

ΤΕΕ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ
ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΜΕΛΕΤΗ

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Α. ΑΡΓΥΡΙΟΥ

ΧΗΜ. ΜΗΧ.

Κ. ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ

ΧΗΜ. ΜΗΧ.

Γ. ΜΑΡΚΑΣ

ΧΗΜ. ΜΗΧ.

ΒΟΛΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 1995

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Σελίδα:

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	:	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ I	:	A) ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
		B) ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ II	:	A) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	5
		α) Χαρακτηριστικά λειτουργίας ελαιοτριβείων.....	5
		β) Σύσταση ελαιοργικών αποβλήτων.....	6
		γ) Γεωγραφική κατανομή ελαιοτριβείων.....	8
		δ) Εκτίμηση ρύπανσης Παγασπητικού.....	10
		B) ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ III	:	ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	18
		α) Προβλήματα στην εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης λύσης.....	18
		β) Μέθοδοι επεξεργασίας ελαιοργικών αποβλήτων.....	19
		γ) Αξιολόγηση μεθόδων - κριτική.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV	:	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΣ.....	46
		α) Πρωτοβάθμια επεξεργασία.....	46
		β) Δευτεροβάθμια επεξεργασία.....	47
		γ) Τελική διάθεση.....	48
		δ) Διάγραμμα ροής.....	49
		ε) Σχόλια - Αξιολόγηση - Παρατηρήσεις.....	50
		στ) Προϋπολογισμός.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ V	:	ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	54
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		56

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία δίδονται αρχικά στοιχεία για την υφιστάμενη κατάσταση στο Νομό Μαγνησίας, όσον αφορά την γεωγραφική κατανομή των ελαιοτριβείων και την επιβάρυνση των φυσικών αποδεκτών από τη διάθεση των αποβλήτων τους.

Συγκεκριμένα, προτείνεται η μέθοδος "Νιταδώρου" (βλ. Κεφ. III) με κάποια παραλλαγή, ως πρωτοβάθμια επεξεργασία, στη συνέχεια είτε η απορρόφηση του αποβλήτου από το έδαφος δια μέσου απορροφητικών βόθρων (υπόγεια διάθεση), είτε η εξάτμισή του σε εξατμισοδεξαμενές, ως δευτεροβάθμια επεξεργασία. Σε περίπτωση μη ολοκληρωτικής εξάτμισης ή απορρόφησης των αποβλήτων στις δεξαμενές προτείνεται η διάθεσή του σε αγροτικές καλλιέργειες προς άρδευση και λίπανση.

Ο λόγος που προτιμήθηκε η εν λόγω αλληλουχία μεθόδων είναι το γεγονός ότι ενώ από μόνες τους οι μέθοδοι αυτοί παρουσίαζαν δυσεπίλυτα προβλήματα εφαρμογής (βλ. Κεφ. III), εντούτοις ο συνδυασμός τους παρουσιάζει ενδείξεις ότι οι αντικειμενικές αυτές δυσκολίες ελαχιστοποιούνται (βλ. Κεφ. IV).

Εδώ θα πρέπει να επισημανθεί πως η προτεινόμενη λύση περιλαμβάνει γνωστές μεθόδους που έχουν ήδη εφαρμοσθεί, αλλά αποσπασματικά κι όχι σε σειρά. Επίσης, γίνεται αναφορά σε εναλλακτικές λύσεις επεξεργασίας των ελαιουργικών αποβλήτων οι οποίες έχουν εφαρμοστεί σε μικρή κλίμακα ή βρίσκονται ακόμη σε ερευνητικό στάδιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

Α. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα περισσότερα δυσεπίλυτα προβλήματα του σύγχρονου ανθρώπου είναι ως γνωστό αυτό της αποτελεσματικής διαχείρισης των αποβλήτων, από οποιαδήποτε ανθρώπινη δραστηριότητα κι αν αυτά προέρχονται.

Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων, κατόπιν σχετικής μελέτης που έχει υποβληθεί στο Υπ. Γεωργίας και στο Υ.Χ.Ο.Π. το 1983, συγκαταλέγονται, μαζί με αυτά οινοποιείων, στα πλέον βεβαρυμένα, από πλευράς ρυπαντικού οργανικού φορτίου.

Για τον λόγο αυτό η εξεύρεση της καταλληλότερης μεθόδου για την επεξεργασία τους θεωρείται επιβεβλημένη.

Εως σήμερα ένας σοβαρός αριθμός επιστημόνων έχει προσπαθήσει να δώσει λύση στο πρόβλημα αυτό, σεβόμενος κατά το δυνατό τους επιμέρους παράγοντες και ιδιαιτερότητες λειτουργίας των κατά τόπους ελαιοτριβείων. Τα αποτελέσματα όμως δεν παρείχαν ενδείξεις ότι το συγκεκριμένο πρόβλημα μπορεί να διευθετηθεί με απλές διαδικασίες, παρά μόνο είτε με πολύπλοκους μηχανολογικούς εξοπλισμούς, είτε με διατάξεις μεγάλης εκτάσεως. Οι λόγοι είναι οι εξής:

- 1) Η φυσικοχημική σύσταση των αποβλήτων.
- 2) Η τεχνικο-οικονομική δομή λειτουργίας των ελαιοτριβείων.
- 3) Η περιοδική λειτουργία τους.
- 4) Το μεμονωμένο των ελαιοπαραγωγών χωρών.
- 5) Η έλλειψη συντονισμού και οργάνωσης στις μεμονωμένες προσπάθειες που ήδη έχουν γίνει στο παρελθόν για περαιτέρω

αξιολόγηση και αξιοποίηση.

Έτσι, η παρούσα κατάσταση χαρακτηρίζεται από τα εξής στοιχεία:

1) Δεν υπάρχει εφαρμόσιμη μέθοδος που να λύνει αποτελεσματικά το πρόβλημα, χωρίς να απαιτείται η καταβολή μεγάλων κονδυλίων για το κάθε ένα ελαιοτριβείο ξεχωριστά.

2) Γίνεται περισσότερο προβληματική η νομική αντιμετώπιση του θέματος τόσο για τη διάθεσή τους, όσο και για τον καθορισμό των ορίων των ρύπων, γεγονός που προ πολλού έχει διευθετηθεί στην περίπτωση των αστικών και κλασσικών βιομηχανικών αποβλήτων.

3) Τα απόβλητα των ελαιουργείων, στο σύνολό τους, καταλήγουν σε κάποιο φυσικό αποδέκτη (ποτάμι, λίμνη ή χειμάρρο), δημιουργώντας έτσι προβλήματα στο ευρύτερο οικοσύστημα.

Β) ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η καταγραφή και διερεύνηση των μεθόδων επεξεργασίας που ήδη εφαρμόζονται ή προτείνονται και να εισηγηθεί την καταλληλότερη, λαμβάνοντας υπόψη την ελαχιστοποίηση των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων στα πλαίσια των δυνατοτήτων των ελαιοτριβείων της περιοχής. Οπωσδήποτε δεν φιλοδοξεί να δώσει οριστική λύση στη διαχείριση και διάθεση των αποβλήτων των απανταχού ελαιοτριβείων, αλλά να μπορέσει να προσφέρει ένα ρεαλιστικό και αποτελεσματικό τρόπο αλλαγής της τωρινής προβληματικής κατάστασης, συνειδητοποιώντας την ανάγκη διατήρησης αυτού του παραδοσιακού τομέα της γεωργικής βιομηχανίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

α. Χαρακτηριστικά Λειτουργίας Ελαιότριβείων

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες ελαιότριβείων ανάλογα με τον τρόπο εξαγωγής του ελαιόλαδου:

1) Τα κλασσικά, όπου το ελαιόλαδο εξάγεται δια πίεσεως σε υδραυλικά πιεστήρια.

2) Τα φυγοκεντρικά, στα οποία ο ελαιοχυμός διαχωρίζεται από τον ελαιοπυρήνα σε φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες (decanters).

Η σειρά των επεξεργασιών για την παραλαβή του ελαιόλαδου περιλαμβάνει την αποφύλλωση, πλύση των ελιών με κρύο νερό, άλεση, μάλαξη με ζεστό νερό, διαχωρισμό του ελαιοχυμού από τον ελαιοπυρήνα και τελική φυγοκέντριση του ελαιοχυμού προς εξαγωγή του ελαίου. Πρόκειται επομένως για μία αμιγώς φυσική επεξεργασία και για το λόγο αυτό τα απόβλητά τους διαφοροποιούνται από τα αντίστοιχα "κλασσικά" βιομηχανικά, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν προκαλούν σοβαρά οικολογικά προβλήματα. Απεναντίας, κατατάσσονται στα πολύ βεβαρυμένα, από πλευράς οργανικού ρυπαντικού φορτίου απόβλητα κι επομένως απαιτείται η άμεση λήψη μέτρων για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στα οικοσυστήματα όπου διατίθενται.

Τα φυγοκεντρικά είναι σύγχρονα συγκροτήματα συνεχούς λειτουργίας τα οποία έχουν αυξήσει σημαντικά τη δυναμικότητα των σημερινών ελαιότριβείων με αποτέλεσμα να έχει αυξηθεί αισθητά κι ο όγκος των παραγομένων αποβλήτων. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα φυγοκεντρικά συγκροτήματα χρησιμοποιούν κατά

την παραγωγική διαδικασία μεγαλύτερες ποσότητες νερού σε σχέση με τα κλασσικά (αναλογία 1:1.7) γεγονός που συνεπάγεται μεγαλύτερες παροχές αποβλήτων, τα οποία όμως εμφανίζουν μικρότερες συγκεντρώσεις ρυπαντών, λόγω μεγαλύτερης αραιώσης.

Τα ελαιοτριβεία λειτουργούν εποχιακά για 3-4 μήνες (Νοέμβριο - Μάρτιο) και αναλόγως της δυναμικότητάς των μπορούν να καταταγούν σε:

1) Μικρά : επεξεργάζονται λιγότερους από 350 tn ελαιοκάρπου ανά ελαιοκομική περίοδο.

2) Μεσαία : επεξεργάζονται από 350 - 550 tn ελαιοκάρπου ανά ελαιοκομική περίοδο.

3) Μεγάλα : επεξεργάζονται περισσότερους από 550 tn ελαιοκάρπου ανά ελαιοκομική περίοδο.

Ανάλογα με τον τύπο του ελαιοτριβείου, οι παροχές των υγρών αποβλήτων κυμαίνονται από 0.7-1.8 m³/tn ελαιοκάρπου, όπου οι μεγαλύτερες παροχές αντιστοιχούν στα φυγοκεντρικού τύπου συστήματα.

β. Σύσταση Ελαιοουργικών αποβλήτων.

Η σύσταση του ελαιοκάρπου εξαρτάται από την περιοχή, το βαθμό ωρίμανσης και το χρόνο αποθήκευσης κι έχει την ακόλουθη μέση κ.β. σύνθεση:

- φύλλα ελαιόδεντρου	: 3 - 5 %
- ελαιόλαδο	: 20 - 25%
- ελαιοπυρήνας	: 35 - 40 %
- φυτικά υγρά (κασίγαρος)	: 30 - 40 %

Όσον αφορά τα φυτικά υγρά (κασίγαρος) η μέση κ.β. σύστασή

τους είναι η εξής:

- νερό : 83 %
- οργανικές ουσίες : 15 %
- ανόργανες ουσίες : 2 %

Στις οργανικές περιλαμβάνονται σάκχαρα (2-8 %), αζωτούχες ενώσεις (1.2 - 2.5 %), οργανικά οξέα (0.5-1.5 %), πολυαλκοόλες (1-1.5 %), πηκτίνες, ταννίνες, κολλοειδή υλικά (1-1.5 %) και λιπαρές ουσίες (0.03-1 %). Τα ανόργανα συστατικά περιέχουν κυρίως λιπασματικά άλατα (καλιούχα, φωσφορικά κλπ.) και ίχνη μετάλλων.

Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων στο φρεάτιο εξόδου αποτελούνται, κατά προσέγγιση, από 30 % φυτικά υγρά του ελαιοκάρπου και 70 % από το νερό κατεργασίας που χρησιμοποιείται σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. Επομένως, μια τυπική σύσταση των τελικών αποβλήτων είναι:

- νερό : 80 - 95 %
- στερεά : 5 - 15 % (από τα οποία το 1/2 - 2/3 είναι οργανικά)

Όσον αφορά την ποιότητα των ελαιουργικών αποβλήτων μερικές χαρακτηριστικές τιμές της βιβλιογραφίας είναι:

- pH : 3.5 - 5.5
- BOD : 10.000- 60.000 mg/l
- COD : 40.000-160.000 mg/l
- Ολικά στερεά : 45.000-150.000 mg/l
- Αιωρούμενα στερεά : 2.000- 45.000 mg/l

Οι παραπάνω τιμές ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο του ελαιοτριβείου (κλασσικό ή φυγοκεντρικό), την προέλευση των

ελαιών και κυρίως την χρησιμοποιούμενη ποσότητα νερού κατεργασίας. Μεγάλες διακυμάνσεις τιμών έχουμε ανάλογα με το σημείο δειγματοληψίας. Αμέσως μετά τον διαχωριστή οι τιμές του BOD κυμαίνονται από 50.000-100.000 ppm ενώ στο τελικό φρεάτιο συγκέντρωσης έχουμε BOD από 10.000-40.000 ppm λόγω της αραίωσης. Σ' αυτήν την αραίωση οφείλονται οι μειωμένες τιμές BOD & COD και υψηλότερες τιμές PH που εμφανίζουν τα απόβλητα των φυγοκεντρικών συγκροτημάτων λόγω της μεγαλύτερης ποσότητας νερού επεξεργασίας που χρησιμοποιούν.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που καθιστούν δύσκολη την επεξεργασία των ελαιουργικών αποβλήτων είναι:

- Υψηλό BOD.
- Πολύ υψηλό COD.
- Πολλά αιωρούμενα στερεά.
- Χαμηλό PH (όξινα απόβλητα).
- Πολύ ισχυρές χρωστικές (ανθοκυανίνες, ξανθοκυανίνες).

Το πολύ υψηλό ρυπαντικό φορτίο, καθώς και η μεγάλη αναλογία COD/BOD = 3 έως 5 αποτελούν αποτρεπτικούς παράγοντες για την αερόβια επεξεργασία αυτών των τόσο βεβαρυμένων αποβλήτων. Η παραπάνω φυσικοχημική σύσταση των αποβλήτων, σε συνδυασμό με την τεχνικο-οικονομική δομή των ελαιοτριβείων αποτελούν τα σημαντικότερα προβλήματα για την καθολική αντιμετώπιση του προβλήματος της ρύπανσης.

γ. Γεωγραφική Κατανομή Ελαιοτριβείων.

Με βάση τα στοιχεία της Νομαρχίας Μαγνησίας τα ελαιοτριβεία που λειτουργούν στο Νομό είναι 47, εκ των οποίων

μερικά δεν λειτουργούν σε κάθε ελαιοκομική περίοδο. Η γεωγραφική κατανομή των παραπάνω ελαιοτριβείων έχει ως εξής⁽¹⁴⁾:

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Δυτικό Πήλιο (17-28)	12	26
Αλμυρός - Αχιλλείο (1-9)	9	19
Αργαλαστή (29-36)	8	17
Βόλος - Διμήνη (10-16)	7	15
Β.Σποράδες (41-47)	7	15
Ανατολικό Πήλιο (37-40)	4	8
ΣΥΝΟΛΟ	47	100

Πιν. 1: Γεωγραφική κατανομή ελαιοτριβείων Ν.Μαγνησίας.



Οι φυσικοί αποδέκτες των παραπάνω ελαιοτριβείων είναι ^(11,13):

Α Π Ο Δ Ε Κ Τ Η Σ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΟΓΚΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (m ³ /έτος)	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
Παγασπητικός (άμεσα)	6	13	2.530	15
Παγασπητικός (έμμεσα)	22	47	10.645	63
Αιγαίο (άμεσα)	1	2	720	4
Αιγαίο (έμμεσα)	16	34	1.270	8
Εδαφος	2	4	1.740	10
Σ Υ Ν Ο Λ Ο	47	100	16.905	100

Πιν. 2: Γεωγραφική κατανομή ελαιοτριβείων ως προς τον φυσικό αποδέκτη των αποβλήτων τους.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία διαπιστώνεται ότι στον Παγασπητικό διοχετεύεται (άμεσα ή έμμεσα) το 80 % του συνολικού ρυπαντικού φορτίου. Ιδιαίτερα προβληματική είναι η περιοχή του Δυτικού Πηλίου από πλευράς διαχείρισης των αποβλήτων, λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης ελαιοτριβείων σ' αυτήν την ιδιαίτερης τουριστικής ανάπτυξης περιοχή. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την γεωμορφολογία του εδάφους καθιστούν προβληματική την επιφανειακή διάθεση των ελαιουργικών αποβλήτων.

δ. Εκτίμηση Ρύπανσης Παγασπητικού

Με βάση τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα είναι δυνατόν να γίνει μία πρόχειρη εκτίμηση της ρύπανσης του Παγασπητικού, που οφείλεται αποκλειστικά στη λειτουργία των ελαιοτριβείων του Ν.Μαγνησίας. Για τις ανάγκες των υπολογισμών δεχόμαστε τα ακόλουθα:

1) Κλασσικά ελαιοτριβεία: Ογκος αποβλήτων: $0.65 \text{ m}^3 / \text{tn}$ ελαιοκάρπου. $\text{BOD} \cong 40.000 \text{ ppm}$.

2) Φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία: Ογκος αποβλήτων: $1.6 \text{ m}^3 / \text{t}$ ελαιοκάρπου. $\text{BOD} \cong 15.000 \text{ ppm}$.

3) Γενικά (Μ.Τιμή): Ογκος αποβλήτων: $1 \text{ m}^3 / \text{tn}$ ελαιοκάρπου. $\text{BOD} \cong 25.000 \text{ ppm}$.

4) Μονάδα Ισοδύναμου Κατοίκου (Μ.Ι.Κ.) $\cong 54 \text{ g}$
 $\text{BOD}/\text{ημέρα}/\text{άτομο} \cong 19.7 \text{ Kg}$ $\text{BOD}/\text{έτος}/\text{άτομο} \cong 5.4 \text{ Kg}$
 $\text{BOD}/\text{άτομο}/\text{περίοδο}$.

5) Ελαιοργική περίοδος 100 ημέρες.

Σύμφωνα με τις παραπάνω παραδοχές μπορούμε να υπολογίσουμε τα ρυπαντικά φορτία που δέχεται ο Παγασπτικός σε ετήσια (μόνιμη βάση) καθώς και κατά τη διάρκεια της ελαιοκομικής περιόδου.

α) Ελαιοτριβεία που εκβάλλουν άμεσα στον Παγασπτικό:
 $(2530 \text{ m}^3/\text{έτος}) \times (25 \text{ g BOD}/\text{lt}) \times 10^{-3} = 63.25 \text{ tn BOD}/\text{έτος}$ ή περίοδο.

β) Ελαιοτριβεία που εκβάλλουν έμμεσα στον Παγασπτικό:
 $(10645 \text{ m}^3/\text{έτος}) \times (25 \text{ g BOD}/\text{lt}) \times 10^{-3} = 266.12 \text{ tn BOD}/\text{έτος}$ ή περίοδο.

γ) Μέγιστη συνολική φόρτιση Παγασπτικού (α+β):
 $63.25 + 266.12 = 329.37 \text{ tn BOD}/\text{έτος}$ ή ελαιοργική περίοδο.

Το παραπάνω οργανικό φορτίο αποτελεί τη μέγιστη τιμή με την οποία θα επιβαρυνόταν ο Παγασπτικός στη περίπτωση που είχαμε μηδενική απορρύπανση των παραγομένων ελαιοργικών αποβλήτων (καμία πρωτογενή επεξεργασία και δεχόμενοι μηδενικό αυτοκαθαρισμό των αποβλήτων στους έμμεσους αποδέκτες). Δεχόμενοι την τιμή αυτή ως άνω όριο η επιβάρυνση του

Παγασητικού που προκύπτει είναι:

- Σε ετήσια βάση: $329.37 \times 10^3 / 19.7 = 16720$ ισοδύναμοι κάτοικοι.
- Κατά ελαιουργική περίοδο: $329.37 \times 10^3 / 5.4 = 60990$ " " " "

Προκειμένου να προσδιορίσουμε ένα κατώτερο όριο στη συνολική ρύπανση που δέχεται ο Παγασητικός ως αποδέκτης, είναι δυνατόν να κάνουμε τις ακόλουθες παραδοχές:

1) Μείωση της ρύπανσης κατά 10% μέσω μίας στοιχειώδους πρωτογενούς επεξεργασίας των ελαιουργικών αποβλήτων (καθίζηση - εξουδετέρωση).

2) Επιπλέον απορρύπανση των αποβλήτων κατά 30% μέσω της διαδικασίας αυτοκαθαρισμού που επιτυγχάνεται στους ενδιάμεσους αποδέκτες (π.χ. χείμαρρους) πριν την τελική διάθεση του αποδέκτη (Παγασητικό).

Με βάση τις παραπάνω, μάλλον συντηρητικές παραδοχές, η συνολική επιβάρυνση του Παγασητικού υπολογίζεται:

- Σε ετήσια βάση: $(63.25 \times 0.9 + 266.12 \times 0.6) \times 10^3 / 19.7 = 10995$ ισοδύναμοι κάτοικοι.

- Κατά ελαιουργική περίοδο: $(63.25 \times 0.9 + 266.12 \times 0.6) \times 10^3 / 5.4 = 40110$ ισοδύναμοι κάτοικοι.

Συνεπώς, το οργανικό φορτίο με το οποίο επιβαρύνεται ο Παγασητικός κατά τη λειτουργία των ελαιοτριβείων ισοδυναμεί με αυτό που προκαλείται από 40.000 - 60.000 κατοίκους. Το παραπάνω φορτίο όταν υπολογισθεί σε ετήσια βάση αντιστοιχεί σε ρύπανση ισοδύναμη με 11.000 έως 17.000 κατοίκους. Η τιμή αυτή αντιστοιχεί στην υποθετική περίπτωση ότι τα παραγόμενα απόβλητα των ελαιοτριβείων διοχετεύονται στον Παγασητικό κατά τη διάρκεια ολόκληρου του έτους.

Εδώ πρέπει να επισημανθεί ότι οι παραπάνω υπολογισμοί αφορούν το ρυπαντικό φορτίο που καταλήγει στον Παγασητικό και δεν λαμβάνουν υπ' όψη την ρύπανση που προκαλείται στους ενδιάμεσους αποδέκτες, η οποία και αντίκειται στην υφιστάμενη νομοθεσία. Επομένως, η παραδοχή ότι μέσω των ενδιάμεσων αποδεκτών επιτυγχάνεται απορρύπανση κατά 30% αποσκοπεί στον υπολογισμό του ρυπαντικού φορτίου που επιβαρύνει τελικά τον θαλάσσιο αποδέκτη, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι μπορεί να εκληφθεί ως μέθοδος επεξεργασίας. Άλλωστε, με βάση την ισχύουσα νομοθεσία οι χείμαρροι, τα ρέματα κλπ., θεωρούνται ως φυσικοί αποδέκτες και ως εκ τούτου υπάρχουν περιορισμοί στη διάθεση των αποβλήτων σε αυτούς.

Ενα άλλο σημείο που αξίζει να τονιστεί είναι, ότι με σωστά σχεδιασμένη πρωτοβάθμια επεξεργασία και λειτουργία της, σύμφωνα με τις προδιαγραφές, είναι τεχνολογικά και οικονομικά εφικτός ένας βαθμός μείωσης της ρύπανσης της τάξης του 30%, οπότε στην περίπτωση αυτή η επιβάρυνση του Παγασητικού μπορεί να μειωθεί στους 28.000 ισοδύναμους κατοίκους κατά την ελαιουργική περίοδο και τους 7.500 ισοδύναμους κατοίκους όταν αυτή υπολογισθεί σε ετήσια βάση./

Β. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Τα ελαιοτριβεία λειτουργούν εδώ και πολλά χρόνια για 3-4 μήνες κατά την χειμερινή περίοδο. Παλαιότερα το πρόβλημα δεν εμφάνιζε την ίδια οξύτητα λόγω του ότι και οι υπόλοιπες πηγές ρύπανσης ήταν μικρότερης έντασης και έκτασης. Σήμερα όμως τα περισσότερα παραδοσιακά ελαιοτριβεία έχουν εκσυγχρονίσει τις

εγκαταστάσεις τους με αποτέλεσμα την σημαντική αύξηση της δυναμικότητάς των και κατά συνέπεια του όγκου των αποβλήτων τους. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ευαισθητοποίηση του κοινού για τα οικολογικά προβλήματα, έχει προκαλέσει σοβαρές αντιδράσεις και επομένως απαιτείται η άμεση λήψη μέτρων για την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Τα κυριότερα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργούνται από την ανεξέλεγκτη διάθεση των ελαιουργικών αποβλήτων μπορούν να συνοψιστούν στα ακόλουθα:

- α. Καταστροφή δενδρυλλίων και άλλων φυτών που έρχονται σε επαφή με μεγάλες ποσότητες ανεπεξέργαστων αποβλήτων.
- β. Δυσάρεστες οσμές και αντιαισθητικές καταστάσεις.
- γ. Ρύπανση επιφανειακών νερών.
- δ. Πιθανή μόλυνση υπογείων νερών όπου υπάρχουν διαπερατά εδάφη.

Οι ουσίες που περιέχονται στον κατσίγαρο είναι φυτικής προέλευσης και ενώ στο σύνολό τους σαν μεμονωμένα συστατικά είναι ακίνδυνα, όλες μαζί συνθέτουν ένα υλικό εξαιρετικά επιβαρυνμένο από περιβαλλοντική άποψη, ιδιαίτερα όταν πέσει σε ποσότητες οι οποίες ξεπερνούν τα όρια ανοχής του εδάφους, του νερού και γενικά του οικοσυστήματος.

Η πολύ μεγάλη περιεκτικότητα σε οργανικά συστατικά και κυρίως σε σάκχαρα, αποτελεί πρόσφορο υπόστρωμα για την ανάπτυξη μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών οι οποίοι καταναλώνουν το οξυγόνο, με αποτέλεσμα η συγκέντρωση του διαλελυμένου οξυγόνου να πέφτει κάτω από το αναγκαίο επίπεδο ($4.5 \text{ mg O}_2/\text{lt}$) και να λαμβάνουν χώρα οι αναερόβιες δράσεις (σήψη).

Μία άλλη αιτία ελλειπούς οξυγόνωσης οικοσυστημάτων, όπου υπάρχει απόρριψη τέτοιων αποβλήτων, είναι η παρουσία ελαιωδών ουσιών (το πλέον δύσκολα βιοδιασπώμενο συστατικό) οι οποίες σχηματίζουν στην επιφάνεια ένα φιλμ που παρεμποδίζει την μεταφορά του οξυγόνου από την ατμόσφαιρα στο εσωτερικό του αποδέκτη.

Σαν συνέπεια από αυτή την ανεπάρκεια οξυγόνου, εκτός από τις δυσάρεστες οσμές, έχουμε την βαθμιαία εξασθένηση των ανώτερων υδροβίων οργανισμών σε όφελος των κατώτερων, που γενικά έχουν μεγαλύτερη αντοχή και προσαρμοστικότητα. Έτσι, είναι δυνατόν να παρατηρηθούν περιπτώσεις ομαδικών θανατώσεων ψαριών οι οποίες οφείλονται στην έλλειψη του οξυγόνου κι όχι στην τοξική δράση ορισμένων ουσιών.

Συνεπώς η απόρριψη μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων στο περιβάλλον δημιουργεί σημαντικά προβλήματα κατά τη διάρκεια λειτουργίας των ελαιοτριβείων και για το επιπρόσθετο διάστημα που απαιτείται για τον ικανοποιητικό αυτοκαθαρισμό τους.

Πάντως αξίζει να σημειωθεί ότι οι επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον δεν είναι μόνιμες αλλά αντιστρεπτές με την έννοια ότι δεν έχουμε συσσώρευση βαρέων - συνήθως τοξικών - μετάλλων όπως συμβαίνει με άλλα βιομηχανικά απόβλητα.

Η θάλασσα έχει δυνατότητα αυτοκαθαρισμού μέσω της βιολογικής αξιοποίησης των διαλυμένων στο νερό οργανικών ουσιών κατά την οποία η νεκρή οργανική ύλη μετατρέπεται σε ζωική ύλη. Ωστόσο, το σοβαρό πρόβλημα έγκειται στις σημειακές πηγές ρύπανσης, λόγω της πεπερασμένης αφομοιωτικής ικανότητας του εκάστοτε αποδέκτη. Επομένως, καθοριστικό ρόλο παίζει, εκτός από

την ποιότητα των βιομηχανικών εκροών, και η ποιότητα του αποδέκτη που καθορίζεται από τα ακόλουθα:

- α. Οξειδωτική (αφομοιωτική) ικανότητα.
- β. Συνολικό ρυπαντικό φορτίο που δέχεται.
- γ. Ιδιομορφία και διάχυση των εκροών του.
- δ. Χρήσεις για τις οποίες προορίζεται.

Οι προσδιοριστικοί παράγοντες για τον χαρακτηρισμό του αποδέκτη είναι:

- α. Συντελεστής ανάμιξης θαλασσινού νερού και αποβλήτων.
- β. Επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου (DO).
- γ. Οργανικό φορτίο (BOD, COD).
- δ. Συγκέντρωση τοξικών ουσιών.

Στο Ν.Μαγνησίας ο πιο ευαίσθητος αποδέκτης είναι ο Παγασπητικός κόλπος, ο οποίος δέχεται (άμεσα ή έμμεσα) το 80% του συνολικού ρυπαντικού φορτίου από τα ελαιοτριβεία και είναι ήδη επιβαρυνμένος από διάφορες άλλες δραστηριότητες όπως αστικά, βιομηχανικά και γεωργικά λύματα. Το κύριο μέρος της ρύπανσης εστιάζεται στο Βόρειο τμήμα του Παγασπητικού όπου και έχουμε την μεγαλύτερη συγκέντρωση των παραπάνω δραστηριοτήτων. Σύμφωνα με σχετικές μελέτες⁽¹⁹⁾ ο Παγασπητικός εμφανίζει σχετικά μικρό βαθμό ευτροφισμού, αλλά και μικρή οξειδωτική ικανότητα, γεγονός που οφείλεται στα εξής:

- α. Η ανανέωση των υδάτων του από το Αιγαίο είναι αργή (10-11 χρόνια) λόγω του ότι είναι κόλπος με στενό άνοιγμα.
 - β. Δεν έχει κάθετη ανάμιξη νερών.
 - γ. Υπάρχουν ασθενή και μικρά θαλάσσια ρεύματα.
- Οι παραπάνω λόγοι δρουν ανασταλτικά στην διασπορά των

ρύπων με άμεσο αποτέλεσμα τη δημιουργία προβληματικών καταστάσεων σε περιοχές όπου εμφανίζεται τοπική συσσώρευση ρυπαντικών φορτίων. Σε αντίθεση με τον Παγασητικό, το Αιγαίο είναι μία ανοιχτή θάλασσα η οποία διατρέχεται από σταθερά ρεύματα που δημιουργούνται από τους επικρατούντες Βορείους ανέμους. Με τον τρόπο αυτό, αερίζεται σταθερά και περιέχει γενικά ικανοποιητικά ποσά διαλυμένου οξυγόνου εμφανίζοντας αυξημένη δυνατότητα αυτοκαθαρισμού και περιορίζοντας το πρόβλημα της ρύπανσης.

Ένα άλλο σημείο που αξίζει να επισημανθεί είναι ότι αποτελεί ευτυχή συγκυρία το ότι η ελαιουργική περίοδος συμπίπτει με τους χειμερινούς μήνες κατά τους οποίους η αφομοιωτική ικανότητα των υδάτων είναι μέγιστη. Οι χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν αυξάνουν τη διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό, ενώ τα ρεύματα και οι κυματισμοί στη θάλασσα διευκολύνουν τη διασπορά των ρύπων. Επίσης, οι χείμαρροι και τα ρέματα εμφανίζουν το μέγιστο της παροχής τους βοηθώντας έτσι την αραίωση των ελαιουργικών αποβλήτων που καταλήγουν σ'αυτά. Εάν λάβει κανείς υπ'όψη του ότι αυτή η περίοδος δεν ανήκει στην τουριστική περίοδο των παραθαλάσσιων περιοχών είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς το μέγεθος του προβλήματος και των αντιδράσεων που θα είχαμε σε διαφορετική περίπτωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

α) Προβλήματα στην εφαρμογή ολοκληρωμένης λύσης

Οι ιδιαιτερότητες στην αντιμετώπιση της ρύπανσης από τα ελαιουργικά απόβλητα συνδέονται τόσο με τη φυσικοχημική σύσταση των αποβλήτων όσο και με την -τεχνικο=οικονομική μορφή των ελαιοτριβείων. Τα λιόζουμα της ελαιουργίας, μαζί με τις βινάσες μελάσας ζαχαροτεύτλων, συγκαταλέγονται στα πλέον βεβαρυμένα απόβλητα γεωργικών βιομηχανιών. Δεχόμενοι ένα μέσο οργανικό φορτίο 25 Kg BOD ανά τόνο επεξεργασμένου ελαιόκαρπου υπολογίζεται ότι ένας τόνος ελαιοκάρπου ισοδυναμεί με αστικά λύματα 450 περίπου κατοίκων. Αν ληφθεί υπόψη ότι ένα μέσης τάξης ελαιοτριβείο του Ν.Μαγνησίας επεξεργάζεται γύρω στους 550 τόνους ελαιοκάρπου κατά ελαιοκομική περίοδο, προκύπτει ισοδύναμο πληθυσμού 2.500 κατοίκων για την περίοδο λειτουργίας. Είναι κατά συνέπεια λογικό ότι το κόστος αποτελεσματικών μέτρων αντιρρύπανσης θα είναι συγκρίσιμο με τον αντίστοιχο προϋπολογισμό που απαιτείται για τον καθαρισμό αστικών λυμάτων ενός οικισμού με 2.500 ισοδύναμους κατοίκους, χωρίς να συνυπολογισθεί το επιπρόσθετο κόστος που συνεπάγεται η ύπαρξη συγκεκριμένων χαρακτηριστικών των αποβλήτων όπως ο όξινος χαρακτήρας τους, η υψηλή περιεκτικότητα σε φαινόλες, ισχυρές χρωστικές κ.ά. που δυσχεραίνουν την επεξεργασία τους.

Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η πλειοψηφία των ελαιοτριβείων αποτελούν εποχιακές εκμεταλλεύσεις μικρού έως μέσου οικονομικού δυναμικού, καθιστούν δύσκολη τη συνολική ανάληψη του υψηλού κόστους επένδυσης που απαιτείται

για αποτελεσματικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας, με βάση τις μέχρι σήμερα γνωστές μεθόδους. Επιπλέον, η μεγάλη γεωγραφική διασπορά των ελαιοτριβείων, οι ιδιομορφίες της περιοχής όπου αναπτύσσονται δραστηριότητα (ορεινά χωριά, τουριστικές περιοχές κλπ.), καθώς και η ανομοιομορφία των αποδεκτών που εκβάλλουν τα απόβλητά τους δεν επιτρέπουν την εφαρμογή ενιαίου προγράμματος διαχείρισης των αποβλήτων μέσω κεντρικής μονάδας επεξεργασίας ή οποιασδήποτε άλλης καθολικά εφαρμόσιμης μεθόδου. Κατά συνέπεια, απαιτείται ξεχωριστή μελέτη για κάθε περιοχή, όπου είναι δυνατή η ομαδοποίηση ή και για κάθε ελαιοτριβείο χωριστά, ώστε να λαμβάνονται υπ' όψη οι εκάστοτε ιδιαιτερότητες της περιοχής και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον, φυσικό και ανθρώπινο.

β) Μέθοδοι επεξεργασίας ελαιουργικών αποβλήτων

Τα συστήματα επεξεργασίας και διάθεσης των ελαιουργικών αποβλήτων που αναφέρονται στη βιβλιογραφία βασίζονται στις ερευνητικές προσπάθειες επιστημόνων από τις ελαιοπαραγωγές χώρες (Μεσογειακές). Οι χώρες αυτές αντιμετωπίζουν αυτό το ειδικό πρόβλημα ρύπανσης κι έχουν κάνει - και συνεχίζουν - προσπάθειες/επεξεργασίας κι αξιοποίησης των λυμάτων. Αυτό που μπορεί να εξαχθεί ως συμπέρασμα είναι ότι οι περισσότερες προσπάθειες, και ειδικά οι περισσότερο πολύπλοκες αλλά και αποτελεσματικότερες, βρίσκονται ακόμη σε πειραματικό στάδιο και δεν έχουν τύχει ευρείας εφαρμογής. Εφαρμόζονται μεμονωμένα ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες της περιοχής για την οποία προορίζονται ή τα ερευνητικά ενδιαφέροντα των επιστημόνων που ασχολούνται με το θέμα.

Στη συνέχεια αναφέρονται συνοπτικά μερικές από τις μεθόδους που εφαρμόζονται ή ερευνούνται, δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση σε αυτές που μπορούν άμεσα να εφαρμοσθούν:

1. Φυσικοχημικές Μέθοδοι Επεξεργασίας

Οι μέθοδοι αυτές αποτελούν την πρωτοβάθμια-επεξεργασία και αποσκοπούν στην απομάκρυνση των στερεών και μέρους του οργανικού φορτίου των αποβλήτων. Περιλαμβάνουν τον ελαιοδιαχωρισμό, την εξουδετέρωση - κροκίδωση με Ca(OH)_2 και την πρωτοβάθμια καθίζηση. Οι παραπάνω μέθοδοι αν και έχουν υποδειχθεί από τις αρμόδιες υπηρεσίες σαν η ελάχιστη απαίτηση επεξεργασίας των ελαιουργικών αποβλήτων, είτε εφαρμόζονται ανεπαρκώς και όχι βάσει προδιαγραφών, είτε δεν εφαρμόζονται καθόλου. Μια παραλλαγή της παραπάνω μεθόδου πρωτοβάθμιας επεξεργασίας αποτελεί η "Μέθοδος Νιταδώρα" που εφαρμόζεται ευρέως στο Ν.Ηρακλείου της Κρήτης.⁽³⁾ Η διαφορά έγκειται στο γεγονός, ότι τα απόβλητα υφίστανται προαερισμό σε μία δεξαμενή αερισμού πριν οδηγηθούν στην δεξαμενή καθίζησης. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μερικός έλεγχος των οσμών και κυρίως αυξάνεται η αποτελεσματικότητα της πρωτοβάθμιας καθίζησης με ευνοϊκές επιπτώσεις στην απομάκρυνση των στερεών και του BOD.^(1,2)

Ελαιοδιαχωρισμός: Με αυτή τη φυσική διεργασία επιτυγχάνεται η αφαίρεση των ελαιούχων ουσιών που περιέχονται στα απόβλητα και θεωρείται ότι δρουν ανασταλτικά για τις βιολογικές διεργασίες, είτε αυτές πρόκειται για μετέπειτα στάδια επεξεργασίας, είτε αφορούν τους τελικούς αποδέκτες. Τα

υγρά απόβλητα πυκνού φορτίου (αφού διαχωρισθούν από τα νερά πλύσεως που αποτελούν 10-20 % του συνολικού όγκου) οδηγούνται σε έναν λιποσυλλέκτη όπου απαιτείται ένας χρόνος παραμονής 10-30 λεπτά. Οι ελαιούχες ουσίες ανέρχονται λόγω διαφοράς ειδικού βάρους και συλλέγονται επιφανειακά με ένα ξέστρο και παραδίδονται μαζί με τον πυρήνα στο πυρηνελαιουργείο.

Μία πιο αποτελεσματική - ωστόσο πιο δαπανηρή - γι' αυτό τον σκοπό μέθοδος είναι η επίπλευση (flotation). Κατά τη μέθοδο αυτή εισάγονται φουσαλλίδες αέρα στην υγρή φάση και συμπαρασύρουν τα σωματίδια στην επιφάνεια. Με αυτή τη μέθοδο, εκτός του ότι διευκολύνεται η άνοδος σωματιδίων ελαφρύτερων του υγρού, επιτυγχάνεται και η απομάκρυνση σωματιδίων που καθιζάνουν πολύ αργά και επομένως θα απαιτούσαν πολύ μεγάλους χρόνους καθίζησης. Επιπροσθέτως, λαμβάνει χώρα ένας στοιχειώδης προαερισμός ο οποίος διευκολύνει τις επόμενες διεργασίες και κυρίως την κροκίδωση και πρωτοβάθμια καθίζηση των στερεών.^(1,2)

• Εξουδετέρωση - Κροκίδωση: Η μέθοδος αυτή συνίσταται στην εξουδετέρωση της οξύτητας των αποβλήτων σε συνδυασμό με κροκίδωση (coagulation). Για τον σκοπό αυτόν προστίθεται υδροξείδιο του ασβεστίου Ca(OH)_2 ως κροκιδωτικό, το οποίο αφενός εξουδετερώνει τα οργανικά οξέα, αφ'ετέρου σχηματίζει ίζημα που απομακρύνει μεγάλο μέρος των στερεών. Για την ουδετεροποίηση του αποβλήτου ($\text{pH} \approx 7$) απαιτείται 0.3-0.7 % Ca(OH)_2 (3 έως 7 χιλ/μα ανά κυβικό μέτρο) ανάλογα με το αρχικό pH του αποβλήτου. Κατά την προσθήκη της υδρασβέστου το διάλυμα αναδεύεται έντονα ώστε να επιτευχθεί πλήρης ανάμιξη και στη συνέχεια με αργότερο ρυθμό ώστε να ευνοείται η συσσωμάτωση

χωρίς να έχουμε θραύση των κροκκίδων (χρόνος παραμονής στη δεξαμενή κροκιδώσης: 30 - 60 λεπτά, μέση βαθμίδα ταχύτητας: 20-65 sec⁻¹). Το ίζημα που δημιουργείται πρέπει να αφαιρείται καθημερινά και να αφήνεται προς ξήρανση. Στη συνέχεια, μπορεί να διατεθεί ως εδαφοβελτιωτικό.

Καθίζηση: Κατά το τελικό στάδιο της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας, επιτυγχάνεται η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών μέσω της καθίζησης σε ειδικά σχεδιασμένες δεξαμενές. Οι διαστάσεις της δεξαμενής καθίζησης καθορίζονται βάση της μέσης παροχής των αποβλήτων, του απαιτούμενου χρόνου παραμονής (πρέπει να είναι τουλάχιστον 2h) αλλά και της χρησιμοποιούμενης ποσότητας Ca(OH)₂. Σύμφωνα με πειραματικά στοιχεία η προσθήκη ασβέστη δημιουργεί ευνοϊκό περιβάλλον πήξης των κολλοειδών ουσιών.^(3,7) Είναι δυνατόν να επιτύχουμε την ίδια αφαίρεση στερεών είτε διπλασιάζοντας το χρόνο καθίζησης (οπότε και απαιτείται διπλάσιος όγκος δεξαμενής) είτε αυξάνοντας την κατανάλωση ασβέστη από 1 έως 3 % (σ' αυτή την περίπτωση έχουμε PH > 10 και πολύ μεγάλες ποσότητες σχηματιζόμενης λάσπης).⁽³⁾ Με βάση αυτά τα στοιχεία προκύπτει ότι για τη μεγαλύτερη δυνατή μείωση στερεών και BOD, χρησιμοποιώντας 1% Ca(OH)₂ απαιτείται χρόνος καθίζησης 48 h. Η ιλύς καθίζησης που προκύπτει πρέπει να αφαιρείται ημερησίως και υπόκειται γρήγορα σε ξήρανση χωρίς προβλήματα σήψης.

Σαν γενικό συμπέρασμα μπορούμε να πούμε ότι η φυσικοχημική επεξεργασία με Ca(OH)₂ μπορεί να μειώσει 30-35% το οργανικό φορτίο, ωστόσο όμως απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό βάση συγκεκριμένων προδιαγραφών και πειραματικών μετρήσεων για το

απόβλητο, καθώς και συνεχή επίβλεψη από έμπειρο προσωπικό. Πάντως σε καμία περίπτωση αυτά τα στάδια της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας δεν είναι δυνατόν να φθάσουν τις απαιτούμενες προδιαγραφές για διάθεση των αποβλήτων σε φυσικό αποδέκτη. Επομένως απαιτείται η περαιτέρω επεξεργασία των αποβλήτων πριν την τελική τους διάθεση.

2. Λίμναση - Μερική Επεξεργασία σε Αερόβιες Λίμνες.

Η γενική αυτή μέθοδος είναι δυνατόν να εφαρμοσθεί με πολλές παραλλαγές και αποσκοπεί στην φυσική εξάτμιση του νερού με ταυτόχρονη υποβάθμιση του οργανικού φορτίου μέσω μη ελεγχόμενων βιολογικών ζυμώσεων. Δεδομένου ότι, οι κλασσικές μέθοδοι αερόβιου βιολογικού καθαρισμού κρίνονται αντιοικονομικές για την επεξεργασία αποβλήτων με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (σημαντικές δαπάνες εγκαταστάσεων και λειτουργίας, απαιτήσεις εξειδικευμένου προσωπικού, ευαισθησία στις λειτουργικές συνθήκες κ.ά.) και αμφιβόλου αποτελεσματικότητας, το ενδιαφέρον στρέφεται σε φυσικά συστήματα εκτατικής μορφής και χαμηλών τεχνολογικών απαιτήσεων. Τα συστήματα αυτά είναι απλά και με πολλά πλεονεκτήματα αλλά προϋποθέτουν την ύπαρξη σχετικά μεγάλων εκτάσεων για την αποτελεσματική λειτουργία τους.

• Εξατμισοδεξαμενές: Εφόσον υπάρχει ο απαιτούμενος χώρος για τη δημιουργία των ρηχών λιμνών, τα απόβλητα οδηγούνται με φυσική ροή σ'αυτές όπου και αφήνονται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα απόβλητα συμπυκνώνονται λόγω της φυσικής εξάτμισης (ήλιος, αέρας) του περιεχόμενου νερού και τελικά παραμένει ένα

λασπώδες ιζήμα. Εφαρμόζεται σε αδιαπέρατα εδάφη ή στεγανές δεξαμενές και σε συνδυασμό με την πρωτοβάθμια επεξεργασία επιφέρει βελτίωση της ποιότητας των αποβλήτων. Η αποτελεσματικότερη μείωση του BOD επιτυγχάνεται μετά από μεγάλους χρόνους παραμονής (περίπου 3.5 μήνες) σε στεγανές δεξαμενές 1-1.5 μέτρα βάθος. Προβλήματα δημιουργεί η μεγάλη ποσότητα ιζήματος που προκύπτει και η οποία αν δεν απομακρυνθεί μειώνει το διαθέσιμο όγκο της δεξαμενής για χρήση κατά την επόμενη ελαιουργική περίοδο. Εναλλακτική λύση αποτελεί η ξήρανσή της και η απόρριψή της στη χωματερή ή η διάθεσή της σαν βελτιωτικό εδάφους μετά από αερόβια μικροβιακή πέψη (composting).^(5,10,13)

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η μέθοδος αυτή είναι πολλά και σημαντικά και γι' αυτό το λόγο έχει υποδεχθεί και από τη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ν.Μαγνησίας για την άμεση αντιμετώπιση του προβλήματος της ρύπανσης από τα ελαιοτριβεία του νομού.⁽¹⁴⁾

- 1) Είναι συμβατή με την ισχύουσα νομοθεσία.
- 2) Απαιτεί χαμηλό κόστος χωρίς απαραίτητο τεχνολογικό εξοπλισμό και εξειδικευμένο προσωπικό για την επίβλεψή τους.
- 3) Μπορεί εύκολα να προσαρμοσθεί στις διακυμάνσεις της παραγωγής.
- 4) Είναι δυνατόν να συνδυασθεί με μεθόδους άρδευσης ή παρασκευής φυτολιπάσματος και εδαφοβελτιωτικών.
- 5) Επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση του χώρου μετά το τέλος της χρήσης.

Παρά τα σαφή προτερήματα της μεθόδου δεν μπορεί να ειπωθεί ότι αποτελεί ιδανική μέθοδο επεξεργασίας που επιλύει όλα τα

προβλήματα. Απεναντίας, εμφανίζει σοβαρά μειονεκτήματα, για την ελαχιστοποίηση των οποίων απαιτείται αυστηρή προσαρμογή στις τοπικές συνθήκες και τήρηση βασικών προδιαγραφών. Βασική προϋπόθεση εφαρμογής της είναι η ύπαρξη των επαρκών εκτάσεων. Ο όγκος της δεξαμενής (φυσικής ή τεχνητής) πρέπει να υπολογισθεί ώστε να μπορεί να δεχθεί τα απόβλητα ολόκληρης της ελαιουργικής περιόδου. Δεδομένου ότι το βάθος τους δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1-1.5 μέτρο η έκταση που απαιτείται για ένα ελαιοτριβείο με παραγωγή 500 m³ αποβλήτων είναι περίπου περίπου μισό στρέμμα. Στην περίπτωση χωμάτινων δεξαμενών κατά τη διαστασιολόγηση θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι με την πάροδο του χρόνου (αφορά τις επόμενες χρήσεις) το έδαφος χάνει την απορροφητικότητά του.

Ενας άλλος περιοριστικός παράγοντας, είναι η ύπαρξη ελαιοτριβείων εντός ή στα όρια κατοικημένων περιοχών. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να ληφθούν τα αναγκαία μέτρα ώστε να αποφευχθούν ή να περιοριστούν οι οχλήσεις από τις δυσάρεστες οσμές που αναδύονται και την συγκέντρωση εντόμων. Συνίσταται ο επιφανειακός αερισμός ή η χρησιμοποίηση ειδικού δικτύου το οποίο περιορίζει τις οσμές.⁽¹⁰⁾ Επίσης, θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψη κάποια αισθητική βελτίωση του χώρου μαζί με προφυλακτική περίφραξη και την απαραίτητη σήμανση.

Η εξασφάλιση στεγανότητας είναι κρίσιμος παράγοντας για την επιτυχή λειτουργία της εξατμισοδεξαμενής ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος μόλυνσης του υδροφόρου ορίζοντα από απρόβλεπτες διηθήσεις στο έδαφος. Έχουν αναφερθεί περιπτώσεις μόλυνσης γεωτρήσεων, πηγαδιών κλπ. λόγω ανεπαρκούς στεγανότητας δεξαμενών. Επομένως, απαιτείται η στεγανοποίηση του πυθμένα που

μπορεί να γίνει είτε με πλαστική επίστρωση είτε με προσθήκη αδιαπέρατου εδάφους σε πάχος τουλάχιστον μισού μέτρου.

Η μέθοδος των εξατμισοδεξαμενών προσφέρεται κυρίως για ξηροθερμικές περιοχές όπου οι κλιματολογικές συνθήκες ευνοούν τη γρήγορη εξατμισμό του νερού. Στη χώρα μας όπου η ελαιουργική περίοδος συμπίπτει με τους χειμερινούς μήνες η εφαρμογή της μεθόδου παρουσιάζει προβλήματα και γι' αυτό απαιτούνται επιπρόσθετα μέτρα. Πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη οι επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής (μέγιστη βροχόπτωση, ελάχιστη εξατμισμό κατά μήνα) και η ανάγκη για έργα αντιπλημμυρικής προστασίας. Επίσης, θα πρέπει να εξετάζεται σοβαρά η σκοπιμότητα για κάποια θερμοκηπιακού τύπου επικάλυψη ώστε να αποτρέπεται η είσοδος των βρόχινων νερών.

• Δεξαμενές Εκτατικής Μορφής Βιολογικής Ζύμωσης Χαμηλών Τεχνολογικών Απαιτήσεων:^{1ο} Η μέθοδος αυτή προχωρεί παραπέρα τη λογική των εξατμισοδεξαμενών για τη μείωση του όγκου των αποβλήτων (μέσω της εξατμισμού) με παράλληλη μείωση του ρυπαντικού τους φορτίου (κατά 40 - 50 %) μέσω ενός στοιχειώδους ελέγχου της βιολογικής ζύμωσης. Τα πυκνά υγρά απόβλητα διαχωρίζονται από τα νερά της φυγοκέντρου και τα άλλα νερά πλύσεως και οδηγούνται σε ανοικτή δεξαμενή φυσικής καθίζησης (χρόνος παραμονής \approx 45 ημέρες, ύψος 4-5 μέτρα), ενώ το αραιό κλάσμα οδηγείται απευθείας στη δεξαμενή βιολογικής ζύμωσης ή στον φυσικό αποδέκτη. Στη συνέχεια το υπερκείμενο υγρό υπερχειλίζει από τη δεξαμενή καθίζησης σε διβάθμια δεξαμενή βιολογικής ζύμωσης, το ένα τμήμα της οποίας διαθέτει επιφανειακό αερισμό για αποφυγή δυσάρεστων οσμών. Με την

προσθήκη κατάλληλων θρεπτικών (ρύθμιση σχέσης C/N, C/P γιατί στα απόβλητα παρατηρείται ανεπάρκεια θρεπτικών συστατικών) το υγρό υφίσταται αναερόβια ζύμωση με αποτέλεσμα τη μείωση του οργανικού φορτίου κατά 40-50 %. Στη συνέχεια το υπερχειλίζον υγρό κλάσμα (μετά από χρόνο παραμονής στη δεξαμενή ζύμωσης περίπου 2 μηνών) μπορεί να διατεθεί μετά από κατάλληλους χειρισμούς (μηχανική αναμόχλευση εδάφους για να εξασφαλίζεται καλός αερισμός) στο έδαφος και σε ποσότητες που μπορούν να φθάσουν τα 3 m³ ανά m² εδάφους. Πριν τη διάθεσή του σαν λίπασμα θα πρέπει να γίνουν ορισμένα τεστ φυτοτοξικότητας ώστε να επιβεβαιωθεί αν έχει αποτοξινωθεί πλήρως με τη βοήθεια των μικροοργανισμών του εδάφους. Σε αντίθετη περίπτωση, παρατείνεται η παραμονή του και δέχεται τακτικά ποτίσματα και σκαλίσματα. Οσον αφορά το ίζημα από τη δεξαμενή καθίζησης, αφού υποστεί ξήρανση μπορεί να διατεθεί στη χωματερή της περιοχής. Κατά τα υπόλοιπα, ισχύει ότι έχει ήδη αναφερθεί για τις εξατμισοδεξαμενές.

• Αερόβιες Λίμνες Υδροχαρών Φυτών:^(8,13) Πρόκειται για πολύ ενδιαφέροντα φυσικά συστήματα καθαρισμού στα οποία αξίζει να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή και να ενθαρρυνθεί η περαιτέρω μελέτη για την εφαρμογή τους σε ελαιουργικά απόβλητα. Δεδομένης της μεγάλης αποτελεσματικότητάς τους στον καθαρισμό αστικών λυμάτων και κυρίως μικρών οικισμών (της τάξης του 95 - 99 % ως προς όλες τις ρυπαντικές παραμέτρους). Κατασκευαστικά αποτελούνται από αβαθείς λιμνοδεξαμενές, φυσικά ή τεχνητά στεγανοποιημένες, στην επιφάνεια των οποίων αναπτύσσεται επιπλέον φυτική βιομάζα (π.χ. υάκινθοι), είτε φυτεύονται υδροχαρή φυτά με

κατεισδύον ριζικό σύστημα (π.χ. καλάμια, βούρλα). Η έξοδος των επεξεργασμένων αποβλήτων γίνεται με υπερχείληση, είτε από τον πυθμένα εάν αυτός είναι διαμορφωμένος σαν στραγγιστήριο (διαστρωμένος με διαβαθμισμένες κροκάλες οι οποίες καλύπτονται με φυτική γη ή άμμο). Η αρχή λειτουργίας αυτών των εναλλακτικών συστημάτων βιολογικού καθαρισμού είναι διαφορετική από αυτή των κλασσικών. Οι απορρυπαντικές διεργασίες οφείλονται στη διάσπαση των σύνθετων οργανικών ενώσεων από τη δράση ενζύμων που εκκρίνει το ριζικό σύστημα και από την ανάπτυξη μικροοργανισμών γύρω από το ριζικό σύστημα. Οι απλοποιημένες ενώσεις που προκύπτουν, αφομοιώνονται από τα φυτά που στη συνέχεια τις μετατρέπουν σε φυτική βιομάζα μέσω φωτοσυνθετικών διεργασιών. Η βιομάζα των μικροοργανισμών που αναπτύσσεται στα συστήματα αυτά και το ριζικό σύστημα των φυτών εξασφαλίζει την απαιτούμενη οξυγόνωση. Σ'αυτού του είδους τα συστήματα το πλεόνασμα της βιομάζας απομακρύνεται περιοδικά με συλλογή, κοπή ή ξερίζωμα και μπορεί να διατεθεί για παραγωγή ζωοτροφών.

Τα βασικά πλεονεκτήματα των συστημάτων αυτών είναι το μικρό κατασκευαστικό κόστος και οι ελάχιστες απαιτήσεις χειρισμών οι οποίες περιορίζονται στη συγκομιδή της φυτικής βιομάζας. Επιπλέον, μπορούν να αντιμετωπίσουν χωρίς πρόβλημα σημαντικές διακυμάνσεις παροχών και φορτίων που συναντώνται κατά τη λειτουργία των ελαιοτριβείων. Κι εδώ όμως το βασικό πρόβλημα είναι η ύπαρξη των διαθέσιμων μεγάλων εκτάσεων που απαιτούνται αν ληφθεί υπ'όψη ότι είναι της τάξης των 3-5 τετραγωνικών μέτρων ανά ισοδύναμο κάτοικο (για τα αστικά απόβλητα).

3. Υπεδάφια Διάθεση σε Βόθρους.

Σε εφαρμογή της κείμενης νομοθεσίας περί διάθεσης βιομηχανικών αποβλήτων είναι δυνατή η χρήση σμηπτικών ή απορροφητικών βόθρων, είτε η μέθοδος του υπεδάφιου πεδίου, εφόσον τα απόβλητα έχουν υποβληθεί σε επεξεργασία ισοδύναμη τουλάχιστον προς απλή καθίζηση μέσης διάρκειας 2 ωρών. Η υπεδάφια διάθεση ελαιουργικών αποβλήτων, κάτω από συγκεκριμένες βασικές προϋποθέσεις, αποτελεί εναλλακτική λύση για περιοχές όπου η μέθοδος των εξατμισοδεξαμενών παρουσιάζει προβλήματα λόγω οσμηπτικών οχλήσεων σε κατοικημένους χώρους. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή εγκυμονεί κινδύνους για τη ρύπανση υπογείων υδάτων και γι' αυτό το λόγο επιβάλλεται η προσεκτική εφαρμογή της ύστερα από αυστηρό έλεγχο και μελέτη της περιοχής. Πριν την εφαρμογή της απαιτούνται εμπειριστατωμένες υδρογεωλογικές μελέτες ώστε να προσδιορισθούν το βάθος και το είδος του υδροφόρου ορίζοντα, τα όρια υδροληψίας και άρδευσης, καθώς και η σύσταση και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του εδάφους.

• Σμηπτικοί βόθροι: Πρέπει να διανοίγονται εντός αδιαπερατών πετρολογικών σχηματισμών ή να στεγανοποιούνται τεχνητά ώστε να μη δημιουργήσουν προβλήματα ρύπανσης στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες. Εδάφη που εξασφαλίζουν αδιαπερατότητα είναι τα μαργαϊκά, τα αργιλικά, τα φυλλιτικά και ο φλίσχης. Ωστόσο, δεν επιλύουν το πρόβλημα αλλά απλώς το μεταθέτουν τοπικά και χρονικά, δεδομένου ότι κάποια στιγμή τα απόβλητα θα πρέπει να μεταφερθούν με βυτία σε κάποια άλλη κατάλληλη περιοχή για την τελική διάθεση ή επεξεργασία. Αποτελούν επομένως, προσωρινούς αποθηκευτικούς χώρους για το

μετέπειτα στάδιο της μεταφοράς με βυτιοφόρα οχήματα το οποίο και συνεπάγεται σημαντικό κόστος. Επομένως, πρέπει να θεωρείται σαν τελευταία επιλογή και μόνο για περιπτώσεις που δεν υπάρχουν άλλες εναλλακτικές λύσεις.

• Απορροφητικοί βόθροι: Αποτελούν συνηθισμένη μέθοδο διαθέσεως των λυμάτων αλλά με την πάροδο του χρόνου χάνουν σταδιακά την απορροφητικότητά τους και γι'αυτό απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή. Οι βόθροι αυτοί ανοίγονται σε διάπερατά ή ημιπερατά πετρώματα και μπορούμε να διοχετεύσουμε μεγάλες ποσότητες αποβλήτων. Προκειμένου να αποφευχθεί ο κίνδυνος μόλυνσης των υπογείων υδάτων είναι απαραίτητη η εκτεταμένη υδρογεωλογική έρευνα της περιοχής ώστε να διαπιστωθεί αν υπάρχει υπόγεια υδροφορία. Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται οι απορροφητικοί βόθροι να εισχωρούν εντός του ορίζοντα υπογείων υδάτων, ενώ θα πρέπει να τηρούνται επαρκείς αποστάσεις ασφαλείας, ώστε να μην υφίσταται κίνδυνος ρύπανσης των υδάτων που τυχόν επηρεάζονται από αυτούς. Για το λόγο αυτό, πρέπει να τοποθετούνται τουλάχιστον 30 μέτρα μακριά και κατόπιν οποιασδήποτε πηγής υδρεύσεως. Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν είναι δυνατή η προέκτασή τους σε βάθος, λόγω της φύσεως του εδάφους ή της ύπαρξης υπογείων υδάτων, είναι δυνατή η διαμόρφωσή τους σαν απορροφητικές στοές.

Ένα σοβαρό μειονέκτημα των απορροφητικών βόθρων είναι ότι λόγω της λιπαρότητας των ελαιουργικών αποβλήτων φράσσει το πόρωδες των πετρωμάτων με αποτέλεσμα να μετατρέπονται σταδιακά σε σπητικούς βόθρους. Για το λόγο αυτό, επιβάλλεται η προσεκτική εφαρμογή όλων των σταδίων της πρωτοβάθμιας

επεξεργασίας (ελαιοδιαχωρισμός - εξουδετέρωση με ασβέστη - καθίζηση) ώστε να απομακρυνθεί το μεγαλύτερο μέρος των ελαιωδών ουσιών και στερεών που είναι υπεύθυνα για την απώλεια της απορροφητικότητας του εδάφους. Ακολούθως, τα λύματα μπορούν να οδηγηθούν στους απορροφητικούς βόθρους προκειμένου να υποστούν διήθηση στο έδαφος. Οι διαστάσεις του βόθρου υπολογίζονται με βάση την μέγιστη ημερήσια παροχή λυμάτων, την παράπλευρη διαβρεχόμενη επιφάνεια και την απορροφητικότητα του εδάφους η οποία διαπιστώνεται κατόπιν επιτόπιας εξέτασης. Ενδεικτικά στοιχεία διαστασιολόγησης απορροφητικών βόθρων ανάλογα με την απορροφητικότητα του εδάφους δίνονται στην υγειονομική διάταξη Ε18/221/22-1/24-2-65, άρθρο 9" περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων εις το έδαφος".

α/α	Είδος εδάφους	Απαιτούμενη παράπλευρη επιφάνεια (τ.μ./κ.μ. λυμάτων ημερησίως)
1	Χονδρόκοκος άμμος-χαλίκες	5
2	Λεπτόκοκος άμμος	7
3	Άμμος μετά πηλού-αργίλου	12
4	Αργίλος με μεγάλη περιεκτικότητα άμμου ή χαλίκων	20
5	Αργίλος με μικρή περιεκτικότητα άμμου ή χαλίκων	40
6	Συμπαγής άργιλος ή αδιαπέρατοι σχηματισμοί	Ακατάλληλον

Ο απαιτούμενος συνολικός όγκος του βόθρου μπορεί να μειωθεί αυξάνοντας το βάθος του. Ωστόσο, υπάρχουν όρια ως προς το μέγιστο επιτρεπτό βάθος τα οποία υπαγορεύονται αφενός από τεchnοοικονομικούς λόγους, αφετέρου από την ύπαρξη υπογείων υδροφόρων στρωμάτων. Όταν πρόκειται να κατασκευασθούν

περισσότεροι του ενός απορροφητικοί βόθροι ή απόσταση μεταξύ τους πρέπει να λαμβάνεται ίση προς το τριπλάσιο της διαμέτρου τους.

• Υπεδάφιο Πεδίο: Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σπάνια. Αποτελείται από σύστημα σωληνωτών αγωγών οι οποίοι περιβάλλονται από στρώμα χαλίκων και τοποθετούνται κατά μήκος του πυθμένα τάφρων. Με τον τρόπο αυτό κατανέμονται τα λύματα που έχουν υποστεί καθίζηση και διηθούνται στο έδαφος. Το βάθος των τάφρων και η απόσταση μεταξύ τους, εξαρτώνται από το πλάτος του πυθμένα τους και αναφέρονται στην υγειονομική διάταξη Ε1β/221/22-1/24-2-65.

Γενικά, η υπεδάφια διάθεση εφαρμόζεται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις και κατόπιν εξειδικευμένης μελέτης της περιοχής. Για μεγαλύτερες παροχές αποβλήτων είναι δυνατή η διάθεση μέσω γεωτρήσεων σε περιπτώσεις που συντρέχουν οι κατάλληλες υδρογεωλογικές συνθήκες και ύστερα από αυστηρό έλεγχο και μελέτη (π.χ. διάθεση στο υπέδαφος κάτω από τους υδρωφόρους ορίζοντες). Πάντως σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται ρύπανση των υπογείων υδροφορέων, ακόμη και μη χρησιμοποιούμενων, επειδή τα αποτελέσματα είναι πολύ δύσκολα αντιστρέψιμα.

4. Αρδευση - Λίπανση - Επιφανειακή Διάθεση.

Κατά τη μέθοδο αυτή τα απόβλητα διασκορπίζονται σε μια μεγάλη επιφάνεια και απορροφούνται από το έδαφος με αποτέλεσμα την αποικοδόμηση των οργανικών ενώσεων με αερόβιες και αναερόβιες συνθήκες μέσω των μικροοργανισμών του εδάφους. Τα αιωρήματα κατακρατούνται, ενώ μέρος του οργανικού φορτίου, του

αζώτου και του φωσφόρου απορροφάται για την ανάπτυξη των φυτών. Παράλληλα, το περιεχόμενο νερό χρησιμοποιείται για τις ανάγκες των φυτών, ενώ το υπόλοιπο διηθείται προς τα κατώτερα εδαφικά στρώματα. Συνεπώς, τα πλούσια σε οργανικό και ανόργανο φορτίο απόβλητα χρησιμοποιούνται για την άρδευση και ταυτόχρονη λίπανση των καλλιεργειών.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα για την απευθείας διάθεση των ελαιουργικών αποβλήτων αποτελεί η οξύτητά τους ($\text{PH} = 4 - 6$) καθώς και η ύπαρξη σημαντικών ποσοτήτων φυτοτοξικών συστατικών (φαινόλες, έλαια κ.ά.). Ωστόσο, με την πρωτοβάθμια επεξεργασία είναι δυνατή η εξουδετέρωση των αποβλήτων και η απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους των περιεχόμενων ελαιωδών ουσιών (επίπλευση). Επιπροσθέτως, σύμφωνα με Γαλλικά ερευνητικά αποτελέσματα, η τοξικότητα απαλείφεται με τον περιορισμό των διατιθεμένων ποσοτήτων μέσω ελεγχόμενης άρδευσης έτσι ώστε να μη γίνει υπέρβαση της απορροφητικής και αφομοιωτικής ικανότητας του εδάφους.

Πειραματικά αποτελέσματα του Αγρονομικού Κέντρου Ερευνών των ANTIBES, αποδεικνύουν ότι είναι δυνατή η άρδευση διαφόρων καλλιεργειών (ελιές, σιτάρι, οπωροκηπευτικά, γρασίδι κλπ.) σε δόσεις $5 - 10 \text{ m}^3$ ανά στρέμμα εφόσον η άρδευση σταματήσει 45 ημέρες τουλάχιστον πριν τη σπορά ή την άνθηση των δένδρων. Συγκεκριμένα, δοκιμές αρδεύσεως σε ελαιώνες (δόση $6 - 10 \text{ m}^3/\text{στρέμμα}$) σε οπωροκηπευτικά (δόση $10 - 20 \text{ m}^3/\text{στρέμμα}$) και σε γρασίδι (δόση $20 - 80 \text{ m}^3/\text{στρέμμα}$) δεν παρουσίασαν τοξικές επιπτώσεις. Μάλιστα, οι δοκιμαστικές καλλιέργειες που έγιναν μετά από 5 μήνες από την τελευταία άρδευση παρουσίασαν αύξηση

της απόδοσης, γεγονός που σημαίνει ότι κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις οι τοξικές ιδιότητες εξαλείφονται και τελικά έχουμε ευνοϊκές επιπτώσεις για το έδαφος.

Γενικά, τα λιοζούμια, εκτός από το υψηλό οργανικό φορτίο και την ύπαρξη των δύσκολα αποικοδομίσιμων και τοξικών για τα φυτά πολυφαινολών, διαθέτουν ένα πλούσιο λιπασματικό ανόργανο φορτίο και παρουσιάζουν αγροτικό ενδιαφέρον. Τα λιπασματικά στοιχεία σε Kg/στρέμμα που προσφέρει μία δόση 10 m³/στρέμμα άρδευσης λιοζουμών είναι:^(4,5,6)

i) Οργανικό άζωτο	5 - 6.5 Kg/στρέμμα
ii) P ₂ O ₅	6.5 - 20 - " -
iii) K ₂ O	35 - 110 - " -
iv) MgO	1.5 - 5 - " -

Με την ανωτέρω δόση έχουμε κανονική λίπανση σε άζωτο και μαγνήσιο, μάλλον υψηλή σε φώσφορο και αρκετά υψηλή σε κάλιο. Κατά συνέπεια, εφόσον τηρηθούν ορισμένες κρίσιμες προϋποθέσεις, η άρδευση διαφόρων καλλιεργειών μπορεί να αποτελέσει εναλλακτική λύση διάθεσης των ελαιουργικών αποβλήτων με ταυτόχρονη αξιοποίηση των λιπασματικών στοιχείων που περιέχονται σ'αυτά. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στα Κύθηρα όπου τα λιοζούμια χρησιμοποιούνται για την άρδευση χωραφιών στα οποία το καλοκαίρι αναπτύσσονται διάφορα λαχανικά.⁽⁴⁾

Γενικά, η άρδευση ελαιώνων και άλλων καλλιεργειών είναι δυνατή σύμφωνα με τα μέχρι τώρα ερευνητικά αποτελέσματα. Ωστόσο, απαιτείται υπεύθυνη ενημέρωση των παραγωγών ώστε να μπορέσουν να ξεπεράσουν τους αρχικούς ενδοιασμούς, αλλά και να προστατευθούν από τις δυσάρεστες συνέπειες της μη σωστής

εφαρμογής της. Άλλωστε, δεν θα πρέπει να αγνοούμε ότι και τα συνθετικά λιπάσματα σε μεγάλες δόσεις δρουν ανασταλτικά για την ανάπτυξη των φυτών.

Η πρωτόβάθμια επεξεργασία κρίνεται απαραίτητη ώστε να απομακρυνθεί το μεγαλύτερο μέρος των λιπαρών ουσιών και να ουδετεροποιηθούν τα απόβλητα (το στάδιο της εξουδετέρωσης θα μπορούσε να παραληφθεί μόνο σε περίπτωση που η διάθεση γίνεται σε ασβεστολιθικά ή αλκαλικά εδάφη). Πριν την εφαρμογή της άρδευσης, σε μεγάλη κλίμακα, συνίσταται ένα πειραματικό στάδιο άρδευσης των φυτειών ή δενδροκαλλιεργειών ώστε να πιστοποιηθεί η εξαλείψη της άμεσης φυτοτοξικότητας. Στην περίπτωση που κριθεί εφαρμόσιμη η επιλογή της άρδευσης θα πρέπει να ληφθούν τα αναγκαία μέτρα ώστε να αποφευχθεί η υπέρβαση της ανεκτικότητας του εδάφους και των καλλιεργειών. Τέτοιου είδους προληπτικά μέτρα είναι:

α) Περιοδική εναλλαγή των αρδευόμενων χώρων (π.χ. ανά δεκαήμερο).

β) Κατάλληλη επιλογή του χρόνου εξέλιξης της καλλιέργειας (όχι σε ανθοφορία ή σπορά).

γ) Μέγιστος ρυθμός επιφανειακής φόρτισης ο οποίος εξαρτάται από το είδος της καλλιέργειας ($5 - 10 \text{ m}^3/\text{στρέμμα}$ για την περίπτωση ελαιώνων).

δ) Μέγιστη διάρκεια άρδευσης - λίπανσης της ίδιας έκτασης (όχι μεγαλύτερη των 2 χρόνων).

Μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η απαίτηση μεγάλων εκτάσεων και μάλιστα σε εποχή που οι ανάγκες των φυτών σε νερό είναι περιορισμένες. Για το λόγο αυτό η μέθοδος παρουσιάζει

προβλήματα χωρίς όμως να είναι ανέφικτη. Πιο αποδοτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τη λίμναση ή κάποια άλλη μέθοδο δευτεροβάθμιας επεξεργασίας. Στην περίπτωση που τα λιοζούμια έχουν παραμείνει για μεγάλο χρονικό διάστημα στη λιμνοδεξαμενή έχει αποικοδομηθεί μεγάλο μέρος του οργανικού τους φορτίου με αποτέλεσμα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολύ μεγαλύτερες ποσότητες για άρδευση - λίπανση, και επομένως απαιτούνται μικρότερες εκτάσεις.⁽¹⁰⁾ Επιπροσθέτως, για χρόνους παραμονής στις λιμνοδεξαμενές 2-3 μήνες η περίοδος άρδευσης συμπίπτει με την καλοκαιρινή οπότε και οι ανάγκες των φυτών είναι μεγαλύτερες.

5. Συνεπεξεργασία με Αστικά Απόβλητα.

Γενικά η εκροή των ελαιουργικών αποβλήτων στα αποχετευτικά δίκτυα οικισμών είναι ιδιαίτερα προβληματική και μπορεί να εφαρμοσθεί μόνο σε μεμονωμένες περιπτώσεις και κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Αφενός, πρέπει να γίνει σχεδιασμένη προεπεξεργασία στην πηγή της παραγωγής ώστε να μειωθεί το ρυπαντικό φορτίο, αφετέρου, πρέπει να γίνει συγκεκριμένη πρόβλεψη για τις ποσότητες αποβλήτων που θα φθάνουν στην εγκατάσταση τελικής επεξεργασίας. Οι προϋποθέσεις αυτές καθορίζουν το σχεδιασμό της εγκατάστασης κοινής επεξεργασίας με βάση τις συνολικές παροχές και το συνολικό ρυπαντικό φορτίο, λαμβάνοντας υπ' όψη τις διακυμάνσεις στη διάρκεια του χρόνου.

Το πρόβλημα είναι μεγαλύτερο για την περίπτωση που κάποια προϋπάρχουσα μονάδα επεξεργασίας λυμάτων πρόκειται να δεχθεί τα απόβλητα κάποιου ελαιοτριβείου χωρίς να διαταραχθεί η

λειτουργία και η απόδοσή της. Στην περίπτωση αυτή, οι προδιαγραφές της υπάρχουσας εγκατάστασης (ανοχές και δυνατότητες υπερφορτίσεων) καθορίζουν την ποιότητα των αποβλήτων και τις ημερήσιες παροχές που μπορούν να γίνουν αποδεκτές. Οποσδήποτε όμως, η ημερήσια παροχή των ελαιουργικών αποβλήτων και το συνολικό ημερήσιο ρυπαντικό τους φορτίο θα πρέπει να είναι μικρό ποσοστό (< 5%) του συνολικού έτσι ώστε να επιτυγχάνεται επαρκής αραίωση.

Σύμφωνα με μελέτες η αερόβια επεξεργασία των ελαιουργικών αποβλήτων μετά από σημαντική αραίωση (μεγαλύτερη από 1:25) είναι δυνατή και με ικανοποιητικά αποτελέσματα απομάκρυνσης του οργανικού φορτίου, ιδιαίτερα σε εγκαταστάσεις παρατεταμένου αερισμού. Ωστόσο, απαιτείται αραίωση των αποβλήτων 1:100 για την αποφυγή προβλημάτων χρώματος στην επεξεργασμένη εκροή. Αυτό σημαίνει πως αν έχουμε μια μέση παροχή αποβλήτων κατά την ελαιοκομική περίοδο 5-15 m³ ημερησίως, η αντίστοιχη δυναμικότητα της κεντρικής εγκατάστασης θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 500-1500 m³ ανά ημέρα (ισοδύναμος πληθυσμός 2500-7500 κάτοικοι). Επιπλέον, η εγκατάσταση αυτή θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί ώστε να μπορεί να δεχθεί αυτό το επιπρόσθετο οργανικό φορτίο κατά την ελαιοκομική περίοδο ή να έχει σχεδιασθεί με διπλάσια δυναμικότητα.

Είναι λοιπόν φανερό πως μία Κοινότητα ή ένας μικρός Δήμος δεν είναι δυνατόν να δεχθεί τα απόβλητα έστω και από ένα μόνο ελαιοτριβείο μέσου μεγέθους στην εγκατάσταση επεξεργασίας αστικών λυμάτων, εκτός κι αν έχει προβλεφθεί κατά τον αρχικό σχεδιασμό της.

Ωστόσο, δεν πρέπει να αποκλείεται χωρίς διερεύνηση η διάθεση αποβλήτων περιορισμένου αριθμού ελαιοτριβείων όταν πρόκειται για διάθεση σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων μεγάλων Δήμων (ισοδύναμος πληθυσμός 50.000 - 100.000). Στην περίπτωση αυτή οι ημερήσιες παροχές ανέρχονται στα 10.000-20.000 m³ και είναι ικανές να αραιώσουν κάποιες ποσότητες ελαιουργικών αποβλήτων χωρίς να προκληθούν διαταραχές στη λειτουργία της κεντρικής εγκατάστασης.

Οποσδήποτε η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να είναι γενικής εφαρμογής αλλά είναι δυνατό να εφαρμοσθεί ως προσωρινή λύση για ειδικές περιπτώσεις μικρής δυναμικότητας ελαιοτριβείων τα οποία βρίσκονται εντός κατοικημένων περιοχών και δεν είναι δυνατόν να εφαρμοσθούν άλλες εναλλακτικές λύσεις.

6. Αναερόβιος Βιολογικός Καθαρισμός. ^(4,9,16,17)

Για τη βιολογική επεξεργασία των οργανικών αποβλήτων υπάρχουν οι τεχνολογικές δυνατότητες της αερόβιας και της αναερόβιας ζύμωσης. Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των ελαιουργικών αποβλήτων, καθώς και το πολύ υψηλό περιεχόμενο σε οργανικό φορτίο, καθιστούν τις κλασσικές αερόβιες μεθόδους μη αποτελεσματικές για τεχνικούς και οικονομικούς λόγους. Οι ενεργειακές απαιτήσεις για τον αερισμό τέτοιου είδους αποβλήτων είναι εξαιρετικά υψηλές και καθιστούν απαγορευτικό το λειτουργικό κόστος για επιχειρήσεις μικρής οικονομικής επιφάνειας όπως είναι οι περισσότερες από τα ελαιοτριβεία.

Απεναντίας, οι δυνατότητες επεξεργασίας των αποβλήτων σε αναερόβιες συνθήκες επιτρέπουν την σημαντική μείωση του

οργανικού φορτίου σε βεβαρυμένα απόβλητα με συμπαραγωγή καυσίμου βιαερίου και οργανικών καταλοίπων με εδαφοβελτιωτικές ιδιότητες. Βασίζεται στη δράση αναερόβιων μικροοργανισμών (μεθανοπαραγωγά και άλλα βακτήρια) οι οποίοι αφαιρούν το δεσμευμένο από τις οργανικές ενώσεις οξυγόνο, στη συνέχεια τις αποικοδομούν και παρέχουν σαν τελικό προϊόν βιαέριο (CH_4 , CO_2 , H_2S). Η ζύμωση είναι αυτόνομη και μπορεί να υποβοηθηθεί μόνο με τη διατήρηση της απαιτούμενης θερμοκρασίας των 35°C .

Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά και δείχνουν ότι για τα ελαιουργικά απόβλητα είναι δυνατή η μείωση του οργανικού φορτίου κατά 75 - 85 % με ταυτόχρονη παραγωγή 1.2 - 1.6 m^3/Kg διασπόμενου οργανικού άνθρακα. Η ανακτώμενη ενέργεια είναι πολύ σημαντική και μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες της Βιομεθανοποίησης καθώς και σημαντικό μέρος των ενεργειακών αναγκών των ελαιουργείων. Παράλληλα, το σταθεροποιημένο υπόλειμμα της ζύμωσης που περιέχει πολύ χαμηλότερο BOD - χωρίς όμως να τηρεί τις προδιαγραφές για διάθεση σε φυσικούς αποδέκτες- είναι κατάλληλο για γεωργική χρήση (λιπασματική άρδευση).

Σε διάφορες περιοχές της χώρας (Καλύβια Αττικής, Χανιά, κ.α.) έχουν εγκατασταθεί και μελετούνται συστήματα αναερόβιας επεξεργασίας των ελαιουργικών αποβλήτων με σκοπό την τυποποίηση του απαιτούμενου εξοπλισμού και τη βελτιστοποίηση των λειτουργικών συνθηκών. Η απορρύπανση με ταυτόχρονη ενεργειακή αξιοποίηση των βεβαρυμένων αποβλήτων μέσω της αναερόβιας ζύμωσης αποτελεί μια πολύ ενδιαφέρουσα προοπτική για την επικράτηση της οποίας καθοριστικό ρόλο θα παίξει η μείωση του

κόστους επένδυσης μέσω της τυποποίησης του εξοπλισμού.⁽¹⁴⁾ Οι εγκαταστάσεις θα πρέπει να είναι απλές και με μικρό κόστος ώστε η εφαρμογή της μεθόδου να μην είναι απαγορευτική για τα μικρές και μεσαίας δυναμικότητας ελαιοτριβεία, δεδομένου ότι η λύση μίας κεντρικής μονάδας επεξεργασίας για το Ν.Μαγνησίας (κατά το πρότυπο της Λευκάδας) είναι εξαιρετικά δύσκολη λόγω της μεγάλης διασποράς των υφιστάμενων ελαιοτριβείων.

7. Ανάκτηση Χρήσιμων Προϊόντων.^(6,18)

Πρόκειται για τεχνολογικά προηγμένες μεθόδους οι οποίες αποσκοπούν στην ανάκτηση προϊόντων και παραπροϊόντων από τα άχρηστα απόβλητα των ελαιουργείων τα οποία περιέχουν πληθώρα χρήσιμων συστατικών σε σημαντικές ποσότητες. Η ανάκτηση και εκμετάλλευση των προϊόντων αυτών αποτελεί ένα οικονομικό δυναμικό με δυνατότητες απόσβεσης της επένδυσης που θα απαιτηθεί, ακόμη και την πραγματοποίηση κερδών. Επομένως, η επεξεργασία των αποβλήτων δεν αντιμετωπίζεται πλέον σαν ένα "αναγκαίο κακό" για την προστασία του περιβάλλοντος, αλλά σαν μια παραγωγική επένδυση η οποία μπορεί να αποφέρει σημαντικά έσοδα. Σε αυτές τις σύγχρονες τεχνολογίες συμπεριλαμβάνονται, η φυγοκέντριση, η αντίστροφη ώσμωση, η υπερδιήθηση, η συμπύκνωση κ.α. και στοχεύουν στην ανάκτηση φυσικών χρωστικών, ελαιόλαδου, σακχάρων κλπ.

Το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Τροφίμων του Υπουργείου Γεωργίας (Δρ Κωδούνης) έχει μελετήσει την παραλαβή φυσικών χρωστικών για τη χρησιμοποίησή τους από τη βιομηχανία τροφίμων. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή τα υγρά απόβλητα υποβάλλονται σε θείωση και σε

υπερδιήθηση μέσω πορώδων μεμβρανών. Το συμπύκνωμα μπορεί να διατεθεί για ζωτροφές, ενώ το διήθημα υπόκειται σε εξάτμιση υπό κενό για τη συμπύκνωση των χρωστικών. Το τελικό εμπορεύσιμο υλικό λαμβάνεται με ξήρανση με εκνέφωση (spray drying).

Μια άλλη μέθοδος, η οποία έχει εφευρεθεί πρόσφατα από τον έλληνα φυσικό κ. Ινιωτάκη επιτυγχάνει την εξουδετέρωση της φυτοτοξικότητας των ελαιουργικών αποβλήτων με παραγωγή και ανάκτηση χρήσιμων προϊόντων (ελαιόλαδο, χρωστικές, λίπασμα και καύσιμο) και καλής ποιότητας νερό. Η μέθοδος αυτή (EHO : Evaporation - Hydrolysis - Oxidation) βασίζεται στην εξάτμιση των λυμάτων με ταυτόχρονη θερμική υδρόλυση και χημική οξείδωση των περιεχομένων στο νερό ουσιών. Παράλληλα, με τη χρήση κεραμικών μεμβρανών (υπερδιήθηση) είναι δυνατή η ανάκτηση του μεγαλύτερου μέρους του περιεχόμενου ελαιόλαδου. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου επαληθεύτηκε κατά τη λειτουργία (Αύγουστος '93) πιλοτικής εγκατάστασης στη Λευκίμη της Κέρκυρας ενώ αναμένονται τα αποτελέσματα από τη λειτουργία μιας μεγαλύτερης μονάδας επίδειξης (2,5 m³/h δυναμικότητα) στο ελαιοτριβείο του Αγροτικού Συνεταιρισμού Πέλεκα Κέρκυρας. Η μονάδα επίδειξης αποτελείται :

α) από ένα απολασπωτή για το διαχωρισμό της λάσπης και παραγωγή λιπασμάτων (160^{Kgr} ανά m³ αποβλήτων)

β) από τη μονάδα υπερδιήθησης για την ανάκτηση του ελαιόλαδου (12 kgr/m³ αποβλήτων)

γ) από τη μονάδα EHO για την αποτοξικοποίηση των αποβλήτων και την ανάκτηση καλής ποιότητας νερού και καυσίμου. (140 kgr/m³ αποβλήτων).

Επίσης, στη συγκεκριμένη μονάδα προβλέπεται και η προσθήκη ιοντοεναλλακτικών ρητινών για την ανάκτηση των χρωστικών ουσιών (περίπου 4 kg/m^3 αποβλήτων).

Οπωσδήποτε οι λύσεις που αναφέρθηκαν είναι πολύ ενδιαφέρουσες και συνιστούν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο περιβαλλοντικής αντιμετώπισης του προβλήματος όπου επιτυγχάνεται η πλήρης αξιοποίηση των ελαιουργικών αποβλήτων. Ωστόσο, προϋποθέτουν πολύ υψηλό κόστος επένδυσης και εξειδικευμένο προσωπικό και επομένως αποκλείεται η υιοθέτησή τους από μεμονωμένα ελαιοτριβεία. Κατά συνέπεια, δημιουργούνται οργανωτικά και διαδικαστικά προβλήματα (τα οποία κάθε άλλο παρά αξεπέραστα είναι) για το φορέα που θα αναλάβει μία τέτοια επένδυση. Βεβαίως, απαιτείται μία πλήρης τεχνοοικονομική μελέτη για τον προσδιορισμό του απαιτούμενου ύψους επένδυσης μίας τέτοιας μονάδας και των δυνατοτήτων βιωσιμότητάς της. Σε περίπτωση που τα παραγόμενα προϊόντα είναι ικανά να καλύψουν - έστω και οριακά - το κόστος παραγωγής, η μέθοδος θα αποτελούσε την ιδανική μελλοντική λύση του προβλήματος.

γ) Αξιολόγηση Μεθόδων - Κριτική

Σύμφωνα με τις μέχρι σήμερα γνωστές τεχνολογίες δεν υπάρχει ιδανική μέθοδος επεξεργασίας και διάθεσης των αποβλήτων για τις περιορισμένες οικονομικές δυνατότητες των μικρομεσαίων ελαιοτριβείων. Παρά τη σημαντική πρόοδο που έχει επιτευχθεί στην επεξεργασία των ελαιουργικών αποβλήτων, τα επίπεδα των ρύπων δεν έχουν φθάσει σε σημείο τέτοιο ώστε να επιτρέπουν τη χρήση της θάλασσας ως αποδέκτη. Επομένως, με βάση το ισχύον

νομικό καθεστώς, οι υδάτινοι φυσικοί αποδέκτες πρέπει να αποκλειστούν, δεδομένου ότι δεν είναι δυνατή η επίτευξη των απαιτούμενων προδιαγραφών με επιτόπια συστήματα επεξεργασίας που μπορούν να εγκατασταθούν στα ελαιοτριβεία.

Λαμβάνοντας υπ' όψη ότι οι δυνατότητες επεξεργασίας εντός της ελαιοργικής μονάδας είναι περιορισμένες (οι σύγχρονες τεχνολογίες που αποσκοπούν στην ανάκτηση χρήσιμων προϊόντων ή βιαερίου μάλλον προσανατολίζονται προς κάποια κεντρική μονάδα επεξεργασίας), το πρόβλημα εντοπίζεται στη διάθεση των αποβλήτων ώστε να έχουμε τις λιγότερο επιβαρυντικές συνέπειες για το περιβάλλον. Η πραγματικότητα αυτή περιορίζει την ενιαία εφαρμογή μίας και μόνου μεθόδου για όλα ανεξαιρέτως τα ελαιοτριβεία. Η επιλογή της κατάλληλης εναλλακτικής λύσης επεξεργασίας - διάθεσης είναι αντικείμενο μελέτης για κάθε ελαιοτριβείο, όπου θα ληφθούν υπόψη οι ιδιαιτερότητες της γύρω περιοχής και της μορφολογίας του εδάφους.

Οι φυσικοχημικές μέθοδοι πρωτοβάθμιας επεξεργασίας (επίπλευση - εξουδετέρωση - καθίζηση) δεν επαρκούν για τη μετέπειτα απευθείας διάθεση των αποβλήτων, ωστόσο συντελούν στη μείωση της ρύπανσης και στην απομάκρυνση ανεπιθυμητών συστατικών και επομένως κρίνονται αναγκαίες. Βασική προϋπόθεση για την αποδοτική λειτουργία τους αποτελεί ο σωστός σχεδιασμός (διαστασιολόγηση) και η τήρηση των λειτουργικών προδιαγραφών. Παρότι υφίστανται σήμερα στην πλειοψηφία των ελαιοτριβείων, λειτουργούν πλημμελώς με αποδόσεις πολύ χαμηλότερες από τις αναμενόμενες. Σημαντική βελτίωση στην απόδοση της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας μπορεί να επιτευχθεί με την προσθήκη ενός

συστήματος επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (DAF: Dissolved Air Flotation) με το οποίο απομακρύνονται αιωρούμενα και κολλοειδή στερεά, λίπη και σημαντικό μέρος των πρωτεϊνών.

Προκειμένου κάποια μέθοδος να είναι υλοποιήσιμη για κάθε ελαιοτριβείο θα πρέπει να είναι οικονομική και τεχνολογικά απλή, χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις ελέγχου. Επομένως, κατευθυνόμαστε σε φυσικά συστήματα καθαρισμού τα οποία δυστυχώς απαιτούν μεγάλες εκτάσεις και μεγάλους χρόνους παραμονής. Στόχος πρέπει να είναι η διευκόλυνση αυτών των φυσικών διεργασιών είτε παρεμβαίνοντας στην επεξεργασία των αποβλήτων για την απομάκρυνση ανεπιθυμητών συστατικών (π.χ. ελαιώδεις ουσίες που δρουν ανασταλτικά για τις βιολογικές διεργασίες) είτε λαμβάνοντας μέτρα ώστε να μην κορεστεί η αφομοιωτική ικανότητα αυτών των φυσικών συστημάτων (π.χ. ελεγχόμενη άρδευση με περιοδική εναλλαγή των χώρων). Μετά το στάδιο της φυσικοχημικής επεξεργασίας τα απόβλητα μπορούν να οδηγηθούν σε εξατμισοδεξαμενές ώστε να υποστούν φυσική εξάτμιση και στοιχειώδη βιολογική ζύμωση. Σε περίπτωση που παρουσιάζει προβλήματα η επιλογή των εξατμισοδεξαμενών (π.χ. κατοικημένοι χώροι) θα πρέπει να εξεταστεί η περίπτωση διάνοιξης απορροφητικών βόθρων, αφού βεβαίως γίνει πρώτα αναγνώριση του υπεδάφους και εξασφαλιστεί ο κίνδυνος ρύπανσης υπογείων υδάτων. Σαν τελική επιλογή υπάρχει η μέθοδος της ελεγχόμενης άρδευσης η οποία πρέπει να εφαρμόζεται με μεγάλη προσοχή και κατόπιν της υπόδειξης κάποιου ειδικού ώστε να αποτραπούν οι συνέπειες της φυτοτοξικότητας.

Όσον αφορά τις τεχνολογικά προχωρημένες μεθόδους οι οποίες

αποσκοπούν στην ανάκτηση χρήσιμων προϊόντων (ελαιόλαδο, χρωστικές, βιαέριο κ.α.) και στην ανακύκλωση του νερού σίγουρα αποτελούν το μέλλον για ολοκληρωμένη και οριστική επίλυση του προβλήματος. Ωστόσο, απαιτείται ο μακροπρόθεσμος σχεδιασμός και η οργάνωση του διαχειριστικού φορέα ο οποίος θα αναλάβει αυτό το εγχείρημα δεδομένου ότι θα πρέπει να είναι μία ανεξάρτητη μονάδα κεντρικής επεξεργασίας όλων των ελαιουργικών αποβλήτων. Προς αυτή την κατεύθυνση απαιτείται να βρεθούν τρόποι επιδότησης και χρηματοδότησης για την προώθηση της σχετικής έρευνας ώστε να μπορέσει να υλοποιηθεί ένα τέτοιο φιλόδοξο πρόγραμμα ολοκληρωμένης διαχείρισης των ελαιουργικών αποβλήτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IVΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΣ - ΕΙΣΗΓΗΣΗ.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί η προτεινόμενη μέθοδος της παρούσας μελέτης είναι ένας συνδυασμός προτάσεων που έχουν εφαρμοστεί ή μελετηθεί στο παρελθόν, από κρατικές υπηρεσίες, Πανεπιστήμια κλπ.

Η προτεινόμενη λύση λοιπόν, είναι μια επεξεργασία δύο τουλάχιστον βαθμίδων, η σημασία της κάθε μίας θα συζητηθεί εκτενέστερα στη συνέχεια.

α. Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Στο πρώτο αυτό στάδιο προτείνεται η εφαρμογή της μεθόδου "Νιταδώρου", με κάποιες τροποποιήσεις της παρούσας ομάδας εργασίας. Έτσι λοιπόν έχουμε τα εξής:

1) Σύστημα εσχарισμού των αποβλήτων. Προτείνεται αρχικά η χρησιμοποίηση σχάρας, αυτομάτου ή χειροκίνητης λειτουργίας, με σκοπό την απομάκρυνση των χονδροειδών στερεών (κομμάτια ελαιόκαρπου, πυρήνα).

2) Επίπλευση-Εξελαίωση. Στη συνέχεια προτείνεται η χρήση αεριζόμενου λιποσυλλέκτη (επίπλευση με αέρα), προκειμένου να πετύχουμε υψηλά ποσοστά αφαίρεσης των λιπών και των ελαίων καθώς και των άλλων αιωρούμενων στερεών.

3) Εξουδετέρωση-Σαπωνοποίηση-Κροκίδωση. Τα λύματα εν συνεχεία, οδεύουν προς τη δεξαμενή εξουδετέρωσης. Εκεί προστίθεται με χρήση δοσομετρικής αντλίας ποσότητα υδροξειδίου του ασβεστίου, ενώ ταυτόχρονα υπάρχει και έντονη ανάδευση με ηλεκτροκίνητο συγκρότημα. Η βάση αυτή επιλέχθηκε διότι έχει

τριπλή λειτουργία:

α. Προκαλεί εξουδετέρωση των λυμάτων και ανέγασμα του ΡΗ από 4.5 (μέση τιμή ακατέργαστου αποβλήτου) σε τιμές ουδέτερες ή και αλκαλικές.

β. Σαπωνοποιεί τις τελευταίες ποσότητες ελαίων, οι οποίες διέφυγαν από τον λιποσυλλέκτη κι έτσι δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για τις βιολογικές συνθήκες που ακολουθούν.

γ. Λειτουργεί ως κροκιδωτικό γιατί καταβυθίζει όλα τα υπόλοιπα αιωρούμενα στερεά καθώς και ένα μέρος των στερεών εν διαλύσει.

5) Δεξαμενή καθίζησης. Στη συνέχεια τα απόβλητα οδηγούνται σε δεξαμενή καθίζησης προς ανάκτηση της βιολογικής λάσπης.

Με το τέλος της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας, ο απενεργοποιημένος πλέον κασίγαρος κατευθύνεται προς τη δευτεροβάθμια επεξεργασία, η οποία μπορεί να υπάρξει με τις εξής παραλλαγές:

β. Δευτεροβάθμια επεξεργασία

Ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες της περιοχής στην οποία βρίσκεται το ελαιοτριβείο (βλ. Κεφ. III), το δεύτερο στάδιο επεξεργασίας - διάθεσης μπορεί να περιλαμβάνει τη μέθοδο των εξατμισοδεξαμενών ή σαν εναλλακτική λύση τη διάθεση σε απορροφητικούς βόθρους όταν η πρώτη μέθοδος παρουσιάζει αντικειμενικές δυσκολίες εφαρμογής.

1) Εξατμισοδεξαμενή. Τα λύματα φθάνουν τελικά σε αυτού του είδους την δεξαμενή, μέσα στην οποία συντελούνται δύο λειτουργίες κατά κύριο λόγο:

α. Εξάτμιση του νερού προς την ατμόσφαιρα και σημαντική μείωση του όγκου των λυμάτων και

β. Λόγω μεγάλου χρόνου παραμονής συνεχής καθίζηση με ταυτόχρονη πτώση του οργανικού φορτίου.

2) Απορροφητικός Βόθρος. Με τον τρόπο αυτό έχουμε και πάλι απομάκρυνση της υδατικής φάσης, που αυτή τη φορά όμως συντελείται με απορρόφηση από το έδαφος. Επίσης, λόγω του ότι υπάρχουν αναερόβιες διαδικασίες μέσα στο βόθρο, υπάρχει μεγάλη πτώση του οργανικού ρυπαντικού φορτίου.

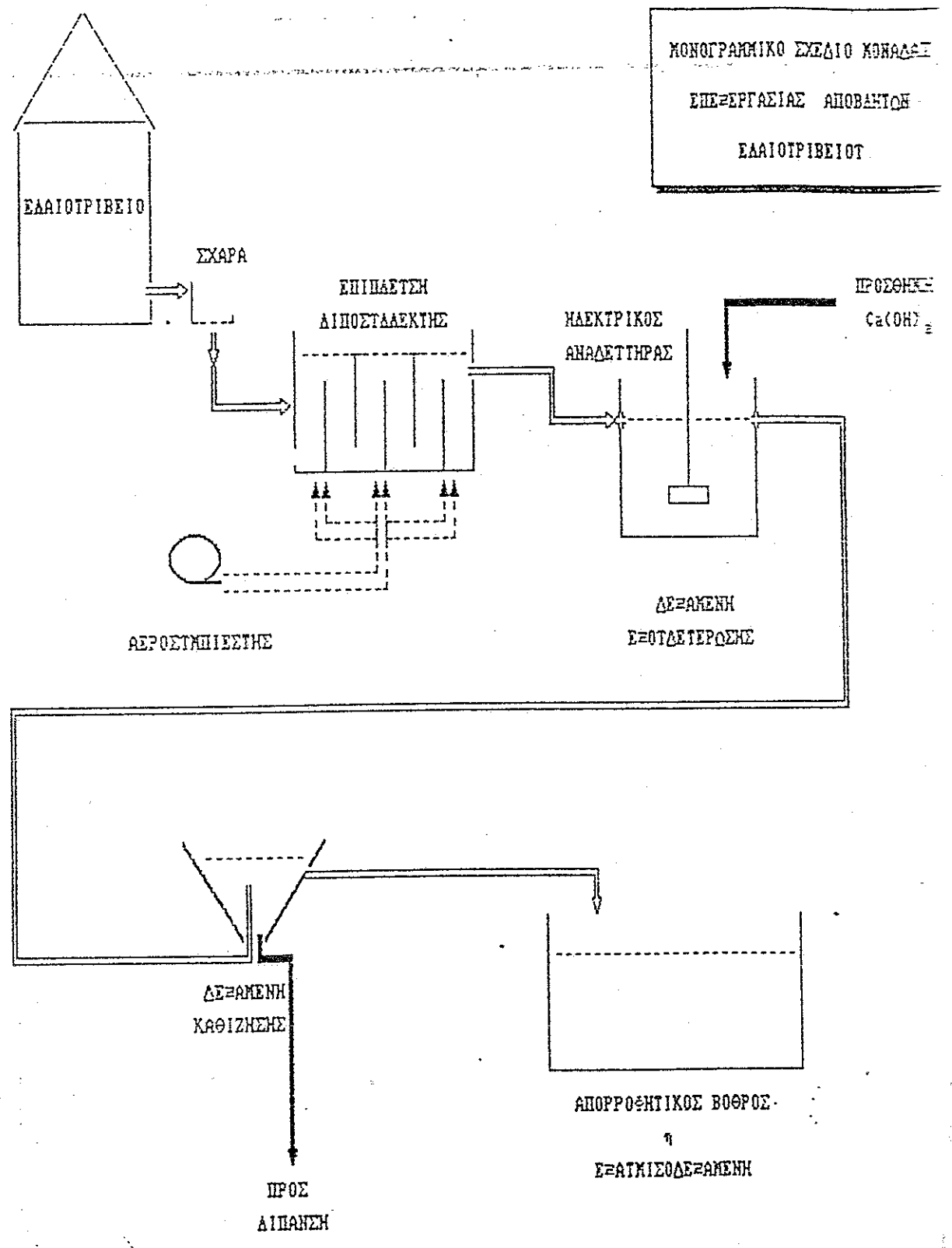
γ. Τελική Διάθεση

Περιπτώσιακά, τα επεξεργασμένα απόβλητα εφόσον δεν εξατμιστούν ή απορροφηθούν πλήρως, δύνανται να απομακρύνονται είτε από την εξατμισοδεξαμενή είτε από το βόθρο με βυτιοφόρο και να διασπείρονται σε χωράφια με ρυθμό 5-10 m³/στρέμμα.

Στην περίπτωση αυτή συντελείται επιπλέον απορρύπανση του αποβλήτου, λόγω του ότι με τη διασπορά έχουμε έντονες αερόβιες συνθήκες οι οποίες εξασφαλίζουν την ανάπτυξη αερόβιων μικροοργανισμών, που αποσυνθέτουν τους φυσικούς ρυπαντές ακόμη περισσότερο. Επιπλέον, επιτυγχάνεται λίπανση των αοδευόμενων εκτάσεων.

Τα στάδια που περιγράψαμε παραπάνω, φαίνονται στο συνοπτικό, μονογραμμικό διάγραμμα ροής που ακολουθεί στην επόμενη σελίδα.

δ. Διάγραμμα Ροής



ε. Σχόλια - Αξιολόγηση - Παρατηρήσεις.

Κατά την πρωτοβάθμια επεξεργασία τα λύματα εσχαρίζονται, προκειμένου να απομακρυνθούν τα χονδρόκοκα στερεά (κομάτια ελαιόκαρπου και πυρήνα), τα οποία είναι πρώτη ύλη για απόκτηση του πυρηνέλαιου. Με τον τρόπο αυτό πετυχαίνουμε να απαλλαχθούμε από τα εσχαρίσματα που αποτελούν πρόβλημα στην περαιτέρω επεξεργασία.

Όταν στη συνέχεια τα απόβλητα φθάνουν στην επίπλευσή εκεί με τον αερισμό που τους γίνεται, απαλλάσσονται σε μεγάλο βαθμό από το λάδι, τα άλλα φυτικά λιπαρά που απέμειναν από την παραγωγική διαδικασία, καθώς και από ένα μεγάλο μέρος των αιωρούμενων στερεών. Όλα αυτά υπό την επίδραση του αέρα οδεύουν προς την επιφάνεια, όπου και συλλέγονται. Είναι δε, ουσίες με οικονομικό όφελος για τους ελαιουργούς, αφού κι αυτά όπως και τα εσχαρίσματα αποτελούν τη βάση του πυρηνέλαιου.

Επιπλέον, το απόβλητο υφίσταται προαερισμό ο οποίος διευκολύνει το μετέπειτα στάδιο της κροκίδωσης - καθίζησης σύμφωνα με τη μέθοδο "Νιταδώρου".

Με την αφαίρεση δε, των λιπαρών ουσιών έχουμε καλύτερα αποτελέσματα στην δευτεροβάθμια επεξεργασία, αφού το νερό μπορεί να εξατμισθεί ή να απορροφηθεί ευκολότερα, στην εξατμισοδεξαμενή ή τον απορροφητικό βόθρο αντίστοιχα.

Απαλλαγμένο το λύμα όπως είναι τώρα από ένα μεγάλο μέρος των στερεών, κατευθύνεται προς την δεξαμενή εξουδετέρωσής του. Αυτή γίνεται με μια απλή αλλά πολύ ισχυρή βάση το Ca(OH)_2 (ασβέστης). Εκεί, τα λιπαρά οξέα εξουδετερώνονται (σαπωνοποιούνται), το pH ανεβαίνει αισθητά προς την ουδέτερη ή

και ελαφρώς αλκαλική περιοχή, και έχουμε επιπλέον κροκίδωση των κολλοειδών αιωρημάτων αλλά και των εν διαλύσει στερεών. Μέχρις εδώ το απόβλητο προβλέπεται να έχει απαλλαχθεί από τα αιωρούμενα στερεά πάνω από 80 %, ενώ υπάρχει πτώση του οργανικού ρυπαντικού φορτίου έως και 35 %.

Με την οξύτητα διορθωμένη ο κατσιγάρος εισέρχεται στη δεξαμενή καθίζησης όπου καθιζάνουν οι σχηματιζόμενες κροκίδες. Η βιολογική λάσπη εμπλουτίζεται συνεχώς και ενώ η υπερκείμενη υγρή στοιβάδα διοχετεύεται προς τη δευτεροβάθμια επεξεργασία, η λάσπη διατίθεται προς ξήρανση και λιπασμάτωση. Εδώ θα πρέπει να τονισθεί ότι η χρησιμοποίηση $\text{Ca}(\text{OH})_2$ σε δόσεις μεγαλύτερες από 1% μπορεί να επιτυγχάνει μεγαλύτερη μείωση του οργανικού φορτίου, ωστόσο οι ποσότητες ιλύος που παράγονται είναι πολύ μεγάλες και είναι δυνατόν να φθάσουν έως και 60-70 % του όγκου των αποβλήτων.⁽⁷⁾ Επομένως, θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη το στάδιο αφυδάτωσης του πηγματος και η τελική του διάθεση.

Η επιλογή της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας θα πρέπει να βασισθεί στις ιδιαιτερότητες της κάθε μίας από τις δύο μεθόδους που περιγράψαμε παραπάνω (βλ. Κεφ. III). Αυτές για την χρησιμοποίηση εξατμισοδεξαμενής είναι οι ακόλουθες:

- 1) Δεν πρέπει να υπάρχει απορρόφηση από το έδαφος, γεγονός ανεπιθύμητο σε περιπτώσεις όπου υπάρχει υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας.
- 2) Υπάρχει μεγάλη απαίτηση σε επιφάνεια η οποία έπειτα από την διάνοιξη της δεξαμενής καθίσταται ανεκμετάλλευτη.
- 3) Υπάρχει έντονο πρόβλημα οσμών, γι' αυτό και η λύση αυτή δεν συνίσταται για ελαιοτριβεία γειτνιάζοντα με οικισμούς.

Στην περίπτωση της χρησιμοποίησης απορροφητικού βόθρου, υπάρχουν τα εξής χαρακτηριστικά στοιχεία:

- 1) Υπάρχει μεγάλη απορρόφηση αποβλήτου από το έδαφος και συνεπώς δεν πρέπει αυτή η λύση διάθεσης να εφαρμόζεται σε περιπτώσεις όπου υπάρχει υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας, ο οποίος μπορεί να επηρεαστεί.

- 2) Δεν υφίσταται πρόβλημα οσμών, εφόσον ο βόθρος είναι κλειστός και το φρεάτιο επιφανείας είναι καλώς σφραγισμένο.

- 3) Επειδή είναι υπόγειος και κλειστός η επιφάνειά του μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί, περιορίζοντας έτσι τις ανάγκες του ελαιοτριβείου σε έκταση.

- 4) Λόγω του ότι ο αερισμός των λυμάτων που βρίσκονται μέσα στο βόθρο είναι μηδαμινός, επικρατούν, όπως ήδη έχει ειπωθεί, αναερόβιες συνθήκες, με αποτέλεσμα το οργανικό φορτίο να αποσυντίθεται παράγοντας ελάχιστες ποσότητες λάσπης. Το γεγονός αυτό συντελεί αποφασιστικά στη μακροζωία του βόθρου, αφού οι αιτίες απόφραξης ενός απορροφητικού βόθρου είναι η ύπαρξη στερεών, και λιπαρών ουσιών.

Συμπερασματικά λοιπόν, θα μπορούσαμε να πούμε πως και οι δύο εναλλακτικές μέθοδοι δευτεροβάθμιας επεξεργασίας που προτείνονται σχετίζονται άμεσα με την πρωτοβάθμια διαδικασία. Συγκεκριμένα, όσο αποδοτικότερα λειτουργεί το σύστημα κατακράτησης στερεών (σχάρα & επίπλευση με αέρα) καθώς και το στάδιο της εξουδετέρωσης -καθίζησης, τόσο μεγαλύτερη είναι η εξατμισμό της υγρής στοιβάδας στην εξατμισοδεξαμενή ή η απορρόφησή της στο βόθρο. Κατά συνέπεια, τόσο μεγαλύτερος θα είναι και ο χρόνος αποδοτικής λειτουργίας των.

Τέλος, η διάθεση των αποφορτισμένων αποβλήτων, σε περίπτωση που δεν έχουν εξατμισθεί ή απορροφηθεί πλήρως κατά τη δευτεροβάθμια επεξεργασία, σε χωράφια προς άρδευση - λιπασμάτωση, αποτελεί μία λύση προτεινόμενη από πολλούς επιστημανικούς κύκλους. Είναι μία πρόταση με μεγάλα οικονομικά οφέλη για τους αγρότες, αφού με τον τρόπο αυτό, μειώνονται οι αγορές λιπασμάτων για τις αγροτικές καλλιέργειες. Παράλληλα συντελείται αερόβια ζύμωση που αποικοδομεί το περίσσιο οργανικό ρυπαντικό φορτίο εμπλουτίζοντας ταυτόχρονα το έδαφος.

στ. Προϋπολογισμός.

Για ένα μέσου μεγέθους ελαιοτριβείο, (ετήσια παραγωγή αποβλήτων περί τα 500 m³), το κόστος επένδυσης για την πρωτοβάθμια επεξεργασία, με τον τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω, εκτιμάται στο ποσό των 1.500.000 δρχ., ενώ το αντίστοιχο για την δευτεροβάθμια επεξεργασία, εκτιμάται στο ποσό των 500.000 δρχ για τον απορροφητικό βόθρο και 400.000 δρχ για την εξατμισοδεξαμενή.

Το προσεγγιστικό λοιπόν κόστος πάγιας επένδυσης της όλης διαδικασίας, προβλέπεται να κυμανθεί από 2.000.000 - 3.000.000 συμπεριλαμβανομένου και του κόστους εγκατάστασης. Ωστόσο, εάν ληφθεί υπ' όψη ότι η πλειοψηφία των ελαιοτριβείων ήδη διαθέτει κάποιο σύστημα προεπεξεργασίας, το παραπάνω κόστος μειώνεται αισθητά και περιορίζεται στις απαραίτητες τροποποιήσεις - βελτιώσεις των ήδη υπάρχοντων συστημάτων.

ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο πρόβλημα διάθεσης των αποβλήτων των ελαιοτριβείων, ως γνωστό, δεν υπάρχει μία ολοκληρωμένη λύση, αλλά διάφορες και με διαφορετική προσέγγιση του θέματος, εκτός από κάποιες που βρίσκονται σε ερευνητικό στάδιο. Αυτές για να εφαρμοσθούν χρειάζεται Νομαρχιακή βούληση, δηλαδή δημιουργία φορέα διαχείρισής τους (μέθοδος E-H-O ή αναερόβιας επεξεργασίας), καθώς και ελέγχου της αποτελεσματικότητάς τους.

Η δημιουργία ενός τέτοιου φορέα θα ήταν ευχής έργο διότι θα αντιμετώπιζε το πρόβλημα στη ρίζα του, θα έκανε δηλαδή μια συνολική θεώρηση του προβλήματος, θα ελαχιστοποιούσε το οικονομικό πρόβλημα λόγω της υψηλής επιδότησης (μέχρι 70%) και θα είχε πρόσβαση σε κεφάλαια για την υλοποίησή του.

Από την άλλη πλευρά η προτεινόμενη από τη Νομαρχία λύση των εξατμισοδεξαμενών δεν έχει μακρόχρονη φιλοσοφία, λόγω του ότι και δεν υπάρχουν οι διαθέσιμοι χώροι (μικρές εξατμισοδεξαμενές, με έμεσσα προβλήματα υπερχείλησης), αλλά και επειδή προϊόντος του χρόνου, οι δεξαμενές αυτές καθίστανται εστίες έντονης δυσοσμίας και εντόμων, με δυσάρεστες συνέπειες στους γειτνιάζοντες οικισμούς.

Η προτεινόμενη από τη μελέτη αυτή μέθοδος θεωρείται, όπως κι αυτή της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης, προσωρινή αλλά προβλέπεται να είναι αποτελεσματικότερη, με κόστος πάγιας επένδυσης σαφώς μέσα στις οικονομικές δυνατότητες των ελαιοτριβείων.

Θα πρέπει να επισημανθεί ακόμη, ότι το κόστος επένδυσης για την υλοποίηση της μεθόδου αυτής, θεωρείται απαραίτητο για

οποιαδήποτε άλλη μέθοδο εφαρμοσθεί στο μέλλον (προσωρινή αποθήκευση για περαιτέρω επεξεργασία).

Τέλος με την παρούσα μέθοδο διερευνούνται και άλλες εναλλακτικές λύσεις, για περιπτώσεις όπου η μέθοδος των εξατμισοδεξαμενών παρουσιάζει προβλήματα στην εφαρμογή της.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βλυσίδης Α.: "Μέθοδοι Επεξεργασίας Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων", (Σημειώσεις Μαθήματος: Ρύπανση από "Οργανικές Χημικές Βιομηχανίες), Ε.Μ.Π., Αθήνα 1987.
2. Metcalf and Eddy inc.: "Wastewater Engineering. Collection, Treatment, Disposal", Vol I,II, Mc Graw Hill, 1977.
3. Ομάδα Εργασίας ΤΕΕ/ΤΑΚ: "Ρύπανση Περιβάλλοντος από τα υγρά απόβλητα των Ελαιουργείων", Μελέτη, Ηράκλειο, Αύγουστος 1980.
4. Χριστοφορίδης Θ. : "Τα Λιόζουμα Ελαιουργίας και άλλα Υγρά Απόβλητα Υψηλού Οργανικού Φορτίου. Η Απορρύπανσή τους με Παραγωγή Χρησίων Προϊόντων και Ενέργειας", Εισήγηση στα πλαίσια συνεδρίου: "Αναπτυξιακό Συνέδριο Μεσσάρας", ΤΕΕ/ΤΑΚ, Ηράκλειο, Ιούνιος 1982.
5. Ομάδα Εργασίας ΕΛ.ΚΕ.ΠΑ.: "Απόβλητα Ελαιουργείων στην Περιοχή γύρω από τον Παγασπτικό Κόλπο - Επεξεργασία και Διάθεση", Μελέτη, ΕΛ.ΚΕ.ΠΑ., Βόλος, Δεκέμβριος 1988.
6. Ομάδα Εργασίας ΤΕΕ/ΤΑΚ: "Κάθετη Αξιοποίηση Γεωργικής Παραγωγής στην Ανατολική Κρήτη", Εισήγηση στα πλαίσια διημέρου: "Η βιομηχανία στην Ανατολική Κρήτη", Ηράκλειο, 10-11 Μαΐου, 1989.
7. Τσώνης Σ.: "Φυσικοχημική Επεξεργασία Αποβλήτων Ελαιοτριβείου με υδροξείδιο του ασβεστίου - Πρόβλεψη της αφαίρεσης Οργανικού Υλικού και Παραγωγή Ιλύος", Τεχνικά Χρονικά- Γ, 9(2), 1989.
8. Βαβίζος Γ. κ.α.: "Σύγχρονες Τάσεις για τη Διαχείριση Αστικών Λυμάτων: Απλές Εγκαταστάσεις και Ανάκτηση Υδάτων",

Εισήγηση στα πλαίσια διημέρου: "Ανάπτυξη και Εφαρμογή Τεχνολογιών Περιβάλλοντος στις Ευρωπαϊκές και Άλλες Μεσογειακές Χώρες", Τεχνικά Χρονικά, σ. 18-23, 2/92.

9. Τσώνης Σ.: "Αναερόβια Συνεπεξεργασία Αποβλήτων Ελαιοτριβείων και Ιλύος από Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων", Εισήγηση στα πλαίσια 1ης Διεθνούς Εκθέσεως & Συνεδρίου για την Τεχνολογία Περιβάλλοντος Helleco '93, Πρακτικά ΤΕΕ, Αθήνα 1-4 Απριλίου 1993.

10. Νταλής Δ.: "Τεχνικά Στοιχεία για την Κατασκευή Δεξαμενών Συλλογής-Εξάτμισης-Βιολογικής Ζύμωσης των Ελαιουργικών Αποβλήτων", Τομ.Οικολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 1995.

11. Παυλίδης Θ.: "Το Πρόβλημα της Ρύπανσης από τα Ελαιουργεία του Ν.Μαγνησίας: Υφιστάμενη Κατάσταση, Δυνατότητες, Προοπτικές", Μελέτη, Παν/μιο Θεσ/νίκης, Θεσ/νίκη 1994.

12. Παιδοπούλου Κ. κ.α.: "Λειτουργία Ελαιοτριβείων Ν.Μαγνησίας", Εισήγηση, Γρ. Περιβάλλοντος, Νομαρχία Μαγνησίας Βόλου, Ιανουάριος 1995.

13. Κουτσερή Σ.: "Υπόδειγμα φυσικών Συστημάτων Διαχείρισης Υγρών Αποβλήτων Ελαιοτριβείων Ν.Μαγνησίας", Μελέτη, Παν/μιο Θεσσαλίας, Βόλος, Φεβρουάριος 1995.

14. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Μαγνησίας: "Εισήγηση για την Αντιμετώπιση του Προβλήματος Διαχείρισης των Αποβλήτων των Ελαιοτριβείων του Ν.Μαγνησίας", Βόλος, Φεβρουάριος 1995.

15. Μπουμπούκας Γ.: "Συνεπεξεργασία Αστικών Λυμάτων και Βιομηχανικών Αποβλήτων", Ενέργεια & Περιβάλλον, 3,σελ.6-11, 94.

16. Κούκιος Ε.-Βαβίζος Γ.: "Τυποποίηση Εγκαταστάσεων για

την Αναερόβια Επεξεργασία Βεβαρυμένων Οργανικών Αποβλήτων με Στόχο την Παραγωγή Βιοαερίου και την Ανάκτηση Νερού", Εισήγηση στα πλαίσια διημέρου: "Ανάπτυξη και Εφαρμογή Τεχνολογιών Περιβάλλοντος στις Ευρωπαϊκές και άλλες Μεσογειακές Χώρες", Τεχνικά Χρονικά, σ.69-75, 2/92.

17. Νταλής Δ.: "Η Ρύπανση του Περιβάλλοντος και το Πρόβλημα των Ελαιουργείων. Η Αναερόβια Επεξεργασία τους", Εισήγηση στα πλαίσια διημέρου: "Ανάπτυξη και Εφαρμογή Τεχνολογιών Περιβάλλοντος στις Ευρωπαϊκές και άλλες Μεσογειακές Χώρες", Τεχνικά Χρονικά, σ. 67-68, 2/92.

18. Ινιωτάκης Ν.: "Απόβλητα Ελαιουργείων. Προβλήματα και Δυνατότητες. Νέα Μέθοδος Επεξεργασίας (ARMS)", Στοιχεία από Εντυπο Ενημερωτικό Υλικό, Τεχνολογικό Κέντρο του Juelich.

19. Κουτσερή Σ.- Σκούφογλου: "Εκτίμηση Ρύπανσης Παγασπητικού", Μελέτη. ΕΛ.ΚΕ.ΠΑ. Βόλος 1988.

20. Πρακτικά Ημερίδας ΤΕΕ: "Απόβλητα Ελαιοτριβείων", ΤΕΕ Ν.Μαγνησίας, Βόλος 27-5-1993.