

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ-Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

Φωτεινόπουλος Ιωάννης, Νταρακάς Ευθύμιος

Εργαστήριο Τεχνικής και Σχεδιασμού Περιβάλλοντος, Τομέας Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, 54124, Α.Π.Θ.

Στοιχεία επικοινωνίας: yannis.foteinopoulos@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ελαιουργία είναι η κυριότερη αγροτοβιομηχανική δραστηριότητα στο νομό Μεσσηνίας και προκαλεί διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα. Τα περισσότερα ελαιοτριβεία είναι μικρά ως μεσαία που αδυνατούν να καταβάλουν το κόστος επεξεργασίας των αποβλήτων, καταλήγοντας στην ανεξέλεγκτη διάθεση σε φυσικούς αποδέκτες. Η νέα τεχνολογία των διφασικών ελαιοτριβείων δεν παράγει σημαντική ποσότητα υγρών αποβλήτων και λύνει εν μέρει μόνο το πρόβλημα καθώς είναι ακριβή για τα μικρά ελαιοτριβεία. Το μεγάλο κόστος των συμβατικών μεθόδων επεξεργασίας και η χωρική διασπορά των ελαιοτριβείων καθιστά αδύνατη την επεξεργασία σε κεντρικές μονάδες συμβατικής τεχνολογίας. Διερευνώνται εναλλακτικοί τρόποι διαχείρισης των αποβλήτων με μεθόδους επεξεργασίας χαμηλού κόστους και προσαρμοσμένοι στα χαρακτηριστικά του ελαιουργικού κλάδου της Μεσσηνίας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: απόβλητα ελαιοτριβείων, επεξεργασία υγρών αποβλήτων, κόστος επεξεργασίας, διφασικά ελαιοτριβεία

OLIVE MILL WASTE MANAGEMENT-THE CASE OF MESSENIA AREA

Foteinopoulos Ioannis, Darakas Efthymios

Laboratory of Environmental Engineering and Planning, Division of Hydraulics and Environmental Engineering, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Aristotle University of Thessaloniki, 54124

Corresponding author: yannis.foteinopoulos@gmail.com

ABSTRACT

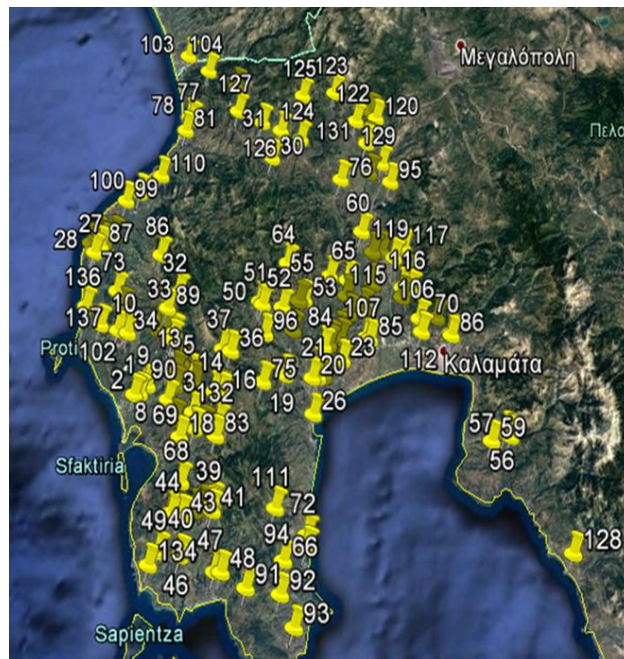
Olive oil industry is the main agro-industrial activity in the area of Messenia, causing various environmental problems. Most olive mills are small to medium sized and unable to pay the costs for the treatment of their wastewater, so, they end up in the uncontrolled disposal or their wastewater in natural sites. The new two-phase technology of olive mills does not produce big amounts of wastewater and it only partially solves the problem as it is too expensive for small sized olive mills. The implementation of big central treatment plants is practically impossible because of the high costs of the treatment methods and the high spatial dispersion of olive mills. Alternative ways for the management of olive mill wastewater are investigated, adopting low cost treatment methods and adapted to the characteristics of olive oil industry in the area of Messenia.

KEYWORDS: olive mill waste, wastewater treatment, treatment cost, two-phase olive mills

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ελαιουργία είναι η κυριότερη αγροτοβιομηχανική δραστηριότητα στις μεσογειακές χώρες όπως και στην Ελλάδα. Στη χώρα μας ο μεγαλύτερος ελαιοπαραγωγικός νομός είναι η Μεσσηνία. Οι καλλιέργειες ελιάς καλύπτουν έκταση 604 χιλιάδων στρεμμάτων σε σύνολο 847 χιλιάδων στρεμμάτων καλλιεργούμενων εκτάσεων, δηλαδή περίπου το 71% της αγροτικής γης (Απογραφή Γεωργίας-Κτηνοτροφίας, 2009). Στην περιοχή δραστηριοποιούνται 230 ελαιοτριβεία στα οποία παράγεται ελαιόλαδο και πέντε πυρηνελαιουργεία στα οποία παράγεται πυρηνέλαιο και πυρηνόξυλο.

Το στάδιο της παραγωγής ελαιολάδου στα ελαιοτριβεία είναι το σημαντικότερο. Από τη λειτουργία των ελαιοτριβείων προκύπτουν σημαντικές ποσότητες υγρών αποβλήτων και στερεών υπολειμμάτων. Υπάρχουν δύο τύποι ελαιοτριβείων, τα παλαιότερης τεχνολογίας, “τριφασικά” και τα νεότερης, “διφασικά”. Από τα τριφασικά ελαιοτριβεία προκύπτουν μεγάλες ποσότητες υγρών αποβλήτων ενώ από τα διφασικά η παραγωγή υγρών αποβλήτων είναι εξαιρετικά περιορισμένη. Ο ελαιοπυρήνας που προκύπτει και από τους δύο τύπους ελαιοτριβείων υφίσταται επεξεργασία στα πυρηνελαιουργεία. Στη Μεσσηνία υπάρχουν 101 διφασικά και 129 τριφασικά ελαιοτριβεία. Η αντίστοιχη παραγωγή είναι 20.000 τόνοι ελαιολάδου, 100.000 τόνοι ελαιοπυρήνα και 12.000 τόνοι υγρών αποβλήτων από τα διφασικά και 30.000 τόνοι ελαιολάδου, 75.000 τόνοι ελαιοπυρήνα και 150.000 τόνοι υγρών αποβλήτων από τα τριφασικά ελαιοτριβεία (ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, 2016).



Εικόνα 1: Καταγραφή θέσεων των ελαιοτριβείων στο νομό Μεσσηνίας

Τα ελαιοτριβεία στην περιοχή είναι μικρές και μεσαίες ιδιόκτητες ή συνεταιριστικές μονάδες διασκορπισμένες σε όλη την έκταση της. Λόγω του μικρού μεγέθους τους, τα περισσότερα ελαιοτριβεία αδυνατούν να καλύψουν το κόστος επεξεργασίας των αποβλήτων τους. Επίσης, το πλήθος και η διασπορά τους στο χώρο συνεπάγεται σημαντική διασπορά των πηγών ρύπανσης. Το αποτέλεσμα είναι η ανεξέλεγκτη διάθεση των αποβλήτων, χωρίς επεξεργασία, σε δίκτυα ομβρίων, ποταμούς, εδάφη και στη θάλασσα. Μια επιπλέον πηγή ρύπανσης είναι και οι δεξαμενές εξάτμισης οι οποίες σπάνια ανταποκρίνονται σε κάποια κατασκευαστικά πρότυπα με αποτέλεσμα τη διαρροή αποβλήτων και την ακολούθως υψηλή πιθανότητα ρύπανσης του εδάφους και του υπόγειου νερού (Doula et al, 2009).

Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων είναι ένα σκούρου χρώματος υγρό με έντονη οσμή. Έχουν υψηλό οργανικό φορτίο, σχετικά όξινο pH, υψηλό περιεχόμενο πολυφαινολών και μεγάλη ποσότητα στερεών υλών. Η επεξεργασία ενός τόνου ελαιοκαρπού παράγει ρυπαντικό φορτίο ισοδύναμο με 50-100 κατοίκους. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως έχουν έντονη αντιμικροβιακή δράση έναντι ορισμένων μικροβιακών ειδών, χαρακτηριστικό που αποτελεί εμπόδιο στη βιολογική επεξεργασία τους (Niaounakis and Halvadakis, 2006).

Οι επιπτώσεις τους στο περιβάλλον εμφανίζονται σοβαρότερες στο νερό, όπου προκαλούν αλλοίωση του χρώματος, μείωση του διαλυμένου οξυγόνου και ευτροφισμό (Niaounakis and Halvadakis, 2006). Είναι τοξικά για τους υδρόβιους οργανισμούς και η άμεση διάθεσή τους στη θάλασσα προκαλεί παθολογικές μεταβολές στους θαλάσσιους οργανισμούς (Danellakis et al, 2011). Στο έδαφος προκαλούν κάποια αλλοίωση κυρίως στα φυσικά χαρακτηριστικά του (Niaounakis and Halvadakis, 2006), ενώ σε ελεγχόμενες ποσότητες παρουσιάζουν εδαφοβελτιωτική δράση (Mekki et al, 2009). Σημαντικός παράγοντας είναι και η φυτοτοξική τους δράση κυρίως λόγω του φαινολικού περιεχομένου τους η οποία όμως δεν φαίνεται να είναι σημαντική στα ελαιόδενδρα (Niaounakis and Halvadakis, 2006, Chartzoulakis et al, 2010).

Τα στερεά υπολείμματα των ελαιοτριβείων είναι τα φύλλα των ελαιόδενδρων και ο ελαιοπυρήνας. Ο ελαιοπυρήνας πωλείται στα πυρηνελαιουργεία, ενώ τα φύλλα απορρίπτονται στους αγρούς. Όσον αφορά τα υγρά απόβλητα των διφασικών ελαιοτριβείων, ακολουθούν τον δρόμο της ανεξέλεγκτης διάθεσης σε φυσικούς αποδέκτες, χωρίς όμως να προκαλούν σοβαρά προβλήματα, καθώς έχουν σχετικά μικρό ρυπαντικό φορτίο (RAC/CP, 2001).

Τα παραπάνω δείχνουν πως τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα στο περιβάλλον. Αναδεικνύεται έτσι η αναγκαιότητα της επεξεργασίας τους με τεχνικές προσαρμοσμένες στα χαρακτηριστικά του ελαιοπυρηνικού κλάδου της περιοχής. Αυτό αρχικά σημαίνει πως πρέπει να υιοθετηθούν λύσεις χαμηλού κόστους το οποίο να μπορούν να καλύψουν τα ελαιοτριβεία. Επίσης, σημαντικό είναι, από την επεξεργασία να προκύπτουν προϊόντα τα οποία να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, όπως για παράδειγμα εδαφοβελτιωτικά υλικά.

2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Η διαδικασία παραγωγής του ελαιολάδου περιλαμβάνει την απομάκρυνση των φύλλων και την πλύση του ελαιοκαρπού. Έπειτα γίνεται η άλεσή του και η μάλαξή της ελαιοζύμης. Στη συνέχεια ακολουθεί ο φυγοκεντρικός διαχωρισμός του ελαιολάδου από τα υπόλοιπα συστατικά της ελαιοζύμης και ο τελικός καθαρισμός του με φυγοκέντριση.

Στα ελαιοτριβεία τριών φάσεων στο στάδιο της μάλαξης προστίθεται μεγάλη ποσότητα νερού, και προκύπτουν ως προϊόντα της φυγοκέντρισης και τελικού διαχωρισμού, ελαιολάδο, φυτικά υγρά ή κατσίγαρος (υγρά απόβλητα) και “τριφασικός” ελαιοπυρήνας χαμηλής υγρασίας.

Στα ελαιοτριβεία δύο φάσεων δεν προστιθεται νερό για τη μάλαξη της ελαιοζύμης και προκύπτουν ως προϊόντα της φυγοκέντρισης “διφασικός” ελαιοπυρήνας, ένα υδαρές υλικό που περιέχει τα φυτικά υγρά και ελαιολάδο, ενώ από τον τελικό διαχωρισμό προκύπτει μικρή ποσότητα φυτικών υγρών αποβλήτων.

Τα φύλλα από την αποφύλλωση του καρπού και τα νερά πλύσης προκύπτουν και στους δύο τύπους ελαιοτριβείων. Οπότε και στους δύο τύπους ελαιοτριβείων τα υγρά απόβλητα αποτελούνται από τα νερά πλύσης και τα υγρά από το φυγοκεντρικό διαχωρισμό και τη διαύγαση του ελαιολάδου. Η ποσότητα των φύλλων που προκύπτουν υπολογίζεται σε 30 Kg/tn επεξεργαζόμενου ελαιοκαρπού (RAC/CP, 2001). Ο ελαιοπυρήνας και στις δυο περιπτώσεις πωλείται στα πυρηνελαιουργεία όπου υφίσταται επεξεργασία και παράγεται

πυρηνέλαιο, πυρηνόξυλο και χαμηλής ποιότητας ελαιόλαδο δεύτερης εξαγωγής. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η παραγωγική διαδικασία των ελαιοτριβείων με τις αντίστοιχες εισροές και εκροές σε κάθε στάδιο.

Πίνακας 1: Στάδια παραγωγικής διαδικασίας στα ελαιοτριβεία

ΧΩΡΟΣ/ ΕΙΣΡΟΗ	ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΕΚΡΟΗ	
1. ΠΑΡΑΛΑΒΗ/ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ	Υποδοχή	Χοάνη, μάντες		
	↓			
	Αποφύλλωση	Διαχωρισμός με αέρα	Φύλλα, κλαριά	
	↓			
	Έλεγχος	Ζύγισμα, μετρήσεις		
	↓			
	Αποθήκευση	Χοάνες		
Νερό →	Πλύσιμο	Σύστημα πλύσης	Νερό πλύσης	
2. ΕΞΑΓΩΓΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ	↓			
	Άλεση	1. Σφυρόμυλοι 2. Μεικτά συστήματα		
	↓			
	Μάλαξη	Μαλακτήρας		
	↓			
	Νερό, σύστημα 1 →	Διαχωρισμός	1. Φυγοκέντριση 3-Φ 2. Φυγοκέντριση 2-Φ	Ελαιόλαδο- Κατσίγαρος- Ελαιοπυρήνας Ελαιόλαδο-υγρός ελαιοπυρήνας
	↓			
Νερό →	Διαύγαση	Κάθετος φυγοκεντρικός διαχωριστήρας	Ελαιόλαδο- Φυτικά υγρά (Κατσίγαρος)	
↓				
3. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ	Αποθήκευση	Ανοξείδωτα δοχεία		

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα ισοζύγια μάζας διφασικών και τριφασικών ελαιοτριβείων.

Από τα ισοζύγια μάζας γίνεται εμφανές πως τα ελαιοτριβεία που χρησιμοποιούν διφασική τεχνολογία είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον, καθώς παράγουν σημαντικά μικρότερες ποσότητες υγρών αποβλήτων, ενώ το στερεό τους υπόλειμμα υφίσταται επεξεργασία στα πυρηνελαιουργεία. Αυτό σημαίνει πως η λειτουργία μόνο διφασικών ελαιοτριβείων θα έλυνε το πρόβλημα των υγρών αποβλήτων. Όμως, η προσαρμογή των ελαιοτριβείων στη διφασική λειτουργία έχει μεγάλο κόστος ενώ φαίνεται να είναι μη βιώσιμη οικονομικά για μικρά ελαιοτριβεία. Έτσι, το πρόβλημα της διαχείρισης των υγρών αποβλήτων παραμένει (Καλογεράκης και Νικολαΐδης, 2008).

Πίνακας 2: Ισοζύγια μάζας ελαιοτριβείων τριών και δύο φάσεων

Σύστημα	Εισροή	Ποσότητα	Εκροή	Ποσότητα
3-Φάσεων	Ελαιοκαρπός	1000 Kg	Ελαιόλαδο	200 Kg
	Νερό πλύσης	100-120 L	Ελαιοπυρήνας	500-600 Kg
	Νερό στο φυγοκεντρική	700-1000 L	Υγρά απόβλητα	1000-1200 L
	Ενέργεια	90-117 KWh		
2-Φάσεων	Ελαιοκαρπός	1000 Kg	Ελαιόλαδο	200 Kg
	Νερό πλύσης	100-120 L	Διφασικός ελαιοπυρήνας	800 Kg
	Ενέργεια	<90-117 KWh	Υγρά απόβλητα	100-150 L

Ένα επιπλέον πλεονέκτημα των ελαιοτριβείων δύο φάσεων είναι πως τα υγρά απόβλητα που παράγουν έχουν μικρότερο ρυπαντικό φορτίο. Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων τριών φάσεων παρουσιάζουν τιμές COD ως και 220 g/L και περιεχόμενο πολυφαινόλων 0.5-24 g/L (RAC/CP, 2001). Από την άλλη πλευρά τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων δυο φάσεων παρουσιάζουν οργανικό φορτίο με τιμές COD 3.5 g/L και φαινόλες 0.08 g/L (RAC/CP, 2001).

Από τα παραπάνω προκύπτει πως για ελαιοτριβεία μεγάλης δυναμικότητας (παραγωγή ελαιόλαδου >500tn ετησίως) είναι αναγκαία η υιοθέτηση της τεχνολογίας δύο φάσεων. Για παράδειγμα ένα ελαιοτριβείο δυναμικότητας 1000 tn σε ελαιόλαδο, θα παρήγαγε 5000m³ υγρών αποβλήτων αν χρησιμοποιούσε την τεχνολογία τριών φάσεων και μόλις 600m³ αν χρησιμοποιούσε την τεχνολογία δύο φάσεων. Τα πράγματα φαίνεται να είναι διαφορετικά όσον αφορά τα μικρά ως και μεσαία ελαιοτριβεία όπου και η χρήση της τριφασικής τεχνολογίας δεν οδηγεί στην παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων. Για παράδειγμα ελαιοτριβεία δυναμικότητας 100 tn και 400 tn ελαιόλαδου το χρόνο, παράγουν 500 m³ και 2000 m³ υγρών αποβλήτων ετησίως.

Τα προβλήματα αφορούν κυρίως τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων τα οποία ακολουθούν και στις δυο περιπτώσεις το δρόμο της ανεξέλεγκτης διάθεσης σε διάφορους αποδέκτες. Ο κυριότερος λόγος είναι η μη ανάληψη του κόστους επεξεργασίας από τα ελαιοτριβεία. Όσον αφορά το στερεό υπόλειμμα, είναι εμπορεύσιμο από τα ελαιοτριβεία και ακολουθεί το δρόμο της επεξεργασίας του στα πυρηνελαιουργεία, χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Τέλος, ανεκμετάλλευτο φαίνεται να μένει το υπόλειμμα των φύλλων που συνήθως απορρίπτεται δωρεάν σε ελαιοπερίβολα τη στιγμή που θα μπορούσε να αποτελέσει ύλη για παραγωγή εμπορεύσιμου εδαφοβελτιωτικού υλικού.

3. ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ

Παρακάτω αναπτύσσονται προτάσεις για τη διαχείριση των αποβλήτων των ελαιοτριβείων κατά το δυνατόν προσαρμοσμένες στα χαρακτηριστικά του ελαιοουργικού κλάδου της Μεσσηνίας. Το κόστος της επεξεργασίας ανά ελαιοτριβείο αποτελεί το κριτήριο πρότασης κάθε εναλλακτικής. Εξετάζονται τρία σενάρια διαχείρισης. Το πρώτο αφορά την κατασκευή κεντρικών μονάδων επεξεργασίας συμβατικής τεχνολογίας με σκοπό την επεξεργασία αποβλήτων από το σύνολο των ελαιοτριβείων κατά περιοχή ή και ολόκληρης της Μεσσηνίας. Το δεύτερο σενάριο διαχείρισης αφορά τη μεμονωμένη διαχείριση από κάθε ελαιοτριβείο και

το τρίτο τη διαχείριση των αποβλήτων από ομάδες ελαιοτριβείων σε μικρές κοινές μονάδες επεξεργασίας.

3.1 ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Οι συμβατικές τεχνολογίες επεξεργασίας έχουν μεγάλο κόστος και συμπιέζουν σημαντικά το κέρδος των ελαιοτριβείων. Έτσι, είναι δύσκολο έως αδύνατον να εφαρμοστούν στα μικρά ή μεσαία ελαιοτριβεία. Στον Πίνακα 3 εμφανίζεται ενδεικτικά το λειτουργικό κόστος συμβατικών τεχνολογιών για την επεξεργασία 1000 m³ υγρών αποβλήτων σε μια περίοδο λειτουργίας ελαιοτριβείου 90 ημερών (RAC/CP, 2001).

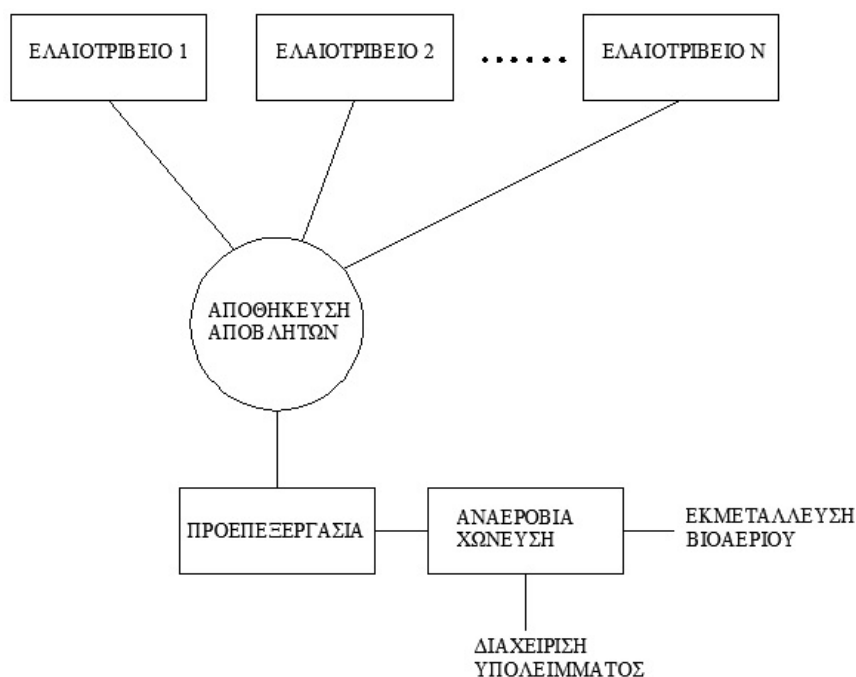
Πίνακας 3: Ενδεικτικό κόστος μερικών συμβατικών τεχνολογιών επεξεργασίας αποβλήτων ελαιοτριβείου (RAC/CP, 2001)

Τύπος επεξεργασίας	Κόστος ανά 1000m ³
Αερόβια	23.000€
Αναερόβια	18.000€
Αντίστροφη ώσμωση	27.000€
Προσρόφηση	24.000€
Υγρή οξείδωση	18.000€

Με βάση τις τιμές του Πίνακα 3, η επεξεργασία 2000 m³ υγρών αποβλήτων που αντιστοιχεί σε ένα ελαιοτριβείο μέσης δυναμικότητας, εμφανίζει πολύ υψηλό κόστος. Ενδεικτικά, τα κέρδη ενός ελαιοτριβείου μέσης δυναμικότητας, με ετήσια παραγωγή 400 tn ελαιόλαδου, ανέρχονται σε 70.000 € οπότε η εφαρμογή κάποιων από τις παραπάνω μεθόδους, ή συνδυασμός τους, μειώνει στο μισό τα κέρδη του ελαιοτριβείου. Με δεδομένο ότι κάθε μια από τις παραπάνω τεχνολογίες είναι ανεπαρκής για την επεξεργασία των αποβλήτων και απαιτούνται συνδυασμοί τους, το κόστος αυξάνεται κατακόρυφα. Αυτό καθιστά αδύνατη την εφαρμογή συμβατικών τεχνολογιών επεξεργασίας από κάθε μεμονωμένο ελαιοτριβείο και την υιοθέτηση κεντρικών μονάδων επεξεργασίας απαραίτητη.

Εάν οι κεντρικές εγκαταστάσεις επεξεργάζονται απόβλητα από το σύνολο των ελαιοτριβείων της περιοχής προτείνεται η αναερόβια χώνευση ως κύρια επεξεργασία. Τα πλεονεκτήματά της είναι η παραγωγή βιοαερίου, η χαμηλή παραγωγή στερεού υπολείμματος, η χαμηλή σχετικά απαίτηση σε ενέργεια και η ικανότητα επανέναρξης του αντιδραστήρα μετά από μήνες παύσης της λειτουργίας του (Azbar et al, 2004). Η αναερόβια όμως χώνευση ως μόνη επεξεργασία δεν είναι ικανοποιητική και η τελική εκροή δεν είναι ασφαλής για διάθεση. Αυτό σημαίνει πως απαιτείται κάποια επιπλέον επεξεργασία των αποβλήτων. Μια εναλλακτική είναι η χρήση της αναερόβιας χώνευσης μετά από προεπεξεργασία των αποβλήτων με φυσικοχημικές μεθόδους. Στην περίπτωση αυτή επιτυγχάνεται αποδοτικότερη μείωση του οργανικού φορτίου (COD) που φθάνει ως και το 95% και φαινολών ως και 90% καθώς και μείωση της τοξικότητας. Τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρήθηκαν ύστερα από χρήση διήθησης, κροκκίδωσης, προσρόφησης σε ενεργό άνθρακα ή οξείδωσης με όζον. Τέλος, η προεπεξεργασία με ασβέστη ή μπετονίτη φαίνεται να έχει πολύ καλά αποτελέσματα. Η συνεπεξεργασία αποβλήτων ελαιοτριβείων με άλλα αγροτοβιομηχανικά απόβλητα ή και με αστικά λύματα είναι μια ακριβή λύση καθώς απαιτεί μεγάλη αραίωση των αποβλήτων και κατ' επέκταση μεγάλους όγκους αντιδραστήρων αναερόβιας χώνευσης χωρίς την παραγωγή

ικανοποιητικών ποσοτήτων βιοαερίου (Paraskeva and Diamadopoulos, 2006, Stamatakis, 2010).



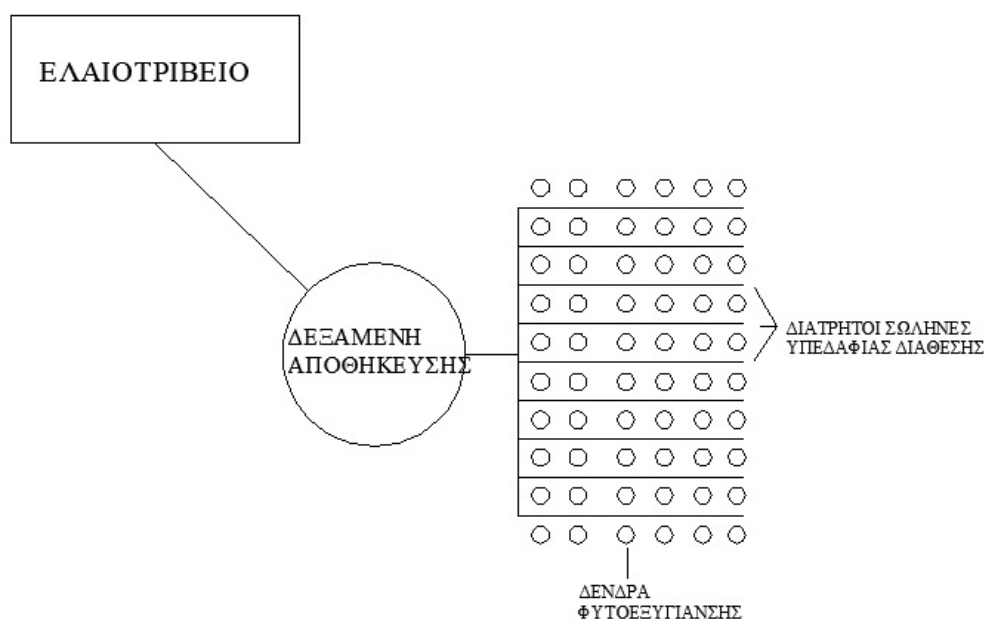
Εικόνα 1: Σχηματική παρουσίαση μιας κεντρικής μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων

Οι κεντρικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας μπορούν να υιοθετηθούν ύστερα από τη δημιουργία ενός φορέα διαχείρισης των αποβλήτων ο οποίος απαλλάσσει και τους ελαιοτριβείο από το βάρος της επεξεργασίας. Επίσης, με τις κεντρικές μονάδες επεξεργασίας μειώνονται οι μεμονωμένες μονάδες επεξεργασίας κάθε ελαιοτριβείου οι οποίες αποτελούν ταυτόχρονα και πηγές ρύπανσης (Kapellakis et al, 2006, ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος 2016). Το κύριο μειονέκτημά τους είναι το μεγάλο κόστος κατασκευής και λειτουργίας και η απαίτηση εξειδικευμένου προσωπικού. Η βιωσιμότητα μιας τέτοιας μονάδας απαιτεί μεγάλους αντιδραστήρες, αποκλείοντας έτσι μικρά και μεσαία ελαιοτριβεία εκτός και αν υποστηρίζονται οικονομικά από την πολιτεία. Οπότε, απαιτείται συλλογή αποβλήτων από μεγάλο αριθμό ελαιοτριβείων η οποία έχει τεράστιο κόστος λαμβάνοντας υπ' όψη την χωρική διασπορά τους. Επίσης λόγω της εποχικότητας της παραγωγής των αποβλήτων, για να καταστούν βιώσιμες οι μονάδες αυτές, απαιτείται συνεπεξεργασία με άλλα αγροτοβιομηχανικά απόβλητα και οικονομική εκμετάλλευση του παραγόμενου βιοαερίου (Καλογεράκης και Νικολαΐδης, 2008, Stamatakis, 2010).

3.2 ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η μεμονωμένη επεξεργασία αποβλήτων από κάθε ελαιοτριβείο ξεχωριστά, απαιτεί εξεύρεση εναλλακτικών μεθόδων επεξεργασίας χαμηλού κόστους. Μια καλή εναλλακτική αποτελούν τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας των αποβλήτων, όπως οι τεχνητοί υγρότοποι, όπου γίνεται χρήση μη αγροτικών φυτών με ικανότητα αποτοξικοποίησης των αποβλήτων (Duarte et al, 2011). Η μέθοδος αυτή απαιτεί μεγάλη έκταση γης η οποία δεν είναι πάντα διαθέσιμη, για παράδειγμα η επεξεργασία 1000m³ αποβλήτων, απαιτεί έκταση ενός στρέμματος. Δεν αποτελεί καλή εναλλακτική για την επεξεργασία μεγάλου όγκου αποβλήτων, παρά για μεμονωμένη επεξεργασία και ειδικά για ελαιοτριβεία τα οποία δε μπορούν με λογικό κόστος να μεταφέρουν τα απόβλητά τους σε κεντρικές μονάδες επεξεργασίας.

Η επεξεργασία αποβλήτων με υπεδάφια διάθεση και φυτοεξυγίανση, απαιτεί την κατασκευή μιας δεξαμενής εξισορρόπησης όπου θα αποθηκεύεται η ημερήσια ποσότητα των αποβλήτων και ένα δίκτυο διάτρητων αγωγών για υπεδάφια διάθεση των αποβλήτων. Η προστασία του υπόγειου υδροφορέα γίνεται με την προσθήκη μεμβράνης HDPE ή -αν το έδαφος το επιτρέπει- χωρίς προστασία. Γενικά η διάθεση πρέπει να γίνεται με ρυθμό που να επιτρέπει την παραμονή των αποβλήτων στο ανώτερο εδαφικό στρώμα ώστε να είναι προσβάσιμα από τις ρίζες των φυτών και να λαμβάνει χώρα η αποδόμησή τους. Επίσης είναι καλό να γίνεται απομάκρυνση των στερεών πριν την υπεδάφια διάθεση των αποβλήτων για καλύτερη απόδοση της επεξεργασίας (Καλογεράκης και Νικολαΐδης, 2008). Επιπλέον, μια αραιώση της τάξης του 1:5 των αποβλήτων στη δεξαμενή, θα βελτιώνει τη διαδικασία καθώς δεν θα δημιουργούσε προβλήματα στα φυτά μιας και τα αραιωμένα απόβλητα έχουν ελάχιστη φυτοτοξικότητα.



Εικόνα 2: Σχηματική παρουσίαση της μεμονωμένης επεξεργασίας αποβλήτων

Μια δεύτερη εναλλακτική είναι η επεξεργασία και η εφαρμογή της τελικής εκροής για υγρή λίπανση ελαιώνων. Η τεχνική αυτή περιλαμβάνει λιποσυλλογή, καθίζηση (τουλάχιστον τριώρη παραμονή) και εξουδετέρωση με προσθήκη ποσότητας ασβέστη ίσης με 2% του όγκου των υγρών αποβλήτων, αποθήκευση σε εδαφοδεξαμενή και υδρολίπανση ελαιώνων με ρυθμό $20\text{m}^3/\text{στρέμμα}/\text{έτος}$ (ΚΥΑ, 2016). Εάν η μέθοδος αυτή εφαρμοζόταν σε ένα μεμονωμένο ελαιοτριβείο μέσης δυναμικότητας, τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θα ήταν λιποσυλλέκτης 1 m^3 , δεξαμενή αποθήκευσης αποβλήτων όγκου 20 m^3 , δεξαμενή καθίζησης όγκου 20 m^3 και εδαφοδεξαμενή 1.000 m^3 . Το εκτιμώμενο συνολικό κόστος κατασκευής ύστερα από προμέτρηση υλικών και εργασιών και με βάση τα Αναλυτικά Τιμολόγια Οικοδομικών Έργων (ΑΤΟΕ) προκύπτει ίσο με 12.000 € και το κόστος λειτουργίας 4.000 €.

Μια άλλη εναλλακτική για τη μεμονωμένη επεξεργασία αποτελούν οι τεχνητοί υγρότοποι κάθετης ροής. Μελέτη σε πιλοτική μονάδα που περιλάμβανε προεπεξεργασία με διήθηση και τεχνητό υγρότοπο κάθετης ροής έδειξε καλά αποτελέσματα. Το ρυπαντικό φορτίο που δέχτηκε η πιλοτική μονάδα ήταν εξαιρετικά υψηλό. Η απόδοση την απομάκρυνση των ρύπων ήταν υψηλή με μείωση του COD στο επίπεδο του 74%, των φαινολών στο 66%, του TKN στο 80% και του οργανικού φωσφόρου στο 87%. Οι μονάδες τεχνητών υγροτόπων κάθετης ροής

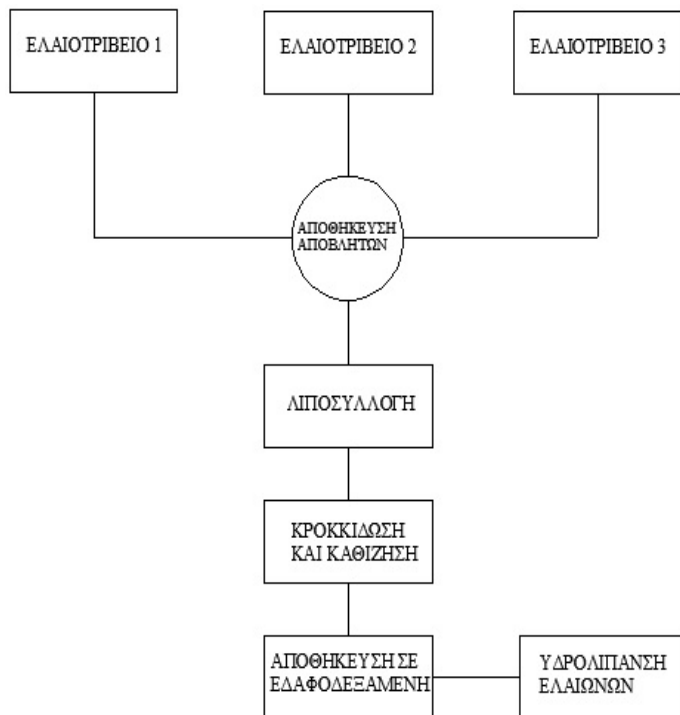
είναι αποδοτικές για την επεξεργασία προεπεξεργασμένων αποβλήτων και σε συνδυασμό με το εξαιρετικά χαμηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας τους ιδιαίτερα ελκυστικές για την επεξεργασία αποβλήτων μεμονωμένων μικρών ελαιοτριβείων. Το κυριότερο μειονέκτημα της μεθόδου είναι πως η τελική εκροή δεν είναι ασφαλής για διάθεση, καθώς το ρυπαντικό φορτίο παραμένει υψηλότερο από τα όρια που τίθενται από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία. Αυτό σημαίνει πως πρέπει να γίνει κάποια επιπλέον επεξεργασία της τελικής εκροής, ή μια ανακύκλωσή της στο ίδιο σύστημα με επακόλουθη αύξηση του υδραυλικού χρόνου παραμονής που θα οδηγεί σε μικρότερη συγκέντρωση των εκρεόντων ρύπων. Ένα επιπλέον πρακτικό πρόβλημα είναι η εποχικότητα της παραγωγής αποβλήτων που μπορεί να οδηγήσει σε μαρasmus των φυτών της εγκατάστασης την άνοιξη και ιδιαίτερα το καλοκαίρι. Αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με την επεξεργασία και άλλων ροών αποβλήτων ολόκληρο το έτος (Herounim et al, 2011). Με βάση τις ποσότητες σχεδιασμού της παραπάνω μελέτης, για ένα μικρό ελαιοτριβείο που παράγει ετησίως περίπου 1.000m^3 απόβλητα, απαιτούνται περίπου 900m^2 επιφάνειας τεχνητού υγρότοπου, με ένα βάθος 0.4m . Με προμέτρηση υλικών και εργασιών και με βάση τα Αναλυτικά Τιμολόγια Οικοδομικών Έργων (ΑΤΟΕ) το κόστος κατασκευής ανέρχεται σε 17.000€ και η κατασκευή του φίλτρου προεπεξεργασίας σε επιπλέον 3.000€ . Το λειτουργικό κόστος μιας τέτοιας μονάδας είναι πολύ μικρό και δε λαμβάνεται υπ' όψιν. Η λύση αυτή έχει πολλά πλεονεκτήματα κυριότερα από τα οποία είναι το χαμηλό κόστος κατασκευής και η ικανοποιητική απόδοση - μείωση των ρύπων. Από την άλλη πλευρά τα μειονεκτήματά της συνίστανται στην μη ασφαλή ποιότητα της εκροής και στην ανάγκη για επεξεργασία και άλλων αποβλήτων ώστε να μην καταστραφεί λόγω ξήρανσης των φυτών η μονάδα. Σημειώνεται ότι αυτό δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί εύκολα καθώς στο νομό Μεσσηνίας δεν υπάρχουν σημαντικές ροές από άλλα αγροτοβιομηχανικά απόβλητα. Μέχρι την επίλυση των παραπάνω προβλημάτων, η μέθοδος αυτή δεν κρίνεται ικανοποιητική.

3.3 ΚΟΙΝΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΟΜΑΔΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ

Η οργάνωση της διαχείρισης των αποβλήτων σε κοινές εγκαταστάσεις επεξεργασίας φαίνεται να είναι καλύτερα προσαρμοσμένη στα χαρακτηριστικά του ελαιουργικού κλάδου της Μεσσηνίας. Πρόκειται για μικρές μονάδες, όπου ομάδες ελαιοτριβείων από κοντινές αποστάσεις μεταφέρουν τα απόβλητά τους προς επεξεργασία. Προτείνεται η ακολουθία επεξεργασίας να περιλαμβάνει λιποσυλλογή, τουλάχιστον τρίωρη καθίζηση και εξουδετέρωση της οξύτητας με προσθήκη ποσότητας ασβέστη ίσης με 2% του όγκου των υγρών αποβλήτων, αποθήκευση σε εδαφοδεξαμενή και υδρολίπανση των ελαιώνων με ρυθμό $20\text{ m}^3/\text{στρέμμα}/\text{έτος}$ (ΚΥΑ, 2016).

Τα τεχνικά στοιχεία του συστήματος επεξεργασίας μπορεί να είναι ένας λιποσυλλέκτης, μια δεξαμενή εξισορρόπησης, μια δεξαμενή καθίζησης όπου θα προστίθεται ο ασβέστης και τέλος μια εδαφοδεξαμενή αποθήκευσης των επεξεργασμένων αποβλήτων, πριν τη διάθεσή τους για άρδευση ελαιώνων. Στην περίπτωση όπου συνεργάζονται τρία μεσαία ελαιοτριβεία για την επεξεργασία των αποβλήτων τους, για παράδειγμα δυναμικότητας 200 tn, 300 tn και 400 tn, η ημερήσια παραγωγή θα είναι 45 m^3 και από τα τρία ελαιοτριβεία. Οι παροχές των αποβλήτων είναι $2.0\text{ m}^3/\text{h}$, $1.5\text{ m}^3/\text{h}$ και $1.0\text{ m}^3/\text{h}$, οπότε η συνολική παροχή είναι $4.5\text{ m}^3/\text{h}$. Λόγω της διαφοράς παροχών από κάθε ελαιοτριβείο, απαιτείται δεξαμενή εξισορρόπησης της ροής και προσωρινής αποθήκευσης των αποβλήτων όγκου 25 m^3 . Ο λιποσυλλέκτης απαιτείται να έχει όγκο 1 m^3 και η δεξαμενή καθίζησης-εξουδετέρωσης όγκο 45 m^3 . Τέλος ή δεξαμενή αποθήκευσης πρέπει να έχει όγκο 3.000 m^3 , να είναι εδαφοδεξαμενή ανοικτού τύπου, επί συμπυκνωμένου εδάφους σε βάθος 30 cm και πλαστικής γεωμεμβράνης. Το εκτιμώμενο συνολικό κόστος κατασκευής ενός τέτοιου συστήματος για τα τρία αναφερθέντα ελαιοτριβεία είναι 30.000€ (προμέτρηση υλικών και εργασιών, ΑΤΟΕ) και λειτουργίας

8.000€. Η εδαφοδεξαμενή σε κάθε περίπτωση πρέπει να είναι απολύτως στεγανή και βάθους το πολύ 1.5 m. Επίσης, πρέπει να περιλαμβάνεται εντός περίφραξης και δενδροφύτευσης και να γίνεται ανάδευση των αποβλήτων ή προσθήκη υπεροξειδίου του υδρογόνου σε ποσότητα 1% του συνολικού όγκου των αποβλήτων προς αποφυγή οχλήσεων από οσμές (ΚΥΑ, 2016).



Εικόνα 3: Σχηματική παρουσίαση της οργάνωσης των ομάδων ελαιοτριβείων

Η επιλογή της τοποθεσίας, η κατασκευή και η λειτουργία μιας τέτοιας εγκατάστασης καθορίζεται με βάση κάποια κριτήρια. Όσον αφορά την επιλογή της τοποθεσίας κατασκευής της εγκατάστασης και κυρίως της εδαφοδεξαμενής, βασικά κριτήρια είναι η απόσταση από οικισμούς τουλάχιστον 300 m ή περιοχές ιδιαίτερου κάλλους, αρχαιολογικούς χώρους ή τουριστικές υποδομές και τουλάχιστον 100 m από επαρχιακούς δρόμους και παραλίες, 200m από υδροληψίες πόσιμου νερού και 100 m από υδροληψίες αρδευτικού νερού. Επίσης οι καταλληλότερες θέσεις βρίσκονται στα χαμηλότερα σημεία του τοπογραφικού ανάγλυφου, ώστε να γίνεται ροή των αποβλήτων λόγω βαρύτητας και με στόχο την επίτευξη ίσων αποστάσεων περί τα 2km από κάθε ελαιοτριβείο. Τέλος, σημαντικό είναι η θέση κατασκευής να βρίσκεται πλησίον ή εντός ελαιώνων, ώστε να μειώνεται το κόστος μεταφοράς και διάθεσης των επεξεργασμένων αποβλήτων για άρδευση. Από πλευράς καταλληλότητας των εδαφών, αυτά δεν πρέπει να είναι ρυπασμένα με βαρέα μέταλλα, πρέπει να έχουν $pH > 5.6$, να έχουν υπόγειο υδροφόρα κάτω από τα 10m βάθος, μικρή κλίση και απόσταση από οικισμούς μεγαλύτερη από 50m, ή πηγές υδροληψίας, μη κορεσμένα σε νερό, μη αμμώδη ή χαλαρής σύστασης, με βάθος μεγαλύτερο από τα 0.5m και εδάφη που δεν είναι πλούσια σε άλατα (ΚΥΑ, 2016).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Η επεξεργασία των αποβλήτων σε κεντρικές μονάδες δεν κρίνεται ως καλή εναλλακτική. Η μεγάλη χωρική διασπορά των ελαιοτριβείων της Μεσσηνίας αυξάνει κατακόρυφα το κόστος συλλογής και μεταφοράς των αποβλήτων στις μονάδες είτε αυτό γίνεται με αγωγούς είτε με βυτιοφόρα οχήματα. Η βιωσιμότητα των μονάδων αυτών κρίνεται αφενός από το

μέγεθός τους, όπου απαιτείται να είναι μεγάλο, με αυτόματη αύξηση του κόστους κατασκευής και λειτουργίας. Αφετέρου, η εποχικότητα της παραγωγής των αποβλήτων των ελαιοτριβείων καθιστά κερδοφόρα μια τέτοια μονάδα αν γίνεται συνεπεξεργασία με απόβλητα από άλλες αγροτοβιομηχανικές μονάδες (Καλογεράκης και Νικολαΐδης, 2008). Αυτό είναι εν μέρει μόνο δυνατόν, καθώς τα απόβλητα από άλλες αγροτοβιομηχανικές διεργασίες στη Μεσσηνία δεν φαίνεται να επαρκούν.

Όσον αφορά την μεμονωμένη επεξεργασία με μονάδα φυτοεξυγίανσης, για την επεξεργασία 2.000 m³ υγρών αποβλήτων (ελαιοτριβείο μέσης δυναμικότητας) απαιτείται έκταση δύο στρεμμάτων, δεξαμενή αποθήκευσης της ημερήσιας ποσότητας αποβλήτων 25 m³ και δίκτυο αγωγών για τη μεταφορά και διάθεση των αποβλήτων (Καλογεράκης και Νικολαΐδης, 2008). Το εκτιμώμενο συνολικό κόστος ανέρχεται σε 6.500€ (προμέτρηση υλικών και εργασιών, ΑΤΟΕ) και είναι ανεκτό για ένα ελαιοτριβείο. Για έκταση ενός στρέμματος με προστασία υπόγειου υδροφορέα με γεωμεμβράνη, το κόστος αυξάνεται σημαντικά στα 16.000€ (προμέτρηση υλικών και εργασιών, ΑΤΟΕ). Αν η επεξεργασία γίνεται με τη δεύτερη εναλλακτική (λιποσυλλογή, καθίζηση, εξουδετέρωση, διάθεση για υδρολίπανση) το εκτιμώμενο συνολικό κόστος κατασκευής είναι 12.000 € και λειτουργίας 4.000€.

Το κόστος εξυπηρέτησης κεφαλαίου, ή απόσβεσης της κατασκευής είναι (Παναγιωτακόπουλος, 2007):

$$E = \Pi \times \frac{r \times (1+r)^N}{(1+r)^N - 1} \quad (4.1)$$

Όπου E: το ετήσιο κόστος απόσβεσης, Π: το αρχικό ποσό που κατατέθηκε για την κατασκευή, N: η περίοδος αποπληρωμής σε έτη και r: το επιτόκιο.

Θεωρώντας μια περίοδο αποπληρωμής 10 ετών και επιτόκιο 6%, το ετήσιο κόστος που αφορά στην απόσβεση της κατασκευής είναι 883€ χωρίς προστασία του υδροφορέα και 2.174 € με προστασία του υδροφορέα. Το λειτουργικό κόστος των μονάδων φυτοεξυγίανσης είναι πολύ μικρό. Στην περίπτωση της κατασκευής και λειτουργίας τεχνητού υγρότοπου κάθετης ροής, το κόστος απόσβεσης της κατασκευής ανέρχεται σε 2.717 €. Το ποσό αυτό είναι ανεκτό για ένα μικρό ελαιοτριβείο και θεωρείται πως από οικονομική σκοπιά η μέθοδος αυτή μπορεί να υιοθετηθεί. Αυτό μπορεί να γίνει με επίλυση των προβλημάτων που παρουσιάζει η μέθοδος, γεγονός που μπορεί να αυξήσει το κόστος και να μην είναι τελικά ιδιαίτερα ελκυστική. Στην περίπτωση που ένα μεμονωμένο ελαιοτριβείο πραγματοποιούσε μεμονωμένη επεξεργασία των αποβλήτων του με τη δεύτερη μέθοδο που αναφέρθηκε (λιποσυλλογή, καθίζηση, εξουδετέρωση, διάθεση για υδρολίπανση) το κόστος εξυπηρέτησης κεφαλαίου για την κατασκευή θα ήταν 1.630€ ετησίως, οπότε το συνολικό κόστος κατασκευής και λειτουργίας θα ήταν 5.630€. Γίνεται λοιπόν εμφανές πως η χρήση μονάδων φυτοεξυγίανσης για την επεξεργασία είναι αρκετά πιο συμφέρουσα για ελαιοτριβεία που ακολουθούν την πρακτική της μεμονωμένης επεξεργασίας. Στην περίπτωση που τα ελαιοτριβεία δημιουργούν κοινές μονάδες επεξεργασίας κατά ομάδες το κόστος κατασκευής και λειτουργίας μοιράζεται στα ελαιοτριβεία. Για παράδειγμα, στην ομάδα ελαιοτριβείων που αναφέρθηκε παραπάνω, το ελαιοτριβείο δυναμικότητας 400 tn, θα χρειαστεί να πληρώσει 10.000 € για την αρχική κατασκευή το οποίο προκύπτει ίσο με 1.358 € ετησίως και αναλογικά με τη δυναμικότητά του 3.550 € για τη λειτουργία της μονάδας. Δηλαδή, η επεξεργασία των αποβλήτων του θα του κοστίζει 4.908 € ετησίως.

Από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, γίνεται εμφανές πως η ομαδοποίηση των ελαιοτριβείων και η χρήση κοινών εγκαταστάσεων επεξεργασίας είναι οικονομικά πιο συμφέρουσα. Η οργάνωση σε κοινές μονάδες επεξεργασίας έχει και ένα επιπλέον πλεονέκτημα. Κάθε μονάδα επεξεργασίας, αποτελεί εν δυνάμει πηγή ρύπανσης λόγω τυχόν διαρροών των αποβλήτων ή κακής κατασκευής και λειτουργίας. Με την κεντρική οργάνωση, μειώνεται ο αριθμός των

πιθανών πηγών ρύπανσης και ελέγχεται πιο εύκολα ένα γεγονός ρύπανσης. Ενδεικτικά αναφέρεται πως αν κάθε τριφασικό ελαιοτριβείο λειτουργούσε δική του μονάδα επεξεργασίας, θα υπήρχαν 129 μονάδες, ενώ με την ομαδοποίηση των ελαιοτριβείων σε κοινές μονάδες, ο αριθμός τους μειώνεται σε 22-43 μονάδες επεξεργασίας, ανάλογα με τον αριθμό των ελαιοτριβείων που συμμετέχουν σε κάθε μονάδα (προτείνεται 3-6). Από περιβαλλοντική σκοπιά, η μέθοδος δεν φαίνεται να δημιουργεί σοβαρά προβλήματα. Η επεξεργασία με ασβέστη απομακρύνει το οργανικό φορτίο (COD) κατά 46.2 %, τα ολικά στερεά (TS) κατά 46.9% και τις πολυφαινόλες κατά 62.5 %. Ένας μεγάλος αριθμός ρυπογόνων ουσιών απομακρύνεται σε σημαντικό ποσοστό και οι φαινολικές ουσίες που έχουν φυτοτοξική δράση μπορούν να απομακρυνθούν εντελώς ενώ από την άλλη πλευρά, η αφαίρεση θρεπτικών συστατικών αποτελεί μειονέκτημα (Aktas et al, 2001).

Η υγρή λίπανση που προτείνεται ως τελική χρήση των επεξεργασμένων αποβλήτων αντιπροσωπεύει μια στρατηγική όπου θρεπτικά συστατικά και οργανική ύλη επιστρέφονται στο έδαφος (Capra et al, 2010). Η προεπεξεργασία που υφίστανται τα απόβλητα τα καθιστά ικανά εδαφοβελτιωτικά καθώς περιέχουν οργανική ύλη, νερό και κάποια θρεπτικά συστατικά. Η εφαρμογή προεπεξεργασμένων αποβλήτων ελαιοτριβείου είχε καλά αποτελέσματα στην άρδευση καλλιέργειας καλαμποκιού. Η προεπεξεργασία περιλάμβανε εξουδετέρωση με προσθήκη ασβέστη, καθίζηση και απομάκρυνση στερεών, αποθήκευση σε εδαφοδεξαμενή και αραίωσή τους πριν την άρδευση. Η εδαφοβελτιωτική τους δράση ήταν σημαντική καθώς αύξησαν σημαντικά τα θρεπτικά συστατικά σε σχέση με τα συμβατικά λιπάσματα καθώς και τον ρυθμό αποδόμησης του οργανικού αζώτου. Δεν παρατηρήθηκαν δυσμενείς επιπτώσεις στο υπόγειο νερό και την ποιότητα του εδάφους. Η παραγωγή καλαμποκιού αυξήθηκε περίπου 25-30 % μετά την άρδευση με τα προεπεξεργασμένα απόβλητα. Τα αποτελέσματα αυτά οδηγούν στο συμπέρασμα πως αυτή η μέθοδος διαχείρισης είναι οικονομικά βιώσιμη (Moraetis et al, 2011). Επιπλέον, η κομποστοποίηση των φύλλων μαζί με τα καθιζάνοντα υλικά και πιθανόν με κλαδέματα από τα ελαιόδενδρα, δίνει τη δυνατότητα στην κάθε μονάδα επεξεργασίας για παραγωγή εδαφοβελτιωτικού με εμπορική αξία.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διαχείριση των αποβλήτων του κύκλου εργασιών των ελαιοτριβείων αποτελεί σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα για τον Νομό Μεσσηνίας. Τα πολλά μικρά ελαιοτριβεία που είναι διασκορπισμένα σε όλο τον Νομό, αδυνατούν να καλύψουν το κόστος της επεξεργασίας με συμβατικές μεθόδους, οπότε πρέπει να υιοθετηθούν εναλλακτικοί τρόποι χαμηλού κόστους.

Προτείνεται η χρήση της διφασικής τεχνολογίας για τα μεγάλα ελαιοτριβεία και της τριφασικής για τα μικρά και μεσαία ελαιοτριβεία. Η διφασική τεχνολογία δεν είναι οικονομικά βιώσιμη για τα μικρά και μεσαία ελαιοτριβεία. Επίσης η χρήση τριφασικής τεχνολογίας από τα μεγάλα ελαιοτριβεία οδηγεί σε μεγάλες εκροές υγρών αποβλήτων.

Τα μικρά και μεσαία ελαιοτριβεία τριών φάσεων που παράγουν μεγάλες ποσότητες υγρών αποβλήτων, οργανώνονται σε ομάδες των 3-6 ελαιοτριβείων με κοινές μονάδες επεξεργασίας των αποβλήτων τους και εφαρμόζουν τη μέθοδο επεξεργασίας που αναλύθηκε. Γενικά, είναι τεχνικά οικονομικά βιώσιμη, με κόστος ανεκτό για το μέσο ελαιοτριβείο και με πιθανότητα μικρού οικονομικού οφέλους από την ανάκτηση ελαίου και την πώληση εδαφοβελτιωτικού από την κομποστοποίηση. Επίσης, είναι περιβαλλοντικά φιλική καθώς περιλαμβάνει ασφαλείς τεχνικές που ήδη χρησιμοποιούνται. Επιπλέον, επιστρέφει στο έδαφος θρεπτικά στοιχεία και οργανική ύλη. Τα μεμονωμένα ελαιοτριβεία τα οποία αδυνατούν λόγω απόστασης να συμμετέχουν στις κοινές μονάδες, κατασκευάζουν μεμονωμένες εγκαταστάσεις εδαφικής διάθεσης-φυτοεξυγίανσης. Τα διφασικά ελαιοτριβεία προτείνεται να διενεργούν κομποστοποίηση των υγρών αποβλήτων μαζί με τα φύλλα ή και μέρος του

διφασικού ελαιοπυρήνα. Η διαδικασία αυτή μπορεί να γίνεται είτε σε κάθε ελαιοτριβείο ξεχωριστά είτε με συμμετοχή στις κοινές μονάδες επεξεργασίας.

Η μελλοντική πολιτική προτείνεται να είναι η λειτουργία μόνο μεγάλων διφασικών ελαιοτριβείων μιάς και τα πυρηνελαιουργεία της περιοχής επεξεργάζονται και διφασικό ελαιοπυρήνα. Έτσι, το πρόβλημα της διαχείρισης των υγρών αποβλήτων περιορίζεται σημαντικά. Το εμπόδιο όμως είναι πως τα διφασικά ελαιοτριβεία δεν είναι οικονομικά βιώσιμα για μικρές μονάδες και η προσαρμογή στη διφασική τεχνολογία είναι πολύ ακριβή. Η παραπάνω πολιτική μπορεί να υλοποιηθεί με την απόδοση κινήτρων για τη συνένωση των ελαιοτριβείων και τον εκσυγχρονισμό τους. Επιπλέον, τουλάχιστον μια βασική πιστοποίηση HACCP κρίνεται απαραίτητη ή ακόμα περισσότερο μια πιστοποίηση σύμφωνα με το πρότυπο ISO 22000:2005 που αποτελεί σύστημα διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων για τις επιχειρήσεις της αλυσίδας των τροφίμων. Τα παραπάνω απαιτούν μεγάλο βάθος χρόνου, οπότε για το άμεσο μέλλον, προτείνεται η πολιτική που αναλύθηκε πιο πάνω.

Μία αρχική εκδοχή αυτής της εργασίας παρουσιάστηκε στο 6^ο Περιβαλλοντικό Συνέδριο Μακεδονίας (Θεσσαλονίκη, 5-7 Μαΐου 2017) από τους ίδιους συγγραφείς.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Απογραφή Γεωργίας-Κτηνοτροφίας, 2009. <http://www.statistics.gr/>
- ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, Περιφέρεια Πελοποννήσου, 2016. Π.Ε.3.5 Αξιολόγηση υφιστάμενων μονάδων στην περιοχή της Μεσσηνίας, Ολοκληρωμένο σχέδιο αντιμετώπισης όχλησης-ρύπανσης που δημιουργείται από τον κύκλο εργασιών ελαιοτριβείων και πυρηνελαιουργείων Μεσσηνίας.
- Καλογεράκης Ν. και Νικολαΐδης Π.Ν., 2008. Μέτρα Φιλικά Προς το Περιβάλλον: 10 Εναλλακτικές Προτάσεις Επεξεργασίας Αποβλήτων Ελαιουργείων. Environmental Friendly Technologies for Rural Development, LIFE05 ENV/GR/000245
- ΚΥΑ, Καθορισμός Πρότυπων Περιβαλλοντικών Δεσμεύσεων (ΠΠΔ). ΦΕΚ/Β /3924/7.12.2016
- Παναγιωτακόπουλος Δ., 2007. Βιώσιμη διαχείριση αστικών στερεών απορριμμάτων. Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη, 174 σελ.
- Aktas E. S., Imer S. and Esroy L., 2001. Characterization and lime treatment of olive mill wastewater. *Water Research*, 35: 2336–2340
- Azbar N., Bayram A., Filibeli A., Muezzinoglu A., Sengul F. and Ozer A., 2004. A Review of Waste Management Options in Olive Oil Production. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 34: 209-247
- Capra A., Tamburino V. and Zimbone S. M., 2010. Irrigation systems for land spreading of olive mill wastewater. *Terrestrial and aquatic environmental toxicology*, 4: 65-74
- Chartzoulakis K., Psarras G., Moutsopoulou M. and Stefanoudaki E., 2010. Application of olive mill wastewater to a Cretan olive orchard: Effects on soil properties, plant performance and the environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 138: 293–298.
- Danellakis D., Ntaikou I., Kornaros M. and Dailianis S., 2011. Olive oil mill wastewater toxicity in the marine environment: Alterations of stress indices in tissues of mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Aquatic Toxicology*, 101: 358–366.
- Doula M., Kavvadias V., Theocharopoulos S., Kouloumbis P., Oikonomou D. and Arapoglou D., 2009. Environmental impacts relative to soil quality caused from the disposal of olive oil mills' wastes. Case study: A municipality in Crete, Greece. 3rd AMIREG International

- Conference: Assessing the Footprint of Resource Utilization and Hazardous Waste Management, Athens, Greece
- Duarte C.J., Pires O.S., Paixão M.S. and Säägua C.M., 2011. New approaches to olive mill wastes bioremediation. Olive Oil and Health, Chapter 11, James D. Corrigan, Nova Science Publishers, Inc.
- Herouvim E., Akratos S.C., Tekerlekopoulou A. and Vayenas V.D., 2011. Treatment of olive mill wastewater in pilot-scale vertical flow constructed wetlands. *Ecological Engineering*, 37: 931–939
- Kapellakis I.E., Tsagarakis K.P., Avramaki Ch. And Angelakis A.N., 2006. Olive mill wastewater management in river basins: A case study in Greece. *Agricultural Water Management*, 82: 354–370
- Mekki A., Dhouib A. And Sayadi S., 2009. Evolution of several soil properties following amendment with olive mill wastewater. *Progress in Natural Science*, 19: 1515–1521.
- Moraetis D., Stamati F.E., Nikolaidis N.P. and Kalogerakis N., 2011. Olive mill wastewater irrigation of maize: Impacts on soil and groundwater. *Agricultural Water Management*, 98: 1125–1132
- Niaounakis M. and Halvadakis C.P., 2006. Olive processing waste management, Literature review and patent survey. *Waste Management Series 5*, Elsevier
- Paraskeva P. and Diamadopoulou E., 2006. Technologies for olive mill wastewater (OMW) treatment: a review. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 81:1475–1485
- Regional Activity Centre for Cleaner Production (RAC/CP) Mediterranean Action Plan 2001. Pollution Prevention in olive oil production. Regional Activity Centre for Cleaner Production (RAC/CP) C/ Paris, 184 – 3^a planta 08036 Barcelona (Spain)
- Stamatakis G., 2010. Energy and geo-environmental applications for Olive Mill Wastes. A review, *Hellenic Journal of Geosciences*, 45: 269-282