

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



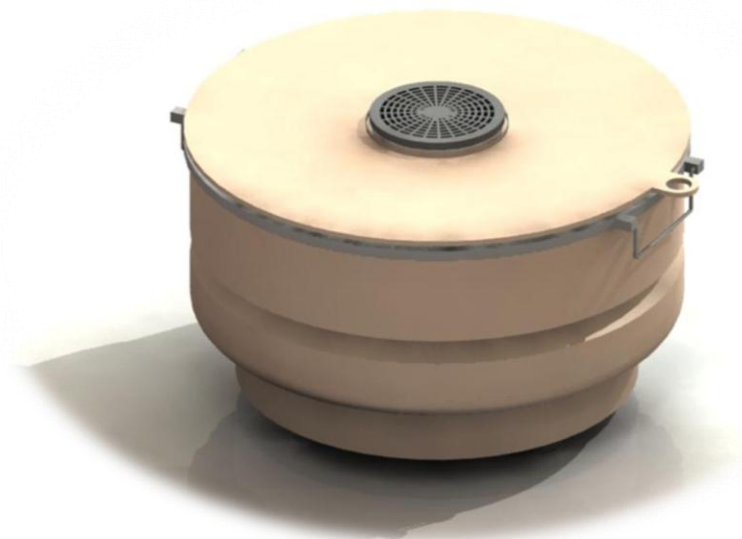
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Εφαρμογή Πρότυπου Συστήματος  
Οικιακής Ξήρανσης και Χαρακτηρισμός  
του Τελικού Προϊόντος.**

---

**Κοτροπούλου Ήρινα**

**Επιβλέπουσα Καθ. κ<sup>α</sup> Λοϊζίδου Μ.**



ΑΘΗΝΑ 2012

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Έχοντας ολοκληρώσει τη συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας που μου ανατέθηκε κατά τη χειμερινή περίοδο 2011-2012, νοιώθω την υποχρέωση να δώσω τις ευχαριστίες μου στους ανθρώπους εκείνους που με στήριξαν είτε υλικά είτε πνευματικά στη μέχρι τώρα εκπαιδευτική μου πορεία.

Εν πρώτοις, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Καθηγήτρια του Ε.Μ.Π., κα. Μαρία Λοϊζίδου για την ανάθεση της πειραματικής αυτής εργασίας και για την πολύτιμη καθοδήγηση που μου προσέφερε κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων.

Επιπλέον, ευχαριστώ θερμά όλο το προσωπικό της Μονάδας Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας για τη συνεργασία και τη συμπαράστασή τους και ειδικά τον Υποψήφιο Διδάκτορα κ. Άγγελο Σωτηρόπουλο για τη συνεχή παρακολούθηση και πολύτιμη βοήθεια κατά την εκτέλεση της διπλωματικής μου εργασίας, καθώς και για την υποστήριξη, τις γνώσεις και την υπομονή του. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Διδάκτορα κ. Δημήτρη Μαλαμή για την αρωγή του στην επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων.

## Πίνακας περιεχομένων

1.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ	15
1.1.	Εισαγωγή	15
1.1.1.	Τρέχουσα διαχείριση στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	16
1.2.	Περιβαλλοντικοί, οικονομικοί και κοινωνικοί παράμετροι σχετιζόμενοι με τη διαχείριση των βιολογικών αποβλήτων	21
1.2.1.	Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις.....	21
1.2.2.	Οικονομικές Επιπτώσεις.....	23
1.2.3.	Κοινωνικός Αντίκτυπος και Επιπτώσεις Στην Υγεία.....	25
2.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ	27
2.1.	Τεχνολογίες επεξεργασίας των οικιακών βιολογικών αποβλήτων στην πηγή27	
2.1.1.	Εισαγωγή.....	27
2.2.	Οικιακή Κομποστοποίηση	27
2.2.1.	Εισαγωγή.....	27
2.2.2.	Φάσεις Κομποστοποίησης.....	29
2.2.3.	Παράγοντες που επηρεάζουν την κομποστοποίηση.....	30
2.2.4.	Πλεονεκτήματα διεργασίας.....	32
2.2.5.	Μειονεκτήματα διεργασίας.....	32
2.3.	Εμπορικά Συστήματα Οικιακής Κομποστοποίησης	33
2.3.1.	Εισαγωγή.....	33
2.3.2.	Χουμοποιητής (Soilmaker).....	33
2.3.3.	Κομποστοποιητής τύπου Cascadia.....	34
2.3.4.	Αστικός Κάδος Κομποστοποίησης Περιστρεφόμενος.....	35
2.3.5.	Κάδος Κομποστοποίησης Τύπου RotoTherm CrankTec.....	36
2.3.6.	Κάδος Κομποστοποίησης τύπου Rolling or Rotating (Κυλιόμενος).....	37
2.3.7.	Περιστρεφόμενος Κομποστοποιητής Μίξης.....	38
2.3.8.	Εσωτερικοί κομποστοποιητές.....	39
2.3.9.	Κομποστοποιητής Λειοτρίβισης.....	40
2.3.10.	Κομποστοποιητής Καταλυτικής Βιοδιάσπασης.....	41
2.3.11.	Εύλινοι/Συρμάτινοι Κομποστοποιητές.....	43
2.3.12.	Κομποστοποιητές με Γαιοσκώληκες.....	44
2.4.	Επιτυχημένες περιπτώσεις επεξεργασίας των οικιακών οργανικών απορριμμάτων στην πηγή με χρήση της μεθόδου της οικιακής κομποστοποίησης	46
2.4.1.	Εισαγωγή.....	46
2.5.	Μικρής κλίμακας αναερόβια χώνευση	59
2.5.1.	Εισαγωγή.....	59
2.5.2.	Παράγοντες που επηρεάζουν τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης..	62
2.5.3.	Πλεονεκτήματα διεργασίας.....	63
2.5.4.	Μειονεκτήματα διεργασίας.....	63
2.6.	Εμπορικά Συστήματα Αναερόβιας Χώνευσης Μικρής Κλίμακας	64
2.6.1.	Συστήματα αναερόβιας χώνευσης μικρής κλίμακας της εταιρείας Agricultural Development Co.,Ltd. ....	64
2.6.2.	Συστήματα αναερόβιας χώνευσης μικρής κλίμακας της εταιρείας Shenzhen Puxin Technology Co. Ltd, φορητός αναερόβιος χωνευτήρας.....	65
2.6.3.	Πιλοτική μονάδα κομποστοποίησης και ανακύκλωσης διατροφικών αποβλήτων της Organic Waste Treatment Facilities στο Kowloon Bay.....	67
2.6.4.	Σύστημα Αναερόβιας Χώνευσης PUXIN στην Guangdong, Κίνα.....	68
2.7.	Οικιακή ξήρανση	70
2.7.1.	Εισαγωγή.....	70
2.7.2.	Χρησιμοποιούμενες Μέθοδοι Ξήρανσης.....	70

2.8.	Εμπορικά Συστήματα Οικιακής Ξήρανσης	72
2.8.1.	Εισαγωγή.....	72
	Συστήματα οικιακής ξήρανσης της εταιρείας SAMOH NK .....	81
	Συστήματα οικιακής ξήρανσης της εταιρείας DUO ENTERPRISE LTD.....	82
	Συστήματα οικιακής ξήρανσης της εταιρείας ECOWELL Co.,Ltd. ....	83
	Πρότυπο σύστημα οικιακής ξήρανσης στη Σουηδία .....	85
3.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ	88
3.1.	Περιγραφή περιοχής πιλοτικής εφαρμογής του πρότυπου συστήματος οικιακής ξήρανσης	88
3.1.1.	Τρέχουσα κατάσταση στην διαχείριση απορριμμάτων .....	90
3.2.	Πιλοτική χρήση της συσκευής οικιακής ξήρανσης	96
3.2.1.	Εισαγωγή.....	96
3.2.2.	Δράση πριν την έναρξη της πιλοτικής λειτουργίας .....	97
3.2.3.	Γενική περιγραφή της δράσης .....	97
3.2.4.	Μεθοδολογία συλλογής και ανάλυσης δειγμάτων.....	99
3.3.	Περιγραφή πρότυπου συστήματος οικιακής ξήρανσης	102
3.3.1.	Εισαγωγή.....	102
4.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ	115
4.1.	Πειραματικό Πρωτόκολλο	115
4.1.1.	Μέθοδος Προσδιορισμού περιεχόμενης Υγρασίας (%) .....	115
4.1.2.	Διαφορά Μάζας .....	116
4.1.3.	Προσδιορισμός pH.....	116
4.1.4.	Προσδιορισμός Πτητικών Στερεών (VSS)/(LOI).....	117
4.1.5.	Προσδιορισμός Ολικού Οργανικού Άνθρακα (TOC).....	118
4.1.6.	Προσδιορισμός των Βαρέων Μετάλλων .....	119
4.1.7.	Προσδιορισμός Δείκτη Βλαστικότητας .....	120
5.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ	123
5.1.	Αποτελέσματα Εργαστηριακών Αναλύσεων Δειγμάτων Ξηρού Υλικού	123
5.1.1.	Αποτελέσματα Μείωσης Μάζας των Βιοαποβλήτων.....	123
5.1.2.	Αποτελέσματα Μετρήσεων Περιεχόμενης Υγρασίας .....	125
5.1.3.	Αποτελέσματα Μετρήσεων pH.....	127
5.1.4.	Αποτελέσματα Μετρήσεων Πτητικών Στερεών VSS-LOI.....	130
5.1.5.	Αποτελέσματα Μετρήσεων Ολικού Οργανικού Άνθρακα TOC .....	133
5.1.6.	Αποτελέσματα Μετρήσεων Βαρέων Μετάλλων .....	134
5.1.7.	Μετρήσεις Ενεργειακής Κατανάλωσης.....	137
5.1.8.	Αποτελέσματα Μετρήσεων Δείκτη Βλαστικότητας.....	139
6.	Συμπεράσματα	154
7.	Βιβλιογραφία	156

## ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

ΓΡΑΦΗΜΑ 1. ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΑ ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΣΕ KG/ΑΤΟΜΟ ΣΤΗΝ ΕΕ (27) (ΕΕΑ, 2010)	17
ΓΡΑΦΗΜΑ 2. ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΗ ΣΕ ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ ΤΝ/ΧΡΟΝΟ (EUROSTAT, 2010)	19
ΓΡΑΦΗΜΑ 3. ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΕΣ ΣΕ ΚΙΛΑ ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ ΑΝΑ ΧΩΡΑ	20
ΓΡΑΦΗΜΑ 4. ΕΡΩΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΟΣΟ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΣΕ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ, ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ, ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (ΕΕΚ, 2002)	25
ΓΡΑΦΗΜΑ 5. ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ (ΤΣΟΒΑΝΟΓΛΟΥΣ ΕΤ ΑΛ., 1993)	29
ΓΡΑΦΗΜΑ 6. ΟΙ ΦΑΣΕΙΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΣΧΕΣΗ C/N (PRODUCERS SUSTAINABLE FARMING GROUP, 1996)	31
ΓΡΑΦΗΜΑ 7. ΜΕΙΩΣΗ ΜΑΖΑΣ ΣΕ ΤΙΜΕΣ ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ ΠΟΥ ΣΥΜΜΕΤΕΙΧΑΝ ΣΕ ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	124
ΓΡΑΦΗΜΑ 8. ΤΕΛΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΗ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΣΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΤΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΣΤΗΚΑΝ	126
ΓΡΑΦΗΜΑ 9. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΡΗ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΣΤΗΚΑΝ	128
ΓΡΑΦΗΜΑ 10. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΡΟΦΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΡΗ (ΕΦΕΤ, 2010)	129
ΓΡΑΦΗΜΑ 11. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ (VSS) ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΗ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΣΤΗΚΑΝ	131
ΓΡΑΦΗΜΑ 12. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΟΞΕΙΔΩΜΕΝΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΥΛΗΣ (LOI) ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΗ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΣΤΗΚΑΝ	131
ΓΡΑΦΗΜΑ 13. ΤΙΜΕΣ ΟΛΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΤΟΣ ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	134
ΓΡΑΦΗΜΑ 14. ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ	135
ΓΡΑΦΗΜΑ 15. ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΕΣ ΣΕ ΚΩΗ/8 ΩΡΕΣ.	138
ΓΡΑΦΗΜΑ 16. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΟΠΩΣ ΑΥΤΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΗΚΕ ΓΙΑ ΣΠΟΡΟ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΔΥΟ ΤΥΠΟΥΣ ΧΩΜΑΤΟΣ	145
ΓΡΑΦΗΜΑ 17. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΟΠΩΣ ΑΥΤΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΗΚΕ ΓΙΑ ΣΠΟΡΟ ΚΡΕΜΜΥΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΔΥΟ ΤΥΠΟΥΣ ΧΩΜΑΤΟΣ	145
ΓΡΑΦΗΜΑ 18. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΟΠΩΣ ΑΥΤΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΗΚΕ ΓΙΑ ΣΠΟΡΟ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΔΥΟ ΤΥΠΟΥΣ ΧΩΜΑΤΟΣ	146
ΓΡΑΦΗΜΑ 19. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΟΠΩΣ ΑΥΤΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΗΚΕ ΓΙΑ ΣΠΟΡΟ ΝΤΟΜΑΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΔΥΟ ΤΥΠΟΥΣ ΧΩΜΑΤΟΣ	146
ΓΡΑΦΗΜΑ 20. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΣΕ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΧΩΜΑΤΟΣ -ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ 10GR - 0GR	150
ΓΡΑΦΗΜΑ 21. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΣΕ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΧΩΜΑΤΟΣ -ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ 9GR - 1GR	150

ΓΡΑΦΗΜΑ 22. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΣΕ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΧΩΜΑΤΟΣ	
-ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ 8,5GR - 1.5GR	151
ΓΡΑΦΗΜΑ 23. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΣΕ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΧΩΜΑΤΟΣ	
-ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ 8GR - 2GR	151
ΓΡΑΦΗΜΑ 24. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΣΕ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΧΩΜΑΤΟΣ	
-ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ 7GR - 3GR	152
ΓΡΑΦΗΜΑ 25. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΣΕ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΧΩΜΑΤΟΣ	
-ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ 6GR - 4GR	152

## ΕΙΚΟΝΕΣ

ΕΙΚΟΝΑ 1. ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ-ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ-ΚΟΙΝΩΝΙΑ (ΕΕΤ, 2010)	23
ΕΙΚΟΝΑ 2. ΟΙΚΙΑΚΗ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	28
ΕΙΚΟΝΑ 3. ΧΟΥΜΟΠΟΙΗΤΗΣ (SOILMAKER) (GARBAGEBINSANDCONTAINERS, 2011)	33
ΕΙΚΟΝΑ 4. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΤΗΣ ΤΥΠΟΥ CASCADIA	34
ΕΙΚΟΝΑ 5. ΑΣΤΙΚΟΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΣ ΚΑΔΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	35
ΕΙΚΟΝΑ 6. ΚΑΔΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ROTOTHERM CRANKTEC (COMWASTE, 2006)	36
ΕΙΚΟΝΑ 7. ΚΥΛΙΟΜΕΝΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	37
ΕΙΚΟΝΑ 8. ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΤΗΣ ΜΙΞΗΣ (COMWASTE, 2006)	38
ΕΙΚΟΝΑ 9. ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ-ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΤΕΣ	39
ΕΙΚΟΝΑ 10. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΤΗΣ ΛΕΙΟΤΡΙΒΙΣΗΣ (COMWASTE, 2006)	41
ΕΙΚΟΝΑ 11. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΤΗΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗΣ ΒΙΟΔΙΑΣΠΑΣΗΣ	42
ΕΙΚΟΝΑ 12. ΞΥΛΙΝΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΤΗΣ	43
ΕΙΚΟΝΑ 13. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΤΗΣ ΜΕ ΓΑΙΟΣΚΩΛΗΚΕΣ	44
ΕΙΚΟΝΑ 14. ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΟΝΑΔΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ (COMWASTE, 2010)	47
ΕΙΚΟΝΑ 15. ΠΡΟΪΟΝ ΚΟΜΠΟΣΤ	48
ΕΙΚΟΝΑ 16. ΛΟΓΟΤΥΠΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	48
ΕΙΚΟΝΑ 17. ΟΙΚΙΑΚΗ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΗΝ BARCELONA (MUNICIPALITY OF BARCELONA, 2000)	49
ΕΙΚΟΝΑ 18. ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	50
ΕΙΚΟΝΑ 19. ΥΠΟΓΕΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗ GIRONDE (SIVOM, 2001)	50
ΕΙΚΟΝΑ 20. ΠΡΑΣΙΝΟΙ ΤΡΟΧΟΦΟΡΟΙ ΚΑΔΟΙ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ LIMERICK	51
ΕΙΚΟΝΑ 21. ΚΑΔΟΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΜΟΝΖΑ (SARF, 2000)	52
ΕΙΚΟΝΑ 22. ΛΟΓΟΤΥΠΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ AMTRES (AMTRES MUNICIPAL ASSOCIATION, 2000)	53
ΕΙΚΟΝΑ 23. ΛΟΓΟΤΥΠΟ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ ΤΗΣ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ	53
ΕΙΚΟΝΑ 24. ΛΟΓΟΤΥΠΟ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ARUN (ARUN DISTRICT COUNCIL, 2000)	54
ΕΙΚΟΝΑ 25. ΚΑΔΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ GREEN BIN ORGANICS (GREEN BIN ORGANICS, 2007)	55
ΕΙΚΟΝΑ 26. ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ (UNIZAR, 2007)	60
ΕΙΚΟΝΑ 27. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΧΩΝΕΥΤΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ (AGRICULTURAL DEVELOPMENT CO.,LTD, 2010)	64
ΕΙΚΟΝΑ 28. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ PUXIN TECHNOLOGY	66
ΕΙΚΟΝΑ 29. ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (LOOFEN, 2010)	72
ΕΙΚΟΝΑ 30. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ LOOFEN ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ 5L (LOOFEN, 2010)	73
ΕΙΚΟΝΑ 31. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ LOOFEN ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ 4L (LOOFEN, 2010)	73

ΕΙΚΟΝΑ 32. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ LOOFEN ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ 10L (LOOFEN, 2010)	74
ΕΙΚΟΝΑ 33. . ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ LOOFEN (LOOFEN, 2010)	75
ΕΙΚΟΝΑ 34. ΦΙΛΤΡΟ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ LOOFEN (LOOFEN, 2010)	76
ΕΙΚΟΝΑ 35. ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ LOOFEN (LOOFEN, 2010)	76
ΕΙΚΟΝΑ 36. ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ COWAY WMO5-A (COWAY, 2010)	77
ΕΙΚΟΝΑ 37. ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ COWAY WMO3 (COWAY, 2010)	78
ΕΙΚΟΝΑ 38. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ COWAY WMO5-A (COWAY, 2010)	79
ΕΙΚΟΝΑ 39. ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΞΗΡΑΝΤΗΡΑ COWAY	80
ΕΙΚΟΝΑ 40. ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΤΗΣ SAMOH NK (SAMOH NK, 2010)	81
ΕΙΚΟΝΑ 41. ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΤΗΣ SAMOH NK (SAMOH NK, 2010)	81
ΕΙΚΟΝΑ 42. ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ DUO ENTERPRISE LTD	82
ΕΙΚΟΝΑ 43. . ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ Ε 500 ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ECOWELL LTD (ECOWELL LTD, 2010)	84
ΕΙΚΟΝΑ 44. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ CW25 ΚΑΙ CW50 ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ CLEANWAVE (CLEANWAVE, 2010)	84
ΕΙΚΟΝΑ 45. ΜΟΝΑΔΑ SOMNUS ΣΤΗ ΣΟΥΗΔΙΑ (SOMNUS, 2008)	86
ΕΙΚΟΝΑ 46. ΣΑΚΟΥΛΑ ΜΟΝΑΔΑΣ SOMNUS ΣΤΗ ΣΟΥΗΔΙΑ (SOMNUS, 2008)	86
ΕΙΚΟΝΑ 47. ΜΟΝΑΣΤΗΡΙ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ), ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΑΠΑΓΟΥ (ΔΕΞΙΑ)	89
ΕΙΚΟΝΑ 48. ΕΚΚΛΗΣΙΑ ΑΓΙΑΣ ΤΡΙΑΔΑΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ), ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΧΟΛΑΡΓΟΥ (ΔΕΞΙΑ)	90
ΕΙΚΟΝΑ 49. ΜΠΛΕ ΚΑΔΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ (Ε.Ε.Α.Α., 2012)	93
ΕΙΚΟΝΑ 50. : ΖΥΓΑΡΙΑ ΠΟΥ ΠΑΡΑΣΧΕΘΗΚΕ ΣΤΟΥΣ ΚΑΤΟΙΚΟΥΣ	97
ΕΙΚΟΝΑ 51. ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΠΟΥ ΔΟΘΗΚΕ ΣΤΟΥΣ ΚΑΤΟΙΚΟΥΣ	98
ΕΙΚΟΝΑ 52. ΣΑΚΟΥΛΑ ΑΠΟΚΟΜΙΔΗΣ ΞΗΡΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΠΟΥ ΔΟΘΗΚΕ ΣΤΟΥΣ ΚΑΤΟΙΚΟΥΣ	98
ΕΙΚΟΝΑ 53. ΞΗΡΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΟΠΩΣ ΑΥΤΑ ΠΑΡΕΛΗΦΘΗΣΑΝ ΑΠΟ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΟ	100
ΕΙΚΟΝΑ 54. ΔΕΙΓΜΑ ΑΛΕΣΜΕΝΟ ΣΤΟΝ ΜΥΛΟ ΑΛΕΣΗΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΑΣΜΕΝΟ ΑΠΟ ΚΟΣΚΙΝΟ 1MM	101
ΕΙΚΟΝΑ 55. ΘΑΛΑΜΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ	103
ΕΙΚΟΝΑ 56. ΒΑΣΗ ΞΗΡΑΝΤΗΡΑ (ΚΑΤΩ ΟΨΗ)	104
ΕΙΚΟΝΑ 57. ΒΑΣΗ ΞΗΡΑΝΤΗΡΑ (ΠΑΝΩ ΟΨΗ)	104
ΕΙΚΟΝΑ 58. ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗ ΞΗΡΑΝΤΗΡΑ	105
ΕΙΚΟΝΑ 59. ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗ ΞΗΡΑΝΤΗΡΑ	105
ΕΙΚΟΝΑ 60. ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	107
ΕΙΚΟΝΑ 61. ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΑΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ (ΑΝΩΘΕΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ)	108
ΕΙΚΟΝΑ 62. ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΑΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ (ΚΑΤΩΘΕΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ)	108
ΕΙΚΟΝΑ 63. ΠΩΜΑ ΞΗΡΑΝΤΗΡΑ	109
ΕΙΚΟΝΑ 64. ΘΕΡΜΙΚΟΣ ΔΙΣΚΟΣ ΞΗΡΑΝΤΗΡΑ	110
ΕΙΚΟΝΑ 65. ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΠΟΣΜΗΣΗΣ, ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ ΚΑΙ ΠΩΜΑ	111
ΕΙΚΟΝΑ 66. ΥΠΟΣΤΗΡΙΓΜΑ ΒΑΣΗΣ ΞΗΡΑΝΤΗΡΑ	112



ΕΙΚΟΝΑ 67. ΧΕΙΡΟΛΑΒΗ ΥΠΟΔΟΧΕΑ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	113
ΕΙΚΟΝΑ 68. ΞΗΡΑΝΤΗΣ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	114
ΕΙΚΟΝΑ 69. ΦΟΥΡΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ 105 <sup>0</sup> C	116
ΕΙΚΟΝΑ 70. ΣΥΣΚΕΥΗ ΑΝΑΔΕΥΣΗΣ	117
ΕΙΚΟΝΑ 71. ΠΕΧΑΜΕΤΡΟ (ΡΗ)	117
ΕΙΚΟΝΑ 72. ΦΟΥΡΝΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ	118
ΕΙΚΟΝΑ 73. ΣΥΣΚΕΥΗ ΣΗΜΑΤΖΥ (ΤΟΣ)	119
ΕΙΚΟΝΑ 74. ΣΥΣΚΕΥΗ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ (ΑΑΣ)	120
ΕΙΚΟΝΑ 75. ΔΙΗΘΗΣΗ ΥΠΟ ΚΕΝΟ	120
ΕΙΚΟΝΑ 76. ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΣΗ	122
ΕΙΚΟΝΑ 77. ΣΠΟΡΟΙ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΠΟΥ ΦΥΤΡΩΣΑΝ	147
ΕΙΚΟΝΑ 78. ΣΠΟΡΟΙ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΠΟΥ ΦΥΤΡΩΣΑΝ ΣΕ ΑΝΑΛΟΓΙΑ 10GR ΧΩΜΑΤΟΣ- 0GR ΣΚΟΝΗΣ	147
ΕΙΚΟΝΑ 79. ΣΠΟΡΟΙ ΚΡΕΜΜΥΔΙΟΥ ΠΟΥ ΦΥΤΡΩΣΑΝ	148
ΕΙΚΟΝΑ 80. ΣΠΟΡΟΙ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΠΟΥ ΦΥΤΡΩΣΑΝ ΣΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ 8,5GR ΧΩΜΑΤΟΣ- 1,5GR ΣΚΟΝΗΣ ΚΑΙ 7GR ΧΩΜΑΤΟΣ-3GR ΣΚΟΝΗΣ	148
ΕΙΚΟΝΑ 81. ΣΠΟΡΟΙ ΝΤΟΜΑΤΑΣ ΠΟΥ ΦΥΤΡΩΣΑΝ ΣΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ 10GRΧΩΜΑΤΟΣ-0GR ΣΚΟΝΗΣ ΚΑΙ 9GR ΧΩΜΑΤΟΣ-1GR ΣΚΟΝΗΣ	149
ΕΙΚΟΝΑ 82. ΣΠΟΡΟΙ ΝΤΟΜΑΤΑΣ ΠΟΥ ΦΥΤΡΩΣΑΝ	149

## ΠΙΝΑΚΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ ΤΝ/ΧΡΟΝΟ (EUROSTAT, 2010)	18
ΠΙΝΑΚΑΣ 2. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΔΟΥ ΤΥΠΟΥ SOILMAKER (GARBAGEBINSANDCONTAINERS, 2011)	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΔΟΥ ΤΥΠΟΥ CASCADIA (HOMECOMPOSTINGMADEEASY, 2011)	35
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. ΑΣΤΙΚΟΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΣ ΚΑΔΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ (ORGANIC-VIDA, 2011)	36
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΔΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΥΠΟΥ ROTOTHERM CRANCTEC SYSTEM (COMWASTE, 2006)	37
ΠΙΝΑΚΑΣ 6. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΛΙΟΜΕΝΟΥ ΚΑΔΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	38
ΠΙΝΑΚΑΣ 7. ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΤΗΣ (COMWASTE, 2006)	39
ΠΙΝΑΚΑΣ 8. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΤΩΝ (COMWASTE, 2006)	40
ΠΙΝΑΚΑΣ 9. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΤΗ ΛΕΙΟΤΡΙΒΗΣΗΣ (COMWASTE, 2006)	41
ΠΙΝΑΚΑΣ 10. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΤΗ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗΣ ΒΙΟΔΙΑΣΠΑΣΗΣ	42
ΠΙΝΑΚΑΣ 11. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΞΥΛΙΝΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΤΗ (DIGITALSEED, 2011)	43
ΠΙΝΑΚΑΣ 12. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΤΗ ΜΕ ΓΑΙΟΣΚΩΛΗΚΕΣ (COMWASTE, 2006)	45
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 13. ΕΠΙΤΥΧΗΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΙΑΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΠΗΓΗ</b>	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 14. ΣΥΣΤΑΣΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ (GTZ, 2009)	59
ΠΙΝΑΚΑΣ 15. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΩΝΕΥΤΗ ΡUXIN (ΡUXIN, 2010)	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 16. ΠΡΩΤΕΣ ΎΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ 1 Μ <sup>3</sup> ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ (ΡUXIN BIOGAS PLANTS, 2010)	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 17. . ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΟΝΑΔΑ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ (ΡUXIN BIOGAS PLANTS, 2010)	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 18. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ LOOFEN (LOOFEN, 2010)	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 19. ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΞΗΡΑΝΣΗΣ LOOFEN (LOOFEN, 2010)	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 20. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΞΗΡΑΝΤΗΡΑ COWAY WMO5-A (COWAY, 2010)	78
ΠΙΝΑΚΑΣ 21. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ COWAY WMO3	79
ΠΙΝΑΚΑΣ 22. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ECOWELL, CW25	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 23. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ECOWELL, CW50 (ECOWELL, 2010)	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 24. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΕΡΧΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΙΔΙΚΟ ΔΙΑΒΑΘΜΙΔΙΚΟ ΣΥΝΔΕΣΜΟ ΝΟΜΟΥ ΑΤΤΙΚΗΣ (Ε.Δ.Σ.Ν.Α.)	91

ΠΙΝΑΚΑΣ 25. ΕΤΗΣΙΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (2011) ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΠΑΠΑΓΟΥ-ΧΟΛΑΡΓΟΥ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ (Ε.Ε.Α.Α.)	93
ΠΙΝΑΚΑΣ 26. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ (ΤΕΤΡΑΜΗΝΟΥ 2011)	94
ΠΙΝΑΚΑΣ 27. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ 1 <sup>ΟΥ</sup> ΠΕΝΤΑΜΗΝΟΥ 2012 ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΠΑΠΑΓΟΥ-ΧΟΛΑΡΓΟΥ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ (Ε.Ε.Α.Α., 2012)	95
ΠΙΝΑΚΑΣ 28. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΝΑΚΤΩΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΔΗΜΟ ΠΑΠΑΓΟΥ-ΧΟΛΑΡΓΟΥ ΤΟ ΕΤΟΣ 2011, (ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ (Ε.Ε.Α.Α., 2011)	95
ΠΙΝΑΚΑΣ 29. ΜΕΙΩΣΗ ΜΑΖΑΣ ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΗ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ ΠΟΥ ΣΥΜΜΕΤΕΙΧΑΝ ΣΤΗΝ ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	123
ΠΙΝΑΚΑΣ 30. ΤΕΛΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΕ ΤΙΜΕΣ ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΣΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΣΤΗΚΑΝ	125
ΠΙΝΑΚΑΣ 31. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΡΗ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΣΤΗΚΑΝ	127
ΠΙΝΑΚΑΣ 32. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ VSS-ΛΟΙ ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	130
ΠΙΝΑΚΑΣ 33. ΤΙΜΕΣ ΠΗΤΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (ΚΟΜΙΛΙΣ AND HAM, 2006)	132
ΠΙΝΑΚΑΣ 34. ΤΙΜΕΣ ΠΗΤΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	132
ΠΙΝΑΚΑΣ 35. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΟΛΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΤΟΣ ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΕΣ ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	133
ΠΙΝΑΚΑΣ 36. ΤΙΜΕΣ ΟΛΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (ΚΟΜΙΛΙΣ AND HAM,2006)	133
ΠΙΝΑΚΑΣ 37. ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΕΣ ΣΕ (MG/KG)	135
ΠΙΝΑΚΑΣ 38. ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΑ ΚΥΑ 114218	136
ΠΙΝΑΚΑΣ 39. ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΣΕ MG/KG ΞΗΡΑΣ ΟΥΣΙΑΣ ΡΗ(6-7) (ΚΑΝΤΑΣ, 2004)	136
ΠΙΝΑΚΑΣ 40. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΣΩΝ ΤΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΣΕ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 8 ΩΡΩΝ	137
ΠΙΝΑΚΑΣ 41. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΩΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ Α	139
ΠΙΝΑΚΑΣ 42. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΩΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ Α ΚΑΙ ΜΕ ΣΠΟΡΟ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ	140
ΠΙΝΑΚΑΣ 43. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΩΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ Α ΚΑΙ ΜΕ ΣΠΟΡΟ ΚΡΕΜΜΥΔΙΟΥ	140
ΠΙΝΑΚΑΣ 44. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΩΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ Α ΚΑΙ ΜΕ ΣΠΟΡΟ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	141
ΠΙΝΑΚΑΣ 45. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΩΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ Α ΚΑΙ ΜΕ ΣΠΟΡΟ ΠΙΠΕΡΙΑΣ	141
ΠΙΝΑΚΑΣ 46. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΩΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ Β	142
ΠΙΝΑΚΑΣ 47. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΩΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ Β ΚΑΙ ΜΕ ΣΠΟΡΟ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ	142
ΠΙΝΑΚΑΣ 48. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΩΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ Β ΚΑΙ ΜΕ ΣΠΟΡΟ ΝΤΟΜΑΤΑΣ	143
ΠΙΝΑΚΑΣ 49. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΩΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ Β ΚΑΙ ΜΕ ΣΠΟΡΟ ΚΡΕΜΜΥΔΙΟΥ	143

### ΣΧΗΜΑΤΑ

<b>ΣΧΗΜΑ 1. ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ</b>	<b>16</b>
ΣΧΗΜΑ 2. Η ΒΑΣΙΚΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	28
ΣΧΗΜΑ 3. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ (SPUHLER, 2010)	61
ΣΧΗΜΑ 4. ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ	61
ΣΧΗΜΑ 5. ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ-ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ (OWTF, 2008)	67
ΣΧΗΜΑ 6. ΜΟΝΑΔΑ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΡΥΧΙΝ ΓΙΑ ΔΥΟ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ 10Μ <sup>3</sup> (ΡΥΧΙΝ, 2008)	68
ΣΧΗΜΑ 7. ΔΗΜΟΣ ΠΑΠΑΓΟΥ-ΧΟΛΑΡΓΟΥ	88

## Περίληψη

Η συνολική ετήσια παραγωγή βιοαποβλήτων στην Ευρώπη υπολογίζεται στα 118-138 εκατομμύρια τόνους φαγητού και αποβλήτων κήπων (Position paper of the Bio-waste alliance, 2009). Για την επεξεργασία και την διαχείριση του οργανικού κλάσματος στην πηγή οι σημαντικότερες μέθοδοι επεξεργασίας οι οποίες χρησιμοποιούνται σήμερα σε παγκόσμιο επίπεδο είναι η οικιακή κομποστοποίηση και η οικιακή αναερόβια χώνευση. Μια καινοτόμος τεχνολογία η οποία υπάρχει και εφαρμόζεται στην Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας του Ε.Μ.Π είναι η πολλά υποσχόμενη μέθοδος της οικιακής ξήρανσης των οικιακών βιοαποβλήτων. Η οικιακή ξήρανση είναι μία καινοτόμος μέθοδος που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και δεν έχει εφαρμοστεί έως τώρα σε καμία περιοχή της Ευρώπης ή των υπολοίπων Ηπείρων.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η μελέτη της εφαρμογής του καινοτόμου συστήματος οικιακής ξήρανσης σε 20 επιλεγμένες οικίες του Δήμου Παπάγου-Χολαργού και η ποιοτική και ποσοτική ανάλυση του τελικού ξηρού προϊόντος. Στη Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας του Ε.Μ.Π σχεδιάστηκε, κατασκευάστηκε και δοκιμάστηκε ένα πρότυπο σύστημα οικιακής ξήρανσης το οποίο έχει ως σκοπό την απομάκρυνση μεγάλου μέρους της υγρασίας που εμπεριέχεται στα οικιακά οργανικά απορρίμματα και την ελάττωση του όγκου τους με σκοπό την παραγωγή ενός τελικού ξηρού προϊόντος το οποίο θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ποιοτικού και ποσοτικού χαρακτηρισμού του τελικού ξηρού προϊόντος όπως αυτά προέκυψαν σε όλη τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής του συστήματος στις 20 οικίες που επιλέχτηκαν.

## ABSTRACT

The total annual production of bio-waste in Europe is estimated at 118-138 million tones of food and garden waste (Position paper of the Bio-waste alliance, 2009). For the treatment and management of organic waste at source, the major treatment methods that are currently used worldwide are the domestic, household composting and the anaerobic digestion. An innovative technology that is applied to the Unit and Environmental Science and Engineering of NTUA is a promising method of the domestic drying of household biowaste. Household drying is an innovative method that is of particular interest and has not been implemented so far in any part of Europe or other continents.

The purpose of this thesis is to study the implementation of the innovative household drying system in 20 selected houses of the Municipality of Papagos-Holargos, the qualitative and quantitative analysis of the final dried product. The Unit Environmental Science and Engineering of NTUA designed, constructed and tested a prototype home drying system which aims to remove much of the moisture contained in household organic waste and to reduce the volume in order to produce a final dry product which could be used for the production of high added values.

As part of this diploma thesis is the presentation of the results of the qualitative and quantitative characterization of the final dried product as obtained throughout the duration of the pilot application in the selected 20 houses.

## 1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

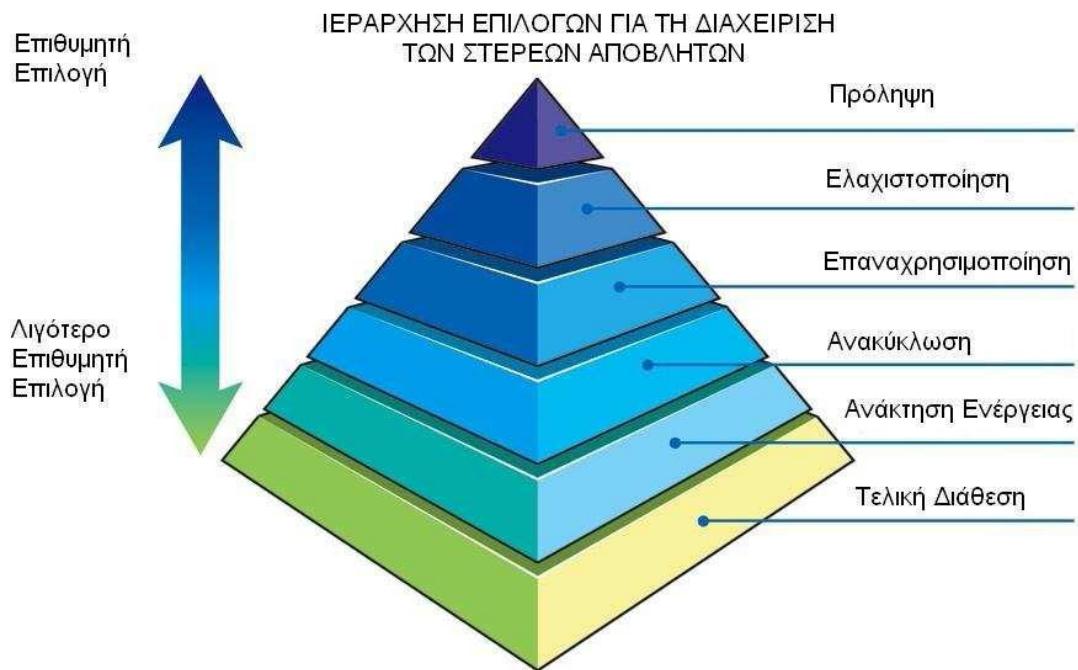
### 1.1. Εισαγωγή

Η οικονομική μεγέθυνση στην Ευρωπαϊκή Ένωση καθώς και η εδαφική της εξάπλωση εξακολουθούν να συνοδεύονται από αυξανόμενους όγκους αποβλήτων. Υπολογίζεται ότι στην Ευρωπαϊκή Ένωση παράγονται ετησίως 118 έως 138 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων από τρόφιμα και κήπους. Αυτά αποτελούνται κυρίως από απορρίμματα κουζίνας και μπορούν να αποτελέσουν έως και το 50% κ.β της συνολικής ποσότητας των παραγόμενων οικιακών απορριμμάτων. Αυτό το είδος των απορριμμάτων περιέχει υψηλό ποσοστό νερού στο εσωτερικό του το οποίο αφενός μεν ποικίλει σημαντικά και αφετέρου δε μπορεί να ανέλθει στο 80% του συνολικού του βάρους (Position paper of the Bio-waste alliance, 2009).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει ένα νομοθετικό πλαίσιο προκειμένου να γίνει σωστή πρόληψη και διαχείριση των απορριμμάτων με σκοπό την σταδιακή μείωση τους.

Βασικός στόχος της πολιτικής για τη διαχείριση των αποβλήτων είναι να καταστεί η Ευρωπαϊκή Ένωση μία κοινωνία ανακύκλωσης. Οι τεράστιοι όγκοι απορριμμάτων που παράγονται καθημερινά δεν πρέπει να πηγαίνουν χαμένοι. Τα βιολογικά απόβλητα μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών λόγω της δυνητικής χρησιμότητάς τους ως παραγόντων προστασίας των εδαφών και λόγω της προώθησης της παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Για τους λόγους αυτούς η ανάκτηση μεγάλου μέρους των παραγόμενων απορριμμάτων θεωρείται υψίστης προτεραιότητας. Συνεπώς, η βιώσιμη ανάπτυξη μπορεί να προωθηθεί μόνο μέσω της αποτελεσματικής διαχείρισης των πόρων (Eurostat, 2010, ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ, 2010).

Οι εναλλακτικές λύσεις όσον αφορά τη διαχείριση των βιολογικών αποβλήτων συμπεριλαμβάνουν τα συστήματα συλλογής για τη διαλογή των βιολογικών αποβλήτων και την εν συνεχεία λιπασματοποίησή τους, την αναερόβια χώνευσή τους, τη βιολογική επεξεργασία και την αποτέφρωση με στόχο την ανάκτηση σε μεγάλο ή μικρό βαθμό της παραγόμενης ενέργειας (Σχήμα 1).



**Σχήμα 1. Ιεράρχηση επιλογών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων (Σύνδεσμος διαχείρισης απορριμμάτων Φωκίδας, 2010)**

Έως σήμερα η κατάσταση όσον αφορά τη διαχείριση των βιολογικών αποβλήτων διαφέρει σημαντικά ανάμεσα στα κράτη μέλη. Υπάρχουν κράτη που πράττουν το ελάχιστο, κράτη που ακολουθούν φιλόδοξες πολιτικές και κράτη που ανακυκλώνουν λιγότερο (90% υγειονομική ταφή, 10% ανακύκλωση και ενεργειακή ανάκτηση) ενώ τα αποτελεσματικότερα φτάνουν να ανακυκλώνουν το 65% των βιοαποβλήτων τους, ένα 25% να ανακτάται ενεργειακά και ένα 10% να ενταφιάζεται υγειονομικά (Eurostat, 2010).

Εκείνο που πρέπει να διερευνηθεί είναι αν η ανάληψη δράσης σε εθνικό επίπεδο αρκεί, ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή διαχείριση των αποβλήτων καθώς και τα οφέλη και τα μειονεκτήματα των προαναφερθέντων μεθόδων λαμβάνοντας υπόψη περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά θέματα.

#### **1.1.1. Τρέχουσα διαχείριση στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης**

Η διαχείριση των σύμμεικτων αστικών απορριμμάτων καθώς και των βιολογικών αποβλήτων διαφέρει πολύ ανάλογα με το κράτος μέλος. Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος στην έκθεση του διακρίνει τρεις κύριες προσεγγίσεις:

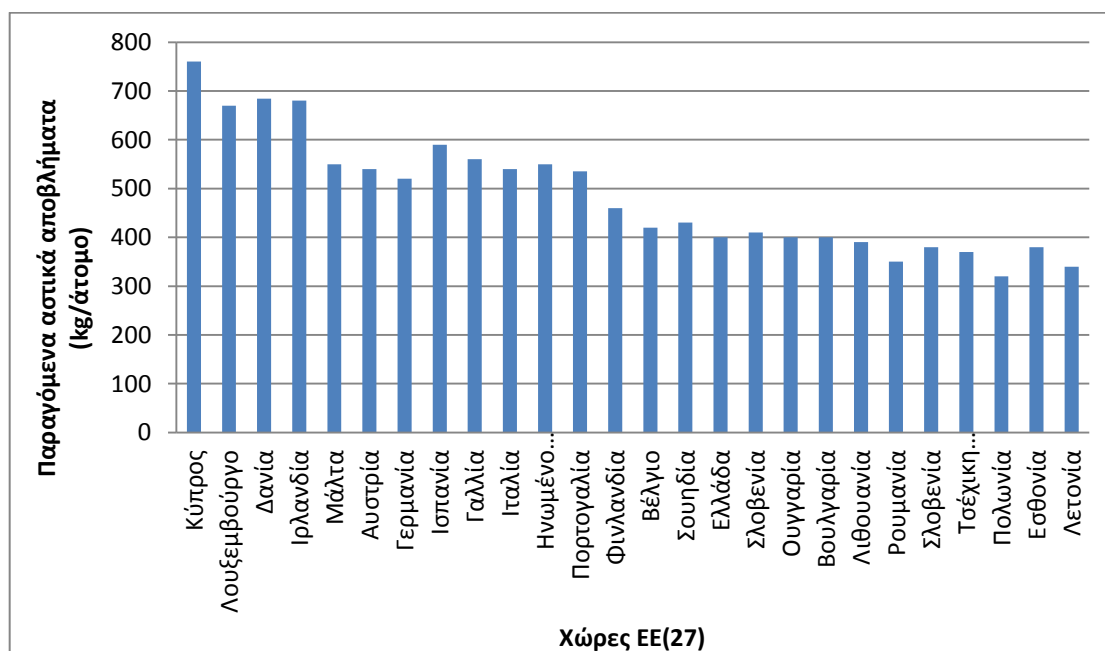
- Οι χώρες που στηρίζονται σε μεγάλο βαθμό στην αποτέφρωση η οποία συνοδεύεται από υψηλό επίπεδο ανάκτησης υλικών και συχνά από προηγμένες στρατηγικές προώθησης της βιολογικής επεξεργασίας των αποβλήτων
- Οι χώρες με υψηλό επίπεδο ανάκτησης υλικών αλλά με σχετικά χαμηλό ποσοστό αποτέφρωσης (όπως η Γερμανία , η Αυστρία, η Ισπανία και η Ιταλία).



- Οι χώρες που στηρίζονται σχεδόν αποκλειστικά στην μέθοδο υγειονομικής ταφής.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27, παρήχθησαν 502 κιλά αστικών αποβλήτων ανά άτομο το 2010, ενώ επεξεργάστηκαν 486 κιλά αστικών αποβλήτων ανά άτομο. Ποσοστό των αστικών αυτών αποβλήτων υποβάλλεται σε επεξεργασία με διαφορετικούς τρόπους: το 38% πηγαίνει σε χώρους υγειονομικής ταφής, το 22% αποτεφρώνεται, το 25% ανακυκλώνεται και το 15% κομποστοποιείται (Eurostat, 2010).

Η ποσότητα των παραγόμενων αστικών αποβλήτων διαφέρει σημαντικά μεταξύ των κρατών μελών. Η Κύπρος, με 760 κιλά ανά άτομο, είχε την υψηλότερη ποσότητα των παραγόμενων αποβλήτων το 2010, ακολουθούμενη από το Λουξεμβούργο, τη Δανία και την Ιρλανδία με τιμές μεταξύ 600 και 700 κιλά ανά άτομο, και τις Κάτω Χώρες, τη Μάλτα, την Αυστρία, τη Γερμανία, την Ισπανία, τη Γαλλία, την Ιταλία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Πορτογαλία με τιμές μεταξύ 500 και 600 κιλά. Η Φινλανδία, το Βέλγιο, η Σουηδία, η Ελλάδα, η Σλοβενία, η Ουγγαρία και η Βουλγαρία είχαν τιμές μεταξύ 400 και 500 κιλά, ενώ τιμές κάτω από 400 κιλά ανά άτομο καταγράφηκαν στη Λιθουανία, τη Ρουμανία, τη Σλοβακία, την Τσεχική Δημοκρατία, την Πολωνία, την Εσθονία και τη Λετονία (Γράφημα 1), (National Waste Report, 2007).



Γράφημα 1. Παραγόμενα αστικά απορρίμματα σε kg/άτομο στην ΕΕ (27) (ΕΕΑ, 2010)

### Βιολογικά Απορρίμματα

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση παράγονται ετησίως 118-138 εκατομμύρια τόνοι όπως προαναφέρθηκε από υπολείμματα τροφών και απόβλητα κήπων και έως 37 εκατομμύρια τόνοι από τη βιομηχανία ειδών διατροφής και ποτών (Eurostat, 2010). Περίπου 220kg βιοαποβλήτων παράγει κάθε κάτοικος τον χρόνο εκ των οποίων τα

100 kg αντιστοιχούν σε υπολείμματα τροφών ενώ τα υπόλοιπα 120kg σε απόβλητα κήπων (Miniwaste, 2011).

Το ποσοστό των βιολογικών αποβλήτων που κομποστοποιείται είναι 25%. Περισσότερο από το 50% των βιολογικών αποβλήτων ανακυκλώνεται στη Γερμανία και τις Κάτω Χώρες. Συγκεκριμένα η Ισπανία ανακυκλώνει μόνο 10 κιλά ανά άτομο από τα παραγόμενα βιοαπόβλητα της, ενώ η Δανία και το Λουξεμβούργο ανακυκλώνουν περίπου 130 κιλά. Η Αυστρία, το Βέλγιο, η Γερμανία και η Ολλανδία ανακυκλώνουν 60 με 100 κιλά. Η Ιταλία, η Γαλλία, η Σουηδία και το Ηνωμένο Βασίλειο ανακυκλώνουν 40 με 60 κιλά ενώ η Φινλανδία, η Ιρλανδία και η Πορτογαλία ανακυκλώνουν 20 με 40 κιλά. Η Αυστρία είναι μία από τις κορυφαίες χώρες στην Ευρώπη στην ανακύκλωση των βιολογικών απόβλητων, με ένα ποσοστό ανακύκλωσης περίπου 75-80% της συνολικής ποσότητας των παραγόμενων βιολογικών αποβλήτων. Στο Βέλγιο και τη Σουηδία ένα ποσοστό μεγαλύτερο του 90% των βιοαποβλήτων είναι κυρίως λιπασματοποιημένο καθώς η Σουηδία έχει μακρόχρονη εμπειρία στην αναερόβια χώνευση για την παραγωγή βιοκαυσίμων από τα τρόφιμα και τα απορρίμματα κήπων, αλλά και σε αρκετές χώρες, όπως στη Γερμανία, τις Κάτω Χώρες και την Ιταλία, η ένταξη των διαδικασιών της αναερόβιας επεξεργασίας και της κομποστοποίησης στη διαχείριση των βιοαποβλήτων γίνεται όλο και πιο δημοφιλής.

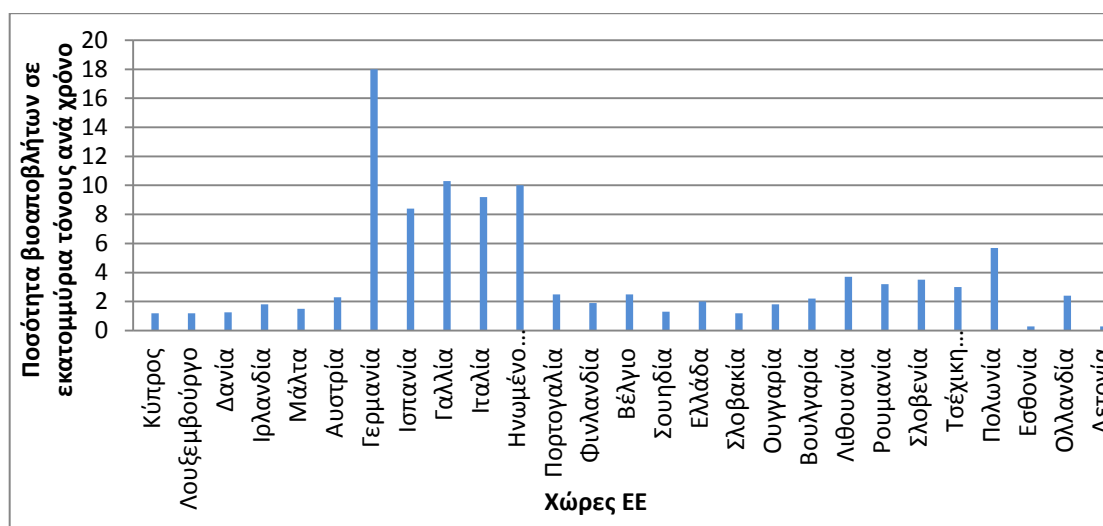
Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ποσότητες βιοαποβλήτων που παρήχθησαν σε κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης το έτος 2010 (Πίνακας 1), (Eurostat, 2010).

**Πίνακας 1. Ποσότητες βιοαποβλήτων σε εκατομμύρια tn/χρόνο (Eurostat, 2010)**

Χώρες ΕΕ	Ποσότητες Βιοαποβλήτων σε tn*10E-6/yr
Κύπρος	1,2
Λουξεμβούργο	1,2
Δανία	1,26
Ιρλανδία	1,8
Μάλτα	1,5
Αυστρία	2,3
Γερμανία	18
Ισπανία	8,4
Γαλλία	10,3
Ιταλία	9,2
Ηνωμένο Βασίλειο	10
Πορτογαλία	2,5
Φινλανδία	1,9
Βέλγιο	2,5
Σουηδία	1,3
Ελλάδα	2
Σλοβακία	1,2
Ουγγαρία	1,8
Βουλγαρία	2,2

<b>Λιθουανία</b>	3,7
<b>Ρουμανία</b>	3,2
<b>Σλοβενία</b>	3,5
<b>Τσέχικη Δημοκρατία</b>	3
<b>Πολωνία</b>	5,7
<b>Εσθονία</b>	0,3
<b>Ολλανδία</b>	2,4
<b>Λετονία</b>	0,3
<b>Σύνολο</b>	119,06

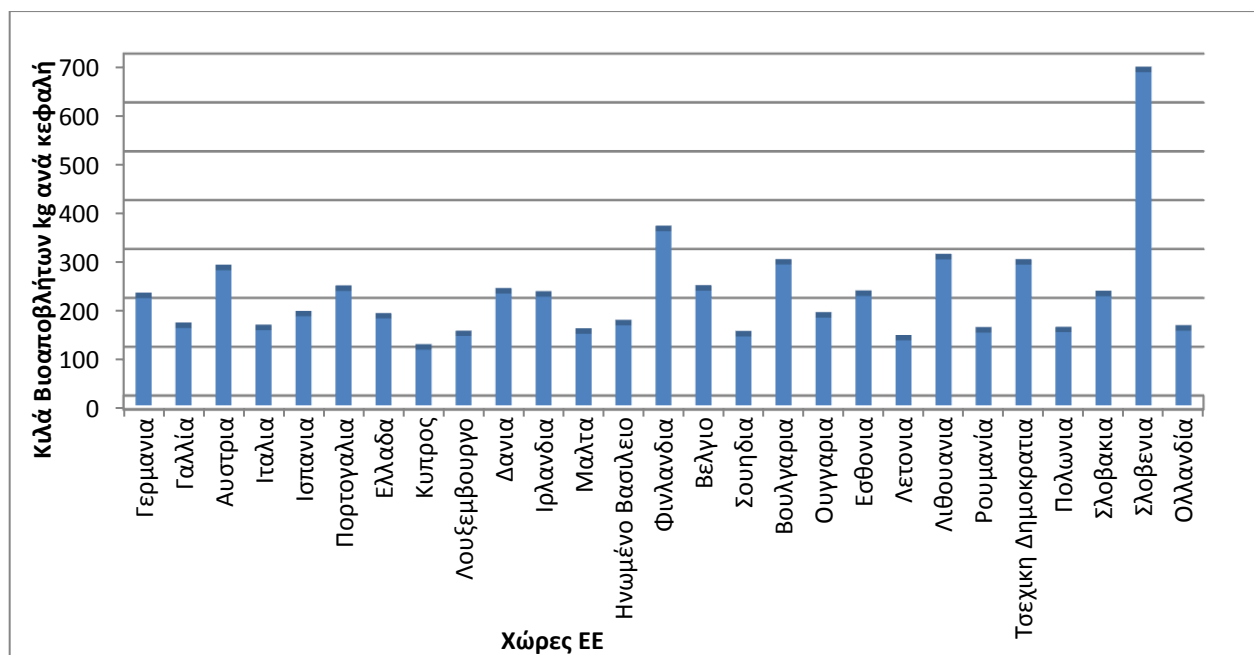
Στο γράφημα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ποσότητες βιοαποβλήτων που παρήχθησαν σε κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης το έτος 2010 (Γράφημα 2), (Eurostat, 2010).



**Γράφημα 2. Ποσότητες βιοαποβλήτων εκφρασμένη σε εκατομμύρια tn/χρόνο (Eurostat, 2010)**

Οι παραγόμενες ποσότητες των βιοαποβλήτων κυμαίνονται σε όλες τις χώρες της ευρωπαϊκής ένωσης κάτω από 300 κιλά ανά άτομο ετησίως. Εξαιρέση αποτελεί η Εσθονία που παράγει 628 κιλά το χρόνο ανά άτομο και η Φινλανδία με 356 κιλά το άτομο. Οι Αυστρία, η Γερμανία, η Πορτογαλία, η Δανία, το Βέλγιο, η Βουλγαρία, η Λιθουανία παράγουν περίπου 200 με 250 κιλά βιοαποβλήτων ανά άτομο ενώ κάτω από 200 κιλά το άτομο παράγουν οι η Ισπανία, η Γαλλία, η Ελλάδα, η Σουηδία, η Μάλτα η Λετονία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Η Κύπρος σε αντίθεση με την παραγωγή των αστικών της αποβλήτων, σε ότι αφορά τα βιοαπόβλητα έχει την μικρότερη παραγωγή στα 114 κιλά το άτομο τον χρόνο.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η παραγόμενη ποσότητα βιοαποβλήτων ανά χώρα εκφρασμένη σε κιλά ανά άτομο (Γράφημα 3), (National waste report, 2007), (Eurostat, 2010).



**Γράφημα 3. Ποσότητες βιοαποβλήτων εκφρασμένες σε κιλά ανά άτομο ανά χώρα (Eurostat, 2010)**

Το συνολικό δυναμικό χωριστής αποκομιδής των βιολογικών αποβλήτων υπολογίζεται σε περίπου 150 κιλά ανά κεφαλή ανά έτος στα οποία περιλαμβάνονται τα απορρίμματα κουζίνας και κήπων από νοικοκυριά, τα απόβλητα πάρκων και κήπων και τα απορρίμματα της βιομηχανίας τροφίμων (80 εκατ. τόνοι στην ΕΕ των 27). Στο 35% περίπου αυτού του δυναμικού εφαρμόζεται η χωριστή αποκομιδή και η βιολογική επεξεργασία.

Η συνολική παραγωγή λιπάσματος το 2005 ήταν 13,2 εκατομμύρια τόνοι. Από αυτά τα 4,8 εκατομμύρια τόνοι προερχόταν από βιολογικά απορρίμματα και τα 5,7 εκατομμύρια τόνοι από πράσινα απόβλητα (ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ, 2010).

## 1.2. Περιβαλλοντικοί, οικονομικοί και κοινωνικοί παράμετροι σχετιζόμενοι με τη διαχείριση των βιολογικών αποβλήτων

### 1.2.1. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

**Υγειονομική ταφή:** τα βιοαποδομήσιμα απορρίμματα αποσυντίθεται στους χώρους υγειονομικής ταφής παράγοντας το πολύ τοξικό βιοαέριο και στραγγίσματα. Τα παραγόμενα αέρια από τους ΧΥΤΑ, εφόσον δεν παγιδευτούν στο εσωτερικό του εδάφους, διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα συμβάλλουν αισθητά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, διότι αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, το οποίο είναι κατά 23 φορές πιο ισχυρό από το διοξείδιο του άνθρακα ως προς τις συνέπειες του στην κλιματική αλλαγή σε ορίζοντα 100 ετών, σύμφωνα με την άποψη της διακυβερνητικής ομάδας για τις κλιματικές αλλαγές (Οδηγία 2001/77/ΕΚ, 2001). Πριν την έκδοση της οδηγίας για την υγειονομική ταφή, οι εκπομπές μεθανίου από χώρους υγειονομικής ταφής αποτελούσαν το 30% των συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών μεθανίου στην ατμόσφαιρα. Εάν υποθεθεί ότι θα συμμορφωθούν όλες οι χώρες με την οδηγία για την υγειονομική ταφή, ακόμη και εάν αυξηθεί η συνολική ποσότητα των αστικών απορριμμάτων, έως το 2020 αναμένεται ότι οι εκπομπές μεθανίου σε ισοδύναμο διοξείδιο του άνθρακα θα είναι χαμηλότερες κατά 10 εκατομμύρια τόνους σε σύγκριση με τις εκπομπές του 2000 (ΕΟΧ, 2007). Τα στραγγίσματα, εάν δεν συλλέγουν σύμφωνα με την οδηγία για την υγειονομική ταφή, μπορούν να μολύνουν τα υπόγεια ύδατα και το υπέδαφος. Οι χώροι υγειονομικής ταφής μπορούν επίσης να δημιουργήσουν όχληση στις γειτονικές περιοχές διότι παράγουν βιοαερολύματα, δυσοσμία και οπτική ενόχληση. Μια ακόμη αρνητική επίπτωση της υγειονομικής ταφής είναι η έκταση της χρησιμοποιούμενης γης, η οποία είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με την έκταση που χρησιμοποιείται σε άλλες μεθόδους διαχείρισης αποβλήτων. Οι θετικές πτυχές της βιοαποικοδομήσιμης υγειονομικής ταφής είναι σχεδόν ανύπαρκτες, με εξαίρεση ίσως τη δυνατότητα «αποθήκευσης» του άνθρακα που παγιδεύεται στα προεπεξεργασμένα απόβλητα και την πολύ χαμηλή παραγωγή ενέργειας από τη παγίδευση αερίου υγειονομικής ταφής, εφόσον γίνεται προσεκτική διαχείριση των χώρων της υγειονομικής ταφής (ΑΕΑ, 2001). Οι κύριες αρνητικές επιπτώσεις της υγειονομικής θα μετριασθούν με τη συμμόρφωση στην κοινοτική οδηγία για την υγειονομική ταφή, αλλά δεν θα εξαλειφθούν. Επίσης, καθώς υγειονομική ταφή σημαίνει μη ανακτήσιμη απώλεια πόρων και γης, μεσοπρόθεσμα έως μακροπρόθεσμα δεν θεωρείται βιώσιμη λύση διαχείρισης των αποβλήτων και για το λόγο αυτό δεν προωθείται (ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ, 2010).

**Αποτέφρωση:** Η αποτέφρωση των βιολογικών αποβλήτων που αποτελούν μέρος των αστικών απορριμμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάκτηση ενέργειας από πόρους με ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα, προσφέροντας εναλλακτική λύση π.χ. στα ορυκτά καύσιμα και συμβάλλοντας στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, η ενεργειακή απόδοση των σημερινών αποτεφρωτήρων σύμμεικτων αστικών απορριμμάτων ποικίλλει αισθητά, ανάλογα με το εάν η μονάδα αποτέφρωσης παράγει θερμότητα, ηλεκτρισμό, ή και τα δύο σε σταθμούς συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, καθώς επίσης ανάλογα με την

τεχνολογία που χρησιμοποιείται (π.χ. η συμπύκνωση των καυσαερίων επιτρέπει υψηλότερη απόδοση) (ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ, 2010).

**Βιολογική επεξεργασία:** η λιπασματοποίηση, η αναερόβια ζύμωση και η μηχανική-βιολογική επεξεργασία παράγουν και αυτές επικίνδυνες εκπομπές (μεταξύ άλλων και θερμοκηπιακών αερίων CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O και CO<sub>2</sub>). Μετά από σταθεροποίησή της με βιολογική επεξεργασία, η ύλη που προκύπτει παγιδεύει τον άνθρακα βραχέως κύκλου για περιορισμένο χρόνο: εκτιμάται ότι, με ορίζοντα 100 ετών, το 8% περίπου της οργανικής ύλης που περιέχεται στο λίπασμα θα παραμείνει στο έδαφος ως χούμο (ΑΕΑ, 2001).

Η χρήση των προϊόντων λιπασματοποίησης και ζύμωσης ως βελτιωτικά εδάφους και λιπάσματα προσφέρει αγρονομικά οφέλη, όπως βελτίωση της δομής του εδάφους, διείσδυση της υγρασίας, ικανότητα κατακράτησης ύδατος, παρουσία μικροοργανισμών στη γη και θρεπτικές ουσίες (κατά μέσο όρο, το προϊόν λιπασματοποίησης που προέρχεται από απόβλητα μαγειρειών περιέχει περίπου 1% N, 0,7% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και 6,5% K<sub>2</sub>O).

Τα οφέλη της χρήσης προϊόντων λιπασματοποίησης στη γεωργία είναι προφανή, είναι συζητήσιμος όμως ο ορθός ποσοτικός προσδιορισμός τους (π.χ. σε σύγκριση με άλλους πόρους βελτιωτικών εδάφους), ενώ είναι υπαρκτός ο κίνδυνος μόλυνσης του εδάφους από κακής ποιότητας προϊόν λιπασματοποίησης. Λίγα είναι τα κράτη μέλη που επιτρέπουν την παραγωγή προϊόντος λιπασματοποίησης από ανάμεικτα απόβλητα. Στα περισσότερα κράτη μέλη απαιτείται χωριστή αποκομιδή των βιολογικών αποβλήτων, συχνά με βάση λίστα των ειδών αποβλήτων που μπορούν να υποβληθούν σε λιπασματοποίηση. Η οικιακή λιπασματοποίηση θεωρείται ορισμένες φορές ως ο πλέον επωφελής για το περιβάλλον τρόπος διαχείρισης των οικιακών βιοαποδομησίμων απορριμμάτων, διότι, εξαιτίας της μη αποκομιδής, δεν δημιουργούνται εκπομπές και κόστος μεταφοράς τους, εξασφαλίζεται προσεκτικός έλεγχος των προς λιπασματοποίηση υλών και αυξάνεται η ευαισθητοποίηση του κοινού σε θέματα περιβάλλοντος. Επειδή η αναερόβια ζύμωση πραγματοποιείται σε κλειστούς αντιδραστήρες, οι εκπομπές στην ατμόσφαιρα είναι αισθητά χαμηλότερες και πολύ πιο εύκολες να ελεγχθούν σε σύγκριση με τη λιπασματοποίηση (Vito et al., 2007). Κάθε τόνος βιολογικών αποβλήτων που αποστέλλεται για βιολογική επεξεργασία μπορεί να παράγει 100-200 m<sup>3</sup> βιοαερίου. Λόγω της πιθανής ανάκτησης ενέργειας από το βιοαέριο, σε συνδυασμό με το βελτιωτικό δυναμικό των υπολειμμάτων (ειδικά όταν τα βιολογικά απόβλητα υποβάλλονται χωριστά σε επεξεργασία), η αναερόβια ζύμωση συχνά συνιστά την πλέον επωφέλη τεχνική επεξεργασίας από οικονομική και περιβαλλοντική άποψη.



Εικόνα 1. Οικονομία-Περιβάλλον-Κοινωνία (ΕΕΤ, 2010)

### 1.2.2. Οικονομικές Επιπτώσεις

Το κόστος κεφαλαίου και λειτουργίας της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων και της βιολογικής επεξεργασίας των αποβλήτων εξαρτάται από πολλούς και ποικίλους παράγοντες και διαφέρει τόσο σε περιφερειακή όσο και σε τοπική κλίμακα, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο να εξαχθεί συμπέρασμα για αξιόπιστες μέσες τιμές ή να γίνουν συγκρίσεις. Οι πιο σημαντικές μεταβλητές του κόστους αυτού είναι το μέγεθος των μονάδων, η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, οι γεωλογικές συνθήκες (για τους χώρους υγειονομικής ταφής), το κόστος της κατά τόπους χρησιμοποιούμενης ενέργειας, ο τύπος των διαθέσιμων αποβλήτων, το κόστος μεταφοράς και άλλες. Εν προκειμένω, δεν περιλαμβάνεται το έμμεσο κόστος στο περιβάλλον και την υγεία (ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ, 2010).

Η υγειονομική ταφή θεωρείται συνήθως ως η ευκολότερη και φθηνότερη από άποψη κόστους, λύση, ιδίως εάν η τιμή της γης είναι χαμηλή ή εάν το περιβαλλοντικό κόστος της υγειονομικής ταφής και το μελλοντικό κόστος κλεισίματος του χώρου και της μετέπειτα μέριμνας δεν έχουν ενσωματωθεί στις τιμές ανάληψης (ειδικά στα νέα κράτη μέλη). Η αύξηση του κόστους εξαιτίας της οδηγίας για την υγειονομική ταφή είναι πιθανόν να αλλάξει την κατάσταση, σε συνδυασμό με την εντεινόμενη ευαισθητοποίηση του κοινού για το «πραγματικό» μακροπρόθεσμο κόστος των χώρων υγειονομικής ταφής. Επίσης, τα έσοδα από την ανάκτηση ενέργειας και προϊόντων μπορούν να αντισταθμίσουν, εν μέρει τουλάχιστον, το κόστος εναλλακτικών τρόπων διαχείρισης των αποβλήτων. Τα έσοδα αυτά μπορούν ακόμη και να ισοσκελίσουν σχεδόν το κόστος, με αποτέλεσμα οι λύσεις αυτές να καθίστανται οικονομικά συμφερότερη από την υγειονομική ταφή.

Για την αποτέφρωση απαιτούνται μεγαλύτερες επενδύσεις αλλά οι οικονομίες κλίμακας μπορούν να είναι καλύτερες και δεν χρειάζονται μετατροπές στα υπάρχοντα συστήματα αποκομιδής ανάμεικτων αστικών αποβλήτων για

υγειονομική ταφή, παράγονται μάλιστα έσοδα από την ανάκτηση ενέργειας, ειδικά όταν μεγιστοποιείται η απόδοση με τη χρήση αποβλήτων σε υψηλής απόδοσης σταθμών συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας. Με την ποικιλία τεχνολογιών επεξεργασίας βιολογικών αποβλήτων που υπάρχει, είναι πιο δύσκολο να προβλεφθεί ενιαίο ύψος κόστους για κάθε τέτοια επεξεργασία, όταν μάλιστα το κόστος εξαρτάται από την αγορά διάθεσης των προϊόντων. Καθώς η βιολογική επεξεργασία πρέπει να εφαρμόζεται σε απόβλητα ικανοποιητικής ποιότητας, ώστε να παράγεται ασφαλές προϊόν λιπασματοποίησης, το κόστος της χωριστής αποκομιδής των βιολογικών αποβλήτων πρέπει να προστίθεται στο κόστος της διαδικασίας επεξεργασίας. Η πώληση προϊόντος λιπασματοποίησης είναι ίσως πηγή πρόσθετων εσόδων και, πάλι όμως, η ανάκτηση ενέργειας με τη χρήση της αναερόβιας ζύμωσης μπορεί να προσφέρει και άλλα έσοδα (Πράσινη βίβλος, 2010).

Το επενδυτικό κόστος των εγκαταστάσεων βιολογικής επεξεργασίας ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο της εγκατάστασης, τις χρησιμοποιούμενες τεχνικές μείωσης των εκπομπών και τις απαιτήσεις για την ποιότητα του προϊόντος. Στη μελέτη εκτίμησης των επιπτώσεων για την αναθεώρηση της οδηγίας IPPC 2008/1/ΕΕ αναφέρεται επενδυτικό κόστος 60-150 €/τόνο για τις ανοικτές μονάδες λιπασματοποίησης και 350-500 €/τόνο για τις μεγάλες κλειστές μονάδες λιπασματοποίησης και αναερόβιας ζύμωσης (ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ, 2010).

Οι τιμές της αγοράς για το λίπασμα από λιπασματοποίηση συνδέονται στενά με την αντίληψη του κοινού και την εμπιστοσύνη του καταναλωτή στο προϊόν. Συνήθως, το προϊόν λιπασματοποίησης που προορίζεται για τη γεωργία πωλείται σε συμβολική τιμή (π.χ. 1€/τόνο, τιμή η οποία μπορεί να περιλαμβάνει ακόμη και τη μεταφορά και το άπλωμα). Ωστόσο, η τιμή αγοράς αναγνωρισμένης ποιότητας προϊόντος λιπασματοποίησης μπορεί να φθάσει τα 14 €/τόνο, ενώ η τιμή του προϊόντος λιπασματοποίησης σε μικρές συσκευασμένες ποσότητες μπορεί να φθάσει ακόμη και τα 150-300 €/τόνο (ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ, 2010).

Τα συστήματα χωριστής αποκομιδής μπορούν να βοηθήσουν στην εκτροπή των βιοαποικοδομήσιμων αποβλήτων από τους χώρους υγειονομικής ταφής, ώστε να είναι ποιοτικά τα υλικά βιολογικής ανακύκλωσης και να βελτιώνεται η απόδοση της ενεργειακής ανάκτησης. Τα συστήματα χωριστής αποκομιδής παρουσιάζουν όμως και αυτά κάποια προβλήματα, μεταξύ των οποίων είναι τα εξής:

- Ανάγκη ανασχεδιασμού των συστημάτων χωριστής αποκομιδής και αλλαγής των συνηθειών των πολιτών. Ενώ τα ορθώς σχεδιασμένα συστήματα χωριστής αποκομιδής δεν είναι κατ'ανάγκη πιο δαπανηρά, ο κατάλληλος σχεδιασμός και διαχείρισή τους απαιτούν μεγαλύτερες προσπάθειες ως προς τα συστήματα αποκομιδής ανάμεικτων αποβλήτων.
- Οι δυσκολίες καθορισμού περιοχών κατάλληλων για χωριστή αποκομιδή. Σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, είναι σχεδόν αδύνατον να εξασφαλισθεί καθαρότητα των υλικών. Στις αραιοκατοικημένες περιοχές, η χωριστή αποκομιδή μπορεί να αποβεί υπερβολικά δαπανηρή, οπότε η οικιακή λιπασματοποίηση είναι ίσως καλύτερη λύση.
- Προβλήματα συνδυασμού των αποβλήτων που προκύπτουν με τη χρήση του ανακυκλωμένου υλικού – λόγω του κόστους μεταφοράς και της χαμηλής



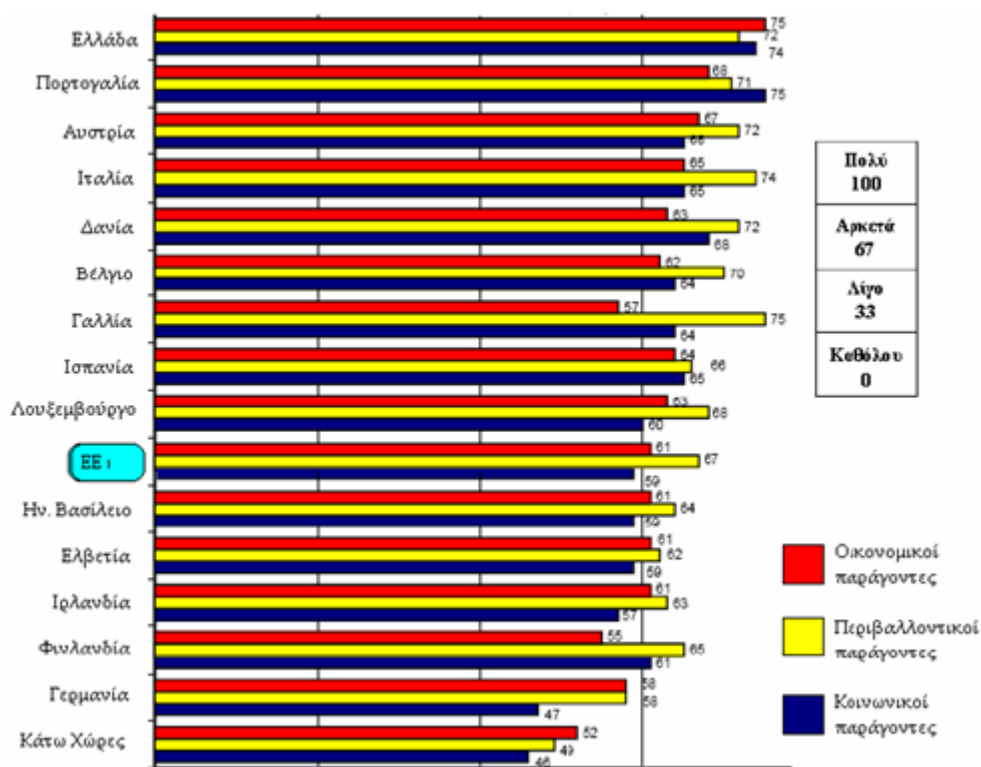
τιμής, η χρήση του προϊόντος λιπασματοποίησης συχνά οριοθετείται σε περιοχές γύρω από την εγκατάσταση επεξεργασίας. Αυτό μπορεί να θέσει πρόβλημα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές.

- Θέματα υγείας και οσμών – ειδικά σε περιοχές με αρκετά ή πολύ θερμό κλίμα.

### 1.2.3. Κοινωνικός Αντίκτυπος και Επιπτώσεις Στην Υγεία

Η αύξηση της ανακύκλωσης των βιολογικών αποβλήτων αναμένεται να έχει περιορισμένο θετικό αντίκτυπο στην απασχόληση. Θα δημιουργηθούν ίσως νέες θέσεις εργασίας στην αποκομιδή αποβλήτων και σε μικρές μονάδες λιπασματοποίησης. Η χωριστή αποκομιδή βιολογικών αποβλήτων μπορεί να έχει τρεις φορές μεγαλύτερη ένταση εργασίας από την αποκομιδή ανάμεικτων αποβλήτων. Επίσης, ενδέχεται οι κάτοικοι περιοχών όπου εφαρμόζεται η χωριστή αποκομιδή να υποχρεωθούν να αλλάξουν τις συνήθειές τους στο διαχωρισμό των απορριμμάτων· ωστόσο, δεν υπάρχουν δεδομένα για την εκτίμηση του κοινωνικού κόστους της χωριστής αποκομιδής (Eunomia όπως αναφέρεται στην μελέτη COWI, 2004).

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η διακύμανση των απαντήσεων όλων των Ευρωπαϊκών χωρών στην ερώτηση κατά πόσο επηρεάζεται οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά η διαχείριση των βιολογικών απορριμμάτων.



Γράφημα 4. Ερώτηση για το πόσο επηρεάζουν σε οικονομικό, κοινωνικό, περιβαλλοντικό επίπεδο η διαχείριση των βιολογικών απορριμμάτων (ΕΕΚ, 2002)

Σε γενικές γραμμές υπάρχει έλλειψη επιδημιολογικών μελετών για την εξαγωγή ποιοτικών δεδομένων των διαφόρων λύσεων διαχείρισης των αποβλήτων όσον αφορά τις επιπτώσεις στην υγεία. Έχουν εντοπισθεί πάντως μικροί κίνδυνοι συγγενών σε οικογένειες που ζουν κοντά σε χώρους υγειονομικής ταφής, βρογχίτιδας και ελασσόνων επιπλοκών σε κατοίκους κοντά σε μονάδες λιπασματοποίησης (ιδίως ανοικτές). Όσον αφορά τις μονάδες αποτέφρωσης, δεν έχουν εξακριβωθεί εμφανείς επιπτώσεις στην υγεία (Defra, 2004).

## 2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### 2.1. Τεχνολογίες επεξεργασίας των οικιακών βιολογικών αποβλήτων στην πηγή

#### 2.1.1. Εισαγωγή

Τα βιοαπόβλητα με ποσοστό 30-46% αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι της συνολικής ποσότητας των παραγόμενων αστικών απορριμμάτων. Για την επίτευξη της ορθής διαχείρισης των βιολογικών αποβλήτων είναι απαραίτητη η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης αποβλήτων. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι οικιακής επεξεργασίας των οργανικών απορριμμάτων οι οποίες φιλοδοξούν να μειώσουν σημαντικά την ποσότητα αυτών στην πηγή. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται διαφέρουν ανάμεσα στα κράτη μέλη και ωστόσο οι στόχοι ανάκτησης των βιοαποβλήτων παραμένουν κοινά για όλους. Σε οικιακό επίπεδο, οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι επεξεργασίας του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των οικιακών απορριμμάτων είναι:

- α) η αερόβια επεξεργασία (οικιακή κομποστοποίηση) και
- β) η μικρής κλίμακας αναερόβια χώνευση.

Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγραφούν λεπτομερώς οι προαναφερθείσες μέθοδοι.

### 2.2. Οικιακή Κομποστοποίηση

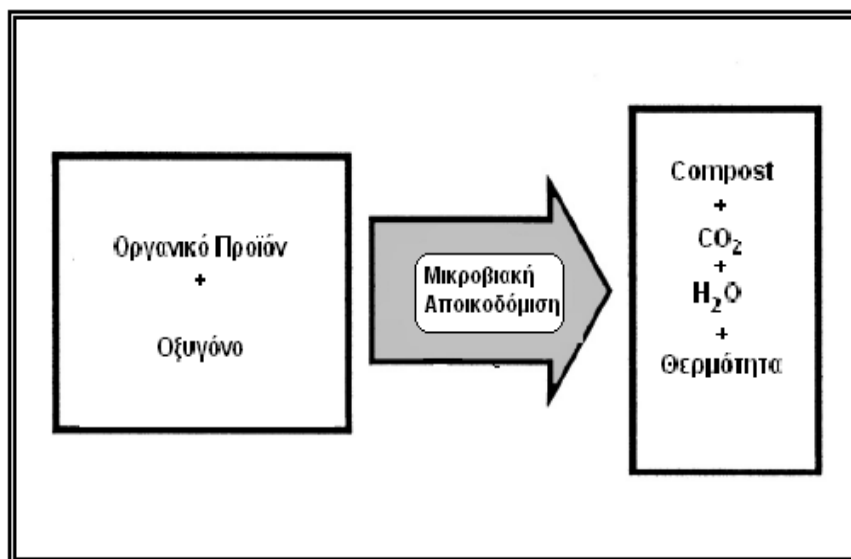
#### 2.2.1. Εισαγωγή

Η οικιακή κομποστοποίηση (Εικόνα 2) αποτελεί μια από τις μεθόδους ανακύκλωσης των οργανικών απορριμμάτων που αποτελούν την πλειοψηφία των παραγόμενων σκουπιδιών σε κάθε νοικοκυριό. Ένα ποσοστό της τάξεως 20%-30% διαχωρίζεται από τον κύριο όγκο απορριμμάτων που καταλήγουν στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής. Κατά τη διεργασία της οικιακής κομποστοποίησης το οργανικό κλάσμα αποικοδομείται βιολογικά υπό ελεγχόμενες συνθήκες με αποτέλεσμα τη σταδιακή μετατροπή του σε ένα υλικό βιολογικά σταθεροποιημένο (compost) το οποίο μπορεί να χρησιμεύει ως εδαφοβελτιωτικό (Golueke et al., 1955).



**Εικόνα 2. Οικιακή Κομποστοποίηση  
(Πιλοτικό Πρόγραμμα Ιεράπετρας 2012)**

Για την έναρξη αλλά και την εξέλιξη της διεργασίας είναι απαραίτητη η παρουσία βιολογικών παραγόντων όπως συγκεκριμένες ομάδες μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες, ακτινομύκητες) και γαιοσκώληκες που δεσμεύουν τον άνθρακα που περιέχεται στα οργανικά ή αλλιώς βιοαποδομήσιμα απορρίμματα, για την ανάπτυξη τους (παραγωγή σακχάρων και θερμότητας). Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η οξείδωσή του άνθρακα σε διοξείδιο ( $\text{CO}_2$ ) που οδηγεί στην αποδόμηση της οργανικής αλυσίδας και στην απελευθέρωση των ανόργανων θρεπτικών συστατικών (άζωτο, κάλιο, φώσφορος) που βρίσκονται δεσμευμένα σε αυτή, καθιστώντας τα διαθέσιμα στα φυτά (Σχήμα 2). Το κόμποστ που παράγεται μπορεί να έχει πολύ καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάθε είδους καλλιέργεια. (Ryngk et al., 1992)



**Σχήμα 2. Η βασική Διεργασία Κομποστοποίησης  
(Shaw and Stentiford, 1996)**

## 2.2.2. Φάσεις Κομποστοποίησης

Η διαδικασία της κομποστοποίησης περιλαμβάνει τη δράση μικροοργανισμών σε βιοαποδομήσιμο οργανικό υλικό. Συγκεκριμένα, οι μικροοργανισμοί αποσυνθέτουν το προς λιπασματοποίηση υλικό, καθώς τρέφονται από αυτό (θρεπτικό υπόστρωμα). Οι μικροοργανισμοί σπάζουν τους χημικούς δεσμούς με τους οποίους συνδέονται τα άτομα του άνθρακα μεταξύ τους. Στη συνέχεια, σχηματίζουν πρωτεΐνες, συνδυάζοντας τη χημική ενέργεια που εκλύεται, με τα άτομα άνθρακα και αζώτου, που βρίσκονται προσωρινά σε διάσπαση. Επειδή οι πρωτεΐνες αποτελούν το κύριο συστατικό των μικροοργανισμών, έχουμε αύξηση του πληθυσμού αυτών.

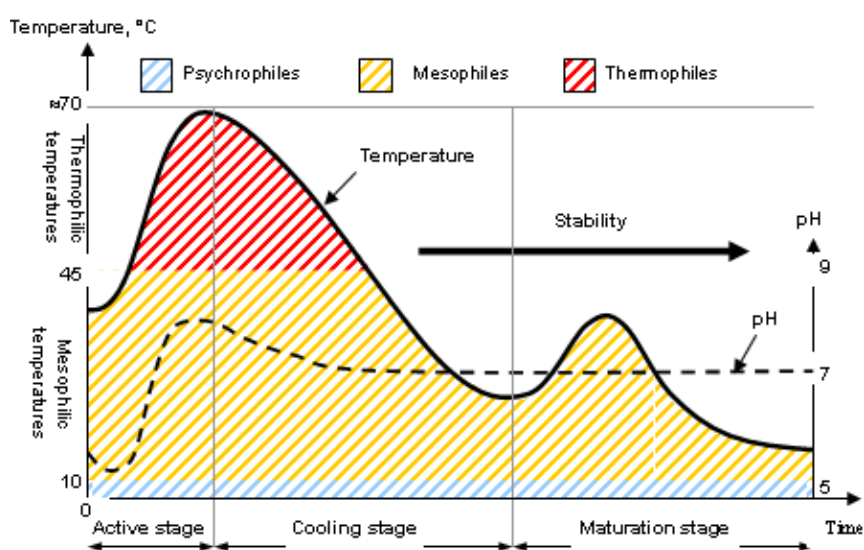
Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται όσο οι συνθήκες το επιτρέπουν και για την πραγματοποίηση της είναι απαραίτητο να υπάρχει μία κατάλληλη, για να αφομοιωθεί από τους οργανισμούς, πρώτη ύλη, ένας κατάλληλος μικροβιακός πληθυσμός και φυσικά οι συνθήκες εκείνες που θα επιτρέψουν την αποικοδόμηση. (Tchobanoglous et al., 1993)

Το οργανικό κλάσμα αποτελείται από πρωτεΐνες, αμινοξέα, λιπίδια, υδρογονάνθρακες, κυτταρίνη, λιγνίνη και τέφρα. Τα νέα κύτταρα που παράγονται, αποτελούν μέρος της ενεργού βιομάζας που είναι υπεύθυνη για τη μετατροπή το οργανικού υλικού. Τελικά, με το θάνατο των κυττάρων αποτελούν μέρος του τελικού προϊόντος (compost).

Οι φάσεις της κομποστοποίησης είναι τέσσερις:

- Λανθάνουσα φάση
- Μεσόφιλη
- Θερμόφιλη
- Φάση ωρίμανσης

και αποδίδονται σχηματικά στο γράφημα που ακολουθεί (Γράφημα 5).



Γράφημα 5. Στάδια Διεργασίας Κομποστοποίησης (Tchobanoglous et al., 1993)

Φάση 1<sup>η</sup>: Στη φάση αυτή επικρατούν οι μεσόφιλοι οργανισμοί οι οποίοι αρχίζουν την αποσύνθεση των οργανικών ουσιών. Απαιτείται αρκετός αερισμός, υγρασία και θερμότητα προκειμένου να ολοκληρωθεί ικανοποιητικά η διεργασία. Το pH μειώνεται εξαιτίας του σχηματισμού των οργανικών οξέων. Τρία είναι τα είδη που εμπλέκονται στην αποσύνθεση του οργανικού υλικού: βακτήρια, μύκητες και ακτινομύκητες. Τα δύο πρώτα πρωτοστατούν στη φάση αυτή.

Φάση 2<sup>η</sup>: Το pH της μάζας μετατρέπεται σε αλκαλικό και είναι δυνατό να ελευθερωθεί αμμωνία αν υπάρχει περίσσεια αζώτου. Στο τέλος αυτού του σταδίου, η μεταβολική δράση αυτών των μικροοργανισμών είναι τέτοια, ώστε η θερμοκρασία φτάνει τους 60-70° C. Έτσι μόνο τα θερμοφιλικά βακτήρια και οι ακτινομύκητες μπορούν να συνεχίσουν την αποδόμηση του υλικού.

Φάση 3<sup>η</sup>: Με τη συνεχή κατανάλωση του υποστρώματος, ο ρυθμός αποικοδόμησης μειώνεται όπως και η θερμοκρασία. Έτσι, τα μη θερμοφιλικά βακτήρια και οι μύκητες ξαναγίνονται ενεργά.

Φάση 4<sup>η</sup>: Στο τελικό στάδιο συμβαίνουν περίπλοκες αντιδράσεις πύκνωσης και πολυμερισμού. Το τελικό προϊόν αποτελείται από ένα σταθεροποιημένο οργανικό υπόλειμμα (χούμους) (Tchobanoglous et al., 1993).

### 2.2.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την κομποστοποίηση

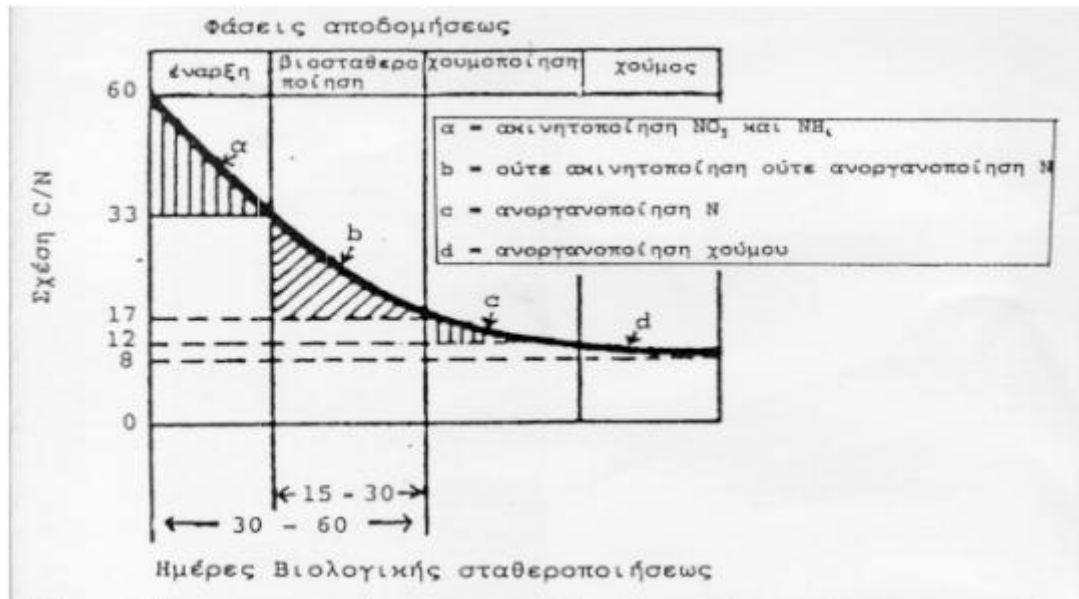
Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διεργασία της κομποστοποίησης είναι χημικοί όπως η υγρασία, ο λόγος C/N, το pH και το οξυγόνο που υπάρχει μέσω του αερισμού και φυσικοί όπως το μέγεθος των τεμαχίων και η θερμοκρασία.

#### **Υγρασία:**

Πολλά οργανικά υλικά περιέχουν πολύ χαμηλά ποσοστά υγρασίας που έχουν σαν αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης της κομποστοποίησης. Η δράση των μικροοργανισμών μειώνεται σημαντικά αν το ποσοστό υγρασίας πέσει κάτω από 40%. Αν αντίθετα το ποσοστό αυξηθεί πάρα πολύ (>60%), οι πόροι αέρος που βρίσκονται μέσα στο υλικό γεμίζουν με νερό δημιουργώντας αναερόβιες συνθήκες που προκαλούν δυσάρεστες οσμές και τη δημιουργία διασταλλαγμάτων. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της αποσύνθεσης πολύπλοκων οργανικών ενώσεων, που οδηγούν στη δημιουργία μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα (Ντζαμίλης, 2004)

#### **Λόγος C/N :**

Ο λόγος άνθρακα προς άζωτο χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της καταλληλότητας ενός είδους απορρίμματος, ως υπόστρωμα για την κομποστοποίηση. Ως βέλτιστη τιμή για τους περισσότερους τύπους απορριμμάτων είναι η τιμή του λόγου C/N μεταξύ 25 και 35. Εάν διαφοροποιηθεί από αυτές τις τιμές το σύστημα θα χάσει σε απόδοση. Εάν τα απορρίμματα περιέχουν μεγάλο ποσοστό ξυλώδους υλικού ή εφημερίδα ο λόγος γίνεται 35/1 έως 40/1. Αντίθετα τα λεγόμενα πράσινα απόβλητα περιέχουν σχετικά μεγάλα ποσοστά αζώτου (Γράφημα 6).



Γράφημα 6. Οι φάσεις κομποστοποίησης της οργανικής ουσίας με βάση τη σχέση C/N (Producers Sustainable Farming Group, 1996)

#### ρΗ:

Με την έναρξη της διεργασίας, η τιμή του ρΗ αρχίζει να μειώνεται. Αυτό είναι συνέπεια της δράσης των μικροοργανισμών, που δημιουργούν οξέα με τη διάσπαση των σύνθετων οργανικών ενώσεων. Η βέλτιστη τιμή του ρΗ εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των μικροοργανισμών και είναι από 6-7,5 για βακτηρίδια, ενώ για μύκητες από 5,5-8. Όταν η τιμή του ρΗ πέσει κάτω από 6 η διεργασία επιβραδύνεται. Ο επιπλέον αερισμός μπορεί να προκαλέσει λύση για την επαναφορά του ρΗ στην προηγούμενη τιμή του.

#### Οξυγόνο:

Κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης λαμβάνουν χώρα κατά κανόνα αερόβιες συνθήκες οι οποίες είναι δυνατό να προκαλέσουν δημιουργία ανεπιθύμητων οσμών. Άρα θα πρέπει να επιτρέπεται η ροή του απαραίτητου αέρα αλλά και η έξοδος του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων παραγόμενων αερίων. Μία συγκέντρωση οξυγόνου της τάξης του 10-15% θεωρείται επαρκής. Μεγαλύτερες τιμές θα πρέπει να αποφεύγονται γιατί υπάρχει η πιθανότητα μείωσης θερμοκρασίας. Επίσης μπορεί να προκληθεί εξάτμιση που επιβραδύνει την αποδόμηση (Ζορμπάς, 1999).

#### Μέγεθος τεμαχίων:

Η μικροβιακή δράση λαμβάνει χώρα στην επιφάνεια κάθε μικρού τεμαχίου του υλικού. Τεμάχια με μεγαλύτερο εμβαδόν επιφάνειας ανά μονάδα όγκου, επιτρέπουν στους μικροοργανισμούς την αποδόμηση μεγαλύτερου όγκου του υλικού, τη γρηγορότερη ανάπτυξή τους και την παραγωγή περισσότερης θερμότητας. Το βέλτιστο μέγεθος τεμαχίου είναι αυτό που έχει αρκετή επιφάνεια για μικροβιακή δράση αλλά και αρκετό χώρο (κενά) για την απαιτούμενη ροή αέρα.

## **Θερμοκρασία:**

Κατά την κομποστοποίηση η πλήρης αποδόμηση επιτυγχάνεται όταν επικρατούν θερμοκρασίες μεταξύ 32-60° C. Σε θερμοκρασίες άνω των 32° C η διεργασία επιβραδύνεται σημαντικά αφού επηρεάζεται αρνητικά ο μεταβολισμός των μικροοργανισμών. Αντίθετα σε θερμοκρασίες άνω των 60° C οι περισσότεροι μικροοργανισμοί δεν μπορούν να ζήσουν. Κατά την εξέλιξη της διεργασίας η βέλτιστη θερμοκρασία κομποστοποίησης στη μεσόφιλη περιοχή κυμαίνεται ανάμεσα στους 35-45 °C ενώ αν πέσει κάτω απ' τους 20 °C η αποδόμηση επιβραδύνεται (Ζορμπάς, 1999).

### **2.2.4. Πλεονεκτήματα διεργασίας**

- Μείωση των οχλήσεων κατά τη συλλογή και μεταφορά των οικιακών στερεών αποβλήτων
- Μικρότερη επιβάρυνση των χώρων ταφής αποβλήτων λόγω της μειωμένης ποσότητας στερεών αποβλήτων που καταλήγουν στους χώρους αυτούς, γεγονός που οδηγεί σε αύξηση του χρόνου λειτουργίας τους.
- Μειωμένη παραγωγή στραγγισμάτων στους χώρους ταφής αποβλήτων
- Μειωμένες αέριες εκπομπές από τους χώρους ταφής αποβλήτων
- Παραγωγή προϊόντος προστιθέμενης αξίας το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές εφαρμογές (εδαφοβελτιωτικό).

### **2.2.5. Μειονεκτήματα διεργασίας**

- Χρονοβόρα διεργασία καθώς απαιτεί χρόνο και κόπο στον κήπο ώστε να διεξαχθεί σωστά.
- Χρειάζεται προστασία του κάδου κομποστοποίησης για να αποφευχθούν προβλήματα με τρωκτικά που έλκονται από πιθανές μυρωδιές ή από το περιεχόμενο του κάδου.
- Υπάρχει περιορισμός χώρου. Ειδικά για οικογένειες που μένουν σε διαμερίσματα όπου δεν διαθέτουν αυλή ή κήπο, η κομποστοποίηση λαμβάνει χώρα σε μικρούς κάδους που έχουν περιορισμένες δυνατότητες.
- Προβλήματα λόγω πιθανής δυσοσμίας. Παρά το γεγονός ότι ορισμένες εταιρείες πωλούν αρκετά καλούς κάδους κομποστοποίησης που μπορούν να ελέγξουν τις οσμές, παρόλα αυτά εάν το κομπόστ είναι πολύ υγρό μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα δυσοσμίας.
- Ευαισθησία στις καιρικές συνθήκες. Χιόνι, κρύος και ξηρός καιρός δεν είναι ιδανικός για κομποστοποίηση. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται άφθονο φως του ήλιου τον χειμώνα και ίσως χρειαστεί η μετακίνηση του κάδου σε κλειστό χώρο σε ακραίες καιρικές συνθήκες.
- Άμεση διάθεση/ πώληση προϊόντος
- Ανάγκη ταφής του μη ζυμώσιμου κλάσματος



## 2.3. Εμπορικά Συστήματα Οικιακής Κομποστοποίησης

### 2.3.1. Εισαγωγή

Η οικιακή κομποστοποίηση έχει ήδη εφαρμοστεί σε πολλές χώρες ως μέθοδος διαχείρισης και επεξεργασίας βιοδιασπώμενων απορριμμάτων. Ανά τον κόσμο οι Δήμοι έχουν ήδη χρησιμοποιήσει τη μέθοδο αυτή ως μέρος της διαχείρισης των αποβλήτων είτε σε πιλοτικό πρόγραμμα είτε ως μέρος μιας στρατηγικής διαχείρισης αποβλήτων.

Στην Ευρώπη υπάρχει ένα μεγάλο ρεύμα κατευθυνόμενο προς την οικιακή κομποστοποίηση. Η Ελλάδα, με Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ 29407/3508/16-12-2002) εναρμονίστηκε με την κοινοτική οδηγία θέτοντας ως ποσοτικούς στόχους τη μείωση στα βιοαποδομήσιμα απόβλητα κατά 25%, 50% και 65%, σε σχέση με το 1995, μέχρι το 2010, το 2013 και το 2020 αντίστοιχα.

Μερικά από τα υπάρχοντα στο εμπόριο συστήματα οικιακής κομποστοποίησης καταγράφονται παρακάτω:

### 2.3.2. Χουμποποιητής (Soilmaker)

Ο κάδος κομποστοποίησης τύπου Soilmaker (Εικόνα 3) είναι ορθογώνιου σχήματος και είναι κατασκευασμένος από μονωτικό υλικό, ώστε να διατηρηθούν οι συνθήκες μέσα στον κάδο. Υπάρχουν δύο είσοδοι στην κορυφή του κάδου ώστε να γίνεται ευκολότερη η ρίψη των οργανικών αποβλήτων. Ο κάδος διαθέτει ένα καπάκι κλειδώματος, διατηρώντας εσωτερικά παραγόμενη θερμότητα. Λόγω του πάχους του καλύμματος και της μόνωσης των τοίχων, είναι ένα από τα καλύτερα συστήματα για τοποθέτηση σε σκιερά μέρη. Το καπάκι έχει επίσης ένα ενσωματωμένο σύστημα συλλογής των υδάτων που επιτρέπει ακριβώς τη σωστή ποσότητα υγρασίας να εισέλθει.



Εικόνα 3. Χουμποποιητής (Soilmaker)  
(Garbagebinsandcontainers, 2011)

Οι τεχνικές προδιαγραφές του συγκεκριμένου κομποστοποιητή παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

**Πίνακας 2. Τεχνικά χαρακτηριστικά κάδου τύπου Soilmaker (Garbagebinsandcontainers, 2011)**

Κάδος κομποστοποίησης (Soilmaker)	
Διαστάσεις	71,12 cm x 71,12 cm x 81,28 cm
Χωρητικότητα	410 lt
Βάρος σε kg.	15
Σύνθεση	75% ανακυκλωμένο πολυαιθυλένιο
Χρήση	Τρόφιμα και απορρίμματα κήπου
Χαρακτηριστικά	2 είσοδοι, κατασκευασμένο από πλαστικό
Τιμή μονάδας	61,69€

### 2.3.3. Κομποστοποιητής τύπου Cascadia

Η χωρητικότητα του συγκεκριμένου κομποστοποιητή μπορεί να φτάσει τα 720 λίτρα (Εικόνα 4). Ο κομποστοποιητής τύπου Cascadia είναι κυκλικού σχήματος και είναι φτιαγμένος έτσι ώστε να παρέχει στο υπόστρωμα τον απαραίτητο αερισμό.



**Εικόνα 4. Κομποστοποιητής τύπου Cascadia (Homecompostingmadeeasy, 2011)**

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου κομποστοποιητή καταγράφονται παρακάτω:

**Πίνακας 3. Τεχνικά χαρακτηριστικά κάδου τύπου Cascadia (Homecompostingmadeeasy, 2011)**

Κάδος Κομποστοποίησης τύπου Cascadia	
Διαστάσεις	Μεγάλο– 91,44 cm και 91,44 cm Μικρό – 91,44 cm και 68,58 cm
Χωρητικότητα	Μεγάλο – 756 lt    Μικρό – 432 lt
Βάρος σε kg.	Μεγάλο- 12            Μικρό - 8
Σύνθεση	100% ανακυκλωμένο πλαστικό- πολυπροπυλένιο
Χρήση	Πολλών χρήσεων, τρόφιμα, απορρίμματα κήπου
Χαρακτηριστικά	Όχι συναρμολόγηση, ελαφρύ
Τιμή μικρού μεγέθους	56,25€
Τιμή μεγάλου μεγέθους	77,02€

#### **2.3.4.     Αστικός Κάδος Κομποστοποίησης Περιστρεφόμενος**

Αυτός ο κάδος κομποστοποίησης (Εικόνα 5) έχει το σχήμα βαρελιού. Το σύστημα αερισμού δίνει στον κάδο την ικανότητα να παράγει υψηλής ποιότητας κομπόστ και με λιγότερα προβλήματα από τους άλλους. Το σύστημα αερισμού του έχει ένα σωλήνα, ο οποίος έχει πολλές τρύπες που αλέθουν το υλικό σε κομμάτια καθώς περιστρέφεται. Το πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι η κοπή του υποστρώματος σε κομμάτια που παρέχει στο υλικό τον απαραίτητο αερισμό, προκειμένου να μετατραπεί σε λίπασμα.



**Εικόνα 5. Αστικός περιστρεφόμενος κάδος κομποστοποίησης (Organic-vida, 2011)**

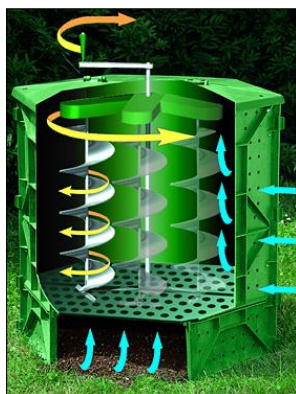
Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου κάδου παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα :

**Πίνακας 4. Αστικός Περιστρεφόμενος Κάδος Κομποστοποίησης (Organic-vida, 2011)**

Αστικός περιστρεφόμενος κάδος κομποστοποίησης	
Διαστάσεις	111,76 cm x 77,47 cm
Χωρητικότητα	UCT-8 - (306 lt) , UCT-7 (260 lt)
Βάρος σε kg.	UCT-8 = 19
Σύνθεση	95% ανακυκλωμένα υλικά, Στήριγμα 5,1 x 10,2 cm
Χρήση	Τρόφιμα και απορρίμματα κήπου
Χαρακτηριστικά	Περιστροφή
Τιμή μονάδας	112,1Ε

### 2.3.5. Κάδος Κομποστοποίησης Τύπου RotoTherm CrankTec

Ο κάδος (Εικόνα 6) έχει σχήμα εξαγώνου και είναι κατασκευασμένος από ανακυκλωμένο πλαστικό πολυαιθυλενίου με μόνωση για να αντέχει στις καιρικές συνθήκες. Έχει 380 τρύπες που επιτρέπουν τον καλό αερισμό του υποστρώματος. Στο κάτω μέρος του κάδου κομποστοποίησης είναι τοποθετημένο ένα κόσκινο για το διαχωρισμό του τελικού προϊόντος.



**Εικόνα 6. Κάδος κομποστοποίησης RotoTherm CrankTec (Comwaste, 2006)**

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου κάδου καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 5. Τεχνικά χαρακτηριστικά κάδου κομποστοποίησης τύπου RotoTherm CrancTec System (Comwaste, 2006)**

<b>Κάδος κομποστοποίησης RotoTherm CrancTec</b>	
Διαστάσεις	106,68 cm x 106,68 cm
Χωρητικότητα	889 lt
Βάρος σε kg.	55 kgs.
Σύνθεση	Υπεριώδη σταθεροποιημένο , ανακυκλωμένο πλαστικό-μονωμένο με αφρώδη τοιχώματα
Χρήση	Για όλες τις χρήσεις
Χαρακτηριστικά	Μανιβέλα, βάση κοσκινίσματος κόμποστ
Τιμή μονάδας	450,81E

### **2.3.6. Κάδος Κομποστοποίησης τύπου Rolling or Rotating (Κυλιόμενος)**

Ο κάδος της παρακάτω εικόνας (Εικόνα 7) διακρίνεται για το σφαιρικό του σχήμα και τον υψηλό βαθμό ανάπτυξης, εξάπλωσης και διατήρησης των θερμοφιλικών συνθηκών στα αρχικά στάδια. Λόγω του σφαιρικού του σχήματος , ο κάδος μετακινείται επί του εδάφους ωθούμενος χειρωνακτικά και το υλικό στο εσωτερικό του αναδεύεται κατά τη διάρκεια της κίνησης. Η συχνότητα ανάδευσης είναι μία φορά ανά εβδομάδα , ενώ ο απαιτούμενος αέρας εισέρχεται στο εσωτερικό από οπές κυκλικού σχήματος που είναι διατεταγμένες στην επιφάνεια της σφαίρας. Η σφαίρα είναι μαύρου χρώματος για την απορρόφηση της θερμότητας του ηλιακού φωτός, διατηρώντας παράλληλα τα υψηλά επίπεδα θερμοκρασίας στο εσωτερικό.



**Εικόνα 7. Κυλιόμενος Αντιδραστήρας Κομποστοποίησης (Composterreviews, 2011)**

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου κάδου παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 6. Τεχνικά χαρακτηριστικά κυλιόμενου κάδου κομποστοποίησης (Composterreviews, 2011)**

Κάδος κομποστοποίησης κυλιόμενος	
Διαστάσεις	91,44 cm
Χωρητικότητα	486 lt
Βάρος σε kg.	10,5
Σύνθεση	Ανακυκλωμένο πλαστικό το μαύρο χρώμα απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία
Χρήση	Ψιλοκομμένα φύλλα και γρασίδι, απορρίμματα κουζίνας
Χαρακτηριστικά	Φορητός, κύλιση
Τιμή μονάδας	68,95e

### 2.3.7. Περιστρεφόμενος Κομποστοποιητής Μίξης

Αυτό το πλαστικό δοχείο είναι κατασκευασμένο από 100% ανακυκλωμένα υλικά (Εικόνα 8). Το εσωτερικό μέρος του κάδου έχει 8 πτερύγια που χρησιμοποιούνται για την κοπή των οργανικών αποβλήτων σε κομμάτια, καθώς το δοχείο περιστρέφεται. Έχει διπλή μόνωση, ώστε να διατηρεί τη θερμοκρασία που απαιτείται για τη διαδικασία σταθερή, ενώ οι τρύπες γύρω από τον κομποστοποιητή βοηθάνε στον να γίνεται κατάλληλος αερισμός του υλικού μέσα στον κάδο.



**Εικόνα 8. Περιστρεφόμενος Κομποστοποιητής Μίξης (Comwaste, 2006)**

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κομποστοποιητή καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 7. Περιστρεφόμενος Κομποστοποιητής (Comwaste, 2006)**

Κομποστοποιητής μίξης	
Διαστάσεις	Κύλινδρος 81,28cm x60,96 cm Βάση – 53,34 cm x 33,02 cm x 16,51cm
Χωρητικότητα	252 lt
Βάρος σε kg.	15 kgr
Σύνθεση	Ανθεκτικός στην υπεριώδη ακτινοβολία, πολυαιθυλένιο
Χρήση	Απορρίμματα κουζίνας, φύλλα και γρασίδι
Χαρακτηριστικά	Ανάμιξη, κατάλληλο για κήπους
Τιμή μονάδας	100,81e

### 2.3.8. Εσωτερικοί κομποστοποιητές

Απόβλητα κουζίνας, και νερό τοποθετούνται στο κύριο κάδο. Ο κάδος (Εικόνα 9) περιστρέφεται με τη βοήθεια ενός συστήματος ανάδευσης δίνοντας τον σωστό εξαερισμό διατηρώντας την υγρασία σε επαρκή επίπεδα. Όταν περιστρέφεται, το κομπόστ κινείται προς τα πίσω και προς τα εμπρός στο εσωτερικό του κάδου και πέφτει στο κάτω μέρος αυτού, όπου και παραμένει. Προκειμένου να αποφευχθεί η υπερβολική υγρασία, ο κάδος έχει ένα κόσκινο ώστε να διαχωρίζει το στερεό προϊόν από το υγρό. Εάν κατά τη διαδικασία κομποστοποίηση το προϊόν είναι πολύ ξηρό, πρέπει να προστεθεί νερό. Προκειμένου να αποφευχθεί η δυσσομία, ο κάδος έχει ένα μικρό ανεμιστήρα (12V) που συνδέεται με αγωγό για την απομάκρυνση των οσμών. Το ίδιο σύστημα μπορεί επίσης να τοποθετηθεί έξω.



**Εικόνα 9. Εσωτερικοί-εξωτερικοί κομποστοποιητές (Comwaste, 2006)**

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου κάδου παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

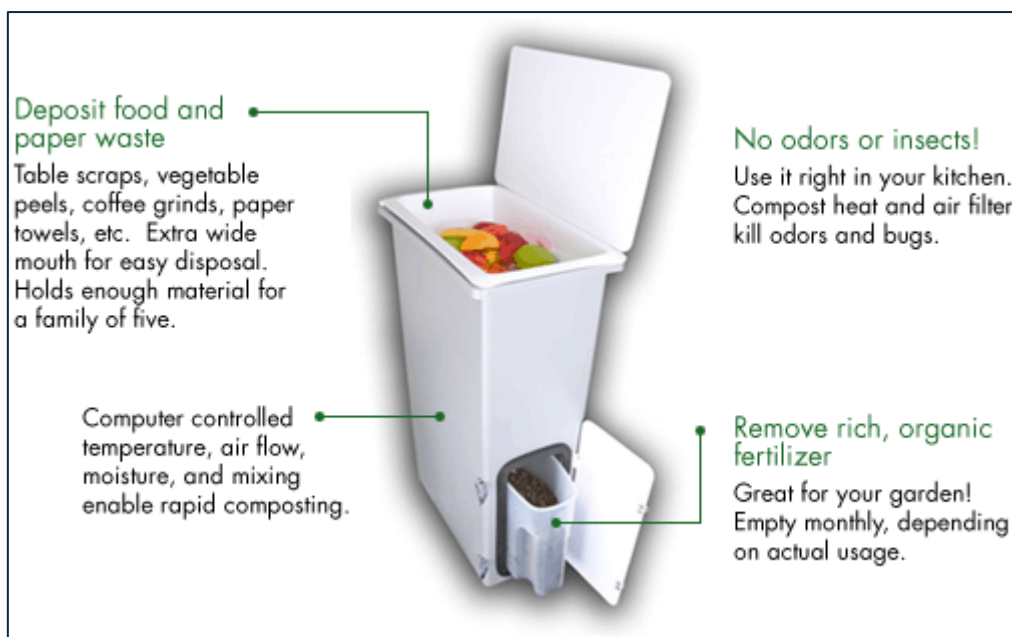
**Πίνακας 8. Τεχνικά χαρακτηριστικά εσωτερικών κομποστοποιητών (Comwaste, 2006)**

Εσωτερικοί και εξωτερικοί κομποστοποιητές	
Διαστάσεις	82,44 cm x62.2 cm x50cm
Χωρητικότητα	250 lt
Βάρος σε kg.	12
Σύνθεση	100% ανακυκλωμένο πλαστικό- πολυπροπυλένιο
Χρήση	Απόβλητα κουζίνας
Χαρακτηριστικά	Σύστημα ανάδευσης. ανεμιστήρας, εσωτερική-εξωτερική χρήση
Τιμή	126,52€

### 2.3.9. Κομποστοποιητής Λειτουργίας

Αυτός ο κάδος (Εικόνα 10) μπορεί να τοποθετηθεί μέσα σε μια κουζίνα. Εκτός από τα άλλα δοχεία, η συσκευή αυτή δεν χρειάζεται ανθρώπινη παρέμβαση για την ανάμιξη του υποστρώματος μέσα στον κάδο. Η ανάμιξη γίνεται αυτόματα. Ένα μικροτσίπ ελέγχει τη θερμοκρασία, την υγρασία, τον αερισμό και την ανάμιξη του υποστρώματος. Ο έλεγχος αυτός μπορεί να μειώσει το χρόνο που απαιτείται προκειμένου να επιτευχθεί το τελικό προϊόν από ένα έτος έως μερικές εβδομάδες. Περίπου το 80% του υποστρώματος εξαφανίζεται, καθώς καταναλώνεται από τους μικροοργανισμούς. Η ποσότητα αυτή μετατρέπεται σε υγρό, το οποίο συλλέγεται σε ειδικό χώρο μέσα στον κάδο. Επιπλέον, ο κάδος είναι εξοπλισμένος με ένα ειδικό φίλτρο για την απομάκρυνση των οσμών. Ο κάδος είναι πλήρως αυτοματοποιημένος και είναι επαρκής για μια πενταμελή οικογένεια που παράγουν περίπου 2,5 λίτρα αποβλήτων ημερησίως. Αυτό εξαρτάται από τη χρήση. Το κάτω μέρος του κάδου θα πρέπει να αδειάζετε τουλάχιστον μία φορά το μήνα. Ο κάδος καταναλώνει πολύ λίγη ενέργεια (4Watt/μήνα) και έχει τις ακόλουθες διαστάσεις (76 \* 53 \* 25cm). Το βάρος του είναι περίπου 10Kg.





Εικόνα 10. Κομποστοποιητής Λειτουργίβησης (Comwaste, 2006)

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κάδου λειτουργίβησης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 9. Τεχνικά χαρακτηριστικά κομποστοποιητή λειτουργίβησης (Comwaste, 2006)

Κομποστοποιητής λειτουργίβησης	
Διαστάσεις	76 cm x23 cm x25cm
Χωρητικότητα	2,5 lt
Βάρος σε kg.	10
Σύνθεση	100% ανακυκλωμένο πλαστικό-
Χρήση	Απόβλητα κουζίνας
Χαρακτηριστικά	Μικροσίπ, κάδος συλλογής νερού
Τιμή	152,69€

### 2.3.10. Κομποστοποιητής Καταλυτικής Βιοδιάσπασης

Αυτός ο κάδος (Εικόνα 11) είναι σχεδιασμένος για χρήση στην κουζίνα και μπορεί να μετατρέψει τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα σε λίπασμα σε λιγότερο από δύο εβδομάδες. Ο κομποστοποιητής είναι κατασκευασμένος από ανακυκλωμένο πλαστικό (πολυπροπυλένιο). Οι διαστάσεις του είναι (40 \* 40 \* 38) cm και χωρητικότητας 18m<sup>3</sup> (πίνακας 10). Έχει την ικανότητα να χειρίζεται 5kg αποβλήτων ανά εβδομάδα και ζυγίζει μόνο 2,3 κιλά. Μέσα στο κάδο υπάρχει ένα κάλυμμα

όπου το νερό που εξατμίζεται μπορεί να επιστρέψει έτσι ώστε η ξήρανση του προϊόντος να αποφεύγεται. Φίλτρα ενεργού άνθρακα τοποθετούνται στην κορυφή του κάδου κομποστοποίησης για να δεσμεύουν τις οσμές που μπορεί να προκύψουν από τη διαδικασία. Ένα πλαστικό δοχείο υπάρχει κάτω από τον κάδο για τη συλλογή υγρού που παράγεται κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης.

Το σύστημα αποτελείται από τα εξής δομικά μέρη:

- Κομποστοποιητή καταλυτικής βιοδιάσπασης
- Θερμόμετρο
- Φίλτρα ενεργού άνθρακα (8pc)
- 10lt βιοδιασπώμενης τύρφης
- 400gr λίπασμα



**Εικόνα 11. Κομποστοποιητής Καταλυτικής Βιοδιάσπασης (Comwaste, 2006)**

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του παραπάνω κάδου παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 10. Τεχνικά χαρακτηριστικά κομποστοποιητή καταλυτικής βιοδιάσπασης (Comwaste, 2006)**

Κομποστοποιητής καταλυτικής βιοδιάσπασης	
Διαστάσεις	40 cm x40 cm x38cm
Χωρητικότητα	5 lt
Βάρος σε kg.	2,3
Σύνθεση	100% ανακυκλωμένο πλαστικό-πολυπροπυλένιο
Χρήση	Απόβλητα κουζίνας
Χαρακτηριστικά	Φίλτρο ενεργού άνθρακα, βιοδιασπώμενη τύρφη
Τιμή	Μη διαθέσιμο

### 2.3.11. Ξύλινοι/Συρμάτινοι Κομποστοποιητές

Οι ξύλινοι κομποστοποιητές είναι κυβικές κατασκευές από ξύλο (Εικόνα 12). Τα κομμάτια ξύλου τοποθετούνται σε κάποια μικρή απόσταση μεταξύ τους ώστε να υπάρχει επαρκής κυκλοφορία του αέρα. Η κατασκευή είναι σχετικά εύκολη και μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας παλέτες. Απαραίτητη είναι η συχνή ανάδευση του αντιδραστήρα με τη χρήση εργαλείων. Στα πλεονεκτήματα του εν λόγω κάδου συγκαταλέγεται η πολύ μεγάλη χωρητικότητά του, ο άφθονος αερισμός και η ευκολία κατασκευής του με τη χρήση χαμηλού κόστους υλικών. Μειονέκτημα αποτελεί η δυσκολία ανάδευσης και η εξαιρετικά χρονοβόρα διαδικασία της παραγωγής του ώριμου κόμποστ.



Εικόνα 12. Ξύλινος Κομποστοποιητής (digitalseed, 2011)

Οι τεχνικές προδιαγραφές του ξύλινου κομποστοποιητή παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 11. Τεχνικά χαρακτηριστικά ξύλινου κομποστοποιητή (digitalseed, 2011)

Ξύλινος Κομποστοποιητής	
Διαστάσεις	40 cm x40 cm
Χωρητικότητα	5 lt
Βάρος σε kg.	2,5
Σύνθεση	100% ξύλο
Χρήση	Απόβλητα κουζίνας, κήπου
Χαρακτηριστικά	Αερισμός, εύκολο στην κατασκευή, μικρό κόστος
Τιμή	Μη διαθέσιμο

### 2.3.12. Κομποστοποιητές με Γαιοσκώληκες

Η κατηγορία αυτή χρησιμοποιεί την αρχή της βιοαποδόμησης των οργανικών οικιακών απορριμμάτων με τη βοήθεια γαιοσκωλήκων. Το σύστημα συγκροτεί ένας κυλινδρικός αντιδραστήρας στο εσωτερικό του οποίου πραγματοποιούνται οι διεργασίες αποδόμησης του οργανικού υλικού από πλήθος γαιοσκωλήκων (Εικόνα 13). Η τροφοδοσία του υλικού είναι συνεχής και επιτυγχάνεται από αποσπώμενο κυκλικό και ασφαλισμένο καπάκι, που καλύπτει ολόκληρη την άνω βάση του θαλάμου. Κατά την έναρξη χρήσης του συστήματος, οι απαιτούμενοι πληθυσμοί των γαιοσκωλήκων τοποθετούνται πάνω σε ένα προστατευτικό υπόστρωμα που αποτελείται από μικρά κομμάτια χαρτιού και ξηρά φύλλα δέντρων. Στη συνέχεια εισέρχεται το οργανικό υλικό που εξαπλώνεται σε όλη τη κυκλική επιφάνεια επί του υποστρώματος. Για κάθε νέα τροφοδοσία οργανικού υλικού δημιουργείται ένα νέο υπόστρωμα. Με τον τρόπο αυτό διατάσσονται επάλληλες στρώσεις κατά ύψος του κομποστοποιητή. Στο τελευταίο επίπεδο λαμβάνεται το στράγγισμα ενώ στο αμέσως πιο πάνω επίπεδο γίνεται η συγκομιδή του στερεού, ώριμου κόμποστ.

Η μέθοδος αυτή είναι χρονοβόρα αφού χρειάζονται κάποιοι μήνες για να αναπαραχθούν τα σκουλήκια. Μεγάλο πλεονέκτημα είναι η αισθητή μείωση των οσμών σε σχέση με τους συμβατικούς αντιδραστήρες.



Εικόνα 13. Κομποστοποιητής με γαιοσκώληκες  
(Comwaste, 2006)

Οι τεχνικές προδιαγραφές του κομποστοποιητή με γαιοσκώληκες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 12. Τεχνικά χαρακτηριστικά κομποστοποιητή με γαιοσκώληκες (Comwaste, 2006)**

<b>Κομποστοποιητής με γαιοσκώληκες</b>	
Διαστάσεις	74 cm ύψος και 57,15cm διάμετρος
Χωρητικότητα	2 κιλά την ημέρα
Βάρος σε kg.	8kg
Σύνθεση	100% ανακυκλωμένο πλαστικό
Χρήση	Απόβλητα κουζίνας
Χαρακτηριστικά	Εσωτερική-Εξωτερική χρήση Λόγω του κυκλικού σχήματος είναι εύκολη η αποκομιδή του υλικού Άοσμο
Τιμή	Μη διαθέσιμο

## 2.4. Επιτυχημένες περιπτώσεις επεξεργασίας των οικιακών οργανικών απορριμμάτων στην πηγή με χρήση της μεθόδου της οικιακής κομποστοποίησης

### 2.4.1. Εισαγωγή

Η οικιακή κομποστοποίηση είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στην Ευρώπη και διεθνώς. Παρακάτω παρουσιάζονται οι επιτυχημένες περιπτώσεις διαλογής και αξιοποίησης οργανικού κλάσματος στην πηγή, σε Ευρώπη, Η.Π.Α και Καναδά. Συγκεκριμένα οι περιπτώσεις αυτές αναφέρονται σε πιλοτικά προγράμματα που εφαρμόστηκαν σε διάφορους δήμους και κοινότητες, είτε σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είτε σε άλλες χώρες, με στόχο το διαχωρισμό και την αξιοποίηση του οργανικού κλάσματος στη πηγή.

#### **Ελλάδα**

Στο Δήμο Ελευσίνας, η "Οικολογική Εταιρεία Ανακύκλωσης (ΟΕΑ)" συνεργαζόμενη με την αρμόδια υπηρεσία της δημοτικής αρχής και στα πλαίσια του προγράμματος εναλλακτικής διαχείρισης απορριμμάτων με τίτλο "Εθελοντισμός και Οικιακή Κομποστοποίηση", διοργανώνει πρόγραμμα διαλογής και κομποστοποίησης στην πηγή για το οργανικό κλάσμα των οικιακών απορριμμάτων (απόβλητα κουζίνας) και τα κηπευτικά-πράσινα απόβλητα που προκύπτουν από τις σχετικές εργασίες.

Στα πλαίσια του εν λόγω προγράμματος, η δημοτική αρχή διένειμε δωρεάν σε 60 περίπου οικογένειες ισάριθμους ειδικούς κάδους για τη συγκέντρωση και κομποστοποίηση του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων.

Το κόμποστ που παράγεται από την ανωτέρω δραστηριότητα, χρησιμεύει ως εδαφοβελτιωτικό και οι οικογένειες το εκμεταλλεύονται για ίδια χρήση σε κήπους ή γλάστρες με φυτά. Η (ΟΕΑ) υλοποίησε στα τέλη του 2004, σε συνεργασία με την Κοινότητα Άνοιξης ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των νέων της Κοινότητας, με θέμα την Οικιακή Κομποστοποίηση. Στόχος του προγράμματος ήταν η εξοικείωση των νέων με την κομποστοποίηση και η πρακτική εφαρμογή της με ειδικούς κάδους, που προμήθευσε η Κοινότητα. Στα πλαίσια αυτού του προγράμματος, όλα τα δημοτικά και γυμνάσια της κοινότητας συμμετείχαν στις ενημερωτικές παρουσιάσεις της Οικολογικής Εταιρείας Ανακύκλωσης.

Στην περιοχή της Αττικής, αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε ένα πρότυπο σύστημα διαλογής και κομποστοποίησης στην πηγή, μέσω του προγράμματος COMWASTE. Ο κύριος τεχνικός και επιστημονικός συντονιστής του προγράμματος ήταν το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Επίσης, τρεις Δήμοι της Αττικής εμπλέκονταν αρκετά στο πρόγραμμα: ο Δήμος Κηφισιάς, ο δήμος Νέας Χαλκηδόνας και ο Δήμος Αχαρνών.

Σε επιλεγμένα νοικοκυριά από τους παραπάνω Δήμους δόθηκε ειδικός κάδος κομποστοποίησης (Εικόνα 14), ο οποίος είχε σχεδιαστεί στα πλαίσια του πιλοτικού προγράμματος Life Environment-COMWASTE για να δέχεται αποκλειστικά το οργανικό κλάσμα από τα απορρίμματα που καθημερινά πετώνται στον κάδο απορριμμάτων κάθε νοικοκυριού.



**Εικόνα 14. Πρότυπη Μονάδα κομποστοποίησης (Comwaste, 2010)**

Το έργο διήρκεσε 3 χρόνια και περιελάμβανε την προώθηση και την εφαρμογή ενός πρότυπου συστήματος για την παραγωγή κομπόστ υψηλής ποιότητας από βιοδιασπώμενα οικιακά οργανικά απορρίμματα τα οποία διαχωρίζονταν στην πηγή. Οι ιδιοκτήτες οι οποίοι λειτούργησαν σε οικιακό επίπεδο τον κομποστοποιητή ήταν εφοδιασμένοι με το πρότυπο σύστημα, καθώς και με τις πρόσθετες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν για την αποτελεσματική ανάπτυξη της διαδικασίας. Ειδικότερα, οι ιδιοκτήτες τροφοδοτούσαν το σύστημα με τα κατάλληλα βιοαποδομήσιμα απόβλητα που παρήγαγαν στην κουζίνα τους, μαζί με το ορυκτό ζεόλιθο. Ο ζεόλιθος είχε ένα συγκεκριμένο μέγεθος σωματιδίων καθώς επίσης και η δόση του ήταν καθορισμένη. Με τη χρήση του ζεόλιθου επιτυγχάνεται η εξάλειψη της οσμής και η βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του τελικού προϊόντος (Comwaste, 2010).

Στο σύστημα γινόταν προσθήκη μικρής ποσότητας ώριμου κομπόστ ώστε να υποστηριχθεί η διεργασία της κομποστοποίησης. Επίσης γινόταν προσθήκη μιας συγκεκριμένης ποσότητας από πριονίδι. Η προσθήκη του πριονιδιού συνεισφέρει στην αύξηση της περιεκτικότητας σε άνθρακα ο οποίος βελτιστοποιεί τις συνθήκες αερισμού του υλικού και αναπτύσσει τις βιοχημικές δράσεις της κομποστοποίησης.

Το προϊόν που λαμβάνονταν από τη διαδικασία αυτή αποθηκεύονταν προσωρινά από τα νοικοκυριά σε κατάλληλα βιοδιασπώμενες σακούλες. Οι σακούλες αυτές έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν την ποιότητα των προϊόντων κομποστοποίησης που παράγονται στη διάρκεια τριών μηνών για κάθε νοικοκυριό. Το τελικό προϊόν είχε χρησιμοποιηθεί στους κήπους τους ως βελτιωτικό εδάφους με μεγάλη επιτυχία (Εικόνα 15).





**Εικόνα 15. Προϊόν Κόμποστ  
(Comwaste, 2010)**

Πολλά προγράμματα οικιακής κομποστοποίησης λαμβάνουν χώρα σε όλη την Ελλάδα με πρωτοβουλίες των εκάστοτε δήμων.

Ενδεικτικά αναφέρονται:

- ✓ Οικιακή Κομποστοποίησης στην Κοζάνη
- ✓ Οικιακή κομποστοποίηση στην Σαντορίνη
- ✓ Οικιακή Κομποστοποίησης στον δήμο Πυλαίας στη Θεσσαλονίκη
- ✓ Οικιακή κομποστοποίηση στην Παλλήνη-Γέρακα



**Εικόνα 16. Λογότυπο Προγράμματος  
(Δήμος Θήρας 2012)**



## Ισπανία

Στην Ισπανία επιτυχημένα προγράμματα διαλογής στην πηγή και κομποστοποίησης των βιοαποδομήσιμων απορριμμάτων συναντάμε στις περιοχές Baix Camp, Barcelona και Montejurra (Εικόνα 17).



Εικόνα 17. Οικιακή κομποστοποίηση στην Barcelona (Municipality of Barcelona, 2000)

Τα προγράμματα αυτά αφορούν στη διαλογή στη πηγή και συλλογή πόρτα - πόρτα του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των οικιακών απορριμμάτων. Το βιοαποδομήσιμο οργανικό κλάσμα μετά τη διαλογή και συλλογή του μεταφέρεται με φορτηγά σε κεντρική μονάδα κομποστοποίησης. Η διαλογή στην πηγή γίνεται στα νοικοκυριά, με χρήση σακουλών των 1.5 lt από το κομποστοποιήσιμο ή ανακυκλωμένο πλαστικό και κάδους για τη συλλογή του βιοαποδομήσιμου κλάσματος. Αυτές αποτίθενται σε ειδικούς κάδους που μπορεί να βρίσκονται στις αυλές των σπιτιών ή έξω απ' αυτά.

Το βιοαποδομήσιμο κλάσμα των κάδων, οι οποίοι περιλαμβάνουν και κάδους από μεγάλους παραγωγούς, συλλέγεται από απορριματοφόρα και οδηγούνται στην κεντρική μονάδα κομποστοποίησης. Η υφιστάμενη αγορά για το οργανικό προϊόν είναι ιδιώτες (χρήση σε κήπους) και γεωργούς που το χρησιμοποιούν για προετοιμασία του εδάφους πριν τη σπορά. Επίσης έχει χρησιμοποιείται ως υλικό επικάλυψης σε ΧΥΤΑ και σε εργασίες αναδάσωσης (Publications of European Communities, 2000).

## Γαλλία

Στη Γαλλία οι περιοχές που εφαρμόζουν με επιτυχία προγράμματα συγκεντρωτικής κομποστοποίησης της εταιρείας SIVOM "Intercommunity Multi-purpose Syndicate" είναι οι Baraume, Niort και Gironde (Εικόνες 18 και 19).



Εικόνα 18. Κεντρική μονάδα λιπασματοποίησης (Sivom, 2001)

Για τις περιοχές Baraume και Niort κάδοι έχουν δοθεί σε ορισμένο αριθμό νοικοκυριών για την συλλογή των απορριμμάτων κουζίνας και κήπου. Ειδικά οχήματα πραγματοποιούν τη συλλογή των κάδων ανακύκλωσης και τα απορρίμματα καταλήγουν τελικά σε μονάδα κομποστοποίησης για επεξεργασία. Στην περιοχή της Gironde τα νοικοκυριά μπορούν να αποθέτουν εθελοντικά τα απόβλητα κήπων και τα βιοαποδομήσιμα απορρίμματά τους (λαχανικά και υπολείμματα φρούτων μόνο), σε κοντέινερ που βρίσκονται τοποθετημένα σε δημόσιους χώρους. Στη συνέχεια τα βιοαποδομήσιμα απορρίμματα οδηγούνται στο Κέντρο Ανακύκλωσης της περιοχής. Στην περιοχή της Baraume το κόμποστ που παράγεται πωλείται σε έναν αγροτικό συνεταιρισμό, ο οποίος στη συνέχεια πουλά το προϊόν στους αγρότες (Sivom, 2001).



Εικόνα 19. Υπόγειο Σύστημα συλλογής οργανικών απορριμμάτων στη Gironde (Sivom, 2001)

## Ιρλανδία

Στην Ιρλανδία υπάρχουν δύο είδη προγραμμάτων που εφαρμόζονται και αφορούν την οικιακή κομποστοποίηση.

Στο Cork εφαρμόζεται το πρόγραμμα κομποστοποίησης των «πράσινων» απορριμμάτων.

Αυτό περιλαμβάνει τον τεμαχισμό και την κομποστοποίηση των βιοαποδομήσιμων απορριμμάτων. Εφαρμόζεται κυρίως στους χώρους υγειονομικής ταφής και στους χώρους απόθεσης ογκωδών απορριμμάτων, όπου τα βιοαποδομήσιμα απορρίμματα αντί να εκτρέπονται από τη ροή της τελικής διάθεσης και υπόκεινται σε βιολογική επεξεργασία (κομποστοποίηση). Το τελικό προϊόν χρησιμοποιείται από τις τοπικές αρχές σε κοινόχρηστους χώρους όπως πλατείες, πάρκα κλπ.

Στις περιοχές του Tralee και Limerick ως μέρος του προγράμματος δόθηκαν σε επιλεγμένα νοικοκυριά ειδικοί τροχοφόροι κάδοι για τη συλλογή των βιοαποδομήσιμων απορριμμάτων (κουζίνας και κήπου) (Εικόνα 20). Το περιεχόμενο των τροχοφόρων κάδων συλλέγεται από απορριμματοφόρα και μεταφέρεται στο χώρο κομποστοποίησης για περαιτέρω επεξεργασία.

Στο Tralee, το κόμποστ διατίθεται στο κοινό δωρεάν, ενώ σχεδιάζεται από το συμβούλιο και η χρήση του για εργασίες αποκατάστασης τοπίου. Στο Limerick η υπηρεσία Πάρκων του Δήμου του Limerick χρησιμοποιεί το κόμποστ κατά τη φύτευση δέντρων (Limerick-Cork County Council Environment, 2000).



**Εικόνα 20. Πράσινοι τροχοφόροι κάδοι λιπασματοποίησης στην περιοχή Limerick (Limerick County Council Environment, 2000)**

## Ιταλία

Ο Δήμος του Currello, της Monza και η Padova πραγματοποιούν στην Ιταλία με επιτυχία προγράμματα κομποστοποίησης (Εικόνα 21). Στα νοικοκυριά έχει δοθεί κάδος για τα βιοαποδομήσιμα οικιακά απορρίμματα τροφών. Για τις πολυκατοικίες, τα κυλικεία και τα σπρωροπωλεία έχουν προβλεφθεί μεγαλύτερης χωρητικότητας κάδοι. Τα απορρίμματα κήπων οδηγούνται απευθείας από τους παραγωγούς τους στο χώρο επεξεργασίας.



Εικόνα 21. Κάδοι συλλογής στην Monza (SAPM, 2000)

Τα απορρίμματα τροφών και τα απορρίμματα κήπων στέλνονται σε διαφορετικές μονάδες κομποστοποίησης στο Δήμο της Monza και τη Padova. Η συλλογή των βιοαποδομήσιμων απορριμμάτων γίνεται πόρτα – πόρτα. Στην Padova το κόμποστ διανέμεται δωρεάν κυρίως στους κατοίκους και στις μεγάλες γεωργικές εγκαταστάσεις κοντινών χωριών, όπως έχει συμφωνηθεί με τις τοπικές αρχές (Municipality of Monza, 2000).

## Πορτογαλία

Στην Πορτογαλία για τις περιοχές στις οποίες διεξάγονται προγράμματα κομποστοποίησης, Amtres και Lipor, η διαλογή στην πηγή γίνεται σε επίπεδο νοικοκυριών (Εικόνα 22). Οι κατοικίες μπορούν να προμηθευτούν βιοαποδομήσιμες πλαστικές σακούλες ή ειδικούς κάδους για τα βιοαποδομήσιμα και μικτά απορρίμματα. Για τις πολυκατοικίες, τα εστιατόρια, τις λαϊκές αγορές και τις επιχειρήσεις διατίθενται μεγαλύτεροι κάδοι. Η συλλογή γίνεται από φορτηγά και τα απορρίμματα οδηγούνται σε κεντρικές μονάδες κομποστοποίησης που υπάρχουν στην κάθε περιοχή (Amtres Municipal Association, 2000).

Επιπλέον, τα βιοαποδομήσιμα απορρίμματα μπορούν να μεταφερθούν εθελοντικά από τους παραγωγούς τους σε οικολογικά κέντρα. Τα απορρίμματα κήπων και τα ξύλα συλλέγονται χωριστά, ενώ τα νοικοκυριά πρέπει να ειδοποιούν για τη συλλογή τους τις δημοτικές υπηρεσίες τηλεφωνικά. Εναλλακτικά, τα απορρίμματα αυτού του τύπου μπορούν να μεταφερθούν απευθείας από τον παραγωγό τους σε ένα οικολογικό κέντρο (Lipor Municipal Association, 2000).



Εικόνα 22. Λογότυπο προγράμματος Amtres (Amtres Municipal Association, 2000)

### Ηνωμένο Βασίλειο

Στο Ηνωμένο Βασίλειο εφαρμόζονται δύο είδη προγραμμάτων (Εικόνες 23 και 24). Στην περιοχή Agun πραγματοποιείται οικιακή κομποστοποίηση.

Συστήθηκε στους κατοίκους να τοποθετούν τα απορρίμματα κήπων και υπολειμμάτων τροφών (συμπεριλαμβανομένων των υπολειμμάτων από κρέας και ψάρια) σε κάδους κομποστοποίησης και να χρησιμοποιήσουν το τελικό προϊόν στους κήπους τους.



Εικόνα 23. Λογότυπο του συμβουλίου της δημοτικής επιχείρησης (Castle Morpeth Borough council, 2000)



Εικόνα 24. Λογότυπο του προγράμματος της περιοχής Arun (Arun district council, 2000)

Στο Castle Morpeth και το Wycycle στα νοικοκυριά έχουν δοθεί κάδοι για τα βιοαποδομήσιμα οικιακά απορρίμματα (συμπεριλαμβανομένων και των υπολειμμάτων από κρέας, ψάρια και λαχανικά). Τα απορρίμματα κήπων συλλέγονται χωριστά. Τα βιοαποδομήσιμα απορρίμματα μεταφέρονται σε κεντρική μονάδα κομποστοποίησης (Castle Morpeth Borough council, 2000) .

### **Καναδάς**

Στο πιλοτικό πρόγραμμα συν-κομποστοποίησης του Sault Ste. Marie γίνεται διαλογή στην πηγή του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων, και συλλογή του από το δήμο.

Για το διαχωρισμό και τη συλλογή του οργανικού κλάσματος, δόθηκαν στους κατοίκους:

1. ένας κάδος συλλογής, ο οποίος τοποθετήθηκε στην κουζίνα
2. σακούλες συλλογής του απορριμμάτων φαγητού
3. σακούλες συλλογής των πράσινων απορριμμάτων
4. ένας εξωτερικός κάδος συλλογής των απορριμμάτων

Μετά τη συλλογή του οργανικού κλάσματος, αυτό μεταφέρεται στη μονάδα κομποστοποίησης, όπου αναμειγνύεται με ιλύ προερχόμενη από μονάδες βιολογικού καθαρισμού (City of Sault Ste. Marie, 2001)

### **Πρόγραμμα Green Bin Organics στο Toronto**

Το Πρόγραμμα Green Bin συλλέγει οργανικά απόβλητα (φρούτα και λαχανικά υπολείμματα, χαρτί κουζίνας, αλέσματα καφέ, κ.λπ.) και το μετατρέπει σε λίπασμα (Εικόνα 25).



Περίπου το ένα τρίτο, ή το 30%, από οικιακά σκουπίδια σας είναι οργανικό υλικό - υλικό που μπορεί να μεταποιηθεί σε λίπασμα για χρήση σε αγροκτήματα, πάρκα και κήπους, αντί να αποστέλλονται σε χώρους υγειονομικής ταφής.



**Εικόνα 25. Κάδος προγράμματος green Bin Organics (Green Bin Organics, 2007)**

Το πρόγραμμα αυτό λειτουργεί σε 510,000 νοικοκυριά.

Το 2007, το Συμβούλιο ενέκρινε τα σχέδια του Τορόντο για την επέκταση του προγράμματος προκειμένου να ανταποκριθεί στη ζήτηση του προγράμματος και που θα επιτρέπει στους χρήστες να ενταχθούν στο πρόγραμμα.

Η κατασκευή της πρώτης εγκατάσταση επεξεργασίας ξεκίνησε Ιανουάριο του 2011.

Επίσης έγιναν επιπλέον κατασκευές στο υπάρχον πράσινο κάδο μια εγκατάσταση μεταποίησης, που επίσης ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2011, και περιλαμβάνει την επισκευή της ήδη υπάρχουσας δεξαμενή αναερόβιας χώνευσης και τη δημιουργία μιας δεύτερης δεξαμενής αναερόβιας χώνευσης (Green Bin Organics, 2007).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται όλα τα προγράμματα κομποστοποίησης που πραγματοποιούνται σε κάθε χώρα καθώς και κάποιες συγκεντρωτικές πληροφορίες για το κάθε πρόγραμμα (πίνακας 13).

Πίνακας 13. Επιτυχημένες περιπτώσεις διαλογής και αξιοποίησης οργανικού κλάσματος στην πηγή

	Ονομασία προγράμματος	Τύπος προγράμματος	Διοικούσα αρχή προγράμματος	Αριθμός νοικοκυριών /πληθυσμός που καλύπτει το πρόγραμμα	Ποσότητα οργανικών απορριμμάτων που συλλέγονται κατ'έτος (t/έτος)	Ποσότητα παραγόμενου κόμποστ (t / έτος)
Ισπανία	Baix Camp	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Consell Comarcal del Baix Camp	25000 κάτοικοι 8000 νοικοκυριά	4000	360
	Barcelona	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Area metropolitana de Barcelona	137000 κάτοικοι 55000 νοικοκυριά	10700	1900
	Montejurra	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Commonwealth of Montejurra	52000 κάτοικοι 23000 νοικοκυριά	10000	2000
Γαλλία	Gironde	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Ιδιωτική εταιρεία	20000 νοικοκυριά	36000	24000
	Niort	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Κοινότητα του Niort	12000 νοικοκυριά	Περίπου 8500	4511
	SIVOM de Baraume	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Συνεταιρισμός από κοινότητες	23600 νοικοκυριά	6000	2500



Ιταλία	Cupello	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Δήμος του Cupello	4200 νοικοκυριά	315	
	Monza	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Τοπικός σύνδεσμος	119060 κάτοικοι	10000	
	Padova	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Συνεταιρισμός από 26 δήμους	205000 κάτοικοι	16500	
Ιρλανδία	Cork	Πρόγραμμα 'πράσινων' απορριμμάτων	Νομαρχιακό Συμβούλιο του Cork	280000 κάτοικοι	1000	
	Kerry	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Νομαρχιακό Συμβούλιο του Kerry	5600 κάτοικοι 1766 νοικοκυριά	500	
	Limerick	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Limerick Corporation	2800 νοικοκυριά	950	450
Πορτογαλία	Amres	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Δημοτική επιχείρηση του Amtres	150000 νοικοκυριά	250000	15000
	Lipor	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Δημοτική επιχείρηση του Lipor	50000 κάτοικοι	30000	29000

Ηνωμένο Βασίλειο	Arun	Οικιακή κομποστοποίηση	Περιφερειακό Συμβούλιο του Arun	140000 κάτοικοι		
	Castle Morpeth	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Castle Morpeth Borough Council	20400 νοικοκυριά	5000	3000
	Wyecysle	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Wyecysle	1000 νοικοκυριά	250	70
Η.Π.Α	Bellport New York	Διαλογή και κομποστοποίηση στην πηγή	Κοινότητα του Bellport	16 νοικοκυριά		
	New York city	Διαλογή και κομποστοποίηση στην πηγή	Bronx, Brooklyn, Queens Staten Island			
	Minneapolis	Διαλογή και κομποστοποίηση στην πηγή	Hutchinson			
Καναδάς	Sault Ste. Marie	Διαλογή στην πηγή και συγκεντρωτική κομποστοποίηση	Sault Ste. Marie	600 νοικοκυριά		

## 2.5. Μικρής κλίμακας αναερόβια χώνευση

### 2.5.1. Εισαγωγή

Η αναερόβια χώνευση είναι μια βιολογική διεργασία κατά την οποία η οργανική ύλη διασπάται σε απλούστερα χημικά συστατικά, χωρίς είσοδο οξυγόνου αποφεύγοντας έτσι την οξείδωση της οργανικής ύλης (Εικόνα 26). Η υποβάθμιση της οργανικής ύλης περιλαμβάνει μεθανογενή βακτήρια τα οποία λειτουργούν σε διαφορετικές συνθήκες θερμοκρασίας και pH. Η αναερόβια χώνευση παράγει σημαντικές εκπομπές αερίων όπως το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) και το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ). Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μπορεί να συλλεχθεί μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ) ώστε να ανακτηθεί ενέργεια (Poliafico, 2007).

Πίνακας 14. Σύσταση βιοαερίου (GTZ, 2009)

Μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ )	50-70%
Διοξείδιο του Άνθρακα ( $\text{CO}_2$ )	25-50%
Υδρογόνο (H)	5-10%
Νιτρικά ( $\text{N}_2$ )	1-2%
Υδρόθειο ( $\text{H}_2\text{S}$ )	Ίχνη

Η αναερόβια χώνευση μπορεί να διαχειριστεί ένα ευρύ φάσμα οργανικών απορριμμάτων. Η χώνευση των μικτών αποβλήτων καθιστά σχεδόν αδύνατη την χρήση του προϊόντος ζύμωσης ως εδαφοβελτιωτικό. Αντίθετα, βιολογικά απόβλητα από κουζίνες, εστιατόρια και ξενοδοχεία λόγω υψηλής περιεκτικότητας σε υγρασία τα καθιστά ιδιαίτερα κατάλληλα για την αναερόβια χώνευση.

Η αναερόβια χώνευση αποτελεί μία από τις παλαιότερες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των αποβλήτων. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, έχουν προωθηθεί κυρίως γεωργικοί αντιδραστήρες μικρής κλίμακας παραγωγής βιοαερίου. Ειδικότερα στην Κίνα και την Ινδία λειτουργούν για την επεξεργασία αποβλήτων και την παραγωγή φυσικού αερίου. Τα οργανικά απορρίμματα μπορούν να μετατραπούν μέσω της αναερόβιας χώνευσης σε βιοαέριο του οποίου κύριο συστατικό είναι το μεθάνιο. Σήμερα το ενδιαφέρον για το βιοαέριο ως ανανεώσιμη ενέργεια αποτελεί βασικό παράγοντα για τη διάδοση εγκαταστάσεων βιοαερίου (Mueller 2007).



Εικόνα 26. Μικρής κλίμακας αναερόβια χώνευση (Unizar, 2007)

### Φάσεις αναερόβιας χώνευσης

Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης πραγματοποιείται σε τέσσερα στάδια (Σχήμα 3):

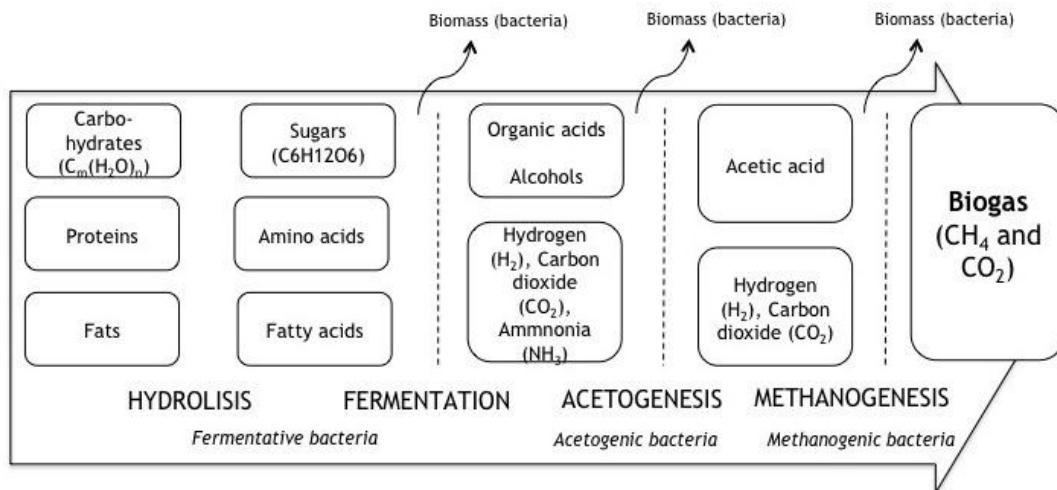
- Υδρόλυση
- Οξειδογένεση
- Ακετογένεση
- Μεθανογένεση

**Η Υδρόλυση** είναι το πρώτο βήμα της αναερόβιας χώνευσης κατά το οποίο τα αδιάλυτα σύνθετα μόρια, όπως οι υδατάνθρακες και τα λίπη με τη βοήθεια ενζύμων που εκλύονται από υδρολυτικά βακτήρια μετατρέπονται σε σάκχαρα, λιπαρά οξέα και αμινοξέα.

**Η Οξειδογένεση** είναι το δεύτερο βήμα της αναερόβιας χώνευσης. Ζυμωτικά βακτήρια μετατρέπουν τα σάκχαρα και άλλες μονομερείς ενώσεις από την υδρόλυση σε οργανικά οξέα, αλκοόλες, διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), υδρογόνο ( $\text{H}_2$ ) και αμμωνία ( $\text{NH}_3$ ).

**Η ακετογένεση** αποτελεί το τρίτο στάδιο της αναερόβιας χώνευσης. Τα προϊόντα από την οξειδογένεση (οργανικά οξέα, αλκοόλες) μετατρέπονται σε υδρογόνο ( $\text{H}_2$ ), διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και οξικό οξύ ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ). Για την παραγωγή οξικού οξέος, οξειογενικά βακτηρίδια χρειάζονται οξυγόνο και άνθρακα (GTZ, 2009).

**Η μεθανογένεση** είναι το τέταρτο και τελικό στάδιο της αναερόβιας χώνευσης. Μεθανογενή βακτηρίδια (μεθανογόνα), τα οποία είναι αυστηρώς αναερόβια, μετατρέπουν το οξικό οξύ, το διοξείδιο του άνθρακα και το υδρογόνο σε ένα μίγμα μεθανίου ( $\text{CH}_4$ , 50-75%), διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ , 25-50%) και ποσότητες αζώτου, υδρόθειου και άλλα στοιχεία. Αυτό το μείγμα ονομάζεται βιοαέριο (PIPOLI, 2005).



Σχήμα 3. Αναερόβια Χώνευση (Spuhler, 2010)

Η μικροβιολογία της αναερόβιας χώνευσης και παραγωγής μεθανίου έχει μελετηθεί εκτενώς. Τρία είναι τα είδη των μικροοργανισμών που εμπλέκονται στην αναερόβια μετατροπή οργανικών υποστρωμάτων σε μεθάνιο (Σχήμα 4).

- Τα υδρολυτικά και οξυγενή βακτήρια , που μετατρέπουν τις πολύπλοκες οργανικές ενώσεις σε πτητικά οξέα, αλκοόλες και διοξείδιο του άνθρακα.
- Τα οξικογενή βακτήρια , που μετατρέπουν τα προϊόντα των υδρολυτικών μικροοργανισμών σε υδρογόνο , διοξείδιο του άνθρακα και οξικό οξύ.
- Οι μεθανογενείς μικροοργανισμοί που μετατρέπουν το υδρογόνο και το διοξείδιο του άνθρακα ή το οξικό οξύ σε μεθάνιο. (Biogas processes for sustainable development, 2010).



Σχήμα 4. Διεργασία Αναερόβιας Χώνευσης (AUTEV Engineering A.E, 2010)

## 2.5.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης

### Θερμοκρασία:

Η θερμοκρασία είναι μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους που επηρεάζουν την απόδοση της αναερόβιας χώνευσης. Η διεργασία μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διαφορετικές θερμοκρασίες που χωρίζονται σε τρία θερμοκρασιακά εύρη:

- Ψυχρόφιλη (κάτω από 25° C)
- Μεσόφιλη ( 25-45° C)
- Θερμόφιλη (45-70° C)

Στη θερμόφιλη περιοχή τα επίπεδα παραγωγής βιοαερίου είναι υψηλότερα, ωστόσο η σταθερότητα της αναερόβιας χώνευσης ευνοείται σε χαμηλές θερμοκρασίες (Γεωργακάκης, 2009).

Η ανάπτυξη και η δραστηριότητα των μικροοργανισμών επιταχύνεται και ευνοείται με την αύξηση της θερμοκρασίας μέχρι τους 60° C. Οι βέλτιστες θερμοκρασίες για τους μεθανογόνους μικροοργανισμούς είναι κοντά στους 35° C ή κοντά στους 55° C (Ανδρεαδάκης, 2008). Η θερμοκρασία δεν επηρεάζει μόνο τα μεθανογόνα βακτήρια αλλά και οξεογόνα. Η οξεογένεση συνεχίζεται και σε χαμηλές θερμοκρασίες μέχρι και τους 21° C όπου η παραγωγή μεθανίου είναι πρακτικά μηδαμινή. Στο στάδιο της υδρόλυσης, τα υδρολυτικά βακτήρια δεν έχει βρεθεί να είναι τόσο ευαίσθητα σε θερμοκρασιακές αλλαγές (Gerardi, 2003).

Γενικά η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης σε υψηλότερη θερμοκρασία έχει θετική επίδραση στη μεταβολική δραστηριότητα των μικροοργανισμών, αλλά οδηγεί σε αστάθεια του συστήματος. Μπορεί να πραγματοποιηθεί και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες αλλά με χαμηλότερη παραγωγή βιοαερίου.

### pH:

Οι περισσότερες διεργασίες αναερόβιας χώνευσης λειτουργούν σε περίπου ουδέτερο pH. Αστάθεια παρατηρείται εξαιτίας της συσσώρευσης όξινων ή βασικών μεταβολικών προϊόντων όπως λιπαρά οξέα ή αμμωνία αντίστοιχα. Το ευνοϊκότερο εύρος pH είναι μεταξύ 6,8 και 7,5 αλλά η διεργασία λαμβάνει χώρα ικανοποιητικά και μεταξύ 6,0 και 8,5. Τα μεθανογόνα βακτήρια αποδίδουν καλύτερα σε αυτές τις τιμές ενώ τα οξεογόνα βακτήρια αποδίδουν σε μεγαλύτερο εύρος τιμών αρκεί να είναι μεγαλύτερες του 5. Παρατηρείται παραγωγή μεθανίου σε μικρές ποσότητες είτε σε όξινο είτε σε βασικό περιβάλλον (Ανδρεαδάκης, 2008).

### Αναλογία άνθρακα προς άζωτο C/N:

Οι βέλτιστες αναλογίες C/N κυμαίνονται μεταξύ 20-30. Μια υψηλή αναλογία C/N αποτελεί ένδειξη ταχείας κατανάλωσης αζώτου από μεθανογόνα και αυτό έχει ως αποτέλεσμα η παραγωγή βιοαερίου να μειώνεται. Αντίθετα, μια χαμηλή αναλογία C/N προκαλεί συσσώρευση αμμωνίας και υπέρβαση της τιμής του pH στο 8,5 που είναι τοξικό για τα μεθανογόνα βακτήρια (Γεωργακάκης, 2009).

## **Οξυγόνο:**

Κατά τη φάση της οξεογένεσης και της υδρόλυσης τα βακτήρια που συμμετέχουν είναι αυστηρά αναερόβια ή προαιρετικά αερόβια ενώ στη φάση της ακετογένεσης τα βακτήρια είναι αυστηρά αναερόβια. Μια χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο δεν δρα ανασταλτικά στην διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης.

## **Υπόστρωμα:**

Ο βαθμός βιοδιάσπασης του υποστρώματος μπορεί να χαρακτηριστεί μικρός-μέτριος (π.χ το χαρτί ) και μεγάλος (π.χ υπολείμματα φαγητών). Το μέγεθος των σωματιδίων για μικρής – μέτριας βιοδιασπασιμότητας θα πρέπει να είναι μικρό ώστε να επιτυγχάνεται η διαδικασία. Αντίθετα σε μεγάλου βαθμού βιοδιάσπαση το μικρό μέγεθος σωματιδίων οδηγεί σε παραγωγή οξέων και άρα μείωσης του pH που αναστέλλει τα μεθανογόνα βακτήρια και άρα δεν ενδείκνυται.

### **2.5.3. Πλεονεκτήματα διεργασίας**

- Παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (θερμότητα, φως, ηλεκτρική ενέργεια)
- Παράγωγή μικρότερης ποσότητας βιομάζας από την αερόβια επεξεργασία και άρα οι απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά (άζωτο, φώσφορο) είναι μειωμένες (Gerardi, 2003)
- Μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου μέσω της ανάκτησης μεθανίου (Bitton, 2005)
- Μετατροπή των οργανικών αποβλήτων σε λίπασμα υψηλής ποιότητας
- Υψηλή απομάκρυνση οργανικού φορτίου (Gray, 2004)
- Σχετικά χαμηλό κόστος παρασκευής

### **2.5.4. Μειονεκτήματα διεργασίας**

- Μικρές και μεσαίου μεγέθους τεχνολογίες αναερόβιας χώνευσης για την επεξεργασία των στερεών αποβλήτων σε χώρες με χαμηλό και μέσο εισόδημα εξακολουθούν να είναι σε πρώιμο στάδιο
- Ύπαρξη θειικών ενώσεων μπορεί να προκαλέσει δυσσομία του συστήματος.
- Μικρή ικανότητα καταστροφής των παθογόνων μικροοργανισμών (Gray, 2004)
- Μεγάλο χρονικό διάστημα εγκλιματισμού μικροβιακής καλλιέργειας (Gerardi, 2003)
- Ευαισθησία και μικρός ρυθμός ανάπτυξης των μεθανογόνων βακτηρίων (Bitton, 2005)
- Εξάρτηση της διεργασίας από θερμοκρασία και κατανάλωση ενέργειας.
- Περαιτέρω επεξεργασία εκροών



## 2.6. Εμπορικά Συστήματα Αναερόβιας Χώνευσης Μικρής Κλίμακας

### 2.6.1. Συστήματα αναερόβιας χώνευσης μικρής κλίμακας της εταιρείας Agricultural Development Co.,Ltd.

Η εταιρεία Agricultural Development Co.,Ltd με έδρα το Qiaohe Industrial Park, στην Κίνα ειδικεύεται στην επεξεργασία διαφόρων τύπων αποβλήτων όπως η κοπριά, τα αστικά λύματα, κλπ. για την προστασία του περιβάλλοντος και την εκμετάλλευση βιοαερίου.

Η συγκεκριμένη εταιρία έχει κατασκευάσει μια σειρά από αναερόβιους αντιδραστήρες (Εικόνα 27) (Agricultural Development Co.,Ltd., 2010)



Εικόνα 27. Εγκατάσταση χωνευτή βιοαερίου (Agricultural Development Co.,Ltd, 2010)



Σύμφωνα με τις προδιαγραφές τις εταιρείας, το εσωτερικό του χωνευτή είναι κατασκευασμένο από ενισχυμένο, και υψηλής ελαστικότητας συνθετικό διάφραγμα το οποίο έχει αντιοξειδωτική και αντιδιαβρωτική ικανότητα. Η ικανότητά του να απορροφά την παραγωγή θερμότητας και να την αποθηκεύει είναι 30% υψηλότερη από εκείνη των άλλων υλικών. Η χώνευση γίνεται με την υιοθέτηση μιας τεχνολογίας που συνδυάζει εσωτερική χώνευση και εξωτερική προστασία. Το εξωτερικό προστατευτικό είναι κατασκευασμένο από πλαστικό ενισχυμένο με ίνες που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περίπου 20-30 χρόνια. Με αυτόν τον τρόπο, όχι μόνο ελαχιστοποιείται η πιθανότητα να κάνει ζημιά στο εσωτερικό του χωνευτήρα αλλά παρατείνει τη διάρκεια ζωής του, καθώς επίσης δημιουργεί και μία αίθουσα χωρίς οξυγόνο για τους αναερόβιους μικροοργανισμούς προκειμένου να κάνουν ζύμωση, το οποίο αυξάνει την αναλογία του βιοαερίου στην έξοδο. Επίσης, ο συγκεκριμένος χωνευτήρας έχει κάποια πλεονεκτήματα:

- Δεν χρειάζεται να οικοδομηθεί με τσιμέντο καθώς το υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για 30 χρόνια
- Υψηλή παραγωγή βιοαερίου
- Η εγκατάσταση ολοκληρώνεται σε 1 ημέρα
- Η διαδικασία αρχίζει σε 2 μέρες

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του χωνευτή παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα 15:

**Πίνακας 15. Τεχνικά χαρακτηριστικά χωνευτή Puxin (Puxin, 2010)**

<b>Αναερόβιος χωνευτής Puxin</b>	
Διαστάσεις	Ποικίλλουν
Χωρητικότητα	Μη διαθέσιμο
Βάρος σε kg.	26
Σύνθεση	Ανθεκτικό συνθετικό ελαστικό
Χρήση	Απόβλητα κουζίνας, κήπου
Χαρακτηριστικά	Εύκολη εγκατάσταση
Τιμή	299

#### **2.6.2. Συστήματα αναερόβιας χώνευσης μικρής κλίμακας της εταιρείας Shenzhen Puxin Technology Co. Ltd, φορητός αναερόβιος χωνευτήρας**

Η Shenzhen Puxin Technology Co. Ltd ιδρύθηκε το Νοέμβριο του 2001.

Η εταιρεία, έχει ως πεδίο επιχειρήσεων την ανανεώσιμη ενέργεια και την προστασία του περιβάλλοντος. Κύρια δραστηριότητα της εταιρείας είναι:

- Σχεδιασμός και κατασκευή μεγάλων και μεσαίου μεγέθους έργα βιοαερίου

- Ανάπτυξη, κατασκευή και πώληση των σχετικών προϊόντων που απαιτούνται για τη δημιουργία συστημάτων παραγωγής βιοαερίου οικογενειακής κλίμακας
- Ανάπτυξη, κατασκευή και πώληση νέων χωνευτήρων βιοαερίου μικρής κλίμακας.

Μέχρι στιγμής η εταιρεία έχει ολοκληρώσει μια σειρά από μεσαίου και μεγάλου μεγέθους έργα βιοαερίου στην κινεζική Dongguan, Πεκίνο, Shenzhen και Σαγκάη. Μέχρι το τέλος του 2008, προϊόντα της εταιρείας Puxin Technology Co. Ltd για την ανάπτυξη του βιοαερίου έχουν εξαχθεί σε πάνω από είκοσι χώρες.

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

Το σύστημα αποτελείται από ένα 2m<sup>3</sup> φορητό χωνευτήρα, ένα δοχείο για αποθήκευση φυσικού αερίου, μια αντλία αερίου, ένα ηλιακό φορτιστή και από ένα πιεσόμετρο. Ο φορητός χωνευτήρας αποτελείται κυρίως από μια άνω δεξαμενή και μία κάτω δεξαμενή (Εικόνα 28). Το προϊόν έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα.

- Εύκολο και γρήγορο στην εγκατάσταση. Μπορεί να εγκατασταθεί από τους ίδιους τους χρήστες μέσα σε δύο ώρες.
- Βολικό για τη μεταφορά, επειδή το συνολικό βάρος του είναι μόλις 90 κιλά.
- Ευρύ φάσμα υλικών ζύμωσης
- Είναι κατάλληλο για χρήση αποβλήτων τροφίμων, γρασίδι, φύλλα και άχυρα ως υλικά ζύμωσης.
- Υψηλό ποσοστό της παραγωγής φυσικού αερίου: η παραγωγή φυσικού αερίου μπορεί να φθάσει 1,6-2 m<sup>3</sup>/ ημέρα .



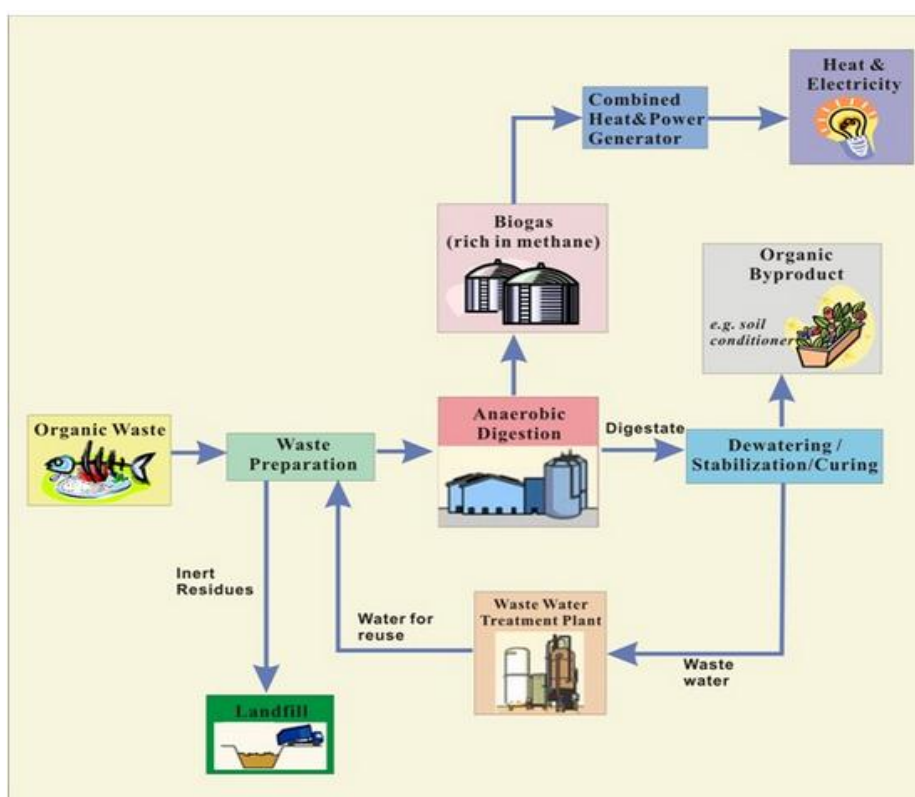
**Εικόνα 28. Σύστημα Αναερόβιας χώνευσης της εταιρείας Puxin Technology (Puxin Technology Co. Ltd, 2001)**

### 2.6.3. Πιλοτική μονάδα κομποστοποίησης και ανακύκλωσης διατροφικών αποβλήτων της Organic Waste Treatment Facilities στο Kowloon Bay.

Καθώς το Χονγκ Κονγκ έχει μικρή εμπειρία στη συλλογή και την επεξεργασία των αποβλήτων τροφίμων, μια πιλοτική μονάδα κομποστοποίησης αναπτύχθηκε στο Kowloon Bay στα μέσα του 2008 για την μείωση και τη διαλογή στην πηγή των διατροφικών αποβλήτων και τη μετέπειτα συλλογή τους και επεξεργασία.

#### Τεχνολογία

Η Organic Waste Treatment Facilities (OWTF) υιοθέτησε βιολογικές τεχνολογίες - κομποστοποίησης και η αναερόβιας χώνευσης (Σχήμα 5) για τη σταθεροποίηση των οργανικών αποβλήτων και τη μετατροπή τους σε χρήσιμα προϊόντα λιπασματοποίησης και βιοαερίου για την ανάκτηση ενέργειας.



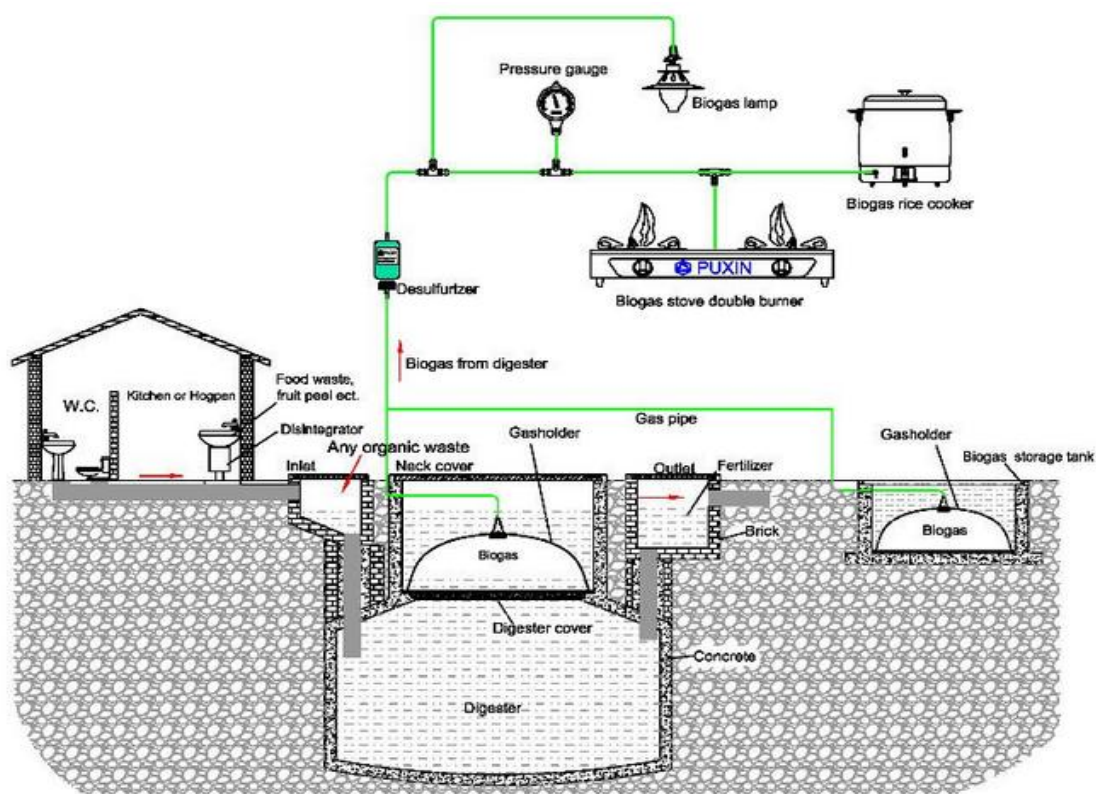
Σχήμα 5. Διεργασία Πιλοτικής Μονάδας Κομποστοποίησης-Αναερόβιας Χώνευσης (OWTF, 2008)

Η OWTF θα αναπτυχθεί σε δύο φάσεις, όπου η πρώτη φάση θα αντιμετωπίσει 200 τόνους οργανικών αποβλήτων (κυρίως απόβλητα τροφίμων) για την παραγωγή βιοαερίου και η δεύτερη φάση θα παράγει 20 τόνους κομπόστ κάθε μέρα. Το βιοαέριο που παράγεται σε κάθε φάση της OWTF θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας καθώς το βιοαέριο που θα παραχθεί στην πρώτη φάση αναμένεται να δημιουργήσει περίπου 14 εκατομμύρια kWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως (αρκετή για χρήση από 3.000 νοικοκυριά στο Χονγκ Κονγκ). Οι δύο φάσεις των εγκαταστάσεων που έχουν αναπτυχθεί θα έχουν μια συνολική ημερήσια δυναμικότητα κατεργασίας 400-500 τόνων οργανικών αποβλήτων. Εκτιμάται ότι για τις δύο φάσεις του OWTF, μπορούν να παρέχονται στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας ως πλεόνασμα περίπου 28 εκατομμύρια kWh ηλεκτρικής

ενέργειας ανά έτος, το οποίο είναι κατάλληλο για την χρήση πάνω από 6.000 νοικοκυριών. Αυτή η παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας θα συμβάλει στη μείωση 50.000 τόνων ανά έτος, εκπομπών αερίων (Environmental Protection Department of Hong Kong, 2008).

#### 2.6.4. Σύστημα Αναερόβιας Χώνευσης PUXIN στην Guangdong, Κίνα

Η εταιρεία Puxin κατασκευάζει οικιακά σύστημα αναερόβιας χώνευσης για την επεξεργασία των αποβλήτων και εμπορεύεται μονάδες βιοαερίου (6 ως 10 m<sup>3</sup>). Το σύστημα αναερόβιας χώνευσης για την επεξεργασία των αποβλήτων εφαρμόζεται κυρίως σε αγροικίες ή εγχώρια σπίτια για την αντιμετώπιση των αποβλήτων της κτηνοτροφίας και τα απόβλητα των τροφίμων (Σχήμα 6).



Σχήμα 6. Μονάδα Βιοαερίου Puxin για δύο οικογένειες 10m<sup>3</sup> (Puxin, 2008)

Οι μονάδες βιοαερίου έχουν εξαιρετική λειτουργία με υψηλό ποσοστό παραγωγής βιοαερίου (Puxin Biogas Plants, 2010).

Αναφέρονται στους παρακάτω πίνακες ενδεικτικά πρώτες ύλες και οι παράμετροί τους (πίνακας 16,17).

**Πίνακας 16. Πρώτες Ύλες για την Παραγωγή 1 m<sup>3</sup> βιοαερίου (Puxin Biogas Plants, 2010)**

Πρώτη Ύλη	Περιεχόμενο Νερό (%)	Ρυθμός Παραγωγής Αερίου (m <sup>3</sup> /kg)	Πρώτη Ύλη που χρειάζεται για την παραγωγή 1 κυβικού αερίου	
			Ξηρό Υλικό	Νωπό Υλικό
Κοπριά χοίρων	82	0,25	4	22,23
Κοπριά αγελάδος	83	0,19	5,26	30,95
Κοπριά κοτόπουλου	70	0,25	4	13,34
Λαχανικά	80	0,3	3,33	16,65
Ρύζι-Σιτηρά	15	0,26	3,84	4,52
Φρέσκο χορτάρι	15	0,27	3,7	4,36
Δημητριακά	18	0,29	3,45	4,21

**Πίνακας 17. . Παράμετροι Πρώτων Υλών για τη Μονάδα Βιοαερίου (Puxin Biogas Plants, 2010)**

Πρώτες Ύλες	C (%)	N (%)	C/ N	Μεθάνιο στο παραγόμενο αέριο (%)	Ξηρό μέρος (%)	Παραγωγή αερίου ξηρού υλικού(L/kg)	Παραγωγή αερίου νωπού υλικού (L/kg)
Ξηρά σιτηρά	46	0,53	87/1	59	82	425	348
Ξηρό Ρύζι	42	0,63	67/1	61	83	409	340
Δημητριακά	40	0,75	53/1	53-59	80	412	
Χόρτα	11	0,54	26/1	70	24	455	107

## 2.7. Οικιακή ξήρανση

### 2.7.1. Εισαγωγή

Η ξήρανση των οικιακών οργανικών απορριμμάτων στην πηγή μπορεί να θεωρείται ως μια αναδυόμενη βιώσιμη επιλογή για τη διαχείριση των διατροφικών αποβλήτων δεδομένου ότι αυτό το κλάσμα των αποβλήτων έχει μια περιεκτικότητα σε νερό που κυμαίνεται από 75-95% κατά βάρος (Zhang et al, 2007). Επομένως, η απομάκρυνση της περίσσειας υγρασίας με ξήρανση στη πηγή συμβάλλει σημαντικά στη μείωση μάζας και όγκου των απόβλητων κουζίνας. Τα υψηλά θερμοδίκως, οργανικά υλικά (βιομάζα), διαχωρισμένα και ξηραμένα στην πηγή μπορούν να διαχειριστούν ευκολότερα καθώς παρέχουν επιπλέον φιλικές προς το περιβάλλον δυνατότητες για την παραγωγή μεγάλης αξίας προϊόντων (π.χ. πράσινη ενέργεια, βιοκαύσιμα).

Η διεργασία της ξήρανσης μετατρέπει ένα στερεό, ή ημιστερεό ή υγρό υλικό σε ένα στερεό προϊόν με εξάτμιση του υγρού μέσω εφαρμογής θερμότητας. Η θερμότητα μπορεί να παρέχεται με συναγωγή (ξηραντήρες), με αγωγιμότητα, με ακτινοβολία ή με φούρνο. Η αφαίρεση υγρασίας από αέρια γίνεται με αφύγρανση (dehumidification) και προσρόφηση (adsorption) ενώ η εξάτμιση αναφέρεται σε αφαίρεση μεγάλων ποσοτήτων νερού από διαλύματα. Η ξήρανση επιτυγχάνεται με αφαίρεση υγρασίας σε θερμοκρασίες κατώτερες του σημείου βρασμού.

Η ξήρανση των υλικών μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στη φυσική κατάσταση του υλικού όπως συρρίκνωση, διόγκωση ή κρυσταλλοποίηση. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προκαλέσει επιθυμητές ή ανεπιθύμητες χημικές ή βιολογικές αντιδράσεις οδηγώντας σε αλλαγές στο χρώμα, την υφή, την οσμή και άλλες ιδιότητες του ρευστού προϊόντος (Mujumdar, A.S, 1997).

### 2.7.2. Χρησιμοποιούμενες Μέθοδοι Ξήρανσης

Οι μέθοδοι ξήρανσης χωρίζονται σε:

- **Εφαρμογή θερμού αέρα** (συναγωγή ή άμεση ξήρανση). Ο αέρας θέρμανσης αυξάνει την κινητήρια δύναμη για τη μεταφορά θερμότητας και επιταχύνει την ξήρανση. Μειώνει επίσης τη σχετική υγρασία αέρα, αυξάνοντας περαιτέρω την κινητήρια δύναμη της ξήρανση. Κατά την περίοδο πτώσης του ρυθμού ξήρανσης, καθώς η περιεκτικότητα σε υγρασία πέφτει, το υλικό θερμαίνεται και οι υψηλότερες θερμοκρασίες επιταχύνουν τη διάχυση του νερού από το εσωτερικό του υλικού στην επιφάνεια. Υπερβολικά θερμός αέρας μπορεί να αφυδατώσει πλήρως την επιφάνεια του υλικού, έτσι ώστε οι πόροι του να συρρικνωθούν, σχεδόν να κλείσουν οδηγώντας στο σχηματισμό κρούστας η οποία είναι συνήθως ανεπιθύμητη. Η ξήρανση δια ψεκασμού ανήκει σε αυτήν την κατηγορία (Mujumdar, A.S, 1998).
- **Έμμεση ή εξ επαφής ξήρανση** (θέρμανση μέσω ενός θερμού τοιχώματος), όπως κάδος ξήρανσης, ξήρανση υπό κενό. Πάλι, οι υψηλότερες θερμοκρασίες τοιχώματος θα επιταχύνουν τη ξήρανση, αλλά αυτό περιορίζεται από την υποβάθμιση του προϊόντος ή τη δημιουργία κρούστας.



- **Διηλεκτρική ξήρανση** (ραδιοσυχνότητα ή μικροκύματα που απορροφούνται από το υλικό). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει τη ξήρανση με αέρα ή τη ξήρανση υπό κενό. Ερευνητές έχουν βρει ότι τα μικροκύματα αυξάνουν την ταχύτητα ξήρανσης του ούτως ή άλλως πολύ χαμηλού ποσοστού ξήρανσης στο τέλος των κλασικών μεθόδων ξήρανσης.
- **Παγωμένη ξήρανση ή λυοφιλοποίηση** είναι μια μέθοδος ξήρανσης όπου ο διαλύτης καταψύχεται πριν από την ξήρανση και ακολούθως εξαχνώνεται. Εφαρμόζεται όλο και περισσότερο σε ξηρές τροφές και σε ιατρικές εφαρμογές της φαρμακευτικής. Με την ψυχρή ξήρανση διατηρούνται βιολογικές ιδιότητες των πρωτεϊνών και οι βιταμίνες. Χρησιμοποιώντας μία αντλία κενού, ο ατμός που παράγεται με εξάχνωση απομακρύνεται από το σύστημα με τη μετατροπή του σε πάγο σε ένα συμπυκνωτή, που λειτουργεί σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, έξω από το θάλαμο ξήρανσης με κατάψυξη.
- **Υπερκρίσιμη ξήρανση** (ξηρανση με υπέρθερμο ατμό). Το νερό του προϊόντος βράζει και ενώνεται με το υλικό ξήρανσης, αυξάνοντας τη ροή του. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε κλειστό κύκλωμα και επιτρέπει ένα ποσοστό της λανθάνουσας θερμότητας να ανακτηθεί από επανασυμπύεση, ένα χαρακτηριστικό που δεν είναι δυνατόν να συμβεί με συμβατική ξήρανση, με αέρα, για παράδειγμα. Η διαδικασία έχει τη δυνατότητα π.χ. σε τρόφιμα, αν διεξάγεται σε ελαττωμένη πίεση, να χαμηλώσει το σημείο βρασμού.
- **Φυσική ξήρανση** του αέρα λαμβάνει χώρα όταν τα υλικά ξηραίνονται με μη θερμαινόμενη, εξαναγκασμένη ροή αέρα. Η διεργασία είναι αργή και εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες λαμβάνοντας υπόψη τις ακόλουθες συνθήκες: θερμοκρασία αέρα, η σχετική υγρασία, την περιεκτικότητα σε υγρασία και τη θερμοκρασία του υλικού που ξηραίνεται.
- **Υπέρυθρη ξήρανση**. Αυτή η τεχνολογία ξήρανσης, κατοχυρωμένη με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας από την Columbia PhytoTechnology, χρησιμοποιεί υπέρυθρη ακτινοβολία που εφαρμόζεται σε ένα λεπτό φιλμ του προϊόντος σε μια σειρά ζωνών. Αυτό επιτρέπει το προϊόν να διατηρείται σε μία αρκετά χαμηλή θερμοκρασία για την αποφυγή ζημιών, ενώ είναι στην υγρή του κατάσταση. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η ξήρανση σε χρόνο μικρότερο από 10 λεπτά και σχεδόν πλήρη διατήρηση των θρεπτικών ουσιών, το άρωμα και το χρώμα (Mujumdar, 1998). Σε αντίθεση με άλλες μεθόδους ξήρανσης, είναι μια συνεχής διεργασία υψηλής απόδοσης. Η τεχνολογία επιτρέπει τον ανεξάρτητο έλεγχο της θερμοκρασίας ξήρανσης και το υπέρυθρο μήκος κύματος μέσω των ζωνών ξηράνσεως (Greensmith, 1998).

## 2.8. Εμπορικά Συστήματα Οικιακής Ξήρανσης

### 2.8.1. Εισαγωγή

Η ξήρανση των οικιακών αποβλήτων είναι μια πρωτοποριακή τεχνολογία που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την διαχείριση και την επεξεργασία των οικιακών οργανικών απορριμμάτων. Παρόλα αυτά δεν υπάρχουν ιδιαίτερες αναφορές σε συστήματα μικρής κλίμακας τα οποία να έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν για τη διαχείριση των οργανικών απορριμμάτων ούτε στην Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε σε διεθνές επίπεδο. Στην αγορά υπάρχουν συστήματα διαχείρισης οργανικών απορριμμάτων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα ως μια συνηθισμένη οικιακή συσκευή χωρίς να ανήκουν σε ένα ευρύτερο πλαίσιο διαχείρισης των οικιακών αποβλήτων. Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει μια σύντομη περιγραφή στα υπάρχοντα εμπορικά συστήματα ξήρανση και κομποστοποίησης των οικιακών οργανικών απορριμμάτων στην πηγή.

#### **Συστήματα οικιακής ξήρανσης της εταιρείας LOOFEN**

Η Loofen Lee Co., Ltd ιδρύθηκε στην Κορέα το 2003. Η εταιρεία έχει αναπτύξει μερικά καινοτόμα συστήματα οικιακής ξήρανσης για τα οικιακά οργανικά στερεά απόβλητα (Εικόνα 29). Αν και τα συστήματα αυτά δεν έχουν χρησιμοποιηθεί σε ευρεία κλίμακα, έχουν αποκτήσει πολλές πιστοποιήσεις σε εθνικό κυρίως επίπεδο.



**Εικόνα 29. Σύστημα οικιακής ξήρανσης (Loofen, 2010)**

Η εταιρεία έχει κατασκευάσει συστήματα οικιακής ξήρανσης το κάθε ένα από τα οποία έχει διαφορετικές δυνατότητες. Όλα τα συστήματα ωστόσο χρησιμοποιούν θερμό αέρα για την διεργασία της ξήρανσης.

Παρακάτω απεικονίζονται ορισμένα μοντέλα της εταιρείας Loofen :





Εικόνα 30. Συστήματα οικιακής ξήρανση Loofen χωρητικότητας 5L (Loofen, 2010)



Εικόνα 31. Συστήματα οικιακής ξήρανσης Loofen χωρητικότητας 4L (Loofen, 2010)



Εικόνα 32. Συστήματα οικιακής ξήρανσης Loofen χωρητικότητας 10L (Loofen, 2010)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ορισμένα συστήματα της εταιρείας με τις προδιαγραφές τους.

Πίνακας 18. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων Loofen (Loofen, 2010)

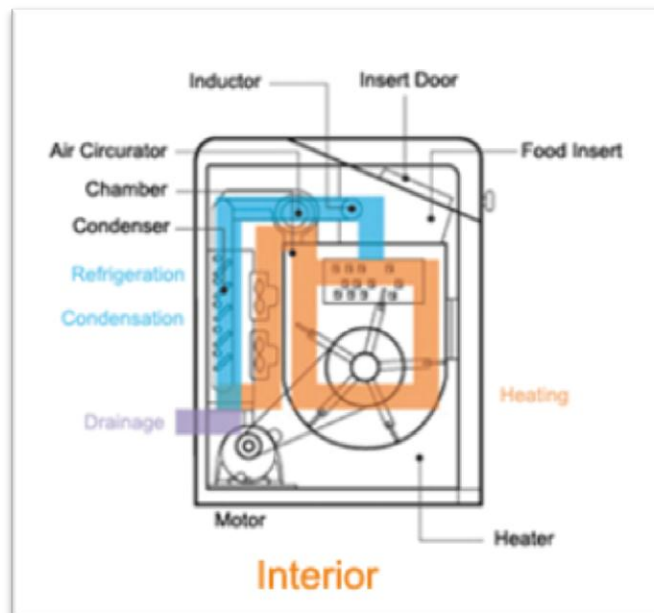
Συσκευές Οικιακής Ξήρανσης					
Μοντέλο	LF-07	LF-01	LF-02	LF-03	10 Liter
Διαστάσεις	270x292x350	270x275x350	270x309x355	360x250x438	280x420x440
Χωρητικότητα	5L	4L	4L	7L	2κάδοι x 5L
Βάρος	6kg	6kg	6kg	8kg	μη διαθέσιμο
Χαρακτηριστικά	Αισθητήρας ανίχνευσης υγρασίας Κουμπί αφής On/Off Εύκολο καθάρισμα Επικαλυμμένο με αντιμυκητιακή ουσία			Γρήγορη ξήρανση	Ίδιο με Lf-07,01,02
Τύπος Διεργασίας	Ξήρανση με θερμό αέρα Απόσμηση- Φίλτρο ενεργού άνθρακα				
Κατανάλωση Ενέργειας	Εξαερισμός 10W/hr , Λειτουργία 90W/hr (Μ.Ο 60W/hr)			Εξαερισμός 20W/hr Λειτουργία 90W/hr	Λειτουργία 2 κάδων 145- 150W/hr
Επιλογές	Κόκκινο- κίτρινο- μαύρο- πράσινο	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τεχνικές προδιαγραφές των συστημάτων ξήρανσης που έχει κατασκευάσει η εταιρεία για μεγάλες επιχειρήσεις.

**Πίνακας 19. Εμπορικά συστήματα ξήρανσης Loofen (Loofen, 2010)**

	Εμπορικές συσκευές ξήρανσης		
Μοντέλο	LF-25	Lf-50	Lf-100
Διαστάσεις	750x650x940	900x750x1050	1050x900x1050
Χωρητικότητα	30kg	60kg	100kg
Βάρος	150kg	220kg	440kg
Χαρακτηριστικά	Κουμπί αφής On/Off		
Τύπος Διεργασίας	Ξήρανση με θερμό αέρα Απόσμηση		
Κατανάλωση Ενέργειας	2,5kW/hr	4kw/hr	7kw/hr
Επιλογές	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο

Το εσωτερικό τμήμα των συστημάτων απεικονίζεται παρακάτω:

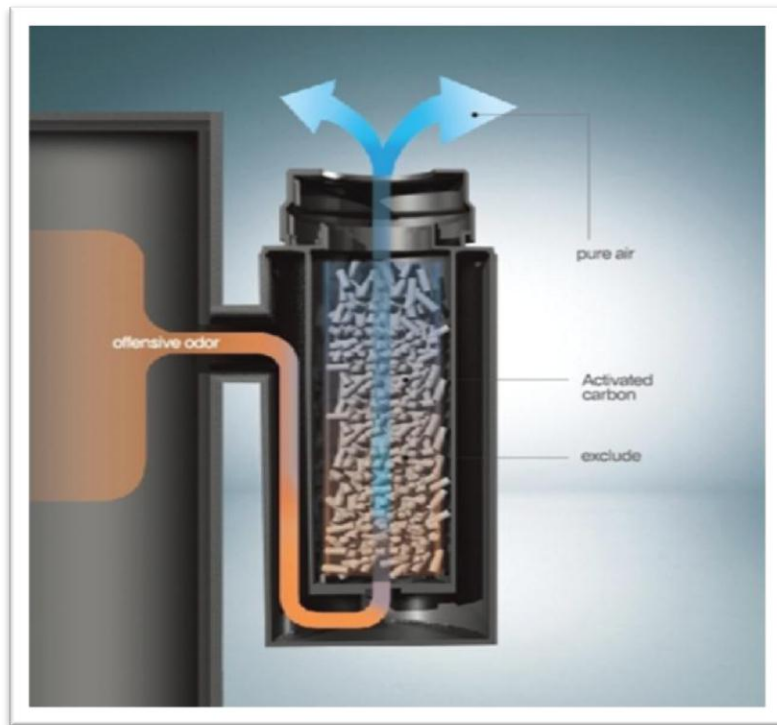


**Εικόνα 33. . Εσωτερική απεικόνιση συστημάτων Loofen (Loofen, 2010)**

Από την εικόνα 33 βλέπουμε ότι τα βασικά εσωτερικά τμήματα του συστήματος είναι ο απαγωγέας, ο χώρος όπου τοποθετούνται τα τρόφιμα, ο κυρίως θάλαμος, ο συμπυκνωτήρας, το μοτέρ και το θερμαντικό στοιχείο. Η μπλε γραμμή αναφέρεται στην ψύξη και στην συμπύκνωση. Η πορτοκαλί στην θέρμανση του συστήματος και η μωβ είναι η τελική έξοδος του συστήματος.

Ένα κοινό χαρακτηριστικό όλων των συστημάτων οικιακής ξήρανσης είναι ότι έχουν ενσωματωμένο ένα φίλτρο ενεργού άνθρακα το οποίο δεσμεύει τις δυσάρεστες οσμές που μπορεί να προκύψουν κατά τη διάρκεια της ξήρανσης. Το φίλτρο αυτό είναι τοποθετημένο στο πίσω μέρος της συσκευής. Ο αέρας με την υγρασία που απομακρύνεται από τα απορρίμματα, περνά μέσα από το παχύ στρώμα του

ενεργού άνθρακα με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία (Εικόνα 34).



Εικόνα 34. Φίλτρο ενεργού άνθρακα των συστημάτων της εταιρείας Loofen (Loofen, 2010)



Εικόνα 35. Διαφορετική απεικόνιση φίλτρου ενεργού άνθρακα Loofen (Loofen, 2010)

## Συστήματα οικιακής ξήρανσης της εταιρείας COWAY

Η COWAY ιδρύθηκε το 1989 στην Κορέα. Η εταιρεία έχει κατασκευάσει διάφορα προϊόντα όπως συσκευές καθαρισμού του αέρα, συσκευές φιλτραρίσματος του νερού, διάφορα είδη οικιακών συσκευών κ.α. Καθώς τα προϊόντα της Coway είχαν υψηλό αρχικό κόστος, οι καταναλωτές δεν ήταν εύκολο να τα αγοράσουν και για αυτό τον λόγο η εταιρεία ενέκρινε ένα επιχειρηματικό σχέδιο προκειμένου να είναι τα προϊόντα της προσβάσιμα στο ευρύ κοινό μειώνοντας το αρχικό τους κόστος.

Η εταιρεία άρχισε να επεκτείνεται το 2003 στην Ιαπωνία και στην συνέχεια στην Ταϊλάνδη, την Κίνα και τη Μαλαισία. Το 2010 η Coway ίδρυσε μια θυγατρική εταιρεία στις Η.Π.Α, στο Λος Άντζελες, σηματοδοτώντας έτσι την είσοδο στην αμερικανική αγορά. Όσον αφορά την Ευρωπαϊκή αγορά η Coway σχεδιάζει την δημιουργία θυγατρικών μονάδων. Έχει δημιουργήσει μια σειρά από ξηραντήρες στερεών οργανικών οικιακών αποβλήτων .

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα εμπορικά συστήματα της Coway καθώς και οι πίνακες με τις τεχνικές προδιαγραφές τους.



Εικόνα 36. Σύστημα οικιακής ξήρανσης Coway WM05-A (Coway, 2010)



Εικόνα 37. Σύστημα οικιακής ξήρανσης Coway WMO3 (Coway, 2010)

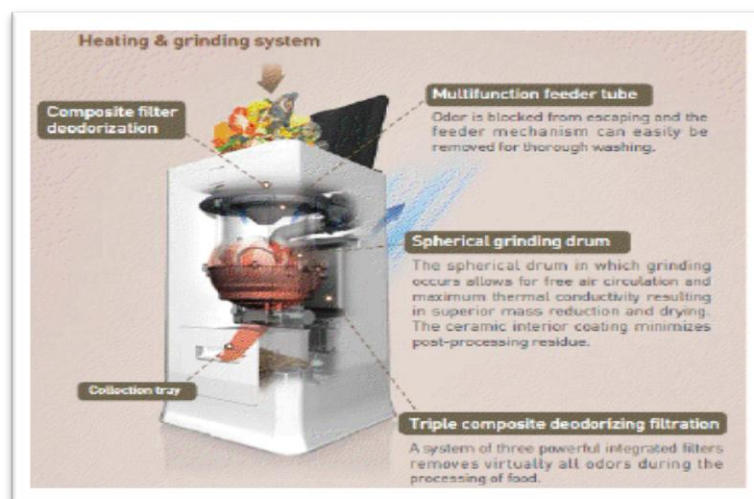
Πίνακας 20. Τεχνικές προδιαγραφές για τον ξηραντήρα Coway WMO5-A (Coway, 2010)

Μοντέλο	WMO5-A
Τρόπος Διάθεσης	Θερμότητα και άλεσμα
Μείωση Όγκου	90% (ποικίλει ανάλογα την περιεχόμενη υγρασία των τροφών)
Χωρητικότητα	1,5kg max 3.0kg
Ωρα Διεργασίας	περίπου 3ώρες ανά κύκλο
Απόσμηση	Σύνθετο Φίτρο
Κατανάλωση Ενέργειας	800W
Διαστάσεις	12.5x15.3x23.2 ίντσες 320x397x668mm
Καθαρό Βάρος	21.5kg

**Πίνακας 21. Τεχνικές προδιαγραφές συστήματος οικιακής ξήρανσης Coway WMO3 (Coway, 2010)**

Μοντέλο	WMD-03
Τρόπος Διάθεσης	Θερμότητα και άλεσμα
Μείωση Όγκου	90% (ποικίλει ανάλογα την περιεχόμενη υγρασία των τροφών)
Χωρητικότητα	1 kg
Ώρα Διεργασίας	περίπου 4 ώρες ανα κύκλο
Απόσμηση	Σύνθετο Φίτρο
Κατανάλωση Ενέργειας	485W
Διαστάσεις	11.5x15.3x12 ίντσες; 293x989x307mm
Καθαρό Βάρος	13kg

Στην εικόνα 38 βλέπουμε τον πολυλειτουργικό σωλήνα τροφοδοσίας, από όπου και εισέρχονται τα στερεά οργανικά απόβλητα. Οι οσμές που πιθανότατα δημιουργούνται από τη διεργασία της ξήρανσης δεν μπορούν να διαφύγουν στο περιβάλλον. Ο σωλήνας τροφοδοσίας μπορεί εύκολα να αφαιρεθεί προκειμένου να πλυθεί και στην συνέχεια να επανατοποθετεί. Το σφαιρικό τύμπανο που υπάρχει στο εσωτερικό του συστήματος επιτρέπει την ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα καθώς επίσης και την ανάπτυξη μέγιστης κεραμικής αγωγιμότητας με αποτέλεσμα να μειώνεται γρήγορα η μάζα των απορριμμάτων. Εσωτερικά υπάρχει μια επίστρωση από κεραμικό η οποία ελαχιστοποιεί την μετά-επεξεργασία των καταλοίπων.



**Εικόνα 38. Εσωτερική λειτουργία συστήματος Coway WMO5-A (Coway, 2010)**

Ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή της λειτουργίας των οικιακών συστημάτων ξήρανσης WMO5-A, WMO3 (Εικόνα 39).

- Τα οικιακά οργανικά στερεά απόβλητα μπαίνουν στην κατάλληλη θήκη
- Ο ανεμιστήρας προκαλεί την ξήρανση των αποβλήτων
- Λαμβάνει χώρα η κονιορτοποίηση και το απόβλητο θερμαίνεται
- Οι άσχημες οσμές συγκρατούνται από το φίλτρο του ενεργού άνθρακα
- Το κονιοποιημένο τρόφιμο αφαιρείται από τον ξηραντήρα.



Εικόνα 39. Τρόπος λειτουργίας του ξηραντήρα Coway (Coway, 2010)



## Συστήματα οικιακής ξήρανσης της εταιρείας SAMOH NK

Η Samoh NK, ιδρύθηκε στην Κορέα και έχει αναπτύξει πλήθος καινοτόμων συστημάτων διαχείρισης των οικιακών οργανικών απορριμμάτων. Τα προϊόντα της εταιρείας δεν έχουν χρησιμοποιηθεί σε ευρεία κλίμακα. Η εταιρία έχει δημιουργήσει 2 μοντέλα ξηραντήρων με την ονομασία «smile household» όπου το καθένα έχει τις δικές του ικανότητες και δυνατότητες.

Το πρώτο μοντέλο της εταιρείας παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα. Το συγκεκριμένο μοντέλο ωστόσο έχει αποσυρθεί από την αγορά.



Εικόνα 40. Σύστημα οικιακής ξήρανσης της SAMOH NK (SAMOH NK, 2010)

Το δεύτερο μοντέλο που κυκλοφόρησε είναι το ακόλουθο (εικόνα 41):



Εικόνα 41. Σύστημα οικιακής ξήρανσης της SAMOH NK (SAMOH NK, 2010)

Οι προδιαγραφές του 2<sup>ου</sup> συστήματος οικιακής ξήρανσης της εταιρίας Samoh NK είναι οι εξής:

- Τάση: 220V
- Κατανάλωση ισχύος: Περίπου 90W
- Βάρος: 6.6kg
- Μέθοδος Ξήρανσης: Κυκλοφορία Αέρα
- Μέγεθος: 240 mm x 667 (697) mm x 429/240mm x 717 (747) mm x 429

### **Συστήματα οικιακής ξήρανσης της εταιρείας DUO ENTERPRISE LTD**

Η Duo enterprise ltd. ιδρύθηκε το 1998 και από τότε έχει κατασκευάσει αλλά και εξαγάγει πλήθος αγαθών όπως: (βαμβάκι, εσώρουχα, κάλτσες, κλπ). Η εταιρία ασκεί διάφορους ελέγχους της ποιότητας των προϊόντων της. Εκτός από τα προϊόντα που έχουν ήδη αναφερθεί η συγκεκριμένη εταιρία κατασκευάζει και συστήματα διαχείρισης οργανικών στερεών αποβλήτων.

Ένα τέτοιο σύστημα εμφανίζεται στην παρακάτω εικόνα:



**Εικόνα 42. Σύστημα οικιακής ξήρανσης της εταιρείας DUO ENTERPRISE LTD  
(DUO ENTERPRISE LTD, 2010)**

Η διεργασία της ξήρανσης πραγματοποιείται με διπλή ξήρανση και αποστείρωση με τη χρήση υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR). Η χρήση της υπέρυθρης ακτινοβολίας προσδίδει τεράστιο πλεονέκτημα στον συγκεκριμένο ξηραντήρα σύμφωνα πάντα με την εταιρία. Το πλεονέκτημα αναφέρετε στην εξοικονόμηση χρόνου που επιτυγχάνεται με τη χρήση της υπέρυθρης ακτινοβολίας και αυτό γιατί τα στερεά απόβλητα ξηραίνονται ταυτόχρονα τόσο εξωτερικά όσο και εσωτερικά. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην διεισδυτικότητα της υπέρυθρης ακτινοβολίας λόγω του μήκους κύματος της (DUO ENTERPRISE LTD, 2010).

Επειδή η ακτινοβολία διεισδύει στο εσωτερικό των απορριμμάτων θεωρείται ότι είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος ξήρανσης σε σχέση με την χρήση θερμού αέρα. Η εταιρία έχει χρησιμοποιήσει ένα πολλαπλό φίλτρο για την απομάκρυνση των οσμών το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί έως και έξι μήνες σύμφωνα με την εταιρία.

Τέλος το δοχείο ξήρανσης στο οποίο τοποθετούνται τα απορρίμματα έχει τρύπες στο κάτω μέρος του προκειμένου να καθίσταται η διεργασία της ξήρανσης αποδοτικότερη.

Οι τεχνικές προδιαγραφές του συστήματος είναι οι ακόλουθες:

- Βάρος: 11 κιλά
- Όγκος εισροής: 6.5L
- Τροφοδοσία: AC 220 ~ 240V 50/60Hz
- Μέγεθος: 270 (W) \* 450 (D) \* 380 (H)

### **Συστήματα οικιακής ξήρανσης της εταιρείας ECOWELL Co.,Ltd.**

Μια εξειδικευμένη εταιρεία στον τομέα της Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας έχει ως αντικείμενο τα τελευταία 10 χρόνια. την έρευνα, την κατασκευή και την προμήθεια μεγάλης ποικιλίας συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων εντοιχισμένου νεροχύτη κουζίνας, επιδαπέδια συστήματα καθώς και εμπορικά συστήματα. Η Ecowell Co.,Ltd. καταβάλει κάθε δυνατή προσπάθεια να καθιερώσει φιλικά προς το περιβάλλον νέες τεχνολογίες και να εδραιωθεί ως μια εξειδικευμένη επιχείρηση στο τομέα του περιβάλλοντος.

Η εταιρεία Ecowell Co.,Ltd έχει βγάλει το παρακάτω μοντέλο ξηραντήρα οργανικών αποβλήτων (Εικόνα 43).

Χαρακτηριστικά Συστήματος ξήρανσης E 500

- Πλήρης εξάλειψη των οσμών από τα τρόφιμα με την χρήση φίλτρου ενεργοποιημένου άνθρακα.
- Η επιδαπέδια κατασκευή επιτρέπει στο προϊόν να τοποθετηθεί οπουδήποτε ανάλογα με την ευκολία του χρήστη
- Δυνατότητες επιλογής
- Λειτουργία με βάση την ποσότητα των αποβλήτων τροφίμων.
- Όταν η λειτουργία τελειώσει , το προϊόν διαθέτει αυτόματο κουμπί για την απαλλαγή του περιεχομένου
- Το προϊόν είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα



Εικόνα 43. . Σύστημα οικιακής ξήρανσης E 500 της εταιρείας Ecowell Ltd (Ecowell Ltd, 2010)

### Συστήματα οικιακής ξήρανσης της εταιρείας CLEANWAVE

Η εταιρεία Cleanwave με έδρα την Κορέα ειδικεύεται στην δημιουργία συστημάτων διαχείρισης και επεξεργασίας οργανικών αποβλήτων. Συγκεκριμένα έχει δημιουργήσει δύο μοντέλα ξηραντήρων τροφών το CW25 και το CW50 τα οποία απεικονίζονται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 44. Συστήματα οικιακής ξήρανσης CW25 και CW50 της εταιρείας CLEANWAVE (CLEANWAVE, 2010)

- Επειδή λειτουργεί μόνο με ηλεκτρική ενέργεια, δεν υπάρχει επιπλέον χρέωση του νερού και κατά συνέπεια το κόστος της συντήρησης είναι χαμηλό.
- Είναι εύκολο στη χρήση καθώς η λειτουργία της ξήρανσης διεξάγεται αυτόματα
- Μπορεί να διαχειριστεί τα οργανικά απόβλητα 50-60 ατόμων την ημέρα
- Το νερό των διατροφικών αποβλήτων εξατμίζεται πάνω από το 90%
- Εξαιρετική ασφάλεια

- Δεν χρειάζεται παροχή νερού και έχει μικρό μέγεθος για εύκολη εγκατάσταση

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων οικιακής ξήρανσης CW25 και CW50 της εταιρείας Cleanwave παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες (22 και 23) :

**Πίνακας 22. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος οικιακής ξήρανσης Ecowell, CW25 (Ecowell, 2010)**

	Πλάτος	610mm
Διαστάσεις	Μήκος	715mm
	Ύψος	960mm
Βάρος		120kg
Χωρητικότητα		25kg/20hr
Απαιτήσεις Ρεύματος		220V/60Hz
Κατανάλωση Ρεύματος		2,2KWh

**Πίνακας 23. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος ξήρανσης Ecowell, CW50 (Ecowell, 2010)**

	Πλάτος	850mm
Διαστάσεις	Μήκος	720mm
	Ύψος	1030mm
Βάρος		220kg
Χωρητικότητα		40kg/15hr
Απαιτήσεις Ρεύματος		220V/60Hz
Κατανάλωση Ρεύματος		4,4KWh

### **Πρότυπο σύστημα οικιακής ξήρανσης στη Σουηδία**

Το σύστημα, που ονομάζεται Somnus, εκτελείται σε ένα πιλοτικό πρόγραμμα στη Σουηδία. Οι 180 κάτοικοι του Γκέτεμποργκ, καλούνται να βάλουν τα οργανικά απόβλητα τους σε χάρτινες σακούλες (Εικόνα 46) και να τα μεταφέρουν στη μονάδα Somnus (εικόνα 45). Η υποχρέωση των κατοίκων είναι να βάζουν τα απόβλητα των τροφίμων τους σε μια χάρτινη σακούλα Somnus και να τα μεταφέρουν στη μονάδα Somnus για διάθεση. Η μονάδα στη συνέχεια κόβει τα απόβλητα και χρησιμοποιεί τη διεργασία της ξήρανσης με πρόσθετα βακτήρια προς απομάκρυνση υγρασίας που είναι παρούσα στο απόβλητο.



**Εικόνα 45. Μονάδα Somnus στη Σουηδία (Somnus, 2008)**

Η Somnus μονάδα χρησιμοποιεί περίπου 0,75 kWh ανά μήνα και αυτό αντιστοιχεί σε ενέργεια που καταναλώνουν περίπου 200 οικογένειες. Είναι στην πραγματικότητα ένας πολύ μικρός αριθμός σε σύγκριση με το ενεργειακό κόστος της μεταφοράς των ανεπεξέργαστων απόβλητων με φορτηγό σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας.



**Εικόνα 46. Σακούλα μονάδας Somnus στη Σουηδία (Somnus, 2008)**

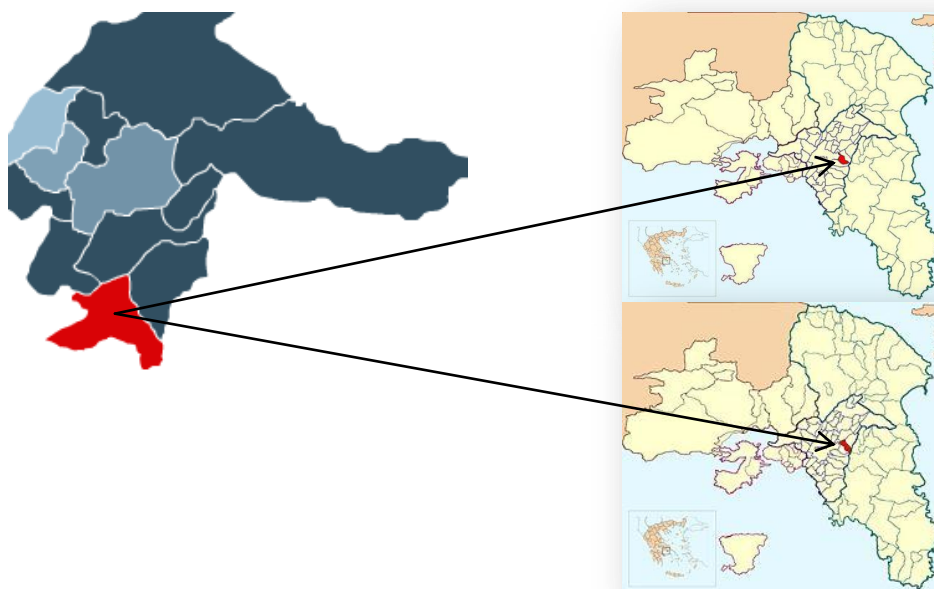
Τα διατροφικά απόβλητα γίνονται ένα ψιλοκομμένο, ξηρό, άοσμο (σχετικά) υλικό. Ο όγκος και το βάρος του υλικού που πρέπει να μεταφερθεί μειώνεται σημαντικά. Επιπροσθέτως, τα απόβλητα μπορούν να συλλεχθούν δύο φορές το χρόνο αντί για 52 φορές, όπως συνηθίζεται από το παραδοσιακό σύστημα συλλογής οργανικών απορριμμάτων και η εξοικονόμηση ενέργειας είναι αξιοσημείωτη. Το ξηρό υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί απ' ευθείας σε γεωργικές εφαρμογές, να καεί ή να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή βιοαερίου. Επιπλέον, μελέτες που έγιναν από την Περιβαλλοντική Εταιρεία Smedlund καταλήγουν στο ισχυρισμό ότι το ξηρό υλικό μπορεί να παράγει στην πραγματικότητα 30% περισσότερο βιοαέριο από ό, τι τα υγρά απόβλητα.

Μένει να δούμε αν αυτή η καινοτομία θα κάνει τη διαφορά στα ποσοστά παραγωγής βιοαερίου και στην ανακύκλωση των βιοαποβλήτων.

### 3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

#### 3.1. Περιγραφή περιοχής πιλοτικής εφαρμογής του πρότυπου συστήματος οικιακής ξήρανσης

Ο Δήμος Παπάγου–Χολαργού με έδρα τον Χολαργό δημιουργήθηκε τον Ιανουάριο του 2011 από την συνένωση των πρώην Δήμων Παπάγου και Χολαργού (Σχήμα 7), βάσει του νόμου 3852/7-7-2010 «Καλλικράτης». Η έκταση του νέου Δήμου είναι 8.63 τ. χλμ. και ο πληθυσμός του 45.850 κάτοικοι σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ του 2011 εκ των οποίων οι 21.630 είναι άρρενες και οι 24.220 γυναίκες ενώ η πυκνότητα πληθυσμού ανέρχεται σε 6.259,39 κάτοικοι/km<sup>2</sup>.



Σχήμα 7. Δήμος Παπάγου-Χολαργού

#### Δημοτική Κοινότητα Παπάγου

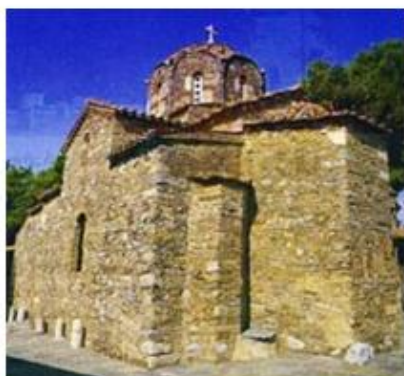
Η Δημοτική Κοινότητα Παπάγου οικοδομήθηκε όταν οι εργαζόμενοι στα σώματα του στρατού στο γειτονικό Πεντάγωνο κληρώθηκαν ώστε να αποκτήσουν κατοικία και κάπως έτσι ξεκίνησε η δόμηση της περιοχής. Η ονομασία οφείλεται στο Στρατάρχη Αλέξανδρο Παπάγο. Συνήθως χαρακτηρίζεται ανατολικό ή βόρειο-ανατολικό προάστιο των Αθηνών.

Βασικό χαρακτηριστικό της Δημοτικής Κοινότητας είναι η αραιή δόμηση, με χαμηλό συντελεστή δόμησης, μονοκατοικίες της δεκαετίας του '70 κυρίως να καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο κομμάτι, και πλούσια άλση και χώροι πρασίνου, παρά την εγγύτητά του στο κέντρο της πόλης. Με την διάνοιξη της Αττικής Οδού ο Δήμος απέκτησε γρήγορη σύνδεση με τα Μεσόγεια, τη Δυτική Αττική, και τις Εθνικές Οδούς 1 και 8. Συγκοινωνιακά εξυπηρετείται από τη λεωφόρο Μεσογείων



και το σταθμό του μετρό "Εθνική Άμυνα". Οι αντικειμενικές αξίες που ανακοινώθηκαν το 2006 στην περιοχή κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα με το Χαλάνδρι (2.000 €/τ.μ. δόμησης) ωστόσο λόγω της μεταβαλλόμενης κατάστασης στην Ελλάδα αυτές μεταβάλλονται σημαντικά χρόνο με το χρόνο.

Η Δημοτική Κοινότητα Παπάγου καταλαμβάνει έκταση 3.100 περίπου στρεμμάτων ημιορεινής μορφολογίας με πυκνή βλάστηση και βρίσκεται σε υψόμετρο 232 μέτρων. Συνολικά στου Παπάγου υπάρχουν 102 οδοί, 18 πάρκα και άλση και 13 πλατείες. Μαζί με το Κοιμητήριο μπορεί κανείς να μετρήσει 14 ιστορικά μνημεία (Εικόνα 47).



Εικόνα 47. Μοναστήρι Αγίου Ιωάννη (αριστερά), Πνευματικό κέντρο Παπάγου (δεξιά)

### **Δημοτική Κοινότητα Χολαργού**

Η Δημοτική Κοινότητα Χολαργού Αττικής έχει έκταση 3.950 στρεμμάτων. Υπάγεται στο γενικότερο πολεοδομικό συγκρότημα των Αθηνών και εντάσσεται γεωγραφικά στα βορειοανατολικά προάστια της πρωτεύουσας.

Η ονομασία Χολαργός δόθηκε προς τιμή του αρχαίου ομώνυμου δήμου από τον οποίο καταγόταν ο φημισμένος Αθηναίος πολιτικός Περικλής. Φιλολογικά και αρχαιολογικά (επιγραφικά) στοιχεία, όμως, αποδεικνύουν ότι ο αρχαίος δήμος βρισκόταν σε αρκετά διαφορετική θέση από το σημερινό, συγκεκριμένα κοντά στα Νέα Λιόσια, ίσως και το Καματερό.

Την περίοδο του 2004, με την επέκταση του αστικού δικτύου μετακινήσεων, ο Χολαργός συνδέεται με τα βόρεια προάστια, μέσω της επέκτασης της γραμμής 3 του μετρό, καθώς επίσης και με την πεδιάδα των Μεσογείων. Επίσης, ανακοινώνεται κατασκευή σταθμών μετρό σε όλο το μήκος της λεωφόρου Μεσογείων στα σύνορα των βορειοανατολικών προαστίων.

Σήμερα γίνονται βήματα προς τον εκμοντερνισμό και την ανάπλασή της Δημοτική Κοινότητας. Μικρές οάσεις πρασίνου στολίζουν τις γειτονίες, η ανοικοδόμηση διαφοροποιεί το τοπίο αρχιτεκτονικά και η σύνδεση του Χολαργού με τις συγκοινωνίες βελτιώνεται και πληθώρα αθλητικών και πολιτιστικών χώρων (Εικόνα 48) βελτιώνουν το κέντρο της πόλεως (δημοτικό γυμναστήριο και βιβλιοθήκη).



Εικόνα 48. Εκκλησία Αγίας Τριάδας (αριστερά), Πνευματικό κέντρο Χολαργού (δεξιά)

Η αγορά είναι συγκεντρωμένη σε ένα εμπορικό κέντρο στον κεντρικό δρόμο της πόλεως, ενώ η λεωφόρος Μεσογείων που στην βόρεια πλευρά της Κοινότητας προσφέρει διάφορα προϊόντα, υπηρεσίες υγείας και χώρους ψυχαγωγίας.

Το 2007, οι αντικειμενικές αξίες των ακινήτων ήταν 1.400 - 2.200 € / τμ, ενώ οι εμπορικές 2.000 - 3.000 € / τμ. Ωστόσο και εδώ η κατάσταση έχει μεταβληθεί αρκετά την τελευταία διετία.

### 3.1.1. Τρέχουσα κατάσταση στην διαχείριση απορριμμάτων

Η κύρια μέθοδος που χρησιμοποιείται σήμερα στον ενιαίο Δήμο Παπάγου-Χολαργού για την διαχείριση των Δημοτικών απορριμμάτων είναι η μέθοδος της υγειονομικής ταφή απορριμμάτων στον ΧΥΤΑ Φυλής στον οποίο ο Δήμος έχει πρόσβαση μέσω της Αττικής οδού. Αυτή η μέθοδος διαχείρισης αποτελεί κανόνα για την συντριπτική πλειοψηφία των Δήμων του λεκανοπεδίου της Αττικής και της Ελλάδος γενικότερα. Σύμφωνα με την ισχύουσα μέχρι 31/12/2011 νομοθεσία, οι Δήμοι ήταν υποχρεωμένοι να καταβάλουν στον τότε Ενιαίο Σύνδεσμο Διαχείρισης Απορριμμάτων (Ε.Σ.Δ.Κ.Ν.Α.) εισφορά ανάλογα με τον προϋπολογισμό του κάθε Δήμου. Το 2011 ο Δήμος κατέβαλε 1.050.000 ευρώ για την ταφή μόνο των απορριμμάτων του χωρίς να ληφθεί υπόψη το κόστος αποκομιδής και μεταφοράς των απορριμμάτων στους ΧΥΤΑ. Το κόστος λειτουργίας των απορριμματοφόρων (περιλαμβάνονται έξοδα συντήρησης και καυσίμων) σύμφωνα με επίσημα στοιχεία του Δήμου ανήλθε στα 368,611 ευρώ συνολικά το έτος 2011.

Από 1/1/2012 σύμφωνα με το ΦΕΚ 2854 της 16<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου του 2011, η εισφορά που θα καταβάλλεται από τους Δήμους στον Φορέα Διαχείρισης Απορριμμάτων (Ε.Δ.Σ.Ν.Α.- Ειδικός Διαβαθμιδικός Σύνδεσμος Νομού Αττικής) θα έχει σχέση με το συνολικό βάρος των στερεών αποβλήτων που θα μεταφέρουν τα απορριμματοφόρα κάθε Δήμου στον ΧΥΤΑ της Φυλής. Τα επίσημα στατιστικά στοιχεία καταγράφονται και παρέχονται προς ενημέρωση στους Δήμους από τον Ε.Δ.Σ.Ν.Α.

Με το νέο σύστημα, το οποίο αναμφισβήτητα είναι πιο δίκαιο από το προηγούμενο, οι Δήμοι οι οποίοι δεν υλοποιούν προγράμματα ανακύκλωσης η εναλλακτικής

επεξεργασίας των απορριμμάτων τους θα κληθούν να καταβάλουν μεγαλύτερη εισφορά σε σχέση με αυτήν που κατέβαλαν στο παρελθόν με την ευθύνη και το κόστος να μετακινείται πλέον αποκλειστικά στους Δήμους παραγωγούς απορριμμάτων.

Προκειμένου να γίνει μια λεπτομερής απεικόνιση της υπάρχουσας κατάστασης στον Δήμο, στοιχεία σχετικά με την ποσότητα των απορριμμάτων που εστάλησαν από τον Δήμο στον ΧΥΤΑ φυλής, ζητήθηκαν και εδόθησαν από τον Ε.Δ.Σ.Ν.Α. Τα στοιχεία αυτά παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

**Πίνακας 24. Στοιχεία προερχόμενα από τον Ειδικό Διαβαθμιδικό Σύνδεσμο Νομού Αττικής (Ε.Δ.Σ.Ν.Α.)**

Δήμος Παπάγου-Χολαργού	ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΔΙΕΛΕΥΣΕΙΣ	ΒΑΡΟΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (Τόνοι)
Απρίλιος 2011	69	1609,38
Μάιος 2011	62	1771,63
Ιούνιος 2011	73	1712,244
Ιούλιος 2011	75	1774,54
Αύγουστος 2011	55	1353,068
Σεπτέμβριος 2011	70	1609,52
Οκτώβριος 2011	49	1424,309
Νοέμβριος 2011	83	1845,181
Δεκέμβριος 2011	67	1595,97
Ιανουάριος 2012	73	1455,75
Φεβρουάριος 2012	52	1678,23
Μάρτιος 2012	68	1776,34
Σύνολο Δήμου	796	19606,16

Τονίζεται ότι το έτος 2011 ο Δήμος Παπάγου-Χολαργού δαπάνησε συνολικά για τις παρεχόμενες υπηρεσίες καθαριότητας στους κατοίκους του (συμπεριλαμβανομένου της αποκομιδής απορριμμάτων) το ποσό των 4.495.110 ευρώ ενώ για υπηρεσίες ηλεκτροφωτισμού έδωσε αντίστοιχα 1.147.000 ευρώ.

Πέραν της διαχείρισης των απορριμμάτων με την μέθοδο της υγειονομικής ταφής, ο Ενιαίος πλέον Δήμος συμμετέχει σε πρόγραμμα ανακύκλωσης με χρήση μπλε κάδων από το 2007, ο οποίος καλύπτει περίπου το 30% των ανακυκλώσιμων απορριμμάτων που παράγονται στον Δήμο (Εικόνα 49) και στους οποίους τοποθετούνται υλικά των ποιο κάτω κατηγοριών:

#### **Πλαστικά μπουκάλια και δοχεία:**

- Νερού
- Γάλακτος
- Καθαριστικών Υλικών
- Υλικών Συντήρησης
- Χυμών
- Μαλακτικών
- Σκόνης και Υγρού Πλυσίματος
- Υγρών Σαπουνιών και Σαμπουάν

#### **Μεταλλικές Συσκευασίες:**

- Αναψυκτικών
- Καφέδων
- Κονσερβών
- Μεταλλικών Πωμάτων και καπάκια
- Αλουμινένιοι Δίσκοι
- Κουτιά και σωληνάρια

#### **Χάρτινες Συσκευασίες Ποτών (Tetrapak):**

- Χυμοί
- Κρασιά
- Γάλακτος και Κρέμες

Στους μπλε κάδους δεν τοποθετούνται υλικά που ανήκουν σε άλλα συστήματα ανακύκλωσης όπως: μπαταρίες, ηλεκτρικές συσκευές, ελαστικά, μέταλλα, ρούχα, πλαστικά δοχεία από λάδια αυτοκινήτων, οικοδομικά υλικά, έπιπλα και οργανικά υπολείμματα τροφίμων. Οι κάδοι δόθηκαν δωρεάν στον Δήμο μαζί με 2 (δύο) οχήματα ανακύκλωσης τα οποία λειτουργεί και συντηρεί ο ίδιος ο Δήμος Παπάγου-Χολαργού με δικά του έξοδα.



Εικόνα 49. Μπλε κάδος ανακύκλωσης του Δήμου (Ε.Ε.Α.Α., 2012)

Προκειμένου να υπάρξει μια καλύτερη εικόνα του ποσοστού ανακύκλωσης για την μελέτη υπήρξε επικοινωνία με την Ελληνική Εταιρία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (Ε.Ε.Α.Α.) η οποία πρόθυμα παρείχε στοιχεία για τις ποσότητες των ανακυκλώσιμων και ανακτώμενων υλικών του Δήμου για το έτος 2011. Τα στοιχεία για το έτος 2011 παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 25. Ετήσια στατιστικά στοιχεία (2011) ανακύκλωσης του Δήμου Παπάγου-Χολαργού της Ελληνική Εταιρία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (Ε.Ε.Α.Α.)

Συνολικός αριθμός μπλε κάδων	488
Συνολική χωρητικότητα δικτύου κάδων (m <sup>3</sup> )	536,8
Οχήματα που έχουν παραχωρηθεί από Ε.Ε.Α.Α.	2
Συλλογή	-
Δρομολόγια που εκτελέστηκαν	806
Συλλεγόμενες ποσότητες (τόνοι)	2.957,19
Μ.Φ.Δ. (τόνοι)	3,67
Υπόλειμμα	
Επιστροφή Υπολείμματος (τόνοι)	0
Αποθήκη Υπολείμματος (τόνοι)	0

Τα ανακυκλώσιμα αφού τοποθετηθούν από τους κατοίκους του Δήμου στους μπλε κάδους ανακύκλωσης οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι σε όλη την έκταση του Δήμου σε σημεία εύκολης πρόσβασης για το κοινό, μεταφέρονται στην Ελληνική Εταιρία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης με την χρήση των δύο (2) απορριμματοφόρων που έχουν δοθεί από την Ε.Ε.Α.Α. στον Δήμο (ωστόσο υπάρχουν περιπτώσεις όπου χρησιμοποιούνται και δημοτικά οχήματα για το σκοπό αυτό) στις εγκαταστάσεις τους ΚΔΑΥ Ασπροπύργου 2 (Κέντρο Διαλογή και Ανάκτησης Υλικών), όπου και ανακτάται ένα μέρος των υλικών αυτών. Τα υλικά που δεν ανακτώνται λόγω κακής

ποιότητας, μεταφέρονται στον ΧΥΤΑ φυλής όπου και απορρίπτονται με κόστος που καλύπτεται από τον Δήμο.

Οι Δήμοι οι οποίοι μεταφέρουν τα ανακυκλώσιμα υλικά τους στο ΚΔΑΥ Ασπροπύργου 2 είναι η Καισαριανή, ο Δήμος Μοσχάτου-Ταύρου και ο Δήμος Παπάγου-Χολαργού. Ωστόσο τον Απρίλιο του 2011 το έργο έπαψε να είναι αποδέκτης ανακυκλώσιμων υλικών και οι δήμοι που εξυπηρετούσε προωθήθηκαν σε άλλα ΚΔΑΥ της Αττικής.

Τα αποτελέσματα του πρώτου τετραμήνου του 2011 όπως αυτά καταγράφηκαν από το ΚΔΑΥ για το σύνολο των Δήμων παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

**Πίνακας 26. Αποτελέσματα (τετραμήνου 2011)  
Ελληνική Εταιρία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (Ε.Ε.Α.Α., 2011)**

Πληθυσμός (30/04/2011)	84.686
Αριθμός Κάδων	1.220
Αριθμός Οχημάτων	4
Ανάκτηση - σύνολο έτους (τόνοι)	1.336

Ο υπολογισμός της κατά κεφαλήν απόδοσης του κάθε οργανισμού τοπικής αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) γίνεται από την μεριά της Ε.Ε.Α.Α. με την χρήση της παρακάτω σχέσης:

$$\text{ΚΑΤΑ ΚΕΦΑΛΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΤΑ} = \frac{\Sigma_{\text{ΟΤΑ}} (1 - (\Sigma_{\text{Ε}} - \text{Α}_{\text{Ε}} / \Sigma_{\text{Ε}}))}{\Pi_{\text{ΟΤΑ}}}$$

Όπου:

$\Sigma_{\text{ΟΤΑ}}$ : Οι ποσότητες που συλλέγονται από τον ΟΤΑ

$\Sigma_{\text{Ε}}$ : Οι ποσότητες που συλλέγονται από το σύνολο των ΟΤΑ του έργου (είσοδος στο ΚΔΑΥ)

$\text{Α}_{\text{Ε}}$ : Ποσότητες συσκευασίας που ανακτώνται από το σύνολο των ΟΤΑ του έργου (έξοδος στο ΚΔΑΥ)

$\Pi_{\text{ΟΤΑ}}$ : Πληθυσμός ΟΤΑ βάση απογραφής ΕΣΥΕ 2011

Στον ποιο πάνω υπολογισμό δεν περιλαμβάνονται ποσότητες που εισέρχονται στο ΚΔΑΥ από τρίτους.

Το 2011 στα ταμεία του Δήμου περιήλθαν με αυτόν τον τρόπο περίπου 27.866 ευρώ από την εταιρία που έχει αναλάβει την διαχείριση των ανακυκλώσιμων υλικών.

Τα στοιχεία της ανακύκλωσης για το πρώτο πεντάμηνο του 2012 παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 27. Στοιχεία ανακύκλωσης 1<sup>ου</sup> πενταμήνου 2012 του Δήμου Παπάγου-Χολαργού της Ελληνική Εταιρίας Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (Ε.Ε.Α.Α., 2012)**

Συσσωρευτικά Στοιχεία Περιόδου 1/1/2012 - 31/05/2012	
Συνολικός αριθμός μπλε κάδων	488
Συνολική χωρητικότητα δικτύου κάδων (m <sup>3</sup> )	536,8
Δρομολόγια που εκτελέστηκαν	324
Συλλεγόμενες ποσότητες (τόνοι)	981,79
Μ.Φ.Δ. (τόνοι)	3,03

Επιπλέον στον Δήμο λειτουργεί πρόγραμμα ανακύκλωσης ηλεκτρικών συσκευών (σε μικρή έκταση) από το οποίο ο Δήμος λαμβάνει ένα μικρό ποσό ετησίως. Συγκεκριμένα το 2011 συλλέχτηκαν 5.330 κιλά ηλεκτρικών συσκευών και ο Δήμος έλαβε το ποσό των 271 ευρώ.

Υπολογίζεται ότι η συνολική ποσότητα ΑΣΑ που παράχθηκε στον Δήμο Παπάγου-Χολαργού (δηλαδή σύμμεικτα και ανακυκλώσιμα υλικά) είναι ίση με περίπου 22.500 τόνους/έτος. Η ποσότητα που εκτιμάται ότι παράγεται ανά κάτοικο/ημέρα για τον συγκεκριμένο Δήμο είναι περίπου ίση με 1,35 κιλά ΑΣΑ/κάτοικο/ημέρα.

Επιπλέον από τα επίσημα στοιχεία της Ε.Ε.Α.Α. καταγράφονται στον πίνακα που ακολουθεί οι ανακτώμενες ποσότητες ανακυκλώσιμων απορριμμάτων ανά τύπο τύπο απορρίμματος καθώς επίσης και η κατά κεφαλήν ανάκτηση των υλικών αυτών, για το έτος 2011. Τονίζεται ότι στοιχεία για το έτος 2012 δεν υπήρχαν καθώς αυτά προκύπτουν σε ετήσια βάση σύμφωνα με την Ε.Ε.Α.Α. ενώ τα στοιχεία του ποιο κάτω πίνακα αποτελούν εκτίμηση.

**Πίνακας 28. Εκτίμηση ποσοτήτων ανακτώμενων υλικών για τον Δήμο Παπάγου-Χολαργού το έτος 2011, (Ελληνική Εταιρία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (Ε.Ε.Α.Α., 2011)**

	Ανάκτηση (Τόνοι)	Κατά Κεφαλήν Ανάκτηση (Kg)
Συσκευασίες	972,4	21,7
Μη Συσκευασίες (Κυρίως Έντυπα)	778,4	17,1
Σύνολο Ανακτώμενων Υλικών	1.750,9	39,1

Τα Δημοτικά τέλη που καταβάλουν οι κάτοικοι για την διαχείριση των απορριμμάτων διαφέρουν σε κάθε Δημοτική Κοινότητα. Συγκεκριμένα στην Δημοτική Κοινότητα Χολαργού τα δημοτικά τέλη είναι 1,85 ευρώ/τμ ετησίως ενώ στην Δημοτική Κοινότητα Παπάγου τα τέλη ανέρχονται σε 2,35 ευρώ/τμ ετησίως. Μέχρι πριν την συγχώνευση των δύο πρώην Δήμων περίπου το 70% αυτών των δαπανών χρησιμοποιούνταν στον τομέα της καθαριότητας ενώ το 30% δαπανούνταν σε έξοδα ηλεκτροφωτισμού. Το 2011 τα ετήσια δημοτικά τέλη και των δύο Δημοτικών Κοινοτήτων ανήλθαν στα 4.337.000 ετησίως τα οποία όπως προαναφέρθηκε περιλαμβάνουν τέλη καθαριότητας και φωτισμού. Ωστόσο με τις

υπάρχουσες συνθήκες τα δημοτικά τέλη αυτά διαμοιράζονται αναλόγως των υπαρχόντων αναγκών σε διάφορους τομείς του Δήμου και ενδέχεται να μην διαμοιράζονται αποκλειστικά για δαπάνες διαχείρισης απορριμμάτων και φωτισμό.

## 3.2. Πιλοτική χρήση της συσκευής οικιακής ξήρανσης

### 3.2.1. Εισαγωγή

Συνολικά **20** συστήματα τοποθετήθηκαν σε **20** επιλεγμένα νοικοκυριά του Δήμου Παπάγου και να λειτουργήσουν για 5 μήνες συνολικά σε αυτά πιλοτικά. Ωστόσο το γεγονός της συνένωσης των δύο πρώην Δήμων Παπάγου και Χολαργού σε έναν ενιαίο η οποία προήλθε με βάση το σχέδιο «Καλλικράτης», αποφασίστηκε ότι συστήματα θα έπρεπε να τοποθετηθούν και σε οικίες της περιοχής της Δημοτικής Κοινότητας Χολαργού καθώς η περιοχή υλοποίησης του έργου είχε πλέον γίνει μεγαλύτερη σε έκταση και θα έπρεπε να έχουν την ευκαιρία να συμμετέχουν στη δράση και κάτοικοι της Δημοτικής κοινότητας Χολαργού.

Επιπλέον η ζήτηση για τοποθέτηση της συσκευής σε επιλεγμένα σπίτια ήταν ολοένα αυξανόμενη με αποτέλεσμα στα τέλη Σεπτεμβρίου του 2011 να υπάρχουν 40 επιπλέον νοικοκυριά τα οποία είχαν δηλώσει συμμετοχή στην δράση αυτή και ήταν επιλαχόντες.

Αξίζει να σημειωθεί ότι προϋπόθεση για την συμμετοχή στην πιλοτική εφαρμογή του συστήματος, ήταν η καταγραφή ημερήσιων στοιχείων μάζας των απορριπτόμενων βιοαποβλήτων με χρήση ζυγαριάς που δόθηκε στους πολίτες από την ομάδα έργου καθώς επίσης και η εβδομαδιαία καταγραφή της ενεργειακής κατανάλωσης της συσκευής με χρήση ενός μετρητή ενεργειακής κατανάλωσης που παρασχέθηκε και αυτός στους πολίτες από την ομάδα έργου. Στους κατοίκους δεν δόθηκαν επιπλέον αρμοδιότητες καθώς η καταγραφή αυτών των στοιχείων σε ημερήσια και εβδομαδιαία βάση θεωρήθηκε ότι επηρεάζει την άποψη των πολιτών για την συσκευή καθώς επίσης και την προσωπική τους ζωή (στους συμμετέχοντες περιλαμβάνονται εργαζόμενοι αλλά και άνθρωποι με παιδιά και οικογένειες των οποίων ο χρόνος είναι περιορισμένος). Αυτή η διαδικασία για άλλους πολίτες θεωρούνταν χρονοβόρα και για άλλους μηδαμινής προσπάθειας.

Η συσκευή τοποθετούνταν σε εξωτερικό χώρο προστατευμένο από τα καιρικά φαινόμενα με δυνατότητα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας προκειμένου να λειτουργήσει. Στους πολίτες είχαν παρασχεθεί εκτός των μετρητών ενεργειακής κατανάλωσης και της ζυγαριάς, ετικέτες και σακούλες αποκομιδής του Δήμου προκειμένου η ομάδα έργου να γνωρίζει κάθε φορά την οικία από την οποία προέρχονται τα οργανικά απορρίμματά που λάμβανε.



### 3.2.2. Δράση πριν την έναρξη της πιλοτικής λειτουργίας

Η συμμετοχή των κατοίκων στην ήταν εθελοντική. Ανακοινώσεις από την πλευρά του Δήμου αναρτήθηκαν στο διαδίκτυο και τον τοπικό τύπο οι οποίες ενημέρωναν τους κατοίκους για την έναρξη της πιλοτικής λειτουργίας του συστήματος στον Δήμο τους. Δηλώσεις συμμετοχής υποβάλλονταν στην Διεύθυνση Περιβάλλοντος καθαριότητας και Πρασίνου του Δήμου Παπάγου-Χολαργού τηλεφωνικός σε τηλέφωνα τα οποία είχαν κοινοποιηθεί στους πολίτες. Ερωτήσεις ή απορίες σχετικά με την δράση και τον τρόπο υλοποίησης της, υποβάλλονταν στην Διεύθυνση Περιβάλλοντος και Πρασίνου του Δήμου.

Η περίοδος της πιλοτικής εφαρμογής της συσκευής διήρκησε συνολικά 8 μήνες (Αύγουστος 2011 έως Απρίλιος 2012) συνολικά 22 νοικοκυριά.

### 3.2.3. Γενική περιγραφή της δράσης

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η δράση επίδειξης του συστήματος και να αξιολογηθεί η απόδοση της συσκευής σε πραγματικές πλέον συνθήκες, δόθηκαν στους κατοίκους τα παρακάτω αντικείμενα:

Η συσκευή οικιακής ξήρανσης, μια ζυγαριά χειρός (για την ζύγιση των οργανικών απορριμμάτων, όποιος επιθυμούσε μπορούσε να πραγματοποιήσει την ζύγιση με δική του ζυγαριά (Εικόνα 50).



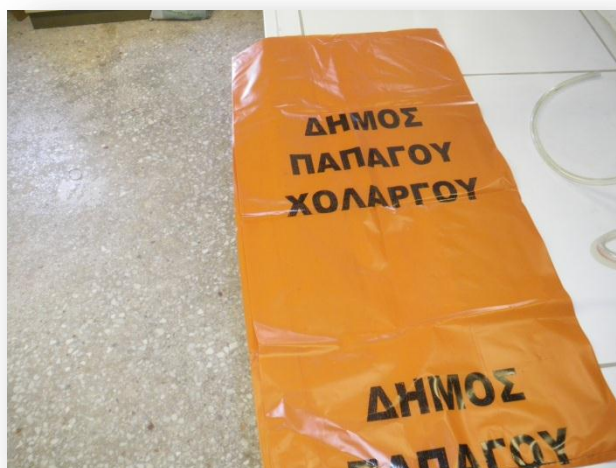
**Εικόνα 50. : Ζυγαριά που παρασχέθηκε στους κατοίκους**

ένας μετρητής ενεργειακής κατανάλωσης (για την μέτρηση της ενεργειακής κατανάλωσης της συσκευής και των ωρών λειτουργίας του συστήματος, (Εικόνα 51)),



**Εικόνα 51. Μετρητής ενεργειακής κατανάλωσης που δόθηκε στους κατοίκους**

δημοτικές σακούλες (για την συλλογή και αποθήκευση του ξηραμένου υλικού, (Εικόνα 52),



**Εικόνα 52. Σακούλα αποκομιδής ξηρού υλικού που δόθηκε στους κατοίκους**

αυτοκόλλητες ετικέτες (προκειμένου να γράφουν τα στοιχεία τους οι κάτοικοι και να τις κολλούν επάνω στις σακούλες για την αποκομιδή ώστε να γνωρίζει η επιστημονική ομάδα από ποιο νοικοκυριό προέρχονται), το εγχειρίδιο χρήσης της συσκευής καθώς επίσης και εκπαιδευτικό υλικό (training material) το οποίο είχε διαμορφωθεί κατάλληλα ώστε να είναι από και κατανοητό από τους πολίτες. Αυτά παραδίδονταν στους κατοίκους από την Διεύθυνση Περιβάλλοντος Καθαριότητας και Πρασίνου του Δήμου Παπάγου-Χολαργού.

Τους πρώτους 2 μήνες της δράσης επίδειξης του συστήματος (Αύγουστος-Σεπτέμβριος) η αποκομιδή του ξηρού υλικού πραγματοποιούνταν μια φορά εβδομαδιαίως από ειδικό όχημα της Διεύθυνσης Περιβάλλοντος, Καθαριότητας και Πρασίνου του Δήμου κατόπιν συνεννοήσεως με τους κατοίκους. Ύστερα από παραίτηση μεγάλης μερίδας των τότε συμμετεχόντων η αποκομιδή το χρονικό διάστημα Οκτώβριος-Νοέμβριος 2012 πραγματοποιούνταν κάθε 15 ημέρες καθώς τα 2/3 αυτών θεώρησαν ότι η σακούλα που τους είχε παρασχεθεί από τον Δήμο για να γεμίσει στα 2/3 της συνολικής της ποσότητας χρειαζόνταν τουλάχιστον 15 ημέρες. Συνεπώς δεν κρίνονταν αναγκαία η εβδομαδιαία αποκομιδή. Αυτό όντας κάτι θετικό για την ομάδα έργου συνεχίστηκε για τον μήνα Οκτώβριο και το πρώτο εικοσαήμερο του Νοεμβρίου.

Ωστόσο επειδή παρατηρήθηκε χαλάρωση στον τρόπο παροχής των στοιχείων από πλευράς των κατοίκων (50% των κατοίκων δεν πραγματοποιούσαν σωστά τις ζυγίσεις των απορριμμάτων και δεν απέστελλαν το ξηρό υλικό την προβλεπόμενη ημέρα ενώ οι πληροφορίες από τις μετρήσεις μάζας και ενεργειακής κατανάλωσης έφταναν στην ομάδα έργου καταγεγραμμένες λανθασμένα από μερίδα των κατοίκων), αποφασίστηκε από την ομάδα έργου ότι η αποκομιδή θα πρέπει να γίνεται μια φορά εβδομαδιαίως (**κάθε Τρίτη**) μέχρι την ολοκλήρωση της δράσης επίδειξης του συστήματος. Λόγω απεργίας των υπαλλήλων καθαριότητας του Δήμου το χρονικό διάστημα 29 Νοεμβρίου έως 13 Δεκεμβρίου η αποκομιδή πραγματοποιήθηκε και πάλι σε χρονικό διάστημα 15 ημερών. Επιπλέον στις γιορτές των Χριστουγέννων λόγω απουσίας της πλειοψηφίας των κατοίκων στους τόπους καταγωγής τους η αποκομιδή πραγματοποιήθηκε μετά από 15 ημέρες.

Η ημέρα αποκομιδής ήταν η Τρίτη (εκτός ελαχίστων περιπτώσεων) στην οποία όλοι οι κάτοικοι ενημερώνονταν τηλεφωνικώς μια ημέρα πριν ή την Παρασκευή της προηγούμενης εβδομάδος προκειμένου να αφήσουν τα ξηραμένα απορρίμματά τους με την ετικέτα (η οποία θα αναγράφει το όνομα καθώς επίσης και τα στοιχεία μάζας νωπών οργανικών απορριμμάτων και ενεργειακής κατανάλωσης) σε προσυνηνομημένο χώρο εξωτερικά της οικίας τους προκειμένου να μην παραληφθούν τα απορρίμματά τους από κάποιο άλλο όχημα του Δήμου και πεταχτούν στους κάδους σύμμεικτων απορριμμάτων

Τα ανακυκλώσιμα υλικά που παράγονταν στα νοικοκυριά τοποθετούνταν από τους πολίτες που συμμετείχαν στην δράση στους οικιακούς κάδους απορριμμάτων που διέθεταν στο νοικοκυριό τους και στην συνέχεια οδηγούνταν από τους ίδιους στους μπλε κάδους ανακύκλωσης που υπήρχαν στην γειτονιά τους.

#### **3.2.4. Μεθοδολογία συλλογής και ανάλυσης δειγμάτων**

Τα δείγματα που συλλέγονταν από τα επιλεγμένα νοικοκυριά οδηγούνταν με το απορριμματοφόρο του Δήμου, τοποθετημένα στις σακούλες που είχαν παρασχεθεί στους δημότες από τον Δήμο Παπάγου-Χολαργού στο Ε.Μ.Π. Εκεί παραλαμβάνονταν τα απορρίμματα και πραγματοποιούνταν ποιοτικός έλεγχος του ξηρού υλικού. Αφού ζυγίζονταν το ξηρό υλικό ανά νοικοκυριό, καταγράφονταν οπτικά (optical sorting) τα υλικά που υπήρχαν μέσα στις σακούλες ανά κάτοικο

ώστε να προσδιοριστεί ποιοτικά η σύσταση του ξηρού υλικού που έρχονταν στα εργαστήρια ανά νοικοκυριό.

Ποσοτική καταγραφή των διαφορετικών ειδών τροφίμων που βρίσκονταν μέσα στις σακούλες δεν ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθεί καθώς ήταν αδύνατη η ακριβής καταγραφή του βάρους του κάθε υλικού λόγω της ξήρανσης που είχε υποστεί αυτό και του γεγονότος ότι είχε αναμειχθεί με τα υπόλοιπα υλικά της σακούλας (Εικόνα 53). Συγκεκριμένα τα τρόφιμα κολλούσαν μεταξύ τους και ήταν αδύνατος ο διαχωρισμός τους ανά κατηγορία.



**Εικόνα 53.** Ξηρά απορρίμματα όπως αυτά παρελήφθησαν από νοικοκυριό

Επίσης δεν ήταν δυνατός ο ποσοτικός διαχωρισμός τους σε μαγειρεμένα και μη μαγειρεμένα φαγητά για τους ίδιους λόγους.

Στις ετικέτες που ήταν κολλημένες επάνω στις σακούλες οι κάτοικοι κατέγραφαν την ενεργειακή κατανάλωση της συσκευής και τις ώρες λειτουργίας της, την εβδομαδιαία μάζα των απορριμμάτων που τοποθετούσαν στο σύστημα για ξήρανση και το όνομα του νοικοκυριού από το οποίο προέρχονταν.

Στην συνέχεια λαμβάνονταν δείγμα από το ξηρό υλικό ίσο σε μάζα με το 1/5 της συνολικής του ποσότητας (με την μέθοδο της τυχαίας δειγματοληψίας) το οποίο αποτελούνταν από όλα τα υλικά που βρέθηκαν μέσα στο δείγμα σε τυχαίες αναλογίες προκειμένου να πραγματοποιηθεί η απαραίτητη καταγραφή και πραγματοποίηση των εργαστηριακών αναλύσεων με βάση τις διαδικασίες ISO 9001:2008 όπως αυτές προβλέπονται και υπάρχουν στην Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας του Ε.Μ.Π.

Η επίτευξη αντιπροσωπευτικών μέσων τιμών σε κάθε νοικοκυριό επιτυγχάνεται μέσω των εβδομαδιαίων επαναλήψεων της δειγματοληψίας. Η επίτευξη αντιπροσωπευτικής μέσης τιμής με βάση το ELOT EN ISO/IEC 17025:2005 που επίσης ισχύει στο εργαστήριο για μεγάλο μέρος των αναλύσεων επιτυγχάνεται με την πραγματοποίηση 2 επιτυχών αναλύσεων δειγμάτων με βάση τα διεθνή standards που εφαρμόζονται στην μονάδα.

Στην συνέχεια τα δείγματα τοποθετούνταν σε κατάλληλα δοχεία ζέσεως σε φούρνο ξήρανσης σε θερμοκρασία 105 °C για περίπου 24 ώρες προκειμένου να απομακρυνθεί πλήρως η υγρασία από το εσωτερικό τους ώστε να οδηγηθούν στην συνέχεια σε μύλο άλεσης που υπάρχει στην μονάδα και να κονιορτοποιηθούν σε μορφή σκόνης διαφορετικών διαμέτρων ανάλογα με το τι ορίζει η κάθε μέθοδος προσδιορισμού παραμέτρου (Εικόνα 54).



**Εικόνα 54. Δείγμα αλεσμένο στον μύλο άλεσης της μονάδας και περασμένο από κόσκινο 1mm**

Οι επόμενες παράμετροι καταγράφηκαν και προσδιορίστηκαν σε εβδομαδιαία βάση σε όλη τη διάρκεια της δράσης επίδειξης του συστήματος:

#### **Ποιοτική καταγραφή**

- Καταγραφή της ενεργειακής κατανάλωσης της συσκευής ξήρανσης
- Καταγραφή της μάζας του νωπού υλικού
- Καταγραφή της μάζας του ξηρού υλικού

#### **Χημικές Αναλύσεις**

- Προσδιορισμός Υγρασίας (%)
- Προσδιορισμός PH
- Προσδιορισμός Πτητικών Στερεών (VSS-Volatile Solids) και (LOI-Loss on Ignition) Ολικής Οργανικής Ύλης
- Προσδιορισμός Ολικού Οργανικού Άνθρακα (TOC-Total Organic Carbon)
- Προσδιορισμός Βαρέων Μετάλλων (Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb, Zn)
- Προσδιορισμός του Ολικού Οργανικού Άνθρακα (TOC)

### 3.3. Περιγραφή πρότυπου συστήματος οικιακής ξήρανσης

#### 3.3.1. Εισαγωγή

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφονται τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται το πρότυπο σύστημα οικιακής ξήρανσης που εγκαταστάθηκε στα επιλεγμένα νοικοκυριά του Δήμου Παπάγου-Χολαργού

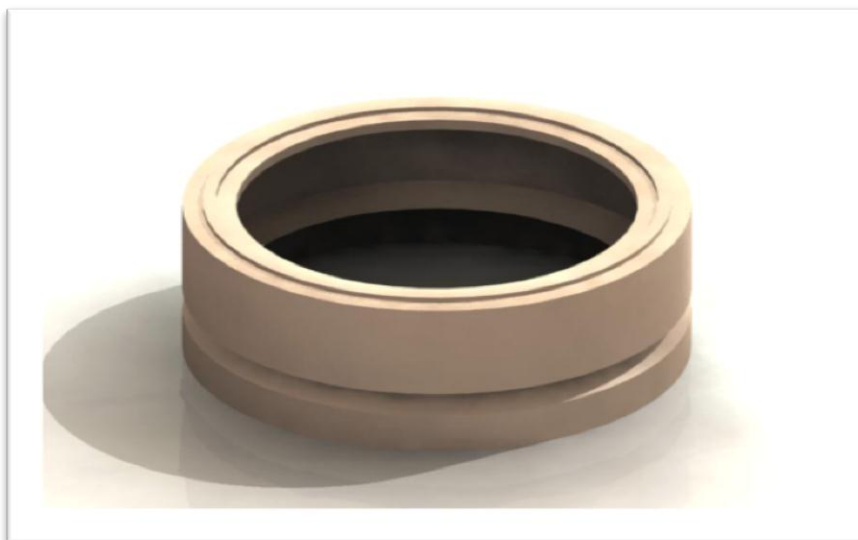
#### **Θάλαμος**

Ο θάλαμος ξήρανσης (*Chamber*) αποτελεί βασικό δομικό μέρος του ΞΔΑ (Ξηραντή Διατροφικών Αποβλήτων) καθώς γύρω από αυτόν προσαρμόζονται όλα τα υπόλοιπα συνθετικά μέρη. Έχει κυλινδρικό σχήμα και στο ανώτερο τμήμα του φέρει περιμετρική διαμόρφωση για τη σταθερή συναρμογή του υποδοχέα εντός του οποίου συσσωρεύεται η μάζα των διατροφικών αποβλήτων. Ειδικότερα, η περιμετρική διαμόρφωση αποσκοπεί στην ανάρτηση επί του σώματος του θαλάμου, του δακτυλίου στήριξης (*supporting ring*) του μεταλλικού πλέγματος που συγκροτεί τον υποδοχέα διατροφικών αποβλήτων. Στο κεντρικό τμήμα της παράπλευρης επιφάνειας, φέρει περιμετρική διαμόρφωση τριγωνικής διατομής που έχει διττό στόχο, αφενός να οδηγήσει τη ροή του εισερχόμενου στο θάλαμο 'θερμού' αέρα προς τη συσσωρευμένη μάζα των ΔΑ, αφετέρου, να εμποδίσει τη δίοδο των συμπυκνωμάτων προς τη βάση του ξηραντή όπου βρίσκονται οι ηλεκτρομηχανολογικές διατάξεις του κεραμικού καλωδίου και του ανεμιστήρα.

Μέσω της διαμόρφωσης αυτής, τα συμπυκνώματα που παράγονται κατά την επαφή των 'θερμών' υδρατμών με τα 'ψυχρά' τοιχώματα του θαλάμου, οδηγούνται βαρυτικά προς το συλλεκτήρα συμπυκνωμάτων. Κατά τη φάση κατασκευής του θαλάμου, ως συνθετικό υλικό επιλέχθηκε πηλός τύπου 'Stoneware' (Spanish Clay). Η σκοπιμότητα της επιλογής του εν λόγω υλικού οφείλεται κυρίως στην ευχέρεια της κατά το δυνατόν πιστότερης κατασκευής του δομικού μέρους, σύμφωνα με το σχέδιο. Επιπλέον, το εν λόγω υλικό παρέχει το πλεονέκτημα της κεραμικής μόνωσης, στοιχείο που είναι ζητούμενο και προϋποθέτει την αποδοτική λειτουργία του ξηραντήρα, ως προς τη συγκράτηση των κεραμικών φορτίων του αέρα ξήρανσης.

Στην εικόνα που ακολουθεί παρατίθεται ο θάλαμος του ξηραντή διατροφικών αποβλήτων.





Εικόνα 55. Θάλαμος Ξήρανσης

### Βάση

Η βάση (*Base*) αποτελεί βασικό δομικό στοιχείο του ξηραντή διατροφικών αποβλήτων καθώς πάνω σε αυτή προσαρμόζονται οι ηλεκτρομηχανολογικές διατάξεις του κεραμικού καλωδίου και του ανεμιστήρα (πτερωτή και κινητήρας). Έχει άξονα συμμετρικό, κυλινδρικό σχήμα και στο ανώτερο τμήμα της συνδέεται με τη διάταξη του θαλάμου. Περιμετρικά, φέρει διαμόρφωση με διατομή τεταρτοκύκλιου για τη διάχυση του 'θερμού' αέρα, από την περιοχή θέρμανσης προς το χώρο του υποδοχέα. Η θέρμανση του εισερχόμενου 'νωπού' αέρα, πραγματοποιείται από το θερμικό καλώδιο και υποστηρίζεται θερμικά από τον θερμικό δίσκο ο οποίος προσαρμόζεται μέσω τεσσάρων ομοίων κοχλιών στη βάση του ξηραντή. Επίσης, στην περιοχή αυτή, έχει διανοιχτεί κυκλική οπή για τη σύνδεση σωλήνωσης μέσω της οποίας, τα συμπυκνώματα της διεργασίας ξήρανσης θα εξέρχονται του συστήματος.

Στο κατώτερο τμήμα της, η βάση φέρει οκτώ (8) όμοιες διαμήκεις οπές για την αναρρόφηση του 'νωπού' ατμοσφαιρικού αέρα. Στο κεντρικό της τμήμα έχει ειδική κυλινδρική εσοχή, στο εσωτερικό της οποίας θα τοποθετηθεί ο κινητήρας του ανεμιστήρα. Η εσοχή αυτή, στην ανώτερη επιφάνειά της φέρει κυκλική οπή μικρής διαμέτρου για τη διέλευση του άξονα που θα μεταφέρει την περιστροφική κίνηση του ρότορα, από τον κινητήρα στην πτερωτή.

Η διάταξη της βάσης, αλλά και ολόκληρο το σύστημα, επικάθεται σε τέσσερα (4) όμοια ελαστικά υποστηρίγματα που έχουν μορφή ανεστραμμένου κολουρου κώνου. Το ύψος των υποστηριγμάτων είναι τέτοιο ώστε να επιτρέπεται η αναρρόφηση του 'νωπού' ατμοσφαιρικού αέρα από το κατώτερο τμήμα του ξηραντή. Κατά τη φάση κατασκευής της βάσης, ως συνθετικό υλικό επιλέχθηκε πηλός τύπου 'Stoneware' (Spanish Clay).

Η σκοπιμότητα της επιλογής του υλικού αυτού οφείλεται στην ευχέρεια, της κατά το δυνατόν πιστότερης κατασκευής του δομικού μέρους, σύμφωνα με το σχέδιο.

Επιπλέον, λόγω του γεγονότος ότι, στη βάση του ξηραντήρα προσαρμόζεται το σύνολο των ηλεκτρομηχανολογικών διατάξεων της διάταξης, η επιλογή του κεραμικού ως συνθετικό υλικό της βάσης ενέχει το πλεονέκτημα της μόνωσης έναντι βραχυκυκλώματος και γενικότερα διαρροής ηλεκτρικού ρεύματος σε περίπτωση αστοχίας του κινητήρα ή/και του θερμικού καλωδίου.

Στις εικόνες που ακολουθούν παρατίθεται σε κάτωθεν και άνωθεν προοπτική απεικόνιση η βάση του ξηραντή διατροφικών αποβλήτων.



**Εικόνα 56. Βάση ξηραντήρα (κάτω όψη)**



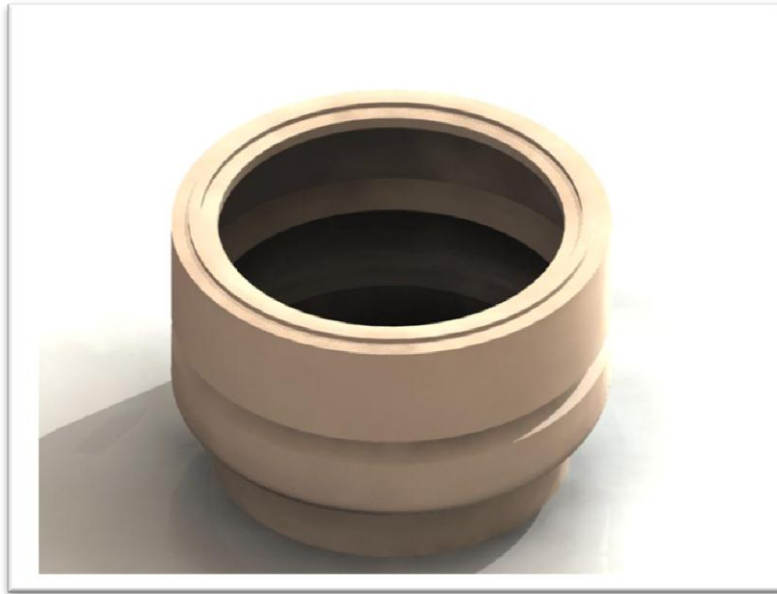
**Εικόνα 57. Βάση ξηραντήρα (πάνω όψη)**



Κατά τη φάση κατασκευής, υλοποιήθηκε ενιαία η διάταξη θαλάμου και βάσης, για λόγους που σχετίζονται με την ελαχιστοποίηση της δημιουργίας καλουπιών.

Η ενιαία διάταξη παρατίθεται στις εικόνες 58 και 59 σε κάτω προοπτική όψη και τομή.

Αντίστοιχα:



**Εικόνα 58. Θάλαμος και Βάση ξηραντήρα**



**Εικόνα 59. Θάλαμος και Βάση ξηραντήρα**

## Υποδοχέας Διατροφικών Αποβλήτων

Οι ποσότητες νωπής μάζας των Διατροφικών Αποβλήτων, αφού συγκεντρωθούν από το χρήστη, διατάσσονται στο εσωτερικό του υποδοχέα (*Collector*) προκειμένου να ξεραθούν. Κατά τη διαδικασία τροφοδοσίας, είναι επιθυμητή η διάταξη των διατροφικών αποβλήτων με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται επιφανειακή κάλυψη ολόκληρης της βάσης του υποδοχέα με διατροφικά απόβλητα. Έτσι, η ελεύθερη επιφάνεια της σωρού θα είναι μεγαλύτερη, στοιχείο που συνεπάγεται μεγαλύτερη 'έκθεση' στο ρεύμα 'θερμού' αέρα και κατ' επέκταση αποδοτικότερη ξήρανση. Για το σκοπό αυτό ο υποδοχέας των διατροφικών αποβλήτων σχεδιάζεται ως ένας κύλινδρος με μεγάλη διάμετρο βάσης και αναλογικά μικρό ύψος.

Ο κυλινδρικός υποδοχέας στο ανώτερο τμήμα του φέρει περιμετρική διαμόρφωση για τη σταθερή συναρμογή αυτού, αφενός με το θάλαμο (κάτω επιφάνεια), αφετέρου, με το πώμα (άνω επιφάνεια). Η περιμετρική διαμόρφωση, κατά την φάση κατασκευής, αποτέλεσε ξεχωριστό εξάρτημα. Στην περίπτωση αυτή, ο δακτύλιος ανάρτησης του πλέγματος του υποδοχέα διατροφικών αποβλήτων, επί του θαλάμου, φέρει επί της εσωτερικής διαμέτρου περιμετρικής οπής μικρής για τη σύνδεση μέσω κρίκων, του μεταλλικού πλέγματος. Η εξωτερική περίμετρος παραμένει ίδια για τη σύνδεση των χειρολαβών μέσω των οποίων, το πλέγμα εισέρχεται και εξέρχεται του θαλάμου.

Η παράπλευρη επιφάνεια του υποδοχέα, συγκροτεί το διάτρητο πλέγμα με διαστάσεις διακένων τέτοιες ώστε, αφενός να επιτρέπουν την ελεύθερη διάχυση του 'θερμού' αέρα προς τα συσσωρευμένα σωματίδια διατροφικών αποβλήτων, αφετέρου, να παρεμποδίζουν πιθανή διέλευση των σωματιδίων, δια μέσω των διακένων προς το συλλεκτήρα συμπυκνωμάτων. Με την ολοκλήρωση της διεργασίας ξήρανσης, ο υποδοχέας εξέρχεται του ξηραντήρα όπου και εκκενώνεται το περιεχόμενό του. Μέσω δύο διατάξεων χειρολαβής, αντιδιαμετρικά τοποθετημένων στο ανωτέρω τμήμα του υποδοχέα, ο χρήστης αναρτά τη διάταξη κατά την διαδικασία απόληψης του 'ξηρού προϊόντος'. Κατόπιν, ο υποδοχέας επανατοποθετείται στο εσωτερικό του ξηραντήρα για την εκκίνηση νέου κύκλου λειτουργίας.

Κατά τη φάση κατασκευής, τόσο για τον δακτύλιο ανάρτησης του πλέγματος επί του θαλάμου, όσο και για το πλέγμα αυτό καθαυτό, επιλέχθηκε κράμα αλουμινίου τύπου 'Aluminium 1060 Alloy'. Ο συγκεκριμένος τύπος αλουμινίου, εκτός από την ανοξείδωτη φύση του, χαρακτηρίζεται από υψηλή δυνατότητα μορφοποίησης και σχετικά χαμηλό κόστος.

Συνολικά, η διάταξη του υποδοχέα διατροφικών αποβλήτων φαίνεται σε προοπτική όψη στην Εικόνα 60.



Εικόνα 60. Υποδοχέας Διατροφικών Αποβλήτων

### Συλλεκτήρας Συμπυκνωμάτων

Στο συλλεκτήρα συμπυκνωμάτων (*Plenum*) συγκεντρώνονται οι ποσότητες των υδρατμών που τυχόν υγροποιήθηκαν κατά τη διαδρομή τους στο εσωτερικό του ξηραντήρα, κυρίως λόγω της επαφής τους με τα ψυχρά τοιχώματα του θαλάμου. Οι υδρατμοί που αναμένεται να παραχθούν κατά τη διεργασία ξήρανσης του αποβλήτου, αφορούν την περιεχόμενη υγρασία νωπής μάζας (αρχική και υγροσκοπική υγρασία). Ο συλλεκτήρας συμπυκνωμάτων είναι τοποθετημένος στο κατώτερο τμήμα του θαλάμου έτσι ώστε, οι ποσότητες των υγροποιημένων υδρατμών να συγκεντρώνονται σε αυτόν κατερχόμενες λόγω βαρύτητας από το επίπεδο του υποδοχέα διατροφικών αποβλήτων.

Ο συλλεκτήρας συμπυκνωμάτων είναι ένα αξονοσυμμετρικό στερεό μορφής 'πιάτου'. Η άνω επιφάνειά του είναι διαμορφωμένη ως υποδοχέας, προκειμένου να συγκεντρώνονται εντός αυτού οι ποσότητες των συμπυκνωμάτων που αναμένεται να παραχθούν κατά τη διεργασία ξήρανσης. Το κεντρικό του τμήμα είναι ανασηκωμένο έτσι ώστε οι ποσότητες του συμπυκνωμένου ύδατος να οδηγούνται προς την περίμετρο του 'πιάτου'. Στην περιοχή αυτή ο συλλεκτήρας φέρει κυκλική οπή μικρής διαμέτρου στην οποία θα προσαρμοστεί σωλήνωση για την έξοδο των συσσωρευμένων συμπυκνωμάτων από τον χρήστη.

Η κάτω επιφάνεια του συλλεκτήρα, είναι διαμορφωμένη με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να ευνοεί τη διάχυση του 'θερμού' αέρα, από την πτερωτή του ανεμιστήρα, προς το χώρο ξήρανσης. Συγκεκριμένα, φέρει πτερύγια 'οδηγούς' τα οποία κατευθύνουν τη ροή του αέρα προς το δακτυλιοειδές διάκενο που σχηματίζεται μεταξύ του συλλεκτήρα και της εσωτερικής επιφάνειας του ξηραντή στο επίπεδο συναρμογής μεταξύ θαλάμου και βάσης.

Κατά τη φάση κατασκευής του συλλεκτήρα συμπυκνωμάτων, ως συνθετικό υλικό επιλέχθηκε πηλός τύπου 'Stoneware' (SpanishClay). Η σκοπιμότητα της επιλογής

του εν λόγω υλικού οφείλεται στην ευχέρεια της κατά το δυνατόν πιστότερης κατασκευής του δομικού μέρους, σύμφωνα με το σχέδιο. Για την περίπτωση όπου, τα πτερύγια 'οδηγοί' του εισερχόμενου αέρα και στήριξης του συλλεκτήρα επί του θερμικού δίσκου, αποτελούν ξεχωριστό εξάρτημα, θα κατασκευαστούν από κράμα αλουμινίου του τύπου 'Aluminium 1060 Alloy'.

Ο συλλεκτήρας συμπυκνωμάτων παρατίθεται στις εικόνες 61 και 62 που ακολουθούν σε κάτωθεν και άνωθεν προοπτική απεικόνιση, αντίστοιχα.



**Εικόνα 61. Συλλεκτήρας Συμπυκνωμάτων (άνωθεν απεικόνιση)**



**Εικόνα 62. Συλλεκτήρας Συμπυκνωμάτων (κάτωθεν απεικόνιση)**

## Πώμα

Η χειρονακτική τροφοδοσία του υποδοχέα με τις ημερησίως παραγόμενες ποσότητες διατροφικών αποβλήτων, καθώς επίσης και η αφαίρεση του υποδοχέα από το εσωτερικό του ξηραντήρα, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η απόληψη του τελικού 'ξηρού' προϊόντος, επιτυγχάνεται δια μέσω του πώματος (Lid). Το πώμα τοποθετείται στο ανώτερο τμήμα του ξηραντήρα και έχει κυκλικό σχήμα. Περιμετρικά φέρει διαμόρφωση (κάτω επιφάνεια) μέσω της οποίας διασφαλίζεται η σταθερή συναρμογή με τον υποδοχέα, κατά τη φάση λειτουργίας του συστήματος. Η σταθερή προσαρμογή επιδιώκεται προκειμένου να διασφαλιστεί η απουσία έκλυσης οσμών σε χώρο εξωτερικά του ξηραντήρα, αλλά και για τη συγκράτηση του θερμικού φορτίου του αέρα ξήρανσης, στο εσωτερικό του θαλάμου. Η αφαίρεση του πώματος γίνεται χειρονακτικά μέσω ειδικής διαμόρφωσης σε ακραίο τμήμα αυτού. Επιπλέον, στο κέντρο του πώματος, διανοίγεται ευμεγέθους κυκλική οπή στο εσωτερικό της οποίας θα προσαρμοστεί η διάταξη του φίλτρου απόσμησης.

Κατά τη φάση κατασκευής του πώματος, ως συνθετικό υλικό επιλέχθηκε πηλός τύπου 'Stoneware' (SpanishClay). Η σκοπιμότητα της επιλογής του εν λόγω υλικού οφείλεται στην ευχέρεια της κατά το δυνατόν πιστότερης κατασκευής του δομικού μέρους, σύμφωνα με το σχέδιο. Επιπλέον, η επιλογή αυτή διασφαλίζει τη θερμική μόνωση του χώρου ξήρανσης εκ των άνω, μεγιστοποιώντας την αποδοτικότητα του συστήματος.

Στην Εικόνα 63 που ακολουθεί παρατίθεται σε προοπτική όψη το πώμα του ξηραντήρα.



Εικόνα 63. Πώμα Ξηραντήρα

## Θερμικός Δίσκος

Ο θερμικός δίσκος (*Thermal Plate*) αποτελείται από μια μεταλλική πλάκα κυκλικού σχήματος επί της οποίας προσαρμόζεται το θερμικό καλώδιο. Η λειτουργικότητα του, εκτός από τη στήριξη του καλωδίου αφορά και στην διατήρηση των θερμικών φορτίων στην περιοχή θέρμανσης του εισερχόμενου 'νωπού' αέρα αλλά και στο χώρο αναρρόφησης του αέρα από τα διάκενα της βάσης. Ο θερμικός δίσκος προσαρμόζεται επί της βάσης του ξηραντήρα μέσω τεσσάρων κοχλιών. Στο κεντρικό τμήμα φέρει ευμεγέθη κυκλική οπή μέσω της οποίας διασφαλίζεται η απρόσκοπτη περιστροφή της πτερωτής του ανεμιστήρα.

Μεταξύ της κυκλικής οπής του θερμικού δίσκου και της ανώτερης επιφάνειας της κυλινδρικής εσοχής της βάσης, υπάρχει δακτυλιοειδές διάκενο μέσω του οποίου, ο ατμοσφαιρικός αέρας εισέρχεται στο χώρο θέρμανσης. Πέριξ της κυκλικής οπής, υπάρχει διαμόρφωση για την προσαρμογή του θερμικού καλωδίου. Η διαμόρφωση αυτή αποτελεί το όριο κάλυψης της επιφάνειας του δίσκου με το θερμικό καλώδιο.

Το καλώδιο θα τοποθετηθεί επί της άνω επιφάνειας του δίσκου την οποία και θα καλύψει έχοντας σπειροειδή διάταξη.

Κατά τη φάση κατασκευής του θερμικού δίσκου, επιλέχθηκε κράμα αλουμινίου του τύπου 'Aluminium 1060 Alloy' που παρέχει εύκολη κατεργασιμότητα και κοπή με στράτζα -ψαλίδι στις επιθυμητές διαστάσεις.



Εικόνα 64. Θερμικός Δίσκος Ξηραντήρα

## Διάταξη Απόσμησης

Η χρήση του φίλτρου απόσμησης αφορά τη δέσμευση των ενώσεων που αποτελούν συνθετικό στοιχείο των απαερίων της ξήρανσης και είναι υπεύθυνες για την έκλυση δυσάρεστων οσμών. Το φίλτρο απόσμησης αποτελείται από τον υποδοχέα (*Filter Cup*) του μέσου απόσμησης και το πώμα (*FilterCup*). Προσαρμόζεται στην κυκλική εσοχή του πώματος και εκτός από την απόσμηση, αποτελεί τη δίοδο εξόδου του 'θερμού αέρα από τον ξηραντήρα προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Ο υποδοχέας του μέσου απόσμησης είναι κυλινδρικός και φέρει διαμήκη διάκενα επί της παράπλευρης επιφάνειάς του. Οι διαστάσεις των διακένων είναι τέτοιες έτσι ώστε, αφενός να επιτρέπεται η διέλευση του 'θερμού αέρα προς το εσωτερικό του φίλτρου, αφετέρου, να συγκρατούνται τα 'pellets' του μέσου απόσμησης (ενεργός άνθρακας). Η σταθερή συναρμογή μεταξύ υποδοχέα και πώματος φίλτρου επιτυγχάνεται από ειδικές διαμορφώσεις που φέρουν τα δύο μέρη, περιμετρικά των ακμών συναρμογής. Το πώμα του φίλτρου, επίσης κυκλικό, φέρει διάκενα για την έξοδο του 'θερμού' αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η συνολική διάταξη του φίλτρου απόσμησης (υποδοχέας και πώμα), κατά τη φάση κατασκευής είναι από πολυπροπυλένιο (*PP*). Ο τύπος θερμοσκληρυνόμενου πλαστικού επιλέχθηκε έναντι του πολυαιθυλενίου (*PE*), καθώς εμφανίζει υψηλότερη αντοχή έναντι των θερμοκρασιών που αναπτύσσονται κατά τη διεργασία ξήρανσης στο εσωτερικό του θαλάμου.

Η συνολική διάταξη του φίλτρου απόσμησης (υποδοχέας και πώμα) σε συναρμογή, παρατίθεται στην Εικόνα 65.



Εικόνα 65. Διάταξη Απόσμησης, Υποδοχέας και Πώμα

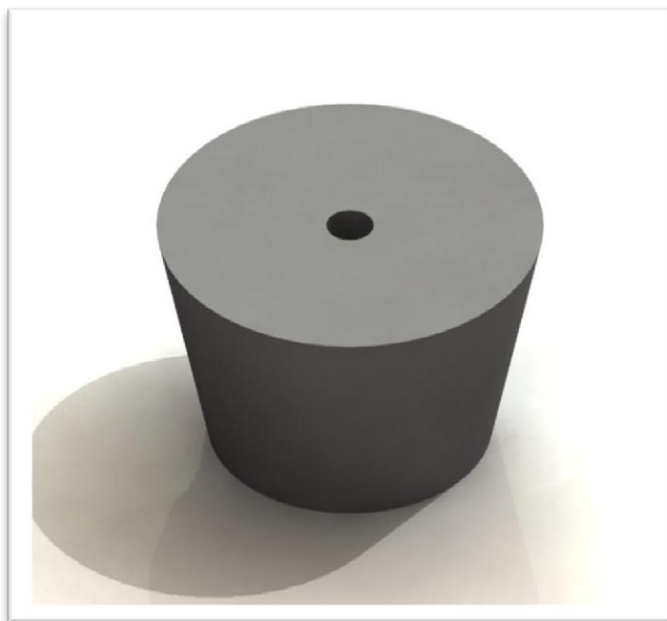
## Χειρολαβή και Υποστηρίγματα Βάσης

Τα εξαρτήματα που αφορούν τη χειρολαβή (*Handler*) και το υποστήριγμα (*Stand*), αποτελούν συμπληρωματικά μέρη του ξηραντήρα. Η σχεδίαση τους είναι ενδεικτική για τη μορφή που επιδιώκεται να έχουν, καθώς κατά τη φάση κατασκευής, θα επιλεγούν τυποποιημένες διατάξεις του εμπορίου.

Αναφορικά με τις δύο χειρολαβές, θα συνδέονται αντιδιαμετρικά της εξωτερικής περιφέρειας του υποδοχέα και ειδικότερα, επί του δακτυλίου ανάρτησης του πλέγματος. Το υλικό κατασκευής προτείνεται να είναι από κράμα αλουμίνιο τύπου '*Aluminum 1060 Alloy*'.

Τα τέσσερα όμοια υποστηρίγματα θα πακτωθούν μέσω ισάριθμων κοχλιών, ή θα κολληθούν επί της εξωτερικής κατώτατης επιφάνειας της βάσης, σε θέσεις όπου να μην φράσουν τα διάκενα αναρρόφησης του αέρα. Κατά τη φάση κατασκευής, επιλέγεται να είναι από πολυακρλικό ελαστομερές του τύπου '*EPDM*'. Από το ίδιο υλικό θα είναι και όλοι οι ελαστικοί σύνδεσμοι που κα χρησιμοποιηθούν για την ασφαλή και σταθερή συναρμογή μεταξύ δύο ή περισσότερων δομικών μερών του ξηραντήρα, αλλά και η σωλήνωση εξόδου των συμπυκνωμάτων από το σύστημα.

Στις Εικόνες 66 και 67 που ακολουθούν παρατίθενται σε προοπτική όψη οι διατάξεις χειρολαβής και υποστηρίγματος, αντίστοιχα.



Εικόνα 66. Υποστήριγμα Βάσης Ξηραντήρα





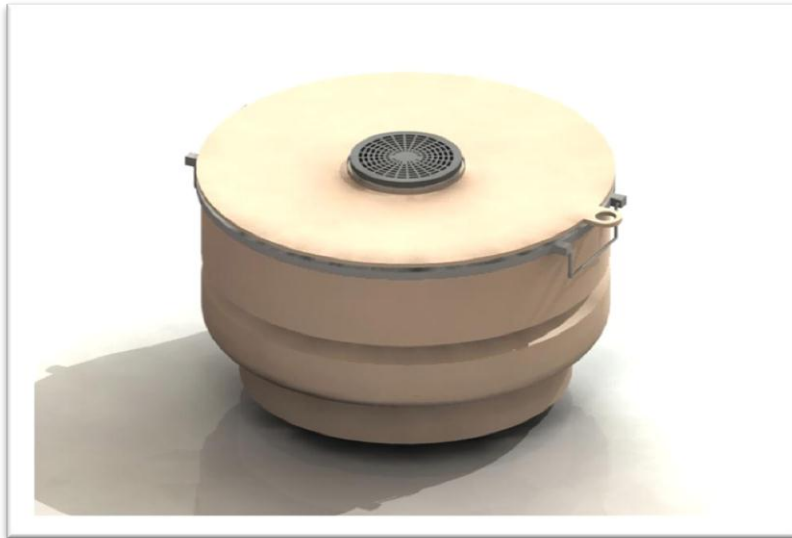
Εικόνα 67. Χειρολαβή Υποδοχέα Διατροφικών αποβλήτων

### Συναρμολογούμενη Διάταξη

Η συναρμολογούμενη διάταξη αφορά τη σύνδεση όλων των δομικών μερών έτσι ώστε, να συγκροτηθεί ο ξηραντήρας ως σύνολο.

Συγκεκριμένα, ο χρήστης έχοντας εισάγει τις ημερησίως παραγόμενες ποσότητες διατροφικών αποβλήτων της κατοικίας, στο εσωτερικό του υποδοχέα, τον τοποθετεί με τη βοήθεια των χειρολαβών στο θάλαμο του ξηραντήρα και κλείνει χειρονακτικά το πώμα. Κατόπιν, ενεργοποιεί ταυτόχρονα τις διατάξεις ανεμιστήρα και θερμικού καλωδίου προκειμένου να εκκινήσει τον κύκλο λειτουργίας του συστήματος. Ο νωπός ατμοσφαιρικός αέρας, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, εισέρχεται μέσω των διακένων της βάσης στο εσωτερικό του συστήματος. Εν συνεχεία, διερχόμενος από το δακτυλιοειδή διάκενο που σχηματίζεται μεταξύ του θερμικού δίσκου και της εσοχής της βάσης, εισέρχεται στο χώρο ξήρανσης. Ο χώρος αυτός βρίσκεται μεταξύ του θερμικού δίσκου (κάτω όριο), του υποδοχέα συμπυκνωμάτων (άνω όριο) και του ανώτερου τμήματος της βάσης (παράπλευρο - περιμετρικό όριο). Κατόπιν, μέσω της φυγοκεντρικής πτερωτής του ανεμιστήρα, ο θερμός αέρας θα εξαναγκαστεί να οδηγηθεί ακτινικά στο διάκενο μεταξύ της περιφέρειας του υποδοχέα συμπυκνωμάτων και της εσωτερικής περιφέρειας του θαλάμου. Στη συνέχεια, θα εισέλθει στο χώρο του υποδοχέα και μέσω του πλέγματος θα απάγει βαθμιαία την υγρασία των διατροφικών αποβλήτων. Η ποσότητα από ενδεχόμενη συμπύκνωση υδρατμών στα τοιχώματα του θαλάμου ή/και στον υποδοχέα, θα οδηγηθεί βαρυτικά στον αντίστοιχο υποδοχέα από όπου. Ο θερμός και νωπός αέρας ξήρανσης, εξερχόμενος του συστήματος θα διέρχεται από το εσωτερικό φίλτρου απόσπησης ενεργού άνθρακα, προκειμένου να δεσμευτούν οι χημικές ενώσεις που είναι υπεύθυνες για την έκλυση δυσάρεστων οσμών.

Η συναρμολογούμενη διάταξη του ξηραντήρα διατροφικών αποβλήτων σε προοπτική όψη παρατίθεται στην Εικόνα 68.



**Εικόνα 68. Ξηραντής Διατροφικών Αποβλήτων**

## 4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### 4.1. Πειραματικό Πρωτόκολλο

Στην συνέχεια περιγράφεται η πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε προκειμένου να μελετήσουμε τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος καθώς και τις επιδόσεις του πρότυπου συστήματος οικιακής ξήρανσης. Ειδικότερα αναγράφονται τα όργανα μέτρησης, οι αναλυτικές μέθοδοι για τη διεξαγωγή των πειραματικών αναλύσεων και οι μέθοδοι υπολογισμού των αποτελεσμάτων.

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας προκειμένου να χαρακτηριστεί ποιοτικά και ποσοτικά το τελικό προϊόν ξήρανσης αλλά και να αξιολογηθεί η απόδοση του συστήματος οικιακής ξήρανσης έγιναν οι παρακάτω αναλύσεις:

- Υγρασία (%)
- Διαφορά Μάζας
- pH
- Πτητικά Στερεά (VSS) και LOI( Lost on Ignition)
- Ολικός Οργανικός Άνθρακας (TOC)
- Βαρέα Μέταλλα (Cr, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb, Zn)
- Δείκτης Βλαστικότητας (ΔΒ)
- Μέτρηση της Ενεργειακής Κατανάλωσης της Συσκευής

#### 4.1.1. Μέθοδος Προσδιορισμού περιεχόμενης Υγρασίας (%)

Τα δείγματα ζυγίστηκαν αρχικά με χρήση ζυγού ακριβείας. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε δοχεία ζέσεως σε φούρνο ξήρανσης για χρονικό διάστημα ίσο με 24 ώρες .



**Εικόνα 69. Φούρνος Ξήρανσης 105°C**

Μετά το πέρας των 24 ωρών τοποθετήθηκαν σε ξηραντήρα με silica gel για περίπου 30λεπτά προκειμένου να έρθουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος χωρίς να πάρουν υγρασία. Τα δείγματα ζυγίστηκαν εκ νέου για να προσδιοριστεί η τελική τους μάζα αλλά και το ποσοστό υγρασίας που είχαν.

Η υγρασία (%) υπολογίζεται από τη διαφορά μάζας πριν και μετά τη διεργασία ξήρανσης στους 105° C. Ο τύπος της υγρασίας είναι ο εξής (ASTM 2004):

$$[(M_{\alpha\rho\chi} - M_{\tau\epsilon\lambda}) / M_{\alpha\rho\chi}] * 100$$

#### **4.1.2. Διαφορά Μάζας**

Η αρχική μάζα του οργανικού απορρίμματος είχε ζητηθεί να καταγράφεται από τους κατοίκους με τη χρήση ζυγού που τους είχε δοθεί. Έτσι γινόταν η καταγραφή της μάζας του οργανικού κλάσματος πριν τοποθετηθεί στον ξηραντήρα δηλαδή η νωπή μάζα. Μετά την συγκομιδή γινόταν μέτρηση της σακούλας ώστε να προσδιοριστεί η μάζα το ξηρού υλικού και άρα η διαφορά μάζας.

$$(M_{\nu\omega\pi\acute{\omega}\nu} - M_{\xi\eta\rho\acute{\omega}\nu})$$

#### **4.1.3. Προσδιορισμός pH**

Για την μέτρηση του pH ζυγίζονταν 10gr ξηραμένου υλικού που είχε γίνει σκόνη και αναμιγνύονταν με 100 ml απιονισμένου H<sub>2</sub>O νερού. Στη συνέχεια το διάλυμα αυτό πήγαινε για ανάδευση με την βοήθεια της συσκευής ανάδευσης (εικόνα 67) για 30 λεπτά μέχρις ότου να ομογενοποιηθεί. Το διάλυμα αφήνεται για 1 ώρα περίπου να

ηρεμήσει ώστε οι αδιάλυτες στερεές ουσίες να κατακάτσουν στον πάτο του δοχείου.



Εικόνα 70. Συσκευή Ανάδευσης

Τέλος ακολουθεί μέτρηση του pH με χρήση πεχαμέτρου METTLER TOLEDO MPC227 το οποίο απεικονίζεται στην εικόνα που ακολουθεί :



Εικόνα 71. Πεχάμετρο (pH)

#### 4.1.4. Προσδιορισμός Πτητικών Στερεών (VSS)/(LOI)

Δείγμα στο οποίο έχει προηγηθεί ξήρανση στους 105°C προκειμένου να είναι εντελώς ξηρό, λιοτριβείται με τη βοήθεια μύλου άλεσης δημητριακών και μικρή ποσότητα αυτού ζυγίζεται σε πορσελάνινες κάψες με τη χρήση ζυγού ακριβείας.



**Εικόνα 72. Φούρνος Μέτρησης Πτητικών Στερεών**

Το δείγμα στην συνέχεια τοποθετείται σε φούρνο σε θερμοκρασία 550°C για 20 λεπτά. Αφού ολοκληρωθεί η καύση της ύλης, αφήνουμε τις κάψες σε ξηραντήρες (με silica gel) για χρόνο 1 ώρας τουλάχιστον προκειμένου το υλικό να έρθει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Τέλος ζυγίζουμε τη τελική μάζα του δείγματος με τη χρήση ζυγού ακριβείας. Τα πτητικά στερεά υπολογίζονται από τη διαφορά μάζας πριν και μετά την ξήρανση στους 550°C. Το επί τοις εκατό (%) ποσοστό πτητικών στερεών του δείγματος δίνεται από το λόγο της παραπάνω διαφοράς προς το αρχικό βάρος του δείγματος.

Για τον προσδιορισμό της οργανικής ύλης (LOI) ακολουθείται η ίδια διαδικασία με προηγουμένως με την μόνη διαφορά ότι τώρα το δείγμα παραμένει στο φούρνο σε θερμοκρασία 550° C για 4 ώρες.

#### **4.1.5. Προσδιορισμός Ολικού Οργανικού Άνθρακα (TOC)**

Με την μέτρηση του ολικού οργανικού άνθρακα προσδιορίζεται η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται από την οξείδωση των ανθρακούχων ουσιών που περιέχονται στο δείγμα. Για τον προσδιορισμό της επί της εκατό περιεκτικότητας (%) ολικού οργανικού άνθρακα TOC χρησιμοποιήθηκε η συσκευή TOC της εταιρείας Shimadzu η οποία λειτουργεί στο εργαστήριο περιβαλλοντικής επιστήμης και τεχνολογίας του Ε.Μ.Π. Αρχικά ζυγίσαμε 50mgr του δείγματος σε ειδική κάψα με χρήση ζυγού ακριβείας. Στη συνέχεια βάλουμε το δείγμα στη συσκευή. Η ποσότητα ολικού οργανικού άνθρακα είναι ίση με την ποσότητα που κήκε κατά τη διαδικασία καύσης της συσκευής.



Εικόνα 73. Συσκευή Shimadzu (TOC)

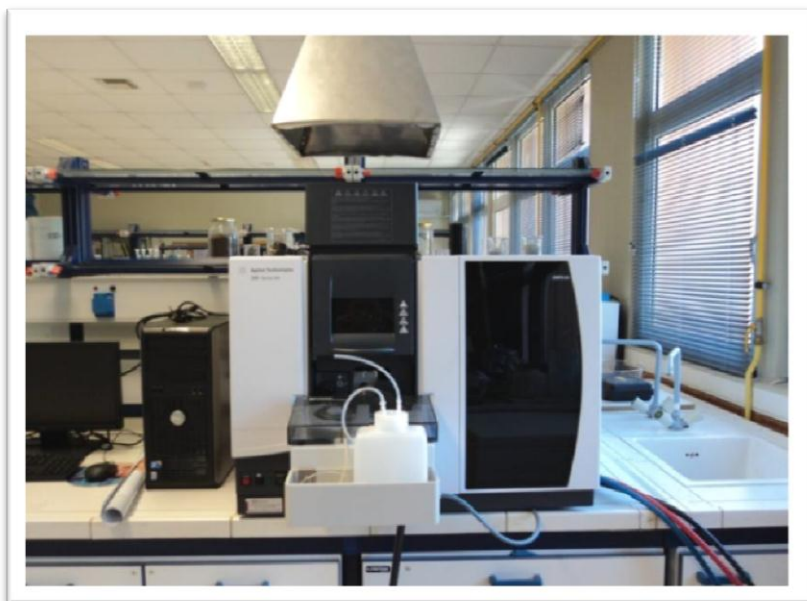
#### 4.1.6. Προσδιορισμός των Βαρέων Μετάλλων

Από τους πλέον σημαντικούς παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επεξεργασία των αποβλήτων, είναι η παρουσία βαρέων μετάλλων. Κι αυτό επειδή θεωρούνται από τους πιο επικίνδυνους ρύπους του περιβάλλοντος, αφού τόσο τα βαρέα μέταλλα όσο και οι ενώσεις τους δεν αποδομούνται, αλλά συσσωρεύονται και παραμένουν στο περιβάλλον για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Από την άλλη ο προσδιορισμός των ιχνοστοιχείων είναι σημαντικός καθώς μας δίνει μια εικόνα του πως θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω τα στερεά απόβλητα προκειμένου η διαχείριση τους να καταστεί αειφόρα. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε περιελάμβανε τα εξής βήματα:

- Ζυγίζονται 0,5gr λειοτριβημένου δείγματος τα οποία τοποθετούνται σε ειδικές ογκομετρικές φιάλες.
- Προσθέτουμε 6ml πυκνού θεικού οξέος προκειμένου να προβούμε στην διεξαγωγή των μετάλλων από το εσωτερικό μοριακό στρώμα της ύλης
- Τοποθετούμε το διάλυμα σε συσκευή χώνευσης KJELDAHL η οποία λειτουργεί στους 450° C και το αφήνουμε για 6 λεπτά.
- Προσθέτουμε 16,7ml υπερθειικού χαλκού (30% κ.ο)
- Ακολουθεί διήθηση με διηθητικό χαρτί (0,45μm) και αραιώση σε 100ml υπερκάθαρου νερού
- Γίνεται ανάλυση με την βοήθεια της ατομικής απορρόφησης.





Εικόνα 74. Συσκευή Ατομικής Απορρόφησης (AAS)

#### 4.1.7. Προσδιορισμός Δείκτη Βλαστικότητας

Η διαδικασία του υπολογισμού του δείκτη βλαστικότητας περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:



Εικόνα 75. Διήθηση Υπό Κενό



- Ζυγίζεται μάζα ξηρού οργανικού υλικού
- Προστίθενται 100ml νερό
- Ανάδευση για 30 λεπτά
- Φυγοκέντριση στις 3000στροφές /λεπτό για 10 λεπτά
- Διήθηση υπό κενό με Whatman 41 (20-25 μm)
- Σε δύο τριβλία (Petri dish) τοποθετείται διηθητικό χαρτί.
- 20 σπόροι μαρουλιού τοποθετούνται σε διάταξη ώστε να ισαπέχουν μεταξύ τους.
- Προστίθεται 10ml νερό και 10ml extract αντίστοιχα
- Τοποθετούνται σε ψυγείο (20±5° C) όπου επικρατούν συνθήκες σκότους για 5 μέρες.
- Καταμέτρηση αριθμού σπόρων που έχουν βλαστήσει
- Καταμέτρηση μήκους βλαστών

Για την πραγματοποίηση του συγκεκριμένου πειράματος χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις διαφορετικοί σπόροι σε δύο διαφορετικούς τύπους χώματος. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν σπόροι μαρουλιού, κρεμμυδιού, τομάτας και πιπεριάς καθώς . Για κάθε τύπο χώματος και κάθε σπόρο έγιναν έξι επαναλήψεις με διαφορετικές αναλογίες χώματος και σκόνης.

Υπολογισμοί:

Ο **δείκτης βλαστικότητας (Δ.Β.)** υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τη φυτρωτική ικανότητα και το μήκος του βλαστού σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$\Delta.B. = [(G * L) / 100 ]$$

Όπου:

**G:** [αριθμός των βλαστών του δείγματος που φύτεψαν / αριθμός των βλαστών του μάρτυρα ]\*100 → όπου δηλώνει τη φυτρωτική ικανότητα του δείγματος

**L:** [μέσος όρος μήκους βλαστού στη δείγμα /μέσο όρο μήκους βλαστού στον μάρτυρα]\*100

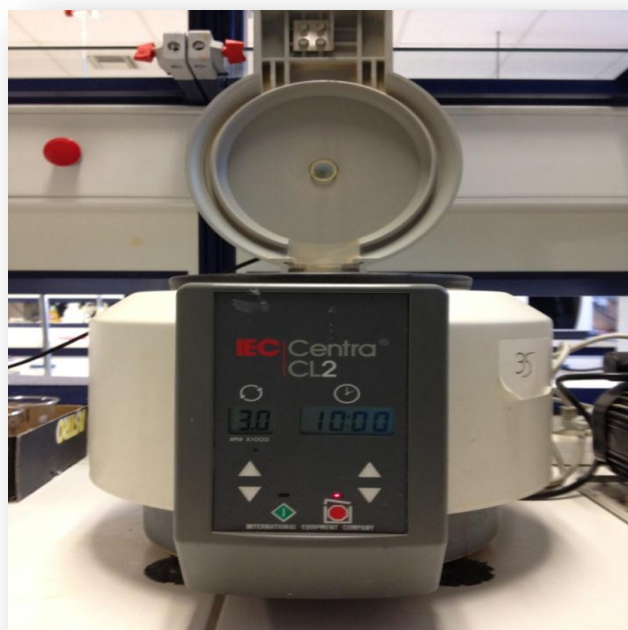
Για το δείκτη βλαστικότητας ισχύει:

**0 < Δ.Β. < 25** → πολύ φυτοτοξικό

**26 < Δ.Β. < 65** → φυτοτοξικό

**66 < Δ.Β. < 100** → μη φυτοτοξικό

**Δ.Β. > 101** → φυτοδιέγερση – φυτοθρεπτικό



Εικόνα 76. Φυγοκέντριση

## 5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### 5.1. Αποτελέσματα Εργαστηριακών Αναλύσεων Δειγμάτων Ξηρού Υλικού

Ακολουθεί η καταγραφή των αποτελεσμάτων που πρόεκυψαν από τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν. Στην συνέχεια παρουσιάζονται όλες οι παράμετροι που μελετήθηκαν μαζί με τα αντίστοιχα διαγράμματα για τις πειραματικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν.

#### 5.1.1. Αποτελέσματα Μείωσης Μάζας των Βιοαποβλήτων

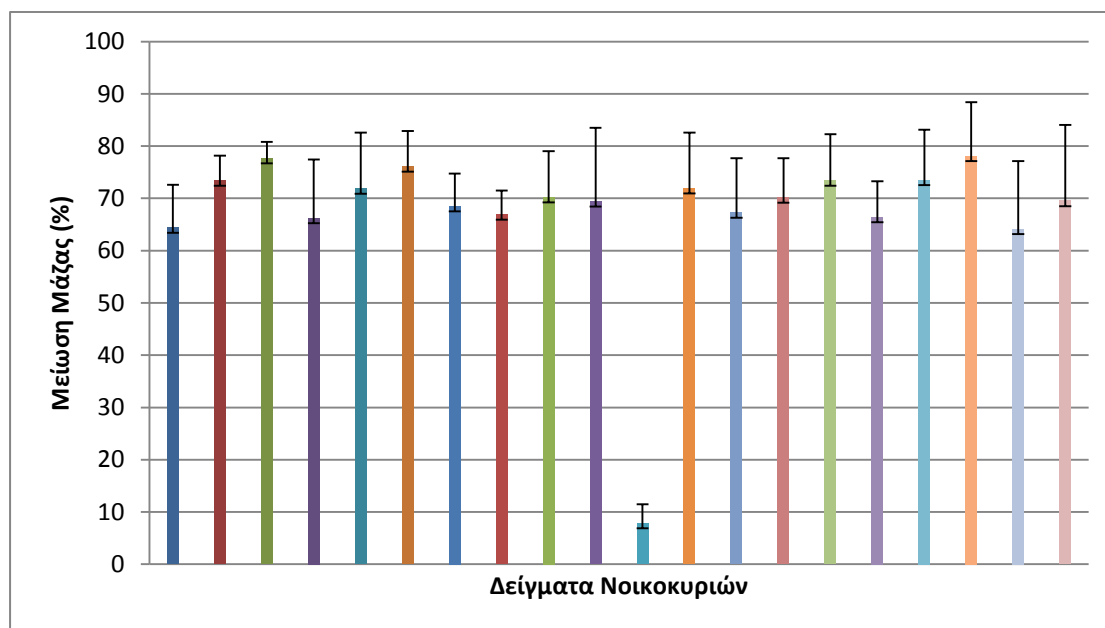
Η συνολική ποσότητα της υγρασίας που απομακρύνθηκε ισούται με την συνολική μείωση μάζας των οικιακών οργανικών απορριμμάτων. Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η μέση τιμή μείωσης της μάζας των οικιακών οργανικών απορριμμάτων όπως αυτή προσδιορίστηκε σε όλη τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής ανά νοικοκυριό.

Πίνακας 29. Μείωση μάζας εκφρασμένη σε ποσοστό (%) για το σύνολο των νοικοκυριών που συμμετείχαν στην πιλοτική εφαρμογή

Δείγμα	Μείωση Μάζας(%)
1	64,43
2	73,44
3	77,68
4	66,24
5	71,86
6	76,11
7	68,54
8	66,94
9	70,24
10	69,42
11	7,88
12	71,92
13	67,30
14	70,19
15	73,39
16	66,42
17	73,51
18	78,11
19	64,17
20	69,51
Μέση Τιμή	67,36

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται γραφικά τα αποτελέσματα μείωσης μάζας ανά νοικοκυριό όπως αυτά καταγράφηκαν σε όλη τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής.

Η μείωση της μάζας των οικιακών οργανικών απορριμμάτων με την χρήση του συστήματος οικιακής ξήρανσης φτάνει το 67,36% κατά μέσο όρο. Παρατηρούμε ότι η μέγιστη μείωση μάζας επιτυγχάνεται με ένα ποσοστό της τάξεως του 78,11% και η ελάχιστη μείωση μάζας παρατηρείται στο 64,17%.



**Γράφημα 7. Μείωση μάζας σε τιμές εκφρασμένες σε ποσοστό (%) για το σύνολο των νοικοκυριών που συμμετείχαν σε πιλοτική εφαρμογή**

Σε εργαστηριακές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στο πρότυπο σύστημα οικιακής ξήρανσης, η μέγιστη μείωση της μάζας των οικιακών οργανικών απορριμμάτων που παρατηρήθηκε ήταν της τάξης του 87,9% (Μισέλ Γιάρντ, 2011). Η πιλοτική εφαρμογή της συσκευής οικιακής ξήρανσης κατέγραψε μικρότερο ποσοστό από τον μέσο όρο όλων των δειγμάτων των είκοσι (20) οικιών που συμμετείχαν. Παρόλα αυτά η μέγιστη τιμή της μείωσης μάζας που καταγράφηκε (78,11%) καθώς και οι διαφοροποιήσεις στις τιμές μεταξύ των δειγμάτων μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ενδεχομένως να μην έγινε σωστή χρήση της συσκευής από τους πολίτες των οποίων τα ποσοστά στη μείωση μάζας των απορριμμάτων τους ήταν κάτω από το 70%.

Παρατηρείται ότι η μείωση της μάζας των βιοαποβλήτων όπως αυτή καταγράφηκε στο σύνολο των νοικοκυριών, κυμαίνεται στο εύρος τιμών μεταξύ 64,17-78,11%. Η διαφορά αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι κάποιοι κάτοικοι αφαιρούσαν από το εσωτερικό της συσκευής οικιακής ξήρανσης τα βιοαπόβλητα προτού ολοκληρωθεί η διεργασία της ξήρανσης με αποτέλεσμα το ξηρό υλικό να εμπεριέχει μεγάλο ποσοστό υγρασίας το οποίο θα μπορούσε να έχει αφαιρεθεί με μια ποιο προσεκτική χρήση της συσκευής από την πλευρά του χρήστη. Το γεγονός επίσης ότι σε ορισμένα νοικοκυριά δεν έκοβαν τα διατροφικά απορρίμματά σε μικρότερα κομμάτια αλλά τα τοποθετούσαν ολόκληρα στο εσωτερικό της συσκευής, είχε σαν

αποτέλεσμα την μη αποδοτική ξήρανση των υλικών αυτών με συνέπεια την παρατηρηθείσα απόκλιση ανάμεσα στα νοικοκυριά.

### 5.1.2. Αποτελέσματα Μετρήσεων Περιεχόμενης Υγρασίας

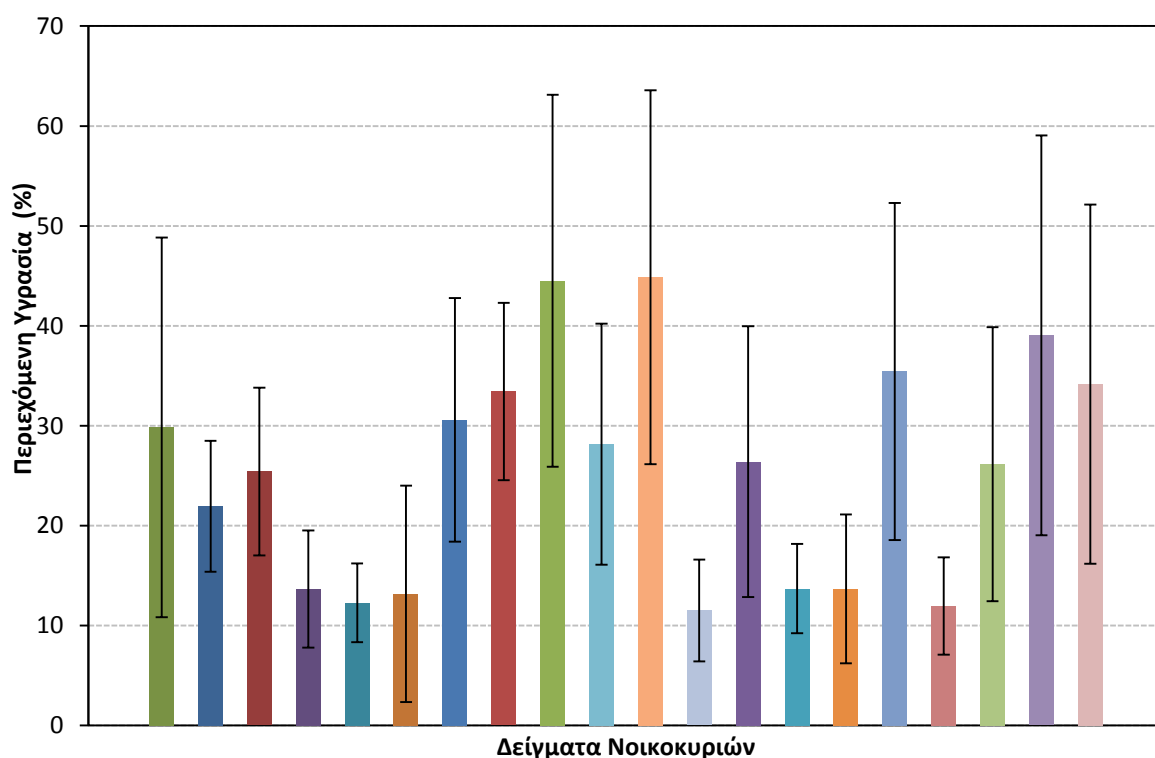
Μία βασική παράμετρος που προσδιορίστηκε κατά τη διάρκεια των πειραματικών μετρήσεων είναι η υγρασία που απομακρύνθηκε από το εσωτερικό των οικιακών απορριμμάτων. Τα δείγματα που προέρχονταν από τα σπίτια πολιτών του Δήμου Παπάγου-Χολαργού αποτελούνταν από απομεινάρια φρούτων, λαχανικών και μαγειρεμένων φαγητών.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το ποσοστό της τελικής περιεχόμενης υγρασίας των οικιακών οργανικών απορριμμάτων μετά την χρήση του πιλοτικού συστήματος οικιακής ξήρανσης για το σύνολο των νοικοκυριών σε όλη τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής.

Πίνακας 30. Τελική υγρασία σε τιμές εκφρασμένες σε ποσοστό (%) στα δείγματα νοικοκυριών που εξετάστηκαν

Δείγμα	Υγρασία (%)
1	29,84
2	21,94
3	25,4
4	13,65
5	12,28
6	13,18
7	30,59
8	33,42
9	44,5
10	28,15
11	44,86
12	11,5
13	26,41
14	13,7
15	13,67
16	35,43
17	11,96
18	26,16
19	39,04
20	34,16
<b>Μέση Τιμή</b>	<b>25,49</b>

Στο γράφημα που ακολουθεί παρουσιάζονται γραφικά τα αποτελέσματα μέτρησης της υγρασίας του τελικού ξηρού υλικού όπως αυτή προσδιορίστηκε για το σύνολο των νοικοκυριών που συμμετείχαν στην πιλοτική λειτουργία της συσκευής οικιακής ξήρανσης.



**Γράφημα 8. Τελική υγρασία εκφρασμένη σε ποσοστό (%) στα δείγματα των νοικοκυριών που εξετάστηκαν**

Η μέση τιμή της περιεχόμενης υγρασίας στο ξηρό υλικό όπως αυτό παρελήφθη από τα επιλεγμένα νοικοκυριά σε όλη τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής, προσδιορίστηκε ίση με 25,49%.

Πειραματικά αποτελέσματα σε εργαστηριακή κλίμακα κατέγραψαν μείωση της περιεχόμενης υγρασίας στα δείγματα που φτάνει το 11,8% (Μισέλ Γιάρντ, 2011). Η τελική υγρασία του ξηρού υλικού κρίνεται υψηλή. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι δεν γίνονταν σωστή χρήση της συσκευής καθώς η διεργασία της ξήρανσης των οικιακών οργανικών απορριμμάτων διακόπτονταν προτού να ολοκληρωθεί πλήρως. Η βασική παράμετρος (αιτία) αυτού ήταν το γεγονός ότι, τα διατροφικά απόβλητα τοποθετούνταν από την πλευρά των κατοίκων στο εσωτερικό της συσκευής, δίχως να κοπούν σε μικρό μέγεθος σύμφωνα με τις οδηγίες χρήσης του συστήματος, με αποτέλεσμα η διεργασία της ξήρανσης να μην πραγματοποιείται αποδοτικά.

### 5.1.3. Αποτελέσματα Μετρήσεων pH

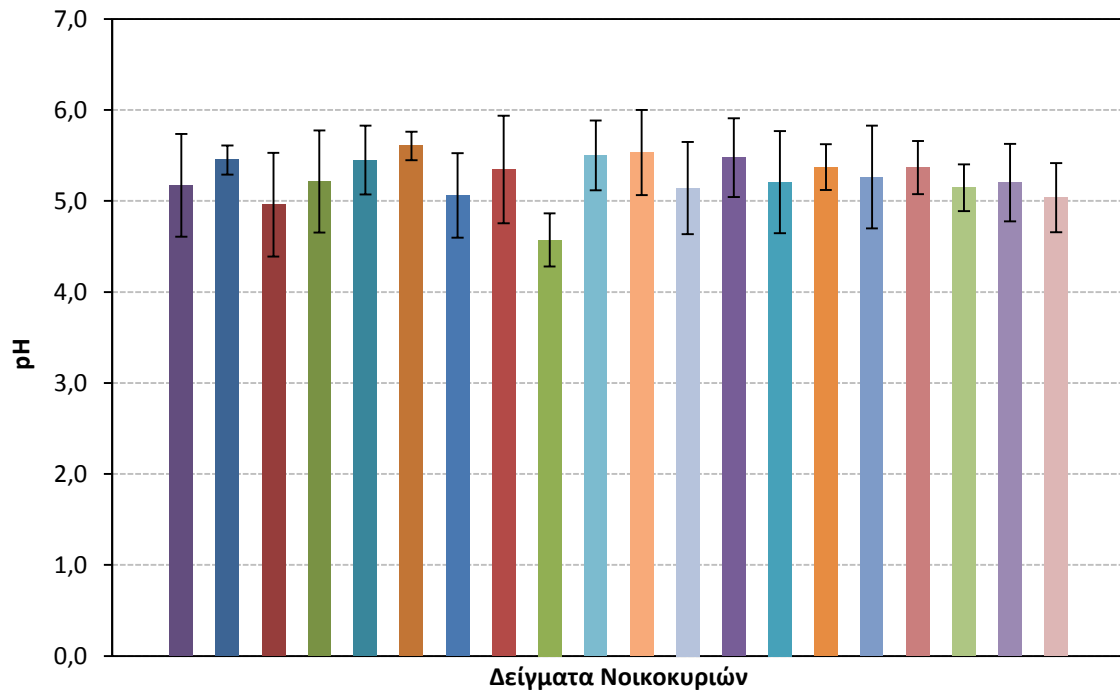
Το pH αναφέρεται στην οξύτητα (pH) ή την αλκαλικότητα (pOH) του δείγματος και αποτελεί δείκτη της φυτοτοξικότητάς του. Το pH αποτελεί, επίσης, κριτήριο της πορείας βιολογικής σταθεροποίησης των οργανικών υλικών.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μέσες τιμές pH για όλα τα δείγματα που εξεταστήκαν σε όλη τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής.

**Πίνακας 31. Μετρήσεις pH στο σύνολο νοικοκυριών που εξετάστηκαν**

<b>Δείγμα</b>	<b>pH</b>
1	5,17
2	5,45
3	4,96
4	5,21
5	5,45
6	5,61
7	5,06
8	5,35
9	4,57
10	5,50
11	5,53
12	5,14
13	5,48
14	5,21
15	5,37
16	5,26
17	5,37
18	5,15
19	5,20
20	5,04
<b>Μέση Τιμή</b>	<b>5,25</b>

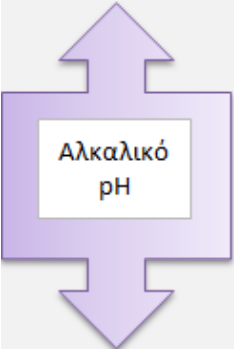
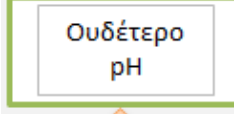
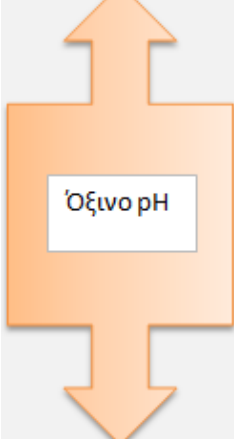
Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μέσες τιμές pH όπως αυτές προσδιορίστηκαν σε όλη τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής για το σύνολο των νοικοκυριών που εξετάστηκαν.



**Γράφημα 9. Μεταβολή pH στο σύνολο των νοικοκυριών που εξετάστηκαν**

Από το παραπάνω γράφημα παρατηρούμε ότι οι τιμές του pH σε όλα τα δείγματα κυμαίνονται στο εύρος τιμών μεταξύ 4,5 και 5,6 και επομένως βρίσκονται στην όξινη περιοχή όπως φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί:



 Αλκαλικό pH	pH 10.0	αγκινάρες κουνουπίδι φρέσκο λεμόνι	σιτάρι κριθάρι σόγια	αγγούρια ραδίκια ραπανάκια
	pH 9.0	αβοκάντο ντομάτες φασολάκια	όλα τα λαχανικά χόρτα καρότα	βραστές πατάτες όσπρια
	pH 8.0	άγριο ρύζι ελιές σε λάδι παρθένο λάδι	γκρέιπ φρουτ μελιτζάνες πιπεριές	χυμοί από λαχανικά θαλασσινό αλάτι
 Ουδέτερο pH	pH 7.0	σουσάμι νερό βρύσης ηλιόσποροι	πασατέμπο	
 Όξινο pH	pH 6.0	ψάρια κάσιους καλαμποκέλαιο	ξηροί καρποί	
	pH 5.0	άσπρο ρύζι λευκό ψωμί ζαχαρούχο γάλα	αγελαδινό γάλα φρουτοχυμοί με ζάχαρη μαργαρίνες	
	pH 4.0	γαλοπούλα κοτόπουλα αυγά	σκληρά τυριά μπύρα κρασί	μακαρόνια όλα τα γλυκά καφές
	pH 3.0	όλα τα κρέατα ξίδι αλκοολούχα ποτά	μπέικον γαρίδες αστακός	

Γράφημα 10. Κατάταξη τροφών με βάση το pH (ΕΦΕΤ, 2010)

Το κομπόστ, που παράγεται από στερεά απόβλητα, βάσει του εθνικού σχεδιασμού διαχείρισης στερεών αποβλήτων (ΚΥΑ 114218/1997), πρέπει να έχει pH που να κυμαίνεται μεταξύ 6-8 (Gajalakshmi et al, 2005). Το προτεινόμενο εύρος τιμής pH στο τελικό προϊόν είναι μεταξύ 6,0 και 7,0 (Zorpas et al., 2000b). Τιμές μικρότερες του 5,0 και μεγαλύτερες του 8,0 δύναται να φορτίσουν όξινα ή αλκαλικά το έδαφος και να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην πανίδα. Οι ενδεικτικές εμπορικές προδιαγραφές ποιότητας του τελικού προϊόντος ως κλάσης Α κόμποστ είναι 5,5-6,5 και κλάσης Β από 5,0-8,0 (Diaz et al., 2002). Η όξινη συμπεριφορά των οικιακών οργανικών απορριμμάτων καθιστά απαραίτητη την περαιτέρω επεξεργασία του υλικού της ξήρανσης προκειμένου να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό (λίπασμα).

Πειραματικά αποτελέσματα όπως αυτά προέκυψαν από την εφαρμογή του συστήματος οικιακής ξήρανσης σε εργαστηριακό επίπεδο κατέγραψαν μέση τιμή pH 4,64 (Μισέλ Γιάρντ, 2011). Αντίστοιχα οι μετρήσεις όπως καταγράφηκαν μετά την ξήρανση από το πιλοτικό σύστημα κυμαίνονται σε ένα εύρος τιμών μεταξύ 4,57 και 5,61 καταγράφοντας μέση τιμή 5,25.

#### 5.1.4. Αποτελέσματα Μετρήσεων Πτητικών Στερεών VSS-LOI

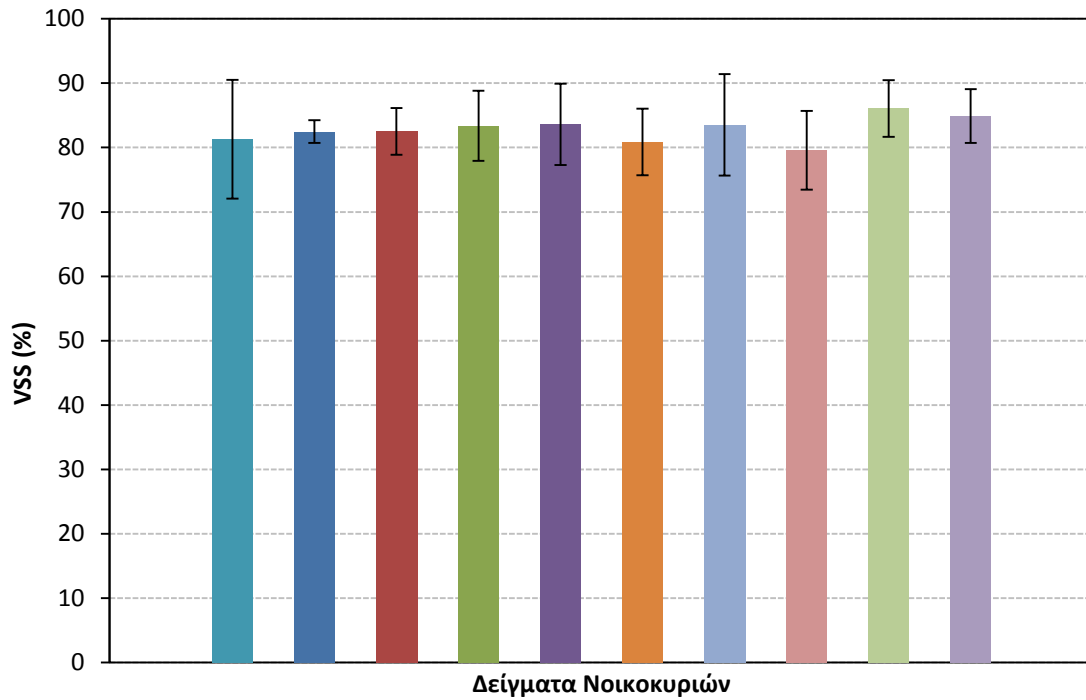
Τα πτητικά στερεά είναι οι πιο άμεσα προσλήψιμες ενώσεις από τους μικροοργανισμούς που εμπεριέχονται στο υπόστρωμα. Η παρουσία τους βοηθάει στην αύξηση της μικροβιακής δραστηριότητας καθότι αποτελούν άμεση πηγή προς κατανάλωση. Τα πτητικά στερεά (VSS) είναι το ποσοστό των ξηρών στερεών που χάνονται με ανάφλεξη στους 550° C και αποτελούν μια παράμετρο που χρησιμοποιείται για την μέτρηση της οργανικής ύλης. Το LOI μετράει την οξειδωμένη οργανική ύλη και η μέτρηση γίνεται σε θερμοκρασία 550° C για 2 ώρες.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των πτητικών στερεών για όλα τα δείγματα που εξεταστήκαν σε όλη τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής.

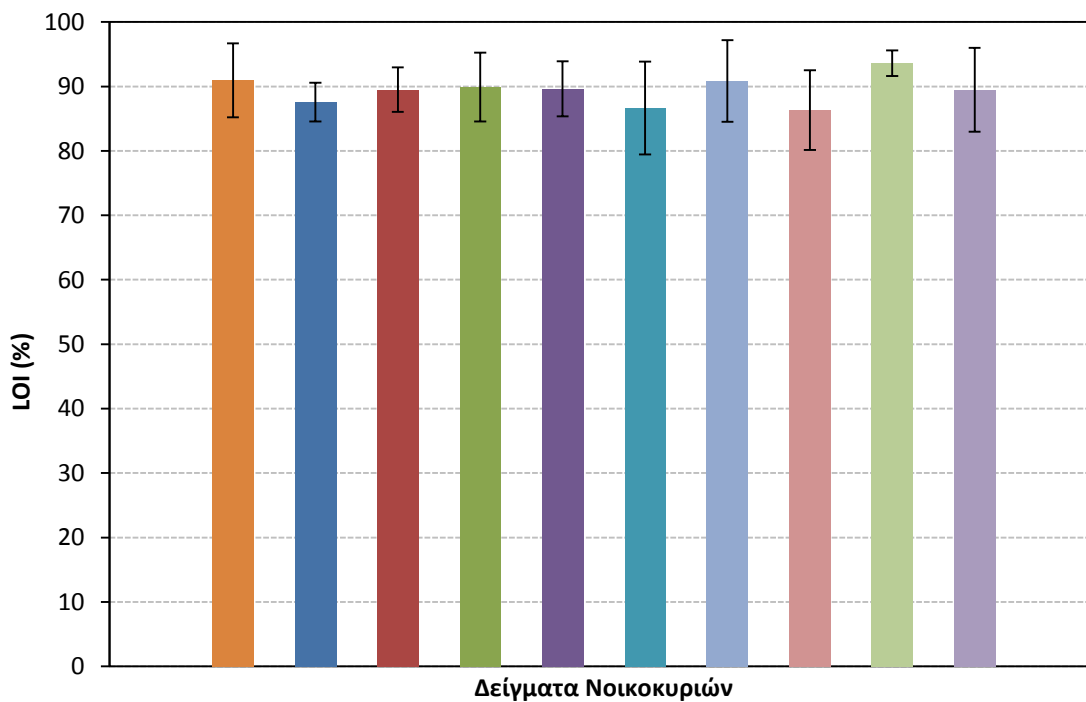
**Πίνακας 32. Μετρήσεις VSS-LOI εκφρασμένες σε ποσοστό (%)**

<b>Δείγμα</b>	<b>VSS(%)</b>	<b>LOI(%)</b>
<b>1</b>	<b>81,29</b>	<b>90,95</b>
<b>2</b>	<b>82,48</b>	<b>87,58</b>
<b>3</b>	<b>82,50</b>	<b>89,51</b>
<b>4</b>	<b>83,38</b>	<b>89,90</b>
<b>5</b>	<b>83,61</b>	<b>89,63</b>
<b>6</b>	<b>80,87</b>	<b>86,65</b>
<b>7</b>	<b>83,55</b>	<b>90,84</b>
<b>8</b>	<b>79,57</b>	<b>86,32</b>
<b>9</b>	<b>86,07</b>	<b>93,61</b>
<b>10</b>	<b>84,90</b>	<b>89,48</b>
<b>Μέση Τιμή</b>	<b>82,82</b>	<b>89,45</b>

Στα παρακάτω γραφήματα απεικονίζονται η (%) συγκέντρωση των πτητικών στερεών VSS και η (%) συγκέντρωση της οξειδωμένης οργανικής ύλης LOI για όλα τα δείγματα που εξεταστήκαν σε όλη τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής.



**Γράφημα 11. Περιεκτικότητα πτητικών στερεών (VSS) εκφρασμένη σε ποσοστό (%) για το σύνολο των νοικοκυριών που εξετάστηκαν**



**Γράφημα 12. Περιεκτικότητα οξειδωμένης οργανικής ύλης (LOI) εκφρασμένη σε ποσοστό (%) για το σύνολο των νοικοκυριών που εξετάστηκαν**

Διαπιστώνεται ότι η τιμή των πτητικών στερεών είναι 82,82% και της οξειδωμένης οργανικής ύλης 89,45%.

Στον παρακάτω πίνακα καταγράφονται οι τιμές των πτητικών στερεών όπως αυτές έχουν καταγραφεί στην βιβλιογραφία σε υπολείμματα τροφίμων, κήπων, χαρτί και αποβλήτων (Komilis and Ham, 2006).

Πίνακας 33. Τιμές πτητικών στερεών σε επιλεγμένα συστατικά (Komilis and Ham, 2006)

Συστατικό	Πτητικά Στερεά (%ξ.β)
Υπολείμματα φαγητού (υ.β)	95,90%
Υπολείμματα φαγητού	91,70%
Υπολείμματα κήπου	73,80%
Μικτό χαρτί	94,80%
Μικτό χαρτί & υπολείμματα κήπου	89,70%
Μικτό χαρτί & υπολείμματα φαγητού	92,70%
Υπολείμματα κήπου & υπολείμματα φαγητού	78,80%
Μικτό χαρτί & υπολείμματα κήπου και φαγητού	89,30%
Μίγμα αστικών στερεών αποβλήτων	87,70%
Κομπόστ από αστικά στερεά απόβλητα	71,80%
Γρασίδι	87,70%
Φύλλα	63,30%
Κλαδιά	81,70%
Χαρτί γραφείου	86,90%

Πίνακας 34. Τιμές πτητικών στερεών σε επιλεγμένα συστατικά εκφρασμένες σε ποσοστό (%)

Συστατικό	VSS(%)	Αναφορές
Κόμποστ από κομποστοποίηση με γαιοσκώληκες	73,6	Ndegwa, Thomson, 2001
Μίγμα Κόμποστ και vermicompost	71	Ndegwa, Thomson, 2001
Απόβλητα βουστασίου	70-80	Intergraste, 2010
Απόβλητα τυροκομείου	75-85	Intergraste, 2010
Απόβλητα ελαιολαδιού	65-80	Intergraste, 2010

Όπως παρατηρούμε από τους πίνακες 33 και 34, το κόμποστ από αστικά στερεά απόβλητα, από κομποστοποίηση με γαιοσκώληκες καθώς και μίγμα κόμποστ και vermicompost έχουν λιγότερα πτητικά στερεά από 73,6%-71% σε σχέση με τα πτητικά στερεά όπως αυτά προέκυψαν από την επεξεργασία των οικιακών οργανικών απορριμμάτων (82,82%).

Η μέση τιμή του LOI διαμορφώνεται στα 89,45%. Αυτό σημαίνει ότι τα δείγματα μας χρειάζονται περαιτέρω επεξεργασία προκειμένου να σταθεροποιηθούν γιατί σε αντίθεση περίπτωση συνεχίζουν να μετατρέπονται με βιολογικές διεργασίες σε σχετικά αδρανή οργανικά στερεά.

### 5.1.5. Αποτελέσματα Μετρήσεων Ολικού Οργανικού Άνθρακα TOC

Μία επίσης βασική παράμετρος που μελετήθηκε κατά τη διάρκεια των πειραμάτων είναι ο προσδιορισμός του ολικού οργανικού άνθρακα στα οικιακά δείγματα οργανικών απορριμμάτων. Ο προσδιορισμός του TOC βασίζεται στην μετατροπή της ποσότητας του άνθρακα σε διοξείδιο του άνθρακα. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα ολικού οργανικού άνθρακα όπως μετρήθηκαν στην συσκευή TOC της μονάδας Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας.

Πίνακας 35. Μετρήσεις ολικού οργανικού άνθρακα TOC εκφρασμένες σε ποσοστό (%)

Δείγμα	TOC (%)
1	49,57
2	50,10
3	51,42
4	49,38
5	49,63
6	49,00
7	49,73
8	50,68
9	50,82
10	52,34
Μέση Τιμή	50,27

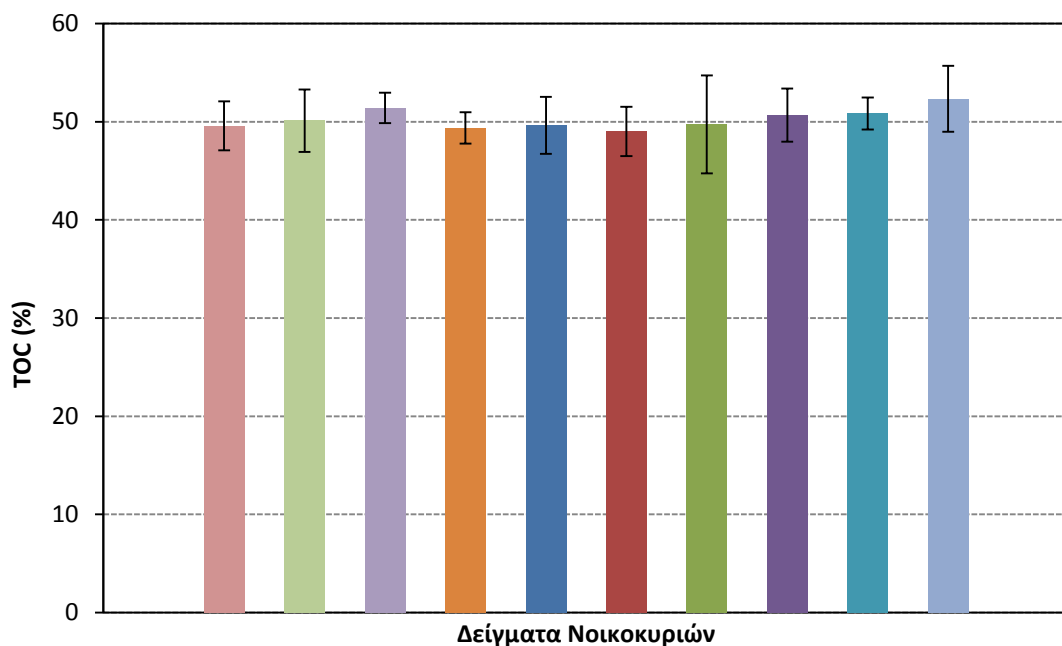
Στον παρακάτω πίνακα καταγράφονται οι τιμές του ολικού οργανικού άνθρακα όπως αυτές έχουν καταγραφεί σε υπολείμματα τροφίμων, κήπων, χαρτί και αποβλήτων.

Πίνακας 36. Τιμές ολικού οργανικού άνθρακα σε επιλεγμένα συστατικά (Komilis and Ham,2006)

Συστατικό	TOC (%)
Υπολείμματα φαγητού (υ.β)	49,2
Υπολείμματα φαγητού	74,1
Υπολείμματα κήπου	36,2
Μικτό χαρτί	44,1
Μικτό χαρτί & υπολείμματα κήπου	42,5
Μικτό χαρτί & υπολείμματα φαγητού	43,7
Υπολείμματα κήπου & υπολείμματα φαγητού	39,3
Μικτό χαρτί & υπολείμματα κήπου και φαγητού	42,4
Μίγμα αστικών στερεών αποβλήτων	42,8
Κομπόστ από αστικά στερεά απόβλητα	37
Γρασίδι	40,6
Φύλλα	30,1
Κλαδιά	40,4

Από τα αποτελέσματα του πίνακα 36 στα υπολείμματα φαγητού προκύπτει ότι ο ολικός οργανικός άνθρακας είναι της 74%. Η μέση τιμή ολικού οργανικού άνθρακα στα δείγματα οικιακών απορριμμάτων λαμβάνει την τιμή 50,27%, δηλαδή τα δείγματα των οικιακών οργανικών απορριμμάτων περιέχουν μεγάλες ποσότητες άνθρακα που τα καθιστούν ποιοτική πρώτη ύλη για περαιτέρω ενεργειακή επεξεργασία.

Στο παρακάτω γράφημα απεικονίζεται η (%) συγκέντρωση του ολικού οργανικού άνθρακα για όλα τα δείγματα που εξεταστήκαν σε όλη τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής.



Γράφημα 13. Τιμές ολικού οργανικού άνθρακα ΤΟC εκφρασμένες σε ποσοστό (%)

Πειραματικά αποτελέσματα του πιλοτικού ξηραντήρα σε εργαστηριακό επίπεδο κατέγραψαν μέσες τιμές ολικού οργανικού άνθρακα της τάξεως του 44,7% (Μισέλ Γιάρντ, 2011). Παρατηρούμε ότι οι πειραματικές τιμές και οι τιμές του πιλοτικού συστήματος συμφωνούν μεταξύ τους.

#### 5.1.6. Αποτελέσματα Μετρήσεων Βαρέων Μετάλλων

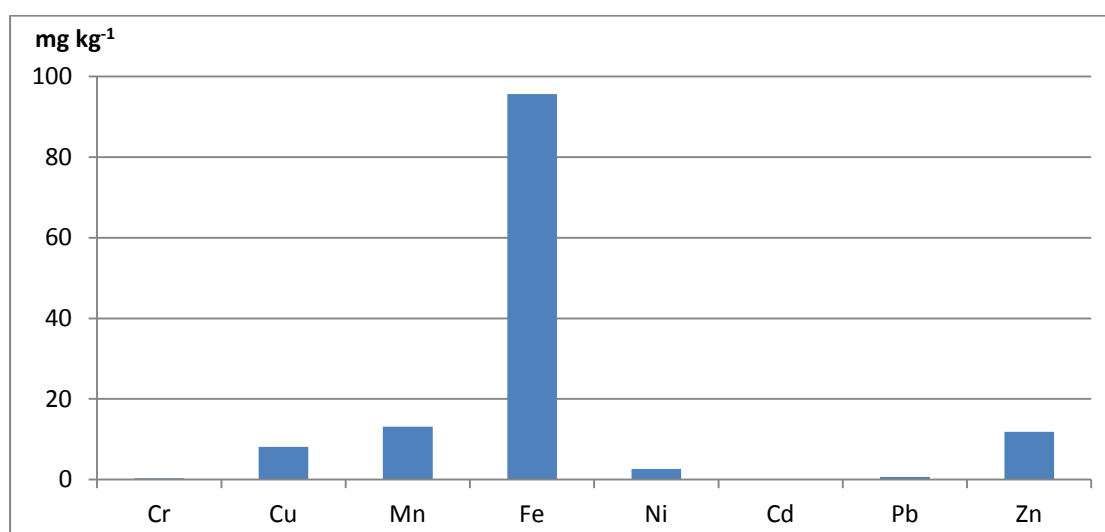
Τα μέταλλα αποτελούν ανόργανα στοιχεία που είναι και τα πλέον απαραίτητα καθώς βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες στον οργανισμό μας. Τα λιγότερο απαραίτητα τα ονομάζουμε ιχνοστοιχεία και βρίσκονται σε πολύ μικρές ποσότητες στον οργανισμό μας. Τέλος υπάρχουν και τα βαριά μέταλλα ή τοξικά που δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στην υγεία μας για το λόγο αυτό πρέπει να αποφεύγονται. Τοξικά μέταλλα είναι ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, το κάδμιο, το αρσενικό και το αλουμίνιο.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των βαρέων μετάλλων όπως αυτά προσδιορίστηκαν στο σύνολο των οικιακών βιοαποβλήτων όπως αυτά συλλέχθηκαν από τα επιλεγμένα νοικοκυριά.

Πίνακας 37. Μέσες τιμές βαρέων μετάλλων εκφρασμένες σε (mg/kg)

Βαρέα Μέταλλα (mg/kg)							
Cr	Cu	Mn	Fe	Ni	Cd	Pb	Zn
0,33	8,10	13,15	95,62	2,60	0,09	0,66	11,87

Στο παρακάτω γράφημα απεικονίζεται η μέση τιμή των βαρέων μετάλλων για τα δείγματα που εξετάστηκαν σε όλη τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής.



Γράφημα 14. Μέσες τιμές βαρέων μετάλλων

Τα θρεπτικά συστατικά χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

Βασικά θρεπτικά / Ζωτικής σημασίας συστατικά Άζωτο (N)- Φώσφορο (P)-Κάλιο (K) και στα Δευτερεύοντα θρεπτικά συστατικά / Ιχνοστοιχεία Ca-S-Mg-Fe-Ma-B-Mb-Zn

Όπως φαίνεται στο γράφημα η ποσότητα του σιδήρου (Fe) φτάνει τα 95,62 mg/kg. Ο σίδηρος βρίσκεται στα κρέατα, στα πουλερικά, στα ψάρια, στα αυγά, στο συκώτι, στον μαϊντανό, στις σαρδέλες, στις φακές, στα δημητριακά και στους ξηρούς καρπούς. Ο σίδηρος είναι στοιχείο απαραίτητο για τα οξύφιλα φυτά αφού η έλλειψή του προκαλεί κιτρίνισμα στα φύλλα. Αποτελεί βασικό καταλύτη παραγωγής σε χλωροφύλλη και χρησιμεύει στη φωτοσύνθεση.

Άλλο ένα στοιχείο που μετρήθηκε είναι το μαγγάνιο (Mn) με μέση τιμή 13,15 mg/kg το οποίο βρίσκεται πλούσιο στους ξηρούς καρπούς, στα κουάκερ, στα δημητριακά, στα φρούτα, στα κάστανα, στο σιτάρι, στους ηλιόσπορους και το μέλι. Το μαγγάνιο συνεργάζεται με τα ένζυμα των φυτών για τη μείωση των νιτρικών αλάτων πριν από την παραγωγή πρωτεϊνών. Η υπερβολική διαθεσιμότητα μαγγανίου στο υπέδαφος μπορεί να προκαλέσει έλλειψη σε σίδηρο.

Η ποσότητα ψευδαργύρου στα οικιακά οργανικά απορρίμματα είναι 11,87 mg/kg. Ο ψευδάργυρος είναι ένας καταλύτης και για την σωστή ανάπτυξη των φυτών θα πρέπει να είναι ελάχιστη η διαθεσιμότητα του. Η έλλειψη ψευδαργύρου εμφανίζεται σε αλκαλικά εδάφη, (βασικά) με pH που κυμαίνεται από 8-14. Αντιθέτως, η υπερβολική διαθεσιμότητα ψευδαργύρου προκαλεί μαρασμό ή θάνατο.

Οι ποσότητες χαλκού (Cu) και νικελίου (Ni) μετρήθηκαν 8,10 και 2,60 mg/kg αντίστοιχα. Ο χαλκός συγκεντρώνεται στις ρίζες των φυτών και παίζει ρόλο στο μεταβολισμό του αζώτου. Η δέσμευσή του με την οργανική ύλη είναι έντονη και μπορεί να βρίσκεται σε έλλειψη ακόμη και σε εδάφη με πολλά οργανικά στοιχεία. Δεν χάνεται εύκολα από το έδαφος αλλά η διαθεσιμότητα του μπορεί να είναι περιορισμένη. Παρόλα αυτά σε μεγάλες αναλογίες μπορεί να αποβεί τοξικός. Το νικέλιο χρειάζεται για την απορρόφηση του σιδήρου. Οι σπόροι χρειάζονται το νικέλιο για να βλαστήσουν. Το νικέλιο παίζει σημαντικό ρόλο στο στάδιο ωρίμανσης και παραγωγής καρπών. Η έλλειψη νικελίου οδηγεί στην παραγωγή μη βιώσιμων σπόρων.

**Πίνακας 38. Οριακές τιμές βαρέων μετάλλων σύμφωνα με την οδηγία ΚΥΑ 114218 (Lazaridis et al., 2002)**

Πρόταση Οδηγίας		ΚΥΑ 114218
Παράμετρος	Κόμποστ	Σταθεροποιημένα Βιοαπορρίμματα
Cd mg/kg ξ.β	10	5
Cu mg/kg ξ.β	500	600
Ni mg/kg ξ.β	200	150
Cr mg/kg ξ.β	510	600
Pb mg/kg ξ.β	500	500
Zn mg/kg ξ.β	2000	1500

Τα σταθεροποιημένα βιοαπόβλητα που πληρούν τις παραμέτρους του πίνακα 38 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συστατικά τεχνητών εδαφών ή σε εφαρμογές στη γη που δεν προορίζονται για παραγωγή τροφών ή ζωοτροφών. Τα οικιακά οργανικά δείγματα δεν αποτελούν σταθεροποιημένο προϊόν αλλά με την κατάλληλη επεξεργασία προς σταθεροποίησή τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπως αναφέρεται παραπάνω καθώς πληρούν τις παραμέτρους των βαρέων μετάλλων.

**Πίνακας 39. Οριακές τιμές συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στο έδαφος σε mg/kg ξηράς ουσίας pH(6-7) (Καντάς, 2004)**

Βαρέα Μέταλλα	Έδαφος (mg/kg)
Κάδμιο	1 έως 3
Χαλκός	50 έως 140
Νικέλιο	30 έως 75
Μόλυβδος	50 έως 300



<b>Ψευδάργυρος</b>	150 έως 300
<b>Υδράργυρος</b>	έως 1,5
<b>Χρώμιο</b>	-

Ποσοστά βαρέων μετάλλων όπως ο μόλυβδος (Pb), το χρώμιο (Cr) και το κάδμιο (Cd) μετρήθηκαν σε αμελητέες ποσότητες της τάξης 0,66, 0,03 και 0,09 mg/kg. Τα βαρέα μέταλλα θεωρούνται από τους πιο επικίνδυνους ρύπους του εδάφους καθώς όχι μόνο δρουν τοξικά στην ανάπτυξη των φυτών αλλά και λόγω της μη αποικοδόμησης τους μένουν στο περιβάλλον και συσσωρεύονται στα φυτά με αποτέλεσμα να εισέρχονται στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω της τροφικής αλυσίδας και να συγκεντρώνονται στα όργανα και στους ιστούς (πίνακας 39).

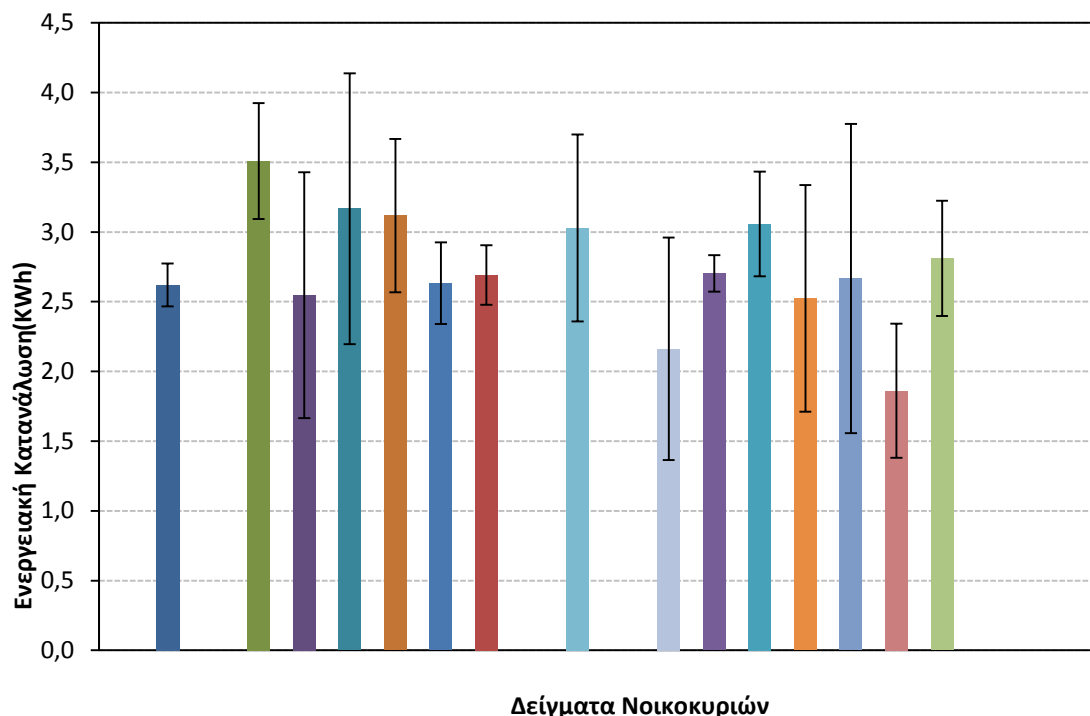
#### 5.1.7. Μετρήσεις Ενεργειακής Κατανάλωσης

Σε όλη τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής του συστήματος, μετρούνταν η ενεργειακή κατανάλωση του συστήματος οικιακής ξήρανσης με τη χρήση μετρητή κατανάλωσης που είχαν προμηθευτεί οι κάτοικοι από τη μονάδα περιβαλλοντικής επιστήμης και τεχνολογίας. Η μέση τιμή των μετρήσεων όπως αυτή προσδιορίστηκε από τις μετρήσεις των κατοίκων αναφέρεται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 40. Αποτελέσματα μέσω των τιμών ενεργειακής κατανάλωσης σε χρονική περίοδο 8 ωρών**

<b>Δείγμα</b>	<b>(KW) στις 8 ώρες</b>
<b>1</b>	2,62
<b>2</b>	3,51
<b>3</b>	2,55
<b>4</b>	3,17
<b>5</b>	3,12
<b>6</b>	2,63
<b>7</b>	2,69
<b>8</b>	3,03
<b>9</b>	2,16
<b>10</b>	2,70
<b>11</b>	3,06
<b>12</b>	2,52
<b>13</b>	2,67
<b>14</b>	1,86
<b>15</b>	2,81
<b>Μέση Τιμή</b>	<b>2,74</b>

Στο παρακάτω γράφημα απεικονίζεται η μέση τιμή της ενεργειακής κατανάλωσης για τα δείγματα που εξετάστηκαν σε όλη τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής για το σύνολο των νοικοκυριών που συμμετείχαν.



**Γράφημα 15. Μέσες τιμές ενεργειακής κατανάλωσης εκφρασμένες σε kWh/8 ώρες.**

Η μέση τιμή της ενεργειακής κατανάλωσης όπως αυτή μετρήθηκε από τα επιλεγμένα νοικοκυριά σε όλη τη διάρκεια της πιλοτικής εφαρμογής, προσδιορίστηκε ίση με 2,74kWh/ 8 ώρες. Η ενεργειακή κατανάλωση κυμάνθηκε σε ένα εύρος τιμών μεταξύ 1,86 και 3,51kWh/8 ώρες. Πειραματικά αποτελέσματα του συστήματος οικιακής ξήρανσης σε εργαστηριακό επίπεδο κατέγραψαν τιμές ενεργειακής κατανάλωσης στους 60, 70 και 80 βαθμούς Κελσίου αντίστοιχα ίσες με 1,33 , 1,34 και 2,04 kWh/8 ώρες (Μισέλ Γιάρντ, 2011). Παρατηρούμε ότι οι τιμές ενεργειακής κατανάλωσης σε πειραματικό στάδιο είναι μικρότερες από εκείνες που ελήφθησαν από τα επιλεγμένα σπίτια. Αυτό οφείλεται στην κακή μόνωση του συστήματος οικιακής ξήρανσης και στις καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν (κρύο κτλ.).

Η ενεργειακή κατανάλωση του συστήματος οικιακής ξήρανσης δεν μπορεί να εκτιμηθεί με απόλυτη ακρίβεια καθώς κάθε κατοικία παράγει διαφορετικές ποσότητες απορριμμάτων συνεπώς οι χρόνοι λειτουργίας της συσκευής διαφέρουν.

### 5.1.8. Αποτελέσματα Μετρήσεων Δείκτη Βλαστικότητας

Η φυτοτοξικότητα μπορεί να προκύψει από την παρουσία βαρέων μετάλλων, από ανόργανα στοιχεία, διαλυτά άλατα και οργανικές ενώσεις. Προκειμένου να πραγματοποιηθούν εδαφοβελτιωτικά από οργανικές ενώσεις τοποθετούνται οργανικά απορρίμματα με pH παρόμοιο με ενός γόνιμου εδάφους.

Ο χαρακτηρισμός των ορίων του δείκτη βλαστικότητας είναι ο εξής :

$0 < \Delta.B. < 25 \rightarrow$  πολύ φυτοτοξικό

$26 < \Delta.B. < 65 \rightarrow$  φυτοτοξικό

$66 < \Delta.B. < 100 \rightarrow$  μη φυτοτοξικό

$101 > \Delta.B \rightarrow$  φυτοδιέγερση – φυτοθρεπτικό

Για κάθε τύπο χώματος έγιναν αναλύσεις pH, VSS, TOC όπως ακριβώς και στην οργανική σκόνη των απορριμμάτων προκειμένου να προσδιοριστεί ο δείκτης βλαστικότητας των σπόρων.

Πίνακας 41. Χαρακτηριστικά χώματος τύπου Α

TOC (%)	LOI(%)	VSS(%)
36,8	4,7	3,8
ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΧΩΜΑΤΟΣ- ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ		pH
100%		7,92
90%-10%		7,31
85%-15%		7,17
80%-20%		7,07
70%-30%		6,89
60%-40%		6,57

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα προσδιορισμού του δείκτη βλαστικότητας όλων των σπόρων που μελετήθηκαν με χώμα εμπορίου σε διαφορετικές αναλογίες χώματος και σκόνης ξηρών οικιακών οργανικών απορριμμάτων.

Πίνακας 42. Αποτελέσματα μετρήσεων του δείκτη βλαστικότητας με τη χρήση χώματος τύπου Α και με σπόρο μαρουλιού

ΧΩΜΑ ΤΥΠΟΥ Α	ΣΠΟΡΟΣ ΜΑΡΟΥΛΙ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 10gr ΧΩΜΑΤΟΣ 0gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β. > 101 → 212 ΦΥΤΟΔΙΕΓΕΡΣΗ-ΦΥΤΟΘΡΕΠΤΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 9gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β. 66 < Δ.Β. < 100 → 96 ΜΗ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8,5gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1,5gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β. > 101 → 121 ΦΥΤΟΔΙΕΓΕΡΣΗ-ΦΥΤΟΘΡΕΠΤΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8gr ΧΩΜΑΤΟΣ 2gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β. > 101 → 107 ΦΥΤΟΔΙΕΓΕΡΣΗ-ΦΥΤΟΘΡΕΠΤΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 7gr ΧΩΜΑΤΟΣ 3gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β. 26 < Δ.Β. < 65 → 53 ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 6gr ΧΩΜΑΤΟΣ 4gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β. 26 < Δ.Β. < 65 → 38 ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ

Πίνακας 43. Αποτελέσματα μετρήσεων του δείκτη βλαστικότητας με τη χρήση χώματος τύπου Α και με σπόρο κρεμμυδιού

ΧΩΜΑ ΤΥΠΟΥ Α	ΣΠΟΡΟΣ ΚΡΕΜΜΥΔΙ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 10gr ΧΩΜΑΤΟΣ 0gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β. > 101 → 195 ΦΥΤΟΔΙΕΓΕΡΣΗ-ΦΥΤΟΘΡΕΠΤΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 9gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β. > 101 → 121 ΦΥΤΟΔΙΕΓΕΡΣΗ-ΦΥΤΟΘΡΕΠΤΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8,5gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1,5gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β. 66 < Δ.Β. < 100 → 96 ΜΗ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8gr ΧΩΜΑΤΟΣ 2gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β. 0 < Δ.Β. < 25 → 10 ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 7gr ΧΩΜΑΤΟΣ 3gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β. 66 < Δ.Β. < 100 → 78 ΜΗ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 6gr ΧΩΜΑΤΟΣ 4gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β. 0 < Δ.Β. < 25 → 25 ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ

Πίνακας 44. Αποτελέσματα μετρήσεων του δείκτη βλαστικότητας με τη χρήση χώματος τύπου Α και με σπόρο ντομάτας

ΧΩΜΑ ΤΥΠΟΥ Α	ΣΠΟΡΟΣ ΝΤΟΜΑΤΑ	
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 10gr ΧΩΜΑΤΟΣ 0gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 68	66 < Δ.Β. < 100 → ΜΗ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 9gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 32	26 < Δ.Β. < 65 → ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8,5gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1,5gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 16	0 < Δ.Β. < 25 → ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8gr ΧΩΜΑΤΟΣ 2gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 21	0 < Δ.Β. < 25 → ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 7gr ΧΩΜΑΤΟΣ 3gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 14	0 < Δ.Β. < 25 → ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 6gr ΧΩΜΑΤΟΣ 4gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 2	0 < Δ.Β. < 25 → ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ

Πίνακας 45. Αποτελέσματα μετρήσεων του δείκτη βλαστικότητας με τη χρήση χώματος τύπου Α και με σπόρο πιπεριάς

ΧΩΜΑ ΤΥΠΟΥ Α	ΣΠΟΡΟΣ ΠΙΠΕΡΙΑ	
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 10gr ΧΩΜΑΤΟΣ 0gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 39	26 < Δ.Β. < 65 → ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 9gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 15	0 < Δ.Β. < 25 → ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8,5gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1,5gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 36	26 < Δ.Β. < 65 → ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8gr ΧΩΜΑΤΟΣ 2gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 6	0 < Δ.Β. < 25 → ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 7gr ΧΩΜΑΤΟΣ 3gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 3	0 < Δ.Β. < 25 → ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 6gr ΧΩΜΑΤΟΣ 4gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 2	0 < Δ.Β. < 25 → ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του χώματος τύπου Β όπως προσδιορίστηκαν με κατάλληλες μετρήσεις.

Πίνακας 46. Χαρακτηριστικά χώματος τύπου Β

ΤΟC (%)	ΛΟΙ(%)	VSS(%)
34,15	0,5	0,4
ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΧΩΜΑΤΟΣ-ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ		pH
100%		7
90%-10%		5,75
85%-15%		5,77
80%-20%		5,47
70%-30%		5,6
60%-40%		5,64

Στη συνέχεια παρατίθενται οι πίνακες που παρουσιάζουν τα αποτελέσματα του δείκτη βλαστικότητας όλων των σπόρων με χώμα τύπου Β.

Πίνακας 47. Αποτελέσματα μετρήσεων του δείκτη βλαστικότητας με τη χρήση χώματος τύπου Β και με σπόρο μαρουλιού

ΧΩΜΑ ΤΥΠΟΥ Β	ΣΠΟΡΟΣ ΜΑΡΟΥΛΙ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 10gr ΧΩΜΑΤΟΣ 0gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 200 Δ.Β. >101 → ΦΥΤΟΔΙΕΓΕΡΣΗ-ΦΥΤΟΘΡΕΠΤΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 9gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 160 Δ.Β. >101 → ΦΥΤΟΔΙΕΓΕΡΣΗ-ΦΥΤΟΘΡΕΠΤΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8,5gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1,5gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 166 Δ.Β. >101 → ΦΥΤΟΔΙΕΓΕΡΣΗ-ΦΥΤΟΘΡΕΠΤΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8gr ΧΩΜΑΤΟΣ 2gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 148 Δ.Β. >101 → ΦΥΤΟΔΙΕΓΕΡΣΗ-ΦΥΤΟΘΡΕΠΤΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 7gr ΧΩΜΑΤΟΣ 3gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 66 66 < Δ.Β. < 100 → ΜΗ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 6gr ΧΩΜΑΤΟΣ 4gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 39 26 < Δ.Β. < 65 → ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ

Πίνακας 48. Αποτελέσματα μετρήσεων του δείκτη βλαστικότητα με τη χρήση χώματος τύπου Β και με σπόρο ντομάτας

ΧΩΜΑ ΤΥΠΟΥ Β	ΣΠΟΡΟΣ ΝΤΟΜΑΤΑ	
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 10gr ΧΩΜΑΤΟΣ 0gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 103	Δ.Β. >101 → ΦΥΤΟΔΙΕΓΕΡΣΗ-ΦΥΤΟΘΡΕΠΤΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 9gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 49	26 < Δ.Β. <65 → ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8,5gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1,5gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 65	26 < Δ.Β. <65 → ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8gr ΧΩΜΑΤΟΣ 2gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 75	66 < Δ.Β. <100 → ΜΗ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 7gr ΧΩΜΑΤΟΣ 3gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 35	26 < Δ.Β. <65 → ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 6gr ΧΩΜΑΤΟΣ 4gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 15	0 < Δ.Β. < 25 → ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ

Πίνακας 49. Αποτελέσματα μετρήσεων του δείκτη βλαστικότητα με τη χρήση χώματος τύπου Β και με σπόρο κρεμμυδιού

ΧΩΜΑ ΤΥΠΟΥ Β	ΣΠΟΡΟΣ ΚΡΕΜΜΥΔΙ	
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 10gr ΧΩΜΑΤΟΣ 0gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 102	Δ.Β. >101 → ΦΥΤΟΔΙΕΓΕΡΣΗ-ΦΥΤΟΘΡΕΠΤΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 9gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 19	0 < Δ.Β. < 25 → ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8,5gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1,5gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 74	66 < Δ.Β. <100 → ΜΗ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8gr ΧΩΜΑΤΟΣ 2gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 44	26 < Δ.Β. <65 → ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 7gr ΧΩΜΑΤΟΣ 3gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 26	26 < Δ.Β. <65 → ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 6gr ΧΩΜΑΤΟΣ 4gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 7	0 < Δ.Β. < 25 → ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ

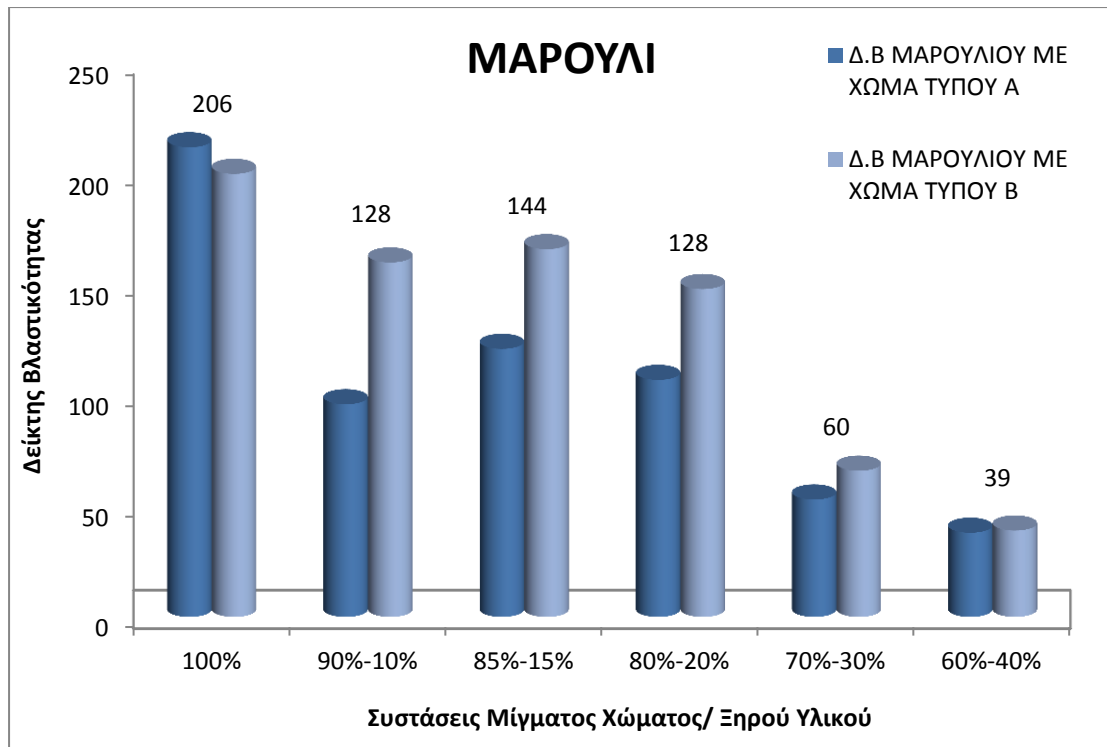
Πίνακας 50. Αποτελέσματα μετρήσεων του δείκτη βλαστικότητας με τη χρήση χώματος τύπου Β και με σπόρο πιπεριάς

ΧΩΜΑ ΤΥΠΟΥ Β	ΣΠΟΡΟΣ ΠΙΠΕΡΙΑ	
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 10gr ΧΩΜΑΤΟΣ 0gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 100	66 < Δ.Β. <100 → ΜΗ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 9gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 39	66 < Δ.Β. <100 → ΜΗ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8,5gr ΧΩΜΑΤΟΣ 1,5gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 34	26 < Δ.Β. <65 → ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 8gr ΧΩΜΑΤΟΣ 2gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 26	26 < Δ.Β. <65 → ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 7gr ΧΩΜΑΤΟΣ 3gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 10	0 < Δ.Β. < 25 → ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ
ΑΝΑΛΟΓΙΑ 6gr ΧΩΜΑΤΟΣ 4gr ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΚΟΝΗΣ	Δ.Β 11	0 < Δ.Β. < 25 → ΠΟΛΥ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟ

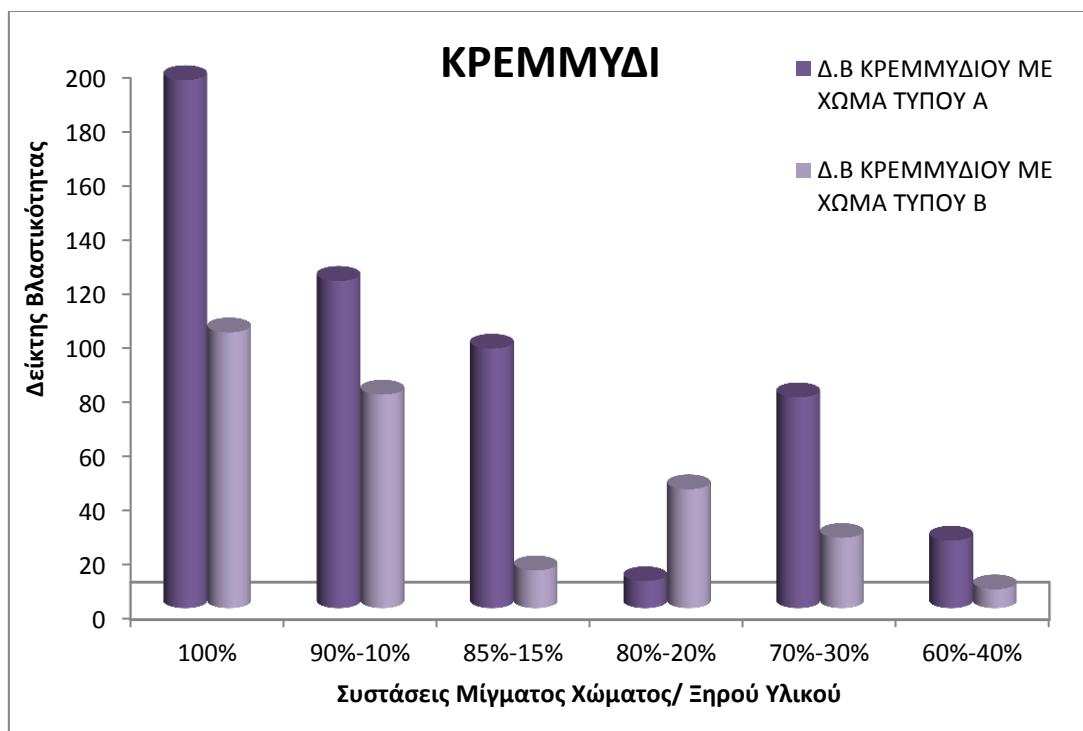
Το pH του εκάστοτε χώματος σε συνδυασμό με το pH της σκόνης επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την βλαστικότητα του κάθε σπόρου. Συγκεκριμένα ο κάθε σπόρος ευδοκιμεί σε συγκεκριμένες συνθήκες γονιμότητας χώματος. Έτσι το **κρεμμύδι** θέλει μέτρια γόνιμο έδαφος και το pH πρέπει να είναι **6 έως 6,9**. Η **ντομάτα** όπως και το **μαρούλι** ευδοκιμούν σε έδαφος με pH **5,5 έως 7** ενώ η **πιπεριά** σε pH **5,5-5,9**.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται γραφικά τα αποτελέσματα προσδιορισμού του δείκτη βλαστικότητας για το σύνολο των δειγμάτων και των σπόρων που μελετήθηκαν.

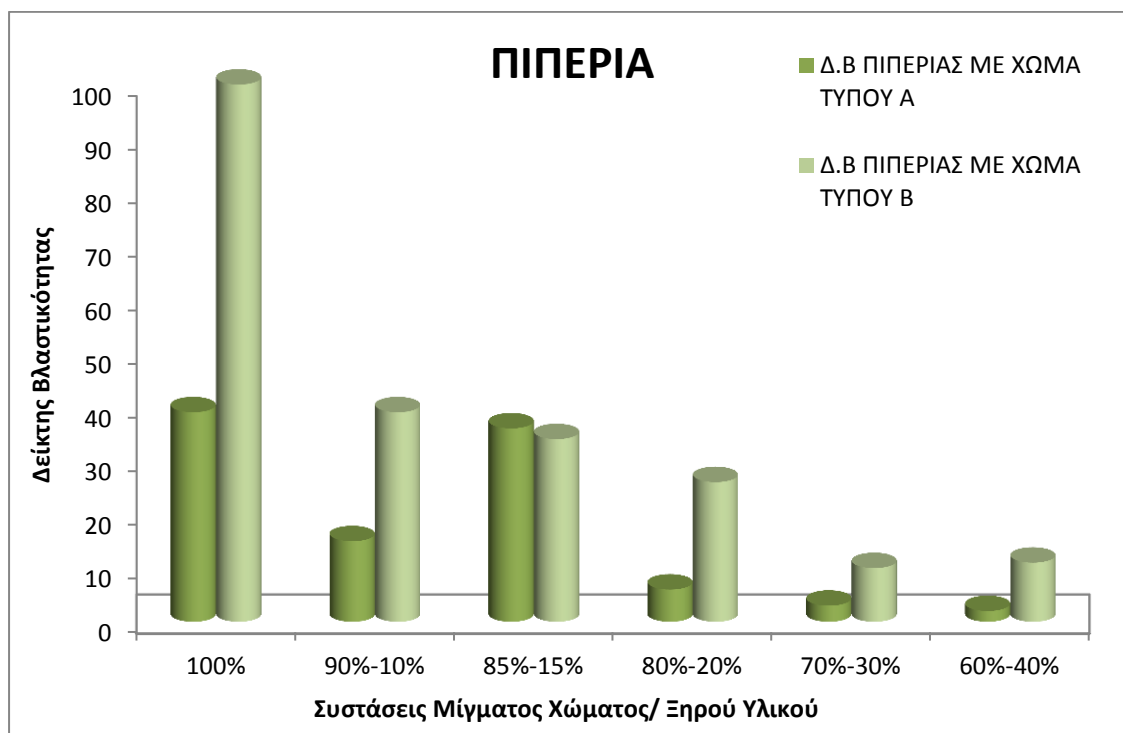




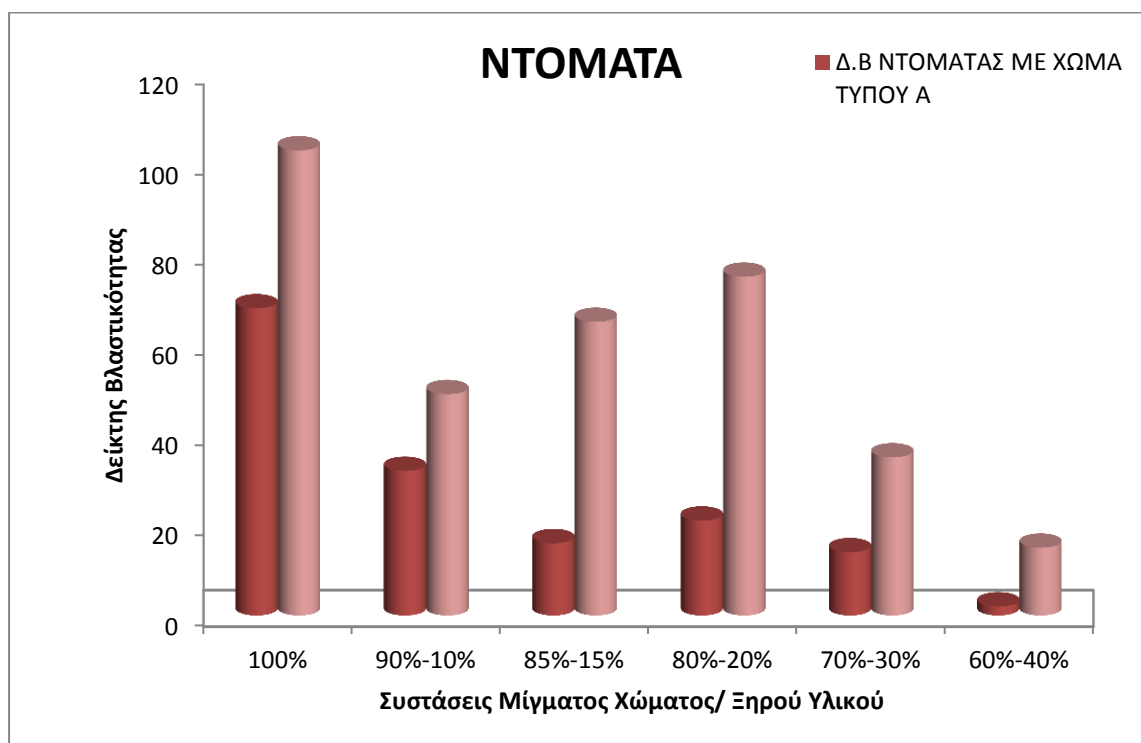
Γράφημα 16. Συγκριτική απεικόνιση του δείκτη βλαστικότητας όπως αυτός προσδιορίστηκε για σπόρο μαρουλιού για τους δύο τύπους χώματος



Γράφημα 17. Συγκριτική απεικόνιση του δείκτη βλαστικότητας όπως αυτός προσδιορίστηκε για σπόρο κρεμμυδιού για τους δύο τύπους χώματος

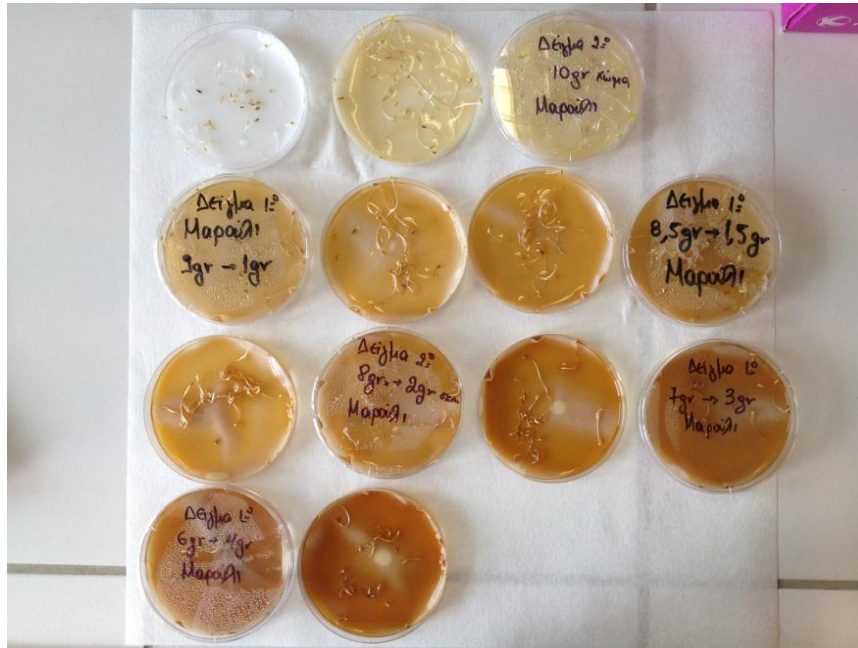


Γράφημα 18. Συγκριτική απεικόνιση του δείκτη βλαστικότητας όπως αυτός προσδιορίστηκε για σπόρο πιπεριάς για τους δύο τύπους χώματος



Γράφημα 19. Συγκριτική απεικόνιση του δείκτη βλαστικότητας όπως αυτός προσδιορίστηκε για σπόρο ντομάτας για τους δύο τύπους χώματος

Από το παραπάνω γράφημα, παρατηρούμε ότι ο σπόρος του μαρουλιού έχει δείκτη βλαστικότητας πάνω από 102 σε αναλογίες 10gr χώματος-0gr οργανική σκόνη, 9gr χώματος -1gr οργανική σκόνη και 8,5gr χώματος -1,5gr οργανική σκόνη και για τους δύο τύπους χωμάτων. Ιδιαίτερα σε αναλογία 10gr χώματος-0gr οργανικής σκόνης παρουσιάζει το μεγαλύτερο δείκτη βλαστικότητας με μέσο όρο 206 ενώ η δεύτερη μεγαλύτερη τιμή φυτοβλαστικότητας παρουσιάζεται στην αναλογία 8,5gr χώματος -1,5gr οργανικής σκόνης. Αυτό οφείλεται στο pH της αναλογίας που κυμαίνεται μεταξύ 5,5-7 και για τους δύο τύπους χωμάτων.

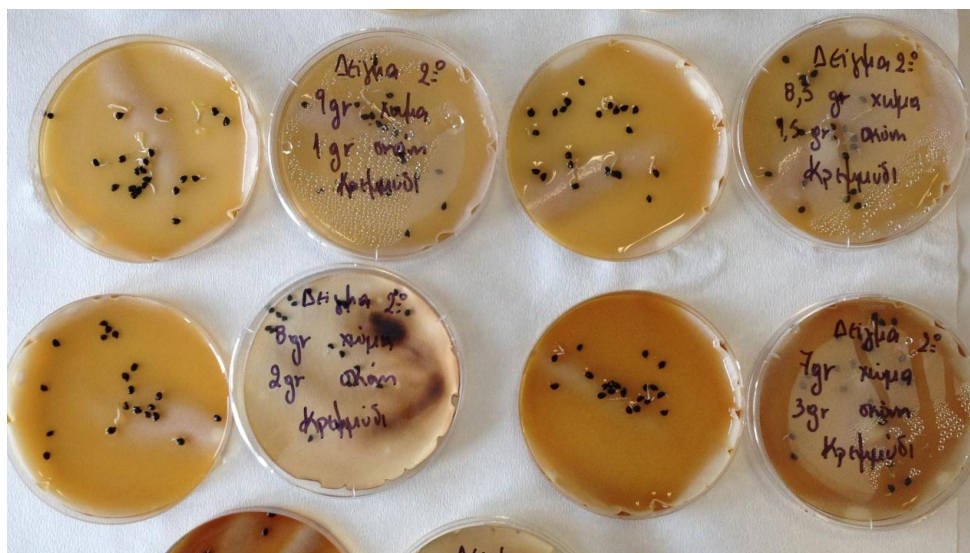


Εικόνα 77. Σπόροι μαρουλιού που φύτρωσαν



Εικόνα 78. Σπόροι μαρουλιού που φύτρωσαν σε αναλογία 10gr χώματος-0gr σκόνης

Αντίστοιχα για τον σπόρο του κρεμμυδιού παρατηρούμε ότι εμφανίζεται φυτοβλαστικότητα μόνο στην αναλογίες 10gr χώματος-0gr οργανική σκόνη και για τους δύο τύπους χωμάτων και στην αναλογία 9gr χώματος -1gr οργανικής σκόνης μόνο για το χώμα τύπου Α. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κρεμμύδι χρειάζεται pH 6-6,5 για να βλαστήσει ενώ στο χώμα τύπου Β το pH της αναλογίας 9gr χώματος -1gr οργανικής σκόνης είναι κάτω από έξι.



Εικόνα 79. Σπόροι κρεμμυδιού που φύτρωσαν

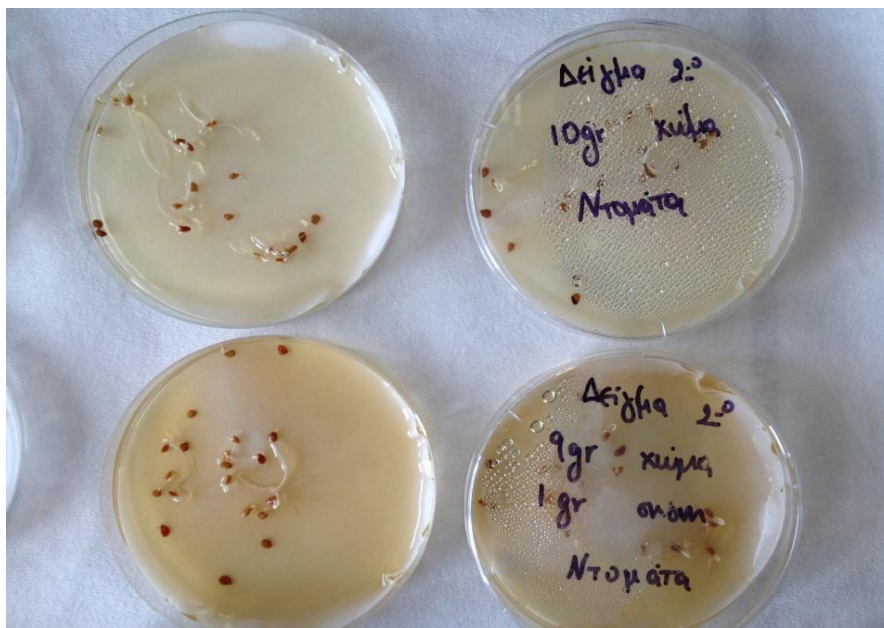
Ο σπόρος της πιπεριάς δεν εμφανίζει φυτοβλαστικότητα σε καμία αναλογία. Αυτό συμβαίνει γιατί η πιπεριά βλαστίζει σε πιο όξινα χώματα με pH 5,5-5,9.



Εικόνα 80. Σπόροι πιπεριάς που φύτρωσαν σε αναλογίες 8,5gr χώματος-1,5gr σκόνης και 7gr χώματος-3gr σκόνης



Ο σπόρος της ντομάτας όπως προκύπτει από το γράφημα παρουσιάζει σχετικά καλύτερες τιμές στον δείκτη φυτοβλαστικότητας στο χώμα τύπου Β καθώς είναι μέσα στα όρια του pH στα οποία αυτή βλασταίνει (5,5-7). Ειδικά στο χώμα τύπου Β σε αναλογία 10gr χώματος-0gr οργανικής σκόνης παρατηρούμε φυτοβλαστικότητα.

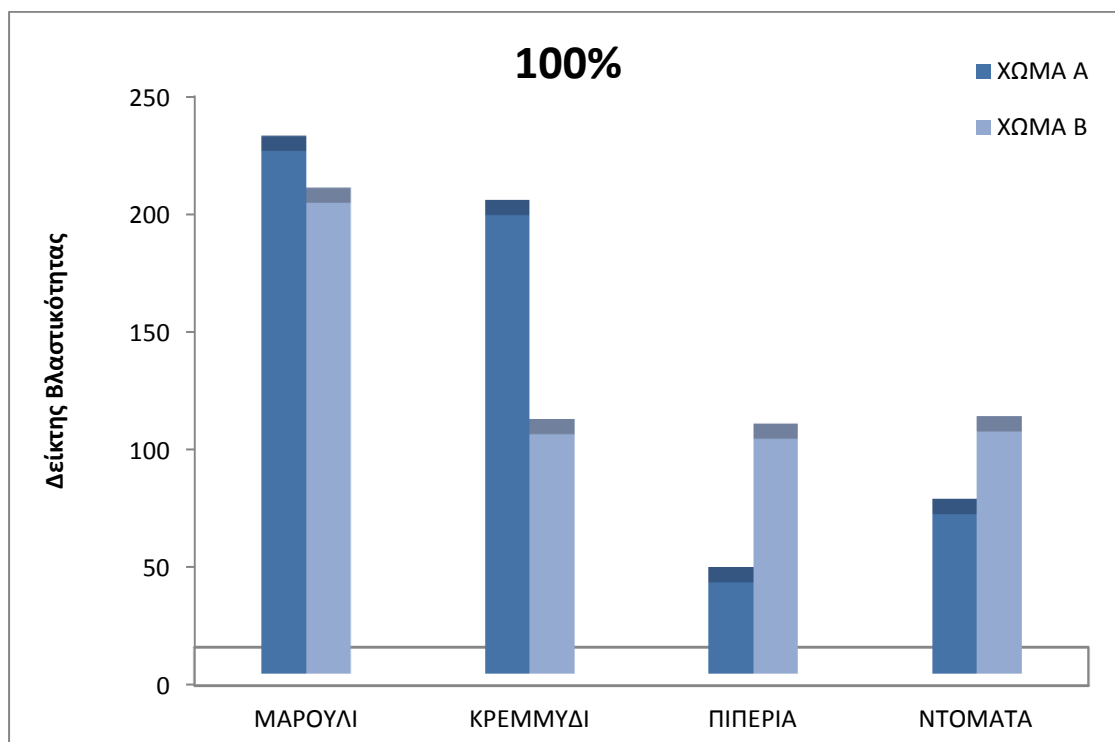


Εικόνα 81. Σπόροι ντομάτας που φύτεψαν σε αναλογίες 10grχώματος-0gr σκόνης και 9gr χώματος-1gr σκόνης

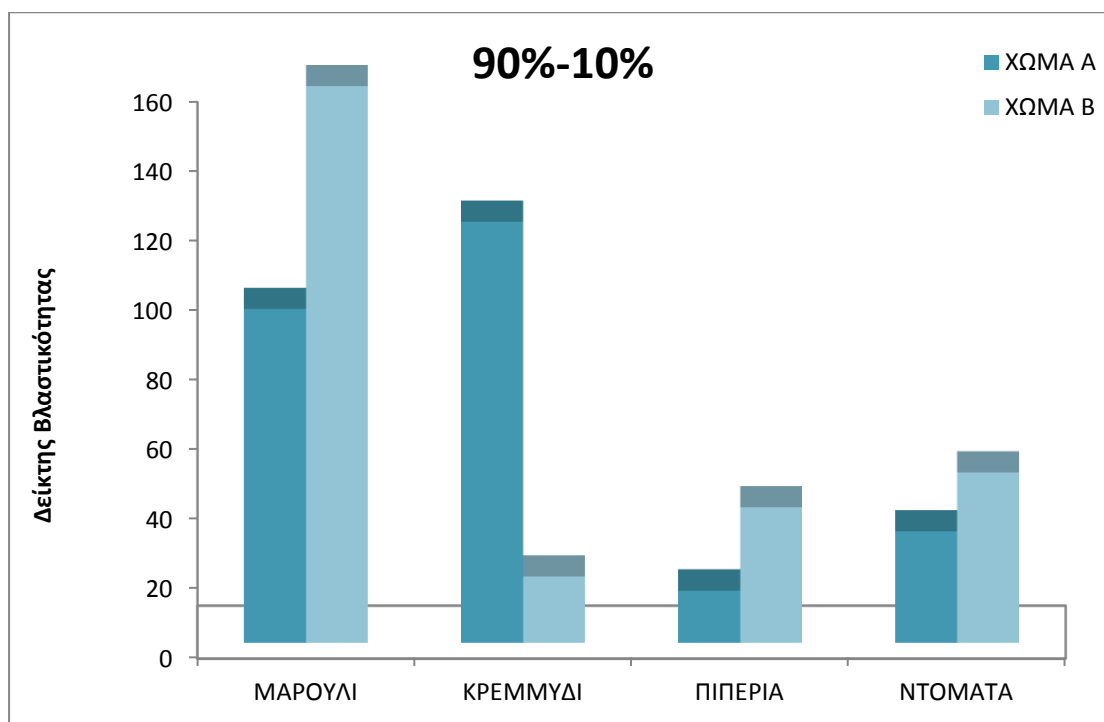


Εικόνα 82. Σπόροι ντομάτας που φύτεψαν

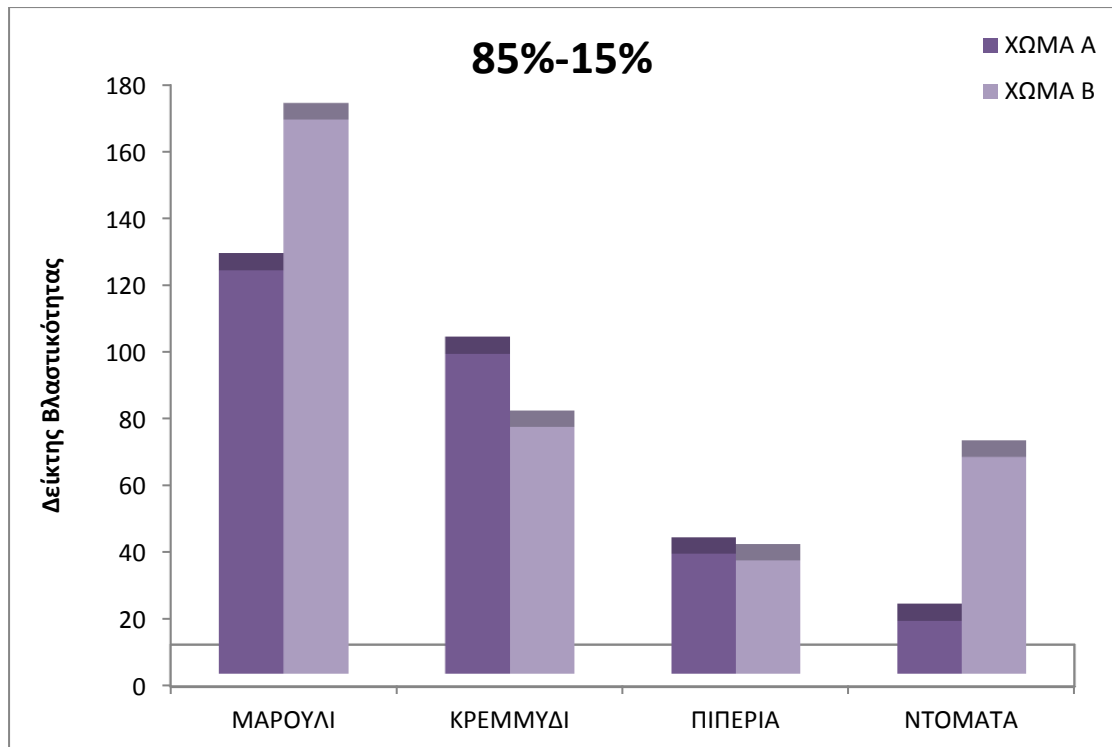
Στα παρακάτω γραφήματα απεικονίζονται συγκριτικά όλοι οι σπόροι και των δύο τύπων χώματος σε κάθε αναλογία ξεχωριστά.



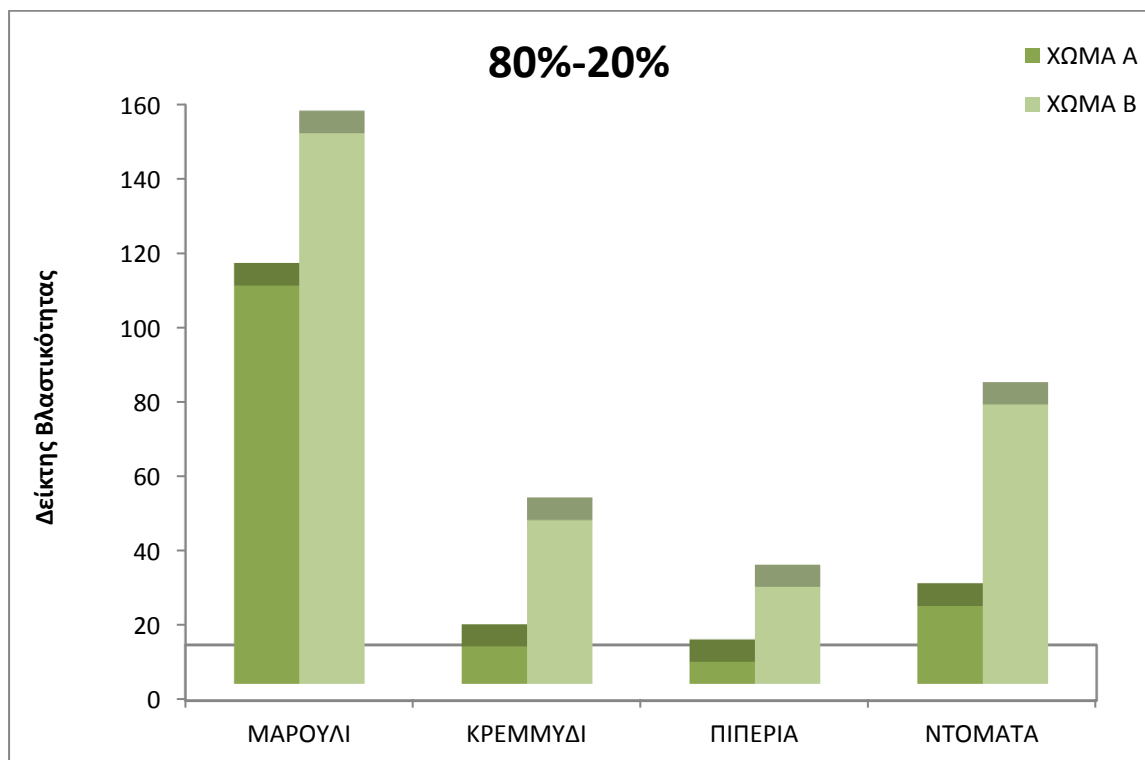
Γράφημα 20. Συγκριτική απεικόνιση όλων των σπόρων σε αναλογία χώματος -οργανικής σκόνης 10gr - 0gr



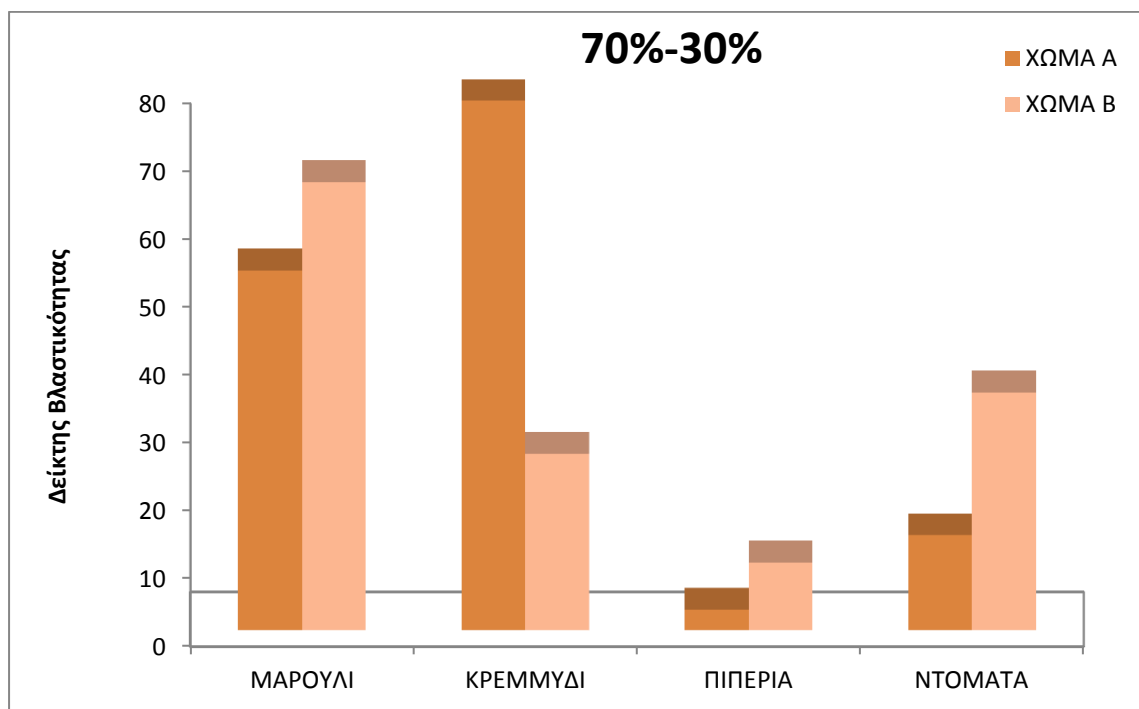
Γράφημα 21. Συγκριτική απεικόνιση όλων των σπόρων σε αναλογία χώματος -οργανικής σκόνης 9gr - 1gr



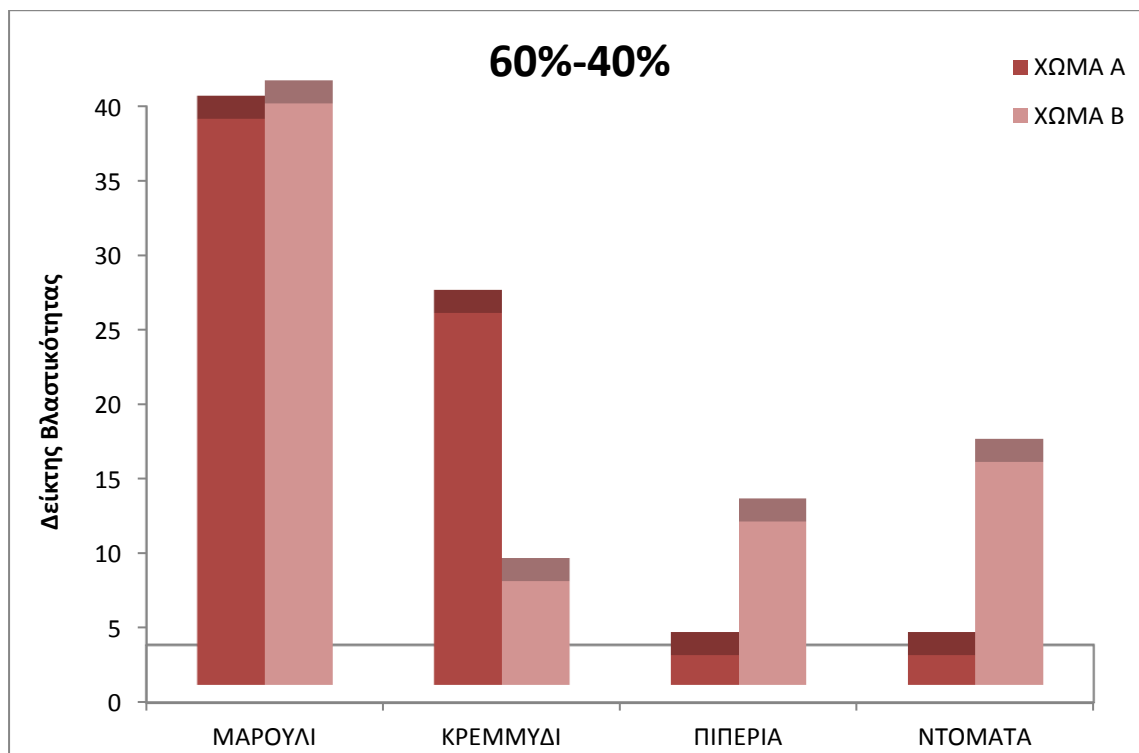
Γράφημα 22. Συγκριτική απεικόνιση όλων των σπόρων σε αναλογία χώματος -οργανικής σκόνης 8,5gr - 1.5gr



Γράφημα 23. Συγκριτική απεικόνιση όλων των σπόρων σε αναλογία χώματος -οργανικής σκόνης 8gr - 2gr



Γράφημα 24. Συγκριτική απεικόνιση όλων των σπόρων σε αναλογία χώματος -οργανικής σκόνης 7gr - 3gr



Γράφημα 25. Συγκριτική απεικόνιση όλων των σπόρων σε αναλογία χώματος -οργανικής σκόνης 6gr - 4gr



Στην αναλογία 10gr χώματος-0gr σκόνης παρατηρούμε ότι προκύπτει φυτοβλαστικότητα σε στους σπόρους μαρουλιού, κρεμμυδιού ενώ μόνο για το χώμα τύπου Β για την ντομάτα. Στην αναλογία 9gr χώματος-1gr σκόνης παρατηρείται φυτοβλαστικότητα στο μαρούλι καθώς και στο κρεμμύδι αλλά μόνο για τον τύπο Α χώματος. Αντίθετα σε αναλογία 8,5gr χώματος-1,5gr σκόνης και σε αναλογία 8gr χώματος-2gr σκόνης μόνο ο σπόρος του μαρουλιού παρουσιάζει βλαστικότητα. Το υλικό μας σε αναλογία 7gr χώματος -3 gr σκόνης και 6gr χώματος-4 gr σκόνης κρίνεται ως φυτοτοξικό έως πολύ φυτοτοξικό. Αυτό σημαίνει ότι καθώς αυξάνουμε την ποσότητα της οργανικής σκόνης, τόσο πιο φυτοτοξικό γίνεται το υλικό για λίπασμα.

Πειραματικά αποτελέσματα του δείκτη βλαστικότητας κατέγραψαν δείκτη βλαστικότητας της τάξεως του 70 που σημαίνει ότι το δείγμα ήταν απλά φυτοτοξικό (Μισέλ Γιάρντ, 2011). Από τα παραπάνω δεδομένα προκύπτει ότι μια καλή αναλογία χώματος και σκόνης θα μπορούσε να είναι μέχρι το 8,5-1,5. Αυτό σημαίνει ότι το υλικό μας χρειάζεται περαιτέρω βιολογική επεξεργασία για να μπορέσει να επαναχρησιμοποιηθεί ως λίπασμα Αυτό όμως εξαρτάται και από τα χαρακτηριστικά βλάστησης του κάθε σπόρου.

## 6. Συμπεράσματα

Από την έκβαση των πειραματικών αποτελεσμάτων προκύπτουν σημαντικά συμπεράσματα για την διεργασία της ξήρανσης από την λειτουργία του πρότυπου συστήματος οικιακής ξήρανσης σε είκοσι νοικοκυριά του Δήμου Παπάγου-Χολαργού καθώς και για το τελικό ξηρό προϊόν που παράχθηκε.

Από τα αποτελέσματα του πιλοτικού ξηραντήρα οικιακής ξήρανσης μπορούν να αναχθούν τα εξής συμπεράσματα ως προς τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος:

- Το τελικό προϊόν που παράχθηκε δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό καθώς οι μέσες τιμές των pH που μετρήθηκαν ανήκουν στην όξινη περιοχή.
- Τα οικιακά οργανικά δείγματα δεν αποτελούν σταθεροποιημένο προϊόν αλλά με την κατάλληλη επεξεργασία προς σταθεροποίησή τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εδαφοβελτιωτικά καθώς πληρούν τις παραμέτρους των βαρέων μετάλλων σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία.
- Η τελική υγρασία του ξηρού υλικού κρίνεται υψηλή. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι δεν γινόταν σωστή χρήση της συσκευής καθώς οι κάτοικοι σταματούσαν την ξήρανση πριν ολοκληρωθεί. Ενδεχομένως να τοποθετούσαν τα διατροφικά απόβλητα στη συσκευή ολόκληρα, δίχως να τα κόψουν σε μικρό μέγεθος όπως είχαν ενημερωθεί από τα ειδικά έντυπα που είχαν προμηθευτεί, γεγονός που καθυστερούσε τη ξήρανση.
- Η τελική υγρασία αποτελεί έναν πολύ σημαντικό ευαίσθητο παράγοντα για το τελικό προϊόν καθώς είναι αντιπροσωπευτική η τιμή τόσο για την σωστή λειτουργία και αποτελεσματική απόδοση του ξηραντήρα όσο και για την ποιότητα του τελικού προϊόντος.
- Το σύστημα οικιακής ξήρανσης μπορεί να προκαλέσει μείωση μάζας που κυμαίνεται στο εύρος των τιμών μεταξύ 64,17-78,11%. Η διαφορά αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι κάποιοι κάτοικοι αφαιρούσαν από το εσωτερικό της συσκευής οικιακής ξήρανσης τα βιοαπόβλητα προτού ολοκληρωθεί η διεργασία της ξήρανσης με αποτέλεσμα το ξηρό υλικό να εμπεριέχει μεγάλο ποσοστό υγρασίας το οποίο θα μπορούσε να έχει αφαιρεθεί με μια πιο προσεκτική χρήση της συσκευής από την πλευρά του χρήστη. Το γεγονός επίσης ότι σε ορισμένα νοικοκυριά δεν έκοβαν τα διατροφικά απορρίμματα σε μικρότερα κομμάτια αλλά τα τοποθετούσαν ολόκληρα στο εσωτερικό της συσκευής, είχε σαν αποτέλεσμα την μη αποδοτική ξήρανση των υλικών αυτών με συνέπεια την παρατηρηθείσα απόκλιση ανάμεσα στα νοικοκυριά.
- Η μέση τιμή του ολικού οργανικού άνθρακα του ξηρού υλικού μετρήθηκε ίση με 50,27% δηλαδή τα δείγματα των οικιακών οργανικών απορριμμάτων περιέχουν μεγάλες ποσότητες άνθρακα που τα καθιστούν ποιοτική πρώτη ύλη για περαιτέρω ενεργειακή επεξεργασία.

Ως προς τα βιολογικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου υλικού το οποίο προέρχεται από τις πειραματικές εφαρμογές τους συστήματος ξήρανσης προκύπτουν τα εξής:

- Τα αποτελέσματα του δείκτη βλαστικότητας μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το ξηρό μας υλικό κρίνεται φυτοτοξικό σε μεγάλες σε μεγάλες αναλογίες. Παρόλα αυτά σε μια αναλογία χώματος - ξηρού υλικού 8,5gr -1,5gr αντίστοιχα παρουσιάζεται βλαστικότητα στον σπόρο του μαρουλιού γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι με την κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εμπορικό προϊόν.
- Η επιβεβαίωση των πειραματικών αποτελεσμάτων εξασφαλίζεται από την ανάπτυξη του πρότυπου σπόρου μαρουλιού, του σπόρου κρεμμυδιού, του σπόρου πιπεριάς και του σπόρου ντομάτας.

## 7. Βιβλιογραφία

- Akgun N.A., Doymaz I., (2005), "Modeling of olive cake thin layer drying process". J. Food Eng., 68, (4) pp. 455-461.
- Akpınar E., Midilli A., Bicer Y., eds. (2003), "Single layer drying behaviour of potato slices in a convective cyclone dryer and mathematical modeling", Energy Convers. Manag. 44, (10), pp. 1689–1705.
- Andreadakis AD, Mamais D., Gavalaki E., Kampylafka S., eds. (2002), "Sludge Utilization Agriculture": Possibilities and Prospects in Greece", Water Science and Technology, 46 (10), pp. 231-238.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC), (1980), "Official Methods of Analysis", 13th ed., Washington DC, pp.130–143.
- Babalís S.J., Papanicolaou E., Kyriakis N., Belessiotis V.G., eds. (2006), "Evaluation of thin-layer drying models for describing drying kinetics of figs (*figus carica*)", J. Food Eng. 75, (2), 205-214.
- Barbosa F., Melo, E., Santos R.H.S., da Rocha R.P, Martinazzo A.P., Radünz L.L., Gracia L.M.N., eds. (2007), "Evaluation of mathematical model for prediction of thin-layer drying of Brazilian lemon-scented verbena leaves", Brazilian Journal of Agro-industrial Products. 9, (1), pp. 73-82.
- Bertin R., Blazquez M., eds. (1986), "Modeling and optimization of a dryer", Drying Technol. 4, (1), pp. 45-66.
- Bitton Gabriel, (2005), "Waste water microbiology", Third Edition, John Wiley&Sons
- Brook R.C., Bakker-Arkema F.W., eds. (1978), "Simulation for design of commercial concurrent flow grain dryers". Trans. ASAE. 21, (5), pp.978-981.
- Bruce D.M., (1985), "Exposed layer barley drying, three models fitted to new data up to 150°C", J. Agric. Eng. Res. 32, (4), pp. 337-347.
- Chhinnan M. S., (1984), "Evaluation of selected mathematical models for describing thin-layer drying of in-shell pecans", Trans. ASAE, 27, (2), pp.610–615.
- Corzo O., Bracho N., Pereira A., Vásquez A., eds. (2008), "Weibull distribution for modeling air drying of coroba slices". LWT - Food Sci. Technol. 41, (10), pp. 2023-2028.
- Diaz, L. F., G.M. Savage, L. L. Eggerth, and C. G. Golueke, (1993), "Composting and Recycling Municipal Solid Waste", Lewis Publishers, Inc., Ann Arbor, MI.
- EA (Environment Agency), (2001). Technical Guidance on Composting Operations (Draft), Environment Agency UK, Bristol.
- EC (European Commission), (2001). Working Document: Biological treatment of biowaste, DG ENV,
- EEA (European Environment Agency), (2002). Biodegradable municipal waste management in Europe Part 1
- EEK (2002), "Flash Eurobarometre 123: Perception du développement et préoccupations environnementales des Européens", Gallup Europe, Report, April.
- ENV.A.2/LM/biowaste/2nd draft. Available at:  
[http://www.compost.it/www/pubblicazioni\\_on\\_line/biod.pdf](http://www.compost.it/www/pubblicazioni_on_line/biod.pdf)
- Erenturk S., Gulaboglu M.S., Gultekin S., eds. (2004), "The thin-layer drying characteristics of rosehip", Biosyst. Eng. 89, (2), pp. 159-166.

- Ertekin C., Yaldiz O., eds. (2004), "*Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model*", J. Food Eng., 63, (3), pp. 349-359.
- Gajalakshmi, S and Abbasi, S A., (2004) "Bioresource Technology", 92, pp. 291-296
- Gerardi M., (2003), "*The Microbiology of Anaerobic Digesters*", Wastewater Microbiology Series, New Jersey.
- GFN UNIZAR (Editor) (n.y.) "*Biogas - Egg-Shaped Reactors*", Zaragoza: Grupo de Fluidodinámica Numérica de la Universidad de Zaragoza
- Gidarakos E. (2006), "*Hazardous Waste, Management, Treatment, Disposal*", Zigos Editions, Thessaloniki
- Golueke, C.G., and P. H. McGauhey (1955) "*Reclamation of Municipal Refuse by Composting*," Technical Bulletin 9, Sanitary Engineering Research Laboratory, University of California, Berkeley
- Gray, F.N., (2004), "*Biology of Waste water Treatment*", Second Edition Imperial College. Press.
- Greensmith M. (1998), "*Practical dehydration 2nd ed*". Woodhead. Cambridge
- GTZ (Editor), (2009), "*Biogas Sanitation for Blackwater or Brownwater, or Excreta Treatment and Reuse in Developing Countries*". Eschborn: German Agency for Technical Cooperation (GTZ) GmbH and Sustainable Sanitation Alliance (SuSanA).
- Gunhan T., Demir V., Hancioglu E., Hepbasli A., eds. (2005), "*Mathematical modelling of drying of bay leaves*", Energy Convers. Manag. 46, (11), pp. 1667-1679.
- Henderson S.M., (1974), "*Progress in developing the thin layer drying equation*", Trans. ASAE, 17, (6), pp. 1167-1172.
- Hog Producers Sustainable Farming Group (1996), "*The Composting Process*", Ministry of Agriculture and Food, British Columbia. Available at: <http://www.agf.gov.bc.ca/resmgmt/publist/300series/382500-2pdf>
- Jayas D.S., Genkowski S., Pabis S., Muir, W.E., eds. (1991), "*Review of thin-layer drying and wetting equations*", Drying Technol. 9, (3), pp. 551.
- Kapetanios E.G., Loizidou M., and Vakanas G. eds. (1993), "*Compost production from Greek domestic refuse*", Bioresource Technology, 43, pp. 13–16.
- Karathanos V.T., (1999), "*Determination of water content of dried fruits by drying kinetics*", J. Food Eng. 39, (4), pp.337-344.
- Karathanos V.T., Belessiotis V.G., eds. (1999), "*Application of a thin layer equation to drying data of fresh and semi-dried fruits*", J. Agric. Eng. Res. 74, pp. 355-361.
- Kiranoudis C.T., Maroulis Z.B., Marinos-Kouris D., eds. (1992), "*Drying kinetics of onion and green pepper*", Drying Technol. 10, (4), pp.995-1011.
- Komilis D.P., Ham R., (2006), "*Carbon dioxide and ammonia emissions during composting of mixed paper, yard waste and food waste*". Waste Management, 26, 62-70.
- Komilis D.P., Tziouvaras I. S. (2009), "*A statistical analysis to assess the maturity and stability of six composts*", Waste Management (29) 5, pp. 1504 – 1513.
- Krokida M.K., Kiranoudis C.T., Maroulis Z.B., Marinos-Kouris D., eds. (2000), "*Drying related properties of apple*", Drying Technol. 18, (6), pp. 1251-1267.

- Krokida M.K., Karathanos V.T., Maroulis Z.B., Marinos-Kouris D., eds. (2003), "*Drying kinetics of some vegetables*", J. Food Eng. 59, (4), pp. 391–403.
- Lazaridis, N.K. and Matis, K.A., (2002) "Removal of toxic metal ions from aqueous systems by biosorptive flotation", J. Chem. Technol. Biot., Vol. 77, pp.958–964.
- Lewis W. K., (1921). "*The rate of drying of solid materials*", Ind. Eng. Chem. 13, pp. 427–432.
- Madamba P.S., Driscoll R.H., Buckle K.A., eds. (1996), "*The thin-layer drying characteristic of garlic slices*", J. Food Eng. 29, (1), pp.75–97.
- Marinos-Kouris D., Maroulis Z.B., eds. (1995), "*Transport properties in the drying of solids, in: Mujumdar, A.S. (Eds.), Handbook of Industrial Drying*", Marcel Dekker, New York, pp. 113–159.
- Maroulis Z.B., Saravacos G.D., eds. (2003), "*Food Process Design*", Marcel Dekker, New York.
- Metcalf & Eddy Inc. "*Wastewater Engineering-treatment, Disposal and reuse*". Mc GrawHill International Editions 3th (1991)
- Midilli A., Kucuk H., eds. (2003), "Mathematical modeling of thin layer drying of pistachio by using solar energy", Energy Convers Manag. 44, (7), pp.1111–1122.
- Midilli A., Kucuk H., Yapar Z., eds. (2002), "*A new model for single-layer drying*", Drying Technol. 20, (7), pp. 1503-1513.
- Miranda M., Maureira H., Rodríguez K., Vega-Gálvez A., eds. (2009), "*Influence of temperature on the drying kinetics, physicochemical properties, and antioxidant capacity of Aloe Vera*" (Aloe Barbadosensis Miller) gel. J. Food Eng. 91, (2), pp. 297-304.
- Morey R.V., Li H., (1984), "*Thin-layer equation effects on deep-bed drying prediction*", Trans. ASAE. 27, (6), pp. 1924-1928.
- Mueller, C. (2007), "*Anaerobic Digestion of Biodegradable Solid Waste in Low- and Middle-Income Countries*". Swiss Federal Institute of Aquatic Science (EAWAG), Department of Water and Sanitation in Developing Countries (SANDEC).
- Muhidong J., Chen L.H., Smith D.B., eds. (1992), "*Thin-layer drying of kenaf*", Trans. ASAE, 35(6), pp. 1941-1944.
- Mulet A., Sanjuán N., Bon J., Simal S., eds. (1999), "*Drying model for highly porous hemispherical bodies*", Eur. Food Res. Technol. 210, (2), pp. 80-83.
- National Technical University of Athens (NTUA), (2006), "*Methodology and results for the evaluation of the household composting process and the quality of the compost that was produced during the pilot application of the program – COMWASTE LIFE EU*", project Deliverable F2, Athens, Greece.
- Overhults D.G., White H.E., Hamilton H.E., Ross I.J., eds. (1973), "*Drying soybean with heated air*", Trans. ASAE. 16, pp. 112–113.
- Özdemir M., Onur Devres Y., (1999), "*The thin layer drying characteristics of hazelnuts during roasting*". J. Food Eng., 42, (4), pp. 225-233.
- Page G.E., (1949), "*Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin layers*", M.Sc. Thesis, Purdue University.

- Pathak P.K., Agrawal Y.C., Singh B.P.N., eds.(1991), "*Thin-layer drying model for rapeseed*", Trans. ASAE. 34, (6), pp. 2505–2508.
- PIPOLI T. (2005), "*Feasibility of Biomass-based Fuel Cells for Manned Space Exploration*". In: Proceedings of the Seventh European Space Power Conference, Stresa, Italy
- Pipoli, T. (2005): Feasibility of Biomass-based Fuel Cells for Manned Space Exploration. In: Proceedings of the Seventh European Space Power Conference, Stresa, Italy.
- Poliafico M. (2007), "*Anaerobic Digestion: a decision support software*". Cork Institute of technology department of Civil , Structural and Environmental Engineering.
- Posotion paper of the biowaste allance, (2009)
- Riera E., Vicente García-Pérez J., Cárcel J.A., Acosta V.M., Gallego-Juárez J.A., (2011), "*Computational study of ultrasound –assisted drying of food materials*", in: Knoerzer, K., Juliano, P., Roupas, P., Versteeg, C. (Eds.), Innovative Food Processing Technologies: Advances in Multiphysics Simulation, Wiley and Sons, Indianapolis, USA. pp. 265-302.
- Sabarez H.T, Price W.E., (1999), "*Diffusion model for prune dehydration*", J. Food Eng. 42, (3), pp.167–172.
- Sarsavadia P.N., Sawhney R.L., Pangavhane D.R., Singh S.P., eds. (1999), "Drying behaviour of brined onion slices", J. Food Eng. 40, (3), pp. 219-226.
- Saunders J. (2002), "*Designing the Future, Zone 6: Beyond the Boundary – to infinity and beyond*", Northern Permaculture Gathering Version 1
- Sharaf-Eldeen Y.I., Blaisdell J.L., Hamdy, M.Y. eds. (1980), "*A model for ear corn drying*". Trans. ASAE. 23, (5), pp. 1261–1265.
- Singh H., Sodhi N.S., (2000), "*Dehydration kinetics of onions*". J. Food Sci. Technol., 37, (5), pp. 520-522.
- Sokhansanj S. Genkowski S., (1988), "*Equipment and methods of thin layer drying*", A Review, in Proceedings of the Sixth International Conference on Drying Symposium (IDS '88), Versailles, France.
- Stentiford E.I. (1996), "*Composting control: Principles and Practice*", UK: Blackie Academic and Professional
- Sun D.W., Woods J.L., (1994), "*Low temperature moisture transfer characteristics of wheat in thin layers*". Trans. ASAE. 37, (6), pp. 1919-1926.
- Tchobanoglous, Theissen and Vigil (1993) "*Integrated Solid Waste Management*", Mc Graw Hill Internationl.
- Thakor N.J., Sokhansanj S., Sosulski F.W., Yannacopoulos S., (1999), "*Mass and dimensional changes of single canola kernels during drying*". J. Food Eng. 40, (3) pp. 153-160.
- Thompson Ed. W. (2002), US Composting Council Research and Education Foundation & the United States Department of Agriculture, "*Test methods for the examination of composting and compost (TMECC)*".
- Torul I.T. Pehlivan D., (2002), "*Mathematical modeling of solar drying of apricots in thin layers*". J. Food Eng. 55, (3), pp. 209-216.
- Vagenas G.K., Marinos-Kouris D., (1991), "*The design and optimization of an industrial dryer for sultana raisins*". Drying Technol. 9, (2), pp. 439-461.

- Zhang R., El-Mashad H.M., Hartman K., Wang F., Liu G., Choate C., Gamble P., (2007), *"Characterization of food waste as feedstock for anaerobic digestion"*. *Bioresour. Technol.* 98, (4), pp. 929-935.
- EEA (2010), " Biodegradable waste management in Europe" EEA, Available at: [www.eea.eu.int](http://www.eea.eu.int)
- Ανδρεαδάκης, Α., (2008), *"Εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων και ιλύων"*, Σημειώσεις μαθήματος Υγειονομικής Τεχνολογίας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Γεωργακάκης Δ. (2009) (β) Αναερόβιες Διεργασίες, Δευτεροβάθμια (βιολογική) Επεξεργασία Γεωργικών Αποβλήτων, Διαχείριση αποβλήτων τεύχος 3ο Μερους Α΄ Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Γιδαράκος Ευάγγελος (2007), Σημειώσεις του μαθήματος *"Διαχείριση και Επεξεργασία των Απορριμμάτων"* - *"Κομποστοποίηση (Λιπασματοποίηση)"*, (Πολυτεχνείο Κρήτης - Εργαστήριο Διαχείρισης Επικίνδυνων και Τοξικών αποβλήτων) Σχολή Γεωπονίας (2008), *"Παρασκευή και αξιολόγηση κόμποστ από τα υπολείμματα θερμοκηπιακών λαχανοκομικών καλλιεργειών"*.
- Ζορπάς Αντώνης Α. (1999), *"Ανάπτυξη Μεθοδολογίας για την Κομποστοποίηση της Ιλύος με Χρήση Ζεόλιθων"*, Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Μισέλ Γιάρντ, (2011), *" Διερεύνηση των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών ενός τελικού προϊόντος ενός καινοτόμου συστήματος ξήρανσης των οικιακών οργανικών απορριμμάτων στην πηγή"*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Ντζαμίλης Π. Χάβας Γ. (2004): Ποιοτική και Ποσοτική Ανάλυση αστικών απορριμμάτων της περιφέρειας Κρήτης

#### **Διαδικτυακοί Τόποι:**

- Cleanwave Waste Dryer, available at: [http://wn.com/cleanwave-food\\_waste\\_dryer](http://wn.com/cleanwave-food_waste_dryer)
- Comwaste, available at: <http://www.comwaste.com/>
- Coway, (2010), Available at: <http://www.coway.com/>
- Defra., (2009), Department on the Environment, Food and Rural Affairs, "Waste Strategy Annual Progress Report 2008/09" Available at: <http://www.defra.gov.uk/environment/waste/strategy/index.htm>
- Dry Food Waste - Somnus Method by Lars Smedlund available at: <http://www.zigersnead.com/>
- Duo Enterprise Ltd available at: <http://duoent.en.ec21.com/>
- Ecowell Ltd., available at: <http://ecowell.en.alibaba.com/>
- Environmental Protection Department Hong Kong available at: [www.epd.gov.hk](http://www.epd.gov.hk)



European Commission, Institute for Environment and Sustainability, available at: <http://ict.jrc.ec.europa.eu/>

European Compost Network, available at: [www.compostnetwork.info/](http://www.compostnetwork.info/)

Eurostat, available at : [epp.eurostat.ec.europa.eu/](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/)

Green Bin organics, (2007), available at: [www.toronto.ca/greenbin/index.htm](http://www.toronto.ca/greenbin/index.htm)

Home Composting, available at: [www.homecompostingmadeeasy.com/](http://www.homecompostingmadeeasy.com/)

Intergraste, Πρόγραμμα Παραγωγής Βιοαερίου available at: [www.biomassenergy.gr](http://www.biomassenergy.gr)

Loofen available at: <http://www.loofenireland.com/>

Miniwaste available at: <http://www.miniwaste.eu/>

Puxin Household Biomass System, available at: [www.biomassenergy.gr/](http://www.biomassenergy.gr/),

Sustainable Sanitation and Water Management, available at: [www.sswm.info/](http://www.sswm.info/)

Εγχειρίδιο Βιοαερίου, available at:

[http://el.rurener.eu/files/2011/01/Egxeiridio\\_vioaeriu\\_final\\_low.pdf](http://el.rurener.eu/files/2011/01/Egxeiridio_vioaeriu_final_low.pdf)

Ελληνική Εταιρεία Ανακύκλωσης available at: [www.herrco.gr/](http://www.herrco.gr/)

Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Αποβλήτων available at: <http://www.eedsa.gr/>