



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Τομέας Ι: Χημικών Επιστημών

Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

***“ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ”***

Ειρήνη Μαγνήσαλη

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Μαρία Λοϊζίδου

Αθήνα, Φεβρουάριος 2016



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Τομέας Ι: Χημικών Επιστημών

Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

***“ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ”***

Ειρήνη Μαγνήσαλη

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Μαρία Λοϊζίδου

Αθήνα, Φεβρουάριος 2016

Εξεταστική επιτροπή: Καθ. Μ. Λοϊζίδου

Καθ. Αικ. Χαραλάμπους

Καθ. Α. Δέτση

Στους
Γεώργιο και Μιχαήλ

που μου έμαθαν ότι «Όλη η ανθρώπινη δύναμη αποτελείται από θέληση, υπομονή και πίστη»

&

Στους γονείς μου
που στάθηκαν δίπλα μου σε όλη τη διαδρομή

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2014-2015 στη Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, υπό την επίβλεψη της Καθηγήτριας Λοϊζίδου Μαρίας, επικεφαλής της μονάδας, την οποία ευχαριστώ ιδιαίτερα για την ανάθεση της παρούσας εργασίας. Επίσης, ευχαριστώ την Καθ. Αικ. Χαραλάμπους και την Καθ. Α. Δέτση για τη συνδρομή τους ως μέλη της εξεταστικής επιτροπής στην παρούσα εργασία.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στην Υποψήφια Διδάκτορα Βαλτά Κατερίνα για την καθοδήγηση, τη βοήθεια και τη φιλική διάθεση με την οποία με προσέγγισε. Επιπλέον την ευχαριστώ για τον προσωπικό χρόνο που διέθεσε, καθώς για την ενεργή βοήθειά της, ώστε να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Δρ. Jelica Novakovic για την υποστήριξη που μου παρείχε κατά τη διενέργεια των εργαστηριακών αναλύσεων και την όλη συνεισφορά της, καθώς και όλο το προσωπικό της Μονάδας Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας του Ε.Μ.Π., για το άριστο κλίμα συνεργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου, για την ηθική συμπαράσταση και τη δύναμη που μου δίνει στην εκπλήρωση των στόχων μου.

Περίληψη

Η βιομηχανία τροφίμων και ποτών αποτελεί έναν από τους δυναμικότερους μεταποιητικούς κλάδους τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Η ελληνική βιομηχανία τροφίμων και ποτών αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς τομείς του δευτερογενή τομέα της εγχώριας οικονομίας και μία από τις κινητήριες δυνάμεις της ελληνικής μεταποίησης, με τις εξελίξεις γύρω από αυτή να επηρεάζουν σημαντικά και το σύνολο της ελληνικής παραγωγής.

Κύριος στόχος της παρούσας εργασίας είναι ο χαρακτηρισμός των παραγόμενων υγρών και στερεών αποβλήτων οργανικής φύσης, τα οποία προέρχονται από ελληνικές βιομηχανικές μονάδες τροφίμων και ποτών με βάση τα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά για τη διαμόρφωση προτάσεων αναφορικά με τη βέλτιστη διαχείριση ή/και αξιοποίηση τους.

Οι κλάδοι ενδιαφέροντος είναι:

- ✓ 10.1 «Επεξεργασία, συντήρηση και παραγωγή προϊόντων κρέατος»
- ✓ 10.4 «Παραγωγή φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών»
- ✓ 10.5 «Παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων»

Στο πλαίσιο αυτό, στην παρούσα διπλωματική εργασία υπογραμμίζεται η θέση κάθε κλάδου σε παγκόσμια και εθνική κλίμακα και παρουσιάζονται τα κύρια διαρθρωτικά μεγέθη έκαστου κλάδου. Επιπλέον καταγράφονται πληροφορίες αναφορικά με την παραγωγική διαδικασία που ακολουθείται σε κάθε κλάδο και παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με την υφιστάμενη διαχείριση των παραγομένων υγρών και στερεών αποβλήτων ανά περίπτωση. Εν συνεχεία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των χημικών εργαστηριακών αναλύσεων, σε δείγματα υγρών και στερεών αποβλήτων από βιομηχανίες των εν λόγω κλάδων που παρελήφθησαν έπειτα από επικοινωνία και επίσκεψη στις εγκαταστάσεις από ενδεικτικές βιομηχανίες έκαστου κλάδου και διεξάγονται τα αντίστοιχα συμπεράσματα. Τα αποτελέσματα διεξάχθηκαν στη Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Παράλληλα παρουσιάζονται οι βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές ανά κλάδο. Παρόλο που τα αποτελέσματα που εξάχθηκαν από τις εργαστηριακές αναλύσεις και για τους τρεις κλάδους συμφωνούν με τα βιβλιογραφικά δεδομένα, με βάση την έρευνα που διεξάχθηκε παρουσιάζονται προτάσεις για την καλύτερη διαχείρισή τους.

Αναλυτικότερα, οι μονάδες επεξεργασίας κρέατος και παραγωγής προϊόντων κρέατος και τα σφαγεία οδηγούν στην παραγωγή υγρών και στερεών αποβλήτων με υψηλή οργανική φόρτιση, που χρήζουν διαχείρισης. Ειδικότερα στα σφαγεία τα υγρά απόβλητα παράγονται κατά το πλύσιμο των φορτηγών μεταφοράς των ζώων, το πλύσιμο του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων, το πλύσιμο των δαπέδων του σφαγείου, το πλύσιμο των σφάγιων αλλά κι από απώλειες αίματος κατά τη σφαγή και αποστράγγιση των ζώων. Σε γενικές γραμμές το αίμα συλλέγεται και διαχειρίζεται ξεχωριστά από εξουσιοδοτημένες επιχειρήσεις.

Πιο συγκεκριμένα για τις επιχειρήσεις που μελετήθηκαν οι τιμές οργανικού φορτίου των υγρών αποβλήτων κυμάνθηκαν ως εξής: Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD_5): από 415 ± 179 mg/L έως 2.030 ± 256 mg/L, Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD): από 760 ± 21 mg/L έως 7.620 ± 156 mg/L, και Ολικός Οργανικός Άνθρακας (TOC): από $93 \pm 0,9$ mg/L έως 427 ± 3 mg/L. Αξίζει να σημειωθεί ότι τις υψηλότερες τιμές οργανικής φόρτισης παρουσίασε το δείγμα που λήφθηκε από την παραγωγική διαδικασία της πρώτης βιομηχανίας αλλαντοποίησης. Αναφορικά με τις τιμές του pH των υγρών αποβλήτων των εν λόγω βιομηχανιών, αυτές κυμάνθηκαν από $5 \pm 0,05$ έως $8 \pm 0,15$, και η αγωγιμότητα από $1 \pm 0,005$ έως $3 \pm 0,2$ mS/cm. Οι συγκεντρώσεις ολικών αιωρούμενων στερεών κυμάνθηκαν από $107 \pm 3,5$ έως 8.010 ± 550 mg/L, με μεγαλύτερη την τιμή του δείγματος που λήφθηκε

από τη βιοτεχνία αλλαντοποίησης. Ο ολικός άνθρακας των δειγμάτων κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών $190 \pm 1,2$ και 508 ± 2 mg/L, ενώ η συγκέντρωση ολικού αζώτου των δειγμάτων εμφάνισε ικανοποιητικά όρια τιμών μεταξύ $24 \pm 0,2$ και 150 ± 2 mg/L. Αναφορικά με τις συγκεντρώσεις μετάλλων, τα υγρά δείγματα αποβλήτων εμφάνισαν μόνο ψευδάργυρο (Zn) με τιμές που κυμάνθηκαν μεταξύ $0,15 \pm 0,02$ και $0,22 \pm 0,024$ mg/L, ενώ βρέθηκαν σημαντικές τιμές ιχνοστοιχείων, κυρίως νατρίου (Na) και ασβεστίου (Ca).

Στερεό δείγμα αποβλήτου από τις διεργασίες παραγωγής, ελήφθη από τη βιοτεχνία αλλαντοποίησης. Τα πειραματικά αποτελέσματα για το στερεό απόβλητο είναι τα εξής: pH $5,3 \pm 0,06$, αγωγιμότητα $3,4 \pm 0,03$ mS, υψηλό ποσοστό υγρασίας 76 %, ολικά στερεά TS 24%, πτητικά στερεά VS 94% και υψηλό οργανικό φορτίο TOC: 60%. Αντίστοιχα με τις υψηλές τιμές οργανικού άνθρακα, παρατηρούμε και υψηλές τιμές σε ολικό άζωτο με τιμή 80 ± 9 mg/g, σε φώσφορο 3.010 ± 330 mg/kg, σε μέταλλα και ιδιαίτερα σε σίδηρο (Fe) με τιμή 9.500 ± 850 mg/kg και σε ιχνοστοιχεία κυρίως σε νάτριο (Na) 3.700 ± 405 mg/kg, αλλά και σε ασβέστιο (Ca) όπου η τιμή βρέθηκε να είναι περίπου 4.570 ± 500 mg/kg.

Ορισμένα ζωικά υποπροϊόντα σφαγείων, βάσει συγκεκριμένων προδιαγραφών, οδηγούνται σε μονάδα επεξεργασίας παραπροϊόντων σφαγείου για την παραγωγή ζωοτροφών, τόσο στην Ελλάδα, όσο και στην Ευρώπη. Η λάσπη που παράγεται από τη μονάδα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων συνήθως υφίσταται σταθεροποίηση και χρησιμοποιείται σαν βελτιωτικό εδάφους, ή διατίθεται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Προτεινόμενες μέθοδοι αξιοποίησης, που εφαρμόζονται και στην Ευρώπη, αφορούν την παραγωγή λιπασμάτων και βιοαερίου.

Αναφορικά με την παραγωγική διαδικασία των ελαιουργείων προκύπτουν υγρά και στερεά απόβλητα που χρήζουν διαχείρισης. Ειδικότερα στα ελαιουργεία 3-φάσεων, το πιο δύσκολο διαχειρίσιμο απόβλητο της διαδικασίας είναι ο κατσίγαρος κυρίως εξαιτίας του υψηλού οργανικού φορτίου. Ο κατσίγαρος είναι υπαίτιος για ευτροφικά φαινόμενα όταν καταλήγει σε υδάτινους αποδέκτες με χαμηλή ανακυκλοφορία νερών. Σημαντική περιβαλλοντική επιβάρυνση μπορεί να προκληθεί και από την ανεξέλεγκτη διάθεση του ελαιοπυρήνα, ωστόσο αξιοποιείται συνήθως ως πρώτη ύλη για την παραγωγή πυρηνελαίου και πυρηνόξυλου.

Όπως προέκυψε από τις εργαστηριακές αναλύσεις στα δείγματα υγρών αποβλήτων από ελληνικά ελαιοτριβεία 3-φάσεων, οι τιμές οργανικού φορτίου κυμαίνονται ως εξής: το BOD₅ από 25.500 ± 725 mg/L έως 35.300 ± 2.120 mg/L, το COD από 140.000 ± 1.500 mg/L έως 178.000 ± 7.000 mg/L και το TOC από 185 ± 15 mg/L έως 210 ± 3 mg/L. Αναφορικά με τις τιμές του pH και της αγωγιμότητας των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων, αυτές κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα περίπου για όλα τα δείγματα. Συγκεκριμένα το pH κυμαίνεται μεταξύ 4,95 έως 5,12 και η αγωγιμότητα από $8,35 \pm 0,35$ mS/cm έως $8,60 \pm 0,50$ mS/cm. Οι συγκεντρώσεις ολικών αιωρούμενων στερεών των υγρών αποβλήτων από τα ελαιουργεία κυμαίνονται από 90 ± 7 mg/L έως 130 ± 4 mg/L, ενώ οι τιμές των πτητικών αιωρούμενων στερεών από 140 ± 28 mg/L έως 205 ± 7 mg/L. Τα διαλυτά στερεά των υγρών αποβλήτων από τα ελαιουργεία εμφάνισαν τιμές από 320 ± 175 mg/L έως 818 ± 273 mg/L. Ο ολικός άνθρακας των δειγμάτων των υγρών αποβλήτων από τα ελαιουργεία κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 185 ± 3 και 210 ± 15 mg/L. Η συγκέντρωση ολικού αζώτου των υγρών αποβλήτων από τα ελαιουργεία κυμαίνεται από $4,5 \pm 0,1$ mg/L έως $9 \pm 0,1$ mg/L. Χαρακτηριστικές είναι οι τιμές των χλωριόντων (Cl⁻), οι οποίες κυμαίνονται σε αρκετά υψηλές τιμές μεταξύ 1.100 ± 140 mg/L και 1.700 ± 115 mg/L, καθώς και η συγκέντρωση ολικού φωσφόρου των δειγμάτων με τιμές που κυμαίνονται μεταξύ 207 ± 11 mg/L και 330 ± 17 mg/L. Τέλος, σε υψηλές τιμές κυμαίνονται οι φαινόλες και συγκεκριμένα από 255 ± 27 mg/L έως 675 ± 23 mg/L και οι οποίες αποτελούν χαρακτηριστική ουσία του κατσίγαρου. Αναφορικά με τις συγκεντρώσεις μετάλλων, τα υγρά δείγματα αποβλήτων εμφάνισαν μόνο ψευδάργυρο (Zn) με τιμές που κυμαίνονται μεταξύ $2 \pm 0,2$ και $2,5 \pm 0,3$ mg/L.

Αναφορικά με τα αποτελέσματα των στερεών αποβλήτων των ελαιουργείων (ελαιοπυρήνα), μετρήθηκαν υψηλές τιμές σε ολικά στερεά και σε ολικό οργανικό άνθρακα. Τα εργαστηριακά αποτελέσματα για τα στερεά απόβλητα είναι τα εξής: pH: $5,3 \pm 0,3$ - $5,4 \pm 0,04$, αγωγιμότητα: $2,3 \pm 0,20$ - $2,8 \pm 0,2$ mS, υγρασία: 48% - 54%, ολικά στερεά: 46 % - 53%, πτητικά στερεά: 97% - 98,5% και οργανικός άνθρακας: 55 % - 63%. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα δείγματα ελαιοπυρήνα παρουσίασαν σημαντικά υψηλές τιμές σε φώσφορο 990-1.430 mg/kg, σε μέταλλα και ιδιαίτερα σε σίδηρο (Fe) με τιμή 8.045 ± 885 mg/ kg και σε ιχνοστοιχεία κυρίως σε κάλιο (K) 7.170 ± 790 - 9.520 ± 1.050 mg/ kg και σε ασβέστιο (Ca) 4.130 ± 450 - 4.280 ± 470 mg/ kg.

Σχετικά με τα απόβλητα ελαιοτριβείων, συνήθως πρακτική είναι η προώθηση του ελαιοπυρήνα από τα απόβλητα ελαιοτριβείων, σε πυρηνελαιουργεία για παραγωγή πυρηνελαίου, και μετέπειτα επεξεργασία του εναπομείναντος στερεού σε ζωοτροφή. Άλλες δυνατότητες αξιοποίησης αφορούν την απομόνωση ουσιών όπως φλαβονοειδών και αντιοξειδωτικών με εφαρμογές στην φαρμακοβιομηχανία και τη βιομηχανία τροφίμων. Από τα απόβλητα ελαιοτριβείου μπορούν επίσης να εξαχθούν φυσικές χρωστικές, βιταμίνες, πρωτεΐνες, ενώ κύριο βάρος έχει δοθεί σε διάφορες μελέτες για την ενεργειακή αξιοποίησή τους κυρίως μέσω της αναερόβιας χώνευσης.

Τέλος, η βιομηχανία των γαλακτοκομικών προϊόντων οδηγεί στην παραγωγή υγρών αποβλήτων που χρήζουν διαχείρισης. Η ποιότητα των αποβλήτων παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις ρυπαντικού φορτίου με πολύ υψηλές τιμές για τις μονάδες παραγωγής τυριού, ιδιαίτερα όταν απορρίπτεται το τυρόγαλο ή ο ορός λακτόζης.

Όπως προέκυψε από τις εργαστηριακές αναλύσεις στα δείγματα υγρών αποβλήτων από ελληνικές βιομηχανίες γαλακτοκομικών προϊόντων, αυτά περιέχουν αραιώσεις γάλακτος και προϊόντα γάλακτος, απορρυπαντικά και χημικά καθαρισμού υπολειμμάτων γάλακτος. Χαρακτηρίζονται κυρίως από υψηλό οργανικό φορτίο (διακύμανση τιμών COD: 3.240 ± 78 - 3.800 ± 72 mg/L, διακύμανση τιμών TOC: $165 \pm 1,0$ - 1.025 ± 5 mg/L), υψηλές συγκεντρώσεις στερεών και διακυμάνσεις των τιμών pH. Γενικά το pH των δειγμάτων κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών 4,2-8 και η αγωγιμότητα μεταξύ 1,2 - 8,4 mS/cm. Οι τιμές του BOD₅ κυμαίνονται από 1.170 ± 260 έως 1.480 ± 280 mg/L, με τη μέση τιμή να είναι 1.330 mg/L, η οποία και αποτελεί μέση τιμή των ρυπαντικών παραμέτρων των ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων τυπικής γαλακτοβιομηχανίας μεσαίου μεγέθους, σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα. Αντίστοιχα με τις τιμές του υψηλού οργανικού φορτίου, μετρήθηκαν και υψηλές συγκεντρώσεις ολικών αιωρούμενων στερεών στα δείγματα από βιομηχανίες γάλακτος. Οι τιμές των TSS κυμάνθηκαν μεταξύ 510 ± 110 - 1.810 ± 68 mg/L, ενώ οι τιμές των TDS κυμαίνονται μεταξύ 1.340 ± 53 - 2.080 ± 46 mg/L. Τα ολικά στερεά (TS των υγρών αποβλήτων εμφάνισαν μέση τιμή ίση με 4.320 ± 620 mg/L, εκ των οποίων το μεγαλύτερο μέρος είναι διαλυτά στερεά (TDS). Ο ολικός άνθρακας (TC) των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών $430 \pm 2,5$ και 1.025 ± 5 mg/L. Η συγκέντρωση ολικού αζώτου των δειγμάτων εμφάνισε τιμές που κυμάνθηκαν από $5,5 \pm 0,1$ έως 100 ± 1 mg/L, ενώ τα χλωριόντα (Cl⁻) κυμαίνονται σε τιμές μεταξύ 150 ± 2 έως 700 ± 18 mg/L, γεγονός που αποκαλύπτει χρήση χημικών καθαρισμού για απολύμανση. Αναφορικά με τις συγκεντρώσεις μετάλλων, στα δείγματα ανιχνεύτηκε μόνο ψευδάργυρος (Zn) με τιμές που κυμαίνονται από $0,09 \pm 0,01$ έως $0,6 \pm 0,07$ mg/L, κάτι το οποίο είναι αναμενόμενο. Σχετικά με τις τιμές των ιχνοστοιχείων τα δείγματα εμφάνισαν σημαντικές τιμές σε K, Na, Ca και Mg, με υψηλότερες τις τιμές του νατρίου και στα τρία δείγματα.

Από μία βιομηχανία εκτός από το απόβλητο του ρεύματος των υγρών αποβλήτων της παραγωγικής διαδικασίας, ελήφθη και δείγμα από τις δεξαμενές συλλογής του τυρογάλακτος. Το κυριότερο χαρακτηριστικό του ορού γάλακτος είναι το πολύ υψηλό ρυπαντικό φορτίο. Το τυρόγαλο είναι το υγρό υπόλοιπο που ακολουθεί την καθίζηση και την απομάκρυνση της καζεΐνης του γάλακτος κατά τη διαδικασία παραγωγής τυριού. Το παραπροϊόν αυτό αντιπροσωπεύει περίπου το 85-95 % του όγκου του γάλακτος και συγκρατεί περίπου το 55% από τα θρεπτικά συστατικά του. Το τυρόγαλο έχει υψηλή

περιεκτικότητα σε οργανική ύλη, κυρίως λόγω του γαλακτικού οξέος και των οργανικών συστατικών του. Η συγκεκριμένη βιομηχανία παράγει εκτός από τυποποιημένο γάλα και προϊόντα ζύμωσης (γιαούρτι, λευκό τυρί). Εξαιτίας του πολύ υψηλού ρυπαντικού φορτίου, ο ορρός τυρογάλακτος διατίθεται σε ξεχωριστή γραμμή. Τα πειραματικά αποτελέσματα για τον ορρό τυρογάλακτος είναι τα εξής: COD: 386.000 ± 17.680 mg/L, TOC: 109.760 ± 660 mg/L, BOD₅: 160.750 ± 40.660 mg/L και pH: $4,25 \pm 0,3$. Επιπλέον η αγωγιμότητα που παρουσίασε το δείγμα είναι $8,4 \pm 0,04$ mS. Λόγω του πολύ υψηλού ρυπαντικού φορτίου η απόρριψη αυτού του ρεύματος είναι απαγορευτική και κρίνεται απαραίτητη η επεξεργασία του, πριν την τελική διάθεση. Αντίστοιχα με τις τιμές του υψηλού οργανικού φορτίου, μετρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις ολικών αιωρούμενων στερεών TSS: 11.850 ± 3.160 mg/L και συγκεντρώσεις πτητικών αιωρούμενων στερεών VSS: 10.50 ± 2.775 mg/L, το οποίο είναι αναμενόμενο εξαιτίας της σύστασής του. Αξίζει να αναφερθεί ότι ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης ολικών στερεών TS και ολικών διαλυτών στερεών TDS κατέστη ανέφικτος, διότι το δείγμα κάηκε κατά την πειραματική διαδικασία. Ο ολικός άνθρακας (TC) του δείγματος ορρού είναι 110.670 ± 680 mg/L, ενώ η συγκέντρωση ολικού αζώτου TN: 160 ± 2 mg/L. Οι τιμές του δείγματος σε ορθο-φωσφορικά είναι PO₄-P: 17.800 ± 260 mg/L, γεγονός απόλυτα σύμφωνο με βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με την πλούσια σύσταση του τυρόγαλου σε φώσφορο, ασβέστιο και νάτριο, αλλά φτωχό σε ψευδάργυρο (Zn) όπως διαπιστώθηκε και πειραματικά. Αναφορικά με τα χλωριόντα (Cl⁻), η μέση τιμή μετρήθηκε ίση με 4.200 ± 170 mg/L, γεγονός που αποκαλύπτει εκτεταμένη χρήση απορρυπαντικών στη συγκεκριμένη γραμμή αποβλήτων.

Η επεξεργασία των αποβλήτων από γαλακτοβιομηχανίες εστιάζει στην εφαρμογή αερόβιων και αναερόβιων μεθόδων και ειδικά για τα απόβλητα από τυροκομεία εφαρμόζονται μέθοδοι φιλτραρίσματος και υπερδιήθησης για την απομόνωση και αξιοποίηση των πρωτεϊνών του τυρογάλακτος. Ειδικότερα ο ορρός τυρογάλακτος, αν και δύσκολα διαχειρίσιμος λόγω του πολύ μεγάλου οργανικού δυναμικού του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ποικίλων προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, επιτρέποντας έτσι στην βιομηχανία να το αντιμετωπίσει σαν πόρο και όχι σαν απόβλητο.

Συνοψίζοντας, στην παρούσα διπλωματική εργασία εξάχθησαν πειραματικά αποτελέσματα υγρών και στερεών αποβλήτων, από ελληνικές επιχειρήσεις των κλάδων 10.1, 10.4 και 10.5, βάσει των οποίων οι εν λόγω βιομηχανίες τροφίμων βρέθηκαν να πληρούν τα κριτήρια διαχείρισης βάσει του ισχύοντος νομικού θεσμικού πλαισίου. Ωστόσο, με συνεχή έρευνα για εναλλακτική διαχείριση και αξιοποίηση των προκύπτων αποβλήτων υπάρχει η δυνατότητα, να αντιμετωπιστούν από τη βιομηχανία ως ευκαιρία για περαιτέρω ανάπτυξη.

Abstract

Food and drink industry constitutes one of the most dynamic manufacturing sectors in both national and European level. The Greek food and beverage industry consists one of the most important players of the domestic economy that acts as a leader in the processing market and affects significantly the total Greek production.

The main objective of this study is to formulate proposals for the optimal management and / or exploitation of the produced liquid and solid organic wastes derived from Greek industrial food and beverage units based on the physico-chemical characteristics of the waste. In more detail, the sectors studied are:

10.1 "slaughterhouses and the meat processing sector"

10.4 "the olive oil production"

10.5 "the dairy production"

This thesis emphasizes the position of each industry on a global and national scale while main structural sizes of each sector are presented. Moreover production process information is presented, as well as water and energy consumption for each sector, based on bibliographic data. Further data are available on the existing liquid and solid waste management per case. Results of standard laboratory chemical analyzes on samples received after contact and visit indicative industries of each sector, are presented and final conclusions are carried out. In general, the results obtained by laboratory analyzes for all three sectors under study agree with the literature data, while proposals for the optimal management are presented. In parallel, literature review and registration of international practices in the management of these sectors, is carried out along with best available techniques on each industry, as well as recommendations for use of the produced liquid and solid waste by industrial category are presented.

In slaughterhouses particularly, waste water is produced during washing of animal transport trucks, washing equipment and facilities, floors, washing carcasses but also from blood loss at slaughter and animal drainage. Generally the blood is collected and managed separately by authorized companies.

More specifically for the units under study, the organic load of wastewater prices ranges as follows: BOD₅: from 415 ± 179 mg/L to 2.030 ± 256 mg/L, COD: from 760 ± 21 mg/L to 7.620 ± 156 mg/L, and TOC: from 93 ± 0,9 mg/L to 427 ± 3 mg/L. Higher organic load rates are obtained from the sample taken from the production process of a sausage making industry. Regarding the pH values of the liquid waste of the industries, they range from about 5 ± 0,05 to 8 ± 0,2, while conductivity ranges from 1 ± 0,005 to 3 ± 0,2 mS/cm. The concentration of total suspended solids range from 108 ± 3,5 to 8.010 ± 550 mg / L, with the highest value to be the one of the sample taken from the sausage crafts. The total carbon of the samples ranges between 190 ± 1,2 and 508 ± 2 mg / L, while concentration of total nitrogen samples exhibit satisfactory values between 24 ± 0,2 and 150 ± 2 mg / L. Regarding the concentrations of metals, liquid waste samples show only zinc (Zn) with values ranging between 0,15 ± 0,02 and 0,22 ± 0,02 mg / L, and significant values for Na and Ca are traced.

Solid waste sample from the production processes, were obtained from the sausage unit. The experimental results for the solid waste are as follows: pH 5,3 ± 0,06, conductivity 3,4 ± 0,028 mS, a high moisture content of 76 %, total solids TS 24%, volatile solids VS 94% high organic load TOC: 60%. Corresponding to the high organic carbon values, high values of total nitrogen are observed with values around 80 ± 9 mg / g, phosphorus 3.010 ± 330 mg / kg, iron (Fe) 9.500 ± 850mg / kg and minerals especially sodium (Na) 3.700 ± 405 mg / kg, and calcium (Ca) 4.570 ± 500mg / kg.

Optimal utilization method for animal slaughter by-products are to be driven to the slaughterhouse by-products processing plant for the production of animal feed. The sludge generated from the wastewater treatment plant can either be fixed and then used as a soil conditioner, or disposed of in landfills. Other recovery methods applicable in Europe relate to the production of fertilizers and various industrial applications such as: furniture, leather processing, etc.

The operation of three phases mills results in wastewater that needs treatment. The most difficult manageable waste process is the liquid waste mainly due to its high organic load. The liquid waste may cause of eutrophication when results in water bodies with low water recirculation. Significant environmental damage can be caused by uncontrolled disposal of pomace but usually it is utilized as raw material to produce pomace oil and pomace.

As resulted by laboratory tests on wastewater samples from Greek mills, the organic load values vary as follows: the BOD₅ from 25.500 ± 730 mg / L to 35.300 ± 2.120 mg / L, the COD from 140.000 ± 1.485 mg / L to 178.000 ± 7.000 mg / L, and the TOC of 185 ± 15 mg / L to 210 ± 3 mg / L. Regarding the pH value and the conductivity of the wastewater of olive oil mills, they stand at the same level for all samples. pH range from 4,95 to 5,12 and conductivity from 8,35 ± 0,35 mS / cm to 8,6 ± 0,5 mS / cm. The concentrations of total suspended solids in wastewater from mills range from 90 ± 7 mg / L to 130 ± 4 mg / L, while the prices of volatile suspended solids from 140 ± 30 mg / L to 205 ± 7 mg / L. Soluble solids show values of 320 ± 173 mg / L to 818 ± 272 mg / L. The total carbon of olive oil mill wastewater samples ranges from 185 ± 3 to 210 ± 15 mg / L. The total nitrogen concentration of the effluent from the mills ranges from 4,5 ± 0,1 mg / L to 9 ± 0,1 mg / L. Typical are the values of chloride (Cl⁻), which vary at very high values between 1.100 ± 140 mg / L and 1.700 ± 115 mg / L, and the concentration of total phosphorus samples with values range from 207 ± 11 mg / L to 330 ± 17 mg / L. Finally, high values are obtained for phenols from 255 ± 25 mg / L to 675 ± 22 mg / L, which are characteristic of the substance OMW. Regarding the concentrations of metals, liquid waste samples showed only zinc (Zn) with values range between 2 ± 0,2 and 2,5 ± 0,3 mg / L.

Regarding the results of the waste of mills (pomace), high values are obtained in total solids and total organic carbon. Laboratory results on waste are as follows: pH: 5,26 ± 0,32 - 5,35 ± 0,04, conductivity: 2,3 ± 0,2 - 2,8 ± 0,2 mS, humidity: 48% - 54% total solids: 47% - 53%, volatile solids: 97% - 98.5% and organic carbon: 55% - 63%. Notably the pomace samples showed significantly high values of phosphorus 990-1430 mg / kg, iron (Fe) 8.050 ± 885 mg / kg and in minerals mostly potassium (K) 7.170 ± 790-9.520 ± 1.050 mg / kg, and calcium (Ca) 4.130 ± 455-4.280 ± 470 mg / kg.

On mill waste, usual practice is to promote the pomace from mills wastes in Seed-Oil to produce pomace oil, and subsequent treatment of the remaining solid in feed. Other recovery capabilities focus on isolating substances such as antioxidants with applications in the pharmaceutical and food industry. From the mill waste natural pigments, vitamins and proteins can also be exported, while main emphasis has been given in several studies on energy utilization mainly through anaerobic digestion.

The dairy industry results to wastewater that needs treatment. The quality of the waste shows highly pollutant load especially in cheese production units, particularly when whey or whey lactose is discarded.

Laboratory tests carried on wastewater samples from Greek dairy industries. The samples contain dilutions of milk and milk products, detergents and chemical cleaning milk residues. They are mainly characterized by a high organic load (price fluctuation COD: 3.240 ± 78 - 3.800 ± 72 mg / L, range TOC price: 165 ± 1,0 - 1.025 ± 5 mg / L), high concentrations solid and variations in pH values. Generally the pH of the samples range from 4 to 8 and the conductivity from 1,2 -to 8,4 mS / cm. The values of BOD₅, range from 1.170 ± 260 to 1.480 ± 280 mg / L, with an average price of 1.335 mg / L, which constitutes

an average price of wastewater pollutants. Corresponding to the values of high organic load, are the values of total suspended solids in the dairy. The TSS values range between $508 \pm 110 - 1.813 \pm 68$ mg / L, while the prices of TDS range between $1.340 \pm 53 - 2.080 \pm 45$ mg / L . The total solids (TS) of the waste water showed an average value of 4320 ± 620 mg / L, of which the majority are dissolved solids (TDS). The total carbon (TC) of the samples ranges from $430 \pm 2,5$ to 1.025 ± 5 mg / L. The concentration of total nitrogen samples exhibited values which ranges from $5,5 \pm 0,1$ up to 100 ± 1 mg / L, while the chloride ions (Cl-) vary between $147 \pm 1,7$ and 700 ± 18 mg / L, which indicate an extended use of cleaning chemicals. Regarding metal concentrations in the samples only zinc (Zn) was detected with values range from $0,09 \pm 0,01$ to $0,61 \pm 0,07$ mg / L. On mineral prices samples showed significant values for K, Na, Ca and Mg, with the sodium values to be high in all three samples.

A whey sample was taken from one industry apart from the main waste stream of the wastewater. This industry produces fermented products (yogurt, white cheese) apart from standardized milk. Because of the very high polluting load, the whey is available in a separate waste line industry. The main features of whey are very high pollution load, the frequency at the output and the unduly large volume. Whey is the liquid remaining following the precipitation and removal of the milk casein during cheese production. The product represents approximately 85-95% of the milk volume and holds approximately 55% of the nutrients. The main components of whey, except for the water which is 93% of its composition include, lactose (70-72% of total solids), whey protein (8-10% of total solids), and minerals (12 -15% of the total solids). Whey has a high organic content, mainly because of the lactic acid and organic components.

The experimental results for the whey are as follows: COD: 386.000 ± 17.678 mg / L, TOC: 109.760 ± 660 mg / L, BOD₅: 160.750 ± 40.660 mg / L and pH: $4,25 \pm 0, 3$. Moreover, the conductivity of the sample is $8,4 \pm 0,04$ mS. Due to the very high pollution load rejection of this power is prohibitive. It is therefore a major environmental problem and it is necessary to process before final disposal. Corresponding to the values of the high organic load, high concentrations level of total suspended solids was measured TSS: 11.850 ± 3.165 mg / L and volatile suspended solids VSS: 10.560 ± 2.780 mg / L, which is expected due its composition as mentioned above. It should be noted that the determination of the concentration of total solids TS and total soluble solids TDS was impossible, because the sample was combusted during the experimental procedure. The total carbon (TC) of the sample is 110.670 ± 680 mg / L, while the total nitrogen concentration TN: 158 ± 2 mg / L. The sampled values for phosphates PO₄-P: 17.800 ± 260 mg / L, which is fully consistent with literature data on the rich composition of whey phosphorus, calcium and sodium, but low in zinc (Zn) as found experimentally. Referring to chloride ions (Cl-), the mean value measured equal to 4.200 ± 170 mg / L, which reveals extensive use of detergents in the waste line.

Treatment of waste from dairies focuses on aerobic and anaerobic processes, especially on waste from cheese processes, filtering and ultrafiltration methods are applied, in order to isolate and recover whey proteins. Especially the whey, although it is a difficult byproduct to manage due to its very high organic potential, many high-value-added products maybe promoted so as to be treated as a resource rather than a waste.

In conclusion, in this thesis experimental results of liquid and solid waste from Greek unis for sectors 10.1, 10.4 and 10.5 were exported, whereby these food industries were found to meet the management criteria of the existing legal institutional framework. However. continuous research for alternative management and exploitation of the resulting waste is possible, so that to be considered by the food industry sector as an opportunity for further development.

Πίνακας Περιεχομένων

Πρόλογος	i
Περίληψη.....	ii
Abstract.....	vi
Πίνακας Περιεχομένων.....	ix
Ευρετήριο Πινάκων.....	xiii
Ευρετήριο Εικόνων	xvi
Ευρετήριο Διαγραμμάτων	xviii
Αρκτικόλεξο	xxii
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 2: Επισκόπηση βιομηχανίας τροφίμων και ποτών σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο- παραγωγική διαδικασία ανά υπό μελέτη κλάδο	3
2.1 Βασικά διαρθρωτικά μεγέθη βιομηχανίας τροφίμων & ποτών.....	3
2.2 Γενική ταξινόμηση της βιομηχανίας τροφίμων και ποτών και αναλυτική ταξινόμηση των υπό μελέτη κλάδων	11
2.2.1 Κλάδος 10.1: Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος και παραγωγή προϊόντων κρέατος- αναλυτική ταξινόμηση υποκλάδου - Γενικά διαρθρωτικά και οικονομικά στοιχεία.....	12
2.2.2 Κλάδος 10.4: Παραγωγή φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών- Αναλυτική ταξινόμηση υποκλάδου - Γενικά διαρθρωτικά και οικονομικά στοιχεία.....	17
2.2.3 Κλάδος 10.5: Παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων- αναλυτική ταξινόμηση υποκλάδου - γενικά διαρθρωτικά και οικονομικά στοιχεία.....	21
2.3 Περιγραφή παραγωγικής διαδικασίας ανά υπό μελέτη κλάδο – Καταναλώσεις νερού και ενέργειας.....	27
2.3.1 Κλάδος 10.1: Σφαγεία & μονάδες επεξεργασίας και τυποποίησης προϊόντων κρέατος	27
2.3.2 Κλάδος 10.4: Παραγωγή φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών.....	37
2.3.3 Κλάδος 10.5: Παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων.....	46
Κεφάλαιο 3: Νομοθετικό πλαίσιο	55
3.1 Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο στερεών & υγρών αποβλήτων.....	56
3.1.1 Στερεά απόβλητα	56
3.1.2 Υγρά απόβλητα.....	60
3.1.3 Οδηγία 2010/75/ΕΕ περί βιομηχανικών εκπομπών.....	65
3.2. Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο στερεών & υγρών αποβλήτων	67
3.2.1 Στερεά απόβλητα	68
3.2.2 Υγρά απόβλητα.....	70

3.2.3 Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο περί περιβαλλοντικής αδειοδότησης βιομηχανιών.....	73
Κεφάλαιο 4: Βιβλιογραφική ανασκόπηση τεχνολογιών που εφαρμόζονται για τη διαχείριση των στερεών και υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5	75
4.1 Κλάδος 10.1: Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος και παραγωγή προϊόντων κρέατος.....	75
4.1.1 Χαρακτηριστικά στερεών αποβλήτων του κλάδου 10.1.....	75
4.1.2 Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων του κλάδου 10.1.....	78
4.1.3 Διαχείριση στερεών αποβλήτων του κλάδου 10.1	79
4.1.4 Διαχείριση υγρών αποβλήτων του κλάδου 10.1.....	81
4.1.5 ΒΔΤ για κλάδο 10.1.....	83
4.1.6 Δυνατότητες αξιοποίησης αποβλήτων του κλάδου 10.1.....	99
4.2 Κλάδος 10.4: Παραγωγή φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών.....	100
4.2.1 Χαρακτηριστικά στερεών αποβλήτων του κλάδου 10.4.....	100
4.2.2 Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων του κλάδου 10.4.....	100
4.2.3 Διαχείριση στερεών αποβλήτων του κλάδου 10.4	105
4.2.4 Διαχείριση υγρών αποβλήτων του κλάδου 10.4.....	107
4.2.5 ΒΔΤ για κλάδο 10.4.....	121
4.2.6 Δυνατότητες αξιοποίησης αποβλήτων του κλάδου 10.4.....	122
4.3. Κλάδος 10.5: Παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων.....	124
4.3.1 Χαρακτηριστικά στερεών αποβλήτων του κλάδου 10.5.....	124
4.3.2 Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων του κλάδου 10.5.....	125
4.3.3 Διαχείριση στερεών αποβλήτων του κλάδου 10.5	129
4.3.4 Διαχείριση υγρών αποβλήτων του κλάδου 10.5.....	130
4.3.5 ΒΔΤ για κλάδο 10.5.....	132
4.3.6 Δυνατότητες αξιοποίησης αποβλήτων του κλάδου 10.5.....	134
Κεφάλαιο 5: Μεθοδολογία και εξοπλισμός διεξαγωγής της έρευνας	135
5.1 Διεξαγωγή δειγματοληψίας.....	135
5.2 Εργαστηριακός εξοπλισμός.....	137
5.3 Εργαστηριακές μέθοδοι ανάλυσης υγρών δειγμάτων.....	138
5.3.1 pH σε υγρό δείγμα.....	139
5.3.2 Αγωγιμότητα σε υγρό δείγμα.....	140
5.3.3 Ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS), πτητικά αιωρούμενα στερεά (VSS), ολικά διαλυτά στερεά (TDS) σε υγρό δείγμα.....	140

5.3.4 Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD) σε υγρό δείγμα	141
5.3.5 Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD) σε υγρό δείγμα	142
5.3.6 Ολικός άνθρακας (TC), ολικός οργανικός άνθρακας (TOC), ανόργανος άνθρακας (IC) σε υγρό δείγμα.....	143
5.3.7 Ολικό άζωτο (TN) σε υγρό δείγμα	144
5.3.8 Αμμωνιακό άζωτο (NH ₄ -N) σε υγρό δείγμα.....	145
5.3.9 Νιτρικό άζωτο (NO ₃ -N) σε υγρό δείγμα.....	145
5.3.10 Νιτρώδες άζωτο (NO ₂ -N) σε υγρό δείγμα.....	145
5.3.11 Ολικός φώσφορος (TP) σε υγρό δείγμα	146
5.3.12 Ορθοφωσφορικά (PO ₄ -P) σε υγρό δείγμα	146
5.3.13 Θειικά (SO ₄ ²⁻) σε υγρό δείγμα.....	146
5.3.14 Χλωριόντα (Cl ⁻) σε υγρό δείγμα.....	146
5.3.15 Τεστ φαινόλης σε υγρό δείγμα	147
5.3.16 Προσδιορισμός μετάλλων και ιχνοστοιχείων σε υγρό δείγμα.....	147
5.3.17 Προσδιορισμός λιπών και ελαίων σε υγρό δείγμα	149
5.4 Εργαστηριακές μέθοδοι ανάλυσης στερεών δειγμάτων.....	151
5.4.1 pH και αγωγιμότητα σε στερεό δείγμα.....	152
5.4.2 Υγρασία σε στερεό δείγμα.....	152
5.4.3 Πτητικά στερεά (VS) σε στερεό δείγμα	153
5.4.4 Ολικός άνθρακας (TC), ολικός οργανικός άνθρακας (TOC), ανόργανος άνθρακας (IC) σε στερεό δείγμα.....	153
5.4.5 Ολικό άζωτο (TN) σε στερεό δείγμα	155
5.4.6 Ολικό Kjeldahl άζωτο (TKN) σε στερεό δείγμα	158
5.4.7 Νιτρικό άζωτο (NO ₃ -N) σε στερεό δείγμα	158
5.4.8 Αμμωνιακό άζωτο (NH ₄ -N) σε στερεό δείγμα.....	159
5.4.9 Προσδιορισμός μετάλλων και ιχνοστοιχείων σε στερεό δείγμα.....	159
5.4.10 Ολικός φώσφορος (TP) σε στερεό δείγμα.....	160
Κεφάλαιο 6: Αποτελέσματα εργαστηριακών αναλύσεων υγρών και στερεών αποβλήτων από βιομηχανίες τροφίμων στην Ελλάδα	161
6.1 Αποτελέσματα αναλύσεων οργανικών αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας και συντήρησης κρέατος και παραγωγής προϊόντων κρέατος & σφαγείων	161
6.1.1 Λήψη δειγμάτων.....	161
6.1.2 Αποτελέσματα αναλύσεων υγρών δειγμάτων κλάδου 10.1	163

6.1.3 Αποτελέσματα αναλύσεων στερεών δειγμάτων κλάδου 10.1.....	172
6.1.4 Αξιολόγηση εργαστηριακών αποτελεσμάτων κλάδου 10.1.....	173
6.2 Αποτελέσματα αναλύσεων οργανικών αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας και τυποποίησης ελαιολάδου	174
6.2.1 Λήψη δειγμάτων.....	174
6.2.2 Αποτελέσματα αναλύσεων υγρών αποβλήτων κλάδου 10.4.....	176
6.2.3 Αποτελέσματα αναλύσεων στερεών δειγμάτων κλάδου 10.4.....	183
6.2.4 Αξιολόγηση εργαστηριακών αποτελεσμάτων κλάδου 10.4.....	188
6.3 Αποτελέσματα αναλύσεων οργανικών αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας και τυποποίησης γαλακτοκομικών προϊόντων.....	189
6.3.1 Λήψη δειγμάτων.....	189
6.3.2 Αποτελέσματα αναλύσεων υγρών αποβλήτων κλάδου 10.5.....	191
6.3.3 Αξιολόγηση εργαστηριακών αποτελεσμάτων κλάδου 10.5.....	202
6.4 Σύγκριση αποτελεσμάτων εργαστηριακών αναλύσεων σε δείγματα υγρών αποβλήτων των κλάδων 10.1, 10.4 και 10.5.....	204
6.5 Διαμόρφωση προτάσεων για καλύτερη διαχείριση των αποβλήτων από βιομηχανικές μονάδες στην Ελλάδα για τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	212
Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα	214
Βιβλιογραφικές Αναφορές	218

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Βασικά διαρθρωτικά στοιχεία μεταποίησης, κατανομή σε Ελλάδα και ΕΕ	4
Πίνακας 2: Ποσοστιαία κατανομή υποκλάδων τροφίμων στο σύνολο του κλάδου τροφίμων & ποτών με βάση τα κύρια διαρθρωτικά στοιχεία για το έτος 2012 (<i>Θωμαΐδου, 2014</i>)	8
Πίνακας 3: Παραγωγικότητα εργασίας στους υποκλάδους τροφίμων (αξία σε €) για τα έτη 2011/ 2012 (<i>Θωμαΐδου, 2014</i>)	9
Πίνακας 4: Ποσοστιαία μεταβολή 2012/ 2011 βασικών μεγεθών στους υποκλάδους των τροφίμων (<i>Θωμαΐδου, 2014</i>)	9
Πίνακας 5: Ροές εξωτερικού εμπορίου της Ελλάδας στο σύνολο των τροφίμων (σε εκατ. €) για τα έτη 2011-2013 (<i>Θωμαΐδου, 2014</i>)	11
Πίνακας 6: Διάρθρωση βιομηχανίας τροφίμων ανά ομάδες κατά ΣΤΑΚΟΔ 2008.....	11
Πίνακας 7: Διάρθρωση βιομηχανίας ποτών ανά ομάδες κατά ΣΤΑΚΟΔ 2008.....	12
Πίνακας 8: Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος και παραγωγή προϊόντων κρέατος (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος, 2008).....	12
Πίνακας 9: Παραγωγή φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος, 2008).....	17
Πίνακας 10: Παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος, 2008)	22
Πίνακας 11: Ενεργειακή κατανάλωση στη βιομηχανία κρέατος (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001)	36
Πίνακας 12: Ισχύς εξοπλισμού μονάδας ελαιοτριβείου στην περιοχή Χολέτρια της Πάφου (<i>Χριστοδούλου, 2013</i>)	45
Πίνακας 13: Ποσότητες νερού στις γαλακτοβιομηχανίες, ανά είδος προϊόντος (ΥΠΕΧΩΔΕ 2001)	54
Πίνακας 14: Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο: στερεά απόβλητα (<i>Αγγέλη, 2014</i>)	57
Πίνακας 15: Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο: υγρά απόβλητα (<i>Αγγέλη, 2014</i>).....	62
Πίνακας 16: Επιτρεπόμενοι τύποι επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων βιομηχανικών υγρών αποβλήτων (ΥΠΕΚΑ, 2015)	71
Πίνακας 17: Συγκεντρώσεις χαρακτηριστικών ρυπαντών από σφαγεία και πτηνοσφαγεία (<i>Valta et al., 2013</i>).....	79
Πίνακας 18: Σύνοψη των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από σφαγεία (<i>Όρλη, 2014</i>).....	82
Πίνακας 19: Επιπρόσθετες ΒΔΤ για συγκεκριμένες διεργασίες στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών (Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006) (ΕΜΠ, 2014α)	90

Πίνακας 20: Ενδεικτικές τιμές παραμέτρων μετά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων για τις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών (Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006)	93
Πίνακας 21: Τεχνολογίες αντιμετώπισης υγρών αποβλήτων (ΕΜΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006)	93
Πίνακας 22: Παραγωγή προϊόντων και παραπροϊόντων κατά την παραγωγή ελαιολάδου (Λουτατίδου, 2012).....	103
Πίνακας 23: Σύγκριση ποσότητας υγρών αποβλήτων και υγρασίας ελαιοπυρήνα (Νικολαΐδης, 2008).	103
Πίνακας 24: Σύσταση υγρών αποβλήτων ελαιουργείων (Λουκάκης, 2010).....	104
Πίνακας 25: Μέθοδοι για την επεξεργασία των στερεών αποβλήτων ελαιουργείων	105
Πίνακας 26: Φυσικές/Φυσικοχημικές Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007).....	108
Πίνακας 27: Βιολογικές Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007).	115
Πίνακας 28: Έρευνες για αερόβια επεξεργασία των ΥΑΕ (Νέσσερης, 2008)	116
Πίνακας 29: Μικτές Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων(Συβίλλα ΕΠΕ, 2007)	119
Πίνακας 30: Κυριότερα στερεά απόβλητα από βιομηχανία γαλακτοκομικών προϊόντων (Dairy Australia, 2008)	124
Πίνακας 31: Ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά Υ.Α. γαλακτοκομικής βιομηχανίας (Λέκκας, 2001)	126
Πίνακας 32: Οργανικό φορτίο γάλακτος και προϊόντων του (Τουλιάτου, 2012)	127
Πίνακας 33: Ρυπαντικές παράμετροι των υγρών αποβλήτων μιας γαλακτοβιομηχανίας και οι χαρακτηριστικές τους τιμές (Τσίμας, 2008) (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001).....	128
Πίνακας 34: Δείγματα υγρών & στερεών αποβλήτων από ελληνικές βιομηχανίες τροφίμων	135
Πίνακας 35: Όργανα μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή των αναλύσεων.....	137
Πίνακας 36: Μέθοδοι και όρια ανίχνευσης μεθόδων για τον προσδιορισμό βασικών παραμέτρων σε υγρά δείγματα	138
Πίνακας 37: Μέθοδοι και όρια ανίχνευσης μεθόδων για τον προσδιορισμό βασικών παραμέτρων σε στερεά δείγματα	151
Πίνακας 38: Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας Β10.1-1	163
Πίνακας 39: Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας Β10.1-2	164
Πίνακας 40: Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας Β10.1-3	165

Πίνακας 41: Χαρακτηριστικά στερεών αποβλήτων της βιομηχανίας B10.1-1.....	172
Πίνακας 42: Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά υγρού αποβλήτου από το ελαιουργείο B10.4-1.....	176
Πίνακας 43: Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά υγρού αποβλήτου από το ελαιουργείο B10.4-2.....	177
Πίνακας 44: Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά ελαιοπυρήνα από το ελαιουργείο B10.4-1.....	183
Πίνακας 45: Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά ελαιοπυρήνα από το ελαιουργείο B10.4-3.....	184
Πίνακας 46: Χαρακτηριστικά ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας B10.5-1.....	191
Πίνακας 47: Χαρακτηριστικά ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας B10.5-2.....	192
Πίνακας 48: Χαρακτηριστικά ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας B10.5-3.....	193

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Γραμμή Σφαγής Βοοειδών	16
Εικόνα 2: Γραμμή Σφαγής Πουλερικών	16
Εικόνα 3: Ποσοστά προτίμησης κατηγοριών γάλακτος 2003-2012 (Γεωργακόπουλος, 2012).....	23
Εικόνα 4: Νωπό κρεατάλευρο και ρευστοποιημένο λίπος με τη διαδικασία υγρής αδρανοποίησης (Διαδικτυακός τόπος: <i>agroenergy.gr</i>).....	33
Εικόνα 5: Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα ελαιοτριβεία της Ευρώπης (Μπλίκα, 2009)	39
Εικόνα 6 : Διάγραμμα ροής παραδοσιακής εξαγωγής ελαιολάδου με υδραυλικό πιεστήριο (Διαδικτυακός τόπος: <i>prosodol.gr</i>).....	40
Εικόνα 7: Διάγραμμα ροής εξαγωγής ελαιολάδου με φυγοκέντριση σε φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες 3 φάσεων (Διαδικτυακός τόπος: <i>prosodol.gr</i>).....	41
Εικόνα 8: Διάγραμμα ροής εξαγωγής ελαιολάδου με φυγοκέντριση σε φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες 2 φάσεων (Διαδικτυακός τόπος: <i>prosodol.gr</i>).....	42
Εικόνα 9: Διάγραμμα ροής εξαγωγής ελαιολάδου με σύστημα εκλεκτικής διήθησης (SINOLEA) (Διαδικτυακός τόπος: <i>prosodol.gr</i>)	43
Εικόνα 10: Στοιχεία κατανάλωσης νερού σε Ελαιουργεία Τριών (3) Φάσεων (Σύβιλλα ΕΠΕ, 2007).....	44
Εικόνα 11: Σχηματική Παρουσίαση Γαλακτοβιομηχανίας (Γεωργιοπούλου, 2007).....	46
Εικόνα 12: Η πυραμίδα ιεράρχησης των αποβλήτων βάσει της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ (Ευρωπαϊκό και Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο για τα Στερεά Απόβλητα – Εκτενής Περίληψη στην Ελληνική Γλώσσα, 2012)	57
Εικόνα 13: Απαιτήσεις σε νερό σε συστήματα 3 & 2 φάσεων φυγοκεντρικού διαχωρισμού(Διαδικτυακός τόπος: <i>prosodol.gr</i>)	102
Εικόνα 14: Ανάπτυξη υδροχαρών φυτών σε αβαθείς λεκάνες (Mitsch, 1993).....	110
Εικόνα 15: Αναερόβια επεξεργασία υγρών αποβλήτων (Διαδικτυακός τόπος: <i>gon.uk</i>)	118
Εικόνα 16: Μονάδα επεξεργασίας μέσου ελαιουργείου, σύμφωνα με την τεχνολογία Fenton (Βλυσίδης, 2004).....	120
Εικόνα 17: Κατανομή στερεών αποβλήτων (Dairy Australia, 2008)	124
Εικόνα 18: Ορρός στη διαδικασία παραγωγής τυριού(Διαδικτυακός τόπος: <i>frontiersin.org</i>)	129
Εικόνα 19: Στάδια αναερόβιας χώνευσης αποβλήτων (Σπυρούδη, 2012)	131
Εικόνα 20: Προτεινόμενο διάγραμμα διεργασίας Ηλεκτροχημικού Συστήματος Επεξεργασίας Νερού στη Βιομηχανία Γαλακτοκομικών Προϊόντων με Ανάκτηση Υδρογόνου και την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας (Διαδικτυακός τόπος: <i>rewagen.eu</i>)	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Εικόνα 21: Πεχάμετρο και αγωγιμόμετρο υψηλής ακρίβειας Mettler Toledo MPC227	139
Εικόνα 22: Κλίβανος Bl Barnstead/ Thermolyne 1400 Furnace.....	140
Εικόνα 23: Φασματοφωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100 της Merck.....	142
Εικόνα 24: Συσκευή προσδιορισμού οργανικού άνθρακα σε στερεά και υγρά δείγματα (TOC-V) Shimadzu.....	143
Εικόνα 25: Φασματοφωτόμετρο Ατομικής Απορρόφησης Agilent AA240 FS	147
Εικόνα 26: Φούρνος ξήρανσης του οίκου Carbolite AX30	152
Εικόνα 27: Εισαγωγή δείγματος στο φούρνο καύσης.....	154
Εικόνα 28: Συσκευή χώνευσης Gerhard Kjeldatherm KB / KBL	156
Εικόνα 29: Συσκευή απόσταξης Gerhard Varodest 30s	156
Εικόνα 30: Τιτλοδότηση για τον προσδιορισμό του ολικού αζώτου	157
Εικόνα 31: Φούρνος μικροκυμάτων Milestone Start D με ATC CE 400 Temperature Sensor.....	160
Εικόνα 32: Σύστημα διήθησης	160
Εικόνα 33: Δείγματα υγρού και στερεού απόβλητου από μονάδα επεξεργασίας κρέατος και παραγωγής αλλαντικών B10.1-1	161
Εικόνα 34: Υ10.1-2: Δείγμα υγρού απόβλητου από σφαγείο B10.1-2.....	162
Εικόνα 35: Υ10.1-3: Δείγμα υγρού απόβλητου από βιομηχανία σφαγής, επεξεργασίας και τυποποίησης κρέατος B10.1-3.....	162
Εικόνα 36: Δείγματα υγρού και στερεού απόβλητου του ελαιουργείου B10.4-1.....	174
Εικόνα 37: Υ10.4-2: Δείγμα υγρού απόβλητου από το ελαιουργείο B10.4-2	174
Εικόνα 38: S10.4-3: Δείγμα στερεού απόβλητου (ελαιοπυρήνας) από το ελαιουργείο B10.4-3.....	175
Εικόνα 39: Δείγματα τυρογάλακτος και υγρού απόβλητου βιομηχανίας τυποποίησης γάλακτος και παραγωγής γιαουρτιού και λευκού τυριού B10.5-1	189
Εικόνα 40: Δείγμα υγρού απόβλητου από τυροκομείο γραβιέρας και ανθότυρου B10.5-2	190
Εικόνα 41: Δείγμα υγρού απόβλητου από βιομηχανία τυποποίησης γάλακτος και χυμών B10.5-3.....	190

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Ύψος Επενδύσεων 2003-2007: 6,082.2 m €.....	4
Διάγραμμα 2: Ύψος Επενδύσεων 2008-2013: 6,082.2 m €.....	4
Διάγραμμα 3: % παραγωγή διαφόρων ειδών κρέατος ΕΕ-28, 2013.....	6
Διάγραμμα 4: Ποσοστό παραγωγής ελαιολάδου ΕΕ-28, 2013.....	6
Διάγραμμα 5: Χρήσεις παραγόμενου πλήρους γάλακτος στην ΕΕ-28, 2013	7
Διάγραμμα 6: Ποσοστό %παραγωγής γάλακτος μεταξύ των χωρών της ΕΕ-28.....	8
Διάγραμμα 7: Ποσότητα αγελαδινού γάλακτος ανά μήνα για το έτος 2015 (ΕΛΟΓΑΚ, 2015)	26
Διάγραμμα 8: Μέση τιμή αγελαδινού γάλακτος ανά μήνα για το έτος 2015 (ΕΛΟΓΑΚ, 2015).....	26
Διάγραμμα 9: Βασικές διεργασίες σε ένα σφαγείο (ΕΜΠ, 2014α).....	28
Διάγραμμα 10: Βασικές διεργασίες σε ένα πτηνοσφαγείο (ΕΜΠ, 2014α).....	29
Διάγραμμα 11: Βασικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας σε μονάδες επεξεργασίας και τυποποίησης κρέατος (Νταρακάς, 2006).....	31
Διάγραμμα 12: Μονάδα Αξιοποίησης Υποπροϊόντων Σφαγείων (Διαδικτυακός τόπος: agroenergy.gr)..	32
Διάγραμμα 13: Μονάδα Αξιοποίησης Υποπροϊόντων Σφαγείων (Νταρακάς, 2006).....	33
Διάγραμμα 14: Τυπική κατανομή της κατανάλωσης νερού ανάλογα με τη διεργασία σε ένα σφαγείο χοίρων (Valta et al, 2013)	35
Διάγραμμα 15: Διάγραμμα Ροής Παραγωγής Εμπορεύσιμου Γάλακτος (Γεωργιοπούλου, 2007).....	51
Διάγραμμα 16: Διάγραμμα Ροής Παραγωγής Βουτύρου (Γεωργιοπούλου, 2007).....	53
Διάγραμμα 17: pH υγρών αποβλήτων από τις Μονάδες Επεξεργασίας κρέατος (Μ.Ε. κρέατος).....	166
Διάγραμμα 18: Τιμές αγωγιμότητας υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος	166
Διάγραμμα 19: Συγκέντρωση ολικών στερεών υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος.....	167
Διάγραμμα 20: Συγκέντρωση TSS υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος	167
Διάγραμμα 21: Συγκέντρωση TDS υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος	167
Διάγραμμα 22: Συγκέντρωση VSS υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος	168
Διάγραμμα 23: Συγκέντρωση BOD ₅ στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος.....	168
Διάγραμμα 24: Συγκέντρωση COD στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος.....	168
Διάγραμμα 25: Συγκέντρωση ολικού άνθρακα στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος	169

Διάγραμμα 26: Συγκέντρωση ολικού οργανικού άνθρακα στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος.....	169
Διάγραμμα 27: Συγκέντρωση ολικού αζώτου στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος	169
Διάγραμμα 28: Συγκέντρωση φωσφορικών στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος...	170
Διάγραμμα 29: Συγκέντρωση χλωριόντων στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος.....	170
Διάγραμμα 30: Συγκέντρωση θεικών στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος.....	170
Διάγραμμα 31: Συγκέντρωση ψευδαργύρου στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος..	171
Διάγραμμα 32: Συγκέντρωση FOG στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος	171
Διάγραμμα 33: pH υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία	178
Διάγραμμα 34: Τιμές αγωγιμότητας υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία.....	178
Διάγραμμα 35: Συγκέντρωση ολικών αιωρούμενων στερεών υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία.....	179
Διάγραμμα 36: Συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία	179
Διάγραμμα 37: Συγκέντρωση πτητικών αιωρούμενων στερεών στα υγρά απόβλητα από τα δύο ελαιουργεία.....	179
Διάγραμμα 38: Συγκέντρωση COD των υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία	180
Διάγραμμα 39: Συγκέντρωση BOD ₅ σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία	180
Διάγραμμα 40: Συγκέντρωση ολικού άνθρακα υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία.....	180
Διάγραμμα 41: Συγκέντρωση ολικού οργανικού άνθρακα υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία	181
Διάγραμμα 42: Συγκέντρωση ολικού αζώτου υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία.....	181
Διάγραμμα 43: Συγκέντρωση φωσφορικών υγρών αποβλήτων από δύο ελαιουργεία	181
Διάγραμμα 44: Συγκέντρωση χλωριόντων σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία..	182
Διάγραμμα 45: Συγκέντρωση φαινολών σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία.....	182
Διάγραμμα 46: Συγκέντρωση ψευδαργύρου σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία	182
Διάγραμμα 47: pH ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία.....	185
Διάγραμμα 48: Τιμές αγωγιμότητας ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία.....	185
Διάγραμμα 49: Ποσοστό υγρασίας ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία.....	185

Διάγραμμα 50: Ποσοστό ολικών στερεών (TS) ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία	186
Διάγραμμα 51: Ποσοστό πτητικών στερεών (VS) ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία.....	186
Διάγραμμα 52: Ποσοστό ολικού οργανικού άνθρακα (TOC) ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία	186
Διάγραμμα 53: Συγκέντρωση ολικού αζώτου (TN) ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία	187
Διάγραμμα 54: Συγκέντρωση φωσφόρου (PO ₄ -) ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία.....	187
Διάγραμμα 55: pH ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.....	194
Διάγραμμα 56: Τιμές αγωγιμότητας ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.....	194
Διάγραμμα 57: Συγκέντρωση ολικών στερεών ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.....	195
Διάγραμμα 58: Συγκέντρωση ολικών αιωρούμενων στερεών ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων	195
Διάγραμμα 59: Συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.....	196
Διάγραμμα 60: Συγκέντρωση πτητικών αιωρούμενων στερεών ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.....	196
Διάγραμμα 61: Συγκέντρωση COD ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.....	197
Διάγραμμα 62: Συγκέντρωση ολικού άνθρακα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.....	197
Διάγραμμα 63: Συγκέντρωση ολικού οργανικού άνθρακα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων	198
Διάγραμμα 64: Συγκέντρωση ολικού αζώτου ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.....	198
Διάγραμμα 65: Συγκέντρωση φωσφορικών σε δείγματα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.....	199
Διάγραμμα 66: Συγκέντρωση χλωριόντων σε δείγματα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.....	199
Διάγραμμα 67: Συγκέντρωση φαινολών σε δείγματα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.....	200

Διάγραμμα 68: Συγκέντρωση θειικών σε δείγματα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.....	200
Διάγραμμα 69: Συγκέντρωση ψευδαργύρου σε δείγματα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.....	201
Διάγραμμα 70: Συγκέντρωση Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (BOD ₅) σε δείγματα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.....	201
Διάγραμμα 71: Μ.Ο. τιμών pH σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	204
Διάγραμμα 72: Μ.Ο. συγκέντρωσης Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (BOD ₅) σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	204
Διάγραμμα 73: Μ.Ο. συγκέντρωσης Χημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (COD) σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	205
Διάγραμμα 74: Μ.Ο. συγκέντρωσης ολικού οργανικού άνθρακα (TOC) σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	205
Διάγραμμα 75: Μ.Ο. συγκέντρωσης ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS) σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	206
Διάγραμμα 76: Μ.Ο. συγκέντρωσης ολικών διαλυτών στερεών (TDS) σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	206
Διάγραμμα 77: Μ.Ο. συγκέντρωσης ολικού αζώτου (TN) σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	207
Διάγραμμα 78: Μ.Ο. συγκέντρωσης ορθοφωσφορικών (PO ₄ -P) σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	207
Διάγραμμα 79: Μ.Ο. συγκέντρωσης χλωριόντων (Cl ⁻) σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	208
Διάγραμμα 80: Μ.Ο. συγκέντρωσης ψευδαργύρου (Zn) σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	208
Διάγραμμα 81: Μ.Ο. συγκέντρωσης καλίου (K) σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	209
Διάγραμμα 82: Μ.Ο. συγκέντρωσης νατρίου (Na) σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	209
Διάγραμμα 83: Μ.Ο. συγκέντρωσης ασβεστίου (Ca) σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	210
Διάγραμμα 84: Μ.Ο. συγκέντρωσης μαγνησίου (Mg) σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5.....	210

Αρκτικόλεξο

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	ΑΝΑΛΥΣΗ
ΒΔΤ	Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές
ΕΒΕΑ	Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Αθηνών
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΕΔΣΑ	Ελληνική Εταιρία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
ΕΕΛ	Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων
ΕΚΑ	Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων
ΕΟΚ	Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα
ΕΣΥΕ	Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδας
ΖΥΠ	Ζωικά Υποπροϊόντα
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΜΠΕ	Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
ΜΣΕ	Μεταδοτική Σπογγώδη Εγκεφαλοπάθεια
ΟΟΣΑ	Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης
ΠΔΠ	Προγράμματα Δράσης για το Περιβάλλον
ΣΠΔ	Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης
ΣΠΕ	Σπογγώδη Εγκεφαλοπάθεια
ΣΤΑΚΟΔ	Στατιστική Ταξινόμηση των Οικονομικών Δραστηριοτήτων
ΣΥΑΛ	Στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους
ΥΕΚ	Υλικά Ειδικού Κινδύνου
ΥΠΕΚΑ	Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικών Αλλαγών
ΥΠΕΧΩΔΕ	Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	ΑΝΑΛΥΣΗ
BAT	Best Available Techniques
BOD ₅	Biological oxygen demand
CIP	Clean In Place
DAF	Dissolved-Air Flotation
EC	Electrocoagulation
NACE	Nomenclature générale des Activités économiques dans les Communautés Européennes - Statistical classification of economic activities in the European Communities
TKN	Total Kjeldahl Nitrogen
TOC	Total Organic Carbon
TP	Total Phosphorous
TSS	Total Suspended Solids
UHT	Ultra High Temperature
IOC	International Olive Council
WWTP	Waste water Treatment Plant

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Η βιομηχανία τροφίμων και ποτών αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους κλάδους της μεταποίησης παγκοσμίως. Ειδικότερα σε εθνικό επίπεδο, καλύπτει σχεδόν το 1/5 του κύκλου εργασιών της μεταποίησης και απασχολεί πάνω από το 25% του εργατικού δυναμικού (Θωμαΐδου, 2014). Η βιομηχανία Τροφίμων και Ποτών χαρακτηρίζεται από πολύ μεγάλη ποικιλομορφία ως προς τις χρησιμοποιούμενες πρώτες ύλες, τα τελικά προϊόντα και κατ' επέκταση τα χαρακτηριστικά των οργανικών τους αποβλήτων. Τα απόβλητα από τις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών εξαιτίας του υψηλού οργανικού τους φορτίου, των περιεχόμενων ενώσεων αποτελούν έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες ρύπανσης του περιβάλλοντος. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, η υποβάθμιση των οικοσυστημάτων και των περιβαλλοντικών μέσων από την ανεξέλεγκτη απόρριψη ανεπεξέργαστων αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων των προηγούμενων ετών αφενός είναι δεδομένη και αφετέρου χρήζει άμεσης επέμβασης όσον αφορά την προεπεξεργασία των αποβλήτων πριν την τελική τους διάθεση ή ακόμη και την επαναχρησιμοποίησή τους.

Στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο χαρακτηρισμός των παραγόμενων υγρών και στερεών αποβλήτων οργανικής φύσης, τα οποία προέρχονται από ελληνικές βιομηχανικές μονάδες τροφίμων και ποτών με βάση τα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά για τη διαμόρφωση προτάσεων αναφορικά με τη βέλτιστη διαχείριση ή/και αξιοποίηση τους. Οι κλάδοι ενδιαφέροντος είναι οι: 10.1 «Επεξεργασία, Συντήρηση και Παραγωγή Προϊόντων Κρέατος», 10.4 «Παραγωγή φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών» και 10.5 «Παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων».

Η επίτευξη του στόχου πραγματοποιήθηκε μέσω της ακολουθίας των παρακάτω βημάτων:

Βήμα 1: Βιβλιογραφική ανασκόπηση των υφιστάμενων τεχνολογιών διαχείρισης στερεών και υγρών αποβλήτων από βιομηχανίες τροφίμων σε διεθνές επίπεδο.

Βήμα 2: Βιβλιογραφική ανασκόπηση αναφορικά με την υφιστάμενη κατάσταση για τη διαχείριση των υγρών και στερεών αποβλήτων οργανικής φύσεως σε εθνικό επίπεδο, βάσει μελέτης με πραγματικά στοιχεία από βιομηχανικές μονάδες τροφίμων που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα ανά υπό μελέτη κλάδο.

Βήμα 3: Επισκόπηση των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών Διαχείρισης (ΒΔΤ) καθώς και παρουσίαση στοιχείων αναφορικά με προτάσεις και δυνατότητες αξιοποίησης των παραγόμενων υγρών και στερεών αποβλήτων βάσει της ισχύουσας επιστημονικής γνώσης.

Βήμα 4: Αξιολόγηση των φυσικοχημικών παραμέτρων στερεών και υγρών αποβλήτων από ελληνικές βιομηχανίες τροφίμων για τους προαναφερόμενους κλάδους, βάσει διεξαγωγής εργαστηριακών αναλύσεων στη Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Πιο ειδικά, στο **Κεφάλαιο 2** παρουσιάζονται γενικά στοιχεία για τους υπό μελέτη κλάδους που αφορούν συγκεκριμένα διαρθρωτικά μεγέθη. Παρουσιάζεται η ταξινόμηση των υπό μελέτη κλάδων της βιομηχανίας των τροφίμων σε εθνικό επίπεδο και αποτυπώνονται οικονομικά στοιχεία συγκριτικά με τις εξαγωγές και τις προοπτικές του τομέα μεταποίησης των υπό μελέτη κλάδων, καθώς και οι τελευταίες τάσεις σε ευρωπαϊκό και εθνικό πλαίσιο. Επιπλέον περιγράφεται η παραγωγική διαδικασία ανά υποκλάδο, με αναλυτική αναφορά στα προϊόντα και τις καταναλώσεις νερού και ενέργειας για κάθε βιομηχανικό τομέα προς εξέταση.

Στο **Κεφάλαιο 3** παρουσιάζεται το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο με τις τελευταίες ενημερώσεις, που διέπει τη διαχείριση υγρών και στερεών αποβλήτων, καθώς και το νομοθετικό πλαίσιο που πραγματεύεται τις βιομηχανικές εκπομπές για τους υπό μελέτη κλάδους, ενώ

γίνεται αναφορά στην επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων, αλλά και στη νομοθεσία που διέπει την περιβαλλοντική αδειοδότηση για τις βιομηχανίες στην Ελλάδα.

Στο **Κεφάλαιο 4** δίνονται τα χαρακτηριστικά στερεών και υγρών αποβλήτων οργανικής φύσης για έκαστο υπό μελέτη κλάδο και πραγματοποιείται εκτεταμένη ανασκόπηση των τεχνολογιών για την υφιστάμενη διαχείριση των παραγομένων υγρών και στέρεων αποβλήτων ανά κλάδο σε διεθνές και εθνικό επίπεδο. Επιπλέον, παρουσιάζονται οι Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (ΒΔΤ) για το σύνολο του κλάδου των τροφίμων, επιπρόσθετες ΒΔΤ για συγκεκριμένες διεργασίες και μονάδων διεργασιών (processes and unit operations) που πραγματοποιούνται σε διάφορες βιομηχανίες τροφίμων καθώς και πρόσθετες ΒΔΤ για κάθε υπό μελέτη κλάδο. Τέλος παρατίθενται οι δυνατότητες αξιοποίησης των αποβλήτων ανά κλάδο, βάσει των τελευταίων εξελίξεων.

Στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάζονται αναλυτικά οι Εργαστηριακές Μέθοδοι Προσδιορισμού Υγρών και Στερεών Αποβλήτων και του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή αναλύσεων από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων τριών διαφορετικών βιομηχανιών ανά υπό μελέτη κλάδο, σε συνολικά 12 δείγματα από βιομηχανίες τυποποίησης κρέατος & σφαγείων, από ελαιοτριβεία 3 φάσεων και από βιομηχανίες επεξεργασίας και τυποποίησης γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων. Αναλυτικότερα, τα υγρά απόβλητα αναλύθηκαν ως προς τις εξής παραμέτρους: pH, αγωγιμότητα, ολικά στερεά (TS), ολικά διαλυτά στερεά (TDS), ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS), πτητικά αιωρούμενα στερεά, χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD), ολικός οργανικός άνθρακας (TOC), ολικό άζωτο (TN), χλωριόντα (Cl-) και φαινόλες (phenols). Επιπλέον μετρήθηκε η σύστασή τους ως προς τα μέταλλα Cr, Cu, Mn, Ni, Cd, Pb και Zn. Τα στερεά απόβλητα αναλύθηκαν ως προς στις εξής παραμέτρους: pH, αγωγιμότητα, ολικά στερεά (TS), πτητικά στερεά (VS), ολικός οργανικός άνθρακας (TOC), ολικό άζωτο (TN), στα μέταλλα Cr, Cu, Mn, Ni, Cd, Pb και Zn, στα ιχνοστοιχεία Ca, Mg, K, Na και σε φωσφορικά PO₄⁻.

Στο **Κεφάλαιο 6** παρουσιάζονται και αξιολογούνται τα αποτελέσματα της ποιοτικής σύστασης των υγρών και στερεών αποβλήτων των υπό μελέτη κλάδων, ενώ διαμορφώνονται προτάσεις καλύτερης διαχείρισής τους.

Τέλος, στο **Κεφάλαιο 7** διεξάγονται τα συμπεράσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

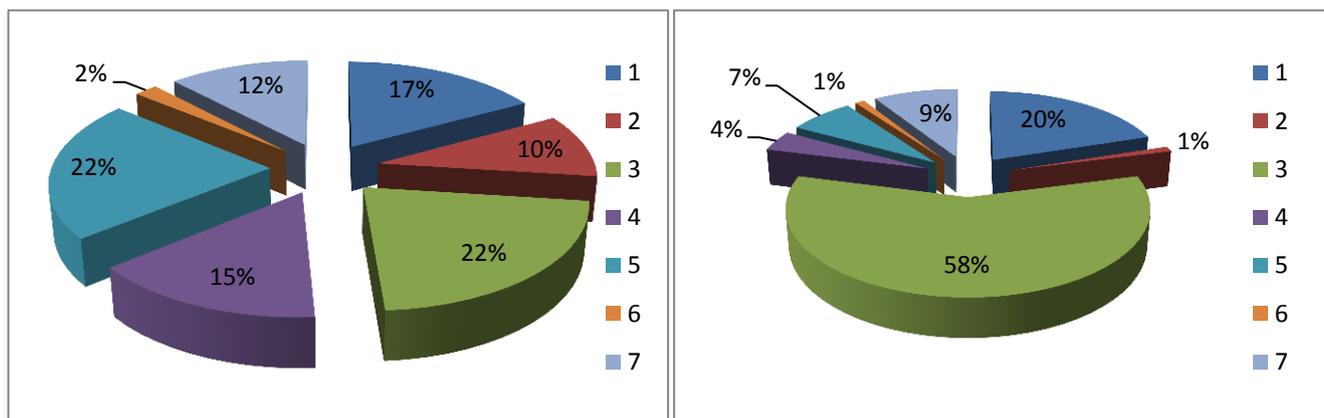
Κεφάλαιο 2: Επισκόπηση βιομηχανίας τροφίμων και ποτών σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο- παραγωγική διαδικασία ανά υπό μελέτη κλάδο

2.1 Βασικά διαρθρωτικά μεγέθη βιομηχανίας τροφίμων & ποτών

Η βιομηχανία τροφίμων και ποτών συνιστά έναν από τους μεγαλύτερους τομείς της μεταποιητικής βιομηχανίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, όσον αφορά τον κύκλο εργασιών, την ακαθάριστη προστιθέμενη αξία, τον αριθμό των επιχειρήσεων και την απασχόληση, ενώ αναδεικνύεται σταθερά ανάμεσα στους πρώτους κλάδους σε σχέση με τους άλλους σημαντικούς τομείς της ευρωπαϊκής οικονομίας. Ο συνολικός κύκλος εργασιών της ευρωπαϊκής βιομηχανίας τροφίμων καλύπτει το 12,9% της ευρωπαϊκής μεταποίησης, με την κατασκευή μηχανοκίνητων οχημάτων (12%) να ακολουθεί. Η βιομηχανία τροφίμων παραμένει ο μεγαλύτερος εργοδότης στον τομέα της μεταποίησης, καθώς απασχολεί πάνω από τέσσερα εκατομμύρια εργαζόμενους, δηλαδή το 13,7% του συνόλου των εργαζομένων στην ευρωπαϊκή βιομηχανία (*Θωμαΐδου, 2014*).

Σε εθνικό επίπεδο ο ρόλος της εγχώριας βιομηχανίας τροφίμων και ποτών είναι ο πλέον βασικός. Η ελληνική βιομηχανία τροφίμων και ποτών συνιστά σταθερά έναν από τους βασικούς τομείς του δευτερογενή τομέα της εγχώριας οικονομίας ενώ αποτελεί κινητήρια δύναμη της ελληνικής μεταποίησης, ενώ επηρεάζει σημαντικά και το σύνολο της ελληνικής παραγωγής. Οι δυνατότητες περαιτέρω ανάπτυξης της είναι μεγάλες και μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην τόνωση της ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας. Συγκεκριμένα, η εγχώρια βιομηχανία τροφίμων καλύπτει σχεδόν το 1/5 (21,2%) του συνόλου των επιχειρήσεων της ελληνικής μεταποίησης, γεγονός που την κατατάσσει πρώτη ανάμεσα στους κλάδους της μεταποίησης, ακολουθούμενη από τα μεταλλικά προϊόντα (14,9%) και τα είδη ένδυσης (12%). Επίσης ύψιστης σημασίας υπό καθαρά οικονομικούς όρους είναι η εγχώρια βιομηχανία τροφίμων, αφού βρίσκεται πρώτη ανάμεσα στους υπόλοιπους κλάδους της μεταποίησης σε όρους αξίας παραγωγής (19,8%) και ακαθάριστης προστιθέμενης αξίας (24,4%) και δεύτερη κατά σειρά σε όρους κύκλου εργασιών (19,7%, με πρώτα τον οπτόανθρακα και προϊόντα διύλισης με 36,5%). Η βιομηχανία τροφίμων συνιστά το μεγαλύτερο εργοδότη της ελληνικής μεταποίησης, με το σύνολο των εργαζομένων στη μεταποίηση των τροφίμων να καταγράφει συνεχή αύξηση από το 2008 έως το 2014. Σε σύγκριση με την ΕΕ-28 κατά μέσο όρο, ο τομέας των τροφίμων στην Ελλάδα συμβάλλει περισσότερο στον τομέα της μεταποίησης, όσον αφορά τον αριθμό των επιχειρήσεων, τον κύκλο εργασιών, την αξία της παραγωγής, την ακαθάριστη προστιθέμενη αξία και τον αριθμό των απασχολούμενων, ωστόσο είναι ο πρώτος τομέας και στην Ευρωπαϊκή Ένωση σε σχεδόν όλες τις κατηγορίες, εκτός από τον αριθμό των επιχειρήσεων και την ακαθάριστη προστιθέμενη αξία (*Θωμαΐδου, 2014*).

Στα διαγράμματα 1 και 2 απεικονίζονται οι Άμεσες Ξένες Επενδύσεις στον ελληνικό τομέα μεταποίησης συγκρίνοντας την περίοδο 2003-2007 με την περίοδο 2008-2013.



1. Τρόφιμα, 2. Διυλιστήρια, 3. Χημικά, 4. Μεταλλικά προϊόντα, 5. Μηχαν/κός εξοπλισμός, 6. Μεταφορές, 7. Άλλοι τομείς μεταποίησης (Τράπεζα της Ελλάδος, 2015)

Διάγραμμα 1: Ύψος Επενδύσεων 2003-2007:
6,082.2 m €

Διάγραμμα 2: Ύψος Επενδύσεων 2008-2013:
6,082.2 m €

Συγκρίνοντας τις Ξένες Επενδύσεις στον ελληνικό τομέα μεταποίησης που διεξήχθησαν την περίοδο 2003-2007 σε σχέση με την περίοδο 2008-2013, ο τομέας της βιομηχανίας τροφίμων παρουσίασε άνοδο 3% και έρχεται δεύτερος μετά τον τομέα των χημικών προϊόντων, παρόλο που το σύνολο των ξένων επενδύσεων εμφανίζεται πτωτικό (Τράπεζα της Ελλάδος, 2015).

Στον πίνακα που ακολουθεί (**Πίνακας 1**) καταγράφεται η ουσιαστική συμβολή της βιομηχανίας Τροφίμων και Ποτών σε κύρια διαθρωτικά μεγέθη και συγκεκριμένα στον αριθμό των επιχειρήσεων, τον κύκλο εργασιών, την αξία παραγωγής, την ακαθάριστη προστιθέμενη αξία και τον αριθμό των εργαζομένων. Στον ίδιο πίνακα παρουσιάζεται και η συγκριτική ανάλυση με την Ευρωπαϊκή Ένωση καθώς και οι αντίστοιχες ταξινομήσεις των 5 πρώτων κλάδων μεταποίησης τόσο στην Ελλάδα, όσο και στην ΕΕ-28 (Θωμάϊδου, 2014).

Πίνακας 1: Βασικά διαθρωτικά στοιχεία μεταποίησης, κατανομή σε Ελλάδα και ΕΕ

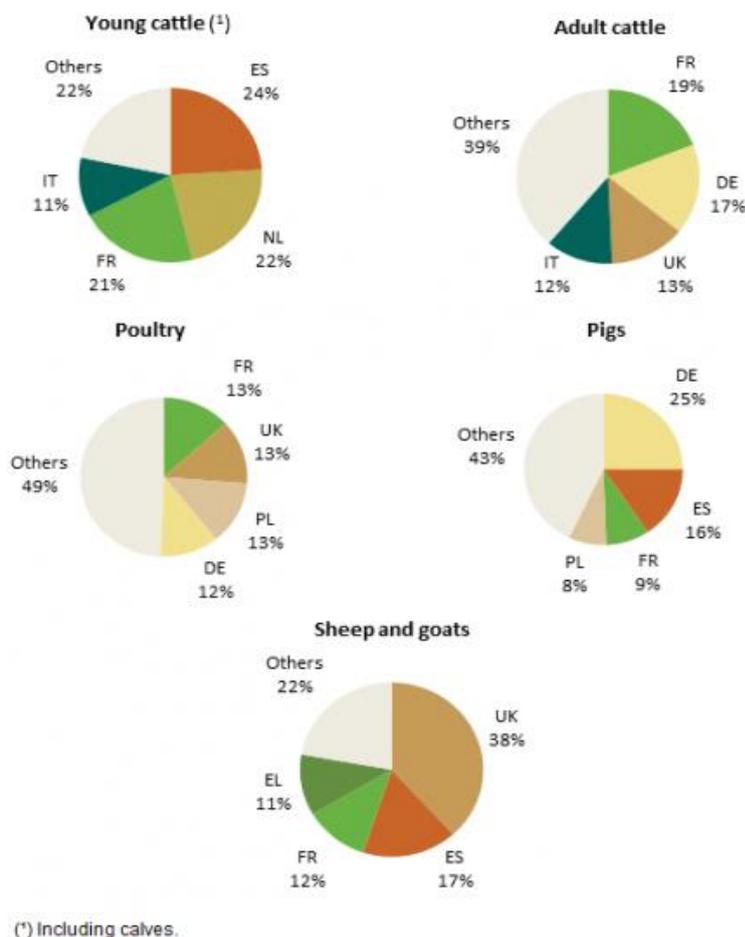
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ			
Ελλάδα		ΕΕ-28	
Μεταποίηση (64.582 επιχ.)	100,0%	Μεταποίηση (2.100.000 επιχ.)	100,0%
Τρόφιμα	21,2%	Μεταλλικά προϊόντα	18,20%
Μεταλλικά προϊόντα	14,9%	Τρόφιμα	12,60%
Είδη ένδυσης	12%	Επισκευή μηχανημάτων και εξοπλισμού	8,70%
Προϊόντα ξύλου	7,6%	Προϊόντα ξύλου	8,50%
Έπιπλα	7,1%	Άλλοι τομείς μεταποίησης	7%
ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ			
Ελλάδα		ΕΕ-28	
Μεταποίηση (€58.314 εκατ.)	100,0%	Μεταποίηση (€7.080.000 εκατ.)	100,0%
Οπτάνθρακας και προϊόντα διύλισης	36,5%	Τρόφιμα	12,90%
Τρόφιμα	19,7%	Κατασκευή μηχανοκίνητων οχημάτων	12,00%
Βασικά μέταλλα	8,6%	Οπτάνθρακας και προϊόντα διύλισης	9,70%
Μεταλλικά προϊόντα	5,3%	Κατασκευή μηχανημάτων και ειδών εξοπλισμού	8,90%
Χημικά προϊόντα	3,5%	Μεταλλικά προϊόντα	6,60%
ΑΞΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ			
Ελλάδα		ΕΕ-28	
Μεταποίηση (€52.605 εκατ.)	100,0%	Μεταποίηση (€6.440.000 εκατ.)	100,00%

Οπτάνθρακας και προϊόντα διύλισης	34,3%	Τρόφιμα	13,00%
Τρόφιμα	19,8%	Κατασκευή μηχανοκίνητων οχημάτων	11,10%
Βασικά μέταλλα	8,9%	Οπτάνθρακας και προϊόντα διύλισης	9,20%
Μεταλλικά προϊόντα	5,7%	Κατασκευή μηχανημάτων και ειδών εξοπλισμού	9,10%
Χημικά προϊόντα	3,4%	Χημικά προϊόντα	7,80%
ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΗ ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΗ ΑΞΙΑ			
Ελλάδα		ΕΕ-28	
Μεταποίηση (€11.874 εκατ.)	100,0%	Μεταποίηση (€1.620.000 εκατ.)	100,00%
Τρόφιμα	24,4%	Κατασκευή μηχανημάτων και ειδών εξοπλισμού	11,80%
Οπτάνθρακας και προϊόντα διύλισης	10,2%	Τρόφιμα	10,50%
Μεταλλικά προϊόντα	8,1%	Μεταλλικά προϊόντα	9,80%
Βασικά μέταλλα	6,1%	Κατασκευή μηχανοκίνητων οχημάτων	9,30%
Προϊόντα από μη μεταλλικά ορυκτά	5,6%	Χημικά προϊόντα	6,80%
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ			
Ελλάδα		ΕΕ-28	
Μεταποίηση (311.615 εργαζόμενοι)	100,0%	Μεταποίηση (30.000.000 εργαζόμενοι)	100,00%
Τρόφιμα	25,2%	Τρόφιμα	13,70%
Μεταλλικά προϊόντα	10,4%	Μεταλλικά προϊόντα	12,00%
Είδη ένδυσης	6,7%	Κατασκευή μηχανημάτων και ειδών εξοπλισμού	9,70%
Προϊόντα από μη μεταλλικά ορυκτά	5,9%	Κατασκευή μηχανοκίνητων οχημάτων	7,60%
Βασικά μέταλλα	5,2%	Κατασκευή από ελαστικό και πλαστικές ύλες	5,40%

Αναλυτικότερα διαρθρωτικά στοιχεία για τους κλάδους του κρέατος, των φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών και των γαλακτοκομικών προϊόντων σε ΕΕ-28 και Ελλάδα, παρουσιάζονται παρακάτω.

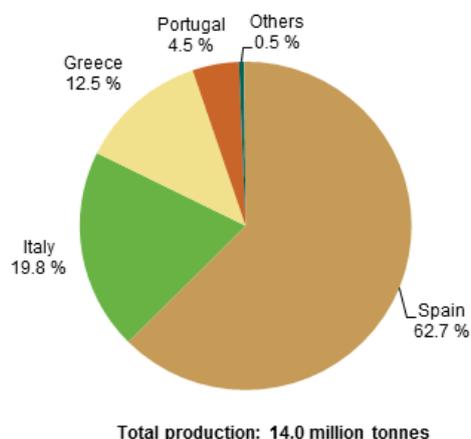
Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με τις τελευταίες διαθέσιμες πληροφορίες από την Eurostat, η κύρια παραγωγή κρέατος στην ΕΕ-28 ήταν το χοιρινό κρέας (21,9 εκατομμύρια τόνοι το 2013), του οποίου το βάρος της παραγωγής ήταν σχεδόν τρεις φορές μεγαλύτερο από το βάρος της παραγωγής του βοδινού/μοσχαρίσιου κρέατος (7,3 εκατομμύρια τόνοι)· η παραγωγή πρόβειου κρέατος στην ΕΕ-28 ήταν σχετικά μέτρια (0,7 εκατομμύρια τόνοι). Ένα τέταρτο (24,9 % ή σχεδόν 5,5 εκατομμύρια τόνοι) της παραγωγής χοιρινού κρέατος της ΕΕ-28 το 2013 προήλθε από τη Γερμανία και οι αμέσως επόμενες μεγαλύτερες ποσότητες καταγράφηκαν στην Ισπανία (15,6 %), στη Γαλλία (8,8 %), ενώ επίσης αξιοσημείωτο ήταν το ποσοστό 7,7 % της Πολωνίας και το ποσοστό 7,2 % της Δανίας. Σχεδόν το ένα πέμπτο (19,4 % ή 1,4 εκατομμύρια τόνοι) της παραγωγής βοδινού/μοσχαρίσιου κρέατος στην ΕΕ-28 το 2013 προήλθε από τη Γαλλία, με τη Γερμανία (15,2 %), την Ιταλία (11,8 %) και το Ηνωμένο Βασίλειο (11,7 %) να ακολουθούν στην κατάταξη με τους μεγαλύτερους παραγωγούς· η Ιρλανδία σημείωσε σχετικά υψηλό ποσοστό (7,1 %) στη συνολική παραγωγή κρέατος βοοειδών στην ΕΕ-28. Το Ηνωμένο Βασίλειο κυριάρχησε στην παραγωγή πρόβειου κρέατος (περίπου 0,3 εκατομμύρια τόνοι), με ποσοστό 40,7 % της συνολικής παραγωγής της ΕΕ-28 το 2013, ενώ ακολούθησε η Ισπανία (16,6 %), η Γαλλία (11,2 %), η Ελλάδα (8,5 %) και η Ιρλανδία (8,1 %) (Θωμαΐδου, 2014).

Στο **Διάγραμμα 3** παρουσιάζονται οι ποσοστώσεις των χωρών της ΕΕ-28 στην παραγωγή διαφόρων ειδών κρέατος (Eurostat, 2015).



Διάγραμμα 3: % παραγωγή διαφόρων ειδών κρέατος ΕΕ-28, 2013

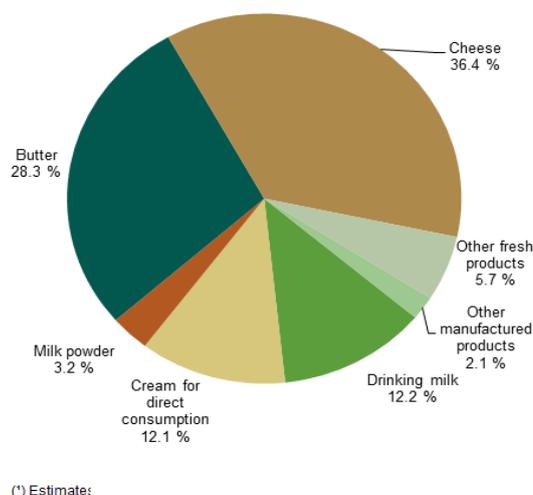
Η ΕΕ είναι επίσης ο μεγαλύτερος παραγωγός ελαιολάδου στον κόσμο, αντιπροσωπεύοντας σχεδόν τα τρία τέταρτα της παγκόσμιας παραγωγής σύμφωνα με την Γενική Διεύθυνση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Γεωργίας και Αγροτικής Ανάπτυξης. Τα ελαιόδεντρα καλλιεργούνται στην Ισπανία, την Ιταλία, την Ελλάδα, την Πορτογαλία, τη Γαλλία, Κροατία, Κύπρος, Σλοβενία και Μάλτα, αν και το 99,5% της παραγωγής ελαιολάδου στην ΕΕ-28 το 2013 συγκεντρώθηκε στα πρώτα τέσσερα από αυτά τα εννέα κράτη μέλη της ΕΕ. Στο **Διάγραμμα 4**, φαίνεται ότι η Ισπανία ήρθε πρώτη σε παραγωγή ελαιολάδου το 2013 με ποσοστό 62,7%, η Ιταλία με 19,8%, η Ελλάδα με 12,5% και η Πορτογαλία με 4,5%. Τα υπόλοιπα κράτη συνέβαλλαν σε ποσοστό 0,5% (Eurostat, 2015).



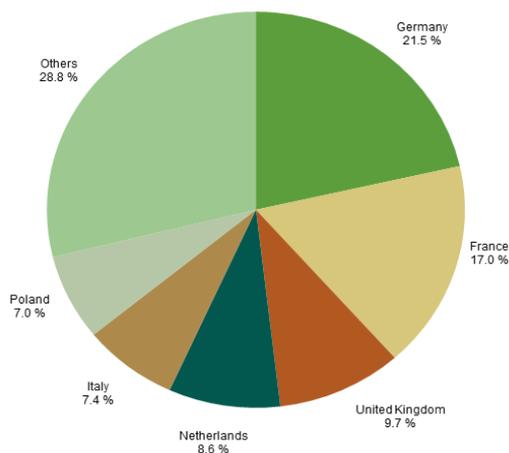
Διάγραμμα 4: Ποσοστό παραγωγής ελαιολάδου ΕΕ-28, 2013

Σύμφωνα με τελευταίο δημοσίευμα (*Bloomberg, 2015*), η Ελλάδα προσδοκεί να αποσπάσει μερίδιο αγοράς από την Ισπανία και την Ιταλία για το έτος 2015. Σύμφωνα με το δημοσίευμα μία ασθένεια των ελαιόδεντρων έχει αποδεκατίσει τους ελαιώνες στην Ιταλία. Σχεδόν το ένα δέκατο από τα 10 εκατομμύρια ελαιόδεντρα στην περιοχή της Puglia έχουν μολυνθεί με μία ασθένεια που την αποκάλεσαν «έμπολα των ελιών», η οποία σκοτώνει με αργό ρυθμό τα δέντρα. Ως αποτέλεσμα, οι Ιταλοί παραγωγοί ελαιολάδου αναμένουν μία ακόμη κακή περίοδο -μετά την πτώση 34% που είχε η παραγωγή τους στην περίοδο 2014-15- στους 302.000 μετρικούς τόνους, σύμφωνα με στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου, International Olive Council (IOC) στη Μαδρίτη. Η παραγωγή στην Ισπανία μειώθηκε περισσότερο από 50%, στους 825.700 τόνους στην τελευταία περίοδο και θα παραμείνει πιθανόν συμπίεσμένη λόγω της παρατεταμένης ξηρασίας. Η Ελλάδα, σημειώνει το δημοσίευμα, είδε την παραγωγή της να υπερδιπλασιάζεται στην προηγούμενη περίοδο στους 300.000 τόνους και η εγχώρια βιομηχανία ευελπιστεί ότι θα φθάσει κοντά σε αυτό το επίπεδο και την ερχόμενη περίοδο. Χάρη σε αυτό τον συνδυασμό παραγόντων, «το ελληνικό ελαιόλαδο είναι πιο ανταγωνιστικό από ποτέ, τουλάχιστον με βάση τις τιμές». Σύμφωνα με έκθεση του Συμβουλίου (IOC) από τον Ιούνιο, οι τιμές χονδρικής για τις κατηγορίες του πιο παρθένου λαδιού στην Ιταλία και την Ισπανία αυξήθηκαν κατά 114% και 84%, αντίστοιχα, σε 5,66 ευρώ και 3,59 ευρώ το κιλό. Αντίθετα, οι τιμές του ελληνικού λαδιού αυξήθηκαν μόνο 24% σε 3,09 ευρώ το κιλό. Το πλεονέκτημα τιμής βοηθά τους μικρούς και μεσαίους παραγωγούς, που αποτελούν κατά το πλείστον την ελληνική βιομηχανία ελαιολάδου, να βρουν νέες αγορές. Η έκθεση του IOC αναφέρει ότι οι ελληνικές εξαγωγές της τελευταίας σοδειάς προς τις ΗΠΑ -που είναι σήμερα ο μεγαλύτερος καταναλωτής ελαιολάδου- αυξήθηκαν 28% από τον Οκτώβριο του 2014 έως τον Ιούνιο του 2015, ενώ οι εξαγωγές από την Ισπανία και την Ιταλία μειώθηκαν πάνω από 50% για κάθε χώρα (*Bloomberg, 2015*).

Η παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων παρουσιάζει διαφορετική δομή από το ένα κράτος μέλος της ΕΕ στο άλλο, όσον αφορά το μέγεθος του αγροκτήματος και της αγέλης βοοειδών, καθώς και όσον αφορά την απόδοση γάλακτος. Το **Διάγραμμα 5** δείχνει ότι 36,2 % του πλήρους γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε στην ΕΕ-28 το 2013 μετατράπηκε σε τυρί, και το επόμενο υψηλότερο ποσοστό χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή βουτύρου (28,1 %). Περίπου το ένα τέταρτο της συνολικής ποσότητας πλήρους γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε στην ΕΕ-28 χρησιμοποιήθηκε είτε για γάλα κατανάλωσης (12,1 %) είτε για κρέμα (12,0 %) (*Eurostat, 2015*).



Διάγραμμα 5: Χρήσεις παραγόμενου πλήρους γάλακτος στην ΕΕ-28, 2013



Διάγραμμα 6: Ποσοστό % παραγωγής γάλακτος μεταξύ των χωρών της ΕΕ-28.

Στο **Διάγραμμα 6** παρατηρούμε την ποσόστωση παραγωγής γάλακτος μεταξύ των χωρών της ΕΕ-28. Η συνολική συλλογή αγελαδινού γάλακτος στην ΕΕ-28 το 2013 ανήλθε σε 141 εκατομμύρια τόνους. Η Γερμανία και η Γαλλία είναι οι χώρες με τις μεγαλύτερες ποσότητες παραγωγής αγελαδινού γάλακτος το 2013 και επίσης με τα υψηλότερα επίπεδα παραγωγής βουτύρου και τυριού. Σε σύνολο οι δύο χώρες συγκέντρωσαν ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ του 38 % και 46 % της συνολικής παραγωγής για καθένα από τα εν λόγω γαλακτοκομικά προϊόντα στην ΕΕ-28. Η παραγωγή αγελαδινού γάλακτος στην Ελλάδα ανήλθε σε 617 χιλ.τόνους για το 2014 (*Eurostat, 2015*) (*ΕΛΟΓΑΚ, 2015*).

Στον **Πίνακα 2** παρουσιάζονται τα διαρθρωτικά χαρακτηριστικά ως προς την κατανομή των ελληνικών υποκλάδων των τροφίμων και ποτών. Τα στοιχεία αφορούν τα πιο πρόσφατα διαθέσιμα στοιχεία της βιομηχανικής έρευνας για το έτος 2012 (*Θωμαΐδου, 2014*).

Πίνακας 2: Ποσοστιαία κατανομή υποκλάδων τροφίμων στο σύνολο του κλάδου τροφίμων & ποτών με βάση τα κύρια διαρθρωτικά στοιχεία για το έτος 2012 (*Θωμαΐδου, 2014*)

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΑΞΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΗ ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΗ ΑΞΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ
Κρέας	3%	11%	9%	7%	8%
Φυτικά και ζωικά έλαια και λίπη	10%	8%	7%	5%	5%
Αρτοποιία και αλευρώδη	61%	17%	21%	26%	35%
Ποτοποιία	5%	13%	14%	17%	11%
Ψάρια	1%	3%	4%	2%	2%
Γαλακτοκομικά προϊόντα	6%	17%	15%	12%	12%
Άλλα είδη διατροφής	7%	12%	11%	13%	10%
Φρούτα και λαχανικά	4%	12%	11%	11%	12%
Προϊόντα αλευρόμυλων	2%	6%	5%	5%	4%
Ζωοτροφές	2%	4%	3%	2%	2%

- ✓ Στον **αριθμό των επιχειρήσεων** του κλάδου, το σημαντικότερο μερίδιο έχει η Αρτοποιία και τα αλευρώδη (61%), ενώ ακολουθούν τα Έλαια και λίπη (10%), τα Άλλα είδη διατροφής (7%) και τα Γαλακτοκομικά προϊόντα (6%).
- ✓ Ως προς τον **κύκλο εργασιών** των Τροφίμων και Ποτών, το μεγαλύτερο ποσοστό της σχετικής κατανομής κατέχουν τα Γαλακτοκομικά προϊόντα και η Αρτοποιία και τα αλευρώδη ισομερώς (17%), ακολουθούν τα Ποτά (13%) και τα Άλλα είδη διατροφής και Φρούτα ισομερώς (12%).
- ✓ Στην **αξία παραγωγής**, το μεγαλύτερο μερίδιο της σχετικής κατανομής κατέχουν η Αρτοποιία και τα αλευρώδη (21%), ενώ ακολουθούν τα Γαλακτοκομικά προϊόντα (15%), η Ποτοποιία (14%) και τα Άλλα είδη διατροφής και τα Φρούτα ισομερώς (11%).
- ✓ Στην **ακαθάριστη προστιθέμενη αξία** των Τροφίμων και Ποτών, το μεγαλύτερο ποσοστό της σχετικής κατανομής κατέχουν η Αρτοποιία και τα αλευρώδη (26%), ενώ ακολουθούν τα Ποτά (17%), τα Άλλα είδη διατροφής (13%) και τα Γαλακτοκομικά προϊόντα (12%).
- ✓ Σχετικά με τον **αριθμό των εργαζομένων** στο σύνολο των Τροφίμων και Ποτών, η Αρτοποιία και τα αλευρώδη (35%) έρχονται πρώτα στη σχετική κατάταξη, δεύτερα τα Γαλακτοκομικά και Φρούτα ισομερώς (12%), τέταρτη η Ποτοποιία (11%) και ακολουθούν τα Άλλα είδη διατροφής (10%) (Θωμαΐδου, 2014).

Στον **Πίνακα 3** παρουσιάζονται διαρθρωτικά χαρακτηριστικά αναφορικά με την παραγωγικότητα εργασίας ανά εργαζόμενο το 2012 συγκριτικά με το 2011, ενώ στον **Πίνακα 4** παρατηρούμε την ποσοστιαία μεταβολή βασικών στοιχείων στους υποκλάδους τροφίμων και ποτών (Θωμαΐδου, 2014).

Πίνακας 3: Παραγωγικότητα εργασίας στους υποκλάδους τροφίμων (αξία σε €) για τα έτη 2011/ 2012 (Θωμαΐδου, 2014).

	2011	2012	%2012/2011
Τρόφιμα	38,3	37	-3,40%
Κρέας	34,1	34,6	1,50%
Ψάρια	46,3	40,5	-12,50%
Φρούτα και λαχανικά	37,3	37	-0,80%
Φυτικά και ζωικά έλαια και λίπη	47,5	43,7	8%
Γαλακτοκομικά προϊόντα	43,5	41,4	-4,80%
Προϊόντα αλευρόμυλων	48,7	47,4	-2,70%
Αρτοποιία και αλευρώδη	32,8	29,6	-9,80%
Άλλα είδη διατροφής	43,5	49,5	13,80%
Ζωοτροφές	46,1	44,7	-3,00%
Ποτοποιία	77,9	63,7	-18,20%

Πίνακας 4: Ποσοστιαία μεταβολή 2012/ 2011 βασικών μεγεθών στους υποκλάδους των τροφίμων (Θωμαΐδου, 2014)

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΑΞΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΗ ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΗ ΑΞΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ
Τρόφιμα και Ποτά	-8,00%	0%	0,20%	-8,80%	-2,40%
Τρόφιμα	-7,80%	1,80%	2%	-5,20%	-1,90%
Κρέας	3,00%	14,00%	7,50%	-3,40%	-4,70%
Ψάρια	7,70%	-2,50%	4,80%	-17,20%	-5,50%
Φρούτα και λαχανικά	-7,30%	2,30%	3%	-0,60%	0,20%
Φυτικά και ζωικά έλαια και λίπη	-31,20%	-2,00%	-3,60%	-20,20%	-13,30%

	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΑΞΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΗ ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΗ ΑΞΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ
Γαλακτοκομικά προϊόντα	-0,50%	-4,50%	0,60%	-4,50%	0,30%
Προϊόντα αλευρόμυλων	2,10%	16,70%	17,60%	20,30%	23,60%
Αρτοποιία και αλευρώδη	-5,60%	0,70%	-1,10%	-9,90%	-0,40%
Άλλα είδη διατροφής	3,10%	-3,10%	2%	3%	-9,30%
Ζωοτροφές	-5,20%	12,30%	-1,90%	-5,10%	-2,20%
Ποτοποιία	-11,00%	-10,10%	-9,70%	-23,20%	-6,20%

Όπως είναι φανερό σε σχέση με την ακαθάριστη προστιθέμενη αξία ανά εργαζόμενο (παραγωγικότητα εργασίας), τα Ποτά καταγράφουν την υψηλότερη επίδοση (63,7 ευρώ ανά εργαζόμενο), ενώ ακολουθούν τα Άλλα είδη διατροφής (49,5 ευρώ ανά εργαζόμενο) και τα Προϊόντα αλευρόμυλων (47,4 ευρώ ανά εργαζόμενο).

Στα βασικά μεγέθη των υποκλάδων τροφίμων και στα ποτά το 2012 σε σχέση με το 2011 καταγράφεται έντονα πτωτική τάση ως προς τον αριθμό των επιχειρήσεων στα Έλαια και λίπη (-31%) και άνοδος στο Κρέας (3%), τα Ψάρια (7,7%), τα Προϊόντα αλευρομύλων (2%) και τα Άλλα είδη διατροφής (3%). Σε όρους κύκλου εργασιών, η μεγαλύτερη άνοδος σημειώνεται στα Προϊόντα αλευρομύλων (16,7%), το Κρέας (14%) και τις Ζωοτροφές (12%). Ως προς την ακαθάριστη προστιθέμενη αξία, δύο είναι μόνο οι υποκλάδοι των τροφίμων στους οποίους η ετήσια ποσοστιαία μεταβολή το 2012 είναι θετική, τα Προϊόντα αλευρομύλων (20,3%) και τα Άλλα είδη διατροφής (3%). Τέλος, σε όρους αριθμού εργαζομένων, σημαντική θετική μεταβολή καταγράφεται το 2012 σε σχέση με το 2011 μόνο στα Προϊόντα αλευρομύλων (23%) και οριακή στα Φρούτα και λαχανικά και τα Γαλακτοκομικά προϊόντα. Γενικά η πτώση που παρατηρείται στους περισσότερους κλάδους δικαιολογείται λόγω της οικονομικής συγκυρίας που διέπει την ελληνική οικονομία τα τελευταία χρόνια (Eurostat, 2012)(Θωμαΐδου, 2014).

Αναφορικά με τις εξωτερικές εμπορικές συναλλαγές στον τομέα των τροφίμων και ποτών το 2013 ο κλάδος σημείωσε αύξηση του εμπορικού του ελλείμματος κατά 7,4% μέσα σε ένα έτος, με την αντίστοιχη μείωση στο σύνολο του εμπορικού ελλείμματος να φθάνει στο 28%. (Πηγή: Τράπεζα της Ελλάδος). Η αντίστοιχη μεταβολή του εμπορικού ελλείμματος το 2012 στα Τρόφιμα και στα Ποτά ήταν πολύ μεγαλύτερη, της τάξης του 19,2%. Το 2013 η μεγάλη αύξηση των εξαγωγών (7%), οδήγησε στην αύξηση στο εμπορικό έλλειμμα, ενώ ταυτόχρονα σημειώθηκε άνοδος των εισαγωγών (1,4%). Πιο συγκεκριμένα οι εξαγωγές Τροφίμων και ποτών το 2013 έφθασαν τα €2.988 εκατ. (από €2.792 εκατ. το 2012), ενώ οι αντίστοιχες εισαγωγές τα €4.613 εκατ. (από €4.547 εκατ. το 2012). Έτσι, το εμπορικό έλλειμμα διαμορφώθηκε στο χαμηλότερο επίπεδό του από το 2007, στα €1.624 εκατ. (από €1.755 εκατ. το 2012). Επιπρόσθετα, στο σύνολο των εξαγωγών τροφίμων και ποτών, η αναλογία ενδοκοινοτικού προς εξωκοινοτικού εμπορίου (EU-ενδοκοινοτικό - EU -εξωκοινοτικό) είναι διαχρονικά ίση με περίπου 75% - 25%. Στο σύνολο των εισαγωγών, η αντίστοιχη αναλογία είναι διαχρονικά υψηλότερη υπέρ του ενδοκοινοτικού εμπορίου, περίπου 85% - 15% αντίστοιχα. Στον **Πίνακα 5** παρατηρούμε τις ροές του εξωτερικού εμπορίου της Ελλάδας στο σύνολο των τροφίμων (Θωμαΐδου, 2014).

Πίνακας 5: Ροές εξωτερικού εμπορίου της Ελλάδας στο σύνολο των τροφίμων (σε εκατ. €) για τα έτη 2011-2013 (Θωμάϊδου, 2014)

ΕΞΑΓΩΓΕΣ	2011	2012	2013
ΕΕ-28_εξωκοινοτικό	640,1	721,8	734,8
ΕΕ-28_ενδοκοινοτικό	2.045,50	2.070,80	2.253,60
ΣΥΝΟΛΟ	2.685,70	2.792,60	2.988,40
ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ	2011	2012	2013
ΕΕ-28_εξωκοινοτικό	668,3	589,3	614,6
ΕΕ-28_ενδοκοινοτικό	4.190,60	3.958,50	3.998,50
ΣΥΝΟΛΟ	4.859,00	4.547,90	4.613,00
ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ	2011	2012	2013
ΕΕ-28_εξωκοινοτικό	-28,2	132,5	120,3
ΕΕ-28_ενδοκοινοτικό	-2.145,10	-1.887,70	-1.744,90
ΣΥΝΟΛΟ	-2.173,30	-1.755,20	-1.624,70

2.2 Γενική ταξινόμηση της βιομηχανίας τροφίμων και ποτών και αναλυτική ταξινόμηση των υπό μελέτη κλάδων

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ταξινόμηση Οικονομικών Δραστηριοτήτων **NACE rev.2**, η βιομηχανία των τροφίμων και ποτών χαρακτηρίζεται από τον κωδικό 10 ενώ ο κλάδος των ποτών από τον κωδικό 11. Η εθνική **Στατιστική Ταξινόμηση των Κλάδων Οικονομικής Δραστηριότητας (ΣΤΑΚΟΔ, 2008)** είναι ταυτόσημη, σε επίπεδο τριψήφιας ταξινόμησης, με την ταξινόμηση NACE Rev.2. η οποία αποτελεί το Ευρωπαϊκό πλαίσιο αναφοράς για την παραγωγή και τη διάχυση των στατιστικών που σχετίζονται με τις οικονομικές δραστηριότητες. Στους παρακάτω πίνακες (**Πίνακας 6, Πίνακας 7**), παρουσιάζεται η ταξινόμηση των κλάδων τροφίμων και ποτών αντίστοιχα, κατά ΣΤΑΚΟΔ 2008.

Πίνακας 6: Διάρθρωση βιομηχανίας τροφίμων ανά ομάδες κατά ΣΤΑΚΟΔ 2008

ΟΜΑΔΑ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
10.1	«Επεξεργασία, Συντήρηση και Παραγωγή Προϊόντων Κρέατος»
10.2	«Επεξεργασία, Συντήρηση Βρώσιμων Αλιευμάτων & Προϊόντων τους»
10.3	«Επεξεργασία, Συντήρηση Φρούτων και Λαχανικών»
10.4	«Παραγωγή Φυτικών και Ζωικών Ελαίων και Λιπών»
10.5	«Παραγωγή Γαλακτοκομικών Προϊόντων»
10.6	«Παραγωγή Προϊόντων Αλευρόμυλων, Παραγωγή Αμύλων και Προϊόντων Αμύλου»
10.7	«Παραγωγή Ειδών Αρτοποιίας και Αλευρωδών Προϊόντων»
10.8	«Παραγωγή Άλλων Ειδών Διατροφής»
10.9	«Παραγωγή Παρασκευασμένων Ζωοτροφών»

Πίνακας 7: Διάρθρωση βιομηχανίας ποτών ανά ομάδες κατά ΣΤΑΚΟΔ 2008

ΟΜΑΔΑ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
11.01	Απόσταξη, ανακαθαρισμός (αναδιύλιση) και ανάμιξη αλκοολούχων ποτών
11.02	Παραγωγή οίνου από σταφύλια
11.03	Παραγωγή μηλίτη και κρασιών από άλλα φρούτα
11.04	Παραγωγή άλλων μη αποσταγμένων ποτών που υφίστανται ζύμωση
11.05	Ζυθοποιία
11.06	Παραγωγή βύνης
11.07	Παραγωγή αναψυκτικών, παραγωγή μεταλλικού νερού και άλλων εμφιαλωμένων νερών

2.2.1 Κλάδος 10.1: Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος και παραγωγή προϊόντων κρέατος-αναλυτική ταξινόμηση υποκλάδου - Γενικά διαρθρωτικά και οικονομικά στοιχεία

Ο κλάδος 10.1 περιλαμβάνει τις βιομηχανικές δραστηριότητες οι οποίες είναι σχετικές με την επεξεργασία, τη συντήρηση και την παραγωγή βοοειδών, χοιροειδών, αιγοπροβατοειδών, αλόγων και άλλων ιπποειδών, πουλερικών που διατίθενται νωπά ή διατηρημένα με απλή ψύξη ή κατεψυγμένα. Συγκεκριμένα, οι σχετικές δραστηριότητες κατά ΣΤΑΚΟΔ 2008 παρουσιάζονται στον **Πίνακα 8**.

Πίνακας 8: Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος και παραγωγή προϊόντων κρέατος (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος, 2008)

ΤΑΞΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΘΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ
10.11				Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος
	10.11.1			Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος βοοειδών, χοιροειδών, αιγοπροβατοειδών, αλόγων και άλλων ιπποειδών, που διαθέτεται νωπό ή διατηρημένο με απλή ψύξη
		10.11.11		Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος βοοειδών, που διαθέτεται νωπό ή διατηρημένο με απλή ψύξη
		10.11.12		Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος χοιροειδών, που διαθέτεται νωπό ή διατηρημένο με απλή ψύξη
		10.11.13		Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος προβατοειδών, που διαθέτεται νωπό ή διατηρημένο με απλή ψύξη
		10.11.14		Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος αιγοειδών, που διαθέτεται νωπό ή διατηρημένο με απλή ψύξη
		10.11.15		Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος αλόγων και άλλων ιπποειδών, που διαθέτεται νωπό ή διατηρημένο με απλή ψύξη
	10.11.2			Επεξεργασία και συντήρηση βρώσιμων εντοσθίων βοοειδών, χοιροειδών, αιγοπροβατοειδών, αλόγων και άλλων ιπποειδών, που διατίθενται νωπά ή διατηρημένα με απλή ψύξη
		10.11.20		Επεξεργασία και συντήρηση βρώσιμων εντοσθίων βοοειδών, χοιροειδών, αιγοπροβατοειδών, αλόγων και άλλων ιπποειδών,

ΤΑΞΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΘΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ
				που διαθέτονται νωπά ή διατηρημένα με απλή ψύξη
			10.11.20.01	Παραγωγή και συντήρηση ζωικών εντέρων αλλαντοποιίας
	10.11.3			Επεξεργασία και συντήρηση κατεψυγμένων κρεάτων και βρώσιμων εντοσθίων· άλλων κρεάτων και βρώσιμων εντοσθίων
		10.11.31		Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος βοοειδών, που διαθέτεται κατεψυγμένο
		10.11.32		Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος χοιροειδών, που διαθέτεται κατεψυγμένο
		10.11.33		Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος προβατοειδών, που διαθέτεται κατεψυγμένο
		10.11.34		Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος αιγοειδών, που διαθέτεται κατεψυγμένο
		10.11.35		Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος αλόγων και άλλων ιπποειδών, που διαθέτεται κατεψυγμένο
		10.11.39		Επεξεργασία και συντήρηση άλλων κρεάτων και βρώσιμων εντοσθίων, που διαθέτονται νωπά, διατηρημένα με απλή ψύξη ή κατεψυγμένα
	10.11.4			Επεξεργασία μαλλιού, που έχει αφαιρεθεί από την προβιά νεκρών ζώων και ακατέργαστων δερμάτων και προβιών βοοειδών, ιπποειδών, αιγοειδών και προβατοειδών
		10.11.41		Επεξεργασία μαλλιού, που έχει αφαιρεθεί από την προβιά νεκρών ζώων, μη καθαρισμένου από τις λιπαρές ουσίες, καθώς και μαλλιού που έχει πλυθεί άνω στην προβιά
		10.11.42		Επεξεργασία ακατέργαστων δερμάτων και προβιών βοοειδών ή ιπποειδών, που διαθέτονται ολόκληρα
		10.11.43		Επεξεργασία άλλων ακατέργαστων δερμάτων και προβιών βοοειδών ή ιπποειδών
		10.11.44		Επεξεργασία ακατέργαστων δερμάτων και προβιών προβάτων ή αρνιών
		10.11.45		Επεξεργασία ακατέργαστων δερμάτων και προβιών αιγών ή κατσικιών
	10.11.5			Επεξεργασία λιπών βοοειδών, προβάτων, αιγών ή χοίρων
		10.11.50		Επεξεργασία λιπών βοοειδών, προβάτων, αιγών ή χοίρων
	10.11.6			Επεξεργασία ωμών εντοσθίων, μη βρώσιμων
		10.11.60		Επεξεργασία ωμών εντοσθίων, μη βρώσιμων
	10.11.9			Εργασίες υπεργολαβίας στο πλαίσιο της διαδικασίας παραγωγής επεξεργασμένου και διατηρημένου κρέατος
		10.11.99		Εργασίες υπεργολαβίας στο πλαίσιο της διαδικασίας παραγωγής επεξεργασμένου και διατηρημένου κρέατος
			10.11.99.01	Υπηρεσίες σφαγής ζώων, για λογαριασμό τρίτων
10.12				Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος πουλερικών
	10.12.1			Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος πουλερικών, που διαθέτεται νωπό ή διατηρημένο με απλή ψύξη

ΤΑΞΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΘΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ
		10.12.10		Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος πουλερικών, που διαθέτεται νωπό ή διατηρημένο με απλή ψύξη
	10.12.2			Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος πουλερικών, που διαθέτεται κατεψυγμένο
		10.12.20		Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος πουλερικών, που διαθέτεται κατεψυγμένο
	10.12.3			Επεξεργασία λιπών πουλερικών
		10.12.30		Επεξεργασία λιπών πουλερικών
	10.12.4			Επεξεργασία και συντήρηση βρώσιμων εντοσθίων πουλερικών
		10.12.40		Επεξεργασία και συντήρηση βρώσιμων εντοσθίων πουλερικών
	10.12.5			Επεξεργασία φτερών και πούπουλων και δερμάτων πουλιών με φτερά και πούπουλα
		10.12.50		Επεξεργασία φτερών και πούπουλων και δερμάτων πουλιών με φτερά και πούπουλα
	10.12.9			Εργασίες υπεργολαβίας στο πλαίσιο της διαδικασίας παραγωγής επεξεργασμένου και διατηρημένου κρέατος πουλερικών
		10.12.99		Εργασίες υπεργολαβίας στο πλαίσιο της διαδικασίας παραγωγής επεξεργασμένου και διατηρημένου κρέατος πουλερικών
10.13				Παραγωγή προϊόντων κρέατος και κρέατος πουλερικών
	10.13.1			Παραγωγή διατηρημένων τροφών και παρασκευασμάτων κρέατος, εντοσθίων ή αίματος
		10.13.11		Παραγωγή χοιρινού κρέατος, σε τεμάχια, αλατισμένα, αποξηραμένα ή καπνιστά (μπέικον και ζαμπόν)
		10.13.12		Παραγωγή βοδινού κρέατος, που διαθέτεται αλατισμένο, αποξηραμένο ή καπνιστό
		10.13.13		Παραγωγή άλλων κρεάτων και βρώσιμων εντοσθίων, που διαθέτουν αλατισμένα, σε άλμη, αποξηραμένα ή καπνιστά (εκτός από το χοιρινό και το βοδινό κρέας)· παραγωγή βρώσιμων αλευριών και σκονών γευμάτων κρέατος ή εντοσθίων
		10.13.14		Παραγωγή λουκάνικων, σαλαμιών και παρόμοιων προϊόντων, από κρέας, εντόσθια ή αίμα
			10.13.14.01	Παραγωγή αλλαντικών
			10.13.14.02	Παραγωγή παρασκευασμάτων και κονσερβών από κρέας άλλων ζώων
			10.13.14.03	Παραγωγή παρασκευασμάτων και κονσερβών από κρέας βοοειδών
			10.13.14.04	Παραγωγή παρασκευασμάτων και κονσερβών από κρέας πουλερικών
			10.13.14.05	Παραγωγή παρασκευασμάτων και κονσερβών από κρέας χοιροειδών
		10.13.15		Παραγωγή άλλων ειδών προπαρασκευασμένου και διατηρημένου κρέατος, εντοσθίων ή αίματος εκτός από έτοιμα

ΤΑΞΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΘΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ
				γεύματα με κρέας και εντόσθια
		10.13.16		Παραγωγή αλευριών, χονδράλευρων και σβόλων κρέατος, ακατάλληλων για ανθρώπινη κατανάλωση· ινωδών κατάλοιπων ξιγκιών
	10.13.9			Μαγείρεμα και άλλες υπηρεσίες παρασκευής για την παραγωγή προϊόντων κρέατος· Εργασίες υπεργολαβίας στο πλαίσιο της διαδικασίας επεξεργασίας προϊόντων κρέατος και προϊόντων κρέατος πουλερικών
		10.13.91		Μαγείρεμα και άλλες υπηρεσίες παρασκευής για την παραγωγή προϊόντων κρέατος
			10.13.91.01	Υπηρεσίες διατήρησης κρέατος και προϊόντων κρέατος
			10.13.91.02	Υπηρεσίες κατάψυξης κρέατος και προϊόντων κρέατος
		10.13.99		Εργασίες υπεργολαβίας στο πλαίσιο της διαδικασίας επεξεργασίας προϊόντων κρέατος και κρέατος πουλερικών

Βασικό χαρακτηριστικό της εγχώριας αγοράς κρέατος είναι η ύπαρξη μεγάλου αριθμού επιχειρήσεων, η πλειοψηφία των οποίων είναι μικρού μεγέθους. Ωστόσο, στον εξεταζόμενο κλάδο δραστηριοποιούνται και ορισμένες μεγάλες βιομηχανίες, οι οποίες διαθέτουν καθετοποιημένες μονάδες και ασχολούνται με όλα τα στάδια, από την εκτροφή και σφαγή ζώων έως την παραγωγή κρέατος, επεξεργασία /τυποποίηση και παραγωγή προϊόντων κρέατος. Η επεξεργασία και τυποποίηση κρέατος αποτελεί μόνη της το αντικείμενο πολλών εταιρειών, οι οποίες έχουν σημαντική παρουσία στην ελληνική αγορά.

Κατά την πενταετία 2009-2013, σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, το αιγοπρόβειο κρέας παρουσιάζει σταθερά πτωτική πορεία διαμορφώνοντας το 2013 ετήσια παραγωγή 85,71 χιλιάδες τόνους, μειωμένη κατά 21,07% συγκριτικά με το 2009. Το βόειο κρέας παρουσιάζει τη δεύτερη μεγαλύτερη μείωση (12,33%), σε σχέση με το 2009 παρά το γεγονός ότι τα δύο πρώτα χρόνια εμφανίζει αύξηση 3,6%. Το χοίρειο κρέας την ίδια περίοδο εμφανίζει αυξομειώσεις και το 2013 η παραγωγή του είναι μειωμένη κατά 8,94 χιλιάδες τόνους σε σύγκριση με το 2009. Εξαιρέση αποτελεί το κρέας των πουλερικών το οποίο παρόλο που εμφανίζει συνεχείς αυξομειώσεις, παρουσιάζει άνοδο κατά 3,66% συγκριτικά με την αρχή της πενταετίας, φτάνοντας το 2013 στη παραγωγή των 180,47 χιλιάδων τόνων (Μποχωρίδης, 2014).

Οι ανάγκες σε πρώτες ύλες για την παρασκευή ζωοτροφών, σε συνδυασμό με το υψηλό κόστος των απαιτούμενων επενδύσεων και το υψηλό κόστος των ζωοτροφών, καλύπτονται σε ποσοστό περίπου 70% από τις εισαγωγές σύμφωνα με τον πρόεδρο του Συνδέσμου Ελληνικών Βιομηχανιών Ζωοτροφών. Αυτό συνεπάγεται τη δημιουργία προβλημάτων αναφορικά με το κόστος παραγωγής, με αποτέλεσμα την περιορισμένη εγχώρια παραγωγή, ενώ οι πολλές αδυναμίες στο σύστημα εμπορίας έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη ανταγωνιστικότητα των προϊόντων του κλάδου απέναντι στα εισαγόμενα είδη (κυρίως βόειου και χοίρειου). Εξαιρέση αποτελεί ο κλάδος της πτηνοτροφίας ο οποίος κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο στο σύνολο της εγχώριας παραγωγής κρέατος (ICAP, 2011).



Εικόνα 1: Γραμμή Σφαγής Βοοειδών ¹



Εικόνα 2: Γραμμή Σφαγής Πουλερικών²

Το κρέας των πουλερικών καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό επί της συνολικής παραγωγής κρέατος καταλαμβάνοντας 39,65% κατά μέσο όρο περιόδου. Αξιόλογα ποσοστά κατέχουν τόσο το χοίρειο με 25,37% όσο και το αιγοπρόβειο με 22,48%, σε αντίθεση με το βόειο το οποίο καταλαμβάνει το μικρότερο ποσοστό επί της συνολικής εγχώριας παραγωγής με μέσο όρο περιόδου 12,49%. Βέβαια τα μερίδια που καταλαμβάνουν οι παραπάνω κατηγορίες επί της εγχώριας παραγωγής, διαφέρουν από τα αντίστοιχα μερίδια τους επί της κατανάλωσης, δεδομένου ότι σε ορισμένες εξ' αυτών υπάρχει υψηλή εισαγωγική διείσδυση- οι αλλαντοβιομηχανίες, εξαρτώνται σε ποσοστό περίπου 75% από τις εισαγωγές (Eurostat, 2013).

¹ <http://www.ccagr.gr/aifantis.com/index.php/ekgatastaseis/biomixanika-sfageia>

² http://kotopoulaartas.gr/page/diadikasia_spages

2.2.2 Κλάδος 10.4: Παραγωγή φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών- Αναλυτική ταξινόμηση υποκλάδου - Γενικά διαρθρωτικά και οικονομικά στοιχεία

Ο Κλάδος 10.4 περιλαμβάνει τις βιομηχανικές δραστηριότητες οι οποίες είναι σχετικές με την παραγωγή επεξεργασμένων και μη φυτικών ελαίων π.χ. ελαιόλαδο, σογιέλαιο, φοινικέλαιο, ηλιέλαιο, βαμβακέλαιο, κραμβέλαιο, κτλ, των ζωικών ελαίων και λιπών, επεξεργασία φυτικών ελαίων, εξαγωγή ελαίων από ψάρια και θαλάσσια θηλαστικά, στερεών υπολειμμάτων και αλεύρων από τους ελαιώδεις καρπούς κτλ. Επιπλέον περιλαμβάνονται η παραγωγή μαργαρίνης, η παραγωγή σύνθετων μαγειρικών λιπών κτλ.

Συγκεκριμένα, οι σχετικές δραστηριότητες κατά ΣΤΑΚΟΔ 2008 παρουσιάζονται στον **Πίνακα 9**.

Πίνακας 9: Παραγωγή φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος, 2008)

ΤΑΞΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΘΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ
10.41				Παραγωγή ελαίων και λιπών
	10.41.1			Παραγωγή ζωικών ελαίων και λιπών και των κλασμάτων τους, που διαθέτονται ακατέργαστα
		10.41.11		Παραγωγή στεατίνης, λαδιού με την ονομασία "saindoux" (από χοιρινό λίπος), ελαιοστεατίνης, ελαιομαργαρίνης και στεατέλαιου, που δεν έχουν γαλακτωματοποιηθεί ούτε αναμειχθεί ούτε παρασκευασθεί αλλιώς
		10.41.12		Παραγωγή λιπών και ελαίων και των κλασμάτων τους, ψαριών και θαλάσσιων θηλαστικών
		10.41.19		Παραγωγή άλλων ζωικών λιπών και ελαίων και των κλασμάτων τους, εξευγενισμένων ή μη, αλλά όχι χημικά μεταποιημένων
	10.41.2			Παραγωγή φυτικών ελαίων, που διαθέτονται ακατέργαστα
		10.41.21		Παραγωγή σογιέλαιου, που διαθέτεται ακατέργαστο
			10.41.21.01	Παραγωγή ακατέργαστων φυτικών ελαίων, που δεν κατονομάζονται ειδικά
		10.41.22		Παραγωγή αραχιδέλαιου, που διαθέτεται ακατέργαστο
		10.41.23		Παραγωγή ελαιόλαδου, που διαθέτεται ακατέργαστο
			10.41.23.01	Παραγωγή πυρηνέλαιου, ακατέργαστου
			10.41.23.02	Υπηρεσίες έκθλιψης ελαιόκαρπου και άλλων ελαιούχων σπόρων

ΤΑΞΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΘΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ
		10.41.24		Παραγωγή ηλιέλαιου, που διαθέτεται ακατέργαστο
		10.41.25		Παραγωγή βαμβακέλαιου, που διαθέτεται ακατέργαστο
		10.41.26		Παραγωγή κραμβέλαιου, ραφανέλαιου και σιναπέλαιου, που διαθέτονται ακατέργαστα
		10.41.27		Παραγωγή φοινικέλαιου, που διαθέτεται ακατέργαστο
		10.41.28		Παραγωγή ελαίου ινδικής καρύδας, που διαθέτεται ακατέργαστο
		10.41.29		Παραγωγή άλλων φυτικών ελαίων, που διαθέτονται ακατέργαστα
10.41.3				Παραγωγή χονδραδίων βαμβακιού (linter)
		10.41.30		Παραγωγή χονδραδίων βαμβακιού (linter)
10.41.4				Παραγωγή ελαιοπιτών και άλλων στερεών κατάλοιπων φυτικών λιπών ή ελαίων· αλευριών και χονδράλευρων από ελαιούχους σπόρους ή καρπούς
		10.41.41		Παραγωγή ελαιοπιτών και άλλων στερεών κατάλοιπων φυτικών λιπών ή ελαίων
			10.41.41.01	Παραγωγή και κατεργασία ελαιοπυρήνα
		10.41.42		Παραγωγή αλευριών και χονδράλευρων από ελαιούχους σπόρους ή καρπούς, εκτός του σιναπιού
10.41.5				Παραγωγή εξευγενισμένων ελαίων, εκτός των καταλοίπων
		10.41.51		Παραγωγή σογιέλαιου, και των κλασμάτων του, εξευγενισμένων, αλλά όχι χημικά μεταποιημένων
			10.41.51.01	Εξευγενισμός και υδρογόνωση φυτικών ελαίων
		10.41.52		Παραγωγή αραχιδέλαιου και των κλασμάτων του, έστω και εξευγενισμένων, αλλά όχι χημικά μεταποιημένων
		10.41.53		Παραγωγή ελαιόλαδου και των κλασμάτων του, εξευγενισμένων, αλλά

ΤΑΞΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΘΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ
				όχι χημικά μεταποιημένων
			10.41.53.01	Παραγωγή πυρηνέλαιου, εξευγενισμένου
		10.41.54		Παραγωγή ηλιέλαιου και των κλασμάτων του, εξευγενισμένων, αλλά όχι χημικά μεταποιημένων
		10.41.55		Παραγωγή βαμβακέλαιου και των κλασμάτων του, εξευγενισμένων, αλλά όχι χημικά μεταποιημένων
		10.41.56		Παραγωγή κραμβέλαιου, ραφανέλαιου και σιναπέλαιου και των κλασμάτων τους, εξευγενισμένων αλλά όχι χημικά μεταποιημένων
		10.41.57		Παραγωγή φοινικέλαιου και των κλασμάτων του, εξευγενισμένων, αλλά όχι χημικά μεταποιημένων
		10.41.58		Παραγωγή ελαίου ινδικής καρύδας και των κλασμάτων του, εξευγενισμένων, αλλά όχι χημικά μεταποιημένων
		10.41.59		Παραγωγή άλλων ελαίων και των κλασμάτων τους, εξευγενισμένων, αλλά όχι χημικά μεταποιημένων· σταθεροποιημένων φυτικών λιπών και άλλων φυτικών ελαίων (εκτός από το καλαμποκέλαιο) και των κλασμάτων τους π.δ.κ.α., εξευγενισμένων αλλά όχι χημικά μεταποιημένων
			10.41.59.01	Παραγωγή εξευγενισμένων φυτικών ελαίων, που δεν κατονομάζονται ειδικά
	10.41.6			Παραγωγή ζωικών ή φυτικών λιπών και ελαίων και των κλασμάτων τους, υδρογονωμένων, εστεροποιημένων, αλλά χωρίς να έχουν υποστεί περαιτέρω Παρασκευή
		10.41.60		Παραγωγή ζωικών ή φυτικών λιπών και ελαίων και των κλασμάτων τους, υδρογονωμένων, εστεροποιημένων, αλλά χωρίς να έχουν υποστεί περαιτέρω Παρασκευή
	10.41.7			Παραγωγή φυτικών κηρών (εκτός από τα τριγλυκερίδια) - γαλακτωμάτων δέρματος (δερματέλαιων)· κατάλοιπων της επεξεργασίας λιπαρών ουσιών ή ζωικών ή φυτικών κηρών

ΤΑΞΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΘΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ
		10.41.71		Παραγωγή φυτικών κηρών (εκτός από τα τριγλυκερίδια)
		10.41.72		Παραγωγή γαλακτωμάτων δέρματος (δερματέλαιων)· κατάλοιπων της επεξεργασίας λιπαρών ουσιών ή ζωικών ή φυτικών κηρών
	10.41.9			Εργασίες υπεργολαβίας στο πλαίσιο της διαδικασίας παραγωγής ελαίων και λιπών
		10.41.99		Εργασίες υπεργολαβίας στο πλαίσιο της διαδικασίας παραγωγής ελαίων και λιπών
			10.41.99.01	Υπηρεσίες εξευγενισμού και υδρογόνωσης ζωικών ελαίων
			10.41.99.02	Υπηρεσίες επεξεργασίας και τυποποίησης ελαιόλαδου
10.42				Παραγωγή μαργαρίνης και παρόμοιων βρώσιμων λιπών
	10.42.1			Παραγωγή μαργαρίνης και παρόμοιων βρώσιμων λιπών
		10.42.10		Παραγωγή μαργαρίνης και παρόμοιων βρώσιμων λιπών
	10.42.9			Εργασίες υπεργολαβίας στο πλαίσιο της διαδικασίας παραγωγής μαργαρίνης και παρόμοιων βρώσιμων λιπών
		10.42.99		Εργασίες υπεργολαβίας στο πλαίσιο της διαδικασίας παραγωγής μαργαρίνης και παρόμοιων βρώσιμων λιπών

Το ελαιόλαδο αποτελεί σημαντικό κομμάτι της ελληνικής οικονομίας καθώς καλύπτει το 9% της αξίας αγροτικής παραγωγής στην Ελλάδα (έναντι 1% στην Ευρώπη). Η Ελλάδα είναι η τρίτη μεγαλύτερη παραγωγός ελαιολάδου παγκοσμίως (μετά την Ισπανία και την Ιταλία), με παραγωγή της τάξης των 0,3 εκατ. τόνων, συνεισφέροντας το 0,4% του ΑΕΠ (ICAP, 2015).

Η διεθνής ελαιοπαραγωγή έχει διπλασιαστεί την τελευταία 25ετία, προσεγγίζοντας τους 3 εκατ. τόνους την τελευταία πενταετία από 1,5 εκατ. τόνους στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Βασικές κινητήριες δυνάμεις της αλματώδους ανάπτυξης ήταν: i) η Ισπανία, η οποία διπλασιάζοντας την παραγωγή της καλύπτει πλέον άνω του 40% της παγκόσμιας παραγωγής και ii) νέες χώρες-παραγωγοί (κυρίως Τουρκία, Τυνησία, Μαρόκο και Συρία), οι οποίες αύξησαν το μερίδιό τους στην παγκόσμια παραγωγή στο 35% το 2014 από 25% το 1990 (ICAP, 2015).

Κομβικό ρόλο στη διεθνή αγορά τυποποιημένου ελαιολάδου (εμπορικές ροές) διαδραματίζει η Ιταλία, η οποία εκμεταλλευόμενη τη διεθνή αναγνωρισιμότητα του ιταλικού ελαιολάδου και τα οργανωμένα

δίκτυα προώθησης των επιχειρήσεων της, εισάγει χύμα ελαιόλαδο (κυρίως από Ισπανία και Ελλάδα) και το επανεξάγει τυποποιημένο, κερδίζοντας υπεραξία τυποποίησης της τάξης των €1,3/κιλό.

Το μερίδιο της Ελλάδας στη διεθνή αγορά τυποποιημένου ελαιολάδου έχει περιοριστεί πλέον στο 4% από 6% τη δεκαετία του 1990, εξαιτίας του γεγονότος ότι οι Έλληνες παραγωγοί δεν κατάφεραν να εκμεταλλευτούν τη διεθνή δυναμική των τελευταίων ετών και παρατηρούνται διαρθρωτικές αδυναμίες σε όλα τα στάδια παραγωγής:

- δομή του ελληνικού κλάδου ελαιοπαραγωγής
- χαμηλός βαθμός τεχνολογικής εξέλιξης και κυρίως υψηλό ποσοστό μικρών (και σε μεγάλο βαθμό συνεταιριστικών) ελαιοτριβείων
- μόλις το 27% της συνολικής παραγωγής ελαιολάδου φτάνει στο στάδιο της τυποποίησης στην Ελλάδα (έναντι 50% στην Ισπανία και 80% στην Ιταλία)

Σε ένα εξαιρετικά μεταβαλλόμενο διεθνές περιβάλλον, το ελληνικό ελαιόλαδο υπερτερεί ως προς την υψηλή του ποιότητα. Η είσοδος νέων ανταγωνιστών επιφέρει αλλαγές στον τρόπο που λειτουργεί ο κλάδος στην Ελλάδα – με έμφαση πλέον στην τυποποίηση, την καθετοποίηση και τις οικονομίες κλίμακας. Ωστόσο οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, ενώ τα οφέλη από μια τέτοια αναδιάρθρωση μπορεί να είναι σημαντικά. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, η τυποποίηση και η δημιουργία του ελληνικού brand θα μπορούσαν να αυξήσουν τα έσοδα από εξαγωγές ελληνικού ελαιολάδου κατά €250 εκατ. ετησίως (προσεγγίζοντας τα €560 εκατ. ετησίως από περίπου €310 εκατ. κατά μέσο όρο την τελευταία πενταετία) (ICAP, 2015).

2.2.3 Κλάδος 10.5: Παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων- αναλυτική ταξινόμηση υποκλάδου - γενικά διαρθρωτικά και οικονομικά στοιχεία

Ο κλάδος των γαλακτοκομικών προϊόντων κατέχει σημαντική θέση στον ευρύτερο κλάδο των τροφίμων, καθώς περιλαμβάνει μερικές από τις μεγαλύτερες βιομηχανίες ειδών διατροφής της χώρας, ενώ σημαντικά κονδύλια για νέες επενδύσεις και για τον εκσυγχρονισμό των υφιστάμενων μονάδων έχουν δαπανηθεί τα τελευταία χρόνια. Ο αριθμός των παραγωγικών επιχειρήσεων είναι σημαντικός, ωστόσο οι περισσότερες μονάδες είναι μικρού μεγέθους με χαμηλή παραγωγική δυναμικότητα. Οι μεγάλες βιομηχανίες θεωρούνται σύγχρονα εξοπλισμένες μηχανολογικά, με οργανωμένο δίκτυο διανομής ενώ διαθέτουν ποικιλία προϊόντων. Στον κλάδο συμπεριλαμβάνεται σημαντικός αριθμός εταιριών, οι οποίες πραγματοποιούν εισαγωγές γαλακτοκομικών προϊόντων (Θωμαΐδου, 2013).

Ο κλάδος περιλαμβάνει την παραγωγή: νωπού υγρού γάλακτος, παστεριωμένου, αποστειρωμένου, ομογενοποιημένου γάλακτος, κρέμας από όλους τους προαναφερθέντες τύπους γάλακτος, γάλα σε σκόνη, γιαουρτιού, βουτύρου, τυριού και τυροπήγματος, ορρού γάλακτος (τυρογάλακτος), καζεΐνης ή λακτόζης, παγωτού και άλλων παγωμένων τροφίμων, όπως οι γρανίτες.

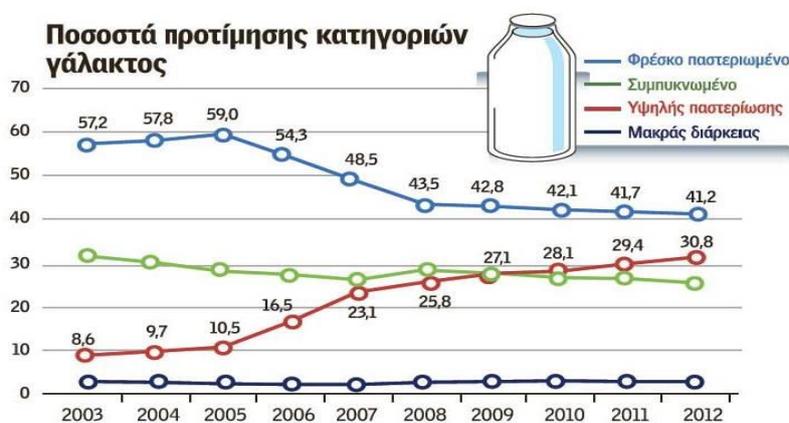
Συγκεκριμένα, οι σχετικές δραστηριότητες κατά ΣΤΑΚΟΔ 2008 παρουσιάζονται στον **Πίνακα 10**.

Πίνακας 10: Παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος, 2008)

ΤΑΞΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΘΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ
10.51				Λειτουργία γαλακτοκομείων και τυροκομία
	10.51.1			Παραγωγή επεξεργασμένου ρευστού γάλακτος και κρέμας γάλακτος
		10.51.11		Παραγωγή επεξεργασμένου ρευστού γάλακτος
		10.51.12		Παραγωγή γάλακτος και κρέμας γάλακτος με περισσότερο από 6% λίπος, μη συμπυκνωμένων ή ζαχαρούχων
	10.51.2			Παραγωγή γάλακτος σε στερεή μορφή
		10.51.21		Παραγωγή αποβουτυρωμένου γάλακτος, σε σκόνη
		10.51.22		Παραγωγή πλήρους γάλακτος σε σκόνη
	10.51.3			Παραγωγή βούτυρου και γαλακτοκομικών για επάλειψη
		10.51.30		Παραγωγή βούτυρου και γαλακτοκομικών για επάλειψη
	10.51.4			Παραγωγή τυριού και τυροπήγματος (πηγμένου γάλακτος για τυρί)
		10.51.40		Παραγωγή τυριού και τυροπήγματος (πηγμένου γάλακτος για τυρί)
			10.51.40.01	Παραγωγή τυριού από σκόνη γάλακτος
	10.51.5			Παραγωγή άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων
		10.51.51		Παραγωγή γάλακτος και κρέμας γάλακτος, συμπυκνωμένων ή με πρόσθετη ζάχαρη ή άλλες γλυκαντικές ύλες, σε άλλες μορφές εκτός της στερεάς
		10.51.52		Παραγωγή γιαουρτιού και άλλων ειδών γάλακτος ή κρέμας γάλακτος που έχουν υποστεί ζύμωση ή οξίνιση
		10.51.53		Παραγωγή καζεΐνης
		10.51.54		Παραγωγή γαλακτόζης και σιροπιού γαλακτόζης
		10.51.55		Παραγωγή τυρόγαλου
		10.51.56		Παραγωγή γαλακτοκομικών

ΤΑΞΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΘΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ
				προϊόντων π.δ.κ.α.
	10.51.9		10.51.56.01	Παραγωγή ρυζόγαλου Εργασίες υπεργολαβίας στο πλαίσιο της διαδικασίας επεξεργασίας γαλακτοκομικών και τυροκομικών προϊόντων
		10.51.99		Εργασίες υπεργολαβίας στο πλαίσιο της διαδικασίας επεξεργασίας γαλακτοκομικών και τυροκομικών προϊόντων
10.52				Παραγωγή παγωτών
	10.52.1			Παραγωγή παγωτού και άλλων ειδών βρώσιμου πάγου
		10.52.10		Παραγωγή παγωτού και άλλων ειδών βρώσιμου πάγου
	10.52.9			Εργασίες υπεργολαβίας στο πλαίσιο της διαδικασίας επεξεργασίας παγωτών
		10.52.99		Εργασίες υπεργολαβίας στο πλαίσιο της διαδικασίας παραγωγής παγωτών

Η σύγχρονη βιομηχανική παραγωγή αφορά κυρίως το γάλα κατανάλωσης (παστεριωμένο), το γιαούρτι και τα επιδόρπια γάλακτος. Σημείο αναφοράς για τον υπό εξέταση κλάδο υπήρξε η εφαρμογή της τεχνικής παστερίωσης Ultra High Temperature (UHT) η οποία κατέστησε εφικτή την παραγωγή γάλακτος κατανάλωσης χωρίς συμπύκνωση αλλά και τη διατήρησή του εκτός ψυγείου για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η τεχνική αυτή μετέβαλλε τα δεδομένα στη κατανάλωση του γάλακτος καθώς υπήρξαν αντικαταστάσεις προϊόντων και παραγωγή νέων με βελτιωμένα χαρακτηριστικά (Γεωργακόπουλος, 2012). Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται οι προτιμήσεις των Ελλήνων καταναλωτών για διάφορα ήδη γάλακτος για τη δεκαετία 2003 έως 2012.



Εικόνα 3: Ποσοστά προτίμησης κατηγοριών γάλακτος 2003-2012 (Γεωργακόπουλος, 2012)

Στην Ελλάδα εκτρέφονται περίπου 200.000 βοοειδή γαλακτοπαραγωγής και υπόλοιπα 100.000 μικτής παραγωγής. Από αυτά παράγονται περίπου 700.000 τόνοι αγελαδινού γάλακτος. Όσον αφορά στον κλάδο της γαλακτοπαραγωγού αγελαδοτροφίας, κύριο χαρακτηριστικό του είναι η ταχεία αύξηση του μεγέθους των μονάδων και η αντίστοιχη μείωση του αριθμού των παραγωγών. Ο αριθμός των αγελαδοτρόφων το 1989 ανερχόταν περίπου στις 55.000, το 1999 μειώθηκε στις 12.000 περίπου ενώ το 2011 δεν υπερέβη τους 5.000 παραγωγούς. Αν και ο βόειος πληθυσμός παρουσίασε σημαντική πτώση για πολλά χρόνια, η παραγωγή αγελαδινού γάλακτος αυξήθηκε σημαντικά γεγονός που οφείλεται στην αύξηση της μέσης απόδοσης γάλακτος των αγελάδων. Παρόλα αυτά η μέση απόδοση γάλακτος ανά αγελάδα στη χώρα μας εξακολουθεί να παραμένει σχετικά χαμηλή σε σχέση με το μέσο όρο της Ε.Ε. (6.100 L/έτος) (ΥΠΑΑΤ,2007) (FAO, 2011).

Το καθεστώς των ποσοτώσεων γάλακτος στην ΕΕ έφθασε στο τέλος του στις 31 Μαρτίου 2015, ενώ υπάρχουν αισιόδοξες προοπτικές για αυξημένη παγκόσμια ζήτηση 2% ετησίως έως το 2023, σύμφωνα με πρόβλεψη του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) (Διαδικτυακός τόπος: *europa.eu*). Σημειώνεται ότι το καθεστώς εισήχθη για πρώτη φορά το 1984. Σε μια εποχή που η συνολική παραγωγή γάλακτος της ΕΕ ξεπερνούσε κατά πολύ τη ζήτηση, το μέτρο αυτό, ήταν ένα από τα εργαλεία που εφαρμόστηκαν για την αντιμετώπιση των διαρθρωτικών πλεονασμάτων. Οι διαδοχικές μεταρρυθμίσεις της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής εκτιμάται ότι πλέον έχουν αυξήσει την διασπορά του τομέα, προσφέροντας παράλληλα μια σειρά από άλλα, πιο στοχευμένα μέσα που παρέχουν υποστήριξη τους παραγωγούς «ευάλωτων» περιοχών, όπως οι ορεινές, όπου το κόστος παραγωγής είναι υψηλότερο.

Η απελευθέρωση της παραγωγής γάλακτος στην Ευρώπη συνιστά μια απόφαση διπλής ανάγνωσης για τη χώρα μας, καθώς η λήξη του καθεστώτος αυτού να μεν αποτελεί πρόκληση και ευκαιρία για τον εγχώριο κτηνοτροφικό κλάδο, ταυτόχρονα όμως το ανταγωνιστικό περιβάλλον και η συμπίεση τιμών μπορούν να οδηγήσουν τους αγελαδοτρόφους στην εγκατάλειψη του επαγγέλματος και η χώρα να κατακλυστεί από φθηνό γάλα των χωρών της Βόρειας Ευρώπης.

Η αγελαδοτροφία της χώρας μας φθίνει τα τελευταία χρόνια με την εγχώρια παραγωγή να διαμορφώνεται στα επίπεδα των περίπου 600.000 τόνων, όταν οι ανάγκες εγχώριας κατανάλωσης σε γαλακτοκομικά προϊόντα ξεπερνούν το 1,5 εκατ. τόνους. Τα κενά καλύπτονται με εισαγωγές γάλακτος από βόρειες αλλά και τις γειτονικές χώρες της Ευρώπης (ICAP, 2014).

Οι προβλέψεις της αγοράς δείχνουν ότι οι προοπτικές για περαιτέρω ανάπτυξη παραμένουν υψηλές - κυρίως για τα προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως το τυρί, αλλά και για τα συστατικά που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ειδών διατροφής για αθλητές και διαιτητικών προϊόντων.

Σημαντικό μερίδιο καταλαμβάνουν τα τελευταία κυρίως έτη τα προϊόντα ιδιωτικής ετικέτας στις περισσότερες κατηγορίες γαλακτοκομικών προϊόντων (κυρίως στο γάλα υψηλής παστερίωσης και στο γιαούρτι). Η συνολική εγχώρια κατανάλωση γιαουρτιού (σε ποσότητα) υποχώρησε κατά 3,8% το 2013. Οι εισαγωγές κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα, ενώ ο βαθμός εξαγωγικής επίδοσης εκτιμάται στο 35% το 2013. Το 2014 εκτιμάται ότι παρουσιάστηκε μικρή μείωση της αγοράς τάξης του 2%.

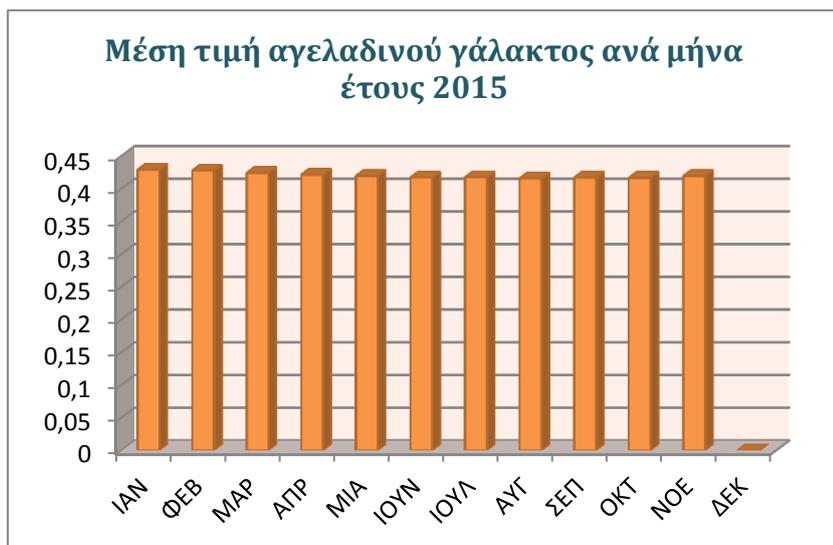
Σύμφωνα με μελέτη της ICAP για τον κλάδο, από τον ομαδοποιημένο ισολογισμό 18 παραγωγικών επιχειρήσεων παρατηρούνται τα εξής: το σύνολο του ενεργητικού τους μειώθηκε 8% το 2013/12 και τα συνολικά ίδια κεφάλαια μειώθηκαν κατά 11,8%. Οι συνολικές πωλήσεις των εταιρειών του δείγματος παρουσίασαν μικρή μείωση το 2013 σε σχέση με το 2012 (-1,3%), ενώ με μεγαλύτερο ρυθμό μειώθηκαν και τα συνολικά μικτά κέρδη (-6%). Τα λειτουργικά έξοδα παραμένουν σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα και παρά τη μείωσή τους κατά 9,5%, το συνολικό λειτουργικό αποτέλεσμα ήταν αρνητικό και το 2013. Τελικά, οι συγκεκριμένες επιχειρήσεις του δείγματος εμφάνισαν (συνολικά) σημαντικές ζημιές. Τα κέρδη EBITDA μειώθηκαν κατά 13% το 2013 (ICAP, 2014).

Παρακάτω παρατίθενται γραφικά οι μηνιαίες καταναλώσεις αγελαδινού γάλακτος για το έτος 2015 και συγκρίνονται με αυτές του έτους 2014, καθώς και η μέση τιμή γάλακτος ανά μήνα για το έτος 2015 συγκρινόμενη με την αντίστοιχη του περσινού έτους, σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία του Ελληνικού Οργανισμού Γάλακτος και Κρέατος (ΕΛΟΓΑΚ, 2015).



	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ	
ΜΗΝΑΣ	2014	2015
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	53.576	50.598
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	50.058	47.773
ΜΑΡΤΙΟΣ	56.653	53.690
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	55.541	53.036
ΜΑΙΟΣ	56.115	55.397
ΙΟΥΝΙΟΣ	52.329	51.878
ΙΟΥΛΙΟΣ	52.801	50.494
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	50.537	47.798
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	46.901	45.399
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	47.845	45.533
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	45.858	44.199
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	48.871	0
ΣΥΝΟΛΟ	617.086	545.794

Διάγραμμα 7: Ποσότητα αγελαδινού γάλακτος ανά μήνα για το έτος 2015 (ΕΛΟΓΑΚ, 2015)



	ΤΙΜΗ ΣΕ ΕΥΡΩ	
ΜΗΝΑΣ	2014	2015
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0,4518	0,429
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0,4513	0,4277
ΜΑΡΤΙΟΣ	0,4467	0,4243
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0,4361	0,4215
ΜΑΙΟΣ	0,433	0,4196
ΙΟΥΝΙΟΣ	0,4314	0,4172
ΙΟΥΛΙΟΣ	0,4294	0,4176
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0,4286	0,4158
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0,4297	0,4171
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0,4316	0,4168
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0,4337	0,4196
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0,432	
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	0,4365	

Διάγραμμα 8: Μέση τιμή αγελαδινού γάλακτος ανά μήνα για το έτος 2015 (ΕΛΟΓΑΚ, 2015)

Συνοψίζοντας, με βάση τα προαναφερθέντα στοιχεία συμπεραίνουμε ότι ο κλάδος της ελληνικής βιομηχανίας τροφίμων αποτελεί τη βάση της μεταποιητικής δραστηριότητας σε εθνικό επίπεδο, ενώ τα τελευταία χρόνια παρατηρείται άνοδος αναφορικά με τις επενδύσεις στον τομέα, από ξένους επενδυτές, εξαιτίας των μεταρρυθμίσεων που έχουν γίνει και της μείωσης του κόστους παραγωγής (Enterprise Greece, 2015). Οι υπό εξέταση κλάδοι εμφανίζουν δυναμισμό και αναπτυσσόμενη εξαγωγική δραστηριότητα, με αποτέλεσμα την παραγωγή οργανικών αποβλήτων με αυξανόμενη τάση, τα οποία χρήζουν διαχείρισης ή/και αξιοποίησης με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο.

2.3 Περιγραφή παραγωγικής διαδικασίας ανά υπό μελέτη κλάδο – Καταναλώσεις νερού και ενέργειας

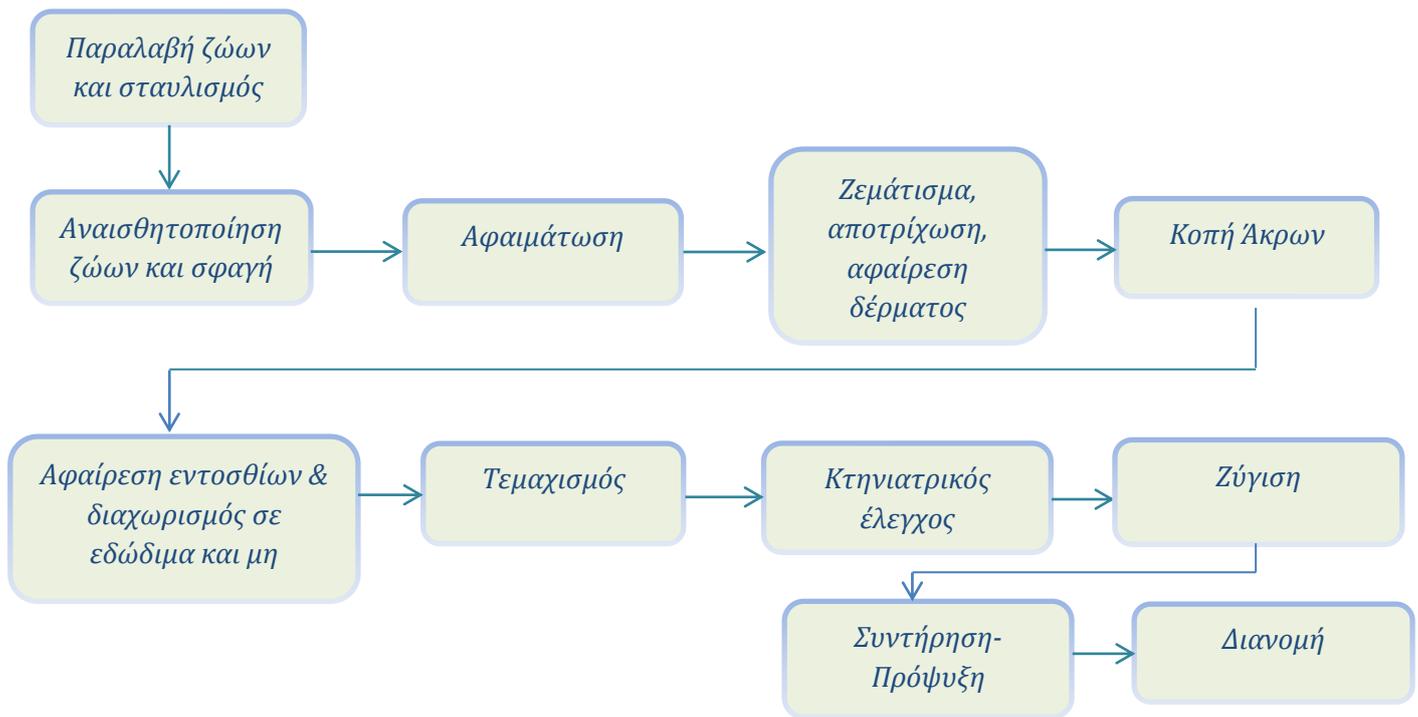
2.3.1 Κλάδος 10.1: Σφαγεία & μονάδες επεξεργασίας και τυποποίησης προϊόντων κρέατος

Στην παρούσα ενότητα περιγράφονται και αποτυπώνονται διαγραμματικά, οι διεργασίες παραγωγικής διαδικασίας που λαμβάνουν χώρα σε σφαγεία, πτηνοσφαγεία και μονάδες επεξεργασίας και τυποποίησης κρέατος. Επιπλέον γίνεται ειδική αναφορά για τις μονάδες επεξεργασίας των υποπροϊόντων σφαγείων, λόγω της επικινδυνότητας του αντικειμένου. Εν συνεχεία παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με τις καταναλώσεις νερού και ενέργειας για κάθε κατηγορία.

Η **παραγωγική διαδικασία σε ένα σφαγείο** περιγράφεται συνοπτικά ως εξής:

Αρχικά τα ζώα παραλαμβάνονται και οδηγούνται προς σταυλισμό. Στη συνέχεια πραγματοποιείται αναισθητοποίηση των ζώων και σφαγή. Τα ζώα αναισθητοποιούνται συνήθως με ηλεκτροσόκ ή με βύθισή τους σε ηλεκτροφόρο νερό και στη συνέχεια σφάζονται. Μετά τη σφαγή τα σφάγια κρεμώνται σε εναέρια τροχιά ώστε να επιτευχθεί στράγγιση του αίματος. Το αίμα από τη στράγγιση συλλέγεται ξεχωριστά, αφενός για να μειωθεί το ρυπαντικό φορτίο και αφετέρου γιατί αποτελεί αξιοποιήσιμο παραπροϊόν. Το σφάγιο οδηγείται προς πλύσιμο και καταλήγει στη δεξαμενή ζεματίσματος. Στις δεξαμενές ζεματίσματος ρυθμίζεται η θερμοκρασία του νερού και του χρόνου παραμονής του σφάγιου σε αυτές, ενώ ακολουθεί αφαίρεση του τριχώματος με καψάλισμα, για χοίρους ή με εκδορά, για μοσχάρια ή αμνοερίφια. Στη συνέχεια επιτελείται η κοπή των άκρων και η αφαίρεση των εντόσθιων των ζώων. Αφαιρούνται τα μάτια, τα αυτιά και τα εντόσθια (λευκά και ερυθρά ξεχωριστά). Τα σφάγια σχίζονται σε δύο ημιμόρια, ενώ μετά από επιθεώρηση τα αποδεκτά οδηγούνται στους ψυκτικούς θαλάμους. Το στομάχι κρατείται εκτός των υγρών αποβλήτων, ενώ το περιεχόμενό του (χωνευμένη τροφή) υπόκειται σε ξεχωριστή κατεργασία. Τα εντόσθια μεταφέρονται για κτηνιατρικό έλεγχο (κρεοσκόπηση) και τα αποδεκτά ερυθρά και λευκά εντόσθια οδηγούνται με γλίστρες σε ειδικά τραπέζια για περαιτέρω επεξεργασία. Τέλος λαμβάνει χώρα ο τεμαχισμός του κρέατος, τα τεμάχια ζυγίζονται και οδηγούνται σε θαλάμους συντήρησης ή πρόψυξης αφού προηγουμένως έχουν υποστεί τον απαιτούμενο κτηνιατρικό έλεγχο (EMΠ, 2014α) (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001).

Στο **Διάγραμμα 9** παρίστανται οι προαναφερθείσες βασικές διεργασίες σε ένα σφαγείο (EMΠ, 2014α).

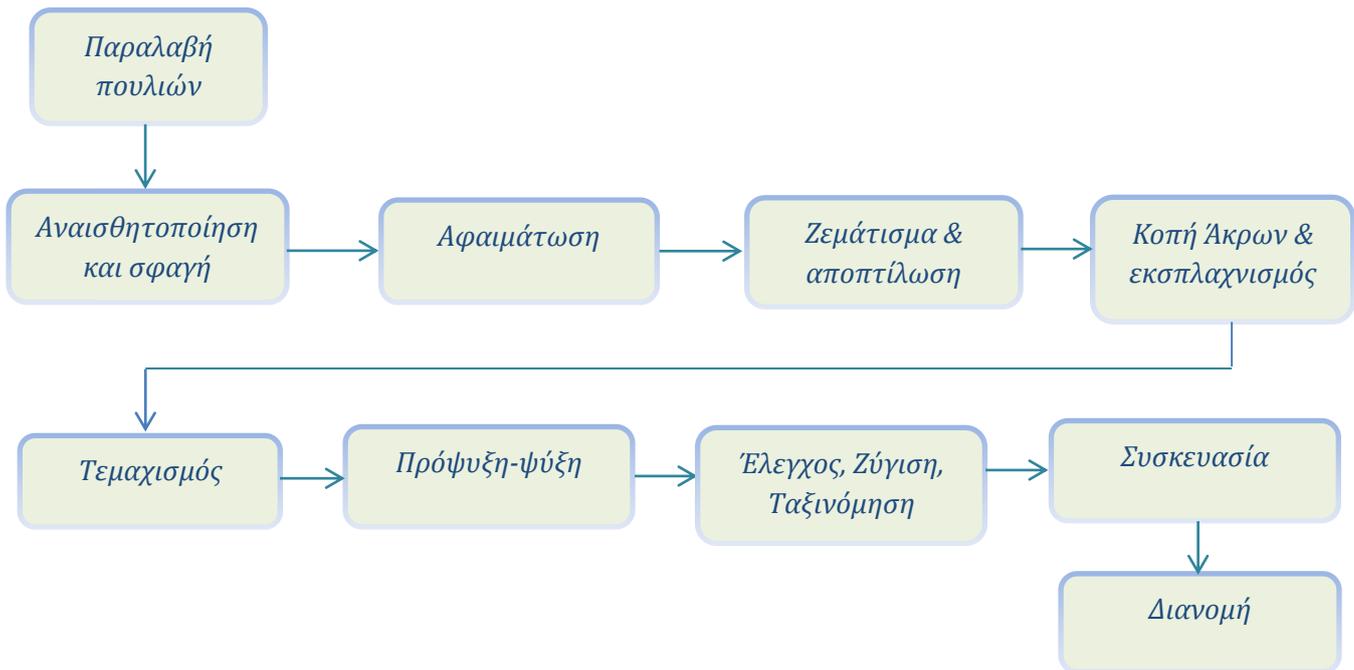


Διάγραμμα 9: Βασικές διεργασίες σε ένα σφαγείο (EMPI, 2014α)

Αναφορικά με **την παραγωγική διαδικασία σε ένα πτηνοσφαγείο**, περιγράφεται συνοπτικά ως εξής:

Αρχικά τα πουλιά παραλαμβάνονται, ενώ στη συνέχεια αναισθητοποιούνται συνήθως με ηλεκτροσόκ ή με βύθισή τους σε ηλεκτροφόρο νερό και στη συνέχεια σφάζονται. Μετά τη σφαγή, τα σφάγια αναρτώνται σε εναέρια τροχιά και αφήνονται να στραγγίσουν από το αίμα. Κατά τη διαδικασία της αφαιμάτωσης, το αίμα παραλαμβάνεται ξεχωριστά για μείωση του ρυμαντικού φορτίου, αλλά και γιατί αποτελεί αξιοποιήσιμο παραπροϊόν. Το σφάγιο οδηγείται προς πλύσιμο και καταλήγει στη δεξαμενή ζεματίσματος. Στη συνέχεια αφαιρούνται τα φτερά των πτηνών με χρήση ειδικών βουρτσών. Εν συνεχεία αποκόπτεται το κεφάλι και τα άκρα, ενώ αφαιρούνται τα εντόσθια των πτηνών. Η ολοκλήρωση του εκσπλαχνισμού ακολουθείται από εξωτερικό πλύσιμο των σφάγιων με εκτόξευση νερού υπό πίεση, ώστε να διασφαλισθεί ότι το σφάγιο παραμένει απολύτως καθαρό από αίμα, εντόσθια ή φτερά. Ακολουθεί ο τεμαχισμός και η πρόψυξη των σφαγίων στους 4°C και στη συνέχεια οδηγούνται στο χώρο της συσκευασίας, όπου γίνεται το ζύγισμα και η ταξινόμηση σε κατηγορίες βάρους. Παράλληλα με την πρόψυξη των σφάγιων γίνεται και πρόψυξη των εδωδίων εσωτερικών οργάνων και των λαιμών. Τα σφάγια είτε τοποθετούνται αεροστεγώς σε πλαστικές σακούλες και οδηγούνται στη σήραγγα κατάψυξης, είτε διατίθενται σε απολυμασμένα πλαστικά τελάρα εφόσον προκειται να διατεθούν νωπα. Τέλος επιτελείται η συσκευασία των τελικών προϊόντων (EMPI, 2014α) (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001).

Στο **Διάγραμμα 10** παρίστανται οι προαναφερθείσες βασικές διεργασίες σε ένα πτηνοσφαγείο. (Νταρακάς, 2006)(EMPI, 2014α).



Διάγραμμα 10: Βασικές διεργασίες σε ένα πτηνοσφαγείο (EMPI, 2014α)

Στις **Μονάδες Επεξεργασίας και Τυποποίησης Κρέατος** λαμβάνουν χώρα οι παρακάτω διεργασίες:

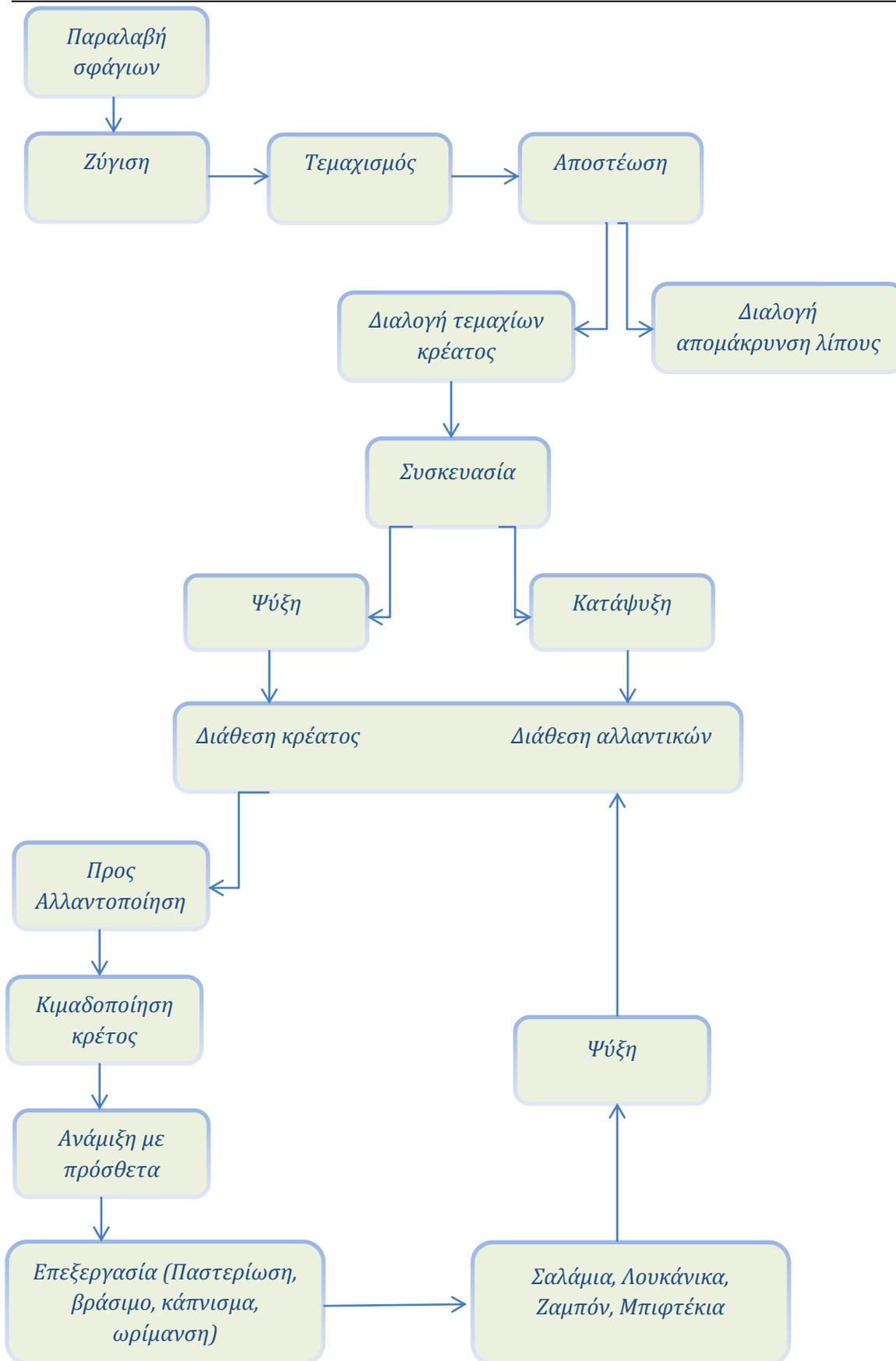
Αρχικά το κρέας παραλαμβάνεται από τα ψυγεία και ζυγίζεται. Στη συνέχεια ακολουθεί ο τεμαχισμός του σφάγιου με πριόνι και συντελείται η διαδικασία της αποστέωσης. Τα κομμάτια που δεν πρόκειται να υποστούν περαιτέρω επεξεργασία (κομμάτια με οστά) αναρτώνται σε ανοξείδωτα τσιγκέλια, ζυγίζονται με εναέριο ζυγό και μεταφέρονται με εναέρια σιδηροτροχιά σε ψυκτικό θάλαμο για μη αποστεωμένα προϊόντα ή στην αποστολή. Στη συνέχεια ακολουθεί διαλογή και επεξεργασία του λίπους. Τα κομμάτια κρέατος συσκευάζονται, ενώ το λίπος οδηγείται σε ειδική μηχανή και στη συνέχεια μεταφέρεται μαζί με κομμάτια δέρματος για περαιτέρω επεξεργασία και συσκευασία/κατάψυξη.

Όταν υπάρχει **μονάδα αλλαντοποίησης** περιλαμβάνονται και οι εξής διεργασίες:

Αρχικά το κρέας παραλαμβάνεται από τα ψυγεία και αφήνεται να αποψυχθεί. Στη συνέχεια επιτελείται αποστέωση, αφαίρεση του λίπους και του δέρματος για τα χοίρεια και ακολουθεί ο τεμαχισμός, ο οποίος περιλαμβάνει κοπή μικρών τεμαχίων. Στη συνέχεια απομακρύνεται το λίπος και τα κομμάτια λίπους μεταφέρονται σε ειδική μηχανή, ενώ στη συνέχεια μαζί με κομμάτια δέρματος μεταφέρονται για περαιτέρω επεξεργασία ή συσκευασία/κατάψυξη. Στο στάδιο αυτό γίνεται και η παραλαβή γαλακτώματος, κολλαγόνου και κύβων λαρδιού. Το κρέας αλέθεται σε ειδική μηχανή κιμαδοποίησης, ενώ στην περίπτωση που δεν έχει αποψυχθεί από πριν τότε κόβεται σε φέτες στη μηχανή κοπής κατεψυγμένου κρέατος και στη συνέχεια αλέθεται μαζί με το λίπος και τα καρυκεύματα. Μετά την κιμαδοποίηση το μείγμα οδηγείται σε ειδική γεμιστική μηχανή σε φυσικά έντερα, εφόσον πρόκειται για παραδοσιακά λουκάνικα, ή σε συνθετικές μεμβράνες για τα υπόλοιπα αλλαντικά. Τα προϊόντα που προορίζονται για βραστά ή καπνιστά υφίστανται παστερίωση σε φούρνους και μετά ψύξη. Τα προϊόντα που προορίζονται για αλλαντικά αέρος μεταφέρονται σε θαλάμους ωρίμανσης, όπου παραμένουν περίπου μία εβδομάδα και στη συνέχεια σε θαλάμους συντήρησης όπου παραμένουν τρεις εβδομάδες σε ειδικές συνθήκες θερμοκρασίας, αερισμού και υγρασίας. Για την παραγωγή ζαμπόν

το κρέας υφίσταται ποιοτική βελτίωση σε αναδευτήρες κενού αέρα και τελικά είτε παστεριώνεται σε φούρνους, είτε ακολουθεί βράσιμο και κάπνισμα. Τα προϊόντα που πρόκειται να διατεθούν σε μακρύ χρονικό διάστημα στοιβάζονται σε παλλέτες και αποθηκεύονται σε συνθήκες κατάψυξης (ΕΜΠ, 2014α) (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001).

Στο **Διάγραμμα 11** παρουσιάζονται τα βασικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας που ακολουθούνται σε μονάδες επεξεργασίας και τυποποίησης κρέατος (Νταρακάς, 2006).



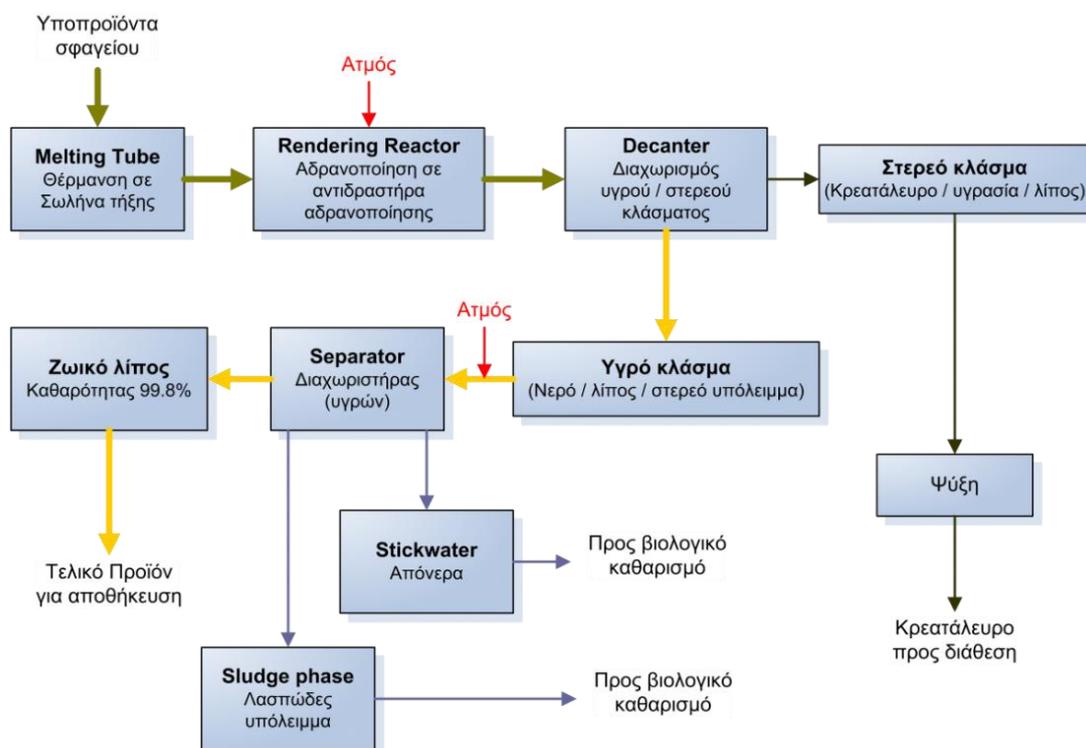
Διάγραμμα 11: Βασικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας σε μονάδες επεξεργασίας και τυποποίησης κρέατος (Νταρακάς, 2006)

Οι **Μονάδες Αξιοποίησης Υποπροϊόντων Σφαγείων** στοχεύουν στην αξιοποίηση νωπών ζωικών υποπροϊόντων που αποβάλλονται από σφαγεία και κρεοπωλεία και τα οποία επιβαρύνουν το περιβάλλον, με σκοπό την παραγωγή ρευστοποιημένου ζωικού λίπους, το οποίο οδηγείται στη μονάδα εξυγενισμού του εργοστασίου (ραφιναρία) για περαιτέρω επεξεργασία και διάθεση στη συνέχεια ως πρώτη ύλη για παραγωγή βιοντίζελ, ζωοτροφές, καλλυντικά, φαρμακευτικά προϊόντα και τις ιατρικές συσκευές, λιπάσματα, κ.α., αλλά όχι για ανθρώπινη κατανάλωση. Τα ζωικά υποπροϊόντα και παραπροϊόντα περιλαμβάνουν βρώσιμα υλικά, όπως η γλώσσα, βρώσιμα παραπροϊόντα σφαγίων, βρώσιμα λίπη και περιβλήματα, καθώς και δορές / δέρματα και άλλα υλικά μη – εδώδιμα όπως αίμα, λευκά εντόσθια, οστά κ.α. (Διαδικτυακός τόπος: agroenergy.gr).

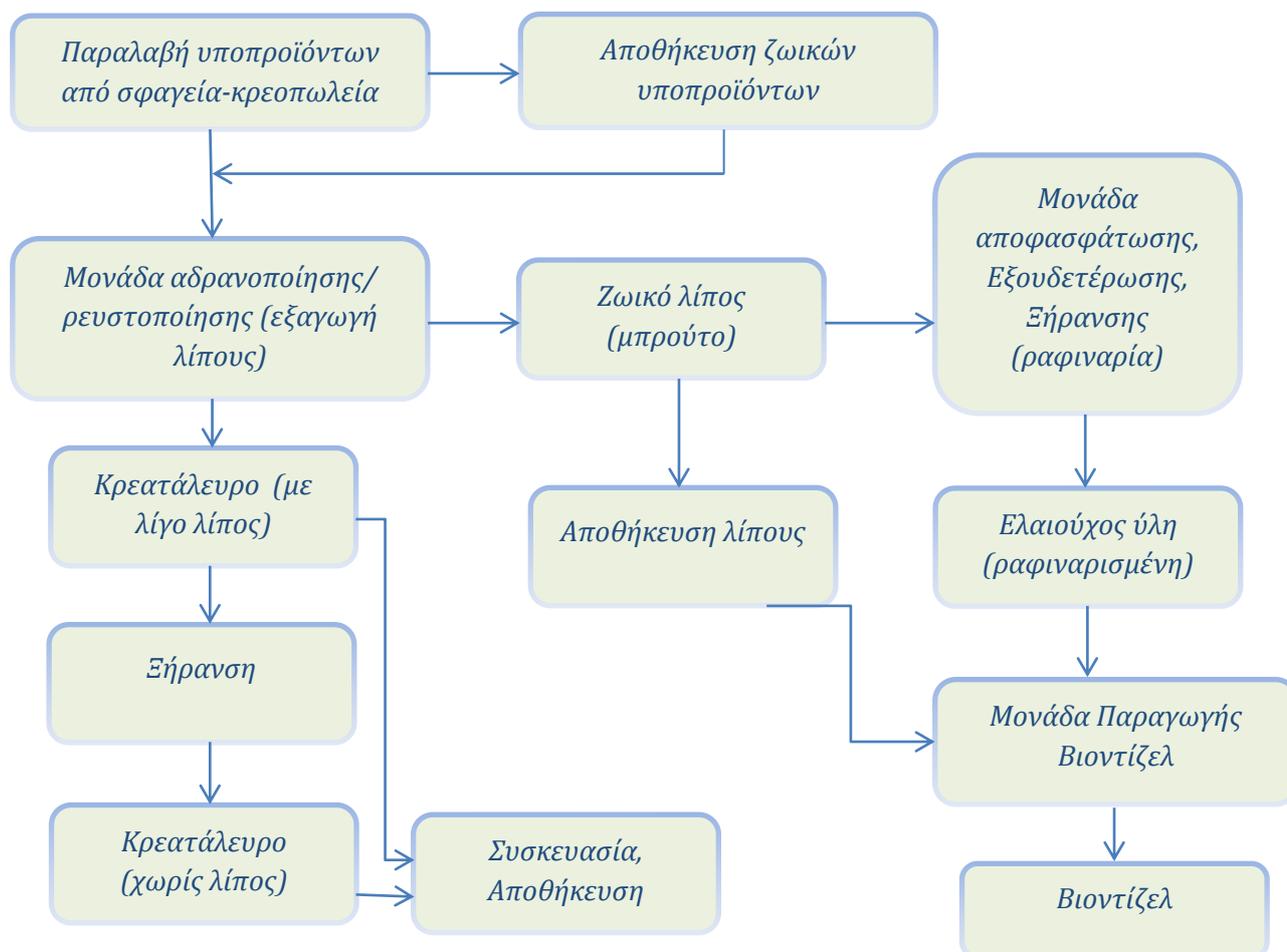
Στις **Μονάδες Αξιοποίησης Υποπροϊόντων Σφαγείων** λαμβάνουν χώρα οι παρακάτω διεργασίες:

Αρχικά τα υποπροϊόντα σφαγείων όπως αίμα, λευκά εντόσθια, οστά κ.λπ. παραλαμβάνονται από τα σφαγεία και ακολουθεί ξεχωριστά η συλλογή του αίματος. Στη συνέχεια τα κομμάτια πολτοποιούνται και ακολουθεί η θερμική τους διάσπαση και η διαδικασία παστερίωσης. Στη συνέχεια επιτελείται η αδρανοποίηση για την εξαγωγή του λίπους όπου το ζωικό λίπος (μπρούτο) αποθηκεύεται και οδηγείται στη μονάδα παραγωγής βιοντίζελ, εφόσον διατίθεται από τη μονάδα ή υφίσταται εξουδετέρωση και ξήρανση σε μονάδα ραφινάρισματος, όπου παραλαμβάνεται ραφινάρισμένο έλαιο, το οποίο επίσης οδηγείται στη μονάδα παραγωγής βιοντίζελ. Από τη μονάδα αδρανοποίησης παραλαμβάνεται και κρεατάλευρο, το οποίο μπορεί να υποστεί ξήρανση για παραλαβή κρεατάλευρου χωρίς καθόλου λίπος, το οποίο στη συνέχεια αλέθεται, ζυγίζεται, αποθηκεύεται και συσκευάζεται.

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται παραδείγματα διεργασίας μονάδων αξιοποίησης Υποπροϊόντων σφαγείων και κρεοπωλείων, για παραγωγή κρεατάλευρου (**Διάγραμμα 12**) και συμπαραγωγή κρεατάλευρου και βιοντίζελ (**Διάγραμμα 13**) (Διαδικτυακός τόπος: agroenergy.gr).



Διάγραμμα 12: Μονάδα Αξιοποίησης Υποπροϊόντων Σφαγείων (Διαδικτυακός τόπος: agroenergy.gr)



Διάγραμμα 13: Μονάδα Αξιοποίησης Υποπροϊόντων Σφαγείων (Νταρακάς, 2006)



Εικόνα 4: Νωπό κρεατάλευρο και ρευστοποιημένο λίπος με τη διαδικασία υγρής αδρανοποίησης (Διαδικτυακός τόπος: agroenergy.gr)

Σύμφωνα με το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, τα ζωικά υποπροϊόντα και παραπροϊόντα που παράγονται κατά τη διαδικασία σφαγής θα πρέπει να συλλέγονται και να διαχειρίζονται καταλλήλως, δηλαδή **δε θα πρέπει να γίνεται σύγχυση μεταξύ των υποπροϊόντων (δηλαδή υλικών που σίγουρα θα αποσυρθούν από την ανθρώπινη τροφική αλυσίδα) και των παραπροϊόντων δηλαδή στομάχια, λίπος κλπ τα οποία θα οδηγηθούν - μετά από περαιτέρω επεξεργασία σε εργοστάσιο παρασκευής προϊόντων - για ανθρώπινη κατανάλωση (ΕΜΠ, 2014).**

Γενικά, η διαχείριση που διέπει τα ζωικά υποπροϊόντα (ΖΥΠ) ορίζεται από τον Κανονισμό 1069/2009/ΕΚ όπως τροποποιήθηκε. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα παραδείγματα ΖΥΠ που

αφορούν σε σφαγεία. Αναλυτικότερα στοιχεία σχετικά με το νομοθετικό πλαίσιο παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο.

ΖΥΠ 3

- Τα μέρη σφαγέντων ζώων, τα οποία είναι κατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο, αλλά δεν προορίζονται για κατανάλωση ή τα οποία απορρίπτονται ως ακατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο, αλλά δεν φέρουν σημεία μεταδοτικής νόσου.
- Δέρματα, οπλές, κέρατα, τρίχες χοίρων και φτερά που προέρχονται από ζώα τα οποία σφάζονται σε σφαγείο αφού υποβληθούν σε επιθεώρηση.
- Το αίμα που λαμβάνεται από μη μηρυκαστικά ζώα τα οποία σφάζονται σε σφαγεία
- Τα ζωικά υποπροϊόντα που προέρχονται από την παραγωγή προϊόντων που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο, συμπεριλαμβανομένων των απολιπανθέντων οστών και των καταλοίπων τήξης λιπών.
- Το νωπό γάλα που προέρχεται από ζώα τα οποία δεν παρουσιάζουν κλινικά συμπτώματα μεταδοτικής νόσου.

ΖΥΠ 2

- Η κόπρος και το περιεχόμενο του πεπτικού συστήματος.
- Γλυκά ζωικής προέλευσης που συλλέγονται κατά την επεξεργασία λυμάτων από σφαγεία.
- Προϊόντα ζωικής προέλευσης που περιέχουν κατάλοιπα κτηνιατρικών φαρμάκων και μολυσματικών παραγόντων.

ΖΥΠ 1

- Νεκρά ζώα συμπεριλαμβανομένων των δορών και των δερμάτων στο πλαίσιο μέτρων εξάλειψης της ΜΣΕ
- Ιστοί για τους οποίους υπάρχει υπόνοια ότι είναι φορείς λοιμωδών

Πολύ επικίνδυνο

Λιγότερο επικίνδυνο

Σύμφωνα με έγγραφο αναφοράς της Ευρωπαϊκής Κοινότητας για τα σφαγεία οι κατάντη δραστηριότητες που περιλαμβάνουν (Όρλη, 2014):

- ✓ Τήξη Λιπών
- ✓ Αδρανοποίηση
- ✓ Επεξεργασία Αίματος
- ✓ Επεξεργασία οστών

- ✓ Παραγωγή ζελατίνης
- ✓ Παραγωγή κόλλας
- ✓ Παραγωγή Βιοαερίου
- ✓ Αποτέφρωση, κομποστοποίηση

Όλες οι παραπάνω δραστηριότητες παράγουν υγρά απόβλητα τα οποία χρήζουν διαχείρισης λόγω του επιβαρυσμένου οργανικού τους φορτίου.

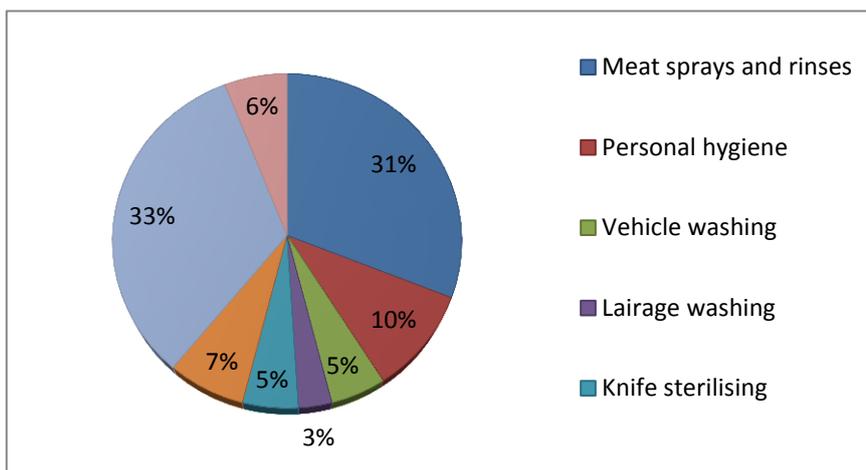
2.3.1.1 Κατανάλωση νερού και ενέργειας του κλάδου 10.1

Νερό

Η κατανάλωση νερού στον κλάδο 10.1, αφορά κυρίως απαιτήσεις στην ψύξη και τον καθαρισμό των εγκαταστάσεων. Κατά τη φάση της επεξεργασίας του κρέατος, το σφαγείο είναι δεύτερο σε κατανάλωση νερού μετά τη φάση της παραγωγής.

Η λειτουργία των **σφαγείων** συνδέεται με σχετικά υψηλή κατανάλωση νερού (22-400 m³/d). Στα σφαγεία η κατανάλωση νερού λαμβάνει χώρα κατά το πότισμα και το πλύσιμο των ζώων, το πλύσιμο των φορτηγών μεταφοράς των ζώων, το πλύσιμο του εξοπλισμού, το πλύσιμο των δαπέδων του σφαγείου, το πλύσιμο των σφάγιων και για λοιπές ανάγκες επεξεργασίας αποβλήτων. Η κατανάλωση νερού στα σφαγεία κυμαίνεται μεταξύ 1,5 και 10 m³/τόνο προϊόντος για χοίρους (180- 450 L ανά σφάγιο χοιρινού), από 2,5 έως 40 m³/τόνο προϊόντος για βοοειδή (800- 1700 L ανά σφάγιο βοοειδούς) και από 6 έως 30 m³/τόνο προϊόντος για πουλερικά (12-55 L ανά πτηνό) (Όρλη, 2014)(ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001).

Αν και οι αναλογίες του νερού που χρησιμοποιείται σε κάθε μονάδα μπορεί να ποικίλουν, μία τυπική κατανομή κατανάλωσης του νερού σε σφαγείο χοίρων απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 14: Τυπική κατανομή της κατανάλωσης νερού ανάλογα με τη διεργασία σε ένα σφαγείο χοίρων (Valta et al, 2013)

Στις **μονάδες επεξεργασίας και τυποποίησης κρέατος** οι σημαντικότερες καταναλώσεις νερού αφορούν το πλύσιμο τόσο πριν όσο και κατά τη διάρκεια του τεμαχισμού, τη διαδικασία κατά την οποία γίνεται η αποστείρωση των τεμαχίων κρέατος, τον καθαρισμό του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων. Η μεγαλύτερη κατανάλωση νερού, λαμβάνει χώρα κατά τη διαδικασία του καθαρισμού. Γενικά η κατανάλωση νερού σε αυτές τις μονάδες κυμαίνεται 2-60 m³/τόνο προϊόντος (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001).

Στις **μονάδες επεξεργασίας υποπροϊόντων σφαγείων** υπάρχουν καταναλώσεις νερού κατά την παραγωγική διαδικασία όπως στη διαδικασία πολτοποιήσης και ομογενοποίησης, αλλά και για το πλύσιμο των μηχανημάτων (ΕΜΠ, 2014).

Ενέργεια

Η θερμική ενέργεια που καταναλώνεται σε ένα σφαγείο αντιστοιχεί σε ποσοστό 80-85% με τη μορφή ατμού και σε 15-20% με τη μορφή ηλεκτρικής ενέργειας. Η κατανάλωση θερμικής ενέργειας κυμαίνεται μεταξύ 500 και 900 kJ/ανά κιλό σφάγιου για χοίρους, η οποία χρησιμοποιείται υπό τη μορφή ατμού ή ζεστού νερού για τον καθαρισμό, την αποστείρωση και το ζεμάτισμα των σφαγίων. Η αντίστοιχη ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται για χοίρους και καταναλώνεται στην λειτουργία των μηχανημάτων, την ψύξη, τον εξαερισμό, τον φωτισμό, και την παραγωγή πεπιεσμένου αέρα κυμαίνεται από 0,07 έως 0,30 kWh ανά κιλό σφάγιου. Οι αντίστοιχες τιμές θερμικής ενέργειας για τα βοοειδή και τα πουλερικά είναι 200-500 kJ/kg σφάγιου και 1200-2000 kJ/kg πουλιού αντίστοιχα, ενώ οι τιμές για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι 0,07-0,25 kWh/kg σφάγιου και 0,13-0,25 kWh/kg πουλιού αντίστοιχα. Στον **Πίνακα 11** αποτυπώνεται η ενεργειακή κατανάλωση στη βιομηχανία κρέατος (Όρλη, 2014) (ΕΜΠ, 2014).

Πίνακας 11: Ενεργειακή κατανάλωση στη βιομηχανία κρέατος (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001)

ΕΙΔΟΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ:	ΠΟΣΟΣΤΟ
Χοίροι	Ψύξη	49 – 70 %
	Σφαγή	5-30%
	Εκπλύσεις	5-7%
	Φωτισμός	2-8%
	Εκσπλαχνισμός	3 %
Βοοειδή	Σφαγή	26%
	Εκσπλαχνισμός	3%
	Ψύξη	45-70%
	Πεπιεσμένος αέρας, Φωτισμός και Εξοπλισμός	30%
Πουλερικά	Ψύξη	52-60%
	Εξοπλισμός και Πεπιεσμένος αέρας	30%
	Φωτισμός και εξαερισμός	4%
Επεξεργασία κρέατος	Κοπή και ανάμιξη	40%
	Ψύξη	40%
	Συσκευασία	10%
	Φωτισμός	10%

Στις **μονάδες επεξεργασίας και τυποποίησης κρέατος** καταναλώνεται κυρίως θερμική ενέργεια, υπό τη μορφή ατμού ή ζεστού νερού, για τον καθαρισμό, την αποστείρωση, και την επεξεργασία του κρέατος. Επιπλέον υπάρχει κατανάλωση υπό μορφή ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία των μηχανημάτων, την ψύξη, τον εξαερισμό, το φωτισμό και την παραγωγή πεπιεσμένου αέρα. Κατανάλωση ενέργειας για αερισμό και άντληση χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια επεξεργασίας των αποβλήτων(ΕΜΠ, 2014α).

Στις **μονάδες επεξεργασίας υποπροϊόντων σφαγείων** υπάρχει κατανάλωση θερμικής ενέργειας υπό μορφή ατμού σε διάφορα τμήματα της μονάδας και ιδιαίτερα στον σωλήνα τήξης του λίπους, καθώς και στα δοχεία αδρανοποίησης αυτού. Για λόγους ασφαλείας οι συγκεκριμένες μονάδες χρησιμοποιούν πνευματικές βαλβίδες στα συστήματα παραγωγικής διαδικασίας, επομένως απαιτείται χρήση πεπιεσμένου αέρα, η οποία συνήθως επιτυγχάνεται με εγκατάσταση εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή. Επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνεται στην μονάδα ψύξης και ξήρανσης της παραγωγικής διαδικασίας (Διαδικτυακός τόπος: *agroenergy.gr*).

2.3.2 Κλάδος 10.4: Παραγωγή φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών

Στην παρούσα ενότητα περιγράφονται και αποτυπώνονται διαγραμματικά, οι διεργασίες παραγωγικής διαδικασίας που λαμβάνουν χώρα σε ελαιοτριβεία.

Σε πρώτο στάδιο επιτελείται η φύτευση των ελαιόδεντρων, το κλάδεμα, η λίπανση και η συγκομιδή του καρπού και στη συνέχεια ακολουθεί το στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας ελαιολάδου όπου λαμβάνει χώρα η επεξεργασία του ελαίου. Και τα δύο στάδια είναι εξίσου σημαντικά, εφόσον το δεύτερο αποτελεί στην ουσία προέκταση του πρώτου για την καλύτερη ποιότητα του τελικού προϊόντος. Η φροντίδα του ελαιόδεντρου, αποτελεί κομβικό σημείο στην αλυσίδα της ελαιοπαραγωγής, διότι υπάρχουν διαφορετικοί τύποι ελαιόδεντρων που ευδοκιμούν σε διαφορετικές κλιματολογικές και εδαφικές συνθήκες ενώ η λίπανση και το κλάδεμα καθορίζουν την καρποφορία, μακροζωία και αποδοτικότητα τους (Διαδικτυακός τόπος :*oliveoil.homedns.org*).

Η παραγωγική διαδικασία παραλαβής του ελαιόλαδου περιγράφεται συνοπτικά ως εξής:

Αρχικά παραλαμβάνεται ο καρπός και μεταφέρεται σε σιλό ή σε ειδικά διάτρητα καλάθια όπου και αποθηκεύεται. Οι ελιές μεταφέρονται με μεταφορική ταινία στον αποφυλλωτήρα και με χρήση αέρα απομακρύνονται φύλλα και μικρά κλαδιά. Απομακρύνονται οι ακατάλληλες ελιές, ενώ με χρήση νερού απομακρύνονται οι σκόνες και το χώμα. Στη συνέχεια οι ελιές μεταφέρονται με ταινία για άλεση και ομογενοποίηση, όπου και επιτελείται το πρώτο στάδιο παραλαβής του ελαιολάδου. Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι σφυρόμυλοι ή κυλινδροθραυστήρες. Στα νέου τύπου φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία ο ελαιόκαρπος συνθλίβεται με την χρήση μηχανικών σφυριών που προκαλούν πολύ γρήγορη σύνθλιψη του καρπού με βασικό μειονέκτημα την πιθανότητα επιβάρυνσης του λαδιού με ίχνη μετάλλου. Στη συνέχεια επιτυγχάνεται η μάλαξη του καρπού, όπου συσσωματώνονται οι σταγόνες λαδιού. Κατά τη διάρκεια της μάλαξης το προκύπτον ελαιόλαδο αποκτά το καθοριστικό του άρωμα, λόγω της δράσης των ενζύμων που ελευθερώνονται. Η διεργασία γίνεται σε θερμομαλακτρήρες κάθετης διάταξης, όπου η ανάμιξη γίνεται με περιστρεφόμενο έλικα και η μάλαξη πρέπει να διαρκεί τουλάχιστον 25-30 λεπτά περίπου υπό μέγιστη θερμοκρασία 30°C. Η θερμοκρασία επιτυγχάνεται με την χρήση κυκλοφορία θερμού νερού μέσα στα διπλά τοιχώματα των θερμομαλακτρήρων. Υψηλότερη θερμοκρασία από αυτή, εντείνει τα οξειδωτικά φαινόμενα και το λάδι υφίσταται αλλοιώσεις (αλλαγή χρώματος, καταστροφή πτητικών συστατικών). Η μάλαξη της μάζας που προκύπτει από την άλεση αποτελεί την ελαιοζύμη ή ελαιοπολτό. Η διαδικασία της θερμομάλαξης αποσκοπεί (Αγγέλη, 2014) (Βίγκλας, 2007):

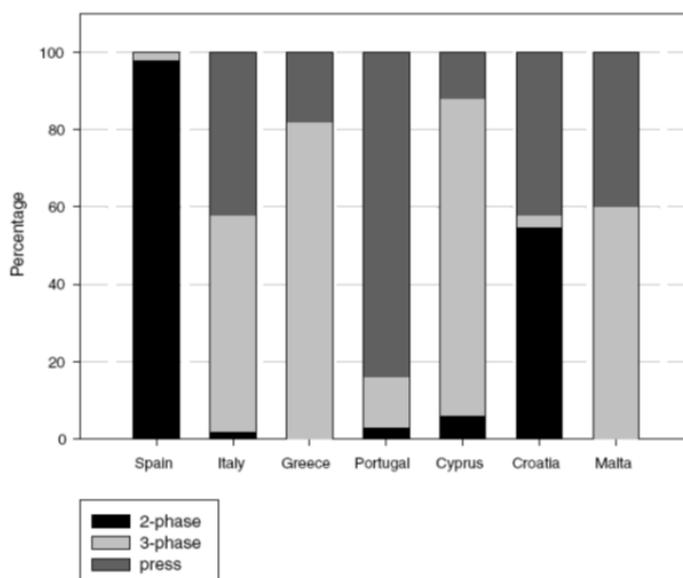
- ✓ στην πλήρη καταστροφή της οργάνωσης των ιστών του ελαιόκαρπου

- ✓ στη διατάραξη των κολλοειδών συστημάτων ελαίου και φυτικών υγρών με την παρέμβαση θρυμμάτων ενδοσπερμίου
 - ✓ στον αποχωρισμό ενός ποσοστού ελαίου με την απορροή μέσα από τα τοιχώματα του μαλακτήρα. Το λαμβανόμενο προϊόν εμφανίζει μικρή οξύτητα
 - ✓ Την εξαγωγή του ελαιόλαδου από την ελαιοζύμη: Υπάρχουν τρεις τρόποι για την εξαγωγή του ελαιόλαδου από την ελαιοζύμη: (α) με πίεση, (β) με φυγοκέντριση, (γ) με τη μέθοδο SINOLEA (Bίγκλας, 2007).
- α) Η εξαγωγή του ελαιολάδου με πίεση αποτελεί την παραδοσιακή μέθοδο όπου εξάγεται σε ένα υγρό μίγμα νερού/λαδιού το οποίο διαχωρίζεται σε επόμενη φάση με φυγοκέντριση για παραλαβή του ελαιολάδου. Τα πιεστήρια χρησιμοποιούν συνήθως μοχλό ή κοχλία.
- β) Στη μέθοδο με φυγοκέντριση χρησιμοποιείται ένας τριφασικός φυγοκεντρικός διαχωριστήρας (decanter) -μέθοδος 3 φάσεων-, όπου διαχωρίζονται το ελαιόλαδο, ο ελαιοπυρήνας και τα απόνερα υπό την επίδραση της φυγόκεντρου ή τελευταία ένας διβασικός φυγοκεντρικός διαχωριστήρας-μέθοδος 2 φάσεων- όπου διαχωρίζονται το ελαιόλαδο και ο υγρός ελαιοπυρήνας. Κατά την επεξεργασία αυτή από **1000 Kg καρπού παράγονται 800 περίπου kg αποβλήτων**, το οποίο αποτελεί πλεονέκτημα σε σχέση με τα τριφασικά λόγω του μικρότερου όγκου αποβλήτων, ενώ μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί η δύσκολη διαχείρισή τους λόγω του υψηλού ποσοστού υγρασίας. Η ταχύτητα περιστροφής στο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα 2 φάσεων είναι περίπου 3000 στροφές το λεπτό. Μέσα στο περιστρεφόμενο κωνικό τύμπανο του φυγόκεντρου διαχωριστήρα υπάρχει κατάλληλος σπειροειδής μηχανισμός που σπρώχνει τα στερεά συστατικά έξω από το σύστημα, τα οποία με κοχλιωτή αντλία αποθηκεύονται σε υπερυψωμένη δεξαμενή ή σε ειδικό χώρο εκτός του ελαιοτριβείου (Bίγκλας, 2007).
- γ) Η μέθοδος παραλαβής ελαιολάδου, με Σινολέα (Sinolea) είναι επίσης μια συνεχής διαδικασία, αλλά η τεχνική που ακολουθείται είναι διαφορετική από αυτή των φυγοκεντρικών συστημάτων και βασίζεται στην φυσική αρχή της διαφορετικής επιφανειακής τάσης λόγω διαφορετικής μοριακής συνοχής μεταξύ ελαίου και φυτικών υγρών, (συνάφεια). Η ζύμη της ελιάς, τοποθετείται σε ένα δοχείο που περιέχει τη συσκευή εκχύλισης (απορρόφησης). Η τελευταία, αποτελείται από μια σειρά από λεπίδες ή δίσκους χάλυβα που βυθίζονται στην πούλπα με παλινδρομική συνεχή κίνηση. Καμιά μηχανική πίεση δεν ασκείται στη ζύμη της ελιάς, Το ελαιόλαδο συλλέγεται από τις λεπίδες και στην συνέχεια παραλαμβάνεται με αποστράγγιση. Αυτή αποτελεί την πρώτη φάση διαχωρισμού του συγκεκριμένου συστήματος, όπου εξάγεται το 60% με 80% του ελαιολάδου, το οποίο ονομάζεται «άνθος του ελαιολάδου». Το υπόλοιπο που παραμένει στην ελαιοζύμη εξάγεται σε δεύτερη φάση με την κλασική φυγοκέντριση, αλλά το λάδι που παραλαμβάνεται θεωρείται κατώτερης ποιότητας σε σχέση με την πρώτη παραλαβή από την αποστράγγιση. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι δίνει λάδι που διατηρεί υψηλό ποσοστό από τις πολυφαινόλες του και άλλα πολύτιμα συστατικά και ότι είναι ψυχρή μέθοδος. Τα μειονεκτήματα είναι ότι απαιτεί τρεις φορές περισσότερο χρόνο από άλλες μεθόδους, απαιτεί και επόμενο στάδιο με φυγοκέντριση για να ληφθεί και το υπόλοιπο λάδι, οι μεγάλες επιφάνειες της μηχανής μπορεί να οδηγήσουν σε γρήγορη οξείδωση του λαδιού και υπάρχει δυσκολία στον καθαρισμό των 6000-7000 λεπίδων της μηχανής (Bίγκλας, 2007) (Διαδικτυακός τόπος: foodbites.eu).

Στη συνέχεια το λάδι μαζί με τα φυτικά υγρά (νερό) οδηγείται σε κατακόρυφους φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες, στους οποίους επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός. Τέλος ακολουθεί η συσκευασία του

καθαρού ελαιολάδου ενώ ο ελαιοπυρήνας αποθηκεύεται προσωρινά μέχρι να μεταφερθεί στα πυρηνελαιουργεία για περαιτέρω κατεργασία (παραγωγή πυρηνελαίου).

Οι μέθοδοι εξαγωγής του ελαιόλαδου διαφέρουν ανάλογα με τη χώρα και την περιοχή. Στην Ισπανία και ειδικότερα στις νότιες περιοχές όπου η παραγωγή προέρχεται αποκλειστικά από μεσαίου και μεγάλου μεγέθους συνεταιρισμούς, η διφασική μέθοδος εξαγωγής ελαιόλαδου χρησιμοποιείται σε ποσοστό 95%. Στην Ιταλία χρησιμοποιείται ευρύτατα το τριφασικό σύστημα. Η πλειονότητα των ελαιουργείων που λειτουργούν στην Ελλάδα είναι φυγοκεντρικά τριών φάσεων ενώ τα πιεστικά παλαιού τύπου έχουν πλέον εκλείψει. Τα ελαιουργεία δύο φάσεων δεν έχουν διαδοθεί πολύ στη χώρα μας κυρίως λόγω του ημιστερεού αποβλήτου που παράγουν, το οποίο δεν είναι επεξεργάσιμο στα πυρηνελαιουργεία, ωστόσο δίνονται κίνητρα επιδοτήσεων από την πολιτεία τα τελευταία χρόνια για μετατροπή των τριφασικών σε διφασικά. Στην **Εικόνα 5** παρουσιάζονται οι ευρέως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι εξαγωγής ελαιόλαδου στην Ευρώπη (Μπλίκια, 2009).



Εικόνα 5: Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα ελαιοτριβεία της Ευρώπης (Μπλίκια, 2009)

Βάσει του **Κανονισμού αριθ. 865/2004** σχετικά με την κοινή οργάνωση της αγοράς ελαιόλαδου διακρίνονται οι ακόλουθοι τύποι ελαιόλαδου:

Παρθένο ελαιόλαδο: Λαμβάνεται από τον καρπό της ελιάς μόνο με μηχανικές μεθόδους ή άλλες φυσικές επεξεργασίες και σε αυτόν τον τύπο περιλαμβάνονται οι εξής υποκατηγορίες:

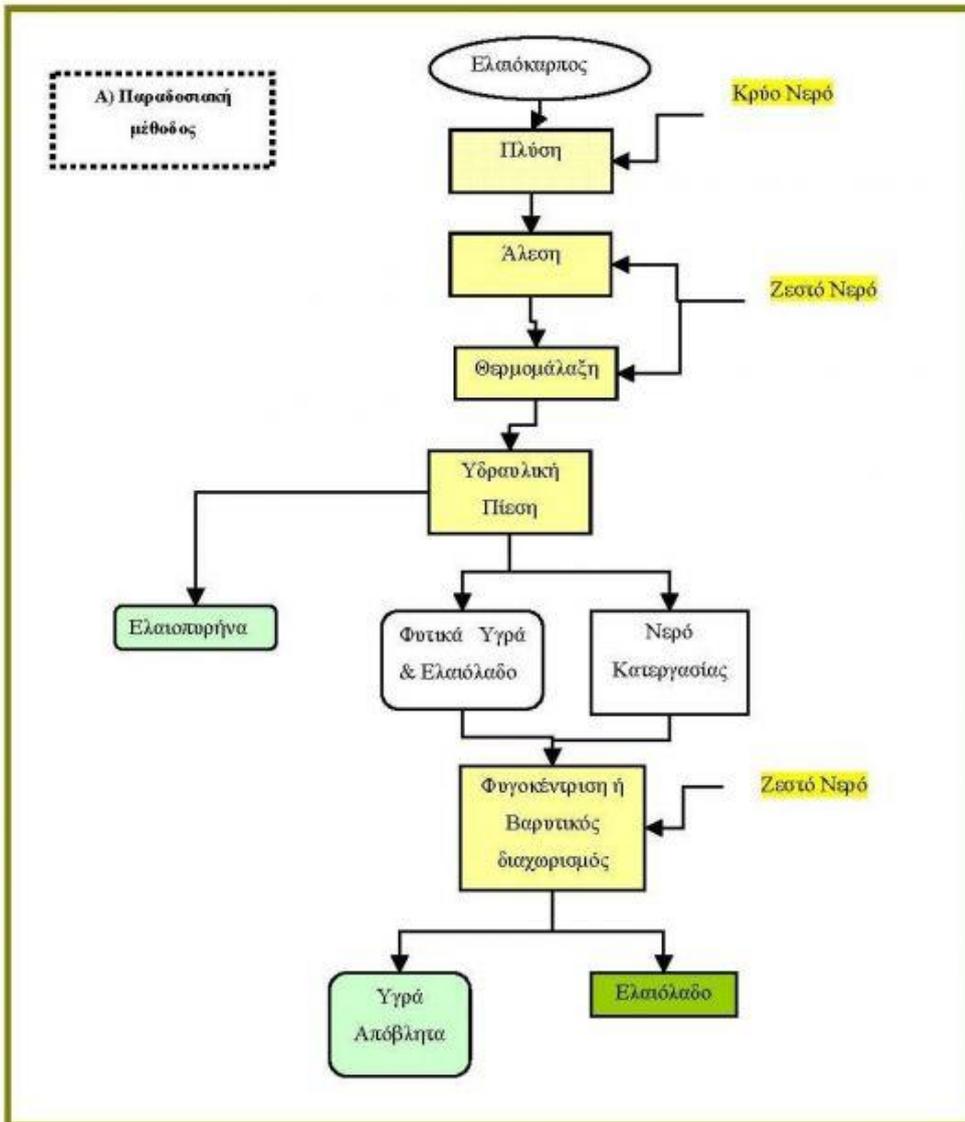
- Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο, με οξύτητα από 0,1 έως 0,8%
- Παρθένο ελαιόλαδο, με οξύτητα από 0,9 έως 2,0%
- Ελαιόλαδο λαμπάντε, με οξύτητα άνω του 2,0%

Εξευγενισμένο ελαιόλαδο: Λαμβάνεται από τον εξευγενισμό παρθένων ελαιολάδων και η οξύτητά του είναι έως 0,3%

Σύνθετο ελαιόλαδο: Λαμβάνεται από ανάμειξη εξευγενισμένου ελαιόλαδου και παρθένων ελαιολάδων και η οξύτητά του είναι έως 1,0%

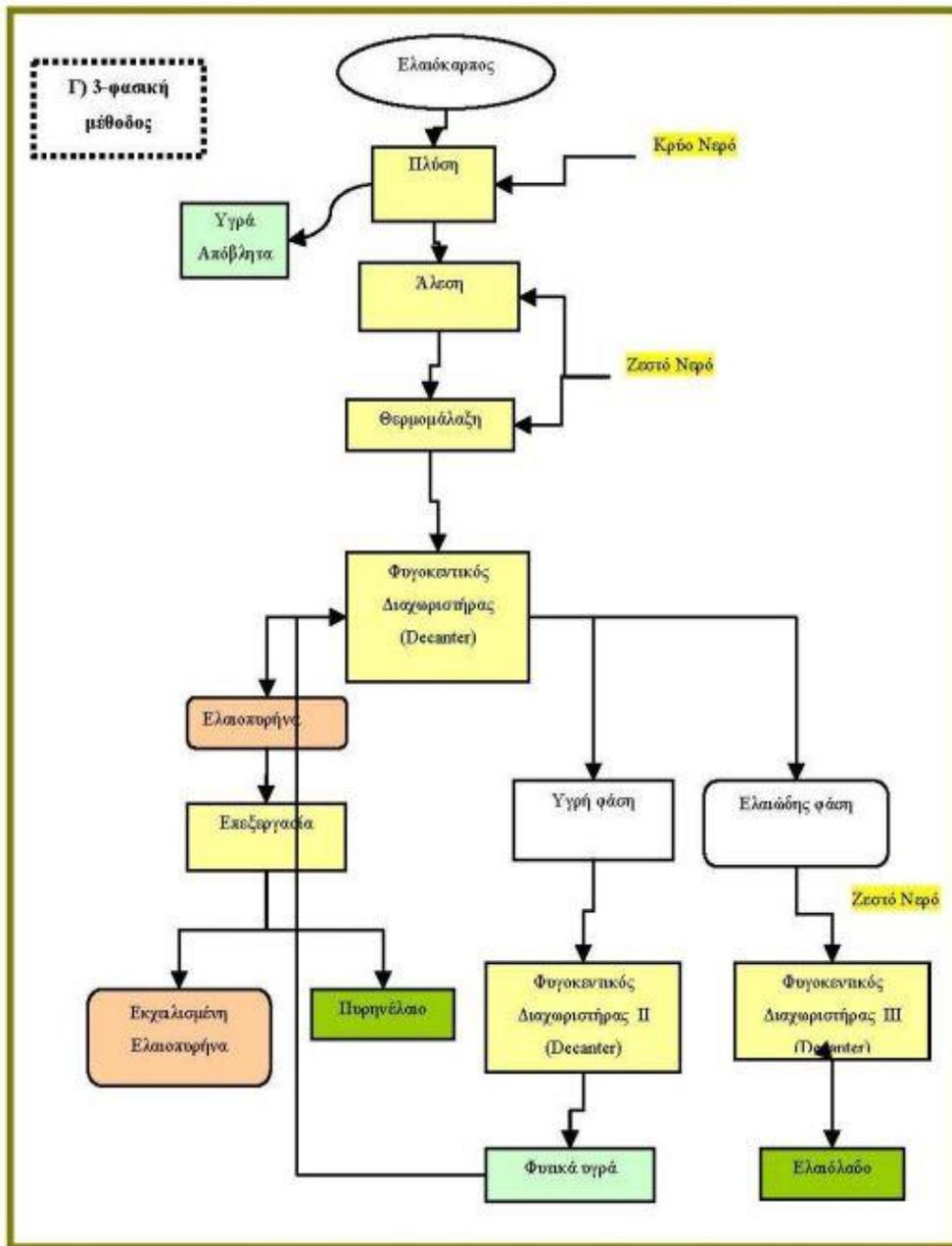
Σημείωση: Οξύτητα ελαιόλαδου σημαίνει ότι η περιεκτικότητα του ελαιόλαδου σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, εκφραζόμενη σε ελαϊκό οξύ, δεν υπερβαίνει τα $x \text{ g ανά } 100 \text{ g}$ (ΕΜΠ, 2014).

Στις **Εικόνες 6, 7, 8** και **9**, παρουσιάζονται διαγράμματα ροής για τα συστήματα εξαγωγής του ελαιολάδου που προαναφέρθηκαν.



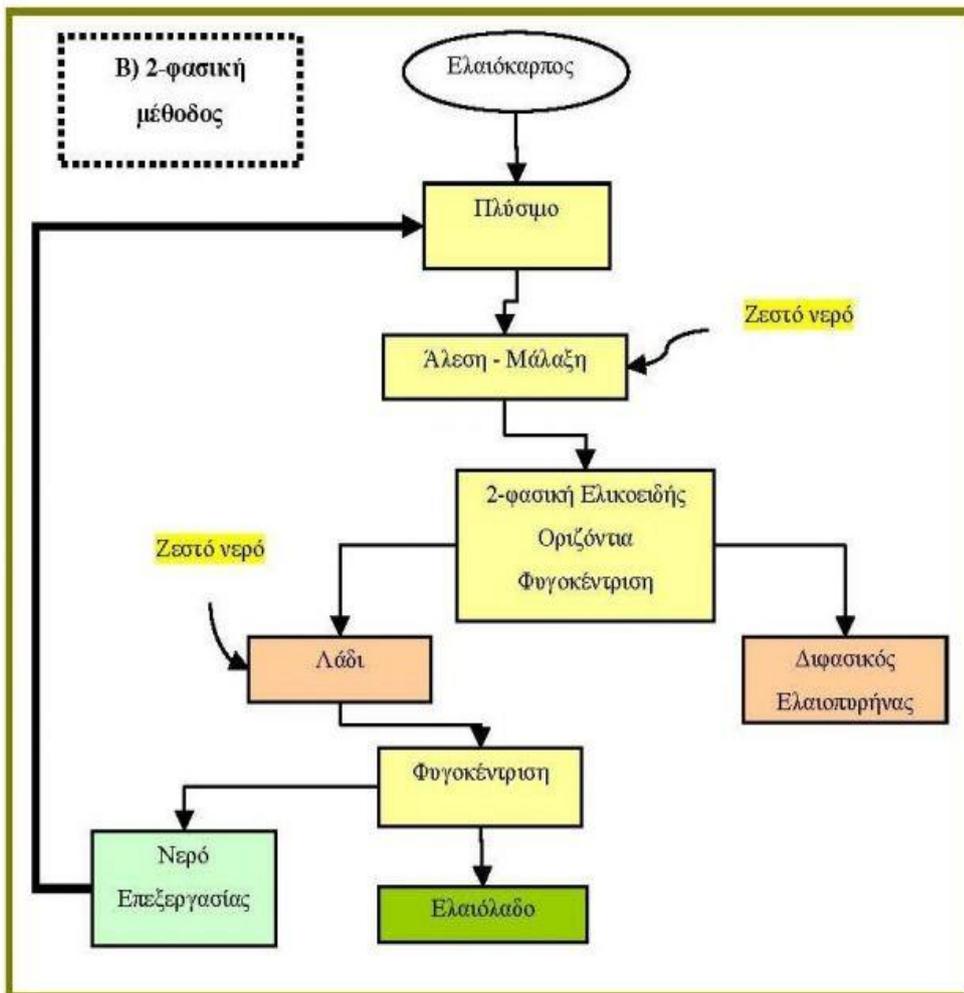
Γενικά, η διεργασία της πίεσης συνδέεται με ελαιόλαδο υψηλής ποιότητας λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας η οποία είναι αναγκαία για την εξαγωγή. Εντούτοις, το ελαιόλαδο που προκύπτει εξαρτάται πολύ από τις συνθήκες υγιεινής κατά τη διάρκεια της διεργασίας. Εάν το πιεστήριο δεν κρατιέται το καθαρότερο δυνατό κατά τη διεργασία, τότε η ποιότητα του εξαγόμενου ελαιόλαδου θα είναι κατώτερη λόγω της επαφής του με παλαιά και ήδη οξειδωμένα σωματίδια. Η διεργασία της πίεσης με υδραυλικά πιεστήρια είναι δαπανηρή λόγω ανάγκης χειρωνακτικής εργασίας και υλικών για τους ελαιοδιαχωριστήρες.

Εικόνα 6 : Διάγραμμα ροής παραδοσιακής εξαγωγής ελαιολάδου με υδραυλικό πιεστήριο (Διαδικτυακός τόπος: prosodol.gr)



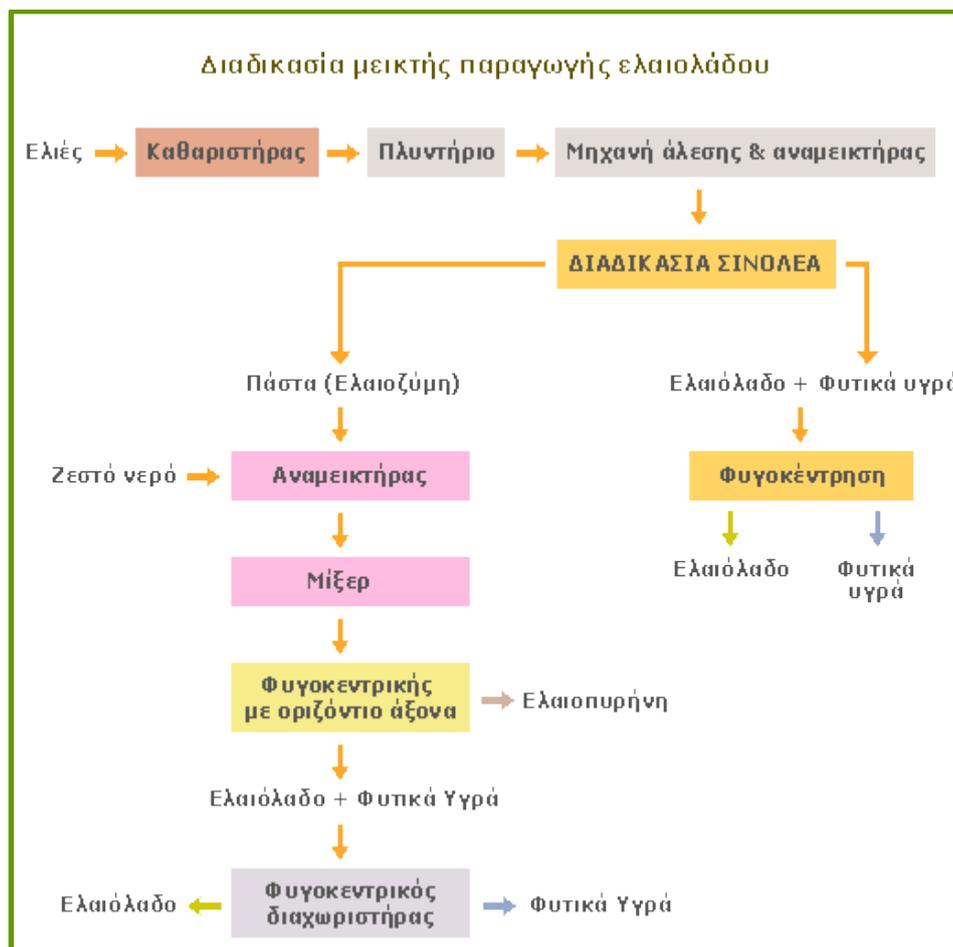
Είναι μια συνεχής διαδικασία (continuous process) που έχει αντικαταστήσει την παραδοσιακή μέθοδο. Χρονολογείται από τη δεκαετία του 1970-1980. Πριν τη φυγοκέντριση είναι απαραίτητη η αραίωση του ελαιοπολτού με νερό. Υπάρχουν διάφοροι τύποι φυγοκεντρικών διαχωριστήρων, συνήθως οριζόντιοι ή και κάθετοι. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι τα αυξημένα ποσά υγρών αποβλήτων τα οποία παράγονται λόγω της αυξημένης χρήσης νερού (1,25 ως 1,75 φορές περισσότερο σε σχέση με τη διεργασία πίεσης), η απώλεια πολύτιμων συστατικών στην υδατική φάση και προβλήματα διάθεσης της υδατικής φάσης.

Εικόνα 7: Διάγραμμα ροής εξαγωγής ελαιολάδου με φυγοκέντριση σε φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες 3 φάσεων (Διαδικτυακός τόπος: *prosodol.gr*)



Το διφασικό σύστημα αποκαλείται και «οικολογικό σύστημα». Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του συστήματος είναι η μειωμένη κατανάλωση νερού και η έλλειψη υγρών αποβλήτων. Σοβαρό, όμως, μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι ο ελαιοπυρήνας που προκύπτει έχει αυξημένη υγρασία και είναι δύσκολος στο χειρισμό, στη μεταφορά και την επεξεργασία. Επιπλέον, ξηραίνεται με αργό ρυθμό και έχει υψηλό ρυπαντικό φορτίο.

Εικόνα 8: Διάγραμμα ροής εξαγωγής ελαιολάδου με φυγοκέντριση σε φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες 2 φάσεων (Διαδικτυακός τόπος: *prosodol.gr*)



Μετά από πειράματα Ισπανών κυρίως και Γάλλων ερευνητών, το 1972 μια ελαιουργική βιομηχανία, παρουσίασε ένα καινούργιο τύπου ελαιοτριβείο, που έγινε γνωστό στην αγορά με το όνομα SINOLEA. Πλεονέκτημα της μεθόδου αποτελεί ότι το ελαιόλαδο που λαμβάνεται είναι σαφώς καλύτερης ποιότητας από τα κλασικού τύπου ελαιουργεία και τα φυγοκεντρικά. Το λάδι εξάγεται χωρίς την παρέμβαση ζεστού νερού, με αποτέλεσμα να διατηρεί όλα τα φυσικά αρωματικά χαρακτηριστικά του. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι η χρονοβόρος διαδικασία.

**Εικόνα 9: Διάγραμμα ροής εξαγωγής ελαιολάδου με σύστημα εκλεκτικής διήθησης (SINOLEA)
(Διαδικτυακός τόπος: *prosodol.gr*)**

Στην Ελλάδα περιοχές με μεγάλη παραγωγή ελαιόλαδου είναι η Μεσσηνία, η Λακωνία, η Αργολίδα, τα Επτάνησα, η Φωκίδα (ελαιώνας Άμφισσας), η Χαλκιδική, η Λέσβος και η Κρήτη



Κάθε ελαιόδεντρο κατά μέσο όρο παράγει 40 κιλά καρπού ανά έτος, τα οποία με τη σειρά τους δίνουν μόνο 3,2 - 4 κιλά λάδι. Τα φύλλα της ελιάς-που αποτελούν το 8% επί του καρπού που συλλέγεται-είναι ένας ασφαλής δείκτης για την καλή κατάσταση του δέντρου. Μόνο 1-5% των ανθέων δίδουν καρπούς.

καγι/ καιραισαί τον φελιβον' φηλο ι-ρ'α' ιμα αθηνα οισονα καθιμαρδ'.

Υπάρχουν περισσότερες από 70 ποικιλίες ελαιόδεντρων στον κόσμο. Το δέντρο της ελιάς δίνει καρπό κάθε δεύτερη χρονιά εφόσον δεν ποτίζεται. Τα ελαιοτριβεία δουλεύουν περίπου τέσσερις μήνες το χρόνο, 18 ώρες την ημέρα.

εφόσον φελ ποτίζεται' τα εναιοιβηφεία οσηνησηλ πεβίσηλ τεσσερβεί ηυλέε το χβολο' τβ ηβείε ιμα υβεία

Σήμερα, στην Ελλάδα υπάρχουν 150.000.000 περίπου ελαιόδεντρα, λειτουργούν 2.800 ελαιοτριβεία, 220 επιχειρήσεις τυποποίησης ελαιόλαδου, 26 ραφιναρίες, περίπου 50 πυρηνελαιουργεία και 500.000 οικογένειες ζουν από την καλλιέργεια της ελιάς. Συνολικά στον κόσμο υπολογίζεται ότι υπάρχουν 800.000.000 ελαιόδεντρα από τα οποία το 93% βρίσκεται στην περιοχή της Μεσογείου η οποία συγκεντρώνει και το 98% της παγκόσμιας παραγωγής ελιάς (Βίγκλας, 2007).

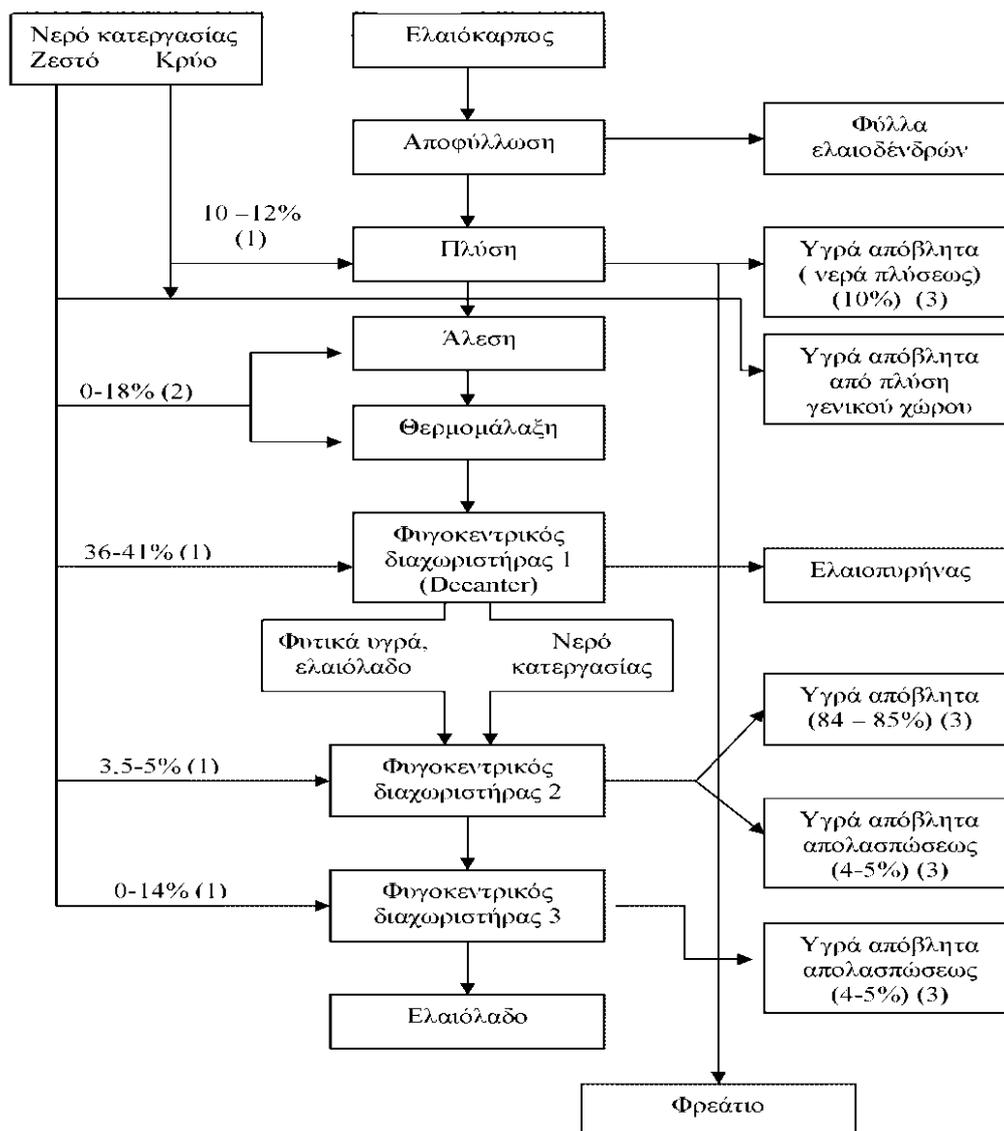
ιη' γεασολερον η ομορα ανκελεβηλετ και το 28% ειδ παλκροαηιαδ παβασηληφδ εγαδ (βηγκλαδ' 5001)

εγαδ' σηολογικά αεολ κροαηο ηυολογίεεατ οει ηυαβ'χονη 800'000'000 εγαρσελεβα απφ τα ομορα το 23% ββρακεαατ αειηλ πεβίσηλ

2.3.2.1 Κατανάλωση νερού και ενέργειας του κλάδου 10.4

Νερό

Το νερό που καταναλώνεται σε ένα ελαιουργείο χρησιμοποιείται κυρίως για το πλύσιμο του ελαιόκαρπου, σε περίπτωση που ο ελαιόκαρπος χρειάζεται υγρασία, για αραίωση της ελαιοζύμης, στα πιεστήρια, στον ελαιοδιαχωριστήρα και για γενικό καθαρισμό. Ωστόσο οι καταναλώσεις ποικίλουν στα διάφορα στάδια κατεργασίας του ελαιόκαρπου ενώ εξαρτώνται κυρίως από τη μέθοδο κατεργασίας (έκθλιψη ή φυγοκέντριση). Στην **Εικόνα 10** παρουσιάζονται στοιχεία κατανάλωσης νερού σε Ελαιουργεία Τριών (3) Φάσεων (Σύβιλλα ΕΠΕ, 2007).



Εικόνα 10: Στοιχεία κατανάλωσης νερού σε Ελαιουργεία Τριών (3) Φάσεων (Σύβιλλα ΕΠΕ, 2007)

Βάσει μελέτης που έχει εκπονηθεί για ένα ελαιοτριβείο ψυχρής έκθλιψης δύο φάσεων, στην Χολέτρια της Πάφου, με δυνατότητα παραγωγής μέχρι και 250 kg/h ελαιόλαδο οι απαιτούμενες ανάγκες σε νερό ανά ημέρα για τη λειτουργία αφορούν το πλύσιμο των ελαιοκάρπων, των εγκαταστάσεων, του εξοπλισμού και των χώρων εργασίας. Η κατανάλωση νερού υπολογίζεται περίπου σε 200 kg/8 h κατά τη φάση λειτουργίας του έργου. Η μονάδα εργάζεται περίπου για 120 ημέρες. Ετησίως, η συνολική κατανάλωση νερού θα είναι περίπου 24000 kg/year (Χριστοδούλου, 2013).

Ενέργεια

Η ηλεκτρική ενέργεια, είναι η μορφή ενέργειας που χρησιμοποιείται κατά κόρον σε ένα ελαιοτριβείο. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από την ισχύ του εγκατεστημένου εξοπλισμού που είναι συνήθως ανάλογη της δυναμικότητας των μονάδων. Οι απαιτήσεις σε ενέργεια υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη τα πιο κάτω:

- ✓ Την κατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού
- ✓ Την δυναμικότητα του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού
- ✓ Τις υπολογιζόμενες ώρες λειτουργίας του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού

Σύμφωνα με την προαναφερθείσα μελέτη (Χριστοδούλου, 2013), οι υπολογιζόμενες ανάγκες του έργου σε ηλεκτρική ενέργεια παρουσιάζονται στον **Πίνακα 12**

Πίνακας 12: Ισχύς εξοπλισμού μονάδας ελαιοτριβείου στην περιοχή Χολέτρια της Πάφου (Χριστοδούλου, 2013)

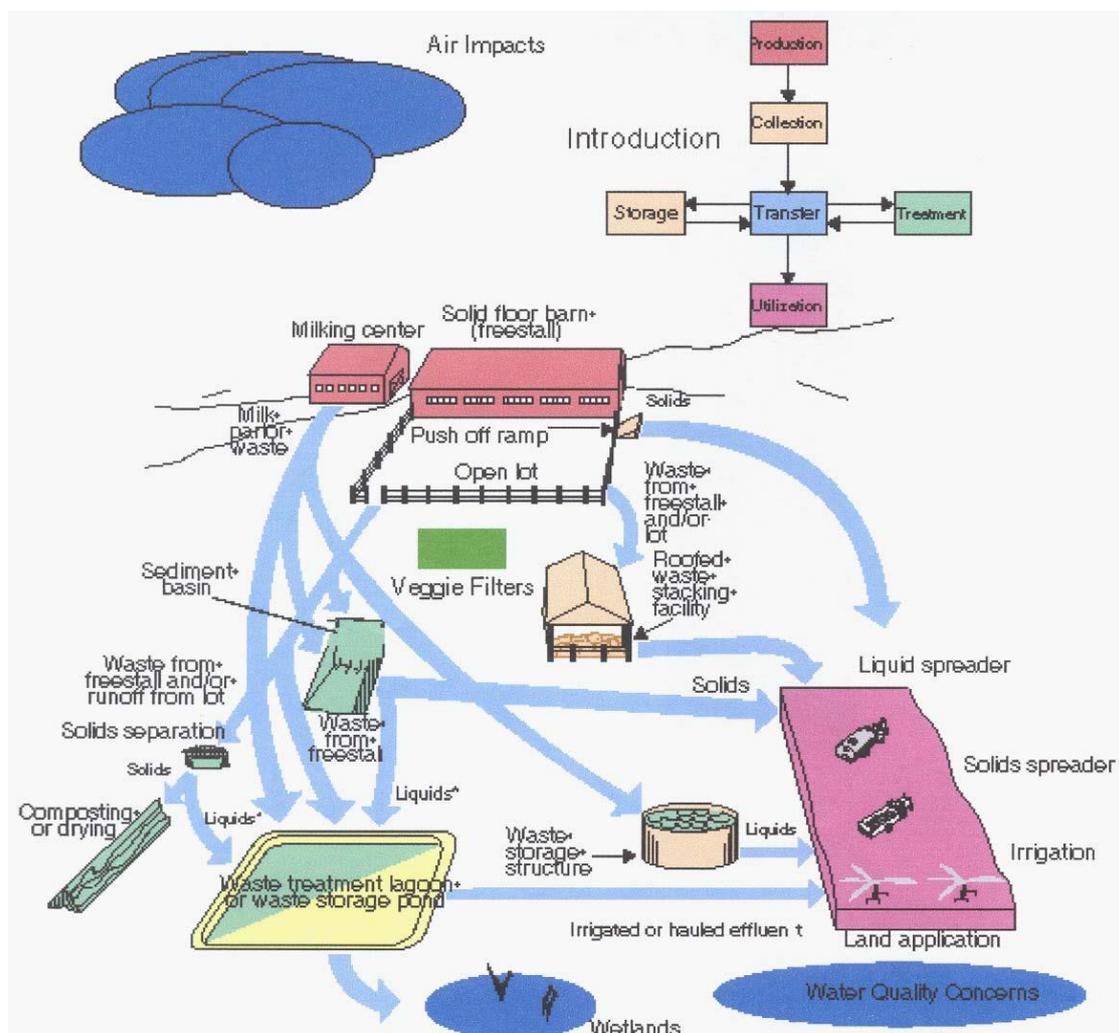
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΙΣΧΥΣ [kW]
Αναβατόριο	2,5
Σπαστήρας-Αναμεικτήρας	15
Ντεκάντερ	4,5

2.3.3 Κλάδος 10.5: Παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων

Στην παρούσα ενότητα περιγράφονται και αποτυπώνονται διαγραμματικά, οι διεργασίες παραγωγικής διαδικασίας που λαμβάνουν χώρα σε γαλακτοβιομηχανίες.

Ο κλάδος των γαλακτοκομικών βιομηχανιών είναι δύσκολο να ομαδοποιηθεί, διότι κάθε μονάδα εμφανίζει σημαντικές διαφορές ανάλογα με τις παραγωγικές διαδικασίες που εφαρμόζει, τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιεί και τα τελικά προϊόντα που παράγει. Οι κατηγορίες των γαλακτοκομικών προϊόντων καθώς και οι επιτρεπτές συνθήκες παραγωγής, συντήρησης και συσκευασίας καθορίζονται από τον ελληνικό Κώδικα Τροφίμων (*Κώδικας Τροφίμων και Ποτών - Έκδοση 2009*).

Οι γαλακτοκομικές βιομηχανίες γενικά, διαχωρίζονται ανάλογα με το τελικό παραγόμενο προϊόν στις ακόλουθες κατηγορίες: βιομηχανίες παραγωγής γάλακτος (παστεριωμένου, μακράς διάρκειας και συμπυκνωμένου γάλακτος, σκόνης και ξηρού γάλακτος κα.), βιομηχανίες παραγωγής προϊόντων ζύμωσης (όπως γιαούρτι, κρέμα κα.), βιομηχανίες παραγωγής βουτύρου, βιομηχανίες παραγωγής τυριού, τυρόγαλου και βιομηχανίες παραγωγής παγωτών. Στις περισσότερες παραγωγικές μονάδες δεν παράγεται μόνο ένα προϊόν, αλλά συνήθως δύο ή και περισσότερα προϊόντα. Τυπική μονάδα γαλακτοβιομηχανίας παρουσιάζεται στην **Εικόνα 11**.



Εικόνα 11: Σχηματική Παρουσίαση Γαλακτοβιομηχανίας (Γεωργιοπούλου, 2007)

Στο Άρθρο 79 του ελληνικού κώδικα τροφίμων, προσδιορίζονται οι συνθήκες και όροι παραγωγής νωπού γάλακτος, θερμικά επεξεργασμένου και προϊόντων με βάση το γάλα. Στο Άρθρο 80 του ίδιου Κώδικα παρουσιάζονται τα είδη γάλακτος, σύμφωνα με το οποίο:

«**Γάλα**» είναι το απαλλαγμένο από πρωτόγαλα προϊόν του ολοσχερούς, χωρίς διακοπή αρμέγματος υγιούς γαλακτοφόρου ζώου, που ζει και τρέφεται υπό υγιεινούς όρους και που δεν βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2009).

Με τον όρο «γάλα», χωρίς να συνοδεύεται αυτό από κάποιο επίθετο, νοείται αποκλειστικά και μόνο το γάλα το οποίο: προέρχεται από αγελάδα, είναι νωπό, είναι πλήρες, δεν έχει υποστεί αφυδάτωση ή συμπύκνωση και δεν περιέχει άλλες ύλες που έχουν προστεθεί από έξω.

Οι βασικοί τύποι γάλακτος είναι:

«**Νωπό γάλα**»: είναι το γάλα το οποίο παράγεται από την έκκριση του μαστού εκτρεφόμενων ζώων και το οποίο δεν έχει θερμανθεί σε θερμοκρασία άνω των 40°C ούτε έχει υποστεί οποιαδήποτε επεξεργασία που έχει ανάλογη επίδραση (Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 853/2004, Παράρτημα Ι). Διατίθεται στην κατανάλωση χωρίς καμιά άλλη επεξεργασία, εκτός από τη διήθηση, την ψύξη και την ομοιογενοποίηση, ενώ είναι επικίνδυνο για τη μετάδοση μολυσματικών ασθενειών, και πρέπει να τηρούνται αυστηροί κανόνες και συνεχής έλεγχος από το άρμεγμα των ζώων ως την κατανάλωσή του. Δεν πρέπει να χρησιμοποιείται το γάλα από ζώα που εμφανίζουν συμπτώματα ασθενειών, μολυσμένα ζώα ή ζώα από κοπάδι με άρρωστα ζώα ενώ πρέπει να καταναλώνεται σε όσο το δυνατόν πιο μικρό χρονικό διάστημα από τη στιγμή του αρμέγματος ή να ψύχεται σε ειδικές θερμοκρασίες (ΕΜΠ, 2014).

«**Θερμικά επεξεργασμένο γάλα**»: είναι γάλα κατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση που παράγεται με θερμική επεξεργασία άμεσα και αποκλειστικά από νωπό γάλα, και το οποίο έχει τη μορφή γάλακτος παστεριωμένου, UHT και αποστειρωμένου.

Το **παστεριωμένο γάλα** πρέπει:

- Να έχει υποβληθεί σε επεξεργασία που περιλαμβάνει την έκθεση σε υψηλή θερμοκρασία για μικρό χρονικό διάστημα (τουλάχιστον 71,7°C για 15 δευτερόλεπτα ή ισοδύναμος συνδυασμός) ή σε διαδικασία παστερίωσης που χρησιμοποιεί διαφορετικούς συνδυασμούς χρόνου και θερμοκρασίας για την επίτευξη ισοδύναμου αποτελέσματος.
- Να παρουσιάζει αρνητική αντίδραση στη δοκιμασία φωσφατάσης και θετική αντίδραση στη δοκιμασία υπεροξειδάσης. Ωστόσο επιτρέπεται η παραγωγή παστεριωμένου γάλακτος με αρνητική αντίδραση στη δοκιμασία υπεροξειδάσης, υπό την προϋπόθεση ότι η ετικέτα του γάλακτος φέρει ένδειξη «υψηλής παστερίωσης».
- Αμέσως μετά την παστερίωση, να ψύχεται το συντομότερο δυνατόν, σε θερμοκρασία που δεν υπερβαίνει τους 6°C.

Το **γάλα UHT** πρέπει:

- Να έχει παραχθεί με συνεχή θέρμανση του νωπού γάλακτος που συνεπάγεται τη βραχυχρόνια εφαρμογή υψηλής θερμοκρασίας (τουλάχιστον +135°C επί ένα τουλάχιστον δευτερόλεπτο) με σκοπό την καταστροφή όλων των υπολειπομένων μικροοργανισμών και των σπορίων τους, και τη συσκευασία, υπό ασηπτικές συνθήκες, σε αδιαφανή δοχεία ή σε δοχεία που καθίστανται αδιαφανή από τη δεύτερη συσκευασία, κατά τρόπο όμως ώστε να μειώνονται στο ελάχιστο οι χημικές, φυσικές και οργανοληπτικές μεταβολές.
- Να είναι δυνατόν, να διατηρηθεί, ούτως ώστε να μην ανιχνεύεται δειγματοληπτικά καμιά αλλοίωση στο γάλα UHT που έχει διατηρηθεί επί δεκαπενθήμερο σε κλειστή συσκευασία και σε θερμοκρασία 30°C. Εφόσον χρειάζεται, μπορεί να προβλέπεται και η διατήρησή του επί επταήμερο σε κλειστή συσκευασία και σε θερμοκρασία +55°C.

Στην περίπτωση που η λεγόμενη «**πολύ υψηλής θερμοκρασίας**» μέθοδος επεξεργασίας του γάλακτος χρησιμοποιείται με απευθείας επαφή του γάλακτος με υδρατμούς, οι υδρατμοί αυτοί πρέπει να

προέρχονται από πόσιμο νερό και δεν πρέπει να μεταφέρουν ξένες ουσίες στο γάλα, ούτε να επιδρούν δυσμενώς σε αυτό. Επίσης η εφαρμογή της μεθόδου δεν πρέπει να μεταβάλει την περιεκτικότητα του υφισταμένου την επεξεργασία γάλακτος σε νερό (ΟΔΗΓΙΑ 92/46/ΕΟΚ).

Το **αποστειρωμένο γάλα** πρέπει:

- Να έχει θερμανθεί και αποστειρωθεί σε ερμητικά κλειστές συσκευασίες ή δοχεία, των οποίων το σύστημα κλεισίματος πρέπει να παραμένει άθικτο.
- Να είναι δυνατόν να διατηρηθεί, σε περίπτωση δειγματοληπτικού ελέγχου, χωρίς να παρουσιάσει καμιά αισθητή αλλοίωση, επί δεκαπενθήμερο, σε κλειστή συσκευασία και σε θερμοκρασία +30°C. Επί πλέον, εάν αυτό είναι αναγκαίο, μπορεί να προβλέπεται και διατήρησή του επί επτάήμερο σε κλειστή συσκευασία και σε θερμοκρασία +55°C.

«**Γάλα Κατάψυξης**» χαρακτηρίζεται το νωπό γάλα, το οποίο έγινε διατηρήσιμο, με κάποια αναγνωρισμένη μέθοδο ταχείας κατάψυξης, που διατηρείται στη συνέχεια σε θερμοκρασία κατώτερη από -15°C, και το οποίο πρέπει να διατίθεται στην κατανάλωση μετά από πλήρη απόψυξη. Το προϊόν που προσφέρεται έτσι πρέπει να πληροί τους όρους σύστασης και χαρακτήρων γενικά του αντίστοιχου νωπού (πλήρους, αποβουτυρωμένου κ.λπ.) γάλακτος, από το οποίο προήλθε.

«**Γάλα Αποβουτυρωμένο**» χαρακτηρίζεται το προϊόν που απομένει από το νωπό γάλα, μετά την αφαίρεση του λίπους από αυτό με μηχανική κατεργασία και χωρίς καμιά προσθήκη. Αυτό πρέπει να περιέχει λίπος σε ποσοστό 0,5% κατ' ανώτατο όριο και στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (Σ.Υ.Α.Λ.) όπως καθορίζεται στην παράγραφο 3 (ελάχιστο όριο) ή διαφορετικά ο δείκτης διάθλασης του ορρού του πρέπει να είναι τουλάχιστον 38 ή (εφόσον ο προσδιορισμός του γίνεται ανέφικτος λόγω προσθήκης συντηρητικών) το ειδικό βάρος του ορρού του σε 15°C πρέπει να είναι μικρότερο από 1,036.

«**Γάλα Ημιαποβουτυρωμένο**» χαρακτηρίζεται το προϊόν που απομένει από το νωπό γάλα μετά την αφαίρεση, όπως πιο πάνω, μέρους από το λίπος του, χωρίς οποιαδήποτε προσθήκη, το οποίο πρέπει να περιέχει λίπος σε ποσοστό 1,5-1,8%. Όπου στον Κώδικα Τροφίμων χρησιμοποιούνται οι όροι «αποβουτυρωμένο» ή «ημιαποβουτυρωμένο» γάλα μπορούν να χρησιμοποιούνται και οι όροι «άπαχο» και «ημιάπαχο» αντίστοιχα.

Στο Άρθρο 80α(1) του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών δίνονται οι σχετικές διατάξεις για τα **διατηρημένα γάλατα, μερικά ή ολικά αφυδατωμένα**. Συγκεκριμένα:

«**Γάλα μερικά αφυδατωμένο**»: Το ζαχαρούχο ή μη ζαχαρούχο υγρό προϊόν, που λαμβάνεται με μερική αφαίρεση του ύδατος από γάλα, από ολικά ή μερικά αποβουτυρωμένο γάλα ή από μείγμα των προϊόντων αυτών, στα οποία ενδεχομένως έχει προστεθεί κρέμα γάλακτος ή γάλα ολικά αφυδατωμένο ή και τα δύο αυτά προϊόντα, εφόσον η ποσότητα του προστιθέμενου ολικά αφυδατωμένου γάλακτος δεν υπερβαίνει, στο τελικό προϊόν, το 25% του ολικού στερεού υπολείμματος γάλακτος. Στα είδη μη ζαχαρούχου συμπυκνωμένου γάλακτος συμπεριλαμβάνονται: α) το συμπυκνωμένο γάλα πλούσιο σε λιπαρά δηλαδή το μερικά αφυδατωμένο γάλα του οποίου η κατά βάρος περιεκτικότητα σε λιπαρά είναι τουλάχιστον 15% και σε ολικό στερεό υπόλειμμα γάλακτος τουλάχιστον 26,5%. β) το συμπυκνωμένο γάλα δηλαδή το μερικά αφυδατωμένο γάλα του οποίου η κατά βάρος περιεκτικότητα σε λιπαρά είναι τουλάχιστον 7,5% και σε ολικό στερεό υπόλειμμα γάλακτος τουλάχιστον 25%. γ) το γάλα συμπυκνωμένο, μερικά αποβουτυρωμένο δηλαδή το μερικά αφυδατωμένο γάλα του οποίου η κατά βάρος περιεκτικότητα σε λιπαρά είναι τουλάχιστον 1% και κάτω του 7,5% και σε ολικό στερεό υπόλειμμα γάλακτος τουλάχιστον 20% και το δ) γάλα συμπυκνωμένο, αποβουτυρωμένο δηλαδή το μερικά αφυδατωμένο γάλα του οποίου η κατά βάρος περιεκτικότητα σε λιπαρά δεν υπερβαίνει το 1% και η κατά βάρος περιεκτικότητα σε ολικό στερεό υπόλειμμα γάλακτος είναι τουλάχιστον 20%. Στα είδη συμπυκνωμένου ζαχαρούχου γάλακτος συμπεριλαμβάνονται: α) το γάλα συμπυκνωμένο,

ζαχαρούχο δηλαδή το μερικά αφυδατωμένο γάλα στο οποίο έχει προστεθεί σακχαρόζη (ημίλευκη, λευκή ή υπέρλευκη ζάχαρη) και του οποίου η κατά βάρος περιεκτικότητα σε λιπαρά είναι τουλάχιστον 8% και σε ολικό στερεό υπόλειμμα γάλακτος τουλάχιστον 28%, β) το γάλα συμπυκνωμένο, μερικά αποβουτυρωμένο, ζαχαρούχο δηλαδή το μερικά αφυδατωμένο γάλα στο οποίο έχει προστεθεί σακχαρόζη (ημίλευκη, λευκή ή υπέρλευκη ζάχαρη) και του οποίου η κατά βάρος περιεκτικότητα σε λιπαρά είναι τουλάχιστον 1% και κάτω του 8% και σε ολικό στερεό υπόλειμμα γάλακτος τουλάχιστον 24%, γ) το γάλα συμπυκνωμένο, αποβουτυρωμένο, ζαχαρούχο δηλαδή το μερικά αφυδατωμένο γάλα στο οποίο έχει προστεθεί σακχαρόζη (ημίλευκη, λευκή ή υπέρλευκη ζάχαρη) και του οποίου η κατά βάρος περιεκτικότητα σε λιπαρά δεν υπερβαίνει το 1% και η κατά βάρος περιεκτικότητα σε ολικό στερεό υπόλειμμα γάλακτος είναι τουλάχιστον 24% (ΕΜΠ, 2014) .

«Γάλα ολικά αφυδατωμένο»: Το στερεό προϊόν του οποίου η κατά βάρος περιεκτικότητα σε νερό δεν υπερβαίνει το 5% στο τελικό προϊόν και το οποίο λαμβάνεται με την αφαίρεση του νερού από γάλα, από ολικά ή μερικά αποβουτυρωμένο γάλα, από κρέμα γάλακτος ή από μείγμα των προϊόντων αυτών. Περιλαμβάνει τα εξής είδη: α) Γάλα σε σκόνη, πλούσιο σε λιπαρά ή σκόνη γάλακτος πλούσιου σε λιπαρά Αφυδατωμένο γάλα του οποίου η κατά βάρος περιεκτικότητα σε λιπαρά είναι τουλάχιστον 42%. β) Πλήρες γάλα σε σκόνη ή σκόνη πλήρους γάλακτος Αφυδατωμένο γάλα του οποίου η κατά βάρος περιεκτικότητα σε λιπαρά είναι άνω του 26% και κάτω του 42%. γ) Γάλα μερικά αποβουτυρωμένο σε σκόνη ή σκόνη γάλακτος μερικά αποβουτυρωμένου Αφυδατωμένο γάλα του οποίου η κατά βάρος περιεκτικότητα σε λιπαρά είναι άνω του 1,5% και κάτω του 26%. δ) Γάλα αποβουτυρωμένο σε σκόνη ή σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος Αφυδατωμένο γάλα του οποίου η κατά βάρος περιεκτικότητα σε λιπαρά δεν υπερβαίνει το 1,5% (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών - Έκδοση 2009).

Οι βασικές μέθοδοι κατεργασίας που ακολουθούνται πριν την περαιτέρω επεξεργασία του γάλακτος, για τη παραγωγή των περισσότερων γαλακτοκομικών προϊόντων, είναι οι ακόλουθες (Γεωργιοπούλου, 2007):

Παραλαβή και Έλεγχος Νωπού Γάλακτος: Το γάλα μεταφέρεται από φάρμες μέσα σε δοχεία ή με βυτιοφόρα, παραλαμβάνεται και υφίσταται ποιοτικό έλεγχο.

Διήθηση, Διαύγαση - Διαχωρισμός: Αρχικά το γάλα διέρχεται από πυκνό μεταλλικό πλέγμα το οποίο συγκρατεί τις χονδρές προσμίξεις και στη συνέχεια διοχετεύεται με αντλία σε φίλτρα διηθητικής επιφάνειας από πιεσμένο βαμβάκι ή ύφασμα είτε σε λεπτό μεταλλικό δίκτυο. Στη συνέχεια διηθείται για αφαίρεση των ξένων προσμίξεων και των αιωρούμενων στερεών που μπορεί να περιέχει από το στάδιο του αρμέγματος μέχρι την παραλαβή του στο εργοστάσιο. Η διήθηση πραγματοποιείται είτε με φυσικό τρόπο (με χρήση υφασμάτων φίλτρων, τα οποία επαναχρησιμοποιούνται αφού καθαριστούν), είτε με μηχανικό τρόπο (μέσω φυγοκεντρικών διαχωριστήρων, σε ταχύτητες περιστροφής 3.000 - 4.000 rpm/min). Η λάσπη που δημιουργείται από τις ξένες προσμίξεις, συγκεντρώνεται στα τοιχώματα και στη συνέχεια απομακρύνεται κατά διαστήματα χειροκίνητα ή αυτόματα. Η φυγοκεντρική διαύγαση του γάλακτος πλεονεκτεί της διηθήσεως σε δυνατότητα αποδόσεως και καθαρισμού.

Αποθήκευση-Ψύξη: το γάλα μεταφέρεται σε δεξαμενές αποθήκευσης που είναι μονωμένες και υπό ψύξη.

Θέρμανση: το γάλα θερμαίνεται για μερικά δευτερόλεπτα σε θερμοκρασία 63-65°C, ώστε να μπορεί να αποθηκευτεί για ορισμένο χρονικό διάστημα ημερών σε σιλό, χωρίς κίνδυνο υποβίβασμού της ποιότητάς του.

Παστερίωση: είναι μέθοδος θερμικής επεξεργασίας μέσω της οποίας εξουδετερώνονται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί και ορισμένα βακτηρίδια που συμβάλλουν στη καταστροφή του γάλακτος. Επιπλέον επιτυγχάνεται η καταστροφή των υπάρχοντων παθογόνων μικροοργανισμών, ενώ παρατείνεται ο χρόνος συντήρησης. Η διεργασία επιτελείται σε δεξαμενές ασυνεχούς ροής (χαμηλή παστερίωση) όπου το γάλα παραμένει για 30 min σε θερμοκρασία 63-65°C ή σε συνεχούς ροής (υψηλή παστερίωση) όπου εξασφαλίζεται η τυρβώδης ροή του γάλακτος ανάμεσα σε δύο θερμαντικές μεταλλικές πλάκες, οι οποίες διατηρούν τη θερμοκρασία του γάλακτος στους 72-75°C για 15 sec.

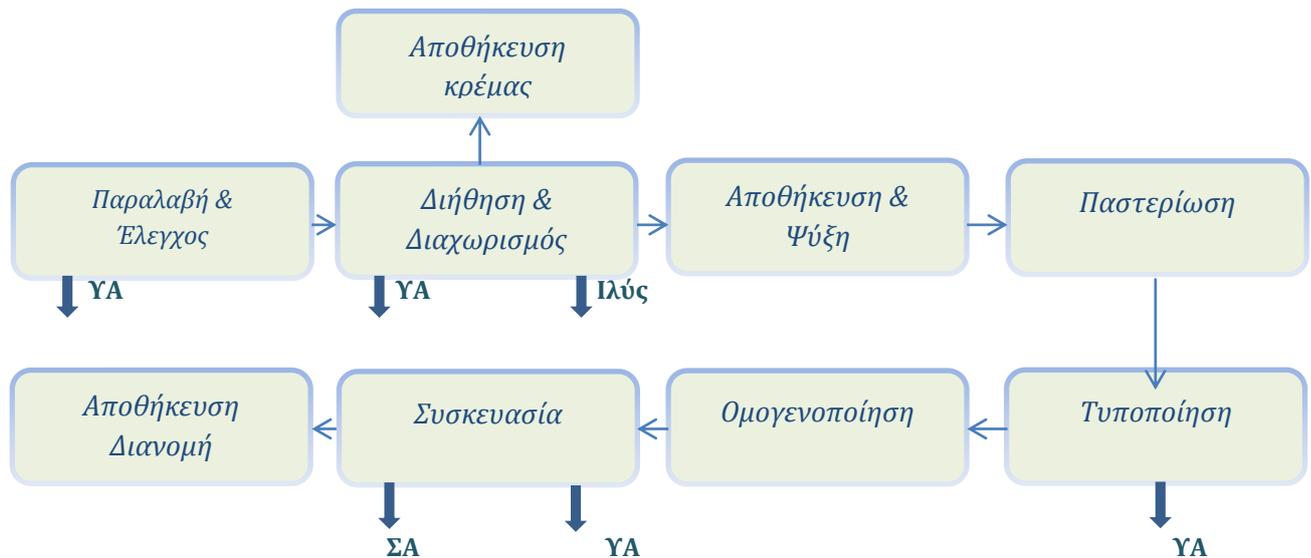
Τυποποίηση: πραγματοποιείται με κατάλληλο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα ο οποίος εξαρτάται από την ποιότητα του γάλακτος (άπαχο, ελαφρύ, πλήρες) και επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός του γάλακτος και της παραγόμενης κρέμας. Η κρέμα επανακυκλοφορεί στη δεξαμενή αποθήκευσης.

Ομογενοποίηση: μειώνεται το μέγεθος των λιπαρών σφαιριδίων, ώστε να παραμένουν διασκορπισμένα στο υγρό διάλυμα και να μην δημιουργούν στρώμα κρέμας στην επιφάνεια. Ως ομογενοποιημένο χαρακτηρίζεται το γάλα που μετά από παραμονή σε ηρεμία επί 48 ώρες στους 7°C δεν παρουσιάζει ορατό στρώμα κρέμας. Η ομογενοποίηση επιτυγχάνεται με διοχέτευση, υπό πίεση 150-250 atm και θερμοκρασία 60-70°C, του γάλακτος μέσα από πολύ λεπτές σχισμές με αποτέλεσμα τα λιποσφαιρία του γάλακτος να καταταμούνται σε σφαιρίδια διαμέτρου 1-2 μm.

Αερισμός: επιτυγχάνεται η απομάκρυνση των αερίων και των δύσσομων πτητικών ουσιών που μπορεί να περιέχονται στο γάλα (Γεωργιοπούλου, 2007).

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφονται οι βασικές παραγωγικές διαδικασίες των γαλακτοκομικών βιομηχανιών ανά προϊόν γάλακτος.

- **Εμπορεύσιμο-Παστεριωμένο Γάλα:** περιλαμβάνονται τα υγρά παράγωγα του πλήρους γάλακτος, το αποβουτυρωμένο γάλα και η κρέμα. Τα βασικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας είναι: η διήθηση, η ψύξη και η παστερίωση, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις περιλαμβάνονται διεργασίες όπως η ομογενοποίηση, η τυποποίηση και ο αερισμός. Ένα απλοποιημένο διάγραμμα ροής της παραγωγής γάλακτος, στο οποίο παρουσιάζονται τα σημεία εκροής των παραγόμενων αποβλήτων (ΥΑ: υγρά απόβλητα, ΣΑ: στερεά απόβλητα), απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα.

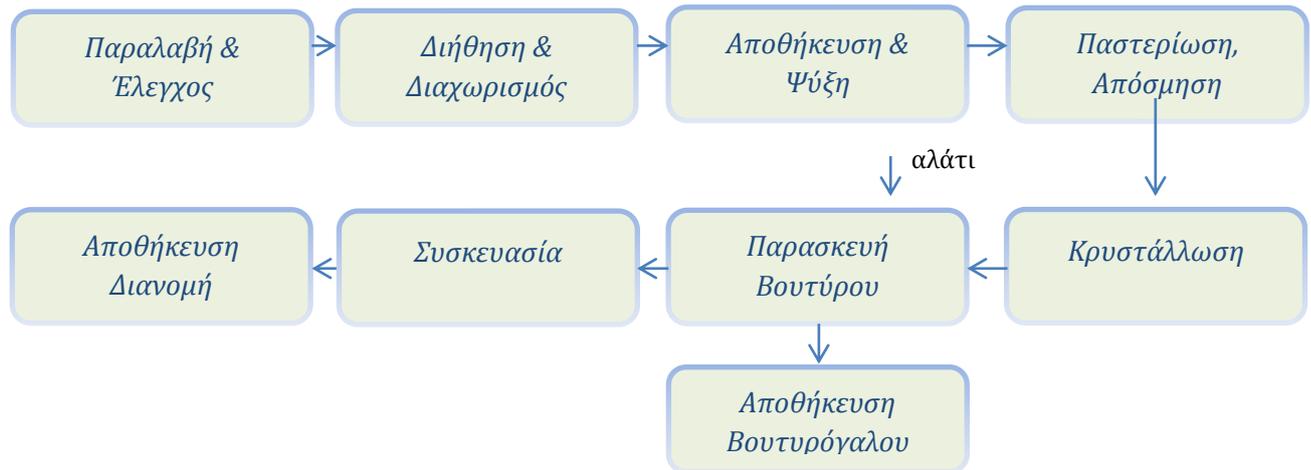


Διάγραμμα 15: Διάγραμμα Ροής Παραγωγής Εμπορεύσιμου Γάλακτος (Γεωργιοπούλου, 2007)

- **Γάλα Μακράς Διάρκειας:** το γάλα με συνεχή ροή υφίσταται θερμική αποστείρωση σε υψηλές θερμοκρασίες για πολύ μικρά χρονικά διαστήματα ($T=150^{\circ}\text{C}$ για 2sec ή $T=140^{\circ}\text{C}$ για 10-20sec), ώστε να καταστραφούν τα ένζυμα των μικροοργανισμών. Στη συνέχεια ακολουθεί συσκευασία και συντήρηση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ($T=20-22^{\circ}\text{C}$) για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο του εξαμήνου.
- **Γάλα σε Σκόνη:** οι τρεις τύποι σκόνης γάλακτος είναι πλήρους, ημιαποβουτυρωμένου και αποβουτυρωμένου γάλακτος. Αρχικά το γάλα παστεριώνεται, συμπυκνώνεται και στη συνέχεια ξηραίνεται σε σκόνη. Η ξήρανση επιτυγχάνεται σε δυο φάσεις και η περιεχόμενη υγρασία της σκόνης είναι 3-5%. Οι πλέον συνήθεις μέθοδοι ξήρανσης είναι: ξήρανση με περιστρεφόμενους, θερμαινόμενους εσωτερικά με ατμό στους 140°C κυλίνδρους, όπου το γάλα ρέει ή ψεκάζεται στους κυλίνδρους από απόσταση 0.5-1.0 και η ξήρανση με ψεκάσμο όπου πραγματοποιείται ψεκάζοντας γάλα υπό μορφή πολύ λεπτών σταγονιδίων σε ρεύμα αέρος θερμοκρασίας 150°C στο εσωτερικό πύργων ξήρανσης. Κατά τη διεργασία παράγεται σκόνη, η οποία αποτελεί πηγή ρύπανσης και πρέπει να απομακρυνθεί. Το γάλα σε σκόνη πλέον, συσκευάζεται σε μεταλλικά δοχεία ή σε παραφινωμένους σάκους, σε ελεγχόμενες συνθήκες αερισμού, φωτισμού και υγρασίας (Γεωργιοπούλου, 2007).
- **Συμπυκνωμένο Γάλα:** αφορά το πλήρες ή άπαχο γάλα μετά από συμπύκνωση, η οποία επιτυγχάνεται με θέρμανση υπό ελαττωμένη πίεση. Η διεργασία διεξάγεται σε δεξαμενές συνεχούς ροής και κάποιες φορές σε αντιδραστήρες διακοπτόμενης λειτουργίας. Μετά την θερμική επεξεργασία, το συμπυκνωμένο γάλα τυποποιείται, ομογενοποιείται, ψύχεται και συσκευάζεται. Το συμπυκνωμένο γάλα διακρίνεται σε μη σακχαρούχο και σε σακχαρούχο. Κατά την παραγωγική διαδικασία του συμπυκνωμένου μη σακχαρούχου, το τυποποιημένο και θερμικά κατεργασμένο γάλα υποβάλλεται σε αφυδάτωση υπό κενό, ομογενοποιείται, ψύχεται σε θερμοκρασία $7-8^{\circ}\text{C}$ και συσκευάζεται σε μεταλλικά δοχεία ενώ στη συνέχεια τα δοχεία αποστειρώνονται με θέρμανση στους 115°C επί 20 min. Κατά την παραγωγική διαδικασία του σακχαρούχου συμπυκνωμένου γάλακτος, προστίθεται αποστειρωμένο διάλυμα 70% καθαρής σακχαρόζης. Μετά την διάλυση της ζάχαρης, το γάλα συμπυκνώνεται υπό κενό σε θερμοκρασία 55°C και ακολουθεί γρήγορη ψύξη στους 30°C υπό ανάδευση για αποφυγή σχηματισμού χονδρών κρυστάλλων που προσδίνουν στο προϊόν αμώδη υφή. Ακολουθεί τελική ψύξη στους 15°C και το τελικό προϊόν συσκευάζεται σε μεταλλικά δοχεία, σφραγίζεται και διατίθεται στο

εμπόριο. Το συμπυκνωμένο σακχαρούχο γάλα δεν αποστειρώνεται και η ικανότητα συντήρησης που παρουσιάζει οφείλεται στην προσθήκη ζάχαρης (αύξηση της ωσμωτικής του πίεση με αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της ανάπτυξης των μικροοργανισμών). Οι απώλειες ποσοτήτων συμπυκνωμένου γάλακτος αποτελούν σημαντική πηγή ρυπαντικού φορτίου κατά τη διεργασία της συμπύκνωσης.

- **Κρέμα Γάλακτος** : ο διαχωρισμός της υδατικής και της λιπαρής φάσης του γάλακτος έχει ως αποτέλεσμα την παραλαβή κρέμας, ένα κλάσμα γάλακτος, με περιεκτικότητα σε λίπος 10%, 25% και 40%. Ο διαχωρισμός αρχικά επιτυγχάνεται με φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες και ακολούθως η κρέμα υφίσταται γαλακτική ζύμωση, ωρίμανση και παστερίωση. Η κρέμα σαντιγί είναι ένα προϊόν που παράγεται από κρέμα (περιεκτικότητας σε λίπος τουλάχιστον 30%) με μορφή σταθερής αφρώδους μάζας μετά από κατεργασία υπό ανάδευση. Οι απώλειες ποσοτήτων κρέμα γάλακτος αποτελούν σημαντική πηγή ρυπαντικού φορτίου.
- **Βούτυρο**: η κρέμα γάλακτος υποβάλλεται σε έντονη, παρατεταμένη ανάδευση ώστε να επιτευχθεί συσσωμάτωση λιποσφαιριδίων στερεάς μορφής, όπου παραλαμβάνεται το βούτυρο. Η διεργασίες είναι συνεχούς ή ασυνεχούς ροής και περιλαμβάνουν: προετοιμασία της κρέμας, αποσταθεροποίηση και καταστροφή του γαλακτώματος από λίπος και νερό, συσσωμάτωση και συμπύκνωση των λιποσφαιριδίων, σχηματισμό σταθερού γαλακτώματος και διαχωρισμό βουτυρογάλακτος, πλύση, μάλαξη, συσκευασία, αποθήκευση και διανομή. Το νωπό βούτυρο έχει περιεκτικότητα 80% λίπους και παράγεται με απόδραση του γάλακτος ή της κρέμας ή μείγματος των δύο υλικών, πριν ή μετά την οξίνισή τους. Η πλήρης παραγωγική διαδικασία, απεικονίζεται στο **Διάγραμμα 16** (Γεωργιοπούλου, 2007).



Διάγραμμα 16: Διάγραμμα Ροής Παραγωγής Βουτύρου (Γεωργιοπούλου, 2007)

- **Τυριά:** η παρασκευή τυριού περιλαμβάνει την πήξη του γάλακτος με σχηματισμό τυροπήγματος, τη στράγγιση του τυροπήγματος και την ωρίμανση του τυριού. Το γάλα υφίσταται αρχικά θερμική επεξεργασία και τυποποίηση και στη συνέχεια προστίθενται σε αυτό ένζυμα που συντελούν στη πήξη του. Μετά την στερεοποίηση, επιτυγχάνεται τεμαχισμός και θέρμανση υπό ανάδευση προκειμένου να επιτευχθεί στράγγιση και διαχωρισμός του τυρόγαλου από τα κομμάτια του τυροπήγματος. Στη συνέχεια τα κομμάτια αλατίζονται (με εξαίρεση λίγα μαλακά τυριά στα οποία δεν προστίθεται αλάτι) και αποθηκεύονται σε ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας μέχρι την τελική ωρίμανση. Στη συνέχεια γίνεται συσκευασία και διάθεση του παραγόμενου τυριού. Γενικά τα είδη τυριού ανάγονται σε εκατοντάδες και οι παραγωγικές διαδικασίες διαφοροποιούνται ανάλογα με τον τύπο του παραγόμενου τυριού.
- **Παγωτά:** τα παγωτά είναι προϊόντα καλής ποιότητας και σταθερής σύνθεσης. Η ανάμιξη των συστατικών (λιπών, γάλακτος και ζάχαρης) πραγματοποιείται υπό θερμοκρασία 40°C και το μίγμα υφίσταται παστερίωση σε θερμοκρασία 65°C επί 30min (εάν χρησιμοποιηθούν δεξαμενές) ή 82°C επί 25sec (εάν χρησιμοποιούνται αυλωτοί ή πλακοειδείς παστεριωτές). Το παστεριωμένο μίγμα ομογενοποιείται και ψύχεται στους 4°C για να ωριμάσει (**ageing process**). Η προσθήκη αρωματικών και χρωστικών στο μείγμα πραγματοποιείται μετά την παστερίωση και την ψύξη, γιατί αφορούν ύλες με ευαισθησία στη διεργασία θέρμανσης. Μετά την ωρίμανση, ακολουθεί κατάψυξη του μείγματος σε θερμοκρασία -6°C, ώστε να στερεοποιηθεί (**freezing process**). Το έτοιμο μίγμα εξέρχεται σε θερμοκρασία -5 έως -10°C και μορφοποιείται (**dry extrusion**) στους επιθυμητούς περιέκτες (κύπελλα, καλούπια για ξυλάκια κ.λπ.) πάνω σε αυτόματες κυλιόμενες ταινίες. Σχεδόν κάθε τύπος παγωτού απαιτεί ειδικό μηχάνημα. Τα τελικά προϊόντα διατηρούνται σε συνθήκες βαθιάς ψύξης (Γεωργιοπούλου, 2007)(Αγγέλη, 2014).
- **Προϊόντα Ζύμωσης:** τα κυριότερα προϊόντα καλλιέργειας είναι το γιαούρτι, το ξυνόγαλο, το τυρόγαλο κ.α. Το παστεριωμένο γάλα και η κρέμα υφίστανται ζύμωση σε δεξαμενές ασυνεχούς λειτουργίας, με χρήση θερμοφιλικών βακτηριδίων ή μύκητων. Στη συνέχεια το προϊόν ψύχεται και συσκευάζεται. Το ιξώδες των παραγόμενων προϊόντων ζύμωσης είναι πολύ υψηλό με αποτέλεσμα ένα σημαντικό τμήμα του προϊόντος να παραμένει προσκολλημένο στις επιφάνειες του χρησιμοποιούμενου κατά την παραγωγική διαδικασία εξοπλισμού καθώς επίσης και τα παραγόμενα υγρά απόβλητα περιέχουν σημαντική ποσότητα αυτών των ουσιών, υψηλό οργανικό φορτίο και χαμηλό pH.

2.3.3.1 Κατανάλωση νερού και ενέργειας του κλάδου 10.5

Νερό

Η μισή και πλέον κατανάλωση νερού στις βιομηχανίες γάλακτος χρησιμοποιείται κυρίως στον καθαρισμό των εγκαταστάσεων. Στα σύγχρονα γαλακτοκομικά εργοστάσια, η τυπική κατανάλωση νερού είναι 1,3 – 2,5 L νερού / kg κομιζόμενου γάλακτος, αλλά με χρήση κατάλληλης διαχείρισης και σύγχρονου εξοπλισμού μπορεί να μειωθεί σε 0,8 – 1,0 L νερού / kg κομιζόμενου γάλακτος.

Στον **Πίνακα 13** παρουσιάζονται οι χρησιμοποιούμενες ποσότητες νερού στις γαλακτοβιομηχανίες (ΥΠΕΧΩΔΕ 2001).

Πίνακας 13: Ποσότητες νερού στις γαλακτοβιομηχανίες, ανά είδος προϊόντος (ΥΠΕΧΩΔΕ 2001)

ΕΙΔΟΣ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	ΕΥΡΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ
	ΝΕΡΟΥ	ΝΕΡΟΥ
	(L νερού / L γάλακτος)	(L νερού / L γάλακτος)
Εμφιάλωση γάλακτος	2,2	1,0 – 4,3
Παραγωγή τυριών	2,6	0,7 – 5,4
Εμφ. Γαλακ. + Παραγ. τυριού	2,5	0,8 – 4,5
Εμφ. Γαλακ. + Παραγ. Τυριού (Ελληνικές εκτιμήσεις)	3,5	3,0 – 4,5

Ενέργεια

Η λειτουργία του εξοπλισμού παραγωγής, ο εξαερισμός, ο φωτισμός, η θέρμανση, η εξάτμιση, η ξήρανση, η ψύξη και η κατάψυξη είναι οι κύριες δραστηριότητες που απαιτούν μεγάλα ποσά ενέργειας στις γαλακτοβιομηχανίες. Το 80% των ενεργειακών αναγκών του εργοστασίου αντιστοιχούν σε θερμική ενέργεια η οποία καλύπτεται από τη καύση μαζούτ ή φυσικού αερίου στους λέβητες για παραγωγή ατμού και θέρμανση νερού, ενώ το υπόλοιπο 20% αφορά ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία μηχανημάτων, φωτισμό και ψύξη (ΥΠΕΧΩΔΕ 2001).

Κεφάλαιο 3: Νομοθετικό πλαίσιο

Το δίκαιο της ΕΕ διακρίνεται σε πρωτογενές και παράγωγο. Οι Συνθήκες (πρωτογενές δίκαιο) αποτελούν τη νομική βάση για όλες τις μορφές δράσης που αναπτύσσει η ΕΕ. Το παράγωγο δίκαιο, το οποίο περιλαμβάνει τους κανονισμούς, τις οδηγίες και τις αποφάσεις, απορρέει από τις αρχές και τους στόχους που καθορίζονται στις Συνθήκες (*Διαδικτυακός τόπος:europa.eu*).

Για τη λήψη αποφάσεων στην ΕΕ κατά κανόνα ακολουθείται η λεγόμενη 'συνήθης νομοθετική διαδικασία' (πρώην "διαδικασία συναπόφασης"). Αυτό σημαίνει ότι οι προτεινόμενοι νόμοι πρέπει να εγκριθούν τόσο από το άμεσα εκλεγμένο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο όσο και από το Συμβούλιο (που εκπροσωπεί τις κυβερνήσεις των 28 χωρών μελών της ΕΕ). Η Επιτροπή εκπονεί τη νομοθεσία της ΕΕ και μεριμνά για την εφαρμογή της. Θεμέλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι το κράτος δικαίου. Αυτό σημαίνει ότι όλες οι ενέργειες της ΕΕ βασίζονται στις Συνθήκες, τις οποίες όλα τα κράτη μέλη της Ένωσης ενέκριναν εκούσια και δημοκρατικά. Το ευρωπαϊκό δίκαιο παρέχει δικαιώματα και επιβάλλει υποχρεώσεις όχι μόνο στα κράτη μέλη αλλά και στους πολίτες και τις επιχειρήσεις, για τους οποίους ισχύουν άμεσα ορισμένοι κανόνες. Αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του νομικού συστήματος των κρατών μελών, τα οποία είναι πρωτίστως υπεύθυνα για την ενσωμάτωση των εν λόγω κανόνων στο εθνικό σύστημα και για την ορθή εφαρμογή τους.

Η νομοθεσία της ΕΕ περιλαμβάνει:

- Συνθήκες για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τον τρόπο λειτουργίας της
- κανονισμούς, οδηγίες και αποφάσεις της ΕΕ, που επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα τα κράτη μέλη της.

Κάθε κράτος μέλος της ΕΕ έχει τη δική του νομοθεσία και το δικό του νομικό σύστημα. Παράλληλα, όλα τα κράτη μέλη δεσμεύονται από το δίκαιο της ΕΕ και από το διεθνές δίκαιο (*Διαδικτυακός τόπος:europa.eu*).

Η Ελληνική νομοθεσία περιλαμβάνει Νόμους, οι οποίοι θέτουν τα γενικά και μόνο πλαίσια ρύθμισης ενός θέματος, Διατάγματα και Υπουργικές Αποφάσεις. Στην πράξη για την πλήρη εφαρμογή των νόμων απαιτείται και ακολουθείται συνήθως η έκδοση ιδιαίτερης πράξης που ρυθμίζει τα επί μέρους θέματα εντός των πλαισίων των νόμων. Τέτοιες πράξεις είναι τα Διατάγματα και οι Υπουργικές Αποφάσεις. Το Προεδρικό Διάταγμα εκδίδεται από τον Πρόεδρο της Δημοκρατίας με πρόταση και ευθύνη του Αρμόδιου Υπουργού ενώ η Υπουργική Απόφαση εκδίδεται από τον αρμόδιο (κατά περίπτωση) Υπουργό, απαραίτητα κατ' εξουσιοδότηση του Νόμου και πάντα εντός των πλαισίων αυτής της εξουσιοδότησεως (*Ευρωπαϊκό και Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο για τα Στερεά Απόβλητα – Εκτενής Περίληψη στην Ελληνική Γλώσσα, 2012*).

Η ευρωπαϊκή πολιτική για τη διαχείριση των αποβλήτων διαμορφώθηκε σταδιακά κατά τα τελευταία 30 έτη. Σημαντική συνιστώσα, για την ανάπτυξη της εν λόγω πολιτικής, αποτέλεσαν τα Προγράμματα Δράσης για το Περιβάλλον (ΠΔΠ) καθώς και η διαμόρφωση του ευρωπαϊκού νομοθετικού πλαισίου με γνώμονα την εξάλειψη των αρνητικών επιπτώσεων για το περιβάλλον και την υγεία. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η πιο άμεση μορφή της νομοθεσίας είναι ο Κανονισμός που έχει δεσμευτική νομική ισχύ για κάθε κράτος μέλος, επί ίσοις όροις με τους εθνικούς νόμους. Ως αποτέλεσμα, οι εθνικές αρχές δεν υποχρεούνται να αναλάβουν περαιτέρω δράση, ώστε να ενσωματώσουν τους ευρωπαϊκούς Κανονισμούς στην εθνική νομοθεσία. Σε αντίθεση με την περίπτωση των Κανονισμών, για την περίπτωση των Οδηγιών, οι εθνικές αρχές των κρατών μελών οφείλουν να αναλάβουν δράση προκειμένου να ενσωματώσουν τις Οδηγίες στο εθνικό τους δίκαιο. Το ίδιο ισχύει και για τις Ευρωπαϊκές Αποφάσεις. Η Ελλάδα, ως κράτος μέλος, οφείλει να είναι σύμφωνη με το ευρωπαϊκό

νομοθετικό πλαίσιο. Στην Ελλάδα, η εναρμόνιση της ευρωπαϊκής νομοθεσίας υλοποιείται μέσω της έκδοσης Νόμων, Διαταγμάτων και Υπουργικών Αποφάσεων (Διαδικτυακός τόπος: *biowaste.gr*).

3.1 Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο στερεών & υγρών αποβλήτων

Η περιβαλλοντική πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης βασίζεται στην πεποίθηση ότι η ύπαρξη υψηλών περιβαλλοντικών προτύπων τονώνει την καινοτομία και τις επιχειρηματικές δυνατότητες και ότι η οικονομική, η βιομηχανική, η κοινωνική και η περιβαλλοντική πολιτική πρέπει να είναι στενά συνδεδεμένες. Απώτερο στόχο της ΕΕ αποτελεί η βιώσιμη ανάπτυξη σε όλους τους τομείς, έτσι ο τομέας της προστασίας του περιβάλλοντος κατέχει σημαντική θέση στην πολιτική της (Στεργίου, 2008).

3.1.1 Στερεά απόβλητα

Το γενικό πλαίσιο διαχείρισης των αποβλήτων ορίζεται πλέον από την **Οδηγία 2008/98/ΕΚ**, του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19ης Νοεμβρίου 2008, και η οποία έχει καταργήσει τις εξής: Οδηγία 75/442/ΕΟΚ που εξειδικεύεται στον τομέα των Επικίνδυνων Αποβλήτων, Οδηγία 91/689/ΕΟΚ, Οδηγία 2006/12/ΕΚ. Η Οδηγία 2008/98/ΕΚ θεσπίζει ένα νομικό πλαίσιο επεξεργασίας των αποβλήτων στην ΕΕ με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας υπογραμμίζοντας τη σημασία της κατάλληλης διαχείρισης των αποβλήτων, των τεχνικών ανάκτησης και ανακύκλωσης για τη μείωση των πιέσεων στους πόρους και τη βελτίωση της χρήσης τους. Με τον Κανονισμό 1357/2014 ο οποίος τέθηκε σε ισχύ στις 8/01/2015 έχει τροποποιηθεί το Παράρτημα ΙΙΙ της εν λόγω Οδηγίας το οποίο περιλαμβάνει κατάλογο ιδιοτήτων των αποβλήτων που τα καθιστούν επικίνδυνα. Πιο συγκεκριμένα η οδηγία 67/548/ΕΟΚ και η οδηγία 1999/45/ΕΚ έχουν καταργηθεί από την 1η Ιουνίου 2015 και έχουν αντικατασταθεί από τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1272/2008, που αντικατοπτρίζει την τεχνική και επιστημονική πρόοδο. Η τροποποίηση του Παραρτήματος ΙΙΙ της οδηγίας 2008/98/ΕΚ αναφέρεται στον χαρακτηρισμό καθώς και στις οριακές τιμές ορισμένων επικίνδυνων αποβλήτων (ΕΕΔΣΑ, 2015).

Η **απόφαση 2000-532-ΕΚ**, τροποποιήθηκε πρόσφατα με την **Απόφαση 2014/955/ΕΕ** της Επιτροπής, της 18ης Δεκεμβρίου 2014, όσον αφορά τον κατάλογο των αποβλήτων (ΕΚΑ), σύμφωνα με την οδηγία 2008/98/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου.

Τα βασικά σημεία της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ συνοψίζονται παρακάτω.

- ⊕ Η νομοθεσία θεσπίζει την ιεράρχηση των αποβλήτων: πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση για άλλους σκοπούς -όπως ανάκτηση ενέργειας- και διάθεση, η οποία συχνά ορίζεται σχηματικά από μια πυραμίδα, όπως φαίνεται στην **Εικόνα 12**.
- ⊕ Επιβεβαιώνει την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», όπου ο αρχικός παραγωγός αποβλήτων πρέπει να πληρώσει για το κόστος διαχείρισης των αποβλήτων.
- ⊕ Εισάγει την έννοια της «διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού». Στην έννοια αυτή περιλαμβάνεται η υποχρέωση αποδοχής και διάθεσης από τους κατασκευαστές των επιστρεφόμενων προϊόντων που παραμένουν μετά τη χρήση.
- ⊕ Προβλέπει σε διάκριση μεταξύ αποβλήτων και υποπροϊόντων.
- ⊕ Η διαχείριση των αποβλήτων θα πρέπει να πραγματοποιείται χωρίς να δημιουργείται κίνδυνος για το νερό, τον αέρα, το έδαφος, τα φυτά ή τα ζώα, χωρίς να προκαλείται όχληση από θόρυβο ή οσμές, ή να επηρεάζεται δυσμενώς το τοπίο ή οι τοποθεσίες ιδιαίτερου ενδιαφέροντος.

- Ⓞ Οι παραγωγοί ή κάτοχοι αποβλήτων θα πρέπει να τα επεξεργάζονται μόνοι τους ή να εμπιστευτούν την επεξεργασία τους σε έναν επίσημα αναγνωρισμένο φορέα εκμετάλλευσης. Απαιτείται άδεια και περιοδική υποβολή σε επιθεωρήσεις.
- Ⓞ Οι αρμόδιες εθνικές αρχές θα πρέπει να καταρτίσουν σχέδια διαχείρισης αποβλήτων και προγράμματα πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων.
- Ⓞ Ειδικές προβλέψεις εφαρμόζονται για τα επικίνδυνα απόβλητα, τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια και τα βιολογικά απόβλητα.
- Ⓞ Προβλέπει στόχους ανακύκλωσης και ανάκτησης που θα πρέπει να επιτευχθούν έως το 2020 για τα οικιακά απόβλητα (50 %) και τα απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων (70 %).
- Ⓞ Η νομοθεσία δεν καλύπτει κάποιους τύπους αποβλήτων όπως ραδιενεργά στοιχεία, αποχαρκτηρισμένα εκρηκτικά, περιττώματα, λύματα και πτώματα ζώων (*Διαδικτυακός τόπος: eur-lex.europa.eu*)



Εικόνα 12: Η πυραμίδα ιεράρχησης των αποβλήτων βάσει της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ (Ευρωπαϊκό και Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο για τα Στερεά Απόβλητα – Εκτενής Περίληψη στην Ελληνική Γλώσσα, 2012)

Στον **Πίνακα 14** παρατίθενται οι Κοινοτικές Αποφάσεις, Οδηγίες και Κανονισμοί, οι οποίοι συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με την παραγωγή και διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

Πίνακας 14: Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο: στερεά απόβλητα (Αγγέλη, 2014)

ΘΕΜΑ	ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ
Νομοθεσία Πλαίσιο για τα Στερεά απόβλητα	Οδηγία 2008/98/ΕΚ
	Τροποποιήθηκε από: ✓ Κανονισμός 1357/2014
Νομοθεσία Πλαίσιο για τα Στερεά απόβλητα Θέσπιση ευρωπαϊκού καταλόγου αποβλήτων	Απόφαση 2000/532/
	Τροποποιήθηκε από: ✓ Απόφαση 2001/118/ΕΚ

ΘΕΜΑ	ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Απόφαση 2001/119/ΕΚ ✓ Απόφαση 2001/573/ΕΚ ✓ Απόφαση 2014/955/ΕΕ
Νομοθεσία Πλαίσιο για τα Στερεά απόβλητα <i>Για τη μεταφορά αποβλήτων</i>	Κανονισμός 1013/2006 Τροποποιήθηκε από: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Κανονισμός 1379/2007 ✓ Κανονισμός 669/2008 ✓ Κανονισμός 219/2009 ✓ Κανονισμός 308/2009 ✓ Κανονισμός 413/2010 ✓ Κανονισμός 664/2011
Νομοθεσία αναφορικά με τις Εργασίες Διαχείρισης των Αποβλήτων <i>Καύση αστικών απορριμμάτων</i>	Οδηγία 2000/76/ΕΚ Τροποποιήθηκε από: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1137/2008
Νομοθεσία αναφορικά με τις Εργασίες Διαχείρισης των Αποβλήτων <i>Υγειονομική ταφή αποβλήτων</i>	Οδηγία 1999/31/ΕΚ Τροποποιήθηκε από: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Κανονισμός 1882/2003 ✓ Κανονισμός 1137/2008
Νομοθεσία για τις Ειδικές Ροές Αποβλήτων <i>Συσκευασίες και απορρίμματα συσκευασιών</i>	Οδηγία 94/62/ΕΚ Τροποποιήθηκε από: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1882/2003 ✓ Οδηγία 2004/12/ΕΚ ✓ Οδηγία 2005/20/ΕΚ ✓ Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 219/2009
Νομοθεσία για τις Ειδικές Ροές Αποβλήτων <i>Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Οδηγία 2000/53/ΕΚ
Νομοθεσία για τις Ειδικές Ροές Αποβλήτων- <i>Απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού</i>	Οδηγίες 2002/96/ΕΚ κ Τροποποιήθηκε από: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Οδηγία 2003/108/ΕΚ ✓ Οδηγία 2008/34/ΕΚ
Νομοθεσία για τις Ειδικές Ροές Αποβλήτων - <i>Απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού</i>	Οδηγία 2008/112/ΕΚ Οδηγία 2002/95/ΕΚ Τροποποιήθηκε από: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Οδηγία 2008/35/ΕΚ
Νομοθεσία για τις Ειδικές Ροές Αποβλήτων- <i>Ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές</i>	Οδηγία 2006/66/ΕΚ Τροποποιήθηκε από: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Οδηγία 2008/12/ΕΚ ✓ Οδηγία 2008/103/ΕΚ
Νομοθεσία για τις Ειδικές Ροές Αποβλήτων - <i>Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους</i>	Οδηγία 2000/53/ΕΚ Τροποποιήθηκε από: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Απόφαση 2002/525/ΕΚ: ✓ Απόφαση 2005/438/ΕΚ ✓ Απόφαση 2005/673/ΕΚ ✓ Οδηγία 2008/33/ΕΚ ✓ Οδηγία 2008/112/ΕΚ ✓ Απόφαση 2010/115/ΕΚ ✓ Οδηγία 2011/37/ΕΚ
Νομοθεσία για τις Ειδικές Ροές Αποβλήτων - <i>Χρησιμοποιημένα Ορυκτέλαια</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Οδηγία 2008/98/ΕΚ

ΘΕΜΑ

ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Νομοθεσία για τις Ειδικές Ροές Αποβλήτων -
Απόβλητα Εκσκαφών, Κατασκευών και
Κατεδαφίσεων

✓ Οδηγία 2008/98/ΕΚ

Επιπλέον ο Κανονισμός ο οποίος έχει θεσπιστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και αναφέρεται στο θέμα των Ζωικών Υποπροϊόντων (ΖΥΠ) είναι ο **Κανονισμός 1069/2009/ΕΚ** *περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 (κανονισμός για τα ζωικά υποπροϊόντα)*. Με τον εν λόγω κανονισμό 1069/2009/ΕΚ καθορίζονται οι κανόνες για τη δημόσια υγεία και την υγεία των ζώων σε σχέση με τα ζωικά υποπροϊόντα και τα παράγωγα προϊόντα τους. Ο στόχος είναι η αποτροπή και η ελαχιστοποίηση των κινδύνων για τη δημόσια υγεία και την υγεία των ζώων που προέρχονται από τα προϊόντα αυτά, ενώ ειδικότερα στοχεύει στην ασφάλεια της τροφικής αλυσίδας.

Τα ζωικά υποπροϊόντα (ΖΥΠ) κατηγοριοποιούνται σε ειδικές κατηγορίες 1, 2 και 3 ανάλογα με το επίπεδο κινδύνου που παρουσιάζουν για τη δημόσια υγεία και την υγεία των ζώων, όπως προαναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Πιο συγκεκριμένα τα ΖΥΠ1 της πρώτης κατηγορίας είναι αυτά που παρουσιάζουν μεγαλύτερο κίνδυνο, λόγω μόλυνσης από ΜΣΕ, λοιμώδεις ιστούς κτλ, τα ΖΥΠ2 της δεύτερης κατηγορίας εμπεριέχουν μικρότερο ποσοστό κινδύνου και αναφέρονται σε περιεχόμενο πεπτικού συστήματος, σε υποπροϊόντα με κατάλοιπα κτηνιατρικών φαρμάκων άνω του επιτρεπόμενου ορίου κ.α., ενώ τα ΖΥΠ3 της τρίτης κατηγορίας είναι τα λιγότερο επικίνδυνα και αφορούν δέρματα, κέρατα, μαλλί, αίμα, φτερά κ.α. Τα παράγωγα προϊόντα υπόκεινται στους κανόνες της συγκεκριμένης κατηγορίας ζωικών υποπροϊόντων από τα οποία παράγονται, εκτός εάν προβλέπεται άλλως στον παρόντα κανονισμό ή προβλέπεται τα μέτρα εφαρμογής του παρόντος κανονισμού, τα οποία μπορούν να ορίζουν τους όρους υπό τους οποίους παράγωγα προϊόντα δεν υπόκεινται στους ανωτέρω κανόνες που θεσπίζονται από την Επιτροπή (*Διαδικτυακός τόπος: biomassenergy.gr*).

Για την εφαρμογή του Κανονισμού 1069/2009 εκδόθηκε ο **Κανονισμός 142/2011** σύμφωνα με τον οποίο: *«για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και για την εφαρμογή της οδηγίας 97/78/ΕΚ του Συμβουλίου όσον αφορά ορισμένα δείγματα και τεμάχια που εξαιρούνται από κτηνιατρικούς ελέγχους στα σύνορα οι οποίοι αναφέρονται στην εν λόγω οδηγία»*. Εν συνεχεία τροποποιήθηκε από τους Κανονισμούς 1097/2012, 1063/2012, και 749/2011. Ο Κανονισμός 142/2011 τροποποιήθηκε από τον **Κανονισμό 294/2013** *«για την τροποποίηση και τη διόρθωση του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 142/2011 για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου»* (Όρλη, 2014).

Τα **ΖΥΠ** χρήζουν ιδιαίτερης μεταχείρισης. Αναλυτικότερα, βάσει του Κανονισμού 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου ισχύουν οι ακόλουθοι ορισμοί:

- **Ζωικά υποπροϊόντα (ΖΥΠ)(animals byproducts)**: 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 και τα ωοκύτταρα, τα έμβρυα και το σπέρμα (*Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο, 2004*).

- **Παράγωγα προϊόντα (derived products):** προϊόντα που παράγονται από μία ή περισσότερες επεξεργασίες, μετασχηματισμούς ή στάδια μεταποίησης ζωικών υποπροϊόντων (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2012).
- **Προϊόντα ζωικής προέλευσης (products of animal origin):** προϊόντα ζωικής προέλευσης, όπως ορίζονται στο σημείο 8.1 του παραρτήματος I στον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 853/2004 δηλαδή «Προϊόντα ζωικής προέλευσης»:
- **Σφάγιο (carcase):** το σφάγιο όπως ορίζεται στο σημείο 1.9 του παραρτήματος I στον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 853/2004 δηλαδή «Σφάγιο»: το σώμα ζώου μετά από σφαγή και καθαρισμό (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο, 2004) (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2012).

Ορισμένα υποπροϊόντα από τη βιομηχανία τροφίμων χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζωοτροφών, για τα οποία θεσπίστηκε κατάλογος βάσει του κανονισμού 68/2013 (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011).

3.1.2 Υγρά απόβλητα

Η επίτευξη καλής ποιότητα επεξεργασμένης εκροής, η οποία μπορεί να διατεθεί σε φυσικό αποδέκτη χωρίς να εγκυμονεί κινδύνους για άνθρωπο και περιβάλλον, αποτελεί τον κύριο στόχο της διαχείρισης των υγρών αποβλήτων της ΕΕ. Οι απαιτήσεις ποιότητας σχετίζονται με τη χρήση του νερού για την οποία προορίζεται.

Αρχικά θεσπίστηκε η Οδηγία 1976/464 η οποία καταργήθηκε από την Οδηγία 2006/11 και αφορά στη ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον της Κοινότητας.

Έπειτα θεσπίστηκε η Οδηγία 1978/176 περί των αποβλήτων που προέρχονται από τη βιομηχανία διοξειδίου του τιτανίου και η Οδηγία 1980/68 η οποία αφορά στη ρύπανση συγκεκριμένων επικίνδυνων ουσιών. Οι Οδηγίες αυτές καταργήθηκαν από την Οδηγία 2000/60 ΕΚ.

Παράλληλα, ακολουθούν οδηγίες που αφορούν στις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους από τις απορρίψεις επικίνδυνων ουσιών οι οποίες καταργήθηκαν από την Οδηγία 2008/105. Η οδηγία αυτή έθεσε συγκεκριμένα πρότυπα ποιότητας και περιβάλλοντος και παράλληλα όρισε το πλαίσιο στο οποίο πρέπει να κινούνται οι εκπομπές, οι απορρίψεις και οι διαρροές καθορίζοντας παράλληλα τρόπους επανεξέτασης. Με την Οδηγία αυτή καταργήθηκαν οι Οδηγίες: 82/176/ΕΟΚ, 83/513/ΕΟΚ, 84/156/ΕΟΚ, 84/491/ΕΟΚ και 86/280/ΕΟΚ και τροποποιήθηκε η Οδηγία 2000/60/ΕΚ. Με την οδηγία αυτή θεσπίστηκαν συγκεκριμένα Πρότυπα Ποιότητας Περιβάλλοντος στον τομέα της πολιτικής των υδάτων, ενώ ετέθη η στρατηγική κατά της ρύπανσης των υδάτων και προβλέπονται νέα ειδικά μέτρα για τον έλεγχο της ρύπανσης και για τα πρότυπα περιβάλλοντος (Οδηγία 2008/105).

Με την Οδηγία 86/278/ΕΟΚ τίθεται το ζήτημα της προστασίας του περιβάλλοντος και ιδίως του εδάφους κατά τη χρησιμοποίηση της ιλύος καθαρισμού λυμάτων στη γεωργία και ρυθμίζει τη χρήση κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αποτρέπει πιθανή αρνητική επίπτωση στο έδαφος, τη βλάστηση, τα ζώα και τα ανθρώπινα όντα. Ως ιλύς ορίζεται σύμφωνα με την οδηγία: (i) η ιλύς που προέρχεται από σταθμούς καθαρισμού που επεξεργάζονται λύματα με παρόμοια συσταση με των οικιακών και αστικών λυμάτων, (ii) ιλύς από σηπτικούς βόθρους και άλλες παρόμοιες εγκαταστάσεις για την επεξεργασία των λυμάτων, (iii) η ιλύς από σταθμούς καθαρισμού μη αναφερόμενους στα σημεία (i) και (ii). Η οδηγία αυτή τροποποιήθηκε από την Οδηγία 91/692 και τον Κανονισμό 219/2009 (Οδηγία 1986/278/ΕΟΚ)(Ορλη, 2014).

Η Οδηγία 1991/271 τροποποιήθηκε από την Οδηγία 98/15/EK και αναφέρεται στην επεξεργασία των αστικών λυμάτων. Σύμφωνα με την Οδηγία αυτή, ο βαθμός επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων εξαρτάται και προσδιορίζεται από τον φυσικό αποδέκτη και το μέγεθος του πληθυσμού. Επιπρόσθετα τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα που απολήγουν σε σταθμούς επεξεργασίας αστικών λυμάτων πρέπει να υποβάλλονται σε προκαταρκτική επεξεργασία.

Με την Οδηγία 91/676/EK προσδιορίζεται το πλαίσιο της προστασίας των υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης, η οποία τροποποιήθηκε από τον Κανονισμό 1137/2008.

Με την Οδηγία 2000/60 θεσπίζεται το πλαίσιο στο οποίο πρέπει να κινείται η κοινοτική δράση σε σχέση με τον τομέα της πολιτικής των υδάτων. Η Οδηγία αυτή συνδυάζει ποιοτικούς, οικολογικούς και ποσοτικούς στόχους για τη προστασία των υδάτινων οικοσυστημάτων και την καλή κατάσταση όλων των υδατικών πόρων (Ορλη, 2014).

Με την άνω Οδηγία 2000/60/EK, καταργούνται οι Οδηγίες: Οδηγία 75/440/EOK, Οδηγία 77/795/EOK, Οδηγία 79/869/EOK μετά από επτά έτη από την ημερομηνία έναρξης, Οδηγία 78/659/EOK, Οδηγία 79/923/EOK, Οδηγία 80/68/EOK δεκατρία έτη μετά από την ημερομηνία έναρξης (Διαδικτυακός τόπος: *environ-develop.ntua.gr*).

Το 2013 θεσπίστηκε η Οδηγία 2013/39/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 12ης Αυγούστου 2013, για την τροποποίηση των οδηγιών 2000/60/EK και 2008/105/EK όσον αφορά τις ουσίες προτεραιότητας στον τομέα της πολιτικής των υδάτων. Στην εν λόγω Οδηγία στο Παράρτημα I δίνεται ο κατάλογος των ουσιών προτεραιότητας στον Τομέα της Πολιτικής Υδάτων και στο Παράρτημα II τα νέα ΠΠΠ για ουσίες προτεραιότητας και ορισμένες ρυπογόνες ουσίες. Η εν λόγω Οδηγία τέθηκε σε εφαρμογή σύμφωνα με το νομοθετικό πλαίσιο στις 14/09/2015 (Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2014).

Η Οδηγία Πλαίσιο για την Θαλάσσια Στρατηγική (2008/56/EK) θεσμοθετήθηκε για να ολοκληρώσει το έργο της Ευρωπαϊκής Ένωσης που ξεκίνησε με την Οδηγία των Οικότοπων (92/43/EOK) και την Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα (2000/60/ΕΕ). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχουν θαλάσσιες περιοχές (Βόρεια Θάλασσα, Βαλτική, Μαύρη Θάλασσα, Μεσόγειος) με μεγάλη αξία, από την άποψη της ιχθυοπαραγωγής και του τουρισμού, που πρέπει να τύχει προστασίας. Η Οδηγία στοχεύει στην προαγωγή της αειφόρου χρήσης των θαλασσών, στη διατήρηση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και στην προστασία των βασικών πόρων από τους οποίους εξαρτώνται οι κοινωνικές και οικονομικές δραστηριότητες που σχετίζονται με τη θάλασσα. Προκειμένου να επιτευχθεί ο γενικός αυτός στόχος η Οδηγία καλεί τα Κράτη Μέλη να λάβουν τα απαραίτητα μέτρα και να εφαρμόσουν τις απαραίτητες θαλάσσιες στρατηγικές, ώστε να επιτύχουν ή να διατηρήσουν την καλή περιβαλλοντική κατάσταση των θαλάσσιων υδάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης έως το 2020 (Διαδικτυακός τόπος: *ypreka.gr*, 2015).

Στον **Πίνακα 15** παρατίθεται η Ευρωπαϊκή νομοθεσία που αφορά στη διαχείριση, επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων.

Πίνακας 15: Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο: υγρά απόβλητα (Αγγέλη, 2014)

ΘΕΜΑ	ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ
Ευρωπαϊκή Νομοθεσία Πλαίσιο για την Πολιτική των υδάτων	Οδηγία 2000/60/ΕΚ
Οδηγία Πλαίσιο για τη θαλάσσια Στρατηγική	Οδηγία 2008/56/ΕΚ
Οριακές τιμές και Ποιοτικοί στόχοι για τις απορρίψεις επικίνδυνων ουσιών	Οδηγία 2008/105
Ρύπανση από υγρά απόβλητα	Οδηγία 2006/11 Κανονισμός 1137/208
Επεξεργασία Αστικών Λυμάτων	Οδηγία 91/692 Οδηγία 1999/31/ΕΚ Τροποποιήθηκε από: ✓ Κανονισμός 219/2009 Οδηγία 91/271/ΕΟΚ Τροποποιήθηκε από: Οδηγία 98/15/ΕΚ

Βάσει της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ ισχύουν οι ακόλουθοι ορισμοί:

- **Αστικά λύματα:** τα οικιακά λύματα ή το μείγμα οικιακών με βιομηχανικά λύματα ή/και όμβρια ύδατα.
- **Οικιακά λύματα:** τα λύματα από περιοχές κατοικίας και υπηρεσιών που προέρχονται κυρίως από τον ανθρώπινο μεταβολισμό και τις εμπορικές δραστηριότητες.
- **Βιομηχανικά λύματα:** οποιαδήποτε λύματα που απορρίπτονται από κτίρια και χώρους που χρησιμοποιούνται για οποιαδήποτε εμπορική ή βιομηχανική δραστηριότητα, και τα οποία δεν είναι οικιακά λύματα ή όμβρια ύδατα.
- **Δίκτυο αποχέτευσης:** το σύστημα αγωγών που συλλέγει και διοχετεύει τα αστικά λύματα.
- **Πρωτοβάθμια επεξεργασία:** η επεξεργασία των αστικών λυμάτων με φυσική ή/και χημική μέθοδο που περιλαμβάνει την καθίζηση των αιωρούμενων στερεών, ή με άλλες μεθόδους με τις οποίες το BOD₅ των εισερχομένων λυμάτων μειώνεται τουλάχιστον κατά 20% πριν από την απόρριψη και το συνολικό φορτίο των αιωρούμενων στερεών στα εισερχόμενα λύματα μειώνεται κατά 50% τουλάχιστον.
- **Δευτεροβάθμια επεξεργασία:** η επεξεργασία των αστικών λυμάτων με μέθοδο που, κατά κανόνα, περιλαμβάνει βιολογική επεξεργασία με δευτεροβάθμια καθίζηση, ή με άλλες μεθόδους διά των οποίων τηρούνται οι απαιτήσεις που καθορίζονται στον πίνακα 1 του παραρτήματος Ι της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ.
- **Ιλύς:** το κατάλοιπο ιλύος, επεξεργασμένο ή όχι, που προέρχεται από σταθμούς επεξεργασίας αστικών λυμάτων (Συμβούλιο Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 1991).

3.1.2.1. Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων

Λόγω της αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού είναι αναγκαία η ύπαρξη κατάλληλης τεχνολογίας για παραγωγή πόσιμου νερού από μη πόσιμα νερά. Ωστόσο δημιουργούνται θέματα κοινωνικής αποδοχής και υψηλού κόστους επεξεργασίας. Γι' αυτό κάθε τύπος επεξεργασίας πρέπει να έχει τις δικές του προδιαγραφές. Οι αναπτυγμένες χώρες έχουν αυστηρές προδιαγραφές για την ποιότητα του νερού με υπηρεσίες, όπως το Συμβούλιο Νερού του Ισραήλ και το τοπικό Υπουργείο Υγείας της Καλιφόρνιας, να έχουν θεσπίσει αυστηρούς κανονισμούς για ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων για άρδευση, ενώ οι αναπτυσσόμενες χώρες, όπου η έλλειψη νερού αποτελεί πρόβλημα, υιοθετούν ποιοτικά κριτήρια προστασίας της δημόσιας υγείας από ανακτώμενα υγρά απόβλητα που ακολουθούν τις λιγότερο αυστηρές οδηγίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (World Health Organization, WHO) για την διασφάλιση της υγείας (Λέκκα, 2013).

Η ανάπτυξη και η εφαρμογή κανονισμών για την πρόληψη της δημιουργίας προβλημάτων για την δημόσια υγεία και την προστασία του περιβάλλοντος είναι αναγκαία για την σωστή σχεδίαση έργων που συνδέονται με την ανάκτηση και την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων. Τέτοιοι κανονισμοί οφείλουν να περιλαμβάνουν:

- ✓ Ένα σύστημα χορήγησης αδειών για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και τεχνικούς ελέγχους για αυτή διαδικασία.
- ✓ Συγκεκριμένες προδιαγραφές ποιότητας για το νερό που ανακτάται και προορίζεται για διάφορες χρήσεις.
- ✓ Ελέγχους που μειώνουν τους κινδύνους για τον άνθρωπο που προέρχονται από το ανακτώμενο νερό και περιορισμούς στις διάφορες χρήσεις του.
- ✓ Ελέγχους για την πρόσβαση στο σύστημα συλλογής των υγρών αποβλήτων και προληπτικούς ελέγχους για να αποφευχθεί η σύνδεση μεταξύ του δικτύου ύδρευσης και του δικτύου ανακτώμενου και επαναχρησιμοποιούμενου νερού.
- ✓ Μηχανισμούς που θα καθιστούν υποχρεωτικούς και θα δίνουν ανταγωνιστική ισχύ σε όλους τους παραπάνω κανονισμούς, συμπεριλαμβανομένων και των αρμοδιοτήτων για διενέργεια ελέγχων και επιβολή ποινών στις περιπτώσεις παραβιάσεων (Λέκκα, 2013) (ΥΠΕΚΑ 2013).

Οδηγία Π.Ο.Υ.

Το 1989 ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (W.H.O.) με την υποστήριξη της Παγκόσμιας Τράπεζας και άλλων διεθνών οργανισμών), όπως ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO), διερευνήθηκαν οι ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες μέτρων για τη μείωση ή εξάλειψη των κινδύνων μετάδοσης ασθενειών κατά την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για άρδευση:

1. Επεξεργασία των λυμάτων.
2. Επιλογή μεθόδου άρδευσης
3. Περιορισμός των τύπων των αρδευόμενων καλλιεργειών
4. Έλεγχος της ανθρώπινης έκθεσης στους παθογόνους μικροοργανισμούς

Η Οδηγία Π.Ο.Υ. είναι βασισμένη στα δεδομένα επιδημιολογικών ερευνών όπου γίνεται προσπάθεια αντιμετώπισης της δυνατότητας επαναχρησιμοποίησης λυμάτων στις αναπτυσσόμενες χώρες. Σε πολλές περιπτώσεις στις χώρες αυτές χρησιμοποιούνταν λύματα εντελώς ακατέργαστα για άρδευση ακόμη και φρέσκων λαχανικών, πράγμα το οποίο είναι απορριπτέο για τη δημόσια υγεία. Έτσι, ο Π.Ο.Υ. δεν έθεσε ιδιαίτερα αυστηρά κριτήρια για την άρδευση με εκροές επεξεργασμένων λυμάτων, που

μπορούν να επιτευχθούν με απλές και όχι δαπανηρές διαδικασίες επεξεργασίας. Στα κριτήρια της Οδηγίας του οργανισμού (1989) δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην επιλογή του τύπου των αρδευομένων καλλιεργειών και στον διαχωρισμό της άρδευσης σε δύο κατηγορίες:

α) Στην “περιορισμένη άρδευση”, η οποία αφορά καλλιέργειες με προϊόντα που δεν τρώγονται ωμά (άρδευση δημητριακών, καλλιεργειών βιομηχανικών φυτών, φυτών που προορίζονται για ζωοτροφές, βοσκοτόπων και δένδρων) και

β) Την “απεριόριστη άρδευση”, η οποία μπορεί να εφαρμοσθεί σε κάθε τύπο καλλιέργειας, (καλλιέργειες με προϊόντα που τρώγονται ωμά), αλλά ακόμη και για πότισμα γηπέδων, πάρκων, κ.λπ

Κανονισμός Πολιτείας Καλιφόρνια

Η πολιτεία της Καλιφόρνια θέσπισε τον πρώτο κανονισμό επαναχρησιμοποίησης λυμάτων το 1918. Με τη σημερινή του μορφή αποτελεί τη βάση για τα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης όχι μόνο στην Καλιφόρνια αλλά και σε άλλες πολιτείες των Η.Π.Α. και χώρες του κόσμου.

Βασική παράμετρος του κανονισμού θεωρείται η πιθανότητα ανθρώπινης έκθεσης στα επαναχρησιμοποιούμενα λύματα η οποία καθορίζει και το μέγεθος του κινδύνου. Με τον τρόπο αυτό αναγνωρίζεται η διάκριση σε **περιορισμένη** και **απεριόριστη επαναχρησιμοποίηση**. Στην περίπτωση της απεριορίστης επαναχρησιμοποίησης ο κανονισμός απαιτεί *τα λύματα να είναι απαλλαγμένα από παθογόνους μικροοργανισμούς με όριο για τα ολικά κολοβακτηρίδια τα 2,2 ανά 100 ml ως μέση τιμή και τα 23 ανά 100 ml ως μέγιστη τιμή*. Εκτός της βιολογικής επεξεργασίας περιλαμβάνεται τριτοβάθμια επεξεργασία για την απομάκρυνση όλων σχεδόν των ιών. Στην Καλιφόρνια περισσότερο από το 70% των επεξεργασμένων αστικών λυμάτων χρησιμοποιείται για αρδευτικούς σκοπούς (Λέκκα, 2013) (ΥΠΕΚΑ 2013).

Αναφορικά με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία για την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών λυμάτων σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, αυτή παρουσιάζεται ελλιπής. Η μόνη αναφορά διεξάγεται στην Οδηγία 91/271, σύμφωνα με την οποία: **‘Τα επεξεργασμένα λύματα πρέπει να επαναχρησιμοποιούνται, όποτε είναι σκόπιμο’**.

Ωστόσο εμφανίζεται η τάση θέσπισης αυστηρών κριτηρίων και ορίων όπως στον Κανονισμό Καλιφόρνιας και σε Ευρωπαϊκές χώρες μεμονωμένα όπως:

Στη Γαλλία: Θέσπιση κριτηρίων βάση των κριτηρίων του Π.Ο.Υ. τα οποία συμπληρώνονται από αυστηρούς κανόνες που αφορούν την προστασία των υπόγειων και επιφανειακών νερών. 20 έως 30 σταθμοί επεξεργασίας υγρών λυμάτων, καλύπτουν περισσότερα από 30.000 στρεμ, αρδευόμενης γης.

Στην Ιταλία: Ισχύει αυστηρό νομοθετικό πλαίσιο ως προς την παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών με τοπικός χαρακτήρα και διαφοροποίηση κριτηρίων ανά περιοχή. Η χρήση των επεξεργασμένων λυμάτων γίνεται σε περίπου 40.000 στρέμματα.

Στην Ισπανία: Γίνεται συνδυασμός αυστηρής εθνικής νομοθεσίας και λιγότερο αυστηρών τοπικών κανονισμών (Καταλονία, Ανδαλουσία – στο πνεύμα της Οδηγίας του Π.Ο.Υ.). Ένα από τα προγράμματα άρδευσης που εφαρμόζεται είναι 95.000 στρεμμάτων καλλιεργειών στη βόρεια Ισπανία.

Στην Κύπρο: Εφαρμόζονται τα Κυπριακά Κριτήρια Ποιότητας σε συνδυασμό με την Οδηγία του Π.Ο.Υ. και του Κανονισμού της Καλιφόρνια βάσει των ιδιαίτερων συνθηκών του νησιού. 180.000.000 m³ λυμάτων/έτος (75% του μέσου ετήσιου διαθέσιμου ποσού) επαναχρησιμοποιούνται για αρδευτικούς σκοπούς στη γεωργία (ΥΠΕΚΑ, 2013).

Κανονισμοί άλλων χωρών εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η ζήτηση νερού για διάφορες χρήσεις είναι σήμερα μεγαλύτερη από τους διαθέσιμους υδατικούς πόρους και γίνεται μεγαλύτερη λόγω της αύξησης του πληθυσμού και της αλλαγής του κλίματος. Σε πολλές χώρες η έλλειψη βροχοπτώσεων τις τελευταίες δεκαετίες ήταν η αφορμή για την θέσπιση νομοθεσίας σε εθνικό επίπεδο για την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων.

Το Ισραήλ πρωτοπορεί στη χρήση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για άρδευση ήδη από τη δεκαετία του 1970. Γι' αυτό το λόγο, από πολύ νωρίς έχουν θεσπισθεί κανονισμοί επαναχρησιμοποίησης εκροών αστικών υγρών αποβλήτων. Περισσότερο από το 80% των επεξεργασμένων αστικών λυμάτων του Ισραήλ αξιοποιείται στη γεωργία. Το 70% περίπου του νερού που χρησιμοποιείται στη γεωργία είναι ανακτημένα λύματα, τα οποία μεταφέρονται με αγωγούς για άρδευση καλλιεργειών στην έρημο.

Στην Τυνησία και στην Αλγερία, ο νόμος νερού απαγορεύει τη χρήση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για την άρδευση λαχανικών που μπορούν να καταναλωθούν ωμά.

Στην Ιορδανία, πρώτη φορά το 1982 θεσπίστηκαν κριτήρια για την επεξεργασία των αποβλήτων με την μορφή στρατιωτικού νόμου, ενώ το 1989, ενισχύθηκε μία πιο απελευθερωμένη άποψη του.

Στην Αίγυπτο με στρατιωτικό νόμο του 1984 απαγορεύθηκε η χρήση εκροών για την άρδευση καλλιεργειών, εκτός αν ήταν επεξεργασμένα σύμφωνα με τα απαιτούμενα ποιοτικά κριτήρια του αρδευτικού νερού.

Στον Λίβανο σχεδόν όλη η ποσότητα των επεξεργασμένων αλλά και των μη επεξεργασμένων λυμάτων χρησιμοποιείται για άρδευση (Λέκκα, 2013).

3.1.3 Οδηγία 2010/75/ΕΕ περί βιομηχανικών εκπομπών

Η ΕΕ, για να ελέγχει τις βιομηχανικές εκπομπές, έχει αναπτύξει ένα γενικό πλαίσιο που βασίζεται στην ολοκληρωμένη αδειοδότηση. Αυτό σημαίνει ότι οι άδειες πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις συνολικές περιβαλλοντικές επιδόσεις μιας μονάδας προκειμένου να προλαμβάνεται η μετατόπιση της ρύπανσης από ένα στοιχείο, όπως η ατμόσφαιρα, τα ύδατα και το έδαφος, σε άλλο. Προτεραιότητα πρέπει να δίνεται στην πρόληψη της ρύπανσης με παρέμβαση στην πηγή και με την εξασφάλιση της συνετής χρήσης και διαχείρισης των φυσικών πόρων. Στόχος της Οδηγίας είναι η επίτευξη σημαντικών οφελών για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία μέσω της μείωσης των επιβλαβών βιομηχανικών εκπομπών που παράγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ιδίως μέσω της καλύτερης εφαρμογής των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών (ΒΔΤ).

Η οδηγία, αποτελεί αναδιατύπωση επτά παλαιότερων νομοθετικών πράξεων για τις βιομηχανικές εκπομπές, ενώ θεσπίζει κανόνες για την πρόληψη και τον έλεγχο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, της μόλυνσης των υδάτων και των εδαφών και την αποφυγή δημιουργίας αποβλήτων από μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Συγκεκριμένα αναδιατυπώνει την Οδηγία 2008/1/ΕΚ, που σχετίζεται με την Ολοκληρωμένη Πρόληψη και Έλεγχο της Ρύπανσης (Integrated Prevention Pollution Control, IPPC)(*Διαδικτυακός τόπος: eur-lex.europa.eu*).

Τα βασικά σημεία της εν λόγω Οδηγίας συνοψίζονται ως εξής:

- Ⓞ Η νομοθεσία καλύπτει τις εξής βιομηχανικές δραστηριότητες: ενέργεια, παραγωγή και επεξεργασία μετάλλων, ορυκτά προϊόντα, χημικά προϊόντα, διαχείριση αποβλήτων και άλλους τομείς όπως παραγωγή χαρτοπολτού και χαρτιού, σφαγεία και εντατική εκτροφή πουλερικών και χοίρων.

- Ⓢ Όλες οι εγκαταστάσεις που καλύπτονται από την οδηγία πρέπει να προλαμβάνουν και να μειώνουν τη ρύπανση με την εφαρμογή βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών (ΒΔΤ), με την αποδοτική χρήση της ενέργειας, την πρόληψη και διαχείριση των αποβλήτων και τα μέτρα για την πρόληψη ατυχημάτων καθώς και τον περιορισμό των συνεπειών τους.
- Ⓢ Οι εγκαταστάσεις μπορούν να λειτουργούν μόνο εάν κατέχουν άδεια και πρέπει να συμμορφώνονται με τους όρους που καθορίζονται σε αυτή.
- Ⓢ Τα συμπεράσματα ΒΔΤ που εξέδωσε η Επιτροπή αποτελούν σημείο αναφοράς για τον καθορισμό των όρων της άδειας. Οι οριακές τιμές εκπομπών πρέπει να καθορίζονται σε επίπεδο το οποίο διασφαλίζει ότι οι εκπομπές ρύπων δεν υπερβαίνουν τα επίπεδα που συνδέονται με τη χρήση των ΒΔΤ. Ωστόσο, οι οριακές τιμές μπορούν να υπερβούν αυτά τα επίπεδα, εάν αποδεικνύεται ότι αυτό θα οδηγούσε σε δυσανάλογο κόστος σε σχέση με τα περιβαλλοντικά οφέλη.
- Ⓢ Οι αρμόδιες αρχές πρέπει να διεξάγουν τακτικές επιθεωρήσεις των εγκαταστάσεων.
- Ⓢ Το κοινό πρέπει να έχει έγκαιρα τη δυνατότητα να συμμετάσχει στη διαδικασία αδειοδότησης.

Η Οδηγία 2010/75/ΕΕ αποσκοπεί στην ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης των κάτωθι βιομηχανικών κλάδων (Οδηγία 2010/75/ΕΕ):

Η ολοκληρωμένη πρόληψη και ο έλεγχος της ρύπανσης αναφέρονται σε βιομηχανικές και γεωργικές δραστηριότητες, νέες ή ήδη υπάρχουσες, υψηλού δυναμικού ρύπανσης, όπως αυτές ορίζονται στο Παράρτημα Ι της Οδηγίας (ΕΜΠ, 2014) (Οδηγία 2010/75/ΕΕ):

1. Ενεργειακές βιομηχανίες
2. Παραγωγή και επεξεργασία μετάλλων
3. Βιομηχανία ορυκτών προϊόντων
4. Χημική βιομηχανία
5. Διαχείριση αποβλήτων
6. Άλλες δραστηριότητες

Ενδεικτικός κατάλογος των σημαντικότερων ρυπογόνων ουσιών που πρέπει να λαμβάνονται υποχρεωτικά υπ' όψιν βρίσκεται στο Παράρτημα ΙΙΙ της Οδηγίας. Οι ουσίες αυτές είναι οι εξής (ΕΜΠ, 2014) (Οδηγία 2010/75/ΕΕ):

Ατμοσφαιρικοί Ρύποι

1. Διοξείδιο του θείου και άλλες ενώσεις του θείου.
2. Οξείδια του αζώτου και άλλες ενώσεις του αζώτου.
3. Μονοξείδιο του άνθρακα.
4. Πτητικές οργανικές ενώσεις.
5. Μέταλλα και οι ενώσεις τους.
6. Σκόνη, συμπεριλαμβανομένων και των λεπτών σωματιδίων.
7. Αμιάντος (αιωρούμενα σωματίδια και ίνες).
8. Χλώριο και οι ενώσεις του χλωρίου.
9. Φθόριο και οι ενώσεις του φθορίου.

10. Αρσενικό και οι ενώσεις του αρσενικού.
11. Κυανιούχες ενώσεις.
12. Ουσίες και παρασκευάσματα που έχουν αποδεδειγμένα ιδιότητες καρκινογόνες, μεταλλαξιογόνες, ή ικανές να βλάψουν την αναπαραγωγή μέσω της ατμόσφαιρας.
13. Πολυχλωροδιβενζοδιοξίνες και πολυχλωροδιβενζοφουράνια

Υγρά απόβλητα

1. Αλογονούχες οργανικές ουσίες από τις οποίες δύνανται να προκύψουν αναλόγου είδους ενώσεις μέσα στο υδάτινο περιβάλλον.
2. Οργανοφωσφορικές ενώσεις.
3. Οργανοκασιτερικές ενώσεις.
4. Ουσίες και παρασκευάσματα που έχουν αποδεδειγμένα ιδιότητες καρκινογόνες, μεταλλαξιογόνες ή ικανές να βλάψουν την αναπαραγωγή στο υδάτινο περιβάλλον ή μέσω αυτού.
5. Έμμονοι υδρογονάνθρακες και έμμονες και βιοσυσσωρεύσιμες τοξικές ουσίες.
6. Κυανιούχες ενώσεις.
7. Μέταλλα και οι ενώσεις τους.
8. Αρσενικό και οι ενώσεις του.
9. Βιοκτόνα και φυτοπροστατευτικά προϊόντα
10. Αιωρούμενες ουσίες
11. Ουσίες που συμβάλλουν στον ευτροφισμό (ιδίως νιτρικά και φωσφορικά άλατα).
12. Ουσίες που έχουν αρνητική επίδραση στον ισοζύγιο του οξυγόνου (και που μετρούνται με παραμέτρους όπως BOD, COD).
13. Ουσίες που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα Χ της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.

Αναφορικά με τις **Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (ΒΔΤ)** κάθε κλάδου, αυτές προωθούνται και κοινοποιούνται μέσω των **ενημερωτικών οδηγιών αναφοράς** (BAT reference documents, BREFs) που εκδίδονται από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα.

3.2. Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο στερεών & υγρών αποβλήτων

Το ευρύτερο πλαίσιο Εθνικής πολιτικής διαχείρισης αποβλήτων είναι:

- η ενιαία και ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του συνόλου των ρευμάτων αποβλήτων,
- η ιεράρχηση των δραστηριοτήτων με προτεραιότητα στην πρόληψη, προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση πόρων και ενέργειας και τελική διάθεση υπολειμμάτων
- η ευθύνη του παραγωγού, και
- η αντιμετώπιση της παραβατικής συμπεριφοράς.

Το πλαίσιο αυτό σηματοδοτείται με τη θέση σε ισχύ του Νόμου 4042/2012 (ΦΕΚ24/Α/13-2-2012) που ενσωματώνει την οδηγία-πλαίσιο για τα απόβλητα 2008/98/ΕΚ. Ο Νόμος ενοποιεί και εκσυγχρονίζει τη νομοθεσία διαχείρισης όλων των ρευμάτων αποβλήτων, αποσαφηνίζοντας κάποιες

σημαντικές έννοιες και διατάξεις, όπως τον ορισμό και τον αποχαρακτηρισμό του αποβλήτου, δίνει μεγαλύτερη έμφαση στην αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» και στη «διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού» και θέτει σαφέστερες απαιτήσεις για όλον τον κύκλο διαχείρισης των αποβλήτων, αποσκοπώντας στην ενθάρρυνση της πρόληψης παραγωγής και της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων, στη σημαντική ώθηση της ανακύκλωσης και εν γένει της ανάκτησης των αποβλήτων, στη λογική της προώθησης της κυκλικής οικονομίας και της αποδοτικότερης διαχείρισης των πόρων. Μέσα στο ευρύτερο πλαίσιο πολιτικής και δράσεων του ΥΠΕΚΑ ανήκει και η αντιμετώπιση διαχρονικών προβλημάτων στη διαχείριση αποβλήτων, με αιχμή την ολοκλήρωση του προγράμματος εξάλειψης της ανεξέλεγκτης διάθεσης αστικών αποβλήτων σε ΧΑΔΑ και την αντιμετώπιση προβληματικής λειτουργίας εγκαταστάσεων διαχείρισης αποβλήτων, πρακτικές που αφενός οδηγούν σε υποθέσεις καταγγελίας αφετέρου, και κυρίως, στερούν από την ανάπτυξη της χώρας φυσικούς και οικονομικούς πόρους (ΥΠΕΚΑ, 2015).

3.2.1 Στερεά απόβλητα

Κατά αντιστοιχία με την ταξινόμηση της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας, η Ελληνική Νομοθεσία για τα στερεά απόβλητα περιλαμβάνει τις εξής κατηγορίες:

- ✓ **Το Γενικό Πλαίσιο**
- ✓ **Η ανακύκλωση-Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων και**
- ✓ **Οι Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων**

Στο **Γενικό Πλαίσιο** εντάσσονται οι παρακάτω νόμοι:

N.2939/2001 (ΦΕΚ 179/Α/06.08.2001) «*Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών άλλων προϊόντων - Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις*», όπως τροποποιήθηκε με το Ν. 3854/10 (ΦΕΚ 94/Α/23.06.2010) «*Τροποποίηση της νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων και τον Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις*» (ΥΠΕΚΑ, 2015).

N.4042/2012 (ΦΕΚ 24/Α/13-2-2012) «*Ποινική Προστασία του περιβάλλοντος - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ - Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ - Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής*» που ενσωματώνει στο εθνικό δίκαιο την οδηγία-πλαίσιο 2008/98/ΕΕ για τα απόβλητα

Ειδικές προβλέψεις του **N. 4014/11** (ΦΕΚ 209/Α/21-9-11) «*Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος*» όπως τροποποιήθηκε και ισχύει.

Παράλληλα, είναι σε ισχύ ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων- ΕΚΑ σύμφωνα με το Παράρτημα της Απόφασης 2002/532/ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει. Επιπλέον, η ρύθμιση επιμέρους θεμάτων πραγματοποιείται μέσω έκδοσης υπουργικών αποφάσεων οι σημαντικότερες εκ των οποίων είναι (ΥΠΕΚΑ,2015):

- ✓ ΚΥΑ με αρ. 50910/2727/2003 «*Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης*», όπως έχει τροποποιηθεί με το Ν. 4042/2012
- ✓ ΚΥΑ 13588/725/2006 «*Μέτρα, όροι και περιορισμοί για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ «για τα επικίνδυνα απόβλητα» του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 1991*», όπως έχει τροποποιηθεί με το Ν. 4042/2012 και

- ✓ ΚΥΑ με αρ. Κ.Υ.Α. 146163//2012 «Μέτρα και όροι για τη Διαχείριση Αποβλήτων Υγειονομικών Μονάδων 1991», που εκδόθηκε κατ' εξουσιοδότηση του άρθρου 38, παρ. 7 του ν. 4042/2012.

Στην Ανακύκλωση-Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων εντάσσονται οι παρακάτω νόμοι:

N. 2939/2001 (ΦΕΚ 179/Α/06.08.2001) «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών άλλων προϊόντων - Ιδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις» όπως τροποποιήθηκε και ισχύει.

N. 3854/2010 (ΦΕΚ 94/Α/23.06.2010) «Τροποποίηση της νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων και τον Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις» όπως τροποποιήθηκε και ισχύει.

Επιπλέον, η ρύθμιση επιμέρους θεμάτων πραγματοποιείται μέσω έκδοσης υπουργικών αποφάσεων οι σημαντικότερες εκ των οποίων είναι (ΥΠΕΚΑ,2015):

- ✓ ΚΥΑ 9268/469/07 (ΦΕΚ 286 Β) «Τροποποίηση των ποσοτικών στόχων για την ανάκτηση και ανακύκλωση των αποβλήτων των συσκευασιών σύμφωνα με το άρθρο 10 (παρ. Α1, τελευταίο εδάφιο) του ν. 2939/2001 (Α' 179), καθώς και άλλων διατάξεων του νόμου αυτού, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2004/12/ΕΚ «για την τροποποίηση της οδηγίας 94/62/ΕΚ για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας», του Συμβουλίου της 11ης Φεβρουαρίου 2004»
- ✓ ΚΥΑ 9303/454/Ε103/2009 (ΦΕΚ 408 Β/5.3.09) «Καθορισμός ύψους ανταποδοτικών τελών από ατομικά ή συλλογικά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών / άλλων προϊόντων για την έκδοση πιστοποιητικού εναλλακτικής διαχείρισης (Π.Ε.Δ)».
- ✓ ΚΥΑ 41624.2057.Ε103/2010 (ΦΕΚ 1625Β/11-10-2010). «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των χρησιμοποιημένων ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών- ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010 (ΦΕΚ 1312Β/ 24-08-2010). Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ)»

Τα θέματα των φορέων διαχείρισης στερεών αποβλήτων ρυθμίζονται ειδικότερα από τα παρακάτω:

N.4071/2012 (ΦΕΚ Α' 85/11.04.2012). «Ρυθμίσεις για την τοπική ανάπτυξη, την αυτοδιοίκηση και την αποκεντρωμένη διοίκηση Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/50/ΕΚ»

N. 3979/2011 (ΦΕΚ Α 138 16.6.2011). «Για την ηλεκτρονική διακυβέρνηση και λοιπές διατάξεις (Άρθρο 42)».

N. 3854/2010 (ΦΕΚ Α' 94/23.06.2010). «Τροποποίηση της νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων και τον Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις».

N. 3852/2010 (ΦΕΚ Α' 87/7.6.2010). «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης - Πρόγραμμα Καλλικράτης».

N. 3536/2007 (ΦΕΚ Α 42/23.2.2007). «Ειδικές ρυθμίσεις θεμάτων μεταναστευτικής πολιτικής και λοιπών ζητημάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης (Άρθρο 30)».

ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909 Β) «*Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης*», όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει (ΥΠΕΚΑ, 2015).

3.2.2 Υγρά απόβλητα

Η Διαχείριση των αστικών λυμάτων καθορίζεται από την Οδηγία 91/271/ΕΟΚ «για την επεξεργασία και διάθεση αστικών λυμάτων», όπως αυτή τροποποιήθηκε με την Οδηγία 98/15/ΕΕ. Στην Ελλάδα η εν λόγω οδηγία έχει ενσωματωθεί στο εθνικό δίκαιο με την Κ.Υ.Α. 5673/400/1997 (Φ.Ε.Κ. 192Β/14-3-1997) με τίτλο: "*Μέτρα και Όροι για την επεξεργασία των Αστικών Λυμάτων*". Στο πλαίσιο των απαιτήσεων της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ και για την άμεση παρακολούθηση της πορείας εφαρμογής της στην Ελλάδα, ολοκληρώθηκε και λειτουργεί η Εθνική Βάση Δεδομένων των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων των οικισμών της χώρας που εμπίπτουν στις διατάξεις της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ της χώρας. Η καταχώρηση όλων των στοιχείων και λειτουργικών δεδομένων των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων πραγματοποιείται μέσω διαδικτύου απευθείας από τους αρμόδιους φορείς λειτουργίας τους (ΥΠΕΚΑ, 2015).

Το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά στην επαναχρησιμοποίηση και επεξεργασία των υγρών αποβλήτων καθορίστηκε με την ΚΥΑ 145116/02-02-2011 (ΦΕΚ Β' 354/2011) με τίτλο: "Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις", η οποία συνοδεύεται από δύο ερμηνευτικές εγκυκλίους, ενώ σχετικά πρόσφατα, το 2013, τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ 191002/2013 «Τροποποίηση της υπ' αριθ. 145116/2011 κοινής υπουργικής απόφασης "Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (Β' 354)" και συναφείς διατάξεις». Με την ΚΥΑ 145116/02-02-2011 θεσπίζονται τέσσερις βασικές δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (Κακκαβής, 2012): (α) άρδευση, (β) βιομηχανική χρήση, (γ) τροφοδότηση/ εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων και (δ) αστική και περιιαστική επαναχρησιμοποίηση. Σκοπό της ΚΥΑ 145116/02-02-2011 αποτελεί αφενός η προώθηση της αξιοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και η μέσω αυτής εξοικονόμηση υδατικών πόρων, και αφετέρου η βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου μέσω της τροφοδότησης των υπογείων υδροφορέων (Αγγέλη, 2014).

Σύμφωνα με το ΥΠΕΚΑ, «η Οδηγία ορίζει την ελάχιστη αναγκαία τεχνική υποδομή σε δίκτυα αποχέτευσης και εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων που πρέπει να διαθέτουν οι πόλεις και οι οικισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ανάλογα με τον ισοδύναμο πληθυσμό και τον αποδέκτη των επεξεργασμένων λυμάτων και διακρίνοντας τους υδάτινους αποδέκτες στους οποίους καταλήγουν τα αστικά λύματα σε τρεις κατηγορίες: σε κανονικούς, ευαίσθητους και λιγότερο ευαίσθητους. Επίσης καθορίζει τα ανώτατα επιτρεπτά όρια των ποιοτικών χαρακτηριστικών των επεξεργασμένων λυμάτων που πρέπει να επιτυγχάνονται στις εκροές των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων και παράλληλα προβλέπει συγκεκριμένα χρονικά όρια μέσα στα οποία οι οικισμοί, που εμπίπτουν στις διατάξεις της, οφείλουν να ολοκληρώσουν την απαιτούμενη σε κάθε περίπτωση υποδομή συλλογής, επεξεργασίας και διάθεσης των αστικών τους λυμάτων». Σε αυτό το σημείο αξίζει να επισημανθεί ότι παρά την κατ' αρχήν θεσμική δυνατότητα καθορισμού λιγότερων ευαίσθητων αποδεκτών, στην Ελλάδα δεν έχουν ορισθεί τέτοιοι αποδέκτες και ο διαχωρισμός έχει περιορισθεί μεταξύ ευαίσθητων και κανονικών με συνέπεια η βιολογική επεξεργασία των λυμάτων να αποτελεί την ελάχιστη απαίτηση (ΥΠΕΚΑ, 2015).

Επιπλέον το ΥΠΕΚΑ αναφέρει στον επίσημο ιστοχώρο ότι «τα θρεπτικά συστατικά των λυμάτων έχουν αμελητέα συνεισφορά στην εξοικονόμηση λιπασμάτων και ότι το βασικό πλεονέκτημα έγκειται στην εξοικονόμηση νερού. Κατά συνέπεια το αναμενόμενο όφελος είναι άμεσα συσχετισμένο με τη διαθεσιμότητα υδατικών πόρων και επομένως η σκοπιμότητα της επαναχρησιμοποίησης θα πρέπει να αξιολογείται σε συνάρτηση με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής. Η

επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων υπόκειται σε σοβαρούς περιορισμούς που υπαγορεύονται από διαπιστωμένους αλλά και θεωρητικούς κινδύνους οι οποίοι δεν γίνονται αποδεκτοί ιδίως σε χώρες με μεγάλες απαιτήσεις και υψηλά επίπεδα ασφάλειας ως προς τα θέματα της δημόσιας υγείας. Το γενικό συμπέρασμα που έχει προκύψει μετά από πολύχρονες διεθνείς έρευνες δεν είναι καθόλου ενθαρρυντικό για την άμεση επαναχρησιμοποίηση του νερού για σκοπούς ύδρευσης προς πόση ενώ σοβαροί ενδιασμοί υπάρχουν και για τον εμπλουτισμό υπόγειων υδροφορέων που τα νερά τους προορίζονται για πόση. Πολύ καλύτερες προοπτικές παρουσιάζει η επαναχρησιμοποίηση για άρδευση, αστικές (πλήν πόσης) χρήσεις, το περιαστικό πράσινο, τη δημιουργία η τον εμπλουτισμό υδατίνων σωμάτων για αναψυχή και για ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες.» (ΥΠΕΚΑ, 2015).

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 145116/02-02-2011 όσον αφορά στην επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων βιομηχανικών υγρών αποβλήτων που προέρχονται από μη συμβατικές βιομηχανικές δραστηριότητες, τα οποία έχουν καταστεί μη επικίνδυνα επιτρέπονται μόνο για: α) περιορισμένη άρδευση μέσω υπεδάφειου συστήματος άρδευσης, β) τροφοδότηση υπόγειων υδροφορέων, γ) βιομηχανική χρήση, ενώ **δεν υπάγονται στο πεδίο εφαρμογής** της ΚΥΑ α) η ανακύκλωση των βιομηχανικών αποβλήτων, β) η άμεση ή έμμεση επαναχρησιμοποίηση για πόση (με εξαίρεση έμμεσης τέτοιας επαναχρησιμοποίησης σε ορισμένες περιπτώσεις) γ) η επαναχρησιμοποίηση για χρήσεις κολύμβησης (σε πισίνες) και δ) η επαναχρησιμοποίηση για οικιακές χρήσεις. Επιπλέον δεν εφαρμόζεται επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων σε βιομηχανίες προϊόντων που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση (ΥΠΕΚΑ, 2015).

Στον **Πίνακα 16** παρατίθενται οι επιτρεπόμενοι τύποι επαναχρησιμοποίησης όπως καθορίστηκαν από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων του ΥΠΕΚΑ.

Πίνακας 16: Επιτρεπόμενοι τύποι επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων βιομηχανικών υγρών αποβλήτων (ΥΠΕΚΑ, 2015)

	ΑΣΤΙΚΑ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥΣ ΡΥΠΟΥΣ	ΑΛΛΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ
Άρδευση υπό περιορισμούς	✓	✓	✓
Άρδευση χωρίς περιορισμούς	✓	✓	
Βιομηχανική επαναχρησιμοποίηση	✓	✓	✓
Εμπλουτισμός υδροφορέων	✓	✓	✓
Εμπλουτισμός προστατευόμενων υδροφορέων	✓	✓	
Αστικές χρήσεις	✓	✓	
Περιαστικό πράσινο/αναψυχή	✓	✓	

Βάσει της ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ Β 354) 'Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων', όπως τροποποιήθηκε, ισχύουν οι ακόλουθοι ορισμοί (ΕΜΠ, 2014):

- **Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων:** Η εν γένει διαχείριση των υγρών αποβλήτων, έτσι ώστε να μπορούν να ανακτηθούν ως νερό με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή τους.
- **Άμεση Επαναχρησιμοποίηση:** Η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (ανακτημένο νερό), χωρίς να προηγηθεί αποθήκευση ή ανάμιξη με άλλα νερά.
- **Έμμεση Επαναχρησιμοποίηση:** Η αποθήκευση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (ανακτημένο νερό) σε επιφανειακούς ή υπόγειους ταμιευτήρες πριν από την επαναχρησιμοποίησή τους και κατά κανόνα η ανάμιξη τους με άλλα νερά.
- **Άμεση Επαναχρησιμοποίηση Υγρών Αποβλήτων για Πόση:** Η αξιοποίηση ανακτημένου νερού το οποίο προορίζεται για άμεση πόση, μετά από προχωρημένη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και χωρίς ανάμιξη με άλλα νερά.
- **Έμμεση Επαναχρησιμοποίηση Υγρών Αποβλήτων για Πόση:** Η προγραμματισμένη αξιοποίηση ανακτημένου νερού για πόση, μετά από προχωρημένη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, αφού προηγουμένως έχουν αναμιχθεί με σημαντικές ποσότητες καθαρού νερού σε επιφανειακούς ή υπόγειους ταμιευτήρες. Συνήθως, σχετίζεται με τον τεχνητό εμπλουτισμό υπόγειων υδροφορέων που χρησιμοποιούνται και για πρόσληψη πόσιμου νερού.
- **Επαναχρησιμοποίηση για σκοπούς εκτός πόσης:** Η αξιοποίηση του ανακτημένου νερού για άλλες χρήσεις, εκτός της πόσης
- **Απρογραμματίστη Επαναχρησιμοποίηση:** Η μη προγραμματισμένη αλλά εκ των πραγμάτων έμμεση και εν πολλοίς ανεξέλεγκτη επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων, όπως υδροληψίες από ποτάμια, στα ανάντη των οποίων έχει γίνει διάθεση υγρών αποβλήτων ή από υπόγειους υδροφορείς, οι οποίοι δέχονται διηθήσεις λυμάτων από βόθρους ή από ιδιωτικά συστήματα επεξεργασίας.
- **Προγραμματισμένη Επαναχρησιμοποίηση:** Η σκόπιμη, προγραμματισμένη και ελεγχόμενη επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων.
- **Επαναχρησιμοποίηση χωρίς περιορισμούς (απεριόριστη):** Οι χρήσεις του ανακτημένου νερού κατά τις οποίες η πρόσβαση του ευρύτερου κοινού και η σωματική επαφή δεν περιορίζονται, όπως πάρκα ή άλλοι χώροι αναψυχής, χώροι πρασίνου σε πόλεις και λίμνες αναψυχής.
- **Επαναχρησιμοποίηση με περιορισμούς (περιορισμένη):** Οι χρήσεις του ανακτημένου νερού, κατά τις οποίες η πρόσβαση του ευρύτερου κοινού και η σωματική επαφή τελούν υπό έλεγχο ή απαγόρευση, όπως περιφραγμένες και ελεγχόμενες περιοχές, συνήθως από δημόσιους φορείς.
- **Τροφοδότηση ή Εμπλουτισμός υπόγειου υδροφορέα:** Η τροφοδότηση ή ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα μέσω επιφανειακής διήθησης ή απευθείας μέσω γεωτρήσεων. Για την εφαρμογή της απόφασης, η επαναχρησιμοποίηση μέσω της τροφοδότησης ή του εμπλουτισμού υπόγειου υδροφορέα καλύπτει και την υπεδάφια ή επιφανειακή διάθεση των υγρών αποβλήτων.
- **Ανακύκλωση βιομηχανικών υγρών αποβλήτων:** Η εσωτερική ανάκτηση υγρών αποβλήτων μιας εγκατάστασης και η ανακύκλωση τους στην παραγωγική διαδικασία της εγκατάστασης αυτής (Ελληνική Δημοκρατία, 2011). Η επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων στη

βιομηχανία περιλαμβάνει εφαρμογές όπως χρήση νερών ψύξης, αναπλήρωση νερών λεβήτων και αξιοποίηση για τις διάφορες βιομηχανικές διεργασίες. Η ως άνω επαναχρησιμοποίηση δεν εφαρμόζεται στις βιομηχανίες προϊόντων που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Η περίπτωση της εσωτερικής ανάκτησης των υγρών αποβλήτων στην ίδια εγκατάσταση και η ανακύκλωσή τους στην παραγωγική διαδικασία δεν αποτελεί επαναχρησιμοποίηση για βιομηχανική χρήση αλλά ανακύκλωση βιομηχανικών υγρών αποβλήτων, εφόσον αυτά δεν εξέρχονται από αυτήν για άλλες χρήσεις, ούτε διατίθενται στο έδαφος καθ' οιονδήποτε τρόπο. Η ανακύκλωση βιομηχανικών υγρών αποβλήτων στην παραγωγική διαδικασία δεν εφαρμόζεται στις βιομηχανίες προϊόντων που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, εξαιρουμένων χρήσεων εκτός της κύριας παραγωγικής διαδικασίας, όπως π.χ. νερά ψύξης κ.λπ. και εφόσον σε κάθε περίπτωση εξασφαλίζεται η μη επαφή τους με το προϊόν. Για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για βιομηχανική χρήση απαιτείται μελέτη εφαρμογής με την οποία τεκμηριώνεται η συγκεκριμένη χρήση (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2013) (Ελληνική Δημοκρατία, 2011).

- Αναφορικά με την **επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για άρδευση**, διακρίνονται δύο τύποι άρδευσης με βάση το είδος των καλλιεργειών, το σύστημα άρδευσης και την προσβασιμότητα του κοινού στην αρδευόμενη περιοχή: (α) *Την άρδευση με περιορισμούς (περιορισμένη)*, η οποία αφορά μόνο σε καλλιέργειες που τα προϊόντα τους καταναλώνονται μετά από θερμική ή άλλη επεξεργασία ή δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση ή δεν έρχονται σε άμεση επαφή με το έδαφος, όπως καλλιέργειες ζωοτροφών, βιομηχανικές καλλιέργειες, λιβάδια, δέντρα (μη συμπεριλαμβανομένων των οπωροφόρων), με την προϋπόθεση ότι κατά τη συλλογή οι καρποί δεν βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος, καλλιέργειες σπόρων. Ως προς το σύστημα της άρδευσης, δεν επιτρέπεται η μέθοδος του καταιονισμού. Η πρόσβαση του κοινού στην αρδευόμενη έκταση δεν επιτρέπεται. Σε περίπτωση που υπάρχει προσβασιμότητα σε ανθρώπους ή ζώα, εκτός των χρηστών, πρέπει να λαμβάνονται κατά περίπτωση πρόσθετα μέτρα, όπως περίφραξη, ορισμός απαγορευτικής ζώνης για ορισμένες χρήσεις από τα όρια της αρδευόμενης έκτασης, απαγόρευση βοσκής ζώων για ορισμένο χρόνο μετά την άρδευση και (β) *Την άρδευση χωρίς περιορισμούς (απεριόριστη)*, η οποία μεταξύ άλλων, αφορά σε όλα τα άλλα είδη καλλιεργειών όπως λαχανικά, αμπέλια ή καλλιέργειες των οποίων τα προϊόντα καταναλώνονται ωμά, ανθοκομικά. Κατά την απεριορίστη άρδευση επιτρέπονται διάφορες μέθοδοι χρήσης του ανακτημένου νερού, συμπεριλαμβανομένου του καταιονισμού και δεν απαιτούνται περιορισμοί στην πρόσβαση (Ελληνική Δημοκρατία, 2011) (ΕΜΠ, 2014).

3.2.3 Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο περί περιβαλλοντικής αδειοδότησης βιομηχανιών

Ο νόμος Ν. 4014/11 «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος» (ΦΕΚ 209/Α/2011) (ΥΠΕΚΑ, 2015), είναι αυτός που καθορίζει την περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα. Σύμφωνα με τον νόμο αυτό οι δραστηριότητες που υποβάλλονται σε περιβαλλοντική αδειοδότηση διακρίνονται σε ομάδες και κατηγορίες. Αυτές καθορίζουν τον τύπο και το περιεχόμενο έκαστης μελέτης και τη διαδικασία που πρέπει να ακολουθείται προκειμένου να αξιολογείται και να εκδίδεται η απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων.

Με την ΥΑ 1958/12 (ΦΕΚ 21/Β/2012) όλα τα έργα και οι δραστηριότητες για τα οποία απαιτείται περιβαλλοντική αδειοδότηση έχουν καταταγεί σε δυο κατηγορίες: την Α (η οποία υποδιαιρείται στις υποκατηγορίες Α1 και Α2) και την Β, καθώς και σε 12 ομάδες κοινές για όλες τις κατηγορίες. Στην υποκατηγορία Α1 κατατάσσονται τα έργα και οι δραστηριότητες που ενδέχεται να προκαλέσουν πολύ

σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, ενώ στην υποκατηγορία Α2 κατατάσσονται τα έργα και οι δραστηριότητες που ενδέχεται να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατηγορία Β περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες που χαρακτηρίζονται από τοπικές και μη σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον (ΥΠΕΚΑ, 2015).

Οι δώδεκα ομάδες που είναι κοινές και για τις δύο κατηγορίες είναι οι ακόλουθες:

- ✚ Ομάδα 1η: Έργα χερσαίων & εναέριων μεταφορών
- ✚ Ομάδα 2η: Υδραυλικά έργα
- ✚ Ομάδα 3η: Λιμενικά έργα
- ✚ Ομάδα 4η: Συστήματα περιβαλ/κών υποδομών
- ✚ Ομάδα 5η: Εξορυκτικές Δραστηριότητες
- ✚ Ομάδα 6η: Τουριστικές εγκαταστάσεις & έργα αστικής ανάπλασης, κτιριακού τομέα, αθλητισμού & αναψυχής
- ✚ Ομάδα 7η: Πτηνοτροφικές εγκαταστάσεις
- ✚ Ομάδα 8η: Υδατοκαλλιέργειες
- ✚ Ομάδα 9η: Βιομηχανικές & συναφείς εγκαταστάσεις
- ✚ Ομάδα 11η: Μεταφορά ενέργειας, καυσίμων και χημικών ουσιών
- ✚ Ομάδα 12η: Ειδικά έργα & δραστηριότητες

Με τον νέο νόμο απλοποιούνται και εξορθολογίζονται οι διαδικασίες για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των έργων και δραστηριοτήτων και μειώνεται ο απαιτούμενος χρόνος για την έκδοση των σχετικών αποφάσεων, ενώ μειώνεται ο αριθμός των έργων και δραστηριοτήτων για τα οποία απαιτείται υποβολή και αξιολόγηση Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) προκειμένου να αδειοδοτηθούν περιβαλλοντικά. Επιπλέον θεσπίζονται υποχρεωτικοί περιοδικοί τακτικοί και έκτακτοι έλεγχοι από αρμόδιες υπηρεσίες και ιδιώτες επιθεωρητές με στόχο την πραγματική διασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος ενώ παράλληλα καταργούνται αλληλοεπικαλυπτόμενες αδειοδοτήσεις. Προβλέπεται επίσης η δημιουργία Ηλεκτρονικού περιβαλλοντικού μητρώου και Ηλεκτρονική υποβολή της ΜΠΕ και παρακολούθηση της διαδικασίας έκδοσης ΑΕΠΟ ή τροποποίησης/ανανέωσης ενώ δημιουργείται η Περιβαλλοντική Ταυτότητα Έργου, που θα περιλαμβάνει κάθε περιβαλλοντική πληροφορία για το έργο (ΥΠΕΚΑ, 2015).

Κεφάλαιο 4: Βιβλιογραφική ανασκόπηση τεχνολογιών που εφαρμόζονται για τη διαχείριση των στερεών και υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5

Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται μία ανασκόπηση των μεθόδων επεξεργασίας υγρών και στερεών αποβλήτων οργανικής φύσεως, που παράγονται ανά υπό μελέτη κλάδο στον τομέα της βιομηχανίας των τροφίμων. Η επισκόπηση έγινε με στόχο την υπογράμμιση των εφαρμοζόμενων μεθόδων διαχείρισης τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε εθνικό επίπεδο, αλλά και με βάση τις ΒΔΤ και τις σύγχρονες επιστημονικές τάσεις αξιοποίησης των παραγόμενων αποβλήτων.

4.1 Κλάδος 10.1: Επεξεργασία και συντήρηση κρέατος και παραγωγή προϊόντων κρέατος

4.1.1 Χαρακτηριστικά στερεών αποβλήτων του κλάδου 10.1

Ως στερεά απόβλητα στα σφαγεία χαρακτηρίζονται τα παραπροϊόντα σφαγής τα οποία μπορεί να προκαλέσουν σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα αν δεν διαχειριστούν σωστά. Τα παραπροϊόντα υπόκεινται σε σήψη πολύ γρήγορα και μπορεί να προκαλέσουν οσμές αν δεν κατεργασθούν θερμικά ή δεν απομακρυνθούν εγκαίρως από την μονάδα. Τα ακατάλληλα σφάγια πρέπει να διατεθούν μετά από έγκριση από τις αρμόδιες υπηρεσίες, ώστε να διασφαλιστεί η καταστροφή όλων των παθογόνων μικροοργανισμών. Τα παραπροϊόντα συνήθως τροφοδοτούν μονάδα επεξεργασίας τους για την παραγωγή ζωοτροφών. Τα μη εδώδιμα υποπροϊόντα των σφαγείων είναι συνήθως σε ποσοστό 25-30% ανά ζώο. Στερεά απόβλητα προκύπτουν επίσης από την εσχάρωση, τα οποία μπορούν να οδηγηθούν είτε σε μονάδα επεξεργασίας υποπροϊόντων, είτε σε ΧΥΤΑ. Επίσης στερεά απόβλητα είναι οι λάσπες, με περιεκτικότητα σε νερό 95-98%, από τα διάφορα στάδια της επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (Γριζόπουλος, 2012).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα απόβλητα από τα πτηνοτροφεία, τα οποία είναι σε στερή ή ημιστερεή μορφή και αποτελούνται από κοπριά, υπολείμματα τροφής, στρωμνής, φτερών, νεκρών ζώων και σπασμένων αυγών. Θεωρούνται κατεχοχήν οργανικής προέλευσης καθώς περίπου το 80% των ολικών στερεών είναι οργανικής σύστασης. Η σύσταση τους εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως: οι συνθήκες εκτροφής, η ηλικία και το είδος του ζώου, το ημερήσιο σιτηρέσιο, η στρωμνή που χρησιμοποιείται, οι συνθήκες καθαριότητας κτλ. Τα μη εδώδιμα υποπροϊόντα στα πτηνοσφαγεία κυμαίνονται σε ποσοστό 20-25% ανά πτηνό. Σύμφωνα με μελέτες, όρνιθα κρεατοπαραγωγής, βάρους 0,91 kg, μπορεί να δώσει 0,7kg αποβλήτων ανά κύκλο ανάπτυξης 37 ημερών, ενώ η παραγωγή αποβλήτων μπορεί να φτάσει κατά μέσο όρο τους 1,2 τόνους ανά 1000 όρνιθες κρεατοπαραγωγής και 4 τόνους ανά 1000 όρνιθες αυγοπαραγωγής το χρόνο, σύμφωνα με μελέτη των Chambless & Todd για τις ΗΠΑ (Λούλη, Μαγουλάς, 2011).

Ο **Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1069/2009** περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο, καθορίζει τις κατηγορίες των ζωικών υποπροϊόντων (ΖΥΠ) καθώς επίσης διακρίνει τα εφαρμοστέα μέτρα για τη διαχείριση και την επεξεργασία αυτών.

Σύμφωνα με το άρθρο 2 του Κανονισμού 1069/2009/ΕΚ τα ζωικά υποπροϊόντα διαχωρίζονται στα:

- (1) Ζωικά υποπροϊόντα «**κατά νόμο**» τα οποία σύμφωνα με την κοινοτική νομοθεσία απαγορεύεται να καταναλωθούν από τον άνθρωπο και
- (2) Ζωικά υποπροϊόντα «**κατ' επιλογή**» τα οποία είναι πρώτες ύλες για την παραγωγή προϊόντων ζωικής προέλευσης ή προϊόντα ζωικής προέλευσης τα οποία μπορεί να

προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο βάση της κοινοτικής νομοθεσίας, αλλά με αμετάκλητη απόφαση του υπεύθυνου της επιχείρησης, προορίζονται για άλλους σκοπούς, εκτός της κατανάλωσης από τον άνθρωπο.

Δεν θα πρέπει να γίνεται σύγκριση μεταξύ των υποπροϊόντων (δηλαδή υλικών που σίγουρα θα αποσυρθούν από την ανθρωπινή τροφική αλυσίδα) και των παραπροϊόντων δηλαδή στομάχια, λίπος κλπ τα οποία θα οδηγηθούν – μετά από περαιτέρω επεξεργασία σε εργοστάσιο παρασκευής προϊόντων – για ανθρώπινη κατανάλωση (*Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2015*).

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο η κατηγοριοποίηση των ζωικών υποπροϊόντων γίνεται σε τρεις ειδικές κατηγορίες, με βάση το επίπεδο κινδύνου που εγκυμονούν, για τη δημόσια υγεία, την υγεία των ζώων και το περιβάλλον. Οι κατηγορίες περιγράφονται συνοπτικά ως εξής (*ΕΜΠ, 2014*):

Κατηγορία 1 με μεγαλύτερο κίνδυνο (αναφορικά με τις απαγορευμένες ουσίες και την περιβαλλοντική επιμόλυνση).

Τα υλικά της κατηγορίας 1 περιέχουν τα κάτωθι ζωικά υποπροϊόντα:

- όλα τα μέρη του σώματος, συμπεριλαμβανομένων των δορών και των δερμάτων, των ζώων για τα οποία υπάρχει υπόνοια ότι έχουν μολυνθεί από μεταδοτική σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια (ΜΣΕ), των ζώων τα οποία θανατώνονται στο πλαίσιο μέτρων εξάλειψης της ΜΣΕ, των ζώων συντροφιάς, των ζώων ζωολογικών κήπων και τσίρκων, των ζώων που χρησιμοποιούνται για πειραματικούς, των άγριων ζώων όταν υπάρχει υπόνοια ότι έχουν μολυνθεί από μεταδοτικές νόσους ·
- τα υλικά ειδικού κινδύνου τα οποία προσδιορίζονται ως ιστοί για τους οποίους υπάρχει υπόνοια ότι είναι φορείς λοιμωδών παραγόντων·
- τα προϊόντα που προέρχονται από ζώα στα οποία έχουν χορηγηθεί απαγορευμένες ουσίες ή περιέχουν επικίνδυνες ουσίες για το περιβάλλον·
- όλα τα ζωικά υλικά τα οποία συλλέγονται κατά την επεξεργασία υγρών αποβλήτων από μονάδες μεταποίησης υλικών της κατηγορίας 1 και από άλλες εγκαταστάσεις από τις οποίες αφαιρούνται τα υλικά ειδικού κινδύνου·
- τα απορρίμματα κουζίνας και τα υπολείμματα τροφών που προέρχονται από μεταφορικά μέσα που εκτελούν διεθνείς μεταφορές·
- τα μείγματα υλικών της κατηγορίας 1 και της (των) κατηγορίας (κατηγοριών) 2 ή/ και 3.

Κατηγορία 2 με μεσαίο κίνδυνο (μικροβιολογικοί παράγοντες ή κατάλοιπα φαρμακευτικών ουσιών).

Τα υλικά της κατηγορίας 2 περιλαμβάνουν τα ακόλουθα ζωικά προϊόντα:

- την κόπρο και το περιεχόμενο του πεπτικού συστήματος
- όλα τα υλικά ζωικής προέλευσης που συλλέγονται κατά την επεξεργασία υγρών αποβλήτων από σφαγεία, εκτός εκείνων που εμπίπτουν στην κατηγορία 1 και συλλέγονται κατά την επεξεργασία υγρών αποβλήτων των σφαγείων
- τα προϊόντα ζωικής προέλευσης που περιέχουν κατάλοιπα κτηνιατρικών φαρμάκων και μολυσματικών παραγόντων που υπερβαίνουν το επιτρεπόμενο επίπεδο που καθορίζεται από την κοινοτική νομοθεσία

- τα προϊόντα ζωικής προέλευσης, εκτός των υλικών της κατηγορίας 1, που εισάγονται από τρίτες χώρες και δεν πληρούν τις κοινοτικές κτηνιατρικές προϋποθέσεις
- τα ζώα εκτός της κατηγορίας 1 τα οποία δεν έχουν σφαγεί για ανθρώπινη κατανάλωση
- τα μείγματα υλικών των κατηγοριών 2 και 3.

Κατηγορία 3 με χαμηλότερο κίνδυνο (προερχόμενα από υγιή ζώα ή υγειονομικά κατάλληλα πρώην ζωικά προϊόντα).

Τα υλικά της κατηγορίας 3 περιλαμβάνουν τα ακόλουθα ζωικά υποπροϊόντα:

- τα μέρη σφαγέντων ζώων, τα οποία είναι κατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο, αλλά δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο για εμπορικούς λόγους
- τα μέρη σφαγέντων ζώων τα οποία απορρίπτονται ως ακατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο, αλλά δεν φέρουν σημεία μεταδοτικής νόσου
- δέρματα, σπλές, κέρατα, τρίχες χοίρων και φτερά που προέρχονται από ζώα τα οποία σφάζονται σε σφαγείο αφού υποβληθούν σε επιθεώρηση πριν από τη σφαγή και είναι, βάσει αυτής της επιθεώρησης, κατάλληλα για σφαγή και κατανάλωση από τον άνθρωπο, σύμφωνα με την κοινοτική νομοθεσία
- το αίμα που λαμβάνεται από μη μηρυκαστικά ζώα τα οποία σφάζονται σε σφαγεία αφού υποβληθούν σε επιθεώρηση πριν από τη σφαγή και είναι, βάσει αυτής της επιθεώρησης, κατάλληλα για σφαγή και κατανάλωση από τον άνθρωπο, σύμφωνα με την κοινοτική νομοθεσία
- τα ζωικά υποπροϊόντα που προέρχονται από την παραγωγή προϊόντων που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο, συμπεριλαμβανομένων των απολιπανθέντων οστών και των καταλοίπων τήξης λιπών.
- τα πρώην τρόφιμα ζωικής προέλευσης πλην των υπολειμμάτων τροφίμων, τα οποία δεν προορίζονται πλέον για κατανάλωση από τον άνθρωπο, για εμπορικούς λόγους, λόγω προβλημάτων που σχετίζονται με ελαττωματική παραγωγή ή συσκευασία
- το νωπό γάλα που προέρχεται από ζώα τα οποία δεν παρουσιάζουν κλινικά συμπτώματα μεταδοτικής νόσου.
- τα ψάρια ή άλλα θαλάσσια ζώα, με εξαίρεση τα θαλάσσια θηλαστικά, τα οποία αλιεύονται στην ανοιχτή θάλασσα με στόχο την παραγωγή ιχθυάλευρου, καθώς και τα νωπά υποπροϊόντα ψαριών που προέρχονται από μονάδες παραγωγής προϊόντων ψαριών που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο.
- τα κελύφη των αυγών των ζώων τα οποία δεν παρουσιάζουν κλινικά συμπτώματα καμιάς μεταδοτικής νόσου.
- το αίμα, τα δέρματα, οι σπλές, τα φτερά, το μαλλί, τα κέρατα, οι τρίχες και οι γούνες που προέρχονται από υγιή ζώα.
- τα υπολείμματα τροφών πλην των αναφερομένων στην κατηγορία 1 (EMΠ, 2014) (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο, 2009)

4.1.2 Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων του κλάδου 10.1

Ο όγκος και τα φορτία των αποβλήτων που παράγονται στα σφαγεία ποικίλουν ανάλογα με την πρώτη ύλη (είδος ζώου), την έκταση των εγκαταστάσεων που περιλαμβάνει η κάθε μονάδα (από απλά σφαγεία ζώων, μέχρι μικτής επεξεργασίας που περιλαμβάνουν σφαγεία, επεξεργασία κρέατος, συσκευασία και κονσερβοποίηση τελικού προϊόντος), καθώς και τις μεθόδους καθαρισμού που ακολουθούνται. Σε όλες τις περιπτώσεις, τα απόβλητα χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων όπως: οργανικό άνθρακα, αιωρούμενα στερεά, παθογόνους μικροοργανισμούς, άζωτο/αμμωνία, φώσφορο, άλατα, λίπη και έλαια (Γριζόπουλος, 2012).

Τα υγρά απόβλητα των σφαγείων προέρχονται από τις εξής διεργασίες:

- Απώλεια αίματος κατά την σφαγή και αποστράγγιση των ζώων/πουλερικών
- Πλύσιμο των σφάγιων
- Καθαρισμός του στάβλου αναμονής των ζώων/πουλερικών
- Πλύσιμο των φορτηγών μεταφοράς των ζώων/πουλερικών
- Απόνερα ψύξης των συμπυκνωτών και των ψυκτικών μηχανών
- Πλύσιμο και καθαρισμός των εγκαταστάσεων

Ο όγκος των αποβλήτων σε μεγάλα σφαγεία έχει βρεθεί 7-9 m³ /τόνο ζωντανού βάρους. Μέσες τιμές για το BOD₅ είναι συνήθως 1,25 kg/κεφαλή (0,5 - 2,0 kg/κεφαλή) για χοίρους 90 kg και 3,0 kg/κεφαλή (1,0 - 5,0 kg/κεφαλή) για βοοειδή 250 kg. Για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των αποβλήτων από ολοκληρωμένες μονάδες σφαγείων (όπου περιλαμβάνεται και τμήμα χονδρικής κοπής και τεμαχισμού κρέατος) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τα αιωρούμενα στερεά 6,0 kg/τόνο βάρους ζωντανού προϊόντος και 5,6 kg/τόνο βάρους ζωντανού προϊόντος αντίστοιχα. Ειδικά στο χώρο αναμονής των ζώων (τμήμα σταλισμού) του σφαγείου ο όγκος των αποβλήτων υπολογίζεται σε 21,6 l/m² _ημ, ενώ το ρυπαντικό φορτίο τους είναι αρκετά χαμηλότερο (BOD₅ =100mg/l και SS=175mg/l).

Ένας από τους πιο συχνά εμφανιζόμενους ρυπαντές στα σφαγεία αποτελεί το αίμα, το οποίο έχει COD 400 g/L και BOD 200 g/L. Όταν απορρίπτεται στο περιβάλλον χωρίς κάποια επεξεργασία δημιουργεί πρόβλημα εξαιτίας του υψηλού οργανικού φορτίου. Το αίμα είναι το πρώτο υποπροϊόν που συλλέγεται μετά τη σφαγή. Αντιπροσωπεύει το 4% του ζωντανού βάρους ή το 6% - 7% του κρέατος του σφάγιου. Οι ποσότητες αίματος εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, ένας από αυτούς είναι το μέγεθος των ζώων καθώς επίσης και η ταχύτητα θανάτωσης αλλά και ο χρόνος αιμορραγίας. Η συλλογή του από τα βοοειδή και τα πρόβατα χωρίς να υποστεί μόλυνση αποτελεί δύσκολο χειρισμό. Η συλλογή του πρέπει να είναι προσεκτική και βάσει κατάλληλων υγειονομικών προδιαγραφών ιδιαίτερα αν προορίζεται για περαιτέρω επεξεργασία με σκοπό τη χρήση σε προϊόντα της τροφικής αλυσίδας. Το αίμα που συλλέγεται κατά τη σφαγή και αφαίμαξη των ζώων υφίσταται μεταποίηση και πωλείται είτε ως χαμηλής αξίας ζωοτροφής είτε χρησιμοποιείται για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικού-λιπάσματος ή απορρίπτεται ως απόβλητο (Clara et al., 2013).

Τα υγρά απόβλητα που προκύπτουν από μονάδες επεξεργασίας και τυποποίησης κρέατος παρουσιάζουν σύνθεση ανάλογη με τη σύνθεση των αποβλήτων του σφαγείου, αλλά με μικρότερη ρύπανση.

Στον **Πίνακα 17** δίνονται στοιχεία από επιστημονικές δημοσιεύσεις αναφορικά με χαρακτηριστικές τιμές ρυπαντών υγρών αποβλήτων από σφαγεία.

Πίνακας 17: Συγκεντρώσεις χαρακτηριστικών ρυπαντών από σφαγεία και πτηνοσφαγεία (Valta et al., 2013)

Πηγή	ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΠΤΗΝΟΣΦΑΓΕΙΩΝ		ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΣΦΑΓΕΙΩΝ	
	Debik 2009	Kobyaa 2006	Gannoun 2009	Keskes 2012
pH	5.6 - 8.1	-	6.8-7.4	7.31 ± 0.5
Αλκαλικότητα (mg/L)	775 - 2,100	-		-
COD (mg/L)	4,200 - 9,100	29,000 - 26,000	5,800 - 6,100 (Total) 1,800 - 2,500 (Soluble)	2,004 ± 240 (Total) 1,232 ± 80 (Soluble)
BOD (mg/L)	-	12,000 - 10,000		1,617 ± 88 (Total) 1,212 ± 66 (Soluble)
TSS (mg/L)	1,850 - 3,750	1,200 - 84	1,500-2,500	1,450 ± 95
TKN (mg/L)	565 - 785	-	530 - 810	550 ± 115 (N-Total)
NH ₃ -N (mg/L)	190 - 475	-	130 - 280	153 ± 52
TP (mg/L)	5.8 - 12.1	-	15 - 50	38 ± 12 (P-PO-34)

4.1.3 Διαχείριση στερεών αποβλήτων του κλάδου 10.1

Διεθνές επίπεδο

Τα στερεά μη-εδώδιμα παραπροϊόντα που προκύπτουν από τα σφαγεία θα πρέπει να οδηγούνται σε μονάδα επεξεργασίας παραπροϊόντων σφαγείου για την παραγωγή ζωοτροφών. Η λάσπη που παράγεται από τη μονάδα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων μπορεί είτε να σταθεροποιηθεί και στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί σαν βελτιωτικό εδάφους, είτε να διατεθεί σε χώρους υγειονομικής ταφής. Τα υπόλοιπα στερεά απόβλητα της μονάδας διατίθενται σε χώρο υγειονομικής ταφής. Επίσης τα στερεά απόβλητα μπορούν επεξεργαστούν σε εγκατάσταση αναερόβιας χώνευσης στους 30 °C για 25 ημέρες. Στην εγκατάσταση αυτή μπορούν να διοχετευθούν επίσης και άλλα υλικά όπως κοπριά, λάσπη από τους λιποδιαχωριστές και λάσπη από δεξαμενές καθίζησης. Εναλλακτική μέθοδος είναι και η λιπασματοποίηση (Γριζόπουλος, 2012).

Βάσει του Κανονισμού 142/2011/ΕΚ, έχουν θεσπιστεί **επτά μέθοδοι μεταποίησης** σύμφωνα με τις οποίες τίθενται οι κανόνες για τη διαχείριση των ΖΥΠ και των τριών κατηγοριών. (Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2011)(ΕΜΠ, 2014).

Επιπλέον με τον Κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 έχει εισαχθεί διαδικασία για την έγκριση **εναλλακτικών μεθόδων χρήσης ή απόρριψης ζωικών υποπροϊόντων ή παραγώγων προϊόντων**. Επιγραμματικά οι εναλλακτικές μέθοδοι παρουσιάζονται ως κάτωθι (Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2011)(ΕΜΠ, 2014):

- ✓ Μέθοδος αλκαλικής υδρόλυσης
- ✓ Υδρόλυση σε υψηλή θερμοκρασία και υψηλή πίεση
- ✓ Παραγωγή βιοαερίου με υδρόλυση σε υψηλή πίεση
- ✓ Διεργασία παραγωγής βιοντίζελ
- ✓ Διεργασία εξαερίωσης Brookes
- ✓ Διεργασία καύσης ζωικού λίπους σε λέβητα
- ✓ Θερμομηχανική διεργασία παραγωγής βιοκαυσίμου

Η διαχείριση των πτηνοτροφικών αποβλήτων σε παγκόσμιο επίπεδο πραγματοποιείται με διάφορες μεθόδους: (α) φυσικές, (β) χημικές, (γ) θερμικές, (δ) βιολογικές και (ε) βιοχημικές. Πιο συγκεκριμένα, οι φυσικές μέθοδοι αποσκοπούν στην απομάκρυνση των χονδροκόκκων αιωρούμενων και επιπλεόντων συστατικών, την ομογενοποίηση και διακίνηση των αποβλήτων, τα οποία κατά κύριο λόγο εναποτίθενται σε περιοχές γεωργικού ενδιαφέροντος. Τα προηγούμενα χρόνια, ο τρόπος αυτός διαχείρισης ήταν ο πιο διαδεδομένος παγκοσμίως, αλλά οδήγησε σε έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα με αποτέλεσμα να εγκαταλειφθεί σταδιακά οδηγώντας εναλλακτικά στην υγειονομική ταφή των αποβλήτων με ταυτόχρονη αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου, ή σε άλλες μεθόδους διαχείρισης. Μια τέτοια εναλλακτική μέθοδος είναι η θερμική αξιοποίηση των αποβλήτων μέσω απευθείας καύσης, πυρόλυσης ή αεριοποίησης, για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, δεδομένου ότι η θερμογόνος δύναμη των πτηνοτροφικών αποβλήτων ανέρχεται περίπου στο μισό της θερμογόνου δύναμης του κάρβουνου. Επίσης τα στερεά παραπροϊόντα που προκύπτουν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υλικά για την αποκατάσταση χώρων ή λιπάσματα. Στην Ευρώπη ιδιαίτερα διαδεδομένη είναι η μέθοδος της απευθείας καύσης με αναφορά στο Thetford του Ηνωμένου Βασιλείου όπου βρίσκεται εγκατεστημένος από το 1999 ο μεγαλύτερος σταθμός καύσης πτηνοτροφικών αποβλήτων, δυναμικότητας 38.5MW, ο οποίος για τη λειτουργία του χρειάζεται 420.000 τόνους/ χρόνο. Επίσης, στο Ηνωμένο Βασίλειο, η υπολειπόμενη τέφρα διαχειρίζεται ως λίπασμα από την εταιρεία Fibrophos Fertilizers, με την παραγωγή της να φτάνει την περίοδο 2005-2006 τους 70.000 τόνους. Η μέθοδος της καύσης χρησιμοποιείται και στην Αμερική, όπου το 2006 παρουσιάστηκε και η απευθείας συν-καύση πτηνοτροφικών αποβλήτων με αστικά απόβλητα. (Λούλη, Μαγουλάς, 2011).

Αναφορικά με τις βιολογικές μεθόδους, αρκετά διαδεδομένη είναι η αερόβια χώνευση ή κομποστοποίηση, που είναι αρκετά αργή μέθοδος, ενώ το προϊόν της (κομπόστ) είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και χρησιμοποιείται σαν οργανικό λίπασμα. Η αναερόβια χώνευση είναι η μέθοδος που κερδίζει συνεχώς έδαφος παγκοσμίως. Ενδεικτικό αυτού είναι πως το 1996 στην Ευρώπη υπήρχαν 470 εγκαταστάσεις αναερόβιας χώνευσης κτηνοτροφικών αποβλήτων, οι οποίες αυξήθηκαν κατά 150 τα επόμενα 7 χρόνια. Πιο συγκεκριμένα, η Γερμανία είναι η χώρα με τις περισσότερες εγκαταστάσεις (55%), ακολουθούμενη από την Ελβετία (15%) και την Αυστρία (9%). Το 70% των εγκαταστάσεων αναερόβιας χώνευσης είναι μικρής ή μέσης κλίμακας και λειτουργούν πάνω από 35 χρόνια με ικανότητα διαχείρισης υποστρώματος 1-20m³ την ημέρα. Πλέον αρκετές χιλιάδες αγροτικές μονάδες βιοαερίου είναι σε λειτουργία όχι μόνο στην Ευρώπη αλλά και την Αμερική. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι το 2007 πάνω από 3700 αγροτικές μονάδες βιοαερίου λειτουργούσαν μόνο στη Γερμανία (Εγχειρίδιο Βιοαερίου, ΚΑΠΕ). Παράλληλα, στην Ασία αρκετά εκατομμύρια πολύ απλοί, μικρής κλίμακας χωνευτές βιοαερίου βρίσκονται σε λειτουργία σε χώρες όπως η Κίνα, η Ινδία, το Νεπάλ και το Βιετνάμ παράγοντας βιοαέριο για μαγείρεμα και φωτισμό. Σύμφωνα με στοιχεία της εταιρείας DQY, η μεγαλύτερη μονάδα αναερόβιας χώνευσης πτηνοτροφικών αποβλήτων βρίσκεται στην Κίνα, η οποία και διαχειρίζεται σε 4 χωνευτήρες τα απόβλητα μονάδας 3.000.000 κοτόπουλων αυγοπαραγωγής,

παρέχοντας ηλεκτρική ενέργεια της τάξεως των 14 GWh το χρόνο στο εθνικό δίκτυο της Κίνας (Λούλη, Μαγουλάς, 2011).

Εθνικό επίπεδο

Σε μελέτη που διεξήχθη από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο στο πλαίσιο του έργου FOODINBIO/2915 για τον κλάδο 10.1 στην Ελλάδα, μελετήθηκαν 15 ελληνικές βιομηχανίες, από τις οποίες οι επτά (7) δραστηριοποιούνται κυρίως στη σφαγή χοίρων, βοοειδών και αιγοπροβάτων, οι πέντε (5) κυρίως στη σφαγή πουλερικών και οι υπόλοιπες τρεις (3) με την παραγωγή προϊόντων κρέατος κυρίως αλλαντικών (EMΠ, 2014).

Όπως διαπιστώθηκε από την έρευνα που διεξήχθη τα στερεά απόβλητα βιομηχανικού τύπου σχετίζονται είτε την παραγωγική διαδικασία είτε με τα συνοδά έργα και στα οποία περιλαμβάνονται ΖΥΠ 1,2 και 3, εσχαρίσματα και ιλύς από το βιολογικό, τέφρα από τη μονάδα αποτέφρωσης καθώς και στερεό αδρανοποιημένο κλάσμα και λίπος. Τα περισσότερα σφαγεία της έρευνας, διαχειρίζονται τα παραγόμενα ΖΥΠ εντός των μονάδων τους, είτε σε μονάδες θερμικής αδρανοποίησης, είτε σε αποτεφρωτικούς κλιβάνους. Ορισμένα διαθέτουν μονάδα παραγωγής βιοντίζελ και μονάδα κομποστοποίησης. Η ιλύς που προκύπτει από τη λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού των υγρών αποβλήτων συνήθως υφίσταται επεξεργασία εντός της ΕΕΛ και περιλαμβάνει σταθεροποίηση και στη συνέχεια αφυδάτωση (σε κλίνες ξήρανσης ή σε ταινιοφιλτρόπρεςες), ενώ τελικά διατίθεται είτε σε κατάλληλα αδειοδοτημένες εταιρίες είτε σε ΧΥΤΑ.

Συμπερασματικά στην Ελλάδα υπάρχουν αρκετές βιομηχανίες μεγάλου μεγέθους, που πληρούν τα κριτήρια επεξεργασίας και εναπόθεσης των αποβλήτων τους βάσει του ισχύοντος νομικού θεσμικού πλαισίου αλλά και αρκετές μικρές βιομηχανίες που έχουν συμμορφωθεί και έχουν εκσυγχρονίσει τις εγκαταστάσεις τους, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις που προβλέπει η νομοθεσία.

4.1.4 Διαχείριση υγρών αποβλήτων του κλάδου 10.1

Διεθνές επίπεδο

Τα υγρά απόβλητα χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές οργανικού φορτίου που μπορεί να κυμαίνονται από 1,4 έως 2,5 g/L COD. Το αίμα συλλέγεται σε ειδικές δεξαμενές και οδεύει προς ειδική διαχείριση.

Σε αρκετά ανεπτυγμένες χώρες στην Ευρώπη υπάρχουν δημοτικές Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) που απολήγουν τα παραγόμενα υγρά απόβλητα, όπως στη Δανία, στο φλαμανδικό μέρος του Βελγίου, στην Ολλανδία, στη Σουηδία, τη Νορβηγία κ.ά. Οποσδήποτε πριν τη διάθεση στις ΕΕΛ, περιλαμβάνεται προεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων επιτόπου η οποία περιλαμβάνει τουλάχιστον διεργασίες εσχάρωσης και σε ορισμένες χώρες λιποσυλλογή και απονιτροποίηση. Γενικά, κυριαρχεί η νοοτροπία της πρόληψης, στην αποφυγή εισαγωγής ζωικού υλικού στο ρεύμα υγρών αποβλήτων, η οποία αποτελεί μία από τις καλύτερες μεθόδους για την ελαχιστοποίηση του ρυπαντικού φορτίου (Πρωμάκη, 2007). Οι επιχειρήσεις που επεξεργάζονται τα απόβλητά τους εντός της μονάδας περιλαμβάνουν πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασία.

Οι αερόβιες διαδικασίες επεξεργασίας έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως, ωστόσο η χρήση τους περιορίζεται λόγω της υψηλής κατανάλωσης ενέργειας που απαιτείται για τον αερισμό και υψηλή παραγωγή σε ιλύ. Οι βιολογικές διεργασίες είναι αποτελεσματικότερες και οικονομικότερες, ωστόσο απαιτούν μεγάλο υδραυλικό χρόνο παραμονής και μεγάλους όγκους αντιδραστήρων, υψηλή συγκέντρωση βιομάζας και τον έλεγχο της απώλειας λάσπης, για να αποφευχθεί η έκπλυση της ιλύος (Bazrafhshan et al, 2012).

Η αναερόβια χώνευση αποτελεί μια εναλλακτική λύση για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σε σφαγεία. Με αυτή τη μέθοδο επιτυγχάνεται ένας υψηλός βαθμός απομάκρυνσης του BOD με σημαντικά χαμηλότερο κόστος σε σύγκριση με τα αερόβια συστήματα ενώ παράγεται μικρότερη ποσότητα σταθεροποιημένης ιλύος, με εύκολη σχετικά απομάκρυνση του νερού. Επιπλέον, το πλούσιο σε μεθάνιο αέριο που παράγεται μπορεί να συλλεχθεί για να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο. Γενικά η αναερόβια χώνευση εξασφαλίζει μεγάλη απομάκρυνση COD και αιωρούμενων στερεών (SS), ενώ ταυτόχρονα παράγεται και μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με τη μορφή μεθανίου. Η ποσότητα της λάσπης (ιλύος) που παράγεται είναι πολύ μικρή χωρίς την απαίτηση χημικής προεπεξεργασίας. Η μέθοδος είναι ελκυστική και για μικρότερα σφαγεία με περιορισμένη περίοδο λειτουργίας, καθώς τα αναερόβια βακτήρια μπορούν να επιβιώσουν χωρίς τροφή για μεγάλη χρονική περίοδο (Πρωιμάκη, 2007).

Ο συνδυασμός αερόβιας-αναερόβιας επεξεργασίας συντελεί στη μείωση της συγκέντρωσης των ρύπων στο νερό, τη μικρή παραγωγή περίσσειας ιλύος, σταθερή βιολογικά και αποτελεί προτεινόμενη μέθοδο διαχείρισης. Η αναερόβια επεξεργασία είναι κυρίως κατάλληλη ως προεπεξεργασία για τα υγρά απόβλητα που έχουν υψηλό οργανικό φορτίο, πριν από την αερόβια επεξεργασία (Πρωιμάκη, 2007).

Πρόσφατα, έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως ηλεκτροχημικές μέθοδοι όπως η ηλεκτροοξείδωση και η ηλεκτροπηξία ως κατάλληλες μέθοδοι για τη διαχείριση υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων, με γνώμονα την περιβαλλοντική συμβατότητα, την προσαρμοστικότητα, την ενεργειακή απόδοση, την ασφάλεια, την επιλεκτικότητα, την αυτοματοποίηση και την αποτελεσματικότητα του κόστους (Bazrafhshan et al, 2012).

Στον Πίνακα 18 παρουσιάζονται ορισμένες τεχνικές επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων σφαγείων, σύμφωνα με τον οδηγό αναφοράς για τις ΒΔΤ σε σφαγεία (Όρλη, 2014).

Πίνακας 18: Σύνοψη των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από σφαγεία (Όρλη, 2014)

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	ΟΛΙΚ Α SS	ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ	ΛΙΠΗ/ ΕΛΑΙΑ	ΝΙΤΡΙΚΑ ΑΜΜΩΝΙΑ	ΦΩΣΦΟΡΟΣ
Πρωτοβάθμια επεξεργασία					
Μηχανική εσχάρωση	X	X			
Διαχωρισμός λιπών	X	X	X	X	X
Δεξαμενή εξισορρόπησης					
Επίπλευση με διαλυμένο αέρα (DAF)	X X	X	X		
Επίπλευση διασποράς Μηχανική επίπλευση	X				
Κροκίδωση/ συσσωμάτωση/ καθίζηση		X	X	X	X
Δευτεροβάθμια επεξεργασία					
Αναερόβια		X			
Ενεργού ιλύος/ δεξαμενές αερισμού	X	X		X	X
Εκτεταμένος αερισμός		X		X	

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	ΟΛΙΚ A S S	ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ	ΛΙΠΗ/ ΕΛΑΙΑ	ΝΙΤΡΙΚΑ ΑΜΜΩΝΙΑ	ΦΩΣΦΟΡΟΣ
Νιτροποίηση / απονιτροποίηση				X	
Τριτοβάθμια επεξεργασία					
Διήθηση/ κροκίδωση/ χημική καθίζηση				X	X

Ένα τυπικό σύστημα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων στα σφαγεία θα πρέπει να αποτελείται από: προεπεξεργασία (εσχάρωση, κόσκινο, δεξαμενή εξισορρόπησης, δεξαμενή κροκίδωσης, δεξαμενή επίπλευσης διαλυμένου αέρα), βιολογική επεξεργασία α' σταδίου (δεξαμενές αερισμού, δεξαμενές καθίζησης), βιολογική επεξεργασία β' σταδίου (δεξαμενές αερισμού, δεξαμενές καθίζησης), χλωρίωση. Η λάσπη που παράγεται στις δεξαμενές καθίζησης επεξεργάζεται περαιτέρω σε δεξαμενή σταθεροποίησης και δεξαμενή πάχυνσης (EMΠ, 2014).

Εθνικό επίπεδο

Αναφορικά με τη μελέτη που διεξήχθη από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο στο πλαίσιο του έργου FOODINBIO/2915 για τον κλάδο 10.1 όλες οι βιομηχανικές μονάδες που καταγράφηκαν, διαθέτουν εγκατάσταση επεξεργασίας αποβλήτων και περιλαμβάνουν πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασία. Πιο συγκεκριμένα, οι περισσότερες βιομηχανικές μονάδες κατά την προεπεξεργασία εφαρμόζουν εσχάρισμό, ενώ συνήθως εφαρμόζεται λιποσυλλογή με επίπλευση (Dissolved Air Flotation - DAF) καθώς τα υγρά απόβλητα χαρακτηρίζονται από μεγάλη περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες. Η κύρια μέθοδος επεξεργασίας που χρησιμοποιείται είναι η αερόβια βιολογική επεξεργασία και συγκεκριμένα το συμβατικό σύστημα της ενεργού ιλύος, ενώ τελικώς εφαρμόζεται η χλωρίωση. Η συχνότερα εφαρμοζόμενη πρακτική διάθεσης της επεξεργασμένης εκροής είναι σε επιφανειακό υδάτινο αποδέκτη, ωστόσο μπορεί να διατεθεί επίσης για άρδευση είτε υπεδάφια (EMΠ, 2014).

4.1.5 ΒΔΤ για κλάδο 10.1

Ο κλάδος των τροφίμων και των ποτών παρουσιάζει έντονη ετερογένεια αφού αποτελείται από πλήθος διαφορετικών υποκλάδων. Αυτό συνεπάγεται στην εφαρμογή διαφορετικών διεργασιών στον κλάδο ενώ γεγονός αποτελούν οι έντονες διαφοροποιήσεις αναφορικά με τα θέματα περιβαλλοντικής μέριμνας και παραγωγής αποβλήτων. Επομένως δεν είναι εφικτό να αναφερθούν ΒΔΤ για κάθε συγκεκριμένη διεργασία που συναντάται στον κλάδο τροφίμων και ποτών. Γι'αυτό το λόγο έχουν θεσπιστεί **γενικές ΒΔΤ** που μπορούν να εφαρμοσθούν για το σύνολο του κλάδου των τροφίμων και των ποτών, ενώ επιπρόσθετα, υπάρχουν **ΒΔΤ που μπορούν να εφαρμοσθούν μόνο σε ανεξάρτητες διεργασίες και λειτουργικές μονάδες** του κλάδου τροφίμων και ποτών. Τέλος, αναφέρονται και οι **ΒΔΤ που αφορούν μόνο σε κάποιους συγκεκριμένους υποκλάδους**.

4.1.5.1 Γενικές ΒΔΤ για το σύνολο του κλάδου των τροφίμων

Γενικά, υπάρχουν ορισμένες τεχνικές που ορίζονται ως γενικές ΒΔΤ, οι οποίες μπορούν να εφαρμοσθούν σε όλες τις βιομηχανίες τροφίμων ανεξάρτητα από τη διεργασία που εφαρμόζεται και το τελικό προϊόν της εκάστοτε βιομηχανικής μονάδας. Σημειώνεται ότι οι εν λόγω τεχνικές προτείνονται και κοινοποιούνται μέσω του **ενημερωτικού οδηγού αναφοράς** (BAT reference documents, BREFs) της Ευρωπαϊκής Κοινότητας με τίτλο: **Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, August 2006**. Οι ΒΔΤ γενικής διαχείρισης συμβάλλουν στη συνολική ελαχιστοποίηση των τιμών κατανάλωσης και εκπομπών, προτείνοντας τρόπους εργασίας που

ενθαρρύνουν την ορθή πρακτική και καλλιεργούν την ευαισθητοποίηση. Οι ΒΔΤ εστιάζονται σε ζητήματα όπως είναι η χρήση ενός συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης, η προσφορά κατάρτισης, η αξιοποίηση ενός σχεδιασμένου προγράμματος συντήρησης, η εφαρμογή και διατήρηση μιας μεθόδου πρόληψης και ελαχιστοποίησης της κατανάλωσης νερού και ενέργειας και της παραγωγής αποβλήτων, η εφαρμογή ενός συστήματος παρακολούθησης και ανασκόπησης των τιμών κατανάλωσης και εκπομπών τόσο σε επίπεδο μεμονωμένων διεργασιών παραγωγής όσο και σε επίπεδο εγκατάστασης. Για περισσότερη πληροφορία μπορεί ο αναγνώστης να ανατρέξει στις αναφερόμενες παραγράφους του εν λόγω οδηγού που αναγράφονται μέσα στην παρένθεση σε κάθε ΒΔΤ (ΕΜΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

Σε όλες τις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών ως ΒΔΤ θεωρούνται οι ακόλουθες πρακτικές:

1. Εκπαίδευση του προσωπικού για ενημέρωση σχετικά με περιβαλλοντικά θέματα που αφορούν στη λειτουργία της επιχείρησης καθώς αλλά και αναφορικά με τις δικές τους υπευθυνότητες (περισσότερες πληροφορίες διατίθενται στο κεφάλαιο 4.1.2 του οδηγού αναφοράς³).
2. Κατάλληλη επιλογή του εξοπλισμού της διεργασίας, ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη απόδοση της διεργασίας, η ελάχιστη παραγωγή εκπομπών και η διευκόλυνση της σωστής λειτουργίας και συντήρησης π.χ. η βελτιστοποίηση του συστήματος σωληνώσεων με στόχο την ελαχιστοποίηση των απωλειών προϊόντος (4.1.3.1).
3. Έλεγχος του θορύβου στην πηγή μέσω σχεδιασμού, επιλογής, λειτουργίας και συντήρησης ηχομονωτικού συστήματος στα τμήματα του εξοπλισμού που προκαλούν θόρυβο (4.1.2, 4.1.3.1, 4.1.3.2, 4.1.3.3, 4.1.3.4, 4.1.3.5).
4. Η υλοποίηση συχνής και συστηματικής διεξαγωγής προγραμμάτων συντήρησης εγκατάστασης/εξοπλισμού (4.1.5).
5. Η εφαρμογή και υλοποίηση μεθοδολογίας για την πρόληψη και ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και ενέργειας και της παραγωγής αποβλήτων που θα λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα (4.1.6):
 - 5.1 Οργάνωση και σχεδιασμός δράσης (4.1.6.1).
 - 5.2 Ανάλυση των παραγωγικών διαδικασιών με ειδική μέριμνα για τα στάδια κατά τα οποία καταναλώνεται μεγάλος όγκος νερού και ενέργειας, τα οποία συντελούν σε μεγάλη παραγωγή αποβλήτων, με στόχο τη διαφάνεια των σημείων που μπορεί να επιτευχθεί ελαχιστοποίηση λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις στην ποιότητα του νερού, στην υγιεινή και στην ασφάλεια τροφίμων (4.1.6.2, 4.1.6.2.1, 4.1.6.2.2, 4.1.6.2.3).
 - 5.3 Αξιολόγηση των στόχων και των ορίων του συστήματος (4.1.6.3).
 - 5.4 Αναγνώριση των δυνατοτήτων για ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και ενέργειας καθώς και της παραγωγής αποβλήτων με χρήση κάποιων συστηματικών προσέγγισης π.χ. ανάλυση Pnich (4.1.6.4.1).
 - 5.5 Υλοποίηση αξιολόγησης και μελέτης σκοπιμότητας (4.1.6.5).
 - 5.6 Υλοποίηση ενός προγράμματος ελαχιστοποίησης κατανάλωσης νερού και ενέργειας και παραγωγής αποβλήτων (4.1.6.6).

³ Για λόγους συντομίας από εδώ και στο εξής θα αναφέρεται σε παρένθεση και με χρώμα θαλασσί μόνο ο αριθμός του υποκεφαλαίου από τον Οδηγό *Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, August 2006*.

5.7 Συνεχής παρακολούθηση της κατανάλωσης νερού και ενέργειας, των ποσοτήτων παραγωγής αποβλήτων και της αποτελεσματικότητας των μέτρων ελέγχου μέσω μετρήσεων ή/και οπτικής επιθεώρησης (4.1.6.7).

6. Η υλοποίηση ενός συστήματος παρακολούθησης και επισκόπησης των επιπέδων καταναλώσεων και εκπομπών (τόσο σε επίπεδο διεργασίας όσο και σε συνολικό επίπεδο) με στόχο την επίτευξη βέλτιστων τιμών. Παραδείγματα παραμέτρων προς παρακολούθηση είναι: η ενεργειακή κατανάλωση, η κατανάλωση νερού, ο όγκος παραγομένων υγρών αποβλήτων, οι εκπομπές στον αέρα και στο νερό, η παραγωγή στερεών αποβλήτων, η παραγωγή προϊόντων και υποπροϊόντων, η κατανάλωση επικίνδυνων ουσιών και η συχνότητα και σοβαρότητα τυχαίων εκπομπών και διαρροών. Για περισσότερη πληροφορία υπάρχει η σχετική έκθεση με τίτλο: “Reference Document on the General Principles of Monitoring, July 2003” (EMΠ, 2014α) (Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

7. Η κατάρτιση και διατήρηση αναλυτικού σημειωματάρου καταγραφής των εισροών και εκροών από όλα τα στάδια των διεργασιών από την παραλαβή των πρώτων υλών μέχρι τη διανομή των τελικών προϊόντων και τις μονάδες διαχείρισης αποβλήτων (4.1.6.2).

8. Η εφαρμογή προγραμματισμού κατά την παραγωγική διαδικασία με σκοπό την ελαχιστοποίηση στην παραγωγή αποβλήτων και στη συχνότητα των εκπλύσεων/καθαρισμών (4.1.7.1).

9. Η μεταφορά στερεών πρώτων υλών, προϊόντων, παραπροϊόντων, υποπροϊόντων και αποβλήτων να γίνεται κατά το δυνατό σε ξηρή μορφή. Για τον λόγο αυτό συνίσταται η χρήση μεταφορικών ταινιών για τη μεταφορά των υλικών κατά την παραγωγή (4.1.7.4).

10. Η ελαχιστοποίηση του χρόνου αποθήκευσης υλικών που μπορεί να αλλοιωθεί η σύστασή τους (4.1.7.3).

11. Ο διαχωρισμός των εκροών προκειμένου να επιτευχθεί βέλτιστη χρήση, επαναχρησιμοποίηση, ανάκτηση, ανακύκλωση και διάθεση (και ελαχιστοποίηση παραγωγής υγρών αποβλήτων) (4.1.7.6, 4.1.6, 4.1.7.7, 4.7.1.1, 4.7.2.1, 4.7.5.1 και 4.7.9.1).

12. Η πρόληψη ρήψης υλικών στο δάπεδο π.χ. με τη χρήση σωστά τοποθετημένων προστατευτικών, λεκανών συλλογής, κατάλληλων δαπέδων κτλ (4.1.7.6).

13. Η βελτιστοποίηση του διαχωρισμού των ρευμάτων νερού για τη βελτιστοποίηση της επαναχρησιμοποίησης και της διαχείρισης (4.1.7.8).

14. Η χωριστή συλλογή των ρευμάτων νερού, όπως των συμπυκνωμάτων και του νερού ψύξης, με στόχο τη βέλτιστη επαναχρησιμοποίηση (4.1.7.8).

15. Η αποφυγή χρήσης περισσότερης ενέργειας από αυτή που χρειάζεται για διεργασίες θέρμανσης και ψύξης, χωρίς φυσικά να ελλοχεύει ο οποιοσδήποτε κίνδυνος για το προϊόν (4.1.7.9).

16. Η εφαρμογή και διατήρηση του χώρου παραγωγής σε τάξη και καθαρό (4.1.7.11).

17. Η ελαχιστοποίηση του θορύβου από τα οχήματα (4.1.7.12).

18. Η εφαρμογή μεθόδων αποθήκευσης και χειρισμού σύμφωνα με την έκθεση αναφοράς αποθήκευσης. Για περισσότερη πληροφορία υπάρχει η σχετική έκθεση με τίτλο: “Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage, 2006⁵”. Επιπλέον, μέθοδοι ελέγχου μπορεί να γίνουν απαιτητοί προκειμένου να καλύπτονται τα πρότυπα υγιεινής και ασφάλειας τροφίμων.

⁴ Διαθέσιμο σε: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/mon_bref_0703.pdf

⁵ Διαθέσιμο σε: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/esb_bref_0706.pdf

19. Η βελτιστοποίηση και χρήση μεθόδων ελέγχου των διεργασιών π.χ. για την πρόληψη και ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και ενέργειας και παραγωγής αποβλήτων (4.1.8) και συγκεκριμένα:

19.1 Στις περιπτώσεις που εφαρμόζονται θερμικές διεργασίες ή/και λαμβάνει χώρα αποθήκευση ή μεταφορά υλικών σε κρίσιμες θερμοκρασίες ή σε κρίσιμα θερμοκρασιακά εύρη, θα πρέπει να ελέγχεται η θερμοκρασία με ειδική μέτρηση και να γίνονται διορθώσεις όταν απαιτείται (4.1.8.1).

19.2 Στις περιπτώσεις που λαμβάνει χώρα άντληση ή διακίνηση υλικών, θα πρέπει να ελέγχεται η παροχή ή/και το επίπεδο άντλησης με ειδική μέτρηση της πίεσης (4.1.8.2) ή/και ειδική μέτρηση της παροχής (4.1.8.4) ή/και μέτρηση της στάθμης (4.1.8.3) και μέσω χρήσης συσκευών ελέγχου όπως π.χ. βαλβίδες (4.1.8.7).

19.3 Στις περιπτώσεις που λαμβάνει χώρα αποθήκευση υγρών ή αντίδραση σε δεξαμενές ή αντιδραστήρες είτε κατά την παραγωγική διαδικασία είτε κατά τον καθαρισμό, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αισθητήρες ανίχνευσης στάθμης και αισθητήρες μέτρησης της στάθμης (4.1.8.3).

19.4 Η χρήση αναλυτικών τεχνικών μέτρησης και ελέγχου για τη μείωση των αποβλήτων των υλικών και του νερού και τη μείωση της παραγωγής αποβλήτων κατά την παραγωγική διαδικασία και τον καθαρισμό και ιδίως:

19.4.1 Η μέτρηση του pH για τον έλεγχο της οξύτητας/αλκαλικότητας και ο έλεγχος των ρευμάτων υγρών αποβλήτων προκειμένου να ελέγχεται η ανάμιξη και η εξουδετέρωση πριν από την περαιτέρω διαχείριση ή απόρριψη (4.1.8.5.1).

19.4.2 Η μέτρηση της αγωγιμότητας για τον έλεγχο των διαλυτών στερεών πριν από την επαναχρησιμοποίηση και ο εντοπισμός της συγκέντρωσης των απορρυπαντικών πριν από τη χρήση των απορρυπαντικών (4.1.8.5.2).

19.4.3 Στις περιπτώσεις υγρών που εμφανίζουν θολρότητα λόγω της παρουσίας αιωρούμενων στερεών, θα πρέπει να μετράται η θολότητα προκειμένου να διασφαλίζεται η ποιότητα του νερού της διεργασίας και να βελτιστοποιείται τόσο η ανάκτηση υλικών από το νερό όσο και η επαναχρησιμοποίηση του νερού (4.1.8.5.3).

20. Η χρήση οργάνων παροχής νερού αυτόματου κλεισίματος και ανοίγματος προκειμένου να γίνεται παροχή νερού μόνο όταν χρειάζεται (4.1.8.6).

21. Η επιλογή πρώτων και βοηθητικών υλών που ελαχιστοποιούν την παραγωγή αποβλήτων και την παραγωγή επικίνδυνων εκπομπών στον αέρα και το νερό (4.1.9.1 και 4.1.9.2).

22. Η εδαφική διάθεση των εκροών από βιομηχανίες τροφίμων στις περιπτώσεις που αυτό επιτρέπεται από τη σχετική νομοθεσία (4.1.6.) (ΕΜΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

Συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης

Τα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (ΣΠΔ) αφορούν ένα σύνολο μεθόδων & διαδικασιών (οργανωτική δομή, υπευθυνότητες, πρακτικές, πόροι κ.λπ.) για την εφαρμογή της περιβαλλοντικής διαχείρισης & τη διατήρηση της πολιτικής που έχει υιοθετήσει μια επιχείρηση. Πρακτικά οι επιχειρήσεις, μέσω ΣΠΔ, μπορούν να:

- Επιδείξουν συμμόρφωση με τους θεσπισμένους νόμους

- Επιτύχουν τον έλεγχο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δραστηριοτήτων τους
- Να κερδίσουν ένα συγκριτικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα
- Να βελτιώσουν βελτίωση την περιβαλλοντική τους επίδοση, μέσω ελέγχων & περιοδικών αξιολογήσεων

Τα οφέλη που αποκομίζουν οι επιχειρήσεις υιοθετώντας συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι:

- ✓ περιβαλλοντικής φύσεως, αφού επιτυγχάνεται καλύτερη διαχείριση περιβαλλοντικών θεμάτων με βελτίωση περιβαλλοντικής επίδοσης και μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- ✓ επιχειρησιακής φύσεως, αφού επιτυγχάνεται σύνδεση των περιβαλλοντικών και των επιχειρηματικών στόχων με ταυτόχρονη βελτίωση του τομέα οργάνωσης και της αποδοτικότητας των λειτουργιών. Παράλληλα βελτιώνεται η κατάρτιση του ανθρώπινου προσωπικού, ενώ ενισχύεται η ευαισθητοποίηση σε περιβαλλοντικά θέματα, αναπτύσσεται το αίσθημα ευθύνης και μειώνεται ο κίνδυνος πρόκλησης ατυχημάτων.
- ✓ οικονομικής φύσεως, αφού επιτυγχάνεται μείωση των δαπανών είτε από τυχόν επιβολή περιβαλλοντικών προστίμων είτε από την ορθολογική διαχείριση πόρων & εξοικονόμηση ενέργειας κατά την παραγωγική διαδικασία.
- ✓ η ενίσχυση της θέσεως της επιχείρησης στην ευρύτερη αγορά, αφού ενισχύεται η επιχειρηματική της στρατηγική, προβάλλεται ως επιχείρηση που μέριμνα για το περιβάλλον και την κοινωνική ευθύνη, ανταποκρίνεται στην περιβαλλοντική ευαισθησία των καταναλωτών και βελτιώνει τις σχέσεις της με τις τοπικές και λοιπές αρμόδιες αρχές (EBEA, 2015).

Η υιοθέτηση και συστηματική εφαρμογή ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης που λαμβάνει υπόψη του τα ακόλουθα, αποτελεί ΒΔΤ:

- Ορισμός περιβαλλοντικής πολιτικής για την εγκατάσταση από τα ηγετικά στελέχη της βιομηχανίας. Η δέσμευση της διοίκησης αποτελεί βασικό προαπαιτούμενο για την επιτυχή εφαρμογή ενός ΣΠΔ.
- Σχεδιασμός και καθορισμός των αναγκαίων διαδικασιών
- Υλοποίηση των διαδικασιών με ιδιαίτερη έμφαση στα ακόλουθα:
 - Δομή και υπευθυνότητες
 - Εκπαίδευση, ευαισθητοποίηση και ανάπτυξη ικανοτήτων
 - Επικοινωνία
 - Ανάμειξη του προσωπικού
 - Τεκμηρίωση
 - Αποτελεσματικός έλεγχος της διαδικασίας
 - Προγράμματα συντήρησης
 - Πρόγραμμα ετοιμότητας και ανταπόκρισης
 - Πρόγραμμα συμμόρφωσης

- Διαφύλαξη της περιβαλλοντικής νομοθεσίας
- Έλεγχος των επιδόσεων και υιοθέτηση διορθωτικών κινήσεων, με ιδιαίτερη έμφαση στα ακόλουθα:
 - Έλεγχος και μετρήσεις
 - Διορθωτικές και προληπτικές δράσεις
 - Σωστή διατήρηση των αρχείων
 - Έλεγχος από ανεξάρτητη (όπου είναι εφικτό) αρχή προκειμένου για να καθοριστεί εάν ή όχι το ΣΠΔ συμμορφώνεται με τα προβλεπόμενα και τελεί τους σκοπούς του
- Αναθεώρηση από τη διοίκηση (ΕΜΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

Συνεργασία με κλάδους στα ανάντη και κατάντη

Όλες οι επιχειρήσεις μεταποίησης τροφίμων, συμπεριλαμβανομένης της γεωργίας, μπορεί να έχει για περιβαλλοντικές επιπτώσει, είτε στις ανάντη είτε στις κατάντη δραστηριότητες. Μέσω των ΒΔΤ επιδιώκεται η συνεργασία μεταξύ των εταιρών, η δημιουργία μιας αλυσίδας περιβαλλοντικής ευθύνης, η ελαχιστοποίηση της ρύπανσης και η προστασία του περιβάλλοντος ως συνόλου, π.χ. με την προσφορά νωπών υλικών την κατάλληλη στιγμή ώστε να ελαχιστοποιούνται τόσο η ενέργεια που απαιτείται για την αποθήκευσή τους όσο και τα απόβλητα και η δυσσομία που συνδέονται με την αποσύνθεσή τους (4.1.7.2, 4.1.7.3, 4.1.7.12, 4.1.9.1, 4.2.1.1, 4.2.4.1 και 4.7.2.3) (ΕΜΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

Καθαρισμός του εξοπλισμού και της εγκατάστασης

Ο καθαρισμός του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων των βιομηχανιών τροφίμων και ποτών γίνεται πολύ συχνά προκειμένου να επιτευχθεί η υψηλού επιπέδου καθαριότητα όπως απαιτείται για λόγους υγιεινής και ασφάλειας. Στόχος είναι η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης και μόλυνσης του νερού, παραγωγής αποβλήτων, κατανάλωσης ενέργειας, χρησιμοποιούμενων απορρυπαντικών και της συνακόλουθης επιβάρυνσης του περιβάλλοντος.

Σε όλες τις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών ως ΒΔΤ θεωρούνται τα ακόλουθα:

1. Η συχνή απομάκρυνση υπολειμμάτων πρώτων υλών μετά από κάθε διεργασία και ο καθαρισμός της περιοχής που αποθηκεύονται τα υλικά (4.3.10).
2. Η ύπαρξη και χρήση ειδικών διάτρητων διατάξεων/εξαρτημάτων (catchpots) με σκοπό να διασφαλισθεί ότι γίνεται κατακράτηση στερεών και έτσι αποφεύγεται η παράσυρσή τους στα υγρά απόβλητα. Οι εν λόγω διατάξεις τοποθετούνται πριν από τα διάτρητα πατώματα σε ένα εργοστάσιο και πρέπει να καθαρίζονται συχνά (4.3.1.1).
3. Η βελτιστοποίηση χρήσης στεγνού καθαρισμού (συμπεριλαμβανομένου και του κενού) για τον καθαρισμό του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων (4.3.1, 4.7.1.2, 4.7.2.2, 4.7.5.2 και 4.7.9.2) πριν από τη χρήση υγρού καθαρισμού, στις περιπτώσεις όπου ο υγρός καθαρισμός απαιτείται για λόγους υγιεινής.
4. Η εφαρμογή σταδίου μουλιάσματος για τα δάπεδα και τον εξοπλισμό προκειμένου να μαλακώσουν και να απομακρυνθούν ευκολότερα τυχόν ακαθαρσίες πριν από τον υγρό καθαρισμό (4.3.2).

5. Η σωστή διαχείριση και η κατά το δυνατό ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού, ενέργειας και απορρυπαντικών (4.3.5).
6. Η εφαρμογή ρυθμιζόμενων εκτοξευτήρων νερού στις μάνικες παροχής νερού (4.3.6).
7. Η παροχή νερού με ελεγχόμενη πίεση μέσω ακροφυσίων (4.3.7.1).
8. Η βελτιστοποίηση της εφαρμογής της επαναχρησιμοποίησης του θερμού νερού που προέρχεται από την ψύξη π.χ. για τον καθαρισμό (4.7.5.17).
9. Η επιλογή και χρήση καθαριστικών και απολυμαντικών χημικών που προκαλούν την ελάχιστη περιβαλλοντική επιβάρυνση επιτυγχάνοντας παράλληλα τα επιθυμητά επίπεδα υγιεινής (4.3.8, 4.3.8.1 και 4.3.8.2).
10. Η εφαρμογή «επιτόπου καθαρισμού» (*Clean in Place, CIP*) για εξοπλισμό κλειστών κυκλωμάτων και δεξαμενών (*closed process equipment and tanks*) (4.3.9) και η διασφάλιση ότι χρησιμοποιείται ορθώς μέσω π.χ. μετρήσεων της θολότητας (4.1.8.5.3), της αγωγιμότητας (4.1.8.5.2), ή του pH (4.1.8.5.1) και η αυτόματη προσθήκη χημικών με χρήση δοσομετρικών αντλιών για την επίτευξη της επιθυμητής συγκέντρωσης (4.3.9).
11. Η εφαρμογή συστημάτων CIP μίας χρήσης (*single-use systems*) για μικρά εργοστάσια ή για τις περιπτώσεις εκείνες που το υγρό καθαριστικό επιβαρύνεται πολύ όπως π.χ. στα εργοστάσια UHT καθώς και το προκαταρκτικό πλύσιμο των εξατμιστήρων και των ξηραντήρων ψεκασμού (*spray driers*) (4.3.9).
12. Η χρήση δεξαμενής εξουδετέρωσης/εξיסορρόπησης στις περιπτώσεις που υπάρχουν διακυμάνσεις στις τιμές pH των χρησιμοποιημένων διαυγρών αποβλήτων από το CIP (4.5.2.4).
13. Η ελαχιστοποίηση της χρήσης του EDTA (4.3.8, 4.3.8.2, 4.3.8.2.2, 4.3.8.2.3 και 4.3.8.2.5).
14. Η αποφυγή χρήσης οξειδωτικών βιοκτόνων που περιέχουν αλογόνα, εκτός των περιπτώσεων που η χρήση εναλλακτικών δεν είναι αποτελεσματική (4.3.8.1, 4.5.4.8, 4.5.4.8.1 και 4.5.4.8.2) (ΕΜΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

4.1.5.2 Επιπρόσθετες ΒΔΤ για συγκεκριμένες διεργασίες και μονάδων διεργασιών (processes and unit operations) που πραγματοποιούνται σε διάφορες βιομηχανίες τροφίμων

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται ορισμένες επιπρόσθετες ΒΔΤ που αφορούν συγκεκριμένες διεργασίες ή μονάδες διεργασιών. Οι εν λόγω τεχνικές αποτελούν βέλτιστη επιλογή στις περιπτώσεις που οι αντίστοιχες διεργασίες εντοπίζονται στις βιομηχανίες.

Πίνακας 19: Επιπρόσθετες ΒΔΤ για συγκεκριμένες διεργασίες στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών (Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006) (ΕΜΠ, 2014α)

ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ή ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΒΔΤ
Παραλαβή/αποστολή υλικών (<i>Materials reception/despatch</i>)	Όταν τα οχήματα είναι σταθμευμένα και κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση, σβήστε τον κινητήρα του οχήματος και τη μονάδα ψυγείου, εάν υπάρχει και να παρέχεται μια εναλλακτική πηγή ενέργειας (4.2.1.1)
Φυγοκέντρηση/διαχωρισμό (<i>Centrifugation/separation</i>)	Η χρήση φυγοκεντρικών συστημάτων προκειμένου να ελαχιστοποιούνται οι απορρίψεις του προϊόντος στο ρεύμα των αποβλήτων (4.2.3.1)
Έψηση (<i>Smoking</i>)	Η επίτευξη αέριων εκπομπών TOC <50 mg/Nm ³ (3.3.1.2.2 και 4.3.11.1).
Τηγάνισμα (<i>Frying</i>)	Η ανακυκλοφορία και καύση των απαιριών (4.2.7.1)
Διατήρηση σε κονσέρβες, φιάλες και βάζα (<i>Preservation in cans, bottles and jars</i>)	1. Η χρήση αυτοματοποιημένων συστημάτων πλήρωσης κλειστού κυκλώματος (4.2.8.2) 2. Η χρήση δεξαμενών έκπλυσης με σύστημα επίπλευσης για την ανάκτηση των ελαίων για τις περιπτώσεις πλύσεων δοχείων όπως για τρόφιμα σε κονσέρβα με φυτικά έλαια ή για λιπαρά τρόφιμα (4.2.8.3)
Εξάτμιση (<i>Evaporation</i>)	1. Η χρήση εξατμιστήρων πολλαπλών βαθμίδων (4.2.9.1)
Κατάψυξη και ψύξη (<i>Freezing and refrigeration</i>)	1. Η πρόληψη των εκπομπών ουσιών που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος, π.χ. ο περιορισμός στη χρήση των αλογονωμένων ουσιών ως ψυκτικών μέσων (4.1.9.3) 2. Η αποφυγή ψυχρότερων συνθηκών κατά τον κλιματισμό και την ψύξη από όσο χρειάζεται (4.2.15.1) 3. Η βελτιστοποίηση της πίεσης συμπίκνωσης (4.2.11.2) 4. Η συστηματική απόψυξη όλου του συστήματος (4.2.15.3) 5. Η διατήρηση καθαρών των συμπυκνωτών (4.2.11.3) 6. Η εισαγωγή κρύου αέρα που εισχωρεί στους συμπυκνωτές (4.2.11.3) 7. Η βελτιστοποίηση της θερμοκρασίας συμπίκνωσης (4.2.11.3) 8. Η χρήση αυτόματης απόψυξης των εξατμιστήρων ψύξης (4.2.15.5) 9. Η λειτουργία χωρίς αυτόματη απόψυξη σε περιπτώσεις που η διακοπή της παραγωγής είναι μικρή (4.2.11.7) 10. Η ελαχιστοποίηση απωλειών εξαερισμού από δωμάτια ψύξης και ψυκτικές αποθήκες (4.2.15.2)
Ψύξη (<i>Cooling</i>)	1. Η βελτιστοποίηση της λειτουργίας των συστημάτων ψύξης νερού για να αποφευχθεί η υπερβολική απόρριψη του πύργου ψύξης (4.1.5) 2. Η εγκατάσταση μίας πλάκας εναλλάκτη θερμότητας για την πρόψυξη του επιστρεφόμενου ύδατος από πάγους με χρήση αμμωνίας πριν την τελική ψύξη σε μια δεξαμενή συσσώρευσης υδάτων από πάγους με χρήση σπειρωτού εξατμιστήρα (4.2.10.1) 3. Η ανάκτηση θερμότητας από τον εξοπλισμό ψύξης (4.2.13.5)
Συσκευασία (<i>Packing</i>)	1. Η βελτιστοποίηση του σχεδιασμού της συσκευασίας, συμπεριλαμβανομένου του βάρους και του όγκου του υλικού και το ανακυκλωμένο περιεχόμενο, για να μειωθεί η ποσότητα που χρησιμοποιείται και για την ελαχιστοποίηση των αποβλήτων (4.2.12.2) 2. Η αγορά υλικών χύδην (4.1.7.2) 3. Η διαλογή στην πηγή των υλικών συσκευασίας (4.2.12.3) 4. Η ελαχιστοποίηση του ξεχειλίσματος του προϊόντος κατά τη συσκευασία

ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ή ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΒΔΤ
	(4.2.12.6).
Παραγωγή και χρήση ενέργειας <i>(Energy generation and use)</i>	1. Η εφαρμογή συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, ια εγκαταστάσεις όπου κρίνεται σκόπιμο όπως π.χ. σε γαλακτοβιομηχανίες, ζυθοποιεία και μονάδες παραγωγής ζάχαρης και αμύλου, (4.2.13.1) 2. Η χρήση αντλιών θερμότητας για την ανάκτηση θερμότητας από διάφορες πηγές (4.2.13.4) 3. Το κλείσιμο των συσκευών όταν δεν χρησιμοποιούνται (4.2.13.6) 4. Η ελαχιστοποίηση των φορτίων σε κινητήρες (4.2.13.7) 5. Η ελαχιστοποίηση των απωλειών στους κινητήρες (4.2.13.8) 6. Η χρήση μεταβλητής ταχύτητας για να μειωθεί το φορτίο στους ανεμιστήρες και αντλίες (4.2.13.10) 7. Η εφαρμογή θερμικής μόνωσης, π.χ. σωλήνων, δεξαμενών και εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά, την αποθήκευση ή την επεξεργασία ουσιών πάνω ή κάτω από θερμοκρασία περιβάλλοντος και στον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για τις διαδικασίες που αφορούν στη θέρμανση και ψύξη (4.2.13.3) 8. Η εφαρμογή ρυθμιστών στροφών για τους κινητήρες (4.2.13.9).
Χρήση νερού <i>(Water use)</i>	1. Εάν χρησιμοποιείται υπόγειο νερό, να αντλείται μόνο η απαιτούμενη ποσότητα (4.2.14.1).
Συστήματα συμπιεσμένου αέρα <i>(Compressed air systems)</i>	1. Ο έλεγχος του επίπεδου της πίεσης λειτουργίας και η ελάττωση της όταν είναι απαραίτητο (4.2.16.1) 2. Η βελτιστοποίηση της θερμοκρασίας αέρα εισόδου (4.2.16.2) 3. Η εφαρμογή σιγαστήρων στις εισόδους αέρα και τα καυσάερια, για να επιτευχθεί μείωση των επιπέδων θορύβου (4.2.16.3).
Συστήματα ατμού <i>(Steam systems)</i>	1. Η μεγιστοποίηση συμπυκνώματος που ανακυκλώνεται (4.2.17.1) 2. Η ανάκτηση της αισθητής θερμότητας συμπυκνωμάτων με τη δέσμευση του ατμού εκτονώσεως (4.2.17.2) 3. Η απομόνωση αχρησιμοποίητων σωληνώσεων (4.2.17.3) 4. Η βελτιστοποίηση ατμοπαγίδων (4.1.5) 5. Η επισκευή διαρροών ατμού (4.1.5) 6. Η ελαχιστοποίηση απορρίψεων του λέβητα (4.2.17.4)

Ελαχιστοποίηση αερίων εκπομπών

Στις βιομηχανίες τροφίμων οι αέριες εκπομπές δεν είναι τόσο έντονες, ωστόσο συστήνονται ΒΔΤ, για την ελαχιστοποίησή τους. Στις εν λόγω βιομηχανίες αέριες εκπομπές προέρχονται κυρίως κατά τη διεργασία ξήρανσης των υλικών, κατά τη διάρκεια καθαρισμού των υλικών ή του εξοπλισμού και κατά την έκλυση καυσαερίων όταν εμπλέκεται ανάλογη διεργασία.

Για την ελαχιστοποίηση των αερίων εκπομπών ΒΔΤ είναι:

1. Η εφαρμογή και διατήρηση στρατηγικής ελέγχου των εκπομπών στον αέρα (4.4.1) που θα περιλαμβάνει:

1.1 Καθορισμός του προβλήματος (4.4.1.1 και 4.4.1.1.1)

1.2 Η συστηματική καταγραφή των εκπομπών, συμπεριλαμβανομένων συμβάντων μη φυσιολογικής λειτουργίας (4.4.1.2 και 4.4.1.2.1)

1.3 Η μέτρηση των βασικών εκπομπών (4.4.1.3, 4.4.1.3.1)

1.4. Η αξιολόγηση και η επιλογή τεχνικών ελέγχου των εκπομπών του αέρα (4.4.1.4)

2. Η συλλογή των καυσαερίων, οσμών και σκόνης στην πηγή (4.4.3.2) και η οδήγησή τους για κατάλληλη επεξεργασία ή μείωση (4.4.3.3)
3. Η βελτιστοποίηση της εκκίνησης και διακοπής της λειτουργίας των διαδικασιών για τον εξοπλισμό μείωσης των εκπομπών αέρα για να εξασφαλιστεί ότι λειτουργούν αποτελεσματικά (4.4.3.1)
4. Η εφαρμογή τεχνικών που να επιτυγχάνουν επίπεδα εκπομπών των 5-20 mg/Nm³ για ξηρή σκόνη, 35-60 mg/Nm³ για υγρή / κολλώδη σκόνη και < 50 mg/Nm³ TOC, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά.
5. Η καταπολέμηση των οσμών (EMΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

Διαχείριση υγρών αποβλήτων

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων αποτελεί μια τεχνική στο τέλος της διεργασίας (*end-of-riple*) για την πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης των υδάτων.

Υγρά απόβλητα μπορούν να προκύψουν από διάφορες πηγές, τόσο ως αποτέλεσμα της κατανάλωσης νερού κατά την επεξεργασία και τον καθαρισμό όσο και κατά την ξήρανση των υλικών που χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών.

Αρχικά, θα πρέπει να γίνεται εφαρμογή ολοκληρωμένων λύσεων που να επιτυγχάνουν την ελαχιστοποίηση τόσο της κατανάλωσης όσο και της ρύπανσης του νερού και στη συνέχεια να ακολουθεί η επιλογή των τεχνικών επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, ΒΔΤ είναι:

1. Η εφαρμογή αρχικού εσχαρισμού των στερεών (4.5.2.1)
2. Η απομάκρυνση λιπών με παγίδα λίπους (4.5.2.2) (ειδικά για τις περιπτώσεις ζωικών ή φυτικών λιπών)
3. Η εφαρμογή εξισορρόπησης ροής και φορτίου (4.5.2.3)
4. Η εφαρμογή εξουδετέρωση (4.5.2.4) σε ισχυρά όξινα ή αλκαλικά υγρά απόβλητα
5. Η εφαρμογή καθίζησης (4.5.2.5)
6. Η εφαρμογή μονάδα επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (4.5.2.6)
1. Η εφαρμογή αερόβιας ή αναερόβιας βιολογικής επεξεργασίας (4.5.3.1 έως 4.5.3.3.2)
8. Η χρήση του παραγόμενου CH₄ κατά τη διάρκεια της αναερόβιας χώνευσης για την παραγωγή θερμότητας ή / και ηλεκτρικής ενέργειας (4.5.3.2)

Βάσει του έγγραφου αναφοράς, τυπικές τιμές επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων δίνονται στον ακόλουθο πίνακα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές αυτές είναι ενδεικτικές και διαμορφώνονται ανάλογα με την εκάστοτε ισχύουσα νομοθεσία για κάθε χώρα. Ο τελικός βαθμός καθαρισμού/επεξεργασίας στον οποίο θα προχωρήσει μία συγκεκριμένη εγκατάσταση εξαρτάται από τον καθορισμό της χρήσης του αποδέκτη και τις (νομικές) απαιτήσεις που ισχύουν για την απόρριψη σε αυτόν (όρια εκπομπής ανά παράμετρο) (EMΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

Πίνακας 20: Ενδεικτικές τιμές παραμέτρων μετά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων για τις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών (Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (mg/L)
Biological Oxygen Demand (BOD)	<25
Chemical Oxygen Demand (COD)	<125
Total Suspended Solids (TSS)	<50
pH	6 - 9
Λίπη και έλαια	<10
Ολικό Άζωτο (TN)	<10
Ολικός Φώσφορος (TP)	0.4 - 5

Όταν απαιτείται περαιτέρω επεξεργασία είτε για την επίτευξη αυτών των επιπέδων είτε για την κάλυψη ειδικών ορίων απαλλαγής, οι ακόλουθες τεχνικές είναι διαθέσιμες:

9. Η απομάκρυνση αζώτου βιολογικά (4.5.4.1 και 4.5.4.7)
10. Η εφαρμογή καταβύθισης προς απομάκρυνση του φωσφόρου (4.5.2.9), ταυτόχρονα με την επεξεργασία ιλύος, όπου εφαρμόζεται (4.5.3.1.1)
11. Η εφαρμογή περαιτέρω διήθησης της επεξεργασμένης εκροής (4.5.4.5)
12. Η απομάκρυνση των επικίνδυνων και των επικίνδυνων ουσιών προτεραιότητας (4.5.4.4)
13. Η εφαρμογή διήθηση μέσω μεμβρανών (4.5.4.6) (EMΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006)

Όταν η ποιότητα των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων είναι κατάλληλη για επαναχρησιμοποίηση, ΒΔΤ είναι τα εξής:

14. Η επαναχρησιμοποίηση του νερού αφού έχει αποστειρωθεί και απολυμανθεί, αποφεύγοντας τη χρήση του ενεργού χλωρίου (4.5.4.8, 4.5.4.8.1 και 4.5.4.8.2), και το οποίο πληροί τις προδιαγραφές της Οδηγίας 98/83/ΕΚ, όπως τροποποιήθηκε.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι συνιστώμενες ανά περίπτωση τεχνολογίες διαχείρισης των υγρών αποβλήτων.

Πίνακας 21: Τεχνολογίες αντιμετώπισης υγρών αποβλήτων (EMΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006)

ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
Συστήματα προεπεξεργασίας ή πρωτογενούς επεξεργασίας	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Δεξαμενές εξισορρόπησης/ομογενοποίησης ❖ Εξουδετέρωση/Ρύθμιση pH ❖ Μηχανικός Καθαρισμός/Εσχάρωση και Λεπτό Κοσκίνισμα ❖ Εξάμωση (Αμμοσυλλέκτης) ❖ Λιποσυλλογή - Ελαιδιαχωριστήρες ❖ Επίπλευση ❖ Πρωτοβάθμια Καθίζηση

ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Αερόβια Συστήματα <ul style="list-style-type: none"> ○ Αντιδραστήρες Ενεργού Ιλύος ○ Βιολογικά Φίλτρα (Χαλικοδουλιστήρια και Βιολογικοί Πύργοι), Βιολογικός Δίσκος ❖ Αναερόβια Συστήματα ❖ Απλά Συστήματα (Σηπτικές Δεξαμενές, Δεξαμενές Καθίζησης Imhoff) ❖ Δεξαμενές (Λίμνες) Σταθεροποίησης (Δεξαμενές Σταθεροποίησης και Οξείδωσης, Αεριζόμενες Δεξαμενές)
Συστήματα χημικής επεξεργασίας	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Χημική Οξείδωση και Αναγωγή ❖ Οξείδωση με Υγρό Αέρα ❖ Χημική Κατακρήμιση (Κροκίδωση – Καθίζηση)
Συστήματα φυσικής επεξεργασίας	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Προσρόφηση ❖ Ιοντοεναλλαγή ❖ Διαχωρισμός με Εκλεκτικές Μεμβράνες ❖ Απογύμνωση Ατμού
Συστήματα επεξεργασίας / διάθεσης στο έδαφος	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Επιφανειακή απορροή ❖ Μέθοδος Φιλτραρίσματος-Διήθησης ❖ Άρδευσης με ψεκασμό
Διερργασίες αντιμετώπισης διαλελυμένων βιοαποικοδομήσιμων υλικών (BOD/COD) <u>Ουσίες που έχουν αρνητική επίδραση στο ισοζύγιο του διαλυμένου οξυγόνου και που μετράται με παραμέτρους όπως BOD, COD.</u>	<p>Συστήματα προεπεξεργασίας ή πρωτογενούς επεξεργασίας</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Δεξαμενές εξισορρόπησης/ομογενοποίησης ❖ Εξουδετέρωση/Ρύθμιση pH ❖ Μηχανικός Καθαρισμός/Εσχάρωση και Λεπτό Κοσκίνισμα ❖ Εξάμμιση (Αμμοσυλλέκτης) ❖ Λιποσυλλογή – Ελαιοδιαχωριστήρες ❖ Επίπλευση ❖ Πρωτοβάθμια Καθίζηση <p>Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Αερόβια Συστήματα ❖ Αντιδραστήρες Ενεργού Ιλύος ❖ Βιολογικά Φίλτρα (Χαλικοδουλιστήρια και Βιολογικοί Πύργοι), Βιολογικός Δίσκος ❖ Αναερόβια Συστήματα ❖ Απλά Συστήματα (Σηπτικές Δεξαμενές, Δεξαμενές Καθίζησης Imhoff) ❖ Δεξαμενές (Λίμνες) Σταθεροποίησης (Δεξαμενές Σταθεροποίησης και Οξείδωσης, Αεριζόμενες Δεξαμενές) <p>Συστήματα χημικής επεξεργασίας</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Χημική Οξείδωση και Αναγωγή ❖ Οξείδωση με Υγρό Αέρα ❖ Χημική Κατακρήμιση (Κροκίδωση – Καθίζηση) <p>Συστήματα φυσικής επεξεργασίας</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Προσρόφηση

ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ιοντοεναλλαγή ❖ Διαχωρισμός με Εκλεκτικές Μεμβράνες ❖ Απογύμνωση Ατμού <p>Συστήματα επεξεργασίας / διάθεσης στο έδαφος</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Επιφανειακή απορροή ❖ Μέθοδος Φιλτραρίσματος-Διήθησης <p>Άρδευσης με ψεκασμό</p>
<p>Διεργασίες αντιμετώπισης αιωρούμενων σωματιδίων (και σε αιωρούμενη μορφή βιοαποικοδομήσιμων υλικών (BOD/COD))</p> <p><u>Αιωρούμενες Ουσίες</u></p>	<p>Συστήματα προεπεξεργασίας ή πρωτογενούς επεξεργασίας</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Μηχανικός Καθαρισμός/Εσχάρωση και Λεπτό Κοσκίνισμα ❖ Εξάμμωση (Αμμοσυλλέκτης) ❖ Λιποσυλλογή – Ελαιοδιαχωριστήρες ❖ Επίπλευση ❖ Πρωτοβάθμια & Δευτροβάθμια Καθίζηση <p>Φυγοκέντρωση</p>
<p>Διεργασίες αντιμετώπισης ελεύθερων ελαίων / λιπών / λιπαρών ουσιών</p>	<p>Συστήματα προεπεξεργασίας ή πρωτογενούς επεξεργασίας</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Λιποσυλλογή – Ελαιοδιαχωριστήρες ❖ Επίπλευση <p>Φυγοκέντρωση</p>
<p>Διεργασίες αντιμετώπισης γαλακτοποιημένων (emulsified) ελαίων / λιπών / λιπαρών ουσιών</p> <p><u>Ουσίες που έχουν αρνητική επίδραση στο ισοζύγιο του διαλυμένου οξυγόνου και που μετράται με παραμέτρους όπως BOD, COD)</u></p>	<p>Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Αναερόβια Συστήματα <p>Συστήματα χημικής επεξεργασίας</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Χημική Κατακρήμιση - Επίπλευση (Κροκίδωση – Επίπλευση - Καθίζηση)
<p>Διεργασίες αντιμετώπισης αζώτου και αμμωνίας</p> <p><u>Ουσίες που συμβάλλουν στον ευτροφισμό (ιδίως νιτρικά και φωσφορικά άλατα)</u></p>	<p>Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Αερόβια Συστήματα ❖ Αντιδραστήρες Ενεργού Ιλύος ❖ Βιολογικά Φίλτρα (Χαλικοδυλιστήρια και Βιολογικοί Πύργοι), Βιολογικός Δίσκος ❖ Δεξαμενές (Λίμνες) Σταθεροποίησης (Δεξαμενές Σταθεροποίησης και Οξείδωσης, Αεριζόμενες Δεξαμενές) <p>Συστήματα επεξεργασίας / διάθεσης στο έδαφος</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Επιφανειακή απορροή ❖ Μέθοδος Φιλτραρίσματος-Διήθησης ❖ Άρδευσης με ψεκασμό
<p>Διεργασίες αντιμετώπισης φωσφόρου</p> <p><u>Ουσίες που συμβάλλουν στον ευτροφισμό (ιδίως νιτρικά και φωσφορικά άλατα)</u></p>	<p>Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Αερόβια Συστήματα ❖ Αντιδραστήρες Ενεργού Ιλύος ❖ Βιολογικά Φίλτρα (Χαλικοδυλιστήρια και Βιολογικοί Πύργοι), Βιολογικός Δίσκος ❖ Αναερόβια Συστήματα ❖ Δεξαμενές (Λίμνες) Σταθεροποίησης (Δεξαμενές Σταθεροποίησης και Οξείδωσης, Αεριζόμενες Δεξαμενές)

ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
	Συστήματα χημικής επεξεργασίας ❖ Τριτοβάθμια Χημική Κατακρήμνιση (Κροκίδωση – Καθίζηση) Συστήματα επεξεργασίας / διάθεσης στο έδαφος ❖ Επιφανειακή απορροή ❖ Μέθοδος Φιλτραρίσματος-Διήθησης ❖ Άρδευσης με ψεκασμό
Διεργασίες αντιμετώπισης οξέων και βάσεων	Συστήματα προεπεξεργασίας ή πρωτογενούς επεξεργασίας ❖ Εξουδετέρωση/Ρύθμιση pH

Αναφορικά με τη διαχείριση της ιλύος, ΒΔΤ είναι:

15. Η σταθεροποίηση (4.5.6.1.2)

16. Η πάχυνση (4.5.6.1.3)

17. Η αφυδάτωση (4.5.6.1.4)

18. Η ξήρανση (4.5.6.1.5), στην περίπτωση που υπάρχει φυσική θέρμανση ή ανακτημένη θερμότητα από τις διεργασίες.

Για τη χρήση ή διάθεση της ιλύος δεν έχουν οριστεί ΒΔΤ.

Τυχαίες εκλύσεις

Σε γενικές γραμμές, για την πρόληψη των ατυχημάτων και την ελαχιστοποίηση της ζημίας τους για το περιβάλλον στο σύνολό του, ΒΔΤ είναι:

1. Ο προσδιορισμός δυνητικών ατυχημάτων / τυχαίων εκλύσεων που θα μπορούσαν να βλάψουν το περιβάλλον (4.6.1)
2. Η εκτίμηση της πιθανότητας των ενδεχομένων και ο τρόπος αντιμετώπισης δηλαδή να γίνει αξιολόγηση του κινδύνου (4.6.2)
3. Ο προσδιορισμός για ενδεχόμενα περιστατικά / τυχαίες εκλύσεις για τα οποία απαιτούνται πρόσθετοι έλεγχοι (4.6.3)
4. Η εφαρμογή των μέτρων για την πρόληψη των ατυχημάτων και την ελαχιστοποίηση της ζημίας τους για το περιβάλλον (4.6.4)
5. Η ανάπτυξη, η εφαρμογή και η δοκιμή ενός σχεδίου έκτακτης ανάγκης (4.6.5)
6. Η διερεύνηση όλων των ατυχημάτων και αυτών που αποτράπηκαν τελευταία στιγμή και η τήρηση σχετικών αρχείων για άντληση διδαγμάτων (4.6.6) (ΕΜΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

4.1.5.3 Πρόσθετες ΒΔΤ για σφαγεία, πτηνοσφαγεία και τυποποιητήρια κρέατος

Κατά τη λειτουργία των σφαγείων, πτηνοσφαγείων και των τυποποιητηρίων κρέατος τα βασικά περιβαλλοντικά θέματα που παρουσιάζονται είναι:

- η κατανάλωση νερού,
- η εκροή στο νερό υγρών υψηλής περιεκτικότητας σε οργανικές ενώσεις,
- η κατανάλωση ενέργειας για την ψύξη και τη θέρμανση του νερού,

Τα μέτρα που προορίζονται να μειώσουν τα επίπεδα κατανάλωσης και εκπομπών επηρεάζονται σημαντικά από το τεχνικό και λειτουργικό σχεδιασμό κάθε διαδικασίας στο επίπεδο της μονάδας.

Οι επιλογές των ΒΔΤ που θα εφαρμοστούν σε κάθε μονάδα θα συμβάλλουν στη γενική μείωση των επιπέδων ενέργειας και εκπομπών. Γενικά οι ΒΔΤ που μπορούν να εφαρμοστούν για τα παραπάνω προβλήματα επικεντρώνονται κυρίως σε θέματα όπως:

- η χρησιμοποίηση συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης,
- η εκπαίδευση των εργαζομένων,
- η εφαρμογή προγράμματος συντήρησης κατόπιν σχεδιασμού,
- η εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης της ενέργειας, της ψύξης, του φωτισμού και του θορύβου,
- η διαχείριση και η μείωση των ποσοτήτων νερού και των απορρυπαντικών που καταναλώνονται και
- η διαχείριση και ο έλεγχος της κατανάλωσης ζεστού νερού⁶.

Παράλληλα ΒΔΤ για τα σφαγεία αποτελούν και η επαναχρησιμοποίηση του κρύου νερού στις μηχανές αφαίρεσης τριχών των χοίρων, η επαναχρησιμοποίηση του νερού ψύξης από τους κλίβανους καψαλίσματος των χοίρων καθώς και το άδειασμα των στομάχων εν ξηρώ.

Για τα πτηνοσφαγεία ΒΔΤ αποτελεί η αφαίρεση του εξοπλισμού πλυσίματος των σφαγίων από τις γραμμές σφαγής των πουλερικών, (εκτός από τα σημεία μετά από την αποπίλωση και την απεντέρωση) και η χρησιμοποίηση ανακυκλωμένου νερού (για παράδειγμα από το καζάνι ζεματίσματος στη διάταξη μεταφοράς των φτερών) (ΕΜΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

Εκροή στο νερό υγρών υψηλής περιεκτικότητας σε οργανικές ενώσεις

Στα σφαγεία και στα τυποποιητήρια κρέατος παράγονται υγρά απόβλητα με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικές ουσίες. Αυτά προέρχονται από τα απορρυπαντικά που χρησιμοποιούνται για το καθαρισμό και από το αίμα ή τα λίπη κατά το πλύσιμο των σφαγίων. Για την αποφυγή μόλυνσης του νερού με υγρά απόβλητα πλούσια σε οργανικές ενώσεις οι ΒΔΤ για τα σφαγεία, πτηνοσφαγεία και τυποποιητήρια κρέατος προβλέπουν:

- Εκπαίδευση του προσωπικού σχετικά με τον έλεγχο της ρύπανσης.
- Βελτιστοποίηση της απαιτούμενης ποσότητας νερού για τον καθαρισμό πατωμάτων και μηχανημάτων.
- Σωστή χρήση των απολυμαντικών σύμφωνα με τις προδιαγραφές του προμηθευτή.
- Τοποθέτηση εσχάρων στα αυλάκια απορροής για την κατακράτηση όλων των στερεών υπολειμμάτων.
- Χρήση κρύου νερού για το πρώτο ξέπλυμα, ώστε τα λίπη και αίματα να μην κολλούν στις επιφάνειες.
- Διαχωρισμός και συλλογή του αίματος.
- Μεγιστοποίηση του βαθμού αποστράγγισης και ανάκτησης του αίματος, με τον σχεδιασμό αποτελεσματικότερων εγκαταστάσεων συλλογής του αίματος.

⁶ <http://www.peproe.gr/index.php/studies/89-management-study-of-animal-by-products-and-poultry-waste-intervention-planning-and-actions-for-implementationfeasibility-testing-and-appropriateness-of-the-projects-submitted-by-institutions-and-investors.html>

- Χρήση συστημάτων μεταφοράς των εντοσθίων που δεν βασίζονται στο νερό ή που βασίζονται πολύ λίγο (π.χ. σε ιμάντες ή σε μικρούς περιέκτες με τροχούς).
- Χρήση αυτοματοποιημένων θαλάμων αντί δεξαμενών για την αποτρίχωση των σφάγιων.
- Χρήση στεγνών τεχνικών απόρριψης του περιεχόμενου των στομαχιών, αντί τεχνικών απόρριψης που βασίζονται στο νερό.
- Χρήση νερού πίεσης μικρότερης από 10 bar για το πλύσιμο των σφάγιων, προκειμένου να αποφεύγεται η αποκόλληση του λίπους.
- Διαχωρισμός των διαφόρων ρευμάτων αποβλήτων σε ρεύματα υψηλής περιεκτικότητας σε οργανικό φορτίο και σε ρεύματα χαμηλής περιεκτικότητας σε οργανικό φορτίο και ξεχωριστή επεξεργασία, π.χ. διαχωρισμός του αίματος και των νερών πλυσίματος (EMΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

Κατανάλωση ενέργειας για τη ψύξη και τη θέρμανση του νερού.

Για την εξοικονόμηση ενέργειας, ΒΔΤ στις εγκαταστάσεις σφαγείων, πτηνοσφαγείων και τυποποιητηρίων κρέατος αποτελούν οι εξής πρακτικές:

- Παρακολούθηση της θερμοκρασίας των συστημάτων ψύξης και κατάλληλη ρύθμιση της.
- Ελαχιστοποίηση των κύκλων απόψυξης, ρύθμιση της ταχύτητας του αέρα, και ελαχιστοποίηση της διαφοράς θερμοκρασίας για την αποφυγή συμπύκνωσης των υδρατμών.
- Εφαρμογή συστημάτων αυτόματης διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος και κλείσιμο του φωτισμού και του εξοπλισμού όταν αυτός δεν χρησιμοποιείται.
- Βελτίωση της μόνωσης στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, συμπεριλαμβανομένου και του δικτύου των σωληνώσεων.
- Μόνωση και κάλυψη των δεξαμενών ζεματίσματος.
- Ελαχιστοποίηση των διαρροών ατμού.
- Αντικατάσταση του πετρελαίου με φυσικό αέριο (κυρίως αφορά την καύση για την παραγωγή ενέργειας στους λέβητες) (EMΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

4.1.6 Δυνατότητες αξιοποίησης αποβλήτων του κλάδου 10.1

Στην Ευρώπη επικρατεί τάση για καλύτερη αξιοποίηση των ΖΥΠ. Το αίμα χρησιμοποιείται ευρέως στον κλάδο της φαρμακοβιομηχανίας είτε ως συστατικό τροφής, είτε ως σταθεροποιητής ή ακόμα και σαν υποκατάστατο αλβουμίνης. Επιπλέον χρήση μετά από μεταποίηση του αίματος αποτελεί η ανάμιξη του με περιεχόμενο στομάχου και χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιοαερίου. Επιπρόσθετα χρησιμοποιείται στην παραγωγή λιπασμάτων, ζωοτροφών καθώς και σε πλήθος βιομηχανικών εφαρμογών. Η κόλλα αίματος χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με πρωτεΐνη σόγιας για την παρασκευή μαλακών κοντραπλακέ (Διαδικτυακός τόπος :qmscotland.co.uk).

Μία εταιρεία κατασκευής ρακετών στην πόλη Norfolk, στο Ηνωμένο Βασίλειο, χρησιμοποιεί τα υποπροϊόντα των σφαγείων της ευρύτερης περιοχής. Τα έντερα των αγελάδων μετατρέπονται σε χορδές για την κατασκευή ρακετών, μετά από χημική επεξεργασία και ξήρανση, οι οποίες χρησιμοποιούνται από κορυφαίους αθλητές, λόγω της άριστης κατασκευής τους για την αποφυγή κραδασμών και τη μείωση του κινδύνου για τραυματισμό των αθλητών τένις. Επίσης στην ίδια περιοχή εδρεύει εταιρία που επεξεργάζεται τα έντερα για την κατασκευή χορδών σε μουσικά όργανα (Άρπα), τα οποία εξάγει και σε άλλες χώρες παγκοσμίως(Διαδικτυακός τόπος:bbc.com).

Μία καινοτομία στη χρήση των οπλών των βοοειδών αποτελεί η εξαγωγή κερατίνης που εμπεριέχουν και η περαιτέρω επεξεργασία της σε ένα ειδικό σύστημα πυρόσβεσης με αφρό που χρησιμοποιείται σε αεροδρόμια και σταθμούς πυρόσβεσης σε όλη τη Βρετανία. Ο αφρός είναι ειδικά σχεδιασμένος για να καταστείλει πυρκαγιές υψηλής έντασης που προκαλούνται από αεροπορικά καύσιμα. Επιπρόσθετα, από τα οστά, τους τένοντες, τις δορές και τα δέρματα των ζώων παράγεται κολλαγόνο, ένα υποπροϊόν που δύναται να εφαρμοστεί στη βιομηχανία για την παρασκευή δερμάτων και υλικών συσκευασίας. Η ενζυματική υδρόλυση των πρωτεϊνών κολλαγόνου από τα απόβλητα της βιομηχανικής παραγωγής (δέρμα, βρώσιμα προϊόντα με βάση το κρέας) παράγει υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες (hydrogels) εφαρμόσιμες ως βιοδιασπάσιμα (ή ακόμα και βρώσιμα) τόσο σε υλικά συσκευασίας για τρόφιμα, καλλυντικά και φαρμακευτικά προϊόντα. όσο και στην παρασκευή περιβλημάτων βρώσιμων προϊόντων καθώς και στην ιατρική (στη μηχανική των ιστών – προσθετική αγγείων, μεμβρανών, μεταφορικά συστήματα αντιβιοτικών, στεροειδών και άλλων φαρμάκων, μήτρες εμφυτεύματος, αιμοστατικοί αφροί, κ.α (Kosseva, 2009) (Πρωιμάκη, 2007).

Τα οστά ορισμένων βοοειδών παράγουν χρωστικές, που χρησιμοποιούνται στη χρωματοβιομηχανία (Laughland, 2014). Το λίπος των υποπροϊόντων σφαγείων χρησιμοποιείται ως παράγοντας λίπανσης στην παραγωγή πλαστικών συσκευασιών, αλλά και στη κατασκευή εργαλείων. Επιπρόσθετα χρησιμοποιείται στη βιομηχανία καλλυντικών. Επιπλέον το στεατικό οξύ, το οποίο προέρχεται από το λιπαρό ιστό των ζώων, χρησιμοποιείται για την επίστρωση μεταλλικών κόνεων, ώστε να αποφευχθεί η οξείδωση, επιτρέποντας συνθέσεις που πρόκειται να αποθηκευτούν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (π.χ. κατασκευή πυροτεχνημάτων), αλλά και στη χρήση πλαστικών μερών ηλεκτρονικών υπολογιστών λόγω της σταθεροποίησής του έναντι της θερμότητας (Rogers, 2001).

Επίσης από τη μερική υδρόλυση του κολλαγόνου δημιουργείται η ζελατίνη. Χρησιμοποιείται στη βιομηχανία φωτογραφικών ειδών, και στα φιλμ και στο χαρτί. Η ζελατίνη χρησιμοποιείται επίσης στα καλλυντικά και τη μικροενθυλάκωση (micro-encapsulation) π.χ. θυλάκια φαρμάκων (Πρωιμάκη, 2007).

Τέλος, από τους πνεύμονες των βοοειδών παράγεται η ηπαρίνη, ένα ενέσιμο αντιπηκτικό, ενώ από τα επινεφρίδια παράγονται στεροειδή και από το πάγκρεας ινσουλίνη (Διαδικτυακός τόπος: intranet.tdmu.edu.ua).

4.2 Κλάδος 10.4: Παραγωγή φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών

Τα απόβλητα ελαιοτριβείων χαρακτηρίζονται ως πολύ τοξικά, με ιδιαίτερα υψηλό οργανικό φορτίο, το οποίο δεν είναι εύκολα βιοαποικοδομήσιμο. Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων (ΥΑΕ) παράγονται σε μεγάλες ποσότητες μεταξύ Νοεμβρίου-Απριλίου κάθε χρόνο και αποτελούν σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα στις χώρες της Μεσογείου. Η διάθεσή τους είναι πιθανό να προκαλέσει αρνητικές επιπτώσεις σε εδάφη, επιφανειακά και υπόγεια νερά εξαιτίας της περιεκτικότητάς τους σε οργανικά συστατικά, π.χ. οργανικά οξέα, λιπίδια, αλκοόλες και πολυφαινόλες τα οποία θεωρούνται ως φυτοτοξικά (Mekki et al., 2007)(Zaharaki and Komnitsas, 2009). Σύμφωνα με έρευνα από την Νομαρχιακή Επιχείρηση Ανάπτυξης Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας, ένα ελαιουργείο μεσαίας δυναμικότητας παράγει κατά μέσο όρο 1000 tn αποβλήτων ανά περίοδο συγκομιδής ελαιοκάρπου με οργανικό φορτίο το οποίο αντιστοιχεί με τα ισοδύναμα απόβλητα μιας πόλης 30.000 κατοίκων

Αναφορικά με τη διαχείρισή τους εξαιτίας της ιδιαίτερης σύνθεσής τους, τα απόβλητα ελαιοτριβείων χαρακτηρίζονται «δύσκολα απόβλητα», ενώ η διαχείρισή τους αποβαίνει δυσχερής. Κύρια αίτια αυτής της δυσχέρειας τα οποία επιβαρύνουν περαιτέρω τη διαχείριση αυτών των αποβλήτων είναι:

- ✓ Το υψηλό οργανικό φορτίο των αποβλήτων
- ✓ Η υψηλή οξύτητα που παρουσιάζουν
- ✓ Η υψηλή περιεκτικότητα σε χρωστικές
- ✓ Η υψηλή φυτοτοξικότητά τους
- ✓ Ο μεγάλος όγκος αποβλήτων
- ✓ Ο μεγάλος αριθμός ελαιοτριβείων με μεγάλη διασπορά (Γεωργακαράκος, 2013)

4.2.1 Χαρακτηριστικά στερεών αποβλήτων του κλάδου 10.4

Τα **στερεά** απόβλητα που προκύπτουν κατά την επεξεργασία του ελαιοκάρπου σε ένα ελαιοτριβείο προς παραγωγή ελαιόλαδου και λοιπών προϊόντων περιλαμβάνουν:

- ✓ Ελαιοπυρήνας, που αποτελείται από τα αλεσμένα στερεά συστατικά του καρπού (κυρίως του κουκουτσιού) και ο οποίος αποτελεί και το κύριο στερεό απόβλητο σε ένα ελαιοτριβείο.
- ✓ Στερεά υπολείμματα, όπως θρύμματα πυρηνόξυλου, τεμάχια σάρκας και φλοιού από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου και λάσπες από την πλύση, την φυγοκέντριση και το διαχωρισμό
- ✓ Φύλλα και χώμα από την καθαρισμό του ελαιόκαρπου
- ✓ Στερεά απόβλητα από το σύστημα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων, όπως εσχαρίσματα, ιλύες και αφροί.

Σε πολύ μικρότερες ποσότητες δύνανται να συμπεριληφθούν στα στερεά απόβλητα στερεά υπολείμματα τα οποία καθιζάνουν στους χώρους αποθήκευσης των λαδιών, καθώς και εξαντλημένη γη διατόμων ή ενεργός άνθρακας που χρησιμοποιείται για τον αποχρωματισμό του λαδιού (Γεωργακαράκος, 2013).

4.2.2 Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων του κλάδου 10.4

Το κύριο πρόβλημα στα ελαιοτριβεία είναι τα υγρά απόβλητα, καθώς παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλούς δείκτες ρύπανσης (BOD₅, COD, αιωρούμενα στερεά) και περιέχουν φυσικές χρωστικές ουσίες που είναι πολύ δύσκολο να απομακρυνθούν με τις κλασικές μεθόδους καθαρισμού. Τα υγρά απόβλητα σε ένα ελαιοτριβείο προκύπτουν κυρίως από το στάδιο της πλύσης του ελαιοκάρπου με νερό, το στάδιο της έκθλιψης του ελαιοκάρπου και το στάδιο του φυγοκεντρικού διαχωρισμού. Υγρά απόβλητα επίσης

είναι τα φυτικά υγρά του ελαιοκάρπου, αυξημένα με το νερό κατεργασίας (πλύση ελαιοκάρπου, αραίωση ελαιοζύμης, πρόσθετο νερό διαχωριστήρων, καθαρισμός ελαιοτριβείου κλπ).

Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων, είναι σκούρου χρώματος, θολά με χαρακτηριστικά έντονη οσμή η οποία οφείλεται σε πτητικά οξέα. Επιπλέον, εμφανίζουν υψηλή ρυθμιστική ικανότητα και επιφανειακή τάση, όξινο pH και είναι πλούσια σε ανόργανα και οργανικά υδατοδιαλυτά συστατικά. Επιπλέον, εμφανίζουν υψηλή περιεκτικότητα σε αιωρούμενα στερεά ενώ το πιο δύσκολο ανοικοδομούμενο συστατικό αποτελούν οι περιεχόμενες χρωστικές (σε περιεκτικότητα 2-3 kg/m³). Τα απόβλητα αυτά παρουσιάζουν υψηλές τιμές βιοχημικώς απαιτούμενου οξυγόνου-BOD₅ (40.000-80.000 mg/L) και COD τα οποία είναι ανώτερα σε σύγκριση με τα αντίστοιχα των αστικών λυμάτων (τα επίπεδα των οποίων κινούνται μεταξύ 400 - 800 mg/L). Το 80-95% των αποβλήτων των ελαιουργείων είναι νερό και το 5-15% στερεά. Από τα στερεά, το 85-90% είναι οργανικά ενώ τα υπόλοιπα είναι αδρανή συστατικά και ανόργανα άλατα. Τα ανόργανα συστατικά τους είναι κάλιο, φώσφορος, μαγνήσιο και ιχνοστοιχεία και παρουσιάζουν υψηλή λιπαντική αξία, ενώ τα οργανικά συστατικά του μπορούν να διαχωριστούν σε άμεσα διασπώμενες ενώσεις (βιοαποικοδομήσιμα πολυμερή) και δύσκολα διασπώμενα συστατικά (όπως μεγαλομοριακές λιπαρές ουσίες και φαινολικές ενώσεις) (Ζακούρα, 2014) (Λουκάκης, 2010).

Χαρακτηριστικό της σύστασης των αποβλήτων ελαιοτριβείων είναι η παρουσία πρωτεϊνών, ανόργανων ουσιών, πολυσακχαριδίων και φαινολικών ενώσεων οι οποίες είναι φυτοτοξικές. Οι φαινολικές αυτές ενώσεις χαρακτηρίζονται από τη δυσκολία τους να ανταποκριθούν στη συμβατική αποδόμηση μέσω βακτηρίων.

Παράλληλα, η υψηλή περιεκτικότητα φωσφόρου στα λύματα των ελαιοτριβείων αποτελεί έναν επιπλέον επιβαρυντικό παράγοντα εξαιτίας των επιπτώσεων που μπορεί να έχει η απελευθέρωσή τους στα υδάτινα οικοσυστήματα διαταράσσοντας την οικολογική ισορροπία γιατί η παρουσία φωσφορικών θρεπτικών ουσιών επιτρέπει την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών τα οποία αποτελούν συνήθως μολυσματικούς παράγοντες (Γεωργακαράκος, 2013).

Τέλος, το οργανικό φορτίο των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων όσο και η ποιοτική του σύσταση συνολικά σχετίζονται με το είδος της μεθόδου διαχωρισμού που εφαρμόζεται. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αποβλήτων αυτών είναι: η ποικιλία της ελιάς και η ωριμότητα του καρπού, η περιεκτικότητα του καρπού σε νερό και η ώρα συγκομιδής, οι εδαφοκλιματικές συνθήκες και η παρουσία λιπασμάτων και φυτοπροστατευτικών υλικών. Επιπλέον παράγοντας αποτελεί ο χρόνος αποθήκευσης του αποβλήτου, ο οποίος επηρεάζει τα βιολογικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του. Η παράταση της αποθήκευσης εντείνει τη βιολογική δραστηριότητα οδηγώντας σε αύξηση της οξύτητας και καθίζηση των στερεών.

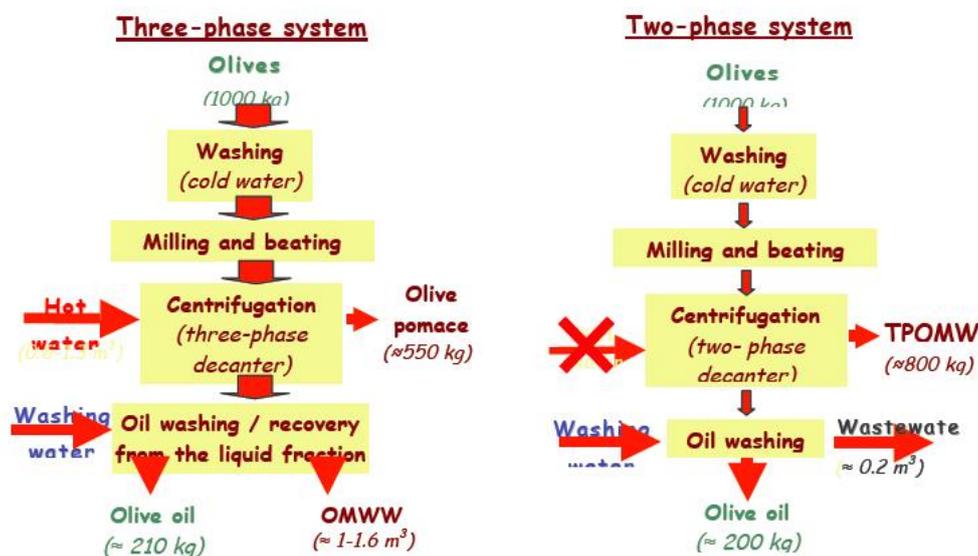
Αναφορικά με τα συστήματα διαχωρισμού που εφαρμόζονται, ο όγκος των αποβλήτων για τα μικρά ελαιοτριβεία (πχ μέχρι 3 πιεστήρια), υπολογίζεται σε 1 m³/τόνο ελαιοκάρπου ή σε 5 m³/τόνο ελαιόλαδου με πιθανή διακύμανση από 3-5,5 m³/τόνο ελαιόλαδου. Το 16-20% των αποβλήτων προέρχεται από το στάδιο της πλύσης, το 76-80% από το στάδιο της έκθλιψης και διαχωρισμού και το 4% είναι υγρά απόβλητα απολάσπωσης από το στάδιο του τελικού διαχωρισμού. Εξαιτίας της ασυνεχούς λειτουργίας τους εγκαταλείφθηκαν οδηγώντας στην υιοθέτηση φυγοκεντρικών συστημάτων τριών και πρόσφατα δύο φάσεων (Ζακούρα, 2014).

Για τα φυγοκεντρικά συστήματα 3 φάσεων, τα υγρά απόβλητα υπολογίζονται σε 1.4 m³/τόν. ελαιοκάρπου ή σε 7,5-8,2 m³/τόνο ελαιόλαδου. Ο διαχωρισμός αυτού του τύπου είναι συνεχούς λειτουργίας κατά την οποία ο ελαιοπυρήνας ωθείται μέσω κοχλία μεταφοράς εκτός του διαχωριστή. Η ελαιοζύμη χωρίζεται σε τρία κλάσματα: τον ελαιοπυρήνα (υπό μορφή λύου), το ελαιόλαδο και τα φυτικά υγρά και έλαια (κατσίγαρος). Ο προκύπτων ελαιοπυρήνας έχει 12% περιεκτικότητα σε λάδι η

οποία τον καθιστά αξιοποιήσιμο από πυρηνελαιουργεία για τη εξαγωγή πυρηνελαίου (Βολικάκη Χ., 2008). Είναι επίσης χαρακτηριστικό ότι η περιεκτικότητα του ελαιόλαδου σε πολυφαινόλες είναι μικρότερη στο τριφασικό σύστημα λόγω των υψηλών ποσών προστιθέμενου νερού. Επιπλέον στα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία έχουμε μειωμένη περιεκτικότητα των αποβλήτων σε στερεά σε σχέση με τα κλασικά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι η διαδικασία της φυγοκέντρισης απαιτεί εκτός από την προσθήκη νερού στους κατακόρυφους διαχωριστήρες, οι οποίοι υπάρχουν κατά κανόνα τόσο στα κλασικά όσο και στα φυγοκεντρικά τύπου ελαιοτριβεία, και συνεχή προσθήκη μίας επιπλέον ποσότητας νερού ίσης προς το 30-50 % του επεξεργάσιμου καρπού. Η προσθήκη αυτή αφ' ενός προκαλεί μία φυσιολογική αραιώση των περιεχόμενων συστατικών, αφ' ετέρου όμως αυξάνει την τελικά παραγόμενη ποσότητα αποβλήτων ανά μονάδα επεξεργαζόμενου καρπού το οποίο συνίσταται στο κύριο μειονέκτημα της μεθόδου. Πιο συγκεκριμένα, το 10-11% των υγρών αποβλήτων προέρχεται από το στάδιο της πλύσης, το 84-85% από το στάδιο του φυγοκεντρικού διαχωρισμού και το 4-5% είναι υγρά απόβλητα απολάσπωσης (Γεωργακαράκος, 2013) (Βολικάκη, 2008).

Στα ελαιοτριβεία δύο φάσεων, η ελαιοζύμη δεν αραιώνεται με νερό, έτσι διαχωρίζεται στο ελαιόλαδο και τον υγρό ελαιοπυρήνα. Ωστόσο, ο προκύπτων υγρός ελαιοπυρήνας, ο οποίος είναι μίγμα στερεού ελαιοπυρήνα με κατσίγαρο, εμφανίζει υψηλή υγρασία με βεβαρυσμένο οργανικό φορτίο, το οποίο αποτελεί ένα δύσκολα διαχειρίσιμο απόβλητο και απαιτεί ειδική επεξεργασία. Η μετατροπή των ελαιοτριβείων από τριφασικά σε διφασικά έχει μειώσει τον απαιτούμενο όγκο σε νερό και επομένως τον όγκο των παραγόμενων υγρών αποβλήτων. Στην **Εικόνα 14** παρατηρούμε συστήματα 3 και 2 φάσεων και τις διαφορές τους σε απαιτήσεις νερού στην παραγωγική διαδικασία (Βολικάκη, 2008).

Οργανικά Απόβλητα Ελαιοτριβείων 3 & 2 φάσεων



Εικόνα 13: Απαιτήσεις σε νερό σε συστήματα 3 & 2 φάσεων φυγοκεντρικού διαχωρισμού (Διαδικτυακός τόπος: prosodol.gr)

Στους **Πίνακες 22** και **23** παρατηρούμε τα προϊόντα και παραπροϊόντα κατά την παραγωγή ελαιόλαδου καθώς και συγκρινόμενες τιμές ποσότητας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου και υγρασίας ελαιοπυρήνα αντίστοιχα για τα συστήματα διαχωρισμού που προαναφέρθηκαν.

Πίνακας 22: Παραγωγή προϊόντων και παραπροϊόντων κατά την παραγωγή ελαιολάδου (Λουτατίδου, 2012)

ΠΡΟΙΟΝ	ΠΙΕΣΗΣ	3-ΦΑΣΕΩΝ	2-ΦΑΣΕΩΝ
Ελαιόλαδο	0,214 ± 0,002	0,212 ± 0,002	0,2 ± 0,05
Υγρά απόβλητα	0,92 ± 0,25	1,67 ± 0,07	
Ελαιοπυρήνας	0,323 ± 0,022	0,462 ± 0,035	0,8 ± 0,05

Πίνακας 23: Σύγκριση ποσότητας υγρών αποβλήτων και υγρασίας ελαιοπυρήνα (Νικολαΐδης, 2008)

ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ	ΝΕΡΟ ΑΡΑΙΩΣΗΣ (kg)	ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΟΜΩ((kg)	ΝΕΡΟ ΣΤΟΝ ΠΥΡΗΝΑ (kg)	ΝΕΡΟ (%) ΣΤΟΝ ΠΥΡΗΝΑ
Ψυχρή Συμπίεση	0	200-250	250-300	45-50%
Decanter 2 φάσεων	0	0	500-560	62-65%
Decanter 3 φάσεων	0-100	175-275	325	52%

Ο κασίγαρος είναι το προκύπτον υδατικό κλάσμα από τον καρπό και το νερό που χρησιμοποιείται στις διάφορες φάσεις παραγωγής του λαδιού σε ένα ελαιοτριβείο. Οι ουσίες που εμπεριέχονται στον κασίγαρο είναι σάκχαρα, αζωτούχες ενώσεις, οργανικά οξέα, πολυαλκοόλες, πολυφαινόλες και υπολείμματα ελαίου. Έχει έντονη οσμή και σκούρο χρώμα, το οποίο οφείλεται στην παρουσία τανινών που περιέχονται στο φλοιό του ελαιοκάρπου και στα φαινολικά μόρια, που βρίσκονται σε αναλογία απλών φαινολικών ενώσεων και πολυφαινολών οι οποίες είναι ενώσεις σκούρου χρώματος. Το απόβλητο γίνεται πιο σκούρο κατά την αποθήκευσή του στις εξατμισοδεξαμενές εξαιτίας των αντιδράσεων οξειδωσης και πολυμερισμού των πολυφαινολών που λαμβάνουν χώρα. Επιπλέον χαρακτηρίζεται από εξαιρετικά υψηλά ποσοστά οργανικού φορτίου, ώστε να αποτελεί την αιτία ευτροφικών φαινομένων κατά τη διοχέτευσή του σε λίμνες ή κλειστούς θαλάσσιους κόλπους (Οιχαλιώτης, 1999).

Η άμεση επίπτωση του κασίγαρου στο περιβάλλον είναι η υποβάθμιση που προκαλεί αισθητικά. Οι πολυφαινόλες που περιέχονται στον κασίγαρο, σε συνδυασμό με λοιπά συστατικά (οργανικά οξέα πολυαλκοόλες και άλλα μόρια) παρουσιάζουν φυτοτοξικές ιδιότητες. Απευθείας διάθεση των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις συνεπάγεται νέκρωση των νέων φυτών και αναστολή της ανάπτυξης σπόρων και νέων φυτών ιδιαίτερα αυτών που βρίσκονται σε βλαστικό στάδιο. Ωστόσο οι πολυφαινόλες παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι αφενός προσδίδουν στα απόβλητα τοξικές ιδιότητες έναντι των φυτών και αποδομούνται με βραδύ σχετικά ρυθμό από εξειδικευμένες ομάδες μικροοργανισμών, ενώ αφετέρου είναι υπεύθυνες για τη συντήρηση της ποιότητας του λαδιού στο χρόνο, αφού λόγω της χαμηλής οξύτητας που έχουν δρουν ως φυσικό συντηρητικό. Έχουν εκπονηθεί πολλές επιστημονικές εργασίες για τη χρησιμότητα των φαινολικών ενώσεων στην ανθρώπινη υγεία, εξαιτίας της αντιοξειδωτικής/ αντικαρκινικής δράσης τους με δυνατότητες χρήσης στις βιομηχανίες τροφίμων, φαρμάκων και καλλυντικών (Πετρωτός, 4.1 Αρχημίδης III, 2012).

Επειδή η παραγωγή του ελαιολάδου είναι μία φυσική διαδικασία, πρέπει να σημειωθεί ότι ο κασίγαρος δεν περιέχει άλλες ουσίες που είναι ιδιαίτερα τοξικές, όπως τα βαρέα μέταλλα και οι συνθετικές οργανικές ενώσεις, ωστόσο το υψηλό οργανικό φορτίο που φέρει καθιστά απαραίτητη την πρότερη επεξεργασία του πριν την τελική διάθεση. Ελεγχόμενη διάθεση σε καλλιέργειες, με δόσεις που κυμαίνονται από 40 έως 80 m³/ha, δεν προκαλούν κίνδυνο φυτοτοξικότητας (Γεωργακαράκος, 2013).

Στον ακόλουθο πίνακα, συγκρίνονται τα χαρακτηριστικά της σύστασης των υγρών αποβλήτων που προέκυψαν από διεργασία διαχωρισμού σε υδραυλικό πιεστήριο και σε φυγοκεντρικό διαχωριστή 3 φάσεων.

Πίνακας 24: Σύσταση υγρών αποβλήτων ελαιουργείων (Λουκάκης, 2010)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΠΙΕΣΗ	ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΦΥΓ/ΣΗΣ 3 ΦΑΣΕΩΝ
Ολικά στερεά, g/l	99,70 ± 28,85	63,5 ± 24,4
Ολικά αιωρούμενα στερεά, g/l	4,51 ± 3,27	2,8 ± 2,2
Ολικά πτητικά στερεά, g/l	87,20 ± 27,57	57,37 ± 21,96
Τέφρα, g/l	9,69 ± 2,58	6,13 ± 2,44
Ολικός οργανικός άνθρακας, g/l	64,11 ± 10,79	39,82 ± 6,47
Ολικό άζωτο κατά Kjeldahl, g/l	1,15 ± 0,21	0,76 ± 0,13
Ολικός φώσφορος υπό μορφή P ₂ O ₅ , g/l	0,87 ± 0,14	0,53 ± 0,084
pH	4,50 ± 0,60	4,8 ± 0,8
BOD ₅ , g/l	68,71 ± 12,64	45,5 ± 8,2
COD, g/l	158,18 ± 32,63	92,5 ± 17,5
Ειδικό βάρος, g/cm ³	1,05 ± 0,06	1,048 ± 0,033
Αγωγιμότητα, mmhos/cm	18,00 ± 5,00	12 ± 4
Ολικά σάκχαρα, g/l	25,86 ± 8,30	16,06 ± 0,64
Λίπη και έλαια, g/l	2,80 ± 1,03	1,64 ± 0,64
Πολυαλκοόλες, g/l	4,75 ± 1,77	3,19 ± 1,22
Γλυκερόλη, g/l	0,10 ± 0,04	0,062 ± 0,023
Ολικές πρωτεΐνες, g/l	28,30 ± 9,95	17,91 ± 6,88
Οργανικά οξέα, g/l	4,88 ± 2,41	3,21 ± 1,23
Ολικές φαινολικές ενώσεις, g/l	17,15 ± 4,55	10,65 ± 4,08
Φαινολικά οξέα, g/l	0,48 ± 0,18	0,28 ± 0,1
Τανίνες, g/l	6,74 ± 2,94	4,01 ± 1,54
Πηκτίνες, g/l	3,25 ± 1,42	2,15 ± 0,76
Κάλιο υπό μορφή K ₂ O, g/l	3,77 ± 0,39	2,37 ± 0,21
Νάτριο υπό μορφή Na ₂ O, mg/l	405,81 ± 95,30	243 ± 62
Ασβέστιο υπό μορφή CaO, mg/l	382,11 ± 51,40	271 ± 34
Σίδηρος υπό μορφή FeO, mg/l	48,32 ± 7,64	32 ± 5
Μαγνήσιο υπό μορφή MgO, mg/l	74,00 ± 17,29	50 ± 9
Πυρίτιο υπό μορφή SiO ₂ , mg/l	28,62 ± 4,40	18 ± 4
Ολικό θείο, mg/l	101,43 ± 14,27	63 ± 12

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΠΙΕΣΗ	ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΦΥΓ/ΣΗΣ 3 ΦΑΣΕΩΝ
Ολικό χλώριο, mg/l	219,48 ± 43,21	124 ± 23
Μαγγάνιο, mg/l	18,24 ± 2,02	12 ± 2
Ψευδάργυρος, mg/l	19,68 ± 3,89	12 ± 3
Χαλκός, mg/l	10,50 ± 1,34	6 ± 1

Η συνολική ποσότητα παραγωγής υγρών αποβλήτων στις μεσογειακές χώρες, που όπως έχει προαναφερθεί παράγει το 98% περίπου ελαιολάδου παγκοσμίως, ξεπερνά τα 30 εκατομμύρια κυβικών μέτρων ετησίως. Οι μέθοδοι εξαγωγής του ελαιόλαδου διαφέρουν ανάλογα με τη χώρα και την περιοχή. Στην Ισπανία και ειδικότερα στις νότιες περιοχές, όπου η παραγωγή προέρχεται αποκλειστικά από μεσαίου και μεγάλου μεγέθους συνεταιρισμούς, η διφασική μέθοδος εξαγωγής ελαιόλαδου χρησιμοποιείται σε ποσοστό 95%. Στην Ιταλία χρησιμοποιείται ευρύτατα το τριφασικό σύστημα. Στην Ελλάδα η συνολική παραγωγή υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων είναι περίπου 1.5 εκατομμύριο κυβικά μέτρα κάθε χρόνο. Στην χώρα μας η πλειοψηφία των συστημάτων παραγωγής ελαιόλαδου είναι τα κλασικά φυγοκεντρικά των τριών φάσεων, ενώ υπάρχουν και κάποια εναπομείναντα τύπου πίεσης, ωστόσο τα τελευταία χρόνια είναι σαφής η τάση μετάβασης από ελαιουργεία τριών φάσεων σε ελαιουργεία δύο φάσεων. Τα παραδοσιακά ελαιοτριβεία παράγουν περίπου 400 lt υγρών αποβλήτων ανά τόνο ελαιόκαρπου, ενώ τα φυγοκεντρικά 1000 lt υγρών αποβλήτων ανά τόνο ελαιόκαρπου, λόγω της μεγάλης χρησιμοποίησης νερού κατά την εξαγωγή του ελαιόλαδου. Τα περισσότερα τριφασικά ελαιουργεία, έχουν δυναμικότητας 10-20 tn ελαιόκαρπου ανά ημέρα με αποτέλεσμα να προκύπτουν ημερησίως 8 m³ με 15m³ αντιστοίχως υγρά απόβλητα. Επισημαίνεται ότι η μέθοδος εξαγωγής του ελαιόλαδου καθορίζει αφενός τη δυναμικότητα της βιομηχανίας ως προς την πρώτη ύλη που δύναται να επεξεργαστεί και αφετέρου τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των προκύπτοντων υγρών και στερεών αποβλήτων (Σταυρουλάκης, 2012).

4.2.3 Διαχείριση στερεών αποβλήτων του κλάδου 10.4

Διεθνές επίπεδο

Η επεξεργασία των στερεών αποβλήτων των ελαιουργείων γίνεται μηχανικά, βιολογικά, θερμικά και με απόθεση σε ειδικούς χώρους υγειονομικής ταφής. Στον **Πίνακα 25** παρουσιάζονται οι μέθοδοι επεξεργασίας των παραγόμενων στερεών αποβλήτων από ελαιουργεία (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007).

Πίνακας 25: Μέθοδοι για την επεξεργασία των στερεών αποβλήτων ελαιουργείων

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (προεπεξεργασία)
✓ Διαχωρισμός, ταξινόμηση, εσχαρισμός
✓ Συμπύεση
✓ Ξήρανση
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ
✓ Διάθεση στο έδαφος, υπό τη μορφή λιπάσματος
✓ Κομποστοποίηση
✓ Αναερόβια Ζύμωση/Χώνευση
ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

- ✓ Πυρόλυση
- ✓ Αεριοποίηση
- ✓ Αποτέφρωση

ΑΠΟΘΕΣΗ

- ✓ Διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής

Η **μηχανική επεξεργασία** αποτελεί και προεπεξεργασία του ελαιοπυρήνα. Τα στερεά απόβλητα που οδηγούνται προς ανακύκλωση υφίστανται αρχικό διαχωρισμό ή κλασμάτωση των διαφορετικών συστατικών τους σύμφωνα με το μέγεθος και την πυκνότητα των σωματιδίων τους. Ο διαχωρισμός πραγματοποιείται με μεθόδους διήθησης ή εσχαρισμού.

Επίσης η στερεή φάση που προκύπτει από τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων υφίσταται συμπίεση, μέσω μεταλλικών ή υφασμάτων δίσκων, για την παραγωγή ξηρού ελαιοπυρήνα. Το υπόλειμμα απομακρύνεται από τους δίσκους με ξέστρα και μεταφέρεται στο θάλαμο συμπίεσης. Η συμπίεση επιτυγχάνεται με χρήση ειδικά διαμορφωμένου σωλήνα και το τελικό υλικό αποθηκεύεται σε πλαστικούς ή άλλους περιέκτες.

Κατά τη μέθοδο της ξήρανσης, χρησιμοποιούνται κλίνες ξήρανσης όπου επιτελείται ξεχωριστή συλλογή των στραγγισμάτων προς επεξεργασία, για αποφυγή της ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου οριζοντα όπως συμβαίνει όταν τα στερεά απόβλητα τίθενται με διασπορά στο έδαφος και αφήνονται να ξηραθούν. Ο θερμός αέρας παράγεται από καυστήρα προπανίου ή από καύση των αποξηραμένων στερεών αποβλήτων, σε θερμοκρασίες μεταξύ 160–400°C. Το προκύπτον προϊόν είναι σε μορφή σκόνης, συμπεριλαμβανομένων της επιδερμίδας και του πυρήνα. Ο ξηρός ελαιοπυρήνας υποβάλλεται σε επεξεργασία με οργανικούς διαλύτες με στόχο την εξαγωγή του πυρηνελαίου σε πυρηνελαιουργεία. Επιπλέον, ο υγρός ελαιοπυρήνας μπορεί να υποβληθεί σε απόταξη υπό κενό ώστε να απομακρυνθεί η υγρασία και ταυτόχρονα την παραλαβή του περιεχόμενου ελαίου.

Η **Βιολογική Επεξεργασία** είναι μία φυσική διαδικασία όπου τα απόβλητα διατίθενται στο έδαφος υπό τη μορφή λιπάσματος ή λάσπης. Τα απόβλητα έχουν πλούσια σύσταση σε θρεπτικά συστατικά με αποτέλεσμα την ενίσχυση των καλλιεργειών και τη λίπανση του εδάφους. Προκειμένου την διάθεση των στερεών αποβλήτων στο έδαφος, πρέπει να πραγματοποιηθεί πρώτος εδαφικός έλεγχος με δοκιμές συγκεκριμένης χρονικής διάρκειας για την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας ρύπανσης και τη μεγιστη δυναμική θρέψης του εδάφους. Μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί η πιθανή οξίνιση των εδαφών καθώς και η πιθανότητα μετάδοσης ασθενειών σε φυτά και ζώα (*Συβίλλα ΕΠΕ, 2007*).

Εναλλακτική μέθοδος επεξεργασίας είναι η κομποστοποίηση. Για την εφαρμογή της μεθόδου απαιτείται η ανάλυση της πρώτης ύλης ως προς τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβανομένης της υγρασίας καθώς και της αναλογίας C/N και η προετοιμασία του σωρού. Η προσθήκη ινώδους στερεού υλικού όπως υπολείμματα κλαδιών και φύλλων με σκοπό τη βελτίωση της φυσικής δομής του σωρού, είναι απαραίτητη, εξαιτίας της υψηλής περιεχόμενης υγρασίας με σκοπό την αποφυγή σχηματισμού σειραδίων κομποστοποίησης. Στην περίπτωση που η ανάμιξη με ινώδη υλικά οδηγήσει σε μεγάλη αναλογία C/N, είναι απαραίτητη η προσθήκη N, η οποία μπορεί να προέρχεται από λάσπη αστικών λυμάτων. Η προσθήκη ιλύος αστικών λυμάτων ή υλικών από τη θερμόφιλη φάση της κομποστοποίησης επιταχύνει την έναρξη της διαδικασίας περιέχοντας μικροοργανισμούς που

επιταχύνουν τη βιολογική δραστηριότητα. Το τελικό προϊόν της διαδικασίας αποτελεί υψηλής ποιότητας λίπασμα, κατάλληλο για γεωργική χρήση. Κυριότερο μεονέκτημα της μεθόδου είναι η πρόκληση δυσάρεστων οσμών, όπου απομακρύνονται με βιοφίλτρα και η δημιουργία στραγγισμάτων (Γεωργακαράκος, 2013).

Η αναερόβια επεξεργασία δεν ενδείκνυται για την επεξεργασία των στερεών αποβλήτων ελαιουργείων, εξαιτίας της χαμηλής τους περιεκτικότητας σε νερό, η οποία μπορεί να προκαλέσει προβλήματα αποφράξεων, ενώ απαιτείται μεγάλο χρονικό διάστημα για την έναρξη της διαδικασίας της μεθόδου, και οι λειτουργικές δαπάνες αυξάνονται, λόγω της προεπεξεργασίας με προσθήκη ύδατος.

Η **Θερμική επεξεργασία** αφορά τις μη αντιστρεπτές θερμο-χημικές μεθόδους (καύση και πυρόλυση), οι οποίες λαμβάνουν χώρα σε υψηλού κόστους εγκαταστάσεις, ενώ παράλληλα υπάρχει κίνδυνος έκλυσης τοξικών αερίων στην ατμόσφαιρα. Κατά την καύση τα απόβλητα χρησιμοποιούνται ως καύσιμο υλικό για την ανάκτηση θερμότητας και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα κατά τη διαχείριση ελαιοπυρήνα από 1 τόνο αποβλήτου δύνανται να παραχθούν 400.000 kcal (\approx 465 kWh) ενέργειας. Επίσης παράγεται τέφρα, η οποία χρησιμοποιείται στη γεωργία ως πηγή ανόργανων αλάτων. Η πυρόλυση οδηγεί στη μετατροπή οποιουδήποτε οργανικού υλικού σε συνθετικό αέριο (syngas), με χρήσεις για παραγωγή ενέργειας κυρίως και αποτελείται από μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο. Εκτός από το συνθετικό αέριο, άλλα προϊόντα είναι: συμπυκνωμένο νερό, στερεά και υγρά υπολείμματα. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου τα απόβλητα τροφοδοτούνται στον εξαερωτή ως ξηρά ή υδαρή απόβλητα όπου αντιδρούν με ατμό κάτω από απουσία οξυγόνου, σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση. Από τις δύο παραπάνω μεθόδους η πρώτη δεν προτιμάται λόγω του υψηλού ποσοστού υγρασίας που εμπεριέχεται στα απόβλητα, ενώ η δεύτερη εφαρμόζεται σπάνια.

Η αεριοποίηση αποτελεί μία φυσικοχημική μέθοδο και μπορεί να εφαρμοστεί στην επεξεργασία ελαιοπυρήνα από τον οποίο έχει αφαιρεθεί το λάδι. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στον συνδυασμό ενός ρευστοποιημένου (fluidised) και ενός κινούμενου συστήματος (moving system).

Εθνικό επίπεδο

Σε μελέτη που διεξήχθη από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο στο πλαίσιο του έργου FOODINBIO/2915 για τον κλάδο 10.4 στην Ελλάδα, μελετήθηκαν εκτενέστερα είκοσι δύο (22) βιομηχανικές μονάδες, εκ των οποίων οι περισσότερες δραστηριοποιούνται κυρίως στην παραγωγή ελαιολάδου. Στην εν λόγω μελέτη, τα περισσότερα ελαιουργεία είναι τριών φάσεων. Είναι αξιωσημείωτο στη μελέτη η σαφής τάση μετάβασης από τριφασικά σε διφασικά ελαιουργεία (EMΠ, 2014).

Όπως διαπιστώθηκε από την έρευνα που διεξήχθη ο ελαιοπυρήνας που παράγεται διατίθεται σε πυρηνελαιουργεία για περεταίρω επεξεργασία, ενώ τα ελαιόφυλλα και οι ακατάλληλες ελιές διατίθενται κυρίως για ζωοτροφή, αλλά και ως εδαφοβελτιωτικό ή καύσιμη ύλη (βιοαέριο). Η τέφρα που προκύπτει από την καύση του πυρηνόξυλου για την παραγωγή θερμότητας, συνεπεξεργάζεται συνήθως με τα αστικά απόβλητα. Οι ιλύες που προκύπτουν τόσο από την παραγωγική διαδικασία όσο και από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από τις δεξαμενές καθίζησης και εξάτμισης, οδηγούνται για εδαφοβελτιωτικό (EMΠ, 2014).

4.2.4 Διαχείριση υγρών αποβλήτων του κλάδου 10.4

Διεθνές επίπεδο

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων διακρίνονται σε φυσικές/φυσικοχημικές, βιολογικές και μικτές. Οι κύριες μέθοδοι επεξεργασίας των παραγόμενων υγρών αποβλήτων ελαιουργείων παρουσιάζονται στη συνέχεια (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007).

Πίνακας 26: Φυσικές/Φυσικοχημικές Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007)

ΦΥΣΙΚΕΣ/ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
<p>1. Εδαφική διάθεση</p> <p>Διάθεση σε σηπτικές -απορροφητικές δεξαμενές</p> <p>Διάθεση σε ακαλλιέργητες ή καλλιεργημένες εκτάσεις</p> <p>Μέθοδος Φυτοεξυγίανσης</p> <p>Διάθεση σε δεξαμενές εξάτμισης (lagoons)</p>
<p>2. Ανάπτυξη Υδροχαρών Φυτών σε Αβαθείς Χωμάτινες Λεκάνες</p>
<p>3. Θερμική Επεξεργασία για Ελάττωση όγκου</p> <p>Αποτέφρωση</p> <p>Θερμική κατεργασία και απόσταξη</p> <p>Εξατμισοδεξαμενές</p>
<p>4. Διαχωρισμός σε κλάσματα</p> <p>Φυσική καθίζηση</p> <p>Καθίζηση μετά από συσσωμάτωση, κροκίδωση με χημικά μέσα</p> <p>Χρήση μεμβρανών ή φίλτρων</p> <p>Διήθηση</p> <p>Ηλεκτροχημική Οξειδωση</p> <p>Χημική οξειδωση</p> <p>Επίπλευση</p> <p>Απολίπανση</p>

Αναφορικά με τις *Φυσικές/Φυσικοχημικές μεθόδους επεξεργασίας* αυτές περιλαμβάνουν αφενός απλές διεργασίες, με χαμηλό κόστος και απλό τεχνολογικό υπόβαθρο χωρίς προσθήκη χημικών και αφετέρου πολύπλοκες διεργασίες, με προσθήκη χημικών για επιτάχυνση της διαδικασίας και ελαχιστοποίηση του όγκου των εγκαταστάσεων καθαρισμού αποβλήτων. Οι μέθοδοι 'εδαφικής διάθεσης', είναι αυτές που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο από μικρά ελαιουργεία, λόγω του μικρού κόστους λειτουργίας.

1. Η *διάθεση των αποβλήτων στην επιφάνεια του εδάφους* πρέπει να γίνεται, ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία και περιοδικά, με διαστήματα ανάπαυσης, ώστε να εξασφαλίζεται:

- ✓ Απορρόφηση του υδραυλικού φορτίου
- ✓ αερόβια οξειδωση των οργανικών ουσιών
- ✓ Αναοξυγόνωση του εδάφους.
- ✓ Ενσωμάτωση των αιωρούμενων στερεών στο έδαφος, χωρίς φράξιμο των πόρων
- ✓ Αφομοίωση των θρεπτικών υλικών από τα φυτά
- ✓ Ισορροπία των αλάτων Na έναντι των αλάτων Ca, Mg
- ✓ Επιτρεπτή συγκέντρωση ανόργανων συστατικών
- ✓ Αποδεκτές υγειονομικές συνθήκες

Η διάθεση σε σηπτικές -απορροφητικές δεξαμενές είναι μία μέθοδος που συνδυάζει την αναερόβια επεξεργασία και την υπεδάφια διάθεση. Τα απόβλητα υφίστανται αρχικά ζύμωση σε υπόγεια σηπτική δεξαμενή όπου συντελείται μείωση του οργανικού φορτίου. Η τελική επεξεργασία και διάθεση των εκροών σηπτικών δεξαμενών ολοκληρώνεται, συνήθως, δια μέσου υπεδάφιας διάθεσης-απορρόφησης. Ένα τέτοιο σύστημα, συνήθως αποτελείται από σειρές μικρών τάφρων (βάθους 0,9-1,5 m), που περιέχουν πορώδες μέσο όπως χαλίκια μικρού μεγέθους. Το μέσο αυτό χρησιμοποιείται για να διατηρείται η δομή των τάφρων στο χώρο διάθεσης, να επιτυγχάνεται μερική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων αφού στη συνέχεια το περιεχόμενο μεταφέρεται σε άλλη περιοχή μέσω βυτίων, όπου συνεχίζει να αποτελεί πηγή ρύπανσης, να διανέμει τις εκροές στις εδαφικές επιφάνειες φίλτρανης και να επιτυγχάνεται προσωρινή αποθήκευση σε περίπτωση μη πλήρωσης του μέσου με υγρά, κατά τη διάρκεια συνθηκών αιχμής στην παροχή. Οι εκροές της σηπτικής δεξαμενής εφαρμόζονται στο χώρο διάθεσης δια μέσου διαλείπουσας διήθησης ή με περιοδική δοσομετρία χρησιμοποιώντας αντλίες ή δοσομετρικά σιφώνια. Δυστυχώς, η συνήθης συμβατική σχεδίαση τέτοιων τάφρων, δεν αξιοποιεί τις δυνατότητες επεξεργασίας μέσω του εδάφους, επειδή το βάθος διάθεσης των υγρών αποβλήτων βρίσκεται κάτω από την περιοχή της μέγιστης βακτηριακής δραστηριότητας. Σε περίπτωση κατασκευής των δεξαμενών αυτών σε ασβεστολιθικά εδάφη με μεγάλες ρωγμές, ελλοχεύει κίνδυνος επιμόλυνσης του υπόγειου υδάτινου φορέα. Οι νέες προτάσεις σχεδιασμού τέτοιων συστημάτων προβλέπουν τη χρήση πολύ αβαθών τάφρων χωρίς απαραίτητα την προσθήκη χαλικιών. Γενικά, όλα τα εδαφικά συστήματα θα πρέπει να βασίζονται στην εφαρμογή των αποβλήτων σε αβαθείς αύλακες (βάθους μέχρι 30 cm) και αν είναι δυνατόν με κλειστά συστήματα για τον καλύτερο έλεγχο των οσμοαερίων (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007)(Ρεβενιώτης, 2006).

Κατά τη διαδικασία διάθεσης των αποβλήτων σε ακαλλιέργητες ή καλλιερημένες εκτάσεις, η οποία αναφέρεται και ως βραδεία εφαρμογή αποτελεί το επικρατέστερο σήμερα φυσικό σύστημα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Στο σύστημα το απόβλητο υφίσταται προεπεξεργασία και διατίθεται σταδιακά σε φυτεμένο έδαφος προκειμένου το δεύτερο να εμπλουτιστεί με θρεπτικά συστατικά. Η διάθεση του κατσίγαρου γίνεται σε δόσεις, ενώ το απόβλητο καταναλώνεται δια μέσου της εξατμισοδιαπνοής ή διηθείται και διεισδύει ξανά στο έδαφος (Γεωργακαράκος, 2013).

Η μέθοδος της φυτοεξυγίανσης, η οποία έχει αναπτυχθεί και κατοχυρωθεί με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας από Ιταλικό ερευνητικό ίδρυμα (ISRIM), αναφέρεται στην κατασκευή ενός υπόγειου συστήματος άρδευσης που επιτρέπει την ανάκτηση και αξιοποίηση των θρεπτικών συστατικών που υπάρχουν στον κατσίγαρο ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν για την άρδευση δενδρωδών καλλιεργειών. Είναι εφαρμόσιμη σε πεδία βεβαρημένα με οργανικούς ρυπαντές, θρεπτικά ή βαρέα μέταλλα, και μπορούν να προσεγγιστούν από το ριζικό σύστημα των φυτών. Η δενδροφύτευση στην επιλεγμένη περιοχή φυτοεξυγίανσης βασίζεται σε έναν συνδυασμό παραγόντων όπως το σύστημα άρδευσης και ελέγχου

ζιζανίων, το σύστημα διάθεσης του υγρού αποβλήτου κ. α. Το λειτουργικό κόστος της μεθόδου είναι χαμηλό (0.2 €/m³ ετησίως) ενώ παράλληλα υπάρχουν κέρδη και από την εκμετάλλευση της ξυλείας. Ωστόσο δεν υπάρχει επαρκές νομοθετικό πλαίσιο με αποτέλεσμα έως τώρα μόνο στην Ιταλία να έχουν εκδοθεί περιορισμένες άδειες για την εφαρμογή της μεθόδου (Βουρεξάκη, 2012).

Τέλος η διάθεση σε δεξαμενές εξάτμισης (lagoons) αφορά την προσωρινή αποθήκευση (όχι πέρα των 30 ημερών) των αποβλήτων σε ανοιχτή χωμάτινη, επενδεδυμένη ή μη, δεξαμενή φυσικής καθίζησης, όπου γίνεται επεξεργασία με οξείδιο του ασβεστίου 0,2%, για εξουδετέρωση της οξύτητας και κροκίδωση. Στη συνέχεια τα απόβλητα διατίθενται σε αδιάβροχες δεξαμενές (lagoons), μακριά από κατοικημένες περιοχές λόγω των έντονων οσμών που αναπτύσσονται κατά την διεργασία (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007).

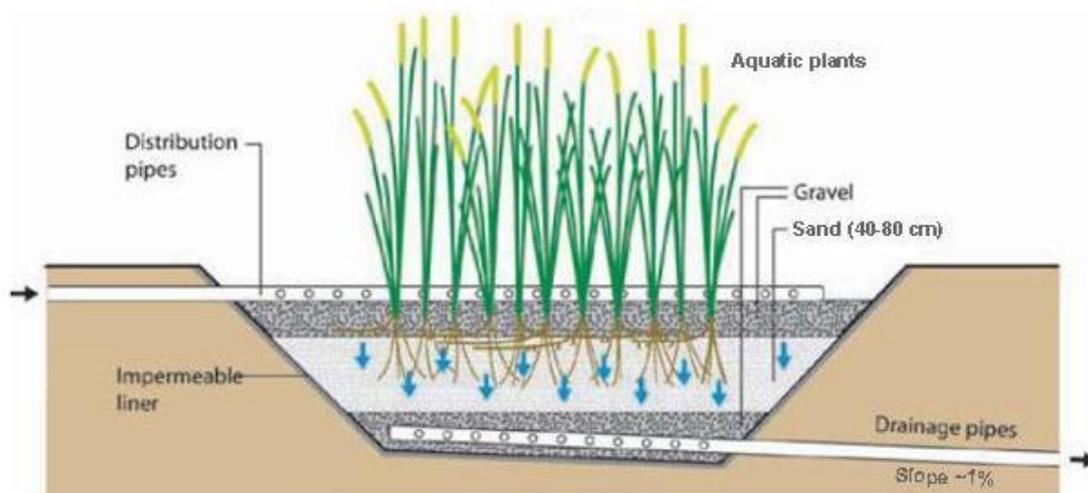
2. Η **Ανάπτυξη Υδροχαρών Φυτών σε Αβαθείς Χωμάτινες Δεξαμενές** χαρακτηρίζεται από χαμηλό κόστος λειτουργίας και οικονομικές εγκαταστάσεις ενώ διεξάγεται στα εξής τρία στάδια:

1^ο στάδιο: διαχωρισμός των αιωρούμενων στερεών συστατικών με προσθήκη κατάλληλων χημικών στα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων και εν συνεχεία απομάκρυνση με μηχανικό τρόπο από τη δεξαμενή συγκέντρωσης των αποβλήτων.

2^ο στάδιο: αποθήκευση του υπερκείμενου υγρού σε κλειστές αεριζόμενες δεξαμενές προς βιολογική επεξεργασία.

3^ο στάδιο: τα υγρά της εκροής οδηγούνται σε μονάδα παραγωγής υδροχαρών φυτών.

- Η λεκάνη απορρόφησης αποτελείται από ορθογώνια στεγανή αβαθή δεξαμενή (βάθους 0,70-0,80μ), που περιέχει φυτική γη στο πάνω μέρος (0,35-0,50μ) και υπόστρωμα από χαλίκια κάτωθεν (0,30μ). Η τελική διάθεση των υγρών γίνεται με φυσική εξάτμιση και με διαπνοή από τα φυλλάδια των φυτών. Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται συνήθως υδράσβεστος ως χημικό μέσο, ενώ επιτυγχάνεται ικανοποιητική απομάκρυνση του ρυπαντικού φορτίου των υγρών αποβλήτων. Η προκύπτουσα ιλύς είναι εύκολα διαχειρίσιμη εάν καταστεί εφικτή η συνδιαχείρισή της με άλλα οργανικά υπολείμματα (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007). Η μέθοδος θεωρείται ακίνδυνη για τους εργαζόμενους, και χαρακτηρίζεται από οικονομικές εγκαταστάσεις και χαμηλό κόστος λειτουργίας. Στα μειονεκτήματά της μεθόδου συγκαταλέγονται η πρόκληση δυσάρεστων οσμών, σε περιπτώσεις μη ορθής διαχείρισης της λάσπης, λόγω της περιεκτικότητάς της σε υπολείμματα ελαιολάδου και η απαίτηση για περαιτέρω έρευνα, προκειμένου να βελτιωθεί ο βαθμός απόδοσής της. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε ένα τέτοιο σύστημα.



Εικόνα 14: Ανάπτυξη υδροχαρών φυτών σε αβαθείς λεκάνες (Mitsch, 1993)

Η **Ελάττωση Όγκου των Αποβλήτων με Θερμική Επεξεργασία** περιλαμβάνει τις παρακάτω διεργασίες.

Την αποτέφρωση, η οποία εφαρμόζεται στα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε οργανικό φορτίο που όμως καταστρέφεται υπό τη δράση των υψηλών θερμοκρασιών και λόγω της θερμογόνου δύναμης των οργανικών συστατικών τους. Επιπλέον, προκαλείται πλήρης εξάτμιση των περιεχόμενων υδάτων. Έως τώρα έχουν χρησιμοποιηθεί θάλαμοι τύπου ρευστοποιημένης κλίνης (fluid bed oven) ή θάλαμοι τύπου στατικής αποτέφρωσης (static incineration chambers) για την αποτέφρωση υγρών αποβλήτων και θάλαμοι αποτέφρωσης με περιστροφικούς σωλήνες (rotary tube ovens) για τη συνδυασμένη αποτέφρωση στερεών και υγρών αποβλήτων.

Κατά την Θερμική Κατεργασία με Απόσταξη γίνεται επεξεργασία του ενεργειακού περιεχομένου των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω της διεργασίας της εξάτμισης. Συγκεκριμένα το οργανικό και ανόργανο φορτίο καθώς και οι μη πτητικές διαλυμένες ουσίες συμπυκνώνονται με εξάτμιση, με ενέργεια προερχόμενη από την θερμότητα καύσης καθώς και από φυσικές πηγές όπως η ηλιακή ακτινοβολία. Το εξατμιζόμενο νερό ανακυκλώνεται μέσω συμπύκνωσης, ώστε να επαναχρησιμοποιηθεί στη γραμμή επεξεργασία της βιομηχανικής μονάδας, ενώ το στερεό υπόλειμμα που προκύπτει μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα, ως πρόσθετο ζωοτροφών ή να αποτεφρωθεί συμβάλλοντας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ωστόσο η καύση απαιτεί περαιτέρω επεξεργασία των αερίων, που δημιουργούνται. Μίγμα υδροαλκοόλης (2,5 έως 15%) και συμπύκνωμα με υψηλό οργανικό φορτίο (>3g COD/L), το οποίο περιέχει κλάσματα πτητικών λιπαρών οξέων και αλκοολών, αποτελούν υποπροϊόντα της εν λόγω διεργασίας. Μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί η περαιτέρω επεξεργασία των προαναφερθέντων υποπροϊόντων, πριν την τελική τους διάθεση.

Την περίοδο 2003-2004 η Ε.Ε. χρηματοδότησε ένα πρόγραμμα (SOLARDIST) ανάπτυξης εγκαταστάσεων απόσταξης, που λειτουργούσαν με ηλιακή ενέργεια, για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων ελαιουργείων. Στα πλαίσια του προγράμματος διερευνήθηκε πιλοτικά η υλοποίηση της μεθόδου από την Ε.Π.Σ. Πεζών Ηρακλείου Κρήτης, χωρίς όμως αξιοσημείωτα αποτελέσματα. Βασικά μειονεκτήματα αποτέλεσαν οι αυξημένες απαιτήσεις σε έκταση γης και ο μεγάλος χρόνος παραμονής των αποβλήτων (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007).

Η μέθοδος συμπύκνωσης σε υπαίθριες ρηχές εξατμισοδεξαμενές, αποτελεί ένα από τα πρώτα συστήματα που εφαρμόστηκε στα απόβλητα ελαιουργείων. Λαμβάνει χώρα σε τεχνητές ρηχές δεξαμενές μετά από εξουδετέρωση της οξύτητας των αποβλήτων με προσθήκη 2% CaO και στηρίζεται στην διεργασία της φυσικής εξάτμισης με ρυθμό που μπορεί να φθάσει μέχρι και το 1 m³ ανά 1 m² σε ένα μήνα. Οι δεξαμενές συνήθως τοποθετούνται σε απόσταση από το ελαιουργείο και μακριά από κατοικημένες περιοχές, λόγω έκλυσης δυσάρεστων οσμών. Κατά τη διάρκεια της ελαιοπαραγωγικής περιόδου, οι δεξαμενές γεμίζουν με απόβλητα, ενώ το υπόλοιπο διάστημα του χρόνου (8-9 μήνες) το περιεχόμενο των δεξαμενών αφήνεται να αποξηρανθεί πλήρως με φυσική εξάτμιση. Από τη διεργασία προκύπτει ίζημα το οποίο απομακρύνεται από τις δεξαμενές, ενώ συνεχίζει να είναι τοξικό και μετά την εξάτμιση. Αυτό αποτελεί κίνδυνο για πρόκληση περιβαλλοντικής φόρτισης, συνεπώς η περαιτέρω επεξεργασία του καθίσταται απαραίτητη για την άρτια διάθεση του τελικού προϊόντος.

Κύριο μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί η απαίτηση για μεγάλες εκτάσεις, σε συνδυασμό με το μεγάλο χρόνο παραμονής, μέχρι να επιτευχθεί πλήρης εξάτμιση. Απόρροια αυτών είναι η έκλυση δυσάρεστων οσμών, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες. Επιπλέον ελλοχεύει κίνδυνος ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, σε περίπτωση που η στεγανοποίηση των δεξαμενών αυτών δεν είναι επαρκής. Για την αντιμετώπιση των ως άνω προβλημάτων έχουν πραγματοποιηθεί προσπάθειες τροποποιήσεων της μεθόδου οι οποίες συνοπτικά είναι:

- ✓ Η **προσθήκη μικροοργανισμών με στόχο την αποδόμηση της οργανικής ύλης**, ώστε να μειώνεται ο σχηματισμός επιφανειακού στρώματος ο οποίος παρεμποδίζει την εξάτμιση. Η μέθοδος αποδείχτηκε επιτυχής αφού προέκυψε μείωση του COD και αξιόλογη μείωση των λιπαρών στο ξηρό υπόλειμμα.
- ✓ Την **εγκατάσταση ψεκαστήρων και κελιών**, ώστε τα υγρά απόβλητα να διασπείρονται μέσω ακροφυσίων υψηλής πίεσης, υπό μορφή σταγονιδίων. Με αυτόν τον τρόπο το φαινόμενο της εξάτμισης ενισχύεται σημαντικά αφού ευνοείται η δράση της ηλιακής ακτινοβολίας και του ανέμου. Στην άκρη της δεξαμενής τοποθετείται ένα αντλητικό εξάρτημα, το οποίο αντλεί απόβλητα και τα προωθεί σε ένα δίκτυο ψεκαστικών ακροφυσίων. Το μη εξατμισμένο τμήμα επιστρέφει πίσω στη δεξαμενή. Τα κελιά μεγάλης ειδικής επιφάνειας, βρίσκονται εκτεθειμένα στον ήλο και στον άνεμο, ενώ πληρώνονται με απόβλητα σε τακτά χρονικά διαστήματα μέσω των ψεκαστήρων, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ικανότητα της εξάτμισης έως και 40 φορές.

Άλλες φυσικοχημικές μέθοδοι που επιτυγχάνουν διαχωρισμό σε κλάσματα περιλαμβάνουν:

Τη μέθοδο της Φυσικής καθίζησης, στην οποία επιτυγχάνεται φυσικός διαχωρισμός των αποβλήτων κατά την παραμονή τους σε ειδικά σχεδιασμένες δεξαμενές για 10 ημέρες σε ηρεμία. Με αυτή τη μέθοδο προκύπτουν 3 κλάσματα:

α) Το βαρύ κλάσμα του πυθμένα αποτελείται από καθιζάνοντα στερεά (ιλύς) τα οποία αποτελούν το 25-29% του συνολικού όγκου των αποβλήτων. Αυτό μπορεί να απομακρυνθεί σταδιακά από τη δεξαμενή και να διατεθεί σε χωμάτινη τάφρο (μέχρι 1μ βάθους), για βραδεία μετατροπή του σε φυτόχωμα (εδαφοκόμποστ) μετά την παρέλευση ενός ή δύο χρόνων. Επιπλέον μπορεί να μετατραπεί σε κομπόστα με εμπορική αξία με την ανάμιξή του με πυρηνόξυλο σε αναλογία 1:1. Τέλος, υπάρχει δυνατότητα συλλογής και αξιοποίησης από γειτονικά ελαιουργεία σε τοπικό κεντρικό σταθμό με στόχο την παραγωγή και εκμετάλλευσή του βιοαερίου και του κομπόστ (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007)(Αγγέλη, 2014).

β) Το μεσαίο κλάσμα ή υπερκείμενο υγρό, ελαφρύ κλάσμα, το οποίο αποθηκεύεται σε χωριστή, ειδικά διαμορφωμένη ανοιχτή βαθιά χωμάτινη, στεγανοποιημένη κατάλληλα, δεξαμενή και το οποίο αποτελεί το 68-72% του συνολικού όγκου των αποβλήτων. Αυτό μαζί με βρόχινο νερό μπορεί να διατίθεται σταδιακά και ελεγχόμενα σε έκταση γης 0,5 - 2,0 στρεμμάτων, για ανάπτυξη αυτοφυών. Επιπρόσθετα, αφού εξουδετερωθεί η φυτοτοξικότητά του, μέσω αερόβιας επεξεργασίας σε τιμεντένια δεξαμενή αερισμού διάχυσης, μπορεί να διατεθεί για τη λίπανση ελαιώνων ή αμπελώνων, μετά από αραίωση με νερό άρδευσης.

γ) Το ελαιώδες κλάσμα (2,5 - 3% κατ' όγκο), το οποίο μπορεί να υποστεί ξανά φυγοκέντριση στο decanter, με στόχο την ανάκτηση του διαφυγόντος ελαιολάδου. Επιπλέον μπορεί να αναμιχθεί με τον ελαιοπυρήνα και να αποσταλεί στο πυρηνελαιουργείο η να παραχωρηθεί σε χωμάτινη τάφρο ώστε να μετατραπεί βραδέως σε κομπόστ σε συνολικό διάστημα 1 ή 2 ετών.

Το βαρύ κλάσμα και το ελαιώδες αποθηκεύονται επαρκώς στην ίδια δεξαμενή.

Μία εναλλακτική μέθοδος καθίζησης στηρίζεται στον διαχωρισμό των αποβλήτων σε κλάσματα μέσω κροκίδωσης με χημικά μέσα. Τα χημικά που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι το θεικό αργίλιο, ο θεικός σίδηρος, ο τριχλωριούχος σίδηρος και η υδράσβεστος και προκαλούν συσσωματώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων των αποβλήτων, δημιουργώντας δύσοσμο και τοξικό ίζημα. Η βέλτιστη δόση υδράσβεστου είναι 2.5% w/v. Συνθετικά οργανικά πολυμερή όπως οι πολυ-ηλεκτρολύτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υποβοηθητικά του συστήματος. Γενικά αυτή η διαδικασία δεν είναι πολύ αποδοτική για τη μείωση των ρύπων στο Υ.Α.Ε. Τα περισσότερα οργανικά συστατικά του Υ.Α.Ε. είναι δύσκολο να κατακρημνιστούν, όπως τα σάκχαρα ή τα πτητικά οξέα. Είναι κατάλληλο μόνο για την αφαίρεση των υπόλοιπων ανασταλμένων στερεών μετά από τη βιολογική επεξεργασία.

Η χρήση μεμβρανών ή φίλτρων στηρίζεται σε τεχνικές όπως μικροδιήθηση (συγκρατεί βακτήρια), υπερδιήθηση (συγκρατεί πρωτεΐνες, αιωρούμενα στερεά), ναναδιήθηση (συγκρατεί σάκχαρα) και έπειτα ακολουθεί αντίστροφη όσμωση (συγκρατεί άλατα) για διαχωρισμό των ενώσεων από τα υγρά διαλύματα. Η μεμβράνη που χρησιμοποιείται σε τέτοια συστήματα είναι πορώδης ή ημιπερατή και λειτουργεί ως φράγμα μέσω του οποίου διέρχονται οι ουσίες, οι οποίες περνούν ή κατακρατούνται ανάλογα με το μέγεθός τους. Η μέθοδος είναι αποτελεσματική για την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση πρώτων υλών, προϊόντων και νερού, αλλά απαιτεί υψηλές λειτουργικές πιέσεις με αποτέλεσμα την υψηλή κατανάλωση ενέργειας. Πλεονέκτημα της μεθόδου αποτελεί η κλασματοποίηση των αποβλήτων, η οποία δημιουργεί προϋποθέσεις για εκμετάλλευση των παραπροϊόντων που προκύπτουν, όπως οι πολυφαινόλες. Η τεχνολογία αυτή εφαρμόζεται ευρέως στη βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων για τη συμπύκνωση υγρών.

Στην επεξεργασία των υγρών απόβλητων με μεμβράνες υπάρχουν δυο τύποι ροής :α) της κάθετης ροής και της β) της διασταυρωμένης ροής. Στην κάθετη ροή η ποσότητα των υγρών αποβλήτων περνάει στο 100% και με μικρή σχετικά πίεση . Στην επιφάνεια της διηθητικής μεμβράνης δημιουργείται ένα στρώμα (cake) από στέρεα που υπάρχουν μέσα τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων. Το στρώμα αρχικά αυτό κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες βελτιώνει την απόδοση της μεμβράνης και μπορεί να λειτουργήσει ως «δεύτερη μεμβράνη». Κατά την διάρκεια λειτουργίας της κάθετης ροής στην μεμβράνη η ποσότητα των στερεών αυξάνεται έτσι ώστε να φθάσει σε ένα σημείο στο οποίο επέρχεται η πλήρης έμφραξη της μεμβράνης. Έτσι θα πρέπει να διακοπεί η τροφοδοσία των υγρών αποβλήτων και να καθαριστεί η μεμβράνη. Στη διασταυρωμένη ροή δεν περνάει ολόκληρη η ποσότητα των υγρών απόβλητων, αλλά ένα μέρος της ποσότητας, η οποία επανακυκλοφορεί και ταυτόχρονα δημιουργείται ένα στρώμα από στέρεα σωματίδια συνεχούς ροής στη μεμβράνη. Με την συνεχή και τη γρήγορη ροή του στρώματος δημιουργούνται «διαχωριστικές δυνάμεις» κοντά στην επιφάνεια της μεμβράνης με αποτέλεσμα να μειώνεται η πυκνότητα των στέρεων σωματιδίων που βρίσκονται στο στρώμα. Η αποδοτικότητα του συστήματος αυξάνεται με την αύξηση της ταχύτητας. Στην διασταυρωμένη ροή η διήθηση γίνεται με πιο αργό ρυθμό σε σχέση με την κάθετη, ωστόσο με την σωστή ταχύτητα ροής και την κατάλληλη ποσότητα υγρών απόβλητων δύναται να παραταθεί η διάρκεια χρήσης των μεμβρανών (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007).

Εν γένει, ο διαχωρισμός με μεμβράνες δεν είναι κατάλληλος για υγρά απόβλητα υψηλού ρυπαντικού φορτίου από την παραγωγή ελαιολάδου, γιατί δημιουργούν προβλήματα στην ομαλή λειτουργία των μεμβρανών λόγω φραξίματος των πόρων και φαινομένων συσσωμάτωσης και προσρόφησης. Τα λιπαρά οξέα, που βρίσκονται στα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων, μπορούν επίσης να μειώσουν την απόδοση του συστήματος των μεμβρανών λόγω φραγής των πόρων και τη μείωση της ροής διαμέσου των μεμβρανών. Η τεχνολογία των μεμβρανών είναι αποτελεσματική στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων μόνο όταν το υψηλό ρυπαντικό φορτίο έχει μειωθεί προηγουμένως με άλλες μηχανικές ή βιολογικές μεθόδους, ωστόσο το υψηλό κόστος της διεργασίας την καθιστά απαγορευτική για μικρά ελαιοτριβεία.

Η απλή διήθηση με φίλτρα αποτελεί μια από τις παλαιότερες μεθόδους για την απομάκρυνση στερεών όπως άργιλο, ιλύ, οργανικές ουσίες, ιζήματα από άλλες επεξεργασίες, σίδηρο, μαγγάνιο και μικροοργανισμούς από υγρά απόβλητα. Ο διαχωρισμός γίνεται με τη βοήθεια πορώδους υλικού, που συγκρατεί τα στερεά και επιτρέπει τη διέλευση της υγρής φάσης. Τα φίλτρα μπορεί να είναι στρώματα άμμου, αμμοχάλικου ή ενεργού άνθρακα. Η διήθηση μπορεί να γίνει, είτε φυσικά (με βαρύτητα), είτε βεβιασμένα με εφαρμογή πίεσης στην πλευρά εισόδου ή με εφαρμογή κενού στην πλευρά εξόδου των αποβλήτων και βασίζεται στις ίδιες αρχές με μεθόδους διαχωρισμού μεμβρανών. Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί αυτόνομα ή σε συνδυασμό με άλλη τεχνολογία.

Η ηλεκτροχημική οξείδωση αποτελεί χημική μέθοδο διαχωρισμού, η οποία έχει δοκιμαστεί σε εργαστηριακή εγκατάσταση σε υγρά απόβλητα ελαιουργείου με τη χρήση ηλεκτροδίου ανόδου από

Ti/Ta/Pt/Ir και ηλεκτροδίου καθόδου από ανοξειδωτο χάλυβα. Σε αυτές τις συνθήκες επετεύχθη μείωση φορτίου COD κατά 70.8% μετά από 8 ώρες ηλεκτρόλυσης. Σε μικρό χρονικό διάστημα είχαν μειωθεί πλήρως η οσμή, το χρώμα και η θολότητα. Ωστόσο, η οικοτοξικότητα των διαυγασμένων υγρών παρέμεινε στο ίδιο επίπεδο με τα αρχικά εξαιτίας της παραγωγής οργανοχλωριωμένων παραγώγων λόγω της παρουσίας χλωρίου (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007).

Η χημική οξείδωση χρησιμοποιείται ευρέως για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων, πόσιμου νερού και βιομηχανικών λυμάτων. Ρύποι που υφίστανται επεξεργασία με επιτυχία είναι οργανικές ενώσεις όπως οι φαινόλες. Η μέθοδος ενισχύεται όταν εφαρμόζονται οξειδωτικά μέσα σε συνδυασμό με υπεριώδη ακτινοβολία και στόχος αποτελεί η μείωση του COD και BOD₅ και η απομάκρυνση τόσο του οργανικού όσο και του οξειδούμενου ρυπαντικού φορτίου ανόργανης προέλευσης. Οξειδωτικά μέσα που χρησιμοποιούνται επιτυχώς είναι: αέριο χλώριο και υποχλωριώδη άλατα, διοξείδιο του χλωρίου, υπεροξείδιο του υδρογόνου, υπερμαγγανικό κάλιο, οξυγόνο, Όζον, ρίζα υδροξυλίου.

- Η οξείδωση με χλώριο επιτυγχάνει καθαρισμό μέχρι και 95%, με ενδεχόμενο πρόβλημα, να δημιουργούνται οργανο-χλωριωμένες ενώσεις. Η μέθοδος έχει επίσης υψηλό πάγιο και λειτουργικό κόστος.
- Το όζον παράγεται από οξυγόνο με τεχνολογία στέμματος (corona discharge) σε συγκέντρωση 6% έως 12%, ή από ξηρό αέρα με την ίδια τεχνολογία σε συγκέντρωση σε οξυγόνο 2%. Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου περιλαμβάνεται η οξείδωση οργανικών ενώσεων όπως οι φαινόλες, και η ισχυρή απολυμαντική του δράση. Επιτυγχάνεται άμεση καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών ενώ συγχρόνως μειώνεται το BODs, το χρώμα, η θολότητα και οι οσμές. Η χρήση του όζοντος γίνεται ευκολότερα αποδεκτή σε σύγκριση με την απολύμανση με το χλώριο, λόγω των μειωμένων παραπροϊόντων που δημιουργούνται κατά την αντίδρασή του με τις ενώσεις των υγρών απόβλητων. Κύριο μειονέκτημα αποτελεί η ακριβή εγκατάσταση του εξοπλισμού και το αυξημένο λειτουργικό κόστος.
- Υπεροξείδιο του υδρογόνου εφαρμόζεται επίσης στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από ελαιοτριβεία στην διάσπαση των παραμενόντων OC12 μετά από χλωρίωση και στην επεξεργασία θειούχων ενώσεων. Επιπλέον, και για την επεξεργασία των φαινολών.

Στα πλαίσια αναζήτησης νέων αποτελεσματικών και φιλικών στο περιβάλλον μεθόδων, για την καταστροφή των οργανικών ενώσεων και των μικροοργανισμών που συναντώνται στα υγρά απόβλητα μπορεί να ενταχθεί και το αυξανόμενο ενδιαφέρον τελευταία για τη χρησιμοποίηση των λεγόμενων **«Προχωρημένων Οξειδωτικών Μεθόδων»**. Με τον όρο αυτό εννοούνται εκείνες οι τεχνολογίες, οι οποίες στηρίζονται στη χρήση μεθόδων όπως φωτοκατάλυση (UV-C, B), O₃/UV-B, H₂O₂/UV-B, αντιδραστήριο Photo-Fenton, O₃/H₂O₂/UV-B ή TiO₂/UV-A, κ.α. Η αποτελεσματικότητά τους, με εξαίρεση τη φωτοκατάλυση, στηρίζεται στη δημιουργία ριζών του υδροξυλίου (OH·) και οι οποίες με δυναμικό οξείδωσης 2.8 V αποτελούν το ισχυρότερο οξειδωτικό μέσο μετά το φθόριο και επιπλέον δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον.

Η μέθοδος της επίπλευσης είναι μία μηχανική μέθοδος διαχωρισμού των αιωρούμενων στερεών από τα υγρά απόβλητα. Στη μέθοδο αυτή, το αέριο (αέρας ή άζωτο) διοχετεύεται υπό πίεση στα απόβλητα οδηγώντας στον σχηματισμό φυσαλίδων και έπειτα προσροφάται στην επιφάνεια των στερεών μειώνοντας το ειδικό βάρος και διευκολύνοντας των διαχωρισμό. Οι ουσίες που χρησιμοποιούνται για τη διευκόλυνση της διαδικασίας χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

I. Ουσίες που προκαλούν αφρισμό (foaming chemicals). Η δημιουργία αφρού σταθεροποιεί τις φυσαλίδες και τον αφρό στην επιφάνεια της δεξαμενής. Σε διαφορετική περίπτωση, εάν σταματήσει ο σχηματισμός φυσαλίδων και αφρού, τα αιωρούμενα στερεά θα κατακρημνιστούν.

II. Ουσίες που καθιστούν τα αιωρούμενα στερεά υδρόφοβα. Με τη χρήση των ουσιών αυτών, τα αιωρούμενα στερεά προσκολλώνται ευκολότερα στις φυσαλίδες του αέρα και κινούνται προς την επιφάνεια. Αυτοί οι χημικοί παράγοντες καλούνται επίσης συλλέκτες (collectors).

III. Ρυθμιστικοί παράγοντες όπως ρυθμιστές pH, ουσίες που προκαλούν κροκίδωση, κλπ.

Η μέθοδος επίπλευσης που εφαρμόζεται ευρύτερα είναι η επίπλευση με διαλυμένο αέρα (Dissolved Air Flotation, D.A.F.) εξαιτίας της αποτελεσματικότητάς της να απομακρύνει μεγάλο εύρος στερεών. Επίσης, η επίπλευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αφαίρεση της πολύ λεπτής φάσης ελαίου (γαλάκτωμα) στα απόβλητα αλλά με υψηλό κόστος (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007).

Η απολίπανση είναι η διεργασία που αποσκοπεί στην παγίδευση της η λιπαρής φάσης των αποβλήτων, πριν αυτά εισέλθουν στο βιολογικό καθαρισμό για περαιτέρω επεξεργασία. Αυτό επιτυγχάνεται με εμβολιασμό μικροοργανισμών στα υγρά απόβλητα, με σκοπό την ανάπτυξη ζυμών και μυκήτων για την παραγωγή μονοκυτταρικής πρωτεΐνης. Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος απολίπωσης στηρίζεται στον προσδιορισμό του μεγέθους των ελαιοσταγονιδίων. Πλεονέκτημα της μεθόδου αποτελεί το χαμηλό κόστος, ωστόσο μειονεκτεί σε χαμηλή απόδοση στη μείωση του ρυπαντικού φορτίου (50%), όπερ σημαίνει την περαιτέρω επεξεργασία των αποβλήτων.

Πίνακας 27: Βιολογικές Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007).

ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
Αερόβια χώνευση
Μέθοδος Ενεργού Ιλύος
Κομποστοποίηση
Σύστημα Βιοφίλτρων
Αναερόβια χώνευση

Αναφορικά με τις βιολογικές μεθόδους επεξεργασίας θεωρούνται ως οι περιβαλλοντικά φιλικότερες και οικονομικά αποδοτικότερες για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

Η αερόβια επεξεργασία εφαρμόζεται ως προ-κατεργασία και ως κύρια μέθοδος επεξεργασίας. Κατά τη μέθοδο χρησιμοποιούνται αερόβιοι μικροοργανισμοί με στόχο την αποδόμηση του οργανικού περιεχομένου των αποβλήτων. Οι μικροοργανισμοί αυτοί είναι αερόβια βακτήρια και μύκητες. Ωστόσο η αερόβια επεξεργασία αντιμετωπίζει πρόβλημα με το υψηλό οργανικό φορτίο των ΥΑΕ, το οποίο απαιτείται να αραιωθεί πολλές φορές και αυτό συνεπάγεται μεγάλο κόστος επεξεργασίας. Στην αερόβια επεξεργασία τις περισσότερες φορές απαιτείται αραιώση 70 - 100 φορές ώστε να επιτυγχάνεται συγκέντρωση εισαγωγής γύρω στο 1 g COD L⁻¹. Επιπρόσθετα, η παρουσία κάποιων ομάδων ενώσεων όπως οι πολυφαινόλες και τα λιπίδια μετατρέπουν τα ΥΑΕ σε ακατάλληλα για απευθείας επεξεργασία με βιολογικές μεθόδους. Η αερόβια επεξεργασία χρησιμοποιείται ως μέθοδος προεπεξεργασίας για τη μείωση των φαινολικών ενώσεων που συνεπάγονται τοξικότητα για μικροοργανισμούς (μ/ο), πριν την αναερόβια επεξεργασία. Σε μελέτες που έχουν διεξαχθεί στην αερόβια προεπεξεργασία (Borja et al, 1998) έχουν χρησιμοποιηθεί τρεις διαφορετικές καλλιέργειες μ/ο (*Aspergillus terreus*, *Azotobacter chroococcum* και *Geotrichum candidum*) στην διεργασία της αναερόβιας χώνευσης και έδειξαν ότι ο ρυθμός αναερόβιας αποδόμησης ήταν από 2.5 - 4.5 φορές μεγαλύτερος ανάλογα με την καλλιέργεια που χρησιμοποιούταν. Αυτό οφειλόταν στο ότι η προεπεξεργασία είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση COD, ολικών φαινολών και τοξικότητας των ΥΑΕ κατά

63-75%, 65-95 και 59-87%, αντίστοιχα, ανάλογα με την καλλιέργεια που χρησιμοποιήθηκε (Κόλλα, 2009) (Ζάγκλης, 2009).

Στον **Πίνακα 28** αναφέρονται κάποιες από τις έρευνες που έχουν διεξαχθεί για αερόβια επεξεργασία των ΥΑΕ και παρουσιάζονται αποτελέσματα αναφορικά με την απομάκρυνση COD, φαινολών και τοξικότητα αυτών (Νέσσερης, 2008).

Πίνακας 28: Έρευνες για αερόβια επεξεργασία των ΥΑΕ (Νέσσερης, 2008)

ΑΝΑΦΟΡΑ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΑΠΟΔΟΣΗ
Angelis et al, 2003	<i>Pleurotus ostreatus</i>	Σχεδόν πλήρης απομάκρυνση φαινολών μετά από 20ήμερη επεξεργασία σε batch reactor. Η φυτοτοξικότητα και τοξικότητα σε θαλάσσια και εδαφικά βακτήρια μειώθηκε μετά την επεξεργασία. Η τοξικότητα σε βακτήρια του πόσιμου νερού δεν άλλαξε.
Tsioulpas et al, 2002	Διάφορες ποικιλίες <i>Pleurotus</i>	69-76% απομάκρυνση φαινολών μετά από 12 - 15 ημέρες επεξεργασίας σε αναδεδυόμενες δεξαμενές. Η φυτοτοξικότητα μειώθηκε μετά την επεξεργασία όχι όμως αναλόγως της απομάκρυνσης των φαινολών.
Blanquez et al, 2002	<i>Phanerochaete flavido-alba</i>	70% απομάκρυνση χρώματος και 52 % αρωματικών ενώσεων μετά από 14 ημέρες επεξεργασίας σε αναδεδυόμενες δεξαμενές.
Garcia Garcia et al, 2000	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus terreus</i> , <i>Geotrichum candidum</i> , <i>P. chrysosporium</i>	92% απομάκρυνση φαινολών και 75% απομάκρυνση COD μετά από 6 μέρες επεξεργασίας με <i>P. Chrysosporium</i> σε αναδεδυόμενες δεξαμενές. Σε 4,8 μέρες επεξεργασίας με τον <i>A. Niger</i> υπήρχε απομάκρυνση 76%, και 73% και μετά από 4.7 ημέρες με τον <i>A. Terreus</i> 64%, και 63% αντίστοιχα. Μετά από 9.3 ημέρες επεξεργασίας με τον <i>G. candidum</i> δεν υπήρχε απομάκρυνση φαινολών.
Robles et al, 2000	Διάφορες ποικιλίες <i>Penicillium</i>	32-45% απομάκρυνση φαινολών και 25 -38 % COD μετά από 20 ημέρες επεξεργασίας σε δεξαμενές.
D' Annibale et al, 1999	<i>Lentinula edodes</i>	Απομακρύνσεις 40% ολικών φαινολών, 60% ο-διφαινίλιων και 50% απομάκρυνση χρώματος σε αντιδραστήρες με σταθερό πληρωτικό υλικό που κατέστησαν την καλλιέργεια σταθερή ενώ ήταν συνεχώς σε ανάδευση. Η τοξικότητα σε εδαφικά βακτήρια μειώθηκε μετά την επεξεργασία.
Ehaliotis et al, 1999	<i>Azotobacter vinelandii</i>	Μετά 5 ημερών επεξεργασία σε περιστρεφόμενες δεξαμενές - βιοδίσκους η

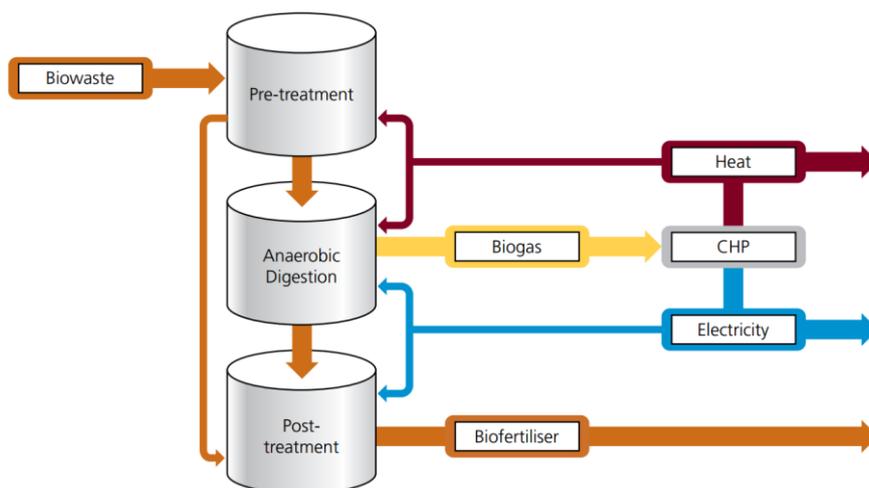
ΑΝΑΦΟΡΑ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΑΠΟΔΟΣΗ
		φυτοτοξικότητα μειώθηκε
D' Annibale et al, 1998	Lentinula edodes	73% TOC και 75% απομάκρυνση χρώματος μετά από 8 ημέρες επεξεργασίας σε αναδεδυμένους αντιδραστήρες με σταθεροποιημένη την καλλιέργεια.
Yesilada et al, 1998	Coriolus versicolor, Funalia trogii	Απομάκρυνση 93% φαινολών, 81% χρώματος και 70% COD μετά 6 ημερών επεξεργασία με τον F. trogii σε αναδεδυμένες δεξαμενές. Για τον C. versicolor οι απομακρύνσεις αντίστοιχα ήταν 90%, 65% και 63%.

Το σύστημα της ενεργού ιλύος αναπτύχθηκε αρχικά από τους Arden και Lockett στο Μάντσεστερ της Αγγλίας στις αρχές του αιώνα, αλλά η ευρεία εφαρμογή του άρχισε μετά το 1940. Από τότε η συνεχής εξέλιξη του συστήματος οδήγησε σε αρκετές παραλλαγές του τυπικού συστήματος που αύξησαν τις δυνατότητες εφαρμογής του. Καθοριστική διεργασία στο σύστημα ενεργού ιλύος είναι η απομάκρυνση από τα λύματα των οργανικών ουσιών, με τη χρήση μικροοργανισμών όπως βακτήρια, νηματοειδή βακτήρια, τριχόποδα (rotifers), πρωτόζωα και φύκη (algae), με σκοπό τη δημιουργία συσσωματωμάτων, τα οποία καθιζάνουν εύκολα και δημιουργούνται διαυγή απόβλητα με χαμηλή συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών. Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για βιοδιάσπαση των διαλυμένων ή και κολλοειδών ρύπων από υγρά απόβλητα τα οποία βρίσκονται σε χαμηλή συγκέντρωση. Στους αντιδραστήρες ασυνεχούς ροής ο αφρισμός της ιλύος είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που έχουν επιπτώσεις στην βιολογική επεξεργασία αποβλήτων ενώ υπάρχουν τύποι προβλημάτων που συνδέονται με το σχηματισμό βιοκροκίδων. Η μέθοδος της ενεργού Ιλύος στα συστήματα επεξεργασίας νωπών αποβλήτων ελαιουργείων μειώνεται εξαιτίας των υψηλών συγκεντρώσεων ρύπων στα υγρά απόβλητα και των αργών κινητικών απομάκρυνσης των ρύπων (Νέσσερης, 2008).

Η κομποστοποίηση των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων είναι αερόβια επεξεργασία στην οποία χρησιμοποιείται ένα στερεό υπόστρωμα. Η τεχνολογία χρησιμεύει στην επαναχρησιμοποίηση του κατσίγαρου και του πυρηνόξυλου μέσω των διαδικασιών βιοσταθεροποίησης ή κομποστοποίησης όπου αναμειγνύονται μία σειρά από πρώτες ύλες όπως κατσίγαρος, άχυρο, πριονίδι, κ.ά. υλικά κατάλληλα για διόγκωση ή απορρόφηση υγρασίας και στη συνέχεια, την αερόβια χώνευση του μίγματος, μέχρι να παραχθεί ένα εμπορικής αξίας τελικό προϊόν, γνωστό ως κομπόστα. Το επεξεργασμένο μείγμα χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα υδροπονικών καλλιεργειών, ως καύσιμο για παραγωγή θερμότητας και ως μονωτικό υλικό. Η μέθοδος έχει αποδειχθεί ότι είναι πολύ απλή και εύκολη, αρκεί να γίνονται οι σωστοί χειρισμοί μέχρι τέλους. Μειονεκτήματα της μεθόδου αποτελούν τα υψηλά ποσά ενέργειας καθώς και η μεγάλη χρονική απαίτηση στην εφαρμογή (Ζάγκλης, 2012) (Βουρεξάκη, 2012).

Στα συστήματα βιοφίλτρων επιτυγχάνεται αερόβια βιολογική επεξεργασία, όπου το φίλτρο λειτουργεί ως μέσο τροφής για τα βακτήρια, με συνέπεια να διεξάγεται μια διαδικασία βιολογικής αποικοδόμησης των διαλυμένων οργανικών συστατικών. Μέσω του βιοφιλτραρίσματος επιτυγχάνεται 95% απομάκρυνση των στερεών και μεταξύ 70 και 80% του διαλυμένου οργανικού φορτίου (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007).

Η αναερόβια επεξεργασία είναι η πιο συνήθης μέθοδος για τα ΥΑΕ επειδή έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με την αερόβια. Απαιτεί λιγότερα ποσά ενέργειας και παράγει μικρότερες ποσότητες ιλύος για περαιτέρω επεξεργασία και διάθεση. Επιπλέον, μπορεί να πραγματοποιηθεί ανάκτηση ενέργειας για κάλυψη μερικώς των αναγκών της διεργασίας μέσω της παραγωγής βιοαερίου. Σύμφωνα με μελέτη (Mantzavinou and Kalogerakis ,2005) η διεργασία αυτή μπορεί εύκολα να κάνει επανεκκίνηση μετά από παύση μερικών μηνών ώστε να καλυφθεί το πρόβλημα της εποχιακής παραγωγής του συγκεκριμένου τύπου αποβλήτων. Στην αναερόβια επεξεργασία εν γένει, χρησιμοποιούνται αναερόβια βακτήρια τα οποία αποικοδομούν την οργανική ύλη των αποβλήτων. Αντίστοιχα ο κατσίγαρος πρέπει να υποστεί αραίωση ώστε να αποφευχθεί η παρεμπόδιση της ανάπτυξης των βακτηρίων από τις περιερχόμενες σε αυτόν φαινολικές ενώσεις. Εναλλακτικά, μπορεί να αναμειχθεί με αστικά οργανικά απόβλητα για την παραγωγή βιοαερίου με υψηλή περιεκτικότητα σε μεθάνιο. Το βιοαέριο που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση των δεξαμενών καθώς και για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των εγκαταστάσεων. Σε μεγάλες μονάδες επεξεργασίας λυμάτων μπορεί να παραχθεί περισσότερη ενέργεια από όση χρειάζεται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της μονάδας. Τα πλεονεκτήματα της αναερόβιας διαδικασίας είναι: η παραγωγή θερμικής ενέργειας ή συμπαραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, η παραγωγή σημαντικά μικρότερων ποσοτήτων ιλύος (σε σχέση με άλλα συστήματα), επιτυγχάνεται υψηλή απομάκρυνση οργανικού φορτίου (έως και 98%), οι αναερόβιοι μικροοργανισμοί μπορούν να διατηρηθούν χωρίς τροφοδοσία για μεγάλες περιόδους χωρίς σοβαρή μείωση της ενεργότητάς τους, οι απαιτήσεις της διεργασίας σε θρεπτικά συστατικά (άζωτο και φώσφορο) είναι πολύ μικρές. Στα μειονεκτήματα συμπεριλαμβάνονται: η μεγάλη χρονική περίοδος που χρειάζεται η διαδικασία (ως 30 ημέρες), το μεγάλο χρονικό διάστημα εγκλιματισμού μικροβιακής καλλιέργειας, η ευαισθησία του συστήματος σε αυξομειώσεις της οργανικής φόρτισης, εξάρτηση της διεργασίας από τη θερμοκρασία και κατανάλωση ενέργειας, ευαισθησία μεθανογόνων μικροοργανισμών σε ευρύ φάσμα τοξικών ενώσεων, μικρότερη ικανότητα καταστροφής των παθογόνων μικροοργανισμών σε σχέση με την αερόβια επεξεργασία, δυσοσμία του συστήματος εφόσον περιέχονται θειικά στην εισροή, περαιτέρω επεξεργασία των εκροών, υψηλό κόστος (Νέσσερης, 2008).



Εικόνα 15: Αναερόβια επεξεργασία υγρών αποβλήτων (Διαδικτυακός τόπος: gov.uk)

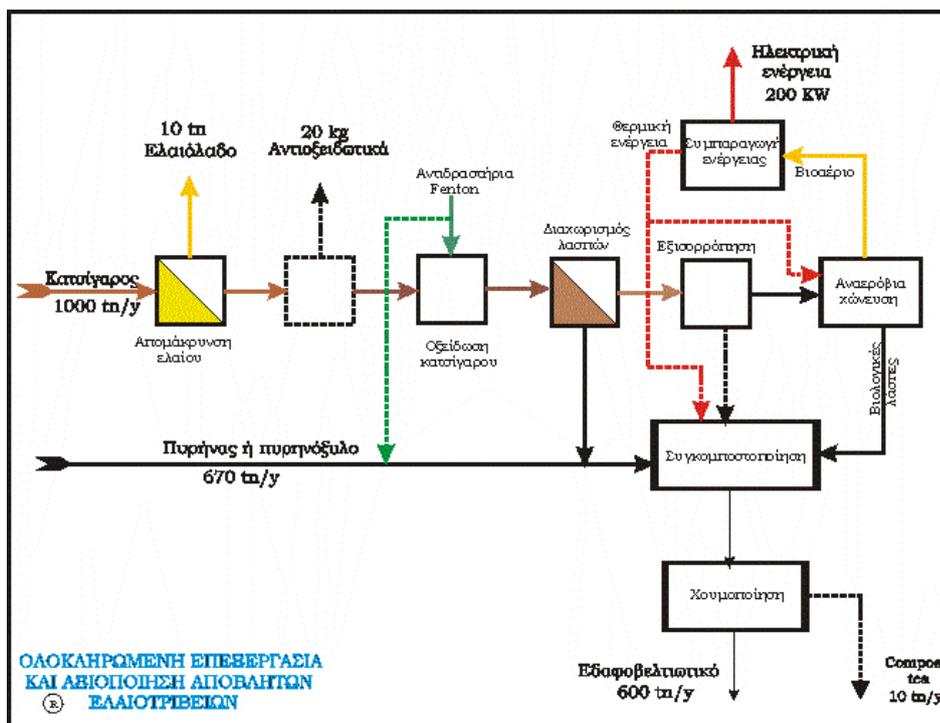
Πίνακας 29: Μικτές Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007)

ΜΙΚΤΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
Φωτοκαταλυτική Οξειδωση-Τεχνολογία Fenton
Μέθοδος αναερόβιας επεξεργασίας AQUATEC - OLIVIA
Μέθοδος SEDIFLOT-AGREK
Μέθοδος Ε.Η.Ο.- ENVITEC ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΥΔΡΟΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ.

Στις **μικτές ή ολοκληρωμένες τεχνικές λύσεις** εντάσσονται συνδυασμοί των προηγούμενων δύο κατηγοριών, οι οποίοι αποβλέπουν στην όσο το δυνατό πιο ολοκληρωμένη διαχείριση των αποβλήτων (επεξεργασία και διάθεση ή αξιοποίηση). Τα συστήματα που αναπτύσσονται είναι πιο αποτελεσματικά αναφορικά με την προστασία του περιβάλλοντος, ωστόσο απαιτούν αυξημένη τεχνογνωσία και υλοποιούνται κυρίως με τη συνδρομή ιδιωτικών τεχνικών εταιριών. Η εφαρμογή μικτών μεθόδων επεξεργασίας μειώνει γενικά το φορτίο COD κατά 80 - 99% (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007).

Η **φωτοκαταλυτική οξειδωση** των οργανικών ρύπων βασίζεται στο φωτοηλεκτροχημικό φαινόμενο, όπου δημιουργούνται ρίζες υδροξυλίου, οι οποίες αποτελούν το κύριο οξειδωτικό μέσο που προσβάλλει τα οργανικά μόρια που βρίσκονται στο διάλυμα και μέσω υπεροξειδικών ριζών τα αποικοδομεί προς CO και ανόργανα άλατα. Λόγω του υψηλού δυναμικού οξειδωσης των ριζών αυτών (2.8 V), είναι δυνατή η προσβολή πρακτικά όλων των οργανικών ρύπων που συναντώνται στην υγρή και στην αέρια φάση. Με την διαδικασία της φωτοκαταλυτικής οξειδωσης στα υγρά απόβλητα από ελαιοτριβεία, έχει παρατηρηθεί ότι μετά από επεξεργασία 6 ωρών έχει επέλθει μείωση του διαλυμένου οργανικού άνθρακα κατά 50%, μείωση των φαινολών κατά 70% καθώς και δραστική μείωση της δυσοσμίας και σχεδόν πλήρης αποχρωματισμός του κατσίγαρου. Αποτέλεσμα της φωτοκαταλυτικής επεξεργασίας των συγκεκριμένων αποβλήτων, τα οποία θεωρούνται από τα πλέον βεβαρημένα με οργανικό φορτίο του αγροτικού τομέα είναι η δυνατότητα βιολογικής επεξεργασίας ή το πότισμα συγκεκριμένων καλλιεργειών (Μακρογιαννάκης, 2006).

Η φωτοκαταλυτική οξειδωση με αντιδραστήριο **Photo-Fenton** είναι ο συνδυασμός H_2O_2 με ιόντα δισθενούς σιδήρου. Η χρήση των ιόντων σιδήρου εξυπηρετεί στη συμμετοχή στην δημιουργία της ρίζας υδροξυλίου (OH), στον αποχρωματισμό του αποβλήτου και στην κροκίδωση μέσω των ιόντων σιδήρου και των συμπλοκών τους. Η μέθοδος αναπτύχθηκε στο Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Vlyssides, 2000) (Vlyssides, 2002) (Vlyssides, 2003) (Vlyssides, 2004), για την μείωση των ρυπαντικών φορτίων όπως και την ικανή αναλογία προς παραγόμενο πυρηνόξυλο για συγκομποστοποίηση. Από τα αποτελέσματα της μελέτης βρέθηκε ότι επιτυγχάνεται μείωση του COD ως 90%, των αιωρούμενων στερεών ως 95%, των ελαίων ως 100%, του χρώματος κατά 97% των φαινολών ως 80% και τέλος η θολερότητα μέχρι 60%. Επιπλέον μηδενίζεται η τοξικότητα του αποβλήτου. Πλεονεκτήματα της μεθόδου αποτελούν ο απλός εξοπλισμός καθώς και η λειτουργικότητα της μονάδας. Έτσι αφενός η τεχνολογία αυτή γίνεται προσιτή τόσο οικονομικά όσο και λειτουργικά για κάθε ελαιοτριβείο και αφετέρου εξαλείφονται οι δυσκολίες λόγω περιοδικής λειτουργίας των ελαιοτριβείων. Επίσης η μέθοδος δύναται να εφαρμοστεί τόσο σε ελαιοτριβεία υδραυλικής πίεσης (κλασικά), όσο και σε φυγοκεντρικά (3 και 2 φάσεων) (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007) (Λουτατίδου, 2012). Η μέθοδος παριστάνεται στην **εικόνα 16**.



Εικόνα 16: Μονάδα επεξεργασίας μέσω ελαιουργείου, σύμφωνα με την τεχνολογία Fenton (Βλυσίδης, 2004)

Η αναερόβια βιολογική μέθοδος AQUATEC - Olivia επιτυγχάνει την παραγωγή βιοαερίου με υψηλή θερμαντική αξία και στερεά υπολείμματα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη γεωργία. Το προκύπτον υγρό της εκροής του συστήματος εμφανίζει έως 95% βαθμό καθαρότητας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση. Το κύριο μέρος της τεχνολογίας αφορά αναερόβια διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει δύο στάδια.

Κατά το 1^ο στάδιο διασπώνται οι σύνθετες οργανικές ουσίες, διαχωρίζοντας τα στερεά από τα διαλυτά συστατικά. Το ίζημα που προκύπτει διαχωρίζεται και παραλαμβάνεται με μηχανικό τρόπο. Ο καθαρισμός που έχει επιτευχθεί σε αυτό το στάδιο είναι της τάξης του 60%, ενώ τα υγρά εξόδου αποθηκεύονται σε μια προσωρινή δεξαμενή εξισορρόπησης. Το προκύπτον στερεό υπόλειμμα υπολογίζεται σε 60 – 80 kg (σε ξηρή βάση) ανά m³ υγρών αποβλήτων, ενώ δύναται να εμπλουτιστεί και να πωληθεί ως λίπασμα.

Το 2^ο στάδιο, περιλαμβάνει τη βιολογική επεξεργασία των υγρών εξόδου του 1^{ου} σταδίου με συμπαραγωγή βιοαερίου (το οποίο δυνητικά μπορεί να παράγει 850 - 1.000 kWh ηλεκτρικής ενέργειας ημερησίως) και μικρής ποσότητας βιομάζας.

Σημαντικό πλεονέκτημα της συγκεκριμένης τεχνολογίας αποτελεί η δυνατότητα συνεπεξεργασίας και λοιπών οργανικών αποβλήτων, εκτός των αποβλήτων ελαιουργείων (όπως π.χ. τυροκομείων). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αποφευχθεί το πρόβλημα της εποχικότητας των μονάδων παραγωγής ελαιολάδου και να επιτευχθεί η απόσβεση της μονάδας σε μικρότερο χρονικό διάστημα (Συβίλλα ΕΠΕ, 2007).

Στη μέθοδο SEDIFLOT-AGREK επιτυγχάνεται ο συνδυασμός ήπιων διεργασιών διαχείρισης όπως φυσικής καθίζησης, επίπλευσης και εξάτμισης-συμπύκνωσης με χρήση χημικών ή άλλων μέσων. Στα τελικά προϊόντα της διεργασίας συμπεριλαμβάνεται παχύρευστο συμπύκνωμα, διαφορετικού βαθμού πυκνότητας (από μορφή χυλού μέχρι πάστας) και το προκύπτον υγρό μειωμένου όγκου, ανάλογα με τον επιθυμητό βαθμό συμπύκνωσης.

Η μέθοδος E.H.O. - ENVITEC αφορά τη χρήση μεθόδων υδρόλυσης, θερμικής οξείδωσης και εξάτμισης σε κλειστό κύκλωμα υπό πίεση. Το υπόλειμμα που προκύπτει είναι πυκνό, υδατικής φάσης και οδηγείται

στη τελική βαθμίδα εξάτμισης, όπου παραλαμβάνεται το στερεό υπόλειμμα. Το νερό εξάτμισης διατίθεται για άρδευση παρακείμενης έκτασης πρασίνου εντός της μονάδας, αφού προηγουμένως έχει υποστεί επεξεργασία για απομάκρυνση των πτητικών του ενώσεων. Τα προϊόντα της συγκεκριμένης επεξεργασίας έχουν άμεση χρησιμότητα και εμπορική αξία, αφού το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση ελαιώνων, το κυτταρινούχο υπόλειμμα μπορεί να πωληθεί ως ζωοτροφή, ενώ το παραγόμενο καύσιμο δύναται να υποκαταστήσει μερικά το χρησιμοποιούμενο πυρηνόξυλο για κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων της εγκατάστασης.

Εθνικό επίπεδο

Αναφορικά με τη μελέτη που διεξήχθη από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο στο πλαίσιο του έργου FOODINBIO/2915 για τον κλάδο 10.4 συμπεριλαμβάνει για την πλειονότητα των βιομηχανιών ένα στάδιο προεπεξεργασίας με λιποσυλλογή, εξουδετέρωση της οξύτητας, κροκίδωση, καθίζηση και ένα δεύτερο στάδιο εξάτμισης σε εδαφοδεξαμενές με την τελική εκροή να διατίθεται προς εξάτμιση σε εδαφοδεξαμενή. Ορισμένα τριφασικά ελαιουργεία χρησιμοποιούν υδάτινους αποδέκτες υπεδάφους ή επιφάνειας. Ορισμένα ελαιουργεία δύο φάσεων, εφαρμόζουν προεπεξεργασία ενώ άλλα διαθέτουν την τελική επεξεργασμένη εκροή σε βιολογικό καθαρισμό του Δήμου ή σε σηπτική δεξαμενή απορρόφησης (ΕΜΠ, 2014).

4.2.5 ΒΔΤ για κλάδο 10.4

Όπως και στην περίπτωση του κλάδου 10.1, ισχύουν τόσο οι γενικές όσο και οι πρόσθετες ΒΔΤ για τον κλάδο 10.4. Οι γενικές αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 4.1.5.1 και για το λόγο αυτό δεν επαναλαμβάνονται. Εκτενής αναφορά γίνεται στις πρόσθετες ακολούθως.

4.2.5.1 Πρόσθετες ΒΔΤ για την παραγωγή φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών

Εκτός από όσα ήδη αναφέρθηκαν, για τον τομέα της παραγωγής φυτικών και ζωικών ελαίων και λιπών, ΒΔΤ είναι:

1. Η χρήση εξοπλισμού τύπου desolventiser-toaster αντίθετης ροής για την εξαγωγή των φυτικών ελαίων (4.7.4.2)
2. Η επαναχρησιμοποίηση του παραγόμενου ατμού (4.7.4.3)
3. Η χρήση της εξώθερμης θερμότητας της αντίδρασης από την υδρογόνωση των φυτικών ελαίων για να θερμανθεί το προϊόν στην επιθυμητή θερμοκρασία αντίδρασης και για την παραγωγή ατμού (4.7.4.4). Η δυνητικά επιταχυνόμενη ενέργεια (ατμός) είναι 25-125 kWh/t (90 - 450 MJ/t) (40-200 kg/t) μη ραφινρισμένου ελαίου.
4. Η χρήση αντλιών υγρού δακτυλίου κατά την ξήρανση του ελαίου, την εξάχνωση ή την ελαχιστοποίηση της οξείδωσης του ελαίου (4.7.4.11)
5. Η ανάκτηση εξανίου με χρήση διαχωριστήρα εξανίου-νερού και βραστήρα. (4.7.4.6)
6. Η χρήση πλυντρίδας (mineral oil) για την ανάκτηση του εξανίου (4.7.4.5)
7. Η χρήση κυκλώνων για τη μείωση των εκπομπών υγρής σκόνης σε επίπεδα 50 mg/Nm^3 (4.7.4.10)
8. Ο εξευγενισμός των ακατέργαστων ελαίων με φυσικό εξευγενισμό (4.7.4.7.2), ή εάν έχουν περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα <math>< 2\%</math>, με χημική επεξεργασία (4.7.4.7.1)
9. Η απόσμιση των φυτικών ελαίων χρησιμοποιώντας διπλή πλυντρίδα σε συνδυασμό με έμμεσο σύστημα ψύξης (4.7.4.12.1) (ΕΜΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

4.2.6 Δυνατότητες αξιοποίησης αποβλήτων του κλάδου 10.4

Οι προτάσεις αντιρύπανσης σχετικά με τα απόβλητα ελαιοτριβείων, αφορούν κυρίως στην εξουδετέρωση της οξύτητας των αποβλήτων με CaO για την αποφυγή δημιουργίας τοξικών ενώσεων, ενώ επιπρόσθετο μέτρο αποτελεί η κροκκίδωση και καθίζηση, με σκοπό να συμπαρασύρονται οι ταννίνες και οι φαινολικές ενώσεις. Τα ιζήματα που δημιουργούνται δύνανται να υποστούν αερόβια βιοαποικοδόμηση και να παραχθούν εδαφοβελτιωτικά υλικά.

Η συνήθης πρακτική που εφαρμόζεται ευρέως και αποτελεί ουσιαστικό μέρος της συμβατικής λειτουργίας των μονάδων του κλάδου είναι η προώθηση του ελαιοπυρήνα από τα απόβλητα ελαιοτριβείων, σε πυρηνελαιουργεία για παραγωγή πυρηνελαίου, και μετέπειτα επεξεργασία του εναπομείναντος στερεού σε ζωοτροφή. Σημειώνεται ότι η διαδικασία παραγωγής ζωοτροφής αποτελεί πρωτίστη σημασία μέριμνα ενώ ερευνητικές μελέτες εστιάζουν και στον κατσίγαρο με στόχο τη βελτιστοποίηση της ποιότητας των ανακτηθέντων συστατικών, ώστε τα απόβλητα να αξιοποιηθούν περαιτέρω σε ζωοτροφές.

Τα ελαιόφυλλα και τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων εμφανίζουν υψηλή περιεκτικότητα σε ουσίες όπως η ελαιοευρωπαΐνη (oleuropein), η υδροξυτυροσόλη (3,4-διυδροξυ-φαινυλαιθανόλη) και τα φλαβονοειδή. Συγκεκριμένα ο κατσίγαρος που παράγεται μετά την εκχύλιση του ελαιολάδου είναι πλούσιος στην υδροξυτυροσόλη, ένα φυσικό αντιοξειδωτικό, σε συγκέντρωση 10-100 φορές μεγαλύτερη από το ελαιόλαδο. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό υλικό συντήρησης τροφίμων σε αντικατάσταση των συνθετικών. Η εφαρμογή αυτή βρίσκει χρήσεις σε γιαούρτια και ανθρακούχα νερά. Η μέθοδος στηρίζεται σε φυγοκέντριση και συμπύκνωση των αποβλήτων, με στόχο την απομάκρυνση λιπών και νερού. Επιπλέον, οι προκύπτουσες πηκτίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατο λίπους σε προϊόντα κρέατος για τη μείωση της προσρόφησης ελαίου κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος αυτών. Η διεργασία στηρίχθηκε στη χρήση αιθανόλης η οποία είναι ανακυκλώσιμη και φθηνή και εξασφαλίζει την πλήρη μετατροπή των αποβλήτων σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας (Τσακίριδης, 2011).

Σε μελέτη που έχει διεξαχθεί (Ibañez et al., 2000), διερευνήθηκε η δυνατότητα ανάκτησης σκουαλενίου και τοκοφερολών, ενώσεις με μεγάλο ενδιαφέρον για τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες και την υψηλή βιοογκική του αξία, κυρίως για εφαρμογές στη φαρμακοβιομηχανία και τη βιομηχανία τροφίμων (Rao et al., 1998)(Mardones and Rigoti, 2004). Η συγκεκριμένη μελέτη αφορά τη χρήση υπερκρίσιμου υγρού κυρίως σε απόβλητα ελαιοτριβείων 2 φάσεων.

Τα φύλλα της ελιάς, περιέχουν την ελαιοευρωπαΐνη, η οποία έχει ισχυρή μικροβιοκτόνο δράση (συμπεριλαμβανομένων του ιού της γρίπης, του έρπητα, μύκητες και βακτήρια). Τα φύλλα της ελιάς έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί στην παραδοσιακή ιατρική ως αντινεοπλασματικά, με τη μορφή εκχυλίσματος (Διαδυκτιακός τόπος: iama.gr).

Στο δέρμα της ελιάς, έχουν βρεθεί εκμεταλλεύσιμα ποσά τριτερπενίων, όπως ερυθροδιόλης, ελαιανολικό και μασλινικό οξύ (Bianchi, 2003). Οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί έχουν αποδείξει ότι αυτά τα συστατικά έχουν ευρεία ποικιλία βιολογικών αποτελεσμάτων, παρουσιάζουν κυρίως αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές ιδιότητες σε μελέτες in vitro, καθώς και αγγειοδιασταλτική δράση σε ζωικά μοντέλα (Rodríguez-Rodríguez et al., 2004). Η χρήση του μασλινικού οξέος ως αναστολέας πρωτεάσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία του ιού HIV (Fernández-Bolaños et al., 2006) και για τη θεραπεία ασθενειών που προκαλείται για τα παράσιτα του γένους *Cryptosporidium*.

Μία άλλη ομάδα ενδιαφερουσών ενώσεων που θα μπορούσαν να ληφθούν από απόβλητα ελαιοτριβείων είναι διαλυτά σάκχαρα, συμπεριλαμβανομένης της μαννιτόλης, μία αλκοόλη σακχάρου. Το εν λόγω σάκχαρο χρησιμοποιείται ως έκδοχο στη φαρμακοβιομηχανία, ως αντισυσσωματικός παράγοντας και παράγοντας ελεύθερης ροής, ως λιπαντικό, ως σταθεροποιητής και πυκνωτικό μέσο, και ως χαμηλό σε

θερμίδες γλυκαντικό στη βιομηχανία τροφίμων. Λόγω των φυσικοχημικών του ιδιοτήτων, κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται σε τσίχλες και αρτοσκευάσματα για διαβητικούς (*Fernández-Bolaños et al., 2006*).

Ένα σκούρο και πολύπλοκο μεταλλικό μείγμα πολυμερών, με το όνομα πολυμερίνη, ανακτήθηκε από τα υγρά απόβλητα της ελιάς. Αποτελείται από πολυσακχαρίτες (54,4%), μελανίνη (26,1%), πρωτεΐνη (10,4%) και ορυκτά (11,06%), κυρίως κάλιο. Όλα τα οργανικά συστατικά συγκρατούνται στενά με δομές ομοιοπολικών δεσμών υδρογόνου. Αυτά τα πολυμερή μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη γεωργία ως τροποποιητές, καθώς και ως βιοφίλτρα για τα τοξικά μέταλλα, λόγω της ομοιότητάς τους με τα χουμικά οξέα (*Fernández-Bolaños et al., 2006*).

Οι βιολογικές διαδικασίες μετατροπής των απόβλητων ελαιοτριβείων σε διάφορα, προστιθέμενης αξίας, προϊόντα μέσω καταβύθισης υγρού ή / και ζύμωση στερεάς κατάστασης (TKA), έχουν απασχολήσει πολλά εργαστηριακά ιδρύματα. Από διάφορες τέτοιες έρευνες έχουν διεξαχθεί ποικίλα προϊόντα όπως: βουτανόλη, βιταμίνη B12, λιπάση και α-αμυλάση με εφαρμογή στην αρτοποιία/φαρμακευτική, πρωτεΐνες για ενίσχυση ζωοτροφών, ορμόνες ανάπτυξης των φυτών (γιββερελλικό οξύ, αμπσικικό οξύ, ινδολοξικό οξύ και κυτοκινίνες), κόμμι ξανθάνης για εφαρμογή στη βιομηχανία τροφίμων ως παχυντής ή ιξωδοποιητής κ.ά.

Τα απόβλητα ελαιοτριβείου μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως φυσικές βαφές για μάλλινα υφάσματα. Η εξαγωγή υδατοδιαλυτών καφέ και μπεζ ενώσεων από τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων οδηγεί στην παραγωγή φυσικών βαφών (*Ekrami E. et al.,2011*)(*Valta et al.,2014*).

Μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική χρήση των στερεών αποβλήτων των ελαιοτριβείων είναι η χρήση τους ως απορροφητικά υλικά για τον έλεγχο της ρύπανσης των νερών (*Bhatnagar et al., 2014*). Επιπλέον ο ελαιοπυρήνας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για την παραγωγή πλαστικών μέσω εστεροποίησης των λιπαρών οξέων που περιέχει μετά από όξινη ή αλκαλική αφαίρεση λιγνίνης (*Leouifoudil et al,2014*), ενώ έχει μελετηθεί και η δυνατότητα ανακύκλωσης του ελαιοπολτού μέσω της ανάμειξής του με θερμοπλαστικά πολυμερή για τη δημιουργία νέων πλαστικών για τη κατασκευή containers (*Arvanitoyannis et al, 2008*).

Κύριο βάρος έχει δοθεί σε διάφορες μελέτες για την ενεργειακή αξιοποίηση των υποπροϊόντων ελαιοτριβείων. Πιο συγκεκριμένα, ο κατσίγαρος δύναται να αξιοποιηθεί ενεργειακά, με τη μέθοδο ηλεκτρο-Fenton ως προεπεξεργασία, με αναερόβια επεξεργασία και τέλος με τη μέθοδο της ηλεκτροπηξίας για τη βελτίωση του επεξεργασμένου νερού (*Khoufi et al.,2006*).

Επιπλέον τα υγρά απόβλητα μπορούν να επεξεργασθούν μέσω αναερόβιας χώνευσης με ταχύρυθμο σύστημα περιοδικού αναερόβιου αντιδραστήρα. Από τη συγκεκριμένη διεργασία μπορούν να παραχθούν τρία ρεύματα προϊόντων: ηλεκτρική ενέργεια από την καύση του βιοαερίου, επαναχρησιμοποίηση του νερού για την αραιώση του αποβλήτου αλλά και για τις υπόλοιπες ανάγκες της μονάδας (ανακύκλωση νερού στο σύστημα) και παραγωγή οργανικού λιπάσματος (*Κοψαχείλης, 2009*).

Το πυρηνόξυλο, από την επεξεργασία του ελαιοπυρήνα σε ένα πυρηνελαιουργείο, αποτελεί καλή λύση ως καύσιμο με πολύ υψηλή απόδοση. Μπορεί να διατεθεί ως έχει ή αφού έχει μετατραπεί σε pellets ενώ τα εξερχόμενα αέρια κατά τη διεργασία της ξήρανσης μπορούν να μετατραπούν σε θερμό νερό, το οποίο δύναται να αξιοποιηθεί για τις ενεργειακές ανάγκες της μονάδας (*Αγγέλη, 2014*).

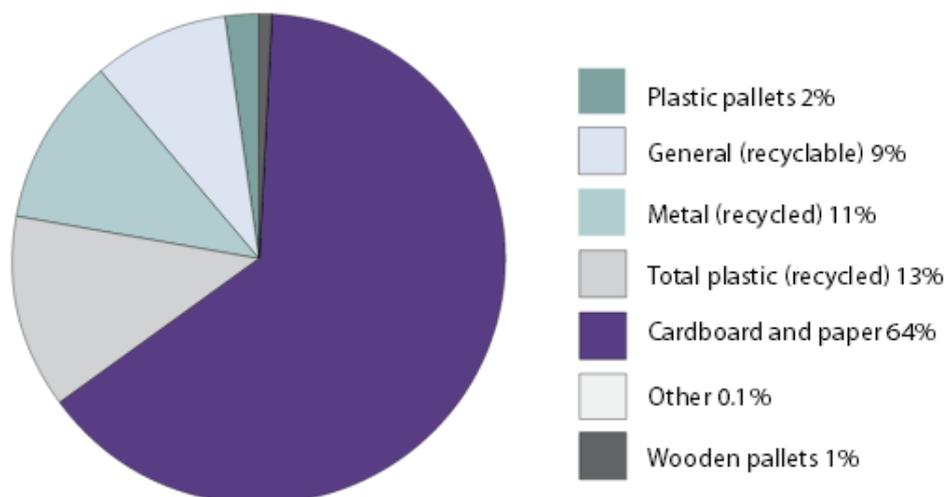
4.3. Κλάδος 10.5: Παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων

Η βιομηχανία των γαλακτοκομικών προϊόντων οδηγεί στην παραγωγή υγρών αποβλήτων με υψηλή οργανική φόρτιση που χρήζουν διαχείρισης. Τα υγρά απόβλητα της παραγωγικής διαδικασίας προκύπτουν από τα νερά πλύσης των δεξαμενών γάλακτος, των γραμμών παραγωγής, των βυτιοφόρων ή δοχείων μεταφοράς γάλακτος και των δαπέδων. Σημαντική επιφόρτιση οργανικής ρύπανσης μπορεί να δημιουργήσει η προσθήκη του ορρού γάλακτος στο ρεύμα των υγρών αποβλήτων. Το τελικό ρυπαντικό φορτίο -όγκος και σύσταση-είναι άμεσα συνδεδεμένο με την παραγωγική διαδικασία που ακολουθείται, τα τελικά προϊόντα, το είδος και την ποιότητα του εξοπλισμού, τις πρακτικές περιορισμού των απωλειών του προϊόντος και τον όγκο του νερού που χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό.

4.3.1 Χαρακτηριστικά στερεών αποβλήτων του κλάδου 10.5

Τα στερεά απόβλητα από τις διεργασίες παραγωγής της βιομηχανίας γάλακτος προκύπτουν κατά την επεξεργασία ή όταν οι πρώτες ύλες και τα προϊόντα μεταφέρονται, αποθηκεύονται και διακινούνται.

Στην παρακάτω εικόνα αποτυπώνεται η κατανομή των στερεών αποβλήτων συσκευασίας στη βιομηχανία επεξεργασίας γάλακτος.



Εικόνα 17: Κατανομή στερεών αποβλήτων (Dairy Australia, 2008)

Τα κυριότερα στερεά απόβλητα βιομηχανίας γάλακτος διακρίνονται σε μη οργανικής και οργανικής φύσης και διατίθενται στον Πίνακα 30

Πίνακας 30: Κυριότερα στερεά απόβλητα από βιομηχανία γαλακτοκομικών προϊόντων (Dairy Australia, 2008)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΤΥΠΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΟΥ	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ
Μη οργανικά	Κουτιά από χαρτόνι, χαρτί, φύλλα ολίσθησης	Ανακυκλώσιμα
	Πλαστικό περιτύλιγμα	Ανακυκλώσιμα, ανάλογα της καθαρότητας και τον τύπο του πλαστικού
	HDPE μπουκάλια και καπάκια	Ανακυκλώσιμα
	Συσκευασίες αλουμινοχαρτου	Μη- Ανακυκλώσιμα

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΤΥΠΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΟΥ	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ
	Χαρτόνι για συσκευασία υγρών	Ανακυκλώσιμα
	Ετικέτες	Γενικά Μη- Ανακυκλώσιμα
	Πλαστικά, ξύλινα και μεταλλικά βαρέλια και δοχεία	Επιστρεφόμενα στον προμηθευτή, επαναχρησιμοποιούνται ή ανακυκλώνονται
	Πολυστυρένιο	Ανακυκλώσιμο μερικώς
	Απόβλητα γραφείου (π.χ. κασέτες τόνερ, χαρτί)	Ανακυκλώσιμα
	Απόβλητα κυλικείου (π.χ. κουτιά αλουμινίου, ποτήρια πολυστυρενίου)	Ανακυκλώσιμο μερικώς
	Διάφορα (π.χ. χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια, τα λιπαρά κουρέλια, κατεστραμμένες παλέτες)	Ανακυκλώσιμο ή υγειονομικής ταφής
Οργανικά	Απορριπτόμενα προϊόντα κατά τη διεργασία	Ζωοτροφή
	Επιστρεφόμενο τελικό προϊόν	Ζωοτροφή
	Πρώτες ύλες (π.χ. πρόσθετα αρώματα)	Επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση
	Παρωχημένες ή out-of-date πρώτες ύλες	Ζωοτροφή
	Εργαστηριακά δείγματα και τα δείγματα για δοκιμή σε παραγωγική κλίμακα	Ζωοτροφή
	Διασκορπιστικό ιλύος	Ζωοτροφή
	Κονιοσυλλέκτες, απόβλητα στεγνωτηρίου	Ζωοτροφή
	Λύματα ιλύος από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων	Ζωοτροφή ή κομπόστ
	Εσχαρίσματα από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων	Ζωοτροφή
	Στερεά από τρίμματα τυρομάζας και τυροπήγματος	Ζωοτροφή
	Ιλύς από φυγοκεντρικούς διαχωριστές	Ζωοτροφή ή κομπόστ
	Στερεά από τη διαύγαση του γάλακτος	Ζωοτροφή ή κομπόστ

4.3.2 Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων του κλάδου 10.5

Τα υγρά απόβλητα που προκύπτουν από την παραγωγική διαδικασία επεξεργασίας γάλακτος περιέχουν κατά κύριο λόγο αραιώσεις γάλακτος και προϊόντα γάλακτος, απορρυπαντικά και χημικά καθαρισμού υπολειμμάτων γάλακτος. Χαρακτηρίζονται κυρίως από υψηλό οργανικό φορτίο, υψηλές συγκεντρώσεις στερεών και διακυμάνσεις των τιμών pH, ενώ δεν περιέχουν τοξικές και επικίνδυνες

ουσίες όπως βαρέα μέταλλα. Οι κυριότερες πηγές αποβλήτων κατά την παραγωγική διαδικασία είναι νερά από τον καθαρισμό των βυτιοφόρων οχημάτων, των δοχείων μεταφοράς, των δεξαμενών αποθήκευσης και γενικά του εξοπλισμού της εγκατάστασης, διαρροές από υπερχειλίσσεις των δεξαμενών, απώλειες προϊόντος κατά την εκκίνηση ή κατά τη διάρκεια των επιμέρους διεργασιών, απόρριψη παραπροϊόντων όπως τυρόγαλο κ.α., όπως επίσης απορρυπαντικά και άλλα χημικά που περιέχονται στα διαλύματα καθαρισμού, λιπαντικά από το μηχανολογικό εξοπλισμό κ.ά. (Τσίμας, 2008).

Στον Πίνακα 31 παρουσιάζονται στοιχεία της ποσότητας και της ποιότητας των υγρών αποβλήτων μιας βιομηχανίας γάλακτος.

Πίνακας 31: Ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά Υ.Α. γαλακτοκομικής βιομηχανίας (Λέκκας, 2001)

ΓΑΛΑΚΤ/ΚΟ ΠΡΟΙΟΝ	ΟΓΚΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (L) ΑΝΑ ΟΓΚΟ ΓΑΛΑΚΤΟΣ (L)	BOD5 (mg/L)	SS (mg/L)
Γάλα και γιαούρτη	1 έως 25	120 - 300	50
Γάλα σκόνη & βούτυρο	1 έως 3	80 - 300	30
Καζεΐνη	2 έως 4	400 - 500	100
Τυριά	2 έως 3	400 - 900	100
Μικτά προϊόντα	3 έως 6	300 - 750	120

Η επιβάρυνση των υγρών αποβλήτων από τα νερά πλυσίματος εξαρτάται από το είδος των εφαρμοζόμενων πρακτικών. Αυτές συνοπτικά περιγράφονται ως εξής:

❖ **Καθαρισμός Επί Τόπου (Cleaning In Place)**

- ✓ Ενδείκνυται για εξοπλισμό κλειστών κυκλωμάτων και δεξαμενών.
- ✓ Γίνεται αυτόματα και τα διαλύματα καθαρισμού διακινούνται με αντλίες από δεξαμενές ή μέσω ακροφυσίων.
- ✓ Λαμβάνει χώρα σε 5 στάδια: Πρόπλυση με Νερό, Κυκλοφορία Διαλύματος Χημικού Καθαρισμού, Ενδιάμεση Πλύση με Νερό, Απολύμανση, Τελική Πλύση με Νερό.
- ✓ Το τελικό νερό έκπλυσης επαναχρησιμοποιείται και σαν νερό πρόπλυσης
- ✓ Παρατηρείται υψηλή καταπόνηση σε θερμοκρασία και χημικούς παράγοντες.

❖ **Καθαρισμός με Ακροφύσια Υψηλής Πίεσης (High Pressure Jet Cleaning)**

- ✓ Ενδείκνυται για ανοικτό εξοπλισμό, τοίχους και πατώματα υπό υψηλή πίεση (40-65b) και μέτρια θερμοκρασία (40-60°C).
- ✓ Υπάρχει σημαντική μείωση της κατανάλωσης νερού, λόγω της τοποθέτησης μόνιμου πιεστικού στα λάστιχα.
- ✓ Ο εξοπλισμός υφίσταται υψηλή μηχανική καταπόνηση (πίεση)

❖ **Καθαρισμός με Αφρό (Foam Cleaning)**

- ✓ Ενδείκνυται για ανοικτό εξοπλισμό, τοίχους και πατώματα.

- ✓ Απαιτείται έγχυση Καθαριστικού Αφρού στην προς καθαρισμό επιφάνεια, για 10-20min και εν συνεχεία έκπλυση με νερό.
- ✓ Υπάρχει σημαντική μείωση της κατανάλωσης νερού, λόγω της τοποθέτησης μόνιμου πιεστικού στα λάστιχα.

❖ **Εφαρμογή χειρονακτικού καθαρισμού**

- ✓ Αποτελεί απλή μέθοδο, ωστόσο χωρίς ικανοποιητική απόδοση λόγω σπατάλης νερού και χημικών ουσιών καθαρισμού
- ✓ Αποτελεί πεδίο εισαγωγής νέων τεχνικών περιορισμού της κατανάλωσης νερού και των εκροών αποβλήτων (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001)

Οι αραιώσεις γάλακτος και τα προϊόντα γάλακτος που καταλήγουν στα απόβλητα ανέρχονται στο 94% του συνολικού βιοχημικά απαιτούμενου φορτίου (BOD₅). Η ποσότητα του γάλακτος που καταλήγει στα απόβλητα κυμαίνεται ανάλογα με την εγκατάσταση από 0,5% έως 6% της συνολικής ποσότητας γάλακτος που υπόκειται σε επεξεργασία (Γεωργιοπούλου, 2007). Ο όγκος και η σύσταση της εκροής εξαρτάται από τον τύπο του προϊόντος που παράγεται, την φύση και την κλίμακα της διεργασίας και τον σχεδιασμό της εγκατάστασης. Οι εκροές αποβλήτων μίας γαλακτοβιομηχανίας είναι συμπυκνωμένες και οι βασικοί παράγοντες που συμβάλλουν στον οργανικό χαρακτήρα του αποβλήτου είναι υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λίπη τα οποία προέρχονται από το γάλα (Τσίμας, 2008).

Οι σημαντικότερες ποιοτικές παράμετροι για την εκτίμηση του παραγόμενου ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων των γαλακτοκομικών βιομηχανιών είναι: το BOD₅, τα ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS) και το pH. Σε αντίθεση με την ποιοτική σύνθεση των αποβλήτων που δεν μεταβάλλεται σημαντικά, η ποσοτική σύσταση κάθε εγκατάστασης παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις (Τουλιάτου, 2012).

Τυπικές τιμές του οργανικού φορτίου (BOD₅) του γάλακτος και των προϊόντων του διατίθενται παρακάτω.

Πίνακας 32: Οργανικό φορτίο γάλακτος και προϊόντων του (Τουλιάτου, 2012)

ΤΥΠΟΣ	BOD ₅ (mg/L)
Πρόβειο Γάλα	156.000
Αίγιο Γάλα (πλήρες)	116.000
Αγελαδινό Γάλα (πλήρες)	104.000
Αγελαδινό Γάλα αποκορυφωμένο	73.000
Αγελαδινό Γάλα άπαχο	67.000
Αγελαδινό Βουτυρόγαλο	68.000
Αγελαδινό Τυρόγαλο	34.000
Κρέμα (40%)	399.000

Στις περισσότερες εγκαταστάσεις γάλακτος, το οργανικό φορτίο BOD₅ κυμαίνεται μεταξύ 500-4.000 mg/L με μέση τιμή περίπου ίση με 2500 mg/L, ενώ η συγκέντρωση των ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS) κυμαίνεται μεταξύ 400 - 2.000 mg/L με ποσοστό οργανικών περίπου ίσο με 85% (Τουλιάτου, 2012).

Οι σημαντικότερες παράμετροι των υγρών αποβλήτων γαλακτοβιομηχανίας και οι χαρακτηριστικές τους τιμές παρουσιάζονται στον **Πίνακα 33**.

Πίνακας 33: Ρυπαντικές παράμετροι των υγρών αποβλήτων μιας γαλακτοβιομηχανίας και οι χαρακτηριστικές τους τιμές (Τσίμας, 2008) (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001)

ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΙΟΝ	ΟΓΚΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (m ³ /t προϊόντος)	BOD5 (kg/πρόϊόντος)	COD (kg/πρόϊόντος)	SS (kg/πρόϊόντος)
Σταθμός υποδοχής γάλακτος	0,83	0,46	0,84	0,03
Τυρί cottage (μυζήθρα κλπ.) με ανάκτηση τυρόγαλου	79,4	137	239	3,4
Τυρί cottage (μυζήθρα κλπ.) χωρίς ανάκτηση τυρόγαλου	80,3	609	953	3,4
Φυσικό τυρί με ανάκτηση τυρόγαλου	14,8	10,3	16,8	5
Φυσικό τυρί χωρίς ανάκτηση τυρόγαλου	15,7	482	731	5
Γιαούρτη	3,87	3,21	5,63	1,5
Βούτυρο	20,9	20,9	36,5	10,4
Παγωτά	1,6	0,8	1,4	0,24
Συμπυκνωμένο γάλα	7,2	3,9	6,8	1,5

Η ποιότητα των αποβλήτων παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις ρυπαντικού φορτίου με πολύ υψηλές τιμές για τις μονάδες παραγωγής τυριού, ιδιαίτερα όταν απορρίπτεται το τυρόγαλο ή ο ορρός λακτόζης (Γεωργιοπούλου, 2007). Σε μεγάλες βιομηχανικές μονάδες επεξεργασίας γάλακτος, ο ορρός ξηραίνεται και χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ζωοτροφών. Ωστόσο, σε μικρής κλίμακας φάρμες ή τυροκομεία, συνήθως σε απομονωμένες αγροτικές περιοχές, ο ορρός δεν ανακτάται και πρέπει να υποστεί επεξεργασία μαζί με τα υπόλοιπα απόβλητα που παράγονται από την εγκατάσταση, καθώς οι μικρές παραγόμενες ποσότητες δεν δικαιολογούν το κόστος του απαιτούμενου εξοπλισμού για την παραγωγή σκόνης ορρού. Στις περιπτώσεις αυτές, ο ορρός αναμιγνύεται με τα νερά από τα πλυσίματα, με αποτέλεσμα μία εκροή υψηλού οργανικού φορτίου, η οποία απαιτεί επεξεργασία πριν την απελευθέρωσή της στο περιβάλλον. Ο ορρός τυρογάλακτος αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά παραπροϊόντα της παραγωγικής διαδικασίας κατά την παρασκευή του τυριού. Περιέχει περισσότερο από το 50% των στερεών του γάλακτος (υψηλό οργανικό φορτίο και πρωτεΐνες) και διακρίνεται σε γλυκό (pH=5,8-6,6), μετρίως όξινο (pH=5-5,8) και όξινο (pH<5). Το όξινο τυρόγαλα συνήθως περιέχει λιγότερες πρωτεΐνες και χρησιμοποιείται πολύ περιορισμένα για βρώση λόγω της όξινης γεύσης του και της υψηλής περιεκτικότητας σε άλατα (Καραδήμα, 2009).

Στην **εικόνα 18** παρουσιάζεται η παραγωγή ορρού στα διάφορα στάδια παραγωγικής διαδικασίας τυριού.

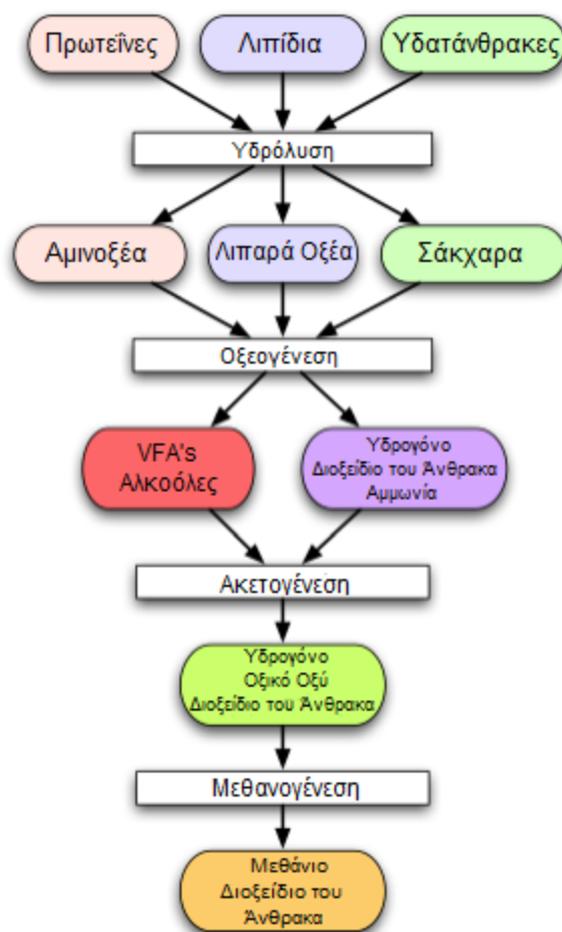
4.3.4 Διαχείριση υγρών αποβλήτων του κλάδου 10.5

Διεθνές επίπεδο

Αναφορικά με τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων των γαλακτοκομικών βιομηχανιών απαιτείται αρχικά ποιοτικός και ποσοτικός έλεγχος των υγρών αποβλήτων, για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες της μονάδας και τα όρια του τελικού αποδέκτη.

Οι κύριες μέθοδοι επεξεργασίας σε μία τυπική βιομηχανία γάλακτος αφορούν την εσχάρωση των υγρών αποβλήτων, τη διέλευσή τους από περιστροφικά κόσκινα και τη διέλευση τους μέσω λιποσυλλεκτών στη δεξαμενή εξισορρόπησης και μετά στη δεξαμενή εξουδετέρωσης/ρύθμισης του pH. Τέλος οδηγούνται στη δεξαμενή επίπλευσης και από εκεί επιλέγονται είτε αερόβια είτε αναερόβια συστήματα διαχείρισης.

- **Αερόβιες μέθοδοι επεξεργασίας:** σε αυτά τα συστήματα επιλέγεται είτε αερόβιος βιολογικός αντιδραστήρας (μέθοδος της ενεργού ιλύος) ή βιολογικά φίλτρα (χαλικοδιϋλιστήρια – βιολογικοί πύργοι). Από εκεί τα υγρά απόβλητα οδηγούνται στις διατάξεις διαύγασης όπου γίνεται διαχωρισμός και παραλαβή αφενός των ιζημάτων (ιλύς) που οδηγούνται για περαιτέρω επεξεργασία (πάχυνση, χώνευση, αφυδάτωση) και τα προκύπτοντα υγρά που μετά τη διαδικασία χλωρίωσης αποτελούν τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα της διαδικασίας (Νταρακάς, 2006). Μεταξύ των διαφόρων αερόβιων τεχνολογιών που έχουν χρησιμοποιηθεί, οι αντιδραστήρες διαλείποντος έργου με περιοδική λειτουργία (*Sequencing Batch Reactors - SBR*) φαίνεται να είναι οι πιο υποσχόμενοι για την επεξεργασία αποβλήτων γαλακτοβιομηχανίας. Στους αντιδραστήρες αυτού του τύπου, το απόβλητο εισάγεται σε αντιδραστήρα διαλείποντος έργου, όπου πραγματοποιούνται όλες οι σχετικές διεργασίες (αερισμός, αποδόμηση, διαύγαση κλπ) και ακολούθως απομακρύνεται, μειώνοντας έτσι τα κόστη (Τσίμας, 2012).
- **Αναερόβιες μέθοδοι επεξεργασίας:** σε αυτά τα συστήματα τα υγρά απόβλητα οδηγούνται σε δεξαμενές (λίμνες) σταθεροποίησης – οξείδωσης, όπου λαμβάνει χώρα η αναερόβια χώνευση. Η αναερόβια επεξεργασία πραγματοποιείται σε 4 κύρια στάδια: την υδρόλυση, την οξεογένεση, την οξικογένεση και τη μεθανογένεση, για την παραγωγή βιοαερίου. Στην **Εικόνα 19** φαίνονται σχηματικά τα στάδια της αναερόβιας χώνευσης. Στη συνέχεια τα εναπομείναντα υγρά διηθούνται σε φίλτρα άμμου και διατίθενται επεξεργασμένα. Οι συμβατικές μέθοδοι αναερόβιας επεξεργασίας χρησιμοποιούνται πολύ συχνά για την επεξεργασία αποβλήτων γαλακτοβιομηχανίας, τα οποία λόγω του μεγάλου οργανικού φορτίου τους αποτελούν ιδανικό υπόστρωμα για αναερόβια επεξεργασία. Ειδικότερα τα αναερόβια φίλτρα και οι αναερόβιοι βιοαντιδραστήρες κλίνης λάσπης με ανοδική ροή, *upflow anaerobic sludge blanket* (UASB) είναι οι συνηθέστερες διατάξεις που εφαρμόζονται. Οι UASB είναι ιδιαίτερος κατάλληλοι για την επεξεργασία αποβλήτων από τη βιομηχανία τροφίμων, εξαιτίας της δυνατότητας επεξεργασίας μεγάλων όγκων αποβλήτων σε σχετικά μικρές χρονικές περιόδους (Τσίμας 2012).



Εικόνα 19: Στάδια αναερόβιας χώνευσης αποβλήτων (Σπυρούδη, 2012)

Γενικά οι αερόβιες μέθοδοι δεν προτιμούνται λόγω των υψηλών απαιτήσεων που εμφανίζουν σε ενέργεια. Κύριο πρόβλημα στην αναερόβια τεχνική είναι οι υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών στα απόβλητα, που επηρεάζουν την απόδοση των συμβατικών διεργασιών αναερόβιας χώνευσης και ειδικότερα των αναερόβιων φίλτρων ανοδικής ροής και επιπλέον τα λίπη που δρουν παρεμποδιστικά στη δράση των αναερόβιων μικροοργανισμών. Άλλοι τύποι αναερόβιων αντιδραστήρων είναι οι διαλείποντος έργου με περιοδική λειτουργία, anaerobic sequencing batch reactor (ASBR), υβριδικό σύστημα από αερόβιο/αναερόβιο αντιδραστήρα κ.λπ (Τσίμας, 2008)(Αγγέλη, 2014).

Στα απόβλητα των τυροκομείων χρησιμοποιούνται επιπλέον ορισμένες φυσικοχημικές μέθοδοι επεξεργασίας, που στοχεύουν στην αξιοποίηση των πρωτεϊνών που εμπεριέχονται στο τυρόγαλα σε ποσοστό 30-60%. Οι μέθοδοι αυτές περιλαμβάνουν την υπερδιήθηση και το φιλτράρισμα (diafiltration), οι οποίες έχουν εφαρμοστεί σε ευρεία κλίμακα. Στα πλεονεκτήματα των μεθόδων αυτών περιλαμβάνονται: το μειωμένο κόστος, η μεγάλη ταχύτητα ολοκλήρωσης της διαδικασίας, η σταθερότητα της δομής των πρωτεϊνών και η χρήση του τελικού προϊόντος σε μεγάλο αριθμό τροφίμων, λόγω της απουσίας αλάτων (Αγγέλη, 2014), (Καραδήμα, 2009).

Εθνικό επίπεδο

Αναφορικά με τη μελέτη που διεξήχθη από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο στο πλαίσιο του έργου FOODINBIO/2915 για τον κλάδο 10.5 για την Ελλάδα, λόγω της ποικιλότητας στα προϊόντα αλλά και στη δυναμική κάθε μονάδας διαπιστώθηκαν διακυμάνσεις αναφορικά με την κατανάλωση νερού και συνεπώς με την ποσότητα και ποιότητα των υρών αποβλήτων. Ωστόσο σε αρκετές βιομηχανίες καταγράφηκε η χρήση συστημάτων CIP, ενώ η πλειονότητα των μονάδων χρησιμοποιεί την αερόβια

μέθοδο επεξεργασίας, με πιο σύνηθες το σύστημα της ενεργού ύλους και την τελική διάθεση του υγρού αποβλήτου σε υδάτινο αποδέκτη (EMΠ, 2014).

4.3.5 ΒΔΤ για κλάδο 10.5

Όπως και στην περίπτωση του κλάδου 10.1 και 10.4 ισχύουν οι γενικές αλλά και οι πρόσθετες ΒΔΤ για τον κλάδο 10.5. Οι γενικές αναλύθηκαν στο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής 4.1.5.1 και για το λόγο αυτό δεν επαναλαμβάνονται. Εκτενής αναφορά γίνεται στις πρόσθετες ακολούθως.

4.3.5.1 Πρόσθετες ΒΔΤ για την παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων

Εκτός από όσα ήδη αναφέρθηκαν, για τον τομέα της παραγωγής των γαλακτοκομικών προϊόντων, ΒΔΤ είναι:

1. Η εν μέρει ομογενοποίηση του γάλακτος (4.7.5.3)
2. Η αντικατάσταση των batch μονάδων παστερίωσης με συνεχής μονάδες (4.7.5.5)
3. Η χρήση αναγέννησης θερμότητας κατά την παστερίωση (4.7.5.6)
4. Η ελάττωση της συχνότητας των καθαρισμών των φυγοκεντρικών διαχωριστήρων μέσω της βελτίωσης της προκαταρκτικής διήθησης και καθαρισμού του γάλακτος (4.7.5.7)
5. Η χρήση συστημάτων γεμίσματος *just-in-time* προκειμένου να αποφευχθούν οι απώλειες και να ελαχιστοποιηθεί η ρύπανση του νερού (4.7.5.12)
6. Εγκατάσταση πλήρως αυτοματοποιημένων συστημάτων χημικού καθαρισμού CIP για τον καθαρισμό των δεξαμενών. Τα συστήματα CIP πρέπει να είναι κατάλληλα καταναμημένα για να αποφεύγονται οι μεγάλοι μήκους σωληνώσεις των διαυγών αποβλήτων καθαρισμού ή θα πρέπει να χρησιμοποιείται φορητό σύστημα CIP. Επίσης, θα πρέπει να έχουν δεξαμενές αποθήκευσης των απόνερων ξεβγάλματος (τελευταίου κύκλου πλύσης) για την επαναχρησιμοποίηση τους στον πρώτο κύκλο.
7. Για μεγάλες μονάδες, ενδείκνυται η χρήση κεντρικού CIP συστήματος για να αποφεύγονται οι πολύ διακλαδισμένες σωληνώσεις (4.3.9)
8. Η επαναχρησιμοποίηση του νερού ψύξης, του χρησιμοποιημένου νερού καθαρισμού, των συμπυκνωμάτων από την ξήρανση και την εξάτμιση, τα διηθήματα από τη διήθηση με μεμβράνες ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία για να επιτευχθεί ο απαιτούμενος βαθμός υγιεινής και ασφάλειας (4.7.5.16)
9. Η επίτευξη των επιμέρους επιπέδων που δίνονται παρακάτω για την παραγωγή των διαφορετικών γαλακτοκομικών προϊόντων. Αυτά είναι ενδεικτικά των επιπέδων που μπορούν να επιτευχθούν με την εφαρμογή των ΒΔΤ (EMΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

Πέραν των ανωτέρω για την παραγωγή γάλακτος εμπορίου, ΒΔΤ είναι:

1. Η επίτευξη των παρακάτω τιμών (ανά L γάλακτος ως πρώτη ύλη):
 - ✓ Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/L): **0.07 – 0.2**
 - ✓ Κατανάλωση νερού (L/L): **0.6 – 1.8**
 - ✓ Παραγωγή υγρών αποβλήτων (L/L): **0.8 – 1.7**

Πέραν των ανωτέρω για την παραγωγή σκόνη γάλακτος, ΒΔΤ είναι:

1. Η επίτευξη των παρακάτω τιμών (ανά L γάλακτος ως πρώτη ύλη):

- ✓ Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/L): **0.3 – 0.4**
- ✓ Κατανάλωση νερού (L/L): **0.8 – 1.7**
- ✓ Παραγωγή υγρών αποβλήτων (L/L): **0.8 – 1.5**

2. Η χρήση εναλλακτών πολλαπλών βαθμίδων (4.2.9.1), η βελτιστοποίηση της επανασυμπίεσης των ατμών (4.2.9.2) που σχετίζονται με τη θέρμανση και τη διαθεσιμότητα ηλεκτρικής ενέργειας στην εγκατάσταση

3. Η χρήση ανιχνευτών CO για την προειδοποίηση συναγερμού πυρκαγιάς στους ξηραντήρες ψεκασμού.

Πέραν των ανωτέρω για την παραγωγή βουτύρου, ΒΔΤ είναι:

1. Η απομάκρυνση υπολειμματικού βουτύρου από τις σωληνώσεις (4.3.4)
2. Η έκπλυση της δεξαμενής που πραγματοποιείται η απόδραση της κρέμας με το αποκορυφωμένο γάλα πριν από την έκπλυση (4.7.5.13.1)

Πέραν των ανωτέρω για την παραγωγή τυριού, ΒΔΤ είναι:

1. Η χρήση της θερμότητας από το θερμό τυρόγαλα για την προθέρμανση του γάλακτος (4.7.5.14.7)
2. Η μεγιστοποίηση της ανάκτησης και της χρήσης του τυρογάλακτος (4.7.5.14.4)
3. Ο διαχωρισμός του αλμυρού τυρογάλακτος (που δεν πρέπει να αναμιγνύεται με το γλυκό ή το όξινο τυρόγαλα) (4.7.5.14.4)
4. Η μείωση σωματιδίων λίπους και τυριού στο τυρόγαλα και ο εσχαρισμός των υγρών αποβλήτων για τη συλλογή των σωματιδίων (4.7.5.14.2)
5. Η ελαχιστοποίηση του όξινου τυρογάλακτος και η απομάκρυνση της άλμης από τις δεξαμενές αλάτισης (4.7.5.14.3)
6. Η χρήση εναλλάκτη πολλαπλών βαθμίδων για την παραγωγή σκόνης τυρογάλακτος (4.2.9.1).

Πέραν των ανωτέρω για την παραγωγή παγωτού, ΒΔΤ είναι:

1. Η επίτευξη των παρακάτω τιμών (ανά kg παγωτού ως τελικό προϊόν):
 - ✓ Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/kg): 0.6 – 2.8
 - ✓ Κατανάλωση νερού (L/kg): 4.0 – 5.0
 - ✓ Παραγωγή υγρών αποβλήτων (L/kg): 2.7 – 4.0 (ΕΜΠ, 2014α)(Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2006).

4.3.6 Δυνατότητες αξιοποίησης αποβλήτων του κλάδου 10.5

Λαμβάνοντας υπόψη την έντονη εγχώρια βιομηχανική δραστηριότητα στη βιομηχανία τροφίμων, διεξάγονται εκτεταμένες έρευνες για την ενεργειακή και τη βιοτεχνολογική αξιοποίηση των αποβλήτων τυροκομείων και γαλακτοβιομηχανιών. Ειδικότερα ο ορρός τυρογάλακτος, αν και δύσκολα διαχειρίσιμος λόγω του πολύ μεγάλου οργανικού δυναμικού του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή πολλών προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, επιτρέποντας έτσι στην βιομηχανία να το αντιμετωπίσει σαν πόρο, και όχι σαν απόβλητο.

Ο ορρός τυρογάλακτος που είναι σε υγρή φάση μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς καμία επεξεργασία ως ζωοτροφή λόγω της περιεκτικότητάς του σε πρωτεΐνη, λακτόζη, ασβέστιο, φωσφόρο, θείο και υδροδιαλυτές (Νικολάου, 2013).

Επίσης το τυρόγαλα μπορεί να μετατραπεί σε συμπύκνωμα πρωτεΐνης ορρού γάλακτος (whey protein concentrate – WPC) το οποίο έχει εφαρμογή ως πρόσθετο συστατικό τροφίμων. Η ανάκτηση πρωτεϊνών από ορρό τυρογάλακτος έχει βελτιστοποιηθεί μέσω της χρήσης μεμβρανών και επιτυγχάνεται χωρίς απώλεια της λειτουργικότητάς τους (Merina et al., 2001) (SPĀLĀJĒLU, 2012).

Με τη διαδικασία της κρυσταλοποίησης μπορεί να αφαιρεθεί η λακτόζη από το τυρόγαλα και να χρησιμοποιηθεί ως συμπλήρωμα σε παιδικά γάλατα και σε διάφορα φαρμακευτικά προϊόντα, λόγω πλαστικότητας ελαφριάς γεύσης και μειωμένης γλυκαντικής δύναμης. Με αναγωγή της λακτόζης προκύπτει η λακτιτόλη, η οποία χαρακτηρίζεται για τη γλυκαντική της δύναμη, ενώ με ισομερισμό της λακτόζης προκύπτει η λακτουλόζη, η γλυκύτητα της οποίας ανέρχεται στο 48 – 62 % της σακχαρόζης και χρησιμοποιείται σε συμπληρώματα διατροφής (Yves, 1979).

Επίσης, με ενζυμική και όξινη υδρόλυση επιτυγχάνεται η παραγωγή γάλακτος χαμηλής περιεκτικότητας σε λακτόζη, το οποίο επιτρέπει την κατανάλωση του από άτομα με δυσανεξία στο συγκεκριμένο σάκχαρο (Kosaric and Asher, 1985). Αξίζει να σημειωθεί ότι έχουν αναπτυχθεί τεχνολογίες αξιοποίησης της παραγόμενης λακτόζης, οι οποίες περιλαμβάνουν τη βιο-επεξεργασία του τυρόγαλου και τη μετατροπή της λακτόζης σε αιθανόλη. Στην Ιρλανδία, τις Η.Π.Α και ιδιαίτερα στην Νέα Ζηλανδία, περίπου το 50 % του παραγόμενου τυρογάλακτος χρησιμοποιείται για την παραγωγή αιθανόλης (Νικολάου, 2013). Επιπρόσθετα βρίσκει εφαρμογές στη φαρμακοβιομηχανία λόγω της αδράνειας που εμφανίζει, ενώ είναι διαθέσιμη σε υψηλή καθαρότητα και έχει καλές συνδεδεμένες ιδιότητες (Ρούσσης, 2014).

Η πρωτεΐνη ορρού γάλακτος χρησιμοποιείται επίσης για την αντιμετώπιση του άσθματος, της υψηλής χοληστερόλης, της παχυσαρκίας και για απώλεια βάρους, την πρόληψη των αλλεργιών σε βρέφη, σε καρκίνο τελικού σταδίου και για καρκίνο του παχέος εντέρου. Επίσης, πρωτεΐνες ορού γάλακτος χρησιμοποιήθηκαν στην παραγωγή σιδήρου propionate, το οποίο είναι φάρμακο κατά της αναιμίας.

Επιπλέον, έχει μελετηθεί η παραγωγή β-καροτενίου και ασταξανθίνης από αποπρωτεϊνομένο-υδρολυμένο τυρόγαλα με το μύκητα *Blakeslea trispora* σε ζύμωση βυθού χρήσεις στη βιομηχανία τροφίμων (Βαρζακάκου, 2010).

Επιπρόσθετα έχουν διεξαχθεί μελέτες για την ενεργειακή αξιοποίηση του ορρού τυρογάλακτος και συγκεκριμένα η διεργασία παραγωγής υδρογόνου και μεθανίου. Η διεργασία είναι αναερόβια και γίνεται σε σύστημα επεξεργασίας δύο σταδίων σε μεσόφιλες συνθήκες, όπου αρχικά μελετήθηκε η παραγωγή υδρογόνου, μέσω ζύμωσης των διαλυτών σακχάρων του και στη συνέχεια η περαιτέρω μετατροπή του οργανικού φορτίου σε μεθάνιο με ταυτόχρονη μείωση του οργανικού φορτίου του αποβλήτου (Βενετσάνεας, 2012).

Κεφάλαιο 5: Μεθοδολογία και εξοπλισμός διεξαγωγής της έρευνας

Για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας παρελήφθησαν υγρά και στερεά οργανικά δείγματα αποβλήτων από ενδεικτικές βιομηχανίες του κλάδου της βιομηχανίας τροφίμων, τα οποία αναλύθηκαν ως προς τα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά σε εργαστηριακή κλίμακα.

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία για την επίτευξη του σκοπού αυτού. Αναλυτικότερα, αρχικά παρουσιάζεται ο πειραματικός σχεδιασμός, ενώ στη συνέχεια δίνεται συνοπτικά ο εργαστηριακός εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε. Οι εργαστηριακές αναλύσεις στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο της Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, της Σχολής Χημικών Μηχανικών, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

5.1 Διεξαγωγή δειγματοληψίας

Ειδικότερος στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι η αξιολόγηση των φυσικοχημικών παραμέτρων στερεών και υγρών αποβλήτων από ελληνικές βιομηχανίες τροφίμων. Συνολικά ελήφθησαν δώδεκα (12) δείγματα στερεών και υγρών αποβλήτων από ενδεικτικές βιομηχανίες έκαστου υπό μελέτη κλάδου. Πιο συγκεκριμένα ελήφθησαν: τέσσερα (4) δείγματα από βιομηχανίες τυποποίησης κρέατος & σφαγείων, τέσσερα (4) δείγματα από ελαιοτριβεία και τέσσερα (4) δείγματα από βιομηχανίες επεξεργασίας και τυποποίησης γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων. Η αντιστοιχεία των ονομάτων των δειγμάτων και σχετικά στοιχεία παρουσιάζονται στον **Πίνακα 34**.

Πίνακας 34: Δείγματα υγρών & στερεών αποβλήτων από ελληνικές βιομηχανίες τροφίμων

ΗΜ/ΝΙΑ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ	ΤΥΠΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ
20/10/2015	επεξεργασία κρέατος/αλλαντικών	B10.1-1	υγρό	1	Υ10.1-1.1
20/10/2015	επεξεργασία κρέατος/αλλαντικών	B10.1-1	στερεό	1	S10.1-1.2
6/11/2015	σφαγείο	B10.1-2	υγρό	1	Υ10.1-2
19/11/2015	σφαγείο	B10.1-3	υγρό	1	Υ10.1-3
20/10/2015	Ελαιουργείο 3 φάσεων	B10.4-1	υγρό	1	Υ10.4-1.1
20/10/2015	Ελαιουργείο 3 φάσεων	B10.4-1	στερεό	1	S10.4-1.2
29/10/2015	Ελαιουργείο 3 φάσεων	B10.4-2	υγρό	1	Υ10.4-2
25/11/2015	Ελαιουργείο 3 φάσεων	B10.4-3	στερεό	1	S10.4-3
29/10/2015	παραγωγή & τυποποίηση γαλακ/κών προϊόντων	B10.5-1	υγρό	1	Υ10.5-1.1
29/10/2015	παραγωγή & τυποποίηση γαλακ/κών προϊόντων	B10.5-1	υγρό τυρογάκτος ορρού	1	Υ10.5-1.2
23/10/2015	τυροκομείο	B10.5-2	υγρό	1	Υ10.5-2

ΗΜ/ΝΙΑ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ	ΤΥΠΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ
20/10/2015	βιομηχανία τυποποίησης γάλακτος & χυμών	B10.5-3	υγρό	1	Υ10.5-3

Για την επίτευξη του σκοπού αυτού οι εργασίες που υλοποιήθηκαν ήταν:

Εργασία 1: Εύρεση ανεπεξέργαστων οργανικών αποβλήτων ανά υπό μελέτη κλάδο: Η εργασία επετεύχθη με τη διερεύνηση των βιομηχανιών τροφίμων, επικοινωνία με τον υπεύθυνο για παραλαβή των δειγμάτων, επιτόπια επίσκεψη για την παραλαβή τους και έλεγχος ορθής λήψης.

Εργασία 2: Μελέτη των φυσικοχημικών παραμέτρων των αποβλήτων από τη βιομηχανία τροφίμων: Η εργασία επετεύχθη με τη διεξαγωγή εργαστηριακών αναλύσεων σε 12 δείγματα αποβλήτων της βιομηχανίας τροφίμων οργανικής φύσεως, τα οποία αναλύθηκαν ως προς τυπικά χαρακτηριστικά τους στο εργαστήριο της Μονάδας Περιβαλλοντικής και Επιστήμης και Τεχνολογίας, της Σχολής Χημικών Μηχανικών, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Η προετοιμασία των δειγμάτων περιελάμβανε ορθή παραλαβή των υπό εξέταση δειγμάτων, ορθή αποθήκευση σε συνθήκες που δεν επιφέρουν άμεση ανάπτυξη μικροβιακού φορτίου και σήψης, ξήρανση και άλεση των στερεών δειγμάτων. Επιπλέον τα δείγματα διατηρήθηκαν για συγκεκριμένο διάστημα σε συνθήκες ψύξης, σε περίπτωση που χρειαζόταν η επανάληψη κάποιας μεθόδου. Αναλυτικότερα, τα υγρά απόβλητα αναλύθηκαν ως προς τις εξής παραμέτρους: pH, αγωγιμότητα, ολικά στερεά (TS), ολικά διαλυτά στερεά (TDS), ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS), πτητικά αιωρούμενα στερεά, χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD), ολικός οργανικός άνθρακας (TOC), ολικό άζωτο (TN), χλωριόντα (Cl-) και φαινόλες (phenols). Επιπλέον μετρήθηκε η σύστασή τους ως προς τα μέταλλα Cr, Cu, Mn, Ni, Cd, Pb και Zn. Τα στερεά απόβλητα αναλύθηκαν ως προς στις εξής παραμέτρους: pH, αγωγιμότητα, ολικά στερεά (TS), πτητικά στερεά (VS), ολικός οργανικός άνθρακας (TOC), ολικό άζωτο (TN), στα μέταλλα Cr, Cu, Mn, Ni, Cd, Pb και Zn, στα ιχνοστοιχεία Ca, Mg, K, Na και σε φωσφορικά PO₄-P. Η διεξαγωγή των αναλύσεων βασίζεται σε πρότυπες μεθόδους οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικά ο εργαστηριακός εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια των πειραματικών μετρήσεων.

5.2 Εργαστηριακός εξοπλισμός

Στον **Πίνακα 35** παρουσιάζεται συνοπτικά ο εργαστηριακός εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή των πειραμάτων.

Πίνακας 35: Όργανα μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή των αναλύσεων

A/A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ / ΜΟΝΤΕΛΟ
1.	Φούρνος μικροκυμάτων	A) Milestone Start D B) Terminal T260
2.	Φασματοφωτόμετρο Ατομικής Απορρόφησης με αυτόματο αραιωτή	Agilent Varian AA240FS SIPS
3.	TOC _{-VCSH} SSM – 5000A	SHIMADZU
4.	A,B) Σύστημα για χώνευση κατά Kjeldahl C) Σύστημα απόσταξης	A) Kjeldaltherm KB/KBL Gerhardt B) Temperature-time controller TZ C) Gerhardt Vapodest 30s
5.	Φασματοφωτόμετρο	MERCK / Spectroquant NOVA 60
6.	Κλίβανος Ξήρανσης	CARBOLITE / AX30
7.	Κλίβανος (μέτρηση VSS)	Bl Barnstead/ Thermolyne 1400 Furnace/ Model: FB1410M-33
8.	Πεχάμετρο / αγωγιμόμετρο	Mettler Toledo MPC227
9.	Συσκευή Φυγοκέντρησης	IEC Centra CL2
10.	Υδατόλουτρο	Polyscience
11.	Συσκευή ανάδευσης	Selecta / Multimatic
12.	Ζυγός	KERN / ALS 120-4
13.	Ζυγός	METTLER TOLEDO / PB303-5
14.	Αντλία Κενού	KNF Laboport Mini N 86 KT.18
15.	Ιοντοεναλλακτική Συσκευή Απόσταξης	ZALION IONEL
16.	Συσκευή Υπερκάθαρου νερού	Thermo Scientific Barnstead Easy Pure II
17.	Πιπέττα 500 – 5000 µL Πιπέττα 100 – 1000 µL Πιπέττα 10 – 100 µL	Brand Transferpette S

5.3 Εργαστηριακές μέθοδοι ανάλυσης υγρών δειγμάτων

Στον Πίνακα 36 συνοψίζονται οι μέθοδοι στις οποίες στηρίζεται η μέτρηση βασικών παραμέτρων, τα όργανα μέτρησης που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό τους και το όριο ανίχνευσης κάθε μεθόδου σε υγρά δείγματα. Εν συνεχεία γίνεται αναλυτική περιγραφή της κάθε μεθόδου.

Πίνακας 36: Μέθοδοι και όρια ανίχνευσης μεθόδων για τον προσδιορισμό βασικών παραμέτρων σε υγρά δείγματα

A/A	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΙΟ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ
1	pH	Standard Methods: 4500, 2510	Mettler Toledo MCC 227	-
2	TDS	Standard Methods: 2540C		0,02mg/L
3	TSS	Standard Methods: 2540D	Ζυγός Mettler Toledo PB	0,02mg/L
4	VSS	Standard Methods: 2540E	303-S	0,02mg/L
5	TS	Standard Methods: 2540B		0,02mg/L
6	Pb			0,05mg/L / 0,25µg/L
7	Cu			0,01mg/L / 0,5µg/L
8	Zn			0,005mg/L / 0,05µg/L
9	Cd		Varian AA240 FS	0,002mg/L / 0,01µg/L
10	Cr	Standard Methods 3111	Flame atomic absorption spectroscopy / graphite furnace	0,02mg/L / 0,08µg/L
11	Ni			0,08mg/L / 1µg/L
12	Fe			0,02mg/L / 1µg/L
13	Mn			0,01mg/L / 0,5µg/L
14	K		Varian AA240 FS	0,005mg/L
15	Na		atomic absorption	0,002mg/L
16	Ca	Standard Methods 3111	spectroscopy	0,003mg/L
17	Mg		(πρωτοξειδίου του αζώτου - ακετυλενίου)	0,005mg/L
18	COD	EPA 410,4 Us Standard Methods 5220 D & ISO 15705 COD Cell Test Kit: Merck No 114540,114541,114691	Φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100, Merck	114540: 10mg/L 114541: 25mg/L 114691: 300mg/L
19	NO ₂ - N	EPA 354.1 , St. M. 4500 Nitrite Test Kit , Merck No 114776	Φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100, Merck	0,002mg/L NO ₂ - N
20	NO ₃ - N	ISO 7890/1 Nitrate Test Kit, Merck No 1.09713.0001	Φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100, Merck	1mg/L NO ₃ - N
21	NH ₄ - N	EPA 350,1 , APHA 4500-NH ₃ D & SO 7150/1 Ammonium Test Kit: Merck No	Φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100, Merck	0,01mg /L NH ₄ -N

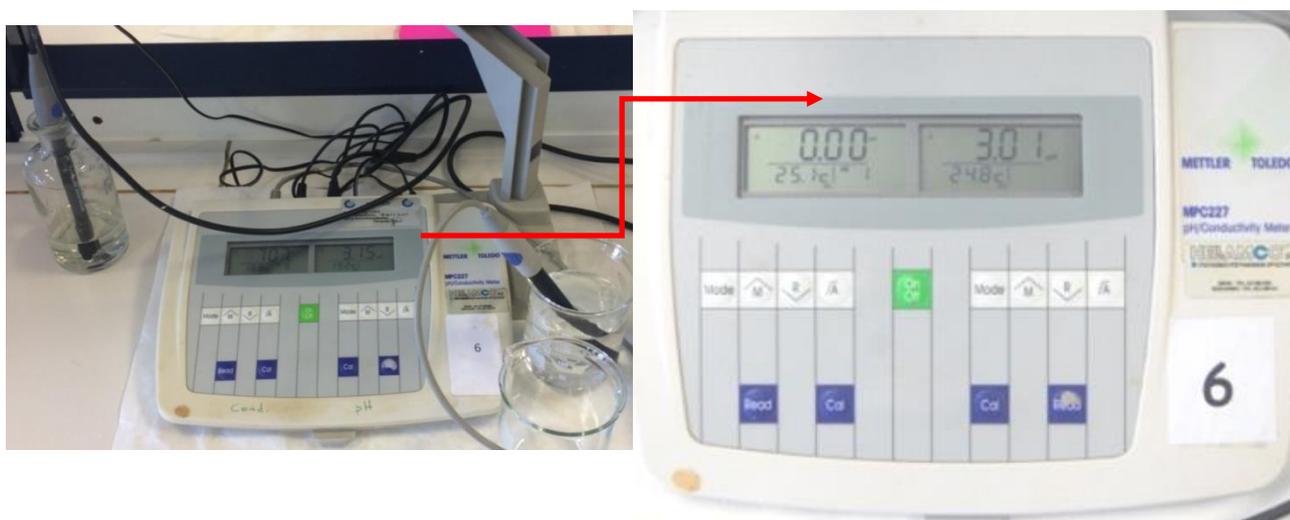
A/A	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΙΟ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ
		114752		
22	P _{ολικός}	EPA 365.2, St. M. 4500, ISO 6878 Phosphate Cell Test Kit, Merck No 114543	Φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100, Merck	0,05 mg/L PO ₄ -P
23	SO ₄	EPA 375.4 and St. M. 4500 Sulphate Test Kit, Merck No 114548	Φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100, Merck	5 mg/L SO ₄
24	Φαινόλες	EPA 420,1 US Standard Methods 5530 & ISO 6439 Phenols Test Kit: Merck No 100856	Φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100, Merck	0,1 mg/L C ₆ H ₅ OH

5.3.1 pH σε υγρό δείγμα

Το pH αποτελεί μέτρηση της δραστηριότητας των υδρογονοϊόντων και εκφράζεται ως ο αρνητικός λογάριθμος της συγκέντρωσής τους σε δεδομένη θερμοκρασία. Συγκαταλέγεται μεταξύ των σημαντικότερων παραμέτρων που σχετίζονται με την ανάλυση και επεξεργασία των αποβλήτων.

Η διαδικασία μέτρησης του pH περιλαμβάνει τα εξής: Αρχικά το όργανο ρυθμίζεται χρησιμοποιώντας ρυθμιστικά διαλύματα με pH 4, 7, 10 (δημιουργία καμπύλης αναφοράς). Ακολούθως, το ηλεκτρόδιο βυθίζεται στο δείγμα και μετρείται η ένδειξη στην κλίμακα του πεχάμετρου. Παράλληλα καταγράφεται το pH και η θερμοκρασία. Κατόπιν, το ηλεκτρόδιο πλένεται με αποσταγμένο νερό και επαναλαμβάνεται η μέτρηση του δείγματος. Στην περίπτωση δειγμάτων με μεγάλη περιεκτικότητα αιρούμενων στερεών, το διάλυμα αναδεύεται με χρήση μαγνητικού αναδευτήρα για καλή ομογενοποίηση.

Η μέτρηση στο εργαστήριο πραγματοποιήθηκε με χρήση του οργάνου υψηλής ακριβείας εμπορικού τύπου Mettler Toledo MPC227, με προσαρμοσμένο ρυθμιστή θερμοκρασίας (**Εικόνα 21**). Η κλίμακα μέτρησης είναι από 0.00 έως 14.00 με ευκρίνεια 0.01 και σχετική ακρίβεια ± 0.01 (EPA Method 150.1) (Εγχειρίδιο Mettler Toledo MPC22)(ΜΠΕΤ 2011α).



Εικόνα 20: Πεχάμετρο και αγωγιμόμετρο υψηλής ακριβείας Mettler Toledo MPC227

5.3.2 Αγωγιμότητα σε υγρό δείγμα

Για τη μέτρηση της αγωγιμότητας αρχικά απαιτείται η βαθμονόμηση του αγωγιμόμετρου, χρησιμοποιώντας δυο πρότυπα διαλύματα αγωγιμότητας 84 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και 1.413 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Στη συνέχεια, το ηλεκτρόδιο βυθίζεται στο δείγμα και μετρείται η ένδειξη στην κλίμακα του αγωγιμόμετρου. Έπειτα, το ηλεκτρόδιο πλένεται με απιονισμένο νερό και επαναλαμβάνεται η μέτρηση του δείγματος. Για τη μέτρηση της αγωγιμότητας χρησιμοποιείται το όργανο υψηλής ακριβείας Mettler Toledo MPC227 (**Εικόνα 21**), με προσαρμοσμένο ρυθμιστή θερμοκρασίας. Η κλίμακα μετρήσεων κυμαίνεται από 0,00 έως 1000 mS/cm , με σχετική ακρίβεια $\pm 0,5 \%$ (*Εγχειρίδιο Mettler Toledo MPC22*) (*ΜΠΕΤ 2011α*) (*EPA Method 120.1*).

5.3.3 Ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS), πτητικά αιωρούμενα στερεά (VSS), ολικά διαλυτά στερεά (TDS) σε υγρό δείγμα

Ο προσδιορισμός των ολικών αιωρούμενων στερεών (*TSS: Total Suspended Solids*), των πτητικών αιωρούμενων στερεών (*VSS: Volatile Suspended Solids*) και των ολικών διαλυτών στερεών (*TDS: Total Dissolved Solids*) πραγματοποιείται σύμφωνα με τις πρότυπες μεθόδους 2540 D, 2540 E και 2540 C US από το εγχειρίδιο *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater Standard Methods 21st ed., 2005* αντίστοιχα. Τα φίλτρα που χρησιμοποιούνται είναι τα GF/C της Whatman, με μέγεθος πόρων 1,2 μm .

Καθαρά φίλτρα τοποθετούνται σε κλίβανο (**Εικόνα 22**) στους 550°C για 20 λεπτά προκειμένου να απομακρυνθεί η υγρασία και τυχόν πτητικές ενώσεις.



Εικόνα 21: Κλίβανος BI Barnstead/ Thermolyne 1400 Furnace

Έπειτα, τα φίλτρα τοποθετούνται σε αφυγραντή για τουλάχιστον 20 λεπτά, ώστε να επανέλθουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, κι έπειτα ζυγίζονται για να υπολογιστεί η μάζα του καθαρού φίλτρου. Στη συνέχεια, γνωστός όγκος υγρού (40 mL για τα ανεπεξέργαστα υγρά απόβλητα και 250 mL για την επεξεργασμένη εκροή) διηθείται κάθε φορά μέσω του προζυγισμένου φίλτρου. Έπειτα, τα φίλτρα ξηραίνονται σε κλίβανο για τουλάχιστον 2 ώρες στους 105°C, τοποθετούνται σε αφυγραντή για τουλάχιστον 15 λεπτά ώστε να επανέλθουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και ζυγίζονται. Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης των TSS γίνεται βάσει της ακόλουθης σχέσης:

$$TSS = \frac{M_B - M_A}{V} \times 10^6 \quad (1)$$

Όπου: TSS = Η συγκέντρωση των ολικών αιωρούμενων στερεών (σε g/mL)

M_B = Η μάζα του φίλτρου μετά την ξήρανση στους 103°C-105°C (g)

V = Ο όγκος του δείγματος (mL)

Για τον υπολογισμό των **πτητικών αιωρούμενων στερεών (VSS)** τα ίδια φίλτρα τοποθετούνται μετά την ξήρανση σε κλίβανο στους 550°C για 20 λεπτά. Στη συνέχεια, τοποθετούνται σε αφυγραντή για τουλάχιστον 20 λεπτά και ακολουθεί η ζύγισή τους. Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης των VSS γίνεται από τη σχέση:

$$VSS = \frac{M_B - M_G}{V} \times 10^6 \quad (2)$$

Όπου: VSS = η συγκέντρωση των πτητικών αιωρούμενων στερεών (mg/L)

M_G = Η μάζα του φίλτρου μετά τους 550°C (g)

V = Ο όγκος του δείγματος (mL)

Ο προσδιορισμός των **ολικών διαλυτών στερεών (TDS)** περιλαμβάνει την ακόλουθη διαδικασία: Καθαρή πορσελάνινη κάψα τοποθετείται σε κλίβανο ξήρανσης στους $180 \pm 2^\circ\text{C}$ για μια ώρα. Η κάψα τοποθετείται σε αφυγραντή για τουλάχιστον 20 λεπτά και στη συνέχεια ζυγίζεται. Συγκεκριμένος όγκος δείγματος διηθείται υπό κενό διαμέσου φίλτρων GF/C της Whatman με μέγεθος πόρων 1.2 μm . Το διήθημα (γνωστός όγκος) συλλέγεται, μεταφέρεται στην προζυγισμένη κάψα, η οποία εισάγεται σε κλίβανο ξήρανσης για τουλάχιστον 20 λεπτά, κι έπειτα ζυγίζεται. Η αύξηση του βάρους της κάψας αντιστοιχεί στα ολικά διαλυτά στερεά. Ο όγκος του δείγματος πρέπει να είναι τέτοιος ώστε το στερεό υπόλειμμα να μην ξεπερνά τα 200 mg, προκειμένου να εξασφαλιστεί η πλήρης απομάκρυνση του υγρού από αυτό. Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης των TDS (mg/L) γίνεται βάσει της σχέσης:

$$TDS = \frac{M_E - M_A}{V} \times 10^6 \quad (3)$$

Όπου: TDS = Η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (mg/L)

M_E = Η μάζα της καθαρής κάψας (g)

V = Ο όγκος του δείγματος (mL)

5.3.4 Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD) σε υγρό δείγμα

Οι μετρήσεις του *Χημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (COD - Chemical Oxygen Demand)* πραγματοποιούνται με χρήση αντιδραστηρίων της εταιρίας Merck (Spectroquant COD test) για εύρος συγκεντρώσεων 10-150 mg/L, 25-1500 mg/L, και 300-3500 mg/L (αντίστοιχοι κωδικοί 1.14540.0001, 1.14541.0001, 1.14691.0001), ανάλογα με την εκτιμώμενη συγκέντρωση COD του δείγματος. Η ανάλυση στηρίζεται στην κλασική μέθοδο οξειδωσης οργανικών και ανόργανων ενώσεων παρουσία διχρωμικού καλίου.

Συγκεκριμένη ποσότητα δείγματος (2 ή 3 mL, ανάλογα με το είδος των έτοιμων αντιδραστηρίων) εισάγεται στο φιαλίδιο του COD που περιέχει τα αντιδραστήρια. Παράλληλα, ίδια ποσότητα απιονισμένου νερού τοποθετείται σε άλλο φιαλίδιο, για την Παρασκευή του τυφλού δείγματος (blank).

Κατόπιν, τα φιαλίδια ανακινούνται και τοποθετούνται για χώνευση της 148°C για δύο ώρες σε θερμοαντιδραστήρα (C-TECH/1540). Μετά τη χώνευση, τα φιαλίδια αφήνονται να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος και τοποθετούνται στο φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100 της Merck (**Εικόνα 23**) για μέτρηση.



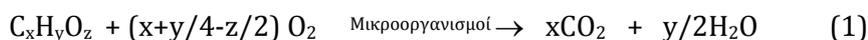
Εικόνα 22: Φασματοφωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100 της Merck

Πρώτα διενεργείται η μέτρηση του τυφλού δείγματος, βάσει της οποίας πραγματοποιείται διόρθωση της μέτρησης του της ανάλυση δείγματος. Ο έλεγχος της μεθόδου πραγματοποιείται με την Παρασκευή πρότυπων διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης COD. Για τον έλεγχο της μεθόδου χρησιμοποιούνται τα CombiCheck της Merck. Για κάθε CombiCheck η διαδικασία ελέγχου προσδιορίζεται στο manual του CombiCheck (*US Standard Methods: Method 5220C, 2005*).

5.3.5 Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD) σε υγρό δείγμα

Ως *Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD: Biochemical Oxygen Demand)* ορίζεται η ποσότητα οξυγόνου που καταναλώνεται από μικροοργανισμούς για την αποδόμηση μέσω βιο-οξείδωσης, των οργανικών ενώσεων που περιέχονται στα απόβλητα απουσία φωτός και σε θερμοκρασία 20°C. Συνήθως, η βιοχημική οξείδωση είναι βραδεία και σε χρόνο 20 ημερών έχει οξειδωθεί το 95-99% της οργανικής ύλης των λυμάτων. Δεδομένου ότι ο χρόνος αυτός είναι πολύ μεγάλος, συνήθως μετράται το BOD των πρώτων 5 ημερών (BOD₅) όπου έχει διασπαστεί το 70-80% των οργανικών ενώσεων που περιέχουν μόνο C, H, O (αντίδραση 1), ενώ δεν έχει αρχίσει ακόμη η νιτροποίηση των αζωτούχων οργανικών ενώσεων (αντίδραση 2).

Οι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα είναι οι εξής:



(απλές οργανικές ενώσεις) και επιπλέον:



(αζωτούχες οργανικές ενώσεις)

Το BOD είναι από τους συνηθέστερα χρησιμοποιούμενους δείκτες ποιότητας των υδάτων και των αποβλήτων. Η τιμή του επηρεάζεται από το είδος των οργανικών συστατικών των λυμάτων γιατί κατά κανόνα κάποιο μεγαλύτερο ή μικρότερο κλάσμα τους δεν είναι βιοαποδομήσιμο. Η σημασία του BOD έγκειται στο ότι αποτελεί μέτρο της κατανάλωσης του διαλυμένου οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς για την οξείδωση της οργανικής ύλης που είναι το κυριότερο ρυπαντικό αποτέλεσμα των αποβλήτων στους αποδέκτες. Είναι όμως προσδιορισμός ιδιαίτερα ευαίσθητος. Η παρουσία τοξικών ουσιών (π.χ. βαρέων μετάλλων) καταστρέφει το σύνολο ή μέρος των μικροοργανισμών και παρεμποδίζει τον παραπάνω προσδιορισμό. Στο καθαρό νερό η τιμή του BOD₅

είναι 1ppm. Όταν η τιμή του BOD₅ προσεγγίζει τα 5ppm, το νερό έχει ρυπανθεί. Τα λύματα μιας πόλης έχουν συνήθως τιμές BOD₅ 100 - 400mg/l. Στα βιομηχανικά απόβλητα οι τιμές του BOD₅ μπορεί και να ξεπερνούν τα 10.000mg/l.

Στη συνέχεια περιγράφεται ένας εμπειρικός προσδιορισμός του βιοχημικά διαθέσιμου οξυγόνου, στον οποίο ακολουθούνται πρότυπες εργαστηριακές διαδικασίες. Γίνεται με μέτρηση του *διαλυμένου οξυγόνου (DO)* πριν και μετά την πενθήμερη επώαση του δείγματος. Η μέτρηση του DO μετά τις κατάλληλες αρχικές αραιώσεις που θα εξασφαλίζουν αρκετό οξυγόνο για όλη τη διάρκεια της επώασης γίνεται με την τροποποιημένη μέθοδο Winkler. Αρχικά προετοιμάζεται το ειδικό διάλυμα αραιώσης, το οποίο οξειδώνεται με φυσητήρα για 15-20 min με σκοπό το διαλυμένο οξυγόνο του αραιωτικού δ/τος να είναι 7-9 mg/l ($DO_{\text{αραιωτ.}}=7 - 9 \text{ mg/l}$). Σε φιάλη επώασης BOD εισάγονται 300ml αραιωτικού δ/τος και μετράται το διαλυμένο οξυγόνο ($DO_{\text{Ταρχ.}}$). Επίσης σε φιάλη επώασης BOD τοποθετούνται 300ml αραιωτικού δ/τος και 1,5ml δ/τος μικροοργανισμών. Ανάλογα με το δείγμα πραγματοποιούνται διαφορετικές αραιώσεις. Σε φιάλες επώασης BOD εισάγονται 300ml από την κάθε αραιώση που απαιτείται και 1,5ml μικροοργανισμών και μετράται το διαλυμένο οξυγόνο ($DO_{\text{αρχ.}}$). Οι φιάλες επώασης τοποθετούνται σε σκοτεινό επωαστικό κλίβανο, σταθερής θερμοκρασίας $20 + 1^\circ\text{C}$, για διάρκεια 5 ημερών. Μετά την πάροδο των 5 ημερών οι φιάλες επώασης με τα δείγματα και το τυφλό εξάγονται από τον κλίβανο και μετράται εκ νέου το διαλυμένο οξυγόνο για τα δείγματα ($DO_{\text{τελ.}}$) και το τυφλό ($DO_{\text{Ττελ.}}$) (ΜΠΕΤ, 2013).

Το BOD₅ των δειγμάτων υπολογίζεται με βάση τον τύπο (3):

$$BOD_5 = ((DO_{\text{αρχ.}} - DO_{\text{τελ.}})_{\text{δείγμα}} - (DO_{\text{Ταρχ.}} - DO_{\text{Ττελ.}})_{\text{τυφλό}}) \cdot \text{Αραιώση} \quad (3).$$

5.3.6 Ολικός άνθρακας (TC), ολικός οργανικός άνθρακας (TOC), ανόργανος άνθρακας (IC) σε υγρό δείγμα

Η μέτρηση του *Ολικού Άνθρακα (TC: Total Carbon)*, του *Ολικού Οργανικού Άνθρακα (TOC: Total Organic Carbon)* και του *Ανόργανου Άνθρακα (IC: Inorganic Carbon)* σε υγρά δείγματα πραγματοποιείται με τη χρήση του οργάνου του οίκου Shimadzu TOC-V_{CSH} (Εικόνα 24). Η μέθοδος που ακολουθείται βασίζεται στο εγχειρίδιο του οργάνου.



Εικόνα 23: Συσκευή προσδιορισμού οργανικού άνθρακα σε στερεά και υγρά δείγματα (TOC-V) Shimadzu

Προσδιορισμός TC: Το δείγμα εισάγεται απευθείας στο σωλήνα καύσης που περιέχει τον καταλύτη. Ο συνολικός άνθρακας του δείγματος οξειδώνεται (στους 720°C) στον σωλήνα καύσης και παράγεται διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Το φέρον αέριο (υπερκάθαρος αέρας) ρέει μέσα από το σωλήνα καύσης και παραλαμβάνει το διοξείδιο του άνθρακα καθώς και τα υπόλοιπα προϊόντα της καύσης, τα οποία μεταφέρει σε ένα αφυγραντή όπου απομακρύνεται η υγρασία, ενώ ταυτόχρονα ψύχονται τα αέρια της καύσης. Ακολούθως, το φέρον αέριο διέρχεται μέσα από μια παγίδα αλογόνων (όπου κατακρατούνται τα αλογόνα που ίσως περιέχει), για να καταλήξει στην κυψελίδα του ανιχνευτή NDIR (Non Dispersive Infra Red gas analyzer), όπου και ανιχνεύεται το διοξείδιο του άνθρακα.

Προσδιορισμός IC: Ο ανόργανος άνθρακας αναφέρεται στο διοξείδιο του άνθρακα και στα ανθρακικά άλατα που πιθανά περιέχονται στο δείγμα. Οξινίζοντας το δείγμα με υδροχλωρικό οξύ (HCl 2N) σε pH χαμηλότερο του 3, τα ανθρακικά άλατα που περιέχονται στο δείγμα μετατρέπονται σε διοξείδιο του άνθρακα. Κατόπιν, το φέρον αέριο διαχέεται από το δείγμα (υπερκάθαρος αέρας), οπότε το διοξείδιο του άνθρακα που παράχθηκε οδηγείται σε έναν αφυγραντή, όπου απομακρύνεται η υγρασία. Το φέρον αέριο διέρχεται μέσα από μια παγίδα αλογόνων (όπου κατακρατούνται τα αλογόνα που ίσως περιέχει το δείγμα), για να καταλήξει στην κυψελίδα του ανιχνευτή NDIR (Non Dispersive Infra Red gas analyzer), όπου ανιχνεύεται το περιεχόμενο διοξείδιο του άνθρακα.

Προσδιορισμός TOC: Με την μέτρηση της τιμής του ολικού οργανικού άνθρακα προσδιορίζεται η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται από την οξείδωση των ανθρακούχων ουσιών που περιέχονται στο εξεταζόμενο δείγμα. Ο προσδιορισμός της συγκεκριμένης παραμέτρου είναι σημαντικός όταν πρόκειται για απόβλητα που περιέχουν σημαντικές ποσότητες ανθρακούχων ενώσεων. Η παράμετρος TOC προσδιορίζεται, μέσω της μεθόδου, από τη διαφορά του TC με το IC (μέθοδος: TC – IC). Η μέθοδος αυτή συνίσταται για δείγματα που περιέχουν $IC \leq \frac{1}{2} TC$.

Για την ανάλυση παρασκευάζονται πρότυπες καμπύλες αναφοράς (1 – 10 mg/L, 10 – 100 mg/L και 100 – 1000 mg/L), ανάλογα με την εκτιμώμενη συγκέντρωση του δείγματος σε TC και IC. Για τη δημιουργία πρότυπης καμπύλης αναφοράς TC, παρασκευάζεται πρότυπο διάλυμα TC διαλύοντας 2.125 g όξινου φθαλικού καλίου (KHC₈H₄O₄) σε 1L υπερκάθαρου νερού. Για την παρασκευή πρότυπου διαλύματος IC, 3.50 g όξινου ανθρακικού νατρίου (NaHCO₃) και 4,41 g ανθρακικού νατρίου (Na₂CO₃) διαλύονται σε 1L υπερκάθαρου νερού. Πριν τη χρήση τους, τα αντιδραστήρια του KHC₈H₄O₄ και NaHCO₃ ξηραίνονται στους 103-105°C για 1 και 2 ώρες αντίστοιχα και στη συνέχεια τοποθετούνται σε αφυγραντή. Τα πρότυπα διαλύματα που παρασκευάζονται περιέχουν TC και IC συγκέντρωσης 1000 mg/L. Αυτά αραιώνονται κατάλληλα, ώστε να προκύψουν οι επιθυμητές συγκεντρώσεις και να δημιουργηθούν οι πρότυπες καμπύλες αναφοράς. Επιπλέον, το πρώτο σημείο κάθε καμπύλης προκύπτει από την μέτρηση υπερκάθαρου νερού με μηδενική συγκέντρωση TC και IC (περιεκτικότητα TC < 10 µg/L). Ο έλεγχος της μεθόδου πραγματοποιείται με την μέτρηση των πρότυπων διαλυμάτων TC (10 – 1000 mg/L) και IC (10 – 1000 mg/L) ως δείγματα με αποδεκτές τιμές απόκλισης της τάξης του 1.5% .

5.3.7 Ολικό άζωτο (TN) σε υγρό δείγμα

Το *Ολικό Άζωτο (TN: Total Nitrogen)* σε υδατικά δείγματα μετριέται στη συσκευή Total Organic Analyzer (TOC-V) με την μονάδα TNM-1 της Shimadzu. Η μέθοδος TNM-1, σύμφωνα με την διαδικασία American Society for Test Method's (ASTM) D5176, βασίζεται στην ανάφλεξη - οξείδωση (combustion - oxidation) του δείγματος και ανίχνευση του διοξειδίου του αζώτου με χημειοφωταύγεια (chemiluminescence). Τα δείγματα που περιέχουν άζωτο εισάγονται στο πλούσιο με οξυγόνο, αναφλεγόμενο σωλήνα με καταλύτη πλατίνας (Pt) στους 720°C. Το άζωτο μετατρέπεται σε μονοξείδιο του αζώτου (NO) το οποίο επιπλέον οξειδώνεται σε διοξείδιο του αζώτου (NO₂) παρουσία όζοντος και στη συνέχεια ανιχνεύεται στον ανιχνευτή χημειοφωταύγειας.



Για τη διεξαγωγή της ανάλυσης δεν απαιτείται ιδιαίτερος χειρισμός. Το δείγμα διηθείται αρχικά με μεμβράνη 0.45 μm (EPA 350.1).

5.3.8 Αμμωνιακό άζωτο ($\text{NH}_4\text{-N}$) σε υγρό δείγμα

Ο προσδιορισμός του αμμωνιακού αζώτου ($\text{NH}_4\text{-N}$) πραγματοποιείται με χρήση αντιδραστηρίων της εταιρείας Merck (Spectroquant Ammonium test) με κωδικούς 1.14752.0001, 1.14752.0002 και 1.00683.0001. Η περιοχή μέτρησης των συγκεντρώσεων $\text{NH}_4\text{-N}$ κυμαίνεται από 0,01 – 0,5 mg/L (1.14752.0001), 0,05 – 3,00 mg/L (1.14752.0002) και 2,0 – 150 (1.00683.0001). Εναλλακτικά, χρησιμοποιούνται τα αντιδραστήρια με κωδικό 1.14544.0001, με δυνατότητα μέτρησης $\text{NH}_4\text{-N}$ συγκέντρωσης από 0,5 – 16. mg/L.

Η μέθοδος που ακολουθείται για την ανάλυση στηρίζεται στις μεθόδους EPA 350.1, 4500-NH3D (APHA, 1998) και ISO 7150/1. Το δείγμα διηθείται από μεμβράνη Whatman (0,45 μm). Το διήθημα συλλέγεται και αραιώνεται κατάλληλα (εάν απαιτείται) ώστε η συγκέντρωσή του σε $\text{NH}_4\text{-N}$ να εμπίπτει στο εύρος τιμών της μεθόδου. Η μέτρηση πραγματοποιείται στο φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100 της Merck (**Εικόνα 23**).

5.3.9 Νιτρικό άζωτο ($\text{NO}_3\text{-N}$) σε υγρό δείγμα

Ο προσδιορισμός του νιτρικού αζώτου ($\text{NO}_3\text{-N}$) πραγματοποιείται με τη χρήση έτοιμων αντιδραστηρίων της εταιρείας Merck (Spectroquant Nitrate test), με κωδικούς 1.09713.0001 και 1.09713.0002. Η περιοχή μέτρησης των συγκεντρώσεων $\text{NO}_3\text{-N}$ κυμαίνεται από 0,1–5,0 mg/L (1.09713.0001) και 1,0–25,0 mg/L (1.09713.0002). Εναλλακτικά, χρησιμοποιούνται τα αντιδραστήρια με κωδικό 1.14563.0001 και δυνατότητα μέτρησης εύρους συγκεντρώσεων από 0.5–15.0 mg/L $\text{NO}_3\text{-N}$.

Η μέθοδος ανάλυσης στηρίζεται στη μέθοδο ISO 7890/1. Το δείγμα διηθείται από μεμβράνη Whatman (0.45 μm). Το διήθημα συλλέγεται και αραιώνεται κατάλληλα (εάν αυτό απαιτείται) ώστε η συγκέντρωση $\text{NO}_3\text{-N}$ να εμπίπτει στο εύρος τιμών της μεθόδου. Στη συνέχεια, 1,0 mL αραιωμένου διηθήματος τοποθετείται σε φιαλίδιο που περιέχει 4,0 mL αντιδραστηρίου $\text{NO}_3\text{-1}$. Το φιαλίδιο δεν ανακινείται, προστίθενται σε αυτό 0,5 mL αντιδραστηρίου $\text{NO}_3\text{-2}$ κι έπειτα ακολουθεί ανάμιξη. Το φιαλίδιο παραμένει για 10 λεπτά σε κατάσταση ηρεμίας και η συγκέντρωση του $\text{NO}_3\text{-N}$ μετριέται στο φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100 της Merck (**Εικ. 23**). Η μέτρηση του τυφλού δείγματος πραγματοποιείται μέσω της αντικατάστασης του δείγματος με απιονισμένο νερό. Το όριο ανίχνευσης της ανάλυσης εξαρτάται από τον κωδικό των αντιδραστηρίων που χρησιμοποιείται με κατώτατο όριο το 0,1 mg/L.

5.3.10 Νιτρώδες άζωτο ($\text{NO}_2\text{-N}$) σε υγρό δείγμα

Ο προσδιορισμός του νιτρώδους αζώτου ($\text{NO}_2\text{-N}$) πραγματοποιείται με τη χρήση αντιδραστηρίων της εταιρείας Merck (Spectroquant Nitrite test), με κωδικούς 1.14776.0001 και 1.14776.0002. Η περιοχή μέτρησης των συγκεντρώσεων $\text{NO}_2\text{-N}$ κυμαίνεται από 0.002–0.20 mg/L (1.14776.0001) και 0.02–1.00 mg/L (1.14776.0002). Η μέθοδος ανάλυσης βασίζεται στις μεθόδους EPA 354.1, 4500-NO2-B και EN 26 777. Το δείγμα διηθείται διαμέσου μεμβρανών Whatman (0,45 μm) και αραιώνεται κατάλληλα. Στη συνέχεια, 5 mL δείγματος εισάγονται στο φιαλίδιο όπου προστίθεται μία δόση αντιδραστηρίου $\text{NO}_2\text{-1}$ και το φιαλίδιο ανακινείται. Έπειτα από 15 λεπτά ακολουθεί μέτρηση της συγκέντρωσης του $\text{NO}_2\text{-N}$ στο φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100 της Merck (**Εικόνα 23**). Ο έλεγχος της μεθόδου διενεργείται μέσω της μέτρησης πρότυπου διαλύματος νιτρώδων (π.χ. KNO_2). Το οργανικό άζωτο

(N_{org}) προσδιορίζεται από τη διαφορά της συγκέντρωσης μεταξύ των ανόργανων διαλυτών μορφών N (NH_4-N , NO_3-N , NO_2-N) και του ολικού N.

5.3.11 Ολικός φώσφορος (TP) σε υγρό δείγμα

Ο προσδιορισμός του ολικού φωσφόρου (TP) πραγματοποιείται με τη χρήση αντιδραστηρίων της εταιρείας Merck (Spectroquant Phosphorus test), με κωδικό 1.14543.0001, και επιτρέπει την ανίχνευση συγκέντρωσης TP που κυμαίνεται σε εύρος 0,05–5,0 mg/L.

Η ανάλυση βασίζεται στις μεθόδους EPA 365.2, 4500-P και ISO 6878. Το δείγμα (5 mL) μεταφέρεται αδιάητο κατόπιν αραιώσης σε κυβέτα πέψης, προστίθεται μία δόση αντιδραστηρίου P1-K και πραγματοποιείται ανάμιξη. Ακολουθεί χώνευση σε θερμοαντιδραστήρα (C-TECH/1540) στους 120°C για 30 λεπτά και έπειτα αφήνεται να αποκτήσει θερμοκρασία περιβάλλοντος. Στη συνέχεια, 5 mL του δείγματος μεταγγίζονται σε φιαλίδιο, όπου προστίθενται 5 σταγόνες αντιδραστηρίου P2-K, πραγματοποιείται ανάδευση κι έπειτα προσθήκη μιας δόσης αντιδραστηρίου P3-K. Το φιαλίδιο ανακινείται και αφήνεται σε ηρεμία για 5 λεπτά, ώστε να ακολουθήσει μέτρηση της συγκέντρωσης του TP (ως P_2O_5 ή ως PO_4-P) στο φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100 της Merck (**Εικόνα 23**).

5.3.12 Ορθοφωσφορικά (PO_4-P) σε υγρό δείγμα

Ο προσδιορισμός των ορθοφωσφορικών (PO_4-P) πραγματοποιείται με τη χρήση αντιδραστηρίων της εταιρείας Merck (Spectroquant Phosphate Test), με κωδικούς 1.14848.0001 και 1.14848.0002. Το εύρος συγκεντρώσεων PO_4-P που μπορεί να ανιχνευτεί κυμαίνεται από 0,010–1,000 mg/L (1.14848.0001) και 0,05–5,00 mg/L (1.14848.0002).

Η ανάλυση στηρίζεται στις μεθόδους EPA 365.2, 3, 4500-P E (APHA, 1998), ISO 6878/1 και EN 1189. Το δείγμα διηθείται από μεμβράνη Whatman (0,45 μ m). Το διήθημα συλλέγεται και αραιώνεται κατάλληλα (εάν αυτό απαιτείται) ώστε η συγκέντρωση των PO_4-P να βρίσκεται στο εύρος των ορίων ανίχνευσης της μεθόδου. Σε φιαλίδιο που περιέχει 5 mL διηθήματος προστίθενται πέντε σταγόνες αντιδραστηρίου PO_4-1 και το διάλυμα αναμιγνύεται. Ακολουθεί προσθήκη μιας δόσης αντιδραστηρίου PO_4-2 , ανάμιξη και αναμονή για 5 λεπτά. Το διάλυμα μεταφέρεται στην κυψελίδα και προσδιορίζεται η συγκέντρωση του PO_4 στο φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100 της Merck (**Εικόνα 23**).

5.3.13 Θειικά (SO_4^{2-}) σε υγρό δείγμα

Ο προσδιορισμός των θειικών (SO_4^{2-}) πραγματοποιείται με τη χρήση αντιδραστηρίων της εταιρείας Merck (Spectroquant Sulphate Test), με κωδικό 1.14548.0001 και δυνατότητα μέτρησης συγκεντρώσεων SO_4^{2-} που κυμαίνονται μεταξύ 5 – 250 mg/L. Η μέθοδος ανάλυσης βασίζεται στις μεθόδους EPA 375.4 και την 4500- SO_4-2E . Το δείγμα διηθείται από μεμβράνη Whatman (0,45 μ m) και κατόπιν κατάλληλης αραιώσης (εάν αυτό απαιτείται) εισάγεται σε φιαλίδιο (5 mL δείγματος). Στη συνέχεια προστίθεται μία δόση αντιδραστηρίου SO_4-1K κι ακολουθεί ανάδευση και παραμονή για 2 λεπτά. Η συγκέντρωση των SO_4^{2-} μετρείται στο φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100 της Merck (**Εικόνα 23**). Ο έλεγχος της μεθόδου πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας το Combicheck 10 της Merck.

5.3.14 Χλωριόντα (Cl^-) σε υγρό δείγμα

Ο προσδιορισμός των χλωριόντων (Cl^-) διενεργείται με χρήση αντιδραστηρίων της εταιρείας Merck (Spectroquant Chloride Test), με κωδικό 1.14897.0001. Το εύρος συγκεντρώσεων Cl^- που ανιχνεύεται κυμαίνεται από 2,5 – 25 mg/L και 10 – 250 mg/L. Η ανάλυση βασίζεται στις μεθόδους 4500- $Cl^- E$ (APHA, 1998) και ISO 9297. Το δείγμα διηθείται από μεμβράνες Whatman (0,45 μ m) και αραιώνεται κατάλληλα, εφόσον αυτό απαιτείται. Η διαδικασία που ακολουθείται για τη μέτρηση Cl^- στο εύρος συγκεντρώσεων 2,5 – 25 mg/L είναι η εξής: Το δείγμα (5 mL) εισάγεται σε φιαλίδιο, προστίθενται 2,5 mL αντιδραστηρίου $Cl-1$ και ακολουθεί ανάμιξη. Στη συνέχεια, προστίθενται 0,5 mL αντιδραστηρίου

Cl⁻, το φιαλίδιο ανακινείται και αφήνεται σε ηρεμία για 1 λεπτό. Το διάλυμα μεταφέρεται στην κυψελίδα ώστε να ακολουθήσει μέτρηση στο φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100 της Merck (**Εικόνα 23**). Για τον προσδιορισμό Cl⁻ στο εύρος συγκεντρώσεων 10-250 mg/L ακολουθείται η ίδια διαδικασία, με τη διαφορά ότι αρχικά εισάγεται στο φιαλίδιο 1 mL δείγματος. Ο έλεγχος της μεθόδου πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας το Combichack 10 της Merck.

5.3.15 Τεστ φαινόλης σε υγρό δείγμα

Οι φαινόλες προσδιορίζονται μέσω της χρήσης αντιδραστηρίων της εταιρείας Merck (Spectroquant Phenol Test), με κωδικό 1.00856.0001. Η ανάλυση βασίζεται στις μεθόδους στις μεθόδους EPA 420.1, 5530 (ΑΡΗΑ, 1998) και ISO 6439. Το εύρος συγκεντρώσεων που μετρείται κυμαίνεται από 0.10–5.00 (κυψελίδα μεγέθους 10 mm). Το δείγμα διηθείται διαμέσου μεμβρανών Whatman (0,45 μm), συλλέγεται, αραιώνεται (εφόσον αυτό απαιτείται) και 10 mL αυτού εισάγονται σε φιαλίδιο. Στη συνέχεια, προστίθεται 1,0 mL αντιδραστηρίου Ph-1, ακολουθεί ανάμιξη και προσθήκη μιας δόσης αντιδραστηρίου Ph-3. Το φιαλίδιο ανακινείται και αφήνεται για 10 λεπτά σε ηρεμία. Το περιεχόμενο μεταφέρεται στην κυψελίδα και ακολουθεί μέτρηση της στο φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100 της Merck (**Εικόνα 23**). Ο έλεγχος της μεθόδου πραγματοποιείται με την παρασκευή και μέτρηση πρότυπου διαλύματος φαινόλης (C₆O₅OH).

5.3.16 Προσδιορισμός μετάλλων και ιχνοστοιχείων σε υγρό δείγμα

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων πραγματοποιείται με φασματοφωτομετρία ατομικής απορρόφησης (*Atomic Absorption Spectroscopy - AAS*) με χρήση του οργάνου VARIAN AA240FS Fast Sequential (**Εικόνα 25**). Το συγκεκριμένο μοντέλο δίνει τη δυνατότητα διαδοχικής μέτρησης μετάλλων σε διαλύματα που περιέχουν περισσότερα του ενός μέταλλο. Η ανάλυση πραγματοποιείται βάσει των πρότυπων μεθόδων 3111, 3111A (Standard Methods, 2005) και περιγράφεται στην Ομάδα Εργασίας OE-504A-26 (2011β), *Προσδιορισμός μετάλλων με AAS υγρών δειγμάτων της Μονάδας Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας*. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης της ατομικής απορρόφησης με φούρνο γραφίτη (GTA120 graphite tube atomizer), ο οποίος προμηθεύτηκε από τη VARIAN και διαθέτει αυτόματο δειγματολήπτη.



Εικόνα 24: Φασματοφωτόμετρο Ατομικής Απορρόφησης Agilent AA240 FS

Με τη χρήση του εν λόγω οργάνου μετρώνται τα: κάδμιο (Cd), χρώμιο (Cr), χαλκός (Cu), μόλυβδος (Pb), μαγγάνιο (Mn), νικέλιο (Ni), ψευδάργυρος (Zn), κάλιο (K), νάτριο (Na), ασβέστιο (Ca) και μαγνήσιο (Mg).

Η ατομική απορρόφηση βασίζεται στη μέτρηση της ακτινοβολίας χαρακτηριστικού μήκους κύματος που απορροφούν οι ατομοποιημένες μορφές μετάλλων που βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση.

Επειδή η ενέργεια των ατόμων είναι κβαντισμένη, οι μεταπτώσεις των ηλεκτρονίων συντελούνται μόνο μεταξύ καθορισμένων ενεργειακών επιπέδων. Έτσι, όταν στις ατομοποιημένες μορφές μετάλλων προσπίπτει ακτινοβολία, απορροφώνται μόνο συγκεκριμένες ενεργειακές στάθμες, οπότε λαμβάνεται το φάσμα απορρόφησης. Η απορρόφηση της ακτινοβολίας οδηγεί σε μετάπτωση ενός ηλεκτρονίου σε ανώτερη ενεργειακή στιβάδα, που αντιστοιχεί σε διεγερμένη κατάσταση του ατόμου.

Οι διεγερμένες καταστάσεις είναι ασταθέστερες σε σχέση με τη θεμελιώδη, με αποτέλεσμα την αυθόρμητη επαναφορά του ηλεκτρονίου στη θεμελιώδη κατάσταση, με εκπομπή ακτινοβολίας μικρότερου μήκους κύματος, της ακτινοβολίας φθορισμού. Η ηλεκτρονική δομή του ατόμου, στη θεμελιώδη και τις διεγερμένες καταστάσεις, είναι μοναδική για κάθε στοιχείο, επομένως και η ακτινοβολία που απαιτείται για τη διέγερση είναι χαρακτηριστική για κάθε στοιχείο. Η απορρόφηση υπακούει στο νόμο των Beer-Lambert, που διατυπώνεται ως εξής:

$$A = \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) = -\varepsilon \cdot C \cdot d$$

Όπου: A = απορρόφηση

I = η ένταση της ακτινοβολίας που διαπερνά στο νέφος

I₀ = η ένταση της ακτινοβολίας που προσπίπτει στο νέφος

ε = μοριακός συντελεστής απορρόφησης

d = οπτική διαδρομή

C = συγκέντρωση του προσδιοριζόμενου στοιχείου

Στη σχέση αυτή βασίζεται ο ποσοτικός προσδιορισμός με τη FAAS, χωρίς άμεσο υπολογισμό της συγκέντρωσης, αλλά με τη βοήθεια καμπύλης αναφοράς, που κατασκευάζεται με μέτρηση της απορρόφησης διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης. Ένα όργανο ατομικής απορρόφησης εκτελεί την εξής λειτουργία: Ακτινοβολία χαρακτηριστικού μήκους για κάθε προσδιοριζόμενο στοιχείο εκπέμπεται από κατάλληλη πηγή και διέρχεται από ατομικό νέφος, όπου τα άτομα του προσδιοριζόμενου στοιχείου την απορροφούν. Στη συνέχεια, αφού επιλεγεί με ένα μονοχρωμάτορα το χαρακτηριστικό για το στοιχείο μήκος κύματος μέσα από το φασματικό εύρος που εκπέμπεται από την ατομοποίηση, οδηγείται στον ανιχνευτή, μετατρέπεται σε ηλεκτρικό σήμα, ενισχύεται και τέλος καταγράφεται από κατάλληλο όργανο.

Ως πηγή ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται οι λυχνίες κοίλης καθόδου. Η λυχνία κοίλης καθόδου αποτελείται από γυάλινο σωλήνα, πληρωμένο με ευγενές αέριο σε χαμηλή πίεση που περιέχει μια κυλινδρική κάθοδο και μια άνοδο. Η κάθοδος είναι κατασκευασμένη από το ίδιο το μέταλλο που πρόκειται να προσδιορισθεί. Με εφαρμογή τάσης μεταξύ των ηλεκτροδίων το ευγενές αέριο ιονίζεται. Τα θετικά ιόντα που προκύπτουν προσπίπτουν στην επιφάνεια της καθόδου και προκαλούν την εξαέρωση και ατομοποίηση μέρους αυτής. Τα εντός της κοίλης καθόδου παραγόμενα άτομα των μετάλλων διεγείρονται και εκπέμπουν την επιθυμητή χαρακτηριστική ακτινοβολία του προσδιοριζόμενου στοιχείου. Το απέναντι από την κάθοδο τμήμα της λυχνίας αποτελείται από χαλαζία για την δίοδο της υπεριώδους ακτινοβολίας.

Στην φασματομετρία ατομικής απορρόφησης με φλόγα (FAAS) χρησιμοποιείται σύστημα ατομοποίησης που περιλαμβάνει καυστήρα όπου δημιουργείται η φλόγα με ανάμιξη του καύσιμου με το οξειδωτικό αέριο, είτε πριν, σε ειδικό θάλαμο προανάμειξης, είτε κατά τη δημιουργία της. Η διαδικασία της ατομοποίησης περιλαμβάνει τα στάδια της εκνέφωσης του υγρού δείγματος, της επιλογής σταγονιδίων κατάλληλου μεγέθους, της ανάμειξης με τα αέρια της φλόγας και της

εισαγωγής στον καυστήρα και στη φλόγα. Εκεί η θερμότητα της φλόγας οδηγεί σε απομάκρυνση του διαλύτη και σχηματισμό μικροσκοπικών στερεών σωματιδίων που στη συνέχεια υγροποιούνται, εξατμίζονται και διασπώνται στα άτομα των συστατικών που τα αποτελούν. Για τη δημιουργία της φλόγας χρησιμοποιείται μίγμα ακετυλενίου-αέρα που δημιουργεί φλόγα θερμοκρασίας περί τους 2300°C κατάλληλη για τα περισσότερα στοιχεία που δεν σχηματίζουν δύστηκτα οξειδία.

Η λειτουργία του μονοχρωμάτορα συνίσταται στο να απομονώνει τη χαρακτηριστική φασματική γραμμή του προσδιοριζόμενου στοιχείου από τις υπόλοιπες γραμμές που εκπέμπει η πηγή, αλλά και από μοριακές εκπομπές ή άλλες ακτινοβολίες υποβάθρου που προέρχονται από τον ατομοποιητή. Ο φωτοπολλαπλασιαστής χρησιμοποιείται για τη μετατροπή του φωτεινού σήματος σε ηλεκτρικό και στη συνέχεια την ενίσχυση του ηλεκτρικού σήματος.

Η διόρθωση της ακτινοβολίας υποβάθρου (η οποία οφείλεται στην παρουσία στον χώρο του ατομοποιητή μορίων ή ριζών που απορροφούν την ακτινοβολία της πηγής, όπως και στερεών σωματιδίων που παράγονται κατά την εξάερωση του δείγματος και σκεδάζουν την ακτινοβολία της πηγής) με πηγή συνεχούς ακτινοβολίας εφαρμόζεται και στην FAAS. Μια πηγή συνεχούς ακτινοβολίας δευτερίου εκπέμπει ακτινοβολία σε μια ευρεία περιοχή μηκών κύματος. Η ακτινοβολία αυτή διέρχεται από τον ατομοποιητή παράλληλα με την ακτινοβολία της λυχνίας κοίλης καθόδου. Το προσδιοριζόμενο στοιχείο απορροφά αποτελεσματικά μόνο την ακτινοβολία της λυχνίας κοίλης καθόδου ενώ η απορρόφηση υποβάθρου επηρεάζει και τις δύο δέσμες. Οι δύο δέσμες ανιχνεύονται διαδοχικά από τον ανιχνευτή και τα ηλεκτρονικά όργανα αφού διαχωρίσουν και επεξεργαστούν τα σήματα, παρέχουν τη διορθωμένη απορρόφηση του προσδιοριζόμενου στοιχείου.

5.3.17 Προσδιορισμός λιπών και ελαίων σε υγρό δείγμα

Η μέθοδος βασίζεται σε US Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Method 5520 B, όπως περιγράφεται στην Ομάδα Εργασίας OE 504A-19 /2 / 20.01.2010: Προσδιορισμός λιπών και ελαίων της Μονάδας Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας.

Κατά τον προσδιορισμό λιπών και ελαίων, δεν γίνεται μέτρηση της ποσότητας μιας συγκεκριμένης χημικής ουσίας, αλλά ποσοτικός προσδιορισμός ομάδων ουσιών με παρόμοια φυσικά χαρακτηριστικά, βάσει της κοινής τους διαλυτότητας σε ένα οργανικό διαλύτη. Ο όρος «λίπη και έλαια» επομένως, αναφέρεται στο σύνολο των ουσιών που ανακτώνται μετά από εκχύλιση σε συγκεκριμένο διαλύτη. Τα διαλυμένα ή γαλακτωματοποιημένα λίπη και έλαια εκχυλίζονται από την υδατική φάση με κατάλληλο οργανικό διαλύτη. Ο διαλύτης απομακρύνεται με εξάτμιση και το υπόλειμμα (λίπη και έλαια) προσδιορίζεται σταθμικά.

Αναλυτικότερα, 200 mL υγρού δείγματος μεταφέρονται σε διαχωριστική χοάνη, με τη βοήθεια ογκομετρικού σωλήνα. Ο ογκομετρικός σωλήνας με τον οποίο μεταφέρθηκε το δείγμα εκπλένεται προσεκτικά με περίπου 30 mL n-εξανίου. Το εξάνιο από τις εκπλύσεις μεταφέρεται ποσοτικά στη διαχωριστική χοάνη. Η διαχωριστική χοάνη αναδεύεται έντονα για 2 min και στη συνέχεια αφήνεται σε ηρεμία ώστε να διαχωριστούν οι στοιβάδες. Η υδατική στοιβάδα, με ένα μικρό μέρος της οργανικής, αποχύνεται πίσω στη φιάλη δείγματος. Η οργανική στοιβάδα διηθείται μέσω ηθμού που περιέχει 10g Na₂SO₄ (ο ηθμός και το θειϊκό νάτριο έχουν προηγουμένως εκπλυθεί με καθαρό εξάνιο), και συλλέγεται σε καθαρή κωνική φιάλη η οποία έχει προηγουμένως ζυγιστεί. Σε περίπτωση που έχει σχηματιστεί σημαντική ποσότητα γαλακτώματος (>5 mL περίπου), το γαλάκτωμα και οι οργανικές στοιβάδες μεταφέρονται σε σωλήνα φυγοκέντρου και φυγοκεντρούνται για 5min στις 2400 rpm. Το περιεχόμενο του σωλήνα φυγοκέντρωσης αποχύνεται σε διαχωριστική χοάνη και η οργανική στοιβάδα διηθείται μέσω θειϊκού νατρίου, όπως προηγουμένως. Όταν η ποσότητα των γαλακτωμάτων είναι μικρή (<5 mL), διηθείται μέσω θειϊκού νατρίου μόνο η καθαρή οργανική στοιβάδα. Οι υδατικές φάσεις συλλέγονται στη διαχωριστική χοάνη, μαζί με τα υπολειπόμενα

γαλακτώματα ή στερεά. Η εκχύλιση επαναλαμβάνεται άλλες δύο (2) φορές με 30 mL εξανίου κάθε φορά, αφού πρώτα εκπλένεται η φιάλη δείγματος με το καθαρό εξάνιο. Η διαδικασία της φυγοκέντρωσης επαναλαμβάνεται όταν απαιτείται. Όλα τα εκχυλίσματα συλλέγονται τελικά σε καθαρή προζυγισμένη κωνική φιάλη (προηγούμενα ξηραμένη στους 105°C για 20 λεπτά και 15 λεπτά στο ξηραντήρα πριν την ζύγιση). Ο ηθμός με το θειϊκό νάτριο εκπλένεται με 10 ή 20 mL εξανίου, το οποίο συλλέγεται επίσης στην φιάλη. Ο διαλύτης (εξάνιο) απομακρύνεται με θέρμανση σε ατμόλουτρο που βράζει. Αφού απομακρυνθεί όλη η ποσότητα του διαλύτη, η φιάλη τοποθετείται σε φούρνο στους 105°C για τουλάχιστον μία ώρα. Στη συνέχεια, τοποθετούνται σε ξηραντήρα μέχρι να έρθουν σε θερμοκρασία δωματίου (15 λεπτά). Σε περίπτωση που ένα δείγμα έχει χαμηλή συγκέντρωση λιπών και ελαίων ή έχει πολύ υψηλή, προσαρμόζεται η ποσότητα (όγκος) του δείγματος.

5.4 Εργαστηριακές μέθοδοι ανάλυσης στερεών δειγμάτων

Στον **Πίνακα 37** συνοψίζονται οι μέθοδοι στις οποίες στηρίζεται η μέτρηση βασικών παραμέτρων, τα όργανα μέτρησης που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό τους και το όριο ανίχνευσης κάθε μεθόδου σε στερεά δείγματα. Εν συνεχεία γίνεται αναλυτική περιγραφή της κάθε μεθόδου.

Πίνακας 37: Μέθοδοι και όρια ανίχνευσης μεθόδων για τον προσδιορισμό βασικών παραμέτρων σε στερεά δείγματα

A/A	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΟΡΙΟ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ
1.	pH	EPA Method 9045D	Mettler Toledo MCC 227	-
2.	VS	Standard Methods APHA-AWWA-WEF (1998) Method 2540-G TS		0,0200 mg/L
3.	TS	Standard methods: 2540B		0,0200 mg/L
4.	Pb			0,05 mg/L
5.	Cu			0,01 mg/L
6.	Zn	Standard methods: 3111	Agilent Varian AA240FS Flame atomic absorption spectroscopy	0,005 mg/L
7.	Cd			0,002 mg/L
8.	Cr			0,02 mg/L
9.	K			0,005 mg/L
10.	Na			0,002 mg/L
11.	Ca	Standard methods: 3111	Agilent Varian AA240FS Flame atomic absorption spectroscopy	0,003 mg/L
12.	Mg			0,0005 mg/L
13.	Mn			0,01 mg/L
14.	Ni			0,02 mg/L
15.	P _{total}	Phosphate Cell Test Kit, Merck No 114543 (EPA 365.2, St. M. 4500, ISO 6878)	Φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100, Merck	0,05 mg/L
16.	PO ₄ - P	EPA 365.2+3, US Standard methods 4500-P E, ISO 6878/1 and EN 1189 Phosphate Test Kit : Merck (No 114848)	Φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100, Merck	0,0100 mg/L
17.	TOC	- EN-ISO 13137: 2001 - TOC-VCSH Manual	TOC-V _{CSH} Shimadzu SSM 5500	0,1 mg
18.	% N _{total}	Gerhardt Kjeldahltherm /Vapodest30s		

5.4.1 pH και αγωγιμότητα σε στερεό δείγμα

Για τη μέτρηση του pH ακολουθήθηκε η Ομάδα Εργασίας *OE- 504A-01: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ pH ΚΑΙ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ* της Μονάδας Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας. Συγκεκριμένα, ζυγίζονται 2g δείγματος και τοποθετούνται μαζί με 25mL απιονισμένου νερού σε ποτήρι ζέσεως. Σε περιπτώσεις που το δείγμα είναι υγροσκοπικό προστίθεται επιπλέον ποσότητα νερού (10mL). Η σχέση στέρεου προς υγρό καταγράφεται. Ακολουθεί ανάδευση για 30 λεπτά και στη συνέχεια αφήνεται σε ηρεμία για 15 λεπτά ώστε να καθιζάνουν τα περισσότερα στερεά του δείγματος. Τέλος πραγματοποιείται η μέτρηση του pH με χρήση του οργάνου METTLER TOLEDO MPC227 (**Εικόνα 21**).

Για την μέτρηση της αγωγιμότητας του στερεού δείγματος χρησιμοποιείται το αγωγιμόμετρο υψηλής ακρίβειας Mettler Toledo MPC227, με προσαρμοσμένο ρυθμιστή θερμοκρασίας. Η διαδικασία περιλαμβάνει αρχικά τη βαθμονόμηση του οργάνου και στη συνέχεια τη διαδικασία που ακολουθήθηκε για την μέτρηση του pH.

5.4.2 Υγρασία σε στερεό δείγμα

Για τον προσδιορισμό της υγρασίας ακολουθήθηκε η Ομάδα Εργασία *OE-504A-12 (2013): Προσδιορισμός Υγρασίας σε στερεά* της Μονάδας Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας. Η υγρασία είναι η μάζα του νερού που εξατμίζεται από το στερεό δείγμα όταν ξηραθεί μέχρι να σταθεροποιηθεί η μάζα στους 105°C, διά της αρχικής μάζας του δείγματος πριν την ξήρανση και πολλαπλασιάζεται επί 100. Για την ξήρανση του δείγματος χρησιμοποιείται ο φούρνος ξήρανσης με θερμοστάτη με σύστημα μηχανικού αερισμού του οίκου Carbolite AX30 (**Εικόνα 26**).



Εικόνα 25: Φούρνος ξήρανσης του οίκου Carbolite AX30

Για δείγματα με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη και άζωτο, η μέθοδος της ξήρανσης πρέπει να προσαρμοστεί. Στην περίπτωση αυτή, το δείγμα πρέπει να ξηραίνεται μέχρι σταθερού βάρους στον αέρα ή στους 50°C ή στους 70°C.

Για τη μέτρηση της υγρασίας αρχικά ξηραίνεται μια πορσελάνινη κάψα μαζί με το καπάκι της στους 80 °C για μια ώρα και μετά αφήνεται να κρυώσει σε γυάλινο ξηραντήρα για 45 λεπτά. Ζυγίζεται η μάζα του κλειστού δοχείου (m_0) με ακρίβεια 10 mg. Με σπάτουλα μεταφέρεται στην κάψα περίπου 1g στερεού δείγματος και ζυγίζεται η μάζα ($m_{0,w}$) του κλειστού δοχείου και του δείγματος, με ακρίβεια 10 mg. Το δοχείο με το δείγμα και το καπάκι του δοχείου ξηραίνονται στον φούρνο περίπου στους 80 °C μέχρι σταθερής μάζας. Πρακτικά μετά από ξήρανση 12 ωρών το κλειστό δοχείο μεταφέρεται σε γυάλινο ξηραντήρα. Ζυγίζεται η μάζα του ($m_{0,d}$) με ακρίβεια 10 mg.

Το επί τοις εκατό (%) ποσοστό υγρασίας του δείγματος δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$Y\% = \frac{m_{0,w} - m_{0,d}}{m_{0,w} - m_0} * 100$$

m_0 : η μάζα της κάψας (g)

$m_{0,w}$: η αρχική μάζα του δείγματος πριν την ξήρανση και η μάζα της κάψας (g)

$m_{0,d}$: η τελική μάζα δείγματος μετά από ξήρανση στους 105°C και η μάζα της κάψας (g)

Αντί της υγρασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί η επί τοις εκατό (%) περιεκτικότητα σε ολικά στερεά (% *Total Solids - TS*), η οποία υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$\%TS = 100\% - \% \text{Υγρασία (Y\%)}$$

ή

$$\% \text{Ολικά Στερεά (TS\%)} = \frac{m_{0,d} - m_0}{m_{0,w} - m_0} * 100$$

m_0 : η μάζα της κάψας (g)

$m_{0,w}$: η αρχική μάζα του δείγματος πριν την ξήρανση και η μάζα της κάψας (g)

$m_{0,d}$: η τελική μάζα δείγματος μετά από ξήρανση στους 80°C και η μάζα της κάψας (g).

5.4.3 Πτητικά στερεά (VS) σε στερεό δείγμα

Τα πτητικά στερεά (*Volatile Solids - VS*) είναι οι ενώσεις των συνολικών στερεών που εξαερώνονται σε CO₂ και άλλα αέρια (π.χ. H₂O, NO_x, SO_x) όταν κάποιο οργανικό υλικό αποτεφρωθεί στους 550°C με περίσσεια αέρα (εκφράζεται σε % επί ξηρού βάρους). Τα πτητικά στερεά αποτελούνται από βιοαποδομήσιμες και από μη βιοαποδομήσιμες οργανικές ενώσεις (Κομίλης, 2008). Η ανάφλεξη στους 550°C γίνεται εντός του κλιβάνου BI Barnstead, Thermolyne 1400 Furnace, Model: FB1410M-33 (Εικόνα 20). Συγκεκριμένα, μετά τη διαδικασία της απομάκρυνσης της υγρασίας στους 70°C το δείγμα τοποθετείται στον κλίβανο στους 550°C για περίπου 5 ώρες.

Τα πτητικά στερεά υπολογίζονται από τη διαφορά μάζας πριν και μετά την ανάφλεξη στους 550°C

Το επί τοις εκατό (%) ποσοστό υγρασίας του δείγματος δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$\% \text{Πτητικά Στερεά (VS\%)} = \frac{m_{0,d} - m_{0,b}}{m_{0,d} - m_0} * 100$$

m_0 : η μάζα της κάψας (g)

$m_{0,d}$: η αρχική μάζα δείγματος μετά από ξήρανση στους 70°C και η μάζα της κάψας (g)

$m_{0,b}$: η τελική μάζα δείγματος μετά από ανάφλεξη στους 550°C (g).

5.4.4 Ολικός άνθρακας (TC), ολικός οργανικός άνθρακας (TOC), ανόργανος άνθρακας (IC) σε στερεό δείγμα

Για τον προσδιορισμό του ολικού οργανικού άνθρακα ακολουθήθηκε η Ομάδα Εργασίας OE-504A-24 Προσδιορισμός TOC σε στερεά της Μονάδας Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας. Ο οργανικός άνθρακας στα απόβλητα βρίσκεται σε διάφορες μορφές. Λόγω της ποικιλομορφίας των οργανικών ενώσεων του άνθρακα, ο ποσοτικός προσδιορισμός όλων των επιμέρους οργανικών συστατικών δεν είναι δυνατός, οπότε αναγκαία βασίζεται στις μετρήσεις της συνολικής ποσότητας οργανικού άνθρακα (του ολικού οργανικού άνθρακα). Έτσι η παρούσα μέθοδος είναι έμμεση δηλαδή ο ολικός οργανικός άνθρακας (TOC) προκύπτει από τη διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων των μετρήσεων του ολικού άνθρακα (TC) και του ολικού ανόργανου άνθρακα (TIC).

Ισχύουν οι ακόλουθοι ορισμοί:

Ολικός Άνθρακας (Total Carbon - TC) = η συγκέντρωση του άνθρακα που περιέχει ένα στερεό δείγμα σε μορφή οργανικού, ανόργανου και στοιχειακού άνθρακα.

Ολικός Ανόργανος Άνθρακας (Total Inorganic Carbon - TIC) = η ποσότητα του άνθρακα που απελευθερώνεται ως διοξείδιο του άνθρακα μετά από επεξεργασία του δείγματος με οξύ.

Ολικός Οργανικός Άνθρακας (Total Organic Carbon - TOC) = η ποσότητα του άνθρακα που μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα που προκύπτει από την καύση και όποια δεν προκύπτει μετά την όξινη επεξεργασία του δείγματος.

Για τη διεξαγωγή της μέτρησης χρησιμοποιείται ο αυτόματος αναλυτής του οίκου Shimadzu TOC-V_{CSH} (**Εικόνα 24**).

Αρχικά γίνεται ο προσδιορισμός του ολικού άνθρακα. Ξηρό δείγμα λιοτριβείται και σε ειδικό σκαφίδιο από πορσελάνη ζυγίζονται με ακρίβεια 35 mg. Το σκαφίδιο με το προετοιμαζόμενο στερεό δείγμα εισάγεται στον σωλήνα καύσης στον ειδικό φούρνο τύπου Solid Sample Module SSM 5000A (**Εικόνα 27**).



Εικόνα 26: Εισαγωγή δείγματος στο φούρνο καύσης

Ο ολικός άνθρακας του δείγματος οξειδώνεται (καίγεται στους 900 °C) στον σωλήνα καύσης και σχηματίζεται διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Το φέρον αέριο (υπερκάθαρος αέρας) ρέει μέσα από το σωλήνα καύσης και παραλαμβάνει το διοξείδιο του άνθρακα και τα υπόλοιπα προϊόντα της καύσης τα οποία μεταφέρει σε ένα αφυγραντή όπου απομακρύνεται η υγρασία ενώ ταυτόχρονα ψύχονται τα αέρια της καύσης. Ακολούθως το φέρον αέριο διέρχεται μέσα από μια παγίδα αλογόνων (όπου κατακρατούνται τα αλογόνα που ίσως περιέχει) για να καταλήξει στην κυψελίδα του ανιχνευτή NDIR (Non Dispersive Infra Red gas analyzer), όπου ανιχνεύεται το διοξείδιο του άνθρακα. Το εύρος μετρήσεων είναι από 0,2 mg C έως 30 mg C.

Στη συνέχεια προσδιορίζεται ο ανόργανος άνθρακας. Το δείγμα οξυνίζεται με φωσφορικό οξύ (H₃PO₄ 85%) και εισάγεται στον φούρνο στους 200°C. Τα ανθρακικά άλατα που περιέχονται στο δείγμα μετατρέπονται σε διοξείδιο του άνθρακα. Κατόπιν διαβιβάζεται από το δείγμα το φέρον αέριο (υπερκάθαρος αέρας), οπότε το διοξείδιο του άνθρακα που παράχθηκε οδηγείται σε ένα αφυγραντή όπου απομακρύνεται η υγρασία. Ακολούθως το φέρον αέριο διέρχεται μέσα από μια παγίδα αλογόνων, (όπου κατακρατούνται τα αλογόνα που ίσως περιέχει το δείγμα) για να καταλήξει στην κυψελίδα του ανιχνευτή NDIR (Non Dispersive Infra Red gas analyzer), όπου το διοξείδιο του άνθρακα ανιχνεύεται. Το εύρος μετρήσεων είναι από 0,1 mg C έως 20 mg C.

Τα αποτελέσματα του TC και TIC αναφέρονται ως μέσος ορός για τουλάχιστον δύο μετρήσεις κάθε μίας παραμέτρου. Η διαφορά τους ισούται με τον οργανικό άνθρακα. Το % ποσοστό του οργανικού άνθρακα εκφρασμένο σε ξηρή βάση δίνεται από τον εξής τύπο:

$$\% \text{TOC}_{\text{ε.β.}} = \frac{\left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}\right)}{2} * \% \text{TS} * 100$$

m_1 : η μετρούμενη μάζα του οργανικού άνθρακα του πρώτου δείγματος (mg)

m_2 : η μετρούμενη μάζα του οργανικού άνθρακα του δεύτερου δείγματος (mg)

M_1 : η αρχική μάζα του πρώτου δείγματος (mg)

M_2 : η αρχική μάζα του δεύτερου δείγματος (mg)

$\% \text{TS}$: η επί τοις εκατό (%) περιεκτικότητα σε ολικά στερεά.

5.4.5 Ολικό άζωτο (TN) σε στερεό δείγμα

Το **ολικό άζωτο** (*Total Nitrogen - TN*) είναι η συγκέντρωση του αζώτου που περιέχει ένα στερεό δείγμα σε μορφή οργανικού (N-org), αμμωνιακού (N-NH₄), νιτρικού (N-NO₃), και νιτρώδους αζώτου (N-NO₂) (ΜΠΕΤ, 2012β).

Για τον προσδιορισμό του ολικού αζώτου ακολουθήθηκε η Ομάδα Εργασίας *OE-504A-25 Προσδιορισμός TN σε στερεά* της Μονάδας Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας. Η μέθοδος προσδιορισμού του ολικού αζώτου βασίζεται στην τροποποιημένη κατά Kjeldahl μέθοδο προσδιορισμού αζώτου. Στην κλασική μέθοδο Kjeldahl πραγματοποιείται η μετατροπή του οργανικού αζώτου και ελεύθερου αμμωνίου σε άλας θειικού αμμωνίου στην διάρκεια χώνευσης παρουσία θειικού οξέως και καταλυτών. Στην συνέχεια η αμμωνία αποστάζεται και προσδιορίζεται ογκομετρικά με τιτλοδότηση. Τα νιτρικά και νιτρώδη άλατα δεν διασπώνται με την χώνευση κατά Kjeldahl οπότε πρέπει να γίνει μετατροπή τους σε αμμωνιακά.

Στην τροποποιημένη μέθοδο κατά Kjeldahl, το διοξείδιο του τιτανίου (TiO₂) χρησιμοποιείται ως καταλύτης αντί σεληνίου. Η μετατροπή (αναγωγή) των νιτρικών (N-NO₃) και νιτρώδων ενώσεων (N-NO₂) σε αμμωνιακά γίνεται με χρήση σαλικυλικού οξέος και θειοθειικού νάτριου. Η διαδικασία της μεθόδου ουσιαστικά μπορεί να χωριστεί σε τρία μέρη: **(1) χώνευση**, **(2) απόσταξη** και **(3) τιτλοδότηση**.

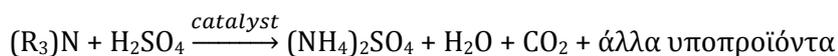
(1) Χώνευση δείγματος

Στην παρούσα τροποποιημένη μέθοδο Kjeldahl προζυγισμένη ποσότητα του δείγματος μεταφέρεται σε ειδική φιάλη χώνευσης και επεξεργάζεται για 12h πριν την χώνευση με το διάλυμα του σαλικυλικού οξέως διαλυμένου στο πυκνό θειικό οξύ (20 mL). Στην συνέχεια προστίθενται 2,5 g θειοθειικού νάτριου και το μίγμα θερμαίνεται στους 170°C στην ειδική συσκευή χώνευσης Gerhard Kjeldatherm KB / KBL (**Εικόνα 28**) για 30 λεπτά (μέχρι ο αφρισμός να σταματήσει).



Εικόνα 27: Συσκευή χώνευσης Gerhard Kjeldatherm KB / KBL

Οι νίτρο-ενώσεις που σχηματίζονται σε όξινο περιβάλλον στην αντίδραση του σαλικυλικού οξέος με το νιτρικό άζωτο του δείγματος, ανάγονται σε αμινο-ενώσεις υπό θέρμανση του δείγματος με θειοθειικό νάτριο. Ύστερα, η φιάλη ψύχεται και προστίθενται 5,5 g μίγματος καταλύτη ($K_2SO_4 - CuSO_4 \cdot 5H_2O - TiO_2$). Έπειτα ξαναθεοθετείται στην συσκευή χώνευσης όπου θερμαίνεται αρχικά ήπια και στη συνέχεια σε συνθήκες έντονου βρασμού για 2 ώρες στους $400^\circ C$. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ένα διάλυμα θειικού αμμωνίου. Η γενική αντίδραση για την χώνευση ενός οργανικού δείγματος φαίνεται παρακάτω:



(2) Απόσταξη αμμωνίας

Στο τέλος της χώνευσης η φιάλη αφήνεται να κρυώσει και προσαρμόζεται στη συσκευή απόσταξης Vapodest (**Εικόνα 29**) όπου πραγματοποιείται η απόσταξη.



Εικόνα 28: Συσκευή απόσταξης Gerhard Vapodest 30s

Μετά τον σχηματισμό του θειικού αμμωνίου, η αμμωνία ελευθερώνεται σε αλκαλικό περιβάλλον σύμφωνα με την αντίδραση: $(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \xrightarrow{\text{θέρμανση}} Na_2SO_4 + 2NH_3 \uparrow + 2H_2O$

Στην συνέχεια η αμμωνία αποστάζεται και δεσμεύεται σε διάλυμα βορικού οξέος, όπου και προσδιορίζεται εμμέσως. Η αντίδραση φαίνεται ακολούθως: $4H_3BO_3 + 2NH_3 \rightarrow (NH_4)_2B_4O_7 + 5H_2O$

(3) Τιτλοδότηση

Το ποσό παρούσας αμμωνίας (ως εκ τούτου το ποσό παρόντος αζώτου στο δείγμα) καθορίζεται με τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα θειικού οξέος παρουσία καταλλήλου δείκτη σύμφωνα με την αντίδραση: $(\text{NH}_4)_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{M15}} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_3\text{BO}_3$.



Εικόνα 29: Τιτλοδότηση για τον προσδιορισμό του ολικού αζώτου

Η περιεκτικότητα του δείγματος σε ολικό άζωτο σε mg/g υπολογίζεται από παρακάτω τύπο:

$$\text{TN} = \frac{(V_{\Delta} - V_{\text{T}}) \times c(\text{H}^+) \times M_{\text{N}}}{m} \times \frac{100 + \%Y_{\text{E.B.}}}{100}$$

Όπου:

V_{Δ} = ο όγκος, σε mL, του θειικού οξέος που χρησιμοποιούνται για την τιτλοδότηση του δείγματος

V_{T} = ο όγκος, σε mL, του θειικού οξέος που χρησιμοποιούνται για την τιτλοδότηση του τυφλού

$c(\text{H}^+)$ = η συγκέντρωση των H^+ σε θειικό οξύ, σε mole/L

M_{N} = το μοριακό βάρος του αζώτου, σε g/mole (= 14.0067)

M = η μάζα, σε g, του ξηραμένου στερεού δείγματος

$\%Y_{\text{E.B.}}$ = η υγρασία δείγματος σε ξηρή βάση (%)

5.4.6 Ολικό Kjeldahl άζωτο (TKN) σε στερεό δείγμα

Το **ολικό Kjeldahl άζωτο** (*Total Kjeldahl Nitrogen - TKN*) είναι η συγκέντρωση του αζώτου που περιέχει ένα στερεό δείγμα σε μορφή οργανικού (N-org) και αμμωνιακού (N-NH₄) αζώτου. Η μέθοδος Kjeldahl αναπτύχθηκε πριν από 100 χρόνια για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε άζωτο σε οργανικές και ανόργανες ουσίες. Αν και η τεχνική και οι συσκευές έχουν τροποποιηθεί κατά τη διάρκεια των ετών, οι βασικές αρχές που εισήγαγε ο Johan Kjeldahl ακόμα παραμένουν σήμερα. Η μέθοδος βασίζεται στην μετατροπή του οργανικού αζώτου και ελεύθερου αμμωνίου σε θειικό αμμωνιακό άλας οπότε ο προσδιορισμός του αζώτου γίνεται με τιτλοδότηση ως προς την αμμωνία. Η μέθοδος μπορεί να χωριστεί σε τρία κύρια στάδια: χώνευση, απόσταξη και τιτλοδότηση.

Η αρχή της μεθόδου είναι η καύση του δείγματος με περίσσεια πυκνού θειικού οξέος παρουσία καταλυτών (θειικό άλας χαλκού CuSO₄ και σελήνιο). Από το όξινο θειικό αμμώνιο που σχηματίζεται, ελευθερώνεται αμμωνία σε αλκαλικό περιβάλλον, η οποία αποστάζει και δεσμεύεται σε περίσσεια διαλύματος βορικού οξέος, όπου και προσδιορίζεται. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται είναι ο ίδιος με αυτόν που χρησιμοποιείται κατά τον προσδιορισμό του ολικού αζώτου.

Έτσι αρχικά το δείγμα λιοτριβείται και ζυγίζονται 0,5g. Το δείγμα τοποθετείται στις φιάλες χώνευσης και στη συνέχεια προστίθενται 5,5g από τους προαναφερθέντες καταλύτες και 20 mL πυκνού θειικού οξέος (H₂SO₄ 98%). Αφού ετοιμασθούν όλες οι φιάλες, τοποθετούνται στην ειδική συσκευή χώνευσης Gerhard Kjeldatherm KB / KBL. Μέσω του ρυθμιστή θερμοκρασίας οι φιάλες θερμαίνονται, ήπια αρχικά, μέχρι να αρχίσει ο αφρισμός και στη συνέχεια ακολουθεί έντονη θέρμανση για περίπου μία ώρα στους 100 °C. Η πλήρης χημική διάσπαση έχει επιτευχθεί όταν το διάλυμα γίνει διαυγές. Το διάλυμα αφήνεται να ψυχθεί, μέσα στη φιάλη, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η φιάλη, στη συνέχεια, προσαρμόζεται στην στη συσκευή απόσταξης VaroDEST.

Για τη συλλογή του αποστάγματος χρησιμοποιείται κωνική φιάλη των 250 mL μέσα στην οποία έχουν προστεθεί 25mL βορικού οξέος H₃BO₃ 2%w/v. Η συσκευή απόσταξης, μέσω ρυθμιζόμενου προγράμματος διοχετεύει περίσσεια διαλύματος καυστικού νατρίου NaOH 32%w/v και απιονισμένου νερού. Κατά τη διάρκεια της ανάμειξης του θειικού αμμωνίου (NH₄)₂SO₄ με το καυστικό νάτριο NaOH, απελευθερώνεται αέρια αμμωνία NH₃ η οποία με τη διαδικασία της απόσταξης παγιδεύεται από το βορικό οξύ H₃BO₃. Στη συνέχεια γίνεται τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα H₂SO₄ 0,1N. Χρησιμοποιούνται 2-3 σταγόνες από μεικτό προπαρασκευασμένο δείκτη που περιέχει ερυθρό του μεθυλίου και μπλε του μεθυλενίου (mixed indicator 5). Η τιτλοδότηση ολοκληρώνεται μόλις παρατηρηθεί αλλαγή του χρώματος.

Η επί τις εκατό περιεκτικότητα του δείγματος σε ολικό Kjeldahl άζωτο υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\%TKN = \frac{1,4007 * c * (V - V_b)}{m}$$

c: η συγκέντρωση του διαλύματος του H₂SO₄ που χρησιμοποιείται για την τιτλοδότηση. Αξίζει να τονίσουμε πως η συγκέντρωση του H₂SO₄ είναι ίση με την κανονικότητά του, και για την παραπάνω πειραματική διαδικασία ίση με 0,1 mol/L.

V: ο όγκος του διαλύματος H₂SO₄ που χρησιμοποιείται στην τιτλοδότηση (mL).

V_b: ο όγκος του διαλύματος H₂SO₄ που χρησιμοποιείται στον λευκό προσδιορισμό (mL).

m: η αρχική μάζα του δείγματος (g).

5.4.7 Νιτρικό άζωτο (NO₃-N) σε στερεό δείγμα

Το νιτρικό άζωτο (N-NO₃%) υπολογίζεται έμμεσα από τη σχέση:

$$N-NO_3\% = TN\% - TKN\%$$

5.4.8 Αμμωνιακό άζωτο (NH₄-N) σε στερεό δείγμα

Για τη συγκεκριμένη μέθοδο υπολογισμού αμμωνιακών χρησιμοποιούνται τα παρακάτω αντιδραστήρια:

- ✓ Διάλυμα βορικού οξέος H₃BO₃ 2% w/v.
- ✓ 2-3 σταγόνες από μεικτό προπαρασκευασμένο δείκτη που περιέχει ερυθρό του μεθυλίου και μπλε του μεθυλενίου.
- ✓ Ετερογενές διάλυμα υδροξειδίου του μαγνησίου MgOH. Θερμαίνονται 17g MgO στους 800°C για 2 ώρες. Εν συνεχεία η ποσότητα αφήνεται να ψυχθεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μέσα σε αφυγραντήρα. Τέλος διαλύονται τα 17g σε 100mL νερού.
- ✓ Οκτανδιόλη. Χρησιμοποιείται για τη μείωση του αφρισμού.
- ✓ Διάλυμα χλωριούχου καλίου KCl 2M. Διαλύονται 745,51g στερεού χλωριούχου καλίου KCl σε 5lt απιονισμένου νερού.
- ✓ Διάλυμα θειικού οξέος H₂SO₄ 0,005M.

Δείγμα στο οποίο έχει προηγηθεί ξήρανση στους 105°C λιοτριβείται και ζυγίζονται 5g. Το δείγμα τοποθετείται σε ποτήρι ζέσεως των 100mL και προστίθενται 50mL διαλύματος χλωριούχου καλίου KCl. Το ποτήρι αφήνεται σε αναδευτήρα για περίπου μία ώρα. Εν συνεχεία γίνεται ένας υποτυπώδης διαχωρισμός του υγρού το οποίο υφίσταται φυγοκέντρηση στις 3000 στροφές/λεπτό για 10 λεπτά και διήθηση υπό κενό. Από το διήθημα λαμβάνονται 5mL με την πιπέτα δειγματοληψίας και εκχύνονται στον ειδικό σωλήνα χώνευσης. Στο σωλήνα χώνευσης πάλι με τη χρήση πιπέτας εκχύνονται 6mL διαλύματος υδροξειδίου του μαγνησίου MgOH και μερικές σταγόνες οκτανδιόλης.

Ο σωλήνας, στη συνέχεια, προσαρμόζεται στην ειδική συσκευή απόσταξης Vapodest 30s. Για τη συλλογή του αποστάγματος χρησιμοποιείται κωνική φιάλη των 250 mL μέσα στην οποία έχουν προστεθεί 25 mL βορικού οξέος H₃BO₃ 2% w/v. Η συσκευή απόσταξης, μέσω ρυθμιζόμενου προγράμματος διοχετεύει περίσσεια διαλύματος καυστικού νατρίου NaOH 32% w/v και απιονισμένου νερού. Στη συνέχεια γίνεται τιτλοδότηση με διάλυμα θειικού οξέος H₂SO₄ 0,01M. Χρησιμοποιούνται 2-4 σταγόνες από μεικτό προπαρασκευασμένο δείκτη που περιέχει ερυθρό του μεθυλίου και μπλε του μεθυλενίου. Η τιτλοδότηση ολοκληρώνεται μόλις παρατηρηθεί αλλαγή του χρώματος, από magenta σε ανοιχτό πράσινο. Παράλληλα εκτελείται και λευκός προσδιορισμός. Η επί τις εκατό περιεκτικότητα του δείγματος σε ολικό άζωτο υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\%NH_4 = \frac{0,07(V - V_b)}{V_a}$$

Όπου:

V: ο όγκος του διαλύματος θειικού οξέος H₂SO₄ που χρησιμοποιείται στην τιτλοδότηση (mL).

V_b: ο όγκος του διαλύματος θειικού οξέος H₂SO₄ που χρησιμοποιείται στον λευκό προσδιορισμό (mL).

V_a: ο αρχικός όγκος του δείγματος (mL).

5.4.9 Προσδιορισμός μετάλλων και ιχνοστοιχείων σε στερεό δείγμα

Για τον προσδιορισμό των βαρέων μετάλλων και των ιχνοστοιχείων στα στερεά δείγματα απαιτείται αρχικά η προεπεξεργασία του δείγματος και συγκεκριμένα η χώνευση αυτού με νιτρικό οξύ προκειμένου να διαλυτοποιηθεί πλήρως το στερεό. Για τη χώνευση ακολουθήθηκε η *Ομάδα Εργασία OE-504A-23, Χώνευση στερεών δειγμάτων με μικροκύματα της Μονάδας Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας*. Στο πλαίσιο αυτό αρχικά ζυγίζονται 0,5 g ξηρού δείγματος και τοποθετούνται σε

ειδικά δοχεία χώνευσης. Στη συνέχεια, προστίθενται 10mL νιτρικού οξέως στα δοχεία χώνευσης και τελικά τοποθετούνται στη συσκευή μικροκυμάτων Milestone Start D (**Εικόνα 31**). Η οξείδωση της οργανικής μήτρας που γίνεται στην διάρκεια της χώνευσης παρουσιάζεται με τυπική αντίδραση: $(\text{CH}_2)_x + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$.



Εικόνα 30: Φούρνος μικροκυμάτων Milestone Start D με ATC CE 400 Temperature Sensor

Μετά την πραγματοποίηση της χώνευσης τα δοχεία τοποθετούνται στο υδατόλουτρο για τουλάχιστον 2 ώρες, προκειμένου να απομακρυνθεί όσο το δυνατόν περισσότερο το νιτρικό οξύ. Εάν το χωνεμένο δείγμα περιέχει στερεό υπόλειμμα, το δείγμα πρέπει να διηθείται από φίλτρα 0,45 μm (**Εικόνα 32**). Το δείγμα μεταφέρεται σε ογκομετρική των 25 mL, αραιώνεται μέχρι την χαραγή και είναι έτοιμο για την ανάλυση σε φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης (ΜΠΕΤ, 2011γ).



Εικόνα 31: Σύστημα διήθησης

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων και των ιχνοστοιχείων πραγματοποιείται στη συνέχεια σύμφωνα με τον προσδιορισμό που παρουσιάστηκε στο υποκεφάλαιο 3.1.18 με φασματοφωτομετρία ατομικής απορρόφησης (Atomic Absorption Spectroscopy - AAS) με χρήση του οργάνου VARIAN AA240FS Fast Sequential.

5.4.10 Ολικός φώσφορος (TP) σε στερεό δείγμα

Ο προσδιορισμός του ολικού φωσφόρου (TP) πραγματοποιείται με τη χρήση αντιδραστηρίων της εταιρείας Merck (Spectroquant Phosphorus test), με κωδικό 1.14543.0001, και επιτρέπει την ανίχνευση συγκέντρωσης TP που κυμαίνεται σε εύρος 0.05–5.0 mg/L. Η μέτρηση γίνεται στο μέτρημα στο φωτόμετρο Spectroquant® Pharo 100 της Merck (**Εικόνα 23**) στο χωνευμένο με τη μέθοδο των μικροκυμάτων δείγμα ύστερα από κατάλληλη αραιώση (1/100).

Κεφάλαιο 6: Αποτελέσματα εργαστηριακών αναλύσεων υγρών και στερεών αποβλήτων από βιομηχανίες τροφίμων στην Ελλάδα

6.1 Αποτελέσματα αναλύσεων οργανικών αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας και συντήρησης κρέατος και παραγωγής προϊόντων κρέατος & σφαγείων

6.1.1 Λήψη δειγμάτων

Συνολικά παρελήφθησαν δείγματα από τρεις (3) διαφορετικές βιομηχανίες/βιοτεχνίες. Συγκεκριμένα, από:

- **Μία βιοτεχνία επεξεργασίας κρέατος και παραγωγής αλλαντικών (BM 10.1-1).**

Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται το κρέας και παράγονται κυρίως αλλαντικά. Η λειτουργία της μονάδας οδηγεί στην παραγωγή υγρών και στερεών αποβλήτων. Το βιομηχανικά υγρά απόβλητα συνεπεξεργάζονται μαζί με τα αστικού τύπου στην ΕΕΛ που διαθέτει η επιχείρηση. Η ιλύς που προκύπτει επεξεργάζεται από αρμόδια εταιρία, ενώ ΖΥΠ που παράγονται κατά την παραγωγική διαδικασία διαχειρίζονται εκτός της επιχείρησης από αρμόδιες εταιρίες διαχείρισης. Από τη συγκεκριμένη μονάδα λήφθηκε ένα δείγμα υγρού αποβλήτου (**Υ10.1-1.1**), το οποίο λήφθηκε από τη διαδικασία καθαρισμού (πλυσίματα) μηχανών και δαπέδων από διάφορα τμήματα της παραγωγικής διαδικασίας πριν εισέλθουν σε βόθρο, καθώς και ένα δείγμα στερεού αποβλήτου (**S10.1-1.2**), μετά από ξήρανση και άλεση στο εργαστήριο. Τα δείγματα φαίνονται στην **Εικ. 33**.



(α) Υ10.1-1.1: Δείγμα υγρού αποβλήτου



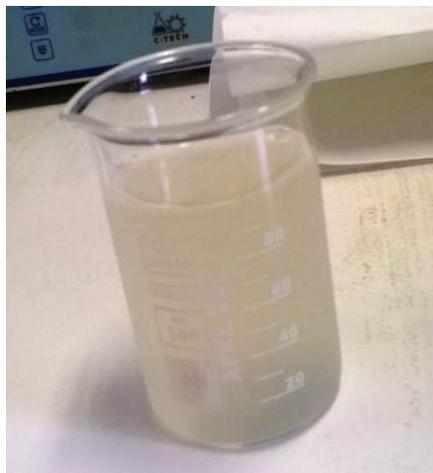
(β) S10.1-1.2: Δείγμα στερεού αποβλήτου

Εικόνα 32: Δείγματα υγρού και στερεού απόβλητου από μονάδα επεξεργασίας κρέατος και παραγωγής αλλαντικών B10.1-1

- **Μία βιοτεχνία που δραστηριοποιείται στη σφαγή ζώων (χοίρων, βοδιών, αμνοεριφίων) (BM 10.1-2)**

Η μονάδα διαθέτει 3 γραμμές σφαγής ανάλογα με το είδος των προς σφαγή ζώων. Η λειτουργία του σφαγείου αλλά και των συνοδών δραστηριοτήτων οδηγεί στην παραγωγή υγρών και στερεών αποβλήτων. Τα υγρά απόβλητα βιομηχανικού τύπου προκύπτουν κατά την παραγωγική διαδικασία, το πλύσιμο των δεξαμενών και των δαπέδων. Ειδικότερα, τα υγρά απόβλητα βιομηχανικού τύπου προκύπτουν κατά τη σφαγή και αποστράγγιση των ζώων (απώλεια αίματος), το πλύσιμο και τον καθαρισμό των σφάγιων, των εγκαταστάσεων και από τα απόνερα ψύξης των συμπυκνωτών και ψυκτικών μηχανών. Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων βιομηχανικού

καθώς και αστικού τύπου πραγματοποιείται στην ΕΕΛ που διαθέτει η βιομηχανική μονάδα. Τα στερεά απόβλητα της παραγωγικής διαδικασίας είναι τα Ζωικά Υποπροϊόντα ΖΥΠ και η ιλύς του βιολογικού. Επειδή η βιομηχανία δε διαθέτει μονάδα μεταποίησης ζωικών υποπροϊόντων, η διαχείριση των ΖΥΠ γίνεται από αρμόδια εταιρία. Τέλος, για την ιλύ πραγματοποιείται συλλογή, σταθεροποίηση και αφυδάτωση σε κλίνες ξήρανσης. Από τη συγκεκριμένη μονάδα λήφθηκε ένα δείγμα ανεπεξέργαστου υγρού αποβλήτου (Υ10.1-2), όπως φαίνεται στην **Εικόνα 34**.



Εικόνα 33: Υ10.1-2: Δείγμα υγρού απόβλητου από σφαγείο B10.1-2

- Μία βιομηχανία που δραστηριοποιείται στη σφαγή, την επεξεργασία, την τυποποίηση, τη συσκευασία και εμπορία κρέατος και προϊόντων κρέατος (B10.1-3).

Η λειτουργία του σφαγείου αλλά και της μονάδας επεξεργασίας οδηγεί στην παραγωγή υγρών και στερεών αποβλήτων. Το βιομηχανικά υγρά απόβλητα συνεπεξεργάζονται μαζί με τα αστικού τύπου στην ΕΕΛ που διαθέτει η επιχείρηση. Η διαχείριση των ΖΥΠ γίνεται από αρμόδια εταιρία. Από τη συγκεκριμένη μονάδα λήφθηκε ένα (1) δείγμα ανεπεξέργαστου υγρού αποβλήτου **Υ10.1-3** όπως φαίνεται στην **Εικόνα 35**.



Εικόνα 34: Υ10.1-3: Δείγμα υγρού απόβλητου από βιομηχανία σφαγής, επεξεργασίας και τυποποίησης κρέατος B10.1-3

6.1.2 Αποτελέσματα αναλύσεων υγρών δειγμάτων κλάδου 10.1

Στους παρακάτω Πίνακες 38, 39, και 40 δίνονται οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων όπως μετρήθηκαν στο εργαστήριο.

Πίνακας 38: Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας Β10.1-1

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	Υ10.1-1.1
pH	-	5,34 ± 0,042
Αγωγιμότητα	mS/cm	1,042 ± 0,006
BOD ₅	mg/L	2.030 ± 256,32
TS	mg/L	6.400 ± 1,16
TDS	mg/L	1.100 ± 122,56
TSS	mg/L	8.010 ± 551,54
VSS	mg/L	7.936,7 ± 560,97
COD	mg/L	7.620 ± 156
TOC	mg/L	426,4 ± 3,43
TIC	mg/L	24,53 ± 0,57
TC	mg/L	451 ± 4
TN	mg/L	68,1 ± 1,2
NH ₄ ⁺ -N	mg/L	0,54 ± 0,028
NO ₃ ⁻ -N	mg/L	1,16 ± 0,014
NO ₂ ⁻ -N	mg/L	0,009 ± 0,0006
SO ₄ ²⁻	mg SO ₄ /L	83 ± 2,4
PO ₄ ³⁻ -P	mg PO ₄ /L	67 ± 6,36
Cl ⁻	mg Cl /L	81 ± 4,95
FOG	mg/L	1.169 ± 81,83
Cr	mg/L	<i>n.d.</i>
Cu	mg/L	<i>n.d.</i>
Mn	mg/L	<i>n.d.</i>
Ni	mg/L	<i>n.d.</i>
Cd	mg/L	<i>n.d.</i>
Pb	mg/L	<i>n.d.</i>
Zn	mg/L	0,1448 ± 0,049
K	mg/L	23,78 ± 2,62
Na	mg/L	153,29 ± 16,86
Ca	mg/L	115,83 ± 12,74
Mg	mg/L	7,65 ± 0,84

n.d. = not detected

Πίνακας 39: Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας Β10.1-2

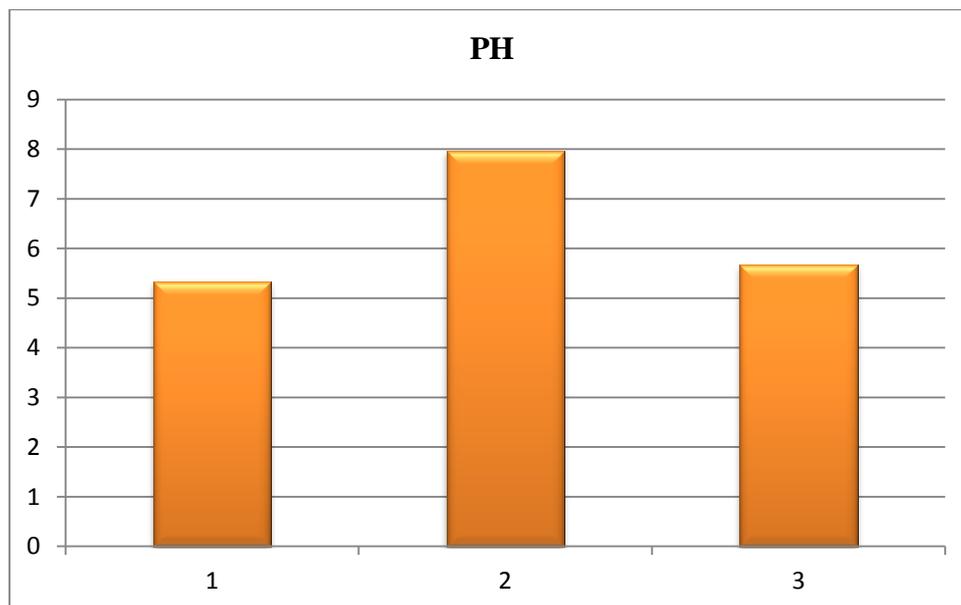
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	Υ10.1-2
pH	-	7,97 ± 0,16
Αγωγιμότητα	mS/cm	2,9 ± 0,17
BOD₅	mg/L	415,83 ± 179
TS	mg/L	775 ± 49,5
TDS	mg/L	652,5±5,49
TSS	mg/L	107,5 ± 3,54
VSS	mg/L	130 ± 7,07
COD	mg/L	760 ± 21
TOC	mg/L	93,5 ± 0,9
TIC	mg/L	96,4 ± 0,3
TC	mg/L	189,9 ± 1,2
TN	mg/L	24,2 ± 0,2
NH₄⁺ - N	mg/L	2,29 ± 0,07
NO₃⁻ - N	mg/L	0,68 ± 0,05
NO₂⁻ - N	mg/L	0,03 ± 0,006
SO₄²⁻	mg SO ₄ /L	82 ± 3,11
PO₄³⁻-P	mg PO ₄ /L	3,41 ± 0,31
Cl⁻	mg Cl /L	12,5 ± 0,85
FOG	mg/L	10 ± 0,7
Cr	mg/L	<i>n.d.</i>
Cu	mg/L	<i>n.d.</i>
Mn	mg/L	<i>n.d.</i>
Ni	mg/L	<i>n.d.</i>
Cd	mg/L	<i>n.d.</i>
Pb	mg/L	<i>n.d.</i>
Zn	mg/L	0,17±0,06
K	mg/L	9,34 ± 1,03
Na	mg/L	79,22 ± 8,71
Ca	mg/L	131,68 ± 14,5
Mg	mg/L	32,68 ± 3,6

Πίνακας 40: Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας Β10.1-3

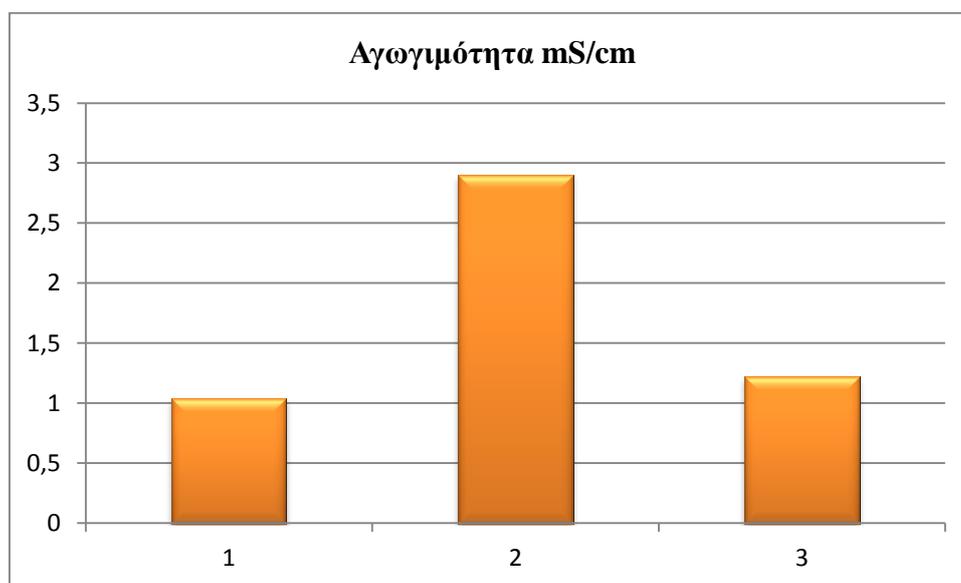
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	Υ10.1-3
pH	-	5,67 ± 0,085
Αγωγιμότητα	mS/cm	1,22 ± 0,04
BOD₅	mg/L	1.811,67 ± 378,3
TS	mg/L	2.875±1,16
TDS	mg/L	1.753,33 ± 94,28
TSS	mg/L	267,7 ± 23,57
VSS	mg/L	283,3 ± 23,57
COD	mg/L	1.922 ± 8
TOC	mg/L	387,9 ± 0,8
TIC	mg/L	119,6 ± 1,2
TC	mg/L	507,5 ± 2
TN	mg/L	148,9 ± 2
NH₄⁺ - N	mg/L	0,055 ± 0,0092
NO₃⁻ - N	mg/L	0,63±0,035
NO₂⁻ - N	mg/L	0,074±0,007
SO₄²⁻	mg SO ₄ /L	89±2,97
PO₄³⁻-P	mg PO ₄ /L	18,5±1,30
Cl⁻	mg Cl /L	35±1,55
FOG	mg/L	106±7,42
Cr	mg/L	<i>n.d.</i>
Cu	mg/L	<i>n.d.</i>
Mn	mg/L	<i>n.d.</i>
Ni	mg/L	<i>n.d.</i>
Cd	mg/L	<i>n.d.</i>
Pb	mg/L	<i>n.d.</i>
Zn	mg/L	0,21±0,06
K	mg/L	17,22 ± 1,89
Na	mg/L	122,87 ± 13,52
Ca	mg/L	127,66 ± 14,04
Mg	mg/L	12,58 ± 1,38

n.d. = not detected

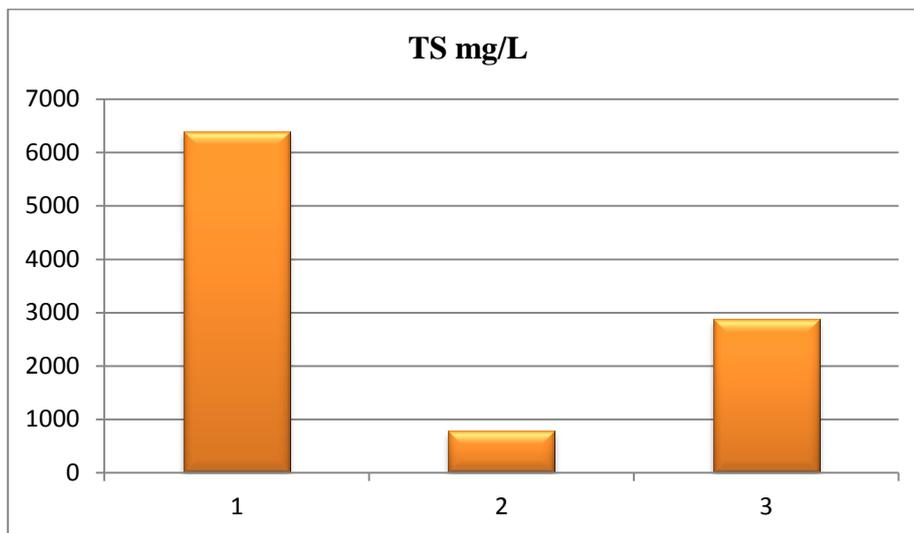
Στη συνέχεια παρουσιάζονται διαγράμματα στα οποία φαίνονται οι διακυμάνσεις των μετρούμενων τιμών, υγρών αποβλήτων, από τις διαφορετικές βιομηχανίες.



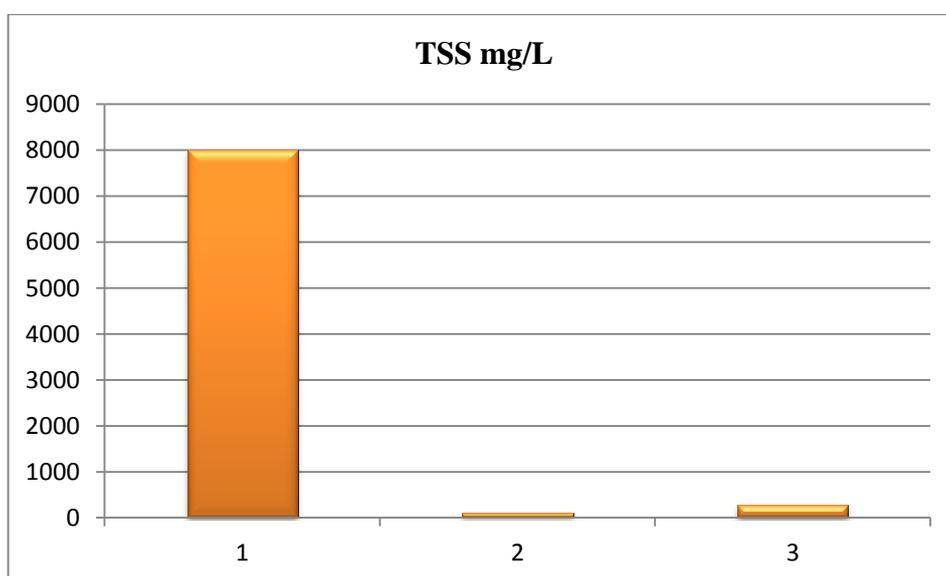
Διάγραμμα 17: pH υγρών αποβλήτων από τις Μονάδες Επεξεργασίας κρέατος (Μ.Ε. κρέατος)



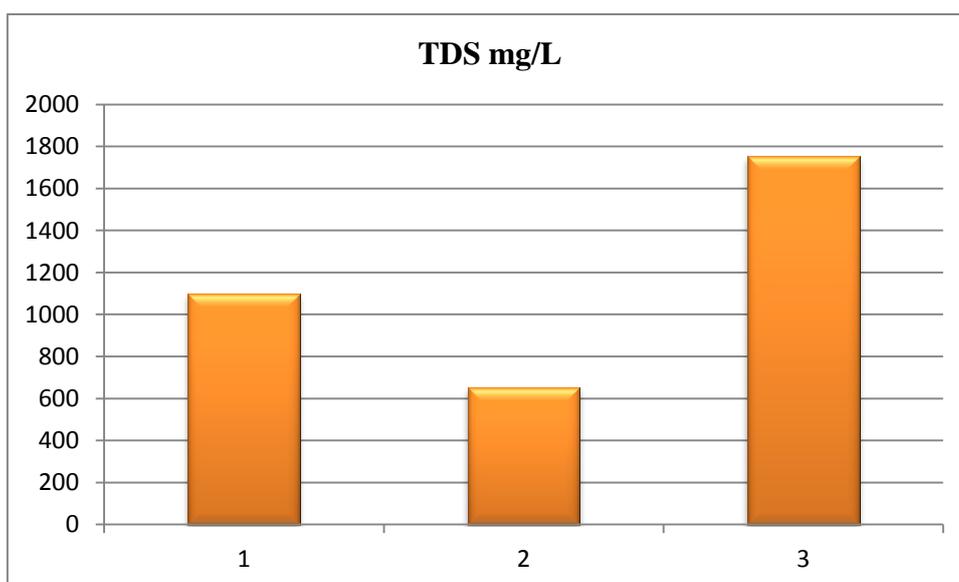
Διάγραμμα 18: Τιμές αγωγιμότητας υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος



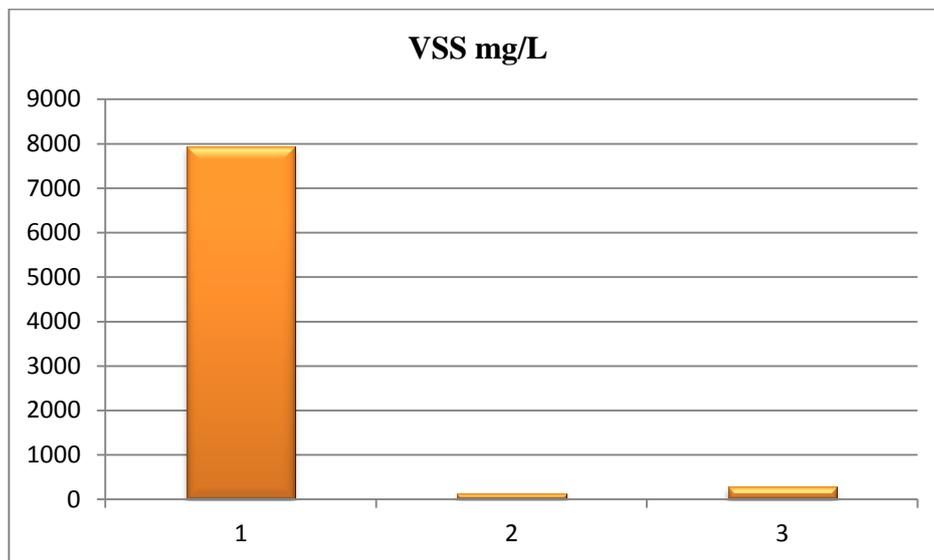
Διάγραμμα 19: Συγκέντρωση ολικών στερεών υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος



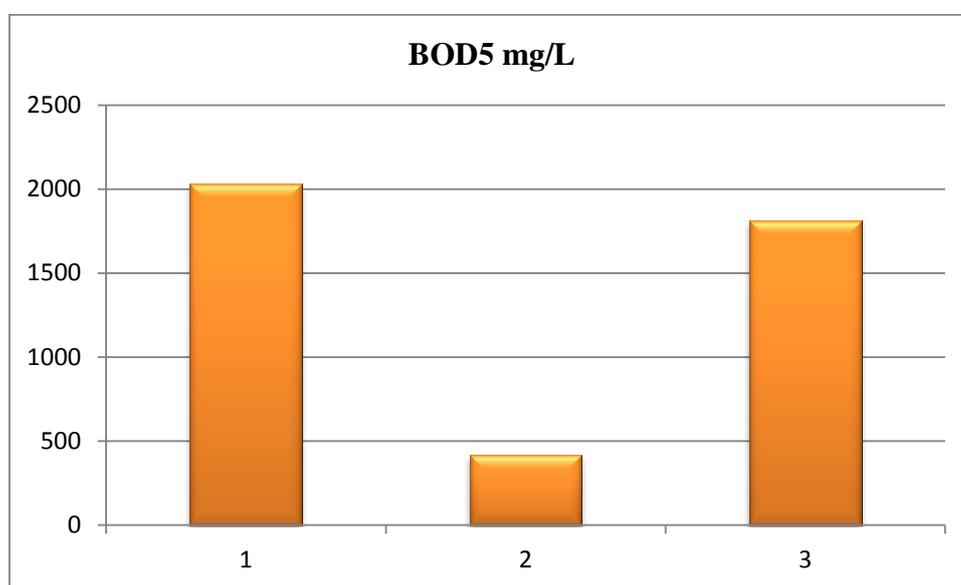
Διάγραμμα 20: Συγκέντρωση TSS υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος



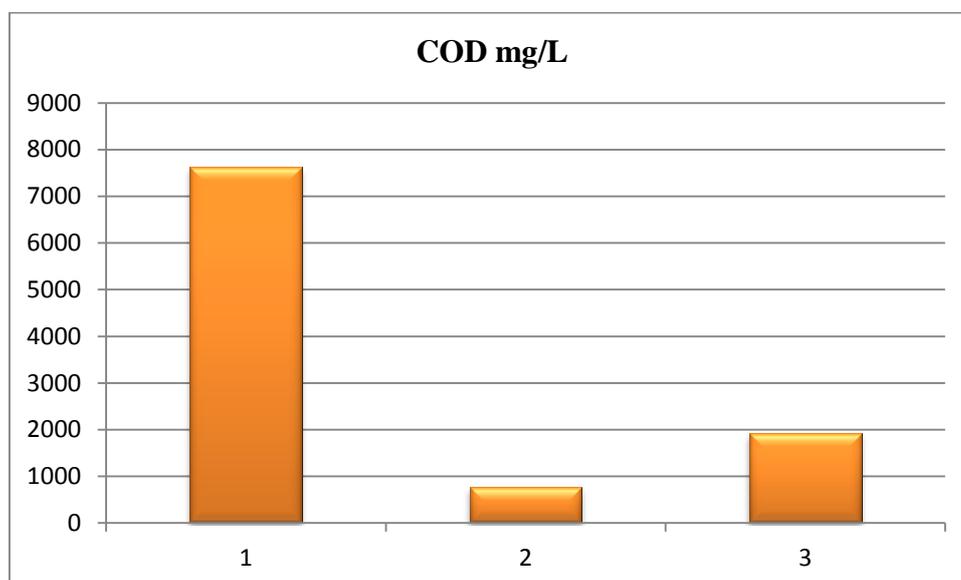
Διάγραμμα 21: Συγκέντρωση TDS υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος



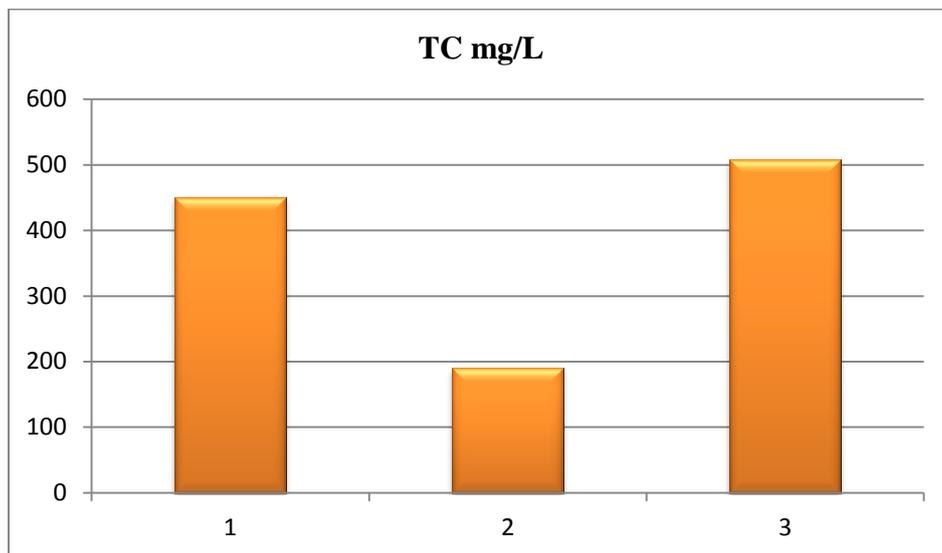
Διάγραμμα 22: Συγκέντρωση VSS υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος



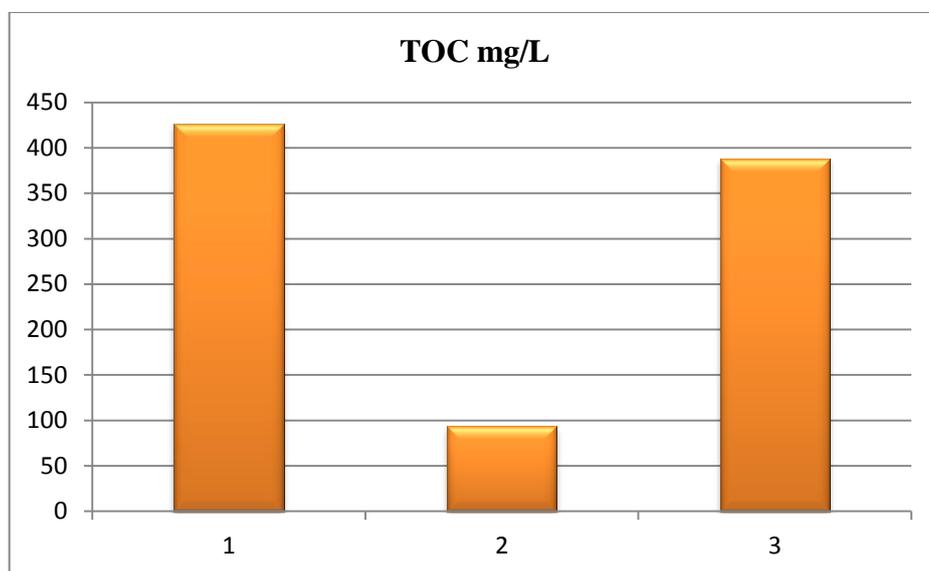
Διάγραμμα 23: Συγκέντρωση BOD₅ στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος



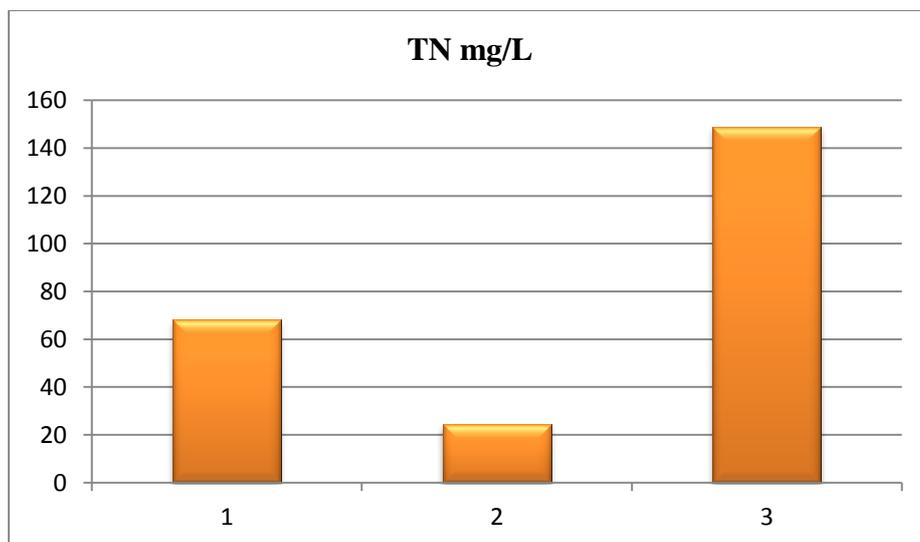
Διάγραμμα 24: Συγκέντρωση COD στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος



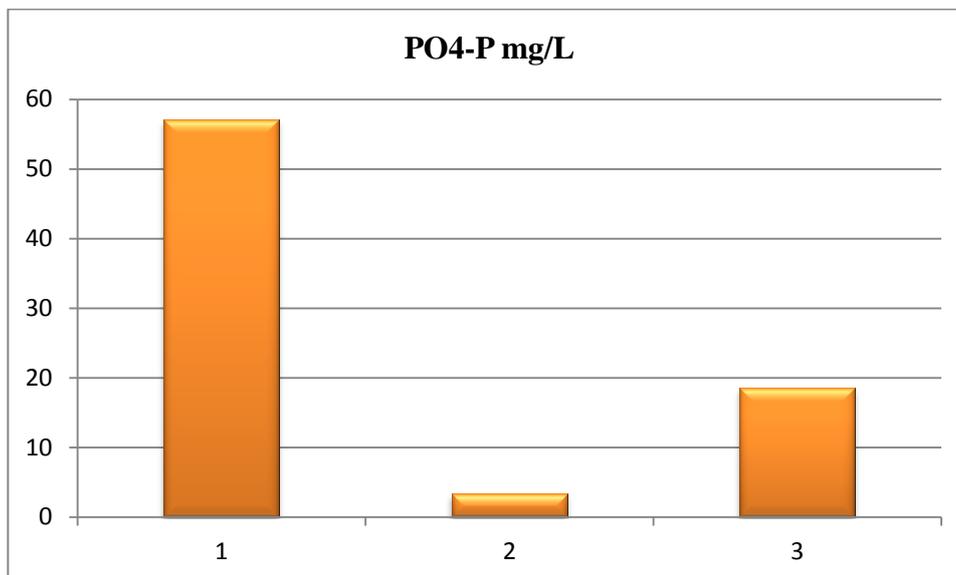
Διάγραμμα 25: Συγκέντρωση ολικού άνθρακα στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος



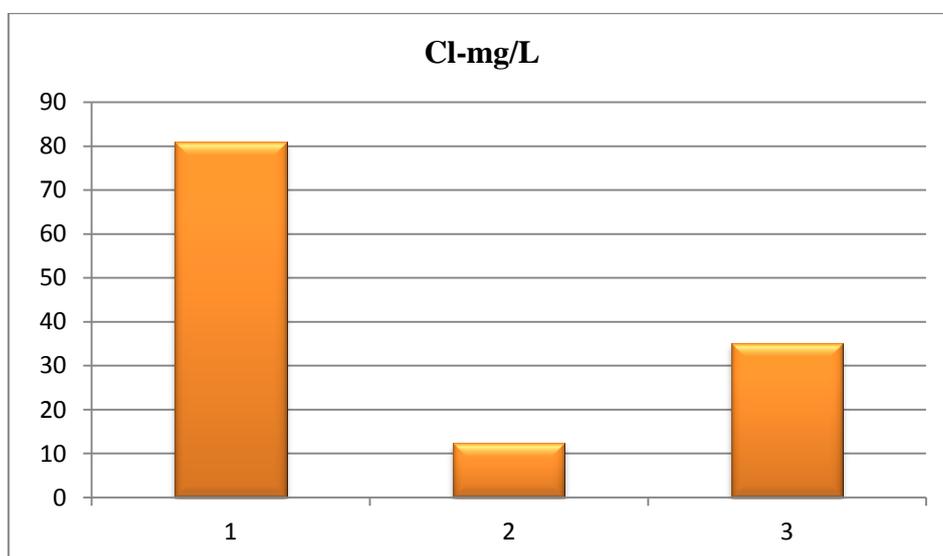
Διάγραμμα 26: Συγκέντρωση ολικού οργανικού άνθρακα στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος



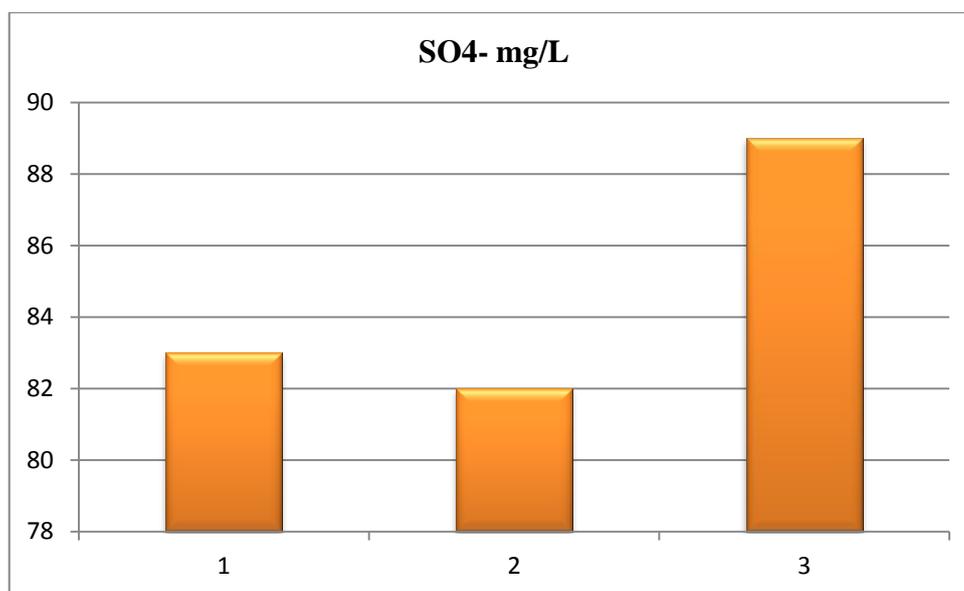
Διάγραμμα 27: Συγκέντρωση ολικού αζώτου στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος



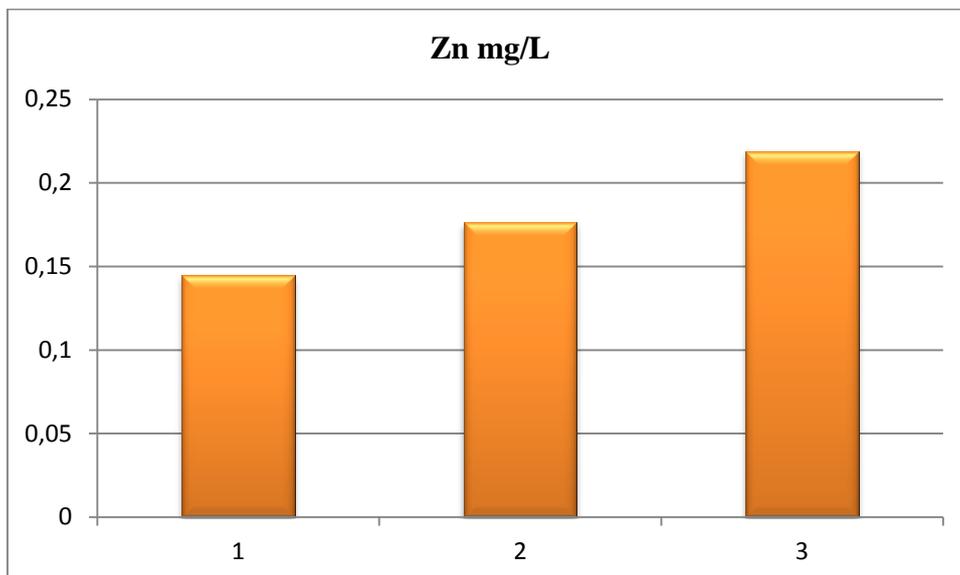
Διάγραμμα 28: Συγκέντρωση φωσφορικών στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος



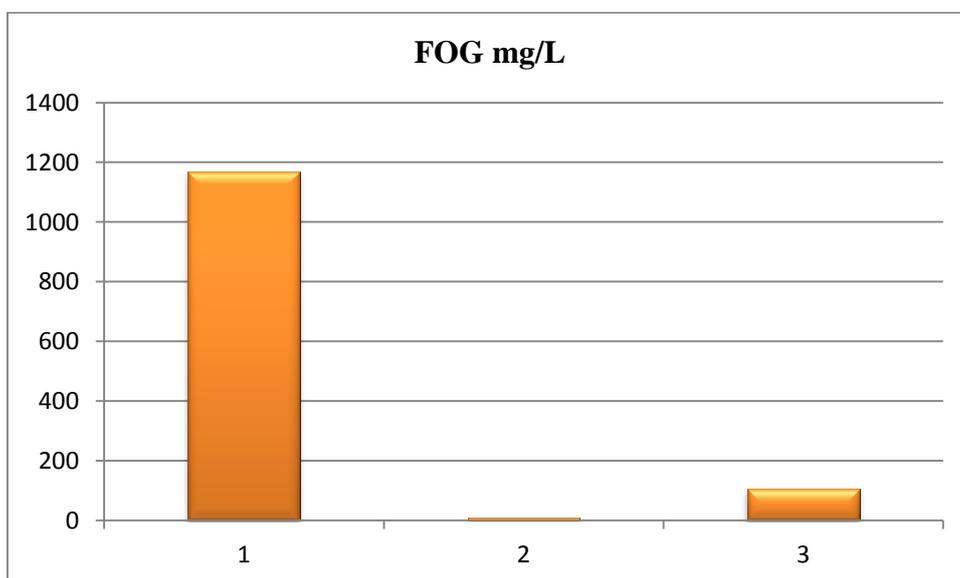
Διάγραμμα 29: Συγκέντρωση χλωριόντων στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος



Διάγραμμα 30: Συγκέντρωση θειικών στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος



Διάγραμμα 31: Συγκέντρωση ψευδαργύρου στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος



Διάγραμμα 32: Συγκέντρωση FOG στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις Μ.Ε. κρέατος

6.1.3 Αποτελέσματα αναλύσεων στερεών δειγμάτων κλάδου 10.1

Στον Πίνακα 41 δίνονται οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων όπως μετρήθηκαν στο εργαστήριο.

Πίνακας 41: Χαρακτηριστικά στερεών αποβλήτων της βιομηχανίας B10.1-1

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	S10.1-1.2
pH	-	5,29 ± 0,056
Αγωγιμότητα	mS/cm	3,41 ± 0,028
Υγρασία	%	76,049 ± 0,05
TS	%	23,95 ± 0,96
VS	%	93,49 ± 0,47
TOC	%	59,51 ± 0,86
TN	mg/g	80,93 ± 8,1
PO₄³⁻-P	mg PO ₄ /kg	60 ± 2,82
Cr	mg/kg	1,252 ± 0,11
Cu	mg/kg	33,32 ± 2,99
Mn	mg/kg	28,76 ± 2,59
Fe	mg/kg	9.489 ± 854
Ni	mg/kg	<i>n.d.</i>
Cd	mg/kg	<i>n.d.</i>
Pb	mg/kg	<i>n.d.</i>
Zn	mg/kg	904,6 ± 81,4
K	mg/kg	967,84 ± 106,46
Na	mg/kg	3.693,39 ± 406,28
Ca	mg/kg	4.567,39 ± 502,4
Mg	mg/kg	750,84 ± 82,59
PO4-P	mg/kg	3.010,08 ± 331,11

n.d. = not detected

6.1.4 Αξιολόγηση εργαστηριακών αποτελεσμάτων κλάδου 10.1

Όπως διαπιστώθηκε, οι μονάδες επεξεργασίας κρέατος και παραγωγής προϊόντων κρέατος και τα σφαγεία οδηγούν στην παραγωγή υγρών και στερεών αποβλήτων με υψηλή οργανική φόρτιση, που χρήζουν διαχείρισης. Ειδικότερα στα σφαγεία τα υγρά απόβλητα παράγονται κατά το πλύσιμο των φορτηγών μεταφοράς των ζώων, το πλύσιμο του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων, το πλύσιμο των δαπέδων του σφαγείου, το πλύσιμο των σφάγιων αλλά κι από απώλειες αίματος κατά τη σφαγή και αποστράγγιση των ζώων. Σε γενικές γραμμές το αίμα συλλέγεται και διαχειρίζεται ξεχωριστά από εξουσιοδοτημένες επιχειρήσεις.

Πιο συγκεκριμένα για τις επιχειρήσεις που μελετήθηκαν οι τιμές οργανικού φορτίου των υγρών αποβλήτων κυμαίνονται ως εξής: BOD₅: 416 ± 180mg/L έως 2.030 ± 257 mg/L, COD: από 760 ± 21 mg/L έως 7.620 ± 156 mg/L, και TOC: 93,5 ± 1 mg/L έως 427 ± 3,5 mg/L. Αξίζει να σημειωθεί ότι τις υψηλότερες τιμές οργανικής φόρτισης παρουσίασε το δείγμα που λήφθηκε από την παραγωγική διαδικασία της πρώτης βιομηχανίας αλλαντοποίησης, ενώ περιμέναμε το αντίθετο. Ωστόσο το δείγμα της εν λόγω βιοτεχνίας περιείχε αρκετά στερεά υπολείμματα από την παραγωγική διαδικασία τα οποία συνετέλεσαν στην αύξηση του οργανικού φορτίου. Αναφορικά με τις τιμές του pH των υγρών αποβλήτων των εν λόγω βιομηχανιών, αυτές κυμάνθηκαν περίπου από 5,3 ± 0,05 έως 8 ± 0,2, και η αγωγιμότητα από 1,04 ± 0,005 έως 3 ± 0,2 mS/cm. Οι συγκεντρώσεις ολικών αιωρούμενων στερεών κυμάνθηκαν από 108 ± 3,5 έως 8.010 ± 550 mg/L, με μεγαλύτερη την τιμή του δείγματος που λήφθηκε από τη βιοτεχνία αλλαντοποίησης. Ο ολικός άνθρακας των δειγμάτων κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών 190 ± 1,2 και 508 ± 2 mg/L, ενώ η συγκέντρωση ολικού αζώτου των δειγμάτων εμφάνισε όρια τιμών μεταξύ 25 ± 0,2 και 150 ± 2 mg/L. Αναφορικά με τις συγκεντρώσεις μετάλλων, τα υγρά δείγματα αποβλήτων εμφάνισαν μόνο ψευδάργυρο (Zn) με τιμές που κυμάνθηκαν μεταξύ 0,15±0,02 και 0,22±0,024 mg/L, ενώ βρέθηκαν σημαντικές τιμές ιχνοστοιχείων, κυρίως Na και Ca.

Στερεό δείγμα αποβλήτου από τις διεργασίες παραγωγής, ελήφθη από τη βιοτεχνία αλλαντοποίησης. Τα πειραματικά αποτελέσματα για το στερεό απόβλητο είναι τα εξής: pH 5,3 ± 0,05, αγωγιμότητα 3,4 ± 0,03 mS, υψηλό ποσοστό υγρασίας 76%, ολικά στερεά TS 24%, πτητικά στερεά VS 94% και υψηλό οργανικό φορτίο TOC: 60%. Αντίστοιχα με τις υψηλές τιμές οργανικού άνθρακα, παρατηρούμε και υψηλές τιμές σε ολικό άζωτο με τιμή 81±9 mg/g, σε φώσφορο 3.010±330 mg/kg, σε μέταλλα και ιδιαίτερα σε σίδηρο (Fe) με τιμή 9.500 ±860mg/kg και σε ιχνοστοιχεία κυρίως σε νάτριο (Na) 3.700±405 mg/kg, αλλά και σε ασβέστιο (Ca) όπου η τιμή βρέθηκε 4.570±500mg/kg.

6.2 Αποτελέσματα αναλύσεων οργανικών αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας και τυποποίησης ελαιολάδου

6.2.1 Λήψη δειγμάτων

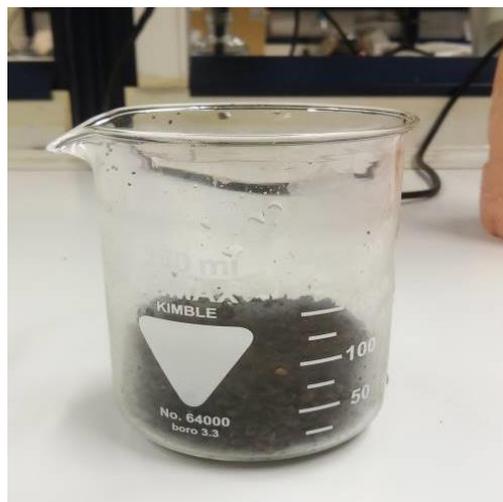
Συνολικά λήφθηκαν δείγματα από τρία (3) διαφορετικά ελαιουργεία και συγκεκριμένα από:

- Ένα ελαιουργείο τριών φάσεων **B10.4-1**.

Από το ελαιουργείο αυτό λήφθηκαν ένα δείγμα υγρού αποβλήτου **Y10.4-1.1** και ένα δείγμα στερεού αποβλήτου (ελαιοπυρήνας) **S10.4-1.2**. Το δείγμα υγρού απόβλητου (**Εικόνα 36α**) προήλθε από την εδαφοδεξαμενή εξάτμισης του ελαιουργείου ύστερα από λιποσυλλογή και επεξεργασία με οξείδιο του ασβεστίου (για εξουδετέρωση της οξύτητας και κροκίδωση). Το δείγμα στερεού απόβλητου (**Εικόνα 36β**) είναι ο ελαιοπυρήνας ο οποίος διατίθεται σε πυρηνελαιουργείο για παραγωγή πυρηνελαίου και πυρονόξυλου.



(α) Y10.4-1.1: Δείγμα υγρού αποβλήτου



(β) S10.4-1.2: Δείγμα στερεού αποβλήτου

Εικόνα 35: Δείγματα υγρού και στερεού απόβλητου του ελαιουργείου B10.4-1

- Ένα ελαιουργείο τριών φάσεων (**B10.4-2**)

Από το συγκεκριμένο ελαιουργείο παρελήφθη ένα δείγμα υγρού αποβλήτου **Y10.4-2** (**Εικόνα 37**).



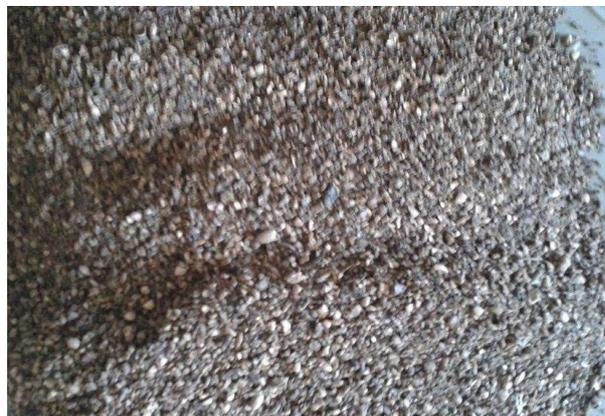
Εικόνα 36: Y10.4-2: Δείγμα υγρού απόβλητου από το ελαιουργείο B10.4-2

- Ένα ελαιουργείο τριών φάσεων (B10.4-3)

Από το συγκεκριμένο ελαιουργείο παρελήφθη ένα δείγμα στερεού αποβλήτου (ελαιοπυρήνας) S10.4-3 Στην Εικόνα 38α φαίνεται ο ελαιοπυρήνας όπως ελήφθη και στην Εικόνα 38β μετά από ξήρανση και άλεση στο εργαστήριο.



(α) S10.4-1.3: ελαιοπυρήνας



(β) S10.4-1.3: ελαιοπυρήνας μετά από ξήρανση και άλεση

Εικόνα 37: S10.4-3: Δείγμα στερεού απόβλητου (ελαιοπυρήνας) από το ελαιουργείο B10.4-3

6.2.2 Αποτελέσματα αναλύσεων υγρών αποβλήτων κλάδου 10.4

Στους Πίνακες 42 και 43 δίνονται οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων όπως μετρήθηκαν στο εργαστήριο.

Πίνακας 42: Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά υγρού αποβλήτου από το ελαιουργείο B10.4-1

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	Υ10.4-1.1
pH	-	5,12 ± 0,14
Αγωγιμότητα	mS/cm	8,36 ± 0,34
BOD₅	mg/L	25.535 ± 725
TS	mg/L	-
TDS	mg/L	817,5 ± 272,2
TSS	mg/L	127,5 ± 3,54
VSS	mg/L	205 ± 7
COD	mg/L	178.200 ± 6.930
TOC	mg/L	208 ± 14,95
TIC	mg/L	0,94 ± 0,05
TC	mg/L	208,9 ± 15,5
TN	mg/L	8,7 ± 0,1
NH₄⁺ - N	mg/L	11,7 ± 0,3
NO₃⁻ - N	mg/L	40 ± 5,7
NO₂⁻ - N	mg/L	2,5 ± 1
PO₄³⁻-P	mg PO ₄ /L	280 ± 17
Phenols	mg/L	675 ± 23
Cl⁻	mg Cl /L	1.700 ± 13
Cr	mg/L	<i>n.d.</i>
Cu	mg/L	0,955 ± 0,1
Mn	mg/L	1,142 ± 0,13
Ni	mg/L	<i>n.d.</i>
Cd	mg/L	<i>n.d.</i>
Pb	mg/L	<i>n.d.</i>
Zn	mg/L	2,45 ± 0,05
K	mg/L	4.434,9 ± 488
Na	mg/L	255,35 ± 28
Ca	mg/L	247,45 ± 27,2
Mg	mg/L	165,7 ± 18,5

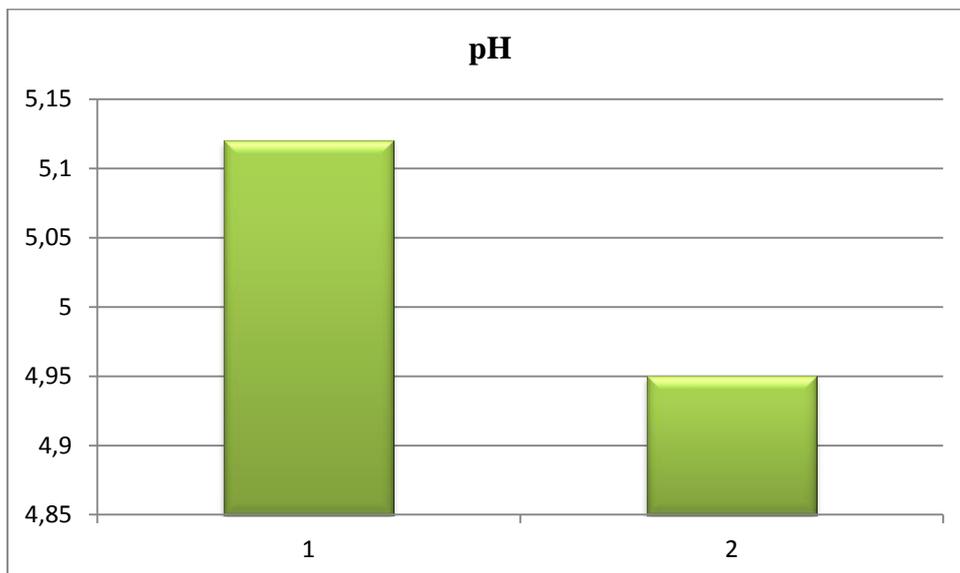
n.d. = not detected

Πίνακας 43: Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά υγρού αποβλήτου από το ελαιουργείο B10.4-2

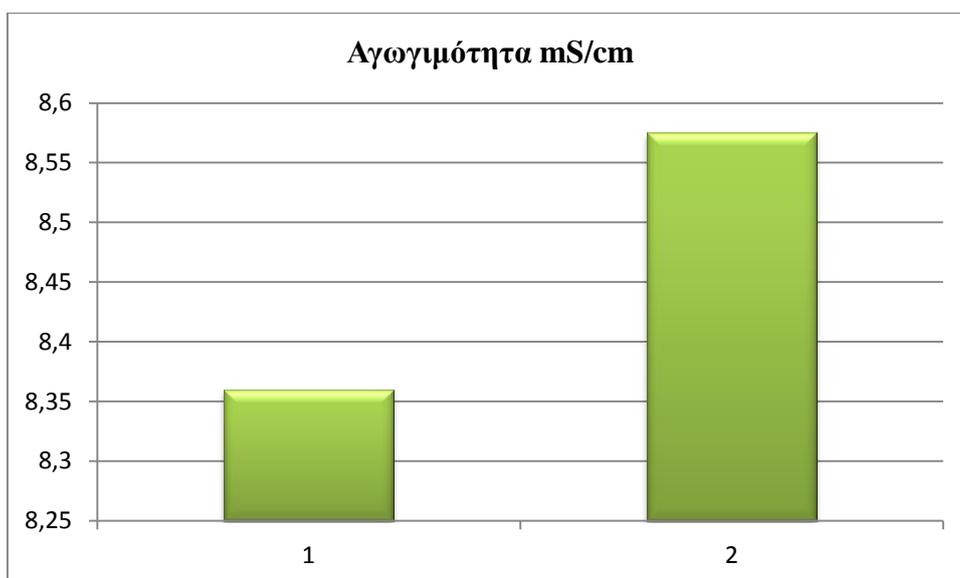
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	Υ10.4-2
pH	-	4,95±0,35
Αγωγιμότητα	mS/cm	8,575±0,5
BOD₅	mg/L	35.300±2.121
TS	mg/L	-
TDS	mg/L	322,5±173,24
TSS	mg/L	90±7
VSS	mg/L	140±28
COD	mg/L	139.850±1.485
TOC	mg/L	185±2,8
TIC	mg/L	0,7±0,1
TC	mg/L	185,7±2,9
TN	mg/L	4,5±0,1
NH₄⁺ - N	mg/L	9,05±0,8
NO₃⁻ - N	mg/L	30±2,8
NO₂⁻ - N	mg/L	2,15±0,5
PO₄³⁻-P	mg PO ₄ /L	205,5±9,2
Phenols	mg/L	256±26,9
Cl⁻	mg Cl /L	1.097,5±137,9
Cr	mg/L	<i>n.d.</i>
Cu	mg/L	<i>n.d.</i>
Mn	mg/L	<i>n.d.</i>
Ni	mg/L	<i>n.d.</i>
Cd	mg/L	<i>n.d.</i>
Pb	mg/L	<i>n.d.</i>
Zn	mg/L	2,05±0,01

n.d. = not detected

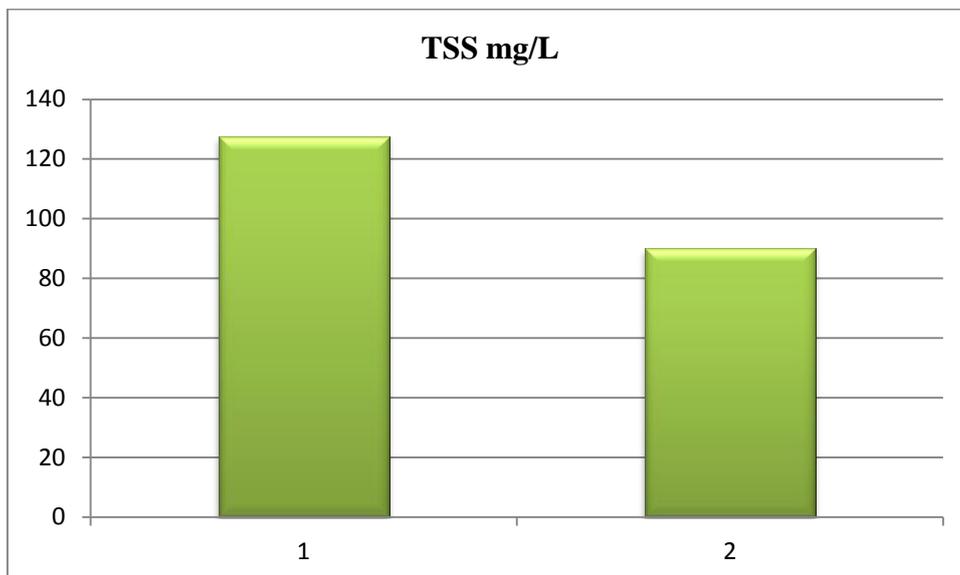
Στη συνέχεια παρουσιάζονται διαγράμματα στα οποία φαίνονται οι διακυμάνσεις των μετρούμενων τιμών υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία.



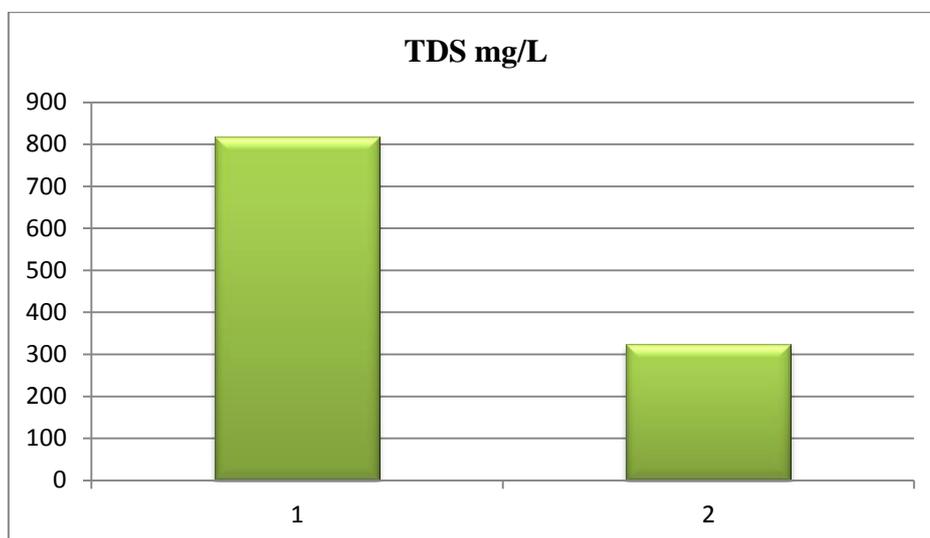
Διάγραμμα 33: pH υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία



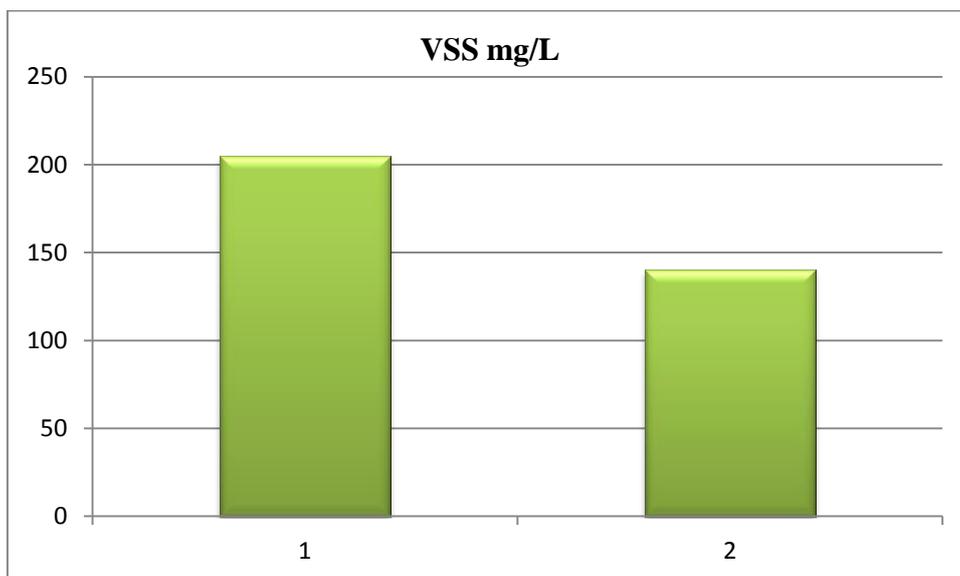
Διάγραμμα 34: Τιμές αγωγιμότητας υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία



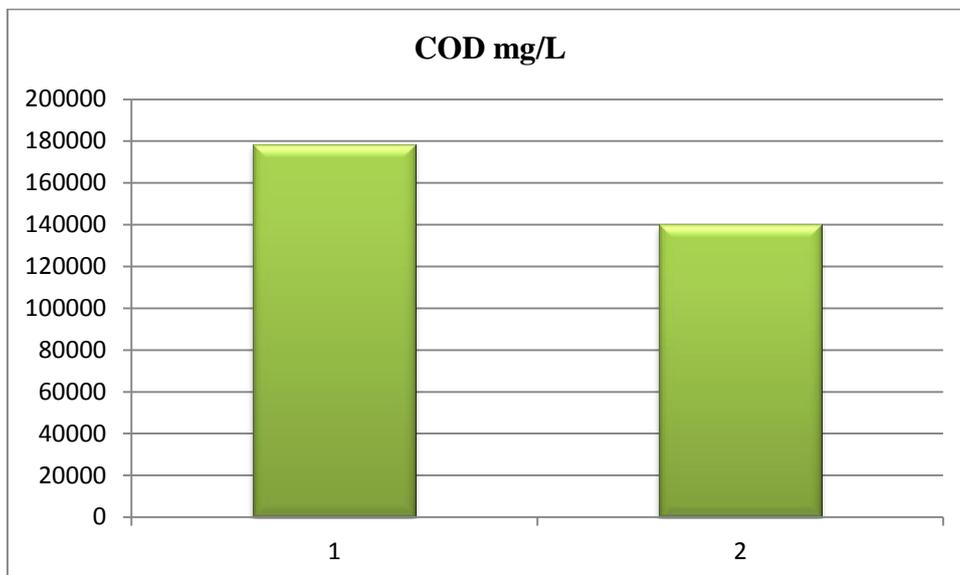
Διάγραμμα 35: Συγκέντρωση ολικών αιωρούμενων στερεών υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία



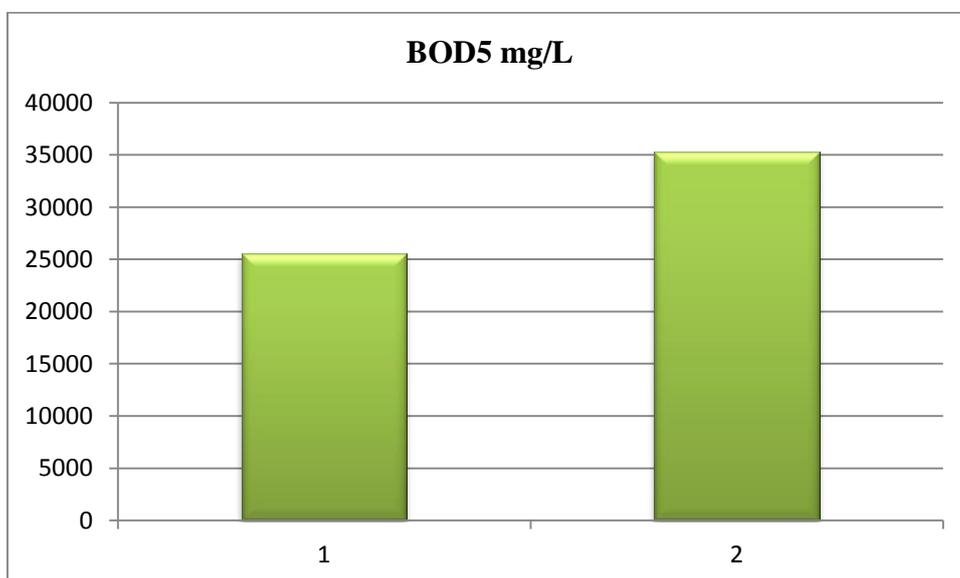
Διάγραμμα 36: Συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία



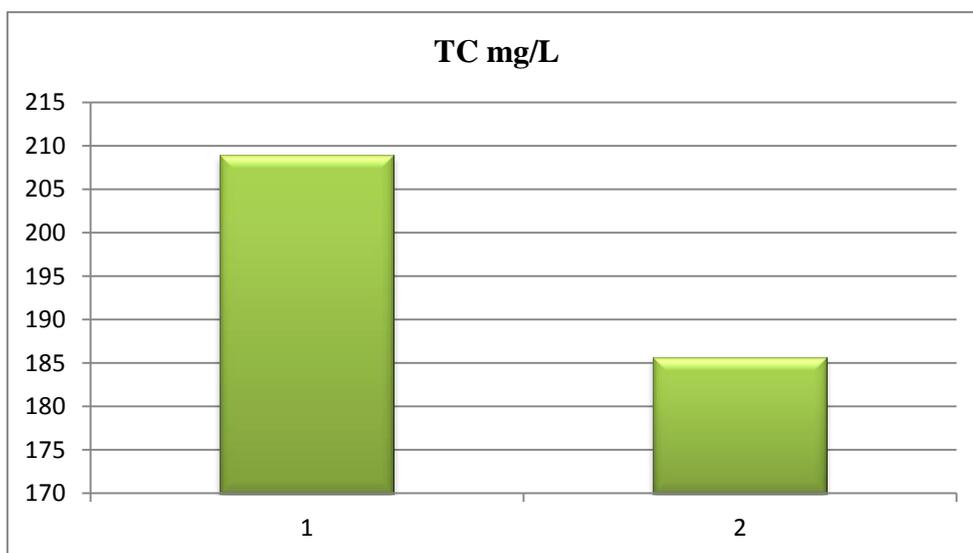
Διάγραμμα 37: Συγκέντρωση πτητικών αιωρούμενων στερεών στα υγρά απόβλητα από τα δύο ελαιουργεία



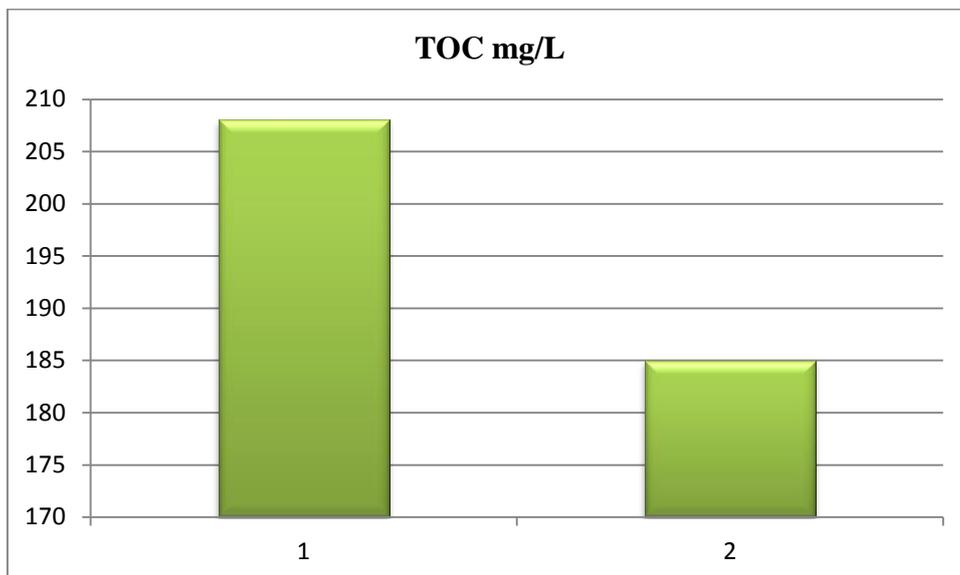
Διάγραμμα 38: Συγκέντρωση COD των υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία



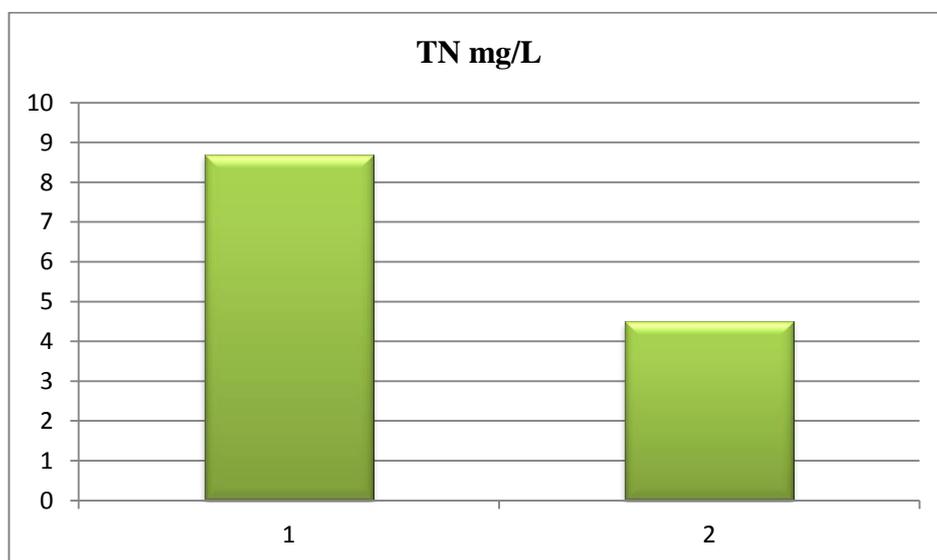
Διάγραμμα 39: Συγκέντρωση BOD₅ σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία



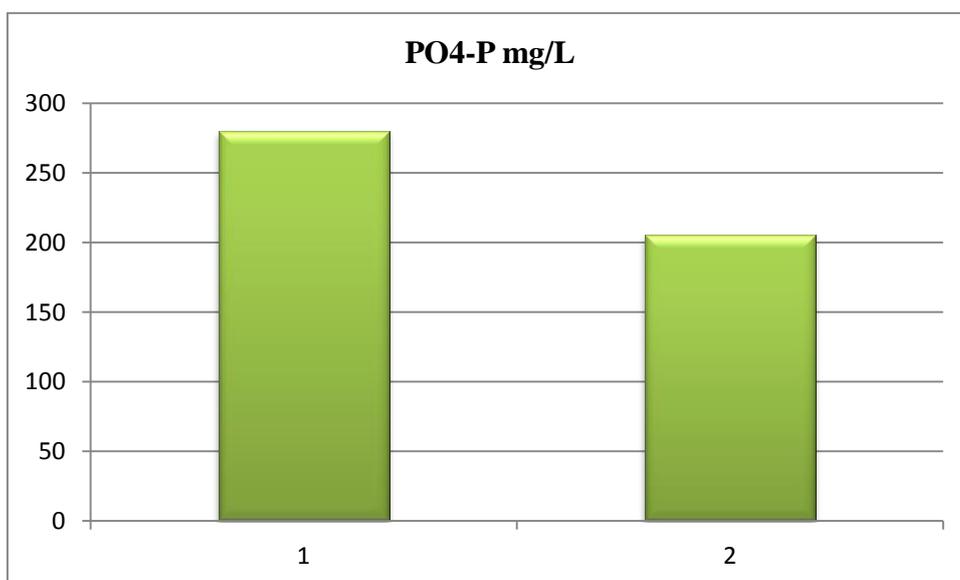
Διάγραμμα 40: Συγκέντρωση ολικού άνθρακα υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία



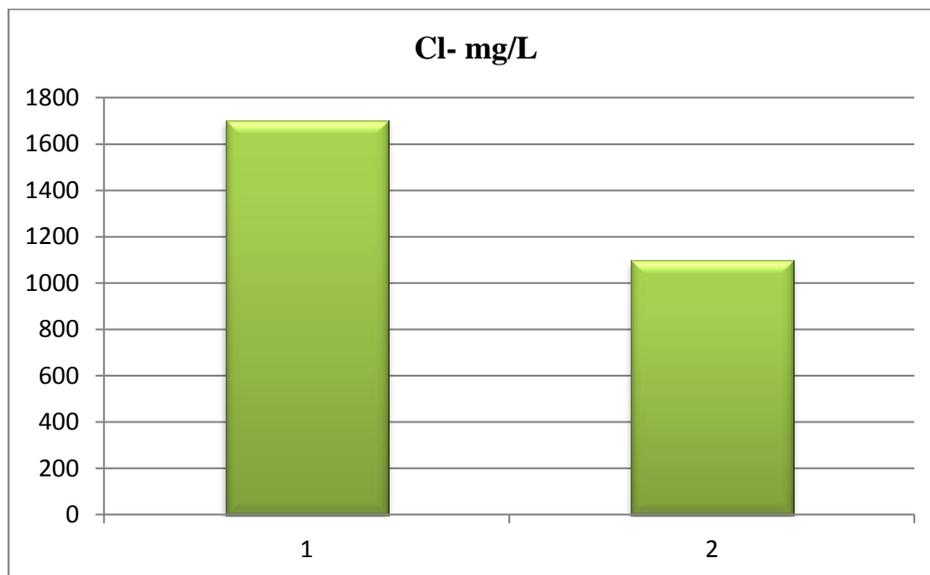
Διάγραμμα 41: Συγκέντρωση ολικού οργανικού άνθρακα υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία



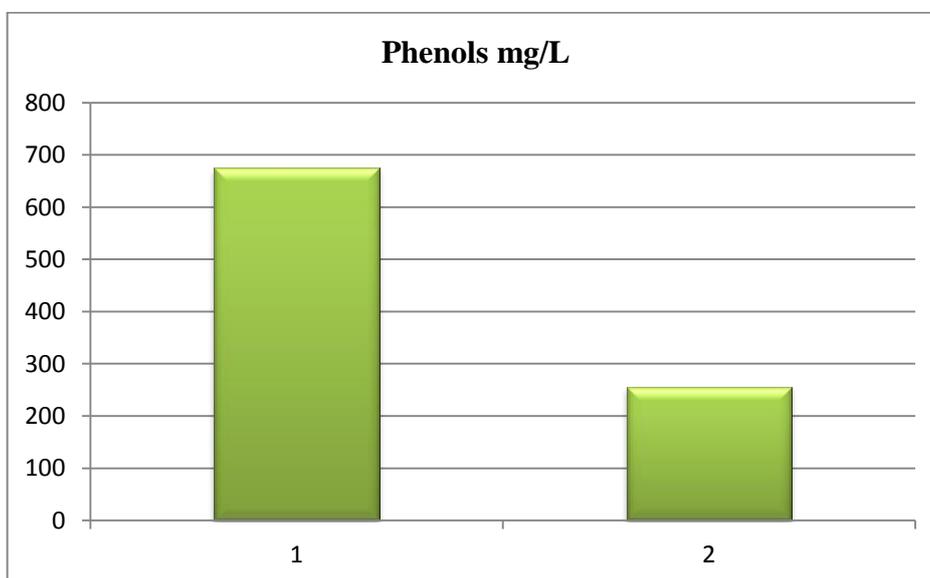
Διάγραμμα 42: Συγκέντρωση ολικού αζώτου υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία



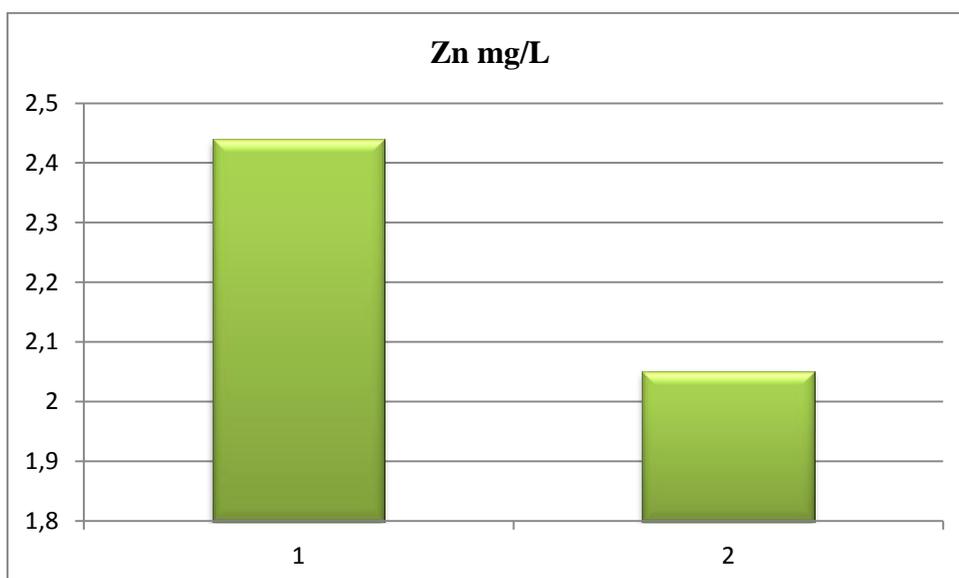
Διάγραμμα 43: Συγκέντρωση φωσφορικών υγρών αποβλήτων από δύο ελαιουργεία



Διάγραμμα 44: Συγκέντρωση χλωριόντων σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία



Διάγραμμα 45: Συγκέντρωση φαινολών σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία



Διάγραμμα 46: Συγκέντρωση ψευδαργύρου σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία

6.2.3 Αποτελέσματα αναλύσεων στερεών δειγμάτων κλάδου 10.4

Στους παρακάτω Πίνακες 44 και 45 δίνονται οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων όπως μετρήθηκαν στο εργαστήριο.

Πίνακας 44: Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά ελαιοπυρήνα από το ελαιουργείο B10.4-1

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	S10.4-1.2
pH	-	5,26 ± 0,32
Αγωγιμότητα	mS/cm	2,8 ± 0,17
Υγρασία	%	47,45 ± 5,2
TS	%	52,55 ± 4
VS	%	93,49 ± 0,47
TOC	%	55,16 ± 5
TN	mg/g	16,93 ± 1,7
Cr	mg/kg	3,56 ± 0,32
Cu	mg/kg	19,2 ± 1,72
Mn	mg/kg	28 ± 2,52
Fe	mg/kg	8.043,4 ± 723,8
Ni	mg/kg	84,22 ± 7,5
Cd	mg/kg	<i>n.d.</i>
Pb	mg/kg	<i>n.d.</i>
Zn	mg/kg	19,5±1,8
K	mg/kg	7.171,87 ± 788,91
Na	mg/kg	769,38 ± 84,63
Ca	mg/kg	4.281,21 ± 470,91
Mg	mg/kg	838,26 ± 92,2
P04-P	mg/kg	1.429,67 ± 157,26

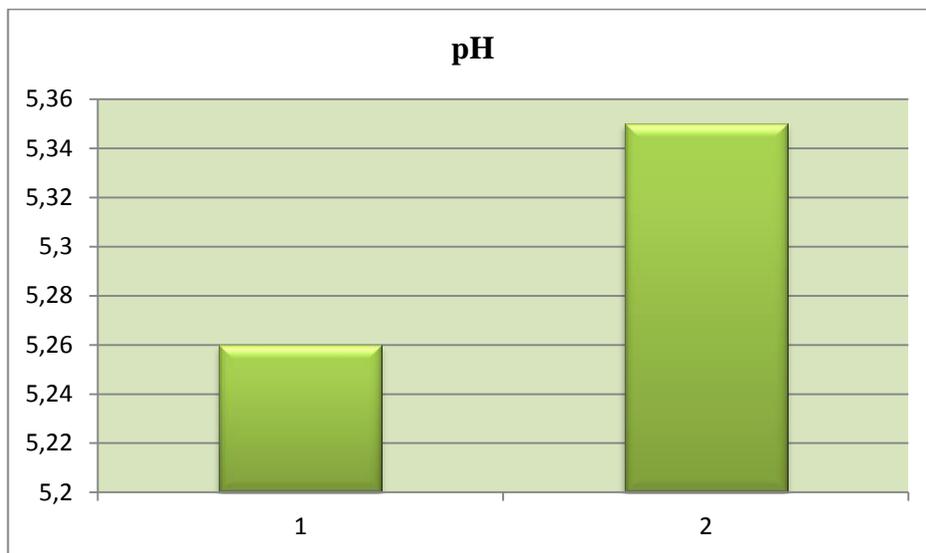
n.d. = not detected

Πίνακας 45: Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά ελαιοπυρήνα από το ελαιουργείο Β10.4-3

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	S10.4-3
pH	-	5,35±0,04
Αγωγιμότητα	mS/cm	2,3±0,2
Υγρασία	%	53,74±4,8
TS	%	46,25±1,8
VS	%	98,42±0,4
TOC	%	62,73±5,6
TN	mg/g	19,41±1,9
Cr	mg/kg	<i>n.d.</i>
Cu	mg/kg	17,68±1,6
Mn	mg/kg	8,4 ±0,75
Fe	mg/kg	<i>n.d.</i>
Ni	mg/kg	<i>n.d.</i>
Cd	mg/kg	<i>n.d.</i>
Pb	mg/kg	<i>n.d.</i>
Zn	mg/kg	17,9±1,6
K	mg/kg	9.516,91 ± 1.046,78
Na	mg/kg	447,188 ± 49,2
Ca	mg/kg	4.132,53 ±454,5
Mg	mg/kg	621,689 ± 68,4
PO4-P	mg/kg	987,092 ± 108,6

n.d. = not detected

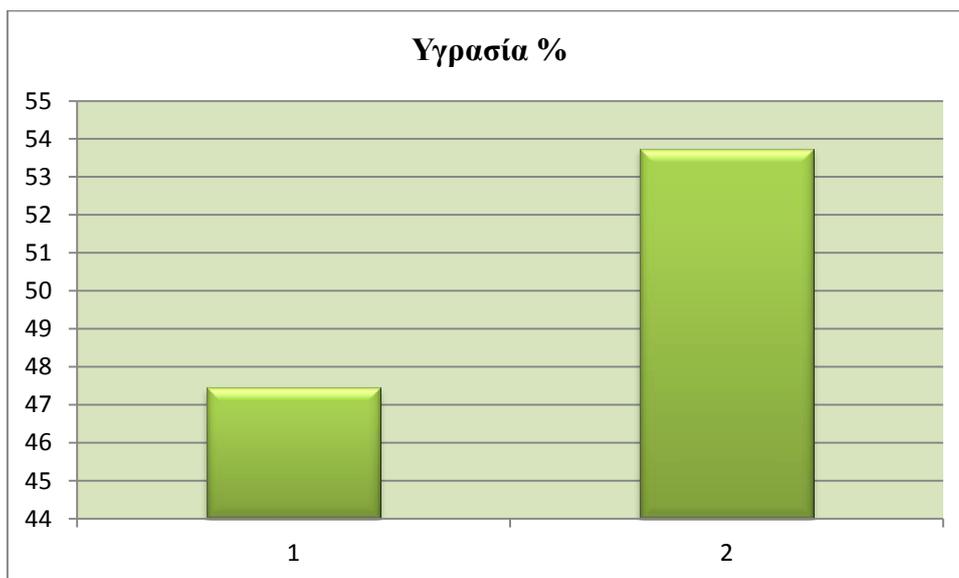
Στη συνέχεια παρουσιάζονται διαγράμματα στα οποία φαίνονται οι διακυμάνσεις των μετρούμενων τιμών στερεών αποβλήτων από τα δύο ελαιουργεία.



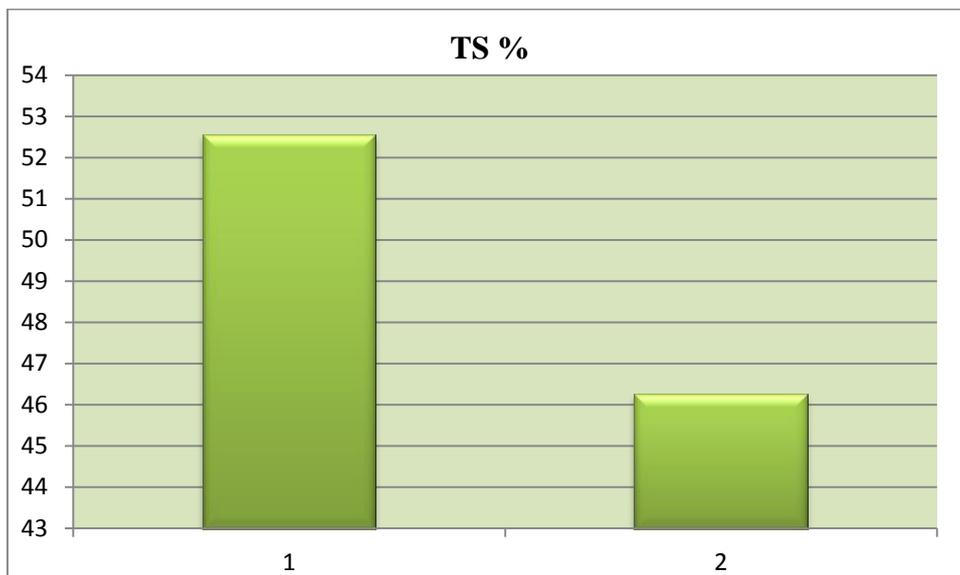
Διάγραμμα 47: pH ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία



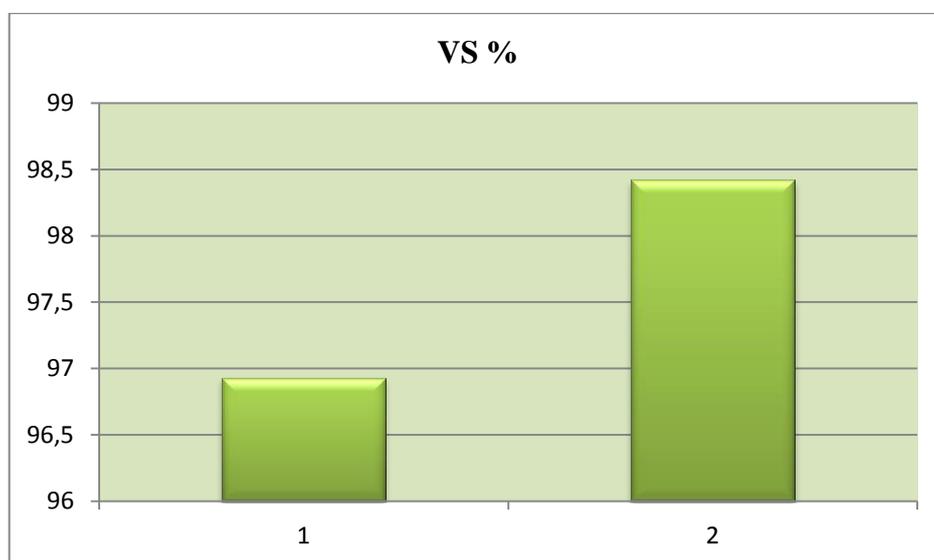
Διάγραμμα 48: Τιμές αγωγιμότητας ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία



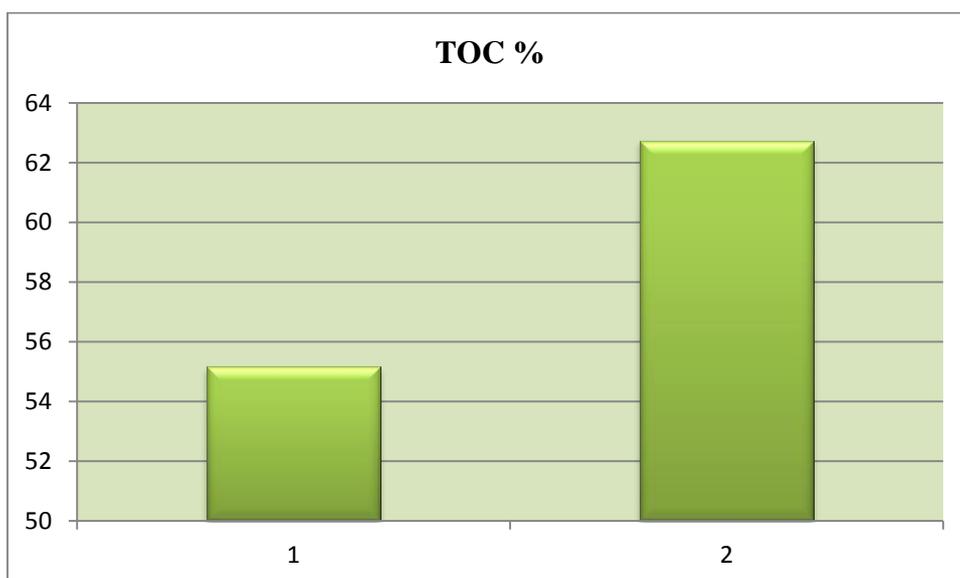
Διάγραμμα 49: Ποσοστό υγρασίας ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία



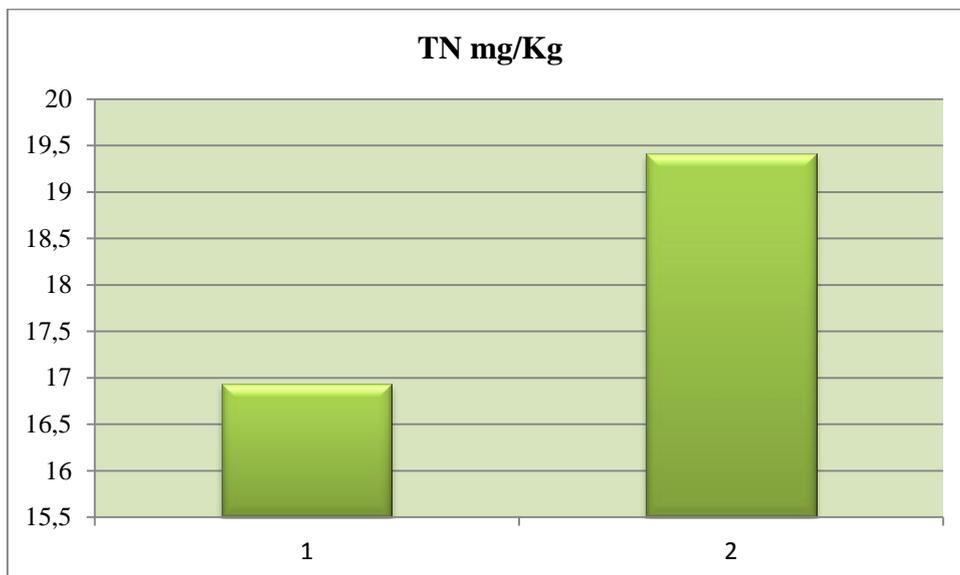
Διάγραμμα 50: Ποσοστό ολικών στερεών (TS) ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία



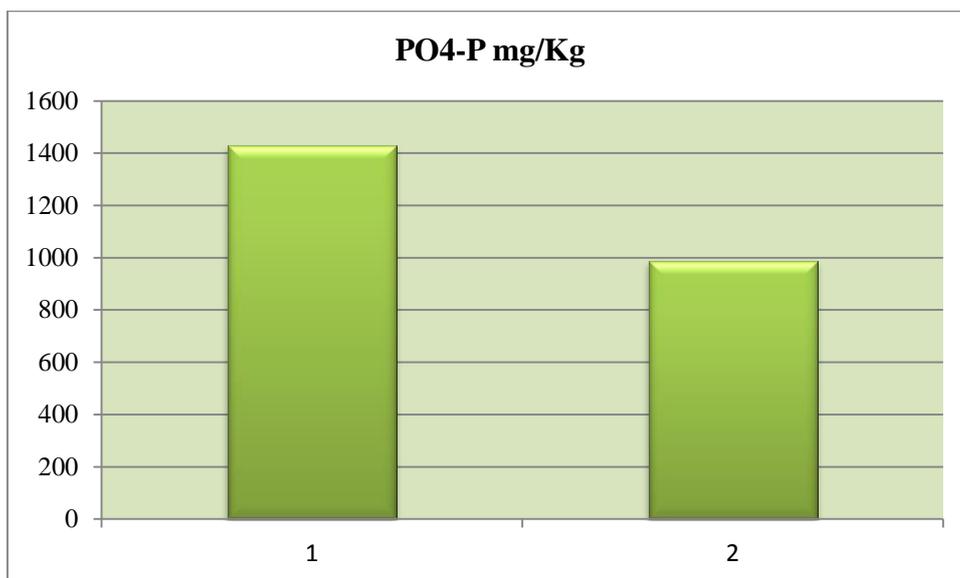
Διάγραμμα 51: Ποσοστό πτητικών στερεών (VS) ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία



Διάγραμμα 52: Ποσοστό ολικού οργανικού άνθρακα (TOC) ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία



Διάγραμμα 53: Συγκέντρωση ολικού αζώτου (TN) ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία



Διάγραμμα 54: Συγκέντρωση φωσφόρου (PO₄-) ελαιοπυρήνα από τα δύο ελαιουργεία

6.2.4 Αξιολόγηση εργαστηριακών αποτελεσμάτων κλάδου 10.4

Η λειτουργία των ελαιουργείων τριών φάσεων έχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία τριών ρευμάτων: του ελαιολάδου, του υγρού απόβλητου (κατσίγαρος) και του στερεού απόβλητου (ελαιοπυρήνας). Το πιο δύσκολο διαχειρίσιμο απόβλητο της διαδικασίας είναι ο κατσίγαρος κυρίως εξαιτίας του υψηλού οργανικού φορτίου. Ο κατσίγαρος, έχει έντονη οσμή και σκούρο χρώμα και εξαιτίας του οργανικού φορτίου είναι υπαίτιος για ευτροφικά φαινόμενα όταν καταλήγει σε υδάτινους αποδέκτες με χαμηλή ανακυκλοφορία νερών. Σημαντική περιβαλλοντική επιβάρυνση μπορεί να προκληθεί και από την ανεξέλεγκτη διάθεση του ελαιοπυρήνα. Κάτι τέτοιο ωστόσο δε γίνεται καθώς ο ελαιοπυρήνας αξιοποιείται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή πυρηνελαίου και πυρηνόξυλου με οικονομικό αντάλλαγμα.

Όπως προέκυψε από τις εργαστηριακές αναλύσεις στα δείγματα υγρών αποβλήτων από ελληνικά ελαιοτριβεία, οι τιμές οργανικού φορτίου κυμαίνονται ως εξής: BOD₅ από 25.533 ± 725 mg/L έως 35.300 ± 2.121 mg/L, COD από 139.850 ± 1.485 mg/L έως 178.200 ± 6.930 mg/L και TOC από 185 ± 15 mg/L έως 208 ± 3 mg/L. Αναφορικά με τις τιμές του pH και της αγωγιμότητας των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων, αυτές κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα περίπου και για τα δύο δείγματα, κα συγκεκριμένα το pH χαρακτηρίζεται όξινο και κυμαίνεται μεταξύ 4,9 έως 5,1 και η αγωγιμότητα από 8,4 ± 0,3 mS/cm έως 8,6 ± 0,5 mS/cm. Οι συγκεντρώσεις ολικών αιωρούμενων στερεών των υγρών αποβλήτων από τα ελαιουργεία κυμαίνονται από 90 ± 7 mg/L έως 128 ± 3,5 mg/L, ενώ οι τιμές των πτητικών αιωρούμενων στερεών από 140 ± 28 mg/L έως 205 ± 7 mg/L. Τα διαλυτά στερεά των υγρών αποβλήτων από τα ελαιουργεία εμφάνισαν τιμές από 323 ± 173 mg/L έως 818 ± 272 mg/L. Ο ολικός άνθρακας των δειγμάτων των υγρών αποβλήτων από τα ελαιουργεία κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 186 ± 3 και 209 ± 16 mg/L. Η συγκέντρωση ολικού αζώτου των υγρών αποβλήτων από τα ελαιουργεία κυμάνθηκε από 4,5 ± 0,1 mg/L και 8,7 ± 0,1 mg/L. Χαρακτηριστικές είναι οι τιμές των χλωριόντων (Cl⁻), οι οποίες κυμάνθηκαν σε πολύ υψηλές τιμές μεταξύ 1.098 ± 138 mg/L και 1.700 ± 113 mg/L, καθώς και η συγκέντρωση ολικού φωσφόρου των δειγμάτων με τιμές που κυμάνθηκαν μεταξύ 207 ± 11 mg/L και 329 ± 17 mg/L. Τέλος, σε υψηλές τιμές κυμαίνονται οι φαινόλες και συγκεκριμένα από 256 ± 27 mg/L έως 675 ± 23 mg/L και οι οποίες αποτελούν χαρακτηριστική ουσία του κατσίγαρου. Αναφορικά με τις συγκεντρώσεις μετάλλων, τα υγρά δείγματα αποβλήτων εμφάνισαν μόνο ψευδάργυρο (Zn) με τιμές που κυμάνθηκαν μεταξύ 2 ± 0,2 και 2,5 ± 0,3 mg/L.

Αναφορικά με τα αποτελέσματα των στερεών αποβλήτων των ελαιουργείων (ελαιοπυρήνα), μετρήθηκαν υψηλές τιμές σε ολικά στερεά και σε ολικό οργανικό άνθρακα. Τα εργαστηριακά αποτελέσματα για τα στερεά απόβλητα είναι τα εξής: pH: 5,3 ± 0,3 - 5,4 ± 0,04, αγωγιμότητα: 2,3 ± 0,2 - 2,8 ± 0,2 mS, υγρασία: 48% - 54%, ολικά στερεά: 46% - 53%, πτητικά στερεά: 97% - 98,5% και ολικός οργανικός άνθρακας: 55% - 63%. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα δείγματα ελαιοπυρήνα παρουσίασαν σημαντικά υψηλές τιμές σε φώσφορο 987 ± 110 - 1.430 ± 157 mg/kg, σε μέταλλα και ιδιαίτερα το πρώτο δείγμα σε σίδηρο (Fe) με τιμή 8.044 ± 884 mg/kg και σε ιχνοστοιχεία κυρίως σε κάλιο (K) 7.172 ± 790 - 9.517 ± 1.047 mg/kg και σε ασβέστιο (Ca) 4.133 ± 455 - 4.281 ± 470 mg/kg.

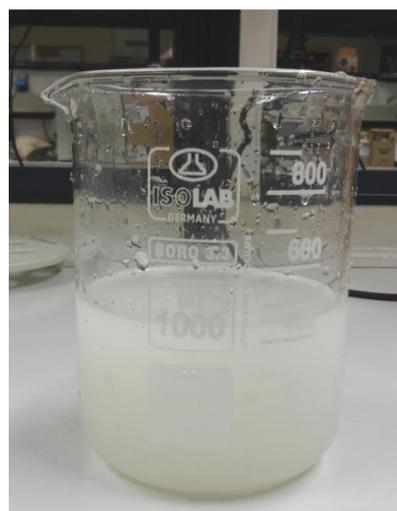
6.3 Αποτελέσματα αναλύσεων οργανικών αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας και τυποποίησης γαλακτοκομικών προϊόντων

6.3.1 Λήψη δειγμάτων

Συνολικά παρελήφθησαν δείγματα από τρεις (3) διαφορετικές βιομηχανίες/βιοτεχνίες. Συγκεκριμένα, από:

- Μία βιομηχανία που δραστηριοποιείται στην παραγωγή και τυποποίηση γαλακτοκομικών και τυροκομικών προϊόντων (**B10.5-1**). Το εργοστάσιο περιλαμβάνει: (α) τη γραμμή παραγωγής γιαουρτιού, (β) τη γραμμή παραγωγής στραγγιστού γιαουρτιού, (γ) τη γραμμή παραγωγής φέτας και λευκών τυριών, και (δ) τη γραμμή εμφιάλωσης γάλακτος. Η λειτουργία της μονάδας οδηγεί στην παραγωγή υγρών αποβλήτων. Συγκεκριμένα, στα υγρά απόβλητα της βιομηχανίας ανήκουν: (α) τα υγρά απόβλητα από τις πλύσεις του μηχανολογικού εξοπλισμού, των δαπέδων, των χώρων παραγωγής και των βυτιών (β) τα υγρά απόβλητα από τη παραγωγή τυριού (άλμη, τυρόγαλα, λακτόζη) και (γ) διαρροές υλικών. Τα υγρά απόβλητα με το υψηλότερο ποσοστό στερεών (επιστροφές και το τυρόγαλα) συλλέγονται σε φρεάτια συλλογής. Τα υγρά πλύσεων, η λακτόζη και τα αστικά λύματα οδηγούνται συνολικά στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Από τη συγκεκριμένη βιομηχανία παρελήφθησαν δύο (2) δείγματα υγρών αποβλήτων. Το πρώτο (**Y10.5-1.1**) λήφθηκε από τις δεξαμενές συλλογής του τυρογάλακτος ορού και το δεύτερο (**Y10.5-1.2**) από το ρεύμα των υγρών αποβλήτων της παραγωγικής διαδικασίας (εκτός ρεύματος τυρογάλακτος). Τα δείγματα φαίνονται στην **Εικόνα 39**.

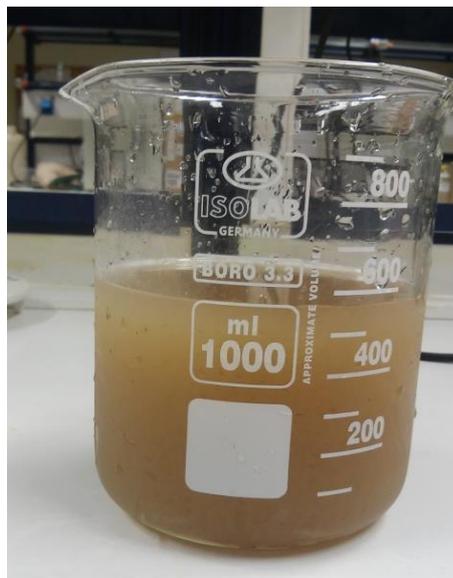


(α) Y10.5-1.1: Δείγμα τυρογάλακτος βιομηχανίας B1

(β) Y10.5-1.2: Δείγμα υγρού αποβλήτου βιομηχανίας B1

Εικόνα 38: Δείγματα τυρογάλακτος και υγρού απόβλητου βιομηχανίας τυποποίησης γάλακτος και παραγωγής γιαουρτιού και λευκού τυριού B10.5-1

- Ένα τυροκομείο γραβιέρας και ανθότυρου (**B10.5-2**). Από τη δραστηριότητα της μονάδας προκύπτουν υγρά απόβλητα. Στα υγρά απόβλητα της βιομηχανίας ανήκουν τα υγρά απόβλητα από την παραγωγική διαδικασία και το προκύπτον τυρόγαλα. Τα υγρά απόβλητα της παραγωγικής διαδικασίας μαζί με τα αστικού τύπου λύματα οδηγούνται σε σηπτικό και απορροφητικό βόθρο. Το τυρόγαλα και ορός λακτόζης διατίθενται ως ζωοτροφή. Από το τυροκομείο λήφθηκε ένα (1) δείγμα υγρού απόβλητου από την παραγωγική διαδικασία **Y10.5-2** (**Εικόνα 40**).



Εικόνα 39: Δείγμα υγρού απόβλητου από τυροκομείο γραβιέρας και ανθότυρου B10.5-2

- Μία βιομηχανία τυποποίησης γάλακτος και χυμών (**B10.5-3**). Η παραγωγική διαδικασία όσον αφορά το γάλα, περιλαμβάνει την παραλαβή του γάλακτος, την παστερίωση, την ωρίμανσή του, την πήξη και τέλος την εμφιάλωση του γάλακτος. Τα υγρά απόβλητα της παραγωγικής διαδικασίας προκύπτουν από τα νερά πλύσης των δεξαμενών γάλακτος, των γραμμών παραγωγής, των βυτιοφόρων ή δοχείων μεταφοράς γάλακτος και των δαπέδων. Τα υγρά απόβλητα της παραγωγικής υφίστανται συνεπεξεργασία με τα αστικά λύματα. Από τη βιομηχανία αυτή λήφθηκε ένα (1) δείγμα υγρού απόβλητου **Y10.5-3** (**Εικόνα 41**).



Εικόνα 40: Δείγμα υγρού απόβλητου από βιομηχανία τυποποίησης γάλακτος και χυμών B10.5-3

Από τις βιομηχανίες αυτές δεν γίνεται παραγωγή στερεών αποβλήτων. Τα επιστρεφόμενα προϊόντα μετά από αποστείρωση δίνονται για ζωοτροφές. Η χρήση των ληγμένων ως τροφή για τα ζώα αποτελεί πρώτη προτεραιότητα και προηγείται της ενεργειακής αξιοποίησης.

6.3.2 Αποτελέσματα αναλύσεων υγρών αποβλήτων κλάδου 10.5

Στους Πίνακες 46, 47 και 48 δίνονται οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων όπως μετρήθηκαν στο εργαστήριο.

Πίνακας 46: Χαρακτηριστικά ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας B10.5-1

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	Υ10.5-1.1	Υ10.5-1.2
pH	-	4,25 ± 0,31	4,33 ± 0,06
Αγωγιμότητα	mS/cm	8,41 ± 0,04	1,41 ± 0,014
BOD ₅	mg/L	160.750 ± 40.658	1.170 ± 260
TS	mg/L	-	5.172,5 ± 569,22
TDS	mg/L	-	1.343 ± 53
TSS	mg/L	11.847,5 ± 3461,30	507,5 ± 109,60
VSS	mg/L	10.562,5 ± 2.775,40	482,5 ± 102,53
COD	mg/L	386.000 ± 17.678	3.240 ± 77,78
TOC	mg/L	109.761 ± 659,5	1.024 ± 4,6
TIC	mg/L	905 ± 21,17	0,7 ± 0,1
TC	mg/L	110.667 ± 680,7	1.024,7 ± 4,7
TN	mg/L	158,1 ± 2,1	47,7 ± 1,0
NH ₄ ⁺ - N	mg/L	219 ± 8,49	5,8 ± 1,20
NO ₃ ⁻ - N	mg/L	20 ± 3,32	20 ± 1,84
NO ₂ ⁻ - N	mg/L	0,4 ± 0,042	2 ± 0,38
SO ₄ ²⁻	mg SO ₄ /L	5.500 ± 226,2	320 ± 31,82
PO ₄ ³⁻ -P	mg PO ₄ /L	17.800 ± 261,63	195 ± 12,72
Cl ⁻	mg Cl /L	4.200 ± 169,71	147 ± 1,70
Φαινόλες	mg/L	454 ± 8,48	11,1 ± 0,76
Cr	mg/L	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
Cu	mg/L	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
Mn	mg/L	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
Ni	mg/L	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
Cd	mg/L	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
Pb	mg/L	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
Zn	mg/L	<i>n.d.</i>	0,2653 ± 0,043
K	mg/L	-	63,27 ± 6,96
Na	mg/L	-	129,64 ± 14,26
Ca	mg/L	-	78,12 ± 8,59
Mg	mg/L	-	9,17 ± 1,01

n.d. = not detected

Πίνακας 47: Χαρακτηριστικά ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας B10.5-2

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	Υ10.5-2
pH	-	7,97 ± 0,55
Αγωγιμότητα	mS/cm	2,9 ± 0,08
BOD ₅	mg/L	1.361,7 ± 516,18
TS	mg/L	4.360,0 ± 735,40
TDS	mg/L	2.077,5 ± 45,96
TSS	mg/L	1.812,5 ± 67,18
VSS	mg/L	1.515,0 ± 63,64
COD	mg/L	3.970,0 ± 159,8
TOC	mg/L	164,8 ± 1,0
TIC	mg/L	201,6 ± 1,4
TC	mg/L	366,4 ± 2,5
TN	mg/L	5,5 ± 0,1
NH ₄ ⁺ - N	mg/L	2,54 ± 0,098
NO ₃ ⁻ - N	mg/L	0,158 ± 0,021
NO ₂ ⁻ - N	mg/L	0,009 ± 0,0005
SO ₄ ²⁻	mg SO ₄ /L	73 ± 7,77
PO ₄ ³⁻ -P	mg PO ₄ /L	35 ± 2,54
Cl ⁻	mg Cl /L	700 ± 18,38
Φαινόλες	mg/L	0,12 ± 0,02
Cr	mg/L	<i>n.d.</i>
Cu	mg/L	<i>n.d.</i>
Mn	mg/L	<i>n.d.</i>
Ni	mg/L	<i>n.d.</i>
Cd	mg/L	<i>n.d.</i>
Pb	mg/L	<i>n.d.</i>
Zn	mg/L	0,6131 ± 0,13
K	mg/L	59,44 ± 6,54
Na	mg/L	444,91 ± 48,94
Ca	mg/L	114,08 ± 12,55
Mg	mg/L	32,16 ± 3,54

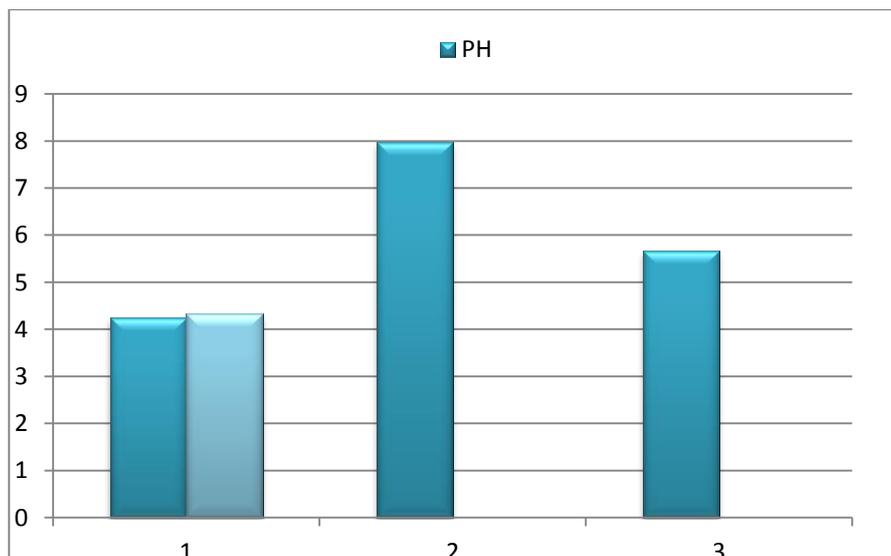
n.d. = not detected

Πίνακας 48: Χαρακτηριστικά ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας B10.5-3

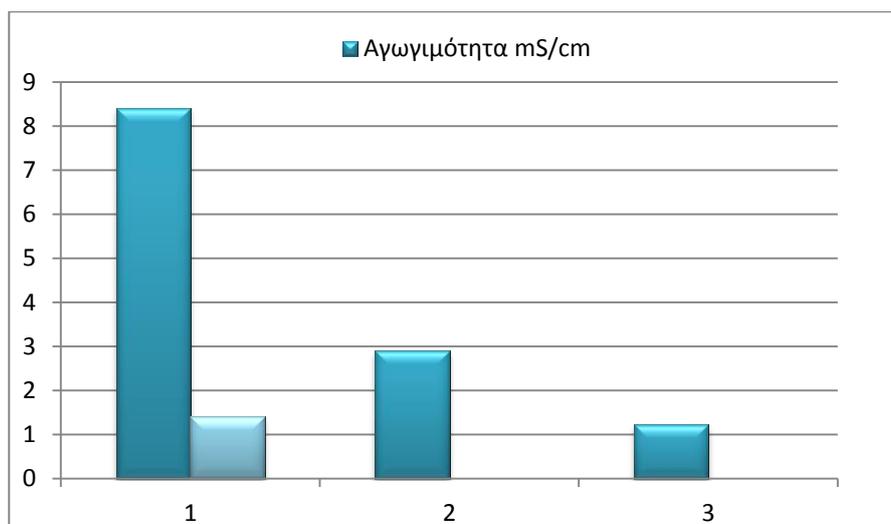
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	Υ10.5-3
pH	-	5,67 ± 0,014
Αγωγιμότητα	mS/cm	1,22 ± 0,015
BOD ₅	mg/L	1.478,33 ± 277,95
TS	mg/L	3.430 ± 551,54
TDS	mg/L	1.880 ± 268,70
TSS	mg/L	972,5 ± 286,38
VSS	mg/L	897,5 ± 180,31
COD	mg/L	3.800 ± 72,13
TOC	mg/L	406,2 ± 2,3
TIC	mg/L	24,7 ± 0,1
TC	mg/L	430,9 ± 2,4
TN	mg/L	99,7 ± 0,7
NH ₄ ⁺ - N	mg/L	1,32 ± 0,21
NO ₃ ⁻ - N	mg/L	10,3 ± 1,39
NO ₂ ⁻ - N	mg/L	42,5 ± 1,06
SO ₄ ²⁻	mg SO ₄ /L	197 ± 15,27
PO ₄ ³⁻ - P	mg PO ₄ /L	10,4 ± 0,71
Cl ⁻	mg Cl /L	188 ± 7,07
Φαινόλες	mg/L	1,7 ± 0,17
Cr	mg/L	<i>n.d.</i>
Cu	mg/L	<i>n.d.</i>
Mn	mg/L	<i>n.d.</i>
Ni	mg/L	<i>n.d.</i>
Cd	mg/L	<i>n.d.</i>
Pb	mg/L	<i>n.d.</i>
Zn	mg/L	0,0921 ± 0,012
K	mg/L	18,72 ± 2,06
Na	mg/L	192,89 ± 21,22
Ca	mg/L	70,709 ± 7,78
Mg	mg/L	7,98 ± 0,87

n.d. = not detected

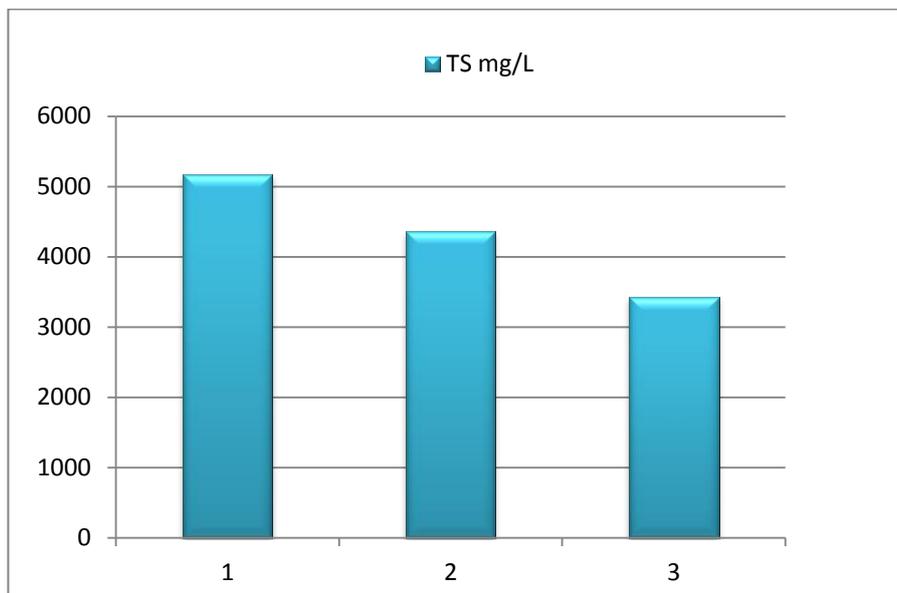
Στη συνέχεια παρουσιάζονται διαγράμματα στα οποία φαίνονται οι διακυμάνσεις των μετρούμενων τιμών υγρών αποβλήτων από τις διαφορετικές βιομηχανίες.



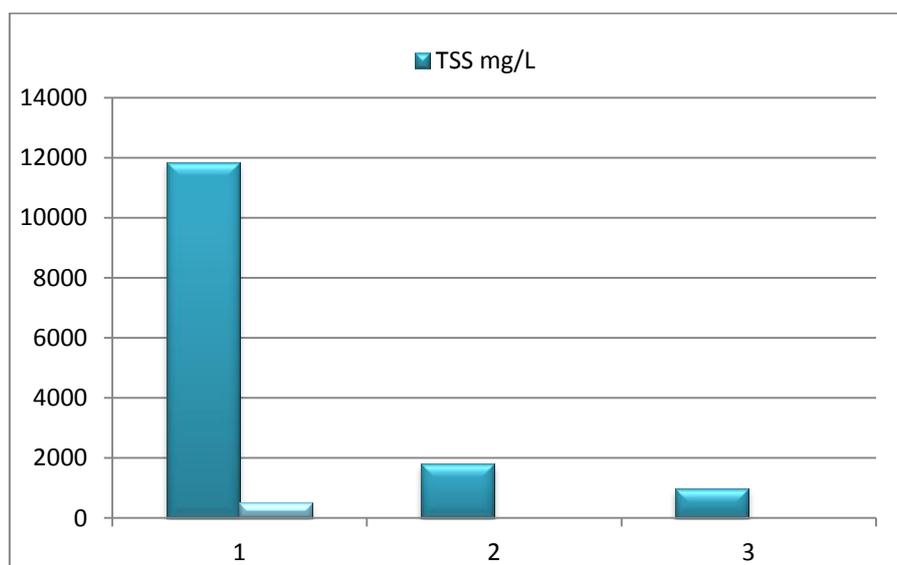
Διάγραμμα 55: pH ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



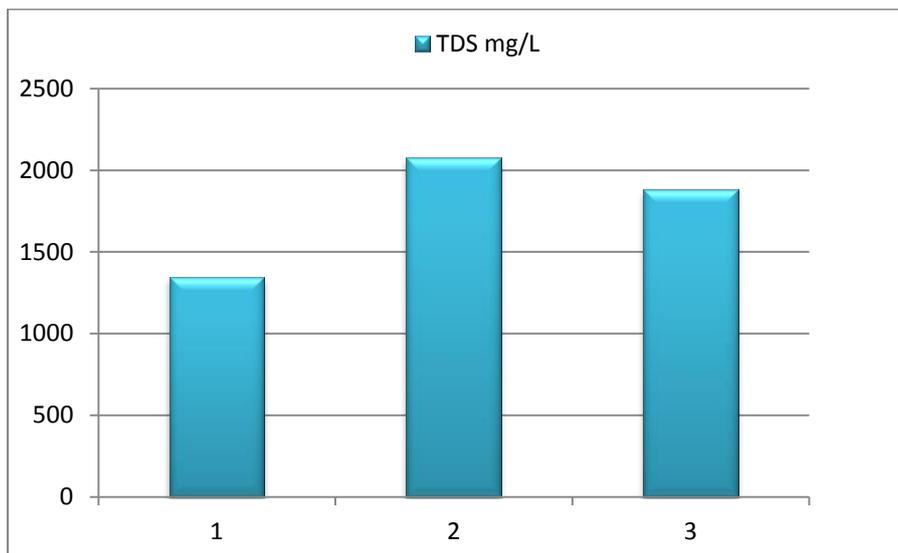
Διάγραμμα 56: Τιμές αγωγιμότητας ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



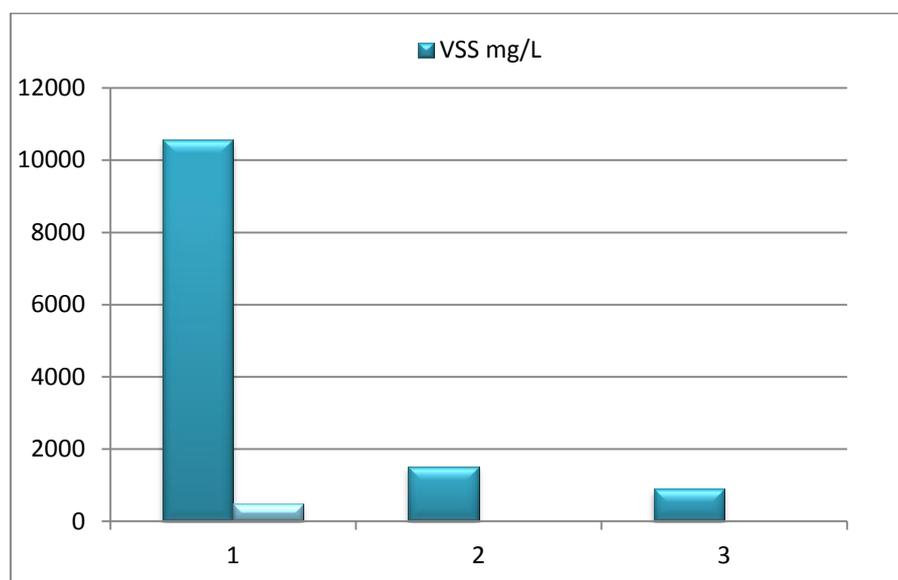
Διάγραμμα 57: Συγκέντρωση ολικών στερεών ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



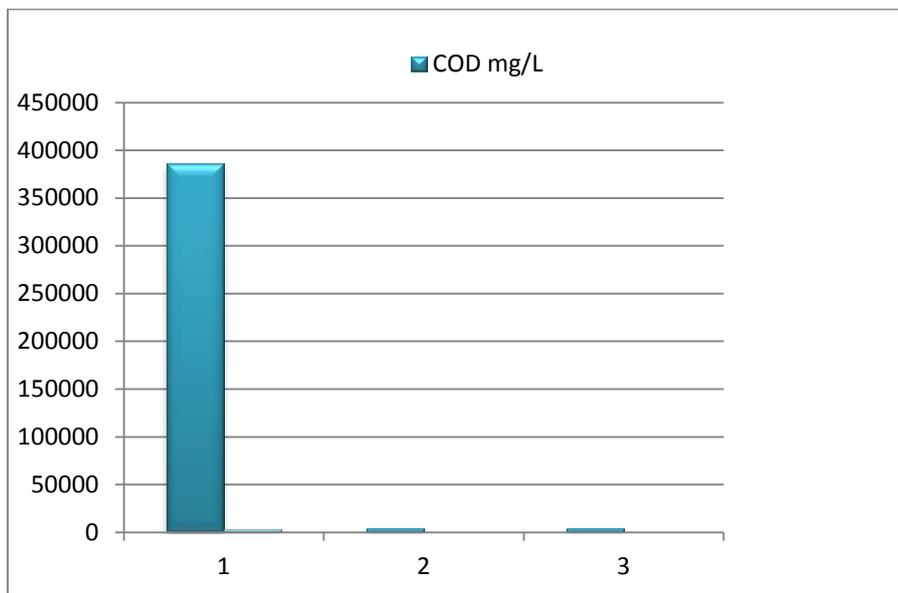
Διάγραμμα 58: Συγκέντρωση ολικών αιωρούμενων στερεών ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



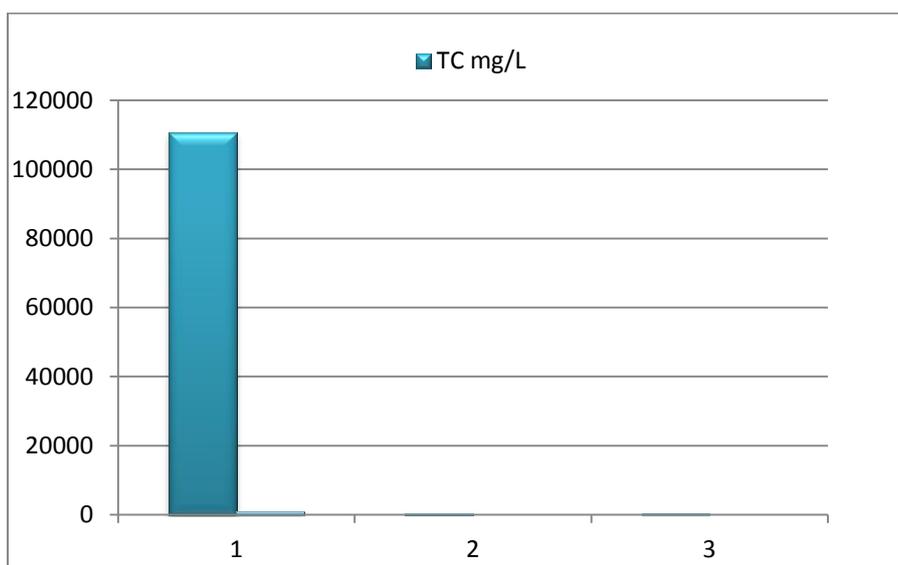
Διάγραμμα 59: Συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



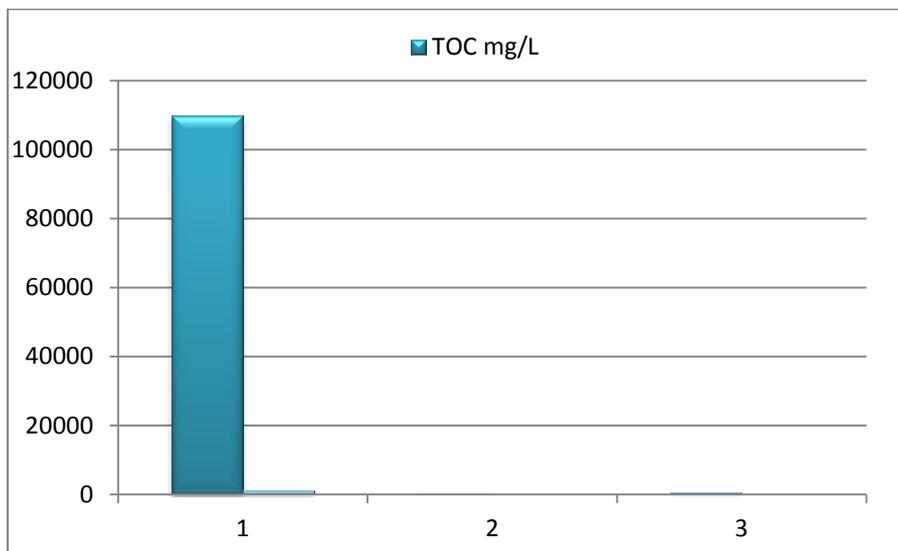
Διάγραμμα 60: Συγκέντρωση πτητικών αιωρούμενων στερεών ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



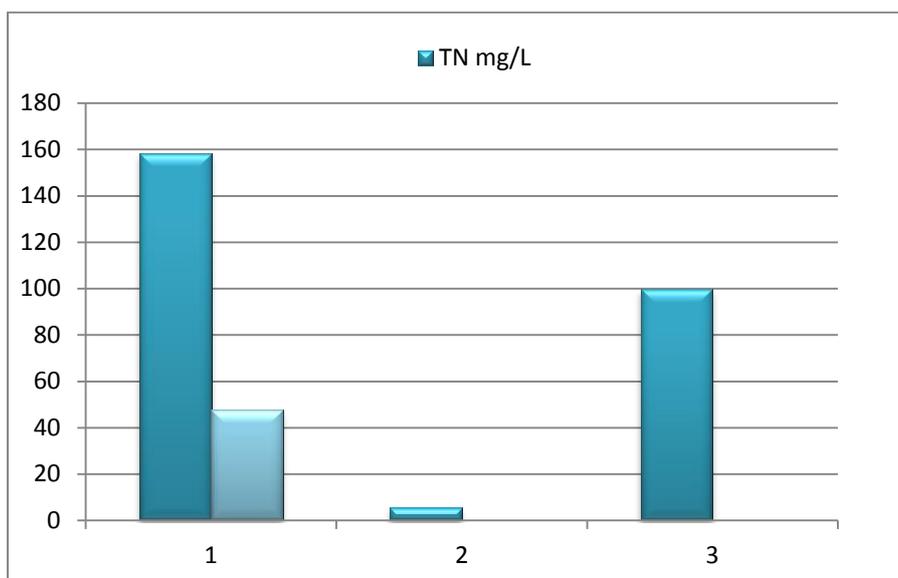
Διάγραμμα 61: Συγκέντρωση COD ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



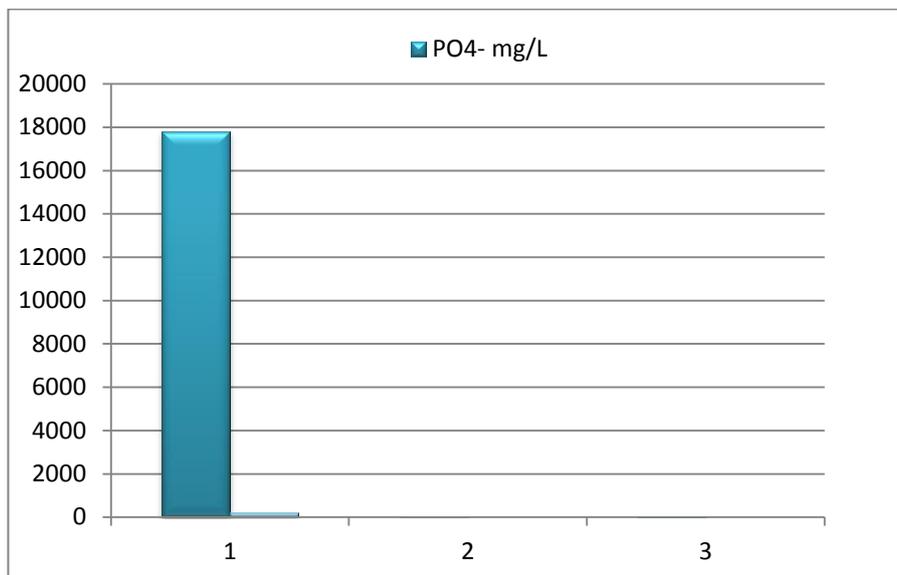
Διάγραμμα 62: Συγκέντρωση ολικού άνθρακα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



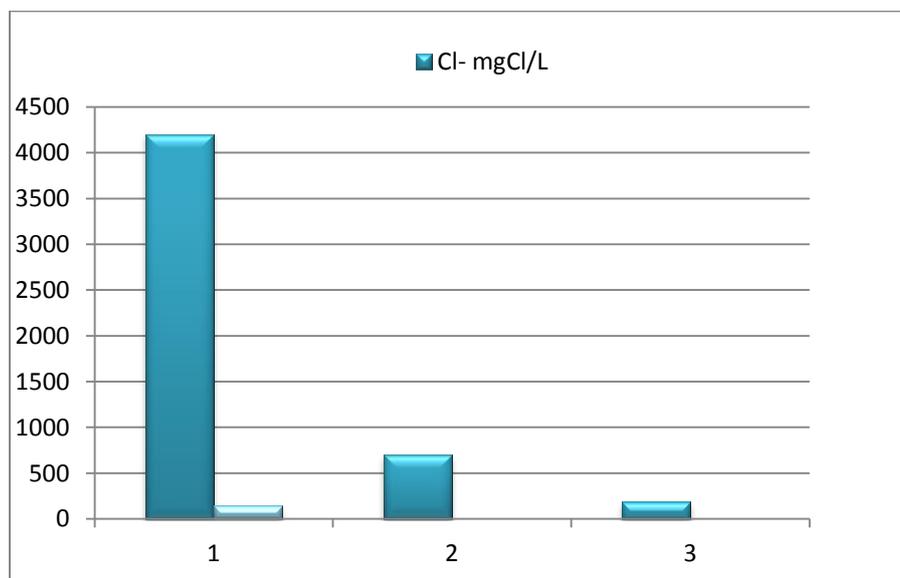
Διάγραμμα 63: Συγκέντρωση ολικού οργανικού άνθρακα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



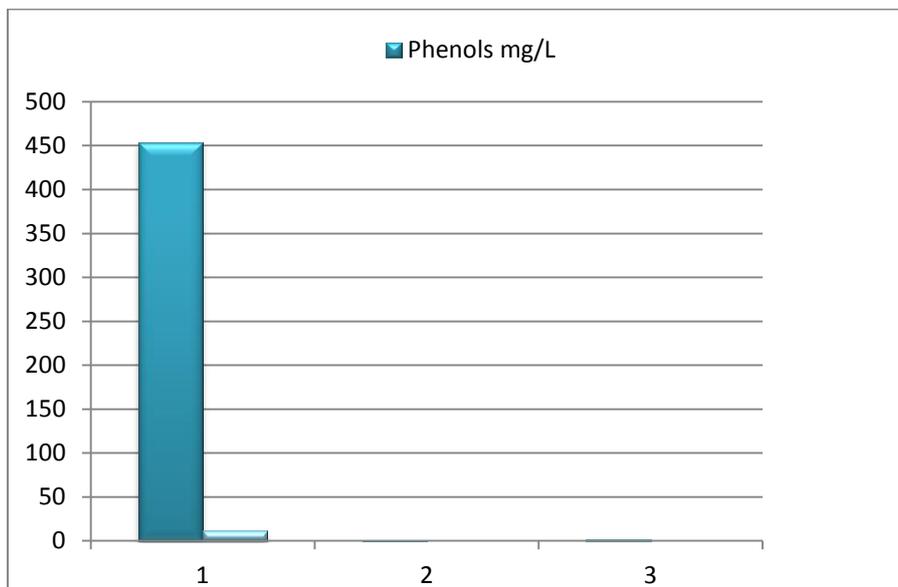
Διάγραμμα 64: Συγκέντρωση ολικού αζώτου ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



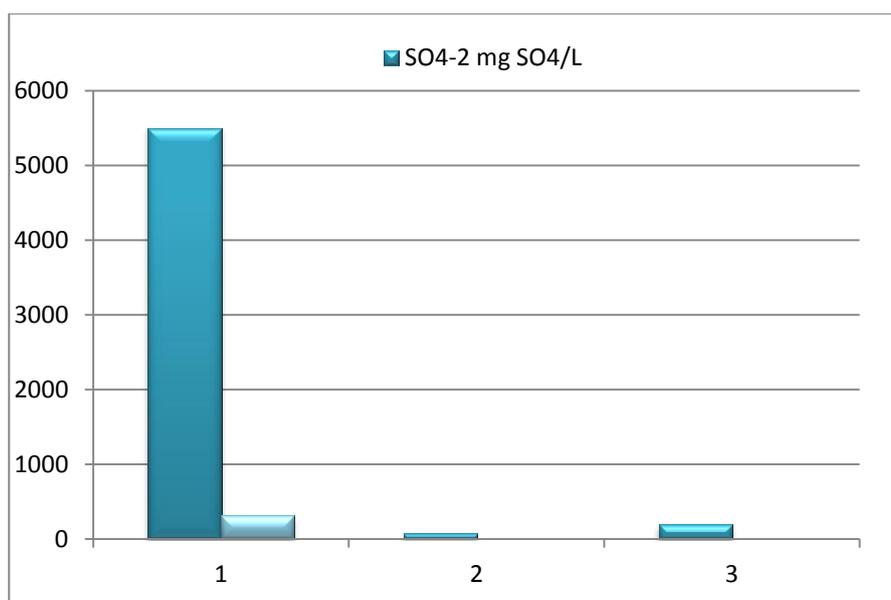
Διάγραμμα 65: Συγκέντρωση φωσφορικών σε δείγματα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



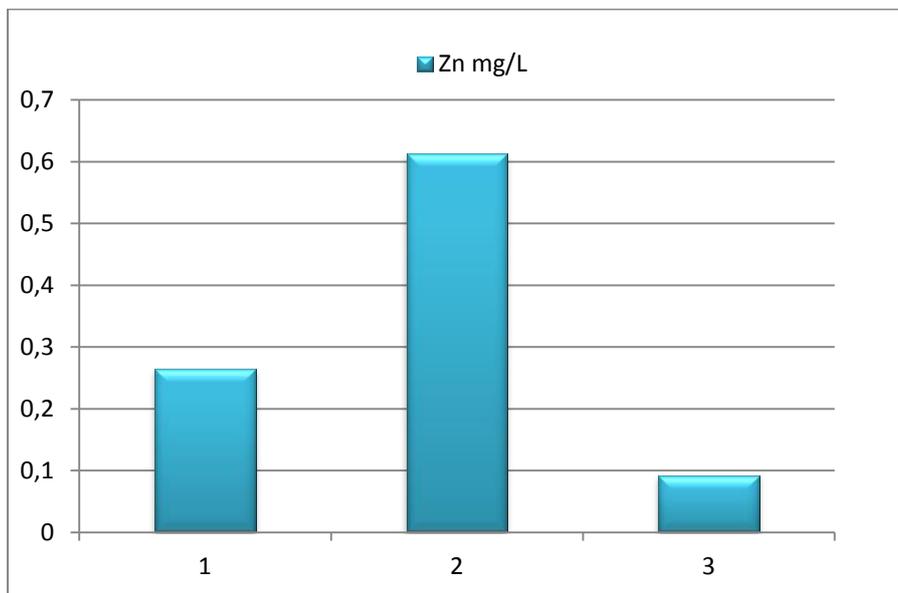
Διάγραμμα 66: Συγκέντρωση χλωριόντων σε δείγματα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



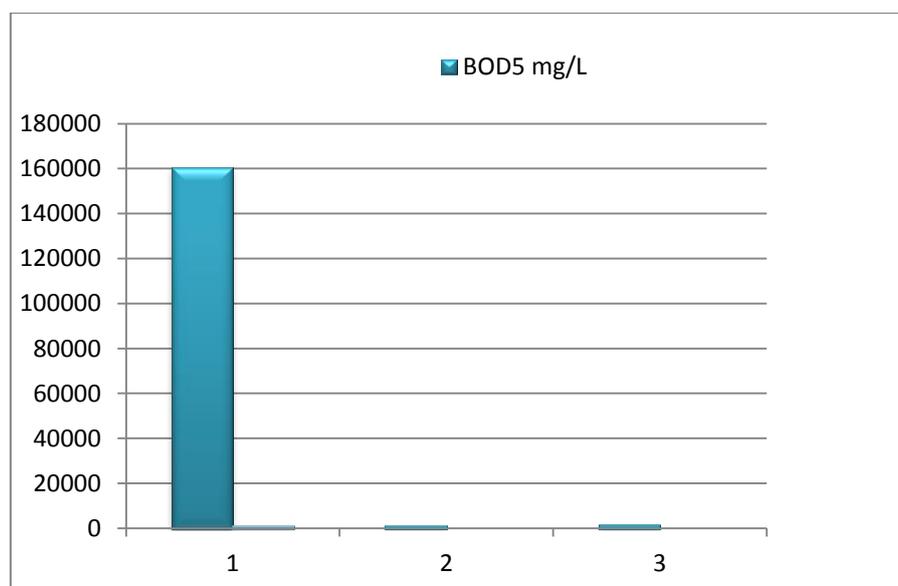
Διάγραμμα 67: Συγκέντρωση φαινολών σε δείγματα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



Διάγραμμα 68: Συγκέντρωση θειικών σε δείγματα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



Διάγραμμα 69: Συγκέντρωση ψευδαργύρου σε δείγματα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων



Διάγραμμα 70: Συγκέντρωση Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (BOD₅) σε δείγματα ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων από τρεις βιομηχανίες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων

6.3.3 Αξιολόγηση εργαστηριακών αποτελεσμάτων κλάδου 10.5

Τα παραγόμενα απόβλητα από τις γαλακτοκομικές βιομηχανίες περιέχουν αραιώσεις γάλακτος και προϊόντα γάλακτος, απορρυπαντικά και χημικά καθαρισμού υπολειμμάτων γάλακτος. Χαρακτηρίζονται κυρίως από υψηλό οργανικό φορτίο (διακύμανση τιμών COD: 3.240 ± 78 - 3.800 ± 72 mg/L, διακύμανση τιμών TOC: $165 \pm 1,0$ - $1.025 \pm 4,5$ mg/L), υψηλές συγκεντρώσεις στερεών και διακυμάνσεις των τιμών pH. Γενικά το pH των δειγμάτων κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών 4,3-8 και η αγωγιμότητα μεταξύ 1,2 – 8,4 mS/cm. Οι τιμές του BOD₅, κυμαίνονται από 1.170 ± 260 έως 1.480 ± 280 mg/L, με τη μέση τιμή να είναι 1.337 mg/L, η οποία και αποτελεί μέση τιμή των ρυπαντικών παραμέτρων των ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων τυπικής γαλακτοβιομηχανίας μεσαίου μεγέθους. Αντίστοιχα με τις τιμές του υψηλού οργανικού φορτίου, παρατηρούμε και υψηλές συγκεντρώσεις ολικών αιωρούμενων στερεών στις βιομηχανίες γάλακτος. Οι τιμές των TSS κυμαίνονται μεταξύ 508 ± 110 – 1812 ± 68 mg/L, ενώ οι τιμές των TDS κυμαίνονται μεταξύ 1343 ± 53 – 2078 ± 46 mg/L. Τα ολικά στερεά (TS) των υγρών αποβλήτων εμφάνισαν μέση τιμή ίση με 4320 ± 619 mg/L, εκ των οποίων το μεγαλύτερο μέρος είναι διαλυτά στερεά (TDS). Ο ολικός άνθρακας (TC) των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών $431 \pm 2,5$ και 1025 ± 5 mg/L. Η συγκέντρωση ολικού αζώτου των δειγμάτων εμφάνισε τιμές που κυμάνθηκαν από $5,5 \pm 0,1$ έως 100 ± 1 mg/L, ενώ τα χλωριόντα (Cl-) κυμάνθηκαν σε τιμές μεταξύ $147 \pm 1,7$ έως 700 ± 19 mg/L, γεγονός που αποκαλύπτει χρήση χημικών καθαρισμού για απολύμανση. Αναφορικά με τις συγκεντρώσεις μετάλλων, στα δείγματα ανιχνεύτηκε μόνο ψευδάργυρος (Zn) με τιμές που κυμάνθηκαν από $0,09 \pm 0,01$ έως $0,6 \pm 0,07$ mg/L, κάτι το οποίο είναι αναμενόμενο. Σχετικά με τις τιμές των ιχνοστοιχείων τα δείγματα εμφάνισαν σημαντικές τιμές σε K, Na, Ca και Mg, με υψηλότερες τις τιμές του νατρίου και στα τρία δείγματα.

Από την πρώτη βιομηχανία εκτός από το απόβλητο του ρεύματος των υγρών αποβλήτων της παραγωγικής διαδικασίας, ελήφθη και δείγμα από τις δεξαμενές συλλογής του τυρογάλακτος ορού. Η συγκεκριμένη βιομηχανία παράγει εκτός από τυποποιημένο γάλα και προϊόντα ζύμωσης (γιαούρτι, λευκό τυρί). Εξαιτίας του πολύ υψηλού ρυπαντικού φορτίου, ο ορός τυρογάλακτος διατίθεται σε ξεχωριστή γραμμή αποβλήτων της βιομηχανίας. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του ορού γάλακτος είναι το πολύ υψηλό ρυπαντικό φορτίο, η περιοδικότητα στην παραγωγή τους καθώς και ο υπερβολικά μεγάλος όγκος τους. Το τυρόγαλα είναι το υγρό υπόλοιπο που ακολουθεί την καθίζηση και την απομάκρυνση της καζεΐνης του γάλακτος κατά τη διαδικασία παραγωγής τυριού. Το παραπροϊόν αυτό αντιπροσωπεύει περίπου το 85-95 % του όγκου του γάλακτος και συγκρατεί περίπου το 55% από τα θρεπτικά συστατικά του. Τα κύρια συστατικά του τυρογάλακτος, εκτός από το νερό το οποίο αποτελεί το 93% της σύστασής του, είναι η λακτόζη (70-72% των ολικών στερεών), οι πρωτεΐνες τυρογάλακτος (8-10% των ολικών στερεών) και τα μέταλλα (12-15% των ολικών στερεών). Το τυρόγαλα έχει, δηλαδή, υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη, κυρίως λόγω του γαλακτικού οξέος και των οργανικών συστατικών του. Το ιξώδες των παραγόμενων προϊόντων ζύμωσης είναι πολύ υψηλό με αποτέλεσμα ένα σημαντικό τμήμα του προϊόντος να παραμένει προσκολλημένο στις επιφάνειες του χρησιμοποιούμενου κατά την παραγωγική διαδικασία εξοπλισμού καθώς επίσης και τα παραγόμενα υγρά απόβλητα περιέχουν σημαντική ποσότητα αυτών των ουσιών, υψηλό οργανικό φορτίο και χαμηλό pH.

Τα πειραματικά αποτελέσματα για τον ορό τυρογάλακτος είναι τα εξής: COD: 386.000 ± 17.678 mg/L, TOC: 109.760 ± 660 mg/L, BOD₅: 160.750 ± 40.658 mg/L και pH: $4,2 \pm 0,3$. Επιπλέον η αγωγιμότητα που παρουσίασε το δείγμα είναι $8,4 \pm 0,04$ mS. Λόγω του πολύ υψηλού ρυπαντικού φορτίου η απόρριψη αυτού του ρεύματος είναι απαγορευτική. Αποτελεί επομένως, ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα και είναι απαραίτητη η επεξεργασία του, πριν την τελική διάθεση. Αντίστοιχα με τις τιμές του υψηλού οργανικού φορτίου, μετρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις ολικών αιωρούμενων στερεών TSS: 11.848 ± 3.165 mg/L και συγκεντρώσεις πτητικών αιωρούμενων στερεών VSS: 10.563 ± 2.776

mg/L, το οποίο είναι αναμενόμενο εξαιτίας της σύστασής του όπως προαναφέρθηκε. Αξίζει να αναφερθεί ότι ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης ολικών στερεών TS και ολικών διαλυτών στερεών TDS κατέστη ανέφικτος, διότι το δείγμα κήκε κατά την πειραματική διαδικασία σύμφωνα με τη χρήση πρότυπης μεθόδου. Ο ολικός άνθρακας (TC) του δείγματος ορού είναι 110.667 ± 680 mg/L, ενώ η συγκέντρωση ολικού αζώτου TN: 158 ± 2 mg/L. Οι τιμές του δείγματος σε ορθο-φωσφορικά είναι $PO_4\text{-P}: 17.800 \pm 262$ mg/L, γεγονός απόλυτα σύμφωνο με βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με την πλούσια σύσταση του τυρόγαλου σε φώσφορο, ασβέστιο και νάτριο, αλλά φτωχό σε ψευδάργυρο (Zn) όπως διαπιστώθηκε και πειραματικά. Αναφορικά με τα χλωρίοντα (Cl^-), η μέση τιμή μετρήθηκε ίση με 4.200 ± 170 mg/L, γεγονός που αποκαλύπτει εκτεταμένη χρήση απορρυπαντικών στη συγκεκριμένη γραμμή αποβλήτων.

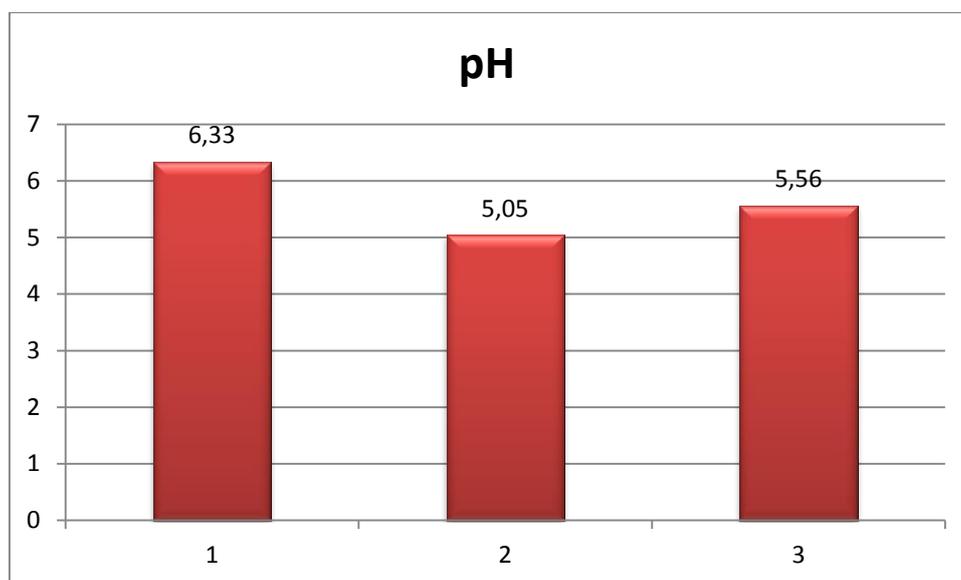
6.4 Σύγκριση αποτελεσμάτων εργαστηριακών αναλύσεων σε δείγματα υγρών αποβλήτων των κλάδων 10.1, 10.4 και 10.5

Στη συνέχεια παρατίθενται διαγράμματα όπου συγκρίνονται οι σημαντικότεροι παράμετροι για τους τρεις υπό μελέτη κλάδους τροφίμων 10.1, 10.4 και 10.5. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται διαγράμματα των μέσων όρων (Μ.Ο.) των τιμών για τα: pH, BOD₅, COD, TOC, TSS, TDS, TN, PO₄-P, Cl⁻, Zn, K, Na, Ca, και Mg. Επισημαίνεται ότι από τον μέσο όρο των τιμών της γαλακτοβιομηχανίας έχουν εξαιρεθεί οι τιμές του τυρογάλακτος ορρού. Οι βιομηχανίες διακρίνονται ως εξής:

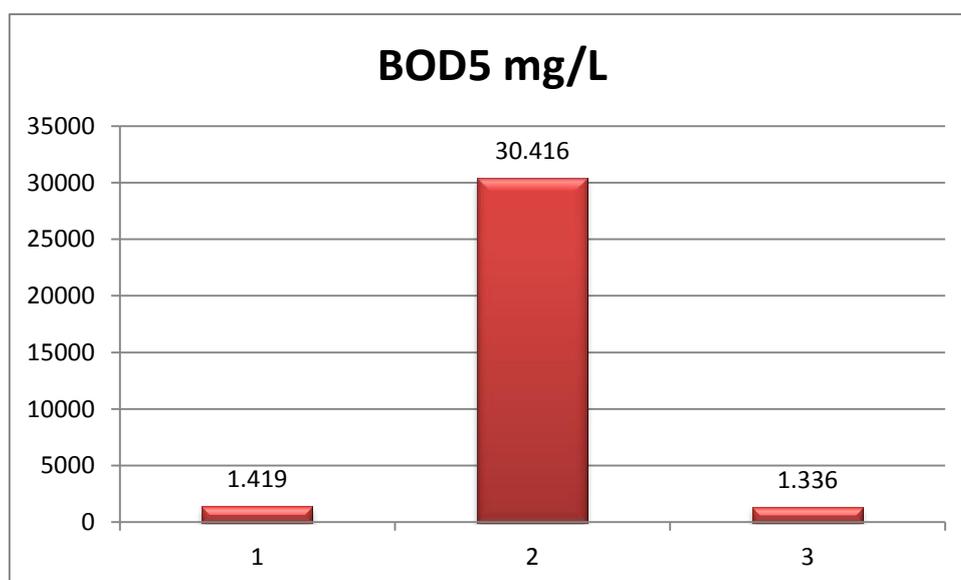
1→Κλάδος 10.1: Βιομηχανίες επεξεργασίας και τυποποίησης κρέατος

2→Κλάδος 10.4: Ελαιουργεία

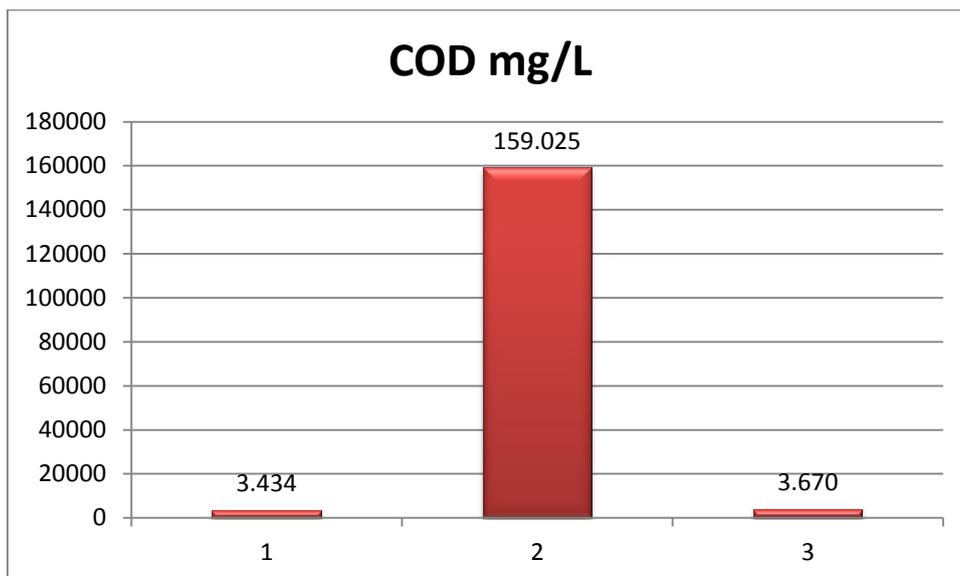
3→Κλάδος 10.5: Βιομηχανίες γαλακτοκομικών προϊόντων



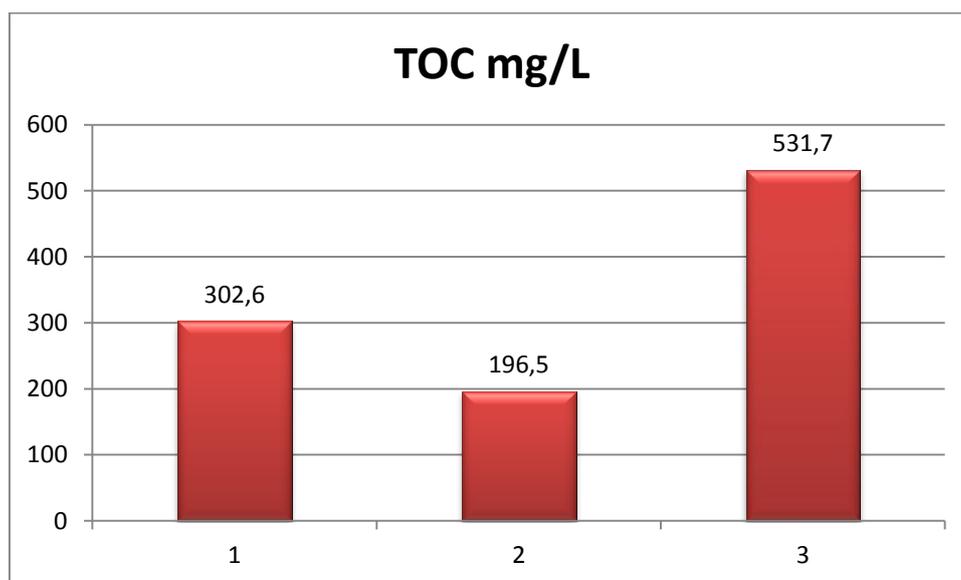
Διάγραμμα 71: Μ.Ο. τιμών pH σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5



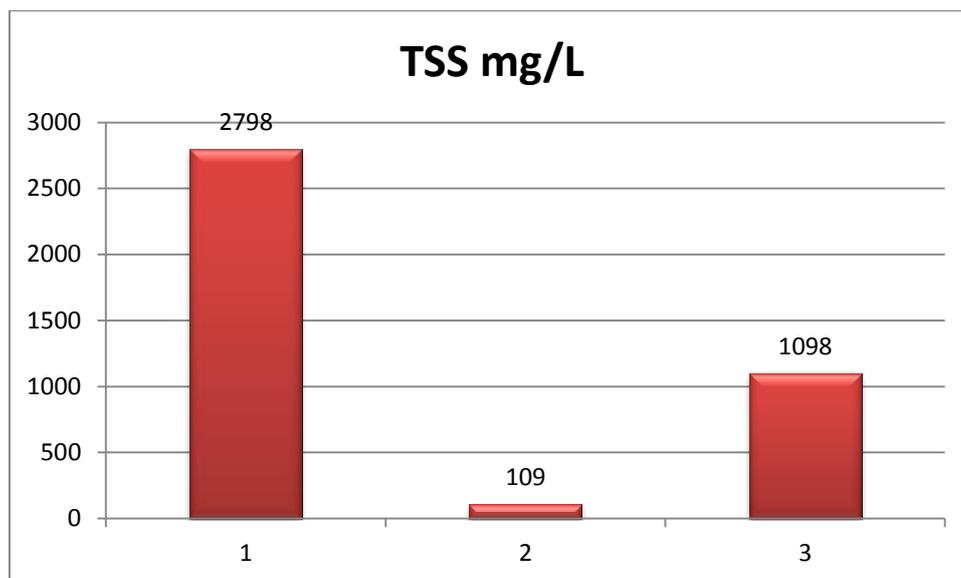
Διάγραμμα 72: Μ.Ο. συγκέντρωσης BOD₅ σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5



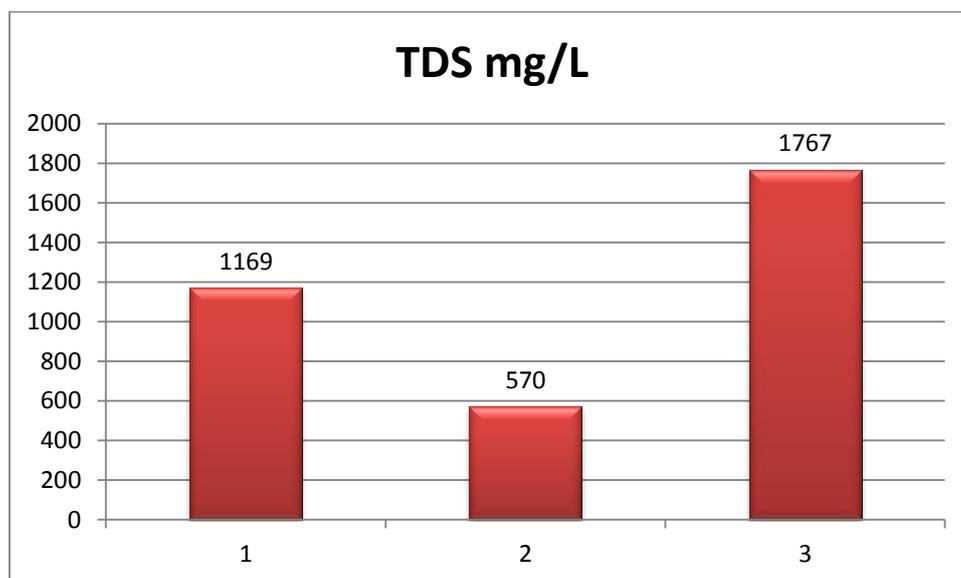
Διάγραμμα 73: Μ.Ο. συγκέντρωσης COD σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5



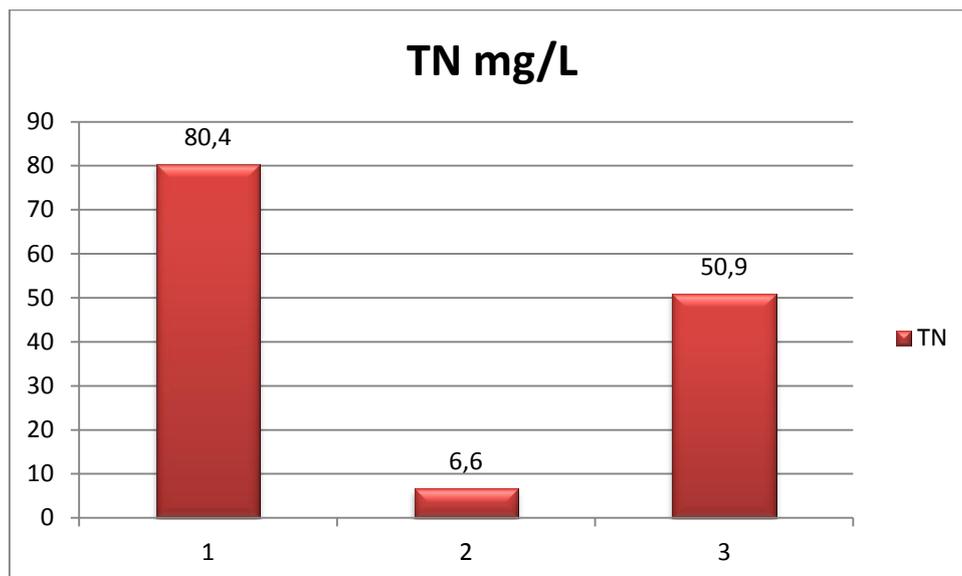
Διάγραμμα 74: Μ.Ο. συγκέντρωσης TOC σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5



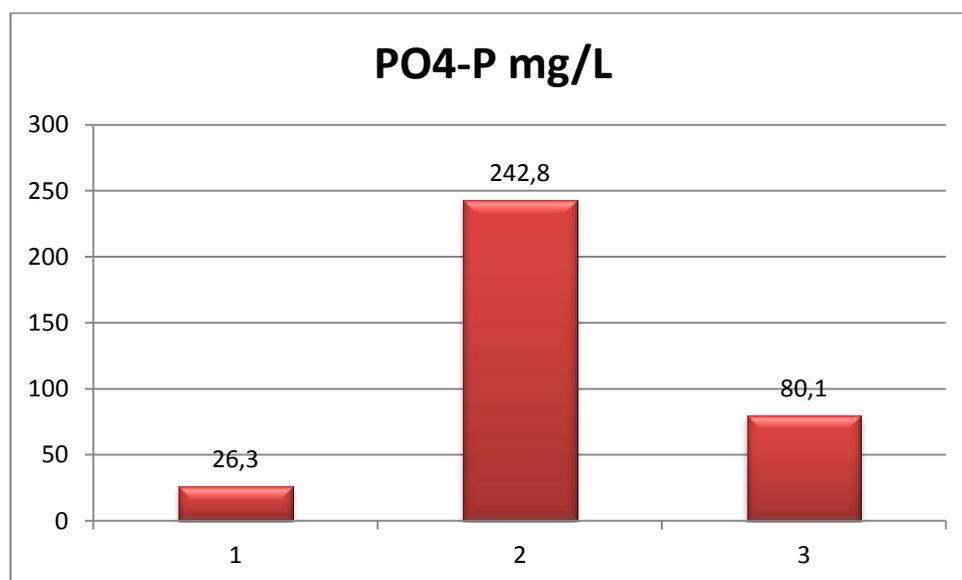
Διάγραμμα 75: Μ.Ο. συγκέντρωσης TSS σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5



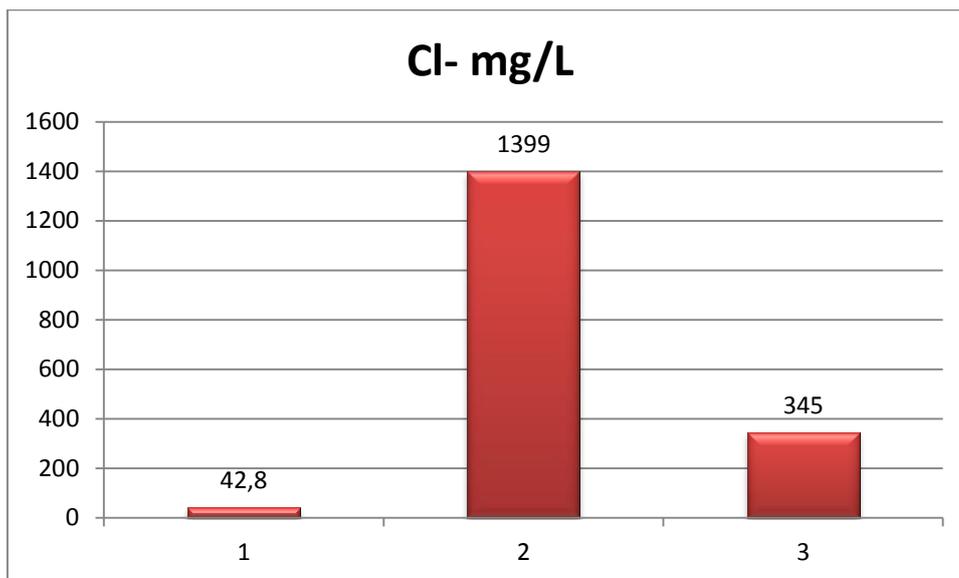
Διάγραμμα 76: Μ.Ο. συγκέντρωσης TDS σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5



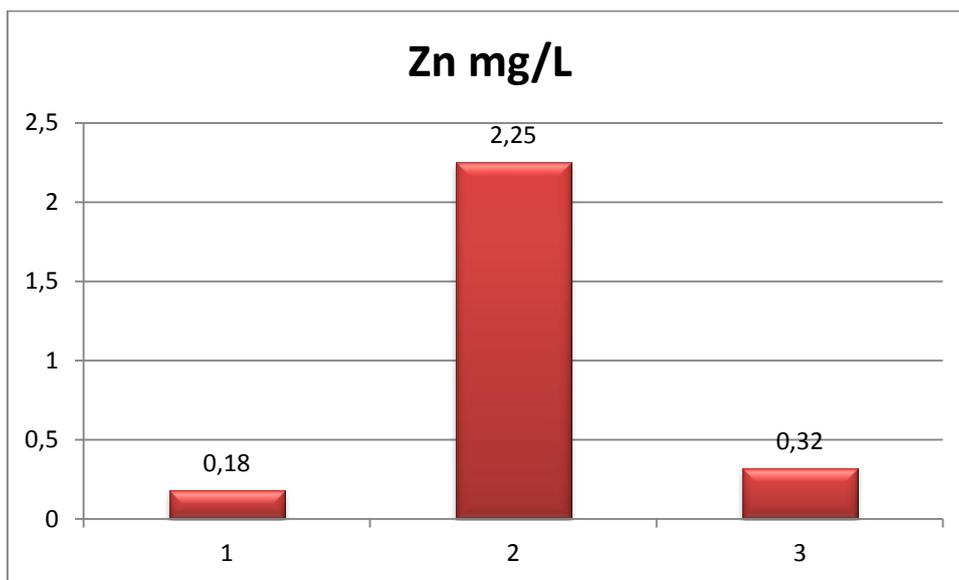
Διάγραμμα 77: Μ.Ο. συγκέντρωσης TN σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5



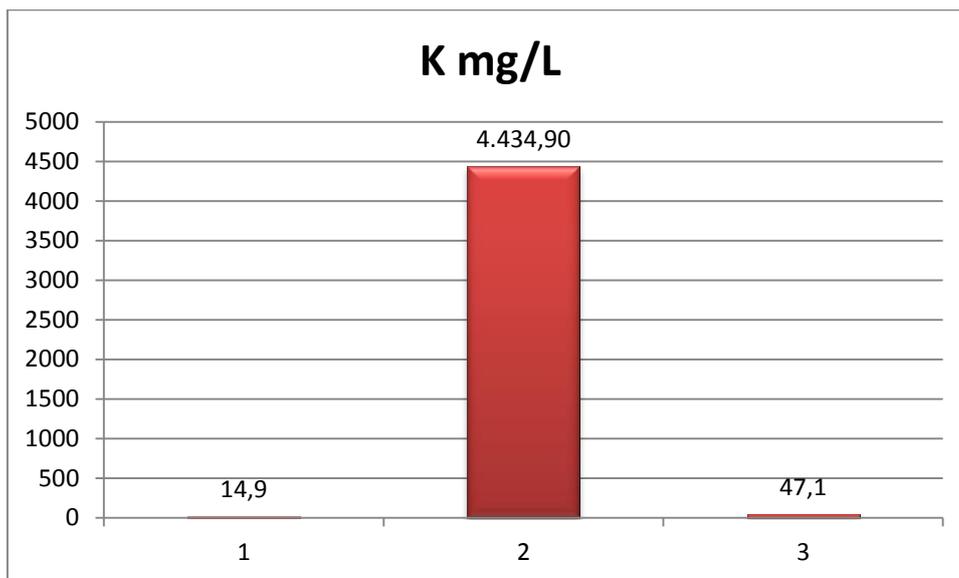
Διάγραμμα 78: Μ.Ο. συγκέντρωσης PO₄-P σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5



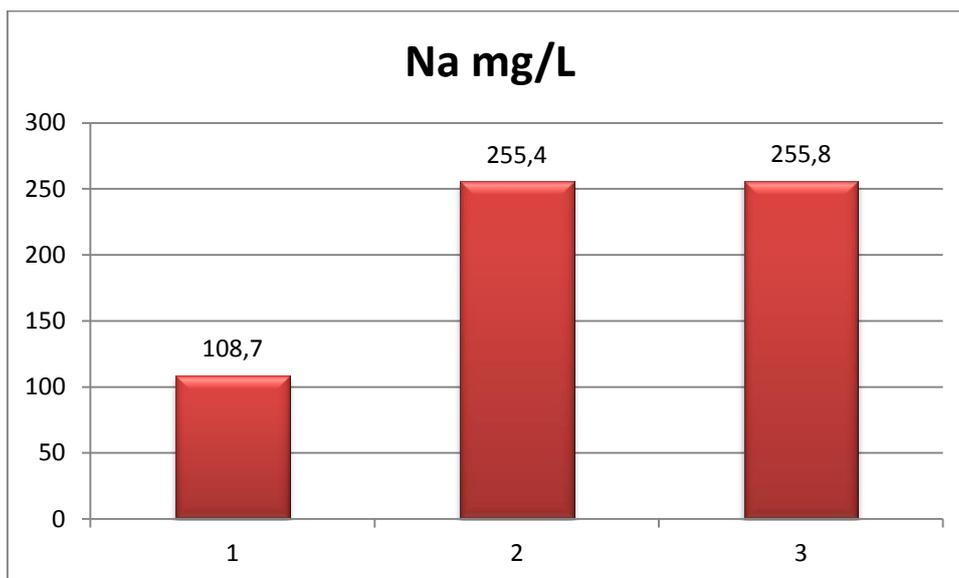
Διάγραμμα 79: Μ.Ο. συγκέντρωσης Cl⁻ σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5



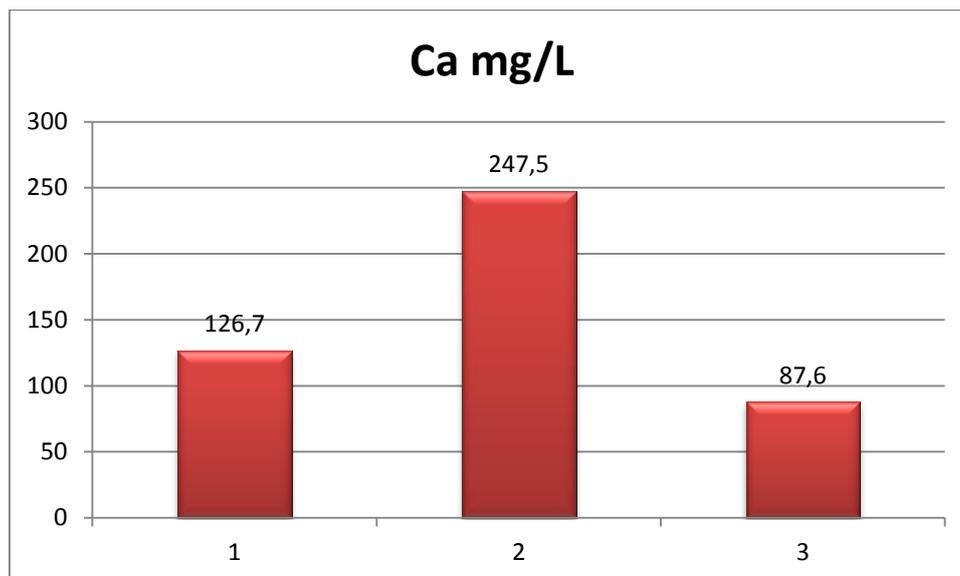
Διάγραμμα 80: Μ.Ο. συγκέντρωσης Zn σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5



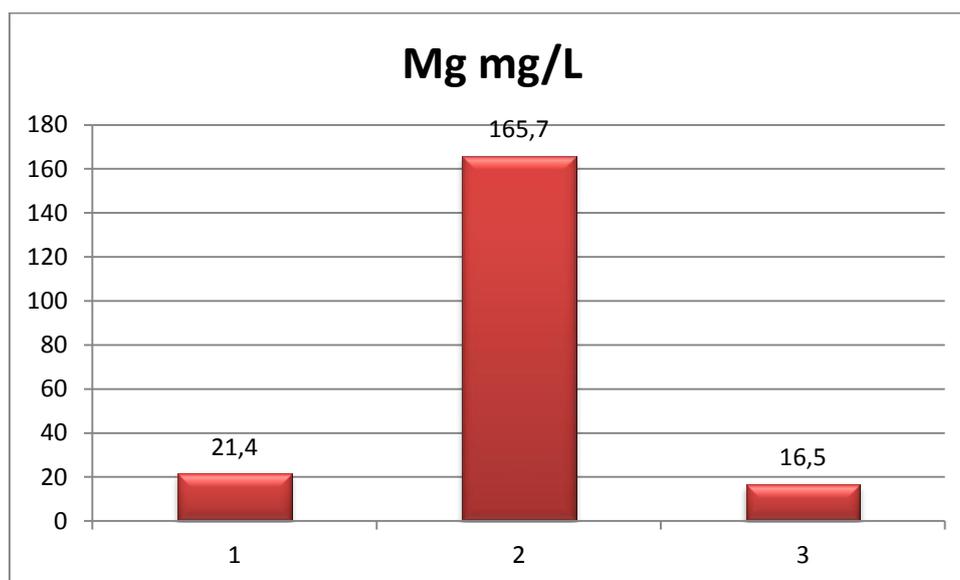
Διάγραμμα 81: Μ.Ο. συγκέντρωσης K σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5



Διάγραμμα 82: Μ.Ο. συγκέντρωσης Na σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5



Διάγραμμα 83: Μ.Ο. συγκέντρωσης Ca σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5



Διάγραμμα 84: Μ.Ο. συγκέντρωσης Mg σε δείγματα υγρών αποβλήτων από τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5

Όπως παρατηρούμε το pH των τριών ρευμάτων υγρών αποβλήτων από τις βιομηχανίες των κλάδων 10.1, 10.4 και 10.5 παρουσιάζει σχετικά μικρές διακυμάνσεις και χαρακτηρίζεται ως ελαφρώς όξινο. Ωστόσο έντονες διακυμάνσεις διαπιστώθηκαν στις τιμές συγκέντρωσης των BOD₅ και COD με διακυμάνσεις τιμών από 1330mg/L έως 30.400mg/L και από 3.400mg/L έως 159.000mg/L αντίστοιχα. Όπως παρατηρείται, το ρεύμα υγρών αποβλήτων ελαιολιτριβείων παρουσιάζει εξαιρετικά μεγάλες τιμές οργανικής φόρτισης σε σχέση με τα απόβλητα από τα σφαγεία και τις βιομηχανίες γάλακτος.

Επιπρόσθετα και για τα τρία ρεύματα υγρών αποβλήτων καταγράφηκαν αρκετά υψηλές τιμές TOC με εύρος τιμών από 195mg/L έως 530mg/L, το οποίο δικαιολογείται λόγω της οργανικής φύσεως των

δειγμάτων, με υψηλότερες αυτές των βιομηχανιών γάλακτος και τυροκομείων. Εν συνεχεία ακολουθεί ο κλάδος των βιομηχανιών επεξεργασίας κρέατος και τέλος ακολουθεί ο κλάδος των ελαιοτριβείων.

Όπως παρατηρούμε ο Μ.Ο. τιμών των TSS των τριών ρευμάτων υγρών αποβλήτων από τις βιομηχανίες των κλάδων 10.1, 10.4 και 10.5 που μελετήθηκαν, κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών 109mg/L και 2.800mg/L., με υψηλότερη τιμή στα δείγματα των βιομηχανιών επεξεργασίας κρέατος, δεύτερο τον κλάδο του γάλακτος και τελευταίο τον κλάδο των ελαιοτριβείων. Το δείγμα της βιοτεχνίας αλλαντοποίησης περιείχε αρκετά στερεά υπολείμματα από την παραγωγική διαδικασία τα οποία συνετέλεσαν σε αυξημένη τιμή στερεών και οδήγησε στην αύξηση του Μ.Ο.της τιμής. Ο Μ.Ο. συγκέντρωσης των TDS κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών 570mg/L και 1.770mg/L, με υψηλότερη την τιμή που προέκυψε από τις βιομηχανίες γαλακτοκομικών προϊόντων, δεύτερο τον κλάδο αλλαντικών και σφαγείων και τελευταίο τον κλάδο των ελαιοτριβείων, για τις βιομηχανίες που μελετήθηκαν.

Υψηλότερες τιμές ολικού αζώτου μετρήθηκαν στα απόβλητα βιομηχανίας κρέατος, το οποίο ήταν αναμενόμενο με βάση τη βιβλιογραφία λόγω του αυξημένου πρωτεϊνικού περιεχομένου των αποβλήτων αυτών. Συνοπτικά, οι μετρούμενες τιμές συγκέντρωσης TN ήταν από $68 \pm 1,2$ mg/L έως 149 ± 2 mg/L για τα δείγματα από τις βιομηχανίες αλλαντικών και σφαγείων που εξετάστηκαν, από $5,5 \pm 0,1$ mg/L έως 100 ± 1 mg/L για τις βιομηχανίες γάλακτος, ενώ για τον κλάδο των ελαιοτριβείων καταγράφηκαν τιμές που κυμάνθηκαν μεταξύ $4,5 \pm 0,1$ mg/L έως $8,7 \pm 0,1$ mg/L, για τα δείγματα αποβλήτων που ελήφθησαν.

Οι τιμές των τριών ρευμάτων υγρών αποβλήτων από τις βιομηχανίες των κλάδων 10.1, 10.4 και 10.5 σε ορθο-φωσφορικά (PO₄-P) κυμάνθηκαν μεταξύ 26mg/L και 243mg/L περίπου, με υψηλότερο τον Μ.Ο. τιμών για τα δείγματα του κλάδου 10.4, γεγονός απόλυτα σύμφωνο με βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με την πλούσια σύσταση τέτοιων αποβλήτων σε φώσφορο, το οποίο όμως προκαλεί ιδιαίτερες ανησυχίες για την περίπτωση απελευθέρωσής του σε υδάτινους αποδέκτες, εφόσον ενθαρρύνει και επιταχύνει την ανάπτυξη φυκών. Ο κλάδος της γαλακτοβιομηχανίας ήταν δεύτερος σε τιμές φωσφόρου στα δείγματα που εξετάστηκαν και μικρότερες τιμές εμφάνισαν τα δείγματα από τις βιομηχανίες αλλαντικών και σφαγείων.

Οι τιμές των χλωριόντων (Cl⁻) κυμάνθηκαν από 43mg/L, για τα εξεταζόμενα δείγματα του κλάδου των γαλακτοκομικών προϊόντων έως 1.400mg/L για τα εξεταζόμενα δείγματα του κλάδου 10.4, γεγονός που αποκαλύπτει εκτεταμένη χρήση χημικών καθαρισμού για απολύμανση στα ελαιοτριβεία που μελετήθηκαν.

Αναφορικά με τα μέταλλα που διερευνήθηκαν και στους τρεις κλάδους της βιομηχανίας τροφίμων, για τις επιχειρήσεις που ελήφθησαν δείγματα, βρέθηκε μόνο ψευδάργυρος (Zn), με διακύμανση τιμών από 0,18mg/L έως 2,25mg/L. Συγκεκριμένα τις υψηλότερες τιμές σε Zn, εμφάνισαν τα δείγματα από τα ελαιοτριβεία, ενώ τα δείγματα από τις γαλακτοβιομηχανίες και τις βιομηχανίες κρέατος που μελετήθηκαν εμφάνισαν τιμές με μικρή διακύμανση στα 0,32mg/L και 0,18mg/L, αντίστοιχα.

Σχετικά με τις τιμές των ιχνοστοιχείων τα δείγματα εμφάνισαν σημαντικές τιμές σε κάλιο (K), νάτριο (Na), ασβέστιο (Ca) και μαγνήσιο (Mg), όπως παρατηρείται στα παραπάνω διαγράμματα με τιμές που κυμάνθηκαν μεταξύ 15mg/L και 4.435mg/L για το K, 109mg/L έως 256mg/L για το Na, 87,5mg/L έως 247,5mg/L για το Ca και 16,5mg/L έως 166mg/L περίπου για το Mg. Είναι χαρακτηριστικό ότι σχεδόν σε όλα τα είδη ιχνοστοιχείων που διερευνήθηκαν, υψηλότερες τιμές εμφάνισαν τα δείγματα των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω μετρήσεων επιβεβαιώνουν τα βιβλιογραφικά δεδομένα για τον υψηλό βαθμό της οργανικής ρύπανσης που προκαλεί ο κατσίγαρος όταν εναποτίθεται ανεπεξέργαστος σε υδάτινους αποδέκτες.

6.5 Διαμόρφωση προτάσεων για καλύτερη διαχείριση των αποβλήτων από βιομηχανικές μονάδες στην Ελλάδα για τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5

Με βάση τα αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων που διεξάχθηκαν σε απόβλητα οργανικής φύσεως από ελληνικές βιομηχανίες για τους κλάδους 10.1, 10.4 και 10.5 αλλά και τη γενικότερη έρευνα που διεξάχθηκε αναφορικά με τη διαχείριση των υγρών και στερεών αποβλήτων επιλεγμένων κλάδων της βιομηχανίας τροφίμων, διαμορφώνονται οι ακόλουθες προτάσεις για την καλύτερη διαχείριση και αξιοποίηση των παραγόμενων αποβλήτων.

Πιο συγκεκριμένα αναφορικά με τα σφαγεία που μελετήθηκαν, η διαχείριση των αποβλήτων είναι απόλυτα σύμφωνη με την ισχύουσα νομοθεσία. Τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα των επιχειρήσεων συνεπεξεργάζονται μαζί με τα αστικού τύπου στην ΕΕΛ που διαθέτει έκαστη επιχείρηση. Η ιλύς που προκύπτει είτε επεξεργάζεται από αρμόδια εταιρία, είτε υφίσταται σταθεροποίηση και αφυδάτωση σε κλίνες ξήρανσης, ενώ τα ΖΥΠ που παράγονται κατά την παραγωγική διαδικασία διαχειρίζονται εκτός παραγωγικών μονάδων από αρμόδιες εταιρίες διαχείρισης.

Στη συνέχεια παρατίθενται ορισμένες προτάσεις για περαιτέρω βελτίωση της διαχείρισης των υγρών αποβλήτων που προέρχονται από τη βιοτεχνία αλλαντοποίησης, αλλά και αξιοποίησης των αποβλήτων. Αυτές είναι οι εξής:

- Η τοποθέτηση ειδικών διάτρητων εξαρτημάτων πριν από τα διάτρητα πατώματα, με σκοπό να διασφαλισθεί ότι γίνεται κατακράτηση στερεών και έτσι αποφεύγεται η παράσυρσή τους στα υγρά απόβλητα.
- Η απομάκρυνση λιπών με παγίδα λίπους.
- Η τοποθέτηση φρεατίων με σχάρες (διαμέτρου μικρότερης των 6 mm) ή σιφώνια ώστε τα στερεά υλικά να μην αναμειγνύονται με τα υγρά απόβλητα.
- Η παροχή νερού με ελεγχόμενη πίεση μέσω ακροφυσίων, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η κατανάλωση νερού.
- Η διοργάνωση επιμορφωτικών σεμιναρίων, με σκοπό την πληρέστερη κατάρτιση του προσωπικού σχετικά με τον έλεγχο της ρύπανσης.
- Προτείνεται η επεξεργασία του αίματος για εφαρμογές στη φαρμακοβιομηχανία και την παραγωγή ζωοτροφών
- Η χρήση του κολλαγόνου των οστών προτείνεται για την παραγωγή ζελατίνης με εφαρμογές στη βιομηχανία καλλυντικών και φαρμακευτικών προϊόντων

Αναφορικά με τα ελαιοτριβεία 3-φάσεων που μελετήθηκαν, η διαχείριση των αποβλήτων είναι σύμφωνη με την ισχύουσα νομοθεσία ωστόσο δεν είναι η ενδεικνυόμενη από επίπεδο τεχνογνωσίας σε ευρωπαϊκό πλαίσιο. Τα δείγματα υγρών αποβλήτων προήλθαν από εδαφοδεξαμενή εξάτμισης των ελαιουργείων ύστερα από λιποσυλλογή. Στο ένα εξ αυτών υπήρξε και μετέπειτα επεξεργασία με οξειδίο του ασβεστίου (για εξουδετέρωση της οξύτητας και κροκίδωση). Ο ελαιοπυρήνας που προκύπτει διατίθεται σε πυρηνελαιουργεία για περαιτέρω επεξεργασία γεγονός που αποτελεί ένα εξαιρετικό παράδειγμα εφαρμογής της κυκλικής οικονομίας με βάση τις αρχές της οποίας το απόβλητο αποτελεί πόρο. Για περαιτέρω μείωση του ρυπαντικού φορτίου και γενικότερη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των ελαιουργείων προτείνονται τα ακόλουθα:

- Στις περιπτώσεις που εφαρμόζεται η πρακτική της εναπόθεσης σε ανοικτές δεξαμενές προτείνεται η τοποθέτηση δεξαμενής εξουδετέρωσης και η βέλτιστη διαχείρισή της. Η δεξαμενή εξουδετέρωσης είναι από τις πλέον σημαντικές αφού εκεί επιτυγχάνεται εξουδετέρωση οξύτητας και οσμών. Η προσθήκη γάλακτος ασβέστου, προτείνεται να γίνεται

με συνεχή ανάδευση με ηλεκτροκίνητο αναδευτήρα. Στη συνέχεια ακολουθεί η δεξαμενή καθίζησης. Η ιλύς που συγκεντρώνεται στη δεξαμενή καθίζησης πρέπει να απομακρύνεται περιοδικά με ειδικό σύστημα και να διατίθεται σε κλίνες ξήρανσης ή να διατίθεται για κατάλληλη επεξεργασία η οποία να διασφαλίζει ενδεχόμενη τοξικότητα.

- Να χρησιμοποιείται πυρηνόξυλο για τις ενεργειακές ανάγκες έκαστου ελαιοτριβείου, ώστε να επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας.
- Προτείνεται η μετατροπή των τριφασικών ελαιοτριβείων σε διφασικά, εφόσον δεν υπάρχουν ανυπέρβλητα τεχνικά προβλήματα. Μια τέτοια κατεύθυνση προωθείται και βάσει των όσων ορίζονται στην ΚΥΑ 145116/2011 - Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις (ΦΕΚ 354/Β'/8.3.2011). Μεταξύ άλλων η μετατροπή αυτή συναντά εμπόδια εξαιτίας της έλλειψης επαρκούς αριθμού πυρηνελαιοτριβείων κατάλληλων να επεξεργαστούν τον υγρό ελαιοπυρήνα. Το κόστος μετατροπής των ελαιοτριβείων είναι μικρό με αποτέλεσμα να μην αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα, κατά συνέπεια η προσπάθεια μετατροπής των ελαιοτριβείων είναι δυνατή με απαραίτητη προϋπόθεση τη στήριξη του εγχειρήματος από την Πολιτεία μέσω επιχορηγήσεων για την κατασκευή αντίστοιχων πυρηνελαιοτριβείων.
- Προτείνεται η επεξεργασία του κασίγαρου για ανάκτηση ουσιών π.χ αντιοξειδωτικά όπως η υδροξυτυροσόλη, τοκοφερόλες και πηκτίνες, για εφαρμογές στη φαρμακοβιομηχανία και τη βιομηχανία τροφίμων.
- Προτείνεται η ενεργειακή αξιοποίηση των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων με τη μέθοδο της ανερόβιας χώνευσης για παραγωγή βιοαερίου με τη μέθοδο ηλεκτρο-Fenton.

Αναφορικά με τα απόβλητα του κλάδου 10.5 από ελληνικές βιομηχανίες, τα αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων ήταν σε συμφωνία με τα βιβλιογραφικά δεδομένα. Αν και εφαρμόζονται μέθοδοι διαχείρισης των υγρών αποβλήτων, στη συνέχεια δίνονται προτάσεις για την καλύτερη διαχείριση αυτών από τις γαλακτοβιομηχανίες και συγκεκριμένα:

- Σε περιπτώσεις μικρών τυροκομείων προτείνεται η από κοινού λειτουργία μιας μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με προτεραιότητα στη μέθοδο της αναερόβιας χώνευσης ως βιολογική επεξεργασία. Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να πραγματοποιηθεί και η συνεπεξεργασία με άλλα απόβλητα οργανικής φύσεως.
- Προτείνεται η αξιοποίηση του ορρού τυρογάλακτος για παραγωγή πρωτεϊνικού συμπυκνώματος, ως πρόσθετο συστατικό τροφίμων, η οποία θα μπορούσε να επιχορηγηθεί από τον κρατικό μηχανισμό. Επιπλέον συστατικό από το τυρόγαλο αποτελεί η λακτόζη με ποικίλες χρήσεις σε συμπληρώματα διατροφής.
- Προτείνεται η επεξεργασία του τυρογάλακτος για την παραγωγή αιθανόλης.
- Προτείνεται η ενεργειακή αξιοποίηση του ορρού τυρογάλακτος με διεργασία αναερόβιας χώνευσης για παραγωγή υδρογόνου και μεθανίου.

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας ελήφθησαν δείγματα υγρών και στερεών αποβλήτων από βιομηχανίες των κλάδων 10.1, 10.4 και 10.5, τα οποία αναλύθηκαν ως προς τα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά στη Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Όπως διαπιστώθηκε, οι μονάδες επεξεργασίας κρέατος και παραγωγής προϊόντων κρέατος και τα σφαγεία οδηγούν στην παραγωγή υγρών και στερεών αποβλήτων με υψηλή οργανική φόρτιση, που χρήζουν διαχείρισης. Ειδικότερα στα σφαγεία τα υγρά απόβλητα παράγονται κατά το πλύσιμο των φορτηγών μεταφοράς των ζώων, το πλύσιμο του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων, το πλύσιμο των δαπέδων του σφαγείου, το πλύσιμο των σφάγιων αλλά κι από απώλειες αίματος κατά τη σφαγή και αποστράγγιση των ζώων. Σε γενικές γραμμές το αίμα συλλέγεται και διαχειρίζεται ξεχωριστά από εξουσιοδοτημένες επιχειρήσεις.

Πιο συγκεκριμένα για τις επιχειρήσεις που μελετήθηκαν οι τιμές οργανικού φορτίου των υγρών αποβλήτων κυμαίνονται ως εξής: BOD₅: από 415 ± 179 mg/L έως 2.030 ± 256 mg/L, COD: από 760 ± 21 mg/L έως 7.620 ± 156 mg/L, και TOC: από 93 ± 0,9 mg/L έως 427 ± 3 mg/L. Αναφορικά με τις τιμές του pH των υγρών αποβλήτων των εν λόγω βιομηχανιών, αυτές κυμάνθηκαν περίπου από 5 ± 0,05 έως 8 ± 0,15, και η αγωγιμότητα από 1 ± 0,005 έως 3 ± 0,2 mS/cm. Οι συγκεντρώσεις ολικών αιωρούμενων στερεών κυμάνθηκαν από 107 ± 3,5 έως 8.010 ± 550 mg/L, με μεγαλύτερη την τιμή του δείγματος που λήφθηκε από τη βιοτεχνία αλλαντοποίησης. Ο ολικός άνθρακας των δειγμάτων κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών 190 ± 1,2 και 508 ± 2 mg/L, ενώ η συγκέντρωση ολικού αζώτου των δειγμάτων εμφάνισε ικανοποιητικά όρια τιμών μεταξύ 24 ± 0,2 και 150 ± 2 mg/L. Αναφορικά με τις συγκεντρώσεις μετάλλων, τα υγρά δείγματα αποβλήτων εμφάνισαν μόνο ψευδάργυρο (Zn) με τιμές που κυμάνθηκαν μεταξύ 0,15±0,02 και 0,2±0,02 mg/L, ενώ βρέθηκαν σημαντικές τιμές ιχνοστοιχείων, κυρίως Na και Ca. Στερεό δείγμα αποβλήτου από τις διεργασίες παραγωγής, ελήφθη από τη βιοτεχνία αλλαντοποίησης. Τα πειραματικά αποτελέσματα για το στερεό απόβλητο είναι τα εξής: pH 5,3 ± 0,06, αγωγιμότητα 3,5 ± 0,03 mS, υψηλό ποσοστό υγρασίας 76 %, ολικά στερεά TS 24%, πτητικά στερεά VS 94% και υψηλό οργανικό φορτίο TOC: 60%. Αντίστοιχα με τις υψηλές τιμές οργανικού άνθρακα, παρατηρούμε και υψηλές τιμές σε ολικό άζωτο με τιμή 80±9 mg/g, σε φώσφορο 3.010±330 mg/kg, σε μέταλλα και ιδιαίτερα σε σίδηρο (Fe) με τιμή 9.500 ±850mg/kg και σε ιχνοστοιχεία κυρίως σε νάτριο (Na) 3.700±405 mg/kg, αλλά και σε ασβέστιο (Ca) όπου η τιμή βρέθηκε να είναι περίπου 4.570±500mg/kg.

Επιπλέον διερευνήθηκε ο υποκλάδος των ελαιοτριβείων. Όπως διαπιστώθηκε, η βιομηχανία παραγωγής και τυποποίησης ελαιολάδου οδηγεί στην παραγωγή υγρών και στερεών αποβλήτων με υψηλή οργανική φόρτιση. Το ρεύμα των υγρών αποβλήτων που εμφανίζει επιβαρυσμένο ρυπαντικό φορτίο προέρχεται από τον φυγοκεντρικό διαχωριστήρα. Το πιο δύσκολο διαχειρίσιμο απόβλητο της διαδικασίας είναι ο κατσίγαρος κυρίως εξαιτίας του υψηλού οργανικού φορτίου. Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των βιομηχανιών που μελετήθηκαν συμπεριλαμβάνει ένα στάδιο προεπεξεργασίας με λιποσυλλογή, εξουδετέρωση της οξύτητας, κροκίδωση, καθίζηση και ένα δεύτερο στάδιο εξάτμισης σε εδαφοδεξαμενές. Σημαντική περιβαλλοντική επιβάρυνση μπορεί να προκληθεί και από την ανεξέλεγκτη διάθεση του ελαιοπυρήνα. Κάτι τέτοιο ωστόσο δε γίνεται καθώς ο ελαιοπυρήνας αξιοποιείται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή πυρηνελαίου και πυρονόξυλου.

Όπως προέκυψε από τις εργαστηριακές αναλύσεις στα δείγματα υγρών αποβλήτων από ελληνικά ελαιοτριβεία 3-φάσεων, οι τιμές οργανικού φορτίου κυμαίνονται ως εξής: το BOD₅ από 25.500 ± 725 mg/L έως 35.300 ± 2.120 mg/L, το COD από 140.000 ± 1.500 mg/L έως 178.000 ± 7.000 mg/L και το TOC από 185 ± 15 mg/L έως 210±3 mg/L. Αναφορικά με τις τιμές του pH και της αγωγιμότητας των

υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων, αυτές κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα περίπου για όλα τα δείγματα. Συγκεκριμένα το pH κυμαίνεται μεταξύ 4,95 έως 5,1 και η αγωγιμότητα από $8,4 \pm 0,4$ mS/cm έως $8,60 \pm 0,5$ mS/cm. Οι συγκεντρώσεις ολικών αιωρούμενων στερεών των υγρών αποβλήτων από τα ελαιουργεία κυμαίνονται από 90 ± 7 mg/L έως 128 ± 4 mg/L, ενώ οι τιμές των πτητικών αιωρούμενων στερεών από 140 ± 28 mg/L έως 205 ± 7 mg/L. Τα διαλυτά στερεά των υγρών αποβλήτων από τα ελαιουργεία εμφάνισαν τιμές από 320 ± 175 mg/L έως 818 ± 273 mg/L. Ο ολικός άνθρακας των δειγμάτων των υγρών αποβλήτων από τα ελαιουργεία κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 185 ± 3 και 210 ± 15 mg/L. Η συγκέντρωση ολικού αζώτου των υγρών αποβλήτων από τα ελαιουργεία κυμαίνεται από $4,5 \pm 0,1$ mg/L έως $9 \pm 0,1$ mg/L. Χαρακτηριστικές είναι οι τιμές των χλωριόντων (Cl⁻), οι οποίες κυμαίνονται σε αρκετά υψηλές τιμές μεταξύ 1.100 ± 140 mg/L και 1.700 ± 115 mg/L, καθώς και η συγκέντρωση ολικού φωσφόρου των δειγμάτων με τιμές που κυμαίνονται μεταξύ 207 ± 11 mg/L και 330 ± 17 mg/L. Τέλος, σε υψηλές τιμές κυμαίνονται οι φαινόλες και συγκεκριμένα από 255 ± 27 mg/L έως 675 ± 23 mg/L και οι οποίες αποτελούν χαρακτηριστική ουσία του κασιόγαρου. Αναφορικά με τις συγκεντρώσεις μετάλλων, τα υγρά δείγματα αποβλήτων εμφάνισαν μόνο ψευδάργυρο (Zn) με τιμές που κυμαίνονται μεταξύ $2 \pm 0,2$ και $2,5 \pm 0,3$ mg/L. Αναφορικά με τα αποτελέσματα των στερεών αποβλήτων των ελαιουργείων (ελαιοπυρήνα), μετρήθηκαν υψηλές τιμές σε ολικά στερεά και σε ολικό οργανικό άνθρακα. Τα εργαστηριακά αποτελέσματα για τα στερεά απόβλητα είναι τα εξής: pH: $5,3 \pm 0,3$ - $5,4 \pm 0,04$, αγωγιμότητα: $2,3 \pm 0,20$ - $2,8 \pm 0,2$ mS, υγρασία: 48% - 54%, ολικά στερεά: 46 % - 53%, πτητικά στερεά: 97% - 98,5% και οργανικός άνθρακας: 55 % - 63%. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα δείγματα ελαιοπυρήνα παρουσίασαν σημαντικά υψηλές τιμές σε φώσφορο 990 - 1430 mg/kg, σε μέταλλα και ιδιαίτερα σε σίδηρο (Fe) με τιμή 8.045 ± 885 mg/kg και σε ιχνοστοιχεία κυρίως σε κάλιο (K) 7.170 ± 790 - 9.520 ± 1.050 mg/kg και σε ασβέστιο (Ca) 4.130 ± 450 - 4.280 ± 470 mg/kg.

Τέλος, η βιομηχανία των γαλακτοκομικών προϊόντων οδηγεί στην παραγωγή υγρών αποβλήτων που χρήζουν διαχείρισης. Η ποιότητα των αποβλήτων παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις ρυπαντικού φορτίου με πολύ υψηλές τιμές για τις μονάδες παραγωγής τυριού, ιδιαίτερα όταν απορρίπτεται το τυρόγαλο ή ο ορός λακτόζης. Όπως προέκυψε από τις εργαστηριακές αναλύσεις στα δείγματα υγρών αποβλήτων από τις ελληνικές βιομηχανίες γαλακτοκομικών προϊόντων, αυτά περιέχουν αραιώσεις γάλακτος και προϊόντα γάλακτος, απορρυπαντικά και χημικά καθαρισμού υπολειμμάτων γάλακτος. Χαρακτηρίζονται κυρίως από υψηλό οργανικό φορτίο (διακύμανση τιμών COD: 3.240 ± 78 - 3.800 ± 72 mg/L, διακύμανση τιμών TOC: $165 \pm 1,0$ - 1.025 ± 5 mg/L), υψηλές συγκεντρώσεις στερεών και διακυμάνσεις των τιμών pH. Γενικά το pH των δειγμάτων κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών 4,2-8 και η αγωγιμότητα μεταξύ 1,2 - 8,4 mS/cm. Οι τιμές του BOD₅, κυμαίνονται από 1.170 ± 260 έως 1.480 ± 280 mg/L, με τη μέση τιμή να είναι 1.330 mg/L, η οποία και αποτελεί μέση τιμή των ρυπαντικών παραμέτρων των ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων τυπικής γαλακτοβιομηχανίας μεσαίου μεγέθους, σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα. Αντίστοιχα με τις τιμές του υψηλού οργανικού φορτίου, παρατηρούμε και υψηλές συγκεντρώσεις ολικών αιωρούμενων στερεών στις βιομηχανίες γάλακτος. Οι τιμές των TSS κυμαίνονται μεταξύ 510 ± 110 - 1810 ± 68 mg/L, ενώ οι τιμές των TDS κυμαίνονται μεταξύ 1340 ± 53 - 2080 ± 46 mg/L. Τα ολικά στερεά (TS) των υγρών αποβλήτων εμφάνισαν μέση τιμή ίση με 4320 ± 620 mg/L, εκ των οποίων το μεγαλύτερο μέρος είναι διαλυτά στερεά (TDS). Ο ολικός άνθρακας (TC) των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ των τιμών $430 \pm 2,5$ και 1025 ± 5 mg/L. Η συγκέντρωση ολικού αζώτου των δειγμάτων εμφάνισε τιμές που κυμάνθηκαν από $5,5 \pm 0,1$ έως 100 ± 1 mg/L, ενώ τα χλωριόντα (Cl⁻) κυμαίνονται σε τιμές μεταξύ 150 ± 2 έως 700 ± 18 mg/L, γεγονός που αποκαλύπτει χρήση χημικών καθαρισμού για απολύμανση. Αναφορικά με τις συγκεντρώσεις μετάλλων, στα δείγματα ανιχνεύτηκε μόνο ψευδάργυρος (Zn) με τιμές που κυμαίνονται από $0,09 \pm 0,01$ έως $0,6 \pm 0,07$ mg/L, κάτι το οποίο είναι αναμενόμενο. Σχετικά με τις τιμές

των ιχνοστοιχείων τα δείγματα εμφάνισαν σημαντικές τιμές σε K, Na, Ca και Mg, με υψηλότερες τις τιμές του νατρίου και στα τρία δείγματα.

Τα πειραματικά αποτελέσματα για τον ορρό τυρογάλακτος είναι τα εξής: COD: 386.000 ± 17.680 mg/L, TOC: 109.760 ± 660 mg/L, BOD₅: 160.750 ± 40.660 mg/L και pH: $4,3 \pm 0,3$. Επιπλέον η αγωγιμότητα που παρουσίασε το δείγμα είναι $8,5 \pm 0,04$ mS. Λόγω του πολύ υψηλού ρυπαντικού φορτίου η απόρριψη αυτού του ρεύματος είναι απαγορευτική και κρίνεται απαραίτητη η επεξεργασία του, πριν την τελική διάθεση. Αντίστοιχα με τις τιμές του υψηλού οργανικού φορτίου, μετρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις ολικών αιωρούμενων στερεών TSS: 11.850 ± 3.160 mg/L και συγκεντρώσεις πτητικών αιωρούμενων στερεών VSS: 10.50 ± 2.775 mg/L, το οποίο είναι αναμενόμενο εξαιτίας της σύστασής του. Αξίζει να αναφερθεί ότι ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης ολικών στερεών TS και ολικών διαλυτών στερεών TDS κατέστη ανέφικτος, διότι το δείγμα κήκε κατά την πειραματική διαδικασία. Ο ολικός άνθρακας (TC) του δείγματος ορρού είναι 110.670 ± 680 mg/L, ενώ η συγκέντρωση ολικού αζώτου TN: 160 ± 2 mg/L. Οι τιμές του δείγματος σε ορθο-φωσφορικά είναι PO₄-P: 17.800 ± 260 mg/L, γεγονός απόλυτα σύμφωνο με βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με την πλούσια σύσταση του τυρόγαλου σε φώσφορο, ασβέστιο και νάτριο, αλλά φτωχό σε ψευδάργυρο (Zn) όπως διαπιστώθηκε και πειραματικά. Αναφορικά με τα χλωριόντα (Cl⁻), η μέση τιμή μετρήθηκε ίση με 4.200 ± 170 mg/L, γεγονός που αποκαλύπτει εκτεταμένη χρήση απορρυπαντικών στη συγκεκριμένη γραμμή αποβλήτων.

Με βάση τα αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων που διεξάχθηκαν οι βιομηχανίες που μελετήθηκαν πληρούν τα κριτήρια επεξεργασίας και εναπόθεσης των αποβλήτων τους βάσει του ισχύοντος νομικού θεσμικού πλαισίου. Ωστόσο διαπιστώνεται πως υπάρχει πεδίο για καλύτερη διαχείριση και αξιοποίηση των παραγόμενων αποβλήτων, ώστε να επιτευχθεί μεγαλύτερη μείωση του αποτυπώματος νερού και άνθρακα, μέσω του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας ενώ με οικονομικά κίνητρα από την πολιτεία μπορούν να αντιμετωπιστούν από τη βιομηχανία ως ευκαιρία για περαιτέρω ανάπτυξη.

Στο πλαίσιο αυτό για περαιτέρω βελτίωση της διαχείρισης των υγρών αποβλήτων που προέρχονται από τον κλάδο των σφαγείων και των αλλαντοποιιών, αλλά και αξιοποίησης των αποβλήτων τους προτείνονται:

- Η τοποθέτηση ειδικών διάτρητων εξαρτημάτων πριν από τα διάτρητα πατώματα, με σκοπό να διασφαλισθεί ότι γίνεται κατακράτηση στερεών και έτσι αποφεύγεται η παράσυρσή τους στα υγρά απόβλητα.
- Η απομάκρυνση λιπών με παγίδα λίπους.
- Η τοποθέτηση φρεατίων με σχάρες (διαμέτρου μικρότερης των 6 mm) ή σιφώνια ώστε τα στερεά υλικά να μην αναμειγνύονται με τα υγρά απόβλητα.
- Η παροχή νερού με ελεγχόμενη πίεση μέσω ακροφυσίων, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η κατανάλωση νερού.
- Η διοργάνωση επιμορφωτικών σεμιναρίων, με σκοπό την πληρέστερη κατάρτιση του προσωπικού σχετικά με τον έλεγχο της ρύπανσης.
- Χρήση των ΖΥΠ και ιδιαιτέρως του αίματος για εφαρμογές στη φαρμακοβιομηχανία και την παραγωγή ζωοτροφών.
- Χρήση του κολλαγόνου των οστών για παραγωγή ζελατίνης με εφαρμογές στη βιομηχανία καλλυντικών και φαρμακευτικών προϊόντων.

Για περαιτέρω μείωση του ρυπαντικού φορτίου και γενικότερη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των ελαιουργείων προτείνονται τα ακόλουθα:

- Στις περιπτώσεις που εφαρμόζεται η πρακτική της εναπόθεσης σε ανοικτές δεξαμενές προτείνεται η τοποθέτηση δεξαμενής εξουδετέρωσης και η βέλτιστη διαχείρισή της. Η δεξαμενή εξουδετέρωσης είναι από τις πλέον σημαντικές αφού εκεί επιτυγχάνεται εξουδετέρωση οξύτητας και οσμών. Η προσθήκη γάλακτος ασβέστου, προτείνεται να γίνεται με συνεχή ανάδευση με ηλεκτροκίνητο αναδευτήρα. Στη συνέχεια ακολουθεί η δεξαμενή καθίζησης. Η λύς που συγκεντρώνεται στη δεξαμενή καθίζησης πρέπει να απομακρύνεται περιοδικά με ειδικό σύστημα και να διατίθεται σε κλίνες ξήρανσης ή να διατίθεται για κατάλληλη επεξεργασία η οποία να διασφαλίζει ενδεχόμενη τοξικότητα.
- Να χρησιμοποιείται πυρηνόξυλο για τις ενεργειακές ανάγκες έκαστου ελαιοτριβείου, ώστε να επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας.
- Προτείνεται η μετατροπή των τριφασικών ελαιουργείων σε διφασικά, εφόσον δεν υπάρχουν ανυπέβλητα τεχνικά προβλήματα. Μια τέτοια κατεύθυνση προωθείται και βάσει των όσων ορίζονται στην *ΚΥΑ 145116/2011 - Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις (ΦΕΚ 354/Β/8.3.2011)*. Μεταξύ άλλων η μετατροπή αυτή συναντά εμπόδια εξαιτίας της έλλειψης επαρκούς αριθμού πυρηνελαιουργείων κατάλληλων να επεξεργαστούν τον υγρό ελαιοπυρήνα. Το κόστος μετατροπής των ελαιοτριβείων είναι μικρό με αποτέλεσμα να μην αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα, κατά συνέπεια η προσπάθεια μετατροπής των ελαιοτριβείων είναι δυνατή με απαραίτητη προϋπόθεση τη στήριξη του εγχειρήματος από την Πολιτεία μέσω επιχορηγήσεων για την κατασκευή αντίστοιχων πυρηνελαιουργείων.
- Προτείνεται η επεξεργασία του κασίγαρου για ανάκτηση αντιοξειδωτικών ουσιών και πηκτίνων, για ποικίλες εφαρμογές στη φαρμακοβιομηχανία και τη βιομηχανία τροφίμων.
- Προτείνεται η ενεργειακή αξιοποίηση των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων με τη μέθοδο της αναερόβιας χώνευσης για παραγωγή βιοαερίου.

Αναφορικά με τα απόβλητα του κλάδου 10.5 από ελληνικές βιομηχανίες, τα αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων ήταν σε συμφωνία με τα βιβλιογραφικά δεδομένα. Αν και εφαρμόζονται μέθοδοι διαχείρισης των υγρών αποβλήτων, στη συνέχεια δίνονται προτάσεις για την καλύτερη διαχείριση αυτών από τις γαλακτοβιομηχανίες και συγκεκριμένα:

- Σε περιπτώσεις μικρών τυροκομείων προτείνεται η από κοινού λειτουργία μιας μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με προτεραιότητα στη μέθοδο της αναερόβιας χώνευσης ως βιολογική επεξεργασία. Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να πραγματοποιηθεί και η συνεπεξεργασία με άλλα απόβλητα οργανικής φύσεως.
- Προτείνεται η αξιοποίηση του ορρού τυρογάλακτος για παραγωγή πρωτεϊνικού συμπυκνώματος, ως πρόσθετο συστατικό τροφίμων, η οποία θα μπορούσε να επιχορηγηθεί από τον κρατικό μηχανισμό. Επιπλέον συστατικό από το τυρόγαλο αποτελεί η λακτόζη με ποικίλες χρήσεις σε συμπληρώματα διατροφής.
- Προτείνεται η επεξεργασία του τυρογάλακτος για την παραγωγή αιθανόλης.
- Προτείνεται η ενεργειακή αξιοποίηση του ορρού τυρογάλακτος με διεργασία αναερόβιας χώνευσης για παραγωγή υδρογόνου και μεθανίου.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αγγέλη Ε (2014) Διπλωματική εργασία, «Αποτύπωση της υφιστάμενης διαχείρισης αποβλήτων από Βιομηχανικές Μονάδες Παραγωγής Ελαιολάδου και Επεξεργασίας Γάλακτος- Δυνατότητες αξιοποίησης», ΕΜΠ

Αδαμοπούλου Η., Σεπετζή Ε. (2013), Μεταπτυχιακή Εργασία, «Αγροτική ανάπτυξη και πρακτικές εξοικονόμησης νερού στη γεωργία» Επιστήμη & Τεχνολογία Υδατικών Πόρων, ΕΜΠ

Ανδριόπουλος Π. (2011) Μεταπτυχιακή εργασία, «Παραγωγή Βιοαερίου και Λιπάσματος από τα απορρίμματα κοτόπουλων-σχεδιασμός, διεξαγωγή και περιβαλλοντική Ανάλυση. Η περίπτωση του Δήμου Μεγάρων», ΕΜΠ

Βαρζαράκου Μ (2010), Διδακτορική διατριβή «Μελέτη του φαινομένου της αυτόλυσης και της μορφολογίας του μύκητα BLAKESLEA TRISPORA κατά την παραγωγή β-καροτενίου από τυρόγαλα σε ζύμωση βυθού», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/κης.

Βενετσάνεας Ν (2012), Διδακτορική διατριβή «Ανάπτυξη διβάθμιου συστήματος βιοτεχνολογικής παραγωγής υδρογόνου και μεθανίου από απόβλητα τυροκομείου», Πανεπιστήμιο Πατρών

Βίγκλας Π.(2007), ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑΣ «ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ Μια εκπαιδευτική προσέγγιση»

Βολικάκη Χ (2008), Μεταπτυχιακή εργασία, «Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών και στερεών αποβλήτων ελαιοτριβείων», Πολυτεχνείο Κρήτης

Βουρεξάκη Α. (2012), Πτυχιακή εργασία «Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιουργείων στο νομό Ηρακλείου», Τμήμα Μηχανολογίας Κρήτης

Γεωργακόπουλος Δ. (2012), Μεταπτυχιακή Εργασία, «Η αγορά γαλακτοκομικών προϊόντων στην Ελλάδα και σύνδεση με τη διεθνή αγορά. Μια μικροοικονομική και μακροοικονομική προσέγγιση».

Γεωργιοπούλου Μ. (2007), Διδακτορική Διατριβή, «Ανάπτυξη Μεθόδων για την Επιλογή της Καλύτερης Διαθέσιμης Τεχνολογίας για την Επεξεργασία Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων».

Γριζόπουλος Ε. (2012), Πτυχιακή εργασία «χαρακτηριστικά & τρόποι επεξεργασίας των αποβλήτων από βιομηχανίες τροφίμων»

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. (2014) Παραδοτέο 1-1: «Αποτύπωση, ανάλυση και αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης στην Ελλάδα αναφορικά με τη διαχείριση των οργανικών αποβλήτων που παράγονται από τις εν λόγω βιομηχανίες τροφίμων. Κατανάλωση ενέργειας και νερού ανά κατηγορία βιομηχανίας τροφίμων». Έργο ΑΡΙΣΤΕΙΑ FOODINBIO/2915.

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. (2014) Παραδοτέο 1-2: «Ανασκόπηση των τεχνολογιών βιολογικής επεξεργασίας που εφαρμόζονται παγκοσμίως για τη διαχείριση των οργανικών αποβλήτων που παράγονται από βιομηχανίες τροφίμων. Αναφορά βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών διαχείρισης ανά κατηγορία βιομηχανίας τροφίμων». Έργο ΑΡΙΣΤΕΙΑ FOODINBIO/2915.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2014), «Παράρτημα στην ανακοίνωση της επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό κοινοβούλιο, το συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή οικονομική και κοινωνική επιτροπή και την επιτροπή των περιφερειών» Πρόγραμμα εργασίας της Επιτροπής για το 2015

Ζακούρα Μαρία (2013) Μεταπτυχιακή εργασία, «ανάπτυξη ταχύρρυθμου αναερόβιου συστήματος αξιοποίησης αποβλήτων ελαιοτριβείου», Πανεπιστήμιο Πατρών

- Ζάγκλης Δ (2012), Μεταπτυχιακή Εργασία «Επεξεργασία αγροτο-βιομηχανικών αποβλήτων και απομόνωση πολυφαινολών με τεχνολογία μεμβρανών», Πανεπιστήμιο Πατρών
- Θωμαΐδου Φ, Ίδρυμα Οικονομικών & Βιομηχανικών ερευνών, facts & Figures, 2013.
- Θωμαΐδου Φ, Ίδρυμα Οικονομικών & Βιομηχανικών ερευνών, facts & Figures, 2014.
- Καραδήμα Κ. (2009) Εκτίμηση της τοξικότητας διαφόρων σταδίων επεξεργασίας αποβλήτων τυροκομικών μονάδων με χρήση βιοδεικτών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας Τομέας Βιολογίας Ζώων.
- Καττή Π. (2010) Μεταπτυχιακή διατριβή «Πειραματική διερεύνηση παραγωγής βιοαερίου από μίγματα τυρογάλακτος με υγρά από μηχανικό διαχωρισμό αποβλήτων χοιροστασίου διαφορετικής πυκνότητας στη μεσόφιλη περιοχή», Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Κόλλα Χ (2009), Διπλωματική εργασία «Τρόποι διαχείρισης των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων για το νομό της Κέρκυρας», Πολυτεχνείο Κρήτης
- Κοψαχείλης Α (2009), Μεταπτυχιακή διατριβή «Αναερόβια χώνευση αποβλήτων ελαιοτριβείου σε ένα περιοδικό αναερόβιο αντιδραστήρα με ανακλαστήρες και κλάσματοποίηση των εκροών», ΕΜΠ
- Λέκκα Θ. (2013), Πτυχιακή εργασία «Επεξεργασία υγρών αποβλήτων», Τμήμα Μηχανολογίας Κρήτης
- Λοϊζίδου Μ., 2014, «Η βιομηχανική συμβίωση ως μοχλός βιώσιμης ανάπτυξης».
- Λουκάκης Χ. (2010), Διδακτορική Διατριβή με θέμα: Αποτοξικοποίηση αποβλήτων ελαιοτριβείων με οξειδωτικές διαδικασίες Fenton, Ιούλιος, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Λούλη Β Δρ. Χημικός Μηχανικός, ΕΜΠ, Κωστής Μαγουλάς Δρ. Χημικός Μηχανικός - Οικονομολόγος, Καθηγητής ΕΜΠ, «Διαχείριση Αποβλήτων Πτηνοτροφείων», άρθρο στο http://www.zookomos.gr/index.php?view=article&catid=42%3A2011-09-16-07-03-31&id=295%3A2013-02-22-12-34-14&format=pdf&option=com_content&Itemid=145
- Λουτατίδου Σ.(2012), Επίδραση των αντιδράσεων Fenton στην ενεργότητα της αναερόβιας χώνευσης υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου, ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ (ΕΜΠ), ΤΟΜΕΑΣ IV: ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ, Αθήνα
- Μακρογιαννάκης Δ. (2006), Πτυχιακή εργασία «Υγρά Απόβλητα Ελαιοτριβείων-μηχανικοί και χημικοί τρόποι επεξεργασίας», ΤΕΙ Καβάλας
- Μαλανδράκη Ε (2008), Μεταπτυχιακή διατριβή «Μέθοδοι επεξεργασίας ορού γάλακτος», Πολυτεχνείο Κρήτης
- Μπλίκια Νεκ. (2007) Συνδυασμένη βιολογική επεξεργασία υγρών αποβλήτων. Ημερίδα «Αξιοποίηση Υγρών Αποβλήτων Ελαιουργίας» Διοργάνωση: ΕΤΑΤ ΑΕ, ΕΘΙΑΓΕ, Πανεπιστήμιο πατρών, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ΙΤΕ, 22 Φεβρουαρίου 2007, Καλαμάτα.
- Νέσσερης Γ (2008), Διπλωματική Εργασία «Συνεπεξεργασία Αστικών-Ελαιουργικών Αποβλήτων με Συστήματα Ενεργού Ιλύος-Κονιοποιημένου Ενεργού Άνθρακα (AS – PACT), Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Νικολαΐδης Ν, Καλογεράκης Ν, «Μέτρα Φιλικά Προς το Περιβάλλον: 10 Εναλλακτικές Προτάσεις Επεξεργασίας Αποβλήτων Ελαιουργείων»
- Νικολάου Γ. (2013), Πτυχιακή εργασία «Μελέτη της ανάπτυξης μικροοργανισμών σε τυροκομικά απόβλητα για βέλτιστη παραγωγή αιθανόλης και γαλακτικού οξέος», Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

- Νταρακάς Ε.(2006), Επεξεργασία Βιομηχανικών Αποβλήτων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμ. Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας, Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος.
- Οιχαλιώτης, Κ. Δ. και Γ. Ζερβάκης, (1999), Τα απόβλητα και παραπροϊόντα των ελαιοτριβείων δύο και τριών φάσεων. Μια αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης.
- Όρλη Ε. (2014), Μεταπτυχιακή Εργασία, «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Οργανικών Αποβλήτων σε βιομ. Τροφίμων – Προτάσεις Εφαρμογής ορθής διαχείρισης & αγιοποίησης σε κλάδους της Ελληνικής Βιομηχανίας τροφίμων» .
- Πετρωτός Κ, Παραδοτέο (2012) ΠΕ 4.1, Αρχιμήδης ΙΙΙ, «Ανάπτυξη μεθόδου ολικής αξιοποίησης αποβλήτων ελαιοτριβείου για παραγωγή βιο-δραστικών ουσιών υψηλής προστιθέμενης αξίας και αγρο-υλικών» α.α. «08»
- Πρωιμάκη Σ. (2007), Μεταπτυχιακή Εργασία: Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων Σφαγείων, Εθνικό Μετσόβιο πολυτεχνείο – Πανεπιστήμιο Πειραιά
- Ρεβενιώτης Δ (2006) «Σχεδιασμός, Εγκατάσταση & Λειτουργία πειραματικής μονάδας φυσικού συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων με βραδεία εφαρμογή στο έδαφος»
- Σταυρουλάκης Γ (2012), Πτυχιακή εργασία «Κομποστοποίηση κτηνοτροφικών αποβλήτων με απόβλητα ελαιοτριβείων», Τμήμα Μηχανολογίας Κρήτης
- Σπυρούδη Α (2012), Μεταπτυχιακή Διατριβή «Παραγωγή βιοαερίου από εκχύλισμα ημι-κομποστοποιημένων στερεών πτηνοτροφικών αποβλήτων με τυρόγαλα στη μεσόφιλη περιοχή.Τεχνικο-οικονομική διερεύνηση εφαρμογής των αποτελεσμάτων σε τυροκομείο στην Αργολίδα.», Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Στεργίου Ε. (2008), Διπλωματική εργασία «Η πολιτική της ΕΕ για την αειφόρο ανάπτυξη: Η στρατηγική του Γκέτεμποργκ», Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Συβίλλα ΕΠΕ (2007), Ανασκόπηση - Παρουσίαση υφιστάμενης κατάστασης στην Ελλάδα, καταγραφή και παρουσίαση των τεχνολογιών επεξεργασίας και διάθεσης.
- Τουλιάτου Ι. (2012), Ενεργειακή κατανάλωση σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων. Ανάλυση περίπτωσης εγκατάστασης επεξεργασίας αποβλήτων γαλακτοβιομηχανίας ΦΑΓΕ και ΕΕΛ ΒΥΤΙΝΑΣ, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος», Αθήνα.
- Τσακνίδης Δ & ΣΙΑ Ο.Ε (2011), «Παραγωγή Πολυφαινολών Υψηλής Προστιθέμενης Αξίας από Απόβλητα Ελαιοτριβείου»
- Τσίμας Εμμ. (2008)., Διδακτορική Διατριβή, «Παραγωγή ενέργειας από υγρά απόβλητα τυροκομείων».
- Χριστοδούλου Α, Πολιτικός Μηχανικός, Ν. Νικολαΐδη και Κινύρα Center Point,, 2013, Μελέτη εκτίμησης των επιπτώσεων στο περιβάλλον από την ανέγερση ελαιοτριβείου στην περιοχή Χολέτρια της Πάφου.

Ξένη Βιβλιογραφία

Ana Robles et al, 2000, Biomass production and detoxification of wastewaters from the olive oil industry by strains of Penicillium isolated from wastewater disposal ponds

- Arvanitoyannis I. and Ladas D. (2008). Book chapter: *Meat Waste Management: Treatment Methods and Potential Uses of Treated Waste*, In Book: Ioannis S. Arvanitoyannis, *Waste Management for the Food Industries*, Elsevier Inc.
- Beare-Rogers, J.; Dieffenbacher, A.; Holm, J.V. (2001). "Lexicon of lipid nutrition (IUPAC Technical Report)". *Pure and Applied Chemistry* 73 (4): 685–744.
- Bazrafshian et al, (2012) 'Slaughterhouse Wastewater Treatment by Combined Chemical Coagulation and Electrocoagulation Process'*
- Bhatnagar et al (2014), Valorization of solid waste products from olive oil industry as potential adsorbents for water pollution control—a review.
- Dairy Australia, Australian Dairy Manufacturing Industry Sustainability Report 2007/08
- D.H. Laughland (2014), "The Nature of a Reddish Pigment Occurring in the Bones of Cattle" *Canadian journal of comparative medicine and veterinary science* 12/1951; 15(11):261-7.
- European Commission, 2006, Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries.
- Fernández-Bolaños et al (2006), «Potential use of olive by-products», Food Biotechnology Department, Instituto de la Grasa (CSIC), Spain
- Fountoulakis, M.S., et al. (2002), Removal of phenolics in olive mill wastewaters using the white-rot fungus *Pleurotus ostreatus*. *Water Research*, 36(19): p. 4735-4744.
- García García, I., Jiménez Peña, P. R., Bonilla Venceslada, J. L., Martín Martín, A., Martín Santos, M. A. & Ramos Gomez, E. (2000). Removal of phenol compounds from olive mill wastewater using *Phanerochaete chrysosporium*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus* and *Geotrichum candidum*. *Process Biochemistry*, 35:751-758
- ICAP (2014), «Κλαδική Μελέτη: Γάλα»
- ICAP Μάιος 2011, «Κλαδική μελέτη για το κρέας»
- Khoufi S., F. Aloui and S. Sayadi (2008). Extraction of antioxidants from olive mill wastewater and electro-coagulation of exhausted fraction to reduce its toxicity on anaerobic digestion, *J Hazard Mater* 151(2-3), 531–539.
- Kosaric, N., Asher, Y. J., (1985), *Adv. Biochem. Engg.*, vol. 19
- Kosseva M. (2009), *Processing of Food Wastes*, pages 58-123
- Koutrotsios G and Zervakis I, 2014, Comparative Examination of the Olive Mill Wastewater Biodegradation Process by Various Wood-Rot Macrofungi
- Leouifoudil et al (2014), Identification and characterisation of phenolic compounds extracted from Moroccan olive mill wastewater
- Mekki A., A. Dhouib and S. Sayadi (2007). Polyphenols dynamics and phytotoxicity in a soil amended by olive mill wastewaters, *J Environ Manage* 84, 134–140.
- Mitsch, William J., Gosselink, James G. (1993) *Wetlands*. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, Wetland management
- National Bank Of Greece sectoral report 2015, « Olive Oil: Establishing the Greek brand».

Paredes M.J., M. Monteoliva-Sanochez, E. Moreno, J. Perez, A. Ramos-Cormenzana and J. Martinez (1986). Effect of waste waters from olive oil extraction plants on the bacterial population of soil, *Chemosphere* 15, 659–664.

P. Blázquez et al, 2002, Olive Oil Mill Waste Waters Decoloration and Detoxification in a Bioreactor by the White Rot Fungus *Phanerochaete flavidoides*

SPÄLÄTTELU(Vicol)(2012), Biotechnological valorisation of whey.

The UNEP Working Group for Cleaner Production in the Food Industry, Environmental Management Centre, The University of Queensland, St Lucia, Penny Prasad, Robert Pagan, Michael Kauter and Nicole Price, « Eco-efficiency for the Dairy Processing Industry» .

Valta K., Kosanovic T., Malamis D., Moustakas K., Loizidou M. (2013). Overview of water usage and wastewater management in the Food and Beverage Industry, In Press: Desalination and water treatment, science and engineering.

Valta et al, 2015, Adding value to olive oil production through waste and wastewater treatment and valorisation: the case of Greece.

Valta et al, 2015, Valorisation Opportunities Related to Wastewater and Animal By-Products, Exploitation by the Greek Slaughtering Industry: Current Status and Future Potentials.

Valta et al, 2013, Water consumption and wastewater generation and treatment in the Food and Beverage Industry

V. B. Brião I, *; C. R. Granhen Tavares II, 2007, Effluent generation by the dairy industry: preventive attitudes and opportunities.

Yves, V. 1979. Le lactoserum. Matière première noble pour les industries alimentaires humaines et animales, *Revue Laitière Française*, vol. 372, pp. 27-39.

Zaharaki D. and K., Komnitsas (2009). Existing and emerging technologies for the treatment of olive oil mill wastewaters, International Conference AMIREG 2009 “Towards sustainable development: Assessing the footprint of resource utilization and hazardous waste management” Athens, Greece, 7 - 9 September.

Ιστολόγιο

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος, 2008, *Στατιστική Ταξινόμηση Οικονομικών Δραστηριοτήτων, Δομή και Τίτλοι (ΣΤΑΚΟΔ 2008)*, Διαθέσιμο: <http://issuu.com/kadgr/docs/stakod2008>

Σφαγεία - Επεξεργασία Κρεάτος, <http://www.enya.gr/>

ΥΠΕΚΑ. (2015): <http://ypeka.plexscape.com>

Φάρμα Μπέλλα: <http://www.bellameat.gr/content.php?catid=6&lan=gr>

EU project REWAGEN, <http://www.rewagen.eu/index.html>

Michael Winkler, Αναλογίες θρεπτικών ουσιών στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων, www.hach-lange.gr

<http://www.patris.gr/archive/2002/11/23/9th.html>

<http://www.ppellados.gr/index.php/el/2011-03-31-14-34-10/2011-04-07-10-52-08/2011-04-22-06-37-40/item/97-%CF%85%CE%B3%CF%81%CE%AC-%CE%B1%CF%80%CF%8C%CE%B2%CE%BB%CE%B7%CF%84%CE%B1->

[%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%B2%CE%B5%CE%AF%CF%89%CE%BD-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B5%CF%86%CE%B9%CE%BA%CF%84%CE%AD%CF%82-%CE%BB%CF%8D%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82-%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7%CF%82?tmpl=component&print=1](#)

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69400/anaerobic-digestion-strat-action-plan.pdf

New technologies: the dairy industry, <http://www.oilgae.com/>

Slaughterhouses , <http://www.fao.org/wairdocs/lead/x6114e/x6114e04.htm>

<http://www.iama.gr/ethno/mytilini/moulas.html>

<http://www.agroenergy.gr/>

<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>

<http://ec.europa.eu/>

<http://www.elogak.gr/>

<http://www.elinyae.gr/>

<http://www.foodbites.eu/j15/el/trofima/diergasies/1452-olive-oil-process>

http://www.gcsel.gr/index.asp?a_id=264&txt=y&show_sub=1

<http://www.qmscotland.co.uk/sites/default/files/Topic7%2BBlood%2B27May.pdf>

<http://www.bbc.com/news/science-environment-13670184>

<http://www.kavalanews.gr/3158-nekros-voskos-se-apovlita-elaiotriveioy-platanotopo-kavalas-kataggelia-toxiki-vomva-apeilei>

<http://agonaskritis.gr/%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%B6%CE%B7%CF%84%CE%B5%CE%AF%CF%84%CE%B1%CE%B9-%CE%BB%CF%8D%CF%83%CE%B7-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82-7-500-%CF%84%CF%8C%CE%BD%CE%BF%CF%85%CF%82-%CE%B1%CF%80%CF%8C/>

<http://westcity.gr/2015/12/kataggelia-alissos-pelaiotriveia/>

<http://www.sedik.gr/>

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+REPORT+A8-2015-0187+0+DOC+XML+V0//EL>

Νόμοι/Κανονισμοί

Biomass Energy, Κανονισμός 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου: <http://www.biomassenergy.gr/articles/legislation/agriculture/4908-kanonismos-1069-2009-toy-eyrwpaikoy-koinoboylioy>

Ελληνική Δημοκρατία, Νόμος 4042/2012 -Ποινική προστασία του περιβάλλοντος - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/EK - Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/EK - Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Διαθέσιμος σε: <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=7Z1up05Xrto%3D&>

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Απόφαση 2000/532/EK της Επιτροπής, της 3ης Μαΐου 2000, για αντικατάσταση της απόφασης 94/3/EK για τη θέσπιση καταλόγου αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο 1 στοιχείο α) της οδηγίας 75/442/EOK του Συμβουλίου και της απόφασης 94/904/EK του Συμβουλίου για την κατάρτιση καταλόγου επικίνδυνων αποβλήτων κατ' εφαρμογή του άρθρου 1 παράγραφος 4 της οδηγίας 91/689/EOK του Συμβουλίου για τα επικίνδυνα απόβλητα, Διαθέσιμη σε: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:226:0003:0003:EL:PDF>

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο, Οδηγία 94/62/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 20ης Δεκεμβρίου 1994 για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας, Διαθέσιμη σε: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:01994L0062-20130228&qid=1397569099399&from=EN>

Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 142/2011 της Επιτροπής της 25ης Φεβρουαρίου 2011 για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και για την εφαρμογή της οδηγίας 97/78/EK του Συμβουλίου όσον αφορά ορισμένα δείγματα και τεμάχια που εξαιρούνται από κτηνιατρικούς ελέγχους στα σύνορα οι οποίοι αναφέρονται στην εν λόγω οδηγία.

Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 68/2013 της Επιτροπής της 16ης Ιανουαρίου 2013 για τον κατάλογο πρώτων υλών ζωοτροφών
http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/zwotrofes/kan68_2013_katylon.pdf

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1069/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 21ης Οκτωβρίου 2009 περί υγειονομικών κανόνων για ζωικά υποπροϊόντα και παράγωγα προϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 (κανονισμός για τα ζωικά υποπροϊόντα). Διαθέσιμο σε: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:300:0001:0033:EL:PDF>

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 853/2004, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) Αριθ. 853/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 29ης Απριλίου 2004 για τον καθορισμό ειδικών κανόνων υγιεινής για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:139:0055:0205:EL:PDF>

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ.1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3ης Οκτωβρίου 2002 για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:273:0001:0001:EL:PDF>

Νόμος 4042/2012 -Ποινική προστασία του περιβάλλοντος - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/EK - Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/EK - Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής

Οδηγία 2008/98/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19ης Νοεμβρίου 2008, για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών, ΕΕ L 312 της 22/11/2008. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:01:el:HTML>

Συμβούλιο Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (1991), Οδηγία 91/271/EOK του Συμβουλίου της 21ης Μαΐου 1991 για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0271:EL:HTML>

Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Οδηγία 1999/31/EK του Συμβουλίου της 26ης Απριλίου 1999 περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων. Διαθέσιμη σε: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/ALL/?uri=CELEX:31999L0031>

ΥΠΕΧΩΔΕ, «Η Οδηγία 96/61/EK για την Ολοκληρωμένη Πρόληψη και Περιορισμό της Ρύπανσης (IPPC) και οι Ελληνικές Προτάσεις για τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές – Βιομηχανία Τροφίμων», <https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.minenv.gr%2F4%2Fypexode4%2Fdocs%2Ftrofima.doc&ei=8JxvUqzhFaiy0QXt4YDYCg&usg=AFQjCNHhP1BF-ImCOzZa4jE1YlKxOyHVA&sig2=hgd6Bc4S3zqjPL5h-o12w&bvm=bv.55123115,d.d2k>

ΥΠΕΧΩΔΕ. (2001). Η Οδηγία 96/61/EK για την Ολοκληρωμένη Πρόληψη και Περιορισμό της Ρύπανσης (IPPC) και οι Ελληνικές Προτάσεις για τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές – Βιομηχανία Τροφίμων, <https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.minenv.gr%2F4%2Fypexode4%2Fdocs%2Ftrofima.doc&ei=8JxvUqzhFaiy0QXt4YDYCg&usg=AFQjCNHhP1BF-ImCOzZa4jE1YlKxOyHVA&sig2=hgd6Bc4S3zqjPL5h-o12w&bvm=bv.55123115,d.d2k>

Εργαστηριακές μέθοδοι

Agilent 140/240/280 Series AA – User Guide, Agilent Technologies, 7th Edition, 2010.

EPA 350.1: Ammonia by Automated Colorimetry. Official Name: Nitrogen, Ammonia (Colorimetric, Automated Phenate)

EPA Method 120.1: Conductance by Conductivity Meter. Official Name: Conductance (Specific Conductance, umhos at 25°C)

EPA Method 150.1: pH in Water by Electrometric Method. Official Name: pH, Electrometric Method

EPA Method 354.1: Nitrite by Spectrophotometry. Official Name: Nitrogen, Nitrite (Spectrophotometric).

EPA Method 365.2: Phosphorus by Colorimetry. Official Name: Phosphorus, All Forms (Colorimetric, Ascorbic Acid, Single Reagent).

EPA Method 375.4: Sulfate by Turbidity. Official Name: Sulfate (Turbidimetric).

EPA Method 420.1: Phenols by Spectrophotometry. Official Name: Phenolics, Total Recoverable (Spectrophotometric, Manual 4-AAP with Distillation).

Flame Atomic Absorption Spectroscopy: Analytical Methods, Agilent Technologies, 8th Edition, 2010.

ISO 7890/1, Determination of nitrate, Part 1: 2,6-Dimethylphenol spectrometric method.

ISO 9297:1989 Water quality - Determination of chloride - Silver nitrate titration with chromate indicator (Mohr's method).

US Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Standard Methods, 21st edition, 2005.

Total Organic Carbon Analyser TOC-V_{CSH} User's Manual, Shimadzu Corporation 2001, Japan.

Εγχειρίδιο χρήσης Mettler Toledo MPC227

Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας (ΜΠΕΤ) (2010) Οδηγία ΟΕ 504Α-19/2/20.01.2010: Προσδιορισμός Λιπών & Ελαίων, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας (2011α) Οδηγία Εργασίας ΟΕ-504Α-01: Υπολογισμός pH & Αγωγιμότητας, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας (2011β) Οδηγία Εργασίας ΟΕ-504Α-26: Προσδιορισμός βαρέων μετάλλων και ιχνοστοιχείων σε υγρά, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας (2011γ) Οδηγία Εργασίας ΟΕ-504Α-23: Προσδιορισμός βαρέων μετάλλων και ιχνοστοιχείων σε στερεά, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας (2013) Οδηγία Εργασίας ΟΕ 504Α-2 / 3 / 28.03.2013: Υπολογισμός Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (BOD5) & Διαλυμένου Οξυγόνου (DO), Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Κομίλης Δημήτριος (2008): Σημειώσεις για τα Εργαστήρια Στερεών Αποβλήτων.

Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας (2011δ) Οδηγία Εργασίας ΟΕ-504Α-12: Προσδιορισμός Υγρασίας σε Στερεά, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας (2012α) Οδηγία Εργασίας ΟΕ-504Α-24: Προσδιορισμός TOC σε Στερεά, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας (2012β) Οδηγία Εργασίας ΟΕ-504Α-25: Προσδιορισμός Ολικού αζώτου σε Στερεά, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.