιμων εκτάσεων με τους οποίους έχει γίνει εξ αρχής συμφωνία. Τέλος, όπως προαναφέρθηκε, θα πρέπει να εργάζονται ακόμα δυο μόνιμοι οδηγοί με κυκλικό πρόγραμμα για 6 ημέρες και 48 ώρες τη βδομάδα έκαστος έτσι ώστε να μπορεί κάθε ένας από τους υπόλοιπους μόνιμους οδηγούς να έχει ένα ρεπό κάθε βδομάδα.

### **Μονάδα 9<sup>η</sup>: Θέση Βαμπούλου**

Η ένατη μονάδα χρειάζεται 10,5 δρομολόγια για να συγκομίσει το σύνολο των αποβλήτων που μπορεί να διαχειριστεί. Αν υποθέσουμε ότι ένα βυτιοφόρο τρέχει με 60 χλμ./ώρα για να διανύσει τα 26 χλμ. θα θέλει περίπου 45 λεπτά. Δεδομένων των στάσεων υπολογίζεται ότι θα χρειάζεται 2,5 ώρες για να διανύσει τα 26 χλμ., να συγκομίσει τα κτην/κα απόβλητα και να επιστρέψει στην μονάδα βιομάζας και περίπου άλλο ένα μισάωρο για να ξεφορτώσει τα απόβλητα. Οπότε μέσα σε 8 ώρες που είναι το ωράριο ενός οδηγού υπαλλήλου θα μπορεί να κάνει περίπου 2,5 δρομολόγια, χωρίς να συμπεριληφθεί το τελευταίο μισάωρο που χρειάζεται ώστε να ξεφορτωθεί το φορτίο της τελευταίας διαδρομής. Όποτε προκύπτει, πως τη συγκεκριμένη μονάδα βιομάζας τη συμφέρει να έχει 8 μόνιμους οδηγούς και 8 βυτιοφόρα των 20 m<sup>3</sup>. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται πως για να καλυφθούν τα 10,5 δρομολόγια θα πρέπει να υπάρχουν 4 βυτιοφόρα και να δουλεύουν 4 μόνιμοι οδηγοί, οι 3 για 9 ώρες έκαστος και ο 4<sup>ος</sup> για 5,5 ώρες. Αντίστοιχα, θα πρέπει να υπάρχουν και 4 βυτιοφόρα και να δουλεύουν άλλοι 4 οδηγοί που θα μεταφέρουν το παραγόμενο digestate στους ιδιοκτήτες των καλλιεργήσιμων εκτάσεων με τους οποίους έχει γίνει εξ αρχής συμφωνία. Τέλος, όπως προαναφέρθηκε, θα πρέπει να εργάζονται ακόμα δυο μόνιμοι οδηγοί με κυκλικό πρόγραμμα για 4 ημέρες και 32,5 τη βδομάδα έκαστος έτσι ώστε να μπορεί κάθε ένας από τους υπολοίπους μόνιμους οδηγούς να έχει ένα ρεπό κάθε βδομάδα.

### **Νομός Μαγνησίας**

### **Μονάδα 10<sup>η</sup>: Θέση Γιάρμπαση**

Η δέκατη μονάδα χρειάζεται 8 δρομολόγια να συγκομίσει το σύνολο των αποβλήτων που μπορεί να διαχειριστεί. Αν υποθέσουμε ότι ένα βυτιοφόρο τρέχει με 60 χλμ./ώρα για να διανύσει τα 26 χλμ. θα θέλει περίπου 45 λεπτά. Δεδομένων των στάσεων υπολογίζεται ότι θα χρειάζεται 2,5 ώρες για να διανύσει τα 26 χλμ., να συγκομίσει τα κτην/κα απόβλητα και να επιστρέψει στην μονάδα βιομάζας και περίπου άλλο ένα μισάωρο για να ξεφορτώσει τα απόβλητα. Οπότε μέσα σε 8 ώρες που είναι το ωράριο ενός οδηγού υπαλλήλου θα μπορεί να κάνει 2,5 δρομολόγια, χωρίς να συμπεριληφθεί το τελευταίο μισάωρο που χρειάζεται ώστε να ξεφορτωθεί το φορτίο της τελευταίας διαδρομής.

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Συμπερασματικά, προκύπτει πως η μονάδα χρειάζεται 6 βυτιοφόρα των 20 m<sup>3</sup> και 6 μόνιμους οδηγούς. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται πως για να καλυφθούν τα 8 δρομολόγια θα πρέπει να υπάρχουν 3 βυτιοφόρα και να δουλεύουν 3 μόνιμοι οδηγοί, οι 2 για 9 ώρες έκαστος και ο 3<sup>ος</sup> για 6 ώρες. Αντίστοιχα, θα πρέπει να υπάρχουν 3 βυτιοφόρα και να δουλεύουν άλλοι 3 οδηγοί που θα μεταφέρουν το παραγόμενο digestate στους ιδιοκτήτες των καλλιεργήσιμων εκτάσεων με τους οποίους έχει γίνει εξ αρχής συμφωνία. Τέλος, όπως προαναφέρθηκε, θα πρέπει να εργάζεται ακόμα ένας μόνιμος οδηγός με κυκλικό πρόγραμμα για 6 ημέρες και 48 ώρες τη βδομάδα έτσι ώστε να μπορεί κάθε ένας από τους υπόλοιπους μόνιμους οδηγούς να έχει ένα ρεπό κάθε βδομάδα.

Συμπερασματικά από τις περιγραφές που προηγήθηκαν προκύπτουν οι ακόλουθοι Πίνακες:

**Πίνακας 3. 48: Αριθμός και κόστος βυτιοφόρων για κάθε μονάδα βιομάζας (Ιδία επεξεργασία)**

Μονάδες Βιομάζας	Αριθμός ημερήσιων δρομολογίων	Αριθμός βυτιοφόρων	Κόστος βυτιοφόρων (€)
<b><u>Νομός Λαρίσης</u></b>			
1.Θέση Εικοσιτριάρια	4,5	4	320.000
2.Θέση Ζερβά	3	2	160.000
3.Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό	18	12	960.000
4.Θέση Παλιάμπελα	12,5	10	800.000
<b><u>Νομός Τρικάλων</u></b>			
5.Θέση Λάκκα	17	12	960.000
6.Θέση Ανοίγματα	11,5	8	640.000
7.Θέση Σαρακήνα	4,5	4	320.000
8. Θέση 5ο χλμ. Τρικάλων- Πύλης	16	12	960.000
9.Θέση Βαμπούλου	10,5	8	640.000
<b><u>Νομός Μαγνησίας</u></b>			
10.Θέση Γιάρμπαση	8	6	480.000

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Πίνακας 3. 49: Υπολογισμός μισθών εργαζομένων κάθε μονάδας βιομάζας (Ιδία επεξεργασία)

Μονάδες Βιομάζας	Αριθμός οδηγών	Ώρες ημερήσιας εργασίας	Μισθοί εργαζομένων οδηγών (€/μήνα)	Μισθοί εργαζομένων οδηγών (€/14 μήνες)	Σύνολο μισθών (€)
<b><u>Νομός Λαρίσης</u></b>					
<b>1.Θέση Εικοσιτριάρια</b>	5 μόνιμους	2 από 9 ώρες	2.000	28.000	30.000
		2 από 5,5 ώρες	1.222	17.108	18.330
		1 κυκλικό	537	7.518	8.055
					<b>56.385</b>
<b>2.Θέση Ζερβά</b>	3 μόνιμους	2 από 9 ώρες	2.000	28.000	30.000
		1 κυκλικό	333	4.662	4.995
					<b>34.995</b>
<b>3.Θέση Τσαϊρι-Πολυγωνικό</b>	14 μόνιμους	12 από 9 ώρες	12.000	168.000	180.000
		2 κυκλικό	2.000	28.000	30.000
					<b>210.000</b>
<b>4.Θέση Παλιάμπελα</b>	12 μόνιμους	6 από 9 ώρες	6.000	84.000	90.000
		2 από 6 ώρες	1.333	18.662	19.995
		2 από 5,5 ώρες	1.222	17.108	18.330
		2 κυκλικό	1.426	19.964	21.390
					<b>149.715</b>
<b><u>Νομός Τρικάλων</u></b>					
<b>5.Θέση Λάκκα</b>	14 μόνιμους	10 από 9 ώρες	10.000	140.000	150.000
		2 από 6 ώρες	1.333	18.662	19.995
		2 κυκλικό	1.889	26.446	28.335
					<b>198.330</b>
<b>6.Θέση Ανοίγματα</b>	10 μόνιμους	6 από 9 ώρες	6.000	84.000	90.000
		2 από 8,5 ώρες	1.889	26.446	28.335
		2 κυκλικό	1.315	18.410	19.725
					<b>138.060</b>
<b>7.Θέση Σαρακήνα</b>	5 μόνιμους	2 από 9 ώρες	2.000	28.000	30.000
		2 από 5,5 ώρες	1.222	17.108	18.330
		1 κυκλικό	537	7.518	8.055
					<b>56.385</b>
<b>8. Θέση 5ο χλμ. Τρικάλων- Πύλης</b>	14 μόνιμους	8 από 9 ώρες	8.000	112.000	120.000
		4 από 6 ώρες	2.667	37.338	40.005
		2 κυκλικό	1.777	24.878	26.655
					<b>186.660</b>
<b>9.Θέση Βαμπούλου</b>	10 μόνιμους	6 από 9 ώρες	6.000	84.000	90.000
		2 από 5,5 ώρες	1.222	17.108	18.330
		2 κυκλικό	1.204	16.856	18.060
					<b>126.390</b>
<b><u>Νομός Μαγνησίας</u></b>					
<b>10.Θέση Γιάρμπαση</b>	7 μόνιμους	4 από 9 ώρες	4.000	56.000	60.000
		2 από 6 ώρες	1.333	18.662	19.995
		1 κυκλικό	1.777	24.878	26.655
					<b>106.650</b>

Όπως προαναφέρθηκε, για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε το συνολικό ποσό των χρημάτων που πρέπει να διαθέσει κάθε μονάδα βιομάζας ώστε να καλυφθούν οι μισθοί των εργαζομένων, πρέπει να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι κάθε εργαζόμενος συνολικά μέσα σε ένα έτος δικαιούται ένα μήνα άδεια. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως η διεύθυνση κάθε μονάδας βιομάζας πρέπει να προσλαμβάνει για ένα μήνα τόσους οδηγούς όσοι είναι οι μόνιμοι οδηγοί που απασχολεί. Για τον λόγω αυτόν η τελευταία

στήλη του Πίνακα 3.50 αποτελεί άθροισμα των μισθών των μόνιμων οδηγών αλλά και των οδηγών που εργάζονται μόνο για ένα μήνα. Επιπλέον, κάθε μόνιμος εργαζόμενος δικαιούται δύο μισθούς επιπλέον λόγω δώρου Χριστουγέννων, Πάσχα και καλοκαιριού όποτε έτσι προκύπτουν και οι 14 μήνες που εμφανίζονται στον Πίνακα 3.51.

### 3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Στην ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης που προηγήθηκε, αναφέρθηκαν τα βασικότερα προβλήματα που παρατηρούνται στην Περιφέρεια Θεσσαλίας κυρίως όσον αφορά την περιβαλλοντική και την ενεργειακή σκοπιά. Εντούτοις όμως, επειδή σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι να καταγράψει, να αξιολογήσει και να προτείνει τρόπους για την προστασία του περιβάλλοντος μέσω της αξιοποίησης των κτηνοτροφικών και τυροκομικών αποβλήτων αλλά και μέσω της μείωσης των ενεργειακών αναγκών της Π.Θ. και της μείωσης της χρήσης χημικών λιπασμάτων, δεν θα πρέπει να υποτιμηθούν τα στοιχεία που σχετίζονται με το οικονομικό, κοινωνικό και διοικητικό περιβάλλον. Στο κομμάτι αυτό θα γίνει μια προσπάθεια σύννοψης αλλά και αξιολόγησης των στοιχείων της ανάλυσης που προηγήθηκε μέσα από διάφορες σκοπιές.

#### 3.1 Αξιολόγηση της περιοχής μελέτης, της Περιφέρειας Θεσσαλίας

Με βάση τα πιο πρόσφατα δημογραφικά στοιχεία, η Π.Θ. κατατάσσεται τρίτη σε πληθυσμό Περιφέρεια της χώρας, γεγονός που συνεπάγεται πως και οι δράσεις που πρέπει να γίνονται για να καλυφθούν οι ανάγκες των κατοίκων είναι πολλές. Ένα πολύ βασικό θετικό στοιχείο που χαρακτηρίζει την Π.Θ. είναι η κεντροβαρική της θέση στον ελλαδικό χώρο, γεγονός που της δίνει μια δυναμική, κυρίως από οικονομικής σκοπιάς. Θετικό, επίσης, είναι και το γεγονός της ύπαρξης δύο δυναμικών αστικών κέντρων που είναι εθνικής σημασίας πόλεις: της Λάρισας και το Βόλου. Βέβαια, σημαντικό ρόλο και αναπτυξιακές δυνατότητες έχουν και οι πόλεις της Καρδίτσας και των Τρικάλων. Μεγάλες προοπτικές ανάπτυξης για την Π.Θ. προκύπτουν και από το γεγονός ότι αποτελεί την πιο πεδινή περιοχή της Ελλάδος, γεγονός που δικαιολογεί γιατί η Π.Θ. κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό γεωργικής γης (53,8%) σε σχέση με την υπόλοιπη χώρα (49,4%). Απόρροια αυτού του ποσοστού αποτελεί η δεύτερη θέση στην **παραγωγή αγροτικών** προϊόντων που καταλαμβάνει η Περιφέρεια. Η μορφολογία της Π.Θ. θεωρείται ευνοϊκός παράγοντας και σε ότι αφορά την **ζωική παραγωγή** της Π.Θ. καθώς ο εύφορος κάμπος δίνει τη δυνατότητα στην Περιφέρεια να αναπτύξει πολλούς ζωικούς τομείς. Χαρακτηριστική είναι η ανάπτυξη της αιγοπροβατοτροφίας στην Περιφέρεια, τομέας που την αναδεικνύει ως την πιο παραγωγική στην Ε.Ε. με συμμετοχή 12% στα πρόβατα και 49% στις αίγες.

Στους τομείς της **υγείας και πρόνοιας** τα πράγματα δεν είναι πολύ ικανοποιητικά καθώς οι ελλείψεις είναι πολλές τόσο σε ότι αφορά το ιατρικό προσωπικό όσο και σε ότι αφορά το μηχανολογικό εξοπλισμό. Η **αγορά εργασίας**, έχει υποστεί έντονες διαφοροποιήσεις καθώς ο δείκτης απασχόλησης έχει υποστεί σημαντική μείωση, με την πάροδο του χρόνου, και για τα δύο φύλλα. Χαρακτηριστικός είναι ο υπερτετραπλασιασμός του ποσοστού ανεργίας στα άτομα με εργασιακή ηλικία. Στον τομέα της **εκπαίδευσης**, η κατάσταση είναι μέτρια και χρήζει βελτίωσης, ενώ όσον αφορά τον **πολιτισμό**, αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχουν αρκετά πολιτιστικά και πολιτισμικά στοιχεία στην Περιφέρεια.

Στον **οικονομικό τομέα**, η Π.Θ. διαθέτει μικρότερο κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. και μικρότερη ΑΠΑ από τον εθνικό μέσο όρο. Ο τριτογενής τομέας θεωρείται ότι συμμετέχει στην ΑΠΑ της Π.Θ. αλλά και της χώρας σε μεγαλύτερο ποσοστό συγκριτικά με τους άλλους τομείς. Κατά το έτος 2011, το ποσοστό συμμετοχής του κυμάνθηκε από 65,3% έως και 73%, όταν η συμμετοχή του τριτογενούς τομέα της χώρας στην ΑΠΑ ήταν 81%. Αξιοσημείωτη είναι η συμμετοχή του πρωτογενούς τομέα στην ΑΠΑ της χώρας με χαρακτηριστική τη συμμετοχή της το έτος 2011 όπου ανήλθε σε ποσοστό

9% τη στιγμή που η συμμετοχή του πρωτογενούς τομέα της χώρας ήταν 3,37%. Σε ότι αφορά τον δευτερογενή πρέπει να αναφερθεί πως ο τομέας αυτός συνδέεται σε σημαντικό βαθμό με τον πρωτογενή τομέα της Περιφέρειας, κυρίως στο πλαίσιο της πρώτης και δεύτερης μεταποίησης των αγροτικών προϊόντων. Τέλος, στον τομέα της έρευνας και της καινοτομίας η Π.Θ. δεν παρουσιάζει καλές επιδόσεις.

Ανεξάρτητα από την μορφολογία της Περιφέρειας, όπως προκύπτει και από όσα προαναφέρθηκαν για τον οικονομικό τομέα της Π.Θ, από τους **παραγωγικούς τομείς**, ο τριτογενής είναι ο τομέας που απασχολεί και το μεγαλύτερο μέρος τους πληθυσμού της Περιφέρειας και όχι ο πρωτογενής. Ως προς τον πρωτογενή τομέα, η Π.Θ. κατέχει την πρώτη θέση μεταξύ του συνόλου των περιφερειών της Ελλάδας στην παραγωγή σκληρού σιταριού, ενώ η εκτροφή αιγοπροβάτων, όπως προαναφέρθηκε, θεωρείται η πιο προσοδοφόρα εκτροφή κτηνοτροφικών ζώων στην Π.Θ.

Στον **δημογραφικό τομέα**, με βάση τα δεδομένα που έχουν προκύψει μετά τις τελευταίες δύο απογραφές, ο πληθυσμός στην Π.Θ. παρουσιάζει μειωτικές τάσεις. Ακόμη, δύναται να λεχθεί ότι η δημογραφική δομή της Περιφέρειας χαρακτηρίζεται από το μεγάλο ποσοστό ομάδων υψηλής ηλικίας γεγονός που καθιστά τον πληθυσμό ως γεροντικό. Αποτέλεσμα αυτής της πραγματικότητας είναι και το χαμηλό ποσοστό της ηλικιακής αντικατάστασης της Περιφέρειας.

Σε ότι αφορά την **χλωρίδα** και την **πανίδα**, η Π.Θ. είναι μια περιοχή με πλούσιο φυσικό περιβάλλον και με μεγάλη ποικιλία θηλαστικών, πτηνών, ερπετών, αμφίβιων και ψαριών. Επίσης, μεγάλος είναι και ο αριθμός των περιοχών που απαιτούν ιδιαίτερη μεταχείριση όπως είναι τα **τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους**, οι περιοχές **NATURA 2000**, οι **Βιότοποι CORINE** και οι **παράκτιες περιοχές**.

Σε ότι αφορά τις **τεχνικές υποδομές**, δεδομένης της κεντροβαρικότητας της η Περιφέρεια διασχίζεται από τον κεντρικό οδικό άξονα της χώρας (Π.Α.Θ.Ε.), ενώ υπό κατασκευή βρίσκεται και ο νέος άξονας E-65. Ακόμη, την Περιφέρεια διασχίζει και ο κεντρικός σιδηροδρομικός άξονας, ενώ στην πόλη του Βόλου υπάρχει ένα λιμάνι εθνικής σημασίας. Στην Π.Θ. για την εξυπηρέτηση των πολιτών, δραστηριοποιούνται και δύο αεροδρόμια, ωστόσο δεν χρησιμοποιούνται ευρέως. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά αυτά προσδίδουν στην Περιφέρεια μια σημαντική αναπτυξιακή δυναμική. Στον τομέα των **τηλεπικοινωνιών** υπάρχει μια αύξηση στην χρήση των νέων τεχνολογιών αλλά αυτή είναι μικρή, ενώ γενικότερα υπάρχουν πολλά περιθώρια βελτίωσης. Κάποια επιπλέον δεδομένα που θα πρέπει να απασχολήσουν είναι και η πολύ μεγάλη κατανάλωση **ενέργειας** για γεωργικούς σκοπούς αλλά και η περιορισμένες υπάρχουσες υποδομές **διαχείρισης αποβλήτων** που είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων καλύπτεται στο μεγαλύτερο βαθμό της από τους υπάρχοντες ΧΥΤΑ, ενώ για τα υγρά απόβλητα απαιτούνται ακόμα αρκετές εγκαταστάσεις. Επίσης, απαιτούνται περισσότερες δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των πολιτών σχετικά με την σημασία των τεχνολογιών της διαχείριση των αποβλήτων όπως είναι η ανακύκλωση. Η κατάσταση αυτή καταδεικνύει την άμεση ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας, ανάγκη που μπορεί να συνδυαστεί με τους στόχους που θέτει η ΕΕ για την αξιοποίηση των ΑΠΕ. Τα τελευταία χρόνια έχουν δοθεί πολλές άδειες εγκατάστασης σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Από τις πιο σημαντικές μονάδες παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ αποτελούν οι μονάδες αξιοποίησης κτηνοτροφικών και τυροκομικών αποβλήτων προς παραγωγή βιοαερίου και εδαφοβελτιωτικού μέσω της ΑΧ. Στην Π.Θ. έχουν πάρει άδεια λειτουργίας 10 τέτοιες μονάδες, όπως έχει προαναφερθεί, οι οποίες είναι σε θέση να υπερκαλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες τους μέσω της αξιοποίησης της πρώτης ύλης που μπορούν να προμηθευτούν από τις κτηνοτροφικές και τυροκομικές μονάδες που εδράζονται σε ακτίνα 20-26 χλμ.. Συγκεκριμένα, οι ετήσιες ανάγκες των μονάδων βιομάζας είναι 773.926,95 κυβικά μέτρα αποβλήτων ενώ η ποσότητα των αποβλήτων που μπορούν να διαθέσουν οι πλησιέστερες κτηνοτροφικές και τυροκομικές μονάδες ανέρχεται σε



717.665.533,4 κυβικά μέτρα. Ακόμα, αξίζει να αναφερθεί πως είναι εφικτό να καλυφθούν και σε σημαντικό βαθμό και οι ανάγκες των καλλιεργητών σε εδαφοβελτιωτικό. Όπως προκύπτει από την επεξεργασία των υπαρχόντων στοιχείων, μόνο οι μονάδες βιομάζας μέσω της αξιοποίησης του όγκου των αποβλήτων που έχουν ετησίως ανάγκη ώστε να λειτουργήσουν σωστά είναι σε θέση να διαθέσουν περίπου 773.926,95 κυβικά μέτρα/ έτος digestate το οποίο μπορεί να διατεθεί σε **141.111** στρέμματα. Βεβαίως, αν ληφθεί υπόψη το σύνολο του όγκου των αποβλήτων που είναι σε θέση να διαθέσουν όλες οι κτηνοτροφικές μονάδες που βρίσκονται σε ακτίνα 20-26 χλμ. από τις μονάδες βιομάζας, η ποσότητα του παραγόμενου digestate ανέρχεται σε περίπου 717.665.533,4 m<sup>3</sup>/ έτος, ποσότητα που μπορεί να διατεθεί σε **669.304** στρέμματα. Επίσης, οι μονάδες βιομάζας είναι σε θέση να διαθέσουν ετησίως 157.290.352 kWh ή 157,290.352 GWh γεγονός που συνεπάγεται πως οι ενεργειακές ανάγκες της Π.Θ. μπορούν να μειωθούν σημαντικά αν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι για το 2012 η μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κάθε νοικοκυριού στην Ελλάδα ήταν 13.994 kWh (energypress, 2013). Επιπλέον, τα 717.665.533,4 κυβικά μέτρα αποβλήτων μπορούν να διαθέσουν 179.379,3365 GWh ή να μειώσουν τις ενεργειακές ανάγκες της Π.Θ. κατά 1.104 φορές περισσότερο από ότι μπορούν οι διαθέσιμες μονάδες βιομάζας, αν μπορέσουν να αξιοποιηθούν στο σύνολό τους μέσω της δημιουργίας περισσότερων μονάδων αξιοποίησης βιομάζας στην περιοχή μελέτης. Είναι λοιπόν φανερό πως μόνο μέσω της αξιοποίησης του ζωικού κεφαλαίου των επιλεγμένων κτηνοτροφικών μονάδων, τόσο οι ανάγκες λειτουργίας των μονάδων βιομάζας όσο και ενεργειακές ανάγκες της περιφέρειας μπορούν να ικανοποιηθούν σε εξαιρετικό βαθμό. Βεβαίως, αξίζει να αναφερθεί πως αν αξιοποιηθεί και η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια που μπορούν να διαθέσουν και τα τυροκομικά και τα πτηνοτροφικά απόβλητα, είναι σίγουρο πως θα επιτευχθεί σε αξιοσημείωτο βαθμό ενεργειακή ανεξαρτησία της χώρας μας από ρυπογόνα καύσιμα, όπως ο λιγνίτης και το πετρέλαιο.

Στα πλαίσια της ανάδειξης της σπουδαιότητας αυτών των μονάδων παραγωγής ενέργειας, που δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον αλλά εξυπηρετούν τις ανάγκες της σωστής διαχείρισης μεγάλου μέρους των παραγομένων αποβλήτων έχει στηριχθεί και η δημιουργία της παρούσας διατριβής.

Παρακάτω παρουσιάζεται μια μήτρα με την αξιολόγηση της κατάστασης στις κατηγορίες που προαναφέρθηκαν. Η κλίμακα με την οποία γίνεται αξιολόγηση είναι η εξής:

-3: Πολύ κακή, -2: Κακή, -1: Λίγο κακή, 0: Μέτρια, +1: Λίγο καλή, +2: Καλή, +3: Πολύ καλή

**Πίνακας 3. 50: Μήτρα αξιολόγησης (Ίδια επεξεργασία)**

Τεχνικές υποδομές	0
Υγεία και πρόνοια	-1
Εκπαίδευση	0
Πολιτισμός	+1
Οικονομία	-1
Δημογραφία	0
Διοίκηση-διαχείριση	-2
Χρήσεις γης	+1
Αγορά εργασίας	-2
Ζωική Παραγωγή	+2
Αγροτική Παραγωγή	+2

## 3.2 S.W.O.T. ANALYSIS

Στο σημείο αυτό θα γίνει μια περιγραφή της υπάρχουσας κατάστασης με την μέθοδο της S.W.O.T. Analysis που αποτελεί μια μέθοδο ποιοτικής αξιολόγησης. Σκοπός της ανάλυσης αυτής είναι να καταγράψει τα ισχυρά σημεία και τις αδυναμίες που παρουσιάζονται στην περιοχή μελέτης και στην συνέχεια αναφέρει και τις ευκαιρίες που προκύπτουν για βελτίωση της κατάστασης, καθώς και τις απειλές που υπάρχουν.

Στην ενότητα αυτή κρίνεται σκόπιμο να πραγματοποιηθούν δύο S.W.O.T. ANALYSIS. Η πρώτη θα γίνει για να καλύψει το κομμάτι των γενικών στοιχείων για την Περιφέρεια Θεσσαλίας, υπό το πρίσμα της αειφόρου ανάπτυξης. Η δεύτερη έχει ως σκοπό την αξιολόγηση της κατάστασης που αφορά την ανάπτυξη της ενεργειακής δραστηριότητας και την διαχείριση των κτηνοτροφικών και των τυροκομικών αποβλήτων της μελέτης περίπτωσης.

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Πίνακας 3. 51: SWOT Analysis για την Περιφέρεια Θεσσαλίας υπό το πρίσμα της αειφόρου ανάπτυξης

	Ισχυρά σημεία	Αδυναμίες	Ευκαιρίες	Απειλές
Γενικά στοιχεία για την Περιφέρεια Θεσσαλίας	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλούσιο φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον.</li> <li>• Υψηλή συμμετοχή του τριτογενή και δευτερογενή τομέα στην οικονομία.</li> <li>• Κεντροβαρική θέση στον ελλαδικό χώρο.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μεγάλη χρήση ενέργειας για γεωργικούς σκοπούς.</li> <li>• Ελλείψεις σε υποδομές τηλεπικοινωνίας και διαχείρισης αποβλήτων.</li> <li>• Ελλείψεις σε θέματα κοινωνικών υποδομών.</li> <li>• Μειωμένη αποδοτικότητα των δημόσιων υπηρεσιών.</li> <li>• Μικρή διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.</li> <li>• Χαμηλή παραγωγικότητα.</li> <li>• Έλλειψη διασύνδεσης του τριτογενή τομέα με τους άλλους δύο τομείς.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ύπαρξη του Ε.Σ.Π.Α. 2013-2020 και των περιφερειακών και τομεακών προγραμμάτων του.</li> <li>• Δημιουργία του Ε-65.</li> <li>• Ανάδειξη του λιμανιού του Βόλου.</li> <li>• Αύξηση αξιοποίησης των ΑΠΕ, όπως είναι το βιοαέριο, μέσω των εγκαταστάσεων των μονάδων αναερόβιας χώνευσης.</li> <li>• Μείωση των ενεργειακών αναγκών της Π.Θ. αξιοποιώντας το παραγόμενο βιοαέριο από τις μονάδες ΑΧ.</li> <li>• Μείωση της ρύπανσης του εδάφους και των οικονομικών δαπανών των καλλιεργειών για την αγορά χημικών λιπασμάτων καθώς θα αξιοποιείται το παραγόμενο εδαφοβελτιωτικό από τις μονάδες ΑΧ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Δημογραφική γήρανση.</li> <li>• Εγκατάλειψη ορεινών οικισμών.</li> <li>• Υψηλό ποσοστό ανέργων.</li> <li>• Το μεγαλύτερο μέρος των αναγκών μας ικανοποιείται από εισαγόμενα είδη.</li> </ul>

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Πίνακας 3. 52: SWOT Analysis για την ανάπτυξη της ενεργειακής δραστηριότητας και την διαχείριση των κτηνοτροφικών και των τυροκομικών αποβλήτων της περιοχής μελέτης

	Ισχυρά σημεία	Αδυναμίες	Ευκαιρίες	Απειλές
Γενικά στοιχεία για την αξιοποίηση των κτη/κων κ των τυρ/κων αποβλήτων μέσω της μεθόδου της ΑΧ.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Μεγάλος αριθμός κτηνοτροφικών και τυροκομικών μονάδων.</li> <li>Αξιοσημείωτη ικανότητα των εν λόγω αποβλήτων να αξιοποιούνται ως καύσιμα και να παρέχουν αρκετές κιλοβατώρες ενέργειας.</li> <li>Δυνατότητα αξιοποίησης του παραγόμενου digestate ώστε να βελτιωθεί η γονιμότητα των εδαφών αλλά και να μειωθεί η χρήση των χημικών λιπασμάτων.</li> <li>Η ΑΧ είναι μια μέθοδος αξιοποίησης αποβλήτων φιλική προς περιβάλλον και δοκιμασμένη για την αποτελεσματικότητας της στο εξωτερικό.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Μη πραγματοποίηση εκστρατειών ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των πολιτών.</li> <li>Υψηλό κόστος κεφαλαίου για την εγκατάσταση των μονάδων βιομάζας.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Συνεισφορά στην κάλυψη των δεσμεύσεων της χώρας μας που απορρέουν από την Οδηγία 2009/28/ΕΚ.</li> <li>Εξοικονόμηση κρατικών κεφαλαίων που δίνονται στην Ε.Ε ως πρόστιμα δεδομένης της μη τήρησης των κανόνων που προσαβέουν την περιβάλλοντος.</li> <li>Μείωση της χρήσης συμβατικών καυσίμων.</li> <li>Επίτευξη γονιμότητας εδάφους με φυσικό τρόπο.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Δυσπιστία για την αποτελεσματικότητα των μονάδων βιομάζας από τους περίοικους κατοίκους.</li> <li>Δυσπιστία για διασφάλιση της υγείας τους από τους περίοικους κατοίκους.</li> <li>Δυσπιστία για πιθανή υποβάθμιση της περιοχής από τους περίοικους κατοίκους.</li> </ul>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η ορθολογική διαχείριση των απορριμμάτων που προκύπτουν από τις δραστηριότητες του σύγχρονου ανθρώπου είναι μεγάλης σημασίας για το περιβάλλον και κατ' επέκταση για την ανθρώπινη ζωή. Στην Ελλάδα, η διαχείριση των αποβλήτων γενικότερα και των κτηνοτροφικών και των τυροκομικών αποβλήτων ειδικότερα παραμένει ελλιπής, καθώς περιορίζεται κυρίως στην απλή εναπόθεση σε υδατικά οικοσυστήματα, την υγειονομική ταφή ή την ανεξέλεγκτη καύση. Οι ρύποι αυτοί είτε αλλάζοντας τις φυσικοχημικές ιδιότητες των οικοσυστημάτων είτε επιδρώντας άμεσα τοξικά στους βιοτικούς παράγοντες αυτών, έχουν ιδιαίτερα σοβαρές επιπτώσεις στον έμβιο κόσμο και υποβαθμίζουν σημαντικά το περιβάλλον. Παρά το ότι τη δεκαετία του '80 έγιναν πολλές προσπάθειες για την ενεργειακή αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου από επεξεργασία ζωικών αποβλήτων και οργανικών αποβλήτων γεωργικών βιομηχανιών, τα περισσότερα έργα είχαν χαρακτήρα επιδεικτικό και δεν υπήρξε η ανάλογη συνέχεια με αποτέλεσμα να τεθούν σε αχρηστία. Η κύρια αιτία ήταν η έλλειψη πληροφόρησης, κατάλληλης υποδομής, κρατικού ενδιαφέροντος και οικονομικών κινήτρων. Έτσι σήμερα στην Ελλάδα ο κύριος όγκος του παραγόμενου βιοαερίου προέρχεται από ΕΕΛ, ΧΥΤΑ και ελάχιστες βιομηχανικές εφαρμογές, σε αντίθεση με την κατάσταση που επικρατεί στην υπόλοιπη Ευρώπη, όπου εκτιμάται ότι το 2020 ο μεγαλύτερος όγκος του βιοαερίου θα προέρχεται από κεντρικές μονάδες συγχώνευσης και κτηνοτροφικές και τυροκομικές εγκαταστάσεις. Αξίζει να σημειωθεί πως με βάση συντηρητικές εκτιμήσεις του ΚΑΠΕ, η αναερόβια χώνευση ζωικών αποβλήτων και αποβλήτων σφαγείων και γαλακτοβιομηχανιών στην Ελλάδα θα μπορούσε να τροφοδοτήσει μονάδες συμπαραγωγής συνολικής ισχύος 350 MW με μέση ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μεγαλύτερη από 1,1 TWh. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τη διαμορφούμενη περιβαλλοντική και ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας για τη διαχείριση των αποβλήτων και την αξιοποίηση των ΑΠΕ, όπου υστερεί ακόμα σημαντικά, επιβάλλει την ορθολογική διαχείριση των κτηνοτροφικών και των τυροκομικών αποβλήτων. Μια εικόνα της κατανομής των μονάδων ΑΠΕ με άδεια παραγωγής για το 2012 δίνεται από το γεγονός ότι μέχρι στιγμής τα αιολικά και τα φωτοβολταϊκά κυριαρχούν. Με δεδομένη τη στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την αναγκαιότητα για τη χώρα μας να καλύψει το χαμένο έδαφος σε σχέση με τις άλλες Ευρωπαϊκές χώρες, η επεξεργασία των κτηνοτροφικών και των τυροκομικών αποβλήτων μέσω αναερόβιας χώνευσης προβάλλει ως μια ιδιαίτερα ελκυστική λύση. Αυτό δικαιολογείται από τη ευελιξία της μεθόδου ως προς τη δυναμικότητα της δημιουργούμενης μονάδας, με αποτέλεσμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διαφορετικής κλίμακας κτηνοτροφικών και τυροκομικών ή/και από σύμπραξη αυτών. Επιπλέον τα παραγόμενα προϊόντα, δηλαδή το βιοαέριο, η θερμότητα και το λίπασμα (στερεό και υγρό), επιτρέπουν την οικονομική βιωσιμότητα μιας τέτοιας μονάδας, καθώς πρόκειται για εμπορεύσιμα αγαθά. Ιδιαίτερα για το βιοαέριο, η υπάρχουσα νομοθεσία επιτρέπει την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε εγγυημένη τιμή. Επομένως, οι συνθήκες γίνονται ολοένα και πιο ευνοϊκές και τα κίνητρα σημαντικά (νέος αναπτυξιακός νόμος, Ν. 3908/2011) για να υπάρξει και το αντίστοιχο ενδιαφέρον, δεδομένου ότι στόχος είναι μέχρι το 2020 να δημιουργηθούν μονάδες συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 350 MW. Υπέρμαχος της εύρεσης και υλοποίησης εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης των κτηνοτροφικών και των τυροκομικών αποβλήτων είναι και τα δεδομένα που απορρέουν από την ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης της Π.Θ. και

αφορούν την κατανάλωση ενέργειας της περιφέρειας. Η υπάρχουσα κατάσταση απαιτεί την εύρεση δραστικών λύσεων άμεσα ώστε να μειωθούν οι ενεργειακές ανάγκες της Π.Θ. με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια για μια νέα προσέγγιση στο πεδίο της διαχείρισης των κτηνοτροφικών και τυροκομικών αποβλήτων. Συγκεκριμένα, προτάθηκε να σχεδιαστούν και να εφαρμοστούν σχέδια ολοκληρωμένης διαχείρισης των συγκεκριμένων αποβλήτων όχι μεμονωμένα για κάθε κτηνοτροφική και τυροκομική μονάδα, ούτε σε επίπεδο κράτους αλλά σε επίπεδο Νομού ή Περιφέρειας. Κατά τη διαμόρφωσή της φάνηκε ότι για την επιλογή του βέλτιστου σχεδιασμού διαχείρισης των αποβλήτων των κτηνοτροφικών και των τυροκομικών μονάδων πολύ σπουδαίο ρόλο διαδραματίζει η χωροθέτηση τους. Βεβαίως, ο κυριότερος στόχος θα πρέπει να είναι η προστασία του περιβάλλοντος, αλλά για να είναι εφαρμόσιμο ένα σχέδιο διαχείρισης, θα πρέπει να είναι και πρακτικό. Με άλλα λόγια θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τόσο τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και η φυσιογνωμία της περιοχής που βρίσκεται η κάθε μονάδα όσο και η δυνατότητα της τελευταίας να ανταπεξέλθει στο επιπλέον κόστος. Στην περιοχή μελέτης μας, που αποτελεί σημαντικό κομμάτι της Περιφέρειας Θεσσαλίας, υπάρχει σημαντικός αριθμός κτηνοτροφικών και τυροκομικών μονάδων που είναι σε θέση να προσφέρουν ετησίως υπέρογκες ποσότητες αποβλήτων. Πλησίον των επιλεγμένων κτηνοτροφικών και τυροκομικών μονάδων, σε απόσταση 20-26χλμ., εδράζονται δέκα (10) αδειοδοτημένες από τη ΡΑΕ μονάδες βιομάζας που μπορούν να αξιοποιήσουν τα εν λόγω απόβλητα με σκοπό να παράγουν ενέργεια με τη μορφή βιοαερίου και εδαφοβελτιωτικό. Με άλλα λόγια προτείνεται η προώθηση της συνεργασίας των κτηνοτροφικών και τυροκομικών μονάδων με τις υπάρχουσες μονάδες βιομάζας με σκοπό να μειώσουν το ενεργειακό αποτύπωμα της Π.Θ. και να επιτύχουν βελτίωση της γονιμότητας των εδαφών με φυσικό τρόπο.

Για να μπορέσει μια τέτοια συνεργασία να πραγματοποιηθεί προτείνονται κάποιες ενέργειες που θεωρείται πως πρέπει να προηγηθούν. Ίσως η πιο σημαντική από αυτές τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν από αρμόδιους φορείς είναι η οργάνωση εκστρατειών ενημέρωσης τόσο γενικά των πολιτών όσο και ειδικά των ιδιοκτητών των κτηνοτροφικών και τυροκομικών μονάδων. Συγκεκριμένα, σε ότι αφορά τους απλούς πολίτες, είναι σύννηθες φαινόμενο η αρνητικά έντονη αντίδραση των πολιτών στην ιδέα της εγκατάστασης μιας βιομηχανικής μονάδας στην περιοχή τους καθώς δεν γνωρίζουν πολλές λεπτομέρειες για το αντικείμενο. Είναι λογικό να φοβούνται πως η λειτουργία αυτών των μονάδων βιομάζας είναι πιθανό να υποβαθμίσει τον τόπο διαβίωσης τους μέσω της παραγωγής ρυπογόνων ουσιών αλλά και μέσω της πρόκλησης ακουστικής όχλησης. Για να αποφευχθούν οι εν λόγω αρνητικές αντιδράσεις είναι αναγκαίο να πραγματοποιηθούν εκστρατείες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησής των πολιτών έτσι ώστε να καθησυχαστεί η κοινή γνώμη πως η λειτουργία των μονάδων βιομάζας μόνο να όφελος μπορεί να προσφέρει στην ανάπτυξη της Π.Θ.. Σε ότι αφορά τους κτηνοτρόφους και τους τυροκόμους, αρχικά μέσω των εκστρατειών ενημέρωσης θα πρέπει να γίνουν κατανοητά όλα τα προληπτικά μέτρα που θα οδηγήσουν στην μείωση της παραγωγής των αποβλήτων αλλά και τα οικονομικά οφέλη που θα έχουν αν ενταχθούν στο πλαίσιο διαχείρισης των αποβλήτων τους που προτείνεται. Ο ρόλος του κράτους σε ότι αφορά την προώθηση της συνεργασίας των κτηνοτροφικών και τυροκομικών μονάδων με νέες μονάδες βιομάζας έγκειται στην εφαρμογή πιο συχνών και αυστηρών ελέγχων σχετικών με την σωστή διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων.

Ειδικά λαμβάνοντας υπόψη την οικονομική ύφεση που μαστιάζει την χώρα μας τα τελευταία χρόνια, για να γίνει αποδεκτό ένα σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων που στην ουσία έχει σαν κύριο

σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και σίγουρα θα επιβαρύνει οικονομικά τους επιχειρηματίες, θα πρέπει να τους προσφέρει και κάποια ανταποδοτικά οφέλη.

Τέτοιου είδους αντισταθμιστικά οφέλη είναι τα ακόλουθα :

- Βελτίωση της οργάνωσης, της εικόνας και της ανταγωνιστικότητάς τους. Με άλλα λόγια αποκτούν ένα επιπρόσθετο «εργαλείο marketing», το οποίο μπορεί να συμβάλει καταλυτικά στην προώθηση εξαγωγών και ιδιαίτερα στην προσέγγιση πελατών με υψηλή περιβαλλοντική ευαισθησία (π.χ. πελάτες από την Β. Ευρώπη).
- Μείωση του κόστους επεξεργασίας των αποβλήτων, που μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην προσπάθεια για ενίσχυση της ανταγωνιστικότητάς τους.
- Εκσυγχρονίζονται και επομένως αποκτούν πρόσβαση σε νέες αγορές.
- Βελτιώνουν την εικόνα τους στην αγορά μέσω της υιοθέτησης ενός περιβαλλοντικού προφίλ.
- Προωθούν ευκολότερα τα προϊόντα τους στην αγορά έναντι των παραγωγών που δεν εφαρμόζουν περιβαλλοντική πολιτική.
- Έχουν καλύτερη αποδοχή από τις τοπικές Κοινωνίες.

Θα πρέπει να τονίσουμε επίσης ότι ένα σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων ενός βιομηχανικού κλάδου ισχύει μόνο για ένα συγκεκριμένο χωροχρόνο καθώς η υπάρχουσα οικονομική και αναπτυξιακή κατάσταση μιας περιοχής μπορεί να αλλάξει στο μέλλον.

Κάποιες ακόμα ενέργειες που θεωρείται πως είναι σημαντικό να εφαρμόζονται είναι οι εξής:

- Η διασφάλιση της αδιάλειπτης τροφοδοσίας με πρώτη ύλη.  
Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με σύμπραξη των κτηνοτρόφων και των τυροκόμων που θα τους δεσμεύει με αποκλειστικά συμβόλαια για την προμήθεια σταθερών ποσοτήτων πρώτης ύλης.
- Η διασφάλιση της αδιάλειπτης πώλησης των προϊόντων των μονάδων βιομάζας σε σταθερές ποσότητες και τιμές.
  - Ηλεκτρική ενέργεια. Βάσει του Ν. 3851/2010 εξασφαλίζεται με την αδειοδότηση και λειτουργία της μονάδας η αγορά του ρεύματος σε εγγυημένη τιμή.
  - Θερμότητα. Είναι πολύ σημαντικό για την οικονομικότητα της λειτουργίας της μονάδας να απορροφάται η παραγόμενη θερμική ενέργεια είτε από την ίδια την κτηνοτροφική και τυροκομική μονάδα είτε να έχει διασφαλιστεί η αγορά της από άλλο καταναλωτή (βιομηχανία, τηλεθέρμανση κλπ).
  - Λίπασμα (χωρίς να υποστεί διαχωρισμό σε υγρή και στερεή φάση). Θα πρέπει να έχει εξασφαλιστεί με δεσμευτικά συμβόλαια η διάθεση του σε καλλιεργητές.
  - Λίπασμα (στερεό και υγρό). Θα πρέπει να έχει εξασφαλιστεί με συμβόλαια η πώληση των ποσοτήτων των παραγόμενων λιπασμάτων ή η ιδιοκατανάλωσή τους, αν η μονάδα έχει π.χ. και καλλιεργήσιμες εκτάσεις.

Πέραν του οικονομικού οφέλους που προκύπτει από τη λειτουργία μιας τέτοιας μονάδας, είναι πολύ σημαντικά και θα πρέπει να συνεκτιμηθούν τα συνολικά οφέλη μιας τέτοιας διαχείρισης, τα οποία δεν μπορούν να αξιολογηθούν μόνο με οικονομικά κριτήρια καθώς αφορούν σε σημαντικό βαθμό την προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας.

Στα πλαίσια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας προέκυψαν στοιχεία με βάση τα οποία μπορούν να προταθούν τα εξής:

- Θεωρείται πως θα ήταν σκόπιμο αν χωροθετούνταν περισσότερες μονάδες βιομάζας στην Περιφέρεια Θεσσαλίας, οι οποίες θα βρίσκονταν σε σχετικά κοντινή απόσταση από τις ήδη αδειοδοτημένες μονάδες καθώς ο όγκος των αποβλήτων που προκύπτει από τις κτηνοτροφικές μονάδες της περιοχής μελέτης είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από τον όγκο των αποβλήτων που οι ήδη αδειοδοτημένες μονάδες μπορούν να αξιοποιήσουν.
- Καθώς παρατηρούμε τον Χάρτη 3.9 προκύπτει πως ο αριθμός των χοιροειδών στο βόρειο τμήμα του Νομού της Λαρίσης είναι αρκετά σημαντικό, έτσι προτείνεται να χωροθετηθεί απαραίτητα μια μονάδα αξιοποίησης της παραγόμενης βιομάζας των χοιροειδών στην εν λόγω περιοχή.
- Δυστυχώς, λόγω της αδυναμίας συγκέντρωσης των απαραίτητων στοιχείων που αφορούν τα πτηνοτροφικά απόβλητα, δεν ήταν δυνατόν να συνεκτιμηθεί ο όγκος των πτηνοτροφικών αποβλήτων στην προσπάθεια αξιοποίησης τους από τις μονάδες βιομάζας αλλά ούτε και να αξιολογηθεί το ενεργειακό περιεχόμενό τους. Να αναφερθεί πως το 2011 ο αριθμός των πτηνών ανήλθε σε 803.307 πτηνά, αριθμός αρκετά σημαντικό. Για τους λόγους αυτούς προτείνεται να γίνει προσπάθεια μελέτης των εν λόγω αποβλήτων μέσω μελλοντικών πτυχιακών διατριβών.
- Λόγω αδυναμίας συγκέντρωσης των απαραίτητων στοιχείων δεν ήταν δυνατή και η συνεκτίμηση των τυροκομικών αποβλήτων των τυροκομικών μονάδων που βρίσκονται στην περιοχή μελέτης. Ανεξαρτήτως αυτής της αδυναμίας, στην παρούσα εργασία παρατίθενται αναλυτικά όλες οι σχετικές πληροφορίες που αφορούν την διαχείριση των τυροκομικών αποβλήτων όπως και αναλυτικός χάρτης με όλες τις τυροκομικές μονάδες που είναι αδειοδοτημένες και βρίσκονται στην Π.Θ..
- Παρατηρώντας τον Χάρτη 3.10 που αφορά τις τυροκομικές μονάδες που βρίσκονται στην Π.Θ. θεωρείται απαραίτητη η χωροθέτηση τουλάχιστον δύο μονάδων βιομάζας στο βόρειο τμήμα του Νομού της Λαρίσης διότι όπως φαίνεται, ο αριθμός των τυροκομικών μονάδων που είναι συγκεντρωμένος στην εν λόγω περιοχή είναι πολύ μεγάλος. Επίσης, σκόπιμο θα ήταν αν χωροθετούνταν και μια μονάδα βιομάζας και ανατολικά του Νομού Μαγνησίας και μια νοτιοανατολικά του Νομού Τρικάλων καθώς μεγάλος θεωρείται και ο αριθμός των τυροκομικών μονάδων στα εν λόγω τμήματα.

Θεωρείται, πως αν αξιοποιηθούν όλα τα κτηνοτροφικά απόβλητα, συμπεριλαμβανομένων και των πτηνοτροφικών, και τα τυροκομικά απόβλητα της Περιφέρειας Θεσσαλίας, είναι εφικτό να καλυφθεί το μεγαλύτερο μέρος των ενεργειακών αναγκών της Π.Θ. αλλά και να ωφεληθεί οικονομικά τόσο η Π.Θ. όσο και το κράτος καθώς θα μειωθούν οι δαπάνες της για αγορά συμβατικών καυσίμων όπως το πετρέλαιο και ο λιγνίτης αλλά και για αγορά χημικών λιπασμάτων.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

## ΠΕΜΠΤΟ:

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ

### Ελληνόγλωσση

- Αγγελίδης Μ. (2000), *Χωροταξικός σχεδιασμός και βιώσιμη ανάπτυξη*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
- Αγαπητίδης Ι. και Ζαφείρης Χ, (2006), *Ενεργειακή αξιοποίηση του Βιοαερίου: Ευρωπαϊκές και Εθνικές προοπτικές*, 2<sup>ο</sup> Συνέδριο ΕΕΔΣΑ.
- Ανδρίτσος Ν, Καρυδάκης Γ., Κολιός Ν. (2003), *Διερεύνηση δυνατότητας χρήσης γεωθερμικών νερών χαμηλής θερμοκρασίας στη Θεσσαλία, στο 3<sup>ο</sup> Συνέδριο Ανάπτυξης της Θεσσαλίας*, Λάρισα, Τόμος Β'.
- Ανυφαντάκης Ε. (1982), *Η αξιοποίηση του αιγοπρόβειου γάλακτος της χώρας μας*.
- Ανυφαντάκης Ε. (2004), *Τυροκομία Χημεία-Φυσικοχημεία. Μικροβιολογία*, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Απόφαση Νομάρχη 4775/2006, *Έγκριση Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Περιφέρειας Θεσσαλίας*.
- Αραβαντινός Α. (1997), *Πολεοδομικός σχεδιασμός-για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
- Αργυράκης Σ. και Λαμπάδα Σ. (2013), *Ενημερωτική Ημερίδα για την Ανακύκλωση & τα Στερεά Απορρίμματα στην Περιφερειακή Ενότητα Πέλλας Αριδαία -Έδεσσα- Γιαννιτσά*.
- Αρτέμης Μ. (2010), *Η Εφαρμογή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) στη Γεωργική Εκτιμητική και τα πλεονεκτήματά τους*.
- Ασημακόπουλος Γ. (2007), *Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Ν. 2741/99), Α' Φάση: Υποστηρικτική μελέτη*, ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα.
- Βαΐου Ν., Μαντουβάλου Μ., Μαυρίδου Μ. (2004), *Αθήνα 2004. Στα μονοπάτια της παγκοσμιοποίησης*, περιοδικό «Γεωγραφίες», τεύχος 7, αφιέρωμα «Αθήνα 2004. Στα μονοπάτια της παγκοσμιοποίησης», Εκδόσεις Εξάντας, Αθήνα
- Βαμβακάκη Α., Κανδαράκης Ι., Γαλιώτου-Παναγιώτου Μ., Κωμαΐτης Μ., Παπανικολάου Σ. (2009), *Παραγωγή κυτταρικής μάζας και μικροβιακού λίπους κατά την ανάπτυξη του μύκητα *Mucor sp. LGAM 366* σε τυρόγαλα*. Περιοδικό Επιστήμη και τεχνολογία γάλακτος. Εθνική Επιτροπή Γάλακτος Ελλάδας.
- Βαρελά Ε. (2011), *Αξιολόγηση τεχνολογιών μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας αστικών στερεών αποβλήτων*, ΕΜΠ.
- Βασιλειάδης Π. (2007), *Γενικές αρχές εκπόνησης επισκοπήσεων της βιβλιογραφίας*
- Γαβαλά Χ. Ν., Σκιαδάς Ι. Β. και Λυμπεράτος Γ. (1997), *Αναερόβια συγχώνευση εποχιακώς παραγόμενων αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων*. 1<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Χημικής Μηχανικής, 29-31 Μαΐου, σελ. 921-926. Πάτρα

- Γεωργακάκης Δ. (1998), Σημειώσεις Εργαστηρίου, *Οργάνωση και Σχεδιασμός Κτηνοτροφικών Μονάδων*, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Γ.Π.Α.).
- Γεωργακάκης Δ. (2003), *Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Τόμος Γ', Στερεά Γεωργικά Απόβλητα*, Πάτρα, Ε.Α.Π..
- Γεωργακάκης Δ. (2010), Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, *Διαχείριση Αποβλήτων*, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Γ.Π.Α.).
- Γιαννατοής Ι. και Φωτίλας Π. (2012), *Διοίκηση βιομηχανικών επιχειρήσεων Ι, ανάλυση αποφάσεων*
- Γούλα Α. (2011), *Διαχωρισμός με μεμβράνες. Αρχές μηχανολογίας τροφίμων. Διεργασίες μηχανικού – φυσικού διαχωρισμού*. Γεωπονική Σχολή ΑΠΘ.
- Δαλέζιος Γ. (1986), *Κτηνοτροφικά Απόβλητα*. Σημειώσεις σεμιναρίου ΕΛΚΕΠΑ. Αθήνα
- Δασκαλάκης Κ. και Τσακίρης Σ. (1998), *Χωροταξικό Σχέδιο Περιφέρειας Θεσσαλίας, Α΄ Φάση, Τόμος Ι*, ΤΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα.
- Δημουλάς Γ. (2013), *Τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης ΑΣΑ και δευτερογενών καυσίμων με έμφαση στις τεχνολογίες καύσης υψηλής απόδοσης*, ΑΤΕΙ Πειραιά.
- Δραβίλλας Κ. (2007), *Αναερόβια Χώνευση Στερεής Φυτικής Βιομάζας για Παραγωγή Βιοαερίου*, Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Πολυτεχνική, Τμήμα Χημικών Μηχανικών.
- Δρίβα Λ. (2009), *Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων Περιφέρειας Θεσσαλίας – Διπλωματική διατριβή*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Εγκύκλιος ΥΚΥ Α5/4690/ΕΓΚ.62/26-4-1980 για την εφαρμογή της Υ.Δ. Ε1β/221/65.
- Εγκύκλιος ΥΜ/2985/29-5-1991 του Υπουργείου Υγείας, Πρόνοιας & Κοινωνικών Ασφαλίσεων.
- Εγκυκλοπαίδεια Επιστήμη και ζωή (1991), Αθήνα.
- Εγκυκλοπαίδεια Πάπυρους Λαρούς Μπριτάννικα (1984), Αθήνα.
- Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Ε.Π. Θεσσαλίας (2015), *Περιφερειακή Στρατηγική Καινοτομίας Έξυπνης Εξειδίκευσης της Περιφέρειας Θεσσαλίας για την Προγραμματική Περίοδο 2014-2020*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- ΕΕΔΣΑ (Ελληνική Εταιρία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων) (2006), *Τεχνικές Διαχείρισης Αστικών Αποβλήτων*.
- ΕΕΔΣΑ (Ελληνική Εταιρία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων) (2011), *Ορισμοί στερεών αποβλήτων*.
- Ε.Ε.Τ.Α.Α. (Ελληνική Εταιρία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης) (1999), *Πρακτικά συνεδρίου για το σχεδιασμό διαχείρισης απορριμμάτων σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο*, Αθήνα.
- ΕΚΕΤΑ (Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Ανάπτυξης) (2000), *Υλικό κατάρτισης στη διαχείριση οργανωσιακής γνώσης, Εργαλεία και Μέθοδοι*, Θεσσαλονίκη.
- ΕΚΕΤΕ (Εκπαιδευτικό Κέντρο Εθνικής Τραπεζής Ελλάδος) (2013).
- ΕΛΣΤΑΤ (2000), *Κατανομή της έκτασης της Ελλάδος κατά βασικές κατηγορίες χρήσης/κάλυψης, κατά Περιφέρεια και νομό*.
- ΕΛΣΤΑΤ (2011), *Ελληνική Επετηρίδα της Ελλάδος 2009 & 2010*, Πειραιάς.
- Ε.Π.Α. Θεσσαλίας (2014), *Έκθεση Διαχείρισης του Διοικητικού Συμβουλίου της Εταιρίας Παροχής Αερίου Θεσσαλίας Α.Ε.*

- ΕΠΕΜ ΑΕ (Εταιρία Περιβαλλοντικών Μελετών ΑΕ) (2011), *Βιώσιμες λύσεις σε περιβαλλοντικά προβλήματα*.
- ΕΠΠΕΡΑΑ (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη) Ιούλιος (2011).
- Εταιρίδου Κ. (2011), *Περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική σύγκριση των μεθόδων διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων: Ενεργειακή αξιοποίηση vs Εναπόθεση σε ΧΥΤΑ - Η περίπτωση του Δήμου Δεσκάτης του Νομού Γρεβενών*, ΕΜΠ.
- ΕΠΠΕΡΑΑ (2012), *Οδηγός εφαρμογής προγραμμάτων Διαλογή στη Πηγή & συστημάτων διαχείρισης των βιοαποβλήτων*. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Ε.Π. "Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη" 2007-2013.
- ΕΠΤΑ Σύμβουλοι – Μελετητές Περιβαλλοντικών Έργων Α.Ε., ΕΜΠ – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και ΕΔΣΝΑ – Ειδικός Διαβαθμιδικός Σύνδεσμος Νομού Αττικής, Διεύθυνση Επεξεργασίας Στερεών Αποβλήτων και Διαχείρισης Ειδικών Αποβλήτων (2014). *Οδηγός για την εφαρμογή, έλεγχο και αξιοποίηση προγραμμάτων διαλογής στην πηγή και κομποστοποίησης βιοαποβλήτων*, Διαλογή στην πηγή και κομποστοποίηση υπολειμμάτων τροφών – Πιλοτική εφαρμογή στους Δήμους Αθηναίων και Κηφισιάς. 1η έκδοση, Ιούνιος 2014.
- Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (2002), *Biodegradable municipal waste management in Europe Part 1: Strategies and instruments*.
- Ζαφείρης Χ. (2004), *Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιοαερίου*, ΚΑΠΕ.
- Ζαφείρης Χ. (2006), *Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιοαερίου: Τάσεις & Προοπτικές*, ΚΑΠΕ.
- Ζερφυρίδης Γ. & Λιτοπούλου – Τζανετάκη Ε., 1988. *Υγιεινή Γαλακτοβιομηχανιών*. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούδη.
- Ηλιάδης Φ. (2010), *Ολοκληρωμένος Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός για την Π.Θ.*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Θεσσαλός Κ., Παπαθεοδώρου Α., Γεωργακάκης Δ. (1988), *Γεωργοκτηνοτροφικές Εφαρμογές σε συνεργασία των Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών (Γ.Π.Α.) και Δ/σης Μονόπλων και Μυρηκαστικών του Υπουργείου Γεωργίας*.
- Θεοχάρη Χ., Αραβώσης Κ., Βαρελίδης Π., Διαβάτης Η., Ζιώγας Χ., Ιατρού Σ., Μπούρκα Α., Οικονομόπουλος Α., Παπαρηγορίου Σ., Παντελάρας Π. και Φραντζής Ι. (2006), *Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα / Η περίπτωση της Αττικής*, ΤΕΕ.
- Ινστιτούτο Έρευνας και Τεχνολογίας Θεσσαλίας (ΙΕΤΕΘ) & Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ) (2013), *Στρατηγικό σχέδιο για την ανάπτυξη του Αγροδιατροφικού τομέα στην Περιφέρεια Θεσσαλίας ενόψει της περιόδου 2014-2020*.
- Καλογεράκης Ν. (2013), *Βιολογικές Μέθοδοι Εξυγίανσης Περιβάλλοντος* Διδακτικές Σημειώσεις.
- ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 21ης Οκτωβρίου 2009 περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 (κανονισμός για τα ζωικά υποπροϊόντα).

- ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2015/9 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 6ης Ιανουαρίου 2015 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 142/2011 για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και για την εφαρμογή της οδηγίας 97/78/ΕΚ του Συμβουλίου όσον αφορά ορισμένα δείγματα και τεμάχια που εξαιρούνται από κτηνιατρικούς ελέγχους στα σύνορα οι οποίοι αναφέρονται στην εν λόγω οδηγία Καττή Π. (2010), *Πειραματική διερεύνηση παραγωγής βιοαερίου από μίγματα τυρογάλακτος με υγρά μηχανικού διαχωρισμού αποβλήτων χοροστασίου διαφορετικής πυκνότητας στη μεσόφιλη περιοχή*.
- Καμπουράκης Ε. (2012), *Σημειώσεις Βιολογική Γεωργία*, ΑΤΕΙ Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας
- Καραδήμα Κ. (2009), *Εκτίμηση της τοξικότητας διαφόρων σταδίων επεξεργασίας αποβλήτων τυροκομικών μονάδων με χρήση βιοδεικτών*. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βιολογίας ζώων.
- Καραπιδάκης Ε. (2008), *Ενεργειακό δυναμικό από τα κτηνοτροφικά απόβλητα στο Νομό Ηρακλείου*, ΤΕΙ φυσικών πόρων και περιβάλλοντος.
- Καρβούνης Σ., Γεωργακέλλος Δ. (2003), *Διαχείριση του περιβάλλοντος. Επιχειρήσεις και βιώσιμη ανάπτυξη*, Εκδόσεις Σταμούλης.
- Καρύδης Δ. (1991), *Ανάγνωση Πολεοδομίας. Η Κοινωνική Σημασία των Χωρικών Μορφών*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
- Κάρτσωνας Ν., Δρόσης Δ., Παπακωσταντίνου Α. και Αγγελάκης Α. (2008), *Η διαχείριση των βιοστερεών: Μια εισαγωγική παρουσίαση, Διαχείριση βιοστερεών με έμφαση στην εθνική και διεθνή νομοθεσία*, Πρακτικά Συνεδρίου, Ένωση Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης & Αποχέτευσης, Λάρισα.
- Κατσανεβάκης Ι., Μαλαμάκης Α., Περκουλίδης Γ. και Τσατσαρέλης Θ. (2010), *Αξιοποίηση Αστικών Στερεών Αποβλήτων από την ενεργειακή σκοπιά και οι προοπτικές εφαρμογής στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας*.
- Κουτρώτσιος Γ. (2009), *Διερεύνηση καταλληλότητας χρήσης πυρηνόξυλου και τυρογάλακτος στην παρασκευή υποστρωμάτων καλλιέργειας μανιταριών *Pleurotus ostreatus**, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου Μυτιλήνη.
- Κουτμπίνης Κ. (2012), *Βιολογική ξήρανση απορριμμάτων*, ΕΜΠ, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών.
- Κουκουλάκης Π.Χ., Σιμώνης Α.Δ. και Γκερτσής Α.Κ. (2000), *Οργανική Ουσία του Εδάφους, Το Πρόβλημα των Ελληνικών Εδαφών*, Εκδόσεις Σταμούλης.
- Κουφαχίλης Α. (2009), *Αναερόβια χώνευση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου σε ένα περιοδικό αναερόβιο αντιδραστήρα με ανακλαστήρες (PABR) και κλασματοποίηση των εκροών*, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- ΚΥΑ 262345 (ΦΕΚ 323/Β/2010), Συμπληρωματικά μέτρα εφαρμογής των μέτρων ειδικής στήριξης σε εκτέλεση του άρθρου 68 του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 73/2009 του Συμβουλίου και του Κανονισμού 1120/2009 της Επιτροπής.

- ΚΥΑ 4859/726 (ΦΕΚ 253/09-03-2001), Μέτρα και περιορισμοί του υδάτινου περιβάλλοντος από απορρίψεις και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο ΙΙ της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4ης Μαΐου 1976.
- ΚΥΑ 5697/590/2000 η οποία κατήγγειλε την ΚΥΑ 18186/271/88 (ΦΕΚ 126/Β), Μέτρα και περιορισμοί για τη προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικινδύνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.
- ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ 354), Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις.
- ΚΥΑ 16190/1335/1997 (ΦΕΚ Β' 519), Μέτρα και όροι για την προστασία των νερών από νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης Κ.Υ.Α. Υ1β/2000/95, *Υγειονομική διάταξη "περί όρων ιδρύσεως και λειτουργίας πτηνο-κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων*, (ΦΕΚ-343 Β') (Διορθ. Σφαλμ. στο ΦΕΚ 592Β'/7-7-95).
- Λάλας Δ., Γεωργοπούλου Ε., Γιδάρκος Ε., Γκέκας Ρ., Λαζαρίδη Α., Μαυρόπουλος Α., Μοιρασγεντής Σ. και Σελλάς Ν. (2007), *Εκτίμηση των γενικευμένων επιπτώσεων και κόστους διαχείρισης στερεών αποβλήτων*, Ινστιτούτο Τοπικής Αυτοδιοίκησης, Τελική έκθεση, Απρίλιος, Αθήνα.
- Μακρής Γ., Χαραλάμπους Α. & Χατζηευσταθίου Μ. (2001), *Πρόληψη της ρύπανσης στη βιομηχανία παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων – παγωτού*. Μεταπτυχιακή διατριβή, Ηράκλειο.
- Μάνιος Δρ. Β.Ι. (2000), *Παρασκευή COMPOST από Οργανικά Υπολείμματα Γεωργικών Βιομηχανιών & Κτηνοτροφικών Μονάδων*.
- Μαντούζα Α. (2008), *Ανάλυση της λεκάνης του Πηνειού στα πλαίσια της οδηγίας 200/60 με χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών – Διπλωματική διατριβή*, ΑΠΘ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.
- Μάντης Α. (1993), *Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του*, Θεσσαλονίκη.
- Μαρκαντωνάτος Φ. (1990), *Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων*, Β' Έκδοση, Αθήνα: Εκδόσεις Γαρταγάνης.
- Μαυρόπουλος Α. (2003), *Επεξεργασία αποβλήτων: από την ιδέα στην υλοποίηση*, ΟΙΚΟΠΟΛΙΣ Τεύχος 1, Σεπτέμβριος.
- Μαυρόπουλος Α. (2008), *Τεχνολογίες Επεξεργασίας απορριμμάτων*, Ενιαίος Σύνδεσμος Απορριμμάτων Κρήτης.
- Μιχαλακοπούλου Δ. (2004), *Νομοθεσία για το Περιβάλλον*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Μπέλλης κ.α. (2013), *Ο Αγροδιατροφικός Τομέας στη Θεσσαλία: Κατάσταση και Προοπτικές*.
- Μπέλλος Λ. (2003), *Περιβαλλοντικές επιπτώσεις Τυροκομείων και Χυμοποιείων - Συσκευαστηρίων στο Ν. Άρτας. Σχεδιασμός Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης και αναμενόμενες επιπτώσεις από την εφαρμογή τους*. Μεταπτυχιακή Διατριβή. ΕΑΠ.
- Μπουρτσάλας Α, Θεμέλης Ν, Καλογήρου Ε (2011), *Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης διαχείρισης Αστικών Στερεών Αποβλήτων (Α.Σ.Α.) για τις Περιφέρειες της Ελλάδος*, Earth Engineering Center Columbia University.

- Μουντράκης Δ. (1983), *Η γεωλογική δομή της Βόρειας Πελαγονικής ζώνης και η γεωτεκτονική εξέλιξη των Εσωτερικών Ελληνίδων*, Πραγματεία για Υφηγεσία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Μουντράκης Δ. (1985), *Γεωλογία της Ελλάδας*, University Studio Press, Θεσσαλονίκη
- Νικολακοπούλου Φ. (2010), *Εκτίμηση συνάρτησης κόστους επένδυσης σε εργοστάσια παραγωγής ενέργειας από βιοαέριο στην Ευρώπη*, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών.
- Νόμος 1650 της 15/16.10.86, για την προστασία του περιβάλλοντος.
- Νόμος 3428/2005, ΦΕΚ 313/Α/2005.
- Νόμος 1559/1985 (ΦΕΚ 135/Α/85), Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις.
- Νόμος 3468/2006, Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις.
- Νόμος 3423/2005 (ΦΕΚ 304/Α/05), Εισαγωγή στην Ελληνική Αγορά των Βιοκαυσίμων και των άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων.
- Νόμος 3010/2002 - Εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με τις οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ, διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις.
- Νόμος 3017/2002 (ΦΕΚ 117/Α/02), Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος.
- Νόμος 2941/2001 (ΦΕΚ 201/Α/01), Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. 'ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ' και άλλες διατάξεις.
- Νόμος 2244/1994 (ΦΕΚ 68/Α/94), Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις.
- Νόμος 2773/99 (ΦΕΚ 286/Α/99), Ρύθμιση θεμάτων Ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις.
- Νόμος 2941/01 (ΦΕΚ Α' 201/12-09-01), Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότηση; Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. 'ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ' και άλλες διατάξεις.
- Νόμος 3199/2003 (ΦΕΚ Α' 280), Προστασία και διαχείριση των υδάτων -Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000.
- Νόμος 3851/2010, άρθρο 9, Επιτάχυνση της διεύθυνσης των ΑΠΕ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του ΥΠΕΚΑ.

- Νόμος 3468/06 (ΦΕΚ Α' 129/27-6-06), Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις.
- Νόμος 3468/2006, Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις.
- Νόμος 4042/12, Ποινική προστασία του περιβάλλοντος - Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων. Οδηγία 92/43/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Μαΐου 1992 για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας.
- Οδηγία 91/271/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Μαΐου 1991.
- Οδηγία 92/43/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Μαΐου 1992 για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας.
- Οδηγία 2001/80/ΕΚ, Για τον περιορισμό των εκπομπών στην ατμόσφαιρα ορισμένων ρύπων.
- Οδηγία 2004/67/ΕΚ, Σχετικά με τα μέτρα διασφάλισης του εφοδιασμού με φυσικό αέριο.
- Οδηγία 2003/55/ΕΚ, Σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά φυσικού αερίου και την κατάργηση της οδηγίας 98/30/ΕΚ.
- Οδηγία 2003/30/ΕΚ, Σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές.
- Οδηγία 2002/91/ΕΚ, Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.
- Οδηγία 1999/31/ΕΚ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 26ης Απριλίου 1999 περ υγειονομικής ταφής των αποβλήτων.
- Οδηγία 2001/77/ΕΚ (ΟJ L283/27.10.2001), Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.
- Οδηγία 2009/28/ΕΚ, Σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ.
- Οδηγία 96/61/ΕΚ του συμβουλίου της 24ης Σεπτεμβρίου 1996 σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης.
- Οδηγία 1999/31/ΕΚ του Συμβουλίου της 26ης Απριλίου 1999 που αφορά την υγειονομική ταφή των αποβλήτων.
- Οδηγία για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης - (Αρ. 91/676/ΕΟΚ).
- Οδηγία 2004/8/ΕΚ, Για την προώθηση της συμπαράγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας και για την τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ.
- Οικονομόπουλος Α. (2007), *Διαχείριση οικιακού τύπου απορριμμάτων, Προβλήματα Εθνικού σχεδιασμού και Ορθολογικές λύσεις.*

- Οικονόμου Δ. (2009), *Χωροταξική πολιτική: Σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*, Βόλος.
- Παγώνης Θ. (2005), *Ολυμπιακή και Μετα-Ολυμπιακή Αθηναϊκή πολεοδομία. Η μετατόπιση της συλλογιστικής του σχεδιασμού και του χώρου ως συνάρτηση του κατακερματισμού των δομών αρμοδιότητας*, Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα.
- Παναγιωτακόπουλος Δ. (2002), *Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων*, εκδόσεις ΖΥΓΟΣ, Θεσσαλονίκη.
- Παπαοικονόμου Α. (2010), *Διαχείριση δικτύων εφοδιαστικών αλυσίδων για τη παράγωγή ενέργειας από βιομάζα*, Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
- ΠΔ 211/2006 (ΦΕΚ 211Α/05.06.06), Συμπληρωματικά μέτρα εκτέλεσης του Κανονισμού 1774/2002/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3ης Οκτωβρίου 2002 για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο.
- Π.Δ. 1180/1981 (ΦΕΚ Α' 293), Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγομένων εις τα της ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφαλίσεως του περιβάλλοντος εν γένει.
- Π.Δ. 51/2007 (ΦΕΚ Α' 54), Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.
- Πελεκάνης κ.α. (2014), *Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μονάδας Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από βιομάζα, ισχύος 0,998 MW*, Τρίκαλα.
- ΠΕΠ (Περιφερειακό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα) Θεσσαλίας 2006, (2006).
- ΠΕΠ (Περιφερειακό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα) Θεσσαλίας 2014- 2020, (2014).
- Π.Ε.Π. Θ. Σ.Η. (Περιφερειακό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας και Ηπείρου) 2007- 2013.
- Πρίφτης Ι. (2009), *Κτηνοτροφικά απόβλητα – βιοδιύλιση > 2 προϊόντα – παραγωγή θέρμανσης – ψύξης*, ΕΜΠ, ΔΠΜΣ Παραγωγή και διαχείριση ενέργειας.
- Πύριλλος Μ. (2009), *Κατάρτιση Περιφερειακού Χωροταξικού Σχεδίου Θεσσαλίας με βάση τον Υπερκείμενο Σχεδιασμό – Διπλωματική διατριβή*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- ΠΥΣ 144/87 (ΦΕΚ 197/Α, 2/11/1987).
- Σακελλαρίου Σ. (2008), *Στρατηγικές ανάπτυξης για το αστικό σύστημα Θεσσαλίας – Διπλωματική διατριβή*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Σαχίνης κ.α. (2013), *Δείκτες Έρευνας & Ανάπτυξης για Δαπάνες και Προσωπικό το 2011 στην Ελλάδα*, Αθήνα: Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης.
- Σιούλας Κ., Teodorita Al Seadi, Dominik Rutz, Heinz Prassl, Michael Kottner, Tobias Finsterwalder, Silke Volk, Rainer Janssen (2010). *Εγχειρίδιο Βιοαερίου*, Δημοσιεύτηκε από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ).
- Σιούλας Κ. (2009), *Πακέτο Εργασίας 2 Βιοαέριο στην Ελλάδα Συνοπτική Έκθεση*, ΚΑΠΕ.
- Σιούλας Κ. (2012), *Το Ευρωπαϊκό Έργο BiogasIN*, Τμήμα Περιβάλλοντος και Μεταφορών, Δημοσιεύτηκε από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ).
- Σκυλουράκης Π. (2004), *Εισροές στον αγροτικό τομέα*, Ημερίδα 2004, Χανιά.



- Σπυρούδη Α. (2012), *Παραγωγή βιοαερίου από εκχύλισμα ημικομποστοποιημένων στερεών πτηνοτροφικών αποβλήτων με τυρόγαλα στη μεσόφιλη περιοχή, Τεχνοοικονομική διερεύνηση εφαρμογής των αποτελεσμάτων σε τυροκομείο στην Αργολίδα*, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Σταματελάτου Κ. (1999), Βελτιστοποίηση συστημάτων αναερόβιας χώνευσης. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Χημικών Μηχανικών. Παν/μίου Πατρών. 298 pp.
- Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) του ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020, 2014.
- Σύνδεσμος Βιομηχανιών Θεσσαλίας & Κεντρικής Ελλάδος (ΣΒΘΚΕ) (2013), Μελέτη για την ανάπτυξη της Περιφέρειας Θεσσαλίας.
- Σωτηρόπουλος Α., Μαλαμής Δ., Κασιδόνη Μ. και Λοϊζίδου Μ. (2013), *Διαχείριση των διατροφικών απορριμμάτων με την τεχνική της ζήρασης*, Τομέας Χημικών Επιστημών, Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π.
- Τρισελιώτης Γ. (2010), *Παρασκευή γαλακτοκομικών προϊόντων*, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Κύπρος.
- Τσολάκης Δ. (2013), Εισαγωγή στα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS)
- Υ.Α. 25992/2003 *Έγκριση Περιφερειακού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης Θεσσαλίας*.
- Υ.Α. 85167/820/2000 - Έγκριση κώδικα ορθής γεωργικής πρακτικής.
- Υ.Α. Υ1β/2000/1995 - Υγειονομική Διάταξη Περί όρων ιδρύσεως και λειτουργίας πτηνοκτηνοτροφικών εγκαταστάσεων ΥΠΕΚΑ (2000), Κώδικας *Ορθής Γεωργικής Πρακτικής για τη Προστασία των Νερών από την Νιτροποίηση Γεωργικής Προέλευσης*.
- Υγειονομική διάταξη Ε1β/221/1965 (ΦΕΚ Β'138), Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων», όπως τροποποιήθηκε διαδοχικά με τις Γ1/17831/71 (ΦΕΚ Β'986) και Γ4/1305/74 (ΦΕΚ Β'801), εκδόθηκε σε εφαρμογή του Α.Ν. 2520/1940 και προβλέπει όρους και προϋποθέσεις για την διάθεση λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων.
- ΥΠΕΚΑ (2007-2013), Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Ε.Π., *Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη*.
- ΥΠΕΚΑ (2014), *Αξιολόγηση, αναθεώρηση και εξειδίκευση του Περιφερειακού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης Περιφέρειας Θεσσαλίας*.
- ΥΠΕΚΑ (2015), *Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής για τη Προστασία των Νερών από την Νιτροποίηση Γεωργικής Προέλευσης στο πλαίσιο της Οδηγίας 91/676/ΕΚ.*
- Φελεσκούρα Χ. (2004), Σύγχρονες τεχνολογίες ανακύκλωσης απορριμμάτων, Διαχείριση και ενεργειακή αξιοποίηση απορριμμάτων.
- Φραντής Ι. (2010), *Ανακύκλωση – Επαναχρησιμοποίηση – Θερμική επεξεργασία. Προβλήματα – Προοπτικές*.
- Χρήστου Μ. (2007), Ενέργεια από Βιομάζα στην Ελλάδα: Παρούσα κατάσταση και προοπτικές, Ημερίδα, Αθήνα.
- Χατζηδιάκος Δ. (2011), *Διαχείριση αποβλήτων και κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης*, Γεωπόνος – Ζωοτέχνης.
- Χρήστου Ι. (2011), *Διαχείριση αποβλήτων βιομηχανίας τυροκομείων*, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών.

- Χριστοδούλου Τ. (1984), *Στοιχεία Φυσιολογίας των Ζώων: Το Πεπτικό Σύστημα*. Εκδόσεις Αριστοτελείου Παν/μίου Θεσσαλονίκης. 206 pp.
- Χριστοπούλου Ι. (2010), *Περιοχές Natura: Ένας μοχλός ανάπτυξης*.
- Dos energy (2011), *Η αγορά Βιομάζας και οι επενδυτικές προοπτικές στην Ελλάδα*, Αθήνα.
- Imast (2001), *Ολοκληρωμένη Περιβαλλοντική Διαχείριση Κτηνοτροφικών Αποβλήτων, Αναλύσεις κτηνοτροφικών αποβλήτων σε κτηνοτροφικές μονάδες του Δήμου Αραδίππου*.

## Ξενόγλωσση

- Abbasi T. et al. (2012), *Biogas Energy*, SpringerBriefs in Environmental Science 2.
- Alturkmani A. (2007), *Dairy industry effluents treatment, anaerobic treatment of whey in stirred batch reactor*. Thesis, UTCB University, Bucharest, Romania pp: 1-8.
- Anderson G.K., Donnelly T. and McKeown K.J. (1982), *Identification and control of inhibition in the anaerobic treatment of industrial wastewater*. *Process Biochemistry*, 17:4, 28-32.
- Angelidaki I. and Ellegaard L. (2003), *Applied Biochemistry and Biotechnology - Part A Enzyme Engineering and Biotechnology*. 109(1-3):95-105.
- Antonopoulou G., Stamatelatu K., Venetsaneas N., Kornaros M., Lyberatos G. (2008), *Biohydrogen and Methane Production from Cheese Whey in a Two-Stage Anaerobic Process*. *Industrial and Engineering Chemistry Research* 47: 5227–5233.
- Arvanitoyannis I. S. and Kassaveti A. (2008), *Dairy waste management: Treatment methods and potential uses of treated waste*, *Wastemanagement for the food industries*, pp. 801-860, Elsevier.
- Baker J.C. & Walls F. R. (2002), *Livestock manure production rates and nutrient content*.
- Bakoggianis E., Siti M., Vassi A., Christodouloupoulou G., Kyriakidis Ch. (2014), *Case studies and sustainable urban mobility research schemes: A communication channel among researchers and interdisciplinary community groups*, Department of Geography and Regional Planning, National Technical University of Athens, Athens, Greece.
- Balanec B., Vourch M., Rabiller-Baudry M., Chauferet B. (2005), *Comparative study of different nanofiltration and reverse osmosis membranes for dairy effluent treatment by dead-end filtration*, *Separation and Purification Technology* 42, 195–200.
- Benemann J. (1996), *Nature Biotechnology*. 14(9):1101-1103.
- Bitton G. (1994), *Wastewater Microbiology*. New York: John Wiley & Sons. 478 pp.
- Bystrom J. (2010), *Mechanical Biological Treatment Plants*, Staff Working Papers -JASPERS Solid Waste and Energy Division.
- Carvalho F, Prazeres A, Rivas FJ. (2012), *Management of cheese whey wastewater*. *Revista Indústria e Ambiente*; p. 76..
- Castells M., Borja J. (1997), *Local and Global – The management of cities in the information age*, UNCHS, Earthscan, London.
- Chen Y., Cheng J. J. and Creamer K. S. (2007), *Inhibition of anaerobic digestion process: A review*, *Bioresource Technology* 99, 4044-4064.
- Comino E., Riggio V. and Rosso M. (2011), *Mountain cheese factory wastewater treatment with the use of a hybrid constructed wetland*. *Ecol Eng*;37:1673–80.
- CME: Center for Microbial Ecology (2002), *Cow Rumen*. Michigan State University.
- De Mes T.Z.D., Stams A.J.M., Reith J.H. and Zeeman G. (2003), *Methane production by anaerobic digestion of wastewater and solid wastes*. In *Bio-Methane & Bio-Hydrogen*
- Department of Energy (DoE) (2014), *Government of Fiji and United Nations Development Programme (UNDP), Waste to Energy Resource Assessment in Fiji*.

- Diekert G., Konheiser U., Piechulla K. and Thauer R.K. (1981), *Nickel requirement and factor F<sub>430</sub> content of methanogenic bacteria*. Journal of Bacteriology, 148:22, 459-465.
- Duggan JC. & Wiles CC (1976), *Characteristics of laboratory-prepared humified organic matter as affected by the composition of starting materials*, Volume 128 - Issue 2.
- Dragone G, Mussatto SI, Oliveira JM, Teixeira JA (2009), *Characterisation of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation*. Food Chem;112(4): 929–35.
- Edelmann W. (2003), *Products, impacts and economy of anaerobic digestion of OFMSW*. In: Mata-Alvarez J. (Ed.) Biomethanization of the organic fraction of municipal solid waste, pp.265-301. IWA Publishing.
- EEA (2002), *Biodegradable municipal waste management in Europe – Part3: Technology and market issues*, Topic report No 15/2001. European Environment agency, Copenhagen, Denmark.
- Eunomia Research and Consulting (2002), *Costs for Municipal Waste Management in the EU*, Final Report to Directorate General Environment, European Commission
- Eurostat (2013), *Municipal waste statistics*.
- Farnet AM, Prudent P, Ziarelli F, Domeizel M, Gros R. Solid (2009), *State <sup>13</sup>CNMR to assess organic matter transformation in a subsurface wetland under cheese-dairy farm effluents*. Bioresour Technol;100:4899–902.
- Gardner D. (1989), *New technologies in the conversion of whey to high protein products*. Modern dairy 68: 15-17.
- Gavala H. N., Kopsinis H., Skiadas V.I., Stamatelatou K., Lyberatow G. (1996), *Treatment of Dairy wastewater Using an Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor*. J. Agnc. Engrg Res. , 73, pp 59-63.
- Carvalho F, Prazeres A, Rivas FJ. (2012), *Management of cheese whey wastewater*. Revista Indústria e Ambiente;. p. 76.
- Ghauri PN. (1983), *Negotiating international package deals: Swedish firms in developing countries*, Almquist and Wiksell, Stockholm.
- González Siso M.I. (1996), *The biotechnological utilization of cheese whey: a review*. Bioresource Technology 57: 1-11.
- Grady C.P.L., Jr. Daigger, G.T. and Lim, H.C. (1999), *Biological Wastewater Treatment*. Edition 2nd. New York: Marcel Dekker.
- Guidi G., Pagliai M. and Giachetti M. (1983), *Modifications of Some Physical and Chemical Soil Properties Following Sludge and Compost Applications*.
- Hammer M.J. (1986), *Water and Wastewater Technology*. Edition 2<sup>nd</sup>. New York: John Wiley & Sons. 536 pp.
- Jelen P. (2002), *Utilization and products*, Encyclopedia of Dairy Sciences, Whey processing (2004), pp. 2739-2745, Elsevier.
- Kessel J.S. and Russell J.B. (1996), *The effect of pH on ruminal methanogenesis*. 90-92 pp. In Research Summaries: Rumen Microbiology. U.S. Dairy Forage Research Center.
- Kosseva R. M. (2009), *Processing of Food Wastes, Advances in Food and Nutrition Research, Vol. 58*, pp. 57-136. Elsevier Science Ltd.
- Koster I.W. and Cramer A. (1987), *Inhibition of methanogenesis from acetate in granular sludge by long-chain fatty acids*. Applied Environmental Microbiology, 53:22, 403-409.

- Koster I.W., Rinzema A., De Vegt A.L. and Lettinga G. (1986), *Sulfide inhibition of the methanogenic activity of granular sludge at various pH-levels*. Water Research, 20:12, 1561-1567.
- Laaber M., Lindorfer H., Madlener R., Kirchmayr R. and Braun R. (2006), *Optimised digestion of energy crops and agricultural wastes in Austrian biogas plants*. Research Programme: Energiesysteme der Zukunft. Austrian Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology.
- Lexmond M.J. and Zeeman G. (1995), *Potential of controlled anaerobic wastewater treatment in order to reduce the global emissions of the greenhouse gases methane and carbon dioxide*. Report No. 95-1. University of Wageningen. Wageningen, Netherlands.
- Lindberg A., Wellinger A. (2003). *Biogas upgrading and utilisation*. IEA Bioenergy. TASK 24 : Energy from biological conversion of organic waste. Sailer Druck, Winterthur.
- Lin C.Y. (1992), *Effect of heavy metals on volatile fatty acid degradation in anaerobic digestion*. Water Research, 26:22 , 177-183.
- Mackie R.I. and Bryant M.P. (1981), *Metabolic activity of fatty acid-oxidizing bacteria and the contribution of acetate, propionate, butyrate and CO<sub>2</sub> to methanogenesis in cattle waste at 40 and 60°C*. Applied Environmental Microbiology, 41:6, 1363-1373.
- McCarty P.L. and Smith D.P. (1986), *Anaerobic wastewater treatment*. Environmental Science and Technology, 20:1212, 1200-1206.
- Marwaha S.S., Kennedy J.F. (1988), *Review: whey-pollution problem and potential utilization*. International Journal of Food Science Technology 23: 323-336.
- Mata-Alvarez J., Mace S. and Llabres P. (2000), *Anaerobic digestion of organic solid wastes*. An overview of research achievements and perspectives. Bioresource Technology, 74:1, 3-16.
- Mawson A. J. (1994), *Bioconversions for whey utilization and waste abatement*. Bioresource Technology, 47, 195-203.
- Mueller R.F. and Steiner A. (1992), *Inhibition of anaerobic digestion caused by heavy metals*. Water Science and Technology, 26:3-4, 835-846.
- NCBE: National Centre for Biotechnology Education (2006). UK National Consensus Conference on Plant Biotechnology.
- O’Flaherty V., Collins G., and Mahony T.r.s. (2010), *ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY: Anaerobic Digestion of Agricultural Residues*, R.M.a.J.-D. Gu, Editor, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Oremland R.S. (1988), *Biogeochemistry of methanogenic bacteria*. In Biology of Anaerobic Microorganisms, pp. 641-705. Edited by A.J.B. Zehnder. New York: John Wiley and Sons.
- Organics Recycling Group (2016), Updated Nitrate Vulnerable Zones (NVZ) guidance covering 2013 to 2016.
- Peters D. (2006), *Raw Materials*. Adv Biochem Eng Biotechnol 105, pp. 1-30.
- Phillippopoulos C., Papadakis M. (2001), *Current trends in whey processing and utilization in Greece*. International Journal of Dairy Technology vol151 No. 1, pp1419.
- Poirrier P. and Chamy R. (1999), *Optimization of the performance operation of a two-phase anaerobic reactor used in industrial solid waste treatment*. In Proceedings of 2nd International Symposium on Anaerobic Digestion of Solid Waste, vol.1, pp. 99. Barcelona, Spain.
- Polprasert C. (1989), *Organic Waste Recycling*. New York: John Wiley & Sons.357 pp.
- Prazeres AR, Carvalho F, Rivas FJ (2012). Cheese whey management: a review. J Environ Manage;110:48–68.

- Reith J.H., Wijffels R.H. and Barten H. (2003), Perspectives of Biological Methane and Hydrogen Production, pp. 58-102.
- Rivas J., Prazeres A.R., Carvalho F., Beltrán F. (2010), *Treatment of cheese whey wastewater: combined coagulation–flocculation and aerobic biodegradation*. J Agric Food Chem 7871–7.
- Rivas J., Prazeres A.R. and Carvalho F. (2011), *Aerobic biodegradation of precoagulated cheese whey wastewater*.
- Saddoud A., Hassaïri I., Sayadi S. (2007), *Anaerobic membrane reactor with phase separation for the treatment of cheese whey*. Bioresour Technol;98(11):2102–8.
- Sahm H. (1984), *Anaerobic wastewater treatment*. Advances in Biochemical Engineering and Biotechnology, 29, 83-115.
- Shang Y. (2000), *Cellulose mineralization in two-stage anaerobic digestion systems*. PhD thesis. Department of Environmental Engineering. Iowa State University. 143 pp.
- Smith E.J. (1997), *Biotechnology*, Edition 3rd. Cambridge University press. 246 pp.
- Speece R.E. (1983), *Anaerobic biotechnology for industrial wastewater treatment*, Environmental Science and Technology, 17:99, 416-427.
- Speece R.E., Parkin G.F. and Gallagher D. (1983), Nickel stimulation of anaerobic digestion. *Water Research*, 17:16, 677-683.
- Svenskt Gastekniskt Center (SGC) (2012). *Basic Data on Biogas*, Sweden.
- Taiganides E. (1978), *Animal waste*, Applied Science, WHO, Kopenhagen2.
- Tchobanoglous G., Burton F.L. and Stensel H.D. (2003), *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse (Metcalf & Eddy)*. Edition 4th. New York: McGraw-Hill. 1819 pp.
- Thassitou P. K. and Arvanitoyannis I. S. (2001), *Bioremediation: a novel approach to food waste management*. Trends in Food Science & Technology 12, 185-196.
- Toerien D.F.& Hattingh W.H.J.(1969), *Anaerobic digestion I. The microbiology of anaerobic digestion*, Volume 3, Issue 6.
- Themelis J.N. (2002), *Anaerobic Digestion of Biodegradable Organics in Municipal Solid Wastes*.
- Thivend P. (1978), *Use of whey in feeding ruminants with particular reference to pollution problems*, Ruminant nutrition: selected articles from the World.
- Travis MJ, Weisbrod N, Gross A. (2012), Decentralized wetland-based treatment of oil rich farm wastewater for reuse in an arid environment. *Ecol Eng*;30:81–9.
- Vandevivere P., L. De Baere and W. Verstraete, (2003), *Types of anaerobic digesters for solid wastes*. In: Mata-Alvarez J. (Ed.) Biomethanization of the organic fraction of municipal solid waste, pp.111-140. IWA.
- Verma S. (2002), *Anaerobic digestion of biodegradable organics in municipal solid wastes*. Thesis for the Master of Science Degree in Earth Resources Engineering. Advisor: Prof. N. J. Themelis. Columbia University.
- Verstraete W. and Vandevivere P. (1999), *Environmental Science and Technology*.
- Wilkie A.C. (2005). *Anaerobic digestion: biology and benefits*. In Dairy Manure Management: Treatment, Handling and Community Relations, pp. 63-72. NRAES- 176. New York.
- WEF: Water Environment Federation (1996). *Operation of Wastewater Treatment Plants*. Edition 5th. 3:11, chaps 27-33. Alexandria, VA.
- WEF: Water Environment Federation (1998). *Design of Wastewater Treatment Plants*. Edition 4th. 3:8, chaps 17-24. Alexandria, VA.

Wright R., 2005, *Environmental Science*.

Yin R. K. (2003), *Case study research: Design and methods* (3rd ed.), Thousand Oaks, CA: Sage.

Zafiris Ch. (2005), *Energy Exploitation of Biogas in Greece*. CRES.

Zeikus J.G. (1980), *Chemical and fuel production by anaerobic bacteria*. Annual Review of Microbiology, 34, 423-464.

Zinder S. H. (1984), *Microbiology of anaerobic conversion of organic wastes to methane: recent developments*, ASM News, 50, p.294-298.

## **Ιστότοποι**

Δ.Ε.Η Α.Ε. 92015) Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:

(<http://www.dei.gr/ECPage.aspx?id=2610&nt=101&lang=1>)

ΕΛΣΤΑΤ (2011), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα (<http://www.statistics.gr/2011-census-pop-hous> )

Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων (2015), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα ([http://www.ekby.gr/ekby/el/EKBY\\_PP\\_el.html](http://www.ekby.gr/ekby/el/EKBY_PP_el.html) )

Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Ε.Π. Θεσσαλίας (2015), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: (<http://www.thessalia-esp.gr/component/content/?view=featured>)

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα: Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση (2013), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: (<http://www.edulll.gr/>)

Eurostat (2013), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα (<http://ec.europa.eu/eurostat>)

Σύστημα Φιλοτής (2015), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα (<http://www.itia.ntua.gr/filotis/> )

Καραγιάννης Ν (2015), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: (<http://www.ypodomes.com/index.php/autokinitodromoi/uperastikoi/kedriki-odos-e65/item/32206-%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CF%8C%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CF%82-%CE%B565-%CE%B7-%CE%B4%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BC%CE%B1%CE%BA%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BD%CE%AF%CE%B1-%CE%AD%CF%81%CF%87%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%B9-25-%CF%8E%CF%81%CE%B5%CF%82-%CF%80%CE%B9%CE%BF-%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AC>)

Περιφέρεια Θεσσαλίας (2015 β), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα (<http://www.thessalia.gov.gr/contents.asp?id=167>)

Πρόγραμμα γαλάζιες σημαίες (2015), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα (<http://eepf.gr/el/blueflag>)

Οργανισμός πιστοποίησης και επιβλεψης γεωργικών προϊόντων (2015), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: ([http://www.agrocert.gr/photos/home/cfiles/katalogos\\_ellhnikwn\\_pop\\_pge.pdf](http://www.agrocert.gr/photos/home/cfiles/katalogos_ellhnikwn_pop_pge.pdf))

P.A.E. (2015), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα (<http://www.rae.gr/energysys/main.htm>)

Voria (2010), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα (<http://www.voria.gr/article/ilektriki-energeia-apo-bioaerio-paragei-i-deya-larisas>)

Energypress (2013), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα (<http://energypress.gr/news/sta-13994-kwh-i-mesi-etisia-katanalosi-energeias-ana-noikokyrio>)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι Παράμετροι Επεξεργασίας & Αποθήκευσης Κτηνοτροφικών Αποβλήτων

Πίνακας Ι. 1: Ποσοτικά χαρακτηριστικά παραγόμενων αποβλήτων ανά είδος ζώου (ΥΠΕΚΑ, 2015)

Είδος ζώου	Πυκνότητα (kg/L)	Ημερήσια παραγωγή αποβλήτων (L/kg νωπών Z.B.-ημέρα)(*)	Ολικά Στερεά (% κ.β.)	Ολικό άζωτο (kg/t)
Αγελάδες (συμπεριλαμβανομένων και των μοσχίδων αντικατάστασης)	1,010	0,084	12	4,7
Μοσχάρια	0,977	0,053	14	6,0
Χοίροι	0,977	0,058	10	5,5
Πρόβατα	0,977	0,040	25	9,4
Κουνέλια	0,650	0,089	43	11,0
Αίγες	0,978	0,042	32,5	9,8
Όρνιθες αυγοπαραγωγής	1,060	0,056	27	11,0
Όρνιθες κρεοπαραγωγής	1,015	0,074	25,6	11,8
Γάλοι / γαλοπούλες	1,013	0,045	25,3	12,6
Πάπιες	0,996	0,110	27,0	12,6
Ίπποι	0,986	0,052	29,6	5,5

(\*) Z.B. = Ζωντανό Βάρος

Πίνακας Ι. 2: Τυπικές τιμές μέσου ζωντανού βάρους (ΥΠΕΚΑ, 2015)

Είδος & ηλικία ζώου	Μέσο βάρος ζώου (kg)
Αγελάδες γαλακτοπαραγωγής	650
Μοσχάρια πάχυνσης	400
Μοσχάρια 0-3 μηνών	75
Μοσχάρια 3-6 μηνών	150
Μοσχίδες 6-12 μηνών	275
Μοσχίδες 12-18 μηνών	450
Μοσχίδες αντικατάστασης 18-27 μηνών	620
Χοιρομητέρες	200
Χοιρίδια νεογέννητα	14
Χοιρίδια αναπτυσσόμενα	32
Χοιρίδια παχυνόμενα	80
Κάπροι	230
Χοίροι θηλυκοί αντικατάστασης	130
Αρνιά	45
Πρόβατα	75
Αίγες	64
Ίπποι	454
Κουνέλια	4,5
Όρνιθες αυγοπαραγωγής	1,8
Όρνιθες κρεοπαραγωγής	0,9
Γάλοι / γαλοπούλες	7
Πάπιες	1,4



**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

**Πίνακας I. 3: Όγκος παραγόμενων αποβλήτων ανά είδος ζώου (ΥΠΕΚΑ, 2015)**

Είδος Ζώου	lt αποβλήτων /kg Ζ.Β*	Ο.Σ.** % όγκου αποβλήτων
Αγέλαδες	0,080	12
Μοσχάρια	0,534	14
Χοίροι	0,058	10
Πτηνά	0,056	27
Πρόβατα	0,040	25

\*Ζ.Β = Ζων Βάρος

\*\*Ο.Σ= Ολικά Στερεά

**Πίνακας I. 4: Αναλογία κοπριάς και ούρων (%) κατά βάρος στα παραγόμενα απόβλητα (ΥΠΕΚΑ, 2015)**

	Αγέλαδες Γαλακτοπαραγωγής	Μόσχοι Πάχυνσης	Χοιρινά	Πρόβατα
Κοπριά	69	71	55	50
Ούρα	31	29	45	50
Σύνολο	100	100	100	100

**Πίνακας I. 5: Ποσοστά παραγωγής αποβλήτων βοοειδών στο στάβλο & τα προαύλια (ΥΠΕΚΑ, 2015)**

Κατανομή παραγόμενων αποβλήτων		
	Στάβλοι	Προαύλια
Ελεύθερος σταβλισμός		
Διατροφή στο στάβλο	50%	50%
Διατροφή στο προαύλιο	40%	60%
Περιορισμένος με διατροφή στο προαύλιο		
Γαλακτοπαραγωγές αγέλαδες & μοσχίδες	50%	50%
Μοσχάρια πάχυνσης	30%	70%

**Πίνακας I. 6: Ποσότητα προστιθέμενης στρωμνής (ΥΠΕΚΑ, 2015)**

Παραγωγική Κατεύθυνση	Σύστημα Σταβλισμού	Είδος Στρωμνής	Χρησιμοποιούμενη ποσότητα για 180 (kg/ ημέρα/ζώο)
Αγέλαδες Γαλακτοπαραγωγής	Περιορισμένος ή Ελεύθερος Σταβλισμός με ατομικές θέσεις	Ψιλοκομμένο άχυρο ή άχυρο	1.71
Αγέλαδες Γαλακτοπαραγωγής	Με περιορισμένο σταβλισμό χωρίς ατομικές θέσεις	Πριονίδι & υπολείμματα ξύλου ή άχυρο	7.00
Αγέλαδες Γαλακτοπαραγωγής	Ελεύθερος Σταβλισμός χωρίς ατομικές θέσεις	Άχυρο	530/ζώο
Χοιρινά	Σε κλουβιά	Άχυρο	102/κλουβί
Πτηνά Πάχυνσης	Με στρωμνή	Πριονίδι & Άχυρο κομμένο	0.031 0.028
Μοσχάρια	Με περιορισμένο σταβλισμό χωρίς ατομικές θέσεις	Ψιλοκομμένο άχυρο ή άχυρο	0.30
Αιγοπρόβατα		Άχυρο	0.82 – 1.11

Πίνακας Ι. 7: Ιδιότητες προστιθέμενης στρωμνής (ΥΠΕΚΑ, 2015)

Τύπος Στρωμνής	Φαινόμενο Ειδικό Βάρος (kg/m <sup>3</sup> )	Υδατοχωρητικότητα (%)
Πριονίδι πεύκου	123	187
Φλούδες πεύκου	84	163
Φυλλοειδές πριονίδι	141	152
Φυλλοειδές φλούδες	99	146
Τύρφη	126	460
Τύρφη + πριονίδι + άχυρο	109	270
Άχυρο από σιτάρι	113	159
Άχυρο από ρύζι	127	146
Άχυρο από κριθάρι	126	159
Σανός	122	173
Άχυρο από μπιζέλι	131	142
Άχυρο από ελαιοκράμβη	93	128
Στάχια αραβόσιτου	226	202
Στάχια ζαχαροκάλαμου	112	163

Πίνακας Ι. 8: Ποσότητα χρησιμοποιούμενου νερού καθαρισμού (ΥΠΕΚΑ, 2000)

Προέλευση αποβλήτων	Σύστημα Καθαρισμού	Ποσότητα (L/ζώο/ημέρα)
Αγελάδες Γαλακτοπαραγωγής	Καθαρισμός αμελκτηρίου, αμελκτικού εξοπλισμού, πλύσιμο θηλών κλπ. με νερό πίεσης	16 - 30
Αγελάδες Γαλακτοπαραγωγής	Καθαρισμός στάβλου	5
Μοσχάρια	Καθαρισμός στάβλου	2
Πρόβατα	Καθαρισμός αμελκτηρίου	3
Χοιρομητέρες κνοφορούσες	Καθαρισμός στάβλου	32
Χοιρίδια νεογέννητα	Καθαρισμός στάβλου	2
Χοιρίδια αναπτυσσόμενα	Καθαρισμός στάβλου	4
Χοίροι ενήλικοι & χοιρίδια παχυνόμενα	Καθαρισμός στάβλου	6

Πίνακας Ι. 9: Ποσοστά παραγωγής στερεών και υγρών μηχανικού διαχωρισμού κτηνοτροφικών αποβλήτων (ΥΠΕΚΑ, 2015)

Είδος ζώου	Τύπος διαχωριστήρα	Υγρά Δ/Χ (κ.ό.)	Στερεά Δ/Χ (κ.ό.)	Για εύρος ΟΣ (κ.β.)
Αγελάδες Γαλακτοπαρ/γής	Κοχλίας συμπίεσης	75 – 85%	15 – 25%	8,1 – 8,6%
Χοίροι	Κοχλίας συμπίεσης	90 – 95%	5 – 10%	4,1 – 4,9%
Χοίροι	Διπλού τυμπάνου με εναλλάξ βούρτσες & κολίνδρους συμπίεσης	75 – 80%	20 – 25 %	3,5 - 4,0%

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Πίνακας Ι. 10: Ενδεικτική σύσταση χωνεμένων στερεών (compost) που προκύπτουν μέσα από μηχανικό διαχωρισμό των αποβλήτων ενός συγκεκριμένου χοιροστασίου (case study) (ΥΠΕΚΑ, 2015)

Παράμετροι	Τιμές	Παράμετροι	Τιμές
Υγρασία	5,64%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,03 % επί Ξ.Ο
Ξηρή Ουσία (Ξ.Ο.)	94,36%	P	1,76 % επί Ξ.Ο
PH (1:5 σε νοπή ουσία)	6,73%	K <sub>2</sub> O	0,66 % επί Ξ.Ο
Αγωγιμότητα		K	0,55 % επί Ξ.Ο
(1:5 σε νοπή ουσία)	4,90mmhos/cm/25°C	Mg	1,02 % επί Ξ.Ο
Οργανική Ουσία	36,61% επί Ξ.Ο.	Caο	10,61 % επί Ξ.Ο
Τέφρα	63,39% επί Ξ.Ο.	Ca	7,58 % επί Ξ.Ο
N – Ολικό	1,95% επί Ξ.Ο.	Fe	0,35 % επί Ξ.Ο
N – Ολικό	2,27% επί N.Ο.*	Mn	0,06 % επί Ξ.Ο
N – Ολικό	2,40% επί N.Ο.	Zn	0,08 % επί Ξ.Ο
N – NH <sub>4</sub>	0,45% επί Ξ.Ο.	Cu	0,02 % επί Ξ.Ο
Σχέση C/N	9,01%	B	0,0032 % επί Ξ.Ο

\*N.Ο. = Νωπή Ουσία Ξ.Ο. = Ξηρά Ουσία

Πίνακας Ι. 11: Ενδεικτική σύσταση υγρών αποβλήτων χοιροστασίου μετά την επεξεργασία τους με το σύστημα των ανοιχτών αναερόβιων δεξαμενών στις Ελληνικές συνθήκες (ΥΠΕΚΑ, 2000)

Θρεπτικό στοιχείο	Επεξεργασμένα απόβλητα mg/l
N – NH <sub>3</sub>	600 – 900
N - NO <sub>3</sub>	Αμελητέο
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30 – 60
K <sub>2</sub> O	300 – 700
Ca	66,30
Mg	30 – 40
Na	150 – 200
Cu	0,50 – 0,60
Zn	0,60 – 0,70
Mn	0,05 – 0,15
Fe	1,5 – 2,5

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Πίνακας Ι. 12: Ενδεικτικές ποσότητες λίπανσης των βασικότερων καλλιεργειών στην Ελλάδα με σκοπό τον υπολογισμό της απαιτούμενης έκτασης για διάθεση των ζωικών αποβλήτων (ΥΠΕΚΑ, 2000)

Καλλιεργούμενο είδος	Λιπαντικές μονάδες / στρ.		
	Αζωτο (N)	Φώσφορος (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Κάλιο (K <sub>2</sub> O)
Σιτάρι	9-18	0-4	0
Κριθάρι	6-12	0-4	0
Καλαμπόκι	18-24	0-4	0
Βαμβάκι	9-12	0	0
Τεύτλα	8-16	0-8	0
Ρύζι	5-10	0-4	0
Μηδική	0	0-9	0
Πατάτα	20-30	20	20
Τομάτα	30-40	20	20
Αμπέλι	5-15	0-15	5-25
Δενδρώδεις καλλιέργειες	Λιπαντικές μονάδες / δένδρο		
	Αζωτο (N)	Φώσφορος (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Κάλιο (K <sub>2</sub> O)
Ελιά	0,5-2	0	0-2,5
Εσπεριδοειδή	0,5-1	0	0-2,5

Πίνακας Ι. 13: Πίνακας παροχής των σιφωνίων (σε λίτρα/δευτερόλεπτο) (ΥΠΕΚΑ, 2015)

Διάμετρος σιφωνίων σε ίντσες	Υψομετρική διαφορά σε εκατοστά								
	2,5	5,00	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5
3/4"	0,13	0,18	0,225	0,250	0,285	0,320	0,350	0,386	0,400
1"	0,235	0,320	0,38	0,43	0,5	0,55	0,6	0,63	0,7
1 ¼ "	0,35	0,49	0,61	0,73	0,93	1,21	1,29	1,32	1,45
1 ½ "	0,52	0,89	1,19	1,40	1,6	1,79	1,82	1,86	1,86
2 "	1,26	1,83	1,86	1,9	2,1	2,3	2,5	2,64	3
3 "	2,15	3	3,15	3,70	4,70	5,32	5,70	6,20	6,50
4 "	3,8	5,5	5,8	6,75	9,3	10,7	10,85	11,5	12,35

Πίνακας Ι. 14: Μέγιστη μη διαβρωτική παροχή (ΥΠΕΚΑ, 2015)

Κλίση (%)	Μέγιστη μη διαβρωτική παροχή l/sec
0,05	3,0
0,1	3,0
0,2	2,5
0,3	2,0
0,5	1,2
1,0	0,6
1,5	0,5
2,0	0,3

Πίνακας Ι. 15: Μέση ωριαία διηθητικότητα εδαφών (ΥΠΕΚΑ, 2000)

Είδος εδάφους	Μέσον ωριαίο ύψος βροχής Χιλ/ώρα
Αμμονδερά	50
Ελαφρά	25
Μέτρια	15
Βαρεία	5

Πίνακας Ι. 16: Ενδεικτικές τιμές Ο.Σ. πριν και μετά το μηχανικό διαχωρισμό αποβλήτων βουστασίων γαλακτοπαραγωγής και χοιροστάσιων (Α) σε διαχωριστή τύπου κοιλία συμπίεσης και χοιροστάσιων (Β) σε διαχωριστή τύπου διπλού τυμπάνου με εναλλάξ κυλίνδρους συμπίεσης και βούρτσες σάρωσης και προσεγγιστικές τιμές μείωσης του οργανικού (ΥΠΕΚΑ, 2015)

Κτηνοτροφική μονάδα	%κ.β. Ο.Σ. στα Νωπά Απόβλητα	%κ.β. Ο.Σ. στα Διαχωρισμού Υγρά	%κ.β. Ο.Σ. στα Διαχωρισμού Στερεά	Ελάττωση οργανικού (ρυπαντικού) φορτίου
Βουστάσιο Γαλακτοπαραγωγής	7,00 (4,00 - 10,00)	6,00 (3,50 - 8,50)	25,0 (21,80 - 28,30)	18,0% (15,0 - 21,0)
Χοιροστάσιο (Α)	3,50 (2,00 - 5,00)	1,60 (1,40 - 1,80)	29,00 (27,50 - 30,50)	26,0% (20,0 - 32,0)
Χοιροστάσιο (Β)	3,50 (2,00 - 5,00)	1,85 (1,60 - 2,10)	26,50 (26,10 - 27,20)	20,5% (18,0 - 23,0)

Πίνακας Ι. 17: Τιμές παραμέτρου υπολογισμού μόνιμου όγκου σε ανοιχτή χωμάτινη αναερόβια δεξαμενή (ΥΠΕΚΑ, 2015)

Είδος ζώου	Χοιρινά	Μοσχάρια	Αγελάδες
Παράμετρος υπολογισμού μόνιμου όγκου ΑΧΑΔ (m <sup>3</sup> /kg Ζ.Β.)	0,022 – 0,031	0,026 – 0,037	0,040 – 0,056

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

**Πίνακας Ι. 18:** Ενδεικτική περιεκτικότητα σε άζωτο (μέσες τιμές) τελικών επεξεργασμένων υγρών κτηνοτροφικών αποβλήτων (υγρά εκροής Β' ΑΧΑΔ) (ΥΠΕΚΑ, 2015)

Προέλευση αποβλήτων	Ολικά Στερεά (% κ.β.)	Άζωτο (kg/m <sup>3</sup> )	
		Ολικό	NH <sub>4</sub> -N
Αγελάδες	0,52	0,578	0,385
Μοσχάρια	0,59	0,403	0,276
Μοσχάρια (κάτω του ενός έτους)	-	0,245	0,158
Χοίροι	0,32	0,788	0,665

**Πίνακας Ι. 19:** Ενδεικτική περιεκτικότητα σε άζωτο (μέσες τιμές) χωνεμένων στερεών αποβλήτων (ΥΠΕΚΑ, 2015)

	Ολικά Στερεά (% κ.β.)	Ολικό Άζωτο (kg/ton)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (kg/ton)
Όρνιθες	45	14,9	11,7
Όρνιθες με στρωμή	75	25,2	16,2
Πρόβατα	34	8,0	2,3
Αίγες	35	10,7	2,9
Στερεά αγελάδων	22	4,8	1,3
Στερεά διαχωρισμού αγελάδων	23	3,0	0,2
Στερεά διαχωρισμού χοίρων	20	4,0	0,7
Γαλοπούλες	22	12,2	7,7
Γαλοπούλες με στρωμή	29	9,0	5,9

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Πίνακας Ι. 20: Σύσταση υγρών αποβλήτων χοιροστασίου μετά την επεξεργασία τους με το σύστημα των ανοιχτών χωμάτων αναερόβιων δεξαμενών στην περιοχή της Θήβας (Α)(1984-86) και Τανάγρας (Β)(1996-97) (ΥΠΕΚΑ, 2015)

Περίοδος	Φθινοπωρινή (Α)	Χειμωνιάτικη (Α)	Ανοιξιάτικη (Α)	Καλοκαιρινή (Α)	Ετήσια (Α)	Ετήσια (Β)
Παράμετρος	<b>Οκτώβριος Νοέμβριος</b>	<b>Δεκέμβριος Ιανουάριος Φεβρουάριος</b>	<b>Μάρτιος Απρίλιος</b>	<b>Ιούνιος Αύγουστος</b>	<b>Μέσος όρος</b>	<b>Μέσος όρος</b>
Ολικά στερεά (%) κ.β.	0,22	0,31	0,30	0,34	<b>0,29</b>	<b>0,81</b>
Πτητικά Στερεά (%) (Ο.Σ.) (%) κ.β.	75,18 0,17	75,18 0,22	71,58 0,22	73,35 0,20	<b>69,74 0,20</b>	<b>0,6</b>
<b>COD mg/L</b>	1.020	2.660	2.150	3.960	<b>2.450</b>	<b>7.880</b>
<b>pH</b>	7,85	7,61	7,86	7,84	<b>7,79</b>	<b>8,51</b>
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (μS/cm)	4.010	4.010	5.570	6.640	<b>5.680</b>	<b>12.428</b>
<b>N-NH4 mg/L</b>	<b>434,00</b>	<b>921,00</b>	<b>839,00</b>	<b>310,00</b>	<b>626,00</b>	<b>1.650,00</b>
<b>N-NO3 mg/L</b>	<b>0,19</b>	<b>10,23</b>	<b>6,06</b>	<b>5,00</b>	<b>5,37</b>	<b>0,81</b>
<b>P2O5 mg/L</b>	26,01	75,16	46,15	38,05	<b>46,34</b>	<b>146,21</b>
<b>K2O mg/L</b>	779,00	798,00	670,00	597,00	<b>711,00</b>	<b>1.905,66</b>
<b>Ca mg/L</b>	26,50	74,90	74,50	88,95	<b>66,20</b>	<b>197,3</b>
<b>Mg mg/L</b>	35,70	44,30	27,80	36,90	<b>36,20</b>	<b>246,55</b>
<b>Na mg/L</b>	20,60	200,00	126,50	163,50	<b>127,65</b>	<b>267,31</b>
<b>Na</b> SAR = ----- $\sqrt{(Ca + Mg)/2}$	0,69	5,05	3,27	4,28	<b>3,32</b>	<b>5,19</b>
<b>Cu mg/L</b>	0,03	0,49	0,71	0,86	<b>0,52</b>	<b>5,87</b>
<b>Zn mg/L</b>	0,03	0,64	0,92	0,99	<b>0,65</b>	<b>1,12</b>
<b>Mn mg/L</b>	0,04	0,29	0,24	0,16	<b>0,18</b>	<b>16,67</b>
<b>Fe mg/L</b>	0,41	2,74	2,94	2,66	<b>2,19</b>	-

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ Συγκεντρωτικοί Πίνακες Διαστάσεων Δεξαμενών Αποθήκευσης & Εκτάσεων Διάθεσης Υγρών Αποβλήτων

Πίνακας ΙΙ. 1: Όγκος και διαστάσεις ανοιχτών αναερόβιων δεξαμενών βουστασίων γαλακτοπαραγωγής (στρογγυλοποιημένες τιμές) (ΥΠΕΚΑ, 2015)

ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ		V <sub>δεξ</sub> (μονής) V <sub>Α' δεξ</sub> (διπλής)	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ (άνω/πυθμένας)	VB' δεξ (διπλής)	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ (άνω/πυθμένας)	ΤΕΛΙΚΟΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ ΟΓΚΟΣ ΥΓΡΩΝ Δ/Χ (ΧΕΙΜ.) (ΘΕΡΟΣ)		ΥΓΡΑ ΑΧΑΔ ΓΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΤΗΣΙΩΣ(*)
		m <sup>3</sup>	m x m	m <sup>3</sup>	m x m	m <sup>3</sup> /ημ.		m <sup>3</sup> έτος
ΜΟΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ	60	4.800	21 x 50 13 x 42	-	-	6	3	2.400
	160	12.200	48 x 50 40 x 42	-	-	15	8	6.000
	<b>210</b>	<b>16.000</b>	<b>61 x 50</b> <b>53 x 42</b>	-	-	20	10	<b>7.800</b>
	380	28.500	107 x 50 99 x 42	-	-	36	18	13.900
	460	34.400	128 x 50 120 x 42	-	-	44	22	16.800
ΔΙΠΛΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ	460	16.060	62 x 50 54 x 42	19.000	73 x 50 65 x 42	44	22	17.100
	600	20.900	80 x 50 72 x 42	24.550	93 x 50 85 x 42	58	29	22.200
	900	31.200	117 x 50 109 x 42	36.500	136 x 50 128 x 42	86	43	33.000
	1.200	41.500	154 x 50 146 x 42	48.400	179 x 50 171 x 42	115	58	43.900

Ισοδύναμο βάρος: 1.078 kg/αγελάδα, Ημέρες αποθήκευσης των υγρών Δ/Χ την ΑΧΑΔ : 151,

Συνολικό βάθος ΑΧΑΔ: 6,0 m,

Κλίση τοιχωμάτων: 1/1,5 = 0,67

Εξάτμιση: Δεν λαμβάνεται υπόψη για λόγους ασφάλειας,

Μείωση τελικού όγκου νωπών αποβλήτων πριν την ΑΧΑΔ: 20% κ.ό,

Μείωση οργανικού φορτίου τελικού όγκου νωπών αποβλήτων πριν την ΑΧΑΔ: 18% κ.β.,

Μηχανικός διαχωριστής τύπου κοχλία συμπίεσης (οπές σίτας 0,5-1,0 mm),

Μέγιστη ετήσια βροχόπτωση 10ετίας :0,845 m.

(\*)Ετήσιος όγκος υγρών διαχωρισμού + max όγκος νερού βροχής στην επιφάνεια της μιας ή των δύο ΑΧΑΔ.



**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Πίνακας 1: Όγκος και διαστάσεις ανοιχτών χωμάτων αναερόβιων δεξαμενών χοιροστασίων (στρογγυλοποιημένες τιμές)

ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ		Vδεξ (μονής) VA' δεξ (διπλής)	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ (άνω/πυθμένας)	VB' δεξ (διπλής)	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ (άνω/πυθμένας)	ΤΕΛΙΚΟΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ ΟΓΚΟΣ ΥΓΡΩΝ Δ/Χ (ΧΕΙΜ.) (ΘΕΡΟΣ)	ΥΓΡΑ ΑΧΑΔ ΓΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΤΗΣΙΩΣ(*)
		m <sup>3</sup>	m x m	m <sup>3</sup>	m x m	m <sup>3</sup> /ημ.	m <sup>3</sup> έτος
ΜΟΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ	100	4.400	20 x 50 12 x 42	-	-	10	4.200
	350	14.400	56 x 50 48 x 42	-	-	34	14.100
	500	20.300	78 x 50 70 x 42	-	-	49	20.000
	500	6.200	26 x 50 18 x 42	15.400	60 x 50 52 x 42	49	21.400
	<b>600</b>	<b>7.400</b>	<b>31 x 50</b> <b>23 x 42</b>	<b>18.300</b>	<b>70 x 50</b> <b>62 x 42</b>	<b>59</b>	<b>25.600</b>
ΔΙΠΛΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ	900	10.950	44 x 50 36 x 42	27.200	102 x 50 94 x 42	88	38.200
	1.300	15.750	61 x 50 53 x 42	38.900	145 x 50 137 x 42	127	55.000
	2.000	24.100	75 x 60 67 x 52	59.200	180 x 60 172 x 52	195	84.150
	2.800	33.550	89 x 70 81 x 62	82.350	212 x 70 204 x 62	273	117.500
	3.500	41.900	110 x 70 102 x 62	102.700	263 x 70 255 x 62	341	146.700

Ισοδύναμο βάρος : 626 kg/χοιρομετέρα, Ημέρες αποθήκευσης των υγρών Δ/Χ την ΑΧΑΔ: 151,

Συνολικό βάθος ΑΧΑΔ: 6,0 m, Κλίση τοιχωμάτων : 1/1,5 = 0,67

Εξάτμιση: Δεν λαμβάνεται υπόψη για λόγους ασφάλειας,

Μείωση τελικού όγκου νωπών αποβλήτων πριν την ΑΧΑΔ: 6%κ.ό,

Μείωση οργανικού φορτίου τελικού όγκου νωπών αποβλήτων πριν την ΑΧΑΔ: 26%κ.β.,

Μηχανικός διαχωριστής τύπου κοχλία συμπίεσης (οπές σίτας 0,5-1,0 mm),

Μέγιστη ετήσια βροχόπτωση 10ετίας: 0,845 m.

(\*)Ετήσιος όγκος υγρών διαχωρισμού + max όγκος νερού βροχής στην επιφάνεια της μιας ή των δυο ΑΧΑΔ.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ Παραδείγματα Προσδιορισμού Ημερήσιου Όγκου Αποβλήτων

### **A. ΑΙΓΟΠΡΟΒΑΤΟΣΤΑΣΙΑ (ΥΠΕΚΑ, 2015)**

Είδος παραγόμενων αποβλήτων :

Στερεής μορφής αναμιγμένα με στρωμνή. Επί πλέον και νερά πλυσίματος χώρου άμελξης (όπου χρησιμοποιείται αμελκτήριο)

- α) Υπολογισμός ζωντανού βάρους κοπαδιού (ZBK) :  
 $ZBK = ZB \text{ ζώου (Παράρτημα I, Πίνακας 2)} \times \text{αριθμός ζώων}$
- β) Υπολογισμός όγκου παραγόμενης από τα ζώα κοπριάς ημερησίως:  
 $V_{\text{κοπριάς}} = ZBK \times \text{ημερήσιος όγκος παραγόμενων αποβλήτων (Παράρτημα I, Πίνακας 1)}$
- γ) Υπολογισμός όγκου χρησιμοποιούμενης ημερησίως στρωμνής:  
 $V_{\text{στρωμνής}} = \text{αριθμός ζώων} \times \text{ημερήσια ποσότητα στρωμνής / φαινόμενο ειδικό βάρος στρωμνής (Παράρτημα I, Πίνακες 6 \& 7)}$
- δ) Υπολογισμός όγκου μίγματος κοπριάς - στρωμνής κατά το διάστημα αποθήκευσης:

$$V_{\text{στερ.αποβλ}} = (V_{\text{κοπριάς}} + 0,5 V_{\text{στρωμν}}) \times \text{αριθμός ημερών αποθήκευσης}$$

Η στρωμνή συνεισφέρει στον όγκο του κοπροσωρού περίπου κατά το ήμισυ του όγκου της λόγω συμπίεσης κατά τη χρήση της και πλήρωσης των κενών της με κοπριά.

- ε) Υπολογισμός απαιτούμενου όγκου αποθήκευσης των στερεών αποβλήτων:

$$V_{\text{αποθ.στερ}} = V_{\text{στερ. αποβλ}} \times 0,5$$

Ο απαιτούμενος όγκος εκτιμάται στο μισό του παραγόμενου όγκου λόγω συμπίεσης, χώνευσης και αποξήρανσης του υλικού.

Στις περιπτώσεις λειτουργίας και αλμεκτηρίου προκύπτουν νερά πλυσίματος, τα οποία οδηγούνται σε σηπτικό βόθρο ή ΑΧΑΔ (Παράρτημα ΙΙ, Πίνακας 7):

$$V_{\text{νερού πλυσιμ.}} = 3,0 \text{ L/ζώο άμελξης} \times \text{αριθμός αμελγόμενων ζώων/ημέρα}$$

### **B. ΠΤΗΝΟΤΡΟΦΕΙΑ (ΥΠΕΚΑ, 2015)**

#### **B1. Πτηνοτροφία κρεοπαραγωγής**

Είδος παραγόμενων αποβλήτων:

Στερεής μορφής αναμιγμένα με στρωμνή

Ακολουθούνται τα βήματα υπολογισμού (α), (β), (γ), (δ) και (ε) της ως άνω περίπτωσης Α.

#### **B2. Πτηνοτροφία αυγοπαραγωγής, κονικλοτροφεία**

Είδος παραγόμενων αποβλήτων:

Στερεής – ημιστερεής μορφής. Προσθήκη αχύρου ή πριονιδίου ως στρωμνής, για μείωση της υγρασίας τους στις περιπτώσεις που οδηγούνται για κομποστοποίηση.

Ακολουθούνται τα βήματα υπολογισμού (α), (β) και (δ) της ως άνω περίπτωσης Α, χωρίς τον υπολογισμό στρωμνής ή με υπολογισμό στρωμνής (μια φορά προσθήκη στον τελικό σωρό) σε περίπτωση κομποστοποίησης.

### **Γ. ΒΟΥΣΤΑΣΙΑ (ΥΠΕΚΑ, 2015)**

#### **Γ1. Βουστάσια πάχυνσης και βουστάσια γαλακτοπαραγωγής περιορισμένου σταβλισμού.**

Είδος παραγόμενων αποβλήτων:

Στερεής μορφής, συνήθως αναμιγμένα με στρωμνή

Χρησιμοποιούνται τα βήματα υπολογισμού (α) (β), (γ), (δ), (ε) ή μόνο τα (α),(β),(δ) της ως άνω περίπτωσης Α, ανάλογα αν χρησιμοποιείται στρωμνή ή όχι, με τη μόνη διαφορά, ότι κατά τη θερινή περίοδο, ο **ημερήσιος όγκος των παραγόμενων αποβλήτων (χωρίς στρωμνή) θα πρέπει να πολλαπλασιάζεται επί 0,69 για όσο χρονικό διάστημα τα ζώα κινούνται σε χωμάτινο θερινό προαύλιο άσκησης (απορρόφηση ούρων)**. Τα λίγα υγρά των μονάδων αυτών, συνήθως μικρής δυναμικότητας, οδηγούνται σε σηπτικό βόθρο ή σε ΑΧΑΔ.

#### **Γ2 . Βουστάσια γαλακτοπαραγωγής ελεύθερου σταβλισμού**

Είδος παραγόμενων αποβλήτων :

Υγρής και στερεής μορφής μετά από μηχανικό διαχωρισμό

#### ***Προϋποθέσεις:***

- Διατροφή των ζώων μέσα στο στάβλο

- Δύο προαύλια άσκησης των ζώων: Ένα ‘χειμερινό’, στεγασμένο για πλήρη προστασία του από τη βροχή και τσιμεντοστρωμένο αποτελούμενο πρακτικά από τους διαδρόμους κυκλοφορίας των ζώων μέσα στο στάβλο και ένα ‘θερινό’, υπαίθριο χωμάτινο προαύλιο εκτός των στεγασμένων χώρων του στάβλου.

- Απομάκρυνση αποβλήτων από το ‘χειμερινό’ προαύλιο με τη βοήθεια μηχανικών ξέστρων προς ένα κεντρικό κανάλι στο οποίο καταλήγουν και τα νερά πλυσίματος του αμελκτηρίου και των άλλων εσωτερικών χώρων του στάβλου.

- Κατάληξη του μίγματος νερού πλυσίματος – αποβλήτων σε κεντρική δεξαμενή συλλογής, από την οποία, αφού ομογενοποιηθεί με υποβρύχια προπέλα ανάμιξης (μίξερ) και αραιωθεί, εφόσον χρειάζεται, με τελικά υγρά της ΑΧΑΔ, αντλείται προς το μηχανικό διαχωριστή.

- Το ‘χειμερινό’ εξάμηνο, όλα τα απόβλητα επαρκώς αραιωμένα (με 8,1 - 8,6% ΟΣ, Παράρτημα ΙΙ, Πίνακας 8) διέρχονται από το μηχανικό διαχωριστή, ενώ το ‘θερινό’ εξάμηνο, που επιτρέπεται στα ζώα να βγαίνουν έξω από το στάβλο στο χωμάτινο προαύλιο, τα απόβλητα του 50% των ζώων εναποτίθενται σε αυτό, με αποτέλεσμα τα υγρά (31% των αποβλήτων, Παράρτημα ΙΙ, Πίνακες 3 και 4) να απορροφούνται από το χωμάτινο δάπεδο του προαυλίου.

- Το υπόλοιπο 69% είναι κοπριές που παραμένουν στο προαύλιο από το οποίο συλλέγονται και μεταφέρονται στο χώρο αποθήκευσης και διαχείρισης των στερεών αποβλήτων της μονάδας. Για τον υπολογισμό του όγκου αποθήκευσης των στερεών ακολουθούνται τα βήματα (β), (δ) και (ε), της ως άνω (Α) περίπτωσης, χωρίς στρωμνή.

## Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας

- Το υπόλοιπο 50 % των αποβλήτων εξακολουθεί να παράγεται μέσα στο στάβλο και κατά την ‘θερινή’ περίοδο και να υφίσταται τους ίδιους χειρισμούς με τα απόβλητα του ‘χειμερινού εξαμήνου.
- Μηχανικός διαχωριστής τύπου κοχλία συμπίεσης

Πίνακας III. 1: Παράδειγμα υπολογισμού όγκου αποβλήτων σε βουστάσιο 210 αγελάδων γαλακτοπαραγωγής με την παρακάτω πληθυσμιακή κατανομή (ΥΠΕΚΑ, 2015)

Κατανομή ζωικού πληθυσμού	Αριθμός ζώων (1)	Μέσο βάρος (2) (kg/ζώο)	Συνολικό βάρος (3) = (1)*(2) (kg)	Συντελεστής παραγωγής αποβλήτων (4) (L/ημέρα-kg Z.B)	Όγκος αποβλήτων (5) = (3)*(4) (L/ημέρα)	Ολικά Στερεά (Ο.Σ.) (%κ.β.)
Αγελάδες γαλακτ/γής	210	650	136.500	0,084	11.466	12
Μοσχίδες & μοσχάρια (0 - 3 μηνών)	40	75	3.000	0,053	159	14
Μοσχίδες & μοσχάρια (3 - 6 μηνών)	40	150	6.000	0,053	318	14
Μοσχίδες (6 - 12 μηνών)	35	275	9.075	0,053	481	14
Μοσχίδες (12 - 18 μηνών)	35	450	15.750	0,053	835	14
Μοσχίδες αντικατάστασης (18 - 27 μηνών)	40	620	24.800	0,084	2.083	12
Μοσχίδες & μοσχάρια πάχυνσης	78	400	31.200	0,053	1.654	14
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>226.325</b>	<b>Αρχικός όγκος = 16.996</b>		<b>12,4</b>

Ο αρχικός όγκος των αποβλήτων,  $V_{αρχ}$ , ανέρχεται σε 16.996 L/ημέρα ή 17,00 m<sup>3</sup>/ημέρα με μέση τιμή ΟΣ = 12,4%κ.β. Ο συσχετισμός των 210 αγελάδων με τον ως άνω αρχικό όγκο αποβλήτων δίνει μια αντιστοιχία:

$$16.996/210 = 81 \text{ L/αγελάδα-ημέρα,}$$

Η αντιστοιχία αυτή μπορεί να χρησιμοποιείται προσεγγιστικά, όταν δεν είναι γνωστή η ηλικιακή κατανομή του πληθυσμού ή για λόγους απλούστευσης των υπολογισμών. Παρομοίως προκύπτει ότι σε κάθε ενήλικη αγελάδα αντιστοιχεί ένα μέρος του συνολικού ζωντανού βάρους του ζωικού πληθυσμού ίσο με:

$$226.325/210 = 1.078 \text{ kg/αγελάδα}$$

Αν αλλάξει το μέσο βάρος των 650 kg/αγελάδα, θα πρέπει να ακολουθηθεί ο αναλυτικός προσδιορισμός του παραπάνω Πίνακα με κατάλληλη προσαρμογή των δεδομένων του.

### Γ2α. ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

[Η διάρκεια της χειμερινής περιόδου (ημέρες) διαφοροποιείται ανάλογα και με τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής λειτουργίας του βουστασίου]

Ο τελικός ημερήσιος όγκος των αποβλήτων, που παράγεται κατά τη χειμερινή περίοδο, μπορεί να υπολογιστεί ως εξής :

- 1) Αρχικός όγκος :  $17,00 \text{ m}^3 / \eta\mu$  με 12,4% ΟΣκ.β.
- 2) Προσαύξηση κατά 10%, λόγω πλυσιμάτων του στάβλου με νερό (Παράρτημα ΙΙ, Πίνακας 7) και ανάλογη μείωση των ΟΣ, λόγω αραίωσης:

$$17,00 \times 1,10 = \underline{18,7 \text{ m}^3 / \eta\mu} \text{ με } 12,4 \times (17,0 / 18,7) = \underline{11,3\% \text{ ΟΣκ.β.}}$$

- 3) Προσαύξηση του όγκου, λόγω ανάμιξης με νερά πλυσίματος αμελκτηρίου [επιλογή 25 L/αμελγόμενη αγελάδα με 0,5% ΟΣκ.β. [Παράρτημα ΙΙ, Πίνακας 7, με το 75% του αριθμού των αγελάδων να είναι σε γαλουχία (αμελγόμενες)]:

$$18,7 + (210 \times 0,75 \times 25) / 1.000 = 18,7 + 3,95 = \underline{22,65 \text{ m}^3 / \eta\mu}$$
$$\text{με } (18,7 \times 11,3 + 3,95 \times 0,5) / (18,7 + 3,95) = \underline{9,4 \% \text{ ΟΣ κ.β}^{(*)}}$$

Τα αραιωμένα ως άνω υγρά απόβλητα με ΟΣ = 9,4%κ.β. χρειάζονται μικρή περαιτέρω αραίωση, ώστε να υποστούν ικανοποιητικό διαχωρισμό σε μηχανικό διαχωριστή, τύπου κοχλία συμπίεσης (8,1 - 8,6 %ΟΣκ.β.).

Ως εκ τούτου, θα χρειαστεί να αραιωθούν με ποσότητα τελικών επεξεργασμένων υγρών από την ΑΧΑΔ (κατ' εκτίμηση με 0,4% ΟΣκ.β.) για να φτάσουν πχ. τα 8,5% ΟΣ κ.β.

Η ποσότητα των υγρών αραίωσης θα πρέπει να είναι ίση με:

$$22,65 \times (9,4 - 8,5) / (8,5 - 0,4) = 2,52 \text{ m}^3 / \eta\mu^{(**)}$$

Η μικρή αυτή ημερήσια ποσότητα υγρών μπορεί να προκύψει εναλλακτικά και από αντίστοιχη αύξηση του νερού πλυσίματος του στάβλου.

(\*) Εφαρμόζεται η σχέση του βαρνεκτρικού μέσου :

$$O\text{Σ}_{(A+B)} = \frac{\text{Παροχή } A \times O\text{Σ}_A + \text{Παροχή } B \times O\text{Σ}_B}{\text{Παροχή } A + \text{Παροχή } B}$$

(\*\*) Εφαρμόζεται η ως άνω σχέση λύνοντας την ως προς τη ζητούμενη τιμή Παροχής Β, όπου Παροχή Α=22,65 m<sup>3</sup>/ημ, ΟΣ<sub>Α</sub> = 9,4% κ.β. και ΟΣ<sub>(Α+Β)</sub> = η επιλεγείσα τιμή 8,5% κ.β.

### **ΤΕΛΙΚΟΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ ΟΓΚΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΧΕΙΜΕΡΙΝΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ :**

$$22,65 + 2,52 = \underline{25,0 \text{ m}^3 / \eta\mu \text{ με } 8,5\% \text{ ΟΣκ.β.}} \text{ (στρογγυλοποίηση)}$$

Με τις τιμές αυτές τα απόβλητα διέρχονται από το μηχανικό διαχωριστή και διαχωρίζονται σε:

- Στερεά Δ/Χ =  $25,0 \times 20\% = 5,0 \text{ m}^3 / \eta\mu$  με 25% ΟΣκ.β. (Παράρτημα ΙΙ, Πίνακες 8 & 9)
- Υγρά Δ/Χ =  $25,0 - 5,0 = 20,0 \text{ m}^3 / \eta\mu$  με 7,0% ΟΣκ.β. (Παράρτημα ΙΙ, Πίνακας 9)

### **Γ2β. ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ (365 - ημέρες χειμερινής περιόδου)**

Ο τελικός ημερήσιος όγκος των αποβλήτων που παράγεται κατά τη θερινή περίοδο μπορεί να υπολογιστεί ως εξής :

- 1) Αρχικός όγκος :  $17,00 \times 50\% = 8,5 \text{ m}^3 / \eta\mu$  με 12,4% ΟΣκ.β.

- 2) Προσαύξηση κατά 10%, λόγω πλυσιμάτων του στάβλου με νερό (Παράρτημα ΙΙ, Πίνακας 7) και ανάλογη μείωση των ΟΣ, λόγω αραίωσης :

$$8,5 \times 1,10 = 9,35 \text{ m}^3/\eta\mu \text{ με } 12,4 \times (8,5/9,35) = 11,3\% \text{ ΟΣκ.β.}$$

3) Προσαύξηση του όγκου, λόγω ανάμιξης με τα νερά πλυσίματος του αμελκτηρίου [επιλογή 25 L/αμελγόμενη αγελάδα με 0,5% ΟΣκ.β. (Παράρτημα II, Πίνακας 7) και με το 25% του αριθμού των αγελάδων να βρίσκεται σε ξηρή περίοδο] :

$$9,35 + (210 \times [100\% - 25\%] \times 25)/1.000 = 9,35 + 3,95 = 13,0 \text{ m}^3/\eta\mu \text{ (στρογγυλοποίηση)}$$
$$\text{με } (9,35 \times 11,3 + 3,95 \times 0,5) / (9,35 + 3,95) = 8,1 \text{ \% ΟΣ κ.β}$$

Τα αραιωμένα ως άνω υγρά απόβλητα με ΟΣ = 8,1%κ.β. δεν χρειάζονται πρόσθετη αραιώση, επειδή το ποσοστό των 8,1% ΟΣκ.β. βρίσκεται μέσα στο αποδεκτό εύρος των 8,1- 8,6% που απαιτείται για ικανοποιητικό διαχωρισμό σε μηχανικό διαχωριστή, τύπου κοχλία συμπίεσης.

Το υπόλοιπο 50% των αποβλήτων ή 8,5 m<sup>3</sup>/ημ εναποτίθεται από τα ζώα στο χωμάτινο θερινό προαύλιο, στο οποίο τα ούρα (31% ή 2,6 m<sup>3</sup>/ημ) απορροφούνται και παραμένουν μόνο οι κοπριές (69% ή 6,0 m<sup>3</sup>/ημ), οι οποίες συλλέγονται και μεταφέρονται στο χώρο διαχείρισης των στερεών αποβλήτων της μονάδας, όπου συγκεντρώνονται και τα υπόλοιπα στερεά απόβλητα του βουστασίου, τα οποία προκύπτουν κατά το μηχανικό διαχωρισμό (στερεά διαχωρισμού).

#### **ΤΕΛΙΚΟΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ ΟΓΚΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΘΕΡΙΝΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ :**

**13,0 m<sup>3</sup>/ημ με 8,1 % ΟΣκ.β. και 6,0 m<sup>3</sup>/ημ νωπά στερεά απόβλητα (κοπριές)**

Με τις τιμές αυτές τα απόβλητα διέρχονται από το μηχανικό διαχωριστή και διαχωρίζονται σε :

- **Στερεά Δ/Χ** = 13,0 x 20% = **2,6 m<sup>3</sup>/ημ με 25% ΟΣκ.β.** (Παράρτημα II, Πίνακες 8 & 9) + 6,0 m<sup>3</sup>/ημ (νωπές κοπριές στο θερινό προαύλιο) = **8,6 m<sup>3</sup>/ημ**

- **Υγρά Δ/Χ** = 13,0 – 2,6 = **10,0 m<sup>3</sup>/ημ με 7,0% ΟΣκ.β.** (Παράρτημα II, Πίνακας 9) (στρογγυλοποίηση τιμών)

#### **Δ. ΧΟΙΡΟΣΤΑΣΙΑ (ΥΠΕΚΑ, 2015)**

Είδος παραγόμενων αποβλήτων:

Υγρές και στερεές μορφής μετά από μηχανικό διαχωρισμό

#### ***Προϋποθέσεις:***

- Παραμονή των ζώων συνεχώς πάνω σε εσχαρωτό δάπεδο σε ομαδικά κελιά κατά ηλικία και βάρος.

- Στέγαση των ζώων σε κλειστά κτίρια εξοπλισμένα με σύστημα ηλεκτρικών ανεμιστήρων εξαερισμού - δροσισμού και επί πλέον, για τα χοιρίδια πάχυνσης, σύστημα θέρμανσης.

- Σύστημα αποχετευτικών καναλιών, κάτω από κάθε σειρά ομαδικών κελιών, εφοδιασμένων με πλαστικά σιφόνια εκκένωσης.

- Συλλογή των παραγόμενων αποβλήτων και του νερού πλυσίματος (υγρό μίγμα) στα κανάλια αποχέτευσης και στη συνέχεια προγραμματισμένη εκκένωσή τους, μέσω των σιφωνίων εκκένωσης, σε κλειστούς αγωγούς μεταφοράς τους στο χώρο των εγκαταστάσεων επεξεργασίας.

- Συγκέντρωση του υγρού μίγματος νερού πλυσίματος - αποβλήτων σε κεντρική δεξαμενή συλλογής, από την οποία, αφού ομογενοποιηθεί με υποβρύχια προπέλα ανάμιξης (μίξερ) αντλείται προς το μηχανικό διαχωριστή.

- Δεν υπάρχουν υπαίθρια ή ημι-υπαίθρια προαύλια άσκησης των ζώων, ούτε δυνατότητα ανάμιξης νερού βροχής με τα απόβλητα, πριν αυτά εισέλθουν στην/στις ΑΧΑΔ

## Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας

- Μηχανικός διαχωριστής τύπου διπλού τυμπάνου με εναλλάξ κυλίνδρους συμπίεσης και βούρτσες σάρωσης (β' γενιάς) ή τύπου κοχλία συμπίεσης (γ' γενιάς).

- Για τον υπολογισμό του όγκου αποθήκευσης των στερεών Δ/Χ ακολουθούνται τα βήματα (β), (δ) και (ε), της ως άνω (Α) περίπτωσης, χωρίς στρωμνή.

Πίνακας III. 2: Παράδειγμα υπολογισμού όγκου αποβλήτων σε χοιροστάσιο 600 χοιρομητέρων με την παρακάτω πληθυσμιακή κατανομή (ΥΠΕΚΑ, 2015)

	Αριθμός ζώων (1)	Μέσο βάρος (2) (kg/ζώο)	Συνολικό βάρος (3) = (1)x(2) (kg)	Συντελεστής παραγωγής αποβλήτων (4) (L/kg Ζ.Β.-ημέρα)	Όγκος αποβλήτων (5) = (3)χ(4) (L/ημέρα)
<b>Χοιρομητέρες</b>	<b>600</b>	<b>200</b>	<b>120.360</b>	<b>0,058</b>	<b>6.980</b>
- Έγκυες	324	210	68.040	0,058	3.946
- Ξηρής περιόδου	144	180	25.920	0,058	1.503
- Θηλάζουσες	132	200	26.400	0,058	1.531
<b>Αντικατάσταση</b>	<b>34</b>	<b>130</b>	<b>4.420</b>	<b>0,058</b>	<b>256</b>
<b>Κάπροι</b>	<b>34</b>	<b>230</b>	<b>7.820</b>	<b>0,058</b>	<b>454</b>
<b>Χοιρίδια</b>	<b>6.066</b>	<b>40</b>	<b>242.712</b>	<b>0,058</b>	<b>14.077</b>
- Α' ανάπτυξης	2.500	14	35.000	0,058	2.030
- Προπάχυνσης	1.616	32	51.712	0,058	2.999
- Πάχυνσης	1.950	80	156.000	0,058	9.048
<b>Σύνολο</b>			<b>375.312</b>	<b>Αρχικός όγκος =</b>	<b>21.767</b>

Ο αρχικός όγκος των αποβλήτων,  $V_{αρχ}$ , ανέρχεται σε 21.767 L/ημέρα ή 21,77 m<sup>3</sup>/ημέρα. Ο συσχετισμός των 600 χοιρομητέρων με τον ως άνω αρχικό όγκο αποβλήτων δίνει μια αντιστοιχία:

$$\frac{21.767}{600} = 36 \text{ L/χοιρομητέρα - ημέρα}$$

Η αντιστοιχία αυτή μπορεί να χρησιμοποιείται προσεγγιστικά, όταν δεν είναι γνωστή η ηλικιακή κατανομή του πληθυσμού ή για λόγους απλούστευσης των υπολογισμών. Παρομοίως προκύπτει ότι σε κάθε χοιρομητέρα αντιστοιχεί ένα μέρος του συνολικού ζωντανού βάρους του ζωικού πληθυσμού ίσο με:

$$\frac{375.312}{600} = 626 \text{ kg/χοιρομητέρα}$$

Αν αλλάξει το μέσο βάρος των 200 kg/χοιρομητέρα, θα πρέπει να ακολουθηθεί ο αναλυτικός προσδιορισμός του παραπάνω Πίνακα με κατάλληλη προσαρμογή των δεδομένων του.

Ο τελικός ημερήσιος όγκος των αποβλήτων που παράγεται στο χοιροστάσιο όλο το χρόνο μπορεί να υπολογιστεί ως εξής :

1) Αρχικός όγκος : 21,77 m<sup>3</sup> /ημ με 10% ΟΣκ.β. (Παράρτημα I, Πίνακας 1)

2) Προσαύξηση του αρχικού όγκου κατά 2,4-3,4 φορές (ενδεικτικά στοιχεία του Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών του ΓΠΑ), λόγω πλυσιμάτων του στάβλου με νερό και αναπόφευκτων διαρροών του συστήματος ύδρευσης των ζώων (Παράρτημα I, Πίνακας 7) με ανάλογη μείωση των ΟΣ, λόγω αραίωσης:

$$21,77 \times 2,9 \text{ φορές} = \underline{63,0 \text{ m}^3/\eta\mu} \text{ με } 10\% \times (21,77/63,0) = \underline{3,5\% \text{ ΟΣκ.β. (Τελικός όγκος)}}$$

Ο ως άνω τελικός όγκος των υγρών αποβλήτων της μονάδας δε χρειάζεται περαιτέρω αραίωση, καθόσον τα ΟΣκ.β. = 3,5% είναι λιγότερα από όσα απαιτούνται για ικανοποιητικό διαχωρισμό των

αποβλήτων (Παράρτημα Ι, Πίνακας 8), τόσο σε μηχανικό διαχωριστή τύπου κοχλία συμπίεσης (4,1 - 4,9 % ΟΣκ.β.), όσο και σε διαχωριστή τύπου διπλού τυμπάνου με εναλλάξ κυλίνδρους συμπίεσης και βούρτσες σάρωσης (3,5 - 4,0% ΟΣκ.β.).

**ΤΕΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ : 63,0 m<sup>3</sup>/ημ με 3,5% ΟΣκ.β.**

Με τις τιμές αυτές τα απόβλητα μπορούν να διέρχονται από μηχανικό διαχωριστή τύπου :

α) κοχλία συμπίεσης (γ' γενιάς) και να διαχωρίζονται σε:

- **Στερεά Δ/Χ = 63,0 x 6% = 4,0 m<sup>3</sup>/ημ με 29,0% ΟΣκ.β.** (Παράρτημα ΙΙ, Πίνακες 8 & 9)
- **Υγρά Δ/Χ = 63,0 – 4,0 = 59,0 m<sup>3</sup>/ημ με 1,5% ΟΣκ.β.** (Παράρτημα ΙΙ, Πίνακας 9) ή

β) διπλού τυμπάνου με εναλλάξ κυλίνδρους συμπίεσης και βούρτσες σάρωσης (β' γενιάς) και να διαχωρίζονται σε :

- **Στερεά Δ/Χ = 63,0 x 10% = 7,0 m<sup>3</sup>/ημ με 27,0% ΟΣκ.β.** (Παράρτημα ΙΙ, Πίνακες 8 & 9)
  - **Υγρά Δ/Χ = 63,0 – 7,0 = 56,0 m<sup>3</sup>/ημ με 2,0% ΟΣκ.β.** (Παράρτημα ΙΙ, Πίνακας 9)
- (στρογγυλοποιημένες τιμές)



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV Παραδείγματα Υπολογισμού Όγκου & Διαστάσεων Ανοιχτής Χωμάτινης Αναερόβιας Δεξαμενής

### 1) Μονή ΑΧΑΔ σε βουστάσιο (ΥΠΕΚΑ, 2015)

#### Προϋποθέσεις :

- Η χωρητικότητα ( $v_{ολ}$ ) της ΑΧΑΔ είναι το άθροισμα των επί μέρους όγκων :

του μόνιμου όγκου + του όγκου των αποβλήτων + του όγκου του νερού της βροχής που πέφτει μέσα σε αυτήν + του όγκου ασφάλειας για αποφυγή υπερχειλίσεων.  
(για λόγους ασφαλείας, δεν λαμβάνεται συνήθως υπόψη ο όγκος του νερού εξάτμισης)

- Χρησιμοποιείται το ίδιο ως άνω παράδειγμα βουστασίου γαλακτοπαραγωγής 210 αγελάδων.

- Κατά τη 'θερινή περίοδο' θα αδειάζει βαθμιαία το περιεχόμενο της δεξαμενής μέχρι το ύψος του μόνιμου όγκου και θα ξαναγεμίζει σιγά σιγά κατά τη 'χειμερινή περίοδο'.

- Ο μόνιμος όγκος εξασφαλίζει ζωτικό χώρο στους μικροοργανισμούς και ως εκ τούτου διατηρείται μόνιμα μέσα στη δεξαμενή.

- Τελικός όγκος αποβλήτων πριν το διαχωριστή (υγρά Δ/Χ) (Παράρτημα IV, Παράδειγμα βουστασίου γαλακτοπαραγωγής) :

Χειμερινή περίοδος (151 ημέρες, Νοέμβρ.- Μάρτ.).....25,0 m<sup>3</sup>/ημ

Θερινή περίοδος (365 - 151 = 214 ημέρες, Απρίλ.-Οκτ.).....13,0 m<sup>3</sup>/ημ

- Χρόνος διατήρησης των αποβλήτων στην ΑΧΑΔ (Χειμερινή περίοδος)..151 ημέρες

- Ποσοστό αποβλήτων, που φτάνει στην ΑΧΑΔ

(Παράρτημα IV, Παράδειγμα βουστασίου γαλακτοπαραγωγής) :....100% - 20% = 80%

- Ποσοστό παραμένοντος ρυπαντικού φορτίου στα απόβλητα, μετά το μηχανικό διαχωριστή που φτάνει στην ΑΧΑΔ (Παράρτημα II, Πίνακας 9).100%..... 18% = 82%

- Κλίση τοιχωμάτων (k).....(οριζόντια / κατακόρυφα)...1/1,5 = 0,67

- Συνολικό βάθος δεξαμενής ( $h_{ολ}$ ) ..... 6,0 m

- Μέγιστο ύψος στάθμης υγρών στη δεξαμενή (h) ..... 5,0 m

- Μέγιστο ύψος βροχής δεκαετίας στην περιοχή,  $h_{βρ}$  :

(Μέση ετήσια βροχόπτωση x 1,3)..... 650 mm x 1,3 = 845 mm

- Μήκος της μιας άνω πλευράς της δεξαμενής ( $\beta_2$ )..... 50,0 m

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

---

- Επιφάνεια προαυλίων και στέγης κτιρίων, που απορρέουν βρόχινο νερό προς τη δεξαμενή  
: 0,0 m<sup>2</sup>
- Συντελεστής μόνιμου όγκου (Παράρτημα ΙΙ, Πίνακας 10)..... .0,050

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Υπολογισμοί (με βάση τις ως άνω προϋποθέσεις):

A<sub>1</sub> Βασικός όγκος της ΑΧΑΔ

Συντελεστής μόνιμου όγκου	Ολικό ζωντανό βάρος [1.078 kg/αγελ. x 210 αγελ.]	Ποσοστό όγκου αποβλήτων που φτάνει στην ΑΧΑΔ	Ποσοστό φορτίου ρύπανσης που φτάνει στην ΑΧΑΔ	<b>ΜΟΝΙΜΟΣ ΟΓΚΟΣ</b> (m <sup>3</sup> )
0,050	226.380	0,80	0,82	7.425

+

Ημερήσιος όγκος παραγόμενων χειμερινών υγρών Δ/Χ (m <sup>3</sup> )	Επιθυμητός χρόνος παραμονής των αποβλήτων στην ΑΧΑΔ (ημέρες)	Ποσοστό όγκου αποβλήτων που φτάνει στην ΑΧΑΔ	<b>ΟΓΚΟΣ ΥΓΡΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ</b> (m <sup>3</sup> )
25,0	151	0,80	3.020

+

Ύψος μέγιστης ετήσιας βροχόπτωσης 10ετίας  (m)	Συνολική επιφάνεια ακάλυπτων χώρων με απόβλητα το 'χειμώνα' (m <sup>2</sup> )	Ποσοστό επιφανειακής απορροής  (*)	<b>ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΩΝ ΒΡΟΧΗΣ ΣΤΑ ΠΡΟΑΥΛΙΑ</b>  (m <sup>3</sup> )
0,845	0,00	1,0	0,00

=

<b>ΒΑΣΙΚΟ Σ ΟΓΚΟΣ ΤΗΣ ΑΧΑΔ</b> (m <sup>3</sup> )
<b>10.445</b>

(\*) Ποσοστό απορροής από τσιμεντένιες επιφάνειες = 1,0 και από φυσικό έδαφος = 0,7

Σημείωση : Απομένει να προστεθούν ακόμα οι όγκοι ασφάλειας και νερού βροχής (που πέφτει απ'ευθείας στην ΑΧΑΔ). Οι όγκοι αυτοί καταλαμβάνουν ένα χώρο υγρών στην ΑΧΑΔ ύψους 1,0 m και 0,845 m αντίστοιχα. Τα ύψη αυτά αφαιρούνται από το συνολικό βάθος της ΑΧΑΔ (hol) και το υπόλοιπο διατίθεται για τα υγρά του ως άνω βασικού όγκου και τον υπολογισμό των λοιπών διαστάσεων της ΑΧΑΔ, όπως φαίνεται πιο κάτω.

A<sub>2</sub> Διαστάσεις

$h_{ολ} =$  το συνολικό βάθος της δεξαμενής = 6,0 m

$h_{ασφ}$  = το ύψος που αντιστοιχεί στον όγκο ασφαλείας της δεξαμενής = 1,0 m  
 $h_{βρ}$  = Μέγιστο ύψος βροχής δεκαετίας στην περιοχή (μέση ετήσια βροχόπτωση x 1,3) = 0,845 m  
 $h_{εξ}$  = Ελάχιστο ύψος εξάτμισης ( παραλείπεται για λόγους ασφάλειας)  
 $h$  = το ύψος της στάθμης των υγρών του βασικού όγκου μέσα στη δεξαμενή ( $h_{ολ} - h_{ασφ} - h_{βρ}$ ) = 6,0 - 1,0 - 0,845 = 4,2 m  
 $V_{ολ}$  = ο βασικός όγκος των υγρών της δεξαμενής = 10.445 m<sup>3</sup>  
 $\alpha_1, \beta_1$  = διαστάσεις πυθμένα  
 $\alpha_2, \beta_2$  = άνω διαστάσεις δεξαμενής (κορυφή τοιχωμάτων)  
 $\alpha_1', \beta_1'$  = διαστάσεις υγρής επιφάνειας στο ύψος της στάθμης των υγρών (h)  
 $k$  = η κλίση των τοιχωμάτων (πρανών) της δεξαμενής =  $(\alpha_2 - \alpha_1) / 2 \times h_{ολ} = (\beta_2 - \beta_1) / 2 \times h_{ολ}$  για  $h =$

4,2 m και  $\beta_2 = 50,0$  m προκύπτουν :

$\beta_1 = \beta_2 - 2 \times k \times h_{ολ} = 50,0 - 2 \times 0,67 \times 6,0 = 42,0$  m (στρογγυλοποίηση)  
 $\beta_1' = \beta_1 + 2 \times k \times h = 42,0 + 2 \times 0,67 \times 4,2 = 47,6$  m (στρογγυλοποίηση)  
 $\alpha_1 = \{V_{ολ} / [h \times (\beta_1' - k \times h)]\} - k \times h = \{10.445 / [4,2 \times (47,6 - 0,67 \times 4,2)]\} - 0,67 \times 4,2 = 53,0$  m (στρογγυλ.)  
 $\alpha_2 = \alpha_1 + 2 \times k \times h_{ολ} = 53,0 + 2 \times 0,67 \times 6,0 = 61,0$  m (στρογγυλοποίηση)  
 $\alpha_1' = \alpha_1 + 2 \times k \times h = 53,0 + 2 \times 0,67 \times 4,2 = 58,6$  m (στρογγυλοποίηση)

Ο κατασκευαστικός όγκος της ΑΧΑΔ υπολογίζεται από τη σχέση :

$$V = (h_{ολ}/3) \times [\alpha_2 \times \beta_2 + \alpha_1 \times \beta_1 + (\alpha_2 \times \beta_2 \times \alpha_1 \times \beta_1)^{0,5}] = 15.760 \text{ m}^3$$

Τελικά προκύπτουν : Διαστάσεις :  
- Πυθμένα = .....  $\alpha_1 = 53,00$  m,  $\beta_1 = 42,00$  m  
- Κορυφής τοιχωμάτων =  $\alpha_2 = 61,00$  m,  $\beta_2 = 50,00$  m

και κατά προσέγγιση ένας κατασκευαστικός όγκος δεξαμενής :

$$\text{Όγκος (V}_{ΑΧΑΔ}) = 16.000 \text{ m}^3$$

## 2) Διπλή ΑΧΑΔ σε χοιροστάσιο

- Η διπλή ΑΧΑΔ αποτελείται από δύο συνεχόμενες, ίδιας κατασκευής και ολικού βάθους, δεξαμενές με ένα κοινό τοίχωμα.

- Η χωρητικότητα ( $V_{ολ1}$ ) της 1<sup>ης</sup> ΑΧΑΔ είναι ίση με το μόνιμο όγκο μειωμένο κατά το ¼ ή 25%. Διατηρείται πάντα γεμάτη και δέχεται καθημερινά τα υγρά Δ/Χ των αποβλήτων και το νερό της βροχής, που πέφτει στην επιφάνειά της. Παράλληλα, ίσος όγκος υγρών καταλήγει στην 2<sup>η</sup> ΑΧΑΔ, μέσω υπερχειλιστή.

- Η χωρητικότητα ( $V_{ολ2}$ ) της 2<sup>ης</sup> ΑΧΑΔ είναι το άθροισμα των εξής επί μέρους όγκων : του ¼ ή 25% του μόνιμου όγκου + του όγκου των αποβλήτων & του νερού της βροχής, που πέφτουν στην 1<sup>η</sup> ΑΧΑΔ και εκτοπίζουν ίσο όγκο υγρών προς τη 2<sup>η</sup> ΑΧΑΔ, μέσω συστήματος υπερχειλίσης + του όγκου του νερού της βροχής, που πέφτει απευθείας στην επιφάνειά της 2<sup>ης</sup> ΑΧΑΔ + τον όγκο ασφαλείας για αποφυγή υπερχειλίσεων.  
(για λόγους ασφαλείας, δεν λαμβάνεται συνήθως υπόψη ο όγκος του νερού εξάτμισης)

- Χρησιμοποιείται το ίδιο ως άνω παράδειγμα χοιροστασίου 600 χοιρομητέρων

- Κατά τη ‘θερινή περίοδο’ θα αδειάζει βαθμιαία το περιεχόμενο της 2<sup>ης</sup> ΑΧΑΔ μέχρι το ύψος του μόνιμου όγκου και θα ξαναγεμίζει σιγά σιγά κατά την επερχόμενη ‘χειμερινή περίοδο’.

- Ο μόνιμος όγκος εξασφαλίζει ζωτικό χώρο στους μικροοργανισμούς και ως εκ τούτου, διατηρείται μόνιμα και μέσα στην 2<sup>η</sup> ΑΧΑΔ.

- Τελικός όγκος αποβλήτων μετά το διαχωριστή (Παράρτημα IV, Παράδειγμα χοιροστασίου):

Χειμερινή περίοδος (151 ημέρες, Νοέμβρ.- Μάρτ.).....63,0 m<sup>3</sup>/ημ

Θερινή περίοδος (365 -151 = 214 ημέρες, Απρίλ. – Οκτ.).....63,0 m<sup>3</sup>/ημ

- Χρόνος διατήρησης των αποβλήτων στην ΑΧΑΔ (Χειμερινή περίοδος): .....151 ημέρες

- Ποσοστό αποβλήτων που φτάνει στην ΑΧΑΔ (Παράρτημα IV, Παράδειγμα χοιροστασίου) :

.....100% - 6% = 94%

- Ποσοστό παραμένοντος ρυπαντικού φορτίου στα απόβλητα, μετά τη διέλευσή τους από το μηχανικό διαχωριστή, που φτάνει στην ΑΧΑΔ (Παράρτημα II, Πίνακας 9)

.....100% – 26% = 74%

- Κλίση τοιχωμάτων (k) ..... οριζόντια : κατακόρυφα 1/1,5 = 0,67

- Συνολικό βάθος δεξαμενής (h<sub>ολ</sub>) ..... 6,0 m

- Μέγιστο ύψος στάθμης υγρών στη δεξαμενή (h) ..... 5,0 m

- Μέγιστο ύψος βροχής δεκαετίας στην περιοχή, h<sub>βρ</sub>:

(Μέση ετήσια βροχόπτωση x 1,3)..... 650 mm x 1,3 = 845 mm

- Μήκος της μιας άνω πλευράς της δεξαμενής (β<sub>2</sub>)..... 50,0 m

- Επιφάνεια προαυλίων και στέγης κτιρίων, που απορρέουν βρόχινο νερό προς τη δεξαμενή.....0,0 m<sup>2</sup>

- Συντελεστής μόνιμου όγκου (Παράρτημα II, Πίνακας 9).....0,030

Υπολογισμοί (με βάση τις ως άνω προϋποθέσεις) :

Συντελεστής μόνιμου όγκου	Ολικό ζωντανό βάρος [626 kg/χοιρ x 600 χοιρ]	Ποσοστό όγκου αποβλήτων που φτάνει στην ΑΧΑΔ	Ποσοστό φορτίου ρύπανσης που φτάνει στην ΑΧΑΔ	ΜΟΝΙΜΟΣ ΟΓΚΟΣ (m <sup>3</sup> )
0,030	375.600	0,94	0,74	7.838

A<sub>1</sub> Βασικός όγκος της 1<sup>ης</sup> ΑΧΑΔ = 7.838 m<sup>3</sup> x 3/4 = 5.879 m<sup>3</sup> (στρογγυλοποίηση)

Σημείωση: Απομένει ακόμα να προστεθεί στο βασικό όγκο ο όγκος ασφάλειας (ύψους 1,0 m)

-Διαστάσεις της 1<sup>ης</sup> ΑΧΑΔ

h<sub>ολ</sub>= το συνολικό βάθος της δεξαμενής = 6,0 m

**Διαχείριση Κτηνοτροφικών και Τυροκομικών Αποβλήτων με σκοπό την Παραγωγή Ενέργειας και Εδαφοβελτιωτικού με χρήση της μεθόδου της Αναερόβιας Χώνευσης, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

$h_{ασφ}$  = το ύψος που αντιστοιχεί στον όγκο ασφαλείας της δεξαμενής = 1,0 m  
 $h_{βρ}$  = Μέγιστο ύψος βροχής δεκαετίας στην περιοχή (μέση ετήσια βροχόπτωση x 1,3) = 0,845 m  
 $h_{εξ}$  = Ελάχιστο ύψος εξάτμισης ( παραλείπεται για λόγους ασφάλειας)  
 $h$  = το ύψος της στάθμης των υγρών μέσα στη δεξαμενή (  $h_{ολ} - h_{ασφ}$  ) = 6,0 - 1,0 = 5,0 m  
 $V_{ολ}$  = ο όγκος των υγρών της δεξαμενής (που αντιστοιχεί στο ύψος h) = 5.879 m<sup>3</sup>  
 $\alpha_1, \beta_1$  = διαστάσεις πυθμένα  
 $\alpha_2, \beta_2$  = άνω διαστάσεις δεξαμενής (κορυφή τοιχωμάτων)  
 $\alpha_1', \beta_1'$  = διαστάσεις υγρής επιφάνειας στο ύψος της στάθμης των υγρών (h)  
 $k$  = η κλίση των τοιχωμάτων (πρανών) της δεξαμενής =  $(\alpha_2 - \alpha_1) / 2 \times h_{ολ} = (\beta_2 - \beta_1) / 2 \times h_{ολ}$   
για  $h = 5,0$  m και  $\beta_2 = 50,0$  m προκύπτουν :  
 $\beta_1 = \beta_2 - 2 \times k \times h_{ολ} = 50,0 - 2 \times 0,67 \times 6,0 = 42,0$  m (στρογγυλοποίηση)  
 $\beta_1' = \beta_1 + 2 \times k \times h = 42,0 + 2 \times 0,67 \times 5,0 = 48,7$  m (στρογγυλοποίηση)  
 $\alpha_1 = \{ V_{ολ} / [h \times (\beta_1' - k \times h)] \} - k \times h = \{ 5.879 / [5,0 \times (48,7 - 0,67 \times 5,0)] \} - 0,67 \times 5,0 = 23,0$  m (στρογγυλ.)  
 $\alpha_2 = \alpha_1 + 2 \times k \times h_{ολ} = 23,0 + 2 \times 0,67 \times 6,0 = 31,0$  m (στρογγυλοποίηση)  
 $\alpha_1' = \alpha_1 + 2 \times k \times h = 23,0 + 2 \times 0,67 \times 5,0 = 29,7$  m (στρογγυλοποίηση)  
Ο κατασκευαστικός όγκος της δεξαμενής υπολογίζεται από τη σχέση :  
 $V = (h_{ολ}/3) \times [\alpha_2 \times \beta_2 + \alpha_1 \times \beta_1 + (\alpha_2 \times \beta_2 \times \alpha_1 \times \beta_1)0,5] = 7.480$  m<sup>3</sup>

Τελικά προκύπτουν : **Διαστάσεις :**

- Πυθμένα = .....  $\alpha_1 = 23,00$  m,  $\beta_1 = 42,00$  m
- Κορυφής τοιχωμάτων =.  $\alpha_2 = 31,00$  m,  $\beta_2 = 50,00$  m

Και κατά προσέγγιση ένας τελικός όγκος δεξαμενής:

**Τελικός όγκος ( $V_{ΑΧΑΔ}$ ) = 7.500 m<sup>3</sup>**

<b>Ημερήσιος όγκος παραγόμενων αποβλήτων</b>  (m <sup>3</sup> )	x	<b>Επιθυμητός χρόνος παραμονής των αποβλήτων στην ΑΧΑΔ</b>	x	<b>Ποσοστό όγκου αποβλήτων που φτάνει στην ΑΧΑΔ</b>	=	<b>ΟΓΚΟΣ ΥΓΡΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟ Υ</b>  (m <sup>3</sup> )
63,0		151		0,94		8.942

+

<b>Ύψος μέγιστης ετήσιας βροχόπτωσης 10ετίας</b> (m)	x	<b>Συνολική επιφάνεια ακάλυπτων χώρων με απόβλητα το 'χειμόνα'</b> (m <sup>2</sup> )	x	<b>Ποσοστό επιφανειακής απορροής</b> (*)	=	<b>ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΩΝ ΒΡΟΧΗΣ ΣΤΑ ΠΡΟΑΥΛΙΑ</b> (m <sup>3</sup> )
0,845		0,00		1,0		0,00

(\*) Ποσοστό απορροής από τσιμεντένιες επιφάνειες = 1,0 και από φυσικό έδαφος = 0,7

$A_2$  Βασικός όγκος της 2<sup>ης</sup> ΑΧΑΔ =  $7.838 \times 1/4 + 8.942 + (31 \times 50,0 \times 0,845)^{(**)} = 12.211$  m<sup>3</sup>

(\*\*) Ο όγκος νερού της βροχής που πέφτει στην 1<sup>η</sup> και υπερχειλίζει στην 2<sup>η</sup> ΑΧΑΔ. = 1.310 m<sup>3</sup>

Σημείωση : Απομένει να προστεθούν ακόμα οι όγκοι ασφάλειας και νερού βροχής (που πέφτει απ'ευθείας στη 2<sup>η</sup> ΑΧΑΔ). Οι όγκοι αυτοί καταλαμβάνουν ένα χώρο υγρών στην ΑΧΑΔ ύψους 1,0 m και 0,845 m αντίστοιχα. Τα ύψη αυτά αφαιρούνται από το συνολικό βάθος της ΑΧΑΔ (h<sub>ολ</sub>) και το υπόλοιπο διατίθεται για τα υγρά του ως άνω βασικού όγκου και τον υπολογισμό των λοιπών διαστάσεων της ΑΧΑΔ, όπως φαίνεται πιο κάτω.

**- Διαστάσεις της 2<sup>ης</sup> ΑΧΑΔ**

$h_{ολ} =$  το συνολικό βάθος της δεξαμενής = 6,0 m

$h_{ασφ} =$  το ύψος που αντιστοιχεί στον όγκο ασφαλείας της δεξαμενής = 1,0 m

$h_{βρ} =$  Μέγιστο ύψος βροχής δεκαετίας στην περιοχή (μέση ετήσια βροχόπτωση x 1,3) = 0,845 m

$h_{εξ} =$  Ελάχιστο ύψος εξάτμισης (παραλείπεται για λόγους ασφάλειας)

$h =$  το ύψος της στάθμης των υγρών μέσα στη δεξαμενή ( $h_{ολ} - h_{ασφ} - h_{βρ}$ ) = 6,0 - 1,0 - 0,845 = 4,2 m

$V_{ολ} =$  Ο βασικός όγκος της 2<sup>ης</sup> ΑΧΑΔ (αντιστοιχεί στο ύψος h) = 12.211 m<sup>3</sup> (στρογγυλοποίηση)

$\alpha_1, \beta_1 =$  διαστάσεις πυθμένα

$\alpha_2, \beta_2 =$  άνω διαστάσεις δεξαμενής (κορυφή τοιχωμάτων)

$\alpha_1', \beta_1' =$  διαστάσεις υγρής επιφάνειας στο ύψος της στάθμης των υγρών (h)

$k =$  η κλίση των τοιχωμάτων (πρανών) της δεξαμενής =  $(\alpha_2 - \alpha_1) / 2 \times h_{ολ} = (\beta_2 - \beta_1) / 2 \times h_{ολ}$

για  $h = 4,2$  m και  $\beta_2 = 50,0$  m προκύπτουν:

$\beta_1 = \beta_2 - 2 \times k \times h_{ολ} = 50,0 - 2 \times 0,67 \times 6,0 = 42,0$  m (στρογγυλοποίηση)

$\beta_1' = \beta_1 + 2 \times k \times h = 42,0 + 2 \times 0,67 \times 4,2 = 47,5$  m (στρογγυλοποίηση)

$\alpha_1 = \{ V_{ολ} / [h \times (\beta_1' - k \times h)] \} - k \times h = \{ 12.211 / [4,2 \times (47,5 - 0,67 \times 4,2)] \} - 0,67 \times 4,2 = 62,0$  m

$\alpha_2 = \alpha_1 + 2 \times k \times h_{ολ} = 62,0 + 2 \times 0,67 \times 6,0 = 70,0$  m

$\alpha_1' = \alpha_1 + 2 \times k \times h = 62,0 + 2 \times 0,67 \times 4,2 = 67,5$  m (στρογγυλοποίηση)

Ο κατασκευαστικός όγκος της δεξαμενής υπολογίζεται από τη σχέση :

$V = (h_{ολ}/3) \times [\alpha_2 \times \beta_2 + \alpha_1 \times \beta_1 + (\alpha_2 \times \beta_2 \times \alpha_1 \times \beta_1)0,5] = 18.245$  m<sup>3</sup>

**Τελικά προκύπτουν : Διαστάσεις :**

- Πυθμένα = .....  $\alpha_1 = 62,00$  m,  $\beta_1 = 42,00$  m

- Κορυφής τοιχωμάτων =  $\alpha_2 = 70,00$  m,  $\beta_2 = 50,00$  m

Και κατά προσέγγιση ένας τελικός όγκος δεξαμενής:

**Τελικός όγκος ( $V_{ΑΧΑΔ}$ ) = 18.300 m<sup>3</sup>**