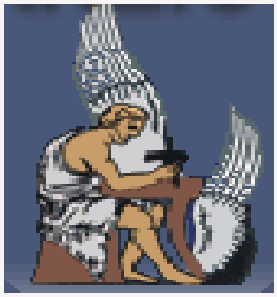


**<u>ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ</u>**

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2008-2009

***<u>ΤΙΤΛΟΣ :</u>***

**«ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΜΟ ΤΗΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ»**

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ : ΚΟΛΛΑ ΧΡΥΣΑΥΓΗ**

**ΤΜΗΜΑ :** ΜΗ.ΠΕΡ.

**ΕΞΑΜΗΝΟ :** 11$^{ο}$

**Α.Μ. :** 2003050050

**ΗΜ. ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :** 25/02/2009

**ΧΑΝΙΑ 2009**

***Πρόλογος:***

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναπτύχθηκε στα πλαίσια της απόκτησης του διπλώματος Μηχανικού Περιβάλλοντος.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Επιβλέποντα Καθηγητή κ. Γκέκα Βασίλειος για την συνολική βοήθεια που μου πρόσφερε κατά τη διάρκεια της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης, ευχαριστώ τόσο τον Καθηγητή κ. Παρανυχιανάκη Νικόλαος για τις πολύτιμες κατευθύνσεις όσο και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Παλαιολόγο Ευάγγελος για την ανάγνωση της εργασίας.

Τέλος αισθάνομαι για άλλη μια φορά την ανάγκη να ευχαριστήσω τόσο την οικογένειά μου, όσο και τους φίλους μου για την αμέριστη υποστήριξή τους.

***Περιεχόμενα:***

**1.Εισαγωγή**

**2.Χρονική εξέλιξη της καλλιέργειας της ελιάς**

**3.Βήματα επεξεργασίας ελαιόλαδου**

*3.1 Παραλαβή καρπού, αφαίρεση φύλλων και πλύσιμο*

*3.2 Σπάσιμο ελαιοκάρπου*

*3.3 Μάλαξη*

*3.4 Τρόποι παραλαβής ελαιολάδου*

3.4.1 Παραδοσιακή μέθοδος ή διαδικασία συμπίεσης

3.4.2 Τριφασική διαδικασία ή διαδικασία φυγοκέντρισης

3.4.3 Διφασικό σύστημα ή «οικολογικό σύστημα»

**4.Εκροές υγρών αποβλήτων ελαιουργείων (ΥΑΕ)**

**5.Διαχείριση (ΥΑΕ)**

*5.1 Βιολογική επεξεργασία*

5.1.1 Αερόβια επεξεργασία

5.1.2 Αναερόβια επεξεργασία

5.1.3 Μέθοδος ενεργού ιλύος

*5.2 Φυσικοχημικές μέθοδοι επεξεργασίας*

5.2.1 Απόσταξη και εξάτμιση

5.2.2 Καύση και αποτέφρωση

5.2.3 Συσσωμάτωση

5.2.4 Διαχωρισμός με μεμβράνες

5.2.5 Ηλεκτροχημική οξείδωση

5.2.6 Προσρόφηση

5.2.7 Ιονανταλλαγή

*5.3 Άλλες μέθοδοι*

5.3.1 Λίμνες εξάτμισης

5.3.2 Εφαρμογή στο έδαφος

**6.Η Ισχύουσα Ελληνική Νομοθεσία για τα Ελαιοτριβεία**

**7.Η ελαιοκαλλιέργεια στην Κέρκυρα**

*7.1 Επιπτώσεις λόγω της μούργας*

*7.2 Υφιστάμενη κατάσταση από ΥΑΕ*

***ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ***

***ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ***

***ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ***

***ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ***

## 1. ***Εισαγωγή:***

Καθημερινά με τη διεξαγωγή των διάφορων δραστηριοτήτων του ανθρώπου παράγονται ταυτόχρονα και τα αντίστοιχα απόβλητα (οικιακά, βιομηχανικά κ.α.). Αυτά με τη σειρά τους είναι δυνατό να διαχωριστούν, ανάλογα με τη βασική φάση τους σε στερεά και υγρά. Για την αποφυγή και των περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, απαραίτητο είναι, πριν την τελική διάθεσή τους προς το περιβάλλον να πραγματοποιούνται επεξεργασίες με τις οποίες θα εξασφαλίζεται μια πιο ομαλή βιοαποικοδόμηση από χερσαίους και υδάτινους αποδέκτες αντίστοιχα.

Η εντατικοποίηση του ρυθμού της ζωής, η ανάπτυξη της βιομηχανίας, η έντονη αστικοποίηση, η συνεχώς εντεινόμενη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων και η παραγωγή όλο και περισσότερων αγαθών έχουν προκαλέσει την αύξηση των υγρών αποβλήτων. Λόγω της δυσμενούς αυτής κατάστασης, πραγματοποιούνται διεθνείς διασκέψεις(π.χ. ΚΙΟΤΟ) οι οποίες έχουν ως θέμα συζήτησης την προστασία του περιβάλλοντος. Για να επιτευχθεί αυτό, επιτακτική ανάγκη αποτελεί και είναι η ορθή διαχείριση με θεώρηση μεθόδων ελέγχου στη πηγή, η εφαρμογή κατάλληλης επεξεργασίας και ο σωστός τρόπος διάθεσης των αποβλήτων. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, θα πρέπει να υπάρξει η απαραίτητη ενημέρωση και η συμβολή ολόκληρου του κοινωνικού συνόλου.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε πολιτικό, κοινωνικό και επιστημονικό επίπεδο, παρουσιάζει η διαχείριση των υγρών αποβλήτων από ελαιουργεία. Αν και έχουν περάσει πολλά χρόνια από τότε που ξεκίνησε η παραγωγή ελαιόλαδου, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σημαντική επιβάρυνση του περιβάλλοντος και οι λόγοι είναι οι εξής:

1. Η αλλαγή του τρόπου έκθλιψης του ελαιοκάρπου, δηλαδή η αλλαγή του τύπου των ελαιουργείων από κλασσικά σε φυγοκεντρικά, η οποία έχει ως συνέπεια την μεγαλύτερη παραγωγή ΥΑΕ (υγρών αποβλήτων ελαιουργείων) καθώς απαιτείται πολύ μεγαλύτερη χρήση νερού
2. Η εκβιομηχανοποίηση της γεωργίας, δηλαδή οι ολοένα αυξανόμενες καλλιεργήσιμες εκτάσεις, που με τη σειρά τους οδηγούν στην αυξανόμενη παραγωγή ελαιόλαδου αλλά ταυτόχρονα και αποβλήτων

3. Η μείωση των βροχοπτώσεων, που συμβάλλει στη δημιουργία δυσοσμίας και στη μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα. Αυτό εξηγείται ως εξής: Μετά από στοιχειώδη επεξεργασία, τα ΥΑΕ οδηγούνται σε ρέματα και στη συνέχεια με τη βοήθεια της βροχόπτωσης καταλήγουν στη θάλασσα. Έτσι με τη μείωση της βροχόπτωσης τα ΥΑΕ λιμνάζουν σε ρέματα με αποτέλεσμα τη δημιουργία στερεών ανθυγιεινών υπολειμμάτων
4. Η ύπαρξη μεγάλου αριθμού μικρής δυναμικότητας ελαιουργείων, που δυσχεραίνει τη διαδικασία της διαχείρισης των ΥΑΕ, καθώς καθίσταται δύσκολη και οικονομικά ασύμφορη, τη συγκέντρωσή τους σε κάποια κεντρική μονάδα επεξεργασίας, και
5. Η βραχεία διάρκεια της ελαιοκομικής περιόδου (3-4 μήνες), που έχει ως συνέπεια την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων σε μικρό χρονικό διάστημα με ανάλογη δυσκολία στον τρόπο διαχείρισής τους.

Η εργασία αυτή επικεντρώνεται στη διαχείριση των υγρών απόβλητων των ελαιουργείων της περιοχής της Κέρκυρας και σκοπός της είναι η καταγραφή και η έρευνα της υφιστάμενης κατάστασης, καθώς επίσης η παρουσίαση εναλλακτικών μεθόδων για την επεξεργασία τους. Παράλληλα εξετάζονται στοιχεία που αφορούν την ελαιοκαλλιέργεια, την παραγωγή ΥΑΕ, τον αριθμό των ελαιουργείων και αξιολογούνται οι υπάρχουσες τεχνολογίες επεξεργασίας για πιθανή χρήση τους.

## 2. ***Χρονική εξέλιξη της καλλιέργειας της ελιάς:***

Το κλίμα της Ελλάδας θεωρείται ιδανικό για την καλλιέργεια της ελιάς και γι αυτό το λόγο, το ελληνικό ελαιόλαδο έχει χαρακτηριστεί ως ένα από τα ποιοτικά καλύτερα του κόσμου. Η ελιά κατάγεται από τη Περσία και τη Μεσοποταμία και εξαπλώθηκε από τη Συρία και την Παλαιστίνη στην υπόλοιπη Μεσόγειο πριν από 5.000 χρόνια περίπου (Kiritsakis 1998; Di Giovacchino 2000). Οι Φοίνικες είναι αυτοί που διέδωσαν την καλλιέργεια της ελιάς στις δυτικές περιοχές. Γύρω στον 2ο αι. π.Χ. άρχισε να

καλλιεργείται στα ελληνικά νησιά, και με τη σειρά τους οι Έλληνες αφού αναγνώρισαν τα πλεονεκτήματά της, διέδωσαν την καλλιέργεια στην Ευρώπη (de Graaff and Eppink 1999). Το όνομα OLEA και τα παράγωγά του (OLIVE, OLIVO κ.τ.λ.), προέρχονται από την ονομασία ελληνική «ΕΛΑΙΑ».

Κατά την αρχαιότητα ο κλάδος της ελιάς ήταν σύμβολο νίκης, αρετής, ευημερίας, ειρήνης, πολιτισμού, δόξας και θριάμβου. Γι αυτό το λόγο τιμούσαν τους Ολυμπιονίκες με στεφάνι ελιάς και στα Παναθήναια, το λάδι της ελιάς αποτελούσε το έπαθλο των νικητών. Επίσης το ελαιόλαδο χρησιμοποιήθηκε σε πολλές θρησκείες και πολιτισμούς. Αξιοσημείωτο παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι το χρησιμοποιούσαν για να χριστούν οι νέοι βασιλείς των Ελλήνων και των Ιουδαίων καθώς και για να αλειφθούν οι νεκροί σε πολλούς πολιτισμούς, όπως και μέχρι τις μέρες μας, διατηρήθηκε η χρήση του, στο μυστήριο της βάπτισης. Η ελαιοκαλλιέργεια συνεχίστηκε και κατά τους πρωτοχριστιανικούς χρόνους για να ανθίσει στα βυζαντινά χρόνια. Η ανάπτυξή της δε διακόπτεται ούτε κατά την περίοδο της Τουρκοκρατίας. Το μάζεμά της γινόταν κυρίως με ραβδισμό, παρότι οι αρχαίοι συγγραφείς καταδίκαζαν τη μέθοδο αυτή και συνιστούσαν το μάζεμα με το χέρι, το οποίο ήταν μεν δαπανηρό, όμως δε κατέστρεφε τα φύλλα και τα τρυφερά βλαστάρια.

Σήμερα ο ρόλος του ελαιόλαδου εξακολουθεί να είναι καθοριστικός για διάφορους τομείς, όπως για την οικονομία και την κοινωνική εξέλιξη. Επίσης θεωρείται το πιο ωφέλιμο από τα φυτικά έλαια καθώς, περιέχει μεγάλες ποσότητες βιταμινών A,C,B,D και E, οι οποίες βοηθούν τον ανθρώπινο οργανισμό να ρυθμίζει την καρδιακή λειτουργία, προλαμβάνει την αρτηριοσκλήρωση, έλκη, ρυθμίζει τη χοληστερόλη στο αίμα, δρα ενάντια στη γήρανση και γενικότερα προσφέρει ηρεμία, γονιμότητα, ευπεψία και καλή ποιότητα ζωής.

Η συλλογή του ελαιοκάρπου γίνεται κυρίως με ελαιοραβδιστικές μηχανές κατά την περίοδο του Νοεμβρίου- Ιανουαρίου όπου, ο πράσινος καρπός της ελιάς κοκκινίζει και αρχίζει να αποκτά ένα λαμπερό μαυροϊδές χρώμα. Είναι τότε που η ωρίμανση της ελιάς φτάνει σε ένα ικανοποιητικό στάδιο και αυξάνει η ποσότητα του ελαιολάδου.

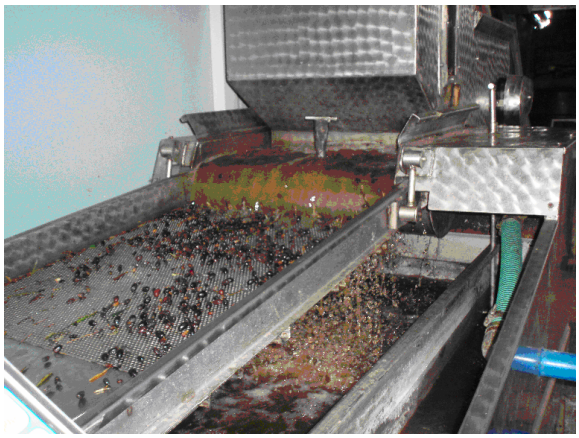
Οι ομοιότητες στη χρήση του ελαιολάδου από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα είναι μια σημαντική απόδειξη για την αδιάλειπτη συνέχεια του πολιτισμού και του τρόπου ζωής των Ελλήνων διαχρονικά.

## 3. ***Βήματα επεξεργασίας ελαιόλαδου:***

*3.1 Παραλαβή καρπού, αφαίρεση φύλλων και πλύσιμο*

Μετά τη συγκομιδή ο ελαιόκαρπος, τοποθετείται σε χοάνη παραλαβής όπου, με μεταφορικό ιμάντα, μεταφέρεται στο αποφυλλωτήριο. Εκεί γίνεται η αφαίρεση των φύλλων και άλλων φερτών υλικών, τα οποία μπορεί να υποβαθμίσουν το ελαιόλαδο. Για παράδειγμα η παρουσία φύλλων προσδίδει στο λάδι μια πικρή γεύση. Στη συνέχεια ακολουθεί το πλύσιμο για την απομάκρυνση ξένων υλών (σκόνη, χώμα κ.λ.π.)

**Εικόνα 1:** Στάδιο εισόδου του ελαιοκάρπου και αποφυλλωτήριο



**Εικόνα 2:** Πλυντήριο

*3.2 Σπάσιμο ελαιοκάρπου*

Το σπάσιμο του ελαιοκάρπου αποτελεί το πρώτο κύριο βήμα στη διαδικασία της παραγωγής του ελαιόλαδου. Σκοπός του είναι η σύνθλιψη των φρέσκων κυττάρων, ώστε να διευκολυνθεί η απελευθέρωση του λαδιού. Η διαδικασία αυτή παλαιότερα, στα παραδοσιακά ελαιοτριβεία, πραγματοποιούνταν με κυλινδρικές μυλόπετρες, οι οποίες κατά την περιστροφή τους έσπαζαν τις ελιές. Σήμερα, στις σύγχρονες μονάδες, χρησιμοποιούνται μεταλλικοί μύλοι και σπαστήρες, οι οποίοι εκτελούν την ίδια διαδικασία αποτελεσματικότερα και γρηγορότερα.

*3.3 Μάλαξη*

Μετά το σπάσιμο του ελαιοκάρπου, η προκύπτουσα ελαιοζύμη, αναμιγνύεται με την προσθήκη ζεστού νερού. Η μάλαξη του ελαιοκάρπου πρέπει να γίνεται αργά και σταθερά για 30 λεπτά περίπου. Σκοπός αυτής στης διαδικασίας είναι η αύξηση της ποσοστιαίας αναλογίας του λαδιού, που επιτυγχάνεται με τη συνένωση των μικρότερων ελαιοσταγονιδίων με μεγαλύτερες σταγόνες λαδιού. Για την διευκόλυνση της διαδικασίας αυτής, το λάδι και το νερό θερμαίνονται. Οι μαλακτήρες διαφέρουν στη μορφή, στο μέγεθος και τη διάταξη των ΥΑ, για την αποφυγή δε της οξείδωσής τους, θα πρέπει να είναι φτιαγμένοι από ανοξείδωτο ατσάλι. Για ώριμες ελιές 20- 30 λεπτά μάλαξης είναι αρκετά. Επιπλέον, για μεγαλύτερη απόδοση, οι μαλακτήρες πρέπει να έχουν διπλά τοιχώματα ώστε να γίνεται ανακυκλοφορία του ζεστού νερού. Έτσι με την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού, προκύπτει ελαιόλαδο με μικρότερο ιξώδες και μεγαλύτερη παραγωγή (Kiritsakis 1998). Από την άλλη όμως, η θερμοκρασία αυτή δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τους 30 $^{0}$C, διότι θα προκληθούν αρνητικές επιδράσεις στην ποιότητα του ελαιόλαδου όπως, καταστροφή των πτητικών ουσιών, αλλαγή του χρώματος σε κοκκινωπό και αύξηση της οξύτητας. Για την αποφυγή όλων των παραπάνω , οι σύγχρονοι μαλακτήρες είναι εξοπλισμένοι με αυτόματους θερμοστάτες.

**Εικόνα 3:** Διαχωριστήρας

**Εικόνα 4:** Σκάφη ζύμης

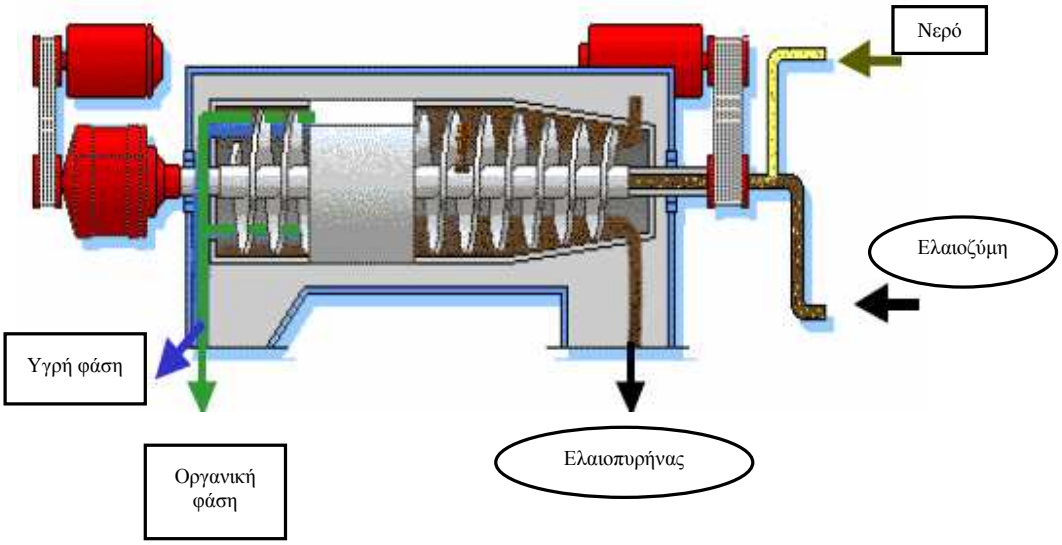
*3.4 Τρόποι παραλαβής ελαιολάδου:*

3.4.1 Παραδοσιακή μέθοδος ή διαδικασία συμπίεσης

Η μέθοδος αυτή, αποτελεί την παλαιότερη μέθοδο για την παραγωγή ελαιόλαδου. Με σημαντικές τροποποιήσεις, ιδιαίτερα κατά το δεύτερο μισό του προηγούμενου αιώνα, χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα σε ελάχιστες ωστόσο περιπτώσεις. Η εφεύρεση του υδραυλικού πιεστηρίου αποτέλεσε επανάσταση στην εφαρμογή της άλεσης. Σύμφωνα με αυτό τον τρόπο, παράγεται ελαιόλαδο και δυο τύποι αποβλήτων, τα υγρά απόβλητα (μούργα) και τα στερεά απόβλητα (ελαιοπυρήνας). Η υγρή φάση (μίγμα νερού/ λαδιού) διαχωρίζεται αργότερα, προκειμένου να ληφθεί το ελαιόλαδο. Είναι μια ασυνεχής διαδικασία και λόγω αυτού του μειονεκτήματος, δεν χρησιμοποιείται από τη σύγχρονη βιομηχανία.

3.4.2 Τριφασική διαδικασία ή διαδικασία φυγοκέντρισης

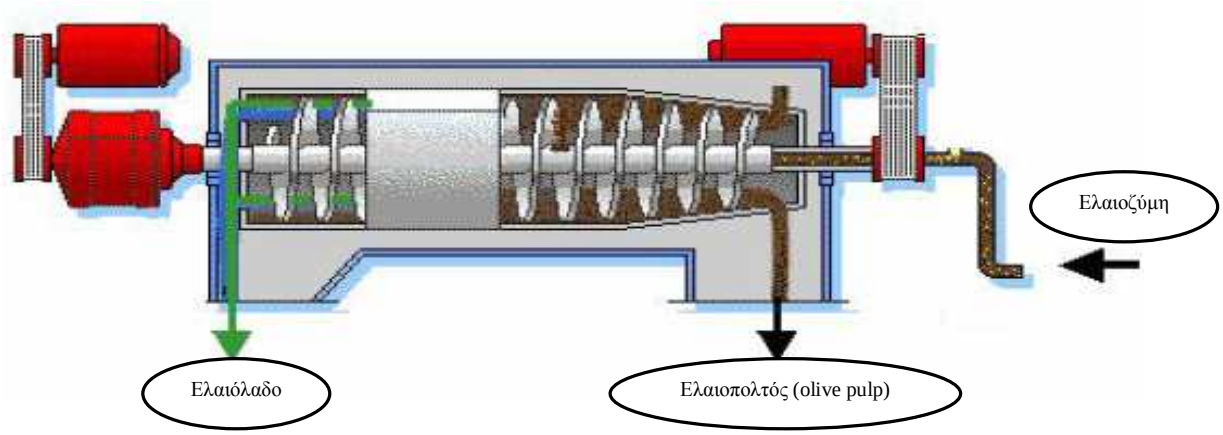
Η Τριφασική διαδικασία ή διαδικασία φυγοκέντρισης, είναι σχετικά καινούρια μέθοδος διαχωρισμού. Βασίζεται στις διαφορές της πυκνότητας των συστατικών που απαρτίζουν την ελαιοζύμη (ελαιόλαδο, απόνερα, ελαιοπυρήνας). Σύμφωνα με αυτή, οι αλεσμένες ελιές τοποθετούνται σε ένα τριφασικό φυγοκεντρικό διαχωριστήρα (decanter) όπου τα διαφορετικά μέρη (ελαιόλαδο, απόνερα, ελαιοπυρήνας) διαχωρίζονται με την επίδραση της φυγοκέντρου δυνάμεως. Είναι μια συνεχής διαδικασία, που έχει αντικαταστήσει την παραδοσιακή μέθοδο και που το κύριο μειονέκτημά της είναι οι μεγάλες ποσότητες ύδατος που απαιτούνται, που ως αποτέλεσμα έχουν τη συνεπαγόμενη παραγωγή σημαντικού όγκου υγρών αποβλήτων.



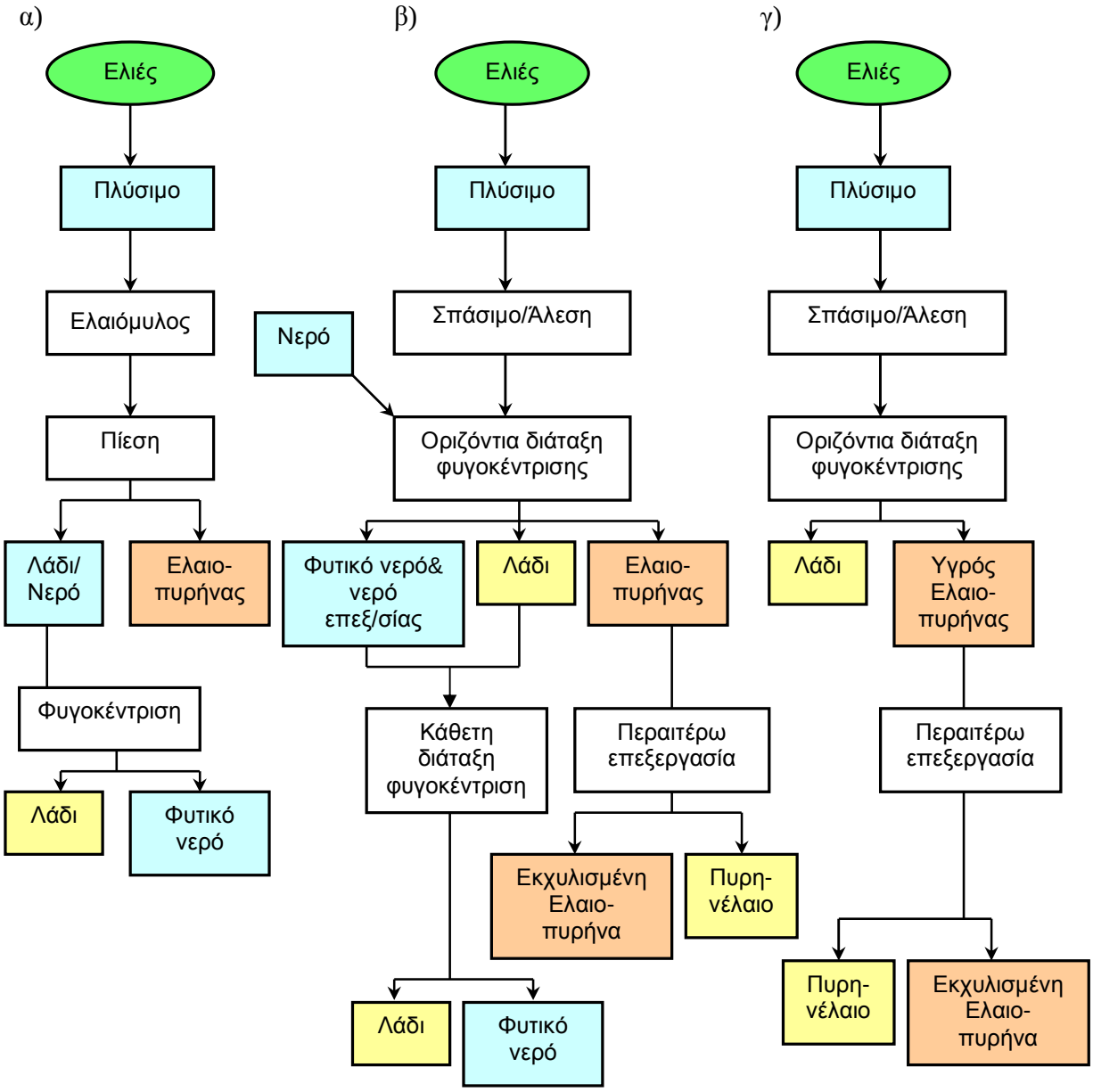

**Εικόνα 5 & 6:** Ο τριφασικός διαχωριστήρας (decanter)

3.4.3 Διφασικό σύστημα ή «οικολογικό σύστημα»

Είναι η πρώτη εισαγόμενη μέθοδος διαχωρισμού και βασίζεται στη διαφορετική ένταση αλληλεπίδρασης του λαδιού και του νερού, τα οποία έρχονται σε επαφή με ατσάλινη πλάκα Σύμφωνα με αυτή τη διαδικασία, τα τελικά προϊόντα είναι το ελαιόλαδο και ο ελαιοπυρήνας στον οποίο ενσωματώνονται τα απόνερα. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του συστήματος είναι η μειωμένη κατανάλωση νερού και η έλλειψη υγρών αποβλήτων. Από την άλλη όμως, προκύπτει το μειονέκτημα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων (ελαιοπυρήνας) που παράγονται, καθώς χαρακτηρίζονται από αυξημένη υγρασία και είναι δύσκολος ο χειρισμός, η μεταφορά και η επεξεργασία τους. Επιπλέον, ξηραίνονται με αργό ρυθμό και έχουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο(www.tdcolive.net & www.cpcorg.com).




**Εικόνα 7:** Ο διφασικός διαχωριστήρας (decanter)




**Σχήμα 1**: Διάγραμμα ροής των τριών διαφορετικών διαδικασιών παραγωγής ελαιόλαδου α)Παραδοσιακή μέθοδος β) Τριών φάσεων γ) Δυο φάσεων

## 4. ***Εκροές υγρών αποβλήτων ελαιουργείων (ΥΑΕ):***

Η Ελλάδα κατέχει την τρίτη θέση παγκοσμίως στην παραγωγή λαδιού. Η διαδικασία επεξεργασίας ελαιοκάρπου για την παραγωγή ελαιόλαδου δίνει ένα υγρό απόβλητο, το οποίο καλείται «μούργα» ή «κατσίγαρος». Έχουν αναφερθεί περιπτώσεις ρύπανσης σε λίμνες, ποτάμια και θάλασσες, τα οποία ρυπαίνονται κάθε χρόνο με εκατοντάδες χιλιάδες τόνους υποπροϊόντων της ελαιοπαραγωγής. Βάσει επιστημονικών μελετών, κάθε ελαιοτριβείο για κάθε μέρα λειτουργίας του, δημιουργεί απόβλητα και ρυπαντικό φορτίο για το περιβάλλον όσο μια πόλη 30.000 κατοίκων. Από τα περίπου 3.500 ελαιοτριβεία της χώρας μας εκτιμάται ότι παράγονται 1.500.000 τόνοι υπολειμμάτων (Tamburino et al., 1999). Τα προαναφερόμενα είναι απόρροια των ΥΑΕ, που παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών, ελαίων και οργανικών συστατικών, τα οποία κυρίως είναι σάκχαρα, οργανικά οξέα, πηκτίνη και φαινόλες. Η κύρια ρυπαντική παράμετρος που ευθύνεται για τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι οι φαινόλες. Αυτό συμβαίνει διότι έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες, που παρεμποδίζουν την διάσπαση των λιπαρών οξέων, ορισμένες από τις οποίες είναι τοξικές για τα κατώτερα έμβια όντα. Αυτό τις καθιστά και δείγμα τοξικότητας. Εξαιτίας των υψηλών συγκεντρώσεων φαινολών, συνεπάγεται η υψηλή τοξικότητα, όπως προαναφέρθηκε, αλλά και το αυξημένο οργανικό φορτίο, που για να αποδομηθεί χρειάζεται υψηλές ποσότητες οξυγόνου. Τα δυο αυτά στοιχεία αρκούν, ώστε τα απόβλητα αυτά να συγκαταλέγονται στα βεβαρημένα γεωργικά βιομηχανικά απόβλητα τα οποία είναι υπεύθυνα για:

1. Την δημιουργία συνθηκών έλλειψης οξυγόνου και φαινομένων ευτροφισμού σε υδάτινους αποδέκτες λόγω των τιμών $BOD_5$ και COD των ΥΑΕ
2. Την παρεμπόδιση οξυγόνωσης των υδάτινων αποδεκτών και της μείωσης του πορώδους του εδάφους λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των ΥΑΕ σε λιπαρές ουσίες.
3. Την πρόκληση φυτοτοξικότητας και βιοτοξικότητας σε φυτικούς και υδρόβιους οργανισμούς αντίστοιχα, καθώς και τον περιορισμό του φάσματος δράσης των βιοαποικοδομητών λόγω της υψηλής συγκέντρωσης των ΥΑΕ σε φαινόλες.

4. Τον περιορισμό της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας σε υδάτινους αποδέκτες και την αισθητική υποβάθμιση του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των ΥΑΕ σε χρωστικές ουσίες.

Εκτός από τα παραπάνω, έχουν αναφερθεί οχλήσεις λόγω οσμών από τους κατοίκους περιοχών που παράγουν λάδι, τόσο από τις δυσάρεστες οσμές που αναδίδουν οι υπαίθριες ανοιχτές δεξαμενές εξατμισοδιαπνοής, όσο και από την ύπαρξη μεγάλου αριθμού εντόμων που συγκεντρώνονται λόγω της ύπαρξης τους. Πρέπει να επισημανθεί ότι όλες οι προαναφερόμενες επιπτώσεις οφείλονται στη σύνθεση των ΥΑΕ η οποία όμως ποικίλει ανάλογα με τις εδαφοκλιματολογικές συνθήκες, την ποικιλία των ελαιοκάρπων, το στάδιο ωρίμανσης του καρπού, τη χρήση παρασιτοκτόνων και λιπασμάτων, τον τρόπο συγκομιδής του ελαιοκάρπου και της αποθήκευσής του.

Ολοκληρώνοντας την ενότητα αυτή, αξίζει να αναφερθούν κάποια ενδεικτικά παραδείγματα φυτοτοξικότητας και βιοτοξικότητας.

Οι φυτοτοξικές ιδιότητες των ΥΑΕ οφείλονται σε φαινολικές ενώσεις, πτητικά οργανικά οξέα, πολυαλκοόλες και άλλα μόρια, και εκφράζονται με τη φυτρωτική ανάσχεση των σπερμάτων των φυτών καθώς και με τη νέκρωση νεαρών σποριόφυτων. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι οι αρνητικές επιδράσεις των ΥΑΕ στα φυτά μετά από άρδευση, εντοπίζονται εξαιτίας της υψηλής αγωγιμότητας του χαμηλού pH και της τοξικότητας μερικών ιόντων που περιέχουν (Paredes et al. 1999).

Από την άλλη σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε για τρία χρόνια έδειξε ότι τα ΥΑΕ μπορεί και να μην δημιουργούν φυτοτοξικές επιδράσεις. Συγκεκριμένα μετά από μεσολάβηση 60 ημερών από την στιγμή της εφαρμογής των ΥΑΕ και της φύτευσης, δεν παρατηρήθηκαν αρνητικές επιδράσεις στην βλαστικότητα και τη φυσιολογική πρώιμη ανάπτυξη των φυτών, για δόσεις ΥΑΕ που κυμαίνεται από 40 – 80 $m^3$ / ha (Bonari et al. 1993).

Η βιοτοξικότητα των ΥΑΕ συσχετίζεται με την υψηλή περιεκτικότητάς τους σε φαινολικά συστατικά, τα οποία προκαλούν ισχυρή παρεμποδιστική δράση σε πολλά είδη εδαφογενών βακτηρίων και μυκητών όπως είναι τα Lactobacillus, τα Bacillus, τα Chaetomium, Rhizopus, Rhizoctonia και Geotrichum (Saiz- Jimenez & Gomez- Alcorn 1986). Ωστόσο αρκετοί είναι οι ερευνητές που υποστηρίζουν ότι υπάρχουν μικροοργανισμοί, οι οποίοι παράγουν αποικίες σε ΥΑΕ με δυνατότητα

αποτοξικοποίησής τους. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σε εδάφη που είχαν απορριφθεί ΥΑΕ και υπό αερόβιες συνθήκες, αζωτοδεσμευτικά βακτήρια του γένους *Azotobacter*, είχαν την ικανότητα σύνθεσης αζώτου (N), χρησιμοποιώντας σαν υπόστρωμα το απόβλητο (Balis et al. 1996, Ehaliotis et al.1999). Να σημειωθεί ότι τα αερόβια – ετερότροφα βακτήρια του γένους *Azotobacter*, έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν μοριακό $N_2$. Παράλληλα άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η προσθήκη ΥΑΕ σε θρεπτικό διάλυμα καλλιέργειας ντομάτας, έδρασε ανασταλτικά στην ανάπτυξη παθογόνων βακτηρίων ενώ ταυτόχρονα προώθησε την εμφάνιση ωφέλιμων μικροοργανισμών (Kirstner et al. 2004). Νεότερες έρευνες αναφέρουν σημαντική αύξηση της εδαφικής ανασταλτικότητας μετά από την προσθήκη ΥΑΕ στο εδαφικό υπόστρωμα, σε φυτοπαθογόνα που προκαλούν τήξεις σπορείων και συγκεκριμένα στο μύκητα *Rhizoctonia solani* (Kotsou et al. 2004).

**Πίνακας 1:** Μέση σύσταση των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων (Tsimidou et al.,1992;Royan and Robards et al.,1998)

| **Παράμετρος** | **Τιμή** |
|---|---|
| pH | 4.7-5.2 |
| ΒΑΟ (Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο) | 30.000-40.000 ppm |
| ΧΑΟ (Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο) | 45.000-60.000 ppm |
| Στερεά αιωρούμενα | 0.9 |
| Στερεά ολικά | 4.0% |
| Στερεά οργανικά | 3.5% |
| Στερεά ανόργανα | 0.5% |
| **Οργανικές ουσίες** | |
| Ολικά σάκχαρα | 1% |
| Αζωτούχες ενώσεις | 0.28% |
| Οργανικές ενώσεις | 0.3% |
| Πολυαλκοόλες | 1.1% |
| Πολυπηκτίνες, ταινίες κλπ | 1.37% |
| Πολυφαινόλες | 0.5% |
| **Ανόργανα στοιχεία** | (ppm) |
| P | 96 |
| K | 1200 |
| Ca | 120 |
| Mg | 48 |
| Na | 245 |
| Fe | 16 |

## 5. ***Διαχείριση (ΥΑΕ):***

Σε αυτή την ενότητα, θα παρουσιαστούν όλες οι πιθανές μέθοδοι επεξεργασίας των ΥΑΕ, καθώς επίσης τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα καθεμίας ξεχωριστά. 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. Τα απορρίμματα ήταν τοξικά και δημιούργησαν συνθήκες ευτροφισμού στους υδατικούς αποδέκτες. Σήμερα, η κατάσταση έχει αλλάξει ριζικά και τα πρότυπα ποιότητας στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είναι πολύ υψηλά.

### 5.1 Βιολογική επεξεργασία:

#### 5.1.1 Αερόβια επεξεργασία

Η Αερόβια επεξεργασία, βασίζεται σε βακτήρια, τα οποία αναπτύσσονται σε συνθήκες επαρκούς οξυγόνου με σκοπό τον καθαρισμό των ΥΑΕ. Το οργανικό φορτίο που περιέχεται στα (ΥΑΕ) είναι κατά κύριο λόγο σε μορφή οργανικού άνθρακα. Αυτή η μορφή άνθρακα υδρολύεται και παράγονται χαμηλότερου μοριακού βάρους οργανικές ενώσεις. Κάτω από αερόβιες συνθήκες, αυτές οι ενώσεις οξειδώνονται και μετατρέπονται από βακτήρια σε $CO_2$, νερό και οξειδωμένες μορφές αζώτου και θείου. Οι πιο γνωστές αερόβιες μέθοδοι είναι αυτές, της ενεργούς ιλύος, των αντιδραστήρων batch σε σειρά, του βιολογικά περιστρεφόμενου δίσκου και των φίλτρων.

Η μέθοδος αυτή, απέτυχε λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των ΥΑΕ σε οργανική ουσία (Fiestas 1977) και στο υψηλό κόστος της απαιτούμενης ενέργειας για τη διάσπαση της.

Αναλυτικότερα για τον καθαρισμό 1Kg $BOD_5$ απαιτείται κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 1 KWh με αερόβια μέθοδο. Ένα κλασσικό ελαιοτριβείο με δυναμικότητα 1tn ελαιοκάρπου ανά ώρα και παραγωγή 0.65 $m^3$ ΥΑΕ/h (με μέση $BOD_5$ =95 Kg/$m^3$) απαιτεί περίπου 617KW ανά 10ωρο. Ενώ ένα φυγοκεντρικό με δυναμικότητα 2 tn ανά ώρα και παραγωγή 2 $m^3$ ανά ώρα απαιτεί (με μέση BOD 42 Kg/$m^3$) περίπου 840 KWh το 10ωρο

(Μιχελάκης 1999). Για το λόγο αυτό, η αερόβια επεξεργασία είναι αποτελεσματική μόνο στην περίπτωση που το οργανικό περιεχόμενο είναι χαμηλό (δηλ. ο λόγος BOD/COD < 1 g/L) (Baourakis et al. 2000).

5.1.2 Αναερόβια επεξεργασία:

Γύρω στο 1970-80 έκανε την εμφάνισή της η αναερόβια χώνεψη ως εναλλακτική λύση της αερόβιας. Μεμονωμένα ή συνδυαστικά άρχισε να χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για τα υγρά απόβλητα, εξαιτίας του ότι επιτρέπει την ανάκτηση σημαντικής ποσότητας μεθανίου, για χρήση ως πηγή ενέργειας και του ότι παράγονται πολύ μικρότερες ποσότητες λάσπης (Dalis et al. 1996; Erguder et al. 2000). Η αποικοδόμηση των οργανικών ενώσεων από τα υγρά απόβλητα, επιτυγχάνεται από βακτήρια που αναπτύσσονται υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου (Rozzi and Malpei 1996) και πραγματοποιείται σε τρεις φάσεις (Martin et al. 1991; Benitez et al. 1997; Zemman et al. 1997; Sabah et al. 2004). Στην πρώτη φάση, τα βακτήρια μετατρέπουν τις σύνθετες οργανικές ουσίες σε απλούστερες, όπως οι πολυσακχαρίτες και οι πολυφαινόλες διασπόνται στα μονομερή τους, τους μονοσακχαρίτες και τις φαινόλες αντίστοιχα. Κατά τη δεύτερη φάση, acetogenic βακτήρια μετατρέπουν τους μονοσακχαρίτες και τις φαινόλες σε οργανικά οξέα όπως σε γαλακτικό και φορμικό οξύ. Τέλος στην τρίτη φάση, τα μεθανογενή βακτήρια, τα οποία είναι χαρακτηριστικά της ευαισθησίας του pH τους, μετατρέπουν τα οργανικά οξέα σε βιογκάζι.

Η αναερόβια επεξεργασία έχει δοκιμαστεί από πολλούς ερευνητές (Georgakakis 1989; Tsonis 1991) και όλες οι μελέτες έχουν καταλήξει στα συμπέρασμα, πως η αναερόβια επεξεργασία είναι κατάλληλη για επεξεργασία αποβλήτων με υψηλό ρυπαντικό φορτίο (COD 5000 – 40.000 mg/ l) και κατ’ επέκταση για ΥΑΕ, καθώς το ρυπαντικό φορτίο τους είναι υψηλό και αποτελείται από οργανικές και διαλυτές ενώσεις. Από την άλλη, πρέπει να αναφερθεί πως η αναερόβια επεξεργασία πραγματοποιείται με βραδύτερο ρυθμό, εξαιτίας της χαμηλότερης μεταβολικής δραστηριότητας αποικοδόμησης που έχουν οι αναερόβιοι μικροοργανισμοί σε αντίθεση με τους αερόβιους, και αυτό έχει ως συνέπεια να είναι και πιο ευαίσθητη μέθοδος. Επιπλέον, είναι σημαντικό να αναφερθεί

ότι η παραγωγή μεθανίου (methanogenesis) συχνά παρεμποδίζεται στη βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων. Οι υψηλές συγκεντρώσεις COD και $BOD_5$ (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 (Rozzi et al., 1996). Εάν το οργανικό και ανόργανο φορτίο των αποβλήτων δεν είναι υψηλό, είναι δυνατόν η επεξεργασία να γίνει σε εγκαταστάσεις αστικών λυμάτων.

Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για αναερόβια χώνευση ΥΑΕ τα οποία έχουν υποστεί προεπεξεργασία με φυσικές (Georgakakis and Dalis, 1993, Hamdi, 1993_a, Tsonis and Grigoropoulos, 1993), χημικές (Chakchouk et al., 1994, Hamdi, 1993_b) ή βιολογικές μεθόδους (Beccari et al., 1996, Beccari et al., 1998, Boari et al., 1993, Borja et al., 1995, Gharsallah, 1994, Hamdi et al., 1992, Ranalli, 1992, Yesilada et al., 1995) ή μετά από αραίωση και χημική ρύθμιση (διόρθωση του pH και προσθήκη θρεπτικών). Η συγχώνευση με άλλα αγροτοβιομηχανικά απόβλητα έχει επίσης μελετηθεί (Marques et al., 1998).

Για αραιωμένα απόβλητα ελαιοτριβείων, προκαταρκτικές μελέτες εργαστηριακής και πιλοτικής κλίμακας όπου χρησιμοποιήθηκαν, με οργανικά φορτία (COD) μικρότερα από 4 kg $m^{-3}$ $d^{-1}$, έδειξαν ότι η αναερόβια διεργασία επαφής μπορεί να δώσει υψηλές αποδόσεις απομάκρυνσης του οργανικού φορτίου, οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 80 και 85 % στους 35 $^{o}$C (Rozzi et al., 1996).

Για συμπυκνωμένα απόβλητα η διεργασία αποδείχθηκε ασταθής, εξαιτίας των παρεμποδιστικών φαινομένων από συστατικά όπως, οι πολυφαινόλες και το κάλιο. Επιπλέον, προσθήκη αλκαλικότητας, για την ουδετεροποίηση της οξύτητας, και αμμωνίας, για την παροχή αζώτου για την κυτταρική βιοσύνθεση, ήταν απαραίτητη (Aveni, 1984).

Για να ξεπεραστούν οι δυσκολίες και να βελτιωθεί η αποδοτικότητα και η σταθερότητα της διεργασίας υπάρχουν βασικά δύο μέθοδοι που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν.

1. Διαχείριση μίγματος ΥΑΕ και ιλύος σε βιοαντιδραστήρες επαφής.
2. Διαχείριση αραιωμένου ΥΑΕ σε βιοαντιδραστήρες υψηλού ρυθμού όπως, χωνευτήρες ανοδικής ροής μέσω στρώματος λάσπης (UASB, up-flow anaerobic sludge blanket) και φίλτρα σταθερής κλίνης (fixed-bed filters).

- ✓ Από μελέτη εργαστηριακής κλίμακας φάνηκε ότι με επεξεργασία μίγματος αποβλήτου (34%) και ιλύος με οργανική φόρτιση (COD) 4,2 kg $m^{-3}$ $d^{-1}$ στους 35 $^{o}$C μπορεί να επιτευχθεί απομάκρυνση COD της τάξης του 65 % (Carrieri et al., 1988). Μεγαλύτερη αναλογία αποβλήτου προκάλεσε αστάθεια της διεργασίας εξαιτίας των παρεμποδιστικών φαινομένων από τις πολυφαινόλες. Συνεπώς, φαίνεται ότι η συγχώνευση ΥΑΕ και ιλύος είναι μία κατάλληλη λύση.
- ✓ Ο χωνευτήρας ανοδικής ροής μέσω στρώματος λάσπης (UASB, up-flow anaerobic sludge blanket) είναι ο πιο κατάλληλος τύπος αναερόβιου αντιδραστήρα για να επεξεργαστεί ΥΑΕ. Πειραματικές μελέτες έδειξαν ότι στους 37 $^{o}$C και οργανική φόρτιση σε COD μεταξύ 12 – 18 kg $m^{-3}$ $d^{-1}$, επιτυγχάνεται απομάκρυνση ίση με 70 – 75 %, όταν ο λόγος αραίωσης ποικίλει από 1/8 έως 1/5. Λόγος αραίωσης είναι ο όγκος του υγρού αποβλήτου με αρχική συγκέντρωση COD μεταξύ 11 – 19 g/L διαιρεμένος με τον όγκο του νερού που προστίθεται (Beccari et al., 1996).
- ✓ Συστήματα όπως ο UASB ή οι αντιδραστήρες πλήρους ανάμειξης, είναι πιο αποδοτικά από τα συστήματα σταθερής κλίνης για την επεξεργασία των ΥΑΕ (Rozzi et al., 1986, Ubay and Ozturk, 1997). Επίσης έχουν γίνει μελέτες και με συστήματα σταθερής κλίνης. Αναερόβια χώνευση μίγματος υγρού αποβλήτου (80%) και αποβλήτου χοιροστασίου (20%) σε αναερόβιο φίλτρο ανοδικής ροής έδειξε 70 – 80 % απόδοση σε COD (COD εισόδου 20 - 60 g/L) (Marques et al., 1998).

### 5.1.3 Μέθοδος ενεργού ιλύος:

Η μέθοδος της ενεργού ιλύος είναι η περισσότερο διαδεδομένη βιολογική επεξεργασία ΥΑ στον κόσμο (Drysdale et al., 1999). Σκοπός είναι η βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων με τη χρήση διαφορετικών μικροοργανισμών όπως βακτήρια, νηματοειδή βακτήρια, πλεντάζωα ή τριχόποδα, πρωτόζωα και φύκη (Lacko et al., 1999). Αυτή επιτυγχάνεται με μια διαδικασία βιοκένωσης δηλαδή τα πρωτόζωα τρώνε τα βακτήρια, τα οποία περιέχονται στη βιομάζα και είναι υπεύθυνα για τη διαδικασία της

αποικοδόμησης. 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 (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 (Drysdale et al., 1999).

Είναι σημαντικό κατά τη διαδικασία της ενεργού ιλύος η υπάρχουσα μικροχλωρίδα να σχηματίζει συσσωματώματα, τα οποία καθιζάνουν εύκολα, δημιουργώντας διαυγή απόβλητα με χαμηλή συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών. (Lacko et al., 1999) Για την επιτυχία της μεθόδου είναι επίσης σημαντικό να γνωρίζουμε τους τύπους βακτηρίων και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους (Dabert et al, 2002).

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για ΥΑ με BOD <3000 mg/L εφαρμόζεται ως δεύτερο στάδιο για την επεξεργασία των ΥΑΕ , δηλαδή μόλις μειωθεί το υψηλό BOD (20.000 – 35.000 mg/L) που αντιστοιχεί στα απόβλητα αυτά (Brenes G et. al. 1993).

## 5.2 Φυσικοχημικές μέθοδοι επεξεργασίας:

### 5.2.1 Απόσταξη και εξάτμιση:

α) Η μέθοδος της απόσταξης είναι κατάλληλη για τα μολυσμένα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων (http://www.geawiegand.com). Το πρόβλημα που δημιουργείται από αυτή τη διαδικασία, είναι το συμπύκνωμα που προκύπτει, το οποίο περιέχει κλάσματα πτητικών λιπαρών οξέων και αλκοολών, που είναι υπεύθυνες για τις υψηλές τιμές COD και για το λόγο αυτό απαιτείται πρόσθετη επεξεργασία του συμπυκνώματος αυτού, πριν από τη διάθεσή του (Rozzi A.; Malpei F. 1996).

β) Η μέθοδος της εξάτμισης, απαιτεί μεγάλο χρόνο αποθήκευσης των αποβλήτων, ο οποίος εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στο Izmir της Τουρκίας, για 2 tn επεξεργασμένης ελιάς απαιτείται δεξαμενή όγκου 1 $m^3$ για φύλαξη και φυσική εξάτμιση (Kasırga, 1988). Τα κύρια μειονεκτήματα της εξάτμισης είναι η ενόχληση από τη σκνίπα και την οσμή, καθώς και η ενδεχόμενη μόλυνση των υπογείων νερών, εάν ο βυθός της δεξαμενής δεν έχει επενδυθεί κατάλληλα ώστε να αποτρέπει τη διείσδυση. Το νερό που προκύπτει, μπορεί να συμπυκνωθεί και να χρησιμοποιηθεί σε άλλες μονάδες επεξεργασίας, όπως και ο συμπυκνωμένος ατμός, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κινητήριος δύναμη για τις μηχανές. Τέλος, μετά την ξήρανση, δηλαδή την απομάκρυνση του νερού, το στερεό υπόλειμμα μπορεί να αποτεφρωθεί και να συμβάλει στην παραγωγή ηλεκτρικής ή θερμικής ενέργειας στις εγκαταστάσεις του εργοστασίου. Όμως η καύση απαιτεί περαιτέρω επεξεργασία των αερίων που δημιουργούνται. Ακόμα, στην περίπτωση συμπυκνώματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα (Duarte and Nero, 1996).

Από τα παραπάνω, μπορεί να συμπεράνει κανείς ότι το μειονέκτημα που προκύπτει και από τις δύο μεθόδους είναι τα προϊόντα που προκύπτουν, καθώς το συμπύκνωμα που δημιουργείται απαιτεί πρόσθετη επεξεργασία πριν τη διάθεσή του, όπως επίσης και τα αέρια από την καύση και τα ημιστερεά υπολείμματα (http://www.geawiegand.com and Rozzi A.; Malpei F. 1996).

### 5.2.2 Καύση και αποτέφρωση:

Με αυτή τη διαδικασία γίνεται γρήγορη χημική αντίδραση του υποστρώματος με οξυγόνο και έκλυση διοξειδίου του άνθρακα, νερού και θερμότητας. Είναι ευρέως διαδεδομένη μέθοδος για την επεξεργασία των ΥΑΕ λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε οργανική ουσία, καθώς όσο μεγαλύτερο το περιεχόμενο τόσο αποτελεσματικότερη είναι. Η αποτέφρωση είναι η καταστροφή του οργανικού

περιεχομένου των αποβλήτων παρουσία αέρα σε υψηλή θερμοκρασία, που συνοδεύεται από πλήρη εξάτμιση του ύδατος (http://www.geawiegand.com). Η διαδικασία της αποτέφρωσης πραγματοποιείται σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 650 έως 1600 $^0$C και το ιξώδες των υγρών αποβλήτων, που είναι καθοριστικής σημασίας λόγω του ότι λειτουργεί ως υπόστρωμα, θα πρέπει να είναι μικρότερο από 10.000 SSU (Saybolt Uninersal Seconds) [σημειώνεται ότι ιξώδες 10.000 SSU αντιστοιχεί σε αυτό του μελιού, ενώ για φυτικά έλαια κυμαίνεται στα 200 SSU]. Τέλος πρέπει να αναφερθεί το μειονέκτημα αυτής της διαδικασίας, το οποίο είναι η δαπανηρή διαχείριση που απαιτεί η παραγόμενη τέφρα και τα καυσαέρια (Rozzi A.; Malpei F. 1996; Brenes G. Et, al., 1993)

### 5.2.3 Συσσωμάτωση:

Αυτή η μέθοδος δεν είναι πολύ αποδοτική όταν χρησιμοποιείται μόνη της, γιατί οι περισσότερες οργανικές ουσίες, που περιέχονται στα ΥΑΕ, είναι δύσκολο να κατακρημνιστούν. Γι αυτό το λόγο χρησιμοποιείται μαζί με άλλες αναερόβιες βιολογικές διαδικασίες ως πρώιμο ή μετέπειτα στάδιο (Zouari 1998; Fiestas Ros de Ursinos and Borja- Padilla 1991). Η συσσωμάτωση αφορά 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 τεμάχια να σχηματίζουν μεγαλύτερα συσσωματώματα τα οποία καθιζάνουν ως ίζημα. Οι παράγοντες που ευνοούν τη συσσωμάτωση είναι η βαθμίδα (gradient) ταχύτητας, ο χρόνος και το pH. Ο χρόνος και η ταχύτητα αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την κροκίδωση- συσσωμάτωση των σωματιδίων, ενώ το pH είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην απομάκρυνση των κολλοειδών. Συχνά είναι απαραίτητη η προσθήκη ενός χημικού αντιδραστηρίου, που ονομάζεται κροκιδωτικό μέσο και το οποίο προάγει τη συσσωμάτωση (http://www.aquatec-engineering.com/eng-src/aqua.htm ). Σε μελέτες που έχουν γίνει και αφορούσαν τη χημική επεξεργασία ΥΑΕ έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα κροκιδωτικά, όπως χλωριούχος σίδηρος, χλωριούχο αργίλιο, θειικός δισθενής σίδηρος, υδροξείδιο

ασβεστίου και συνδυασμοί αυτών, παράλληλα με ανιονικούς πολυηλεκτρολύτες και θειικό οξύ. Για παράδειγμα, σε μελέτη η οποία αφορούσε χημική επεξεργασία με κροκίδωση παρατηρήθηκε μείωση στο ΧΑΟ και τα ολικά στερεά 50 – 90 % (Samsunlu et al., 1998).

5.2.4 Διαχωρισμός με μεμβράνες:

Οι κύριες μέθοδοι με μεμβράνες είναι:

- Η υπερδιήθηση, με την οποία συγκρατούνται οι πρωτεΐνες και τα αιωρούμενα στερεά τα οποία έχουν διάμετρο 0.1 μm
- Η μικροδιήθηση, στην οποία συγκρατούνται τα βακτήρια που έχουν πόρους με διάμετρο 2μm
- Η νανοδιήθηση, στην οποία συγκρατούνται τα σάκχαρα
- Η αντίστροφη ώσμωση, που συγκρατούνται τα άλατα

Η μέθοδος αυτή πραγματοποιείται με τη χρήση ημιπερατούς ή πορώδους μεμβράνης, που λειτουργεί σαν φυσικό φράγμα και έτσι διαπερνούν ή συγκρατούνται οι ουσίες, ανάλογα με το μέγεθός τους. Η δομή και τα χαρακτηριστικά των μεμβρανών καθορίζουν τη φύση του διαχωρισμού. Πριν το διαχωρισμό πραγματοποιείται προφιλτράρισμα με σκοπό την αφαίρεση των μεγαλύτερων αιωρούμενων στερεών. Η μέθοδος αυτή δεν είναι αποδοτική για τα ΥΑΕ εξαιτίας του υψηλού ρυπαντικού φορτίου, που μειώνει την απόδοση του συστήματος των μεμβρανών. Τα λιπαρά οξέα, που περιέχονται στα ΥΑΕ, δημιουργούν φράξιμο των πόρων, φαινόμενα συσσωμάτωσης και προσρόφησης, με αποτέλεσμα τη δημιουργία πάνω στην επιφάνεια των μεμβρανών, ενός στρώματος γλοιώδους υφής, η οποία μειώνει τη ροή διαμέσου αυτών. Αυτό συμβαίνει λόγω της ικανότητας των λιπαρών οξέων να προσροφόνται σε υδρόφοβες επιφάνειες, όπως είναι αυτές των μεμβρανών (Rossi et al., 1996, Brinck et al., 1998). Για την αποφυγή αυτών των προβλημάτων, θα μπορούσε να γίνει χρήση συνδυασμένων μεθόδων, όπως υπερδιήθηση με φυγοκέντριση ή με οξείδωση ή με αντίστροφη ώσμωση, ώστε το υψηλό ρυπαντικό φορτίο να μειωθεί κατά την εφαρμογή τους. Η τεχνολογία αυτή έχει υψηλό κόστος, για

την εφαρμογή της, στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων (Brenes et al., 1993).

Από την άλλη, σύμφωνα με μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί (Canepa et al., 1988, Paraskeva et al., 2006), έχει προκύψει, ότι η επεξεργασία των ΥΑΕ με τη χρήση μεμβρανών επιτυγχάνει ασφαλή διάθεση του τελικού προϊόντος στο περιβάλλον. Το τελικό προϊόν, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για άρδευση ή να ανακυκλωθεί και να χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια, στο ελαιοτριβείο, για την κάλυψη κάποιων αναγκών. Επιπλέον, η ανάμειξη των στερεών, που προκύπτουν στα διάφορα στάδια της διεργασίας, με άλλα υλικά, μπορεί να παίξει το ρόλο εδαφοβελτιωτικού. Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής, αποτελεί το γεγονός ότι είναι απαραίτητη η υπερδιήθηση για την περαιτέρω επεξεργασία των αποβλήτων, κάτι που αυξάνει το κόστος της όλης διεργασίας.

### 5.2.5 Ηλεκτροχημική οξείδωση:

Η ηλεκτροχημική οξείδωση είναι μια σχετικά καινούρια διαδικασία στο πεδίο των ΥΑΕ. Σύμφωνα με αυτή τη διαδικασία, οι παράγοντες μόλυνσης καταστρέφονται άμεσα ή έμμεσα με μεθόδους οξείδωσης. Οι παράγοντες μόλυνσης που έχουν προστεθεί στον αντιδραστήρα, έχουν προηγουμένως προσροφηθεί στην επιφάνεια ενός ανοδικού ηλεκτροδίου και στη συνέχεια καταστρέφονται με την αντίδραση μέσω ενός ανοδικού μεταφορικού ηλεκτρονίου (Rajkumar and Palanivelu 2004). Σε αυτή τη μέθοδο γίνεται χρήση ισχυρών οξειδωτικών, όπως το χλώριο, με σκοπό την μείωση των COD, BOD5 και την απομάκρυνση του οργανικού και οξειδωμένου ανόργανου ρυπαντικού φορτίου.

Λόγω της υψηλής αγωγιμότητας που παρουσιάζουν τα ΥΑΕ και της παρουσίας χλωριούχων ιόντων, η ηλεκτροχημική μέθοδος είναι αποτελεσματική για την επεξεργασία τους, χρησιμοποιείται όμως σπάνια λόγω των μεγάλων ποσοτήτων οξειδωτικών μέσων, που απαιτούνται για την επεξεργασία του υψηλού οργανικού φορτίου των αποβλήτων.

5.2.6 Προσρόφηση:

Σε αυτή τη μέθοδο, τα προσροφημένα υλικά, τα οποία είναι οι διαλυτές ουσίες των ΥΑΕ, προσκολλούνται στην επιφάνεια απορροφητικού υλικού, που συνήθως είναι ο ενεργός άνθρακας. Τα προσροφημένα υλικά χρωματίζονται ή όχι από παράγοντες μόλυνσης (Curi et al. 1980). Συνήθως η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους.

5.2.7 Ιονανταλλαγή:

Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο γίνεται υποκατάσταση των ιόντων του διαλύματος χρησιμοποιώντας χημικά αντιδραστήρια και συνήθως χρησιμοποιείται για την εξάλειψη των φαινολών και των πολυφαινολών.

## 5.3 Άλλες μέθοδοι:

5.3.1 Λίμνες εξάτμισης:

Αποτελεί μια από τις παλαιότερες μεθόδους στη διαχείριση των ΥΑΕ. Είναι σχετικά απλή στην εφαρμογή της και με χαμηλό κόστος. Εγκυμονεί όμως κινδύνους ρύπανσης των υπόγειων υδάτων, στη περίπτωση που η μόνωση της λεκάνης δεν διαθέτει σωστές δομές και κατά συνέπεια υπάρξουν διαρροές. Επιπλέον κάποια άλλα μειονεκτήματα, που παρουσιάζονται, είναι αφενός μεν η απαίτηση για μεγάλες επιφάνειες, που προϋποθέτει η μεγάλη περίοδος επεξεργασίας, εξαρτωμένη αναλόγως από το κλίμα, και αφετέρου η έντονη δυσοσμία που δημιουργείται από τα υγρά απόβλητα σ’ όλη τη γύρω περιοχή. Ο επιφανειακός αερισμός θα μπορούσε να βοηθήσει στην αντιμετώπιση των δυσοσμιών. Η μέθοδος αυτή, προσφέρεται κυρίως για ξηρόθερμες περιοχές, όπου η εξάτμιση είναι ταχύτερη. Οι βροχοπτώσεις μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα και γι αυτό το λόγο

θα πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα επικάλυψης, ώστε να αποτρέπεται η είσοδος των βρόχινων νερών.

Σήμερα οι λίμνες εξάτμισης χρησιμοποιούνται για αποθήκευση και εξάτμιση του ύδατος, ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται και ο διαχωρισμός της υγρής από τη στερεή φάση με τη διαδικασία της καθίζησης. Τα στερεά συστατικά, μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα. Το μέγιστο ποσοστό εξάτμισης μπορεί να φτάσει σε τιμές 1 $m^3$ ανά 1 $m^2$ κατά τη διάρκεια ενός μήνα (Rozzi A.; Malpei F. 1996) και το βάθος των δεξαμενών δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 1 m, διότι διαφορετικά η διεργασία γίνεται αναερόβια, πράγμα που συμβάλει στη δημιουργία περαιτέρω δυσοσμιών (www.enman.uowm.gr).

5.3.2 Εφαρμογή στο έδαφος:

Είναι μια εναλλακτική λύση για την διαχείριση των ΥΑΕ, σύμφωνα με την οποία έχει παρατηρηθεί ότι απόβλητα σε μέτριες δόσεις δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για το έδαφος, όπως αύξηση της γονιμότητάς του, αύξηση του μικροβιακού πληθυσμού, χημική σταθερότητα και γενικότερα καλύτερη απόδοση. Πιο συγκεκριμένα, από πειράματα που έχουν διεξαχθεί, έχει παρατηρηθεί ότι επιτυγχάνεται πολύ υψηλός βαθμός εξεργασίας των ΥΑΕ. Τα οργανικά και ιδιαίτερα τα αδιάλυτα οργανικά απομακρύνονται στα πρώτα 1-2 cm του εδάφους (Angelakis & Rolston, 1985). Η διήθηση και η προσρόφηση είναι πρωταρχικές διαδικασίες για τη μείωση του διαλυτού TOC και της BOD, αλλά η βακτηριακή οξείδωση είναι ο τελικός διεργασιακός μηχανισμός απομάκρυνσής τους. Για τα αιωρούμενα στερεά, και γενικά για όλα τα οργανικά συστατικά, ο βασικός μηχανισμός απομάκρυνσής τους είναι η προσρόφησή τους από το έδαφος και η βιολογική τους αποδόμηση (US.EPA, 1980). Η μέθοδος αυτή προκαλεί σημαντικές αλλαγές σε διάφορα χαρακτηριστικά του εδάφους, μεταξύ των οποίων οι σημαντικότερες παρουσιάζονται στο pH, στην ηλεκτρική αγωγιμότητα, στο COD, BOD και στις ολικές συγκεντρώσεις αζώτου και φωσφόρου. Συγκεκριμένα,

μπορεί να απομακρύνει BOD ακόμη και σε περιπτώσεις που τα εφαρμοζόμενα φορτία είναι μεγαλύτερα από 50 kg BOD /στρ. d (Jewell & Seabrook, 1979). Επιπλέον έχει τη δυνατότητα να απομακρύνει το άζωτο, με δυο κυρίως μηχανισμούς, την πρόληψή του από τις ρίζες των φυτών και την απονιτροποίηση. Η αποτελεσματικότητα της πρώτης διεργασίας εξαρτάται από το είδος των χρησιμοποιούμενων φυτών, την παραγωγή τους και τη συχνότητα και το βαθμό συγκομιδής του υπόγειου τμήματός τους. Αντίθετα η απονιτροποίηση είναι σημαντική ακόμη και όταν στο έδαφος επικρατούν αερόβιες συνθήκες (Rolston et al., 1976). Άλλοι μηχανισμοί απομάκρυνσης του αζώτου είναι η συγκράτησή του από το έδαφος, κυρίως υπό τη μορφή αμμωνιακών ιόντων και η εξάχνωση (μετατροπή αμμωνιακού αζώτου σε αέρια $NH_3$). Σε περιπτώσεις αδιαπέρατων εδαφικών στρώσεων (φυσικών ή τεχνητών), που ευνοούν την τριχοειδή κατανομή της εδαφικής υγρασίας και παρεμποδίζουν την ταχεία κατείσδυση και επικράτηση της βαρύτητας, η απομάκρυνση με απονιτροποίηση καθίσταται σημαντικός διεργασιακός μηχανισμός απομάκρυνσης (Suzuki et al., 1992). Τέλος απομακρύνει και το φώσφορο με την προσρόφησή του από το έδαφος και τη χημική κατακρήμνισή του. Η αποτελεσματικότητα απομάκρυνσής του είναι πολύ υψηλή και εξαρτάται κυρίως από τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους και πολύ λιγότερο από τη συγκέντρωση του φωσφόρου, που απομακρύνεται με πρόσληψή του από τις ρίζες των χρησιμοποιούμενων, στο σύστημα, φυτικών ειδών.

Γενικότερα οι έρευνες αυτές έχουν δείξει ότι το ασβέστιο, που περιέχεται στο έδαφος, είναι δραστικό για την ελάττωση της μόλυνσης από οργανικά και ανόργανα στοιχεία των ΥΑΕ. Κατά την διήθηση ΥΑΕ, που έγινε για τρία χρόνια, παρατηρήθηκε αύξηση της γονιμότητας του εδάφους και μικρές χημικές αλλαγές. Η αύξηση της γονιμότητας του εδάφους θα μπορούσε να λειτουργήσει καταλυτικά, στην εκμετάλλευσή του για αγροτική χρήση και ειδικότερα με φυτά που είναι ανεκτικά στο άλας. Πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου, αποτελεί το γεγονός ότι τα έξοδα μεταφοράς των αποβλήτων σχεδόν εξαλείφονται εφόσον η διάθεσή τους γίνεται σε περιοχές πλησίον των ελαιοτριβείων. Λόγω αυτού, η συγκεκριμένη λύση δείχνει ως η πιο κατάλληλη για ελαιοτριβεία μικρής ή μέτριας δυναμικότητας.

Συνοψίζοντας, η διάθεση στο έδαφος των ΥΑΕ ειδικά στην Ελλάδα προτείνεται διότι: α) μεγάλο μέρος των αγροτικών εκτάσεων είναι ελλειμματικές σε οργανική ουσία, β) τα

ελαιοτριβεία είναι μικρής δυναμικότητας και είναι διασκορπισμένα ανάμεσα στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις και πλησίον στους επιθυμητούς εδαφικούς αποδέκτες (ελαιώνες), και τέλος επειδή γ) υπάρχει αδυναμία, λόγω κόστους, του εκσυγχρονισμού των ελαιοτριβείων με φυγοκεντρικά δύο φάσεων και αντίστοιχης μείωσης του όγκου των παραγόμενων 0MW.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα της μεθόδου διάθεσης των ΥΑΕ στο έδαφος σχετίζονται: α) με τις υψηλές βροχοπτώσεις σε πολλές ελαιοπαραγωγικές περιοχές, οι οποίες δυσχεραίνουν το διασκορπισμό των ΥΑΕ στους ελαιώνες, της επακόλουθης δημιουργίας ανεπιθύμητων συνθηκών αναεροβίωσης στους εδαφικούς αποδέκτες, στην ύπαρξη αγρών με υπέδαφος αποτελούμενο από ασβεστολιθικά πετρώματα, διαπερατό σε ρυπαντικά συστατικά, κάτω από ευνοϊκές συνθήκες, στους υδροφόρους ορίζοντες, και τέλος στην εκτεταμένη ημιορεινή μορφολογία του εδάφους στις κύριες ελαιοπαραγωγικές ζώνες πράγμα που επιδεινώνει την δυνατότητα μεταφοράς των ΥΑΕ στους τελικούς αποδέκτες (Ehaliotis&al.2003).

## 6. ***<u>Η Ισχύουσα Ελληνική Νομοθεσία για τα Ελαιοτριβεία:</u>***

Η σημαντικότερη ελληνική νομοθεσία που αφορά τα ελαιοτριβεία είναι η εξής:

■ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ Ε1β/221/22-1-1965: «Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων» (ΦΕΚ 138/Β/24-2-1965). Η Διάταξη αυτή του Υπουργείου Υγείας και Πρόνοιας, είναι η βασική νομοθετική διάταξη που καθορίζει μεταξύ άλλων τους όρους και τις προϋποθέσεις της διαχείρισης των ΥΑΕ. Στο άρθρο 1 δίνονται οι ορισμοί των «λυμάτων», «βιομηχανικών αποβλήτων», «επεξεργασίας» κ.α. Το άρθρο 2 αναφέρεται με γενικούς όρους όσον αφορά την διάθεση των λυμάτων και στα άρθρα 3 και 4 παρουσιάζονται τα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχουν τα επιφανειακά και τα θαλάσσια νερά ανάλογα με τις χρήσεις τους. Στην συνέχεια στα άρθρα 7 και 8 θέτονται οι όροι για τη διάθεση των λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων στο έδαφος και στο υπέδαφος. Τα άρθρα 9 έως 13 αναφέρονται στους όρους και στις μεθόδους που πρέπει να τηρούν και να ακολουθούν μεμονωμένες μονάδες (κατοικίες, σχολεία, ξενοδοχεία, κ.α.) κατά την επεξεργασία των λυμάτων τους. Τέλος, στα άρθρα 14, 15 και 16 καθορίζονται ο τρόπος και οι απαιτήσεις για την αδειοδότηση της διάθεσης λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων, η ισχύς της Διατάξεως και οι κυρώσεις και επίσης δίνονται μεταβατικές διατάξεις για τις υφιστάμενες εγκαταστάσεις διαθέσεως των λυμάτων και μέθοδοι εξετάσεως βιομηχανικών αποβλήτων ή υδάτων.

■ ΚΥΑ 69269/5387/90: «Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθορισμός περιεχομένου ειδικών περιβαλλοντικών μελετών και λοιπές συναφείς διατάξεις, σύμφωνα με τον Ν. 1650/86» (ΦΕΚ 678Β/25-10-90).

■ ΚΥΑ 10537/93: «Καθορισμός αντιστοιχίας της κατάταξης των βιομηχανικών – βιοτεχνικών δραστηριοτήτων της ΚΥΑ 69269/90 με την αναφερόμενη στις πολεοδομικές ή άλλες διατάξεις διάκριση των δραστηριοτήτων σε χαμηλή, μέση και υψηλή όχληση» (ΦΕΚ 139Β/11-3-93). Σύμφωνα με το άρθρο 1, τα ελαιοτριβεία κατατάσσονται στις δραστηριότητες χαμηλής όχλησης.

■ Μια σημαντική οδηγία εφαρμογής της Υ.Δ. Ε1β/221 που κοινοποιήθηκε με την εγκύκλιο του ΥΚΥ με αριθμό Α5/4690/ΕΓΚ.62/26-4-80, αναφέρει τους όρους για τη χορήγηση άδειας διαθέσεως λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων, τον τρόπο ανανέωσης προσωρινής άδειας διαθέσεως τους και στοιχεία για τον έλεγχο αποδόσεως των εγκαταστάσεων επεξεργασίας. Στο παράρτημα 1 της Οδηγίας υπάρχει ενδεικτικός πίνακας με τα προτεινόμενα χαρακτηριστικά ποιοτικών παραμέτρων, για τον έλεγχο των βιομηχανικών αποβλήτων κατά κλάδο και είδος βιομηχανίας. Έτσι στην κατηγορία Βρώσιμα Λίπη και Έλαια του κλάδου Τροφών και Ποτών, οι τακτικοί ποιοτικοί παράμετροι που πρέπει να εξετάζονται είναι το BOD5, και το COD, τα αιωρούμενα στερεά, τα διαλυμένα στερεά, τα λίπη, τα έλαια και το pH ενώ οι συμπληρωματικοί παράμετροι είναι το N, ο P, τα θειϊκά και τα θειούχα κατά περίπτωση.

■ Επίσης σημαντικότατες Οδηγίες Εφαρμογής της Υ.Δ. Ε1β/221/65 αποτελεί η εγκύκλιος του ΥΥΠ&ΚΑ με αρ. ΥΜ/2985/29-5-1991, που αναφέρεται στις προϋποθέσεις που απαιτούνται για την διάθεση των λυμάτων σε επιφανειακούς υδάτινους αποδέκτες στο έδαφος και σε υπόνομους, καθώς και η εγκύκλιος ΥΥΠ&ΚΑ ΜΕ ΑΡ. 242/27-1-1992, που αναφέρεται στην έγκριση των μελετών επεξεργασίας και διαθέσεως των υγρών αποβλήτων καθώς και στις σχετικές άδειες.

■ Το πιο σημαντικό βήμα που έχει γίνει μέχρι σήμερα στην ελληνική νομοθεσία για τα Απόβλητα των Ελαιοτριβείων, αποτελεί η εγκύκλιος του ΥΥΠ&ΚΑ με αρ. ΥΜ/5784/23-1-1992 και αρ. 4419/23-10-1992. Αυτή η εγκύκλιος αναφέρει αναλυτικά: «Έχοντας υπόψη τα προβλήματα που δημιουργούνται στο περιβάλλον από τη διάθεση των αποβλήτων των ελαιοτριβείων», σας γνωρίζουμε τα εξής:

I. Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων με χημική μέθοδο (εξουδετέρωση με υδράσβεστο και χημική κροκίδωση) αποτελεί μια μέθοδος μείωσης του οργανικού και χημικού ρυπαντικού φορτίου, για χαμηλά όμως ποσοστά. Ακόμα και με πλήρη σχεδόν απόδοση των εγκαταστάσεων δεν προσεγγίζει τα επιθυμητά επίπεδα, όπως προβλέπεται από την Υ.Δ.Ε1β/221/65 και τις σχετικές εγκυκλίους.

II. Η προαναφερόμενη μέθοδος είναι μια κλασσική και ευρέως διαδεδομένη μέθοδος μείωσης της ρύπανσης, πλην όμως υπάρχουν και άλλες παραλλαγές αυτής ή και συμπληρωματικές (π.χ. διάφορα κροκιδωτικά υλικά, συνδυασμός με αναερόβια

βιολογική επεξεργασία κ.λ.π).

Επειδή πρόκειται για επιβαρημένα και δύσκολα στο χειρισμό απόβλητα , θα πρέπει η επιλεγόμενη μέθοδος επεξεργασίας, πέραν της υψηλής αποδοτικότητας και λειτουργικότητας, να είναι και τεχνικό – οικονομικώς συμφέρουσα στις μικρές επιχειρήσεις (ελαιοτριβεία). Στα πλαίσια αυτά στρέφονται και οι ερευνητικές μελέτες που έγιναν και γίνονται και που οπωσδήποτε τα αποτελέσματα θα συνεκτιμηθούν και θα γίνουν οι ανάλογες νομοθετικές ρυθμίσεις (εγκύκλιοι, τροποποιήσεις Υγειονομικών Διατάξεων κ.λ.π).

ΙΙΙ. Ο τελικός αποδέκτης των επεξεργασμένων αποβλήτων θα καθορίζεται πάντοτε στα πλαίσια της Υ.Δ.Ε1β/221/65 και της εγκυκλίου με αρ. οικ. ΥΜ 2985/29-5-91 και οπωσδήποτε θα λαμβάνονται υπόψη οι τοπικές συνθήκες. Η θάλασσα και γενικότερα οι υδάτινοι αποδέκτες θα πρέπει να αποφεύγονται και αποτελούν μόνο την αναπόφευκτη λύση, αφού αποκλεισθούν όλες οι άλλες δυνατότητες τελικής διάθεσης (υπεδάφιας, επιφανειακά στο έδαφος κ.λ.π).

- ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ ΥΠ’ ΑΡΙΘΜΟΝ 1180: « Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγόμενων εις τα της λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνών, πάσης φύσης μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος εν γένει» (ΦΕΚ 293/τ.α./6-10-1981).

Το Προεδρικό αυτό Διάταγμα αποτελεί την προγενέστερη μορφή του Ν. 1650/86, δηλαδή του νόμου πλαίσιο για το περιβάλλον. Έτσι, δίνει ορισμούς όπως για το «περιβάλλον», τη «ρύπανση», τη «μόλυνση», κ.λ.π. Μεταξύ άλλων το Διάταγμα αυτό καθορίζει με το άρθρο 3 τις «κατευθυντήριες τιμές, εκ των οποίων θα καθορίζονται εκάστοτε τα επιτρεπόμενα όρια εκπομπής ρυπαινουσών ουσιών δι’ έκαστο υδάτινο αποδέκτη, αναλόγως της χρήσεως και της αφομοιωτικής ικανότητας αυτού, συμφώνως προς τα εκάστοτε ισχύουσας υγειονομικάς διατάξεις» (Βερβερή, 2004).

## 7. ***Η ελαιοκαλλιέργεια στην Κέρκυρα:***

Η ελαιοκαλλιέργεια στο νησί των Φαιάκων, την Κέρκυρα, αναφέρεται από τον Όμηρο. Δεν ήταν όμως ιδιαίτερα σημαντική, καθώς στο νησί κυριαρχούσε η καλλιέργεια αμπελιών. Η κατάσταση αυτή παρέμεινε περίπου ίδια ως και το 16ο αιώνα. Στις αρχές του 17ου αιώνα και ενώ η Κέρκυρα βρίσκεται υπό τον έλεγχο των Βενετών, οι οποίοι αποφάσισαν να βοηθήσουν τους κατοίκους του νησιού να ορθοποδήσουν, μετατρέποντας τα έρημα χωράφια της Κέρκυρας σε ελαιώνες, έτσι ώστε να μη χρειάζεται η εισαγωγή λαδιού από το εξωτερικό. Γύρω στο 1623, οι Βενετοί αποφάσισαν να επιδοτήσουν την καλλιέργεια της ελιάς , δίνοντας αμοιβή 42 τσεκίνια για κάθε 100 ελαιόδεντρα. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα, οι Κερκυραίοι γαιοκτήμονες, να εγκαταλείψουν την καλλιέργεια των αμπελώνων και να στραφούν στη συστηματική καλλιέργεια της ελιάς. Η αποδοχή μάλιστα ήταν τέτοια ώστε οι περιηγητές της εποχής εκείνης να μιλούν για ένα εντυπωσιακό σε μέγεθος ελαιώνα.

Από τότε και έως σήμερα η καλλιέργεια της ελιάς αποτελεί την κύρια ασχολία του αγροτικού πληθυσμού της Κέρκυρας. Ο παραδοσιακός τρόπος καλλιέργειας, απόρροια της εμπειρίας πολλών ετών στην ελαιοκαλλιέργεια, σε συνδυασμό με τις ιδιαίτερες εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής, συντελούν στην παραγωγή ενός ιδιαίτερα αξιόλογου ελαιολάδου.

Η καλλιέργεια της ελιάς στην Κέρκυρα καταλαμβάνει έκταση 218.915 στεμμάτων και αριθμεί 3.528.195 ελαιόδεντρα. Οι ελαιώνες καλύπτουν το 60% της γεωργικής γης συμμετέχοντας κατά το μεγαλύτερο μέρος στη διαμόρφωση του αγροτικού εισοδήματος. Επιπρόσθετα, η καλλιέργεια της ελιάς, αξιοποιεί το μικρό γεωργικό κλήρο με μια καλλιέργεια η οποία αφενός μεν αξιοποιεί εκτάσεις που είναι ακατάλληλες για άλλες καλλιέργειες, αφετέρου δε συμβάλλει στην προστασία των εδαφών, ιδιαίτερα αυτών που παρουσιάζουν κλίση σε διάβρωση. Η καλλιεργούμενη ποικιλία ελιάς, που καταλαμβάνει το 90% των ελαιόδεντρων της περιοχής, είναι η Λιανολία Κέρκυρας, γνωστή ως Λαδολιά και Νερολία. Είναι δέντρο με ζωηρή βλάστηση και αποκτά μεγάλο ύψος. Σχηματίζει μέτριο καρπό. Παρουσιάζει υψηλή καρποφορία. Με αυτό τον τρόπο, συμβάλει στο να παραμείνει αμετάβλητο το απαράμιλλο φυσικό κάλος του κερκυραϊκού τοπίου, συνεισφέροντας έτσι στην ανάπτυξη και του κερκυραϊκού τουρισμού.

Η ελαιοπεριεκτικότητα του καρπού, που εκφράζεται σε ποσοστό % σε σχέση με την ελαιομάζα, είναι 19-22%. Στη σύσταση του καρπού η εκατοστιαία αναλογία της

σάρκας είναι περίπου 70%, ο πυρήνας αντιστοιχεί στο 15% του καρπού και αποτελεί το 7% του πυρήνα. Η σχέση σάρκας/ πυρήνα κυμαίνεται από 3:1 ως 4:1 και η παραγωγή ελαιοκάρπου ανά δέντρο κυμαίνεται από 30 ως 130 kg.

## ***7.1 Επιπτώσεις λόγω της μούργας:***

Όπως προαναφέρθηκε τα ΥΑΕ, δηλαδή η μούργα, αποτελεί ένα σημαντικό γεωργικό απόβλητο με αυξημένο οργανικό φορτίο και μεγάλη τοξικότητα. Το πρόβλημα οξύνεται με την παρουσία των πολλών και μικρών ελαιουργείων και οι λόγοι που καθιστούν το πρόβλημα αυτό δυσεπίλυτο είναι οι παρακάτω :

1. Η περιοδική λειτουργία των ελαιοτριβείων. Αυτό βοηθά στο να καλύπτεται το πρόβλημα καθώς, οι μήνες λειτουργίας (συνήθως από Νοέμβριο μέχρι Μάρτιο) δεν κατατάσσονται σε εκείνους με την υψηλή τουριστική δραστηριότητα, με αποτέλεσμα οι αντιδράσεις και οι κινητοποιήσεις να μην είναι τόσο έντονες όσο θα αναμενόταν. (Kopsidas, 1993)
2. Η ποιότητα των αποβλήτων. Το *αυξημένο οργανικό φορτίο* ($BOD_5$ κυμαίνεται από 10000 – 60000 mg/L [το οποίο γίνεται πιο κατανοητό αν αναφερθεί ότι τα αστικά απόβλητα έχουν περίπου $BOD_5$ ίσο με 300 mg/L] και το COD από 40000 – 150000 mg/ L), η *μεγάλη τοξικότητα* καθώς και οι *ισχυρές χρωστικές ουσίες*, τα καθιστούν δύσκολα βιοαποδομήσιμα.
3. Η ύπαρξη μεγάλου αριθμού, μικρής δυναμικότητας, και ταυτόχρονα διάσπαρτων ελαιουργείων. Δυσχεραίνουν στην εύρεση οικονομικής μεθόδου για μονάδα επεξεργασίας των ΥΑΕ καθώς απαιτείται, αφενός η καταβολή μεγάλων κονδυλίων από κάθε ελαιουργείο, τα οποία οι ελαιοπαραγωγοί δεν είναι διατεθειμένοι να επωμιστούν, ειδικά δε με τη πτώση της τιμής του λαδιού που παρατηρείται το τελευταίο διάστημα, αφετέρου η δημιουργία μεγάλων μονάδων επεξεργασίας, οι οποίες δεν θα εξυπηρετούν όλα τα ελαιοτριβεία. (Kalogerakis et al., 2000)

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ανεξέλεγκτη διάθεση ελαιουργικών αποβλήτων, μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

1. Υποβάθμιση των υπόγειων υδάτων. Αυτό μπορεί να προκληθεί εξαιτίας διαρροών του πυθμένα των λεκανών, που αποθηκεύονται τα απόβλητα, ενδεχομένως λόγω μη στεγανοποίησής τους.
2. Οχλήσεις λόγω της έκλυσης έντονα δυσάρεστων οσμών. Αυτές είναι δυνατό να δημιουργηθούν περιμετρικά των λεκανών εξατμισοδιαπνοής.
3. Αισθητική υποβάθμιση. Είναι υπεύθυνη για προβλήματα που ενδεχομένως να δημιουργηθούν σε περιοχές με τουριστική δραστηριότητα. Το γεγονός όμως ότι τα ελαιοτριβεία λειτουργούν σε περιόδους χειμερινές, μειώνει κατά κάποιο τρόπο την επιβάρυνση αυτή, καθώς:
    - Το χειμώνα, λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών, η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό είναι μεγαλύτερη. Αυτό βοηθά κάπως την κατάσταση που δημιουργείται από το στρώμα ελαίων, στην επιφάνεια του νερού. Το πρόβλημα όμως παραμένει στη περίπτωση που τα απόβλητα των ελαιουργείων, καταλήγουν στη θάλασσα ή στα ποτάμια όπου το οξυγόνο εμποδίζεται να διαλυθεί στο νερό, προκαλώντας ασφυξία στα ψάρια.
    - Το χειμώνα επίσης επικρατούν ισχυροί άνεμοι, οι οποίοι συμβάλλουν στο να διαχέονται οι ρύποι και κατά συνέπεια να περιορίζεται το πρόβλημα της τοπικής ρύπανσης.

4. Καταστροφή φυτών και δεντρυλλίων. Αυτό συμβαίνει όταν έρχονται σε επαφή με μεγάλες ποσότητες ανεπεξέργαστων αποβλήτων, γιατί όπως προαναφέρθηκε η μούργα έχει τοξικές ιδιότητες εξαιτίας των οργανικών οξέων και των φαινολών που εμπεριέχονται σε αυτή.
5. Συμβάλει στο φαινόμενο του ευτροφισμού. Αυτό οφείλεται στο γεγονός του ότι η μούργα χαρακτηρίζεται από μεγάλο οργανικό φορτίο, σάκχαρα και άλλα συστατικά, τα οποία ευνοούν στη δημιουργία υποστρώματος για μικρόβια που με τη σειρά τους συντελούν στη μείωση του διαλυμένου οξυγόνου που περιέχεται στο θαλασσινό νερό. Από την άλλη πρέπει να επισημανθεί, πως κύριοι υπαίτιοι για το φαινόμενο του ευτροφισμού είναι τα νιτρικά και τα φωσφορικά ιόντα, τα οποία προέρχονται κατά κύριο λόγο είτε από τα λιπάσματα είτε από τα αστικά λιπάσματα.

***7.2 Υφιστάμενη κατάσταση από ΥΑΕ:***

Σύμφωνα με τα στοιχεία που μας παρασχέθηκαν από τις αρμόδιες υπηρεσίες της Νομαρχίας της Κέρκυρας, στην Κέρκυρα υπάρχουν 101 ελαιοτριβεία. Σήμερα βρίσκονται σε λειτουργία96 ελαιοτριβεία από τα οποία 7 είναι κλασσικά και 89 φυγοκεντρικά 3 φάσεων. Ο αριθμός των υφιστάμενων ελαιόδεντρων ανέρχεται σε 4.100.000, ενώ η έκταση που καλύπτουν είναι 260.000 στέμματα. Ενδεικτικά μπορεί να αναφερθεί στον πίνακα που ακολουθεί, η παραλαβή- κατάθεση ελαιολάδου κατά τη χρονική περίοδο 1995- 2008

| *Έτος* | *Συνολική παραλαβή ελαιολάδου (tn)* |
|---|---|
| 1995- 1996 | 29.051 |
| 1996- 1997 | 10.300 |
| 1997- 1998 | 28.255 |
| 1998- 1999 | 14.306 |
| 1999- 2000 | 14.540 |
| 2000- 2001 | 19.830 |
| 2001- 2002 | 10.424 |
| 2002- 2003 | 13.678 |
| 2003- 2004 | 7.369 |
| 2004- 2005 | 19.580 |
| 2005- 2006 | 3.851 |
| 2006- 2007 | 10.892 |
| 2007- 2008 | 3.021 |

**Πίνακας 2:** Παραλαβή – κατάθεση ελαιολάδου κατά τη χρονική περίοδο 1995 – 2008 (Στοιχεία από τη Νομαρχία της Κέρκυρας)

Σύμφωνα με τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα, διακρίνουμε ότι η παραγωγή ελαιολάδου έχει μειωθεί τα τελευταία έτη και παρατηρείται επίσης σημαντική διαφοροποίηση της παραγωγής από έτος σε έτος που αποδίδεται στο φαινόμενο της παρενιαυτοφορίας.

Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία αυτά έγινε υπολογισμός της παραγόμενης μούργας όπως αναλυτικά περιγράφεται παρακάτω.

Με δεδομένο ότι:

- 100 kg ελιές δημιουργούν (κατά μέσο όρο) 35 kg ελαιοπυρήνα (Χαρτζουλάκης, ΕΘΙΑΓΕ) δηλαδή $\frac{\dot{m}_s}{\dot{m}_{ol}} = 0.35$*
- 100 kg ελιές παράγουν (κατά μέσο όρο) 20 kg λάδι (Χαρτζουλάκης, ΕΘΙΑΓΕ) δηλαδή $\frac{\dot{m}_{oil}}{\dot{m}_{ol}} = 0.2$ *
- η αναλογία του νερού (σε kg) που μπαίνει στο μαλακτήρα ανά kg ελιάς κυμαίνεται από 30 – 40% (Στεφανουδάκη, ΕΘΙΑΓΕ) δηλαδή $\frac{\dot{m}_w}{\dot{m}_{ol}} = 0.35$*

*Όπου $\dot{m}$ είναι η μάζα στη μονάδα του χρόνου και οι δείκτες ol,w,oil,M,s είναι αντίστοιχα του ελαιοκάρπου, νερού, λαδιού, μούργας και ελαιοπυρήνα.

Με βάσει τα παραπάνω μπορεί να εφαρμοστεί ισοζύγιο, προκείμενου να υπολογιστεί η παραγόμενη μούργα (σε kg) ανά kg ελιάς, στη μονάδα του χρόνου:

$$\dot{m}_{ol} + \dot{m}_w = \dot{m}_{oil} + \dot{m}_M + \dot{m}_s$$

Διαιρώντας με $\dot{m}_{ol}$ $\Rightarrow$

$$1 + \frac{\dot{m}_w}{\dot{m}_{ol}} = \frac{\dot{m}_{oil}}{\dot{m}_{ol}} + \frac{\dot{m}_M}{\dot{m}_{ol}} + \frac{\dot{m}_s}{\dot{m}_{ol}} \Rightarrow$$

$$\frac{\dot{m}_M}{\dot{m}_{ol}} = 1 + \frac{\dot{m}_w}{\dot{m}_{ol}} - \frac{\dot{m}_{oil}}{\dot{m}_{ol}} - \frac{\dot{m}_s}{\dot{m}_{ol}} \Rightarrow$$

$$\frac{\dot{m}_M}{\dot{m}_{ol}} = 1 + 0.35 - 0.2 - 0.35 \Rightarrow \boxed{\frac{\dot{m}_M}{\dot{m}_{ol}} = 0.8}$$

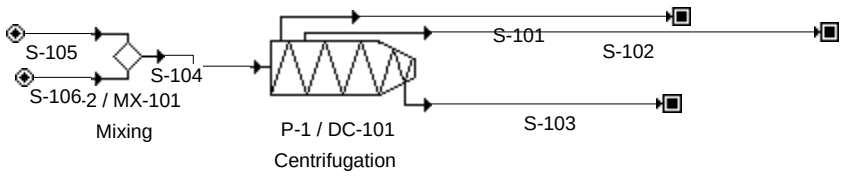
Γνωρίζοντας λοιπόν ότι $\frac{\dot{m}_{oil}}{\dot{m}_{ol}} = 0.2$ και $\frac{\dot{m}_M}{\dot{m}_{ol}} = 0.8$ προκύπτει ότι $\frac{\dot{m}_M}{\dot{m}_{oil}} = 4$, το ποίο σημαίνει ότι 4 kg ελαιόλαδο αντιστοιχούν σε 1 kg μούργας. Με δεδομένη την παραγωγή ελαολάδου, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 2, και λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, πολλαπλασιάζοντας επί 4 τα στοιχεί του Π.2, θα προκύψουν οι εκτιμώμενες ποσότητες ΥΑΕ (ή διαφορετικά παραγόμενη μούργα).

**Πίνακας 3:** Παραγόμενη ποσότητα μούργας κατά τη χρονική περίοδο 1995 – 2008

| *Έτος* | *Συνολική παραλαβή ελαιολάδου (tn)* | *Παραγόμενη μούργα (tn)* |
|---|---|---|
| 1995- 1996 | 29.051 | 116.204 |
| 1996- 1997 | 10.300 | 41.200 |
| 1997- 1998 | 28.255 | 113.020 |
| 1998- 1999 | 14.306 | 57.224 |
| 1999- 2000 | 14.540 | 58.160 |
| 2000- 2001 | 19.830 | 79.320 |
| 2001- 2002 | 10.424 | 41.696 |
| 2002- 2003 | 13.678 | 54.712 |
| 2003- 2004 | 7.369 | 29.476 |
| 2004- 2005 | 19.580 | 78.320 |
| 2005- 2006 | 3.851 | 15.404 |
| 2006- 2007 | 10.892 | 43.568 |
| 2007- 2008 | 3.021 | 12.084 |

Με σκοπό να αποκομίσουμε πιο ακριβή αποτελέσματα, κάναμε προσομοίωση στο superpro designer , το οποίο εφαρμόζει πιο λεπτομερές ισοζύγιο καθώς επίσης επιλύει τα ισοζύγια μάζας. Οι παροχές που δόθηκαν βασίστηκαν σε στοιχεία

- για την ετήσια παραγωγή ελαιολάδου (Π.2)
- για τη διάρκεια λειτουργίας των ελαιοτριβείων, η οποία προέκυψε από τα ερωτηματολόγια (κατά μέσο όρο 5 μήνες το χρόνο (Νοέμβρη – Απρίλιο))
- που προέκυψαν από το ισοζύγιο που εφαρμόσαμε παραπάνω ( $\frac{\dot{m}_M}{\dot{m}_{oil}} = 4$ )




**Σχήμα 2:** decanter 3 φάσεων, στο οποίο γίνεται η ανάμιξη του ελαιοκάρπου με το νερό και στη συνέχεια προκύπτει από το διαχωρισμό τους, το λάδι, η μούργα και ο ελαιοπυρήνας.

Περιγραφή του σχήματος 2:

Αρχικά γίνεται η ανάμιξη του της ελιάς με το νερό

Ρεύμα S-105 ($m_{ol}$= ελιές):

| *Συστατικό* | *Παροχή (kg/h)* | *Συγκέντρωση μάζας (%)* | *Ογκομετρική συγκέντρωση (g/L)* |
|---|---|---|---|
| ελιές | 3357 | 100 | 126,3 |

Ρεύμα S-106 ($m_w$= νερό):

| *Συστατικό* | *Παροχή (kg/h)* | *Συγκέντρωση μάζας (%)* | *Ογκομετρική συγκέντρωση (g/L)* |
|---|---|---|---|
| νερό | 1175 | 100 | 994,7 |

Στη συνέχεια τα συστατικά αυτά περνούν στο decanter 3 φάσεων και διαχωρίζονται σε 3 φάσεις (ή ρεύματα), τα οποία επιμέρους αποτελούνται από το κύριο συστατικό και από άλλα δευτερεύοντα συστατικά. Έτσι έχουμε:

Ρεύμα S-101 ($m_{oil}$= λάδι):

| *Συστατικό* | *Παροχή (kg/h)* | *Συγκέντρωση μάζας (%)* | *Ογκομετρική συγκέντρωση (g/L)* |
|---|---|---|---|
| λάδι | 498,5145 | 99,7649 | 881,499129 |
| νερό | 1,175 | 0,2351 | 2,077696 |

Ρεύμα S-102 ($m_{M=}$ μούργα):

| *Συστατικό* | *Παροχή (kg/h)* | *Συγκέντρωση μάζας (%)* | *Ογκομετρική συγκέντρωση (g/L)* |
|---|---|---|---|
| ελαιοπυρήνας | 8,7282 | 0,3488 | 3,468475 |
| μούργα | 1960,8237 | 78,3667 | 779,206338 |
| λάδι | 4,98514 | 0,1992 | 1,981033 |
| νερό | 527,575 | 21,0852 | 209,651579 |

Ρεύμα S-103 ($m_s$= ελαιοπυρήνας):

| *Συστατικό* | *Παροχή (kg/h)* | *Συγκέντρωση μάζας (%)* | *Ογκομετρική συγκέντρωση (g/L)* |
|---|---|---|---|
| ελαιοπυρήνας | 864,0918 | 56,4693 | 561,616595 |
| μούργα | 19,8063 | 1,2944 | 12,873108 |
| λάδι | 0,05036 | 0,0033 | 0,032728 |
| νερό | 646,25 | 42,2331 | 420,030284 |

Ο υπολογισμός του ρυθμού εφαρμογής του υδραυλικού φορτίου σε συστήματα τύπου όπως και αυτού που μελετάμε, βασίζεται στο ρυθμό εξατμισοδιαπνοής της

χρησιμοποιούμενης βλάστησης. Για το λόγο αυτό απαιτείται να υπολογίσουμε το ρυθμό εξατμισοδιαπνοής ($ET_0$), με βάση την εξής εξίσωση:

$ET_0 = (0,46T_m + 8,16)p$ σε mm

όπου:

$T_m$ = η μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα σε $^0$C

p = ο λόγος του μέσου όρου των ωρών της ημέρας του μήνα προς τον μέσο όρο των ωρών της ημέρας του έτους, ο οποίος μας δίνεται στον παρακάτω πίνακα

**Πίνακας 4:** Ποσοστό στα εκατό των ωρών ημέρας κάθε μήνα προς τις ώρες ημέρας του έτους (p) για βόρεια πλάτη από $24^0$ μέχρι $48^0$

| **Βόρειο πλάτος** | **Ι** | **Φ** | **Μ** | **Α** | **Μ** | **Ι** | **Ι** | **Α** | **Σ** | **Ο** | **Ν** | **Δ** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **48** | 6,13 | 6,42 | 8,22 | 9,15 | 10,5 | 10,72 | 10,83 | 9,92 | 8,45 | 7,56 | 6,24 | 5,86 |
| **46** | 6,3 | 6,5 | 8,24 | 9,09 | 10,37 | 10,54 | 10,66 | 9,82 | 8,44 | 7,61 | 6,38 | 6,05 |
| **44** | 6,45 | 6,59 | 8,25 | 9,04 | 10,22 | 10,38 | 10,5 | 9,73 | 8,43 | 7,67 | 6,51 | 6,23 |
| **42** | 6,6 | 6,66 | 8,28 | 8,97 | 10,1 | 10,21 | 10,37 | 9,64 | 8,42 | 7,73 | 6,63 | 6,39 |
| **40** | 6,73 | 6,73 | 8,3 | 8,92 | 9,99 | 10,08 | 10,34 | 9,56 | 8,41 | 7,78 | 6,73 | 6,53 |
| **38** | 6,87 | 6,79 | 8,34 | 8,9 | 9,92 | 9,95 | 10,1 | 9,47 | 8,38 | 7,8 | 6,82 | 6,66 |
| **36** | 6,99 | 6,86 | 8,35 | 8,85 | 9,81 | 9,83 | 9,99 | 9,4 | 8,36 | 7,85 | 6,92 | 6,79 |
| **34** | 7,1 | 6,91 | 8,36 | 8,8 | 9,72 | 9,7 | 9,88 | 9,33 | 8,36 | 7,9 | 7,02 | 6,92 |
| **32** | 7,2 | 6,97 | 8,37 | 8,72 | 9,63 | 9,6 | 9,77 | 9,28 | 8,34 | 7,93 | 7,11 | 7,05 |
| **30** | 7,3 | 7,03 | 8,38 | 8,72 | 9,53 | 9,49 | 9,67 | 9,22 | 8,34 | 7,99 | 7,19 | 7,14 |
| **28** | 7,4 | 7,07 | 8,39 | 8,68 | 9,46 | 9,38 | 9,58 | 9,16 | 8,32 | 8,02 | 7,27 | 7,27 |
| **26** | 7,49 | 7,12 | 8,4 | 8,64 | 9,37 | 9,3 | 9,498 | 9,1 | 8,32 | 8,06 | 7,36 | 7,35 |
| **24** | 7,58 | 7,17 | 8,41 | 8,6 | 9,3 | 9,19 | 9,41 | 9,05 | 8,31 | 8,1 | 7,43 | 7,46 |

Στο νησί της Κέρκυρας υπάρχουν αξιόπιστες καταγραφές δεδομένων από τρεις κυρίως σταθμούς. Αυτοί είναι ο μετεωρολογικός σταθμός της πόλης Κέρκυρας (ΕΜΥ),ο βροχομετρικός σταθμός Αυλιωτών (ΕΜΥ), ο βροχομετρικός σταθμός Πηγών Μπενιτσών (ΔΕΥΑΚ). Από αυτούς σήμερα εξακολουθεί να λειτουργεί μόνο ο πρώτος, που είναι εγκατεστημένος στον αερολιμένα της Κέρκυρας, τα χαρακτηριστικά του οποίου παρουσιάζονται παρακάτω.

**Πίνακας 5:** Μετεωρολογικός & Βροχομετρικός Σταθμός νήσου Κέρκυρας

| ΣΤΑΘΜΟΣ | ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ | ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ | ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m) | ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ |
|---|---|---|---|---|
| ΚΕΡΚΥΡΑ | $39^0$ 37΄ | $19^0$ 55΄ | 4 | 1931- Σήμερα |

Επομένως με βάση τα στοιχεία του Π.5, προκύπτει από τον Π.4 ότι το κοντινότερο γεωγραφικό πλάτος (p) είναι οι $40^0$,τιμή που θα χρησιμοποιήσουμε προκείμενου να υπολογιστεί ο ρυθμός εξατμισοδιαπνοής ($ET_0$).

Η εξατμισοδιαπνοή από μια επιφάνεια αναφοράς καλείται εξατμισοδιαπνοή αναφοράς. Η επιφάνεια αναφοράς είναι μια υποθετική καλλιέργεια με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς είναι κλιματικοί και ως εκ τούτου μπορεί να προσδιοριστεί χρησιμοποιώντας τα κλιματολογικά δεδομένα της κάθε περιοχής στο διάστημα του χρόνου.

Συγκεκριμένα για το Νομό της Κέρκυρας, τον οποίο μελετάμε, το κλίμα χαρακτηρίζεται ως υγρό Μεσογειακό, με εναλλαγή ανάμεσα σε μια ψυχρή – υγρή και μια θερμή – ξηρή περίοδο. Οι χειμώνες είναι ήπιοι και η ηλιοφάνεια είναι μεγάλη όλη σχεδόν τη διάρκεια του έτους. Οι βροχοπτώσεις στο νησί είναι έντονες, με το ετήσιο ύψος βροχής κατά μέσο όρο να φτάνει τα 1100 mm. Η θερμοκρασία στο νησί έχει μια μέση ετήσια τιμή 17,5 $^0$C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι 21,8 $^0$C ενώ η μέση ελάχιστη 11,7 $^0$C. Θερμότερος μήνας είναι ο Αύγουστος με τη μέση θερμοκρασία του μηνός να είναι 31,3 $^0$C, ενώ ψυχρότερος είναι ο Ιανουάριος με μέση θερμοκρασία 5,1$^0$C. Η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία φτάνει τους 42,4 $^0$C και η απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία τους -4,6 $^0$C. Η σχετική υγρασία στο νησί είναι υψηλή, με μέση ετήσια τιμή 71,0%. Η μέγιστη και ελάχιστη μέση μηνιαία τιμή είναι 77,6% και 60,2% και παρατηρείται κατά τους μήνες Νοέμβριο και Ιούλιο αντίστοιχα. Οι άνεμοι που επικρατούν στην Κέρκυρα τους καλοκαιρινούς μήνες είναι ΒΔ διεύθυνσης με μέση ένταση περί τα 3,6 Beaufort. Τον υπόλοιπο χρόνο επικρατούντες είναι οι ΝΑ άνεμοι με μέση ένταση 4,5 Beaufort. Σε ποσοστό 40% παρουσιάζονται στη διάρκεια του χρόνου οι νηνεμίες. Η μέση μηνιαία ηλιοφάνεια κυμαίνεται μεταξύ 109,8 και 355,9 ώρες για τους μήνες Δεκέμβριο και Ιούλιο αντίστοιχα.

Με βάση την παραπάνω εξίσωση, για να υπολογίσουμε το ρυθμό εξατμισοδιαπνοής ($ET_0$), χρειάζεται να γνωρίζουμε τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα σε $^0C$ ($T_m$), οι τιμές της οποίας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 6:** Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία (σε $^0C$) Μετεωρολογικού Σταθμού Κέρκυρας (Ε.Μ.Υ)

| ΕΤΟΣ | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡ | ΑΠΡ | ΜΑΪ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1996** | 10,1 | 10,1 | 10,3 | 14,4 | 20,5 | 25,3 | 26 | 26,6 | 20,6 | 17,2 | 14,7 | 12 |
| **1997** | 11,1 | 11,1 | 12,1 | 12,2 | 21,1 | 24,9 | 26,3 | 25,3 | 23,2 | 18 | 15,3 | 11,3 |
| **1998** | 10,4 | 11,7 | 10,6 | 16,1 | 20,1 | 25,5 | 27,9 | 29 | 22,7 | 19,2 | 14 | 9,6 |
| **1999** | 9,8 | 8,9 | 12,2 | 15,6 | 21,6 | 25,4 | 27,5 | 27,8 | 23,7 | 20 | 15,4 | 13 |
| **2000** | 7,2 | 10,1 | 11,8 | 17,1 | 21,9 | 25,9 | 27,2 | 27,5 | 23,3 | 18,8 | 16,6 | 12,8 |
| **2001** | 12,3 | 11,5 | 15,4 | 15,2 | 21,4 | 24,1 | 27,7 | 28,5 | 22,8 | 20 | 14,4 | 9,1 |
| **2002** | 8 | 12,1 | 13,5 | 15,4 | 19,8 | 25 | 26,7 | 25,6 | 21,1 | 18,1 | 15,4 | 11,9 |
| **2003** | 11,8 | 7,2 | 10,6 | 14,3 | 21,2 | 26,7 | 27,2 | 27,5 | 21,9 | 19 | 15,9 | 11 |
| **2004** | 8,8 | 9,9 | 11,9 | 15,7 | 17,5 | 22,8 | 26 | 24,9 | 22,2 | 19,9 | 14,5 | 12,6 |
| **2005** | 9,2 | 8,1 | 11,7 | 14,3 | 19,4 | 23 | 26,1 | 25 | 22,9 | 17,6 | 13,6 | 10,7 |

Έχοντας όλες τις παραμέτρους που απαιτούνται για τον υπολογισμό του ρυθμού εξατμισοδιαπνοής, προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα.

**Πίνακας 7:** Ρυθμός εξατμισοδιαπνοής κατά τη χρονική περίοδο 1996-2005

| ΕΤΟΣ | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡ | ΑΠΡ | ΜΑΪ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1996** | 86,2 | 86,2 | 106,8 | 131,9 | 175,7 | 199,6 | 208,0 | 195,0 | 148,3 | 125,0 | 100,4 | 89,3 |
| **1997** | 89,3 | 89,3 | 113,7 | 122,8 | 178,5 | 197,7 | 209,5 | 189,3 | 158,4 | 127,9 | 102,3 | 87,2 |
| **1998** | 87,1 | 91,1 | 107,9 | 138,8 | 173,9 | 200,5 | 217,1 | 205,5 | 156,4 | 132,2 | 98,3 | 82,1 |
| **1999** | 85,3 | 82,5 | 114,1 | 136,8 | 180,8 | 200,0 | 215,2 | 200,3 | 160,3 | 135,1 | 102,6 | 92,3 |
| **2000** | 77,2 | 86,2 | 112,5 | 143,0 | 182,2 | 202,3 | 213,7 | 198,9 | 158,8 | 130,8 | 106,3 | 91,7 |
| **2001** | 93,0 | 90,5 | 126,3 | 135,2 | 179,9 | 194,0 | 216,1 | 203,3 | 156,8 | 135,1 | 99,5 | 80,6 |
| **2002** | 79,7 | 92,4 | 119,0 | 136,0 | 172,5 | 198,2 | 211,4 | 190,6 | 150,3 | 128,3 | 102,6 | 89,0 |
| **2003** | 91,4 | 77,2 | 107,9 | 131,5 | 178,9 | 206,1 | 213,7 | 198,9 | 153,3 | 131,5 | 104,1 | 86,3 |
| **2004** | 82,2 | 85,6 | 112,9 | 137,2 | 161,9 | 188,0 | 208,0 | 187,5 | 154,5 | 134,7 | 99,8 | 91,1 |
| **2005** | 83,4 | 80,0 | 112,1 | 131,5 | 170,7 | 188,9 | 208,5 | 187,9 | 157,2 | 126,5 | 97,0 | 85,4 |

**Πίνακας 8:**Σημειακή Βροχόπτωση Μετεωρογικού Σταθμού Κέρκυρας (σε χιλιοστά)

| ΕΤΟΣ | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡ | ΑΠΡ | ΜΑΪ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1996** | 89,1 | 188,7 | 111,1 | 69,1 | 12,6 | 8,1 | 2,2 | 51,2 | 190,3 | 89,4 | 187,1 | 228,2 |
| **1997** | 83,3 | 17,8 | 22,5 | 130,5 | 0,2 | 26,3 | 10,2 | 7,1 | 3,1 | 205,1 | 154,7 | 170,6 |
| **1998** | 111,2 | 91,5 | 16,9 | 30,4 | 26,1 | 8,2 | 0,8 | 6,3 | 168,7 | 170,8 | 181,9 | 185,9 |
| **1999** | 118,9 | 158,0 | 205,0 | 56,2 | 52,8 | 0,0 | 6,8 | 30,7 | 42,5 | 72,0 | 137,7 | 269,0 |
| **2000** | 32,1 | 120,5 | 0,0 | 35,7 | 18,7 | 18,3 | 4,9 | 0,0 | 12,3 | 231,3 | 446,1 | 135,1 |
| **2001** | 193,1 | 49,6 | 67,5 | 150,9 | 37,4 | 4,7 | 0,0 | 0,0 | 118,6 | 34,4 | 142,5 | 109,5 |
| **2002** | 112,4 | 12,2 | 67,5 | 107,6 | 41,9 | 4,7 | 15,3 | 157,6 | 172,8 | 146,7 | 95,1 | 408,4 |
| **2003** | 216,2 | 82,1 | 37,2 | 31,3 | 6,0 | 4,4 | 0,0 | 38,3 | 128,9 | 248,7 | 114,0 | 217,9 |
| **2004** | 166,0 | 105,1 | 117,9 | 62,1 | 18,7 | 45,0 | 48,3 | 8,3 | 62,9 | 59,1 | 141,2 | 109,0 |
| **2005** | 168,6 | 197,3 | 65,1 | 26,6 | 9,7 | 1,0 | 0,5 | 1,4 | 51,9 | 97,1 | 182,8 | 322,3 |

**Πίνακας 9:** Διαφορά μεταξύ εξατμισοδιαπνοής και βροχόπτωσης **(**σε χιλιοστά**)**

| ΕΤΟΣ | ΙΑΝ | ΦΕΒ | ΜΑΡ | ΑΠΡ | ΜΑΪ | ΙΟΥΝ | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1996** | 2,9 | 102,5 | 4,3 | -62,8 | -163,1 | -191,5 | -205,8 | -143,8 | 42,0 | -35,6 | 86,7 | 138,9 |
| **1997** | -6,0 | -71,5 | -91,2 | 7,7 | -178,3 | -171,4 | -199,3 | -182,2 | -155,3 | 77,2 | 52,4 | 83,4 |
| **1998** | 24,1 | 0,4 | -91,0 | -108,4 | -147,8 | -192,3 | -216,3 | -199,2 | 12,3 | 38,6 | 83,6 | 103,8 |
| **1999** | 33,6 | 75,5 | 90,9 | -80,6 | -128,0 | -200,0 | -208,4 | -169,6 | -117,8 | -63,1 | 35,1 | 176,7 |
| **2000** | -45,1 | 34,3 | -112,5 | -107,3 | -163,5 | -184,0 | -208,8 | -198,9 | -146,5 | 100,5 | 339,8 | 43,4 |
| **2001** | 100,1 | -40,9 | -58,8 | 15,7 | -142,5 | -189,3 | -216,1 | -203,3 | -38,2 | -100,7 | 43,0 | 28,9 |
| **2002** | 32,7 | -80,2 | -51,5 | -28,4 | -130,6 | -193,5 | -196,1 | -33,0 | 22,5 | 18,4 | -7,5 | 319,4 |
| **2003** | 124,8 | 4,9 | -70,7 | -100,2 | -172,9 | -201,7 | -213,7 | -160,6 | -24,4 | 117,2 | 9,9 | 131,6 |
| **2004** | 83,8 | 19,5 | 5,0 | -75,1 | -143,2 | -143,0 | -159,7 | -179,2 | -91,6 | -75,6 | 41,4 | 17,9 |
| **2005** | 85,2 | 117,3 | -47,0 | -104,9 | -161,0 | -187,9 | -208,0 | -186,5 | -105,3 | -29,4 | 85,8 | 236,9 |
| | | | | | | | | | | | | |
| **Μ.Ο.** | **43,6** | **16,2** | **-42,3** | **-64,4** | **-153,1** | **-185,5** | **-203,2** | **-165,6** | **-60,2** | **4,8** | **77,0** | **128,1** |

Από τον πίνακα Π.3 (παραγόμενη ποσότητα μούργας ανά έτος) έχουμε για τα έτη από 1996 έως 2005 κατά Μ. Ο. 61,5 tn μούργας.

Επιλέχθηκε αυτή η χρονική περίοδος για να μπορεί να γίνει συνδυασμός με τα διαθέσιμα στοιχεία του πίνακα Π.9 (Διαφορά μεταξύ εξατμισοδιαπνοής και βροχόπτωσης σε χιλιοστά).

Από τον πίνακα Π.9 προκύπτει ότι κατά την χρονική περίοδο μεταξύ Μάρτη και Σεπτέμβρη, υπάρχει έλλειμμα βροχόπτωσης άρα υπάρχει δυνατότητα διάθεσης ΥΑΕ στο στεγνό έδαφος.

Κάνοντας τον υπολογισμό από τον μήνα Μάρτη έως τον Σεπτέμβρη διαπιστώνουμε ότι έχουμε έλλειμμα βροχόπτωσης:
(-42,30 -64,40 -153,10 -185,50 -203,20 -165,60 -60,20) = - 874,30 mm. Από αυτό συμπεραίνουμε ότι υπάρχει δυνατότητα διάθεσης 874,30 mm υγρών στο έδαφος που θα μπορούσε να είναι μούργα.

Γνωρίζοντας ότι τα χιλιοστά βροχής ισοδυναμούν με κυβικά μέτρα ανά στρέμμα ως εξής:

$$1\frac{m^3}{\sigma\tau\rho\varepsilon\mu\mu\alpha} = \frac{1000lt}{1000m^2} = 1\frac{lt}{m^2} = \frac{0,001m^3}{0,001m} = 1mm$$

κατ' αντιστοιχία $874,30mm = 874,03\frac{m^3}{\sigma\tau\rho\varepsilon\mu\mu\alpha}$

Το ζητούμενο είναι πόσα στρέμματα θα χρειαστούμε προκειμένου να διαθέσουμε την παραπάνω αναφερόμενη ποσότητα μούργας.

Γνωρίζοντας ότι το φαινόμενο βάρος (ε) της μούργας κυμαίνεται από 1,002 – 1,001 $\frac{tn}{m^3}$ προσεγγιστικά το θεωρούμε ίσο με 1 $\frac{tn}{m^3}$

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα Π.3 ο Μ .Ο. της δεκαετίας για την παραγόμενη μούργα είναι 61.459 tn

δηλαδή $V = \frac{B}{\varepsilon} = \frac{61.459tn}{1\frac{tn}{m^3}} = 61.459m^3$

Συνολικά μπορούμε να διαθέσουμε 874,30 $\frac{m3}{\sigma\tau\rho\varepsilon\mu\mu\alpha}$ ΥΕΑ (δηλαδή περίπου 875 στρέμματα)

Δηλαδή $\frac{61.459m^3}{874,30\frac{m^3}{\sigma\tau\rho\varepsilon\mu\mu\alpha}} = 70,30\sigma\tau\rho\varepsilon\mu\mu\alpha\tau\alpha$

Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να υπάρχει διαθέσιμη έκταση 70 στρεμμάτων περίπου με σκοπό την εναπόθεση της παραγόμενης μούργας ανά έτος.
Εξαιτίας όμως, των υψηλών συγκεντρώσεων σε θρεπτικά συστατικά (κυρίως αζώτου και φωσφόρου), θα πρέπει να γίνει κατάλληλος σχεδιασμός καθώς επίσης και κατάλληλες διαχειριστικές πρακτικές ώστε να αποφευχθεί η περίσσεια θρεπτικών στο έδαφος.

Τα θέματα που αφορούσαν την ΥΑΕ επεξεργάσθηκαν και συντάχθηκε ερωτηματολόγιο (το οποίο επισυνάπτεται στο παράρτημα 1) με στόχο την καταγραφή των στοιχείων που παρουσιάζουν ενδιαφέρον και την μετέπειτα αξιολόγησή τους για την διεξαγωγή των αναλόγων συμπερασμάτων.
Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από τους πλέον αρμόδιους δηλαδή από τους ιδιοκτήτες ελαιοτριβείων, τους οποίους επισκεφθήκαμε. Τα ελαιοτριβεία που επιλέχθηκαν, αποτελούν το 10 % του συνόλου των υπαρχόντων σε όλο το νησί της Κέρκυρας και βρίσκονται σε περιοχή που παρουσιάζει σημαντική παραγωγή και κατά συνέπεια μεγάλη συγκέντρωση αποβλήτων, η επιλογή δε ως προς την ιδιοκτησία ήταν τυχαία.
Από τα θέματα του ερωτηματολογίου ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η επεξεργασία και η διάθεση των ΥΑΕ, πάνω στα οποία επικεντρωθήκαμε.
Σύμφωνα με τις απαντήσεις που μας δόθηκαν σε κανένα ελαιουργείο δεν εφαρμόζεται καμία βιολογική μέθοδος επεξεργασίας.
Τα ΥΑΕ διαχέονται αυτούσια, ακολουθώντας φυσική ροή σε ρυάκια, χείμαρρους κλπ και καταλήγουν μέσω αυτών στη θάλασσα ή στην καλύτερη των περιπτώσεων συλλέγονται σε δεξαμενές καθίζησης.

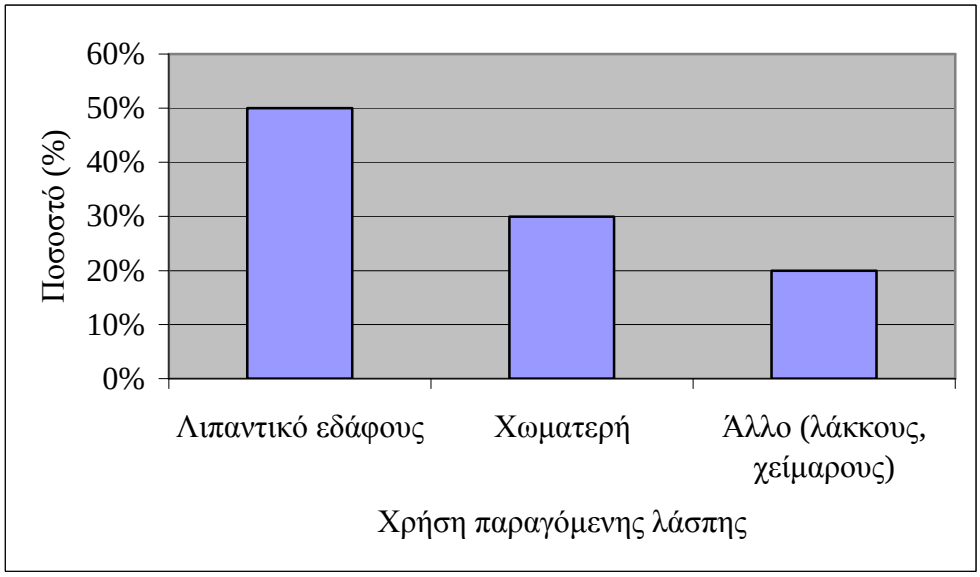
Οι ερωτήσεις που επιλέχθηκαν για την διεξαγωγή συμπερασμάτων, αφορούν:

- στην διάθεση της παραγόμενης λάσπης μετά την εξάτμιση του νερού που περιέχεται στα ΥΑΕ
- στο ενδιαφέρον των ιδιοκτητών των ελαιοτριβείων για την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης της μούγρας
- στην ενημέρωση των ατόμων που λειτουργούν τα ελαιοτριβεία από εξειδικευμένο προσωπικό, πάνω σε θέματα περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε σχέση με την διάθεση της μούργας

- στην προσωπική εκτίμηση των ιδιοκτητών των ελαιοτριβείων για την κατάσταση που επικρατεί σε σχέση με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν, παρουσιάζονται και αναλύονται παρακάτω με την μορφή πινάκων που αποδίδουν το επί τοις εκατό ποσοστό (%) ανάλογα με τις απαντήσεις.

Ερώτηση : «μετά την εξάτμιση του νερού στο λυματοστάσιο, ποια η χρήση της παραγόμενης λάσπης»




Το συμπέρασμα που μας δίνεται από τον πίνακα είναι ότι το μεγαλύτερο ποσοστό 50 % χρησιμοποιεί την παραγόμενη λάσπη ως λιπαντικό εδάφους. Από την συζήτηση προέκυψε ότι η λίπανση πραγματοποιείται σε κοντινές περιοχές ή ακόμη και στο ίδιο το περιβάλλον των ελαιοτριβείων σε καλλιέργειες ελαιοδένδρων κυρίως, χωρίς βεβαίως να έχει προηγηθεί καμία επεξεργασία της λάσπης.

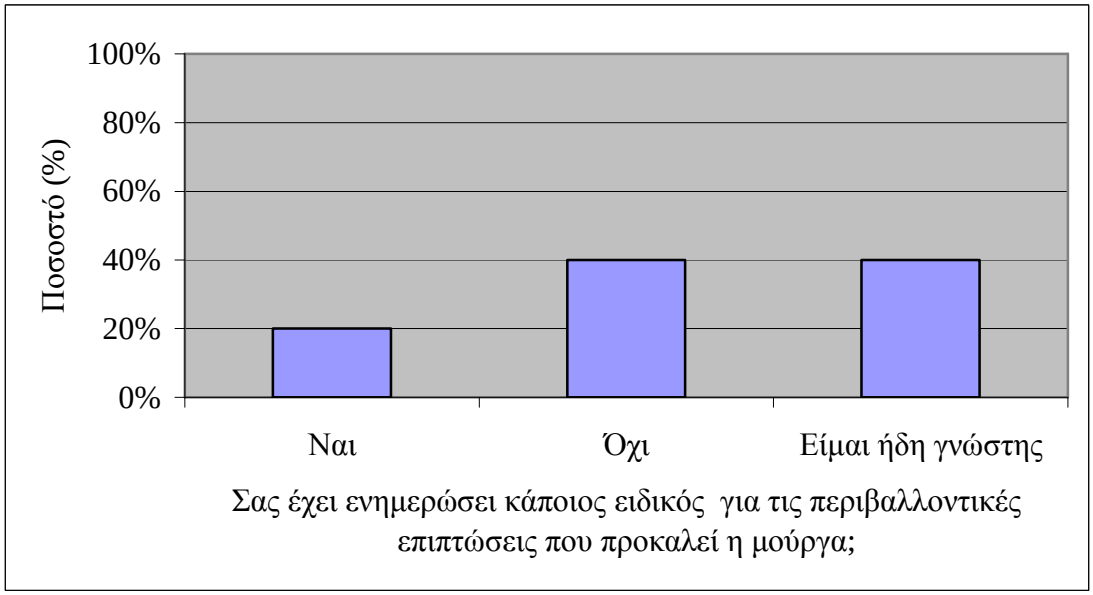
Συνέπεια του γεγονότος αυτού είναι η επιβάρυνση του εδάφους με τα περιεχόμενα μη κατάλληλα για λίπανση, στοιχεία της λάσπης, η δυσοσμία που αναδύεται μέχρι το στάδιο της τελικής απορρόφηση αυτής από το έδαφος και η κακή εικόνα που παρουσιάζει ο χώρος λόγω της ιλυώδους μορφής αυτής.

Σε μικρότερο ποσοστό 30 % η λάσπη μεταφέρεται σε χωματερή και σε ακόμη μικρότερο ποσοστό 20 % συγκεντρώνεται σε λάκκους ή ρίχνεται σε χειμάρρους.

Ερώτηση : «σας ενδιαφέρει η επαναχρησιμοποίηση της μούργας μετά την επεξεργασία»

Το συμπέρασμα που μας δίνεται από τα ερωτηματολόγια είναι ότι όλοι απάντησαν θετικά. Από τις απαντήσεις στις επιμέρους ερωτήσεις του ερωτηματολογίου πάνω στο ίδιο θέμα, προέκυψε ότι υπάρχει η διάθεση από πλευράς τους για την επαναχρησιμοποίηση της μούργας αρκεί τα έξοδα που απαιτούνται για το σκοπό αυτό να καλύπτονται από κρατική βοήθεια ώστε να μην επιβαρυνθούν με πρόσθετα έξοδα.

Ερώτηση : «σας έχει επισκεφθεί εξειδικευμένο προσωπικό για να σας ενημερώσει για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχει η μούργα »



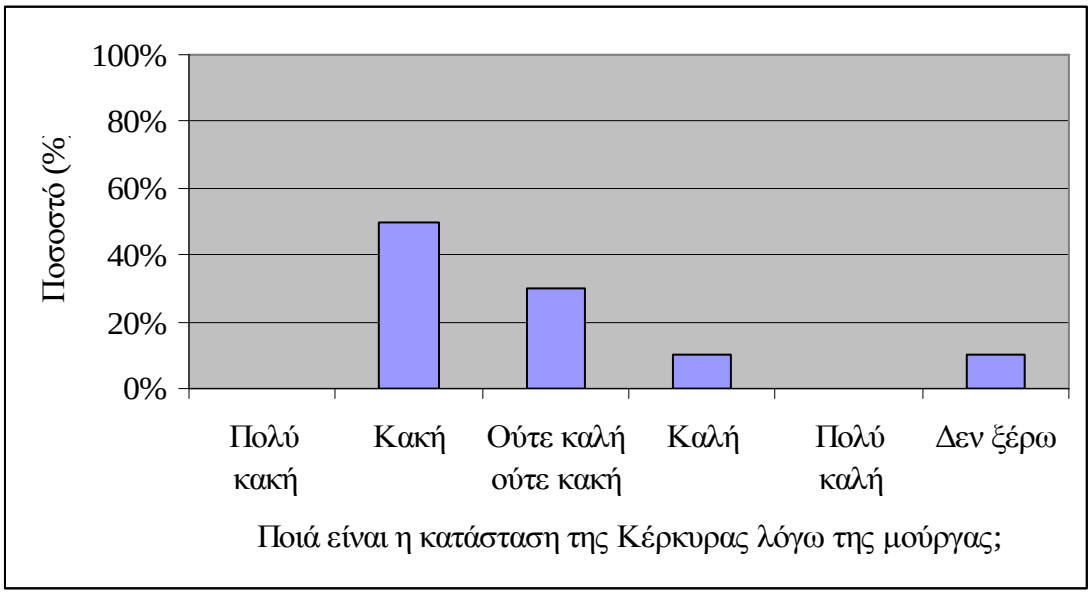

Το συμπέρασμα που μας δίνεται από τον πίνακα είναι ότι μόνο σε ποσοστό 20 % έχει πραγματοποιηθεί ενημέρωση των ενδιαφερομένων από ειδικούς για θέματα επιπτώσεων στο περιβάλλον από την μούργα.

Σε ποσοστό 40 % δεν έχει υπάρξει καμία ενημέρωση ενώ σε ποσοστό επίσης 40 % δηλώνεται ότι έχουν ήδη γνώση του θέματος.

Το συμπέρασμα που μας δίνεται από τα αποτελέσματα του πίνακα είναι ότι δεν έχει γίνει ουσιαστική ενημέρωση των ενδιαφερομένων πάνω σε θέματα περιβάλλοντος από κάποιο υπεύθυνο φορέα. Το γεγονός ότι δηλώνουν μη ενημερωμένοι ή ότι είναι σε θέση να γνωρίζουν τις επιπτώσεις από πληροφορίες που έχουν μόνοι τους πάρει,

σε ποσοστό που ανέρχεται στο 80 %, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπάρχει μεγάλη ανάγκη για τη λήψη μέτρων που θα τους καθορίζουν και θα τους υποχρεώνουν σε συγκεκριμένους τρόπους αντιμετώπισης των τόσο σημαντικών επιπτώσεων που προκαλούνται από την διάθεση της μούργας.

Ερώτηση : «πως χαρακτηρίζετε την περιβαλλοντική κατάσταση στην οποία βρίσκεται η Κέρκυρα λόγω της μούργας»




Το συμπέρασμα που μας δίνεται από τον πίνακα είναι ότι σε ποσοστό 40 % των ερωτηθέντων επικρατεί η άποψη ότι η κατάσταση είναι κακή. Σε μικρότερο ποσοστό περίπου 30 % δεν έχει άποψη για την κατάσταση ή 10 % δεν γνωρίζει και σε ποσοστό επίσης 10 % έχει την εντύπωση ότι η κατάσταση είναι καλή.

Το συμπέρασμα που μας δίνεται από τα αποτελέσματα του πίνακα είναι ότι και οι ίδιοι στο μεγαλύτερο ποσοστό τους, δεν είναι ικανοποιημένοι από την περιβαλλοντική κατάσταση που βρίσκεται ο τόπος. Σε αυτή την περίπτωση όμως, αποδεικνύεται ότι παρότι έχουν γνώση των δυσμενών συνεπειών δεν ενεργούν ανάλογα ώστε να αποφύγουν την ρύπανση στο περιβάλλον ή να κάνουν κάτι που θα βοηθούσε να βελτιωθεί η κατάσταση αυτή ή έστω θα μπορούσε να μειώσει τις επιβλαβείς συνέπειες από την διάθεση της μη επεξεργασμένης μούργας.

Στις περιπτώσεις που δηλώνουν ότι δεν γνωρίζουν ή ότι η κατάσταση είναι καλή, μας επιτρέπεται το συμπέρασμα ότι δεν είναι διατεθειμένοι να συμβάλλουν στην

βελτίωση της κατάστασης και αντιθέτως μάλιστα συμβάλλουν στην περαιτέρω υποβάθμιση του περιβάλλοντος χωρίς να θέλουν να ανάβουν για το πρόβλημα αυτό καμία ευθύνη.

## ***ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:***

Σε όλο τον κόσμο, έχουν πραγματοποιηθεί περισσότερες από 1.000 έρευνες που έχουν ως θέμα τις μεθόδους που μπορούν να εφαρμοστούν για τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων (Niaounakis and Halvadakis 2006).Η πρώτη φορά που δημοσιεύτηκε, κάτι σχετικό πάνω στο θέμα των ΥΑΕ, ήταν το 1953, από τον Fietas Ros de Ursinos, στην ισπανική εφημερίδα Grasas Acietes.

Στην παρούσα εργασία, σκοπός ήταν να καταγραφεί η υφιστάμενη κατάσταση που επικρατεί στον νομό της Κέρκυρας σε ότι αφορά την απόθεση των ΥΑΕ και στο τέλος να προταθεί μια μέθοδος διαχείρισής τους, η οποία θα είναι κατάλληλη για τη συγκεκριμένη περιοχή, οικονομικά συμφέρουσα και εύκολα εφαρμόσιμη. Για το σκοπό αυτό, μοιράστηκαν ερωτηματολόγια σε ελαιοτριβεία, τα οποία επιλέχθηκαν τυχαία. Σύμφωνα με τις απαντήσεις που δόθηκαν, από τους ελαιοπαραγωγούς, διαμορφώθηκε μια εικόνα σχετική με τα ΥΑΕ, δηλαδή την επεξεργασία που δέχονται, τον τόπο που αποθέτονται, την ενημέρωση που έχουν γενικότερα για τους τρόπους διαχείρισής του, οι ίδιοι οι ελαιοπαραγωγοί. Συσχετίζοντας λοιπόν τις απαντήσεις αυτές με τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα των μεθόδων επεξεργασίας ΥΑΕ, τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή και τις θέσεις των ελαιοτριβείων, καταλήγει κανείς πως η πλέον συμφέρουσα μέθοδος είναι η εφαρμογή στο έδαφος και αυτό διότι:

- α) μεγάλο μέρος των αγροτικών εκτάσεων είναι ελλειμματικές σε οργανική ουσία
- β) τα ελαιοτριβεία είναι μικρής δυναμικότητας και είναι διασκορπισμένα ανάμεσα στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις και πλησίον στους επιθυμητούς εδαφικούς αποδέκτες (ελαιώνες)
- γ) υπάρχει αδυναμία, λόγω κόστους, του εκσυγχρονισμού των ελαιοτριβείων με φυγοκεντρικά δύο φάσεων και αντίστοιχης μείωσης του όγκου των παραγόμενων ΥΑΕ.

Η εφαρμογή των ΥΑΕ απ' ευθείας στο έδαφος βασίζεται στη θεωρία ότι το έδαφος έχει τη δυνατότητα βιαποδόμησης του οργανικού μέρους των αποβλήτων αυτών, ενώ συγχρόνως εξαιτίας της αυξημένης ρυθμιστικής του ικανότητας, δε μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από το χαμηλό pH και την υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα των αποβλήτων . Όπως προαναφέρθηκε, η μέθοδος αυτή χαρακτηρίζεται από την απλότητά της και το χαμηλό κόστος εφαρμογής της, όμως από την άλλη παρουσιάζει και ένα σημαντικό μειονέκτημα, ότι η διάθεση των ΥΑ δε πρέπει να γίνεται σε περιόδους ισχυρών βροχοπτώσεων. Αυτό κατ' επέκταση συνεπάγεται ότι η μέθοδος αυτή έχει εφαρμογή: 1) σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από ξηροθερμικό κλίμα ή σε διαφορετική περίπτωση 2) μετά από αποθήκευση των αποβλήτων σε δεξαμενές και την μετέπειτα εφαρμογή τους στο έδαφος. Επομένως από τα παραπάνω είναι κατανοητό ότι η εδαφική διάθεση των ΥΑΕ διακρίνεται σε διάθεση:

α) Νωπών αποβλήτων

β) Προ – κατεργασμένων αποβλήτων

*Εφαρμογή στο έδαφος νωπών ΑΕ:*

Η πρώτη περίπτωση, δηλαδή η απ' ευθείας διάθεση των ΥΑΕ στο έδαφος αφορά σε πρακτικές ή ερευνητικές προσπάθειες που στοχεύουν στην ανάπτυξη μεθοδολογιών άμεσης εφαρμογής των ΥΑ , όπως αυτά παράγονται, μετά από ολιγόωρη ή ολιγοήμερη αποθήκευσή τους σε δεξαμενές εξισορρόπησης, στο έδαφος, για άρδευση – λίπανση καλλιεργειών. Συγκεκριμένα στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος . δοκιμάστηκε η εφαρμογή νωπών αποβλήτων ελαιουργείων. Έγινε σε ελαιόδεντρα ηλικίας 20 ετών ποικιλίας Καλαμών και πραγματοποιήθηκε μια μέρα μετά την παραγωγή τους (Χαρτζουλάκης, 2004) . Η μέγιστη ετήσια ποσότητα εφαρμογής έφτασε τα 1500 lt/ δέντρο ή τα 41,3 $m^3$/ στρέμμα . Η ποσότητα αυτή, εφαρμόστηκε σε πέντε δόσεις ανά 25 μέρες από το Νοέμβριο μέχρι το Μάρτιο (Μουτσοπούλου, 2006). Τα αποτελέσματα από την παραπάνω εφαρμογή δεν έδειξαν σημαντικές μεταβολές στις παραμέτρους του εδάφους, επιβεβαιώνοντας έτσι την ρυθμιστική του ικανότητα. Στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης του καλίου και των φαινολών αλλά και αντίστοιχη αύξηση στον υδροφόρο ορίζοντα. Στα φυτά δεν εμφανίστηκε καμία ανεπιθύμητη μεταβολή ή φυτοτοξικότητα. Ενθαρρυντικά υπήρξαν τα αποτελέσματα από θέμα οικονομικής σκοπιάς (Χαρτζουλάκης κ.α., 2004). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για απόβλητα προερχόμενα από ελαιουργεία δυναμικότητας 1.500 tn ελαιοκάρπου/ yr, το κόστος

της μεθόδου ανήλθε στα 0,0068 ευρώ/ kg επεξεργασμένου ελαιοκάρπου και η απαιτούμενη έκταση για εφαρμογή της δόσης των 41,3 $m^3$/ στρέμμα στα 36 στρέμματα.

Τελειώνοντας, πρέπει να αναφερθεί ότι σε μια τέτοια περίπτωση, η οποία, εν τούτοις, δεν επιτρέπεται από την ισχύουσα σήμερα ελληνική νομοθεσία, οι δόσεις, που προτείνονται και μάλιστα κατά τη χειμερινή (βροχερή) περίοδο του έτους, είναι φυσικό να είναι περιορισμένες, λόγω των αυξημένων φορτίων των αποβλήτων και της ακατάλληλης εποχής για την εφαρμογή τους. Τέτοιες δόσεις αναφέρονται από 8 $m^3$/στρέμμα, κυρίως για ελαιοκαλλιέργειες, μέχρι και τα 40 $m^3$/στρέμμα, σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα εφαρμογής σε ελαιόδεντρα 20 ετών στα Χανιά (Χαρτζουλάκης, 2004). Έχουν αναφερθεί όμως και υψηλότερες δόσεις, μέχρι και 100 $m^3$/στρέμμα, μετά από αραίωση (Οιχαλιώτης, 2007).

**Πίνακας 4:** Μετά από διάθεση 8 $m^3$/στρέμμα ΥΑΕ, μελέτες έχουν δείξει ότι προσθέτει στο έδαφος έχουν προστεθεί τα παρακάτω (Briccoli-Bati et al., 2005):

| **Οργανικές ουσίες** | **Τιμή (**kg/ στρέμμα) |
|---|---|
| Αζωτούχες ενώσεις | 1.6 |
| Οργανικές ενώσεις | 112 |
| **Ανόργανα στοιχεία** | |
| P | 1.03 |
| K | 20 |
| Mg | 0.7 |

*Εφαρμογή στο έδαφος προ – κατεργασμένων ΑΕ:*

Η δεύτερη περίπτωση αφορά σε πρακτικές ή ερευνητικές προσπάθειες που στοχεύουν στην προ – κατεργασία διαχωρισμού των αποβλήτων σε κλάσματα και την εφαρμογή στο έδαφος μόνο του προκύπτοντος ‘ελαφρού’ κλάσματος. Το ‘βαρύ’ κλάσμα με ή χωρίς το ελαιώδες κλάσμα, υφίστανται στη συνέχεια χωριστό χειρισμό ή επεξεργασία. Η διαφορά λοιπόν της δεύτερης περίπτωσης σε σχέση με την πρώτη έγκειται στην ανάγκη προηγούμενης προ- κατεργασίας των ΥΑΕ, η οποία μπορεί να

γίνει με διάφορες μεθόδους όπως με φυσική ή χημική καθίζηση, με φίλτρα (νανόφιλτρα, αμμόφιλτρα) και μεμβράνες ( αντίστροφη ώσμωση) κ.λ.π.

Λόγω κόστους και απλότητας στην εφαρμογή, από τις παραπάνω μεθόδους πιο συχνά επιλέγεται η φυσική καθίζηση, η οποία διενεργείται μέσα σε δεξαμενές συλλογής – εξισορρόπησης, που ύστερα από επαρκή αποθήκευση των αποβλήτων και μέχρις ότου οι εδαφικές συνθήκες το επιτρέψουν, γίνεται η ορθολογική διάθεσή τους στο έδαφος. Από τη διαδικασία της προ – επεξεργασίας προκύπτουν τρία ευδιάκριτα κλάσματα – φάσεις, όπως προαναφέρθηκε:

- ➔ Το 'ελαφρύ κλάσμα ή «υπερκείμενο υγρό», το οποίο είναι μεγάλο σε όγκο (70-72% του συνόλου), αλλά το μικρότερο σε ρυπαντικό φορτίο κλάσμα
- ➔ Το 'βαρύ' κλάσμα ή «ίζημα», το οποίο είναι μικρότερο σε όγκο (23 – 25% του συνόλου), αλλά το μεγαλύτερο σε ρυπαντικό φορτίο και
- ➔ Το 'ελαιώδες' κλάσμα (3-7% του συνόλου), το οποίο συνίσταται κυρίως από το αναπόφευκτα διαφυγόν ελαιόλαδο, κατά τη διαδικασία παραλαβής του από τον ελαιόκαρπο στο ελαιουργείο.

Το 'ελαφρύ' κλάσμα, είναι κατάλληλο για εδαφική διάθεση, σύμφωνα με την ισχύουσα ελληνική νομοθεσία, με σκοπό τη λίπανση – άρδευση καλλιεργειών, υποκαθιστώντας αντίστοιχη ποσότητα χημικού λιπάσματος και αρδευτικού νερού. Τέλος είναι, εξ ίσου, κατάλληλο για υπεδάφια διάθεση σε κατάλληλα διαμορφωμένο εδαφικό – φυτικό φίλτρο απορρόφησης και ανάπτυξης αυτοφυών, χωρίς απορροή.

Σύμφωνα με τους κανόνες της Ορθής Γεωργικής Πρακτικής για την ορθολογική διάθεση του 'ελαφρού' κλάσματος της προ – κατεργασίας των ΥΑΕ σε γεωργικά εδάφη θα πρέπει να γίνεται :

- Μόνο κάτω από κατάλληλες καιρικές συνθήκες (κατά κανόνα, από Μάρτιο και μετά, ανάλογα με την περιοχή), ενώ παράλληλα, η πρόβλεψη μακρόχρονης αποθήκευσης όλων των παραγόμενων αποβλήτων είναι απαραίτητη.
- Για λίπανση – άρδευση καλλιεργειών, κατά κανόνα ελαιοκαλλιεργειών, αλλά συγχρόνως θα πρέπει να γίνεται με πολύ προσοχή, ώστε να αποφεύγεται η άμεση επαφή των υγρών με το ριζικό σύστημα των φυτών.
- Αρχική διόρθωση του pH, όπου είναι πρακτικά εφικτό, με μικρή ποσότητα υδράσβεστου ή με υδροξείδιο του καλίου .

- Σε δόσεις με βάση την πλήρη κάλυψη των αναγκών των φυτών σε κάλιο και θα συμπληρώνεται με χημική λίπανση (συμπλήρωση αναγκών σε άζωτο, φώσφορο και ιχνοστοιχεία).
- Κλιμάκωση των δόσεων λίπανσης – άρδευσης, ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και των αναγκών της καλλιέργειας.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη:

1. Ο τύπος του εδάφους και το είδος της καλλιέργειας.
2. Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, με ιδιαίτερη βαρύτητα στο ύψος βροχόπτωσης.
3. Η περίοδος εφαρμογής των υγρών στο έδαφος.
4. Το ύψος του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και ο βαθμός υδατοκορεσμού του εδάφους.
5. Οι ανάγκες των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία.

Το 'βαρύ' κλάσμα' ή ίζημα θα πρέπει να υφίσταται διαφορετικό χειρισμό, λόγω της πυκνότητάς του. Ένας χειρισμός, που έχει αποδειχτεί πολύ αποτελεσματικός στη πράξη και προτείνεται σχεδόν από το σύνολο της βιβλιογραφίας είναι η συγκομποστοποίησή του με άλλα κατάλληλα υλικά και η μετατροπή του σε ένα άοσμο, οργανοχουμικό, εδαφοβελτιωτικό, τελικό προϊόν, εμπορικής αξίας, γνωστό ως κόμποστ. Το μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η ταχεία και οριστική εξάλειψη των οσμών των αποβλήτων, λίγο μετά την έναρξη της διαδικασίας κομποστοποίησης.

Το 'ελαιώδες' κλάσμα από την άλλη, το οποίο είναι ελάχιστο σε όγκο, αλλά πολύ ενοχλητικό, από πλευράς οσμών, μπορεί να συμπεριλαμβάνεται χωρίς πρόβλημα στη διεργασία αυτή και, πολύ περισσότερο, το 'ελαφρύ' κλάσμα, ως 'δότης' καλίου, εφόσον δεν προβλέπεται διαφορετική μεταχείριση – εκμετάλλευσή του, π.χ. εδαφική διάθεση για λίπανση – άρδευση.

Εναλλακτικά, για τη διαχείριση του 'βαρέως' κλάσματος, προτείνεται η βαθμιαία αφυδάτωσή του σε κλίνες ξήρανσης, μετά όμως από προηγούμενη συλλογή του 'ελαιώδους' κλάσματος, για αποφυγή εμφράξεων. Σημαντική μείωση του όγκου του προς αφυδάτωση 'βαρέως' κλάσματος και κατ' επέκταση του μεγέθους της εγκατάστασης των κλινών ξήρανσης, μπορεί να επέλθει, αν προηγηθεί η διέλευσή του μέσω συστήματος επίπλευσης.

Επιπλέον μια άλλη τεχνική είναι η κατεργασία του 'βαρέως' κλάσματος με οξείδιο ή υδροξείδιο του ασβεστίου. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή το βαρύ κλάσμα αφού έχει διαχωριστεί από το 'ελαφρύ', τοποθετείται σε ξεχωριστή δεξαμενή, όπου προστίθεται ασβέστης σε ποσότητα 5-10 gr/ lt ΥΑΕ. Η προσθήκη του ασβέστη εξουδετερώνει τα οξέα και αυξάνει τη τιμή του pH. Τα κατακρημνισμένα άλατα συμπαρασύρουν ποσοστό των διαλυμένων ή σε αραίωση οργανικών ουσιών και τελικά επιτυγχάνεται η μείωση του ρυπαντικού φορτίου και ο μερικώς αποχρωματισμός του (Μπαλατσούρας 1997).

Το πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι επιτυγχάνεται διάλυση και καθαρισμός των ΥΑΕ σε ποσοστό 60 – 70 %. Από την άλλη όμως έχει το μειονέκτημα της δημιουργίας λάσπης σε ποσοστό 20 % των αρχικών ΥΑΕ, η οποία λόγω του όγκου της και της δυσοσμίας που προσδίδει, αποτελεί όχι απλά ένα μειονέκτημα αλλά ένα σοβαρό πρόβλημα.

**Εικόνα 8:** Διαχείριση των ΥΑΕ σε δεξαμενές καθίζησης. Πραγματοποιείται μεταφορά του 'βαρέως' κλάσματος από την πρώτη δεξαμενή καθίζησης στη δεύτερη όπου και θα προστεθεί ο ασβέστης.

*Επιλογή φυτικής βλάστησης:*

Η επιλογή της φυτικής βλάστησης – κάλυψης, που θα χρησιμοποιηθεί, αποτελεί το πιο βασικό στάδιο μελέτης και σχεδιασμού ενός συστήματος βραδείας εφαρμογής ή διαφορετικά εφαρμογής στο έδαφος ΥΑ. Από αυτήν εξαρτώνται το επίπεδο προεπεξεργασίας του ΥΑ,, ο τύπος του δικτύου διανομής και το υδραυλικό φορτίο εφαρμογής. Τα χαρακτηριστικά που θα έχει η φυτική βλάστηση σε ένα τέτοιο σύστημα, σχετίζονται με α) τη δυνατότητα να προσλαμβάνει θρεπτικά στοιχεία, β) τις εξατμισοδιαπνευστικές του ανάγκες ή διαφορετικά τις απαιτήσεις σε νερό, γ) την ανεκτικότητα στην αλατότητα και δ) την ανεκτικότητα στην τοξικότητα (Paranychianakis N. And Angelakis A., 2006).

- **α)** Η ικανότητα πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά εξαρτάται από τη φυτική παραγωγή, την περιεκτικότητά της σε θρεπτικά στοιχεία και την περίοδο συγκομιδής της, ο προσδιορισμός της οποίας βασίζεται στην τοπική εμπειρία.
- **β)** Με το σωστό προσδιορισμό της απαίτησης σε νερό, εξασφαλίζεται η ιδανική απόδοση του συστήματος. Ο προσδιορισμό αυτός εξαρτάται από την παράμετρο της εξατμισοδιαπνοής (ΕΤ) (Paranychianakis et al., 2006). Η ΕΤ ορίζεται ως οι συνολικές απώλειες νερού από μια φυτική επιφάνεια με τη μετάπτωσή του στην αέρια φάση από την υγρή επιφάνεια εδάφους, την ελεύθερη επιφάνεια νερού (εξάτμιση, Ε) ή τη φυτική επιφάνεια (διαπνοή, Τ), που είναι εκτεθειμένες στην ατμόσφαιρα και στη συνέχεια τη μετακίνησή του στην υπερκείμενη τους ατμόσφαιρα. Από την άλλη, δυναμική εξατμισοδιαπνοή ή εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ($ΕΤ_o$) ορίζεται ως η ΕΤ από μια περιορισμένη φυτική επιφάνεια, με μικρό και ομοιόμορφο ύψος φυτών, δυναμική ανάπτυξη και πλήρη κάλυψη του εδάφους, που ουδέποτε δοκιμάστηκε από έλλειψη νερού. Αυτό συνεπάγεται ότι η $ΕΤ_o$ εξαρτάται μόνο από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν και κυρίως από τη διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια. Η πραγματική ΕΤ διαφέρει από την $ΕΤ_o$, εξαιτίας του επηρεασμού της από: α) το ποσοστό κάλυψης του εδάφους, το ύψος και την ομοιομορφία των φυτών, β) την αντίσταση των φυτικών στοματιών στη διαπνοή και τους διάφορους κλιματολογικούς παράγοντες (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου) (Αγγελάκης Α., 1995). Από τα παραπάνω είναι δυνατό να συμπεράνει κανείς ότι όσο πιο μικρό είναι το χρησιμοποιούμενο φορτίο νερού, τόσο πιο μεγάλη έκταση γης απαιτείται, ώστε να εξασφαλιστεί η επιθυμητή παραγωγή από την φυτεία που χρησιμοποιήθηκε, που αυτό με τη σειρά του συνεπάγεται την αύξηση του κόστους.

Έτσι λοιπόν, προκύπτει ότι είναι πιο επιθυμητή η καλλιέργεια φυτών με υψηλό δείκτη ΕΤ ώστε οι απαιτήσεις σε έκταση να μειώνονται, συνεπώς να μειώνεται και το κόστος. Παράλληλα όμως πρέπει να ελέγχεται το ΕΤ ώστε να αντιστοιχεί με την ικανότητα της φυτείας να απορροφά θρεπτικά. Απόβλητα που είναι φτωχά σε θρεπτικά συστατικά, πρέπει να εφαρμόζονται σε φυτείες που χρειάζονται πολύ νερό.

- **γ)** Η ανεκτικότητα των φυτών που θα επιλεχθούν, στην αλατότητα, απαιτείται διότι, η περιεκτικότητα αυτής στα ΥΑΕ κυμαίνεται σε πολύ υψηλότερα επίπεδα από αυτήν των συνηθισμένων αρδευτικών νερών. Η αλατότητα μπορεί να επηρεάσει τα φυτά σε διάφορους τομείς, όπως στην απόδοση τους, στην ανάπτυξη τους και μερικές φορές σε μηχανισμούς που δημιουργούν ζημιά στην ανάπτυξη των φύλλων, που έχουν ως αποτέλεσμα τη διαδοχική ξήρανση του φυτού. Γι αυτό το λόγο τα φυτά είναι οπλισμένα με μηχανισμούς άμυνας, που σκοπό έχουν την αντιμετώπιση της αλατότητας. Οι μηχανισμοί αυτοί διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: 1) ελαχιστοποίησης της συσσώρευσης αλάτων στα βλαστάρια 2) βελτιστοποίησης της χρήσης νερού και 3) καθαρισμού των ειδών που αντιδρούν στο οξυγόνο (Paranychianakis and Chartzoulakiw, 2005).

- **δ)** Η υψηλή τοξικότητα των ΥΑΕ οφείλεται κυρίως στις υψηλές συγκεντρώσεις των φαινολών και αυτό συμβαίνει διότι, όπως έχει προαναφερθεί, έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες που παρεμποδίζουν την διάσπαση των λιπαρών οξέων, ορισμένες από τις οποίες είναι τοξικές για τα κατώτερα έμβια όντα. Για να αποφευχθεί ή τουλάχιστον να περιοριστεί το φαινόμενο αυτό, θα πρέπει τα ΥΑΕ να προ – επεξεργάζονται και η απόθεσή τους να γίνεται στο έδαφος και όχι σε υδάτινους συλλέχτες (χείμαρρους, ποτάμια, λίμνες κ.λ.π) (Isidori M. et al., 2005).

Το ίδιο φαίνεται να υποστηρίζει και μια άλλη μελέτη, στην οποία ενδεικτικά αναφέρεται ότι η φυτοτοξικότητα της φαινόλης τείνει να εξαφανίζεται από τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους, μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, εξαιτίας της υποβάθμισης του εδάφους είτε του πολυμερισμού της είτε της σημαντικής απορρόφησής της σε πιο βαθιά στρώματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προκαλείται μόλυνση στα υπόγεια ύδατα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Έτσι λοιπόν, αν τα ΥΑΕ υποστούν κάποια βιολογική προ – επεξεργασία, αυτό αυτόματα μειώνει την τοξικότητά τους πριν τη διάθεσή τους στο έδαφος ενώ παράλληλα επιτρέπει η οικολογική χρήση των αποβλήτων αυτών, στη γεωργία ((Mekki A., Dhouib A. and Sayadi S., 2006).

Τέλος, σε μια άλλη μελέτη αναφέρεται ότι η τοξικότητα της φαινόλης συνοδεύεται από μια συσσώρευσή της μέσα στον καρπό, στις ρίζες και στα φύλλα, και από τη δημιουργία ενός χρωματιστού στρώματος στις ρίζες. Η φαινόλη φαίνεται να αφαιρείται κυρίως από 'in planta' μεταβολισμό από το χώμα ή την άμμο, η οποία πραγματοποιείται πολύ πιο γρήγορα εάν γίνεται παρουσία δέντρων (Ucisik A. and Trapp S., 2006). Έτσι λοιπόν πρέπει να επιλεχθούν είδη δέντρων, τα οποία να αντέχουν στην τοξικότητα που δημιουργείται από τις φαινόλες ενώ συγχρόνως να τις αποδομούν μέσω μικροοργανισμών.

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω, η επιλογή στης φυτικής κάλυψης πρέπει να γίνεται βάσει των παραμέτρων, που παρουσιάστηκαν. Έρευνες που πραγματοποιήθηκαν, έχουν αναδείξει τις λεύκες και τους ευκαλύπτους ως τα πιο κατάλληλα φυτά για την απορρόφηση των ΥΑΕ. Αυτό συμβαίνει διότι παρουσιάζουν:

- ☑ υψηλή ανεκτικότητα σε εδάφη που είναι εμπλουτισμένα σε άλας
- ☑ υψηλή αποδοτικότητα στις χρήσεις νερού (WUE), που αυτό συνεπάγεται μεγάλη παραγωγή βιομάζας ανά χιλιόγραμμο νερού που χρησιμοποιείται, που αυτό με τη σειρά του σημαίνει μεγαλύτερη παραγωγή βιοενέργειας
- ☑ χαμηλή αποδοτικότητα χρήσης θρεπτικών, που συγκεκριμένα ορίζεται ως μικρή παραγωγή ξηρής ύλης ανά θρεπτική ύλη. Δηλαδή, τα συγκεκριμένα είδη έχουν μεγαλύτερη δυνατότητα να αφαιρούν το άζωτο και το φώσφορο, διανέμοντας την παραγόμενη βιομάζα στα φύλλα (Guo et al., 2002)
- ☑ υψηλή ανεκτικότητα στο υψηλό pH
- ☑ υψηλή ανεκτικότητα στην τοξικότητα, την οποία προκαλούν κατά κύριο ρόλο οι φαινόλες, τις οποίες έχουν τη δυνατότητα να τις αναρροφούν και να τις υποβαθμίζουν σε κοινά ξενοβιοτικά, που υπάρχουν σε ΥΑ και σε άλλα μολυσμένα απόβλητα (Paranychianakis et al., 2006)
- ☑ γρηγορότερη ανάπτυξη, συνεπώς περισσότερη παραγωγή ξυλείας, άρα μεγαλύτερο κέρδος από την πώλησή του.

***ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΩΝ ΥΑΕ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΚΕΡΚΥΡΑΣ:***

Τα προβλήματα που αφορούν στην διάθεση των αποβλήτων των ελαιοτριβείων είναι ιδιαίτερα οξυμένα και απαιτούν λύσεις που αφενός μεν θα αποσκοπούν στην προστασία του περιβάλλοντος από τις δυσμενείς επιπτώσεις αυτών και αφετέρου θα είναι οικονομικά και πρακτικά εφικτή.

Οι διάφορες μελέτες και έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με το θέμα αυτό, στην περιοχή της Μεσογείου, στην Ελλάδα αλλά και στην Κέρκυρα, έχουν δώσει αξιόλογες προτάσεις για την επεξεργασία και την διαχείριση των ΥΑΕ, χωρίς όμως να έχουν επιλύσει πλήρως τα επιμέρους παρουσιαζόμενα προβλήματα.

Μέχρι σήμερα δεν έχει γίνει εφικτή η πρακτική λύση των διαφόρων προβλημάτων που παρουσιάζονται στην περιοχή της Κέρκυρας, τα κυριότερα εκ των οποίων συνοπτικά αναφέρονται παρακάτω:

1. Η σποραδική κατανομή των ελαιοτριβείων (διάσπαρτα σε όλο το νομό της Κέρκυρας όπως παρουσιάζεται και στον χάρτη με τις θέσεις των ελαιοτριβείων) που έχει σαν αποτέλεσμα την μεγάλη δυσκολία της μεταφοράς και συγκέντρωσης των αποβλήτων σε ένα συγκεκριμένο χώρο.
2. Η μορφολογία των διαφόρων περιοχών της Κέρκυρας (στο μεγαλύτερο μέρος της ορεινή) με αποτέλεσμα να είναι πολύ δύσκολη η εύρεση κατάλληλου χώρου για την εγκατάσταση μονάδας αποβλήτων διότι από τις έρευνες έχει αποδειχθεί ότι απαιτείται σημαντικά μεγάλη έκταση για την εφαρμογή τέτοιων μεθόδων επεξεργασίας ΥΑΕ. Επί πλέον οι πεδινές περιοχές κάποιες είναι καλλιεργήσιμες και κάποιες είναι κοντά σε προστατευόμενες περιοχές με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η χρησιμοποίησή τους για τέτοιο σκοπό.
3. Η μεγάλη δαπάνη που απαιτείται για την συλλογή, μεταφορά, συγκέντρωση και επεξεργασία των αποβλήτων σύμφωνα με τις διάφορες προτάσεις που έχουν παρουσιασθεί κατά το παρελθόν. Συνέπεια αυτού είναι να μην μπορεί το κάθε ελαιοτριβείο ξεχωριστά, να αντιμετωπίσει το κόστος που του αντιστοιχεί, σε περίπτωση που θα δημιουργηθεί τέτοια μονάδα επεξεργασίας, διότι είναι γνωστό ότι δεν υπάρχει μεγάλο κέρδος από την λειτουργία των ελαιοτριβείων και οι ιδιοκτήτες αυτών αδυνατούν να ξοδέψουν επί πλέον

χρήματα. Το συμπέρασμα της μη οικονομικής δυνατότητας να ανταποκριθούν σε τέτοια κόστη, οι ιδιοκτήτες ελαιοτριβείων συνάγεται από τις απαντήσεις στις σχετικές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου που τους έχουν τεθεί.

4. Η συγκέντρωση μεγάλης ποσότητας αποβλήτων σε μια περιοχή που θα έχει σαν αποτέλεσμα την περιβαλλοντική της υποβάθμιση που σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η Κέρκυρα έχει αναπτύξει τουριστική δραστηριότητα στο μεγαλύτερο μέρος της, καθιστούν αδύνατη την εύρεση θέσης για την εγκατάσταση ενιαίας μονάδας επεξεργασίας ΥΑΕ.
5. Η μη οριστική και εγκεκριμένη χρήση γης στον νομό της Κέρκυρας, αποτελεί ένα πρόσθετο πρόβλημα διότι καμία περιοχή δεν έχει την υποχρέωση να αποδεχθεί την λειτουργία τέτοιας μονάδας.

*Προτεινόμενη μέθοδος: Βραδεία διάθεση*

Η Μέθοδος αυτή βασίζεται στην διάθεση των ΥΑΕ στο έδαφος (είτε κατόπιν επεξεργασίας είτε αυτούσια).

Προκειμένου να διαπιστωθεί αν αυτή η μέθοδος είναι κατάλληλη για εφαρμογή, στην Κέρκυρα, συνδυάσθηκαν τα δεδομένα που έχουμε για την συνολική παραγωγή ελαιολάδου με τα στοιχεία των βροχομετρικών σταθμών της περιοχής. Από αυτά προέκυψε, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ότι απαιτείται έκταση 70 στρεμμάτων, με σκοπό την εναπόθεση της παραγόμενης μούργας ανά έτος. Η εναπόθεση της μούργας σε αυτή την έκταση, μπορεί να πραγματοποιηθεί με τους παρακάτω τρόπους:

***1.*** Όλη η παραγόμενη ανά έτος ποσότητα μούργας να εναποτίθεται σε ενιαία έκταση 70 στεμμάτων.

Σε αυτή την περίπτωση θα χρειασθεί να γίνει αποθήκευση της μούργας σε δεξαμενή ώστε στη συνέχεια να γίνεται σταδιακά εφαρμογή στο έδαφος σε ανάλογες ποσότητες ανά μήνα (ανάλογα με το έλλειμμα βροχόπτωσης).

Για την αποθήκευση της συνολικής ποσότητας που παράγεται ανά έτος, σύμφωνα μετά παραπάνω θα απαιτηθεί δεξαμενή όγκου 61.459 m3

δηλαδή διαστάσεων 100,00 m * 100,00 m * 6,15 m = 61.500 m3

Η πρόταση αυτή δεν φαίνεται να έχει πρακτική εφαρμογή διότι :

I) Η έκταση των 70,30 στρεμμάτων είναι πολύ δύσκολο να διατεθεί διότι είναι πολύ μεγάλη για τα δεδομένα της Κέρκυρας, η οποία είναι ορεινή και στο μεγαλύτερο μέρος της τουριστική.

II) Η δεξαμενή έχει επίσης πολύ μεγάλες διαστάσεις πράγμα που σημαίνει και μεγάλο κόστος κατασκευής, συντήρησης κλπ.

III) Η συλλογή και μεταφορά της μούργας από κάθε ελαιουργείο, επίσης φαίνεται να μην είναι εφικτή, διότι στις περισσότερες περιπτώσεις είναι δύσκολη η πρόσβαση και η προσέγγιση καθώς επίσης θα απαιτηθεί μεγάλος αριθμός μεταφορικών μέσων με συνέπεια μεγάλο κόστος.

IV) Η συγκέντρωση μιας τέτοιας μεγάλης ποσότητας μούργας σε ένα συγκεκριμένο χώρο, θα επιβαρύνει το έδαφος και θα έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλοντα χώρο.

V) Αυτή η προτεινόμενη λύση, λόγω του μεγάλου κόστους, μπορεί να εφαρμοσθεί μόνο με κρατική μέριμνα.

2. <u>Η παραγόμενη ανά έτος ποσότητα μούργας να εναποτίθεται σε ενιαία έκταση ανά Δήμο.</u>

Θεωρώντας ότι αυτή η έκταση θα μπορούσε να κατανεμηθεί ανά Δήμο έχουμε
70 στρέμματα / 5 Δήμους = 14 στρέμματα περίπου ανά Δήμο.

Για την αποθήκευση της συνολικής ποσότητας που παράγεται ανά έτος, ανά Δήμο, σύμφωνα μετά παραπάνω θα απαιτηθεί δεξαμενή όγκου 61.459 m3 / 5 = 12.291,80 m3
δηλαδή διαστάσεων 50,00 m * 50,00 m * 5,00 m = 12.500,00 m3

Η πρόταση αυτή επίσης φαίνεται να έχει καλύτερη πρακτική εφαρμογή διότι :

I) Η έκταση των 14 στρεμμάτων είναι δυνατόν να διατεθεί σε κάποια περιοχή μέσα στο κάθε Δήμο.

II) Η δεξαμενή έχει επίσης μικρότερες διαστάσεις πράγμα που σημαίνει και μικρότερο κόστος κατασκευής, συντήρησης κλπ.

III) Η μεγαλύτερη δυσκολία παρουσιάζεται στην συλλογή της μούργας από κάθε ελαιουργείο, προκειμένου αυτή να συγκεντρωθεί στη δεξαμενή, που όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στις περισσότερες περιπτώσεις είναι δύσκολη η πρόσβαση και η προσέγγιση με ανάλογο κόστος για τα μεταφορικά μέσα.

IV) Η συγκέντρωση της ποσότητας των 12.291,80 m3 ΥΑΕ θα απατήσει οπωσδήποτε κατάλληλες μεθόδους επεξεργασίας, πριν από την εναπόθεσή τους στο έδαφος, ώστε να μην επιβαρύνει το περιβάλλον.

V) Και σε αυτή τη προτεινόμενη λύση, απαραίτητη είναι η κρατική συμμετοχή διότι δεν φαίνεται να είναι εφικτή η αντιμετώπιση της συνολικής δαπάνης από τους πόρους των αντίστοιχων Δήμων.

***3.*** <u>Η παραγόμενη ανά έτος ποσότητα μούργας να εναποτίθεται σε ιδιόκτητη έκταση ανά ελαιουργείο.</u>

Με το ίδιο τρόπο που χρησιμοποιήθηκε παραπάνω, υπολογίζεται η αντίστοιχη έκταση ανά ελαιουργείο δηλαδή έχουμε 70 στρέμματα / 101 ελαιουργεία = 0,70 στρέμματα

Για την αποθήκευση της συνολικής ποσότητας που παράγεται ανά έτος, ανά Δήμο, σύμφωνα μετά παραπάνω θα απαιτηθεί δεξαμενή όγκου 61.459 m3 / 101 = 608,51 m3

δηλαδή διαστάσεων 12,00 m * 12,00 m * 4,50 m = 648,00 m3

Η πρόταση αυτή φαίνεται να έχει την καλύτερη πρακτική εφαρμογή διότι :

I) Η έκταση των 0,70 στρεμμάτων είναι εύκολο να διατεθεί στην ίδια θέση που βρίσκεται το ελαιουργείο ή σε κοντινή περιοχή.

II) Η δεξαμενή έχει μικρές διαστάσεις πράγμα που σημαίνει και μικρό κόστος κατασκευής, συντήρησης κλπ.

III) Δεν υπάρχει μεταφορά ή η μεταφορά θα γίνεται σε μικρές αποστάσεις.

IV) Η συγκέντρωση της ποσότητας των 608,51 m3 ΥΑΕ θα απατήσει και σε αυτή την περίπτωση βεβαίως κατάλληλες μεθόδους επεξεργασίας, πριν από την εναπόθεσή τους στο έδαφος, ώστε να μην επιβαρύνει το περιβάλλον.

V) Η προτεινόμενη αυτή λύση, μπορεί να πραγματοποιηθεί με αντιμετώπιση της δαπάνης από τους ιδιοκτήτες των ελαιουργείων με παράλληλη Δημοτική ή Κρατική επιχορήγηση, ώστε να μην αυξηθεί το κόστος παραγωγής του ελαιολάδου.

VI) Η απαιτούμενη έκταση μπορεί να αξιοποιηθεί, με φύτευση διάφορων κατάλληλων φυτών ή δένδρων με παράλληλη χρησιμοποίηση της μούργας για την άρδευσή τους.

VII) Απαραίτητη προϋπόθεση για την πραγματοποίηση των μικρών αυτών μονάδων, είναι βεβαίως η κρατική μέριμνα που θα αναλάβει να τον καθορισμό για την κατασκευή της εγκατάστασης και λειτουργίας τους, Επίσης θα πρέπει να εποπτεύει την τήρηση των καταλλήλων μέτρων ώστε οι επιπτώσεις από την λειτουργία τους να μην είναι επιβαρυντικές για την περιοχή και γενικότερα για το περιβάλλον της Κέρκυρας.

Η λύση αυτή φαίνεται να είναι η πλέον κατάλληλη, η οποία θα μπορούσε να συνδυασθεί με την μελέτη για την αξιοποίηση των παραγομένων υποπροϊόντων των ΥΑΕ.

***ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:***


1. Angelakis & Rolston (1985): Treatment of wastewater with slow rate stystems: A review of treatment processes and plant fuctions.
2. Balis C., Nikolarou S., Coppens S., Mari J. and Jones C.E., (2002), Composting the two phase olive oil residues, International Symposium on Composting of Organic Matter
3. Beccari, M., Bonemazzi, F., Majone, M., and Riccardi, C. Interaction between acidogenesis and methanogenesis in the anaerobic treatment of olive oil mill effluents. *Water Res.* 30, 183, 1996.
4. Beccari, M., Majone, M., and Torrisi, L. Two-reactor system with partial phase separation for anaerobic treatment of olive oil mill effluents. *Water Sci. Technol.* 38(4–5), 53–60, 1998.
5. Boari, G., Mancini, I.M., and Trulli, E. Anaerobic digestion of olive mill effluent pretreated and stored in municipal solid waste sanitary landfills. *Water Sci. Technol.* 28(2), 27, 1993.
6. Bonari (1993): Lentinula edodes removes phenols from olive- mill wastewater: impact on durum wheat (Thiticum durum Desf.) germinability
7. Borja, R., Martin, A., Alanso, V., Garcia, I., and Banks, C.J. Influence of different aerobic pretreatments on the kinetics of anaerobic digestion of olive mill wastewater. *Water Res.* 29(2), 489, 1995.
8. Borja R., Raposo F. and Rincon B., (2006_a), Anaerobic digestion of two-phase of olive mill solid wastes, CROPGEN, Tulln, Austria.
9. Borja R., Rincon B., Raposo F., Alba J. and Martin A., (2003_a), Kinetics of mesophilic anaerobic digestion of the two-phase olive mill solid waste, Biochemical Engineering Journal, 15, 2, p. 139-145
10. Borja R., Sanchez E., Raposo F., Rincon B., Jimenez A.M., Martin A., (2006_b), A study of the natural biodegradation of two phase olive mill solid waste during its storage in an evaporation pond, Waste Management, 26, p. 477-486
11. Brenes, G. *et al.*, (1993): Phenolic compounds in Spanish olive oils. J. Agric. Food Chem. 1999, 47: 3535-3540.

12. Briccoli C. - Bati et al., Experimental assessment of agricultural recycling of olive mill wastewaters at the C.R.A. – Istituto Sperimentale per L' Olivocoltura.
13. Brinck, J., Jönsson, A.-S., Jönsson, B., Lindau, J. (1998): Influence of the pH on the adsorptive fouling of ultrafiltration membranes by fatty acid, Journal of Membrane Sciences (2000) **164**, Elsevier: 187 – 194.
14. Cabrera F., Lopez R., Martinez-Bordiu A., Dupuy de Lome E. & Murillo J.M. (1996) : Land Treatment of Olive Oil Mill Wastewater.
15. Carrieri, C., Balice, V., and Rozzi, R. Comparison of three anaerobic treatment processes on olive mills effluents. *Proc. Int. Conf. Environment Protection*, Italy. 1988.
16. Dabert, P., Delgenes, R., Moletta R., Godon, J.J., (2002): Contribution of molecular microbiology to the study in water pollution removal of microbial community dynamics, Re/View in Environmental Scinces & Bio/Technology, (2002) 1 - Kluver Academic Publishers: 39 – 49.
17. de Graaff and Eppink (1999): Olive production and soil conservation in southern Spain, in relation to EU subsidy policles
18. Di Giovacchino (2000): The olive plant and olive oil: a brief history
19. Drysdale, G.D, Kasan, HC., Bux, F., (1999): Denitrification by heterotrophic bacteria during activated sludge treatment, Water SA, Vol. 25 (No 3): 357-362
20. Duarte, E.A., and Neto, I. Evaporation phenomenon as a waste management technology. *Water Sci. Technol.* 33(8), 53, 1996.
21. Ehaliotisc., Mari I., Kotsou M., Balis C. and Georgakakis D (1999): Respiration profiles in monitoring the composting of by- products from the olive oil agro- industry
22. Ergüder, T.H., Güven, E., and Demirer, G.N. Anaerobic treatment of OMW in batch reactors. *Process Biochem.* 36(3), 243–248, 2000.
23. Georgacakis, D., and Dalis, D. Controlled anaerobic digestion of settled olive-oil wastewater. *Bioresource Technol.* 46, 221, 1993.
24. Guo, L.B., Sims, R.E.H., and Horne, D.J. Biomass production and nutrient cycling in Eucalyptus short rotation energy forests in New Zealand I: Biomass and nutrient accumulation, *Bioresource Technol.* 85, 273, 2002.
25. Hamdi, M. Thermoacidic precipitation of darkly coloured polyphenols of olive mill wastewaters. *Environ. Technol.* 14, 495, 1993_a.

26. Hamdi, M. Future prospects and constraints of olive oil mill wastewaters use and treatment, a review. *Bioprocess Eng.* 8, 209, 1993_b.
27. Hamdi, M., Garcia, J.I., and Ellouz, R. Integrated biological process olive oil mill wastewater treatment. *Bioprocess Eng.* 8, 79, 1992.
28. Hytiris N., Kapellekis I.E., La Roij de R., Tsagarakis K.P., (2003) : The potential use of mill sludge in solidification process.
29. Isidori M., Lavorgna M., Nardelii A. and Parrella A. (2005): Model Study on the Effect of 15 Phenolic Olive Mill Wastewater Constituents on Seed Germination and Vibrio fischeri Metabolism.
30. Kapellakis I.E., Tsagarakis K.P., Avramaki Ch., Angelakis A.N. (2005): Olive mill wastewater management in river basins: A case study in Greece.
31. Kasırga, E. *Treatment of olive oil industry wastewaters by anaerobic stabilization method and development of kinetic model* [in Turkish]. Unpublished PhD thesis, Dokuz Eylul University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Izmir, Turkey, 1988.
32. Kistner t., Nitz G. and Schnitzler W. H. (2004): Adding olive mill waste water to hydroponic nutrient solutions: a potential agent agaist microbial diseases?
33. Kotsou M., MariI., Lasaridi K., Chatzipavlidis I., Balis C. and Kyriakou A. (2004): The effect of olive oil mill wastewater (OMW) on soil microbial communities and suppressiveness against Rhictonia solani
34. Kiritsakis (1998): Flavor componets of olive oil- a review
35. Mekki Ali, Dhouib Abdelhafidh and Sayadi Sami (2006): Polyphenols dynamics and phytotoxicity in a soil amended by olive mill wastewaters.
36. Lacko, N., Bux, F., Kasan H.C., (1999): Survey of filamentous bacteria in activated sludge plants in KwaZulu-Natal, Water SA, Vol. 25 (No. 1): 63 – 68.
37. Mantzavinos D., Kalogerakis N. (2005): Treatment of olive mill elluents.
38. Paranychianakis Nikolaos V. andAngelakis Andreas N. (2006): Treatment of Wastewater With Slow Rate. Systems: A Review of Treatment Processes and Plant Functions, Pages: 193 – 195, 199, 207 – 216.
39. Ranalli, A. Microbial treatment of oil mill waste waters. *Grasas Acetes* 43, 16, 1992.

40. Rozzi, A., Malpei, F. (1996): Treatment and Disposal of Olive Mill Effluents, International Biodeterioration & Biodegradation (1996), Elsevier, Page: 135 – 144
41. Samsunlu, A., T¨unay, O., ¨ Ozt¨urk, Z., and Alp, K. Characterization and treatability of olive oil wastewaters (in Turkish), ˙I.T. ¨ U. 6. *Industrial Pollution Symp. Proc.*, pp. 93–99. Istanbul, 1998.
42. Tamburino (1999): Storage and lang application of olive oil mill wastewater
43. Tsonis, S.P., and Grigoropoulos, S.G. Anaerobic treatability of olive oil mill wastewater. *Water Sci. Technol.* 28(2), 35, 1993.
44. Turano E., Curcio St., De Paola M., Calabro V., Gabriele I. (2002) : An integrated certrifugation – ultrafitration system in the treatment of olive mill wastewater.
45. Ubay, B., and Ozturk, I. Anaerobic treatment of olive mill effluents. *Water Sci. Technol.* 36(2–3), 287, 1997.
46. Ucisik Ahmed Suheyl and Trapp Stefan (2006): Uptake, Removal, Accumulation and Phytotoxicity of Phenol tn Willow Trees.
47. Αγγελάκης Α.Ν. - Tchobanoglous G. (1995): «Υγρά απόβλητα»
48. Οιχαλιώτης Κ. (2007) Επίδραση των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων στο σύστημα έδαφος-φυτό. Ημερίδα **"Αξιοποίηση Υγρών Αποβλήτων Ελαιουργίας"** Διοργάνωση: ΕΤΑΤ ΑΕ, ΕΘΙΑΓΕ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ, ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, ΙΤΕ , 22 Φεβρουαρίου 2007, Καλαμάτα.
49. Χαρτζουλάκης Κ., Εφαρμογή των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων στο έδαφος των ελαιώνων, μια περιβαλλοντικά αποδεκτή και οικονομικά εφικτή μέθοδος διαχείρισης. *Ελιά και ελαιόλαδο,* τεύχος 38, Ιανουάριος - Φεβρουάριος 2004.

***ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ:***


1. www.tdcolive.net
2. www.cpcorg.com
3. www.geawiegand.com
4. www.aquatec-engineering.com/eng-src/aqua.htm
5. www.enman.uowm.gr
6. www.emy.gr
7. www.itia.ntua.gr

## ***ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ:***

**Α. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟΥ**

**1.** Τοποθεσία και δήμος που υπάγεται το ελαιοτριβείο: _____

**2.** Ονομασία επιχείρησης: _____

**3.** Τύπος ελαιοτριβείου: _____

☐Κλασσικό ☐Φυγοκεντρικό ☐Μεικτό

**4.** Ποια η περίοδος λειτουργίας του ελαιοτριβείου.

☐ Ο ☐Ν ☐Δ ☐Ι ☐Φ ☐Μ ☐Α

**5.** Ποιο το συνολικό κόστος λειτουργίας του ελαιουργείου;

Συνολικό κόστος λειτουργίας (ευρώ):_____

**Β. ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ**

**Ι. Στάδιο Αποφύλλωσης**

**1.** Ποιος είναι ο τρόπος διάθεσης των φύλλων;

☐ Τροφή ζώων ☐ Χωματερή ☐ Λίπασμα ☐ Άλλο:_____

**ΙΙ. Στάδιο Πλυσίματος Ελαιοκάρπου**

**1.** Πόσο νερό χρησιμοποιείται για τη πλύση του ελαιοκάρπου ανά ημέρα;_____tn/ day

**2.** Από πού προέρχεται το νερό που χρησιμοποιείται για τη πλύση του ελαιοκάρπου; _____

**3.** Ποιος ο τρόπος διάθεσης των υπολειμμάτων μετά τη πλύση (παρακαλώ αναφέρεται αν αναμιγνύονται με τη μούργα): _____

**ΙΙΙ. Στάδιο Φυγοκέντρισης/ Πίεσης**

-Αν το ελαιοτριβείο είναι κλασσικού τύπου, παρακαλώ πηγαίνετε στην ερώτηση 3

**1.** Ελαιοτριβείο: ☐ 2 φάσεων ☐ 3 φάσεων

**2.** Ποια η ποσότητα νερού που προστίθεται ανά τόνο ελαιοζύμης κατά τη φυγοκέντριση;_____ lt/t

**3.** Πόσες σειρές έχει το ελαιοτριβείο; ☐ 1 ☐ 2 ☐ Παραπάνω:_____

**4.** Ποια η δυναμικότητα (t / 8ωρο) και ο τύπος του Decanter;_____ t / 8ωρο

Τύπος Decanter/ Πιεστηρίου:_____

**ΙV. Στάδιο Διαχωρισμού**

**1.** Ποια η ποσότητα νερού που προστίθεται στον διαχωριστήρα;_____$μ^3$

**V. Στάδιο Παραλαβής Πυρήνα**

**1.** Ποιος ο τρόπος διάθεσής της πυρήνας;

☐ Πώληση σε πυρηνελαιουργείο. Αναφέρεται ονομασία:_____

☐ Άλλο:_____

**VΙ. Στάδιο Παραλαβής Μούργας**
**ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**1.** Υπόκειται σε επεξεργασία η μούργα;

☐ Ναι ☐ Όχι, υπάρχει μόνο λυματοστάσιο

☐ Προβλέπεται για αργότερα (διευκρινίστε πότε):_____

**ΛΥΜΑΤΟΣΤΑΣΙΟ**

**8.** Ποιος ο αριθμός των λυμματοστασίων;_____

**9.** Ποιος ο όγκος της δεξαμενής ($V^3$);

_____

**10.** Έχει γίνει δενδροφύτευση για προστασία από οπτική ρύπανση και την αποφυγή δυσοσμίας;

☐ Ναι ☐Όχι

**11.** Ποιο το συνολικό κόστος κατασκευής του λυματοστασίου

Συνολικό Κόστος (ευρώ): _____

Έτος αναφοράς:_____

**12.** Αναφέρετε το μήκος του αγωγού:Μήκος αγωγού:_____χλμ.

**13.** Μετά την εξάτμιση του νερού στο λυματοστάσιο, ποια η χρήση της παραγόμενης λάσπης;

☐ Λιπαντικό εδάφους ☐ Χωματερή ☐ Άλλο, παρακαλώ αναφέρατε:_____

**Γ. ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

**1.** Θα σας ενδιέφερε η επαναχρησιμοποίησή της μούργας - μετά από επεξεργασία- για κάποια από τα στάδια παραγωγής ελαιόλαδου;

☐ Με ενδιαφέρει όποιο και αν είναι το κόστος.

☐ Με ενδιαφέρει αρκεί να υπάρχει έστω και μικρή κρατική βοήθεια.

☐ Με ενδιαφέρει μόνο αν η κρατική βοήθεια καλύπτει όλα τα έξοδα.

☐ Όχι, δεν με ενδιαφέρει

**1α.** Αν η απάντηση είναι θετική, σε ποια στάδια; ☐ Πλύση ☐Φυγοκέντριση ☐ Διαχωρισμό

**2.** Θα σας ενδιέφερε η επαναχρησιμοποίησή της μούργας από εσάς – μετά από επεξεργασία- για χρήσεις εκτός ελαιοτριβείου;

☐ Με ενδιαφέρει όποιο και αν είναι το κόστος.

☐ Με ενδιαφέρει αρκεί να υπάρχει έστω και μικρή κρατική βοήθεια.

☐ Με ενδιαφέρει μόνο αν η κρατική βοήθεια καλύπτει όλα τα έξοδα.

☐ Όχι, δεν με ενδιαφέρει

**2α.** Αν η απάντηση είναι θετική, για τι είδους χρήση;

☐ Άρδευση καλλιεργειών ☐ Άρδευση δασικών εκτάσεων

☐ Εμπλουτισμό υδροφορέα ☐ Παρεμπόδιση υφαλμύρωσης υδροφορέα

☐ Οικιακές χρήσεις (π.χ. πότισμα κήπου) ☐ Χρήσεις εντός οικισμού

☐ Όλα τα παραπάνω ☐ Άλλη (παρακαλώ διευκρινίστε):_____

**3.** Τι φορέας θα σας ενδιέφερε να αναλάβει την επαναχρησιμοποίηση της μούργας και για τι χρήση;

☐ Ιδιωτικός ☐ Δημοτική επιχείρηση

☐ Άρδευση καλλιεργειών ☐ Άρδευση δασικών εκτάσεων

☐ Εμπλουτισμό υδροφορέα ☐ Παρεμπόδιση υφαλμύρωσης υδροφορέα

☐ Οικιακές χρήσεις (π.χ. πότισμα κήπου) ☐ Χρήσεις εντός οικισμού

☐ Όλα τα παραπάνω ☐ Άλλη (παρακαλώ διευκρινίστε):_____

**3α.** Θα συμμετείχατε / βοηθούσατε στη δημιουργία φορέα που θα διαχειριζόταν αποκλειστικά τα απόβλητα του ελαιοτριβείου;

☐ Ναι, αν είχα οικονομικό όφελος ☐ Ναι αρκεί να φύγει από εμένα

☐ Ναι, αν είναι να συμβάλω στη προστασία του περιβάλλοντος

**4.** Θα συμμετείχατε σε συνένωση με τα όμορα ελαιοτριβεία για τα απόβλητα σας?

☐ Ναι ☐Όχι

**5.** Σας έχει επισκεφθεί εξειδικευμένο προσωπικό για να σας ενημερώσει για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχει η μούργα; ☐ Ναι ☐Όχι ☐ Είμαι ήδη γνώστης

**5α.** Αν η απάντηση είναι «ναι», τότε πόσο συχνά;

☐ Κάθε χρόνο ☐ Μια φορά ανά πέντε χρόνια

☐ Μόνο μια φορά από το έτος ίδρυσης του ελαιοτριβείου

**5β.** Είσαστε ικανοποιημένοι από την ενημέρωση που έχετε;

| Απολύτως ναι | Ναι | Ίσως | Όχι | Απολύτως όχι | Δεν ξέρω/ δεν απαντώ |
|---|---|---|---|---|---|
| ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

**6.** Πιστεύετε πως η νομοθεσία θα γίνει πιο αυστηρή τα επόμενα χρόνια, με συνέπεια να γίνει δυσκολότερη η διαχείριση των αποβλήτων του ελαιοτριβείου;

| Απολύτως ναι | Ναι | Ίσως | Όχι | Απολύτως όχι | Δεν ξέρω/ δεν απαντώ |
|---|---|---|---|---|---|
| ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

**7.** Πιστεύετε ότι ο υπάρχων τρόπος (σύστημα επεξεργασίας και λυμματοστάσιο) επεξεργασίας-διάθεσης των υγρών αποβλήτων δίνει λύση στο περιβάλλον?

| Απολύτως ναι | Ναι | Ίσως | Όχι | Απολύτως όχι | Δεν ξέρω/ δεν απαντώ |
|---|---|---|---|---|---|
| ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

**8.** Αν είστε ιδιοκτήτης φυγοκεντρικού ελαιοτριβείου τριών (3) φάσεων, θα σας ενδιέφερε η μετατροπή του σε δυο (2) φάσεων; ☐ Ναι ☐ Όχι

**8α.** Αν η απάντηση είναι «όχι», παρακαλώ αιτιολογήστε:

☐ Το πυρηνελαιουργείο δεν αγοράζει το μίγμα πυρήνα-απόνερα.

☐ Άλλο, παρακαλώ αναφέρετε: _____

**9.** Πως χαρακτηρίζετε την περιβαλλοντική κατάσταση στην οποία βρίσκεται η Κέρκυρα λόγω της μούργας;

| Πολύ κακή | Κακή | Ούτε καλή ούτε κακή | Καλή | Πολύ καλή | Δεν ξέρω |
|---|---|---|---|---|---|
| ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

**10.** Τι θα προτείνατε εσείς ως λύση για την διάθεση/ επεξεργασία της μούργας;

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____