



**ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΩΝ ΠΤΗΝΟΣΦΑΓΕΙΩΝ.  
Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΖΩΙΚΩΝ  
ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΠΤΗΝΟΣΦΑΓΕΙΟΥ Ν.ΕΥΒΟΙΑΣ**

**ΓΙΑΝΝΑΚΟΥ ΑΡΓΥΡΩ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΥΓΓΟΥΝΗ ΒΑΡΒΑΡΑ**

**ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2018**

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση»(downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



**«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΩΝ ΠΤΗΝΟΣΦΑΓΕΙΩΝ.  
Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΖΩΙΚΩΝ  
ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΠΤΗΝΟΣΦΑΓΕΙΟΥ Ν.ΕΥΒΟΙΑΣ»**

**« ΓΙΑΝΝΑΚΟΥ ΑΡΓΥΡΩ »**

**ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**Επιβλέπων Καθηγητής:**  
**« ΣΥΓΓΟΥΝΗ ΒΑΡΒΑΡΑ »**

**Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:**  
**«ΣΑΖΑΚΛΗ ΕΛΕΝΗ»**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ABSTRACT.....	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ	
1.1. Ιστορική αναδρομή.....	12
1.2 Ισχύουσα Νομοθεσία.....	13
1.2.1ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ	
1.2.1.1Κανονισμός 1069/2009.....	13
1.2.1.2Κανονισμός 142/2011.....	13
1.2.1.3.Κανονισμός 56/2013.....	14
1.2.2.ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ	
1.2.2.1.ΠΔ 211/2006.....	15
1.2.2.2.N.4235/2014 .....	15
2.ΖΩΙΚΑ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ ΠΤΗΝΟΣΦΑΓΕΙΟΥ	
2.1.Ορισμός ζωικών υποπροϊόντων.....	15
2.2.Κατηγοριοποίηση ζωικών υποπροϊόντων.....	15
2.2.1Υλικά Κατηγορίας1.....	16
2.2.2Υλικά Κατηγορίας 2 .....	17
2.2.3 Υλικά Κατηγορίας 3.....	18
2.3 Παραγόμενες ποσότητες ζωικών υποπροϊόντων.....	18
2.4 Απόρριψη και χρήση ζωικών υποπροϊόντων.....	20
2.4.1 Απόρριψη και χρήση Υλικών Κατηγορίας 1.....	21
2.4.2 Απόρριψη και χρήση Υλικών Κατηγορίας 2.....	21
2.4.3 Απόρριψη και χρήση Υλικών Κατηγορίας 3.....	22
3.ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	
3.1 Αποτέφρωση- Συναποτέφρωση.....	22
3.1.1Μονάδες Αποτέφρωσης – Συναποτέφρωσης υψηλού δυναμικού.....	23
3.1.2Μονάδες Αποτέφρωσης – Συναποτέφρωσης χαμηλού δυναμικού.....	23
3.2 Μεταποίηση.....	24
3.2.1Μέθοδοι μεταποίησης .....	27
3.2.2 Παράγωγα προϊόντα μεταποίησης	
3.2.2.1 Μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη.....	27
3.2.2.1.1 Χρήσεις μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης.....	27
3.2.2.2 Κρεατάλευρο.....	30
3.3 Λιπασματοποίηση .....	32
3.3.1 Φάσεις λιπασματοποίησης.....	32
3.3.2 Παράμετροι λιπασματοποίησης .....	34
3.3.3Απαιτήσεις στις μονάδες λιπασματοποίησης.....	36
3.3.4Μικροβιολογικά πρότυπα για τα προϊόντα λιπασματοποίησης.....	37
3.4Μονάδες παραγωγής βιοαερίου.....	38
3.4.1Αναερόβια χώνευση.....	38
3.4.1.1Στάδια αναερόβιας χώνευσης.....	39

3.4.1.2 Παράγοντες που επιδρούν στην αναερόβια χώνευση.....	42
3.4.2 Τυπική Εγκατάσταση μονάδας παραγωγής βιοαερίου.....	45
3.4.3 Απαιτήσεις στις μονάδες παραγωγής βιοαερίου.....	46
3.4.4. Αναερόβια χώνευση ζωικών υποπροϊόντων πτηνοσφαγείου.....	47
3.5. Αεριοποίηση-Πυρόλυση.....	52
4. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΠΤΗΝΟΣΦΑΓΕΙΟΥ	
4.1. Γενική Περιγραφή Εγκατάστασης.....	55
4.2 Ιστορικό διαχείρισης των ζωικών υποπροϊόντων.....	55
4.3 Μονάδες διαχείρισης ζωικών υποπροϊόντων.....	56
4.3.1 Μονάδα μεταποίησης Κατηγορίας.....	56
4.3.2 Μονάδα συναποτέφρωσης.....	58
4.3.3 Πλεονεκτήματα διαχείρισης ΖΥΠ στο χώρο της επιχείρησης .....	61
4.3.4 Οικονομικό όφελος από την εγκατάσταση της μονάδας συναποτέφρωσης .....	62
4.3.5. Εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης των ζωικών υποπροϊόντων	
4.3.5.1 Εναλλακτικό σενάριο 1. Εγκατάσταση μονάδας παραγωγής βιοαερίου.....	63
4.3.5.1.1 Εκτίμηση παραγόμενης ποσότητας βιοαερίου.....	64
4.3.5.1.2 Επίδραση της θερμικής προεπεξεργασίας στη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης.....	67
4.3.5.2 Εναλλακτικό σενάριο 2. Μετατροπή της μονάδας μεταποίησης από Κατ.2 σε Κατ.3. Αποτέφρωση των ΖΥΠ Κατ.2 απευθείας στη μονάδα συναποτέφρωσης.....	70
4.3.5.2.1 Εκτίμηση παραγόμενης ποσότητας μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης και μεταποιημένου λίπους.....	71
4.3.5.2.2 Περιγραφή λειτουργίας μονάδας μεταποίησης Κατηγορίας 3.....	72
4.3.5.2.3. Χρήση πτηνάλευρου στην εκτροφή ιχθύων στις ιχθυοκαλλιέργειες.....	73
4.3.5.2.4. Δυνατότητα διάθεσης παραγόμενου πτηνάλευρου σε ιχθυοκαλλιέργειες Ν. Ευβοίας .....	76
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	77
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	81
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.....	87
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.....	89

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 3-1 Ποσότητες ζωικών υποπροϊόντων ανά κατηγορία που μεταποιούνται στην ΕΕ τα έτη 2000-2015.....	25
Διάγραμμα 3-2. Χρήσεις μεταποιημένων ζωικών πρωτεϊνών στην ΕΕ το 2012.....	28
Διάγραμμα 3-3. Χρήσεις μεταποιημένων ζωικών πρωτεϊνών στην ΕΕ το 2013.....	28
Διάγραμμα 3-4. Ποσότητες ζωικών πρωτεϊνών που χρησιμοποιούνται στις ιχθυοκαλλιέργειες τα έτη 2011-2014 .....	29
Διάγραμμα 3-5. Καμπύλη θερμοκρασίας που παρατηρείται κατά τη διάρκεια των	

διαφόρων φάσεων της λιπασματοποίησης.....	34
Διάγραμμα 5-1 Διάγραμμα εγκατάστασης πυρόλυση.....	53

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

2-1 Σημείο που συγκρατούνται τα ζωικά υποπροϊόντα >6mm κατά τη διέλευση των υγρών αποβλήτων των πτηνοσφαγείων.....	17
3-1 Αποτεφρωτήρας υψηλού δυναμικού.....	24
3-2 Στοιχεία για τις ποσότητες ζωικών υποπροϊόντων που μεταποιούνται και για τα αντίστοιχα παράγωγα προϊόντα στην ΕΕ.....	26
3-3 Διάγραμμα ροής στη μονάδα λιπασματοποίησης IERCF(Inland Empire Regional Composting Facility).....	38
3-4 Μονάδα παραγωγής βιοαερίου.....	39
3-5 Διάγραμμα ροής μονάδας παραγωγής βιοαερίου.....	45
3-6 Τυπικοί Βιομηχανικοί Αεριοποιητές.....	53
4-1 Σπαστήρας μονάδας μεταποίησης ζωικών υποπροϊόντων.....	57
4-2 Κλίβανοι θερμικής επεξεργασίας μονάδας μεταποίησης (cookers).....	58
4-3 Εσωτερική άποψη του θαλάμου καύσης μονάδας συναποτέφρωσης.....	59
4-4 Γενική Εσωτερική Άποψη της μονάδας συναποτέφρωσης.....	60
4-5 Πίνακας Ελέγχου και διαχείρισης αισθητήρων με τη χρήση αισθητήρων και PLC controllers.....	60
4-6 Εξωτερική άποψη των μονάδων συναποτέφρωσης (αριστερά) και μεταποίησης Κατ.2.....	61

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Παραγωγή κρέατος πουλερικών ανά κατηγορία πτηνού και χώρα για το 2014.....	11
Πίνακας 2. Η αναλογία βάρους των ζωικών υποπροϊόντων των πτηνών σε σχέση με το βάρος του πτηνού κατά τη σφαγή .....	19
Πίνακας 3. Βασική χημική σύσταση υποπροϊόντων κρεοπαραγωγών ορνιθίων.....	20
Πίνακας 4. Φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του κρεατάλευρου.....	31
Πίνακας 5. Θερμοκρασίες λειτουργίας βακτηρίων.....	34
Πίνακας 6. Μερικές σημαντικές ομάδες υδrolυτικών ενζύμων και οι λειτουργίες τους.....	40
Πίνακας 7. Ποσότητες και χαρακτηριστικά των στερεών οργανικών αποβλήτων που παράγονται στις εκτροφές κρεοπαραγωγών ορνίθων και στα πτηνοσφαγεία .....	48
Πίνακας 8. Χημική σύσταση καταλοίπου διάσπασης παραγόμενο κατά την αναερόβια χώνευση κάθε στερεού οργανικού αποβλήτου.....	50
Πίνακας 9. Η απόδοση σε μεθάνιο καθώς και οι παράμετροι για την παραγωγή μεθανίου στα στερεά οργανικά απόβλητα του πτηνοσφαγείου.....	51
Πίνακας 10. Ποσότητες θρεπτικών στοιχείων και ενέργειας που ανακτώνται σε	

πτηνοσφαγείο ανά 1000 σφαγέντα πουλερικά.....	52
Πίνακας 11.Άμεση ανάλυση και στοιχειακή ανάλυση δείγματος φτερών πουλερικών.....	55
Πίνακας 12.Συγκριτικά στοιχεία διαχειριζόμενων ΖΥΠ Κατ. 2 & 3,ποσότητας παραγόμενου κρεατάλευρου και ποσοτήτων συμβατικού καυσίμου που καταναλώθηκαν τα έτη 2011 και 2014.....	63
Πίνακας 13. Παραγόμενες ποσότητες ζωικών υποπροϊόντων του υπό μελέτη πτηνοσφαγείου για το έτος 2016.....	64
Πίνακας 14.Ποσότητες ακατάλληλων σφάγιων και νεκρών πτηνών προς τη μονάδα παραγωγής βιοαερίου το 2016.....	65
Πίνακας 15.Ετήσιες παραγόμενες ποσότητες βιοαερίου που μπορούν να παραχθούν στην εγκατάσταση ανά είδος ζωικού υποπροϊόντος.....	65
Πίνακας 16.Χημική σύσταση βιοαερίου.....	66
Πίνακας 17. Χαρακτηριστικά, μέση τιμή και απόκλιση των ανεπεξέργαστων στερεών αποβλήτων πτηνοσφαγείου και χοιροσφαγείου .....	68
Πίνακας 18. Χαρακτηριστικά ζωικών υποπροϊόντων που έχουν υποστεί θερμική προεπεξεργασία .....	69
Πίνακας 19.Τυπικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των διαφορετικών παραγώγων προϊόντων.....	71
Πίνακας 20.Ποσότητες παραγόμενων παραγώγων προϊόντων στη μονάδα μεταποίησης Κατ.3 για το έτος 2016.....	72
Πίνακας 21.Απαιτήσεις σε απαραίτητα αμινοξέα των ιχθυδίων τσιπούρας.....	74
Πίνακας 22.Οικονομικές παράμετροι με ή χωρίς τη χρήση ΜΖΠ στα σιτηρέσια ιχθύων.....	75
Πίνακας 23.Χημική σύσταση ιχθυάλευρου και πτηνάλευρου που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά.....	77

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2-1.Περιγραφή των σταδίων σφαγής των πτηνών και το είδος των ζωικών υποπροϊόντων που παράγονται αντίστοιχα.....	19
Σχήμα 3-1.Χρήση ζωικών πρωτεϊνών στην εκτροφή ψαριών στις ιχθυοκαλλιέργειες.....	30
Σχήμα 3-2: Μετατροπή της οργανικής ύλης προς μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα (βιοαέριο) κατά τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης.....	40
Σχήμα 4-1. Σχηματική απεικόνιση μονάδας μεταποίησης Κατ.3.....	73

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις σφαγιοτεχνικές εγκαταστάσεις εκτός από τα ζωικά προϊόντα που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο, παράγονται και μεγάλες ποσότητες ζωικών υποπροϊόντων υποπροϊόντων (ΖΥΠ) που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Στα ζωικά υποπροϊόντα ενός πτηνοσφαγείου περιλαμβάνονται το αίμα, τα φτερά, τα κεφάλια, τα μη εδώδιμα σπλάχνα των πουλερικών, τα ακατάλληλα σφάγια καθώς και τα νεκρά πτηνά που πεθαίνουν κατά τη μεταφορά τους από την εκτροφή στο σφαγείο. Τα ζωικά υποπροϊόντα ταξινομούνται σε κατηγορίες ανάλογα με το επίπεδο κινδύνου που προκαλούν στην υγεία των ανθρώπων και των ζώων. Η διαχείρισή τους γίνεται σύμφωνα με την ισχύουσα κτηνιατρική νομοθεσία. Οι Κανονισμοί (ΕΕ) 1069/2009 και 142/2011 αποτελούν το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο που καθορίζει τους τρόπους απόρριψης και χρήσης των ζωικών υποπροϊόντων και των παραγώγων τους. Το κόστος διαχείρισης των ζωικών υποπροϊόντων στα πτηνοσφαγεία είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει και το κόστος παραγωγής του κρέατος. Τα τελευταία χρόνια και δεδομένης της απαγόρευσης της χρήσης μεταποιημένων ζωικών πρωτεϊνών στη σίτιση εκτρεφόμενων ζώων αναζητούνται συνεχώς εναλλακτικοί τρόποι διαχείρισης των ζωικών υποπροϊόντων, περιβαλλοντικά φιλικό που να αποφέρουν το μεγαλύτερο δυνατό οικονομικό όφελος. Στο Κεφάλαιο 1 θα αναφερθεί η ισχύουσα νομοθεσία, η οποία καθορίζει τους υγειονομικούς κανόνες σε σχέση με τα ζωικά υποπροϊόντα και τα παράγωγα προϊόντα τους με σκοπό να περιορίσει στο ελάχιστο τους κινδύνους που απορρέουν από τη χρήση και απόρριψή τους για τη δημόσια υγεία και την υγεία των ζώων και κυρίως να θωρακίσει την ασφάλεια της τροφικής αλυσίδας των ανθρώπων και των ζώων. Στο Κεφάλαιο 2 θα περιγραφούν τα ζωικά υποπροϊόντα των πτηνοσφαγείων, η ταξινόμησή τους στις τρεις Κατηγορίες και οι παραγόμενες ποσότητες ανά είδος ζωικού υποπροϊόντος. Στο Κεφάλαιο 3 θα περιγραφούν οι τρόποι διαχείρισης των ζωικών υποπροϊόντων και των παραγώγων τους. Στο Κεφάλαιο 4 θα περιγραφεί η ολοκληρωμένη διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων ενός πτηνοσφαγείου στο οποίο ένα μέρος τους αξιοποιείται για ανάκτηση ενέργειας – θερμότητας που χρησιμοποιείται στην επιχείρηση. Επιπλέον, θα εξεταστούν δύο εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης των ζωικών υποπροϊόντων στα πτηνοσφαγεία. Θα δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησης των ζωικών υποπροϊόντων για την παραγωγή μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης που προορίζεται για χρήση σε ιχθυοκαλλιέργειες τσιπούρας και λαβρακιού.

## ABSTRACT

Slaughterhouses produce except of meat products intended for human consumption, large quantities of animal by-products (ABPs) not intended for human consumption. The main ABPs in poultry slaughterhouses are blood, feathers, heads, inedible offal, carcasses not intended for human consumption and dead poultry that die during transportation from housing to slaughterhouse. ABPs are classified in categories according to hazard level for human and animal health. ABPs management must be done according the issued legislation. Regulations (EE) 1069/2009 and 142/2011 settle rules for handling ABPs and derived products. ABPs

management cost affect meat production cost. The banning of usage meat and bone meal in livestock feeding after the BSE crisis contributed to the search of finding other ways economical and environmental friendly for ABPs management. Chapter 1 is referred to the issued legislation which lays down public health and animal healthy rules for animal by-products and derived products in order to prevent and minimize risks to public health arising from those products and in particular to protect the safety of food and feed chain. Chapter 2 describes and quantifies the poultry animal by-products and classifies them to categories according the legislation. Chapter 3 deals with management methods for animal by-products and derived products. Chapter 4 describes the integrated management of animal by-products in a high capacity poultry slaughterhouse where a part of ABPs are used to recover energy - heating. Alternatives scenarios will be given on exploring of using processed animal protein non ruminant that will be used as feed on aquacultures of gilthead seabream *Sparus aurata* and European sea bass, *Dicentrarchus labrax*.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις εγκαταστάσεις σφαγής και επεξεργασίας κρέατος παράγονται μεγάλες ποσότητες υποπροϊόντων που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση και είναι πλούσια σε πρωτεΐνες και λίπος. Εκτιμάται ότι το ποσοστό της πρωτεΐνης που «χάνεται» από την τροφική αλυσίδα στις εγκαταστάσεις αυτές ανέρχεται στο 30 % της ποσότητας της πρωτεΐνης (Sannik et al, 2013). Στην ανθρώπινη κατανάλωση καταλήγει περίπου το 68% του βάρους του κοτόπουλου που οδηγείται για σφαγή και αντίστοιχα το 62% του χοίρου, το 54% του βοοειδούς, το 52% του προβάτου και της αίγας. Στη βιομηχανία κρέατος αναφέρεται ο όρος «πέμπτο τεταρτημόριο»(fifth quarter) που περιλαμβάνει όλα τα μέρη του σφάγιου που παράγονται σε ένα σφαγείο εκτός του κρέατος. Σ' αυτά περιλαμβάνονται παραπροϊόντα (offals), βρώσιμα υποπροϊόντα (edible co-products) και ζωικά υποπροϊόντα (animal by-products)(Charis Galanakis, pp 37). Τα ζωικά υποπροϊόντα περιέχουν παθογόνους μικροοργανισμούς και η απόρριψή τους πρέπει να γίνεται με ασφαλή και περιβαλλοντικά φιλικό τρόπο. Η λανθασμένη διαχείρισή τους μπορεί να προκαλέσει σοβαρούς κινδύνους στην υγεία των ανθρώπων και των ζώων. Αυτό επιβεβαιώθηκε στο παρελθόν από σοβαρές υγειονομικές κρίσεις όπως η επιζωοτία του αφθώδους πυρετού (Μ. Βρετανία 2001), τα αυξανόμενα κρούσματα της μεταδοτικής σπογγόμορφης εγκεφαλοπάθειας των βοοειδών στη Μ. Βρετανία τη δεκαετία του '90 και η κρίση με τις διοξίνες (Βέλγιο 2000). Οι κρίσεις αυτές συνδέθηκαν με τη μη ορθή διαχείριση ζωικών υποπροϊόντων και είχαν επιπτώσεις στη δημόσια υγεία και την υγεία των ζώων. Σε πολλές εγκαταστάσεις σφαγής και επεξεργασίας κρέατος υπάρχουν μονάδες μεταποίησης ζωικών υποπροϊόντων (ΖΥΠ) γνωστές με τον όρο «rendering» όπου τα υποπροϊόντα επεξεργάζονται με ασφαλή τρόπο αποτρέποντας τη διασπορά επικίνδυνων μικροοργανισμών. Παράγωγα προϊόντα στις μονάδες μεταποίησης αποτελούν η μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη (PAP-processing animal protein), το μεταποιημένο λίπος, το κρεατάλευρο(MBM – meat and bone meal), το οποίο στο παρελθόν χρησιμοποιήθηκε στη διατροφή εκτρεφόμενων παραγωγικών ζώων. Η χρήση των κρεατάλευρων απαγορεύθηκε στη διατροφή των ζώων μετά την κρίση της BSE (Bovine Spongiform Encephalopathy). Η Σπογγόμορφη Εγκεφαλοπάθεια των Βοοειδών (BSE) πρωτοδιαγνώστηκε το 1986 στο Ηνωμένο Βασίλειο. Ανήκει σε μια ομάδα νοσημάτων, τις μεταδοτικές σπογγόμορφες εγκεφαλοπάθειες (ΜΣΕ) που επιδρούν στο νευρικό σύστημα ανθρώπων και ζώων. Από το 1989 τέθηκαν σε ισχύ στα κράτη μέλη της ΕΕ μία σειρά μέτρων για τη διαχείριση του κινδύνου από τις ΜΣΕ. Μεταξύ των βασικών μέτρων που ελήφθησαν ήταν η απαγόρευση της χρήσης ζωικών πρωτεϊνών ως

ζωοτροφής στα εκτρεφόμενα ζώα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τροφίμων μια και η εξάπλωση της BSE συνδέθηκε με την κατανάλωση μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης η οποία προέρχονταν από βοοειδή μολυσμένα από ΜΣΕ. Αρχικά απαγορεύτηκε το κρεατάλευρο και το οστεάλευρο στη σίτιση των μηρυκαστικών το 1994 και στη συνέχεια τον Ιανουάριο του 2001 απαγορεύτηκε η χρήση ζωικής πρωτεΐνης στην εκτροφή παραγωγικών ζώων γεγονός που είχε ως συνέπεια την αναζήτηση νέων τρόπων αξιοποίησης των ζωικών υποπροϊόντων και των παραγώγων τους. Η επιλογή της απόρριψης των ζωικών υποπροϊόντων και των παραγώγων τους σε χώρους υγειονομικής ταφής θα προκαλούσε δυσβάσταχτο οικονομικό κόστος και κινδύνους για το περιβάλλον. Με τον Καν.1774/2002 θεσπίστηκαν κανόνες για τη συλλογή, τη μεταφορά, την αποθήκευση, τον εν γένει χειρισμό, τη μεταποίηση και τη χρήση ή την τελική διάθεση των υποπροϊόντων ώστε να μην τίθενται σε κίνδυνο η υγεία των ζώων και η δημόσια υγεία. Ο εν λόγω κανονισμός εισήγαγε μια σειρά κανόνων που σκοπό είχαν την προστασία της ασφάλειας των τροφίμων και ζωοτροφών και οι οποίοι συμπληρώνουν την κοινοτική νομοθεσία για τα τρόφιμα και τις ζωοτροφές. Από τις 4 Μαρτίου 2011 ισχύει ο Καν.1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, ο οποίος καταργεί τον Καν. (ΕΚ)1774/2002. Στο αυστηρό νομοθετικό πλαίσιο που θεσπίστηκε, η επιλογή του τρόπου διαχείρισης των ζωικών υποπροϊόντων αποτέλεσε μία πρόκληση για τις εγκαταστάσεις σφαγής και επεξεργασίας κρέατος πουλερικών που παράγουν μεγάλες ποσότητες ζωικών υποπροϊόντων τις οποίες πρέπει να διαχειριστούν με το μικρότερο δυνατό οικονομικό κόστος. Τα πρώτα χρόνια μετά την απαγόρευση χρησιμοποίησης οστεοκρεατάλευρου στη διατροφή εκτρεφόμενων ζώων και με την εφαρμογή του Καν.1774/2002 το κόστος διαχείρισης των ΖΥΠ ήταν ιδιαίτερα υψηλό με συνέπεια την αύξηση του κόστους παραγωγής του κρέατος και συνακόλουθα την αύξηση της τιμής του κρέατος στον τελικό καταναλωτή. Στην Ελλάδα αρχικά η διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων των πτηνοσφαγείων γίνονταν σε μονάδες μεταποίησης Κατηγορίας 2 και 3. Όσον αφορά τα παράγωγα προϊόντα το μεν κρεατάλευρο διακινούνταν προς εγκεκριμένους χώρους υγειονομικής ταφής ενώ η μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη προς μονάδες παρασκευής ζωοτροφής για ζώα συντροφιάς. Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν μονάδες παραγωγής οργανικών λιπασμάτων και εδαφοβελτιωτικών καθώς και μονάδες λιπασματοποίησης. Στις μονάδες αυτές τα παράγωγα προϊόντα της μεταποίησης ως πρώτη ύλη για την παραγωγή λιπασμάτων και κομπόστ αποκτούν μία προστιθέμενη αξία και δεν αποτελούν πλέον τα «σκουπίδια» του σφαγείου που οδηγούνται προς διαχείριση στους ΧΥΤΑ με την καταβολή τελών αντίστοιχων με αυτά των αστικών απορριμμάτων. Τα τελευταία χρόνια ένα μεγάλο μέρος των ζωικών υποπροϊόντων των πτηνοσφαγείων διακινούνται μέσω μονάδων ενδιάμεσου χειρισμού σε μονάδες εκτροφής γουνοφόρων ζώων. Πρόκειται για έναν αναπτυσσόμενο κλάδο στη Δυτική Μακεδονία όπου υπάρχουν 86 εκτροφές γουνοφόρων ζώων, 84 εκτροφές μινκ και 2 εκτροφές τσιντσιλά (Γακίδης Ζώης, 2015). Σε πτηνοσφαγεία μεγάλης δυναμικότητας υπάρχει η δυνατότητα αξιοποίησης των ζωικών υποπροϊόντων για παραγωγή ενέργειας είτε σε μονάδες αποτέφρωσης, συναποτέφρωσης, καύσης είτε σε μονάδες παραγωγής βιοαερίου. Στην Ελλάδα τα πτηνοσφαγεία είναι μικρότερης δυναμικότητας σε σχέση με αυτά άλλων Ευρωπαϊκών χωρών με αποτέλεσμα να μην υπάρχει η δυνατότητα επένδυσης σε εγκαταστάσεις αξιοποίησης των ζωικών υποπροϊόντων για την παραγωγή ενέργειας. Σε Ευρωπαϊκές χώρες όπως η Πολωνία, η Ρουμανία, η Ισπανία, η Γαλλία, όπου εκτρέφονται μεγάλος αριθμός κρεοπαραγωγών ορνίθων και υπάρχουν μεγάλης δυναμικότητας πτηνοσφαγεία υπάρχουν εγκαταστάσεις διαχείρισης ζωικών υποπροϊόντων που αποφέρουν οικονομικά οφέλη στις επιχειρήσεις. Οι νέες τεχνολογίες έχουν επεκτείνει τις πιθανές χρήσεις των ΖΥΠ και των παράγωγων προϊόντων τους σε πολλούς παραγωγικούς κλάδους κυρίως στην παραγωγή ενέργειας. Στον παρακάτω Πίνακα περιλαμβάνονται τα στοιχεία με τα εκτρεφόμενα πουλερικά στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2014. Στις χώρες αυτές η διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων των πτηνοσφαγείων και εγκαταστάσεων επεξεργασίας κρέατος πουλερικών

γίνεται σε μεγάλης δυναμικότητας εγκαταστάσεις που παράγουν ως τελικό προϊόν ενέργεια ή άλλα προϊόντα που αποδίδουν μεγάλο οικονομικό όφελος στις επιχειρήσεις.

	Total poultry	Chicken	Turkey	Duck	Other poultry
<b>EU-28</b>	<b>13 000.0</b>	<b>10 073.8</b>	<b>1 867.6</b>	<b>458.7</b>	<b>225.3</b>
Belgium	433.3	425.0	8.1	0.1	0.1
Bulgaria	97.9	71.5	:	22.1	4.3
Czech Republic	149.4	143.9	1.0	:	:
Denmark	143.0	142.8	0.0	0.0	0.0
Germany	1 527.0	972.0	466.0	45.0	44.0
Estonia	:	:	0.0	0.0	:
Ireland	:	:	:	:	:
Greece	190.5	187.9	2.5	0.1	0.1
Spain	1 436.7	1 209.1	158.6	4.9	64.2
France	1 678.0	1 047.0	358.0	234.0	41.0
Croatia	59.1	49.8	:	:	:
Italy	1 242.8	919.5	309.9	3.5	9.9
Cyprus	21.7	21.5	0.2	0.0	:
Latvia	28.6	28.6	0.0	0.0	0.0
Lithuania	93.3	86.7	4.6	0.0	2.1
Luxembourg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hungary	430.1	261.3	70.8	72.9	25.2
Malta	3.9	3.9	0.0	0.0	0.0
Netherlands	:	956.1	0.0	:	0.0
Austria	:	97.3	:	:	:
Poland	1 804.1	1 477.1	265.0	34.5	27.4
Portugal	295.2	248.9	35.3	9.5	1.5
Romania	345.6	:	:	0.0	0.0
Slovenia	59.8	55.6	4.2	0.0	0.0
Slovakia	:	:	:	0.0	0.0
Finland	113.4	104.6	7.3	:	1.5
Sweden	133.7	126.2	3.4	0.0	4.2
United Kingdom	1 642.6	1 437.6	172.9	32.0	0.0
Iceland	8.2	7.6	0.0	0.0	0.0
Montenegro	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
Serbia	55.3	54.4	0.3	0.0	0.1
Turkey	1 943.4	1 894.7	48.7	:	:

**Πίνακας 1 Παραγωγή κρέατος πουλερικών ανά κατηγορία πτηνού στις Ευρωπαϊκές χώρες το 2014 (1000 tn). Πηγή Eurostat.**

Στην παρούσα εργασία στόχος είναι η περιγραφή της διαχείρισης των ζωικών υποπροϊόντων στα πτηνοσφαγεία. Θα αναφερθούν οι Κανονισμοί (ΕΚ) 1069/2009 και 142/2011 που αποτελούν το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο που καθορίζει τους κανόνες επεξεργασίας και διάθεσης των ζωικών υποπροϊόντων. Θα προσδιοριστούν τα κλάσματα των υποπροϊόντων και οι αντίστοιχες παραγόμενες ποσότητές τους στα διαφορετικά στάδια σφαγής. Θα γίνουν σχετικές μετρήσεις προκειμένου οι ποσότητες να προσδιοριστούν με τη μικρότερη δυνατή απόκλιση. Θα μελετηθεί η περίπτωση της ολοκληρωμένης διαχείρισης των ζωικών υποπροϊόντων σε πτηνοσφαγείο του Ν. Ευβοίας στο οποίο ένα μέρος των παραγόμενων ζωικών υποπροϊόντων μετατρέπονται σε κρεατάλευρο, που χρησιμοποιείται ως καύσιμο στη μονάδα συναποτέφρωσης, στην οποία ανακτάται ενέργεια –θερμότητα που αξιοποιείται στην επιχείρηση περιορίζοντας την κατανάλωση συμβατικών καυσίμων. Η αξιοποίηση των υποπροϊόντων μέσω της μονάδας συναποτέφρωσης έχει οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Βάσει των δεδομένων της επιχείρησης θα εξεταστούν και θα αξιολογηθούν εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης των ζωικών υποπροϊόντων. Καινοτόμο στοιχείο της εργασίας είναι η εξέταση του εναλλακτικού

σεναρίου της αξιοποίησης των ζωικών υποπροϊόντων για την παραγωγή μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης που προορίζεται για τη σίτιση ζώων ιχθυοκαλλιέργειας. Θα διερευνηθεί η δυνατότητα απορρόφησης του συνόλου της παραγόμενης ποσότητας μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης από μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας που είναι εγκατεστημένες στο Ν. Ευβοίας.

## **1. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ**

### **1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ**

- Οδηγία 90/667/ΕΟΚ, με την οποία θεσπίστηκαν υγειονομικοί κανόνες για τη διάθεση και μεταποίηση ζωικών αποβλήτων, τη διάθεσή τους στην αγορά και την προστασία των ζωοτροφών ζωικής προέλευσης και ζωοτροφών με βάση τα ψάρια από παθογόνους μικροοργανισμούς.
- Απόφαση 94/381/ΕΚ, με την οποία απαγορεύτηκε η χορήγηση στα μηρυκαστικά ζωοτροφών με πρωτεΐνη που προέρχεται από ιστούς θηλαστικών.
- Απόφαση 96/449/ΕΚ, με την οποία θεσπίζονται λειτουργικές παράμετροι για την επεξεργασία ζωικών αποβλήτων προερχομένων από θηλαστικά με σκοπό την αδρανοποίηση των παθογόνων παραγόντων της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας των βοοειδών.
- Απόφαση 2000/418/ΕΚ, με την οποία ρυθμίζεται η χρήση υλικών που παρουσιάζουν κινδύνους σε σχέση με τη σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια των βοοειδών
- Απόφαση 2000/766/ΕΚ, με την οποία απαγορεύτηκε η χρήση μεταποιημένων ζωικών πρωτεϊνών (κρεατάλευρων, οστεάλευρων, αιματάλευρων) στη διατροφή των ζώων εκτροφής που συντηρούνται, παχύνονται ή εκτρέφονται για την παραγωγή τροφίμων.
- Απόφαση 2001/25/ΕΚ με την οποία απαγορεύτηκε η χρήση ζωικών αποβλήτων – νεκρών ζώων και ζώων που θανατώθηκαν στα πλαίσια μέτρων καταπολέμησης νόσων -για την παραγωγή ζωοτροφών για εκτρεφόμενα ζώα.
- Κανονισμός (ΕΚ)1774/2002. Με τον Κανονισμό αυτό θεσπίστηκε για πρώτη φορά ένα ενιαίο νομοθετικό πλαίσιο για τα ζωικά υποπροϊόντα που εισάγει κανόνες στη συλλογή, μεταφορά, αποθήκευση, τον εν γένει χειρισμό, τη μεταποίηση, τη χρησιμοποίηση και την τελική διάθεση τόσο των ζωικών υποπροϊόντων όσο και των παραγώγων τους ώστε να μην τίθενται κίνδυνοι από τη διαχείρισή τους στην υγεία των ανθρώπων και των ζώων.

## **1.2 ΙΣΧΥΟΥΣΑ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ**

### **1.2.1 ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ**

#### **1.2.1.1 ΚΑΝ. 1069/2009**

Ο Κανονισμός 1069/2009 τέθηκε σε ισχύ από τις 4 Μαρτίου 2011 καταργώντας τον Καν. 1774/2002. Συνιστά ένα συνεκτικό και ολοκληρωμένο πλαίσιο υγειονομικών κανόνων για τη συλλογή, τη μεταφορά, το χειρισμό, το μετασχηματισμό, τη μεταποίηση, την αποθήκευση, τη διάθεση στην αγορά, τη διανομή, τη χρήση ή την απόρριψη των ζωικών υποπροϊόντων. Οι υγειονομικοί αυτοί κανόνες είναι ανάλογοι του κινδύνου που παρουσιάζουν τα διαφορετικά ζωικά υποπροϊόντα για τη δημόσια υγεία και την υγεία των ζώων κατά τα διάφορα στάδια διαχείρισής τους από την παραγωγή ως και την τελική χρήση ή την απόρριψη. Στους κανόνες αυτούς έχουν ληφθεί υπόψη και οι κίνδυνοι που μπορεί να προκληθούν στο περιβάλλον από τη λανθασμένη διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων. Στον Κανονισμό αυτό τα ζωικά υποπροϊόντα και τα παράγωγα προϊόντα ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες αναλόγως του βαθμού κινδύνου που μπορούν να προκαλέσουν στη δημόσια υγεία και την υγεία των ζώων, βάσει εκτίμησης της επικινδυνότητας τους. Συγκεκριμένα στα άρθρα 8, 9 και 10 του Καν.1069/2009 περιγράφεται η ταξινόμηση των ζωικά υποπροϊόντων στις τρεις Κατηγορίες, στα υλικά Κατηγορίας 1, 2 και 3. Στα άρθρα 12, 13 και 14 του Κανονισμού περιγράφονται οι τρόποι απόρριψης και χρήσης των ζωικών υποπροϊόντων και των παραγώγων προϊόντων ανάλογα με την κατηγοριοποίησή τους. Στα άρθρα 18 και 19 του Κανονισμού αναφέρονται οι προϋποθέσεις για τη χορήγηση παρεκκλίσεων ως προς την απόρριψη και τη χρήση των ζωικών υποπροϊόντων όπως αναφέρονται στα άρθρα 12, 13, 14. Στο άρθρο 19 περιγράφονται οι κανόνες για τη συλλογή, μεταφορά και απόρριψη των ζωικών υποπροϊόντων και των παραγώγων τους. Στο άρθρο 20 περιγράφεται η διαδικασία που απαιτείται για την έγκριση εναλλακτικών μεθόδων για τη χρήση ή απόρριψη ζωικών υποπροϊόντων ή παραγώγων τους. Επιπλέον, στον Κανονισμό περιγράφονται όλες οι υποχρεώσεις των υπευθύνων των επιχειρήσεων που παράγουν, μεταφέρουν, διαχειρίζονται και εμπορεύονται ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που εμπίπτουν στον παρόντα Κανονισμό.

#### **1.2.1.2 ΚΑΝ.142/2011**

Ο Καν.(ΕΚ) 142/2011 θεσπίζει τα εφαρμοστέα μέτρα για τη δημόσια υγεία και την υγεία των ζώων σε σχέση με τα ζωικά υποπροϊόντα και τα παράγωγα προϊόντα όπως αυτά ορίζονται στον Καν.1069/2009. Στο άρθρο 3 του Κανονισμού(ΕΚ) 142/2011 καθορίζεται το τελικό σημείο στην αλυσίδα παρασκευής ορισμένων παραγώγων προϊόντων. Πρόκειται για το σημείο πέρα από το οποίο η χρήση του συγκεκριμένου παραγώγου δεν εγκυμονεί κανέναν ουσιαστικό κίνδυνο για τη δημόσια υγεία και την υγεία των ζώων και δεν εμπίπτει πλέον στις διατάξεις των Καν.1069/2009 και Καν.142/2011 και συνεπώς δεν περιορίζεται η χρήση του. Για παράδειγμα, τα φτερά των πουλερικών που παράγονται στα πτηνοσφαγεία αποτελούν Υλικά Κατηγορίας 3 και η διαχείρισή τους γίνεται σύμφωνα με το άρθρο 14 του Καν. 1069/2009. Αν από τις προβλεπόμενες χρήσεις επιλεγεί η μεταποίηση για την παρασκευή

ζωοτροφής για εκτρεφόμενα ζώα τότε δεν υπάρχει τελικό σημείο στην αλυσίδα του παραγωγού προϊόντος. Αν τα φτερά χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή παράγωγων προϊόντων που προορίζονται για τεχνική χρήση, αφού πλυθούν, υποβληθούν σε επεξεργασία με καυτό ατμό θερμοκρασίας 100° C για 30 min τότε έφθασαν στο τελικό σημείο βάσει του Καν.1069/2009. Οποιαδήποτε περαιτέρω χρήση τους δεν ελέγχεται από τη νομοθεσία για τα ζωικά υποπροϊόντα μια και πλέον τα επεξεργασμένα φτερά αποτελούν απολύτως ασφαλές προϊόν για κάθε τεχνική χρήση. Στο Παράρτημα III, Κεφάλαιο I του Κανονισμού περιγράφονται οι γενικοί και ειδικοί όροι λειτουργίας των μονάδων αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης ζωικών υποπροϊόντων. Στο Παράρτημα IV αναφέρονται οι γενικές και ειδικές απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν οι μονάδες μεταποίησης. Στο Κεφάλαιο II του Παραρτήματος IV περιγράφονται οι μέθοδοι μεταποίησης που εφαρμόζονται για τη μεταποίηση των υλικών κατηγορίας 1,2 και 3. Σε κάθε μια από τις μεθόδους ορίζεται το μέγεθος των σωματιδίων της πρώτης ύλης, η θερμοκρασία και η πίεση που πρέπει να επιτυγχάνεται κατά τη θερμική επεξεργασία καθώς και η διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας και ο ρυθμός τροφοδότησης του συστήματος συνεχούς επεξεργασίας. Στο Παράρτημα V αναφέρονται οι απαιτήσεις που εφαρμόζονται στις μονάδες παραγωγής βιοαερίου και λιπασματοποίησης καθώς και οι παράμετροι μετασχηματισμού των ζωικών υποπροϊόντων κατά την αναερόβια χώνευση και τη λιπασματοποίηση. Επίσης, περιγράφονται τα μικροβιολογικά πρότυπα για τα κατάλοιπα διάσπασης του βιοαερίου και τα προϊόντα λιπασματοποίησης. Στο Παράρτημα VIII αναφέρονται οι απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν τα οχήματα μεταφοράς ζωικών υποπροϊόντων και παραγώγων προϊόντων καθώς και οι συνθήκες θερμοκρασίας που απαιτούνται για τη μεταφορά τους. Περιγράφονται οι απαιτήσεις προκειμένου να εξασφαλιστεί η ιχνηλασιμότητα των ζωικών υποπροϊόντων, ο χρωματικός κώδικας που εφαρμόζεται στους περιέκτες και τα οχήματα μεταφοράς ΖΥΠ ανάλογα με την κατηγορία των ΖΥΠ που μεταφέρουν. Επίσης, αναφέρονται αναλυτικά οι πληροφορίες που πρέπει να αναγράφονται στην ετικέτα που επιτίθεται στη συσκευασία ή περιέκτη των ζωικών υποπροϊόντων ή παραγώγων προϊόντων και τα στοιχεία που πρέπει να περιλαμβάνονται στα εμπορικά έγγραφα που συνοδεύουν τα ζωικά υποπροϊόντα και τα παράγωγα προϊόντα κατά τη διακίνησή τους.

### **1.2.1.3 KAN.56/2013**

Ο Καν.(ΕΕ) 56/2013 ο οποίος είναι σε ισχύ από την 1<sup>η</sup> Ιουνίου 2013 επιτρέπει τη χρήση μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης από μη μηρυκαστικά στη διατροφή των ζώων ιχθυοκαλλιέργειας.

## 1.2.2 ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

### 1.2.2.1 ΠΔ 211/2006

Το ΠΔ 211/2006(ΦΕΚ 211Α!) θεσπίζει σε εθνικό επίπεδο τα αναγκαία συμπληρωματικά μέτρα εκτέλεσης του Καν.1744/2002/ΕΚ για τον καθορισμό των υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο. Με την κατάργηση του Καν.1774/2002 οι διατάξεις του ΠΔ 211/2006 εξακολουθούν να είναι σε ισχύ και όποιες παραπομπές στον Καν.1774/2002 λογίζονται ως παραπομπές στο νέο Καν. 1069/2009 σύμφωνα με το σχετικό πίνακα αντιστοιχίας. Στο άρθρο 4 του ΠΔ 211/2006 καθορίζονται οι υποχρεώσεις παραγωγών, διαχειριστών, μεταφορέων και εμπόρων ζωικών υποπροϊόντων και παραγώγων προϊόντων. Στα άρθρα 5, 6, 7 και 8 καθορίζονται οι διαδικασίες αδειοδότησης των μονάδων διαχείρισης ζωικών υποπροϊόντων καθώς και η διαδικασία έγκρισης των οχημάτων μεταφοράς ζωικών υποπροϊόντων και παραγώγων προϊόντων.

### 1.2.2.2 Ν. 4235/2014

Ο Ν.4235/2014 (ΦΕΚ 32!Α) καθορίζει διοικητικά μέτρα, τις διαδικασίες και κυρώσεις που εφαρμόζονται σε περιπτώσεις μη συμμόρφωσης με τις διατάξεις της κοινοτικής και εθνικής νομοθεσίας περί διαχείρισης των ζωικών υποπροϊόντων και παραγώγων προϊόντων.

## 2. ΖΩΙΚΑ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ ΠΤΗΝΟΣΦΑΓΕΙΩΝ

### 2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Τα ζωικά υποπροϊόντα είναι υλικά ζωικής προέλευσης που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Σύμφωνα με τον Κανονισμό 1069/2009, άρθρο 3, σημείο 1, ως ζωικά υποπροϊόντα ορίζονται «ολόκληρα πτώματα ή μέρη πτωμάτων ζώων, προϊόντα ζωικής προέλευσης ή άλλα προϊόντα που λαμβάνονται από ζώα και δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο μεταξύ των οποίων τα ωκύτταρα, τα έμβρυα και το σπέρμα».

Τα ζωικά υποπροϊόντα σύμφωνα με το αιτιολογικό 12 και το άρθρο 2 του Καν.1069/2009 διαχωρίζονται σε:

- α) ζωικά υποπροϊόντα **«κατά το νόμο»** τα οποία βάσει της κοινοτικής νομοθεσίας απαγορεύεται να καταναλωθούν από τον άνθρωπο
- β) ζωικά υποπροϊόντα **«κατ' επιλογή»** τα οποία είναι πρώτες ύλες για την παραγωγή προϊόντων ζωικής προέλευσης ή προϊόντα ζωικής προέλευσης τα οποία μπορούν να καταναλώνονται από τον άνθρωπο βάση της κοινοτικής νομοθεσίας αλλά με **αμετάκλητη** απόφαση του υπευθύνου της εγκατάστασης προορίζονται για άλλους σκοπούς εκτός της κατανάλωσης από τον άνθρωπο.

## 2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Η κατηγοριοποίηση των ζωικών υποπροϊόντων γίνεται σε τρεις ειδικές κατηγορίες σύμφωνα με το επίπεδο κινδύνου που αυτά εγκυμονούν για τη δημόσια υγεία, την υγεία των ζώων και το περιβάλλον.

Η Κατηγορία 1 περιλαμβάνει τα ζωικά υποπροϊόντα που εγκυμονούν μεγαλύτερο κίνδυνο (περιβαλλοντική επιμόλυνση, απαγορευμένες ουσίες)

Η Κατηγορία 2 περιλαμβάνει αυτά που εγκυμονούν μεσαίο κίνδυνο (μικροβιολογικοί παράγοντες, κατάλοιπα φαρμακευτικών ουσιών)

Η Κατηγορία 3 περιλαμβάνει τα ζωικά υποπροϊόντα που εγκυμονούν χαμηλότερο κίνδυνο (προερχόμενα από υγιή ζώα ή υγειονομικά κατάλληλα πρώην ζωικά προϊόντα)

Στα πτηνοσφαγεία τα παραγόμενα ζωικά υποπροϊόντα κατά κανόνα είναι Κατηγορίας 2 και 3. Ωστόσο υπάρχουν περιπτώσεις όπου τα ζωικά υποπροϊόντα των πτηνοσφαγείων ταξινομούνται στην Κατηγορία 1.

Στη συνέχεια περιγράφεται αναλυτικά η κατηγοριοποίηση των ζωικών υποπροϊόντων ενός πτηνοσφαγείου σύμφωνα με τον Κανονισμό 1069/2009.

## 2.2.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ 1

Περιλαμβάνονται τα ακόλουθα ζωικά υποπροϊόντα:

**α.** ζωικά υποπροϊόντα που προέρχονται από ζώα τα οποία έχουν υποβληθεί σε παράνομη αγωγή, όπως ορίζεται στο άρθρο 1 παρ. 2 στοιχείο δ) της Οδηγίας 96/22/EK ή στο άρθρο 2 στοιχείο β) της Οδηγίας 96/23/EK.

Σύμφωνα με τον ορισμό «παράνομη αγωγή» είναι η χρησιμοποίηση απαγορευμένων ουσιών ή προϊόντων ή η χρησιμοποίηση ουσιών ή προϊόντων που επιτρέπονται μεν από την κοινοτική νομοθεσία αλλά για σκοπούς διαφορετικούς από τους οριζόμενους στη νομοθεσία αυτή ή ενδεχομένως στις διάφορες εθνικές νομοθεσίες.

Στις απαγορευμένες ουσίες περιλαμβάνονται:

- Στιλβένια, παράγωγα στιλβενίων, τα άλατα και οι εστέρες τους
  - Θυρεοστατικές ουσίες
  - Στεροειδή
  - Λακτόνες του ρεσορκυλικού οξέος (συμπεριλαμβανομένου του Zenarol)
  - β-αγωνιστές
- Επίσης, στις απαγορευμένες κτηνιατρικές φαρμακευτικές ουσίες περιλαμβάνονται οι:
- Δαγνόνη
  - Διμετρονιδαζόλη
  - Κολχικίνη
  - Μετρονιδαζόλη
  - Νιτροφουράνια (συμπεριλαμβανομένης της φουραζολιδόνης)
  - Ρονιδαζόλη
  - Χλωραμφαινικόλη
  - Aristolochia spp και παρασκευάσματα αυτής

**β.** ζωικά υποπροϊόντα που περιέχουν κατάλοιπα άλλων ουσιών και περιβαλλοντικών ρύπων που περιλαμβάνονται στην ομάδα B3 του Παραρτήματος I της Οδηγίας 96/23/EK, στην περίπτωση που τα κατάλοιπα αυτά υπερβαίνουν το επιτρεπόμενο όριο που ορίζει η κοινοτική νομοθεσία ή ελλείπει αυτής η εθνική νομοθεσία. Στα κατάλοιπα αυτά περιλαμβάνονται:

- Οργανοχλωριούχες ενώσεις, συμπεριλαμβανομένων των πολυχλωριωμένων διαφαινυλίων (PCBs)
- Οργανοφωσφορικές ενώσεις
- Χημικά στοιχεία
- Μυκοτοξίνες
- Χρωστικές

## 2.2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ 2

Στα υλικά της κατηγορίας 2 περιλαμβάνονται τα ακόλουθα ζωικά υποπροϊόντα:

α. ζωικά υποπροϊόντα που συλλέγονται κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των πτηνοσφαγείων, η οποία απαιτείται από τους κανόνες εφαρμογής που θεσπίζονται σύμφωνα με το άρθρο 27, πρώτο εδάφιο, στοιχείο γ) του Καν.(ΕΕ)1069/2009. Πρόκειται για ζωικά υλικά μεγέθους > 6mm που συγκεντρώνονται πριν το φίλτρο από το οποίο διέρχονται τα υγρά απόβλητα καθώς μεταφέρονται προς τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Το φίλτρο φέρει οπές 6mm. (Εικόνα 2-1)

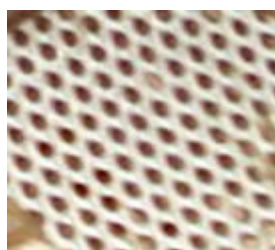
β. ζωικά υποπροϊόντα που περιέχουν κατάλοιπα επιτρεπόμενων ουσιών ή μολυσματικών ουσιών που υπερβαίνουν τα επιτρεπτά όρια, όπως αυτά ορίζονται στο άρθρο 15, παρ. 3 της Οδηγίας 96/23/ΕΚ.

γ. ζώα και μέρη ζώων, ο θάνατος των οποίων δεν οφείλεται σε σφαγή ή θανάτωση με σκοπό την κατανάλωση από τον άνθρωπο όπως νεκρά πτηνά κατά τη μεταφορά στο πτηνοσφαγείο

δ. σφάγια και μέρη αυτών τα οποία έχουν θανατωθεί στο σφαγείο και έχουν κριθεί κατά τον κρεοσκοπικό έλεγχο ως ακατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση για υγειονομικούς λόγους όπως σηψαιμικά σφάγια κ.α

ε. μείγματα υλικών της κατηγορίας 2 με υλικά της κατηγορίας 3. Όταν αναμιγνύονται ζωικά υποπροϊόντα που ανήκουν σε διαφορετικές Κατηγορίες, τα μίγματα κατατάσσονται στην Κατηγορία που εγκυμονεί το μεγαλύτερο κίνδυνο.

στ. ζωικά υποπροϊόντα που δεν ταξινομούνται στην κατηγορία 1 ή 3.



**Σχήμα 2-1. Σημείο που συγκρατούνται τα ζωικά υποπροϊόντα > 6mm κατά τη διέλευση των υγρών αποβλήτων των πτηνοσφαγείων**

### 2.2.3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ 3

Στα υλικά κατηγορίας 3 των πτηνοσφαγείων περιλαμβάνονται τα ακόλουθα ζωικά υποπροϊόντα:

α. σφάγια και μέρη αυτών τα οποία είναι κατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο, σύμφωνα με την κοινοτική νομοθεσία, αλλά δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο για εμπορικούς λόγους.

β. σφάγια και τα ακόλουθα μέρη που προέρχονται από ζώα που θανατώθηκαν στο σφαγείο και έχουν κριθεί κατάλληλα για σφαγή με σκοπό την κατανάλωση από τον άνθρωπο έπειτα από επιθεώρηση πριν από τη σφαγή:

i) σφάγια που απορρίφθηκαν ως ακατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο σύμφωνα με την κοινοτική νομοθεσία αλλά δεν παρουσίασαν κανένα σημείο ασθένειας που είναι δυνατό να μεταδοθεί στον άνθρωπο ή τα ζώα ( π.χ σφάγια με ατελή αφαίμαξη ή σφάγια που λόγω βλάβης στην αλυσίδα σφαγής παρέμειναν πλέον του ενδεδειγμένου χρόνου στη δεξαμενή ζεματίσματος και απέκτησαν την όψη «βρασμένου κρέατος»)

ii) κεφάλια πουλερικών

iii) πόδια

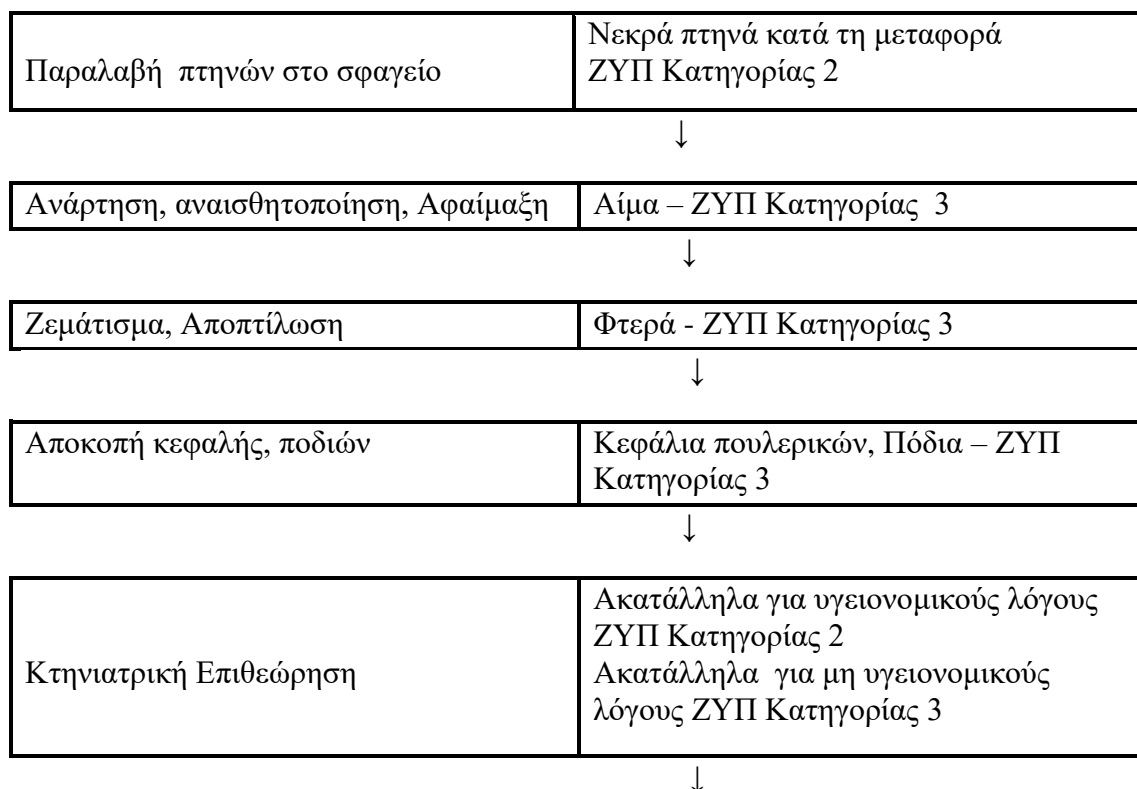
iv) φτερά

iv) έντερα

γ. αίμα πτηνών

### 2.3 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Στο παρακάτω σχήμα περιγράφονται συνοπτικά τα στάδια σφαγής των πτηνών σε ένα πτηνοσφαγείο, αρχίζοντας από την παραλαβή των προς σφαγή πτηνών με τελικό στάδιο τη συσκευασία των προϊόντων. Αντίστοιχα στα διάφορα στάδια περιγράφονται τα παραγόμενα ζωικά υποπροϊόντα.





**Σχήμα 2-1. Περιγραφή των σταδίων σφαγής των πτηνών των ζωικών υποπροϊόντων που παράγονται αντίστοιχα.**

Στα πτηνοσφαγεία το μεγαλύτερο ποσοστό πτηνών που διακινούνται για σφαγή είναι τα κοτόπουλα κρεοπαραγωγής. Όπως προκύπτει και από τα στοιχεία του Πίνακα 1 στην Ελλάδα το κρέας κοτόπουλου αποτελεί το 98,6% του κρέατος πουλερικών. Τα κοτόπουλα κρεοπαραγωγής συνήθως σφάζονται στην ηλικία των 6-7 εβδομάδων με μέσο όρο 2,35 kg Ζ.Β. Το μέσο βάρος του σφάγιου πριν τη διαδικασία της ψύξης είναι 1,8 kg. Αν σε αυτό προστεθεί και το βάρος των εδώδιμων σπλάχνων: συκώτι -56,8gr, καρδιά-15,32 gr, στομάχος -17,58gr τότε το συνολικό βάρος σφάγιου και εδώδιμων σπλάχνων ανέρχονται στο 1,89 kg δηλαδή σε ποσοστό 80% Ζ.Β. Οι παραπάνω υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν στο πτηνοσφαγείο στο οποίο μελετάται η διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων. Σύμφωνα με μελέτη των U.Sannik et al, 2015 στα πτηνοσφαγεία το ποσοστό κρέατος και εδώδιμων προϊόντων καθορίζεται σε 78,89%, ποσοστό που διαφέρει ελάχιστα από αυτό που υπολογίστηκε. Σημειώνεται ότι το ποσοστό αυτό ποικίλει από χώρα σε χώρα μια και είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων. Οι διατροφικές συνήθειες σε μία χώρα είναι από τους παράγοντες που επηρεάζουν το ποσοστό προϊόντων-υποπροϊόντων. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα με τα πόδια των κοτόπουλων. Τα τελευταία χρόνια γίνονται εξαγωγές τους, τα οποία προορίζονται προς βρώση στην Κίνα, κατατάσσοντας τα στα εδώδιμα τμήματα του σφάγιου. Στο παρελθόν τα πόδια πουλερικών περιλαμβάνονταν στα ζωικά υποπροϊόντα λόγω της κατ' επιλογή ταξινόμησής τους ως ΖΥΠ Κατ.3 μια και δεν υπήρχε εμπορικό ενδιαφέρον για κατανάλωση από τον άνθρωπο. Στον Πίνακα 2 περιγράφονται τα ποσοστά των διαφόρων ειδών υποπροϊόντων Κατηγορίας 3 σε σχέση με το βάρος του πτηνού κατά τη σφαγή όπως υπολογίστηκαν στο πτηνοσφαγείο.

ΖΥΠ	% ΖΒ πτηνού
Αίμα	3,7-4,5%
Φτερά	5,5-7%
Κεφάλια	1,5-2 %
Πόδια	3-3,5%
Έντερο	5-6%
Σύνολο	18,7-23%

**Πίνακας 2. Αναλογία βάρους των ζωικών υποπροϊόντων κοτόπουλων κρεοπαραγωγής σε σχέση με το βάρος του πτηνού κατά τη σφαγή**

Σε ότι αφορά τις ποσότητες των ζωικών υποπροϊόντων Κατηγορίας 2 που παράγονται στο πτηνοσφαγείο αυτές δε μπορούν να εκτιμηθούν με ασφάλεια, μια και είναι συνάρτηση της κατάστασης της υγείας των πτηνών που προορίζονται για σφαγή. Συνήθως, σε σμήνη που δεν έχουν εκδηλώσει σοβαρή ασθένεια ως τη σφαγή τους το ποσοστό των σφάγιων που απορρίπτονται κατά τον κρεοσκοπικό έλεγχο ανέρχεται σε 2%. Η εκτίμηση του ποσοστού έγινε βάση των αρχείων του πτηνοσφαγείου. Το ποσοστό αυτό δεν αποκλίνει ιδιαίτερα από το ποσοστό του 1,78% που αναφέρεται βιβλιογραφικά (U.Sannik et al 2015). Η χημική σύσταση των ζωικών υποπροϊόντων περιγράφεται στον Πίνακα 3.

Υποπροϊόν	Υγρασία(%)	Πρωτεΐνη(%)	Λίπος(%)	Τέφρα(%)	Ελεύθερο-N
Αίμα	80,75	15,93	0,26	0,93	2,13
Φτερά (υγρά)	72,43	24,61	0,85	0,36	1,75
Έντερα	66,75	12,86	15,78	1,44	3,17
Κεφάλια Πόδια	66,45	16,09	7,16	5,26	5,04
Εντόσθια	62,78	13,75	16,94	3,86	2,67

**Πίνακας 3: Βασική χημική σύσταση υποπροϊόντων κρεοπαραγωγών ορνιθίων (D. Okanovic et al., 2009).**

## 2.4 ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Η απόρριψη και χρήση των ζωικών υποπροϊόντων και των παραγώγων προϊόντων όπως προαναφέρθηκε, γίνεται σύμφωνα με τον Καν. (ΕΕ) 1069/2009 και διαφέρει ανάλογα με την Κατηγορία των ζωικών υποπροϊόντων και το επίπεδο κινδύνου που αυτά εγκυμονούν στη δημόσια υγεία, την υγεία των ζώων και το περιβάλλον. Στη συνέχεια περιγράφεται αναλυτικά η απόρριψη και χρήση των ζωικών υποπροϊόντων ανάλογα με την κατηγορία στην οποία περιλαμβάνονται.

### 2.4.1 ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ 1

Τα υλικά Κατηγορίας 1:

- Απορρίπτονται ως απόβλητα μέσω της διεργασίας της αποτέφρωσης: α) απευθείας χωρίς να έχει προηγηθεί μεταποίηση ή β) έπειτα από μεταποίηση με αποστείρωση υπό πίεση –η μέθοδος θα περιγράφεται στο Παράρτημα 1 - εάν το απαιτεί η αρμόδια αρχή και εφόσον το παράγωγο προϊόν επισημανθεί με ανεξίτηλο τρόπο ώστε να υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου της περαιτέρω χρήσης του.
- Ανακτώνται ή απορρίπτονται μέσω συναποτέφρωσης, εάν τα υλικά είναι απόβλητα: α) απευθείας χωρίς να έχει προηγηθεί μεταποίηση ή β) έπειτα από μεταποίηση με αποστείρωση υπό πίεση, εάν το απαιτεί η αρμόδια αρχή και εφόσον το παράγωγο προϊόν επισημανθεί με ανεξίτηλο τρόπο
- Απορρίπτονται μετά από μεταποίηση υπό πίεση, ανεξίτηλη επισημάνση του υλικού που προκύπτει και ταφή σε εγκεκριμένο χώρο υγειονομικής ταφής
- Χρησιμοποιούνται ως καύσιμο για καύση με ή χωρίς εκ των προτέρων μεταποίηση
- Χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τεχνικών προϊόντων όπως καλλυντικά προϊόντα, ιατρικά βοηθήματα, κτηνιατρικά φάρμακα, ιατροτεχνολογικά βοηθήματα κ.α
- Χρησιμοποιούνται για τη σίτιση ειδών νεκροφάγων πτηνών που είτε κινδυνεύουν να εξαφανιστούν είτε προστατεύονται και άλλων ειδών πτηνών σε ορισμένα κράτη μέλη, τα οποία μπορούν να σιτίζονται με τα υλικά αυτά.

### 2.4.2 ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ 2

Τα υλικά Κατηγορίας 2:

- Απορρίπτονται ως απόβλητα μέσω της διεργασίας της αποτέφρωσης: α) απευθείας χωρίς να έχει προηγηθεί μεταποίηση ή β) έπειτα από μεταποίηση με αποστείρωση υπό πίεση, εάν το απαιτεί η αρμόδια αρχή και εφόσον το παράγωγο προϊόν επισημανθεί με ανεξίτηλο τρόπο.
- Ανακτώνται ή απορρίπτονται μέσω συναποτέφρωσης, εάν τα υλικά είναι απόβλητα: α) απευθείας χωρίς να έχει προηγηθεί μεταποίηση ή β) έπειτα από μεταποίηση με αποστείρωση υπό πίεση, εάν το απαιτεί η αρμόδια αρχή και εφόσον το παράγωγο προϊόν επισημανθεί με ανεξίτηλο τρόπο
- Απορρίπτονται σε εγκεκριμένο χώρο υγειονομικής ταφής έπειτα από μεταποίηση υπό πίεση και εφόσον το παράγωγο προϊόν επισημανθεί με ανεξίτηλο τρόπο.
- Χρησιμοποιούνται για την παρασκευή οργανικών λιπασμάτων ή εδαφοβελτιωτικών έπειτα από μεταποίηση υπό πίεση εφόσον απαιτείται και αφού το υλικό που προκύπτει επισημανθεί με ανεξίτηλο τρόπο.
- Λιπασματοποιούνται ή μετατρέπονται σε βιοαέριο έπειτα από μεταποίηση υπό πίεση και αφού το υλικό που προκύπτει επισημανθεί με ανεξίτηλο τρόπο.
- Χρησιμοποιούνται ως καύσιμο για καύση με ή χωρίς εκ των προτέρων μεταποίηση
- Χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τεχνικών προϊόντων όπως καλλυντικά προϊόντα, ιατρικά βοηθήματα, κτηνιατρικά φάρμακα, ιατροτεχνολογικά βοηθήματα κ.α..

- Χρησιμοποιούνται για τη σίτιση ζώων ζωολογικών κήπων, ζώων τσίρκων, ερπετών ή αρπακτικών πτηνών, γουνοφόρων ζώων, σκύλων από αναγνωρισμένα κυνοτροφεία ή αγελών κυνηγόσκυλων, σκωλήκων σκωληκοκαλλιέργειας και γαιοσκωλήκων για δολώματα αλιείας.

### **2.4.3 ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ 3**

Τα υλικά της Κατηγορίας 3:

- Απορρίπτονται ως απόβλητα μέσω αποτέφρωσης με ή χωρίς να προηγηθεί μεταποίηση
- Ανακτώνται ή απορρίπτονται μέσω συναποτέφρωσης με ή χωρίς να προηγηθεί μεταποίηση εάν τα υλικά Κατηγορίας 3 είναι απόβλητα
- Απορρίπτονται σε εγκεκριμένο χώρο υγειονομικής ταφής έπειτα από μεταποίηση
- Μεταποιούνται, εκτός αν πρόκειται για υλικά Κατηγορίας 3 που έχουν αλλάξει λόγω αποσύνθεσης ή αλλοίωσης τόσο ώστε να παρουσιάζουν απαράδεκτο κίνδυνο για την υγεία των ζώων και τη δημόσια υγεία, και χρησιμοποιούνται: α) για την παρασκευή ζωοτροφής για εκτρεφόμενα ζώα εκτός των γουνοφόρων ζώων η οποία είναι προς διάθεση στην αγορά σύμφωνα με το άρθρο 21 του Καν.(ΕΕ)1069/2009. β) για την παρασκευή ζωοτροφής για γουνοφόρα ζώα η οποία είναι προς διάθεση στην αγορά σύμφωνα με το άρθρο 36 του Καν.(ΕΕ)1069/2009. γ) για την παρασκευή ζωοτροφής για ζώα συντροφιάς η οποία είναι προς διάθεση στην αγορά σύμφωνα με το άρθρο 35 του Καν.(ΕΕ)1069/2009. δ) για την παρασκευή ζωοτροφής για ζώα ιχθυοκαλλιέργειας σύμφωνα με το Κεφάλαιο II, σημείο γ) του Καν.(ΕΕ)56/2013. ε) για την παρασκευή οργανικών λιπασμάτων ή βελτιωτικών εδάφους η οποία είναι προς διάθεση στην αγορά σύμφωνα με το άρθρο 32 του Καν.(ΕΕ)1069/2009.
- Χρησιμοποιούνται για την παραγωγή πρώτων υλών ζωοτροφής για ζώα συντροφιάς η οποία είναι προς διάθεση στην αγορά σύμφωνα με το άρθρο 35 του Καν.(ΕΕ)1069/2009.
- Λιπασματοποιούνται ή μετασχηματίζονται σε βιοαέριο
- Χρησιμοποιούνται ως καύσιμο για καύση με ή χωρίς εκ των προτέρων μεταποίηση
- Χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τεχνικών προϊόντων όπως καλλυντικών προϊόντων, ιατρικά βοηθήματα, κτηνιατρικά φάρμακα, ιατροτεχνολογικά βοηθήματα κ.λ.π.

## **3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

### **3.1 ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ - ΣΥΝΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ**

Σύμφωνα με τον Καν.142/2011, Παράρτημα I, σημείο 42, ως αποτέφρωση ορίζεται «η απόρριψη των ζωικών υποπροϊόντων ή παραγώγων προϊόντων ως αποβλήτων σε μονάδα αποτέφρωσης όπως αυτή καθορίζεται στην Οδηγία 2010/75/ΕΕ». Συγκεκριμένα, βάσει της Οδηγίας 2010/75/ΕΕ, Άρθρο 3, σημείο 40, μονάδα αποτέφρωσης αποβλήτων είναι κάθε σταθερή ή κινητή μονάδα με τον εξοπλισμό της που προορίζεται αποκλειστικά για θερμική επεξεργασία αποβλήτων, με ή χωρίς ανάκτηση της θερμότητας που εκλύεται κατά την καύση, μέσω της αποτέφρωσης αποβλήτων με οξείδωση καθώς και άλλων τεχνικών θερμικής επεξεργασίας όπως η πυρόλυση, η αεριοποίηση ή η τεχνική πλάσματος, εφόσον οι ουσίες που προέρχονται από την επεξεργασία στη συνέχεια αποτεφρώνονται. Αντίστοιχα, σύμφωνα με τον Καν.142/

2011, Παράρτημα I, σημείο 42, ως συναποτέφρωση ορίζεται η απόρριψη ζωικών υποπροϊόντων ή παραγώγων προϊόντων αν είναι απόβλητα σε μονάδα συναποτέφρωσης. Βάσει της Οδηγίας 2010/75/ΕΕ, Άρθρο 3, σημείο 41, μονάδα συναποτέφρωσης είναι κάθε σταθερή ή κινητή τεχνική μονάδα της οποίας κύρια αποστολή είναι η παραγωγή ενέργειας ή η παραγωγή υλικών προϊόντων και στην οποία χρησιμοποιούνται απόβλητα ως σύνθετες ή συμπληρωματικό καύσιμο, ή στην οποία τα απόβλητα υφίστανται θερμική επεξεργασία για τη διάθεσή τους μέσω αποτέφρωσης αποβλήτων με οξείδωση καθώς και άλλων τεχνικών θερμικής επεξεργασίας, όπως η πυρόλυση, η αεριοποίηση ή η τεχνική πλάσματος, εφόσον οι ουσίες που προέρχονται από την επεξεργασία στη συνέχεια αποτεφρώνονται. Οι μονάδες αποτέφρωσης- συναποτέφρωσης διαχειρίζονται ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα Κατ.1, 2 και 3. Οι μονάδες αυτές σχεδιάζονται, κατασκευάζονται, εξοπλίζονται και λειτουργούν κατά τρόπο ώστε η θερμοκρασία των αερίων που παράγονται κατά τη διεργασία να αυξάνεται με ελεγχόμενο και ομοιογενή τρόπο ακόμα και υπό τις δυσμενέστερες συνθήκες στους 850°C για τουλάχιστον 2 sec ή στους 1100°C για 0,2 sec. Η μέτρηση της θερμοκρασίας γίνεται κοντά στο εσωτερικό τοίχωμα ή σε άλλο αντιπροσωπευτικό σημείο του θαλάμου όπου πραγματοποιείται η αποτέφρωση ή η συναποτέφρωση. Οι μονάδες αποτέφρωσης- συναποτέφρωσης ανάλογα με τη δυναμικότητά τους διακρίνονται σε:

- **Υψηλού δυναμικού**, όταν η δυναμικότητα επεξεργασίας ζωικών υποπροϊόντων και παραγώγων προϊόντων ξεπερνά τα 50kg/h.
- **Χαμηλού δυναμικού**, όταν η δυναμικότητά επεξεργασίας ζωικών υποπροϊόντων και παραγώγων προϊόντων δεν ξεπερνά τα 50kg/h ή ανά παρτίδα.

Τα ατελώς αποτεφρωμένα ζωικά υποπροϊόντα πρέπει να επαναποτεφρώνονται ή να απορρίπτονται με άλλο τρόπο, εξαιρουμένης της απόρριψης σε εγκεκριμένο χώρο υγειονομικής ταφής, σύμφωνα με τα άρθρα 12,13,14 κατά περίπτωση του Καν.(ΕΕ)1069/2009. Τα κατάλοιπα αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης πρέπει να ανακτώνται, κατά περίπτωση, απευθείας στη μονάδα ή εκτός αυτής σύμφωνα με την ισχύουσα κοινοτική νομοθεσία ή να απορρίπτονται σε εγκεκριμένο χώρο υγειονομικής ταφής. Η μεταφορά και η ενδιάμεση αποθήκευση των ξηρών καταλοίπων πρέπει να γίνεται με τρόπο ασφαλές ώστε να αποτρέπεται η διασπορά τους στο περιβάλλον.

### **3.1.1 ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗΣ –ΣΥΝΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗΣ ΥΨΗΛΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ**

Οι μονάδες αυτές πρέπει να είναι εξοπλισμένες σε κάθε γραμμή παραγωγής με τουλάχιστον ένα εφεδρικό καυστήρα. Ο καυστήρας πρέπει με αυτόματο τρόπο να τίθεται σε λειτουργία μόλις η θερμοκρασία των καυσαερίων μετά την τελευταία διοχέτευση αέρα καύσης πέσει κάτω από τους 850°C ή τους 1100°C κατά περίπτωση. Ο εφεδρικός καυστήρας χρησιμοποιείται τόσο κατά την εκκίνηση όσο και στη διακοπή των μονάδων αυτών ώστε να εξασφαλίζεται η διατήρηση της θερμοκρασίας στους 850°C ή τους 1100°C για όσο χρονικό διάστημα υπάρχουν ακόμη άκαυστα υλικά στο θάλαμο που διενεργείται η αποτέφρωση ή συναποτέφρωση. Στις μονάδες αυτές η περιεκτικότητα σκωριών και τέφρας πυθμένα σε ολικό άνθρακα (TOC) πρέπει να είναι μικρότερη του 3 % ή οι απώλειες κατά την ανάφλεξη να εί-

ναι μικρότερες του 5% του βάρους του υλικού επί ξηρού. Σε περίπτωση αποκλίσεων των παραπάνω παραμέτρων χρησιμοποιούνται κατάλληλες τεχνικές προεπεξεργασίας.

### **3.1.2 ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ**

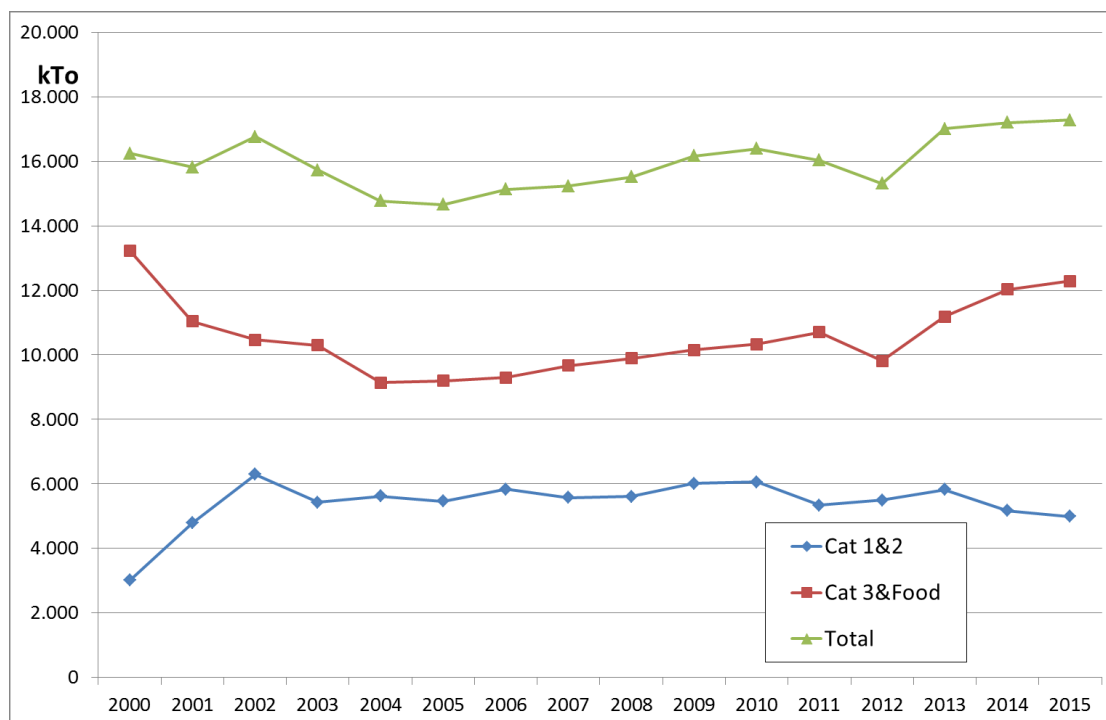
Πρόκειται για μονάδες αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης με μέγιστη δυνατότητα επεξεργασίας κάτω των 50 kg ΖΥΠ/ώρα ή ανά παρτίδα, οι οποίες δεν απαιτείται να είναι εξοπλισμένες με εφεδρικό καυστήρα στην περίπτωση που διαχειρίζονται ζωικά υποπροϊόντα που προέρχονται από εγκαταστάσεις σφαγής και επεξεργασίας κρέατος πουλερικών. Οι μονάδες αυτές λειτουργούν κατά τρόπο ώστε τα ζωικά υποπροϊόντα και τα παράγωγα προϊόντα να μετατρέπονται πλήρως σε τέφρα.



**Εικόνα 3-1: Αποτεφρωτήρας υψηλού δυναμικού (Πηγή: [www.inciner8.com/animal-incinerator](http://www.inciner8.com/animal-incinerator))**

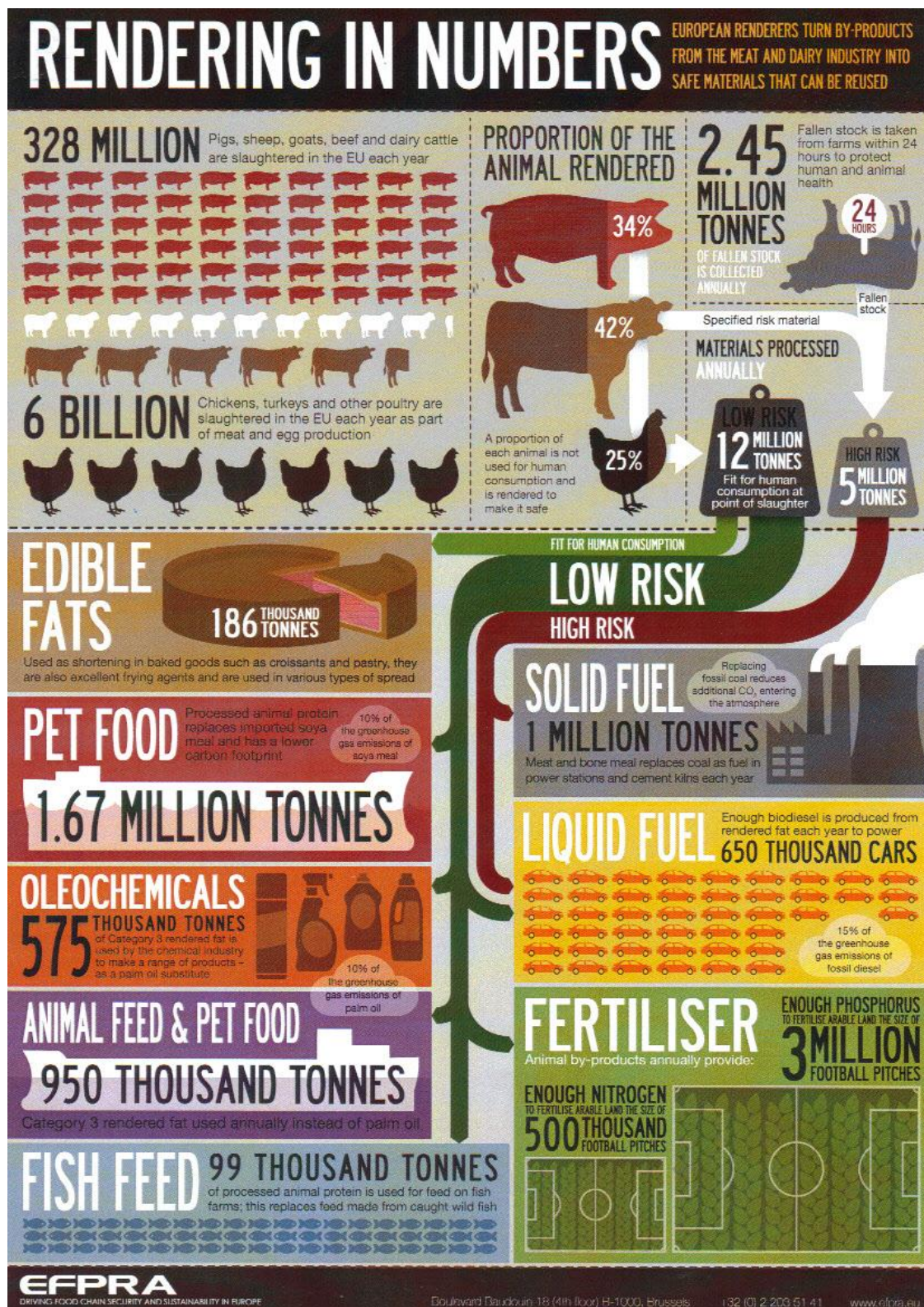
### 3.2 ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗ

Μεταποίηση ζωικών υποπροϊόντων- χρησιμοποιείται και ο όρος rendering - είναι η διεργασία φυσικής και χημικής μετατροπής τους κατά την οποία χρησιμοποιείται ποικιλία εξοπλισμού και εφαρμόζονται διαφορετικές μέθοδοι.. Όλες οι μέθοδοι μεταποίησης σχετίζονται με την εφαρμογή θερμότητας, την εξαγωγή της υγρασίας και τη δυνατότητα διαχωρισμού του λίπους. Η θερμοκρασία και η χρονική διάρκεια εφαρμογής της αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για την ποιότητα του τελικού προϊόντος.(D.Meeker and C. Hamilton,2006). Η διεργασία του «rendering» εφαρμοζόταν από τους Ρωμαϊκούς χρόνους όπου σύμφωνα με ιστορικά στοιχεία, υπήρχε η τέχνη της παρασκευής σαπουνιών από τέφρα και μεταποιημένα λίπη. Άλλες χρήσεις των ζωικών λιπών, όπως η παρασκευή κεριών από λίπος βοοειδών και προβάτων εμφανίστηκαν αργότερα. Η διεργασία του «rendering» σε βιομηχανικό επίπεδο εμφανίστηκε από τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Μέχρι σήμερα δεν είναι απολύτως σαφές αν αναπτύχθηκε προκειμένου να μεταποιηθούν τα ζωικά λίπη και οστά από τα σφαγμένα είτε από τα ζώα που είχαν θανατωθεί κατά το κυνήγι ή αν αναπτύχθηκε από την ανάγκη για διαχείριση των νεκρών ζώων, που ο αριθμός τους συνεχώς αυξάνονταν ως αποτέλεσμα του αυξανόμενου ζωικού κεφαλαίου και των παραπροϊόντων σφαγής σε περιοχές εκτός των μεγάλων πόλεων. Εξάλλου πρέπει να τονιστεί ότι η μεταποίηση των ζωικών υποπροϊόντων ήταν, είναι και θα είναι το πιο σημαντικό βήμα στην πρόληψη των νοσημάτων των ζώων. Εξαιτίας του ότι τα ζωικά υποπροϊόντα αλλοιώνονται πολύ γρήγορα μια και αποτελούν πλούσιο υπόστρωμα για όλους τους παθογόνους μικροοργανισμούς, ο ανεπαρκής χειρισμός τους θα οδηγούσε σε προβλήματα που σχετίζονται με νοσήματα των ζώων και ζωο-ανθρωπονόσους. Ο ΟΙΕ( Organization International Epizooties-Παγκόσμιος Οργανισμός Επιζωοτιών) αναγνωρίζει το «rendering» ως την ασφαλέστερη και πιο πρακτική μέθοδο διάθεσης των νεκρών ζώων(ΟΙΕ 2002). Η μεταποίηση αποτελεί τη μέθοδο επεξεργασίας ζωικών υποπροϊόντων που εφαρμόζεται με μεγαλύτερη συχνότητα. Σύμφωνα με τα στοιχεία της EFPPRA(European Fat Processors and Rendering Association), που εκπροσωπεί τις επιχειρήσεις μεταποίησης ζωικών υποπροϊόντων σε ευρωπαϊκό επίπεδο, πάνω από 17εκατομμύρια τόνοι ζωικών υποπροϊόντων μεταποιούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στο Διάγραμμα 3-1 παριστάνονται γραφικά οι ποσότητες ΖΥΠ ανά κατηγορία που μεταποιούνται σε εγκεκριμένες ευρωπαϊκές επιχειρήσεις τα έτη 2000 – 2015.



**Διάγραμμα 3-1: Ποσότητες ζωικών υποπροϊόντων που μεταποιούνται ανά κατηγορία τα έτη 2000-2015 στην Ευρώπη (ΕU-20 και Νορβηγία / Ελβετία) (Πηγή: EFRA 2016)**

Στη συνέχεια απεικονίζεται παραστατικά η προέλευση των ζωικών υποπροϊόντων που μεταποιούνται και ο τρόπος χρήσης των παραγώγων προϊόντων της μεταποίησης στην ΕΕ. Με βάση τα στοιχεία της Εικόνας 3-2 παράγονται 12 εκατομμύρια τόνοι υλικών Κατ.3 (χαμηλού κινδύνου) προερχόμενα από τη σφαγή 328 εκατομμυρίων χοίρων, βοοειδών, προβάτων, αιγών και 2 δισεκατομμυρίων πουλερικών ετησίως και 5 εκατομμύρια τόνοι υλικών Κατ.1&2 (υψηλού κινδύνου).



Εικόνα 3-2: Στοιχεία για τις ποσότητες ζωικών υποπροϊόντων που μεταποιούνται και για τα αντίστοιχα παράγωγα προϊόντα. (Πηγή: <http://efpra.eu/wp-content/uploads/2016>)

### **3.2.1 Μέθοδοι μεταποίησης**

Οι μονάδες μεταποίησης διακρίνονται σε :

- Μονάδες μεταποίησης Κατηγορίας 1, όταν μεταποιούν ζωικά υποπροϊόντα της Κατηγορίας 1 ή μίγματα των Κατηγοριών 1,2 και 3
- Μονάδες μεταποίησης Κατηγορίας 2, όταν μεταποιούν υλικά Κατηγορίας 2 ή μίγματα 2 και 3
- Μονάδες μεταποίησης Κατηγορίας 3, όταν μεταποιούν υλικά της Κατηγορίας 3.

Σύμφωνα με τον Καν.142/2011,Παράρτημα IV, Κεφάλαιο III υπάρχουν οι τυποποιημένες μέθοδοι μεταποίησης που πρέπει να εφαρμόζουν οι μονάδες μεταποίησης , οι οποίες περιγράφονται αναλυτικά στο Παράρτημα 1.

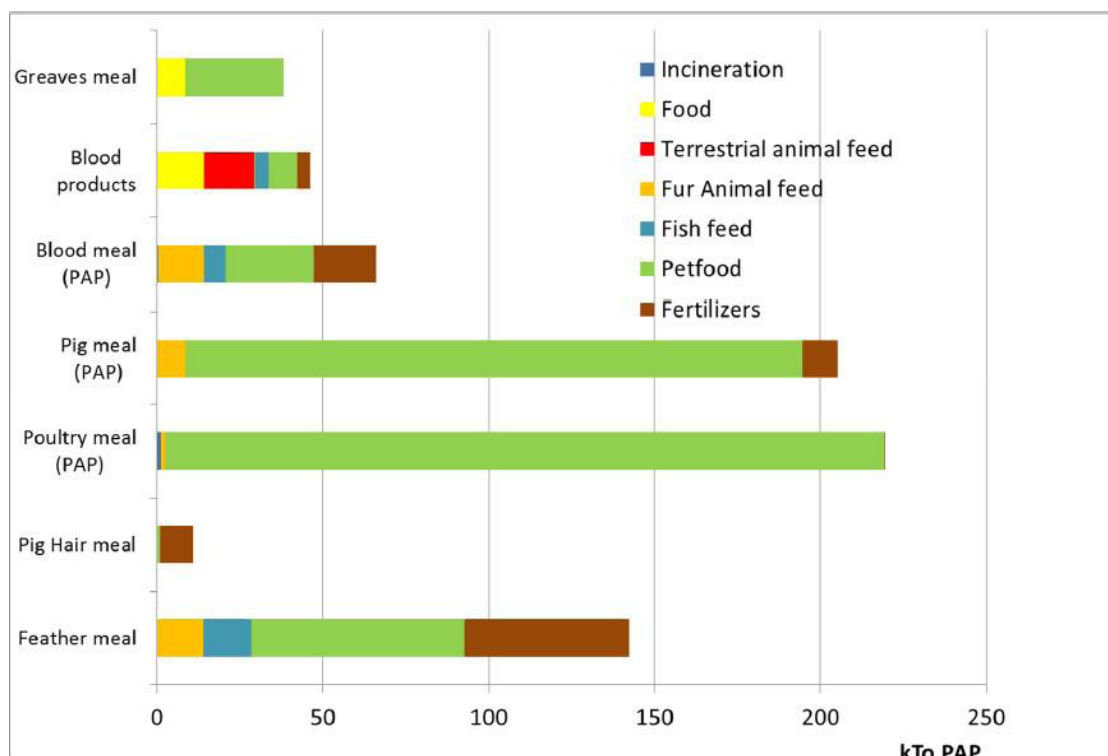
### **3.2.2 ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ**

#### **3.2.2.1 ΜΕΤΑΠΟΙΗΜΕΝΗ ΖΩΙΚΗ ΠΡΩΤΕΪΝΗ**

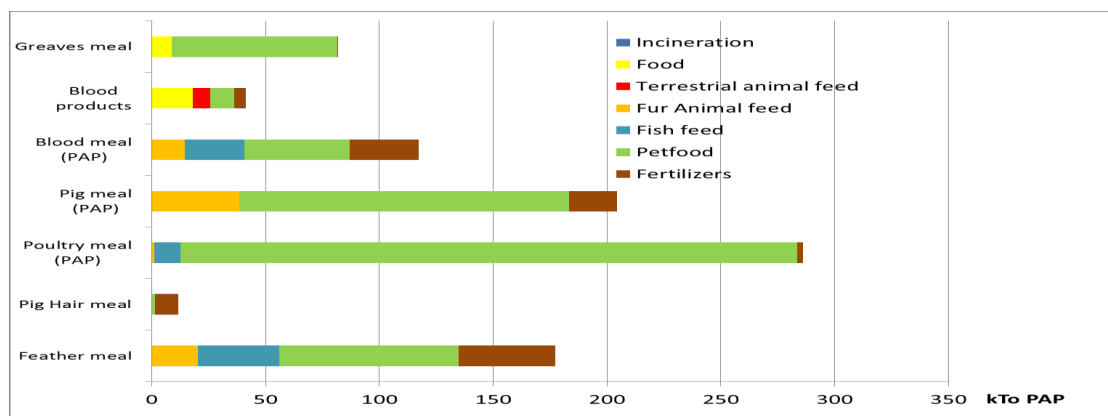
Σύμφωνα με τον Καν.(ΕΕ)142/2011 ως «μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη» ορίζεται η ζωική πρωτεΐνη που προέρχεται εξ ολοκλήρου από υλικό Κατηγορίας 3 (συμπεριλαμβανομένου του ιχθυάλευρου και του αιματάλευρου), η οποία έχει υποβληθεί σε επεξεργασία σύμφωνα με τα πρότυπα μεταποίησης που περιγράφονται στο Παράρτημα 2, ώστε να είναι κατάλληλη να χρησιμοποιηθεί απευθείας ως πρώτη ύλη ζωοτροφών ή για οποιαδήποτε άλλη χρήση σε ζωοτροφές, συμπεριλαμβανομένων των τροφών για ζώα συντροφιάς ή για χρήση σε οργανικά λιπάσματα ή βελτιωτικά εδάφους, ωστόσο δεν περιλαμβάνονται σε αυτή τα προϊόντα αίματος, το γάλα, τα προϊόντα με βάση το γάλα, το πρωτόγαλα, τα προϊόντα με βάση το πρωτόγαλα, η ζελατίνη, οι υδρολυμένες πρωτεΐνες και το όξινο φωσφορικό ασβέστιο, τα αυγά και τα προϊόντα αυγών, συμπεριλαμβανομένων των κελυφών αυγών, το φωσφορικό ασβέστιο και το κολλαγόνο.

##### **3.2.2.1.1 ΧΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΩΤΕΪΝΗΣ**

Η μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη χρησιμοποιήθηκε για πολλά χρόνια κυρίως στην παρασκευή τροφών για ζώα συντροφιάς. Στα διαγράμματα 3-2 και 3-3 απεικονίζονται οι χρήσεις των μεταποιημένων ζωικών πρωτεϊνών στην Ε.Ε για το έτη 2012 και 2013.



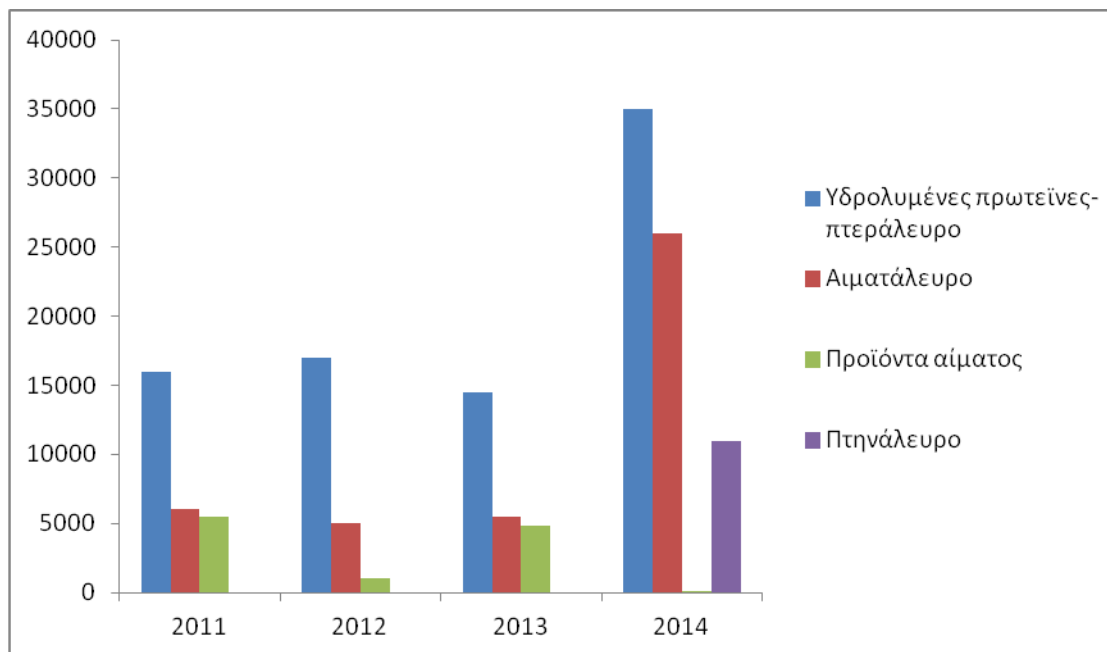
**Διάγραμμα 3-2: Χρήσεις μεταποιημένων ζωικών πρωτεϊνών στην ΕΕ το 2012 (Πηγή: Ir. Keppens Christophe, Dr Zamfirescu Victor. Εκπαιδευτικό Σεμινάριο BTSF για τα ΖΥΠ, Αμβέρσα, 2014) .**



**Διάγραμμα 3-3: Χρήσεις μεταποιημένων ζωικών πρωτεϊνών στην ΕΕ το 2013 (Πηγή: Ir. Keppens Christophe, Dr Zamfirescu Victor. Εκπαιδευτικό Σεμινάριο BTSF για τα ΖΥΠ, Αμβέρσα, 2014).**

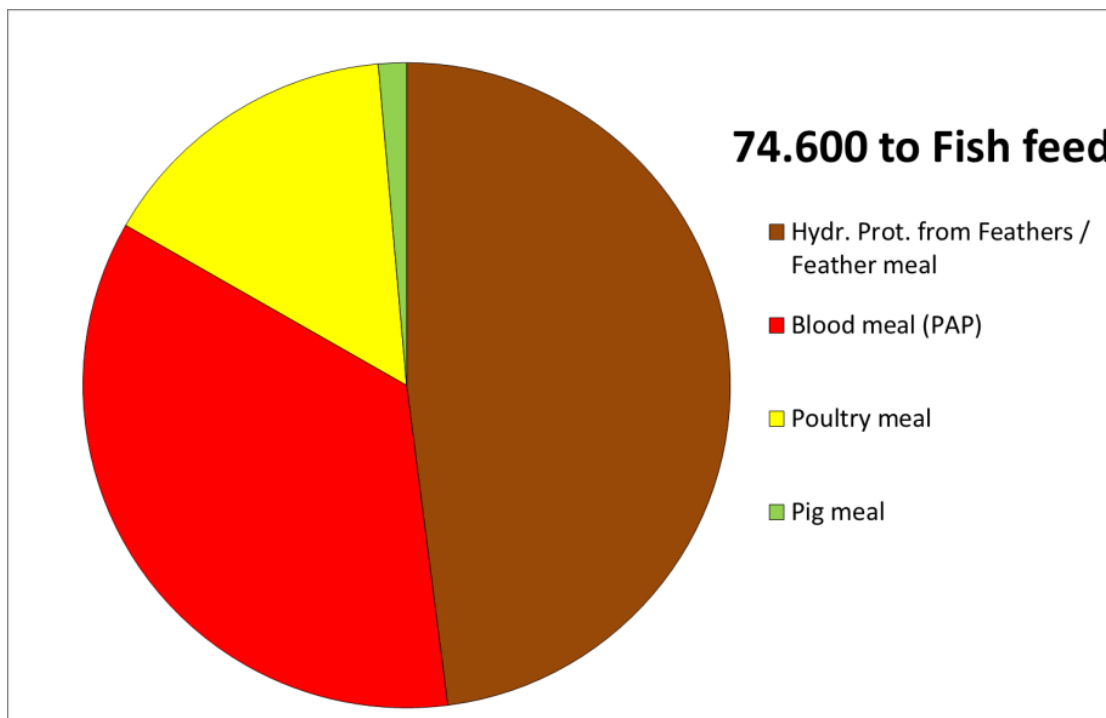
Με την εφαρμογή του Καν.(ΕΕ) 56/2013, που τροποποιεί τα Παραρτήματα I και IV του Καν. (ΕΕ) 999/2001, επιτρέπεται πλέον από τις 1-6-2013 η χρήση μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης στη διατροφή των ζώων ιχθυοκαλλιέργειας εφόσον προέρχεται από μη μηρυκαστικά. Η άρση της απαγόρευσης της χρήσης μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης από μη μηρυκαστικά σε ζώα ιχθυοκαλλιέργειας είναι συνέπεια της επικύρωσης του εργαστήριου αναφοράς της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ζωικές πρωτεΐνες στις ζωοτροφές (EURL-AP), μιας νέας διαγνωστικής μεθόδου βάσει του DNA η οποία είναι σε θέση να ανιχνεύει πολύ χαμηλό επίπεδο υλικού μηρυκαστικών που ενδέχεται να περιέχεται στις ζωοτροφές ώστε να εξασφαλίζεται η νομοθετική απαίτηση για την απαγόρευση χρήσης ζωικής πρωτεΐνης μηρυκαστικών στις

ζωοτροφές. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διενέργεια ελέγχων ρουτίνας για ΜΖΠ (μεταποιημένες ζωικές πρωτεΐνες) και σύνθετες ζωοτροφές που περιέχουν ΜΖΠ, προκειμένου να επαληθεύεται η απουσία πρωτεϊνών που προέρχονται από μηρυκαστικά. Η μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη που προέρχεται από ζωικά υποπροϊόντα πτηνοσφαγείων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή σε ζώα ιχθυοκαλλιέργειας. Η εφαρμογή του Καν. (ΕΕ)56/2013 άνοιξε το δρόμο για τη χρήση μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης από μη μηρυκαστικά στην εκτροφή ζώων στις ιχθυοκαλλιέργειες. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η χρήση ζωικών πρωτεϊνών ως ζωοτροφή στις ιχθυοκαλλιέργειες σχεδόν τριπλασιάστηκε από 24.800 tn το 2012 σε 74.600 τόνους το 2014 γεγονός που σχετίζεται με την αλλαγή της νομοθεσίας.



**Διάγραμμα 3-4: Ποσότητες ζωικών πρωτεϊνών που χρησιμοποιούνται στις ιχθυοκαλλιέργειες τα έτη 2011-2014 στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Πηγή: Ir.Keppens Christophe, Dr Zamfirescu Victor. Εκπαιδευτικό Σεμινάριο BTSF για τα ΖΥΠ. Αμβέρσα, 2014)**

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η χρήση των διαφόρων ειδών ζωικής πρωτεΐνης ως ζωοτροφής στις ιχθυοκαλλιέργειες στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το έτος 2014.



**Σχήμα 3-1: Χρήση ζωϊκών πρωτεϊνών στην εκτροφή ψαριών στις ιχθυοκαλλιέργειες.**  
(Πηγή: Ir.Keppens Christophe, Dr Zamfirescu Victor. Εκπαιδευτικό Σεμινάριο BTSF για τα ΖΥΠ. Αμβέρσα, 2014)

### 3.2.2.2 ΚΡΕΑΤΑΛΕΥΡΟ

Το κρεατάλευρο(MBM) είναι παράγωγο προϊόν των μονάδων μεταποίησης Κατ.1 & 2.Υπολογίζεται ότι ετησίως παράγονται περισσότερα από 3,5 εκατομμύρια τόνοι κρεατάλευρου στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στη Γαλλία παράγονται 850.000 tn/yr, στη Γερμανία 378.000 tn/yr, στην Ισπανία 400.000 tn/yr, στη Δανία 100.000 tn/yr.

Η απόρριψη και χρήση του κρεατάλευρου γίνεται στα πλαίσια της ισχύουσας νομοθεσίας:

- Σε μονάδες αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης
- Σε εγκεκριμένο χώρο υγειονομικής ταφής
- Σε μονάδες παραγωγής οργανικών λιπασμάτων ή βελτιωτικών εδάφους
- Σε μονάδες λιπασματοποίησης ή παραγωγής βιοαερίου
- Σε μονάδες καύσης ως καύσιμο

Μία λύση που επιλέχθηκε σε πολλά κράτη μέλη της ΕΕ είναι η αποτέφρωση του κρεατάλευρου σε κλιβάνους τσιμεντοβιομηχανιών. Σε ευρωπαϊκές χώρες όπως η Ισπανία ένα μεγάλο μέρος του διατέθηκε σε εγκεκριμένους χώρους υγειονομικής ταφής. Εκτός από άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα που μπορεί να προκαλέσει η διάθεση του κρεατάλευρου σε εγκεκριμένους χώρους υγειονομικής ταφής μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που παράγονται κατά την αποσύνθεση της οργανικής ύλης που περιέχεται στο κρεατάλευρο. Η μεγάλη θερμογόνο δύναμη του που κυμαίνεται μεταξύ των 13 και 30MJ/kg αποτέλεσε αντικείμενο αναζήτησης εναλλακτικών περιβαλλοντικά φιλικών

θερμοχημικών διεργασιών για την αποτελεσματικότερη αξιοποίησή του (Cascarosa et al. 2013). Η χρήση του κρεατάλευρου ως συμπληρωματικού καυσίμου σε θερμοχημικές διεργασίες οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Σύμφωνα με τους Esther Cascarosa et al. (2012), στην Ισπανία - όπου όπως προαναφέρθηκε παράγονται ετησίως 400.000 τόνοι κρεατάλευρου- υπολογίστηκε ότι το συνολικό κόστος διάθεσής του στους χώρους υγειονομικής ταφής ανέρχεται σε 15,2 εκατομμύρια Ευρώ (38 E/tn) με δαπάνη ενέργειας της τάξης των 8600 εκατομμυρίων MJ (21,5 MJ/kg). Ο ορυκτός άνθρακας που χρησιμοποιείται στις μονάδες καύσης της Ισπανίας είναι 44 εκατομμύρια τόνοι/έτος. Το παραγόμενο κρεατάλευρο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στις μονάδες καύσης αντικαθιστώντας το 0,91% κ. β του συνολικού άνθρακα που χρησιμοποιείται σε αυτές τις εγκαταστάσεις. Στην περίπτωση αυτή το κόστος διάθεσης στους χώρους υγειονομικής ταφής θα μειωθεί και το κόστος του ορυκτού άνθρακα (60E/ tn) επίσης μειώνεται. Εκτιμάται μέσα από την παραπάνω διαδικασία ότι εξοικονομούνται 39 εκατομμύρια ευρώ ανά έτος στην Ισπανία. Το κρεατάλευρο που παράγεται μέσα από τις διεργασίες μεταποίησης είναι συνήθως σε μορφή σκόνης που ποικίλει από 5 και 3228  $\mu\text{m}$ . Σε μερικές περιπτώσεις η σκόνη πελετοποιείται και το μέγεθος των πέλετ ποικίλει από 5 έως 20 mm με διάμετρο μεταξύ των 5 ως 10mm. Τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του κρεατάλευρου περιγράφονται στον Πίνακα που ακολουθεί:

Χαρακτηριστικά	Μονάδες μέτρησης	Κρεατάλευρο
C	κ.β%	33,3-55,67
H	κ.β%	4,8-8,03
N	κ.β%	0,43-10,4
S	κ.β%	0,05-10,9
O	κ.β%	11,9-38,40
Cl	κ.β%	0,26-1,10
Υγρασία	κ.β%	1,35-8,3
Τέφρα	κ.β%	10,38-34,4
Πτητικές ουσίες	κ.β%	32,7-80,1
Σταθερός Άνθρακας (fixed carbon)	κ.β%	2,8-26,1
Λίπος	κ.β%	7,7-14
Ολικές πρωτεΐνες	κ.β%	48,7
HHV-Ανώτερη θερμογόνος δύναμη	MJ/kg	14,19-37,71
LHV-Κατώτερη θερμογόνος δύναμη	MJ/kg	13,06-30,29

**Πίνακας 4. Φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του κρεατάλευρου (Esther Cascarosa et al., 2012)**

### 3.3 ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ



Λιπασματοποίηση (κομποστοποίηση) είναι η βιολογική, οξειδωτική αποδόμηση και σταθεροποίηση οργανικών υποστρωμάτων, κάτω από συνθήκες που επιτρέπουν την ανάπτυξη θερμοφίλων θερμοκρασιών ως αποτέλεσμα βιολογικά παραγόμενης θερμότητας και η παραγωγή ενός τελικού προϊόντος σταθερού, απαλλαγμένου από φυτοτοξικούς παράγοντες και παθογόνους μικροοργανισμούς που έχει ευεργετικά αποτελέσματα κατά την εφαρμογή του στο έδαφος. Πρόκειται για βιοτεχνολογική διεργασία κατά την οποία διάφορες κατηγορίες μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες, ακτινοβακτήρια, πρωτόζωα) σε κατάλληλες συνθήκες υγρασίας και αερισμού και μέσω των ενζύμων που παράγουν, αποδομούν τις σύνθετες χημικές ενώσεις (σάκχαρα, λίπη, κυτταρίνη, λιγνίνη) που βρίσκονται σε οργανικά υποστρώματα. Η δράση αυτή των μικροοργανισμών έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας στη μάζα του υλικού, η οποία στη συνέχεια μειώνεται μέχρι τη θερμοκρασία περιβάλλοντος μετά την αποσύνθεση και σταθεροποίηση των οργανικών ουσιών. Κατά τη διαδικασία της λιπασματοποίησης παράγονται: διοξείδιο του άνθρακα, νερό ανόργανα στοιχεία, θερμότητα και σταθεροποιημένο οργανικό υλικό (κομπόστ) που αποτελεί και το τελικό προϊόν της λιπασματοποίησης.(Roger T.Haug, 1993).

#### 3.3.1 ΦΑΣΕΙΣ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

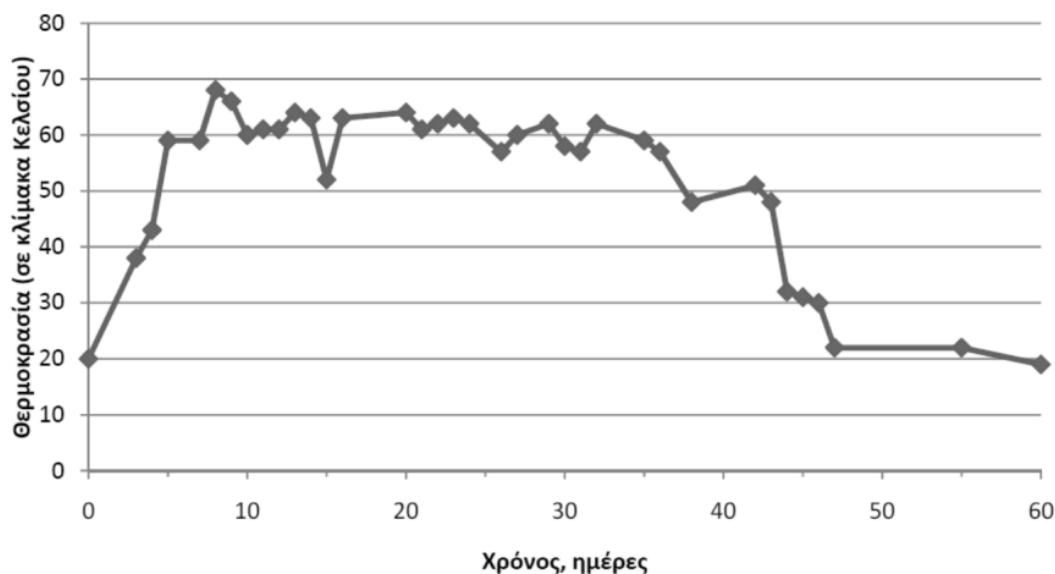
Η λιπασματοποίηση έως το στάδιο της ωρίμανσης πραγματοποιείται σε τέσσερις φάσεις:

- **Μεσοφιλική φάση.** Στη φάση αυτή που διαρκεί από 1-2 ημέρες, η θερμοκρασία στη μάζα του υλικού κυμαίνεται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος ως τους 22°C. Κατά το στάδιο αυτό πραγματοποιείται προσαρμογή και αποικισμός του υλικού από βακτήρια, μύκητες, πρωτόζωα και άλλους μικροοργανισμούς απαραίτητους για την λιπασματοποίηση. Στη φάση αυτή πραγματοποιείται η διαμόρφωση του σωρού.
- **Πρώτη μεσοφιλική φάση.** Στη φάση αυτή που διαρκεί 3-4 ημέρες, πραγματοποιείται αποδόμηση της οργανικής ύλης από μεσόφιλους μικροοργανισμούς όπως βακτήρια

που ανήκουν στις οικογένειες των Pseudomonaceae, Erythrobacteraceae, Enterobacteraceae, Comamonadaceae, Streptomycetaceae, που αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες μεταξύ των 15°C και 35 °C. Οι μικροοργανισμοί αυτοί αποσυνθέτουν με ταχείς ρυθμούς τις εύκολα διασπώμενες ουσίες (πρωτεΐνες, υδατάνθρακες μικρού μοριακού βάρους, λιπίδια, αμινοξέα). Πρόκειται για το στάδιο που ξεκινά η ενεργός βιοαποικοδόμηση.

- **Θερμοφιλική φάση.** Στη φάση αυτή που διαρκεί 15-20 ημέρες, η αυξημένη μικροβιακή δραστηριότητα πυροδοτεί εξώθερμες αντιδράσεις που αυξάνουν τη θερμοκρασία λιπασματοποίησης η οποία μπορεί να φθάσει και στους 65°C-85°C. Στη φάση αυτή ο πληθυσμός των μεσόφιλων μικροοργανισμών γίνεται λιγότερο ανταγωνιστικός και αντικαθίστανται από τους θερμόφιλους μικροοργανισμούς. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης κυριαρχούν τα ακτινοβακτήρια (κυρίως αυτά που ανήκουν στις οικογένειες των Thermoactinomycetaceae, Thermomonosporaceae και Pseudonocardiaceae) και άλλα θερμόφιλα είδη. Οι μικροοργανισμοί αυτοί διαθέτουν ένζυμα που διασπούν πολύπλοκα μόρια όπως κυτταρίνες, ημικυτταρίνες, λιγνίνη και πρωτεΐνες. Στη φάση αυτή επιτυγχάνεται η εξυγίανση του υλικού με την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών. Πρόκειται για το κατεξοχήν στάδιο της ενεργούς βιοαποικοδόμησης.
- **Δεύτερη μεσοφιλική φάση.** Στη φάση αυτή που η διάρκειά της ξεπερνά τις 30 ημέρες η θερμοκρασία κυμαίνεται από τους 35°C ως τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η θερμοκρασία μειώνεται συνεχώς ως αποτέλεσμα της μειωμένης βιολογικής δραστηριότητας του υλικού. Στο στάδιο αυτό κυριαρχούν οι μεσόφιλοι μικροοργανισμοί οι οποίοι αποδομούν τις υπολειπόμενες ποσότητες σακχάρων, κυτταρινών και ημικυτταρινών. Παρ' ότι η θερμοκρασία φθάνει στη θερμοκρασία περιβάλλοντος, χημικές αντιδράσεις συνεχίζουν να λαμβάνουν χώρα κάνοντας το τελικό προϊόν πιο σταθερό και κατάλληλο για χρήση. Τελικά το κομπόστ φθάνει στο στάδιο της ωρίμανσης περιέχοντας ουσίες που δεν επιδέχονται περαιτέρω διάσπαση όπως χουμικά κολλοειδή που συνδέονται με ανόργανα στοιχεία (σίδηρο, ασβέστιο, φώσφορο) και χούμο( Sánchez et al, 2017).

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται γραφικά οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στις διάφορες φάσεις της λιπασματοποίησης.



**Διάγραμμα 3-5:** Καμπύλη θερμοκρασίας που παρατηρείται κατά τη διάρκεια των διαφόρων φάσεων της λιπασματοποίησης (Tchobanoglous et al, 2010)

Οι μικροοργανισμοί ανάλογα με τη θερμοκρασία στην οποία λειτουργούν καλύτερα διακρίνονται σε ψυχρόφιλους, μεσόφιλους, θερμόφιλους. Στον Πίνακα που ακολουθεί περιγράφονται τα όρια των θερμοκρασιών στα οποία δρουν οι διαφορετικές κατηγορίες μικροοργανισμών.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Περιοχή Θ λειτουργίας (° C)	Βέλτιστη λειτουργία (° C)
Ψυχρόφιλοι	-10-30	15
Μεσόφιλοι	20-50	35
Θερμόφιλοι	45-75	55

**Πίνακας 5:** Θερμοκρασίες λειτουργίας διαφόρων βακτηρίων (Tchobanoglous et al, 1993). Πηγή: [www.aix.meng.auth.gr](http://www.aix.meng.auth.gr)

### 3.3.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία της λιπασματοποίησης διακρίνονται σε δύο ομάδες: σε αυτούς που επιδρούν στο σχηματισμό του υποστρώματος, όπως η ισορροπία θρεπτικών, το ΡΗ, το μέγεθος των σωματιδίων, το πορώδες και η υγρασία και στους παράγοντες που επιδρούν στη διαχείριση της διαδικασίας της λιπασματοποίησης όπως η συγκέντρωση  $O_2$ , η θερμοκρασία και η περιεκτικότητα σε νερό. Η ισορροπία θρεπτικών κυρίως καθορίζεται από την αναλογία C/N.

- **Ο λόγος άνθρακα-αζώτου (C/N).** Είναι πολύ σημαντική παράμετρος γιατί επηρεάζει την ταχύτητα της βιολογικής αντίδρασης στα υποστρώματα. Οι μικροοργανισμοί διασπούν τις οργανικές ουσίες για να εξασφαλίσουν ενέργεια για το μεταβολισμό τους και θρεπτικά συστατικά (N,P,K) για τη διατήρηση του πληθυσμού τους. Αποδεκτές τιμές είναι μεταξύ 20:1 έως 40:1. Ο βέλτιστος λόγος κυμαίνεται από 25:1 έως 35:1. Η αναλογία είναι απόρροια του γεγονότος ότι οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν τον διαθέσιμο C με ρυθμό 30-35 φορές ταχύτερο από το ρυθμό που μετατρέπουν το N. Όταν η αναλογία C/N είναι μικρότερη από την επιθυμητή τότε υπάρχει πλεόνασμα N το οποίο απομακρύνεται ως αμμωνία με συνέπεια ανεπιθύμητες οσμές. Σε περίπτωση μεγαλύτερης αναλογίας C/N, η διαθέσιμη ποσότητα N είναι ανεπαρκής για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών με αποτέλεσμα η αποδόμηση των οργανικών ουσιών να γίνεται με βραδύ ρυθμό και η λιπασματοποίηση προχωρά με βραδύ ρυθμό. Η αναλογία C/N στο υπόστρωμα πρέπει να καθοριστεί με ακρίβεια πριν την έναρξη της λιπασματοποίησης και να ρυθμιστεί κατάλληλα όταν υπάρχουν αποκλίσεις από την επιθυμητή. Η ρύθμιση γίνεται με μια ποικιλία κυτταρινούχων παραγόντων (bulking agents) όπως ο ριζοφλοιός, το πριονίδι, το άχυρο, τα κλαδέματα κ. α που προστίθενται στο οργανικό υπόστρωμα προκειμένου να διορθωθεί η αναλογία C/N όταν είναι μικρότερη της επιθυμητής (C.O. Onwosi et al, 2017).
- **Θερμοκρασία.** Είναι μία από τις κύριες παραμέτρους για την παρακολούθηση της διαδικασίας της λιπασματοποίησης. Αποτελεί δείκτη της βιοαποικοδόμησης και της μικροβιακής δραστηριότητας. Η βέλτιστη θερμοκρασία είναι μεταξύ 40-65° C. Οι θερμοκρασίες άνω των 55°C καταστρέφουν τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Σε θερμοκρασίες άνω των 63° C μειώνεται απότομα η μικροβιακή δραστηριότητα, η οποία προσεγγίζει το χαμηλότερο σημείο στους 72°C. Οι θερμοκρασίες μεταξύ των 52-60° είναι οι καταλληλότερες για την αποσύνθεση. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας απαιτείται για την ελεγχόμενη λιπασματοποίηση (Bernal et al, 2009).
- **Οξυγόνο.** Είναι βασικός παράγοντας για τη διαδικασία της λιπασματοποίησης. Ο ρυθμός κατανάλωσης του οξυγόνου αποτελεί ένδειξη της έντασης της μικροβιακής δραστηριότητας κατά τη διάρκεια της. Το οξυγόνο είναι απαραίτητο για τη δράση των αερόβιων μικροοργανισμών και την οξείδωση των οργανικών ουσιών. Επιθυμητές συγκεντρώσεις οξυγόνου είναι μεταξύ του 15% και 20% (Bernal et al, 2009). Το οξυγόνο ρυθμίζεται με την ανάδευση του σωρού λιπασματοποίησης.
- **Υγρασία.** Επηρεάζει το ρυθμό πρόσληψης οξυγόνου, τον ελεύθερο χώρο μεταξύ των σωματιδίων του υποστρώματος, τη μικροβιακή δραστηριότητα και τη θερμοκρασία. Η βέλτιστη τιμή υγρασίας για αποτελεσματική λιπασματοποίηση εξαρτάται από τον τύπο ή τη μορφή των αποβλήτων. Οι επιθυμητές τιμές είναι αυτές μεταξύ του 50% και 60%. Σε υγρασία μικρότερη του 40% η οργανική ύλη δε διασπάται μια και ο ρυθμός πρόσληψης του οξυγόνου δεν επαρκεί για να ικανοποιηθούν οι μεταβολικές απαιτήσεις των μικροοργανισμών. Σε υγρασία μεγαλύτερη του 60% παρεμποδίζεται η κίνηση του οξυγόνου, τα πορώδη διάκενα στο υπόστρωμα κλείνουν και η διαδικασία τείνει να γίνει αναερόβια (C.O. Onwosi et al, 2017).
- **Πορώδες.** Επηρεάζει τη διάχυση του αέρα στη μάζα του υλικού και την πρόσβαση των μικροοργανισμών στην επιφάνεια των σωματιδίων του υλικού. Πορώδες

μεγαλύτερο του 50% έχει ως αποτέλεσμα τη διατήρηση χαμηλής θερμοκρασίας στο σωρό λόγω των μεγάλων απωλειών παραγόμενης θερμότητας. Πολύ μικρό πορώδες οδηγεί σε αναερόβιες συνθήκες και παραγωγή δυσάρεστων οσμών. Η αναλογία αέρα – πλήρωσης πορώδους διάκενων στους σωρούς θα πρέπει να είναι μεταξύ 35% και 50% (M.P.Bernal et al, 2009).

- **PH.** Τιμές του PH 6,7 - 9 υποστηρίζουν ικανοποιητικά τη μικροβιακή δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της λιπασματοποίησης. Κατάλληλες τιμές είναι αυτές μεταξύ του 5,5 και 8. Συνήθως το PH δεν αποτελεί παράγοντα – κλειδί μια και το PH των υλικών που συνιστούν τα υποστρώματα είναι μέσα στα παραπάνω όρια.

### **3.3.3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

Στον Καν.142/2011, Παράρτημα V, Κεφάλαιο I, Τμήμα 2 περιγράφονται οι απαιτήσεις που εφαρμόζονται στις μονάδες λιπασματοποίησης. Συγκεκριμένα, οι μονάδες πρέπει να διαθέτουν κλειστό αντιδραστήρα λιπασματοποίησης ή κλειστό χώρο που δεν είναι δυνατό να παρακαμφθεί για τα ζωικά υποπροϊόντα ή παράγωγα προϊόντα που εισέρχονται στη μονάδα και πρέπει να φέρουν το παρακάτω εξοπλισμό:

α. εγκαταστάσεις συνεχούς παρακολούθησης της θερμοκρασίας

β. συσκευές καταγραφής που θα καταγράφουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρακολούθησης που αναφέρονται στο στοιχείο α)

γ. κατάλληλο σύστημα ασφαλείας για την πρόληψη ανεπαρκούς θέρμανσης

Κατά παρέκκλιση, μπορεί να γίνουν αποδεκτοί και άλλοι εναλλακτικοί τύποι συστημάτων λιπασματοποίησης με την προϋπόθεση ότι:

- α. η διαχείρισή τους πραγματοποιείται κατά τρόπο ώστε όλα τα υλικά που βρίσκονται στο σύστημα να είναι μέσα στα πλαίσια των απαιτούμενων παραμέτρων χρόνου-θερμοκρασίας συμπεριλαμβανομένης, κατά περίπτωση, της συνεχούς παρακολούθησης των παραμέτρων
- β. μετασχηματίζουν μόνο τα παρακάτω υλικά:

1. υλικά της Κατηγορίας 2 τα οποία έχουν μεταποιηθεί με τη μέθοδο μεταποίησης 1

2. υλικά Κατηγορίας 3 τα οποία έχουν μεταποιηθεί σύμφωνα με οποιαδήποτε από τις μεθόδους μεταποίησης 1 έως 5 ή τη μέθοδο μεταποίησης 7

3. υλικά που έχουν υποστεί παστερίωση/εξυγίανση σε άλλη εγκεκριμένη μονάδα

4. ζωικά υποπροϊόντα τα οποία μπορεί να διασπείρονται στο έδαφος χωρίς μεταποίηση σύμφωνα με το άρθρο 13, στοιχείο στ) του καν.1069/2009 αν η αρμόδια αρχή θεωρεί ότι αυτά δεν αποτελούν κίνδυνο εξάπλωσης σοβαρής μεταδοτικής στον άνθρωπο ή στα ζώα.

5. ζωικά υποπροϊόντα που έχουν υποβληθεί στη διεργασία της αλκαλικής υδρόλυσης που ορίζεται στο Παράρτημα IV, Κεφάλαιο IV, Τμήμα 2, σημείο A, του Καν.142/2011.

6. τα ακόλουθα ζωικά υποπροϊόντα αν αυτά εγκρίνονται από την αρμόδια αρχή:

i) τα ζωικά υποπροϊόντα που αναφέρονται στο άρθρο 10, στοιχείο στ) του Καν.1069/2009, τα οποία έχουν υποστεί μεταποίηση όπως προσδιορίζεται στο άρθρο 2, παρ.1, στοιχείο ιγ) του Καν.852/2004 τη στιγμή που προορίζονται για σκοπούς πλην της κατανάλωσης από τον άνθρωπο.

ii) τα ζωικά υποπροϊόντα που αναφέρονται στο άρθρο 10 στοιχείο ζ) του Καν.(ΕΚ)

1069/2009 ή

iii) τα ζωικά υποπροϊόντα που μετασχηματίζονται σε βιοαέριο και στη συνέχεια τα κατάλοιπα διάσπασης λιπασματοποιούνται ή μεταποιούνται ή απορρίπτονται σύμφωνα με τον Καν.(ΕΕ) 142/2011.

γ. συμμορφώνονται με όλες τις σχετικές απαιτήσεις του Καν.(ΕΕ)142/2011.

Τα υλικά Κατηγορίας 3 που χρησιμοποιούνται σαν πρώτη ύλη σε μονάδα λιπασματοποίησης πρέπει να υπόκεινται στις παρακάτω ελάχιστες απαιτήσεις:

- Μέγιστο μέγεθος σωματιδίων πριν από την εισαγωγή στον αντιδραστήρα λιπασματοποίησης: 12mm
- Ελάχιστη θερμοκρασία του συνόλου του υλικού στον αντιδραστήρα 70°C
- Ελάχιστος χρόνος αδιάκοπης παραμονής στη μονάδα 60 λεπτά.

Οι ελάχιστες απαιτήσεις αναφορικά με τη θερμοκρασία και το χρόνο πρέπει να εφαρμόζονται επίσης σε υλικά Κατηγορίας 2 που λιπασματοποιούνται χωρίς προηγούμενη μεταποίηση. Τέτοια υλικά είναι η κόπρος το περιεχόμενο του πεπτικού συστήματος, γάλα, προϊόντα με βάση το γάλα και πρωτόγαλα εφόσον η αρμόδια αρχή κρίνει ότι δεν αντιπροσωπεύουν κίνδυνο μετάδοσης οποιασδήποτε σοβαρής μεταδοτικής νόσου. Τα υπόλοιπα υλικά Κατηγορίας 2 λιπασματοποιούνται έπειτα από μεταποίηση με αποστείρωση υπό πίεση και αφού το υλικό που προκύπτει επισημανθεί με ανεξίτηλο τρόπο.

### 3.3.4 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Στον Καν.142/2011, Παράρτημα V, Κεφάλαιο III, Τμήμα 3 περιγράφονται τα μικροβιολογικά πρότυπα των προϊόντων λιπασματοποίησης, τα οποία πρέπει να ικανοποιούνται ώστε η εφαρμογή τους στο έδαφος να μην εγκυμονεί κινδύνους για την υγεία των ανθρώπων και των ζώων. Σύμφωνα με τον Κανονισμό θα πρέπει:

α) Τα αντιπροσωπευτικά δείγματα των προϊόντων λιπασματοποίησης, που λαμβάνονται είτε κατά τη διάρκεια του μετασχηματισμού είτε αμέσως μετά, στη μονάδα λιπασματοποίησης, προκειμένου να ελεγχθεί η διεργασία, πρέπει να συμμορφώνονται με τα ακόλουθα μικροβιολογικά πρότυπα:

Escherichia coli:  $n = 5, c = 1, m = 1\ 000, M = 5\ 000$  σε 1 gr  
ή Enterococcaceae:  $n = 5, c = 1, m = 1\ 000, M = 5\ 000$  σε 1 gr

β) Τα αντιπροσωπευτικά δείγματα των προϊόντων λιπασματοποίησης που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια ή μετά το τέλος της αποθήκευσης τους πρέπει να συμμορφώνονται με τα ακόλουθα πρότυπα:

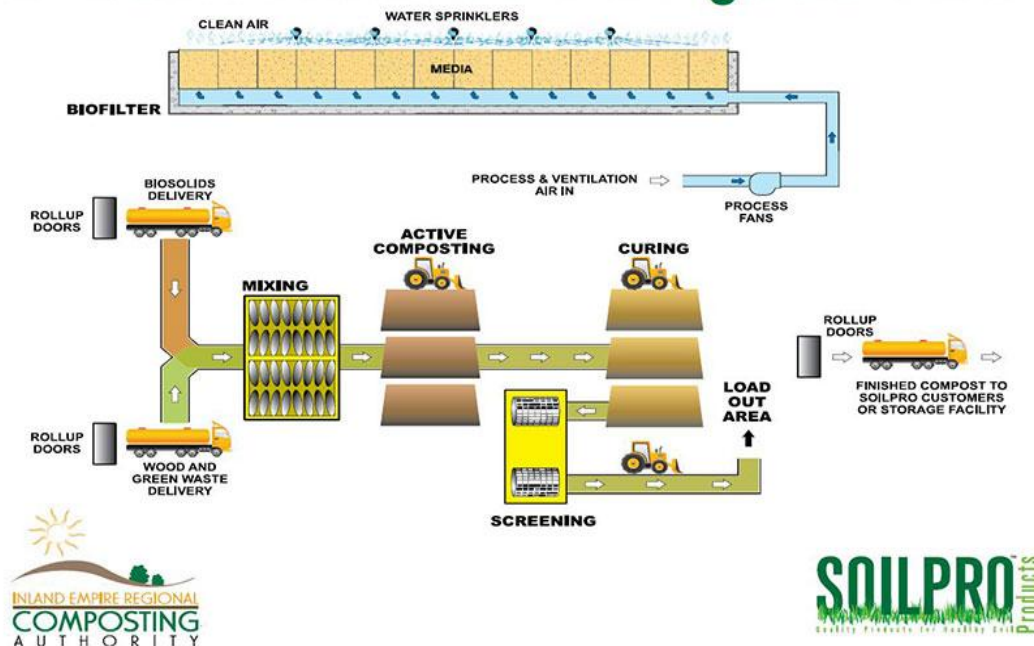
Σαλμονέλα: απουσία σε 25 g:  $n = 5, c = 0, m = 0, M = 0$  όπου,  
 $n$  = ο αριθμός των προς έλεγχο δειγμάτων·

$m$  = η κατώτατη τιμή για τον αριθμό των βακτηρίων· το αποτέλεσμα θεωρείται ικανοποιητικό, αν ο αριθμός των βακτηρίων σε όλα τα δείγματα δεν υπερβαίνει το  $m$ ·  $M$  = η μέγιστη τιμή για τον αριθμό βακτηρίων· το αποτέλεσμα θεωρείται μη ικανοποιητικό, αν ο αριθμός των βακτηρίων σε ένα ή περισσότερα δείγματα είναι ίσος ή μεγαλύτερος από  $M$ ·  $c$  = ο αριθμός των δειγμάτων στον οποίο ο αριθμός των βακτηρίων μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ  $m$  και  $M$ .

Το δείγμα θεωρείται αποδεκτό αν ο αριθμός των βακτηρίων των υπολοίπων δειγμάτων είναι ίσος ή μικρότερος από m.

Στην περίπτωση που τα προϊόντα λιπασματοποίησης δεν συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις που ορίζονται παραπάνω, πρέπει να υποβάλλονται σε μετασχηματισμό ή λιπασματοποίηση και, στην περίπτωση της σαλμονέλας, ο χειρισμός ή η απόρριψή τους να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες της αρμόδιας αρχής.

## How Material Moves Through the IERCF



Εικόνα 3-3.Διάγραμμα ροής στη μονάδα λιπασματοποίησης IERCF (Inland Empire Regional Composting Facility). Πηγή: <https://www.ieua.org/facilities>

## 3.4 ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

### 3.4.1 ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

Η αναερόβια χώνευση είναι βιολογική διεργασία κατά την οποία οργανική ύλη μετατρέπεται κυρίως σε  $\text{CH}_4$  και  $\text{CO}_2$  με τη συνδυασμένη δράση μικροοργανισμών υπό αναερόβιες συνθήκες. Σε βιομηχανική κλίμακα η αναερόβια χώνευση εφαρμόζεται σε αεροστεγείς δεξαμενές (χωνευτήρες) που λειτουργούν ως αντιδραστήρες. Οι σύγχρονοι αναερόβιοι αντιδραστήρες έχουν ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις, κυρίως για τη μηχανική ανάδευση. Τα βασικά προϊόντα της διεργασίας είναι το βιοαέριο και το κατάλοιπο διάσπασης. Το βιοαέριο είναι ένα αέριο καύσιμο αποτελούμενο κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Το κατάλοιπο διάσπασης είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό λίπασμα στη γεωργία. Κατά την αναερόβια χώνευση παράγεται πολύ λίγη θερμότητα. Η ενέργεια που είναι χημικά δεσμευμένη στο υπόστρωμα, παραμένει στο παραγόμενο βιοαέριο με μορφή μεθανίου. Η παραγωγή και συλλογή βιοαερίου από βιολογική διεργασία τεκμηριώθηκε για πρώτη φορά το 1895 στο Ηνωμένο Βασίλειο (Metcalf and Eddy, 1979). Τα

τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον για το βιοαέριο έχει αυξηθεί κατακόρυφα λόγω των προσπαθειών σε παγκόσμιο επίπεδο για αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς και της ανάγκης για εξεύρεση περιβαλλοντικά φιλικών λύσεων για τη διαχείριση της στερεάς κοπριάς και των οργανικών αποβλήτων.

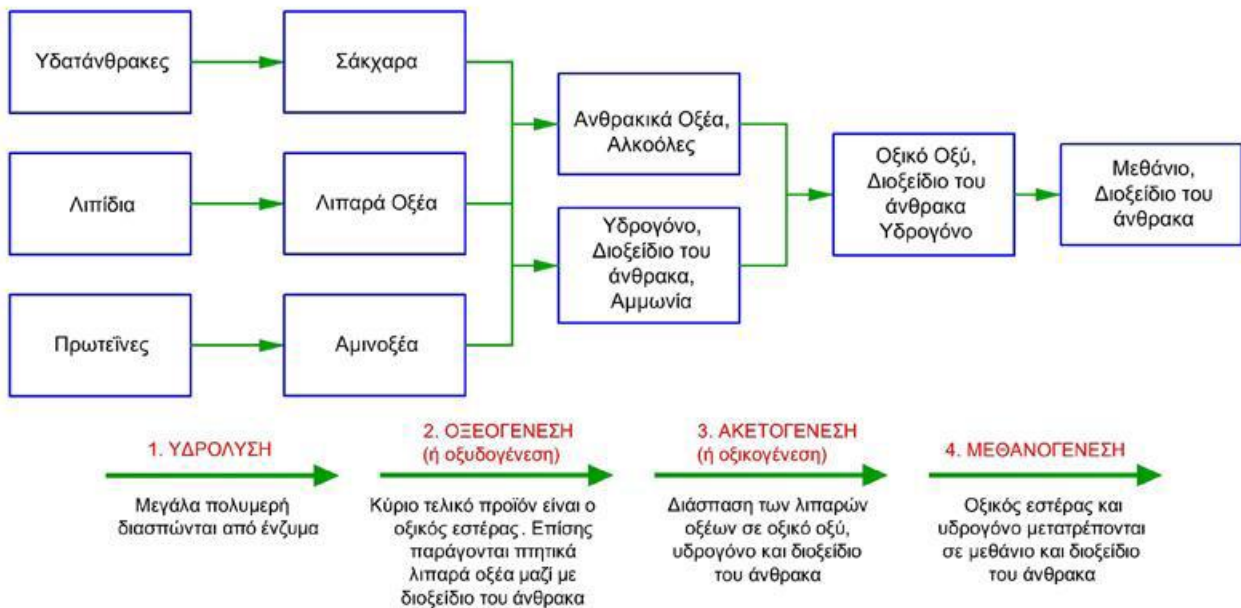


Εικόνα 3-4 : Μονάδα παραγωγής βιοαερίου (Πηγή: <http://www.xanthipress.gr/monada-vioaerio-xanthi>).

#### 3.4.1.1 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ

Η διεργασία σχηματισμού βιοαερίου είναι το αποτέλεσμα συνδυαστικών σταδίων, στα οποία το αρχικό υλικό συνεχώς διασπάται σε μικρότερα στοιχεία. Σε καθένα από αυτά τα στάδια συμμετέχουν διαφορετικές ομάδες μικροοργανισμών. Τα τέσσερα στάδια της διεργασίας της αναερόβιας χώνευσης είναι: η υδρόλυση, η οξεογένεση, η οξικογένεση και η μεθανογένεση. Τα στάδια της διεργασίας λαμβάνουν χώρα παράλληλα στο χώρο και στο χρόνο στη δεξαμενή χώνευσης.

### Στάδια αναερόβιας χώνευσης (ΑΧ)



Σχήμα 3-2: Μετατροπή της οργανικής ύλης προς μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα(βιοαέριο) κατά τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης.(www.vioaerio.gr)

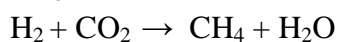
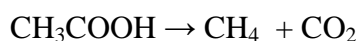
- **Υδρόλυση.** Αποτελεί το πρώτο στάδιο της διεργασίας της αναερόβιας χώνευσης στο οποίο σάκχαρα, λίπη και πρωτεΐνες διασπώνται σε απλούστερες οργανικές ενώσεις όπως αμινοξέα, λιπαρά οξέα, απλά σάκχαρα και αλκοόλες. Η υδρόλυση είναι πολύ σημαντικό στάδιο μια και οι οργανικές μακρομοριακές ενώσεις δε μπορούν να μεταβολιστούν άμεσα από τους μικροοργανισμούς ώστε να χρησιμοποιηθούν ως θρεπτικό υπόστρωμα ή πηγή ενέργειας. Προκειμένου να επιτευχθεί η αποδόμηση τους, μικροοργανισμοί στη φάση αυτή εκκρίνουν εξωένζυμα, τα οποία διασπούν τα μακρομόρια σε απλούστερες ενώσεις, οι οποίες διαπερνούν την κυτταρική μεμβράνη και εισέρχονται στα κύτταρα ώστε να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των μεταβολικών αναγκών τους. Υπάρχουν διαφορετικά ένζυμα για τη διάσπαση των διαφορετικών τύπων μακρομορίων. Στον Πίνακα που ακολουθεί περιλαμβάνονται παραδείγματα διαφορετικών ομάδων εξωενζύμων που διασπούν αντίστοιχα μακρομόρια.

Ένζυμα	Υπόστρωμα	Προϊόν διάσπασης
Πρωτεϊνάσες	Πρωτεΐνες	Αμινοξέα
Κυτταρινάσες	Κυτταρίνη	Κυτταροβιόζη και γλυκόζη
Ημικυτταρινάσες	Ημικυτταρίνη	Σάκχαρα όπως γλυκόζη, ξυλόζη,μανόζη, αραμπινόζη
Αμυλάσες	Αμυλο	Γλυκόζη

Λιπάσες	Λίπη	Λιπαρά Οξέα και γλυκερόλη
Πεκτινάσες	Πεκτίνη	Σάκχαρα όπως γαλακτόζη,

**Πίνακας 6 : Μερικές σημαντικές ομάδες υδρολυτικών ενζύμων και οι λειτουργίες τους.**

- **Ζύμωση - Οξεογένεση.** Κατά τη διάρκεια του σταδίου αυτού, τα προϊόντα της υδρόλυσης χρησιμοποιούνται ως υποστρώματα από μικροοργανισμούς, στους οποίους περιλαμβάνονται τα βακτήρια της υδρόλυσης καθώς και βακτήρια που ανήκουν στις οικογένειες των Enterobacterium, Bacteriodes, Acetobacterium, Eubacterium και μετατρέπονται σε οργανικά οξέα (ακετοξικό, προπιονικό, σουκινικό, βουτυρικό, γαλακτικό οξύ κ.α), αλκοόλες, αμμωνία (από αμινοξέα), διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο. Από τις παραπάνω ουσίες ορισμένες μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα ως υπόστρωμα από τα μεθανογόνα βακτήρια και οι υπόλοιπες εφόσον μετατραπούν σε οξικό οξύ από τα ζυμωτικά βακτήρια.
- **Αναερόβια οξείδωση - Οξικογένεση.** Αποτελεί το πλέον κρίσιμο στάδιο της αναερόβιας χώνευσης, κατά το οποίο απαιτείται στενή συνεργασία μεταξύ των βακτηρίων της αναερόβιας οξείδωσης και των μεθανογόνων βακτηρίων του σταδίου της μεθανογένεσης. Η αναγκαιότητα για στενή συνεργασία, καλείται και «συντροφική» μεταξύ των διαφορετικών μικροοργανισμών σχετίζεται με τη συγκέντρωση αέριου υδρογόνου. Κατά τη διάρκεια της οξικογένεσης, τα προϊόντα οξεογένεσης που δε μπορούν να μετατραπούν σε μεθάνιο από τα μεθανογόνα βακτήρια, τα πτητικά λιπαρά οξέα και οι αλκοόλες οξειδώνονται σε μεθανογενή υποστρώματα, όπως οξικό οξύ, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Τα πτητικά λιπαρά οξέα με αλυσίδες άνθρακα με περισσότερους από δύο δεσμούς και οι αλκοόλες με αλυσίδες άνθρακα με περισσότερους από ένα δεσμό οξειδώνονται σε οξικό οξύ και υδρογόνο. Η παραγωγή υδρογόνου αυξάνει την πίεση του, εμποδίζεται ο μεταβολισμός των οξικογενών βακτηρίων και αναστέλλεται η οξικογένεση. Η χρησιμοποίηση του υδρογόνου από τα μεθανογόνα βακτήρια για την παραγωγή μεθανίου είναι ο παράγοντας που επιτρέπει τη διατήρηση της συγκέντρωσης του υδρογόνου σε χαμηλά επίπεδα και την εξέλιξη της αναερόβιας χώνευσης.
- **Μεθανογένεση.** Αποτελεί το τελικό στάδιο της αναερόβιας χώνευσης. Στο στάδιο αυτό μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα(βιοαέριο) παράγεται από μεθανογόνα βακτήρια. Τα βακτήρια αυτά είναι υποχρεωτικά αναερόβια και διακρίνονται σε δύο ομάδες, στα οξικοτροφικά μεθανογόνα που χρησιμοποιούν ως υπόστρωμα το οξικό οξύ για την παραγωγή μεθανίου και στα υδρογονοτροφικά μεθανογόνα που χρησιμοποιούν το υδρογόνο και το διοξείδιο του άνθρακα. Το 70% του παραγόμενου μεθανίου προέρχεται από οξικό οξύ, ενώ το υπόλοιπο 30% παράγεται από τη μετατροπή του υδρογόνου και του διοξειδίου του άνθρακα.(Anna Schnürer and Åsa Jarvis, 2009). Οι αντιδράσεις παραγωγής μεθανίου είναι:



### 3.4.1.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

Στη διαδικασία παραγωγής βιοαερίου κατά την αναερόβια χώνευση εκτός από τα απαραίτητα υποστρώματα και τους κατάλληλους μικροβιακούς πληθυσμούς σημαντική επίδραση ασκούν και περιβαλλοντικοί παράγοντες, οι οποίοι συμβάλλουν στη δημιουργία του βέλτιστου περιβάλλοντος ανάπτυξης των μικροοργανισμών. Οι παράγοντες αυτοί περιγράφονται στη συνέχεια.

- **Θερμοκρασία.** Η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε σε θερμοκρασία μικρότερη των 25°C (ψυχρόφιλη) είτε σε θερμοκρασίες μεταξύ των 25°C και 45 °C (μεσόφιλη) είτε σε θερμοκρασίες μεταξύ των 45°C και 70 °C (θερμόφιλη). Έχουν βρεθεί δύο βέλτιστες θερμοκρασιακές περιοχές για τη λειτουργία αναερόβιων αντιδραστήρων, η μεσόφιλη (~ 35 ° C) και η θερμόφιλη (55 ° C - 60 ° C), μεταξύ αυτών οι ρυθμοί των αντιδράσεων μειώνονται (Μανιός-Φουντουλάκης, 2009). Η θερμοκρασία που επιλέγεται καθορίζεται από την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται. Αν και η θερμόφιλη αναερόβια χώνευση επιτυγχάνει υψηλότερους ρυθμούς αντίδρασης και κατά συνέπεια μεγαλύτερο ποσοστό αποδόμησης των οργανικών στερεών και μεγαλύτερη απόδοση σε μεθάνιο καθώς και υψηλότερους ρυθμούς καταστροφής των παθογόνων, οι υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις, η δημιουργία έντονων οσμών και η μειωμένη ευστάθεια της διεργασίας, την καθιστούν οικονομικά ασύμφορη και δύσκολα εφαρμόσιμη. Οι υψηλές θερμοκρασίες δεν έχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα στις υδρογονοτροφικές αντιδράσεις και στη μεθανογένεση. Επίσης, η θερμόφιλη αναερόβια χώνευση είναι περισσότερη ευαίσθητη στις περιβαλλοντικές αλλαγές από τη μεσόφιλη. Μεταβολές της θερμοκρασίας μεγαλύτερες του 1° C/d οδηγούν σε αποτυχία της χώνευσης. Μεταβολές μικρότερες του 0,6° C/d δεν επηρεάζουν τη σταθερότητα της διεργασίας. Σύμφωνα με μελέτες, ο ρυθμός διαλυτοποίησης των ουσιών των αποβλήτων βιομηχανιών τροφίμων κατά την αναερόβια χώνευση είναι σημαντικά μικρότερος σε θερμοφίλες (55°C- 65° C) σε σχέση με τις μεσόφιλες συνθήκες (Zhang et al, 2014).
- **PH.** Το PH είναι από τους βασικούς παράγοντες που καθορίζουν την απόδοση της αναερόβιας χώνευσης μια και τόσο οι τιμές όσον και οι διακυμάνσεις του επηρεάζουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών της αναερόβιας χώνευσης, κυρίως των μεθανογόνων. Τα μεθανογόνα βακτήρια είναι ευαίσθητα στη συγκέντρωση οξέων και η ανάπτυξή τους αναστέλλεται σε όξινες συνθήκες. Πολλοί ερευνητές έχουν καθορίσει βέλτιστες τιμές PH για τα διαφορετικά στάδια αναερόβιας χώνευσης (R. Kothari et al, 2014). Σύμφωνα με τους Yan and Okos 1987, η βέλτιστη τιμή για το στάδιο της μεθανογένεσης καθορίστηκε γύρω στο 7. Σε μελέτη των Lee et al.(2009), καθορίστηκε βέλτιστο εύρος τιμών PH για τη μεθανογένεση αυτό μεταξύ του 6,5 και 8,2. Στα στάδια της υδρόλυσης και της οξεογένεσης το PH είναι 5,5 και 6,5 αντίστοιχα (Kim et al, 2003). Σε αποκλίσεις από το βέλτιστο εύρος PH παρατηρείται μεγάλη παραγωγή και συσσώρευση οξίνων ή βασικών ουσιών (λιπαρών οξέων, αμμωνίας κ.α). Η αλκαλικότητα αποτελεί το μέτρο της ρυθμιστικής ικανότητας των συστατικών ενός αναερόβιου αντιδραστήρα. Έτσι, υψηλές τιμές αλκαλικότητας αποτελούν ένδειξη ενός καλά ασφαλισμένου συστήματος στις διακυμάνσεις του PH. Χαμηλές τιμές αλκαλικότητας σχετίζεται με απότομη αύξηση της συγκέντρωσης των

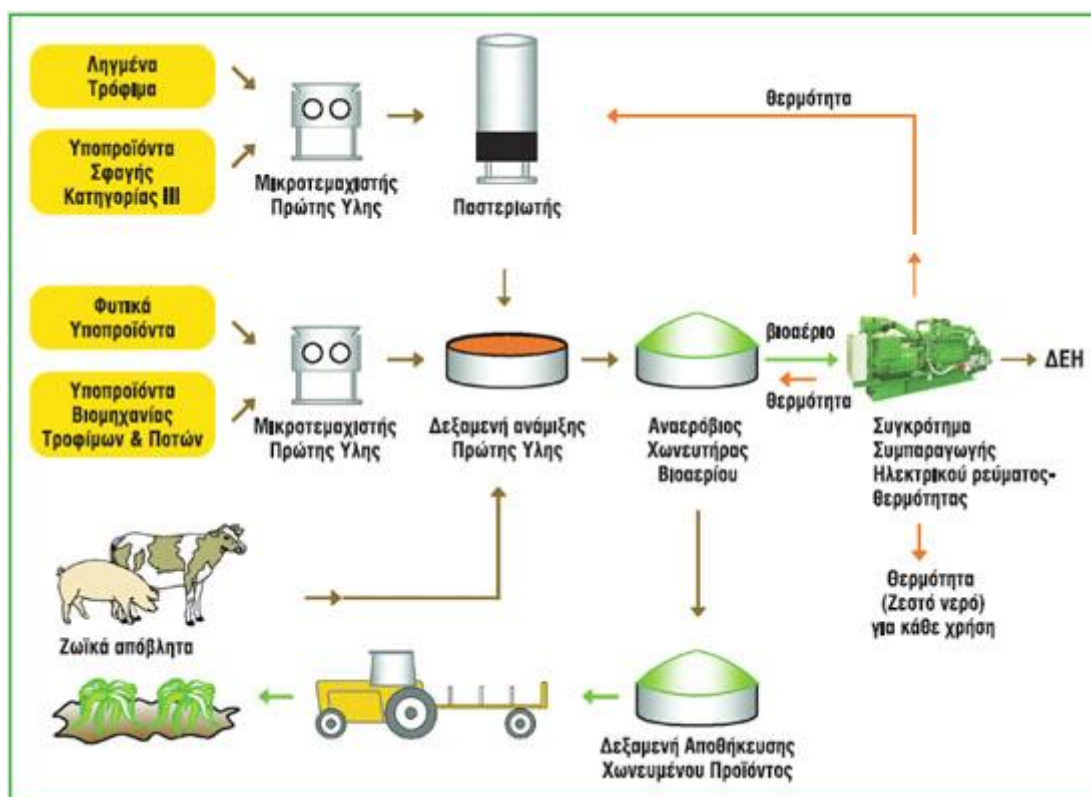
πτητικών λιπαρών οξέων που προκαλεί μείωση του PH, συνεπάγεται απουσία του αντισταθμιστικού παράγοντα και αναστολή της διεργασίας της αναερόβιας χώνευσης.

- **Πτητικά λιπαρά οξέα.** Η σταθερότητα της διεργασίας της αναερόβιας χώνευσης επηρεάζεται από τη συγκέντρωση των ενδιάμεσων προϊόντων, όπως τα πτητικά λιπαρά οξέα (VFA). Τα πτητικά λιπαρά οξέα (οξικό, προπιονικό, βουτυρικό, βαλερικό) είναι τα κύρια ενδιάμεσα προϊόντα που παράγονται κατά την αναερόβια χώνευση των οργανικών αποβλήτων. Μπορούν να μετατραπούν σε CH<sub>4</sub> και CO<sub>2</sub> από συντροφικά ακετογόνα και μεθανογόνα βακτήρια. Το οξικό και το βουτυρικό οξύ εμφανίζουν μικρή τοξικότητα σε ουδέτερο PH. Το προπιονικό οξύ είναι τοξικό τόσο για τα οξεογόνα όσο και για τα μεθανογόνα βακτήρια. (Μανιός - Φουντουλάκης 2009). Μεταξύ των τεσσάρων οξέων, το οξικό και το προπιονικό παίζουν κυρίαρχο ρόλο στην παραγωγή βιοαερίου και οι συγκεντρώσεις τους χρησιμοποιούνται ως δείκτης καλής λειτουργίας της αναερόβιας χώνευσης. Μελέτες απέδειξαν ότι όταν η αναλογία προπιονικού - οξικού οξέος ξεπερνά το 1,4 ή η συγκέντρωση του οξικού υπερβαίνει το 0,8g/L παρεμποδίζεται η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης. Η αναλογία προπιονικού, οξικού οξέος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης ισορροπίας της διεργασίας (Marchaim et al, 1993).
- **Μακράς αλύσου λιπαρά οξέα.** Τα μακράς αλύσου λιπαρά οξέα (LCFA) είναι τα κύρια ενδιάμεσα παραπροϊόντα αποδόμησης των λιπιδίων. Σ' αυτά περιλαμβάνονται κυρίως το ολεϊκό (C18:1), το λινολεϊκό (C18:2) και το παλμιτικό οξύ (C16:0). Τα LCFA μετατρέπονται σε υδρογόνο και οξικό οξύ από τα οξεογόνα βακτήρια μέσω της β-οξειδωσης και στη συνέχεια σε μεθάνιο μέσω των μεθανογόνων βακτηρίων. Αποτελούν περιοριστικό παράγοντα για τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης. Η μικρή ταχύτητα της μεθανογένεσης σε σχέση με αυτή της υδρόλυσης και της οξεογένεσης έχει ως αποτέλεσμα συχνά τη συσσώρευση λιπαρών οξέων γεγονός που παρεμποδίζει την ομαλή εξέλιξη της διεργασίας της αναερόβιας χώνευσης. Σύμφωνα με μελέτες συγκεντρώσεις που δρουν παρεμποδιστικά είναι για το ολεϊκό τα 75mg/L, για το παλμιτικό 1100mg/L, για το στεατικό 1500mg/L σε μεσόφιλες συνθήκες (Zhang et al, 2014). Σημειώνεται ότι η παρεμποδιστική δράση των LCFA είναι πλήρως αναστρέψιμη όταν επιτυγχάνεται μείωση της συγκέντρωσής τους μέσω της αραίωσης είτε μέσω της βιολογικής απομάκρυνσης τους μια και τα LCFA δεν καταστρέφουν τα κύτταρα απλά μειώνουν το μεταβολισμό τους (Pereira et al, 2003).
- **Αμμωνία.** Η αμμωνία παράγεται κατά την αποδόμηση των πρωτεϊνών ή άλλων πλούσιων σε N οργανικών ουσιών και κυρίως υφίσταται στη μορφή του αμμωνίου (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) και της ελεύθερης αμμωνίας (NH<sub>3</sub>). Αποτελεί βασικό συστατικό για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών ωστόσο σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι τοξική (Zhang et al, 2014). Η πολύ υψηλή συγκέντρωση αμμωνίας στο χωνευτή, ιδιαίτερα στην ελεύθερη μορφή της παρεμποδίζει τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης. Η συγκέντρωση αμμωνίας που παρεμποδίζει την παραγωγή μεθανίου είναι μεταξύ των 1500 και 3000mg/L, σε συγκέντρωση άνω των 4000mg/L αναστέλλεται η διεργασία της αναερόβιας χώνευσης (Μανιός - Φουντουλάκης 2009).
- **Ιχνοστοιχεία, θρεπτικές ουσίες και τοξικές ουσίες.** Για την αποδόμηση των οργανικών ενώσεων και την παραγωγή μεθανίου είναι αναγκαία η ύπαρξη θρεπτικών

στοιχείων και ιχνοστοιχείων που είναι απαραίτητα για το μεταβολισμό των μικροοργανισμών. Η ανεπαρκής παροχή θρεπτικών ουσιών και ιχνοστοιχείων μπορούν να παρεμποδίσουν τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης. Η αναλογία των βασικών θρεπτικών C και N εκφράζεται με το λόγο COD:N, που πρέπει να κυμαίνεται από 400:7 έως 1000:7. Ο λόγος C:N:P = 100:2,5:0,5 εξασφαλίζει καλή απόδοση παραγωγής μεθανίου (Henze M. et al, 1983). Ένας παράγοντας που επηρεάζει τη δραστηριότητα των αναερόβιων μικροοργανισμών είναι η παρουσία τοξικών ουσιών. Οι τοξικές ουσίες μπορεί να περιέχονται στην πρώτη ύλη είτε να παράγονται κατά τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης. Τα βαρέα μέταλλα ενώ σε συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων είναι απαραίτητα για τους μικροοργανισμούς σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρεμποδίζουν τη δραστηριότητά τους λόγω της βλάβης που προκαλούν στη λειτουργία και δομή των ενζυμικών συστημάτων τους (Zhang et al, 2014). Είναι δύσκολο να προσδιοριστούν με ακρίβεια οι συγκεντρώσεις στις οποίες εκδηλώνεται η τοξική δράση των βαρέων μετάλλων μια και εξαρτώνται από τις συνθήκες λειτουργίας των αντιδραστήρων της αναερόβιας χώνευσης. Επίσης, τα βακτήρια έχουν την ικανότητα να προσαρμόζονται στην παρουσία μετάλλων και ν' αυξάνει σταδιακά η ανθεκτικότητά τους σε αυτά. Γενικά η σειρά που μειώνεται η τοξικότητα των μετάλλων είναι  $Ca > Pb > Cr > Zn$  (Μανιός - Φουντουλάκης 2009). Τα σουλφίδια αποτελούν ανασταλτικό παράγοντα στη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης. Το  $H_2S$  αποτελεί ισχυρό ανασταλτικό παράγοντα. Είναι τοξικό για τους μικροοργανισμούς, κυρίως για τα μεθανογόνα. Διαπερνά την κυτταρική μεμβράνη τους, εισέρχεται στο κυτταρόπλασμα καταστρέφοντας τις πρωτεΐνες των κυττάρων με την παραγωγή σουλφιδίων. Το θείο είναι απαραίτητο συστατικό για τα μεθανογόνα βακτήρια. Έχει βρεθεί ότι υπάρχει ως συστατικό σε μεγαλύτερη στα μεθανογόνα συγκέντρωση σε σχέση με τις άλλες ομάδες μικροοργανισμών της αναερόβιας χώνευσης. Η βέλτιστη συγκέντρωση S κυμαίνεται μεταξύ των 1 και 25 mg S/L (Chen et al, 2008). Μελέτες έδειξαν ότι το  $H_2S$  είναι τοξικό για τα μεθανογόνα σε συγκεντρώσεις μεταξύ των 200mg/L και 1500mg/L. Η τοξικότητά του εξαρτάται από το PH. Ξενοβιοτικές ουσίες όπως φάρμακα, απορρυπαντικά έχουν τοξική δράση στους μικροοργανισμούς. Γενικά οργανικές ενώσεις που περιλαμβάνουν αλκυλομάδες, αλογονομάδες, νιτροομάδες και θειομάδες αναστέλλουν την παραγωγή μεθανίου (Μανιός - Φουντουλάκης 2009).

Υπάρχουν δύο σημαντικοί χρόνοι παραμονής κατά τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης. Ο χρόνος παραμονής στερεών (Solids Retention Time, SRT) και ο υδραυλικός χρόνος παραμονής στερεών (Hydraulic Retention Time, HRT). Ως χρόνος παραμονής στερεών ορίζεται ο μέσος χρόνος στον οποίο τα βακτήρια (στερεά) βρίσκονται στον αναερόβιο χωνευτήρα και αντίστοιχα ως υδραυλικός χρόνος παραμονής ορίζεται ο χρόνος που το υπόστρωμα βρίσκεται στο χωνευτήρα. Ο χρόνος αυτός πρέπει να είναι τόσος ώστε να επιτρέπει στα αναερόβια βακτήρια να ολοκληρώσουν το μεταβολισμό τους και να πολλαπλασιαστούν. Η εφαρμογή μικρού χρόνου παραμονής προκαλεί μικρή απόδοση στην αποδόμηση του υλικού τροφοδοσίας ενώ οι μεγάλοι χρόνοι παραμονής αυξάνουν το λειτουργικό κόστος. Γενικά η τιμή του υδραυλικού χρόνου παραμονής εξαρτάται από τα επιμέρους χαρακτηριστικά του αποβλήτου και από τον τύπο του αναερόβιου αντιδραστήρα (Bitton G. 1994).

### 3.4.2 ΤΥΠΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ



Εικόνα 3-5 :Διάγραμμα ροής μονάδας παραγωγής βιοαερίου ([www.mebika.eu](http://www.mebika.eu))

Μία τυπική μονάδα αναερόβιας χώνευσης περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια/διεργασίες:

- **Προεπεξεργασία.** Ανάλογα με το είδος της πρώτης ύλης μπορεί να υφίσταται προεπεξεργασία (τεμαχισμός/θραύση), παστερίωση-όταν απαιτείται από τις διατάξεις της ισχύουσας νομοθεσίας- ή /και προσωρινή αποθήκευση. Οι πρώτες ύλες στη συνέχεια οδηγούνται σε δεξαμενή όπου ομογενοποιούνται υπό ανάδευση, θερμαίνονται στην κατάλληλη θερμοκρασία και στη συνέχεια αντλούνται μέσω κοχλίας προς τη δεξαμενή αναερόβιας χώνευσης.
- **Αναερόβια χώνευση.** Πραγματοποιείται σε δεξαμενή/ές ειδικά κατασκευασμένες από οπλισμένο σκυρόδεμα ώστε να είναι αεροστεγείς, διαθέτουν εσωτερικό σύστημα θέρμανσης ενώ εξωτερικά είναι μονωμένες ώστε να μην επηρεάζονται οι διεργασίες από τις μεταβολές της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Η πλήρης ανάμιξη της πρώτης ύλης επιτυγχάνεται με κατάλληλο σύστημα αναδευτήρων. Η οροφή των δεξαμενών είναι ειδικού τύπου και χρησιμεύει ως αεροφυλάκιο. Εκεί οδηγείται με κατάλληλο σύστημα σωληνώσεων το παραγόμενο από τη ζύμωση βιοαέριο μετά την απομάκρυνση τυχόν συμπυκνωμάτων. Η πίεση ελέγχεται μέσω βαλβίδων.

- **Μεταχώνευση /Αποθήκευση καταλοίπου διάσπασης.** Το κατάλοιπο διάσπασης οδηγείται σε μία δεξαμενή αποθήκευσης όπου μπορεί να υποστεί περαιτέρω αναερόβια χώνευση. Το παραγόμενο βιοαέριο συγκεντρώνεται στην κατάλληλα διαμορφωμένη οροφή της δεξαμενής. Το τελικό κατάλοιπο διάσπασης διαχωρίζεται σε υγρό και στερεό κλάσμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα στη γεωργία.
- **Καθαρισμός βιοαερίου.** Το βιοαέριο που εξέρχεται από τους χωνευτήρες είναι κορεσμένο σε υδρατμούς και περιέχει θειούχες ενώσεις όπως το υδρόθειο, το οποίο αν δεν απομακρυνθεί μετατρέπεται σε θειικό οξύ. Το θειικό οξύ είναι διαβρωτικό και προκαλεί βλάβες στους σωλήνες του αερίου στις μηχανές συμπαραγωγής. Στο στάδιο αυτό πραγματοποιείται η αφύγρανση και αποθείωση του βιοαερίου.

Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για συμπαραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια πωλείται προς το εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο ενώ η θερμική ενέργεια θα καλύψει τις ανάγκες της μονάδας παραγωγής βιοαερίου κυρίως τη θέρμανση των χωνευτήρων και τη λειτουργία του παστεριωτή.

### 3.4.3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τον Καν.(ΕΕ) 142/2011, Παράρτημα V, Κεφάλαιο I,Τμήμα 1,οι μονάδες παραγωγής βιοαερίου πρέπει να διαθέτουν μονάδα παστερίωσης /εξυγίανσης από την οποία πρέπει να διέρχονται τα ζωικά υποπροϊόντα ή παράγωγα προϊόντα πριν την είσοδό τους στις εγκαταστάσεις της μονάδας παραγωγής βιοαερίου. Η παστερίωση/εξυγίανση είναι υποχρεωτική χωρίς δυνατότητα παράκαμψης για τα ζωικά υποπροϊόντα ή παράγωγα προϊόντα που εισάγονται με μέγιστο μέγεθος σωματιδίων 12mm.Η μονάδα παστερίωσης πρέπει να φέρει:

- α) εξοπλισμό ώστε να παρακολουθείται ότι επιτυγχάνεται θερμοκρασία 70°C για 60 min για την εξυγίανση του υποστρώματος από παθογόνους μικροοργανισμούς.
- β) συσκευές καταγραφής που θα καταγράφουν συνεχώς τα αποτελέσματα μετρήσεων παρακολούθησης που αναφέρονται στο στοιχείο α) και
- γ) κατάλληλο σύστημα ανεπαρκούς θέρμανσης

Κατά παρέκκλιση, η μονάδα παστερίωσης/εξυγίανσης δεν είναι υποχρεωτική για τις μονάδες παραγωγής βιοαερίου που μετασχηματίζουν αποκλειστικά:

- α) υλικά της Κατηγορίας 2 τα οποία έχουν μεταποιηθεί με τη μέθοδο μεταποίησης 1
- β) υλικά Κατηγορίας 3 τα οποία έχουν μεταποιηθεί σύμφωνα με οποιαδήποτε από τις μεθόδους μεταποίησης 1 έως 5 ή τη μέθοδο μεταποίησης 7
- γ) υλικά που έχουν υποστεί παστερίωση/εξυγίανση σε άλλη εγκεκριμένη μονάδα
- δ) ζωικά υποπροϊόντα τα οποία μπορεί να διασπείρονται στο έδαφος χωρίς μεταποίηση σύμφωνα με το άρθρο 13,στοιχείο στ) του καν.1069/2009 αν η αρμόδια αρχή δε θεωρεί ότι αυτά ενέχουν κίνδυνο εξάπλωσης τυχόν σοβαρής μεταδοτικής στον άνθρωπο ή στα ζώα νόσου.
- ε) ζωικά υποπροϊόντα που έχουν υποβληθεί στη διεργασία της αλκαλικής υδρόλυσης που

ορίζεται στο Παράρτημα IV Κεφάλαιο IV Τμήμα 2 σημείο Α του Καν.142/2011.

στ) τα ακόλουθα ζωικά υποπροϊόντα αν αυτά εγκρίνονται από την αρμόδια αρχή:

i) τα ζωικά υποπροϊόντα που αναφέρονται στο άρθρο 10,στοιχείο στ)του Καν.1069/2009, τα οποία έχουν υποστεί μεταποίηση όπως προσδιορίζεται στο άρθρο 2, παρ.1, στοιχείο ιγ)του Καν.852/2004 τη στιγμή που προορίζονται για σκοπούς πλην της κατανάλωσης από τον άνθρωπο.

ii) τα ζωικά υποπροϊόντα που αναφέρονται στο άρθρο 10 στοιχείο ζ) του Καν.(ΕΚ)1069/2009 ή

iii )τα ζωικά υποπροϊόντα που μετασχηματίζονται σε βιοαέριο και στη συνέχεια τα κατάλοιπα διάσπασης λιπασματοποιούνται ή μεταποιούνται ή απορρίπτονται σύμφωνα με τον Καν.( ΕΕ) 142/2011.

Σύμφωνα με το Καν.142/2011,Παράρτημα V,Κεφάλαιο III, Τμήμα III, τα μικροβιολογικά πρότυπα για τα κατάλοιπα διάσπασης στις μονάδες παραγωγής βιοαερίου είναι ίδια με αυτά των προϊόντων λιπασματοποίησης όπως περιγράφονται στην υποενότητα 3.3.4

### 3.4.3 ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΠΤΗΝΟΣΦΑΓΕΙΟΥ

Οι Salminen και Rintala το 2002, σε εργασία-ανασκόπηση σχετικά με την αναερόβια χώνευση των στερεών αποβλήτων των πτηνοσφαγείων περιγράφουν τα χαρακτηριστικά των οργανικών στερεών αποβλήτων που παράγονται στις εκτροφές κοτόπουλων κρεοπαραγωγής και στα πτηνοσφαγεία. (Πίνακας 5).

Ζωικό υποπροϊόν	Ολικά Στερεά TS(%)	Πτητικά Στερεά VS(%)	Kjeldahl I-N (% of TS)	Πρωτεΐνες (% of TS)	Λιπίδια (% of TS)	Δυνατότητα παραγωγής μεθανίου (m <sup>3</sup> /kg VS <sub>added</sub> )	Δυνατότητα μεθανίου(m <sup>3</sup> /kg βάρους)	πα
Νεκρά πτηνά	37 <sup>γ</sup>	-	-	-	-	-	0,20-0,25 <sup>β,γ</sup>	
Στρωμνή ή(litter)	52-81 <sup>θ</sup>	61-65 <sup>θ</sup>	3,2-5,7 <sup>θ</sup>	-	-	0,14-0,22 <sup>θ</sup>	0,10-0,15 <sup>θ</sup>	
Κόπρος	20-47 <sup>δ,η</sup>	60-76 <sup>δ,θ</sup>	4,6-6,7 <sup>δ,θ</sup>	-	1,5-2,1 <sup>ε</sup>	0,2-0,3 <sup>δ,στ</sup>	0,04-0,15 <sup>θ</sup>	
Φτερά	24,3 <sup>ς</sup>	96,7 <sup>ς</sup>	15 <sup>ς</sup>	91 <sup>ς</sup>	1-10 <sup>α</sup>	0,2 <sup>ς</sup>	0,05 <sup>ς</sup>	
Αίμα	22 <sup>ς</sup>	91 <sup>ς</sup>	7,6 <sup>ς</sup>	48 <sup>ς</sup>	2 <sup>ς</sup>	0,5 <sup>ς</sup>	0,10 <sup>ς</sup>	
Σπλάγχνα,Πόδια,Κεφάλια	39 <sup>ς</sup>	95 <sup>ς</sup>	5,3 <sup>ς</sup>	32 <sup>ς</sup>	54 <sup>ς</sup>	0,7-0,9 <sup>ς</sup>	0,3 <sup>ς</sup>	
Ξακρίσματα(tr)	22,4 <sup>ς</sup>	68 <sup>ς</sup>	68,6 <sup>ς</sup>	51 <sup>ς</sup>	22 <sup>ς</sup>	0,6-0,7 <sup>ς</sup>	0,15-0,17 <sup>ς</sup>	

imming s), Οστά							
α: Bourne (1993), β:Chen (1999), γ.Chen and Shyu( 1998), δ.Huang and Shih (1981) ε.Mackie et al.(1991), στ.Safley et al.(1987), ζ.Salminen et al.(2002), η:Webb and Hawkes (1985b), θ: Webb and Hawkes (1985a)							

**Πίνακας 7. Ποσότητες και χαρακτηριστικά των στερεών οργανικών αποβλήτων που παράγονται στις εκτροφές κρεοπαγωγών ορνίθων και στα πτηνοσφαγεία.(Salminen and Rintala, 2002)**

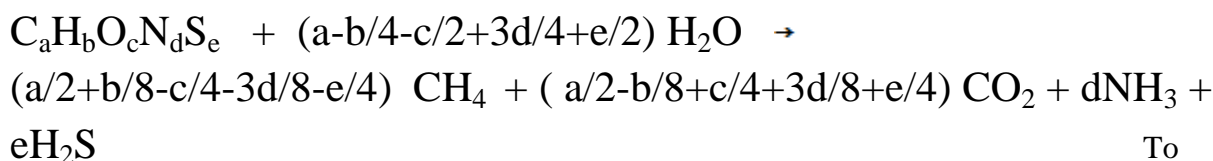
Τα ζωικά υποπροϊόντα και τα υγρά απόβλητα των πτηνοσφαγείων μπορεί να περιέχουν μέχρι και 100 διαφορετικά είδη μικροοργανισμών μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται και παθογόνα όπως *Salmonella* spp, *Staphylococcus* spp, *Clostridium* spp. Όπως έχει προαναφερθεί τα ζωικά υποπροϊόντα των σφαγείων περιέχουν μεγάλες ποσότητες πρωτεϊνών και λιπιδίων. Κατά την αναερόβια χώνευση βακτήρια, ιδιαίτερα τα πρωτεολυτικά είδη *Clostridium*, υδρολύουν τις πρωτεΐνες σε πολυπεπτίδια και αμινοξέα, τα λιπίδια υδρολύονται μέσω της β-οξειδωσης σε μακράς –αλύσου πτητικά οξέα(LCFA<sub>s</sub>) και γλυκερόλη και οι πολυυδρογονάνθρακες σε σάκχαρα και αλκοόλες. Η αποδόμηση των LCFA<sub>s</sub> αποτελεί ένα περιοριστικό στάδιο για την αναερόβια αποσύνθεση των στερεών αποβλήτων των σφαγείων λόγω της αργής ανάπτυξης των βακτηρίων που καταναλώνουν τα LCFA<sub>s</sub> (μέγιστος ρυθμός ανάπτυξης συνήθως κάτω του 1d<sup>-1</sup>) και του γεγονότος ότι η διάσπαση των LCFA<sub>s</sub> απαιτεί χαμηλή μερική πίεση H<sub>2</sub> (10<sup>-3</sup> atm). Επιπλέον, τα LCFA<sub>s</sub> είναι τοξικά για τους αναερόβιους μικροοργανισμούς ιδιαίτερα τα ακετογόνα και τα μεθανογόνα βακτήρια. Ένα πρόσθετο πρόβλημα που δημιουργούν είναι ο σχηματισμός επιπλέοντος αφρού. Τα επιπλέοντα LCFA<sub>s</sub> μπορεί να επηρεάσουν τη βιοδιαθεσιμότητά και την τοξικότητά τους και να δημιουργήσουν εμπόδια στους σωλήνες συλλογής του αερίου. Ωστόσο, υπάρχουν ουσίες, όπως η αλβουμίνη, το άμυλο, τα χολικά οξέα, η χολοστερόλη, που μειώνουν την τοξικότητα των LCFA<sub>s</sub> μέσω του σχηματισμού συμπλόκων ή ανταγωνιστικής προσρόφησης στο κυτταρικό τοίχωμα των μεθανογόνων. Ο μπεντονίτης και το ασβέστιο είναι επίσης ουσίες που αποτρέπουν την παρεμπόδιση των LCFA<sub>s</sub> στην αναερόβια χώνευση. Η αμμωνία που παράγεται κατά την αποδόμηση των πρωτεϊνών επίσης μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην αναερόβια χώνευση των στερεών αποβλήτων των σφαγείων. Η μη ιονισμένη αμμωνία (NH<sub>3</sub>) είναι τοξική γιατί σε αντίθεση με τα ιόντα αμμωνίου, μπορεί εύκολα να διαχυθεί κατά μήκος της κυτταρικής μεμβράνης των μικροοργανισμών. Η αφαίρεση του αέρα μπορεί να εφαρμοστεί για την απομάκρυνσή αμμωνίας από υποστρώματα προς χώνευση. Επίσης, η αμμωνία μπορεί να ανακτηθεί από αναερόβιο αντιδραστήρα ως στρουβίτης με την προσθήκη στοιχειομετρικών ποσοτήτων μαγνησίου και ορθοφωσφορικών. Η προσθήκη φωσφορίτη βρέθηκε ότι αποτρέπει την παρεμπόδιση της αμμωνίας κατά την αναερόβια χώνευση κόπρου πουλερικών. Η αναερόβια αποδόμηση και η απόδοση σε μεθάνιο των διαφόρων ειδών ζωικών υποπροϊόντων και αποβλήτων των πτηνοσφαγείων ερευνήθηκαν σε εργαστηριακό επίπεδο σε δοκιμές κατά παρτίδες. Τα σπλάχνα των πουλερικών έδειξαν υψηλή απόδοση μεθανίου 0,7-0,9m<sup>3</sup> /kgVS<sub>added</sub> (Πίνακας 7) όμως η παραγωγή ήταν πολύ αργή λόγω της ανασταλτικής δράσης των LCFA<sub>s</sub>. Αίμα, κρέας, ξακρίσματα κρέατος(trimminings), οστά είχαν απόδοση σε μεθάνιο 0,5-0,7m<sup>3</sup> /kgVS<sub>added</sub> ενώ τα φτερά έδειξαν τη χαμηλότερη απόδοση σε μεθάνιο μόλις

0,21 m<sup>3</sup>/kgVS<sub>added</sub>. Η δοκιμή σε μίγμα ζωικών υποπροϊόντων αποτελούμενο από οστά και ξακρίσματα, αίμα, σπλάχνα και φτερά σε αναλογία αντίστοιχα 42%,16%,32%,10% κ. β έδειξε παραγωγή μεθανίου ως 0,67 m<sup>3</sup>/kgVS<sub>added</sub>. Συνεχής αναερόβια χώνευση των στερεών αποβλήτων των πτηνοσφαγείων τεχνικά είναι δυνατή. Η διεργασία είναι διαχειρίσιμη με οργανικό φορτίο 0,8 kg VS/m<sup>3</sup>d, υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) 50 ημέρες και απόδοση 0,55m<sup>3</sup>/kg VS<sub>added</sub>. Σε φορτίο 1-2,1 kg VS/m<sup>3</sup>d και HRT 12,5-25 ημερών, η διεργασία αναστέλλεται λόγω της συσσώρευσης LCFA<sub>s</sub> και η απόδοση σε μεθάνιο είναι εξαιρετικά μειωμένη. Η συγχώνευση των ζωικών υποπροϊόντων των πτηνοσφαγείων με άλλα απόβλητα είναι μία λύση για την αραίωση των τοξικών ουσιών, την εξασφάλιση θρεπτικών συστατικών και τη διόρθωση της υγρασίας στο προς αναερόβια χώνευση υλικό. Η συγχώνευση με κόπρο και άλλα βιομηχανικά οργανικά απόβλητα λαμβάνει χώρα σε ένα μεγάλο αριθμό μονάδων παραγωγής βιοαερίου στη Δανία. Επίσης, εφαρμόστηκε σε μια εγκατάσταση στη Σουηδία η συγχώνευση κόπρου ,αποβλήτων των σφαγείων και παράγωγων προϊόντων μονάδων μεταποίησης ζωικών υποπροϊόντων (Salminen et al, 2002). Το κατάλοιπο διάσπασης που παράγεται στις μονάδες παραγωγής βιοαερίου χρησιμοποιείται στην γεωργία , συντηρεί και ανακυκλώνει τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους και δίνει τη δυνατότητα για περιορισμό των χημικών λιπασμάτων. Οι Young-ManYoon et al.(2014), σε μελέτη που πραγματοποίησαν σε πτηνοσφαγείο δυναμικότητας 120.000 πτηνών/d, εκτίμησαν τις ποσότητες των ανακτώμενων θρεπτικών στοιχείων καθώς και την παραγόμενη ενέργεια κατά την αξιοποίηση των οργανικών στερεών αποβλήτων του πτηνοσφαγείου μέσω της αναερόβιας χώνευσης. Ο προσδιορισμός του παραγόμενου μεθανίου έγινε σε αναερόβιο αντιδραστήρα διαλείποντος έργου σε θερμοκρασία 38<sup>0</sup>C(μεσόφιλη χώνευση). Τα στοιχεία που αναφέρονται στη μελέτη αντιστοιχούν σε ημερήσια σφαγή 100.000 κοτόπουλων κρεοπαραγωγής. Κατά τη διαδικασία της σφαγής η κατανάλωση νερού ανέρχεται στα 1050 m<sup>3</sup> νερού ημερησίως, τα υγρά απόβλητα επεξεργάζονται στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος. Τα ζωικά υποπροϊόντα του σφαγείου περιλαμβάνουν: α. κόπρο και φτερά που προέρχονται από τους κλωβούς μεταφοράς των πτηνών στο σφαγείο, β. αίμα από το στάδιο της αφαίμαξης, γ. φτερά από το στάδιο της αποπτίλωσης, δ. έντερα κατά τον εκσπλαχνισμό και οι ποσότητες που παράγονται ημερησίως είναι 0,24 tn, 4,6tn,18,7tn και 22,8 tn αντίστοιχα. Εκτός των ζωικών υποπροϊόντων του σφαγείου στα υποστρώματα προς χώνευση συμπεριλήφθηκε και η βιολογική ιλύς (sludgecake) από τη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, της οποίας η ποσότητα ανέρχεται ημερησίως στους 2,2tn. Στον Πίνακα 8 περιγράφεται η χημική σύνθεση για κάθε στερεό οργανικό απόβλητο, οι ανακτώμενες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων και η απόδοση σε μεθάνιο που προέρχεται από μετρήσεις καθενός υλικού ξεχωριστά που επωάζεται σε ένα διαλείποντα αναερόβιο αντιδραστήρα.

Παράμετρος	Κόπρος και φτερά	Αίμα	Έντερα	Βιολογική ιλύς(sludge cake)
Λίπος(κ. β %)	8,58 (0,39)	3,05 (0,11)	28,96 (0,93)	5,21(0,05)
Κυταρρίνες (κ.β%)	10,23 (0,33)	0,43 (0,01)	0,72 (0,01)	0,58(0,03)
Πρωτεΐνες (κ.β%)	59,75 (0,43)	89,69 (0,22)	45,94 (0,21)	49,69 (0,53)
C(κ. β%)	38,7	49,1	59,5	48,2
H(κ. β%)	5,7	7,2	8,0	7,6
O(κ. β%)	31,0	23,8	17,7	27
N(κ. β%)	9,6	14,4	7,4	8,0
S(κ. β%)	0,7	0,6	0,5	0,4
TS (g/kg)	331,6 (3,8)	132,4 (1,2)	280,0	267,7 (2,1)
VS(g/kg)	277,5 (3,8)	125,9 (1,4)	267,0 (8,5)	232,3 (2,3)
TKN (g/kg)	61,4 (4,3)	136,0 (4,3)	64,6 (2,1)	56,3 (0,9)
NH <sub>4</sub> -N(g/kg)	15,3 (2,9)	21,8 (1,6)	24,4 (6,1)	22,3 (0,3)
TP(mg/kg)	411,0	118,0	342	195,0
K(mg/kg)	2540,0	92,7	784,6	48,5
Ca(mg/kg)	223,5	44,9	133,1	656,1
Mg(mg/kg)	615,0	5,4	69,0	19,4
Na(mg/kg)	511,2	148,3	305,7	29,9
Fe(mg/kg)	2549,4	48,0	36,5	56,5
Co(mg/kg)	0,3	0,01	0,01	0,01
Ni(mg/kg)	4,0	1,0	1,8	1,8
Cu(mg/kg)	24,4	0,1	3,4	3,4
Zn(mg/kg)	21,4	1,7	9,4	9,4

**Πίνακας 8.Χημική σύσταση στερεών οργανικών αποβλήτων πτηνοσφαγείου και ανακτώμενα θρεπτικά στοιχεία κατά την αναερόβια χώνευση κάθε στερεού οργανικού αποβλήτου (Young-ManYoon et al, 2014)**

Η θεωρητική δυνατότητα παραγωγής μεθανίου ( $B_{th}$ ) εκτιμάται σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της αντίδρασης αποδόμησης βάσει της φόρμουλας Buswells (Boyle, 1976) ως εξής:



Το  $B_{th}$  σε μονάδες  $Nm^3/KgVS$  κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες ( $0^\circ C$ , 1 atm) υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$B_{th}(Nm^3/Kg VS_{added}) = 22,4 \times \left[ \frac{(4a + b - 2c - 3d - 2e)}{8} \right] \frac{1}{12a + b + 165c + 14d + 32e}$$

Στον Πίνακα που ακολουθεί περιγράφεται η απόδοση σε μεθάνιο καθώς και οι παράμετροι για την παραγωγή μεθανίου στα απόβλητα του πτηνοσφαγείου.

Παράμετρος	Κόπρος και φτερά	Αίμα	Έντερα	Βιολογική ιλύς(sludge cake)
P(ml)	78,0(4,9)	51,6(5,6)	112,0(21,7)	114,6(7,8)
$R_m$ (ml/d)	10,7(1,2)	8,6(1,3)	8,5(3,6)	10,5(0,7)
$\lambda$ (days)	0,6(0,2)	0,8(0,2)	33,7(17,1)	0,5(0,4)
$B_u$ ( $Nm^3/kg-VS_{added}$ )	0,342(0,032)	0,250(0,024)	0,512(0,113)	0,498(0,071)
$B_{th}$ ( $Nm^3/kg-VS_{added}$ )	0,413	0,515	0,722	0,568
<p>P:Δυνατότητα παραγωγής μεθανίου ,  <math>R_m</math>:μέγιστος ρυθμός παραγωγής μεθανίου,  <math>\lambda</math>:χρόνος λανθάνουσας φάσης,  <math>B_u</math>:απόλυτη δυνατότητα παραγωγής μεθανίου ,  <math>B_{th}</math>:θεωρητική δυνατότητα παραγωγής μεθανίου.  Οι τιμές στις παρενθέσεις αποτελούν τις τυπικές αποκλίσεις.</p>				

**Πίνακας 9. Απόδοση σε μεθάνιο και παράμετροι παραγωγής μεθανίου στα απόβλητα πτηνοσφαγείου (Young-Man Yoon et al, 2014)**

Πρακτικά, οι αντιδράσεις αναερόβιας αποσύνθεσης σπάνια οδηγούνται σε ολοκλήρωση και παράγουν τη θεωρητικά απόδοση σε μεθάνιο. Όταν αποσυντίθενται υποπροϊόντα κρέατος η απόδοση σε  $CH_4$  ποικίλει από 50% της θεωρητικής τιμής σε σχεδόν 100%(Gooding and Meeker, 2016. Τα θρεπτικά στοιχεία και η ενέργεια που ανακτώνται κατά την αναερόβια χώνευση ζωικών υποπροϊόντων και της βιολογικής ιλύος του πτηνοσφαγείου που πραγματοποιείται η μελέτη των Yoon et al. 2014, περιλαμβάνονται στον παρακάτω πίνακα.

	Στάδια σφαγής				Σύνολο
	Αναμονή για σφαγή(κόπρος, φτερά)	Αφαίμαξη (αίμα)	Εκσπλαχνισμός (Έντερα)	Μονάδα Επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	
TS(kg)	0,8	6,09	63,84	5,89	76,62
VS(kg)	0,67	5,79	60,89	5,11	72,46
N(kg)	0,15	6,26	14,72	1,24	22,36
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	0,002	0,012	0,179	0,001	0,194
K <sub>2</sub> O(kg)	0,015	0,01	0,431	0,003	0,459
CH <sub>4</sub> (Nm <sup>3</sup> )	0,23	1,45	31,17	2,55	35,4

**Πίνακας 10: Ποσότητες θρεπτικών στοιχείων και ενέργειας που αντιστοιχούν στη σφαγή 1000 κοτόπουλων κρεοπαραγωγής (Young-ManYoon et al, 2014)**

Στους παραπάνω πίνακες δεν περιλαμβάνονται στοιχεία για τα φτερά που παράγονται κατά τη διαδικασία της σφαγής στο στάδιο της αποπτίλωσης. Τα φτερά αποκλείστηκαν από τη μελέτη, γιατί πριν την αναερόβια χώνευση απαιτείται προεπεξεργασία τους. Βάσει των στοιχείων του Πίνακα 8, προκύπτει ότι για ημερήσια σφαγή 100.000 κοτόπουλων κρεοπαραγωγής ανακτώνται κατά την αναερόβια χώνευση 2,22 tn /d N και 3500,4 Nm<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>. Τα έντερα αποτελούν τα ζωικά υποπροϊόντα που συνεισφέρουν σε μεγαλύτερο βαθμό στην ανάκτηση τόσο των θρεπτικών στοιχείων (65,8%) όσο και στην παραγωγή μεθανίου (88,1%).

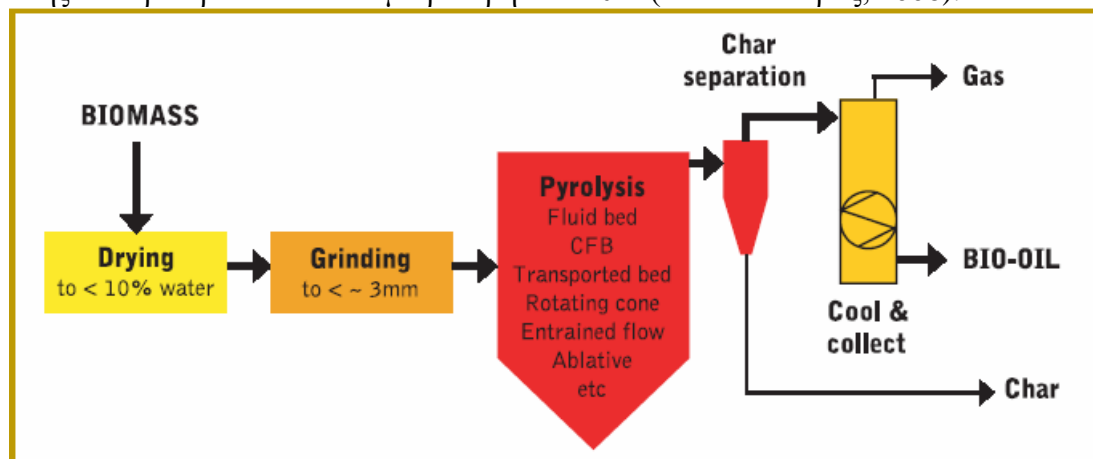
### 3.5 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ –ΠΥΡΟΛΥΣΗ

**Αεριοποίηση** είναι η θερμική αποικοδόμηση της οργανικής ύλης παρουσία ελεγχόμενης ποσότητας αέρα ή οξυγόνου προς μίγμα αερίων σε θερμοκρασίες περίξ των 850° C.



Εικόνα 3-6 : Τυπικοί Βιομηχανικοί Αεριοποιητές. Πηγή: Κούκιος Εμμανουήλ, Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα ΕΜΠ

**Πυρόλυση** είναι η θερμική διάσπαση της οργανικής ύλης απουσία οξειδωτικού μέσου στους 400-800<sup>0</sup> C σε βιοαέριο, βιοέλαιο και βιοεξανθράκωμα. Η περιεκτικότητα της οργανικής ύλης σε νερό πρέπει να είναι μικρότερη από 40% (Κ.Α Μπαλαράς, 2006).



Διάγραμμα 5-1: Διάγραμμα εγκατάστασης πυρόλυσης (Πηγή: Κούκιος Εμμανουήλ, Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα ΕΜΠ)

Η θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας (καύση, πυρόλυση, αεριοποίηση) αποτελεί εναλλακτική οδό διαχείρισης του ΜΒΜ περιβαλλοντικά και οικονομικά αξιόπιστη. Τα πλεονεκτήματα αυτών των διεργασιών συγκρινόμενα με την αποτέφρωση είναι τα προϊόντα που

παράγονται: αέριο σύνθεσης « syngas», βιοέλαιο( bio-oil) και βιοεξανθράκωμα(biochar). Το αέριο σύνθεσης και το βιοεξανθράκωμα είναι δυνατό να αποθηκεύονται και να χρησιμοποιούνται όταν υπάρχει ανάγκη. Η θερμογόνος δύναμη του αερίου σύνθεσης παραγόμενου από την πυρόλυση του κρεατάλευρου βιβλιογραφικά αναφέρεται στα 5,44 MJ/kg<sub>ww</sub>. Στην περίπτωση της συναεριοποίησης (co-gasification) με ορυκτό άνθρακα η θερμογόνος δύναμη του παραγόμενου syngas ανέρχεται σε 6MJ/Kg<sub>ww</sub>. Η μέτρηση αυτή αφορά συναεριοποίηση-σε εργαστηριακή κλίμακα-σε αντιδραστήρα ρευστοποιημένης κλίνης δυναμικότητας 0,2kg<sub>ww</sub>/h ενός μίγματος (99:1 βάρους) ορυκτού άνθρακα και MBM. Το βιο-έλαιο(bio-oil) έχει το υψηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο από τα προϊόντα της πυρόλυσης ενώ το ενεργειακό περιεχόμενο του στερεού κλάσματος που προκύπτει από τη διεργασία της συναεριοποίησης είναι υψηλότερο από αυτό του στερεού κλάσματος που λαμβάνεται κατά τη διεργασία της πυρόλυσης. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου τόσο στην περίπτωση της πυρόλυσης όσο και της συναεριοποίησης ανέρχονται σε 600-1000 kgCO<sub>2</sub>-eq/tn επεξεργασμένου MBM. Γεγονός που δείχνει τη δυνατότητα αξιοποίησης ενεργειακά του MBM μέσω των διεργασιών πυρόλυσης και συναεριοποίησης με περιβαλλοντικά φιλικό τρόπο (E.Cascarosa,2013). Σύμφωνα με τους Cosmin Marculescu και Constantin Stan(2014), σε πτηνοσφαγείο της Πολωνίας, τα φτερά των πουλερικών αφού υποστούν θερμική επεξεργασία, όπως περιγράφεται στη συνέχεια, χρησιμοποιούνται για ανάκτηση ενέργειας μέσω της διεργασίας της πυρόλυσης. Στην περίπτωση αυτή αξιοποιούνται τα φτερά, τα οποία αποτελούν το ζωικό υποπροϊόν που αντιπροσωπεύει περίπου το 7% του Ζ.Β του πτηνού. Τα φτερά είναι το βασικό ζωικό υποπροϊόν που παράγεται στα πτηνοσφαγεία, λόγω του μεγάλου όγκου και των υγροσκοπικών ιδιοτήτων προσροφούν μεγάλη ποσότητα νερού κατά τη διαδικασία της σφαγής και αυξάνουν τη μάζα τους μέχρι και τρεις φορές. Στο τέλος της σφαγής τα φτερά αποτελούν το 30% του συνόλου των αποβλήτων, ενώ υπολογίζονται στους τέσσερις εκατομμύρια τόνους οι ποσότητες που παράγονται κάθε χρόνο παγκοσμίως. Η υψηλή περιεκτικότητα σε νερό των φτερών (άνω του 70%) έχει ως αποτέλεσμα τις αυξημένες ανάγκες καυσίμου για τη θερμική επεξεργασία τους γεγονός που περιορίζει το ενδιαφέρον για χρήση τους ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ενέργειας. Το πρόβλημα αυτό ξεπεράστηκε με προεπεξεργασία των φτερών και μείωση της υγρασίας τους. Συγκεκριμένα, στη μελέτη των Cosmin Marculescu και Constantin Stan (2014) το δείγμα φτερών αρχικά ξηραίνεται σε φούρνο για 24 ώρες στους 105° C, στη συνέχεια τεμαχίζεται σε μικρά κομμάτια, συσκευάζεται και αποθηκεύεται σε σταθερές συνθήκες. Τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του δείγματος περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Δείγμα	Άμεση ανάλυση			Στοιχειακή ανάλυση					
	Πτητικό Κλάσμα(VM)	Μόνιμος Άνθρακας	Τέφρα	C	H	N	S	O	Cl
Φτερά πουλερικών	92	6,5	1,5	60,6	8,5	8,7	4,8	13,3	2,6
Ανώτερη θερμογόνος Δύναμη(KJ/Kg)		26,139	Κατώτερη θερμογόνος δύναμη(KJ/Kg)			25,689			

**Πίνακας 11 :Άμεση ανάλυση και στοιχειακή ανάλυση δείγματος φτερών πουλερικών(C. Marculescu et al, 2014)**

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του δείγματος δείχνουν αυξημένο περιεχόμενο πτητικών ουσιών, χαμηλό κλάσμα μόνιμου άνθρακα και χαμηλό περιεχόμενο σε τέφρα συγκρινόμενα με τη βιομάζα ξύλου. Η κατώτερη θερμογόνος δύναμη των 25,600KJ/Kg είναι συγκρίσιμη με πλαστικά προϊόντα και ανώτερης ποιότητας του ορυκτού άνθρακα. Η ανάκτηση ενέργειας με

χρήση μη οξειδωτικών θερμοχημικών διεργασιών αποτελεί μια βιώσιμη λύση για τα φτερά των πουλερικών, πρόκειται για διεργασία αποτελεσματική σε μικρής δυναμικότητας εγκαταστάσεις με χαμηλό κόστος επένδυσης.

## **4. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΠΤΗΝΟΣΦΑΓΕΙΟΥ**

### **4.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**

Οι εγκαταστάσεις της επιχείρησης σφαγής και επεξεργασίας κρέατος πουλερικών των οποίων πρόκειται να περιγραφεί η διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων περιλαμβάνουν :

- α. πτηνοσφαγείο δυναμικότητας 8.000 πτηνών την ώρα
- β. εγκατάσταση τεμαχισμού και παρασκευής παρασκευασμάτων και προϊόντων με βάση το κρέας πουλερικών, δυναμικότητας 16600 kg προϊόντων/ημέρα
- γ. μονάδα θερμικής επεξεργασίας κρέατος πουλερικών δυναμικότητας 24 τόνων πρώτης ύλης ανά οκτάωρο λειτουργίας.

Οι εγκαταστάσεις αυτές βρίσκονται στον ίδιο χώρο με τις εγκαταστάσεις διαχείρισης των ζωικών υποπροϊόντων της επιχείρησης. Στις εγκαταστάσεις διαχείρισης ζωικών υποπροϊόντων οδηγούνται προς επεξεργασία επιπλέον, ζωικά υποπροϊόντα από το εκκολαπτήριο της επιχείρησης, επιστροφές των προϊόντων από τις συνεργαζόμενες επιχειρήσεις χονδρικής και λιανικής πώλησης καθώς και νεκρά πτηνά από τις πτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις των συνεργαζόμενων με το σφαγείο πτηνοτρόφων.

### **4.2 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

Οι εγκαταστάσεις που περιγράφηκαν παραπάνω λειτουργούν με νέο ιδιοκτησιακό καθεστώς από το 2000. Στο χώρο παλιότερα υπήρχαν πτηνοσφαγείο και μονάδα επεξεργασίας κρέατος πουλερικών μικρότερης δυναμικότητας καθώς και μονάδα μεταποίησης ζωικών υποπροϊόντων. Τα ζωικά υποπροϊόντα των εγκαταστάσεων επεξεργάζονταν στη μονάδα μεταποίησης και το παραγόμενο κρεατάλευρο προοριζόταν για τη σίτιση των εκτρεφόμενων πτηνών της επιχείρησης. Με την αλλαγή του ιδιοκτησιακού καθεστώτος άλλαξε και η φιλοσοφία της επιχείρησης και για το επόμενο χρονικό διάστημα το κρεατάλευρο δεν χρησιμοποιούνταν για την εκτροφή των πτηνών που σφάζονταν στην εγκατάσταση μια και τα κοτόπουλα εκτρέφονταν αποκλειστικά με ζωοτροφές φυτικής προέλευσης. Σημειώνεται δε ότι από τις 22 Μαΐου 2001 με την ισχύ του Καν.999/2001 απαγορεύτηκε η χρήση κρεατάλευρου στη σίτιση των εκτρεφόμενων ζώων. Στα πλαίσια της τότε ισχύουσας νομοθεσίας για τη διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων αναζητήθηκαν τρόποι για τη διαχείριση του παραγόμενου κρεατάλευρου. Η διαχείριση έπρεπε να γίνει αφενός με περιβαλλοντικά ασφαλή τρόπο αφετέρου με το μεγαλύτερο δυνατό οικονομικό όφελος. Αρχικά το κρεατάλευρο διακινούνταν προς τον ΧΥΤΑ της περιοχής. Η διαχείριση αυτή επιβάρυνε οικονομικά την επιχείρηση με την καταβολή τελών στο φορέα εκμετάλλευσης του ΧΥΤΑ. Τα τέλη για τη διαχείριση κρεατάλευρου ήταν ανάλογα με τα τέλη διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων. Ο τρόπος αυτός διαχείρισης συνεχίστηκε ως το 2007. Μετά το 2007 ο ΧΥΤΑ δεν είχε πλέον τη δυνατότητα να απορροφήσει τις παραγόμενες ποσότητες κρεατάλευρου και η επιχείρηση ξεκίνησε

τη συνεργασία με εγκεκριμένη μονάδα παραγωγής οργανικών λιπασμάτων κι εδαφοβελτιωτικών. Η συνεργασία αυτή δεν απέφερε κανένα οικονομικό όφελος δεδομένου ότι την περίοδο εκείνη οι μονάδες παραγωγής λιπασμάτων και εδαφοβελτιωτικών αναλάμβαναν μόνο το κόστος για τη μεταφορά του κρεατάλευρου προς τις εγκαταστάσεις τους. Παράλληλα, το 2006 ξεκίνησε και η συνεργασία με επιχείρηση εκτροφής γουνοφόρων ζώων. Ο Καν.(ΕΕ) 1774/2002 επέτρεπε τη σίτιση γουνοφόρων ζώων με ζωικά υποπροϊόντα Κατ.2 και Κατ.3. Η επιχείρηση εκτροφής γουνοφόρων ζώων εγκατέστησε μονάδα ενδιάμεσου χειρισμού στον περιβάλλοντα χώρο του πτηνοσφαγείου όπου και καταλήγουν το 70-80% των ζωικών υποπροϊόντων του πτηνοσφαγείου και το σύνολο των ζωικών υποπροϊόντων του τεμαχιστηρίου (αίμα, σπλάχνα, κεφάλια, πόδια, λίπη στομάχου, λαιμοί, φτερούγες, άκρα και υπολείμματα κρέατος). Τα υποπροϊόντα μεταφέρονται σε κενό στη μονάδα ενδιάμεσου χειρισμού όπου και πραγματοποιείται αρχικά άλεση, στη συνέχεια ψύξη σε θερμοκρασία 3-4°C και αποθήκευση σε θερμικά μονωμένο σιλό. Το παράγωγο προϊόν εντός 24ώρου μεταφέρεται με εγκεκριμένα οχήματα σε εκτροφές γουνοφόρων ζώων προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή. Η επιχείρηση εκτροφής γουνοφόρων ζώων έχει αναλάβει το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας της μονάδας ενδιάμεσου χειρισμού και έχει συμβόλαιο με την επιχείρηση για την επεξεργασία του 70-80% των υποπροϊόντων του σφαγείου και του τεμαχιστηρίου καταβάλλοντας το ποσό που προβλέπεται στους όρους του συμβολαίου. Το 2012 η επιχείρηση υπό την πίεση της ανάγκης εξεύρεσης μόνιμης λύσης για τη διάθεση του παραγόμενου κρεατάλευρου, μια και υπήρχε δυσκολία στη διάθεση του, προχώρησε στην κατασκευή μονάδας συναποτέφρωσης με ανάκτηση θερμότητας προκειμένου αφενός να αξιοποιήσει το κρεατάλευρο για την παραγωγή ενέργειας, αφετέρου να μην εξαρτάται από εξωτερικό συνεργάτη για τη διαχείρισή του. Η επένδυση της επιχείρησης για τη νέα μονάδα ανήλθε στα 2.200.000 Ευρώ και υπολογίζεται ότι η απόσβεσή της θα ολοκληρωθεί στα επτά (7) έτη λειτουργίας της.

## **4.3 ΜΟΝΑΔΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

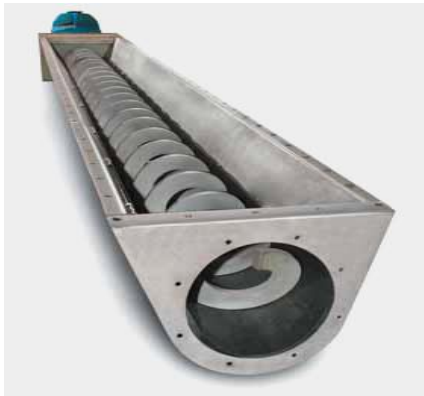
### **4.3.1 ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ 2**

Τα ζωικά υποπροϊόντα που διακινούνται στη μονάδα μεταποίησης Κατηγορίας 2 είναι:

- Ζωικά υποπροϊόντα του πτηνοσφαγείου: φτερά, σφάγια και σπλάχνα ακατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο
- Νεκρά πτηνά που πέθαναν κατά τη μεταφορά τους από την εκτροφή στο σφαγείο.
- Νεκρά πτηνά προερχόμενα από πτηνοτροφικούς θαλάμους συνεργαζόμενων με την επιχείρηση πτηνοτρόφων
- Επιστρεφόμενα προϊόντα ( κοτόπουλα ολόκληρα, προϊόντα με βάση το κρέας, παρασκευάσματα κρέατος κοτόπουλου ) από τις συνεργαζόμενες επιχειρήσεις. Πρόκειται για προϊόντα κοντόληκτα, ληγμένα, με ελαττώματα στη συσκευασία , προϊόντα που έχουν ανακληθεί είτε κατασχεθεί.

Τα ζωικά υποπροϊόντα του πτηνοσφαγείου μεταφέρονται αρχικά με υδραυλική μεταφορά σε μία πρώτη δεξαμενή - Δεξαμενή 1- κατόπιν μέσω αντλίας - σπαστήρα μεταφέρονται σε δεύτερη δεξαμενή - Δεξαμενή 2. Στη συνέχεια μέσω αντλίας - σπαστήρα μεταφέρονται σε περιστρεφόμενα κόσκινα διαχωρισμού των στερεών από το νερό μεταφοράς. Οι σπαστήρες

τεμαχίζουν το υλικό σε μέγεθος μικρότερο των 50mm, ώστε να διευκολύνεται η μετέπειτα επεξεργασία τους(Εικόνα 4-1).



**Εικόνα 4-1:Σπαστήρας μονάδας μεταποίησης ζωικών υποπροϊόντων. Πηγή: Σεμινάριο INEP – Διαχείριση Ζωικών Υποπροϊόντων – Βασιλική Πλόσκα, 2016.**

Το νερό συλλέγεται σε δεξαμενή, ένα μέρος του οποίου επανακυκλοφορεί στον αγωγό μεταφοράς των υποπροϊόντων και το υπόλοιπο οδηγείται μέσω δικτύου σωλήνων στο βιολογικό καθαρισμό. Τα στερεά συλλέγονται σε σιλό χωρητικότητας 20m<sup>3</sup> και στη συνέχεια οδηγούνται με τη βοήθεια συστήματος ταινιών και ειδικού κοχλία πλήρωσης στους τέσσερις κλιβάνους θερμικής επεξεργασίας (cookers). Μετά την πλήρωση των κλιβάνων και με τις βάνες εξόδου ανοικτές διοχετεύεται σταδιακά ατμός. Όταν πλέον έχει αφαιρεθεί ο ατμοσφαιρικός αέρας, οι βάνες εξόδου κλείνουν μέχρι η θερμοκρασία να ξεπεράσει τους 133° C και η απόλυτη πίεση τα 3bar (μανομετρική πίεση 2 bar). Με κατάλληλους χειρισμούς της by-pass βάνας εξόδου η θερμοκρασία και η πίεση διατηρούνται σε αυτές τις παραμέτρους για τουλάχιστον 20 λεπτά. Στη συνέχεια σταδιακά ανοίγονται οι βάνες εξόδου μέχρι το πλήρες άνοιγμα. Ο ατμός είναι το πλέον αποτελεσματικό μέσο για την καταστροφή των μικροβίων και των σπόρων τους επιτυγχάνοντας γρήγορα την καταστροφή του λευκώματός τους. Η πίεση αυξάνει τη διεισδυτικότητα του ατμού στο υλικό του κλιβάνου και επιτυγχάνεται η αποστείρωση. Η αποστείρωση του υλικού εξασφαλίζεται μέσω της άμεσης επαφής του με τον ατμό. Με το τέλος της θερμικής επεξεργασίας (διαρκεί περίπου 4-5 ώρες) διακόπτεται η παροχή ατμού, ανοίγεται το στόμιο εξόδου του υλικού από τον κλίβανο και μέσω κλειστού συστήματος μεταφορέων μεταφέρεται στη μονάδα συναποτέφρωσης. Το παράγωγο προϊόν είναι το κρεατάλευρο ( MBM - meat and bone meal). Η μονάδα μεταποίησης είναι δυναμικότητας 24 τόνων πρώτης ύλης ανά 8ωρο. Στη μονάδα εφαρμόζεται η μέθοδος μεταποίησης 1 (αποστείρωση υπό πίεση). Η μέθοδος αυτή είναι υποχρεωτική, σύμφωνα με τον Καν.142/2011 για υλικά Κατηγορίας 2 που πρόκειται να οδηγηθούν μετά τη μεταποίησή τους σε μονάδες λιπασματοποίησης ή βιοαερίου.



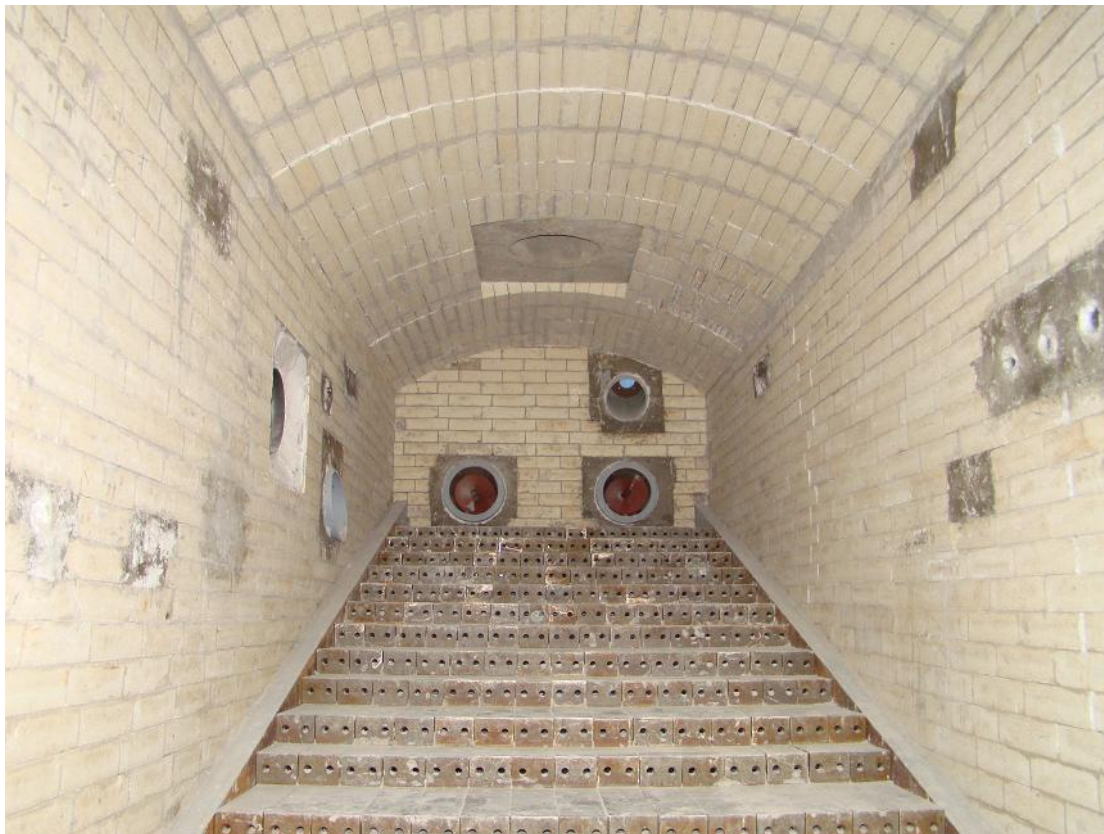
Εικόνα 4-2.Κλίβανοι θερμικής επεξεργασίας μονάδας μεταποίησης(cookers). Πηγή: <http://utyilizacja.drobbogs.pl>

#### 4.3.2 ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΝΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗΣ

Το κρεατάλευρο μεταφέρεται με κλειστό σύστημα μεταφορέων στη μονάδα συναποτέφρωσης όπου αρχικά αποθηκεύεται σε σιλό αποθήκευσης. Στη μονάδα συναποτέφρωσης αρχικά χρησιμοποιείται LPG μέχρι η θερμοκρασία να φτάσει στους 550 °C, στη συνέχεια χρησιμοποιείται βιομάζα ( pellets ηλιόσπορου, ελαιοπυρήνας κ.α ) που έχει υψηλή θερμογόνο δύναμη και χαμηλό κόστος, προκειμένου να ανέβει η θερμοκρασία στον θάλαμο καύσης τους 850°C-900°C οπότε και αρχίζει η τροφοδοσία του καυστήρα με το κρεατάλευρο. Η μονάδα συναποτέφρωσης περιλαμβάνει τα παρακάτω τμήματα:

- **Σύστημα μεταφοράς** του κρεατάλευρου από τη μονάδα μεταποίησης. Χρησιμοποιείται σύστημα κλειστών σωλήνων για τη μεταφορά του υλικού σε σιλό αποθήκευσης και στη συνέχεια στο θάλαμο καύσης.
- **Θάλαμος Καύσης.** Πρόκειται για αποτεφρωτήρα κινούμενης εσχάρας(moving grate incinerator). Οι κινούμενες εσχάρες βελτιώνουν την κίνηση των αποβλήτων στο εσωτερικό του θαλάμου καύσης οδηγώντας σε πιο αποτελεσματική και ολοκληρωμένη καύση. Το κρεατάλευρο εισέρχεται στο θάλαμο καύσης από το πάνω μέρος και κατέρχεται προς το «πηγάδι» της τέφρας στο κάτω άκρο(Εικόνα 4-3). Οι οπές στη σχάρα εφοδιάζουν με αέρα τη διάταξη (πρωτογενής αέρας καύσης).
- **Θάλαμος μετάκαυσης.** Τα καυσαέρια μετακινούνται από το θάλαμο καύσης στο θάλαμο μετάκαυσης. Παραμένουν και στις υπό τις δυσμενέστερες συνθήκες στους 850°C για τουλάχιστον 2 sec ή στους 1100°C για 0,2 sec. Η θερμοκρασία αυτή εξασφαλίζει την καταστροφή των τοξικών οργανικών ουσιών.
- **Ατμολέβητας βιομάζας.** Ο λέβητας είναι το σύστημα με το οποίο ανακτάται το ενεργειακό περιεχόμενο της καύσιμης ύλης, μέσω παραγωγής ατμού. Βασικές παράμετροι για τη σωστή λειτουργία του είναι η πίεση, η θερμοκρασία και ο ρυθμός παραγωγής του ατμού. Ο λέβητας χρησιμοποιεί τα καυσαέρια θερμοκρασίας 950-1100 °C που εξέρχονται από το θάλαμο μετάκαυσης για την παραγωγή κορεσμένου ατμού. Η θερμοκρασία των καυσαερίων μετά τον λέβητα είναι 260-280°C ανάλογα με την πίεση του κορεσμένου ατμού και το φορτίο του λέβητα.
- **Κυκλώνες.** Χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση αιωρούμενων σωματιδίων 5-25 μm.
- **Εναλλάκτης θερμότητας.** Κατά τη δίοδο των καυσαερίων η θερμοκρασία μειώνεται στους 160 °C και παράγονται επιπλέον ποσότητες ατμού.

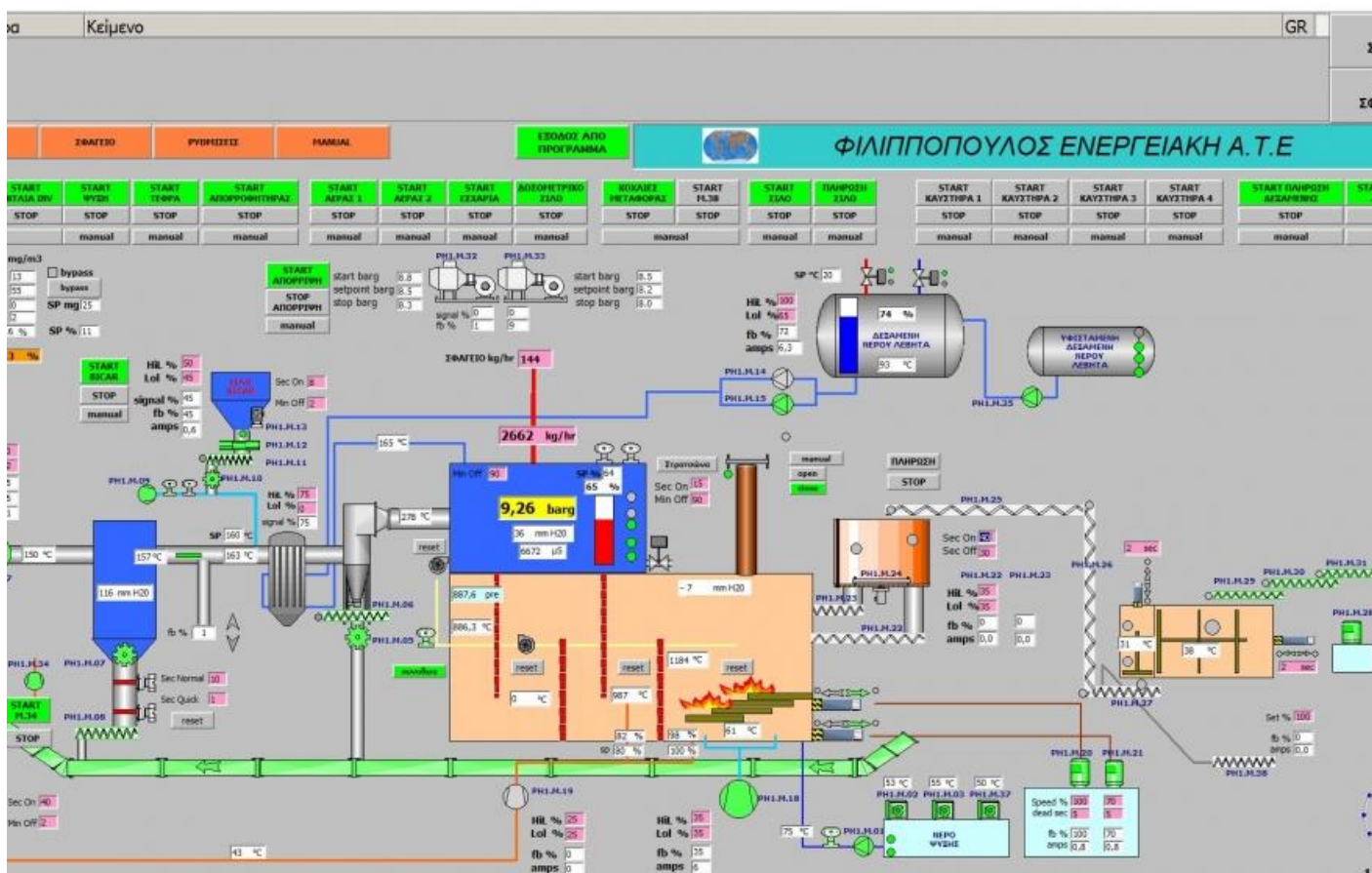
- **Σύστημα επεξεργασίας και ελέγχου των αέριων εκπομπών.** Αρχικά με τη χρήση διτανθρακικής σόδας δεσμεύεται το  $\text{SO}_2$  και στη συνέχεια μέσω των σακκόφιλτρων απομακρύνονται τα σωματίδια αιωρούμενης σκόνης των καυσαερίων. Τα σακκόφιλτρα αποτελούν το δεύτερο στάδιο απομάκρυνσης των αιωρούμενων σωματιδίων, μπορούν να συγκρατήσουν σωματίδια διαμέτρου μέχρι και  $1\mu\text{m}$  με απόδοση ως και 99%.



Εικόνα 4-3: Εσωτερική άποψη του θαλάμου καύσης. (Πηγή: <http://www.nphilippopoulos.gr>)



Εικόνα 4-4: Γενική εσωτερική άποψη της μονάδας συναποτέφρωσης



Εικόνα 4-5: Πίνακας Ελέγχου και διαχείρισης αισθητήρων με τη χρήση αισθητήρων και PLC controllers



Εικόνα 4-6. Εξωτερική άποψη των μονάδων συναποτέφρωσης (αριστερά) και μεταποίησης Κατ.2 (δεξιά).  
Πηγή: <http://www.nphilippopoulos.gr>.

#### 4.3.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΖΥΓΙ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

Η εγκατάσταση της μονάδας συναποτέφρωσης σε συνδυασμό με τη μονάδα μεταποίησης Κατ.2 στο χώρο των εγκαταστάσεων σφαγής και τεμαχισμού κρέατος δίνει τη δυνατότητα για την αποτελεσματική χρήση της θερμότητας που ανακτάται από τη θερμική επεξεργασία παραγόμενου κρεατάλευρου. Από την καύση του κρεατάλευρου στη μονάδα συναποτέφρωσης παράγονται καπναέρια η θερμοκρασία των οποίων στο θάλαμο της μετάκαυσης είναι σταθερά άνω των  $850^{\circ}\text{C}$ . Στη συνέχεια εγκαταλείπουν το θάλαμο μετάκαυσης έχοντας συνήθως θερμοκρασία από  $950^{\circ}\text{C}$  έως  $1100^{\circ}\text{C}$ , διέρχονται από το λέβητα ατμού και η θερμοκρασία τους μειώνεται στους  $250\text{--}280^{\circ}\text{C}$ . Ο κορεσμένος ατμός που παράγεται στο σύστημα ψύξης των καπναερίων καλύπτει τις ανάγκες σε ατμό της μονάδας μεταποίησης Κατ.2 και της εγκατάστασης θερμικής επεξεργασίας και επιπλέον εξασφαλίζει ζεστό νερό στους χώρους του πτηνοσφαγείου και του τεμαχιστηρίου. Με τον τρόπο αυτό εξοικονομείται το συμβατικό καύσιμο που θα χρησιμοποιούνταν για τη λειτουργία α. της μονάδας μεταποίησης και β. του λέβητα για την παροχή νερού θερμοκρασίας  $82^{\circ}\text{C}$  στους χώρους του πτηνοσφαγείου και του τεμαχιστηρίου όπως απαιτείται από τις διατάξεις της ισχύουσας νομοθεσίας -Καν.852 /2004- για τον καθαρισμό και την απολύμανση του εξοπλισμού και των χώρων παραγωγής του πτηνοσφαγείου και των λοιπών εγκαταστάσεων. Η μείωση της κατανάλωσης συμβατικού καυσίμου για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της επιχείρησης συμβάλλει στον

περιορισμό της ρύπανσης και των εκπομπών CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας που είναι και ζητούμενο περιβαλλοντικά. Οι μεγαλύτερες ενεργειακές ανάγκες της επιχείρησης δημιουργούνται από τη λειτουργία της μονάδας μεταποίησης. Για τη λειτουργία του κάθε κλιβάνου (cooker) απαιτούνται 1500 kg ατμού/ώρα, ο μέσος χρόνος λειτουργίας είναι περίπου 5 ώρες. Άρα για κάθε κλίβανο απαιτούνται 7500kgατμού / κύκλο λειτουργίας του. Κάθε μέρα λειτουργίας του σφαγείου λειτουργούν οι 2-3 κλίβανοι της εγκατάστασης ανάλογα με τον αριθμό των πτηνών που σφάζονται και αντίστοιχα τις παραγόμενες ποσότητες των ζωικών υποπροϊόντων ενώ είναι δυνατό να υπάρξει και δεύτερος κύκλος λειτουργίας των κλιβάνων αυξάνοντας τις ανάγκες σε ατμό. Συνεπώς γίνεται αντιληπτό το πλεονέκτημα που προσφέρει η εξασφάλιση της απαιτούμενης ενέργειας στη μονάδα μεταποίησης από την εγκατάσταση της μονάδας συναποτέφρωσης.

Ένα άλλο πλεονέκτημα της διαχείρισης των υποπροϊόντων σε εγκαταστάσεις που βρίσκονται στον ίδιο χώρο με τις εγκαταστάσεις που παράγουν τα ζωικά υποπροϊόντα είναι ότι δεν απαιτείται πλέον η διακίνησή τους προς εγκεκριμένες μονάδες διαχείρισης. Εξοικονομείται το κόστος του καυσίμου (πετρέλαιο, βενζίνη) που θα απαιτούνταν για τη μεταφορά των ζωικών υποπροϊόντων. Ταυτόχρονα υπάρχει και περιβαλλοντικό όφελος από την αποφυγή των αέριων εκπομπών των μέσων μεταφοράς. Επιπλέον, δεδομένου ότι η μεταφορά ζωικών υποπροϊόντων και παραγώγων τους πρέπει να γίνεται με εγκεκριμένα οχήματα ,τα οποία χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τη μεταφορά ΖΥΠ και παραγώγων τους (Καν.1069/2009) υπάρχει και η εξοικονόμηση του κόστους αγοράς και συντήρησης των απαιτούμενων οχημάτων είτε του κόμιστρου που καταβάλλει η επιχείρηση στους συνεργαζόμενους μεταφορείς όταν δε διαθέτει ιδιότητα οχήματα.

#### **4.3.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΥΝΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗΣ**

Η απόσβεση της επένδυσης των 2.200.000 Ευρώ υπολογίζεται, όπως προαναφέρθηκε στα 7 έτη. Η οικονομική κρίση που αντιμετωπίζει η χώρα μας έχει επηρεάσει και τις εγκαταστάσεις σφαγής και επεξεργασίας κρέατος, με αποτέλεσμα τα τελευταία το πτηνοσφαγείο να λειτουργεί σε επίπεδα χαμηλότερα της δυναμικότητάς του. Η εγκατάσταση της μονάδας συναποτέφρωσης εξασφάλισε από τη μία τη διαχείριση του παραγόμενου κρεατάλευρου, από την άλλη σημαντική εξοικονόμηση καυσίμου μια και το συμβατικό καύσιμο αντικαταστάθηκε σε μεγάλο βαθμό από το κρεατάλευρο. Σύμφωνα με στοιχεία της επιχείρησης η θερμोगόνος δύναμη του κρεατάλευρου εκτιμάται στα 16740 KJ/kg. Η εγκατάσταση χρησιμοποιεί ως συμβατικό καύσιμο το LPG. Συγκρίνοντας τις ποσότητες του συμβατικού καυσίμου που καταναλώθηκαν το 2011 στην επιχείρηση, ένα έτος πριν τη λειτουργία της μονάδας συναποτέφρωσης και το 2014 με τη μονάδα σε λειτουργία προκύπτουν από τα αρχεία της επιχείρησης τα παρακάτω στοιχεία:

Έτος	ZYΠ Κατηγορίας 2(tn)	ZYΠ Κατηγορίας 3(tn)	Κρεατάλευρο(tn)	Κατανάλωση καυσίμου(tn)
2011	341,405	1086,72	611,5	929
2014	355,59	1983,19	1005	479

**Πίνακας 12. Συγκριτικά στοιχεία διαχειριζόμενων ΖΥΠ Κατ. 2 & 3, ποσοτήτων παραγόμενου κρεατάλευρου και ποσοτήτων συμβατικού καυσίμου που καταναλώθηκαν τα έτη 2011 και 2014.**

Η σύγκριση ανάμεσα στα έτη 2011 και 2014 ως προς την κατανάλωση καυσίμου έδειξε εξοικονόμηση καυσίμου το 2014 ποσότητας 450 τόνων. Το 2011 η τιμή του LPG ανερχόταν στα 0,85 €/kg με αντίστοιχο κόστος καυσίμου για την επιχείρηση 790.000 Ευρώ. Το 2014 το κόστος καυσίμου εκτιμάται στα 407.000 Ευρώ. Συνεπώς προκύπτει ένα οικονομικό όφελος περίπου 380.000 από τη λειτουργία της μονάδας συναποτέφρωσης. Η σύγκριση των στοιχείων 2011 και 2014 ουσιαστικά επιβεβαιώνει την εκτιμώμενη χρονική περίοδο της απόσβεσης, συνυπολογίζοντας το ετήσιο κόστος λειτουργίας της μονάδας συναποτέφρωσης.

#### **4.3.5 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΖΩΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

##### **4.3.5.1 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ 1. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ**

Η εγκατάσταση μονάδας παραγωγής βιοαερίου θα μπορούσε να αποτελέσει εναλλακτική λύση για τη διαχείριση του συνόλου των ζωικών υποπροϊόντων των εγκαταστάσεων της επιχείρησης. Στην περίπτωση αυτή τα ζωικά υποπροϊόντα που θα προορίζονται για αναερόβια χώνευση είναι:

- Ζωικά υποπροϊόντα του πτηνοσφαγείου: αίμα, σπλάχνα, φτερά, κεφάλια, πόδια, σφάγια που απορρίφθηκαν κατά τον κρεοσκοπικό έλεγχο
- Ζωικά υποπροϊόντα του τεμαχιστηρίου και της μονάδας παραγωγής παρασκευασμάτων με βάση το κρέας
- Νεκρά πτηνά κατά τη μεταφορά τους στο σφαγείο
- Νεκρά πτηνά από τις συνεργαζόμενες πτηνοτροφικές μονάδες
- Επιστρεφόμενα προϊόντα όπως περιγράφονται στην ενότητα 4.3.1.

Στη μονάδα παραγωγής βιοαερίου θα καταλήξει και η βιολογική ιλύς της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων της επιχείρησης. Επιπλέον, υπάρχει και η δυνατότητα διαχείρισης και της κόπρου των συνεργαζόμενων με την επιχείρηση πτηνοτρόφων. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, οι απαιτήσεις της οποίας για τις μονάδες παραγωγής βιοαερίου περιγράφονται στην ενότητα 3.4.2, τα ζωικά υποπροϊόντα Κατ.2 του πτηνοσφαγείου πριν οδηγηθούν στη μονάδα παραγωγής βιοαερίου θα πρέπει να έχουν μεταποιηθεί με τη μέθοδο μεταποίησης 1(αποστείρωση υπό πίεση). Η κόπρος πουλερικών σύμφωνα με τον Καν.1069/2009, άρθρο 13, σημείο ε (ii), στην περίπτωση που η αρμόδια αρχή κρίνει ότι δεν αποτελεί κίνδυνο μετάδοσης οποιασδήποτε μεταδοτικής νόσου μπορεί να χρησιμοποιηθεί

χωρίς μεταποίηση. Στην περίπτωση που η κόπρος προέρχεται από σμήνη πουλερικών που έχουν προσβληθεί από μεταδοτικό νόσημα (σαλμονέλλωση, γρίπη) είναι υποχρεωτική η παστερίωση της κόπρου πριν την αναερόβια χώνευση.

#### 4.3.5.1.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

Βάσει βιβλιογραφικών δεδομένων (Salminen et al.2002, Young-Man Yoon et al. 2014) θα προσδιοριστεί η ποσότητα του μεθανίου που παράγεται κατά την αναερόβια χώνευση των ζωικών υποπροϊόντων του πτηνοσφαγείου και τεμαχιστηρίου για το έτος 2016 στη μονάδας παραγωγής βιοαερίου. Σύμφωνα με τα αρχεία της επιχείρησης το 2016 σφάγηκαν 8.300.000 πτηνά, το μέσο βάρος κατά τη σφαγή (ZB) ήταν 2,350 kg. Το μέσο ποσοστό των ακατάλληλων πτηνών πριν και μετά τη σφαγή ήταν 1,38%. Στο ποσοστό αυτό, το οποίο προσδιορίστηκε από τα αρχεία του σφαγείου, περιλαμβάνονται τα νεκρά πτηνά που πέθαναν κατά τη μεταφορά από την εκτροφή στο σφαγείο (ακατάλληλα προ σφαγής) και τα ακατάλληλα σφάγια μετά την κτηνιατρική επιθεώρηση (ακατάλληλα μετά σφαγής). Συνολικά τα ακατάλληλα πτηνά υπολογίζονται στα 114.540 και αντίστοιχα τα πτηνά που σφάγηκαν και οδηγήθηκαν για ανθρώπινη κατανάλωση στα 8.184.460. Κατά τον υπολογισμό του βιοαερίου τα ακατάλληλα πτηνά θα θεωρηθούν στο σύνολό τους ως ακατάλληλα προ σφαγής ώστε να χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς ως βάρος τους το μέσο βάρος 2,350kg. Το συνολικό βάρος των πτηνών που σφάγηκαν είναι  $8.184.460 \times 2,350 = 19.233.481$  kg. Το βάρος των ακατάλληλων πτηνών ανέρχεται σε  $114.540 \times 2,350 = 269.169$  kg. Βάσει αυτών των στοιχείων θα γίνει ο υπολογισμός του παραγόμενου βιοαερίου. Όπως αναφέρεται στην ενότητα 3.4.2 τα ζωικά υποπροϊόντα των πτηνοσφαγείων παρουσιάζουν μεγάλη ετερογένεια ως προς χαρακτηριστικά τους (ολικά στερεά, πρωτεΐνες, λιπίδια) για το λόγο αυτό ο προσδιορισμός του παραγόμενου μεθανίου στα πτηνοσφαγεία θα γίνει με επιμέρους προσδιορισμό του μεθανίου για κάθε ζωικό υποπροϊόν ξεχωριστά. Για τον προσδιορισμό των ποσοτήτων των παραγόμενων ζωικών υποπροϊόντων στο πτηνοσφαγείο για το 2016 θα χρησιμοποιηθούν τα στοιχεία του Πίνακα 2 σε συνδυασμό με το συνολικό βάρος των 19.233.481 kg που αντιστοιχεί στο σύνολο των πτηνών που σφάγηκαν. Στον Πίνακα που ακολουθεί περιλαμβάνονται οι ετήσιες παραγόμενες ποσότητες για κάθε είδος ζωικού υποπροϊόντος.

Ζωικό υποπροϊόν	% Z.B	Ποσότητες (kg)
Αίμα	4	769.400
Φτερά	6,5	1.250.176
Κεφάλια	2	384.669
Πόδια	3	577.004
Έντερα	6	1.154.008

Πίνακας 13: Παραγόμενες ποσότητες ζωικών υποπροϊόντων πτηνοσφαγείου το έτος 2016.

Στις παραπάνω ποσότητες των ζωικών υποπροϊόντων θα προστεθούν και τα ζωικά υποπροϊόντα του τεμαχιστηρίου τα οποία για το έτος 2016 είναι 3.608.850 kg. Επιπλέον, στη μονάδα παραγωγής βιοαερίου θα οδηγηθούν τα νεκρά πτηνά των συνεργαζόμενων πτηνοτρόφων και τα ακατάλληλα πτηνά του πτηνοσφαγείου των οποίων οι ποσότητες περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Ζωικό υποπροϊόν	Ποσότητες (kg)
Νεκρά πτηνά (απώλειες στην εκτροφή)	75.840
Νεκρά πτηνά (κατά τη μεταφορά στο σφαγείο) και ακατάλληλα σφάγια (κατά τον κρεοσκοπικό έλεγχο)	269.169
Σύνολο	345.009

**Πίνακας 14: Ποσότητες ακατάλληλων σφαγίων και νεκρών πτηνών το έτος 2016**

Στη μονάδα παραγωγής βιοαερίου θα οδηγηθεί και η ιλύς που παράγεται κατά τη βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων της επιχείρησης η οποία για το έτος 2016 εκτιμάται 176.168 kg. Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που περιλαμβάνονται στους Πίνακες 5,11 και 12 προσδιορίζεται η παραγόμενη ποσότητα μεθανίου.

Ζωικό Υποπροϊόν	Δυνατότητα παραγωγής μεθανίου(m <sup>3</sup> /kg wet weight)	Ποσότητα παραγόμενων ζωικών υποπροϊόντων(kg)	Συνολική ποσότητα παραγόμενου μεθανίου(m <sup>3</sup> )
Νεκρά ζώα	0,225	345.009	77.627
Φτερά	0,05	1.250.176	62.508
Αίμα	0,10	769.400	76.940
Κεφάλια, Πόδια , Σπλάχνα	0,3	2.115.681	634.704
Υποπροϊόντα τεμαχιστηρίου	0,16	3.608.850	577.416
ΣΥΝΟΛΟ		8.089.116	1.429.195

**Πίνακας 15: Ετήσιες παραγόμενες ποσότητες μεθανίου ανά είδος ζωικού υποπροϊόντος**

Όσον αφορά τη βιολογική ιλύ θεωρούμε ότι τα χαρακτηριστικά της είναι σαν αυτά που περιγράφονται στον Πίνακα 6 όπου VS ιλύος (g/kg) 232,3. Στην ποσότητα των 176.168 kg βιολογικής ιλύος αντιστοιχούν 40.923 kg VS. Η δυνατότητα παραγωγής μεθανίου είναι 20.380 (με απόκλιση 2905) m<sup>3</sup>. Συνεπώς η συνολική ποσότητα μεθανίου εκτιμάται στα 1.450.000 m<sup>3</sup>

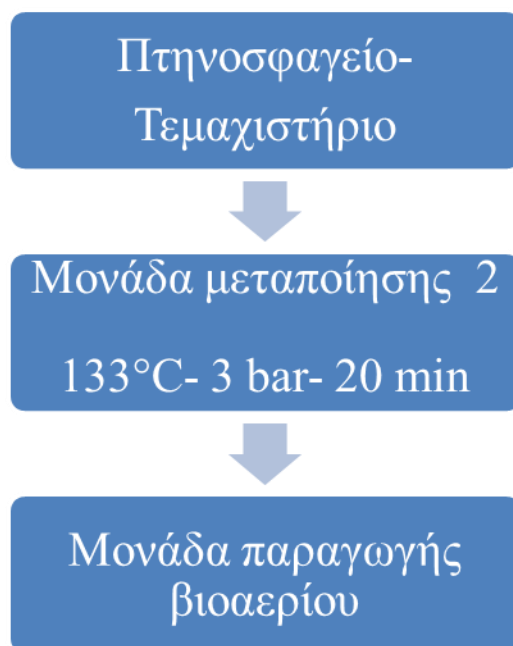
Η τυπική σύσταση του βιοαερίου περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα:

Συστατικό	Περιεκτικότητα (% κ.ο)
CH <sub>4</sub>	50-75
CO <sub>2</sub>	25-45
H <sub>2</sub> O	2(20°C) – 7(40°C)
O <sub>2</sub>	< 2
N <sub>2</sub>	<2
NH <sub>3</sub>	<1
H <sub>2</sub>	<1
H <sub>2</sub> S	<1

**Πίνακας 16: Χημική σύσταση βιοαερίου ( Al Seadi, 2008)**

Αν θεωρήσουμε 65% την περιεκτικότητα του βιοαερίου σε μεθάνιο, η ποσότητα του παραγόμενου βιοαερίου είναι 2.230.000m<sup>3</sup>.

Η βιβλιογραφία στην οποία βασίστηκε ο προσδιορισμός της ποσότητας του παραγόμενου βιοαερίου (Salminen et al.2001, Yoon et al. 2011) αναφέρεται στην αναερόβια χώνευση στερεών αποβλήτων πτηνοσφαγείων τα οποία δεν έχουν υποστεί θερμική προεπεξεργασία (παστερίωση ή αποστείρωση υπό πίεση. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία , οι απαιτήσεις της οποίας για τις μονάδες παραγωγής βιοαερίου περιγράφονται στην ενότητα 3.4.2, τα ζωικά υποπροϊόντα Κατ.2 των σφαγείων πριν την αναερόβια χώνευση θα πρέπει να έχουν υποστεί μεταποίηση με τη μέθοδο μεταποίησης 1 (αποστείρωση υπό πίεση). Συνεπώς, τα ζωικά υποπροϊόντα των εγκαταστάσεων σφαγής και τεμαχισμού κρέατος θα ακολουθήσουν το παρακάτω διάγραμμα ροής:



Στην περίπτωση που διαχωριστούν τα ζωικά υποπροϊόντα Κατ.2 & 3 και η αναερόβια χώνευση περιλαμβάνει μόνο τα ΖΥΠ Κατ.3, θα πρέπει να προηγηθεί της αναερόβιας χώνευσης, παστερίωση σε θερμοκρασία 70°C για 60 min.

#### **4.3.5.1.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ**

Η βιβλιογραφία που αναφέρεται στην επίδραση της θερμικής προεπεξεργασίας των ζωικών υποπροϊόντων των πτηνοσφαγείων στην απόδοση σε μεθάνιο κατά την αναερόβια χώνευση είναι περιορισμένη και με αντιφατικά συμπεράσματα. Η εκτίμηση της παραγόμενης ποσότητας μεθανίου από ζωικά υποπροϊόντα πτηνοσφαγείων που έχουν υποστεί αποστείρωση υπό πίεση είτε παστερίωση γίνεται με μεγάλη επιφύλαξη. Σύμφωνα με τους Edström et al. 2003, παρατηρήθηκε αύξηση της απόδοσης σε βιοαέριο από 0,31 σε 1,14 m<sup>3</sup> biogas/kg vs μετά από θερμική προεπεξεργασία των ζωικών υποπροϊόντων σφαγείων με τη μέθοδο της παστερίωσης. Οι Hejnfelt and Angelidaki (2009), μελέτησαν την επίδραση της προεπεξεργασίας με παστερίωση, αποστείρωση υπό πίεση και αλκαλική υδρόλυση μείγματος αποβλήτων χοιροσφαγείου στην απόδοση σε μεθάνιο. Διαπιστώθηκε ότι η προεπεξεργασία δεν επέφερε καμία ουσιαστική βελτίωση στην απόδοση σε βιοαέριο. Οι A.Rondríquez et al. 2011, μελέτησαν τη βιοδιαθεσιμότητα κατά την αναερόβια χώνευση δύο διαφορετικών τύπων στερεών αποβλήτων σφαγείων με διαφορετική αναλογία σε λίπος, υδατάνθρακες και πρωτεΐνες που έχουν υποστεί θερμική προεπεξεργασία με τη μέθοδο της παστερίωσης ή της αποστείρωσης υπό πίεση προκειμένου να συσχετίσουν τη σύσταση του υποστρώματος με την απόδοση σε μεθάνιο. Στο κλάσμα του πτηνοσφαγείου η αναλογία λίπους, πρωτεϊνών, υδατανθράκων είναι σχεδόν ίδια ενώ στο κλάσμα του χοιροσφαγείου το λίπος είναι το κύριο συστατικό των αποβλήτων με πολύ μικρή αναλογία υδατανθράκων. Στον πίνακα που ακολουθεί περιγράφονται τα χημικά χαρακτηριστικά των ανεπεξέργαστων στερεών αποβλήτων του πτηνοσφαγείου και χοιροσφαγείου

Παράμετρος	Ζωικά υποπροϊόντα Πτηνοσφαγείου	Ζωικά υποπροϊόντα Χοιροσφαγείου
% TS (κ.β)	30,7± 0,4	50,7±0,4
% VS(κ.β)	26,6 ± 0,6	48,9 ± 0,1
F:P:C %,%,% του COD <sub>t</sub>	33:33:34	82:13: 4
COD <sub>t</sub> (g/kg)	653,49	1275
COD <sub>s</sub> (g/kg)	66,3 ± 3,7	52,2 ± 0,5
Ph	6,35	6,93
Ολικό N (g/kg)	26,3 ± 0,5	20,7 ±0,9
Ολικό Αμμωνικό Αζωτο(TAN) (g/kg)	2,1 ± 0,1	1,4
COD <sub>prot</sub> (g/kg)	214 ± 5,1	170,9 ± 8
Λίπος (g/kg)	74,7± 1,0	363,4 ± 0,6
COD <sub>fat</sub> (g/kg)	215,8± 2,9	1050,3 ± 1,7
COD <sub>ch</sub> (g/kg)	223,7 ± 8	53,8 ±9,7

**Πίνακας 17: Χαρακτηριστικά, μέση τιμή και απόκλιση των ανεπεξεργαστων στερεών αποβλήτων πτηνοσφαγείου και χοιροσφαγείου (A.Rondríquez et al., 2011)**

Τα χαρακτηριστικά των προεπεξεργασμένων ζωικών υποπροϊόντων περιγράφονται στον Πίνακα 16. Από τα στοιχεία του προκύπτει ότι μετά τη θερμική προεπεξεργασία παρουσίασαν ελαφρά αύξηση της συγκέντρωσης των ολικών και των πτητικών στερεών. Η προεπεξεργασία προκάλεσε αύξηση στη διαλυτοποίηση του οργανικού υλικού της τάξης του 119,5 % όσον αφορά τα ζωικά υποπροϊόντα του πτηνοσφαγείου μετά την παστερίωση και 225% και 206% όσον αφορά τα ζωικά υποπροϊόντα του χοιροσφαγείου μετά την παστερίωση και αποστείρωση αντίστοιχα. Οι θερμικές διεργασίες οδήγησαν σε αύξηση της αποδόμησης των πρωτεϊνών και στους δύο τύπους αποβλήτων. Αν και η συγκέντρωση των πρωτεϊνών στα ζωικά υποπροϊόντα του πτηνοσφαγείου ήταν υψηλότερη από αυτή του χοιροσφαγείου ωστόσο μετά την παστερίωση στα ζωικά υποπροϊόντα του χοιροσφαγείου η αποδόμηση των πρωτεϊνών ήταν υψηλότερη από αυτή των υποπροϊόντων του πτηνοσφαγείου που επίσης είχαν παστεριωθεί. Μετά την αποστείρωση η μετατροπή του οργανικού N σε αμμωνία ήταν υψηλότερη από την περίπτωση της παστερίωσης των αποβλήτων του χοιροσφαγείου. Η χαμηλότερη μετατροπή του N σε αμμωνία στα παστεριωμένα υποπροϊόντα του πτηνοσφαγείου πιθανόν να συνδέονται με αντιδράσεις Maillard κατά τις οποίες παράγονται

σακχαρο-αμινοξικά σύμπλοκα με χαμηλή βιοδιαθεσιμότητα. Στην αποδόμηση των λιπών οι θερμικές προεπεξεργασίες είχαν μικρή επίδραση.

Παράμετροι	Ζωικά υποπροϊόντα Πτηνοσφαγείου μετά απο παστερίωση	Ζωικά υποπροϊόντα Χοιροσφαγείου μετά από παστερίωση	Ζωικά υποπροϊόντα Χοιροσφαγείου μετά από αποστείρωση υπό πίεση
% TS (κ.β)	34,4	55,2± 0,3	49,5± 0,1
% VS(κ.β)	29,9	54,3±0,2	47,8± 0,1
COD <sub>t</sub> (g/kg)	680,3	1318	1272,3
COD <sub>s</sub> (g/kg)	151,6± 2,4	175,4±7,5	155,3 ± 9,1

**Πίνακας 18. Χαρακτηριστικά ζωικών υποπροϊόντων που έχουν υποστεί θερμική προεπεξεργασία (A.Rondriquez et al., 2011)**

Στις δοκιμές αναερόβιας χώνευσης κατά παρτίδες τόσο τα μη προεπεξεργασμένα όσο και τα προεπεξεργασμένα υποστρώματα αγγίζουν σταθεροποιημένη παραγωγή μεθανίου πριν τις 25 ημέρες. Η παραγωγή μεθανίου για τους δύο τύπους ανεπεξέργαστων αποβλήτων ( $0,46 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg}_{\text{vs added}}$  και  $0,58 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg}_{\text{vs added}}$  πτηνοσφαγείου και χοιροσφαγείου αντίστοιχα) ήταν μέσα στα όρια που αναφέρουν και οι Hejnfelt και Angelidaki, 2009. Η δυνατότητα παραγωγής μεθανίου των προεπεξεργασμένων αποβλήτων ήταν  $0,48 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg}_{\text{vs added}}$  για τα παστεριωμένα απόβλητα πτηνοσφαγείου και  $0,88$  και  $0,96 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg}_{\text{vs added}}$  αντίστοιχα για τα παστεριωμένα και αποστειρωμένα απόβλητα χοιροσφαγείου. Οι θερμικές προεπεξεργασίες είχαν ως αποτέλεσμα μια σημαντική αύξηση στο ρυθμό παραγωγής μεθανίου και στην απόδοση σε βιοαέριο στην περίπτωση των αποβλήτων χοιροσφαγείου ενώ στην περίπτωση της παστερίωσης των αποβλήτων του πτηνοσφαγείου η αύξηση στην απόδοση σε βιοαέριο ήταν μόλις 2,6%. Στην περίπτωση αυτή ο ρυθμός παραγωγής μεθανίου μειώθηκε αξιοσημείωτα. Η παρουσία υδατανθράκων και η πιθανή εμφάνιση αντιδράσεων Maillard θεωρούνται οι κυριότεροι λόγοι για τη χαμηλή αποτελεσματικότητα της προεπεξεργασίας των ζωικών υποπροϊόντων του πτηνοσφαγείου, αν και η σύσταση του μίγματος που χρησιμοποιήθηκε μπορεί να έχει κάποια επίδραση. Δε βρέθηκε βιβλιογραφία για την επίδραση της θερμικής προεπεξεργασίας με αποστείρωση υπό πίεση στην παραγωγή μεθανίου και την απόδοση σε βιοαέριο κατά την αναερόβια χώνευση ζωικών υποπροϊόντων πτηνοσφαγείου. Ωστόσο λαμβάνοντας υπόψη τα συμπεράσματα των Rondriquez et al.2011, εκτιμάται ότι η αποστείρωση υπό πίεση δεν αυξάνει την απόδοση σε βιοαέριο, η παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου στην περίπτωση του πτηνοσφαγείου που μελετάται είναι  $2.230.000 \text{ m}^3$ . Συμπερασματικά διαπιστώνεται ότι τα στερεά απόβλητα των πτηνοσφαγείων και των

μονάδων μεταποίησης αποτελούν ιδανικά υποστρώματα για την παραγωγή βιοαερίου γιατί περιέχουν υψηλή συγκέντρωση οργανικής ύλης και είναι πλούσια σε πρωτεΐνες και λιπίδια. Ωστόσο η αναερόβια χώνευση αυτών των υποστρωμάτων είναι εξαιρετικά επιρρεπής σε αποτυχία λόγω της παραγωγής ουσιών που αναστέλλουν την αναερόβια χώνευση όπως αμμωνία, VFA, LCFA<sub>s</sub> (Cuetos et al., 2008; Hejnfelt and Angelidaki, 2009). Σύμφωνα με μελέτη των Cuetos et al. 2010, τα LCFA<sub>s</sub> θεωρήθηκε ότι ήταν η αιτία για την αποτυχία της διεργασίας της αναερόβιας χώνευσης σε CSTR<sub>s</sub> αντιδραστήρα στερεών αποβλήτων πτηνοσφαγείων στους 35° C. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ανασταλτική δράση των LCFA<sub>s</sub> έχει αποδειχθεί ότι είναι παροδική, όμως ο χρόνος ανάκτησης μπορεί να είναι μεγάλος (Cirne et al., 2007). Οι παράγοντες που έχουν ανασταλτική δράση στην αναερόβια χώνευση των στερεών αποβλήτων των πτηνοσφαγείων μπορούν να ξεπεραστούν με τη συγχώνευση με άλλα απόβλητα που έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά ώστε να επιτευχθεί η αραιώση των τοξικών ουσιών και να εξασφαλιστούν τα θρεπτικά στοιχεία που λείπουν και να διορθωθεί ο λόγος C/N και να επιτευχθεί η επιθυμητή για τη διεργασία υγρασία. Η αναερόβια συγχώνευση δύο ή περισσότερων υποστρωμάτων αποτελεί μια εφαρμόσιμη επιλογή προκειμένου να ξεπεραστούν τα μειονεκτήματα της μονο-χώνευσης και να βελτιωθεί η οικονομική βιωσιμότητα των μονάδων παραγωγής βιοαερίου μέσω της υψηλότερης παραγωγής μεθανίου (J.Mata-Alvarez, 2014). Στη συγκεκριμένη εγκατάσταση υπάρχει η δυνατότητα συγχώνευσης των ζωικών υποπροϊόντων του πτηνοσφαγείου με την κόπρο των συνεργαζόμενων πτηνοτροφείων με την επιχείρηση. Σύμφωνα με τα αρχεία των πτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων η μέση ποσότητα παραγόμενης κόπρου προσδιορίζεται σε 1,73 kg/ πτηνό. Με τον όρο κόπρο στην περίπτωση των πτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων κρεοπαραγωγών ορνίθων θεωρούμε τη στρωμή (litter) που περιλαμβάνει τις απεκκρίσεις του πεπτικού συστήματος, το άχυρο, ροκανίδι, ριζοφλοιό ή οποιοδήποτε άλλο υλικό χρησιμοποιείται ως στρωμή στον πτηνοτροφικό θάλαμο. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 5 υπάρχει δυνατότητα παραγωγής βιοαερίου 0,10-0,15 m<sup>3</sup>/kg υγρού βάρους κατά την αναερόβια χώνευση της κόπρου. Υπολογίζοντας την παραγόμενη κόπρο των πτηνών που σφάγηκαν το 2016 στο πτηνοσφαγείο  $8300000 \times 1,73 \text{ kg} = 14.359.000 \text{ kg}$  διαπιστώνεται ότι υπάρχει ένα επίσης μεγάλο δυναμικό οργανικής ύλης για την παραγωγή βιοαερίου. Η κόπρος των πουλερικών όπως προαναφέρθηκε στην ενότητα 3.4.2 όταν δεν προέρχεται από σμήνος που έχει προσβληθεί από μεταδοτική νόσο (σαλμονέλλωση, γρίπη) στον άνθρωπο ή τα ζώα δεν απαιτείται να παστεριωθεί πριν την αναερόβια χώνευση.

#### **4.3.5.2 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ 2.ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ ΑΠΟ ΚΑΤ.2 ΣΕ ΚΑΤ.3 ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ ΤΩΝ ΖΥΠ ΚΑΤ.2 ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΣΤΗ ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΝΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗΣ**

Το εναλλακτικό σενάριο 2 επιβάλλει το διαχωρισμό των ζωικών υποπροϊόντων του πτηνοσφαγείου, τεμαχιστηρίου και των λοιπών εγκαταστάσεων σε υλικά Κατηγορίας 2 και υλικά Κατηγορίας 3. Στόχος του διαχωρισμού είναι να αποκλειστούν τα ζωικά υποπροϊόντα 2 από τη μονάδα μεταποίησης, η οποία πλέον θα λειτουργεί ως μονάδα μεταποίησης Κατ.3. Τα ΖΥΠ Κατ. 2 θα αποτεφρώνονται στη μονάδα συναποτέφρωσης απευθείας χωρίς να έχει προηγηθεί μεταποίηση. Στη μονάδα μεταποίησης Κατ.3 τα ζωικά υποπροϊόντα θα μεταποιούνται με τη μέθοδο μεταποίησης 1-αποστείρωση υπό πίεση- με παράγωγα προϊόντα

τη μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη (πτηνάλευρο) και το μεταποιημένο λίπος που πρόκειται να αξιοποιηθούν ως ζωοτροφή. Η μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη όπως αναφέρθηκε και στην υποενότητα 3.2.1.1.1 με την εφαρμογή του Καν.(ΕΕ) 56/2013 μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή για τη διατροφή ζώων ιχθυοκαλλιέργειας εφόσον προέρχεται από μη μηρυκαστικά. Στην συγκεκριμένη εγκατάσταση ικανοποιείται η απαίτηση αυτή μια και στη μονάδα μεταποίησης καταλήγουν αποκλειστικά ζωικά υποπροϊόντα πτηνών. Η σύσταση του πτηνάλευρου σε σχέση με τη σύσταση των άλλων τύπων ζωικών πρωτεϊνών καταγράφονται στον Πίνακα 18.

	MBM/PAP(%)	Πτηνάλευρο(%)	Πτεράλευρο(%)	Αιματάλευρο(%)
Πρωτεΐνη	45-65	60-68	80-85	90-95
Λίπος	12-16	12-16	7-11	1
Τέφρα	22-35	10-20	4-10	2-3
Φώσφορος	3-7	2-3	0,5	0,2-1
Υγρασία	5-7	4-7	6-8	4-7
<sup>1</sup> MBM = meat and bone meal (κρεατάλευρο) PAP = processed animal protein.(μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη) <sup>2</sup> Το αίμα και τα φτερά δεν περιέχουν υψηλές ποσότητες λίπους. Η επεξεργασία τους δεν περιλαμβάνει το στάδιο του διαχωρισμού του λίπους.				

**Πίνακας 19. Τυπικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των διαφορετικών παραγώγων προϊόντων(σε βάρος %).**  
 Πηγή: E:\Animal Fats - AOCS Lipid Library.html

#### **4.3.5.3.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΩΤΕΪΝΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΛΙΠΟΥΣ.**

Από τα στοιχεία του Πίνακα 13 προκύπτει ότι τα υλικά Κατηγορίας 3 για το έτος 2016 που θα μεταποιηθούν, σύμφωνα με το εναλλακτικό σενάριο 2, στη μονάδα μεταποίησης 3 είναι 7.744.107 kg. Η ποσότητα μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης που θα παραχθεί εκτιμάται στο 1/3 της ποσότητας των ζωικών υποπροϊόντων. Συνεπώς για το 2016 παράγονται  $7.744.107/3 = 2.581.369$  kg μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης. Από τον έλεγχο του ισοζυγίου εισερχόμενων ΖΥΠ και εξερχόμενων παραγώγων προϊόντων στις μονάδες μεταποίησης Κατ.3 που γίνεται διαχωρισμός του λίπους προκύπτει ότι το ποσοστό παραγόμενου πτηνάλευρου μετά την αφαίρεση του λίπους εκτιμάται στο 26 % της ποσότητας των ζωικών υποπροϊόντων που μεταποιούνται ενώ το αντίστοιχο ποσοστό του παραγόμενου μεταποιημένου λίπους εκτιμάται στο 7 %. Στον Πίνακα 19 που ακολουθεί περιλαμβάνονται οι ποσότητες του παραγόμενου πτηνάλευρου και λίπους για το έτος 2016.

Διαχειριζόμενες ποσότητες ΖΥΠ Κατ.3		7.744.107kg
Παράγωγα προϊόντα	Μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη - Πτηνάλευρο	2.039.282kg
	Μεταποιημένο λίπος	542.087kg

**Πίνακας 20. Ποσότητες παραγόμενων παραγώγων προϊόντων στη μονάδα μεταποίησης Κατ.3 για το έτος 2016.**

Πριν την ισχύ του Καν.(ΕΕ) 56/2013 η μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη πτηνών προοριζόταν κατά το μεγαλύτερο μέρος για την παρασκευή ζωοτροφής για ζώα συντροφιάς (pet food). Η τιμή πώλησής της προς τις μονάδες παρασκευής ζωοτροφής ζώων συντροφιάς ανέρχεται περίπου στα 0,27 €/kg. Η δυνατότητα χρησιμοποίησής της ως ζωοτροφής στα ζώα ιχθυοκαλλιέργειας έχει ως αποτέλεσμα την αύξησης της τιμής πώλησής της σε 0,60 €/kg. Άρα αν διακινηθεί η παραγόμενη ποσότητα μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης που αναφέρεται στον Πίνακα 19 προς μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας τότε το οικονομικό όφελος προσδιορίζεται ως εξής:

$$2.039.282 \times 0,60 = 1.223.569 \text{ Ευρώ}$$

Επιπλέον οικονομικό όφελος θα προκύψει από την πώληση του μεταποιημένου λίπους του οποίου η τιμή πώλησης ανέρχεται στα 0,70-0,75€/kg.

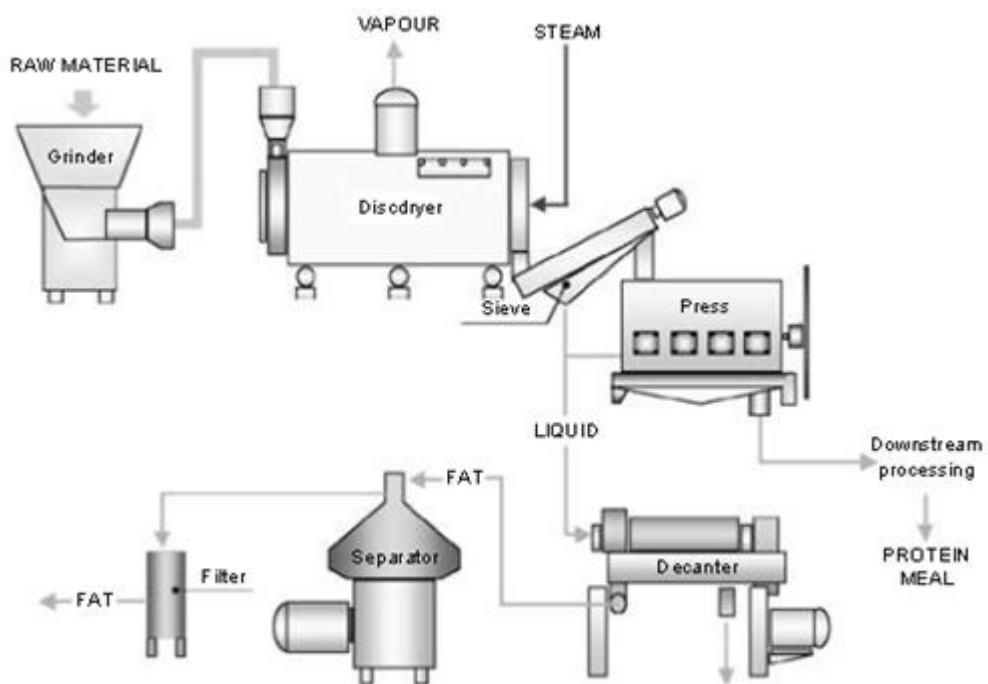
$$542.087 \times 0,70 = 379.461 \text{ Ευρώ.}$$

Συνεπώς συνολικά το όφελος εκτιμάται σε 1.603.030 Ευρώ

Στο εναλλακτικό αυτό σενάριο η οικονομική αξία του πτηνάλευρου είναι υψηλή και δε θα χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο στη μονάδα συναποτέφρωσης εκτός από τις περιπτώσεις που δεν υπάρχει η δυνατότητα διάθεσης του παραγόμενου πτηνάλευρου.

#### **4.3.5.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΤ. 3**

Στην ενότητα 4.3.1 περιγράφηκε η λειτουργία της μονάδας μεταποίησης Κατ.2 της επιχείρησης. Στην περίπτωση του εναλλακτικού σεναρίου 2 η μονάδα μεταποίησης Κατ.3 θα λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο ως το στάδιο της εξόδου του πτηνάλευρου από τους κλιβάνους, το οποίο στη συνέχεια οδηγείται στην πρέσα προκειμένου να διαχωριστεί το λίπος. Το λίπος με μια περαιτέρω επεξεργασία μέσω της οποίας αφαιρούνται νερό και στερεά εξευγενίζεται και πρόκειται να διατεθεί για την εκτροφή ζώων (Σχήμα 4-4).



ατ.32

Σχήμα 4-4: Σχηματική απεικόνιση μονάδας μεταποίησης Κατ.3 (Πηγή: E:\Animal Fats - AOCS Lipid Library.html)

#### 4.3.5.3.3 ΧΡΗΣΗ ΠΤΗΝΑΛΕΥΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΚΤΡΟΦΗ ΙΧΘΥΩΝ ΣΤΙΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.

Η ραγδαία ανάπτυξη του κλάδου των ιχθυοκαλλιεργειών είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ζήτησης για τεχνητές πλήρεις ιχθυοτροφές. Στις ιχθυοκαλλιεργείες που εκτρέφονται σαρκοφάγα είδη, όπως η τσιπούρα και το λαυράκι, οι ιχθυοτροφές που χρησιμοποιούνται περιέχουν μεγάλες ποσότητες ιχθυάλευρων και ιχθυέλαιων. Τα ιχθυάλευρα αποτελούν τα πλέον θρεπτικά και ισορροπημένα συστατικά των ιχθυοτροφών που εξασφαλίζουν υψηλή παραγωγικότητα. Η αυξανόμενη ζήτηση οδήγησε σε αύξηση της τιμής τους και το γεγονός αυτό που σε συνδυασμό με το ότι το 50% του κόστους στις ιχθυοκαλλιεργείες είναι το κόστος της σίτισης οδήγησε στη συμπίεση του κέρδους των ιχθυοκαλλιεργητών. Ταυτόχρονα η εξάντληση των ιχθυοαποθεμάτων που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ιχθυάλευρων πιέζει προς την αναζήτηση εναλλακτικών πρωτεϊνικών πηγών. Η αντικατάσταση του ιχθυάλευρου με φυτικής προέλευσης πρωτεΐνες συνδέεται με μειωμένη ανάπτυξη, μειωμένη πρόσληψη τροφής, αύξηση της περιεκτικότητας του σιτηρεσίου σε υδατάνθρακες, ανεπάρκεια σε απαραίτητα αμινοξέα (μεθειονίνη, λυσίνη, τρυπτοφάνη, θρεονίνη, αργινίνη), χαμηλή πεπτικότητα της τροφής λόγω της παρουσίας στα φυτά αντιδιατροφικών παραγόντων. Η αύξηση της τιμής των φυτικής προέλευσης πρωτεϊνικών ζωοτροφών ως συνέπεια του ανταγωνισμού για τη χρήση τους μεταξύ του κλάδου της κτηνοτροφίας, της παραγωγής βιοκαυσίμων και της απευθείας χρήσης τους για ανθρώπινη κατανάλωση αποτελούν ένα πρόσθετο εμπόδιο στη εκτεταμένη χρήση τους στον κλάδο των ιχθυοκαλλιεργειών (Karapanagiotidis I.T, 2014). Κάτω από τις συνθήκες που περιγράφηκαν, οι μεταποιημένες ζωικές πρωτεΐνες (PAP) αποτελούν καταλληλότερη και περισσότερο

ανταγωνιστική οικονομικά εναλλακτική λύση του ιχθυάλευρου σε σχέση με τις πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης. Η άρση της απαγόρευσης της χρήσης τους στην εκτροφή ιχθύων άνοιξε το δρόμο στη χρήση τους ως συστατικό στις ιχθυοτροφές. Οι μεταποιημένες ζωικές πρωτεΐνες έχουν υψηλή περιεκτικότητα πρωτεϊνών, ισορροπημένο προφίλ αμινοξέων, αποτελούν καλή πηγή θρεπτικών Ca και P ενώ δεν περιέχουν αντιδιατροφικούς παράγοντες (Karapanagiotidis, 2014). Έχουν υψηλή πεπτικότητα που διαφέρει μεταξύ των διαφόρων ειδών ψαριών. Η υψηλή περιεκτικότητα σε τέφρα θεωρείται το κυριότερο μειονέκτημα που περιορίζει τη χρήση τους στα σιτηρέσια των ιχθύων. Σύμφωνα με μελέτες, το ποσοστό αντικατάστασης του ιχθυάλευρου από μεταποιημένες ζωικές πρωτεΐνες διαφέρει στα διάφορα είδη ψαριών (Moutinho et al, 2017). Στην παρούσα εργασία θα αναφερθούν στοιχεία για τη δυνατότητα αντικατάστασης του ιχθυάλευρου από πτηνάλευρο στις ιχθυοκαλλιέργειες τσιπούρας (*Sparus aurata*) και λαβρακίου (*Dicentrarchus labrax*) που αποτελούν και το μεγαλύτερο ποσοστό στις ιχθυοκαλλιέργειες της χώρα μας. Οι S.Moutinho et al. (2017), μελέτησαν την αντικατάσταση του ιχθυάλευρου από μεταποιημένες ζωικές πρωτεΐνες σε ποσοστά 0%, 50% και 75% σε σιτηρέσια ιχθυδίων τσιπούρας. Η μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη προήλθε από ζωικά υποπροϊόντα σφαγείων σε αναλογία 70% χοιρινού, 20% κοτόπουλου και 10% άλλων ειδών μη μηρυκαστικών, με σύσταση σε ποσοστό ξηράς ουσίας (97% Ξ.Ο) , 53,1 % ακατέργαστες πρωτεΐνες, 15,3% λιπίδια και 26,9 % τέφρα. Οι απαιτήσεις των ιχθυδίων τσιπούρας σε απαραίτητα αμινοξέα δηλαδή σε αμινοξέα που δε μπορεί ο οργανισμός να συνθέσει και τα προσλαμβάνει αναγκαστικά από τη διατροφή του, περιλαμβάνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Αμινοξύ	Περιεκτικότητα(g/100g)
Αργινίνη	5,6
Ιστιδίνη	1,9
Ισολευκίνη	2,6
Λευκίνη	4,8
Λυσίνη	5,1
Μεθειονίνη	2,6
Θρεονίνη	3
Βαλίνη	3,2
Φαινυλαλανίνη +Τυροσίνη	5,8

**Πίνακας 21.Απαιτήσεις σε απαραίτητα αμινοξέα των ιχθυδίων τσιπούρας (Peres et al., 2009)**

Τα αποτελέσματα της μελέτης των Moutinho et al. (2017), έδειξαν ότι το ιχθυάλευρο μπορεί να αντικατασταθεί στα σιτηρέσια σε ποσοστό ως 50% από μεταποιημένες ζωικές πρωτεΐνες χωρίς επιπτώσεις στην ανάπτυξη των ιχθυδίων και τη χρήση της τροφής. Τα συμπεράσματα αυτά έρχονται σε αντίθεση με αποτελέσματα παλαιότερων μελετών που έδειξαν ότι η αντικατάσταση στο ίδιο είδος ιχθύων μπορεί να γίνει με ασφάλεια μόνο σε χαμηλά ως μέτρια ποσοστά (έως 20%). Αυτή η μεγάλη απόκλιση στα ποσοστά μπορεί να πηγάζει από τις διαφορές στη θρεπτική αξία των πρώτων υλών που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή των μεταποιημένων πρωτεϊνών και/ή στην τεχνολογία μεταποίησης. Η προηγμένη τεχνολογία και ο ποιοτικός έλεγχος των παραγόμενων μεταποιημένων ζωικών πρωτεϊνών στην ΕΕ είναι από τους παράγοντες που συνετέλεσαν στη δυνατότητα αντικατάστασης των ιχθυάλευρων από

μεταποιημένες ζωικές πρωτεΐνες σε υψηλότερα ποσοστά σε σχέση με τη δεκαετία του '90. Η χαμηλή περιεκτικότητα σε απαραίτητα αμινοξέα είναι από τους σημαντικότερους περιοριστικούς παράγοντες για την αντικατάσταση των ιχθυάλευρων από εναλλακτικές πρωτεϊνούχες ζωοτροφές φυτικής ή ζωικής προέλευσης. Επίσης, η αυξημένη περιεκτικότητα σε τέφρα των μεταποιημένων ζωικών πρωτεϊνών αποτελεί περιοριστικό παράγοντα στη χρήση τους στις ιχθυοτροφές. Στη μελέτη των Moutinho et al. (2017), αν και το ποσοστό της τέφρας στα σιτηρέσια που αντικατέστησε το 50% του ιχθυάλευρου είναι σχεδόν διπλάσιο σε σχέση με αυτό του ιχθυάλευρου, ελάχιστα επηρεάστηκε η χρησιμοποίηση πρωτεΐνης από την περιεκτικότητα της τέφρας στο σιτηρέσιο. Η χρησιμοποίηση πρωτεΐνης αποτελεί αξιόπιστο δείκτη της θρεπτικής αξίας μιας τροφής και εκφράζει την αναλογία των αμινοξέων της τροφής που θα μετατραπούν σε σωματικές πρωτεΐνες σε σχέση με το σύνολο των αμινοξέων που χορηγήθηκε μέσω της τροφής (Καραπαναγιωτίδης, 2017). Βάσει της μελέτης των Moutinho et al. (2017), οι μεταποιημένες ζωικές πρωτεΐνες μπορούν να αντικαταστήσουν σε ποσοστό 50% το ιχθυάλευρο στα σιτηρέσια των ιχθυοκαλλιεργειών ιχθυδίων τσιπούρας χωρίς να επηρεαστεί η ανάπτυξη των ιχθυδίων και η αποδοτικότητα της τροφής. Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα 21 οι οικονομικές παράμετροι είναι βελτιωμένες στο σιτηρέσιο που περιλαμβάνει τις μεταποιημένες ζωικές πρωτεΐνες.

Οικονομικές παράμετροι	MZΠ 0	MZΠ50
Κόστος σιτηρεσίου(E/kg)	1,10	0,81
ECR(E/kg)	1,67	1,24
EPI(E/fish)	0,33	0,36
MZΠ: μεταποιημένες ζωικές πρωτεΐνες ECR:συντελεστής οικονομικής αποδοτικότητας(Economic efficiency ratio) EPI:δείκτης οικονομικού κέρδους(Economic profit index)		

**Πίνακας 22. Οικονομικές παράμετροι με ή χωρίς τη χρήση MZΠ στα σιτηρέσια ιχθύων (Moutinho et al., 2017).**

Η παράμετρος ECR εκφράζει το κόστος του σιτηρεσίου που απαιτείται για την παραγωγή ενός κιλού ιχθύος. Η EPI είναι περισσότερο κατάλληλη παράμετρος για την εκτίμηση του οικονομικού κέρδους μια και για τον προσδιορισμό της λαμβάνονται υπόψη η παραγωγή, το κόστος του σιτηρεσίου και η τιμή πώλησης των ιχθύων. Άρα σύμφωνα με τα συμπεράσματα της μελέτης υπάρχει μια σημαντική εξοικονόμηση κέρδους από την αντικατάσταση του 50% του ιχθυάλευρου από MZΠ τουλάχιστον για τα πρώτα στάδια ανάπτυξης της τσιπούρας όπου και οι απαιτήσεις για πρωτεΐνες είναι αυξημένες. Οι Srouf et al. (2016), μελέτησαν τη δυνατότητα αντικατάστασης σε ποσοστό 20, 40 και 60% του ιχθυάλευρου από πτηνάλευρο και τα αποτελέσματα της αντικατάστασης στην επιβίωση, ανάπτυξη, χρησιμοποίηση τροφής και μικροβιακό φορτίο ιχθυδίων ευρωπαϊκού λαβρακίου. Το πτηνάλευρο που χρησιμοποιήθη-

κε στη μελέτη προερχόταν από ζωικά υποπροϊόντα πτηνοσφαγείου (σπλάγχνα, κεφάλια, πόδια και φτερά) με σύσταση 57.05 % ακατέργαστες πρωτεΐνες, 48.02% πεπτές πρωτεΐνες, 23.2% λιπίδια, 10.13% υδατάνθρακες, 11.85% φυτικές ίνες και 2.24% Ca και 1.12%P. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η αντικατάσταση του ιχθυάλευρου από πτηνάλευρο σε ποσοστό 40% μπορεί να γίνει με ασφάλεια και έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα στην επιβίωση των ιχθύων και στην εξασφάλιση καλών συνθηκών διαβίωσης (fish welfare) τους. Οι Nengas et al. (1999), μελέτησαν τη θρεπτική αξία διαφορετικών παραγώγων προϊόντων πτηνών που χρησιμοποιήθηκαν ως εναλλακτικές του ιχθυάλευρου πρωτεϊνικές πηγές σε σιτηρέσια ιχθυδίων τσιπούρας. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών στην Ελλάδα και χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις διαφορετικοί τύποι παραγώγων προϊόντων πτηνών. Τα παράγωγα αυτά ήταν: α. ένα πτηνάλευρο που είχε επιτυχώς αντικαταστήσει το 50% του ιχθυάλευρου σε μελέτη των Nengas et al, 1995 και εξετάστηκε η αντικατάσταση του 75% και 100% των πρωτεϊνών του σιτηρεσίου, β. ένα μίγμα πτηνάλευρου και πτεράλευρου σε αναλογία 3/1 που εξετάστηκε επίσης η αντικατάσταση του 75% και 100% των πρωτεϊνών του σιτηρεσίου, γ. ένα υψηλής λιποπεριεκτικότητας πτηνάλευρο (30,20%) που αντικατέστησε το 40% των πρωτεϊνών και δ. ένα υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη πτηνάλευρο που ενσωματώθηκε στο σιτηρέσιο σε ποσοστό 35,50 και 75%. Τα παράγωγα α και β προέρχονταν από την Αγγλία ενώ τα γ και δ από εγχώρια μονάδα μεταποίησης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης η προσθήκη 50 % σε πτηνάλευρο τύπου δ. εξασφάλισε αξιοσημείωτα καλή ανάπτυξη των ιχθυδίων μια και το 50% του ιχθυάλευρου στο σιτηρέσιο ήταν ικανό να εξισορροπήσει το μη ισορροπημένο προφίλ αμινοξέων του πτηνάλευρου. Σημειώνεται δε ότι το 1999 που πραγματοποιήθηκε η μελέτη των Nengas et al., η κοινοτική νομοθεσία δεν έθετε τους αυστηρούς κανόνες που θεσπίστηκαν με τους Καν.1774/2002 και Καν.142/2011 για τις μονάδες μεταποίησης και τα παράγωγα προϊόντα, συνεπώς τα ποιοτικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά του πτηνάλευρου δ. υπολείπονται του πτηνάλευρου που παράγεται από τις μονάδες μεταποίησης σήμερα που εφαρμόζουν προηγμένη τεχνολογία μεταποίησης.

#### **4.3.5.3.4 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΠΤΗΝΑΛΕΥΡΟΥ ΣΕ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ Ν.ΕΥΒΟΙΑΣ**

Η επιλογή του εναλλακτικού σεναρίου 2 ενισχύεται από το δυναμικό των ιχθυοκαλλιέργειών που υπάρχουν στην Εύβοια. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ιχθύων στις ιχθυοκαλλιέργειες αυτές αποτελούν τα είδη τσιπούρα και λαβράκι. Η αντικατάσταση του ιχθυάλευρου από πτηνάλευρο σε ποσοστό 50%, σύμφωνα με τις μελέτες που προαναφέρθηκαν, μπορεί να γίνει με ασφάλεια στα είδη αυτά, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα μείωση στο κόστος της διατροφής των ιχθύων και συνακόλουθα στο συνολικό κόστος στις ιχθυοκαλλιέργειες. Συνεπώς, οι παραγόμενες ποσότητες πτηνάλευρου θα μπορούσαν να απορροφηθούν στις ιχθυοκαλλιέργειες της Εύβοιας. Προκειμένου να διερευνηθεί αυτή η δυνατότητα, υπήρξε επικοινωνία με ιδιοκτήτη μονάδας ιχθυοκαλλιέργειας δυναμικότητας 1000 tn/yr που εκτρέφει κατά κύριο λόγο τσιπούρα και λαβράκι, ο οποίος προκειμένου να περιορίσει το κόστος του σιτηρεσίου, αντικατέστησε το ιχθυάλευρο κατά 50% με πτηνάλευρο. Σύμφωνα με τα αρχεία της επιχείρησης για το έτος 2017 χρησιμοποιήθηκαν ως βασική πηγή πρωτεϊνών 350 tn ιχθυάλευρου και 350 tn πτηνάλευρου. Στον Πίνακα που ακολουθεί περιγράφεται η σύσταση

ενός από τους τύπους πτηνάλευρου και ιχθυάλευρου που χρησιμοποιούνται στα σιτηρέσια της ιχθυοκαλλιέργειας.

Περιεκτικότητα(%)	ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΟ	ΠΤΗΝΑΛΕΥΡΟ
Πρωτεΐνες(Crude protein)	64-67%	>65%
Υγρασία	4-6%	< 8%
Λίπος (Crude fat)	8-11%	>11%
Τέφρα	17-19%	16%
P	3-4%	2,2%
Πεπτικότητα (%) πρωτεϊνών)	90%	85%
Λυσίνη(%πρωτεϊνών)	4,2%	4%
Μεθειονίνη	1,6%	1,7%
Ιστιδίνη	1,5%	1,5%
Κυστίνη	0,6	0,78
Αργινίνη	3,6	4,63
Φαινυλαλανίνη	2,3	2,9
Λευκίνη	4,2	4,93
Βαλίνη	3,1	3,45

**Πίνακας 23.Χημική σύσταση ιχθυάλευρου (Metro 64% , sopropheche- France) και πτηνάλευρου (GePro Geflügel- Protein Vetriebs-GmbH & Co – Germany)**

Από τα στοιχεία του Πίνακα 22 προκύπτει ότι ένα πτηνάλευρο καλής ποιότητας ανταγωνίζεται το ιχθυάλευρο ως πηγή πρωτεϊνών κατά την κατάρτιση του σιτηρεσίου. Επισημαίνεται ότι στην Ελλάδα υπάρχει μόνο μία εγκεκριμένη μονάδα μεταποίησης που παράγει μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη από μη μηρυκαστικά για χρήση στη διατροφή ζώων ιχθυοκαλλιέργειας ([www.minagric.gr](http://www.minagric.gr)), γεγονός που ενισχύει την πρόταση για διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων του πτηνοσφαγείου με βάση το εναλλακτικό σενάριο 2.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων των πτηνοσφαγείων και των εγκαταστάσεων τεμαχισμού και επεξεργασίας κρέατος πουλερικών γίνεται βάσει του νομοθετικού πλαισίου το οποίο περιγράφηκε λεπτομερώς στην παρούσα εργασία. Οι Κανονισμοί (ΕΕ) 1069/2009 και 142/2011 που αποτελούν το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο καθορίζουν με σαφήνεια τους υγειονομικούς κανόνες για όλα τα στάδια της αλυσίδας των ζωικών υποπροϊόντων από τη συλλογή ως την τελική χρήση ή απόρριψή τους. Η εφαρμογή του Καν.(ΕΚ) 999/2001 με τον οποίο θεσπίστηκε η απαγόρευση της χρήσης μεταποιημένων ζωικών πρωτεϊνών στη διατροφή των εκτρεφόμενων παραγωγικών ζώων οδήγησε τις επιχειρήσεις σφαγής και επεξεργασίας κρέατος που αποτελούν και τους μεγαλύτερους παραγωγούς ζωικών υποπροϊόντων στην αναζήτηση νέων τρόπων διαχείρισης τους. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο η επιχείρηση σφαγής και επεξεργασίας κρέατος πουλερικών προέβη

στην εγκατάσταση μονάδας συναποτέφρωσης. Στη μονάδα αυτή το κρεατάλευρο που προέρχεται από τη μεταποίηση των ζωικών υποπροϊόντων αξιοποιείται ως καύσιμο για την παραγωγή ατμού που προορίζεται για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών της επιχείρησης. Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται η χρήση συμβατικών καυσίμων γεγονός που συμβάλλει σε σημαντική μείωση του κόστους λειτουργίας της επιχείρησης. Ταυτόχρονα ικανοποιείται και η ανάγκη για περιορισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub> που εκπέμπονται από την καύση συμβατικών καυσίμων. Εξάλλου μια από τις κατευθυντήριες γραμμές για τον περιορισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub> αποτελεί η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων από εναλλακτικά καύσιμα όπως η βιομάζα. Μεταξύ της διαθέσιμης βιομάζας περιλαμβάνονται τα ζωικά υποπροϊόντα που παράγονται στις εγκαταστάσεις εκτροφής και σφαγής ζώων, σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας και παραγωγής προϊόντων κρέατος και άλλων τροφίμων ζωικής προέλευσης καθώς και τα παράγωγά τους. Όπως προαναφέρθηκε εκτιμάται ότι η απόσβεση της επένδυσης θα ολοκληρωθεί στα επτά (7) έτη λειτουργίας της. Βάσει της εκτίμησης αυτής, μετά την ολοκλήρωση της απόσβεσης προβλέπεται ετησίως οικονομικό όφελος περίπου 300.000 Ευρώ. Αν αναλογιστεί κανείς πως η απόφαση για την εγκατάσταση της μονάδας συναποτέφρωσης ελήφθη κυρίως λόγω της αδυναμίας της επιχείρησης να βρει ένα σταθερό τρόπο διάθεσης του παραγόμενου κρεατάλευρου καθώς και το γεγονός ότι η διάθεση του κρεατάλευρου στο παρελθόν σε μονάδα παραγωγής οργανικών λιπασμάτων γινόταν χωρίς οικονομικό όφελος για την επιχείρηση, γίνεται αντιληπτό ότι η επένδυση αυτή πέτυχε απολύτως το στόχο της. Σημειώνεται δε, ότι με τη λήξη του συμβολαίου της επιχείρησης με τη μονάδα εκτροφής γουνοφόρων ζώων που εκμεταλλεύεται το 70-80% των παραγόμενων ζωικών υποπροϊόντων του πτηνοσφαγείου και του τεμαχιστηρίου, οι ποσότητες των ζωικών υποπροϊόντων και παραγώγων προϊόντων που θα διαχειρίζονται στις μονάδες μεταποίησης και συναποτέφρωσης θα αυξηθούν σημαντικά και αντίστοιχα το οικονομικό όφελος θα ξεπεράσει το ποσό των 300.000 Ευρώ ετησίως. Στην επιχείρηση θα μπορούσε εναλλακτικά να επιλεγεί η εγκατάσταση μονάδας παραγωγής βιοαερίου. Στα ζωικά υποπροϊόντα υπάρχει πλούσιο οργανικό υλικό που τα καθιστά ενδιαφέροντα υποστρώματα για την αναερόβια χώνευση. Στην ενότητα 4.3.5.1.1. έγινε μια εκτίμηση της ποσότητας βιοαερίου που μπορεί να παραχθεί στην εγκατάσταση, η οποία κρίνεται πολύ ικανοποιητική. Ωστόσο, σημαντικός περιοριστικός παράγοντας για την αναερόβια χώνευση των ζωικών υποπροϊόντων των πτηνοσφαγείων αποτελεί η ετερογένεια των χαρακτηριστικών των επιμέρους ζωικών υποπροϊόντων. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3 η χημική σύσταση του αίματος, των εντέρων, των φτερών, των εντοσθίων, των ποδιών και των κεφαλιών των πτηνών είναι εντελώς διαφορετική. Συνεπώς στο μίγμα αυτών που θα αποτελέσει το υπόστρωμα για την αναερόβια χώνευση, τα ζωικά υποπροϊόντα πρέπει να υπάρχουν σε συγκεκριμένη αναλογία ώστε να ικανοποιείται η απαιτούμενη σχέση πρωτεϊνών /λίπους/ υδατανθράκων στο υπόστρωμα που εξασφαλίζει την αποδοτικότητα της αναερόβιας χώνευσης. Λόγω της διαφορετικής χημικής τους σύστασης απαιτείται ο διαχωρισμός των διαφορετικών ζωικών υποπροϊόντων και η ανάμιξή τους στην κατάλληλη αναλογία, ώστε το μίγμα που θα αποτελέσει το υπόστρωμα της αναερόβιας χώνευσης να εξασφαλίζει τη μεγαλύτερη δυνατή απόδοση σε βιοαέριο. Αυτό αποτελεί μία από τα βασικές παραμέτρους που περιορίζουν το ενδιαφέρον για εγκατάσταση μονάδας παραγωγής βιοαερίου στα πτηνοσφαγεία. Είναι πρακτικά δύσκολο να διαχωριστούν τα ζωικά υποπροϊόντα κατά τη

σφαγή, να αποθηκεύονται χωριστά και να αναμιγνύονται σύμφωνα με τη «συνταγή» ώστε να προκύψει το κατάλληλο υπόστρωμα για την αναερόβια χώνευση. Μια άλλη παράμετρος που προβληματίζει σχετικά με την εγκατάσταση μονάδας βιοαερίου είναι η διάθεση του υγρού κλάσματος που παράγεται από το χωνεμένο υπόλειμμα και του οποίου οι ποσότητες είναι ανάλογες αυτών του υποστρώματος. Το υγρό κλάσμα είναι πλούσιο σε άζωτο και χρησιμοποιείται ως υγρό λίπασμα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η επιχείρηση δε διαθέτει ιδιόκτητες γεωργικές εκτάσεις για την αξιοποίηση μέρους του υγρού αυτού λιπάσματος. Επιπλέον, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις της περιοχής κατά ένα μεγάλο ποσοστό περιλαμβάνονται στον κατάλογο των ευπρόσβλητων στη νιτρορύπανση ζωνών γεγονός που καθιστά δύσκολη την διάθεση του υγρού λιπάσματος. Επισημαίνεται ότι σύμφωνα με τον Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής για την προστασία των νερών από τη ρύπανση γεωργικής προέλευσης όπως περιγράφεται στην Υ.Α. 1420/82031/2015 Άρθρο 7, παρ.7, (ΦΕΚ 1709 Β'/17-8-2015), «στις ευπρόσβλητες ζώνες οι παραγωγοί απαγορεύεται να εφοδιάζουν το έδαφος των γεωργικών εκτάσεων (καλλιεργούμενων και μη) με συνολική ετήσια ποσότητα αζώτου επεξεργασμένων κτηνοτροφικών αποβλήτων πάνω από 17kg/στρέμμα» ([www.minagric.gr](http://www.minagric.gr)). Συνεπώς η μεγάλη ποσότητα του υγρού κλάσματος που παράγεται κατά την αναερόβια χώνευση και ο προβληματισμός για τον τρόπο διάθεσης του αποδυναμώνει το εναλλακτικό σενάριο για την εγκατάσταση μονάδας βιοαερίου. Το εναλλακτικό σενάριο 2 αποτελεί μια ενδιαφέρουσα πρόταση μια και συνδέει τη διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων των πτηνοσφαγείων με την αναζήτηση εναλλακτικών πρωτεϊνούχων πηγών για αντικατάσταση του ιχθυάλευρου στα σιτηρέσια των εκτρεφόμενων ιχθύων. Ο διαχωρισμός των ζωικών υποπροϊόντων του πτηνοσφαγείου σε υλικά Κατηγορίας 2 & 3, σύμφωνα με το σενάριο 2, δίνει τη δυνατότητα διαφορετικής διαχείρισής τους. Τα υλικά Κατηγορίας 3 με το σύστημα μεταφορέων θα οδηγούνται στη μονάδα μεταποίησης, η οποία πλέον θα λειτουργεί ως μονάδα μεταποίησης Κατηγορίας 3 που παράγει μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη από μη μηρυκαστικά. Ενώ τα υλικά Κατ.2 θα οδηγούνται με διαφορετικό σύστημα μεταφορέων στη μονάδα συναποτέφρωσης προκειμένου ν' αποτεφρωθούν χωρίς να προηγηθεί μεταποίηση. Η άρση της απαγόρευσης της χρησιμοποίησης μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης μη μηρυκαστικών στη διατροφή ζώων υδατοκαλλιέργειας δίνει πλέον τη δυνατότητα χρήσης του μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης πτηνών- πτηνάλευρου ως πρώτη ύλη για την παρασκευή τεχνητών ιχθυοτροφών. Ο Καν.(ΕΕ) 56/2013 που εφαρμόζεται από τις 1-6-2013 άνοιξε ένα νέο δρόμο για την διάθεση της μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης από μη μηρυκαστικά σε τιμή πολύ μεγαλύτερη αυτής που εξασφαλιζόταν κατά τη διάθεση της σε μονάδες παραγωγής pet food. Επιπρόσθετα η πίεση για περιορισμό της χρήσης ιχθυάλευρου στα σιτηρέσια των ζώων υδατοκαλλιέργειας ενισχύει τη δυνατότητα αυξανόμενης χρήσης του πτηνάλευρου. Η ραγδαία ανάπτυξη του κλάδου των ιχθυοκαλλιεργειών παγκοσμίως αύξησε κατακόρυφα τη ζήτηση σε ιχθυάλευρο. Το ιχθυάλευρο παράγεται από μείγμα διαφόρων ειδών ψαριών, κυρίως μικρά πελαγικά λιπαρά ψάρια (ρέγγα, γάυρος, σαρδέλα, κ.α). Η εξάντληση των ιχθυαποθεμάτων λόγω υπεραλίευσης δεν επιτρέπει την αύξηση της παραγωγής ιχθυάλευρου γεγονός που οδήγησε σε μεγάλη αύξηση της τιμής του. Η παραγωγή ιχθυάλευρου παγκοσμίως παραμένει σταθερή γύρω στους έξι (6) εκατομμύρια τόνους τα τελευταία 15 χρόνια ενώ η τιμή του αυξάνεται σταθερά από το 2000 (Karapanagiotidis, 2014). Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι από το 2002 στο 2009 η μέση τιμή

του ιχθυάλευρου αυξήθηκε από τα 600 USD/tn στα 1200 USD/tn (Olsen et al, 2012). Σήμερα, σύμφωνα με ιδιοκτήτη ιχθυοκαλλιέργειας ένα καλής ποιότητας ιχθυάλευρο διακινείται στα 1500 E /tn. Επιπλέον, υπάρχουν προβληματισμοί αναφορικά με το αν είναι ηθικολογικά σωστό να αλιεύονται ψάρια για ιχθυοτροφές όταν θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν απευθείας ως τρόφιμο για ανθρώπινη κατανάλωση. Όλες αυτές οι παράμετροι οδήγησαν στην αναζήτηση εναλλακτικών του ιχθυάλευρου συστατικών που όμως δε θα μειώσουν τη διατροφική αξία των ψαριών. Το πτηνάλευρο συγκεντρώνει τα χαρακτηριστικά που του επιτρέπουν να αντικαταστήσει μέρος του ιχθυάλευρου στα σιτηρέσια ως πρωτεϊνική πηγή χωρίς επιπτώσεις στο ρυθμό ανάπτυξης και τη θνησιμότητα των ιχθυδίων. Το ποσοστό αντικατάστασης του ιχθυάλευρου από πτηνάλευρο εξαρτάται από το είδος του ψαριού και το στάδιο ανάπτυξής του. Στα σαρκοφάγα είδη και ειδικότερα στην τσιπούρα και το λαβράκι που αποτελούν το μεγαλύτερο πληθυσμό των εκτρεφόμενων ιχθύων στον ελλαδικό χώρο το πτηνάλευρο μπορεί να αντικαταστήσει με ασφάλεια το ιχθυάλευρο σε ποσοστό ως και 50%. Αν ληφθεί υπόψη ο αριθμός των ιχθυοκαλλιεργειών τσιπούρας και λαβρακιού που είναι εγκατεστημένες στην Εύβοια γίνεται αντιληπτό ότι υπάρχει η δυνατότητα διάθεσης του παραγόμενου πτηνάλευρου της επιχείρησης σε τοπικό επίπεδο και σύνδεσης δύο κλάδων της ζωικής παραγωγής με αμφίπλευρα οφέλη. Σημειώνεται ότι στο εγγύς μέλλον αναμένεται η τροποποίηση του Καν.999/2001/EK ως προς το σημείο που απαγορεύει τη χρήση μεταποιημένων ζωικών πρωτεϊνών στη διατροφή των εκτρεφόμενων παραγωγικών ζώων. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει ζητήσει από την EFSA(European Food Safety Authority-Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων) επιστημονική γνώμη, η οποία πρέπει να έχει εκδοθεί ως τον Ιούνιο του 2018, για την επανεκτίμηση του κινδύνου ΣΕΒ (Σπογγώδους Εγκεφαλοπάθειας Βοοειδών) που ενέχει η χρήση μεταποιημένων ζωικών πρωτεϊνών μη μηρυκαστικών στις ζωοτροφές ([www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu)). Η επικύρωση από το εργαστήριο αναφοράς της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ζωικές πρωτεΐνες στις ζωοτροφές νέας διαγνωστικής μεθόδου βάσει του DNA, ικανής να ανιχνεύει πολύ μικρό επίπεδο χοίρων ή πουλερικών στις ζωοτροφές πλέον εξασφαλίζει τη δυνατότητα ελέγχου της ορθής εφαρμογής της απαγόρευσης ανακύκλωσης ζωικής πρωτεΐνης εντός του ίδιου είδους. Η αναμενόμενη επανέγκριση της χρήσης μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης χοιρινών σε πουλερικά και μεταποιημένης ζωικής πρωτεΐνης πουλερικών σε χοιρινά αποτελεί μια ακόμη παράμετρο που θα αυξήσει τη ζήτηση σε πτηνάλευρο στο άμεσο μέλλον. Στην Ελλάδα με την εφαρμογή του Καν.1774/2002,που αποτέλεσε το πρώτο ενιαίο νομοθετικό πλαίσιο για τη διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων, αρχικά δεν υπήρξε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για επενδύσεις από τρίτους σε μονάδες διαχείρισης ζωικών υποπροϊόντων. Οι ιδιοκτήτες των σφαγείων κατά κύριο λόγο προχώρησαν στην εγκατάσταση μονάδων διαχείρισης προκειμένου να λύσουν το πρόβλημα των ποσοτήτων των ζωικών υποπροϊόντων που οι ίδιοι παρήγαγαν. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της Εύβοιας όπου δραστηριοποιούνται τέσσερα (4) βιομηχανικά σφαγεία βοοειδών, αιγοπροβάτων και χοίρων, ένα χοιροσφαγείο και τέσσερα (4) πτηνοσφαγεία για τη διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων των οποίων έχουν εγκατασταθεί πέντε (5) μονάδες αποτέφρωσης χαμηλού δυναμικού, μία μονάδα αποτέφρωσης υψηλού δυναμικού, μία μονάδα συναποτέφρωσης, τρεις(3) μονάδες μεταποίησης Κατ.2 και δύο (2) μονάδες μεταποίησης Κατ.3. Σήμερα, από τις εγκαταστάσεις αυτές λειτουργούν οι τέσσερις (4) μονάδες αποτέφρωσης χαμηλού

δυναμικού, η μονάδα αποτέφρωσης υψηλού δυναμικού, η μονάδα συναποτέφρωσης, μία μονάδα μεταποίησης Κατ.3 και οι δύο (2) μονάδες μεταποίησης Κατ.2. Το αυξημένο κόστος καυσίμου ήταν αποτρεπτικό για τη διατήρηση της λειτουργίας των εγκαταστάσεων που ανέστειλαν τη λειτουργία τους. Ενώ και από τις υπόλοιπες εγκαταστάσεις οι περισσότερες λειτουργούν με ζημία μια και είναι δαπανηρή η διατήρηση της λειτουργίας μικρής δυναμικότητας εγκαταστάσεων διαχείρισης ΖΥΠ. Για να είναι βιώσιμες οι μονάδες διαχείρισης των ζωικών υποπροϊόντων πρέπει να εξετάζονται όλα τα εναλλακτικά σενάρια πριν την εγκατάστασή τους και τα ΖΥΠ να αντιμετωπίζονται σαν δυνητική πηγή εσόδων για τις επιχειρήσεις (σφαγεία, πτηνοσφαγεία, εργαστήρια κρέατος) και όχι σαν απόβλητα από τα οποία οι επιχειρήσεις πρέπει να απαλλάγουν με κάθε κόστος.

## **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Abalde, B. Fernández, G. Silvestre, X Flotats. Effects of thermal pretreatments on solid slaughterhouse waste methane potential. *Waste Management* 31 (2011), pp 1488-1493.

Alvarez J.M., Dosta J., Güiza M. S. R., Fonoll X., Peces M., Astals S. A critical review on anaerobic co-digestion achievements between 2010 and 2013. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 36 (2014), pp 412-427.

Angelidaki I. and Sanders I. Assessment of the anaerobic biodegradability of macro-pollutants. *Reviews in Environmental Science & Bio/Technology* 3(2004) pp117-129

Bernal M. P., Albuquerque J.A., Moral R. Composting of animal manure and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresource technology* 100 (2009) pp 5444-5453.

Bitton G. Anaerobic digestion of wastewater and sludge. *Wastewater microbiology*, John Wiley & Sons, New York, 1994 pp 229-245.

Boyle, W.C. Energy recovery from sanitary landfills- A review. *Microbial Energy Conversion* (1976), pp 119- 138.

Bujak J., Sitarz P. Incineration of animal by- products. The impact of selected parameters on the flux of flue gas enthalpy. *Waste management* 50 (2016), pp 309-323.

Bujak J. New insights into waste management- Meat industry. *Renewable Energy* 83, (2015), pp 1174-1186.

Cascarosa E., Gea G., Arauso J. Thermochemical processing of meat and bone meal: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (2012), pp 942-957.

Cascarosa E., Boldrin A., Astrub T. Pyrolysis and gasification of meat and bone meal. Energy balance and GHG accounting. *Waste Management* 33 (2013), pp 2501-2508.

Cirne D.G., Paloumet X., Björnsson L., Alves M.M., Mattiasson B. Anaerobic digestion of lipid-rich waste—effects of lipid concentration. *Renewable Energy* 32 (2007), pp 965–975.

Cuetos M. J., Gómez X., Otero M., Moràn A. Anaerobic digestion of solid slaughterhouse waste (SHW) at laboratory scale: influence of co-digestion with the organic fraction of municipal solid waste (OFMSW). *Biochemical Engineering Journal* 40 (2008), pp 99-106.

Cuetos M. J., Gómez X., Otero M., Moràn A. Anaerobic digestion and co-digestion of slaughterhouse waste: Influence of heat and pressure pre-treatment in biogas yield. *Waste Management* 20 (2010), pp1780-1789.

Dudyński M., Kwiatkowski K., Bajer K. From feather to syngas. Technologies and devices. *Waste management* 32 (2012), pp 685-691.

Edström M., Norbeg A., Thyselius L. Anaerobic treatment of animal by products from slaughterhouses at laboratory and pilot scale. *Applied Biochemistry .Biotechnology* 109 (2003), pp127-138.

EFPPRA- European Fat Processors and Renderers Association. European Outlook 2015/2016. N.C. Leth Nielsen. President of EFPPRA. October 21, 2016. 83rd NRA Annual Convention. The Ritz Carlton Amelia Island, Florida.

Galanakis Charis. *FOOD WASTE RECOVERY. Processing Technologies and Industrial Techniques* 2015.

Gooding C. H. and Meeker L.D. Review: Comparison of 3 alternatives for large-scale processing of animal carcasses and meat by-products. *The Professional Animal Scientist* 32 (2016), pp 259-270.

Haug T.R. *The practical handbook of compost engineering*, 1993.

Heinfelt A, Andelidaki I. Anaerobic digestion of slaughterhouse by-products. *Biomass Bioenergy* 33 (2009), pp 1046-1054.

Henze M., Harremoës P. Anaerobic treatment of wastewater in fixed-film reactors. A literature review: *Water Science Technology* 15 (1983), pp1-101.

Karapanagiotidis T.I. The Re-Authorization of Non-Ruminant Processed Animal Proteins in European Aqua feeds. *Fisheries and Aquaculture Journal* 2014, 5:4.

Keppens C. I., Viktor Z. Training Session on animal by- products. Training program. Antwerp 28-31 October 2014.

Kim J, Park C, Kim TH, Lee M, Kim S, Kim SW et al. Effects of various pretreatments for enhanced anaerobic digestion with waste activated sludge. *J. Bioscience Bioenergy* 95 (2003), pp 271-275

Kothari R., Pandey K.A., Kumar S, Tyagi V. V , Tyagi S. K. Different aspects of dry digestion for bio-energy: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 39(2014) pp174-195

Lee DH, Behera SK, Kim J, Park HS. Methane production potential of leachate generated from Korean food waste recycling facilities: a lab scale study. *Waste Management* 29 (2009), pp 876-882.

Mao C., Feng Y., Wang X., Ren.G. Review on research achievements of biogas from anaerobic digestion. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 45(2015), pp 540-555.

Marchaim U, Krause C. Propionic to acetic acid ratios in overloaded anaerobic digestion. *Bio resource Technology* 43 (1993), pp195-203.

Meeker L.D., Hamilton C.R. An overview of the rendering industry, 2006.

Metcalf and Eddy, Inc. *Wastewater Engineering: Collection, Treatment, Disposal*, McGraw-Hill, New York Inc. (1979).

Moutinho S., Martínez- Llorens S., Tomás – Vidal A., Jover – Cerdá M.,Oliva –Teles A., Peres H. Meat and bone meal as partial replacement for fish meal in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles: Growth, feed efficiency, amino acid utilization and economic efficiency. *Aquaculture* 468 (2017), pp 271-277.

Nengas I., Alexis N.M., Davies J.S. High inclusion levels of poultry meals and related byproducts in diet for gilthead seabream *Sparus aurata*. *Aquaculture* 179 (1999), pp 13-23.

Okanović D. Ristić M., Kormanjoš Š., Filipović S., Živković B. Chemical Characteristics of Poultry Slaughterhouse by-products. *Biotechnology in Animal Husbandry* 25 (2009), pp 143-152.

Olsen L.R. and Hasan R.M. A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production. *Trends in Food Science & Technology* 27(2012), pp 120-128

Onwosi C.O, Igbokwe V.C, Odimba J.N, Eke E.I, Nwankwoala O.M, Iroh N.I, Ezeogu I.L.. Composting technology in waste stabilization: On the methods, challenges and future prospects. *Journal of Environmental Management* 190 (2017), pp 140-157.

Pereira A., Cavaleiro A.J, Mota M. Alves M.M. Accumulation of long chain fatty acids onto anaerobic sludge under steady state and shock loading conditions: effects on acetogenic and methanogenic activity. *Water science and Technology* 48 (2003), pp 38-40.

Peres H., Oliva-Teles A. The optimum dietary essential amino acid profile for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Aquaculture* 318(2009) pp 384-388.

Salminen E, Rintala J. Anaerobic digestion of organic solid poultry slaughterhouse waste.A review. *Bio resource Technology* 83 (2002), pp 13-26.

Sánchez J. Ó, Ospina A.D., Montoya S. Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process. *Waste Management* 69 (2017), pp 136-153.

Sannik U., Lepasalu L., Soidla R., Põldvere A., Saar R., Tänavots A. and Poikalainen V. Calculation model for the assessment of animal by-product resources in Estonian meat industry. *Agronomy Research* 13(2015), pp 1053-1063.

Schnürer A. and Åsa Jarvis. *Microbiological Handbook for Biogas Plants*. Swedish Waste Management U 2009:03. Swedish Gas Centre Report 207.

Srour T. M., Essa A.A, Abdel-Rahim M. M, Mansour, M.A. Replacement of Fish Meal with Poultry By-product Meal (PIBM) and its effects on the Survival, Growth, Feed Utilization and Microbial Load of European Seabass, *Dicentrarchus Labrax* fry. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science* 5 (2016), pp 293-301.

Tchobanoglous George, Kreith Frank. *Εγχειρίδιο Διαχείρισης στερεών αποβλήτων- Δεύτερη Έκδοση* 2010. Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ

Tchobanoglous G., Hilary Theisen, Samuel. *An Integrated solid waste management – Engineering principles and management issues*, McGraw-Hill, New York et al. 1993

Yang ST, Okos MR. Kinetic study and mathematical modeling of methanogenesis of acetate using pure culture of methanogens. *Biotechnology Bioenergy* 30(1987), pp 661-667.

Yoon Y.M, Oh S.Y, Kim C.H. Potential of anaerobic digestion for material recovery and energy production in waste biomass from a poultry slaughterhouse. *Waste Management*. 34 (2014) pp 204-209.

Zhang C., Su H., Baeyens J., Tan T.. Reviewing the anaerobic digestion of food waste for biogas production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 38(2014), pp 383-392.

## **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Γακίδης Ζώης. *Εκτροφή γουνοφόρων ζώων και παράλληλες δραστηριότητες*. Θεματική ημερίδα του κλάδου της γούνας. Καστοριά 2015.

Θρασύβουλος Μανιός, Μιχάλης Φουντουλάκης. *Αναερόβια Επεξεργασία*. Εργαστήριο Διαχείρισης Στερεών Υπολειμμάτων & Υγρών Αποβλήτων. ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ, 2009.

Καραπαναγιωτίδης Ιωάννης. *Διατροφή υδρόβιων ζωικών οργανισμών*. Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Βόλος, 2017.

Κούκιος Εμμανουήλ. *Τεχνολογίες μετατροπής βιομάζας σε καύσιμα και ενέργεια*. Academic open courses NTU

[www.epper.gr](http://www.epper.gr). Οδηγός λειτουργίας ανοικτών εγκαταστάσεων κομποστοποίησης (αερόβια επεξεργασία) προ διαλεγμένων βιοαποβλήτων

[www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu)

[www.envima.gr/el/biogasplants](http://www.envima.gr/el/biogasplants)

[www.xanthipress.gr/monada-vioaerio-xanthi](http://www.xanthipress.gr/monada-vioaerio-xanthi)

[www.ieua.org/facilities](http://www.ieua.org/facilities)

[www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/zoika\\_ypoproionta/tomeasIV\\_ydat\\_260815.pdf](http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/zoika_ypoproionta/tomeasIV_ydat_260815.pdf)

[www.oie.int/doc/ged/D1110pdf](http://www.oie.int/doc/ged/D1110pdf). OIE Ad hoc Group on Carcass Disposal 6-9 November.  
[www.vioaerio.gr/biogas/production](http://www.vioaerio.gr/biogas/production)  
[utylizacja.drob-bogs.pl](http://utylizacja.drob-bogs.pl)  
[E:\Animal Fats - AOCS Lipid Library.html](http://E:\Animal Fats - AOCS Lipid Library.html)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

**Μέθοδος μεταποίησης 1 (αποστείρωση υπό πίεση).** Αν το μέγεθος των σωματιδίων των ζωικών υποπροϊόντων είναι μεγαλύτερο από 50mm, με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού –σπαστήρα- μειώνεται το μέγεθος των σωματιδίων ώστε να μην ξεπερνά τα 50mm. Τα ΖΥΠ θερμαίνονται σε θερμοκρασία πυρήνα υψηλότερο από 133°C για τουλάχιστον 20 λεπτά χωρίς διακοπή σε (απόλυτη) πίεση 3 bar. Η πίεση πρέπει να παράγεται με την εκκένωση όλου του αέρα στο θάλαμο αποστείρωσης και την αντικατάσταση του αέρα από ατμό (κορεσμένο ατμό). Η θερμική επεξεργασία μπορεί να εφαρμόζεται ως η μοναδική διεργασία ή ως φάση αποστείρωσης πριν ή μετά τη διεργασία. Η μεταποίηση μπορεί να γίνεται κατά παρτίδες ή με συνεχή συστήματα.

**Μέθοδος μεταποίησης 2.** Αν το μέγεθος των σωματιδίων των ζωικών υποπροϊόντων που πρόκειται να μεταποιηθούν είναι μεγαλύτερο από 150mm, πρέπει με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού να περιοριστεί σε μέγεθος μικρότερο των 150mm. Μετά τη μείωση τα ζωικά υποπροϊόντα πρέπει να θερμαίνονται κατά τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται θερμοκρασία πυρήνα υψηλότερη από 100°C για τουλάχιστον 125 λεπτά, θερμοκρασία πυρήνα υψηλότερη από 110°C για τουλάχιστον 120 λεπτά, θερμοκρασία πυρήνα υψηλότερη από 120°C για τουλάχιστον 50 λεπτά. Οι θερμοκρασίες πυρήνα μπορεί να επιτυγχάνονται διαδοχικά ή με συμπτωματικό συνδυασμό των χρονικών περιόδων που περιγράφονται. Η μεταποίηση πρέπει να γίνεται σε παρτίδες.

**Μέθοδος μεταποίησης 3.** Αν το μέγεθος των σωματιδίων των ζωικών υποπροϊόντων που πρόκειται να μεταποιηθούν είναι μεγαλύτερο από 30mm, τότε με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού περιορίζεται σε μέγεθος μικρότερο των 30mm. Μετά τη μείωση τα ζωικά υποπροϊόντα πρέπει να θερμαίνονται κατά τρόπο που να εξασφαλίζει θερμοκρασία πυρήνα υψηλότερη των 100°C για τουλάχιστον 95 λεπτά, θερμοκρασία πυρήνα υψηλότερη από 110°C για τουλάχιστον 55 λεπτά και θερμοκρασία πυρήνα υψηλότερη από 120°C για τουλάχιστον 13 λεπτά. Οι θερμοκρασίες πυρήνα μπορεί να επιτυγχάνονται διαδοχικά ή με συμπτωματικό συνδυασμό των χρονικών περιόδων που αναφέρονται. Η μεταποίηση μπορεί να γίνεται κατά παρτίδες ή με συνεχή συστήματα.

**Μέθοδος μεταποίησης 4.** Αν το μέγεθος των σωματιδίων των ζωικών υποπροϊόντων που πρόκειται να μεταποιηθούν είναι μεγαλύτερο από 30mm, τότε με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού πρέπει να περιορίζεται σε μέγεθος μικρότερο των 30mm. Η αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού πρέπει να ελέγχεται καθημερινά και η κατάστασή του να καταγράφεται. Αν από τους ελέγχους προκύψει ύπαρξη σωματιδίων μεγαλύτερων των 30mm, πρέπει να διακοπεί η διεργασία και να γίνουν επιδιορθώσεις πριν η διεργασία επαναληφθεί. Μετά τη μείωση, τα ζωικά υποπροϊόντα πρέπει να τοποθετούνται σε δοχείο με προστιθέμενο λίπος και να θερμαίνονται κατά τρόπο που να εξασφαλίζει ότι επιτυγχάνεται θερμοκρασία πυρήνα υψηλότερη από 100°C για τουλάχιστον 16 λεπτά, θερμοκρασία πυρήνα υψηλότερη από 110°C για τουλάχιστον 13 λεπτά, θερμοκρασία πυρήνα υψηλότερη από 120 °C για

τουλάχιστον οκτώ λεπτά και θερμοκρασία υψηλότερη από 130°C για τουλάχιστον τρία λεπτά. Οι θερμοκρασίες πυρήνα μπορεί να επιτυγχάνονται διαδοχικά ή με συμπτωματικό συνδυασμό των χρονικών περιόδων που αναφέρονται. μεταποίηση μπορεί να γίνεται κατά παρτίδες ή με συνεχή συστήματα.

**Μέθοδος μεταποίησης 5.** Αν το μέγεθος των σωματιδίων των ζωικών υποπροϊόντων που πρόκειται να μεταποιηθούν είναι μεγαλύτερο από 20mm, το μέγεθος τους πρέπει να μειωθεί με κατάλληλο εξοπλισμό ώστε να μην υπερβαίνει τα 20mm. Η αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού πρέπει να ελέγχεται καθημερινά και η κατάστασή του να καταγράφεται. Αν από τους ελέγχους προκύψει ύπαρξη σωματιδίων μεγαλύτερων των 20mm, πρέπει να διακοπεί η διεργασία και να γίνουν επιδιορθώσεις πριν η διεργασία επαναληφθεί. Μετά τη μείωση τα ζωικά υποπροϊόντα πρέπει να θερμαίνονται έως ότου επιτευχθεί η πήξη τους και στη συνέχεια να πιέζονται έτσι ώστε να απομακρύνονται το λίπος και το νερό από το πρωτεϊνούχο υλικό. Το πρωτεϊνούχο υλικό πρέπει ακολούθως να θερμαίνεται κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζει ότι επιτυγχάνεται θερμοκρασία πυρήνα υψηλότερη από 80°C για τουλάχιστον 120 λεπτά και θερμοκρασία πυρήνα υψηλότερη από 100°C για τουλάχιστον 60 λεπτά. Οι θερμοκρασίες πυρήνα μπορεί να επιτυγχάνονται διαδοχικά ή με συμπτωματικό συνδυασμό των χρονικών περιόδων που αναφέρονται. Η μεταποίηση μπορεί να γίνεται κατά παρτίδες ή με συνεχή συστήματα.

**Μέθοδος μεταποίησης 6.** (για ζωικά υποπροϊόντα της Κατηγορίας 3 που προέρχονται από υδρόβια ζώα ή υδρόβια ασπόνδυλα). Τα ζωικά υποπροϊόντα πρέπει να μειώνονται σε μέγεθος σωματιδίων που δεν υπερβαίνει: α) τα 50mm στην περίπτωση θερμικής επεξεργασίας σε θερμοκρασία πυρήνα τουλάχιστο 90°C για τουλάχιστον 60 λεπτά ή β) τα 30 mm στην περίπτωση θερμικής επεξεργασίας σε θερμοκρασία πυρήνα τουλάχιστο 70°C για τουλάχιστον 60 λεπτά. Στη συνέχεια πρέπει να αναμειγνύονται με φορμικό οξύ για τη μείωση του PH σε επίπεδο ίσο ή κατώτερο του 4,0. Το μείγμα πρέπει να αποθηκεύεται για τουλάχιστον 24 ώρες εν αναμονή περαιτέρω επεξεργασίας. Μετά τη μείωση το μείγμα θερμαίνεται: α) σε θερμοκρασία πυρήνα τουλάχιστο 90°C για τουλάχιστον 60 λεπτά ή β) σε θερμοκρασία πυρήνα τουλάχιστο 70°C για τουλάχιστον 60 λεπτά. Όταν γίνεται χρήση συστήματος συνεχούς ροής η πρόοδος του προϊόντος εντός του μεταλλάκτη θερμότητας πρέπει να ελέγχεται με μηχανικό χειριστήριο που περιορίζει τη μετακίνησή του, ώστε στο τέλος της θερμικής επεξεργασίας το προϊόν να έχει ολοκληρώσει κύκλο επαρκή τόσο σε χρόνο όσο και σε θερμοκρασία. Η μεταποίηση μπορεί να γίνεται κατά παρτίδες ή με συνεχή συστήματα.

**Μέθοδος μεταποίησης 7.** Οποιαδήποτε μέθοδος μεταποίησης έχει εγκριθεί από την αρμόδια αρχή εφόσον ο υπεύθυνος έχει αποδείξει στην αρμόδια αρχή τα παρακάτω:  
α) την ταυτοποίηση των σχετικών κινδύνων στο αρχικό υλικό, όσον αφορά την καταγωγή του υλικού, καθώς και των δυνητικών κινδύνων όσον αφορά την κατάσταση υγείας των ζώων στο κράτος-μέλος ή στην περιοχή ή ζώνη που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος β) την ικανότητα της μεθόδου να μειώνει τους εν λόγω κινδύνους σε επίπεδο που να μη δημιουργεί κανένα σημαντικό κίνδυνο για τη δημόσια υγεία και την υγεία των ζώων γ) τη δειγματοληψία τελικού προϊόντος σε καθημερινή βάση για περίοδο 30 ημερών παραγωγής σύμφωνα με τα παρακάτω μικροβιολογικά πρότυπα: i) Δείγματα υλικού που λαμβάνονται αμέσως μετά την επεξεργασία: *Clostridium refrigens*: απουσία σε 1 gr

ii) δείγματα του υλικού που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια ή μετά το τέλος της αποθήκευσης: Σαλμονέλλα: απουσία σε 25 gr,  $n=5$ ,  $c=0$ ,  $m=0$   $M=0$   
Εντεροβακτηρίδια:  $n=5$ ,  $c=2$ ,  $m=10$ ,  $M=300$  σε 1gr

όπου  $n$ = ο αριθμός των προς εξέταση δειγμάτων

$c$  = ο αριθμός των δειγμάτων στον οποίο ο αριθμός των βακτηρίων μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ  $m$  και  $M$ . Τα δείγματα θεωρούνται αποδεκτά, αν ο αριθμός των βακτηρίων των υπόλοιπων δειγμάτων είναι ίσος ή μικρότερος από  $m$ .

$m$ = η κατώτατη τιμή για τον αριθμό των βακτηρίων, το αποτέλεσμα θεωρείται ικανοποιητικό, αν ο αριθμός των βακτηρίων σε όλα τα δείγματα δεν υπερβαίνει το  $m$

$M$ = η μέγιστη τιμή για τον αριθμό των βακτηρίων, το αποτέλεσμα θεωρείται μη ικανοποιητικό, αν ο αριθμός των βακτηρίων σε ένα ή περισσότερα δείγματα είναι ίσος ή μεγαλύτερος από  $M$ .

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

**Πρότυπο μεταποίησης 1.** Η μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη που προέρχεται από θηλαστικά πρέπει να έχει υποβληθεί στη μέθοδο μεταποίησης 1 (αποστείρωση υπό πίεση) ωστόσο η μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη που προέρχεται από θηλαστικά i) μπορεί να έχει υποβληθεί σε οποιαδήποτε από τις μεθόδους μεταποίησης 1 έως 5 ή τη μέθοδο 7 με τον όρο στη συνέχεια να απορρίπτεται ή να χρησιμοποιείται ως καύσιμο για καύση ii) όταν προορίζεται αποκλειστικά για χρήση σε τροφές για ζώα συντροφιάς μπορεί να έχει υποβληθεί σε οποιαδήποτε από τις μεθόδους 1 έως 5, ή τη μέθοδο μεταποίησης 7 με τους όρους να μεταφέρεται σε ειδικούς περιέκτες που δε χρησιμοποιούνται για μεταφορά ζωικών υποπροϊόντων ή ζωοτροφών για εκτρεφόμενα ζώα και να αποστέλλονται απευθείας από τη μονάδα μεταποίησης Κατηγορίας 3 σε μονάδα παρασκευής ζωοτροφών ή σε εγκεκριμένη μονάδα αποθήκευσης, από την οποία αποστέλλεται απευθείας στη μονάδα παρασκευής ζωοτροφών

**Πρότυπο μεταποίησης 2.** Η μεταποιημένη ζωική πρωτεΐνη που δεν προέρχεται από θηλαστικά, πρέπει να έχει υποβληθεί σε μία από τις μεθόδους μεταποίησης 1 έως 5 ή στη μέθοδο μεταποίησης 7.