

ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ.**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΚΑΤΣΑΡΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ.

ΟΝΟΜΑ
ΒΟΥΡΕΞΑΚΗ ΑΔΑΜΑΝΤΙΑ ΑΜ.: 4322

ΗΡΑΚΛΕΙΟ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....σελ. 3	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
<i>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ</i>	
<i>ΚΑΙ ΤΗ ΚΡΗΤΗ..... σελ. 4</i>	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
<i>ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ..... σελ. 6</i>	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	
<i>ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ</i> σελ. 8	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	
<i>ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</i>	
<i>ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ</i> σελ. 13	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	
<i>ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ</i> σελ. 20	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	
<i>ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ</i>	
<i>ΕΛΑΙΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ</i> σελ 33	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	
<i>ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ</i>	
<i>(CASE STUDIES)</i> σελ. 36	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Κρήτη δεν έχει βαριά βιομηχανία, η οποία να ρυπαίνει σημαντικά το περιβάλλον. Εν τούτοις, παρουσιάζει σημαντική παραγωγή σπουδαίων για την οικονομία γεωργικών προϊόντων, με κυριότερα το ελαιόλαδο, τα σταφύλια και το κρασί. Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων (ΥΑΕ) αποτελεί κρίσιμο θέμα για τη δημόσια υγεία και αυτός είναι ένας από τους λόγους που γίνονται μελέτες για τη μετατροπή των ελαιουργείων από τριφασικά σε διφασικά.

Αυτός ήταν και ο λόγος που αποφάσισα ασχοληθώ μ' αυτό το θέμα στη πτυχιακή μου εργασία και θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Κατσαράκη Νικόλαο που με βοήθησε και μου έδωσε το έναυσμα διότι χωρίς τη διάθεση του χρόνου του, την υποστήριξη και την συνεργασία του η μελέτη αυτή δεν θα είχε ολοκληρωθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Ο ελαιοπαραγωγικός κλάδος αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους τομείς της γεωργικής παραγωγής της χώρας μας. Η Ελλάδα είναι η τρίτη ελαιοπαραγωγός χώρα σε παγκόσμιο επίπεδο, ενώ η ποιότητα του ελληνικού ελαιολάδου εκτιμάται ως ανώτερη των λοιπών ελαιοπαραγωγικών χωρών. Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να προσδιορίσει τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η ελαιουργία και να παραθέσει τις διάφορες προτάσεις που γίνονται για τη διάθεση/επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων βάσει των διεργασιών επεξεργασίας που υπάρχουν. Οι περισσότερες από τις διεργασίες επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων που αναφέρονται στη μελέτη έχουν δοκιμαστεί σε μικρή κλίμακα μόνο, με αποτέλεσμα να απαιτείται η περαιτέρω εκτίμηση αυτών των αποτελεσμάτων και η επακόλουθη μεγάλης κλίμακας εφαρμογή. Τα απόβλητα της ελαιουργίας έχουν διπλή ιδιότητα, ως ρυπαντές των εδαφών, των ποταμών και των υδάτινων αποδεκτών γενικότερα ή ως ανακυκλώσιμο προϊόν και αυτό προκαλεί ανταγωνισμό μεταξύ των γεωπονικών και περιβαλλοντικών ομάδων, εξαιτίας της διαφορετικής οπτικής τους πάνω στο θέμα. Οι περισσότερες διεργασίες επικεντρώνονται τόσο στη βιοδιόρθωση, ως τρόπο μείωσης της ρυπαντικής επίδρασης των αποβλήτων και μετατροπής τους σε πολύτιμα προϊόντα, όσο και στην τροποποίηση της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του ελαιολάδου. [Ντόλια Σ., Διαχείριση αποβλήτων ελαιουργείων, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Χημικών Μηχανικών(2007)]. Τέλος, το πρόβλημα των αποβλήτων των ελαιουργείων επιδεινώνεται από την έλλειψη κοινής πολιτικής μεταξύ των ελαιοπαραγωγών χωρών. Ο τομέας της ελαιουργίας είναι πολύ

σημαντικός και από οικονομική και από κοινωνική άποψη, γι' αυτό πρέπει να γίνει κατανοητό ότι, είναι απαραίτητη η συμμετοχή όλων των μερών που εμπλέκονται σε αυτόν, για να βρεθεί η καταλληλότερη λύση για τη διάθεση των αποβλήτων, σε κάθε περιοχή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η χρησιμοποίηση των χειροκίνητων ελαιοτριβείων γινόταν μέχρι τα τέλη του 1940. Σε χωριά της Κρήτης για την αποφυγή των φόρων για το ελαιόλαδο η παραγωγή λάμβανε χώρα κρυφά απ' όλους. Οι παραγωγοί έσπαγαν καρπούς με γυμνά χέρια χρησιμοποιώντας βαριές πέτρες. Παρακολουθώντας τη διαδικασία τελειοποίησης της ελαιοτρίβησης παρατηρείται ότι με τη βοήθεια των ζώων του νερού και του ατμού ο άνθρωπος κατέβαλε όλο και λιγότερη σωματική δύναμη. Όταν χρησιμοποιούσαν ζώα για την ελαιοτρίβηση η ποσότητα ελαιοκάρπου ήταν μικρότερη σε σχέση με τον υδροκίνητων, όμως θεωρούνταν καλύτερη μέθοδος λόγω της υπερθέρμανσης του ελαιολάδου από τη γρήγορη περιστροφή των πετρών. Ακόμα και σήμερα υπάρχουν τέτοια ελαιοτριβεία για την καλύτερη ποιότητα παραγωγής λαδιού.



Εικόνα 1: Το παραδοσιακό λιοτρίβι.



Εικόνα 2 : Πέτρα για το άλεσμα του ελαιοκάρπου.

Στο παραδοσιακό λιοτρίβι γινόταν η επεξεργασία της ελιάς για την παραγωγή του ελαιολάδου πριν τη χρήση της μηχανής. Η λειτουργία του βασιζόταν σε απλές αρχές της μηχανικής, στα μπράτσα των ανθρώπων και στα υπάκουα γαϊδουράκια. Σαν ιδέα διατηρήθηκε για πολλούς αιώνες με μικρές βελτιώσεις και παραλλαγές σε κάθε τόπο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στις σύγχρονες μονάδες επεξεργασίας ελαιοκάρπου η παραγωγή ελαιολάδου βασίζεται στις εξής βασικές αρχές:

- **Πίεσης** (παραδοσιακά ή κλασσικά συστήματα),
- **Φυγοκέντρισης** (συνεχή συστήματα) που με τη σειρά τους χωρίζονται σε δυο φάσεων και τριών φάσεων,
- **Επιλεκτικού φιλτραρίσματος,**
- **Χημικού διαχωρισμού και**
- **Διαδικασία απομάκρυνσης λίθων**

Στα συστήματα πίεσης και στα τριφασικά φυγοκεντρικά συστήματα τα απόβλητα είναι υγρά και στερεά (κατσίγαρος και ελαιοπυρήνα) ενώ στα διφασικά συστήματα το απόβλητο που προκύπτει είναι η υγρή ελαιοπυρήνα.

3.2 ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ 3 ΦΑΣΕΩΝ.

Η **τριφασική διαδικασία** αντικαθιστά την παραδοσιακή μέθοδο. Ουσιαστικά αυτή η μέθοδος εκμεταλλεύεται τη διάφορα του ειδικού βάρους ανάμεσα στο νερό και στο λάδι. Οι αλεσμένες ελιές τοποθετούνται σ' ένα τριφασικό ελαιουργικό συγκρότημα που αποτελείται από μια σειρά φυγοκεντρικών διαχωριστών οριζόντιου άξονα όπου διαχωρίζονται τα διάφορα κλάσματα. Η παραγωγική ικανότητα εξαρτάται άμεσα από την απόδοση των οριζόντιων φυγοκεντρικών διαχωριστήρων:

- Οριζόντιου άξονα και οριζόντιο τύμπανο
- Εξωθητικό κοχλία που περιστρέφεται με ελαφρά λιγότερες στροφές αλλά κατά την ίδια φορά με το τύμπανο ώστε να μετατοπίζει συνεχώς τις στερεές ύλες προς το άκρο του τυμπάνου

Ο φυγοκεντρικός διαχωριστής χωρίζει την ελαιοζύμη σε τρεις χωριστές φάσεις, την **ελαιοπυρήνα**, το **ελαιόλαδο**, **τα νερά και τα φυτικά υγρά**. Είναι συνεχούς λειτουργίας με τη λάσπη να ωθείται συνεχώς έξω από τον ελαιοδιαχωριστή με τη βοήθεια κοχλία μεταφοράς. Τα συστήματα είναι συνδεδεμένα υπό μορφή συνεχούς γραμμής, αυτοματοποιημένα σε ότι αφορά τη λειτουργία. Χαρακτηριστικό αυτού του τύπου είναι η συνεχής ροή του υλικού από το στάδιο του καρπού ως τα τελικά προϊόντα, το ελαιόλαδο και τον πυρήνα. Η ελαιοπυρήνα περιέχει 12% περίπου λάδι, έτσι οδηγείται στα πυρηνελαιουργεία για το διαχωρισμό του πυρηνέλαιου με εκχύλιση. Το κατάλοιπο αυτής της διαδικασίας (πυρηνόξυλο) είναι εμπορεύσιμο και χρησιμοποιείται για θέρμανση. Από τις πρώτες κιόλας εφαρμογές δεν υπήρξαν βασικές διαφορές όσον αφορά τη ποσότητα του παραγόμενου λαδιού.

Το κύριο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η μεγάλη ποσότητα ζεστού νερού που απαιτείται και συνεπώς η μεγάλη παραγωγή υγρών αποβλήτων. Στο παρελθόν είχαν γίνει προσπάθειες για την ανακύκλωση των παραγόμενων φυτικών υγρών που προέρχονται από τις διαδικασίες πλύσης του ελαιοκάρπου του χώρου εξαγωγής και του εξοπλισμού, παρόλα αυτά δεν εφαρμόζεται σήμερα διότι έχει αποδεδειχθεί ότι η οξειδωτική φύση αυτών των υγρών επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα του εξαγόμενου λαδιού. Επίσης μ' αυτή τη χρήση χάνονται πολλά συστατικά του ελαιοκάρπου που μεταβαίνουν στα υγρά απόβλητα.

3.2 ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ 2 ΦΑΣΕΩΝ

Πριν από μερικά χρόνια εμφανίστηκε ένα νέο σύστημα στην αγορά των **δυο φάσεων** ελαιουργικό συγκρότημα (οικολογικό σύστημα).

Να σημειωθεί ότι στα ελαιουργεία 3 φάσεων για την παραγωγή του ελαιολάδου από το ελαιόκαρπο απαιτείται αραίωση της ελαιοζύμης με μεγάλες ποσότητες νερού. Αντίθετα στα διφασικά ο φυγοκεντρικός διαχωριστής δεν απαιτεί αραίωση της ελαιοζύμης με νερό και τη διαχωρίζει τελικά σε δύο μέρη, τα τελικά προϊόντα που είναι το ελαιόλαδο και ο ελαιοπυρήνας, μέσα στον οποίο ενσωματώνονται τα απόνερα. Το βασικό πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι η μειωμένη κατανάλωση νερού και η έλλειψη υγρών αποβλήτων, παράλληλα όμως το πρόβλημα των αποβλήτων μεταφέρεται από τα υγρά στα στερεά. Σοβαρό όμως μειονέκτημα του εν λόγω συστήματος είναι ότι η ελαιοπυρήνα που προκύπτει έχει αυξημένη υγρασία και είναι δύσκολη στο χειρισμό, στη μεταφορά και την επεξεργασία. Επιπλέον ξηραίνεται με αργό ρυθμό και έχει υψηλό ρυπαντικό φορτίο.

Η διφασική επεξεργασία σε σχέση με τη τριφασική έχει τα εξής πλεονεκτήματα: Έχει διαπιστωθεί ότι το ελαιόλαδο που παράγεται από τα διφασικά ελαιοτριβεία είναι καλύτερης ποιότητας. Έχουν υψηλότερη οξειδωτική σταθερότητα και καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Στα διφασικά συστήματα δεν απαιτείται η προσθήκη επιπλέον ποσοτήτων νερού για την παραγωγή της ελαιόπαστας, ελαττώνοντας το λειτουργικό κόστος της εγκατάστασης [*Βολικάκη Χρυσή, μεταπτυχιακή εργασία*]. Επίσης, η απαίτηση ενέργειας στα διφασικά συστήματα είναι χαμηλότερη λόγω της μικρότερης ποσότητας ελαιόπαστας που πρέπει να επεξεργαστούν. Στα διφασικά συστήματα δεν απαιτείται επιπλέον φυγοκεντρωτής για την επεξεργασία των φυτικών υγρών που παράγονται καθώς αυτά ανακυκλώνονται. Στα τριφασικά συστήματα αντίθετα πριν τη δεύτερη φυγοκέντριση

απαιτείται ανάμειξη των φυτικών υγρών και του ελαιολάδου. Η κατασκευή του φυγοκεντροτή (decanter) είναι λιγότερο περίπλοκη κάνοντάς το λειτουργικά πιο αξιόπιστο και περισσότερο οικονομικό απ' ότι στο τριφασικό.

Όσον αφορά τα μειονεκτήματα των διφασικών συστημάτων επεξεργασίας, η διφασική κατεργασία ουσιαστικά μετατοπίζει το πρόβλημα των υγρών αποβλήτων που παράγονται από τα ελαιοτριβεία στις ραφιναρίες. Η ελαιόπαστα πρέπει να υποστεί επεξεργασία για την εξαγωγή του ελαίου με αρκετά δαπανηρές σε ενέργεια και κόστος λειτουργίες [*Βολικάκη Χρυσή, μεταπτυχιακή εργασία*]. Έχει διαπιστωθεί ότι πρόκειται για απόβλητα με υψηλό δείκτη Χημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (COD), υψηλό δείκτη θολότητας, λίπη, περιεχόμενο πλούσιο σε φαινόλες και ο-διφαινόλες.

3.3 Ραφινάρισμα ή εξευγενισμός ελαιόλαδου

Ραφινάρισμα είναι η χημική επεξεργασία για να βελτιωθεί η ποιότητα διαφόρων λαδιών είτε από πλευράς οξύτητας ή άλλων κακών χαρακτηριστικών. Αυτή όμως η διεργασία αφαιρεί εντελώς από τα λάδια τα ευεργετικά τους χαρακτηριστικά, ενώ αφήνει πάρα πολλές υποψίες για την ύπαρξη χημικών καταλοίπων σε αυτά. [Πηγή: *Πliessa εταιρία παραγωγής λαδιού*]. Η διαδικασία ραφινάρισματος αποτελείται από τρία στάδια:

Εξουδετέρωση

Κατά την εξουδετέρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων, προστίθεται στο ελαιόλαδο μια σημαντική ποσότητα καυστικού νατρίου το οποίο ανακατεύεται με το ελαιόλαδο

Αποχρωματισμός

Ο αποχρωματισμός γίνεται με την προσθήκη ουσιών, πάνω στις οποίες προσκολλούνται οι χρωστικές ουσίες του ελαιόλαδου. Μετά, αυτές αφαιρούνται και μένει το ελαιόλαδο αποχρωματισμένο.

Απόσμηση

Οι πτητικές ουσίες που δεν είναι ευχάριστες αφαιρούνται ζεσταίνοντας το ελαιόλαδο πολύ γρήγορα στους 180°C σε κενό οξυγόνου και έτσι οι οσμές εξατμίζονται. Από τη διαδικασία αυτή, προκύπτει το ραφινρισμένο προϊόν που προέρχεται από ελαιόλαδο, το οποίο για κάποιο λόγο έγινε ακατάλληλο για κατανάλωση επειδή οι ελιές ήταν χαλασμένες, ή ήταν φυλαγμένες σε αποθήκες πολύ ζεστές ή βρώμικες και περιείχαν ακαθαρσίες, ή απλώς πέρασαν χρόνια από την παραγωγή τους. Είναι χαμηλής οξύτητας προϊόν, αλλά χωρίς γεύση, άρωμα, χρώμα και φυσικά χωρίς καμία διατροφική αξία. Το ραφινρισμένο ελαιόλαδο αποτελεί πάνω από το 50% της κατανάλωσης στην αγορά. Επικρατεί η εσφαλμένη εντύπωση ότι το ραφινρισμένο είναι ανώτερο από το παρθένο ελαιόλαδο. Για την ακρίβεια το ραφινρισμένο είναι πολύ πιο χαμηλής ποιότητας και διατροφικής αξίας. Πόσο μάλλον από το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο. Επιπρόσθετα, η διαφορά βρίσκεται και στον τρόπο παραγωγής. Το παρθένο και εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο παράγεται μόνο με τη χρήση φυσικών μέσων (συμπίεση ή φυγοκέντριση) για την εξαγωγή του από τον καρπό της ελιάς. Είναι σαν να συμπιέζουμε τα πορτοκάλια για να πάρουμε φρέσκο χυμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ (Υ.Α.Ε.)

4.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ Υ.Α.Ε.

Η διεργασία παρασκευής του ελαιολάδου συνήθως αποδίδει τρεις φάσεις: i) ελαιόλαδο (20%), ii) εναπομείναντα στερεά (30%), και iii) υδατικό διάλυμα (50%). Το υδατικό αυτό διάλυμα προέρχεται από το νερό που διαθέτει ο καρπός της ελιάς και από το σαρκώδες μέρος του ελαιοκάρπου. Αυτό το μίγμα αποτελεί ένα υποπροϊόν της παραγωγικής διαδικασίας, που μαζί με το νερό, το οποίο προστίθεται στα διάφορα στάδια επεξεργασίας του ελαιοκάρπου, και συγκεκριμένα το νερό της πλύσης, το νερό που προστίθεται κατά την μάλαξη της ελαιομάζας και στο διαχωριστήρα, είναι το «υγρό απόβλητο των ελαιουργείων» (Υ.Α.Ε.) (*Olive mill wastewater - OMW*), [Χατζημανωλάκης, 2001]. Τα Υ.Α.Ε. (ελαιουργικά απόβλητα) παράγονται κυρίως από τα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία τριών φάσεων.

Η σύσταση των Υ.Α.Ε. είναι η εξής: i) νερό (80-83%), ii) οργανικά συστατικά (15-18%) και iii) ανόργανα συστατικά (κυρίως άλατα του καλίου και φωσφορικά άλατα 2%). Είναι υγρά σκούρου χρώματος με διαφορετικές αποχρώσεις από κίτρινο-πράσινο έως κόκκινο σκοτεινό ή καφέ - μαύρο, θολά, πυκνότητας κυμαινόμενης από 1.015-1.081 gr/cm³. Έχουν ελαφρώς όξινο pH κυμαινόμενο μεταξύ 3-6, υψηλό βαθμό οργανικής ρύπανσης (με την τιμή του COD να εκτιμάται πάνω από 220 g/l), χαρακτηριστικής οσμής, και τέλος είναι πλούσια σε οργανικά και ανόργανα συστατικά διαλυμένα στην υδατική κυρίως φάση. Περιέχουν επίσης, αδιάλυτα οργανικά σωματίδια υπό μορφή αιωρήματος, καθώς και σταγονίδια ελαίου

που τους προσδίδουν τη μορφή γαλακτώματος [Αντωνίου, 2001; Νιαουνάκης και Χαλβαδάκης, 2004].

Οι τιμές των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των Υ.Α.Ε. στην βιβλιογραφία παρουσιάζουν μεταξύ τους αξιοσημείωτες διαφορές για πολλούς λόγους, όπως είναι η εφαρμοζόμενη διαδικασία εξαγωγής του ελαιολάδου, η ποικιλία του ελαιοκάρπου, η ποιότητα και η ωριμότητα του ελαιοκάρπου, η αραίωση των αποβλήτων, το χρονικό διάστημα από τη συλλογή του ελαιοκάρπου μέχρι τη στιγμή της έκθλιψής του για την παραγωγή του ελαιολάδου, η χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων κατά την καλλιέργεια, ο τύπος του εδάφους στον οποίο καλλιεργούνται τα ελαιόδεντρα, ο χρόνος ζωής του ελαιοδέντρου, η περίοδος της συγκομιδής και οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής (Mendia et al., 1986).

Το οργανικό φορτίο των Υ.Α.Ε. είναι πολύ υψηλό και κατ' αναλογία οι τιμές του BOD₅ και COD, οι οποίες και αποτελούν ένα μέτρο της οργανικής ρύπανσης, κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα. Το μεγαλύτερο μέρος του BOD₅ και του COD είναι υδατοδιαλυτό (60-85%). Οι φυτοτοξικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τα ελαιουργικά απόβλητα αποδίδονται στην ύπαρξη πολυφαινόλων, που αν και είναι ποσοτικά υποδεέστερες, έχουν μεγάλη σημασία για την ποιότητα του αποβλήτου.

Οι πολυφαινόλες είναι φυτικές ουσίες που βρίσκονται κάτω από την φλούδα του φυτού και συμβάλλουν στην άμυνά του στις μολύνσεις από παθογόνους παράγοντες. Παράλληλα, προστατεύουν το φυτό από το στρες και την υπεριώδη ακτινοβολία. Είναι οι έγχρωμες ουσίες που δίνουν το χαρακτηριστικό χρώμα σε διάφορα λαχανικά και φρούτα. Στα ζώα και τον άνθρωπο, οι πολυφαινόλες απορροφούνται με τη λήψη τροφών πλούσιων σε αυτές και μεταφέρονται στους ιστούς με την κυκλοφορία [Καστανάς 2012].

Τα περισσότερα από τα φαινολικά συστατικά που έχουν ανιχνευθεί στα Υ.Α.Ε., ανήκουν στις κατηγορίες των φαινολικών, φλαβονοειδών παραγώγων και ανθοκυανών.

Τα Υ.Α.Ε. παρουσιάζουν ιδιαίτερο περιβαλλοντικό ενδιαφέρον διότι, μεταξύ των άλλων: (α) Περιορίζουν το φάσμα και την δράση των μικροοργανισμών εκείνων, που θα μπορούσαν να εγκατασταθούν και να αποδημήσουν τα υπόλοιπα συστατικά των Υ.Α.Ε. (β) Προσδίδουν στα απόβλητα τοξικές ιδιότητες έναντι των φυτών καθώς και έναντι πολλών ευαίσθητων υδρόβιων ζωικών ειδών και (γ) Βιοαποδομούνται με βραδύ σχετικά ρυθμό από εξειδικευμένες και σχετικά ολιγάριθμες ομάδες μικροοργανισμών παρουσιάζοντας έτσι, εμμονή στο περιβάλλον. Μεταξύ άλλων, χαρακτηρίζονται ως βιομηχανικά απόβλητα και μπορούν να προκαλέσουν σε υδάτινα και χερσαία οικοσυστήματα μεγάλες «μεταβολικές εκτροπές» με σημαντικά περιβαλλοντικά επακόλουθα. Είναι όμως κατά κανόνα ελεύθερα ενώσεων υψηλού περιβαλλοντικού κινδύνου δηλαδή, δεν περιέχουν όπως άλλοι τύποι βιομηχανικών αποβλήτων βαρέα μέταλλα, αμιάντο ή μη βιοαποδομήσιμες συνθετικές οργανικές ενώσεις. Στον παρακάτω Πίνακα, συνοψίζονται οι αρνητικές επιδράσεις τους στο περιβάλλον σε συσχέτισμό με τα κύρια χαρακτηριστικά τους.

Λόγω της παρουσίας μεγάλων ποσοτήτων πρωτεϊνών, πολυσακχαριτών, ανόργανων αλάτων και άλλων χρήσιμων για την γεωργία ουσιών, όπως π.χ. χουμικά οξέα (*humic acids*), τα Υ.Α.Ε έχουν υψηλή λιπασματική αξία. Επομένως, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ένα φυσικό και με χαμηλό κόστος λίπασμα, το οποίο είναι διαθέσιμο σε αρκετά μεγάλες ποσότητες [*Χατζημανωλάκης, 2001*].

Μετά από αρκετές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν εκτιμάται ότι τα Υ.Α.Ε. περιέχουν τοξικές πολυφαινόλες έως και 1.000 φορές περισσότερο τοξικές από ό,τι

στα αστικά λύματα. Στην πραγματικότητα, η παρουσία τέτοιων ουσιών στα Υ.Α.Ε., αποτελεί την βασικότερη αιτία, που καθιστά τα παραπάνω απόβλητα ελάχιστα βιοαποδομήσιμα ή καθόλου βιοαποδομήσιμα και κατά συνέπεια, ακατάλληλα για την επιπλέον χρήση τους ως λίπασμα ή ως νερό άρδευσης.

Πίνακας: Υγρά Απόβλητα Ελαιοτριβείων και Περιβάλλον

α/α	Χαρακτηριστικά των Υ.Α.Ε.	Αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον
1	Υψηλή περιεκτικότητα σε χρωστικές	<ul style="list-style-type: none"> • Περιορισμός φωτοσύνθεσης στα νερά λιμνών, ποταμών και θάλασσας. • Παρεμπόδιση ορατότητας των ψαριών. • Αισθητική υποβάθμιση του περιβάλλοντος.
2	Υψηλή περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο και άλλες λιπαρές ενώσεις	<ul style="list-style-type: none"> • Παρεμπόδιση οξυγόνωσης των νερών. • Μείωση πορώδους του εδάφους.
3	Περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες	<ul style="list-style-type: none"> • Βιοτοξικότητα - φυτοτοξικότητα (φαινόμενα αλληλοπάθειας). • Περιορισμός δράσης αποδομητών μικροοργανισμών των Υ.Α.Ε, βιοαποδόμηση από εξιδεικευμένες και ολιγάριθμες ομάδες μικροοργανισμών (εμμονή στο περιβάλλον).
4	Υψηλό ποσοστό άλλων τοξικών ουσιών	<ul style="list-style-type: none"> • Αποξυγόνωση υδάτινων αποδεκτών. • Φαινόμενα ευτροφισμού.
5	Χαμηλό pH, υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα	<ul style="list-style-type: none"> • Διάβρωση των εδαφών και διείσδυση του στους υπόγειους υδροφορείς. • Ακατάλληλος για άρδευση των περισσότερων καλλιεργειών.

Πηγή: Αντωνίου, 2001

4.2 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

Τα υγρά απόβλητα ελαιουργείων (Υ.Α.Ε.), που καλούνται και λιοζούμια ή κατσίγαρος, είναι ένα μίγμα φυτικών υγρών του ελαιοκάρπου και νερού από το πλύσιμο του ελαιοκάρπου που παράγεται κατά την διαδικασία έκθλιψης του ελαιοκάρπου. Από βιολογικής πλευράς χαρακτηρίζονται από την παρουσία σε αυτά μιας μεγάλης ποικιλίας μικροοργανισμών, μεταξύ των οποίων βακτήρια, μύκητες και ζύμες, συνήθως έχουν όξινο pH και περιέχουν μεγάλες ποσότητες οργανικού αζώτου, καλίου και πολυφαινολών. Υπάρχει η δυνατότητα τα Υ.Α.Ε. να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες εφαρμογές, όπως η άρδευση, η κομποστοποίηση, κλπ. μόνο μετά από κατάλληλη επεξεργασία για την μείωση της αλατότητας, του οργανικού φορτίου και της οξύτητας. [Αντώνης Παπαδάκης, ΜΠΕ, 2011]



Εικόνα 3: Υγρά απόβλητα ελαιουργείου.

Η ελαιοπηρύνα, είναι υπο-προϊόν που αποτελείται από το φλοιό, την σάρκα, το κουκούτσι καθώς και ένα ποσοστό υγρών αποβλήτων το οποίο εξαρτάται από τον τρόπο εξαγωγής του ελαιολάδου (2 ή 3 φάσεων). Η ελαιοπηρύνα συνήθως έχει όξινο pH και περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις πολυφαινολών και λιπαρών οργανικών

ουσιών. Με κατάλληλη επεξεργασία η ελαιοπηρύνα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικών, κομπόστ καθώς και ως καύσιμη ύλη.



Εικόνα 4: Ελαιοπηρύνα.

Υπόλειμμα με την μορφή πάστας που παράγεται όταν ολόκληρο το κουκούτσι αφαιρείται πριν την επεξεργασία. Το υλικό αυτό έχει πολύ υψηλή υγρασία και είναι δύσκολο να αποθηκευτεί.



Εικόνα 5: Ψύχα ελαιοκάρπου.

Λόγω της υψηλής ενεργειακής τους αξίας τα κουκούτσια από τις ελιές, επειδή είναι φτηνότερα, χρησιμοποιούνται συχνά αντί για συσσωματώματα (pellets) για την παραγωγή καυσίμων.



Εικόνα 6: Κουκούτσια ελαιοκάρπου.

Τα κλαδιά, τα φύλλα και ξύλα που προέρχονται από τις διάφορες γεωργικές εργασίες που πραγματοποιούνται σε έναν ελαιώνα είναι τα μοναδικά παραπροϊόντα που μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν απευθείας ως βιομάζα. [Αντώνης Παπαδάκης, ΜΠΕ, 2011]



Εικόνα 7: Ξυλεία ελαιοδέντρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

(Υ.Α.Ε.)

5.1 Γενικά στοιχεία για την επεξεργασία Υ.Α.Ε.

Οι βασικές προκλήσεις που συνδέονται με την επεξεργασία των αποβλήτων από τις τεχνικές παραγωγής δύο φάσεων, τριών φάσεων καθώς και τις παραδοσιακές, βασίζονται στον προσδιορισμό κατάλληλων χημικών και βιολογικών παραγόντων ώστε να μετατρέπουν τα λύματα και τον ελαιοπυρήνα σε ενώσεις ή συστατικά με καλύτερο δυναμικό βιοαποικοδόμησης. Η διαθεσιμότητα ειδικών μονάδων επεξεργασίας και τεχνολογιών ακριβείας μπορεί να συμβάλλει σημαντικά σε αυτή την κατεύθυνση. Ωστόσο, το κόστος είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία αυτών των τύπων επεξεργασίας και ο εποχιακός χαρακτήρας της ελαιοπαραγωγής, σε συνδυασμό με το μικρό μέγεθος ορισμένων μονάδων εξαγωγής, δημιουργούν προβλήματα που πρέπει ν' αντιμετωπιστούν. Μπορούν να επιτευχθούν και άλλα χρήσιμα αποτελέσματα από την επεξεργασία με τη διερεύνηση των εναλλακτικών χρήσεων των αποβλήτων ελαιοτριβείων. Αυτές περιλαμβάνουν την κομποστοποίηση, τις ζωοτροφές και την εκμετάλλευση του οργανικού περιεχομένου ως πηγή ενέργειας για μονάδες βιοαερίου. Μπορούν επίσης να προκύψουν οφέλη από τον καθορισμό των παραμέτρων ρύπανσης και των προτύπων ασφαλείας που συνεπάγεται ο διασκορπισμός αποβλήτων σε καλλιεργημένη γη για σκοπούς άρδευσης και επικάλυψης του εδάφους. Απαιτείται μεγάλη προσοχή κατά τη διαδικασία αυτή για την προστασία της ποιότητας των τοπικών εδαφών και των υδάτινων πόρων, καθώς και της βιοποικιλότητας και των βιοτόπων που φιλοξενούν.

5.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ LIFE OLEICO

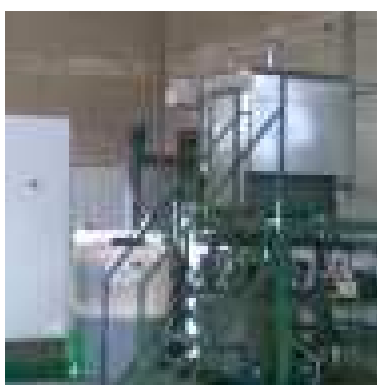
Κάθε χρόνο στην Ευρώπη η παραγωγή ελαιολάδου δημιουργεί 4,5 εκατομμύρια τόνους υγρά υπολείμματα και περίπου 7 εκατομμύρια τόνους στερεά υπολείμματα. Η λανθασμένη διάθεση των αποβλήτων τα οποία εμπεριέχουν πολυφαινόλες, οργανικές ύλες λίπη και φώσφορο κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου/χειμώνα μπορεί να προκαλέσει φυλλόπτωση και καρπόπτωση καθώς και αδυναμία εκβλάστησης των νέων σπόρων. Συν τοις άλλοις η απόρριψή τους στα επιφανειακά ύδατα μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της περιεκτικότητας αυτών, σε φώσφορο, προκαλώντας μεταχρωματισμούς και δυσοσμίες. Ο κύριος τρόπος για να προστατευτούν τα οικοσυστήματα, αποφεύγοντας τη ρύπανση των εδαφών και των υδάτων είναι η υιοθέτηση φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών οι οποίες θα επιτρέπουν την επαναχρησιμοποίηση των υπολειμμάτων και μετατροπή τους σε χρήσιμους πόρους. Κάποιες εναλλακτικές μέθοδοι διαχειρίσεις ελαιουργείων που αξιολογήθηκαν από 4 ευρωπαϊκές ελαιοπαραγωγές χώρες από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα (life oleico) για την περιβαλλοντική βιώσιμη επεξεργασία των ελαιουργικών αποβλήτων δίνονται παρακάτω.

Χώρες	Μέθοδοι	Αξιολόγηση
Ελλάδα	Αερόβια βιολογική επεξεργασία υγρών αποβλήτων ελαιουργείων	☹
Ελλάδα	Εξάτμιση-Υδρόλυση- Οξείδωση	☹ ☹
Ισπανία, Ιταλία	Κομποστοποίηση σε σειράδια	☹ ☹ ☹
Ισπανία	Ηλεκτροκροκκίδωση	☹
Ιταλία	Φυτοεξυγίανση	☹ ☹ ☹
Ιταλία	TIRSAVe TIRSAVplus	☹ ☹
Πορτογαλία	BIO COMBUS	☹ ☹
Πορτογαλία	Αναερόβια χώνεψη σε μονάδα βιολογικού καθαρισμού	☹ ☹

Το σύμβολο (●) δείχνει την αξιολόγηση που έχει πάρει κάθε χώρα ανάλογα με τη μέθοδο που προτείνει. Όσο περισσότερα σύμβολα φέρει τόσο καλύτερα αξιολογείται η μέθοδος που προτάθηκε.

I. Ηλεκτροκροκκίδωση

Η παρούσα τεχνολογία, είναι προηγμένη και αποτελεσματική, όπου αναπτύχθηκε από την Ισπανική εταιρεία CYCLUS, η οποία χρησιμοποιεί ηλεκτροχημικές διεργασίες με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για τη μείωση της συγκέντρωσης των επιβλαβών παραπροϊόντων των μεταποιητικών αγροτικών βιομηχανιών.. Το βιομηχανικό απόβλητο νερό απαλλάσσεται από τους διάφορους οργανικούς και ανόργανους ρύπους, καθαρίζεται, αποχρωματίζεται και μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί [Κ. Δερμεντζής, Δ. Μαρμάνης, Κ. Φραγκίδης, Κ. Ουζούνης, «Απομάκρυνση εξασθενούς χρωμίου από υδατικά βιομηχανικά απόβλητα επιμεταλλωτηρίων με χημική και ηλεκτροχημική κροκκίδωση», 21^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χημείας, 9-12 Δεκ. 2011, Θεσσαλονίκη].



Εικόνα 8: Μηχάνημα ηλεκτροκροκκίδωσης.

II. BIO COMBUS

Μέσα από μία διαδικασία εξώθησης-συμπίεσης ελαιοπυρήνα και των υπολειμμάτων των μεταποιητικών βιομηχανιών φελλού παράγονται στερεά βιοκαύσιμα (σε μορφή pellet) [Πηγή: Life Oleico]. Η διαδικασία αναπτύχθηκε από το Πορτογαλικό Πανεπιστήμιο Trás-os-Montes e Alto Douro.

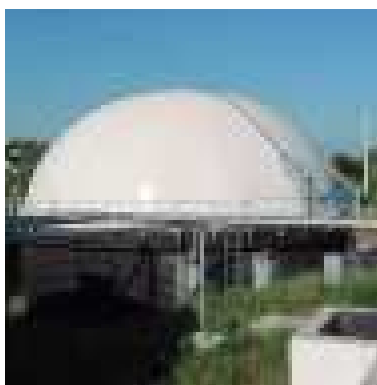


Εικόνα 9: Στερεό βιοκαύσιμο σε μορφή pellet.

III. Αναερόβια χώνευση σε μονάδα βιολογικού καθαρισμού

Η μέθοδος βασίζεται στην παραγωγή βιοαερίου με υψηλή περιεκτικότητα σε μεθάνιο από το συνδυασμό οργανικών απορριμμάτων και κατσίγαρου. Αφορά ουσιαστικά τη συνεπεξεργασία των αστικών αποβλήτων με τα απόβλητα ελαιουργείων. [Πηγή: Life Oleico]. Αναπτύχθηκε στην Πορτογαλία, από το Εθνικό Εργαστήριο Ενέργειας και Γεωλογίας, Τμήμα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας LNEG. Η αναερόβια χώνευση είναι μια διαδικασία η οποία πραγματοποιείται με την απουσία οξυγόνου. Η διαδικασία μπορεί να είναι είτε θερμοφιλή χώνευση, στην οποία η λάσπη βρίσκεται υπό ζύμωση μέσα σε δεξαμενές σε θερμοκρασία 55° C. Ονομάζεται θερμοφιλή εξαιτίας των μικροοργανισμών που παίρνουν μέρος στην διαδικασία, οι οποίοι περιέχουν ένζυμα τα οποία λειτουργούν σε υψηλές

θερμοκρασίες. Αυτά τα ένζυμα έχουν μεγάλη σημασία σε πολλές εφαρμογές της βιοτεχνολογίας. Το βιοαέριο που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση των δεξαμενών καθώς και για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των εγκαταστάσεων. Σε μεγάλες μονάδες επεξεργασίας λυμάτων μπορεί να παραχθεί περισσότερη ενέργεια από όση χρειάζεται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της μονάδας. Τα πλεονεκτήματα της αναερόβιας διαδικασίας είναι η παραγωγή του μεθανίου και τα μειονεκτήματα είναι η μεγάλη χρονική περίοδος που χρειάζεται η διαδικασία (ως 30 ημέρες) καθώς και το υψηλό κόστος.

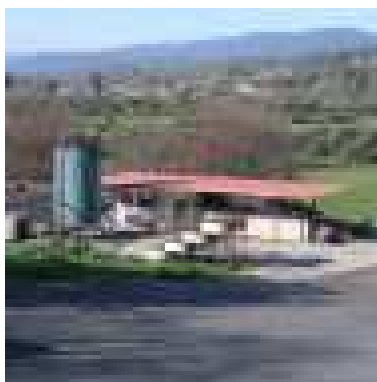


Εικόνα 10: Αναερόβια μονάδα βιολογικού καθαρισμού.

IV. Αερόβια βιολογική επεξεργασία

Η συγκεκριμένη τεχνολογία αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Ελλάδας και επιτρέπει το βιολογικό καθαρισμό των υγρών αποβλήτων 3-φασικού ελαιουργείου με την ταυτόχρονη αξιοποίηση της οργανικής ύλης μέσω της παραγωγής λιπάσματος [Πηγή: Life Oleico]. Η αεροβική χώνευση είναι μια βακτηριακή διαδικασία, η οποία λαμβάνει χώρα παρουσία οξυγόνου. Κάτω από αερόβιες συνθήκες, τα βακτήρια καταναλώνουν με γρήγορο ρυθμό την οργανική ύλη, μετατρέποντας την σε διοξείδιο του άνθρακα. Αφού η οργανική ύλη καταναλωθεί, τα

βακτήρια πεθαίνουν και καταναλώνονται από άλλα βακτήρια. Τα πλεονεκτήματα της αερόβιας διαδικασίας είναι ότι πραγματοποιείται πολύ ταχύτερα, έχοντας έτσι μικρότερες κεφαλαιουχικές δαπάνες, δηλαδή αποδίδει περισσότερο. Το λειτουργικό κόστος, όμως, είναι πολύ μεγαλύτερο, εξαιτίας του ενεργειακού κόστους για τον αερισμό που χρειάζεται για την προσθήκη οξυγόνου στην διαδικασία.



Εικόνα 11: Αερόβια μονάδα βιολογικού καθαρισμού.

V. Κομποστοποίηση σε σειράδια

Η τεχνολογία διαχειρίζεται τα υπολείμματα ελαιοτριβείου για τη δημιουργία κομπόστ και την παραγωγή λιπάσματος. Για τη σύνθεση του κομπόστ χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες μέθοδοι ανάλογα τις πρώτες ύλες, την αρχική τους συγκέντρωση, τον τρόπο ανάμειξης και το χρόνο ωρίμανσης [Πηγή: Life Oleico]. Η μέθοδος προέρχεται από τη σύμπραξη της Επαγγελματική Σχολή Αγροτικής Ανάπτυξης Serpa (Πορτογαλία) και των ισπανικών εταιριών Coto Bajo και Vado Olivo. Στη μέθοδο αυτή το μίγμα προς λιπασματοποίηση σωριάζεται σε μακριές παράλληλες γραμμές, τα σειράδια. Τα σειράδια απλώνονται σε ανοιχτό χώρο και μόνο σε περιοχές με υψηλή βροχόπτωση όπου καλύπτονται από κάποιο στέγαστρο.



Εικόνα 12: Κομποστοποίηση σε σειράδια.

VI. TIRSAV TIRSAVPLUS

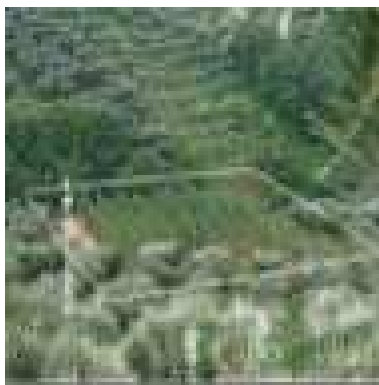
Τα υπολείμματα και τα υγρά απόβλητα, που διατίθενται κατευθείαν στο έδαφος ή μεταφέρονται στο ελαιοτριβείο δημιουργούν σημαντικές δυσκολίες στα ελαιοτριβεία που πρέπει να χειριστούν, σε ελάχιστο χρονικό διάστημα. Τα απόβλητα με υψηλή υγρασία κατά τη διάρκεια έστω και της σύντομης αποθήκευσης, ή διάθεσης τους στο έδαφος μπορούν να υποστούν αναερόβια ζύμωση με έντονη δυσοσμία. Η τεχνολογία χρησιμεύει στην επαναχρησιμοποίηση του κασίγαρου και του πυρηνόξυλου μέσω των διαδικασιών βιοσταθεροποίησης ή κομποστοποίησης όπου αναμειγνύονται μία σειρά από πρώτες ύλες (κασίγαρος, άχυρο πριονίδι, απόβλητα οικόσιτων ζώων). Το επεξεργασμένο μείγμα χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα υδροπονικών καλλιεργειών, ως καύσιμο για παραγωγή θερμότητας, ως μονωτικό υλικό [Πηγή: Life Oleico].



Εικόνα 13: Μηχάνημα βιοσταθεροποίησης – κομποστοποίησης.

VII. Φυτοεξυγίανση

Η μέθοδος της φυτοεξυγίανσης, η οποία έχει αναπτυχθεί και κατοχυρωθεί με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας από το Ιταλικό ερευνητικό ίδρυμα ISIRI, αναφέρεται στην κατασκευή ενός υπόγειου συστήματος άρδευσης που επιτρέπει την ανάκτηση και αξιοποίηση των θρεπτικών συστατικών που υπάρχουν στον κατσίγαρο ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν για την άρδευση δενδρωδών καλλιεργειών [Πηγή: Life Oleico]. Είναι εφαρμόσιμη σε πεδία βεβαρημένα με οργανικούς ρυπαντές, θρεπτικά ή βαρέα μέταλλα, και μπορούν να προσεγγιστούν από το ριζικό σύστημα των φυτών. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα έχουν κατανοηθεί οι μηχανισμοί που αφορούν την άντληση και μεταβολική ικανότητα των φυτών σε διάφορους οργανικούς ρυπαντές. Η δενδροφύτευση στην επιλεγμένη περιοχή φυτοεξυγίανσης βασίζεται σε έναν συνδυασμό παραγόντων όπως το σύστημα άρδευσης και ελέγχου ζιζανίων, το σύστημα διάθεσης του υγρού αποβλήτου κ. α. [Καλογεράκου Βασιλική, μεταπτυχιακή εργασία, - Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος].



Εικόνα 14: Μέθοδος φυτοεξυγίανσης.

VIII. Εξάτμιση-υδρόλυση-οξείδωση

Η ελληνική εταιρία ENVITEC επινόησε τη μέθοδο η οποία εφαρμόζεται για την επεξεργασία των αποβλήτων με υψηλό οργανικό φορτίο. Επιτρέπει με μία σειρά ελεγχόμενων συνθηκών θερμοκρασίας και παρουσίας οξυγόνου να επιτύχει ελαχιστοποίηση του οργανικού φορτίου των αποβλήτων, και την παραγωγή καθαρού νερού κατάλληλου για επαναχρησιμοποίηση [Πηγή: Life Oleico]. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι τα ακόλουθα:

- Μεγάλη σταθερότητα αποτελεσμάτων και λειτουργίας
- Μικρό κόστος λειτουργίας και συντήρησης
- Μικρός χρόνος υλοποίησης (4 έως 5 μήνες)
- Ελαχιστοποίηση των επιτόπου εργασιών και χώρου εγκατάστασης
- Υψηλή προστασία του περιβάλλοντος (χωρίς οσμές, θόρυβο, aerosols)



Εικόνα 15: Μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων.

5.3 ΛΥΜΑΤΟΣΤΑΣΙΑ

Τα λυματοστάσια είναι τεχνικές λίμνες που διαμορφώνονται συνήθως με χώματα στα οποία ο καθαρισμός των λυμάτων και της ιλύος γίνεται με αναερόβια σήψη.(σηπτικά λυματοστάσια), στα οποία ο καθαρισμός επιτυγχάνεται με οξείδωση. Η οξείδωση πολλές φορές υποβοηθείται με τεχνητή παροχή αέρα, είτε με βυθισμένους σωλήνες είτε με επιφανειακούς αεριστήρες με πτερύγια.

Σε περίπτωση μικρής επιφάνειας του λυματοστασίου συνιστάται:

- 1) βιολογικός προκαθαρισμός των λυμάτων.
- 2) χλωρίωση των λυμάτων.
- 3) προσθήκη νιτρωδών αλάτων.
- 4) τεχνητός αερισμός των λυματοστασίων.

Τα βάθη των λυματοστασίων κυμαίνονται μεταξύ 0,60-2,40μ. Το καταλληλότερο βάθος είναι 0,90-1,30μ.Οι απώλειες απορρόφησης και εξάτμισης υπολογίζονται σε 0,60-1,30μ ετήσια, για τα ψυχρά κλίματα και 3,00μ ετήσια για τα θερμά κλίματα, εκ των οποίων το 20% το χειμώνα και το 80% το καλοκαίρι. Γενικά τα λυματοστάσια κατασκευάζονται μακριά από κατοικημένες περιοχές επειδή δημιουργούνται αντιαισθητικές καταστάσεις (δυσοσμία μύγες κτλ.). Επίσης πρέπει να βρίσκονται μακριά από πηγές και γεωτρήσεις και να αποφεύγονται εκτάσεις με μεγάλες κατωφέρειες. Το ίζημα του λυματοστασίου αποξηραμένο χρησιμοποιείται σαν βελτιωτικό εδάφους (λίπανση)καθώς και σαν καύσιμη ύλη. Σημειώνεται ότι εξαιτίας της ηλιοφάνειας, που παρατηρείται στη Κρήτη η μέθοδος των λυματοστασίων για τη διάθεση των λυμάτων και των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων των ελαιουργείων παρουσιάζει επιτυχία.

5.3.1 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΛΥΜΑΤΟΣΤΑΣΙΩΝ

ΘΕΜΑ: ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ-ΘΕΣΗ ΛΥΜΑΤΟΣΤΑΣΙΟΥ

Το 1999 με απόφαση του νομάρχη Ηρακλείου καθορίστηκαν ο τρόπος επεξεργασίας και διάθεσης των αποβλήτων και η θέση του λυματοστασίου με κάποιες βασικές προδιαγραφές που θα πρέπει να υπάρχουν στα ελαιοτριβεία. Ειδικότερα :

I) ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

A) Λιποσυλλέκτης, B) Δεξαμενή χημικής επεξεργασίας, Γ) Δεξαμενή παρασκευής διαλύματος ασβεστίου και Δ) δεξαμενή καθίζησης. Ο όγκος των παραπάνω δεξαμενών καθορίζεται ανάλογα με τη δυναμικότητα των ελαιουργείων σύμφωνα (υγειονομική διάταξη).

II) ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ ΛΥΜΑΤΟΣΤΑΣΙΟΥ

Γίνεται προέλεγχος θέσης λυματοστασίου σε συνεργασία με την διεύθυνση υγείας ιδιόκτητων-μελετών και σε απόσταση 300μ τουλάχιστον από τα όρια των οικισμών σε συνάρτηση των ανεμολογικών στοιχείων που επικρατούν και του ανάγλυφου της περιοχής. Η ελάχιστη απόσταση από επαρχιακό δρόμο 80μ και 200μ από εθνική οδό επίσης η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να υπάρχει από πηγές υδροληψίας για αρδευτική χρήση –ποταμούς πηγάδια ρέματα είναι τα 100μ και από υδρευτικές πηγές υδροληψίας 200μ τέλος από γειτονικές ιδιοκτησίες είναι τα 6μ. Η περιφράξη των λυματοστασίων για λόγους ασφαλείας και για δενδροφύτευση όπου είναι δυνατόν, για προστασία από οπτική ρύπανση και για την αποφυγή δυσοσμίας

είναι αναγκαία. Τέλος η γνώμη του δήμου για την απαιτούμενη θέση λυματοστασίου κρίνεται απαραίτητοι.

III) ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΛΥΜΑΤΟΣΤΑΣΙΟΥ

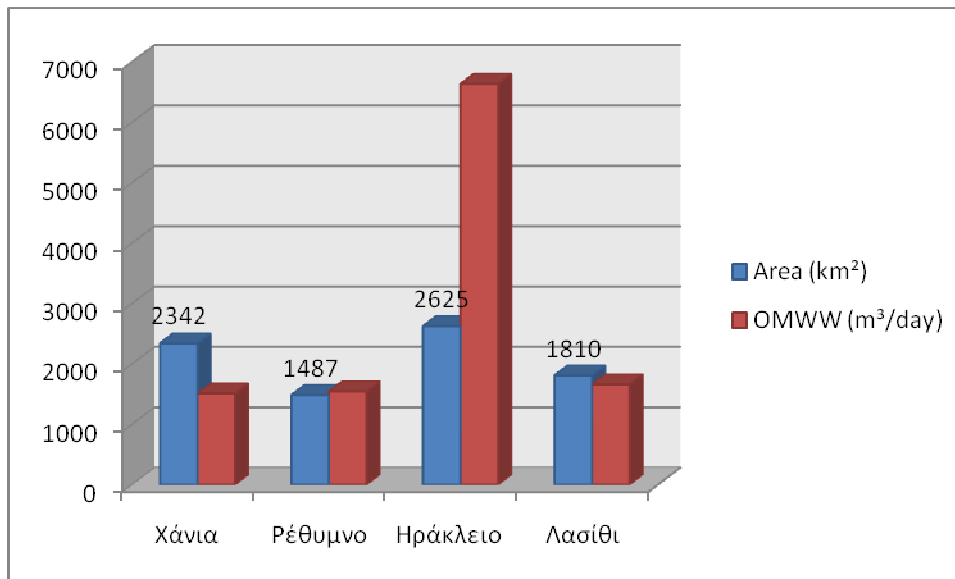
Η επιφάνεια του λυματοστασίου καθορίζεται ανάλογα με τη δυναμικότητα και όχι μικρότερη των 1000m^2 για τα φυγοκεντρικά και 600m^2 για τα κλασσικού τύπου το ενεργό βάθος εξάτμισης του λυματοστασίου ορίζεται στο 1,30m και μπορεί να είναι μεγαλύτερο μέχρι 1,80m όταν προβλέπεται και έχει εγκαταστημένο σύστημα ανάδευσης για την διευκόλυνση της εξάτμισης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Η γεωγραφική κατανομή των ελαιοτριβείων σε όλη την έκταση της υπό μελέτη περιοχής και τα ποσοτικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν τις παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων (κατσίγαρου) από την ελαιοπαραγωγική διαδικασία, συνιστούν καθοριστικούς παράγοντες στην ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου σχεδιασμού διαχείρισης. Τα στοιχεία, τα οποία συλλέχθηκαν από τις αντίστοιχες Νομαρχιακές Διευθύνσεις των Χανίων, Ρεθύμνου, Ηρακλείου και Λασιθίου, αναφέρονται κυρίως στη μέση δυναμικότητα (τον.ελαιοκάρπου/8ωρο) του κάθε ελαιουργείου. Ο αριθμός των ελαιοτριβείων και η παραγόμενη ποσότητα υγρών αποβλήτων είναι συγκριτικά μεγαλύτεροι από άλλες ελαιοπαραγωγικές περιοχές άλλων χωρών, αν ληφθεί υπόψη το μέγεθος του νησιού. Η έκταση του νησιού και η κατανομή των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο για κάθε νομό ξεχωριστά παρουσιάζονται στα παρακάτω γραφήματα :

Νομοί	Δυναμικότητα (tn.ελαιοκάρπου/ 8ωρο)	ΟΜΩΩ (tn/8ωρο)	ΟΜΩΩ (tn/100ημ.)	Ελαιόλαδο (tn/8ωρο)	ΟΜΩΩ (m ³ /8ωρο)	ΟΜΩΩ (m ³ /100ημ.)	Αριθμός Ελαιοτριβείων
Χανιά	1458	1604	160357	303	1514	151405	128
Ρεθύμνο	1718	1890	189013	309	1546	154647	89
Ηράκλειο	7375	8113	811289	1328	6638	663782	260
Λασιθί	1849	2034	203438	333	1664	166450	69
Σύνολο	12400	13641	1364037	2273	11362	1136174	546



Εικόνα 16: Γράφημα ελαιουργίων στην Κρήτη.

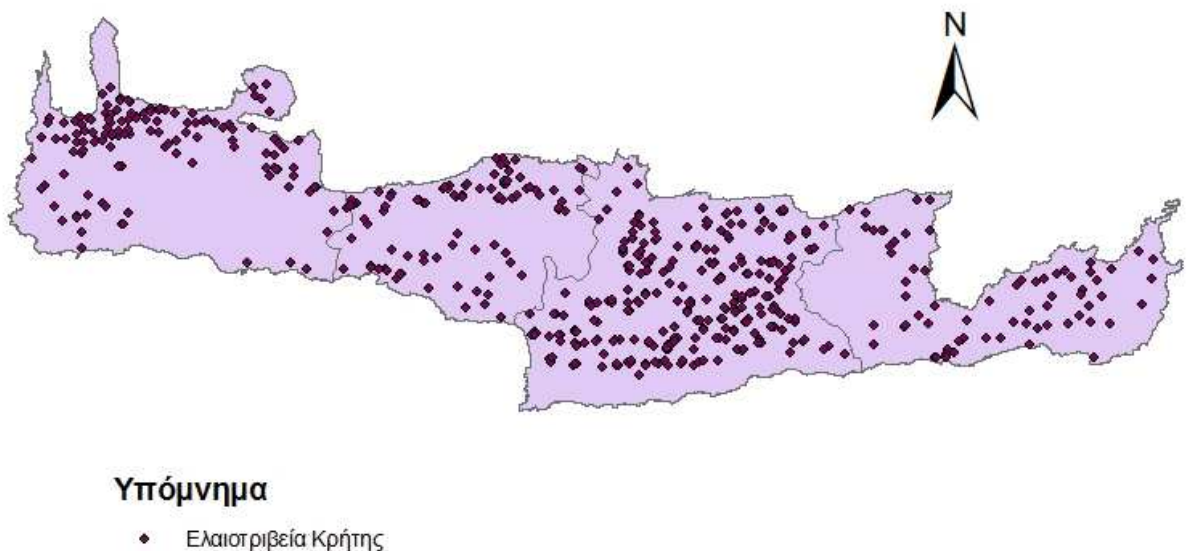
Παρατηρείται πως στο νομό Ηρακλείου η παραγόμενη ποσότητα υγρών αποβλήτων ανά εμβαδόν είναι πολύ μεγαλύτερη από ό,τι στους υπόλοιπους νομούς. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι ο αριθμός των ελαιοτριβείων είναι μεγαλύτερος σε συνδυασμό με την υψηλή συνολική δυναμικότητά τους.

6.2 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ ΣΕ ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΟΡΦΗ

Ο εντοπισμός των βέλτιστων γεωγραφικών περιοχών για την εγκατάσταση των μονάδων επεξεργασίας πραγματοποιήθηκε στο περιβάλλον του Arc Map. Γι' αυτό το λόγο, απαιτείται η χρήση ψηφιακών δεδομένων. Τα ψηφιακά δεδομένα αναφέρονται στις γεωγραφικές θέσεις των ελαιοτριβείων (γεωγραφικές συντεταγμένες x,y,)Σε τοπογραφικά στοιχεία του νησιού, τα οποία περιλαμβάνουν το περίγραμμα των νομών, τους μεγαλύτερους οικισμούς, το οδικό δίκτυο. Τα ψηφιακά δεδομένα είναι σε μορφή shapefile (.shp) και συνοδεύονται από πίνακες γνωρισμάτων (Attribute Tables), όπου είναι καταχωρημένα τα αντίστοιχα στατιστικά στοιχεία τους (π.χ. εμβαδόν έκτασης ανά νομό, πληθυσμιακά στοιχεία, είδη γεωλογικών πετρωμάτων, αριθμός χειμάρρων, μήκος οδικού δικτύου, τύπος οδικού δικτύου, κ.α.).

Η επεξεργασία των ψηφιακών δεδομένων πραγματοποιείται, όπως αναφέρθηκε, στο περιβάλλον του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS). Κάθε επιφάνεια χάρτη είναι γεωαναφερόμενη στο ενιαίο Γεωγραφικό Σύστημα Συντεταγμένων (Γ.Σ.Σ.) του 1987 (GCS_GGRS_1987). Ο καθορισμός του ενιαίου συστήματος συντεταγμένων για όλες τις επιφάνειες των χαρτών, πραγματοποιείται με τη λειτουργία «project» από την εργαλειοθήκη του Arc Toolbox στο Arc Gis. Οι γεωγραφικές θέσεις των ελαιοτριβείων εντοπίστηκαν στο Google Earth και αποθηκεύτηκαν στη γεωγραφική βάση δεδομένων (geodatabase) του Gis με τη μορφή σημείων (points).

Εικόνα 17: Απεικόνιση των γεωγραφικών θέσεων των ελαιοτριβείων της Κρήτης στο περιβάλλον του Arc Map (ο χάρτης είναι σε μορφή vector).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ (Περιπτώσιολογικές μελέτες – case studies)

7.1 ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΞΟΧΩΡΙΟΥ

ΕΔΡΑ: Δ.Δ. Μεταξοχωρίου Δήμου Νίκου Καζαντζάκη Ν. Ηρακλείου

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

I. Χρήσεις γης

Ο χώρος επέμβασης και η περιοχή του Δ.Δ. Νίκου Καζαντζάκη δεν έχει χαρακτηριστεί ως ιδιαίτερου φυσικού περιβάλλοντος ή προστατευόμενη. Επίσης η περιοχή μελέτης δεν υπάγεται σε άλλες θεσμικές ρυθμίσεις. Η θέση του οικοπέδου εντός του Δ.Δ. Μεταξοχωρίου, δεν δημιουργεί καμία επίπτωση στην περιοχή. Η περιοχή μελέτης δεν βρίσκεται κοντά σε θάλασσα ή σε αρχαιολογικό χώρο. Η ευρύτερη περιοχή παρουσιάζει μέτρια βλάστηση, κυρίως ιδιόκτητες αγροτικές εκτάσεις που χαρακτηρίζονται από την καλλιέργεια ελαιοδέντρων και αμπελιών ενώ υπάρχουν και χέρσες εκτάσεις μη καλλιεργήσιμες χρησιμοποιούμενες κυρίως για κτηνοτροφικούς σκοπούς. Η έκταση του Ελαιοτριβείου χαρακτηρίζεται από το Δασαρχείο ως “γεωργική”. Βιομηχανίες και σε μεγάλη κλίμακα αρδευτικά δίκτυα δεν υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή. Η μονάδα έχει ανεγερθεί σύμφωνα με τους εντός σχεδίου όρους δόμησης.

II. Περιγραφή της μονάδας

Η μονάδα αποτελείται από το κτίριο του ελαιοτριβείου και τον αύλειο χώρο. Πρόκειται για ισόγειο κτίσμα στο οποίο βρίσκεται το του μηχανολογικού και λοιπού εξοπλισμού. Παραπλεύρως του κτιρίου βρίσκεται σιλό φόρτωσης φύλλων ενώ όπισθεν του κτιρίου βρίσκεται στεγανή δεξαμενή διάθεσης υγρών αποβλήτων. Το ανάγλυφο του εδάφους του γηπέδου δεν παρουσιάζει ιδιαιτερότητες και έχει ομαλές κλίσεις.

III. Περιγραφή λειτουργίας

Φυγοκεντρικού τύπου τριών φάσεων

Η ελαιομάζα μετά τη μάλαξη και αφού αραιωθεί με ζεστό νερό εισάγεται από το ένα άκρο του τριφασικού φυγοκεντρικού διαχωριστήρα (decanter) και στην έξοδο παραλαμβάνεται λάδι με προσμίξεις, φυτικά υγρά, και ελαιοπυρήνας. Στη συνέχεια το λάδι οδηγείται για τελικό διαχωρισμό σε κάθετη διάταξη φυγοκέντρισης. Οι τεράστιοι όγκοι φυτικών υγρών είναι το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου αυτής.

Φυγοκεντρικού τύπου δύο φάσεων

Λύση στο πρόβλημα των φυτικών υγρών που προέκυπταν με το τριφασικό σύστημα, επιχειρήθηκε να δοθεί με τη κατασκευή του φυγοκεντρικού διαχωριστήρα δύο φάσεων. Ωστόσο το πρόβλημα διογκώθηκε με τη δημιουργία ενός δυσκολοχειρίστου παραπροϊόντος (υγρός ελαιοπυρήνας). Ο διαχωρισμός σε λάδι με προσμίξεις και υγρό ελαιοπυρήνα, στα ελαιοτριβεία δύο φάσεων γίνεται

εφικτός, λόγω της μικρότερης ταχύτητας περιστροφής και της διαφορετικής κατασκευής του ρότορα. Στη συνέχεια το λάδι οδηγείται για τελικό διαχωρισμό.

Παραγωγική διαδικασία

Το υπό μελέτη ελαιουργείο είναι Φυγοκεντρικού τύπου τριών φάσεων. Η παραγωγική διαδικασία γίνεται με την βοήθεια μηχανολογικού εξοπλισμού, ο οποίος αναλύεται παρακάτω, συνολικής ισχύος περίπου 99,50. HP. Η παραγωγική διαδικασία έχει ως εξής:

Αποφύλλωση: Εισαγωγή του ελαιοκάρπου μέσω της χοάνης και της μεταφορικής ταινίας στο αποφυλλωτήριο όπου αφαιρούνται κλαδιά και φύλλα. Η απομάκρυνση των φύλλων είναι επιβεβλημένη γιατί η παραμονή τους και η σύνθλιψή τους με τον ελαιόκαρπο έχει σαν αποτέλεσμα να αποκτά το ελαιόλαδο πικρίζουσα γεύση. Η γεύση αυτή μεταφράζεται σε μεγάλη ποσότητα χλωροφύλης η οποία παρουσία φωτός επιδρά αρνητικά στην ποιότητα του ελαιόλαδου.

Έκπλυση: Μετά την αποφύλλωση ακολουθεί το πλύσιμο του καρπού. Αυτό γίνεται για να απαλλαγθεί ο καρπός από ξένες ύλες όπως σκόνη χώμα κ.α. αυτό εμποδίζει τον σχηματισμό αλκαλογαιωδών μειγμάτων, κατά τον διαχωρισμό.

Άλεση: Με τη βοήθεια μεταφορικού κοχλίου ο καρπός μεταφέρεται στον σπαστήρα όπου παράγεται η ελαιοζύμη. Σπάζοντας τον καρπό τεμαχίζονται τα φυτικά κύτταρα απελευθερώνοντας ελαιοσταγονίδια.

Μάλαξη: Η ελαιοζύμη μεταφέρεται στους μαλακτήρες όπου αναδεύεται με αργό ρυθμό θερμαινόμενη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα ελαιοσταγονίδια να συνενώνονται σε μεγαλύτερα.

Φυγοκέντριση: Το ελαιόλαδο που βρίσκεται ελεύθερο μέσα στην ελαιοζύμη διαχωρίζεται με φυγοκέντριση. Η φυγοκέντριση γίνεται σε δυο Decanters δυναμικότητας 1500kg/h έκαστο.

Διαχωρισμός: Το ελαιόλαδο που βρίσκεται σε μικροπήγματα διαχωρίζεται με την προσθήκη νερού το οποίο τροποποιεί τα κολλοειδή συστατικά.

Τελικός καθαρισμός: Προκειμένου να γίνει ο τελικός καθαρισμός, το ελαιόλαδο περνάει από τον ελαιοδιαχωριστήρα. Ο ελαιοδιαχωριστήρας αποτελείται από τον σταθερό κορμό και το κινητό τύμπανο το οποίο περιστρέφεται με μεγάλο αριθμό στροφών. Σ αυτό είναι προσαρμοσμένοι κωνικοί δίσκοι. Η υγρή φάση κατανέμεται σε λεπτά στρώματα πάνω στην περιμετρική επιφάνεια κάθε δίσκου και έτσι γίνεται ποιο αποτελεσματική η επίδραση της φυγόκεντρης δύναμης με την οποία διαχωρίζεται το ελαιόλαδο από τα απόνερα.

Παραγωγική ικανότητα

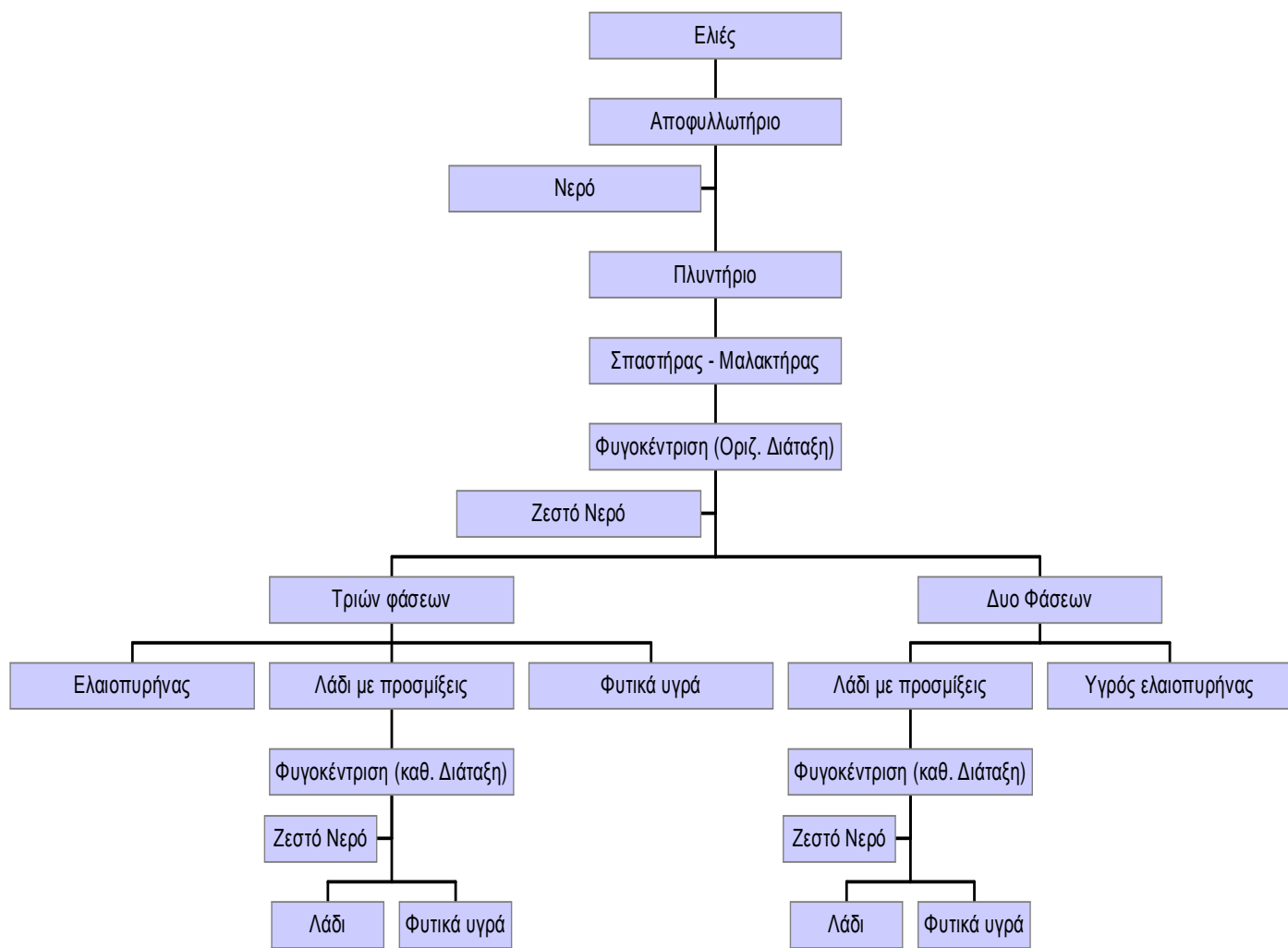
Η εκτίμηση της δυναμικότητας της μονάδας γίνεται για τους βασικούς μήνες λειτουργίας αυτής (Νοέμβριος – Φεβρουάριος), που ακολουθούν την περίοδο συλλογής ελιών στην περιοχή. Τους υπόλοιπους μήνες το ελαιοτριβείο υπολειτουργεί, ή δεν λειτουργεί καθόλου. Η μέγιστη δυναμικότητα επεξεργασίας της μονάδας υπολογίζεται σε 3 τόνους ανά ώρα και περί τους 2.250 τόνους ανά έτος. Η σύσταση του ελαιοκάρπου είναι μεταβαλλόμενη και εξαρτάται κύρια από τον τύπο της ελιάς αλλά και από τις καιρικές - κλιματολογικές συνθήκες. Συνήθως κυμαίνεται στα παρακάτω ποσοστά: Η μέση σύσταση του ελαιοκάρπου είναι: 50% Νερό, 22% λάδι, 19% υδατάνθρακες, 1.6% πρωτεΐνες, καθώς και άλλα σημαντικά συστατικά όπως πηκτίνες, οργανικά οξέα, χρωστικές, πολυφαινόλες και ανόργανα συστατικά. Πολλά από αυτά τα συστατικά συναντώνται και στα απόβλητα που

παράγονται κατά τη παραγωγική διαδικασία του ελαιολάδου. Η εκτίμηση της παραγωγικής ικανότητας γίνεται με την παραδοχή της μέγιστης ποσότητας υγρών αποβλήτων (φυτικά υγρά 1%), για να γίνει, στην παρούσα μελέτη, αντιμετώπιση της δυσμενέστερης επίπτωσης στο περιβάλλον κατά την επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων.

Σύμφωνα με την παραπάνω σύνθεση του ελαιοκάρπου και με μέγιστη κατανάλωση νερού 10% του κατεργαζόμενου ελαιοκάρπου, λόγω ανακύκλωσης αυτού κατά την πλύση, τα παραγόμενα προϊόντα είναι:

1. Ελαιόλαδο:	6,00 tn/d
2. Ελαιοπυρήνας:	8,25 tn/d
3. Φυτικά υγρά:	0,30 tn/d
4. Νερό κατεργασίας:	30,90 tn/d

Οι ανωτέρω δυναμικότητες αφορούν μέγιστη λειτουργία του ελαιοτριβείου και φυσικά δυσμενέστερη από πλευράς επιπτώσεων στο περιβάλλον. Σε πραγματικές συνθήκες η μονάδα λειτουργεί με μικρότερη δυναμικότητα. Εκτίμηση της ετήσιας δυναμικότητας του ελαιοτριβείου δεν μπορεί να γίνει, καθώς η μονάδα είναι εποχική και εξαρτάται από την παραγωγή ελιών στην περιοχή και τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν όλο το χρόνο.



Εικόνα 18: Διάγραμμα ροής διφασικού και τριφασικού ελαιοτριβείου.

Πρώτες ύλες - προϊόντα

Όπως έχει αναφερθεί και στην παραγωγική διαδικασία η βασική πρώτη ύλη του ελαιοτριβείου είναι ο ελαιόκαρπος και βοηθητική πρώτη ύλη το νερό. Το παραγόμενο προϊόν είναι το ελαιόλαδο. Ως βοηθητικό προϊόν μπορεί να χαρακτηριστεί ο ελαιοπυρήνας που χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη και τα φύλλα τα οποία χρησιμοποιούνται σαν λίπασμα.

IV. Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Απόβλητα

Κάθε μορφής ανθρώπινη δραστηριότητα συγχρόνως με την λειτουργία της δημιουργεί μιας μορφής όχληση στην υφιστάμενη περιοχή εγκατάστασης. Αυτού του είδους οι οχλήσεις μπορούν να διακριθούν σε απόβλητα (αέρια υγρά στερεά), σκόνη θόρυβο κ.α. Παρακάτω αναλύονται μερικά από αυτά.

Αέρια απόβλητα.

Η μονάδα διαθέτει δυο λέβητες, τοποθετημένους σε ειδικό χώρο στο υπόγειο του κτιρίου, για τη λειτουργία των μαλακτήρων, του ντεκάντερ και του διαχωριστήρα.

Οι εκπομπές στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του Ελαιοτριβείου θα περιορίζονται στα αέρια καύσης κατά τη λειτουργία των λεβήτων της μονάδας και στους ρύπους των οχημάτων μεταφοράς ελιών στη μονάδα, τα οποία εντάσσονται στα αυτοκίνητα της οδικής κυκλοφορίας της περιοχής. Γενικά οι εκπομπές αερίων ρύπων είναι πολύ μικρές ακόμα και τη χειμερινή περίοδο.

Η θέση της μονάδας (σε ανοικτό χώρο χωρίς εμπόδια διαφυγής αερίων ρύπων) και οι κλιματολογικές συνθήκες της περιόδου λειτουργίας της (χειμώνας) συντελούν σε μεγαλύτερη μείωση της συγκέντρωσης αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα. Επίσης κατά την παραγωγική λειτουργία δημιουργούνται οσμές, οι οποίες περιορίζονται εντός της μονάδας.

Γενικά η μονάδα μπορεί να χαρακτηριστεί ως μη ρυπογόνος από την φύση της καθώς ούτε το είδος, αλλά ούτε και οι προβλεπόμενες ποσότητες των παραγομένων αποβλήτων είναι σε θέση να δημιουργήσουν μη αντιστρεπτές για το περιβάλλον καταστάσεις.

Υγρά απόβλητα.

Τα υγρά απόβλητα της μονάδας διακρίνονται σε βιομηχανικά απόβλητα και λύματα προσωπικού.

1. Φυτικά υγρά: 0,30 tn/d

2. Νερό κατεργασίας: 30,90 tn/d

Η μέγιστη συνολική ποσότητα υγρών βιομηχανικών αποβλήτων εκτιμάται σε 33,00 tn/d. Τα λύματα προσωπικού προέρχονται από τη χρήση των WC από τους εργαζόμενους. Ο υπολογισμός των ανθρωπίνων λυμάτων, έγινε με βάση τις παρακάτω παραδοχές:

α) αριθμός εργαζομένων 5 άτομα.

β) μέση ημερήσια παροχή λυμάτων ανά άτομο 100lt.

Στερεά απόβλητα.

Τα στερεά απόβλητα της μονάδας διακρίνονται σε φύλλα και κλαδιά, που προέρχονται από το αποφυλλωτήριο, και σε οικιακά απορρίμματα προσωπικού.

Θόρυβος

Ο θόρυβος από τη λειτουργία του ελαιοτριβείου προέρχεται από τη λειτουργία των μηχανημάτων και των οχημάτων που τροφοδοτούν με ελιές τη μονάδα. Κατά τη λειτουργία των μηχανημάτων του ελαιοτριβείου παράγεται θόρυβος, ο οποίος περιορίζεται εντός της μονάδας και εκτιμάται σε 60-70dB. Η ηχοέκθεση των εργαζομένων και των επισκεπτών σε αυτό το θόρυβο περιορίζεται εντός του κτιρίου, δεν είναι συνεχής και η μέγιστη τιμή της δεν υπερβαίνει τα 85dB.

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 του ελαιοτριβείου δεν δημιουργείται αξιόλογη ηχορύπανση στην περιοχή εκτός του ελαιοτριβείου.

Επιπτώσεις στη φυσιογνωμία της περιοχής

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

V. Αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Αέρια απόβλητα

Κατά τη φάση της λειτουργίας στα αέρια απόβλητα περιλαμβάνονται οι εκπομπές αερίων ρύπων από τη λειτουργία των λεβήτων της μονάδας και από τα οχήματα μεταφοράς ελίων στη μονάδα. Η σωστή συντήρηση των καυστήρων, η οποία κατά τη διάρκεια των μηνών, όπου η μονάδα δεν λειτουργεί, θα έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό των εκπομπών ρύπων. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την απουσία αναθυμιάσεων και εκπομπής σταγονιδίων λόγω της υφής της δραστηριότητας, δεν συνηγορεί σε ιδιαίτερα μέτρα προστασίας της ατμόσφαιρας. Τα αέρια απόβλητα που εκπέμπονται είναι αμελητέες ποσότητες που δεν επιφέρουν καμία επίπτωση στο περιβάλλον.

Οι οσμές που δημιουργούνται κατά την παραγωγική διαδικασία, όπως έχει αναφερθεί, περιορίζονται σε περιοχή πλησίον της μονάδας. Αξιολογώντας τη θέση της μονάδας και τις κλιματολογικές συνθήκες της περιόδου λειτουργίας (χειμώνας) προβλέπεται περιορισμός των οσμών σε περιοχή που δεν δημιουργεί όχληση στον άνθρωπο και δεν συνίστανται ιδιαίτερα μέτρα αντιμετώπισης.

Τέλος, λόγω της φύσεως της μονάδας δεν παρουσιάζονται αναθυμιάσεις, εκπομπές σωματιδίων, αερολύματα κ.λ.π.

Υγρά απόβλητα

Βιομηχανικά απόβλητα

Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων αποτελούν ένα σημαντικό παράγοντα ρύπανσης και ένα δυσεπίλυτο πρόβλημα στο χώρο των γεωργικών βιομηχανιών.

Χαρακτηρίζονται από ιδιότητες όπως:

- Σκούρο καφέ χρώμα
- Χαρακτηριστική δυσάρεστη οσμή
- Υψηλό οργανικό φορτίο
- Όξινο pH
- Υψηλή περιεκτικότητα πολυφαινολών
- Υψηλή περιεκτικότητα σε στερεό υλικό

Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν τη διαχείρισή τους ένα εξαιρετικά δύσκολο αντικείμενο και ένα από τα πιο ρυπαντικά απόβλητα του αγροτοβιομηχανικού τομέα .Η σύνθεση των αποβλήτων ελαιοτριβείου δεν είναι σταθερή και εξαρτάται:

- Τη σύσταση των αποβλήτων, η οποία ποικίλει σύμφωνα με:
- Την ποικιλία της ελιάς
- Την ωριμότητα του καρπού
- Την ώρα συγκομιδής του καρπού
- Τη περιεκτικότητα του καρπού σε νερό
- Τις εδαφοκλιματικές συνθήκες

- Την παρουσία φυτοπροστατευτικών προϊόντων και λιπασμάτων
- Τη μέθοδο εξαγωγής ελαιολάδου: Κάθε τύπος ελαιοτριβείου, έχει και διαφορετικές απαιτήσεις σε επιπλέον νερό κατά τη διεργασία. Σαν αποτέλεσμα αυτού, τα φυτικά υγρά που παράγονται από τα ελαιοτριβεία τριών φάσεων, όπου και χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες ποσότητες νερού, να υφίστανται κάποια αραίωση.
- Το χρόνο αποθήκευσης: Η αποθήκευση μπορεί να αλλάξει τα βιολογικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του αποβλήτου, καθώς παρατηρείτε έντονη βιολογική δραστηριότητα (αύξηση της οξύτητας), καθώς επίσης και φυσικοχημικές μεταβολές όπως η καθίζηση των στερεών.

Τα βιομηχανικά απόβλητα οδηγούνται σε δεξαμενές υγρών αποβλήτων.

Ανθρώπινα λύματα.

Επειδή στην περιοχή δεν υπάρχει δίκτυο αποχέτευσης, τα υγρά απόβλητα συλλέγονται σε μονοθαλάμιο στεγανό βόθρο κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα, εντός της μονάδας, ο οποίος αδειάζει σε τακτά χρονικά διαστήματα. Ο υπολογισμός του στεγανού βόθρου, έγινε με βάση τις παρακάτω παραδοχές:

α) μέγιστη εκτίμηση παροχής λυμάτων

β) ημέρες εκκένωσης στεγανού βόθρου: 15

Η διάθεση δεν δημιουργεί κινδύνους για τη δημόσια υγεία, όπως μολύνσεις, οχλήσεις, αντιαισθητικές καταστάσεις, οσμές κ.λ.π. καθώς :

1. Η περιοχή διάθεσης έχει μεγάλη έκταση με ομαλές κλίσεις εδάφους και δεν υπόκειται σε κατάκλιση από πλημμύρες.
2. Δεν γίνεται υδραυλική υπερφόρτωση και κορεσμός του εδάφους λόγω της εποχιακής λειτουργίας της επιχείρησης (θερινή περίοδος).

3. Το έδαφος είναι πορώδες χωρίς ρωγμές ή οπές από τις οποίες θα μπορούσαν να διαφύγουν καθαρά απόβλητα και να φθάσουν χωρίς επαρκή διήθηση και καθαρισμό μέχρι τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα.

Όμβρια

Τα όμβρια του κτιρίου οδηγούνται μέσω υδροροών, με ελεύθερη απορροή στον περιβάλλοντα χώρο και τους παρακείμενους δρόμους.

Στερεά απόβλητα

Λόγω της φύσης της μονάδας δεν θα δημιουργούνται στερεά απόβλητα ιδιαίτερης επικινδυνότητας και τοξικότητας και αποτελούνται κυρίως από φύλλα και κλαδιά, καθώς και από απορρίμματα οικιακού τύπου δημιουργούμενα από τη χρήση του προσωπικού. Τα φύλλα και τα κλαδιά από το αποφυλλωτήριο θα οδηγούνται και θα συγκεντρώνονται σε αποθήκη φύλλων. Τα συγκεντρωμένα φύλλα και κλαδιά, όπως αναφέρεται και στη μελέτη επεξεργασίας και διάθεσης αποβλήτων, οδηγούνται σε χωράφια, όπου χρησιμοποιούνται για χημική λίπανση αυτών. Τα οικιακού τύπου απορρίμματα συλλέγονται σε κάδους και απομακρύνονται περιοδικά με απορριματοφόρα οχήματα του Δήμου Νίκου Καζαντζάκη.

Θόρυβος

Όπως προαναφερθεί ο δημιουργούμενος στην ευρύτερη περιοχή θόρυβος, από τη λειτουργία της μονάδας, είναι χαμηλός. Η ηχοέκθεση των εργαζομένων σε θόρυβο περιορίζεται εντός του κτιρίου και η μέγιστη τιμή της δεν προβλέπεται να υπερβαίνει τα 85dB. Δεν απαιτείται να ληφθούν ιδιαίτερα μέτρα ή να χρησιμοποιηθούν ακοοπροστατευτικά μέσα. Γενικά θα παρατηρηθεί αύξηση της

υπάρχουσας μηδενικής στάθμης θορύβου, λόγω της λειτουργίας της μονάδας, η οποία θα είναι πολύ μικρότερη των απαιτούμενων ορίων και δεν θα επηρεάζει ανθρώπους και περιβάλλον.



Εικόνα 19: Αεροφωτογραφία θέσης οικοπέδου.



Εικόνα 20: Οικόπεδο Ελαιοτριβείου.



Εικόνα 21 Ταινία μεταφοράς – Αποφυλλωτής.



Εικόνα 22: Μαλακτήρες – Φυγοκεντριστής.



Εικόνα 23: Καθαριστήρες.



Εικόνα 24: Καυστήρας πυρήνα.

7.2 ΜΑΛΕΒΥΖΙΩΤΙΚΟ ΛΙΟΤΡΙΒΙ

ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ-ΔΙΑΘΕΣΗΣ.

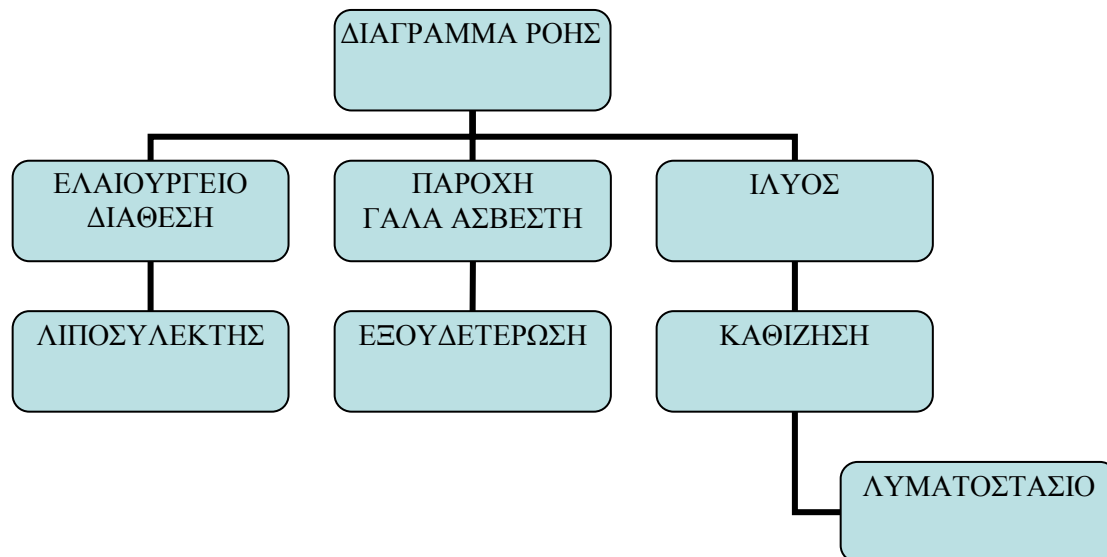
Το μεγάλο βιολογικό φορτίο και οι ισχυρές χρωστικές ουσίες, απαιτούν μεγάλες και δαπανηρές εγκαταστάσεις προκειμένου να καθαριστούν τα υγρά απόβλητα του ελαιουργείου που παράλληλα έχουν σοβαρή δαπάνη λειτουργίας.

Για τους λόγους αυτούς προτείνεται η ημιτεχνική φυσική μέθοδος επεξεργασίας και διάθεσης λυματοστασίων λαμβανομένου υπόψη ότι η επιχείρηση διαθέτει την απαιτούμενη έκταση, σε κατάλληλη περιοχή (ένα αγρόκτημα έκτασης 1500τμ εκτός οικισμού και σε απόσταση περίπου 600μ από το ελαιουργείο, στο οποίο και θα διαμορφωθεί το λυματοστάσιο σε απόσταση πάνω από 1000μ από το τελευταίο σπίτι).

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗ

Το όλο σύστημα επεξεργασίας και διάθεσης των υγρών αποβλήτων του ελαιουργείου προβλέπει τα παρακάτω:

- 1) Μια δεξαμενή λιποσυλλέκτη, συγκράτησης των ελαιοδών μορίων.
- 2) Μια δεξαμενή εξουδετέρωσης της οξύτητας.
- 3) Μια δεξαμενή καθίζησης των στερεών και των οργανικών ενώσεων ασβεστίου, διάρκειας πάνω από 2 ώρες.
- 4) Το λυματοστάσιο για το τελικό καθαρισμό και διάθεση των υγρών αποβλήτων.



Εικόνα 25: Διάγραμμα ροής ελαιουργείου στο Μαλεβύζι.

ΛΙΠΟΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

Έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με το επισυναπτόμενο σχέδιο και αποσκοπεί στη συγκράτηση των ελαιωδών μορίων που πιθανόν διαφεύγουν από τους αποχωριστήρες ή από τους διαχωριστήρες ή από τα πλυντήρια του ελαιοκάρπου. Το συγκεντρωμένο λάδι θα απομακρύνεται περιοδικά από το λιποσυλλέκτη. Ο λιποσυλλέκτης έχει κατασκευαστεί από το σκυρόδεμα με ισχυρά αντιδιαβρωτική επάλειψη τσιμεντοκονίας.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΕΙΣ

Σ' αυτή θα επιτυγχάνεται η εξουδετέρωση της οξύτητας των υγρών αποβλήτων με την προσθήκη γάλακτος ασβεστίου, με συνεχή ανάδευση με

αναδευτήρα. Η δεξαμενή έχει κατασκευαστεί από οπλισμένο σκυρόδεμα, με επάλειψη των τοιχωμάτων της με ισχυρή τσιμεντοκονία.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

Αυτή είναι μεταλλική και εξοπλισμένη μ' ένα καλάθι για το ασβέστιο καθώς και μ' ένα σύστημα ανάδευσης. Με συνεχή παροχή, μικρής ποσότητας κρύου νερού διαλύεται το ασβέστιο, ξεχειλίζει και μεταφέρεται στη δεξαμενή εξουδετέρωσης.

ΙΛΥΣ

Η ιλύς που θα συγκεντρώνεται στη δεξαμενή καθίζησης πρέπει να απομακρύνεται περιοδικά, με ειδική αντλία. Διατίθενται σε κλίνες ξήρανσης, ή σε δεξαμενές χώνευσης και θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί, κατά την επόμενη ελαιουργική περίοδο, ως λίπασμα, όμως απαιτείται χρόνος παραμονής της ιλύος τουλάχιστον ένα εξάμηνο.

ΛΥΜΑΤΟΣΤΑΣΙΟ

Ενώ για τον υπολογισμό των δεξαμενών λαμβάνεται υπόψη η μέγιστη θεωρητική τιμή των ημερήσιων υγρών αποβλήτων, έχει επιβεβαιωθεί ότι για τον σχεδιασμό του λυματοστασίου αρκεί η προβλεπόμενη μέγιστη ετήσια απορροή των υγρών αποβλήτων.

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Τα υγρά απόβλητα θα απορρέουν στον λιποσυλλέκτη, όπου θα συγκρατούνται τα ελαιώδη μόρια και από εκεί θα μεταφέρονται στη δεξαμενή εξουδετέρωσης. Η εξουδετέρωση επιτυγχάνεται με γάλα ασβέστου με ταυτόχρονη ανάδευση, μ'ένα ηλεκτροκίνητο αναδευτήρα. Μετά την εξουδετέρωση τα υγρά απόβλητα μεταφέρονται στη δεξαμενή καθίζησης, όπου παραμένουν πάνω από 2 ώρες και στη συνέχεια θα πηγαίνουν στο λυματοστάσιο. Συνιστάται να αφαιρούνται περιοδικά τα ιζήματα που θα διατίθενται σε κλίνες ξήρανσης ή θα θάβονται στο έδαφος. Η ροή των λυμάτων από το ελαιουργείο μέχρι τον αποδέκτη ελέγχεται συχνά για να εξασφαλίζεται η προβλεπόμενη επεξεργασία και η καλή λειτουργία του συστήματος. Τα φύλλα των ελαιόδεντρων από την αποφύλλωση του ελαιοκάρπου πρέπει να απομακρύνονται συχνά για να μετατραπούν σε λίπασμα ζωοτροφές ή καύσιμη ύλη. Ο ελαιοπυρήνας που παράγεται κατά την περίοδο λειτουργίας του ελαιουργείου πρέπει να απομακρύνεται από το χώρο των εγκαταστάσεων να μεταφέρεται και να παραδίδεται στα πυρηνελαιουργεία. Η παρακολούθηση ολόκληρου του συστήματος θα γίνεται από υπεύθυνο άτομο της επιχείρησης ώστε να εξασφαλίζεται η καλή λειτουργία και απόδοση του.

Παράδειγμα: ΜΑΛΕΒΥΖΙΩΤΙΚΟ ΛΙΟΤΡΙΒΗ ΑΕ

ΜΕΓΕΘΟΣ- ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ

Το ελαιουργείο λειτούργησε το 1995 ως μια ατομική επιχείρηση το 2003 η εταιρία υλοποίησε επένδυση που περιελάμβανε κτιριακή επέκταση και τον εκσυγχρονισμό του μηχανολογικού εξοπλισμού. Η δυναμικότητα του ελαιουργείου σύμφωνα με τη μελέτη επεξεργασίας και διάθεσης των αποβλήτων αναφέρεται στη

ίδια δυναμικότητα με τη σημερινή και η κινητήρια ισχύς δεν έχει αλλάξει. Το νέο ελαιουργείο μπορεί να επεξεργάζεται περίπου 2.400-2.500 κιλά ελαιοκάρπου/ώρα σε συνεχή λειτουργία και μέγιστη απόδοση. Λόγω της καθυστέρησης από τη μη κοινή άλεση όλου του ελαιοκάρπου αλλά κατά παραγωγή και τη λειτουργία σε μικρότερη δυναμικότητα για την καλύτερη εξάντληση του ελαιοκάρπου γίνεται επεξεργασία 2000χιλ/μωv ελαιοκάρπου/ώρα δηλαδή 16000χιλ/μωv την ημέρα.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ

Η νέα μονάδα στεγάζεται σε ιδιόκτητο κτίριο 362τμ δόμησης 562τμ εκτός οικισμού, έχει εξοπλιστεί με 2 ελαιοδεξαμενές των 50 τόνων από ανοξ. χάλυβα πλήρεις με βάνες αντλίες και όλα τα εξαρτήματα και 2 ελαιοδεξαμενές των 30 τόνων.

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Το ελαιουργείο αποσκοπεί στο να εξυπηρετεί τη παραγωγή της περιοχής, επεξεργαζόμενο τον ελαιοκάρπο για την εξαγωγή του ελαιολάδου. Το παραγόμενο ελαιόλαδο καθαρίζεται με τη μέθοδο της φυγοκέντρισης και παραδίδεται στους ελαιοπαραγωγούς.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ:

Αποφύλλωση (μ' ένα αποφυλλωτικό μηχάνημα απομακρύνονται τα φύλλα απ' τον ελαιοκάρπο). Πλύσιμο(ο ελαιοκάρπος πλένεται σε ειδικά πλυντήρια και στη συνέχεια μεταφέρεται στο αλεστικό συγκρότημα .Άλεση(ο ελαιοκάρπος αλέθεται και σπάει στον επιθυμητό βαθμό) Μάλαξη- διαχωρισμός της ελαιοζύμης (με την άλεση θερμομαλάσσεται σε ειδικούς μαλακτήρες και σε χαμηλές θερμοκρασίες, η διάρκεια εξαρτάται από την ωριμότητα του ελαιοκάρπου. Ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται είτε με υδραυλικά πιεστήρια είτε με φυγοκέντριση. Ο ελαιοπυρήνας αποθηκεύεται σε

κατάλληλο χώρο προς πώληση, απόνερα οδηγούνται προς επεξεργασία και ο ελαιόμουστος προς τον διαχωριστήρα. Διαχωρισμός ελαιολάδου(ο παραγόμενος ελαιοχυμός διαχωρίζεται τελικά σε κατακόρυφους φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες στους οποίους το ελαιόλαδο διαχωρίζεται από τα λοιπά φυτικά υγρά, τα νερά της κατεργασίας και από της ξένες ύλες. Τελικά περιλαμβάνεται σαν κύριο προϊόν το ελαιόλαδο σαν παραπροϊόν ο ελαιοπυρήνας απορρέουν ως υγρά βιομηχανικά απόβλητα, τα φυτικά υγρά του ελαιοκάρπου μαζί με το νερό που προστέθηκε για την επεξεργασία (νερό για την αραίωση της ελαιοζύμης, πλύσης του ελαιοκάρπου και λειτουργίας των διαχωριστήρων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ντόλια Σ., «Διαχείριση αποβλήτων ελαιουργείων», Μεταπτυχιακή Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Χημικών Μηχανικών. (2007)
2. Ηλίας Καστανάς, «Όλα όσα πρέπει να γνωρίζετε για τις πολυφαινόλες», Άρθρο στο «Βήμα» 13-2-20123. Αντώνης Παπαδάκης, ΜΠΕ, Περιβαλλοντική και δημόσια υγεία, (2011)
4. Εμμανουήλ Θ. Μπαμιεδάκης, «Μελέτη Διάθεσης Υγρών Λυμάτων», (Μαλεβιζιωτικο Λιοτριβη Α.Ε)
5. Καλογεράκου Βασιλική, «Ανάπτυξη μοντέλου εκτίμησης κόστους τεχνολογιών φιλικό προς το περιβάλλον για την διαχείριση αποβλήτων των ελαιοτριβείων», Μεταπτυχιακή εργασία Πανεπιστήμιο Κρήτης
6. Κ. Δερμεντζής, Δ. Μαρμάνης, Κ. Φραγκίδης, Κ. Ουζούνης, «Απομάκρυνση εξασθενούς χρωμίου από υδατικά βιομηχανικά απόβλητα επιμεταλλωτηρίων με χημική και ηλεκτροχημική κροκίδωση», 21^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χημείας, 9-12 Δεκ. 2011, Θεσσαλονίκη
7. Mendia et al., 1986
8. Χατζημανωλάκης, 2001, Olive mill wastewater - OMW)
9. Βολικάκη Χρυσή, μεταπτυχιακή εργασία
10. Αντωνίου, 2001; Νιαουνάκης και Χαλβαδάκης, 2004

Ιστοσελίδες

1. www.lifeoleicoplus.it (ευρωπαϊκό πρόγραμμα, Life oleico)
2. www.iliessa.eu (εταιρία παραγωγής λαδιού)