

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ

Καλογεράκη Ελένη (Α/Μ 6866)

Κυριακάκης Εμμανουήλ (Α/Μ 8144)

Εκπόνηση καινοτόμου επιχειρηματικού σχεδίου – Περίπτωση εφαρμογής:
Διαχείριση υγρών και στερεών αποβλήτων ελαιουργείων.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων Καθηγητής: Ανδρέας Αναστασάκης

Ηράκλειο

Ιούνιος 2014

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	6
1 Η παραγωγή του ελαιολάδου	7
1.1 Εισαγωγή.....	7
1.2 Το ελαιοτριβείο και η λειτουργία του	9
1.2.1 Εξαγωγή του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη	10
1.2.2 Σύστημα πίεσης (παραδοσιακό ή κλασσικό)	11
1.2.3 Φυγοκέντρωση	13
1.2.4 Αδειοδότηση ελαιοτριβείων.....	19
2. Απόβλητα ελαιοτριβείων	21
2.1 Εισαγωγή.....	21
2.2 Το ισοζύγιο μάζας και ενέργειας των αποβλήτων	22
2.3 Όγκος και σύσταση των αποβλήτων	24
2.4 Χαρακτηριστικά αποβλήτων ελαιουργείων	26
2.4.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά	26
2.4.2 Σύσταση στερεών αποβλήτων.....	29
2.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	30
3 Μέθοδοι επεξεργασίας αποβλήτων ελαιουργείων	34
3.1 Εισαγωγή.....	34

3.2 Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	35
3.2.1 Παροχέτευση σε χέρσα ή καλλιεργημένα εδάφη	35
3.2.2 Παροχέτευση σε επιφανειακά νερά και την θάλασσα	37
3.3 Μηχανικές μέθοδοι επεξεργασίας ΥΑΕ	37
3.3.1 Διήθηση (Filtration)	37
3.3.2 Επίπλευση (Flotation)	38
3.3.3 Καθίζηση (Sedimentation)	40
3.3.4 Απολίπωση (Degreasing)	40
3.4 Βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας ΥΑΕ	41
3.4.1 Λίμνες εξάτμισης (Lagoons).....	41
3.4.2 Μέθοδος Ενεργού ιλύος (Active Sludge).....	42
3.4.3 Αναερόβια επεξεργασία (Anaerobic Treatment).....	44
3.5 Φυσικοχημικές μέθοδοι επεξεργασίας ΥΑΕ.....	45
3.5.1 Διαχωρισμός με μεμβράνες (Membrane separation).....	45
3.5.2 Αποτέφρωση (Incineration)	48
3.5.3 Εξάτμιση και απόσταξη (Evaporation & Distillation).....	49
3.5.4 Συσσωμάτωση (Flocculation)	49
3.5.5 Καθίζηση (Precipitation)	50

3.5.6 Οξείδωση/Αναγωγή και αποτοξικοποίησης (Oxidation/Reduction and Detoxification).....	50
3.5.7 Προσρόφηση (Adsorption)	52
4. Διαχείριση στερεών αποβλήτων ελαιουργείων.....	53
4.1 Εισαγωγή.....	53
4.2 Μηχανικές μέθοδοι επεξεργασίας	54
4.2.1 Διαχωρισμός, ταξινόμηση, εσχαρισμός	54
4.2.2 Συμπύεση	54
4.2.3 Ξήρανση	54
4.3 Βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας	55
4.3.1 Διάθεση στο έδαφος.....	55
4.3.2 Κομποστοποίηση	56
4.3.3 Αναερόβια ζύμωση/χώνευση	57
4.4 Θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας.....	59
4.4.1 Πυρόλυση	59
4.4.2 Αεριοποίηση	60
4.4.3 Αποτέφρωση.....	60
4.4.5 Απόθεση (Διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής).....	61
5. Παράδειγμα Εφαρμογής (Case Study)	63

5.1 Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων.....	63
5.2 Περιγραφή Μονάδας.....	63
5.3 Περιγραφή λειτουργίας.....	64
5.4 Παραγωγική ικανότητα	64
5.5 Πρώτες ύλες – προϊόντα.....	65
5.6 Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων	65
5.6.1 Ηχορύπανση	65
5.7 Επιπτώσεις στη φυσιογνωμία της περιοχής	66
5.8 Οικονομοτεχνική μελέτη	66
Ενότητα Α: Συνοπτική παρουσίαση έργου	66
Ενότητα Β: Κόστος επενδυτικού σχεδίου και πηγές χρηματοδότησης	67
Ενότητα Γ: Στοιχεία Αγοράς	68
Ενότητα Δ: Στοιχεία προβλεπόμενων δαπανών.....	69
Επίλογος.....	76
Βιβλιογραφία.....	77
Άρθρα - Δημοσιεύσεις	77
Ιστοσελίδες	77

Εισαγωγή

Ο ελαιοπαραγωγικός κλάδος αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους τομείς της γεωργικής παραγωγής για την χώρα μας, με σημαντικό μερίδιο στο Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν. Η χώρα μας είναι η τρίτη παραγωγός χώρα σε παγκόσμιο επίπεδο στην παραγωγή ελαιολάδου, μετά την Ισπανία και την Ιταλία, ενώ η ποιότητα του εκτιμάται ότι είναι πολύ ανώτερη των άλλων δυο.

Ο κλάδος της ελαιοπαραγωγής αριθμεί σε πανελλαδικό επίπεδο περίπου 2.800 ελαιουργεία, εκ των οποίων ο μεγαλύτερος αριθμός βρίσκεται στην Κρήτη και την Πελοπόννησο, λόγω του ότι στις δυο αυτές περιοχές συναντάται και η μεγαλύτερη συγκέντρωση πληθυσμών ελαιοδέντρων. Τα ελαιουργεία αυτά λειτουργούν με το γνωστό φυγοκεντρικό (συνεχές) σύστημα δύο και τριών φάσεων, ή με την πίεση, το λεγόμενο κλασσικό σύστημα. Η κύρια περιβαλλοντική παράμετρος που συνδέεται με την λειτουργία αυτή των ελαιουργείων, είναι κυρίως τα υγρά απόβλητα (κατσίγαρος) μιας και τα στερεά (ελαιοπυρήνα), αξιοποιούνται από τα πυρηνελαιουργεία.

Αυτή η περιβαλλοντική παράμετρος θα αποτελέσει αντικείμενο αυτής της εργασίας, στα πλαίσια της οποίας θα προσπαθήσουμε να περιγράψουμε το πρόβλημα αυτό με τις αντίστοιχες περιβαλλοντικές του επιπτώσεις. Θα γίνει αναφορά στις τελευταίες τεχνολογικές μεθόδους αντιμετώπισης του παραθέτοντας παραδείγματα τέτοιων μεθόδων, και κλείνοντας θα παρουσιάσουμε μια οικονομοτεχνική μελέτη σχετικά με την καλύτερη δυνατή διαχείριση των αποβλήτων αυτών.

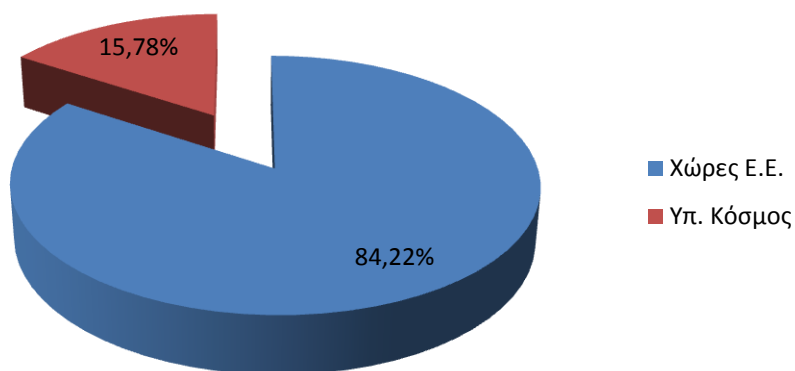
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

1 Η παραγωγή του ελαιολάδου

1.1 Εισαγωγή

Η παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου κυμαίνεται σήμερα στους 2,5 εκ. τόνους ετησίως, με το 85% περίπου της ποσότητας αυτής να προέρχεται από τις Ευρωπαϊκές χώρες και κυρίως της μεσογείου, δηλαδή την Ισπανία, Ιταλία και Ελλάδα. Η ελληνική παραγωγή αντιπροσωπεύει το 15% της παγκόσμιας παραγωγής περί τους 430.000 tn, κάτι που οφείλεται στα περίπου 130 εκατομμύρια δέντρα που καλλιεργούνται σε συνολική έκταση της τάξεως των 1.670 εκατομμυρίων στρεμμάτων. Στο σχήμα 1.1 παρουσιάζεται η παγκόσμια παραγωγή σε τόνους με τα αντίστοιχα ποσοστά συμμετοχής της Ε.Ε. και των υπολοίπων χωρών του κόσμου.

Παραγωγή Ελαιολάδου Παγκοσμίως



Σχήμα 1.1: Η παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2013)

Στην Ελλάδα σύμφωνα με στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (έτος 2007) δραστηριοποιούνται 450.000 – 500.000 ελαιοπαραγωγοί με διασπορά σε 50 νομούς της χώρας. Στις πρώτες θέσεις στην παραγωγή ελαιόλαδου και ποσοτικά και ποιοτικά βρίσκονται οι περιφέρειες Πελοποννήσου και Κρήτης. Ο αριθμός των ελαιοπαραγωγών στις δύο αυτές περιφέρειες ξεπερνά τις 200.000 και η ετήσια παραγωγή ξεπερνά κατά μέσο όρο τους 200.000 τόνους. Τις δύο πρώτες θέσεις καταλαμβάνουν οι νομοί Μεσσηνίας και Ηρακλείου (που είναι και οι πρώτοι σε παραγωγή νομοί πανελλαδικά). Επίσης εδώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι στις δύο αυτές περιφέρειες (Πελοπόννησο και Κρήτη) ποσοστό άνω του 90% αφορά παραγωγή έξτρα παρθένου ελαιόλαδου¹.

Οι παραγωγοί της Πελοποννήσου και της Κρήτης είναι και αριθμητικά περισσότεροι και με μεγαλύτερες ποσότητες παραγωγής. Στις δύο αυτές περιφέρειες υπάρχει ήδη μεγάλος αριθμός εταιρειών τυποποίησης ελαιόλαδου με σύγχρονη υποδομή και λειτουργία (πιστοποιημένη τυποποίηση – αποθήκευση με σκοπό την προώθηση). Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων στην Πελοπόννησο δραστηριοποιούνται 89 εταιρείες τυποποίησης και στην Κρήτη 74. Το σύνολο σε λιόδεντρα ανέρχεται σε 133.000.000. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται στοιχεία για τον καρπό ανάλογα με τη χρήση του και την περιοχή. Οι αριθμοί αντιστοιχούν σε στρέμματα.

¹ www.minagric.gr

Περιοχές **Ελιές για παραγωγή** **Βρώσιμες ελιές**
ελαιολάδου

Πεδινές	2.511.000	536.000
Ημιορεινές	2.186.000	465.000
Ορεινές	1.749.000	374.000
Σύνολα	6.446.000	1.375.000

Πίνακας 1.1: Στρεμματική έκταση ανά χρήση ελαιοκάρπου (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης 2013)

Από τα στοιχεία αυτά λοιπόν καταλαβαίνει κανείς την σπουδαιότητα του αγαθού αυτού για τις τοπικές κοινωνίες, οι οποίες αντλούν ένα μεγάλο ποσοστό του εισοδήματός τους από την παραγωγή και διάθεση του ελαιολάδου. Στο κεφάλαιο αυτό δεν θα αναφερθούμε στην καλλιέργεια αυτού κάθε αυτού του προϊόντος, αλλά στην μεταποίηση του με την υπάρχουσα τεχνολογία, η οποία είναι το ελαιοτριβείο ή λιωτρίβι, όπως συνήθιζαν να λένε οι παλιοί, και το οποίο είναι ο χώρος όπου μεταφέρεται ο καρπός μετά την συλλογή του για να ακολουθήσει η σύνθλιψη και η μετατροπή του σε ελαιόλαδο.

1.2 Το ελαιοτριβείο και η λειτουργία του

Ο ελαιοκάρπος ερχόμενος στο ελαιοτριβείο περιέχει περίπου 50% νερό, 22% λάδι και 25% υδατάνθρακες. Στις περισσότερες των περιπτώσεων ο ελαιοκάρπος δεν επεξεργάζεται αμέσως, λόγω φόρτου

εργασίας του ελαιουργείου, αλλά αποθηκεύεται για κάποιο χρονικό διάστημα και μετά ακολουθεί η επεξεργασία του. Το χρονικό διάστημα αυτό δεν υπερβαίνει συνήθως τις δύο ημέρες.

Με το ξεκίνημα της διαδικασίας ο ελαιόκαρπος μεταφέρεται με ταινία για αποφύλλωση και πλύσιμο, προπαρασκευαστικά στάδια για την περαιτέρω επεξεργασία του. Στην συνέχεια ο ελαιόκαρπος υποβάλλεται σε λειοτρίβηση ή άλεση και στην συνέχεια η παραγόμενη ελαιοζύμη προωθείται στους μαλακτήρες όπου υποβάλλεται σε μάλαξη για περίπου 90 λεπτά σε θερμοκρασία 30°.

Αυτό το στάδιο είναι και το πιο σημαντικό της όλης διαδικασίας επεξεργασίας του ελαιοκάρπου. Οι μαλακτήρες είναι ειδικές λεκάνες με διπλά τοιχώματα στα οποία κυκλοφορεί ζεστό νερό, έτσι ώστε η μάλαξη να γίνεται αποτελεσματικότερη και σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η μάλαξη επιτυγχάνεται με περιστρεφόμενο έλικα, ο οποίος φέρει μικρό αριθμό πτερυγίων και κινείται με αργό ρυθμό.

Κατά την άλεση του ελαιοκάρπου οι φυτικοί ιστοί του καρπού τεμαχίζονται και ελευθερώνονται οι σταγόνες του ελαιολάδου, οι οποίες μαζί με τις πρωτεΐνες σχηματίζουν το γαλάκτωμα. Κατά το στάδιο της μάλαξης γίνεται ρήξη του γαλακτώματος αυτού, και οι σταγόνες αυτές συνενώνονται σε μεγαλύτερες, ενώ ταυτόχρονα παράγεται άρωμα από ενδογενή ένζυμα του καρπού αλλά και εξωγενή μικροβιακής προέλευσης.

1.2.1 Εξαγωγή του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη

Στα ελαιοτριβεία σήμερα η εξαγωγή του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη γίνεται με δύο τρόπους οι οποίοι είναι οι εξής:

- Με πίεση (παραδοσιακό ή κλασσικό σύστημα)
- Με φυγοκέντριση (συνεχές σύστημα)
- Τριών φάσεων

➤ Δύο φάσεων

Στην παραγωγική διαδικασία με πίεση αλλά και στην φυγοκεντρική των τριών φάσεων έχουμε την παραγωγή υγρών αποβλήτων και αποβλήτων σε μορφή πολτού, την γνωστή ελαιοπυρήνα. Αντίθετα με το σύστημα των δύο φάσεων τα απόβλητα είναι ένα υδαρές προϊόν.

1.2.2 Σύστημα πίεσης (παραδοσιακό ή κλασσικό)

Η ελαιοζύμη αμέσως μόλις αποκτήσει τις επιθυμητές φυσικές και φυσικοχημικές της ιδιότητες, υποβάλλεται αμέσως σε πίεση. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό, είναι ότι υπάρχει κίνδυνος υποβάθμισης της ποιότητας του ελαιολάδου, λόγω εκθέσεως της ελαιοζύμης στον ατμοσφαιρικό αέρα και στην έντονη ενζυμική δράση. Το αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η αύξηση της οξύτητας του παραγόμενου ελαιολάδου.

Για τον λόγο αυτό η ελαιοζύμη απλώνεται σε ειδικά ελαιόπανα (ελαιοσπυρίδες ή μποξάδες), τα οποία στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο και η στήλη η οποία σχηματίζεται ονομάζεται *στάμα*. Το στάμα εισάγεται στον χώρο του υδραυλικού πιεστηρίου, όπου πιέζεται με πίεση 300-500 Kg, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του ελαιοκαρπού (ωριμότητα κλπ). Με την πίεση του στάματος και την μέθοδο της απλής αποστραγγίσεως, γίνεται ο διαχωρισμός της ελαιοζύμης από τον ελαιούχο μούστο, ο οποίος αποτελείται από ελαιόλαδο και φυτικά υγρά (υγρά απόβλητα ελαιουργείων).

Η εξάντληση του στάματος σε μούστο δεν θεωρείται ποτέ πλήρης, καθώς υπό οποιεσδήποτε συνθήκες επεξεργασίας, εναπομένουν στην ελαιόπαστα (ελαιοπυρήνα) σημαντικά ποσοστά λαδιού και φυτικών υγρών. Το λάδι της ελαιοπυρήνας στο μεγαλύτερο μέρος του θα διαχωριστεί από την ελαιοπυρήνα με την μέθοδο εκχύλισης στο πυρηνελαιουργεία. Μετά την πίεση ο σωρός με τις ελαιοσπυρίδες διαλύεται, η πάστα ελιάς αφαιρείται και τα πανιά ξαναφορτώνονται με το νέο φορτίο. Στο σχήμα 1.1 παρατίθεται η διαδικασία παραγωγής με το κλασσικό σύστημα πίεσης.



Σχήμα 1.1: Κλασικό σύστημα πίεσης .

Στον όγκο του ελαιούχου μούστου το λάδι συμμετέχει με ένα ποσοστό της τάξεως του 30%, ενώ τα φυτικά υγρά στα οποία εντάσσεται και το νερό διαβροχής του στάματος, το υπόλοιπο 70%. Υπάρχουν επίσης συμπαρασυρόμενα στερεά συστατικά (τεμάχια σάρκας, φλοιού, θρύμματα πυρηνόξυλου κλπ), το βάρος των οποίων υπολογίζεται στο 0,5 – 1% επί του συνολικού βάρους της υγρής φάσης. Το μεγαλύτερο μέρος από αυτά κατακάθεται στον πυθμένα των δεξαμενών διαχωρισμού, ή απομακρύνεται με το πέρασμα του ελαιομούστου μέσω κόσκινων πριν από την φυγοκέντρωση. Πιο συγκεκριμένα οι τρόποι διαχωρισμού του ελαιολάδου είναι οι ακόλουθοι:

Της κατακάθισης ή ηρεμίας του μούστου μέσα σε συστοιχία δεξαμενών / πηγαδάκια. Η μέθοδος αυτή διαχωρισμού του μούστου προϋποθέτει την παραμονή του για μεγάλο χρονικό διάστημα σε δεξαμενές, προκειμένου να δοθεί ο χρόνος στα σταγονίδια του λαδιού να συσσωρευτούν στην επιφάνεια και να σχηματίσουν το καθαρό ελαιολάδο. Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η παρατεταμένη επαφή του ελαιολάδου με τα φυτικά υγρά, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση των καλών οργανοληπτικών του ιδιοτήτων, γεγονός που οδηγεί στην αλλοίωση του. Μειονέκτημα αποτελεί και χώρος που καταλαμβάνουν τα πηγαδάκια αυτά και ο καθαρισμός τους.

Της φυγοκέντρισης σε φυγοκεντρικό διαχωριστήρα. Με την μέθοδο αυτή μειώνεται κατά πολύ ο απαιτούμενο χρόνος διαχωρισμού του λαδιού, λόγω του ότι αυξάνεται στο πολλαπλάσιο η δύναμη διαχωρίσεως. Το πρόβλημα αυτής της μεθόδου έγκειται στο γεγονός ότι κατά την διάρκεια της φυγοκέντρισης, ενσωματώνεται αέρας στην μάζα του λαδιού με αποτέλεσμα να βγαίνει το λάδι θολό, ενώ ο αέρας το προδιαθέτει για αλλοιώσεις οξειδωτικής μορφής. Σε αντίθεση με την μέθοδο της καθίζησης ο χρόνος διαχωρισμού είναι πολύ λιγότερος, ενώ ο χώρος που καταλαμβάνει ο φυγοκεντρικός διαχωριστήρας είναι ελάχιστος. Πλεονέκτημα αποτελεί και ο εύκολος καθαρισμός του.

Ωστόσο επειδή και οι δύο μέθοδοι έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην ποιότητα του ελαιολάδου, συνήθως εφαρμόζεται συνδυασμός των δύο, δηλαδή και της καθίζησης και της φυγοκέντρισης. Επιπλέον η διαδικασία της πίεσης δεν απαιτεί την προσθήκη επιπλέον νερού στην ελαιοζύμη.

1.2.3 Φυγοκέντριση

Η συνεχής φυγοκέντριση περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα: σπάσιμο των ελιών, μάλαξη της ελαιοζύμης και φυγοκέντριση αυτής με ή χωρίς την προσθήκη νερού, σύμφωνα με το μοντέλο των τριών ή των δύο φάσεων αντίστοιχα.

1.2.3.1 Φυγοκέντριση τριών φάσεων

Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε την δεκαετία του 70 και είχε ως σκοπό την μείωση του εργατικού κόστους και την αύξηση της παραγωγικότητας. Ενώ με την κλασσική μέθοδο η ποσότητα ελαιοκάρπου που μπορεί να επεξεργαστεί δεν ξεπερνάει τους 8 – 10 τόνους, η φυγοκέντριση τριών φάσεων επεξεργάζεται 30-32 τόνους αντίστοιχα με το ίδιο εργατικό δυναμικό που απασχολείται στην κλασσική μέθοδο παραγωγής.

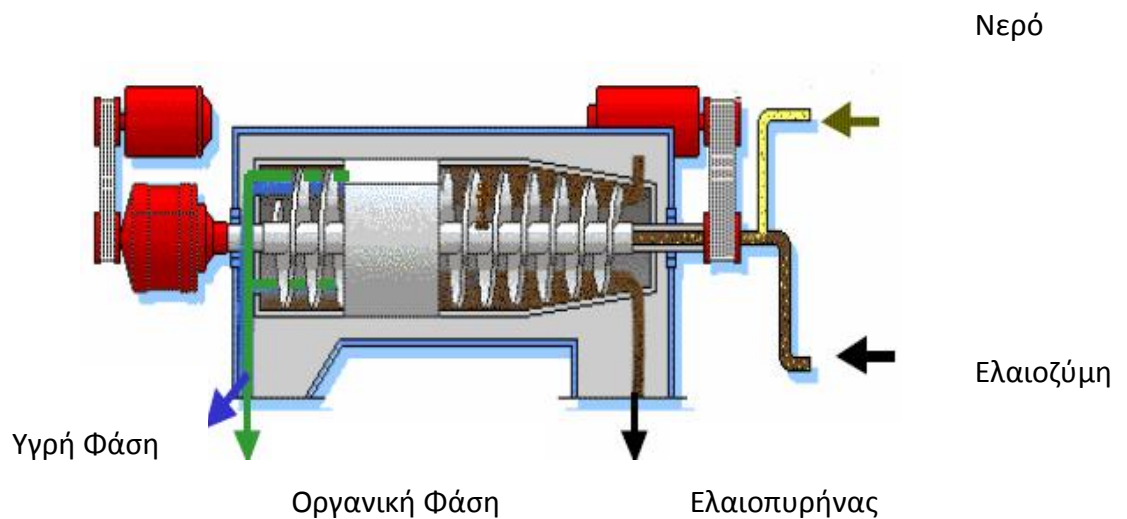
Η παραγόμενη ελαιοζύμη που προκύπτει από την άλεση και την μάλαξη του ελαιοκάρπου, αναμιγνύεται με ζεστό νερό για να βελτιωθούν οι ρεολογικές της ιδιότητες πριν την εισαγωγή της στον φυγοκεντρηστήρα (Ντεκάντερ) , τις οποίες ιδιότητες αναλύουμε στη συνέχεια. Οι ιδιότητες λοιπόν που αναφέρονται στη συμπεριφορά ενός υλικού όταν αυτό ρέει υπό την επίδραση δύναμης ή δυνάμεων, καθώς και η συμπεριφορά του υλικού όταν παραμορφώνεται υπό την επίδραση δύναμης ή όταν ρέει υπό την επίδραση δύναμης, ονομάζονται *μηχανικές ιδιότητες*. Στην περίπτωση που λαμβάνεται υπόψη και ο χρόνος επίδρασης της δύναμης πάνω στο υλικό, τότε οι ιδιότητες ονομάζονται *ρεολογικές*.

Η επιστήμη που μελετά τη ροή και την παραμόρφωση των υλικών κάτω από την άσκηση πίεσης ονομάζεται ρεολογία. Ο όρος ρεολογία χρησιμοποιήθηκε από τον Eugene C. Bingham το 1928. Η ρεολογία καθιερώθηκε ως η επιστήμη της παραμόρφωσης και της ροής ενός αντικειμένου και μελετά με ποιον τρόπο τα υλικά αντιδρούν στην εφαρμοσμένη πίεση και τάση. Η παραμόρφωση αναφέρεται στα στερεά υλικά και η ροή στα υγρά. Οι ρεολογικές ιδιότητες που ενδιαφέρουν στα στερεά και τα υγρά είναι η ελαστικότητα και το ιξώδες, αντίστοιχα. Τα τρόφιμα δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ξεκάθαρα σε στερεά ή υγρά, καθώς δεν είναι ούτε ιξώδη ούτε ελαστικά, άλλα ιξωδοελαστικά.

Η σύνθεση και η δομή ενός τροφίμου καθορίζουν την ρεολογία του και η ρεολογία ενός τροφίμου καθορίζει και την υφή του. Το ιξώδες, είναι αναμφισβήτητα η φυσική ιδιότητα ενός υγρού που έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στα χαρακτηριστικά της ροής του. Το ιξώδες περιγράφει το μέγεθος της αντίστασης που προβάλλεται μέσα στη μάζα του υγρού κατά την εφαρμογή δυνάμεων διάτμησης, δυνάμεων δηλαδή που ενεργούν

παράλληλα προς τη διεύθυνση ροής του ρευστού.² Δεν θα εμβαθύνουμε περισσότερο διότι ο σκοπός είναι η περιγραφή της διαδικασίας αυτής κάθε αυτής και τα απόβλητα τα οποία παράγει, και όχι η συμπεριφορά του τροφίμου κατά την επεξεργασία του.

Η αναλογία νερού ελαιοζύμης δεν είναι σταθερή και εξαρτάται από την σύσταση της ελαιοζύμης μετά από την μάλαξη της. Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου (I.O.O.C. 1990), η ποσότητα νερού που ενσωματώνεται μετά την μάλαξη είναι από 60-70 λίτρα και φτάνει μέχρι τα 100-110 λίτρα νερού ανά 100 κιλά ελαιοζύμης και σε θερμοκρασία 20-25° C, απαιτούνται δηλαδή μεγάλες ποσότητες νερού. Στην συνέχεια η ελαιοζύμη εισέρχεται στον οριζόντιο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα, το λεγόμενο Ντεκάντερ, όπου με την επίδραση της φυγόκεντρης δύναμης διαχωρίζεται σε τρεις φάσεις: σε ελαιόλαδο, φυτικά υγρά (ΥΑΕ) και ελαιοπυρήνα (πυρήνες και υπολείμματα πούλπας). Στην εικόνα 1.1 που ακολουθεί παρατίθεται η διαδικασία παραγωγής με τον διαχωριστήρα τριών φάσεων. Η εικόνα δείχνει το στάδιο μετά την μάλαξη της ελαιοζύμης στους μαλακτήρες.



Εικόνα 1.1: Τριφασικός Διαχωριστήρας

² Α. Ανδρικοπούλου, Α. Λούγγρου: Μελέτη ρεολογικής συμπεριφοράς αιωρημάτων και γαλακτωμάτων παρασκευασμένων με διάφορους σταθεροποιητές, Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης.

Αξιολογώντας τα δύο ελαιουργικά συστήματα παραγωγής, το παραδοσιακό με το υδραυλικό πιεστήριο και αυτό με τον φυγοκεντρικό διαχωριστήρα, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι και στις δύο περιπτώσεις έχουμε μια εξάντληση της ελαιοζύμης σε ποσοστό που φτάνει το 88% του περιεχόμενου σε αυτή ελαιολάδου. Αντίθετα η ελαιοπυρήνα που διαχωρίζεται από τον φυγοκεντρικό διαχωριστήρα περιέχει 40-45% υγρασία σε αντίθεση με του υδραυλικού που φτάνει μόλις το 25%. Το κύριο μειονέκτημα αυτού του συστήματος αποτελούν οι μεγάλες ποσότητες σε νερό που απαιτούνται, και συνεπώς η παραγωγή μεγάλου όγκου υγρών αποβλήτων που προκαλούν ρύπανση.

Υπολογίζεται ότι σε 1000 Kg καρπό παράγονται 500Kg ελαιοπυρήνα με περιεκτικότητα σε υγρασία στο 50%, και 1200Kg υγρά απόβλητα. Μειονέκτημα επίσης αποτελούν η υπέρμετρη κατανάλωση σε ηλεκτρική ενέργεια και ο μεγάλος όγκος κεφαλαίων που απαιτούνται για την εγκατάσταση του. Στα πλεονεκτήματα του συγκαταλέγονται σαφέστατα ο μικρότερος αριθμός εργατικού δυναμικού, η κατά 60% μικρότερη έκταση που καταλαμβάνει σε σχέση με το παραδοσιακό σύστημα και τέλος εξασφαλίζει αυτοματισμό καθ' όλη την διαδικασία παραγωγής.

1.2.3.2 Φυγοκέντριση δυο φάσεων

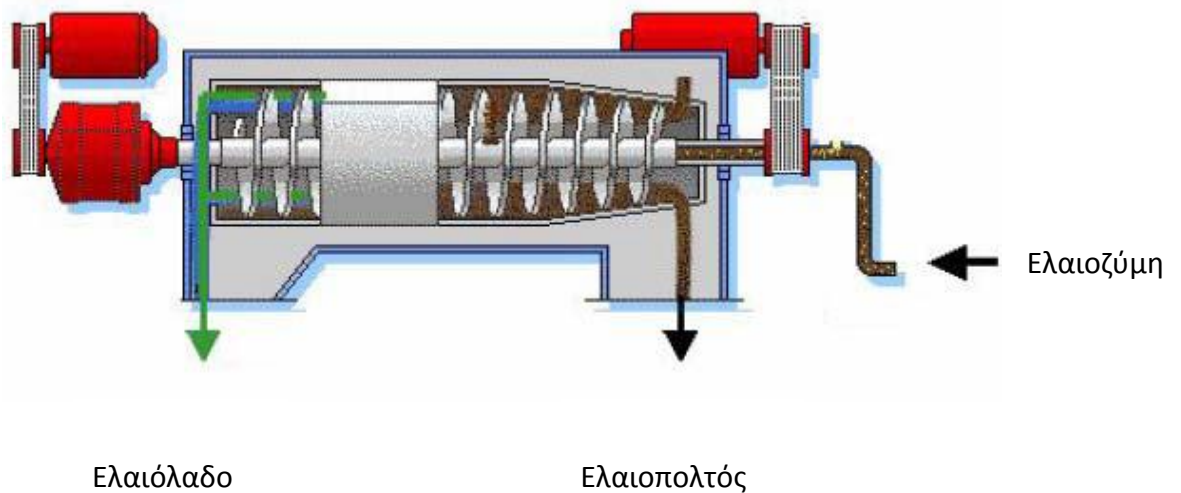
Η αποτυχία ανάπτυξης μιας κατάλληλης τεχνολογίας για την επεξεργασία των αποβλήτων, οδήγησε τους κατασκευαστές στην δημιουργία της φυγοκέντρισης των δυο φάσεων. Αυτή η διαδικασία παραγωγής δεν χρησιμοποιεί νερό, ενώ παράγει ελαιόλαδο και μια πολύ υγρή ελαιόπαστα/ελαιοπυρήνα, που ουσιαστικά είναι εμποτισμένη με όλα τα φυτικά υγρά που περιέχει ο ελαιόκαρπος την ώρα της άλεσης, και αποτελεί τα στερεά απόβλητα της.

Η τεχνολογία αυτή θεωρήθηκε επανάσταση για την παραγωγή ελαιολάδου, και το σύστημα αυτό των δύο φάσεων ονομάστηκε και οικολογικό για τον λόγο του ότι, η ελαιοποίηση γίνεται χωρίς την αραίωση

της ελαιοζύμης με χλιαρό νερό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μη ύπαρξη φυτικών υγρών και κατ' επέκταση την μηδαμινή ρύπανση του περιβάλλοντος. Σε αυτήν την διαδικασία όπως και στην προηγούμενη, ο πλυμένος ελαιόκαρπος τροφοδοτείται στο μύλο και από εκεί στον μαλακτήρα όπου η ζύμη ομογενοποιείται.

Στην περίπτωση που ο ελαιόκαρπος είναι φρέσκος, η πάστα παράγεται χωρίς την χρήση νερού, ενώ σε περίπτωση που είναι στεγνός ο καρπός, προστίθεται μια μικρή ποσότητα νερού ανάλογα την κατάσταση των ελιών. Στη συνέχεια η ομογενοποιημένη πάστα κλασματοποιείται σε ένα φυγοκεντρική δύο φάσεων σε ελαιόλαδο και σε ένα μείγμα στερεών / υγρών αποβλήτων (ελαιοπυρήνα).

Και σε αυτήν την περίπτωση η ελαιοπυρήνα περιέχει υγρασία, άρα εμπεριέχει και αυτή μια δυσκολία στον τρόπο της περεταίρω διαχείρισης της για την εξαγωγή του εναπομείναντος ελαιολάδου. Στην συνέχεια το λάδι με την προσθήκη μικρής ποσότητας νερού, διοχετεύεται σε φυγοκεντρική δίσκων όπου προκύπτει καθαρό λάδι και νερό ξεχωριστά. Το νερό αυτό λόγω της καθαρότητας του μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί για το πλύσιμο του ελαιοκάρπου, στην αρχή μιας νέας διαδικασίας. Στην εικόνα 1.2 παρουσιάζεται ο τρόπος λειτουργίας του.



Εικόνα 1.2: Διφασικός διαχωριστήρας

Συγκριτικά με την φυγοκέντριση των τριών φάσεων, η φυγοκέντριση των δύο φάσεων έχει το εξής συγκριτικό πλεονεκτήματα που είναι, το υψηλότερης ποιότητας παραγόμενο ελαιόλαδο λόγω της μη προσθήκης επιπλέον ποσότητας νερού για την παραγωγή του πολτού. Το παραγόμενο ελαιόλαδο παρουσιάζει υψηλότερη σταθερότητα στην οξείδωση, ενώ έχει καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Επίσης η χρήση νερού είναι σε μεγάλο βαθμό μειωμένη σε σχέση με των τριών φάσεων, ενώ επίσης και τα έξοδα λειτουργίας είναι μειωμένα.

Η διαδικασία των δύο φάσεων, παρ' όλο που δεν παράγει καθόλου υγρά απόβλητα, ενώνει τα απόνερα που υπάρχουν με τα στερεά απόβλητα για την παραγωγή ενός ημιστερεής μορφής αποβλήτου, με μόλις 30% στερεά απόβλητα κατά όγκο. Υπολογίζεται ότι κατά την επεξεργασία 1000 Kg καρπού, παράγονται περίπου 700 Kg υγρής ελαιοπυρήνας. Και σε αυτό το στάδιο το σοβαρότερο μειονέκτημα που υπάρχει είναι αυτό της αυξημένης υγρασίας της ελαιοπυρήνας, με αποτέλεσμα την αυξημένη δυσκολία στην περαιτέρω επεξεργασία της. Επιπλέον ξηραίνεται με αργό ρυθμό και έχει υψηλό ρυπαντικό φορτίο.

Η Ισπανία ήταν η πρώτη χώρα που χρησιμοποίησε το σύστημα αυτό παραγωγής των δύο φάσεων σε βιομηχανική κλίμακα κατά την ελαιοκομική περίοδο 1991-92, και από τότε η νέα αυτή τεχνολογία εξαπλώθηκε και εγκαταστάθηκε σε ολόκληρο τον κόσμο. Σήμερα στην Ισπανία το 90% των ελαιουργείων, υιοθέτησαν και λειτουργούν με το σύστημα φυγοκέντρισης δύο φάσεων, εν αντιθέσει με την Ιταλία και την Ελλάδα όπου αυτό το ποσοστό δεν ξεπερνά το 5%.

Στην χώρα μας το 70% των ελαιουργείων λειτουργεί με το σύστημα φυγοκέντρισης τριών φάσεων, ενώ το υπόλοιπο 30% λειτουργεί με το κλασσικό σύστημα ή με κάποιο συνδυασμό. Στο επόμενο κεφάλαιο θα αναφερθούμε διεξοδικά στα απόβλητα των ελαιουργείων και το πώς αυτά αντιμετωπίζονται με την υπάρχουσα τεχνολογία.

1.2.4 Αδειοδότηση ελαιοτριβείων

Ο ιδιώτης (που δεν πρέπει απαραίτητα να είναι και ελαιοπαραγωγός), ο οποίος ενδιαφέρεται να εγκαταστήσει μηχανήματα επεξεργασίας ελαιοκάρπου για παραγωγή ελαιολάδου, πρέπει να απευθυνθεί αρχικά στη διεύθυνση γεωργίας του νομού εγκατάστασης τους, προκειμένου να του χορηγηθεί ο αριθμός του ελαιοκομικού μητρώου. Στη συνέχεια ο ενδιαφερόμενος θα πρέπει να απευθυνθεί στη διεύθυνση βιομηχανίας του νομού εγκατάστασης προκειμένου να υποβάλλει σχετική αίτηση εγκατάστασης ελαιοκομικής-ελαιοπαραγωγού μονάδας (ελαιοτριβείο), που πρέπει να ξεχωρίσουμε τις παρακάτω περιπτώσεις;

Για μηχανήματα συνολικής ισχύος μικρότερης των 4 KW, η χορήγηση άδειας από τη διεύθυνση βιομηχανίας δίνεται χωρίς περαιτέρω διατυπώσεις και μελέτες (απαιτείται βεβαίωση για την ισχύ των μηχανημάτων και πιθανώς να γίνει έλεγχος της εγκατάστασης για να επιβεβαιωθεί ότι η ισχύς των μηχανημάτων δεν ξεπερνά το όριο των 4 KW)

Για μηχανήματα συνολικής ισχύος μεγαλύτερης των 4 KW, είναι απαραίτητο να συμπληρωθεί ερωτηματολόγιο για τον προσδιορισμό των

δικαιολογητικών που απαιτούνται για τη χορήγηση άδειας εγκατάστασης δραστηριότητας του Νόμου 3325/2005 (ΦΕΚ 68 Α') και κατόπιν να κατατεθούν οι σχετικές μελέτες (κτιριακές, περιβαλλοντικές, κλπ.) στη διεύθυνση βιομηχανίας του νομού εγκατάστασης.

Σε περίπτωση που ο ελαιοπαραγωγός, ο ιδιώτης ή η εταιρία ενδιαφέρονται για συστήματα συσκευασίας και τυποποίησης του ελαιολάδου, θα πρέπει να εξασφαλιστεί ξεχωριστή άδεια από τη διεύθυνση βιομηχανίας του νομού εγκατάστασης.

2. Απόβλητα ελαιοτριβείων

2.1 Εισαγωγή

Με τον όρο απόβλητα ονομάζουμε τα "παραπροϊόντα" της ανθρώπινης δραστηριότητας, τα οποία αφού δεν έχουν άμεση πλέον χρησιμότητα στον άνθρωπο, πρέπει να διατεθούν με ασφαλή τρόπο πίσω στο φυσικό περιβάλλον. Ο διαχωρισμός τους σε υγρά και στερεά είναι αποτέλεσμα της χωριστής διάθεσης τους, ανάλογα με τη βασική τους φάση (στερεά ή υγρή) και προέρχονται κυρίως από οικιακές, βιομηχανικές καθώς και άλλες πηγές ανθρώπινης δραστηριότητας. Τα υγρά απόβλητα πρέπει αρχικά να επεξεργαστούν με την κατάλληλη μέθοδο και στη συνέχεια να διατεθούν σε υδάτινους φυσικούς αποδέκτες όπως η θάλασσα, τα ποτάμια ή οι λίμνες.

Κατά τον ίδιο τρόπο και τα στερεά απόβλητα, αφού επεξεργαστούν, πρέπει να διατεθούν τελικά στο υπέδαφος με τις κατάλληλες προδιαγραφές, ώστε να εξασφαλίζεται η ομαλή βιοαποδόμηση τους. Είναι προφανές ότι, στην εποχή μας, γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική η ανάγκη για επεξεργασία των αποβλήτων, τόσο για την ελάττωση του όγκου τους όσο και για τη μείωση της επικινδυνότητάς τους. Η προστασία της δημόσιας υγείας και των φυσικών οικοσυστημάτων, καθώς και η αποφυγή της μόλυνσης των ζωτικών και εμφανώς περιορισμένων πηγών πόσιμου νερού που υπάρχουν στον πλανήτη μας, είναι απαραίτητες συνθήκες για την ομαλή συμβίωση του ανθρώπου με το περιβάλλον.

Αυτό όμως προϋποθέτει την ανθρώπινη παρέμβαση για μία ολοκληρωμένη επεξεργασία των αποβλήτων, πριν την τελική διάθεσή τους στους διάφορους φυσικούς αποδέκτες. Αξίζει να αναφερθεί, ότι οι μέθοδοι επεξεργασίας που θα επιλεγούν θα πρέπει να είναι τεχνολογικά σωστές, καθώς επίσης οικονομικά και κοινωνικά αποδεκτές. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε πολιτικό, κοινωνικό και επιστημονικό επίπεδο, παρουσιάζει εδώ και

πολλές δεκαετίες η επεξεργασία των στερεών και υγρών αποβλήτων, που προκύπτουν κατά την παραγωγή του ελαιολάδου.

Τα τελευταία είκοσι χρόνια με την προτροπή και την οικονομική ενίσχυση της Ευρωπαϊκής Ένωσης πραγματοποιούνται συνεχώς ερευνητικές προσπάθειες, για την εύρεση των τεχνολογικά και οικονομικά εφικτών μεθόδων επεξεργασίας αυτών των αποβλήτων. Αναμφισβήτητο είναι το γεγονός, ότι η παραγωγή τους αποτελεί ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα, που απασχολεί ιδιαίτερα έντονα τις νότιες χώρες της Ευρώπης, δηλαδή την Ισπανία, την Ιταλία, την Ελλάδα καθώς και άλλες χώρες της Μεσογείου.

Στο κεφάλαιο αυτό θα θίξουμε το φλέγον ζήτημα των στερεών και υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων, που αποτελεί και το αντικείμενο της εργασίας αυτής. Θα μιλήσουμε κατ' αρχήν για την σύσταση τους και τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον, ενώ στην συνέχεια θα αναλύσουμε τους τρόπους επεξεργασίας τους, έτσι ώστε να αποτελέσουν χρήσιμα προϊόντα για διάφορους τομείς της οικονομίας, όπως την παραγωγή λιπασμάτων για την γεωργία ή την παραγωγή βιοντίζελ για τις μεταφορές κλπ.

2.2 Το ισοζύγιο μάζας και ενέργειας των αποβλήτων

Τα υγρά απόβλητα τα οποία προέρχονται από τα παραδοσιακά ελαιουργεία, τα οποία όπως έχουμε ήδη αναφέρει λειτουργούν με το σύστημα της πίεσης, έχουν συνήθως υψηλό COD και περιεχόμενο ολικών στερεών. Τα ΥΑΕ που προέρχονται από το σύστημα τριών φάσεων έρχονται δεύτερα στην σειρά σε COD, ενώ ακόμα χαμηλότερες τιμές παρουσιάζουν τα ελαιουργεία που λειτουργούν με διαχωριστήρα δύο φάσεων, όπου το μόνο υγρό υπόλειμμα που υπάρχει είναι αυτό του νερού, το οποίο χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό της μονάδας.

Όσον αφορά τα στερεά υπό διάλυση, τις υψηλότερες τιμές τις εμφανίζουν τα ελαιουργεία τριών φάσεων, ενώ ακολουθούν τα κλασικά και

τέλος τα διφασικά. Από την άλλη το pH δείχνει διαφορετικές τάσεις, και εμφανίζει τις υψηλότερες τιμές στα νερά που προέρχονται από τα ελαιουργεία των δυο φάσεων, ενώ ακολουθούν των τριών φάσεων και τα κλασικά. Στον πίνακα 2.1 που ακολουθεί, παρουσιάζουμε το ισοζύγιο μάζας και ενέργειας ανά μέθοδο επεξεργασίας.

Διαδικασία Παραγωγής	Είσοδος	Ποσό	Έξοδος	Ποσό
Σύστημα Πίεσης	Ελιές	1000 Kg	Ελαιόλαδο	200 Kg
	Νερό πλυσίματος	0,1 - 0,12 m ³	Στερεά απόβλητα/ελαιοπυρήνα	400 Kg
	Ενέργεια	40 - 63 kWh	(25% νερό + 6% ελαιόλαδο) Υγρά απόβλητα (88% νερό)	600 Kg
Φυγοκέντριση 3 φάσεων	Ελιές	1000 Kg	Ελαιόλαδο	200 Kg
	Νερό πλυσίματος	0,1 - 0,12 m ³	Στερεά απόβλητα/ελαιοπυρήνα	500 - 600 Kg
	Φρέσκο νερό για φυγοκεντρική	0,5 - 1 m ³	(50% νερό + 4% ελαιόλαδο)	1000 - 1200 Kg
	Νερό για τον καθαρισμό του ελαιολάδου	10 Kg	Υγρά απόβλητα (94% νερό + 1% ελαιόλαδο)	
	Ενέργεια	90 - 117 kWh		
Φυγοκέντριση 2 φάσεων	Ελιές	1000 Kg	Ελαιόλαδο	200 Kg
	Νερό πλυσίματος	0,1 - 0,12 m ³	Στερεά απόβλητα/ελαιοπυρήνα	800 – 950 Kg
	Ενέργεια	0 - 117 kWh	(60% νερό + 3% ελαιόλαδο)	

Πίνακας 2.1: Ισοζύγια μάζας και ενέργειας ανά διαδικασία παραγωγής (Improlive 2000)

2.3 Όγκος και σύσταση των αποβλήτων

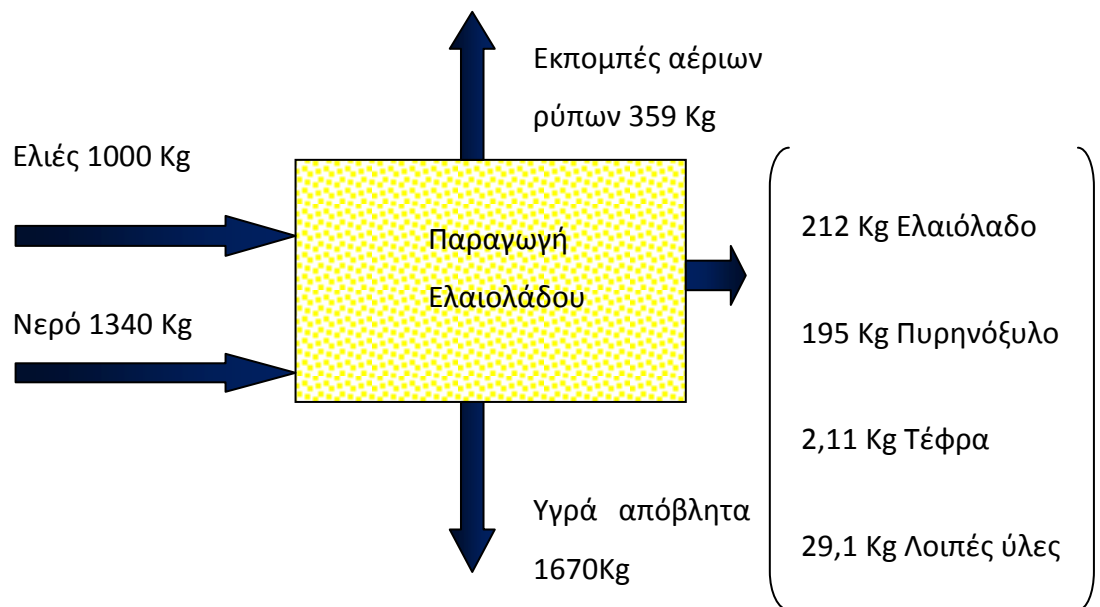
Το κύριο προϊόν της ελαιουργίας είναι το ελαιόλαδο, το οποίο διαφοροποιείται ανάλογα με τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά, καθώς και τα διάφορα δευτερεύοντα προϊόντα. Αυτά δηλαδή τα υλικά τα οποία απομένουν από την παραγωγική του διαδικασία, τα οποία είναι τα φυτικά υγρά και η ελαιοπυρήνα. Όταν τα υποπροϊόντα αυτά δεν περιέχουν κάποια χρήσιμα συστατικά ονομάζονται απόβλητα, ενώ όταν περιέχουν ονομάζονται υποπροϊόντα.

Στην περίπτωση της ελαιουργίας τα φυτικά υγρά ή αλλιώς λιόζουμα, ή κατσίγαρος, αποτελούν μεν απόβλητα χωρίς εμπορική αξία, ρυπογόνο αν δεν τύχει περεταίρω διαχείρισης. Από την άλλη περιέχουν πολύτιμα συστατικά, όπως σάκχαρα, πρωτεΐνες, υπολείμματα, λαδιού, φαινολικές και χρωστικές ουσίες, και κυρίως χλωροφύλλες. Όμως το κόστος διαχωρισμού αυτών των συστατικών από το ελαιόλαδο είναι απαγορευτικό. Κάποια από τα προαναφερόμενα συστατικά ανακτώνται συμπτωματικά κατά την εφαρμογή κάποιων τεχνικών διαχείρισης του κατσίγαρου, (για τις οποίες θα αναφερθούμε στις επόμενες ενότητες,) ενώ αντίθετα η ελαιοπυρήνα έχει εμπορική αξία, διότι περιέχει ελαιόλαδο το οποίο διαχωρίζεται στα πυρηνελαιουργεία.

Ο όγκος όμως των ΥΑΕ – κατσίγαρος δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί επακριβώς, διότι αυτός εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως την ποικιλία της ελιάς, τον τύπο του ελαιοτριβείου δηλαδή τον τύπο διαχωρισμού του, τον όγκο νερού που χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό του κλπ. Τα ΥΑΕ αποτελούνται από το υδατικό κλάσμα του χυμού του ελαιοκάρπου και το νερό που προστίθεται στα διάφορα στάδια επεξεργασίας του για την παραλαβή του ελαιολάδου. Τα φυτικά υγρά του ελαιοκάρπου (χωρίς το λάδι), μπορούν να υπολογισθούν με καλή

προσέγγιση και είναι περίπου το 40-45% του συνολικού βάρους του καρπού. Ο όγκος των ΥΑΕ που δημιουργούνται από την επεξεργασία 100 κιλών ελαιοκάρπου, διαφέρει σημαντικά στους διάφορους τύπους συγκροτημάτων.³

Στο διάγραμμα 2.1 που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα παράδειγμα του όγκου των υποπροϊόντων που παράγονται με το ελαιόλαδο, όπου εμφανίζονται οι ποσότητες τους μετά από την παραγωγική διαδικασία σε τριφασικό διαχωριστή (decanter). Επιλέξαμε το τριφασικό σύστημα διότι είναι το πιο αντιπροσωπευτικό για την Κρήτη.



Διάγραμμα 2.1: Παραγωγή ελαιολάδου και υποπροϊόντων από διαχωριστήρα 3 φάσεων

Εντός της Ε.Ε. ο όγκος των ΥΑΕ ανέρχεται στα 3,4 εκατομμύρια τόνους (παραδοσιακά και 3 – φάσεων), ενώ η ποσότητα τους ανά τύπο ελαιουργείου ανέρχεται σε 0,65 λίτρα ανά κιλό ελαιοκάρπου, και 1,00 λίτρο

³ Σ. Ντόλια (2006), Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιουργείων – Ανασκόπηση Ερευνών και Προβλημάτων, Πανεπιστήμιο Πειραιά, σελ. 22

ανά κιλό ελαιοκάρπου για το τριφασικό. Η ποσότητα των ΥΑΕ ανέρχεται στα 6m³ ανά τόνο ελαιολάδου⁴.

2.4 Χαρακτηριστικά αποβλήτων ελαιουργείων

2.4.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων είναι υγρά τα οποία χαρακτηρίζονται από ένα σκούρο χρώμα που ποικίλει ανάλογα με την τιμή του pH (καφέ σκούρο σε όξινο pH, και πρασινωπό σε αλκαλικό pH). Το χρώμα είναι θολό με χαρακτηριστική οσμή και πλούσιο σε οργανικά και ανόργανα συστατικά, τα οποία είναι σε υδατινή φάση, με πικρή γεύση. Το υγρό αυτό περιέχει ιστούς από τον ελαιόκαρπο καθώς επίσης και μια ποσότητα λαδιού σε μορφή γαλακτώματος.

Η σύσταση και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των ΥΑΕ είναι σε άμεση συνάρτηση με τον τρόπο παραγωγής του ελαιοκάρπου, καθώς επίσης και τους παράγοντες που επιδρούν στην θρέψη και την ωρίμανση του. Το περιβάλλον, οι κλιματολογικές συνθήκες, η ποικιλία, οι καλλιεργητικές φροντίδες, η προσβολή από τις διάφορες ασθένειες, η σύσταση του εδάφους, και τέλος το στάδιο ωρίμανσης κατά το οποίο γίνεται η συγκομιδή, αποτελούν μερικούς από αυτούς τους παράγοντες.

Αυτός είναι και ο λόγος που υπάρχουν αρκετές διακυμάνσεις σχετικά με την χημική σύσταση των αποβλήτων, όπως αυτή προκύπτει από την έρευνα των επιστημόνων που υπάρχει στην διεθνή βιβλιογραφία. Δηλαδή αν πάρουμε δείγματα από Ιταλία, Ισπανία, και Ελλάδα, έτσι ώστε να προσδιορίζουμε την χημική τους σύσταση, θα διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό μεταξύ τους. Στον πίνακα 2.2 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι διαφορές αυτές ενώ στον επόμενο πίνακα τον 2.3 οι τιμές των

⁴ Α. Βλυσιδης, Επεξεργασία αποβλήτων ελαιουργείων με οξειδωτικές και βιολογικές διεργασίες με παράλληλη παραγωγή υψηλής ποιότητας εδαφοβελτιωτικού, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

σημαντικότερων παραμέτρων ρύπανσης των ΥΑΕ από κλασικό πιεστήριο και 3-φάσεων .

Παράμετρος	Ισπανία (Granada)	Ιταλία (Liguria)
COD (mg/l)	49.000	80.400
BOD ₅ (mg/l)	4.200	11.500
Ξηρή ουσία (g/l)	35,1	73,0
pH	4,9	5,2

Πίνακας 2.2: Παράμετροι υγρών αποβλήτων ελαιουργείων σε Ισπανία & Ιταλία (Πηγή: www.prosodol.gr)

Ρυπαντική παράμετρος	Πιεστικά	3-Φάσεων
pH	4,50	4,8
BOD ₅ (mg/l)	68,71	45,50
COD (mg/l)	158,18	92,50
Φαινολικές ενώσεις (g/l)	17,15	10,65
Αγωγιμότητα, mmhos/cm	18,00	12,00

Πίνακας 2.3: Μέγιστες και ελάχιστες τιμές ρυπαντικών παραμέτρων ΥΑΕ (Πηγή: Α. Βλυσίδης, ΕΜΠ)

Συμπερασματικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι οι βασικές ιδιότητες των ΥΑΕ εξαρτώνται κυρίως από τις συνθήκες που προαναφέραμε, οι οποίες επηρεάζουν στην εξαγωγή του ελαιολάδου. Η ποσότητα του νερού που προστίθεται κατά την διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας συμβάλει και αυτή στην διαμόρφωση των χαρακτηριστικών των ΥΑΕ. Σε γενικές γραμμές τα χαρακτηριστικά και τα όρια μέσα στα οποία κινούνται οι ρυπαντικές παράμετροι των ΥΑΕ είναι τα εξής:

- Τιμές pH 3 και 6
- Πολύ έντονη μυρωδιά ελαιολάδου
- Υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα
- Πολύ μεγάλο οργανικό φορτίο (COD μέχρι και 220g/l)
- Τα φαινολικά συστατικά συγκεντρώνονται σε ποσότητες μεταξύ 0,5-24g/l
- Τα σάκχαρα αποτελούν το 60% της ξηράς ουσίας, μειούμενα, φρουκτόζη, μαννόζη, γλυκόζη και σακχαρόζη
- Το κάλιο αποτελεί το κυρίαρχο ανόργανο στοιχείο με περίπου 4g/l, σημαντικό θρεπτικό στοιχείο
- 1000 κιλά ελιές που πηγαίνουν προς επεξεργασία παράγουν ένα ρυπαντικό φορτίο ισοδύναμο με εκείνο 50-100 κατοίκων.

Η άμεση επίπτωση των ΥΑΕ-κατσίγαρου στο περιβάλλον είναι κυρίως η αισθητική του υποβάθμιση η οποία οφείλεται στην έντονη οσμή του και στο σκούρο χρώμα του. Παράλληλα, εξαιτίας του υψηλού οργανικού φορτίου που περιέχει, είναι πιθανόν να δημιουργήσει

ευτροφικά φαινόμενα σε περιπτώσεις που καταλήγει σε αποδέκτες με μικρή ανακυκλοφορία νερών (κλειστούς θαλάσσιους κόλπους, λίμνες κτλ.).

Από τα συστατικά που περιέχονται στον κασίγαρο, οι πολυφαινόλες παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι από τη μία πλευρά προσδίδουν στα απόβλητα τοξικές ιδιότητες έναντι των φυτών και αποδομούνται με βραδύ σχετικά ρυθμό από εξειδικευμένες ομάδες μικροοργανισμών, ενώ από την άλλη είναι υπεύθυνες για τη συντήρηση της ποιότητας του λαδιού στο χρόνο (χαμηλή οξύτητα) ως φυσικό συντηρητικό. Επειδή η παραγωγή του ελαιολάδου είναι μία φυσική διαδικασία, πρέπει να σημειωθεί ότι ο κασίγαρος δεν περιέχει άλλες ουσίες που να είναι ιδιαίτερα τοξικές, όπως τα βαρέα μέταλλα και οι συνθετικές οργανικές ενώσεις.

Το υψηλό οργανικό φορτίο του κασίγαρου σε συνάρτηση με την παρουσία των πολυφαινολών δεν επιτρέπει την απευθείας διάθεση του στο περιβάλλον, αλλά καθιστά αναγκαία την πρότερη επεξεργασία του. Για την επεξεργασία και διάθεση του κασίγαρου έχουν δοκιμαστεί διάφορες μέθοδοι σε εργαστηριακή και πραγματική κλίμακα, τις οποίες παρουσιάζουμε στις επόμενες ενότητες.

2.4.2 Σύσταση στερεών αποβλήτων

Όσον αφορά τα στερεά απόβλητα και εδώ έχουμε διακυμάνσεις, οι οποίες οφείλονται κυρίως στον τρόπο διαχωρισμού του ελαιολάδου. Ξεκινώντας από τα κλασικά πιεστήρια η ελαιοπυρήνα που προκύπτει έχει την ακόλουθη μέση σύσταση: νερό (25-27%), λιγνίνη (14%), κυτταρίνη και ημικυτταρίνη (25-26%), υπολειμματικό έλαιο (6-9%) και ανόργανα στερεά (2-2,5%)⁵. Η ελαιοπυρήνα που προέρχεται από τα τριφασικά ελαιουργεία έχει μέση σύσταση σε νερό (45-55%), λιγνίνη (10%), κυτταρίνη και

^{5 7} Σ. Ντόλια (2006), Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιουργείων – Ανασκόπηση Ερευνών και Προβλημάτων, Πανεπιστήμιο Πειραιά, σελ. 27

ημικυτταρίνη (25-26%), υπολειμματικό έλαιο (3-4%) και ανόργανα στερεά (2-2,5%)⁶.

Τα συστατικά της ελαιοπυρήνας που προέρχονται από τους διφασικούς διαχωριστήρες έχουν μέση σύσταση σε νερό (60-70%), λιγνίνη (13-15%), κυτταρίνη και ημικυτταρίνη (18-20%), υπολειμματικό έλαιο (2,5-3%) και ανόργανα στερεά (2,5%). Μεταξύ των οργανικών συστατικών, τα βασικά συστατικά είναι τα ακόλουθα: σάκχαρα (3%), πτητικά λιπαρά οξέα (1%), πολυαλκοόλες (0,2%), πρωτεΐνες (1,5%), πολυφαινόλες (0,2%) και άλλες χρωστικές ουσίες (0,5%). Τα απόβλητα από διφασικούς διαχωριστήρες είναι πλούσια σε κάλιο, λιγότερο σε άζωτο (κυρίως οργανικό) και φτωχά σε φώσφορο και μικροστοιχεία. Αντίθετα με άλλα οργανικά απόβλητα, η ύπαρξη βαρέων μετάλλων είναι σχεδόν ανύπαρκτη, ενώ η παρουσία των τοξικών μετάλλων παρουσιάζει μια συγκέντρωση μικρότερη του 1mg/Kg για τα Pb, Cd, Cr και Hg⁷.

2.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων συγκαταλέγονται στα ιδιαίτερα τοξικά, από άποψη ρυπαντικού φορτίου, αγροτοβιομηχανικά απόβλητα. Λαμβάνοντας υπ' όψη, ότι από 1000 κιλά επεξεργασμένου ελαιοκάρπου παράγονται μόλις 200 κιλά ελαιόλαδο ενώ ταυτόχρονα 400-1200 λίτρα υγρά απόβλητα και 400-800 κιλά στερεά απόβλητα, σε συνάρτηση πάντα με την μέθοδο παραγωγής που υιοθετείται, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η ρύπανση που προκαλείται από την λειτουργία των ελαιουργείων αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα που απασχολούν κυρίως τις χώρες της Μεσογείου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι αυτές πρωτοστατούν στην παραγωγή του ελαιολάδου παγκοσμίως.

⁷ Σ. Ντόλια (2006), Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιουργείων – Ανασκόπηση Ερευνών και Προβλημάτων, Πανεπιστήμιο Πειραιά, σελ. 27-28

Το μεγαλύτερο πρόβλημα εστιάζεται κυρίως στα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων ΥΑΕ. Τα απόνερα αυτά όπως προκύπτουν από τα ελαιοτριβεία, οδηγούνται αρκετές φορές, ακόμη και σήμερα, σε κοντινούς υδάτινους αποδέκτες όπως ρεματιές, ποτάμια, λίμνες και θάλασσες. Στις περιπτώσεις αυτές έχουμε την δημιουργία τεράστιων προβλημάτων ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα λόγω της τοξικότητας των αποβλήτων, αλλά και μία γενικότερη υποβάθμιση του περιβάλλοντος γύρω από τα ελαιοτριβεία.

Πιο συγκεκριμένα τα υγρά απόβλητα παρεμποδίζουν την ανάπτυξη φυτών διαφόρων ειδών. Έχει αναφερθεί ότι η απευθείας απόθεση των αποβλήτων στα φυτά, προκαλεί αποκοπή των φύλλων και των καρπών. Η φυτοτοξικότητα αυτή των ΥΑΕ οφείλεται κυρίως στο φαινολικό περιεχόμενο τους. Στη φύση τα απόβλητα μεταβολίζονται από διάφορους μικροοργανισμούς, όπως σκουλήκια, έντομα κλπ., παράγοντας ένα μίγμα αρωμάτων που θυμίζουν χουμικό εκχύλισμα. Ο διασκορπισμός τους στο έδαφος, θα μπορούσε να αποτελέσει λύση στο πρόβλημα όμως αυτό απαιτεί την δέσμευση τεράστιων εκτάσεων μακριά από κατοικημένες περιοχές, λόγω των δυσάρεστων οσμών που προκαλούνται.

Όσον αφορά την επίδραση τους στο νερό, το πιο εμφανές σύμπτωμα ρύπανσης είναι ο μεταχρωματισμός του. Αυτή η μεταβολή στο χρώμα οφείλεται στην οξείδωση και τον διαδοχικό πολυμερισμό των τανινών που δίνουν σκούρες στο χρώμα πολυφαινόλες. Τα απόβλητα περιέχουν επίσης σημαντική ποσότητα τροποποιημένων σακχάρων. Εάν αυτά τα σάκχαρα διατεθούν απευθείας στα φυσικά νερά το αποτέλεσμα θα είναι μια αύξηση του αριθμού των μικροοργανισμών, που έχει σαν

συνέπεια την κατανάλωση του διαλυμένου οξυγόνου του νερού και την μείωση του μεριδίου του για τους άλλους ζωντανούς οργανισμούς⁸.

Εκτός των ΥΑΕ και τα στερεά απόβλητα των ελαιουργείων είναι σε θέση να δημιουργήσουν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα, ιδιαίτερα όταν διατεθούν στο περιβάλλον χωρίς καμία προηγούμενη επεξεργασία. Πιο συγκεκριμένα το στερεό υπόλειμμα, το οποίο προκύπτει από την παραγωγική διαδικασία, χαρακτηρίζεται από υψηλό οργανικό φορτίο και από μεγάλη περιεκτικότητα σε αδρανή στοιχεία (όπως άλλωστε και τα υγρά απόβλητα). Θεωρείται επίσης ως ένα παραπροϊόν δύσκολο στη διαχείριση του λόγω:

Της μεγάλης τιμής του σε χημικά και βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD, BOD5) που έχει

Της υψηλής συγκέντρωσης του σε λιπαρά οξέα που αναστέλλει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και

Της μεγάλης περιεκτικότητας του σε φαινόλες, οι οποίες παρεμποδίζουν τις μικροβιακές δραστηριότητες.

Όπως και στην περίπτωση με τα ΥΑΕ, η αποθήκευση του ή η διάθεση του στερεού αυτού αποβλήτου στο έδαφος χωρίς προηγούμενη επεξεργασία δεν αποτελεί λύση για το περιβάλλον. Αντιθέτως αυξάνεται ακόμα περισσότερο το πρόβλημα, ιδιαίτερα όταν υπάρχουν υγρές διαρροές οι οποίες μολύνουν τον υδροφόρο ορίζοντα ή παρατηρούνται αλλαγές στην μορφολογία του εδάφους.

Παράλληλα πρέπει να σημειωθεί ότι για πολλές δεκαετίες υπήρχαν ελλείψεις στη νομοθεσία σχετικά με τη διαχείριση των στερεών

⁸ Σ. Ντόλια (2006), Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιουργείων – Ανασκόπηση Ερευνών και Προβλημάτων, Πανεπιστήμιο Πειραιά, σελ. 31

αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων και των στερεών αποβλήτων από τα ελαιουργεία. Από το 1986 και μετά τέθηκε σε εφαρμογή η οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (74/442/Ε.Ε., 15-6-1975), η οποία προτρέπει τα κράτη-μέλη να λαμβάνουν τα ενδεδειγμένα μέτρα για την ολοκληρωμένη διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

Με αυτόν τον τρόπο και στη χώρα μας άρχισαν να λειτουργούν τα πρώτα πυρηνελαιουργεία, τα οποία αποτέλεσαν μία πρώτη λύση στο πρόβλημα. Παρ' όλα αυτά, ακόμη και σήμερα σε πολλές περιοχές της Ευρώπης υπάρχει απουσία ολοκληρωμένων μεθόδων διαχείρισης των αποβλήτων των ελαιουργείων, οι οποίες να μπορούν να εγγυηθούν την αποτελεσματική επεξεργασία τους. Όπως και να είναι η κατάσταση με τη νομοθεσία, θα πρέπει σε κάθε περίπτωση η διαχείριση των στερεών και υγρών αποβλήτων από τα ελαιουργεία να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να διασφαλίζεται η δημόσια υγεία.

Επίσης θα πρέπει να λαμβάνονται όλα τα αναγκαία μέτρα για την προστασία του υδάτινου στοιχείου, του αέρα, του εδάφους, του τοπίου γενικότερα των περιοχών πλησίον των ελαιουργείων. Ειδικά όταν αυτά παρουσιάζουν ιδιαίτερο οικολογικό, πολιτιστικό ή και αισθητικό ενδιαφέρον. Δεν θα πρέπει επίσης να δημιουργούνται οχλήσεις από οσμές ή θορύβους. Είναι λοιπόν αυτονόητο στην εποχή μας ότι πρέπει να αναπτυχθούν ολοκληρωμένες και οικονομικά βιώσιμες μέθοδοι επεξεργασίας των αποβλήτων/παραπροϊόντων των ελαιουργείων, ώστε να λυθεί το περιβαλλοντικό αυτό πρόβλημα.

3 Μέθοδοι επεξεργασίας αποβλήτων ελαιουργείων

3.1 Εισαγωγή

Η διαχείριση των αποβλήτων και κυρίως των υγρών, αποτελεί ένα οξύ πρόβλημα για την βιομηχανία ελαιολάδου, τόσο κατά την διάρκεια της ελαιοποίησης, όσο και μετά από αυτήν. Υπάρχει μια πληθώρα ερευνητικών εργασιών που έχουν πραγματοποιηθεί πάνω στο αντικείμενο αυτό, χωρίς όμως να έχουν δώσει μια ολοκληρωμένη λύση.

Οι αιτίες είναι πολλές, μερικές από τις οποίες έχουν ήδη επισημανθεί στην εργασία αυτή, όπως το βαρύ οργανικό τους φορτίο, η παρουσία σε αυτά ποσότητας τοξικών ουσιών για φυτά και ζώα, οι οποίες αποικοδομούνται δύσκολα ή καθόλου, και τέλος οι χρωστικές τους ουσίες, οι οποίες είναι σε θέση να χρωματίσουν το έδαφος και το νερό. Από την άλλη τα δυσβάσταχτα οικονομικά μεγέθη τα οποία απαιτούνται για την διαχείριση τους, λειτουργούν ως τροχοπέδη, μιας και το μεγαλύτερο ποσοστό των ελαιουργείων είναι μικρές οικογενειακές επιχειρήσεις, οι οποίες λειτουργούν μέχρι το πολύ 3,5 μήνες.

Τέλος η διασπορά των ελαιουργείων είναι μεγάλη ανά καλλιεργούμενη με ελαιόδεντρα έκταση, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η δημιουργία μιας κεντρικής μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων ελαιουργείων, η οποία θα ήταν και οικονομικά βιώσιμη. Υπάρχουν λοιπόν πολλές και διαφορετικές διαδικασίες επεξεργασίας αποβλήτων οι οποίες μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα την κατηγορία του απόβλητου σε δύο γενικές κατηγορίες.

Μέθοδοι επεξεργασίας ΥΑΕ

Μηχανικές μέθοδοι

Βιολογικές μέθοδοι

Φυσικοχημικές μέθοδοι

Μέθοδοι διαχείρισης στερεών αποβλήτων

Μηχανική επεξεργασία

Βιολογική επεξεργασία

Θερμική επεξεργασία

Καμία από τις μεθόδους των ΥΑΕ που αναφέρθηκαν προηγουμένως δεν λύνει το πρόβλημα διάθεσης των αποβλήτων ολοκληρωτικά και με περιβαλλοντικά ικανοποιητικό τρόπο. Η πιο συμφέρουσα λύση, η οποία είναι και η παλαιότερη, είναι η παροχέτευση τους σε χέρσο ή καλλιεργούμενο έδαφος. Συνήθης είναι επίσης και η λύση της παροχέτευσης τους σε ποτάμια και σπανιότερα στην θάλασσα. Πάντως και με τους δύο τρόπους η μόλυνση του περιβάλλοντος είναι πολύ μεγάλη.

Τώρα όσον αφορά την ελαιοπυρήνα που προκύπτει από το κλασσικό σύστημα πίεσης και αυτό των τριών φάσεων, αυτή συνήθως διοχετεύεται στα πυρηνελαιουργεία, όπου γίνεται η ανάκτηση του εναπομείναντος ελαίου, και στην συνέχεια αξιοποιείται με διάφορους τρόπους που αναλύονται στις επόμενες ενότητες. Τέλος όσον αφορά τα διφασικά ελαιοουργεία και τα απόβλητα τους, δεν υπάρχουν ακόμα ολοκληρωμένες μελέτες για την διάθεση τους.

3.2 Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

3.2.1 Παροχέτευση σε χέρσα ή καλλιεργημένα εδάφη

Πρόκειται για την μέθοδο κατά την οποία τα απόβλητα διασκορπίζονται στο έδαφος όπως είναι, ή μετά από κάποια προκατεργασία συνήθως με ασβέστη. Αυτή η πρακτική αποβλέπει συνήθως στην απαλλαγή των ελαιοτριβείων από την παρουσία τους, είτε στην άρδευση και την λίπανση των αγρών μέσω των φερτών τους υλών.

Η εφαρμογή των ΥΑΕ απ' ευθείας στο έδαφος έχει ήδη προταθεί σε πολλές μεσογειακές χώρες, κυρίως για την αποφυγή του υψηλού κόστους επεξεργασίας τους. Η θεωρία της παροχέτευσης των ΥΑΕ στο έδαφος βασίζεται στο γεγονός, ότι το έδαφος έχει την δυνατότητα να βιοαποδομεί το οργανικό μέρος των αποβλήτων, ενώ λόγω της ρυθμιστικής του ικανότητας δεν επηρεάζεται από το pH και την υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα τους. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα φυσικό σύστημα επεξεργασίας των ΥΑΕ, πάντα με την προϋπόθεση ότι αυτό δεν είναι επικίνδυνο για τα καλλιεργούμενα φυτά αλλά και τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες.

Η εφαρμογή αυτής της παροχέτευσης σε μικρή κλίμακα έχει δείξει, σύμφωνα με τους ειδικούς, ότι σε στρώμα εδάφους 2 μέτρων έχουμε μια πλήρη αποικοδόμηση των οργανικών και ανόργανων συστατικών των ΥΑΕ, όταν η εφαρμογή τους αυτή έγινε σε κλίμακα 5.000-10.000m³/ha, ανά έτος. Από την παροχέτευση των ΥΑΕ στο έδαφος έχουν αναφερθεί επίσης προβλήματα φυτοτοξικότητας στα φυτά, κυρίως σε ετήσιες καλλιέργειες και υπό την προϋπόθεση, ότι η φύτευση τους έγινε λίγο πριν ή λίγο μετά την παροχέτευση των ΥΑΕ στο έδαφος.

Η φυτοτοξικότητα των ΥΑΕ στα φυτά μπορεί να αντιμετωπιστεί με την αραίωση τους, η οποία αραίωση όσο μεγαλύτερη είναι τόσο περισσότερο μειώνεται η φυτοτοξικότητα, μιας και μειώνεται σημαντικά η συγκέντρωση των φυτοτοξικών συστατικών των ΥΑΕ. Μια δεύτερη επεξεργασία που μπορεί να γίνει πριν την παροχέτευση τους είναι ο αερισμός τους, ο οποίος συμβάλει και αυτός στην μείωση φυτοτοξικότητας τους. Τέλος η επιτρεπόμενη ποσότητα ΥΑΕ που μπορεί να παροχετευτεί στο έδαφος ανέρχεται στα 80m³/ha όταν αυτά προέρχονται από φυγοκέντριση, και 50m³/ha από διαδικασία πίεσης.

Θα πρέπει επίσης να αναφέρουμε ότι για να έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα, θα πρέπει τα ΥΑΕ να διανέμονται ομοιόμορφα στο αγροτεμάχιο, να μην περιέχει ο έδαφος υψηλά ποσοστά υγρασίας, τα ΥΑΕ

να μην είναι πολύ συμπυκνωμένα και τέλος η παροχέτευση τους να γίνεται απογεματινές ώρες. Γενικά όμως η εφαρμογή αυτή δεν είναι καθολικά εφαρμόσιμη, διότι η τρομερά δυσάρεστη οσμή που αναδύεται στον χώρο παροχέτευσης είναι πολύ έντονη, ειδικά το πρώτο δεκαπενθήμερο.

3.2.2 Παροχέτευση σε επιφανειακά νερά και την θάλασσα

Η παροχέτευση των ΥΑΕ σε επιφανειακά νερά, δηλαδή σε λίμνες, ποτάμια, χείμαρρους αλλά και την θάλασσα, αποτελεί στην ουσία μια εύκολη και κυρίως ανέξοδη λύση στο πρόβλημα. Οι επιπτώσεις όμως αυτής της πρακτικής είναι βαρύτερες για τα οικοσυστήματα. Η διαταραχή που παρατηρείται στα οικοσυστήματα αυτά, κυρίως στα ποτάμια τους χείμαρρους και τα σημεία εκβολής τους στη θάλασσα, οφείλεται στην έλλειψη οξυγόνου στο νερό. Με την παροχέτευση των ΥΑΕ η κατάσταση γίνεται ασφυκτική όσον αφορά την επιβίωση των υδρόβιων οργανισμών.

Η έλλειψη αυτή οξυγόνου προκαλείται από το αυξημένο φορτίο οργανικών ουσιών των αποβλήτων, το οποίο για να αποικοδομηθεί, αναλίσκει μεγάλες ποσότητες οξυγόνου. Επίσης το γαλάκτωμα που επιπλέει στην επιφάνεια του νερού, το οποίο αποτελείται από συστατικά μαλακών ιστών, πούλπας κλπ, παρεμποδίζει την εισροή οξυγόνου στο νερό. Ένα μέρος αυτού του γαλακτώματος κατακάθεται επίσης στον πυθμένα των ποταμών, των λιμνών και των παράλιων χώρων, με αποτέλεσμα την δημιουργία ενός απίστευτα ασφυκτικού κλίματος για τους υδρόβιους οργανισμούς. Όλα αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα να εκβράζονται νεκρά ψάρια και άλλοι οργανισμοί στην επιφάνεια και την ακτή.

3.3 Μηχανικές μέθοδοι επεξεργασίας ΥΑΕ

3.3.1 Διήθηση (Filtration)

Η διήθηση (Filtration) είναι μια από τις παλαιότερες μεθόδους επεξεργασίας για την απομάκρυνση των στερεών από τα υγρά απόβλητα. Τα στερεά περιλαμβάνουν άργιλο και ιλύ, οργανική ουσία, ιζήματα από άλλες επεξεργασίες, σίδηρο, μαγγάνιο και μικροοργανισμούς. 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 που βοηθούν στην αφαίρεση και των πιο μικρών μορίων⁹.

Η διήθηση καθαρίζει το νερό και ενισχύει την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Μπορεί να εφαρμοστεί μόνη της ή σε συνδυασμό με άλλη τεχνολογία επεξεργασίας. Η διήθηση μπορεί να γίνει είτε φυσική (με βαρύτητα), είτε βεβιασμένη, με εφαρμογή πίεσης στην πλευρά εισόδου ή με εφαρμογή κενού στην πλευρά εξόδου των αποβλήτων. Συνήθως, η διήθηση χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των στερεών υλικών από τα υγρά απόβλητα που μπορεί να εμποδίσουν την περαιτέρω επεξεργασία (πχ φράξιμο σωλήνων). Η διήθηση για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών από τα υγρά απόβλητα βασίζεται στις μεθόδους διαχωρισμού μεμβρανών.

3.3.2 Επίπλευση (Flotation)

Η επίπλευση είναι μια μηχανική μέθοδος διαχωρισμού των αιωρούμενων στερεών από τα υγρά απόβλητα. Η χρήση ενός αερίου στο σύστημα, όπως αέρα ή αζώτου, διευκολύνει το διαχωρισμό. Η αρχή της μεθόδου είναι απλή. Το αέριο διοχετεύεται υπό πίεση στα απόβλητα σχηματίζοντας λεπτές φυσαλίδες και προσροφάται στην επιφάνεια των στερεών, μειώνοντας το ειδικό βάρος και διευκολύνοντας το διαχωρισμό. Για τη διευκόλυνση της διαδικασίας χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες όπως:

Ουσίες που προκαλούν αφρισμό (foaming chemicals). Η δημιουργία αφρού σταθεροποιεί τις φυσαλίδες και τον αφρό στην επιφάνεια της

⁹ <http://www.westech-inc.com/daf.html>

δεξαμενής. Σε διαφορετική περίπτωση, εάν σταματήσει ο σχηματισμός φυσαλίδων και αφρού, τα αιωρούμενα στερεά θα κατακρημνιστούν.

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). Μερικοί ρυθμιστικοί παράγοντες όπως ρυθμιστές pH, ουσίες που προκαλούν κροκίδωση, κλπ.

Εφαρμόζονται διάφοροι τύποι επίπλευσης, οι όποιοι διαφέρουν κυρίως στον τρόπο που παράγονται οι φυσαλίδες. Η Επίπλευση με Διαλυμένο Αέρα (Dissolved Air Flotation) είναι η ευρύτερη μέθοδος που εφαρμόζεται λόγω της αποτελεσματικότητας στην απομάκρυνση μεγάλου εύρους στερεών. Μέχρι τώρα η επίπλευση χρησιμοποιούνταν μόνο σε πειραματικό στάδιο για την επεξεργασία των αποβλήτων των ελαιοτριβείων. Η επίπλευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αφαίρεση της πολύ λεπτής φάσης ελαίου (γαλάκτωμα) στα απόβλητα, αλλά η εφαρμογή παραμένει οριακή λόγω της χαμηλής αναλογίας δαπάνης/οφέλους¹⁰.

Ορισμένα ερευνητικά αποτελέσματα δείχνουν ότι είναι δυνατό να αφαιρεθεί η λιγνίνη και τα πολυμερή της από τα υγρά απόβλητα με διήθηση. Τα συστατικά αυτά μπορεί να διασπαστούν στη συνέχεια από κάποιους μύκητες (π.χ. Actinobacteria), που χρησιμοποιούν την λιγνίνη ως θρεπτικό υπόστρωμα.

¹⁰ <http://de.wikipedia.org/wiki/Flotation>

3.3.3 Καθίζηση (Sedimentation)

Η καθίζηση στηρίζεται στη μεγαλύτερη πυκνότητα των μορίων από αυτή του νερού για την απομάκρυνσή τους από την υδατική φάση. Η διαδικασία μπορεί να είναι φυσική (κατακρήμνιση λόγω βαρύτητας) ή εξαναγκασμένη (σε φυγοκεντρικό διαχωριστή ή κυκλώνα). Μετά από την αφαίρεση των ογκωδών στερεών, τα υγρά απόβλητα ρέουν στις δεξαμενές καθίζησης, όπου η ταχύτητα ροής μειώνεται και τα αιωρούμενα υλικά βυθίζονται στον πυθμένα της δεξαμενής.

Σε αυτό το στάδιο απομακρύνεται το 50% περίπου των διαλυμένων στερεών και το 35% του BOD5. Επίσης, τα συστατικά που επιπλέουν όπως το έλαιο συλλέγονται από την επιφάνεια των δεξαμενών. Το υλικό που καθιζάνει (ιλύς) συλλέγεται σε μια χοάνη και οδηγείται για περαιτέρω επεξεργασία. Μερικές φορές χρησιμοποιείται ασβέστης για τον έλεγχο των ανεπιθύμητων οσμών. Από μελέτη που έχει γίνει φάνηκε ότι ο χρόνος που απαιτείται για να σταθεροποιηθεί η συγκέντρωση των TSS είναι ίσος με 5 ημέρες. Είναι, λοιπόν, σημαντικό να γνωρίζουμε ότι απαιτείται η κατασκευή μεγάλων δεξαμενών, ώστε να είναι εφικτή η επίτευξη του χρόνου παραμονής των 5 ημερών¹¹.

3.3.4 Απολίπωση (Degreasing)

Πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων στο σύστημα βιολογικού καθαρισμού, θα πρέπει πρώτα να απομακρυνθεί η λιπαρή φάση με τη χρήση παγίδας λιπών, δεδομένου ότι εμποδίζουν την ομαλή λειτουργία των βιολογικών εγκαταστάσεων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Παράγοντας αποφασιστικής σημασίας για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος απολίπωσης είναι το μέγεθος των ελαιοσταγονιδίων. Όσο μεγαλύτερα είναι τα σταγονίδια, τόσο μεγαλύτερη

¹¹ http://www.bcua.org/WPC_VT_WasteWaterPrimarySedimentation.htm

είναι η τάση τους να σχηματίσουν ένα φιλμ ελαίου στην επιφάνεια του νερού, για την απομάκρυνση του οποίου χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές, οι απολιπωτές (oil skimmer).

Οι συσκευές αυτές είναι ιμάντες ή δίσκοι από χάλυβα ή πλαστικό που βυθίζονται συνεχώς στα υγρά απόβλητα. Το έλαιο προσκολλάται στην υδρόφιλη φάση και στη συνέχεια απομακρύνεται από την επιφάνεια. Στην περίπτωση που τα σταγονίδια του ελαίου είναι πολύ μικρά ή η συγκέντρωση του ελαίου είναι χαμηλή, χρησιμοποιούνται οι φυγοκεντρικοί διαχωριστές ή διαχωριστές βαρύτητας¹².

3.4 Βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας ΥΑΕ

3.4.1 Λίμνες εξάτμισης (Lagoons)

Οι λίμνες εξάτμισης είναι μία από τις παλαιότερες μεθόδους για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Αποτελεί ικανοποιητική τεχνική για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων με μικρό ρυπαντικό φορτίο. Οι βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας βασίζονται στη δράση μικροοργανισμών που αποικοδομούν τα οργανικά συστατικά των αποβλήτων σε απλούστερα, αβλαβή και ενεργειακά σταθερότερα προϊόντα. Το κύριο μειονέκτημα των λιμνών εξάτμισης είναι οι μεγάλες επιφάνειες που απαιτούνται και η μεγάλη περίοδος επεξεργασίας που διαρκεί περισσότερο από 60 ημέρες. Σήμερα οι λίμνες εξάτμισης χρησιμοποιούνται για «αποθήκευση» και εξάτμιση του ύδατος, ενώ παράλληλα έχουμε και διαχωρισμό των στερεών από την υγρή φάση με καθίζηση.

Το μέγιστο ποσοστό εξάτμισης μπορεί να φθάσει σε τιμές 1m^3 ανά 1m^2 κατά τη διάρκεια ενός μήνα. Μετά την εξάτμιση των υγρών αποβλήτων, τα στερεά που απομένουν χρησιμοποιούνται ως λίπασμα. Οι λίμνες εξάτμισης είναι απλές εφαρμογές, χαμηλού κόστους, αλλά υπάρχει

¹² http://www.bcua.org/WPC_VT_WasteWaterPrimarySedimentation.htm

κίνδυνος ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα εάν η μόνωση της λεκάνης δεν είναι σωστή ή εάν υπάρξει κάποια διαρροή. Κύριο μειονέκτημα της μεθόδου είναι η έντονη δυσοσμία που αναδύεται από τα υγρά απόβλητα, η οποία είναι αντιληπτή σε μεγάλη απόσταση. Ο ρυθμός εξάτμισης εξαρτάται από το κλίμα και μπορεί να διαρκέσει μερικές εβδομάδες. Στο τέλος της διαδικασίας παραμένει μια ελαιούχος και υγρή λάσπη¹³.

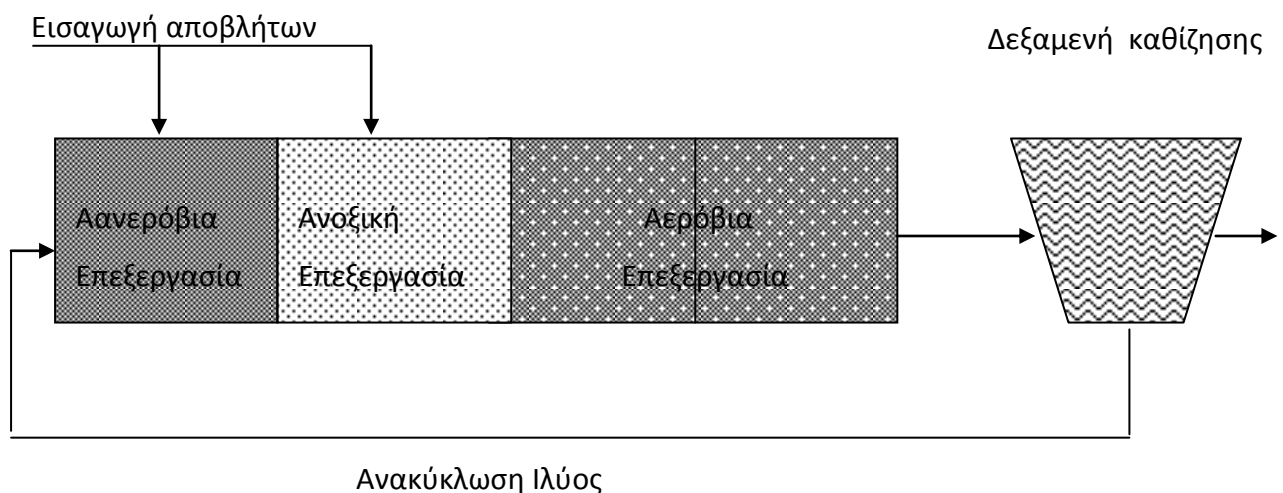
3.4.2 Μέθοδος Ενεργού Ιλύος (Active Sludge)

Οι πρώτες εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων δημιουργήθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1930. Κύριος σκοπός τότε ήταν η απομάκρυνση των μη διαλυτών στερεών (π.χ. άμμος, περιττώματα). Τα διαλυμένα συστατικά (οργανικές ενώσεις, άζωτο, και φωσφόρος) απορρίπτονταν στα ποτάμια, σε λίμνες κλπ. Τα αποτελέσματα ήταν τοξικά απόβλητα που δημιούργησαν συνθήκες ευτροφισμού στους υδατικούς αποδέκτες. Η πρώτη βιολογική επεξεργασία υγρών αποβλήτων επικεντρώθηκε στην αποικοδόμηση των οργανικών πηγών άνθρακα.

Σήμερα, η κατάσταση έχει αλλάξει ριζικά και τα πρότυπα ποιότητας στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είναι πολύ υψηλά. Η μέθοδος εστιάζεται στη βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, λόγω της χαμηλότερης λειτουργικής δαπάνης και της υψηλότερης αποδοτικότητας σε σύγκριση με τη χημική επεξεργασία. Η μέθοδος της ενεργούς ιλύος είναι η περισσότερο διαδεδομένη βιολογική επεξεργασία υγρών αποβλήτων στον κόσμο. Η βιομάζα αποτελείται από βακτήρια, που είναι υπεύθυνα για τη διαδικασία αποικοδόμησης και πρωτόζωα που τρώνε τα βακτήρια.

¹³http://www.italocorotondo.it/tequila/partner_section/belgium_english/be_lag_waste_water.htm

Η διαδικασία αυτή της βιοκένωσης (biocenosis) καλείται ενεργή ιλύς. Η διαδικασία αποικοδόμησης οδηγεί στην παραγωγή υψηλών ποσοτήτων ιλύος, διοξείδιο του άνθρακα και νιτρικά ιόντα (NO_3^-). Η ιλύς ανακυκλώνεται μερικώς στη δεξαμενή αερισμού και το πλεόνασμα θα πρέπει να υποβληθεί σε κάποια επεξεργασία πριν διατεθεί για περαιτέρω χρήση. Βελτιώσεις στην επεξεργασία των αποβλήτων οδήγησαν στην τροποποίηση της μεθόδου από μια δεξαμενή αερόβιας επεξεργασίας, σε ένα συνδυασμό δεξαμενών που περιλαμβάνουν αερόβιες, ανοξικές (anoxic), (δηλ. συνθήκες όπου το διαλυμένο οξυγόνο είναι μεταξύ 0-0,5 ppm) και αναερόβιες συνθήκες, οι οποίες απομακρύνουν ανόργανα στοιχεία όπως το άζωτο και ο φωσφόρος. Στο σχήμα 3.1 που ακολουθεί παρουσιάζεται ο τρόπος λειτουργίας αυτής της μεθόδου.



Σχήμα 3.1: Ροή εισαγωγής και επεξεργασίας αποβλήτων με την μέθοδο του ενεργού ιλύος

Υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων στα υγρά απόβλητα και αργές κινητικές απομάκρυνσης των ρύπων, καθιστούν τη μέθοδο ακατάλληλη για

άμεση επεξεργασία και αποτελεσματική απομάκρυνση των πολυφαινολών και χρωστικών ουσιών (τανίνες)¹⁴.

3.4.3 Αναερόβια επεξεργασία (Anaerobic Treatment)

Η αναερόβια επεξεργασία αποτελεί κατάλληλη μέθοδο για την απομάκρυνση του οργανικού φορτίου από ιδιαίτερα μολυσμένα υγρά απόβλητα. Πραγματοποιείται από βακτήρια που δεν χρειάζονται οξυγόνο για την αποικοδόμηση των οργανικών ενώσεων από τα υγρά απόβλητα. Η αναερόβια επεξεργασία γίνεται όμως με βραδύτερο ρυθμό, επειδή αυτοί οι μικροοργανισμοί έχουν χαμηλότερη μεταβολική δραστηριότητα αποικοδόμησης από ότι οι αερόβιοι, με αποτέλεσμα η αναερόβια επεξεργασία να είναι περισσότερο ευαίσθητη από την αερόβια μέθοδο.

Η αναερόβια επεξεργασία των αποβλήτων εφαρμόζεται όλο και περισσότερο επειδή επιτρέπει την ανάκτηση σημαντικής ποσότητας μεθανίου για χρήση ως πηγή ενέργειας. Επιπλέον κατά την αναερόβια επεξεργασία παράγονται σημαντικά μικρότερες ποσότητες ιλύος (λάσπης). Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων είναι κατάλληλα για αναερόβια επεξεργασία, καθώς το ρυπαντικό τους φορτίο αποτελείται από οργανικές και διαλυτές ενώσεις, όπως σάκχαρα, πηκτίνη, κλπ. Όμως, η παραγωγή μεθανίου συχνά παρεμποδίζεται στη βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων.

Οι υψηλές συγκεντρώσεις COD και BOD5 (πάνω από 7 g/L), η έλλειψη αζώτου και φωσφόρου, η παρουσία πολυφαινολών και λιπαρών οξέων στα υγρά απόβλητα προκαλούν αστάθεια στο μεταβολισμό των μικροοργανισμών και συμβάλλουν στη συσσώρευση πτητικών λιπαρών οξέων. Εάν το οργανικό και ανόργανο φορτίο των αποβλήτων δεν είναι

¹⁴ <http://www.aquatec-engineering.com/engl-src/aqua.htm>

υψηλό, είναι δυνατόν η επεξεργασία να γίνει σε εγκαταστάσεις αστικών λυμάτων¹⁵.

3.5 Φυσικοχημικές μέθοδοι επεξεργασίας ΥΑΕ

Η αποτελεσματική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων περιλαμβάνει την κατάλληλη προ-επεξεργασία με μεθόδους όπως η διήθηση, η συσσωμάτωση (flocculation) και το φιλτράρισμα. Με την επιλογή του καλύτερου χημικού παράγοντα (πολυηλεκτρολύτη) για συσσωμάτωση, είναι δυνατό να αποβληθεί σημαντικό ποσοστό κολλοειδών σωματιδίων από τα υγρά απόβλητα, τα οποία θα αφαιρεθούν στη συνέχεια με ένα φίλτρο άμμου (sandbed). Το τελικό στάδιο περιλαμβάνει διήθηση μέσω μεμβρανών που εξασφαλίζει συνολική μείωση του οργανικού φορτίου κατά 95%. Η μέθοδος αυτή βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο και θα μπορούσε να αποτελέσει μια μμελλοντική λύση.¹⁶

3.5.1 Διαχωρισμός με μεμβράνες (Membrane separation)

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται για την απομάκρυνση αιωρούμενων, κολλοειδών και διαλυόμενων ουσιών από τα υγρά απόβλητα. Χρησιμοποιείται μια ημιπερατή ή πορώδης μεμβράνη, η οποία λειτουργεί σαν φυσικό φράγμα μέσω του οποίου οι ουσίες είτε περνούν είτε παρακρατούνται ανάλογα με το μέγεθος τους. Η δομή και τα χαρακτηριστικά της μεμβράνης καθορίζουν τη φύση του διαχωρισμού. Κοινό χαρακτηριστικό όλων των διαδικασιών διήθησης με μεμβράνες είναι η εφαρμογή πίεσης, η οποία αναγκάζει το διάλυμα να περάσει μέσω της πορώδους μεμβράνης και να επιτευχθεί επιλεκτικός διαχωρισμός.

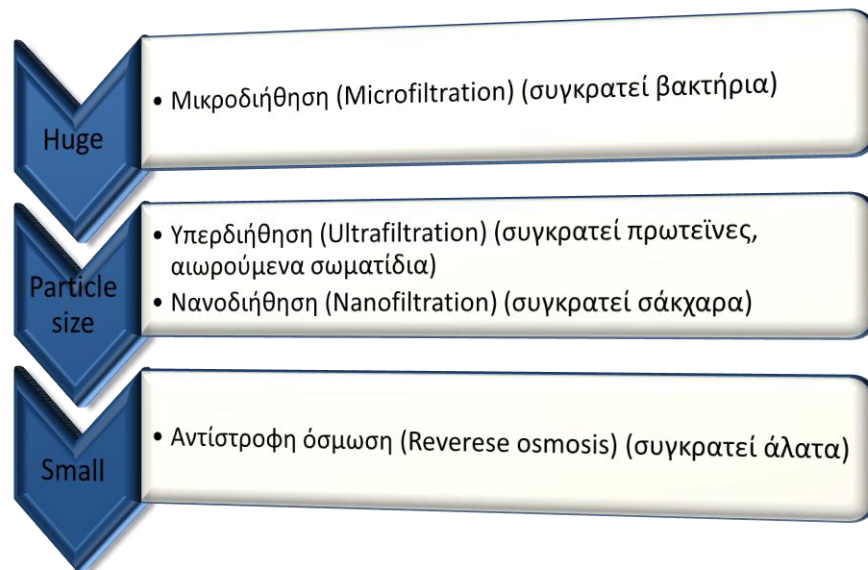
¹⁵ <http://www.aquatec-engineering.com/engl-src/aqua.htm>

¹⁶ <http://www.aquatec-engineering.com/engl-src/aqua.htm>

Η διαπερατότητα εξαρτάται από το μέγεθος των μορίων και των πόρων των μεμβρανών. Τα συστήματα διαχωρισμού με μεμβράνες μπορούν να διαχωρίσουν σε:

- Στερεά από αέρια
- Στερεά από υγρά
- Αέρια από αέρια
- Αέρια από υγρά
- Υγρά από υγρά και
- Διαλυμένα ή κολλοειδή υλικά από υγρά

Η τεχνολογία διαχωρισμού με την χρήση μεμβρανών χρησιμοποιείται για τη συγκέντρωση (concentration), τον καθαρισμό (purification) και την κλασματοποίηση (fractionation) και είναι αποτελεσματική για την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση πρώτων υλών, προϊόντων και νερού. Εφαρμόζεται για τη συγκέντρωση των υγρών στη βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων. Γενικά ο διαχωρισμός με μεμβράνες διακρίνεται ανάλογα με το μέγεθος των πόρων σε:



Πριν τον διαχωρισμό με μεμβράνες, είναι απαραίτητο ένα στάδιο προ-φιλτραρίσματος ώστε να αφαιρεθούν τα μεγάλα αιωρούμενα στερεά. Έχει υποστηριχτεί ότι η τεχνολογία των μεμβρανών επιτρέπει το διαχωρισμό ουσιών υψηλής προστιθέμενης αξίας από τα υγρά απόβλητα των ελαιολιτριβείων (π.χ. πολυφαινόλες), αλλά μέχρι σήμερα δεν υπάρχει καμία μονάδα που να αξιοποιεί τα υγρά απόβλητα προς την κατεύθυνση αυτή. Ο διαχωρισμός με μεμβράνες δεν είναι κατάλληλος για υγρά απόβλητα υψηλού ρυπαντικού φορτίου από την παραγωγή ελαιολάδου. Αυτό συμβαίνει γιατί δημιουργούν προβλήματα στην ομαλή λειτουργία των μεμβρανών λόγω φραξίματος των πόρων, και φαινομένων συσσωμάτωσης και προσρόφησης, γεγονός που συμβάλλει στη δημιουργία ενός στρώματος γλοιώδους υφής στην επιφάνεια των μεμβρανών.

Σύμφωνα με μελέτες προκύπτει ότι η επεξεργασία των ΥΑΕ με τη χρήση μεμβρανών εξασφαλίζει ασφαλή διάθεση του τελικού προϊόντος στο περιβάλλον. Το τελικό προϊόν μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για άρδευση ή να ανακυκλωθεί και να χρησιμοποιηθεί στο ελαιολιτριβείο για την κάλυψη κάποιων αναγκών. Επιπλέον η ανάμιξη των στερεών, που προκύπτουν στα διάφορα στάδια της διεργασίας, με άλλα υλικά μπορεί να οδηγήσει στη χρήση τους σαν εδαφοβελτιωτικό. Βασικό μειονέκτημα της

διεργασίας αυτής αποτελεί το γεγονός ότι είναι απαραίτητη η υπερδιήθηση για την περαιτέρω επεξεργασία του αποβλήτου, κάτι που αυξάνει το κόστος της διεργασίας.

3.5.2 Αποτέφρωση (Incineration)

Η αποτέφρωση είναι η καταστροφή του οργανικού περιεχομένου των αποβλήτων παρουσία αέρα σε υψηλή θεοκρασία, που συνοδεύεται από πλήρη εξάτμιση του ύδατος. Η επεξεργασία αυτή είναι αποτελεσματική για τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε οργανική ουσία. Όσο υψηλότερο είναι το οργανικό περιεχόμενο των υγρών αποβλήτων (οργανική ουσία τουλάχιστον 10%), τόσο αποτελεσματικότερη είναι η τεχνολογία αποτέφρωσης σε σύγκριση με τη μηχανική-βιολογική επεξεργασία. Ο φούρνος ρευστοποιημένης κλίνης (fluid bed oven) ή οι θάλαμοι στατικής αποτέφρωσης (static incineration chambers) χρησιμοποιούνται γενικά για αποτέφρωση των υγρών αποβλήτων, ενώ οι θάλαμοι αποτέφρωσης με περιστροφικούς σωλήνες (rotary tube ovens) χρησιμοποιούνται για συνδυασμένη αποτέφρωση στερεών και υγρών αποβλήτων.

Τα υγρά απόβλητα ψεκάζονται στο θάλαμο αποτέφρωσης υπό μορφή λεπτών σταγονιδίων μέσω ειδικών ακροφυσίων, επιτυγχάνοντας έτσι την καλύτερη ανάμειξη με τον θερμό αέρα. Η θερμοκρασία αποτέφρωσης κυμαίνεται από 650°C μέχρι 1600°C. Όλοι οι τύποι αποτεφρωτήρων μπορεί να λειτουργήσουν σε καθεστώς πυρόλυσης και μειωμένου οξυγόνου. Το κυριότερο πρόβλημα είναι η σχηματιζόμενη τέφρα και τα καυσαέρια, η διαχείριση των οποίων είναι δαπανηρή¹⁷.

¹⁷ http://www.bcua.org/WPC_VT_WasteWaterPrimarySedimentation.htm

3.5.3 Εξάτμιση και απόσταξη (Evaporation & Distillation)

Αυτές οι μέθοδοι επεξεργασίας συμπυκνώνουν το οργανικό και ανόργανο περιεχόμενο των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων καθώς επίσης και τις μη-πτητικές διαλυμένες ουσίες με εξάτμιση. Η ενέργεια για την εξάτμιση προέρχεται από θερμότητα καύσης ή από φυσική πηγή (ήλιος). Το μειονέκτημα αυτών των διαδικασιών σχετίζεται με την επεξεργασία και τη διάθεση των προϊόντων που προκύπτουν, όπως η διάθεση των ημι-στερεών υπολειμμάτων. Τα υπολείμματα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως ζωοτροφή, αλλά η χρήση τους είναι περιορισμένη λόγω της πικρής γεύσης και της υψηλής περιεκτικότητας τους σε κάλιο.

Είναι γνωστό ότι τα στερεά υπολείμματα έχουν υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο που χρησιμοποιείται συχνά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το νερό που εξατμίζεται μπορεί να συμπυκνωθεί και να χρησιμοποιηθεί στη γραμμή επεξεργασίας της μεταποιητικής μονάδας. Ο συμπυκνωμένος ατμός από την έξοδο της τουρμπίνας μεταφέρεται στον λέβητα και χρησιμοποιείται ως κινητήριο δύναμη για τις μηχανές. Μετά την απομάκρυνση του νερού (ξήρανση), το στερεό υπόλειμμα μπορεί να αποτεφρωθεί και να συμβάλει στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή το συμπύκνωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα. Η αποδοτικότητα της εξάτμισης υπολογίζεται στο 50% των ολικών διαλυμένων στερεών.

3.5.4 Συσσωμάτωση (Flocculation)

Η συσσωμάτωση αναφέρεται στη χημική αποσταθεροποίηση των κολλοειδών διασπορών εξαιτίας της προσθήκης κατάλληλων ηλεκτρολυτών, οι οποίοι μειώνουν το φορτίο των κολλοειδών σωματιδίων, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι ηλεκτροστατικές απωστικές δυνάμεις και τα κολλοειδή τεμαχίδια να σχηματίζουν μεγαλύτερα συσσωματώματα τα οποία καθιζάνουν ως ίζημα.

Δυστυχώς αυτή η διαδικασία δεν είναι πολύ αποδοτική για τη μείωση των ρύπων στο ΥΑΕ. Τα περισσότερα οργανικά συστατικά του

αποβλήτου 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.¹⁸

3.5.5 Καθίζηση (Precipitation)

Η μέθοδος της καθίζησης χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των διαλυόμενων ουσιών από τα απόβλητα, με την προσθήκη ενός χημικού παράγοντα που ευνοεί τη συσσωμάτωση των σωματιδίων, παρεμποδίζοντας τις ηλεκτροστατικές δυνάμεις που τα κρατούν χωριστά. Υπάρχουν τέσσερα βασικά στάδια στη διαδικασία: ρύθμιση pH, συσσωμάτωση, διαύγαση και διήθηση. Η καθίζηση είναι μέθοδος απομάκρυνσης του ρυπαντικού φορτίου από τα απόβλητα υπό μορφή στερεού ιζήματος.

Το ίζημα εμφανίζεται μόνο όταν το διάλυμα είναι υπερκορεσμένο. Υπερκορεσμός σημαίνει ότι ένα διάλυμα περιέχει περισσότερες διαλυμένες ουσίες από εκείνες που θα μπορούσαν να βρίσκονται διαλυμένες. Η μέθοδος αυτή είναι πολύ χρήσιμη στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, όπου μια χημική αντίδραση μπορεί να δημιουργήσει ένα στερεό ίζημα από το διάλυμα, το οποίο στη συνέχεια μπορεί να απομακρυνθεί με φιλτράρισμα, φυγοκέντριση ή να χωριστεί διαφορετικά από την υγρή φάση¹⁹.

3.5.6 Οξείδωση/Αναγωγή και αποτοξικοποίησης (Oxidation/Reduction and Detoxification)

Μια μεγάλη ποικιλία συστατικών των αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων τοξικών ουσιών, μπορεί να καταστραφεί ή να αποτοξινωθεί μέσω οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων. Η χημική οξείδωση

¹⁸ <http://www.aquatec-engineering.com/engl-src/aqua.htm>

¹⁹ <http://en.wikipedia.org/wiki/Supersaturated>

χρησιμοποιεί οξειδωτικά μέσα όπως το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H₂O₂) ή το χλώριο για να μειωθεί το COD και BOD₅ και για να απομακρυνθεί τόσο το οργανικό όσο και το οξειδούμενο ανόργανο ρυπαντικό φορτίο.

Η διαδικασία οξείδωσης ενισχύεται όταν εφαρμόζονται τα οξειδωτικά μέσα σε συνδυασμό με υπεριώδη ακτινοβολία. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σπάνια για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιολιτριβείων, λόγω των μεγάλων ποσοτήτων οξειδωτικών μέσων που χρειάζονται για την επεξεργασία του υψηλού οργανικού φορτίου των αποβλήτων. Μετά την οξείδωση, οι χημικές ουσίες παραμένουν στην υδατική φάση και είναι αδύνατο να επεξεργαστούν περαιτέρω βιολογικά²⁰.

Το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο έχει εξελίξει την μέθοδο αυτή με διαχείριση των ΥΑΕ μετά από οξείδωση σε αντιδραστήρα Fenton και συγκομποστοποίηση τους με πυρηνόξυλο. Μια μέθοδος η οποία έχει υλοποιηθεί ήδη σε αρκετές περιοχές στην Ελλάδα και την Κύπρο, με αρκετά θετικά αποτελέσματα. Η προτεινόμενη τεχνολογία επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων βασίζεται σε μία νέα μέθοδο αποτοξικοποίησης των υγρών αποβλήτων με οξειδωτικές διεργασίες καθώς και την πλήρη αξιοποίηση των οξειδωμένων αποβλήτων με διεργασίες συγκομποστοποίησης - χουμποποίησής τους με πυρήνα και με τα φύλλα που παράγονται στα ελαιουργεία.

Η νέα τεχνολογία αποτελείται από μία διεργασία οξείδωσης όπου χρησιμοποιείται κυρίως δισθενής σίδηρος και υπεροξείδιο του υδρογόνου καθώς και μία διεργασία συγκομποστοποίησης όλων των οξειδωμένων αποβλήτων με τα υπόλοιπα στερεά απόβλητα του ελαιολιτριβείου (πυρήνα

²⁰ <http://www.aquatec-engineering.com/engl-src/aqua.htm>

και φύλλα ελιάς). Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε μεμονωμένα ελαιοτριβεία όσο και σε κεντρικές μονάδες συλλογής και επεξεργασίας των αποβλήτων δίνοντας τη δυνατότητα στα ελαιοτριβεία να μη μεταβάλουν κατ' ανάγκη την υπάρχουσα τεχνολογία παραγωγής ελαιολάδου των τριών φάσεων σε δύο φάσεις²¹

3.5.7 Προσρόφηση (Adsorption)

Η προσρόφηση είναι η φυσική σύνδεση αερίων ή διαλυομένων ουσιών στην επιφάνεια των στερεών, ιδιαίτερα σε πορώδη στερεά. Χρησιμοποιείται κυρίως ενεργός άνθρακας ως παράγοντας προσρόφησης. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στις ακόλουθες περιπτώσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων: εξάλειψη οσμών, χρώματος ή γεύσης, ανάκτηση διαλυτών, καθαρισμός υγρών αποβλήτων, απομάκρυνση τοξικών ουσιών από τα απόβλητα, όπως φυτοφάρμακα, φαινόλες κλπ.

²¹ www.e-ecology.gr

4. Διαχείριση στερεών αποβλήτων ελαιουργείων

4.1 Εισαγωγή

Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι μεσογειακές χώρες παράγουν ετησίως μεγάλες ποσότητες στερεών αποβλήτων από την επεξεργασία του ελαιοκάρπου, τα οποία προκαλούν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Το υλικό αυτό των στερεών αποβλήτων περιέχει επίσης υψηλό οργανικό και ανόργανο περιεχόμενο το οποίο είναι δύσκολο στη διαχείριση, όπως ακριβώς και τα υγρά απόβλητα από την έκθλιψη των ελιών. Τα στερεά απόβλητα παρουσιάζουν υψηλές συγκεντρώσεις σε COD και BOD₅, σε πολυφαινόλες που εμποδίζουν τη δραστηριότητα βακτηρίων και μυκήτων, καθώς επίσης και υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα κλπ.

Η απόρριψη των αποβλήτων στο περιβάλλον ή η διάθεση τους στο έδαφος χωρίς προηγούμενη επεξεργασία, δεν αποτελεί λύση του προβλήματος, αλλά καθιστά την κατάσταση χειρότερη δεδομένου ότι υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Στον Πίνακα 4.1 που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα τυπικά χαρακτηριστικά των στερεών αποβλήτων ανά παραγωγική διαδικασία.

Παράμετρος	2-φασικό	3-φασικό	Πιεστήριο	Εξαγωγή Πυρηνελαίου
Υγρασία %	62 - 70	45 - 55	30	60
Υπ. Έλαιο %	4,65	4,5 - 7	6 - 11	-
Πυρήνας %	-	39 - 49	60 - 65	-

Πίνακας 4.1: Τυπικά χαρακτηριστικά στερεών αποβλήτων ανά παραγωγική διαδικασία

4.2 Μηχανικές μέθοδοι επεξεργασίας

4.2.1 Διαχωρισμός, ταξινόμηση, εσχαρισμός

Βασική προϋπόθεση για την ανακύκλωση των αποβλήτων είναι ο διαχωρισμός ή η ταξινόμηση των διαφορετικών συστατικών των στερεών αποβλήτων με βάση το μέγεθος και την πυκνότητα των σωματιδίων. Τα κλάσματα των αποβλήτων, τα οποία θα πρέπει να ταξινομηθούν από ένα μίγμα αποβλήτων, είναι δυσκολότερο να ανακυκλωθούν. Για το διαχωρισμό τους χρησιμοποιούνται διαφορετικές μέθοδοι διήθησης και εσχαρισμού.

4.2.2 Συμπίεση

Ο υγρός ελαιοπυρήνας και η στερεά φάση που προέρχεται από τα υγρά απόβλητα συμπιέζονται μέσω μεταλλικών ή υφασμάτινων δίσκων για την παραγωγή ξηρού ελαιοπυρήνα ή ξηρών υπολειμμάτων και υγρών αποβλήτων. Τα στερεά απόβλητα καταβυθίζονται σε μια σχάρα. Ειδικά ξέστρα απομακρύνουν το υπόλειμμα από τους δίσκους και το μεταφέρουν σε ειδική χοάνη που καταλήγει στο θάλαμο συμπίεσης, όπου το υλικό υποβάλλεται σε συμπίεση μέσα σε έναν ειδικά διαμορφωμένο σωλήνα και αποβάλλεται σε πλαστικούς ή άλλους δέκτες/δεξαμενές²².

4.2.3 Ξήρανση

Ο απλούστερος τρόπος για την ξήρανση των στερεών αποβλήτων είναι η εξάτμιση της υγρής φάσης με διασπορά των αποβλήτων στο έδαφος. Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου παρουσιάζει προβλήματα όπως η δυσοσμία και η πιθανότητα ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα εάν το έδαφος δεν είναι κατάλληλο και η υγρή φάση σαν υλικό παρουσιάζει κινητικότητα με κατεύθυνση τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους.

²² <http://www.oliveoilsource.com>

Πρόσφατα, χρησιμοποιήθηκε ένας ξηραντήρας που συνδυάζει ρευστοποιημένη και κινούμενη κλίνη. Το κυριότερο πρόβλημα αυτής της μεθόδου είναι ο έλεγχος της κυκλοφορίας των στερεών αποβλήτων και του θερμού αέρα για τη δημιουργία του κατάλληλου μίγματος ροής στερεών της ρευστοποιημένης κλίνης για βέλτιστη ξήρανση. Ο θερμός αέρας παράγεται από έναν καυστήρα προπανίου ή εναλλακτικά από την καύση των ίδιων των αποξηραμένων στερεών αποβλήτων. Η θεοκρασία ποικίλει και κυμαίνεται μεταξύ 160–400°C.

Η επεξεργασία του υγρού ελαιοπυρήνα σε ξηραντήρα μειώνει την περιεκτικότητα του σε νερό (υγρασία) κατά 10 έως 15%. Το προϊόν που παράγεται είναι μια σκόνη, η οποία περιέχει όλα τα τμήματα του ελαιοκάρπου μετά την διαδικασία της πίεσης, όπως η επιδερμίδα, οι πυρήνες κλπ. Ο ξηρός πλέον ελαιοπυρήνας μπορεί να υποβληθεί σε περαιτέρω επεξεργασία με την χρήση οργανικών διαλυτών (π.χ. εξάνιο) προκειμένου να ληφθεί το πυρηνέλαιο. Η δαπάνη παραγωγής για 1 Lt πυρηνελαίου μέσα από τη διαδικασία ξήρανσης, είναι χαμηλότερη από 0,2 €²³. Εναλλακτικά, ο υγρός ελαιοπυρήνας θα μπορούσε να υποβληθεί σε απόσταξη υπό κενό προκειμένου να απομακρυνθεί η υγρασία και ταυτόχρονα να παραληφθεί το πυρηνέλαιο.

4.3 Βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας

4.3.1 Διάθεση στο έδαφος

Η διάθεση των στερεών αποβλήτων στο έδαφος υπό μορφή λιπάσματος, λάσπης ή άλλων αποβλήτων επεξεργασίας τροφίμων, αποτελεί συχνά μια προσιτή εναλλακτική λύση διάθεσης αποβλήτων για τη βιομηχανία. Η μέθοδος αυτή εκμεταλλεύεται την περιεκτικότητα των αποβλήτων σε θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη των καλλιεργειών,

²³ <http://www.dsmz.de>

ενώ παράλληλα η ενσωμάτωση τους στο έδαφος λειτουργεί και ως εδαφοβελτιωτικό.

Ο αντικειμενικός σκοπός είναι η μεγιστοποίηση της θρεπτικής χρήσης τους, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα τον κίνδυνο ρύπανσης. Οι πιο κοινές μέθοδοι εφαρμογής των στερεών αποβλήτων στο έδαφος είναι οι ακόλουθες:

α) η διασπορά στην επιφάνεια του εδάφους και

β) η ενσωμάτωση τους στο έδαφος (σε βάθος 10-25 cm).

Με τον απαραίτητο έλεγχο η διάθεση των αποβλήτων στο έδαφος αυξάνει την περιεκτικότητα των εδαφών σε θρεπτικά στοιχεία, περιορίζει τις δυσάρεστες οσμές και το προστατεύει από τη διάβρωση. Στα μειονεκτήματα της μεθόδου περιλαμβάνεται η οξίνιση των εδαφών και η μετάδοση ασθενειών σε φυτά και ζώα. Στην Ιταλία, υπάρχει η δυνατότητα διάθεσης του ελαιοπυρήνα στις καλλιεργούμενες εκτάσεις, σύμφωνα με το νόμο 574/1996.

Πολύ σημαντική είναι η έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα για την ελεγχόμενη διάθεση των υγρών και στερεών αποβλήτων στο έδαφος. Τα αποτελέσματα είναι θετικά και παρουσιάζουν βελτίωση της οργανικής ουσίας του εδάφους και διατήρηση του αριθμού και των ειδών των μικροοργανισμών που υπάρχουν σε αυτό. Το στερεό υπόλειμμα χρησιμοποιείται ως λίπασμα ή εδαφοβελτιωτικό και το σχετικό κόστος της επεξεργασίας είναι μόνο τα έξοδα μεταφοράς, περίπου 5 €/τόνο ελαιοπυρήνα.

4.3.2 Κομποστοποίηση

Με τον όρο κομποστοποίηση εννοούμε την αερόβια αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας των αποβλήτων σε ένα οργανικό υλικό, που καλείται χούμος και είναι χρήσιμο ως προς την ανάπτυξη των καλλιεργειών. Η

αποικοδόμηση οφείλεται στην ενζυματική διάσπαση του οργανικού περιεχομένου των αποβλήτων από τους μικροοργανισμούς του εδάφους (βακτήρια, μύκητες, έντομα, κλπ.). Η αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας σε νερό, ανόργανα άλατα και διοξείδιο του άνθρακα, συνοδεύεται από μείωση της μάζας των στερεών αποβλήτων κατά 40-50% περίπου.

Κατά την επεξεργασία, τα στερεά απόβλητα τοποθετούνται σε σωρούς. Λόγω της έντονης βιολογικής δραστηριότητας των βακτηρίων κατά την πρώτη φάση αποικοδόμησης, λαμβάνουν χώρα εξώθερμες αντιδράσεις που οδηγούν σε αύξηση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του σωρού (70-80°C), συμβάλλοντας παράλληλα στην παστερίωση των στερεών αποβλήτων. Για τη γρήγορη και πλήρη αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας θα πρέπει να εξασφαλιστεί ενεργητικός ή παθητικός αερισμός του σωρού. Η διαδικασία κομποστοποίησης ολοκληρώνεται μετά από περίοδο 3-4 μηνών.

Το λίπασμα είναι ένα πολύτιμο προϊόν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους λόγους όπως:

- $\frac{3}{4}$ Βελτίωση της υφής και της βιολογικής δραστηριότητας των εδαφών, καθώς
- και για τη βιο-αποκατάσταση μολυσμένων εδαφών
- $\frac{3}{4}$ Έλεγχος ασθενειών για τα φυτά και τα ζώα
- $\frac{3}{4}$ Λίπανση, μείωση της διάβρωσης και αρχιτεκτονική τοπίου
- $\frac{3}{4}$ Αναδάσωση, αποκατάσταση υγροτόπων

4.3.3 Αναερόβια ζύμωση/χώνευση

Η αναερόβια χώνευση των στερεών αποβλήτων είναι μια διαδικασία που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη διαχείριση τους

και αποτελεί μια ευρέως εφαρμοσμένη τεχνολογία. Μια τεχνολογική λύση είναι η ρύθμιση της υδατοπεριεκτικότητας των αποβλήτων σε ποσοστό 90 % τουλάχιστον (υγρή ζύμωση) και η επεξεργασία τους σε μικτό βιολογικό αντιδραστήρα (που χρησιμοποιείται επίσης και για τα υγρά απόβλητα).

Η δεύτερη λύση είναι η επεξεργασία των αποβλήτων, με περιεκτικότητα νερού μεταξύ 60-70%, σε βίο-αντιδραστήρα σταθερής κλίνης. Το πρώτο στάδιο στην αναερόβια επεξεργασία είναι η οξίνιση, όπου λαμβάνει χώρα υδρόλυση των οργανικών ουσιών. Το δεύτερο στάδιο που είναι αυστηρά αναερόβιο είναι ο σχηματισμός του μεθανίου. Υπάρχουν διαφορετικές τεχνολογικές προσεγγίσεις: τα δύο στάδια μπορεί να πραγματοποιηθούν σε έναν αντιδραστήρα (διαδικασία ενός σταδίου, one step process) ή σε δύο χωριστούς αντιδραστήρες (διαδικασία δύο σταδίων, two step process). Ποσοστό 40 – 50 % περίπου της οργανικής ουσίας μετατρέπεται σε βιοαέριο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Το κύριο μειονέκτημα είναι η παραγωγή λάσπης (ιλύος) χαμηλής αξίας.

Η ζύμωση στερεών υποπροϊόντων (solid state fermentation) είναι μια επεξεργασία, κατά την οποία ο ελαιοπυρήνας χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα για την ανάπτυξη διάφορων μικροοργανισμών (μύκητες, ζύμες και βακτήρια). Δυστυχώς, η αναερόβια επεξεργασία δεν είναι η καταλληλότερη μέθοδος για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων των ελαιοτριβείων. Ο λόγος είναι η χαμηλή περιεκτικότητα σε νερό των στερεών αποβλήτων που προκαλεί προβλήματα κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, και ιδιαίτερα προβλήματα αποφράξεων.

Ένας άλλος λόγος είναι το μεγάλο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την έναρξη της διαδικασίας (starting-up time), ιδιαίτερα μετά από μια μεγάλη περίοδο παύσης λειτουργίας της μονάδας. Επιπλέον, η μέθοδος απαιτεί περαιτέρω προ-επεξεργασία, όπως προσθήκη ύδατος, που οδηγεί σε αύξηση των λειτουργικών δαπανών. Η εμπειρία έχει δείξει ότι η

αναερόβια ζύμωση/χώνευση είναι μη οικονομικά συμφέρουσα μέθοδος επεξεργασίας.

4.4 Θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας

4.4.1 Πυρόλυση

Η χρήση θερμότητας για την αποσύνθεση των στερεών αποβλήτων, απουσία O₂, καλείται πυρόλυση ²⁴. Αυτή η διαδικασία εξαρτάται σπάνια και μετατρέπει οποιοδήποτε υλικό που περιέχει άνθρακα σε ένα συνθετικό αέριο (syngas), το οποίο που αποτελείται κυρίως από μονοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο. Απόβλητα με υψηλή θερμιδική αξία που μπορούν να απελευθερώσουν μεγάλο ποσό θερμότητας, είναι τα πιο κατάλληλα για αυτή τη μέθοδο. Το συνθετικό αέριο (syngas) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή ατμού ή ως βασικό χημικό αντιδραστήριο.

Τα απόβλητα τροφοδοτούνται στον εξαερωτή ως ξηρά ή υδαρή απόβλητα και αντιδρούν με ατμό κάτω από απουσία οξυγόνου, σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση. Τα προϊόντα αυτής της διαδικασίας είναι, εκτός από το συνθετικό αέριο, συμπυκνωμένο νερό, καθώς επίσης και στερεά και υγρά υπολείμματα. Μερικά μειονεκτήματα της μεθόδου είναι η δημιουργία υγρών και στερεών υπολειμμάτων καθώς επίσης και μεγάλων ποσοτήτων συμπυκνωμένου νερού που απαιτεί περαιτέρω διαχείριση. Η πυρόλυση εφαρμόζεται με επιτυχία στο ξύλο, στην κυτταρίνη, στην αποξηραμένη λάσπη (ιλύς), στα απόβλητα φρούτων και λαχανικών με περιεκτικότητα νερού περίπου στο 5 %.

²⁴ <http://www.rpi.edu/dept/chem-eng/Biotech-Environ/incinerator.htm>

4.4.2 Αεριοποίηση

Η αεριοποίηση της βιομάζας είναι μια νέα φυσικοχημική μέθοδος, ειδικά για την επεξεργασία του ελαιοπυρήνα από τον οποίο έχει αφαιρεθεί το λάδι. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στον συνδυασμό ενός ρευστοποιημένου (fluidised) και ενός κινούμενου συστήματος (moving system). Η διάταξη του εξαερωτή (gasifier) περιλαμβάνει διάφορες ζώνες αντίδρασης. Στο κατώτατο τμήμα υπάρχει μια ρευστοποιημένη κλίνη, που διατηρεί την απαραίτητη καύση (εξώθερμη αντίδραση) η οποία εξασφαλίζει τη διατήρηση της θερμικής ισορροπίας μέσα σε ολόκληρο τον αντιδραστήρα.

Στο ανώτερο τμήμα του εξαερωτή υπάρχει μια κινούμενη κλίνη, στην οποία δεν πραγματοποιείται καύση αλλά μια σειρά ενδόθερμων αεριοποιήσεων. Η μέθοδος βασίζεται στο γεγονός ότι το αέριο που φθάνει στο ανώτερο τμήμα του εξαερωτή περιέχει χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου και έχει υψηλή θερμοκρασία 800-850 °C. Το αποτέλεσμα είναι ότι η διαδικασία αεριοποίησης μπορεί να παραγοντοποιηθεί μόνο στο ανώτερο τμήμα του εξαερωτή.

4.4.3 Αποτέφρωση

Τα απόβλητα μπορεί να καούν σε ελεγχόμενες εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων ή σε λιγότερο ελεγχόμενους φούρνους καύσης. Τα απόβλητα χρησιμοποιούνται ως καύσιμο υλικό, από το οποίο μπορεί να ανακτηθεί θερμότητα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, από ένα τόνο επεξεργασμένων αποβλήτων ελιών, μπορεί να παραχθεί 400.000 kcal ($\approx 465\text{kWh}$). Η τέφρα που απομένει μετά την επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία ως πηγή ανόργανων αλάτων. Αυτή η πρακτική όμως δεν επιτρέπεται σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ.

Η μέθοδος της αποτέφρωσης υπόκειται σε αυστηρή περιβαλλοντική νομοθεσία. Η Οδηγία 2000/76 για την αποτέφρωση των αποβλήτων τέθηκε σε ισχύ για να εμποδίσει ή να περιορίσει όσο το δυνατό περισσότερο τις αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον, με έμφαση στη ρύπανση του αέρα,

του εδάφους, των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, με τους επακόλουθους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία. Ο στόχος αυτός θα επιτευχθεί με τη θέσπιση οριακών τιμών εκπομπής για τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και συν-αποτέφρωσης (co-incineration) αποβλήτων εντός της Κοινότητας και επίσης μέσω της εφαρμογής της Οδηγίας 75/442/ΕΟΚ²⁵, που καλύπτει τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και συν-αποτέφρωσης.

Τα περισσότερα απόβλητα των βιομηχανιών τροφίμων δεν προσφέρονται για αποτέφρωση και καύση λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε υγρασία. Εάν το ενεργειακό περιεχόμενο των αποβλήτων είναι χαμηλό απαιτείται περαιτέρω απομάκρυνση νερού ή προσθήκη καύσιμου υλικού προκειμένου να υποστηριχθεί η διαδικασία της αποτέφρωσης. Οι εγκαταστάσεις αποτέφρωσης βιομηχανικών αποβλήτων απαιτούν ειδικές συσκευές για την επεξεργασία αερίων και της τέφρας που παράγονται. Η μέθοδος αυτή δεν έχει βρει ευρεία εφαρμογή γιατί τα απόβλητα διατίθενται χωρίς αξιοποίηση, η ενεργειακή ανάκτηση είναι χαμηλή και η τέφρα απορρίπτεται.

4.4.5 Απόθεση (Διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής)

Η κομποστοποίηση είναι η καλύτερη εναλλακτική λύση για την επεξεργασία στερεών αποβλήτων από τις αγρό-διατροφικές βιομηχανίες. Τα υπολείμματα που δεν μπορεί να ανακυκλωθούν, να κομποστοποιηθούν ή να αξιοποιηθούν ενεργειακά, διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Με την πάροδο όμως του χρόνου, τα απόβλητα υφίστανται βιολογικούς και χημικούς μετασχηματισμούς με αποτέλεσμα τον σχηματισμό βίο-αερίου και υγρού αποστράγγισης (στραγγίσματα), τα οποία απαιτούν ιδιαίτερο χειρισμό.

²⁵ http://europa.eu.int/comm/environment/wasteinc/newdir/2000-76_en.pdf

Συγκεκριμένα, το νερό στράγγισης θα πρέπει να συλλεχθεί και να υποβληθεί σε βιολογικό καθαρισμό για να μην ρυπάνει τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, ενώ το αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.

5. Παράδειγμα Εφαρμογής (Case Study)

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε μια μονάδα επεξεργασίας ΥΑΕ, αναλύοντας όλα τα στάδια, από την ίδρυση της μέχρι την παραγωγή του τελικού προϊόντος, δηλαδή του κομποστ.

5.1 Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων

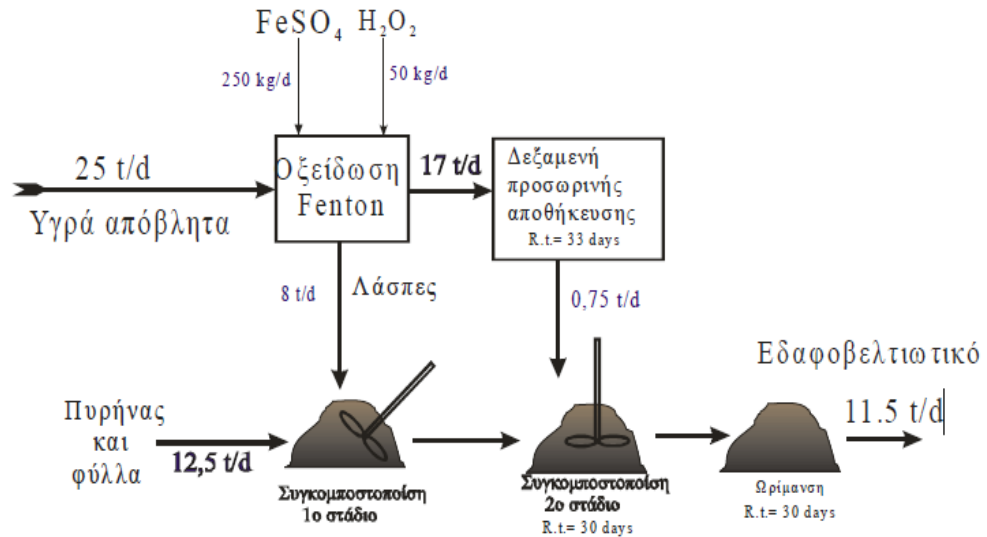
Ο χώρος εγκατάστασης βρίσκεται στον Δήμο Χερσονήσου, και πιο συγκεκριμένα σε περιοχή έναντι της πρώην Αμερικανικής βάσης Γουρνών η οποία δεν έχει χαρακτηριστεί ως ιδιαίτερο φυσικό περιβάλλον και δεν είναι προστατευόμενη. Επίσης η περιοχή μελέτης δεν υπάγεται σε άλλες θεσμικές ρυθμίσεις, ενώ η θέση του οικοπέδου δεν δημιουργεί καμία επίπτωση στην περιοχή, ούτε βρίσκεται κοντά σε θάλασσα ή σε αρχαιολογικό χώρο. Η βλάστηση εκεί είναι μέτρια, αποτελούμενη από ιδιόκτητες αγροτικές εκτάσεις που χαρακτηρίζονται κυρίως από την καλλιέργεια ελαιοδέντρων και αμπελώνων ενώ υπάρχουν και χέρσες εκτάσεις μη καλλιεργήσιμες χρησιμοποιούμενες κυρίως για κτηνοτροφικούς σκοπούς.

Η έκταση της γης που θα δημιουργηθεί η μονάδα χαρακτηρίζεται από το Δασαρχείο ως “γεωργική”. Βιομηχανίες και σε μεγάλη κλίμακα αρδευτικά δίκτυα δεν υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή. Βορειότερα της περιοχής πρόκειται να δημιουργηθεί οικοδομικός συνεταιρισμός, η μονάδα όμως δεν θα προκαλεί καμία ενόχληση σε αυτόν μελλοντικά.

5.2 Περιγραφή Μονάδας

Η μονάδα αποτελείται από το κυρίως κτίριο, όπου στεγάζεται το γραφείο διαχείρισης, τα μηχανήματα οξείδωσης των ΥΑΕ, η δεξαμενή αποτοξικοποίησης του κατσίγαρου συνολικής επιφάνειας 750 μέτρων, και μια πλατφόρμα από τσιμέντο 2 στρεμμάτων, με σκέπαστρο και σύστημα ανάδευσης, και τέλος τον αύλειο χώρο. Το ανάγλυφο του εδάφους του γηπέδου δεν παρουσιάζει ιδιαιτερότητες και έχει ομαλές κλίσεις. Στο

σχήμα 5.1 παρουσιάζεται η λειτουργία της μονάδας με την παραγωγή του τελικού προϊόντος.



Σχήμα 5.1: Λειτουργική απεικόνιση μονάδας επεξεργασίας ΥΑΕ

5.3 Περιγραφή λειτουργίας

Τα ΥΑΕ ελαιουργείων παραλαμβάνονται από αυτοκίνητα των διαφόρων ελαιουργείων της περιοχής. Τα ΥΑΕ οδηγούνται στον αντιδραστήρα όπου οξειδώνονται. Στην συνέχεια ο κασιόγαρος οδηγείται στην δεξαμενή αποτοξικοποίησης και μετά από διάστημα ενός μήνα περίπου στην πλατφόρμα ανάδευσης. Εκεί συγκομποστοποιούνται με πυρήνα και φύλλα. Εκεί παραμένουν περίπου 30 ημέρες όπου αναδεύονται όλα τα υλικά μαζί, και μετά από μια περίοδο άλλων 30ημερών το εδαφοβελτιωτικό είναι έτοιμο για συσκευασία η οποία γίνεται χειρωνακτικά.

5.4 Παραγωγική ικανότητα

Η εκτίμηση της δυναμικότητας της μονάδας ορίζεται για τους βασικούς μήνες λειτουργίας των ελαιουργείων (Νοέμβριος – Φεβρουάριος), που ακολουθούν την περίοδο συλλογής ελιών στην περιοχή. Τους υπόλοιπους μήνες η μονάδα υπολειτουργεί, ή δεν λειτουργεί

καθόλου. Η μέγιστη δυναμικότητα επεξεργασίας της μονάδας υπολογίζεται σε 4.000 κιλά

Η σύσταση του ελαιοκάρπου είναι μεταβαλλόμενη και εξαρτάται κυρίως από τον τύπο της ελιάς αλλά και από τις καιρικές - κλιματολογικές συνθήκες, επομένως και η ποσότητα των ΥΑΕ, αλλά και των συναφών συστατικών συγκομποστοποίησης.

5.5 Πρώτες ύλες – προϊόντα

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του κομποστ, είναι πρώτα από όλα τα ΥΑΕ, το πυρηνόξυλο και τέλος τα φύλλα των ελιών. Επιπλέον για την πραγματοποίηση της οξείδωσης χρησιμοποιείται σίδηρος και υπεροξείδιο, τα οποία αγοράζονται σε μεγάλες ποσότητες για την αποφυγή ελλείψεων.

5.6 Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων

5.6.1 Ηχορύπανση

Ο θόρυβος από τη λειτουργία του ελαιοτριβείου προέρχεται από τη λειτουργία των μηχανημάτων και των οχημάτων που τροφοδοτούν με πρώτες ύλες τη μονάδα. Κατά τη λειτουργία των μηχανημάτων παράγεται θόρυβος, ο οποίος περιορίζεται εντός της μονάδας και εκτιμάται σε 10-15dB. Η ηχοέκθεση των εργαζομένων και των επισκεπτών σε αυτό το θόρυβο περιορίζεται εντός του σκέπαστρου της πλατφόρμας, ενώ δεν είναι συνεχής.

Ο θόρυβος από την κίνηση των οχημάτων μπορεί να ενταχθεί στο γενικότερο θόρυβο από την κίνηση αυτοκινήτων στον επαρχιακό δρόμο πλησίον της μονάδας. Από τη λειτουργία της μονάδας δεν δημιουργείται αξιόλογη ηχορύπανση στην περιοχή εκτός του ελαιοτριβείου.

5.7 Επιπτώσεις στη φυσιολογία της περιοχής

Η μονάδα έχει ανεγερθεί στα όρια του οικισμού, χωρίς να επηρεάζει τη μορφολογία του τόπου. Η λειτουργία της μονάδος, επομένως, δεν μεταβάλλει την φυσιολογία της περιοχής. Η δε ρύπανση του ευρύτερου περιβάλλοντος από την λειτουργία της μονάδος δεν μπορεί να θεωρηθεί σημαντική.

5.8 Οικονομοτεχνική μελέτη

Στην προσπάθεια μας να αναδείξουμε το κατά πόσο είναι βιώσιμη μια τέτοια επένδυση, θα πραγματοποιήσουμε μια οικονομοτεχνική μελέτη, παραθέτοντας όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την εξαγωγή του αποτελέσματος. Τα δεδομένα όσον αφορά μηχανολογικό εξοπλισμό, έξοδα προσωπικού κλπ, συμβαδίζουν με τα δεδομένα της αγοράς.

Ενότητα Α: Συνοπτική παρουσίαση έργου

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Τίτλος έργου	Κατασκευή μονάδας διαχείρισης ΥΑΕ με ταυτόχρονη παραγωγή κομποστ
Σύντομη περιγραφή	Σύστημα διαχείρισης ΥΑΕ με οξείδωση σε αντιδραστήρα Fenton και συνκομποστοποίηση τους με πυρηνόξυλο. Συνολική έκταση μονάδας 4 στρέμματα, με δυνατότητα επεξεργασίας 500 τόνων ελαιολάδου για την παραγωγή 550 τόνων κομποστ ανά έτος.
Τοποθεσία	Περιοχή έναντι πρώην Αμερικάνικης Βάσης, Δήμος Χερσονήσου
Έτος υλοποίησης έργου	2014

Status έργου	Οικονομοτεχνική μελέτη,
Ενδεικτικός προϋπολογισμός έργου	220.000,00€
Περίοδος κατασκευής έργου	6 μήνες
Χρηματοδότηση	Τράπεζα Πειραιώς

Ενότητα Β: Κόστος επενδυτικού σχεδίου και πηγές χρηματοδότησης

ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

ΕΙΔΗ ΠΑΓΙΩΝ	ΠΟΣΕΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
Οικόπεδο/Εγκαταστάσεις	60.000,00€	27,3%
Εξοπλισμός	160.000,00€	72,7%
Σύνολα	220.000,00€	100%

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ

ΠΗΓΕΣ	ΠΟΣΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
Ιδία κεφάλαια	40.000,00€	18,2%
Μακροχρόνιος δανεισμός	180.000,00€	81,8%
Επιδότησεις Ε.Ε.	0,00€	0%
Σύνολα	220.000,00€	100%

Ενότητα Γ: Στοιχεία Αγοράς

Οι πωλήσεις που θα μπορούσαν να υπολογιστούν προέρχονται κυρίως από την πώληση του κομποστ, του οποίου η ποσότητα θα προκύψει από την ποσότητα των αποβλήτων που θα επεξεργαστούν στην μονάδα. Οι τιμές πώλησης του υπολογίζονται μεσοσταθμικά στα 0,14€ το κιλό το χύμα. Οι υπολογισμοί μας γίνονται ως εξής:

Χρονικός Ορίζοντας: 25 χρόνια με μηδενική ετήσια μεταβολή λόγω δυσμενούς οικονομικού κλίματος

Έχουμε λάβει υπ' όψιν μας τον χρονικό ορίζοντα των 25 ετών, διάστημα αρκετά λογικό αν υπολογίσουμε τον χρόνο απόσβεσης της επένδυσης, αλλά και την αποπληρωμή του δανείου που ανέρχεται στα 180.000,€. Στον ακόλουθο πίνακα απεικονίζεται η μεταβολή των πωλήσεων ανά έτος συνολικά από το συσκευασμένο κομποστ. Λαμβάνουμε υπ' όψη ότι κάθε χρόνο παράγονται 500 τόνοι κομποστ, οι οποίοι πωλούνται προς 0,24€ το κιλό. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί στο μίνιμουμ της παραγωγής κομποστ, λόγω του ότι οι συνθήκες που επικρατούν στην Κρήτη, δεν εξασφαλίζουν σταθερή παραγωγή ελαιολάδου από έτος σε έτος. Μεσοσταθμικά λοιπόν υπολογίζουμε:

$$500.000 \text{ Kg} \times 0.24\text{€} = 120.000,00\text{€}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΩΛΗΣΕΩΝ

Έτη	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ποσά	120.000,00€	120.000,00€	120.000,00€	120.000,00€	120.000,00€	120.000,00€	120.000,00€

Έτσι λοιπόν δεν υπάρχει μεταβολή από έτος σε έτος, λόγω του ότι ο πληθωρισμός κυμαίνεται σε σχεδόν μηδενικά επίπεδα, και οι πωλήσεις παραμένουν σταθερές. Επομένως μετά από 25 έτη εκμετάλλευσης το τελικό ποσό των εσόδων ανέρχεται ενδεικτικά στα **3.000.000,00€**.

Ενότητα Δ: Στοιχεία προβλεπόμενων δαπανών

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΑΠΑΝΩΝ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ

Κατηγορία Προσωπικού	Αριθμός ατόμων	Μικτός μηνιαίος μισθός	Συνολική μηνιαία επιβάρυνση	Κόστος 1 ^{ου} έτους	Κόστος 2 ^{ου} έτους
Εργοδηγός	1	1.600,00€	1.992,73€	27.898,22€	27.898,22€
Λογιστής	1	1.700,00€	2.117,27€	30.700,45€	30.700,45€€
Εργάτης	2	1.050,00€	1.307,73€	18.308,18€	18.308,18€
Σύνολα			5.417,73€	76.906,85€	76.906,85€

- a. Κρατήσεις εργαζομένου 10%
- b. Κρατήσεις εργοδότη στο 27%

Συνολική μηνιαία επιβάρυνση = Καθ. Μισθός + Κρατήσεις εργαζομένου + Κρατήσεις εργοδότη

$$\Sigma.Μ.Ε. = \text{Μικτός Μισθός} / 1+a + (a+b) * \text{Μικτός Μισθός} / 1+a =$$

Εργοδηγός:

$$\Sigma.Μ.Ε.=1600,00/1+0,1 + (0,1+0,27) * 1600,00/1+0,1 \Rightarrow \Sigma.Μ.Ε. = 1.992,73*14= 27.898,22$$

Λογιστής:

$$\Sigma.Μ.Ε.=1700,00/1+0,1+ (0,1+0,27) * 1700,00/1+0,1 \Rightarrow \Sigma.Μ.Ε. = 2.117,27*14,5= 30.700,45$$

Εργάτης:

$$\Sigma.Μ.Ε. = 1050,00/1+0,1 + (0,1+0,27) * 1050,00/1+0,1 \Rightarrow \Sigma.Μ.Ε. = 1.307,73*14= 20.889,12$$

Όπως προκύπτει από τον πίνακα το συνολικό κόστος για το 1^ο έτος ανέρχεται στις **76.906,85€**, και σε αυτό δεν υπάρχει προσαύξηση για κάθε έτος, λόγω της οικονομικής συγκυρίας.

Τόκοι Μακροχρόνιου Δανείου:

Έστω ότι:

Κεφάλαιο = 180.000,00€

Διάρκεια = 25 έτη

Επιτόκιο = 7%

Δόση = Εξαμηνιαία

Ο λογισμός γίνεται κάθε εξάμηνο και όχι κάθε χρόνο γιατί στα μακρόχρονα δάνεια έχουμε ανατοκισμό, έτσι το επιτόκιο πρέπει να μετατραπεί στην μορφή στην οποία βρίσκεται η δόση, δηλαδή εξαμηνιαίο.

Προσαρμογή επιτοκίου:

$$J = (1 + i)^{\frac{\mu}{12}} - 1 \Rightarrow J = (1 + 0,07)^{\frac{6}{12}} - 1 \Rightarrow J = 1,07 - 1 \Rightarrow J = 0,0344$$

Υπολογισμός δόσης:

$$R = K$$

$$R = K \left(J + \frac{J}{(1 + J)^v} - 1 \right) \Rightarrow R = 180.000,00 * \left(0,0344 + \frac{0,0344}{(1 + 0,0344)^{50}} - 1 \right)$$

$$\Rightarrow R = \underline{7.591,23} \text{ εξαμηνιαία δόση} \times 50 \text{ δόσεις (25 έτη = 50 εξάμηνα)}$$

Στον πίνακα εξυπηρέτησης δανείου που ακολουθεί εμφανίζεται η αποπληρωμή του δανείου λεπτομερώς ενώ στον επόμενο εμφανίζονται οι **Χρεωστικοί Τόκοι Δανείου**.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΔΑΝΕΙΟΥ					
Α/Α	ΔΟΣΗ	ΤΟΚΟΙ	ΧΡΕΟΥΣΙΟ	ΕΞΟΦΛΗΜΕΝΟ ΠΟΣΟ	ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΔΑΝΕΙΟΥ
1	7.591,23 €	6.192,00 €	1.399,23 €	1.399,23 €	178.600,77 €
2	7.591,23 €	6.143,87 €	1.447,36 €	2.846,59 €	177.153,41 €
3	7.591,23 €	6.094,08 €	1.497,15 €	4.343,75 €	175.656,25 €
4	7.591,23 €	6.042,58 €	1.548,65 €	5.892,40 €	174.107,60 €
5	7.591,23 €	5.989,30 €	1.601,93 €	7.494,33 €	172.505,67 €
6	7.591,23 €	5.934,20 €	1.657,03 €	9.151,36 €	170.848,64 €
7	7.591,23 €	5.877,19 €	1.714,04 €	10.865,40 €	169.134,60 €
8	7.591,23 €	5.818,23 €	1.773,00 €	12.638,40 €	167.361,60 €
9	7.591,23 €	5.757,24 €	1.833,99 €	14.472,39 €	165.527,61 €
10	7.591,23 €	5.694,15 €	1.897,08 €	16.369,47 €	163.630,53 €
11	7.591,23 €	5.628,89 €	1.962,34 €	18.331,81 €	161.668,19 €
12	7.591,23 €	5.561,39 €	2.029,84 €	20.361,66 €	159.638,34 €
13	7.591,23 €	5.491,56 €	2.099,67 €	22.461,33 €	157.538,67 €
14	7.591,23 €	5.419,33 €	2.171,90 €	24.633,23 €	155.366,77 €
15	7.591,23 €	5.344,62 €	2.246,61 €	26.879,84 €	153.120,16 €
16	7.591,23 €	5.267,33 €	2.323,90 €	29.203,74 €	150.796,26 €
17	7.591,23 €	5.187,39 €	2.403,84 €	31.607,58 €	148.392,42 €
18	7.591,23 €	5.104,70 €	2.486,53 €	34.094,11 €	145.905,89 €
19	7.591,23 €	5.019,16 €	2.572,07 €	36.666,17 €	143.333,83 €
20	7.591,23 €	4.930,68 €	2.660,55 €	39.326,72 €	140.673,28 €
21	7.591,23 €	4.839,16 €	2.752,07 €	42.078,79 €	137.921,21 €
22	7.591,23 €	4.744,49 €	2.846,74 €	44.925,53 €	135.074,47 €
23	7.591,23 €	4.646,56 €	2.944,67 €	47.870,20 €	132.129,80 €
24	7.591,23 €	4.545,27 €	3.045,96 €	50.916,16 €	129.083,84 €
25	7.591,23 €	4.440,48 €	3.150,75 €	54.066,91 €	125.933,09 €
26	7.591,23 €	4.332,10 €	3.259,13 €	57.326,04 €	122.673,96 €
27	7.591,23 €	4.219,98 €	3.371,25 €	60.697,29 €	119.302,71 €
28	7.591,23 €	4.104,01 €	3.487,22 €	64.184,50 €	115.815,50 €
29	7.591,23 €	3.984,05 €	3.607,18 €	67.791,68 €	112.208,32 €
30	7.591,23 €	3.859,97 €	3.731,26 €	71.522,94 €	108.477,06 €
31	7.591,23 €	3.731,61 €	3.859,62 €	75.382,56 €	104.617,44 €
32	7.591,23 €	3.598,84 €	3.992,39 €	79.374,95 €	100.625,05 €
33	7.591,23 €	3.461,50 €	4.129,73 €	83.504,68 €	96.495,32 €
34	7.591,23 €	3.319,44 €	4.271,79 €	87.776,47 €	92.223,53 €
35	7.591,23 €	3.172,49 €	4.418,74 €	92.195,21 €	87.804,79 €
36	7.591,23 €	3.020,48 €	4.570,75 €	96.765,96 €	83.234,04 €
37	7.591,23 €	2.863,25 €	4.727,98 €	101.493,94 €	78.506,06 €
38	7.591,23 €	2.700,61 €	4.890,62 €	106.384,56 €	73.615,44 €
39	7.591,23 €	2.532,37 €	5.058,86 €	111.443,42 €	68.556,58 €
40	7.591,23 €	2.358,35 €	5.232,88 €	116.676,30 €	63.323,70 €
41	7.591,23 €	2.178,34 €	5.412,89 €	122.089,20 €	57.910,80 €
42	7.591,23 €	1.992,13 €	5.599,10 €	127.688,29 €	52.311,71 €
43	7.591,23 €	1.799,52 €	5.791,71 €	133.480,00 €	46.520,00 €
44	7.591,23 €	1.600,29 €	5.990,94 €	139.470,94 €	40.529,06 €
45	7.591,23 €	1.394,20 €	6.197,03 €	145.667,97 €	34.332,03 €
46	7.591,23 €	1.181,02 €	6.410,21 €	152.078,18 €	27.921,82 €
47	7.591,23 €	960,51 €	6.630,72 €	158.708,90 €	21.291,10 €
48	7.591,23 €	732,41 €	6.858,82 €	165.567,72 €	14.432,28 €
49	7.591,23 €	496,47 €	7.094,76 €	172.662,48 €	7.337,52 €
50	7.591,23 €	252,41 €	7.338,82 €	180.001,30 €	-1,30 €

Το υπόλοιπο των -1,33 ευρώ προκύπτει από την μη στρογγυλοποίηση των αριθμών.

ΤΟΚΟΙ ΔΑΝΕΙΟΥ					
Τόκοι	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο
Αρχικοί	12.335,87 €	12.136,66 €	11.923,50 €	11.695,42 €	11.451,39 €
Επιδοτούμενοι	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Χρεωστικοί	12.335,87 €	12.136,66 €	11.923,50 €	11.695,42 €	11.451,39 €

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ

Στοιχεία	Αξία	Συντελ. Απόσβεσης	1 ^ο έτος	2 ^ο έτος	3 ^ο έτος	4 ^ο έτος	5 ^ο έτος	Υπολ. αξία
Οικόπεδο / Εγκαταστάσεις	60.000,00€	5%	3.000,00€	3.000,00€	3.000,00€	3.000,00€	3.000,00€	45.000,00€
Εξοπλισμός	180.000,00€	10%	18.000,00€	16.200,00€	14.580,00€	13.122,00€	11.810,00€	106.288,00€
Σύνολα	240.000,00€		21.000,00€	19.200,00€	17.580,00€	16.122,00€	14.810,00€	151.288,00€

ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ					
ΣΤΟΙΧΕΙΑ	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος
Πωλήσεις	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00
Πρώτες Ύλες	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00
Μικτό Αποτέλεσμα	119.875,00	119.875,00	119.875,00	119.875,00	119.875,00
Γ.Β.Ε.	1.250,00	1.250,00	1.250,00	1.250,00	1.250,00
Μισθοδοσία	76.906,85	76.906,85	76.906,85	76.906,85	76.906,85
Απρόβλεπτα	9.065,69	9.065,69	9.065,69	9.065,69	9.065,69
Αποτελ. προ Τόκων, Φόρων Αποσβ.	32.652,47	32.652,47	32.652,47	32.652,47	32.652,47
Τόκοι Δανείου	12.335,87	12.136,66	11.923,50	11.695,42	11.451,39
Αποτελέσματα προ Φόρων, Αποσβ.	20.316,60	20.515,81	20.728,97	20.957,05	21.201,08
Αποσβέσεις	21.000,00	19.200,00	17.580,00	16.122,00	14.810,00
Αποτελέσματα προ Φόρων	-683,41	1.315,80	3.148,96	4.835,04	6.391,07
% Μικτού Κέρδους	-4,26%	-13,67%	12,55%	4,45%	2,76%

Διευκρινήσεις:

- Το **Μικτό αποτέλεσμα** προκύπτει αν από τις πωλήσεις αφαιρέσουμε το ποσό των πρώτων υλών
- Τα **Γ.Β.Ε.** αποτελούν ένα ποσό το οποίο είναι δεδομένο στην αρχή ενώ προσαυξάνεται με την ποσοστιαία μεταβολή του πληθωρισμού η οποία προσαυξάνει και τις πωλήσεις δηλαδή $15.000 * 1,03$.
- Τα **Απρόβλεπτα** συνήθως αποτελούν το 10% επί του συνόλου των (Πρώτων Υλών + Γ.Β.Ε. + Μισθοδοσίας)
- Τα **Αποτελέσματα προ Τόκων, Φόρων και Αποσβέσεων** προκύπτουν αν από το Μικτό Αποτέλεσμα αφαιρεθούν τα Γ.Β.Ε. η Μισθοδοσία και τα Απρόβλεπτα.
- Τα **Αποτελέσματα προ Φόρων Αποσβέσεων** προκύπτουν αν αφαιρέσουμε τους Τόκους Δανείου από το προηγούμενο αποτέλεσμα
- Τέλος τα **Αποτελέσματα προ Φόρων** προκύπτουν αν αφαιρέσουμε τις Αποσβέσεις από το προηγούμενο αποτέλεσμα.
- Το Μικτό Αποτέλεσμα προκύπτει από το πηλίκο της διαίρεσης των Πωλήσεων με τα Αποτελέσματα προ Φόρων επί τοις 100

Ο επόμενος πίνακας που ακολουθεί αποτελεί και τον ποιο σημαντικό αφού καθορίζει το αν η επένδυση είναι βιώσιμη ή όχι.

ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΕΣ ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ						
Στοιχεία	Περ. Κατασκευής	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος
A) ΕΙΣΡΟΕΣ	240.000,00	-683,41	1.315,80	3.148,96	4.835,04	157.679,07
Ιδ.Κεφ.	60.000,00					
Δάνειο	180.000,00					
Επιχορήγηση	0,00					
Αποτελέσματα προ Φόρων		-683,41	1.315,80	3.148,96	4.835,04	6.391,07
Υπολειμματική Αξία Παγίων						151.288,00
B) ΕΚΡΟΕΣ	240.000,00	2.607,40	3.506,33	4.361,10	5.179,30	6.017,94
Κόστος επένδυσης	240.000,00					
Φόρος		-239,19	460,53	1.102,14	1.692,26	2.236,87
Χρεολύσια		2.846,59	3.045,80	3.258,96	3.487,04	3.781,07
Καθαρή Ταμειακή Ροή Α-Β		-3.290,81	-2.190,53	-1.212,14	-344,26	151.661,13

Αξιολόγηση της επένδυσης:

$$\text{Καθαρή Παρούσα Αξία} = \text{ΚΤο} + \text{ΚΤΡ1}/(1+r) + \text{ΚΤΡ2}/(1+r)^2 + \text{ΚΤΡν}/(1+r)^n$$

Όπου **ΚΤο** : Καθαρή Ταμειακή Ροή περιόδου κατασκευής

ΚΤΡ1 : Καθαρή Ταμειακή Ροή 1^{ου} έτους

r: Επιτόκιο που εξισώνει την συνάρτηση

Υπολογισμοί:

$$\text{Καθαρή Παρούσα Αξία} = -3290,81/(1+0,1) + -2190,53/(1+0,1)^2 + -1212,14/(1+0,1)^3 + -344,26/(1+0,1)^4 + 151661,13/(1+0,1)^5 =$$

$$(-2991,65) + (-1810,36) + (-910,70) + (-235,13) + 94169,63 = \mathbf{88.221,79}$$

$$\mathbf{ΚΠΑ = 88.221,79}$$

Εφόσον η ΚΠΑ είναι μικρότερη του κόστους επένδυσης, επομένως η επένδυση δεν θεωρείται βιώσιμη. Κατά την γνώμη μας αυτό οφείλεται σε τρεις παράγοντες, στο υψηλό επιτόκιο δανεισμού, την μη υπαγωγή της σε επιδοτούμενο πρόγραμμα, και τέλος στην οικονομική συγκυρία, η οποία δεν επιτρέπει την σταδιακή αύξηση των τιμών διάθεσης του προϊόντος.

Επίλογος

Στα πλαίσια της προσέγγισης μας για την διαχείριση των ΥΑΕ, προσπαθήσαμε να αναδείξουμε τους τρόπους αντιμετώπισης του θέματος αυτού λαμβάνοντας υπ όψιν, πέραν της οικονομικής του διάστασης, τις εξαιρετικά σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Στην βιβλιογραφία και στο διαδίκτυο, καμία από τις μεθόδους διαχείρισης των αποβλήτων ελαιοτριβείου δεν είναι βιώσιμη, εκτός αυτής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, την οποία και χρησιμοποιήσαμε στην οικονομοτεχνική μας μελέτη. Μπορεί το αποτέλεσμα της οικονομοτεχνικής μας μελέτης να την καθιστά μη βιώσιμη, όμως θεωρούμε ότι με μια σωστή διαχείριση, και με την υπαγωγή της επένδυσης σε ανάλογο επιδοτούμενο πρόγραμμα, μπορεί να κριθεί βιώσιμη και κερδοφόρα.

Κλείνοντας ένα τόσο σημαντικό θέμα θα έλεγε κανείς πως η αρχή κάθε σοβαρής επιχειρηματικής κίνησης ξεκινά από την αλλαγή των νοοτροπιών εκείνων οι οποίοι εμπλέκονται. Στο προκείμενο αναφερόμαστε σε ιδιοκτήτες και μη ελαιοτριβείων, οι οποίοι θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν τα τεράστια οφέλη της συνεχώς εξελισσόμενης τεχνολογίας πάνω στο θέμα αυτό. Ειδικά η μέθοδος του ΕΜΠ έχει εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό ώστε με την παραγωγή του κομποστ να παράγεται ταυτόχρονα ηλεκτρική ενέργεια επαρκής για την λειτουργία μιας μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων. Η δημιουργία λοιπόν τέτοιων μονάδων, με τη δυνατότητα να λειτουργούν αυτόνομα ή και ως τμήμα ενός ελαιοτριβείου θα έχει ευεργετικά οφέλη για τον επιχειρηματία και κατ επέκταση για το κράτος, και πάνω απ όλα θα συντελεί στην μη περαιτέρω επιβάρυνση του φυσικού περιβάλλοντος.

Βιβλιογραφία

Άρθρα - Δημοσιεύσεις

A. Ανδρικοπούλου, A. Λούγγρου: Μελέτη ρεολογικής συμπεριφοράς αιωρημάτων και γαλακτωμάτων παρασκευασμένων με διάφορους σταθεροποιητές, Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης

Σ. Ντόλια (2006), Διαχείριση Αποβλήτων Ελαιουργείων – Ανασκόπηση Ερευνών και Προβλημάτων, Πανεπιστήμιο Πειραιά,

A. Βλυσίδης, Επεξεργασία αποβλήτων ελαιουργείων με οξειδωτικές και βιολογικές διεργασίες με παράλληλη παραγωγή υψηλής ποιότητας εδαφοβελτιωτικού, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ιστοσελίδες

www.minagric.gr

www.statistics.gr

www.prosodol.gr

www.e-ecology.gr

www.nea.gr

www.improlive.gr

www.westech-inc.com

www.wikipedia.org

www.westech-inc.com

www.italocorotondo.it

www.aquatec-engineering.com

www.oliveoilsource.com

www.dsmz.de

www.rpi.edu

www.europa.eu.int