

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διαχείριση & Προστασία του Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή



Διαχείριση Γεωργικών Αποβλήτων στην επαρχία Πάφου της
Κύπρου με σκοπό την παραγωγή ενέργειας και
εδαφοβελτιωτικού

Χρυσοβαλάντω Κάιζερ

Επιβλέπων Καθηγητής
Μαρίνος Στυλιανού

Δεκέμβριος 2019

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διαχείριση & Προστασία του περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Διαχείριση Γεωργικών Αποβλήτων στην επαρχία Πάφου της
Κύπρου με σκοπό την παραγωγή ενέργειας και
εδαφοβελτιωτικού**

Χρυσοβαλάντω Κάιζερ

**Επιβλέπων Καθηγητής
Μαρίνος Στυλιανού**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών
Στη Διαχείριση & Προστασία Περιβάλλοντος
από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών
του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Δεκέμβριος 2019

ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

Περίληψη

Η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού καθώς και η άνοδος του βιοτικού επιπέδου στις μέρες μας, συνεπάγεται την αύξηση των ανθρώπινων αναγκών για κατανάλωση υλικών αγαθών με αποτέλεσμα να δημιουργούνται τεράστιες ποσότητες αποβλήτων οι οποίες χρήζουν κατάλληλης διαχείρισης. Ο τομέας της γεωργίας αποτελεί μία από τις σημαντικότερες πηγές αποβλήτων ο οποίος εξετάζεται στη παρούσα διατριβή.

Η συγκεκριμένη εργασία έχει ως στόχο τη διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων στην επαρχία της Πάφου με σκοπό την παραγωγή ενέργειας και εδαφοβελτιωτικού. Πιο αναλυτικά, στο πρώτο κεφάλαιο δίνονται γενικές πληροφορίες για τα γεωργικά απόβλητα, όπως χαρακτηριστικά, πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα κτλ. Ενώ στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης. Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η σύσταση, οι εφαρμογές, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από τη χρήση του βιοαερίου και στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο εδαφοβελτιωτικό το οποίο παράγεται από τη διαδικασία της ΑΧ. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα μεθοδολογικά εργαλεία καθώς και οι εξισώσεις που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διατριβή. Στο έκτο κεφάλαιο, αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση στην επαρχία της Πάφου ενώ στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό της ποσότητας των γεωργικών φυτικών υπολειμμάτων της επαρχίας Πάφου, της ενέργειας που δύναται να παραχθεί καθώς και του εδαφοβελτιωτικού. Επίσης υπολογίζονται και τα στρέμματα στα οποία μπορεί να αξιοποιηθεί το παραγόμενο εδαφοβελτιωτικό καθώς και η εξοικονόμηση διοξειδίου του άνθρακα. Στο όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζεται το ερωτηματολόγιο το οποίο διανεμήθηκε στους γεωργούς της περιοχής για τη διερεύνηση του κατά πόσο διαχειρίζονται τα γεωργικά απόβλητα. Τέλος στο ένατο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την ανάλυση των προηγούμενων κεφαλαίων.

Summary

Nowadays, the increasing of the global population and the increasing of the standard of living, means that human needs to consume are increasing too, as a result the huge amount of waste. The agriculture sector is one of the major sources of waste, considered in this thesis. This project aims at the management of agriculture waste in the province of Paphos, for the purpose of energy production and soil improvement. In more detail, the first chapter provides general information on agriculture waste, such as features, advantages, disadvantages, etc. while the second chapter describes the process of anaerobic digestion. The third chapter describes the composition, applications, advantages and disadvantages of using biogas and in the fourth chapter we refer to the soil conditioner produced by the anaerobic digestion. The fifth chapter presents the methodological tools as well as the equations used in this thesis. In the sixth chapter, the current situation in the province of Paphos is analyzed, while the seventh chapter presents the results of the calculations of the agricultural vegetable residues in Paphos province, the energy that can be produced as well as the soil conditioner. It also calculates the acres in which the produced soil conditioner can be utilized and carbon dioxide savings. The eighth chapter presents the questionnaire distributed to farmers in the area to investigate whether they manage agriculture waste. Finally, in the ninth chapter, the results from the analysis of the previous chapters are presented.

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Μαρίνο Στυλιανού για την πολύτιμη καθοδήγηση του στην εκπόνηση της διατριβής καθώς και για την εμπιστοσύνη και εκτίμηση που μου έδειξε. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, τα αδέρφια μου, τον σύζυγο μου αλλά και την κόρη μου, που μου συμπαραστάθηκαν παρέχοντας μου στοργή και κουράγιο για την ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού μου προγράμματος.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	iii
Summary.....	iv
Ευχαριστίες.....	v
Περιεχόμενα.....	vi
Κατάλογος Πινάκων.....	ix
Κατάλογος Διαγραμμάτων.....	xi

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

1.1 Εισαγωγή στην έννοια των γεωργικών αποβλήτων.....	5
1.2 Χαρακτηριστικά των γεωργικών υπολειμμάτων φυτικής προέλευσης.....	6
1.2.1 Χαρακτηριστικά πρωτογενών γεωργικών υπολειμμάτων φυτικής προέλευσης....	6
1.2.2 Χαρακτηριστικά πρωτογενών γεωργικών υπολειμμάτων οργανικής προέλευσης.....	6
1.2.3 Χαρακτηριστικά δευτερογενών γεωργικών υπολειμμάτων φυτικής προέλευσης.....	7
1.2.4 Αναδυόμενη αξιοποίηση δευτερογενών γεωργικών υπολειμμάτων.....	7
1.3 Συνήθεις πρακτικές διαχείρισης γεωργικών αποβλήτων.....	8
1.3.1 Εισαγωγή.....	8
1.3.2 Γεωργικές πρακτικές σχετικά με τη διαχείριση γεωργικών αποβλήτων.....	8
1.4 Μέθοδοι αποθήκευσης γεωργικών φυτικών υπολειμμάτων.....	10
1.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από τη χρήση των γεωργικών αποβλήτων στον ενεργειακό τομέα.....	11
1.6 Κοινωνικά οφέλη από τη χρήση γεωργικών αποβλήτων.....	12
1.7 Νομοθετικό πλαίσιο στη Κύπρο.....	13
1.8 Προβληματισμοί ως προς τη διαθεσιμότητα των γεωργικών αποβλήτων.....	14
1.9 Αξιοποίηση γεωργικής βιομάζας στη Κύπρο.....	15
1.9.1 Συμβατικές και ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές στη Κύπρο.....	15
1.9.2 Εθνικοί στόχοι-Εθνικό Σχέδιο Δράσης για ΑΠΕ.....	18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

2.1 Εισαγωγή στην έννοια της αναερόβιας χώνευσης.....	21
2.2 Περιγραφή της μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης.....	22
2.3 Κατηγορίες μονάδων βιομάζας.....	25

2.4	Καταλληλότητα της μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης.....	25
2.5	Παράγοντες που επηρεάζουν τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης και την απόδοση σε προϊόντα.....	26
2.6	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	28
2.6.1	Εκπομπές στην ατμόσφαιρα.....	28
2.6.2	Παραγόμενα υγρά απόβλητα.....	29
2.6.3	Παραγόμενα στερεά απόβλητα.....	29
2.7	Νομοθετικό πλαίσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ.....	29
2.7.1	Κοινοτικό πλαίσιο Κύπρου.....	29
2.8	Διαχείριση παραγόμενου χωνεμένου υπολείμματος (στερεό/υγρό).....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΟΑΕΡΙΟ		
3.1	Βιοαέριο:Σύσταση και ποιότητα.....	34
3.2	Δυναμικό Βιοαερίου στην Ευρώπη.....	35
3.3	Εφαρμογές βιοαερίου.....	35
3.4	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα βιοαερίου.....	36
3.4.1	Πλεονεκτήματα βιοαερίου.....	36
3.4.2	Μειονεκτήματα βιοαερίου.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ		
4.1	Γενικά για τα εδαφοβελτιωτικά από ΑΧ.....	39
4.2	Χαρακτηριστικά εδαφοβελτιωτικού υλικού από ΑΧ.....	40
4.2.1	Προϋποθέσεις ενσωμάτωσης χωνεμένου υπολείμματος στα εδάφη.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ		
5.1	Εισαγωγή.....	43
5.2	Μεθοδολογικά εργαλεία.....	44
5.3	Επιλογή μεθοδολογίας υπολογισμού γεωργικών υπολειμμάτων.....	44
5.4	Μεθοδολογία υπολογισμού δυναμικού μεθανίου και βιοαερίου.....	48
5.5	Μεθοδολογία υπολογισμού συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ		
1.1	Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης της μελέτης περίπτωσης: Επαρχία Πάφου.....	50
6.1.1	Γενικές πληροφορίες.....	50
6.1.2	Φυσικό περιβάλλον.....	51
6.1.3	Ανθρωπογενές περιβάλλον.....	55
6.1.4	Διαχείριση στερεών, υγρών και βιολογικών απορριμμάτων.....	63

6.1.5	Χρήσεις γησ-καλύψεις γης.....	65
6.1.6	Καλύψεις γης-αγροτική παραγωγή.....	67
6.1.7	Κοινωνική υποδομή.....	68
6.2	Μονάδες αξιοποίησης βιομάζας στη Κύπρο.....	70
6.2.1	Εισαγωγή.....	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΑΡΧΙΑ ΠΑΦΟΥ		
7.1	Εισαγωγή.....	76
7.2	Υπολογισμός πρωτογενών γεωργικών υπολειμμάτων στην επαρχία Πάφου.....	77
7.3	Υπολογισμός δυναμικού μεθανίου και βιοαερίου.....	79
7.4	Υπολογισμός συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.....	80
7.5	Υπολογισμός παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού υλικού.....	81
7.6	Υπολογισμός στρεμμάτων για διάθεση εδαφοβελτιωτικού.....	82
7.7	Εξοικονόμηση ισοδύναμου CO ₂	82
7.8	Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων σεναρίου.....	83
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....		85
ΚΕΦΑΚΑΙΟ 9: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....		93
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		96

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Εκπομπές από την παραγωγή ενέργειας.....	16
Πίνακας 2.1: Παραγωγή ενέργειας σε kWh από το 2004 μέχρι το 2017.....	30
Πίνακας 3.1: Χαρακτηριστικά βιοαερίου.....	33
Πίνακας 3.2: Θεωρητική απόδοση σε βιοαέριο από διαφορετικές πρώτες ύλες και περιεκτικότητα σε μεθάνιο.....	32
Πίνακας 4.1: Επίδραση στην ποιότητα των εδαφοβελτιωτικών από τα χαρακτηριστικά του υποστρώματος.....	40
Πίνακας 4.2: Οριακές τιμές επιτρεπόμενων ουσιών για την έκδοση πιστοποιητικού.....	42
Πίνακας 5.1: Χαρακτηριστικά βασικών τύπων υπολειμμάτων στην Κύπρο.....	45
Πίνακας 5.2: Έκταση σε δεκάρια στερεής βιομάζας ανά επαρχία.....	47
Πίνακας 5.3: ποσότητες δυναμικού μεθανίου και περιεχόμενο μεθανίου για τα γεωργικά υπολείμματα.....	49
Πίνακας 6.1: Κατανομή εργαζόμενων, ανάλογα με την οικονομική δραστηριότητα και φύλο.....	56
Πίνακας 6.2: Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά κατηγορία.....	57
Πίνακας 6.3: Παραγωγή ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	58
Πίνακας 6.4: Παραγωγή και διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων.....	64
Πίνακας 6.5: Κυριότερες χρήσεις γης στην περιοχή Κύπρου.....	66
Πίνακας 6.6: Χρησιμοποιούμενη γεωργική και κτηνοτροφική έκταση και αριθμός εκμεταλλεύσεων ανά επαρχία.....	67
Πίνακας 6.7: Μονάδες βιομάζας στη Κύπρο.....	71
Πίνακας 6.8: Τα οργανικά απόβλητα τα οποία επεξεργάζονται οι σταθμοί βιοαερίου....	74
Πίνακας 7.1: Ποσότητες γεωργικών υπολειμμάτων σε τόνους ανά έτος στην επαρχία Πάφου.....	78
Πίνακας 7.2: Υπολογισμός δυναμικού μεθανίου και δυναμικού βιοαερίου.....	79
Πίνακας 7.3: υπολογισμός της ποσότητας εδαφοβελτιωτικού που δύναται να παραχθεί από την αξιοποίηση των γεωργικών υπολειμμάτων στην επαρχία Πάφου.....	81
Πίνακας 7.4: εξοικονόμηση CO ₂ ανά έτος από την επεξεργασία των γεωργικών αποβλήτων.....	82
Πίνακας 7.5: Αποτελέσματα των υπολογισμών που διεξάχθηκαν.....	83

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Ιεράρχιση των επιλογών διαχείρισης αποβλήτων σύμφωνα με την οδηγία 2008/98.....	3
Χάρτης 1.1:Συνολική ετήσια ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο φωτοβολταϊκό πλαίσιο.....	17
Χάρτης 1.2: Διαθέσιμη ενέργεια η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί από τα γεωργικά υπολείμματα στη Κύπρο.....	18
Εικόνα 2.1: Διαδικασία αναερόβιας χώνευσης.....	24
Εικόνα 3.1: Διαφορετικές χρήσεις βιοαερίου.....	36
Χάρτης 6.1 : Περιοχή μελέτης-Επαρχία Πάφου.....	51
Χάρτης 6.2: Γεωλογικός χάρτης Κύπρου.....	52
Χάρτης 6.3: Χάρτες σεισμικής επικινδυνότητας της Κύπρου.....	53
Χάρτης 6.4:Λεκάνες απορροής στην περιοχή της Κύπρου.....	54
Διάγραμμα 6.1: Εργαζόμενοι ηλικίας 15 και άνω, κατά οικονομική δραστηριότητα και φύλο.....	56
Διάγραμμα 6.2:Εγχώρια κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα.....	59
Διάγραμμα 6.3: Εγχώρια κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο.....	60
Διάγραμμα 6.4: Κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα.....	61
Διάγραμμα 6.5: Κατανάλωση ενέργειας στον τριτογενή τομέα.....	61
Διάγραμμα 6.7: Κατανάλωση ενέργειας στο βιομηχανικό τομέα ανά κατηγορία.....	62
Διάγραμμα 6.8: Κατανάλωση καυσίμων στον τομέα των μεταφορών.....	62
Διάγραμμα 6.9: Χρήσεις γης στο νησό της Κύπρου.....	66
Διάγραμμα 6.10: Αριθμός μαθητών και φοιτητών στη δημόσια και ιδιωτική εκπαίδευση το έτος 2015/2016.....	69

Διάγραμμα 6.11: Ρυθμός ανάπτυξης της οικονομίας.....	70
Διάγραμμα 7.1: Ποσοστό συνεισφοράς κάθε βιοαποικοδομήσιμου αποβλήτου ανά επαρχία.....	77
Διάγραμμα 7.2: Ποσότητες γεωργικών υπολειμμάτων στην επαρχία Πάφου σε τόνους ανά έτος.....	79
Διάγραμμα 7.3: Παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από την επεξεργασία των γεωργικών αποβλήτων.....	80
Διάγραμμα 8.1: Φύλο.....	85
Διάγραμμα 8.2: Ηλικία.....	86
Διάγραμμα 8.3: Εκπαιδευτικό υπόβαθρο.....	86
Διάγραμμα 8.4: Κατηγορίες δραστηριοποίησης αγροτών.....	87
Διάγραμμα 8.5: Πηγές ενημέρωσης των αγροτών όσον αφορά τα θέματα διαχείρισης αποβλήτων.....	88
Διάγραμμα 8.6: Διαχείριση κλαδιών και φύλλων έπειτα από κλάδεμα.....	88
Διάγραμμα 8.7: Διαχείριση ξεραμένων φυτών μετά το τέλος της παραγωγής.....	89
Διάγραμμα 8.8: Διαχείριση παλιών και χαλασμένων οχημάτων.....	89
Διάγραμμα 8.9: Διαχείριση φθαρμένων και άρρωστων προϊόντων.....	90
Διάγραμμα 8.10: Διαχείριση κατεστραμμένων κιβωτίων τοποθέτησης προϊόντων.....	90
Διάγραμμα 8.11: Οδηγίες για τη χρήση και εφαρμογή λιπασμάτων.....	91

Κεφάλαιο 1

ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Στη σύγχρονη εποχή, παρατηρείται μεγάλη αύξηση της κατανάλωσης υλικών αγαθών, γεγονός που σχετίζεται με την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, με την άνοδο του βιοτικού επιπέδου, με την αύξηση της ανθρώπινης ανάγκης για κατανάλωση. Το τελικό αποτέλεσμα της υπερκατανάλωσης υλικών αγαθών, είναι η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων, που απαιτούν τη κατάλληλη διαχείριση, ώστε να διασφαλίζεται η προστασία του περιβάλλοντος (Μουσιόπουλος, 2017).

Στην παρούσα εργασία, η μελέτη-διερεύνηση επικεντρώνεται στα γεωργικά απόβλητα. Η γεωργική παραγωγή, αποτελεί στη σημερινή εποχή, σημαντική παραγωγική ανθρώπινη δραστηριότητα. Στα πλαίσια της παραγωγής επιθυμητών καταναλωτικών προϊόντων, δημιουργούνται και παραπροϊόντα που για οικονομικούς και κοινωνικούς λόγους, θεωρούνται άχρηστα και αποβάλλονται στο περιβάλλον. Τα παραπροϊόντα αυτά, ονομάζονται απόβλητα (στερεή σύσταση), ή λύματα (υγρή σύσταση) (Μουσιόπουλος, 2017).

Η γεωργία συνιστά βασική και σημαντική πηγή αποβλήτων, λόγω της ευρύτατης χρησιμοποίησης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, που θέτουν σε κίνδυνο τη δημόσια υγεία. Η τεχνολογική παρέμβαση στην παραγωγική διαδικασία, η πολλαπλή επεξεργασία των προϊόντων, έχουν ως απόρροια αφενός την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων ποιοτικών προϊόντων, αφετέρου την αυξημένη παραγωγή γεωργικών αποβλήτων. Γεγονός που έχει επίπτωση στη περιβαλλοντική ρύπανση. Η προσεκτική μελέτη και διερεύνηση του θέματος συνεισφέρει αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Στην αρχή της μελέτης προσδιορίζεται εννοιολογικά ο όρος γεωργικά απόβλητα, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των γεωργικών υπολειμμάτων φυτικής καθώς και οργανικής προέλευσης, αναφέρονται οι συνηθισμένες πρακτικές

διαχείρισης των γεωργικών αποβλήτων, παρουσιάζονται οι μέθοδοι αποθήκευσης των γεωργικών υπολειμμάτων. Δίνεται έμφαση στη χρήση των γεωργικών αποβλήτων στην παραγωγή ενέργειας καθώς επίσης γίνεται αναφορά στην υφιστάμενη κατάσταση, που αφορά την περιοχή της Κύπρου. Στην περιοχή της Κύπρου, και συγκεκριμένα στην επαρχία Πάφου, παρατηρείται αυξημένη γεωργική εκμετάλλευση της γης με σκοπό την αυξημένη παραγωγή γεωργικών προϊόντων. Η αυξημένη παραγωγή γεωργικών προϊόντων, συνεπάγεται την αυξημένη παραγωγή και γεωργικών αποβλήτων, που επιβάλλουν αποτελεσματική και ορθή διαχείριση (Ανδρεάτου, 2007).

Η παρούσα διερεύνηση της υφιστάμενης κατάστασης, σχετικά με το πρόβλημα των γεωργικών αποβλήτων, συμβάλλει στην εξεύρεση λύσεων που θα αποσκοπούν στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος καθώς και στη προάσπιση της ανθρώπινης υγείας.

Η προστασία του περιβάλλοντος έχει αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία μετά την ένταξη της Κύπρου στην Ε.Ε, καθώς μαζί με την οικονομική ανάπτυξη και κοινωνική συνοχή, συνιστούν τους βασικούς πυλώνες της ευρωπαϊκής πολιτικής. Η σύγχρονη άποψη για τα θέματα διαχείρισης των αποβλήτων δεν περιορίζεται στη τελική διάθεση, αλλά αποδίδει σημασία σε μια πυραμίδα δράσεων επιλογών. Στόχος είναι η ποσοτική μείωση της παραγωγής αποβλήτων, καθώς και η ποιοτική βελτίωση-μείωση της συγκέντρωσης επικίνδυνων και επιβλαβών για την υγεία ουσιών. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, χρησιμοποιούνται νέες τεχνολογικές μέθοδοι, και υιοθετούνται νέες κοινωνικές συμπεριφορές και στάσεις (Θεοχαρόπουλος, 2005).

Στην ακόλουθη εικόνα 1.1, απεικονίζεται η σειρά προτεραιότητας για τη διαχείριση τόσο των γεωργικών αλλά και όλων των ειδών αποβλήτων (Μπεόπουλος, 1999).



Εικόνα 1.1: Ιεράρχηση των επιλογών διαχείρισης αποβλήτων σύμφωνα με την οδηγία 2008/98(Μπεόπουλος, 1999).

1.1 Εισαγωγή στην έννοια των γεωργικών αποβλήτων

Οι συνεχώς αυξανόμενες ανθρώπινες απαιτήσεις για κατανάλωση υλικών αγαθών, σε συνδυασμό με την αλόγιστη, απογραμμάτιστη ανάπτυξη, την υπέρμετρη κατανάλωση των φυσικών πόρων, την ανάπτυξη ρυπογόνων δραστηριοτήτων, τα φυσικά φαινόμενα (πλημμύρες, σεισμοί), έχουν ως αποτέλεσμα τη ρύπανση και μόλυνση του φυσικού περιβάλλοντος, με δυσμενή επίδραση στην ανθρώπινη υγεία. Αποτελεί επιτακτική ανάγκη η προστασία της φύσης (χλωρίδα και πανίδα) καθώς και ο έλεγχος κάθε μορφής ρύπανσης (Θεοχαρόπουλος, 2009).

Οι αιτίες ρύπανσης του φυσικού περιβάλλοντος, είναι οι εξής:

- Αυξανόμενες καταναλωτικές ανάγκες
- Αλόγιστη κατανάλωση φυσικών πόρων
- Απρογραμμάτιστη ανάπτυξη
- Ρυπογόνες δραστηριότητες όπως η γεωργία, ενέργεια, βιομηχανίες
- Φυσικά φαινόμενα
- Μη σωστή χρήση της τεχνολογίας
- Πληθυσμιακή αύξηση

Η προστασία του περιβάλλοντος, κατέχει σημαντική θέση στη σύγχρονη εποχή, καθώς επηρεάζει την ποιότητα ζωής και τη δημόσια υγεία. Στην έννοια της ρύπανσης

περιλαμβάνεται η εισαγωγή στο περιβάλλον ξένων ουσιών, των οποίων η ποσότητα και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, ενδέχεται να προκαλέσουν βλάβη στον άνθρωπο και στους ζώντες οργανισμούς. Αντίθετα, η μόλυνση αναφέρεται στην παρουσία και ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών στο περιβάλλον.

Οι ρυπαντές του φυσικού περιβάλλοντος, καταλήγουν έπειτα από επεξεργασία ή όχι σε τρία περιβαλλοντικά διαμερίσματα:

- Στο έδαφος
- Στο νερό
- Στον αέρα

Γενικότερα, απόβλητο θεωρείται οποιαδήποτε ουσία ή αντικείμενο που απορρίπτεται στο περιβάλλον. Σύμφωνα με το άρθρο 1 της κοινοτικής οδηγίας 75/442 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ως απόβλητο θεωρείται κάθε ουσία και αντικείμενο που ο κάτοχος του απορρίπτει ή υποχρεώνεται να απορρίψει. Ανάλογα με τη φυσική τους κατάσταση, τα απόβλητα διακρίνονται σε αέρια-αερολύματα, σε στερεά και υγρά απόβλητα (Mannion, 1995).

Αναλυτικότερα, η χημική ανάλυση των αποβλήτων περιλαμβάνει συνήθως τα ακόλουθα στοιχεία: νιτρικά (NO_3), νιτρώδη (NO_2), αμμωνιακά άλατα, φωσφορικά ιόντα, θειικά ιόντα, φαινόλες, χλωριούχα ανιόντα, λίπη και έλαια, οργανικός άνθρακας, μέταλλα (Cr, Pb, As, Zn, Cu), πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες (Παπαγεωργίου, 2005).

Ο όρος 'γεωργικά απόβλητα', αποδίδεται σε κάθε γεωργικής προέλευσης παράγωγο, παραπροϊόν, που δεν έχει οικονομική αξία για τον παραγωγό, η περαιτέρω επεξεργασία είναι οικονομικά ασύμφορη, και επομένως απομακρύνεται από τη γεωργική επιχείρηση, σε στερεή και υγρή μορφή.

Ακόμη, ο όρος γεωργικό απόβλητο, αναφέρεται στα υγρά απόβλητα γεωργικών βιομηχανικών και βιοτεχνικών εγκαταστάσεων, που δημιουργούνται κατά την παραγωγική διαδικασία. Τα γεωργικά απόβλητα συχνά περιέχουν υπολείμματα καλλιεργειών και κλαδεμάτων. Με την ευρεία έννοια, γεωργικά απόβλητα θεωρούνται τα παραπροϊόντα φυτικής προέλευσης που παράγονται από τις βιομηχανίες τροφίμων, στην παραγωγή ελαιόλαδου, στην επεξεργασία αποξηραμένων φρούτων, στην παραγωγή κρασιού. Επίσης συμπεριλαμβάνονται υποστρώματα που χρησιμοποιούνται σε καλλιέργειες θερμοκηπίων, καθώς και το κόμποστ από μανιτάρια. Τα υγρά γεωργικά απόβλητα, παράγονται από τις διεργασίες έκπλυσης, αποφλοιώσης και λεύκανσης.

Περιέχουν διαλυμένη οργανική ύλη και αιωρούμενα στερεά. Συχνά, στα γεωργικά απόβλητα ανευρίσκονται και υπολείμματα από φυτοφάρμακα, έντομα (Athanasiou, 2008).

Το είδος και η ποσότητα των γεωργικών αποβλήτων, ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο της αγροτικής μονάδας, με τη μορφή της παραγωγής και με τα τελικά παραγόμενα προϊόντα (Καλαβρουζιώτης, 2008).

Σύμφωνα με τον Loehr, τα γεωργικά απόβλητα, προέρχονται από:

- Την επεξεργασία των τροφίμων φυτικής και ζωικής προέλευσης
- Κατεστραμμένα κιβώτια τοποθέτησης προϊόντων (πλαστικά, χάρτινα, ξύλινα)
- Κατάλοιπα ελαιοτριβείων (καρπός ελιάς)
- Δοχεία παρασιτοκτόνων, αχρησιμοποίητες ποσότητες παρασιτοκτόνων
- Χημικά λιπάσματα
- Υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών (απόβλητα τα οποία προκύπτουν από το κλάδεμα των δένδρων)
- Ξεραμένα φυτά στο τέλος της παραγωγής
- Φθαρμένα και άρρωστα παραγόμενα προϊόντα
- Υλικά θερμοκηπίων (νάιλον, μεταλλικές πλαστικές σωλήνες)
- Εξοπλισμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων (παλιά και χαλασμένα μηχανήματα)(Ένωση Δήμων Κύπρου, 2002).

Η διάθεση των μη επεξεργασμένων γεωργικών αποβλήτων, είναι ανεξέλεγκτη με αποτέλεσμα να προκαλούνται δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αρχικά προκαλείται ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα, επιπτώσεις στη δημόσια υγεία, ρύπανση-μόλυνση φυσικού οικοσυστήματος, όχληση και αισθητική υποβάθμιση κατοίκων και τουριστών, υποβάθμιση εδάφους. Οι περιβαλλοντικές επιδράσεις των αποβλήτων αυτών είναι σημαντικές, και είναι αναγκαία η ανάπτυξη και εφαρμογή ενός βιώσιμου σχεδίου διαχείρισης, ώστε να αντιμετωπιστεί η περιβαλλοντική ρύπανση και η υποβάθμιση της ποιότητας ζωής (Λαζαρίδη et al., 2001).

Η βέλτιστη χρησιμοποίηση των γεωργικών αποβλήτων για την ανάπτυξη καλλιεργειών, είναι μια παραδοσιακή μεθοδολογία. Συνιστά μια περιβαλλοντικά φιλική μέθοδο διαχείρισης των αποβλήτων, με οικονομικά οφέλη, εξαιτίας της μειωμένης χρήσης εμπορικών λιπασμάτων. Η εδαφική διάθεση των γεωργικών αποβλήτων, συντελεί στη

γονιμότητα του εδάφους, στην ανάπτυξη καλλιεργειών καθώς αυξάνεται και η οργανική ύλη του εδάφους. Η προσθήκη όμως μη σταθεροποιημένης οργανικής ύλης από τα γεωργικά απόβλητα, προκαλεί συχνά την απελευθέρωση φυτοτοξικών στοιχείων και αύξηση του ρυθμού ανοργανοποίησης του οργανικού άνθρακα.

Προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη δυνατή αξιοποίηση των γεωργικών αποβλήτων στην ανάπτυξη των καλλιεργειών, είναι απαραίτητη η διερεύνηση των ακόλουθων παραμέτρων:

- Επίδραση των γεωργικών αποβλήτων σε εδαφικές ιδιότητες
- Επίδραση αποβλήτων στην ανάπτυξη καλλιεργειών
- Οι ανάγκες των καλλιεργειών σε θρεπτικά στοιχεία και νερό
- Οι περιβαλλοντικές συνθήκες και η ανάπτυξη καλλιέργειας

Η τεκμηριωμένη γνώση της επίδρασης των γεωργικών αποβλήτων στην ανάπτυξη των καλλιεργειών, συνεισφέρει στην αποτελεσματική καλλιεργητική πρακτική με αποτέλεσμα την ασφαλή χρησιμοποίησή τους στη γεωργία (Γεωργακάκης, 2008).

1.2 Χαρακτηριστικά των γεωργικών υπολειμμάτων φυτικής προέλευσης

Τα γεωργικά υπολείμματα φυτικής προέλευσης, αποτελούν τα πρωτογενή, δευτερογενή γεωργικά υπολείμματα καλλιεργειών αλλά και τα απόβλητα δενδροκομικών εργασιών. Τα πρωτογενή γεωργικά υπολείμματα καλλιεργειών, προέρχονται από τα προϊόντα συγκομιδής όπως για παράδειγμα το άχυρο, τα φρούτα και λαχανικά τα οποία αποσύρονται κ.α., καθώς και τα κλαδέματα των δένδρων τα οποία αποτελούν τα κλαδιά, τα φύλλα, οι κορμοί. Τα δευτερογενή γεωργικά υπολείμματα, προέρχονται από την επεξεργασία των προϊόντων συγκομιδής όπως οι ελαιοπυρηνες, φλοιοί ρυζιού κτλ. (Vis, et al. 2010).

1.2.1 Χαρακτηριστικά πρωτογενών γεωργικών υπολειμμάτων φυτικής προέλευσης

Τα υπολείμματα από φυτικές καλλιέργειες, κατηγοριοποιούνται στα ξηρά φυτικά υπολείμματα και στα νωπά υπολείμματα. Τα ξηρά φυτικά υπολείμματα, είναι τα διάφορα μέρη του φυτού τα οποία παραμένουν στο χωράφι έπειτα από τη συγκομιδή όπως άχυρα δημητριακών, βλαστί και φύλλα από αραβόσιτο και βαμβάκι κ.α. Στα νωπά υπολείμματα, συγκαταλέγονται τα φύλλα από βιομηχανικά φυτά όπως

ζαχαρότευλο και καπνό, φρούτα και λαχανικά αλλοιωμένα. Επιπρόσθετα, τα υπολείμματα από τις δενδρώδεις καλλιέργειες, αποτελούν τα υπολείμματα από τα κλαδέματα και κοψίματα τα οποία παραμένουν στο χωράφι (Panoutsou et al., 2017).

1.2.2 Χαρακτηριστικά πρωτογενών γεωργικών υπολειμμάτων οργανικής προέλευσης

Στα γεωργικά απόβλητα οργανικής προέλευσης, συγκαταλέγονται τα πλαστικά κάλυψης θερμοκηπίων, τα υλικά αρδεύσεων τα οποία δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω, οι άδειες συσκευασίες των χημικών και γεωργικών λιπασμάτων καθώς επίσης και τα αγροτοχημικά απόβλητα. Στον αγροτικό τομέα, παράγεται σημαντικό ποσοστό πλαστικών αποβλήτων, όπου σύμφωνα με έρευνες το 4% του παραγόμενου συνόλου πλαστικών αποβλήτων στην Ευρώπη, προέρχεται από τον τομέα της γεωργίας, γιαυτό καλείται επιτακτική η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση τους. Τα αγροτικά πλαστικά απόβλητα που χρησιμοποιούνται, είναι τα πλαστικά κάλυψης των θερμοκηπίων, τα πλαστικά γραμμικής κάλυψης φυτών, πλαστικά κάλυψης φυτών για την προστασία τους από τα ζιζάνια και τις χαμηλές θερμοκρασίες, οι κενές συσκευασίες, μάνικες ποτίσματος (Briassoulis et al., 2012).

1.2.3 Χαρακτηριστικά δευτερογενών γεωργικών υπολειμμάτων φυτικής προέλευσης

Όπως έχει προαναφερθεί, τα δευτερογενή γεωργικά υπολείμματα φυτικής προέλευσης, προέρχονται από την επεξεργασία των γεωργικών προϊόντων στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Πιο αναλυτικά, στην συγκεκριμένη κατηγορία ανήκουν οι ελαιοπυρήνες οι οποίοι αποτελούν το στερεό υπόλειμμα από τα ελαιοτριβεία, ο πολτός, οι φλοιοί των φρούτων, τα κέλυφη ξηρών καρπών τα οποία προκύπτουν από τις διεργασίες αποφλοιώσης, πλύσης, τεμαχισμού κτλ. Επιπρόσθετα, δεν θα μπορούσαν να παραληφθούν τα φύλλα και τα κοτσάνια σταφυλιών από τα οινοποιεία, ο φλοιός κόκκων καφέ και τα φύλλα βαμβακιού (Panoutsou et al., 2017).

1.2.4 Αναδυόμενη αξιοποίηση δευτερογενών γεωργικών υπολειμμάτων

Όπως έχει προαναφερθεί, τα δευτερογενή φυτικά γεωργικά υπολείμματα αποτελούν τα απόβλητα που παράγονται από τις βιομηχανίες όπου επεξεργάζονται τα γεωργικά προϊόντα. Στις βιομηχανίες μεγάλης δυναμικότητας η αξιοποίηση των υπολειμμάτων πραγματοποιείται σε ικανοποιητικό βαθμό σ' αντίθεση με τις βιομηχανίες χαμηλότερης

δυναμικότητας λόγω έλλειψης των κατάλληλων υποδομών. Τα δευτερογενή γεωργικά υπολείμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λιπάσματα στα εδάφη, ως τροφή για τα ζώα, καθώς επίσης και πρώτη ύλη για την παραγωγή ενέργειας, μέσω της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης κ.α (Panoutsou et al., 2017).

1.3 Συνήθειες πρακτικές διαχείρισης γεωργικών αποβλήτων

1.3.1 Εισαγωγή

Η σύνθεση και τα χαρακτηριστικά των γεωργικών αποβλήτων ποικίλουν και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες οι οποίοι είναι κυρίως τοπικοί (ποιότητα νερού και διαθεσιμότητα, ιδιότητες εδάφους, εφαρμοζόμενες γεωργικές πρακτικές κτλ.) ή περιφερειακοί όπως για παράδειγμα κλιματολογικές συνθήκες. Έτσι, η σύνθεση και οι ιδιότητες των αποβλήτων που παράγονται από μια συγκεκριμένη δραστηριότητα σε μια περιοχή, διαφέρουν από εκείνες που παράγονται σε άλλη περιοχή. Επίσης, για την ίδια περιοχή και την ίδια δραστηριότητα, η σύνθεση και οι ιδιότητες των αποβλήτων διαφέρουν από το ένα έτος στο άλλο. Με βάση τα πιο πάνω, καθίσταται δυσκολότερο το πρόβλημα διαχείρισης των γεωργικών αποβλήτων. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, δεν υπάρχει κοινό στρατηγικό πλαίσιο για τη γεωργική απόρριψη, με αποτέλεσμα κάθε κράτος μέλος να υιοθετεί δικούς του περιορισμούς και μέτρα, χρησιμοποιώντας ωστόσο τις κύριες οδηγίες τις Ε.Ε. Για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, την προάσπιση της ανθρώπινης υγείας, επιβάλλεται η αποτελεσματική και ορθολογική διαχείριση τους (Doula et al., 2016).

1.3.2 Γεωργικές πρακτικές σχετικά με τη διαχείριση γεωργικών αποβλήτων

Είναι δεδομένο πως μεγάλο μέρος των παραγομένων ποσοτήτων γεωργικών αποβλήτων, παραμένει ανεκμετάλλευτο, προκαλώντας σημαντική τοπική ρύπανση, παρά τις κατευθύνσεις από τις αρμόδιες υπηρεσίες και τον κώδικα ορθής γεωργικής πρακτικής. Ότι απομένει από τη συγκομιδή του προϊόντος, τα κλαδέματα των δέντρων και αμπελώνων, τα υπολείμματα γεωργικών βιομηχανιών πρέπει να αξιοποιούνται με σκοπό την τροφή ζώων, τη διάθεση στη γη για βελτίωση του εδάφους, να χρησιμοποιούνται στη κομποστοποίηση και στην παραγωγή ενέργειας.

Η διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων, κατέχει σημαντική θέση στην ατζέντα για το περιβάλλον. Το ενδιαφέρον των κυβερνήσεων και των πολιτών, είναι αυξημένο. Η αυξημένη συνηθειτοποίηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, έχει αναγκάσει τις εθνικές κυβερνήσεις και τις τοπικές αρχές να αναζητήσουν οργανωτικές λύσεις και τακτικές διαχείρισης. Με τον όρο 'διαχείριση γεωργικών αποβλήτων' εννοείται η προσωρινή αποθήκευση, η συλλογή, η μεταφορά, η μεταφόρτωση, η αξιοποίηση, η επεξεργασία και η τελική διάθεση. Επίσης εμπεριέχονται και η εποπτεία-έλεγχος των εργασιών καθώς και η φροντίδα των χώρων διάθεσης (ΥΠΕΚΑ, 2015).

Οι βιομηχανικές χώρες έχουν υιοθετήσει πρακτικές που αποσκοπούν την ελάττωση της παραγωγής γεωργικών αποβλήτων, στην αύξηση της ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των απορριμμάτων γεωργίας. Η ανάκτηση οικονομικής αξίας από τα απόβλητα θεωρείται σημαντική.

Αρχικά, τα γεωργικά απόβλητα, δεν πρέπει να μεταφέρονται σε ανεξέλεγκτες χωματερές και σε μη αδειοδοτημένους χώρους ταφής και επεξεργασίας. Οι χώροι αυτοί, μπορεί να αποτελέσουν εστία ρύπανσης του περιβάλλοντος, σε περίπτωση που παρασυρθούν τα υλικά με το νερό της βροχής. Ως αποτέλεσμα τη μόλυνση του εδάφους, προκλείωντας φαινόμενα ευτροφισμού, ανεπανόρθωτες ζημιές στα οικοσυστήματα, στη πανίδα και χλωρίδα, και έπειτα στον άνθρωπο διαμέσου της τροφικής αλυσίδας.

Η ανακύκλωση οργανικών υλικών, είναι μία εύκολη πρακτική που εφαρμόζεται χωρίς να απαιτείται ειδική άδεια, η οποία συμβάλλει στην εξασφάλιση της βιώσιμης και ανθεκτικής γονιμότητας του εδάφους, καθώς επίσης ενισχύει την αποτελεσματικότητα του κύκλου θρεπτικών ουσιών στο έδαφος. Τα γεωργικά φυτικά υπολείμματα, είναι δυνατό να αποτελέσουν βιομάζα με πλούσια οργανική ουσία, και η χρήση της ως κάλυμμα του εξωτερικού στρώματος εδαφών, αποσκοπεί στην προστασία της καλλιέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία καθώς, την απώλεια υγρασίας, απωθώντας τα ζιζάνια και δημιουργώντας τις ιδανικές συνθήκες στο έδαφος για την κατακράτηση των θρεπτικών στοιχείων. Με βάση το είδος και το μέγεθος της καλλιέργειας, καθώς και τις συνθήκες εδάφους εξαρτάται και η εδαφοκάλυψη, το μέγεθος στρώματος που θα τοποθετηθεί καθώς και η ποιότητα της σύνθεσης του. Επίσης σημαντικό ρόλο διαδραματίζει το ποσοστό υγρασίας, το άζωτο που περιέχεται στο έδαφος και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Panoutsou, 2017).

Η κάυση υπολειμμάτων στο χωράφι μετά από τη συγκομιδή, είναι μία συνηθισμένη πρακτική που εφαρμόζεται από τους αγρότες εδώ και αρκετές δεκαετίες και πρόκειται για ξηρά υπολείμματα. Η άποψη ότι με την διαδικασία της καύσης αυξάνεται η γονιμότητα του εδάφους, έχει αμφισβητηθεί.

Δεν θα μπορούσε να παραληφθεί η αξιοποίηση των υπολειμμάτων ξύλου από κλαδιά, παλαιών κορμών δέντρων κτλ., για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών στον οικιακό τομέα όπως είναι η θέρμανση μέσω καύσης στα τζάκια και το μαγείρεμα.

Τα παλιά οχήματα και γεωργικά μηχανήματα, στο τέλος του κύκλου ζωής τους, πρέπει να συλλέγονται και να μεταφέρονται σε αδειοδοτημένες μονάδες συλλογής-αποσυναρμολόγησης-ανακύκλωσης (Κυριαζής, 2012).

Ακόμη, τα γεωργικά πλαστικά απόβλητα, είτε απορρίπτονται ανεξέλεγκτα στο σημείο παραγωγής, είτε κατευθύνονται μαζί με τα αστικά απόβλητα στους ΧΥΤΑ, κάτι το οποίο δεν συμβαδίζει με τον κώδικα ορθής γεωργικής πρακτικής. Πρέπει αρχικά να πραγματοποιείται διαλογή στη πηγή και έπειτα ανακύκλωση. Τα επικίνδυνα γεωργικά απόβλητα (οικοδομικά υλικά με αμίαντο, παρασιτοκτόνα, χημικά, λιπαντικά, έλαια), πρέπει να συλλέγονται ξεχωριστά, και να χρήζουν κατάλληλης διαχείρισης σε αδειοδοτημένες μονάδες διαχείρισης.

Γενικότερα, η αποτελεσματική διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων, αποσκοπεί:

Στην ελαχιστοποίηση της παραγωγής αποβλήτων με τον αποτελεσματικότερο σχεδιασμό εισροών-εκροών του συστήματος παραγωγής.

Στην χρήση σύγχρονων μεθόδων αξιοποίησης των οργανικών αποβλήτων για παραγωγή λιπάσματος.

Στη δημιουργία συστημάτων επαναχρησιμοποίησης υλικών.

Στην ανακύκλωση των περισσότερων υλικών που χρησιμοποιούνται.

Στην ενημέρωση των γεωργών σχετικά με τις ευθύνες και τις υποχρεώσεις τους καθώς και με τις υπάρχουσες πρακτικές διαχείρισης (Κυριαζής, 2012).

1.4 Μεθόδοι αποθήκευσης γεωργικών φυτικών υπολειμμάτων

Η αποθήκευση των γεωργικών αποβλήτων, απαιτεί ορθό προγραμματισμό και σχεδιασμό, ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος ρύπανσης του περιβάλλοντος και να μεγιστοποιηθεί η αξιοποίηση των θρεπτικών στοιχείων. Το μέγεθος των αποθηκευτικών χώρων, των γεωργικών αποβλήτων, πρέπει να διευκολύνει την αποθήκευση των ποσοτήτων των αποβλήτων. Στους αποθηκευτικούς χώρους πρέπει να λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα αποτροπής συνθηκών μόλυνσης των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων. Τα γεωργικά υπολείμματα, αποθηκεύονται υπό τη μορφή ψιλοτεμαχισμένου υλικού, υπό τη μορφή μπάλας, δέματος, ή σε μορφή pellets (συμπιεσμένη μάζα). Στις μικρού μεγέθους μονάδες βιομάζας, τα γεωργικά υπολείμματα αποθηκεύονται σε ανοιχτά επίγεια σιλό υποδοχής με επίπεδη πλατφόρμα (ασφαλτωμένη) και σκυρόδετα τοιχία φτιάχνοντας χώρους σε σχήμα <<Π>>. Αντίθετα, στις μεγάλου μεγέθους μονάδες βιομάζας, τα γεωργικά απόβλητα μπορούν να αποθηκευτούν υπαίθρια τοποθετώντας πλαστικό κάλυμμα ως ασπίδα από τις καιρικές συνθήκες, ημιυπαίθρια κάτω από χώρο στέγασης ή σε εξολοκλήρου στεγασμένα κτίρια. Κατά τη φύλαξη των γεωργικών υπολειμμάτων, υπάρχει κίνδυνος αύξησης της υγρασίας, με αποτέλεσμα την απώλεια ξηρής μάζας, τη απελευθέρωση δυσάρεστων οσμών και η μείωση της θερμογόνου δύναμης του υλικού (Rotter et al., 2014).

1.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από τη χρήση των γεωργικών αποβλήτων στον ενεργειακό τομέα

Τα γεωργικά φυτικά υπολείμματα μπορούν να αξιοποιηθούν ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ενέργειας. Είναι μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας όπου δεν παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, εφόσον δεσμεύεται πίσω στα φυτά και στα δέντρα για την διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Ακόμη, αποτελούν φιλική ενέργεια προς το περιβάλλον εφόσον δεν εκπέμπονται αέρια του θερμοκηπίου από την χρήση τους. Επίσης, έπειτα από την αξιοποίησή τους, δεν παράγονται επικίνδυνα στερεά και υγρά απόβλητα αλλά απόβλητα τα οποία μπορούν να διαχειριστούν με τις κατάλληλες πρακτικές που εφαρμόζει ο νόμος. Για την παραγωγή των συγκεκριμένων αποβλήτων, δεν απαιτούνται διεργασίες εξόρυξης όπως με τα συμβατικά καύσιμα. Ένα άλλο

πλεονέκτημα, είναι ότι οι μονάδες βιομάζας, μπορούν να τοποθετηθούν κοντά στα σημεία που παράγονται τα γεωργικά υπολείμματα, καθώς επίσης δύναται να λειτουργήσουν και σε παραγωγή ενέργειας ισχύος μικρότερης από 1MW. Γενικά, η επεξεργασία των γεωργικών αποβλήτων για την παραγωγή ενέργειας, αποτελεί μέθοδο φιλική προς το περιβάλλον εφόσον δεν υπάρχει έκλυση ρύπων και καυσαερίων από τη μεταφορά σε μακρινές αποστάσεις, αλλά και θορύβου, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.

Δεν θα μπορούσαν να μην παρουσιαστούν τα μειονεκτήματα των γεωργικών υπολειμμάτων, που είναι αρχικά η δυσκολία στη συλλογή και μεταφορά τους στις μονάδες βιομάζας λόγω του ότι έχουν μεγάλο όγκο και μικρή πυκνότητα. Έτσι πραγματοποιείται η ανάγκη για επιτόπου τεμαχισμό, συσκευασία και φόρτωση, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος μεταφοράς από το χωράφι στις μονάδες. Ακόμη δημιουργείται η ανάγκη για δημιουργία μονάδων βιομάζας σε κοντινές αποστάσεις, έτσι ώστε να αποφεύγεται η έκλυση σκόνης από τη μεταφορά των υπολειμμάτων καθώς δεν θα εμποδίζεται η κυκλοφορία των οχημάτων σε συγκεκριμένες διαδρομές. Αναμφίβολα, το κόστος επένδυσης αυξάνεται, λόγω του ότι κρίνεται αναγκαία η δημιουργία αποθηκευτικού χώρου των γεωργικών υπολειμμάτων, επειδή υπάρχει αρκετή διαφορά από το χρόνο παραγωγής και το χρόνο αξιοποίησης τους. Αναμφίβολα, κατά τη διαδικασία αποθήκευσης τους, απαιτείται συνεχής έλεγχος ούτως ώστε να μην υπάρξει κίνδυνος υγρασίας, η οποία πρέπει να παραμένει σε σταθερά επίπεδα. Τέλος, υπάρχει ανταγωνισμός στη χρήση των γεωργικών υπολειμμάτων εφόσον χρησιμοποιούνται στη κτηνοτροφία για την τροφή των ζώων (vassilev et al., 2015).

1.6 Κοινωνικά οφέλη από τη χρήση γεωργικών αποβλήτων

Το κοινωνικό όφελος από τη διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων είναι ιδιαίτερα σημαντικό, αν ληφθεί υπόψη πως στη σύγχρονη κοινωνία, κυριαρχούν η υπερκατανάλωση, η διόγκωση των αστικών κέντρων, η μεγάλη ανάπτυξη της βιομηχανικής παραγωγής, με δυσμενείς επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον και σε επέκταση στη δημόσια υγεία.

Η εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης των γεωργικών αποβλήτων, συντελεί στην περιβαλλοντική προστασία, στην παραγωγή χρήσιμης ενέργειας φιλικής στο περιβάλλον η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής, καθώς και στη δημόσια υγεία λόγω μείωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Επιπρόσθετα, δημιουργούνται ευκαιρίες για εύρεση εργασίας, με την ίδρυση νέων μονάδων βιομάζας. Στη σύγχρονη κοινωνία, που ο αριθμός εξάντλησης των φυσικών πόρων αυξάνεται συνεχώς, τα γεωργικά απόβλητα παίζουν καθοριστικό ρόλο στην παραγωγή ενέργειας (Holm-Nielsen et al., 2009).

1.7 Νομοθετικό πλαίσιο στην Κύπρο

Η διαχείριση των αποβλήτων σύμφωνα με την κυπριακή πολιτική, εφαρμόζει των περί αποβλήτων νόμο του 2011 (N.185(I)/2011), ο οποίος βασίζεται στην ιεράρχηση των δράσεων των αποβλήτων: πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση και τελική διάθεση με στόχο να μειώνεται η απόρριψη τους σε χώρους ταφής (Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωργίας, 2016). Επιπρόσθετα, με βάση το εθνικό πρόγραμμα πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων, έχουν τεθεί στόχοι ούτως ώστε να μετριαστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι στόχοι αφορούν τη μείωση παραγωγής σε διάφορα ρεύματα αποβλήτων, την προώθηση της κοινωνίας για επαναχρησιμοποίηση, την ελάττωση οργανικών αποβλήτων από την ταφή καθώς και τη μείωση παραγωγής επικίνδυνων αποβλήτων. Η αξιοποίηση των υφιστάμενων εγκαταστάσεων στην Κύπρο όπως πράσινα σημεία, μονάδες κομποστοποίησης, παραγωγή ενέργειας από οργανικά απόβλητα κτλ, θα βοηθήσουν στην εκπλήρωση των πιο πάνω στόχων (Υπουργείο γεωργίας, αγροτικής ανάπτυξης και περιβάλλοντος, 2014).

Ακόμη, στην Κύπρο έχουν κατασκευαστεί 8 πράσινα σημεία στην επαρχία Λευκωσίας, 6 πράσινα σημεία στις επαρχίες Λάρνακας-Αμμοχώστου, 4 στην επαρχία Πάφου και 4 πράσινα σημεία στην επαρχία Λεμεσού. Η κατασκευή δικτύου πράσινων σημείων έχει ως σκοπό της, αρχικά την εξυπηρέτηση των πολιτών οι οποίοι θα τοποθετούν συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων με πηγές προέλευσης την οικία τους καθώς και κλαδέματα από τον καθαρισμό των κήπων τους. Στα πράσινα σημεία, δεν πρέπει να τοποθετούνται κλαδέματα ή άλλα απόβλητα προερχόμενα από γεωργικές δραστηριότητες. Δεν θα μπορούσε να παραληφθεί η ρύπανση των φυτοφαρμάκων που

χρησιμοποιούνται ευρέως στη γεωργία. Με βάση το εθνικό σχέδιο δράσης, λαμβάνονται υπόψη τα μέτρα που ακολουθούν:

- Εντατικές επιθεωρήσεις στα μηχανήματα ψεκασμού, με την επιχορήγηση πιστοποιητικού σε εξοπλισμό όπου θα εφαρμόζονται φυτοπροστατευτικά προϊόντα.
- Οι γεωργοί που εφαρμόζουν τον συγκεκριμένο εξοπλισμό θα πρέπει να είναι καταρτισμένοι και σωστά ενημερωμένοι για την σωστή χρήση των φυτοφαρμάκων.
- Οι επαγγελματίες χρήστες, καλείται να ελέγχουν σε τακτικά διαστήματα τον εξοπλισμό όπου εφαρμόζονται τα φυτοφάρμακα, με βάση την κατάλληλη εκπαίδευση που διδαχθήκαν (Τμήμα Αναπτύξεως υδάτων, 2014).

Ολοκληρώνοντας, η Κύπρος, συμμετέχει στο πρόγραμμα ARIDWASTE με βάση το οποίο πραγματοποιούνται έρευνες για την ανάπτυξη γεωργικών πρακτικών οι οποίες θα έχουν χαμηλότερο κόστος και θα είναι φιλικότερες στο περιβάλλον μέσω της χρήσης ανακυκλώσιμων γεωργικών αποβλήτων. Με βάση το πρόγραμμα, μειώνεται το κόστος διαχείρισης των καλλιεργειών, βελτιώνεται η ποιότητα ζωής, η ασφάλεια τροφίμων και εξασφαλίζεται η προστασία του περιβάλλοντος (Βίκτωρ, 2015).

1.8 Προβληματισμοί ως προς τη διαθεσιμότητα των γεωργικών αποβλήτων

Η διαθεσιμότητα των γεωργικών αποβλήτων για την παραγωγή ενέργειας αποτελεί το σημαντικότερο πρόβλημα. Η πραγματοποίηση οποιουδήποτε έργου για αξιοποίηση της ενέργειας, εξαρτάται από τα υπάρχοντα γεωργικά απόβλητα καθώς και τις αντίστοιχες ποσότητες. Τα γεωργικά απόβλητα, ανταγωνίζονται άλλες χρήσεις όπως στον τομέα των τροφίμων, στον βιομηχανικό τομέα για την παρασκευή ζωοτροφών, βιοχημικών προϊόντων, βιολικών τα οποία χρησιμοποιούνται στα καλλυντικά. Επίσης, τα γεωργικά απόβλητα, ανταγωνίζονται τον ίδιο τον αγροτικό τομέα εφόσον οι γεωργοί τα χρησιμοποιούν για να καλυψουν τα καλλιεργήσιμα εδάφη έπειτα από συγκομιδή ούτως ώστε να προστατευτούν από τη διάβρωση. Η διαθεσιμότητα των γεωργικών αποβλήτων περιορίζεται και από την έλλειψη κινήτρων τα οποία θα ωθήσουν τους αγρότες να επενδύσουν σε εξοπλισμό συλλογής καθώς και αποθήκες προσωρινής φύλαξης των γεωργικών υπολειμμάτων. Ένα επιπρόσθετο εμπόδιο είναι ότι οι αγρότες

δεν διαθέτουν την κατάλληλη μόρφωση για τη διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων (οργανικών και φυτικών). Προτείνεται η δημιουργία κοινόχρηστων υποδομών όπου θα συγκεντρώνονται τα απόβλητα από τους αγρότες, ούτως ώστε να μην επιβαρύνονται με έξοδα για αγορά εξοπλισμού συλλογής και συγκομιδής (Bentsen et al., 2014). Επίσης, για την εκπαίδευση των αγροτών στην Κύπρο, πραγματοποιούνται εκπαιδεύσεις στα κέντρα γεωργικής εκπαίδευσης, τοπικές εκπαιδεύσεις, ομαδικές δραστηριότητες (δραστηριότητες, επιδείξεις), ατομικές επαφές, εγκύκλιες επιστολές κτλ. Ακόμη υπάρχουν διάφορα προγράμματα για ενημέρωση και εκπαίδευση τα οποία παρουσιάζονται μέσω ραδιοφώνου ή τηλεόρασης αλλά και άρθρα τα οποία δημοσιεύονται στο περιοδικό “ΑΓΡΟΤΗΣ” (Τμήμα Γεωργίας, 2019).

1.9 Αξιοποίηση γεωργικής βιομάζας στην Κύπρο

Το οργανικό υλικό φυτικής προέλευσης θεωρείται ως βιομάζα, με τις πρώτες ύλες προερχόμενες από την υλοτομία, τη βιομηχανία επεξεργασίας ξύλου, τις γεωργικές και συναφείς δράσεις (άχυρο, κλαδέματα, και τη κτηνοτροφία (ζωική κοπριά)). Η ενεργειακή αξιοποίηση των παραπροϊόντων, με τη μετατροπή τους σε υψηλής ποιότητας βιοκαύσιμα, συνεισφέρει στην οικονομική ανάπτυξη. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας, της αναερόβιας χώνευσης, τα φυτικά γεωργικά απόβλητα μετατρέπονται σε βιοαέριο, ένα εναλλακτικό και πράσινο βιοκαύσιμο. Μετά την παραγωγή του, το βιοαέριο τροφοδοτείται σε σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Η βιομάζα που παράγεται από την επεξεργασία των γεωργικών αποβλήτων, αποτελεί πηγή εσόδων για τον παραγωγό και τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας φιλικής στο περιβάλλον. Αποτελεί πλούτο αναγνωρισμένο από ανεπτυγμένες χώρες (Royal academy of engineering, 2004). Στην Κύπρο, υπάρχουν εγκατεστημένοι δεκατέσσερις αναερόβιοι χωνευτές, όπου οι εννέα χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία αποβλήτων που προέρχονται από χοιροστάσια, ένα για απόβλητα σφαγείων, τρία για απόβλητα τροφίμων και ένα για ιλύ καθαρισμού λυμάτων (Kythreotou et al., 2010).

1.9.1 Συμβατικές και ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές στην Κύπρο

Η εντατικοποιημένη χρήση των ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, γαιάνθρακες, φυσικό αέριο), σχετίζεται με τη περιβαλλοντική ρύπανση, με αντίκτυπο στις κλιματικές συνθήκες και στις συνθήκες διαβίωσης. Οι ενεργειακές ανάγκες αυξάνονται συνεχώς, παράλληλα με τη δημογραφική αύξηση του πληθυσμού, και τη βελτίωση του βιοτικού

επιπέδου, που απαιτεί μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση. Η αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση, δημιουργεί μια αβεβαιότητα σχετικά με τη μελλοντική επάρκεια των συμβατικών καυσίμων-πηγών ενέργειας. Επίσης σημαντικές είναι και οι επιπτώσεις της επεξεργασίας των συμβατικών πηγών στο φυσικό περιβάλλον. Η αλόγιστη κατανάλωση ενέργειας, ο τρόπος επεξεργασίας των συμβατικών πηγών ενέργειας, έχουν ως απόρροια το φαινόμενο του θερμοκηπίου και άλλες δυσμενείς επιδράσεις (Seadi et al., 2010).

Τα είδη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι:

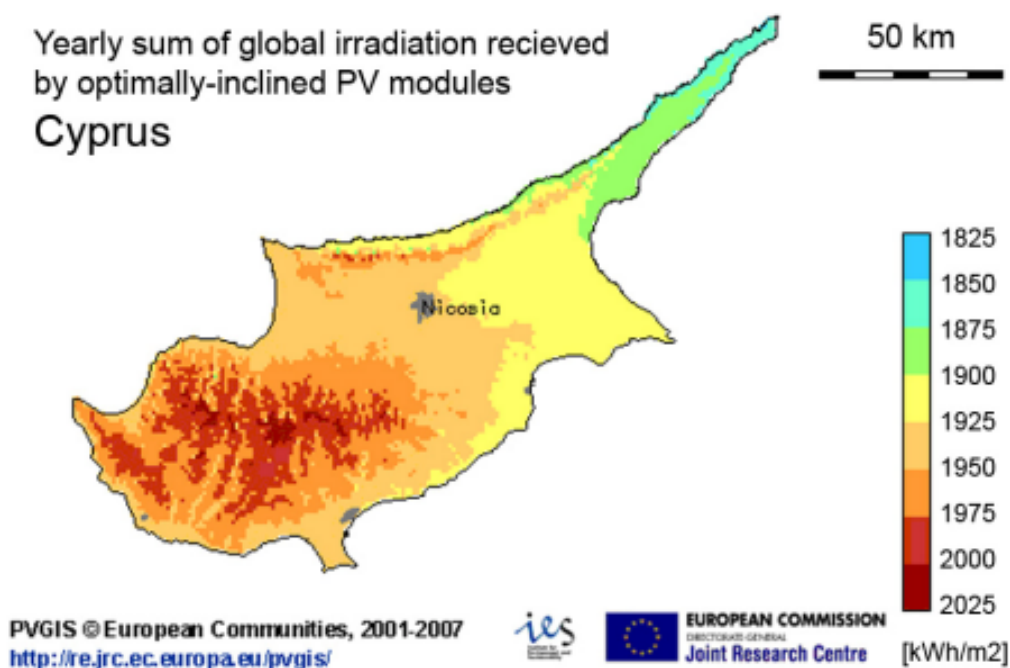
- Αιολική ενέργεια
- Ηλιακή ενέργεια
- Υδροηλεκτρική ενέργεια
- Γεωθερμική ενέργεια
- Βιομάζα

Με βάση τον πίνακα 1.1, παρουσιάζονται οι εκπομπές με βάση τον ανανεώσιμο και συμβατικό τρόπο παραγωγής ενέργειας. Όπως παρατηρούμε οι εκπομπές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι σχεδόν μηδαμινές σε σύγκριση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Τα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ότι δεν εξαντλούνται και υπάρχουν σε αφθονία στη φύση, είναι φιλικές στο περιβάλλον (ελάχιστα απόβλητα), και ο εξοπλισμός είναι απλός. Αντίθετα, στα μειονεκτήματα συγκαταλέγονται ο μικρός συντελεστής απόδοσης (30%), η αδυναμία κάλυψης μεγάλων αστικών κέντρων, και ότι η απόδοση τους εξαρτάται από την εποχή του έτους, το κλίμα, το γεωγραφικό πλάτος (Υπηρεσία Ενέργειας, 2016)

Πίνακας 1.1: Εκπομπές από την παραγωγή ενέργειας (Υπηρεσία Ενέργειας, 2016)

Εκπομπές	Παραγωγή υδρογόνου g/kwh	Ηλιακή ενέργεια g/kwh	Αιολική ενέργεια g/kwh	Άνθρακας g/kwh	Λάδι (oil) g/kwh	Αέριο (gas) g/kwh
CO ₂	9	98-167	7-9	955	818	430
SO ₂	0,03	0,2-0,34	0,02-0,09	11,8	14,2	-
NO _x	0,07	0,18-0,30	0,02-0,06	4,3	4	0,5

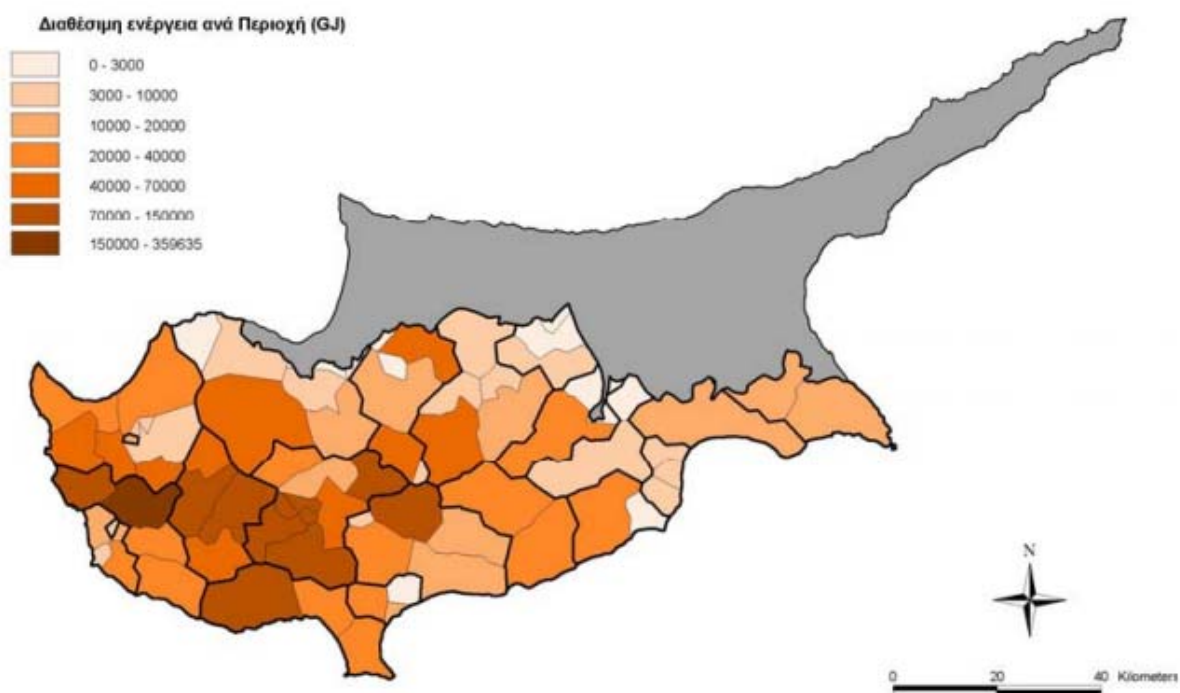
Η μελλοντική κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, καθώς και η προστασία του περιβάλλοντος, φαίνεται πως θα αντιμετωπιστούν με τη χρήση των ΑΠΕ. Στην Κύπρο, τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται μία αυξητική τάση κατανάλωσης ενέργειας με τον εμπορικό και οικιακό τομέα να συμβάλλουν στο μεγαλύτερο βαθμό. Η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, βασίζεται σχεδόν εξολοκλήρου από συμβατικά καύσιμα. Υπάρχουν τρεις ηλεκτροπαραγωγικοί σταθμοί, στο Βασιλικό, Μονή και Δεκέλεια όπου χρησιμοποιείται μαζούτ και ακαθαρτό πετρέλαιο. Η ηλιακή, η αιολική ενέργεια και η βιομάζα αποτελούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται στην Κύπρο. Σύμφωνα με τον χάρτη 1.1 στη συνέχεια, διαφαίνεται ότι η ηλιακή ακτινοβολία στη Κύπρο είναι υποσχόμενη εφόσον υπάρχει μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας σε σχέση με άλλες χώρες. Ο αριθμός των ωρών ηλιακής ακτινοβολίας σ' ένα χρόνο, είναι το 75% των ωρών όπου ο ήλιος βρίσκεται πάνω από τον ορίζοντα στις πεδινές περιοχές. Η ηλιοφάνεια το καλοκαίρι έχει διάρκεια 11,5 ώρες ανά ημέρα ενώ τους χειμερινούς μήνες, έχει διάρκεια 5,5 ώρες την ημέρα (ΚΑΠΕ, 2008)



Χάρτης 1.1: Συνολική ετήσια ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο φωτοβολταϊκό πλαίσιο (ΚΑΠΕ, 2008)

Όσον αφορά την αιολική ενέργεια, υπάρχουν έξι πάρκα με συνολική συνεισφορά 4,7% στην ηλεκτροπαραγωγή μέσω ΑΠΕ.

Επιπρόσθετα, για την ηλεκτροπαραγωγή στην Κύπρο, χρησιμοποιείται η βιομάζα όπου υπάρχουν εγκατεστημένες 14 μονάδες παραγωγής βιοαερίου όπως έχει προαναφερθεί, συνολικής ισχύος 9,7 Mwe. Με βάση το εθνικό σχέδιο δράσης βιομάζας για την Κύπρο το διαθέσιμο δυναμικό βιομάζας με φυτική προέλευση είναι περίπου 100000 τόνοι στερεών υπολειμμάτων ανά έτος η οποία ποσότητα αντιστοιχεί σε ενέργεια 45000 toe/year. Τα υπολείμματα αμπελοκαλλιιεργειών, αποτελούν το 75% της ποσότητας των φυτικών υπολειμμάτων, ενώ η υπόλοιπη ποσότητα ανήκει στα υπολείμματα από δεντρώδεις καλλιέργειες και ελαιοκαλλιέργειες. Ο χάρτης 1.2, παρουσιάζει την ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τα αγροτικά υπολείμματα στη Κύπρο (ΚΑΠΕ, 2008)



Χάρτης 1.2: Διαθέσιμη ενέργεια η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί από τα γεωργικά υπολείμματα στη Κύπρο (ΚΑΠΕ, 2008).

1.9.2 Εθνικοί στόχοι-Εθνικό Σχέδιο Δράσης για ΑΠΕ

Βασική προτεραιότητα της ενεργειακής πολιτικής είναι η εύρεση, εξασφάλιση και διαχείριση των ενεργειακών πόρων, ώστε να διασφαλίζεται η ομαλή, συνεχής και

ορθολογική διαχείριση των ενεργειακών πόρων, και η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών με τους καλύτερους δυνατούς όρους για τους πολίτες.

Επίσης είναι σημαντική η δημιουργία ενεργειακών αποθεμάτων, και εναλλακτικών τρόπων κάλυψης των ενεργειακών απαιτήσεων. Απώτερος στόχος είναι η βιώσιμη και αειφόρος ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα, μέσα από το πρίσμα της προστασίας της φύσης (Παπαγεωργίου et al., 2005). Η ΕΕ, έθεσε καθοριστικούς στόχους για το 2020 όπως είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με τη χρονολογία 1990, χρησιμοποίηση στο 20% της ολικής ενεργειακής κατανάλωσης από ΑΠΕ, καθώς επίσης και αύξηση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20%. Για την Κύπρο ειδικότερα, 13% συμμετοχή των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας και 10% συμμετοχή των ΑΠΕ στην κατανάλωση μεταφορών μέχρι το 2020. Όσον αφορά τη περίοδο μέχρι το 2030, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο έθεσε ως στόχο αρχικά τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο 40% μέχρι το 2030 συγκριτικά με τις εκπομπές το 1990. Επιπλέον, οι εκπομπές του συστήματος εμπορίας καλείται να φθάσουν στο 30% μέχρι το 2030 από τα επίπεδα του 2005. Ακόμη, δεσμεύεται η κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στο 27% της ενέργειας που θα καταναλώνεται το 2030 και αύξηση της ενεργειακής απόδοσης κατά 27% τουλάχιστον. Η ΕΕ έχει σκοπό μέχρι το 2050, να μειωθούν οι εκπομπές στο 80-95% συγκριτικά με το 1990, με αποτέλεσμα να μετατραπεί σε οικονομία υψηλής ενεργειακής απόδοσης και χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Για την επίτευξη των στόχων, η Ευρώπη παρέχει χρηματοδοτική στήριξη για έργα στα οποία το διοξείδιο του άνθρακα κατακρατείται ή αποθηκεύεται/δεσμεύεται στο έδαφος, οι χώρες της ΕΕ καλείται να στηρίξουν τις ΑΠΕ, καθώς να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας από κτίρια και να αυξήσουν την ενεργειακή απόδοση του εξοπλισμού και οικιακών συσκευών. Ακόμη, τα καινούργια επιβατικά αυτοκίνητα και ελαφρά φορτηγά να μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που παράγουν μιας και συνεισφέρουν το ένα πέμπτο των συνολικών εκπομπών CO₂ που αποτελεί το κύριο αέριο θερμοκηπίου της ΕΕ. Το 2012 μειώθηκαν οι εκπομπές κατά 3,3% ενώ είναι κατά 20,5% υψηλότερες από το 1990. Επιβάλλεται μείωση επιπλέον από τα καύσιμα οχημάτων κατά 10% ως το 2020. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019).

Αρμόδια αρχή για την εκπόνηση του Εθνικού Σχεδίου δράσης είναι η υπηρεσία ενέργειας του Υπουργείου Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού.

Στην εκπόνηση του εθνικού σχεδίου συμμετείχαν το υπουργείο εσωτερικών, οικονομικών, το υπουργείο γεωργίας φυσικών πόρων και περιβάλλοντος, υπουργείο συγκοινωνιών και έργων, γραφείο προγραμματισμού, ρυθμιστική αρχή ενέργειας Κύπρου, αρχή ηλεκτρισμού Κύπρου, διαχειριστής συστήματος μεταφοράς, δημόσια εταιρεία φυσικού αερίου, ΕΤΕΚ, ΤΕΠΑΚ. Το εθνικό σχέδιο δράσης, εκπονήθηκε με βάση το σχέδιο που υιοθέτησε η ευρωπαϊκή επιτροπή και περιλαμβάνει εκτός από μέτρα για την επίτευξη των στόχων, σύνοψη της εθνικής πολιτικής για τις ΑΠΕ, τη νομοθεσία για την έγκριση και αδειοδότηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ, τις διοικητικές διαδικασίες και τη χωροταξία εγκαταστάσεων ΑΠΕ, τα σχέδια χορηγιών για ηλεκτροπαραγωγή, θέρμανση, ψύξη και μεταφορές, καθώς και τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που λήφθηκαν μέχρι σήμερα ή και θα ληφθούν στο μέλλον (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019).

Κεφάλαιο 2

ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

2.1 Εισαγωγή στην έννοια της αναερόβιας χώνευσης

Αναερόβια χώνευση, καλείται η βιολογική διαδικασία, όπου ο οργανικός άνθρακας μετατρέπεται στην πιο οξειδωμένη (CO_2) αλλά και ανηγμένη (CH_4) του μορφή μέσω διαδοχικών οξειδώσεων και αναγωγών, καθώς και από τη δράση μικροοργανισμών, χωρίς την παρουσία οξυγόνου. Αποτελεί τη μέθοδο όπου τα οργανικά βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα όπως κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα τροφίμων, φυτικά υπολείμματα κτλ, μπορούν να μετατραπούν σε μια πολύτιμη πηγή ενέργειας, ενώ παράλληλα μειώνεται και ο όγκος προς υγειονομική ταφή. Εκτός από το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο, παράγονται σε μηδαμινές ποσότητες άζωτο, υδρογόνο, αμμωνία και υδρόθειο. Το παραγόμενο αέριο, ονομάζεται βιοαέριο. Το βιοαέριο που παράγεται, αποτελείται από μεθάνιο (CH_4) σε ποσοστό 48-65%, από διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) σε ποσοστό 36-41%, άζωτο (N_2) 17%, οξυγόνο (O_2) λιγότερο από 1% και υδρόθειο (H_2S) 32-169ppm. Έχει αποδειχθεί ότι ένας τόνος οργανικού κλάσματος, αντιστοιχεί περίπου σε 100-200 m^3 βιοαερίου (Υπουργείο Γεωργίας και Φυσικών πόρων, 2008; Angeidaki et al., 2003).

Η μέθοδος της αναερόβιας χώνευσης, χρησιμοποιείται από το 6500 π.Χ από τους Ινδούς για την καθαριότητα των απόνερων. Η πρωταρχική όμως χρήση της, ήταν στην Ασσυρία το 10 π.Χ. για την παραγωγή ενέργειας για την θέρμανση των λουτρών. Επίσης, λόγω της απλότητας και σταθερότητας της στα ζωικά απόβλητα, η μέθοδος βρήκε μεγάλη εφαρμογή στην Ασία. Το βιοαέριο που παραγόταν χρησιμοποιόταν για μαγείρεμα και φωτισμό σπιτιών και κοινοτήτων (Γεωργάκης, 2009).

Κατά τον 17^ο αιώνα, διαπιστώθηκε από τον Jan Baptista van Helmont, ότι κατά την αποσύνθεση της οργανικής ύλης παράγονται εύφλεκτα αέρια. Ο Robert Boyle μαζί με τον μαθητή του, εξέτασαν την παραγωγή εύφλεκτου αερίου από την αποδόμηση τόσο ζωικών όσο και φυτικών υπολειμμάτων. Ο Alessandro Volta το 1776, συμπαίρανε ότι το

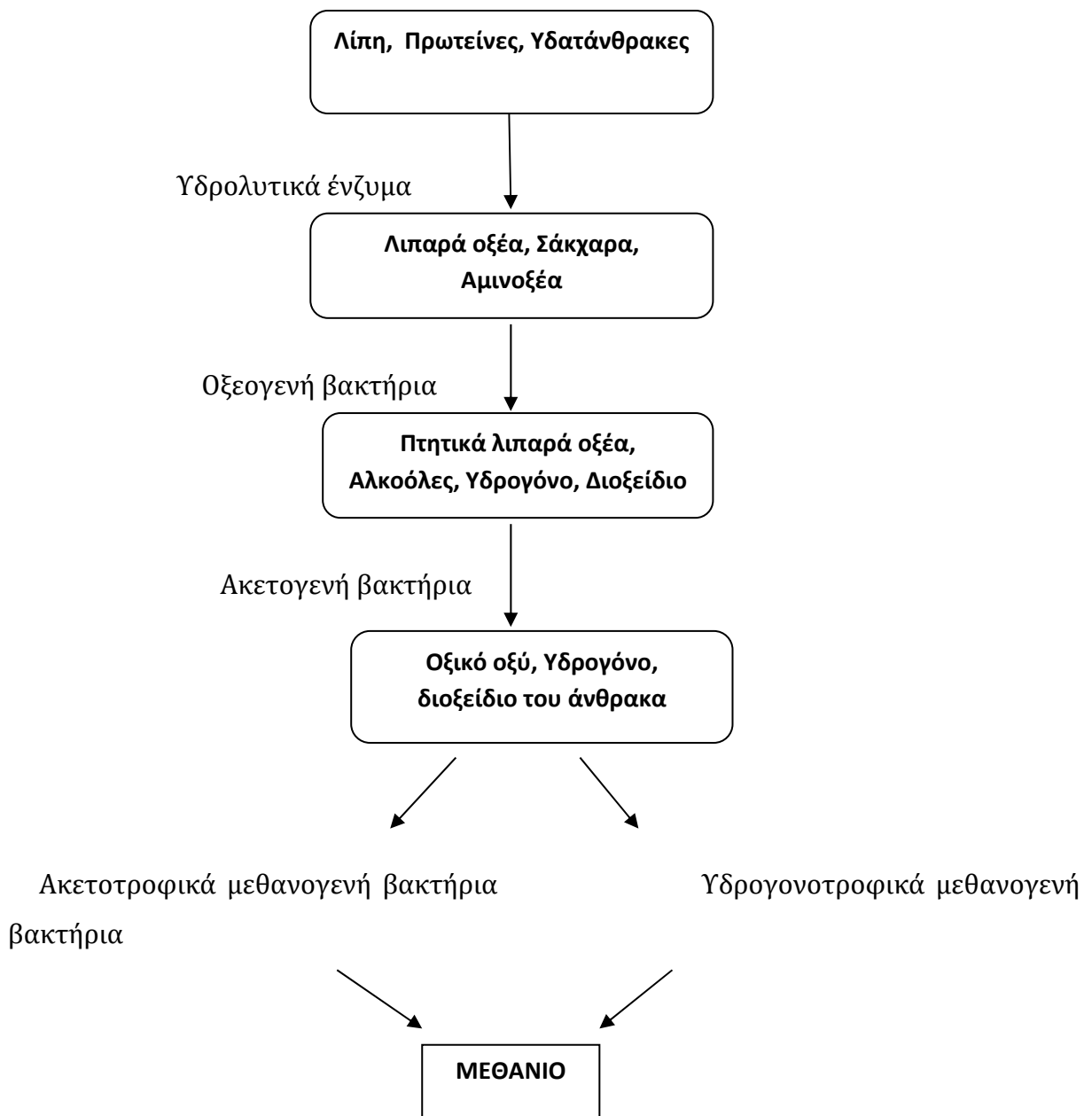
αέριο που παράγεται συσχετίζεται με την ποσότητα του οργανικού φορτίου (Titjen, 1975).

Έπειτα από τον προσδιορισμό της ακριβής χημικής δομής του μεθανίου η οποία πραγματοποιήθηκε από τον John Dalton το 1804, το 1808 ο Humphry Davy έκανε εφικτή την παραγωγή μεθανίου από κοπριά αγελάδας σε συνθήκες εργαστηρίου. Ακολούθως, το 1884, παράχθηκε βιοαέριο από κοπριά αλόγου από τον ερευνητή Louis Pasteur όπου καταγράφηκε παραγωγή 100 λίτρων μεθανίου ανά κυβικό μέτρο κοπριάς. Έτσι προτάθηκε από τον Louis Pasteur, η κάλυψη αναγκών θέρμανσης καθώς και η φωταγωγή των δρόμων στο Πάρισι. Το 1859, κατασκευάστηκε ο πρώτος αναερόβιος χωνευτήρας για παραγωγή ενέργειας σε νοσοκομείο λεπρών στην Βομβάη. Επίσης, στη Γαλλία άρχισε να χρησιμοποιείται η αναερόβια χώνευση για τα αστικά λύματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο Karl Imhoff, πραγματοποιούσε μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων στην Γερμανία, στις αρχές του 20^{ου} αιώνα όπου διαδόθηκε σε μεγάλες ευρωπαϊκές πρωτεύουσες. Η αναερόβια χώνευση, αποτελεί μία μέθοδο παραγωγής ενέργειας, όπου δεν γίνεται η χρήση ορυκτών καυσίμων των οποίων το κόστος αυξάνεται ραγδαία, αλλά συνεισφέρει και στη μείωση των εκπομπών στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, γιαυτό και έχει ενισχυθεί το ενδιαφέρον για τη συγκεκριμένη πρακτική (Appels et al., 2008).

2.2 Περιγραφή της μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης

Η αναερόβια χώνευση των οργανικών ουσιών, αποτελεί μία βαθμιδωτή διεργασία η οποία διακρίνεται σε τέσσερις φάσεις με τη δράση ειδικών ομάδων βακτηριών σε κάθε στάδιο ξεχωριστά ούτως ώστε να μετατραπεί το οργανικό φορτίο σε βιοαέριο. Σύμφωνα με το πιο κάτω διάγραμμα, στην υδρόλυση η οποία αποτελεί το αρχικό στάδιο, τα μεγάλα οργανικά μόρια διασπώνται σε μικρότερα με τη δράση ενζύμων, στην οξεογένεση όπου παράγονται ο οξικός εστέρας, λιπαρά οξέα και διοξείδιο του άνθρακα, στην ακετογένεση όπου τα λιπαρά οξέα διασπώνται σε οξικό οξύ, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα και η διαδικασία ολοκληρώνεται με την μεθανογένεση όπου το οξικό οξύ μετατρέπεται σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα.

Η ρευστοποίηση, αεριοποίηση και η στερεοποίηση είναι τρεις αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα κατά την αναερόβια χώνευση. Στη ρευστοποίηση, τα εξωκυττάρια ένζυμα των βακτηρίων, μεταφέρουν τα οργανικά υλικά και τα μετατρέπουν σε μορφές που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι αναερόβιοι μικροοργανισμοί. Στην αεριοποίηση, μετατρέπεται το υγρό οργανικό κλάσμα σε αέριο. Τέλος στην στερεοποίηση, το οργανικό φορτίο το οποίο δεν έχει χωνευτεί, αποτελεί το στερεό υπόλειμμα της διαδικασίας το οποίο χρησιμοποιείται ως εδαφοβελτιωτικό (Kennes et al.,2013).



Εικόνα 2.1 : Διαδικασία αναερόβιας χώνευσης (Tambone et al., 2009).

Πιο αναλυτικά, στη διαδικασία της υδρόλυσης, το οργανικό φορτίο το οποίο αποτελείται από πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και λίπη, μετατρέπεται σε απλούστερα μόρια όπως είναι τα αμινοξέα, σάκχαρα, γλυκερίνη, και πτητικά οργανικά οξέα από τη δράση των υδρολυτικών ενζύμων. Η υδρόλυση, αποτελεί μία αργή διαδικασία η οποία διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην επιτυχία της αναερόβιας χώνευσης. Επηρεάζεται από την τιμή του pH, την παραγωγή ενζύμων, το είδος του υποστρώματος, καθώς και από το κατά πόσο προσροφούνται τα ένζυμα στην επιφάνεια των σωματιδίων (Tambone et al., 2009).

Στην οξεογένεση, τα απλά οργανικά μόρια μετατρέπονται σε πτητικά λιπαρά οξέα (προπιονικό και βουτυρικό οξύ), αλκοόλες, αμμωνία, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Οι μικροοργανισμοί που συμμετάσχουν στη διαδικασία της οξεογένεσης, ανήκουν στα γένη *Bacteriodes*, *Clostridium*, *Butyrivibrie*, *Eubacterium*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* (Tambone et al., 2009).

Στην ακετογένεση ή διαφορετικά οξικογένεση, οι αλκοόλες και τα πτητικά λιπαρά οξέα, μετατρέπονται σε οξικό οξύ, ενώ ταυτοχρόνος τα οξικογόνα βακτήρια παράγουν υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Η παρουσία υδρογονότροφων μεθανογενών αναερόβιων βακτηρίων, συμβάλλει στη μείωση της ποσότητας υδρογόνου (Henze et al., 1983).

Στη μεθανογένεση, πραγματοποιείται η παραγωγή μεθανίου από τους μεθανογόνους μικροοργανισμούς οι οποίοι είναι αναερόβιοι. Οι μεθανογόνοι μικροοργανισμοί, αποτελούν τους αρχαιότερους προκαρυωτικούς οργανισμούς που ανήκουν στα Άρχαια τα οποία είναι ευαίσθητα σε διάφορες τοξικές ενώσεις. Μέσω της κατανάλωσης του οξικού οξέος από τα οξικολυτικά/ακετοτροφικά μεθανογόνα βακτήρια, παράγεται το μεθάνιο. Επίσης παράγεται και μεθάνιο από τα υδρογονοτροφικά μεθανογόνα βακτήρια τα οποία χρησιμοποιώντας το υδρογόνο, πραγματοποιείται η αναγωγή του διοξειδίου του άνθρακα σε μεθάνιο. Γενικά, στη μεθανογένεση λαμβάνουν χώρα τρεις διαφορετικές ομάδες μεθανογόνων μικροοργανισμών. Οι οξικολυτικοί/ακετοτροφικοί οι οποίοι καταναλώνουν το οξικό οξύ και στους οποίους οφείλονται τα 2/3 παραγωγής του μεθανίου, στους υδρογονοτροφικούς μεθανογόνους και στους μεθυλοτροφικούς οι οποίοι αφαιρούν τη μεθυλομάδα από απλές ενώσεις τους οποίους η συνεισφορά του στη παραγωγή μεθανίου είναι ελάχιστη (Henze et al., 1983).

2.3 Κατηγορίες μονάδων βιομάζας

Μέσω της αναερόβιας χώνευσης, παράγεται ενέργεια από τη βιομάζα η οποία διαθέτει ένα ευρύ φάσμα υλικών που είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν για τη παραγωγή βιοαερίου. Τα πιο συνήθεις υποστρώματα της διαδικασίας της αναερόβιας χώνευσης είναι η βιολογική ύλη που παράγεται από την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια επεξεργασία των αστικών αποβλήτων, καθώς επίσης και τα αστικά στερεά απόβλητα. Επιπρόσθετα μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα στερεά απόβλητα φρούτων και λαχανικών λόγω μεγάλης βιοαποδομησιμότητας, τα ζωικά απόβλητα τα οποία είναι πλούσια σε πρωτεΐνες, τα απόβλητα βιομηχανιών (βιομηχανίες πατάτας, ζάχαρης). Μπορούν να επεξεργαστούν αναερόβια τα δασοκομικά υλικά, ενεργειακά φυτά όπως ζαχαροκάλαμο, σιτάρι, άχυρο, καλαμπόκι (Παπάζογλου, 2010). Ανάλογα με την πρώτη ύλη, οι μονάδες ΑΧ μπορούν να διακριθούν για παράδειγμα σε γεωργικές μονάδες αν χρησιμοποιούνται γεωργικά απόβλητα μαζί με κόπρανά από τις κτηνοτροφικές μονάδες. Στις γεωργικές μονάδες, απαιτείται αρχικά μία διαδικασία προεπεξεργασίας των ζωικών και φυτικών γεωργικών υπολειμμάτων ούτως ώστε να υπάρχουν οι σωστές αναλογίες. Η προεπεξεργασία, περιλαμβάνει τεμαχισμό, ομοιογενοποίηση κ.α. Οι μονάδες ΑΧ, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν επίσης σε μεγάλης δυναμικότητας όταν συνεπεγεργάζονται απόβλητα, καθώς και σε μικρής δυναμικότητας, όταν τοποθετούνται για τοπική διαχείριση των αποβλήτων σε μια επιχείρηση, αγρόκτημα (Nielsen-Holm et al., 2009).

2.4 Καταλληλότητα της μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης

Η μέθοδος της αναερόβιας χώνευσης, αποτελεί μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία συμβάλλει στη μείωση των αποβλήτων, της οσμής, των παθογόνων μικροοργανισμών, στη μείωση των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου, καθώς και στη διατήρηση των θρεπτικών στοιχείων τόσο στην υγρή όσο και στερεή τους εκροή. Δυστυχώς όμως η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης είναι ευαίσθητη, εφόσον η θερμοκρασία, το pH, η δομή και η σύσταση του υποστρώματος αποτελούν σημαντικές παράμετρους για την ισορροπία του συστήματος (NPRO Engineering Ltd, 2016). Στη συνέχεια, αναλύονται τα απόβλητα τα οποία είναι κατάλληλα για αναερόβια χώνευση.

- Πρωτογενή και δευτερογενή γεωργικά υπολείμματα καλλιεργειών: είναι ο σανός, το άχυρο δημητριακών, φύλλα, βλαστοί, κλαδέματα αμπελιών και δέντρων (δέντρα ελιών, σπυροφόρα κ.α), ελαιοπυρήνες, υπολείμματα φρούτων και λαχανικών, φλοιοί κτλ.
- Κτηνοτροφικά απόβλητα: νερά προερχόμενα από καθαρισμό χοιροστάσιων, κοπριές ζώων.
- Δασοκομικά απόβλητα: ξυλώδη υπολείμματα, κλαδέματα, δέντρα στο τέλος της ζωής τους.
- Ενεργειακές καλλιέργειες: συγκαταλέγονται στα γεωργικά απόβλητα, για παράδειγμα αραβόσιτος, καλάμι.
- Αγροτοβιομηχανικά απόβλητα: αποτελούν τα απόβλητα, τα οποία προέρχονται από τυροκομεία, ελαιοτριβεία, οινοποιεία, είτε σε υγρή ή στερεή μορφή.
- Αστικά στερεά απορρίμματα: βιολογική λύσος η οποία προέρχεται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας των λυμάτων (Nielsen-Holm et al., 2009; Corre et al., 2016).

2.5 Παράγοντες που επηρεάζουν τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης και την απόδοση σε προϊόντα

Για την παραγωγή βιοαερίου, πλούσιου σε μεθάνιο, η ισορροπία μεταξύ φυσικών και χημικών παραμέτρων καθώς και η ύπαρξη βέλτιστων συνθηκών, θεωρούνται απαραίτητες προϋποθέσεις για την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι διάφοροι παράγοντες που πιθανόν να επηρεάσουν τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης καθώς και την απόδοση της.

- Λόγος άνθρακα/αζώτου (C/N): ο λόγος C/N πρέπει να παίρνει τιμές οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 20-30. Σε περίπτωση που η συγκεκριμένη αναλογία είναι υψηλότερη από την προβλεπόμενη, η παραγωγή του βιοαερίου μειώνεται λόγω του ότι το άζωτο καταναλώνεται ταχύτερα από τον άνθρακα για την κάλυψη των αναγκών των μεθανογενών βακτηρίων, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει διαθέσιμη ποσότητα για να αντιδράσει με τον άνθρακα. Σε περίπτωση όμως που ο λόγος C/N είναι μικρότερος, το άζωτο απελευθερώνεται σε μορφή αμμωνίας με αποτέλεσμα η τιμή του pH να αυξάνεται και να δημιουργούνται συνθήκες στον αντιδραστήρα οι οποίες είναι τοξικές για τα βακτήρια.

- Περιεκτικότητα σε νερό: για την εφικτή ανάδευση του υποστρώματος μέσα στο χωνευτήρα, απαιτείται σωστή σε περιεκτικότητα νερό. Αν το υπόστρωμα περιέχει περισσότερη ποσότητα νερό και είναι αραιό, τότε τα στερεά σωματίδια παραμένουν στον πυθμένα του χωνευτήρα με αποτέλεσμα το οργανικό φορτίο να μην αποικοδομείται. Σε περίπτωση όμως που το υπόστρωμα είναι πυκνό, η ανάδευση του δεν επιτυγχάνεται και έτσι το παραγόμενο βιοαέριο δεν κατευθύνεται στο άνω μέρος του χωνευτήρα (Demirel et al., 1983).
- Θερμοκρασία: στη δραστηριότητα των αναερόβιων μικροοργανισμών, διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο η θερμοκρασία. Οι βιολογικές λειτουργίες των μεθανογενών βακτηρίων μπορούν να εκτελεστούν σε διαφορετικά εύρη τιμών με αποτέλεσμα η διαφοροποίηση πέραν του 1°C πιθανόν να μειώσει την ενεργότητα των βακτηρίων. Τα θεμόφιλα μεθανογενή βακτήρια χρειάζονται θερμοκρασίες μεταξύ 50-65 °C, τα μεσόφιλα 20-40 °C, και τα ψυχρόφιλα <10 °C. Στη θεμόφιλη περιοχή, το οργανικό φορτίο διασπάται σε λιγότερο χρόνο από τη μεσόφιλη, αλλά λόγω των υψηλών θερμοκρασιών αυξάνεται η αμμωνία και τα πτητικά λιπαρά οξέα τα οποία εμποδίζουν τη δράση των μικροοργανισμών (Abbasi et al., 2012).
- pH και αλκαλικότητα: σε γενικό πλαίσιο, κάθε ομάδα μικροοργανισμών απαιτεί διαφορετικό εύρος τιμών pH για να αναπτυχθεί. Τα μεθανογενή βακτήρια λόγω της ευαισθησίας τους σε τιμές του pH, το ιδανικό εύρος τιμών κυμαίνεται μεταξύ 6,8 με 7,2. Στις αντιδράσεις ζύμωσης, το εύρος κυμαίνεται από 4 μέχρι 8,5. Η ρύθμιση και η σταθερότητα του pH, καθορίζεται από την αλκαλικότητα η οποία λειτουργεί ως ρυθμιστικό διάλυμα. Το pH επηρεάζεται κατά τη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης από τα οργανικά οξέα και το διοξείδιο του άνθρακα τα οποία το μειώνουν ενώ η αμμωνία αυξάνει το pH (Abbasi et al., 2012).
- Οργανικό φορτίο: οργανικό φορτίο καλείται η ποσότητα της οργανικής ουσίας εκφρασμένη σε χημική ζήτηση οξυγόνου ή πτητικά στερεά. Σύμφωνα με το είδος των αποβλήτων, υπάρχει και η βέλτιστη τιμή οργανικού φορτίου ούτως ώστε να παραχθεί το μέγιστο βιοαέριο (Γεωργάκης, 2009).
- Υδραυλικός χρόνος παραμονής: ορίζεται ο μέσος χρόνος που πρέπει να παραμείνουν τα απόβλητα στον αντιδραστήρα και εκφράζεται σε ημέρες. Η επεξεργασία των αποβλήτων είναι καλύτερη όταν ο υδραυλικός χρόνος είναι μεγαλύτερος, καθώς επιτυγχάνεται και μείωση του φορτίου και των οσμών. Αντίθετα, όσο μικρότερος είναι ο υδραυλικός χρόνος, υπάρχει κίνδυνος να

απομακρυνθούν οι μικροοργανισμοί που εμπεριέχονται στον αντιδραστήρα (Γεωργάκης, 2009).

- Τεχνολογία και τύπος βιοαντιδραστήρα: υπάρχουν ποίκιλοι τύπο βιοαντιδραστήρων ΑΧ, με διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας, τεχνικές, αλλά και μέγεθος δυναμικότητας κατά την τροφοδοσία. Υπάρχουν βιοαντιδραστήρες συνεχούς λειτουργίας, ασυνεχούς και ημισυνεχούς λειτουργίας. Επιπλέον, διαχωρίζονται σε βιοαντιδραστήρες ξηρών και υγρών συστημάτων όπου τα ξηρά συστήματα έχουν μεγαλύτερο υδραυλικό χρόνο παραμονής. Η διάταξη τους μπορεί να είναι οριζόντια ή κάθετη καθώς επίσης ο βαθμός απόδοσης τους μπορεί να επηρεαστεί από τον βαθμό ανάμιξης της πρώτης ύλης, τις ιδανικές συνθήκες φαινομένων μεταφοράς, τους ρυθμούς αντίδρασης, αλλά και τη διατήρηση των κατάλληλων συνθηκών για τη μεσολάβηση ενζύμων και βακτηρίων (Corre et al., 2016)
- Ποιότητα της πρώτης ύλης: τα οργανικά απόβλητα που εισέρχονται για αναερόβια χώνευση, αποτελούν σημαντικό παράγοντα για την απόδοση της ΑΧ. Το υπόστρωμα, πρέπει να περιέχει ποικιλία στοιχείων όπως άζωτο, θείο, φωσφόρο, και άνθρακα. Ακόμη πριν την οδήγηση τους στον βιοαντιδραστήρα, απαιτείται τεμαχισμός, απομάκρυνση άχρηστων υλικών (άμμος, πλαστικά, πέτρες) και πλήρης ομογενοποίηση (Braun, et al., 2003)
- Ευαισθησίες των βακτηριδίων: τα μεθανογόνα βακτήρια, διαθέτουν ευαισθησίες στα τοξικά στοιχεία όπως βαρέα μέταλλα, ελεύθερη αμμωνία, νιτρώδη και νιτρικά, χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, αρωματικές ενώσεις, θειούχα ανιόντα κτλ τα οποία πολύ πιθανόν να βρίσκονται στην πρώτη ύλη και δύναται να εμποδίσουν την δράση των μικροοργανισμών (Braun, et al., 2003).

2.6 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης καθώς και της καύσης του παραγόμενου βιοαερίου, αναλύονται πιο κάτω.

2.6.1 Εκπομπές στην ατμόσφαιρα

Οι εκπομπές αέριων ρύπων είναι μηδαμινές λόγω του ότι η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης, πραγματοποιείται σε κλειστές δεξαμενές. Εκπομπή αερίων, παρατηρείται κατά τη διάρκεια καύσης του βιοαερίου όπου παράγονται σε μεγαλύτερο ποσοστό οξείδια του αζώτου και άλλα προϊόντα της καύσης τα ο/ποία δεν αποτελούν κίνδυνο,

γιαυτό και ο έλεγχος τους είναι περιορισμένος. Ακόμη, πριν από την καύση του βιοαερίου πραγματοποιείται καθαρισμός από το H₂S όπου πιθανόν να εκπέμπεται υδρόθειο σε χαμηλά επίπεδα. Έλεγχος διενεργείται στην είσοδο των αποβλήτων ούτως ώστε να αποφεύγεται η εισχώρηση επικίνδυνων και τοξικών ουσιών στο υπόστρωμα (μη σωστή διαλογή στη πηγή). Επιπρόσθετα, συνήθως η προετοιμασία του ρεύματος τροφοδοσίας καθώς και η επεξεργασία του χωνεμένου υπολείμματος πραγματοποιούνται έξω από βιοαντιδραστήρα αλλά εντός κτιρίων και έτσι οι οσμές που δημιουργούνται είναι επίσης ελάχιστες.

2.6.2 Παραγόμενα υγρά απόβλητα

Τα υγρά απόβλητα που παράγονται από την αναερόβια χώνευση, προέρχονται έπειτα από την φυγοκέντρωση του χωνεμένου υπολείμματος, το οποίο διακρίνεται σε υγρό και στερεό κλάσμα. Το υγρό κλάσμα που παράγεται μπορεί να αποθηκευτεί σε ανοιχτές ή κλειστές δεξαμενές. Οι ανοιχτές δεξαμενές, πρέπει να διαθέτουν θυρίδα κάλυψης η οποία θα περιορίζει την εξάτμιση αμμωνίας στην ατμόσφαιρα. Επίσης το υγρό κλάσμα είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί ως οργανικό λίπασμα στα εδάφη (Α.Δ.Θ.Σ.Ε, 2017).

2.6.3 Παραγόμενα στερεά απόβλητα

Το στερεό κλάσμα που προκύπτει από το χωνεμένο υπόλειμμα όπως έχει προαναφερθεί, αποτελεί το στερεό απόβλητο το οποίο προκύπτει από τη διαδικασία την αναερόβιας χώνευσης. Όπως και το υγρό έτσι και το στερεό κλάσμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βελτιωτικό εδάφους. Πριν τη χρήση του στα εδάφη, καλείται ανάγκη η εργαστηριακή ανάλυση για να ελεγχθεί αν το στερεό υπόλειμμα πληρεί συγκεκριμένα όρια, αν όχι θα κατευθύνεται προς υγειονομική ταφή (Α.Δ.Θ.Σ.Ε, 2017).

2.7 Νομοθετικό πλαίσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ

2.7.1 Κοινοτικό πλαίσιο Κύπρου

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, αποτελούν οι μη ορυκτές πηγές ενέργειας όπως είναι τα κύματα, η παλιρροική, η βιομάζα, η υδροηλεκτρική, η αιολική, γεωθερμική, ηλιακή. Στην Κύπρο, αξιοποιούνται τα ακόλουθα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: φωτοβολταϊκά και αιολικά συστήματα, βιομάζα και ηλιοθερμικά συστήματα. Η

παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανανεώσιμες πηγές στη Κύπρο, καθορίζεται από την Ευρωπαϊκή οδηγία 2009/28/ΕΚ και των περι Προώθησης και Ενθάρρυνσης της χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Νόμων (κυβερνητικές επιδοτήσεις).

Σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/ΕΚ, η Κύπρος υποχρεούται να αυξήσει τις ΑΠΕ (ακαθάριστη τελική κατανάλωση) στο 13% μέχρι το 2020. Επιπρόσθετα, τουλάχιστον το 10% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στο τομέα των μεταφορών σε κάθε κράτος μέλος πρέπει να προέρχεται από τις ΑΠΕ μέχρι το 2020. Σύμφωνα με τα πιο πάνω, η κυπριακή κυβέρνηση έχει πραγματοποιήσει σχετικά σχέδια όπως η παροχή οικονομικών κινήτρων ούτως ώστε να ενσωματωθούν οι τεχνολογίες ΑΠΕ στο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Κύπρου (ΑΗΚ, 2016).

Με βάση τη στατιστική υπηρεσία Κύπρου, η παραγωγή ενέργειας σε kWh από τις ανανεώσιμες πηγές, παρουσιάζεται στον πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1: Παραγωγή ενέργειας σε kWh από το 2004 μέχρι το 2017 (Στατιστική Υπηρεσία, 2018)

ΕΤΟΣ	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΒΙΟΜΑΖΑ	ΑΙΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
2004	452	0	355
2005	566	0	355
2006	1002	155	355
2007	1743	1437	355
2008	2555	11540	355
2009	3835	26518	355
2010	6393	35124	33469
2011	11937	51610	114665
2012	21545	49819	185478
2013	47105	48864	231040
2014	83590	50482	182850
2015	126659	51237	221857
2016	145938	52021	226700
2017	172013	51555	211447

2.8 Διαχείριση παραγόμενου χωνευμένου υπολείμματος (στερεό/υγρό)

Από την διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης, προκύπτει το στερεό χωνευμένο υπόλειμμα το οποίο περιέχει υψηλά ποσά υγρασίας και πτητικών λιπαρών οξέων τα οποία το καθιστούν μη κατάλληλο για άμεσο εμπλουτισμό στα εδάφη. Ο λόγος είναι ότι πιθανόν να εμπεριέχονται παθογόνοι μικροοργανισμοί και να προκληθούν διάφορες τοξικές δράσεις στα φυτά. Γιαυτό καλείται επιτακτική ανάγκη η επεξεργασία του χωνευμένου υπολείμματος και η μετατροπή του σε κόμποστ πριν από τη χρήση του. Η κομποστοποίηση του χωνευμένου υπολείμματος, αποτελεί μία εξώθερμη διαδικασία η οποία περιλαμβάνει τέσσερα στάδια. Στο χωνευμένο υπόλειμμα, διακρίνονται τέσσερις ζώνες διαφορετικών μικροοργανισμών. Στην εξωτερική ζώνη όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, διατίθεται αρκετό οξυγόνο, ενώ αντίθετα στη βάση του σωρού η θερμοκρασία είναι αυξημένη και το οξυγόνο μηδαμινό (Ward et al.,2008;Loehr, 1974). Το πρώτο στάδιο της κομποστοποίησης, αποτελεί η μεσόφιλη φάση (25-40 °C) όπου οι μύκητες και τα βακτήρια διασπούν χημικές ενώσεις όπως είναι για παράδειγμα οι υδατάνθρακες και οι πρωτεΐνες. Τα βακτήρια αναπτύσσονται περισσότερο από τους μύκητες στη συγκεκριμένη φάση λόγω ανταγωνισμού για τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών(Griffin, 1985). Στη θερμόφιλη φάση (40-75 °C), η θερμοκρασία αυξάνεται με αποτέλεσμα οι μεσόφιλοι μικροοργανισμοί να αντικαθίστανται από τους θερμόφιλους. Απαιτείται παροχή οξυγόνου για την ανάπτυξη των μυκήτων οι οποίοι καθίστανται σημαντικοί για την αποικοδόμηση υποστρωμάτων πλούσιων σε κυτταρίνη και λιγνίνη. Η αύξηση της θερμοκρασίας οφείλεται στην δράση των ενζύμων που παράγουν τα ακτινοβακτήρια, η οποία θερμοκρασία δεν ευνοεί τους παθογόνους μικροοργανισμούς τους οποίους απαλάσσει από το κόμποστ καθώς επίσης αδρανοποιεί και τους μεσόφιλους μικροοργανισμούς.Ακολουθεί η δεύτερη μεσόφιλη φάση (25-40 °C) όπου οι μεσόφιλοι μικροοργανισμοί εμφανίζονται ξανά λόγω του ότι τα θρεπτικά έχουν εξαντληθεί, με αποτέλεσμα να μειώνονται τα θερμόφιλα και να μειώνεται επίσης και η θερμοκρασία. Στη συγκεκριμένη φάση, το άμυλο και η κυτταρίνη αποικοδομούνται. Στο τελικό στάδιο που είναι η ωρίμανση, οι μικροοργανισμοί διαφοροποιούνται λόγω της μη ύπαρξης υποστρώματος για αποικοδόμηση με αποτέλεσμα οι μύκητες να είναι περισσότεροι από τα βακτήρια. Το υπόλειμμα είναι πλούσιο σε χουμικά οξέα τα οποία δεν μπορούν να διασπαστούν επιπλέον. Γενικά, στη πλήρη ωρίμανση του κόμποστ, συμμετέχουν διαφορετικές κοινότητες

μικροοργανισμών οι οποίες απαιτούν διαφορετικές θερμοκρασίες, και θρεπτικά συστατικά (Eicker,1981;Ryckeboer et al., 2003).

Σε πολλές χώρες, οι κοινές τεχνολογίες επεξεργασίας του χωνεμένου προϊόντος, είναι η υγειονομική ταφή, η καύση και η εφαρμογή στη γη. Η διάθεση της ύλης στους χώρους υγειονομικής ταφής αυξάνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (μεθάνιο, διοξείδιο του άνθρακα), και της έκπλυσης βαρέων μετάλλων τόσο στα ύδατα όσο και στο έδαφος. Επιπρόσθετα, η καύση της λάσπης αποτελεί επίσης μια δύσκολη διαδικασία λόγω της υψηλής τέφρας και υγρασίας. Η γεωργική χρήση χωρίς την επεξεργασία του χωνεμένου υπολείμματος, πιθανό να οδηγήσει στη μεταφορά ανθεκτικών βακτηρίων στο περιβάλλον καθώς και στη διάδοση των γονιδίων ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά. Ωστόσο, η αναερόβια υλής, λόγω του ότι αποτελεί πολύτιμη πηγή οργανικού άνθρακα, αζώτου, φωσφόρου, θείου και μερικών ανόργανων ενώσεων (πυριτικά και αργιλικά άλατα), είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί εκ νέου για αξία όπως για παραγωγή βιοαιθανόλης. Η βιοαιθανόλη αποτελεί άφθονη ανανεώσιμη ενέργεια στην παγκόσμια αγορά καυσίμων, η οποία παράγεται βιομηχανικά από καλαμπόκι και ζαχαροκάλαμο (NPRO Engineering LTD, 2016).

Κεφάλαιο 3

ΒΙΟΑΕΡΙΟ

3.1 Βιοαέριο: Σύσταση και ποιότητα

Κύρια πηγή ενέργειας, αποτελούν τα ορυκτά καύσιμα τα οποία λόγω περιβαλλοντικής ρύπανσης και της εξάντλησης τους, έχουν ως αποτέλεσμα την αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας που είναι ανανεώσιμες και φιλικές στο περιβάλλον. Μία ελπιδοφόρα εναλλακτική λύση, είναι η παραγωγή βιοαερίου από την αναερόβια χώνευση της οργανικής ύλης, το οποίο είναι φθηνό και φιλικότερο προς στο περιβάλλον. Το φυσικό αέριο αποτελείται από 90-95% μεθάνιο, σ' αντίθεση με το βιοαέριο του οποίου η σύνθεση είναι μειωμένη στο 50-65%, καθιστώντας το χαμηλότερης ποιότητας. Η οργανική ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του βιοαερίου, περιλαμβάνει υπολείμματα τροφίμων επεξεργασίας, υπολείμματα σφαγείων, απορρίμματα κουζίνας, περιττώματα από ξηρά πουλερικά και ζωικά περιττώματα κ.α. Για την παραγωγή του βιοαερίου, απαιτούνται τέσσερα συστατικά: οργανική ύλη, αναερόβιες συνθήκες, μικροοργανισμούς και θερμότητα. Το βιοαέριο που παράγεται από την αναερόβια χώνευση βιολογικών αποβλήτων, περιέχει 38-40% διοξείδιο του άνθρακα, υδρόθειο σε μικρότερες ποσότητες, ιχνοστοιχεία όπως υδρογόνο, άζωτο, οξυγόνο και πτητικά (ppm), καθώς και μεθάνιο σε ποσοστό 50-65%. Έχει θερμαντική αξία 35-44 kJg⁻¹, η οποία σ' αντίθεση με άλλους ενεργειακούς πόρους όπως η βενζίνη, το ντίζελ, τα στερεά καύσιμα κ.α είναι υψηλότερη (Vankelecom et al., 2015). Τα χαρακτηριστικά του βιοαερίου, παρουσιάζονται στον πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1: Χαρακτηριστικά βιοαερίου (Deublein et al., 2008))

Χαρακτηριστικό	Τιμή
Σύνθεση	50-65% CH ₄ 38-40% CO ₂ Ίχνη από NH ₃ , H ₂ S, N ₂ , σιλοξάνες, υδρατμοί
Ενεργειακό περιεχόμενο	6-6.5 kWh/m ³

Ισοδύναμο καυσίμου	06-0.65 πετρέλαιο/m ³ βιοαέριο
Θερμοκρασία ανάφλεξης	650-750 °C
Κρίσιμη πίεση	75-89 bar
Κρίσιμη θερμοκρασία	-82.5 °C
Πυκνότητα	1.2 kg/ m ³
Οσμή	Σχεδόν άοσμο
Μοριακή μάζα	16.043 kg/kmol

Η σύνθεση του βιοαερίου, επηρεάζεται αρχικά από την πρώτη ύλη που εισέρχεται για αναερόβια χώνευση κάτι το οποίο υποδυκνύεται και στον πίνακα 3.2 ο οποίος παρουσιάζει την απόδοση του βιοαερίου από διαφορετικά υποστρώματα. Η συγκέντρωση μεθανίου στο βιοαέριο, αυξάνεται όταν η πρώτη ύλη περιέχει ουσίες με αλυσίδες υδρογονανθράκων. Συγκεκριμένα ουσίες όπως λίπη, πρωτεΐνες και λιπίδια, αυξάνουν την ποιότητα του βιοαερίου. Ένας άλλος παράγοντας που διαδραματίζει ρόλο στην ποιότητα του παραγόμενου βιοαερίου είναι η ομογενοποίηση της πρώτης ύλης, όπου όταν τα απόβλητα που τροφοδοτούνται είναι καλά τεμαχισμένα και αναμιγνυόμενα, τότε η αποσύνθεση επιταχύνεται. Αναμφίβολα, η συγκέντρωση υγρού κλάσματος στον βιοαντιδραστήρα, προκαλεί αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στο νερό και παράλληλη μείωση του στο βιοαέριο. Όταν η θερμοκρασία ζύμωσης πραγματοποιείται σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες, μειώνεται η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στο νερό (Deublein et al., 2008).

Πίνακας 3.2: Θεωρητική απόδοση σε βιοαέριο από διαφορετικές πρώτες ύλες και περιεκτικότητα σε μεθάνιο (Χαραλάμπους, 2019)

Υπόστρωμα	Βιοαέριο (lt/kg)	Περιεκτικότητα σε CH ₄ (%)
Κόπρια χοίρων	340-550	65-70
Κοπριά αγελάδων	90-310	65
Απόβλητα πουλερικών	310-620	60
Άχυρο σιταριού	200-300	50-60
Άχυρο καλαμποκιού	380-460	59
Χόρτα	280-550	70
Αγροτικά παραπροϊόντα	310-430	60-70

Φύκη	420-500	63
------	---------	----

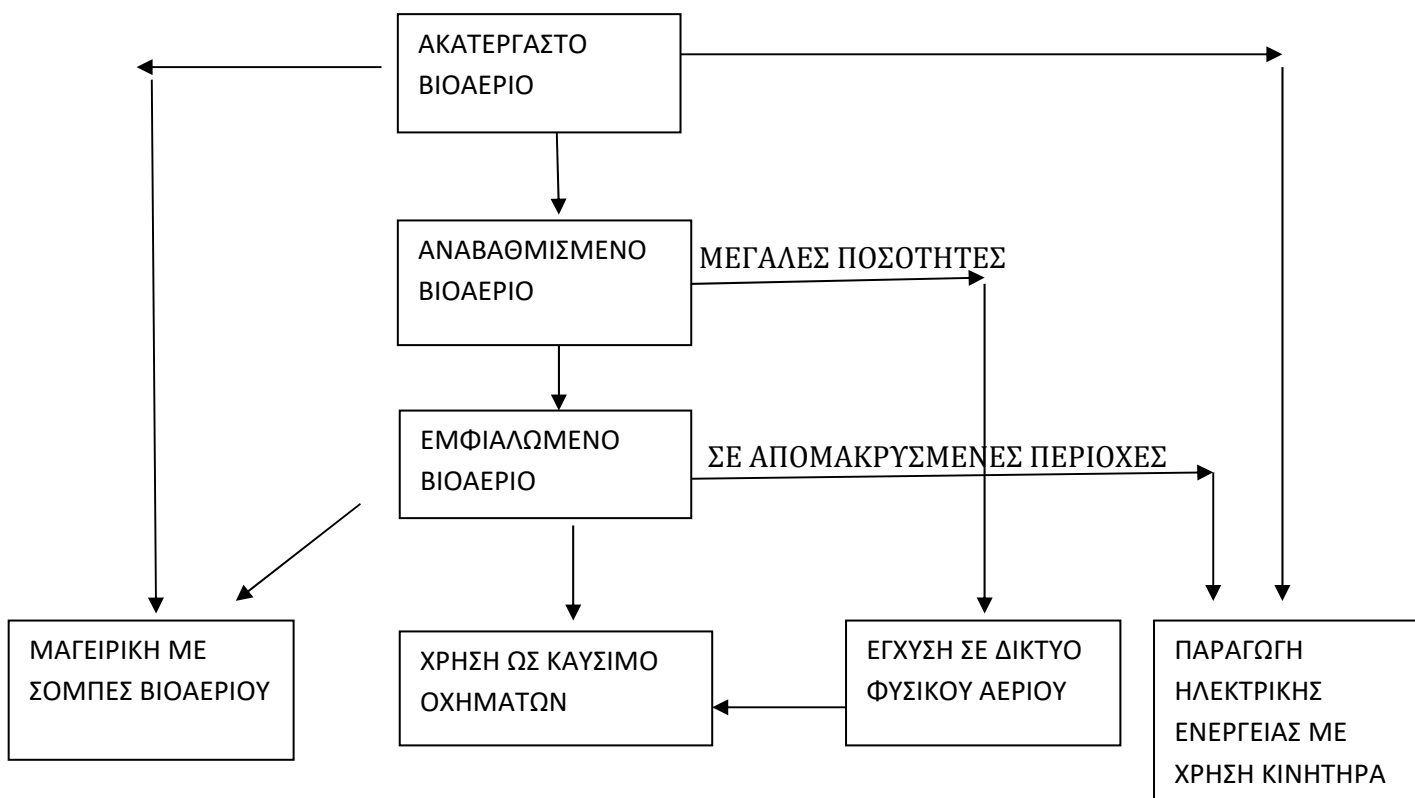
3.2 Δυναμικό βιοαερίου στην Ευρώπη

Εκτός από την αναερόβια χώνευση, υπάρχουν και άλλες τεχνολογίες από τις οποίες μπορεί να παραχθεί το βιοαέριο όπως μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με αεριοποίηση βιομάζας, όπου το παραγόμενο βιοαέριο τροφοδοτείται σε σταθμό συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Υπάρχουν πάνω από 4000 μονάδες παραγωγής βιοαερίου με ΑΧ στη Ευρώπη. Η μεγαλύτερη δυναμικότητα βιοαερίου παράγεται στην Σουηδία, Γερμανία, και την Μεγάλη Βρετανία. Με βάση υπολογισμούς, η συνολική ποσότητα βιοαερίου που παράχθηκε στην Ευρώπη το 2010, αντιστοιχούσε σε εννέα εκατομμύρια τόνους πετρελαίου. Δεν θα μπορούσε να μην αναφερθεί η αξιοποίηση του βιοαερίου ως καύσιμο κίνησης στην Σουηδία, κάτι το οποίο υποδυναμίζει μία χώρα με περιβαλλοντική συνείδηση. Η οδηγία 2003/55/ΕΚ, αναφέρει τις προδιαγραφές για εισαγωγή του βιοαερίου με ασφάλεια στο δίκτυο φυσικού αερίου της χώρας. Οι χώρες οι οποίες έχουν εφαρμόσει τη συγκεκριμένη οδηγία, είναι η Γερμανία, η Αυστρία, και η Ελβετία (Corre et al., 2016). Ολοκληρώνοντας, οι χώροι υγειονομικής ταφής εκλύουν σημαντικές ποσότητες βιοαερίου στην ατμόσφαιρα οι οποίες είναι ανεκμετάλλευτες. Η τοποθέτηση φρεάτιων στο σημείο όπου παράγονται και η μετατροπή του έπειτα σε υγροποιημένο βιοαέριο, αποτελεί μία αξιοποιήσιμη λύση του βιοαερίου από τους ΧΥΤΑ (Werther et al., 2000).

3.3 Εφαρμογές βιοαερίου

Το βιοαέριο, διακρίνεται σε δύο κατηγορίες: το πρωτογενές βιοαέριο το οποίο περιέχει 55-65% μεθάνιο και 35-45% διοξείδιο του άνθρακα, και το αναβαθμισμένο το οποίο αποτελείται από μεθάνιο σε ποσοστό μεγαλύτερο από 90% και λιγότερο από 10% σε άλλα αέρια. Το ακατέργαστο βιοαέριο είναι καύσιμο χαμηλής ποιότητας εφόσον περιέχει λιγότερο μεθάνιο, το οποίο όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.1, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο ίδιο εργοστάσιο στο οποίο παράγεται ή σε πλησιέστερα, στο μεγείρεμα από σόμπες βιοαερίου, καθώς και για την παραγωγή ενέργειας με τη χρήση του σε κινητήρες διπλού καυσίμου. Σε περίπτωση που το βιοαέριο χρησιμοποιείται σε απόσταση από τον τόπο παραγωγής του, είναι δυνατό

να αποθηκευτεί σε ειδικά μπαλόνια βιοαερίου και να μεταφερθεί ακολούθως στον τόπο χρήσης ή να μεταφέρεται με αγωγούς. Με την αναβάθμιση του βιοαερίου, το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περισσότερες εφαρμογές. Το βιοαέριο εγχέεται απευθείας στο δίκτυο φυσικού αερίου εφόσον παραχθεί σε ικανοποιητικές ποσότητες στις κεντρικές εγκαταστάσεις, ενώ ακολούθως διανέμεται στα οχήματα ως καύσιμο μεταφοράς. Στις χώρες με χαμηλή οικονομική ανάπτυξη, το βιοαέριο παράγεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η έγχυση στο δίκτυο εφόσον υπάρχουν περιορισμοί τόσο στην ποσότητα και ποιότητα όσο και στο κόστος. Για να είναι εφικτή η τροφοδοσία στο δίκτυο, απαιτείται το βιοαέριο να ακολουθεί τις προδιαγραφές ποιότητας που αναγράφονται στις νομικές διατάξεις (Virendra et al., 2014).



Εικόνα 3.1: Διαφορετικές χρήσεις βιοαερίου (Virendra et al., 2014)

3.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα βιοαερίου

3.4.1 Πλεονεκτήματα βιοαερίου

Η παραγωγή και χρήση του βιοαερίου από την αναερόβια χώνευση, έχουν θετικές επιδράσεις στο περιβάλλον, στην κοινωνία αλλά και στην οικονομία. Οι

εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαερίου ενισχύουν τις τοπικές οικονομίες, μειώνεται η ανεργία εφόσον δημιουργούνται καινούργιες θέσεις εργασίας, καθώς συμβάλλει και στην προστασία του περιβάλλοντος. Η παγκόσμια τροφοδοσία ενέργειας στις μέρες μας, βασίζεται στα ορυκτά καύσιμα όπως ο λιγνίτης, το αργό πετρέλαιο κ.α., τα οποία αποτελούν μη ανανεώσιμους πόρους τους οποίους ο ρυθμός παραγωγής τους είναι μικρότερος από τον ρυθμό εξόρυξης με αποτέλεσμα να μειώνονται. Αντίθετα, το βιοαέριο είναι μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, το οποίο διατηρεί τους φυσικούς πόρους καθώς και την προστασία του περιβάλλοντος. Ακόμη, τα οργανικά απόβλητα από τη βιομηχανία, τη γεωργία και από τα νοικοκυριά μειώνονται καθώς μειώνονται και οι δαπάνες για τη διάθεση τους, αφού χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη για την αναερόβια χώνευση. Επίσης, κατά τη διάρκεια συλλογής και μεταφοράς της πρώτης ύλης ΑΧ, στην κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση της μονάδας όπου παράγεται το βιοαέριο, απαιτείται εργατικό δυναμικό. Έτσι δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας. Ένα άλλο πλεονέκτημα της παραγωγής βιοαερίου είναι η χαμηλές ποσότητες σε νερό που απαιτούνται σε σχέση με την παραγωγή άλλων καυσίμων (Seadi t al., 2008). Επιπρόσθετα, το βιοαέριο αποτελεί μία πρόσθετη πηγή εσόδων για τους γεωργούς λόγω της πρώτης ύλης που διαθέτουν καθώς και της χρήσης του χωνεμένου υπολείμματος ως εδαφοβελτιωτικό. Το χωνεμένο υπόλειμμα είναι πλούσιο σε άζωτο, φωσφόρο, κάλιο και θρεπτικούς μικροοργανισμούς, έχει καλύτερη αναλογία άνθρακα/αζώτου, μειωμένες οσμές, και καλύτερη απόδοση της λίπανσης (Butz, 2014). Επιπλέον, το βιοαέριο είναι δυνατό να παραχθεί από ποικίλους τύπους πρώτων υλών όπως στερεή και υδαρή ζωική κοπριά, υπολείμματα καλλιεργειών, οργανικά απόβλητα από γαλακτοβιομηχανίες, βιομηχανίες τροφίμων, και αγροτικές βιομηχανίες, από την ίλυς υγρών αποβλήτων, οργανικά απόβλητα δημοτικών στερεών αποβλήτων, ενεργειακές καλλιέργειες (Yimer, 2014).

3.4.2 Μειονεκτήματα βιοαερίου

Οι μονάδες βιοαερίου, επιβάλλεται να εγκαθίστανται σε κατάλληλη απόσταση από κατοικημένες περιοχές λόγω θορύβου και οσμών. Το βιοαέριο μυρίζει σαν σάπιο αυγό λόγω του υδρόθειου που περιέχει καθώς μπορεί να προκληθεί κίνδυνος τοξικότητας από τυχόν διαρροή του βιοαερίου. Ένα επίσης σημαντικό μειονέκτημα, είναι ότι απαιτείται συμπίεση του για να είναι εφικτή η ανάμιξη του με το φυσικό

αέριο αλλά απαιτείται αρχικά ο καθαρισμός του βιοαερίου από το υδρόθειο και το νερό για να μην προκληθεί διάβρωση του εξοπλισμού. Ακόμη, η εγκατάσταση μιας μονάδας ΑΧ, απαιτεί μεγάλες εκτάσεις γης, οι οποίες θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για καλλιέργεια διάφορων προϊόντων. Τέλος, το βιοαέριο περιλαμβάνει τις ακόλουθες προσμίξεις σε μηδαμινές ποσότητες οι οποίες όμως δύναται να προκαλέσουν προβλήματα στη τελική του χρήση.

- Σκόνη, στερεά σωματίδια: υπάρχει πιθανότητα φραγής των σωλήνων, συμπιεστών, καθώς και δεξαμενών αποθήκευσης.
- Υδρατμοί, H_2S : κίνδυνος διάβρωσης των δεξαμενών αποθήκευσης, μηχανών καύσης, καθώς και σωληνώσεων με τις οποίες μεταφέρεται το βιοαέριο.
- CO_2 : η θερμογόνος δύναμη είναι πολύ χαμηλή
- NH_3 : όταν διαλυθεί στο νερό υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης
- O_2 : όταν περιέχεται σε υψηλές ποσότητες στο βιοαέριο, υπάρχει πιθανότητα δημιουργίας εκρηκτικών μιγμάτων
- Σιλοξάνες: μετά από τη καύση του βιοαερίου δύναται να δημιουργηθεί διοξείδιο του πυριτίου, το οποίο καθιζάνει στις βαλβίδες και κυλινδρικές κεφαλές με αποτέλεσμα να τις καταστρέφει από τις τριβές.
- Υδρογονάνθρακες: κίνδυνος διάβρωσης μηχανών καύσης (Peterson et al., 2009).

Κεφάλαιο 4

ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ

4.1 Γενικά για τα εδαφοβελτιωτικά από ΑΧ

Η αναερόβια χώνευση, αποτελεί μία υποσχόμενη τεχνολογία η οποία επιτρέπει την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας μέσω του βιοαερίου, έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται πληθώρα οργανικών αποβλήτων, είναι μία κλειστή διαδικασία που μειώνει τις οσμές σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες επεξεργασίας αποβλήτων καθώς επίσης ανακυκλώνει την οργανική ύλη και τις θρεπτικές ουσίες που περιέχονται στα απόβλητα σε υποπροϊόν της πέψης, δηλαδή το χωνεμένο υπόλειμμα. Το χωνεμένο προϊόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία ως τροποποίηση εδάφους ή λίπασμα. Το προϊόν αυτό, προκύπτει σε υγρή ή στερεά φάση, ανάλογα με τη φύση των επεξεργασμένων αποβλήτων και την τεχνολογία πέψης που χρησιμοποιείται. Το υγρό κλάσμα, περιέχει ποσότητα ανόργανου αζώτου, σ' αντίθεση με το στερεό κλάσμα το οποίο χαρακτηρίζεται από οργανικές ουσίες και φώσφορο. Η υγρή φάση, έπειτα από βιολογική επεξεργασία χρησιμοποιείται ως υγρό λίπασμα ή υποβάλλεται σε απομάκρυνση αμμωνίας ούτως ώστε να διαχωριστεί από τα θρεπτικά συστατικά. Αντίθετα, το στερεό χωνεμένο προϊόν, χρησιμοποιείται ως οργανική τροποποίηση. Λόγω του ότι οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις μειώνονται δραματικά, και υπάρχει κίνδυνος ρύπανσης των υπόγειων υδάτων από τις εκροές των θρεπτικών συστατικών, η στερεή χωνεμένη ιλύς που παράγεται από την αναερόβια χώνευση υπόκειται σε περαιτέρω επεξεργασία ούτως ώστε να μπορεί να αξιοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό. Ολοκληρώνοντας, το χωνεμένο υπόλειμμα που παράγεται από τη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης, μεταφέρεται στο έδαφος έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία, από το σημείο δηλαδή όπου παράχθηκε η πρώτη ύλη με την οποία τροφοδοτούνται οι βιοαντιδραστήρες ΑΧ (ΚΑΠΕ, 2008).

4.2 Χαρακτηριστικά εδαφοβελτιωτικού υλικού από ΑΧ

Η αναερόβια χώνευση, χρησιμοποιεί ένα ευρέος φάσμα από οργανικά απόβλητα και μίγμα από διαφορετικά απόβλητα για την προσθήκη στους χωνευτήρες της αναερόβιας διαδικασίας. Αυτό σηματοδοτεί την παραγωγή συνεχώς διαφορετικών χωνευμάτων γιαυτό και δεν έχουν ακόμη συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Ορισμένα γενικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τα χωνεμένα προϊόντα και δυσχαιρένουν την αξιοποίηση τους είναι αρχικά ότι έχουν υπολειμματική βιοαποικοδομησιμότητα και διαθέτουν σύνθετα οργανικά στοιχεία όπως λιγνοκυτταρινούχες ενώσεις οι οποίες δεν διασπώνται κατά τη διαδικασία της πέψης. Επιπλέον είναι πλούσια σε άζωτο το οποίο κατά τη διάρκεια της αναερόβιας χώνευσης, μετατρέπεται σε αμμώνιο το οποίο δημιουργεί φυτοτοξικά προϊόντα χώνευσης. Παρουσιάζουν ακόμη άσχημη οσμή, είναι πολύ υγρά ή πολύ συμπυκνωμένα σε φυτοτοξικά πτητικά λιπαρά οξέα με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η άμεση εφαρμογή τους στη γη. Γιαυτό και τα υπολείμματα αναερόβιας χώνευσης, πρέπει να υποβάλλονται σε μετέπειτα επεξεργασία ούτως ώστε να εξασφαλίζεται καλύτερη απόδοση και ασφάλεια στις καλλιέργειες. Η κομποστοποίηση αποτελεί μία μεταγενέστερη επεξεργασία των προϊόντων χώνευσης, με την οποία σταθεροποιείται η οργανική ύλη που απομένει και μειώνεται με αυτό τον τρόπο η φυτοτοξικότητα τους (ΚΑΠΕ, 2008).

Επιπρόσθετα, η ποιότητα του εδαφοβελτιωτικού επηρεάζεται από διάφορους παραμέτρους της τροφοδοτούμενης πρώτης ύλης, οι οποίοι περιγράφονται στον πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1: Επίδραση στην ποιότητα των εδαφοβελτιωτικών από τα χαρακτηριστικά του υποστρώματος (Drosg et al., 2015)

Παράμετρος πρώτης ύλης	Επίδραση στην πρώτη ύλη
Υψηλή περιεκτικότητα σε νερό	Τα υψηλά ποσοστά νερού, προκαλούν αύξηση της ποσότητας του εδαφοβελτιωτικού, μείωση των ολικών στερεών αλλά και της περιεκτικότητας σε αμμωνία και άλατα.
Επανακυκλοφορία υγρού κλάσματος σε	Άυξηση ποσότητας εδαφοβελτιωτικού και

υψηλό βαθμό, έπειτα από το διαχωρισμό του χωνεμένου υπολείμματος	ολικών στερεών, ενώ μειώνεται η συγκέντρωση αμμωνίας και αλάτων
Μικρός υδραυλικός χρόνος παραμονής	Τα πτητικά λιπαρά οξέα καθώς και οι οργανικές ουσίες στα ολικά στερεά αυξάνονται ενώ η αμμωνία που περιλαμβάνεται στο ολικό άζωτο μειώνεται.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα ιδανικά χαρακτηριστικά τα οποία πρέπει να έχουν τα εδαφοβελτιωτικά για να μην παρουσιάζουν αρνητική επίδραση στα εδάφη όπου προορίζονται:

- ✓ Για τις υγρές διεργασίες ΑΧ, τα ολικά στερεά πρέπει να είναι 3-15%, ενώ για τις ξηρές διεργασίες έως 30%
- ✓ Τα ολικά στερεά οργανικής φύσεως πρέπει να είναι πάνω από το 70%
- ✓ Το pH του εδαφοβελτιωτικού, εξαρτάται άμεσα από το υπόστρωμα που χρησιμοποιείται, και η ιδανική τιμή είναι μεταξύ 7,5- και 8.
- ✓ Η αναλογία C/N να είναι μέχρι 12,5
- ✓ Η υγρασία, δεν πρέπει να ξεπερνά το 25% της συνολικής μάζας του εδαφοβελτιωτικού (Drosg et al., 2015).

4.2.1 Προυποθέσεις ενσωμάτωσης χωνεμένου υπολείμματος στα εδάφη

Σύμφωνα με το Υπουργείο Γεωργίας, Αγροτικής ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, ο παραγωγός της χωνεμένης ιλύος, υποχρεούται να παρέχει τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Τα είδη των αποβλήτων που εισέρχονται για αναερόβια χώνευση, την ποσότητα σε τόνους
- Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας για παραγωγή του χωνεμένου υπολείμματος πρέπει να καταγράφονται οι μετρήσεις θερμοκρασίας
- Οποιοσδήποτε αποκλίσεις πραγματοποιήθηκαν κατά τη πορεία της παραγωγής χωνεμένης ιλύος

Επίσης, τα βιοποικοδομήσιμα απόβλητα που τροφοδοτούνται, απαγορεύεται να περιλαμβάνουν επικίνδυνες ουσίες, βιοκτόνα αλλά και ουσίες οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν τη διαδικασία της ΑΧ όπως τα συντηρητικά.

Σε περίπτωση που το υπόλειμμα που παράγεται από τη διαδικασία της ΑΧ δεν υποστεί επιπλέον επεξεργασία αλλά διανεμηθεί απευθείας στα εδάφη, λαμβάνονται τα εξής μέτρα:

- Παρακολούθηση της χωνεμένης ιλύος, αν εξυπακούει με τους δείκτες ασφαλείας και τα πρότυπα ποιότητας για την παραχώρηση ενός πιστοποιητικού καταλληλότητας του προϊόντος σύμφωνα με τον πίνακα 6.
- Έπειτα από τη λήψη του πιστοποιητικού, εξετάζεται το προϊόν τρεις φορές ετησίως για κάθε τέσσερις μήνες για επιβεβαίωση της ποιότητας και ασφαλείας του. Σε περίπτωση που τα αποτελέσματα παρουσιάσουν μη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις, λαμβάνονται δείγματα κάθε μήνα για τρεις μήνες.

Πίνακας 4.2: Οριακές τιμές επιτρεπόμενων ουσιών για την έκδοση πιστοποιητικού (Υπουργείο Περιβάλλοντος, 2015)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΟΡΙΑΚΗ ΤΙΜΗ
Βακτήριο σαλμονέλας	25 γρ. Δεν περιέχουν σαλμονέλα
E.Coli	Μέχρι 1000 CFU/g στο προϊόν
Εντεροβακτήρια	1 γρ. Προϊόντος δεν περιέχει εντεροβακτήρια
Ξένες ύλες	≤ 0,5 % επί ξηράς ύλης
Σπόροι ζιζανίων	≤2 σπόροι ανά λίτρο
Μόλυβδος	130 mg/kg ξηράς ουσίας
Κάδμιο	1,3 mg/kg ξηράς ουσίας
Χρώμιο	60 mg/kg ξηράς ουσίας
Χαλκός	200 mg/kg ξηράς ουσίας
Νικέλιο	40 mg/kg ξηράς ουσίας
Υδράργυρος	0,45 mg/kg ξηράς ουσίας
Ψευδάργυρος	600 mg/kg ξηράς ουσίας

Επιπρόσθετα, το υγρό κλάσμα πρέπει να αποθηκεύεται σε στεγανό εξοπλισμό και να υπόκειται σε αερόβια χώνευση, ούτως ώστε να μετατραπεί σε κόμποστ το οποίο θα έχει πιο σταθερή μορφή αλλά θα είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά για το έδαφος. Αντίθετα, το στερεό υπόλειμμα μπορεί να αποθηκεύεται σε δεξαμενές ανοιχτού τύπου οι οποίες είναι κατασκευασμένες από σκυρόδεμα (Υπουργείο Περιβάλλοντος, 2015).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

5.1 Εισαγωγή

Η εισαγωγή εντατικών γεωργικών δραστηριοτήτων στο νησί, έχει αυξήσει τις ποσότητες αποβλήτων ως αποτέλεσμα να επηρεάζονται τα υδατικά οικοσυστήματα και οι γύρω κοινότητες από τις οσμές, οχλήσεις κ.α, λόγω ανεπαρκούς διαχείρισης και ανεξέλεγκτης απόρριψης. Στον τομέα διαχείρισης των γεωργικών αποβλήτων, υπάρχει έλλειψη στρατηγικών σχεδίων με αποτέλεσμα σημαντικές ποσότητες γεωργικών αποβλήτων να καταλήγουν στους ΧΥΤΑ, κάτι το οποίο δεν υπακούει στην οδηγία 1999/31/ΕΚ. Η αναερόβια χώνευση, αποτελεί μια αποτελεσματική λύση για τη διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων, η οποία συμμορφώνεται με τις περιβαλλοντικές οδηγίες από την ΕΕ καθώς επίσης μπορεί να εξασφαλίσει τις ενεργειακές ανάγκες της Κύπρου (Μονου et al., 2008).

Στόχος λοιπόν της παρούσας εργασίας είναι να υπολογιστεί το διαθέσιμο δυναμικό γεωργικών αποβλήτων στην επαρχία της Πάφου, και η ποσότητα του βιοαερίου που μπορεί να παραχθεί, ούτως ώστε να απαντηθεί το ερώτημα αν τα γεωργικά φυτικά υπολείμματα (ως πρώτη ύλη) είναι σε θέση να καλύψουν τις ανάγκες των μονάδων βιομάζας. Επίσης ένα άλλο ερώτημα που καλείται να δώσει απάντηση η συγκεκριμένη διπλωματική, είναι αν η ενέργεια που θα παραχθεί θα μπορέσει να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες των κατοίκων της Πάφου. Τέλος, θα διερευνηθεί η ποσότητα του εδαφοβελτιωτικού που μπορεί να παραχθεί από την ΑΧ αλλά και σε πόση έκταση γεωργικής γης μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Για την μελέτη των πιο πάνω ερωτημάτων, θα πρέπει να εκτιμηθεί αρχικά η ποσότητα του διαθέσιμου δυναμικού πρώτης ύλης. Αξίζει να αναφερθεί ότι στην Κύπρο δεν υπάρχει κανένα αρχείο όπου να καταγράφονται οι ποσότητες των γεωργικών υπολειμμάτων κάτι το οποίο αποτέλεσε εμπόδιο για τις ανάγκες της διπλωματικής εργασίας. Επίσης μετά από προσωπική επικοινωνία με το Υπουργείο Γεωργίας,

Αγροτικής ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, αναφέρθηκε ότι δεν υπάρχουν στη διάθεση τους στοιχεία για τα γεωργικά υπολείμματα. Οι τιμές που χρησιμοποιούνται έπειτα, πάρθηκαν από μελέτη του κέντρου ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΚΑΠΕ), δράση βιομάζας για την Κύπρο, περίοδος 2008-2020.

5.2 Μεθοδολογικά εργαλεία

Η πραγματοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, βασίζεται σε στοιχεία που συλλέχθηκαν από διάφορες επιστημονικές εργασίες και αναφορές, από δεδομένα δημόσιων αρχών και υπηρεσιών τα οποία αναλύθηκαν και επεξεργάστηκαν εκ των υστέρων. Τα κύρια μεθοδολογικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι η βιβλιογραφική μελέτη η οποία αποτελεί μία οργανωμένη συλλογή στοιχείων που αφορούν τη περιοχή μελέτης. Τα στοιχεία αυτά στη συνέχεια δομούνται κατάλληλα ούτως ώστε να βοηθήσουν τον μελετητή να εστιάσει στα πιο σημαντικά για τη περιοχή μελέτης κρίσιμα σημεία. Στο τέλος, καταγράφεται η βιβλιογραφική επισκόπηση με τρόπο κατανοητό προς τον αναγνώστη. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιείται η μελέτη περίπτωσης (case study), στην οποία ο μελετητής αφού εξετάσει τα προβλήματα που υφίστανται στη περιοχή, δίνεται η δυνατότητα στη συνέχεια να προτείνει και να παρουσιάσει λύσεις και συμπεράσματα από τη δική του οπτική γωνιά.

5.3 Επιλογή μεθοδολογίας υπολογισμού γεωργικών υπολειμμάτων

Η διαθεσιμότητα της πρώτης ύλης, τα υπάρχοντα είδη βιομάζας καθώς και οι ποσότητες, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ενέργειας από βιομάζα. Αξιοσημείωτο είναι επίσης και η συλλογή των πρώτων υλών, αν είναι οικονομικά συμφέρουσα. Ως δυναμικό βιομάζας, ορίζεται η εκμεταλλεύσιμη ποσότητα ζωικών και αστικών λυμάτων, φυτικών υπολειμμάτων, δασικών κτλ.

Το δυναμικό βιομάζας κατηγοριοποιείται στο θεωρητικό δυναμικό το οποίο είναι η μέγιστη ποσότητα βιομάζας που είναι δυνατό να παραχθεί σε μια τοποθεσία. Επίσης διακρίνεται στο διαθέσιμο δυναμικό βιομάζας το οποίο είναι το ποσοστό του θεωρητικού δυναμικού, το οποίο μπορεί να ληφθεί με βάση τους περιορισμούς της περιοχής όπως για παράδειγμα η μορφολογία του εδάφους. Το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό, αποτελεί το ποσοστό του διαθέσιμου δυναμικού το οποίο είναι δυνατό να επεξεργαστεί με βάση τα υπάρχοντα τεχνικά μέσα. Τέλος, το οικονομικά

εκμεταλλεύσιμο δυναμικό βιομάζας, είναι το ποσοστό του τεχνικά εκμεταλλεύσιμου δυναμικού το οποίο είναι οικονομικά εκμεταλλεύσιμο.

Πιο κάτω, παρουσιάζεται ο τρόπος υπολογισμού των σημαντικότερων γεωργικών προϊόντων στην Κύπρο, για τον υπολογισμό της διαθέσιμης βιομάζας (ΚΑΠΕ, 2008).

Ελαιοκαλλιέργειες:

Συνολική ποσότητα ελαιοκλαδεμάτων (ξηροί τόνοι ανά έτος)=(δεκάρια)*(282kg ανά δεκάριο/έτος)*[(100-% υγρασία 40) /100]* συντελεστής διαθεσιμότητας (0,40)

Εσπεριδοειδή:

Συνολική ποσότητα υπολειμμάτων δενδρώδων καλλιεργειών (ξηροί τόνοι ανά έτος)= έκταση καλλιέργειας*στρεμματική απόδοση κλαδοδεμάτων - 319kg/δεκάριο/έτος* [(100-% υγρασία 40) /100]* συντελεστής διαθεσιμότητας (0,60)

Οπωροφόρα δέντρα:

Συνολική ποσότητα υπολειμμάτων δενδρώδων καλλιεργειών (ξηροί τόνοι ανά έτος)= έκταση καλλιέργειας*στρεμματική απόδοση κλαδοδεμάτων - 434kg/δεκάριο/έτος* [(100-% υγρασία 40) /100]* συντελεστής διαθεσιμότητας (0,60)

Αμπελοκαλλιέργειες: κάθε χρόνο πραγματοποιείται η συλλογή σταφυλιών όπου παράγονται 500-700 kg κληματίδων αμπελώνων ανά 1000m²

Συνολική ποσότητα υπολειμμάτων στεμφύλων (ξηροί τόνοι ανά έτος)= (έκταση αμπελώνα σε δεκάρια)*στρεμματική απόδοση (497kg/δεκάριο/έτος)* [(100-% υγρασία 30) /100]* συντελεστής διαθεσιμότητας (0,50)

Πίνακας 5.1: Χαρακτηριστικά βασικών τύπων υπολειμμάτων στην Κυπρο (ΚΑΠΕ, 2008)

Τύπος	Υπολείμματ α βιομάζας τόνοι/δεκάρ ιο	Υπολει μ. ΜΟ	Θερμογόν ος δύναμη (GJ/Kg)	ΜΟ Θερμ. Δύναμης	Υγρασία (%)	ΜΟ υγρασίας	Διαθεσιμ ότητα (%)	ΜΟ διαθεσιμ ότητας
Ελιές	0,282	0,282	0,01799	0,018	35	35	45	45

Μηλιές	0,24	0,319	0,0168	0,017	40	40	60	60
Βερικοκιές	0,623		0,016		40		60	
Ροδακινιές	0,561		0,016		40		60	
Αχλαδιά							60	
Κερασιά	0,511		0,0168		40		60	
Αμυγδαλιά	0,621		0,0168		40		60	
Καρυδιά	0,28		0,0168		40		60	
Βυσσινιές	0,511		0,0168		40		60	
Φυστικιές	0,28		0,0168		40		60	
Καστανιές	0,28		0,0168		40		60	
Πορτοκαλιές	0,25	0,434	0,0165	0,017	40	40	60	60
Λεμονιές	0,3		0,0165		40		60	
Μανταρινιές	0,5		0,0167		40		60	
Νερατζιές	0,3		0,0165		40		60	
Κιτριές	0,3		0,0165		40		60	
Φραπιές	0,3		0,0165		40		60	
Περγαμοτιές	0,3		0,0165		40		60	
Γκρέιπφρουτ	0,3		0,0165		40		60	
Αμπέλια	0,497	0,497	0,1895	0,019	40	40	50	50

Στον πίνακα 5.1, παρουσιάζονται τα διαθέσιμα αγροτικά υπολείμματα που μπορούν να αξιοποιηθούν στην Κύπρο, για παραγωγή βιοαερίου. Αξίζει να σημειωθεί ότι στους υπολογισμούς για το ενεργειακό δυναμικό, δεν έχουν συμπεριληφθεί τα ακόλουθα υπολείμματα:

- Σιτάρι, κριθάρι, αραβόσιτος, ρύζι: μικρή ποσότητα υπολείμματος αχύρου η οποία οδηγείται για εκτροφή ζώων (ανταγωνιστική χρήση)
- Βιομηχανικά φυτά (καπνός, βαμβάκι, ηλιάνθος): υπάρχει ελάχιστη παραγωγή κοτσανιών και φύλλων

- Νωπά λαχανικά (λαχανικά, αγκινάρα, ντομάτα): η ποσότητα των κοτσανιών και φύλλων που παραμένουν είναι αβέβαιη και χρησιμοποιούνται ως εδαφοβελτιωτικά.
- Υπολείμματα καρπού από τη διαδικασία συσκευής και από τις μονάδες επεξεργασίας φρούτων: τα κουκούτσια που παράγονται χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της τροφής των ζώων στο τομέα της κτηνοτροφίας
- Υπολείμματα βιομηχανίας ξυλείας: παράγονται περίπου 600 τόνοι υπολειμμάτων ξυλείας τα οποία αξιοποιούνται από την ίδια την βιομηχανία ούτως ώστε να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες σε ενέργεια.
- Παραπροϊόντα από την επεξεργασία ελαιοκαρπού: κατά την παραγωγή του ελαιολάδου παράγονται 7 με 8% κ.β φύλλα και κλαδιά τα οποία χρησιμοποιούνται ως βελτιωτικά εδάφους ή σαν ζωοτροφές γιαυτό και δεν υπολογίζεται η ποσότητα τους. Οι ποσότητες του ελαιοπυρήνα είναι διπλάσιες από την ποσότητα του ελαιολάδου που παράγεται, με υγρασία 40-60% κ.β και θερμογόνο δύναμη 19,1 MJ/kg.

Ο πίνακας 5.2 που παρουσιάζεται στη συνέχεια, δείχνει τα δεκάρια της στερεής βιομάζας ανά επαρχία. Η συνολική διαθέσιμη ποσότητα στερεή βιομάζας η οποία προέρχεται από τα αγροτικά υπολείμματα, ανέρχεται στις 102.047 τόνους, σύμφωνα με το σχέδιο δράσης βιομάζας για τη Κύπρο. Επιπρόσθετα τα τρία τέταρτα περίπου της συνολικής βιομάζας, αντιστοιχούν σε υπολείμματα από καλλιέργειες αμπελιών ενώ η υπόλοιπη ποσότητα ανήκει σε κλαδοδέματα από δενδρώδεις καλλιέργειες. Οι μεγαλύτερες ποσότητες, συγκεντρώνονται στις επαρχίες Πάφου (ΚΑΠΕ, 2008).

Πίνακας 5.2: Έκταση σε δεκάρια στερεής βιομάζας ανά επαρχία (ΚΑΠΕ, 2008)

ΕΠΑΡΧΙΑ	ΕΛΑΙΩΝΕΣ (δεκάρια)	ΟΠΩΡΟΦΟΡΑ (δεκάρια)	ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ (δεκάρια)	ΑΜΠΕΛΙΑ (δεκάρια)	ΣΥΝΟΛΟ (δεκάρια)
ΛΕΥΚΩΣΙΑ	46172	10957	9890	12057	79076
ΛΑΡΝΑΚΑ	30950	3356	5181	1834	41321
ΛΕΜΕΣΟΣ	22383	13531	12626	49466	98006
ΠΑΦΟΣ	21175	11234	18379	61898	112686
ΑΜΜΟΧΩΣΤΟΣ	21804	773	2565	38	8827

ΣΥΝΟΛΟ	126131	39851	48641	125293	339916
---------------	--------	-------	-------	--------	--------

Ο τομέας της ελαιοκαλλιέργειας είναι αρκετά ανεπτυγμένος στο νησί της Κύπρου, εφόσον λειτουργούν τριάντα μία εγκαταστάσεις ελαιοτριβείων με συνολική αγροτική παραγωγή 173000 τόνοι ετησίως, και εκτιμάται ότι παράγονται πάνω από 10000 τόνους ετησίως στερεός ελαιοπυρήνας, 4000 τόνοι ελαιόλαδου και 20000 τόνοι τζίτζουρος (υγρά απόβλητα) (ΚΑΠΕ, 2008).

5.4 Μεθοδολογία υπολογισμού δυναμικού μεθανίου και βιοαερίου

Το δυναμικό βιοαερίου των γεωργικών υπολειμμάτων (ΔB), μπορεί να υπολογιστεί με βάση τις τιμές του δυναμικού μεθανίου (ΔM) για τα γεωργικά υπολείμματα αλλά και για τις δενδρώδεις καλλιέργειες, το οποίο εκτιμάται σύμφωνα με τις πιο κάτω εξισώσεις.

- Γεωργικά φυτικά υπολείμματα

$$\Delta M_{\text{γεωργ}} (\text{m}^3/\text{έτος}) = \Delta M_{\text{υπολ}} (\text{m}^3/\text{kg υπολ}) * \text{PAR} * 1000\text{kg/t}$$

$\Delta M_{\text{γεωργ}} (\text{m}^3/\text{έτος})$: δυναμικό μεθανίου για κάθε γεωργικό υπόλειμμα ανά έτος

$\Delta M_{\text{υπολ}} (\text{m}^3/\text{kg υπολ})$: δυναμικό μεθανίου ανά κιλό γεωργικού υπολείμματος

PAR: τόνοι γεωργικών υπολειμμάτων ανά είδος καλλιέργειας ανά έτος

- Κλαδέματα δέντρων

$$\Delta M_{\text{κλαδ}} (\text{m}^3/\text{έτος}) = \Delta M_{\text{κλαδ}} (\text{m}^3/\text{kg υπολ}) * 73/100 * \text{PAR} * 1000\text{kg/t}$$

$\Delta M_{\text{κλαδ}} (\text{m}^3/\text{έτος})$: δυναμικό μεθανίου κλαδεμάτων δένδρων ανά έτος

$\Delta M_{\text{κλαδ}} (\text{m}^3/\text{kg υπολ})$: δυναμικό μεθανίου ανά κιλό κλαδεμάτων

PAR: ποσότητα κλαδεμάτων ανά είδος δενδρώδους καλλιέργειας σε τόνους ανά έτος

Αφού υπολογιστεί το δυναμικό μεθανίου με βάση τις πιο πάνω εξισώσεις και τον πίνακα 5.3, μπορεί να εκτιμηθεί το δυναμικό βιοαερίου σύμφωνα με την πιο κάτω εξίσωση.

$$\Delta B = \frac{\Delta M(\text{m}^3/\text{έτος})}{\% \text{ CH}_4} * 100$$

Πίνακας 5.3: ποσότητες δυναμικού μεθανίου και περιεχόμενο μεθανίου για τα γεωργικά υπολείμματα, με βάση τη βιβλιογραφία (Vlyssides, 2015)

Υπολείμματα	Δυναμικό μεθανίου m ³ /kg υπολ.	Περιεχόμενο CH ₄ (%)
Ξηροί καρποί (αμυγδαλιές, καρυδιές κτλ)	0,18	55
Φρούτα	0,28	55
Αμπέλια	0,28	55
Ελαιώνες	0,18	55
Εσπεριδοειδή	0,28	55

5.5 Μεθοδολογία υπολογισμού συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας

Ο συμβατικός τρόπος παραγωγής ενέργειας απορρίπτει στο περιβάλλον μεγάλες ποσότητες θερμότητας, σ' αντίθεση με τη συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας που βασίζεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ο συνδυασμός παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, έχει την ικανότητα να ανακτά μεγαλύτερο ποσοστό της θερμότητας που απορρίπτεται, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης. Μια μονάδα ΣΗΘ, έχει απόδοση 75-90%, και πιο αναλυτικά παράγεται 35-45% ηλεκτρική ενέργεια και 55-65% θερμική ενέργεια. Για τον υπολογισμό της ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας που παράγεται, λαμβάνομαι υπόψη ότι το βιοαέριο έχει υψηλή συγκέντρωση μεθανίου με την χαμηλότερη θερμογόνο δύναμη (ΚΘΔ) να είναι 10 kWh/m³. Η θερμική και ηλεκτρική ενέργεια, υπολογίζονται με βάση τις πιο κάτω εξισώσεις (Vlyssides, 2015).

$HE = K\theta\Delta \times (\% \text{ απόδοση σε ηλεκτρική ενέργεια})$

$\theta E = K\theta\Delta \times (\% \text{ απόδοση σε θερμική ενέργεια})$

Κεφάλαιο 6

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

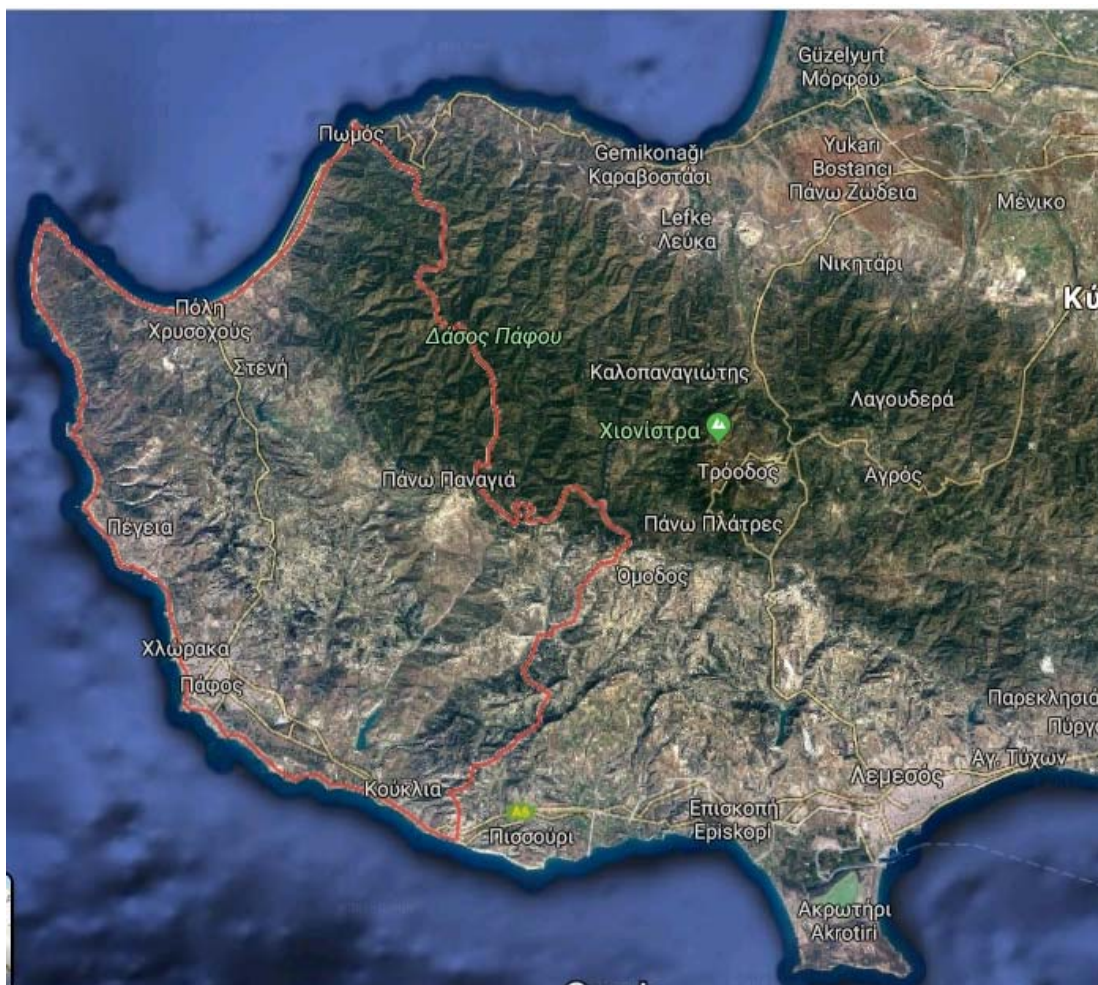
1.1 Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης της μελέτης περίπτωσης: Επαρχία Πάφου

Η καύση βιομάζας, άρχισε να διαδίδεται σε μεγάλο βάθος στις χώρες της κεντρικής Ευρώπης, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μίας καινούργιας ενεργειακής πολιτικής με περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη. Με τη χρήση της βιομάζας για παραγωγή βιοαερίου καθώς και κόμποστ για τα εδάφη, επιτυγχάνεται η αξιοποίηση των γεωργικών αποβλήτων, η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων, μείωση των εκπομπών καύσης, στήριξη δραστηριοτήτων με υψηλό ενεργειακό κόστος, καθώς και προστασία του περιβάλλοντος και έπειτα της ανθρώπινης υγείας. Στην Κύπρο, τα γεωργικά απόβλητα που χρησιμοποιούνται είναι τα υπολείμματα γεωργικών προϊόντων όπως φύλλα, άχυρο, κλαδιά, κλαδοδέματα, καθώς και παραπροϊόντα τα οποία προκύπτουν από την επεξεργασία γεωργικών προϊόντων όπως πυρήνες φρούτων, πυρηνόξυλο κτλ.

6.1.1 Γενικές πληροφορίες

Η επαρχία της Πάφου, είναι η περιοχή η οποία μελετάται στην παρούσα διατριβή, και βρίσκεται στο νοτιοδυτικό τμήμα της Κύπρου, με την οροσειρά του Τρόδους να βρίσκεται στα βόρεια της περιοχής μελέτης όπως φαίνεται και στον χάρτη 6.1. Αποτελεί τη μεγαλύτερη τρίτη επαρχία της Κύπρου μετά την επαρχία Λευκωσίας και επαρχία Αμμοχώστου με έκταση 1393 km². Οι δήμοι που υπάγονται στην επαρχία Πάφου, είναι ο δήμος Γεροσκήπου, της Πέγειας, της Πόλης Χρυσοχούς και ο δήμος της πόλης Πάφου ο οποίος είναι και η πρωτεύουσα της επαρχίας (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2015). Έχει πληθυσμό περίπου 90295 κατοίκους, όπου οι 63542 διαμένουν στη πόλη της Πάφου, ενώ οι υπόλοιποι 26753 κάτοικοι στις αγροτικές περιοχές σύμφωνα με απογραφή πληθυσμού που πραγματοποιήθηκε το 2011. Η οικονομία της επαρχίας, βασίζεται στη βιομηχανία τουρισμού, στη γεωργία και κτηνοτροφία. Με βάση τη την απογραφή γεωργίας που πραγματοποιήθηκε στην επαρχία Πάφου από τη στατιστική υπηρεσία, οι

γεωργικές εκτάσεις, ανήλθαν στα 242393 δεκάρια (Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου, 2011).



Χάρτης 6.1: Περιοχή μελέτης-Επαρχία Πάφου (google map)

Η Πάφος, αποτελεί μία παράκτια ορεινή περιοχή με τεράστιες εκτάσεις από αμπελώνες καθώς και άλλες γεωργικές δραστηριότητες ενώ ο τομέας της κτηνοτροφίας αποτελεί μικρότερη δραστηριότητα. Επιπρόσθετα, υπάρχει πληθώρα οινοποιείων, όπου τα απόβλητα από τη συγκεκριμένη δραστηριότητα κατέχουν τη μεγαλύτερη ποσότητα από τα απόβλητα τα οποία είναι βιοποικοδομήσιμα (Kythreotou et al., 2010).

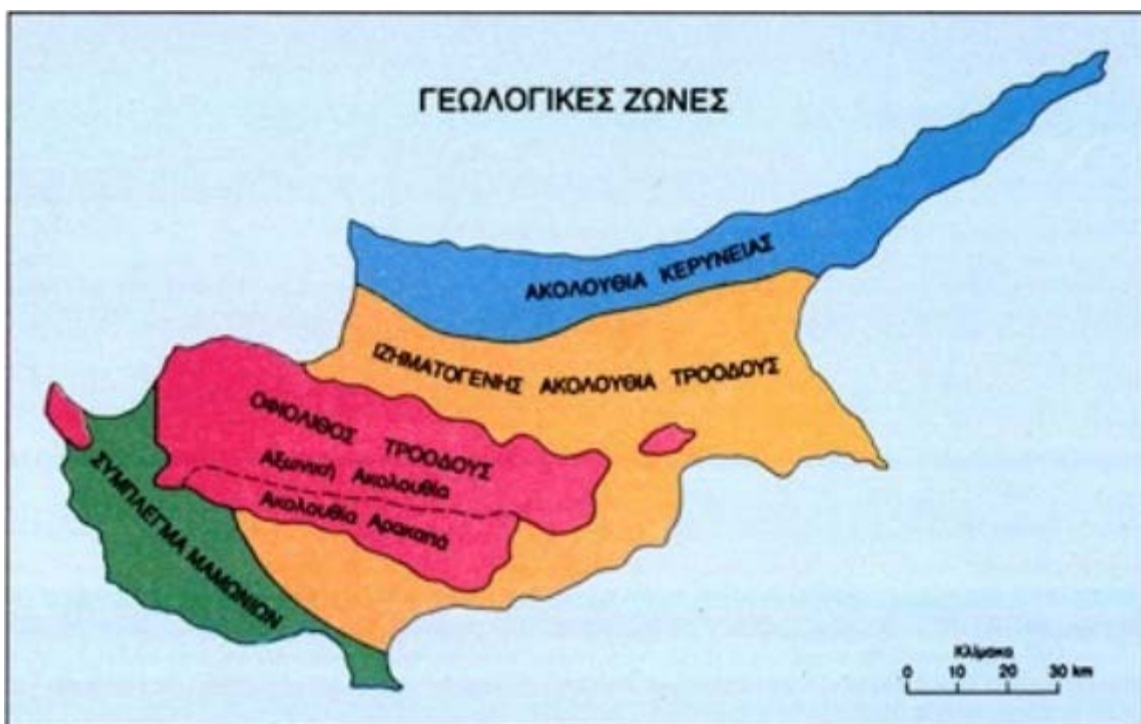
6.1.2 Φυσικό περιβάλλον

Όπως είναι γνωστό, η Κύπρος έχει μεσογειακό κλίμα με χαρακτηριστικά το ζεστό και ξηρό καλοκαίρι, βροχερό και ήπιο χειμώνα. Λόγω του χαμηλού βαρομετρικού, κυριαρχούν υψηλές θερμοκρασίες, ενώ η βροχόπτωση είναι αρκετά χαμηλή. Η μέση

ημερήσια θερμοκρασία στην επαρχία Πάφου, κυμαίνεται από 13,9 °C με 23,6 °C, ενώ η μέση ετήσια βροχόπτωση με βάση την Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου είναι 443 χιλιοστά το χρόνο (μετεωρολογικός σταθμός Αχέλειας για την περίοδο 1991-2000) . Η μέγιστη βροχόπτωση ανέρχεται στα 101,1 χιλιοστά, κατά τον μήνα Δεκέμβριο. Ακόμη, οι άνεμοι που επικρατούν στην επαρχία Πάφου, είναι δυτικοί και βορειοανατολικοί ελαφροί ως μέτριοι και η μέση ταχύτητα ανέμου είναι 3,9m/s. Η υγρασία σύμφωνα με τα δεδομένα στον Μετεωρολογικό σταθμό στην Αχέλεια, φθάνει το 66% το χρόνο για τη χρονολογία 1991-2005 (Νικολαΐδης, 2017).

Αξίζει να αναφερθεί, ότι η επαρχία της Πάφου, όπως παρουσιάζεται και στο χάρτη 6.2, περιλαμβάνει τρεις γεωλογικές ζώνες:

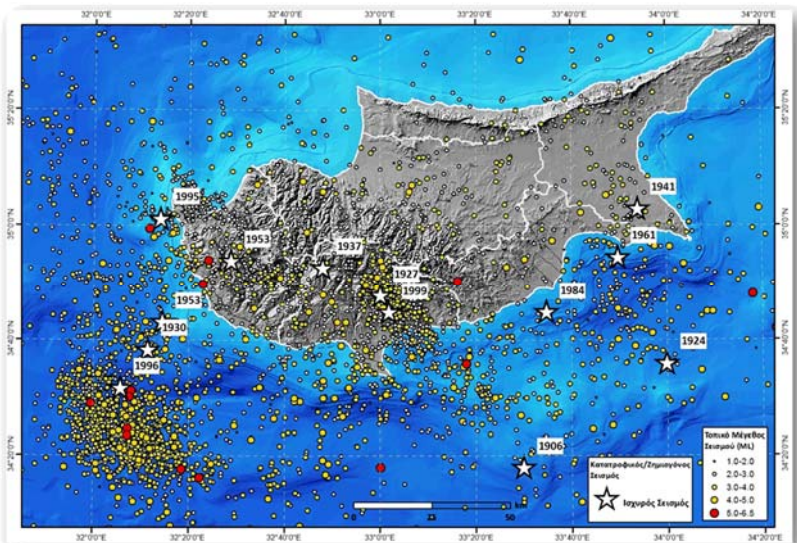
- Το σύμπλεγμα των Μαμωνιών
- Τον Οφιόλιθο του Τρόδους
- Την Ιζηματογενή ακολουθία Τρόδους



Χάρτης 6.2: Γεωλογικός χάρτης Κύπρου(Κουμούλλης, 2012)

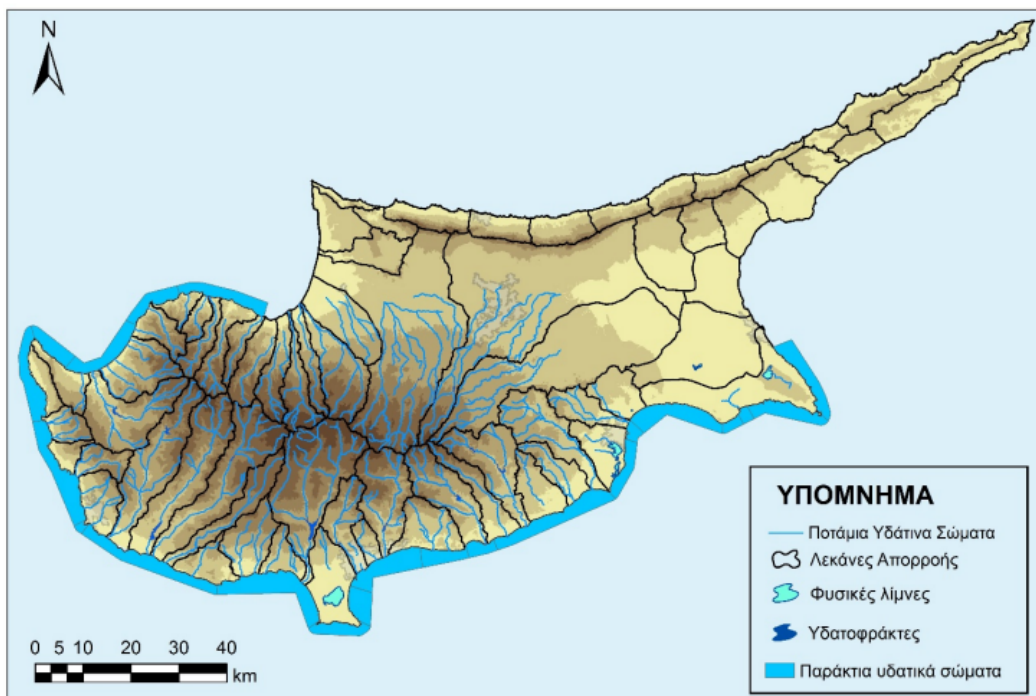
Επιπρόσθετα, η Κύπρος, εμπίπτει στη σεισμογόνο ζώνη των Άλπεων-Ιμαλαίων, όπου παρουσιάζονται το 15% των σεισμών ανά το παγκόσμιο. Το τεκτονικό όριο ανάμεσα της Αφρικάνικης και Ευρύστατης λιθοσφαιρικής πλάκας στη περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, αποτελεί το «κυπριακό τόξο» στο οποίο οφείλεται και η σεισμικότητα της

Κύπρου. Λόγω της βόρειας μετακίνησης της Αφρικάνικης πλάκας, προς την πλάκα της Ευρασίας, οι δύο πλάκες συγκρούονται, με αποτέλεσμα τη κατάδυση της Αφρικάνικης πλάκας κάτω από την Ευρασιática πλάκα στην οποία βρίσκεται η Κύπρος. Η παράκτια ζώνη όπως φαίνεται και στο χάρτη 6.3, που εκτείνεται από την Πάφο μέχρι την Αμμόχωστο διαμέσου της Λεμεσού και Λάρνακας, αποτελεί την πιο σεισμόπληκτη περιοχή της Κύπρου (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης, 2019).



Χάρτης 6.3: Χάρτες σεισμικής επικινδυνότητας της Κύπρου (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης, 2019)

Αξίζει ιδιαίτερης αναφοράς, ότι στο νησί της Κύπρου, υπάρχουν ποταμοί οι οποίοι είναι εποχιακοί και έχουν την πηγή τους στα βουνά του Τρόοδου, καθώς και δύο αλυκές με ικανοποιητικό μέγεθος. Οι πιο σημαντικοί ποταμοί οι οποίοι έχουν μια σταθερή ροή νερού, είναι ο Κούρης, Κρύος, Διάριζος, και Ξερός. Αποτελείται επίσης από 70 κύριες λεκάνες απορροής όπου μόνο οι 47 ελέγχονται από την Κυπριακή Δημοκρατία όπως φαίνεται και στον χάρτη 6.4 (Τμήμα Αναπτυξέως υδάτων, 2019).



Χάρτης 6.4: Λεκάνες απορροής στην περιοχή της Κύπρου (Τμήμα Αναπτύξεως υδάτων, 2019).

Δεν θα μπορούσε να παραληφθεί, οι φυσικοί βιότοποι που περιβάλλουν την επαρχία, οι οποίοι μαζί με τα ενδιατήματά τους, έχουν συμπεριληφθεί στο δίκτυο Natura 2000:

- Δάσος Πάφου
- Εθνικό πάρκο Ακάμα
- Η περιοχή Μαυροκόλυμπος
- Η θαλάσσια περιοχή Μουλιά
- Κοιλάδα έζουσας
- Το βουνί Παναγίας στην ανατολική Πάφο
- Η χερσόνησος του Ακάμα
- Εθνικό δασικό πάρκο πέτρα του Ρωμιού
- Εθνικό δασικό πάρκο Τροόδους (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2015)

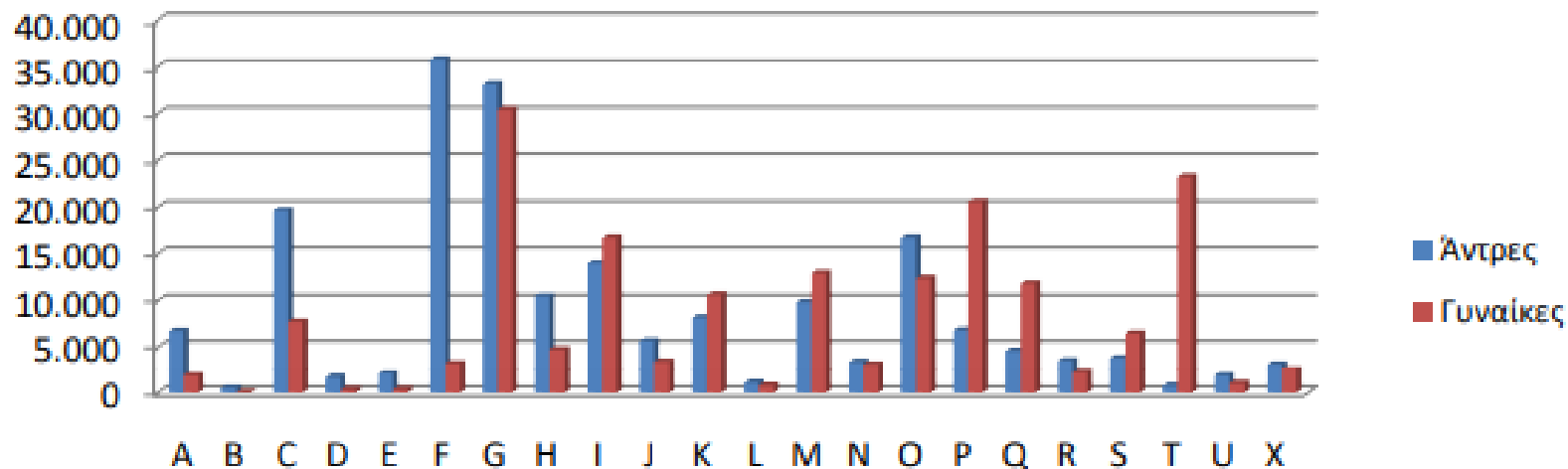
Λόγω της γεωλογικής δομής της Κύπρου, της γεωγραφικής θέσης, της τοπογραφίας και των κλιματικών δεδομένων, έχει πλούσια χλωρίδα με 1633 ιθαγενή είδη και υποείδη, 246 εγκλιματισμένα ξενικά, 48 υβρίδια, 102 ενδημικά και 85 είδη που δεν έχουν διευκρινιστεί. Όσον αφορά την πανίδα του νησιού, έχουν εντοπιστεί 30 είδη θηλαστικών (σκαντζόχοιρος, ποντικοί, δελφίνια νυχτερίδες), 400 είδη πουλιών, 250 είδη ψαριών, 25 είδη αμφίβιων και ερπετών καθώς και 6000 είδη εντόμων (Τμήμα Δασών, 2019).

6.1.3 Ανθρωπογενες περιβάλλον

Το νησί της Κύπρου, αποτελούσε μια γεωργοκτηνοτροφική περιοχή, η οποία με το πέρασμα του χρόνου μεταμορφώθηκε σε ένα μοντέρνο ευρωπαϊκό κράτος με κέντρο υπηρεσιών και επικοινωνιών καθώς επίσης απέκτησε σημαντικό τουριστικό προορισμό. Το οδικό δίκτυο αναπτύχθηκε και εκσυγχρονίστηκε σε ικανοποιητικό βαθμό με αυτοκινητόδρομους των τεσσάρων λωρίδων κυκλοφορίας, τις σήραγγες, κοιλαδογέφυρες καθώς και τους ανισόπεδους κόμβους.

Εκτός από τα έργα οδοποιίας, κατασκευάστηκαν νοσοκομεία, αεροδρόμια, κυβερνητικά γραφεία, δημόσια κτίρια καθώς επίσης λιμενικά έργα και άλλα έργα για την προστασία παραλιών. Στην επαρχία της Πάφου, το 1982 λειτούργησε το διεθνές αεροδρόμιο Πάφου το οποίο βρίσκεται 14 χλμ. Νοτιοανατολικά της Πάφου στο χωριό Τίμη και δύναται να εξυπηρετήσει 2,7 εκατομμύρια κόσμο ετησίως (Τμήμα Δημοσιων Έργων, 2019). Όσον αφορά τους θαλάσσιους λιμένες στην επαρχία Πάφου, υπάρχει το λιμανί στην Πάφο και στο Λατσί. Το λιμανί της Πάφου αποτελεί ένα από τα αρχαιότερα λιμάνια της Κύπρου, με τα βάθη του να κυμαίνονται από τα 2 μέχρι 4 μέτρα, ενώ το λιμανάκι στο Λατσί βρίσκεται στην είσοδο του Ακάμα το οποίο εξυπηρετεί σκάφη αναψυχής στη νέα λεκάνη ενώ στην παλιά εξυπηρετούνται τα αλιευτικά σκάφη (Αρχή Λιμένων Κύπρου, 2019).

Σύμφωνα με το σχήμα 6.1 και πίνακα 6.1, παρουσιάζεται η οικονομική δραστηριότητα των κατοίκων της Κύπρου κατά φύλο, με τον τομέα των κατασκευών και του χονδρικού λιανικού εμπορίου να απασχολεί τον μέγιστο ανδρικό πληθυσμό. Οι γυναίκες ασχολούνται περισσότερο με τον τομέα λιανικού χονδρικού εμπορίου καθώς και με τις δραστηριότητες νοικοκυριών (Στατιστική Υπηρεσία, 2015).



Διάγραμμα 6.1: Εργαζόμενοι ηλικίας 15 και ανω, κατά οικονομική δραστηριότητα και φύλο (Στατιστική Υπηρεσία, 2015)

Πίνακας 6.1: Κατανομή εργαζομένων, ανάλογα με την οικονομική δραστηριότητα και φύλο (Στατιστική Υπηρεσία, 2015)

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ		ΣΥΝΟΛΟ	ΑΝΤΡΕΣ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ
	ΣΥΝΟΛΟ	371316	194036	177280
A	ΓΕΩΡΓΙΑ, ΔΑΣΟΚΟΜΙΑ ΚΑΙ ΑΛΙΕΙΑ	8648	6824	1824
B	ΟΡΥΧΕΙΑ ΚΑΙ ΛΑΤΟΜΕΙΑ	596	521	75
C	ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗ	27471	19679	7792
D	ΠΑΡΟΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ, ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ, ΑΤΜΟΥ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	1974	1618	356
E	ΠΑΡΟΧΗ ΝΕΡΟΥ, ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΞΥΓΙΑΝΣΗΣ	2399	2029	370
F	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	39106	35804	3302
G	ΧΟΝΔΡΙΚΟ ΚΑΙ ΛΙΑΝΙΚΟ ΕΜΠΟΡΙΟ, ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΜΗΧΑΝΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΙΣΤΩΝ	63592	33142	30450
H	ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ	15379	10556	4823
I	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΑΤΑΛΥΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΕΣΤΙΑΣΗΣ	30812	14036	16773
J	ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ	9150	5702	3448
K	ΧΡΗΜΑΤΟΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	18906	8228	10678
L	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΚΙΝΗΤΗΣ ΠΕΡΙΟΥΣΙΑΣ	1826	1069	757
M	ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΕΣ, ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	22849	9842	13007
N	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	6593	3428	3165
O	ΔΗΜΟΣΙΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΑΜΥΝΑ ,	29204	16770	12434

	ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΑΣΦΑΛΙΣΗ			
P	ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	27473	6898	20575
Q	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΜΕΡΙΜΝΑ	16530	4661	11869
R	ΤΕΧΝΕΣ, ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΗ, ΨΥΧΑΓΩΓΕΙΑ	5747	3596	2151
S	ΑΛΛΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	10423	3864	6559
T	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ	23974	735	23239
U	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΤΕΡΟΔΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΦΟΡΕΩΝ	2819	1836	983
X	ΔΕ ΔΗΛΩΘΗΚΕ	5845	3195	2650

Όσον αφορά τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, παρουσιάζεται στον πίνακα 6.2, ανά κατηγορία για τη Κύπρο από το έτος 2004 μέχρι το 2017. Ο πίνακας 6.3 δείχνει την παραγωγή ενέργειας από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπου φαίνεται σημαντική αύξηση της παραγόμενης ενέργειας από το έτος 2004, σε σχέση με τη χρονολογία 2017. Αντίθετα, η συνολική κατανάλωση ενέργειας, αυξάνεται από το 2004 μέχρι το 2010, από το 2011 ακολουθείται μία σταδιακή μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μέχρι το 2014 λόγω της συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Από το 2015 μέχρι το 2017 η κατανάλωση ενέργειας αρχίζει πάλι να αυξάνεται σταδιακά αντί να μειώνεται από τη συμμετοχή των ΑΠΕ, και αυτό ίσως να οφείλεται στην αλόγιστη κατανάλωση ενέργειας των κατοίκων.

Πίνακας 6.2: Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά κατηγορία (Στατιστική Υπηρεσία, 2017)

Έτος	Οικιακή (kWh)	Εμπορικ ή (kWh)	Βιομηχανικ ή (kWh)	Γεωργική (kWh)	Οδικός φωτισμός(kWh)	Σύνολο
2004	1316033	1515748	722371	117278	57867	3729297
2005	1432830	1585922	725392	120648	65915	3930707
2006	1500511	1713921	723038	128701	68851	4135022
2007	1607048	1783885	699746	137339	70301	4298319
2008	1682327	1881173	757803	156930	77596	4555829
2009	1720777	1918932	791640	143971	80426	465574
2010	1737474	1990994	816074	152642	84788	4781972
2011	1721663	1854782	796187	136747	85502	4594881
2012	1671095	1836756	631829	128590	87330	4355600

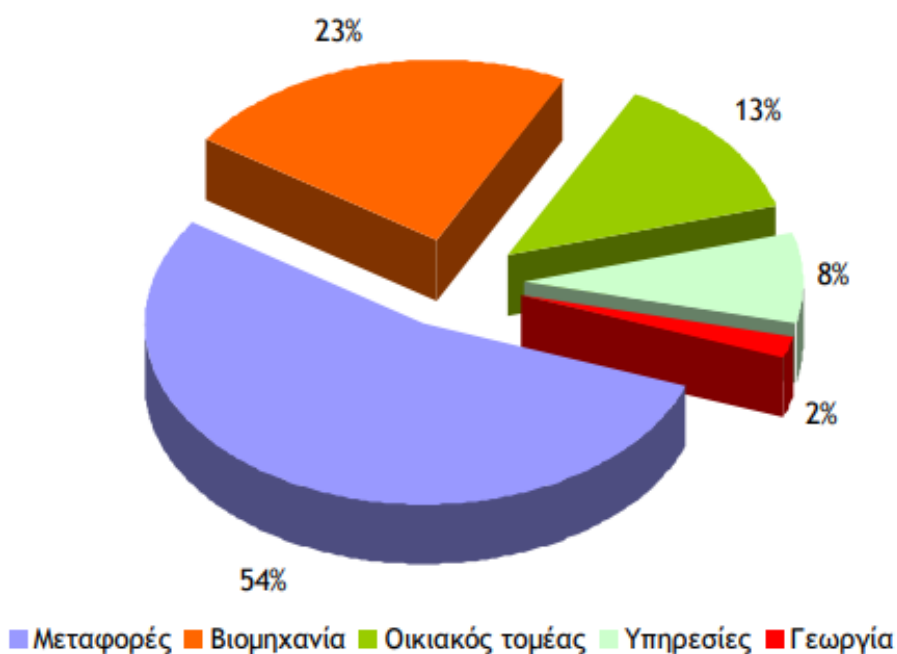
2013	1435231	1655761	581860	129129	87807	3889788
2014	1407656	1630789	656097	135680	85257	3915479
2015	1475972	1659588	685864	129447	85211	4036082
2016	1567312	1728200	819693	155638	87648	4358491
2017	1641033	1755094	856422	156453	86578	4495580

Πίνακας 6.3: Παραγωγή ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Στατιστική Υπηρεσία, 2017)

Έτος	Ακαθάριστη παραγωγή (kWh)			Παραγωγή ανά κατηγορία ΑΠΕ (kWh)		
	Σύνολο	Ηλεκ. που διοχετεύεται στο δίκτυο ΑΗΚ(kWh)	Ηλεκ. Για ιδιοκατανάλωση (kWh)	Φωτοβολταϊκά (kWh)	Συστήματα βιομάζας (kWh)	Αιολικά (kWh)
2004	807	0	807	452	0	355
2005	921	66	855	566	0	355
2006	1512	322	1190	1002	155	355
2007	3535	970	2565	1743	1437	355
2008	14450	9446	5004	2555	11540	355
2009	30708	22758	7950	3835	26518	355
2010	74986	62755	12231	6393	35124	33469
2011	178212	164195	14017	11937	51610	114665
2012	256842	242512	14330	21545	49819	185478
2013	327009	311567	15442	47105	48864	231040
2014	316922	283584	33338	83590	50482	182850
2015	399753	368780	30972	126659	51237	221857
2016	424659	389204	35455	145938	52021	226700
2017	435015	394586	40430	172013	51555	211447

Στην κυπριακή αγορά, ο οικιακός, τριτογενής (τουριστικός, εμπορικός και συστήματα δημόσιας διοίκησης), βιομηχανικός και ο τομέας των μεταφορών, αποτελούν τους σημαντικότερους τομείς ενεργειακής ζήτησης. Οι κύριες τελικές χρήσεις των πιο πάνω είναι η θέρμανση νερού, η θέρμανση και ψύξη χώρων,

ηλεκτρικές καταναλώσεις και τα καύσιμα μεταφορών και εφαρμογών στις βιομηχανίες. Σύμφωνα με το διάγραμμα 6.2, το μεγαλύτερο ποσοστό ενεργειακής κατανάλωσης οφείλεται στο τομέα των μεταφορών με 54%, στο τομέα βιομηχανίας με 23%, ακολουθούν ο οικιακός τομέας με 13%, ο τομέας υπηρεσιών με 8% και ο γεωργικός τομέας με 2%. Επιπρόσθετα, στη σχήμα 3, φαίνεται η κατανάλωση ενέργειας η οποία προέρχεται με βάση το καύσιμο. Η υψηλότερη συνεισφορά προέρχεται από τα πετρελαιοειδή με ποσοστό 75%, η ηλεκτρική ενέργεια με 20%, οι ΑΠΕ με 3% και τα στερεά καύσιμα τα (άνθρακας) με 2% (περιορισμένη συνεισφορά) (ΚΑΠΕ, 2008).

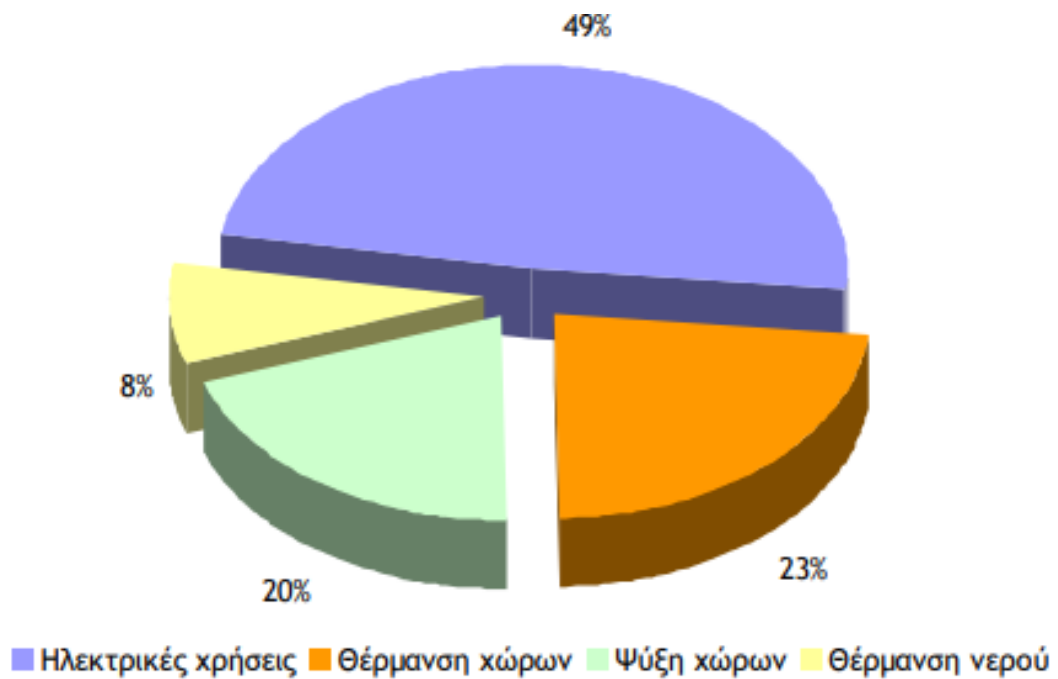


Διάγραμμα 6.2: Εγχώρια κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα(ΚΑΠΕ, 2008)

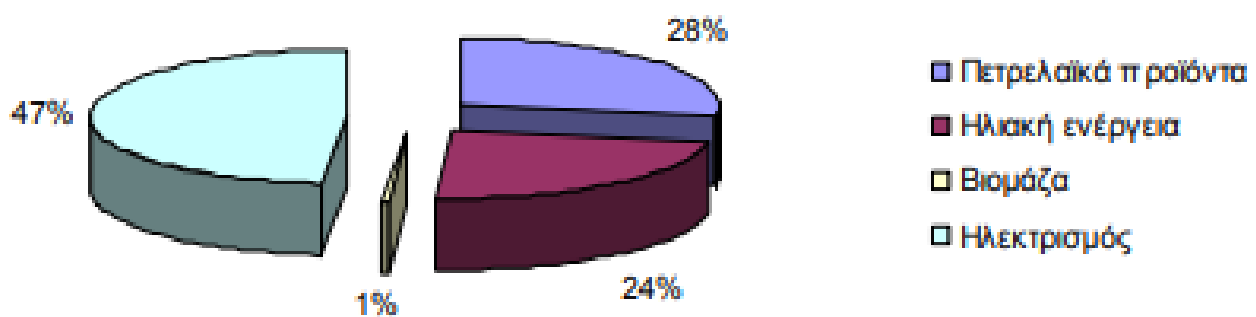


Διάγραμμα 6.3: Εγχώρια κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο (ΚΑΠΕ, 2008)

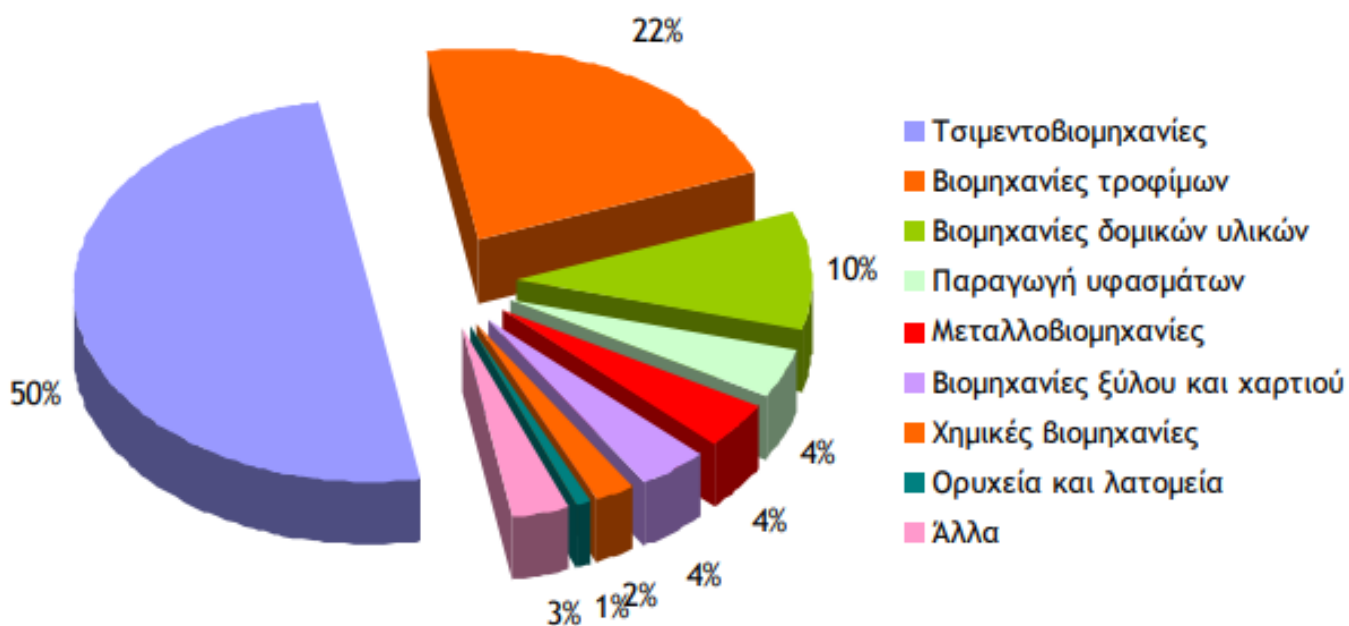
Πιο αναλυτικά στον οικιακό τομέα, για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερο ποσοστό ο ηλεκτρισμός με 47% όπως δείχνει το διάγραμμα 6.3. Αξίζει ιδιαίτερης αναφοράς ότι το 93% των οικιών, το 80% των διαμερισμάτων και το 53% των ξενοδοχειακών μονάδων διαθέτουν εγκατεστημένα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού γιαυτό και αξιοποιείται η ηλιακή ενέργεια στο 24%. Επίσης, ο τριτογενής τομέας περιλαμβάνει τον τουριστικό, εμπορικό και τομέα κοινής ωφελείας, όπου οι ηλεκτρικές χρήσεις αποτελούν επίσης την πλειψηφία όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας, ακολουθούν η θέρμανση χώρων, η ψύξη χώρων και τέλος η θέρμανση νερού με βάση το διάγραμμα 6.4. Δεν θα μπορούσε να παραληφθεί ο τομέας της βιομηχανίας, όπου το 50% καταναλώνεται από την τσιμεντοβιομηχανία με κύριες πηγές τον άνθρακα και μαζούτ και σε ελάχιστες ποσότητες βιομάζα. Ακολουθεί η βιομηχανία παραγωγής τροφίμων με ποσοστό 22% με χρήση πετρελαίου ντίζελ, και μαζούτ, και τέλος με ποσοστό 10% ο τομέας παραγωγής δομικών υλικών. Οι υπόλοιποι τομείς βιομηχανίας (μεταλλοβιομηχανίες, χημικές, ορυχεία κτ) καταναλώνουν ελάχιστη ενέργεια με βάση το σχήμα 6.5. Αναμφίβολα, ο τομέας των μεταφορών, αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας όπως έχει παρουσιαστεί και πιο πάνω (σχήμα 6.2), με τα είδη καυσίμων να παρουσιάζουν αυξητική τάση με βάση τη περίοδο 1995 με 2006 (σχήμα 6.8) (ΚΑΠΕ, 2008).



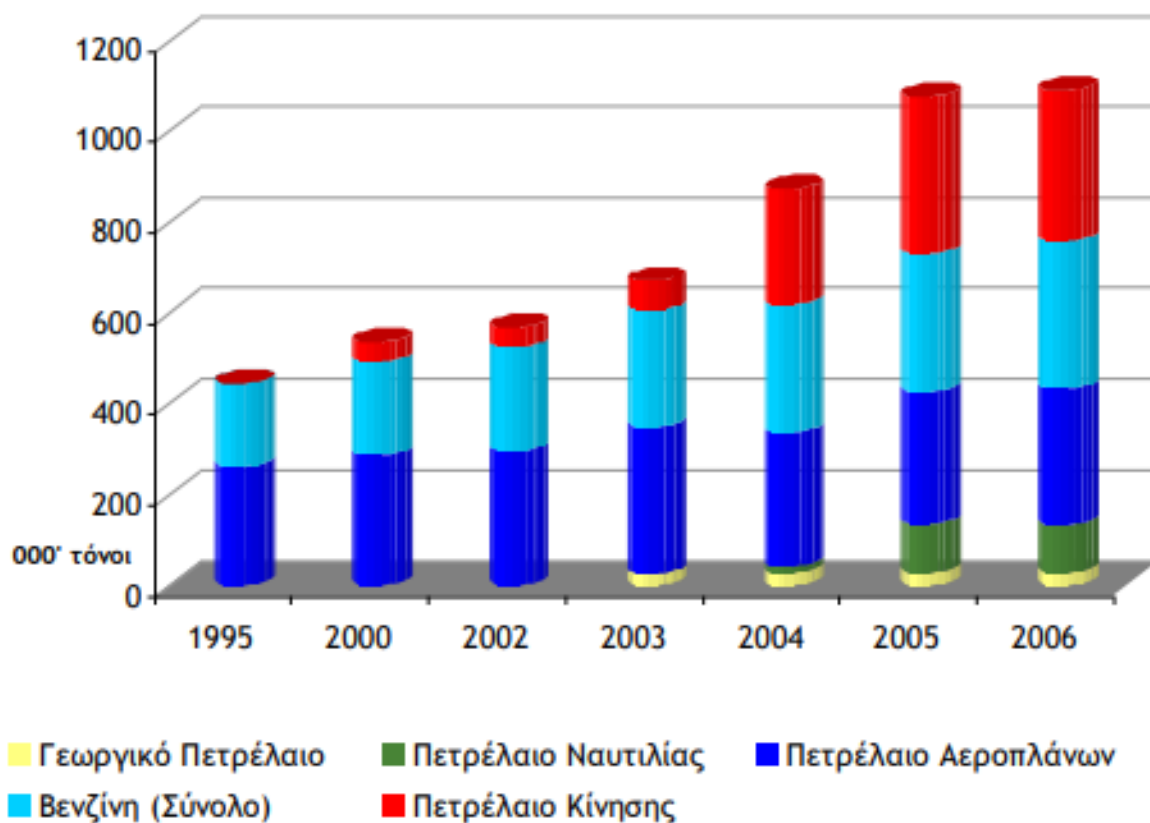
Διάγραμμα 6.4: Κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα(ΚΑΠΕ, 2008)



Διάγραμμα 6.5: Κατανάλωση ενέργειας στον τριτογενή τομέα (ΚΑΠΕ, 2008)



Διάγραμμα 6.7: Κατανάλωση ενέργειας στο βιομηχανικό τομέα ανά κατηγορία (ΚΑΠΕ, 2008)



Διάγραμμα 6.8: Κατανάλωση καυσίμων (ανά είδος) στον τομέα των μεταφορών (ΚΑΠΕ, 2008)

6.1.4 Διαχείριση στερεών, υγρών και βιολογικών απορριμμάτων

Στην Κύπρο, η διαχείριση των αποβλήτων βασίζεται στην πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση ενέργειας, τελική διάθεση, με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος καθώς και την ανθρώπινη υγεία. Η διαχείριση των απορριμμάτων στην Κύπρο, βασίζεται στον νόμο 185(I)/2011, κατά τον οποίο δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση αποβλήτων σε οποιονδήποτε δημόσιο ή ιδιωτικό τομέα. Ακόμη, εφαρμόζεται ο περί συσκευασιών και αποβλήτων συσκευασιών νόμος 32(I)/2002, ο οποίος αναφέρει ότι τα συστατικά με τα οποία κατασκευάζονται οι διαδικασίες πρέπει να έχουν ελάχιστες εκπομπές όταν διατεθούν προς καύση ή υγειονομική ταφή. Σύμφωνα με το νόμο, υποχρεώνονται οι επιχειρήσεις να ανακτούν το 50% και να ανακυκλώνουν το 25% των συνολικών συσκευασιών που τοποθετούν στην αγορά.

Επιπρόσθετα έχουν τεθεί οι εξής στόχοι:

- 50% των δημοτικών ανακυκλώσιμων αποβλήτων να επαναχρησιμοποιείται μέχρι το 2020 (χαρτί, πλαστικό, γυαλί και μέταλλο).
- 40% χωριστή συλλογή των αστικών στερεών αποβλήτων μέχρι το 2021 και 50% μέχρι το 2027.
- 15% των οργανικών αποβλήτων να συλλέγεται ξεχωριστά μέχρι το 2021.
- Τα απόβλητα τα οποία είναι βιοαποικοδομήσιμα και κατευθύνονται για ταφή, να μην ξεπερνούν τους 95000 τόνους έπειτα από επεξεργασία.

Δεν θα μπορούσαν να παραληφθούν οι βασικές αρχές πάνω στις οποίες βασίζονται η πραγματοποίηση των πιο πάνω στόχων. Η αρχή <<ο ρυπαίνων πληρώνει>>, η οποία περιλαμβάνει χρηματικό πρόστιμο σε όποιον επιβαρύνει το περιβάλλον. Επίσης η <<η αρχή της ευθύνης του παραγωγού>>, όπου οι παραγωγοί, έμποροι και προμηθευτές, έχουν την ευθύνη για την διαχείριση των αποβλήτων που δημιουργούνται (Ζαχαρίου et al., 2017).

Όσον αφορά τη διαχείριση στερεών αποβλήτων, το 2004 έχει εγκριθεί στη Κύπρο, το εθνικό σχέδιο δράσης για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Με βάση το σχέδιο, γίνεται εφικτή η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου και βιώσιμου σχεδίου διαχείρισης των στερεών αποβλήτων με αποτέλεσμα την παράλληλη εξασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας. Το εθνικό σχέδιο δράσης, περιλαμβάνει τον τερματισμό λειτουργίας των χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων καθώς και την

αποκατάσταση τους, η κατασκευή πράσινων σημείων αλλά και τη συμμόρφωση με τις οδηγίες της Ε.Ε μέχρι το 2020. Δεν θα μπορούσε να παραληφθεί η ανάκτηση και η ανακύκλωση των στερεών απορριμμάτων όπως χαρτί, μέταλλο, πλαστικό και ξύλο τα οποία παρουσιάζονται στον πίνακα 12, όπου παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον συνείδησης για ανακύκλωση από το 2004 μέχρι το 2017.

Επίσης, στην Κύπρο η επωνυμία WEEE Electrocyclosis Κύπρος Ltd, αναλαμβάνει την ανακύκλωση ηλεκτρικών αποβλήτων και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, ενώ η επωνυμία ΑΦΗΣ Κύπρος Ltd, διαχειρίζεται τις οικιακές μπαταρίες ξηρού τύπου (Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, 2012).

Με βάση τον πίνακα 6.4,, παρατηρείται μείωση της κατά κεφαλή παραγωγής αποβλήτων από το 2004 σε σχέση με το 2017, καθώς επίσης και αύξηση της ποσότητας ανακύκλωσης κάτι το οποίο υποδυναμεί συμμόρφωση με τους κανόνες περί αποβλήτων αλλά και περιβαλλοντική συνείδηση.

Πίνακας 6.4: Παραγωγή και διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων (Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, 2012).

Δείκτης	Μονάδα	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Συνολικά παραχθέντα απόβλητα	Τόνοι	498,07	507,91	520,99	539,78	572,68	589,06	571,44	571,87	567,61	532,98	523,22	541,20	545,39	547,36
Κατά κεφαλή παραγωγή αποβλήτων	Kg/άτομο	685	688	694	704	729	730	690	674	657	618	613	642	642	636
Ποσότητα που διαχωρίστη για ανακύκλωση	Τόνοι	16,48	18,61	21,50	27,59	42,09	49,39	61,09	72,22	69,65	69,78	70,05	72,12	73,25	78,21
Χαρτί	Τόνοι	7,97	8,26	13,08	17,47	28,82	35,09	38,38	44,55	40,86	42,87	44,21	46,06	47,46	49,56
Πλαστικό	Τόνοι	1,87	2,97	1,86	2,11	2,46	2,86	5,96	9,42	10,86	9,77	8,55	11,05	10,28	9,85
Γυαλί	Τόνοι	0,73	1,10	1,18	1,95	3,89	4,02	5,13	6,47	5,86	6,68	6,36	6,59	6,11	6,71
Μέταλλο	Τόνοι	2,81	2,86	3,74	4,06	5,39	5,55	10,03	9,42	9,53	8,49	8,86	6,48	7,06	9,20
Ξύλο	Τόνοι	-	1,66	1,64	2	1,52	1,86	0,65	0,37	0,48	0,87	0,70	0,74	0,5	0,60
Κλωστοϋφαντουργικές ύλες και προϊόντα	Τόνοι	-	-	-	-	-	-	0,85	1,05	1,11	1	1,3	1	1,78	2,19
Σύμμεικτα ανακυκλώσι	Τόνοι	3,10	1,76	0	0	0,01	0,01	0,09	0,94	0,95	0,10	0,07	0,20	0,06	0,10

μα															
Ποσότητα υπολειμμάτων για ανάκτηση ενέργειας	Τόνοι	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	1,68
Ποσότητα για κομποστοποίηση	Τόνοι	0	0	0	0	0	0	0	0	6,78	7,95	20,86	31,81	26,72	16,50
Ποσότητα που κατέληξε σε σκυβαλότοπους	Τόνοι	481,59	489,30	499,49	512,19	530,59	539,67	489,97	460,96	451,28	422,82	397,85	403,00	409,96	414,33

Όσον αφορά τα υγρά απόβλητα, καταλήγουν από την ιδιωτική οικοδομή στο κεντρικό φρεάτιο και έπειτα στη δημόσια υπόνομο η οποία βρίσκεται στο δρόμο. Τα λύματα στη συνέχεια μεταφέρονται στον κύριο συλλέκτη και έπειτα καταλήγουν στη μονάδα βιολογικού καθαρισμού. Αφού επεξεργαστούν τα λύματα, παράγεται νερό το οποίο χρησιμοποιείται για άρδευση καθώς και βιολογική λάσπη η οποία αφού ξηραθεί, δύναται να εφαρμοστεί ως λίπασμα λόγω των θρεπτικών στοιχείων που διαθέτει (Συμβούλιο Αποχετεύσεων Πάφου, 2009).

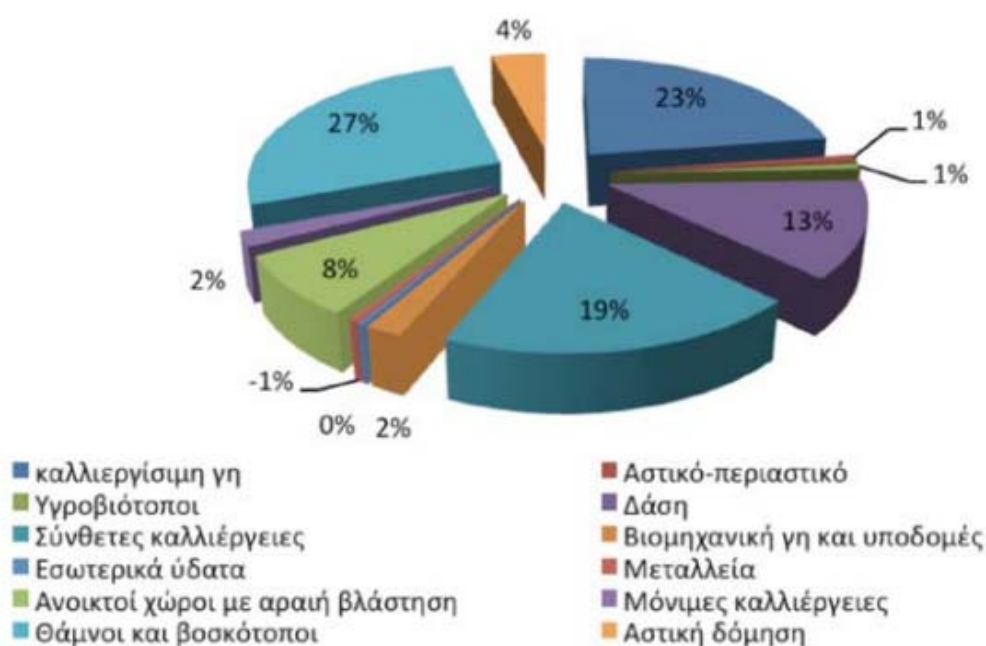
6.1.5 Χρήσεις γης-καλύψεις γης

Η Κύπρος έχει ευνοική γεωγραφική θέση λόγω του ότι βρίσκεται ανάμεσα σε τρεις ηπείρους, με αποτέλεσμα οι θαλάσσιες και αεροπορικές συγκοινωνίες να είναι οι πιο ιδανικές. Επίσης, η Κύπρος διαθέτει κυρίως ορεινό ανάγλυφο εδάφους, όπου στη βόρεια πλευρά βρίσκεται η οροσειρά του Πενταδακτύλου και στην κεντροδυτική πλευρά, η οροσειρά του Τρόοδου. Οι πεδιάδες του νησιού βρίσκονται ανάμεσα στις δύο οροσειρές. Στο νησί δεν υπάρχουν μεγάλα ποτάμια ενώ όσον αφορά τα δάση, η Κύπρος αποτελεί το πιο πλούσιο νησί σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

Οι κυριότερες χρήσεις γης στην Κύπρο, παρουσιάζονται στο πίνακα 6.5 και διάγραμμα 6.9 όπου η γεωργική γη αποτελεί το 44%, οι θάμνοι και βοσκότοποι το 26,6%, τα δάση το 12,8% και ακολουθούν στη συνέχεια οι κατηγορίες χρήσεις γης που βρίσκονται σε χαμηλότερο ποσοστό. Ο νόμος περί Πολεοδομίας και Χωροταξίας ρυθμίζει τις χρήσεις γης μέσω της ετοιμασίας σχεδίων ανάπτυξης, μέσω των οποίων δίνονται κατευθυντήριες γραμμές για τον έλεγχο της ανάπτυξης (water incore project, 2012).

Πίνακας 6.5: Κυριότερες χρήσεις γης στην περιοχή της Κύπρου (water incore project, 2012)

Κατηγορία	Έκταση Km ²	Ποσοστό
Καλλιεργήσιμη γη	235	22.6%
Αστικό-περιαστικό	10	1%
Υγροβιότοποι	8	0.8%
Δάση	133	12.8%
Σύνθετες καλλιέργειες	200	19.2%
Βιομηχανική γη και υποδομή	21	2%
Εσωτερικά ύδατα	3	0.3%
Μεταλλεία	5	0.5%
Ανοικτοί χώροι με αραιή βλάστηση	84	8.1%
Μόνιμες καλλιέργειες	21	2%
Θάμνοι και βοσκότοποι	276	26.6%
Αστική δόμηση	43	4.1%
Σύνολο	1039	100%



Διάγραμμα 6.9: Χρήσεις γης στο νησί της Κύπρου (water incore project, 2012)

6.1.6 Καλύψεις γης-αγροτική παραγωγή

Τα κυριότερα γεωργικά προϊόντα που καλλιεργούνται στη Κύπρο, είναι τα ακόλουθα:

1. Φυτά μεγάλης καλλιέργειας
 - Σιτηρά (σιτάρι, κριθάρι, σιφωνάρι, τριτικάλε)
 - Όσπρια (κουκιά φρέσκα και ξηρά, λουβιά ξηρά, ρεβύθια, φακή, λουβάνα)
 - Βιομηχανικά φυτά (σησάμι και φυστίκια)
 - Κτηνοτροφικά φυτά (βίκος, ρόβι, φαβέττα, χλωρό χόρτο για βοσκή)
 - Άχυρο
2. Λαχανικά και πεπονοειδή
 - Πατάτες (για κατανάλωση και σπόρο)
 - Άλλα λαχανικά (καρόττα, τομάτες, κολοκάσι, αγγουράκια, φασόλια φρέσκα και ξηρά, κραμπιά, κρεμμύδια ξηρά και φρεσκά, κονάρι, αγγινάρες, κουνουπίδια, κολοκυθάκια, μελιτζάνες, παντζάρια, σέλινια, μπάμιες, πιπέρια, μπιζέλια, μανιτάρια)
 - Πεπονοειδή (καρπούζια, πεπόνια)
3. Φρούτα και δενδρώδεις καλλιέργειες
 - Σταφύλια (οινοποιήσιμα, επιτραπέζια)
 - Εσπεριδοειδή (πορτοκάλια, λεμόνια, κρέιπφρουτ, μανταρίνια)
 - Φρέσκα φρούτα (μήλα, αχλάδια, κυδώνια, ροδάκινα, χρυσόμηλα, κεράσια, δαμάσκηνα, ρόδια, φράουλες, σύκα, μπανάνες, μέσπιλα, αβοκάτο, ακτινίδια)
 - Ξηροί καρποί (αμύγδαλα, καρύδια, φουντούκια, χαλεπιανά)
 - Άλλες δενδρώδεις καλλιέργειες (ελιές, χαρούπια) (Στατιστική Υπηρεσία 2019)

Στον πίνακα 6.6, παρουσιάζονται οι εκτάσεις σε δεκάρια των γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων ανά επαρχία.

Πίνακας 6.6: Χρησιμοποιούμενη γεωργική και κτηνοτροφική έκταση, και αριθμός εκμεταλλεύσεων ανά επαρχία (Στατιστική Υπηρεσία, 2014)

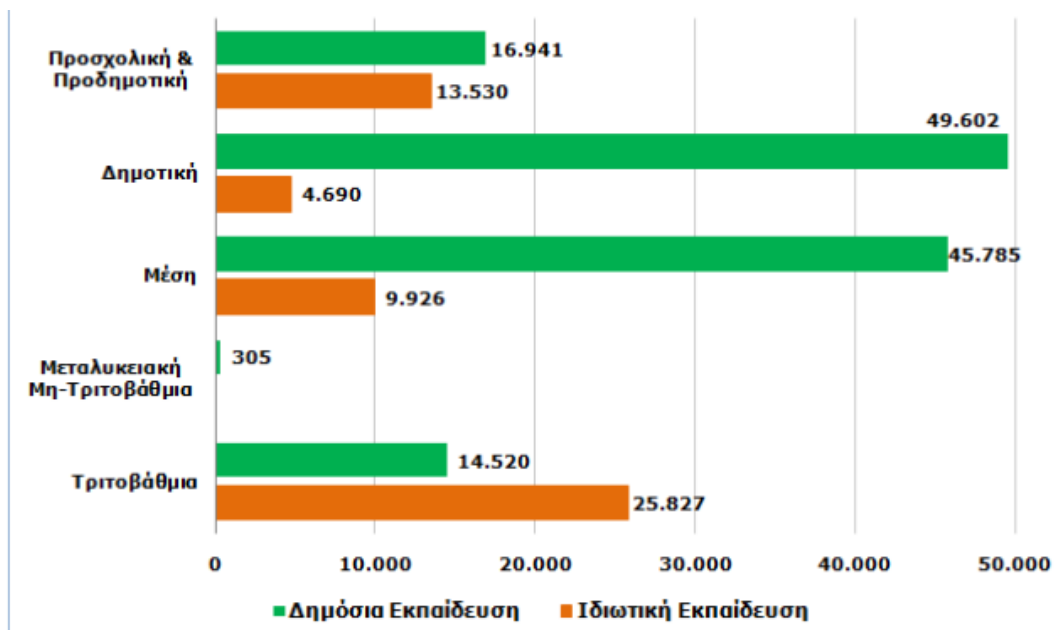
Επαρχία	Σύνολο		Αμιγώς γεωργικές		Γεωργικές και κτηνοτροφικές		Αμιγώς κτηνοτροφικές	
	Αριθ. Εκμετ	Εκτάσεις	Αριθ. Εκμεταλ	Εκτάσεις	Αριθ. Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Αριθ. Εκμεταλ.	Εκτάσεις (δεκάρια)

	αλ.	(δεκαρι α)	.	(δεκαρι α)		(δεκαρι α))
Σύνολο	38859	1183981	28939	665151	9390	518807	530	22
Λευκωσία	12422	370780	9888	231506	2411	139268	123	6
Αμμόχωσ τος	2441	92265	1231	45095	1131	47167	79	3
Λάρνακα	6157	317046	4346	166871	1633	150168	178	6
Λεμεσός	9769	11497	7705	102714	1972	58778	92	5
Πάφος	8070	242393	5769	118965	2243	12342	58	2

6.1.7 Κοινωνική υποδομή

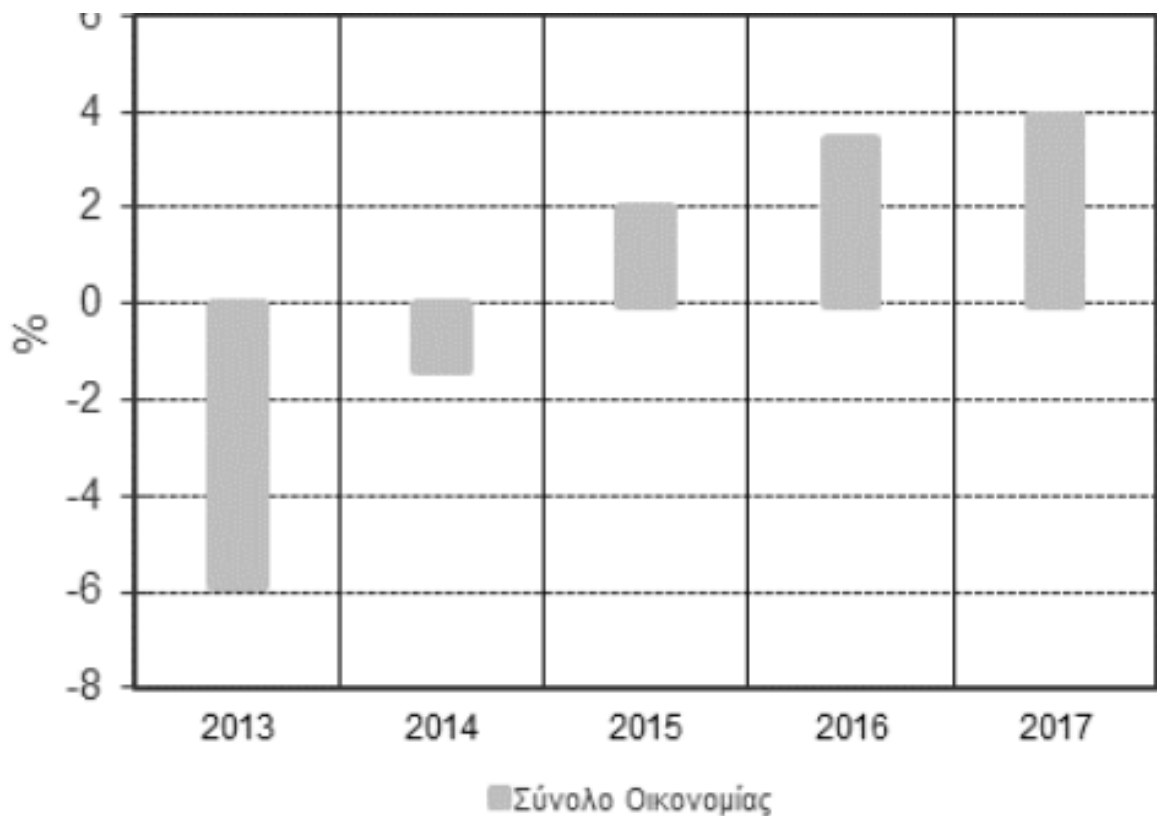
Η δημόσια υγεία στην επαρχία Πάφου, καλύπτεται από το Γενικό Νοσοκομείο Πάφου σε επίπεδο δευτεροβάθμιας ιατρικής φροντίδας. Το Νοσοκομείο Πόλης Χρυσοχούς και τα αγροτικά κέντρα υγείας Πανγιάς, Φύτης, Σαλαμιούς και του Πύργου Τηλλυρίας, καλύπτουν την πρωτοβάθμια ιατρική φροντίδα. Όσον αφορά τους ασθενείς νε νευροχειρουργικά προβλήματα, καρδιοχειρουργικά και γενικά θέματα τριτοβάθμιας φροντίδας, στέλνονται στα γενικά νοσοκομεία Λεμεσού ή Λευκωσίας αναλόγως (Υπουργείο Υγείας, 2018).

Όσον αφορά την εκπαίδευση, μαζί με τα δημόσια σχολεία υπάρχουν και δύο ιδιωτικά σχολεία τα οποία παρέχουν πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση στην αγγλική γλώσσα. Δεν θα μπορούσε να παραληφθεί η τριτοβάθμια εκπαίδευση, όπου στην επαρχία Πάφου λειτουργούν τρία ιδιωτικά Πανεστημιά τα οποία προσφέρουν πλούσια προπτυχιακά και μεταπτυχιακά προγράμματα. Στην Κύπρο, όπως φαίνεται και στο σχήμα 5, κατά το έτος 2015-2016, λειτούργησαν 726 νηπιαγωγεία με αριθμό φοίτηση 30471 παιδιά, στην δημοτική εκπαίδευση 362 σχολεία με 54292 μαθητές, και στη μέση εκπαίδευση λειτούργησαν 167 σχολεία με 55711 μαθητές. Για τη μεταλυκειακή εκπαίδευση, υπάρχουν 8 δημόσιες σχολές στις οποίες φοίτησαν 305 σπουδαστές καθώς επίσης και στη τριτοβάθμια εκπαίδευση λειτούργησαν 48 εκπαιδευτικά ιδρύματα με 40347 φοιτητές (Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Πάφου, 2017).



Διάγραμμα 6.10: Αριθμός μαθητών και φοιτητών στη δημόσια και ιδιωτική εκπαίδευση το έτος 2015/2016 (Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Πάφου, 2017)

Η οικονομία της κυπριακής δημοκρατίας, παρουσιάζεται στο διάγραμμα 6.11, όπου η οικονομία παρουσιάζει ανοδική πορεία, με αποτέλεσμα το 2017 να φθάνει στο 3,9% σε σύγκριση με το 2016 όπου ο ρυθμός ανάπτυξης ήταν στο 3,4% και το 2015 στο 2%. Ο λόγος αύξησης της οικονομίας της Κύπρου οφείλεται σε όλους τους τομείς της οικονομικής δραστηριότητας, με τον τομέα των χρηματοπιστωτικών και ασφαλιστικών δραστηριοτήτων να εξαρείται. Επιπρόσθετα, η ανεργία έχει μειωθεί σημαντικά κατά την περίοδο 2015-2017 σύμφωνα με τα στοιχεία της στατιστικής υπηρεσίας. Το ποσοστό ανεργίας ήταν 15% τη χρονολογία 2015, 13,1 το 2016 και 11,6 το 2017. Τα δημόσια έξοδα αυξήθηκαν κατά 6,4% το 2017 σε σύγκριση με το 2016, ενώ το δημόσιο χρέος μειώθηκε στο 102,7% του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος το 2017. Τέλος, οι εξαγωγές αγαθών προς την Ε.Ε αυξήθηκαν κατά 18,2% σε σχέση με το 2016 (Ομοσπονδία εργοδοτών και βιομηχάνων Κύπρου, 2017).



Διάγραμμα 6.11: Ρυθμός ανάπτυξης της οικονομίας (%) (Ομοσπονδία εργοδοτών και βιομηχάνων Κύπρου, 2017)

6.2 Μονάδες αξιοποίησης βιομάζας στη Κύπρο

6.2.1 Εισαγωγή

Αφού έχουν αναλυθεί όλες οι πληροφορίες σχετικά με την αξιοποίηση της βιομάζας για αναερόβια χώνευση, έχουμε καταλάβει πόσο σημαντική είναι η εγκατάσταση και λειτουργία της μονάδας βιομάζας για παραγωγή ενέργειας, στην επαρχία Πάφου. Στη συγκεκριμένη ενότητα, παρουσιάζονται οι μονάδες αναερόβιας χώνευσης που χρησιμοποιούν τη βιομάζα για παραγωγή ενέργειας στη Κύπρο, ενώ ακολούθως περιγράφονται οι μονάδες, όπου αναφέρεται η δυναμικότητα τους σε πρώτες ύλες, η μέγιστη παραγόμενη ενέργεια καθώς και η τοποθεσία στην οποία βρίσκονται εγκατεστημένες.

Παρουσίαση μονάδων αξιοποίησης βιομάζας στη Κύπρο

Στην Κύπρο, υπάρχουν 11 μονάδες βιομάζας που παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο της ΑΗΚ με εγκατεστημένη ισχύ 7,964 MW και το σύνολο που διοχετεύεται στο

δίκτυο είναι 3460000 kWh τον μήνα. Οι δύο μονάδες εγκατεστημένης ισχύς 0,85 MW παράγουν ηλεκτρική ενέργεια για δική τους χρήση 285943 kWh τον μήνα. Επιπρόσθετα, παράγονται 1700000 kWh θερμικής ενέργειας τον μήνα από τις 11 μονάδες αξιοποίησης βιομάζας η οποία ενέργεια χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του αναερόβιου χωνευτή καθώς και για τις ανάγκες θέρμανσης των ζώων κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Οι μονάδες αξιοποίησης βιομάζας για παραγωγή ενέργειας, παρουσιάζονται στον πίνακα 6.7 (Χαραλάμπους, 2018).

Πίνακας 6.7: Μονάδες βιομάζας στην Κύπρο(Χαραλάμπους, 2018)

ΕΠΩΝΥΜΙΑ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ	ΕΠΑΡΧΙΑ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΗΘ (KW)
Cypra Ltd	Λευκωσία	Άγιοι Ηλιοφωτες	1500
ANIMALIA GENETICS	Λευκωσία	Μαρκι	1000
Σ.Π. ΛΑΓΟΣ ΦΑΡΜ ΛΤΔ	Λευκωσία	Δάλι	505
ΙΩΑΝΝΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΥ PIGGERU LTD (ΑΥΤΟΠΑΡΑΓΩΓΗ)	Λευκωσία	Κάτω μονή	230
CHRISTAKIS N.NEOFΥΤΟΥ BIOGAS LTD	Λευκωσία	Παλιομέτοχο	750
ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΩΝ ΠΑΦΟΥ (ΣΑΠΑ)	Πάφος	Αχέλεια	100
Α/ΦΟΙ ΑΝΤΡΕΟΥ ΧΟΙΡΟΣΤΑΣΙΑ	Λάρνακα	Ευλοτύμπου	500
Α/ΦΟΙ ΑΝΤΡΕΟΥ ΧΟΙΡΟΣΤΑΣΙΑ	Λάρνακα	Τερσεφάνου	500
G&AF ENERGY LTD	Λάρνακα	Μαρώνι	960
ΚΑΙΛΑΣ&ΥΙΟΙ ΛΤΔ	Λάρνακα	Αθηαίνου	500
Νίκος Αρμένης & Υιοι	Λεμεσός	Μοναγρούλλι	250
ARMENHS FARM LTD	Λεμεσός	Μοναγρούλλι	1000
ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΩΝ ΛΕΜΕΣΟΥ (ΣΑΛΑ) ΑΥΤΟΠΑΡΑΓΩΓΗ	Λεμεσός	Μονή	622

ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΧΡΙΣΤΑΚΗΣ	Λεμεσός	Επταγωνία	368
Σύνολο			8285

A/ΦΟΙ ΑΝΤΡΕΟΥ-ΕΥΛΟΤΥΜΠΟΥ: Ο σταθμός επεξεργάζεται κυρίως χοιρολύματα 85-90 τόνους/μέρα, πτηνοτροφικά απόβλητα 3 τόνους/μέρα, απόβλητα ποιμνιοστάσια 3 τόνους/μέρα, απόβλητα από τυροκομικές μονάδες μικρού μεγέθους 0,5 τόνους/μέρα, και έλαια φυτικής προέλευσης (τηγανέλαια) 0,5 τόνους/μέρα. Παράγονται 1800-2000 m³ βιοαερίου την ημέρα, και έχει 40% ηλεκτρική απόδοση και 35% θερμική απόδοση. Τέλος, πραγματοποιείται αποθείωση στο χώρο όπου αποθηκεύεται το βιοαέριο με εισαγωγή αέρα/οξυγόνου.

A/ΦΟΙ ΑΝΤΡΕΟΥ-ΤΕΡΣΕΦΑΝΟΥ: Ο σταθμός επεξεργάζεται επίσης κυρίως χοιρολύματα 90 τόνους/μέρα, πτηνοτροφικά απόβλητα 3-10 τόνους/μέρα, απόβλητα από τυροκομικές μονάδες μικρού μεγέθους 0,7 τόνους/μέρα, και τηγανέλαια 0,5 τόνους/μέρα. Παράγονται 1800-2000 m³ βιοαερίου την ημέρα, και έχει 40% ηλεκτρική απόδοση και 35% θερμική απόδοση. Τέλος, πραγματοποιείται αποθείωση στο χώρο όπου αποθηκεύεται το βιοαέριο με εισαγωγή αέρα/οξυγόνου.

G&AF ENERGY LTD: Ο σταθμός επεξεργάζεται κυρίως χοιρολύματα 140 τόνους/μέρα, πτηνοτροφικά απόβλητα 20 τόνους/μέρα, και απόβλητα ελαιοτριβείων 10 τόνους/μέρα. Παράγονται 2000-3200 m³ βιοαερίου την ημέρα, έχει 30% θερμική και ηλεκτρική απόδοση. Τον μήνα παράγονται 141215 kWh ηλεκτρισμού όπου πωλούνται στην ΑΗΚ 111315 kWh χρησιμοποιούνται για αυτοπαραγωγή 29200 kWh, και παράγεται θερμική ενέργεια 99360 kWh.

ARMENHS FARMS LTD: Ο σταθμός, επεξεργάζεται κυρίως χοιρολύματα 65-100 τόνους/μέρα, πτηνοτροφικά απόβλητα 2 τόνους/μέρα, απόβλητα ελαιοτριβείων 3 τόνους/μέρα, απόβλητα από ζωοτροφές 6 τόνους/μέρα, απόβλητα από γαλακτοκομικά προϊόντα 3 τόνους/μέρα. Παράγονται 2000-5000 m³ βιοαερίου την ημέρα, έχει 36% θερμική και ηλεκτρική απόδοση. Η μέση παραγωγή ηλεκτρισμού το μήνα είναι 441021 kWh και η μέση μηνιαία παραγωγή θερμικής ενέργειας 216000 kWh όπου χρησιμοποιούνται 85260 kWh για τις ανάγκες του αναερόβιου αντιδραστήρα και 130380 kWh για τη θέρμανση των ζώων κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΩΝ ΛΕΜΕΣΟΥ (ΣΑΛΑ): Ο βιολογικός σταθμός εξυπηρετεί 270000 κατοίκους με ροή αποβλήτων 40000 m³ την ημέρα με παραγωγή 3500-4000 m³ βιοαερίου την ημέρα, το οποίο χρησιμοποιείται για τις ενεργειακές ανάγκες του σταθμού καθώς επίσης η θερμότητα αξιοποιείται για τη θέρμανση των χωνευτών.

Σ&Π ΛΑΓΟΣ ΦΑΡΜΑ ΛΤΔ: Η συγκεκριμένη μονάδα βιομάζας, επεξεργάζεται 90 τόνους/μέρα χοιρολύματα, 3-10 τόνους/μέρα και απόβλητα βουστασίων 0,7 τόνους/μέρα. Παράγονται 2000-2250 m³ βιοαερίου την ημέρα, με θερμική και ηλεκτρική απόδοση 36%. Η συνολική μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται στις 171235 kWh όπου πουλούνται στην ΑΗΚ 139235 kWh και οι υπόλοιπες 32000 kWh χρησιμοποιούνται για δικές τους ανάγκες. Η παραγωγή θερμικής ενέργειας το μήνα ανέρχεται στις 190000 kWh όπου οι 76000 kWh αξιοποιούνται για τις ανάγκες θέρμανσης του χωνευτή.

ANIMALIA GENETICS LTD: Η μονάδα βιομάζας επεξεργάζεται 100 τόνους/μέρα χοιρολύματα και 50-100 τόνους/μέρα πτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βουστασίων, απόβλητα ελαιοτριβείων, απόβλητα από γαλακτοβιομηχανίες, απόβλητα σφαγείων καθώς επίσης και τηγανέλαια. Από τη μονάδα παράγονται 3500-5000 m³ βιοαερίου την ημέρα με 50% θερμική απόδοση και 36% ηλεκτρική. Η μέση μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι 313300 kWh η οποία πωλείται στο δίκτυο της ΑΗΚ. Η παραγόμενη θερμική ενέργεια είναι 410000 kWh όπου οι 76000 kWh χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες του χωνευτή.

CYPRA LTD: Το 70% της ενέργειας που παράγεται αξιοποιείται για τις ανάγκες τις μονάδας ενώ το υπόλοιπο 30% κατευθύνεται στο δίκτυο της ΑΗΚ. Αδειοδοτήθηκε για 1500 kW, έχει θερμική απόδοση 48% και ηλεκτρική 36%.

ΙΩΑΝΝΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΥ PIGGERY LTD: Η εταιρεία επεξεργάζεται 3000 m³ χοιρολυμάτων με θερμική απόδοση 34,9% και ηλεκτρική 50,1%. Τέλος έχει άδεια αυτοπαραγωγής για 230 KW (Χαραλάμπους, 2018).

Συμβούλιο Αποχετεύσεων Πάφου: ο σταθμός επεξεργασίας του ΣΑΠΑ, επεξεργάζεται λύματα δυναμικότητας 20000 κυβικά μέτρα ημερησίως. Όσον αφορά την αξιοποίηση της ανανεώσιμης ενέργειας, παράγεται ηλεκτρική ενέργεια 2400 kWh την ημέρα, η οποία χρησιμοποιείται για τις ανάγκες του σταθμού (Energypress, 2013).

Πίνακας 6.8: Τα οργανικά απόβλητα τα οποία επεξεργάζονται οι σταθμοί βιοαερίου στη Κύπρο (Χαραλάμπους, 2018).

Είδος αποβλήτου	Ποσότητες ton/year
Χοιροτροφικά απόβλητα	476646
Απόβλητα βουστασίων	73338
Απόβλητα ορνιθοτροφείων	36244
Φυτικά απόβλητα γεωργίας/υδατοκαλλιέργειας	4328
Ίλος από την αερόβια επεξεργασία λυμάτων	4406
Γλυκερίνη από εδώδιμα έλαια	523
Απόβλητα ελαιοτριβείων	4757
Χρησιμοποιημένα λίπη και έλαια από εστιατόρια	16463
Υγρά απόβλητα από γαλακτοκομικά και τυροκομικά προϊόντα	24919
Άλλα οργανικά απόβλητα (πρώην τρόφιμα τα οποία δεν μπορούν να καταναλωθούν)	53907
Απόβλητα σφαγείων	30234
Σύνολο επεξεργασμένων αποβλήτων στη διάρκεια του έτους	725765
Δυναμικό μονάδων σε τόνους αποβλήτων ετησίως το οποίο παραμένει αναξιοποίητο	132583 (15%)

Η περιεκτικότητα της πρώτης ύλης σε οργανικές ουσίες, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή του βιοαερίου. Η παραγωγή υδρόθειου προκαλεί προβλήματα διάβρωσης στις μονάδες γιατί καλείται επιτακτική η ανάγκη απομάκρυνσης του η

οποία διαδικασία είναι αρκετά δαπανηρή. Επίσης το 50% της θερμικής ενέργειας παραμένει αναξιοποιείτο ειδικά τους θερινούς μήνες. Τέλος όταν η συλλογή των αποβλήτων βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη των 20-30 km αυξάνεται το κόστος περισυλλογής τους (Χαραλάμπους, 2018).

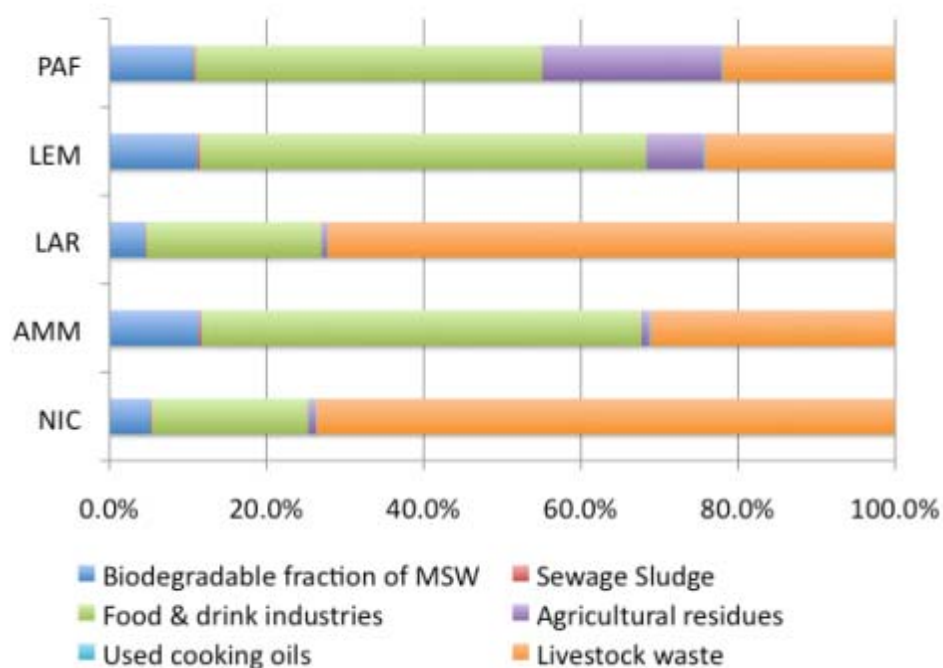
Κεφάλαιο 7

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΑΡΧΙΑ ΠΑΦΟΥ

7.1 Εισαγωγή

Η Πάφος, αποτελεί μία παράκτια ορεινή περιοχή η οποία έχει μεγάλες εκτάσεις από αμπελώνες και άλλες γεωργικές δραστηριότητες, καθώς και μικρές δραστηριότητες στον τομέα της κτηνοτροφίας. Η επαρχία Πάφου έχει επιλεγεί ως η περιοχή μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας λόγω του ότι τα δεκάρια της στερεής βιομάζας (ελαιώνες, οπωροφόρα, δενδρώδεις, αμπελώνες) είναι στο σύνολο 112686 δεκάρια, τα οποία είναι περισσότερα από κάθε άλλη επαρχία. Ο χάρτης 1.2 ο οποίος έχει παρουσιαστεί και στο κεφάλαιο 1, υποδεικνύει ότι η συγκέντρωση των γεωργικών αποβλήτων είναι μεγαλύτερη στην επαρχία Πάφου και γιαυτό επιλέχθηκε ως η περιοχή μελέτης της παρούσας διατριβής. Όσο πιο σκούροι καφέ τόνοι των χρωμάτων που χρησιμοποιούνται στον χάρτη, το δυναμικό της συγκέντρωσης γεωργικών αποβλήτων είναι μεγαλύτερο και επακολούθως παράγεται περισσότερη ενέργεια.

Επιπρόσθετα, στο διάγραμμα 7.1 φαίνεται επίσης ότι τα γεωργικά υπολείμματα είναι περισσότερα στην επαρχία Πάφου. Σημαντικό ποσοστό στην επαρχία Πάφου, αποτελούν τα ζωικά απόβλητα καθώς και τα απόβλητα από τις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών.



Διάγραμμα 7.1: Ποσοστό συνεισφοράς κάθε βιοαποικοδομήσιμου αποβλήτου ανά επαρχία (Kythreotou et al., 2010)

Στο παρόν κεφάλαιο, πραγματοποιούνται αρχικά οι υπολογισμοί (σύμφωνα με το κεφάλαιο 5) για τη διαθέσιμη γεωργική βιομάζα σε τόνους, ακολούθως υπολογίζεται το βιοαέριο που μπορεί να παραχθεί, το παραγόμενο εδαφοβελτιωτικό, τα στρέμματα στα οποία μπορεί να τοποθετηθεί το παραγόμενο εδαφοβελτιωτικό καθώς και την εξοικονόμηση του ισοδύναμου CO₂. Με βάση τα αποτελέσματα, αν δηλαδή υπάρχει ικανοποιητική ποσότητα υπολειμμάτων η οποία μπορεί να καλύψει τις ανάγκες μιας μονάδας βιομάζας, θα προταθεί η εγκατάσταση μιας μονάδας στην επαρχία Πάφου.

7.2 Υπολογισμός πρωτογενών γεωργικών υπολειμμάτων στην επαρχία Παφου

Στον πίνακα 7.1, παρουσιάζονται οι ποσότητες των γεωργικών υπολειμμάτων στην επαρχία Πάφου σε τόνους, με βάση τους υπολογισμούς στο κεφάλαιο 5. Λόγω του ότι δεν υπήρχαν στοιχεία για κάθε κατηγορία ξεχωριστά, υπολογίστηκαν σε κατηγορίες (ελαιοκαλλιέργειες, δενδρώδεις καλλιέργειες, οπωροφόρα δέντρα και αμπελοκαλλιέργειες) η συνολική ποσότητα των γεωργικών υπολειμμάτων σε τόνους ανά έτος. Στο διάγραμμα 7.2 παρουσιάζονται τα γεωργικά υπολείμματα σε ποσοστό, με τις αμπελοκαλλιέργειες να κατέχουν το 53%.

Πίνακας 7.1: Ποσότητες γεωργικών υπολειμμάτων σε τόνους ανά έτος στην επαρχία Πάφου

Τύπος	Δεκάρια	Υγρασία (%)	Υπολείμματα βιομάζας (τόνοι/δεκάριο)	Υγρασία (%)	Συντελεστής διαθεσιμότητας (%)	Συνολική ποσότητα (τόνοι ανά έτος)
Ελαιοκαλλιέργειες	21175	35	0,282	35	45	2294,62
Δενδρώδεις καλλιέργειες	18379	40	0,434	40	60	7976,23
Οπωροφόρα δένδρα	11234	40	0,319	40	60	3583,46
Αμπελοκαλλιέργειες	61898	40	0,497	40	50	15335,51
Σύνολο	29189,82					



Διάγραμμα 7.2: Ποσότητες γεωργικών υπολειμμάτων στην επαρχία Πάφου σε τόνους ανά έτος

7.3 Υπολογισμός Δυναμικού Μεθανίου και Βιοαερίου

Αφού υπολογιστεί αρχικά το δυναμικό μεθανίου, υπολογίζεται ακολούθως το δυναμικό βιοαερίου με βάση τις εξισώσεις στο κεφάλαιο 5. Στον πίνακα 7.2, παρουσιάζεται το

δυναμικό μεθανίου και βιοαερίου για τις ελαιοκαλλιέργειες, οπωροφόρα δένδρα, δενδρώδεις καλλιέργειες και αμπελοκαλλιέργειες στην επαρχία Πάφου.

Πίνακας 7.2: Υπολογισμός Δυναμικού Μεθανίου (m³/έτος) και Δυναμικού Βιοαερίου(m³/έτος)

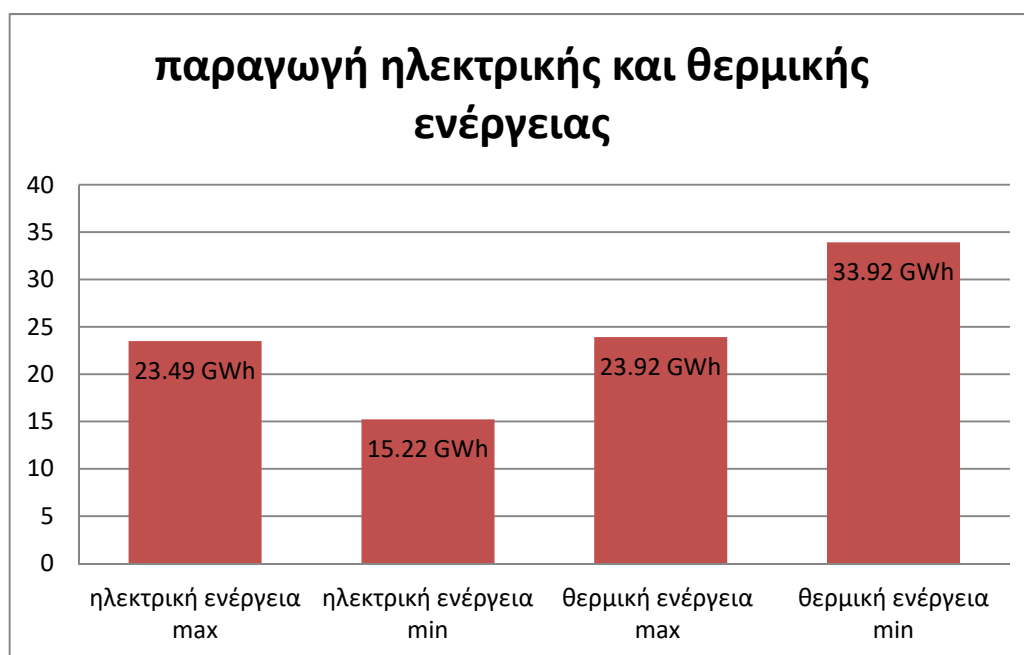
Τύπος	Δυναμικό μεθανίου ανά κιλό γεωργικό ύ υπολ.	Γεωργικά υπολ. (τόνοι/έτος)	Περιεχόμ ενo CH ₄ (%)	Δυναμικό μεθανίου (m ³ /έτος)	Δυναμικό Βιοαερίου (m ³ /έτος)
Ελαιοκαλλιέργειες	0,18	2294,62	55	301503,068	548187,396
Δενδρώδεις καλλιέργειες	0,28	7976,23	55	1630341,412	2964257,113
Οπωροφόρα δένδρα	0,28	3583,46	55	732459,224	1331744,043
Αμπελοκαλλιέργειες	0,28	15335,51	55	3134578,244	5699233,171
Σύνολο				5.798.881,948	10.543.421,723

Από τον πίνακα 7.2, προκύπτει ότι το συνολικό Δυναμικό Μεθανίου είναι 5.798.881,948 m³/έτος, και το Δυναμικό Βιοαερίου 10.543.421,723 m³/έτος τα οποία αντιστοιχούν σε 29189,82 τόνους γεωργικών υπολειμμάτων τα οποία θα επεξεργαστούν με τη μέθοδο της αναερόβιας χώνευσης.

7.4 Υπολογισμός Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας

Όπως έχει προαναφερθεί και στο κεφάλαιο 5, για τον υπολογισμό της ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, θέτουμε ότι το βιοαέριο έχει υψηλή απόδοση σε μεθάνιο με κατώτερη θερμογόνο δύναμη 10 kwh/m³. Άρα όταν πολλαπλασιάσουμε το δυναμικό βιοαερίου με την ΚΘΔ βρίσκουμε 57.988.819,48 kwh/έτος. Λόγω του ότι μια μονάδα ΣΗΘ έχει ελάχιστη απόδοση 75% τότε έχουμε 43.491.614,61 kwh/έτος και μέγιστη απόδοση 90% έχουμε 52.189.937,532 kwh/έτος. Ακολουθώντας, γνωρίζοντας ότι η

παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια έχει ελάχιστη απόδοση 35% παράγονται 15.222.065,1135 kwh ή 15,22 GWh και μέγιστη απόδοση 45% παράγονται 23.485.471,88 kwh ηλεκτρική ενέργεια ή 23,49 GWh. Η παραγόμενη θερμική ενέργεια έχει ελάχιστη απόδοση 55% παράγονται 23.920.388,03 kwh ή 23,92 GWh/έτος, και μέγιστη απόδοση 65% άρα παράγονται 33.923.459,39 kwh θερμική ενέργεια ή 33,92 GWh. Η μέγιστη και ελάχιστη παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από την αξιοποίηση των γεωργικών υπολειμμάτων στην επαρχία Πάφου, παρουσιάζεται στο διάγραμμα 7.3.



Διάγραμμα 7.3: Παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από την επεξεργασία των γεωργικών αποβλήτων

7.5 Υπολογισμός παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού υλικού

Το στερεό κατάλοιπο που προκύπτει από τη διεργασία της Αναερόβιας Χώνευσης, έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία, δημιουργείται εδαφοβελτιωτικό άριστης ποιότητας το οποίο είναι εμπλουτισμένο με θρεπτικά συστατικά. Με βάση ότι η μέση απόδοση της ΑΧ είναι 55-70% και ότι ο συντελεστής παραγωγής βιομάζας ισούται με 0,05, πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί για την παραγωγή του εδαφοβελτιωτικού υλικού (Vlyssides et al., 2015). Αρχικά, υπολογίζονται τα πτητικά στερεά των γεωργικών

υπολειμμάτων (οπωροφόρα, δενδρώδεις, αμπελοκαλλιέργειες και ελαιοκαλλιέργειες), πολλαπλασιάζοντας τους τόνους του κάθε υπολείμματος με το ανάλογο ποσοστό πτητικών στερεών. Προσθέτωντας τα πτητικά στερεά των γεωργικών υπολειμμάτων, βρίσκουμε τη συνολική ποσότητα των πτητικών στερεών που παράγονται από τη διαδικασία της ΑΧ. Ακολουθώντας με βάση την παραδοχή ότι η ΑΧ έχει απόδοση 55-70% υπολογίζεται η ποσότητα του παραγόμενου χωνεμένου υπολείμματος, και έπειτα με βάση το συντελεστή 0,05 υπολογίζεται η ποσότητα του παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού.

Πίνακας 7.3: Υπολογισμός της ποσότητας εδαφοβελτιωτικού που δύναται να παραχθεί από την αξιοποίηση των γεωργικών υπολειμμάτων στην επαρχία Πάφου.

Κυριότερες καλλιέργειες	Πτητικά στερεά (%)	Γεωργικά υπολείμματα (t/έτος)	Πτητικά στερεά (t/έτος)
Ελαιοκαλλιέργειες	90	2294,62	2065,158
Δενδρώδεις καλλιέργειες	90	7976,23	7178,607
Οπωροφόρα δένδρα	75	3583,46	2687,595
Αμπελοκαλλιέργειες	75	15335,51	11501,6325
Σύνολο πτητικών στερεών (t/έτος)		23432,9925	
Σύνολο πτητ. με βάση την χαμηλότερη απόδοση 55%(t/έτος)			12888,1459
Σύνολο πτητ. με βάση την μέγιστη απόδοση 70%(t/έτος)			16403,0948
Σύνολο παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού (55%) (t/έτος)			644,4073
Σύνολο παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού (70%)(t/έτος)			820,1547

Ολοκληρώνοντας, με την επεξεργασία της συνολικής ποσότητας των γεωργικών προϊόντων στην επαρχία Πάφου, είναι δυνατό να παραχθεί εδαφοβελτιωτικό από 644,4073 μέχρι 820,1547 τόνους το χρόνο με βάση τον πίνακα 7.3.

7.6 Υπολογισμός στρεμμάτων για διάθεση εδαφοβελτιωτικού

Για τον υπολογισμό των στρεμμάτων που απαιτούνται για τη διάθεση 644,4073 μέχρι 820,1547 τόνων εδαφοβελτιωτικού, καλείται αρχικά ο υπολογισμός της

περιεκτικότητας του εδαφοβελτιωτικού σε άζωτο. Η περιεκτικότητα του αζώτου στο εδαφοβελτιωτικό υπό τη μορφή ιόντων NH_4^+ εξαρτάται άμεσα από τη ποσότητα αζώτου που περιέχεται στη πρώτη ύλη. Με βάση τη βιβλιογραφία, γνωρίζουμε ότι η περιεκτικότητα αζώτου όσον αφορά τα αμπέλια, οπωροφόρα ελαιοκαλλιέργειες και δενδρώδεις καλλιέργειες είναι 2,4 gr N/kg για τα κλαδιά και 8,3 kg N/kg για τα φύλλα. Επίσης κάνουμε τη παραδοχή ότι το 70% των υπολειμμάτων είναι κλαδιά και το υπόλοιπο 30% φύλλα. Έχουμε στο σύνολο 29189,82 τόνους γεωργικών υπολειμμάτων στην επαρχία Πάφου από τα οποία οι 20402,874 τόνοι αποτελούν τα κλαδιά τα οποία περιέχουν 48966,89 kg αζώτου καθώς και 8756,946 τόνους φύλλα τα οποία περιέχουν 72682,6518 kg αζώτου. Έτσι έχουμε στο σύνολο 121649,54 kg αζώτου, όπου η μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα για τη διάθεση του εδαφοβελτιωτικού είναι 17 kg/ha, άρα τα παραγόμενο εδαφοβελτιωτικό δύναται να χρησιμοποιηθεί σε 7155,85 εκτάρια ή 715,85 δεκάρια (Drosg et al., 2015).

7.7 Εξοικονόμηση ισοδύναμου CO_2

Από την επεξεργασία των φυτικών γεωργικών υπολειμμάτων μέσω της διεργασίας της ΑΧ, επιτυγχάνεται μείωση των εκπομπών CO_2 στην ατμόσφαιρα κάτι το οποίο αποτελεί πρωταρχικό στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης λόγω της κλιματικής αλλαγής. Στον πίνακα 20 που παρουσιάζεται στη συνέχεια, υπολογίζεται το ισοδύναμο του διοξειδίου του άνθρακα που δύναται να εξοικονομηθεί έπειτα από τη συμπαραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας καθώς και από την ανάκτηση αζώτου. Η ελάχιστη εξοικονόμηση ισοδύναμου CO_2 είναι 260622,2 t CO_2 /έτος, ενώ η μέγιστη 269420,52 t CO_2 /έτος.

Πίνακας 7.4: Εξοικονόμηση CO_2 ανά έτος από την επεξεργασία των γεωργικών αποβλήτων στην επαρχία Πάφου

Ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια		Εξοικονόμηση ισοδύναμου CO_2	
		t CO_2 /GWh	t CO_2 /έτος
Ελάχιστη	15,22 GWh	816	12419,52
Μέγιστη	23,49 GWh		19167,84
Ετήσια παραγόμενη θερμική ενέργεια			

Ελάχιστη	23,92 GWh	205	4903,6
Μέγιστη	33,92 GWh		6953,6
Ανακτώμενη ποσότητα N		t CO ₂ /t N	
121649,54		2	243299,08

7.8 Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων σεναρίου

Πίνακας 7.5: Αποτελέσματα των υπολογισμών που διεξάχθηκαν

Υπολογισμός	Τιμή	Μονάδα μέτρησης
Φυτικά γεωργικά υπολείμματα	29189,82	t/έτος
Δυναμικό μεθανίου	5.798.881,948	m ³ /έτος
Δυναμικό βιοαερίου	10.543.421,723	m ³ /έτος
Μέγιστη παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια	23,49	GWh
Ελάχιστη παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια	15,22	GWh
Μέγιστη παραγόμενη θερμική ενέργεια	33,92	GWh
Ελάχιστη παραγόμενη θερμική ενέργεια	23,92	GWh
Παραγόμενο εδαφοβελτιωτικό από την AX (μέγιστη ποσότητα)	820,1547	t/έτος
Παραγόμενο εδαφοβελτιωτικό από την AX (ελάχιστη ποσότητα)	644,4073	t/έτος
Έκταση που απαιτείται για τη διάθεση του εδαφοβελτιωτικού	7155,85	Στρέμματα (ha)

Ελάχιστη εξοικονόμηση ισοδύναμου CO ₂	260622,2	t CO ₂ /έτος
Μέγιστη εξοικονόμηση ισοδύναμου CO ₂	269420,52	t CO ₂ /έτος

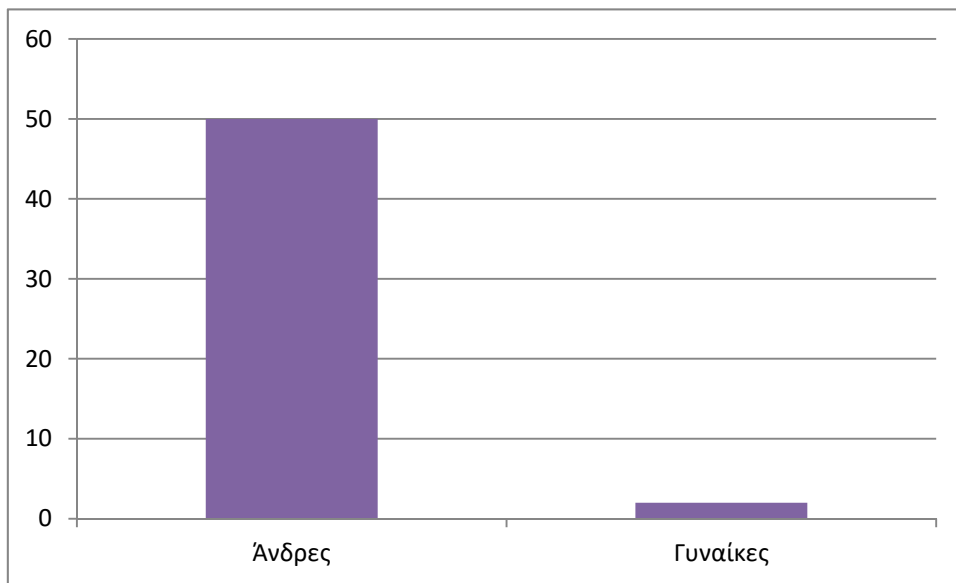
Κεφάλαιο 8

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Για την διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων στην επαρχία Πάφου, πραγματοποιήθηκε επίσης έρευνα υπό τη μορφή ερωτηματολογίου σε 52 αγρότες, με σκοπό να διερευνηθεί η τελική καρτάληξη των αποβλήτων. ακολούθως, παρουσιάζεται η επεξεργασία των δεδομένων του ερωτηματολογίου.

Ερώτηση 1: Φύλο

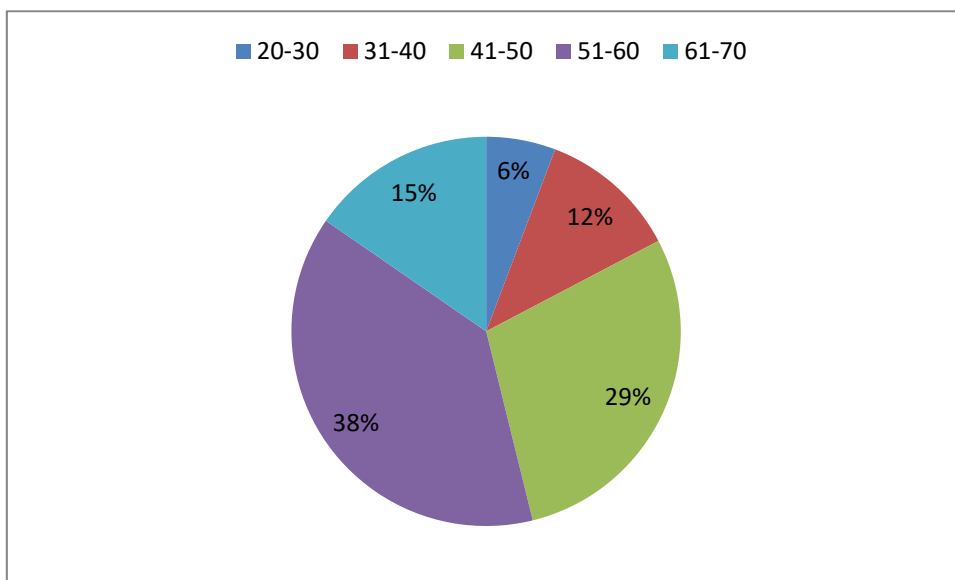
Από το σύνολο των 52 γεωργών που ερωτήθηκαν, οι 50 είναι άνδρες και οι 2 γυναίκες το οποίο παρουσιάζεται και στο διάγραμμα 8.1.



Διάγραμμα 8.1: Φύλο

Ερώτηση 2: Ηλικία

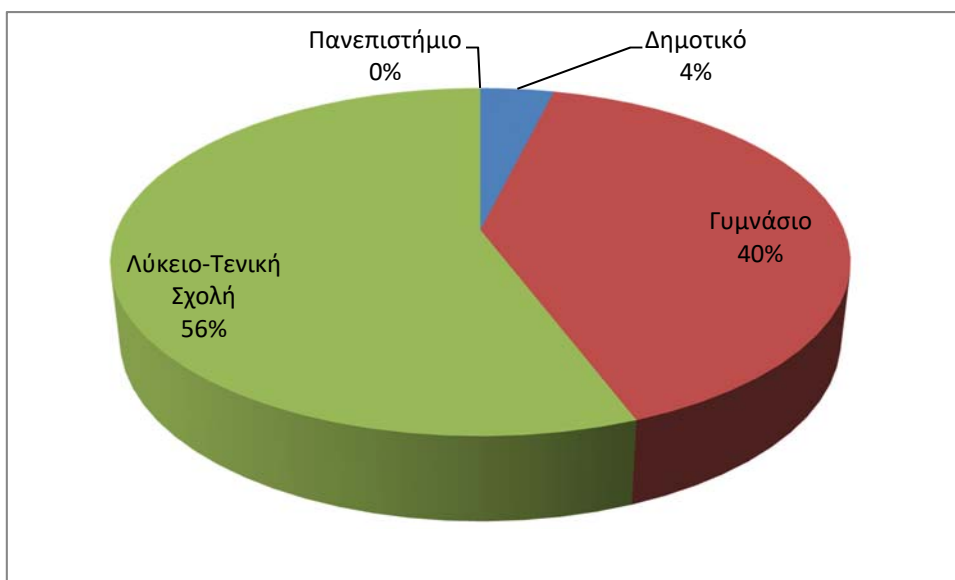
Όσον αφορά την ανάλυση των ηλικιών, 3 είναι μεταξύ 20-30, 6 είναι μεταξύ 31-40, 15 μεταξύ 41-50, 20 μεταξύ 51-60 και 8 μεταξύ 61-70 οι οποίες παρουσιάζονται στο γράφημα 8.2.



Διάγραμμα 8.2: Ηλικία

Ερώτηση 3: Επίπεδο μόρφωσης

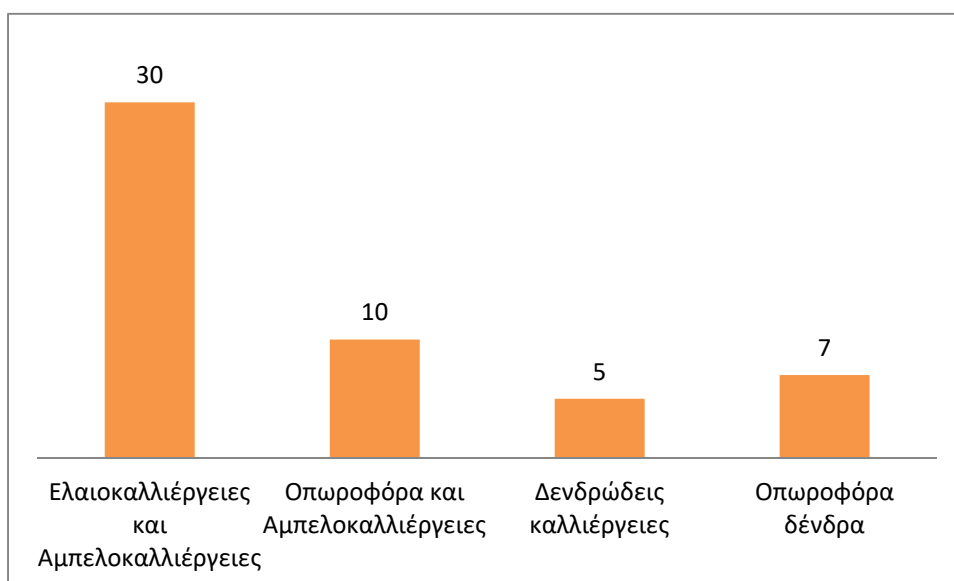
Με βάση το εκπαιδευτικό υπόβαθρο των αγροτών, οι 29 είναι απόφοιτοι Λυκείου-Τεχνικής Σχολής, οι 21 απόφοιτοι Γυμνασίου και οι 2 απόφοιτοι δημοτικού όπου παρουσιάζεται στο διάγραμμα 8.3. Κανένας από τους γεωργούς που ερωτήθηκαν δεν κατέχει μόρφωση πανεπιστημίου.



Διάγραμμα 8.3: Εκπαιδευτικό Υπόβαθρο

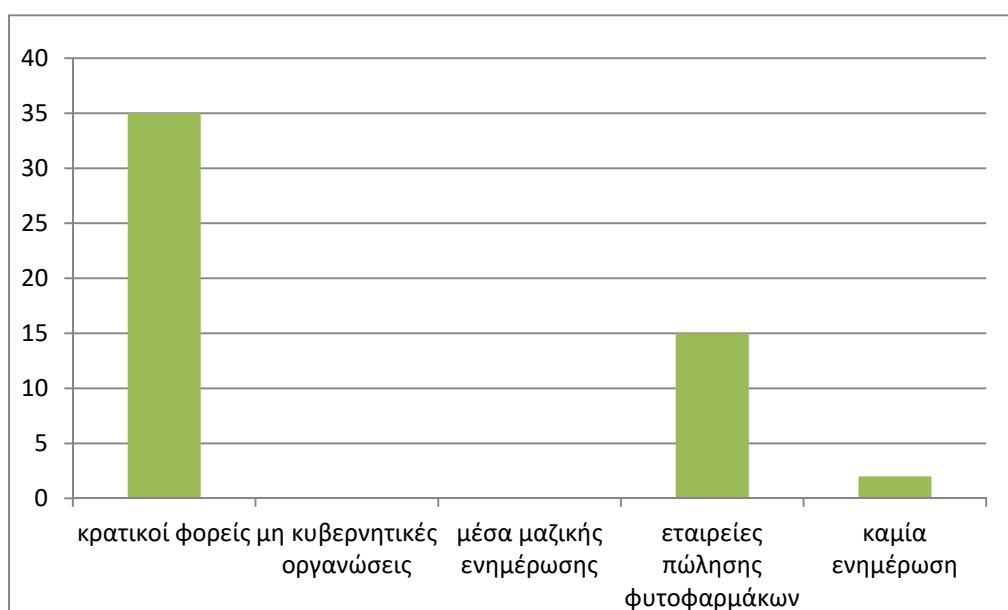
Ερώτηση 4: Κατηγορίες καλλιεργειών με τις οποίες δραστηριοποιούνται.

Οι περισσότεροι από τους γεωργούς δραστηριοποιούνται σε περισσότερες από μία καλλιέργειες. Οι 30 ασχολούνται με ελαιοκαλλιέργειες και αμπελοκαλλιέργειες, 10 με οπωροφόρα και αμπελοκαλλιέργειες, 5 με δενδρώδεις καλλιέργειες και 7 με οπωροφόρα δέντρα.



Διάγραμμα 8.4: Κατηγορίες δραστηριοποίησης αγροτών

Ερώτηση 5: Πηγή ενημέρωσης σχετικά με τη διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων
Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 8.5, οι 2 από τους αγρότες δεν έχουν καμία ενημέρωση, οι 15 ενημερώνονται μέσω εταιρειών πώλησης φαρμάκων, και οι 35 από κρατικούς φορείς



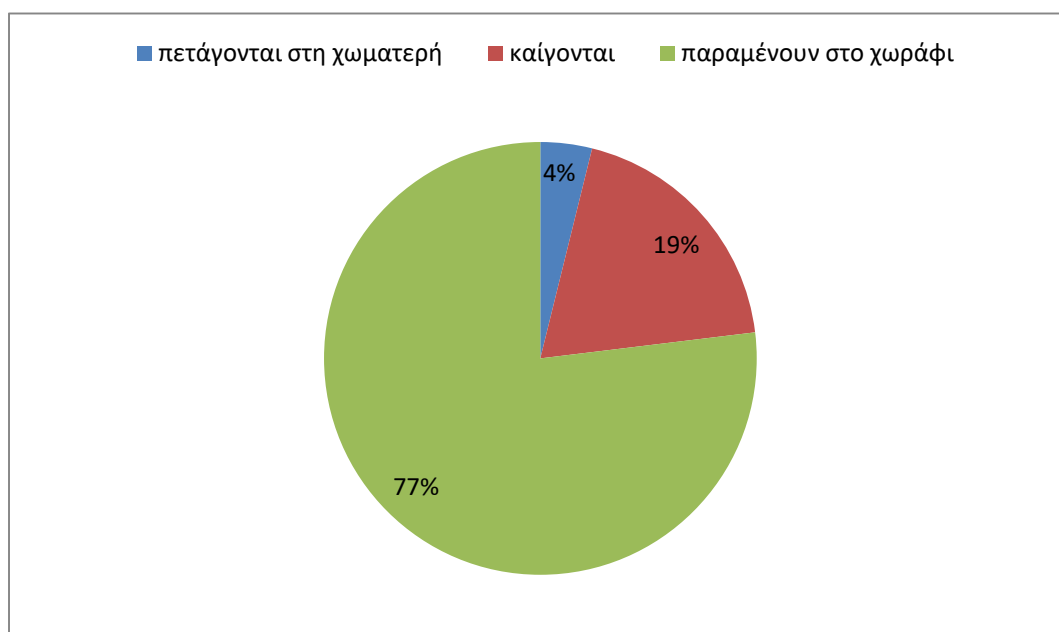
Διάγραμμα 8.5: Πηγές ενημέρωσης των αγροτών όσον αφορά τα θέματα διαχείρισης αποβλήτων

Ερώτηση 6: Είδος λιπασμάτων που χρησιμοποιούν

Οι 40 από τους γεωργούς χρησιμοποιούν λίπασμα το οποίο περιλαμβάνει άζωτο, φωσφόρο και κάλιο σε αναλογία 20:10:10. Οι υπόλοιποι 10 χρησιμοποιούν άζωτο και φωσφόρο και οι 2 κάλιο και θείο.

Ερώτηση 7: Διαχείριση κλαδιών και φύλλων τα οποία απομένουν μετά το κλάδεμα

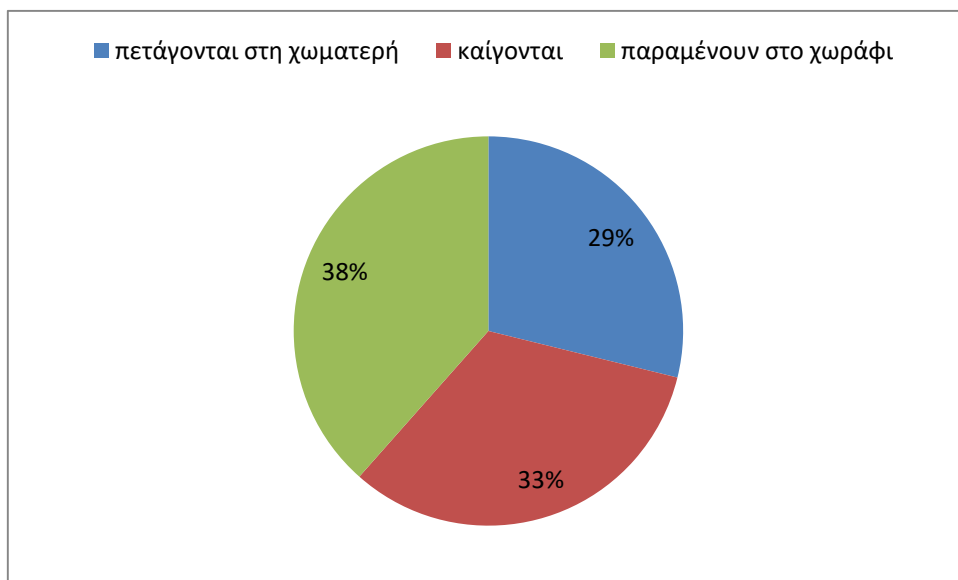
Όσον αφορά τη διαχείριση κλαδιών και φύλλων οι 2 από τους γεωργούς που ερωτήθηκαν τα πετάνε στη χωματερή, οι 10 τα καίνε, και οι υπόλοιποι 40 τα αφήνουν στο χωράφι και τα καλλιεργούν όπως παρουσιάζεται και στο διάγραμμα 8.6.



Διάγραμμα 8.6: Διαχείριση κλαδιών και φύλλων έπειτα από κλάδεμα

Ερώτηση 8: Διαχείριση ξεραμένων φυτών μετά το τέλος της παραγωγής

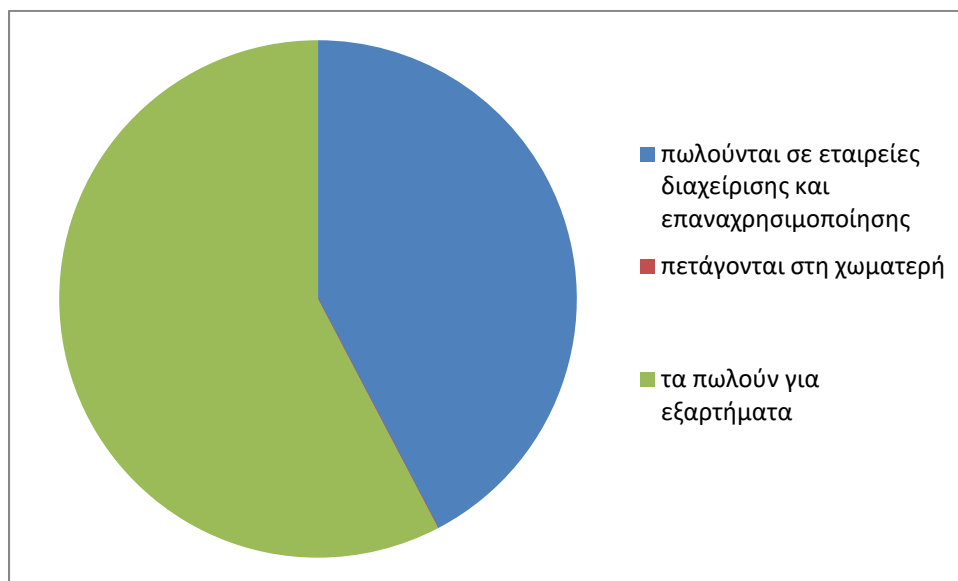
Με βάση το διάγραμμα 8.7, το υψηλότερο ποσοστό συγκεντρώνεται στην κατηγορία στην οποία παραμένουν στο χωράφι και ξανά καλλιεργούνται με ποσοστό 38%, το 33% των γεωργών τα καίνε και το υπόλοιπο 29% τα πετάνε στη χωματερή.



Διάγραμμα 8.7: Διαχείριση ξεραμένων φυτών μετά το τέλος της παραγωγής

Ερώτηση 9: Διαχείριση παλιών και χαλασμένων οχημάτων

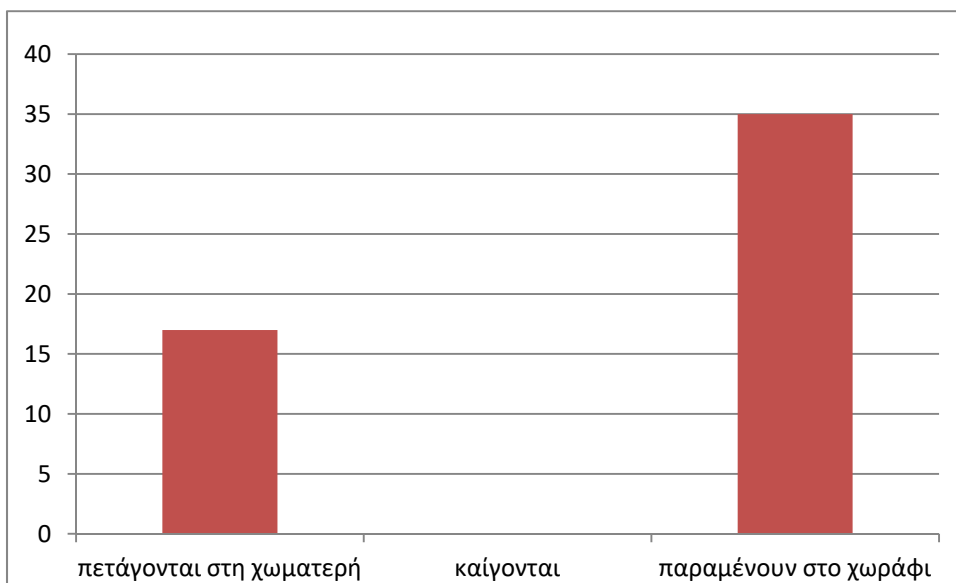
Τα παλιά και χαλασμένα οχήματα, οι 30 από τους αγρότες τα πωλούν για εξαρτήματα ενώ οι υπόλοιποι 22 τα πωλούν σε εταιρείες διαχείρισης και επαναχρησιμοποίησης.



Διάγραμμα 8.8: Διαχείριση παλιών και χαλασμένων οχημάτων

Ερώτηση 10: Διαχείριση φθαρμένων και άρρωστων προϊόντων

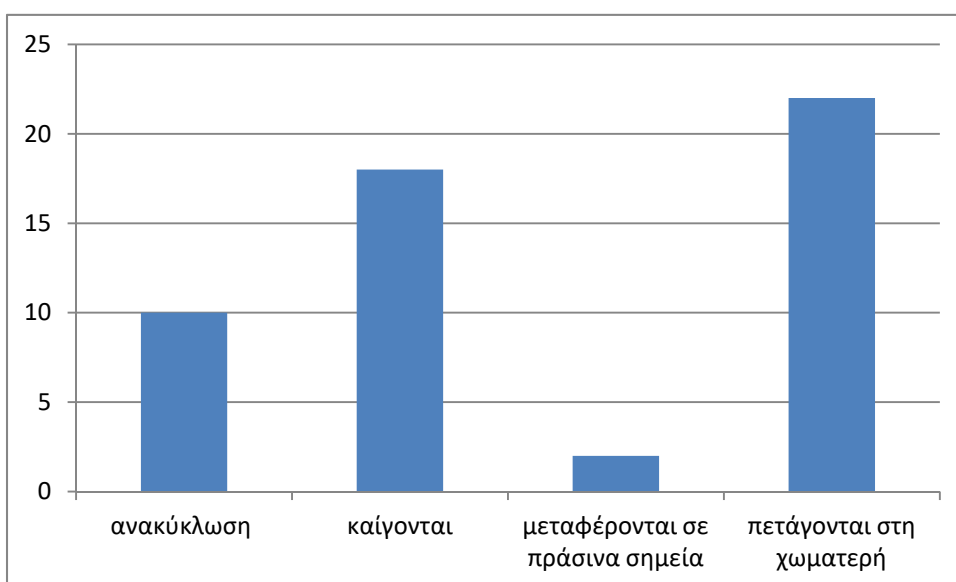
Οι 35 από τους γεωργούς τα αφήνουν στο χωράφι ενώ οι υπόλοιποι 17 τα πετάνε στη χωματερή σύμφωνα και με το διάγραμμα 8.9. Κανένας δεν τα καίει.



Διάγραμμα 8.9: Διαχείριση φθαρμένων και άρρωστων προϊόντων

Ερώτηση 11: Διαχείριση καταστραμμένων κιβώτιων τοποθέτησης προϊόντων

Τα καταστραμμένα κιβώτια, οι 10 τα ανακυκλώνουν, οι 18 τα καίνε, οι 2 τα μεταφέρουν στα πράσινα σημεία και οι υπόλοιποι 22 τα ρίχνουν στη χωματερή.



Διάγραμμα 8.10: Διαχείριση κατεστραμμένων κιβωτίων τοποθέτησης προϊόντων

Ερώτηση 12: Διαχείριση καταστραμμένων υλικών που χρησιμοποιούνται για κατασκευή θερμοκηπίων

Όσον αφορά τη διαχείριση των υλικών που χρησιμοποιούνται για κατασκευή θερμοκηπίων και έχουν καταστραφεί, οι αναλογίες είναι ίδιες με τη διαχείριση των κατεστραμμένων κιβωτίων τοποθέτησης προϊόντων.

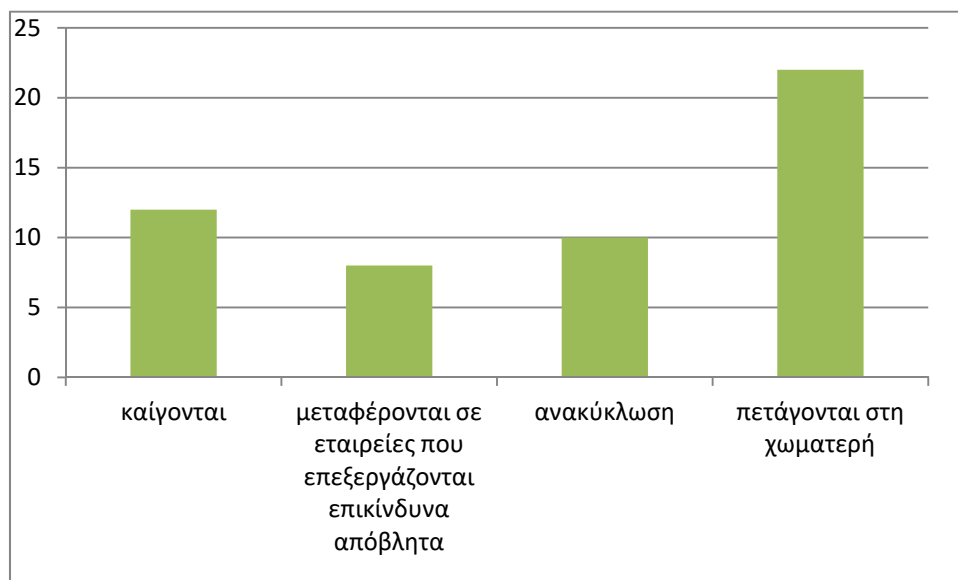
Ερώτηση 13: Ποιος δίνει οδηγίες για τη χρήση και εφαρμογή λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων

Από τους γεωργούς που ερωτήθηκαν, οι 20 παίρνουν οδηγίες από τους γεωπόνους, οι 25 δήλωσαν ότι γνωρίζουν από εμπειρία και οι 7 από μηχανήματα τα οποία αναλύουν το έδαφος.



Διάγραμμα 8.11: Οδηγίες για τη χρήση και εφαρμογή λιπασμάτων/φυτοφαρμάκων

Ερώτηση 14: Διαχείριση άδειων σκευασμάτων από φυτοφάρμακα και λιπάσματα. Όσον αφορά τη διαχείριση άδειων σκευασμάτων από φυτοφάρμακα και λιπάσματα, οι 12 από τους γεωργούς τα καίνε, οι 8 τα μεταφέρουν σε εταιρείες που επεξεργάζονται επικίνδυνα απόβλητα, οι 10 τα ανακυκλώνουν και οι υπόλοιποι 22 τα μεταφέρουν στη χωματερή.



Διάγραμμα 8.12: Διαχείριση άδειων σκευασμάτων από φυτοφάρμακα και λιπάσματα.

Ερώτηση 15: Αν έχει ενδιαφέρον η κατασκευή μονάδας αναερόβιας χώνευσης καθώς και ενδιάμεσων σταθμών όπου θα μεταφέρονται τα κλαδέματα, φρούτα, φύλλα, και γενικά τα οργανικά απόβλητα καθώς και η μετέπειτα παραγωγή εδαφοβελτιωτικού η οποία θα αγοράζεται σε χαμηλή τιμή.

Και οι 52 γεωργοί ήταν θετικοί στην κατασκευή μονάδας αναερόβιας χώνευσης και ενδιάμεσων σταθμών καθώς και στη παραγωγή εδαφοβελτιωτικού χαμηλότερης τιμής.

Κεφάλαιο 9

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διαμόρφωση μιας βιώσιμης προσέγγισης για τη διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στην επαρχία Πάφου της Κύπρου, η εναρμόνιση με την ευρωπαϊκή πολιτική για τη διαχείριση του συγκεκριμένου ρεύματος αποβλήτων καθώς και η ανάπτυξη στρατηγικών σχεδίων, δεν εφαρμόζεται. Δυστυχώς, δεν υπάρχουν μονάδες βιομάζας για την επεξεργασία των φυτικών υπολειμμάτων άλλα ούτε κίνητρα που να ωθούν τους γεωργούς να μεταφέρουν τα γεωργικά υπολείμματα οργανικής προέλευσης (πλαστικά κάλυψη θερμοκηπίων, άδειες συσκευασίες χημικών κτλ) στις κατάλληλες μονάδες διαχείρισης, με αποτέλεσμα να απορρίπτονται με τα αστικά απόβλητα στους χώρους υγειονομικής ταφής. Βέβαια, μέρος των γεωργικών αποβλήτων χρησιμοποιείται από τους αγρότες ως εδαφοκάλυψη, προσθήκη σε ζωοτροφές κ.α, ωστόσο μεγάλες ποσότητες παραμένουν ανεκμετάλλευτες. Για τον λόγο αυτό, προτείνεται η εγκατάσταση μιας μονάδας αναερόβιας χώνευσης.

η οποία θα τροφοδοτείται με τα φυτικά γεωργικά υπολείμματα, όπου θα παράγεται βιοαέριο, το οποίο θα μετατρέπεται έπειτα σε ηλεκτρική και θερμική ενέργεια, καθώς επίσης και εδαφοβελτιωτικό το οποίο θα διατίθεται στους αγρότες της επαρχίας Πάφου ως λίπασμα με τη χαμηλότερη δυνατή τιμή. Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να διοχετεύεται ακολούθως και να πωλείται στο δίκτυο της ΑΗΚ. Σε περίπτωση που τα γεωργικά υπολείμματα ως πρώτη ύλη δεν επαρκούν, θα μπορούν να τροφοδοτούνται από κοινού και κτηνοτροφικά απόβλητα, όπου η συνεπεξεργασία διαφορετικής ποιότητας πρώτης ύλης, καθιστά τις μονάδες πιο ευέλικτες και κερδοφόρες.

Μία κύρια δυσκολία η οποία μπορεί να αποτελέσει τροχοπέδη στην ορθή λειτουργία της μονάδας, είναι η διαθεσιμότητα των γεωργικών αποβλήτων από τους αγρότες προς τη μονάδα αναερόβιας χώνευσης καθώς επίσης και η ανεπαρκής επιμόρφωση των αγροτών σε θέματα αξιοποίησης των αγροτικών αποβλήτων. Έτσι προτείνεται η χωροθέτηση ενδιάμεσων σταθμών συλλογής σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 30km από τη μονάδα, με σκοπό το δίκτυο συλλογής και μεταφοράς των γεωργικών

αποβλήτων να λειτουργεί στο βέλτιστο βαθμό αλλά και να μην επιβαρύνεται ο παραγωγός με επιπρόσθετα έξοδα. Με βάση τον Παγκύπριο Σύνδεσμο Παραγωγών Βιοαερίου, η επιτρεπτή ακτίνα μεταφοράς των αποβλήτων είναι 30km, πέραν της συγκεκριμένης ακτίνας το κόστος συλλογής είναι απαγορευτικό. Επιπρόσθετα, όσον αφορά τη μόρφωση των αγροτών, προτείνεται η πραγματοποίηση διαλέξεων σε κοινοτικό επίπεδο, για τη σωστή διαχείριση αλλά και πρόληψη δημιουργίας γεωργικών αποβλήτων από κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, πραγματοποιείται ο υπολογισμός των ποσοτήτων των πρωτογενών φυτικών υπολειμμάτων σε τόνους ανά έτος από τις καλλιέργειες αμπελιών, οπωροφόρων, εσπεριδοειδών καθώς και ελαιώνων για την περιοχή της Πάφου. Η συνολική ποσότητα υπολογίστηκε στους 29189,82 t/έτος από την οποία ποσότητα δύναται να παραχθεί βιοαέριο 10.543.421,723 m³/έτος, ηλεκτρική ενέργεια 15,22 – 23,49 GWh, θερμική ενέργεια 23,92 – 33,92 GWh, εδαφοβελτιωτικό ποσότητας 644,4073-820,1547 t/έτος καθώς επίσης υπολογίστηκε και η εξοικονόμηση διοξειδίου του άνθρακα η οποία είναι μεταξύ 260622,2 -269420,52 t CO₂/έτος. Τα αποτελέσματα κρίνονται αρκετά ενθαρρυντικά, αν σκεφτεί κανείς πως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που θα προέλθει από την επεξεργασία των φυτικών υπολειμμάτων μπορεί να καλύψει μέρος των ενεργειακών αναγκών της επαρχίας Πάφου.

Εάν ληφθούν υπόψη τα όσα αναλύθηκαν και υπολογίστηκαν πιο πάνω και αν επιτευχθεί η συνεργασία μεταξύ των αγροτών και της μονάδας αναερόβιας χώνευσης, θα αξιοποιηθεί η βιομάζα των γεωργικών υπολειμμάτων τα οποία παραμένουν στα χωράφια ή καταλήγουν στους ΧΥΤΑ, με παράλληλη παραγωγή ενέργειας φιλικής προς το περιβάλλον. Ακόμη με την ανάπτυξη ενός στρατηγικού σχεδιασμού για την κοινή διαχείριση και κτηνοτροφικών αποβλήτων καθώς και απόβλητα από βιομηχανίες τροφίμων, τυροκομείων κ.α. θα παράγεται περισσότερη ανανεώσιμη ενέργεια στην επαρχία Πάφου για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, με αποτέλεσμα να μειωθεί η χρήση των συμβατικών καυσίμων καθώς και των λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται στη γεωργία αφού θα αντικατασταθούν από υπόλειμμα (εδαφοβελτιωτικό) που θα παράγεται από τη μονάδα βιομάζας.

Επιπρόσθετα, μέσα από την παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε ερωτηματολόγιο, μέσα από το οποίο διαφάνηκε ότι στην επαρχία Πάφου υπάρχει αδυναμία στην εφαρμογή τόσο των ευρωπαϊκών όσο και των κυπριακών νομοθεσιών. Μέσα από την προσωπική επικοινωνία με τους γεωργούς, διαπιστώθηκε η θέληση για την εφαρμογή

των νόμων όσον αφορά τη διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων αλλά λόγω του ότι δεν υπάρχουν οι κατάλληλοι χώροι σε κοντινές αποστάσεις, με αποτέλεσμα η διαχείριση των αποβλήτων να καθίσταται κοστοβόρα και χρονοβόρα, δεν μπορούν να συμμορφωθούν με τις απαιτούμενες νομοθεσίες. Ο γεωργικός πληθυσμός απαρτίζεται από γεωργούς μεγάλης ηλικίας αφού σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο το 38% των γεωργών είναι από 51-60 χρονών, οι οποίοι λόγω του ότι είναι προσκολλημένοι στις παλιές συνήθειες των γεωργικών αποβλήτων, δεν μπορούν να συμβιβαστούν με τους νέους τρόπους διαχείρισης.

Για τη διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων θα ήταν δελεαστική η δημιουργία ενδιάμεσων χώρων όπου θα συλλέγονται όλες οι κατηγορίες των γεωργικών αποβλήτων. Ο χώρος εγκατάστασης θα πρέπει να βρίσκεται αρχικά μακριά από κατοικημένες περιοχές, να υπάρχει εύκολη πρόσβαση καθώς επίσης και ο χρόνος μεταβίβασης τους να είναι ο ελάχιστος που απαιτείται αλλά και ισότιμος μεταξύ των κοινοτήτων της επαρχίας Πάφου. Στους χώρους αυτούς, θα πραγματοποιείται διαλογή των γεωργικών αποβλήτων ανά κατηγορία, τα οποία θα οδηγούνται έπειτα στις κατάλληλες μονάδες επεξεργασίας. Θα πρέπει ακόμη να δοθούν κίνητρα στους γεωργούς (όπως αγορά λιπάσματος κομποστοποίησης στη χαμηλότερη τιμή) για να μεταφέρουν τα απόβλητα στους χώρους αυτούς και να μην διαφεύγουν στην εύκολη λύση να τα πετάνε ή να τα καίνε.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abbasi, T., Tauseef, S.M., Abbasi, S.A. (2012) Biogas Energy. springerBriefs in environmental science, 2, 5-6

AHK, 2016.Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ανακτήθηκε 10 Ιουνίου 2019 στο <https://www.eac.com.cy/EL/EAC/RenewableEnergySources/Pages/educationalmaterials.aspx>

Angelidaki I., Ellegaard L. and Ahring B.K (2003) Applications of the anaerobic digestion, in biomethanion II, advances in biomechanical/engineering/biotechnology, T. Scheper (series editor) vol.82, pp. 1-33, springer Berlin/Heidelberg

Appels, L., Baeyens, J., Degreve, J., Dewil, R. (2008) Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge. Progress in energy and combustion science, 34, 755-781.

Athanasiou M., 2008, Techno-economic assesment of recycling practices of municipal solid wastes in Cyprus. Journal of Cleaner production.

Bentsen, N., Felby, C. & Thorsen, B. (2014). Agricultural residue production and potentials for energy and materials services. Progress in Energy and Combustion Science, Vol. 40, 59-73

Braun, R. & Wellinger, A. (2003). Potential of co-digestion. IEA Bioenergy.

Briassoulis, D., Hiskakis, M., Babou, E., Antiohos, S.K. & Papadi, C. (2012). Experimental investigation of the quality characteristics of agricultural plastic wastes regarding their recycling and energy recovery potential. Waste Management 32, 1075– 1090.

Butz, S. (2014). Energy and Agriculture; Science, Environment & Solutions. USA: Cengage Learning

Corré, W.J. & Conijn, J.G. (2016). Biogas production and digestate utilisation from agricultural residues. HYSOL Project. Deliverable n^o: 6.2.1. Ακατηγήδηγε απυ https://www.hysolproject.eu/docs/HYSOL_D6.2%20Sustainable%20biomass%20supply%20potentials.pdf#page=40

Corré, W.J. & Conijn, J.G. (2016). Biogas production and digestate utilisation from agricultural residues. HYSOL Project.

Demirel, B., Scherer, P. (2008) The roles of acetotrophic and hydrogenotrophic methanogens during anaerobic conversion of biomass to methane: a review. *Rev Environ Sci Biotechnol*, 7, 173-190

Deublein, D. & Steinhauser, A. (2008). *Biogas from Waste and Renewable Resources. An Introduction*.

Doula, M., Sarris, A., Kydonakis, A., Papadopoulos, N., Argyriou, L., 2016. Building a strategy for soil protection at local and regional scale-the case of agricultural wastes landspreading. *Environmental monitoring and assessment*, 188(141).

Drosg, B., Fuchs, W., Al Seadi, T., Madsen, M. & Linke, B. (2015). *IEA Bioenergy - Nutrient Recovery by Biogas Digestate Processing (e-book version)*.

Drosg, B., Fuchs, W., Al Seadi, T., Madsen, M. & Linke, B. (2015). *IEA Bioenergy - Nutrient Recovery by Biogas Digestate Processing (e-book version)*. Ακαδημία 01 Μανηίμο, 2018, απευθύνεται http://www.iea-biogas.net/files/datenredaktion/download/Technical%20Brochures/NUTRIENT_RECOVERY_RZ_web1.pdf

Eicker, A. (1981) The Occurrence and nature of Sulphur Crystals in phase I mushroom compost. *Mushroom Sci.*, 11,27-34

Energypress, 2013, Βιοαέριο από τα αστικά λύματα στην Πάφο. Ανακτήθηκε 10 Σεπτεμβρίου 2019 στο https://energypress.gr/news/vioaerio-apo-ta-astika-lymata-stin-pafo?fbclid=IwAR0_04MBaQcpPLgETKXYfWd_-vKs8-5b3djUWNViZVd1xjOvaSM44JQYFI

Griffin, D.M. (1985) A Comparison of the roles of bacteria and fungi. *Bacteria in nature*, 1,221-255

Henze, M., Harremoes, P. (1983) Anaerobic treatment of wastewater in fixed film reactors-a literature review. *Water Sci. technol.*, 15, 1-101

Holm-Nielsen, J.B., Al Seadi, T. & Oleskiewicz-Popiel, P. (2009). The future of anaerobic digestion and biogas utilization. *Bioresource Technology*, 100, 5478-5484. doi:10.1016/j.biortech.2008.12.04

Kennes, C., Veiga, M.C.(2013) *Air pollution prevention and control: Bioreactors and bioenergy*, first edition. 321-323, John Wiley&Sons, Ltd

Kythreotou, N., Florides, G., Tassou, S., 2010. Production and management of biodegradable waste in Cyprus. Department of mechanical engineering and materials science and engineering.

Kythreoyou, N., Florides, G., Tassou, S. 2010. Production and management of biodegradable waste in Cyprus. Mechanical Engineering and Materials Science and Engineering

Loehr, R.C. (1974) Agricultural waste management. USA:Academic press

Mannion A. M., 1995,Agricultural and environmental change, Wiley.

Monou, M., Kythreotou, N., Fatta, D., Smith, S.R. 2008. Rapid screening procedure to optimize the anaerobic codigestion of industrial biowastes and agriculture livestock wastes in Cyprus. Waste management, pp.712-720

Nielsen-Holm, J.B., Al Seadi, T. & Oleskowicz-Popiel, P. (2009). The future of anaerobic digestion and biogas utilization. Bioresource Technology 100 (2009) 5478– 5484. doi:10.1016/j.biortech.2008.12.046

NPRO Engineering Ltd, 2016. Μελέτη Εκτίμησης Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από την Ανέγερση Σταθμού Αναερόβιας Επεξεργασίας Αποβλήτων της εταιρείας Μ.Αντωνιάδης Φαρμ Λτδ. Ανακτήθηκε στις 9 Ιουλίου 2019 στο [http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/2603DE1CB5EB852DC2257F37003FBD13/\\$file/MP20100460101.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/2603DE1CB5EB852DC2257F37003FBD13/$file/MP20100460101.pdf?OpenElement)

Panoutsou, C., Perakis, Ch., Elbersen, B., Zheliezna, T. & Staritsky, I. (2017). Chapter 7 – Assessing Potentials for Agricultural Residues. Modeling and Optimization of Biomass Supply Chains, p.169-197.

Petersson, A. & Wellinger, A. (2009). Biogas upgrading technologies – developments and innovations [eBook version]. Bioenergy.

Rotter, S. & Rohrhofer, C. (2014). Report on logistics processes for transport, handling and storage of biomass residues as well as energy carrier from feedstock sources to central conversion plants. FH Steyer, Steyer, Austria.

Ryckeboer, J., Mergaert, J., Vaes, K., Klammer, S., De Clercq, D., Coosemans, J., Insam, H., Swings, J. (2003) A survey of bacteria and fungi occurring during composting and self-heating processes. Ann Microbiol 53, 349-410

Seadi A., et al, 2010, Εγχειρίδιο βιοαερίου, ενεργειακή αξιοποίηση βιοαερίου, εκπαιδευτικό σεμινάριο.

Seadi, T., Rutz, D. (2008).Εγχειρίδιο Βιοαερίου. Αθήνα, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), σελ. 8-9

Tambone, F., Genevini, P., D'Imporzano, G., Adani, F. (2009) Assessing Amendment properties of digestate by studying the organic matter composition and the degree of biological stability during the anaerobic digestion of the organic fraction of MSW. *Bioresour Technol*, 100, 3140-3124.

The Royal Academy of Engineering, 2004, the costs of generating electricity.

Titjen, C. (1975) From biodung to biogas-a historical review of the European experience. *Ann Arbor Science*, 207-260g

Vankelecom, I., Wagas, M., 2015. Biogas. *Chemistry and materials science* <https://doi.org/10.1007/978-3-642-40872-4>

Vassilev, S., Vassileva, C. & Vassilev, V. (2015). Advantages and disadvantages of composition and properties of biomass in comparison with coal: An overview. *Fuel*, V 158, pp330-350.

Virendra, K., Rimika, K., Abhinav, T., Pradip, N. 2014. Biogas upgrading and bottling technology for vehicular and cooking applications. *Management of natural resources in changing environment*, pp. 135-153.

Vis, et al. (2010). *Biomass Energy Europe Best Practices and Methods. Handbook* Volume. [eBook version].

Vlyssides, A., Mai S. & Barampouti, E.M. (2015). Energy generation potential in Greece from agricultural residues and livestock manure by Anaerobic Digestion Technology. *Waste Biomass Valor*, 6, pp 747-757. doi: 10.1007/s12649-015-9400-5

Vlyssides, A., Mai S. & Barampouti, E.M. (2015). Energy generation potential in Greece from agricultural residues and livestock manure by Anaerobic Digestion Technology. *Waste Biomass Valor*, 6, pp 747-757. doi: 10.1007/s12649-015-9400-5

Ward, A.J., Hobbs, P.J., Holliman, P.J., Jones, D.V. (2008) Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources. *Bioresour Technol*, 99,7928-7940

Water incore project, 2012. Διαχείριση νερού στις μεσογειακές λεκάνες απορροής ποταμών. Ανακτήθηκε 15 Οκτωβρίου 2019 στο [http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/all/860279C5CC1EF591C225827F001AB0CA/\\$file/3_Page_92.pdf?openelement](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/all/860279C5CC1EF591C225827F001AB0CA/$file/3_Page_92.pdf?openelement).

Werther, J., Saenger, M., Hartge, E. -U., Ogada, T. & Siagi, Z. (2000). Combustion of agricultural residues. Progress in Energy and Combustion Science 26 (2000).

Yimer, B. (2014). Alternative energy sources to combat climate changes; Biogas production using cost effective materials. Hamburg, Germany: Anchor Academic Publishing

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ, 2008, environment service submission of data for 2006 for packaging, Nicosia, Cyprus.

Α.Δ.Θ.Σ.Ε, 2017. Έγκριση περιβαλλοντικών όρων για την εγκατάσταση και λειτουργία μονάδας παραγωγής βιοαερίου και σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση βιοαερίου ισχύος 500 kWe. Ανακτήθηκε 10 Οκτωβρίου 2019 από <https://diavgeia.gov.gr/doc/62%CE%9E%CE%9F%CE%9F%CE%A110%CE%9D6%25>

Ανδρεάτου Α, 2007, Συστήματα διαχείρισης βιώσιμης ανάπτυξης, Διδακτορική διατριβή, ΕΜΠ.

Αρχή Λιμένων Κύπρου, 2019. Λιμάνι Πάφου. Ανακτήθηκε 12 Οκτωβρίου 2019 στο <https://www.cpa.gov.cy/CPA/page.php?pageID=24>

Βίκτωρ, 2015. Χρήση επεξεργασμένων γεωργικών αποβλήτων και παραπροϊόντων σε υποβαθμισμένα εδάφη τη Μεσογείου. Διαθέσιμο στο https://www.elgo.gr/images/ioanna/periodiko/Teyxos_14/14-15.pdf.

Γεωργακάκης Δ., 2008, Περιβάλλον και γεωργοκτηνοτροφικές εγκαταστάσεις, Διαχείριση αποβλήτων, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο.

Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Πάφου, 2017, Discover Pafos. Ανακτήθηκε 15 Νοεμβρίου 2019 στο https://www.pcci.org.cy/wp-content/uploads/2015/03/BOOK_GR.pdf

Ένωση Δήμων Κύπρου, 2002, Στρατηγικό σχέδιο διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στην Κύπρο.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Δράση της ΕΕ για το κλίμα. [online] Available at: https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu_el [accessed 14 March 2019].

Ζαχαρίου, Α., Ιακώβου, Μ., Κουνναμάς, Κ., 2017, Το καλύτερο απόβλητο είναι αυτό που δεν παράχθηκε ποτέ. Ανακτήθηκε 15 Νοεμβρίου 2019 στο http://www.moec.gov.cy/dkpe/chrisimo_yliko/xanaskepsou_to/xanaskepsou_prose_ggizontas.pdf?fbclid=IwAR2ukkv7pSB5twFwxK1YLTMeP-VxIzF3z2JhStmp_KIqfZY4x8qSECE0sk

Θεοχαρόπουλος Α., 2005, Ολοκληρωμένη γεωργία: μια εναλλακτική προσέγγιση για την ελληνική γεωργία, πρακτικά 8^{ου} συνεδρίου αγροτικής οικονομίας. Θεσσαλονίκη.

Θεοχαρόπουλος Α., 2009, Οικονομική και περιβαλλοντική ανάλυση των εναλλακτικών μορφών γεωργίας. Διδακτορική διατριβή. ΑΠΘ.

Καλαβρουζιώτης Ι., 2008, Επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων σε εδάφη και άρδευση στη γεωργία, Τεχνικά χρονικά.

ΚΑΠΕ, 2008.- Μελέτη αναφορικά με το εθνικό σχέδιο δράσης βιομάζας για την Κύπρο, περίοδος 2020. Ανακτήθηκε 20 Σεπτεμβρίου 2019 στο <https://www.agiosathanasios.org.cy/uploadfiles/%CE%A3%CF%87%CE%AD%CE%B4%CE%B9%CE%BF%20%CE%B4%CF%81%CE%AC%CF%83%CE%B7%CF%82%20%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1%CF%82%20%CE%B3%CE%B9%CE%B1%20%CF%84%CE%B7%CE%BD%20%CE%9A%CF%8D%CF%80%CF%81%CE%BF.pdf>

Κουμούλλης, Χ., 2012, Λεύκαρα, το ομορφότερο χωριό της Κύπρου. Ανακτήθηκε στις 10 Σεπτεμβρίου στο <http://talefkara.blogspot.com/2012/05/blog-post.html>

Κυριαζής Χ., 2012, Τεχνολογία και καινοτομία, Τεχνολογίες περιβάλλοντος, ΣΕΒ.

Λαζαρίδη Κ., Παυλόπουλος Κ., 2001, Ολοκληρωμένη διαχείριση ορανικών αποβλήτων και υπολειμμάτων. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Μουσιόπουλος Ν., 2017, Επεξεργασία και διαχείριση στερεών αποβλήτων, ανοικτά ακαδημαϊκά μαθήματα, ΑΠΘ.

Μπεόπουλος Ν., 1999, Περιβάλλον και οικονομική ανάπτυξη στον αγροτικό χώρο, Επιθεώρηση κοινωνικών ερευνών.

Νικολαΐδης, 2017, ΜΕΕΠ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ ΠΑΦΟΥ. Ανακτήθηκε στις 9 Νοεμβρίου 2019

στο [http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/1EE6ADEA8CE78192C22581FD00252EBD/\\$file/MP20172080101.pdf?OpenElement&fbclid=IwAR0eCm7Q40aAeJiBnKBT0HkR21cy2Gd2_2h3Xg9hpRUXIdnV78ZPyEzB1ls](http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/1EE6ADEA8CE78192C22581FD00252EBD/$file/MP20172080101.pdf?OpenElement&fbclid=IwAR0eCm7Q40aAeJiBnKBT0HkR21cy2Gd2_2h3Xg9hpRUXIdnV78ZPyEzB1ls).

Ομοσπονδία εργοδοτών και βιομηχάνων Κύπρου, 2017, Έκθεση Διοικητικού Συμβουλίου ΟΕΒ για το έτος 2017. Ανακτήθηκε 15 Νοεμβρίου 2019 στο <http://www.oeb.org.cy/wp-content/uploads/2017/05/%CE%95%CE%A4%CE%97%CE%A3%CE%99%CE%91%CE%95%CE%9A%CE%98%CE%95%CE%A3%CE%97-2017.pdf>

Παπαγεωργίου Κ., και συν., 2005, Αγροτική Πολιτική. Αθήνα.

Παπαγεωργίου Σ., και συν, 2005, Αγροτική πολιτική.

Παπάζογλου, Δ., 2010, Αναερόβια χώνευση στερεών αποβλήτων. Τμήμα γεωγραφίας.

Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου, 2015, Γενικά δημογραφικά χαρακτηριστικά, μετανάστευση και εργατικό δυναμικό. Ανακτήθηκε 4 Σεπτεμβρίου 2019 στο [https://www.mof.gov.cy/mof/cystat/statistics.nsf/All/3D52D8F17C418CFAC2257EEA00346671/\\$file/POPULATION_CENSUS-2011_VolII-EL-261015.pdf?OpenElement](https://www.mof.gov.cy/mof/cystat/statistics.nsf/All/3D52D8F17C418CFAC2257EEA00346671/$file/POPULATION_CENSUS-2011_VolII-EL-261015.pdf?OpenElement)

Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου, 2017, Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος κατά κατηγορία. Ανακτήθηκε 10 Οκτωβρίου 2019 στο https://www.mof.gov.cy/mof/cystat/statistics.nsf/energy_environment_81main_gr/energy_environment_81main_gr?OpenForm&sub=1&sel=2

Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου, 2018, Ενέργεια και Περιβάλλον. Ανακτήθηκε 10 Νοεμβρίου 2019 στο https://www.mof.gov.cy/mof/cystat/statistics.nsf/energy_environment_81main_gr/energy_environment_81main_gr?OpenForm&sub=1&sel=2

Στατιστική υπηρεσία Κύρου, 2011, Απογραφή πληθυσμού. Ανακτήθηκε 10 Σεπτεμβρίου στο https://www.mof.gov.cy/mof/cystat/statistics.nsf/census-2011_cystat_gr/census-2011_cystat_gr?OpenDocument

Στατιστική Υπηρεσία, 2014, Απογραφή Γεωργίας. Ανακτήθηκε 20 Οκτωβρίου 2019 στο

[https://www.mof.gov.cy/mof/cystat/statistics.nsf/All/6A1123AF9DC7C6E1C2257225003CBF28/\\$file/AGRICULTURE_CENSUS-2010-100314.pdf?OpenElement](https://www.mof.gov.cy/mof/cystat/statistics.nsf/All/6A1123AF9DC7C6E1C2257225003CBF28/$file/AGRICULTURE_CENSUS-2010-100314.pdf?OpenElement)

Στατιστική Υπηρεσία, 2019, Εκτάσεις, παραγωγή και απόδοση κυριότερων γεωργικών προϊόντων 2009-2017. Ανακτήθηκε 20 Οκτωβρίου 2019 στο https://www.mof.gov.cy/mof/cystat/statistics.nsf/agriculture_51main_gr/agriculture_51main_gr?OpenForm&sub=1&sel=2

Συμβούλιο Αποχετεύσεων Πάφου, 2009, Λειτουργία του συστήματος και επεξεργασία λυμάτων. Ανακτήθηκε 10 Σεπτεμβρίου 2019 στο http://www.sapa.org.cy/index.php?option=com_content&view=article&id=11&Itemid=+15&lang=el

Τμήμα Αναπτύξεως υδάτων, (2014), εθνικό σχέδιο δράσης φυτοφαρμάκων

Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, 2019, Χρονοδιάγραμμα και πρόγραμμα εργασιών για την εκπόνηση του 3^{ου} σχεδίου διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού 2021-2027. Ανακτήθηκε 9 Οκτωβρίου 2019 στο [http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/All/9568589BD9DECC81C2258420002DE26E/\\$file/Keimeno_1is_Fasis_Diavoulevisis.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/All/9568589BD9DECC81C2258420002DE26E/$file/Keimeno_1is_Fasis_Diavoulevisis.pdf)

Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης, 2019, Σεισμικότητα. Ανακτήθηκε στις 10 Σεπτεμβρίου 2019 στο http://www.moa.gov.cy/moa/gsd/gsd.nsf/page56_gr/page56_gr?OpenDocument.

Τμήμα Γεωργίας, 2019. Δραστηριότητες κλάδου γεωργικών εφαρμογών. Διαθέσιμο στο http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/page22_gr/page22_gr?OpenDocument&fbclid=IwAR3_EGV7_QqczsdZ9SPrgfc5KB7EPuZPt-tn_ElowGt4zlpZ8gancQjesY

Τμήμα δασών, 2019, Χλωρίδα. Ανακτήθηκε 11 Νοεμβρίου 2019 στο http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/fd65_gr/fd65_gr?OpenDocument

Τμήμα Δημόσιων Έργων, 2019, Ιστορικό. Ανακτήθηκε 11 Οκτωβρίου 2019 στο http://www.mcw.gov.cy/mcw/PWD/pwd.nsf/page11_gr/page11_gr?OpenDocument

Τμήμα περιβάλλοντος, 2015. Προστασία της φύσης-δικτυο natura 2000.

ΥΠΕΚΑ 2015, ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ. Διαθέσιμο στο <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=OI1IVu124Jk%3D&tabid=238&language=el-GR>

Υπηρεσία Ενέργειας, 2016, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Ανακτήθηκε 15 Οκτωβρίου 2019 στο http://www.mcit.gov.cy/mcit/EnergySe.nsf/All/24D7A7A5980258B7C225822F0023CCFC?OpenDocument&fbclid=IwAR3FytD50_1RnZHzndcOmvQkygRDhwXiwZFMH5DLa9NEsNPggSUCnfPO15Q

Υπουργείο γεωργίας, αγροτικής ανάπτυξης και περιβάλλοντος, (2014), Στρατηγική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων για το πρόγραμμα πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων.

Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, 2012, Σχέδιο διαχείρισης για τα οικιακά και παρόμοιου τύπου απόβλητα. Ανακτήθηκε 10 Σεπτεμβρίου 2019 στο [http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/2D3A2EF0033378C7C2257F37004227B4/\\$file/M20121101.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/2D3A2EF0033378C7C2257F37004227B4/$file/M20121101.pdf?OpenElement)

Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωργίας, (2016), σχέδιο διαχείρισης λοιπών αποβλήτων 2016-2022.

Υπουργείο περιβάλλοντος, 2015. Απαιτήσεις για προϊόντα χώνευσης βιοαερίου που παράγονται από βιοαποδομήσιμα απόβλητα. Ανακτήθηκε 10 Οκτωβρίου 2019 <https://ec.europa.eu/growth/toolsdatabases/tris/da/index.cfm/search/?trisaction=search.detail&year=2015&num=700&dLang=EL>

Υπουργείο Υγείας, 2018. Πληροφορίες για το Γενικό Νοσοκομείο Πάφου. Ανακτήθηκε 21 Οκτωβρίου 2019 στο <https://www.moh.gov.cy/moh/pgh/pgh.nsf/page2/page2?openform>

Χαραλάμπους, 2018, Παραγωγή ενέργειας σε μονάδες παραγωγής βιοαερίου από την αξιοποίηση οργανικών αποβλήτων. Ανακτήθηκε 10 Σεπτεμβρίου 2019 στο http://www.oeb.org.cy/wp-content/uploads/2019/04/18-12-04-ACharalambous_6_Energiako_Symposio.pdf

Χαραλάμπους, Α., 2018, Επεξεργασία κτηνοτροφικών αποβλήτων με Αναερόβια Χώνευση στην Κύπρο. Ανακτήθηκε 10 Σεπτεμβρίου 2019, στο

<http://www.cea.org.cy/wp-content/uploads/2016/08/Biogas-Cyprus-ACharalambous2012.pdf>.

Χαραλάμπους, Α., 2019, Βιοενέργεια στην Κύπρο. Ανακτήθηκε 20 Οκτωβρίου 2019 στο <http://www.cea.org.cy/wp-content/uploads/2016/08/11-02-15-ACharalambous-Bioenergy.pdf>