

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ  
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Επίδραση υγρών αποβλήτων πυρηνελαιουργείου  
στην παράκτια περιοχή NATURA του Σπερχειού ποταμού**

**Μαρία – Ειρήνη Σπανού**

**ΒΟΛΟΣ 2014**

**UNIVERSITY OF THESSALY  
SCHOOL OF AGRICULTURAL SCIENCES  
DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC  
ENVIRONMENT**

**POSTGRADUATE MASTER'S THESIS**

**Effect of waste water of olive oil processing plant in a coastal  
NATURA area in Sperchios river.**

**Maria – Irini Spanou**

**VOLOS 2014**

**Επίδραση υγρών αποβλήτων πυρηνελαιουργείου  
στην παράκτια περιοχή NATURA του Σπερχειού ποταμού**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :**

**1) Χρήστος Νεοφύτου,** Καθηγητής, Ιχθυολογία - Υδροβιολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπων,***

**2) Δημήτριος Βαφείδης,** Καθηγητής, Βιοποικιλότητα των Θαλάσσιων Βενθικών Ασπονδύλων και άμεση – έμμεση χρησιμότητά τους, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος,***

**3) Κωνσταντίνος Σκόρδας,** Επίκουρος Καθηγητής, Υδατοκαλλιέργειες και Περιβάλλον, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος.***

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, κ. Χ. Νεοφύτου για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τους 1) κ. Δ. Βαφείδη, και 2) κ. Κ. Σκόρδα για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- Η παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου βασίζεται στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) η οποία κυριαρχεί στη διεθνή αγορά, αποτελεί το μεγαλύτερο παραγωγό και καταναλωτή, με 75,6% της παραγωγής και το 63,7% της κατανάλωσης το 2010.
- Η υψηλότερη παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου όλων των εποχών ήταν, σύμφωνα με τα στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου (Ι.Ο.Σ.), η σοδειά της ελαιοκομικής περιόδου 2011-2012, που ανήλθε σε 3.361.500 τόνους. Οι μεγαλύτερες χώρες παραγωγοί ήταν τα κράτη μέλη της Ε.Ε. (Ισπανία, Ιταλία, Ελλάδα, Πορτογαλία) με ποσοστό 77,9%, ενώ στο Μεσογειακό χώρο ακολούθησε η Συρία, η Τουρκία, η Τυνησία και το Μαρόκο συγκεντρώνοντας συνολικά το υπόλοιπο ποσοστό του 22,1%.
- Ο κλάδος της παραγωγής ελαιολάδου από τον ελαιόκαρπο αποτελείται σε εθνικό επίπεδο από 2.000-2.200 ελαιουργεία – ελαιοτριβεία που λειτουργούν διασκορπισμένα και η μέση ετήσια παραγωγή ανά ελαιοτριβείο κυμαίνεται μεταξύ 140 έως 200 τόνους.
- Στην χώρα μας λειτουργούν περίπου 35 με 40 πυρηνελαιουργεία, που σύμφωνα με τα στοιχεία της ICAP, το 2010 δραστηριοποιούνταν στην παραγωγή πυρηνελαίου 43 επιχειρήσεις, οι περισσότερες των οποίων όμως δεν είχαν σαν κύρια δραστηριότητα την πυρηνελαιουργία αλλά τη παραγωγή ή την τυποποίηση ελαιολάδου. Με εξαίρεση τα ελάχιστα πυρηνελαιουργεία που διαθέτουν ραφινάρια, το παραγόμενο πυρηνέλαιο είναι σε μη βρώσιμη μορφή (μπρούτο) και απαιτείται περαιτέρω επεξεργασία του από τυποποιητές στην Ελλάδα ή εξωτερικό.

- Τα Υγρά Απόβλητα Ελαιοτριβείων (Υ.Α.Ε.) που παράγονται από τα παραδοσιακά και φυγοκεντρικά συστήματα 3 φάσεων για κάθε ελαιοκομική περίοδο σε τεράστιες ποσότητες, αποτελούν ένα σημαντικό πρόβλημα ρύπανσης και προκαλεί σοβαρά προβλήματα στις ελαιοπαραγωγικές χώρες εξαιτίας της υψηλής τους συγκέντρωσης σε χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (C.O.D.) και της ικανότητάς τους να αντιστέκονται στη βιοαποδόμηση λόγω της υψηλής τους περιεκτικότητας σε φαινολικές ενώσεις.
- Μέχρι σήμερα έχουν προταθεί διάφορες τεχνικές επεξεργασίας των Υ.Α.Ε. καθώς και νέες τεχνικές με στόχο τη βελτίωση της αποδοτικότητας και απομάκρυνσης ρύπων, πλην όμως ακόμη δεν έχει εξευρεθεί μία αποδοτική, οικονομική, αποτελεσματική και φιλική προς το περιβάλλον μέθοδος με αποτέλεσμα τα ελληνικά ελαιοτριβεία να δέχονται σήμερα εκτεταμένες πιέσεις από ιδιώτες, περιβαλλοντικές οργανώσεις και δημόσιους φορείς, επειδή δεν πληρούνται οι προϋποθέσεις των όρων της περιβαλλοντικής Ευρωπαϊκής και Ελληνικής νομοθεσίας.
- Η διεθνής εμπειρία έδειξε ότι η αποτελεσματικότερη λύση στο ζήτημα των Υ.Α.Ε. είναι η μετάβαση από την τριφασική (σήμερα το 80% των ελαιοτριβείων ακολουθούν τη μέθοδο αυτή) στη διφασική μέθοδο ελαιοποίησης του ελαιοκάρπου, επειδή δεν παράγονται πλέον υγρά απόβλητα καθώς δεν προστίθεται πόσιμο νερό κατά την επεξεργασία του ελαιοκάρπου. Το τελικό προϊόν είναι το ελαιόλαδο και ο υγρός ελαιοπυρήνας στον οποίο ενσωματώνονται τα φυτικά υγρά του καρπού. Κύριο πλεονέκτημα της νέας τεχνικής είναι ο περιορισμός των μεγάλων ποσοτήτων υγρών αποβλήτων σε σύγκριση με τη διαδικασία 3 φάσεων.
- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ανεξέλεγκτης διάθεσης των αποβλήτων ελαιοτριβείων παρουσιάζονται σε περιοχές κοντά σε υδροφόρους ορίζοντες, αέρα,

έδαφος και στην περιοχή των εγκαταστάσεων των ελαιοτριβείων, με συνέπεια την οικολογική, πολιτιστική και αισθητική καταστροφή.

- Στα πλαίσια των τεχνικών μείωσης της κατανάλωσης νερού, παραγωγής αποβλήτων και ρυπαντικού φορτίου, σύμφωνα με την οδηγία 96/61/EK (L257/10-10-96) για πρόληψη και περιορισμού ρύπανσης (I.P.P.C.), η εξαγωγή ελαιολάδου με φυγοκέντριση 2 φάσεων αποτελεί την καλύτερη λύση και προτείνεται για τις νέες μονάδες, αλλά πρέπει να εξεταστεί και να αποτελέσει αντικείμενο έρευνας η επίδραση του προϊόντος (ελαιοπυρήνα) στα πυρηνελαιουργεία που πρόκειται να το επεξεργαστούν για την παραγωγή πυρηνελαίου.
- Με τη διαδικασία των 2 φάσεων ενώ περιορίζεται ο όγκος των Υ.Α.Ε. το κύριο ζήτημα προς επίλυση είναι η διαχείριση και η διάθεση της διφασικής ελαιοπυρήνας η οποία είναι πιο υδαρής από την τριφασική (με υγρασία 65-70%). Δεν μπορεί να απορροφηθεί από τα υφιστάμενα (συμβατικά) πυρηνελαιουργεία καθώς αυτά σήμερα δε διαθέτουν υποδομές και κατάλληλο εξοπλισμό- μηχανήματα για να την επεξεργαστούν αποτελεσματικά και είναι επιτακτική ανάγκη εύρεσης πρακτικά εφαρμόσιμων τεχνικών διαχείρισης και συγχρόνως οικονομικά και περιβαλλοντικά βιώσιμων.
- Οι ιδιοκτήτες των υφιστάμενων ελαιοτριβείων οι οποίοι διαθέτουν άδεια επιφανειακής διάθεσης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων με προγενέστερες διατάξεις ( Ε1β/221/1965) θα πρέπει να προσαρμοστούν στην νέα ΚΥΑ 145116/8-3-2011. Η διάθεση των αποβλήτων δεν μπορεί πλέον να γίνεται σε ρυάκια, χείμαρρους ή στη θάλασσα διότι καταργούνται οι σχετικές άδειες και αντικαθίσταται από τις ΑΕΠΟ (Άδειες Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων)και τις Π.Π.Δ. (Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις). Εισάγεται πλέον η μελέτη σχεδιασμού και εφαρμογής



του προτεινόμενου συστήματος, επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων που εγκρίνεται από τη Διεύθυνση Υδάτων της Αποκεντρωμένης Διοίκησης.

- Η θαλάσσια ρύπανση της παράκτιας ζώνης μέσω του ποταμού Σπερχειού στον Μαλιακό Κόλπο είναι ένα σημαντικό πρόβλημα σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Ειδικότερα η εισροή θρεπτικών στα υδάτινα οικοσυστήματα, νιτρικών στη θάλασσα και φωσφόρου στα χαμηλής αλατότητας ύδατα, η ανεξέλεγκτη διάθεση υγρών αποβλήτων ελαιουργείων – χωρίς τον αντίστοιχο βαθμό της και κατ' ελάχιστον απαιτούμενης επεξεργασίας και δευτεροβάθμιας βιολογικής επεξεργασίας με απολύμανση – έχει συσχετιστεί με αυξημένη πρωτογενή παραγωγικότητα και ανεπιθύμητα πληθυσμιακή αύξηση φυκιών (ευτροφισμός) στις παράκτιες ζώνες.
- Σύμφωνα με τα στοιχεία αξιολόγησης των αρμόδιων θεσμικών φορέων και ανασκόπηση των βιβλιογραφικών και ερευνητικών αναφορών κατά την χωρική και χρονική εξέλιξη της θαλάσσιας ρύπανσης στο Μαλιακό Κόλπο το Μάρτιο – Απρίλιο 2009 αναφέρονται ότι:
  - i. Εντοπίστηκαν σε υψηλές ποσότητες στα βράγχια νεκρών ψαριών μικροφύκη του γένους *Chattonella*.
  - ii. Υψηλές συγκεντρώσεις σε άμορφο υλικό.
  - iii. Χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου.
  - iv. Υψηλές συγκεντρώσεις σε νιτρικά και αιωρούμενα σωματίδια, που αποδεικνύουν ότι τα οξυνοβόρα φορτία που μεταφέρθηκαν μαζικά, συνέβαλαν στη δημιουργία συνθηκών ανεπαρκούς παρουσίας οξυγόνου με αποτέλεσμα το μαζικό θάνατο ψαριών. Το γεγονός του φαινομένου θανάτου ιχθύων στο Μαλιακό Κόλπο (έχει και στο παρελθόν παρατηρηθεί) αποδεικνύει ότι

πρόκειται για ένα ευαίσθητο οικοσύστημα, ενώ ο ευτροφισμός φαίνεται να είναι η κύρια απειλή του οικοσυστήματος.

- Το μελετηθέν πυρηνελαιουργείο επεξεργάζεται 700 τόνους/ημέρα νωπούς ελαιοπυρήνες (μίγμα πυρήνων με προέλευση από ελαιοτριβεία 3φάσεων, 2φάσεων και υδραυλικών πιεστηρίων) και χρησιμοποιεί ποσότητες πρώτων υλών 2,10 τόνους/ημέρα εξάνιο, 91 τόνους/ημέρα πυρηνόξυλο και παράγει ακατέργαστο πυρηνέλαιο 29,4 τόνους/ημέρα στην περίοδο αιχμής.
- Η μέση κατανάλωση νερού ανέρχεται στα 1.836 m<sup>3</sup>/ημέρα που αντλείται από το Σπερχειό ποταμό και η μέγιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται στις 1.099.075 kwh/έτος.
- Τα παραγόμενα απόβλητα είναι:
  - i. ατμοσφαιρικές εκπομπές (υδρατμοί, αέρια καύσης, σωματιδιακές εκπομπές, πτητικές οργανικές ενώσεις, οσμές),
  - ii. υγρά απόβλητα που προκύπτουν από τα νερά ψύξης των ψυγείων του εξανίου θερμοκρασίας 32 °C και παροχής 1800 m<sup>3</sup>/h – καθαρά νερά – με αποδέκτη το Σπερχειό ποταμό καθώς και άλλων διεργασιών με αποδέκτη τη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων,
  - iii. στερεά και ελαιώδη απόβλητα (τέφρα, σωματιδιακή ύλη, λάσπη επεξεργασίας αποβλήτων, διαχωριζόμενα λάδια από επίπλευση,
  - iv. επικίνδυνα απόβλητα (χρησιμοποιούμενα λιπαντέλαια).
- Κατά την επεξεργασία των ελαιοπυρήνων προέλευσης από ελαιοτριβεία 3φάσεων τα συμβατικά πυρηνελαιουργεία εξασφαλίζουν τις προϋποθέσεις, και τους περιβαλλοντικούς όρους αδειοδότησης πλην όμως η κοινή χρήση διφασικής και τριφασικής ελαιοπυρήνας παρουσιάζει περιβαλλοντικά προβλήματα.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ελαιοπαραγωγικός κλάδος στο διεθνή και Ευρωπαϊκό χώρο.....	1
1.2 Ελαιοπαραγωγικός κλάδος στην Ελλάδα .....	3
1.3 Ελαιοτριβεία .....	4
1.4 Πυρηνελαιουργία.....	5
1.5 Τυποποιητές και λοιπά προβλήματα ελαιοτριβείων.....	6
1.6 Η χημική σύσταση του ελαιοκάρπου .....	7
1.7 Διαδικασία παραγωγής ελαιολάδου.....	9
1.8 Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου (Υ.Α.Ε.).....	17
1.9 Περιβαλλοντική Ευρωπαϊκή νομοθεσία που επηρεάζει την παραγωγή ελαιολάδου .....	22
1.10 Νομοθετικές ρυθμίσεις –Ελληνική νομοθεσία ελαιουργικών αποβλήτων.....	28
1.11 Παράκτιες ζώνες – Απειλές και διαχείριση .....	33
1.12 Σκοπός της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας (ΜΔΕ).....	36
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>40</b>
2.1 Περιοχή έρευνας – μελέτης .....	40
2.1.1 Γεωγραφική θέση – Χρήσεις Γης – Βιότοποι.....	40
2.2 Περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας Μονάδος “αναφοράς” συμβατικού πυρηνελαιουργείου .....	42
2.2.1 Γενικά.....	42
2.2.2 Συνοπτική περιγραφή της δραστηριότητας.....	43
2.2.3 Πυρηνελαιουργείο.....	45

2.2.4 Τμήμα ξήρανσης.....	47
2.2.5 Τμήμα εκχύλισης.....	49
2.3 Ισοζύγιο υλικών.....	51
2.4 Χρήση ενέργειας.....	53
2.4.1 Θερμική ενέργεια.....	53
2.4.2 Ηλεκτρική ενέργεια.....	53
2.4.3 Χρήση νερού.....	54
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>56</b>
3.1 Παραγόμενα απόβλητα συμβατικού πυρηνελαιουργείου “αναφοράς” κοινής επεξεργασίας ελαιοπυρήνων.....	56
3.1.1 Θόρυβος.....	56
3.1.2 Ατμοσφαιρικές εκπομπές.....	56
3.1.3 Υγρά απόβλητα.....	60
3.2 Αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία της μονάδας – Μέτρα αντιρύπανσης.....	66
3.2.1 Ατμοσφαιρικές εκπομπές – Αέρια απόβλητα.....	66
3.2.2 Υγρά απόβλητα – λύματα.....	73
3.2.3 Στερεά και επικίνδυνα απόβλητα.....	74
3.3 Μέθοδοι διαχείρισης ελαιοπολτού διφασικής ελαιοπυρήνας .....	75
3.4 Εισαγωγή διαχείρισης υγρών αποβλήτων ελαιουργείων (Υ.Α.Ε.).....	84
3.5 Αειφόρος ανάπτυξη – αειφορία στην παράκτια ζώνη .....	85
3.6 Ρύπανση Μαλιακού – Ανθρωπογενείς επιδράσεις στο δέλτα του Σπερχειού Ποταμού .....	88
3.7 Οικολογικά στοιχεία.....	91

3.8	Συνοπτική περιγραφή επεισοδίου ρύπανσης με το φαινόμενο μαζικού θανάτου ψαριών.....	94
3.8.1	Επεισόδιο.....	94
3.8.2	Χωρική και χρονική εξέλιξη θαλάσσιας ρύπανσης.....	94
3.8.3	Ανταπόκριση φορέων στο φαινόμενο του θανάτου ψαριών.....	95
3.9	Χαρακτηριστικά υδάτων περιοχής.....	97
3.9.1	Γενικά.....	97
3.9.2	Ποιότητα επιφανειακών – υπόγειων υδάτων.....	98
3.10	Αλιευτική και Ιχθυοκαλλιεργητική δραστηριότητα στο Μαλιακό Κόλπο – Αξιολόγηση των επιπτώσεων του Επεισοδίου Μαρτίου – Απριλίου 2009... 103	
3.10.1	Αλιευτική και Ιχθυοκαλλιεργητική δραστηριότητα.....	103
3.10.2	Αξιολόγηση.....	103
3.10.3	Ευτροφισμός.....	104
3.10.4	Επιπτώσεις του ιχθυοτοξικού είδους του γένους <i>Chattonella</i> .....	106
3.11	Περιβαλλοντικός αντίκτυπος της παραγωγής ελαιολάδου .....	107
3.12	Κυριότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον από τη διάθεση ΥΑΕ στο έδαφος... 112	
3.13	Εκτίμηση ποσοτήτων Υ.Α.Ε. ελαιοκομικής περιόδου.....	114
<b>4.</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ....</b>	<b>116</b>
4.1	Γενικά Συμπεράσματα.....	116
4.2	Συμπερασματικές – συνοπτικές προτάσεις εφαρμογής της Ελληνικής νομοθεσίας για τα ελαιουργικά απόβλητα .....	123
4.3	Περιβαλλοντικά προβλήματα από την λειτουργία πυρηνελαιουργείου “αναφοράς” κοινής χρήσης διφασικής και τριφασικής ελαιοπυρήνας – προτεινόμενοι μέθοδοι προς εργαστηριακή έρευνα .....	128

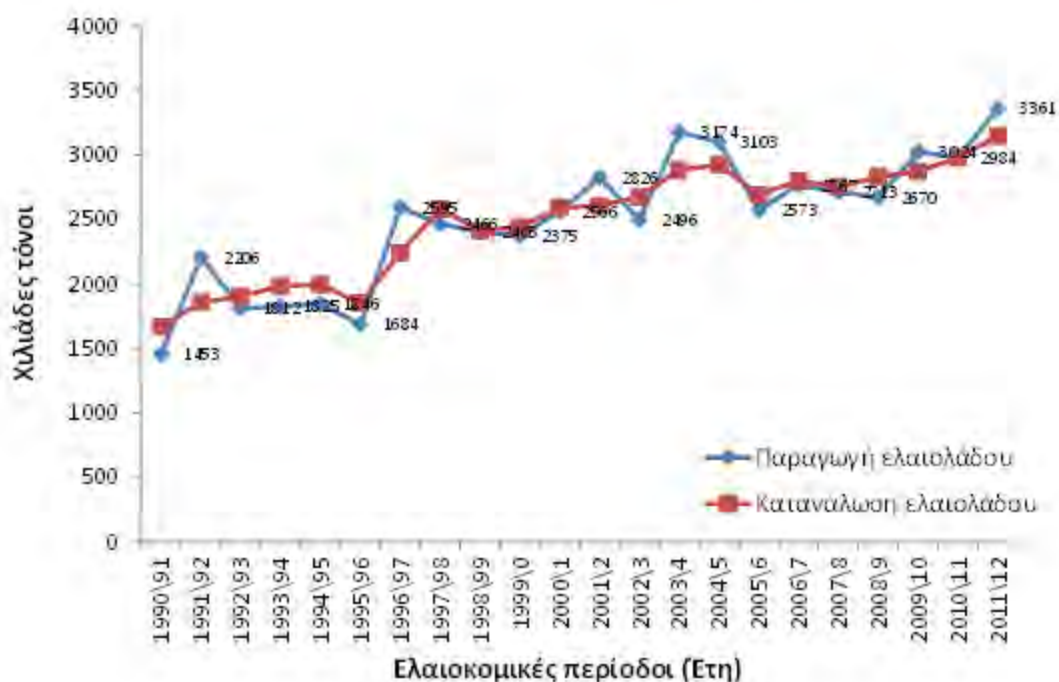
4.3.1	Γενικά.....	128
4.3.2	Υγρή οξείδωση (wet oxidation).....	132
4.3.3	Υγρή οξείδωση αέρα (wet air oxidation).....	133
4.3.4	Προτεινόμενη μέθοδος προεπεξεργασίας ΥΑΕ μονάδος πυρηγελαιουργείου.....	136
4.4	Προτάσεις.....	137
<b>5</b>	<b>BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>139</b>
<b>6</b>	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>151</b>

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Ελαιοπαραγωγικός κλάδος στο διεθνή και Ευρωπαϊκό χώρο

Η παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου βασίζεται στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) η οποία κυριαρχεί στη διεθνή αγορά, αποτελεί το μεγαλύτερο παραγωγό και καταναλωτή συγχρόνως με 75,6% της παραγωγής και το 63,7% της κατανάλωσης (Ι.Ο.Κ. 2010).

Η παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου την τελευταία εικοσαετία σύμφωνα με στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου (Ι.Ο.Κ.) παρουσίασε μία μέση ετήσια αύξηση της τάξεως 5% και εξελίχθηκε όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.1.



**Σχήμα 1.1:** Εξέλιξη παγκόσμιας παραγωγής και κατανάλωσης ελαιολάδου σε χιλιάδες τόνους (Πηγή: Ι.Ο.Κ. – <http://www.internationaloliveoil.org>)

Οι τέσσερις σημαντικότερες παραγωγικές χώρες της Ε.Ε. – Ισπανία, Ιταλία, Ελλάδα και Πορτογαλία – καλλιεργούν πάνω από το 70% των ελαιόδεντρων

παγκοσμίως (EUROSTAT 2007) και έχουν αντίστοιχο μερίδιο στην παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου. Η καλλιέργεια ελιάς είναι μία σημαντική γεωργική δραστηριότητα των νοτίων κρατών μελών της Ε.Ε. με συγκομιδή περίπου 5 εκατομμύρια εκτάρια σύμφωνα με τα υπάρχοντα στοιχεία κατανομής των ελαιοκομικών εκμεταλλεύσεων του έτους 2007 (Πιν. 1.1).

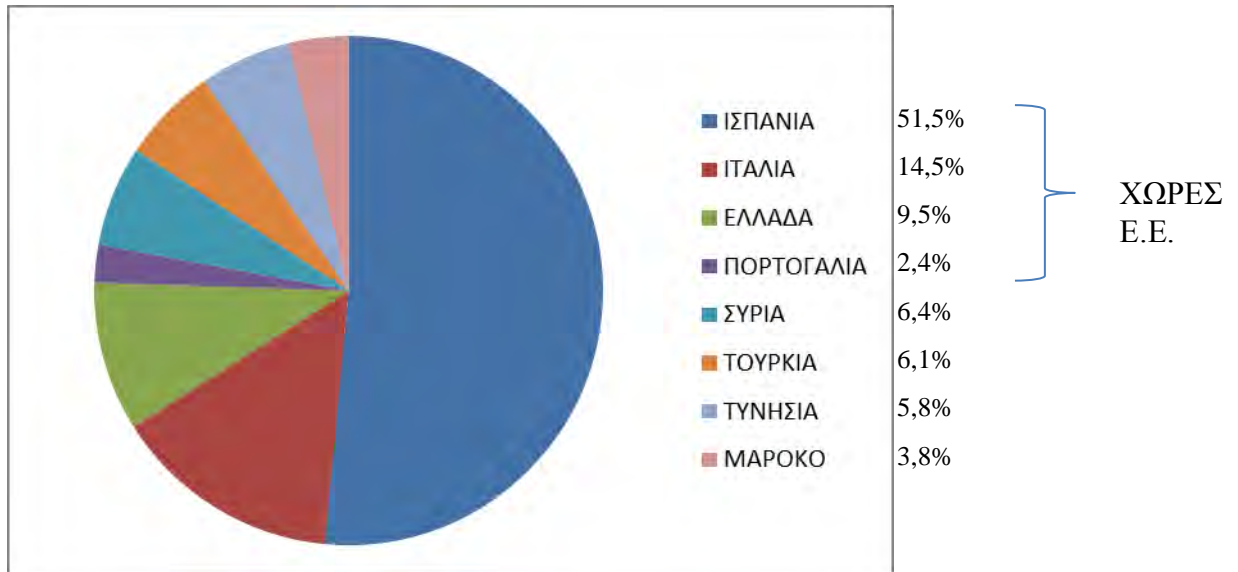
**Πίνακας 1.1:** Κατανομή ελαιοκομικών εκμεταλλεύσεων κατά μέγεθος σε εκτάρια

Χώρα	Ελιές, έκταση Παραγωγής (ha)
Ισπανία	2.470.200
Ιταλία	1.161.300
Ελλάδα	806.600
Πορτογαλία	379.600
Γαλλία	18.900

Πηγή: Παγκόσμια Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (F.A.O.) (EUROSTAT 2007)

Η υψηλότερη παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου όλων των εποχών ήταν σύμφωνα με τα στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου (I.O.C.) η σοδειά της ελαιοκομικής περιόδου 2011-2012 που έφθασε το ανώτατο επίπεδο ρεκόρ των 3.361.500 τόνων. (<http://www.3comma14.gr/pi/view-survey.php?id>) Από αυτούς οι 2.428.500 τόνοι παρήχθησαν στα ελαιοκομικά κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (1.600.000 tn στην Ισπανία 450.000 tn στην Ιταλία 295.000 tn στην Ελλάδα και 74.000 tn στην Πορτογαλία), ενώ στο Μεσογειακό χώρο ακολούθησε η Συρία με 198.000 tn η Τουρκία με 191.000 tn η Τυνησία με 180.000 tn και το Μαρόκο με 120.000 tn. Τα στατιστικά στοιχεία της παγκόσμιας παραγωγής (2011-2012) σε ποσοστά % εμφανίζονται στο σχήμα 1.2.

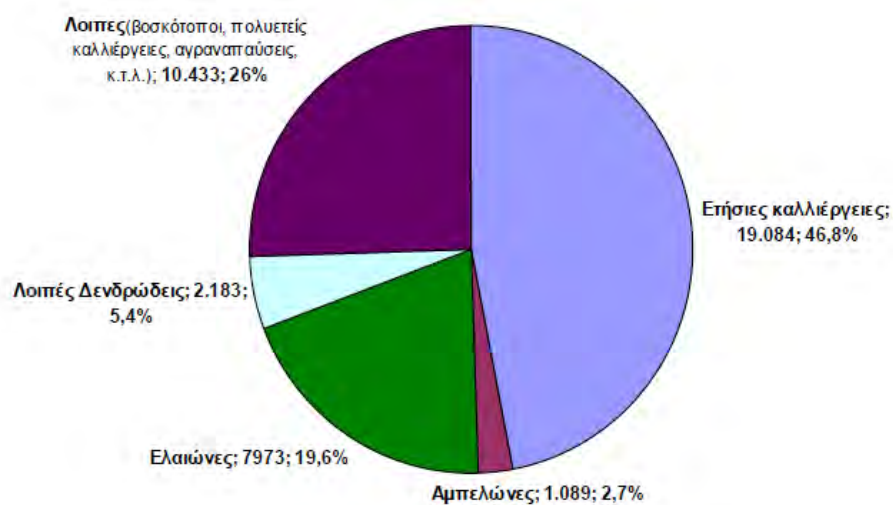




**Σχήμα 1.2:** Παγκόσμια παραγωγή ελαιόλαδου ανά χώρα για την περίοδο 2011-2012  
 Πηγή: <http://www.3comma14.gr/pi/view-survey.php?id>

## 1.2. Ελαιοπαραγωγικός κλάδος στην Ελλάδα

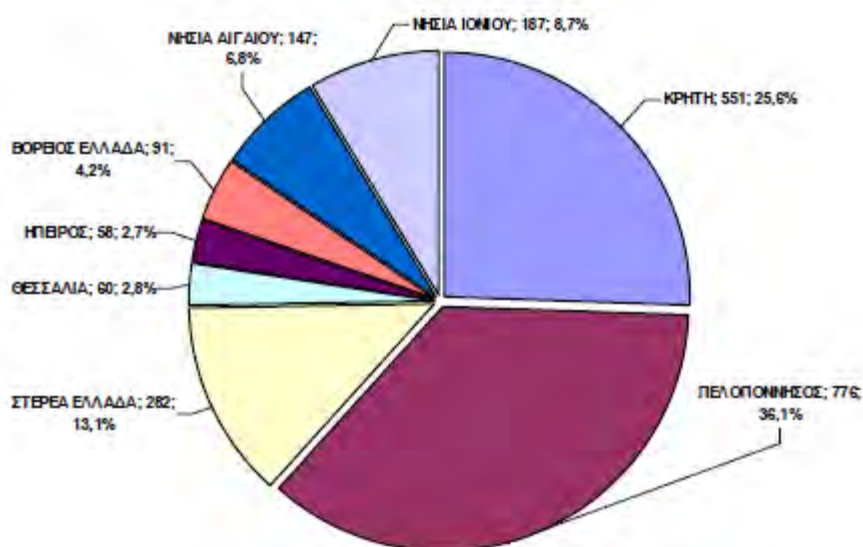
Η παραγωγή ελαιόλαδου αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κλάδο της ελληνικής οικονομίας, αφού στην ελαιοκομία δραστηριοποιούνται (κατά κύρια ή συμπληρωματική απασχόληση) περισσότερες από 450.000 αγροτικές οικογένειες, κυρίως σε μειονεκτούσες περιοχές, η ελαιοκαλλιέργεια καλύπτει περίπου το 20% της χρησιμοποιούμενης αγροτικής έκτασης της χώρας (Σχ. 1.3), ενώ η συμμετοχή του ελαιόλαδου στο αγροτικό Α.Ε.Π. ανέρχεται στο 7,5-10% ετησίως (ανάλογα με τη χρονιά) και η συμβολή του στις συνολικές εξαγωγές στο 1,5%. Πέραν της οικονομικής διάστασης, η ελαιοκαλλιέργεια έχει για την χώρα μας τεράστια κοινωνική και περιβαλλοντική σημασία.



**Σχήμα 1.3:** Κατανομή χρήσεων γης στην Ελληνική γεωργία (2007)  
Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ

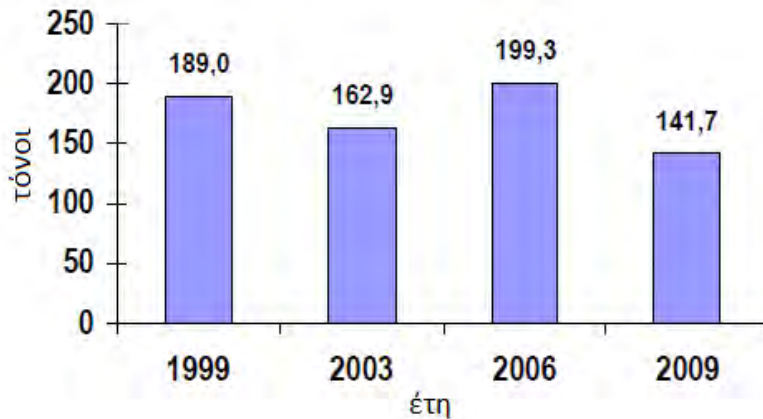
### 1.3 Ελαιοτριβεία

Τα ελαιοτριβεία είναι συνήθως μικρές μονάδες που δραστηριοποιούνται εποχιακά, ανάλογα με την περίοδο της συγκομιδής σε κάθε περιοχή (Σχ.1.4.)



**Σχήμα 1.4:** Κατανομή ελαιοτριβείων κατά περιοχή (αριθμός και ποσοστά %)  
Πηγή: Δαγκαλίδης Α. (2011). Τράπεζα Πειραιώς

Η μέση ετήσια παραγωγή ανά ελαιοτριβείο κυμαίνεται μεταξύ 140-200 τόνους ετησίως ανάλογα με τη χρονιά (Σχ. 1.5).



**Σχήμα 1.5:** Μέση ετήσια παραγωγή ανά ελαιοτριβείο σε τόνους.  
Πηγή: Δαγκαλίδης Α. (2011). Τράπεζα Πειραιώς

Τα συνεταιριστικά ελαιοτριβεία είναι κατά κανόνα μεγαλύτερα και αρτιότερα από τα υπόλοιπα, ενώ τα ελαιοτριβεία της Κρήτης έχουν περίπου διπλάσιο μέσο μέγεθος παραγωγής απ' αυτά της Πελοποννήσου.

#### 1.4 Πυρηνελαιουργία

Στο σύνολο της χώρας λειτουργούν περίπου 35 με 40 πυρηνελαιουργεία, κυρίως στις περιοχές με μεγάλη παραγωγή (Κρήτη, Μυτιλήνη, Πάτρα, Λαμία, Καλαμάτα). Σύμφωνα με τα στοιχεία της ICAP το 2010 δραστηριοποιούνταν στην παραγωγή πυρηνελαίου 43 επιχειρήσεις, οι περισσότερες των οποίων δεν είχαν σαν κύρια δραστηριότητα την πυρηνελαιουργία, αλλά την παραγωγή ή την τυποποίηση ελαιολάδου.

Λόγω των προβλημάτων όχλησης και ρύπανσης που δημιουργούν, αναστέλλονται συχνά οι άδειες λειτουργίας τους και ο αριθμός αυτών που

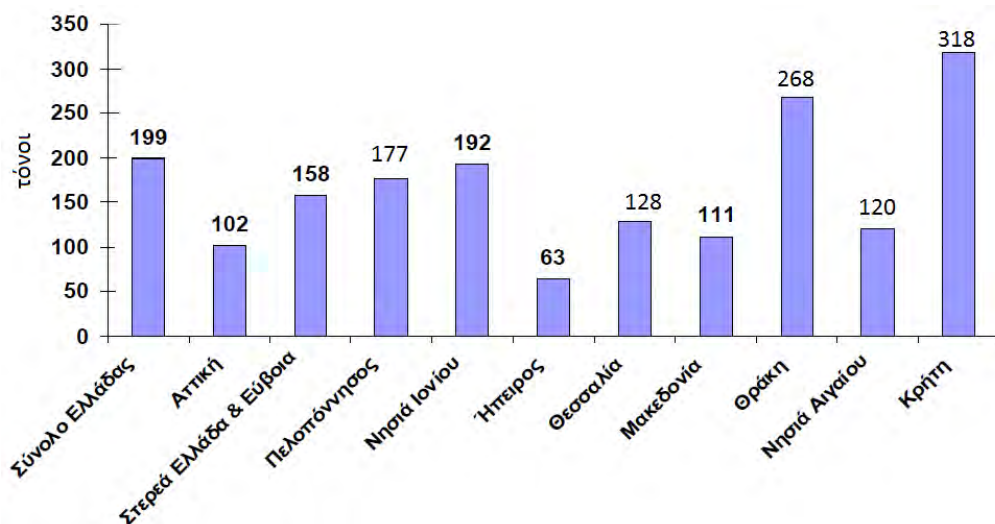
λειτουργούν κάθε χρόνο είναι απροσδιόριστος. Με εξαίρεση τα ελάχιστα πυρηνελαιουργεία που διαθέτουν ραφινάρια, το παραγόμενο πυρηνέλαιο είναι σε μη βρώσιμη μορφή (μπρούτο) και απαιτείται περαιτέρω επεξεργασία του από τυποποιητές στην Ελλάδα και κυρίως στο εξωτερικό.

### 1.5 Τυποποιητές και λοιπά προβλήματα ελαιοτριβείων

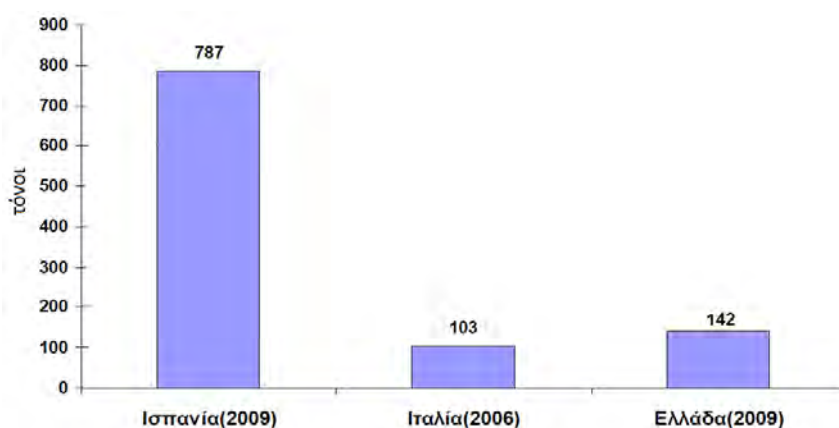
Ο αριθμός των εγκεκριμένων τυποποιητών στην Ελλάδα ανέρχεται σε 260, αλλά υπάρχει και απροσδιόριστος αριθμός μικρών μονάδων που λειτουργούν χωρίς έγκριση. Το 34% των εγκεκριμένων μονάδων βρίσκεται στην Πελοπόννησο, το 28% στην Κρήτη, το 7% στην Αττική, το 7% στη Δυτική Ελλάδα, το 5% στη Στερεά, το 7% στη Μακεδονία- Θράκη, το 4% στο Β. Αιγαίο, το 3% στο Ιόνιο και το 2% περίπου στην Ήπειρο.

Ο υποκλάδος των ελαιοτριβείων αντιμετωπίζει μεγάλα διαρθρωτικά και σοβαρές οργανωτικές και λειτουργικές ανεπάρκειες. Υπάρχει αδυναμία στην ανταπόκριση προδιαγραφών ποιότητας, υγιεινής, ασφάλειας και προστασίας περιβάλλοντος. Σύμφωνα με έρευνα της ΕΔΟΕΕ το 29,4% των ελαιοτριβείων λειτουργεί λιγότερο από 70 ημέρες το χρόνο, το 42,8% από 70 έως 90 ημέρες και μόλις το 21,8% πάνω από 100. Από τις σχετικές αναλύσεις προκύπτει ότι η βιωσιμότητα ενός ελαιοτριβείου μπορεί να επιτευχθεί για παραγωγή μεγαλύτερη των 252 τόνων ελαιολάδου, σημείο που τα περισσότερα ελαιοτριβεία της χώρας δεν το προσεγγίζουν ακόμη και τις καλύτερες καρποφόρες χρονιές. (Δαγκαλίδης Α. (2011). Τράπεζα Πειραιώς)

Στα Σχήματα 1.6 και 1.7 σημειώνονται, αντίστοιχα, η μέση παραγωγή ανά ελαιοτριβείο κατά περιφέρεια (σε τόνους) και η μέση παραγωγή ανά ελαιοτριβείο στις 3 μεγαλύτερες παραγωγικές χώρες της Ε.Ε.



**Σχήμα 1.6:** Μέση παραγωγή ανά ελαιοτριβείο κατά περιφέρεια (σε τόνους)  
Πηγή: Δαγκαλίδης Α. (2011). Τράπεζα Πειραιώς



**Σχήμα 1.7:** Μέση παραγωγή ανά ελαιοτριβείο (σε τόνους)  
Πηγή: AGROSYNERGIE 2009 / I.O.C.

## 1.6 Η χημική σύσταση του ελαιοκάρπου

Η μέση χημική σύνθεση του ελαιόκαρπου ποικίλει πολύ, επηρεαζόμενη από γενετικούς, περιβαλλοντικούς και καλλιεργητικούς παράγοντες. Κατά την

περίοδο ανάπτυξής του (Ιούνιος-Δεκέμβριος), παράλληλα με την αύξηση του βάρους, συμβαίνουν αλλαγές στη σύνθεσή του. Η σύσταση του ελαιοκάρπου φαίνεται στον Πίνακα 1.2.

**Πίνακας 1.2:** Βασικά συστατικά των επιμέρους τμημάτων του καρπού

Συστατικά	Μεσοκάρπιο (%) Olive pulp	Κουκούτσι (%) Stone	Πυρήνας (%) Seed
Νερό	50 - 60	9,3	30
Λάδι	15 - 30	0,7	27,3
Αζωτούχες ενώσεις	2 - 5	3,4	10,2
Σάκχαρα	3 - 7,5	41	26,6
Κυτταρίνη	3 - 6	38	1,9
Μέταλλα	1 - 2	4,1	1,5
Πολυφαινόλες	2 - 2,25	0,1	0,5 - 1
Άλλα	-	3,4	2,4

Πηγή: Niaounakis M. & Halvadakis C.P. 2006

Σημαντικά συστατικά των ελαιοκάρπων είναι και οι πηκτίνες, τα οργανικά οξέα, οι χρωστικές (χλωροφύλλες, καροτενοειδή και ανθοκυάνες) και γλυκοζίτες των φαινολών (Loussert *et al.* 1978 & Boskou *et al.* 1996)

Στους ελαιοκάρπους έχουν ανιχνευθεί ένζυμα όπως κυτταρινάσες (Heredia Moreno *et al.*, 1985) χλωροφυλλάσες (Minquez – Mosquera *et al.* 1994) καθώς και λιπάση, λιποξυγενάση, φαινολοξειδάση και υπεροξειδάση.

Ο καρπός της ελιάς χαρακτηρίζεται από υψηλή σχετικά περιεκτικότητα σε λάδι η οποία αυξάνεται καθώς προχωρά η ωρίμανση. Οι πράσινοι καρποί είναι πλούσιοι σε καροτενοειδή τα οποία προσδίδουν κιτρινωπό χρώμα στην επιδερμίδα. Οι νωπές ελιές περιέχουν σε σημαντικά επίπεδα οργανικά οξέα όπως μηλικό, οξαλικό και κιτρικό. Η σύσταση του ελαίου σε λιπαρά οξέα μεταβάλλεται επίσης με την ωρίμανση. Κατά την πορεία ωρίμανσης η αναλογία

του παλμιτικού, του λινελαικού και του λινολενικού οξέως μειώνεται ενώ αντιθέτως το στεατικό και κυρίως το ελαϊκό οξύ αυξάνονται στη διάρκεια αυτής της περιόδου.

Σε αντίθεση με άλλους καρπούς, οι ελιές δε μπορούν να καταναλωθούν χωρίς προηγούμενη επεξεργασία λόγω της παρουσίας της ελαιοευρωπεΐνης, η συγκέντρωση της οποίας μειώνεται όσο προχωρά η ωρίμανση (Στραφιιώτης 2009).

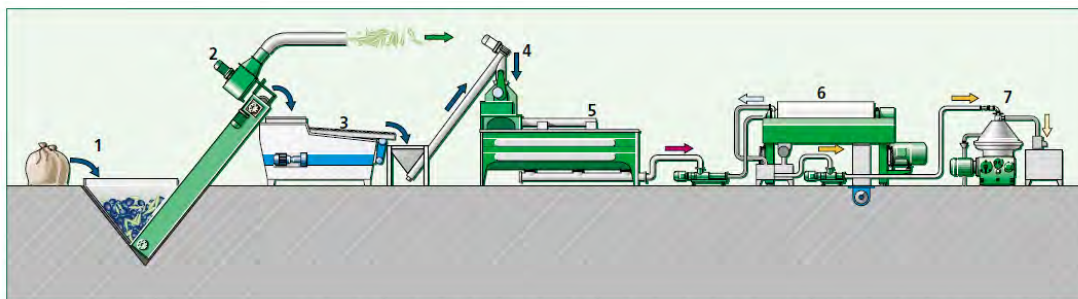
Η ουσία ελαιοευρωπεΐνη είναι μια πολυφαινόλη και συναντάται σε σημαντικό ποσοστό στον άγουρο ελαιόκαρπο. Είναι το συστατικό του καρπού στο οποίο οφείλεται η πικρή του γεύση. Στα προϊόντα οξείδωσης της ελαιοευρωπεΐνης οφείλεται το μαύρο χρώμα των ελιών.

### 1.7 Διαδικασία παραγωγής ελαιολάδου

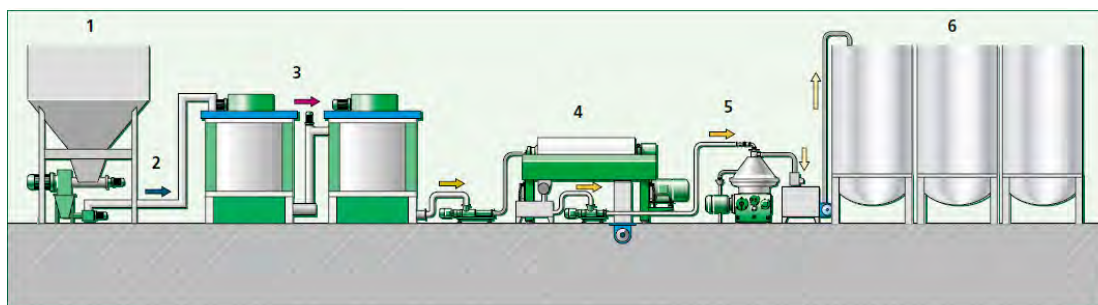
Η παραγωγική διαδικασία ελαιολάδου εξαρτάται από την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία. Σήμερα δύο διαφορετικές διαδικασίες εξαγωγής ελαιολάδου χρησιμοποιούνται ευρέως οι οποίες βασίζονται στη φυγοκέντριση. Τα φυγοκεντρικά συστήματα διακρίνονται σε τριών (3) και δύο (2) φάσεων ανάλογα με τα προϊόντα που δίνουν στο τέλος της επεξεργασίας (<http://www.Westfalia-seperator.com>).

Τα στάδια διεργασίας και τα βήματα επεξεργασίας ελαιολάδου που ακολουθούνται από τα ελαιοτριβεία είναι συνήθεις και διαφέρουν μόνο στο βαθμό αυτοματοποίησης με τον οποίο πραγματοποιούνται.

Στα Σχήματα 1.8 και 1.9 εμφανίζονται τα διαγραμματικά στάδια διεργασίας 3 φάσεων και 2 φάσεων, αντίστοιχα (<http://www.westfalia-seperator.com>).



**Σχήμα 1.8:** Διαγραμματικό στάδιο διεργασίας 3 φάσεων  
(1) Παράδοση, (2) Απομάκρυνση Φύλλων, (3) Πλύσιμο, (4) Σπάσιμο, (5) Μάλαξη, (6) 3-Φάσεων Φυγοκέντριση, (7) Διαχωρισμός



**Σχήμα 1.9:** Διαγραμματικό στάδιο διεργασίας 2 φάσεων  
(1) Σιλό, (2) Σπάσιμο, (3) Μάλαξη, (4) 2-Φάσεων Φυγοκέντριση, (5) Διαχωρισμός, (6) Αποθήκευση

Η επεξεργασία του ελαιολάδου αποτελείται από τα παρακάτω βήματα:

#### 1. Εκφόρτωση – παραλαβή ελαιοκάρπου

Μετά τη συγκομιδή ο ελαιόκαρπος μεταφέρεται στο ελαιουργείο όπου αποθηκεύεται προσωρινά μέχρι την επεξεργασία του σε κατάλληλο αεριζόμενο χώρο. Η επεξεργασία πρέπει να γίνει το ταχύτερο δυνατόν.

#### 2. Αποφύλλωση – πλύσιμο

Τοποθέτηση σε χοάνη παραλαβής ελαιοκάρπου, μεταφορά με μεταφορική ταινία ή ατέρμονα κοχλία στο αποφυλλωτήριο όπου απομακρύνονται τα φύλλα και άλλα φερτά υλικά. Ακολουθεί πλύσιμο για την απομάκρυνση ξένων υλών



(σκόνη χώμα). Απαιτούνται περίπου 100-120 lt νερού για τη πλύση 1000 kg ελαιοκάρπου.

### 3. Σπάσιμο-άλεση ελαιοκάρπου (<http://www.tdcolive.net>)

Τεμαχισμός του καρπού και σχηματισμός ελαιοζύμης

Στα παραδοσιακά ελαιοτριβεία η άλεση γίνεται με κυλινδρικές μολόπετρες (stone crushers) ενώ στις σύγχρονες μονάδες χρησιμοποιούνται μεταλλικοί σπαστήρες που είναι κυρίως σφαιρόμυλοι (hamer crushers) ή σπαστήρες με οδοντωτούς δίσκους. (toothed crushers). Εάν οι ελιές που υποβάλλονται σε επεξεργασία είναι παγωμένες ή πολύ ξηρές προστίθεται μία μικρή ποσότητα νερού (100-150 lt ανά 1000 kg καρπού).

### 4. Μάλαξη

Η μάλαξη της ελαιοζύμης διαδραματίζει πολύ σπουδαίο ρόλο στην εξαγωγή του ελαιολάδου και αποτελεί βασικό στάδιο επεξεργασίας. Μετά την άλεση η ελαιοζύμη αναμιγνύεται σε ειδικούς μαλακτήρες σε θερμοκρασία 28-30°C με προσθήκη ζεστού νερού ώστε να επιτευχθεί η συνένωση των ελαιοσταγονιδίων με μεγαλύτερες σταγόνες λαδιού. Η συνένωση αυτή είναι απαραίτητη προϋπόθεση για το διαχωρισμό του λαδιού από τα φυτικά υγρά. Στο μαλακτήρα προστίθεται νερό μέχρι 10% της ποσότητας της ελαιοζύμης πριν την εξαγωγή του ελαιολάδου σε διφασικό ή τριφασικό φυγοκεντρικό σύστημα.

### 5. Εξαγωγή – Διαχωρισμός – Παραλαβή ελαιολάδου

Τα εφαρμοζόμενα συστήματα για το διαχωρισμό των φάσεων της ελαιόπαστας, τα οποία διαφέρουν ως προς τη ποσότητα και τη σύνθεση των αποβλήτων που παράγουν είναι τριών τύπων:

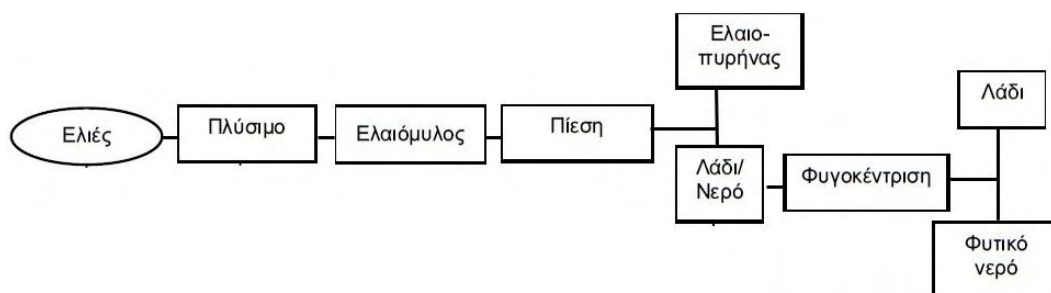
- i. Υδραυλικά πιεστήρια ή παραδοσιακή μέθοδος πίεσης.

- ii. Φυγοκεντρικά συγκροτήματα – συστήματα διαχωρισμού 3 φάσεων συνεχούς λειτουργίας.
  - iii. Φυγοκεντρικά συγκροτήματα διαχωρισμού 2 φάσεων συνεχούς λειτουργίας (Niaounakis & Halvadakis 2006).
- i. Παραδοσιακή μέθοδος

Η παραδοσιακή μέθοδος της πίεσης καθώς και η διαδικασία των τριών φάσεων παράγουν παρθένο ελαιόλαδο και δύο τύπους αποβλήτων: τα υγρά απόβλητα και τα στερεά απόβλητα (ελαιοπυρήνας).

Η παραδοσιακή τεχνική – μέθοδος (Σχ. 1.10) είναι μία ασυνεχής διαδικασία που διαφοροποιείται σε δύο φάσεις με την πίεση των αλεσμένων καρπών. Η υγρή φάση (μίγμα νερού/λαδιού) διαχωρίζεται αργότερα προκειμένου να ληφθεί το ελαιόλαδο. Αν και η τεχνική αυτή είναι πιο οικολογική εντούτοις μειονεκτεί σήμερα στη σύγχρονη βιομηχανία.

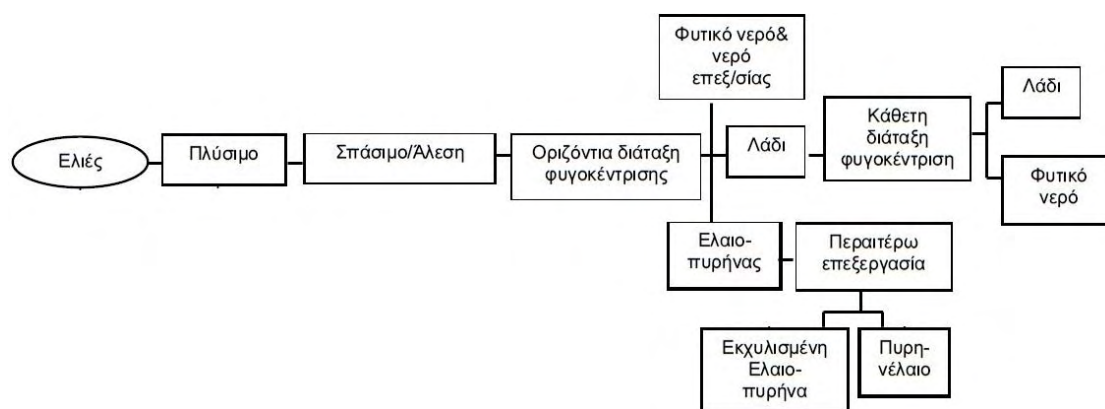
Υπολογίζεται ότι από 1000 kg καρπό παράγονται περίπου 400 kg ελαιοπυρήνα (υγρασία 25%) και 600 περίπου kg υγρά απόβλητα (απόνερα).



**Σχήμα 1.10:** Παραδοσιακή μέθοδος

- ii. Η τριφασική διαδικασία

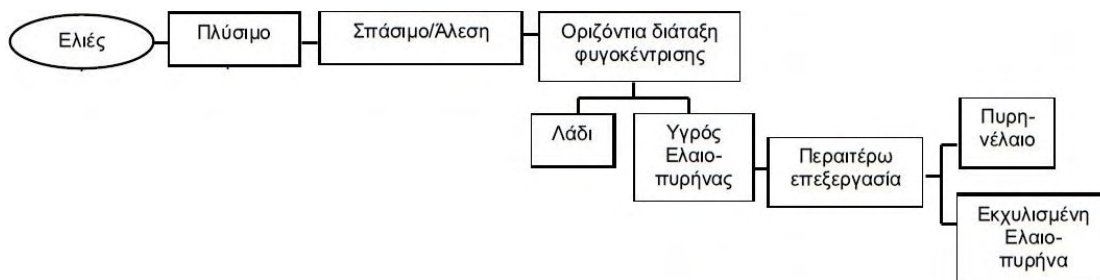
Η τριφασική διαδικασία (Σχ. 1.11) είναι μια συνεχής διαδικασία (continuous process) που έχει πάρει τη θέση της παραδοσιακής μεθόδου. Οι αλεσμένες ελιές τοποθετούνται σε ένα φυγοκεντρικό διαχωριστήρα 3 φάσεων (decanter) όπου τα διαφορετικά μέρη (ελαιόλαδο, απόνερα, ελαιοπυρήνας) διαχωρίζονται με την επίδραση της φυγοκέντρου δυνάμεως. Υπολογίζεται ότι από τα 1000 kg καρπό παράγονται 500 kg ελαιοπυρήνα (περιεκτικότητα σε υγρασία 50%) και 1200 kg απόβλητα. Το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου είναι οι μεγάλες ποσότητες νερού που χρειάζονται με αποτέλεσμα τη παραγωγή μεγάλης ποσότητας υγρών αποβλήτων που προκαλούν ρύπανση.



**Σχήμα 1.11:** Τριφασική διαδικασία

### iii. Επεξεργασία 2 φάσεων

Με τη σύγχρονη τεχνολογία εμφανίστηκε στην αγορά το διφασικό σύστημα (Σχ. 1.12) που είναι συνεχής διαδικασία.



**Σχήμα 1.12:** Επεξεργασία 2 φάσεων

Σε αυτή τη διαδικασία τα τελικά προϊόντα είναι το ελαιόλαδο και ο ελαιοπυρήνας (περιεκτικότητα σε υγρασία  $\geq 65\%$ ) στον οποίο ενσωματώνονται τα απόνερα.

Υπολογίζεται ότι κατά την επεξεργασία 1000 kg καρπού παράγονται 800 kg περίπου υγρής ελαιοπυρήνας. Σοβαρό μειονέκτημα της μεθόδου είναι η αυξημένη υγρασία του ελαιοπυρήνα και επιπλέον ξηραίνεται με αργό ρυθμό ενώ έχει υψηλό ρυπαντικό φορτίο.

Τα σημαντικά πλεονεκτήματα της διφασικής επεξεργασίας είναι:

- ✓ Η μηδενική κατανάλωση νερού και η μηδενική παραγωγή υγρών αποβλήτων στο στάδιο παραλαβής του ελαιολάδου.
- ✓ Το λάδι που παράγεται είναι καλύτερης ποιότητας (έχουν υψηλότερη οξειδωτική σταθερότητα).
- ✓ Μικρότερη ενέργεια λόγω της μικρότερης ποσότητας ελαιόπαστας που πρέπει να επεξεργαστεί.

Παρά την επίτευξη καλύτερης ποιότητας ελαιολάδου με τη σύγχρονη μέθοδο η οποία χαρακτηρίζεται και ως «οικολογική», διαπιστώνεται μία μετατόπιση του προβλήματος της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων (ελαιοπυρήνας υψηλής υγρασίας) για την παραγωγή – εξαγωγή λαδιού ελαιοπυρήνων.

Η διαφασική τεχνολογία επεξεργασίας ελαιολάδου στην κυριολεξία μεταφέρει το πρόβλημα των αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία στα πυρηνελαιουργεία τα οποία πολλά αρνούνται να παραλάβουν λόγω έλλειψης ειδικών συστημάτων προεπεξεργασίας που απαιτούνται.

Ενδεχόμενα για την επίλυση του προβλήματος απαιτείται μια τεχνολογική αναβάθμιση των πυρηνελαιουργείων ώστε να είναι σε θέση να διαχειρίζονται τους ελαιοπυρήνες υψηλής υγρασίας τάξεως 70% και όλα τα ελαιοτριβεία να χρησιμοποιούν διαφασικά decanters ώστε να παράγεται το καλύτερο ποιοτικό λάδι.

Επειδή το κύριο απόβλητο προϊόν των διαφασικών ελαιουργείων είναι ο ελαιοπολτός – ημιστερεό σαν λάσπη με ισχυρή οσμή – ο χειρισμός και η μεταφορά του είναι εξαιρετικά δύσκολη. Η μεταχείριση του ελαιοπολτού υψηλής υγρασίας  $> 65\%$  απαιτεί ειδικές εγκαταστάσεις, όπως δεξαμενές αποθήκευσης με ειδικές βαλβίδες, αντλίες για στερεά και φορτηγά – καρότσες για τη μεταφορά του στις δεξαμενές (Roig *et al.* 2006).

Ο ελαιοπυρήνας περιέχει περισσότερες πολυφαινόλες και η επακόλουθη επεξεργασία απαιτεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας, παράγει υψηλά επίπεδα βενζοπυρενίου, ενώ αφήνει και σημαντική ποσότητα αποβλήτων.

Η πλήρης αξιοποίηση του ελαιοπολτού των διαφασικών ελαιουργείων και η ανάπτυξη μεθόδων επεξεργασίας αποτελεί αντικείμενο έρευνας με την προσέγγιση του προβλήματος στη συνέχεια της εργασίας κατά τη περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας και λειτουργίας των πυρηνελαιουργείων.

Σήμερα τα περισσότερα ελαιοτριβεία στην Ισπανία εφαρμόζουν μια διαδικασία διαχωρισμού 2 φάσεων για τη δευτερεύουσα εξαγωγή προκειμένου να αποφευχθεί το πρόβλημα των λυμάτων.

#### 6. Καθαρισμός ελαιολάδου

Τα στερεά σωματίδια (τεμαχίδια σάρκας, φλοιού, θρύμματα πυρηνόξυλου κλπ) που βρίσκονται διαλυμένα στην υγρή φάση απομακρύνονται με τη χρήση κόσκινων απολάσπωσης (παλινδρομικά κινούμενα).

#### 7. Τελικός διαχωρισμός

Ο τελικός διαχωρισμός του ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά γίνεται με τη χρήση φυγοκεντρικών ελαιοδιαχωριστήρων. Το στάδιο αυτό δεν υπάρχει στη μέθοδο 2 φάσεων.

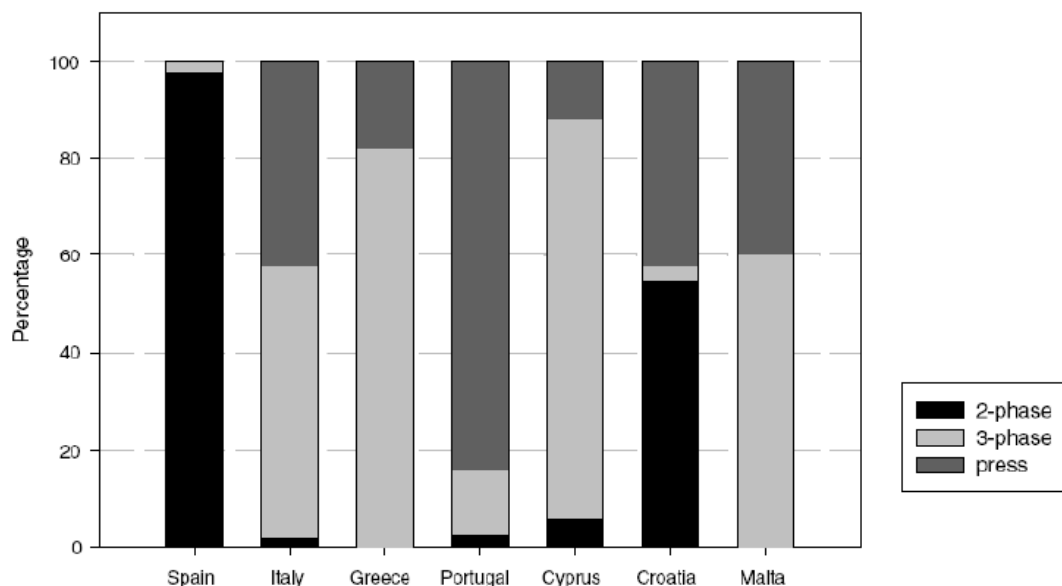
#### Εξαγωγή πυρηνελαίου

Με την επεξεργασία αυτή – γίνεται στα πυρηνελαιουργεία – διαχωρίζεται το πυρηνέλαιο από την εκχυλισμένη ελαιοπυρήνα. Στη συνέχεια το πυρηνέλαιο υφίσταται περαιτέρω κατεργασία (εξευγενισμό) ώστε ένα μέρος να καταστεί βρώσιμο (πυρηνέλαιο ραφινέ ή εξευγενισμένο ελαιόλαδο) ενώ το υπόλοιπο συνήθως χρησιμοποιείται για την σαπωνοποιία.

#### Αξιοποίηση ελαιοπυρήνας

Η ελαιοπυρήνα με τη κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή ζωοτροφών σαν καύσιμο ή σαν κομπόστ.

Στο Σχήμα 1.13 φαίνονται οι πλέον διαδεδομένες μέθοδοι στα ελαιοτριβεία της Ευρώπης.



**Σχήμα 1.13:** Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα ελαιοτριβεία της Ευρώπης (IMPEL 2003)

### 1.8 Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου (Υ.Α.Ε.)

Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων αποτελούν τον κύριο παράγοντα ρύπανσης και είναι μεγάλο πρόβλημα στο χώρο των γεωργικών βιομηχανιών.

Τα παραπροϊόντα επεξεργασίας του ελαιόκαρπου συγκαταλέγονται στα κατ' εξοχήν βεβαρημένα από πλευράς ρυπαντικού φορτίου απόβλητα.

Χαρακτηρίζονται από ιδιότητες όπως:

- Σκούρο χρώμα (έντονα ιώδες – σκούρο καφέ έως μαύρο χρώμα).
- Υψηλό οργανικό φορτίο – Υψηλό BOD, COD (> 220 gr/l).
- Όξινο pH ( 3 – 6).
- Υψηλή περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες (0,5 – 24 gr/l): αντιβακτηριακές, φυτοτοξικές δράσεις.
- Χαρακτηριστική δυσάρεστη οσμή.
- Υψηλή περιεκτικότητα σε στέρεο υλικό.

- Υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα.

(<http://www.prosodol.gr>).

Σχετικά με τη σύσταση και την παραγωγή του κατσίγαρου έχουν γίνει μελέτες σε διαφορετικές περιοχές και συνθήκες λειτουργίας. Οι μελέτες αυτές συμφωνούν ως προς τα γενικά χαρακτηριστικά, όπως υψηλή τοξικότητα και το οργανικό φορτίο, τις εμπεριεχόμενες ουσίες και το μέγεθος της παραγωγής.

Η σύνθεση των αποβλήτων ελαιοτριβείου δεν είναι σταθερή και σύμφωνα με τους Niaounakis and Halvadakis (2006) εξαρτάται από:

- α. τη σύσταση των αποβλήτων, η οποία σχετίζεται με την ποικιλία της ελιάς, την ωριμότητα του καρπού, τη χρονική στιγμή συγκομιδής του καρπού, την περιεκτικότητα του καρπού σε νερό, τις εδαφοκλιματολογικές συνθήκες, τη χρήση παρασιτοκτόνων και λιπασμάτων,
- β. τη μέθοδο εξαγωγής του ελαιολάδου. Κάθε τύπος ελαιοτριβείου κατά τη διεργασία έχει διαφορετικές απαιτήσεις σε επιπλέον νερό. Στα ελαιοτριβεία τριών φάσεων όπου χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες ποσότητες νερού τα φυτικά υγρά υφίστανται σχετική αραίωση, και
- γ. τον χρόνο αποθήκευσης. Η αποθήκευση μπορεί να αλλάξει τα βιολογικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του αποβλήτου. Παρατηρείται έντονη βιολογική δραστηριότητα (αύξηση οξύτητας) καθώς και φυσικοχημικές μεταβολές όπως καθίζηση στερεών.

Στους Πίνακες 1.3, 1.4. και 1.5 παρουσιάζονται αντίστοιχα ενδεικτικά κάποιες διαφορές μεταξύ των τριών διαδικασιών, μία μέση σύσταση των υγρών αποβλήτων τους, καθώς και διαφορές μεταξύ των σύγχρονων και παλιών ελαιοτριβείων.



**Πίνακας 1.3:** Γενική εικόνα σύγκρισης των τριών τύπων (Azbar *et al.* 2004)

Τύπος ελαιοτριβείου	Είσοδος	Αποτέλεσμα	Έξοδος	Αποτέλεσμα
Κλασσικού τύπου	Ελιές Νερό πλυσίματος Ενέργεια	1 τόνος 0.1-0.12 m <sup>3</sup> 40-63 kwh	Λάδι Ελαιοπυρήνα (25% νερό + 6% λάδι) Φυτικά υγρά (88% νερό + στερεά+ λάδι)	~200 ~400 ~600
Φυγοκεντρικού τύπου τριών φάσεων	Ελιές Νερό Πλυσίματος Νερό για φυγοκέντριση (decanter) Νερό για το διαχωρισμό λαδιού με προσμίξεις Ενέργεια	1 τόνος 0.1-0.12 m <sup>3</sup>  0.5.1 m <sup>3</sup>  ~101 90-117 Kwh	Λάδι Ελαιοπυρήνα  (50% νερό + 4 % λάδι) Φυτικά υγρά (94% νερό +1% λάδι)	200 500-600  1000-1200
Φυγοκεντρικού τύπου δύο φάσεων	Ελιές Νερό Πλυσίματος Ενέργεια	1 τόνος 0.1-0.12 m <sup>3</sup> <90-117 Kwh	Λάδι Υγρός Ελαιοπυρήνας (60% νερό + 3% λάδι)	200 800-950

**Πίνακας 1.4:** Γενικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου (Sierra *et al.* 2001)

Παράμετροι	Τιμές
Ph	4.5-6
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BAO <sub>5</sub> g/l)	35-100
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (XAO g/l)	40-195
Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC g/l)	22-64
Λίπη (g/l)	0.3-23
Ανόργανα στοιχεία (g/l)	5-14
Πολυφαινόλες (g/l)	3-24
N (g/l)	5-15
P (g/l)	0.3-1.1
K (g/l)	2.7-7.2
Ca (g/l)	0.12-0.75
Mg (g/l)	0.10-0.40
Na (g/l)	0.04-0.90
Στερεά %	5.5-17.6

**Πίνακας 1.5:** Χαρακτηριστικά των αποβλήτων των κλασσικών και των φυγοκεντρικών ελαιουργείων (Kapellakis *et al.* 2007)

Παράμετροι	Κλασσικό	Φυγοκεντρικό τριών φάσεων
pH	4.5-5.5	4.7-5.2
<b>Ρυπογόνο δυναμικό</b>		
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (ΧΑΟ g/l)	120-130	60-180
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (ΒΑΟ <sub>5</sub> g/l)	90-100	20-55
Αιωρούμενα στερεά (%)	0.1	0.9
Ολικά στερεά (%)	12	6
<b>Οργανικές ουσίες</b>		
Ολικά σάκχαρα	2-8	0.5-2.6
Αζωτούχες ενώσεις	0.5-2	0.1-0.3
Οργανικά οξέα	0.1-1.5	0.2-0.4
Πολυαλκόολες	1-1.5	0.3-0.5
Πηκτικές, ταννίνες	1-1.5	0.2-0.5
Πολυφαινόλες	2-2.4	0.3-0.8
Λίπη	0.03-1	0.5-2.3
<b>Ανόργανα στοιχεία (%)</b>		
<b>P</b>	0.11	0.03
<b>K</b>	0.72	0.27
<b>Ca</b>	0.07	0.02
<b>Mg</b>	0.04	0.01
<b>Na</b>	0.09	0.03
<b>Cl</b>	0.03	0.01

Το διφασικό σύστημα δημιουργεί μεγαλύτερες ποσότητες στερεού υπολείμματος, από τους άλλους δύο τύπους, παράγει όμως μικρότερους όγκους υγρών αποβλήτων.

Ενώ στην Ισπανία η πλειονότητα των ελαιοτριβείων είναι διφασικά, στην Ελλάδα τα περισσότερα ελαιοτριβεία είναι φυγοκεντρικά τριών φάσεων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι ο υγρός ελαιοπυρήνας (σχετικής υγρασίας 60-75%)

που παράγουν τα ελαιοτριβεία δύο φάσεων δεν είναι επεξεργάσιμος στα περισσότερα πυρηνελαιουργεία που λειτουργούν και χρήζουν βελτιστοποίησης.

Η απευθείας διάθεση των αποβλήτων ελαιοτριβείου στο υπάρχον αποχετευτικό δίκτυο είναι απαγορευμένη. Επίσης, σε όλες τις ελαιοπαραγωγικές χώρες υπάρχει αυστηρή νομοθεσία για την ανεξέλεγκτη διάθεση των αποβλήτων ελαιοτριβείων στους φυσικούς αποδέκτες.

Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στο περιεχόμενο των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου σε φαινολικές ενώσεις. Από τα συστατικά του καστίγαρου, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι φαινόλες οι οποίες ως αντιοξειδωτικές ουσίες εμποδίζουν τη διάσπαση των λιπαρών οξέων και βοηθούν στη διατήρηση του λαδιού (Tsimidou *et al.* 1992). Είναι όμως η κύρια ρυπαντική παράμετρος, η ποία ευθύνεται για τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις των υγρών αποβλήτων των ελαιοουργείων.

Όσον αφορά στη σύσταση των στερεών και των υγρών αποβλήτων ελαιοουργίας θα πρέπει να διευκρινισθεί ότι οι τιμές που υπάρχουν στη βιβλιογραφία διαφέρουν. Αυτό οφείλεται στην εποχιακή λειτουργία, διαφορετική προέλευση – μεταχείριση – ποικιλία ελαιόκαρπου και εφαρμοζόμενη τεχνολογία.

Ενδεικτικά αναφέρεται και η τυπική σύσταση υγρών αποβλήτων κατά Vlyssides (1996) και Di Giovacchino and Mascolo (1988).

**Πίνακας 1.6:** Τυπική σύσταση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων

Παράμετρος	Vlyssides et al. 1996		Di Giovacchino & Mascolo 1988	
	Πίεσης	3-φασικό	Πίεση	3-φασικό
Ολικά στερεά, g/l	99,7	63,5	129.7	61.1
Ολικά αιωρούμενα στερεά, g/l	4,51	2,80		
Ολικά πτητικά στερεά, g/l	87,2	57,4		
Στάχτη, g/l	9,69	6,13	20	6.4
Ολικός οργανικός άνθρακας, g/l	64,1	39,8		
Ολικό άζωτο Kjeldahl, g/l	1,15	0,76		
Φώσφορος (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), g/l	0,87	0,53		
pH	4,50	4,80	5.27	5.23
BOD <sub>5</sub> , mg/l	68.700	45.500		
COD, mg/l	158.000	92.500	146.000	85.700
Ειδικό βάρος, g/cm <sup>3</sup>	1,05	1,05	1.049	1.020
Αγωγιμότητα, mmhos/cm	18,0	12,0		
Ολικά σάκχαρα, g/l	25,9	16,1	35.8	15.9
Λίπη και έλαια, g/l	2,80	1,64	2.26	5.78
Πολυαλκοόλες, g/l	4,75	3,19		
Ολικές φαινόλες, g/l	17,2	10,6	6.2	2.7
Ταννίνες, g/l	6,74	4,01		
Κάλιο (K <sub>2</sub> O), g/l	3,77	2,37	2,98	1,14
Νάτριο (Na <sub>2</sub> O), mg/l	406	243	148	48.5
Ασβέστιο (CaO), mg/l	382	271	227	96,6
Σίδηρος (FeO), mg/l	48,3	32,0	42.3	18,0
Μαγνήσιο (MgO), mg/l	74,0	50,0	322	149
Πυρίτιο (SiO <sub>2</sub> ), mg/l	28,6	18,0		
Ολικό θείο, mg/l	101	63,0		
Χλώριο, mg/l	219	124		
Mn, mg/l	18,2	12,0	5.32	1.55
Zn, mg/l	19,7	12,0	3.57	2.06
Cu, mg/l	10,50	6,00	3.12	1.59

### 1.9 Περιβαλλοντική Ευρωπαϊκή νομοθεσία που επηρεάζει την παραγωγή ελαιολάδου

Το 6<sup>ο</sup> πρόγραμμα Δράσης για το περιβάλλον (6<sup>ο</sup> ΠΔΠ) αποτελεί το πλαίσιο για τη χάραξη περιβαλλοντικής πολιτικής στην Ε.Ε. Αναπτύχθηκαν επτά (7) θεματικές στρατηγικές για την αντιμετώπιση βασικών περιβαλλοντικών προκλήσεων. Για τα κλάδο του ελαιολάδου οι πιο σχετικές είναι:

➤ Αυτές που αφορούν στα φυτοφάρμακα και αυτές που αφορούν το έδαφος.

Άλλες σημαντικές πρωτοβουλίες του 6<sup>ου</sup> ΠΔΠ αφορούν: τα απόβλητα, τα ύδατα και τη βιοποικιλότητα.

➤ Αειφόρος χρήση γεωργικών φαρμάκων

Η θεματική στρατηγική για την αειφόρο χρήση γεωργικών φαρμάκων υιοθετήθηκε το 2006 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή [COM (2006)372] για τη συμπλήρωση κανόνων της Ε.Ε. στα φυτοφάρμακα. Η Ε.Ε. παρουσιάζει μια πρόταση για τον κανονισμό σχετικά με τη διάθεση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην αγορά. Εξεδόθησαν η οδηγία 2009/128/ΕΚ κανονισμός (ΕΚ) αρ.1107/2009 του Ε.Κ. και του συμβουλίου της 21<sup>ης</sup> Οκτωβρίου 2009 με σκοπό την ορθολογική χρήση των γεωργικών φαρμάκων.

Βασικά στοιχεία που θα επηρεάσουν τους καλλιεργητές της ελιάς καθώς και άλλους αγρότες είναι:

- μία αλλαγή στον τρόπο αξιολόγησης των ουσιών των φαρμάκων
- η δημιουργία 3 ζωνών αμοιβαίας αναγνώρισης στην Ε.Ε.
- εισαγωγή κανόνων για τη χρήση γεωργικών φαρμάκων
- γενική απαγόρευση του εναέριου ψεκασμού και απαγόρευση χρήσης φαρμάκων σε μέρη όπως: κοντά σε σχολεία, προστατευτικές ζώνες κατά μήκος των ποταμών ή άλλων υδάτινων όγκων.

➤ Θεματική στρατηγική για το έδαφος

Ένα από τα βασικότερα περιβαλλοντικά θέματα που αφορούν στην καλλιέργεια ελιάς είναι η ζημιά στα εδάφη. Βασική πτυχή της θεματικής στρατηγικής ήταν η πρόταση της Ε.Ε. για μια οδηγία πλαίσιο για το έδαφος [COM( 2006)232]. Αυτή προβλέπει και θα απαιτούσε από τα κράτη μέλη την εντόπιση- συστηματική-

των εδαφών που έχουν υποστεί φθορά και την καταπολέμιση της υποβάθμισης του εδάφους όπως: εντοπισμός περιοχών κινδύνου διάβρωσης, κατολισθήσεων, απώλειας οργανικής ύλης στα εδάφη, συμπίεσης ή αλάτωσης των εδαφών.

Ωστόσο έως τώρα δεν υπάρχει συμφωνία για οδηγία πλαίσιο για το έδαφος επειδή προκρίθηκε ισχυρισμός της επίλυσης του ζητήματος σε εθνικό επίπεδο και όχι σε Ευρωπαϊκό.

#### ➤ Χρήση και ποιότητα νερού

Η οδηγία πλαίσιο 2000/60/EK για την αειφορική διαχείριση υδατικών πόρων του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου είναι βασικό θεσμικό εργαλείο για την ολοκληρωμένη προστασία και την ορθολογική διαχείριση των υδάτων (επιφανειακών, υπογείων, παράκτιων και μεταβατικών) στα πλαίσια της αειφόρου ανάπτυξης.

Το νέο πλαίσιο Διαχείρισης υδάτων:

- στοχεύει στη μείωση της υποβάθμισης των υδάτινων οικοσυστημάτων και προστατεύει όλα τα οικοσυστήματα σε ότι αφορά τις ανάγκες τους σε νερό
- προωθεί την αειφορική διαχείριση των υδάτων,
- μειώνει και εξαλείφει την απόρριψη επικίνδυνων ουσιών με την εφαρμογή μέτρων,
- αποτρέπει τη ρύπανση υπόγειων υδάτων και προωθεί την αποκατάσταση της ποιότητας και
- προβλέπει δράσεις για το μετριασμό των επιπτώσεων ακραίων καιρικών φαινομένων.

Η οδηγία χειρίζεται επίσης την ποιότητα των υδάτων με στόχο έως το 2015 να έχει επιτευχθεί κατάλληλη οικολογική και χημική κατάσταση για τα

επιφανειακά ύδατα, καθώς και μια αποδεκτή χημική και ποσοτική κατάσταση για τα υπόγεια ύδατα. Η οδηγία 2000/60/EK απαιτεί από τα κράτη μέλη να υιοθετούν μια στρατηγική στη διαχείριση όλων των υδάτινων πόρων και των λεκανών απορροής. Η οδηγία για τα υπόγεια ύδατα (2006/118/EK) είναι θυγατρική της οδηγίας πλαίσιο για τα ύδατα και αφορά σε θέματα ποιότητας των υδάτων.

Η τελική συμφωνία σχετικά με την νιτροποίηση των υδάτων σύμφωνα με την οδηγία θεωρείται ως «καλή χημική κατάσταση» ένα επίπεδο νιτρικών αλάτων ίσο με 50 χιλιοστόγραμμα ανά λίτρο.

Η προηγούμενη οδηγία για την νιτροποίηση (91/676/ΕΟΚ) έμεινε ανέγγιχτη από τους νέους κανόνες με στόχο την προστασία των υδάτων από την υπερβολική νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης.

Επειδή οι εισαγωγές αζώτου στις πιο εντατικές αρδευόμενες καλλιέργειες ελαιών μπορούν να φτάσουν σε υψηλά επίπεδα (350 kg ανά εκτάριο) ενδεχόμενα να προκύψει πρόβλημα ρύπανσης των υπόγειων υδάτων σε ορισμένους ελαιώνες.

Το πρόβλημα της ανεξέλεγκτης διάθεσης των Υ.Α.Ε. σε ποταμούς και χειμάρρους αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα για τις Μεσογειακές χώρες, που πρέπει να επιλυθεί ώστε να επιτευχθεί η καλή χημική κατάσταση των υδάτων με τις απαιτήσεις της οδηγίας. (<http://ec.europa.eu/environment/life/Publications/lifepublications/lifefocus/documents/oliveoil-gr.p>)

➤ Λύματα και απόβλητα ελαιουργείων

Όπως αναφέρθηκε τα απόβλητα που παράγονται από τον κλάδο της ελιάς μπορούν να χωριστούν σε στερεά απόβλητα (φλοιοί ή μη επεξεργασμένος ελαιοπυρήνας) και υγρά απόβλητα (λύματα ελαιοτριβείων).

Οι γενικές αρχές που πρέπει να εφαρμόζονται στη διαχείριση αποβλήτων καθορίζονται στην οδηγία πλαίσιο (2008/98/EK) η οποία απαιτεί από τα κράτη μέλη έως το 2020 να ανακυκλώνουν τουλάχιστον το ½ από τα οικιακά και γενικά τους απόβλητα. Περιλαμβάνει επίσης κανόνες για τα επικίνδυνα απόβλητα και τα απόβλητα έλαια τα οποία προηγούμενα καλυπτόταν από ξεχωριστή νομοθεσία. Οι αναθεωρημένοι κανόνες επισημοποιούν ιεραρχία 5 βημάτων για τη διαχείριση αποβλήτων:

Η πρώτη αντιμετώπιση με την πρόληψη, έπειτα με την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση, την ανάκτηση και τέλος με τη διάθεση.

Τα σχέδια διαχείρισης αποβλήτων ενδέχεται να επηρεάσουν τις τεχνικές διαχείρισης αποβλήτων που εφαρμόζουν οι παραγωγοί ελαιολάδου, καθώς και άλλοι κλάδοι. Οι κανόνες αναφορικά με την υγειονομική ταφή ορίζονται στην οδηγία (99/31/EK).

Τα υγρά απόβλητα από την παραγωγή ελαιολάδου στο μεταξύ εμπίπτουν στην οδηγία για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων (91/271/ΕΟΚ) επειδή κατατάσσεται στο βιομηχανικό κλάδο της μεταποίησης προϊόντων φρούτων και λαχανικών.

➤ Βιοποικιλότητα (οι οδηγίες για τα άγρια πτηνά και τους φυσικούς οικοτόπους)

Η εφαρμογή τεχνικών για την ενίσχυση της παραγωγικότητας των ελαιώνων και του κλάδου του ελαιολάδου έχει επηρεάσει αρνητικά την άγρια ζωή. Στην



Ευρώπη η βιοποικιλότητα και η γεωργία είναι άρρηκτα συνδεδεμένες όπως αναγνωρίζεται στο 6<sup>ο</sup> Π.Δ.Π. το οποίο τονίζει τη σημασία της ένταξης μέτρων προστασίας και αποκατάστασης της φυσικής κληρονομιάς.

Η οδηγία για τους φυσικούς οικοτόπους θέσπισε το δίκτυο Natura 2000 που αποτελείται από τις ζώνες ειδικής προστασίας (ΖΕΠ) που ορίζει η οδηγία για τα άγρια πτηνά και τις ειδικές ζώνες διατήρησης (ΕΖΔ) που ορίζει η οδηγία για τους φυσικούς οικοτόπους.

Το δίκτυο Natura 2000 είναι πολύ εκτεταμένο. Σχεδόν το 11% της έκτασης της Ε.Ε. έχει οριστεί ως ΖΕΠ (5.174 ζώνες) ενώ το 13,3% της έκτασης της Ε.Ε. αποτελείται από τοποθεσίες κοινοτικής σημασίας (SCI) (21.633 τοποθεσίες) στα τέλη του 2008.

Στην Ισπανία στα τέλη του 2008 πάνω από το 23% της επικράτειας έχει οριστεί ως SCI ενώ στην Ιταλία και Ελλάδα τα ποσοστά ήταν 14,2% και 16,4% αντίστοιχα. (<http://ec.europa.eu/environement/life/Publications/./oliveoil-gr-p>)

Σε αυτές τις περιοχές όπως και στη περιοχή που αναφέρεται η μελέτη- εργασία πρέπει να δίνεται προτεραιότητα σε φιλικές προς το περιβάλλον γεωργικές πρακτικές και σε συστήματα που ευνοούν τη βιοποικιλότητα και να προωθηθούν αειφόρες πρακτικές ελαιοκαλλιέργειας όπως τα βιολογικά και ολοκληρωμένα συστήματα παραγωγής.

Ειδικότερα η οδηγία 96/61/ΕΚ (L257/10-10-96) – όπως ισχύει μετά την τροποποίησή της από τις οδηγίες 03/35/ΕΚ, 03/87/ΕΚ και 2003/87/ΕΚ – θεσπίζει το γενικό πλαίσιο για την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης εντάσσοντας στο πεδίο εφαρμογής τις πιο σημαντικές βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Προβλέπει μέτρα αποφυγής, μείωσης των εκπομπών στην ατμόσφαιρα το νερό και το έδαφος και μέτρα για τα απόβλητα, ώστε να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολο του. Η οδηγία καθορίζει μεταξύ άλλων και την ενιαία περιβαλλοντική αδειοδότηση των πλέον ρυπογόνων βιομηχανιών.

- Η απόφαση 2001/118/EK της επιτροπής των Ευρωπαϊκών κοινοτήτων κατατάσσει τα στερεά απόβλητα (επικίνδυνα ή μη) σε 20 κεφάλαια. Οι διάφορες κατηγορίες αποβλήτων προσδιορίζονται πλήρως με έναν εξαψήφιο κωδικό για τα απόβλητα και τους αντίστοιχους διψήφιους και τετραψήφιους κωδικούς για τους τίτλους των κεφαλαίων.
- Η οδηγία 2000/76/EK για την αποτέφρωση των αποβλήτων λαμβάνει τη χρήση βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς και ορίζονται αυστηρές οριακές τιμές εκπομπών ρύπων NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> και κονιορτών( περίπτωση πυρηνελαιουργείων).
- Η οδηγία 2010/75/EE έρχεται και συμπληρώνει, τροποποιεί και αναδιατυπώνει με σαφήνεια τις οδηγίες 2008/1/EK, 2000/76/EK και 2008/1/EK περί ολοκληρωμένης πρόληψης και έλεγχου ρύπανσης.

#### 1.10 Νομοθετικές ρυθμίσεις – Ελληνική νομοθεσία ελαιουργικών αποβλήτων

Η σημαντικότερη ελληνική νομοθεσία που αφορά τα απόβλητα ελαιουργείων είναι:

- Ν. 1650/86 “Για την προστασία του περιβάλλοντος”

- Ν. 3010/02 “ Εναρμόνιση του Ν.1650/1986 με τις οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις (ΦΕΚ 91/Α/02)
- Ν. 3199/03 (ΦΕΚ 280Α) “Προστασία και διαχείριση των υδάτων – Εναρμόνιση με την οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23<sup>ης</sup>-10-2000 (Α’ 280)”
- Π.Δ. 51/2007 “ Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2000/60/ΕΚ....23/10/2000 (Α’ 54)
- Ν. 3325/2005 (ΦΕΚ 68<sup>Α</sup>) “ Ίδρυση και λειτουργία βιομηχανικών-βιοτεχνικών εγκαταστάσεων στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης και άλλες διατάξεις ως ισχύει
- Ν. 2939/2001 (ΦΕΚ 179/Α/01) “ Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών όπως τροποποιήθηκε με τον Ν. 3854/10 (ΦΕΚ 94/Α/23-6-2010)” / νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση... και άλλες διατάξεις και το Ν. 4042/2012
- Ν. 4014/2011 (ΦΕΚ 209 Α) “ Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων... και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος
- Ν. 4042/2012 (ΦΕΚ 24 Α/ 13-2-2012) “ Ποινική προστασία περιβάλλοντος- Εναρμόνιση με την οδηγία 2008/99/ΕΚ – πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Εναρμόνιση με την οδηγία 2008/98/ΕΚ- Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής αλλαγής.

- K.Y.A. 5673/400/1997 “ Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων ( Β'192) που εκδόθηκε σε συμμόρφωση με την οδηγία 91/271/ΕΟΚ και τροποποιήθηκε με τις αριθμ. 19661/1982/1999 ΚΥΑ (Β' 1811) και 48392/939/2002 ΚΥΑ ( Β' 405) καθώς και ή Υ<sub>1b</sub> /2000/1995 (ΦΕΚ Β'343/1998)
- ΚΥΑ 39626/2208/2009 “ Καθορισμός μέτρων για την προστασία των υπόγειων νερών από την ρύπανση και την υποβάθμιση σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2006/118/ΕΚ σχετικά με την προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση και την υποβάθμιση του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 12/12/2003 ( Β' 2075)
- Την υγειονομική διάταξη Ε<sub>1b</sub> /221/65 περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων (Β' 138) όπως ισχύει με σημαντικές εγκυκλίους
- Τις διατάξεις του Π.Δ. 148/2009 “ Περιβαλλοντική ευθύνη για τη πρόληψη και την αποκατάσταση των ζημιών στο περιβάλλον – Εναρμόνιση με την οδηγία 2004/35/ΕΚ .... Κλπ ( Α' 190)
- ΚΥΑ Η.Π. 15393/2332/2002 ( ΦΕΚ 1022/Β/02) “ Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων σε κατηγορίες
- Κ.Υ.Α. 37111/2021/2003 (ΦΕΚ 1391/Β/29-9-2003) Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης και συμμετοχής του κοινού κατά τη διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων των έργων και δραστηριοτήτων
- Υ.Α. 1958/2012 (ΦΕΚ 21Β) “ Κατάταξη δημόσιων... σύμφωνα με το άρθρο 1 παρ.4 του Ν. 4014/2011 ( ΦΕΚ Α' 209/2011)
- Κ.Υ.Α. 3137/191/Φ15/2012 ( ΦΕΚ1048Β)” Αντιστοίχιση των κατηγοριών.. .. με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στα πολεοδομικά διατάγματα

- K.Y.A. 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909)/B/22-12-2003: “ Μέτρα και όροι για τη διαχείριση Στερεών Αποβλήτων- Εθνικός και περιφερειακός Σχεδιασμός διαχείρισης όπως Ν. 4042/2012
- K.Y.A. 13588/725/2006 “ Μέτρα όροι περιορισμοί για τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων κλπ συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 12/12/1991 όπως έχει τροποποιηθεί με τον Ν. 4042/2012
- ΚΥΑ 146163/2012 “Μέτρα και όροι για τη διαχείριση Αποβλήτων Υγειονομικών μονάδων που εκδόθηκε και εξουσιοδότης του Ν. 4042/2012
- K.Y.A. 29407/3508/2002 (ΦΕΚ 1572 Β’) “Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων” προς ενσωμάτωση της οδηγίας 1999/31/ΕΚ
- ΚΥΑ 22912/1117/2008/ ΦΕΚ 759 Β “ Μέτρα και όροι για τη πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση προς ενσωμάτωση της οδηγίας 2000/76/ΕΚ
- ΚΥΑ Η.Π. 24944/1159/2006: Έγκριση Γενικών Τεχνικών Προδιαγραφών για τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων σύμφωνα ... σε συμμόρφωση με τις διατάξεις του άρθρου 7 (παρ.1) της οδηγίας 91/156/ΕΚ του Συμβουλίου της 18<sup>ης</sup> /3/1991
- Ευρωπαϊκός κατάλογος αποβλήτων (ΕΚΑ) σύμφωνα με το παράρτημα της απόφασης 2002/532/ ΕΚ όπως έχει τροποποιηθεί με τις αποφάσεις 2001/118/ΕΚ, 2001/119/ΕΚ και 2001/573/ΕΚ της Επιτροπής ΕΚ
- ΚΥΑ 8668/2007 (ΦΕΚ Β’ 287/2-3-2007) “Έγκριση Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων

- ΚΥΑ 7589/731/2000 ( ΦΕΚ Β'154) Για τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη διαχείριση των πολυχλωροδιφαινυλίων και πολυχλωροτριφαινυλίων
- ΚΥΑ 8600/416/2009 “ Ποιότητα και μέτρα διαχείρισης των υδάτων κολύμβησης σε συμμόρφωση με την οδηγία 2006/7/ΕΚ... του ΕΚ και του Συμβουλίου της 15<sup>ης</sup> /2/2006 ( Β'356)
- ΚΥΑ 11294/93 (ΦΕΚ 264 Β) “ Όροι λειτουργίας και επιτρεπόμενα όρια εκπομπών αέριων αποβλήτων από βιομηχανικούς λέβητες ατμογεννήτριες, ελαιόθερμα και αερόθερμα που λειτουργούν με καύσιμο μαζούτ, ντίζελ, ή αέριο
- ΚΥΑ 26857/553/1988 (ΦΕΚ 196Β) “ Μέτρα και περιορισμοί για τη προστασία των υπόγειων νερών και απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών
- ΚΥΑ 11641/1942 (ΦΕΚ 832/Β/2002) “ Μέτρα και όροι για τον περιορισμό των εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων (ΠΟΕ) που οφείλονται στη χρήση οργανικών διαλυτών σε ορισμένες δραστηριότητες και εγκαταστάσεις.”
- Την αρ. πρωτ. Οικ 186585/2661/13-6-2008 εγκύκλιο του ΥΠΕΧΩΔΕ “ Άδειες διαχείρισης υγρών επικίνδυνων αποβλήτων
- ΚΥΑ ΗΠ 11014/703/Φ104/03 (ΦΕΚ 332/Β/03) “Διαδικασία Προκαταρκτικής..... όπως αντικαταστάθηκε με το Άρθρο 2 του Ν. 3010/2002
- ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ 354/Β/8-3-2011) “Καθορισμός μέτρων , όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών

αποβλήτων και άλλες διατάξεις” καθώς και η εγκύκλιος Αριθ. Πρωτ. Οικ. 145447/23-6-2011 περί διευκρινίσεων για την ορθή εφαρμογή της.

- ΚΥΑ 48963/5-10-2012 “Προδιαγραφές περιεχομένου Αποφάσεων έγκρισης περιβαλλοντικών όρων (Α.Ε.Π.Ο.).....” Υπουργείου περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.
- ΚΥΑ 191002/9-9-2013 (ΦΕΚ 2220/9-9-2013) Τροποποίηση της 145116/2011 ΚΥΑ “Καθορισμός μέτρων, όρων ..... για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και συναφείς διατάξεις”.
- ΚΥΑ Η.Π.44105/1398/Ε.103/1-8-2013 (ΦΕΚ 1890/1-8-2013) Τροποποίηση της 29459/1510/2005 ΚΥΑ “Καθορισμός ανώτατων ορίων εκπομπών για ορισμένους ατμοσφαιρικούς ρύπους”.
- ΚΥΑ 36060/1155/Ε103/ 14-6-2013 (ΦΕΚ 1450/14-6-2013) “Καθορισμός πλαισίου κανόνων για την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης .....” σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2010/75/ΕΕ “Περί βιομηχανικών εκπομπών ... της 24-11-2010”.

#### 1.11 Παράκτιες ζώνες – Απειλές και διαχείριση

Οι παράκτιες ζώνες είναι σχετικά εύθραυστα οικοσυστήματα (ειδικά αυτές που έχουν χαρακτηριστεί ως προστατευόμενες περιοχές Natura 2000). Η άτακτη αστικοποίηση και η ανάπτυξη, μόνες τους ή σε συνδυασμό με τουριστικές βιομηχανικές, αλιευτικές και γεωργικές καλλιέργειες μπορεί να οδηγήσουν σε υποβάθμιση των παράκτιων βιοτόπων και πόρων.

- Ένας γενικός ορισμός εργασίας της παράκτιας ζώνης είναι το μέρος της ξηράς που επηρεάζεται από τη γειτνίαση με τη θάλασσα και το μέρος της θάλασσας που επηρεάζεται από τη γειτνίαση με τη ξηρά μέχρι του σημείου στο οποίο οι χερσαίες δραστηριότητες του ανθρώπου έχουν μια μετρήσιμη επίδραση στην χημεία του νερού και στην θαλάσσια οικολογία.
- Όσον αφορά τις διεργασίες της παράκτιας ζώνης αξίζει να διευκρινιστεί ότι η παράκτια ζώνη ανάμεσα στη θάλασσα και τη ξηρά λειτουργεί ως ρυθμιστής που επηρεάζει την τύχη των ποτάμιων μολύνσεων και των άμεσων απορρίψεων καθώς μεταφέρονται από τις χερσαίες πηγές τους στη θάλασσα.

Η θαλάσσια ρύπανση της παράκτιας ζώνης και ειδικότερα στις ημίκλειστες ή κλειστές θαλάσσιες περιοχές, όπως στη περίπτωση του Μαλιακού κόλπου, είναι ένα σημαντικό πρόβλημα σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Ειδικότερα η εισροή θρεπτικών στα υδάτινα οικοσυστήματα, νιτρικών στη θάλασσα και φωσφόρου στα χαμηλής αλατότητας ύδατα, η τυχόν ανεξέλεγκτη διάθεση υγρών αποβλήτων ελαιουργείων χωρίς τον αντίστοιχο βαθμό της κατ' ελάχιστον απαιτούμενης επεξεργασίας και δευτεροβάθμιας βιολογικής επεξεργασίας με απολύμανση, έχει συσχετιστεί με αυξημένη πρωτογενή παραγωγικότητα και ανεπιθύμητα πληθυσμιακή αύξηση φυκιών (ευτροφισμός) στις παράκτιες ζώνες.

- Υπερβολικά φορτία ρυπαντών είναι άμεσο αποτέλεσμα της μη ορθής διαχείρισης ή περιορισμού των ρυπαντικών δραστηριοτήτων των ανθρώπων.

Η ρύπανση στη παράκτια ζώνη είναι αποτέλεσμα της απόρριψης μολυσμένων φορτίων στα νερά και έχουν βλαβερές συνέπειες στα φυτά και τα ζώα στην ανθρώπινη υγεία, μειώνουν την ποιότητα του θαλάσσιου νερού και εμποδίζουν την αλιεία.



- Οι ακραίες καιρικές συνθήκες που επικρατούν κατά μήκος της ακτής, οι παλίρροιες, δυνατοί άνεμοι, χημική σύσταση νερού και οι κλιματικές, γεωλογικές και γεωμορφολογικές διαφορές βοηθούν στη δημιουργία μιας μεγάλης ποικιλίας φυσικών παράκτιων βιοτόπων που περιλαμβάνει τις κοινωνίες θαλάσσιων λιβαδιών.
- Στο σημείο που σχετίζεται με τις φυσικές τροποποιήσεις είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η παράκτια ζώνη ενδείκνυται για ανθρώπινη εγκατάσταση, παραγωγή ενέργειας, πλην όμως έρχεται σε σύγκρουση σχετικά με τη χρήση πόρων όπως το νερό (π.χ. για μπάνιο και ιχθυοκαλλιέργειες) αλλά και τις χρήσεις γης που μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη ποιότητα του παράκτιου περιβάλλοντος. Η απουσία αποτελεσματικής διαχείρισης των ακτών μπορεί να οδηγήσει στην απώλεια σημαντικών από τα συστατικά του οικοσυστήματος και των βιοτόπων (αμμοθίνες και υγρότοποι).

Παρά την ικανότητα της παράκτιας ζώνης να μειώνει την βλαπτική δράση κάποιων ρύπων οι ακτές είναι ευάλωτες στη ρύπανση αφού τα απόβλητα απορρίπτονται άμεσα ή έμμεσα στα αβαθή νερά της παραλίας που παρουσιάζουν μικρή ανάμειξη. Η θάλασσα είναι ο τελικός αποδέκτης πολλών ρύπων που προέρχονται από πολλές πηγές.

- Από ποτάμια που περιέχουν ρύπους και τους μεταφέρουν στη θάλασσα
- Από εκπλύσεις από τη ξηρά στα παραλιακά νερά ή άμεσες απορρίψεις
- Από την απόρριψη υγρών αποβλήτων όπως των αστικών λυμάτων ή χημικών αποβλήτων
- Από ατμοσφαιρική εναπόθεση η οποία σε ποσοτικούς όρους μπορεί να γίνει τόσο σημαντική όσο και με τις άλλες πηγές ρύπανσης

- Απορρίψεις από πλοία

Οι πιο σημαντικοί ρυπαντές στις παράκτιες ζώνες είναι η οργανική ύλη, συνθετικές οργανικές ενώσεις (PCBs και φυτοφάρμακα όπως το DDT) μικροβιακοί οργανισμοί θρεπτικά (κυρίως άζωτο και φώσφορος) πετρέλαιο, σκουπίδια, υγρά απόβλητα ελαιουργείων, και σε μικρότερο βαθμό, βαρέα μέταλλα (κάδμιο, υδράργυρος και μόλυβδος) και ραδιονουκλεοτίδια (<http://www.clab.edc.uoc.gr/arca.gr>).

#### 1.12 Σκοπός της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας (ΜΔΕ)

Η παρούσα μελέτη – στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών με τίτλο «Αειφορική Διαχείριση Υδατικού Περιβάλλοντος» – είχε κύριο σκοπό την επισήμανση του κινδύνου του ελαιουργικού αποβλήτου για το υδάτινο οικοσύστημα και της αποτελεσματικότητας της διαχείρισης των αποβλήτων πυρηνελαιουργείου στο περιβάλλον και συγκεκριμένα στην παράκτια περιοχή NATURA του Σπερχειού ποταμού στον Μαλιακό κόλπο.

Ο στόχος της διπλωματικής μεταπτυχιακής εργασίας ήταν η καταγραφή της σημερινής κατάστασης που αφορά στον κλάδο της καλλιέργειας ελιάς και την παροχή πληροφοριών που σχετίζονται με τους περιβαλλοντικούς προβληματισμούς του κλάδου. Ειδικότερα στοχεύει στην κατανόηση του «δύσκολου» προβλήματος διάθεσης των υγρών και στερεών αποβλήτων ελαιουργείων και πυρηνελαιουργείων, με σκοπό την εξασφάλιση της αειφόρου χρήσης της γης και την ελαχιστοποίηση του κινδύνου για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία σε περιοχές που έχουν χαρακτηριστεί ως προστατευόμενες ζώνες και ανήκουν στα ευαίσθητα οικοσυστήματα.

Καθοριστικός παράγοντας που συνετέλεσε στην έρευνα της παρούσας εργασίας, ήταν η τεράστια ποσότητα των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων που παράγονται στη χώρα μας σε κάθε ελαιοκομική περίοδο που ανέρχονται στα 2.000.000 m<sup>3</sup> ανά έτος (από παραδοσιακά και 3φάσεων ελαιοτριβεία). Αποτελούν αντικείμενο εξεύρεσης χρήσιμων καινοτόμων και φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών, επειδή λόγω υψηλού ρυπαντικού φορτίου είναι απαγορευτική τόσο η απευθείας διάθεση στο έδαφος όσο και η απευθείας διάθεση σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού εάν δεν υποστούν τον κατ'ελάχιστον βαθμό προεπεξεργασίας.

Με δεδομένο ότι για τη μείωση των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων η διεθνής εμπειρία και πρακτική οδήγησε στη μετάβαση από το παραδοσιακό και τριφασικό μοντέλο ελαιοποίησης στο διφασικό – το μοναδικό απόβλητο της διαδικασίας αυτής είναι ο ελαιοπυρήνας υγρασίας 65-70% – και στρέφει την έρευνα στη κατεύθυνση της ορθής διαχείρισης του ελαιοπυρήνα και επειδή τα συμβατικά πυρηνελαιουργεία σήμερα δεν διαθέτουν κατάλληλο εξοπλισμό, είναι επιτακτική ανάγκη η εύρεση εφαρμόσιμων τεχνικών διαχείρισης συγχρόνως οικονομικά και περιβαλλοντικά βιώσιμων.

Η ανάγκη και ο σκοπός της μελέτης προέκυψε εξαιτίας της εναρμόνισης και συμμόρφωσης της χώρας μας με τις Ευρωπαϊκές οδηγίες :

- i. 96/61/EK οδηγία που θεσπίζει το γενικό πλαίσιο για την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης,
- ii. η οδηγία για τους φυσικούς οικοτόπους NATURA 2000,
- iii. η οδηγία πλαίσιο 2000/60/EK για την αειφορική διαχείριση υδατικών πόρων του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου,
- iv. η οδηγία 2008/98/EK, η οποία απαιτεί την ανακύκλωση των αποβλήτων,

- ν. την τήρηση της ΚΥΑ 145116/2011 για συστήματα επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων.

Εκτός των ανωτέρω η έρευνα καθίσταται απαραίτητη και από το γεγονός του επεισοδίου ρύπανσης με το φαινόμενο μαζικού θανάτου ψαριών κατά το παρελθόν όπου θα πρέπει να αναζητηθούν τα αίτια από τις ανθρωπογενείς επιδράσεις στο Δέλτα του Σπερχειού ποταμού.

Με την παρούσα μελέτη έγινε προσπάθεια προσέγγισης του προβλήματος και προσφέρονται νέα δεδομένα. Συγκεκριμένα, για τα συμβατικά πυρηνελαιουργεία που έχουν την ίδια ή παραλλαγή της παραγωγικής διαδικασίας της μονάδας που εξετάστηκε στη μελέτη, επιβάλλεται βάσει του ενεργειακού – λειτουργικού κόστους και περιβαλλοντικού αποτελέσματος η βελτιστοποίηση στα εξής ζητήματα:

- κατασκευή αποθήκης αντίστοιχης χωρητικότητας για τη συγκέντρωση αποκλειστικά ελαιοπυρήνων προερχόμενων από ελαιοτριβεία 2φάσεων,
- εγκατάσταση αντλίας όδευσης ελαιοπυρήνων αποθήκης προς τη νέα μηχανική πρέσα που θα χρησιμεύσει για την αφυδάτωση του ελαιοπυρήνα υγρασίας από 70% σε 50% και στη συνέχεια θα αναμειχθεί με ελαιοπυρήνες προερχόμενοι από τη διαδικασία 3φάσεων,
- εγκατάσταση προεπεξεργασίας υγρών αποβλήτων διφασικού ελαιοπυρήνα πριν το βιολογικό καθαρισμό με τεχνική την εφαρμογή «υγρής οξείδωσης», σύμφωνα με τυπικό συνεχές σύστημα υγρής οξείδωσης που εμφανίζεται στη παρούσα εργασία,
- εγκαταστάσεις – συστήματα περιορισμού των ατμοσφαιρικών εκπομπών (υδρατμοί) στις περιπτώσεις επεξεργασίας ελαιοπυρήνων με υγρασία > 55%

όπου η θερμοκρασία εισόδου των καυσαερίων στα ξηραντήρια υπερβαίνει τους 600°C.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Περιοχή έρευνας – μελέτης

#### 2.1.1 Γεωγραφική θέση – Χρήσεις Γης – Βιότοποι

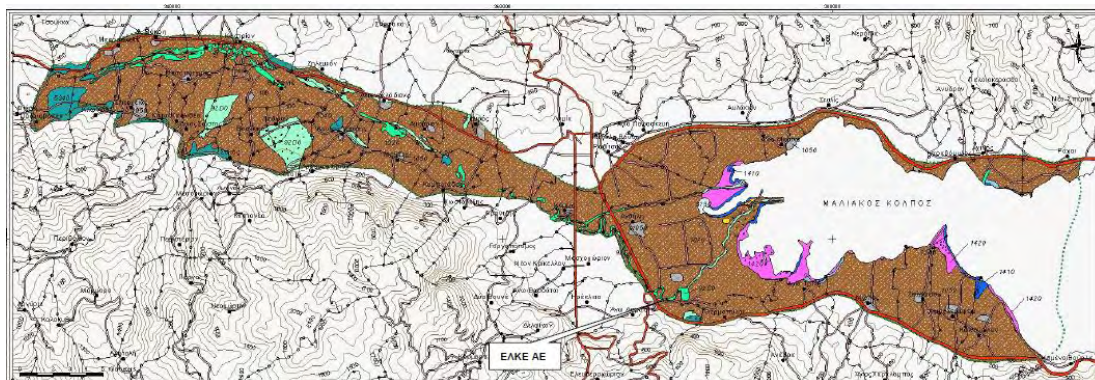
##### α) Γεωγραφική θέση

Οι εγκαταστάσεις της μονάδας βρίσκονται μέσα σε γεωργική περιοχή που εντάσσεται στο εθνικό δίκτυο οικοτόπων Natura 2000 με αριθμό GR 2440002.

Στις Εικόνες 2.1 και 2.2 αποτυπώνεται προσεγγιστικά η θέση της μονάδας.



**Εικόνα 2.1:** Περιοχές δικτύου Natura 2000 νομού Φθιώτιδας



**Εικόνα 2.2:** Όρια περιοχής Natura 2000 «Κοιλιάδα και εκβολές Σπερχειού – Μαλιακός κόλπος» (GR 2440002)

### β) Χρήσεις Γης

Το οικόπεδο της μονάδας βρίσκεται σε περιοχή εκτός σχεδίου για το οποίο δεν έχουν καθοριστεί συγκεκριμένες χρήσεις Γης. Η περιοχή έχει αποδοθεί στο μεγαλύτερο ποσοστό της σε γεωργική εκμετάλλευση με εντοπισμένες διακοπές από επαγγελματικές εγκαταστάσεις, κυρίως του γεωργικού τομέα. Στην άμεσα γειτνιάζουσα περιοχή του εργοστασίου δεν υπάρχουν κατοικίες, ούτε άλλες τυχόν ευαίσθητες χρήσεις.

Η θέση της εγκατάστασης της μονάδας βρίσκεται οριακά στο νότιο άκρο της ζώνης Natura 2000 με αριθμό GR 2440002. Η περιοχή εκτός της ζώνης αυτής με την οποία γειτνιάζει και η θέση της μονάδας έχει χαρακτηριστεί ως ζώνη επέκτασης της βιομηχανικής δραστηριότητας του Νομού Φθιώτιδας.

Με βάση τα πιο πάνω και δεδομένου ότι η εξεταζόμενη δραστηριότητα ανήκει στον κλάδο των γεωργικών βιομηχανιών και εξυπηρετεί τις δραστηριότητες των ελαιοπαραγωγών της περιοχής και των παρακείμενων περιοχών των νομών Μαγνησίας και Εύβοιας, η λειτουργία της είναι συμβατή με τις υφιστάμενες και προβλεπόμενες χρήσεις της περιοχής.

### γ) Περιοχές προστασίας – Βιότοποι

Στο νομό Φθιώτιδας έχει οριοθετηθεί ένας αριθμός περιοχών προστασίας της φύσης του τοπίου και των οικοσυστημάτων, όπως παρουσιάζονται επιγραμματικά στον Πίνακα 2.1.

**Πίνακας 2.1:** Περιοχές προστασίας και Κωδικοί δικτύου NATURA 2000

Όνομα τόπου (Περιοχές δικτύου Natura 2000)	Κωδικός
Εθνικός Δρυμός Οίτης	GR 2440004
Εθνικός Δρυμός Παρνασσού	GR 2410002
Κοιλάδα & εκβολές Σπερχειού – Μαλιακός κόλπος	GR2440002
Νοτιανατολικός Παρνασσός – Εθνικός Δρυμός Παρνασσού – Δάσος Τιθορέας	GR2450005
Υγρότοπος και νησιά του κόλπου Αταλάντης	GR2440001
Φαράγγι Γοργοποτάμου	GR2440003

## 2.2 Περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας Μονάδος “αναφοράς” συμβατικού πυρηνελαιουργείου

### 2.2.1 Γενικά

Η μονάδα επεξεργάζεται ελαιούχους σπόρους και ειδικότερα:

- Ελαιοπυρήνα ο οποίος αποτελεί υποπροϊόν των ελαιοτριβείων που προκύπτει από τη σύνθλιψη ελαιοκάρπου προς απόληψη του περιεχομένου σε αυτόν ελαιολάδου. Η κατεργασία που γίνεται στη μονάδα αποσκοπεί στη παραλαβή του υπολειπόμενου του λαδιού (πυρηνελαίου) που έχει παραμείνει στον ελαιοπυρήνα.
- Βαμβακόσπορο και περιστασιακά ηλίόσπορο για παραγωγή των αντίστοιχων ακατέργαστων (μπρούτων) σπορελαίων, δηλαδή βαμβακέλαιο και ηλιέλαιο.



Τα παραγόμενα έλαια (πυρηνέλαιο και σπορέλαια) διατίθενται ακολούθως ακατέργαστα ως έχουν (μπρούτα) σε άλλα ελαιουργικά εργοστάσια προς εξευγενισμό τους, ώστε να καταστούν βρώσιμα.

### 2.2.2 Συνοπτική περιγραφή της δραστηριότητας

Στην μονάδα για τις ανάγκες του πυρηνελαιουργείου λειτουργούν τα παρακάτω τμήματα:

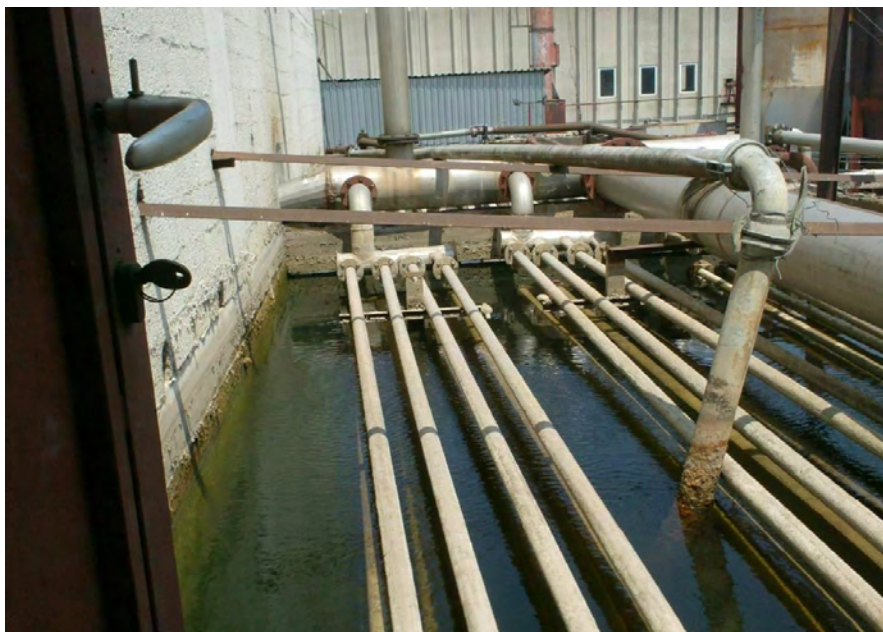
α) Τμήμα ξήρανσης νωπών ελαιοπυρήνων συνολικής δυναμικότητας 700 tn/24ωρο σε προς επεξεργασία νωπό ελαιοπυρήνα με υγρασία κατά μέσο όρο 55%. Το τμήμα περιλαμβάνει τέσσερα (4) ξηραντήρια που θα αναφέρονται για τους σκοπούς της εργασίας με τις ενδείξεις  $\Xi_1$ ,  $\Xi_2$ ,  $\Xi_3$  και  $\Xi_4$ .

Κάθε ξηραντήριο για τον περιορισμό των εκπομπών σκόνης πυρηνόξυλου στην ατμόσφαιρα είναι εφοδιασμένο με κυκλωνικό σύστημα (Εικ. 2.3).



**Εικόνα 2.3:** Κυκλώνας συγκράτησης στερεών – σκόνης (ΕΛΚΕ Α.Ε. Greece 2010)

β) Τμήμα εκχύλισης στεγνών ελαιοπυρήνων και αποθήκευσης ακατέργαστου (μπρούτου) πυρηνελαίου, δυναμικότητας κατεργασίας 200 tn/24ωρο σε στεγνό πυρήνα αποτελούμενο από μία σειρά 10 εκχυλιστήρων, δυναμικότητας ο καθένας 20 tn/24ωρο σε προς επεξεργασία στεγνό πυρήνα (Εικ. 2.4).



**Εικόνα 2.4:** Τμήμα εκχύλισης ψύξη – συμπύκνωση εξανίου (ΕΛΚΕ Α.Ε. Greece 2010)

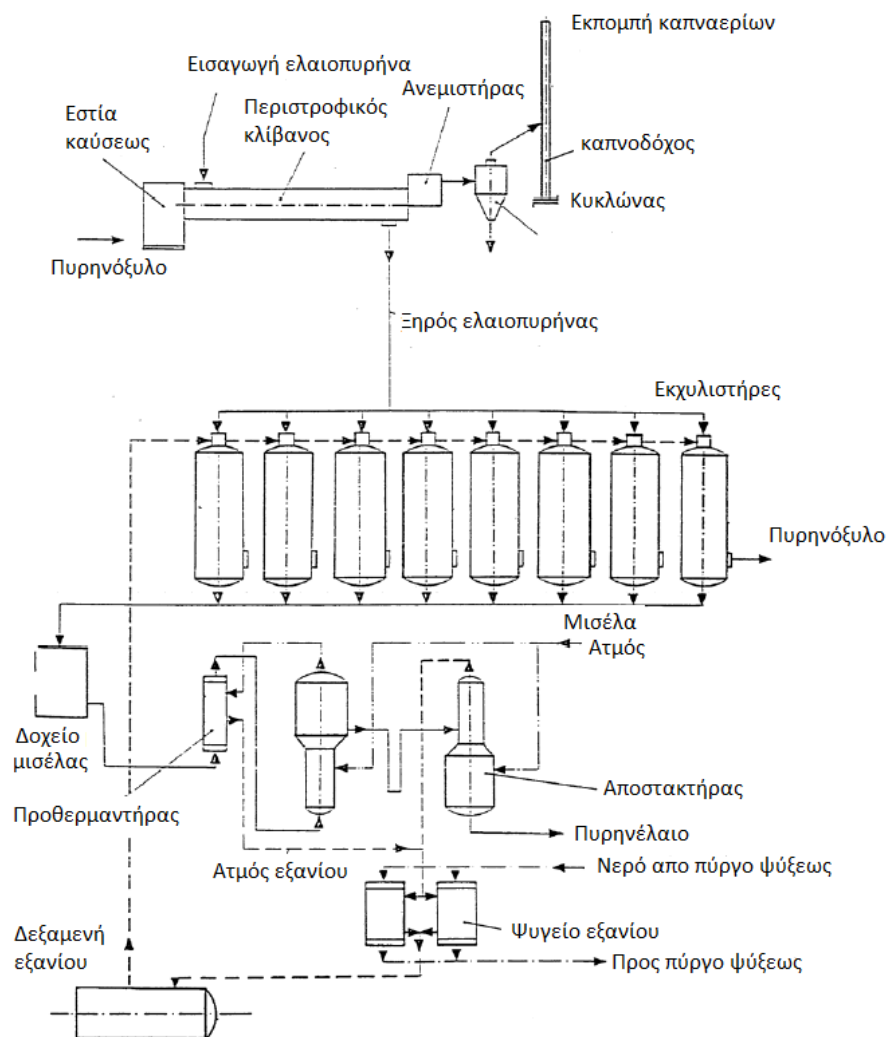
Για τις ενεργειακές ανάγκες του εκχυλιστηρίου υπάρχει τμήμα ατμοπαραγωγής αποτελούμενο από έναν ατμολέβητα δυναμικότητας 5 tn/hr σε παραγόμενο ατμό πίεσης 8 bar. Το καύσιμο που χρησιμοποιείται είναι το πυρηνόξυλο που παράγεται ως παραπροϊόν κατά την εκχύλιση του πυρήνα.

Η παραγωγική διαδικασία είναι εποχιακού χαρακτήρα. Η περίοδος λειτουργίας του πυρηνελαιουργείου (επεξεργασία ελαιοπυρήνα) συνήθως διαρκεί 180 ημέρες/έτος (αρχές Νοεμβρίου μέχρι τέλους Απριλίου) και παρουσιάζει μία αιχμή συνήθως από 1 Δεκεμβρίου έως 31 Ιανουαρίου.

Ως οικονομική διαχειριστική περίοδος κάθε έτους λαμβάνεται το διάστημα από 1 Νοεμβρίου του προηγούμενου έτους έως 30 Απριλίου του έτους αναφοράς.

### 2.2.3 Πυρηνελαιουργείο

Το διάγραμμα ροής – παραγωγικής διαδικασίας του πυρηνελαιουργείου παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.1.



**Σχήμα 2.1:** Διάγραμμα ξηραντήριου – εκχυλιστηρίου (ΕΛΚΕ Α.Ε. Greece 2010)  
Πηγή: Γιαμάς, 2010 (Α.Ε.Π.Ο.)

Οι δυνατότητες επεξεργασίας ελαιοπυρήνα ανέρχονται περίπου στους 50.000 tn/έτος, αλλά η ποσότητα αυτή σπάνια προσεγγίζεται.

Ο ελαιοπυρήνας παραδίδεται στο πυρηνελαιουργείο με ειδικά μεταφορικά μέσα από τα διάφορα ελαιοτριβεία της περιοχής, αποθηκεύεται προσωρινά μέσα στον αντίστοιχο αποθηκευτικό χώρο και οδηγείται προς επεξεργασία κατά το δυνατόν αμέσως μετά την παραλαβή του.

Η σύνθεση του ελαιοπυρήνα εξαρτάται από τους τύπους των ελαιοτριβείων προέλευσης και φαίνεται στον Πίνακα 2.2.

**Πίνακας 2.2:** Σύνθεση ελαιοπυρήνα

Προέλευση	Ποσοστό υγρασίας %	Πυρηνέλαιο Ποσοστό %	Πυρηνόξυλο Ποσοστό %
Φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία τριών φάσεων	48-52%	5,5-6,5%	42-46%
Φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία δύο φάσεων	62-68%	4-5%	27-34%
Υδραυλικά πιεστήρια τριών φάσεων (τείνουν πλέον να εκλείψουν)	28-32%	8-11%	57-64%

Πηγή: Γιαμάς, 2010

Στη μονάδα τα τελευταία χρόνια γίνεται επεξεργασία μίγματος πυρήνων προερχόμενων από ελαιοτριβεία διαφόρων τύπων (ως επί το πλείστον φυγοκεντρικών) με μέση σύνθεση: Υγρασία: 55%, Πυρηνέλαιο 4,6%, Πυρηνόξυλο: 40,4%.

Για την παραγωγή πυρηνελαίου απαιτείται να προηγηθεί ξήρανση και στη συνέχεια εκχύλιση των πυρήνων.

### 2.2.4 Τμήμα ξήρανσης

Οι ελαιοπυρήνες παραλαμβάνονται με μεταφορικούς κοχλίες από τον χώρο αποθήκευσής τους και οδηγούνται με αναβατόρια σε σφαιρόμυλο και ακολούθως σε κυλινδρόμυλο σε σειρά όπου αλέθονται ώστε να καταστεί ευκολότερη η αφαίρεση της υγρασίας κατά το στάδιο της ξήρανσης που ακολουθεί (Εικ. 2.5).



**Εικόνα 2.5:** Ξηραντήριο ελαιοπυρήνων – Περιστρεφόμενο τύμπανο (ΕΛΚΕ Α.Ε. Greece 2010)

Η ξήρανση γίνεται σε τέσσερα περιστροφικά ξηραντήρια που λειτουργούν παράλληλα (η λειτουργία εκάστου είναι ανεξάρτητη των άλλων).

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κάθε ξηραντηρίου για επεξεργασία νωπού πυρήνα υγρασίας 55% φαίνονται στον Πίνακα 2.3.

**Πίνακας 2.3:** Τεχνικά χαρακτηριστικά ξηραντηρίων

α/α Ξηραντηρίου	Ξ1	Ξ2	Ξ3	Ξ4
• Ημερήσια δυναμικότητα (tn/d)	150	150	200	200
• Ωριαία δυναμικότητα (tn/h)	6,25	6,25	8,33	8,33
• Αρχική υγρασία νωπού ελαιοπυρήνα	55%	55%	55%	55%
• Υγρασία στεγνού ελαιοπυρήνα	10%	10%	10%	10%
• Μήκος (m)	20	20	22	22
• Διάμετρος εξωτερική (m)	2,40	2,50	2,70	3,00
• Διάμετρος εσωτερική (m)	2,00	2,10	2,30	2,60
• Ρυθμός περιστροφής (rpm)	10	10	7	4
• Θερμοκρασία εισόδου καυσαερίων (°C)	600	600	600	600
• Θερμοκρασία εξόδου καυσαερίων (°C)	90	90	90	90
• Μέση θερμοκρασία ξήρανσης (°C)	350	350	350	350
• Καυσαέρια στην έξοδο του ξηραντηρίου				
* Παροχή σε Καν. Συνθήκες (Nm <sup>3</sup> /h)	45.100	75.200	45.100	45.100
* Παροχή σε πραγματικές συνθήκες (m <sup>3</sup> /h)	60.000	100.000	60.000	60.000
* Ταχύτητα στο ξηραντήριο (m/s)	5,3	8,0	4,0	3,1

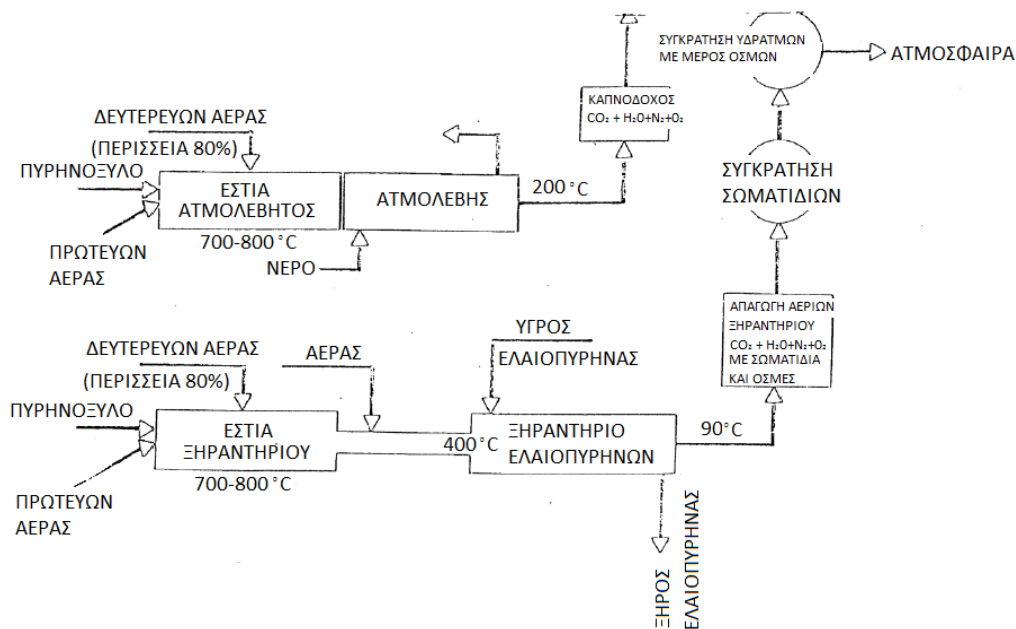
Πηγή: Γιαμάς 2010

Το κάθε ξηραντήριο είναι ένα αργά περιστρεφόμενο οριζόντιο τύμπανο, με μικρή κλίση για τη διευκόλυνση της ροής του υλικού μέσα σε αυτό. Η ξήρανση γίνεται με διαβίβαση του ελαιοπυρήνα καθ' ομορροή με καυσαέρια που προέρχονται από τη καύση πυρηνόξυλου από το ένα άκρο του ξηραντηρίου ενώ από το άλλο εξέρχεται ο στεγνός πυρήνας με απομένουσα υγρασία 10%.

Για την απομάκρυνση στο ξηραντήριο υγρασίας και την προώθηση του ξηραϊνόμενου υλικού προς την έξοδο, υπάρχει ισχυρός ανεμιστήρας που αναρροφά αέρα περιβάλλοντος μέσα στο ξηραντήριο και αποκλείει τη δημιουργία αναγωγικών συνθηκών ανάφλεξης και επιβάρυνσης στο περιβάλλον. Τα εσωτερικά πτερύγια των ξηραντηρίων συνήθως δυσχεραίνουν την ομαλή ροή των καυσαερίων και για το λόγο αυτό στο Ξ4 έχει εγκατασταθεί ισχυρότερος ανεμιστήρας που επιτυγχάνει μεγαλύτερη παροχή αερίων σε σχέση με τα άλλα ξηραντήρια (100.000 m<sup>3</sup>/h) ώστε να αντισταθμίζεται η αυξημένη αντίσταση ροής.



Στο Σχήμα 2.2 απεικονίζεται το διάγραμμα συνθηκών λειτουργίας ατμολέβητα και ξηραντηρίου ελαιοπυρήνων.



**Σχήμα 2.2:** Διάγραμμα συνθηκών ξηραντηρίου ελαιοπυρήνων  
Πηγή: Γιαμάς, 2010

### 2.2.5 Τμήμα εκχύλισης

Η λειτουργία του τμήματος αυτού στην περίοδο αιχμής γίνεται επί 24ωρου βάσεως. Η παραγωγική διαδικασία διεξάγεται κατά τα ακόλουθα στάδια:

- Εκχύλιση: Μεταφορά του στεγνού ελαιοπυρήνα με κλειστούς μεταφορικούς κοχλίες σε 10 σιλό τροφοδοσίας και από εκεί σε συστοιχία 10 αντίστοιχων εκχυλιστήρων, δυναμικότητας καθενός 20 tn/ημέρα και συνολικής δυναμικότητας 200 tn/24ωρο σε προς επεξεργασία στεγνό πυρήνα. Εκεί ο πυρήνας υφίστανται μεθοδική εκχύλιση σε πίεση 2 bar με την κυκλοφορία εξαníου από τον πτωχότερο σε λάδια εκχυλιστήρα προς τον πλουσιότερο. Το στερεό υπόλειμμα της εκχύλισης είναι το πυρηνόζυλο και το παραγόμενο

προϊόν είναι μείγμα: λαδιού – εξανίου και υπολειπόμενης υγρασίας (μισέλλα).

- Απογύμνωση: Μετά την ολοκλήρωση της εκχύλισης και την απομάκρυνση της μισέλλας, διαβιβάζεται στους εκχυλιστήρες ατμός, προς απογύμνωση του απομείναντος πυρήνα από τα τυχόν υπολείμματα εξανίου και ελεύθερου λαδιού. Κατά τη διαβίβαση του ατμού η πίεση στους εκχυλιστήρες ανέρχεται προσωρινά μέχρι τα 1,2 bar.
- Εκκένωση των εκχυλιστήρων: μετά την ολοκλήρωση της απογύμνωσης εκτονώνεται ο ατμός και η πίεση κατέρχεται στο 1,0 bar. Υπό την ελαττωμένη αυτή πίεση ανοίγουν οι θύρες εκκένωσης των εκχυλιστήρων και απομακρύνεται ο εκχυλισμένος πυρήνας (που πλέον αποκαλείται πυρηνόξυλο).
- Απόσταξη: μετά το πέρας της εκχύλισης απομακρύνεται η μισέλλα από τους εκχυλιστήρες και οδηγείται διαδοχικά πρώτα στον προθερμαντήρα της μισέλλας και μετά σε πύργους απόσταξης, όπου με τη βοήθεια του ατμού αποστάζουν ως προϊόντα κορυφής το εξάνιο (σ.ζ. 68,9°C) και το τυχόν περιεχόμενο νερό. Το λάδι παραλαμβάνεται από τον πυθμένα των αποστακτήρων και οδηγείται προς αποθήκευση σε δεξαμενές και από εκεί διατίθενται στο εμπόριο ως ακατέργαστο (μπρούτο) πυρηνέλαιο.
- Συμπύκνωση εξανίου – νερού: το μείγμα των ατμών εξανίου – νερού υφίσταται ακολούθως συμπύκνωση διερχόμενο από τα «ψυγεία». Αυτά είναι εναλλάκτες θερμότητας που αποτελούνται από σερπαντίνες, βυθισμένες σε δεξαμενή νερού στην οποία κυκλοφορεί κρύο νερό ψύξης. Τα νερά ψύξης που αποβάλλονται από τους πιο πάνω εναλλάκτες θερμότητας είναι



απαλλαγμένα από χημικό ή βιολογικό φορτίο και φέρουν μόνο ελαφρώς αυξημένη θερμοκρασία (περίπου  $+8^{\circ}\text{C}$ ) σε σχέση με το αρχικό νερό τροφοδοσίας. Τα νερά αυτά απορρίπτονται στον παρακείμενο ποταμό Σπερχειό, σύμφωνα με σχετική άδεια διάθεσης.

- Διαχωρισμός εξανίου – νερού: ο διαχωρισμός γίνεται σε απλό δοχείο και στηρίζεται στην αμελητέα διαλυτότητα του εξανίου στο νερό ( $\sim 70 \text{ mg/m}^3$ ). Από την κορυφή του δοχείου παραλαμβάνεται το ελαφρύ κλάσμα που είναι το εξάνιο το οποίο οδηγείται στις δεξαμενές αποθήκευσης του και από τον πυθμένα το νερό. Το διαχωριζόμενο νερό οδηγείται στη Μονάδα Επεξεργασίας Αποβλήτων του εργοστασίου.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι σύγχρονοι διαχωριστήρες εξανίου – νερού έχουν εξελιχθεί τεχνολογικά έτσι ώστε να επιτυγχάνουν πολύ αποτελεσματικό διαχωρισμό του εξανίου από το νερό. Γι' αυτό το διαχωριζόμενο νερό είναι πολύ χαμηλού ρυπαντικού φορτίου και απαλλαγμένο από ανόργανα άλατα.

## 2.3 Ισοζύγιο υλικών

### Πυρηνελαιουργείο

Ποσότητες πρώτων υλών και προϊόντων υπό πλήρη δυναμικότητα.

Η τυπική σύνθεση του συνολικού προς επεξεργασία ελαιοπυρήνα, δηλαδή περιεκτικότητά του σε υγρασία, λάδι και στερεά συστατικά κατά τα στάδια επεξεργασίας του καθώς και η σύνθεση του παραγόμενου μπρούτου πυρηνελαίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.4.

**Πίνακας 2.4:** Σύνθεση συνολικού ελαιοπυρήνα και πυρηνελαίου

	<b>Υγρασία</b>	<b>Λάδι</b>	<b>Στερεά</b>	<b>Σύνολο</b>
<u>Νωπός ελαιοπυρήνας</u>				
• Μέσο ποσοστό (%)	55,00 %	4,60 %	40,40 %	100,00 %
• Ποσότητα (tn/24-ωρο)	385,00	32,20	282,80	700,00
<u>Στεγνός ελαιοπυρήνας</u>				
• Μέσο ποσοστό(%)	10,00 %	9,20 %	80,80 %	100,00 %
• Ποσότητα (tn/24-ωρο)	35,00	32,20	282,80	350,00
<u>Πυρηνόξυλο</u>				
• Μέσο ποσοστό(%)	14,00 % *	0,85 %	85,15 %	100,00 %
• Ποσότητα (tn/24-ωρο)	46,50	2,82	282,80	332,12
<u>Λάδι μπρούτο</u>				
• Μέσο ποσοστό(%)	1,50 %	98,50 %		100,00 %
• Ποσότητα (tn/24-ωρο)	0,45	29,38		29,82

**Σημείωση:** Η αύξηση της υγρασίας στο πυρηνόξυλο έναντι της υγρασίας του στεγνού πυρήνα οφείλεται στην πρόσληψη υγρασίας από το πυρηνόξυλο κατά το άτμισμα στους εκχυλιστήρες.

Με βάση τα ανωτέρω, το ισοζύγιο πρώτων και βοηθητικών υλών και προϊόντων διαμορφώνεται όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.5.

**Πίνακας 2.5:** Ισοζύγιο πρώτων και βοηθητικών υλών και προϊόντων

<b>Πρώτες &amp; βοηθητικές ύλες</b>	<b>Έτος 2009 (tn/έτος)</b>	<b>Έτος 2010 (tn/έτος)</b>
• Νωποί ελαιοπυρήνες	36.911,0	29.132,0
• Εξάνιο	110,0	85,4
• Πυρηνόξυλο (από ιδιοκατανάλωση)	4.690,0	3.910,0
* Στις εστίες ξηραντηρίων	(3.200,0)	(2.660,0)
* Στην εστία ατμολέβητα	(1.490,0)	(1.250,0)
<b>Προϊόντα</b>	<b>Έτος 2009 (tn/έτος)</b>	<b>Έτος 2010 (tn/έτος)</b>
• Ακατέργαστο πυρηνέλαιο	1.633,0	1.100,0
• Πυρηνόξυλο	16.168,0	11.030,0
* Ιδιοκατανάλωση πυρηνόξυλου	4.690,0	3.910,0
* Πώληση πυρηνόξυλου	9.474,0	6.792,0
* Στοκ παραχθέντος πυρηνόξυλου στο τέλος του έτους	2.004,0	328,0

## 2.4 Χρήση ενέργειας

### 2.4.1 Θερμική ενέργεια

Οι ανάγκες της παραγωγικής διαδικασίας σε θερμική ενέργεια καλύπτεται με τη χρήση πυρηνόξυλου που παράγεται ως υποπροϊόν από τα ξηραντήρια.

Το πυρηνόξυλο έχει κατώτερη θερμογόνο δύναμη 2.800-3.500 kcal/kg (θεωρητική Θ.Δ.= 4.300-4.800 kcal/kg) και η ημερήσια κατανάλωση ανέρχεται σε 91 tn/ημέρα από τους οποίους οι 62 τόνοι χρησιμοποιούνται στα ξηραντήρια ενώ οι υπόλοιποι χρησιμοποιούνται στη μονάδα ατμοπαραγωγής.

Η θερμοκρασία καύσης του πυρηνόξυλου είναι 700-800°C και ο χρόνος παραμονής των προϊόντων καύσης στο θάλαμο καύσης είναι 2 sec.

Η μονάδα ατμοπαραγωγής περιλαμβάνει έναν φλογαυλωτό ατμολέβητα δυναμικότητας 5 tn/h σε παραγόμενο κεκορεσμένο ατμό πίεσης 8 bar με προεστία καύσης πυρηνόξυλου. Ο χρόνος λειτουργίας του ατμολέβητα κυμαίνεται από 8-24 h ημερησίως. Για τους υπολογισμούς της παρούσας εργασίας ο ατμολέβητας θεωρείται ότι λειτουργεί υπό πλήρες φορτίο 16 ώρες/ημέρα.

### 2.4.2 Ηλεκτρική ενέργεια

Με βάση την εγκατεστημένη συνολική ισχύ των 1.827 HP στη Μονάδα ήτοι 1.362,94 KW και με ένα συντελεστή ισχύος 0,8 καθώς και συντελεστή ετεροχρονισμού 0,6, η μέγιστη ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας εκτιμάται σε  $1.362,94 \text{ KW} \times 24 \text{ ώρες/ημέρα} \times 70 \text{ ημέρες/έτος} \times 0,8 \times 0,6 = 1.099.075 \text{ kwh /έτος} \approx 1.100 \text{ MWh/έτος}$ .

### 2.4.3 Χρήση νερού

Για τις ανάγκες της παραγωγής χρησιμοποιείται νερό που αντλείται από τον παρακείμενο Σπερχειό ποταμό. Η κύρια ποσότητα του νερού καλύπτει τις ανάγκες της εκχύλισης σε ψύξη, ένα μέρος χρησιμοποιείται για την ατμοπαραγωγή και ένα μέρος καλύπτει τις ανάγκες για νερό χρήσης (πλύσιμο, νερό υγιεινής). Αναλυτικά το αντλούμενο νερό χρησιμοποιείται για τις ακόλουθες χρήσεις:

- Ψύξη των ατμών εξανίου στο σωληνωτό συμπυκνωτή ( $\approx 1.800 \text{ m}^3/\text{d}$ ) (κ.μ. ανά ημέρα)
- Τροφοδοσία του ατμολέβητα (αναπλήρωση των απωλειών), ύστερα από αποσκήρυνση σε κατάλληλη στήλη (περίπου  $14,5 \text{ m}^3/\text{d}$ ). Στις απώλειες ατμού περιλαμβάνεται και η απορρόφηση ζωντανού ατμού από το πυρηνόξυλο κατά το άτμισμα αυτού στους εκχυλιστήρες, που σύμφωνα με το ισοζύγιο υλικών (Πιν. 2.4) ανέρχεται σε  $11,5 \text{ m}^3/\text{d}$ .
- Έκπλυση – αναγέννηση των στηλών αποσκήρυνσης ( $1,5 \text{ m}^3/\text{d}$ )
- Έκπλυση καυσαερίων από τα ξηραντήρια ( $0,75 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h/d} = 18 \text{ m}^3/\text{d}$ )
- Ανάγκες υγιεινής ( $2,0 \text{ m}^3/\text{d}$ )
- Συνολική μέση ημερήσια κατανάλωση νερού :  $1.836,0 \text{ m}^3/\text{d}$

Τα νερά ψύξης που κυκλοφορούν στο τμήμα εκχύλισης εκτιμώνται σε  $80 \text{ m}^3/\text{h} \times 22,5 \text{ h/d} = 1.800 \text{ m}^3/\text{d}$

Στον Πίνακα 2.6 παρουσιάζεται το ισοζύγιο του καταναλισκόμενου νερού.

**Πίνακας 2.6:** Ισοζύγιο του καταναλισκόμενου νερού

Τροφοδοσία	Παροχή (m <sup>3</sup> /h)	Παροχή (m <sup>3</sup> /d)
Υδροδότηση από ποταμό Σπερχειό		
<b>Κατανάλωση</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ψύξη των ατμών εξανίου στον σωληνωτό συμπυκνωτή</li> <li>Τροφοδοσία του ατμολέβητα μετά από επεξεργασία αποσκλήρυνσης</li> <li>Έκπλυση στηλών αποσκλήρυνσης</li> <li>Έκπλυση απαιριών ξήρανσης</li> <li>Ανάγκες υγιεινής προσωπικού</li> </ul>	80,0   0,75	1.800,0 14,5 1,5 18,0 2,0
Συνολική κατανάλωση		1.836,0

Στην περίπτωση χρήσης νερού (επικαιροποίηση παραγωγικής διαδικασίας) για νέες εγκαταστάσεις μονάδων συμπύκνωσης υδρατμών και βελτίωσης εξοπλισμού, εκτιμάται ότι οι ανάγκες σε νερό θα ανέλθουν στο ποσό των 8.000 m<sup>3</sup>/ημέρα και θα γίνεται άντληση από τον Σπερχειό ποταμό.

Στον Πίνακα 2.7 και προκειμένου να υπολογιστεί η θερμική επιβάρυνση του ποταμού στη ζώνη ανάμειξης με τα επιστρεφόμενα νερά ψύξης, παρουσιάζονται τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των νερών του Σπερχειού ποταμού έτσι όπως έχουν καταγραφεί από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

**Πίνακας 2.7:** Χαρακτηριστικά υδάτων ποταμού Σπερχειού

Παράμετροι	Μονάδες	Ημερομηνία διενέργειας δειγματοληψίας				
		01-06-98	10-08-98	11-06-99	16-08-99	23-05-00
Μετρηθείσα παροχή	m <sup>3</sup> /h	1000	1150	1039	1709	1429
Θερμοκρασία νερού	°C	21,0	25,0	23,0	22,0	20,0
Θερμοκρασία αέρα	°C	30,0	33,0	25,0	25,0	22,0
Ηλεκτρ. αγωγιμότητα	μmhos/cm	450	520	530	550	500
pH		8,01	7,84		8,04	8,00
Χλωριόντα Cl <sup>-</sup>	meq/l	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4

Πηγή: Υπ. Αγροτ. Ανάπτυξης & Τροφίμων, Δ/νση Ε.Ε. & Α.Ε.Π. – Τμήμα Προστασίας Αρδευτικών Υδάτων

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 3.1 Παραγόμενα απόβλητα συμβατικού πυρηνελαιουργείου “αναφοράς” κοινής επεξεργασίας ελαιοπυρήνων

##### 3.1.1 Θόρυβος

Στη μονάδα δεν υπάρχουν θορυβώδεις λειτουργίες εγκαταστάσεων, κάποιος θόρυβος δημιουργείται από την διακίνηση πρώτων υλών και από τις διεργασίες στο τμήμα συντήρησης. Η στάθμη θορύβου στα όρια του γηπέδου, δεν υπερβαίνει το επιτρεπόμενο όριο των 65 dBA που καθορίζεται στο Π.Δ. 1180/81 για τέτοιου είδους βιομηχανικά στοιχεία.

##### 3.1.2 Ατμοσφαιρικές εκπομπές

###### α) Υδρατμοί

Υδρατμοί δημιουργούνται σε μεγάλες ποσότητες κατά τη ξήρανση των πυρήνων οφειλόμενοι στην απαγόμενη υγρασία των πυρήνων ιδιαίτερα όταν γίνεται επεξεργασία ξήρανσης ελαιοπυρήνων διαφανούς λειτουργίας με υγρασία 65-70%. Η ποσότητα των απαγόμενων υδρατμών υπό πλήρη δυναμικότητα ανέρχεται σε 350 tn/ημέρα. Μικρές ποσότητες υδρατμών παράγονται και από την καύση του πυρηνόξυλου λόγω της περιεχόμενης σε αυτό υγρασίας στη μονάδα ατμοπαραγωγής. Οι υδρατμοί κατά την έξοδο των αερίων από τη καμινάδα σχηματίζουν μία μορφή νέφους (λευκή λωρίδα) που παραμένει για μικρό χρονικό διάστημα στην ατμόσφαιρα με ενδεχόμενες επιπτώσεις στο περιβάλλον (επιδείνωση φαινομένου θερμοκρασιακής αναστροφής στη περιοχή, τυχόν δυσάρεστες οσμές).

### β) Αέρια καύσης

Από την καύση του πυρηνόξυλου δημιουργούνται εκπομπές αερίων καύσης, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), μικρών ποσοτήτων μονοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}$ ), πτητικών οργανικών ενώσεων ( $\text{VOC}$ ) και οξειδίων του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ).

(Το  $\text{CO}$  εξαρτάται κυρίως από τις συνθήκες καύσης του καυσίμου και όχι από τη σύσταση του καυσίμου).

γ) Εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων από τα οχήματα μεταφοράς πρώτων υλών και προϊόντων.

### δ) Σωματιδιακές εκπομπές

- Άκαυστα σωματίδια πυρηνόξυλου (καυσαέρια ξηραντηρίων).
- Σωματίδια τέφρας κυρίως στα καυσαέρια του ατμολέβητα.

Τα σωματίδια που εκπέμπονται από τα ξηραντήρια χαρακτηρίζονται ως χονδρόκοκκα μεταξύ 100-500  $\mu\text{m}$  ενώ τα σωματίδια από την εστία του ατμολέβητα ως σχεδόν λεπτόκοκκα (κοκκομετρική σύσταση κυρίως μεταξύ 0-100  $\mu\text{m}$ ).

Ο όγκος των καυσαερίων στη περίπτωση αιχμής στη λειτουργία των τμημάτων ανέρχεται ως εξής:

- Ατμολέβητας :  $Q_A = 40.000 \text{ m}^3/\text{h}$  θερμοκρασίας  $200^\circ\text{C}$  (Κ.Σ.)
- Ξηραντήρια  $\Xi_1, \Xi_3, \Xi_4 = 60.000 \text{ m}^3/\text{h}$  θερμοκρασίας  $90^\circ\text{C}$  έκαστο (Κ.Σ.)
- Ξηραντήριο  $\Xi_2 = 100.000 \text{ m}^3/\text{h}$  θερμοκρασίας  $90^\circ\text{C}$  (Κ.Σ.)

Σημείωση: Κ.Σ. = Κανονικές Συνθήκες ( $0^\circ\text{C}$ , 1atm)

Τα καυσαέρια οδηγούνται στην ατμόσφαιρα μέσω καπνοδόχων.

Στους Πίνακες 3.1 και 3.2 παρουσιάζονται τα εκπεμπόμενα φορτία ρύπων, οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις τους και οι συνθήκες εκπομπής (Γιαμάς 2010).

**Πίνακας 3.1:** Εκπομπές αερίων ρύπων και σωματιδιακής ύλης

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ	ΑΤΜΟΛΕ- ΒΗΤΑΣ	ΞΗΡΑΝΤΗΡΙΟ Ξ1	ΞΗΡΑΝΤΗΡΙΟ Ξ2	ΞΗΡΑΝΤΗΡΙΟ Ξ3	ΞΗΡΑΝΤΗΡΙΟ Ξ4
Χρόνος λειτουργίας (h/d)	16 (σε πλήρες φορτίο)	24	24	24	24
Δυναμικότητα (νωπός πυρήνας tn/d)		150	150	200	200
Παροχή αερίων (m <sup>3</sup> /h) Παροχή αερίων (m <sup>3</sup> /s)	40.000 11,11	60.000 16,67	100.000 27,78	60.000 16,67	60.000 16,67
Τύπος συσκευής αποκονίωσης	4 κυκλώνες	1 κυκλώνας	2 κυκλώνες	1 κυκλώνας	1 κυκλώνας
Υψος εκπομπής (m) Διάμετρος εξόδου (m)	25 0,80	20 2,00	20 2,00	20 2,00	20 2,00
Ταχύτητα εξόδου (m/s) (3) Θερμοκρασία αερίων (°C)	22,11 < 200	5,31 (24,77) 90	8,85 (24,77) 90	5,31 (24,77) 90	5,31 (24,77) 90
Κατανάλωση πυρηνόξυλου (tn/d)	29	13	13	18	18

**Πίνακας 3.2:** Εκπεμπόμενα φορτία ρύπων

Παράμετρος	Συντελεστής εκπομπής (1)	kg/d	mg/m <sup>3</sup>	kg/d	mg/m <sup>3</sup>	kg/d	mg/m <sup>3</sup>	kg/d	mg/m <sup>3</sup>	kg/d	mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	0,34 kg/tn	9,86	15	4,42	3	4,42	2	6,12	4	6,12	4
CO	2 kg/tn	58,00	91	26,00	18	26,00	11	36,00	25	36,00	25
VOC	0,8 kg/tn	23,20	36	10,40	7	10,40	4	14,40	10	14,40	10
Σωματίδια ατμολέβητα	2,5-7,5 ≈ 5 kg/tn	145,00	227								
Σωματίδια ξη- ραντηρίων (2)	30 kg/tn			4.500	3.125	4.500	1.875	6.000	4.166	6.000	4.166
Επικρατέστερο εύρος κοκκομε- τρικής κατανομής σωματιδίων (μm)		0 - 100		100 - 500		100 - 500		100 - 500		100 - 500	

ε) Πτητικές οργανικές ενώσεις πλην οσμών (VOC)

Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC) εκπέμπονται κατά την παραγωγική διαδικασία υπό μορφήν ατμών εξανίου, κυρίως από τη δεξαμενή συλλογής νερού των ψυγείων εξανίου όπου καταλήγει το νερό με τα υπολείμματα εξανίου



και διαχωρίζεται στο διαχωριστήρα εξανίου – νερού (πλήρωση – εκκένωση - αναπνοή δεξαμενών κλπ). Η ποσότητα των εκπομπών στην δυσμενέστερη περίπτωση υπολογίζεται σε 2,10 tn/ημέρα που αντιστοιχεί σε 3,0 kg/tn πρώτης ύλης (ελαιοπυρήνα).

στ) Οσμές

Στα πυρηνελαιουργεία εμφανίζονται εκπομπές οσμών κυρίως κατά τη διαδικασία ξήρανσης και οφείλονται σε οσμηρές πτητικές ενώσεις οι οποίες είτε δημιουργούνται κατά τη ξήρανση είτε είχαν δημιουργηθεί και απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια της ξήρανσης.

➤ Οσμές κατά την ξήρανση:

Από θερμική διάσπαση των λιπαρών συστατικών του ελαιοπυρήνα εάν η θερμοκρασία ξήρανσης υπερβεί κάποιο όριο.

➤ Οσμηρές ενώσεις πριν τη ξήρανση:

Οφείλονται από την μακρόχρονη παραμονή του πυρήνα σε αποθήκες (αναπτύσσονται αναερόβιες ζυμώσεις ή αλδεϋδική τάγγιση, ανάπτυξη μικροοργανισμών ζύμωσης) δεδομένης της ευπάθειας των λιπαρών ουσιών που περιέχονται στον πυρήνα σε εξωτερικές επιδράσεις όπως: φως, νερό, αέρας, θερμοκρασία και μικροοργανισμοί.

Δεδομένης ωστόσο της μεγάλης ευαισθησίας της ανθρώπινης όσφρησης, οι οσμές είναι δυνατόν να γίνονται αντιληπτές ακόμη και σε μικρές αποστάσεις προκαλώντας αίσθημα δυσφορίας ή οχλήσεις σε περιοίκους πυρηνελαιουργείου όταν γίνεται επεξεργασία μεγάλου χρονικού διαστήματος αποθήκευσης ελαιοπυρήνα- ιδίως διφασικής λειτουργίας ελαιοτριβείων – ή γίνεται βεβιασμένη ξήρανσή του σε μεγάλες θερμοκρασίες.

### 3.1.3 Υγρά απόβλητα

Τα υγρά απόβλητα προκύπτουν από τις ακόλουθες διεργασίες:

#### i) Νερά ψύξης

Τα νερά ψύξης προέρχονται από τα ψυγεία του εξανίου, είναι θερμοκρασίας 32°C, καθαρά, επειδή η ψύξη γίνεται σε κλειστό κύκλωμα χωρίς καμία επαφή του νερού ψύξης με τα ψυχόμενα υλικά. Τα νερά ψύξης ανέρχονται κατά μέγιστο 1.800 m<sup>3</sup>/ημέρα και μετά τη χρήση τους απορρίπτονται στον ποταμό Σπερχειό, που είναι ο κύριος αποδέκτης επειδή η μονάδα λειτουργεί την χειμερινή περίοδο, ενώ το καλοκαίρι αποδέκτης των νερών ψύξης είναι παρακείμενο ρέμα, πλην όμως δεν γίνεται χρήση. Η μέση θερμοκρασία (Πίν. 2.7) των νερών του Σπερχειού ποταμού είναι 22,2°C με μέση παροχή 1.265 m<sup>3</sup>/h και μετά την ανάμειξη με τα νερά ψύξης (θερμοκρασία 32°C παροχή 1.800 m<sup>3</sup>/h) ανέρχεται στους 22,8°C.

Η θερμική επιβάρυνση του ποταμού στη ζώνη ανάμιξης των νερών ψύξης είναι 0,6°C < 1°C, που είναι αποδεκτή σύμφωνα με την άδεια έγκρισης περιβαλλοντικών όρων (Α.Ε.Π.Ο.).

#### ii) Απόνερα από διαχωριστήρες εξανίου

Η ποσότητά τους υπολογίζεται σε 0,50 m<sup>3</sup>/ημέρα – πρόκειται για αποσταγμένο νερό με αμελητέες ποσότητες εξανίου – τα οποία οδηγούνται στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

#### iii) Συμπυκνώματα ατμού

Τα συμπυκνώματα ατμού προέρχονται από τα εξής σημεία:

– Από τον ατμό έκπλυσης των εκχυλιστηρίων.

- Από τη στήλη εξάντλησης.
- Από τους αποστακτήρες του εκχυλιστηρίου.
- Από τις ατμοπαγίδες του εκχυλιστηρίου και οδηγούνται στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

iv) Απόβλητα Λεβητοστασίου.

Προέρχονται από :

- Απομάστευση ατμολέβητα (περιέχουν μόνο ανόργανα άλατα) ποσότητας 3,0 m<sup>3</sup>/ημέρα
- Αποσκήρυνση ποσότητας 1,5 m<sup>3</sup>/ημέρα

Τα απόβλητα λεβητοστασίου είναι επιβαρημένα κυρίως με διαλυτά άλατα, ενώ το οργανικό και χημικό φορτίο τους κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα (BOD<sub>5</sub>:  $\approx$  20 mg/l, COD  $\approx$  40 mg/l) και οδηγούνται στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

v) Απόβλητα έκπλυσης απαερίων

Τα απαέρια των ξηραντηρίων μετά τη διέλευση τους από τα συστήματα ξηρής αποκονίωσης και πριν οδηγηθούν στη κοινή καπνοδόχο, υφίσταται μέσα στη στοά απαγωγής τους διαβροχή με υδατικό διάλυμα αντιοσμωτικών ενώσεων κυρίως για τη δέσμευση των οσμωτικών ενώσεων και τη δέσμευση σωματιδιακών εκπομπών. Το νερό έκπλυσης συλλέγεται και ανακυκλοφορεί ενώ μέρος απομαστεύεται που εκτιμάται σε 18,0 m<sup>3</sup>/ημέρα και το οποίο οδηγείται στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

vi) Λύματα προσωπικού μονάδος

Η ημερήσια ποσότητα με βάση τις ανάγκες του ανθρώπινου δυναμικού εκτιμάται σε 2 m<sup>3</sup>/ημέρα με χαρακτηριστικά λυμάτων αστικού τύπου με μέσες

τιμές:  $BOD_5 = 220 \text{ mg/l}$ ,  $COD = 500 \text{ mg/l}$  και  $TSS = 220 \text{ mg/l}$  που οδηγούνται σε στεγανές δεξαμενές.

vii) Τυχόν ρυπασμένα όμβρια ύδατα και νερά πυρόσβεσης

Τα όμβρια ύδατα που συγκεντρώνονται στην δεξαμενή εξισορρόπησης της Μονάδος Επεξεργασίας Αποβλήτων (Μ.Ε.Α.) κατά το πρώτο δεκάλεπτο έντονης βροχόπτωσης, θεωρούνται επικίνδυνα και θα πρέπει να καταλήγουν ξανά στη Μ.Ε.Α.

viii) Στερεά και ελαιώδη απόβλητα

Τα στερεά απόβλητα της μονάδας περιλαμβάνουν τα ακόλουθα είδη αποβλήτων:

- Χρησιμοποιούμενα λιπαντικά έλαια μηχανών (εν δυνάμει επικίνδυνα αξιοποιήσιμα απόβλητα)
- Τέφρα από τις εστίες καύσης πυρηνόξυλου
- Σωματιδιακή ύλη που συλλέγεται στους κυκλώνες
- Λάσπη επεξεργασίας υγρών αποβλήτων
- Απορρίματα αστικού τύπου
- Ελαιώδης στοιβάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων
- Βοθρολάσπη λυμάτων σηπτικής δεξαμενής

α. Απόβλητα εν δυνάμει επικίνδυνα

Τα μόνα απόβλητα που χαρακτηρίζονται εν δυνάμει επικίνδυνα είναι τα λιπαντικά έλαια (καμένα) που χρησιμοποιούνται για τη λίπανση των μηχανών.

Ταξινομούνται με τους αριθμούς 13 02 05\* – 13 02 08\* του Ευρωπαϊκού Καταλόγου Αποβλήτων (ΕΚΑ) που ανέρχονται σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία της μονάδας σε 0,10 tn/έτος.

β. Στερεά απόβλητα, μη επικίνδυνα

β.1) Τέφρα

Η τέφρα από τη καύση του πυρηνόξυλου ταξινομείται με τον αριθμό 10 01 01 του Ευρωπαϊκού Καταλόγου Αποβλήτων (ΕΚΑ) ( «Τέφρα κλιβάνου ... της σκόνης λέβητα πετρελαίου»...). Σύμφωνα με χημικές αναλύσεις σε τέφρα από την καύση του πυρηνόξυλου μονάδων πυρηνελαιουργίας η σύστασή της παρουσιάζεται ως εξής: Υγρασία 10% κ.β., Ψευδάργυρος (Zn) ~ 140 mg/kg, Ολικό χρώμιο (Cr) = 115 mg/kg και Μόλυβδος (Pb) = 25 mg/kg.

Συνεπώς η τέφρα δεν περιέχει τοξικά συστατικά σε συγκέντρωση τέτοια που να χαρακτηρίζεται ως επικίνδυνο απόβλητο.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της μονάδας, η τέφρα που προκύπτει από την καύση πυρηνόξυλου στις εστίες καύσης των ξηραντηρίων και των ατμολέβητων ανέρχεται σε 9-11 kg/tn καίόμενου πυρηνόξυλου.

Στην περίπτωση λειτουργίας υπό πλήρη δυναμικότητας της μονάδας, η ποσότητα τέφρας ανέρχεται σε 64 tn/έτος. Από στατιστικά στοιχεία η ποσότητα της τέφρας ανηγμένη στην κατανάλωση νωπού ελαιοπυρήνα υπολογίσθηκε για το έτος 2009 σε 1,35 kg/tn νωπού ελαιοπυρήνα ενώ για το έτος 2010 σε 1,20 kg/tn νωπού ελαιοπυρήνα.

β.2) Σωματιδιακή ύλη – συλλογή κυκλώνων

Η σωματιδιακή ύλη (σκόνη πυρηνόξυλου και τέφρας που συλλέγεται στους κυκλώνες των ξηραντηρίων και του ατμολέβητα ταξινομείται με τον αριθμό ΕΚΑ 10 01 19 (απόβλητα σταθμών καύσης από τον καθαρισμό τριών που δεν περιέχουν επικίνδυνες ουσίες).

Το πυρηνελαιουργείο διαθέτει 4 ξηραντήρια ( $\Xi 1 - \Xi 4$ ) από τα οποία το  $\Xi 2$  αποκονιώνεται με 2 κυκλώνες εν παραλλήλω, ενώ τα υπόλοιπα με 1 κυκλώνα το καθένα.

Ο ατμολέβητας της μονάδας αποκονιώνεται με πολυκυκλωνικό σύστημα αποτελούμενο από 4 ίσους κυκλώνες με παράλληλη διάταξη.

Βάσει των καταναλώσεων ελαιοπυρήνα στα ξηραντήρια και πυρηνόξυλου στον ατμολέβητα από τα καταγραφικά στοιχεία της μονάδας, προκύπτει ότι για το έτος 2009 υπήρχε σύνολο συλλογής σκόνης 1.421 tn ενώ για το έτος 2010, 1.122 tn. Χαρακτηρίζεται ως μη επικίνδυνο υλικό, δεδομένου ότι αποτελείται από ξηρά σωματίδια και τέφρα καύσιμης φυτικής βιομάζας.

#### β.3) Λάσπη επεξεργασίας αποβλήτων

Η λάσπη είναι δυνατόν να προκύψει από τη δεξαμενή χημικής καθίζησης της Μονάδας Επεξεργασίας Αποβλήτων (Μ.Ε.Α) που ακολουθεί το στάδιο της κροκίδωσης χαρακτηρίζεται ως μη επικίνδυνο υλικό.

Η λάσπη αυτή ταξινομείται με τον αριθμό ΕΚΑ 02 03 05 ανέρχεται περίπου σε 7,38 tn/έτος και οδηγείται σε δεξαμενή συλλογής – αερόβιας σταθεροποίησης χωρητικότητας 12 m<sup>3</sup> για προσωρινή αποθήκευση.

#### β.4) Διαχωριζόμενα λάδια από επίπλευση

Από τη δεξαμενή επίπλευσης της μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων (ΜΕΑ) είναι δυνατόν να προκύπτει ελαιώδης στοιβάδα (επίπαγος) η οποία αφαιρείται σε περιοδικά διαστήματα και υφίσταται διαχείριση. Ταξινομείται με τον αριθμό ΕΚΑ 02 03 99. Χαρακτηρίζεται ως μη επικίνδυνο υλικό. Η ποσότητα υπολογίζεται θεωρητικά από τους εξής παράγοντες:

- την παροχή υγρών προς επεξεργασία 25 m<sup>3</sup>/ημέρα

- τη συγκέντρωση λιπαρών συστατικών (FOG) μετά τη δεξαμενή εξισορρόπησης = 0,4 kg/m<sup>3</sup>
- το φορτίο FOG στην δεξαμενή επίπλευσης
- τη δέσμευση FOG στην δεξαμενή επίπλευσης
- την ετήσια ποσότητα επιπάγου προς διαχείριση
- τον συντελεστή παραγωγής επιπάγου ανά τόνο νωπού ελαιοπυρήνα για πλήρη δυναμικότητα. Η ποσότητα επίπαγου για το έτος 2009 για κατανάλωση πυρήνα 36.911 tn/έτος ανήλθε σε 0,45 tn.

#### β.5) Απορρίμματα αστικού τύπου

Προέρχονται από τις χρήσεις ανθρώπινου δυναμικού – δημοτικά απόβλητα- περιλαμβάνονται στον ΕΚΑ με ΚΑ 20 03 01 και χαρακτηρίζονται ως μη επικίνδυνα απόβλητα. Η εκτιμώμενη ποσότητα είναι 1,33 tn/έτος.

#### β.6) Λάσπη βοθρολυμάτων

Δημιουργείται από την καθίζηση των λυμάτων ανθρώπινου δυναμικού και των αποβλήτων λεβητοστασίου στη σηπτική δεξαμενή όπου διατίθενται τα λύματα πριν από τη διοχέτευσή τους στην απορροφητική δεξαμενή. Η εκτιμώμενη ποσότητα είναι 0,9 tn/έτος ταξινομείται με τον ΚΑ 20 03 04 του ΕΚΑ και χαρακτηρίζεται ως μη επικίνδυνο απόβλητο.

Στον Πίνακα 3.3 παρουσιάζονται τα στερεά απόβλητα από τη λειτουργία της μονάδας με ενδεικτικές τιμές και την περιγραφή τους σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (ΕΚΑ).

**Πίνακας 3.3:** Στερεά απόβλητα

	<b>Μη επικίνδυνα απόβλητα</b>	
<b>Είδος αποβλήτου</b>	<b>Κωδικός ΕΚΑ</b>	<b>Ποσότητα t/έτος</b>
Απόβλητα σταθμών καύσης από το καθαρισμό αερίων	10 01 19	1.421
Απόβλητα από την προπαρασκευή και κατεργασία βρώσιμου ελαίου	02 03 99	0,45
Λάσπες από επιτόπου επεξεργασία υγρών εκροής από την προπαρασκευή και κατεργασία βρώσιμου ελαίου	02 03 05	7,38
Τέφρα κλιβάνου, σκωρία και σκόνη λέβητα	10 01 01	64
Ανάμεικτα δημοτικά απόβλητα	20 03 01	1,33
Λάσπη σηπτικής δεξαμενής	20 03 04	0,90
	<b>Επικίνδυνα απόβλητα</b>	
<b>Είδος αποβλήτου</b>	<b>Κωδικός ΕΚΑ</b>	<b>Ποσότητα</b>
Χρησιμοποιημένα λιπαντέλαια	13 02 05*	0,10

Πηγή: Γιαμάς 2010

### 3.2 Αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία της μονάδας

#### – Μέτρα αντιρρύπανσης

##### 3.2.1 Ατμοσφαιρικές εκπομπές – Αέρια απόβλητα

- i) Οι επιτρεπόμενες οριακές τιμές εκπομπής ρυπαντικών φορτίων σύμφωνα με τις άδειες έγκρισης περιβαλλοντικών όρων (Α.Ε.Π.Ο.) είναι οι ακόλουθες:



- Ο δείκτης αιθάλης στα απαέρια των ξηραντηρίων και της εγκατάστασης ατμοπαραγωγής να μην υπερβαίνει την ένδειξη 1 της κλίμακας Riengelmann
- Οι εκπομπές των σωματιδίων στα απαέρια των ξηραντηρίων και της εγκατάστασης ατμοπαραγωγής να μην υπερβαίνουν τα 100 mg/m<sup>3</sup>.
- Οι συνολικές εκπομπές εξανίου να μην υπερβαίνουν την οριακή τιμή των 3 kg/τόνο ελαιοπυρήνα.

Οι τιμές των επιμέρους ανωτέρω ρυπαντικών φορτίων κατά τη λειτουργία των εγκαταστάσεων της μονάδας του πυρηνελαιουργείου, κυμαίνονται εντός των επιτρεπομένων ορίων και αποτελούν προϋπόθεση για τη δυνατότητα διατήρησης και κατοχής της Α.Ε.Π.Ο.

#### α. Υδρατμοί

Οι υδρατμοί υπό κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες διαλύονται σε λίγο χρόνο μετά την έξοδο τους από τις καπνοδόχους των ξηραντηρίων ή ατμολεβήτων, προκαλούν όμως εντυπώσεις ρύπανσης με λευκή λωρίδα νέφους στην ατμόσφαιρα και είναι ζήτημα προς επίλυση. Οι συνθήκες αυξημένης υγρασίας στην ατμόσφαιρα επιβραδύνουν τη διάλυσή τους.

Το πρόβλημα – στα πλαίσια των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών και μείωσης των βιομηχανικών εκπομπών – μπορεί να αντιμετωπισθεί με:

- συστήματα αφύγρανσης των απαερίων από το τμήμα ξήρανσης μετά τους κυκλώνες,
- την εγκατάσταση μονάδος συμπύκνωσης υδρατμών και
- την τοποθέτηση κατάλληλων βιοφίλτρων πριν την έξοδο των απαερίων στην ατμόσφαιρα για την εξάλειψη των οσμηρών ενώσεων.

### β. Αέριες και σωματιδιακές εκπομπές

Για τις εκπομπές αέριων ρύπων (όπως προκύπτει από τον Πίν. 3.2 της παρούσας εργασίας) επιβάλλεται το μέτρο της τακτικής συντήρησης – παρακολούθησης της καλής λειτουργίας των εστιών καύσης, ώστε να αποφεύγεται η εκπομπή προϊόντων ατελούς καύσης.

Από τις μετρήσεις των απαερίων των ξηραντηρίων κατά την κανονική τους λειτουργία (περίοδος Ιανουαρίου 2013) είχαν προκύψει τα παρακάτω αποτελέσματα συγκέντρωσης αέριων εκπομπών:

- CO 1121 ppm και σε 40 min 1526 mg/m<sup>3</sup>, dry
- CO<sub>2</sub> (%) 3,74
- O<sub>2</sub> (%) 17,8
- NO<sub>x</sub> 53,96 ppm
- NO<sub>x</sub> ως NO<sub>2</sub> 110,6 mg/Nm<sup>3</sup>.

Για τον περιορισμό και για την αντιμετώπιση των εκπομπών σωματιδιακής ύλης λαμβάνονται τα παρακάτω μέτρα:

- Αποκονίωση ατμολέβητα

Τα καυσαέρια του ατμολέβητα αποκονιώνονται μέσω ενός πολυκυκλώνα υψηλής απόδοσης που αποτελείται από 4 κυκλώνες, όπου δεσμεύονται αποτελεσματικά τα σωματίδια ιπτάμενης τέφρας που παρασύρονται με τα καυσαέρια.

Το εκπεμπόμενο φορτίο σκόνης ανέρχεται σε 2,88 kg/ημέρα και η διασπορά των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα γίνεται μέσω καπνοδόχου σε ύψος 25 m.

- Αποκονίωση ξηραντηρίων

Τα απαέρια των ξηραντηρίων αποκονιώνονται σε δύο βαθμίδες επεξεργασίας. Η πρώτη περιλαμβάνει κυκλωνικά συστήματα, ενώ η δεύτερη βαθμίδα σύστημα έκπλυσης των απαερίων.

Τα ξηραντήρια του πυρηνελαιουργείου Ξ1, Ξ3, Ξ4 όπως προαναφέρθηκε είναι εφοδιασμένα με ένα κυκλώνα το καθένα ενώ το ξηραντήριο Ξ2 αποκονιώνεται με δύο κυκλώνες. Η συγκέντρωση των εκπεμπόμενων σωματιδίων είναι μικρότερη από τα επιτρεπόμενα όρια εκπομπών των  $100 \text{ mg/m}^3$ . Η διασπορά των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα γίνεται μέσω καπνοδόχου κοινής για όλα τα ξηραντήρια σε ύψος 20 m από το έδαφος. Στην καπνοδόχο αυτή οδηγούνται τα απαέρια μέσω κτιστής σήραγγας μήκους 80 m και διατομής  $2 \times 2 \text{ m} = 4 \text{ m}^2$  κατασκευασμένης από σκυρόδεμα.

- Σύστημα πλύσης απαερίων

Στο αρχικό τμήμα της κοινής σήραγγας που οδηγεί τα απαέρια των ξηραντηρίων στη κοινή καπνοδόχο και επί ένα μήκος περίπου 10 m αυτής γίνεται διαβροχή των απαερίων με νερό που προέρχεται από το δίκτυο των νερών ψύξης των εκχυλιστήρων του στεγνού πυρήνα. Για τη συνολική παροχή αερίων και από τους 5 κυκλώνες που διοχετεύονται στο τούνελ,  $280.000 \text{ m}^3/\text{h}$ , προκύπτει αναλογία νερού βροχής περίπου  $0,5 \text{ m}^3/\text{tn}$  για τη συνολική δυναμικότητα ξηραντηρίων  $700 \text{ tn/ημέρα}$  που είναι μεγαλύτερη των  $0,25 \text{ m}^3/\text{tn}$  που προβλέπεται στην Α.Ε.Π.Ο.

Η έκπλυση αποσκοπεί κυρίως στη συμύκνωση και εν συνεχεία κατακρήμνιση των λιπαρών και συμπυκνώσιμων πτητικών ουσιών που παρασύρονται με τα αέρια ξήρανσης και δευτερευόντως στην απομάκρυνση της σωματιδιακής ύλης, καθόσον αυτή έχει ήδη απομακρυνθεί στους κυκλώνες. Ορισμένες από τις πιο

πάνω οργανικές ενώσεις συντελούν για τη δημιουργία οσμών, οι οποίες μπορούν να γίνονται αντιληπτές σε αρκετή απόσταση από τη μονάδα λόγω διασποράς τους στην ατμόσφαιρα μέσω της καπνοδόχου και αερομεταφοράς τους με τους ανέμους. Το ζήτημα επιλύεται με βελτίωση – εκσυγχρονισμό των εγκαταστάσεων (συστήματα αφύγρανσης απαερίων, συμπύκνωσης υδρατμών και τοποθέτηση βιόφιλτρων).

#### ii) Πτητικές οργανικές ενώσεις ( VOC)

Ο περιορισμός των εκπομπών των πτητικών οργανικών ουσιών (VOC) που εκπέμπονται κατά τη παραγωγική διαδικασία υπό μορφήν ατμών εξανίου, συνίσταται στη χρήση διαχωριστήρα εξανίου – νερού κατάλληλου σχεδιασμού ο οποίος πετυχαίνει πολύ αποτελεσματικό διαχωρισμό του εξανίου από το νερό και τον περιορισμό των εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων στην ατμόσφαιρα.

Η ειδική κατανάλωση εξανίου – όπως προκύπτει από τον Πίνακα 2.5 – στην εξεταζόμενη μονάδα είναι μικρότερη των 3.0 kg/tn ελαιοπυρήνα, ήτοι εντός του επιτρεπόμενου ορίου.

#### iii) Οσμές

Η πρώτη κατηγορία είναι αυτή που επικρατεί στον χώρο παραγωγής, δηλαδή η οσμή λαδιού ενώ η δεύτερη κατηγορία είναι αυτή που αερομεταφέρεται σε μακρινές αποστάσεις και προκαλεί οχλήσεις. Οι προσπάθειες πρέπει να επικεντρωθούν στην αντιμετώπιση της αερομεταφερόμενης οσμής που προέρχεται αποκλειστικά από την καπνοδόχο των ξηραντηρίων.

Για την αντιμετώπιση των οσμών που αποσκοπούν είτε στη πρόληψη είτε στη καταστολή πρέπει να λαμβάνονται τα παρακάτω μέτρα:

- Επιβάλλεται ο προς επεξεργασία ελαιοπυρήνας να είναι πάντοτε νωπός και τέτοιας ηλικίας ώστε να μην παρατηρείται έναρξη ζυμώσεων τόσο αυτός όσο και το προς καύση πυρηνόξυλο.

Στην περίπτωση αύξησης της περιεκτικότητας σε υγρασία του ελαιοπυρήνα πέραν του 55%, η δυναμικότητα των ξηραντηρίων μειώνεται επειδή απαιτείται αύξηση του χρόνου ξήρανσης. Για τη διατήρηση της δυναμικότητας των ξηραντηρίων απαιτείται αύξηση της μέσης θερμοκρασίας ξήρανσης.

Για πυρήνες υγρασίας  $\leq 50\%$  η επιτρεπόμενη- αρχική θερμοκρασία ξήρανσης (είσοδος ξηραντηρίων) είναι  $400^{\circ}\text{C}$ .

Για πυρήνες με μέση υγρασία 55%, όπως στην προκειμένη περίπτωση, απαιτείται αύξηση της αρχικής θερμοκρασίας τουλάχιστον στους  $600^{\circ}\text{C}$ , ώστε η δυναμικότητα των ξηραντηρίων να παραμείνει αμετάβλητη ενώ για ελαιοπυρήνες που προέρχονται από ελαιοτριβεία δύο φάσεων με ποσοστό υγρασίας 65-70% απαιτείται αρχική θερμοκρασία  $800^{\circ}\text{C}$ .

Σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες των  $800^{\circ}\text{C}$  υπάρχει κίνδυνος διάσπασης του περιεχόμενου στον πυρήνα λαδιού με αποτέλεσμα: i) δυσοσμίες, ii) απώλεια προϊόντος, iii) επιπτώσεις στο περιβάλλον. Είναι τόσο θεωρητικά όσο και πρακτικά γνωστό ότι η έκλυση των οσμών κατά την ξήρανση παλιών ελαιοπυρήνων έχει σχέση με τη θερμοκρασία των καυσαερίων στον κλίβανο ξήρανσης. Πιο συγκεκριμένα σε υψηλές θερμοκρασίες (άνω των  $500-600^{\circ}\text{C}$ ) γίνεται μεγαλύτερη έκλυση οσμών. Άρα είναι σωστό να υπάρχει μία δέσμευση όσον αφορά τη θερμοκρασία ξήρανσης ελαιοπυρήνων (<https://sites.google.com/site/pyrhnoxylo/pyrenlaiourgeia>).

Στην υπό μελέτη μονάδα για αρχική υγρασία νωπού πυρήνα 55%, η αρχική θερμοκρασία ξήρανσης διατηρείται στους 600°C ελεγχόμενη με εγκατάσταση ειδικού πυρομέτρου στο θάλαμο ισορροπίας στην είσοδο κάθε ξηραντηρίου και συνδεδεμένου με καταγραφικά όργανα, θερμοστάτη ελέγχου και ειδικό αυτοματισμό που διακόπτει την τροφοδοσία του πυρηνόξυλου στο φούρνο καύσης και τη λειτουργία των καυστήρων όταν η θερμοκρασία των εισερχόμενων καυσαερίων υπερβεί τη προκαθορισμένη τιμή.

Τα καυσαέρια που εξέρχονται από τα ξηραντήρια έχουν θερμοκρασία περίπου 90°C διατηρώντας μια μέση θερμοκρασία ξήρανσης μέσα στα ξηραντήρια περίπου 350°C για αρχική θερμοκρασία 600°C.

- Επιβάλλεται η ενεργοποίηση και λειτουργία πυρομέτρου στον θάλαμο ισορροπίας των ξηραντηρίων του πυρηνελαιουργείου το οποίο να συνδέεται με καταγραφικά και αυτοματοποιημένα συστήματα – συγχρονισμένα με τον κινητήρα του κοχλία τροφοδοσίας του πυρηνόξυλου – έτσι ώστε σε περίπτωση υπέρβασης της θερμοκρασίας των 600°C ή 800°C να διακόπτεται η τροφοδοσία του πυρηνόξυλου στην εστία καύσης των ξηραντηρίων και να αποφεύγονται δυσοσμίες. (Όταν χρησιμοποιείται νωπός ελαιοπυρήνας με υγρασία μικρότερη από το 55% η θερμοκρασία εισόδου των καυσαερίων στα ξηραντήρια του ελαιοπυρήνα να μην υπερβαίνει τους 600°C και για χρήση ελαιοπυρήνα με υγρασία μικρότερη ή ίση του 65% να μην υπερβαίνει τους 800°C.)

Υπερβάσεις των πιο πάνω ορίων θερμοκρασίας εισόδου γίνονται για μικρά χρονικά διαστήματα (όσο απαιτείται για την επαναρύθμιση της θερμοκρασίας) στις περιπτώσεις διαταραχής αυτής λόγω διακύμανσης των

συνθηκών τροφοδοσίας του πυρηνόξυλου (ποσότητα, υγρασία) στην εστία καύσης.

- Είναι αναγκαία η μέθοδος αντιμετώπισης των οσμών με τη χρήση ειδικών αντισμητικών ουσιών όπου γίνεται έγχυση στα καυσαέρια των ξηραντηρίων που συμπλοκοποιούν τις οσμηρές ενώσεις προς ελαχιστοποίηση των οσμών. Οι αντισμητικές ουσίες χρησιμοποιούνται υπό μορφή υδατικών διαλυμάτων τους περιεκτικότητας 1 – 3% κ.β. Προστίθεται συνήθως και δείκτης ευχάριστης οσμής και ένας από τους τρόπους εφαρμογής των αντισμητικών ουσιών είναι με εκνέφωση στον προς απόσμηση χώρο. Εφαρμόζεται και στη καπνοδόχο των απαερίων ξήρανσης. Ο ψεκασμός γίνεται με ακροφύσια τα οποία έχουν εγκατασταθεί στη κοινή καπνοδόχο των ξηραντηρίων.

### 3.2.2 Υγρά απόβλητα – λύματα

Το μεγαλύτερο μέρος των αποβλήτων (1800 m<sup>3</sup>/ημέρα) είναι καθαρά νερά ψύξης τα οποία επιστρέφουν στον παρακείμενο ποταμό Σπερχειό αναπληρώνοντας την αντίστοιχη ποσότητα άντλησης απ' αυτόν για τις ανάγκες ψύξης της μονάδος. Τα νερά αυτά έχουν μόνο ελαφρώς αυξημένο θερμικό φορτίο συγκριτικά με το νερό του ποταμού (επιβάρυνση του ποταμού είναι μικρότερη του 1<sup>0</sup>C). Τα νερά ψύξης μετά τη ζώνη ανάμιξης με τα νερά του αποδέκτη θα πρέπει να έχουν τα εξής χαρακτηριστικά: PH 6,5-8,5 χωρίς ορατά επιπλέοντα ή καθιζάνοντα στερεά και χωρίς ελαιώδη ή τοξικά ή άλλα επιβλαβή συστατικά. Διαλυμένο οξυγόνο mg/l=5,0. Αποδέκτης των νερών ψύξης κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου είναι ο ποταμός Σπερχειός ενώ κατά τη θερινή περίοδο το παρακείμενο ρέμα «ψωρονέρια».

Τα τυχόν επεξεργασμένα υγρά απόβλητα με Ε.Κ.Α. 19 08 99 (Πιν. 3.3) και τα πλεονάζοντα απόβλητα της μονάδος συμπύκνωσης υδρατμών αποθηκεύονται σε στεγανές δεξαμενές και διατίθενται σε αδειοδοτημένους φορείς για την οδήγηση σε κατάλληλη μονάδα επεξεργασίας σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Α.Ε.Π.Ο.

### 3.2.3 Στερεά και επικίνδυνα απόβλητα

#### α. Απόβλητα λιπαντικά έλαια

Τα επικίνδυνα απόβλητα (λιπαντικά έλαια) καθώς και τα μη επικίνδυνα στερεά απόβλητα σύμφωνα με τις διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας και Α.Ε.Π.Ο. συγκεντρώνονται προσωρινά σε κατάλληλους διαμορφωμένους χώρους και στη συνέχεια παραδίδονται περιοδικά σε φορέα / εργολάβο ο οποίος διαθέτει τις απαιτούμενες άδειες συλλογή και μεταφοράς μη επικίνδυνων και επικίνδυνων αποβλήτων καθώς και σύμβαση με τον τελικό αποδέκτη αποβλήτων.

#### β. Τέφρα

Η τέφρα που προκύπτει από τη καύση του πυρηνόξυλου στις εστίες καύσης των ξηραντηρίων και τον ατμολέβητα διατίθεται είτε στο ΧΥΤΑ Ν. Μαγνησίας είτε σε ΧΥΤΑ του Δ. Λαμιέων και η ποσότητα της τέφρας που έτυχε διαχείρισης κατά τα έτη 2009 και 2010 αναλύεται στον Πίνακα 3.4:

**Πίνακας 3.4:** Ποσότητα διαχείρισης τέφρας κατά τα έτη 2009 και 2010

	Έτος 2009	Έτος 2010
Αποθηκευμένη ποσότητα τέφρας προηγούμενων ετών (tn)	30	10
Παραχθείσα ποσότητα τέφρας κατά το έτος αναφοράς (tn)	50	35
Διατεθείσα ποσότητα τέφρας κατά το έτος αναφοράς (tn)	70	0
Αποθηκευμένη ποσότητα τέφρας στο τέλος του έτους αναφοράς (tn)	10	45



#### γ. Συλλογές κυκλώνων αποκονίωσης

Η σωματιδιακή ύλη (σκόνη πυρηνόξυλου και ιπτάμενης τέφρας), που παρακρατείται στους κυκλώνες των ξηραντηρίων και του ατμολέβητα οδηγείται στο χώρο τροφοδοσίας του πυρηνόξυλου πριν από τις εστίες καύσης των ξηραντηρίων όπου αναμιγνύεται με το προς καύση πυρηνόξυλο και αξιοποιείται ως δευτερεύουσα καύσιμη ύλη στους καυστήρες των εστιών καύσης.

#### δ. Λάσπη επεξεργασίας αποβλήτων

Η σταθεροποιημένη λάσπη επεξεργασίας αποβλήτων από τη δεξαμενή συλλογής- αερόβιας σταθεροποίησης της Μ.Ε.Α. αναμιγνύεται με διπλάσια ποσότητα τέφρας ώστε να αφυδατωθεί μέχρι η περιεκτικότητα του μίγματος λάσπης – τέφρας σε στερεά να φτάσει τουλάχιστον 61,7%.

Η αφυδατωμένη ιλύς αποθηκεύεται προσωρινά σε κατάλληλο στεγανό περιέκτη και οδηγείται για τη διαχείρισή της είτε μέσω αδειοδοτούμενου φορέα μη επικίνδυνων αποβλήτων είτε άλλης κατάλληλης διαχείρισης.

#### ε. Διαχωριζόμενα λάδια από επίπλευση

Η επιπλέουσα ύλη (επίπαγος) που συλλέγεται στη δεξαμενή επίπλευσης της μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων (Μ.Ε.Α.) μεταφέρεται στο υπόστεγο αποθήκευσης του νωπού ελαιοπυρήνα, όπου αναμιγνύεται με αυτόν για να ξαναπεράσει από τη παραγωγική διαδικασία.

### 3.3 Μέθοδοι διαχείρισης ελαιοπολτού διφασικής ελαιοπυρήνας

Η υγρή ελαιοπυρήνα μετά την μείωση της υγρασίας μπορεί με ειδικευμένη επεξεργασία με οργανικούς διαλύτες να δώσει το πυρηνέλαιο. Τέλος, το

πυρηνόξυλο που απομένει μετά την απομάκρυνση του λαδιού από τον πυρήνα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη καθώς και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μικρής κλίμακας. Μια νέα εφαρμογή είναι η παραγωγή ενεργού άνθρακα από πυρηνόξυλο μέσω διαδικασίας πυρόλυσης. (EL-Sheikh *et al.* 2004).

Τα χαρακτηριστικά των στερεών αποβλήτων των ελαιοτριβείων φαίνονται στον Πίνακα 3.5. (Vlyssides & Iaconidou 2003).

**Πίνακας 3.5:** Χαρακτηριστικά στερεών αποβλήτων ελαιοτριβείων

Παράμετροι	Παραδοσιακά ελαιοτριβεία	Ελαιοτριβεία τριών φάσεων	Ελαιοτριβεία δύο φάσεων
Υγρασία (%)	27.2 ± 1.05	50.23 ± 1.94	56.80 ± 2.19
Λίπη και έλαια (%)	8.72 ± 3.25	3.89 ± 1.45	4.65 ± 1.74
Πρωτεΐνες (%)	4.77 ± 0.02	3.43 ± 0.02	2.87 ± 0.01
Ολικά σάκχαρα (%)	1.38 ± 0.02	0.99 ± 0.01	0.83 ± 0.01
Κυτταρίνη (%)	24.1 ± 0.28	17.37 ± 0.20	14.54 ± 0.17
Ημικυτταρίνη (%)	11.0 ± 0.61	7.92 ± 0.44	6.63 ± 0.37
Τέφρα (%)	2.36 ± 0.15	1.70 ± 0.11	1.42 ± 0.09
Λιγνίνη (%)	14.1 ± 0.29	10.21 ± 0.21	8.54 ± 0.18
Ολικό άζωτο κατά Kjeldahl (%)	0.71 ± 0.01	0.51 ± 0.01	0.43 ± 0.01
Ολικός φωσφόρος ως P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.07 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.04 ± 0.01
Φαινολικές ενώσεις (%)	1.14 ± 0.06	0.33 ± 0.04	2.43 ± 0.15
K ως K <sub>2</sub> O (%)	0.54 ± 0.05	0.39 ± 0.03	0.32 ± 0.03
Ca ως CaO (%)	0.61 ± 0.06	0.44 ± 0.04	0.37 ± 0.04
Ολικός άνθρακας (%)	429 ± 3.42	29.03 ± 2.32	25.37 ± 2.03
C/N	60.7 ± 5.35	57.17 ± 5.03	59.68 ± 5.25
C/P	588.7 ± 51.25	552.9 ± 48.20	577.2 ± 50.31

Η επεξεργασία του ημιστερεού υπολείμματος των ελαιοτριβείων δύο φάσεων με παρόμοιο τρόπο όπως αυτός των ελαιοτριβείων τριών φάσεων (ξήρανση, οργανικοί διαλύτες, εξαγωγή, δευτερογενούς ελαιολάδου) καθίσταται προβληματική καθώς το υλικό παρουσιάζει την τάση να κολλά στην εσωτερική επιφάνεια του κλίβανου, εμποδίζοντας τη ροή του αερίου ρεύματος με αύξηση

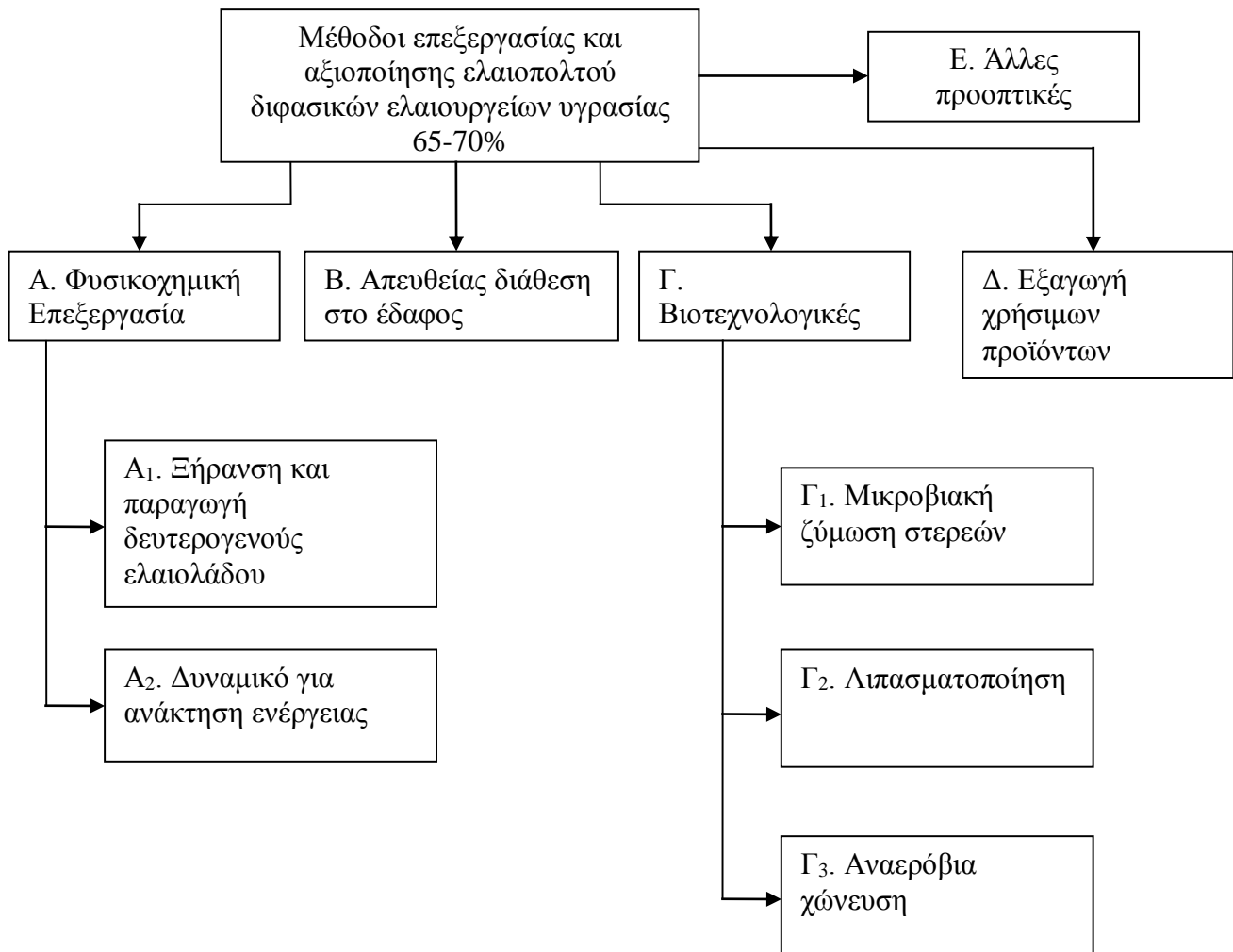
του βαθμού επικινδυνότητας. Λόγω της αυξημένης υγρασίας του ημιστερεού αποβλήτου απαιτούνται τεράστια ποσά ενέργειας για την ξήρανσή του ενώ οι υψηλές θερμοκρασίες – μεγαλύτερες απ' αυτές της τριφασικής διαδικασίας – πιθανότατα μεταβάλουν τη σύσταση του υλικού υποβαθμίζοντας την ποιότητα του παραγόμενου ελαιολάδου (Κουτρούλη 2008).

Πλέον το ενδιαφέρον των ερευνητών έχει επικεντρωθεί στην επεξεργασία των στερεών αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία δύο φάσεων, καθώς πρόκειται για απόβλητο που παράγεται σε τεράστιες ποσότητες με υψηλό ρυπαντικό φορτίο (Πίν. 3.5).

Για παράδειγμα στην Ισπανία όπου σχεδόν το 90% των ελαιοτριβείων είναι 2φάσεων παράγονται κάθε χρόνο περίπου 4.000.000 τόνοι στερεών αποβλήτων (ΙΟΟC 2004).

Γίνεται φανερό ότι υπάρχει σημαντικό πρόβλημα σχετικά με την διάθεση αυτού του αποβλήτου και δεν είναι τυχαίο η προτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης για έρευνα σε βάθος ώστε να αναπτυχθούν μέθοδοι επεξεργασίας και αξιοποίησης του ελαιοπολτού των διφασικών ελαιουργείων (Roig *et al.* 2006).

Παρακάτω παρατίθενται οι πιθανές μέθοδοι επεξεργασίας και αξιοποίησης του ελαιοπολτού διφασικών ελαιουργείων (Σχ. 3.1). (<http://www.scribd.com/doc/50701473>)



**Σχήμα 3.1:** Πιθανές μέθοδοι επεξεργασίας και αξιοποίησης του ελαιοπολτού

#### A. Φυσικοχημική επεξεργασία

##### A.1 Ξήρανση και παραγωγή δευτερογενούς ελαιολάδου

Το υψηλό ποσοστό υγρασίας του ελαιοπολτού δημιούργησε τεχνικά προβλήματα κατά την περίοδο ξήρανσής του στα παραδοσιακά πυρηνελαιουργεία. Για την δυνατότητα εξαγωγής πυρηνελαίου οδηγήθηκαν στην εύρεση νέων μεθόδων ξήρανσης του ελαιοπολτού. Έτσι οι Arjona *et al.* (1999) στηριζόμενοι στα στάδια της ξήρανσης ανέπτυξαν μια χρήσιμη διαδικασία που καθορίζει τις λειτουργικές συνθήκες για τις οποίες το ξηρό

υπόλειμμα θα έχει την ικανότητα στη συνέχεια να αναφλεγεί (Arjona *et al.* 1999).

Οι Fadiloglu *et al.* (2003) μελέτησαν τη βελτίωση των χαρακτηριστικών του πυρηνελαίου στοχεύοντας στη μείωση των λιπαρών οξέων τους. Η ποιότητα του πυρηνελαίου που προέρχεται από ελαιοπολτό βελτιώνεται με μείωση της οξύτητας από το 32% στο 2,3% από το γεγονός της ενζυματικής δράσης των ακινητοποιημένων λιπασών η οποία μετατρέπει τα λιπαρά οξέα σε γλυκερίδια.

Οι Arajon *et al.* (1998) προτείνουν ξηραντήρες κινούμενης ρευστοστερεάς κλίνης στους οποίους γίνεται εισαγωγή θερμού αέρα 70-200°C, ενώ η θερμοκρασία στο εσωτερικό της κλίνης είναι μεταξύ 50-150°C.

Πέρα από τις λίμνες εξάτμισης – συνήθως γίνεται η ξήρανση των στερεών αποβλήτων – έχουν αναπτυχθεί και άλλες μέθοδοι οι οποίες λειτουργούν στην Ισπανία μόνο ως πιλοτική κλίμακα.

Σχετικές έρευνες που έχουν δημοσιευθεί ανακαλύφτηκε ότι η παραμονή του ελαιοπολτού στην λίμνη εξάτμισης μπορεί να λειτουργήσει ως ένα στάδιο προεπεξεργασίας του πριν την αναερόβια χώνευση αφού βρέθηκε ότι μετά από 200 ημέρες περίπου πραγματοποιείται η μέγιστη μετατροπή του οργανικού υλικού σε πτητικά λιπαρά οξέα (Borja *et al.* 2006\_b).

## A.2 Δυναμικό για ανάκτηση ενέργειας

Το στερεό υπόλειμμα του ελαιοπολτού που απομένει μετά την ανάκτηση του ελαιόλαδου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή θερμότητας. (Masqhoui *et al.* 2000 & Caputo *et al.* 2003). Στην Ισπανία η εταιρεία VETEJAR SA έχει εγκαταστήσει καυστήρα τύπου ρευστοστερεάς κλίνης παραγωγής 12 MW. Υπάρχει επίσης και πιλοτική

μονάδα στην οποία γίνεται καύση και αεριοποίηση ταυτόχρονα του ελαιοπολτού με ικανοποιητικά αποτελέσματα (Arajon *et al.* 2000). Ο αποξηραμένος ελαιοπολτός ενώ έχει υψηλή θερμιδική αξία (4.000 kcal/kg) εντούτοις το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας που παράγεται αναλώνεται στην ξήρανση του φρέσκου «υγρού» ελαιοπολτού και το ανακτώμενο ποσό ενέργειας είναι χαμηλό (Azbar *et al.* 2004).

#### Β. Απευθείας διάθεση στο έδαφος

Ο ελαιοπολτός – το ημιστερεό υπόλειμμα των διαφασικών ελαιοτριβείων – πλούσιος σε φωσφορικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό. Η υψηλή περιεκτικότητα σε αναλογία C/N μπορεί να τροποποιήσει τον κύκλο των θρεπτικών του εδάφους (κύκλος του αζώτου) (Thompson & Nogales 1999).

Η προσθήκη λιπασμάτων αζώτου μαζί με τον ελαιοπολτό βελτιώνει την παραγωγικότητα του εδάφους λόγω της αυξημένης διαθεσιμότητας καλίου που υπάρχει στο έδαφος (Ordonez *et al.* 1999). Η τυχόν χρήση του ελαιοπολτού ως εδαφοβελτιωτικό έχει ως αποτέλεσμα την απορρόφηση ζιζανιοκτόνων και εντομοκτόνων στο έδαφος επιβραδύνοντας το αποστράγγισμά τους με αποτέλεσμα την αποφυγή μόλυνσης των υδάτων (Albarran *et al.* 2004 & Cox *et al.* 2004).

#### Γ. Βιοτεχνολογικές μετατροπές

##### Γ.1 Μικροβιακή ζύμωση στερεών

Ο ελαιοπολτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως υπόστρωμα για την ανάπτυξη μικροοργανισμών όπως βακτήρια, μύκητες ζύμες. Η ποσοτική και ποιοτική βελτιστοποίηση των πρωτεϊνών του πολτού θα οδηγήσει στη διάθεση του ως

ζωοτροφή (Molina Alcaide and Nefzaoui 1996) ή/και ως πηγή ενζύμων ακόμη και καύσιμο.

## Γ.2 Λιπασματοποίηση

Σημαντικός αριθμός ερευνητών έχουν ασχοληθεί με τη λιπασματοποίηση είτε μονάχα του ελαιοπολτού είτε και με άλλα αγροτικά απόβλητα ταυτόχρονα. Ήδη στη χώρα μας (Καλαμάτα) έχει λειτουργήσει πιλοτική μονάδα λιπασματοποίησης του ελαιοπολτού με σημαντικά αποτελέσματα σε συνάρτηση με το κόστος επεξεργασίας. Η ανάμειξη του ελαιοπολτού με λοιπά αγροτικά προϊόντα είναι η πλέον σημαντική μέθοδος αξιοποίησης των παραπροϊόντων των ελαιουργείων με ταυτόχρονη αποτοξικοποίηση αυτών. Τα χρησιμοποιούμενα υλικά ανάμειξης είναι: άχυρο, υπολείμματα βαμβακιού, πριονίδια ή υπολείμματα φλοιών ξύλου (Madejon *et al.* 1998, Cegarra *et al.* 2000, Filippi *et al.* 2002). Οι Caynela *et al.* (2004) πρότειναν τη βιομηχανική κομποστοποίηση του ελαιοπολτού μαζί με κοπριά ώστε να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα στους ελαιώνες.

Η πιο πάνω μέθοδος επεξεργασίας θεωρείται η πλέον κατάλληλη και ενδείκνυται λόγω χαμηλού κόστους έναντι των άλλων μεθόδων. Τα φυσικά χαρακτηριστικά του ελαιοπολτού δυσκολεύουν την λιπασματοποίηση με τα κλασσικά συστήματα αερισμού εξαιτίας της δημιουργίας αερίων διαδρόμων μέσα στο υλικό, όπου ο αέρας ξηραίνει τους διαδρόμους και καθιστούν σταδιακά αδρανές το υλικό (Cayuela 2004). Κατά τους Baela – Hal *et al.* (2005) μετά τη σύγκριση δύο διαφορετικών διαδικασιών αερισμού για ελαιοπολτό και για κοτσάνια αμπελιού, συστήνεται ο μηχανικός περιστρεφόμενος αερισμός με πίεση. Τέλος σημειώνεται ότι η κομποστοποίηση

του ελαιοπολτού μαζί με άλλα αγροτικά υπολείμματα οδηγεί – λόγω υψηλού pH κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης – σε χαμηλής ποιότητας κοπριάς και για τον λόγο αυτό οι Roig *et al.* (2004) πρότειναν την προσθήκη στοιχειακού θείου για τον έλεγχο του pH κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης.

### Γ.3 Αναερόβια χώνευση

Ο ελαιοπολτός αποτελείται συνήθως από 80% υδατάνθρακες ανά ξηρό βάρος και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως υπόστρωμα για την παραγωγή ενέργειας με τη μορφή βιοκαυσίμων (βιοαιθανόλη, μεθάνιο, υδρογόνο) μέσω της διεργασίας αναερόβιας χώνευσης. Παρά το συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον της διεθνούς κοινότητας για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) πολύ λίγη έρευνα γίνεται για την αξιοποίηση του συγκεκριμένου παραπροϊόντος ως βιοκαύσιμο (Gavala *et al.* 2005).

Σύμφωνα με τις τελευταίες ερευνητικές εργασίες καθίσταται πλέον δυνατή η αναερόβια παραγωγή υδρογόνου από ημι-στερεό υπόλειμμα των διφασικών ελαιοτριβείων (Gavala *et al.* 2005 & Koutroyli *et al.* 2006).

### Δ. Εξαγωγή χρήσιμων προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας

Το ημιστερεό υπόλειμμα από τα διφασικά ελαιοτριβεία έχει προταθεί από διάφορους ερευνητές για παραγωγή πηκτινών. Οι πηκτίνες είναι φυσικά υδρόφιλα κολλοειδή που χρησιμοποιούνται ως παράγοντες των ζελατινών (gels) ως χημικοί σταθεροποιητές και ως γαλακτωματοποιητές στη βιομηχανία τροφίμων. Οι πηκτίνες που σήμερα διατίθενται στη βιομηχανία προέρχονται από το ξηρό υπόλοιπο των μήλων και τη φλούδα διαφόρων εσπεριδοειδών (κίτρο), ενώ μεγάλη ερευνητική δραστηριότητα αναπτύσσεται για την εξαγωγή πηκτινών από τον ελαιοπολτό (Cardosso *et al.* 2003) επειδή είναι χαμηλού κόστους



παραπροϊόν και είναι πλούσιο σε πολυφαινόλες. Οι πολυφαινόλες είναι χημικές ενώσεις με αντιοξειδωτικές, αντικαρκινικές, αντιμικροβιακές, αντιυπερτασικές και καρδιοπροστατευτικές ιδιότητες και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στις βιομηχανίες τροφίμων, φαρμάκων και καλλυντικών (Obied *et al.* 2005).

Οι κυριότερες ενώσεις που συναντώνται είναι: η τυροσόλη (tyrosol), η υδροξυτυροσόλη (hydroxytyrosol), η ολεοροποΐνη (oleuropein) και το καφεϊκό οξύ (caffeic acid).

Επίσης κάποιοι ερευνητές έχουν ανακαλύψει νέες τεχνολογίες εξαγωγής αυτών των χρήσιμων ενώσεων από τον ελαιοπολτό (Fernandez – Bolanos *et al.* 2002 & Bousid *et al.* 2005).

#### Ε. Άλλες προοπτικές

Σε ερευνητικό επίπεδο υπάρχουν και άλλες μέθοδοι επεξεργασίας ελαιοπολτού αρκετά ενδιαφέρουσες. Οι Pagnanelli *et al.* (2003) συνιστούν την χρήση ελαιοπολτού ως ένα απορροφητικό υλικό βαρέων μετάλλων στην επεξεργασία υδατικών διαλυμάτων (Pagnanelli *et al.* 2002, Pagnanelli *et al.* 2003).

Επίσης, έχει μελετηθεί η πιθανότητα ανακύκλωσης του ελαιοπολτού με την ανάμειξή του με θερμοπλαστικά πολυμερή ώστε να δημιουργηθούν νέα υλικά για τη κατασκευή containers (Siracusa *et al.* 2001).

Στην κατηγορία των στερεών αποβλήτων που παράγονται κατά τη διαδικασία παραγωγής του ελαιολάδου ανήκουν τα φύλλα και τα κλαδιά του σταδίου αποφύλλωσης. Αυτά δεν προκαλούν ιδιαίτερα προβλήματα καθώς χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές, καύσιμες ύλες για τη παραγωγή θερμότητας – ενέργειας. Τα φύλλα του ελαιόδεντρου είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικές ενώσεις και αντιυπερτασικές ιδιότητες.

Συμπερασματικά προκύπτουν πολλές πιθανές λύσεις για την επεξεργασία του ελαιοπολτού, πλην όμως θα πρέπει να λάβουμε υπόψη και άλλους σημαντικούς παράγοντες όπως:

- το σύνολο των ποσοτήτων αποβλήτων σε κάθε περιοχή, πόλη, επαρχία, νομό, περιφέρεια,
- η εποχικότητα τους (τεράστιες ποσότητες από Οκτώβρη έως Φλεβάρη),
- ο διάσπαρτος χαρακτήρας των ελαιουργείων,
- οι διαθέσιμες κρατικές ή μη επενδύσεις,
- η διαθέσιμη γη,
- ο περιορισμός της διάθεσης στις περιοχές Natura,
- η τοπική νομοθεσία η ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία,
- άλλες ιδιαίτερες ανάγκες κάθε τόπου,

ώστε όλα τα υπολείμματα της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου να μετατραπούν σε χρήσιμα παραπροϊόντα και όχι σε επικίνδυνα απόβλητα, όπως θεωρούνται μέχρι σήμερα.

### 3.4 Εισαγωγή διαχείρισης υγρών αποβλήτων ελαιουργείων (Υ.Α.Ε.)

Όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα της παρούσας εργασίας η επεξεργασία και η διάθεση των αποβλήτων των ελαιοτριβείων παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον από περιβαλλοντικής απόψεως επειδή είναι μια πηγή για ανάκτηση και ταυτόχρονα ένα υψηλό οργανικό φορτίο προς διαχείριση. Τα Υ.Α.Ε. παράγονται σε μεγάλες ποσότητες, χαρακτηρίζονται από υψηλό οργανικό φορτίο και ανόργανο φορτίο - μεγάλες τιμές των παραμέτρων COD και BOD<sub>5</sub> με παρουσία οργανικών συστατικών όπως φαινόλες, χαμηλή

συγκέντρωση αζώτου και υψηλές συγκεντρώσεις αργά βιοδιασπώμενων ενώσεων, όπως τανίνες και τα λιπίδια, με αποτέλεσμα να καθιστούν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων [Olive Mill Waste Water (OMWW)] πολύ δύσκολη.

Μέχρι σήμερα έχουν προταθεί διάφορες τεχνικές επεξεργασίας των Υ.Α.Ε. όπως φυσικές, φυσικοχημικές, βιολογικές θερμικές και συνδυασμός τους καθώς και νέες τεχνικές με στόχο την βελτίωση της αποδοτικότητας απομάκρυνσης των ρύπων πλην όμως ακόμη δεν έχει εξευρεθεί μία αποδοτική, οικονομική, αποτελεσματική και φιλική προς το περιβάλλον μέθοδος.

Η πλέον κοινή μέθοδος για τη διάθεση των Υ.Α.Ε. είναι η αποθήκευση και η εξάτμιση σε λίμνες (διάρκεια 3 μηνών) οπότε και επιτυγχάνεται εξάτμιση (συνήθως την καλοκαιρινή περίοδο) (Pozzi *et. al* 1996).

Κύριο μειονέκτημα αυτής της επιλογής είναι η απαίτηση μεγάλων εκτάσεων, η δυσοσμία, λόγω έκλυσης πτητικών οργανικών ενώσεων και η συσσώρευση σκνίπας, ενώ το πρόβλημα γίνεται πιο έντονο από το γεγονός ότι οι δεξαμενές σχεδόν ποτέ δεν πληρούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις προστασίας του περιβάλλοντος (σπάνια έχουν τις απαιτούμενες για τον όγκο αποβλήτων διαστάσεις) με αποτέλεσμα αυτές συχνά να υπερχειλίζουν εξ' αιτίας βροχοπτώσεων ή μεγάλης παραγωγής ελαιολάδου (Καλογεράκης & Νικολαΐδης 2005).

### 3.5 Αειφόρος ανάπτυξη – αειφορία στην παράκτια ζώνη

Η αειφόρος ανάπτυξη ή βιώσιμη ανάπτυξη αναφέρεται στην οικονομική ανάπτυξη που προγραμματίζεται λαμβάνοντας υπόψη την προστασία του

περιβάλλοντος και τη βιωσιμότητα. Στοχεύει στη μέγιστη δυνατή απολαβή αγαθών από το περιβάλλον χωρίς να διακόπτεται η φυσική παραγωγή αυτών των προϊόντων για την ικανοποίηση των αναγκών και των μελλοντικών γενεών. Σύμφωνα με τη στρατηγική της Ε.Ε. (Commission of the European Communities, 2001) η βιώσιμη ανάπτυξη έπαψε να θεωρείται αποκλειστικά περιβαλλοντική έννοια και αναγνωρίστηκε ότι πρέπει να υπάρξει στενή συσχέτιση ανάμεσα στην οικονομική ανάπτυξη, στην κοινωνική συνοχή και στην περιβαλλοντική προστασία ([http:// el.wikipedia.org/wiki/%](http://el.wikipedia.org/wiki/%)).

Αειφορία είναι ένας πρωταρχικός στόχος για την Ευρωπαϊκή Ένωση και σχετίζεται με τη διασφάλιση της ικανότητας της Γης να υποστηρίξει την ζωή σε όλες τις διαφοροποιήσεις της.

Μέχρι σήμερα παρά τις καλές προθέσεις δεν υπάρχει ακόμη ένδειξη ότι η διαχείριση των ακτών έχει φτάσει σε ένα σημείο όπου οι φυσικοί μας πόροι χρησιμοποιούνται με τρόπο αειφόρο. Μέσα στην παράκτια ζώνη παρατηρούνται πολλοί δείκτες που μπορούν να δώσουν στοιχεία σχετικά με την αειφορία αλλά στην πράξη κανένα δεν το επιτυγχάνει αποτελεσματικά καθώς είναι σε γενικές γραμμές δείκτες στατικοί ( <http://www.sustain-eu.net>).

Ένας οδηγός για την μέτρηση της αειφορίας στην παράκτια ζώνη του προγράμματος sustain/ INTERREG IVG έχει εκδοθεί και αποτελεί ένα εργαλείο για την μέτρηση της αειφορίας των ακτών. Συγκεκριμένοι δείκτες έχουν επιλεγεί για την απεικόνιση της ποιότητας του παράκτιου περιβάλλοντος και τη διαθεσιμότητα αειφόρων περιβαλλοντικών πρακτικών και του τρόπου που αυτές προωθούνται και έχουν εντοπισθεί ως σημαντικοί σε πανευρωπαϊκό πλαίσιο.

Για την ποιότητα περιβάλλοντος προβλέπονται 8 θεματικές, 17 δείκτες πυρήνα και 15 δείκτες επιλογής (Πιν. 3.6).

**Πίνακας 3.6:** Θεματικές ποιότητας περιβάλλοντος και δεικτών

α/α	ΘΕΜΑΤΙΚΗ	ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΥΡΗΝΑ
1	Ρύπανση του αέρα	Ποιότητα αέρα (1 δείκτης)
2	Βιοποικιλότητα και διαχείριση φυσικών πόρων	Έκταση εδάφους και θάλασσας που προστατεύεται θεσμικά ως καθορισμένη περιοχή (2 δείκτες πυρήνα και 3 δείκτες επιλογής)
3	Αλλαγές στις Ακτές	Παράκτια διάβρωση και επικάλυψη (2 δείκτες πυρήνα)
4	Ενέργεια και κλιματική αλλαγή	Κατανάλωση ενέργειας (3 δείκτες πυρήνα και 1 δείκτης επιλογής)
5	Χρήσεις Γης	Έκταση οικιστικής ανάπτυξης (1 δείκτης πυρήνα και 3 δείκτες επιλογής)
6	Δημόσια Υγεία και ασφάλεια	Ανθρώπινη έκθεση σε επιβλαβή επίπεδα θορύβου (1 δείκτης πυρήνα)
7	Διαχείριση αποβλήτων	Παραγωγή αποβλήτων και μέθοδοι διάθεσης (2 δείκτες πυρήνα)
8	Υδάτινοι πόροι και μόλυνση	Ποιότητα υδάτων κολύμβησης (5 δείκτες πυρήνα 7 δείκτες επιλογής)

Επιπλέον μία θεματική επιλογής έχει εντοπιστεί και είναι η αλιεία και υδατοκαλλιέργειες.

Ο μεγαλύτερος αριθμός δεικτών για τους υδάτινους πόρους και τη μόλυνση αντανακλούν τη σημασία των καθαρών υδάτων για τις παράκτιες δραστηριότητες.

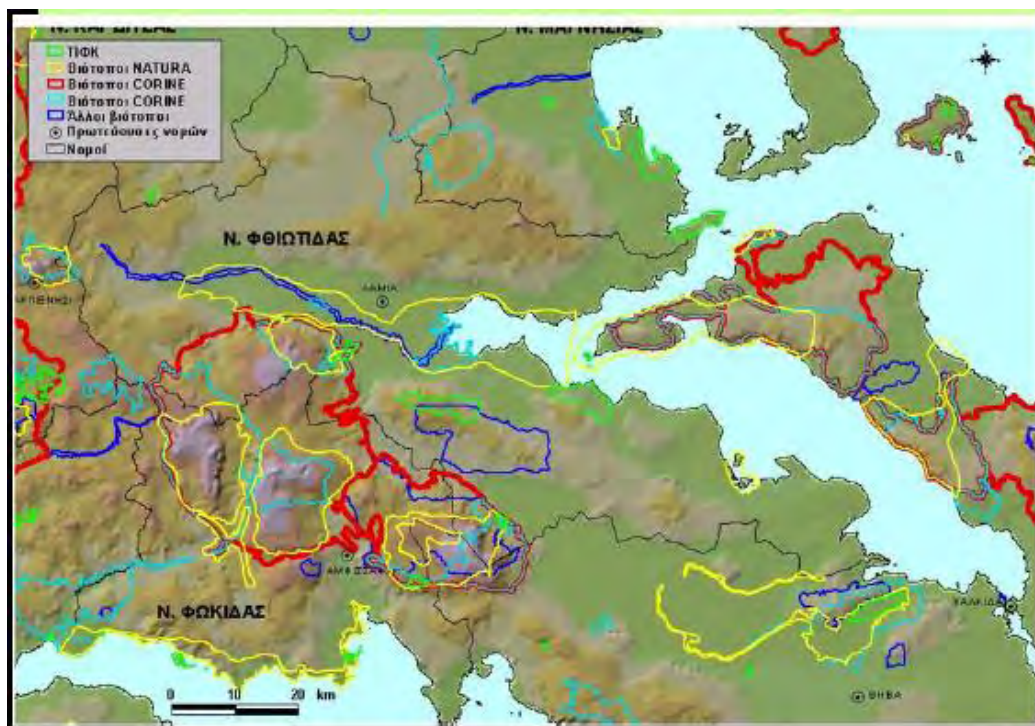
Η μεθοδολογική προσέγγιση, η ομάδα δεικτών συνθέτουν ένα φιλικό προς χρήση εργαλείο για την αξιολόγηση του επιπέδου αειφορίας στις παράκτιες ζώνες μέσω της συμμετοχικής προσέγγισης τοπικών και περιφερειακών αρχών, πλην όμως μέχρι σήμερα η χώρα μας στερείται αυτού του εργαλείου αυτοαξιολόγησης και λήψης αποφάσεων.

### 3.6 Ρύπανση Μαλιακού – Ανθρωπογενείς επιδράσεις στο δέλτα του Σπερχειού Ποταμού

Η έρευνα της διακίνησης των ρύπων στη λεκάνη απορροής του Σπερχειού ποταμού είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη διαμόρφωση σαφούς γνώμης και σχηματισμού ολοκληρωμένης εικόνας για τους κινδύνους που διατρέχει το υδάτινο αυτό σύστημα από τις ανθρώπινες παρεμβάσεις.

Τα Δελταικά οικοσυστήματα παρουσιάζουν αυξημένη παραγωγικότητα λόγω ιδιαιτεροτήτων γεωλογικών, υδρογεωμορφολογικών και εδαφολογικών χαρακτηριστικών τους και γι' αυτό συγκεντρώνουν έντονη ανθρώπινη δραστηριότητα.

Τόσο η κοιλάδα του Σπερχειού όσο και η περιοχή του Δέλτα του Σπερχειού είναι ενταγμένες στο Δίκτυο Natura 2000 ως περιοχή “κοινοτικού ενδιαφέροντος” (GR 244002) και “ζώνη ειδικής προστασίας” (GR 244005), αντίστοιχα (Εικ. 3.1) και ισχύουν οι διατάξεις της οδηγίας 92/43/EΚ για τη “διατήρηση των φυσικών οικοτόπων και της άγριας πανίδας και χλωρίδας” καθώς και η ΚΥΑ 33318/3028/98 ( ΦΕΚ 1289β/28-12-98) περί “καθορισμού μέτρων και διαδικασιών για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων – άγριας πανίδας και χλωρίδας” που αποτελεί εναρμόνιση της εθνικής Νομοθεσίας με την Ευρωπαϊκή.



**Εικόνα 3.1:** Χάρτης προστατευόμενων ζωνών NATURA 2000 (εκβολές Σπερχειού ποταμού και Μαλιακός Κόλπος)

Μεταξύ των ποταμών που συγκέντρωσαν ανθρώπινες δραστηριότητες περιλαμβάνεται και ο Σπερχειός ποταμός ο οποίος παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον ως προς την παρουσία και ανάπτυξη φυσικών οικοσυστημάτων. Η διευθέτηση και μετατόπιση της κοίτης του Σπερχειού ποταμού, η διάνοιξη δρόμων, η δημιουργία αρδευτικών – στραγγιστικών δικτύων, η ανεξέλεγκτη διάθεση αστικών λυμάτων, υγρών και στερεών αποβλήτων καθώς και οι αμμοληψίες στη κοίτη του, επηρεάζουν την ισορροπία των φυσικών οικοσυστημάτων του Δέλτα.

Τα υγρά απόβλητα του πυρηνολογείου «αναφοράς» που διοχετεύονται στον Σπερχειό ποταμό με παροχή 1800 κμ/ημέρα, είναι καθαρά νερά ψύξης (αντλούνται και επιστρέφουν στον ποταμό) χωρίς ελαιώδη ή τοξικά ή άλλα επιβλαβή συστατικά.

Ωστόσο, για την προστασία του περιβάλλοντος η μονάδα θα πρέπει να βελτιώσει – αναβαθμίσει τις εγκαταστάσεις απαγωγής απαερίων των ξηραντηρίων.

Τα λοιπά ελαιοτριβεία της περιοχής παράγουν σημαντικές ποσότητες υγρών αποβλήτων τα οποία είναι ιδιαίτερα επιβαρημένα από άποψη ρυπαντικού φορτίου. Η συνολική ποσότητα εκτιμάται σε 300 κ.μ./ημέρα περίπου με BOD<sub>5</sub> σχεδόν διπλάσιο των αστικών λυμάτων της περιοχής. (<http://www.altpressftiotida.comm...>).

Ο Σπερχειός καθ' όλο το μήκος της διαδρομής του (82,5 km) τροφοδοτείται από 63 ποταμοχειμάρρους εκ των οποίων οι σπουδαιότεροι είναι ο Πετσιώτικος, ο Ίναχος, ο Γοργοπόταμος και ο Ασωπός. Η μέση ετήσια απορροή του Σπερχειού είναι  $743 \times 10^6 \text{ m}^3$  νερού. Η λεκάνη απορροής που σχηματίζεται έχει επιφάνεια 2116 km<sup>2</sup>. Είναι μια ταφροειδής στενή λωρίδα με χαρακτηριστικά κυρίως ορεινά και χειμάρρου με έντονες κλίσεις.

Στο τελευταίο τρίτο της διαδρομής του ο Σπερχειός μεταβάλλεται σε πεδινό ποταμό και διασχίζει χαμηλές περιοχές που συχνά κατακλύζονται από τα νερά του.

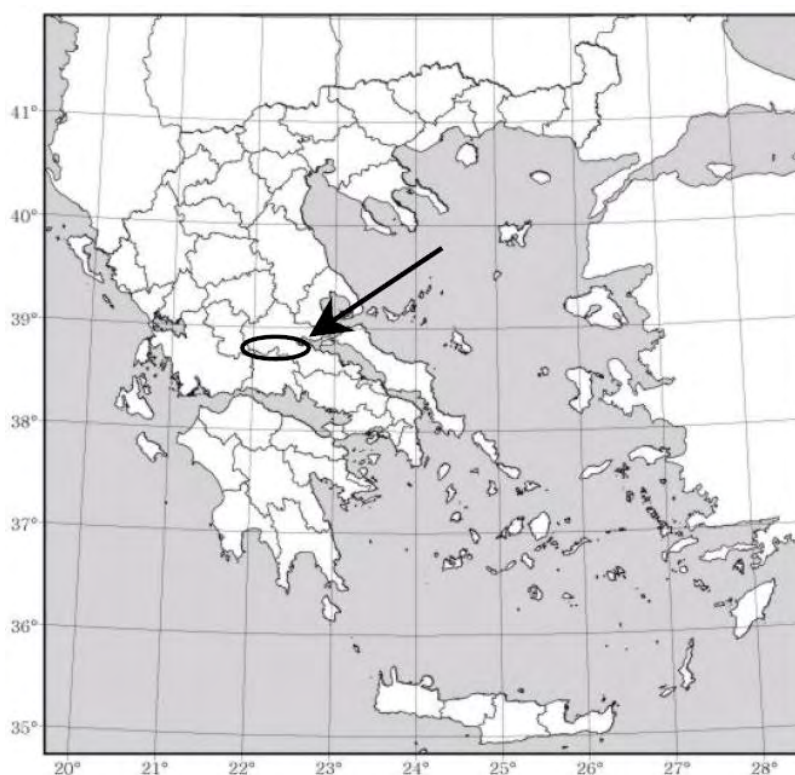
Το Δέλτα του ποταμού Σπερχειού αποτελείται από δύο εκβολές. Ο πυρήνας των εκβολών καλύπτει 319,5 ha ενώ η ευρύτερη περιοχή ανέρχεται στα 10.000 ha. Ο Σπερχειός είναι ο κύριος τροφοδότης του Μαλιακού κόλπου με φερτές ύλες. Έχει υπολογιστεί ότι φτάνουν ετησίως στο δέλτα του Σπερχειού  $1.140.080 \text{ m}^3$  φερτών υλών. (<http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=7635>)

Πηγάζει από τον Τύμφρηστο (2.327 m) τα Βαρδούσια, την Όρθρυ και το Καλίδρομο και εκβάλλει στο Μαλιακό κόλπο όπου σχηματίζει το Δέλτα του. Στο



χώρο εκβολής η κεντρική κοίτη διασπάται σε 3 νέες κοίτες (παλιά κοίτη ποταμού, τη νεώτερη και την κοίτη εκτροπής).

Το Δέλτα του Σπερχειού ποταμού καταλαμβάνει έκταση 196 km<sup>2</sup> στις συντεταγμένες 23° 30' γεωγραφικό μήκος 38 ° 50' γεωγραφικό πλάτος (Εικ. 3.2).



**Εικόνα 3.2:** Γεωγραφική τοποθέτηση της υδρολογικής λεκάνης και του Δέλτα του π. Σπερχειού

### 3.7 Οικολογικά στοιχεία

Οι εκβολές του Σπερχειού ποταμού και οι γύρω περιοχές σχηματίζουν ένα ποικίλο τοπίο, ενώ υπάρχουν δύο είδη φυσικής βλάστησης. Η πρώτη απαντά κατά μήκος του ποταμού, ενώ η δεύτερη καλύπτει την περιοχή των αλίπεδων. Η μεγαλύτερη έκταση της περιοχής έξω από τον πυρήνα καλύπτεται από εντατικές καλλιέργειες κυρίως ρυζιού. Η γη γύρω από τις εκβολές καλύπτεται κυρίως από

ξηρικές καλλιέργειες και χορτολιβαδικές εκτάσεις ενώ ένα μικρό τμήμα καλύπτεται από ελαιόδεντρα.

Η σπουδαιότητα του Μαλιακού κόλπου (Εικ. 3.3) έγκειται μεταξύ των άλλων και στην υποστήριξη σημαντικής παραγωγής σε ψάρια και δίθυρα μαλάκια. Υπάρχει επίσης σπουδαία ανάπτυξη στις υδατοκαλλιέργειες. Το διβάρι, στο εσωτερικό τμήμα του κόλπου είναι ένα φυσικό θαλάσσιο πάρκο για την αναπαραγωγή ψαριών και την ανάπτυξη των νεαρών ιχθυδίων. Οι εκβολές του ποταμού προσφέρουν ιδανικές περιβαλλοντικές συνθήκες στην ορνιθοπανίδα, πολλά είδη της οποίας προστατεύονται.



**Εικόνα 3.3:** Μαλιακός Κόλπος

Ο ποταμός υποστηρίζει πολλά σημαντικά (ενδημικά ή και προστατευόμενα) είδη ψαριών. Στις θερμές πηγές των Θερμοπυλών απαντά το αφρικάνικο ψάρι *Tilapia nilotica*, ενώ οι καρστικές πηγές της Αγίας Παρασκευής έχουν οικολογικό ενδιαφέρον επειδή αποτελούν βιότοπο για το ενδημικό ψάρι *Pungitius hellenicus* (Ελληνοπυγόστεος) είδος που βρίσκεται μόνο στο σύστημα του Σπερχειού.

Σημαντικά και θεμελιώδη περιβαλλοντικά της περιοχής είναι τα εξής:

- Το νερό στη λεκάνη απορροής του Σπερχειού, τόσο επιφανειακά όσο και υπόγεια στον υδροφόρο ορίζοντα.
- Τα πλατανοδάση του Σπερχειού.
- Ο υδροβιότοπος στο Δέλτα και στην παράκτια ζώνη του Μαλιακού με την ορνιθοπανίδα του που έχουν καταγραφεί συνολικά 182 είδη πτηνών.
- Το μοναδικό στο κόσμο ψάρι που υπάρχει στα μέρη μας ο ελληνοπυγόστεος.

Στο χώρο που καταλαμβάνει η λεκάνη του Σπερχειού ποταμού καταγράφονται διάφορες χρήσεις σε συνολική έκταση περίπου 1.620 km<sup>2</sup> οι οποίες έχουν ως εξής: Γεωργικές εκτάσεις 26,4%, Βοσκότοποι 34,1% , Δάση 34,8% και λοιπές εκτάσεις 4,7%.

Η γεωργική εκμετάλλευση είναι προσανατολισμένη σε περιορισμένο αριθμό καλλιεργειών. Το μεγαλύτερο μέρος της (71%) καταλαμβάνεται από αροτραίες καλλιέργειες (43,6%) και βιομηχανικά φυτά σε ποσοστό 19,45% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης. Οι δενδρώδεις καλλιέργειες καταλαμβάνουν το 24,45% του συνόλου των καλλιεργειών και αποτελούνται κατά το μεγαλύτερο μέρος τους από ελαιώνες.

Στην περιοχή της Φθιώτιδας, εκτός των διάσπαρτων βιομηχανιών, υπάρχει και το συγκρότημα Βιομηχανικής περιοχής Λαμίας με τη συγκέντρωση περισσότερων παραγωγικών εγκαταστάσεων.

Τα κύρια λιμάνια της περιοχής είναι της Στυλίδας και Αγίας Μαρίνας. Η αλιευτική δραστηριότητα στον κόλπο ασκείται από 322 επίσημα καταχωρημένα σκάφη (7-150 HP, 4-12 m. μήκος) που ανήκουν σε 700 αλιείς. Η παραγωγή

ψαριών και δίθυρων μαλακίων είναι υψηλή ενώ για το εσωτερικό τμήμα του κόλπου υπάρχουν αλιευτικοί περιορισμοί (Δασενάκης και συν. 2005).

### 3.8 Συνοπτική περιγραφή επεισοδίου ρύπανσης με το φαινόμενο μαζικού θανάτου ψαριών

#### 3.8.1 Επεισόδιο

Οι μαζικοί θάνατοι ψαριών κατά το διάστημα Μαρτίου – Απριλίου 2009 που έγιναν στο Μαλιακό κόλπο ήταν πρωτόγνωρο για την περιοχή, όχι όμως και για τον Ελλαδικό χώρο. Έπληξαν κυρίως τον έσω Μαλιακό και ένα τμήμα του εξωτερικού τμήματος του κόλπου. Οι αρνητικές επιπτώσεις του φαινομένου στην ευρύτερη περιοχή του Μαλιακού είναι ιδιαίτερα σημαντικές, επιβάλλουν τον έλεγχο των πηγών ρύπανσης και ρυπαντικών φορτίων επειδή πλήττουν κατά κύριο λόγο την αλιεία και τον τουρισμό.

Τα είδη της άγριας ιχθυοπανίδας που επλήγησαν περισσότερο ήταν:

Μουρμούρες, σπάροι, τσιπούρες, μυλοκόπια, αθερίνες, φρύσσες λιθρίνια, σκιοί, κέφαλοι και σαλάχια κυρίως μεγάλου μεγέθους.

Στις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας αναφέρθηκαν μαζικοί θάνατοι σε τσιπούρες (*Sparus aurata*) ενώ δε σημειώθηκαν θάνατοι ή άλλες περιπτώσεις σε δίθυρα μαλάκια, τόσο από τις ζώνες αλιείας όσο και από τις μυδοκαλλιέργειές του.

#### 3.8.2 Χωρική και χρονική εξέλιξη θαλάσσιας ρύπανσης

Το χρονικό του φαινομένου ρύπανσης που παρατηρήθηκε στο Μαλιακό κόλπο τον Μάρτιο – Απρίλιο 2009 συνοψίζεται στον Πίνακα 3.7 (Νέαρχος ΕΠΕ και Ν.Α.Φ. 2009).

Μεγάλες ποσότητες νεκρών ψαριών παρατηρήθηκαν σε διάφορες περιοχές του Μαλιακού για 40 μέρες, ενώ η Δ/ση Αλιείας Ν.Α. Φθιώτιδας διαπίστωσε στην περιοχή Αγ. Τριάδας θανάτους νεκρών ψαριών (10-3/2009) κυρίως μουρμούρες.

**Πίνακας 3.7:** Το χρονικό του φαινομένου του μαζικού θανάτου ψαριών στο Μαλιακό Κόλπο (Νέαρχος ΕΠΕ 2009)

Ημερομηνία	Θέση	Είδος νεκρών ψαριών	Ημερομηνία	Θέση	Είδος νεκρών ψαριών
10-03-2009	Αγ. Τριάδα	Μουρμούρες		Σκάρφεια	Σπάροι
11-03-2009	Αγ. Μαρίνα - Αγ. Τριάδα	Μουρμούρες, Τσιπούρα, Μυλοκόπι	03-04-2009	Αγ. Τριάδα	Σαλάχια
13-03-2009	Μώλος	Μουρμούρες	04-04-2009	Μώλος	Τσιπούρες, Μουρμούρες Κέφαλοι
23-03-2009	Λιβάρι ως Αγ. Μαρία	Τσιπούρες, Σπάροι, Αθερίνες, Μυλοκόπι	05-04-2009	Ράχες	Μουρμούρες, Κέφαλοι
	Αγ. Μαρίνα	Σπάροι, Αθερίνες		Καμένα Βούρλα	Λιθρίνια Κέφαλοι, Αθερίνες, Σπάροι
24-03-2009	Λιβάρι	Τσιπούρες	08-04-2009	Αγ. Σεραφείμ	Κέφαλοι
26-03-2009	Αγ. Μαρίνα	Τσιπούρες, Μουρμούρες	09-04-2009	Αγ. Σεραφείμ	Κέφαλοι
27-03-2009	Λιβάρι	Τσιπούρες, Μουρμούρες	11-04-2009	Καλόγηρος	Σπάροι, Μουρμούρες
28-03-2009	Αγ. Σεραφείμ	Τσιπούρες (Ιχθυοτροφείο ΔΙΑΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΑΒΕΕ)	13-04-2009	Καραβόμυλος	Μυλοκόπια
31-03-2009	Αγ. Τριάδα	Μουρμούρες, Σαλάχια	14-04-2009	Στυλίδα - Καλόγηρος	Μουρμούρες

### 3.8.3 Ανταπόκριση φορέων στο φαινόμενο του θανάτου ψαριών

Η Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Φθιώτιδας (ΝΑΦ) πραγματοποιώντας σειρά δειγματοληψιών νερού, ψαριών και οστρακοειδών που αναλύθηκαν από το ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ. και από το Εθνικό Εργαστήριο Αναφοράς για τις ασθένειες των ιχθύων [Κέντρο Κτηνιατρικών Ιδρυμάτων Αθηνών (Κ.Κ.Ι.Α.)] και από το συγκεκριμένο επεισόδιο οδηγούμαστε στα παρακάτω συμπεράσματα:

Τα αποτελέσματα των τοξικολογικών αναλύσεων για φυτοφάρμακα, βαρέα μέταλλα, οργανικά δηλητήρια, παθογόνα βακτήρια, παράσιτα στα ψάρια και στα

οστρακοειδή ήταν αρνητικά ενώ στα αποτελέσματα του Εθνικού Εργαστηρίου Αναφοράς για τις ασθένειες των ιχθύων του Κ.Κ.Ι.Α. γίνεται σαφής αναφορά ότι σε επιχρίσματα βραγχίων ψαριών διαπιστώθηκε σημαντικός αριθμός φυτοπλαγκτικών οργανισμών που απαιτούσαν περαιτέρω ανάλυση.

- Από την αυτοψία στις εκβολές του Σπερχειού ποταμού που έγινε στις 27/3/2009 από κτηνιάτρους της Ν.Α.Φ. σε συνεργασία με το Εθνικό Εργαστήριο Αναφοράς Ασθενειών Οστρακοειδών Θεσσαλονίκης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι θάνατοι των ψαριών προκλήθηκαν από συνθήκες ανοξίας εξ αιτίας των φερτών υλικών.
- Το ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ. (Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών) από δείγματα νερού και ψαριών και μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού (26-3-2009, 31-3-2009, 8-4-2009) αναφέρει ότι εντοπίστηκαν σε υψηλές ποσότητες στα βράγχια νεκρών ψαριών μικροφύκη του γένους *Chattonella* (Πιν. 3.8).

**Πίνακας 3.8:** Αποτελέσματα των αναλύσεων δειγμάτων νερού και ψαριών

Τοξικές ανόργανες ουσίες	Δεν εντοπίστηκαν
Ανόργανα θρεπτικά άλατα	Φυσιολογικά όρια
Αφθονία φυτοπλαγκτικών οργανισμών	Φυσιολογικά όρια
Μικροφύκη του γένους <i>Chattonella</i>	Υψηλές συγκεντρώσεις
Άμορφο υλικό	Υψηλές συγκεντρώσεις

- Από τη δειγματοληψία στις 14/4/2009 του Ινστιτούτου Αλιευτικών Ερευνών του ΕΘ.Ι.ΑΓΕ, Ινστιτούτο Κτηνιατρικών Ερευνών Θεσ/νικης, Κέντρο Κτηνιατρικών Ιδρυμάτων Αθηνών, Δ/νση Κτηνιατρικής Ν.Α.Φ. και Δ/νση Αλιείας Ν.Α. Φθιώτιδας στις περιοχές του Μαλιακού κόλπου προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα (Πιν. 3.9).

**Πίνακας 3.9:** Αποτελέσματα αναλύσεων δειγμάτων νερού και ψαριών (14-4-2009)

Χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου	2,7-3,20 mg/l
Νιτρικά στις εκβολές και αιωρούμενα σωματίδια	Υψηλές συγκεντρώσεις
Μικροφύκη του γένους <i>Chattonella</i>	<100 κυτ/lt



Σύμφωνα με την ανάλυση της πιο πάνω δειγματοληψίας, οι ιδιαίτερα χαμηλές συγκεντρώσεις του φυτοπλαγκτού και της χλωροφύλλης στο νερό σε συνδυασμό με τις υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων και τις πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις του διαλυμένου οξυγόνου, αποδεικνύουν ότι τα οξυγονοβόρα φορτία που μεταφέρθηκαν μαζικά συνέβαλαν στη δημιουργία συνθηκών ανεπαρκούς παρουσίας οξυγόνου με αποτέλεσμα το θάνατο κυρίως βενθικών ψαριών (π.χ. μουρμούρες) (Εικ. 3.4).



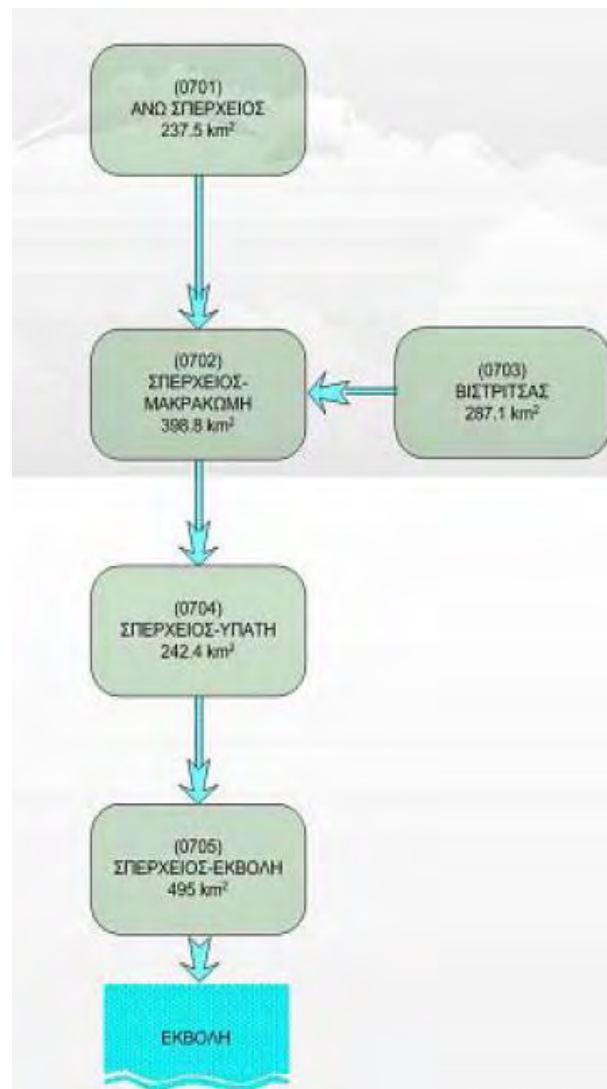
**Εικόνα 3.4:** Μαζικός θάνατος ψαριών στον Μαλιακό Κόλπο  
Επεισοδίου Μαρτίου – Απριλίου 2009

### 3.9 Χαρακτηριστικά υδάτων περιοχής

#### 3.9.1 Γενικά

Ο ποταμός Σπερχειός διασχίζει από τα δυτικά προς τα ανατολικά το βόρειο δυτικό τμήμα του υδατικού διαμερίσματος (Υ.Δ.) που περιλαμβάνεται στο νομό Φθιώτιδος και έχει κωδικό 07.

Στο Σχήμα 3.2 παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής του Υ.Δ. της Ανατολικής Στερεάς για τη λεκάνη του Σπερχειού.



**Σχήμα 3.2:** Διάγραμμα ροής λεκάνης Σπερχειού ΥΔ. Ανατολικής Στερεάς (ΥΠ.ΑΝ. 2008)

### 3.9.2 Ποιότητα επιφανειακών – υπόγειων υδάτων

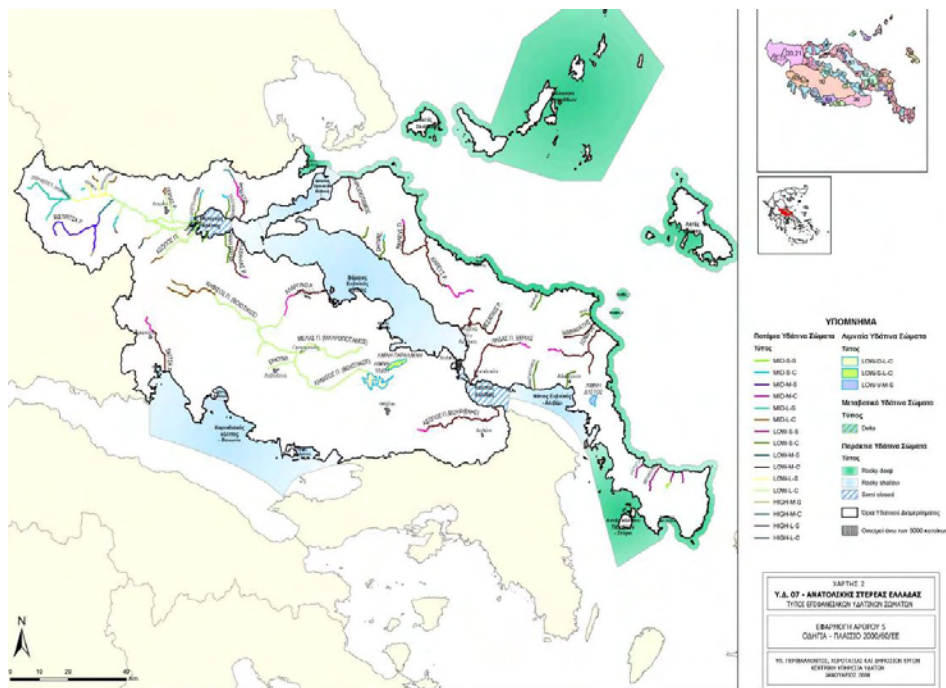
Η ροή των υδατορευμάτων τους χειμερινούς μήνες στο Σπερχειό ποταμό προέρχεται από πηγές και επιφανειακές απορροές που μεταφέρουν σημαντικές ποσότητες φερτών υλικών στις εκβολές του. Οι αδιαπέρατοι σχηματισμοί έχουν ως αποτέλεσμα τη μειωμένη επανατροφοδότηση του υπόγειου υδροφορέα. Παρουσιάζονται συχνά πλημμυρικά φαινόμενα ύστερα από βροχοπτώσεις και έχει μεγάλη και ευμετάβλητη στερεοπαροχή. Καρστικοί υδροφόροι ορίζοντες



απαντώνται στο βορειοανατολικό τμήμα της πεδιάδος του Σπερχειού και οι οποίοι εκφορτίζονται από τις πηγές Αγ. Παρασκευής και Μαυρομαντήλας.

Η υπόγεια υδροφορία στην ορεινή λεκάνη εντοπίζεται στους ανθρακικούς σχηματισμούς της Όρθρυς, του Καλιδρόμου και της Οίτης. Στα υπόγεια ύδατα του Ανατολικού και Δελταικού τμήματος του Σπερχειού παρουσιάζονται έντονα φαινόμενα υφαλμύρινσης που οφείλονται τόσο στην είσοδο της θάλασσας λόγω υπεραντλήσεων όσο και στις διηθήσεις και πλευρικές μεταγγίσεις των θερμομεταλλικών υδάτων των πηγών Θερμοπυλών και ψωρονερίων.

Ο χάρτης του υδατικού διαμερίσματος Ανατολικής Στερεάς Ελλάδος καθώς και οι τύποι των επιφανειακών υδάτινων σωμάτων φαίνονται στην Εικόνα 3.5.



**Εικόνα 3.5:** Χάρτης υδατικού διαμερίσματος Ανατ. Στερεάς Ελλάδος (ΥΠΕΧΩΔΕ 2008)

Η ποιότητα των υδάτινων πόρων εξαρτάται κυρίως από τις φυσικές και ανθρωπογενείς πιέσεις που δέχεται το φυσικό περιβάλλον. Οι αλληλεπιδράσεις

μεταξύ των φυσικών πόρων του χερσαίου και του υδάτινου περιβάλλοντος είναι καθοριστικές για την ποιότητα των νερών της περιοχής.

- Πιέσεις στο χερσαίο περιβάλλον

α) Λατομικές δραστηριότητες εξόρυξης αδρανών υλικών

β) Η οργανική ρύπανση στα εδάφη της περιοχής από τη διάθεση λυμάτων υπεδάφια (απορροφητικοί βόθροι, σηπτικοί βόθροι), την ανεξέλεγκτη διάθεση απορριμάτων από τους οικισμούς της περιοχής και την ευρύτατη χρήση λιπασμάτων για τις καλλιέργειες με αποτέλεσμα τη διήθηση μέρους στο έδαφος.

- Πιέσεις στο υδάτινο περιβάλλον (επιφανειακά νερά)

Η ευρύτερη περιοχή αρδεύεται αποκλειστικά από υπόγεια και επιφανειακά νερά χωρίς να υπάρχουν στοιχεία προσδιορισμού ποσοτήτων άρδευσης παρά μόνο έμμεσα από τα υφιστάμενα έργα υποδομής και το είδος των καλλιεργειών. Οι πιέσεις που δέχεται το υδατικό δυναμικό αυτής της περιοχής είναι κυρίως από:

- Απόβλητα κτηνοτροφικών μονάδων
- Απόβλητα των ελαιοτριβείων με υψηλό COD, χαμηλό pH, έντονο χρώμα
- Ποσότητες λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων
- Πιέσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον

Ο Μαλιακός κόλπος σε αρκετά σημεία είναι ιδιαίτερα ρηχός. Παρουσιάζει αυξημένες συγκεντρώσεις οργανικών ουσιών, ειδικά στις εκβολές του ποταμού καθώς και έντονη διαφορά αλατότητας μεταξύ των εκβολών του Σπερχείου και του κόλπου.

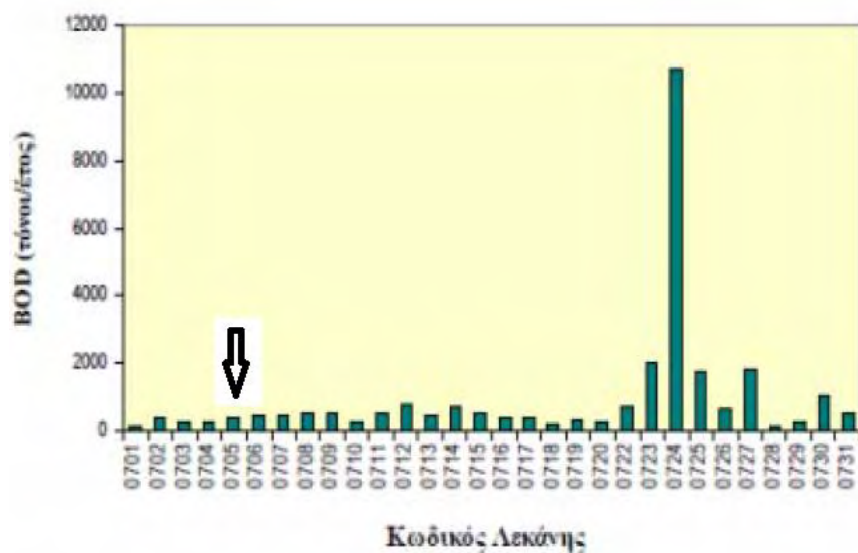
Οι βασικές πηγές ρύπανσης της λεκάνης παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.6.





**Εικόνα 3.7:** Φαινόμενο ευτροφισμού στον Σπερχειό ποταμό

Η κύρια υπολεκάνη στην περιοχή ενδιαφέροντος είναι Σπερχειός – Εκβολή (0705) όπου δεν έχουν εντοπισθεί μεγάλα ρυπαντικά φορτία BOD όπως διαπιστώνεται στο Σχήμα 3.3 που εμφανίζει την εκτίμηση των ρυπαντικών φορτίων στις διαχειριστικές λεκάνες – Ανατ. Στερεάς Ελλάδας ΥΔΟ7.



**Σχήμα 3.3:** Συνολικό φορτίο BOD ανά υπο – λεκάνη στο Υ.Δ.07 (ΥΠ.ΑΝ. 2008)

### 3.10 Αλιευτική και Ιχθυοκαλλιεργητική δραστηριότητα στο Μαλιακό Κόλπο – Αξιολόγηση των επιπτώσεων του Επεισοδίου Μαρτίου – Απριλίου 2009

#### 3.10.1 Αλιευτική και Ιχθυοκαλλιεργητική δραστηριότητα

Σύμφωνα με στοιχεία της Δ/σης Αλιείας Ν. Φθιώτιδας στο νομό υπάρχει έντονη αλιευτική δραστηριότητα με κυριότερα αλιευόμενα είδη στις θαλάσσιες περιοχές του Μαλιακού – Β. Ευβοικού Κόλπου – Διαύλου των Ωραιών κεφάλους, γοφάρια, γλώσσες, λαβράκια, μουρμούρες, μπακαλιάρους, τσιπούρες, μυλοκόπια, φαγκριά, караβίδες και κυδώνια.

Η μέση ετήσια αλιευτική παραγωγή ανέρχεται στους 2.500 tn για τα ψάρια και στους 700 tn για τα δίθυρα μαλάκια. Οι απασχολούμενοι στη θαλάσσια αλιεία είναι 816 επαγγελματίες αλιείς και οι ερασιτεχνικές άδειες αλιείας ανέρχονται στις 12.000.

Ιδιαίτερη έντονη χαρακτηρίζεται η ιχθυοκαλλιεργητική δραστηριότητα στο Βόρειο Ευβοϊκό κόλπο. Η ετήσια παραγωγή των μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας παρουσιάζει αυξητική τάση την τελευταία δεκαετία με παραγωγή 7 tn ετησίως περίπου, οι ιχθυογεννητικοί σταθμοί είναι δυναμικότητας 27.000.000 ιχθυδίων ενώ οι μονάδες οστρακοκαλλιέργειας παράγουν περί τους 2.400 tn ετησίως.

#### 3.10.2 Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση των επιπτώσεων του επεισοδίου χρονικής περιόδου 2009 έγινε με βάση τη μελέτη (ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ. 2009) με την εξέταση όλων των απαραίτητων παραμέτρων και διαπιστώθηκαν:

- Ουσίες που μεταφέρονται στο Μαλιακό Κόλπο από τις εκβολές του Σπερχειού ποταμού επηρεάζουν περισσότερο τη νότια ακτή του κόλπου.
- Αυξημένες συγκεντρώσεις των πυριτικών αλάτων σε σύγκριση με άλλες παράκτιες περιοχές.
- Οι λόγοι συγκεντρώσεων των αζωτούχων προς τα φωσφορικά άλατα παρουσίαζαν μεγάλη διακύμανση.
- Υψηλή παρουσία σωματιδίων (φερτών – αιωρούμενων) 8,07 mg/lι στους σταθμούς δειγματοληψίας κοντά στις εκβολές.
- Η αιωρούμενη ύλη ήταν συνδυασμός χερσογενούς προέλευσης στοιχείων και σκελετικών υπολειμμάτων θαλάσσιων οργανισμών.
- Σε παρασιτολογική εξέταση μη εκτρεφόμενων ιχθύων (κεφάλων) βρέθηκε μεγάλη συγκέντρωση μονοκύτταρων οργανισμών. Μακροσκοπικά τα βράγχια των εξεταζόμενων ψαριών είχαν εκτεταμένες αλλοιώσεις και πολύ μεγάλη έκκριση βλέννας.
- Επιβεβαιώθηκε η εμφάνιση του ιχθυοτοξικού ροδοφύκου *Chattonella-like-sp.*
- Το τοξικό φύκι *Chattonella* φαίνεται ότι είχε σημαντική αύξηση λόγω της έντονης εισόδου γλυκού νερού τον Μάρτιο 2009 στη θαλάσσια περιοχή.
- Στους φυτοπλαγκτικούς πληθυσμούς του θαλασσινού νερού υπήρξε σημαντική αύξηση.

### 3.10.3 Ευτροφισμός

Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι το φαινόμενο θανάτου ιχθύων στον Μαλιακό κόλπο (έχει και στο παρελθόν παρατηρηθεί) είναι προφανές ότι



πρόκειται για ένα ευαίσθητο οικοσύστημα ενώ ο ευτροφισμός φαίνεται να είναι η κύρια απειλή του οικοσυστήματος (Εικ. 3.8).



**Εικόνα 3.8:** Ευτροφισμός Μαλιακού

Οι παράγοντες του θαλάσσιου ευτροφισμού ευνοούν τον Μαλιακό κόλπο επειδή είναι:

- Μια σχετική ρηχή λεκάνη (προφυλαγμένη) με μικρή ανταλλαγή υδάτινων μαζών και η οποία υφίσταται στρωμάτωση θερμοκρασίας και πυκνότητας.
- Μια πηγή μαζικής εισροής θρεπτικών (όπως εισροές θρεπτικών από οικιακά ή βιομηχανικά απόβλητα, ποτάμια ή εισροές θρεπτικών από γεωργικές δραστηριότητες ή την ατμόσφαιρα ή ιζήματα ή υπέδαφος).

Ευτροφισμός είναι η αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης των φυκών και είναι μεγάλο περιβαλλοντικό πρόβλημα. Δημιουργείται από υπέρμετρη αύξηση της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων που προκαλείται από τον εμπλουτισμό των υδάτων με απορροές θρεπτικών στοιχείων από νιτρικά και φωσφορικά ιόντα από λιπάσματα, ρυπαντικά ή αλλά απόβλητα. Τα βακτήρια είναι άλγεις,

αυξάνονται σε αριθμό τόσο που επικαλύπτουν τις υδάτινες επιφάνειες, η κατανάλωση του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου αυξάνεται με αποτέλεσμα τα ψάρια να είναι οι πρώτοι οργανισμοί που πεθαίνουν, ενώ ακολουθούν και τα βακτήρια δημιουργώντας ένα νεκρό σύστημα.

Αποτέλεσμα του ευτροφισμού είναι η πτώση της ποιότητας νερού ή μεταβολής της χλωρίδας και πανίδας των νερών και η μείωση της αισθητικής αξίας του περιβάλλοντος.

#### 3.10.4 Επιπτώσεις του ιχθυοτοξικού είδους του γένους *Chattonella*

##### α) Επίδραση στα ψάρια

Η πρώτη αναφορά τοξικού είδους του γένους *Chattonella* αναφέρθηκε στην Ιαπωνία το 1954 με μαζικούς θανάτους άγριων ψαριών λόγω της βλέννης με παγκόσμια αύξηση νέων ανθήσεων των ειδών *Chattonella* τα τελευταία χρόνια.

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία φαίνεται ότι η κλάση των ροδοφυκών που δεν είναι τοξικά για τον άνθρωπο ευθύνονται για το μαζικό θάνατο των ψαριών.

Τα ψάρια πεθαίνουν μέσα σε λίγες ώρες μετά την έκθεσή τους σε υψηλές συγκεντρώσεις *Chattonella* (1.000.000 κύτταρα ανά λίτρο).

##### β) Επίδραση σε άλλους υδρόβιους οργανισμούς

Έχουν αναφερθεί σποραδικές περιπτώσεις βλαβερών επιδράσεων σε άλλους υδρόβιους οργανισμούς (ασπόνδυλα όπως καβούρια, γαρίδες) σε περιοχές της Βραζιλίας και της Αιγύπτου όταν το bloom των ροδοφυκών συμπίπτει στην αναπαραγωγική περίοδο.

##### γ) Επίδραση σε ανθρώπους



Η επίδραση στους ανθρώπους των ειδών *Chattonella* είναι έμμεση μέσω καταστροφής της αλιείας της υδατοκαλλιέργειας και του τουρισμού. Όσο μπορεί να ελεγχθεί από τη διεθνή βιβλιογραφία άλλες επιβλαβείς επιδράσεις για τον άνθρωπο δεν είναι γνωστές. Υπάρχουν ελάχιστες αναφορές για δερματολογικά ή αναπνευστικά προβλήματα σε κολυμβητές σε ΗΠΑ σε ρηχά νερά (ρηχές λίμνες, χείμαρροι, λιμνοθάλασσες) κατά τη διάρκεια blooms *Chattonella*.

### 3.11 Περιβαλλοντικός αντίκτυπος της παραγωγής ελαιολάδου

Ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος της καλλιέργειας ελιάς είναι: η διάβρωση του εδάφους, η αυξανόμενη κατανάλωση νερού, η ερημοποίηση, η ρύπανση από τη χρήση χημικών και λιπασμάτων, η ζημιά στη βιοποικιλότητα και η παραγωγή αποβλήτων.

Παρότι λιγότερο περιβαλλοντικά επιβλαβείς από ορισμένες άλλες καλλιέργειες, οι εντατικοποιημένες παραδοσιακές και οι σύγχρονες εντατικές τεχνικές ελαιοκαλλιέργειας μπορούν να συσχετιστούν με τη διάβρωση του εδάφους, την εξάντληση των ανεπαρκών υδάτινων πόρων, τη ρύπανση από την υπερβολική χρήση αγροχημικών ουσιών και την απώλεια βιοποικιλότητας.

#### i) Έδαφος

##### ➤ Διάβρωση εδάφους – υποβάθμιση γης

Είναι μια από τις βασικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την εντατική καλλιέργεια, μειώνει την παραγωγική ικανότητα του εδάφους, οδηγώντας σε μειωμένη παραγωγικότητα που με τη σειρά της οδηγεί σε αυξημένη χρήση λιπασμάτων.

Προκαλεί επίσης την απορροή φυτικών γαιών, λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, τα οποία παρασύρονται προς τους υδάτινους όγκους.

Σε μερικές περιπτώσεις η διάβρωση μπορεί να οδηγήσει σε ερημοποίηση ή σοβαρή υποβάθμιση της γης και είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού παραγόντων όπως: τύπος εδάφους, βροχόπτωση και ακατάλληλες γεωργικές πρακτικές.

## ii) Νερό

### ➤ Απορροή εδάφους – λιπασμάτων και αγροχημικών ουσιών στα επιφανειακά ύδατα

Η απορροή του εδάφους στους ταμιευτήρες λόγω της διάβρωσής του μπορεί να ρυπάνει τα επιφανειακά ύδατα. Τα τυχόν ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται στις εντατικές καλλιέργειες παραμένουν σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις και βρίσκονται στα ανώτερα 5-15 εκατοστά του εδάφους και παρασύρονται στο υδάτινο περιβάλλον μαζί με το έδαφος που υπόκειται διάβρωση κατά τις υψηλές βροχοπτώσεις.

### ➤ Ρύπανση υπόγειων υδάτων

Σε συνεχείς και εντατικοποιημένες καλλιέργειες η υπερβολική εφαρμογή λιπασμάτων αζώτου (N) και φωσφόρου (P) και άλλων αγροχημικών ουσιών μπορεί να οδηγήσει σε ρύπανση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων με επικίνδυνες χημικές ουσίες

### ➤ Εκμετάλλευση νερού για σκοπούς ύδρευσης

Η απόδοση ελαιώνων αυξάνεται σημαντικά με το πότισμα. Η άρδευση είναι απαραίτητη για τις ποικιλίες επιτραπέζιας ελιάς. Η αυξανόμενη ζήτηση για νερό άρδευσης οδηγεί σε ένα έμμεσο αρνητικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο.

## iii) Λιπάσματα

Σε πολλές περιπτώσεις – συνεχείς καλλιέργειες – οι αγρότες χρησιμοποιούν πολύ περισσότερο λίπασμα απ' όσο απαιτεί η σοδειά:

Το νιτρικό αμμώνιο (ένα από τα συνηθέστερα λιπάσματα) περιέχει έως και 33-34% άζωτο και που, στις πλέον αρδευόμενες και εντατικές φυτείες μπορεί να φτάσει σε επίπεδα έως και 350 kg/ha, συνδέεται με προβλήματα απορροής και ευτροφισμού (Εικ. 3.9). Τα εντατικά συστήματα χρησιμοποιούν και λιπάσματα φωσφόρου, βορίου και καλίου.



**Εικόνα 3.9:** Η απορροή λιπασμάτων από τους ελαιώνες μπορεί να οδηγήσει σε ευτροφισμό σε ποτάμια και λίμνες

#### iv) Παρασιτοκτόνα

Το κυριότερο παράσιτο είναι ο δάκος της ελιάς ( *Bactrocera oleae*), ενώ άλλα παράσιτα είναι ο πυρηνοτρήτης ( *Prays oleae*) και το λεκάνιο της ελιάς ( *Saissetia oleae*) που εμφανίζονται στην περιοχή της Μεσογείου προκαλώντας σημαντικές οικονομικές ζημιές.

#### v) Βιοποικιλότητα

Η βιοποικιλότητα τείνει να είναι υψηλή σε παραδοσιακούς καλλιεργούμενους ελαιώνες που παρέχουν μια ποικιλία από βιοτόπους και υποστηρίζουν μια σειρά ειδών άγριας ζωής όπως ερπετά, πεταλούδες και άλλα ασπόνδυλα, πτηνά (τσαλαπετεινός, χαλκοκουρούνα, κουκουβάγια κλπ) και θηλαστικά.

Οι εντατικές γεωργικές μέθοδοι που εισάγονται για την αύξηση της παραγωγής, η χρήση μηχανικής εκσκαφής, η χρήση εντομοκτόνων και ζιζανιοκτόνων, έχουν προκαλέσει αρνητικό αντίκτυπο στην επιφανειακή χλωρίδα και τους πληθυσμούς των εντόμων μειώνοντας την ποικιλότητα και τους αριθμούς τους.

#### vi) Άλλες επιπτώσεις

Η κατανάλωση ενέργειας είναι ένας άλλος λιγότερο προφανής περιβαλλοντικός προβληματισμός για την εντατική ελαιοκαλλιέργεια με την υψηλή χρήση μηχανικής εκσκαφής του εδάφους (<http://ec.europa.eu/environement/life/publications/.../oliveoil-gr.p>).

Τα απόβλητα των ελαιουργείων συγκαταλέγονται στα βεβαρημένα από άποψη ρυπαντικού φορτίου αγροτοβιομηχανικά απόβλητα και είναι ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα της ευρύτερης περιοχής της Μεσογείου.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων ελαιοτριβείων παρουσιάζονται σε περιοχές κοντά σε υδροφόρους ορίζοντες, αέρα, έδαφος και στην περιοχή των εγκαταστάσεων ελαιοτριβείων με συνέπεια την οικολογική, πολιτιστική και αισθητική καταστροφή.

Τα μεγαλύτερα προβλήματα δημιουργούνται από τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων. Τα απόνερα όπως αυτά προκύπτουν από τα ελαιοτριβεία οδηγούνται και εκχύνονται συνήθως σε κοντινούς υδάτινους αποδέκτες όπως

ρεματιές, λίμνες και θάλασσες. Έτσι λόγω της τοξικότητας των αποβλήτων δημιουργούνται τεράστια προβλήματα μόλυνσης υπόγειων υδάτων και υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Είναι σύνηθες φαινόμενο αυτό της καταστροφής των υδάτινων συστημάτων στα σημεία απόρριψης των αποβλήτων αυτών λόγω της έλλειψης οξυγόνου που παρατηρείται – καταναλώνεται για την οξείδωση των οργανικών ουσιών – από ομάδες μικροοργανισμών που αναπτύσσονται και επικρατούν στους αποδέκτες αυτούς. Η τυχόν διάθεση του κατσίγαρου στη θάλασσα θα κατέστρεφε την ικανότητα αυτοκαθαρισμού και θα μεταβαλλόταν η βιολογική ισορροπία.

Τα στερεά απόβλητα δηλαδή ο ελαιοπυρήνας συνήθως διατίθεται στα πυρηνελαιουργεία. Σε αντίθετη περίπτωση η αποθήκευση ή και η διάθεση στο περιβάλλον χωρίς καμία επεξεργασία οδηγεί σε σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Έτσι τα πυρηνελαιουργεία σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (74/442/ΕΕ, 1975) αποτελούν μία λύση για τη περαιτέρω επεξεργασία του ελαιοπυρήνα (Βαβουράκη 2010).

Το στερεό υπόλειμμα που προκύπτει από την παραγωγική διαδικασία χαρακτηρίζεται από το υψηλό οργανικό φορτίο και από μεγάλη περιεκτικότητα σε αδρανή στοιχεία. Είναι προϊόν με μεγάλο βαθμό δυσκολίας στη διαχείρισή του εξαιτίας:

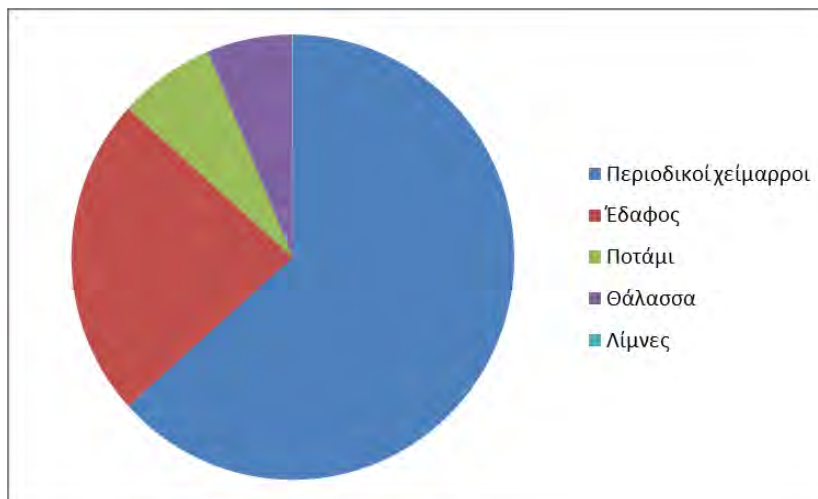
- Της μεγάλης τιμής του χημικά και βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD, BOD<sub>5</sub>).
- Της υψηλής συγκέντρωσης σε λιπαρά που αποτελούν φραγμό στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών.

- Της μεγάλης περιεκτικότητας σε φαινόλες που παρεμποδίζει τις μικροβιακές δραστηριότητες (<http://www.oliveoil.gr>).

### 3.12 Κυριότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον από τη διάθεση ΥΑΕ στο έδαφος

- i) Ρύπανση υπόγειων υδροφορέων και με συνακόλουθη ρύπανση του αρδευτικού και ιδίως του πόσιμου νερού.

Βασικοί αποδέκτες είναι κατά ποσοστό (Βουτηράκης 2003) οι εξής (Σχ. 3.4): Περιοδικοί χείμαρροι 53,8%, Έδαφος 19,8%, Ποτάμι 6%, Θάλασσα 5,3% και Λίμνες 0,038%.



**Σχήμα 3.4:** Βασικοί αποδέκτες ρύπανσης υδροφορέων

Η διάθεση των υγρών αποβλήτων στους πιο πάνω αποδέκτες δημιουργεί μια σειρά από δυσμενή περιβαλλοντικά προβλήματα. Εκτός της οπτικής ρύπανσης εξαιτίας χρωματισμού των νερών και τη δυσοσμία, δημιουργεί προβλήματα φυτοτοξικότητας και βιοτοξικότητας στην πανίδα και τη χλωρίδα.

Τα υγρά απόβλητα ελαιουργείων προκαλούν:

- Τη ρύπανση υδρόβιων οργανισμών.

- Προβλήματα ευτροφισμού λόγω υψηλού περιεχομένου σε P (φώσφορο) οδηγεί σε αύξηση άλγης. Η παρουσία μεγάλων ποσοτήτων φωσφορικών θρεπτικών ουσιών στα λύματα ελαιοτριβείων επιτρέπει τον πολ/σμό παθογόνων οργανισμών και να μολύνουν τα ύδατα.
- Μεταφορά επικίνδυνων ουσιών.
- Μείωση βιοποικιλότητας (<http://www.prosodol.gr>).
- Αδιαπέραστο στρώμα (Εικ. 3.10), συσσωρευμένα λίπη στην επιφάνεια των υδάτων που εμποδίζουν τις ακτίνες του ηλίου να εισχωρήσουν στην υδάτινη στήλη (Kapelakakis *et.al.* 2007).



**Εικόνα 3.10:** Τα λιπίδια στα λύματα ελαιοτριβείων παράγουν ένα αδιαπέραστο στρώμα στην επιφάνεια των ποταμών που μπλοκάρει το ηλιακό φως και το οξυγόνο για τους μικροοργανισμούς στο νερό μειώνοντας έτσι την ανάπτυξη φυτών

- Αρνητική επίδραση στην δομή, στα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους.
- Αύξηση αλατότητας και της οργανικής ουσίας N, P, K.

- Παρεμπόδιση της μικροβιακής δραστηριότητας, μείωση γονιμότητας του εδάφους.
- Μείωση ικανότητας αυτοκαθαρισμού των εδαφικών συστημάτων, μεταβάλλοντας τη βιολογική ισορροπία.
- Εμφάνιση φυτοτοξικότητας στις καλλιέργειες, πτώση φύλλων και καρπών, στα λαχανικά παρουσιάζει πλήρη φυτοτοξικότητα (<http://www.prosontol.gr>).
- Τη δημιουργία συνθηκών έλλειψης οξυγόνου σε υδάτινους αποδέκτες λόγω των υψηλών τιμών BOD<sub>5</sub> και COD των ΥΑΕ καθώς επίσης:
  - Στο επιπλέον γαλάκτωμα στην επιφάνεια του νερού, το οποίο παρεμποδίζει τη διάλυση του ατμοσφαιρικού οξυγόνου στο νερό.
  - Στα γαλακτώδη συσσωματώματα των Υ.Α.Ε. τα οποία καθιζάνουν στον πυθμένα της κοίτης των υδάτινων αποδεκτών και δημιουργού ασφυκτικές συνθήκες και συνθήκες έλλειψης οξυγόνου στα βαθύτερα στρώματα του νερού.
  - Στην εναπόθεση γαλακτωμάτων και συσσωμάτων στα αναπνευστικά όργανα των υδρόβιων ζωικών οργανισμών, προκαλώντας ασφυκτικές συνθήκες.

### 3.13 Εκτίμηση ποσοτήτων Υ.Α.Ε. ελαιοκομικής περιόδου

- Συνολικά εκτιμάται ότι παράγονται περίπου 4,6 εκατ. τόνοι λυμάτων ελαιοτριβείων το χρόνο σε Ευρωπαϊκό επίπεδο με σύνθεση:

Ποσότητα νερού 80-83%, οργανικές συνθέσεις (φαινόλες, πολυφαινόλες και τανίνες) 15-18% και ανόργανα στοιχεία (άλατα καλίου και φωσφορικά άλατα) περίπου 2% με τη σημείωση ότι τα ποσοστά αυτά διαφοροποιούνται και



σχετίζονται με κλίμα, έδαφος, μέθοδοι συγκομιδής, διαδικασίες εξαγωγής (<http://ec.europa.eu/environement/life/Publications/lifepublications/.../oliveoil.gr>).

➤ Ποσότητα ( $\text{m}^3/\text{year}$ ) παραγόμενων υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα από τα ελαιουργεία (Πιν. 3.10).

**Πίνακας 3.10:** Υγρά απόβλητα ελαιουργείων στην Ελλάδα

Pressure	3-phases	2-phases
535.000	1.821.000	-

Πηγή: (Αράπογλου 2009)

Η διάθεση λοιπόν αυτού του τεράστιου ρυπογόνου φορτίου στο υπέδαφος γίνεται στο διάστημα της ελαιοκομικής περιόδου (4-5 μήνες) και αναπόφευκτα δημιουργείται οξύ πρόβλημα ρύπανσης και μόλυνσης του νερού στους υδροφόρους ορίζοντες και για το λόγο αυτό απαιτείται προεπεξεργασία των λυμάτων ελαιουργείων πριν τη διάθεση τους στους τελικούς αποδέκτες. Η μετατροπή των αποβλήτων ελαιοτριβείων σε χρήσιμα παραπροϊόντα είναι επιτακτική ανάγκη με τη χρήση καινοτόμων και φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών επειδή είναι απαγορευτική τόσο η απευθείας διάθεση τους στο έδαφος όσο και η απευθείας διάθεση σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού.

Παρά τις υφιστάμενες νομοθετικές και κανονιστικές διατάξεις, ρύπανση των υδάτων του εδάφους, εξακολουθεί να υφίσταται άμεσα ή έμμεσα λόγω των παράνομων πρακτικών που εφαρμόζονται ή λόγω διαρροών/ πλημμυρών των δεξαμενών εξάτμισης.

## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

### 4.1 Γενικά Συμπεράσματα

- Το σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα στη χώρα μας σήμερα αποτελούν τα απόβλητα των ελαιουργείων και πυρηνελαιουργείων, επειδή δεν έχει βρεθεί για τη διαχείρισή τους μία τεχνική λύση, που να είναι κοινωνικά αποδεκτή, οικονομικά βιώσιμη και εναρμονισμένη με την Ευρωπαϊκή και Ελληνική νομοθεσία.
- Τα απόβλητα των ελαιουργείων συγκαταλέγονται στα πλέον βεβαρημένα από άποψη ρυπαντικού φορτίου και κάθε μία από τις διαφορετικές μεθόδους παραγωγής ελαιολάδου δημιουργεί διαφορετικές ποσότητες και τύπους υποπροϊόντων που όλα είναι δυνητικά επικίνδυνα για το περιβάλλον. Τα υγρά απόβλητα που προκύπτουν από τα ελαιοτριβεία οδηγούνται ανεξέλεγκτα σε περιοχές κοντά σε υδροφόρους ορίζοντες, ρεύματα, λίμνες και λόγω της τοξικότητας των αποβλήτων δημιουργούνται τεράστια προβλήματα μόλυνσης υπόγειων υδάτων και υποβάθμιση του περιβάλλοντος.
- Συνολικά εκτιμάται ότι στη χώρα μας η ποσότητα των παραγόμενων υγρών αποβλήτων από τα ελαιουργεία κάθε χρόνο ανέρχεται περίπου στα 2.000.000 έως 2.300.000 m<sup>3</sup>, που προέρχονται από τα παραδοσιακά και των τριών φάσεων διαδικασιών ελαιοτριβεία. Η διάθεση λοιπόν του τεράστιου αυτού ρυπογόνου φορτίου στο υπέδαφος γίνεται στο διάστημα ελαιοκομικής περιόδου (4-5 μήνες) και αναπόφευκτα δημιουργεί οξύ πρόβλημα ρύπανσης και για το λόγο αυτό απαιτείται προεπεξεργασία των λυμάτων ελαιουργείων πριν τη διάθεση τους στους τελικούς αποδέκτες. Η μετατροπή των

αποβλήτων σε χρήσιμα παραπροϊόντα είναι επιτακτική ανάγκη με τη χρήση καινοτόμων και φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών επειδή είναι απαγορευτική τόσο η απευθείας διάθεσή τους στο έδαφος όσο και η απευθείας διάθεση σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού.

- Η διεθνής εμπειρία από άλλες ελαιοπαραγωγικές χώρες (Ισπανία) για τον περιορισμό τουλάχιστον της ποσότητας των υγρών αποβλήτων οδήγησε και τη χώρα μας στην κατεύθυνση οδηγιών προς τους ελαιοπαραγωγούς, ώστε να γίνει μετάβαση της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου από τη μέθοδο των 3φάσεων στη μέθοδο των 2φάσεων, προκειμένου τα ελαιοτριβεία να μπορούν να εξασφαλίζουν τις απαιτούμενες άδειες λειτουργίας, συμβάλλοντας στις προσπάθειες για την προστασία του περιβάλλοντος, την πιο ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων και την αειφόρο ανάπτυξη.
- Το κύριο προς επίλυση ζήτημα της μετάβασης από το τριφασικό στο διφασικό μοντέλο, είναι η διαχείριση και η διάθεση του ελαιοπυρήνα, ο οποίος είναι πλέον το μοναδικό απόβλητο της νέας διαδικασίας ελαιοποίησης του ελαιοκάρπου. Το εν λόγω υποπροϊόν υγρασίας  $\geq 65\%$  είναι σε πιο υδαρή μορφή από αυτό της τριφασικής διαδικασίας, δε μπορεί να απορροφηθεί από τα υφιστάμενα συμβατικά πυρηνελαιουργεία καθώς αυτά σήμερα δε διαθέτουν τον κατάλληλο εξοπλισμό για την επεξεργασία και κρίνεται αναγκαία η εύρεση εφικτών τεχνικών λύσεων διαχείρισης και συγχρόνως οικονομικά και περιβαλλοντικά βιώσιμων.
- Συνίσταται τεχνολογική αναβάθμιση των συμβατικών πυρηνελαιουργείων ώστε να είναι σε θέση να διαχειρίζονται επιτυχώς ελαιοπυρήνα υψηλής

υγρασίας και όλα τα ελαιοτριβεία να χρησιμοποιούν διφασικά decanters ώστε να παράγεται το καλύτερο ποιοτικά λάδι.

- Η υψηλότερη παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου όλων των εποχών ήταν σύμφωνα με τα στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου ( I.O.C.) η σοδειά της ελαιοκομικής περιόδου 2011-2012 που ανέρχεται σε 3.361.500 τόνους και η Ελλάδα είχε μερίδιο σε ποσοστό 9,5% και σε ποσότητα 295.000 τόνους.
- Ο υποκλάδος των ελαιοτριβείων αντιμετωπίζει μεγάλα διαθρωτικά προβλήματα και σοβαρές οργανωτικές και λειτουργικές ανεπάρκειες, αδυναμία στην ανταπόκριση προδιαγραφών, ποιότητας υγιεινής, ασφάλειας και προστασίας περιβάλλοντος. Η πλήρης βιωσιμότητα ενός ελαιοτριβείου μπορεί να επιτευχθεί για παραγωγή μεγαλύτερη των 252 τόνων ελαιολάδου ανά έτος.
- Η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία στα ελαιοτριβεία είναι κυρίως η τριφασική μέθοδος (περίπου το 80%) που παρουσιάζει σοβαρά μειονεκτήματα συγκριτικά με τη διφασική τόσο από άποψη απόδοσης και κόστους όσο και περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου της τριφασικής διαδικασίας παραγωγής ελαιολάδου είναι οι μεγάλες ποσότητες νερού που χρειάζεται, με αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλης ποσότητας υγρών αποβλήτων που προκαλούν ρύπανση.
- Το κύριο πλεονέκτημα της διφασικής επεξεργασίας είναι η μηδενική κατανάλωση νερού και η μηδενική παραγωγή υγρών αποβλήτων στο στάδιο παραλαβής του ελαιολάδου, πλην όμως διαπιστώνεται μία μετατόπιση του

προβλήματος επεξεργασίας των ελαιοπυρήνων (ελαιοπυρήνας υψηλής υγρασίας για την παραγωγή – εξαγωγή λαδιού ελαιοπυρήνων). Στην κυριολεξία η διφασική τεχνολογία μεταφέρει το πρόβλημα από τα ελαιοτριβεία στα πυρηνελαιουργεία, τα οποία αδυνατούν να παραλάβουν και να επεξεργαστούν τους ελαιοπυρήνες λόγω έλλειψης ειδικών συστημάτων προεπεξεργασίας και λοιπών βέλτιστων τεχνικών αναβάθμισης που απαιτούνται για την προστασία του περιβάλλοντος.

- Η αειφόρος ανάπτυξη ή βιώσιμη ανάπτυξη αναφέρεται στην οικονομική ανάπτυξη σε σχέση με τη προστασία του περιβάλλοντος και τη βιωσιμότητα. Σύμφωνα με την στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) η βιώσιμη ανάπτυξη δε θεωρείται αποκλειστικά περιβαλλοντική προστασία.
- Οι παράκτιες ζώνες, όπως αυτή του Δέλτα του Σπερχειού ποταμού, ανήκουν στα λεγόμενα «ευαίσθητα οικοσυστήματα» που χρήζουν αποτελεσματικής προστασίας λόγω περιορισμένης αντοχής στη ρύπανση.
- Οι μαζικοί θάνατοι ψαριών κατά το διάστημα Μαρτίου – Απριλίου 2009, που έγιναν στο Μαλιακό κόλπο, επιβάλλουν τον έλεγχο των πηγών ρύπανσης και των ρυπαντικών φορτίων. Κρίνεται απαραίτητη η αποφυγή δημιουργίας νέων πηγών και οι ήδη υπάρχουσες πρέπει να ελεγχθούν αποτελεσματικά εάν πληρούν τους περιβαλλοντικούς όρους σύμφωνα με τη νέα Κ.Υ.Α 145116/2011, επειδή πλήττουν κατά κύριο λόγο την αλιεία.
- Από την αναζήτηση επιστημονικών ερευνών και αναφορών διαπιστώθηκε ότι ο Μαλιακός κόλπος παρουσιάζει ιδιαίτερο επιστημονικό ενδιαφέρον ενώ σύμφωνα με τη μελέτη ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ. 2009 διαπιστώθηκαν:

- Αυξημένες συγκεντρώσεις οργανικών ουσιών ειδικά στις εκβολές του ποταμού Σπερχειού καθώς και έντονη διαφορά αλατότητας μεταξύ των εκβολών και του κόλπου.
- Αυξημένες συγκεντρώσεις πυριτικών αλάτων σε σύγκριση με άλλες περιοχές.
- Οι λόγοι συγκεντρώσεων των αζωτούχων προς τα φωσφορικά άλατα παρουσίαζαν μεγάλη διακύμανση.
- Υψηλή παρουσία φερτών – αιρούμενων σωματιδίων 8,07 mg/l κοντά στις εκβολές.
- Σε παρασιτολογική εξέταση μη εκτρεφόμενων ιχθύων βρέθηκε μεγάλη συγκέντρωση μονοκύτταρων οργανισμών.
- Επιβεβαιώθηκε η εμφάνιση του ιχθυοτοξικού ροδοφύκου *Chattonella* – like – sp και στους φυτοπλαγκτικούς πληθυσμούς του θαλασσινού νερού υπήρξε σημαντική αύξηση και είναι προφανές ότι πρόκειται για ένα ευαίσθητο οικοσύστημα, ενώ ο ευτροφισμός φαίνεται να είναι η κύρια απειλή του οικοσυστήματος.
- Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κλάδου φυτικών ελαίων και λιπών για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης IPPC της οδηγίας 96/61/EK (όπως ισχύει μετά την τροποποίηση από τις οδηγίες 03/35/EK, 03/87/EK, 2003/87/EK) επιβάλλεται στα πυρηνελαιουργεία η εφαρμογή τεχνικών μείωσης κατανάλωσης νερού, παραγωγής αποβλήτων και ρυπαντικού φορτίου.

- Κύριο ζήτημα αποτελούν οι τεχνικές μείωσης των αερίων εκπομπών για την αποτελεσματική λειτουργία του πυρηνελαιουργείου και την προστασία του περιβάλλοντος.
- Σήμερα η ύπαρξη αδειοδοτημένου τελικού αποδέκτη των στερεών αποβλήτων (ελαιοπολτός) αποτελεί αναγκαία συνθήκη για τη λειτουργία των ελαιοτριβείων. Επιβάλλεται σύμφωνα με τη νέα νομοθεσία (ΚΥΑ 145116/2011 ΦΕΚ 354 Β') η εξασφάλιση προϋποθέσεων της διάθεσης – μεταφοράς και ύπαρξη ειδικών συμβάσεων με πυρηνελαιουργεία που διαθέτουν άδειες λειτουργίας και απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων.
- Το ενδιαφέρον των ερευνητών έχει επικεντρωθεί στην επεξεργασία των στερεών αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία 2φάσεων, καθώς πρόκειται για απόβλητο που παράγεται σε μεγάλες ποσότητες και υψηλό ρυπαντικό φορτίο και δεν είναι τυχαία η προτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης για έρευνα σε βάθος ώστε να αναπτυχθούν μέθοδοι επεξεργασίας και αξιοποίησης του ελαιοπολτού των διφασικών ελαιοπυρήνων.
- Η διαχείριση επίσης των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων παρουσιάζουν ενδιαφέρον επειδή είναι μία πηγή για ανάκτηση και ταυτόχρονα ένα υψηλό οργανικό φορτίο προς διαχείριση. Η οξύτητα του προβλήματος της διάθεσης των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων (Υ.Α.Ε.) καθιστούν την ανάγκη για έρευνα, λόγω δυσκολίας εύρεσης στην πράξη λύσης, άμεσα εφαρμόσιμης και οικονομικά και περιβαλλοντικά βιώσιμης.
- Στα κύρια – ιδιαίτερα – προβλήματα της καλλιέργειας ελιάς και της παραγωγής ελαιόλαδου περιλαμβάνονται: η διάβρωση του εδάφους, η αυξανόμενη κατανάλωση νερού, η ερημοποίηση, η ρύπανση από τη χρήση

χημικών και λιπασμάτων, η ζημιά στη βιοποικιλότητα και η παραγωγή αποβλήτων.

- Σήμερα, δεν επιτρέπεται η ανεξέλεγκτη διάθεση των αποβλήτων ελαιουργείων ή πυρηνελαιουργείων και επιβάλλεται επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων με τη θέσπιση τεσσάρων βασικών δυνατοτήτων επαναχρησιμοποίησης (Εγκύκλιος 14547/23-6-2011 ΥΠΕΚΑ). Τίθενται όρια για μικροβιολογικές και συμβατικές παραμέτρους για τις διάφορες μεθόδους καθώς και ο αντίστοιχος βαθμός της κατ' ελάχιστον απαιτούμενης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.
- Η μονάδα «αναφοράς» της εργασίας (πυρηνελαιουργείο) επεξεργάζεται νωπούς ελαιοπυρήνες προερχόμενους από διάφορα ελαιοτριβεία της περιοχής, έχει δυνατότητα 700 tn/ημέρα και αποσκοπεί στην εξαγωγή πυρηνελαίου που διατίθεται ακατέργαστο προς εξευγενισμό σ' άλλα εργοστάσια.  
Γίνεται κατεργασία μείγματος πυρήνων (προερχόμενων από ελαιοτριβεία, οιασδήποτε διαδικασίας παραγωγής ελαιολάδου) με μέση σύνθεση υγρασίας 55%, πυρηνελαίου 4,6% και πυρηνόξυλου 40,4% και η ξήρανση γίνεται σε περιστροφικά ξηραντήρια.
  - Οι ανάγκες της παραγωγικής διαδικασίας σε θερμική ενέργεια καλύπτεται από τη χρήση πυρηνόξυλου που παράγεται στα ξηραντήρια.
  - Η ενέργεια είναι ηλεκτρική και η ετήσια κατανάλωση είναι 1.100 MWH.
  - Το νερό που αντλείται από το Σπερχειό ποταμό – για την ψύξη των ατμών εξανίου – είναι 1.800 m<sup>3</sup>/ημέρα.
- Τα παραγόμενα απόβλητα είναι:



- i) Οι ατμοσφαιρικές εκπομπές (υδρατμοί, αέρια καύσης, ατμοσφαιρικών ρύπων από οχήματα, σωματιδιακές διεργασιών καύσης, πτητικές οργανικές ενώσεις, οσμές)
- ii) Τα υγρά απόβλητα που προκύπτουν από τα νερά ψύξης των ψυγείων του εξανίου είναι 32°C, καθαρά, ανέρχονται κατά μέγιστο 1.800 m<sup>3</sup>/ημέρα και απορρίπτονται μετά τη χρήση τους στο Σπερχειό ποταμό με θερμική επιβάρυνση του ποταμού στη ζώνη ανάμειξης κατά 0,6°C.
- iii) Λοιπά υγρά απόβλητα διατίθενται σε μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων και στη συνέχεια υπεδαφίως.
- iv) Στερεά απόβλητα με κυριότερη την τέφρα κλιβάνου σε ποσότητα 64 tn/έτος.
- Το σημαντικότερο μέρος των εκλυόμενων οσμών οφείλεται στην καύση της ελαιώδους σάρκας πυρηνόξυλου. Επιβάλλεται διαχωρισμός της σάρκας από το ξυλώδες μέρος του πυρηνόξυλου και ως καύσιμη ύλη στα εργοστάσια να γίνεται χρήση μόνο του ξυλώδους μέρους.

#### 4.2 Συμπερασματικές – συνοπτικές προτάσεις εφαρμογής της Ελληνικής νομοθεσίας για τα ελαιουργικά απόβλητα

Σε συνέχεια της αναφοράς της ισχύουσας Ευρωπαϊκής και Ελληνικής νομοθεσίας στο κεφάλαιο της Εισαγωγής 1.10 οδηγούμαστε στα εξής συμπεράσματα:

- i) • Μια σημαντική οδηγία εφαρμογής της Υγειονομικής Διάταξης (Υ.Δ.) Ε1B /221/65 που κοινοποιήθηκε με την εγκύκλιο του Υπουργείου Κοινωνικών Υπηρεσιών (ΥΚΥ) με αριθμό Α5/4690/ΕΓΚ.62/26-4-80, αναφέρει τους

όρους για τη χορήγηση άδειας διάθεσης λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων, τον τρόπο ανανέωσης προσωρινής άδειας διάθεσης και τα στοιχεία για την απόδοση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας. Στις οδηγίες και σε συγκεκριμένους πίνακες καθορίζονται τα προτεινόμενα χαρακτηριστικά ποιοτικών παραμέτρων για τον έλεγχο των βιομηχανικών αποβλήτων κατά κλάδο και είδος της βιομηχανίας.

Στη κατηγορία Βρώσιμα λίπη και έλαια του κλάδου τροφών και ποτών οι τακτικοί παράμετροι που πρέπει να εξετάζονται είναι: το BOD<sub>5</sub> και το COD, τα αιωρούμενα στερεά, τα λίπη, τα έλαια και το pH ενώ οι συμπληρωματικοί παράμετροι είναι το N, P, τα θειϊκά και τα θειούχα κατά περίπτωση.

- Επίσης σημαντικές οδηγίες εφαρμογής της Υ.Δ. . ΕΙΒ /221/65 αποτελούν και οι εγκύκλιοι του Υπουργείου Υγείας Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων (Υ.Υ.Π. & Κ.Α.) με αρ. ΥΜ/2985/29-5-91 και αριθ. 242/27-1-1992 που αναφέρονται αντίστοιχα στις προϋποθέσεις που απαιτούνται για τη διάθεση των λυμάτων σε επιφανειακούς υδάτινους αποδέκτες στο έδαφος κλπ και στην έγκριση των μελετών επεξεργασίας και διάθεσης των Υ.Α. και τις σχετικές άδειες.
- Σπουδαίο σημείο αναφοράς μέχρι πρότινος στην ελληνική νομοθεσία σχετικά με τα απόβλητα των ελαιοεργείων αποτελούσε η εγκύκλιος του Υ.Π.Π. και Κ.Α. με αριθμό Υ.Μ./5784/23-1-1992, όπως τροποποιήθηκε από την αρ. 4419/23-10-92. Η εγκύκλιος λόγω των προβλημάτων που δημιουργούνται στο περιβάλλον από τη διάθεση των αποβλήτων ελαιοεργείων επισημαίνει ότι:

1. Η επεξεργασία των Υ.Α.Ε. με χημική μέθοδο (εξουδετέρωση με υδράσβεστο και χημική κοκκίδωση) αποτελεί μια μέθοδο μείωσης του οργανικού και χημικού ρυπαντικού φορτίου για χαμηλά ποσοστά. Ακόμη και με πλήρη απόδοση των εγκαταστάσεων δεν προσεγγίζονται τα επιθυμητά επίπεδα όπως προβλέπονται από την Υ.Δ. Ε<sub>1B</sub>/221/65.
  2. Η προαναφερόμενη μέθοδος είναι μια κλασσική και ευρέως διαδεδομένη μέθοδος μείωσης της ρύπανσης πλην όμως υπάρχουν και άλλη παραλλαγή αυτής ή και συμπληρωματικές. Επειδή πρόκειται για επιβαρημένα και δύσκολα στον χειρισμό απόβλητα θα πρέπει η επιλεγόμενη μέθοδος επεξεργασίας πέραν της αποδοτικότητας και λειτουργικότητας να συνδυάζει τεχνικοοικονομική λύση και συμφέρουσα στις μικρές επιχειρήσεις (ελαιοργεία) για αυτό θα πρέπει να γίνουν διάφορες ερευνητικές μελέτες για τη βελτίωση αντιμετώπισης του ζητήματος ανά περιοχή.
  3. Ο τελικός αποδέκτης των επεξεργασμένων αποβλήτων θα καθορίζεται πάντοτε στα πλαίσια των ανωτέρω Υ.Δ., της εγκυκλίου αριθ. οικ. ΥΜ 2985/29-5-91 και απαραίτητα θα λαμβάνονται υπόψη οι τοπικές συνθήκες.
- ii) Η δημοσίευση της ΚΥΑ 145116/8-3-2011 (ΦΕΚ 354 Β΄) “Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις” επιφέρει σημαντικές τροποποιήσεις στη διαχείριση αστικών και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων έτσι ώστε να μπορούν να ανακτηθούν ως νερό με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή τους.
- Κατά συνέπεια οι ιδιοκτήτες υφιστάμενων ελαιοτριβείων οι οποίοι διαθέτουν οριστική άδεια επιφανειακής διάθεσης των επεξεργασμένων υγρών

αποβλήτων σύμφωνα με τις διατάξεις της Υγειονομικής διάταξης Ε1Β /221/1965 θα πρέπει να προσαρμοστούν στη νέα ΚΥΑ.

iii) Διευκρινίσεις για την εφαρμογή της εν λόγω Κ.Υ.Α. (145116/2011) παρέχονται στην με αριθμό 14547/23-6-2011 εγκύκλιο του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής αλλαγής (Υ.ΠΕ.ΚΑ.)

- Θεσπίζονται τέσσερις βασικές δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης των επεξεργαζόμενων υγρών αποβλήτων: (α) άρδευση (β) βιομηχανική χρήση (γ) τροφοδότηση/εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων και (δ) αστική και περιαστική επαναχρησιμοποίηση
- Τίθενται όρια για μικροβιολογικές και συμβατικές παραμέτρους για τις διάφορες μεθόδους επαναχρησιμοποίησης, καθώς και ο αντίστοιχος βαθμός της κατ' ελάχιστον απαιτούμενης επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων (δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία ακολουθούμενη από απολύμανση) και η ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψιών.
- Καθορίζονται:
  - α) οι μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων και στοιχείων,
  - β) τα επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά των προς άρδευση επαναχρησιμοποιούμενων επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων,
  - γ) οι μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ουσιών προτεραιότητας και τοξικότητας σε ανακτημένα υγρά απόβλητα.
- Επίσης με τη νέα ΚΥΑ (145116/2011) καταργείται η μελέτη επεξεργασίας και διάθεσης των υγρών αποβλήτων που προβλέπεται στην ΚΥΑ Ε1Β /221/1965 κατά το μέρος που καλύπτεται από το πεδίο εφαρμογής της νέας ΚΥΑ. Πλέον, εισάγεται η μελέτη σχεδιασμού και εφαρμογής του

προτεινόμενου συστήματος επαναχρησιμοποίησης, που θα κατατίθεται προς έγκριση και έκδοση της άδειας επαναχρησιμοποίησης στη Διεύθυνση Υδάτων της οικείας Αποκεντρωμένης Διοίκησης.

- Οι υφιστάμενες εγκαταστάσεις βιομηχανιών, υποχρεούνται να εξασφαλίσουν τις απαραίτητες άδειες για την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων σύμφωνα και με τους τροποποιημένους όρους που προβλέπονται στην ΚΥΑ 191002/9/9/2013 μέχρι στις 31-12-2014.

iv) Τα προβλήματα που ανακύπτουν για τα υγρά απόβλητα ελαιουργείων και αναζητούν λύση είναι τα παρακάτω:

- Με βάση τον καθορισμό μέτρων, όρων και διαδικασιών της νέας νομοθεσίας για την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και για τη κατηγορία της απεριόριστης άρδευσης σημαίνει ότι τα λιόζουμα ενός τριφασικού ελαιοτριβείου για άρδευση δενδρωδών καλλιεργειών θα πρέπει να έχουν οργανικό φορτίο τέτοιο ώστε ο δείκτης BOD<sub>5</sub> να είναι μικρότερος ή ίσος των 10 mg/lit. Πρακτικά είναι αδύνατη η επίτευξη των τιμών αυτών χωρίς προεπεξεργασία επειδή το ρυπαντικό φορτίο ενός τριφασικού ελαιοτριβείου ανέρχεται σε 9.200 έως 20.000 mg/lit.
- Η διάθεση των αποβλήτων των τριφασικών ελαιοτριβείων δεν μπορεί πλέον να γίνεται σε ρυάκια, χειμάρρους ή στη θάλασσα διότι καταργούνται οι σχετικές άδειες και αντικαθίστανται από τις Άδειες Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) και τις Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (Π.Π.Δ.) που επίσης θέτουν απαγορευτικά όρια.
- Η κατασκευή στεγανών εξατμισοδεξαμενών προϋποθέτει αδειοδότηση από τη Διεύθυνση Υδάτων και συνεπάγεται μεγάλο κόστος.

- Η μετατροπή των τριφασικών ελαιοτριβείων σε διφασική λειτουργία σημαίνει μεγάλο κόστος, ενώ δεν έχει λυθεί το θέμα της απορρόφησης από τα πυρηνελαιουργεία του υδαρούς υπολείμματος που ονομάζεται και ελαιοπυρηνόλυμα, καθώς απαιτούνται βαριά έργα Πολιτικού Μηχανικού για τη κατασκευή δεξαμενών αποθήκευσης.
- Η ύπαρξη αδειοδοτημένου τελικού αποδέκτη για τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα του ελαιοτριβείου αποτελεί ικανή και αναγκαία συνθήκη για τη λειτουργία του ενώ για τη διάθεση απαιτείται:
  - Σύμβαση με πυρηνελαιουργεία τα οποία θα διαθέτουν αφενός άδεια λειτουργίας και αφετέρου απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων στην οποία θα αναφέρεται ότι μπορεί να επεξεργαστεί τριφασικό ή διφασικό ελαιοπυρήνα.
  - Η μεταφορά του ελαιοπυρήνα θα πρέπει να γίνεται με αδειοδοτημένο φορέα σύμφωνα με τις διατάξεις της ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909/Β).

#### 4.3 Περιβαλλοντικά προβλήματα από την λειτουργία πυρηνελαιουργείου “αναφοράς” κοινής χρήσης διφασικής και τριφασικής ελαιοπυρήνας – προτεινόμενοι μέθοδοι προς εργαστηριακή έρευνα

##### 4.3.1 Γενικά

Κατά την εσωτερική διαδικασία παραγωγής του πυρηνελαιουργείου, όπως προαναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα 2.2.3, γίνεται επεξεργασία μίγματος πυρήνων προερχόμενων από ελαιοτριβεία διαφόρων τύπων με μέση σύνθεση, πυρηνελαίου 4,6%, πυρηνόξυλου 40,4% και νερού 55%.

Το συμβατικό πυρηνελαιουργείο, είχε προγραμματίσει την λειτουργία του για επεξεργασία πρώτης ύλης (ελαιοπυρήνα) που να προέρχεται από τριφασικά ελαιοτριβεία με μέση υγρασία 50% με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζει άμεσο περιβαλλοντικό πρόβλημα για την επεξεργασία διφασικού ελαιοπυρήνα υγρασίας 70%.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος με λύση αυτή της μεταβολής θερμοκρασίας εισόδου των καυσαερίων στα ξηραντήρια του ελαιοπυρήνα (να μην υπερβαίνει τους 600°C όταν χρησιμοποιείται νωπός ελαιοπυρήνας με υγρασία έως < 55% ή τους 800°C για χρήση ελαιοπυρήνα με υγρασία  $\geq 65\%$ ) στην πράξη δεν είναι και η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος, επειδή σε αυτές τις θερμοκρασίες (600°C - 800°C) γίνεται μεγαλύτερη έκλυση ποσότητας υδρατμών και οσμηρών ενώσεων μέσω των απαερίων των ξηραντηρίων στην ατμόσφαιρα.

Στο πυρηνελαιουργείο «αναφοράς» η πλευρά των υγρών αποβλήτων (ΥΑ) αντιμετωπίζεται:

- με τη διάθεση του μεγαλύτερου όγκου υγρών αποβλήτων (καθαρά νερά ψύξης) στον Σπερχειό ποταμό,
- με υπεδάφια διάθεση του λοιπού όγκου ΥΑ αφού προηγηθεί η επεξεργασία τους στην ΜΕΑ.

Η νέα ΚΥΑ 145116/8-3-2011 όπως τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ 191002/9-9-2013, απαιτεί έκδοση άδειας επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων Υ.Α. και επιβάλλει υψηλή καθαρότητα στην ποιότητα του νερού τόσο για τη διάθεση σε δημόσιο αποδέκτη όσο και στο υπέδαφος για τον εμπλουτισμό του υδροφορέα. Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων νερού προέλευσης υδροληψίας από την όχθη του ποταμού Σπερχειού κατά περιόδους, διαπιστώθηκε ότι τα όρια

συμφωνούν με τις απαιτήσεις της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ όπως τροποποιήθηκε από την 98/15/ΕΚ. Τα νερά του αποδέκτη μετά τη ζώνη ανάμειξης με τα υγρά απόβλητα έχουν χαρακτηριστικά που πληρούν τις προϋποθέσεις των περιβαλλοντικών όρων.

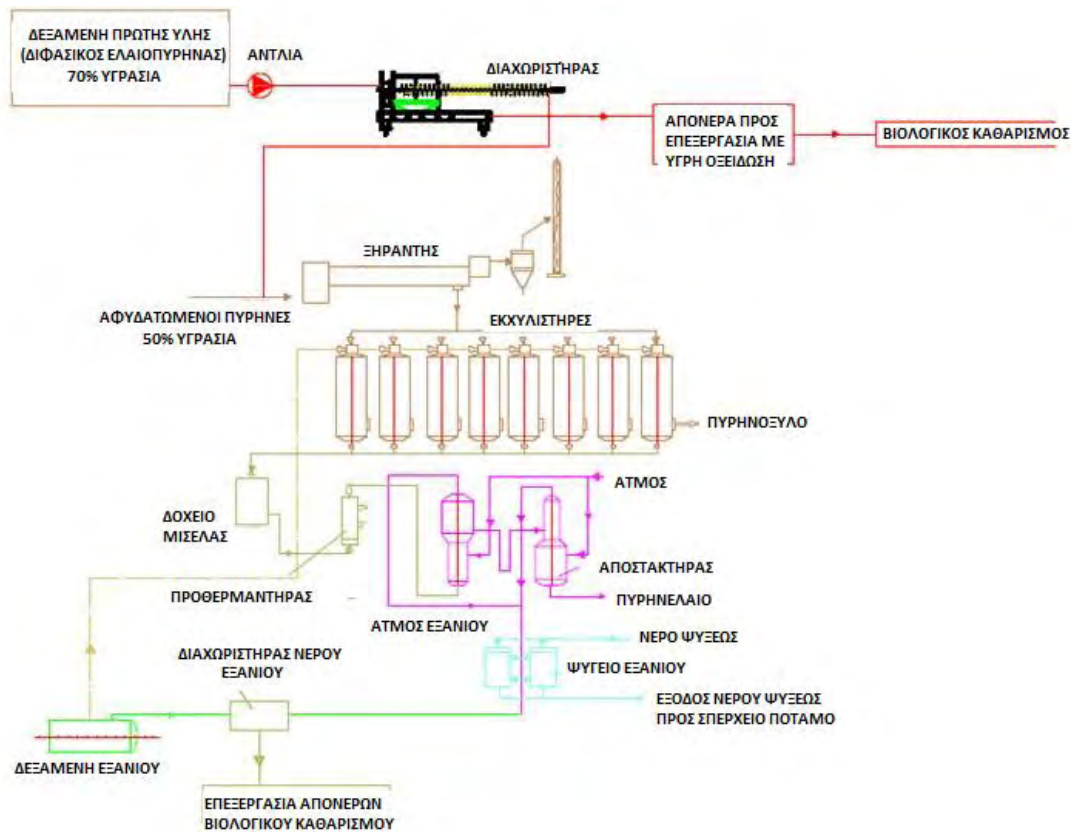
Η ποσότητα των υγρών αποβλήτων της υπεδάφιας διάθεσης ανέρχεται σε 2 – 2,5 m<sup>3</sup>/h με φορτίο 2.500 ppm BOD<sub>5</sub> και η αντιμετώπισή του πραγματοποιείται σε συμβατική εγκατάσταση με αερόβιο βιολογικό καθαρισμό. Σύμφωνα με τις διατάξεις των πιο πάνω αναφερόμενων Κ.Υ.Α. οι εγκαταστάσεις θα πρέπει να προσαρμοσθούν ανάλογα για την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων καθώς είναι απαγορευτική πλέον η υπεδάφια διάθεσή τους. Η τυχόν βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας με σύγχρονο εξοπλισμό και επικαιροποίηση των χρησιμοποιούμενων ποσοτήτων νερού (αύξηση σε 8.000 m<sup>3</sup>/ημέρα αντί 1.836 m<sup>3</sup>/ημέρα), θα αποτελέσει αντικείμενο μελέτης τόσο των εγκαταστάσεων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων όσο και των σημείων άντλησης και επιστροφής νερού στο Σπερχειό ποταμό.

Η αλλαγή – αύξηση της υγρασίας στην πρώτη ύλη (διφασική ελαιοπυρήνα) επιβάλλει την προσαρμογή της παραγωγικής διαδικασίας σε απαιτήσεις που καθορίζονται κυρίως από: i) ενεργειακό – λειτουργικό κόστος ii) περιβαλλοντικό αποτέλεσμα.

Ειδικότερα ένας (1) τόνος διφασικού ελαιοπυρήνα περιέχει σχεδόν διπλάσια υγρασία από ένα (1) τόνο τριφασικού ελαιοπυρήνα.

Στο Σχήμα 4.1 παρουσιάζεται το νέο προτεινόμενο διάγραμμα παραγωγικής διαδικασίας του πυρηνελαιουργείου αναφοράς της ενότητας του Κεφαλαίου 2.2.3.





**Σχήμα 4.1:** Προτεινόμενο διάγραμμα παραγωγικής διαδικασίας του πυρηνελαιουργείου “αναφοράς”

Για την αφαίρεση της υγρασίας του διφασικού ελαιοπυρήνα επιδιώκεται η χρησιμοποίηση μηχανικής πρέσας. Το απόβλητο από την αφυδάτωση του ελαιοπυρήνα από 70% σε 50% περιέχει υψηλό οργανικό και ανόργανο περιεχόμενο το οποίο είναι δύσκολο στη διαχείρισή του, ενώ απαγορεύεται η απευθείας διάθεση σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού με αποτέλεσμα να απαιτείται προηγούμενη επεξεργασία του.

Το νέο βελτιωμένο διάγραμμα παραγωγικής διαδικασίας πυρηνελαιουργείου (Σχ. 4.1) περιλαμβάνει επιπλέον:

- Δεξαμενή αποθήκευσης διφασικού ελαιοπυρήνα ανάλογης χωρητικότητας.

- Αντλία-όδευση ελαιοπυρήνα από την δεξαμενή προς τη μηχανική πρέσα (διαχωριστήρα).
- Εγκατάσταση προεπεξεργασίας υγρών αποβλήτων διφασικού ελαιοπυρήνα πριν τον βιολογικό καθαρισμό με τεχνική την εφαρμογή «υγρής οξείδωσης».

#### 4.3.2. Υγρή οξείδωση (wet oxidation)

Μία από τις βασικές νεότερες μεθόδους χημικής οξείδωσης (Advanced oxidation process AOPs) για τα OMWW είναι αυτή της υγρής οξείδωσης. Η διαδικασία λαμβάνει χώρα σε συνθήκες αυξανόμενης πίεσης (10-220 bar) και θερμοκρασίας (120-330°C).

Αυξάνοντας την πίεση αυξάνεται και η θερμοκρασία η οποία οδηγεί σε ένα αυξανόμενο βαθμό οξείδωσης. Με την εκτεταμένη μετατροπή υλικού, μόνο τα ανόργανα τελικά στάδια CO<sub>2</sub> και νερού (και πιθανώς, άλλα οξείδια) έχουν απομείνει. Εκτός από οξυγόνο, παράγωγα οξυγόνου χρησιμοποιούνται επίσης έτσι ώστε και τα δύσκολα αποικοδομήσιμα συστατικά από τα απόνερα να μπορέσουν να καταστραφούν. Πιθανά οξειδωτικά μέσα είναι το όζον (O<sub>3</sub>), ή το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) προαιρετικά σε συνδυασμό με UV.

Συστήματα υγρής οξείδωσης με H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> έχουν περιγραφεί από τους Chakchouk *et al.* (1994). Μελέτησαν την υγρή οξείδωση και την επακόλουθη βιοδιάσπαση των απόνερων και ανέφεραν ότι η κακή βιοαποικοδομησιμότητα από τα απόνερα, (κυρίως λόγω της παρουσίας των πολυφαινολών και ταννινών) βελτιώθηκε σημαντικά μετά από την υγρή προκατεργασία οξείδωσης καθώς το οξειδωμένο μίγμα μπορούσε να βιοδιασπαστεί υπό αερόβιες συνθήκες πιο εύκολα.

Οι *Mantzavinos et al.* (1996a) μελέτησαν την υγρή οξείδωση ρ-κουμαρικό οξύ – ένα από τα βιολογικά απείθαρχα οξέα των φαινολικών ενώσεων που υπάρχουν στα απόβραστα και προσδιόρισαν τον σχηματισμό ενδιάμεσων αντιδράσεων και την εξέλιξη τους με τη πάροδο του χρόνου (Niaounakis and Halvadakis 2006).

Η υγρή οξείδωση καθίσταται κατάλληλη σαν προεπεξεργασία στα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων καθώς η βιοαποικοδομησιμότητα των OMWW βελτιώνεται σημαντικά κάτω από τις μετέπειτα αερόβιες συνθήκες που υποβάλλονται.

Ένα κύριο μειονέκτημα της υγρής μεθόδου οξείδωσης είναι ο μεγάλος χρόνος αντίδρασης που απαιτείται για μια αποτελεσματική οξείδωση ενώ σύμφωνα με τις οικολογικές πτυχές πρέπει να αντιμετωπιστεί με σκέψη λαμβάνοντας υπόψη τις ισχυρές εκπομπές στον αέρα και την ενεργειακή ζήτηση.

#### 4.3.3 Υγρή οξείδωση αέρα (wet air oxidation)

Υγρή οξείδωση αέρα των PCBs και των υδάτινων αποβλήτων έχει αναπτυχθεί από την Zimpro Inc, Rothschild, Wisconsin. Η Zimpro είναι θυγατρική της ENSCO. Η αρχή λειτουργίας της διεργασίας είναι παρόμοια με εκείνη της οξείδωσης υπερκρίσιμου ύδατος.

Η πίεση ρυθμίζεται με την αυτογενή πίεση του νερού στη θερμοκρασία λειτουργίας, οι οποίες συνθήκες είναι από 300 έως 3.000 psi και μεταξύ 175°C και 320°C. Η μέθοδος απευθύνεται κυρίως στην επεξεργασία υδατικών αποβλήτων τα οποία είναι είτε πολύ αραιά για αποτέφρωση ή είναι τοξικά για συστήματα βιολογικής επεξεργασίας. Εάν η χημική ζήτηση οξυγόνου (COD), είναι μεγαλύτερη από 10 έως 15 g/l, το εξώθερμο από τις αντιδράσεις οξείδωσης

είναι επαρκές για να διατηρηθεί η αντίδραση, ενώ η αποτέφρωση δεν πετυχαίνει συνήθως επάρκεια ενέργειας μέχρι το COD των αποβλήτων να φτάσει 300-500 g/l, ανάλογα με τη θερμοκρασία.

Χλωριωμένες αρωματικές ενώσεις που περιέχουν μη αλογονούχες λειτουργικές ομάδες όπως φαινόλες και ανιλίνες είναι σχετικά εύκολο να οξειδωθούν με τα chloroben-zenes ή τα PCB. Η Zimbro αξιολογεί συνεπώς τη χρήση των ομογενών καταλυτών για την αύξηση της αποτελεσματικότητας της καταστροφής οργανικά πυρίμαχων.

Η διαδικασία Wetox είναι παρόμοια στην τεχνολογία με την Zimpro. Έχει αναπτυχθεί από το Ontario Research Foundation και ελέγχεται από την Wet Com Engineering Ltd, Τορόντο, Οντάριο. Μία 25 grpm πλήρους κλίμακας μονάδα έχει τεθεί σε επιτυχή λειτουργία σε ένα εργοστάσιο χημικών.

Η διαδικασία Wetox μειώνει το COD της τροφοδοσίας των αποβλήτων κατά 75 έως 95% και δίνει προϊόντα χαμηλού μοριακού βάρους επιπρόσθετα του διοξειδίου του άνθρακα. Η χρησιμότητα της για την οξείδωση των PCB δεν έχει αναφερθεί (Pfafflin & Ziegler 2006).

Γενικά συμπεράσματα για την υγρή οξείδωση:

- Είναι οξείδωση οργανικών και ανόργανων ουσιών σε υδατικά διαλύματα ή αιωρήματα με οξειδωτικό μέσο το οξυγόνο (καθαρό ή από αέρα), σε υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις.
- Τελείται σε αυτόκλειστα (autoclaves) και συνίσταται για απόβλητα πολύ αραιά για αποτέφρωση και πολύ πυκνά για βιολογικό καθαρισμό. Επεξεργάσιμο φορτίο της τάξης 10-80 kg/m<sup>3</sup>.
- Αρχή διεργασίας:

- επαύξηση της επαφής μεταξύ του μοριακού οξυγόνου και της προς οξείδωση ύλης, καθώς η υψηλή πίεση οδηγεί σε αυξημένη συγκέντρωση οξυγόνου διαλυμένου στην υγρή φάση, όπου τελείται η δράση και λόγω της υψηλής θερμοκρασίας ο ρύπος μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό.
- Τυπικές συνθήκες:
  - Θερμοκρασία 180- 300°C
  - Πίεση 20-200 bar
  - Χρόνος παραμονής αποβλήτου 1 ώρα
  - Αποδόσεις ως προς COD μεταξύ 75 και 90%
- Μπορεί να λειτουργήσει και σε ήπιες συνθήκες, οπότε οδηγεί την οξείδωση προς ενδιάμεσα προϊόντα.

Δεν επιτυγχάνεται αισθητή μείωση της ρύπανσης σε όρους COD, πλην όμως οι ρύποι μετατρέπονται προς απλούστερες ενώσεις, ενδεχομένως – συνήθως – βιοαποικοδομήσιμες, οπότε λειτουργεί σαν πρώτο στάδιο επεξεργασίας πριν τον βιολογικό καθαρισμό. Λόγω του εξώθερμου των οξειδώσεων είναι ενεργειακά αυτόνομη διεργασία.

- Διακρίνεται σε:
  - Υποκρίσιμη υγρή οξείδωση (wet air oxidation – WAO) όταν λειτουργεί σε συνθήκες ηπιότερες από το κρίσιμο σημείο του νερού (374,2°C και 221 bar) οπότε έχουμε δύο φάσεις.
  - Υπερκρίσιμη υγρή οξείδωση (supercritical wet oxidation – SCWO) συνήθως σε 400- 650 °C και 250- 350 bar οπότε έχουμε μία φάση (Γρηγοροπούλου 2005).

- Η χρήση άλλων οξειδωτικών (όζοντος, υπεροξειδίου του  $H_2$ ) με την προσθήκη καταλύτη επιτρέπει τη λειτουργία σε ηπιότερες συνθήκες με υψηλούς βαθμούς απόδοσης (Niaounakis & Halvadakis 2006).

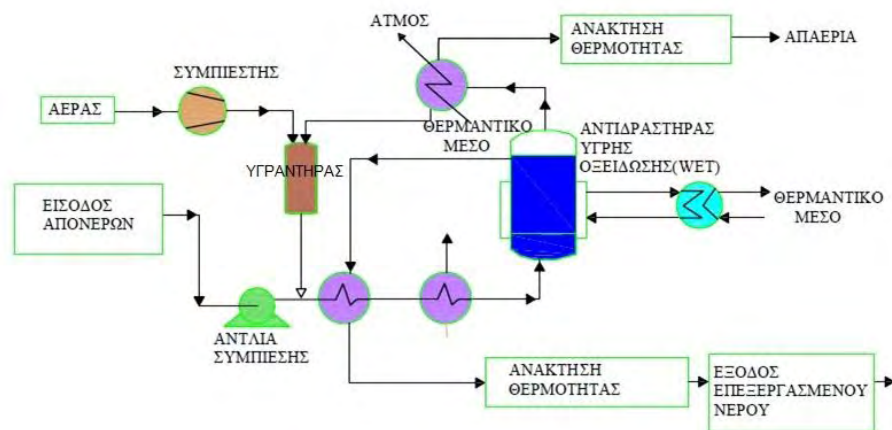
#### 4.3.4. Προτεινόμενη μέθοδος προεπεξεργασίας ΥΑΕ μονάδος πυρηνελαιουργείου

Για την προεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων του διφασικού ελαιοπυρήνα (υγρασίας 70%) με την τεχνική της «υγρής οξείδωσης» πριν το βιολογικό καθαρισμό και με δεδομένο τον σχεδιασμό μονάδας πυρηνελαιουργείου για παραλαβή 500 tn/ημέρα, προκύπτουν τα εξής στοιχεία:

- Η περιεχόμενη υγρασία του διφασικού ελαιοπυρήνα είναι σε ποσότητα  $(500 \times 70\%)$  350 tn/ημέρα, η δε υπόλοιπη ποσότητα των 150 tn/ημέρα είναι ξηρή φάση.
- Η μείωση της υγρασίας του ελαιοπυρήνα από 70% σε 50% απαιτεί μηχανική αφύγρανση σε ποσότητα 200 tn/ημέρα ενώ παραμένουν στον ελαιοπυρήνα ποσότητες 150 τόνοι υγρασίας και 150 τόνοι ξηρή φάση.
- Η περιεχόμενη ρύπανση του αποβλήτου αφυδάτωσης εκτιμάται σε 70 ppm  $BOD_5$  (70 kg/m<sup>3</sup>).
- Η ποσότητα ρύπανσης προς επεξεργασία είναι  $70 \text{ (kg/m}^3\text{)} \times 200 \text{ m}^3\text{/ημέρα} = 14.000 \text{ kg/ημέρα}$ .
- Το ημερήσιο ρυπαντικό φορτίο προς επεξεργασία ισοδυναμεί με μια πόλη 200.000 κατοίκων.
- Η αριθμητική επιλογή μεθόδου: Εφαρμογή υγρής αέριας οξείδωσης (Wet air oxidation).

Η μέθοδος που προτείνεται εφαρμόζεται σε αυτόκλειστο δοχείο. Το υγρό θερμαίνεται στους 250°C και συμπιέζεται σε πίεση 20 bar. Ταυτόχρονα προστίθεται και αέριο οξυγόνο ώστε να ικανοποιείται η αντίδραση της οξείδωσης των οργανικών ενώσεων προς τον σχηματισμό CO<sub>2</sub>. Ο απαιτούμενος μέγιστος χρόνος αντίδρασης ανέρχεται σε 180 min. Μετά την ολοκλήρωση της οξείδωσης το αυτόκλειστο εκτονώνεται σε 12 bars και τα αέρια διέρχονται από την εγκατάσταση απόσμισης. Το υγρό υπόστρωμα αφαιρείται με αντλία και οδηγείται σε συμβατική εγκατάσταση επεξεργασίας απόνερων δια την ολοκλήρωση του απαιτούμενου βαθμού επεξεργασίας.

Στο Σχήμα 4.2 παρουσιάζεται το προτεινόμενο τυπικό συνεχές σύστημα υγρής οξείδωσης προεπεξεργασίας των Υ.Α.Ε. πριν τον βιολογικό καθαρισμό. (Shammas *et al.* 2004).



**Σχήμα 4.2:** Προτεινόμενο τυπικό συνεχές σύστημα υγρής οξείδωσης για την προεπεξεργασία Υ.Α.Ε. πριν τον βιολογικό καθαρισμό

#### 4.4 Προτάσεις

Με την παρούσα εργασία ως αποτέλεσμα της μελέτης της παραγωγικής διαδικασίας του συμβατικού πυρηνελαιουργείου “αναφοράς”, προτείνεται

περαιτέρω έρευνα για μελλοντική εργασία στα πλαίσια των “βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών και μείωσης βιομηχανικών αποβλήτων” στα εξής σημεία:

- Δημιουργία ξεχωριστής αποθήκης για τη συγκέντρωση ελαιοπυρήνα που προέρχεται από διφασικά ελαιοτριβεία και όδυσή του με αντλία προς αφυδάτωση (αφαίρεση με μηχανική συμπίεση) του διφασικού ελαιοπυρήνα από 70% σε 50% υγρασία και στη συνέχεια να αναμειχθεί με τους άλλους ελαιοπυρήνες για τα ξηραντήρια,
- Εγκατάσταση προεπεξεργασίας υγρών αποβλήτων του διφασικού ελαιοπυρήνα – στη περίπτωση μηχανικής αφύγρανσης από 70% σε 50% – πριν το βιολογικό καθαρισμό με προτεινόμενη μέθοδο της υγρής οξείδωσης που αναφέρεται στην παρούσα εργασία.
- Βελτιστοποίηση στα συστήματα των ατμοσφαιρικών εκπομπών στις περιπτώσεις επεξεργασίας ελαιοπυρήνων με υγρασία > 55% με:
  - συστήματα αφύγρανσης των απαερίων από το τμήμα ξήρανσης μετά τους κυκλώνες,
  - την εγκατάσταση μονάδας συμπύκνωσης υδρατμών και
  - τη τοποθέτηση κατάλληλων βιοφιλτρων πριν την έξοδο των απαερίων στην ατμόσφαιρα για την εξάλειψη οσμηρών ενώσεων.
- Προσαρμογή – βελτίωση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων (βιολογικού καθαρισμού) για τη συμμόρφωση με τις διατάξεις της ΚΥΑ 145116/02-02-2011 όπως αυτή τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ 191002/09-09-2013 για τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aggelis G., Iconomou D., Christou M., Bokas D., Kotzailias, Christou G., Tsagou V. & Papanikolaou S. (2003) Phelalic removal in a model olive oil mill wastewater using *Pleorotus astreatus* in bioreactor cultures and biological evaluation of the process, *Water Research*, 37:3897-3904

Agrosynergie (2009) Evaluation des instruments du secteur oleicode dans le cadre de La PAC – November 2009

Aktas, E.S., Impre S. & Ersoy L. (2001) TECHNICAL NOTE – CHARACTERIZATION and lime treatment of olive mill wastewater. *Water Research*, 35(9):2336-2340

Albarran A., Celis R., Hermosin M.C., Lopez-Pineiro A., Cornejo J. (2004) Behaviour of simazine in soil amended with the final residue of the olive oil extraction process. *Chemosphere*, 54:717-724

Aragon, J.M., Maria, C., and Palancar, M.C. (2000) Results of the Projects IMPROLIVE & IMPROLIVE-2000.

Arjona, R., Garcia A., Ollero P. (1999) The drying of alpeorujo, a waste product of olive oil industry. *Journal of Food Engineering*, 41:229-234

Arjona R., Garcia A. Ollero P. & Vidal F.B. (2005) Automation of an olive waste industrial rotary dryer. *Journal of Food Engineering*, 68:239-247

Azbar, N., Bayram, A., Filibeli, A., Muezzinoglu, A., Senqul, F., Ozer, A. (2004) A Review of waste Management options in olive oil Production. *Critical Reviews in Enviromental Science and Technology*, 34:209-247

Balis C., Chatzipavlidis & Flouri F. (1996) Olive Mill Waste as a substrate for Nitrogen Fixation. *International Biodereration & Biodegradation*, 169-178

Barja R., Martin A., Alonso V., Garcia I., & Banks C.J. (1995) Influence of Different Aerobic Pretreatments on the Kinetics of Anaerobic Digestion of Olive Mill Wastewater. *Water Research*, 29(2):489-495

Borja R., Martin A., Alonso V., Garcia I., Banks C.J. (1995) Influence of different aerobic pretreatments on the kinetics of anaerobic digestion of olive mill wastewater. *Water Research*, 19:489-495

Borja R., Rincon B., Raposo F., Alba J., Martin A. (2002) A study of anaerobic digestibility of two-phases olive mill solid waste (OMSW) at mesophilic temperature. *Process Biochemistry*, 38:733-742

Borja R., Rincon B., Raposo F., Alba J., Martin A. (2003) Kinetics of mesophilic anaerobic digestion of the two-phase olive mill solid waste. *Biochemical Engineering Journal*, 15(2):139-145

Borja R., Rincon B., Raposo F. (2006) Anaerobic biodegradation of two-phase olive mill solid wastes and liquid effluents: kinetic studies and process performance. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 81:1450-1462

Boskou, D. (1996) In: Boskou D (ed) History and characteristics of the olive tree. *Olive oil: Chemistry and technology* AOCS Press Champaign. Illinois, p 1-11

Boucid O., Navarro D., Roche M., Asther M., Haon M., Delattre M., Lorquin J., Labat M., Asther M., Lesage-Meessen L. (2005) Fungal enzymes as a powerful tool to release simple phenolic compounds from olive oil by-product. *Process Biochemistry* 40:1855-1862.

Cabrera F., Lopez R., Martinez- Bordiu A., Dupuy de Lome E. & Murillo J.M. (1996) Land Treatment of Olive oil Mill Wastewater. *International Biodereration & Biodegradation*, p 215-225

Cardoso S.M., Coimbra M.A., Lopes da Silva J.A. (2003) Calcium-mediated gelation of an olive pomace pectic extract. *Carbohydrate polymers* 52:125-133.

Cayuela M.L. (2004). *Produccion Industrial de compost ecologico a partir de residuos de almazara*. Ph. D. Thesis, Universite of Murcia, Spain.

Cegarra J., Amor J.B., Gonzalez J., Bernal M.P., Roig A. (2000) Characteristics of a new solid olive-mill-by-product (alperujo) and its suitability for composting. In: Warman P.R., Taylor B.R. (Eds.), *Proceedings of the International Composting Symposium ICS\_99*, 1.CBA Press Inc., pp 124–140.

Chakchouk, M., Hamdi, M., Foussard, J.N., Debellefoufain, H., (1994) Complete treatment of olive mill wastewaters by a wet air oxidation process coupled with a biological Step. *Environ. Technol.*, vol. 15, No 5, pp 323-332

Cox L., Celis R., Hermosin M.C, Becker A. & Cornejo J. (1997) Porosity and herbicide leaching in soils amended with olive-mill wastewater. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 65:151-161

Cox L., Hermosin M.C., Cornejo J. (2004) Influence of organic amendments on sorption and dissipation of imidacloprid in soil. *International Journal of Environmental and Analytical Chemistry* 84:95-102.

Di Giovacchino, L., Maskolo, A., & Seghetti, L. (1988) Sulle caratteristiche delle acque di vegetazione delle olive. Nota II. On the characteristics of oil mills effluents. Note II Riv.ital. Sostanze Grasse, 65 (Ixxv), p 481-488 (in Italian).

Ehaliotis C., Papadopoulou K., Kotsou M., Mari I. & Balis C. (1999) Adaptation and population dynamics of *Azotobacter vinelandii* during aerobic biological treatment of olive-mill wastewater FEMS Microbiology Ecology 30:301-311

El- Sheikh A.H., Newman A.P., Al Daffae H.K., Phull S. & Cresswell N. (2004) Characterization of activated carbon prepared from a single cultivar of Jordanian Olive stones by chemical and physicochemical techniques. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 71:151-164

EUROSTAT (2007) Utilisation des sols: Nombre d' exploitations agricoles et superficies de différentes cultures selon la taille de l'exploitation en SAU et par region

Fadiloglu, S., Ciftci, O.N. and Gogus, F., (2003). Reduction of free fatty acid content of olive – pomace oil by enzymatic glycerolysis, Food Science and Technology International, 9, p 11-15

Fernandez-Bolanos J., Rodriguez G., Rodriguez R., Heredia A., Guillen R., Jimenez A. (2002) Production in large quantities of highly purified hydroxytyrosol from liquid-solid waste of the two-phase olive oil processing or 'alperujo'. J. Agric Food Chem, 50:6804-6811.

Filippi C., Bedini S., Levi-Minzi R., Cardelli R., Saviozzi A. (2002) Composting of olive oil mill by-products: Chemical and microbiological evaluations. Compost Science and Utilization, 10(1):63-71

Fountoulakis M.S., Dokianakis S.N., Kornaros M.E., Aggelis G.G. & Lyderatos G. (2002) Removal of phenolics in olive mill wastewaters using the white-rot fungus *Pleurotus ostreatus*. Water Research, 36: 4735-4744

Galli E., Pasetti L., Fiorelli F. & Tomati U. (1997) Olive -Mill Wastewater Composting: Microbiological Aspects. Waste Management and Research, 15:323-330

Gavala H.N., Skiadas I.V., Ahring B.K., Lyberatos G. (2005) Potential for biohydrogen and methane production from olive pulp. Wat. Sci. Tech 52 (1-2), 209-215.

Georgakakis, D., Dalis, D., (1993) Controlled anaerobic digestion of settled olive- oil wastewater Bioresource Technology, Vol.46, No3, p 221-226

Hamdi, M., (1992) Toxicity and Biodegradability of olive Mill Wastewater in Batch

Hamdi, M., (1993b) Thermoacidic precipitation of darkly colored polyphenols of oil mill wastewaters. Environ, Technol., 14(5), p 495-500

Hamdi M. (1996) Review – Anaerobic Digestion of Olive Mill Wastewaters. *Process Biochemistry* 31(2):105-110

Hamdi M., Garcia J.L., Ellouz. R. (1992c) Integrated biological process for olive oil mill wastewater treatment anaerobic digestion. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 37, p 155-163 *Bioprocess Eng.*, 8(1-2), p 79-84

Heredia Moreno A. & Fernandez-Bolanos Guzman J. (1985) Celulassas en aceitunaas y su possible influencia en los cambios de textura. II. Actividad celulolitica en la veriedad Hojiblanco *Grasas y Aceites*, 36:130-133

Hutiris N., Kapellakis I.E., La Roij de R., Tsagarakis K.P. (2004) The potential use of olive mill sludge in sodification process *Resources. Conservation & Recycling*, 40:129-139

IMPEL (2003) IMPEL Olive Oil Project Report. European Union Network for the implementation and enforcement of Environmental Law. Available from: [http://europa.eu.int/comm/environment/impel/olive\\_oil\\_project.htm](http://europa.eu.int/comm/environment/impel/olive_oil_project.htm).

IOC (2010) International oliveoil Coounsil (IOC) .Business strategies in the olive oil sector and their impact on the value chain, Alicia Langreo Navarro, 2010 <http://www.internationaloliveoil.org>

Israilides C.J., Vlyssides A.G., Mourafeti V.N., & Karvouni G. (1997) Olive Oil Wastewater Treatment with the Use of an Electrolysis System. *Bioresource Technology*, 61:163-170

Isralides C., Vlyssides A., Galia tsatou P., Iconomou D., Arapoglou D., Gristopoulou N., and Bocari M. (2005) Methods of intergrated management of olive oil mill Waste water (OMW) in the framework of the E.U. Enviromental quality standards (EQS)

Kapellakis, I.E., Tsagarakis, K.P.,and Crowther, I.C. (2007) Olive oil history, Production and by-product management. *Review in Enviromental Siences and Biotechnology*

Kotsou M., Mari L, Lasaridi K., Chatzipavlidis L., Balis C. & Kyriacou A. (2004) The effect of olive mill wastewater (OMW) on soil microbial communities and suppressiveness against *Rhizoctonia soloni*. *Applied soil Ecology*, 26:113-121

Komilis D.P., Karatzas E. Halavadakis C.P. (2004) The effect of olive mill wastewater on seed germination after various pretreatment techniques. *Journal of Environmental Management*, 74(4):339-346

Koutrouli E.C., Gavala H.N., Skiadas I.V., Lyberatos G., 2006. Mesophilic biohydrogen production from olive pulp. *Process Safety and Environmental Protection*, 84(B4):285-289

Loukas, M., and Krimbas, C.M., (1983) History of olive cultivars based on their genetic distances, *J Hort Sci*, 58, p 121

Lousser R. & Brousse G. (1978) *Agricoles et Productions Mediterraneennes*, In: L' Olivier, edited by G.P. Maisonneuve and Larose, pp 11-28

Lyberatos G., Skiadas I.V. (1999) Modeling of anaerobic digestion: A review. *Global Nest: the International Journal*, 1(2):63-76

Madejon E., Galli E. and Tommati U. (1998) Composting of wastes produced by Low water consuming olive mill technology. *Agrochemical*, 42, p 135-146.

Mantzavinos, D., Hellenbrand, R., Metcalfe, I.S., Livingston, A.G., (1996a) Partial wet oxidation of p-commaric acid: oxidation intermediates, reaction pathways and implications for wastewater treatment. *Water Research*, Vol.30 Issue 12, p 2969-2976.

Mantzavinos D., Kalogerakis N. (2005) Treatment of olive-mill effluents. Part I. Organic matter degradation by chemical and biological processes – an overview. *Environment International*, 31:289-295

Masghouni, M., and Hassairi, M., (2000) Energy applications of olive oil industry by-products: I. The exhaust foot cake, *Biomass and Bioenergy*, 18:257-262

Minquez – Mosquera, M.J., Gadul – Rojag B. & Gallardo – Guerrero L. (1994) Measurement of Chlorophyllase activity in olive fruit (*olea europaea*). *Journal of Biochemistry*, 116:236-268

Molina Alcaide, E. and Netzaoui, A. (1996) Recycling of olive oil by products: Possibilities of utilization in animal nutrition. *International Biodeterioration and Biodeterioration and Biodegradation*, 38(3-4):227-235

Nefzaoui, A., Hellings, Ph., Vanbelle, M. (1983) Ensiling olive pulp with ammonia : effects on voluntary intake and digestibility measured by sheep, 34<sup>th</sup> Annual Meeting of the EAAP Study commission, Madrid

Niaounakis, M., and Halvadakis, C.P. ( 2006) Olive processing Waste management: Literature Review and Patent Survey, Waste management series 5, Second edition, Elsevier, p 1-221

Obied, H.K., Allen M.S., Bedgood D.R., Prenzler P.D., Robards K., Stockmann, R. (2005) Bioactivity and analysis of biophenols recovered from olive mill waste. *J. Agric. Food chem.*, 53(4), p 823-837

Ordóñez R., Gonzalez P., Giraldez J.V., Garcia-Ortiz A. (1999) Efecto de la enmienda con alperujo sobre los principales nutrientes de un suelo agrícola. In: Muñoz- Carpena, R., Ritter, A., Tascou, C. (Eds), *E studios de la Zona no Saturada*. ISBN 84-699-1258-5

Pagnanelli F., Toro L., Veglio F. (2002) Olive mill solid residues as heavy metal sorbent material: a preliminary study. *Waste Management* 22:901-907

- Pagnanelli, F., Mainelli, Sara., Toro, L., and Veglio, F. (2003) Heavy metal removal by olive panace: biosorbent characterization and equilibrium modelling, *chemical Engineering Science*, 58, p 4709-4717
- Paraskeva, P., and Diamadopoulos, E. (2006) Technologies for olive mill Wastewater (OMW) treatment: a review, *J., Chemical Technology and Biotechnology*, 81, p 1475-1485
- Piotrowska A. Iamarino G., Rao M.A. & Gian freda L. (2005) Short – term effects of olive-mill waste water (OMW) on chemical and biochemical properties of a semiarid Mediterranean soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 1-11. ARTICLE IN PRESS
- Rivas F.J., Gimeno O., Portela J.R., De la Ossa E.M. & Beltran F.J. (2001b) Supercritical Water Oxidation of Oil Mill Waste water. *Industrial & Engineering Chemistry Research* 40:3670-3674
- Rivas F.J., Beltran F.J., Gimeno O. & Acedo B. (2001c) Wet Air Oxidation of Wastewater From Olive Oil Mills. *Chemical Engineering & Technology*, 24:415-421
- Roig, A., Cayuela, M.L., Sanchez –Monedero, M.A. (2006) An overview on olive mill wastes and their valorization methods, *Waste Management*, vol. 26, No 9, pp 960-969
- Rozzi, A., and Malpei, F. (1996) Treatment and disposal of olive will effuents, *International Biodeterioration & Biodegradation* (1996), Elsevier, 38 (3-4), p 135-144
- Sarika R., Kalogerakis N., Mantzavinos D. (2005) Treatment of olive mill effluents, Part II: Complete removal of solids by direct flocculation with polyelectrolytes. *Environ Int* 31, p 297-304
- Shammas,N.,Hung,L.,Wang,L. (2004) Physicochemical treatment processes Lawrence HUMANA PRESS, pp 701-702
- Siera, J., Marti, E., Moutserrat, G., Cruanas, R., Garau, M.A. (2001) Characterisation and evolution of a soil attacted by olive mill wastewater disposal. *The science of the Total Enviroment*, 279, p 207-214
- Siracusa G., La Rosa A.D., Siracusa V., Trovato M. (2001). Eco- compatible use of olive husk as filler in thermoplastic composites, *Journal of Polymers and the Environment*, 9, 4, p 157-161
- Skiadas I.V., Gavala H.N., Lyberatos G. (2000) Modeling of the periodic anaerobic baffled reactor (PABR) based on the retaining factor concept. *Wat. Res.* 34 (15), 3725-3736
- Thompson R.B., Nogales R. (1999) Nitrogen and cardon mineralization in soil of vermi-composted and unprocessed dry olive cake ( orujo seco) produced from two-stage centrifugation for olive oil extration. *Journal of Environmental Science and Health*, B 34:917-928

Tsimidou M., Papadopoulos G., Boskou D. (1992) Phenolic compounds and stability of virgin olive oil – part I. Food Chemistry

Tsioulpas A., Dimou D., Ikonou D. Aggelis G. (2002) Phenolic removal in olive oil mill waste water by strains of *Pleurotus* spp. In respect to their phenol oxidase (laccase) activity. Bioresource Technology, 84:251-257

Tsonis, S.P., and Grigoropoulos, S.G., (1993). Anaerobic treatability of olive mill wastewater. Water Sci. Technol. 28(2), p.35-44

Vlyssides A.G., Bourranis D.L., Loizidou M. & Karvouni G. (1996) Study of a Demonstration Plant for the Co. Composting of Olive-Oil. Processing waste water and solid Residue. Bioresource Technology, 56:187-193

Vlyssides A.G., Iaconidou K. (2003) Olive oil production in Greece. Cordoba, Spain: EU IMPEL Olive Oil Workshop

Vlyssides A.G., Loizides M., Karlis P.K. (2004) Integrated strategic approach for reusing olive oil extraction by-products. Journal of Cleaner Production 12Q603-611

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αϊβαζίδης, Α. (2000) Τεχνολογία και διαχείριση υγρών αποβλήτων II, Δημοκρίτειο Παν/μιο Θράκης

Βαβουράκη Α. (2010) Ανάπτυξη ολοκληρωμένης πολιτικής για τη διαχείριση αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων με στόχο τη μεγιστοποίηση της ανάκτησης υλικών και ενέργειας. Προκαταρκτική μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Πανεπιστήμιο Πατρών, Πρόγραμμα LIFE08 ENV/GR/00057-8

Βολικάκη, Χ., (2008) Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών και στερεών αποβλήτων ελαιοτριβείων. Μεταπτυχιακή εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης Χανιά, σελ.121

Βουτηράκης, Ε. (2003) Έγκριση μελέτης περιβαλλοντικών όρων ελαιουργείων

Γεωργακάκης, Δ. (2007) “Διεργασίες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας αποβλήτων”. Πανεπιστημιακές παραδόσεις Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών με τίτλο διαχείριση αποβλήτων. τεύχος 3ο

Γεωργακάκης, Δ., Χριστοπούλου Ν. (2003) Η αντιμετώπιση του προβλήματος των αποβλήτων ελαιουργείων με φυσική καθίζηση. Ελιά και Ελαιόλαδο, τ. 34-35 σελ. 26-32

Γρηγοροπούλου, Ε. (2005) Διαχείριση Βιομηχανικών αποβλήτων. Εκπαιδευτικές Σημειώσεις Δ.Π.Μ.Σ. Επιστήμη και τεχνολογία υδατικών πόρων, Ε.Μ.Π

Γιαμάς, Γ. (2010) Τεχνική Περιβαλλοντική Έκθεση ανανέωσης Α.Ε.Π.Ο. της εταιρείας ΕΛ.ΚΕ.- Ελαιουργική Κεντρικής Ελλάδας Α.Ε.

Δαγκαλίδης, Α. (2011) Κλαδική μελέτη 16, Παραγωγή ελαιολάδου. Τράπεζα Πειραιώς, σελ. 41

Δασενάκης, Μ., Καστρίτης, Θ., Μπούρου, Π., Παρασκευοπούλου, Β., Τριανταφυλλάκη, Σ. (2004) Εκτίμηση της ρύπανσης περιοχής Σπερχείου ποταμού – Μαλιακού. Πρακτικά Δημερίδας – NATURA Σπερχείου – Μαλιακού – 04. Λαμία, σελ. 92-99

ΕΔΟΕΕ (2008) Εγχειρίδιο Οργάνωσης και Λειτουργίας Ελαιοτριβείου. Μελέτη για την κατάσταση και τις προοπτικές των ελαιοτριβείων στην Ελλάδα, Αθήνα.

ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ – ΠΥΡΗΝΕΛΑΙΟ (2011) Βιολογικά προϊόντα – Βιοκαλλιέργειες 2011. Ηλεκτρονική βάση ισολογισμών (ICAP).

Ελαιουργική Κεντρική Συνεταιριστική Ένωση (2007) Μελέτη για τη δυνατότητα διάθεσης των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων τριών φάσεων του προγράμματος του κανονισμού (ΕΚ) 2080/2005- Δράση Α. ii.4 ΣΥΒΙΛΑ ΕΠΕ

ΕΛΣΤΑΤ: Στατιστικά στοιχεία

Ευθυμίου, Γ., Μερτζάνης, Α., Σαπουντζής, Μ., Ζακυνθινός, Γ. (2005) Ανθρωπογενείς επιδράσεις στο Δέλτα του Π.Σπερχείου- Μέτρα προστασίας ανάδειξης και διαχείρισης των φυσικών οικοσυστημάτων. Πρακτικά HELECO '05' ΤΕΕ, Αθήνα

Θεοδωρακόπουλος, Μ. (2011) Επίδραση ελαιουργικών αποβλήτων στην επεξεργασία αστικών αποβλήτων με συστήματα ενεργού ιλύος –BIOCARRIES”. Μεταπτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών, σελ. 128

Καπελλάκης, Ι.Ε., Τσαγκαράκης Κ.Π., Αβραμάκη Χ., Crowther J.M., Χυτήρης Ν., Φαιτάκη Ε.Κ., Αγγελάκης Α.Ν. (2003) Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων Ελαιοτριβείων. Πρακτικά Συνεδρίου Heleco 2003

Κουτρούλη, Ε. (2008) Βιοτεχνολογική αξιοποίηση αποβλήτων ελαιοτριβείων για παραγωγή υδρογόνου. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, σελ. 230

Κοψαχείλης, Α. (2009) Αναερόβια χώνευση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου σε ένα περιοδικό αναερόβιο αντιδραστήρα με ανακλαστήρες (RABR) και κλασματοποίηση των εκροών”. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, σελ. 98

ΚΥΑ 145116/2011 Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας – Κλιματικής Αλλαγής, “Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις”. ΦΕΚ 354Β/8-3-2011

Λυμπεράτος, Γ. (2000-α) Διαχείριση στερεών αποβλήτων. Εκδόσεις Πανεπιστήμιο Πατρών, σελ. 105 -113

Μιχελάκης Ν. (2000) Απόβλητα ελαιοτριβείων: Οικονομικότητα- εφικτότητα των μεθόδων διαχείρισης αποβλήτων, Εκδόσεις Τεχνολογία Ελαιοκομίας, σελ. 150-157



- Μπαλατσούρας, Γ.Δ. (1999) Η ελαιουργία, Αθήνα
- Μπαλατσούρας, Γ.Δ. (1986) Ελαιόλαδο – Σπορέλαια – Λίπη Εκδόσεις Λυμπερόπουλος Α.Ε.
- Μπλίκας, Π. (2009) Βιοτεχνολογικές Μέθοδοι Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων Ελαιοτριβείου. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, σελ. 246
- Ναυροζίδης, Σ. (2008) Αξιολόγηση των επιπτώσεων της επιφανειακής διάθεσης προεπεξεργασμένου κατσίγαρου σε καλλιέργειες καλαμποκιού. Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης Χανιά, σελ. 99
- Νικολαΐδου, Α., Κορμάς, Κ., Ακουμιανάκη, Ι. (2004) Οικοσύστημα Μαλιακού Κόλπου: Βιοποικιλότητα και οικολογική υγεία. Πρακτικά Δημερίδας – NATURA Σπερχειού – Μαλιακού – 04 . Λαμία, σελ. 85-91
- Ντόλια, Σ. (2006) Διαχείριση αποβλήτων ελαιουργείων. Μεταπτυχιακή εργασία, Ε.Μ.Π., σελ. 133
- Οιχαλιώτης Κ., Ζερβάκης, Γ. (1999) Τα απόβλητα και τα παραπροϊόντα των ελαιοτριβείων δύο και τριών φάσεων. Μια αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης. Ελιά & Ελαιόλαδο, 14:52-59
- Οιχαλιώτης Κ. (2007) Επίδραση των υγρών αποβλήτων στο σύστημα έδαφος-φυτό. Ημερίδα- Αξιοποίηση υγρών αποβλήτων ελαιουργίας – ΕΤΑΤ ΑΕ, ΕΘΙΑΓΕ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ, ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝ/ΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, ΙΤΕ, 22 ΦΕΒ.2007, ΚΑΛΑΜΑΤΑ
- Στραφιώτης Σ. (2009) Διερεύνηση της σύστασης του πτητικού κλάσματος της βρώσιμης ελιάς Καλαμών μετά από SPME δειγματοληψία. Μεταπτυχιακή εργασία, Α.Π.Θ., σελ. 97
- Τερζής, Α. (2004) Εμπειρία και προοπτική στη NATURA Σπερχειού Μαλιακού. Πρακτικά δημερίδας NATURA Σπερχειού – Μαλιακού – 04. Λαμία, σελ. 79-84
- Χαρτζουλάκης Κ. (2004) Εφαρμογή των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων στο έδαφος των ελαιώνων, μια περιβαλλοντική αποδεκτή και οικονομικά εφικτή μέθοδος διαχείρισης. Ελιά & Ελαιόλαδο, Τεύχος 38, Ιανουάριος- Φεβρουάριος 2004
- Χρυσοβαλάντου, Ν. (2010) Αξιολόγηση τριφασικής και διφασικής μεθόδου ελαιοποίησης του ελαιοκάρπου. Μεταπτυχιακή εργασία, Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων, Ε.Μ.Π. σελ.117
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και τροφίμων: Στατιστικά στοιχεία, Μελέτες, Νομοθεσία.

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anonymous: Online available under :  
[http://ec.europa.eu/environment/life/Publications/lifepublications/life\\_focus/documents/olive\\_oil-gr.p](http://ec.europa.eu/environment/life/Publications/lifepublications/life_focus/documents/olive_oil-gr.p) (Πρόσβαση: 5-04-2013)

Anonymous: Online available under :  
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:KBPcHAWVu-sJ:kallie>  
 (Πρόσβαση: 12-03-2013)

Anonymous: Online available under URL :[http:// www.chem.uoa.gr/chemicals/chem-europein.htm](http://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem-europein.htm), (Πρόσβαση: 31-12-2012)

Anonymous: Online available under URL: [http:// www.scribd.com/doc/50701473/%CE%A5%CE%95](http://www.scribd.com/doc/50701473/%CE%A5%CE%95) (Πρόσβαση: 07-11-2012)

Anonymous: Online available under URL : [http:// www.prosodol.gr/?q=el/node/473](http://www.prosodol.gr/?q=el/node/473)  
 (Πρόσβαση: 01-02-2013)

Anonymous: Online available under URL : [http:// el.wikipedia.org/wiki/%CE%91](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91)  
 (Πρόσβαση: 23-01-2013)

Anonymous: Online available under URL : ( [http:// www.minenv.gr/4/41/g4110.htm](http://www.minenv.gr/4/41/g4110.htm))

Anonymous: International olive oil council, online available under URL:  
<http://www.internationaloliveoil.org>

Anonymous: Online available under URL : [http:// www.oliveoilsource.com](http://www.oliveoilsource.com)

Anonymous: European Commission, Directive 2000/76/EC of the European parliament and of council of 4 December 2000 on the incineration of Waste – official journal of the European Communities (28-12-2000).

Online available under URL: <http://europa.eu.int/comm/environment/wasteinc/newdir/2000-76-en.pdf>

Anonymous: Online available under URL:  
<http://www.chemeng.ntua.gr/courses/enveng/?Page=biblio>

European Union. INTERREC/IVC/, (2012). Μετρώντας την αειφορία στην παράκτια ζώνη, πρόγραμμα Ε.Ε./έργο SUSTAIN: [http:// www.sustain-eu.net](http://www.sustain-eu.net).

Europe's environment, The Dobbris assessment, Stanners D. & Bourdeau P. (ed), European Environment Agency, Copenhagen (1995): <http://www.clab.edc.uoc.gr/coastright.htm>  
 (Πρόσβαση: 3-04-2013)

Faostat Database (2004): [http:// www.fao.org](http://www.fao.org)

[http:// www.altpressfthiotida.com/%CE%B5%BB%](http://www.altpressfthiotida.com/%CE%B5%BB%) (Πρόσβαση: 13/11/2013)

[http:// www.clab.edc.uoc.gr/arca.gr/ coastright.htm](http://www.clab.edc.uoc.gr/arca.gr/coastright.htm) (Πρόσβαση: 3-04-2013)

<http://www.3comma14.gr/pi/view-survey.php?id=13727&from> (Πρόσβαση: 18-11-2013)

IOOC, (2004). (International olive Oil Council) Trade Standard Applying to Olives. Madrid:IOOC: [http:// www.Internationaloliveoil.org](http://www.Internationaloliveoil.org)

IMPEL Olive Oil Project (2003). European Union Network for the implementation and Enforcement of Environmental Law (IMPEL): [http:// europa.eu.int/comm/environment/impel](http://europa.eu.int/comm/environment/impel)

Project TDC OLIVE, (2004). “ By- Product Reusing from olive oil production” Setting up a network of technology Disseminations Centres to optimize SMEs in the olive and olive oil sector”.-<http://www.tdcolive.net> 3

Project TDC OLIVE, (2004). Processing Technology in Olive Oil and table olive – Setting up a network of technology Disseminations Centrs to optimize SMEs in the olive and olive oil Sector: [http:// www. tdcolive.net5](http://www.tdcolive.net5)

Olive oil Recovery – GEA Westfalia Separator: [http:// www.westfalia-seperator.com/uploads/pics/olive-oil-2-phase-oil-recovery-3-phas](http://www.westfalia-seperator.com/uploads/pics/olive-oil-2-phase-oil-recovery-3-phas) (Πρόσβαση: 21-01-2013)

Online available under URL: <http://www.oliveoil.gr>

Online available under URL: <http://www.wikipedia.gr>

Publication RAC/CP,(2000). Pollution Prevention in olive oil production <http://www.cpcorg.com> 6.7.8.9.

Αράπογλου, Δ., (2009). Πολυφαινολικές ενώσεις στο έδαφος. Επιπτώσεις στις περιοχές διάθεσης αποβλήτων ελαιολιπιδίων. Αποτελέσματα έργου PROSODOL. Ημερίδα Ινστιτούτου Εδαφολογίας Αθηνών για τα απόβλητα: <http://www.prosontol.gr/sites/prosontol.gr/files/Araroglou.pdf> (Πρόσβαση:7-12-2012)

Δασενάκης, Ε., Καστρίτης,Α., Μπούρου, Π., Παρασκευοπούλου, Β., Τριανταφυλλάκη Σ. (2005) Διακίνηση ρύπων στη λεκάνη Απορροής του Σπερχείου ποταμού στην παράκτια ζώνη: <http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=7635> (Πρόσβαση: 7-12-2012)

Διαβάτης, Η., Θραψίμης, Β., Παναγόπουλος, Ι., Παπαδοπούλου, Μ., Πλάλη, Μ., Τσουκαλά, Β. (2010). Ρύπανση του Μαλιακού κόλπου – Προτάσεις αντιμετώπισης: <http://www.scribd.com/doc/54393179/m2514-oe-tee-1> (Πρόσβαση: 7-01-2013)

Ζήσης Ι., Μουτσοπούλου Ι., Παρασκευουλάκος Ι. (2004). Οδηγός Διαχείρισης και ανάδειξης κοιλάδας Σπερχείου και Μαλιακού Κόλπου. Πράσινη συναίνεση. Γενική Δ/ση Περιβάλλοντος: <http://www.minenv.gr>

Θεοχαρόπουλος, Σ. (2009). Η Ευρωπαϊκή Στρατηγική για την προστασία των εδαφών-Κίνδυνοι για τα εδάφη από τη διάθεση αποβλήτων ελαιοτριβείων. Ημερίδα Ινστιτούτου Εδαφολογίας Αθηνών για τα απόβλητα.

<http://www.prosodol.gr/sites/prosodol.gr/.../s%20>

Theoxaropoulos.1.12.09.p..

(Πρόσβαση: 7-12-2012)

Καλογεράκης Ν., Νικολαΐδης Ν. (2005). Μέτρα φιλικά προς το περιβάλλον: 10 εναλλακτικές προτάσεις επεξεργασίας Αποβλήτων ελαιοτριβείων: “Πρόγραμμα LIFE05/ENV/GR/00245”: <http://www.envifriendly.tuc.gr>

Μανούρης Γ., Γιούτσου Α., Κασιός Κ. (2005). Εκτίμηση Πειθαλλοντικών Επιπτώσεων και παράκτιες ζώνες. Πρακτικά Heleco “05” ΤΕΕ Αθήνα. <http://Librarytee.gr/digital/m2045/m2045-manuris 1pdf>

Στροφύλας Α., “Τα πυρηνελαιοτριβεία και το περιβάλλον”:

<https:// sites.google.com/site/pyrhnoxylo/pyrenelaiourgeia-1/pyrenelaiourgeia-kai-peri ..>

(Πρόσβαση: 28-12-2012)

## ABSTRACT

- Global oil production is based on the European Union (EU) production, which dominates the international market and is the largest producer and consumer, corresponding to the 75.6% share of the world production and to the 63.7% share of consumption, respectively, in 2010.
- The largest global oil production, according to the data from the International Olive Council (IOC), was the harvest for the season 2011-2012 amounting to 3,361,500 tons. The greatest producing countries were EU Member Countries (Spain, Italy, Greece, Portugal) with a rate of 77.9%, while in the Mediterranean area Syria, Turkey, Tunisia and Morocco followed, bringing the total remaining stake of 22.1%.
- The branch of olive oil production is constituted nationwide from 2000-2200 mills, which operate throughout the region and the average annual output per mill ranges between 140 to 200 tns.
- In Greece there are 35-40 pomace oil businesses that according to ICAP data of 2010 are active in producing pomace. For the majority of them the pomace oil is not the primary object but the production and standardization of olive oil is. With the exception of few pomace oil businesses that have refineries, the produced pomace oil is in inedible form (bruto) and further process is necessary, which is applied by formulators in Greece or abroad.
- Waste water mills which are obtained by traditional systems and three-phase separators constitute a major pollution problem and cause serious problems in oil producing countries due to their high concentration of chemical oxygen demand

(COD) and their ability to resist biodegradation (because of the their high content in phenolic compounds).

- Up to now many techniques of processing waste-water mills and improving the efficiency of removal of pollutants have been proposed but an efficient, economical, effective and environmentally friendly method has not yet been found. As a result the national mills receive extensive pressure from individuals, environmental organizations and public agencies because of the lack in applying the requirements of the European and Greek environmental legislation.
- International experience has shown that the most effective solution to the issue of waste water mills is the transition from the three-phase (currently 80% of the mills follow this method) in the biphasic method of olive oil extraction because in this case wastewater is no longer produced, whereas drinking water is not added during the process. The final product is olive oil and liquid olive paste and in the last plant's fruit liquids are incorporated. The main advantage of the new technique is the reduction in the quantities of liquid waste that are obtained in the three-phase process.
- The environmental impact of uncontrolled waste disposal is present in areas near aquifers (water tables), air, soil and next to the site facilities and consist an ecological, cultural and aesthetic disaster.
- In the context of water consumption reduction, waste production and pollution load, in accordance with Directive 96/61/EK (L257/10-10-96), to prevent and reduce pollution IPPC, the olive oil extraction by 2-phase centrifugation techniques seems to be the best solution and it is proposed for the new units. However, the effect and the

properties of the corresponding product (pomace) on the kernel olive oil factories should be considered.

- Although the volume of waste water mills is limited with the process of two-phase, the main issue to be solved is the handling and disposal of biphasic pomace which is more watery than the three-phase (with humidity 65-70%). It can not be absorbed by the existing (conventional) kernel olive oil factories as they currently do not have infrastructure and appropriate equipment-machinery to efficiently process it. It is therefore needed to find workable techniques.
- National mills that are allowed to surface disposal of treated wastewater with earlier national provisions (Ε1β/221/1965) should be adjusted with the new national KYA145116/8-3-2011. Wastewater cannot be anymore thrown in creeks, streams or the sea due to the restrictions of the national AEPO (Environmental Permits) and PPD. (Standard Environmental Commitments) that now apply. The design and implementation of the proposed system, wastewater reuse, approved by the Water Directorate of the Decentralized Administration, is now introduced.
- Marine pollution in the coastal zone throughout the river Spercheios river in Maliakos Gulf is a major problem at the local and regional level. More specifically, the input of nutrients in aquatic ecosystems, nitrate and phosphate in sea low salinity waters, the uncontrolled disposal of waste water mills - without the corresponding degree and the minimum requirements and secondary biological treatment and disinfection - has been associated with increased primary productivity and unwanted population growth of algae (eutrophication) in coastal zones.

- According to assessment of the competent institutions and review of the literature and research reports in the spatial and temporal evolution of marine pollution in Maliakos Gulf in March - April 2009 reported that:
  - i. High concentrations of the genus *Chattonella* were detected in dead fish.
  - ii. High concentrations in bulk material.
  - iii. Low concentrations of oxygen.
  - iv. High concentrations of nitrates and suspended particles, which show that oxygen-reducing cargoes were transported massively and contributed to a situation of insufficient presence of oxygen resulting in the mass death of fish.

The death of fish in the Maliakos (which has in the past noted) proves the sensitivity of the ecosystem, in which eutrophication seems to be the main threat.
- The under consideration Tannery processes 700tns/day fresh cake (mixture of olive kernels coming from 3-phase, 2-phases and hydraulic presses mills) and needed quantities of raw materials 2.10 tns/day hexane, 91tns/day pits and produces crude pomace 29.4 tns/day in peak season.
- The average water consumption is 1.836m<sup>3</sup>/day alleging Sperheios river and the peak electricity consumption is 1.099.075kWh/year.
- The produced waste may be:
  - i. atmospheric emissions (water vapor, combustion gases, particulate emissions, volatile organic compounds, odors),
  - ii. liquid waste resulting from the cooling waters of refrigerators of Hexane and supply 1800 m<sup>3</sup>/h-clear water-recipient with the Spercheios river and other processes targeted at the wastewater treatment plant,



- iii. solid and oily waste (ash, particulate matter, mud processing waste oils separated by flotation),
  - iv. hazardous waste (used lubricating oil).
- When treating olive pomace origin from mills, conventional 3-phase pomace set the conditions, and environmental licensing terms but sharing biphasic and three-phase olive pomace presents environmental problems and is under investigation.