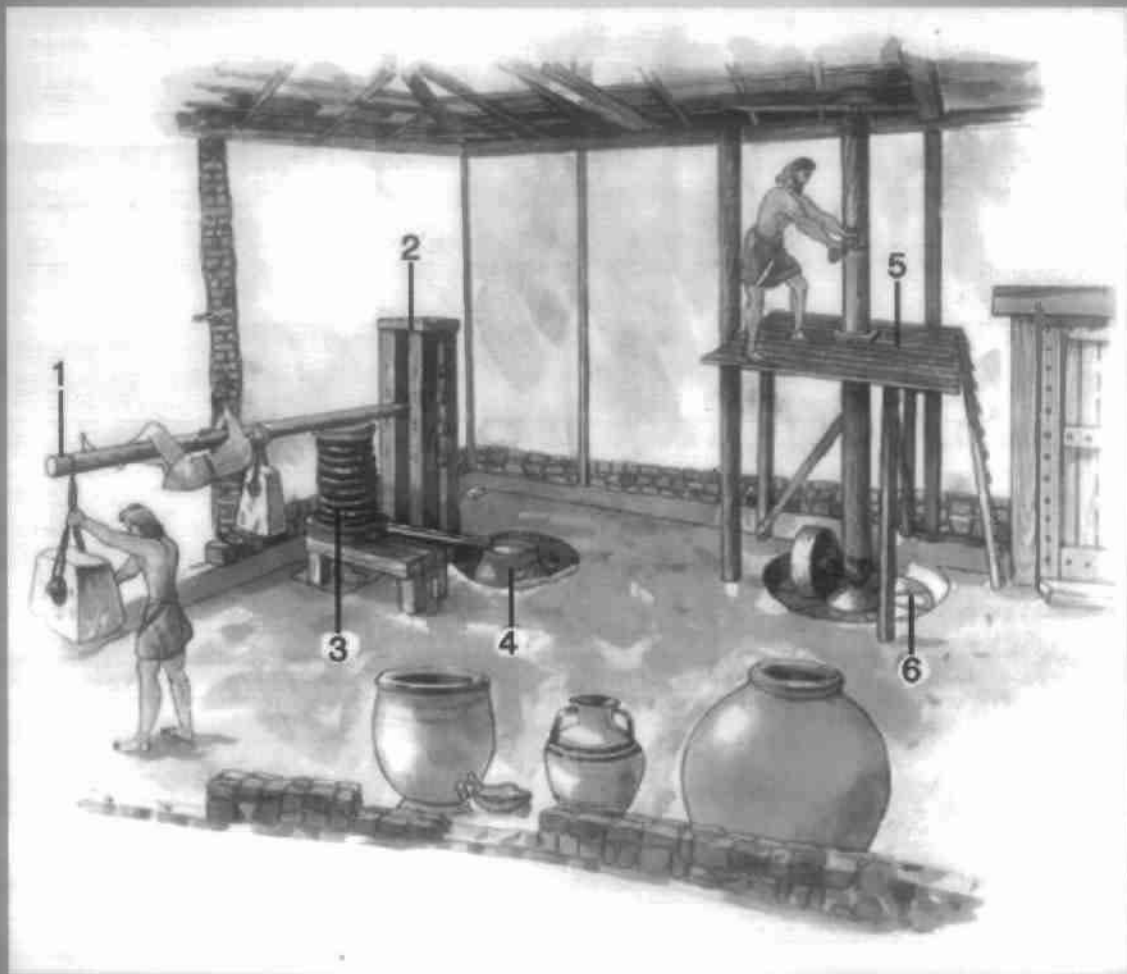


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ &  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

**Διπλωματική Εργασία**

**Ολοκληρωμένη διαχείριση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων  
στο Νομό Μεσσηνίας**

**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Α. ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ**



**Επιβλέπων Καθηγητής  
ΚΟΥΓΚΟΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ**

**Βόλος, 2009**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 7554/1  
Ημερ. Εισ.: 08-10-2009  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΜΧΠΠΑ  
2009  
ΑΝΑ

## **Περίληψη**

Ο αγροτικός τομέας του Νομού Μεσσηνίας βασίζεται κυρίως στην ελιά και το ελαιόλαδο. Στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση πιθανής λύσης στο έντονο πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο Νομός Μεσσηνίας, από την απευθείας διάθεση των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων σε υδάτινους αποδέκτες. Στην προσπάθεια αυτή σημαντικό ρόλο έπαιξε, η ήδη εφαρμοζόμενη τεχνολογία, σε κάποια ελαιοτριβεία της Χώρας, και οι μελέτες που έχουν γίνει για διάφορες οικονομικά βιώσιμες λύσεις. Η μόνη διαφοροποίηση στην παρούσα εργασία είναι η προσπάθεια επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων στο σύνολο τους καθώς και η προοπτική εγκατάστασης μονάδων επεξεργασίας μεγάλης δυναμικότητας.

## **Abstract**

The rural area of Messinia is mainly based on olive and olive oil. The aim of the thesis is to explore a possible solution to the acute problem that Messinia is facing, which is the direct disposal of waste water mills in water resources. The technology already applied in some mills of the country and the studies that have been done for several economically viable solutions, played an important role in this effort. The only difference in this work is the effort to approach the wastewater treatment as a whole and the prospect of establishing large capacity treatment plants.

## Πίνακας Περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
2. ΝΟΜΟΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ.....	5
2.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ .....	5
2.2 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ .....	5
2.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ .....	6
2.4 ΚΛΙΜΑ.....	6
2.5 ΧΛΩΡΙΔΑ .....	7
2.6 ΠΑΝΙΔΑ .....	7
2.7 ΦΥΣΙΚΑ ΤΟΠΙΑ .....	8
2.8 ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΑ ΜΝΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ.....	9
2.9 ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ .....	9
2.10 ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA .....	10
3. ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΟ .....	16
3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	16
3.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ.....	19
3.3 ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΕΣ.....	21
4. ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΣ.....	22
4.1 Ο ΚΑΡΠΟΣ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ .....	22
4.2 ΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ .....	23
5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	25
5.1 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ.....	25
5.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ .....	28
5.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ.....	30
6. Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ .....	36
6.1 Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑΣ .....	36
6.2 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑΣ .....	38
6.3 ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ.....	41
6.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΞΥ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	55
7. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ.....	56
7.1 Η ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ .....	56
7.2 Ο ΟΓΚΟΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ.....	58
7.3 ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΝΟΜΟΥ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ .....	61
7.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ .....	64
8. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	68
8.1 ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	68
8.2 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	77
8.3 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	83
8.4 ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	88
9. ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ .....	98
9.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ AQUATECOLIVIA (ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟ A3w).....	98
9.2 ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ ΓΙΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ COMPOST (ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ MİNOS) .....	102
9.3 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΦΑΣΕΩΝ (ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΝΑΙΑΣ).....	105
10. ΧΡΗΣΗ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΤΣΙΓΑΡΟΥ .....	107
10.1 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ COMPOST .....	107
10.2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ .....	109

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΤΟ  
ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

11. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΤΙΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΟΥΣ ΧΩΡΕΣ.....	110
11.1 ΙΣΠΑΝΙΑ.....	110
11.2 ΙΤΑΛΙΑ.....	110
11.3 ΤΟΥΡΚΙΑ.....	110
11.4 ΤΥΝΗΣΙΑ.....	111
11.5 ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ.....	111
11.6 ΓΑΛΛΙΑ.....	111
11.7 ΚΥΠΡΟΣ.....	112
11.8 ΚΡΟΑΤΙΑ.....	112
11.9 ΜΑΛΤΑ.....	112
12. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ.....	113
12.1 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΙΤΑΛΙΑΣ.....	113
12.2 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.....	114
12.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	116
13. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ.....	117
13.1 ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΣΤΟ ΚΕΝΟ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΟΞΕΙΔΩΣΗ.....	117
13.2 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ.....	117
13.3 ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ.....	118
13.4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ AQUATEC.....	118
13.5 ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ ΓΙΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ COMPOST (ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ MINOS).....	119
13.6 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΦΑΣΕΩΝ (ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΝΑΙΑΣ).....	119
13.7 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΣ.....	123
13.8 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΤΣΙΓΑΡΟΥ.....	123
14. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	137
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	139
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	143

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Απόβλητα ονομάζονται τα "παραπροϊόντα" της ανθρώπινης δραστηριότητας, τα οποία αφού δεν έχουν άμεση πλέον χρησιμότητα στον άνθρωπο, πρέπει να διατεθούν με ασφαλή τρόπο στο φυσικό περιβάλλον. Ο διαχωρισμός των αποβλήτων είναι σε υγρά και στερεά τα οποία προέρχονται κυρίως από οικιακές, βιομηχανικές καθώς και άλλες πηγές δραστηριότητας του ανθρώπου (Μπαλατσούρας, 1997). Τα υγρά απόβλητα πρέπει αρχικά να επεξεργαστούν με την κατάλληλη μέθοδο και στη συνέχεια να διατεθούν σε υδάτινους φυσικούς αποδέκτες όπως η θάλασσα, τα ποτάμια ή οι λίμνες. Αξίζει όμως να αναφερθεί, ότι οι μέθοδοι επεξεργασίας που θα επιλεγούν θα πρέπει να είναι τεχνολογικά σωστές, αλλά και οικονομικά και κοινωνικά αποδεκτές.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, που προκύπτουν κατά την παραγωγή του ελαιολάδου. Κατά την κατεργασία του ελαιοκάρπου μαζί με το ελαιόλαδο παράγεται και μια σειρά από παραπροϊόντα. Αυτά είναι ο ελαιοπυρήνας, που αποτελείται από τα αλεσμένα στερεά συστατικά του καρπού και κυρίως του κουκουτσιού, τα ελαιόφυλλα που έχουν μεταφερθεί μαζί με τον ελαιοκαρπο στο ελαιοτριβείο και τα υγρά απόβλητα, γνωστά ως κασίγαρος ή λιοζούμια, τα οποία προέρχονται από το καρπό της ελιάς και από το νερό που χρησιμοποιείται στις διάφορες φάσεις για την παραγωγή ελαιολάδου.

Η παραγωγή ελαιολάδου γίνεται με τρεις τρόπους: 1) υδραυλικά πιεστήρια, 2) Decanter 3 φάσεων και 3) Decanter 2 φάσεων. Τα υγρά απόβλητα προέρχονται από τις δύο πρώτες μεθόδους παραγωγής, ενώ η τρίτη μέθοδος παράγει ημιστερεό ελαιοπυρήνα με αρκετά μεγαλύτερη υγρασία από τις άλλες μεθόδους. Το υψηλό οργανικό φορτίο του κασίγαρου καθώς και οι πολυφαινόλες που περιέχει δεν επιτρέπουν την άμεση διάθεση του στους φυσικούς αποδέκτες, αλλά καθίσταται αναγκαία η επεξεργασία του. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το οργανικό φορτίο του κασίγαρου είναι περίπου 100 φορές μεγαλύτερο από αυτό των αστικών υγρών λυμάτων και οι φαινολικές ενώσεις που περιέχει θεωρούνται δύσκολα βιοδιασπώμενες, πράγμα που δυσκολεύει την συνεπεξεργασία κασίγαρου με αστικά λύματα στις μονάδες επεξεργασίας λυμάτων.

Οι μέθοδοι που έχουν χρησιμοποιηθεί και συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται είναι η καθίζηση μαζί με χημική εξουδετέρωση, με προσθήκη ασβέστη ως κροκιδωτικού υλικού και οι εξατμισοδεξαμενές. Η πρώτη μέθοδος χρησιμοποιείται εξολοκλήρου από τα ελαιοτριβεία στο Νομό Μεσσηνίας και σε αρκετά ελαιοτριβεία στην υπόλοιπη χώρα ενώ οι εξατμισοδεξαμενές είναι κύριος τρόπος επεξεργασίας στην Κρήτη. Όμως και οι δύο προαναφερθέντες τρόποι έχουν πολλά μειονεκτήματα και δεν αποτελούν ολοκληρωμένες λύσεις. Πιλοτικά έχουν εφαρμοστεί διάφορες μέθοδοι, όπως περιγράφεται παρακάτω, και μερικές από αυτές έχουν αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα.

## 2. ΝΟΜΟΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

### 2.1 Γεωγραφική θέση

Ο Νομός Μεσσηνίας βρίσκεται στο νοτιοδυτικό άκρο της ηπειρωτικής Ελλάδας και της Πελοποννήσου και συνορεύει με τρεις νομούς (βλ. Χάρτη 1 στο Παράρτημα). Στα Βόρεια με το Ν. Ηλείας, στα Βορειοανατολικά με το Ν. Αρκαδίας και στα Ανατολικά με το Ν. Λακωνίας. Επίσης, περικλείεται από τον ποταμό Νέδα και τα Αρκαδικά Όρη στα Βόρεια, από το Όρος Ταΰγετος στα Ανατολικά (βλ. Εικόνα 1), το οποίο έχει μήκος 115 χιλιόμετρα και διαθέτει δώδεκα κορυφές με ψηλότερη αυτή του Προφήτη Ηλία (2.407 μέτρα), από το Μεσσηνιακό Κόλπο στα Νότια και από το Ιόνιο Πέλαγος στα Δυτικά. Καλύπτει μία έκταση 2.967 τετραγωνικών χιλιομέτρων και είναι ο δωδέκατος σε πληθυσμό Νομός με 166.566 κατοίκους. Η πρωτεύουσα του Νομού είναι η Καλαμάτα στην οποία συγκεντρώνονται 61.373 κάτοικοι, σύμφωνα με την απογραφή του 2001 (μόνιμος πληθυσμός) (<http://el.wikipedia.org>).

Εικόνα 1: Όρος Ταΰγετος



Πηγή: <http://www.messinia.gr>

### 2.2 Ανθρωπογεωγραφία και οικονομική γεωγραφία

Ο νομός Μεσσηνίας συγκεντρώνει ποσοστό 1,6% του πληθυσμού της χώρας και παράγει το 1,1% του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος. Στον πρωτογενή τομέα ανήκει το 17,6% του ΑΕΠ του Νομού. Στο δευτερογενή τομέα αναλογεί το 9,4% και το 73% στον τριτογενή, σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕ για το 2001 (<http://www.peloponnisos.gr>). Ο Νομός Μεσσηνίας είναι ο τέταρτος σε έκταση Νομός της Πελοποννήσου μετά τους Νομούς Αρκαδίας, Λακωνίας και Αχαΐας. Το λιμάνι της Καλαμάτας είναι το δεύτερο μεγαλύτερο στην Πελοπόννησο, μετά της Πάτρας, το οποίο παρουσίαζε αξιόλογη βιομηχανική και εμπορική δραστηριότητα πριν την ανάπτυξη των οδικών συγκοινωνιών, όπου και εξασθένησε μετά την ανάπτυξη αυτή. Η βιομηχανία, όμως, παραμένει σημαντικός κλάδος για την οικονομία της Μεσσηνίας, σε σύγκριση με πολλές άλλες περιοχές της χώρας, αλλά κύρια θέση στην οικονομία του τόπου καταλαμβάνει ο αγροτικός τομέας. Τα κύρια αγροτικά προϊόντα του νομού Μεσσηνίας είναι το ελαιόλαδο, οι βρώσιμες ελιές, η κορινθιακή σταφίδα, τα σύκα, τα εσπεριδοειδή και τα κηπευτικά. Η καλλιέργεια πρώιμων κηπευτικών σε θερμοκήπια άρχισε να αναπτύσσεται στο νομό Μεσσηνίας μετά το 1960, η οποία με την πάροδο των δεκαετιών έφθασε να αποτελεί σημαντικό

## 2. ΝΟΜΟΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

ποσοστό της αγροτικής παραγωγής του Νομού. Στη διάρκεια της δεκαετίας του 1990, παρατηρήθηκε στη Μεσσηνία σημαντική ανάπτυξη της βιολογικής καλλιέργειας ελαιοκάρπου ([diocles.civil.duth.gr](http://diocles.civil.duth.gr)).

### 2.3 Μορφολογία

Ο Νομός περιβάλλεται από αρκετά βουνά με ψηλότερο τον Ταΰγετο, όπως προαναφέρθηκε, τον οποίο μοιράζεται με το Νομό Λακωνίας. Στα βορειοανατολικά σύνορα με το Νομό Αρκαδίας βρίσκεται το Λύκαιο και στα Βόρεια σύνορα με το Νομό Ηλείας βρίσκεται το Τετράζιο. Στα Δυτικά, προς το Ιόνιο Πέλαγος, βρίσκεται το Όρος Αιγάλεω και προς τη Μεσσηνιακή Χερσόνησο το Όρος Λυκόδημο. Στο κέντρο του Νομού εκτείνεται η πεδιάδα της Μεσσηνίας. Η Μεσσηνία έχει επτά κύρια ποτάμια και αρκετούς χειμάρρους. Το μεγαλύτερο είναι ο Πάμισος, ο οποίος διασχίζει την πεδιάδα και εκβάλλει στο Μεσσηνιακό Κόλπο, με δεύτερο τη Νέδα στα σύνορα με την Ηλεία. Μικρότερα ποτάμια είναι ο Βελίκας ο Αβράμιος, ο Έπις, η Βεργίνα και ο Νέδωνας, ο οποίος διασχίζει την Καλαμάτα, και χύνονται στο Μεσσηνιακό Κόλπο ή στο Ιόνιο πέλαγος (βλ. Παράρτημα Χάρτης 2) (<http://www.messinia.gr>).

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο Μεσσηνιακός Κόλπος ο οποίος έχει 145 χιλιόμετρα ακτογραμμή, πλούσια σε όρμους, κολπίσκους, μυχούς και ακρωτήρια. Ανάμεσα σε αυτούς και ο ιστορικός όρμος του Ναβαρίνου, ο οποίος βρίσκεται στα Δυτικά του Νομού και το ακρωτήριο Ακρίτας στο νοτιότερο σημείο του. Επίσης, στη θαλάσσια περιοχή της Μεσσηνίας βρίσκονται τα Νησιά Σχίζα, Σαπιέντζα, Σφακτηρία, Πρώτη, Βενέτικο, Αγ. Μαριανή, Μερόπη και η βραχονησίδα Αυγό. Τέλος, στη θαλάσσια περιοχή της Μεσσηνίας, ανοιχτά της Πύλου, βρίσκεται το Φρέαρ των Οινουσών, το πιο βαθύ σημείο της Μεσογείου (5.000 μέτρα) (<http://www.messinia.gr>).

### 2.4 Κλίμα

Το κλίμα του νομού χαρακτηρίζεται ασθενές μεσογειακό (εύκρατο) έως υποτροπικό. Ο χειμώνας είναι ήπιος ενώ το καλοκαίρι εκτεταμένο και θερμό. Η ψυχρή περίοδος διαρκεί από το Νοέμβριο έως τον Απρίλιο και η θερμή από το Μάιο έως τον Οκτώβριο. Πιο συγκεκριμένα, για τη θερμοκρασία, ανάλογα με τις περιοχές κυμαίνεται από 18° C έως 21° C Βόρεια του Μεσσηνιακού Κόλπου, ιδιαίτερα στη περιοχή της Μεσσήνης, μεγαλύτερες των 18° C στις Δυτικές παράκτιες περιοχές του Μεσσηνιακού Κόλπου και από 16° C έως 20° C στο εσωτερικό των περιοχών αυτών. Όσον αφορά τις ορεινές περιοχές του Νομού, οι μέσες ετήσιες τιμές της θερμοκρασίας δεν υπερβαίνουν τους 16° C. Όσον αφορά τη μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του έτους, η ελάχιστη παρουσιάζεται τους μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο με 10° C και η μέγιστη τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο με 28° C (<http://diocles.civil.duth.gr>).

Το μέσο ετήσιο ύψος των βροχοπτώσεων φτάνει τα 751,2 χιλ./έτος, με το μέγιστο ύψος να εμφανίζεται το χειμώνα (332,3 χιλ.). Ακολουθεί το φθινόπωρο με 249,9 χιλ., η άνοιξη με 146,6 χιλ. και τέλος το καλοκαίρι με 22,4 χιλ. Ο ξηρότερος μήνας είναι ο Ιούλιος (5,2 χιλ.) ενώ ο πιο βροχερός θεωρείται ο Νοέμβριος (138,2 χιλ.). Η μέση ετήσια σχετική υγρασία φτάνει το 67,7%, με ξηρότερο μήνα τον Ιούλιο (57,9%) και υγρότερο τον Νοέμβριο (74,6%) (<http://www.messinia.gr>).



## 2.5 Χλωρίδα

Η Μεσσηνία διαθέτει περισσότερα από 700 είδη φυτών εκ των οποίων τα 80 είναι ενδημικά ενώ τα 32 τα συναντά κανείς μόνο στις ψηλές κορυφές του Ταυγέτου. Η πλούσια βλάστηση του μεσσηνιακού τόπου παρατηρείται σε κάθε υψομετρική ζώνη, ανάλογα με τη θερμοκρασία και τη μορφολογία του εδάφους. Την παραθαλάσσια ζώνη διακοσμούν φοινικόδεντρα, καταπράσινα κακτοειδή, αλμυρίκια καθώς και πολυάριθμες καλαμιές. Η πικροδάφνη κυριαρχεί, ως επί το πλείστον, στο Νομό ενώ παντού υπάρχουν διάσπαρτα πεύκα και πανύψηλοι ευκάλυπτοι. Επιπλέον, υπάρχουν πολυάριθμα είδη από μικρά θαμνώδη φυτά και φρύγανα. Στην πεδινή ζώνη του Νομού βρίσκονται οι περισσότεροι ελαιώνες καθώς και μεγάλος αριθμός από συκίες, αμπέλια και σταφίδες. Στην περιοχή καλλιεργούνται, επίσης, κηπευτικά (σε θερμοκήπια ή στην ύπαιθρο), όσπρια και εσπεριδοειδή. Τα παραπάνω συμπληρώνονται από αγριοροδιές, αγριαχλαδιές, αμυγδαλιές, βατομουριές και φραγκοσυκιές. Τέλος, στην περιοχή αναπτύσσονται πολλά ποώδη φυτικά είδη όπως το χαμομήλι, η μέντα, οι αγριομολόχες και η παπαρούνα. Καθώς προχωράμε στην ημιορεινή και στην ορεινή ζώνη συναντάμε ομάδες από κουτσουπιές, ακακίες, αγριόκεδρα καθώς και δάση κωνοφόρων, ενώ χαρακτηριστική είναι η παρουσία του ασπάλαθου, της αφάνας και της ασφάκας. Διάσπαρτα εμφανίζονται βελανιδιές και παράλληλα πολλά ποώδη φυτά (<http://www.messinia.gr>).

Αξιόλογη είναι και η βλάστηση που παρατηρείται στα έξι νησιά της Μεσσηνίας Σχίζα, Σαπιέντζα, Αγία Μαριανή (σύμπλεγμα Οινουσσών), Πρώτη, Σφακτηρία και Βενέτικο. Στο Βενέτικο, στην Αγία Μαριανή και στην Πρώτη οι πλαγιές είναι γεμάτες με σχίνα, σφενδάμια και κέδρα. Οι κουτσουπιές, οι γκορτσιές, οι αγριελιές, οι κοκορεβιθιές και οι ασπάλαθοι συναντώνται σε διάφορες θέσεις. Στο εσωτερικό της Σχίζας βρίσκονται δάση από βελανιδιές ενώ στη Σαπιέντζα υπάρχει το μοναδικό δάσος στη Μεσόγειο με κουμαριές. Τέλος, δεν θα πρέπει να ξεχάσουμε το δάσος της Βασιλικής που φιλοξενεί πολλά σπάνια δέντρα και θεωρείται ένα από τα σπουδαιότερα δάση της χώρας και της Ευρώπης καθώς και τον υδροβιότοπο της Γιάλοβας-Διβάρι, όπου επικρατούν κυρίως καλαμιές και θάμνοι (<http://www.messinia.gr>).

## 2.6 Πανίδα

Στο νομό Μεσσηνίας εκτός από τη μεγάλη ποικιλία χλωρίδας, ζουν άγρια ζώα και πουλιά, καθώς οι εδαφοκλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν είναι κατάλληλες για την επιβίωση τους. Στην παραθαλάσσια ζώνη μπορεί να δει κανείς γλάρους καθώς και πλήθος άλλων πτηνών όπως περιστέρια, χελιδόνια και σπουργίτια. Οι μεσογειακές φώκιες *Monachus Monachus* και οι θαλάσσιες χελώνες *Caretta-Caretta* είναι τα πιο γνωστά σπάνια είδη που φιλοξενούνται στις αμμουδερές παραλίες του Νομού. Οι θαλάσσιες χελώνες *Caretta-Caretta* γεννούν τα αυγά τους κυρίως στις ακτές που εκτείνονται από το Καλό Νερό (περιοχή Κυπαρισσίας) ως τις εκβολές της Νέδας ενώ στις περιοχές αναπαραγωγής περιλαμβάνονται και οι παραλίες Βοϊδοκοιλιά, Γλυφαδάκι, Ρωμανού και Μάτι στην Πύλο (<http://www.messinia.gr>).

Στο Μεσσηνιακό Κόλπο και κυρίως σε περιοχές όπως η Μεθώνη, οι Χράνοι, ο Άγιος Ανδρέας, η Νέα Κορώνη και η Μαραθόπολη, ζει και αναπαράγεται μια πλούσια ιχθυοπανίδα που αποτελείται από αθερίνα, μαρίδες, σαρδέλες, γαύρους,

## 2. ΝΟΜΟΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

γόπες, φαγκριά, συναγρίδες, λιθρίνια, σαργούς, πέρκες και μπαρμπούνια. Στην πεδινή ζώνη υπάρχουν ποικίλα είδη πουλιών, όπως κοτσύφια, τσίχλες και διάφορα είδη εντόμων, όπως μέλισσες, πεταλούδες, πασχαλίτσες, σκαθάκια και ακρίδες. Επιπλέον, υπάρχουν μεγάλοι πληθυσμοί από σαύρες, τρωκτικά, αμφίβια, οχιές και δεντρογαλιές. Αξιόλογη στις περιοχές της πεδινής ζώνης θεωρείται και η κτηνοτροφία, η οποία περιλαμβάνει κοπάδια από πρόβατα, αίγες και βοοειδή. Στην ημιορεινή και στην ορεινή ζώνη ζουν διάφορα σαρκοφάγα ζώα όπως η νυφίτσα, το κουνάβι, το τσακάλι και η αλεπού, ενώ στα δασικά οικοσυστήματα απαντώνται αρπακτικά και μη πτηνά, όπως ο βασιλαετός, ο σφηκιάρης, τα τρυγόνια, τα ορτύκια και οι τσαλαπετεινοί, τα οποία συνυπάρχουν με μια μεγάλη ποικιλία από τρωκτικά, σαύρες, φίδια, χελώνες και έντομα. Χαρακτηριστική είναι η παρουσία του νεροκότσυφα, του βατράχου των ρυακιών, των φρύνων και του δεντροβάτραχου. Στο νησάκι της Σαπιέντζας ζουν κοπάδια από κρητικούς αίγαγρους (τα γνωστά κρι κρι) καθώς και αιγοπρόβατα (μουφλόν), βλ. Εικόνα 2. Τέλος, ο υδροβιότοπος της Γιάλοβας (Διβάρι) παρουσιάζει ιδιαίτερο οικολογικό ενδιαφέρον καθώς αποτελεί σταθμό πολλών μεταναστευτικών πουλιών. Σε αυτόν εντοπίζονται σπάνια είδη πουλιών, όπως ερωδιοί και φλαμίγκο καθώς και το μοναδικό είδος χαμαιλέοντα στην Ευρώπη. Αποτελεί προστατευόμενη περιοχή, αφού ανάμεσα στα καταμετρημένα είδη έχουν βρεθεί αρκετά που ανήκουν στην απειλούμενη ελληνική орνιθοπανίδα (<http://www.messinia.gr>).

Εικόνα 2: Αιγοπρόβατο (μουφλόν)



Πηγή: <http://www.messinia.gr>.

### 2.7 Φυσικά Τοπία

Ο Νομός Μεσσηνίας διαθέτει ένα τεράστιο φυσικό πλούτο. Ένα από αυτά είναι το δάσος των αιθαλών πλατύφυλλων με κουμαριές, στη νήσο Σαπιέντζα, το οποίο έχει χαρακτηριστεί διατηρητέο μνημείο της φύσης και είναι το μοναδικό του είδους του στη Μεσόγειο, με δέντρα των οποίων το ύψος αγγίζει και ξεπερνά τα 10-12 m ενώ η ηλικία τους υπολογίζεται σε 10.000 χρόνια. Στο νησί βρίσκεται, επίσης, η κοιλάδα της γύρης που ονομάζεται Σπαρτόλακκα και πρόκειται για ένα στρώμα από ασυνήθιστο πορτοκαλοκίτρινο χρώμα απολιθωμένης γύρης που σχηματίζει ένα ιδιόμορφο πέτρωμα. Σημαντικό, επίσης, είναι και το δάσος της Μάλης, που βρίσκεται ανατολικά της Κυπαρισσίας στις πλαγιές του όρους Αιγάλεω. Έχει έκταση 108.000

στρέμματα ενώ τα κυριότερα φυτικά είδη που αναπτύσσονται σε αυτό είναι η αριά, το πουρνάρι, η πλατύφυλλος και η χνοώδης δρυς, η κουμαριά, η πτέρη, η ρίγανη και άλλα. Στην περιοχή της Πύλου βρίσκεται ο υδροβιότοπος της Γιάλοβας, που αποτελεί το νοτιότερο διεθνούς σημασίας υδροβιότοπο των Βαλκανίων καθώς αποτελεί σταθμό για πολλά είδη μεταναστευτικών πτηνών ενώ θεωρείται προστατευόμενη περιοχή με συνολικά 258 είδη. Το φαράγγι της Νέδας, αποτελεί το φυσικό όριο μεταξύ των νομών Ηλείας και Μεσσηνίας. Οι βελανιδιές, οι αγριοσυκιές, τα πλατάνια, οι πυκνές καλαμιές και οι λεύκες χαρακτηρίζουν τη συγκεκριμένη περιοχή. Οι καταρράκτες, οι μεγάλοι άσπροι βράχοι και το οικοσύστημα της περιοχής συμπληρώνουν την πλούσια βλάστηση. Στο όρος του Ταυγέτου βρίσκεται το δάσος της Βασιλικής, το οποίο έχει ωοειδές σχήμα και θεωρείται ένα από τα σπουδαιότερα δάση της χώρας, αφού φιλοξενεί σπάνια είδη δέντρων και αιωνόβια μαυρόπευκα ηλικίας έως και 500 ετών με διάμετρο κορμών που υπερβαίνει ακόμα και το ένα μέτρο. Στη δυτική πλευρά της Μεσσηνίας, στη μεσσηνιακή Μάνη και πιο συγκεκριμένα, στο Δήμο Λεύκτρου, βρίσκεται το φαράγγι του Βυρού, το οποίο έχει συνολικό μήκος 20 χιλιόμετρα. Εξίσου σημαντικό είναι το φαράγγι του Ριντόμου, μήκους 19 χιλιομέτρων, το οποίο βρίσκεται λίγο έξω από την Καλαμάτα, στην αρχή της Μεσσηνιακής Μάνης. Τέλος, αξιοπρόσεκτο είναι και το νησιωτικό σύμπλεγμα των Μεσσηνιακών Οινουσσών που βρίσκεται σε μικρή απόσταση από τις ακτές της Μεθώνης και αποτελείται από τα νησιά Σαπιέντζα, Αγία Μαριανή ή Αγία Μαρίνα και Σχίζα (<http://www.messinia.gr>).

## 2.8 Διατηρητέα μνημεία της φύσης

Σε διάφορες περιοχές του νομού Μεσσηνίας υπάρχουν φυσικά τοπία με ιδιαίτερη ομορφιά, ιστορία και διαχρονικότητα, τα οποία έχουν χαρακτηριστεί ως διατηρητέα μνημεία της φύσης και αυτό διότι παρουσιάζουν ιδιαίτερη παλαιοντολογική, γεωμορφολογική και ιστορική σημασία. Πιο συγκεκριμένα, το χαρακτηρισμό αυτό έχουν λάβει:

➤ Ο Πλάτανος του Άγιου Φλώρου (βρίσκεται στο δήμο Αρφαρών) θεωρείται δέντρο ιστορικό και αιωνόβιο, με εντυπωσιακές διαστάσεις και σπουδαία αισθητική. Ο πλάτανος συνδέεται με σημαντικά γεγονότα που συνέβησαν στην περιοχή κατά το 17<sup>ο</sup> και 18<sup>ο</sup> αιώνα. Κηρύχθηκε διατηρητέο μνημείο της φύσης το 1985 (<http://www.messinia.gr>).

➤ Ο Σφένδαμος του Σιδηρόκαστρου Μεσσηνίας (Δήμος Αυλώνας) πρόκειται για ένα μεγάλης ηλικίας δέντρο με αξιόλογη βοτανική και αισθητική αξία. Ο χαρακτηρισμός του ως διατηρητέου μνημείου της φύσης έγινε το 1980 (<http://www.messinia.gr>).

➤ Η Ελιά της Καλαμάτας, η οποία χαρακτηρίστηκε ως διατηρητέο μνημείο το 1980, βρίσκεται μέσα στην πόλη της Καλαμάτας και είναι αιωνόβια, αντιπροσωπευτική της ποικιλίας «Ελαιών Καλαμάτας» (<http://www.messinia.gr>).

## 2.9 Παραδοσιακοί οικισμοί

Ο Νομός Μεσσηνίας χαρακτηρίζεται για το πλήθος των παραδοσιακών οικισμών του. Παρόλα αυτά μόνο τρεις εξ' αυτών έχουν αναγνωριστεί επίσημα ως παραδοσιακοί οικισμοί ενώ πολλοί βρίσκονται σε διαδικασία αναγνώρισης. Οι επίσημα αναγνωρισμένοι οικισμοί είναι το Μυστράκι που ανήκει στο Δήμο Κορώνης, η Λαγκάδα και οι Θαλάμες που ανήκουν στο Δήμο Λεύκτρου (<http://www.messinia.gr>).

### 2.10 Περιοχές Natura

#### 2.10.1 Δίκτυο Natura 2000 στην Ελλάδα

Το Δίκτυο Natura 2000 αποτελείται από περιοχές με φυσικούς τύπους οικοτόπων και οικοτόπων ειδών που είναι σημαντικοί σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο. Αποτελείται από δύο κατηγορίες περιοχών: α) τις Ζώνες Ειδικής Προστασίας (Special Protection Areas-SPA) για την ορνιθοπανίδα όπως ορίζονται από την οδηγία 79/409/ΕΚ και β) τους Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (Sites of Community Importance-SCI), όπως ορίζονται στην οδηγία 92/43/ΕΟΚ «για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας». Στην Ελλάδα έχουν χαρακτηριστεί μέχρι σήμερα 163 Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) και 239 Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ), από τους οποίους 31 τόποι έχουν οριστεί ως ΖΕΠ και έχουν προταθεί και ως ΤΚΣ. Οι περιοχές αυτές, αν δεν μετρηθούν διπλά οι αλληλεπικαλύψεις, καταλαμβάνουν έκταση περίπου 3.390.147 ha. Από αυτά, 2.774.895 ha είναι χερσαία έκταση και 615.251 ha θαλάσσια. Το χερσαίο τμήμα της έκτασης του Natura 2000 καταλαμβάνει το 21% της ελληνικής χέρσου ενώ το θαλάσσιο το 5,5% των χωρικών υδάτων (<http://www.minenv.gr>).

Οι δραστηριότητες στις περιοχές του Δικτύου Natura 2000 ρυθμίζονται μέχρι σήμερα από την Εθνική Νομοθεσία. Η Οδηγία 79/409/ΕΚ εναρμονίστηκε στο ελληνικό Δίκαιο με τις Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις 414985/29-11-85 (ΦΕΚ 757/Β/18-12-85), 366599/16-12-96 (ΦΕΚ 1188/Β/31-12-96), 294283/23-12-97 (ΦΕΚ 68/Β/4-2-98). Η Οδηγία 92/43/ΕΚ εναρμονίστηκε στο ελληνικό Δίκαιο με την ΚΥΑ 33318/3028/11-12-98 (ΦΕΚ 1289/Β/28-12-98) (<http://www.minenv.gr>).

#### 2.10.2 Δίκτυο Natura 2000 στο Νομό Μεσσηνίας

Στο Νομό Μεσσηνίας υπάρχουν οχτώ περιοχές Natura, δύο Ζώνες Ειδικής Προστασίας και έξι Τόποι Κοινοτικής Σημασίας, όπου και οι δύο ΖΕΠ είναι και στους ΤΚΣ, όπως αναφέρονται παρακάτω και φαίνονται στο χάρτη 2 στο Παράρτημα.

##### 2.10.2.1 Ζώνες Ειδικής Προστασίας

###### Λιμνοθάλασσα Γιάλοβας και Νήσος Σφακτηρία

Η λιμνοθάλασσα Γιάλοβας έχει έκταση 6.000 στρέμματα και περίπου 6 χιλιόμετρα περίμετρο. Επικοινωνεί με τη θάλασσα, τον κόλπο του Ναβαρίνου και με τους χείμαρρους Ξηρόλακκα και Τυφλομύτη. Το δυτικό τμήμα του κόλπου κλείνεται από την επιμήκη νήσο Σφακτηρία. Το νησί είναι λοφώδες με ασβεστολιθικό υπόστρωμα και υψόμετρο 106 m. Η βλάστηση του νησιού είναι χαρακτηριστική και αποτελείται από πολλά είδη φρυγάνων.

Στα νερά της Λιμνοθάλασσας έχουν καταγραφεί 16 είδη ψαριών και 86 είδη βενθικής μακροπανίδας (αχιβάδες, καβούρια, γαρίδες και άλλα). Επίσης, έχουν καταγραφεί 245 είδη πουλιών, μέσα στα οποία είναι και ο Ψαραετός, το μαναδικό μέρος που βρίσκεται το χειμώνα στην Ελλάδα. Τέλος, μερικά από τα πουλιά που συναντάμε στη λιμνοθάλασσα είναι: Αργυροτσικνιά, Λευκοτσικνιά, Σταχτοτσικνιά, Πορφυροτσικνιά, Κορμοράνους, Πελεκάνους, Πάπιες, Καλαμόκιρκους, Πετρίτες, Νερόκοτες, Αλκινόνα, Τουρλίδα, Κοκκινოსκέλη, Πρασινοςκέλη, Ασημόγλαρο, Κουκουβάγια, Φοινικόπτερα (Φλαμίγκος), κλπ. (<http://www.e-ecology.gr>).

Τέλος, η λιμνοθάλασσα είναι και Σημαντική Περιοχή για τα Πουλιά της Ελλάδας (ΣΠΠΕ) (<http://www.ornithologiki.gr>).

#### Όρος Ταϋγέτου – Λαγκαδά Τρύπης

Η Λαγκαδά Τρύπης βρίσκεται στον Κεντρικό Ταϋγετο και 487.830 στρέμματα της περιοχής καλύπτονται από τη Ζώνη Ειδικής Προστασίας η οποία περιλαμβάνει σημαντική ορνιθοπανίδα με 21 αναπαραγόμενα είδη (<http://www.ornithologiki.gr>).

#### **2.10.2.2 Τόποι Κοινοτικής Σημασίας**

##### Φαράγγι και Εκβολές Νέδωνα (GR2550001)

Ο ποταμός Νέδωνας διασχίζει την πόλη της Καλαμάτας. Η εκβολή του βρίσκεται Δυτικά του λιμανιού της Καλαμάτας και η λεκάνη απορροής του στην Δυτική πλευρά του Βορεινού τμήματος του όρους Ταϋγέτου. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτού του τόπου είναι η βαθειά στενή χαράδρα, μήκους 9 χιλιομέτρων, που βρίσκεται μεταξύ της περιοχής Χάνι Λαγού και του στρατιωτικού πεδίου βολής, Βόρεια της Καλαμάτας (<http://www.itia.ntua.gr>).

Η γεωμορφολογία της περιοχής δεν επιτρέπει την εγκατάσταση χωριών. Όλοι οι μικροί οικισμοί είναι διασπαρμένοι έξω από τη χαράδρα του Νέδωνα. Διάσπαρτα μικρά αγροτοκτηνοτροφικά οικήματα, συναντούμε κυρίως στα μικρά υψίπεδα, στα Νότια της χαράδρας. Το οικοσύστημα φαίνεται να βρίσκεται σε κάποια ισορροπία με τα βόσκοντα ζώα. Αυτό οφείλεται στην πυκνότητα της φυσικής βλάστησης, τη μη προσπελασιμότητα πολλών περιοχών και την υψηλή παραγωγή βιομάζας. Σε ότι αφορά στην πεδιάδα του Νέδωνα και στο Νοτιοδυτικό άκρο της χαράδρας, το φυσικό οικοσύστημα απουσιάζει σχεδόν τελείως, λόγω της αστικοποίησης γύρω από την πόλη της Καλαμάτας. Η ευθυγράμμιση και ο εγκλωβισμός της κοίτης του ποταμού και η κάλυψη των παρόχθιων περιοχών με μπετόν κατέστρεψαν τη φυσική βλάστηση που αντικαταστάθηκε με τεχνητώς φυτεμένα και αρδευόμενα δέντρα. Υπάρχει, επίσης, ένα λατομείο ασβεστόλιθου στο τελευταίο τμήμα της χαράδρας, πίσω από το πεδίο βολής (<http://www.itia.ntua.gr>).

Οι παραπάνω παράγοντες δε μειώνουν τη μεγάλη αισθητική και επιστημονική αξία της χαράδρας του Νέδωνα. Η σπουδαιότητα αυτού του τόπου οφείλεται στους ακόλουθους παράγοντες (<http://www.itia.ntua.gr>):

- Πολύ εντυπωσιακό τοπίο.
- Πολύ καλή ποιότητα της μακκίας βλάστησης που αποτελείται από πουρνάρι, αριά, σχίνο, αγριελιά, χαρουπιά, κουμαριά, φιλύκι, σφενδάμι, δάφνη και άλλα.
- Ανάπτυξη αμιγούς παρόχθιας βλάστησης.
- Συνεχής επιφανειακή ροή ύδατος για αρκετούς μήνες, ιδιαίτερα στο Βορειοανατολικό τμήμα της χαράδρας.
- Η ύπαρξη σπανίων και φυτογεωγραφικά ενδιαφερόντων φυτών.

Μία πλούσια πανίδα από ενδημικά, σπάνια και απειλούμενα σπονδυλωτά ζει σε αυτή την περιοχή. Τέσσερα είδη που βρίσκονται σ' αυτόν τον τόπο αναφέρονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, όπως η Caretta-Caretta.

Το οικοσύστημα της μακκίας βλάστησης της χαράδρας του Νέδωνα περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό φυτικών ειδών, πράγμα που αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη σταθερότητα του. Αν εξαιρέσουμε τις κατακρημνίσεις βράχων που σημειώνονται κυρίως κατά τη διάρκεια σεισμών, τα πρηνή είναι σταθερά. Το νερό

## 2. ΝΟΜΟΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

της απορροής εξασφαλίζει την επιβίωση των παρόχθιων δέντρων και η πυκνότητα της βλάστησης δίνει μία πρόσθετη ασφάλεια στα ζώα που ζουν στην περιοχή αυτή (<http://www.itia.ntua.gr>).

Η οικολογική ισορροπία θα μπορούσε να τεθεί σε κίνδυνο στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- ❖ Πυρκαγιά δεν μπορεί να αποκλειστεί, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια μακρόχρονης ξηρασία (<http://www.itia.ntua.gr>).

- ❖ Υπάρχει ένας βαθμός ρύπανσης των υδάτων που προέρχεται από τα Βόρειο - Ανατολικά χωριά της ορεινής περιοχής. Προέρχεται από τη λειτουργία των ελαιοτριβείων και επικεντρώνεται κυρίως μεταξύ των μηνών Νοεμβρίου και Φεβρουαρίου (<http://www.itia.ntua.gr>).

- ❖ Τα πρώτα χιλιόμετρα της χαράδρας μπορούν να επηρεαστούν επίσης από τα ανεπεξέργαστα λύματα των χωριών Νέδουσα, Αλαγονία και Αρτεμησία (<http://www.itia.ntua.gr>).

- ❖ Ρύπανση μπορεί να προκληθεί, επίσης, από παράνομη απόθεση επικίνδυνων απορριμάτων στην χαράδρα, εφόσον η ύπαρξη της εθνικής οδού το καθιστά δυνατόν. Προς το παρόν, μόνο οικιακά απορρίματα είναι σκορπισμένα σε μερικά σημεία κατά μήκος του δρόμου (<http://www.itia.ntua.gr>).

- ❖ Η υπερβόσκηση στην περιοχή της χαράδρας παρεμποδίζεται από την ύπαρξη της πυκνής φυσικής βλάστησης (<http://www.itia.ntua.gr>).

- ❖ Μία παρατεταμένη ξηρασία μπορεί να προκαλέσει πτώση του υδροφόρου ορίζοντα στην πεδινή περιοχή της Καλαμάτας (<http://www.itia.ntua.gr>).

- ❖ Το λατομείο ασβεστόλιθου στο Νοτιοδυτικό άκρο της χαράδρας καταστρέφει το τοπίο και προκαλεί προβλήματα σκόνης και θορύβου (<http://www.itia.ntua.gr>).

- ❖ Η απόθεση απορριμάτων στην παρόχθια περιοχή Νοτιοδυτικά του λατομείου (κοντά στην Καλαμάτα) είναι ένας πρόσθετος παράγοντας επιβάρυνσης του περιβάλλοντος (<http://www.itia.ntua.gr>).

### Πηγές και Εκβολές Πάμισου (GR2550002)

Ο ποταμός διασχίζει την πεδιάδα της Μεσσηνίας και εκβάλλει στο Μεσσηνιακό Κόλπο. Η πηγή του ποταμού βρίσκεται στο χωριό Άγιος Φλώρος, η οποία απέχει 16 χιλιόμετρα από την ακτή. Το νερό της πηγής προέρχεται από μία μεγάλη λεκάνη που εξασφαλίζει μία συνεχή ανάβλυση όλο το χρόνο με παροχή που κυμαίνεται από 6.000 -20.000 m<sup>3</sup> την ώρα (<http://www.itia.ntua.gr>).

Η περιοχή της πηγής χαρακτηρίζεται επίσης από σημαντικά είδη υδρόβιων φυτών και οι γύρω λόφοι από μακκία βλάστηση. Η παράκτια περιοχή δεν έχει ούτε θίνες ούτε δέλτα. Αυτό οφείλεται σε μία σειρά από παράγοντες οι οποίοι είναι οι παλιρροιακές δυνάμεις που απομακρύνουν το φορτίο των λεπτόκοκκων ιζημάτων, η έλλειψη αδρομερών υλικών και η δράση παράκτιων ρευμάτων παράλληλων προς την ακτή. Θίνες δεν υπάρχουν, λόγω της επικράτησης ανέμων από την ξηρά προς τη θάλασσα και λόγω της γενικής έλλειψης ισχυρών ανέμων (<http://www.itia.ntua.gr>).

Μέσα στην περιοχή βρίσκονται τα χωριά Άγιος Φλώρος και Πιπερίτσα καθώς και τμήματα των χωριών Πλατύ, Άμμος, Άρις, Μικρομάνη και της πόλης της Μεσσήνης.

Η σημασία του τόπου οφείλεται στους ακόλουθους παράγοντες:

- Ο Άγιος Φλώρος είναι μία από τις μεγαλύτερες πηγές της Πελοποννήσου, χωρίς σοβαρά προβλήματα ρύπανσης (<http://www.itia.ntua.gr>).

➤ Η παρουσία του χωριού του Αγίου Φλώρου (ακριβώς πάνω από την πηγή) και η ύπαρξη αισθητικά αξιόλογης παρόχθιας περιοχής με μεγάλα πλατάνια, είναι σημαντικά χαρακτηριστικά που θα μπορούσαν να ενδιαφέρουν για οικοτουριστική χρήση της περιοχής (<http://www.itia.ntua.gr>).

➤ Η κοινοτική οικιακή υδροδότηση πόσιμου νερού για μία σειρά από πόλεις και χωριά βασίζεται στις πηγές του Αγίου Φλώρου (<http://www.itia.ntua.gr>).

➤ Ο ποταμός Πάμισος έχει μία κοίτη μήκους 16 χιλιομέτρων. Η παρόχθια περιοχή είναι κατάλληλη για την ανάπτυξη παραποτάμιου δάσους (<http://www.itia.ntua.gr>).

➤ Η περιοχή του "Δέλτα" είναι μεγάλης σημασίας, με πυκνούς καλάμιώνες (<http://www.itia.ntua.gr>).

Η σημασία αυτού του τόπου συμπληρώνεται από την ύπαρξη 5 ειδών που αναφέρονται και στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ με κυρίαρχο τη θαλάσσια χελώνα *Caretta-Caretta*, το οποίο σποραδικά ωτοκεί.

Οι κυριότεροι κίνδυνοι για την περιοχή είναι οι παρακάτω:

➤ Οι αγροτικές δραστηριότητες αποτελούν την κύρια απειλή της περιοχής και κυρίως τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα (<http://www.itia.ntua.gr>).

➤ Η κύρια αγροτική καλλιέργεια είναι της ελιάς, με αποτέλεσμα τα απόβλητα των ελαιουργείων να δημιουργούν προβλήματα στα νερά του ποταμού και να συμβάλλουν στο φαινόμενο του ευτροφισμού (<http://www.itia.ntua.gr>).

➤ Ο σκουπιδότοπος της Μεσσήνης βρίσκεται κοντά στις εκβολές του Πάμισου (<http://www.itia.ntua.gr>).

#### Νήσοι Σαπιέντζα, Σχίζα και Ακρωτήριο Ακρίτας (GR2550003)

Στην περιοχή προστασίας ανήκουν το Ακρωτήριο Ακρίτας και τα γειτονικά Νησιά Σχίζα και Σαπιέντζα καθώς και η ομάδα Νησιών Βενέτικο, Αγία Μαριανή Αυγό και άλλα. Το Νησί Σαπιέντζα είναι δασωμένο, ενώ όλες οι άλλες περιοχές καλύπτονται από θαμνώδη βλάστηση (<http://www.itia.ntua.gr>).

Όσον αφορά την πανίδα των περιοχών, πολλά μεταναστευτικά πουλιά βρίσκουν καταφύγιο. Επίσης, υπάρχουν 29 σημαντικά είδη σπονδυλωτών, μεταξύ των οποίων είναι η φώκια *Monachus-Monachus* και η θαλάσσια χελώνα *Caretta-Caretta*, που αναφέρονται και στο Εθνικό Βιβλίο Ερυθρών Δεδομένων ως Κινδυνεύοντα. Αυτός ο τόπος είναι επίσης ΣΠΠΕ, εξαιτίας της πυκνής και πλούσιας ορνιθοπανίδας. Τρία από τα σπανιότερα και απειλούμενα είδη μεγάλων αετών βρίσκονται στη περιοχή (<http://www.itia.ntua.gr>).

Το μεγαλύτερο μέρος του εσωτερικού του τόπου αυτού καλλιεργείται. Η θήρα αποτελεί την κύρια απειλή της πανίδας και της ορνιθοπανίδας της περιοχής. Επίσης, αρνητική επίδραση στην πανίδα και στους οικότοπους της περιοχής ασκούν οι τουριστικές και οικιστικές δραστηριότητες των κατοίκων της περιοχής (<http://www.itia.ntua.gr>).

#### Λιμνοθάλασσα Πύλου, Νήσος Σφακτηρία και Άγιος Δημήτριος (GR2550004)

Ο σχεδόν κυκλικός κόλπος του Ναβαρίνου αποτελεί σχεδόν το 48% της έκτασης του συγκεκριμένου τόπου. Το δυτικό τμήμα του κόλπου κλείνεται από την επιμήκη νήσο Σφακτηρία. Το νησί είναι λοφώδες με ασβεστολιθικό υπόστρωμα και υψόμετρο 106 m. Η βλάστηση του νησιού είναι χαρακτηριστική και αποτελείται από πολλά είδη φρυγάνων. Η είσοδος του κόλπου είναι στο νότιο άκρο του τόπου και κλείνεται από τη νησίδα Πύλος. Στο ΒΔ τμήμα του τόπου βρίσκεται η λιμνοθάλασσα

## 2. ΝΟΜΟΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

"Λιβάρι" ή Γιάλοβα της Πύλου. Είναι μία ρηχή υφάλμυρη λίμνη που ξηραίνεται κατά τμήματα το καλοκαίρι. Γύρω από τη λίμνη υπάρχουν αμμώδεις και λασπώδεις παραλίες ανάμεικτες με υφάλμυρα έλη και δάση με είδη αρμυρικών (<http://www.itia.ntua.gr>).

Πολλά μεταναστευτικά υδρόβια πτηνά βρίσκονται στην περιοχή. Επίσης, τα φρυγανικά οικοσυστήματα γύρω από την Πύλο προσφέρουν καταφύγιο σε 30 ιδιαίτερα σποδυλωτά. Επτά ερπετά υπάρχουν στην περιοχή που αναφέρονται και στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, τα οποία αντιστοιχούν στο 70% όλων των ειδών ερπετών της Οδηγίας αυτής που βρίσκονται στην Ελλάδα. Τέλος, η λιμνοθάλασσα Γιάλοβα και η Νήσος Σφακτηρία ανήκουν και στη Ζώνη Ειδικής Προστασίας, ενώ η πρώτη ανήκει και στις ΣΠΠΕ (<http://www.itia.ntua.gr>).

Τους κυριότερους κινδύνους αποτελούν η θήρα των μεταναστευτικών πτηνών και η καλλιέργεια των περιοχών γύρω από τη λιμνοθάλασσα, η οποία ελλοχεύει κινδύνους μόλυνσης της περιοχής λόγω της υπερβολικής χρήσης λιπασμάτων. Επίσης, η έλλειψη μέτρων προστασίας για τον τόπο αυτό από τις ανθρώπινες επιδράσεις, όπως τουρισμός, γεωργικές καλλιέργειες, αλιεία και θήρα, ασφαλώς επιτείνει την περαιτέρω υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Τέλος, απειλή για την περιοχή αποτελεί η μόλυνση που προκαλούν τα διερχόμενα δεξαμενόπλοια από τη ρίψη πετρελαιοειδών (<http://www.itia.ntua.gr>).

### Θίνες Κυπαρισσίας (GR2550005)

Ο τόπος αποτελεί τμήμα της Παράκτιας Ζώνης της Δυτικής Πελοποννήσου, στον οποίο επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη αμμοθινικών σχηματισμών. Η κύρια οικολογική αξία του τόπου αυτού έγκειται στην εκτεταμένη παρουσία αμμοθινικών οικοσυστημάτων. Στην Ελλάδα, οι αμμοθινικοί σχηματισμοί διαρκώς μειώνονται σε αριθμό και έκταση και σε μερικές περιπτώσεις έχουν ολοκληρωτικά καταστραφεί (<http://www.itia.ntua.gr>).

Η περιοχή θεωρείται μία από τις σημαντικότερες παραλίες ωοτοκίας για τη θαλάσσια χελώνα Caretta-Caretta στην Ελλάδα και στην ανατολική Μεσόγειο. Επίσης, υπάρχουν έντεκα σημαντικά είδη σπονδυλωτών και τέσσερα ενδημικά είδη σαυρών (<http://www.itia.ntua.gr>).

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες που ασκούνται στα φυσικά οικοσυστήματα και ιδιαίτερα οι αμμοληψίες, οι εκχερσώσεις της αμμόφιλης βλάστησης και η ισοπέδωση των σχηματισμών με αμμοθίνες για παραθεριστικούς και τουριστικούς σκοπούς, οδηγούν σε προβλήματα στη πανίδα και ιδιαίτερα στη φωλεοποίηση και ωοτοκία της Caretta-Caretta (<http://www.itia.ntua.gr>).

### Όρος Ταΰγετος (GR2550006)

Στο Νομό Μεσσηνίας βρίσκεται η περιοχή του Κεντρικού Ταΰγету, στην οποία βρίσκεται και η υψηλότερη κορυφή της Πελοποννήσου, αυτή του Προφήτη Ηλεία (2.407 μέτρα) (<http://el.wikipedia.org>). Μαζί με τον Πάρνωνα, είναι οι παλαιότερες περιοχές της Πελοποννήσου. Το Όρος παρουσιάζει μία εναλλαγή βιοτόπων με 160 ενδημικά φυτά, από τα οποία τα 21 βρίσκονται μόνο στον Ταΰγετο. Η πανίδα των σπονδυλωτών περιλαμβάνει σπάνια και απειλούμενα είδη. Μέσα σε αυτά είναι και 5 είδη ερπετών που αναφέρονται και στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Επίσης, ένα μεγάλο μέρος του Όρους ανήκει και στη Ζώνη Ειδικής Προστασίας και στη ΣΠΠΕ (Λαγκαδά Τρύπης). Η περιοχή έχει έντονες επιπτώσεις από την υπερβόσκηση, τις ανεξέλεγκτες πυρκαγιές και τον τουρισμό (<http://www.itia.ntua.gr>).



Θαλάσσια Περιοχή Στενού Μεθώνης (GR2550007)

Περιλαμβάνει τις ακτές από το ακρωτήριο Κολύβρι έως το Κάβο Χόνδρο, καθώς επίσης και τις Βόρειες πλευρές της Νήσου Σαπιέντζα. Το θαλάσσιο υπόστρωμα αποτελείται από σκληρή λεπτόκοκκη άμμο με διαβρωμένους ασβεστούχους βράχους (<http://www.itia.ntua.gr>).

Η περιοχή λειτουργεί ως χώρος αναψυχής για ένα μεγάλο αριθμό τουριστών. Υπάρχουν πολλοί θαλάσσιοι δρόμοι για τα εμπορικά σκάφη και τους αλιείς (<http://natura.minenv.gr>).

### 3. ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΟ

#### 3.1 Ιστορική Αναδρομή

Η ελιά από τα πανάρχαια χρόνια θεωρούνταν ιερή. Για το λόγο αυτό κάλυπταν τα σώματα των νεκρών με κλαδιά ελιάς. Η ελιά ήταν ιδιαίτερα σημαντική στην αρχαία Ελλάδα. Με ειδικούς νόμους του Σόλωνα, παρότρυναν όσους ασχολούνταν με τη Γεωπονία την εποχή εκείνη, να δίνουν ιδιαίτερη σημασία στην ελαιοκαλλιέργεια. Επίσης, αποτελούσε σύμβολο ειρήνης, σοφίας και νίκης, γι' αυτό και οι νικητές των Ολυμπιακών Αγώνων στεφανώνονταν με κλαδί ελιάς (Μπαλατσούρας, 1994).

Πολλές μυθολογικές εκδοχές υπάρχουν για την προέλευση της ελιάς στον ελλαδικό χώρο, το οποίο αποδεικνύει την ύπαρξη της στα αρχαία χρόνια. Ο γνωστός πελασγικός μύθος αναφέρεται στον αγώνα της Αθηνάς και του Ποσειδώνα για την προστασία και την ονομασία της Αθήνας. Οι δύο θεοί ανέβηκαν πάνω στο βράχο της Ακρόπολης, όπου ήρθαν και οι άλλοι δέκα θεοί από τον Όλυμπο για να κάνουν τον δικαστή στη διαφωνία των δυο θεών, ενώ ο Κέκροπας παρίστατο ως μάρτυρας. Πρώτος ήρθε ο Ποσειδώνας, στάθηκε στη μέση του βράχου και με την τρίαινά του έδωσε ένα δυνατό χτύπημα στο έδαφος και σχηματίστηκε μια μικρή λίμνη που την ονόμασαν "Ερεχθίδα" θάλασσα. Μετά ήρθε η σειρά της Αθηνάς, η οποία φύτεψε μια ελιά πάνω στο βράχο. Ο Κέκροπας θεώρησε πως το δώρο της Αθηνάς ήταν πιο χρήσιμο και έτσι της δόθηκε η κυριαρχία της πόλης. Για την αθηναϊκή προέλευση της ελιάς μιλούν ο Πausanias (ο οποίος υποστήριξε ότι η δεύτερη ελιά που φύτεψε ήταν αυτή στην Ακαδημία του Πλάτωνα (Σταύρου, 2001)), ο Ηρόδοτος, ο Κλαύδιος Αιλιανός και ο Σοφοκλής (<http://www.clab.edc.uoc.gr>).

Η κρητική μυθολογία θέλει την κρητική θεά Αθηνά, η οποία φαίνεται πως σχετίζεται με τη μινωική θεά των Όφρων, να γεννιέται στις εκβολές του ποταμού Τρίτωνα και να δωρίζει το ιερό δέντρο στους Μινωίτες. Σημαντική σε αυτό το μύθο είναι η αναφορά της Πότνιας Αθάνας στις πινακίδες της Γραμμικής Β' Γραφής που βρέθηκαν στην Κνωσό και δείχνει τη σύνδεση της θεάς με την προϊστορική θρησκεία της Κρήτης (<http://www.clab.edc.uoc.gr>).

Ο Αρισταίος, ο οποίος ήταν γιος του Απόλλωνα, διδάχθηκε από τις Νύμφες πώς να καλλιεργεί τα αμπέλια και τις ελιές. Ο Πλίνιος αναφέρει ότι πρώτος ο Αρισταίος ανακάλυψε το ελαιοπιεστήριο. Ο Αρισταίος δεν κράτησε αυτά τα μυστικά για τον εαυτό του, αλλά με τη σειρά του δίδαξε τις τέχνες αυτές στους ανθρώπους. Η μυθολογία μας λέει πως ταξίδεψε στην Ελλάδα, πήγε στην Αρκαδία και στα νησιά. Στην Αρκαδία τιμήθηκε, γιατί ήταν αυτός που δίδαξε στους Αρκάδες τη μελισσοκομία, την κατεργασία του μαλλιού και την τέχνη του κυνηγιού. Ο Διόδωρος ο Σικελιώτης αναφέρει ότι ο Αρισταίος πήγε στη Σαρδηνία και κατόπιν στη Σικελία, όπου βρήκε εξαιρετικά γόνιμη γη για να καλλιεργήσει τις ελιές. Εκεί μάλιστα, τιμήθηκε και λατρεύτηκε ως γεωργική θεότητα - προστάτης των ελαιοκαλλιεργητών. Από τότε τα δάση της αγριελιάς που υπήρχαν γύρω από τη Μεσόγειο άρχισαν να καλλιεργούνται και οι άνθρωποι έμαθαν να χρησιμοποιούν τον πολύτιμο καρπό της ελιάς στη διατροφή τους. Ο Αρισταίος τιμήθηκε από τους ανθρώπους όσο λίγοι θνητοί, αναγνωρίζοντας την πλούσια προσφορά του (<http://www.clab.edc.uoc.gr>).

Σύμφωνα με τον αρχαιολόγο Νικ. Πλάτωνα, ο μύθος των τριών αδερφών, Ελαΐς, Σπερμώ, Οινώ, που τα ονόματά τους συνδέθηκαν με τα τρία βασικά προϊόντα του ελληνικού χώρου (λάδι, σιτάρι, κρασί), αρχίζει από τη μινωική Κρήτη (<http://www.clab.edc.uoc.gr>). Ο Πίνδαρος ισχυρίζεται ότι ο Ηρακλής καθώς επέστρεφε στην Ελλάδα μετά την ολοκλήρωση των άθλων του, έφερε μαζί του από

τις όχθες του Δούναβη (Ποντικής, 2000) την αγριελιά και τη φύτευσε στην Ολυμπία (<http://www.clab.edc.uoc.gr>).

Οι απαρχές της ελαιοκαλλιέργειας τοποθετούνται στο χρονικό ορίζοντα της Πρώιμης Χαλκοκρατίας, δηλαδή την 3<sup>η</sup> χιλιετία π.Χ.. Όμως, το που και πως διαδόθηκαν οι ελαιοκομικές γνώσεις παραμένουν άγνωστα μέχρι τώρα. (Μπουλώτης, 1993). Ο Fischer (1904) αναφέρει ότι η ελιά έχει έρθει στις Ανατολικές Μεσογειακές περιοχές από τη Β.Δ Ινδία διαμέσου του Ιράν. Ο Acerbo (1937) αναφέρει ότι το ελαιόλαδο χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους Σημίτες, οι οποίοι ζούσαν Νότια του Καυκάσου κοντά στις παραθαλάσσιες Μεσογειακές περιοχές (Συρία, Παλαιστίνη). Ο De Candolle (1880) αναφέρει ότι η ελιά ήταν γνωστή από το 4000 π.Χ. και ότι η πατρίδα της είναι η Συρία. Σύμφωνα με τους Loucas και Krimbas (1983), οι πιο παλιές ενδείξεις για την καλλιέργεια της ελιάς βρέθηκαν σε ανασκαφές που έγιναν σε περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου και συγκεκριμένα στην Κύπρο, Παλαιστίνη, Λίβανο, Συρία και αργότερα στην Κρήτη και Κυκλάδες. Ο Trump (1980) υποστήριζε ότι η παλαιότερη αναφορά που υπάρχει για την καλλιέργεια της ελιάς στον πλανήτη μας, είναι στο χωριό Φυλιά της Κύπρου το 4800 π.Χ. (Ποντικής, 2000). Πρόσφατες έρευνες στις Κυκλάδες (Σαντορίνη και Νίσυρος) έφεραν στο φως απολιθωμένα φύλλα ελιάς, τα οποία σύμφωνα με τις σύγχρονες μεθόδους χρονολόγησης φαίνεται να είναι ηλικίας 60.000 ετών (βλ. Εικόνα 3) (<http://www.Elaiolado.idx.gr>). Η ελιά δεν υπήρχε σε περιοχές του Νέου Κόσμου, με κλίμα παρόμοιο με το Μεσογειακό (π.χ. Καλιφόρνια). Ιταλοί, Ισπανοί, Πορτογάλοι και κυρίως οι Φραγκισκανοί Ιεραπόστολοι, μετέφεραν την ελιά στο San Diego της Ν. Καλιφόρνιας και τις άλλες υποτροπικές περιοχές του δυτικού ημισφαιρίου με μεσογειακό κλίμα και έτσι άρχισε η πρώτη εγκατάσταση του ελαιόδέντρου στις νέες χώρες (Μπαλατσούρας, 1999).

Εικόνα 3: Απολιθωμένα φύλλα ελιάς



Πηγή: <http://www.Elaiolado.idx.gr>

Σύμφωνα με την επιστήμη της Παλαιοβοτανικής και ειδικότερα με το κλάδο της Γυρεολογίας, που εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1916 από το Σουηδό L. Von Post, υποστηρίζεται ότι μπορεί να χρονολογηθεί η καλλιέργεια της ελιάς. Στον Ελλαδικό χώρο η έρευνα της ανάλυσης της γύρης εμφανίζεται το 1965 με την ανάλυση τριάντα περιοχών του ελληνικού χώρου. Από αυτές, δύο βρίσκονται στην Ανατολική Μακεδονία με χρονικές περιόδους καλλιέργειας της ελιάς 1900-1350 π.Χ. και 1000-550 π.Χ. Όσο αναφορά την Κεντρική και Δυτική Μακεδονία, η πρώτη εμφάνιση γίνεται το 1330 π.Χ. στη περιοχή της Έδεσσας. Στην Ήπειρο εμφανίζεται συνεχής και σημαντική παρουσία γυρεόκοκκων ελιάς για τις τελευταίες 4,5 χιλιετίες. Συνεχής είναι και στη Θεσσαλία στη περιοχή του Αλμυρού, ενώ στη λίμνη Ξυνιάς

### 3. ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΟ

(ΒΔ. της Λαμίας) εμφανίζεται για πρώτη φορά και σε χαμηλά επίπεδα το 1000 π.Χ. περίπου. Στην Ανατολική Στερεά, στη λίμνη Κωπαΐδα, η πρώτη εμφάνιση έγινε το 3255 π.Χ., ενώ στη Δυτική Στερεά με δύο δείγματα περιοχών, ένα στη λίμνη Βουλκαρία που χρονολογείται το 1250 π.Χ. και στη λίμνη Τριχωνίδα που καλύπτει περίοδο 6.000 ετών. Επιπλέον, αναλύθηκαν τρία προφίλ στη Δυτική Πελοπόννησο. Δύο στη λιμνοθάλασσα Οσμάν Αγά (Βόρεια της Πύλου) και ένα στη λίμνη του Καϊάφα. Στις δύο πρώτες περιοχές, η αύξηση της καλλιέργειας της ελιάς ξεκίνησε το 1100 π.Χ. και τα υψηλά ποσοστά συνεχίστηκαν μέχρι το 700 π.Χ.. Αντίθετα, στον Καϊάφα η έναρξη γίνεται πολύ αργότερα, το 300 μ.Χ.. Στη Ν. Αργολίδα, όπως και Βόρεια της Πύλου, η άνθηση γίνεται από το 1100 π.Χ. και μετά. Τέλος, για την Κρήτη δε βρέθηκαν γυρεόκοκκοι. Αυτό βέβαια δε σημαίνει ότι δεν υπήρχε καλλιέργεια, αφού επικρατεί και η άποψη ότι ξεκίνησε από την Κρήτη κατά τη Μινωική περίοδο και στη συνέχεια επεκτάθηκε βορειότερα. Επομένως, η απουσία των γυρεόκοκκων οφείλεται σε άλλους λόγους (τοπογραφία περιοχής λήψης του προφίλ, χάσματα κλπ.) και όχι στη μη ύπαρξη της ελιάς στη Κρήτη (Αθανασιάδης κ.ά., 1993).

### 3.2 Βοτανική ταξινόμηση της ελιάς

Η ελιά ανήκει στην οικογένεια **Oleaceae**, η οποία περιλαμβάνει 24 γένη, τα σπουδαιότερα από τα οποία είναι τα *Olea*, *Syringa*, *Forsythia*, *Ligustrum*, *Fraxinus* και *Phillyrea*, και περίπου 600 taxa (είδη, υποείδη και ποικιλίες). Το γένος *Olea* περιλαμβάνει 30 taxa τα οποία αναπτύσσονται στις τροπικές και εύκρατες περιοχές. Η *Olea europaea* L. είναι το μόνο είδος που υπάρχει στην Μεσόγειο (Bartolini et al, 2002). Η *Olea europaea* L. *europaea* ή αλλιώς *Olea europaea* L. *sativa* Hoffm et Link είναι η καλλιεργούμενη ελιά, η οποία περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό βελτιωμένων ποικιλιών με διάφορα χαρακτηριστικά ως προς την ελαιοπεριεκτικότητα, την αντοχή στο ψύχος, το μέγεθος του καρπού (Ποντίκης, 2000). Στον Πίνακα 1 φαίνονται οι κυριότερες ποικιλίες της *Olea europaea* L. *europaea*.

Πίνακας 1: Βασικά χαρακτηριστικά των 22 κυριότερων ποικιλιών της *Olea europaea* L. *europaea*

Ποικιλία	Περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο %	Αντοχή στο ψύχος	Μέγεθος καρπού	Συγκέντρωση Φαινολικών
<b>Agladau</b>	23-27	Ανθεκτική	Μέσο	Μέση
<b>Arbequina</b>	22-27	Ανθεκτική	Μικρό	Χαμηλή
<b>Arbosana</b>	22-27	Ανθεκτική	Μικρό	Μέση
<b>Barnea</b>	16-26	-	Μέσο	Μέση
<b>Bosana</b>	18-28	-	Μέσο	Υψηλή
<b>Chemlali</b>	26-28	-	Πολύ μικρό	Υψηλή
<b>Coratina</b>	23-27	Ανθεκτική	Μέσο	Πολύ υψηλή
<b>Cornicabra</b>	23-27	Ανθεκτική	Μέσο	Πολύ υψηλή
<b>Empeltre</b>	18-25	Ευαίσθητη	Μέσο	Μέση
<b>Frantoio</b>	23-26	Ευαίσθητη	Μέσο	Μέση-Υψηλή
<b>Hojiblanca</b>	18-26	Ανθεκτική	Πολύ μεγάλο	Μέση
<b>Κορωνέικη</b>	24-28	Ευαίσθητη	Πολύ μικρό	Πολύ υψηλή
<b>Lechin Sevilla</b>	22-23	-	Μέσο	Μέση
<b>Leccino</b>	22-27	Ανθεκτική	Μέσο	Μέση
<b>Manzanilla</b>	15-26	Ευαίσθητη	Πολύ μεγάλο	Υψηλή
<b>Moraiolo</b>	18-28	Ευαίσθητη	Μικρό	Πολύ υψηλή
<b>Picudo</b>	22-24	Ανθεκτική	Πολύ μεγάλο	Χαμηλή
<b>Picual</b>	24-27	Ανθεκτική	Μέσο	Πολύ υψηλή
<b>Picholine</b>	22-25	Μέτρια	Μέσο	Υψηλή
<b>P. Marocaine</b>	22-25	Ανθεκτική	Μέσο	Υψηλή
<b>Taggiasca</b>	22-27	Ευαίσθητη	Μέσο	Χαμηλή
<b>Verdial Huevar</b>	24-26	Ανθεκτική	Μέσο	Υψηλή

Πηγή: <http://books.google.com>

### 3. ΕΛΑΙΟΔΕΝΤΡΟ

Οι ποικιλίες ελιάς στην Ελλάδα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες βάσει του Fooks:

- Ποικιλίες για ελαιοποίηση
- Επιτραπέζιες ποικιλίες
- Μεικτές ποικιλίες

Βάσει αυτής της ταξινόμησης των ποικιλιών, οι ποικιλίες ελιάς στην Ελλάδα είναι 21 όπως φαίνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Ποικιλίες ελιάς, περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο και περιοχή καλλιέργειας.

	Ποικιλία	Περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο	Περιοχή Καλλιέργειας
<b>Ποικιλίες για ελαιοποίηση</b>	Αγουρομανακολιά	25%	Αργολίδα, Κορινθία, Αρκαδία, Σπέτσες και Ερμιονίδα
	Αδραμυτινή	22-25%	Μυτιλήνη, Χίος, Εύβοια και Άνδρο
	Βαλανολιά	25-30%	Μυτιλήνη, Χίος και Σκύρος
	Κορωνέικη	24-28%	Αχαΐα, Μεσσηνία, Λακωνία, Ρέθυμνο, Ηράκλειο, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Σάμος, Ικαρία και Δυτική Ελλάδα
	Κουτσουρελιά	24%	Αχαΐα, Κορινθία και Αιτωλοακαρνανία
	Λιανολιά Κέρκυρας	20%	Ιόνια Νησιά και παράλια Ηπείρου
	Μεγαρίτικη	20-29%	Αττική και Βοιωτία
	Μυρτολιά	25%	Λακωνία
	Τσουνάτη	25%	Ρέθυμνο, Χανιά, Λακωνία
	<b>Επιτραπέζιες Ποικιλίες</b>	Αδρόκαρπη	27%
Βασιλικάδα		16%	Κέρκυρα, Εύβοια και Χαλκιδική
Καλαμών		17-19%	Μεσσηνία, Λακωνία και Αχαΐα
Καρολιά		17%	Μυτιλήνη, Κέρκυρα και Ζάκυνθος
Καρυδολιά		14%	Κέρκυρα, Άμφισσα, Λαμία, Εύβοια, Χαλκιδική και Αττική
Κολυμπάδα		19%	Αττική, Φωκίδα, Κυκλάδες και Μεσσηνία
Κονσερβολιά	15%	Αγρίνιο, Άρτα, Άμφισσα, Εύβοια, Ααμία, Πάτρα	

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

			και Πήλιο
	Στρογγυλολιά	16%	Χαλκιδική
<b>Μεικτές Ποικιλίες</b>	Αμυγδαλολιά	22%	Αμφισσα (για λάδι) και Αττική
	Θρουμπολιά	28%	Χίος, Σάμος, Κυκλάδες, Κρήτη, Αττική, Εύβοια, Θάσος και Ρόδος
	Κοθρέικη	25%	Άμφισσα, Δελφούς, Ιτέα, Αράχοβα, Λαμία, Κυνουρία, Ερμιόνη και Πόρος
	Ματολιά	17-19%	Ηλεία

Πηγή: Ποντίκης, 2000

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται και ξένες ποικιλίες σε περιορισμένο επίπεδο και κυρίως, για παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς. Οι ποικιλίες αυτές δεν εμφανίζουν τα ακριβή μορφολογικά και παραγωγικά χαρακτηριστικά τους, επειδή οι συνθήκες κλίματος, εδάφους και καλλιέργειας δεν είναι οι ίδιες με το τόπο καταγωγής τους. Στην Ελλάδα έχουν εισαχθεί ποικιλίες από την Ιταλία, Ισπανία και Γαλλία. Οι σπουδαιότερες από αυτές είναι οι Arbequina, Arbosana, Frantoio, Leccino, Manzanilla και Picholine (Fooks). Τα βασικά χαρακτηριστικά τους φαίνονται στον Πίνακα 1.

Στο Νομό Μεσσηνίας καλλιεργείται κατ' αποκλειστικότητα η Κορωνέικη ποικιλία για ελαιόλαδο και η ποικιλία Καλαμών για επιτραπέζια ελιά.

### 3.3 Ειδικές απαιτήσεις και ιδιομορφίες

Το ελαιόδεντρο καταλαμβάνει πολύ περιορισμένη έκταση παγκοσμίως, το οποίο δικαιολογείται λόγω των ιδιαίτερων εδαφοκλιματικών συνθηκών που χρειάζεται για να αναπτυχθεί (Μπαλατσούρας, 1994).

Κατά τον Fontanazza (1991), το δέντρο της ελιάς χρειάζεται ήπιο κλίμα το χειμώνα, υποφέρει αν η θερμοκρασία φτάσει τους  $-6^{\circ}\text{C}$ , και ξηρό το καλοκαίρι, όπου ανέχεται θερμοκρασίες μέχρι και  $42^{\circ}\text{C}$ , όταν υπάρχει αρκετή υγρασία στο έδαφος. Επίσης, κατά τον ίδιο, το ελαιόδεντρο καρποφορεί καλύτερα υπό άπλετο ηλιακό φως, γι' αυτό οι γραμμές φυτεύσεως θα πρέπει να έχουν κατεύθυνση από Βορρά προς Νότο, και δεν ανέχεται ομιχλώδη και παρατεταμένο βροχερό καιρό (Μπαλατσούρας, 1992).

Οι Hartmann, Opitz και Beutel (1976) υποστηρίζουν ότι το ελαιόδεντρο καλλιεργείται στην Εύκρατη ζώνη μεταξύ  $30^{\circ}$ - $45^{\circ}$  γεωγραφικού πλάτους, όχι όμως εγγύτερα στον Ισημερινό γιατί ενώ βλαστάνει άφθονα, δεν καρποφορεί. Κατά τους ίδιους ερευνητές, το ελαιόδεντρο δεν ανθίζει αν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος δεν πέσει καθ' όλη τη διάρκεια του έτους κάτω από  $15^{\circ}\text{C}$  ή αν δεν ανέβει πάνω από τους  $7^{\circ}\text{C}$ , ενώ αν μείνει σταθερή στους  $13^{\circ}\text{C}$  ανθίζει άφθονα. Τέλος, υποστηρίζουν ότι εδάφη πλούσια σε άργιλο είναι πολύ αποδοτικά για το ελαιόδεντρο (Μπαλατσούρας, 1992). Κατά το Brasconi (1984), το καλύτερο έδαφος είναι εκείνο που περιέχει 60% άμμο, 20% λάσπη και 20% άργιλο (Μπαλατσούρας, 1992).

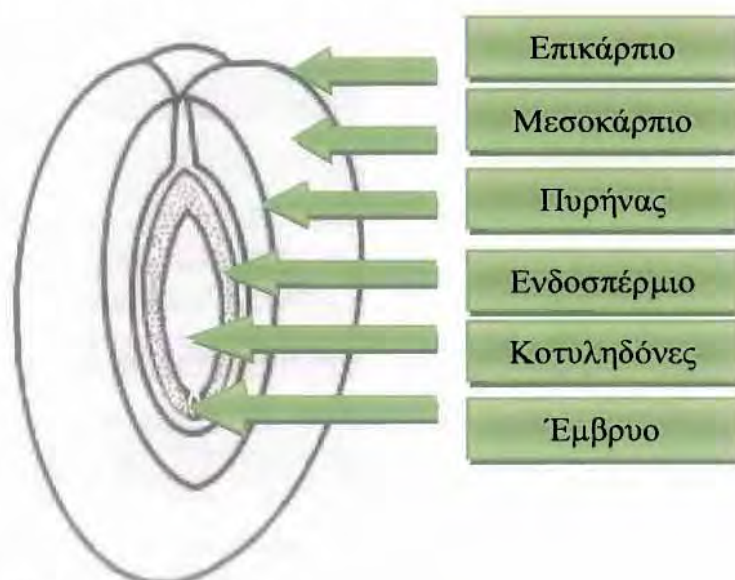
## 4. ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΣ

### 4.1 Ο καρπός της ελιάς

Ο καρπός είναι το κύριο προϊόν του ελαιόδέντρου, αφού τα φύλλα και το ξύλο είναι πολύ μικρότερης σημασίας για την καλλιέργεια. Ο καρπός του ελαιόδέντρου είναι ωειδής δρύπη και συντίθεται από τρία μέρη: το επικάρπιο ή επιδερμίδα ή φλοιό, το μεσοκάρπιο ή σαρκοκάρπιο ή σάρκα και το ενδοκάρπιο ή πυρήνα ή κουκούτσι (Πάπυρος Larousse Britannica, 1996). Το επικάρπιο έχει πράσινο χρώμα καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης του ελαιοκάρπου, ενώ όταν ωριμάσει αλλάζει χρώμα και γίνεται σκούρο καφέ ή μαύρο ανάλογα με την ποικιλία της ελιάς (Πάπυρος Larousse Britannica, 1996). Ο πυρήνας εξωτερικά φέρει γλυφές (αυλάκια), που διευκολύνουν τη διάκριση των ποικιλιών, ενώ εσωτερικά περικλείει το σπέρμα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4 (Γρηγορίου, 2006). Το ποσοστό βάρους που αναλογεί στο επικάρπιο σε σχέση με το καρπό της ελιάς είναι 1-2,5%. Το μεσοκάρπιο έχει μικρή περιεκτικότητα σε ζάχαρη (3-7,5%) και μεγάλη περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο (15-30%), ανάλογα με την ποικιλία του καρπού και κατέχει το 70-85% του βάρους του καρπού. Το ενδοκάρπιο εσωκλείει το κουκούτσι και αποτελεί το 15-28,5% του βάρους του ελαιοκάρπου (Halbadakis et al., 2006). Ο καρπός της ελιάς ζυγίζει 2-12 g ανάλογα με την ποικιλία του καρπού. Τέλος, οι εκατοστιαίες αναλογίες των τμημάτων του καρπού επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες, όπως (Halbadakis et al., 2006):

- Την ποικιλία
- Τις καλλιεργητικές φροντίδες
- Την πορεία των καιρικών συνθηκών
- Το έδαφος του ελαιώνα
- Το στάδιο ωριμότητας του καρπού

**Εικόνα 4: Περιγραφή ελαιοκάρπου**



Πηγή: Γρηγορίου, 2006



#### 4.2 Τα συστατικά του ελαιοκάρπου

Τα συστατικά του ελαιοκάρπου μεταβάλλονται κατά την πορεία της ωρίμανσής του, όπως το χρώμα του που από πράσινο, όταν είναι άγουρος, γίνεται μαύρο, όταν ωριμάσει. Αυτό γίνεται γιατί όταν είναι άγουρος περιέχει χλωροφύλλες ενώ ο ώριμος καρπός περιέχει μελανίνη, λόγω της οξειδωσης των φαινολικών ουσιών. Σημαντικές μεταβολές συμβαίνουν και στα άλλα συστατικά του ελαιοκάρπου (Κυριτσάκης, 1993).

Τα κυριότερα συστατικά του ελαιοκάρπου είναι τα παρακάτω:

➤ **Νερό:** Το νερό είναι το πιο σημαντικό συστατικό του ελαιοκάρπου, το οποίο αντιπροσωπεύει το 70–74% του νωπού βάρους και συσσωρεύεται, κυρίως, εντός των χυμοτοπίων. Η περιεκτικότητα σε νερό έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί καθορίζει το σχήμα και τη λειότητα της επιφάνειας του καρπού. Έτσι, όταν το ποσοστό νερού είναι στα κανονικά επίπεδα, ο καρπός είναι λείος και έχει το κανονικό του σχήμα, ενώ όταν βρίσκεται σε μικρότερο ποσοστό ο καρπός συρρικνώνεται (Κυριτσάκης, 1993). Μέσα στο νερό των χυμοτοπίων βρίσκονται διαλυμένα τα σάκχαρα, τα οργανικά οξέα, οι ταννίνες, η ελευρωπαΐνη και τα ανόργανα συστατικά (Ποντίκης, 2000). Η ποσότητα του νερού εξαρτάται από το στάδιο της ανάπτυξης του, την ποικιλία και τις συνθήκες ωρίμανσής του. Επίσης, ο Guess και οι συνεργάτες του μελέτησαν τη σχέση νερού-λαδιού και διαπίστωσαν ότι όταν αυξάνεται η ελαιοπεριεκτικότητα μειώνεται η ποσότητα νερού και αντίθετα, ώστε το άθροισμα και των δυο να είναι σχεδόν σταθερό (Κυριτσάκης, 1993).

➤ **Λιπαρές ουσίες:** Το λάδι και γενικότερα οι λιπαρές ουσίες υπάρχουν σε ποσοστό 17-30% του βάρους της ελαιομάζας. Το λάδι είναι αδιάλυτο στο νερό, αποτελεί κύρια πηγή θερμίδων και επηρεάζει την συνεκτικότητα της σάρκας του ελαιοκάρπου (Ποντίκης, 2000).

➤ **Απλά σάκχαρα:** Από τα απλά σάκχαρα απαντώνται κυρίως η γλυκόζη, η φρουκτόζη και σε μικρότερο ποσοστό η σακχαρόζη και ο μαννίτης (Ποντίκης, 2000).

➤ **Πολυσακχαρίτες:** Μεταξύ των πολυάριθμων πολυσακχαριτών που περιέχονται στον ελαιοκάρπο είναι η κυτταρίνη, οι ημικυτταρίνες και τα κόμμεα, οι οποίοι είναι αδιάλυτοι στο νερό. Η περιεκτικότητα της ελαιομάζας σε πολυσακχαρίτες ανέρχεται σε 3-6% (Ποντίκης, 2000).

➤ **Πηκτίνες:** Οι πηκτίνες ευθύνονται για τη συνεκτικότητα της σάρκας του ελαιοκάρπου, οι οποίες κατέχουν το 1,5% αυτής (Ποντίκης, 2000).

➤ **Πρωτεΐνες:** Το ποσοστό των πρωτεϊνών στον ελαιοκάρπο είναι μικρό και φθάνει στο 1,5% του βάρους της ελαιομάζας, αλλά είναι αρκετά σημαντικό για τη διατροφή του ανθρώπου και για την ανάπτυξη των γαλακτοβάκιλλων, που τα συστατικά τους είναι τα αμινοξέα (Ποντίκης, 2000).

➤ **Οργανικά οξέα:** Βρίσκονται διάσπαρτα στη σάρκα του ελαιοκάρπου και εξασφαλίζουν ομοιογενές pH από 4,5 έως 5. Τα πιο σημαντικά είναι το κιτρικό, το μηλικό και το οξαλικό οξύ (Ποντίκης, 2000).

➤ **Ταννίνες:** Βρίσκονται σε ποσοστό 1,5-2% επί του νωπού βάρους της ελαιομάζας. Αυτές οφείλονται για τη στυφή γεύση του φρέσκου ελαιοκάρπου (Ποντίκης, 2000).

➤ **Ελευρωπαΐνη:** Αυτή οφείλεται για την πικρή γεύση του ελαιολάδου. Είναι μία πολυφαινόλη, η οποία βρίσκεται σε σημαντικό ποσοστό στον άγουρο ελαιοκάρπο. Στον ώριμο μειώνεται η περιεκτικότητά της και στον υπερώριμο φθάνει σε πολύ χαμηλά επίπεδα και πολλές φορές δε συνίσταται καθόλου (Κυριτσάκης, 1993).

#### 4. ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΣ

σε πολύ χαμηλά επίπεδα και πολλές φορές δε συνίσταται καθόλου (Κυριτσάκης, 1993).

➤ Φαινολικά συστατικά: Τα συστατικά αυτά ίσως είναι τα πιο άφθονα από όλες εκείνες τις φυτικές χημικές ουσίες που περιλαμβάνονται στην κατηγορία των δευτερογενών προϊόντων. Όλα τα φαινολικά συστατικά έχουν ένα αρωματικό δακτύλιο, ο οποίος φέρει τουλάχιστον μία υδροξυλική ομάδα συνδεδεμένη με άνθρακα του πυρήνα ή δραστικά παράγωγα, όπως καρβοξυλικές ή μεθοξυλικές ομάδες (-O-CH<sub>3</sub>), καθώς επίσης και άλλες δομές μη αρωματικού δακτυλίου. Οι φυτικές φαινόλες παρουσιάζουν ετερογένεια ως προς τη διαλυτότητα τους, αφού μερικές είναι διαλυτές μόνο σε οργανικούς διαλύτες, μερικές είναι υδατοδιαλυτές, ενώ άλλες είναι ισχυρά αδιάλυτα ισομερή (Halbadakis et al, 2006).

Όπως προαναφέρθηκε, η Κορωνέϊκη ποικιλία είναι η μοναδική που καλλιεργείται στο Νομό Μεσσηνίας. Στον Πίνακα 3 φαίνεται η σύσταση της.

Πίνακας 3: Σύσταση του μεσοκαρπίου της Κορωνέϊκης ποικιλίας

Συστατικά	Κορωνέϊκη Ποικιλία
Υγρασία	72,5
Λίπη	16,8
Τάφρα	1,2
Άζωτο (συνολικό)	0,3
Άζωτο (ελεύθερο)	0,003
Υδατάνθρακες	9,2

Πηγή: Κυριτσάκης, 1993

## 5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

### 5.1 Στατιστικά στοιχεία παγκοσμίως

Υπάρχουν περισσότερα από 850 εκατομμύρια ελαιόδεντρα τα οποία καταλαμβάνουν μια επιφάνεια περίπου 8.514.300 ha παγκοσμίως. Υπάρχουν χίλιες καταχωρημένες ποικιλίες, από τις οποίες οι 139 περιλαμβάνονται στον Παγκόσμιο κατάλογο ποικιλιών ελιάς. Αυτές οι 139 ποικιλίες προέρχονται από 23 χώρες καλύπτοντας το 85% της παγκόσμιας παραγωγής. Η ελαιοκαλλιέργεια είναι ευρύτατα διαδεδομένη στη Μεσόγειο και είναι πολύ σημαντική για την αγροτική οικονομία, την τοπική παράδοση και το περιβάλλον. Οι χώρες γύρω από τη μεσογειακή λεκάνη και τη Μέση Ανατολή παρέχουν το 98% της συνολικής επιφάνειας καλλιεργήσιμης γης ελαιοδέντρων και το 99% της συνολικής ελαιοπαραγωγής, με πρώτη την Ισπανία, με 2.400.000 ha και 180.000.000 ελαιόδεντρα, δεύτερη την Ιταλία με 1.140.685 ha και τρίτη την Ελλάδα με 765.000 ha. Η ελιά καλλιεργείται, επίσης, στην Καλιφόρνια, την Αυστραλία, το Ιράν, την Αργεντινή και το Περού. Η παγκόσμια παραγωγή ελιάς για το έτος 2004 ήταν 15.340.488 τόνους. Η μέση παραγωγή ελαιολάδου για τις ελαιοκομικές περιόδους 1999-2000, 2002-2003 ήταν 2.564.800 τόνοι. Η Ε.Ε είναι η μεγαλύτερη ελαιοπαραγωγός με το 80,2% του συνόλου. Η μέση παραγωγή ελαιολάδου στην Ε.Ε ήταν για την ίδια περίοδο 2.056.200 τόνοι, με την Ισπανία να καταλαμβάνει το 47,6%, την Ιταλία το 30,8% και την Ελλάδα το 19,7% του Ευρωπαϊκού συνόλου. Εκτός της Ε.Ε, άλλες σημαντικές ελαιοπαραγωγές χώρες είναι η Συρία (4,9%), η Τουρκία (4,4%), η Τυνησία (4,3%) και σε μικρότερο βαθμό, το Μαρόκο (1,8%) και η Αλγερία (1%) (Halbadakis et al., 2006).

Ο ελαιοπαραγωγικός τομέας στην Ε.Ε περιλαμβάνει 2.500.000 παραγωγούς-σχεδόν το 1/3 των ευρωπαϊών αγροτών-με 1.160.000 στην Ιταλία, 840.000 στην Ελλάδα και 380.000 στην Ισπανία. Η ελαιοπαραγωγή έχει το πλεονέκτημα να παρέχει εποχιακή απασχόληση το χειμώνα μαζί με άλλες αγροτικές δραστηριότητες, καθώς και σημαντική απασχόληση σε μη αγροτικές δραστηριότητες σχετικές με την παραγωγή και τυποποίηση του ελαιολάδου. Υπάρχουν περίπου 12.000 ελαιοτριβεία στην Ε.Ε. (Halbadakis et al., 2006).

## 5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Πίνακας 4: Παραγωγή ελαιολάδου για τις τρεις σημαντικότερες παραγωγούς χώρες.

ΕΤΟΣ	ΕΛΛΑΔΑ	ΙΤΑΛΙΑ	ΙΣΠΑΝΙΑ
2007	394.700	590.200	1.326.000
2006	400.835	626.800	1.139.000
2005	386.385	671.315	820.597
2004	321.338	794.559	1.005.461
2003	374.903	600.482	1.449.071
2002	381.620	574.950	836.902
2001	302.230	573.500	1.412.100
2000	430.000	507.400	962.400

Πηγή: <http://faostat.fao.org>

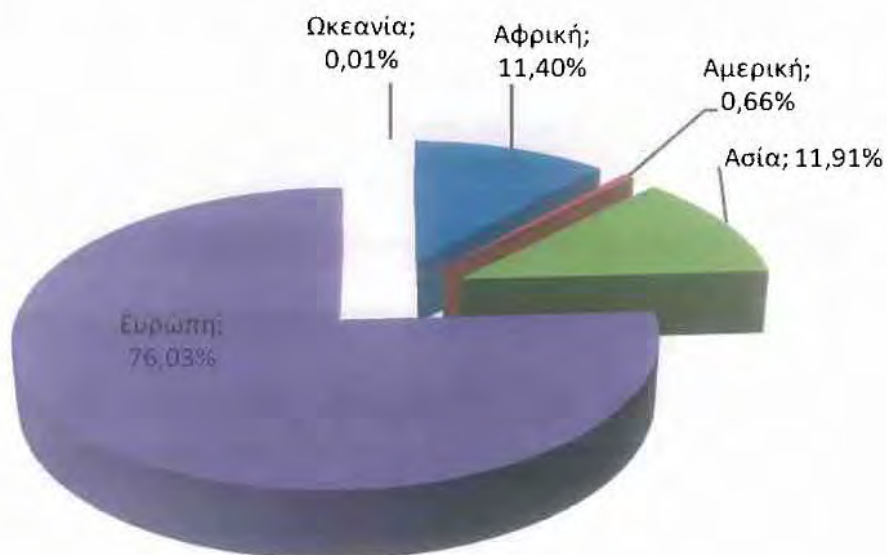
Για το έτος 2007 φαίνεται στον παρακάτω πίνακα η παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου και η έκταση των ελαιόδέντρων παγκοσμίως.

Πίνακας 5: Παγκόσμια Παραγωγή ελαιολάδου και έκταση των ελαιώνων για το έτος 2007.

Χώρα	Παραγωγή (τόνοι)	Έκταση (ha)	Χώρα	Παραγωγή (τόνοι)	Έκταση (ha)
Αζερμπαϊτζάν	100	1.500	Κροατία	4.700	15.000
Αίγυπτος	8.400	50.000	Κύπρος	2.700	8.600
Αλβανία	1.100	28.500	Λίβανος	5.400	58.000
Αλγερία	40.000	200.000	Λιθώμ	26.400	100.000
Αργεντινή	16.000	33.000	Μαρόκο	84.500	500.000
Αυστραλία	168	1.000	Μεξικό	210	4.900
Αφγανιστάν	80	800	Παλαιστίνη	21.000	90.000
Γαλλία	4.200	17.352	Περσού	400	7.900
Γιουγκοσλαβία	2.100	6.200	Πορτογαλία	39.000	360
Ελ. Σαλβαδόρ	525	5.000	Σερβία	150	1.500
Ελλάδα	394.700	765.000	Σλοβενία	400	800
Ιορδανία	12.000	65.000	Συρία	152.000	500.000
Ισπανία	1.326.000	2.400.000	Τουνησία	194.900	1.500.000
Ισραήλ	4.000	14.000	Τουρκία	172.000	597.000
Ιράν	860	15.000	Χιλή	1.800	7.000
Ιταλία	590.200	1.140.685	Παγκόσμια	3.107.493	8.514.300

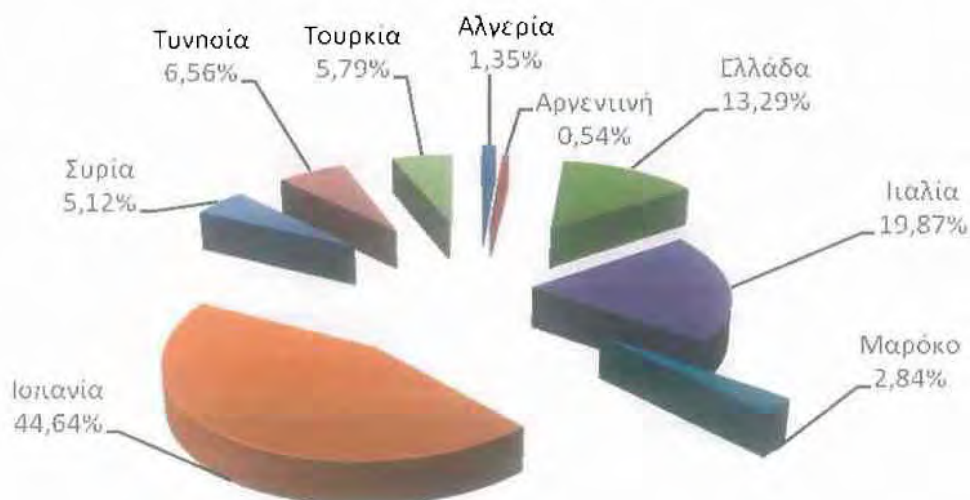
Πηγή: <http://faostat.fao.org>

**Γράφημα 1: Ποσοστό παραγωγής ελαιολάδου ανά Ήπειρο για το έτος 2007**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Γράφημα 2: Οι σημαντικότερες χώρες στην παραγωγή ελαιολάδου και το ποσοστό παραγωγής τους σε σχέση με την παγκόσμια παραγωγή για το έτος 2007.**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

## 5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

### 5.2 Στατιστικά στοιχεία στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η ελιά καλλιεργείται σχεδόν σε όλα τα γεωγραφικά διαμερίσματα. Η εξέλιξη της ελαιοκαλλιέργειας στην Ελλάδα παρατίθεται στον Πίνακα 6. Τα ελαιόδεντρα ανά Νομό για το 2006 παρουσιάζονται στον Πίνακα 7, με το Νομό Μεσσηνίας να καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση και το 10% σε όλη την Ελλάδα, όπως φαίνεται στο Γράφημα 3.

Πίνακας 6: Η Εξέλιξη της καλλιέργειας της ελαιοποιήσιμης ελιάς στην Ελλάδα.

ΈΤΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΝΔΡΩΝ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ (τόνοι)
1967	79.261.400	185.000
1968	81.079.000	153.635
1969	83.946.700	155.626
1970	85.708.340	197.700
1971	86.679.600	183.000
1972	87.100.000	249.400
1973	87.929.900	192.400
1974	88.300.000	237.000
1975	88.734.780	257.000
1976	90.037.000	225.000
1977	91.660.000	231.000
1978	93.268.833	235.000
1979	95.685.699	203.000
1980	97.659.501	330.000
1981	99.051.452	230.000
1982	100.443.403	324.470
1983	100.574.277	222.445
1984	102.822.284	202.237
1985	103.023.129	344.130
1986	103.450.000	220.000
1987	103.802.055	298.000
1988	103.982.735	313.800
1989	103.951.621	319.778
1990	104.291.779	167.367
1991	104.950.000	364.100
1992	105.760.046	303.500
1993	106.248.762	268.000
1994	110.772.737	357.785
1995	114.003.029	407.450
1996	117.905.650	454.640
1997	121.182.101	453.000
1998	122.481.028	466.000
1999	130.769.382	413.000
2000	129.053.238	430.000

Πηγή: <http://www.minagric.gr>

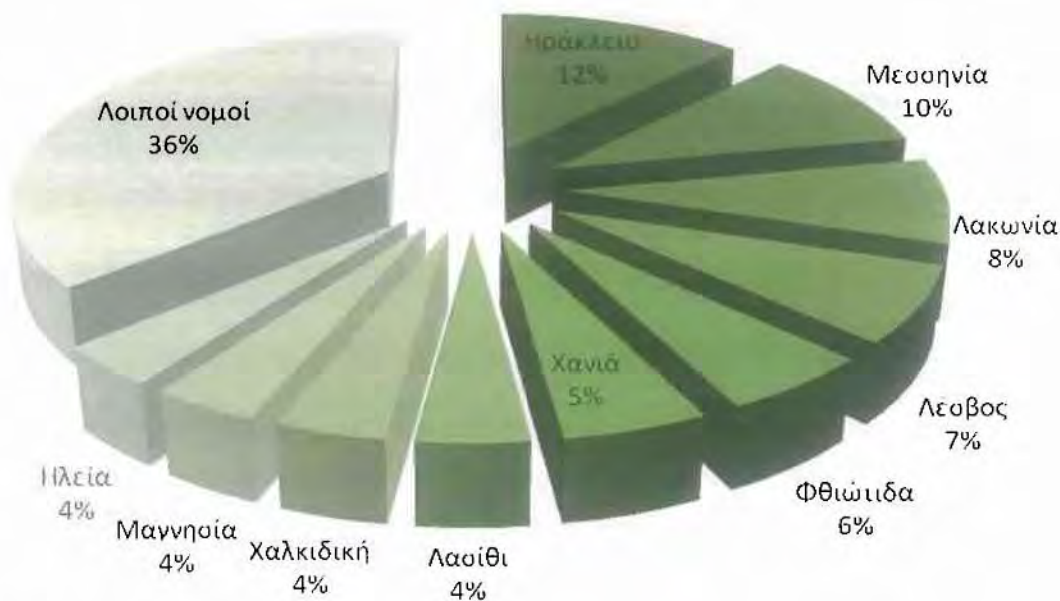
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

Πίνακας 7: Αριθμός ελαιόδέντρων ελαιοποιήσιμης ελιάς ανά Νομό για το 2006.

Νομός	Ελαιόδεντρα (ελαιοποιήσιμη ελιά)	Νομός	Ελαιόδεντρα (ελαιοποιήσιμη ελιά)
Ιωάννινα	11.860	Σάμος	1.651.787
Καρδίτσα	16.327	Αχαΐα	1.672.238
Κοζάνη	42.130	Λάρισα	1.892.830
Κιλκίς	50.906	Καβάλα	2.095.361
Ημαθία	60.985	Αρκαδία	2.413.613
Ευρυτανία	68.661	Βοιωτία	2.489.495
Ροδόπη	118.855	Κορινθία	2.891.550
Ξάνθη	124.853	Αργολίδα	3.293.972
Δράμα	188.791	Κέρκυρα	3.488.511
Πέλλα	191.473	Εύβοια	3.522.449
Τρίκαλα	386.201	Αιτωλοακαρνανία	3.770.900
Έβρος	398.591	Ρέθυμνο	3.877.396
Κυκλάδες	508.351	Δωδεκάνησος	3.934.155
Χίος	556.648	Ηλεία	5.243.714
Κεφαλληνία	601.280	Μαγνησία	5.284.820
Θεσσαλονίκη	810.807	Χαλκιδική	5.473.598
Θεσπρωτία	846.490	Λασιθί	5.614.199
Πιερία	861.640	Χανιά	7.185.143
Φωκίδα	881.035	Φθιώτιδα	7.665.546
Λευκάδα	1.041.640	Λέσβος	9.877.651
Σέρρες	1.063.560	Λακωνία	10.962.024
Αρτα	1.083.569	Μεσσηνία	<b>13.169.256</b>
Πρέβεζα	1.365.410	Ηράκλειο	16.811.675
Ζάκυνθος	1.408.221	Χώρα	139.694.536

Πηγή: Γ.Γ. ΕΣΥΕ

**Γράφημα 3: Ποσοστό % ελαιοδέντρων ανά Νομό για το 2006.**



Πηγή: Γ.Γ. ΕΣΥΕ

### 5.3 Στατιστικά στοιχεία στο Νομό Μεσσηνίας

Ο Νομός Μεσσηνίας, όπως προαναφέρθηκε, είναι από τους σημαντικότερους ελαιοπαραγωγούς νομούς της Ελλάδας. Παρακάτω, γίνεται ανάλυση του αριθμού ελαιοδέντρων, της παραγωγής ελαιόκαρπου και ελαιολάδου για το Νομό Μεσσηνίας.

Στο Γράφημα 4 απεικονίζονται τα ελαιόδεντρα για τα έτη 2003-2006, με μία μικρή αύξηση 1,37% από το 2004 στο 2005 και μία μείωση 1,27% από το 2005 στο 2006.

**Γράφημα 4: Αριθμός ελαιοδέντρων ελαιοποιήσιμης ελιάς στο Νομό Μεσσηνίας για τα έτη 2003-2006**



Πηγή: Γ.Γ.ΕΣΥΕ



ΟΑΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΝΔΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

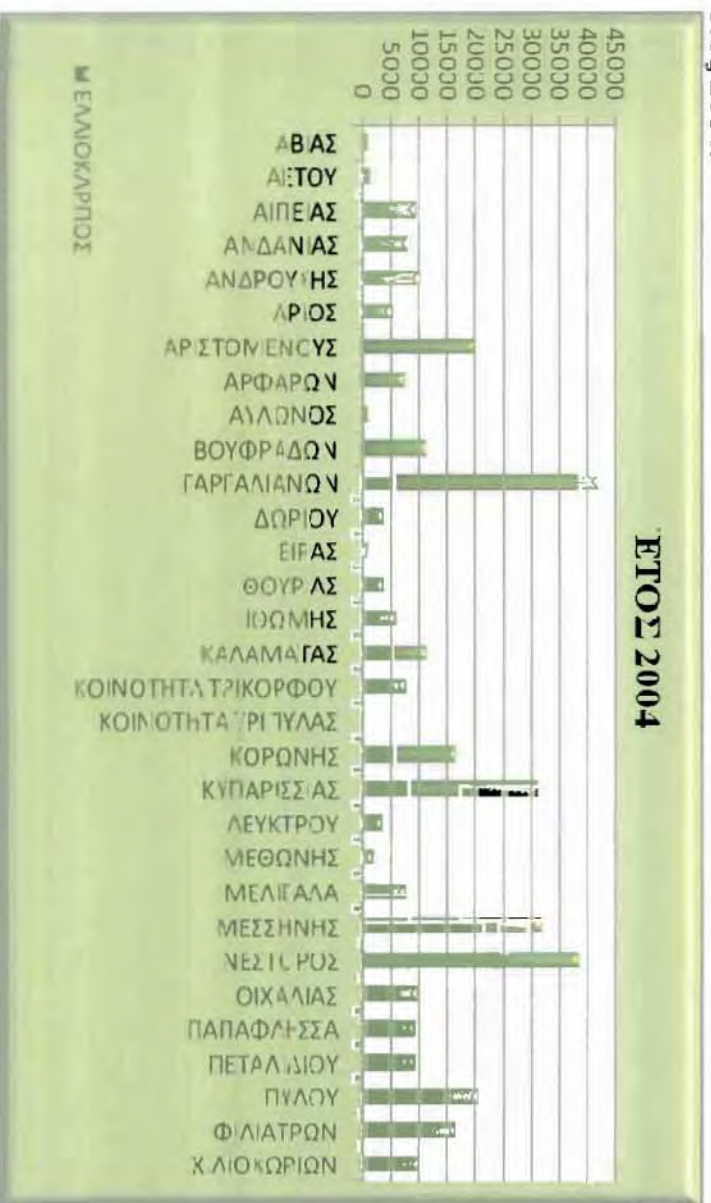
Στη συνέχεια, φαίνεται η παραγωγή ελαιοκάππου ανά Δήμο για τα έτη 2003-2006 και ο μέσος όρος παραγωγής αυτών για τα προαναφερθέντα έτη.

**Γράφημα 5: Παραγωγή ελαιοκάππου ανα Δήμο στο Νομό Μεσσηνίας για το έτος 2003.**



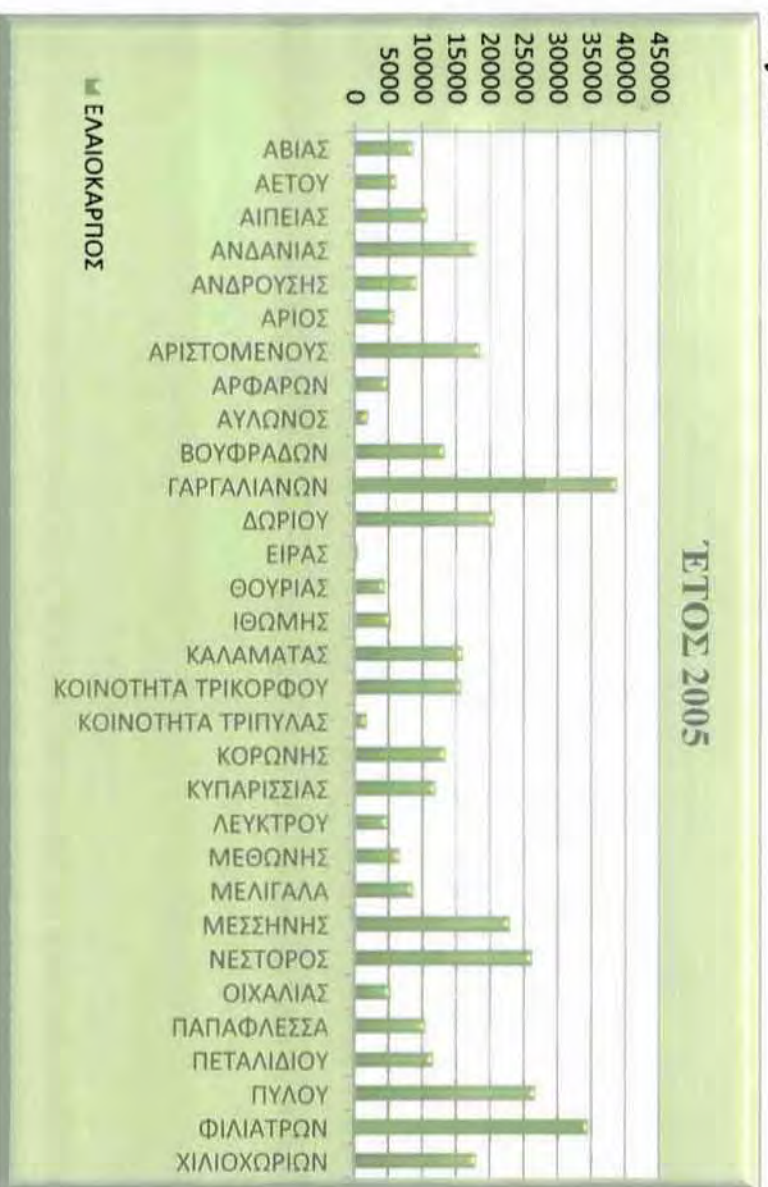
Πηγή: Γ.Γ. ΕΣΥΥΕ

**Γράφημα 6: Παραγωγή ελαιοκάππου ανα Δήμο στο Νομό Μεσσηνίας για το έτος 2004.**



Πηγή: Γ.Γ. ΕΣΥΥΕ

**Γράφημα 7: Παραγωγή ελαιοκάρπου ανα Δήμο στο Νομό Μεσσηνίας για το έτος 2005.**



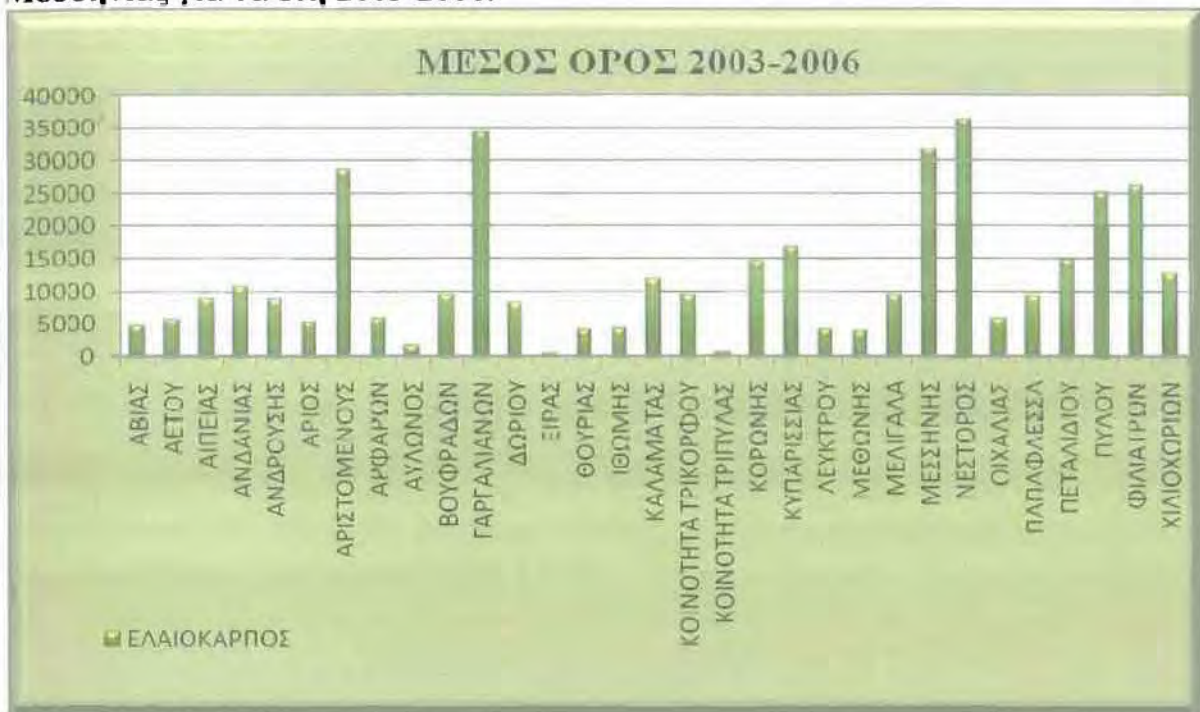
Πηγή: Γ.Γ. ΕΣΥΓΕ

**Γράφημα 8: Παραγωγή ελαιοκάρπου ανα Δήμο στο Νομό Μεσσηνίας για το έτος 2006.**



Πηγή: Γ.Γ. ΕΣΥΓΕ

**Γράφημα 9: Μέσος όρος παραγωγής ελαιοκάρπου ανα Δήμο στο Νομό Μεσσηνίας για τα έτη 2003-2006.**



Πηγή: Γ.Γ. ΕΣΥΕ

Μέσα από τα γραφήματα διαπιστώνεται ότι παρ' ότι υπάρχουν αυξομειώσεις στην παραγωγή ελαιοκάρπου, οι δέκα σημαντικότεροι παραγωγικοί Δήμοι είναι οι Αριστομένους, Γαργαλιάνων, Κορώνης, Κυπαρισσίας, Μεσσήνης, Νέστωρος, Πεταλιδίου, Πύλου, Φιλιατρών και Χιλιοχωρίων. Οι άλλοι Δήμοι κυμαίνονται στα ίδια σχεδόν επίπεδα παραγωγής, με τελευταίο το Δήμο Είρας (450 τόνοι ελαιοκάρπου κατά μέσο όρο), όπως φαίνεται και στον ακόλουθο πίνακα. Στο Χάρτη 3 (βλ. παράρτημα) απεικονίζεται η μέση ετήσια παραγωγή ελαιοκάρπου ανά Δήμο για τα έτη 2003-2006.

## 5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Πίνακας 8: Παραγωγή ελαιοκάπου ανά Δήμο στο Νομό Μεσσηνίας για τα έτη 2003-2006.

ΔΗΜΟΣ	2003	2004	2005	2006	Μ.Ο
ΑΒΙΑΣ	2.800	700	8.611	6.901	4.753
ΑΕΤΟΥ	8.505	1.205	6.112	6.840	5.665
ΑΙΠΕΙΑΣ	9.809	9.435	10.650	5.440	8.834
ΑΝΔΑΝΙΑΣ	7.013	8.157	17.850	9.914	10.734
ΑΝΔΡΟΥΣΗΣ	6.743	10.026	9.127	9.298	8.799
ΑΡΙΟΣ	5.000	5.070	5.760	5.228	5.265
ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΟΥΣ	10.345	19.687	18.530	66.067	28.657
ΑΡΦΑΡΩΝ	5.268	7.430	4.901	5.930	5.882
ΑΥΛΩΝΟΣ	3.166	891	1.921	1.312	1.822
ΒΟΥΦΡΑΔΩΝ	7.160	11.161	13.250	5.710	9.320
ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ	20.736	42.045	38.684	35.590	34.264
ΔΩΡΙΟΥ	6.027	3.600	20.626	2.680	8.233
ΕΙΡΑΣ	470	462	423	446	450
ΘΟΥΡΙΑΣ	6.150	3.592	4.460	2.480	4.171
ΙΘΩΜΗΣ	3.260	5.453	5.210	2.928	4.213
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ	7.325	10.929	15.913	13.304	11.868
ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΚΟΡΦΟΥ	9.800	7.515	15.700	4.330	9.336
ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΠΥΛΑΣ	1.285	151	1.730	42	802
ΚΟΡΩΝΗΣ	14.733	16.326	13.336	13.762	14.539
ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ	13.107	30.823	11.887	11.063	16.720
ΛΕΥΚΤΡΟΥ	2.928	3.348	4.813	5.075	4.041
ΜΕΘΩΝΗΣ	3.020	1.640	6.609	4.116	3.846
ΜΕΛΙΓΑΛΑ	16.627	7.492	8.595	4.335	9.262
ΜΕΣΣΗΝΗΣ	46.009	31.591	22.820	26.860	31.820
ΝΕΣΤΟΡΟΣ	44.845	38.265	26.153	35.531	36.199
ΟΙΧΑΛΙΑΣ	2.573	9.603	5.270	6.220	5.917
ΠΑΠΑΦΛΕΣΣΑ	9.107	9.201	10.396	8.246	9.237
ΠΕΤΑΛΙΔΙΟΥ	27.198	8.929	11.563	11.292	14.745
ΠΥΛΟΥ	28.421	20.539	26.740	24.972	25.168
ΦΙΛΙΑΤΡΩΝ	33.345	16.462	34.537	20.096	26.110
ΧΙΛΙΟΧΩΡΙΩΝ	5.874	9.891	17.960	16.900	12.656
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ</b>	<b>368.650</b>	<b>351.620</b>	<b>400.137</b>	<b>372.905</b>	<b>373.328</b>

Πηγή: Γ.Γ. ΕΣΥΕ

Στο Γράφημα 10 που ακολουθεί φαίνεται η παραγωγή ελαιολάδου στο Νομό Μεσσηνίας από το 1980-2008. Οι τιμές κυμαίνονται από 17.971 τόνους το 1991 έως 64.016 το 1997. Από το 1997 και μετά, οι τιμές κυμαίνονται περίπου στα ίδια επίπεδα με μικρές αυξομειώσεις, με εξαίρεση τα έτη 2002, 2004 και 2008. Η μέση παραγωγή ελαιολάδου για τα έτη 1999 έως και 2008 είναι 45.873 τόνοι.

**Γράφημα 10: Παραγωγή ελαιολάδου (τόνοι) για το Νομό Μεσσηνίας από το 1980-2008**



Πηγή: Γ.Γ.ΕΣΥΕ

## 6. Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

Η ελαιοκαλλιέργεια διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο στην οικονομία των χωρών όπου έχει αναπτυχθεί, γιατί δεν αξιοποιεί μόνο εκτάσεις που είναι ακατάλληλες για άλλες καλλιέργειες, αλλά συμβάλει και στη προστασία των εδαφών από τη διάβρωση (Ποντικής, 2000).

Τα κυριότερα προϊόντα που παράγονται είναι το ελαιόλαδο και οι επιτραπέζιες ελιές, προϊόντα με μεγάλη διατητική αξία στη διατροφή του ανθρώπου. Τα κύρια υποπροϊόντα της επεξεργασίας του ελαιοκάρπου είναι τα φύλλα, από την αποφύλλωση του καρπού, η ελαιοπυρήνα και τα υγρά απόβλητα των φυγοκεντρικών ελαιοτριβείων τριών φάσεων και των ελαιοτριβείων κλασσικού τύπου, τα οποία είναι επικίνδυνα, όπως αναφέρεται αναλυτικά παρακάτω, που αλλιώς αποκαλούνται απόνερα ή λιοζούμια ή κατσίγαρος.

Η ελαιοπυρήνα των τριών τύπων ελαιοτριβείων (δύο φάσεων, τριών φάσεων, κλασσικού τύπου) υφίσταται περαιτέρω επεξεργασία σε ειδικά εργοστάσια, τα Πυρηνελαιουργεία, για την παραλαβή του πυρηνελαίου. Το στερεό υπόλειμμα που παραμένει μετά την επεξεργασία της ελαιοπυρήνας είναι το πυρηνόξυλο, το οποίο χρησιμοποιείται, κυρίως, σαν καύσιμη ύλη για θέρμανση σε γεωργική και σε οικιακή κλίμακα (Βουρδούμπας, 1998)

### 6.1 Η ανάπτυξη της Ελαιουργίας

Οι ανάγκες επεξεργασίας του ελαιοκάρπου στη Ελλάδα καλύπτονται από περίπου 2.300 κλασσικά και φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία, τα οποία κατανέμονται χωροταξικά κυρίως στην Πελοπόννησο, στην Κρήτη, στη Στερεά Ελλάδα και σε νησιά του Αιγαίου, όπως στη Λέσβο κ.ά. και του Ιονίου, όπως στην Κέρκυρα. Οι περιοχές με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση Ελαιοτριβείων είναι οι νομοί Μεσσηνίας, Ηρακλείου, Ηλείας, Χανίων, Λακωνίας και Αχαΐας.

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

Πίνακας 9: Ελαιοτριβεία Ελλάδος σε λειτουργία

ΝΟΜΟΣ	Ελαιοτριβεία σε λειτουργία		
	ΣΥΝΟΛΟ	ΚΛΑΣΣΙΚΑ	ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΑ
Αττικής	46	8	38
Αργολίδας	72	6	66
Αρκαδίας	37	10	27
Αχαΐας	120	42	78
Βοιωτίας	43	0	43
Δωδεκανήσου	37	7	30
Ευβοίας	71	16	55
Κορινθίας	82	3	79
Ημακλείου	248	5	243
Λασιθίου	74	1	73
Ρεθύμνου	93	3	90
Φθιώτιδας	56	2	54
Χαλκιδικής	40	1	39
Ηλείας	153	20	133
Μεσσηνίας	247	7	240
Λακωνίας	132	38	94
Λέσβου	63	1	62
Αιτωλοακαρνανίας	85	7	78
Κερκύρας	109	21	88
Μαγνησίας	49	5	44
Σύνολο	1.861	203	1.658
Σύνολο χώρας	2.294	262	2.036

Πηγή: Μπαλατσούρας, 1999

Σύμφωνα με στοιχεία της Αγροτικής Τράπεζας της Ελλάδας που επικαλείται ο Μπαλατσούρας (1999), κατά το 1984 στην Ελλάδα, λειτουργούσαν 3.530 ελαιοτριβεία, εκ των οποίων τα 2.825 ήταν κλασσικού τύπου (υδραυλικά πιεστήρια) και τα υπόλοιπα 705 φυγοκεντρικού τύπου.

Σύμφωνα με στοιχεία που συλλέχθηκαν από τη Νομαρχία Καλαμάτας, στο Νομό Μεσσηνίας βρίσκονται 247 ελαιοτριβεία. Από αυτά τα 7 είναι κλασσικού τύπου και τα 240 φυγοκεντρικά. Τα φυγοκεντρικά τριών φάσεων είναι 220, ενώ δύο φάσεων τα υπόλοιπα 20 (τα οποία συνεχώς αυξάνονται και πιθανόν στα επόμενα έτη να γίνουν όλα διφασικά). Στο παράρτημα (Χάρτης 4), παρατίθεται χάρτης με τα ελαιοτριβεία του Νομού Μεσσηνίας και την επεξεργασία ελαιολάδου που ακολουθούν.

Σύμφωνα με το Μπαλατσούρα (1999), συγκρίνοντας τα στοιχεία της τελευταίας εικοσαετίας στη Ελλάδα, είναι αξιοσημείωτη η μείωση του συνολικού αριθμού των ελαιοτριβείων, ο υποδεκαπλασιασμός των ελαιοτριβείων κλασσικού τύπου, και ο τριπλασιασμός των αντίστοιχων φυγοκεντρικών, με μία τάση τα τελευταία χρόνια για αλλαγή από τριφασικά σε διφασικά φυγοκεντρικού τύπου. Ο κύριος λόγος που οδήγησε στην αύξηση του ποσοστού των φυγοκεντρικών ελαιοτριβείων σε σχέση με τα κλασσικά, ήταν η αύξηση της δυναμικότητας επεξεργασίας ελαιοκάρπου, λόγω των φυγοκεντρικών μεθόδων διαχώρισης.

Η λειτουργία των ελαιοτριβείων είναι εποχιακή και διαρκεί από τον Οκτώβριο έως το Μάρτιο, ενώ ο μέσος χρόνος λειτουργίας τους είναι περίπου 90 ημέρες το χρόνο.

## 6.2 Η Εξέλιξη της Ελαιουργίας

Σύμφωνα με το Ρωμαίο συγγραφέα Pliny the Elder, ο Αρισταίος παρουσίασε πρώτος την εξαγωγή ελαιολάδου από τον ελαιόκαρπο. Επίσης, θεωρείται και ο εφευρέτης της πρέσας του ελαιοκάρπου (Halbadakis et al., 2006). Στην αρχαιότητα, όπως και σήμερα, η παραγωγή ελαιολάδου γίνεται μέσω τριών βασικών σταδίων: 1) το σπάσιμο της ελιάς, 2) την εκπίεση της ελαιοζύμης και 3) το διαχωρισμό του ελαιολάδου από το νερό.

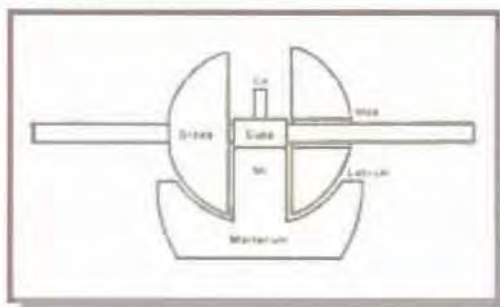
## 1) Σπάσιμο της ελιάς

Η πρώτη μέθοδος που χρησιμοποιούνταν στην Αρχαιότητα για το σπάσιμο-λιώσιμο των ελιών, γινόταν τοποθετώντας τις ελιές σε μία μεγάλη γούρνα και σπάζοντας αυτές με ένα μεγάλο γουδοχέρι ή με τα πόδια (Halbadakis et al., 2006).

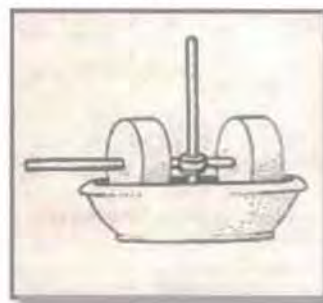
Οι Αρχαίοι Έλληνες συγγραφείς δεν αναφέρουν τίποτα σχετικό με τον τρόπο επεξεργασίας του ελαιοκάρπου. Αρχαιολογικές ανασκαφές στην Ιταλία και την Τυνησία αποκάλυψαν ελαιοτριβείο να λειτουργεί με σπαστήρα, όπως στην εικόνα 3. Ο σπαστήρας αποτελούνταν από μία πέτρινη λεκάνη, μέσα στην οποία πιεζόταν ο ελαιόκαρπος με δύο ημισφαιρικές μυλόπετρες που συνδέονταν μεταξύ τους με άξονα, ο οποίος στηριζόταν πάνω σε στύλο στημένο στο μέσο της λεκάνης. Οι δύο μυλόπετρες ανεβοκατέβαιναν διαδοχικά και διαχώριζαν τη σάρκα από τον πυρήνα (Μπαλατσούρας, 1999). Σύμφωνα με τους Ρωμαίους συγγραφείς Cato και Columella, υπήρχαν δύο κλασσικοί τύποι κυκλικού σπαστήρα, ο *trapetum* (τραπήτης στα ελληνικά) και ο *mola olearia*. Οι δύο αυτοί τύποι μοιάζουν πάρα πολύ και πιστεύεται ότι ο δεύτερος τύπος είναι εξέλιξη του πρώτου, όπως φαίνονται στην εικόνα 5 (Halbadakis et al, 2006). Το ρωμαϊκό ελαιοτριβείο διαδέχθηκε ο πέτρινος ελαιόμυλος (Εικόνα 6), ο οποίος στην αρχή κινούνταν με μυϊκή δύναμη των ζώων και αργότερα με ηλεκτρικούς κινητήρες τους οποίους διαδέχθηκαν οι κυλινδροσπαστήρες και οι σφυρόμυλοι. Η άλεση συμπληρώθηκε με τους μαλακτήρες, οι οποίοι ζυμώνουν και ομοιογενοποιούν την ελαιοζύμη σε τελευταίο στάδιο (Μπαλατσούρας, 1999).

## Εικόνα 5: Κλασσικοί τύποι κυκλικού σπαστήρα

## A) Trapetum



## B) Mola olearia



Πηγή: <http://www.pacificsunoliveoil.com>



**Εικόνα 6: Σπαστήρας Παλαιού ελαιοτριβείου**



Πηγή: <http://2.bp.blogspot.com>

**2) Εκπίεση της ελαιοζύμης**

Η εκπίεση της ελαιοζύμης πέρασε από αρκετά εξελικτικά στάδια. Η πρώτη τεχνική που χρησιμοποιούνταν γινόταν με τα χέρια, πιέζοντας την ελαιοζύμη στη φούχτα για δύο ή περισσότερες φορές μαζί με ζεστό νερό (Μπαλατσούρας, 1999).

Αργότερα, έβαζαν την ελαιοζύμη μέσα σε ένα σακί και έστριβαν τις δύο του άκρες. Με αυτόν τον τρόπο διαχωριζόταν το ελαιόλαδο και τα φυτικά υγρά, τα οποία έπεφταν μέσα σε ένα δοχείο που βρισκόταν κάτω από το σακί. Στο τέλος, έριχναν καυτό νερό πάνω στο σακί για να βγει ότι είχε απομείνει από λάδι (Μπαλατσούρας, 1999).

Η πρώτη τεχνική βελτίωση για την παραγωγή ελαιολάδου ήταν ο μοχλός και η πρέσα μέσω βάρους -στην ύστερη εποχή του χαλκού για την Κρήτη και την Κύπρο και στην εποχή του σιδήρου για το αρχαίο Ισραήλ- η οποία έγινε η πιο διάσημη τεχνική για την αρχαιότητα. Στη βασική της μορφή αυτή η πρέσα αποτελούνταν από ένα μακρύ ξύλινο μοχλό, ο οποίος στη μία μεριά στηριζόταν σε τοίχο ή σε δύο στυλοβάτες και στην άλλη μεριά ο μοχλός ασκούσε πίεση στην ελαιοπάστα. Η ελαιοπάστα τοποθετούνταν μέσα σε σακιά φτιαγμένα από ίνες λαχανικών-για να υπάρχουν τρύπες ώστε να περάσει το ελαιόλαδο-και αργότερα από πανί (Halbadakis et al., 2006). Στη Γαλλία για μεγαλύτερη πίεση ο μοχλός ήταν στηριγμένος πάνω σε έναν κάθετο άξονα, ο οποίος βίδωνε το μοχλό συμπιέζοντας καλύτερα τα σακιά (Μπαλατσούρας, 1999).

Κατά τη διάρκεια του δεύτερου μισού του 18<sup>ου</sup> αιώνα, μία ομάδα από ερευνητές και επιχειρηματίες συγκέντρωσαν από διάφορα μέρη της Μεσογείου ιδέες και ανεπτυγμένη τεχνολογία, για να εκσυγχρονίσουν και να μηχανοποιήσουν τον τρόπο παραγωγής ελαιολάδου, λόγω της αυξημένης ζήτησης. Η ομάδα αυτή επιδίωκε τη δημιουργία μηχανών, όχι μόνο για περισσότερη παραγωγή αλλά και για καλύτερη ποιότητα ελαιολάδου. Έτσι, για να παράγουν λάδι με μικρότερη οξύτητα, η συγκομιδή των καρπών θα έπρεπε να γίνεται νωρίτερα το φθινόπωρο, όταν οι ελιές θα ήταν λιγότερο ώριμες. Η πρόωγη συγκομιδή απαιτούσε περισσότερους εργάτες και κατά συνέπεια χρήμα, αφού ήταν πιο δύσκολο να πέσουν οι ελιές. Όμως, θα έπρεπε να αντικατασταθούν και οι πρέσες που υπήρχαν μέχρι τότε, οι οποίες ήταν από πέτρα και ξύλο. Έτσι, άρχισαν να χρησιμοποιούνται μηχανήματα από μέταλλο, για περισσότερη αντοχή και βάρος. Στις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα, άρχισαν να

χρησιμοποιούνται τα υδραυλικά πιεστήρια, τα οποία εμφανίστηκαν στην Ελλάδα το 1865 μέχρι τη δεκαετία του 1970, όπου και παρουσιάστηκαν για πρώτη φορά τα φυγοκεντρικά μηχανήματα (Μπαλατσούρας, 1999). Κατά το 1975, η επεξεργασία του 80-90% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιολάδου πραγματοποιούνταν σε υδραυλικά πιεστήρια, ενώ μέχρι το 1991, τα τελευταία είχαν μειωθεί στο 39-40% (Μπαλατσούρας, 1999) και αντίστοιχα είχαν αυξηθεί τα τριφασικά φυγοκεντρικά μηχανήματα. Από το 1992, άρχισαν να εμφανίζονται και τα πρώτα διφασικά ελαιοτριβεία. Σήμερα, πολλές χώρες όπως η Ισπανία, έχουν καθιερώσει το διφασικό σύστημα. Στην Ελλάδα ακόμα δεν υπάρχουν πολλά διφασικά ελαιοτριβεία, όπως και στις περισσότερες ελαιοπαραγωγούς χώρες παγκοσμίως (Halbadakis et al., 2006).

### 3) Διαχωρισμός ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά

Υπάρχει μία ποικιλία από μεθόδους για το διαχωρισμό του ελαιολάδου από το νερό αλλά όλες βασίζονται στην αρχή της βαρύτητας. Η πιο απλή μέθοδος είναι μαζεύοντας με το χέρι ή με τη βοήθεια μιας κουτάλας το λάδι που επιπλέει. Μία δεύτερη μέθοδος είναι να δημιουργηθεί μία ελεγχόμενη τρύπα στον πάτο της δεξαμενής, ώστε να φεύγουν τα νερά και να κλείνεται όταν παραμένει μόνο το λάδι. Μία τρίτη μέθοδος είναι η τοποθέτηση μιας άλλης δεξαμενής παραπλεύρως της κύριας, με την οποία θα επικοινωνεί μέσω ενός σωλήνα, ο οποίος θα βρίσκεται στο πάνω χείλος της κύριας δεξαμενής και από εκεί θα περνά το λάδι που θα επιπλέει. Όλες οι ανωτέρω μέθοδοι έχουν και ένα δεύτερο στάδιο κατασκευής, το οποίο ολοκληρώνεται με κατασκευασμένες δεξαμενές στις οποίες τοποθετείται το λάδι, μέχρι να κατακάτσουν με τη φυσική μέθοδο της καθίζησης όλες οι ακαθαρσίες και να είναι καθαρό το λάδι (Halbadakis et al., 2006).

Το 1926 χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά φυγοκεντρικός διαχωριστήρας (διακεκομμένης λειτουργίας) για το διαχωρισμό του ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά. Η διακοπή ήταν απαραίτητη για να καθαρίζεται ο διαχωριστήρας. Τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί διαχωριστήρες αυτόματου καθαρισμού για την καλύτερη απόδοση και τον αυτοματισμό στην παραγωγή (Μπαλατσούρας, 1999).

### 6.3 Σύγχρονα συστήματα παραγωγής ελαιολάδου

Η διαδικασία παραγωγής ελαιολάδου μπορεί να διαχωριστεί σε δύο βασικά στάδια: 1) την προετοιμασία για μία ομοιογενή ελαιόπαστα και 2) την εξαγωγή ελαιολάδου και τον καθαρισμό του.

Στο πρώτο στάδιο, οι ελιές περνούν από μηχανήματα τα οποία σπάνε και ανακατεύουν τις ελιές με τη βοήθεια καυτού νερού για καλύτερο σπάσιμο. Στο δεύτερο στάδιο, η εξαγωγή ελαιολάδου γίνεται με πρεσάρισμα ή φυγοκέντρισμό. Το νερό και τα στερεά διαχωρίζονται από το ελαιόλαδο και με μία επιπλέον φυγοκέντριση εξασφαλίζεται το ελαιόλαδο, το οποίο καθαρίζεται με φίλτρα.

Στα σύγχρονα ελαιοτριβεία, η εξαγωγή του ελαιολάδου από την ελαιόπαστα γίνεται με διάφορους τρόπους. Αυτοί είναι α) το πρεσάρισμα, β) η φυγοκέντριση δύο ή τριών φάσεων, γ) η αποστάλαξη και δ) ο χημικός διαχωρισμός.

Οι δύο τελευταίοι μέθοδοι χρησιμοποιούνται σπάνια. Το πρεσάρισμα και η τριφασική φυγοκέντριση έχουν υγρά και στερεά απόβλητα, ενώ η διφασική φυγοκέντριση εξάγει ένα ημιστερεό απόβλητο.

#### Α) Διαδικασία πρεσαρίσματος

Οι σύγχρονες πρέσες αποτελούνται από πολλές σιδερένιες επιφάνειες –η μία πάνω στην άλλη- και ανάμεσά τους πάνινες τσαντίλες (επιφάνειες από πανί, βλ. εικόνα 7).

Εικόνα 7: Πάνινες τσαντίλες στο εσωτερικό παλιού ελαιοτριβείου



Πηγή: <http://www.photooftheday.gr>.

Τα πιεστήρια είναι υδραυλικά και ασκούν δύναμη από 300-500 kg/cm<sup>2</sup>, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του ελαιοκάρπου, όπως ωριμότητα και είδος. Το νερό και το ελαιόλαδο περνάνε είτε από τα πλάγια των επιφανειών, είτε από το κέντρο αυτών, στο οποίο υπάρχει τρύπα. Με αυτό τον τρόπο ξεχωρίζονται τα στερεά από το μίγμα υγρών αποβλήτων και ελαιολάδου. Το μίγμα αυτό ξεχωρίζεται πρώτα με καθίζηση και ύστερα με φυγοκέντριση.

## 6. Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

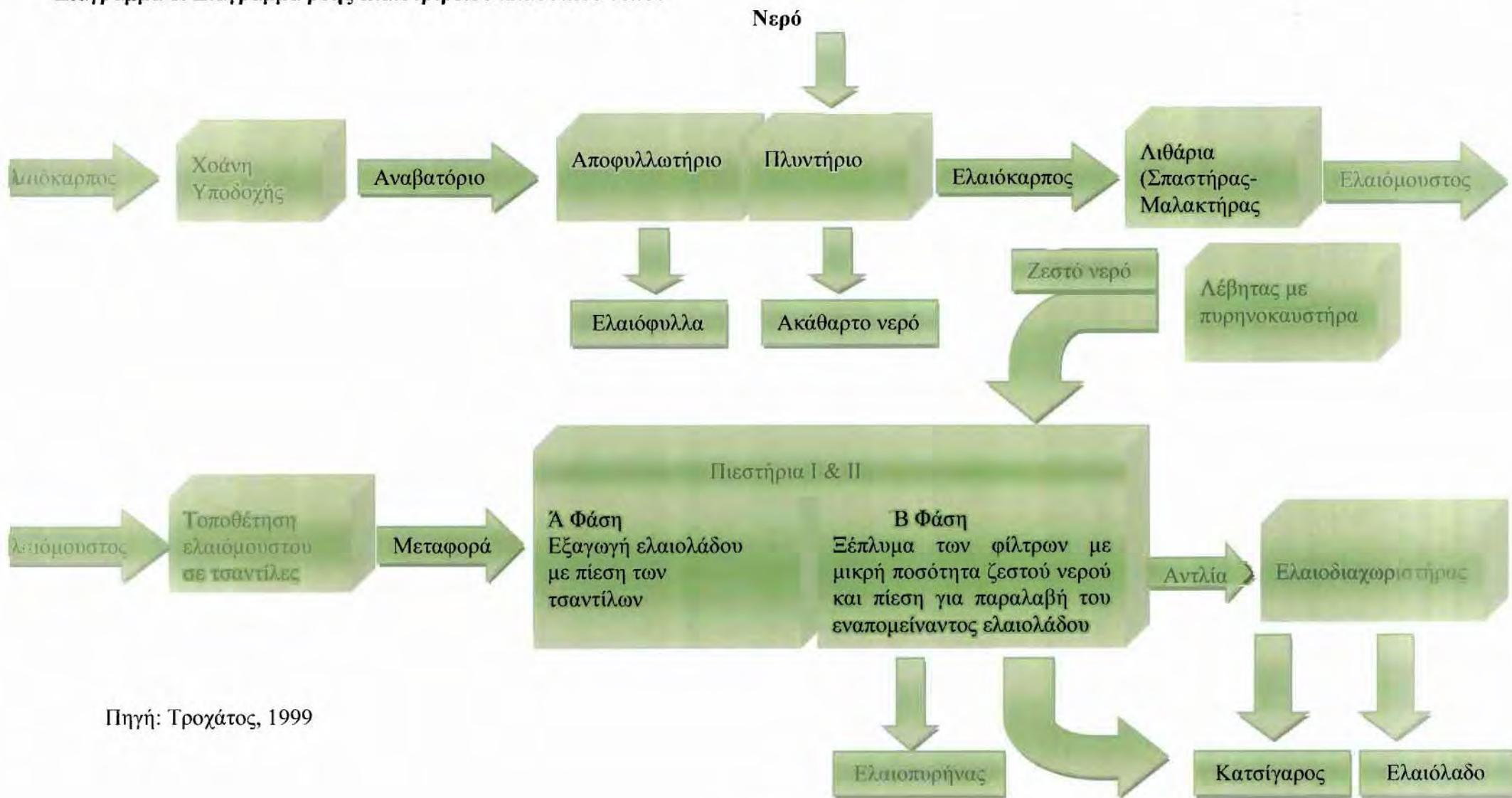
Υπάρχει, όμως, και η μέθοδος του διπλού πρεσαρίσματος, όπου η ελαιόπαστα πρεσάρεται ακόμη καλύτερα, με μεγαλύτερη επιτυχία από το μονό πρεσάρισμα. Στο πρώτο πρεσάρισμα ασκείται μικρότερη δύναμη από ότι στο δεύτερο. Σε τέτοιες μεθόδους, τοποθετούνται πάνω από 500 kg ανά διπλό πρεσάρισμα και η διαδικασία αυτή διαρκεί περίπου δύο ώρες, ενώ η δύναμη που ασκείται είναι περίπου 100 kg/cm<sup>2</sup>.

Η διαδικασία πρεσαρίσματος δεν απαιτεί προσθήκη νερού. Όμως, αν είναι δύσκολος ο διαχωρισμός του ελαιολάδου από την ελαιόπαστα ή αν οι ελιές είναι ώριμες, τότε χρησιμοποιείται μία μικρή ποσότητα νερού στο σπάσιμο και στη μάλαξη του ελαιοκάρπου, η οποία κυμαίνεται από 3-5 L/100 kg ελαιοκάρπου.

Μετά το πρεσάρισμα, απομακρύνεται ο ελαιοπυρήνας και οι τσαντίλες ξαναγεμίζονται με ελαιόπαστα και ακολουθείται η ίδια διαδικασία.

Γενικά, αυτή η διαδικασία αποδίδει υψηλής ποιότητας ελαιόλαδο, το οποίο οφείλεται στη χαμηλή θερμοκρασία που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του. Ωστόσο, η ποιότητα εξαρτάται και από τον καθαρισμό των μηχανημάτων, τη συχνότητα και την αποτελεσματικότητα. Αν η πρέσα δε διατηρείται καθαρή κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, τότε η ποιότητα του ελαιολάδου θα είναι χαμηλότερη, λόγω της επαφής του με παλαιότερα οξειδωμένα απομεινάρια. Στο Διάγραμμα 1, απεικονίζεται το διάγραμμα ροής ενός ελαιοτριβείου κλασσικού τύπου στο Δήμο Μεσσήνης.

Διάγραμμα 1: Διάγραμμα ροής ελαιοτριβείου κλασσικού τύπου



Πηγή: Τροχάτος, 1999

## 6. Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

### Β) Φυγοκέντριση τριών και δύο φάσεων

Η εξαγωγή ελαιόλαδου με φυγοκέντριση, όπως προαναφέρθηκε, εμφανίστηκε στα τέλη του 20<sup>ου</sup> αιώνα. Πρώτη η εταιρεία Alfa-Laval, το 1965, κατασκεύασε και κυκλοφόρησε στην αγορά το πρώτο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα οριζόντιου άξονα (DECANTER). Η φυγοκέντριση γίνεται με οριζόντιους φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες, οι οποίοι ονομάζονται decanters. Στα ελαιοτριβεία με φυγοκεντρικό διαχωριστήρα, τα συστατικά της ελαιοζύμης-τα οποία είναι το ελαιόλαδο, το νερό και η ελαιοπυρήνα-λόγω του διαφορετικού ειδικού βάρους που έχουν, διαχωρίζονται μεταξύ τους και τελικά παραλαμβάνονται το καθένα ξεχωριστά. Σήμερα, υπάρχουν δύο τύποι φυγοκεντρικών διαχωριστήρων, αυτός των τριών φάσεων (three phase decanter), όπου διαχωρίζει την ελαιοζύμη σε τρία μέρη (ελαιοπυρήνα, ελαιόλαδο και υγρά απόβλητα) και αυτός των δύο φάσεων (dual phase decanter), που αναπτύχθηκε τελευταία και διαχωρίζει την ελαιοζύμη σε δύο μέρη (ελαιόλαδο και ελαιοπυρήνα) (Halbadakis et al., 2006). Στο Διάγραμμα 2, απεικονίζεται το διάγραμμα ροής ενός τριφασικού ελαιοτριβείου.

Η διαδικασία που ακολουθείται σε ένα φυγοκεντρικό ελαιοτριβείο τριών φάσεων είναι η παρακάτω. Οι φωτογραφίες των μηχανημάτων προέρχονται από το εργοστάσιο κατασκευής ελαιουργικών μηχανημάτων Δ. Καλλής & Υιός Α.Ε. Στην αρχή, ο ελαιόκαρπος τοποθετείται σε μία μικρή δεξαμενή, που τον μεταφέρει στον αποφυλλωτή.

**Εικόνα 8:** Δεξαμενή τοποθέτησης του ελαιοκάρπου



**Εικόνα 9:** Αποφυλλωτής



**Εικόνα 10: Μεταφορική Ταινία**



**Μεταφορική ταινία**

Μεταφέρει τον ελαιόκαρπο και τα φύλλα από τη δεξαμενή στο αποφυλλωτή. Στη συνέχεια πέφτει στο πλυντήριο.

**Πλυντήριο**

Στο πλυντήριο πλένεται ο ελαιόκαρπος και μεταφέρεται στο σπαστήρα.

**Εικόνα 11: Πλυντήριο**



**Εικόνα 12: Σπαστήρας**

**Σπαστήρας**

Εδώ γίνεται πολτοποίηση του ελαιοκάρπου και εν συνεχεία, μεταφορά του στους μαλακτήρες.



**Εικόνα 13: Μαλακτήρες**



**Μαλακτήρες**

Εδώ μαλάζεται η ελαιόπαστα για 60 λεπτά, ενώ συγχρόνως θερμαίνεται από το νερό θερμοκρασίας 30° C που κυκλοφορεί στα τοιχώματα των μαλακτήρων.

Εδώ φαίνεται το εσωτερικό του μαλακτήρα.

**Εικόνα 14: Εσωτερικό μαλακτήρων**





**Εικόνα 15: Οριζόντιος Φυγοκεντρικός Διαχωριστής**

**Φυγοκεντρικός διαχωριστής**  
Κατόπιν, η ελαιόπαστα μεταφέρεται σε φυγοκεντρικό μηχάνημα (DECANTER), όπου με την προσθήκη νερού θερμοκρασίας 35-40° C επιτυγχάνεται, με τη βοήθεια της φυγοκέντρισης, ο διαχωρισμός της σε ελαιόζουμο, ελαιοπυρήνα και υγρά απόβλητα (κατσίγαρος).

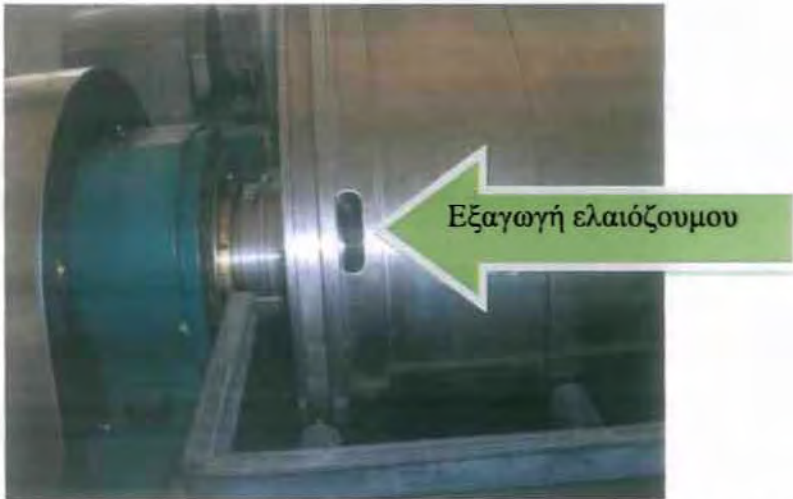


**Εικόνα 16: Σημείο εισαγωγής ελαιόπαστας στο Φυγοκεντρικό διαχωριστήρα**



## 6. Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΙΟΥ

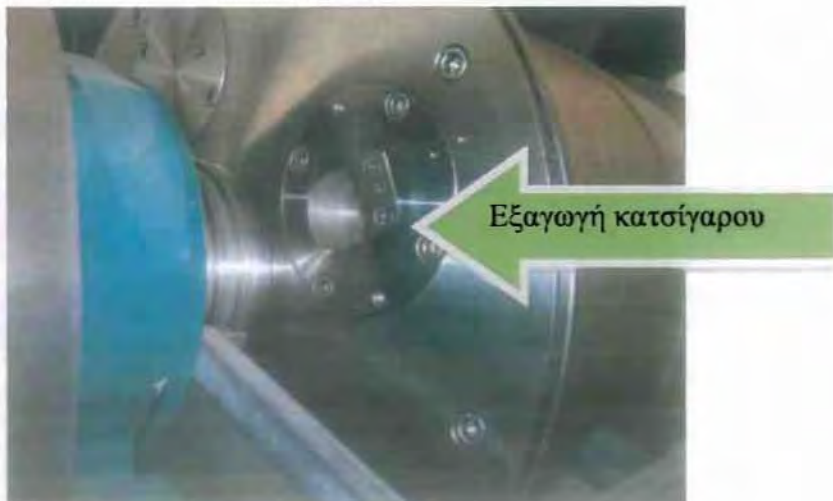
**Εικόνα 17:** Σημείο εξαγωγής ελαιόζουμου μετά τη φυγοκέντρωση της ελαιόπαστας



**Εικόνα 18:** Σημείο εξαγωγής ελαιοπυρήνας στον φυγοκεντρικό διαχωριστήρα



**Εικόνα 19:** Σημείο εξαγωγής κατσίγαρου από τον φυγοκεντρικό διαχωριστήρα



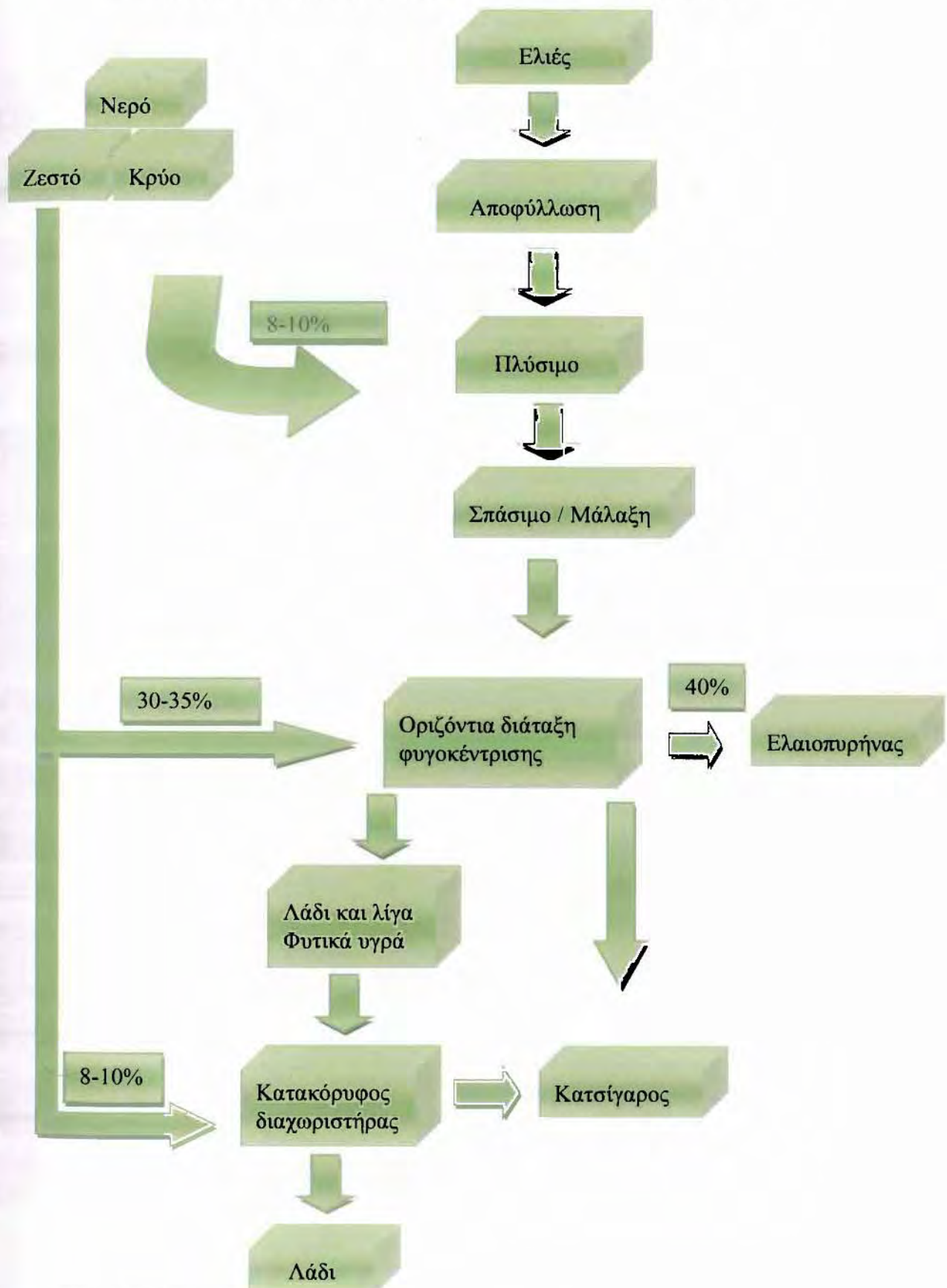
**Εικόνα 20: Κατακόρυφος Διαχωριστήρας**



**Κατακόρυφος διαχωριστήρας**  
Εν συνεχεία, ο ελαιόζουμος μεταφέρεται στο διαχωριστήρα, όπου με την προσθήκη νερού θερμοκρασίας 35 έως 40° C διαχωρίζεται το καθαρό πλέον ελαιόλαδο από το νερό και τις άλλες ξένες ύλες που υπάρχουν στον ελαιόζουμο.

## 6. Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

Διάγραμμα 2: Διάγραμμα ροής ελαιοτριβείου τριών φάσεων

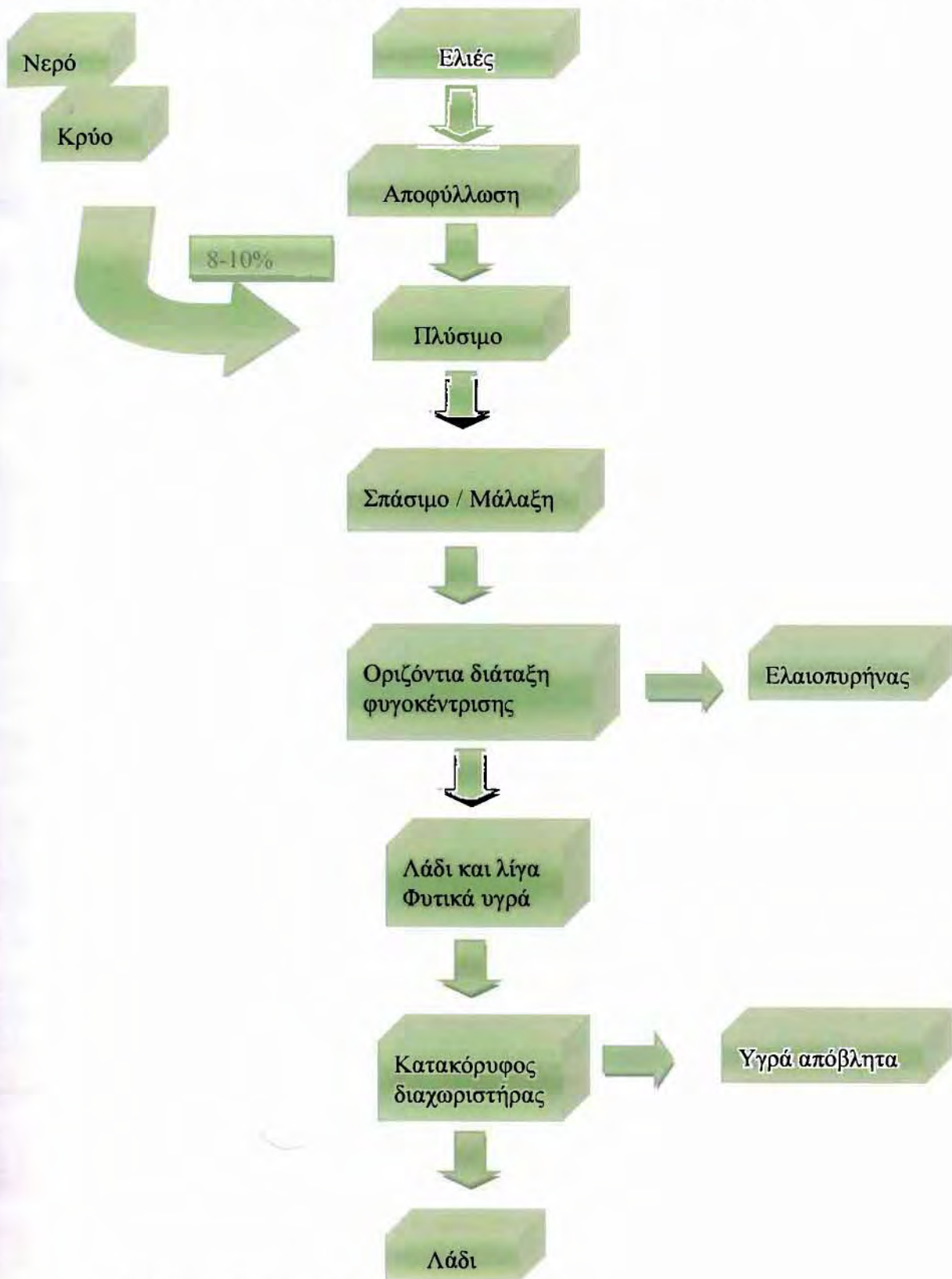


Πηγή: Δρούμπαλης, 2006

Η διαδικασία των διφασικών ελαιοτριβείων δε διαφέρει πολύ με αυτή των τριφασικών. Όπως και στην προηγούμενη διαδικασία, στην αρχή γίνεται η αποφύλλωση και το πλύσιμο του ελαιοκάρπου στο πλυντήριο-αποφυλλωτήριο και ο καθαρός, πλέον, ελαιοκάρπος μέσω αναβατορίου, μεταφέρεται στο σπαστήρα. Εκεί, γίνεται η πολιοποίησή του και εν συνεχεία, η μεταφορά του στους μαλακτήρες όπου μαλάζεται, ενώ συγχρόνως θερμαίνεται από νερό θερμοκρασίας 30° C που κυκλοφορεί στα τοιχώματα των μαλακτών. Κατόπιν, η ελαιόπαστα μεταφέρεται σε φυγοκεντρικό μηχάνημα (Decanter), όπου επιτυγχάνεται με τη βοήθεια της φυγοκέντρισης ο διαχωρισμός της σε ελαιόζουμο και ελαιοπυρήνα, αυξημένης υγρασίας. Η μόνη διαφορά στο Decanter είναι ότι σφραγίζεται η τρύπα από όπου βγαίνει ο κατσίγαρος, εργασία μισής ώρας σύμφωνα με τον μηχανικό του εργοστασίου Δ. Καλλής και Υιός Α.Ε.. Εν συνεχεία, ο ελαιόζουμος μεταφέρεται σε κατακόρυφους ελαιοδιαχωριστήρες, όπου διαχωρίζεται το καθαρό ελαιόλαδο από το νερό και τις άλλες ξένες ύλες που υπάρχουν στο ελαιόζουμο. Στο Διάγραμμα 3, φαίνεται το διάγραμμα ροής που ακολουθείται στα διφασικά ελαιοτριβεία.

## 6. Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

Διάγραμμα 3: Διάγραμμα ροής ελαιολιβερού δύο φάσεων



Πηγή: Δρούμπαλης, 2008

**Γ) Τεχνική διαχωρίσεως ελαιολάδου με βάση την επιφανειακή τάση λαδιού και φυτικών υγρών-Αποστάλαξη**

Σύστημα Alfin

Το σύστημα αυτό άρχισε να εφαρμόζεται το 1960-65. Βασίζεται στην αρχή της αποσταλάξεως, δηλαδή της εκλεκτικής απορροής του ελαιολάδου μέσω ανοιγμάτων μιας μεταλλικής επιφάνειας. Είναι ένα κιβώτιο τετραγωνικής διατομής, ο πυθμένας του οποίου είναι κοίλος ημικύλινδρος διάτρητος. Ο ελαιοδιαχωριστήρας τύπου Alfin βασίζεται στην ενδοεπιφανειακή τάση μεταξύ χάλυβα-φυτικών υγρών και χάλυβα-ελαιίου. Στον ελαιοδιαχωριστήρα εισάγεται κάθε φορά ελαιοζύμη καλά αλεσμένη (με τα θρύμματα του πυρηνόξυλου), βάρους 350 kg. Προθέρμανση και μάλαξη δε γίνεται σε καμία περίπτωση και ο διαχωρισμός του λαδιού γίνεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Μόλις τεθεί σε λειτουργία το συγκρότημα, ο κοίλος κυλινδρικός τομέας μαλάσσει ελαφρά την ελαιομάζα και την απλώνει στο διάτρητο πυθμένα. Κατά το χρόνο αυτό, τα ελάσματα με τα ορθογωνικά πλακίδια στο άκρο τους βρίσκονται στον αέρα και μόλις απλωθεί η μάζα φέρονται αυτόματα στον πυθμένα, διαπερνούν τη μάζα και εισχωρούν στις αντίστοιχες, για το καθένα, οπές. Η εκκεντρική προσάρτηση των ελασμάτων επί του κεντρικού άξονα είναι εκείνη που εξασφαλίζει την ταυτόχρονη διείσδυση όλων των σειρών μέσα στις οπές του πυθμένα. Η επαφή είναι στιγμιαία, γιατί η κίνηση είναι παλινδρομική και τα ορθογωνικά πλακίδια εξέρχονται για να καθαριστούν και να παραμείνουν στον αέρα, μόνο για το χρονικό διάστημα που είναι απαραίτητο για την αναστροφή, τη μάλαξη και την εκ νέου εξάπλωση της ελαιοζύμης πάνω στο διάτρητο πυθμένα (Μπαλατσούρας, 1999).

Ο διαχωρισμός του ελαιολάδου γίνεται στον πυθμένα, την ώρα που τα ορθογωνικά πλακίδια διεισδύουν στις αντίστοιχες οπές. Οι διαστάσεις τους υπολείπονται ελάχιστα των διαστάσεων των οπών, έτσι ώστε να μένει ελεύθερος χώρος, ίσος προς δέκατα του χιλιοστού μεταξύ του πλακιδίου και των τοιχωμάτων της οπής. Το λάδι, λόγω μεγαλύτερης συνάφειας με το χάλυβα (μικρότερη ενδοεπιφανειακή τάση), διαβρέχει την επιφάνεια στο χώρο των ανοιγμάτων υπό μορφή λεπτότατου στρώματος και απορρέει συνεχώς. Αντίθετα, τα φυτικά υγρά λόγω μικρότερης συνάφειας με το χάλυβα, σχηματίζουν σταγόνες μεγαλύτερης διαμέτρου από ότι είναι το άνοιγμα μεταξύ των πλακιδίων και τοιχωμάτων της οπής και δεν είναι εφικτό να διηθηθούν διαμέσου του διάτρητου πυθμένα. Η διακεκομμένη διείσδυση, που εναλλάσσεται με αναστροφή και άπλωμα της ελαιοζύμης πάνω στο διάτρητο πυθμένα, καθώς και ο καθαρισμός των ορθογωνικών πλακιδίων τη στιγμή που απαγκιστρώνονται από την πάστα, εξασφαλίζουν μια συνεχή ανανέωση του τμήματος της ελαιοζύμης που έρχεται σε επαφή με τα ορθογωνικά πλακίδια. Έτσι, η εξάντληση της ελαιοζύμης σε λάδι είναι ομοιόμορφη. Ο χρόνος επεξεργασίας για κάθε φορτίο ελαιοζύμης υπολογίζεται σε μια ως δυο ώρες, ανάλογα με την κατάσταση του ελαιοκάρπου. Με επεξεργασία μίας ώρας, το λάδι που διαχωρίζεται φθάνει το 80-90% της ποσότητας που διαχωρίζεται με υδραυλικά πιεστήρια. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας δίνει μίας εκλεκτής ποιότητας ελαιόλαδο (Μπαλατσούρας, 1999).

## 6. Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ

### Σύστημα Sinolea

Το συγκρότημα αυτό συνδυάζει τον ελαιοδιαχωριστήρα Alfin (πρώτο στάδιο) και το φυγοκεντρικό διαχωριστήρα (δεύτερο στάδιο), της μερικά εξαντλημένης ελαιοζύμης, για το διαχωρισμό του ελαιολάδου.

Το συγκρότημα περιλαμβάνει τα ακόλουθα εξαρτήματα (Μπαλατσούρας, 1999):

- Μεταφορική ταινία
- Αποφυλλωτήριο
- Σπαστήρα
- Μαλακτήρες
- Ελαιοδιαχωριστήρα Alfin
- Οριζόντιο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα
- Κατακόρυφο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα

Τα χαρακτηριστικά του συστήματος αυτού είναι (Μπαλατσούρας, 1999):

- ❖ Ωριαία απόδοση 2.560-3.200 kg ελαιόκαρπου.
- ❖ Απόδοση έως 86,48%.
- ❖ Επεξεργασία υπό θερμοκρασία 27-33° C.

Στον Πίνακα 10, φαίνεται η απόδοση της μεθόδου σε σχέση με τις δύο κύριες μεθόδους που χρησιμοποιούνται.

Πίνακας 10: Απόδοση σε ελαιόλαδο των τριών κυριότερων μεθόδων παραγωγής ελαιολάδου.

Μέθοδος Παραγωγής Ελαιολάδου	Απόδοση σε ελαιόλαδο %
Υδραυλικό πιεστήριο	80-88
Τριφασική φυγοκέντρωση	75-86
Αποστάλαξη	30-70 (30 λεπτά)
Αποστάλαξη και φυγοκέντρωση τριών φάσεων	77-88

Πηγή: <http://www.john-libbey-eurotext.fr>.

Από τις τρεις τεχνικές (πίεση, φυγοκέντρωση και αποστάλαξη) που χρησιμοποιούνται διεθνώς, η αποστάλαξη είναι η λιγότερο αποτελεσματική. Όταν, όμως, συνδυαστεί με μία από τις άλλες δύο μεθόδους είναι αρκετά αποτελεσματική (Μπαλατσούρας, 1999).

### **Δ) Χημικός διαχωρισμός**

Μία γνώστη μέθοδος είναι η χημική διαδικασία διαχωρισμού. Τα βήματα της διαδικασίας αυτής είναι:

- Σπάσιμο του ελαιοκάρπου και λήψη της ελαιόπαστας.
- Διάλυση της ελαιόπαστας με αλκάλιο, το οποίο περιέχει και νερό, μέσα σε εξοπλισμένες δεξαμενές, οι οποίες διοχετεύουν ζεστό ατμό.
- Παραμονή στις προαναφερθέντες δεξαμενές μέχρι να γίνει ο διαχωρισμός, ο οποίος διαρκεί αρκετές ώρες.

Αυτή η μέθοδος έχει απαγορευτεί, αλλά βοήθησε στην έρευνα για τη δημιουργία των φυγοκεντρικών μηχανημάτων (Μπαλατσούρας, 1999).



#### 6.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεταξύ διεργασιών παραγωγής

Παρακάτω παρατίθενται δύο πίνακες που αναλύουν τα πλεονεκτήματα που έχει κάθε διεργασία παραγωγής ελαιολάδου, για τις τρεις πιο διαδεδομένες.

Πίνακας 11: Πλεονεκτήματα φυγοκεντρικού και κλασσικού τύπου.

Φυγοκεντρικό	Κλασσικού τύπου
<b>Πλεονεκτήματα</b>	
Απαιτεί για την εγκατάσταση του έκταση 60% μικρότερη από την αντίστοιχη ενός υδραυλικού πιεστηρίου	Έχει μικρότερο κόστος αγοράς, εγκατάστασης και συντήρησης του απαιτούμενου εξοπλισμού.
Έχει μικρότερες απαιτήσεις σε εργατικά χέρια, αναλογία 3:7 εργάτες (φυγοκεντρικού-κλασσικού αντίστοιχα)	Εμφανίζει χαμηλότερη απαίτηση σε ηλεκτρική ενέργεια και κυρίως σε νερό, που σε πολλές περιοχές είναι δυσεύρετο.
Επιτρέπει τη πλήρη αυτοματοποίηση της επεξεργασίας του ελαιοκάρπου και την μικρότερη εξάρτηση του ελαιοτριβείου από εργατικά χέρια.	Παράγει ελαιοπυρήνα με ποσοστό υγρασίας 25%, σε σχέση με αυτή που παράγεται από τα φυγοκεντρικά μηχανήματα 45-50%, και συνεπώς απαιτεί την κατανάλωση περισσότερης ηλεκτρικής ενέργειας για την απομάκρυνση της στο Decanter.
Εξασφαλίζει συνθήκες για την τήρηση καθαριότητας σε όλη τη παραγωγική γραμμή (καταργεί κάθε επαφή με ανθρώπινα χέρια).	
Διαχωρίζει λάδι ίδιας ποιότητας με των υδραυλικών πιεστηρίων.	

Πηγή: Μπαλατσούρας, 1999

Πίνακας 12: Πλεονεκτήματα φυγοκεντρικής διεργασίας δύο φάσεων και τριών φάσεων.

Φυγοκεντρικό 3 φάσεων	Φυγοκεντρικό 2 φάσεων
Παράγονται: Παρθένο ελαιόλαδο, υγρά απόβλητα (λιοζούμια, κατσίγαρος) και ελαιοπυρήνας	Παράγονται: Παρθένο ελαιόλαδο και ελαιοπυρήνας
<b>Πλεονεκτήματα</b>	
Ο ελαιοπυρήνας έχει μικρότερη υγρασία σε σχέση με το 2 φάσεων (45-50%)	Η ποιότητα του παρθένου ελαιόλαδου δύο φάσεων είναι ανώτερη από εκείνη των τριών φάσεων κυρίως όσον αναφορά την περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες και αντιοξειδωτικά
	Στο Φυγοκεντρικά δύο φάσεων παράγεται πολύ μικρή ποσότητα υγρών αποβλήτων

Πηγή: Μπαλατσούρας, 1999

### 7. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ

Στη βιομηχανία τροφίμων που σχετίζεται με την επεξεργασία του ελαιοκάρπου, το κύριο προϊόν είναι το ελαιόλαδο. Τα δευτερεύοντα προϊόντα καλούνται απόβλητα όταν είναι τελείως άχρηστα, ενώ όταν περιέχουν συστατικά χρήσιμα και αποτελούν αντικείμενο περαιτέρω επεξεργασίας, καλούνται υποπροϊόντα (Μπαλατσούρας, 1997).

Στην περίπτωση της ελαιουργίας, τα υγρά υποπροϊόντα, γνωστά ως λιοζούμια, απόνερα, ή κατσίγαρος, αποτελούν προϊόντα χωρίς εμπορική αξία, αλλά πλούσια σε πολύτιμα συστατικά όπως σάκχαρα, πρωτεΐνες, υπολείμματα λαδιού, φαινολικές ουσίες, χρωστικές και χλωροφύλλες (Μπαλατσούρας, 1997).

Τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων, Εικόνα 21, παράγονται κυρίως από φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία τριών φάσεων και ελαιοτριβεία κλασσικού τύπου, τα οποία προέρχονται από το χυμό του ελαιοκάρπου και του νερού που προστίθεται στην πλύση του καρπού, τη μάλαξη, τη φυγοκέντριση στον οριζόντιο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα (Decanter) για τα τριφασικά ελαιοτριβεία και στον ελαιοδιαχωριστήρα, κατά το διαχωρισμό του ελαιολάδου.

Εικόνα 21: Υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων σε υδάτινο αποδέκτη



Πηγή: <http://endراسi.gr>

#### 7.1 Η σύσταση των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων

Η σύσταση των υγρών αποβλήτων δεν είναι σταθερή, τόσο σε ποσότητα όσο και σε ποιότητα, και ποικίλει ανάλογα με (Halbadakis et al., 2006):

1. Τη σύνθεση του ελαιοκάρπου, η οποία ποικίλει ανάλογα με:
  - ❖ Την ποικιλία της ελιάς.
  - ❖ Την ωριμότητα του καρπού.
  - ❖ Το νερό που περιέχεται στο καρπό.
  - ❖ Το καλλιεργήσιμο έδαφος.
  - ❖ Το χρόνο συγκομιδής.
  - ❖ Την παρουσία εντομοκτόνων και λιπασμάτων.
  - ❖ Τις κλιματικές συνθήκες.

2. Τη χρήση νερού στα ελαιοτριβεία, η οποία διαφέρει σημαντικά λόγω του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού (τα φυγοκεντρικά μηχανήματα χρειάζονται σχετικά μεγαλύτερη ποσότητα νερού) και των τοπικών συνθηκών και πρακτικών. Το νερό που χρησιμοποιείται στα διάφορα στάδια της ελαιοπαραγωγής συν το νερό για το ξέπλυμα του ελαιοκάρπου, μειώνει τη συγκέντρωση των διαφόρων συστατικών που υπάρχουν ήδη στο νερό του καρπού.

3. Την αποθήκευση, η οποία αυξάνει τις σχετικές αλλαγές στη σύνθεση και προκαλείται από την αερόβια και αναερόβια επεξεργασία των διαφόρων οργανικών συστατικών.

Στον Πίνακα 13, παρουσιάζονται τα κυριότερα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και συστατικά του κατσίγαρου, με βάση την διαδικασία επεξεργασίας του ελαιοκάρπου. Η σύνθεση και τα κύρια φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του, εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, όπως την ποικιλία της ελιάς, τις κλιματολογικές συνθήκες, το στάδιο ωρίμανσης, την κατάσταση θρέψης, το σύστημα συλλογής του ελαιοκάρπου και την τεχνική επεξεργασίας, όπου οι διαφορές της σύστασης του κατσίγαρου μεταξύ υδραυλικών πιεστηρίων και φυγοκεντρικών τριών φάσεων είναι σημαντικές.

Τα υγρά απόβλητα χαρακτηρίζονται από τα ακόλουθα ειδικά στοιχεία και συστατικά:

- ❖ Έντονο μοβ-σκούρο καφέ, σχεδόν μαύρο χρώμα.
- ❖ Δυνατή οσμή ελαιολάδου.
- ❖ Υψηλό βαθμό οργανικής μόλυνσης (COD περίπου 120 g/L).
- ❖ Το pH κυμαίνεται από 3-6 (σχετικά όξινο).
- ❖ Υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα.
- ❖ Μεγάλη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες (0,5-2,4 g/L).
- ❖ Μεγάλη περιεκτικότητα σε στερεά ύλη.

Γενικά, πρόκειται για υγρά απόβλητα σκούρου χρώματος (με απόχρωση από κίτρινο-πράσινο έως καφέ-μαύρο), θολά, με χαρακτηριστική έντονη οσμή, η οποία οφείλεται κυρίως σε πτητικά οξέα. Επίσης, εμφανίζουν όξινο pH, υψηλή ρυθμιστική ικανότητα και επιφανειακή τάση, και είναι πλούσια σε ανόργανα και οργανικά υδατοδιαλυτά συστατικά (Οιχαλιώτης και Ζερβάκης, 1999). Οι οργανικές ενώσεις μπορούν να διαχωριστούν σε ενώσεις άμεσα διασπώμενες π.χ. σάκχαρα, οργανικά οξέα, αμινοξέα, βιοαποδομήσιμα πολυμερή, όπως πρωτεΐνες και ημικυτταρίνες, και δύσκολα διασπώμενα συστατικά, όπως οι φαινολικές ενώσεις.

## 7. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ

Πίνακας 13: Κύρια χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων από κλασσικά και φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία.

Χαρακτηριστικά	Τύπος Ελαιοτριβείου	
	Κλασσικό	Φυγοκεντρικό
Αλατότητα (mmhos /cm)	8-16	8-16
pH	4,5-5	4,7-5,2
<b>Ρυπογόνο Δυναμικό</b>		
COD (kg/m <sup>3</sup> )	120 -130	90-100
BOD <sub>5</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	45-60	35-48
Αιωρούμενα στερεά (%)	0,1	0,9
Ολικά στερεά (%)	12	6
Στερεά οργανικά (g/L)	10,5 (6,4-9,5)*	5,5 (3,9-5,8)
Στερεά ανόργανα (g/L)	1,5 (0,6-1,3)	0,5 (0,5-0,75)
<b>Οργανική Ουσία (%)</b>		
Ολικά σάκχαρα	2-8 (1,7-7,2)	0,5-2,6 (0,4-1,2)
Αζωτούχες ουσίες	0,5-2 (0,16)	0,4-1,7 (0,1-0,3)
Οργανικά οξέα	0,5-1	0,2-0,4
Πολυαλκοόλες	1-1,5	0,3-0,5
Πηκτίνες, Ταννίνες κλπ.	1-1,5	0,2-0,5
Πολυφαινόλες	2-2,4	0,3-0,8
Λίπη	0,03-1,0	0,5-2,3
<b>Ανόργανα Στοιχεία (%)</b>		
P	0,11 (0,05)	0,03 (0,01-0,04)
K	0,72 (0,6)	0,27 (0,3-0,5)
Ca	0,07 (0,02)	0,02 (0,01-0,02)
Mg	0,04 (0,03)	0,01 (0,015)
Na	0,09 (0,002)	0,03 (0,005)

\*Οι τιμές μέσα στις παρενθέσεις αφορούν την Κορωνέικη ποικιλία

Πηγή: Μπαλατσούρας, 1997

### 7.2 Ο όγκος των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων

Τα υγρά απόβλητα συντίθενται από τα φυτικά υγρά του ελαιοκάρπου και την ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται στη γραμμή παραγωγής του ελαιολάδου, ανάλογα με τον τρόπο διαχωρίσεως της ελαιοπάστας, όπως αναλύεται παρακάτω.

Ο Μπαλατσούρας (1997) υποστηρίζει ότι ο όγκος των υγρών αποβλήτων δε μπορεί να υπολογιστεί επακριβώς, επειδή εξαρτάται από κάποιους παράγοντες, οι οποίοι είναι:

- Η ποικιλία προέλευσης του ελαιοκάρπου, το στάδιο ωριμότητας και ο χρόνος εναποθήκευσης πριν την ελαιοποίηση.
- Η μέθοδος επεξεργασίας του ελαιοκάρπου.
- Το διαθέσιμο νερό στο ελαιοτριβείο σε ορισμένες περιοχές (κυρίως νησιά), το πλύσιμο του ελαιοκάρπου παραλείπεται επειδή το νερό είναι λιγοστό.

### 7.2.1 Υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων τριών φάσεων

Τα υγρά απόβλητα του ελαιουργείου τριών φάσεων προέρχονται από τα φυτικά υγρά του ελαιοκάρπου και από το προστιθέμενο νερό επεξεργασίας. Τα φυτικά υγρά αποτελούν κατά μέσο όρο το 37% του ελαιοκάρπου και έχουν περίπου την ακόλουθη σύσταση: νερό 83%, οργανικά άλατα 15% και ανόργανα άλατα 2%. Το προστιθέμενο νερό επεξεργασίας, στις διάφορες φάσεις, είναι: στο πλυντήριο 8-10% του επεξεργαζόμενου ελαιοκάρπου-ενώ σε ορισμένα ελαιοτριβεία φτάνει το 15% (Κάτσαρης, 2004)-στο Decanter 25-30% και στους ελαιοδιαχωριστήρες 10-15% συνολική, δηλαδή, ποσότητα νερού 43-60% του επεξεργαζόμενου ελαιοκάρπου. Άρα, το ποσοστό των υγρών αποβλήτων ως προς την πρώτη ύλη (ελαιοκάρπος) είναι  $43-60\% + 37\% = 80-97\%$  (Δρούμπαλης, 2006).

Ο Μπαλατσούρας (1997) υποστηρίζει ότι στο Decanter προστίθεται ποσοστό νερού από 20-40% και θεωρεί ότι τα απόβλητα από τριφασικά ελαιοτριβεία υπολογίζονται ως εξής:

- Ελαιοκάρπος \* 1,00 λίτρο = Κατσίγαρος

Τα υγρά απόβλητα μπορούν να υπολογιστούν και με την παραγωγή ελαιολάδου. Ανάλογα με την ποικιλία του ελαιοκάρπου και την περιεκτικότητά του σε ελαιολάδο, μπορεί να υπολογιστεί η σχέση ελαιολάδου-κατσίγαρου. Βάσει διεθνούς βιβλιογραφίας, πολλαπλασιάζουμε την παραγωγή ελαιολάδου επί 5 και το αποτέλεσμα αντιστοιχεί στον κατσίγαρο που παράγεται (Μπαλατσούρας, 1997).

### 7.2.2 Υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων δύο φάσεων

Στην περίπτωση ελαιουργείων δύο φάσεων, δεν παράγονται υγρά απόβλητα που να χρειάζονται ειδική επεξεργασία. Αυτά είναι από το πλύσιμο του ελαιοκάρπου, όπου χρησιμοποιείται πόσιμο νερό 8-10% του βάρους του εισερχόμενου ελαιοκάρπου και από τα λίγα φυτικά υγρά που διαχωρίζονται στον κάθετο διαχωριστήρα. Τα παραπάνω υγρά απόβλητα περιέχουν ελάχιστες οργανικές ουσίες, ελάχιστη ποσότητα στερεών και σχεδόν ουδέτερο pH= 6,0-7,0 (Δρούμπαλης, 2008).

#### 7.2.2.1 Τα μειονεκτήματα των αποβλήτων των ελαιοτριβείων δύο φάσεων

Στα μειονεκτήματα τους, σε σχέση με τα ελαιοτριβεία τριών φάσεων, συγκαταλέγεται η παραγωγή ελαιοπυρήνας, με μέγιστη περιεκτικότητα σε υγρασία (65-70%), καθιστώντας την επεξεργασία της πολύπλοκη. Αντίθετα από ότι πιστεύεται, δεν υπάρχει μείωση του ρυπαντικού φορτίου με τη χρήση φυγοκεντρικών διαχωριστήρων δύο φάσεων, διότι αυτό που τελικά επιτυγχάνεται είναι η παραγωγή ημίρρευστης ελαιοπυρήνας, με αυξημένη συγκέντρωση ρυπαντικού φορτίου ανά μονάδα όγκου. Η διαφορά με τα φυγοκεντρικά τριών φάσεων είναι ότι το ρυπαντικό φορτίο, εδώ, παραμένει στην ελαιοπυρήνα, η οποία διαχωρίζεται στο Decanter και είναι διαποτισμένη με απόνερα, μέχρι και 70% κατά βάρος. Η ελαιοπυρήνα αυτή, για να είναι σε θέση να επεξεργαστεί σε Πυρηνελαιουργείο, πρέπει να αφυδατωθεί από 65-70% αρχικής υγρασίας σε 11%, για να εκχυλιστεί με οργανικούς διαλύτες (Μπαλατσούρας, 1999). Η δαπάνη για την εγκατάσταση κατάλληλων ξηραντήρων και τα καύσιμα που απαιτούνται για τη μείωση της υγρασίας της, είναι δυσβάστακτη και για το λόγο αυτό, η ελαιοπυρήνα των Decanter δύο φάσεων μένει αδιάθετη. Λόγω αυτής της αδυναμίας μετατροπής των υφιστάμενων πυρηνελαιουργείων σε μονάδες ικανές να επεξεργάζονται την ελαιοπυρήνα του Decanter των δύο φάσεων, η αφυδάτωση της μπορεί να επιτευχθεί με δεύτερη και πολλές φορές τρίτη

φυγοκέντριση. Όμως, η δαπάνη για δεύτερη και τρίτη φυγοκέντριση είναι μεγάλη και το κυριότερο υπάρχει στενότητα χρόνου και δυναμικότητας τις περιόδους αιχμής. Αυτό οδηγεί σε αποθήκευση της ελαιοπυρήνας μέχρι να τελειώσει η περίοδος αιχμής και να γίνουν οι φυγοκεντρίσεις. Το λάδι από τη δεύτερη και τρίτη φυγοκέντριση είναι αποδεκτό για κατανάλωση όταν γίνουν οι φυγοκεντρίσεις, χωρίς εναποθήκευση. Όταν, όμως, αποθηκεύεται η ελαιοπυρήνα και γίνεται μετά η φυγοκέντριση, το ελαιόλαδο είναι ποιοτικά υποβαθμισμένο (Μπαλατσούρας, 1999).

Ο ειδικός χειρισμός της ελαιοπυρήνας από τα Decanter δύο φάσεων, δημιούργησε την ανάγκη κατασκευής νέων ειδικών μονάδων επεξεργασίας (μονάδες Repasso). Στην Ισπανία, εφαρμόζεται η λύση αυτή στο El Tejar ( η EL TEJAR είναι μια γεωργική επιχείρηση, που ιδρύεται αρχικά ως ένωση των παραγωγών ενώ προχώρησε αργότερα σε μια εταιρική ένωση συνεργασίας (<http://eltejar.com.ar>)), όπου έχει δημιουργηθεί μία πρότυπη μεγάλη βιομηχανική μονάδα επεξεργασίας διφασικού ελαιοπυρήνα, τεχνολογίας Repasso. Στη μονάδα αυτή, χρησιμοποιούνταν τεχνολογία για την καύση του πυρήνα και την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με πολύ μεγάλο κόστος υποδομής και μηχανολογικού εξοπλισμού. Το σκεπτικό αυτής της λύσης ήταν να αποφευχθούν οι περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις από τη λειτουργία των ελαιοτριβείων και λιγότερο των πυρηνελαιουργείων, αφού στην Ισπανία δε θεωρούνται ρυπογόνα. Η μέθοδος αυτή κρίθηκε βιώσιμη οικονομικά, με την προϋπόθεση ότι η ελαιοπυρήνα θα προσκομιζόταν δωρεάν στις εγκαταστάσεις Repasso και επιπλέον το λάδι που θα εξαγόταν θα ήταν ελαιόλαδο και ο εναπομένον πυρήνας θα χρησιμοποιούνταν ως καύσιμο για τις ανάγκες της μονάδας. Όμως, μετά από πέντε χρόνια λειτουργίας του εργοστασίου, βγήκαν στην επιφάνεια κάποια μη προβλέψιμα προβλήματα. Ο επεξεργασμένος ελαιοπυρήνας (πούλπα) παρέμενε ημιστερεός με μεγάλο ποσοστό υγρασίας (Γιαννούλης, 1999). Η πούλπα είναι ένα δύσκολα βιοαποδομήσιμο παραπροϊόν, με υψηλό ρυπαντικό φορτίο και υγρασία. Εάν αποθηκευθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα μέχρι να οδηγηθεί σε περαιτέρω επεξεργασία ή εναποτεθεί στο έδαφος, η πούλπα εμφανίζει έντονη δυσσομία (<http://www.tharrosnews.gr>). Επίσης, επειδή η πούλπα έχει αυξημένη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες, δε μπορεί να γίνει η βιομετατροπή της σε βελτιωτικό εδάφους με κομποστοποίηση (αερόβια επεξεργασία με θερμοφίλους μικροοργανισμούς) (Χριστοπούλου και Τζαμτζής, 2000). Τέλος, το ελαιόλαδο Repasso δεν έχει χημικά χαρακτηριστικά τέτοια που να το κατατάσσουν στην κατηγορία του ελαιολάδου, με αποτέλεσμα όταν διοχετεύτηκε στην αγορά, να δημιουργήσει σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας του ελαιολάδου (Γιαννούλης, 1999).

Όσον αφορά την περιοχή μελέτης, στην Καλαμάτα λειτούργησε φυγοκεντρική μονάδα επεξεργασίας διφασικού ελαιοπυρήνα, η οποία σταμάτησε τόσο για οικονομικούς λόγους όσο και για λόγους δυσσομίας και αδυναμίας κατάλληλης διάθεσης της πούλπας. Όμως, υπάρχει και ένα πυρηνελαιουργείο στους Γαργαλιάνους, το οποίο λειτουργεί μέχρι και σήμερα (<http://www.tharrosnews.gr>).

### 7.2.3 Υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων κλασσικού τύπου

Όπως και στα τριφασικά ελαιοτριβεία, τα φυτικά υγρά του ελαιοκάρπου και το προστιθέμενο νερό επεξεργασίας δημιουργούν τα υγρά απόβλητα. Τα φυτικά υγρά αποτελούν το 37% του ελαιοκάρπου. Το προστιθέμενο νερό επεξεργασίας, σε διάφορες φάσεις, είναι στο πλυντήριο 8-10% του επεξεργαζόμενου ελαιοκάρπου, στο πιεστήριο 5-10% και στους διαχωριστήρες 10-12% δηλαδή, συνολικά 23-32% του επεξεργαζόμενου ελαιοκάρπου. Άρα, το ποσοστό των υγρών αποβλήτων ως προς τον ελαιοκάρπο, είναι  $23-32\% + 37\% = 60-69\%$  (Τροχάτος, 1999).

Ο Μπαλατσούρας (1997) υποστηρίζει ότι η σχέση ελαιοκάρπου-κατσίγαρου είναι η εξής:

➤ Ελαιοκάρπος \* 0,65 = Κατσίγαρος

Επίσης, ξένη βιβλιογραφία αναφέρει ότι το ποσοστό των υγρών αποβλήτων ως προς τον ελαιοκάρπο, είναι 75% (Μπαλατσούρας, 1997).

### 7.3 Υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων Νομού Μεσσηνίας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο όγκος των υγρών αποβλήτων δε μπορεί να υπολογιστεί επακριβώς, επειδή εξαρτάται από τον ελαιοκάρπο και τον τρόπο διαχείρισης του για την παραγωγή ελαιολάδου. Είναι δύσκολο να υπολογιστεί ο κατσίγαρος βάσει της παραγωγής ελαιολάδου, επειδή είναι πολλοί οι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή και δε μπορεί να υπάρξει μία γενική σχέση ανάμεσα στο ελαιολάδο και τον παραγόμενο κατσίγαρο. Ο κυριότερος παράγοντας είναι η εδαφολογική κατάσταση της περιοχής που καλλιεργούνται τα ελαιόδεντρα, καθώς η απόδοση του ελαιοκάρπου αλλάζει από περιοχή σε περιοχή. Για το λόγο αυτό, ο καλύτερος τρόπος υπολογισμού της ετήσιας παραγόμενης ποσότητας κατσίγαρου, είναι μέσω της σχέσης ελαιοκάρπου-κατσίγαρου.

Στο Νομό Μεσσηνίας υπάρχουν 247 ελαιοτριβεία από τα οποία τα 20 είναι διφασικά και δεν έχουν υγρά απόβλητα, τα 220 είναι τριφασικά με ποσοστό παραγωγής κατσίγαρου (σε σχέση με τον ελαιοκάρπο) 80 έως 97% και 7 μόνο κλασσικά ελαιοτριβεία, των οποίων το ποσοστό παραγωγής κατσίγαρου κυμαίνεται μεταξύ 60 και 69%.

Ο υπολογισμός του όγκου των υγρών αποβλήτων θα γίνει βάσει μόνο των φυγοκεντρικών (τριφασικών) ελαιοτριβείων, καθώς τα κλασσικά ελαιοτριβεία αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό του συνόλου και τα διαθέσιμα στοιχεία της ΕΣΥΕ δεν αναφέρονται σε μεμονωμένα ελαιοτριβεία αλλά σε επίπεδο οικισμού. Το μέσο ποσοστό παραγωγής κατσίγαρου σε σχέση με τον ελαιοκάρπο για τα φυγοκεντρικά είναι 88,5%. Τέλος, ο υπολογισμός του όγκου των υγρών αποβλήτων στο Νομό Μεσσηνίας θα γίνει με βάση τη μέση παραγωγή ελαιοκάρπου για τα έτη 2003-2006.

## 7. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ

### 7.3.1 Υπολογισμός της παραγόμενης ποσότητας κασίγαρου βάσει της παραγωγής ελαιοκάρπου

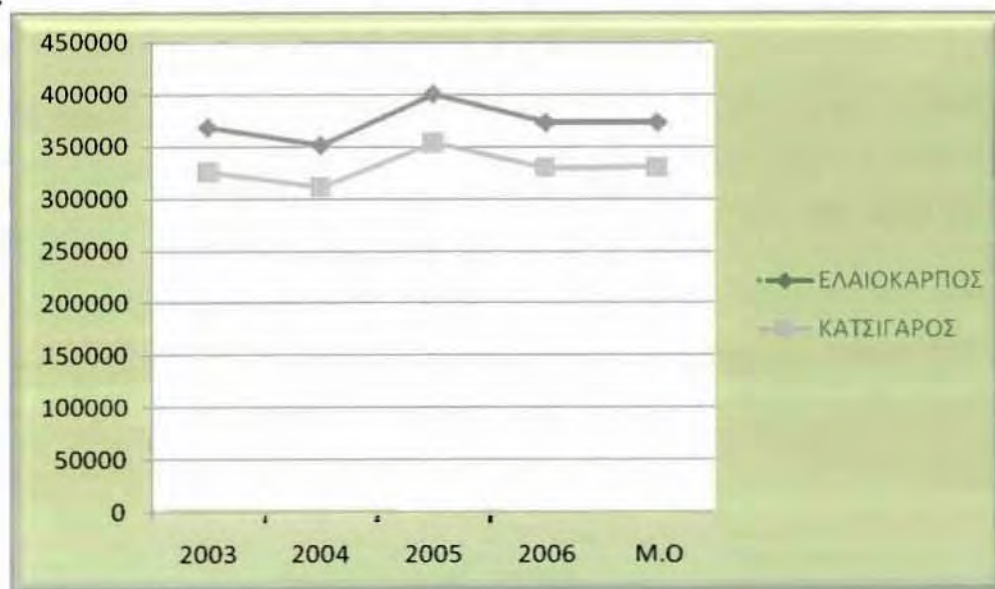
Η αναλογία ελαιοκάρπου και κασίγαρου είναι 100 kg / 88,5 kg. Άρα σύμφωνα με την παραγωγή ελαιοκάρπου στο Νομό για τα έτη 2003-2006, όπου ο μέσος όρος παραγωγής είναι 373.328 τόνοι σύμφωνα με το Γράφημα 13, η μέση ετήσια παραγωγή κασίγαρου είναι 330.395 τόνοι.

**Γράφημα 13: Παραγωγή ελαιοκάρπου στο Νομό Μεσσηνίας για τα έτη 2003-2006.**



Πηγή: Γ.Γ. ΕΣΥΕ

**Γράφημα 14: Παραγωγή κασίγαρου και ελαιοκάρπου για τα έτη 2003-2006.**



Πηγή: Γ.Γ.ΕΣΥΕ



ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΤΟ  
ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

Ο παραπάνω τρόπος υπολογισμού του κατσίγαρου είναι προσεγγιστικός. Ο μόνος σίγουρος τρόπος υπολογισμού είναι η τοποθέτηση μετρητών σε όλα τα ελαιοτριβεία του Νομού και η καταγραφή, για ένα μικρό αριθμό ετών, του κατσίγαρου ώστε να βγει ένα αξιόπιστο και πραγματικό αποτέλεσμα.

Σύμφωνα με στοιχεία της Νομαρχίας Καλαμάτας, η μέγιστη δυναμικότητα επεξεργασίας ελαιοκάρπου κυμαίνεται από 14,5 τόνους ελαιοκάρπου ανά ημέρα σε ελαιουργείο της Κορώνης έως 57,6 τόνους/ημέρα στις Ράχες για τα φυγοκεντρικά τριών φάσεων και από 4,5 τόνους/ημέρα στο Σταυροπήγιο έως 15 τόνους/ημέρα στα Φιλιατρά για τα κλασσικά. Όσον αφορά τα ελαιοτριβεία που επεξεργάζονται τον ελαιόκαρπο με τη μέθοδο των δύο φάσεων η μέγιστη δυναμικότητα κυμαίνεται από 30 τόνους ελαιοκάρπου ανά ημέρα στη Μ. Μαντινεία έως 50 τόνους ελαιοκάρπου ανά ημέρα στους Γαργαλιάνους. Ανάλογη είναι και η μέγιστη παραγωγή κατσίγαρου. Τέλος, στο Χάρτη 5 (βλ. παράρτημα) απεικονίζεται η μέση ετήσια παραγωγή κατσίγαρου ανά Δήμο για το 2003-2006, σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ για την παραγωγή ελαιοκάρπου.

### 7.4 Επιπτώσεις υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων

#### 7.4.1 Επιπτώσεις στο έδαφος

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των υγρών αποβλήτων από ελαιοτριβεία στο έδαφος είναι γνωστές από την αρχαιότητα. Ο Ρωμαίος συγγραφέας Varro παρατήρησε ότι όταν ο κασίγαρος διαχέεται στο έδαφος αυτό γίνεται άγονο. Ο Θεόφραστος, επίσης, έγραψε ότι η έκχυση ελαιολάδου στις ρίζες μπορεί να καταστρέψει τα δέντρα και κυρίως τα νεαρά. Η ανεξέλεγκτη διάθεση υγρών αποβλήτων στο έδαφος έχει το μειονέκτημα να διασκορπίζει στο περιβάλλον ουσίες δύσσομες και πιθανότατα παθογενείς (Halbadakis et al., 2006).

##### 7.4.1.1 Επιπτώσεις στις εδαφικές φυσικές ιδιότητες

###### Πορώδες

Το πορώδες αντιστοιχεί στον όγκο του εδάφους που αποτελείται από νερό και αέρα. Μέσω των πόρων το έδαφος ανταλλάσσει νερό και αέρα με το περιβάλλον. Αυτές οι ανταλλαγές είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη της χλωρίδας και της μικροχλωρίδας του εδάφους ούτως ώστε να αναπνέουν οι ρίζες.

Η διάχυση των υγρών αποβλήτων στο έδαφος, αρχικά, προκαλεί μία μείωση στο μικροπορώδες (πόροι < 50 μm) των επιφανειακών στρωμάτων του εδάφους. Στο τέλος του χειμώνα με την επανάληψη της διαδικασίας το μικροπορώδες αυξάνεται σημαντικά. Η προσωρινή μείωση του μικροπορώδους δεν είναι επιβλαβής ούτε για τους μικροοργανισμούς ούτε για τις ρίζες λόγω της μειωμένης μεταβολικής τους δραστηριότητας κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το μακροπορώδες (πόροι > 50 μm) αυξάνεται αναλογικά με την ποσότητα των προστιθέμενων υγρών αποβλήτων. Ωστόσο, οι υπερβολικές δόσεις (μεγαλύτερες των 200 m<sup>3</sup>/ha) μπορεί να είναι καταστροφικές για τη δομή, ακολουθούμενες από μία μείωση του πορώδους ειδικά στον εδαφικό άργιλο. Στη Γαλλία και την Ιταλία η χρήση τέτοιων ποσοτήτων έχει απαγορευτεί βάσει νόμου (Halbadakis et al., 2006).

###### Σύσταση

Τα συστατικά του εδάφους τείνουν να αποσυντίθενται υπό την επίδραση της βροχής σχηματίζοντας μία κρούστα στην επιφάνεια η οποία εμποδίζει την οξυγόνωση του εδάφους και προκαλεί τη διάβρωσή του. Η έκχυση των υγρών αποβλήτων συμβάλει στη σταθεροποίηση των συστατικών του εδάφους λόγω της συνδετικής ικανότητας ορισμένων συστατικών τους και συγκεκριμένα των πολυσακχαριτών. Το αποτέλεσμα της σταθεροποίησης παραμένει για αρκετούς μήνες μέχρι την αποσύνθεση των οργανικών συστατικών. Φαίνεται, επομένως ότι η έκχυση των υγρών αποβλήτων μπορεί να αυξήσει τη σταθερότητα των συστατικών, να αποτρέψει φαινόμενα διάβρωσης και δημιουργίας κρούστας λόγω της βροχής, να βελτιώσει την οξυγόνωση της επιφάνειας του εδάφους στην οποία αναπτύσσονται οι ρίζες και συντελείται η μικροβιακή δραστηριότητα, καθώς και να συμβάλει στην καλύτερη απορρόφηση του νερού του εδάφους λόγω του αυξημένου μικροπορώδους (Halbadakis et al., 2006).

#### 7.4.1.2 Επιπτώσεις στις εδαφικές χημικές ιδιότητες

##### Οξύτητα

Η έκχυση υγρών αποβλήτων σε μέτρια δόση δεν επηρεάζει την οξύτητα του εδάφους. Ο Levi-Minzi R. μελέτησε την εξέλιξη της οξύτητας σε αλκαλικό έδαφος στο οποίο προστέθηκαν διάφορες ποσότητες υγρών αποβλήτων (80, 160, 320 m<sup>3</sup>/ha) σε μία περίοδο 135 ημερών. Λόγω του όξινου χαρακτήρα τους, pH=5, τα υγρά απόβλητα είχαν μία όξινη δράση στο αλκαλικό έδαφος. Τις επόμενες 15 ημέρες το έδαφος ανέκτησε την αρχική του οξύτητα. Η προσωρινή οξύτητα θεωρείται ωφέλιμη για τα αλκαλικά εδάφη διότι καθιστά το φωσφόρο και τα άλλα στοιχεία περισσότερο απορροφήσιμα από τα ελαιόδεντρα (Halbadakis et al., 2006).

Η έκχυση υγρών αποβλήτων σε όξινα εδάφη μπορεί να αυξήσει την οξύτητα του εδάφους. Μία μελέτη που διεξήχθη από τον Marsillio V. έδειξε ότι η δόση που υπερβαίνει τα 160 m<sup>3</sup>/ha μπορεί να προκαλέσει μία ελάχιστη αύξηση της οξύτητας στο έδαφος (0,03 μονάδες του pH) κατά τη διάρκεια των πρώτων 100 ημερών (Halbadakis et al., 2006).

##### Αλατότητα

Τα υγρά απόβλητα περιέχουν πολλά οξέα, μεταλλικά και οργανικά στοιχεία τα οποία μπορούν να καταστρέψουν την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων του εδάφους. Υψηλότερα επίπεδα αλατότητας στο έδαφος, λόγω της αντικατάστασης του καλίου και του νατρίου με κατιόντα, εντοπίστηκαν σε αλκαλικό έδαφος μετά τη μόλυνση του με υγρά απόβλητα. Το pH έμεινε σχεδόν το ίδιο και η ποσότητα καλίου και νατρίου αυξήθηκε. Η έκχυση των υγρών αποβλήτων σε μία μέτρια δόση δεν επηρεάζει την αλατότητα του εδάφους. Η έκχυση σε υπερβολικές δόσεις (320 m<sup>3</sup>/ha) σε αργιλικό έδαφος προκάλεσε μόνο μία προσωρινή αύξηση της αλατότητας (Halbadakis et al., 2006).

##### Ανόργανα χημικά συστατικά

Η διάχυση των υγρών αποβλήτων τείνει να μειώνει τη συγκέντρωση του μαγνησίου στα φυτά, παρόμοια με την επίδραση της προσθήκης λιπάσματος μεταλλικού καλίου. Μία αύξηση του διαθέσιμου μαγνησίου συντελείται στο έδαφος τροποποιημένη με υγρά απόβλητα, η οποία κατά περίπτωση προκαλεί συγκεντρώσεις μαγνησίου στα φυτά οι οποίες θα μπορούσαν να θεωρηθούν φυτοτοξικές ή τουλάχιστον υπερβολικές. Τα επίπεδα άνθρακα, οργανικών ουσιών και μαγνησίου στο έδαφος ήταν υψηλότερα όταν δοκιμάστηκε η έκχυση υγρών αποβλήτων σε σχέση με την προσθήκη μεταλλικού καλίου (Halbadakis et al., 2006).

##### Οργανικά χημικά συστατικά

Τα υγρά απόβλητα περιέχουν κατά προσέγγιση 6% οργανική ύλη και 0,4% μεταλλικά άλατα διαλυμένα σε υδάτινο μέσο. Η οργανική ύλη των αποβλήτων περιλαμβάνει συστατικά τα οποία είναι εύκολα βιοδιασπώμενα από μικροοργανισμούς του εδάφους. Η διάσπαση της οργανικής ύλης παράγει πτητικές ουσίες οι οποίες είναι δύσσομες και πιθανότατα παθογενείς.

Η χρήση των υγρών αποβλήτων σαν εδαφική προσθήκη απαιτεί γνώση των επιπτώσεων που μπορεί να προκληθούν στα μεταλλικά στοιχεία του συστήματος φυτού-εδάφους (Halbadakis et al., 2006).

### 7.4.1.3 Επιπτώσεις στις βιολογικές ιδιότητες του εδάφους

#### Μικροβιολογική συμπεριφορά

Η ανεξέλεγκτη διάθεση υγρών αποβλήτων μπορεί να διαταράξει την οικολογική ισορροπία του εδάφους. Στην πραγματικότητα, τα υψηλά ποσοστά της ρίψης υγρών αποβλήτων συντελούν στη μη ομαλή ζύμωση των οργανικών ουσιών. Ο Paredes (1986) παρατήρησε μία αύξηση στις συνολικές μικροβιολογικές μετρήσεις ύστερα από μόλυνση του εδάφους με υγρά απόβλητα. Η μόλυνση προκάλεσε μία αύξηση στα κορυφοειδη βακτήρια και μία μείωση στα Bacillus. Αυτό συνέβη διότι οι οργανισμοί οι οποίοι ήταν υπεύθυνοι για τα πειράματα διάσπασης ήταν ανάμεσα σε αυτούς των οποίων ο αριθμός αυξήθηκε από τη μόλυνση (Halbadakis et al., 2006).

### 7.4.1.4 Επιδράσεις σε φυτά και καρπούς

Παρότι η άμεση έκχυση υγρών αποβλήτων από ελαιοτριβεία είναι ένας φτηνός τρόπος διάθεσης και επανάκτησης μεταλλικών και οργανικών συστατικών σε λιπάσματα, η ανεξέλεγκτη ρίψη τους στο έδαφος μπορεί να αποτελέσει πηγή μόλυνσης και ανεπιθύμητων περιβαλλοντικών επιπτώσεων στις ρίζες των φυτών (Halbadakis et al., 2006).

### 7.4.2 Επιπτώσεις στο νερό

Σχεδόν το σύνολο των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων στην Ελλάδα οδηγούνται χωρίς επεξεργασία σε χείμαρρους, ποτάμια και την θάλασσα, αλλοιώνοντας σημαντικά τα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά τους. Οι κυριότερες επιπτώσεις εμφανίζονται με τη ρύπανση υπόγειων υδροφορέων και με τη συνακόλουθη μόλυνση του αρδευτικού και ιδίως του πόσιμου νερού.

Ο κατσίγαρος παρουσιάζει βασικά προβλήματα τα οποία εμποδίζουν την άμεση διάθεσή του στους υδάτινους αποδέκτες. Το υψηλό ρυπαντικό φορτίο χρειάζεται οξυγόνο για να αποδομηθεί ( $COD= 60-150 \text{ g/L}$ ,  $BOD_5= 20-50 \text{ g/L}$ ). Έτσι, δημιουργείται έλλειψη οξυγόνου η οποία είναι καταστροφική για τους υδάτινους οργανισμούς (Halbadakis et al., 2006). Επίσης, η έλλειψη οξυγόνου οφείλεται και σε άλλες αιτίες πέραν του υψηλού ρυπαντικού φορτίου οι οποίες είναι:

➤ Στο επιπλέον γαλάκτωμα στην επιφάνεια του νερού, το οποίο παρεμποδίζει της διάχυση του ατμοσφαιρικού οξυγόνου στο νερό (Halbadakis et al., 2006).

➤ Τα γαλακτώδη συσσωματώματα του κατσίγαρου, τα οποία καθιζάνουν στο πυθμένα της κοίτης των υδάτινων αποδεκτών, και δημιουργούν ασφυκτικές συνθήκες και έλλειψη οξυγόνου, στα βαθύτερα στρώματα του νερού (Halbadakis et al., 2006).

➤ Στην εναπόθεση γαλακτωμάτων και συσσωματωμάτων στα αναπνευστικά όργανα των υδρόβιων ζωικών οργανισμών, προκαλώντας ασφυκτικές συνθήκες (Μπαλατσούρας, 1997).

➤ Οι θρεπτικές ουσίες του κατσίγαρου αναπτύσσουν το φαινόμενο του ευτροφισμού (Halbadakis et al., 2006).

➤ Η υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις και ορισμένα λιπαρά οξέα μικρού μοριακού βάρους τα οποία οφείλονται για τις φυτοτοξικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες του κατσίγαρου (Οιχαλιώτης και Ζερβάκης, 1999).

Μία άλλη σημαντική επίπτωση είναι η οξύτητα στους υπονόμους. Εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσης οργανικών οξέων (κυρίως πτητικών λιπαρών οξέων), τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων είναι ιδιαίτερα διαβρωτικά για τους σωλήνες της αποχέτευσης. (Halbadakis et al., 2006). Στο Νομό Μεσσηνίας, κυρίως στους Δήμους Φιλιατρών και Γαργαλιάνων, είναι αρκετά τα ελαιοτριβεία που διαθέτουν το κατσίγαρο στους υπονόμους. Στο Χάρτη 6 στο Παράρτημα απεικονίζεται οι αποδέκτες των ελαιοτριβείων στο Νομό Μεσσηνίας.

#### **7.4.3 Επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα**

Τα ελαιοτριβεία παράγουν εκπομπές αερίων με αποτέλεσμα τη δυσοσμία. Πολλά από τα πτητικά οργανικά οξέα και άλλες χαμηλού βρασμού οργανικές ουσίες προκαλούν χαρακτηριστική δυσοσμία η οποία μπορεί να εντοπιστεί στις περιοχές γύρω από τα ελαιοτριβεία. Φαινόμενα ζύμωσης πραγματοποιούνται όταν τα υγρά απόβλητα αποθηκεύονται σε ανοιχτές δεξαμενές ή όταν εκχύνονται στο έδαφος ή σε υδάτινους αποδέκτες. Ως αποτέλεσμα, το μεθάνιο και άλλα αέρια (σουλφίδια υδρογόνου και άλλα) που προέρχονται από τις εξατμισοδεξαμενές μολύνουν τα ύδατα και τον αέρα. Αυτό οδηγεί σε έντονη δυσοσμία, ακόμα και σε μεγάλες αποστάσεις, κυρίως κατά την ελαιοπαραγωγική περίοδο.

Η ανάλυση της σύστασης των υγρών αποβλήτων τα οποία έχουν αποθηκευτεί σε δεξαμενές έδειξε ότι σχεδόν η μισή ποσότητα του COD που περιέχουν αποτελείται από πτητικά λιπαρά οξέα (Halbadakis et al., 2006).

## 8. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα υγρά απόβλητα που παράγονται κατά την επεξεργασία του ελαιολάδου χαρακτηρίζονται από υψηλό οργανικό και ανόργανο φορτίο, που καθιστά δύσκολη την επεξεργασία τους. Ο απλούστερος τρόπος διάθεσης (που εφαρμόζεται σήμερα στην Ιταλία) είναι η εφαρμογή τους στο έδαφος, γεγονός που δημιουργεί προβλήματα λόγω της τοξικής επίδρασης των πολυφαινολών και της ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Μόνο το νερό από το πλύσιμο του ελαιόκαρπου μετά την παράδοσή του στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση, επειδή έχει χαμηλό οργανικό φορτίο.

Γενικά η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων μπορεί να διακριθεί σε:

1. **Φυσική (Μηχανική) επεξεργασία**
2. **Θερμική επεξεργασία**
3. **Φυσικοχημική επεξεργασία**
4. **Βιολογική επεξεργασία**

### 8.1 Φυσικές μέθοδοι επεξεργασίας

Οι φυσικές μέθοδοι κάνουν το διαχωρισμό με χρήση μηχανικών μέσων. Ο διαχωρισμός μπορεί να γίνεται από στερεό-υγρό ή υγρό-υγρό.

#### 8.1.1 Διήθηση

Η διήθηση (filtration) είναι μια από τις παλαιότερες μεθόδους για την απομάκρυνση των διακριτών αιωρούμενων στερεών από τα υγρά απόβλητα (Metcalf et al., 2007). Ο διαχωρισμός γίνεται με τη βοήθεια πορώδους υλικού που συγκρατεί τα στερεά και επιτρέπει τη διέλευση της υγρής φάσης. Το κυριότερο χαρακτηριστικό του διηθητικού μέσου-φίλτρου είναι το μέγεθος των κόκκων του, το οποίο επηρεάζει τη διεργασία της διήθησης (Metcalf et al., 2007). Τα φίλτρα επιλέγονται ανάλογα με το μέγεθος των σωματιδίων που βρίσκονται στα υγρά απόβλητα και μπορεί να είναι στρώματα άμμου, αμμοχάλικου ή ενεργού άνθρακα που βοηθούν στην αφαίρεση και των πιο μικρών μορίων (<http://www.nea.gr>). Η διήθηση καθαρίζει το νερό και ενισχύει την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης (Metcalf et al., 2007). Μπορεί να εφαρμοστεί μόνη της ή σε συνδυασμό με άλλη τεχνολογία επεξεργασίας. Η διήθηση μπορεί να γίνει είτε φυσικά (με βαρύτητα), είτε βεβιασμένα με εφαρμογή πίεσης στην πλευρά εισόδου ή με εφαρμογή κενού στην πλευρά εξόδου των αποβλήτων. Συνήθως, η διήθηση χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των στερεών υλικών από τα υγρά απόβλητα που μπορεί να εμποδίσουν την περαιτέρω επεξεργασία (πχ φράξιμο σωλήνων) (<http://www.nea.gr>). Παρ' όλα αυτά όταν χρησιμοποιείται με συνδυασμό πίεσης στα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων οδηγεί σε γρήγορη φραγή της διαδικασίας, λόγω της δημιουργίας μίας αδιαπέραστης στερεής πάστας η οποία μειώνει την εφαρμογή της μεθόδου. Όμως μέσω αυτής της διαδικασίας μειώνεται έως και 70% το COD (Halbadakis et al., 2006) Η διήθηση για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών από τα υγρά απόβλητα χρησιμοποιείται ως στάδιο προκατεργασίας στις μεθόδους διαχωρισμού μεμβρανών (Metcalf et al., 2007).

### 8.1.1.1 Διήθηση με μεμβράνες

Η διήθηση με μεμβράνες εφαρμόζεται για την απομάκρυνση αιωρούμενων, κολλοειδών και διαλυμένων ουσιών, όπου το εύρος του μεγέθους τους κυμαίνεται από 0,0001 έως 1,0 μm, από τα υγρά απόβλητα (Metcalf et al., 2007). Χρησιμοποιείται μια ημιπερατή ή πορώδης μεμβράνη, η οποία λειτουργεί σαν φυσικό φράγμα μέσω του οποίου οι ουσίες είτε περνούν είτε παρακρατούνται ανάλογα με το μέγεθός τους. Η δομή και τα χαρακτηριστικά της μεμβράνης καθορίζουν τη φύση του διαχωρισμού. Κοινό χαρακτηριστικό όλων των διαδικασιών διήθησης με μεμβράνες είναι η εφαρμογή πίεσης, η οποία αναγκάζει το διάλυμα να περάσει μέσω της πορώδους μεμβράνης και να επιτευχθεί εκλεκτικός διαχωρισμός. Η διαπερατότητα εξαρτάται από το μέγεθος των μορίων και των πόρων των μεμβρανών (<http://www.nea.gr>).

Τα συστήματα διαχωρισμού με μεμβράνες μπορεί να διαχωρίσουν σε:

- ❖ Στερεά από αέρια
- ❖ Στερεά από υγρά
- ❖ Αέρια από αέρια
- ❖ Αέρια από υγρά
- ❖ Υγρά από υγρά
- ❖ Διαλυμένα ή κολλοειδή υλικά από υγρά

Υπάρχουν τέσσερις τύποι διαχωρισμού με μεμβράνες που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Αυτές είναι η μικροδιήθηση, η υπερδιήθηση, η νανοδιήθηση και η αντίστροφη όσμωση. Στον Πίνακα 15 φαίνονται κάποια στοιχεία του τρόπου λειτουργίας τους.

Πίνακας 15: Παράγοντες που επηρεάζουν την εκτέλεση των μεμβρανών.

Τεχνολογία	Κατασκευή	Κινητήρια Δύναμη	Μηχανισμός	Υλικό Μεμβρανών
Μικροδιήθηση	Συμμετρικοί μικροπόροι 0,02-10 μm	Πίεση 1-5 atm	Κοσκίνισμα	Πολυπροπυλένιο Πολυαιθυλένιο Πολυανθρακικό Κεραμικό
Υπερδιήθηση	Ασύμμετροι μικροπόροι 1-20 nm	Πίεση 2-10 atm	Κοσκίνισμα	Πολυσουλφόνη Κυτταρίνη
Νανοδιήθηση	Ασύμμετροι μικροπόροι 0,01-5 nm	Πίεση 5-50 atm	Κοσκίνισμα	Φθοριούχο πολυβινυλιδένιο
Αντίστροφη Όσμωση	Ασύμμετροι με ομοιογενή φλοιό μικροπόροι	Πίεση 10-100 atm	Διαδικασία διάδοσης	Κυτταρίνη Νάϊλον Πολυαμίδη

Πηγή: Cheremisinoff, 2002

Η μικροδιήθηση χρησιμοποιείται για μέρη με διάμετρο μεγαλύτερη των 2 μm. Η υπερδιήθηση χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό μερών μικρότερων του 0,1 μm. Με τη βοήθεια αυτής της διαδικασίας, έλαια ή φαινολικές ενώσεις μπορούν να αποβληθούν εκτός από τα κολλοειδή συστατικά (Halbadakis et al, 2006). Εντούτοις,

διαλυμένα συστατικά, όπως εκείνα που καθορίζονται από τις παραμέτρους του COD, απομακρύνονται ανεπαρκώς με αυτή τη διαδικασία. Με την υπερδιήθηση, μια μικρή ποσότητα από απόβλητα παράγεται επειδή η υπολειπόμενη υγρασία στη συγκέντρωση είναι χαμηλή. Ακόμα κι αν επιτρέπει τις πολύ υψηλές αφαιρέσεις των λιπιδίων και πολυφαινόλων, επηρεάζεται από τη φτωχή επιλεκτικότητα. Οι Canera et al. που μελέτησαν την επιρροή των μεμβρανών για τη διαχείριση του κασιόγαρου διαπίστωσαν ότι μεταξύ 50 και 75% του COD αφαιρέθηκε (Halbadakis et al, 2006).

Κατά τη διάρκεια της υπερδιήθησης των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων εμφανίζονται στις μεμβράνες υπολείμματα, τα οποία έχουν επιπτώσεις στην απόδοση της διαδικασίας. Τα υπολείμματα μειώνουν την αποδοτικότητα της διαπερατότητας και κατά συνέπεια καθιστούν τη διαδικασία ιδιαίτερα ακριβή εξαιτίας του επαναλαμβανόμενου κλεισίματος εγκαταστάσεων για τον καθαρισμό και το πλύσιμο των μεμβρανών. Η διαπερατότητα των μεμβρανών παρουσιάζει αρχικά μια μικρή πτώση, κατόπιν μια ομαλότερη αλλά συνεχής καθυστέρηση στη ροή μέχρι να φτάσει σε μία σταθερή κατάσταση. Τα υπολείμματα στις μεμβράνες εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, όπως τα χαρακτηριστικά των μεμβρανών, οι ιδιότητες των αποβλήτων, όπως το μοριακό μέγεθος των διαλυτών ουσιών και της αλληλεπίδρασής τους με τη μεμβράνη, καθώς και τις συνθήκες της διαδικασίας (πίεση, ποσοστό ροής, και θερμοκρασία) (Halbadakis et al, 2006).

Οι Halet et al. παρουσίασαν μια τεχνική μεμβρανών για την αντιμετώπιση του κασιόγαρου χρησιμοποιώντας υπερδιηθητικές μεμβράνες: μία οργανική (πολυσουλφίδια) και δύο κεραμικές. Πριν από την υπερδιήθηση το μεγαλύτερο μέρος της ύλης, του ελαίου, και των λιπαρών αφαιρέθηκε με τη φυγοκέντριση. Η επιρροή των υδροδυναμικών παραμέτρων (πίεση και ποσοστό ροής) και της μείωσης της αποδοτικότητας της υπερδιήθησης εκτιμήθηκε και έδειξε ότι η οργανική μεμβράνη θα μπορούσε να μειώσει τη μόλυνση λόγω της οργανικής ουσίας με μείωση του COD κατά περίπου 90%. Επιπλέον, η φύση της πολύ λεπτής πορώδους μεμβράνης (κεραμική) αποδείχθηκε σημαντική παράμετρος, η οποία μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει αισθητά την ικανότητα της μεμβράνης. Με τη διαδικασία αυτή δεν προκλήθηκε σημαντική μείωση στη διαπερατότητα των μεμβρανών η οποία να επηρεάζει την απόδοση της διαδικασίας. Ωστόσο, εάν οι πόροι των μεμβρανών ήταν πάρα πολύ μεγάλοι η σταθερότητα της μεμβράνης θα μειωνόταν σε πιέσεις μεγαλύτερες από 0,2 Mpa (Halbadakis et al, 2006).

Σε μια άλλη προσέγγιση, τα υγρά απόβλητα προεπεξεργάστηκαν με φυγοκέντριση και έπειτα με υπερδιήθηση σε μεμβράνες επίπεδων φύλλων. Ο συνδυασμός φυγοκέντρισης και υπερδιήθησης επιτρέπει μια μείωση του COD περίπου 90%. Επιπλέον, επιτυγχάνεται ο πλήρης διαχωρισμός των λιπαρών, που απορρίπτονται εντελώς από τη μεμβράνη, από τα άλατα, τα σάκχαρα, και τις πολυφαινόλες.

Η νανοδιήθηση είναι μια μορφή διήθησης που χρησιμοποιεί τις μεμβράνες για να χωρίσει κατά προτίμηση τα διαφορετικά ρευστά ή τα ιόντα. Επίσης, δεν είναι τόσο καλή διαδικασία διήθησης όσο η αντίστροφη όσμωση, αλλά δεν απαιτεί την ίδια ενέργεια για να εκτελέσει το χωρισμό. Χρησιμοποιεί μια μεμβράνη που είναι μερικώς διαπερατή για να εκτελέσει το διαχωρισμό, αλλά οι πόροι της μεμβράνης είναι πολύ μεγαλύτεροι από τους πόρους των μεμβρανών που χρησιμοποιούνται στην αντίστροφη όσμωση. Η νανοδιήθηση είναι αποτελεσματική για το διαχωρισμό σακχάρων, δισθενών αλάτων, βακτηρίων, πρωτεϊνών, σωματιδίων, χρωστικών ουσιών και άλλων συστατικών που έχουν μοριακό βάρος μεγαλύτερο από 1000 daltons. Η νανοδιήθηση και η αντίστροφη όσμωση επηρεάζονται από το φορτίο των προς επεξεργασία σωματιδίων. Έτσι, σωματίδια με μεγαλύτερο φορτίο είναι



πιθανότερο να απορριφθούν. Η μέθοδος της διήθησης δεν είναι αποτελεσματική για οργανικές ουσίες μικρού μοριακού βάρους, όπως η μεθανόλη. Συνδυασμός συστήματος νανοδιήθησης με εξατμιστή «κύματος» (flash evaporator), μειώνει τον όγκο των υγρών αποβλήτων κατά 75%. Η υγρή φάση που εξέρχεται από το σύστημα επαναχρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας για να μειώσει τη δαπάνη του χρησιμοποιούμενου ύδατος (Halbadakis et al, 2006).

Η αντίστροφη όσμωση είναι μια διαδικασία διαχωρισμού βασιζόμενη στη μοριακή σειρά. Με την αντίστροφη όσμωση μια υψηλή ποιότητα νερού λαμβάνεται η οποία μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί στη βιομηχανική παραγωγή. Η αντίστροφη όσμωση έχει αποδοτικότητα μεγαλύτερη του 90% στην απομάκρυνση της οργανικής ουσίας, αλλά αφ' ετέρου έχει προβλήματα διάθεσης της λάσπης και υψηλές λειτουργικές δαπάνες (Halbadakis et al, 2006).

Μελέτες έδειξαν ότι περίπου 99% του COD έχουν μειωθεί συνδυάζοντας υπερδιήθηση και αντίστροφη όσμωση.

Οι Canera et al. εφάρμοσαν μία ολοκληρωμένη διεργασία διαχείρισης των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων με τη χρήση μεμβρανών συνδυάζοντας μεμβράνες υπερδιήθησης και αντίστροφης όσμωσης με την προσρόφηση στα πορώδη πολυμερή. Η διαδικασία βελτιστοποιήθηκε έτσι ώστε από τα υγρά απόβλητα που εισάγονται με μια περιεκτικότητα σε COD περίπου 90 g/L, να επιτευχθεί μια μείωση του COD περίπου 99%, με την ανάκτηση των πολυφαινολών οι οποίες χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες τροφίμων. Η προτεινόμενη διαδικασία μεμβρανών, χωρίς προσθήκη χημικών ουσιών ή θερμικής ενέργειας, επιτρέπει την επεξεργασία του κασιόγαρου, λαμβάνοντας περίπου 70% φρέσκου νερού με καλά χαρακτηριστικά τόσο για την ανακύκλωση και για την άρδευση (Halbadakis et al, 2006).

Επίσης, συνδυασμοί μεμβρανών έχουν χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία του κασιόγαρου. Τα βήματα που περιλαμβάνονται σε μία από αυτές είναι:

(i) προεπεξεργασία για την αφαίρεση των στερεών που είναι μεγαλύτερα από 5mm.

(ii) μικροδιήθηση ή υπερδιήθηση μέσω των μεμβρανών οι οποίες έχουν έναν ελάχιστο διαχωρισμό μερών με μέγεθος 0,8 μm.

(iii) δέσμευση πολυφαινολών σε ρητίνη και

(iv) μια φάση καθαρισμού σε μια μεμβράνη αντίστροφης όσμωσης.

Μια παρόμοια διαδικασία περιλαμβάνει τα βήματα:

1. φίλτρανση του κασιόγαρου με μηχανικά φίλτρα.

2. υπερδιήθηση μέσω ημιπερατών μεμβρανών (κατά προτίμηση polyvinylidene fluoride-PVDF-and polyamides), οι οποίες πλένονται περιοδικά με ένα υδατικό διάλυμα hypochlorite ή/και βιομηχανικό απορρυπαντικό.

3. ρύθμιση του διηθήματος σε ουδέτερο pH.

4. επεξεργασία με αντίστροφη όσμωση σε ημιπερατά φίλτρα μεμβρανών.

5. επανάληψη του σταδίου 4.

Το σύστημα θεωρείται ότι αυξάνει την αποδοτικότητα του καθαρισμού του κασιόγαρου.

Το κύριο μειονέκτημα των διαδικασιών μεμβρανών σχετίζεται με το όριο του παράγοντα συγκέντρωσης. Επιπλέον, τα τελικά προϊόντα πρέπει να υποβληθούν σε επεξεργασία πριν από τη διάθεση. Εκτός αυτού, η εφαρμογή των τεχνικών των μεμβρανών περιλαμβάνει μερικές τεχνολογικές δυσκολίες σχετικά με την παρουσία στον κασιόγαρο των πηκτικών ουσιών, όπως τις πηκτίνες, οι οποίες μειώνουν ακόμα περισσότερο την αποδοτικότητα των μεμβρανών. Επομένως, η αφαίρεση αυτών των ουσιών πριν από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων με τις διαδικασίες των μεμβρανών φαίνεται να είναι απολύτως απαραίτητη (Halbadakis et al, 2006).

## 8.1.2 Επίπλευση

Η επίπλευση (flotation) χρησιμοποιείται για να διαχωριστούν στερεά ή υγρά σωματίδια από την υγρή φάση (Metcalf et al., 2007) και κυρίως για την επεξεργασία ακάθαρτων υγρών με μεγάλη ποσότητα βιομηχανικών αποβλήτων, που μεταφέρουν σημαντικό φορτίο από λεπτά αιωρούμενα υλικά και λίπη. Επίσης, είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για απόβλητα, που δημιουργούν αφρό (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Το κύριο πλεονέκτημα της επίπλευσης σε σχέση με την καθίζηση είναι ότι τα μικρά ή ελαφρά σωματίδια, τα αιωρούμενα στερεά με ειδικό βάρος λίγο μεγαλύτερο από 1 (Μαρκαντωνάτος, 1990), που θα απαιτούσαν ιδιαίτερα μακροχρόνια καθίζηση, μπορεί να απομακρυνθούν σε πολύ συντομότερο χρόνο με την επίπλευση (Metcalf et al., 2007). Η επίπλευση βασίζεται στην εισαγωγή λεπτών φυσαλίδων (συνήθως ατμοσφαιρικού) αέρα ή αζώτου στα απόβλητα, που προσκολλώνται στα αιωρούμενα σωματίδια και δημιουργούν αρκετή άνωση ώστε να τα ανεβάσουν στην επιφάνεια. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να ανέβουν μόρια με ειδικό βάρος μεγαλύτερο από το υγρό, αλλά επίσης να επιταχυνθεί η άνοδος μορίων με μικρότερο ειδικό βάρος όπως τα λίπη (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Η επίπλευση εισάγει τις φυσαλίδες του αέρα στα απόβλητα με τρεις μεθόδους:

➤ Αερισμός με ατμοσφαιρική πίεση. Στο σύστημα αυτό δημιουργούνται φυσαλίδες με την εισαγωγή αέρα, απευθείας στα υγρά απόβλητα (Metcalf et al., 2007), μέσω περιστρεφόμενης έλικας ή με σύστημα διαχύσεως (Μαρκαντωνάτος, 1990). Η περιστρεφόμενη έλικα δρα ως αντλία η οποία ωθεί το ρευστό μέσω των ανοιγμάτων του διασπορέα δημιουργώντας κενό στον κατακόρυφο σωλήνα. Το κενό ωθεί τον αέρα μέσα στον κατακόρυφο σωλήνα με αποτέλεσμα να αναμιγνύεται με τα υγρά απόβλητα. Καθώς το μίγμα αερίου/υγρού κινείται μέσα στο διασπορέα, δημιουργείται μία δύναμη ανάμιξης που αναγκάζει τον αέρα να δημιουργεί μικρές φυσαλίδες στις οποίες προσκολλώνται λίπη και αιωρούμενα στερεά, τα οποία ανέρχονται στην επιφάνεια σε έναν πυκνό αφρό (Metcalf et al., 2007). Ο αερισμός αυτός για σύντομο διάστημα δεν είναι αποτελεσματικός για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών, εκτός αν χρησιμοποιείται για απόβλητα που δημιουργούν αφρό (Μαρκαντωνάτος, 1990).

➤ Εισαγωγή αέρα στο υγρό, που βρίσκεται υπό πίεση και έχει αυξημένη δυνατότητα διαλύσεως και στη συνέχεια διακοπή της πίεσεως και διαφυγή του υπερχορεσμένου διαλυμένου αέρα με μορφή μικροσκοπικών φυσαλίδων (επίπλευση διαλυμένου αέρα).

➤ Κορεσμός με αέρα σε ατμοσφαιρική πίεση και στη συνέχεια εφαρμογή κενού στο υγρό (επίπλευση κενού).

Σε όλα τα συστήματα επιπλεύσεως η απομάκρυνση των αιωρούμενων μπορεί να βελτιωθεί με τη χρησιμοποίηση διαφόρων χημικών προσθετικών, που αυξάνουν την επιφάνεια ή αλλάζουν τη δομή, ώστε να απορροφώνται ή παγιδεύονται εύκολα οι φυσαλίδες αέρα (π.χ. άλατα αργιλίου ή σιδήρου) (Μαρκαντωνάτος, 1990).

### 8.1.3 Καθίζηση

Ο στόχος της επεξεργασίας με καθίζηση (sedimentation) είναι να απομακρυνθούν τα στερεά που καθιζάνουν εύκολα και τα επιπλέοντα υλικά και να μειωθεί έτσι η περιεκτικότητα σε αιωρούμενα στερεά. Η πρωτοβάθμια καθίζηση χρησιμοποιείται ως προεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης που έχουν σχεδιαστεί να λειτουργούν αποδοτικά μπορούν να απομακρύνουν 50 έως 70% των αιωρούμενων στερεών και 25 έως 40% του BOD (Metcalf et al., 2007).

Όλες σχεδόν οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας χρησιμοποιούν μηχανικά καθαριζόμενες κυκλικές ή ορθογώνιες δεξαμενές καθίζησης. Η επιλογή του τύπου της μονάδας καθίζησης για μια δεδομένη εφαρμογή καθορίζεται από το μέγεθος της εγκατάστασης, από τους κανονισμούς και τις διατάξεις των τοπικών αρχών, από τις τοπικές συνθήκες και από την εμπειρία και κρίση του μηχανικού. Πρέπει να υπάρχουν δύο ή περισσότερες δεξαμενές έτσι ώστε η διεργασία να μπορεί να παραμένει σε λειτουργία όταν η μία δεξαμενή είναι εκτός λειτουργίας για συντήρηση και επιδιόρθωση. Σε μεγάλες εγκαταστάσεις ο αριθμός των δεξαμενών προσδιορίζεται από τους περιορισμούς στο μέγεθος (Metcalf et al., 2007). Οι δεξαμενές καθιζήσεως έχουν μορφή, είτε ορθογωνική με ροή των υγρών κατά μήκος της μεγάλης πλευράς, είτε κυκλική με ακτινωτή ροή από το κέντρο στη περιφέρεια, είτε τέλος ανεστραμμένη κωνική με λοξή ροή από τη κορυφή προς τα πάνω και έξω (Μαρκαντωνάτος, 1990).

### 8.1.4 Εσχάρωση

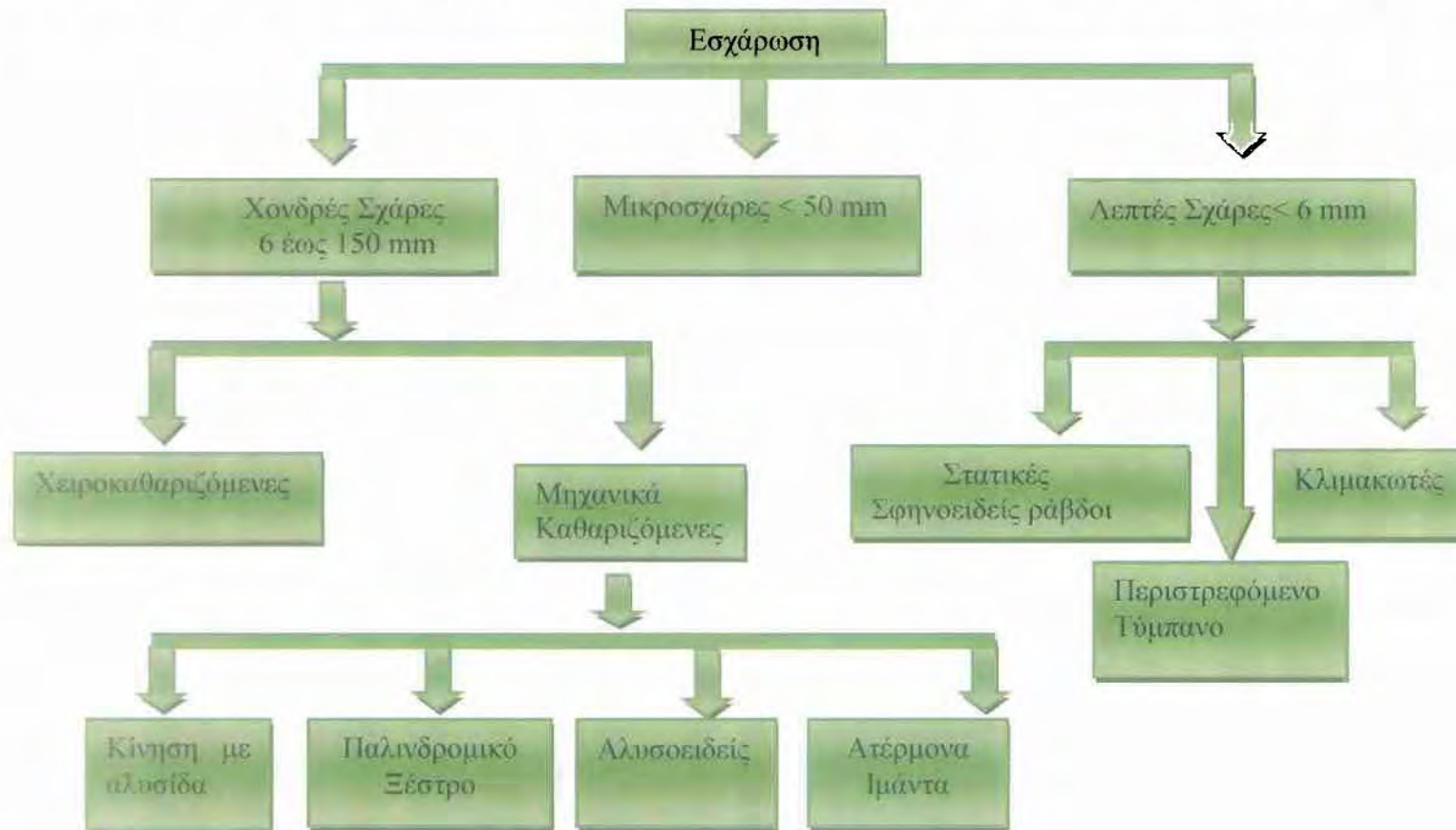
Η πρώτη φυσική διεργασία που γενικά συναντάται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων είναι η εσχάρωση. Η σχάρα είναι μια διάταξη με ανοίγματα σε ομοιόμορφο μέγεθος που έχει ως σκοπό την κατακράτηση των στερεών που υπάρχουν στα εισερχόμενα υγρά απόβλητα στην εγκατάσταση επεξεργασίας αποβλήτων. Ο κύριος ρόλος της εσχάρωσης είναι η απομάκρυνση των σωματιδίων μεγάλου μεγέθους από τη ροή, τα οποία θα μπορούσαν: α) να προκαλέσουν ζημιά στον εξοπλισμό της εγκατάστασης σε επόμενα στάδια, β) να ελαττώσουν τη συνολική αποτελεσματικότητα της εγκατάστασης, γ) να προκαλέσουν ρύπανση των υδάτινων ρευμάτων. Οι τύποι των διατάξεων εσχάρωσης που χρησιμοποιούνται στο στάδιο της προεπεξεργασίας των υγρών αποβλήτων είναι οι χονδρές και οι λεπτές σχάρες. Οι χονδρές σχάρες έχουν καθαρό άνοιγμα οπής που κυμαίνεται από 6 έως 150 mm (0,25 - 6 in), ενώ οι λεπτές σχάρες έχουν καθαρό άνοιγμα οπής μικρότερο από 6 mm (0,25 in). Οι μικροσχάρες (microscreens) έχουν άνοιγμα οπής μικρότερο από 50 μm και χρησιμοποιούνται κυρίως για την απομάκρυνση των λεπτά διαμερισμένων στερεών από την επεξεργασμένη εκροή. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατόν λεπτές σχάρες να αντικαθιστούν ή να τοποθετούνται μετά από τις χονδρές σχάρες, εκεί όπου απαιτείται μεγαλύτερη απομάκρυνση στερεών για την προστασία του εξοπλισμού της εγκατάστασης ή την απομάκρυνση των υλικών που θα μπορούσαν να παρεμποδίσουν την επαναχρησιμοποίηση των βιοστερεών (Metcalf et al., 2007). Στο Διάγραμμα 4 απεικονίζονται οι τύποι των σχαρών που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

Η διάταξη εσχάρωσης μπορεί να αποτελείται από παράλληλες μπάρες, ράβδους ή χονδρά σύρματα, δικτυωτό, μεταλλικό πλέγμα, ή διάτρητη πλάκα και τα ανοίγματα μπορεί να έχουν οποιοδήποτε σχήμα, αλλά γενικά είναι οπές με κυκλική ή ορθογώνια διατομή. Η χονδρή σχάρα αποτελείται από παράλληλες μπάρες ή χονδρά σύρματα και

## 8. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

βρίσκει εφαρμογή στην απομάκρυνση των στερεών μεγάλου μεγέθους. Οι λεπτές σχάρες αποτελούνται από διάτρητες πλάκες, σφηνοειδείς ράβδους και συρμάτινα κόσκινα με μικρότερες οπές. Τα υλικά που κατακρατούνται από τέτοιου είδους διατάξεις ονομάζονται εσχαρίσματα (Metcalf et al., 2007). Η διάθεση των εσχαρισμάτων γίνεται με ταφή, χώνευση, καύση, διάθεση με τα απορρίμματα ή με άλεση (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Διάγραμμα 4: Σχηματικό διάγραμμα για τους τύπους των σχαρών που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων.



Πηγή: Metcalf et al., 2007

### 8.1.5 Απολίπωση

Πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων στο σύστημα βιολογικού καθαρισμού, θα πρέπει πρώτα να απομακρυνθεί η λιπαρή φάση με τη χρήση παγίδας λιπών, δεδομένου ότι εμποδίζουν τη ομαλή λειτουργία των βιολογικών εγκαταστάσεων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Παράγοντας αποφασιστικής σημασίας για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος απολίπωσης (degreasing) είναι το μέγεθος των ελαιοσταγονιδίων. Όσο μεγαλύτερα είναι τα σταγονίδια, τόσο μεγαλύτερη είναι η τάση τους να σχηματίσουν ένα φιλμ ελαίου στην επιφάνεια του νερού, για την απομάκρυνση του οποίου χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές, οι απολιπωτές (oil skimmer). Οι συσκευές αυτές είναι ιμάντες ή δίσκοι από χάλυβα ή πλαστικό που βυθίζονται συνεχώς στα υγρά απόβλητα. Το έλαιο προσκολλάται στην υδρόφιλη φάση και στη συνέχεια απομακρύνεται από την επιφάνεια. Στην περίπτωση που τα σταγονίδια του ελαίου είναι πολύ μικρά ή η συγκέντρωση του ελαίου είναι χαμηλή, χρησιμοποιούνται οι φυγοκεντρικοί διαχωριστές (Μαρκαντωνάτος, 1990).

### 8.1.6 Απομάκρυνση άμμου

Ο αμμοσυλλέκτης έχει ως σκοπό την συγκράτηση παρασυρόμενων υλικών (άμμος, σπόροι, κλπ.) (Μαρκαντωνάτος, 1990). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με εξαμμωτές ή με φυγοκεντρικό διαχωρισμό των στερεών. Οι εξαμμωτές σχεδιάζονται για την απομάκρυνση χαλικιών, αμμοχάλικου, τέφρας ή άλλων βαριών στερεών υλικών που έχουν ταχύτητα καθίζησης ή σχετική πυκνότητα μεγαλύτερη από αυτή των οργανικών σπηττικών στερεών στα υγρά απόβλητα. Οι εξαμμωτές συνήθως τοποθετούνται μετά από τις σχάρες και πριν τη πρωτοβάθμια δεξαμενή καθίζησης. Οι δεξαμενές αυτές χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση των βαρέων οργανικών στερεών. Σε ορισμένες εγκαταστάσεις, οι εξαμμωτές προηγούνται των εγκαταστάσεων εσχάρωσης. Γενικά, η εγκατάσταση των διατάξεων εσχάρωσης μπροστά από τους εξαμμωτές διευκολύνει τη λειτουργία και τη συντήρηση των διατάξεων απομάκρυνσης της άμμου (Metcalf et al., 2007).

Όταν είναι επιθυμητή η τοποθέτηση των εξαμμωτών πριν από τις αντλίες των υγρών αποβλήτων, τοποθετούνται σε σημαντικό βάθος με επιπρόσθετο κόστος. Γι' αυτό συνήθως θεωρείται πιο οικονομικό να αντλούνται τα υγρά απόβλητα μαζί με την άμμο και οι εξαμμωτές να τοποθετούνται σε μια κατάλληλη θέση πριν από τις άλλες μονάδες επεξεργασίας. Οι εξαμμωτές χρησιμοποιούνται για να προστατεύσουν τον κινούμενο μηχανικό εξοπλισμό από τριβές και από μη φυσική φθορά, να μειώσουν το σχηματισμό αποθέσεων σε αγωγούς, κανάλια και σωληνώσεις και να μειώσουν τη συχνότητα καθαρισμού των χωνευτών που προκαλείται από υπερβολική συσσώρευση άμμου. Υπάρχουν τρεις γενικοί τύποι εξαμμωτών: οριζόντιας ροής σε ορθογώνια ή τετράγωνη διάταξη, αεριζόμενοι ή τύπου δίνης. Στον τύπο οριζόντιας ροής, η ροή περνάει μέσα από μια δεξαμενή σε οριζόντια κατεύθυνση και η γραμμική ταχύτητα της ροής ελέγχεται από τις διαστάσεις της μονάδας, τη θύρα διανομής της εισροής και τον υπερχειλιστή στην έξοδο της εκροής. Ο αεριζόμενος τύπος αποτελείται από μια δεξαμενή αερισμού με ελικοειδή ροή όπου η ελικοειδής ταχύτητα αναπτύσσεται και ελέγχεται από τις διαστάσεις της δεξαμενής και την ποσότητα του αέρα που παρέχεται στη μονάδα. Ο τύπος δίνης αποτελείται από μια κυλινδρική δεξαμενή στην οποία η ροή εισάγεται εφαπτομενικά έτσι ώστε να δημιουργηθεί μια ροή τύπου δίνης. Ο διαχωρισμός της άμμου οφείλεται στις δυνάμεις βαρύτητας και στις φυγόκεντρες δυνάμεις (Metcalf et al., 2007).

### 8.1.7 Εξισορρόπηση ροής

Η εξισορρόπηση ροής (flow equalization) είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για να αντιμετωπίσει τα προβλήματα λειτουργίας που προκαλούνται από τις διακυμάνσεις στην παροχή, για να βελτιωθεί η απόδοση και να μειωθεί το μέγεθος και το κόστος των εν συνεχεία διατάξεων επεξεργασίας. Οι κύριες εφαρμογές της είναι α) στη ροή υπό ξερό καιρό για να μειωθούν οι παροχές και τα φορτία αιχμής, β) υπό βροχερό καιρό σε δίκτυα συλλογής λυμάτων όπου λαμβάνει χώρα εισροή και διεύδυση και γ) στην παροχή από παντοροικό σύστημα ομβρίων υδάτων και λυμάτων. Έχει εφαρμογή σε δύο διατάξεις, εντός και εκτός γραμμής (Metcalf et al., 2007).

## 8.2 Θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας

Οι θερμικές μέθοδοι χωρίζονται σε δύο κατηγορίες οι οποίες έχουν ένα κοινό: τη μείωση του νερού που περιέχεται στον κασίγαρο και κατά συνέπεια τη μείωση της ποσότητας των υγρών αποβλήτων. Η πρώτη κατηγορία χρησιμοποιεί φυσικοθερμικές μεθόδους και περιλαμβάνει την εξάτμιση και την ξήρανση των στερεών αποβλήτων. Η δεύτερη κατηγορία αποτελείται από μη ανατρέψιμες θερμοχημικές μεθόδους στις οποίες ανήκουν η καύση και η πυρόλυση.

### 8.2.1 Φυσικοθερμικές μέθοδοι

#### 8.2.1.1 Εξάτμιση και απόσταξη

Εξάτμιση είναι η σταδιακή αλλαγή ενός υγρού σε αέριο χωρίς να βράσει. Τα μόρια των υγρών είναι συνεχώς σε κίνηση. Η μέση μοριακή ταχύτητα εξαρτάται από τη θερμοκρασία, αλλά μεμονωμένα μόρια μπορούν να κινούνται πολύ πιο αργά ή πιο γρήγορα από τον μέσο όρο. Σε θερμοκρασίες κάτω από το σημείο βρασμού, τα ταχύτερα μόρια που πλησιάζουν στην επιφάνεια του υγρού έχουν αρκετή ενέργεια για να περάσουν στην αέρια μορφή. Επειδή μόνο τα ταχύτερα μόρια διαφεύγουν, η μέση ταχύτητα των υπόλοιπων μορίων μειώνεται, με αποτέλεσμα να μειωθεί η θερμοκρασία του υγρού, η οποία εξαρτάται από τη μέση ταχύτητα των μορίων (Cheremisinoff, 2000).

Αυτή η μέθοδος επεξεργασίας συμπυκνώνει το οργανικό και ανόργανο περιεχόμενο του κασίγαρου καθώς επίσης και της μη-πτητικές διαλυμένες ουσίες με εξάτμιση. Η ενέργεια για την εξάτμιση προέρχεται από θερμότητα καύσης ή από φυσική πηγή (ήλιος) με κύριο μειονέκτημα τη διάθεση των προϊόντων που προκύπτουν, όπως η διάθεση των ημιστερεών υπολειμμάτων. Τα υπολείμματα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως ζωοτροφή, αλλά η χρήση τους είναι περιορισμένη λόγω της πικρής γεύσης και της υψηλής περιεκτικότητας σε κάλιο. Είναι γνωστό ότι τα στερεά υπολείμματα έχουν υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο που χρησιμοποιείται συχνά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το νερό που εξατμίζεται μπορεί να συμπυκνωθεί και χρησιμοποιείται στη γραμμή επεξεργασίας της μεταποιητικής μονάδας. Ο συμπυκνωμένος ατμός από την έξοδο της τουρμπίνας μεταφέρεται στο λέβητα και χρησιμοποιείται ως κινητήριος δύναμη για τις μηχανές. Μετά την απομάκρυνση του νερού (ξήρανση), το στερεό υπόλειμμα μπορεί να αποτεφρωθεί και να συμβάλει στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή το συμπύκνωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα (<http://www.nea.gr>). Η αποδοτικότητα της εξάτμισης υπολογίζεται στο 50% των ολικών διαλυμένων στερεών και έως και 90% το COD (Halbadakis et al., 2006). Η εξάτμιση μπορεί να γίνει με φυσικό τρόπο αλλά και υπό

κενό. Η εξάτμιση υπό κενό είναι μία άλλη εναλλακτική μέθοδος διάθεσης των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων. Σύμφωνα με μελέτη που έχει γίνει, κενό των 5 kPa επιτρέπει την εξάτμιση του αποβλήτου σε χαμηλές θερμοκρασίες, όπως 38° C. Στον εξάτμιστήρα δημιουργούνται δύο ρεύματα: ένα που παράγει συνεχώς απόσταγμα και ένα που παράγει κατά διαστήματα συμπύκνωμα, το οποίο εκφορτίζεται αυτόματα. Το απόβλητο ουδετεροποιείται με NaOH κατά τη διάρκεια της απόσταξης. Ο όγκος του αποσταγμένου νερού φτάνει το 90% του αποβλήτου που εισάγεται. Το απόσταγμα είναι ένα άχρωμο υγρό, αλλά έχει COD ίσο με 3.000-4.000 mg/L, το οποίο απαιτεί περαιτέρω επεξεργασία. Η βιολογική οξείδωση του αποστάγματος απαιτεί προηγούμενη ρύθμιση του pH και διόρθωση του λόγου C:N:P. Το επεξεργασμένο νερό που προκύπτει είναι σύμφωνο με τους κανονισμούς που αφορούν τα απόβλητα. Το συμπύκνωμα μπορεί να αναμιχθεί με τα στερεά υπολείμματα των ελαιοτριβείων. Αυτό το μίγμα μπορεί είτε να διυλιστεί ξανά, για την παραπέρα παραγωγή ελαιολάδου είτε να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς, όπως ζωοτροφή ή λίπασμα, καθώς περιέχει 14% πρωτεΐνες και 5% κάλιο (<http://www.nea.gr>). Σύμφωνα με τον Azbar et al. (2004) η μέθοδος εξάτμισης στο κενό για ένα ελαιοτριβείο παραγωγής 5.000 m<sup>3</sup> έχει κόστος κατασκευής 96.400 € και κόστος λειτουργίας 3,69 €/m<sup>3</sup> (Halbadakis et al, 2006).

Σύμφωνα με τους Rozzi et al. η μέθοδος της απόσταξης εφαρμόζεται για ιδιαίτερα μολυσμένα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων. Το συμπυκνωμένο στερεό υλικό που προκύπτει από την εξάτμιση μπορεί να καεί και να παρέχει θερμική ενέργεια στις εγκαταστάσεις του εργοστασίου. Όμως η καύση απαιτεί περαιτέρω επεξεργασία των αερίων που δημιουργούνται. Ένα επιπλέον πρόβλημα είναι το συμπύκνωμα από την απόσταξη το οποίο δεν είναι από καθαρό νερό και περιέχει κλάσματα πτητικών λιπαρών οξέων και αλκοολών. Αυτές οι ενώσεις είναι υπεύθυνες για τις υψηλές τιμές COD (πάνω από 3 gCOD/L) και απαιτείται πρόσθετη επεξεργασία του συμπυκνώματος πριν από τη διάθεσή του.

Τα μειονεκτήματα της εξάτμισης και απόσταξης συνοψίζονται ως εξής (Halbadakis et al., 2006):

- Αναγκαιότητα συχνών διακοπών της διαδικασίας, λόγω της αναγκαίας εξάλειψης των καθιζανόντων σακχάρων και ασβεστίου τα οποία παράγονται κατά την εξάτμιση και ευθύνονται για τις διακοπές

- Το νερό που παράγεται έχει pH από 4 έως 4,5 και BOD<sub>5</sub> περίπου 4 g/L. Το απόσταγμα δεν είναι καθαρό νερό αλλά περιέχει κλάσματα πτητικών λιπαρών οξέων και αλκοολών. Επομένως, δε μπορεί να αφηθεί σε υδάτινους αποδέκτες ή να επαναχρησιμοποιηθεί στα ελαιοτριβεία διότι θα αύξανε την οξύτητα του ελαιολάδου.

- Εξαιτίας της οξύτητας του νερού και σύμφωνα με τους κανόνες λειτουργίας του εργοστασίου, κάθε στοιχείο που έρχεται σε επαφή με τα υγρά απόβλητα πρέπει να είναι ανοξειδωτο ή ανθεκτικό υλικό.

- Τα υπολείμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ζωοτροφή αλλά η χρήση τους είναι περιορισμένη λόγω της πικρής γεύσης και της υψηλής περιεκτικότητας σε κάλιο. Το συμπυκνωμένο στερεό υλικό που προκύπτει από την εξάτμιση μπορεί να καεί και να παρέχει θερμική ενέργεια στις εγκαταστάσεις του εργοστασίου. Όμως η καύση απαιτεί περαιτέρω επεξεργασία των αερίων που δημιουργούνται.

- Υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις.



### 8.2.1.2 Λίμνες Εξάτμισης

Μία συνηθισμένη μέθοδος επεξεργασίας και διάθεσης του κασιόγαρου στην Ελλάδα είναι οι λίμνες εξάτμισης (lagoons), μετά από την ουδετεροποίηση με τον ασβέστη η οποία γίνεται στα ελαιοτριβεία. Υπάρχουν περίπου 400 εγκαταστάσεις στην Ελλάδα, με το μεγαλύτερο ποσοστό να βρίσκεται στην Κρήτη. Το 70% των ελαιουργείων στη Κρήτη χρησιμοποιεί εξατμισοδεξαμενές για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Η εξέλιξη αυτή υπήρξε απόρροια της συνεχώς αυξανόμενης πίεσης για περιορισμό της ρύπανσης ιδίως σε τουριστικές περιοχές και της βραδυπορίας που παρουσίασε η έρευνα στην ανάπτυξη και εφαρμογή τεχνολογίας διαχείρισης των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων. Στο Νομό Μεσσηνίας δύο μόνο ελαιουργεία χρησιμοποιούν λίμνες εξάτμισης.

Βασική επιδίωξη της μεθόδου είναι η εξάτμιση μέσω της ηλιακής ενέργειας, δηλαδή του νερού που περιέχεται στα υγρά απόβλητα σε ποσοστό 94%. Κατά τη διάρκεια της περιόδου παραγωγής (3-5 μήνες) οι λίμνες γεμίζονται, ενώ η διαδικασία εξάτμισης βρίσκεται σε εξέλιξη, μέχρις ότου εκκενωθούν οι λίμνες (7-8 μήνες) και τα εναπομείναντα στερεά απόβλητα μπορούν να αφαιρεθούν. Ο ρυθμός εξάτμισης εξαρτάται από το κλίμα και μπορεί να διαρκέσει μερικές εβδομάδες. Τα υπόλοιπα στερεά απόβλητα συνεχίζουν, εντούτοις, να είναι τοξικά και η πρόσθετη επεξεργασία είναι απαραίτητη προτού να μπορέσουν τα στερεά να χρησιμοποιηθούν π.χ. ως λίπασμα. Τέλος, η δυσοσμία που προκαλείται από την εξάτμιση γίνεται αντιληπτή μέχρι και 100 m από τη δεξαμενή-όταν πρόκειται για μία μικρή εξατμισοδεξαμενή και γενικότερα 1 με 2 km απόσταση από οικισμό (Halbadakis et al., 2006).

Μέχρι σήμερα δεν έχει γίνει καμία προσπάθεια εκμετάλλευσης του βιοαερίου που παράγεται κατά τη διαδικασία εξάτμισης, η οποία συντελείται υπό αναερόβιες συνθήκες, αν και θα ήταν δυνατόν να καλυφθεί η δεξαμενή με φίλτρα που θα συλλέγουν το βιοαέριο. Η διαδικασία αυτή θα μείωνε τις εκπομπές μεθανίου στην ατμόσφαιρα, οι οποίες συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (Halbadakis et al., 2006).

Η σχεδίαση μίας εξατμισοδεξαμενής πρέπει να λαμβάνει υπόψη, μεταξύ άλλων, τους ακόλουθους παράγοντες (Halbadakis et al., 2006):

➤ Ο όγκος των υγρών αποβλήτων που παράγεται κάθε χρόνο από τα ελαιοτριβεία.

- Το κλίμα της περιοχής.
- Η υδρολογία του εδάφους.
- Η εγγύτητα σε υδάτινους αποδέκτες.
- Η απόσταση από κατοικημένες περιοχές.

Όλοι οι παραπάνω παράγοντες καθορίζουν την τοποθεσία και το μέγεθος της δεξαμενής.

Σύμφωνα με τον Le Verge (2004) το κόστος κατασκευής μίας εξατμισοδεξαμενής εξαρτάται από τα εξής (Halbadakis et al., 2006):

➤ Το κόστος εκσκαφής, στο οποίο περιλαμβάνονται τα έξοδα εκσκαφής και απομάκρυνσης του χώματος, το οποίο κυμαίνεται από 7 έως 20 € ανάλογα με τον τύπο χώματος και την απόσταση απομάκρυνσης του.

➤ Το δέσιμο της τάφρου κοστίζει περίπου 7,5 €/m.

➤ Πλαστικό κάλυμμα με μη διαπεραστικές ιδιότητες για την κάλυψη του εδάφους, 6 €/m<sup>2</sup> ή μεμβράνη από υψηλή πυκνότητα πολυαιθυλενίου με πάχος 1,5 mm, 7 €/m<sup>2</sup>.

➤ Ενδιάμεσο στρώμα από υλικό-αμμοχάλικο. πέτρες, βότσαλα- το οποίο κοστίζει 2 €/m<sup>2</sup>.

## 8. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Σύμφωνα με τα παραπάνω, για την κατασκευή μίας εξατμισοδεξαμενής 1.000 m<sup>2</sup> χρειάζονται περίπου 20.000 €.

Εικόνα 22: Εξατμισοδεξαμενές στην Κρήτη



Πηγή: <http://www.pharm.uoa.gr>

Τα πλεονεκτήματα που εμφανίζουν οι εξατμισοδεξαμενές είναι (Μιχελάκης, 2000):

- Η ευκολία κατασκευής και συντήρησης.
- Το σχετικά χαμηλό κόστος κατασκευής.
- Το χαμηλό κόστος λειτουργίας.
- Η υψηλή αποτελεσματικότητα τους.

Τα μειονεκτήματα που εμφανίζουν, οφείλονται στο ότι:

➤ Απαιτούν ειδικά αδιαπέραστα πετρώματα ή χρήση υλικών στεγανοποίησης, γιατί υπάρχει πιθανότητα διαρροής των υγρών αποβλήτων μέσω του χώματος στα υπόγεια ύδατα (Halbadakis et al., 2006).

➤ Δημιουργούν όχληση σε κατοικημένες περιοχές λόγω δυσσομίας, χρειάζεται απόσταση 1-2 km από οικισμό (Halbadakis et al., 2006).

➤ Απαιτούν σωστή διαχείριση (Μιχελάκης, 2000).

➤ Απαιτούν υπολογίσιμη έκταση (1 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> υγρών αποβλήτων) (Μιχελάκης, 2000).

➤ Απαιτούν σωστή μελέτη και κατασκευή (Μιχελάκης, 2000).

➤ Υπάρχει υψηλό κόστος μεταφοράς των αποβλήτων από τα ελαιοτριβεία στις εξατμισοδεξαμενές (Μιχελάκης, 2000).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το κόστος κατασκευής εξατμισοδεξαμενών για τις ανάγκες του Νομού είναι περίπου 6.600.000 €. Όπως φαίνεται, το κόστος κατασκευής είναι πολύ υψηλό και αβάστακτο για τα μικρής δυναμικότητας ελαιοτριβεία. Επίσης, τα ελαιουργεία επιβαρύνονται με το κόστος μεταφοράς του κασιόγαρου από τα ελαιοτριβεία στις εξατμισοδεξαμενές. Τέλος, οι εξατμισοδεξαμενές δεν αποτελούν ολοκληρωμένη λύση, αφού προκαλούν οχλήσεις στις περιοχές που είναι εγκατεστημένες και δεν εκμεταλλεύονται τα προϊόντα του κασιόγαρου, ο οποίος περιέχει πολλά ωφέλιμα συστατικά, όπως οι πολυφαινόλες, το νερό κλπ..

## 8.2.2 Μονόδρομες Θερμοχημικές διαδικασίες

Οι κύριες μονόδρομες θερμοχημικές διαδικασίες είναι η καύση και η πυρόλυση. Αυτές είναι οι πιο καταστροφικές τεχνικές οι οποίες εξαλείφουν οποιαδήποτε πιθανότητα περαιτέρω χρήσης των αποβλήτων των ελαιοτριβείων. Επιπλέον, η καύση και η πυρόλυση προκαλούν σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα που προέρχονται από την εκπομπή αέριων τοξικών ουσιών, καταναλώνουν μεγάλα ποσά ενέργειας, έχουν υψηλό κόστος κατασκευής των εγκαταστάσεων.

Η ανάπτυξη κατάλληλων τεχνολογιών, οι οποίες αποφεύγουν την παραγωγή μολύνσεων και άλλων προβλημάτων και παράλληλα μεγιστοποιούν την απόδοση της διαδικασίας, επιτρέπει τη βιώσιμη διάθεση των στερεών αποβλήτων.

### 8.2.2.1 Καύση

Η ολοκληρωμένη καύση είναι μία γρήγορη χημική αντίδραση όπου με παρουσία οξυγόνου παράγει διοξείδιο του άνθρακα, νερό και θερμότητα. Η καύση είναι μία μέθοδος ευρύτατα χρησιμοποιούμενη για τη διάθεση των αποβλήτων, αλλά το πρόβλημα με τα υγρά απόβλητα είναι ότι περιέχουν περίπου 80 με 83% νερό και επομένως δεν είναι δυνατόν να υπάρξει καύση χωρίς προηγουμένως να υπάρχει ξήρανση. Για το λόγο αυτό, η διαδικασία αυτή είναι πιο κατάλληλη για πολύ ισχυρά απόβλητα (υψηλή συγκέντρωση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων) έτσι ώστε να είναι βιώσιμη η καύση. Ένα ακόμη πρόβλημα είναι ότι η δημιουργία υγρών αποβλήτων από ελαιοτριβεία είναι εποχιακή, πράγμα που σημαίνει ότι αν ο καυστήρας είναι να λειτουργεί όλο το χρόνο απαιτούνται και άλλα καύσιμα (Halbadakis et al., 2006).

Ο Vitolo (1999) ερεύνησε την προοπτική της χρήσης της πυρήνας και των υπολειμμάτων του κασίγαρου ως καύσιμο. Δείγματα κασίγαρου χωρίστηκαν μέσω εξάτμισης σε υγρά διαλύματα (80-90% του αρχικού όγκου) και σε υπολείμματα τα οποία συγκέντρωναν το 98% της οργανικής ύλης. Οι δοκιμές των υπολειμμάτων σε συνδυασμό με την πυρήνα μέσω πυρόλυσης και καύσης έδειξαν ότι το μίγμα αυτών των δύο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη για την παροχή θερμότητας στη διαδικασία εξάτμισης των υγρών αποβλήτων. Η μέγιστη απόδοση θερμότητας εκτιμάται μεταξύ 2.000-3.000 kcal/kg. Από τη μία συμβάλλει στη μείωση της μόλυνσης και απ' την άλλη θα μπορούσε να είναι μία φτηνή εναλλακτική έναντι των συνηθισμένων καυσίμων που χρησιμοποιούνται για την εξάτμιση. Όμως λόγω της καύσης των ανόργανων αλάτων που περιέχονται στο μίγμα δημιουργούνται προβλήματα στις εγκαταστάσεις με αποτέλεσμα να υπολειτουργούν (Halbadakis et al., 2006).

Γενικότερα τα μειονεκτήματα της διαδικασίας της καύσης συνοψίζονται στα ακόλουθα (Halbadakis et al., 2006):

- Έχει μεγάλο ενεργειακό κόστος εξαιτίας της ανάγκης για εξάτμιση μεγάλων ποσοτήτων νερού.

- Απελευθερώνει τοξικές ουσίες στην ατμόσφαιρα υπό μορφή αερίων, που παράγονται κατά τη διαδικασία της καύσης.

- Τόσο το νερό όσο και η οργανική ύλη των υγρών αποβλήτων δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν.

- Επειδή η παραγωγή αποβλήτων είναι εποχιακή χρειάζονται επιπλέον καύσιμα ώστε να λειτουργεί ο καυστήρας τον υπόλοιπο χρόνο.

### 8.2.2.2 Πυρόλυση

Η πυρόλυση είναι η θερμική αποσύνθεση της οργανικής ύλης με απουσία οξυγόνου και χρησιμοποιείται κυρίως για την αποσύνθεση των συγκεντρωτικών διαλυμάτων των υγρών και στερεών αποβλήτων ελαιοτριβείων.

Ο Petarca L. (1997) μελέτησε την πυρόλυση των συγκεντρωτικών διαλυμάτων που προέρχονται από τη διαδικασία εξάτμισης των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων σε εργαστηριακές συνθήκες για να εντοπίσει την απόδοση και τις ιδιότητες των αερίων, του λαδιού και των ανθρακικών υπολειμμάτων που παράγονται, σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Κατά τη διάρκεια της καύσης των υγρών αποβλήτων τα ανόργανα άλατα που βρίσκονται στα συγκεντρωτικά διαλύματα (5-10% του βάρους τους) λιώνουν και ενσωματώνονται στις σωλήνες του βραστήρα καθιστώντας τον μη λειτουργικό. Αναπτύχθηκε μία διαδικασία, η οποία επιτρέπει την εκτέλεση της πυρόλυσης αποφεύγοντας τα τυπικά προβλήματα που σχετίζονται με το υψηλό ποσοστό αλάτων. Συγκεκριμένα το διάλυμα που έχει αναμειχθεί πρωτίτερα με πυρήνα διαχωρίζει μέσω της πυρόλυσης τα ανόργανα άλατα. Τα βαρέα οργανικά συστατικά που υπάρχουν αρχικά στα υγρά απόβλητα εξατμίζονται και απομένουν στον αντιδραστήρα αέρια καύσιμα, νερό και άλλα πτητικά προϊόντα. Από τη στιγμή που η θερμική διαδικασία αποσύνθεσης των συγκεντρωτικών διαλυμάτων είναι αυστηρά εξώθερμη, η θερμότητα που εκλύεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μείωση του COD του χρησιμοποιούμενου νερού σε τιμές συμβατές με τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς. Δοκιμές εξάτμισης και πυρόλυσης οι οποίες πραγματοποιούνται σε εργαστηριακές συνθήκες με μίγματα από πυρήνα και συγκεντρώσεις υγρών αποβλήτων και 50% νερού απέδειξαν την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας. Το κύριο παραπροϊόν αυτής της διαδικασίας εκκαθάρισης των υγρών αποβλήτων είναι ο ξυλάνθρακας, του οποίου η εμπορική αξία μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του κόστους της διαδικασίας εκκαθάρισης. Από την άλλη, η ολοκλήρωση της διαδικασίας εκκαθάρισης των υγρών αποβλήτων με την ανθρακοποίηση της στερεάς ύλης μπορεί να δώσει αξία σε αυτά τα παραπροϊόντα τα οποία σήμερα έχουν χάσει την αξία τους (Halbadakis et al., 2006).

### 8.3 Φυσικοχημικές μέθοδοι επεξεργασίας

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων περιλαμβάνει φυσικοχημικές μεθόδους όπως η χημική κατακρήμνιση (precipitation), η συσσωμάτωση (flocculation), η προσρόφηση (adsorption) και η χημική οξείδωση (chemical oxidation).

#### 8.3.1 Χημική κατακρήμνιση

Η απλή καθίζηση απομακρύνει τα σχετικά μεγάλα τεμάχια ύλης, που αιωρούνται στα υγρά απόβλητα, με βασική κινητήρια δύναμη το βάρος τους. Όσο όμως μικραίνει το μέγεθος των τεμαχίων, τόσο ελαττώνεται πολλαπλάσια ο ρυθμός της καθιζήσεως, γιατί η σχετική ταχύτητα είναι ανάλογη του τετραγώνου της διαμέτρου των μορίων. Για να βελτιωθεί επομένως η καθίζηση των λεπτών τεμαχίων, πρέπει να εξασφαλισθεί η συνένωσή τους και ο σχηματισμός μεγαλύτερων μορίων. Η προσπάθεια αυτή δυσχεραίνεται ή εξουδετερώνεται κυρίως από τις ηλεκτρικές απωστικές δυνάμεις, που ασκούνται μεταξύ των τεμαχίων της ύλης και εκδηλώνονται πολύ πιο έντονα στα μικρά τεμάχια, λόγω της μεγάλης ειδικής επιφάνειας και των κολλοειδών ιδιοτήτων, που παρουσιάζουν. Η αποσταθεροποίηση των κολλοειδών διαλυμάτων και η συνένωση των λεπτών τεμαχίων με τελικό στόχο την καλύτερη καθίζηση είναι ο βασικός σκοπός της χημικής κατακρημνίσεως ή ιζηματοποιήσεως (chemical precipitation) (Μαρκαντωνάτος, 1990).

##### 8.3.1.1 Θεωρία των κολλοειδών διαλυμάτων

Σαν κολλοειδή (διαλύματα) χαρακτηρίζονται τα υλικά (στερεά, υγρά ή αέρια), που έχουν διαχυθεί σε πολύ λεπτό καταμερισμό μέσα σ ένα μέσο, π.χ. νερό. Τα υλικά αυτά μπορεί να είναι συσσωματώματα ατόμων ή μορίων ή ανάμικτα τεμάχια, που είναι μεγαλύτερα από τα μεμονωμένα άτομα ή μόρια, αλλά πάντως πολύ μικρά, ώστε να παρουσιάζουν μεγάλη ειδική επιφάνεια και τις χαρακτηριστικές ιδιότητες, που σχετίζονται μ' αυτήν. Η κολλοειδής μορφή της ύλης χαρακτηρίζεται από το μεγάλο ανάπτυγμα επιφάνειας ανά μονάδα μάζας. Τα κολλοειδή είναι μία τάξη μεγαλύτερα από τα μόρια με μέγεθος 1-200 nm περίπου. Τα κολλοειδή, όπως και τα άλλα αιωρούμενα υλικά, προσελκύουν στην επιφάνειά τους (προσρόφηση) διάφορα ιόντα (π.χ. υδροξυλίου OH<sup>-</sup>), κατά τρόπο εκλεκτικό, με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται στην πράξη ομόσημα ηλεκτρισμένα με ένα δυναμικό πεδίο γύρω τους. Οι ηλεκτρικές απωστικές δυνάμεις, που ασκούνται μεταξύ των κολλοειδών τεμαχίων, εξουδετερώνουν τις ελκτικές δυνάμεις και συμβάλλουν στη σταθερότητα (έλλειψη τάσεως για συσσωμάτωση) των κολλοειδών διαλυμάτων.

Σε σχέση με το νερό υπάρχουν δύο τύποι κολλοειδών:

❖ Τα υδρόφιλα, που διασκορπίζονται εύκολα στη μάζα του νερού και η σταθερότητά τους εξαρτάται κυρίως από τη συγγένειά τους μ' αυτό και λιγότερο από τα μικρά ηλεκτρικά φορτία που έχουν.

❖ Τα υδρόφοβα, που δεν έχουν συγγένεια με το νερό και η σταθερότητά τους οφείλεται στις απωστικές ηλεκτρικές δυνάμεις (π.χ. οξείδια των μετάλλων με θετικό συνήθως φορτίο).

Όταν ένα τεμάχιο κολλοειδών φορτισθεί με ηλεκτρικά φορτία (π.χ. θετικά), τότε προσελκύονται και προσκολλώνται στην επιφάνειά του ιόντα με αντίθετο φορτίο, που σχηματίζουν ένα συμπαγές στρώμα. Γύρω από το συμπαγές αυτό στρώμα

σχηματίζεται ένα πιο χαλαρό, που αποτελείται από το σταθερό και το διάχυτο (διπλό στρώμα) και εκτείνεται μέχρι τα όρια επιδράσεως του δυναμικού πεδίου. Όταν το κολλοειδές βρεθεί σε ηλεκτρικό πεδίο, κινείται προς τον ετερόνυμο πόλο, παρασύροντας ένα νέφος ιόντων (Μαρκαντωνάτος, 1990).

### 8.3.1.2 Συνένωση των κολλοειδών

Για να γίνει συνένωση των κολλοειδών (aggregation) και γενικά των υλικών σε λεπτό καταμερισμό, πρέπει να αποσταθεροποιηθεί το διάλυμα με ελάττωση του ζ δυναμικού (δυναμικό επιφάνειας διατιμήσεως) ή να παρακαμφθούν τα αποτελέσματα της δράσεώς του (Μαρκαντωνάτος, 1990). Στη διαδικασία αποσταθεροποίησης των διαλυμάτων και συνενώσεως των λεπτών υλικών χρησιμοποιούνται κάποιες διεργασίες όπως φαίνονται παρακάτω.

### 8.3.1.3 Συσσωμάτωση

Συσσωμάτωση (coagulation) ονομάζεται η διεργασία κατά την οποία τα κολλοειδή και λεπτομερή γενικά αιωρούμενα υλικά ενός υγρού διαλύματος προετοιμάζονται με κατάλληλα μέσα για συνένωση. Πρακτικά η συσσωμάτωση είναι διεργασία αποσταθεροποίησης του σταθερού κολλοειδούς διαλύματος (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Οι παράγοντες που ευνοούν τη συσσωμάτωση είναι η βαθμίδα (gradient) ταχύτητας, ο χρόνος και το pH. Ο χρόνος και η ταχύτητα αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την κροκύνωση-συσσωμάτωση των σωματιδίων. Επιπλέον το pH είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην απομάκρυνση των κολλοειδών. Συχνά είναι απαραίτητη η προσθήκη ενός χημικού αντιδραστηρίου (πολυηλεκτρολύτη) που ονομάζεται κροκύνωτικό μέσο που προάγει τη συσσωμάτωση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, για την επεξεργασία των αποβλήτων σφαγείων, οι διαλυτές κολλοειδείς ουσίες αφαιρούνται με συνδυασμό συσσωμάτωσης-κροκύνωσης. Τα περισσότερα οργανικά συστατικά του κατσίγαρου είναι δύσκολο να κατακρημνιστούν, όπως τα σάκχαρα ή τα πτητικά οξέα. Είναι κατάλληλο μόνο για την αφαίρεση των υπόλοιπων ανασταλμένων στερεών μετά από τη βιολογική επεξεργασία (Halbadakis et al., 2006).

### 8.3.1.4 Κροκύνωση

Κροκύνωση (flocculation) ονομάζεται η συνένωση των αιωρούμενων υλικών και η δημιουργία μεγάλων σχηματισμών. Η κροκύνωση ακολουθεί τη συσσωμάτωση (Μαρκαντωνάτος, 1990). Η μείωση, που προκαλείται στα υγρά απόβλητα του ελαιοτριβείου, του COD δεν ξεπερνάει το 40% (Halbadakis et al., 2006).

### 8.3.1.5 Αποσταθεροποίηση

Η αποσταθεροποίηση (destabilization) των διαλυμάτων γίνεται με τρεις τρόπους.

Στην πρώτη περίπτωση προστίθενται συνήθως μεταλλικά οξείδια (θειικό αργίλιο, θειϊκός σίδηρος), που δίνουν πολυσθενή θετικά ιόντα και εξουδετερώνουν αμοιβαία τα αρνητικά φορτισμένα κολλοειδή, που υπάρχουν συνήθως στα απόβλητα (αμοιβαία συσσωμάτωση (mutual coagulation)) (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Στη δεύτερη περίπτωση η αύξηση της συγκέντρωσης του ηλεκτρολύτη προκαλεί ελάττωση της ζώνης επιρροής και του ζ-δυναμικού (ηλεκτροστατική

συσσωμάτωση). Έτσι π.χ. άλατα μονοσθενών ιόντων του NaCl ελαττώνουν την ακτίνα ενεργείας και διευκολύνουν την κροκύδωση (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Μια τρίτη περίπτωση είναι οι πολυηλεκτρολύτες που είναι φυσικοί ή συνθετικοί και διακρίνονται, με βάση το ηλεκτρικό φορτίο που έχουν, όταν διαλυθούν στο νερό σε ανιονικούς (αρνητικούς), κατιονικούς (θετικούς) και μη ιονικούς (ουδέτερους). Δημιουργούνται με πολυμερισμό οργανικών ουσιών είτε βιολογικής προελεύσεως (παράγωγα λευκώματος, κυτταρίνης κλπ.), είτε απλών μονομερών (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Η δράση των πολυηλεκτρολυτών μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις υποκατηγορίες:

➤ Ελάττωση των φορτίων των κολλοειδών (ενέργεια συσσωμάτωσης) με προσθήκη κατιονικών (+) πολυηλεκτρολυτών.

➤ Γεφύρωση των κολλοειδών με προσρόφηση κατά μήκος του πολυμερισμένου μορίου και αλληλοτύλιγμα των γεφυρωμένων κολλοειδών με δημιουργία τριδιάστατου συμπλέγματος, που συνεχώς μεγαλώνει, μέχρις ότου καθιζήσει (χρήση ανιονικών και μη ιονικών πολυηλεκτρολυτών).

➤ Συνδυασμός συσσωμάτωσης και γεφυρώσεως, που γίνεται με τη χρησιμοποίηση εξαιρετικά μεγάλου ατομικού βάρους κατιονικών (+) πολυηλεκτρολυτών, που εκτός από την ελάττωση του φορτίου, δημιουργούν παράλληλα και γεφυρώσεις.

Στη τέταρτη περίπτωση η προσθήκη ιόντων, που ελαττώνουν το δυναμικό, μπορεί να γίνει με ισχυρά οξέα ή βάσεις, που ελαττώνουν τα φορτία των μεταλλικών οξειδίων και υδροξειδίων σχεδόν στο μηδέν και διευκολύνεται έτσι η συσσωμάτωση (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Στη πέμπτη περίπτωση η σάρωση των αιωρούμενων λεπτών υλικών γίνεται από τα αδιάλυτα υδροξείδια των μετάλλων (π.χ. Al, Fe), που σχηματίζουν πηκτωματώδες ίζημα και καθώς καθιζάνουν αργά συμπαρασύρουν και τα αιωρούμενα τεμάχια (Μαρκαντωνάτος, 1990).

#### **8.3.1.6 Ανασταθεροποίηση**

Ένα αποσταθεροποιημένο κολλοειδές διάλυμα μπορεί να σταθεροποιηθεί ξανά είτε με διάσπαση των κροκιδών, λόγω παρατεταμένης και έντονης αναμίξεως, είτε εξαιτίας υπερκορεσμού με πολυηλεκτρολύτη, οπότε δημιουργείται έλλειψη επιφανειών επαφής (προσροφήσεως) για το σχηματισμό γεφυρώσεων (Μαρκαντωνάτος, 1990).

#### **8.3.1.7 Υλικά συσσωμάτωσης**

Για να γίνει η συσσωμάτωση και κροκύδωση των κολλοειδών διαλυμάτων χρησιμοποιούνται συνήθως ενώσεις του αργιλίου και σιδήρου καθώς και υδροξείδιο του ασβεστίου, θειικό οξύ και διοξείδιο του θείου (Μαρκαντωνάτος 1990). Ο ασβέστης είναι το πιο συνηθισμένο κροκιδωτικό υλικό και χρησιμοποιείται σε όλα τα ελαιοτριβεία της Μεσσηνίας. Η μείωση που προκαλείται στα οργανικά συστατικά κυμαίνεται από 40-50%, με μείωση του COD 50%, του BOD<sub>5</sub> 30% και απομάκρυνση του αρχικού χρώματος των αποβλήτων 50%. Το κύριο μειονέκτημα της χρήσης ασβέστη είναι οι μεγάλες ποσότητες λάσπης που παράγονται (Halbadakis et al., 2006).

### 8.3.2 Προσρόφηση

Η προσρόφηση (adsorption) είναι η φυσική σύνδεση αερίων ή διαλυμένων ουσιών στην επιφάνεια των στερεών, ιδιαίτερα σε πορώδη στερεά. Χρησιμοποιείται κυρίως ενεργός άνθρακας ως παράγοντας προσρόφησης. Ο ενεργός άνθρακας είναι ο πλέον κατάλληλος λόγω της ικανότητας του να καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια (500-1.500 m<sup>2</sup>/g) και της υψηλής απορροφητικής ικανότητάς του, αλλά δυστυχώς δεν μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί. Η προσρόφηση εφαρμόζεται στις ακόλουθες περιπτώσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων: εξάλειψη οσμών, χρώματος ή γεύσης, ανάκτηση διαλυτών, καθαρισμός υγρών αποβλήτων, απομάκρυνση τοξικών ουσιών από τα απόβλητα, όπως φυτοφάρμακα, φαινόλες κλπ (Halbadakis et al., 2006).

Ο ενεργός άργιλος είναι ένας εναλλακτικός παράγοντας προσρόφησης, χαμηλού κόστους, ο οποίος χρησιμοποιείται για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων. Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων περνάνε από κάποια προεπεξεργασία και στη συνέχεια υπόκεινται σε προσρόφηση με ενεργό άργιλο. Η αντίδραση των φαινολών, του pH και του COD, χρησιμοποιώντας διαφορετικές συγκεντρώσεις ενεργού αργίλου, έδειξαν σε ποιο σημείο επιτυγχάνεται η προσρόφηση. Η μέγιστη δυνατότητα προσρόφησης επετεύχθη σε λιγότερο από 4 h. Η μέγιστη απομάκρυνση φαινολών ήταν περίπου 81%, ενώ για την οργανική ύλη περίπου 71% (Halbadakis et al., 2006).

Τα πλεονεκτήματα της προσρόφησης είναι (Halbadakis et al., 2006):

- Μικρές απαιτούμενες διαστάσεις.
- Δε μολύνονται τα ύδατα.
- Δεν υπάρχει δυσοσμία.
- Χαμηλό κόστος.

Μεταξύ των μειονεκτημάτων διακρίνονται τα εξής (Halbadakis et al., 2006):

- Περιορισμένη δυνατότητα καθαρισμού των αποβλήτων.
- Λειτουργικό κόστος.
- Εξειδικευμένο προσωπικό.

### 8.3.3 Οξείδωση/Αναγωγή και Αποτοξικοποίηση

Μια μεγάλη ποικιλία συστατικών των αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων τοξικών ουσιών, μπορεί να καταστραφεί ή να αποτοξικοποιηθεί μέσω οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων. Η χημική οξείδωση χρησιμοποιεί οξειδωτικά μέσα όπως το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ή το χλώριο για να μειωθεί το COD και BOD<sub>5</sub> και για να απομακρυνθεί τόσο το οργανικό όσο και το οξειδούμενο ανόργανο ρυπαντικό φορτίο. Η διαδικασία οξείδωσης ενισχύεται όταν εφαρμόζονται τα οξειδωτικά μέσα σε συνδυασμό με υπερϊώδη ακτινοβολία. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σπάνια για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων, λόγω των μεγάλων ποσοτήτων οξειδωτικών μέσων που χρειάζονται για την επεξεργασία του υψηλού οργανικού φορτίου των αποβλήτων. Ανάλογα με το μέσο που χρησιμοποιείται για τη χημική οξείδωση η μέγιστη μείωση των οργανικών συστατικών μπορεί να φτάσει περίπου το 50%, η μείωση της τοξικότητας το 80% και η μείωση του αρχικού χρώματος των αποβλήτων το 75%. Μετά την οξείδωση, οι χημικές ουσίες παραμένουν στην υδατική φάση και είναι αδύνατο να επεξεργαστούν περαιτέρω βιολογικά (Halbadakis et al., 2006).



### 8.3.3.1 Ηλεκτροχημική οξείδωση

Η ηλεκτροχημική οξείδωση των οργανικών ρύπων που βρίσκονται στον κατσίγαρο είναι μια διαδικασία για τις ουσίες οι οποίες είναι δύσκολες στη βιολογική αποσύνθεση. Οι ηλεκτροξειδωτικές διαδικασίες για την οξείδωση των δύσκολα βιοδιασπώμενων οργανικών ουσιών μελετώνται εκτενώς από την αρχή της δεκαετίας του '80. Οι ηλεκτροχημικές διαδικασίες έχουν επιτυχώς εφαρμοστεί στον καθαρισμό διάφορων βιομηχανικών υγρών απόβλητων. Η ανταγωνιστικότητά τους ενάντια σε άλλες διαδικασίες (χημικές ή φωτοχημικές) εξαρτάται κυρίως από το υλικό ηλεκτροδίων και από τον τύπο της ηλεκτρολυτικής μονάδας που χρησιμοποιείται (με ή χωρίς μεμβράνη, με ή χωρίς ανακύκλωση) (Halbadakis et al., 2006).

Μια ηλεκτροχημική διαδικασία οξείδωσης περιγράφεται από το Vigo F. et al, βασισμένη στη δράση του άμεσου ρεύματος στα οργανικά συστατικά, με το προστιθέμενο χλωριούχο νάτριο (NaCl) και την πυκνότητα ρεύματος 1-4 A/cm<sup>3</sup>. Υπό τους βέλτιστους όρους, με 10 g NaCl/1,2-6 V και 3000 W, περισσότερο από 95% των οργανικών ουσιών καταστράφηκαν (μείωση COD από 20.000 σε 500 mg/L). Για ένα ελαιοτριβείο που παράγει 4 m<sup>3</sup> κατσίγαρο/ημέρα, η ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται πρέπει να είναι περίπου 40 kW και νερό 80 m<sup>3</sup>/ημέρα (Halbadakis et al., 2006).

Η ηλεκτρολυτική διαδικασία παρουσία NaCl οδηγεί σε μερική οξείδωση των φυτοτοξικών και βιοτοξικών ενώσεων και έχει υψηλές απαιτήσεις ενέργειας. Το τελικό προϊόν είναι ακατάλληλο για άρδευση (Halbadakis et al., 2006).

Οι Israilides et al. προσπάθησαν να αντιμετωπίσουν τον κατσίγαρο με τη χρήση μιας ηλεκτροχημικής μεθόδου που χρησιμοποιεί Ti/Pt ως θετικό ηλεκτρόδιο και το ανοξειδωτό 304 ως αρνητικό ηλεκτρόδιο. Η συσκευή έχει τα ακόλουθα συστατικά:

- ηλεκτρολυτική μονάδα
- αντιδραστήρας επανακυκλοφορίας
- εισαγωγή κατσίγαρου
- έλεγχος pH, και
- σύστημα ψύξης.

Σε αυτήν την τεχνική, το NaCl 4% (w/v) προστέθηκε ως ηλεκτρολύτης στον κατσίγαρο και το μίγμα πέρασε μέσω της ηλεκτρολυτικής μονάδας. Λόγω της ισχυρής οξειδωτικής δυνατότητας των χημικών ουσιών (χλώριο, οξυγόνο, ρίζες υδροξυλίου και άλλα οξειδωτικά) οι οργανικοί ρύποι οξειδώθηκαν σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Ένας μεγάλος αριθμός πειραμάτων πραγματοποιήθηκε σε βιοαντιδραστήρα εργαστηριακής κλίμακας, όπου διερευνήθηκε η μείωση του ολικού χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (total COD), του ολικού οργανικού άνθρακα (TOC), των πτητικών αιωρούμενων στερεών (VSS) και των φαινολικών ενώσεων. Έπειτα από 10 h ηλεκτρόλυσης παρατηρήθηκε απομάκρυνση 93% για το COD, 80,4% για το TOC, 98,7% μείωση των VSS και 99,4% απομάκρυνση των φαινολικών. Η ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε ως 12,3 kWh/kg COD που απομακρύνεται για περίοδο ηλεκτρόλυσης ίση με 10 h. Στηριζόμενοι λοιπόν σε αυτά τα αποτελέσματα μπορούμε να πούμε ότι η ηλεκτρόλυση του κατσίγαρου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ένα στάδιο προεπεξεργασίας ακολουθούμενο από χημική επεξεργασία ή κάποια άλλη μέθοδο οξείδωσης, η οποία θα χρησιμοποιηθεί για αποτοξικοποίηση και μεταλλοποίηση του (Halbadakis et al., 2006).

Σύμφωνα με τους Polcago et al. η ηλεκτροχημική οξείδωση παρουσία NaCl είχε σαν αποτέλεσμα την οξείδωση των φαινολικών ενώσεων γρηγορότερα από αυτή των βιοδιασπώμενων ουσιών. Όταν οι φαινολικές ενώσεις αφαιρούνται εντελώς η

τοξικότητα του κατσίγαρου είναι πολύ χαμηλή και το αρχικό σκοτεινό χρώμα του σχεδόν εξαφανίζεται (Halbadakis et al., 2006).

Σύμφωνα με τους Longhi et al. ελέγχθηκε η δυνατότητα οξείδωσης των φαινολών και πολυφαινολών σε ανοδικό ηλεκτρόδιο  $PbO_2$ . Παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης των φαινολικών σε επίπεδο μη παρεμποδιστικό για περαιτέρω βιολογική επεξεργασία. Συνεπώς, η ηλεκτροχημική αυτή μέθοδος ήταν ένα επιτυχημένο βήμα προεπεξεργασίας για να εφαρμοστεί πριν την παραδοσιακή βιολογική επεξεργασία (Halbadakis et al., 2006).

Τα μειονεκτήματα της ηλεκτροχημικής οξείδωσης του κατσίγαρου συνοψίζονται ως εξής:

- Υψηλό ενεργειακό κόστος.
- Πιθανός σχηματισμός τοξικών ουσιών που χρειάζεται να αφαιρεθούν από τον κατσίγαρο πριν από τη διάθεσή του.

- Μετέπειτα επεξεργασία για να αφαιρεθεί το ηλεκτρολυτικό αλάτι που χρησιμοποιείται για υψηλές συγκεντρώσεις. Αντιθέτως, η αλατότητα των επεξεργασμένων αποβλήτων δεν είναι πρόβλημα, εάν πρόκειται να διατεθεί στο νερό της θάλασσας.

- Απαιτείται ειδικευμένο προσωπικό.

Επομένως, η ηλεκτροχημική οξείδωση, αν και αποτελεσματική, δεν φαίνεται να είναι εφικτή, εκτός εάν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως προεπεξεργασία για την αποτοξικοποίηση (Halbadakis et al., 2006).

#### 8.4 Βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας

Οι οργανικές ουσίες, που παραμένουν μετά την πρωτοβάθμια καθίζηση στα λύματα, βρίσκονται σε λεπτό καταμερισμό ή είναι διαλυμένες. Για να διευκολυνθεί η αποδόμηση και απομάκρυνσή τους, δημιουργούνται κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη σαπροφυτικών οργανισμών, που χρησιμοποιούν μεταξύ άλλων το οργανικό υπόστρωμα των λυμάτων για σύνθεση νέων κυττάρων και παραγωγή της απαραίτητης ενέργειας. Οι σχετικές χημικές διεργασίες διευκολύνονται και επιταχύνονται με την έκκριση από τους οργανισμούς διαφόρων ενζύμων μέσα ή και έξω από το κύτταρο (ένδο ή έξω ένζυμα), που δρουν καταλυτικά και εξασφαλίζουν τη διάσπαση και μεταβολισμό των ουσιών. Στην πράξη εφαρμόζεται κατά κανόνα η αερόβια βιοαποδόμηση, αλλά σε ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιείται κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες και η αναερόβια διαδικασία (χώνευση λάσπης κλπ.) (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Οι βιολογικές διαδικασίες βασίζονται στην ικανότητα των μικροοργανισμών να βιοδιασπούν τα χημικά στοιχεία που υπάρχουν στον κατσίγαρο. Ο ακριβής τύπος των μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται βασίζεται στη μέθοδο βιολογικής επεξεργασίας που ακολουθείται, αναερόβια ή αερόβια. Η αναερόβια διαδικασία χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση οργανικού φορτίου υψηλής συγκέντρωσης, ενώ η αερόβια χρησιμοποιείται για χαμηλότερων συγκεντρώσεων οργανικού φορτίου (Halbadakis et al., 2006).

#### 8.4.1 Ρυθμός βιοαποδομήσεως

Στην αερόβια βιοαποδόμηση ελευθερώνεται σημαντική ποσότητα ενέργειας ανά μονάδα υποστρώματος από τη μετατροπή του οργανικού άνθρακα, με αποτέλεσμα να προωθείται η σύνθεση κυτταρικού υλικού και η ανάπτυξη πολυάριθμων μικροοργανισμών, που επιταχύνουν το ρυθμό της βιοαποδομήσεως. Αντίθετα στην αναερόβια αποδόμηση ελευθερώνεται λίγη ενέργεια ανά μονάδα υποστρώματος εξαιτίας της μερικής μόνο αποδομήσεως των οργανικών ουσιών, λόγω ελλείψεως δεκτών υδρογόνου. Σημαντική ποσότητα ενέργειας παραμένει στα τελικά προϊόντα (π.χ. μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ )), με αποτέλεσμα ο ρυθμός της βιοαποδομήσεως να επιταχύνεται. Τέλος στην αυτότροφη ανάπτυξη σημαντική ποσότητα ενέργειας καταναλώνεται για τη διάσπαση του  $\text{CO}_2$  και χρησιμοποίηση του άνθρακα (C) στη σύνθεση του κυτταρικού υλικού, με αποτέλεσμα την ελαττωμένη ανάπτυξη οργανισμών (Μαρκαντωνάτος, 1990).

#### 8.4.2 Είδη βιολογικών επεξεργασιών

Οι βιολογικές επεξεργασίες, που αποτελούν τη συνηθέστερη μορφή του δευτεροβάθμιου καθαρισμού για τα αστικά και τα παρόμοια λύματα, στηρίζονται, όπως αναφέρθηκε, στη βιοχημική αποδόμηση και μετατροπή των πολύ λεπτών και διαλυμένων οργανικών ουσιών σε συσσωματώματα, που αφαιρούνται στη συνέχεια με καθίζηση (δευτεροβάθμια). Οι επεξεργασίες αυτές εφαρμόζονται συνήθως στις συμβατικές εγκαταστάσεις ύστερα από πρωτοβάθμιο καθαρισμό, που απομακρύνει τα σχετικά χοντρά υλικά, ενώ η βιολογική επεξεργασία αφαιρεί τις οργανικές ουσίες, που είναι διαλυμένες, κολλοειδείς ή σε πολύ λεπτή μορφή.

Οι βιολογικές επεξεργασίες διακρίνονται ανάλογα με τους μικροοργανισμούς, που είναι υπεύθυνοι για τη διάσπαση και σταθεροποίηση των οργανικών ουσιών, σε αερόβιες, αναερόβιες και αερόβιες-αναερόβιες. Στην αερόβια επεξεργασία η σταθεροποίηση γίνεται από αερόβιους και επαμφοτερίζοντες μικροοργανισμούς, στην αναερόβια από αναερόβιους και επαμφοτερίζοντες, ενώ στην αερόβια-αναερόβια λαβαίνουν μέρος και τα τρία είδη των οργανισμών (Μαρκαντωνάτος, 1990).

##### 8.4.2.1 Αερόβια επεξεργασία

Η αερόβια επεξεργασία, που γίνεται με παρουσία στοιχειακού οξυγόνου, είναι πολύ ταχύτερη από την αναερόβια με κύρια τελικά προϊόντα  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  και  $\text{NO}_3$  και με ορισμένα μη διασπάσιμα οργανικά υλικά, καθώς και με υπολειμματικό (οργανικό) κυτταρικό υλικό. Η επεξεργασία αυτή εφαρμόζεται κυρίως στο σύστημα του χαλικοδιυλιστηρίου, τη μέθοδο της δραστικής λάσπης, τις αερόβιες ή αεριζόμενες δεξαμενές σταθεροποίησης, καθώς και σε πολλές άλλες παρεμφερείς μονάδες. Η συμβατική μέθοδος της δραστικής λάσπης χρησιμοποιείται κατά κανόνα στις μεγάλες πόλεις, το χαλικοδιυλιστήριο σε μικρότερες πόλεις και συχνά για πολύ πυκνά βιομηχανικά απόβλητα, ενώ οι αερόβιες δεξαμενές σταθεροποίησης χρησιμοποιούνται σε μικρές πόλεις ή άλλες μικρές εγκαταστάσεις, εφόσον υπάρχει διαθέσιμη αρκετή εδαφική έκταση (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Τα παραδοσιακά αερόβια συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων από ελαιοτριβεία δεν έχουν επαρκή αποτελέσματα, επειδή ο κατσίγαρος περιέχει φαινόλες, οι οποίες είναι ανασταλτικά ένζυμα και εμποδίζουν την ανάπτυξη των

αερόβιων βακτηρίων. Εκτός από τις πολυφαινόλες, το κάλιο θα μπορούσε επίσης να εμποδίσει την αερόβια επεξεργασία (Halbadakis et al., 2006).

Επιπλέον, η αερόβια επεξεργασία έχει τα ακόλουθα μειονεκτήματα (Halbadakis et al., 2006):

➤ Τα φίλτρα στα οποία προσκολλώνται τα βακτήρια καταλαμβάνουν πολύ χώρο και τείνουν να προκαλούν δυσοσμία και έντομα. Επιπλέον, λόγω της εποχιακής παραγωγής των υγρών αποβλήτων από ελαιοτριβεία και της αργής ανάπτυξης των μικροοργανισμών, οι διαδικασίες αυτές είναι λιγότερο προτιμητέες για την επεξεργασία του κασίγαρου.

➤ Οι διαδικασίες ενεργής ύλης παράγουν μεγάλα ποσά βιοστερεών τα οποία απαιτούν προσεκτικό έλεγχο.

➤ Οι βιολογικοί δίσκοι (rotating biological contactors) είναι πιο ανθεκτικοί και πλήρεις αλλά είναι πιο ακριβοί και επιρρεπείς σε μηχανικά προβλήματα.

➤ Οι αντιδραστήρες που περιλαμβάνουν συνδυασμένα δίκτυα αποδίδουν καλύτερα στα χαμηλά φορτία, αλλά βουλώνουν εύκολα από τη βιομάζα που δημιουργείται.

Γενικότερα, οι αερόβιες βιολογικές διαδικασίες είναι λιγότερο ελκυστικές για τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων από ελαιοτριβεία γιατί απαιτούν (Halbadakis et al., 2006):

- ❖ Μεγάλα ποσά ενέργειας.
- ❖ Υψηλά ποσοστά θρεπτικών ουσιών (ώστε να φτάσουν την αναλογία BOD<sub>5</sub>: N: P = 100: 5:1 από BOD<sub>5</sub>: N: P = 100: 1: 0,5).
- ❖ Πολύ υψηλή παραγωγή δευτερογενούς λάσπης η οποία πρέπει να απορριφθεί.
- ❖ Υψηλό κόστος κεφαλαίου

#### 8.4.2.2 Αναερόβια επεξεργασία

Κατά την αναερόβια επεξεργασία η αποδόμηση των οργανικών ουσιών γίνεται με απουσία στοιχειακού οξυγόνου. Πραγματοποιείται από βακτήρια που δεν χρειάζονται οξυγόνο για την αποικοδόμηση των οργανικών ενώσεων από τα υγρά απόβλητα. Η αναερόβια επεξεργασία γίνεται όμως με βραδύτερο ρυθμό, ο χρόνος συγκρατήσεως είναι συνήθως 10-30 ημέρες ή και περισσότερο (Μαρκαντωνάτος, 1990), επειδή αυτοί οι μικροοργανισμοί έχουν χαμηλότερη μεταβολική δραστηριότητα αποικοδόμησης από ότι οι αερόβιοι, με αποτέλεσμα η αναερόβια επεξεργασία να είναι πιο ευαίσθητη από την αερόβια. Η αναερόβια επεξεργασία των αποβλήτων εφαρμόζεται όλο και περισσότερο επειδή επιτρέπει την ανάκτηση σημαντικής ποσότητας μεθανίου για χρήση ως πηγή ενέργειας (Halbadakis et al., 2006).

Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων είναι κατάλληλα για αναερόβια επεξεργασία, επειδή το ρυπαντικό φορτίο αποτελείται από οργανικές και διαλυτές ενώσεις, όπως σάκχαρα, πηκτίνη, κλπ. Όμως, η παραγωγή μεθανίου συχνά παρεμποδίζεται στη βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων σε COD και BOD<sub>5</sub> (πάνω από 7 g/L), της έλλειψης αζώτου και φωσφόρου και της παρουσίας πολυφαινολών και λιπαρών οξέων στα υγρά απόβλητα τα οποία προκαλούν αστάθεια στο μεταβολισμό των μικροοργανισμών και συμβάλλουν στη συσσώρευση πτητικών λιπαρών οξέων (<http://www.nea.gr>).

Η διαδικασία της αποδομήσεως των οργανικών ουσιών γίνεται κυρίως σε δύο στάδια από ξεχωριστές ομάδες μικροοργανισμών. Στο πρώτο στάδιο γίνεται

υδρόλυση και ζύμωση των σύνθετων οργανικών ενώσεων με παραγωγή απλών οργανικών οξέων από επαμφοτερίζοντα και αναερόβια βακτήρια (οξεοπαραγωγή). Στο δεύτερο στάδιο μετατρέπονται τα οργανικά οξέα σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα από αναερόβια βακτήρια (μεθανοπαραγωγή).

Παράλληλα πολλές άλλες ομάδες αναερόβιων βακτηρίων παράγουν άλλες αναγωγικές ενώσεις ( $H_2S$ ,  $NH_3$ , κλπ.).

Για να εξασφαλισθεί η αποδοτική λειτουργία του συστήματος, πρέπει και οι δύο βασικές ομάδες βακτηρίων να βρίσκονται σε κατάσταση δυναμικής ισορροπίας. Αυτό προϋποθέτει στον αντιδραστήρα (Μαρκαντωνάτος, 1990):

- ❖ Απουσία διαλυμένου οξυγόνου.
- ❖ Έλλειψη απαγορευτικών συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων ή άλλων ουσιών.
- ❖ pH από 6,6-7,6, με αρκετή αλκαλικότητα, ώστε το σύστημα να μην πέσει κάτω από 6,2 (όριο δράσεως των μεθανοβακτηρίων).
- ❖ Επάρκεια θρεπτικών υλικών (N, P κλπ.).
- ❖ Κατάλληλη θερμοκρασία (μεσόφιλα  $30^{\circ}$ - $38^{\circ}$  C, θερμοφιλα  $49^{\circ}$ - $57^{\circ}$  C).

Οι περισσότερες έρευνες για την επεξεργασία κασιόγαρου με αναερόβιες διαδικασίες έχουν γίνει σε εργαστήρια και όχι σε κλίμακα εργοστασίου. Για να πραγματοποιηθούν αυτές οι έρευνες σε μεγάλη κλίμακα χρειάζονται κάποιες προϋποθέσεις, οι οποίες είναι (Halbadakis et al., 2006):

- Αρχικά εμβολιάζονται μεγάλες ποσότητες μικροοργανισμών με στόχο τη δημιουργία αποικιών.
- Τα αιωρούμενα στερεά που υπάρχουν στα υγρά απόβλητα πρέπει να φιλτράρονται χρησιμοποιώντας με μικρότερους πόρους.
- Τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα μπορούν να διατεθούν στο χώμα χωρίς περαιτέρω επεξεργασία και σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις απ' ότι τα μη επεξεργασμένα. Αυτό θα ήταν δυνατόν λόγω του χαμηλότερου ποσοστού φαινολών.
- Τα ελαιοτριβεία πρέπει να έχουν τις εγκαταστάσεις τους σε κλιματικές περιοχές οι οποίες είναι ευνοϊκές, αποφεύγοντας κίνδυνο παγετού.

Η αναερόβια επεξεργασία ως μοναδική διαδικασία δεν είναι κατάλληλη για τα ελαιοτριβεία δύο φάσεων εξαιτίας της χαμηλής περιεκτικότητας σε νερό σε σχέση με τα ελαιοτριβεία κλασσικού τύπου και τριών φάσεων. Επιπλέον, η αναερόβια διαδικασία απαιτεί περαιτέρω μέτρα επεξεργασίας, τα οποία οδηγούν σε επιπλέον κόστη. Ένα ακόμη πρόβλημα είναι το κλείσιμο του εργοστασίου για μεγάλη χρονική περίοδο, λόγω της εποχιακής λειτουργίας των ελαιοτριβείων, και ο χρόνος προετοιμασίας που χρειάζεται για την επαναλειτουργία του. Αυτός ήταν και ο λόγος που έκλεισαν τέτοιου είδους εργοστάσια στην Ελλάδα (Halbadakis et al., 2006).

### 8.4.2.3 Αερόβια - αναερόβια επεξεργασία

Η μικτή αυτή επεξεργασία γίνεται συνήθως σε δεξαμενές σταθεροποιήσεως με αρκετό βάθος, όπου στο ανώτερο στρώμα διατηρούνται αερόβιες συνθήκες με οξυγόνο από την ατμόσφαιρα ή με παραγόμενο από τα φύκη με το μηχανισμό της φωτοσυνθέσεως, ενώ στο κατώτερο στρώμα, που δεν διεισδύει αρκετό φως, επικρατούν αναερόβιες συνθήκες (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Για να ενισχυθεί η αναερόβια επεξεργασία του κατσίγαρου, χρειάζεται μια αερόβια προεπεξεργασία η οποία ευνοεί τη μείωση των φαινολικών συστατικών και τοξικών ουσιών που υπάρχουν στα υγρά απόβλητα. Η προκαταρκτική αερόβια διαδικασία με συγκεκριμένους μικροοργανισμούς θα μειώσει το χρόνο που χρειάζεται η αναερόβια διαδικασία. Επίσης, θα αυξηθεί σημαντικά η παραγωγή μεθανίου αν γίνει αερόβια ζύμωση με τους μικροοργανισμούς *A. niger* ή με *G. Candidum*. Αν ο κατσίγαρος έχει αναμειχθεί και ζυμωθεί με *A. Chroococccum* το COD με την αναερόβια διαδικασία θα μειωθεί περισσότερο από 73% (Halbadakis et al., 2006).

Ο Borja-Padilla R. et al. (1995β-δ, 1998β) μελέτησαν τα αποτελέσματα της αερόβιας προεπεξεργασίας του κατσίγαρου, χρησιμοποιώντας τρεις διαφορετικούς μικροοργανισμούς (*A. Terreus*, *A. Chroococccum* και *G. Candidum*), στην αναερόβια μετέπειτα επεξεργασία. Η αναερόβια διαδικασία πραγματοποιείται σε ένα βιοαντιδραστήρα ο οποίος περιλαμβάνει μικροοργανισμούς οι οποίοι βοηθούν στο διαχωρισμό της βιομάζας κατά τη διαδικασία της καθίζησης. Τα αποτελέσματα των τριών διαφορετικών μικροοργανισμών, όσον αφορά τη μείωση του COD, είναι 63-75%, 65-95%, και 59-87% αντίστοιχα (Halbadakis et al., 2006).

Σύμφωνα με τους παραπάνω τρόπους αερόβιας προεπεξεργασίας το COD δε καταφέρθηκε να μειωθεί τελείως. Επιπλέον, υπάρχουν και κάποια άλλα σημαντικά προβλήματα όπως η ανάγκη για βελτιστοποίηση του τρόπου ανάπτυξης των μικροοργανισμών και η διάθεση μεγάλης ποσότητας βιομάζας που απαιτείται (Halbadakis et al., 2006).

### 8.4.3 Μέθοδος Ενεργού ιλύος

Η μέθοδος της ενεργού ιλύος (activated sludge) αναπτύχθηκε από τους Ardern και Lockett στο Μάντσεστερ της Αγγλίας το 1914 και η ονομασία της προήλθε από την παραγωγή δραστικής λάσπης με μικροοργανισμούς η οποία έχει την ικανότητα να διασπά αερόβια το οργανικό φορτίο των αποβλήτων (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Τα υγρά απόβλητα οδηγούνται μετά από τη συνήθως πρωτοβάθμια καθίζηση σε δεξαμενή στην οποία υποβάλλονται σε αερόβια διάσπαση του οργανικού φορτίου με τη συνεχή παροχή αέρα είτε με αεραντλίες είτε με μηχανική επιφανειακή ανάδευση (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Το περιεχόμενο της δεξαμενής, το οποίο ονομάζεται μικτό υγρό (mixed liquor), εμπλουτίζεται με τη δράση βακτηρίων με βιολογικές κροκύδες που αποτελούν το δραστικό πυρήνα προσρόφησης, αφομοίωσης και αποδόμησης των οργανικών ουσιών. Οι κροκύδες πρέπει να διατηρούνται πάντα σε αιώρηση μέσα στη δεξαμενή, η οποία πραγματοποιείται με τη βοήθεια φυσαλίδων αέρα ή της ανάμειξης και στη συνέχεια διαχωρίζονται και απομακρύνονται από το μικτό υγρό στη δεξαμενή καθίζησης, που ακολουθεί τη βιολογική επεξεργασία (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται αποκλειστικά η μέθοδος αυτή για αστικά λύματα οικισμών μεσαίου ή μεγάλου μεγέθους (Κούγκολος, 2007).

Τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων που περιέχουν μεγάλες ποσότητες οργανικών ουσιών και μη αποικοδομήσιμων ουσιών δε μπορούν να επεξεργαστούν σε βιολογικά εργοστάσια. Ωστόσο, η βιολογική αποσύνθεση των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος μπορεί να επιτευχθεί, εάν τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων αναμειχθούν προηγούμενα καταλλήλως με άλλα βιοδιασπώμενα απόβλητα π.χ. αστικά λύματα. Μετά από μία τέτοια ανάμειξη, οι βιοτοξικές ουσίες που περιλαμβάνονται στα απόβλητα των ελαιοτριβείων είναι πλέον σε χαμηλές συγκεντρώσεις και ανίκανα να απενεργοποιήσουν τη βακτηριακή πανίδα η οποία ελέγχει τη διαδικασία βιοαποικοδόμησης.

Η αερόβια συνεπεξεργασία των αποβλήτων ελαιοτριβείων με αστικά λύματα δοκιμάστηκε σε πιλοτικό αντιδραστήρα, έχοντας τα εξής αποτελέσματα (Κούγκολος, 2007):

- Η συνεπεξεργασία είναι δυνατή μετά από αραιώση, τουλάχιστον 1:25, και μέχρι πολύ υψηλό βαθμό αραιώσης σε εγκαταστάσεις παρατεταμένου αερισμού.

- Απαιτείται τουλάχιστον 1:100 αραιώση του κασίγαρου για αποφυγή προβλημάτων χρώματος.

- Το ρυπαντικό φορτίο  $1 \text{ m}^3$  αποβλήτων ελαιοτριβείου ισοδυναμεί με το ημερήσιο ρυπαντικό φορτίο 1.000 περίπου ανθρώπων.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία διαπιστώνεται ότι για τη συνεπεξεργασία με ένα μόνο ελαιοτριβείο μέσης δυναμικότητας χρειάζεται η εγκατάσταση του βιολογικού σταθμού να έχει σχεδιαστεί για να δέχεται επιπλέον οργανικό φορτίο περίπου 15.000 με 20.000 κατοίκων ανά ημέρα κατά τη διάρκεια της ελαιοκομικής περιόδου (Κούγκολος, 2007).

Η χρήση αυτής της τεχνικής για τη διάθεση των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων απαιτεί ένα μεγάλο αριθμό εγκαταστάσεων σε περιοχές με λίγες κατοικίες. Δυστυχώς, στις περιοχές αυτές η παραγωγή αστικών λυμάτων είναι μικρή και συνεπώς ανεπαρκής για να τροφοδοτήσει τέτοιες εγκαταστάσεις. Για το λόγο αυτό η λύση αυτή είναι μερική και περιορίζεται σε μεμονωμένες ευνοϊκές περιπτώσεις. Αλλά ακόμα και σε αυτές τις περιπτώσεις, τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων πρέπει να μεταφερθούν σε αυτές τις εγκαταστάσεις, με αυξημένο κόστος (Halbadakis et al., 2006). Τέλος, για να πραγματοποιηθεί η συνεπεξεργασία

με αστικά απόβλητα πρέπει να έχει προβλεφθεί κατά το σχεδιασμό του βιολογικού σταθμού (Κούγκολος, 2007).

### 8.4.4 Βιολιπασματοποίηση

Σκοπός της μεθόδου ήταν η παραγωγή λιπάσματος και βελτιωτικού εδάφους από τον κασίγαρο έχοντας υπόψη την ανάγκη που υπάρχει για βελτίωση και εμπλουτισμό των εδαφών της χώρας μας με οργανική ουσία, τις απαιτήσεις των φυτών σε θρεπτικά συστατικά και τις δυνατότητες των μικροοργανισμών του εδάφους.

Οι Balis & al. (1996) και Piperidou & al. (2000) απέδειξαν ότι ο κασίγαρος υπό αερόβιες συνθήκες εμπλουτισμού ευνοούσε την εκλεκτική επικράτηση αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων του γένους *Azotobacter* (Halbadakis et al., 2006).

Η μεθοδολογία περιλαμβάνει δυο στάδια. Στο πρώτο τα υγρά απόβλητα υποβάλλονται σε κατεργασία εξουδετέρωσης της οξύτητας τους με CaO. Στο δεύτερο στάδιο το προκατεργασμένο ρευστό υφίσταται βιοεπεξεργασία εμβολίου με το κατάλληλο στέλεχος *Azotobacter* και συγχρόνως αερισμό, για χρόνο 3-5 ημέρες.

Μετά την βιοεπεξεργασία ο κασίγαρος έχει μετατραπεί σε ένα παχύρρευστο, καστανοκίτρινο υγρό με pH 7,5-8,0, πλούσιο σε αζωτοδεσμευτικούς πληθυσμούς κατάλληλο για την βελτίωση του εδάφους (Halbadakis et al., 2006).

Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε πιλοτικά στην Καλαμάτα αλλά για μικρό χρονικό διάστημα χωρίς σημαντικά αποτελέσματα.

### 8.4.5 Κομποστοποίηση

Ο όρος κομποστοποίηση (composting) αναφέρεται στη βιολογική οξειδωτική διαδικασία αποικοδομήσεως και σταθεροποίησης οργανικών υλικών υπό συνθήκες που οδηγούν στην ανάπτυξη θερμοκρασιών άνω των 45° C. Το τελικό προϊόν πρέπει να είναι αρκετά σταθερό για αποθήκευση και εφαρμογή στο έδαφος χωρίς να έχει ανεπιθύμητες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Οι Γεωργακάκης και Χριστοπούλου (2003) και Roig et al. (2001) δοκίμασαν την ανάμιξη του κασίγαρου με αγροτικά, δασικά, ανθρώπινα υπολείμματα ή με εκχυλισμένο ελαιοπυρήνα (πυρηνόξυλο) (Halbadakis et al., 2006).

Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων περιέχουν κατά μέσο όρο 6% οργανικά συστατικά και 0,4% μεταλλικά άλατα. Για την αποικοδόμηση των οργανικών υλικών χρειάζεται η προσθήκη κάποιου υλικού με υψηλή απορροφητική ικανότητα.

Μία από τις έρευνες που έγιναν για την κομποστοποίηση του κασίγαρου ήταν η ανάμιξη του με άχυρα σιταριού. Ο Tomati U et al. (1995) χρησιμοποίησαν ψιλοκομμένα άχυρα σιταριού και ουρία για να κομποστοποιήσουν τα υγρά απόβλητα. Η ουρία προστέθηκε για να εξασφαλιστεί μία αναλογία C/N περίπου 35. Μία γρήγορη αύξηση μικροοργανισμών και βιοαντιδράσεων εμφανίστηκαν στην αρχή της διαδικασίας, τα οποία οδήγησαν στην αύξηση της θερμοκρασίας και του pH και στη μείωση του συνολικού άνθρακα. Το τελικό προϊόν δεν είχε φυτοτοξικές ιδιότητες και οι φυσικοχημικές ιδιότητές του επέτρεπαν να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα (Halbadakis et al., 2006).

Μία άλλη έρευνα έγινε από τους Della Monica M. et al. (1980), οι οποίοι πρόσθεσαν σε μία δεξαμενή με κασίγαρο χόμα. Το αποτέλεσμα ήταν ο γρήγορος εμπλουτισμός του χόματος με θρεπτικές ουσίες σε βαθμό που το μολυσμένο χόμα μετατρέπεται σε χόμα-compost (Halbadakis et al., 2006).



Ο Vlissides et al. (1996) ερεύνησαν την κομποστοποίηση των υγρών και στερεών αποβλήτων ελαιοτριβείων μαζί. Χρησιμοποίησαν τα στερεά απόβλητα σαν συσσωρευτικό υλικό στο οποίο πρόσθεταν συνεχώς υγρά απόβλητα. Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης ήταν ελεγχόμενη, η οποία κυμαινόταν από 45-65° C, ενώ παράλληλα πρόσθεταν υγρά απόβλητα ώστε να διατηρείται η υγρασία σε επίπεδα από 45 έως 60% και να ανανεώνεται το επίπεδο άνθρακα. Κατά τη διάρκεια 23 ημερών της διαδικασίας σε θερμοφιλική θερμοκρασία, ένα σύνολο 263 m<sup>3</sup> επεξεργάστηκε και 90.000.000 kcal ενέργειας παρήχθησαν. Την θερμοφιλική περίοδο ακολούθησε μία τρίμηνη μεσοφιλική περίοδος. Το τελικό compost ήταν ένα υψηλής ποιότητας βελτιωτικό (Halbadakis et al., 2006).

Στα μειονεκτήματα της μεθόδου συγκαταλέγεται η ανάγκη πλήρους και αυτοματοποιημένου ελέγχου των συνθηκών που επηρεάζουν την διαδικασία όπως θερμοκρασία, υγρασία, O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> που ανεβάζουν σημαντικά το κόστος εφαρμογής (Οιχαλιώτης και Ζερβάκης, 1999).

#### 8.4.6 Επιφανειακή διάθεση

Ο κασίγαρος περιλαμβάνει ένα υψηλό οργανικό φορτίο με μία μεγάλη ποσότητα θρεπτικών συστατικών για τα φυτά και μία πηγή νερού χαμηλού κόστους, που τον καθιστά λίπασμα του εδάφους ή βοηθάει στην οργανική τροποποίηση των φτωχών σε στοιχεία χωμάτων τα οποία αφθονούν στις χώρες οι οποίες καθιέρωσαν τη μέθοδο αυτή. Μερικές από τις χώρες αυτές είναι η Ιταλία και η Ισπανία, οι οποίες χρησιμοποιούν αυτή τη μέθοδο με παρόμοιους περιορισμούς για άρδευση ελαιώνων, η Μάλτα η οποία χρησιμοποιεί τον κασίγαρο για άρδευση οπωροκηπευτικών και η Κύπρος που χρησιμοποιεί για άρδευση μόνο τα νερά από το ξέπλυμα του ελαιόκαρπου. Πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με την άρδευση του κασίγαρου στο έδαφος.

Οι Bonari & al. (1993) σε τριετή πειράματα μελέτησαν την αλληλεπίδραση της δόσης του προστιθέμενου κασίγαρου σε σχέση, με καλλιεργούμενα φυτά (*Triticum aestivum* L., *Hordemn vulgare* L., *Helianthus annuus* L. κ.α.) και σε ζιζάνια (*Picris echinodes* L., *Sinapis anvensis* L., κ.α.). Οι ερευνητές ανέφεραν ότι η αρνητική αλληλεπίδραση των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων στα φυτά σχετίζεται με το χρόνο που μεσολαβεί από τη διάθεση του απόβλητου μέχρι την εγκατάσταση της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα για φύτευση σε χρονικό διάστημα 60 ημερών, από την προσθήκη κασίγαρου σε δόσεις 40-80 m<sup>3</sup>/ha, δεν παρατηρήθηκε φυτοτοξικότητα. Ενδιαφέρον εμφανίζουν δεδομένα για την δράση του κασίγαρου σε ζιζάνια, όπου το *Rumex crispus* εμφάνισε την μεγαλύτερη ευαισθησία για δόσεις πάνω από 40 m<sup>3</sup>/ha (<http://www.nea.gr>).

Σύμφωνα με τους Cabrera et al. τα ασβεστούχα χώματα είναι πολύ αποτελεσματικά στη μείωση των οργανικών και ανόργανων συστατικών των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων. Επίσης, τα τριετή πειράματά τους σε δύο είδη αργιλικών χωμάτων έδειξαν ότι ένα επίπεδο δύο μέτρων χώματος απομακρύνει σχεδόν ολοκληρωτικά τα οργανικά και ανόργανα συστατικά του κασίγαρου όταν οι δόσεις κυμαίνονται από 5.000-10.000 m<sup>3</sup>/ha ανά χρόνο. Η αποδοτικότητα των πειραμάτων αυτών διήρκεσε για τουλάχιστον δύο χρόνια. Μετά από τρία χρόνια και μέσο όρο άρδευσης 6.000 m<sup>3</sup>/ha κασίγαρο, είχαν προκληθεί κάποιες αλλαγές στις χημικές ιδιότητες του εδάφους και κυρίως στο πάνω στρώμα του εδάφους (0-50 cm). Συγκεντρώσεις P, N αύξησαν τη γονιμότητα του εδάφους. Από την άλλη η αύξηση

της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους και της προσρόφησης νατρίου ήταν μέσα στα επιτρεπτά όρια χωρίς κίνδυνο για το έδαφος (Halbadakis et al., 2006).

Οι Tomati & Galli (1992) αναφέρουν ότι αμέσως μετά την προσθήκη του κατσιγάρου σε αργιλικό έδαφος, το pH μειώθηκε και επανήλθε αργότερα στην αρχική του τιμή, ενώ καμία μεταβολή δεν παρατηρήθηκε σε βάθος κάτω από τα 40 cm της επιφάνειας (Halbadakis et al., 2006).

Οι Zenjari and Nejmeddine (2001) μέσα από εργαστηριακά πειράματα προσπάθησαν να καθορίσουν την ικανότητα του αργιλικού χώματος να απομακρύνει το ρυπαντικό φορτίο του κατσιγάρου. Μετά την πρώτη διήθηση του κατσιγάρου στο αργιλικό έδαφος απομακρύνθηκαν το 99% των θρεπτικών συστατικών και των πολυφαινόλων των αποβλήτων. Όμως στη δεύτερη διήθηση είχε εξαντληθεί η ικανότητα προσρόφησης του εδάφους, ενώ η συγκέντρωση φαινόλων είχε αυξηθεί, η οποία αποτελούσε κίνδυνο μόλυνσης των υπόγειων υδάτων (Halbadakis et al., 2006).

Οι Srandre and Dellomonaco (1996) παρατήρησαν μία σύνδεση ανάμεσα στην άρδευση κατσιγάρου και στην τοπική αύξηση της συγκέντρωσης φαινολικών ενώσεων στα υπόγεια ύδατα. Όταν ο κατσιγάρος απλώνεται στο χώμα προκαλεί βελτίωση του εδάφους και παράλληλα τη γρήγορη συμπλήρωση του εδάφους και τη μόλυνσή του με πολυφαινόλες. Οι τελευταίες δύσκολα βιοδιασπώνται και ειδικά στα πιο βαθιά στρώματα του εδάφους. Η αλλαγή των φυσικών ιδιοτήτων του χώματος οφείλεται στην παρουσία άλατος. Για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα πρότειναν την ελαχιστοποίηση της ποσότητας άλατος που χρησιμοποιείται για την συντήρηση των ελαιοδέντρων, το οποίο είναι υπεύθυνο για την υψηλή συγκέντρωση νατρίου στον κατσιγάρο και να αυξήσουν το χρόνο μεταξύ των αρδεύσεων ώστε το χώμα να μπορεί να επανέλθει στην κανονική του κατάσταση. Ο Andreoni (1996) πρόσθεσε ότι πρέπει να δοθεί προσοχή και στην ποσότητα της άρδευσης η οποία εξαρτάται από τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων και από την υδρογεωλογική κατάσταση του εδάφους ώστε να αποφευχθεί η μόλυνση των υπόγειων υδροφορέων (Halbadakis et al., 2006).

Παρόλο που η άρδευση του κατσιγάρου στο έδαφος σε συγκεκριμένες δόσεις και χρόνο έχει θεωρηθεί ευεργετική δεν είναι πολύ δημοφιλής πρακτική. Το κύριο μειονέκτημα αυτής είναι η υψηλή αλατότητα και το όξινο pH όπου μαζί προκαλούν υψηλή συγκέντρωση αλάτων και οξύτητας του εδάφους. Άλλα μειονεκτήματα είναι η διάχυση στο περιβάλλον ουσιών που προκαλούν δυσοσμία και πιθανόν είναι παθογόνες. Επιπλέον, η αφθονία πολυφαινόλων μπορεί να προκαλέσει φυτοτοξική δράση στις ρίζες των φυτών (Halbadakis et al., 2006).

Η άρδευση ελαιώνων, όπως προαναφέρθηκε, εφαρμόζεται στην Ιταλία και την Ισπανία. Υπάρχουν, όμως, κάποιες προϋποθέσεις για τη διάθεση του κατσιγάρου. Πρέπει τα χαρακτηριστικά του εδάφους, οι κλιματικές συνθήκες και η έκταση του ελαιώνα να είναι κατάλληλες για την διάθεση αυτών. Στην Ιταλία εφαρμόζεται αυτή η μέθοδος από το 1996 μετά από τη ψήφιση του νόμου 574/1996 ο οποίος επιτρέπει τη διάθεση του κατσιγάρου με κάποιες προϋποθέσεις οι οποίες αναγράφονται στον πίνακα 16. Η μέθοδος αυτή έχει το βασικό μειονέκτημα ότι δεν μπορεί να γίνει άρδευση στους ίδιους ελαιώνες για τα επόμενα δύο χρόνια. Η Ιταλία βρίσκεται στην πλεονεκτική θέση να έχει ελαιώνες έκτασης ενός εκατομμυρίου εκταρίων και 1.600.000 m<sup>3</sup> παραγωγή κατσιγάρου, με αποτέλεσμα να χρειάζεται περίπου 30.000 ha το χρόνο για να αποθέσει τα απόβλητα με άρδευση 50-80 m<sup>3</sup>/ha, όπως επιτρέπει ο ιταλικός νόμος. Ο Νομός Μεσσηνίας, όμως, διαθέτει 43.582 ha ελαιώνων και έχει 330.000 m<sup>3</sup> περίπου ετήσια παραγωγή κατσιγάρου, άρα χρειάζεται περίπου 4.125 ha ελαιώνων. Σύμφωνα με τον νόμο 574/1996, απαγορεύεται η άρδευση σε περιοχές με απόσταση μικρότερη από 300 m από επιφανειακά ύδατα και 200 m από κατοικημένες

περιοχές. Αν εφαρμοστούν αυτές οι απαγορεύσεις στο νομό Μεσσηνίας, οι επιτρεπόμενες περιοχές άρδευσης μειώνονται σε 43.539 ha. Με βάση τα παραπάνω υπάρχει αρκετή έκταση για την άρδευση του κασιόγαρου. Όμως, το βασικό πρόβλημα είναι ότι κάθε ελαιοτριβείο πρέπει να διαθέτει μεγάλες εκτάσεις ελαιώνων για να διαθέσει τον κασιόγαρο, γεγονός που δε συμβαίνει. Οι περισσότερες εκτάσεις ανήκουν σε ελαιοπαραγωγούς, οι οποίοι είναι δύσκολο να επιτρέψουν την άρδευση των ελαιώνων τους με κασιόγαρο. Επίσης, χρειάζεται σύστημα άρδευσης και δεξαμενή αποθήκευσης του κασιόγαρου, τα οποία είναι αρκετά δαπανηρά, αν λάβουμε υπόψη ότι τα ελαιοτριβεία είναι μικρής κλίμακας με μικρή παραγωγή ελαιολάδου. Τέλος, χρειάζονται μελέτες του εδάφους και της υδρολογικής κατάστασης της προς άρδευση περιοχής.

Πίνακας 16: Οδηγίες του Ιταλικού Νόμου 574/1996 για την επιφανειακή διάθεση των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων

<b>Χρήση</b>
Υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων χωρίς προεπεξεργασία
<b>Ποσότητα</b>
50 m <sup>3</sup> /ha όταν ο κασιόγαρος προέρχεται από ελαιοτριβεία κλασσικού τύπου 80 m <sup>3</sup> /ha όταν ο κασιόγαρος προέρχεται από φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία
<b>Αδειοδότηση</b>
Η διαδικασία άρδευσης πρέπει να αναφέρεται στο δήμαρχο 30 μέρες πριν Η αναφορά πρέπει να περιλαμβάνει τον τύπο του χώματος, το σύστημα και το χρόνο άρδευσης και την υδρολογική κατάσταση Ο δήμαρχος έχει τη δυνατότητα να διακόψει τη διαδικασία άρδευσης αν υπάρχει περίπτωση καταστροφής του περιβάλλοντος
<b>Σύστημα άρδευσης</b>
Η διανομή πρέπει να είναι ομοιόμορφη και τα παραπροϊόντα να οργώνονται Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας άρδευσης δεν πρέπει να υπάρχει έλλειμμα κασιόγαρου
<b>Απαγορεύσεις</b>
Η άρδευση απαγορεύεται σε: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Απόσταση μικρότερη από 300 m από επιφανειακά ύδατα.</li> <li>➤ Απόσταση μικρότερη από 200 m από κατοικημένη περιοχή.</li> <li>➤ Χώμα που χρησιμοποιείται για ανάπτυξη λαχανικών.</li> <li>➤ Χώμα που τα υπόγεια ύδατα βρίσκονται σε βάθος λιγότερο από 10 m.</li> <li>➤ Χώμα στο οποίο υπάρχει πιθανότητα ο κασιόγαρος να διεισδύσει στα υπόγεια ύδατα.</li> </ul>
<b>Αποθήκευση</b>
Περίοδος αποθήκευσης μέχρι 30 μέρες Η αποθήκευση πρέπει να γίνεται σε στεγανές δεξαμενές Ο δήμαρχος πρέπει να γνωρίζει τον τόπο αποθήκευσης

Πηγή: Halbadakis et al., 2006

## 9. ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ

Μία ολοκληρωμένη λύση με ικανοποιητικά αποτελέσματα στη μείωση του μολυσματικού φορτίου δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί με μία μόνο μέθοδο επεξεργασίας. Υπάρχουν, όμως, συνδυαστικές μέθοδοι που μπορούν να πραγματοποιηθούν με αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα σε μικρή ή μεγάλη κλίμακα. Αυτοί οι τρόποι είναι:

➤ Μηχανική βιολογική προεπεξεργασία (παραγωγή βιοαερίου) και διαχείριση υλός (αερόβια σταθεροποίηση και ηλιακή ξήρανση) (Τεχνολογία AquatecOlivia).

➤ Μεμβράνες για ανάκτηση πολυφαινολών και παραγωγή compost (Πρόγραμμα Minos).

➤ Φυσικοχημική και Εξάτμιση (Πρόγραμμα NAIS).

### 9.1 Τεχνολογία AquatecOlivia (Βιοδιυλιστήριο A3w)

Το βιοδιυλιστήριο A3w είναι μια μονάδα που επεξεργάζεται τον κασίγαρο και τα στερεά απόβλητα των ελαιοτριβείων και παράγει ανανεώσιμη ενέργεια και ανακυκλώσιμα οργανικά υλικά. Η μονάδα έχει τη δυνατότητα να επεξεργαστεί τις παρακάτω ουσίες:

- Κασίγαρο.
- Πυρήνα 2 και 3 φάσεων.
- Χαμηλής ποιότητας ελαιόλαδα, π.χ. από χημική εκχύλιση πυρήνας, άλλα φυτικά έλαια ή οργανικά λίπη.
- Οργανικά λύματα και υπολείμματα από τυροκομεία, σφαγεία, γεωργικές επιχειρήσεις κλπ.

και να παράγει:

- ❖ Ελαιόλαδο (ποιότητα κατανάλωσης).
- ❖ Πυρήνα (καύσιμη ύλη).
- ❖ Pellets (καύσιμη ύλη, λίπασμα, ζωοτροφή).
- ❖ Βιοαέριο (ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση, ψύξη, ατμός).
- ❖ Νερό άρδευσης.
- ❖ Compost.

Το βιοδιυλιστήριο A3w συνδυάζει την επεξεργασία του κασίγαρου με την επεξεργασία της πυρήνας. Ο συνδυασμός αυτός επιτρέπει την εφαρμογή μιας ενιαίας μεθόδου διάθεσης και αξιοποίησης (<http://www.aquatec-engineering.com>).

Το βιοδιωλιστήριο A3w αποτελείται από τρεις φάσεις:

### **1. Επεξεργασία λυμάτων (ρευστή φάση)**

Εφαρμόζεται η μέθοδος AquatecOLIVIA. Το κυριότερο στοιχείο αυτής της πολυφασικής φυσικοβιολογικής μεθόδου είναι η ζύμωση μεθανίου των ουσιών που βρίσκονται στα λύματα με την ταυτόχρονη παραγωγή βιοαερίου. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει, επίσης, την επεξεργασία άλλων οργανικών λυμάτων και απορριμμάτων.

### **2. Αξιοποίηση βιοαερίου (αέρια φάση)**

Το βιοαέριο (επί το πλείστον μεθάνιο) που παράγεται με την επεξεργασία λυμάτων μετατρέπεται σε θερμότητα και καλύπτει τις βασικές ανάγκες θέρμανσης της μονάδας. Ανάλογα με τις τιμές για την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να συμφέρει και η εγκατάσταση θερμοενεργητικού εργοστασίου. Η ωφέλιμη απαγόμενη θερμότητα του εργοστασίου ανέρχεται περίπου στο 50% της θερμότητας που θα ήταν διαθέσιμη, αν εκμεταλλευόταν το βιοαέριο χωρίς να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια.

### **3. Επεξεργασία πυρήνας (στερεά φάση)**

Το βιοδιωλιστήριο-A3w εφαρμόζει τις πιο σύγχρονες τεχνικές για την επεξεργασία της πυρήνας:

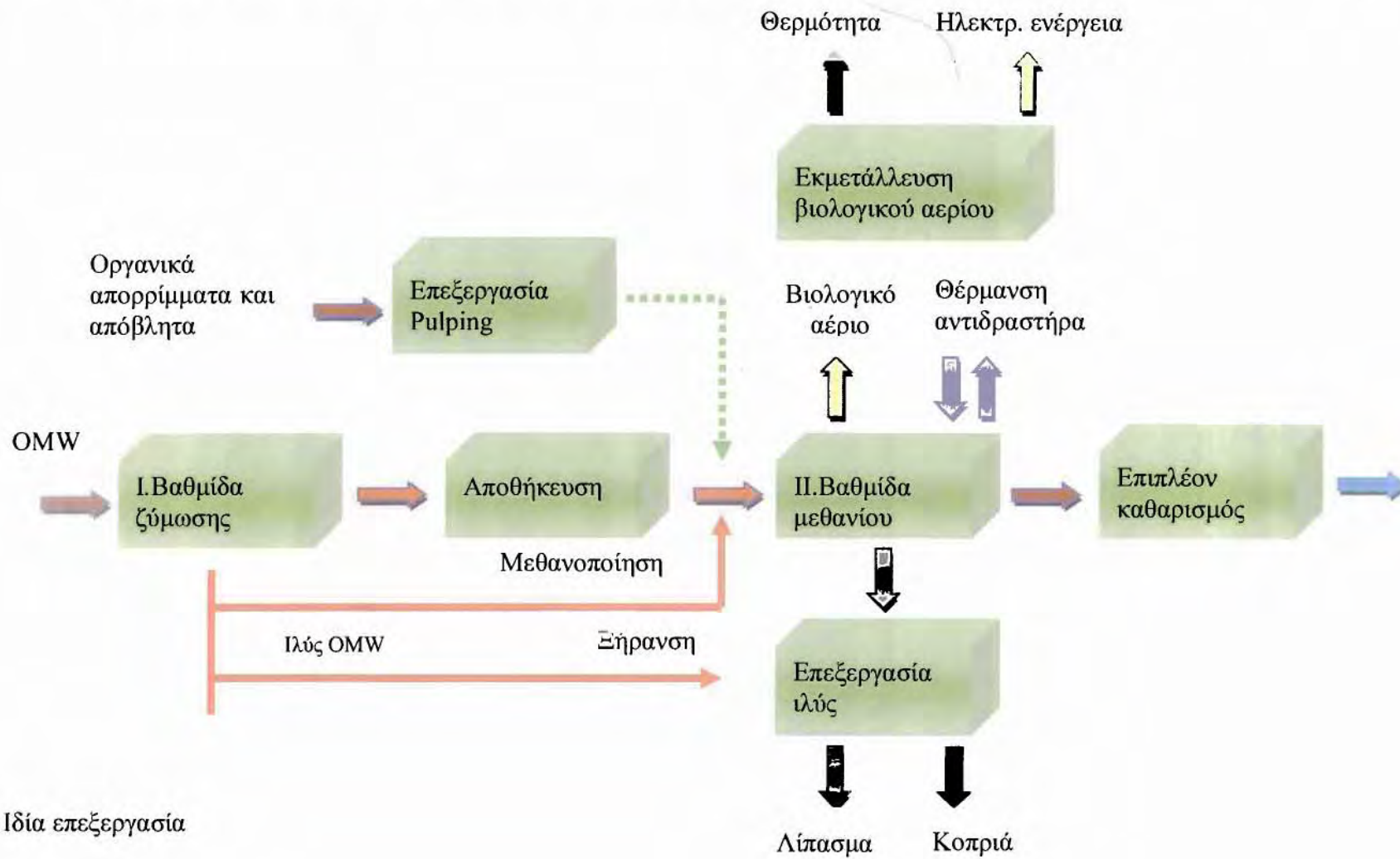
- ❖ Διαχωρισμός ελαιολάδου με φυγοκεντρική μηχανή σε θερμοκρασία γύρω στους 50° C. Η ποσότητα και η ποιότητα του λαδιού εξαρτάται βασικά από την υγρασία και το βαθμό οξύτητας της προσκομιζόμενης πυρήνας.

- ❖ Διαχωρισμός κουκουτσιού με φυγοκεντρική μηχανή. Τα κουκούτσια που περιέχουν περίπου 10% υπόλοιπη υγρασία και παράγουν ανά κιλό περίπου 7 kWh θερμότητα, διατίθενται κατευθείαν ως καύσιμη ύλη. Παραγόμενη ποσότητα: 250 κιλά ανά τόνο τριφασικής πυρήνας.

- ❖ Ξήρανση του υπόλοιπου πολτού σε σύγχρονο μηχάνημα ξήρανσης και ακόλουθη κοκκοποίηση. Αυτό το προϊόν πωλείται είτε ως καύσιμη ύλη με δυνατότητα παραγωγής θερμότητας 4 kWh/kg ή μετά από εξευγένιση ως οργανικό λίπασμα. Παραγόμενη ποσότητα: Περίπου 360 κιλά ανά τόνο τριφασικής πυρήνας.

- ❖ Άλλες δυνατότητες αξιοποίησης του πολτού είναι η κομποστοποίηση και η ζύμωση (βιοαέριο).

Διάγραμμα 5: Διαμόρφωση εγκατάστασης για μονάδες επεξεργασίας τεχνολογίας Aquatec.



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

### 9.1.1 Οικονομικότητα

Όταν ορίσουμε το οικονομικό μέγεθος μιας μονάδας, πρέπει να υπολογίσουμε την έκταση της περιοχής που θα εξυπηρετηθεί, σε σχέση με το μέγεθος της μονάδας και το αναμενόμενο κόστος μεταφοράς. Η οικονομικότητα του βιοδιυλιστηρίου επιτυγχάνεται με το συνδυασμό των μεμονωμένων τμημάτων και την παραγωγή εμπορεύσιμων προϊόντων. Η μονάδα σχεδιάζεται μέσα στα πραγματοποιήσιμα πλαίσια με τέτοιο τρόπο, ώστε να προσαρμόζεται στις ποσοτικές κυμάνσεις των υπολειμμάτων και τις τιμές των παραγομένων προϊόντων. Στον πίνακα 17, συγκεντρώθηκαν χαρακτηριστικά στοιχεία δύο μονάδων. Ανάλογα με τον τρόπο χρηματοδότησης, η μονάδα θα κάνει απόσβεση σε 4 με 7 χρόνια. Η διάρκεια χρήσης των μονάδων περνάει τα είκοσι χρόνια.

Πίνακας 17: Παραδειγματικά έργα της τεχνολογίας AquatecOlivia.

Παραδειγματικά έργα	Τύπος Α	Τύπος Β
<b>Εισαγωγή</b>		
Λύματα από ελαιουργείο <sup>1)</sup>	20.000 m <sup>3</sup> /έτος	50.000 m <sup>3</sup> /έτος
Πυρήνα <sup>2)</sup>	11.400 τόνοι/έτος	33.800 τόνοι/έτος
Άλλα λύματα <sup>3)</sup>	0 m <sup>3</sup> /έτος	15.000 m <sup>3</sup> /έτος
<b>Εξαγωγή</b>		
Νερό χρήσης	15.000 m <sup>3</sup> /έτος	57.200 m <sup>3</sup> /έτος
Βιολογικό πετρέλαιο	—	1.200 τόνοι/έτος
Ελαιόλαδο	400 τόνοι/έτος	—
Στερεά καύσιμη ύλη	2.200 τόνοι/έτος	8.600 τόνοι/έτος
Καύσιμη ύλη/λίπασμα/ζωοτροφή	3.800 τόνοι/έτος	12.800 τόνοι/έτος
Ηλεκτρική ενέργεια <sup>4)</sup>	0 kWh	0 kWh
<b>Δαπάνες και κέρδη</b>		
Κόστος επένδυσης	1.900.000 €	6.568.000 €
Κόστος λειτουργίας <sup>5)</sup>	145.300 €/έτος	560.300 €/έτος
Ελάχιστο ετήσιο εισόδημα <sup>6)</sup>	479.000 €/έτος	1.910.000 €/έτος
Μέγιστο ετήσιο εισόδημα <sup>6)</sup>	1.053.200 €/έτος	3.629.000 €/έτος
Άλλες δυνατότητες κέρδους	δεν αξιολογήθηκαν	δεν αξιολογήθηκαν
<sup>1)</sup> Από τριφασική μετάγγιση, <sup>2)</sup> από διφασική και τριφασική μετάγγιση, <sup>3)</sup> Στο συγκεκριμένο παράδειγμα: Λύματα από τυροκομείο, <sup>4)</sup> Η περίπτωση του εργοστασίου παραγωγής ενέργειας δεν λαμβάνεται υπόψη σ' αυτό το παράδειγμα λόγω ανεπαρκής εισαγωγής υλικού, <sup>5)</sup> Συμπεριλαμβάνει και το κέρδος από την πώληση της πυρήνας, <sup>6)</sup> Ανάλογα με την αγοραία κατάσταση		

Πηγή: <http://www.aquatec-engineering.com>

## 9. ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ

### 9.2 Μεμβράνες για ανάκτηση πολυφαινολών και παραγωγή compost (Πρόγραμμα Minos)

Στόχος του Προγράμματος MINOS ήταν η ανάπτυξη μίας καινοτόμου μεθόδου ορθολογικής διαχείρισης των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων, ώστε να δοθεί ουσιαστική λύση στο μέχρι τώρα δυσεπίλυτο πρόβλημα της τελικής διάθεσης τους. Ως βασική παράμετρος για την ανάπτυξη της μεθόδου κρίθηκε η βιωσιμότητα του συστήματος διαχείρισης, η οποία θα εξασφαλιζόταν με την ανάκτηση των πολυφαινολών που περιέχονται στον κασίγαρο. Οι πολυφαινόλες λόγω των πολλαπλών εφαρμογών τους στην παραγωγή φαρμάκων, καλλυντικών και συμπληρωμάτων διατροφής, παρουσιάζουν υψηλή προστιθέμενη αξία (<http://www.pharm.uoa.gr>).

#### 9.2.1 Στάδια επεξεργασίας και παραγωγής προϊόντων

Τα κύρια στάδια της αναπτυχθείσας τεχνολογίας είναι τα ακόλουθα (<http://www.pharm.uoa.gr>):

1. Διαδοχικά φιλτραρίσματα του κασίγαρου.
2. Δέσμευση των περιεχόμενων πολυφαινολών από εξειδικευμένη προσροφητική ρητίνη.
3. Επεξεργασία της εκροής της ρητίνης σε σύστημα νανοδιήθησης/αντίστροφης όσμωσης.
4. Ανάκτηση των πολυφαινολών από τη ρητίνη, με χρήση οργανικού διαλύτη.
5. Παραλαβή του μίγματος πολυφαινολών μέσω θερμικής ανάκτησης του οργανικού διαλύτη.
6. Χρωματογραφικός διαχωρισμός των πολυφαινολών.
7. Λιπασματοποίηση της λάσπης που παράγεται κατά τα στάδια φιλτραρίσματος και των φύλλων ελιάς που απορρίπτονται σαν στερεά απόβλητα από τα ελαιουργεία.

Η εφαρμογή της αναπτυχθείσας τεχνολογίας οδηγεί στην παραγωγή (<http://www.pharm.uoa.gr>):

- ❖ Καθαρού νερού κατάλληλου για:
    - ✓ Τελική διάθεση σε υδάτινο φυσικό αποδέκτη.
    - ✓ Υπεδάφια διάθεση.
    - ✓ Άρδευση.
    - ✓ Αξιοποίηση στην ίδια τη μονάδα που θα εφαρμόζει την αναπτυχθείσα τεχνολογία, για την κάλυψη των διαφόρων αναγκών της σε κατανάλωση νερού.
  - ❖ Πολυφαινολών (υδροξυτυροσόλη κλπ.) σε μορφή και καθαρότητα κατάλληλη για χρήση ως πρώτη ύλη σε διάφορες εφαρμογές, όπως:
    - ✓ παραγωγή φαρμάκων.
    - ✓ παρασκευή καλλυντικών.
    - ✓ παραγωγή συμπληρωμάτων διατροφής κλπ.
  - ❖ Φυσικού εδαφοβελτιωτικού (compost).
- Παρακάτω ακολουθεί διάγραμμα ροής της μεθόδου.



Διάγραμμα 6: Διάγραμμα ροής της επεξεργασίας του κατσίγαρου



Πηγή: <http://www.pharm.uoa.gr>

### 9.2.2 Βιωσιμότητα επένδυσης

Ο πυρήνας της αναπτυχθείσας τεχνολογίας είναι η ανάκτηση των πολυφαινολών, η οποία αποτέλεσε και το κύριο στάδιο γύρω από το οποίο αναπτύχθηκε το σύνολο της συγκεκριμένης τεχνολογίας διαχείρισης του κατσίγαρου. Ο λόγος για την επιλογή αυτή ήταν η εξασφάλιση της βιωσιμότητας μίας επένδυσης για την εφαρμογή της αναπτυχθείσας τεχνολογίας σε πλήρη (βιομηχανική) κλίμακα, μιας και οι συγκεκριμένες ουσίες, λόγω των ισχυρότατων αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων τους, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σε πλήθος φαρμακευτικών εφαρμογών και κατ' επέκταση έχουν σημαντική εμπορική αξία. Ειδικότερα, η εφαρμογή της αναπτυχθείσας τεχνολογίας απαιτεί αφενός την προμήθεια και εγκατάσταση εξειδικευμένου εξοπλισμού και αφετέρου την απασχόληση προσωπικού με εξειδικευμένο επιστημονικό υπόβαθρο. Οι λόγοι αυτοί καθιστούν ασύμφορη την εγκατάσταση της αναπτυχθείσας τεχνολογίας σε κάθε ένα από τα ελαιουργεία, τα οποία στην πλειονότητα τους είναι επιχειρήσεις μικρής κλίμακας. Βάσει των ανωτέρω και προκειμένου να είναι βιώσιμη η εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνολογίας, προτείνεται η εγκατάσταση κεντρικών μονάδων σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές, οι οποίες θα εξυπηρετούν τα ελαιουργεία που δραστηριοποιούνται στις περιοχές αυτές. Κατά αυτόν τον τρόπο τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων θα επεξεργάζονται σε κεντρικές μονάδες, με συνέπεια τόσο το πάγιο όσο και το λειτουργικό κόστος της εγκατάστασης να είναι σημαντικά χαμηλότερο, σε σχέση με την περίπτωση που η εν λόγω τεχνολογία εφαρμοζόταν σε κάθε ένα από τα ελαιουργεία. Όσον αφορά τα οικονομικά στοιχεία μίας τέτοιας μονάδας, σημειώνεται ότι για δυναμικότητα επεξεργασίας 50 m<sup>3</sup> κατσίγαρου ανά ημέρα, το κόστος του απαιτούμενου εξοπλισμού εκτιμάται στα 1.150.000 € (το κόστος κατασκευής του κτιρίου δεν περιλαμβάνεται), ενώ το μηνιαίο λειτουργικό κόστος υπολογίζεται ότι θα ανέρχεται στα 54.000 €. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μέση περιεκτικότητα του κατσίγαρου σε πολυφαινόλες ανέρχεται στα 2-4 g/L και ότι η τιμή πώλησης του τελικού εκχυλίσματος στη σχετική αγορά εκτιμάται μεταξύ 0,4-1 €/g, προκύπτει με βάση τους μετριοπαθέστερους υπολογισμούς ότι η πλήρης απόσβεση του εξοπλισμού της μονάδας, είναι εφικτή εντός των δύο πρώτων ετών λειτουργίας της (<http://www.pharm.uoa.gr>).

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι η εφαρμογή της αναπτυχθείσας τεχνολογίας σε πλήρη κλίμακα αποτελεί μία ιδιαίτερα κερδοφόρα επένδυση, η οποία θα δώσει βιώσιμη λύση στο δυσεπίλυτο έως σήμερα πρόβλημα της διαχείρισης των ελαιουργικών αποβλήτων, ενώ ταυτόχρονα θα αποτελέσει μία ιδιαίτερα σημαντική αναπτυξιακή προοπτική, οδηγώντας (<http://www.pharm.uoa.gr>):

- στην ανάπτυξη υψηλής τεχνολογίας.
- στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.
- στη στήριξη της απασχόλησης στην περιφέρεια.
- στην ανάπτυξη σημαντικών εμπορικών σχέσεων με εταιρείες άλλων χωρών.

### 9.3 Δεξαμενή διαχωρισμού φάσεων (Πρόγραμμα ΝΑΙΑΣ)

Τα βασικά τμήματα του συστήματος διαχείρισης είναι:

1. Ανακύκλωση των απόνερων του Decanter εντός του ελαιουργείου, επιστροφή τους στο ίδιο decanter και χρήση τους κατά την τροφοδοσία του decanter με ελαιοζύμη.

2. Αρχικός διαχωρισμός των αποβλήτων σε 3 κλάσματα (φάσεις) με φυσική καθίζηση σε Δεξαμενή Διαχωρισμού Φάσεων (ΔΔΦ), υδραυλικού χρόνου παραμονής πέντε (5) ημερών.

3. Διάθεση του μεσαίου (ελαφρού) υγρού κλάσματος σε πεδίο υπεδάφιας διάθεσης, σε απόσταση περίπου 50 μέτρων από τη Δεξαμενή Διαχωρισμού Φάσεων (ΔΔΦ).

4. Περιοδική απομάκρυνση της καθιζάνουσας λάσπης και ταφή της σε βαθείς (αναερόβιους) λάκκους, κοντά στο πεδίο υπεδάφιας διάθεσης.

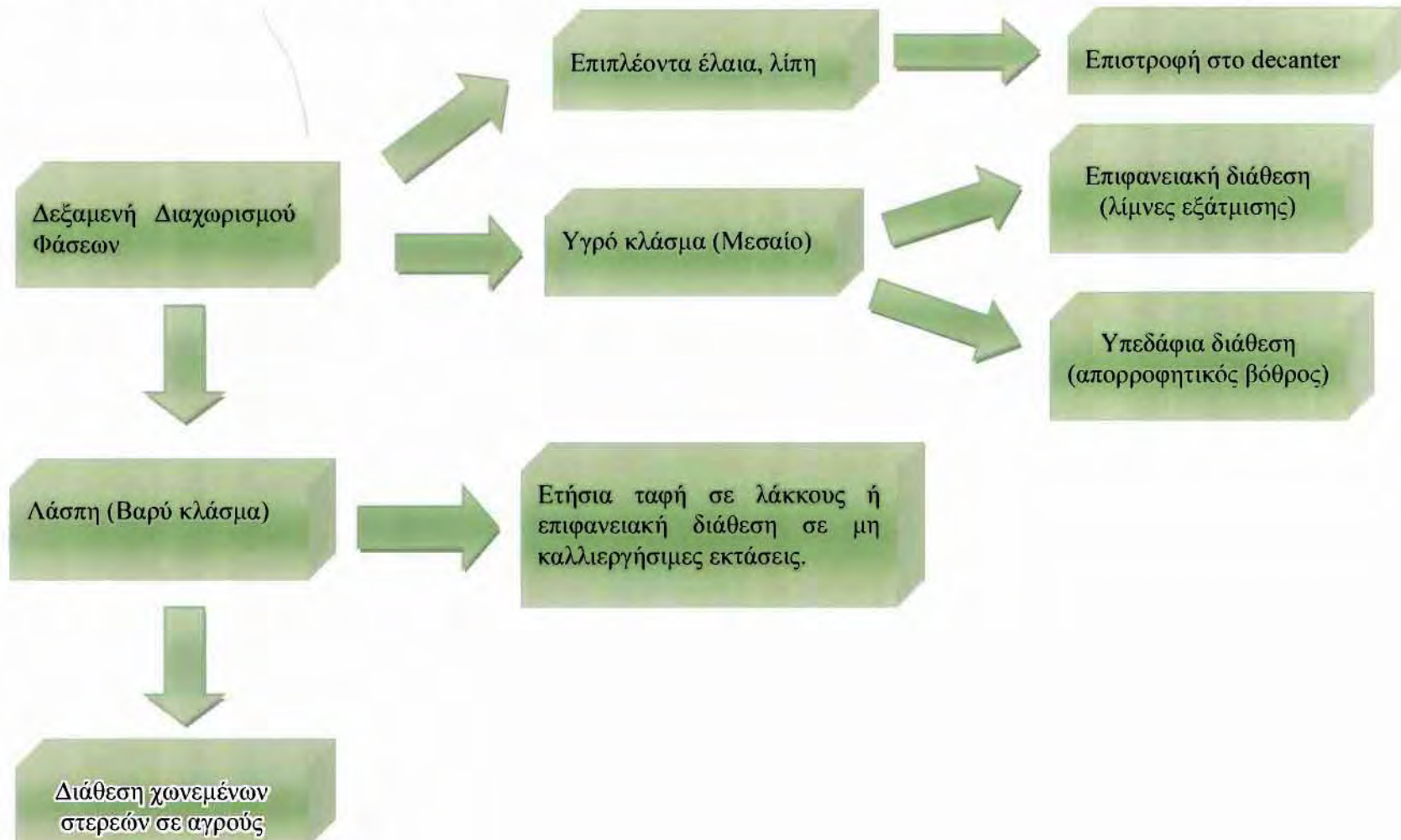
5. Περιοδική απομάκρυνση των επιπλέοντων λιπών/ελαίων και επιστροφή τους στο ελαιουργείο για την παραγωγή βιομηχανικού λαδιού.

6. Απομάκρυνση της λάσπης από τους λάκκους και διάθεσή της σε αγρούς μία φορά ανά έτος.

Η παραπάνω τεχνολογία απεικονίζεται στο Διάγραμμα 7.

Μέσα από το πρόγραμμα ΝΑΙΑΣ, τοποθετήθηκαν συστήματα διαχείρισης κασιόγαρου σε τρία ελαιοτριβεία της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου ως πιλοτικές μονάδες. Η μία από τις τρεις πιλοτικές μονάδες είναι το ελαιοτριβείο του Αγροτικού Συνεταιρισμού Ανεμοτιάς, το οποίο μπορεί να επεξεργαστεί (μέγιστη παραγωγή) 2.450 τόνους ελαιοκάρπου σε μια ελαιοκομική περίοδο. Έτσι, εκτιμάται ότι θα έχει παροχή υγρών αποβλήτων (σε μέγιστες παραγωγές ελαιοκάρπου) περίπου 3.200 m<sup>3</sup>/έτος (για 70 ημέρες λειτουργίας ετησίως). Το συνολικό επενδυτικό κόστος για το συνεταιρισμό εκτιμήθηκε στα 117.200 € και το λειτουργικό κόστος στα 3.000 €/έτος (<http://www.aegean.gr>). Το άλλο ελαιοτριβείο είναι στον Αφαλώνα της Λέσβου και έχει μέγιστη παραγωγή 2.000 τόνους ελαιοκάρπου ανά ελαιοκομική περίοδο. Άρα, θα έχει μέγιστη παροχή υγρών αποβλήτων 2.660 m<sup>3</sup>/έτος για 90 ημέρες λειτουργίας ετησίως. Το συνολικό επενδυτικό κόστος εκτιμήθηκε στα 72.600 € και το λειτουργικό στα 2.000 €/έτος (<http://www.aegean.gr>). Τέλος, η τρίτη μονάδα, η οποία βρίσκεται στα Βασιλικά της Λέσβου, έχει μέγιστη παραγωγή 2.500 τόνους ελαιοκάρπου ανά ελαιοκομική περίοδο και μέγιστη παροχή υγρών αποβλήτων 3.300 m<sup>3</sup>/έτος, για 90 ημέρες μέγιστης λειτουργίας ετησίως. Το συνολικό κόστος της επένδυσης προκύπτει 138.300 €, ενώ το λειτουργικό κόστος εκτιμάται στα 4.100 €/έτος (<http://www.aegean.gr>). Σύμφωνα με τα παραπάνω, το κόστος κατασκευής κυμαίνεται από 72.600-138.300 € και το λειτουργικό κόστος από 2.000-4.100 €/έτος, ανάλογα με την παραγωγή ελαιοκάρπου του κάθε ελαιοτριβείου. Ο μέσος όρος κόστους κατασκευής είναι 35,27 €/m<sup>3</sup> και το κόστος συντήρησης και λειτουργίας είναι 0,975 €/m<sup>3</sup>.

Διάγραμμα 7: Τεχνολογία διαχωρισμού φάσεων



Πηγή: <http://www.aegean.gr>

## 10. ΧΡΗΣΗ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΤΣΙΓΑΡΟΥ

### 10.1 Χρήσεις του παραγόμενου compost

Το compost, το οποίο παράγεται από τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων βάσει των μεθόδων που προαναφέρθηκαν, είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε αρκετούς τομείς. Οι χρήσεις του αφορούν το γεωργικό τομέα, την αρχιτεκτονική τοπίων και τη δασοκομία.

#### 10.1.1 Χρήσεις στο γεωργικό τομέα

Ο γεωργικός τομέας αποτελεί το μεγαλύτερο αποδέκτη του παραγόμενου εδαφοβελτιωτικού (compost). Πιο συγκεκριμένα, το compost μπορεί να χρησιμοποιηθεί (<http://www.pharm.uoa.gr>):

- για την αύξηση της οργανικής ύλης και τη λίπανση των εδαφών,
- για τη βελτίωση του αερισμού του εδάφους,
- στην καταστολή της ανάπτυξης ζιζανίων,
- για τη μείωση της διάβρωσης του εδάφους,
- για τη μείωση της ανάγκης του εδάφους σε χημικά λιπάσματα και λιπάσματα τύρφης,
- για τη βελτίωση της δυνατότητας κατακράτησης νερού και την αύξηση της απόδοσης της άρδευσης του εδάφους και
- για την αύξηση της ικανότητας απορρόφησης και κατακράτησης θρεπτικών συστατικών από το έδαφος.

#### 10.1.2 Χρήσεις στην αρχιτεκτονική τοπίων

Η αρχιτεκτονική τοπίων και γενικά ο κλάδος της διαμόρφωσης εξωτερικών χώρων, είναι ένας τομέας που το συγκεκριμένο εδαφοβελτιωτικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μεγάλη επιτυχία. Βασική προϋπόθεση για την απορρόφηση του προϊόντος από τον κλάδο αυτό είναι η άριστη ποιότητα του. Στα ποιοτικά του χαρακτηριστικά περιλαμβάνονται η μηδενική περιεκτικότητα σε τοξικά βαρέα μέταλλα, το μέγεθος (διατομή) των σωματιδίων, το pH το οποίο βρίσκεται σε ουδέτερα επίπεδα και η υγρασία (<50%). Πιο συγκεκριμένα, το compost στην αρχιτεκτονική τοπίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για (<http://www.pharm.uoa.gr>):

- την παραγωγή χούμους, βελτιώνοντας την ποιότητα του εδάφους και ευνοώντας την ανάπτυξη των φυτών,
- τη συντήρηση και αισθητική βελτίωση του τοπίου,
- τη διαμόρφωση εξωτερικών χώρων άθλησης, όπως γήπεδα golf και ποδοσφαίρου, καθώς επίσης και σε διαχωριστικές νησίδες, πάρκα, χώρους αναψυχής κλπ. και
- την αποκατάσταση χώρων υγειονομικής ταφής (χρησιμοποιούμενο ως υλικό επικάλυψης σε καθημερινή βάση φιλτράρει τις παραγόμενες οσμές και το μεθάνιο, ενώ χρησιμοποιούμενο ως τελικό υλικό επικάλυψης κατά την αποκατάσταση του χώρου, συμβάλει στη διαμόρφωση της δομής του εδάφους και αποτρέπει τη διάβρωση του).

### 10.1.3 Χρήσεις στη δασοπονία / δασοκομία

Το παραγόμενο compost ενδείκνυται, επίσης για χρήση στη δασοκομία. Ενδεικτικά αναφέρονται οι ακόλουθες χρήσεις (<http://www.pharm.uoa.gr>):

❖ Χρήση σε φυτώρια για την ανάπτυξη δενδρυλλίων που προορίζονται για προγράμματα αναδάσωσης ή για εμπορική χρήση.

❖ Μείωση της διάβρωσης του εδάφους, διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους και αναπλήρωση του υλικού που αφαιρείται από τα ριζικά συστήματα των φυτών.

Γενικά, συνοψίζοντας όλες τις δυνατές χρήσεις του βιολογικού εδαφοβελτιωτικού (compost), ανεξάρτητα από τον τομέα που πρόκειται να εφαρμοστεί, καταλήγουμε στην ακόλουθη αναλυτική λίστα εφαρμογών (<http://www.pharm.uoa.gr>):

➤ Αναπληρώνει τα οργανικά θρεπτικά συστατικά του εδάφους, διατηρεί την υγεία του, εμποδίζει την ξήρασή του και τη διάβρωση αυτού.

➤ Εξισορροπεί τις αυξομειώσεις του pH στο έδαφος.

➤ Βοηθά στην αύξηση της κατακράτησης υγρασίας στο χώμα.

➤ Ενθαρρύνει τη δραστηριότητα των σκουληκιών της γης και γενικά της εδαφικής πανίδας, βοηθώντας έτσι στον αερισμό και τον εμπλουτισμό του εδάφους με θρεπτικά συστατικά, μειώνοντας ταυτόχρονα την ανάγκη για μυκητοκτόνα και εντομοκτόνα.

➤ Βελτιώνει τη δομή, το πορώδες και την πυκνότητα του εδάφους. Αυτή η ιδιότητα του συμβάλει στην αύξηση του αερισμού του εδάφους και στην κατακράτηση νερού και θρεπτικών συστατικών. Αποτέλεσμα είναι, τα μεν βαριά χώματα να γίνονται πιο αφράτα και η επεξεργασία τους ευκολότερη και τα δε ελαφρά, να αυξάνουν την απορροφητικότητά τους.

➤ Αποθηκεύει και απελευθερώνει βαθμιαία θρεπτικά συστατικά που βοηθούν σημαντικά στην ανάπτυξη υγιών φυτών και στην παραγωγή εύγεστων καρπών, περιορίζοντας ταυτόχρονα την εξάρτησή τους από χημικά λιπάσματα.

➤ Βελτιώνει τις ικανότητες των φυτών αναπτύσσοντας ανθεκτικό ριζικό σύστημα.

➤ Ευνοεί την ανάπτυξη του μικροβιολογικού πληθυσμού, κυρίως βακτηρίων και ακτινομυκήτων, μέσα στο έδαφος.

➤ Ενισχύει την βακτηριδιακή δράση μέσα στο έδαφος προκειμένου να κατασταλούν φυτικές ασθένειες προερχόμενες από το χώμα.

➤ Βελτιώνει την απόδοση και το ρυθμό βλάστησης των σπόρων.

➤ Προστατεύει την υγεία των φυτών, των ζώων και των ανθρώπων μέσα από την τροφική αλυσίδα.

➤ Προωθεί αιεφόρες πρακτικές, καταργώντας βαθμιαία τη χρήση χημικών λιπασμάτων, αποτρέποντας έτσι την πιθανότητα ρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

## 10.2 Ιδιότητες πολυφαινολών

Τα δυο σπουδαιότερα συστατικά των πολυφαινολών είναι η υδροξυτυροσόλη (~60%) και η τυροσόλη (~20%). Αξίζει να σημειωθεί ότι το ελαιόλαδο περιέχει μόλις το 2% των πολυφαινολών που υπάρχουν στον καρπό της ελιάς ενώ το υπόλοιπο 98% μεταφέρεται στα υγρά απόβλητα. Τα παραπάνω συστατικά, είτε αυτούσια είτε σε συνδυασμό, μετά από μελέτες που πραγματοποιήθηκαν, αποδείχθηκε ότι έχουν πολύ ισχυρή αντιοξειδωτική δράση. Το ιδιαίτερο ενδιαφέρον αυτής της δράσης εστιάζεται στο ότι τα συγκεκριμένα συστατικά μπορούν να διαπεράσουν τις κυτταρικές μεμβράνες και να προστατεύσουν το DNA από οξειδωτικές βλάβες. Είναι γνωστό ότι υπάρχουν πολλά δραστικά αντιοξειδωτικά μόρια φυσικής προέλευσης, ελάχιστα όμως έχουν την παραπάνω σπουδαία ιδιότητα. Επίσης, οι πολυφαινόλες του ελαιοκάρπου έχει αποδειχθεί ότι αυξάνουν την ανθεκτικότητα της LDL (Low-Density Lipoproteins) στην οξείδωση, γεγονός με ιδιαίτερη σημασία καθώς η οξείδωση της LDL θεωρείται ότι αυξάνει τον κίνδυνο της δημιουργίας αθηρωματικών πλακών που αποτελούν τη βάση για την ανάπτυξη της στεφανιαίας νόσου.

Σημαντική, επίσης, είναι και η δράση των πολυφαινολών της ελιάς στην:

- αναστολή της δράσης των λευκοτριενίων B4.
- αναστολή του ACE (Angiotensin Converting Enzyme).
- αντιοξειδωτική προστασία σε λευκοκύτταρα και ηπατοκύτταρα μετά από πρόκληση οξειδωτικού stress.

➤ στη συγκόλληση των αιμοπεταλίων σαν ανασταλτικός παράγοντας.

Ακόμη, η ισχυρή αντιοξειδωτική τους ιδιότητα και η ικανότητα να δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες, τους δίνει μια δυναμική αξιοποίησης στην προστασία από τον καρκίνο του παχέος εντέρου και του στήθους. Επίσης, ιδιαίτερη σημασία έχει η προστασία των κυττάρων της επιδερμίδας από την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία ευθύνεται για την παραγωγή βλαβερών ελευθέρων ριζών. Τα συνήθη χρησιμοποιούμενα αντιοξειδωτικά στις αντηλιακές κρέμες, όπως οι τοκοφερόλες και τα καροτενοειδή, έχουν πολύ ασθενέστερη δράση σε σχέση με την υδροξυτυροσόλη. Τέλος, οι πολυφαινόλες της ελιάς έχουν αντιβακτηριακές και αντιακές ιδιότητες που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για την προστασία της υγείας του ανθρώπου ή των ζώων αλλά και σαν αντιμικροβιακό πρόσθετο για τη συντήρηση των τροφίμων (<http://www.pharm.uoa.gr>).

## 11. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΤΙΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΟΥΣ ΧΩΡΕΣ

### 11.1 Ισπανία

Περίπου το 75-80% της ετήσιας παραγωγής ελαιολάδου στην Ισπανία προέρχεται από την περιφέρεια της Ανδαλουσίας, στην οποία βρίσκονται τα περισσότερα ελαιοτριβεία από τα 1.700 που λειτουργούν στην Ισπανία. Μέχρι το 1980, η πλειοψηφία των ελαιοτριβείων χρησιμοποιούσε την παραδοσιακή μέθοδο των πιεστηρίων για την παραγωγή ελαιολάδου και τις εξατμισοδεξαμενές για τα υγρά απόβλητα που δημιουργούσαν. Στις αρχές της δεκαετίας του 1980, άρχισε να καθιερώνεται το σύστημα των τριών φάσεων. Το 1982, απαγόρευσαν με νόμο τη ρίψη υγρών αποβλήτων σε ποτάμια και επιχορήγησαν την κατασκευή δεξαμενών αποθήκευσης, για να προωθήσουν την εξάτμιση κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Περίπου 100 εξατμισοδεξαμενές κατασκευάστηκαν, οι οποίες βελτίωσαν την ποιότητα του νερού αλλά δημιούργησαν προβλήματα λόγω της έντονης δυσοσμίας. Το 1992, στην περιφέρεια της Ανδαλουσίας, δημιουργήθηκαν τα πρώτα ελαιοτριβεία δύο φάσεων. Σήμερα, σχεδόν όλα τα ελαιοτριβεία στην Ισπανία χρησιμοποιούν αυτή τη μέθοδο. Παρόλα αυτά, υπάρχει ακόμα ένα μικρό ποσοστό υγρών αποβλήτων, αλλά οι υπάρχουσες εξατμισοδεξαμενές το υπερκαλύπτουν. Από τη στιγμή που τα ελαιοτριβεία έχουν ήδη ξεκινήσει να χρησιμοποιούν την ανακύκλωση του νερού μέσα στις εγκαταστάσεις τους, ήταν αναμενόμενο οι εξατμισοδεξαμενές να σταματήσουν τη λειτουργία τους. Ωστόσο, τα ημιστερέα απόβλητα των διφασικών ελαιοτριβείων αποτελούν μία μεγάλη ποσότητα, η οποία αγγίζει τους 4.000.000 τόνους το χρόνο και δεν έχει βρεθεί ακόμα ουσιαστική λύση για τη διαχείρισή τους. Μία από τις λύσεις που έχουν δοθεί είναι η ξήρανση τους και η χρήση του τελικού προϊόντος ως καύσιμη ύλη. Σήμερα περίπου 800.000 τόνοι στερεών αποβλήτων εξάγονται ( Halbadakis et al., 2006).

### 11.2 Ιταλία

Στην Ιταλία, 5.000-6.000 ελαιοτριβεία λειτουργούν με την παραδοσιακή μέθοδο των υδραυλικών πιεστηρίων. Η Ιταλία είναι η μόνη παραγωγός χώρα με συγκεκριμένη νομοθεσία για τα απόβλητα και την ανακύκλωσή τους. Βάσει του νόμου 574 στις 11/11/1996, τα υγρά απόβλητα διατίθενται απευθείας στο έδαφος. Ωστόσο, οι οδηγίες του νόμου για τη διάθεση δεν απαιτούν την ακριβή ημερομηνία και τοποθεσία αυτής (Halbadakis et al., 2006).

### 11.3 Τουρκία

Στην Τουρκία δεν υπάρχει ακριβής νομοθεσία σχετικά με τη διάθεση των υγρών αποβλήτων. Η νομοθεσία για τη μόλυνση του νερού επιβλέπει την προστασία των υδάτινων πηγών και θέτει πρότυπα διάθεσης τόσο για την προστασία των πηγών όσο και για τις επιρροές των αποβλήτων. Το μεγαλύτερο πρόβλημα για την ασφαλή διάθεση των υγρών αποβλήτων, είναι ότι τα ελαιοτριβεία είναι μικρά και διασκορπισμένα σε μία μεγάλη γεωγραφική περιοχή (Halbadakis et al., 2006).



#### 11.4 Τυνησία

Στην Τυνησία, μία συνηθισμένη μέθοδος διάθεσης των υγρών αποβλήτων είναι η μεταφορά τους από τα ελαιοτριβεία σε ένα κεντρικό σημείο και η απόρριψη τους σε μία ειδικά διαμορφωμένη δεξαμενή. Μέσω της εξάτμισης ο όγκος μειώνεται, δεδομένου ότι η βάση της δεξαμενής είναι σφραγισμένη (εμποδίζοντας την υπεδάφια μόλυνση). Στην περιοχή Σφαξ της Τυνησίας, μία νέα εγκατάσταση κατασκευάστηκε για την υποδοχή των υγρών αποβλήτων. Στην περιοχή κατασκευάστηκαν τέσσερις δεξαμενές, οι οποίες καλύπτουν μία επιφάνεια 50 ha και έχουν συνολική αποθηκευτική ικανότητα 40.000 m<sup>3</sup> (Halbadakis et al., 2006).

#### 11.5 Πορτογαλία

Στην Πορτογαλία υπάρχουν περίπου 1.000 ελαιοτριβεία, τα οποία χρησιμοποιούσαν μέχρι πρόσφατα την παραδοσιακή μέθοδο των πεστηρίων, ενώ πλέον η πλειοψηφία αυτών χρησιμοποιεί τις δυο φυγοκεντρικές μεθόδους (Halbadakis et al., 2006).

Ο τομέας του ελαιολάδου υπήρξε αντικείμενο έρευνας, η οποία ξεκίνησε το 1997 και ολοκληρώθηκε το 1999 με την υπογραφή μιας συμφωνίας. Τόσο το υπουργείο περιβάλλοντος όσο και το υπουργείο αγροτικής ανάπτυξης αναμείχθηκαν, ενώ παράλληλα η συμφωνία υποστηρίχθηκε από ένα πανεπιστήμιο, το οποίο έκανε εκτενή έρευνα του τομέα και μελέτησε τεχνικές λύσεις για τα υγρά απόβλητα, παρουσιάζοντας, ακόμη, και μία ανάλυση εσόδων-εξόδων της εφαρμογής. Τα ελαιοτριβεία υποχρεούνται να λειτουργούν βάσει της συμφωνίας αυτής, η οποία αναφέρει τους κανονισμούς για τη χρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων με άρδευση (Halbadakis et al., 2006).

Η χρήση των υγρών αποβλήτων για άρδευση έχει παρόμοιους περιορισμούς με αυτούς της Ιταλίας. Τα ονομαστικά όρια της διάθεσης των υγρών αποβλήτων στο έδαφος για αγροτική χρήση είναι 50 m<sup>3</sup>/ha, όταν προέρχονται από παραδοσιακό σύστημα, και 80 m<sup>3</sup>/ha, όταν προέρχεται από ένα ελαιοτριβείο τριών φάσεων. Επιπλέον, απαγορεύεται η άρδευση: 1) εντός 300 m από πηγή νερού, 2) εντός 200 m από κατοικημένη περιοχή, 3) εντός ιδιοκτησιών όπου υπάρχουν καλλιέργειες, 4) εντός εδαφών όπου μπορεί να υπάρξει οποιαδήποτε επαφή με υπόγεια ύδατα ή όπου τα υπόγεια ύδατα ρέουν σε βάθος 10 m από την επιφάνεια και 5) απαγορεύεται η διάθεση σε υδάτινους αποδέκτες (Halbadakis et al., 2006).

#### 11.6 Γαλλία

Στη Γαλλία υπάρχουν περισσότεροι από 25.000 ελαιώνες και 152 ελαιοτριβεία. Η άρδευση είναι η κύρια πρακτική διάθεσης. Η δημιουργία εξατμισοδεξαμενών προωθήθηκε ως μία εναλλακτική διαδικασία διάθεσης. Το 30% του κατασκευαστικού κόστους μιας εξατμισοδεξαμενής επιχορηγείται από την υπηρεσία νερού, ενώ το υπόλοιπο από περιφερειακές και νομαρχιακές αρχές. Οι οδηγίες κατασκευής μιας εξατμισοδεξαμενής ρυθμίζονται με υπουργικό διάταγμα που αφορά τον έλεγχο της μόλυνσης των καλλιεργειών (Halbadakis et al., 2006).

## 11. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΤΙΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΟΥΣ ΧΩΡΕΣ

### 11.7 Κύπρος

Υπάρχουν 35 ελαιοτριβεία στην Κύπρο με μέση παραγωγική ικανότητα 1.000 τόνων ελαιοκάρπου το χρόνο, παράγοντας περίπου 7.500 τόνους ελαιολάδου το χρόνο. Εξαιτίας του μικρού μεγέθους των ελαιοτριβείων στην Κύπρο, θα ήταν παράλογο να υποθέσουμε ότι κάθε ελαιοτριβείο θα είχε τη δική του διαδικασία διαχείρισης υγρών αποβλήτων. Τα ελαιοτριβεία βρίσκονται στις περιφέρειες των οικισμών. Τα υγρά απόβλητα που προέρχονται από το ξέπλυμα των ελιών διατίθενται για άρδευση εκτάσεων με δενδρώδεις καλλιέργειες, δασικά δέντρα ή καλλιέργειες που βρίσκονται γύρω από το χώρο των εγκαταστάσεων του ελαιοτριβείου και των χώρων περιμετρικά των χωμάτινων δεξαμενών εξάτμισης υγρών αποβλήτων. Στην περίπτωση που τα ξεπλύματα αναμειγνύονται με το υγρό απόβλητο που προέρχεται από τους φυγόκεντρους διαχωριστήρες της υγρής φάσης, τα υγρά απόβλητα μεταφέρονται για τελική διάθεση σε δεξαμενές εξάτμισης (<http://www.cyprus.gov>).

### 11.8 Κροατία

Υπάρχουν περίπου 4 εκατομμύρια ελαιόδεντρα, τα οποία καλύπτουν 16.000 ha και ανήκουν σε 41.000 ελαιοκαλλιεργητές. Τα τελευταία χρόνια, η ετήσια ελαιοπαραγωγή είναι προσεγγιστικά 2.000-5.000 τόνοι το χρόνο. Υπάρχουν 86 ελαιοτριβεία που τα περισσότερα λειτουργούν με διφασικό σύστημα (Halbadakis et al., 2006).

### 11.9 Μάλτα

Υπάρχουν πέντε ελαιοτριβεία σε λειτουργία, τα οποία παράγουν 1.052 τόνους ελαιολάδου το χρόνο. Τα στερεά απόβλητα αποξηραίνονται και αναμειγνύονται με φυσικό λίπασμα για τη δημιουργία compost, το οποίο χρησιμοποιείται μετέπειτα στις καλλιέργειες ως λίπασμα. Μία ποσότητα στερεών αποβλήτων τοποθετείται σε κυλινδρικές φόρμες και τυλίγεται σε εφημερίδες, οι οποίες απορροφούν το νερό ώστε να αποξηρανθούν. Αυτά, στη συνέχεια, χρησιμοποιούνται ως εναλλακτική μορφή καύσιμης ύλης αντί για ξύλο. Τα υγρά απόβλητα που παράγονται από τα ελαιοτριβεία παραδοσιακού τύπου χρησιμοποιούνται για την άρδευση οπωροκηπευτικών (Halbadakis et al., 2006).

## 12. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ

Όσον αφορά τα μέτρα στήριξης της αγοράς, το ελαιόλαδο είναι μέρος της μεταρρύθμισης της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) που ξεκίνησε το 2003. Όλοι οι τομείς που καλύπτονται από τη μεταρρύθμιση, υπόκεινται σε υποχρεωτική πολλαπλή συμμόρφωση-μέτρα. Οι δικαιούχοι των άμεσων ενισχύσεων είναι υποχρεωμένοι να συμμορφωθούν με τις αγροτικές και περιβαλλοντικές συνθήκες και απαιτήσεις διαχείρισης της μεταρρύθμισης (Halbadakis et al., 2006).

Σχετικά με τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων, η μεταρρύθμιση δεν προβλέπει ειδικά μέτρα για την αντιμετώπισή τους. Τα κράτη-μέλη έχουν εθνικές διατάξεις σχετικές με τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων, οι οποίες είναι σύμφωνες με την οδηγία 75/442/ΕΟΚ (άρθρο 3) για τα απόβλητα (OJ L 194, 25/7/1975, σελ. 39), όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 91/156/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 18ης Μαρτίου 1991 και της οδηγίας 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου (άρθρο 3, (γ)), σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης. Οι οδηγίες αφορούν τόσο τις μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις όσο και τη διάθεση των αποβλήτων και τους χώρους υγειονομικής ταφής.

Οι γενικές αρχές αφορούν:

- την πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων,
- την αξιοποίηση των αποβλήτων (πρώτα ως υλικό και μετά ως ενέργεια) και
- την ασφαλή διάθεσή τους.

Το πρόβλημα της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων, επιδεινώνεται από την έλλειψη μιας κοινής πολιτικής μεταξύ των χωρών που παράγουν ελαιόλαδο. Κάθε χώρα έχει τη δική της νομοθεσία/κανονισμούς, που συχνά διαφέρουν κατά πολύ μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να μην είναι ομοιόμορφη η εφαρμογή των γενικώς αποδεκτά κατευθυντήριων γραμμών. Για το λόγο αυτό, υπάρχει ανάγκη να δημιουργηθεί ένα διεθνές κανονιστικό που θα επιβάλλει μια ενιαία στρατηγική (Halbadakis et al., 2006).

### 12.1 Η περίπτωση της Ιταλίας

Η Ιταλία είναι η μόνη χώρα παραγωγής ελαιολάδου με ειδική νομοθεσία για τη διάθεση των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων. Οι διάφορες πτυχές της επεξεργασίας και διάθεσης των αποβλήτων ρυθμίζονται από τον ακόλουθο νόμο και νομοθετικά διατάγματα (Halbadakis et al., 2006):

α) Ο νόμος 574 της 11/11/1996, ο οποίος περιέχει κανονισμούς που αφορούν τη χρήση των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων, βλ. Πίνακα 14.

β) Το νομοθετικό διάταγμα 22 της 5/2/1997 για την εφαρμογή των κοινοτικών οδηγιών που αφορούν τα απόβλητα, τα επικίνδυνα απόβλητα, τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας, το οποίο αντιπροσωπεύει το νόμο-πλαίσιο για τη ρύπανση από τα απόβλητα.

γ) Το νομοθετικό διάταγμα 152 της 11/5/1999 για την εφαρμογή των κοινοτικών οδηγιών που αφορούν τα ύδατα, το οποίο αντιπροσωπεύει το νόμο-πλαίσιο όσον αφορά την πρόληψη της ρύπανσης.

## 12.2 Η περίπτωση της Ελλάδας

Η Ελλάδα, παρότι είναι τρίτη σε παραγωγή ελαιολάδου παγκοσμίως, δεν έχει καμία ειδική νομοθεσία που να αναφέρεται στην επεξεργασία και διάθεση των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων.

Η σημαντικότερη ελληνική νομοθεσία, η οποία αφορά τα ελαιοτριβεία και τη διάθεση των αποβλήτων, είναι η εξής:

1. ΝΟΜΟΣ ΥΠ. ΑΡΙΘΜ. 2516/97: «Ίδρυση και λειτουργία βιομηχανικών και βιοτεχνικών εγκαταστάσεων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 159/Α/8-8-97). Σύμφωνα με το άρθρο 1 και με βάση την κινητήρια εγκατεστημένη ισχύ που είναι πάνω από 16 hp, τα ελαιοτριβεία νοούνται ως Βιομηχανία ή Βιοτεχνία. Στο άρθρο 18, παράγραφος 2, αναφέρεται ότι: «Για την χορήγηση νέας άδειας λειτουργίας αόριστης χρονικής ισχύος, απαιτείται να έχει εξασφαλιστεί προηγουμένως η πλήρη συμμόρφωση των φορέων προς τις κείμενες διατάξεις περί προστασίας του περιβάλλοντος και υγιεινής των εργαζομένων και περιοίκων...» (Βερβερή, 2004).

2. ΚΥΑ 69269/5387/90: «Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθορισμός περιεχομένου ειδικών περιβαλλοντικών μελετών και λοιπές συναφείς διατάξεις, σύμφωνα με τον Ν. 1650/86» (ΦΕΚ 678Β/25-10-90) (Μιχαλοπούλου, 2004)

3. ΚΥΑ 10537/93: «Καθορισμός αντιστοιχίας της κατάταξης των βιομηχανικών- βιοτεχνικών δραστηριοτήτων της ΚΥΑ 69269/90, με την αναφερόμενη στις πολεοδομικές ή άλλες διατάξεις διάκριση των δραστηριοτήτων σε χαμηλή, μέση και υψηλή όχληση» (ΦΕΚ 139Β/11-3-93). Σύμφωνα με το άρθρο 1, τα ελαιοτριβεία κατατάσσονται στις δραστηριότητες χαμηλής όχλησης (Βερβερή, 2004).

4. ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ Ε1β/221: «Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων» (ΦΕΚ 138/Β/24-12-1965). Η Διάταξη αυτή του Υπουργείου Υγείας και Πρόνοιας, θέτει ουσιαστικά τα πλαίσια μέσα στα οποία πρέπει να κινούνται οι βιομηχανίες, όσον αφορά την επεξεργασία και διάθεση των αποβλήτων τους. Στο άρθρο 1, δίνονται οι ορισμοί των «λυμάτων», «βιομηχανικών αποβλήτων», «επεξεργασίας» κ.α. Το άρθρο 2 αναφέρεται με γενικούς όρους στη διάθεση των λυμάτων και στα άρθρα 3 και 4 παρουσιάζονται τα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχουν τα επιφανειακά και τα θαλάσσια νερά, ανάλογα με τις χρήσεις τους. Στην συνέχεια, στα άρθρα 7 και 8 θέτονται οι όροι για τη διάθεση των λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων στο έδαφος και στο υπέδαφος. Τα άρθρα 9 έως 13 αναφέρονται στους όρους και στις μεθόδους που πρέπει να τηρούν και να ακολουθούν μεμονωμένες μονάδες (κατοικίες, σχολεία, ξενοδοχεία, κ.α.) κατά την επεξεργασία των λυμάτων τους. Τέλος, στα άρθρα 14, 15 και 16 καθορίζονται ο τρόπος και οι απαιτήσεις για την αδειοδότηση της διάθεσης λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων, η ισχύς της Διατάξεως και οι κυρώσεις και επίσης, δίνονται μεταβατικές διατάξεις για τις υφιστάμενες εγκαταστάσεις διαθέσεως των λυμάτων και μέθοδοι εξετάσεως βιομηχανικών αποβλήτων ή υδάτων (Βερβερή, 2004).

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

ι. Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων με χημική μέθοδο (εξουδετέρωση με υδράσβεστο και χημική κροκίδωση), αποτελεί μια μέθοδος μείωσης του οργανικού και χημικού ρυπαντικού φορτίου, για χαμηλά όμως ποσοστά.

Ακόμα και με πλήρη σχεδόν απόδοση των εγκαταστάσεων δεν προσεγγίζει τα επιθυμητά επίπεδα, όπως προβλέπεται από την Υ.Δ.Ε1β/221/65 και τις σχετικές εγκυκλίους.

ii. Η προαναφερόμενη μέθοδος είναι μια κλασσική και ευρέως διαδεδομένη μέθοδος μείωσης της ρύπανσης, πλην όμως υπάρχουν και άλλες παραλλαγές αυτής ή και συμπληρωματικές (π.χ. διάφορα κροκιδωτικά υλικά, συνδυασμός με αναερόβια βιολογική επεξεργασία κλπ). Επειδή πρόκειται για επιβαρημένα και δύσκολα στο χειρισμό απόβλητα, θα πρέπει η επιλεγόμενη μέθοδος επεξεργασίας, πέραν της υψηλής αποδοτικότητας και λειτουργικότητας, να είναι και τεχνικό – οικονομικώς συμφέρουσα στις μικρές επιχειρήσεις (ελαιοτριβεία). Στα πλαίσια αυτά στρέφονται και οι ερευνητικές μελέτες που έγιναν και γίνονται και που οπωσδήποτε τα αποτελέσματα θα συνεκτιμηθούν και θα γίνουν οι ανάλογες νομοθετικές ρυθμίσεις (εγκύκλιοι, τροποποιήσεις Υγειονομικών Διατάξεων κλπ).

iii. Ο τελικός αποδέκτης των επεξεργασμένων αποβλήτων θα καθορίζεται πάντοτε στα πλαίσια της Υ.Δ.Ε1β/221/65 και της εγκυκλίου με αρ. οικ. ΥΜ 2985/29-5-91 και οπωσδήποτε θα λαμβάνονται υπόψη οι τοπικές συνθήκες. Η θάλασσα και γενικότερα οι υδάτινοι αποδέκτες θα πρέπει να αποφεύγονται και αποτελούν μόνο την αναπόφευκτη λύση, αφού αποκλεισθούν όλες οι άλλες δυνατότητες τελικής διάθεσης (υπεδάφιας, επιφανειακά στο έδαφος κλπ) (Βερβερή, 2004).

6. ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ ΥΠ' ΑΡΙΘΜΟΝ 1180: « Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγόμενων εις τα της λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνών, πάσης φύσης μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος εν γένει» (ΦΕΚ 293/τ.α./6-10-1981). Το Προεδρικό αυτό Διάταγμα αποτελεί την προγενέστερη μορφή του Ν. 1650/86, δηλαδή του νόμου πλαίσιο για το περιβάλλον. Έτσι, δίνει ορισμούς όπως για το «περιβάλλον», τη «ρύπανση», τη «μόλυνση», κλπ. Μεταξύ άλλων το Διάταγμα αυτό καθορίζει με το άρθρο 3 τις «κατευθυντήριες τιμές, εκ των οποίων θα καθορίζονται εκάστοτε τα επιτρεπόμενα όρια εκπομπής ρυπαινοσών ουσιών δι' έκαστο υδάτινο αποδέκτη, αναλόγως της χρήσεως και της αφομοιωτικής ικανότητας αυτού, συμφώνως προς τα εκάστοτε ισχύουσας υγειονομικές διατάξεις» (Βερβερή, 2004).

7. ΚΥΑ 19396/1546/1997: «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων» (ΦΕΚ 604B/18-7-1997). Ο σκοπός της απόφασης, με τη λήψη των μέτρων για τη διαχείριση των επικινδύνων αποβλήτων, επιδιώκει τη μείωση του όγκου τους, την αξιοποίησή τους, την ανάκτηση χρήσιμων υλών και την ανακύκλωσή τους, την εξυγίανση χώρων ρυπασμένων από επικίνδυνα απόβλητα καθώς και τη χρήση καλύτερων διαθέσιμων τεχνικών και την προώθηση τεχνολογιών στη βιομηχανία που θα εξασφαλίζουν ένα υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας. Ωστόσο, αναφέρεται γενικά για τη διαχείριση των επικινδύνων αποβλήτων με μία μοναδική αναφορά των αποβλήτων ελαίων (εκτός βρώσιμων ελαίων) στο παράρτημα 1, στο οποίο αναφέρεται ο κατάλογος των επικινδύνων αποβλήτων (Μιχαλοπούλου, 2004).

### 12.3 Προτάσεις για μελλοντική νομοθεσία

Σύμφωνα με τον Tomati U. (2002) για την αποτελεσματικότητα ενός μελλοντικού νόμου, ο οποίος θα αναφέρεται στη διάθεση των υγρών αποβλήτων, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στα εξής (Halbadakis et al., 2006):

➤ Πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της βιομηχανίας του ελαιολάδου. Υπάρχει έλλειψη αξιόπιστων στοιχείων σχετικά με την ποσότητα των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων που παράγονται.

➤ Περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Υδρολογικές και κλιματικές συνθήκες-Γεωργικές πρακτικές. Για παράδειγμα, η πιθανότητα άρδευσης εξαρτάται από την καταλληλότητα του εδάφους για να δεχθεί τα απόβλητα. Η δυνατότητα εφαρμογής των περιβαλλοντικών τεχνολογιών στην κάθε χώρα θα πρέπει, επίσης, να ληφθεί υπόψη.

➤ Διάδοση των πληροφοριών σχετικά με τη διάθεση και τεχνικές ανακύκλωσης των αποβλήτων ελαιοτριβείων με αποτελεσματικό και οικονομικό τρόπο.

➤ Η εναρμόνιση των διαφορετικών εθνικών κανονισμών. Σύγκριση των νομοθεσιών/κανονισμών των διαφόρων χωρών που παράγουν ελαιόλαδο και εκπόνηση των κοινών κανόνων σχετικά με τη διαχείριση των ελαιουργικών αποβλήτων.

➤ Η επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων

➤ Οικολογική διάθεση των αποβλήτων.

➤ Οικονομική αξιολόγηση.

➤ Πολιτική για το περιβάλλον και την προστασία των πόρων. Η πρόταση των διαφόρων μέτρων να ανταπεξέρχονται στις απαιτήσεις της πολιτικής για το περιβάλλον (αιεφόρος διαχείριση των πόρων σύμφωνα με την αρχή της προφύλαξης).

### **13. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ**

Σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση, έξι από τις μεθόδους επεξεργασίας είναι ολοκληρωμένες και μπορούν να επεξεργαστούν ικανοποιητικά τον κατσίγαρο, χωρίς να δημιουργούν προβλήματα στο περιβάλλον. Συγκεκριμένα, οι ολοκληρωμένες μέθοδοι διακρίνονται στις εξής:

- Εξάτμιση στο κενό και βιολογική οξείδωση.
- Κομποστοποίηση.
- Βιολιπασματοποίηση.
- Τεχνολογία Aquatec.
- Μεμβράνες για ανάκτηση πολυφαινολών και παραγωγή compost (Πρόγραμμα Minos).
- Δεξαμενή διαχωρισμού φάσεων (Πρόγραμμα NAIAS).

Η αξιολόγηση των παραπάνω μεθόδων θα γίνει με βάση τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που έχει η κάθε μία (βλ. Πίνακα 18), δηλαδή την παραγωγή των προϊόντων, το κόστος κατασκευής και συντήρησης των εγκαταστάσεων επεξεργασίας, τα έσοδα από τα παραγόμενα προϊόντα, όπως φαίνονται στον πίνακα 19, και τέλος το μέγεθος της κλίμακας εφαρμογής τους σε σχέση με το Νομό Μεσσηνίας. Παρακάτω αναλύονται και αξιολογούνται οι μέθοδοι.

#### **13.1 Εξάτμιση στο κενό και βιολογική οξείδωση**

Με τη μέθοδο αυτή παράγεται σημαντική ποσότητα νερού, η οποία είναι αναγκαία για το Νομό. Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι η διάθεση των στερεών υπολειμμάτων, τα οποία πρέπει είτε να μεταφέρονται σε πυρηνελαιουργία, με σημαντικό κόστος μεταφοράς, είτε να διατίθενται σε αγρούς, το οποίο είναι δύσκολο γιατί πρέπει να υπάρχουν μεγάλες ιδιωτικές εκτάσεις που να ανήκουν στα ελαιοτριβεία. Επίσης, το πολύ υψηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας είναι δυσβάστακτο για τα ελαιοτριβεία. Τέλος, η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί σε μικρή κλίμακα, πράγμα που σημαίνει ότι απαιτείται πληθώρα τέτοιων μονάδων.

#### **13.2 Κομποστοποίηση**

Με την κομποστοποίηση παράγεται υψηλής ποιότητας εδαφοβελτιωτικό, το οποίο συνδυάζει την επεξεργασία στερεών και υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων. Το πρόβλημα της μεθόδου αυτής είναι ότι το εδαφοβελτιωτικό πρέπει να είναι αρκετά σταθερό για να μπορεί να αποθηκευτεί. Αυτό σημαίνει ότι χρειάζονται χώροι αποθήκευσης του compost καθώς, επίσης, πλήρης και αυτοματοποιημένος έλεγχος των συνθηκών που επηρεάζουν τη διαδικασία, όπως θερμοκρασία, υγρασία και  $O_2/CO_2$  που αυξάνουν σημαντικά το κόστος εφαρμογής. Επίσης, το compost δεν έχει μεγάλη εμπορική αξία και δεν προτιμάται από τους αγρότες, με αποτέλεσμα τα έσοδα της εφαρμογής να είναι λίγα, καθιστώντας τη μέθοδο οικονομικά δυσβάστακτη. Τέλος, τα πυρηνελαιουργία του Νομού πρέπει να σταματήσουν τη λειτουργία τους αφού για τις ανάγκες της μονάδας χρειάζονται και τα στερεά απόβλητα των ελαιοτριβείων, το οποίο αποτελεί ακόμη ένα πρόβλημα για την επιλογή δημιουργίας τέτοιων μονάδων.

## 13. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

### 13.3 Βιολιπασματοποίηση

Η μέθοδος αυτή έχει εφαρμοστεί ήδη στο Νομό για μικρό χρονικό διάστημα, χωρίς ικανοποιητικά αποτελέσματα, με κύρια προβλήματα την αποθήκευση του παραγόμενου υγρού και την οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης.

### 13.4 Τεχνολογία Aquatec

Αυτή η τεχνολογία παράγει ένα μεγάλο αριθμό προϊόντων, τα οποία είναι:

- Ελαιόλαδο (ποιότητα κατανάλωσης).
- Πυρήνας (καύσιμη ύλη).
- Pellets (καύσιμη ύλη, λίπασμα, ζωοτροφή).
- Βιοαέριο (ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση, ψύξη, ατμός).
- Νερό άρδευσης.
- Compost.

Επίσης, με τη μέθοδο αυτή υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων τυροκομείων, τα οποία είναι αρκετά στο Νομό. Όμως, για την πραγματοποίησή της, απαιτούνται κάποιες προϋποθέσεις, οι οποίες είναι: η συνεπεξεργασία των στερεών και υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων και η απαίτηση από τα ελαιοτριβεία να αναλαμβάνουν το κόστος μεταφοράς των αποβλήτων, ώστε να είναι οικονομικά βιώσιμη η μονάδα επεξεργασίας (σύμφωνα με τον Α. Μπακούρο).

Τα τέσσερα πυρηνελαιουργία του Νομού επεξεργάζονται, ήδη, τα στερεά απόβλητα των ελαιοτριβείων, αναλαμβάνοντας το κόστος μεταφοράς και παρέχοντας τους την αγοραστική αξία της ελαιοπυρήνας. Όμως, σύμφωνα με τις ανωτέρω προϋποθέσεις, η επεξεργασία της ελαιοπυρήνας θα γίνεται πλέον από τη μονάδα της Aquatec και όχι από τα πυρηνελαιουργία.

Η μέγιστη χωρητικότητα που μπορεί να έχει μία μονάδα επεξεργασίας δε μπορεί να ξεπερνάει τις 120.000 m<sup>3</sup>, σύμφωνα με τον αντιπρόσωπο της Aquatec στην Ελλάδα Μπακούρο Α.. Επίσης, σύμφωνα με τον ίδιο, η δημιουργία μίας μονάδας επεξεργασίας 120.000 m<sup>3</sup> έχει κόστος κατασκευής 15.000.000 € και η έκταση που θα καταλαμβάνει το εργοστάσιο θα είναι 30-40 στρέμματα. Τέλος, αυτή η μέθοδος έχει εφαρμοστεί στην Κρήτη, σε μικρή κλίμακα 2.000 m<sup>3</sup> χωρητικότητας και λειτουργεί από το 1999 (Βερβερή, 2004).

Συνοπτικά, παρόλο που η μέθοδος αυτή μπορεί να επεξεργαστεί ικανοποιητικά τον κασίγαρο και να παράγει από αυτόν ένα μεγάλο αριθμό προϊόντων, δεν είναι η καταλληλότερη για το Νομό για δύο λόγους. Πρώτον, πρέπει να διακόψουν τη λειτουργία τους τα τέσσερα πυρηνελαιουργία και δεύτερον, επιβαρύνουν οικονομικά τα μικρής δυναμικότητας ελαιοτριβεία, με το κόστος μεταφοράς των στερεών και υγρών αποβλήτων και την αφαίρεση της αξίας της ελαιοπυρήνας από τα έσοδα τους.



### **13.5 Μεμβράνες για ανάκτηση πολυφαινόλων και παραγωγή compost (Πρόγραμμα Minos)**

Με τη μέθοδο αυτή παράγονται πολυφαινόλες, νερό άρδευσης και υψηλής ποιότητας εδαφοβελτιωτικό. Οι πολυφαινόλες αποτελούν την πηγή εσόδων της μεθόδου, λόγω της αγοραστικής τους αξίας, ενώ το νερό που παράγεται είναι απαραίτητο για το Νομό. Επίσης, έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται και τα ελαιόφυλλα, που μέχρι τώρα μένουν ανεκμετάλλευτα, και να παράγει εδαφοβελτιωτικό.

Το βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι το κόστος κατασκευής των μονάδων επεξεργασίας και το κόστος μεταφοράς του κασίγαρου και των ελαιόφυλλων. Ωστόσο, λόγω των υψηλών εσόδων από τις πολυφαινόλες, οι μονάδες επεξεργασίας μπορούν να κάνουν απόσβεση σε λίγα χρόνια. Αυτό καθιστά οικονομικά βιώσιμη τη μέθοδο, όπως φαίνεται στον πίνακα 19.

### **13.6 Δεξαμενή διαχωρισμού φάσεων (Πρόγραμμα ΝΑΙΑΣ)**

Η συγκεκριμένη μέθοδος παράγει βιομηχανικό λάδι και βελτιώνει τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις, στις οποίες διατίθεται το χωνεμένο στερεό που παράγεται. Έχει εφαρμοστεί πιλοτικά σε τρία ελαιοτριβεία, τα οποία διαθέτουν μεγάλες εκτάσεις που απαιτούνται για την εφαρμογή της. Σύμφωνα με τον πίνακα ανάλυσης κόστους, είναι σχετικά φτηνότερη σε σχέση με τις μεθόδους της τεχνολογίας Aquatec και του προγράμματος Minos, αλλά δεν έχει έσοδα τα οποία να την καθιστούν οικονομικά βιώσιμη.

Είναι μέθοδος που εφαρμόζεται σε μικρή κλίμακα, με την προϋπόθεση ότι τα ελαιοτριβεία που θα την εφαρμόσουν έχουν και μεγάλες γειτονικές εκτάσεις. Αυτό είναι ένα σημαντικό μειονέκτημα, το οποίο πέραν της οικονομικής βιωσιμότητας, την καθιστά ακατάλληλη για το Νομό Μεσσηνίας.

Πίνακας 18: Ολοκληρωμένες μέθοδοι διαχείρισης υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων

Μέθοδος	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Αερίωση στο κενό και βιολογική οξειδωση	<p>Ο όγκος του αποσταγμένου νερού φτάνει το 90 % του αποβλήτου που εισάγεται.</p> <p>Το επεξεργασμένο νερό που προκύπτει είναι σύμφωνο με τους κανονισμούς που αφορούν τα απόβλητα.</p> <p>Το συμπύκνωμα μπορεί να αναμιχθεί με τα στερεά υπολείμματα των ελαιοτριβείων και να διωλιστεί ξανά, για την παραπέρα παραγωγή ελαιολάδου είτε να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς, όπως ζωοτροφή ή λίπασμα.</p>	<p>Έχει μεγάλο κόστος κατασκευής και συντήρησης.</p> <p>Δεν έχει έσοδα που να την καθιστούν οικονομικά βιώσιμη.</p> <p>Είναι μέθοδος μικρής κλίμακας το οποίο συνεπάγεται αβάστακτο κόστος για τα μικρά ελαιοτριβεία του Νομού.</p>
Κομποστοποίηση	<p>Παραγωγή υψηλής ποιότητας εδαφοβελτιωτικού.</p>	<p>Ανάγκη πλήρους και αυτοματοποιημένου ελέγχου των συνθηκών που επηρεάζουν την διαδικασία όπως θερμοκρασία, υγρασία, O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>, που ανεβάζουν σημαντικά το κόστος εφαρμογής.</p> <p>Απαιτείται η επεξεργασία ελαιοπυρήνας το οποίο προϋποθέτει το κλείσιμο των τεσσάρων πυρηνελαιουργείων και τη δωρεάν διάθεση του ελαιοπυρήνα από τα ελαιοτριβεία.</p>
Βιολογικοποίηση	<p>Παραγωγή υγρού εδαφοβελτιωτικού.</p>	<p>Απαιτεί μεγάλο κόστος εγκατάστασης.</p> <p>Απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό.</p> <p>Ελάχιστη ζήτηση του παραγόμενου προϊόντος.</p> <p>Έχει υπάρξει ήδη μία αποτυχημένη προσπάθεια λειτουργίας μίας τέτοιας μονάδας στο Νομό.</p>
Τεχνολογία Aquatec	<p>Παραγωγή Ελαιολάδου, Πυρήνας, Pellets, Βιοαέριο, Νερό άρδευσης και compost.</p>	<p>Μεγάλο κόστος κατασκευής και λειτουργίας και απαίτηση ειδικευμένου προσωπικού.</p>

		Απαιτείται η επεξεργασία ελαιοπυρήνας το οποίο προϋποθέτει το κλείσιμο των τεσσάρων πυρηνελαιουργιών και τη δωρεάν διάθεση του ελαιοπυρήνα από τα ελαιοτριβεία.
Μεμβράνες για ανάκτηση πολυφαινολών και παραγωγή compost (Πρόγραμμα Minos)	Παραγωγή καθαρού νερού για άρδευση, πολυφαινολών και φυσικού εδαφοβελτιωτικού. Επεξεργασία των ελαιόφυλλων	Μεγάλο κόστος κατασκευής και λειτουργικό κόστος και απαίτηση ειδικευμένου προσωπικού.
Δεξαμενή διαχωρισμού φάσεων (Πρόγραμμα ΝΑΙΑΣ)	Παραγωγή βιομηχανικού λαδιού	Μεγάλο κόστος κατασκευής Εφαρμογή μικρής κλίμακας το οποίο σημαίνει αβάστακτο κόστος για τα ελαιοτριβεία του Νομού.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

13. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ  
ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

Πίνακας 19: Κόστος κατασκευής, λειτουργικό κόστος και έσοδα παραγόμενων προϊόντων.

Μέθοδοι επεξεργασίας	Κόστος Κατασκευής €/m <sup>3</sup>	Λειτουργικό Κόστος €/m <sup>3</sup>	Ακαθάριστα Έσοδα €/m <sup>3</sup>
Εξάτμιση σε κενό και βιολογική οξείδωση	19,28	3,69	-
Τεχνολογία Aquatec	125	3,5-5,5	23,95 <sup>1</sup>
Μεμβράνες για ανάκτηση πολυφαινολών και παραγωγή compost (Πρόγραμμα Minos)	230	36	800 <sup>2</sup>
Δεξαμενή διαχωρισμού φάσεων (Πρόγραμμα ΝΑΙΑΣ)	35,27	0,975	-
1. Για μονάδα επεξεργασίας 20.000 m <sup>3</sup> /έτος 2. Για μονάδα επεξεργασίας 5.000 m <sup>3</sup> /έτος			

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 20: Κόστος κατασκευής για την κάλυψη της ποσότητας του κασίγαρου στο Νομό Μεσσηνίας.

Μέθοδοι επεξεργασίας	330.395 τόνοι κασίγαρου
Εξάτμιση σε κενό και βιολογική οξείδωση	6.370.015 €
Τεχνολογία Aquatec	41.299.375 €
Μεμβράνες για ανάκτηση πολυφαινολών και παραγωγή compost (Πρόγραμμα Minos)	75.990.850 €
Δεξαμενή διαχωρισμού φάσεων (Πρόγραμμα ΝΑΙΑΣ)	11.653.031 €

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

### 13.7 Προτεινόμενη μέθοδος

Σύμφωνα με την παραπάνω αξιολόγηση, η καταλληλότερη μέθοδος είναι οι μεμβράνες για ανάκτηση πολυφαινολών και παραγωγή compost. Είναι η ακριβότερη λύση από τις μεθόδους που έχουν αναφερθεί, αλλά λόγω των υψηλών εσόδων από τις πολυφαινόλες καθίσταται οικονομικά βιώσιμη. Στον πίνακα 20, φαίνεται η επένδυση που πρέπει να γίνει για την κάλυψη όλης της ποσότητας των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων στο Νομό Μεσσηνίας, σύμφωνα με τα στοιχεία της παραγωγής ελαιοκάρπου τα οποία έχουν συλλεχθεί και αναλυθεί.

### 13.8 Χωροθέτηση μονάδων επεξεργασίας κατσίγαρου

Όπως προαναφέρθηκε, ο Νομός Μεσσηνίας παράγει περίπου 330.000 m<sup>3</sup> κατσίγαρο ανά έτος. Οι μονάδες που απαιτούνται εξαρτώνται από τη χωρητικότητά τους, δηλαδή τον αριθμό ελαιοτριβείων που θα εξυπηρετούν. Υπάρχει η δυνατότητα χωροθέτησης λίγων μεγάλων μονάδων ή πολλών μικρών μονάδων. Το μειονέκτημα των λίγων μεγάλων μονάδων είναι ότι χρειάζονται πολύ μεγάλες εκτάσεις και δεξαμενές εναποθήκευσης, ενώ προϋποθέτουν υψηλό κόστος μεταφοράς σε σχέση με τις μικρές μονάδες. Τέλος, είναι λίγες οι περιοχές που θα αποκομίζουν τα πλεονεκτήματα από τη χωροθέτηση των μονάδων σε αυτές, τα οποία είναι οι μεγάλες ποσότητες νερού που θα διατίθενται για άρδευση και οι χώροι πώλησης του εδαφοβελτιωτικού. Οι μικρές κλίμακας μονάδες ελαχιστοποιούν το κόστος μεταφοράς και μεγιστοποιούν τις περιοχές που εκμεταλλεύονται τα πλεονεκτήματα. Απαιτούν, ωστόσο, πάρα πολλές μικρές εκτάσεις που χρησιμεύουν για άλλους σκοπούς και δημιουργούν οχλήσεις και αισθητική ρύπανση από την κατασκευή και λειτουργία τους οι οποίες είναι πρόβλημα για το Νομό, λαμβάνοντας υπόψη ότι το 75% περίπου του ΑΕΠ προέρχεται από τον τριτογενή τομέα και κυρίως τον τουρισμό. Επίσης, με τις μικρές μονάδες αυξάνεται το κόστος αγοράς των εκτάσεων και οι ανάγκες σε εξειδικευμένο προσωπικό οι οποίες μπορεί να μην διατίθενται. Σύμφωνα με τα παραπάνω η καλύτερη λύση είναι λίγες μεγάλης κλίμακας μονάδες οι οποίες θα έχουν:

- ❖ μικρότερο συνολικό κόστος αγοράς οικοπέδων,
- ❖ λιγότερες απαιτήσεις σε εξειδικευμένο προσωπικό και
- ❖ λιγότερες περιοχές θα έχουν προβλήματα οχλήσεων και αισθητικής ρύπανσης.

Οι μονάδες που θα χωροθετηθούν πρέπει να καλύπτουν την παραγωγή κατσίγαρου και να διαθέτουν ένα πλεόνασμα δυναμικότητας για την πιθανή αύξηση του. Η χωροθέτηση των μονάδων θα γίνει βάσει της ελαχιστοποίησης του κόστους μεταφοράς, το οποίο επηρεάζεται από την ποσότητα του κατσίγαρου και την απόσταση των ελαιοτριβείων από τις μονάδες. Ο υπολογισμός του κόστους μεταφοράς θα γίνει προσεγγιστικά, επειδή τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί από την ΕΣΥΕ αφορούν την παραγωγή ελαιοκάρπου σε κάθε οικισμό του Νομού, όπου σε πολλούς από αυτούς δεν υπάρχουν ελαιοτριβεία. Τα κριτήρια επιλογής και εγκατάστασης μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων είναι τα εξής:

- Οι μονάδες να είναι σχετικά ίδιας δυναμικότητας, οι ποσότητες νερού που θα παράγονται πρέπει να μοιράζονται σε σχετικά ίσα μέρη στις μονάδες, για χρήση του νερού σε περισσότερες περιοχές του Νομού.
- Να μη βρίσκονται σε περιοχές Natura και παραδοσιακούς οικισμούς.
- Να βρίσκονται έξω από τους οικισμούς για να μη δημιουργούνται προβλήματα όχλησης.

### 13. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΙΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

➤ Να βρίσκονται δίπλα σε χείμαρρους ή ποταμούς για την εύκολη απόθεση του παραγόμενου νερού.

➤ Να είναι όσο το δυνατόν λιγότερες μονάδες ώστε να απαιτούνται λιγότερες εκτάσεις και κατά συνέπεια χαμηλότερο συνολικό κόστος αγοράς και για να δημιουργούνται κατά το δυνατόν λιγότερες οχλήσεις και αισθητική ρύπανση στο Νομό.

➤ Να βρίσκονται μακριά από τουριστικές και κυρίως παραλιακές περιοχές.

➤ Να βρίσκονται σε σχετικά εύκολα προσβάσιμες περιοχές και όσο το δυνατόν κοντά σε κεντρικούς οδικούς άξονες.

Για να υπάρξει ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα θα χρησιμοποιηθεί το πρόγραμμα S-Distance, το οποίο ερευνήθηκε και αναπτύχθηκε από τον υποψήφιο διδάκτορα Σταύρο Συρίγο. Το S-Distance είναι ένα σύστημα χωροθετικής ανάλυσης και σχεδιασμού, το οποίο βασίζεται στα υποδείγματα χωροθέτησης-κατανομής (location-allocation models), συνδυάζοντας στοιχεία από τις τεχνολογίες των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS) και των συστημάτων στήριξης χωρικών αποφάσεων (SDSS) (Συρίγος, 2004).

Τα υποδείγματα χωροθέτησης-κατανομής που έχουν ενσωματωθεί στο πρόγραμμα είναι:

➤ p-median (ελαχιστοποίηση μέσης σταθμισμένης απόστασης).

➤ p-centre (ελαχιστοποίηση μέγιστης σταθμισμένης απόστασης).

➤ maximal covering (μεγιστοποίηση της κάλυψης της ζήτησης για ορισμένη απόσταση κάλυψης).

➤ maximal expected covering (μεγιστοποίηση της κάλυψης της ζήτησης για ορισμένη απόσταση κάλυψης, όταν υπεισέρχεται η πιθανότητα ένα ή περισσότερα κέντρα εξυπηρέτησης να είναι κατελημμένο).

➤ multiobjective (συνδυασμός υποδειγμάτων με παραμέτρους που ορίζονται από το χρήστη, έτσι ώστε να προκύψουν νέα σύνθετα υποδείγματα).

Οι τεχνικές επίλυσης/αλγόριθμοι που έχουν υλοποιηθεί στο πρόγραμμα εμπίπτουν στις κατηγορίες των ευριστικών και μετα-ευριστικών αλγορίθμων. Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν για την επιλογή του καλύτερου, μετά από σύγκριση, είναι οι εξής:

➤ Greedy Random (Dyer & Frieze, 1985)

➤ Greedy Adding (Daskin, 1995)

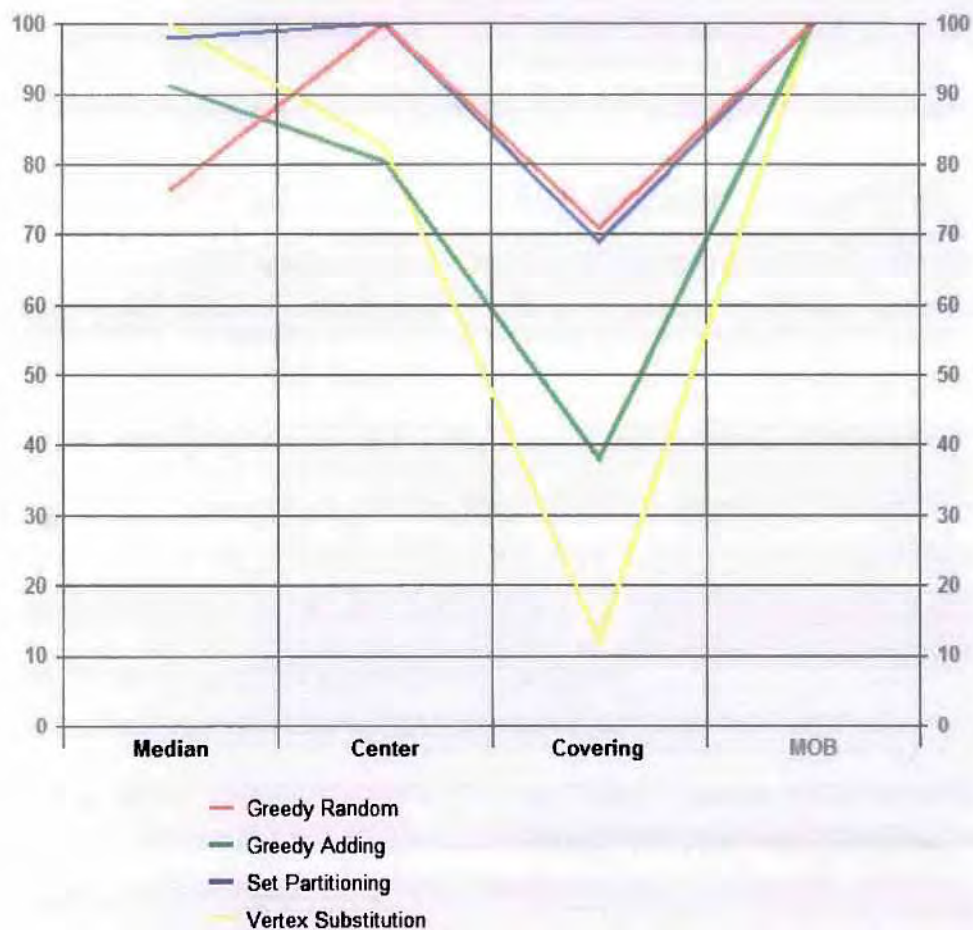
➤ Set Partitioning/Neighborhood (Maranzanna, 1964)

➤ Vertex Substitution/Interchange (Mladenovic, Labbe & Hansen, 2000)

➤ Variable Neighborhood Search (Mladenovic, Labbe & Hansen, 2000)

Ο πιο αποδοτικός αλγόριθμος, όσον αφορά το υπόδειγμα p-median που είναι και το ζητούμενο, είναι ο Vertex Substitution, όπως φαίνεται μετά από σύγκριση των αποτελεσμάτων των αλγορίθμων, γράφημα 15.

**Γράφημα 15: Γραφική αναπαράσταση της καταλληλότητας των τεσσάρων αλγορίθμων ανάλογα με το υπόδειγμα χωροθέτησης.**

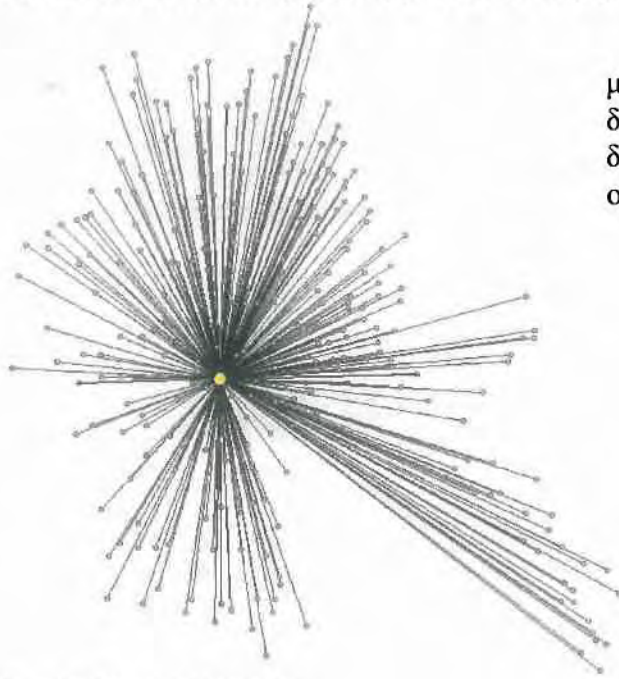


Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στη συνέχεια βάσει του υποδείγματος  $p$ -median και του αλγορίθμου vertex substitution έγινε η χωροθέτηση 1-8 μονάδων επεξεργασίας, όπως φαίνεται στις ακόλουθες εικόνες.

13. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ  
ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

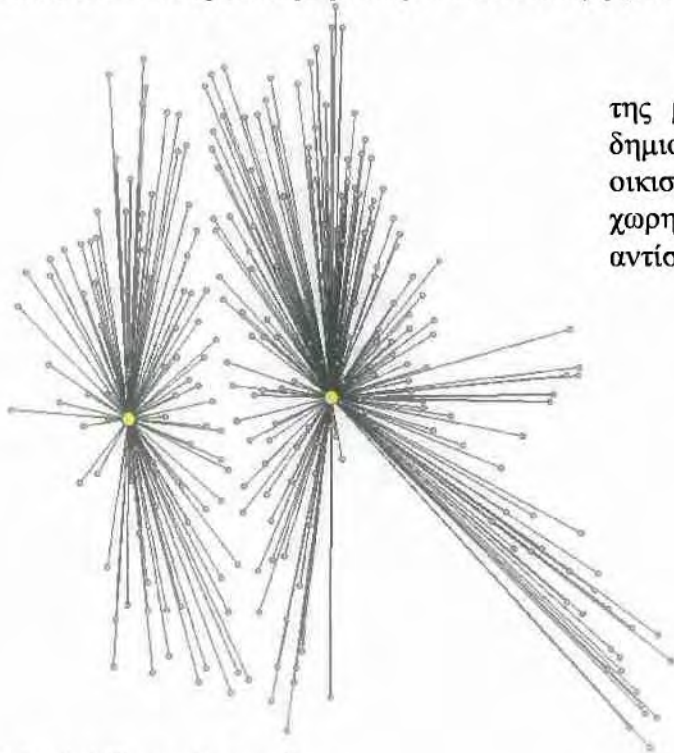
**Εικόνα 23: Χωροθέτηση μίας μονάδας επεξεργασίας**



Βάσει της ελαχιστοποίησης της μέσης σταθμισμένης απόστασης, δημιουργήθηκε μία μονάδα δυναμικότητας 340.000 τόνων στον οικισμό Πελεκανάδα.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Εικόνα 24: Χωροθέτηση δύο μονάδων επεξεργασίας**

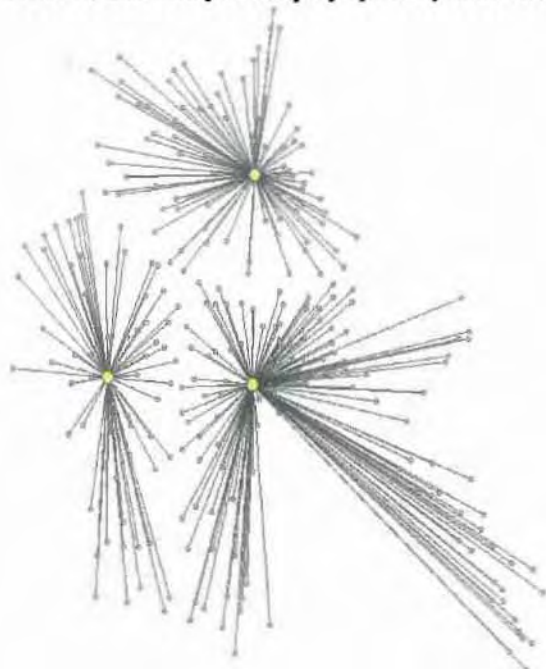


Με βάση την ελαχιστοποίηση της μέσης σταθμισμένης απόστασης, δημιουργήθηκαν δύο μονάδες στους οικισμούς Χώρα και Σπιτάλιο με χωρητικότητα 175.000 και 165.000 m<sup>3</sup> αντίστοιχα.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



**Εικόνα 25: Χωροθέτηση τριών μονάδων επεξεργασίας**



Οι τρεις μονάδες είναι χωροθετημένες στους οικισμούς Χώρα, Λευκοχώρα και Καλλιρόη, με μέγιστη δυναμικότητα 145.000, 145.000 και 50.000 αντίστοιχα.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Εικόνα 26: Χωροθέτηση τεσσάρων μονάδων επεξεργασίας**

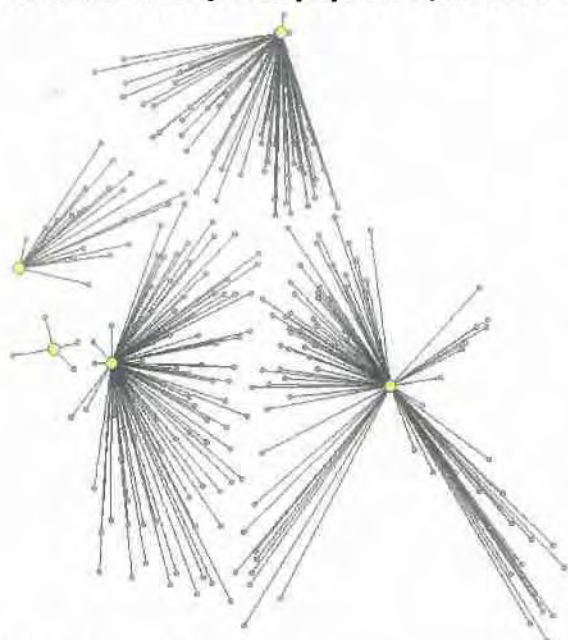


Σύμφωνα με το υπόδειγμα p-median και τον αλγόριθμο αντικατάστασης κορυφής, τα τέσσερα κέντρα θα πρέπει να είναι στους οικισμούς Χώρα, Καλαμάτα, Φιλιατρά και Καμάρι, με μέγιστη δυναμικότητα 170.000, 90.000, 35.000 και 45.000 τόνους αντίστοιχα.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

### 13. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

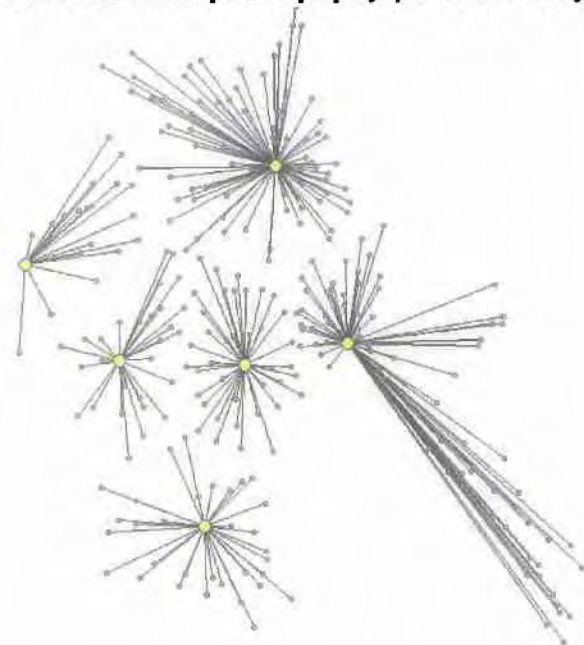
**Εικόνα 27: Χωροθέτηση πέντε μονάδων επεξεργασίας**



Οι πέντε μονάδες θα χωροθετηθούν στη Χώρα, στην Καλαμάτα, στους Γαργαλιάνους, στα Φιλιατρά και στην Πέτρα, με μέγιστη χωρητικότητα 150.000, 90.000, 25.000, 40.000 και 35.000 αντίστοιχα.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

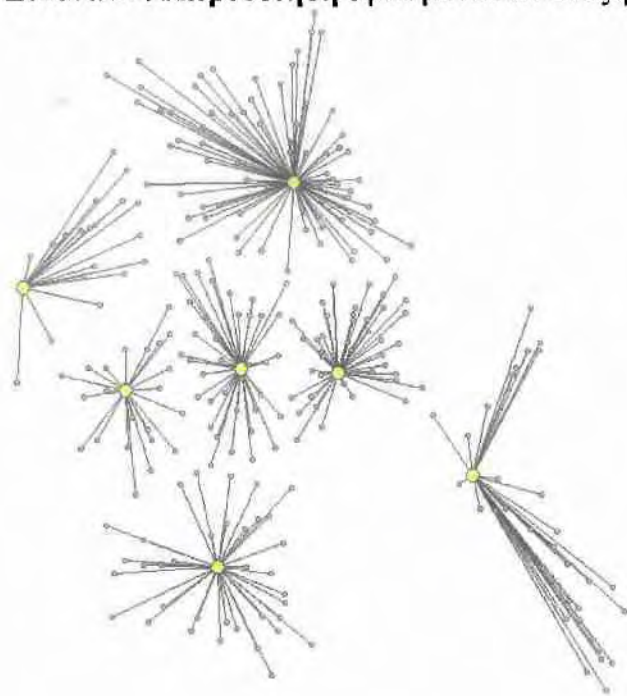
**Εικόνα 28: Χωροθέτηση έξι μονάδων επεξεργασίας**



Οι έξι καταλληλότερες θέσεις για τις μονάδες επεξεργασίας βάσει της ελαχιστοποίησης της μέσης απόστασης, είναι στους οικισμούς Στρέφιο, Χώρα, Μηλίτσα, Μικρομάνη, Φιλιατρά και Καλλιρόη, με μέγιστη χωρητικότητα 80.000, 85.000, 45.000, 50.000, 40.000 και 40.000 αντίστοιχα.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

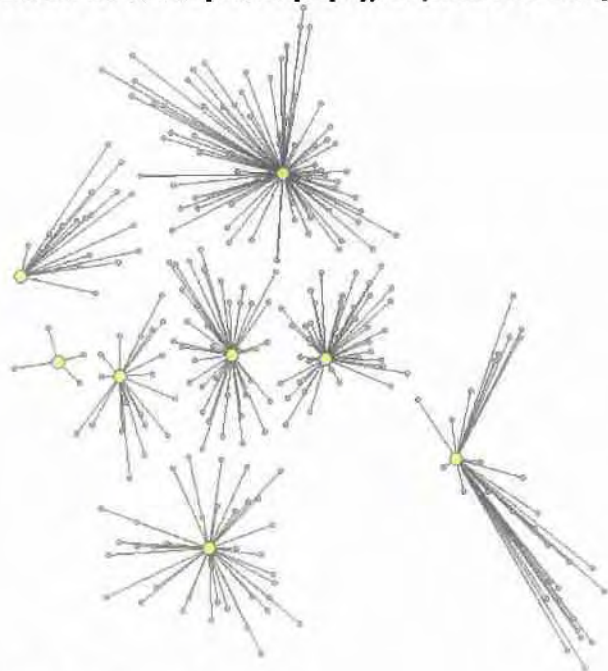
**Εικόνα 29: Χωροθέτηση επτά μονάδων επεξεργασίας**



Οι επτά καταλληλότερες θέσεις είναι στη Χώρα, στα Διόδια, στο Καρτερόλιο, στη Μηλίτσα, στη Μικρά Μαντινεία, στα Φιλιατρά και στην Καλλιρόη, με χωρητικότητα 85.000, 55.000, 55.000, 45.000, 15.000, 40.000 και 45.000 αντίστοιχα.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Εικόνα 30: Χωροθέτηση οχτώ μονάδων επεξεργασίας**



Οι οχτώ θέσεις χωροθέτησης των μονάδων επεξεργασίας είναι στους οικισμούς Χώρα, Διόδια, Καρτερόλιο, Μηλίτσα, Μικρά Μαντινεία, Γαργαλιάνοι, Φιλιατρά και Καλλιρόη, με μέγιστη χωρητικότητα 65.000, 55.000, 55.000, 45.000, 15.000, 25.000, 40.000 και 40.000 αντίστοιχα.

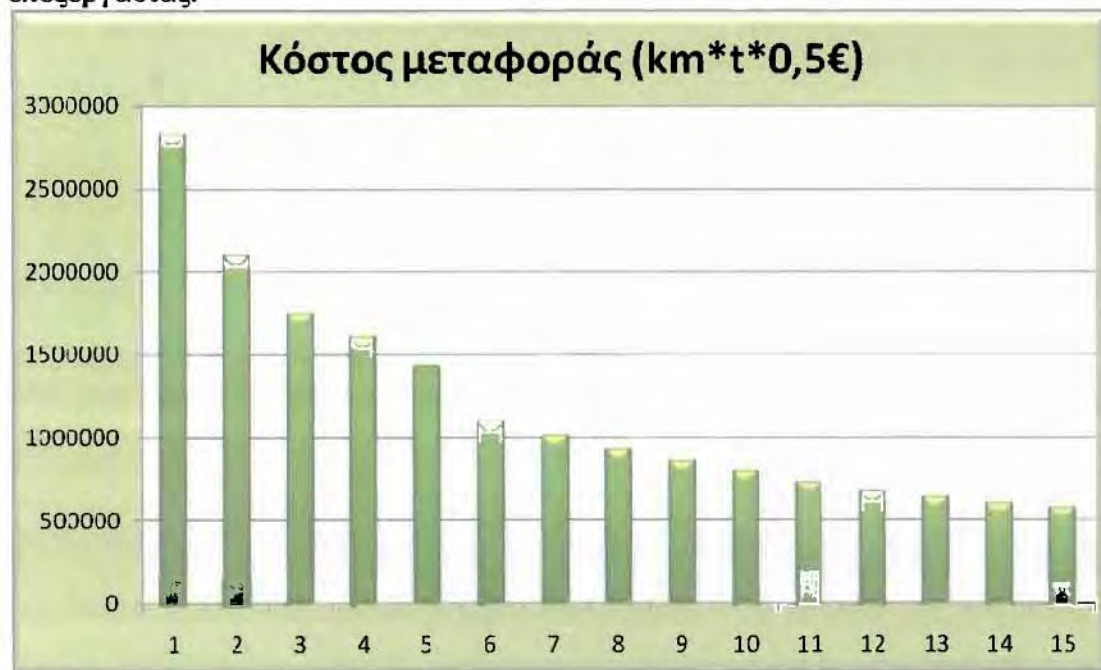
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

### 13. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

Σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση, η καλύτερη λύση είναι οι οχτώ μονάδες επεξεργασίας επειδή έτσι, οι μονάδες είναι σχεδόν της ίδιας δυναμικότητας, με μέγιστη τους 65.000 τόνους. Επίσης, είναι διασπαρμένοι σε τόσα σημεία στο Νομό, ώστε να παρέχονται τα πλεονεκτήματα των μονάδων και να μη δημιουργούνται οχλήσεις σε πολλές περιοχές. Όσον αφορά το κόστος μεταφοράς, είναι φυσικό ότι όσο αυξάνονται οι μονάδες επεξεργασίας, τόσο θα μειώνεται. Όμως, όπως έχει προαναφερθεί, όσο περισσότερες είναι οι μονάδες, τόσο εντονότερα προβλήματα δημιουργούνται (όχληση, κόστος αγοράς οικοπέδων, απαίτηση περισσότερου εξειδικευμένου προσωπικού το οποίο μπορεί να μην διατίθεται). Άρα, η δημιουργία οχτώ μονάδων είναι η καλύτερη λύση.

Αν υποθεθεί ότι το κόστος μεταφοράς ανά τόνο ανά χιλιόμετρο είναι 0,5 €, σύμφωνα με μελέτη που έγινε για το Νομό από την AquatecOlivia και με τη βοήθεια του προγράμματος S-Distance, υπολογίστηκε το μεταφορικό κόστος για τη χωροθέτηση 1-15 μονάδων, όπως φαίνεται στο παρακάτω γράφημα.

**Γράφημα 16: Κόστος μεταφοράς για τη χωροθέτηση 1-15 μονάδων επεξεργασίας.**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από το Γράφημα 16, διαπιστώνεται ότι οι πρώτες πέντε περιπτώσεις έχουν αυξημένο κόστος σε σχέση με τις υπόλοιπες, οι οποίες έχουν μικρότερη σταδιακή μείωση όσο αυξάνονται οι μονάδες. Οι οχτώ μονάδες επεξεργασίας έχουν κόστος μεταφοράς 930.000 € περίπου ετησίως, συν ένα επιπλέον μικρό, σχετικά, κόστος για τη μεταφορά των ελαιόφυλλων. Άρα, το κόστος μεταφοράς είναι περίπου 3 €/m<sup>3</sup>. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι η χωροθέτηση των μονάδων και ο υπολογισμός του κόστους μεταφοράς έγινε βάσει των στοιχείων της ΕΣΥΕ για την παραγωγή ελαιοκάρπου σε κάθε οικισμό, παρότι σε πολλούς από αυτούς δεν υπάρχουν ελαιοτριβεία. Άρα, το κόστος μεταφοράς είναι προσεγγιστικό και όχι πλήρως αξιόπιστο.

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΣΤΟ  
ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

Πίνακας 21: Έξοδα και έσοδα των μονάδων επεξεργασίας του Νομού

Μέθοδος	Κόστος εγκατάστασης €/m <sup>3</sup>	Κόστος λειτουργίας €/m <sup>3</sup>	Κόστος μεταφοράς €/m <sup>3</sup>	Έσοδα πολυφαινολών €/m <sup>3</sup>
Μεμβράνες για την ανάκτηση πολυφαινολών και παραγωγή compost	230	36	3	800

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όσον αφορά τα κόστη εγκατάστασης, λειτουργίας και μεταφοράς του κασίγαρου, αυτά θα υπολογιστούν προσεγγιστικά και αναλογικά με τα δεδομένα που διατίθενται για μονάδα επεξεργασίας 5.000 m<sup>3</sup>. Στον πίνακα 22, δεν έχουν υπολογιστεί τα έξοδα για την αγορά των οικοπέδων, το κόστος μεταφοράς των ελαιόφυλλων, τα έσοδα από το παραγόμενο compost, το κόστος επισκευής των μηχανημάτων ή αναπάντεχων βλαβών καθώς και η πιθανότητα μείωσης της αγοραστικής αξίας των πολυφαινολών και μη εύρεσης αγοραστών για τη μεγάλη ποσότητα πολυφαινολών που θα παράγονται.

Οι οικισμοί που θα χωροθετηθούν οι μονάδες βρίσκονται κοντά σε ποτάμια ή χείμαρρους. Έτσι, οι ποσότητες νερού που θα παράγονται, θα μπορούν εύκολα να διατεθούν στους παρακείμενους χείμαρρους ή ποταμούς. Επίσης, σε βάθος χρόνου μπορούν να δημιουργηθούν φράγματα, τα οποία θα κατακρατούν το παραγόμενο νερό, με σκοπό τη διάθεση του κατά τους καλοκαιρινούς μήνες που θα υπάρχει ανάγκη. Η Χώρα βρίσκεται κοντά στο χείμαρρο Μανούσο και τα Διόδια δίπλα στο χείμαρρο Στέρνα, ο οποίος καταλήγει στον ποταμό Βελίκα. Από το Καρτερόλιο περνάει το ρέμα Βαρυμπόμπη, το οποίο καταλήγει στον ποταμό Πάμισο ενώ η Μηλίτσα διασχίζεται από τον χείμαρρο Λίγγα και από τον ποταμό Έπι. Ακόμη, η Μικρά Μαντινεία διασχίζεται από ρέμα, το οποίο καταλήγει μετά από λίγα μέτρα στη θάλασσα, οι Γαργαλιάνοι από τον ποταμό Βεργίνα, τα Φιλιατρά από το χείμαρρο Λαγκούβαρδο και η Καλλιρόη από το χείμαρρο Δεσπότη, ο οποίος καταλήγει στον ποταμό Πάμισο. Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζονται οι χείμαρροι και τα ποτάμια κατά το μήνα Αύγουστο, ώστε να γίνει καλύτερα αντιληπτή η ανάγκη για το νερό που θα παράγεται. Στο Χάρτη 7 (βλ. παράρτημα) απεικονίζονται οι προτεινόμενες χωροθετήσεις των μονάδων επεξεργασίας κασίγαρου.

13. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ  
ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

**Εικόνα 31: Χείμαρρος; Μανούσος**



**Εικόνα 32: Χείμαρρος; Στέρνα**



**Εικόνα 33: Ποταμός Βελίκας**



**Εικόνα 34: Ποταμός Πάμισος**



13. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ  
ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

**Εικόνα 35: Ποταμός Έπι:**



**Εικόνα 36: Χείμαρρος Λίγγα:**





Εικόνα 37: Ρέμα Μικράς Μαντινείας



Εικόνα 38: Ποταμός Βεργίνα



13. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ  
ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

Εικόνα 39: Χείμαρρος Λαγκούβαρδος



Εικόνα 40: Χείμαρρος Δεσπότη



#### 14. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο Νομός Μεσσηνίας είναι ένας από τους πρώτους σε παραγωγή ελαιολάδου Νομούς, με τη μέση ετήσια παραγωγή ελαιολάδου για το 1999-2008 να είναι 45.873 τόνοι, το οποίο συνεπάγεται και μεγάλη ποσότητα κατσίγαρου. Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων έχουν πολύ υψηλό οργανικό φορτίο, το οποίο απαιτεί επεξεργασία πριν διατεθεί στους υδάτινους αποδέκτες. Μέχρι στιγμής, ο μόνος τρόπος επεξεργασίας του κατσίγαρου στο Νομό είναι η προεπεξεργασία με ασβέστη και η διάθεση του σε ποτάμια, χείμαρρους και στη θάλασσα, με εξαίρεση δύο μόνο ελαιοτριβεία που διαθέτουν τον κατσίγαρο σε εξατμισοδεξαμενές.

Η επεξεργασία του ελαιοκάρπου για την παραγωγή ελαιολάδου γίνεται κυρίως με τρεις τρόπους: α) υδραυλικά πιεστήρια, β) φυγοκέντριση τριών φάσεων και γ) φυγοκέντριση δύο φάσεων. Στο Νομό Μεσσηνίας υπάρχουν 247 ελαιοτριβεία από τα οποία τα 220 είναι φυγοκεντρικά τριών φάσεων, τα 20 φυγοκεντρικά δύο φάσεων και τα υπόλοιπα 7 κλασσικού τύπου. Το κύριο πλεονέκτημα των φυγοκεντρικών δύο φάσεων είναι ότι παράγει πολύ μικρή ποσότητα υγρών αποβλήτων, η οποία προέρχεται από το πλύσιμο του ελαιοκάρπου, σε σχέση με τις άλλες δύο μεθόδους. Όμως, τα στερεά απόβλητα (ελαιοπυρήνα) που παράγονται έχουν πολύ υψηλό ποσοστό υγρασίας (65-70%), τα οποία χρειάζονται ιδιαίτερα πολύπλοκη και οικονομικά αβάστακτη επεξεργασία, χωρίς ικανοποιητικά αποτελέσματα. Έτσι, δε θεωρείται πιο κατάλληλος τρόπος επεξεργασίας αλλά απλά μεταθέτει το πρόβλημα από τα υγρά στα στερεά απόβλητα.

Η ποσότητα του κατσίγαρου δεν μπορεί να υπολογιστεί επακριβώς επειδή εξαρτάται από την ποικιλία, το στάδιο ωριμότητας, το χρόνο εναποθήκευσης και τον τρόπο επεξεργασίας του ελαιοκάρπου καθώς και το προστιθέμενο νερό στα διάφορα στάδια επεξεργασίας του. Σύμφωνα με την ελληνική και ξένη βιβλιογραφία ο κατσίγαρος μπορεί να υπολογιστεί βάσει του παραγόμενου ελαιοκάρπου ή του ελαιολάδου. Για τον υπολογισμό της παραγόμενης ποσότητας κατσίγαρου στο Νομό Μεσσηνίας επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ο ελαιοκάρπος επειδή με το ελαιολάδο αυξάνονται οι παράμετροι που επηρεάζουν την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, με κυριότερο παράγοντα την απόδοση του ελαιοκάρπου σε ελαιολάδο η οποία αλλάζει από περιοχή σε περιοχή. Σύμφωνα με τα παραπάνω η μέση ετήσια παραγωγή κατσίγαρου ανά έτος για το Νομό Μεσσηνίας είναι περίπου 330.000 τόνοι.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι φυσικές, θερμικές, φυσικοχημικές και βιολογικές. Τα παραγόμενα προϊόντα του κατσίγαρου, βάσει των μεθόδων αυτών, είναι το νερό, το compost και οι πολυφαινόλες. Το compost χρησιμοποιείται στο γεωργικό τομέα, στην αρχιτεκτονική τοπίων και στη δασοκομία. Οι πολυφαινόλες έχουν ισχυρές αντιοξειδωτικές, αντιβακτηριακές και αντικές ιδιότητες, οι οποίες έχουν μεγάλο αριθμό χρήσεων σε βιομηχανίες φαρμάκων και τροφίμων.

Όσον αφορά τη νομοθεσία στην Ελλάδα, κανένας νόμος δεν αναφέρεται στον τρόπο επεξεργασίας και διάθεσης των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων. Για τη δημιουργία ενός μελλοντικού και αποτελεσματικού νόμου, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην αξιοπιστία των στοιχείων σχετικά με την ποσότητα του κατσίγαρου που παράγεται, στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, στην επαρκή και πλήρη γνώση των μεθόδων επεξεργασίας, στην εναρμόνιση των εθνικών κανονισμών, στην οικονομική αξιολόγηση και τέλος, είναι απαραίτητο ο νόμος να εναρμονίζεται με την πολιτική για το περιβάλλον και την προστασία των πόρων.

#### 14. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέσα από την ανάλυση που προηγήθηκε, η καλύτερη λύση για το πρόβλημα της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων είναι η διαχείριση με μεμβράνες για την ανάκτηση πολυφαινολών και παραγωγή compost. Η μέθοδος αυτή έχει υψηλό κόστος κατασκευής, αλλά λόγω της υψηλής αγοραστικής αξίας των πολυφαινολών που περιέχονται στον κασίγαρο είναι οικονομικά βιώσιμη λύση, με προοπτικές επικερδούς επιχείρησης.

Η χωροθέτηση των μονάδων έγινε με την επεξεργασία των στοιχείων της παραγωγής ελαιοκάρπου ανά οικισμό της ΕΣΥΕ και την εισαγωγή τους στο πρόγραμμα S-Distance για την εύρεση των καλύτερων θέσεων, βάσει της ελαχιστοποίησης των μέσων σταθμισμένων αποστάσεων. Οι μονάδες που θα χωροθετηθούν θα είναι οχτώ, οι οποίες θα βρίσκονται στις καλύτερες δυνατές θέσεις ώστε να ελαχιστοποιούνται τα κόστη μεταφοράς του κασίγαρου και των ελαιόφυλλων. Επίσης, για τη χωροθέτηση των μονάδων επεξεργασίας υπολογίστηκαν και κάποια κριτήρια επιλογής, όπως να βρίσκονται έξω από τους οικισμούς, μακριά από περιοχές Natura, παραδοσιακούς οικισμούς, τουριστικές και παραλιακές περιοχές, να είναι σχετικά της ίδιας δυναμικότητας και να βρίσκονται παραπλήσια σε υδάτινους αποδέκτες για την άμεση διάθεση του παραγόμενου νερού. Μελλοντικά μπορούν να δημιουργηθούν φράγματα, τα οποία θα κατακρατούν το νερό και θα το διαθέτουν στους αποδέκτες τους καλοκαιρινούς μήνες, που οι ανάγκες για νερό είναι μεγαλύτερες.

Τέλος, για να υπάρξει μία αξιόπιστη εικόνα για το μέγεθος της δυναμικότητας των μονάδων επεξεργασίας και τη χωροθέτηση αυτών, πρέπει να εγκατασταθούν μετρητές σε κάθε ελαιοτριβείο του Νομού και μέσα από την απογραφή λίγων ετών, να υπολογιστεί η πραγματική ποσότητα κασίγαρου που παράγεται στο Νομό Μεσσηνίας.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Αθανασιάδης Ν., Γερασιμίδης Αχ., Παναγιωτίδης Σ. “Η ελιά στα διαγράμματα γύρης και η σημασία της από ιστορικοαρχαιολογική άποψη. Ελιά και Λάδι: τριήμερο εργασίας, Καλαμάτα, 7-9 Μαΐου 1993”. Πολιτιστικό τεχνολογικό ίδρυμα ΕΤΒΑ, Αθήνα, 1996.

2. Βερβερή Μ. “Σύστημα διαχείρισης αποβλήτων ελαιουργίων Γέρας”. Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών στην Περιβαλλοντική & Οικολογική Μηχανική, Μυτιλήνη, 2004.

3. Βουρδουμπάς Γ. “Χρήση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας”. Διδακτικό υλικό στο πρόγραμμα «Εκπαίδευση από απόσταση» του Υπουργείου Παιδείας που αφορά τη χρήση των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος το οποίο υλοποιείται από το ΤΕΙ Ηρακλείου, Χανιά, 1998.

4. Γιαννούλης Μ. “Η άποψη του συνδέσμου πυρηνελαιουργών Ελλάδος”. Ελιά & Ελαιόλαδο 14: 49-51, 1999.

5. Γρηγορίου Κ. “Εφαρμογή ορθών γεωργικών και περιβαλλοντικών πρακτικών στην Ελιά”. Συμβούλιο Ελαιοκομικών Προϊόντων, Λευκωσία, 2006.

6. Δρούμπαλης Δ. “Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για την ανανέωση χρονικής ισχύος των περιβαλλοντικών όρων”. Καλαμάτα, 2006.

7. Δρούμπαλης Δ. “Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων”. Καλαμάτα, 2008.

8. Κάτσαρης Η. “Μελέτη επεξεργασίας & διάθεσης αποβλήτων ελαιουργείου”. Καλαμάτα, 2004.

9. Κούγκολος Α. “Εισαγωγή στην περιβαλλοντική μηχανική”. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 2007.

10. Κυριτσάκης Α. “Το ελαιόλαδο”. Αγροτικές Συνεταιριστικές Εκδόσεις, Θεσσαλονίκη, 1993.

11. Μαρκαντωνάτος Γ. “Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων”. Β Έκδοση. Εκδόσεις Γαρταγάνης, Αθήνα, 1990.

12. Μιχαλοπούλου Χ. “Νομοθεσία για το περιβάλλον”. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2004.

13. Μπαλατσούρας Γ. “Η ελιά καλλιέργεια με σύγχρονες μεθόδους”. Εκδόσεις Πελεκάνος, Αθήνα, 1992.

14. Μπαλατσούρας Γ. “Το ελαιόδεντρο”. Τόμος 1<sup>ος</sup>. Β Έκδοση ενημερωμένη. Εκδόσεις Πελεκάνος, Αθήνα, 1994

15. Μπαλατσούρας Γ. “Το ελαιόλαδο”. Τόμος 2<sup>ος</sup>. Εκδόσεις Πελεκάνος, Αθήνα, 1997

16. Μπαλατσούρας Γ. “Η ελαιουργία”. Τόμος 4<sup>ος</sup>. Εκδόσεις Πελεκάνος, Αθήνα, 1999

17. Μπουλώτης Χρ. “Το λάδι στους μυκηναϊκούς χρόνους. Ελιά και Λάδι: τριήμερο εργασίας, Καλαμάτα, 7-9 Μαΐου 1993”. Πολιτιστικό τεχνολογικό ίδρυμα ΕΤΒΑ, Αθήνα, 1996.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

18. Οιχαλιώτης Κ. & Ζερβάκης Γ. “Τα απόβλητα και παραπροϊόντα των ελαιολιτριβείων δύο και τριών φάσεων: Μια αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης”. *Ελιά & Ελαιόλαδο* 14: 52-61, 1999.
19. Πάπυρος Larousse Britannica. Τόμος 22<sup>ος</sup>. Εκδοτικός Οργανισμός Πάπυρος, Αθήνα, 1996.
20. Ποντίκης Κ. “Ειδική δένδροκομία: Ελαιοκομία”. Τόμος 3<sup>ος</sup>. Εκδόσεις Σταμούλης Αθ., Αθήνα, 2000.
21. Σταύρου Τ. “Ελιά: Η βιογραφία ενός Δέντρου: Μία ασυνήθιστη μυθιστορία”. Εκδόσεις Ηλίβατον, Αθήνα, 2001.
22. Συρίγος Σ. & Φώτης Γ. “S-Distance: Πρότυπο σύστημα χωροθετικής ανάλυσης και σχεδιασμού, Εγχειρίδιο χρήσης”. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Εργαστήριο Χωρικής Ανάλυσης, GIS και Θεματικής Χαρτογραφίας, Βόλος, 2004.
23. Τροχάτος Δ. “Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων τύπου Β για έργα και δραστηριότητες 1<sup>ης</sup> κατηγορίας”. Καλαμάτα, 1999.
24. Χριστοπούλου Ε. & Τζαμτζής Β. “Τι ακριβώς είναι το έλαιο Repasso?”. *Ελιά & Ελαιόλαδο* 19: 36-37/77, 2000.
25. Metcalf & Eddy “Μηχανική υγρών αποβλήτων: Επεξεργασία και Επαναχρησιμοποίηση”. 4<sup>η</sup> Έκδοση. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 2007.
26. Fooks R. “Το βιβλίο της ελιάς”. Εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα.

### Ξένη Βιβλιογραφία

1. Bartolini G. and Petruccelli R., “Classification, Origin, diffusion and history of the olive”. Food and Agriculture organization of the united nations, Rome, 2002.
2. Cheremisinoff N. “Handbook of chemical processing equipment”. Butterworth-Heinemann, United States of America, 2000.
3. Cheremisinoff N. “Handbook of water and wastewater treatment technologies”. Butterworth-Heinemann, United States of America, 2002.
4. Halbadakis C.P. and Niaounakis M. “Olive processing waste management: Literature Review and Patent Survey”. Second Edition. Elsevier, Italy, 2006.

### Πηγές Internet

1. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CF%83%CF%83%CE%B7%CE%BD%CE%AF%CE%B1> (25/1/2009).
2. [http://www.messinia.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=159&Itemid=57&lang=el](http://www.messinia.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=159&Itemid=57&lang=el) (2/9/2009).
3. [http://www.peloponnisos.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=83&Itemid=64](http://www.peloponnisos.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=83&Itemid=64) (25/1/2009).
4. <http://diocles.civil.duth.gr/links/home/database/messinia/pr37ge.pdf> (25/1/2009).
5. [http://www.messinia.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=161&Itemid=59&lang=el](http://www.messinia.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=161&Itemid=59&lang=el) (2/9/2009).

6. [http://www.messinia.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=160&Itemid=58&lang=el](http://www.messinia.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=160&Itemid=58&lang=el) (2/9/2009).
7. [http://www.messinia.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=163&Itemid=61&lang=el](http://www.messinia.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=163&Itemid=61&lang=el) (2/9/2009).
8. [http://www.messinia.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=164&Itemid=62&lang=el](http://www.messinia.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=164&Itemid=62&lang=el) (2/9/2009).
9. [http://www.messinia.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=165&Itemid=63&lang=el](http://www.messinia.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=165&Itemid=63&lang=el) (2/9/2009).
10. <http://www.minenv.gr/1/12/121/12103/g1210300/g121030002.html> (10/1/2009).
11. <http://www.minenv.gr/1/12/121/12103/g1210300/g121030001.html> (10/1/2009).
12. [http://www.e-ecology.gr/DiscView.asp?mid=1605&forum\\_id=6](http://www.e-ecology.gr/DiscView.asp?mid=1605&forum_id=6) (10/1/2009).
13. <http://www.ornithologiki.gr/gr/sppe/gr119.php> (10/1/2009).
14. <http://www.ornithologiki.gr/gr/sppe/gr120.php> (10/1/2009).
15. <http://www.itia.ntua.gr/filotis/SitesData/GR2550001.pdf> (10/1/2009).
16. <http://www.itia.ntua.gr/filotis/SitesData/GR2550002.pdf> (10/1/2009).
17. <http://www.itia.ntua.gr/filotis/SitesData/GR2550003.pdf> (10/1/2009).
18. <http://www.itia.ntua.gr/filotis/SitesData/GR2550004.pdf> (10/1/2009).
19. <http://www.itia.ntua.gr/filotis/SitesData/GR2550005.pdf> (10/1/2009).
20. <http://www.itia.ntua.gr/filotis/SitesData/GR2550006.pdf> (10/1/2009).
21. <http://www.itia.ntua.gr/filotis/SitesData/GR2550007.pdf> (10/1/2009).
22. [natura.minenv.gr/natura/server/user/biotopos\\_info.asp?lng=GR&siteCode=GR2550007 - 33k](http://natura.minenv.gr/natura/server/user/biotopos_info.asp?lng=GR&siteCode=GR2550007 - 33k) – (10/1/2009).
23. <http://www.clab.edc.uoc.gr/seminar/ptixiakes/elia/site/Athhna.htm> (12/5/2009).
24. <http://www.clab.edc.uoc.gr/seminar/ptixiakes/elia/site/Elais.htm> (12/5/2009).
25. <http://www.clab.edc.uoc.gr/seminar/ptixiakes/elia/site/Aristaios.htm> (12/5/2009).
26. <http://www.clab.edc.uoc.gr/seminar/ptixiakes/elia/site/Hraklhs.htm> (12/5/2009).
27. <http://00357.info/com/index2/elaiolado/default.asp> (15/10/2008).
28. [http://books.google.com/books/p/anr\\_publications?id=dIBydJrbI1MC&pg=PP5&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=0\\_1#PPA8,M1](http://books.google.com/books/p/anr_publications?id=dIBydJrbI1MC&pg=PP5&source=gbs_selected_pages&cad=0_1#PPA8,M1) (13/06/2009).
29. <http://faostat.fao.org/site/636/DesktopDefault.aspx?PageID=636#ancor> (14/3/2009).
30. [http://www.minagric.gr/greek/agro\\_pol/ladi.htm](http://www.minagric.gr/greek/agro_pol/ladi.htm) (5/3/2009).
31. [http://www.pacificsunoliveoil.com/ancient\\_mills.html](http://www.pacificsunoliveoil.com/ancient_mills.html) (10/5/2009).
32. [http://2.bp.blogspot.com/\\_v1GnkEhimYc/SEUNByRjowI/AAAAAAd0/1fxE-WGrueQ/s320/oilmachine1.jpg](http://2.bp.blogspot.com/_v1GnkEhimYc/SEUNByRjowI/AAAAAAd0/1fxE-WGrueQ/s320/oilmachine1.jpg) (10/5/2009).

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

33. <http://www.photooftheday.gr/photos/122210314218519100.jpg> (30/8/2009).
34. [http://www.john-libbey-eurotext.fr/fr/revues/agro\\_biotech/ocle-docs/00/03/35/D7/article.phtml](http://www.john-libbey-eurotext.fr/fr/revues/agro_biotech/ocle-docs/00/03/35/D7/article.phtml) (29/ 6/ 2009).
35. <http://endrasi.gr/wp-content/uploads/2008/09/drasi-024.jpg> (12/3/2009).
36. <http://eltejar.com.ar> (17/3/2009).
37. [http://www.tharosnews.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=12378](http://www.tharosnews.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=12378) (10/4/2009).
38. [http://www.tharosnews.gr/index.php?id=14372&option=com\\_content&task=view](http://www.tharosnews.gr/index.php?id=14372&option=com_content&task=view) (11/4/2009).
39. <http://www.nea.gr/popular/docs1/ennia.pdf> (13/5/2009)
40. <http://www.aquatec-engineering.com/pdf/AquatecOLIVIA%20gr.pdf>. (14/1/2009).
41. <http://www.pharm.uoa.gr/minos/manualgr.pdf> (12/2/2009).
42. <http://www.pharm.uoa.gr/minos/photos.pdf> (12/2/2009).
43. [http://www.aegean.gr/environment/eda/naias/pilotikes\\_gr\\_anemotia.htm](http://www.aegean.gr/environment/eda/naias/pilotikes_gr_anemotia.htm) (16/3/2009).
44. [http://www.aegean.gr/environment/eda/naias/pilotikes\\_gr\\_αφάλωνα.htm](http://www.aegean.gr/environment/eda/naias/pilotikes_gr_αφάλωνα.htm) (16/3/2009).
45. [http://www.aegean.gr/environment/eda/naias/pilotikes\\_gr\\_βασίλικα.htm](http://www.aegean.gr/environment/eda/naias/pilotikes_gr_βασίλικα.htm) (16/3/2009).
46. <http://www.aegean.gr/environment/eda/naias/images/3%20phase%20final%20proposals.jpg> (16/3/2009).
47. [http://www.cyprus.gov.cy/moa/agriculture.nsf/0/B877D2F36D479151C22573E3005CA541/\\$file/%CE%91%CF%80%CF%8C%CE%B2%CE%BB%CE%B7%CF%84%CE%B1%20%CE%95%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CF%89%CE%BD%20\(%CE%9C%CE%AD%CE%B3%CE%B5%CE%B8%CE%BF%CF%82%20%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF%CF%85%20201%20%CE%9A%CE%92\).pdf](http://www.cyprus.gov.cy/moa/agriculture.nsf/0/B877D2F36D479151C22573E3005CA541/$file/%CE%91%CF%80%CF%8C%CE%B2%CE%BB%CE%B7%CF%84%CE%B1%20%CE%95%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CF%89%CE%BD%20(%CE%9C%CE%AD%CE%B3%CE%B5%CE%B8%CE%BF%CF%82%20%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF%CF%85%20201%20%CE%9A%CE%92).pdf) (19/11/2008).



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

**ΧΑΡΤΕΣ**

**Χάρτης 1: Θέση Μεσσηνίας στην Ελλάδα**

**Χάρτης 2: Ποτάμια και Περιοχές Natura**

**Χάρτης 3: Μέση ετήσια παραγωγή ελαιοκάρπου ανά Δήμο για το 2003-2006**

**Χάρτης 4: Ελαιοτριβεία Νομού Μεσσηνίας**




**Χάρτης 5: Μέση ετήσια παραγωγή κατσίγαρου ανά Δήμο για το 2003-2006**

**Χάρτης 6: Αποδέκτες ελαιοτριβείων**

**Χάρτης 7: Προτεινόμενη χωροθέτηση μονάδων επεξεργασίας κατσίγαρου**



**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

-  Ακτογραμμή
-  Νομοί Ελλάδας
-  Νομός Μεσσηνίας

0 25 50 100 150 200  
Kilometers

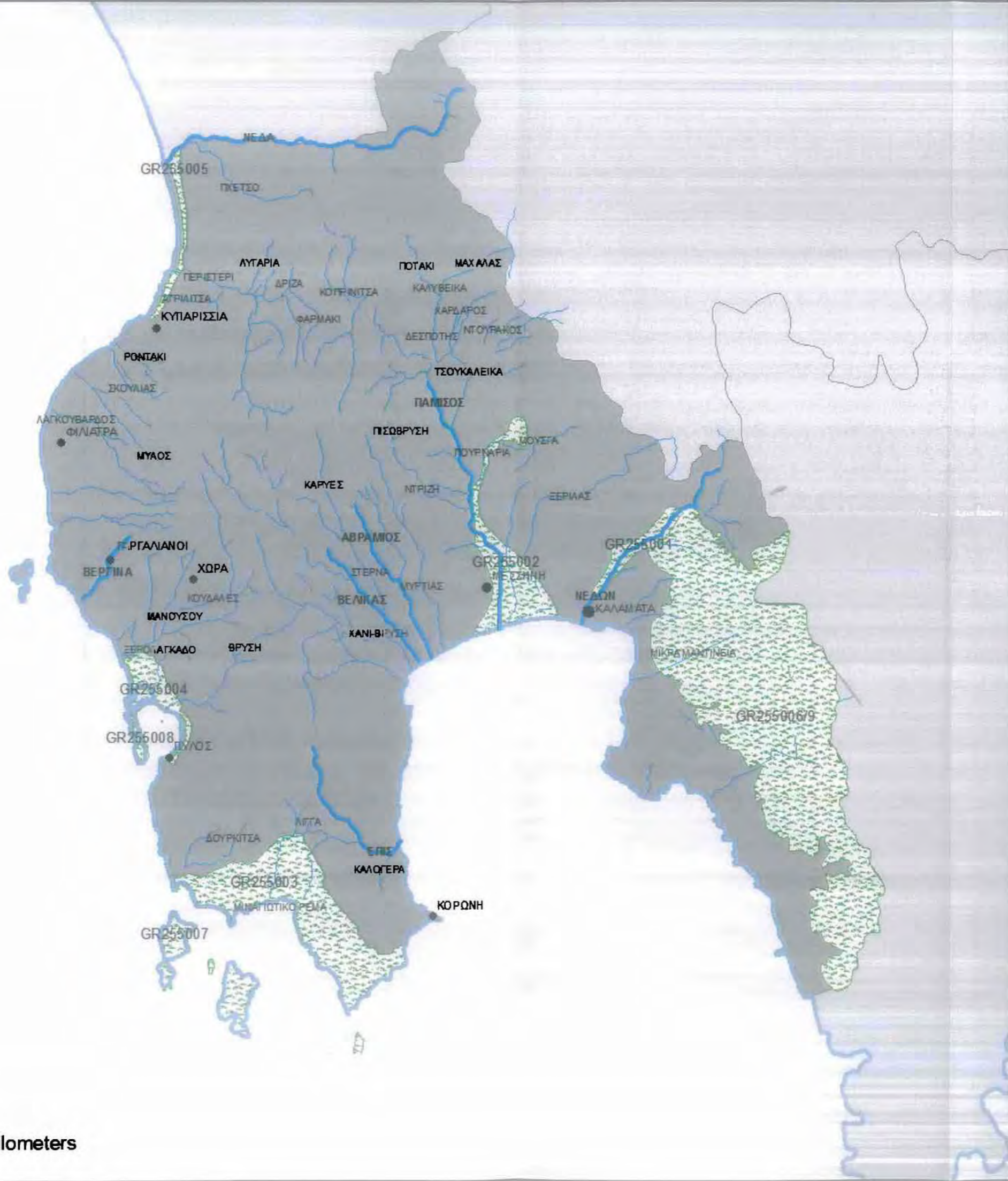
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ,  
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

**ΤΙΤΛΟΣ : ΘΕΣΗ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

**ΚΛΙΜΑΚΑ 1:3.200.000**

**ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ**  
**ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ, 2009**



**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

- Οικισμοί**
- ΚΑΛΑΜΑΤΑ
  - ΜΕΣΣΗΝΗ
  - ΦΙΛΙΑΤΡΑ
  - ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΟΙ
  - ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ
  - ΧΩΡΑ
  - ΠΥΛΟΣ
  - ΚΟΡΩΝΗ
- Ποτάμια
- Χείμαρροι
- Ακτογραμμή
- Περιοχές Natura
- Νομοί Ελλάδας
- Νομός Μεσσηνίας

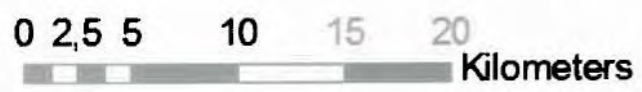
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
 ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ,  
 ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ  
 ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

**ΤΙΤΛΟΣ : ΠΟΤΑΜΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΝΑΤΥΡΑ**

**ΚΛΙΜΑΚΑ 1:350.000**

**ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ**  
**ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ, 2009**





**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

- Οικισμοί
- ΚΑΛΑΜΑΤΑ
  - ΜΕΣΣΗΝΗ
  - ΦΙΛΑΤΡΑ
  - ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΟΙ
  - ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ
  - ΧΩΡΑ
  - ΠΥΛΟΣ
  - ΚΟΡΩΝΗ
- Ακτογραμμή  
— Ποτάμια
- Παραγωγή Ελαιοκάρπου**
- 450 - 1822
  - 1823 - 5917
  - 5918 - 11868
  - 11869 - 16720
  - 16721 - 36199
- Νομοί Ελλάδας  
□ Δήμοι Μεσσηνίας



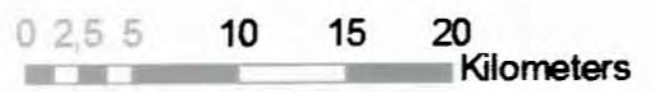
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ,**  
**ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ**  
**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

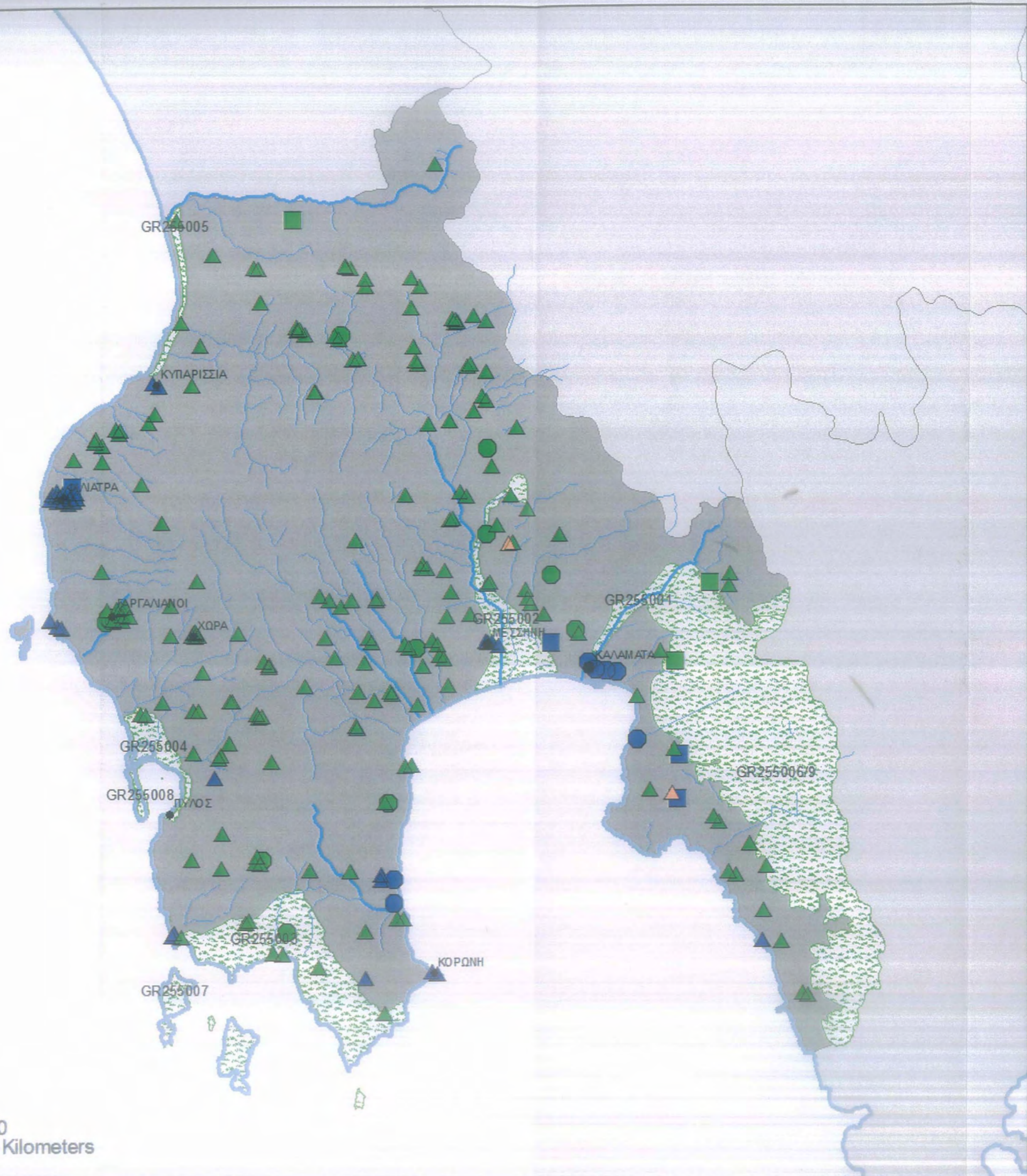
**ΠΙΤΟΣ : Μέση Ετήσια Παραγωγή**  
**Ελαιοκάρπου ανά Δήμο για το 2003-2006**

**ΚΛΙΜΑΚΑ 1:350.000**

**ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ**  
**ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ, 2009**





### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- △ Ελαιοτριβεία τριών φάσεων
- ▲ αποδέκτης άρδευση
- ▲ αποδέκτης χείμαρρος
- ▲ αποδέκτης θάλασσα
- Ελαιοτριβεία κλασσικού τύπου
- Αποδέκτης θάλασσα
- Αποδέκτης Χείμαρρος
- Ελαιοτριβεία δύο φάσεων
- Αποδέκτης θάλασσα
- Αποδέκτης χείμαρρος

### Οικισμοί

- ΚΑΛΑΜΑΤΑ
- ΜΕΣΣΗΝΗ
- ΦΙΛΙΑΤΡΑ
- ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΟΙ
- ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ
- ΧΩΡΑ
- ΠΥΛΟΣ
- ΚΟΡΩΝΗ

— Παμία

— Χείμαρροι

— Ακτογραμμή

▨ Περιοχές Natura

□ Νομό Ελλάδας

■ Νομός Μεσσηνίας



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ,  
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

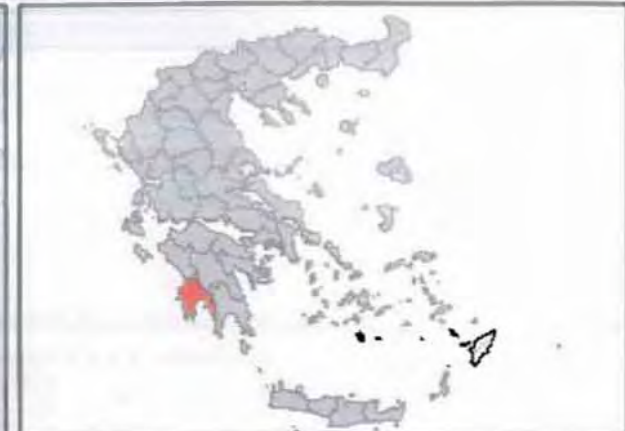
**ΠΤΛΟΣ : Αποδέκτες Ελαιοτριβείων**

**ΚΛΙΜΑΚΑ 1:350.000**

**ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ**  
**ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ, 2009**





**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

- Οικισμοί**
- ΚΑΛΑΜΑΤΑ
  - ΜΕΣΣΗΝΗ
  - ΦΙΛΙΑΤΡΑ
  - ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΟΙ
  - ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ
  - ΧΩΡΑ
  - ΠΥΛΟΣ
  - ΚΟΡΩΝΗ

— Ακτογραμμή

**Παραγωγή κασιγάρου (τόνοι)**

- 398 - 1612
- 1613 - 5237
- 5238 - 10503
- 10504 - 14797
- 14798 - 32036

- Νομοί Ελλάδας
- Δήμα Μεσσηνίας



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
 ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ,  
 ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ  
 ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

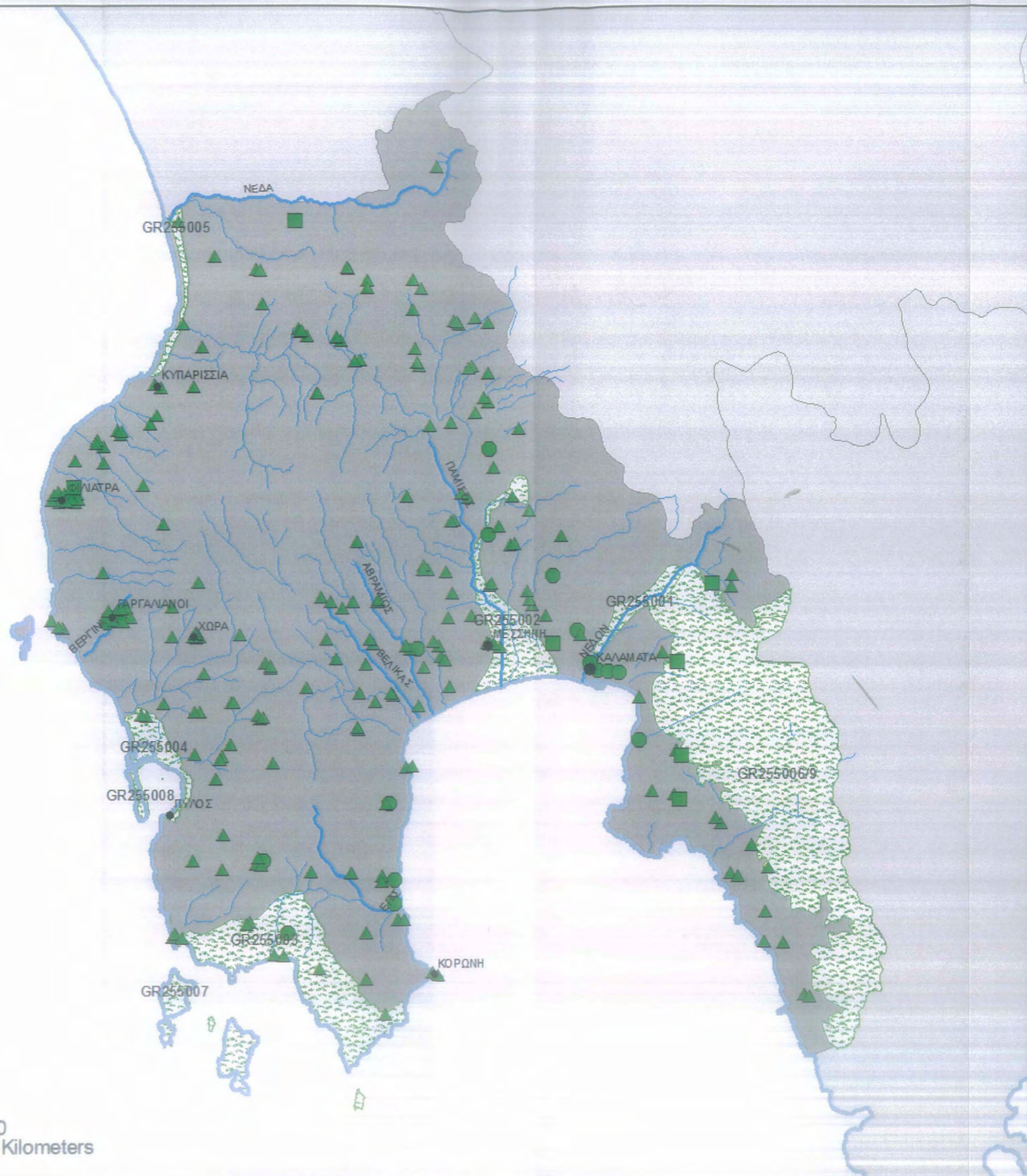
**ΤΙΤΛΟΣ : Μέση Ετήσια Παραγωγή Κασιγάρου ανά Δήμο για το 2003-2006**

**ΚΛΙΜΑΚΑ 1:350.000**




**ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ**  
**ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ, 2009**











**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

-  Ελαιοτριβεία κλασσικού τύπου
-  Ελαιοτριβεία τριών φάσεων
-  Ελαιοτριβεία δύο φάσεων

**Οικισμοί**

-  ΚΑΛΑΜΑΤΑ
-  ΜΕΣΣΗΝΗ
-  ΦΙΛΙΑΤΡΑ
-  ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΟΙ
-  ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ
-  ΧΩΡΑ
-  ΠΥΛΟΣ
-  ΚΟΡΩΝΗ

-  Ποτάμια
-  Χείμαρροι
-  Ακτογραμμή
-  Περιοχές Natura
-  Νομοί Ελλάδας
-  Νομός Μεσσηνίας

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ,  
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΤΙΤΛΟΣ : Ελαιοτριβεία Νομού Μεσσηνίας

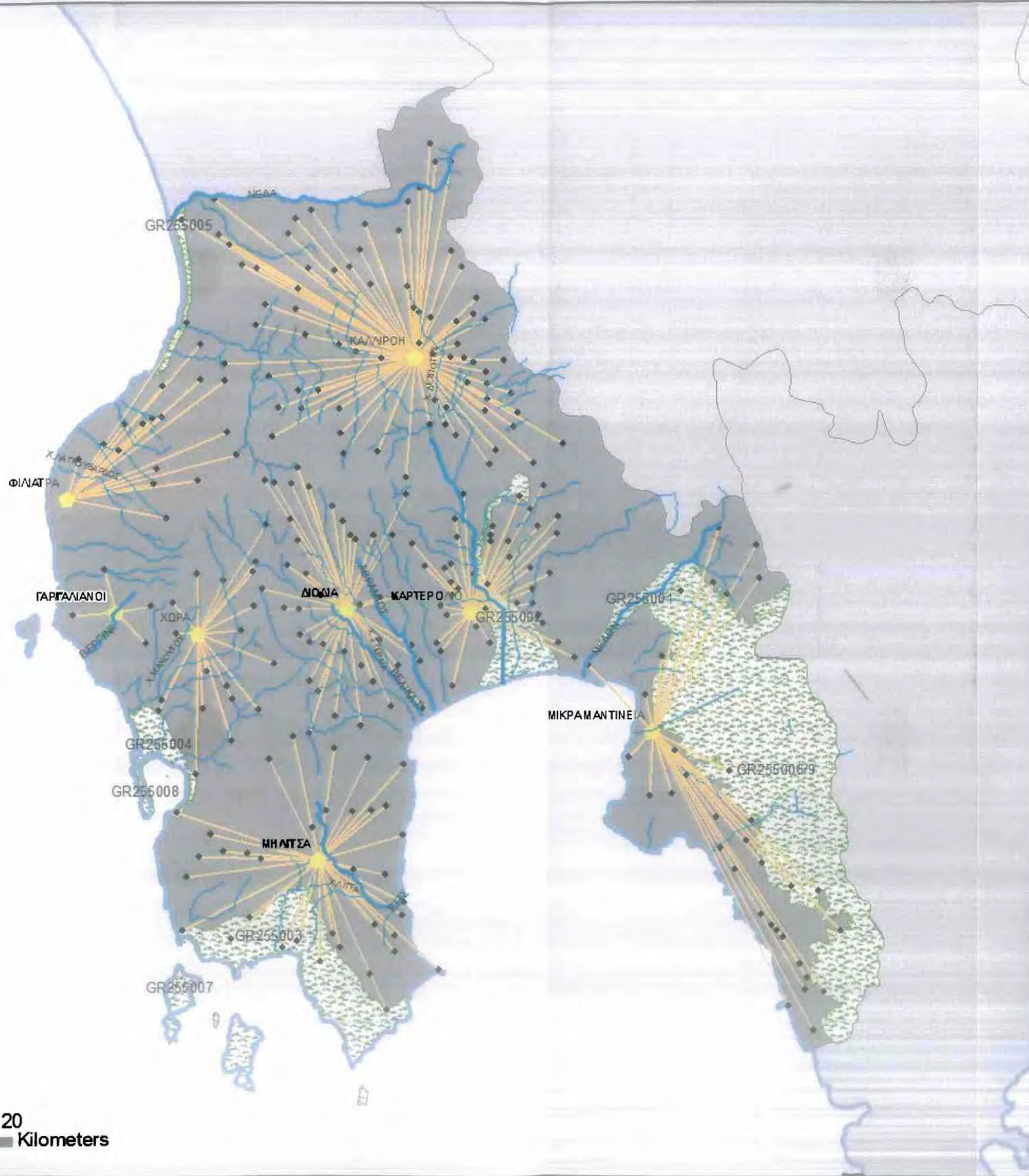
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:350.000

ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ  
ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ










ΒΟΛΟΣ, 2009







**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

-  ΜΟΝΑΔΕΣ
-  ΟΙΚΙΣΜΟΙ
-  ΔΙΚΤΥΟ ΟΙΚΙΣΜΩΝ-ΜΟΝΑΔΩΝ
-  Ποτάμια
-  Χείμαρροι
-  Ακτογραμμή
-  Περιοχές Natura
-  Νομοί Ελλάδας
-  Νομός Μεσσηνίας

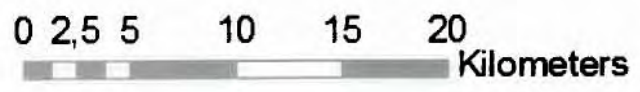
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ,  
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

**ΤΙΤΛΟΣ : ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ**  
**ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΤΣΙΓΑΡΟΥ**

**ΚΛΙΜΑΚΑ 1:350.000**

**ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ**  
**ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ, 2009**

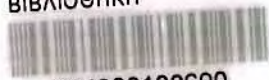


ΛΗΞΗ	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΔΑΝΕΙΖΟΜΕΝΟΥ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
 Τηλ.: 24210 06300-1



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000100690