



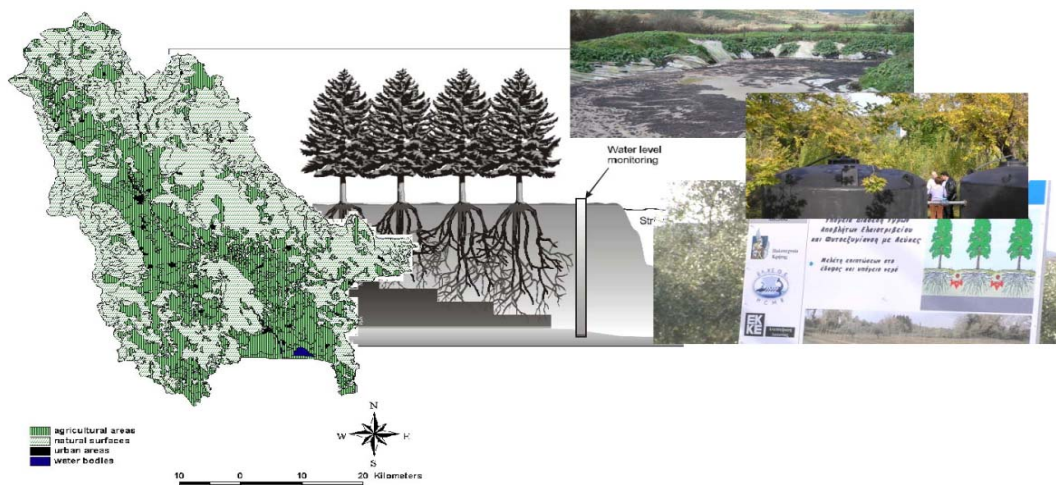
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Μεταπτυχιακό πρόγραμμα ειδίκευσης
« Έλεγχος ποιότητας και διαχείριση Περιβάλλοντος»



Πτυχιακή εργασία: Ανάπτυξη μοντέλου εκτίμησης κόστους τεχνολογιών
φιλικών προς το περιβάλλον για τη διαχείριση αποβλήτων ελαιοτριβείων



Καλογεράκου Βασιλική

Επιβλέπων καθηγητής. κ. Ν. Νικολαΐδης

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 . Υγρά Απόβλητα Ελαιοτριβείου	4
1.1 Παραγωγή Ελαιολάδου	4
1.2 Επεξεργασία ελαιολάδου - Τύποι ελαιουργείων	5
1.3 Απόβλητα ελαιοτριβείου	12
1.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αποβλήτων ελαιουργείου	15
Κεφάλαιο 2. Προτάσεις Επεξεργασίας Αποβλήτων Ελαιουργείων	17
2.1 Ιδιαιτερότητες του Προβλήματος στην Ελλάδα	17
2.2 Εναλλακτική Πρόταση 1 - Εξατμισοδεξαμενές	19
2.3 Εναλλακτική Πρόταση 2 - Εξατμισοδεξαμενές με στέγαστρο	19
2.4 Εναλλακτική Πρόταση 3 - Υπεδάφια διάθεση και φυτοεξυγίανση	20
2.4.1 Ανάπτυξη αναλυτικής μεθόδου:	21
2.4.2 Εκτίμηση αποκατάστασης ρυπασμένου εδάφους με κατσίγαρο	22
Κεφάλαιο 3. Εφαρμογή εναλλακτικών τεχνολογιών	23
3.1 Πρόταση 1. Εξατμισοδεξαμενή.	23
3.2 Πρόταση 2. Εξατμισοδεξαμενή με στέγαστρο	24
3.3 Πρόταση 3. Υπεδάφια διάθεση με φυτοεξυγίαση.	25
Κεφάλαιο 4. Μοντέλο εκτίμησης Κόστους.	27
4.1 Μεθοδολογία.	27
4.2 Εξατμισοδεξαμενή.	29
4.3 Εξατμισοδεξαμενή με σκέπαστρο.	31
4.4 Υπεδάφια διάθεση και φυτοεξυγίανση.	33
4.5 Σενάρια	35
Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα -Προτάσεις	40

Περίληψη

Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων είναι μια πηγή ρύπανσης που προκαλεί σοβαρά προβλήματα στις ελαιοπαραγωγικές χώρες. Οι σημαντικές επιπτώσεις που μπορεί να έχουν τα υγρά αποβλήτα των ελαιουργείων οφείλονται στο μεγάλο οργανικό φορτίο τους, στην τοξικότητά τους και στην αδυναμία βιοαποικοδόμησης των συστατικών τους. Η Ελλάδα είναι μια από τις σημαντικότερες ελαιοπαραγωγικές χώρες, και αντιμετωπίζει σημαντικό πρόβλημα μόλυνσης του φυσικού περιβάλλοντος, και ιδιαίτερα των υδάτινων αποδεκτών, από τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων.

Στα πλαίσια του προγράμματος Life- Envifriendly αναπτύχθηκε «εργαλειοθήκη» τεχνολογιών αποκατάστασης της ποιότητας των υδάτων που να είναι φιλικές προς το περιβάλλον και η ενσωμάτωση του σχεδιασμού τους στα διαχειριστικά σχέδια της λεκάνης απορροής του ποταμού Ευρώτα και της παράκτιας ζώνης του.

Σε αυτή την εργασία γίνεται προσπάθεια ανάλυσης των κατασκευαστικών αναγκών τριών εξ αυτών των τεχνολογιών και ανάπτυξη μοντέλου που θα μπορεί να υπολογίζει το κόστος της κάθε εγκατάστασης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Νικολαΐδη για την καθοδήγηση και την υπομονή του και τον κ. Καλογεράκη για την πολύτιμη βοήθειά του.

Κεφάλαιο 1 – Υγρά Απόβλητα Ελαιοτριβείου

Η βιομηχανική ανάπτυξη και η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων είχαν σαν αποτέλεσμα σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Τα υγρά απόβλητα αστικά ή μη και η υποβάθμιση των νερών είναι ένα μέρος του προβλήματος αυτού. Ιδιαίτερα για τη χώρα μας η οποία έχει τη μεγαλύτερη αναλογία μήκους ακτών ανά κάτοικο, γίνεται επιτακτική η ανάγκη για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων και τη διαχείριση υδατικών πόρων για την αποφυγή της υποβάθμισης των παράκτιων νερών και των επιφανειακών υδάτων από την διάθεση σε αυτά μη επεξεργασμένα απόβλητα.

Σκοπός λοιπόν της επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είναι η μείωση των φυσικών, χημικών και βιολογικών ρυπαντών των αποβλήτων. Τα συμβατικά όμως συστήματα που αναπτύχθηκαν έχουν μεγάλο κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης. Έτσι για να ξεπεραστούν τα προβλήματα που αντιμετώπιζαν τα συμβατικά συστήματα αναπτύχθηκαν τα Φυσικά Συστήματα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων.

Η παραγωγή ελαιολάδου όπως κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα και βιομηχανική διεργασία έχει σαν αποτέλεσμα στην παραγωγή ενός επιθυμητού προϊόντος χαμηλής εντροπίας και ενός ανεπιθύμητου αποβλήτου υψηλής εντροπίας. Η Ελλάδα είναι μια από τις χώρες με μεγάλη παραγωγή ελαιολάδου. Μέτρα όμως για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων πριν από τη διάθεσή τους στους φυσικούς αποδέκτες δεν λαμβάνονται με αποτέλεσμα την δημιουργία προβλημάτων ρύπανσης, ιδιαίτερα την περίοδο της παραγωγής ελαιολάδου. Στο παρακάτω κεφάλαιο παρουσιάζονται κάποιες γενικές πληροφορίες για την παραγωγή ελαιολάδου και τα απόβλητα που προέρχονται από τη διαδικασία αυτή.

1.1 Παραγωγή Ελαιολάδου

Υπάρχουν περίπου 750 εκατομμύρια παραγωγικά ελαιόδεντρα παγκοσμίως, που καλύπτουν μια επιφάνεια 7 εκατομμυρίων εκταρίων. Ένα δέντρο ελιάς παράγει 15 έως 40 κιλά ελαιοκάρπου το χρόνο. Η περιοχή της Μεσογείου παράγει το 97% του ελαιολάδου που παράγεται παγκοσμίως. Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή είναι οι Ισπανία, Ιταλία, Ελλάδα, Τουρκία και Τυνησία και ακολουθούν με μικρότερη παραγωγή η Πορτογαλία, το Μαρόκο και η Αλγερία. Η Ελλάδα, με ετήσια παραγωγή της τάξης των 0,4 εκατομμύρια τόνους, συνεισφέρει στο 15% της παγκόσμιας παραγωγής. Παρόλο που η ελαιοκαλλιέργεια ευδοκimeί σε αρκετά μέρη της Ελλάδας, η Κρήτη και η

Πελοπόννησος μοιράζονται το μεγαλύτερο ποσοστό, που είναι το 75% της συνολικής ελληνικής παραγωγής. Άλλες σημαντικές περιοχές είναι τα Ιόνια νησιά, η Στερεά και το Βόρειο Αιγαίο.

Πίνακας 1.1 Παραγωγή ελαιολάδου και ελαιοκάρπου στις χώρες της Ε.Ε (Νιαουνάκης and Χαλβαδάκης, 2004)

	Έκταση (10 ⁶ ha)	Παραγόμενος ελαιοκάρπος (10 ⁶ τόνοι)	Παραγόμενο ελαιόλαδο (10 ⁶ τόνοι)
Ισπανία	2,1	3,8	0,95
Ιταλία	1,14	2,2	0,45
Ελλάδα	0,73	1,9	0,43
Πορτογαλία	0,32	0,29	0,04

Η παραγωγή ελαιολάδου όπως και η καλλιέργειά του παράγουν μεγάλες ποσότητες αποβλήτων. Τα προϊόντα κατά τη διαδικασία παραγωγής ελαιολάδου βρίσκονται σε τρεις φάσεις: α) το ελαιόλαδο, που αποτελεί το 20%, β) τα στερεά απόβλητα, 30%, γ) υγρά απόβλητα (κατσίγαρος), 50%.

1.2 Επεξεργασία ελαιόλαδου - Τύποι ελαιουργείων

Σήμερα δύο διαφορετικές διαδικασίες εξαγωγής ελαιόλαδου χρησιμοποιούνται ευρέως οι οποίες βασίζονται στη φυγοκέντρωση. Τα φυγοκεντρικά συστήματα, διακρίνονται σε τριών και δύο φάσεων, ανάλογα με τα προϊόντα που δίνουν στο τέλος της επεξεργασίας. Επιπλέον εφαρμόζεται η «παραδοσιακή διαδικασία», κατά την οποία το ελαιόλαδο εξάγεται με πίεση σε υδραυλικό πιεστήριο. Τα τρία συστήματα διαφέρουν σημαντικά ως προς το ποσό των υγρών αποβλήτων και των άλλων παραπροϊόντων που παράγουν.

Η επεξεργασία του ελαιολάδου αποτελείται από επτά βήματα:

1. Παραλαβή του καρπού

Μετά τη συγκομιδή οι ελιές παραδίδονται στις μεταποιητικές μονάδες για επεξεργασία το ταχύτερο δυνατόν. Η μεταφορά τους γίνεται σε πλαστικά τελάρα (κλούβες) με οπές αερισμού ή πλαστικούς σάκους. Σε περίπτωση που χρειάζεται να αποθηκευτεί ο καρπός θα πρέπει να είναι για μικρό χρονικό διάστημα σε χώρο με καλό αερισμό.

2. Πλύσιμο

Οι ελιές τοποθετούνται αρχικά σε χοάνη παραλαβής ελαιοκάρπου και στη συνέχεια με μεταφορική ταινία οδηγούνται στο αποφυλλωτήριο, όπου απομακρύνονται τα φύλλα και άλλα φερτά υλικά. Ακολουθεί πλύσιμο για την απομάκρυνση ξένων υλών (σκόνη, χώμα, κ.λ.π.). Το νερό μπορεί να ανακυκλωθεί μετά από κατακρήμνιση ή διήθηση των στερεών συστατικών του.

Απαιτούνται περίπου 100-120 L νερού για την πλύση 1000 kg ελαιοκάρπου. Μετά το πλύσιμο ακολουθεί η άλεση του καρπού σε ελαιόμυλο ή σπαστήρα.

3. Σπάσιμο-άλεση ελαιόκαρπου

Στα παραδοσιακά ελαιοτριβεία η άλεση του καρπού γίνεται με κυλινδρικές μυλόπετρες. Στις σύγχρονες μονάδες χρησιμοποιούνται μεταλλικοί μύλοι, σφυρόμυλοι και σπαστήρες με οδοντωτούς δίσκους. Εάν οι ελιές που υποβάλλονται σε επεξεργασία είναι παγωμένες ή πολύ ξηρές, προστίθεται μια μικρή ποσότητα νερού (100-150 l ανά 1000 kg καρπού)

4. Μάλαξη

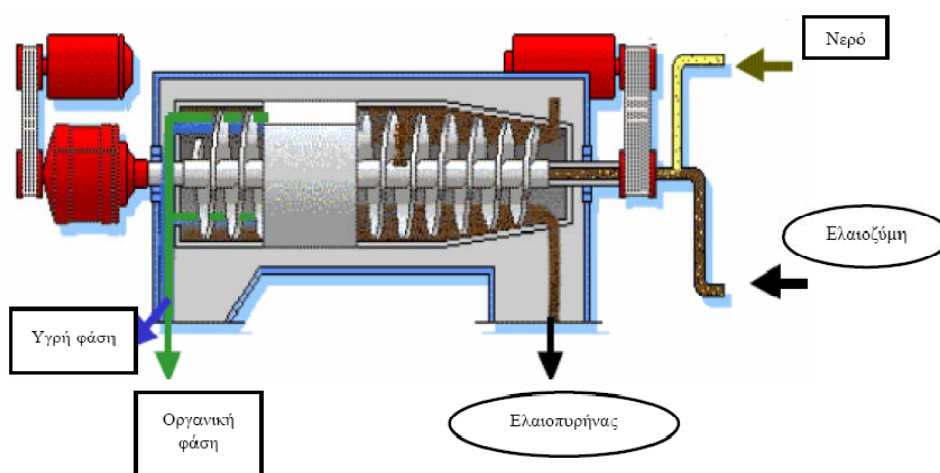
Μετά την άλεση, η ελαιοζύμη αναμιγνύεται στο μαλακτήρα μετά την προσθήκη ζεστού νερού. Η μάλαξη αποτελεί βασικό στάδιο της επεξεργασίας και συντελεί στην συνένωση των μικρών ελαιοσταγονιδίων με μεγαλύτερες σταγόνες λαδιού. Για τη διευκόλυνση της διαδικασίας η ελαιοζύμη θερμαίνεται στους 28-30°C. Στο μαλακτήρα προστίθεται νερό μέχρι και 100 % της ποσότητας της ελαιοζύμης, πριν την εξαγωγή του ελαιόλαδου σε διφασικό ή τριφασικό φυγοκεντρικό σύστημα.

5. Παραλαβή του ελαιόλαδου

Η παραδοσιακή μέθοδος της πίεσης και η διαδικασία των τριών φάσεων παράγουν το παρθένο ελαιόλαδο και δύο τύπους αποβλήτων: τα υγρά απόβλητα (κατσίγαρος) και τα στερεά απόβλητα (ελαιοπυρήνας). Η παραδοσιακή μέθοδος είναι μια ασυνεχής διαδικασία (batch type process) που διαφοροποιείται σε δύο φάσεις με την πίεση των αλεσμένων καρπών. Η υγρή φάση (μίγμα νερού/λαδιού) διαχωρίζεται αργότερα προκειμένου να ληφθεί το ελαιόλαδο. Υπολογίζεται ότι από 1.000 kg καρπού παράγονται περίπου 350 kg ελαιοπυρήνα (περιεκτικότητα σε υγρασία 25 %) και περίπου 450 kg υγρά απόβλητα (απόνερα). Εντούτοις, αν και είναι πιο οικολογική, η τεχνική αυτή είναι ασυνεχής, γεγονός που αποτελεί μειονέκτημα για τη σύγχρονη βιομηχανία.

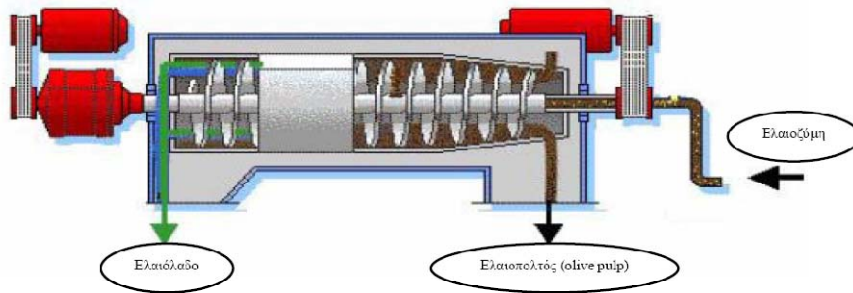
Η τριφασική διαδικασία είναι μια συνεχής διαδικασία (continuous process) που έχει αντικαταστήσει την παραδοσιακή μέθοδο. Χρονολογείται από τη δεκαετία του 1970-1980. Οι αλεσμένες ελιές τοποθετούνται σε ένα τριφασικό φυγοκεντρικό διαχωριστήρα (decanter) όπου τα διαφορετικά μέρη (ελαιόλαδο, απόνερα, ελαιοπυρήνας) διαχωρίζονται με την επίδραση της φυγοκέντρου δυνάμεως.

Το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου είναι οι μεγάλες ποσότητες ύδατος που απαιτούνται και συνεπώς η παραγωγή σημαντικού όγκου υγρών αποβλήτων που προκαλούν ρύπανση. Υπολογίζεται ότι από 1.000 kg καρπό, παράγονται 500 kg ελαιοπυρήνα (περιεκτικότητα σε υγρασία 50 %) και 1.200 kg υγρά απόβλητα.



Εικόνα 1.1: Ο τριφασικός διαχωριστήρας

Πριν μερικά χρόνια εμφανίστηκε στην αγορά το διφασικό σύστημα (αποκαλούμενο και «οικολογικό σύστημα»). Σε αυτή τη διαδικασία, τα τελικά προϊόντα είναι το ελαιόλαδο και ο ελαιοπυρήνας στον οποίο ενσωματώνονται τα απόνερα. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του συστήματος είναι η μειωμένη κατανάλωση νερού και η έλλειψη υγρών αποβλήτων. Υπολογίζεται ότι κατά την επεξεργασία 1.000 kg καρπού παράγονται 800 kg περίπου υγρής ελαιοπυρήνας. Σοβαρό, όμως, μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι η ελαιοπυρήνα που προκύπτει έχει αυξημένη υγρασία και είναι δύσκολη στο χειρισμό, στη μεταφορά και την επεξεργασία. Επιπλέον, ξηραίνεται με αργό ρυθμό και έχει υψηλό ρυπαντικό φορτίο



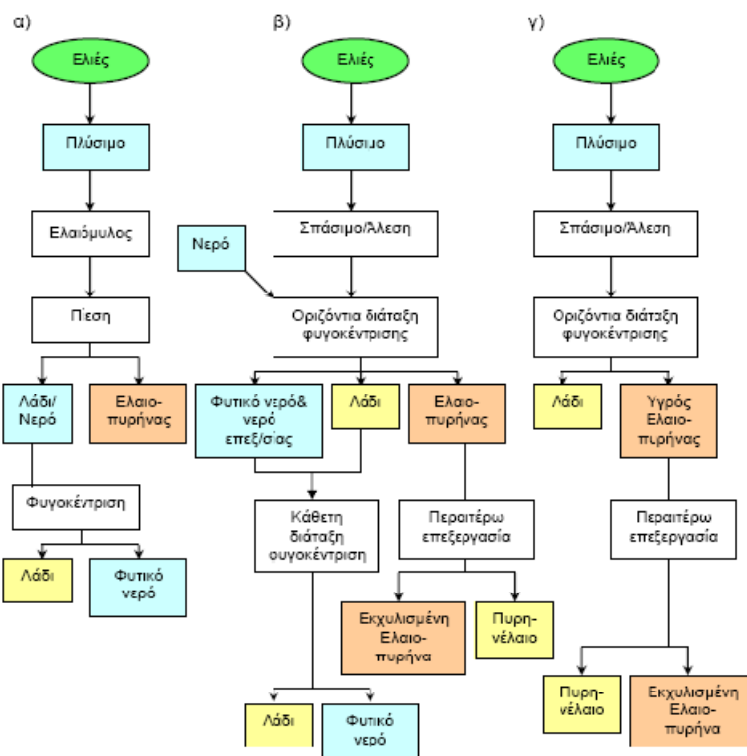
Εικόνα 1.2: Ο διφασικός διαχωριστής

6. Καθαρισμός του ελαιόλαδου

Τα στερεά σωματίδια (τεμαχίδια σάρκας, φλοιού, θρύμματα πυρηνόξυλου, κλπ) που βρίσκονται διαλυμένα στην υγρή φάση απομακρύνονται με τη χρήση παλινδρομικά κινούμενων κοσκίνων (κόσκινα απολάσπωσης). Σημειώνεται ότι το βάρος των στερεών σωματιδίων υπολογίζεται σε ποσοστό 0.5-1 % επί του συνολικού βάρους της υγρής φάσης

7. Τελικός διαχωρισμός

Ο τελικός διαχωρισμός του ελαιόλαδου από τα φυτικά υγρά γίνεται με τη χρήση φυγοκεντρικών ελαιοδιαχωριστήρων



Σχήμα 1.1: Διάγραμμα ροής των τριών διαφορετικών διαδικασιών παραγωγής ελαιόλαδου α) Παραδοσιακή β) τριών φάσεων γ) δύο φάσεων

Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι τρεις διαφορετικές επεξεργασίες παραλαβής ελαιόλαδου (παραδοσιακή, τριφασική και διφασική) διαφέρουν σημαντικά στον όγκο και τη σύσταση των αποβλήτων που παράγουν. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ των τριών διαδικασιών:

Πίνακας 1.2: Σύγκριση ορισμένων χαρακτηριστικών των αποβλήτων από τις διάφορες επεξεργασίες παραγωγής ελαιόλαδου

	Παραδοσιακή	3 Φάσεων	2 Φάσεων
Στερεό υπόλειμμα (kg/tn καρπού)	330	500	800
Υγρά απόβλητα (l/tn καρπού)	600	1200	250
Φυτικό νερό των υγρών αποβλήτων (%)	94	90	99
BOD ₅ υγρών αποβλήτων (g/l)	100	80	10
Πολυφαινόλες στα υγρά απόβλητα (mg/l)	203	164	200
Δείκτης Πικρότητας	1.4	0.5	-

Πίνακας 1.3: Μέση σύσταση υγρών αποβλήτων ελαιουργείων

Χαρακτηριστικά	Τιμή (γραμμάρια/λίτρο)
Ολικά στερεά	14-126
Πτητικά οργανικά στερεά	12-105
Ολικά αιωρούμενα στερεά	0.4-24
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο	25-162
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο	9.2-100
Ολικό οργανικό άζωτο	0.009-3.2
Ολικός φώσφορος	ίχνη-1.4

Πίνακας 1.4: Χαρακτηριστικά των αποβλήτων των κλασικών και των φυγοκεντρικών Ελαιουργείων

ΤΥΠΟΣ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΟΥ	ΚΛΑΣΙΚΟ	ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟ
Μέγεθος		
pH	4.5-5.5	4.7-5.2
Ρυπογόνο δυναμικό		
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο,	120-130	45-60
(ΧΑΟ) σε γραμμάρια στο λίτρο		
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, (ΒΑΟ) σε γραμμάρια στο λίτρο	90-100	35-48
Αιωρούμενα στερεά (%)	0.1	0.9
Ολικά στερεά (%)	12	6
Ολικά οργανικά στερεά (%)	10.5	5.5
Ολικά ανόργανα στερεά (%)	1.5	0.5
Οργανικές ουσίες (%)		
Ολικά σάκχαρα	2-8	0.5-2.6
Αζωτούχες ενώσεις	0.5-2	1.7-2.4
Οργανικά οξέα	0.5-1	0.2-0.4
Πολυαλκοόλες	1-1.5	0.3-0.5
Πηκτίνες, ταννίνες	1-1.5	0.2-0.5
Πολυφαινόλες	2-2.4	0.3-0.3
Λίπη	0.03-1	0.5-2.3
Ανόργανα στοιχεία (%)		
P	0.11	0.03
K	0.72	0.27
Ca	0.07	0.02
Mg	0.04	0.01
Na	0.09	0.03

Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτει ότι το διφασικό σύστημα δημιουργεί

μεγαλύτερο όγκο στερεού υπολείμματος, παράγει όμως μικρότερα ποσά υγρών αποβλήτων και χαμηλότερες τιμές του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου πέντε ημερών (ΒΑΟ5). Είναι επίσης χαρακτηριστικό ότι η περιεκτικότητα του ελαιόλαδου σε πολυφαινόλες είναι μικρότερη στο τριφασικό σύστημα λόγω των υψηλών ποσών προστιθέμενου νερού. Επιπλέον στα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία έχουμε μειωμένη περιεκτικότητα των αποβλήτων σε στερεά σε σχέση με τα κλασικά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι η διαδικασία της φυγοκέντρισης απαιτεί εκτός από την προσθήκη νερού στους κατακόρυφους διαχωριστήρες, οι οποίοι υπάρχουν κατά κανόνα τόσο στα κλασικά όσο και στα φυγοκεντρικά τύπου ελαιουργεία, και συνεχή προσθήκη μίας επιπλέον ποσότητας νερού ίσης προς το 30-50 % του επεξεργάσιμου καρπού.

Η προσθήκη αυτή αφ' ενός προκαλεί μία φυσιολογική αραίωση των περιεχόμενων συστατικών, αφ' ετέρου όμως αυξάνει την τελικά παραγόμενη ποσότητα αποβλήτων ανά μονάδα επεξεργαζόμενου καρπού. Τέλος το ελαιόλαδο που προκύπτει από τη διφασική επεξεργασία είναι υψηλής ποιότητας και σταθερό στην οξείδωση.

Οι μέθοδοι εξαγωγής του ελαιόλαδου διαφέρουν ανάλογα με τη χώρα και την περιοχή. Στην Ισπανία και ειδικότερα στις νότιες περιοχές όπου η παραγωγή προέρχεται αποκλειστικά από μεσαίου και μεγάλου μεγέθους συνεταιρισμούς, η διφασική μέθοδος εξαγωγής ελαιόλαδου χρησιμοποιείται σε ποσοστό 95%. Στην Ιταλία χρησιμοποιείται ευρύτατα το τριφασικό σύστημα (Διαδίκτυο, 5). Η πλειονότητα των ελαιουργείων που λειτουργούν στην Ελλάδα είναι φυγοκεντρικά τριών φάσεων. Διατηρούνται επίσης μερικά πιεστικά παλαιού τύπου. Τα ελαιουργεία δύο φάσεων δεν έχουν διαδοθεί πολύ στη χώρα μας κυρίως λόγω του ημιστερεού αποβλήτου που παράγουν, το οποίο δεν είναι επεξεργάσιμο στα πυρηνελαιουργεία. Εν τούτοις, την τελευταία πενταετία γίνεται μία προσπάθεια εξάπλωσης αυτών, κυρίως σε περιοχές της νότιας Πελοποννήσου

Η κύρια περιβαλλοντική παράμετρος που συνδέεται με τη λειτουργία των ελαιουργείων στην Ελλάδα, είναι τα παραγόμενα υγρά απόβλητα (κασιίγαρος). Ο κασιίγαρος παράγεται από ελαιουργεία που χρησιμοποιούν φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες τριών φάσεων, τα οποία είναι και τα πολυπληθέστερα στον ελλαδικό χώρο. Το στερεό υπόλειμμα (πυρηνόξυλο) της συγκεκριμένης παραγωγικής διαδικασίας μπορεί να εκληφθεί ως χρήσιμο παραπροϊόν αφού αποτελεί την πρώτη ύλη των πυρηνελαιουργείων.

1.3 Απόβλητα ελαιотριβείου

Ο ελαιόκαρπος κατά την επεξεργασία του στα ελαιουργεία, δίνει ορισμένα υποπροϊόντα (ελαιοπυρήνας, φύλλα των ελαιοδέντρων) και ταυτόχρονα παράγονται μεγάλες ποσότητες υγρών αποβλήτων με μεγάλο βιολογικό φορτίο.

Παρακάτω γίνεται αναλυτικότερη αναφορά σε κάθε κλάδο αποβλήτων .

1.3.1 Στερεά απόβλητα

Τα στερεά απόβλητα συντίθεται από ένα μίγμα στερεών συστατικών, προερχόμενων από τον ελαιόκαρπο και κουκούτσια ελιάς. Η πάστα αυτή συλλέγεται και οδηγείται σε εγκαταστάσεις εξαγωγής λαδιού από τον πυρήνα της ελιάς. Το υπόλοιπο λάδι, που προέρχεται από τα ξηρά υπολείμματα ή από τον πυρήνα, εξάγεται με τη χρήση εξανίου αφού πρώτα η πάστα έχει αποξηρανθεί στους 60 °C. Από τη διαδικασία αυτή παράγονται ετησίως περίπου 170000 τόνοι λαδιού και 1600000 πυρηνάκι το οποίο χρησιμοποιείται σαν καύσιμο .

Τα φύλλα μαζί με τους κλαδίσκους, μέχρι πριν από λίγα χρόνια, συνήθως παρέμεναν αναξιοποίητα και μόνο μια μικρή ποσότητά τους χρησιμοποιούνταν ως ζωτροφή, όσο ακόμη ήταν σε νωπή κατάσταση. Τα τελευταία χρόνια, μετά από σχετική έρευνα του Ινστιτούτου Αμπέλου Λαχανοκομίας και Ανθοκομίας Ηρακλείου άρχισε η αξιοποίησή τους με την παρασκευή οργανοχουμικών εδαφοβελτιωτικών και υποστρωμάτων ανάπτυξης των φυτών .

1.3.2 Αέρια απόβλητα

Από την παραγωγική διαδικασία των ελαιотριβείων, τα αέρια απόβλητα που παράγονται είναι τα καυσαέρια τόσο από την καύση του ελαιοπυρήνα, όσο και αυτά από τα μηχανήματα εσωτερικής καύσης. Μπορούμε να τα θεωρήσουμε αμελητέα χωρίς να υποεκτιμήσουμε την επιβάρυνση που επιφέρουν στην ατμόσφαιρα. Αυτό δικαιολογείται αν λάβουμε υπόψη τα εξής:

- i. Τα ελαιотριβεία σε πολύ μεγάλο ποσοστό χωροθετούνται εκτός των αστικών περιοχών και έτσι δεν κινδυνεύουν κατοικημένες περιοχές από τους αέριους ρύπους που ενδεχόμενα εκπέμπονται.
- ii. Οι ποσότητες των αέριων αποβλήτων είναι πολύ μικρές σε σχέση με τον τεράστιο όγκο του ατμοσφαιρικού αποδέκτη και επομένως η επιβάρυνση που επιφέρουν σε αυτόν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα .

1.3.3 Υγρά απόβλητα

Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων, που αλλιώς ονομάζονται κασίγαρος, προέρχονται από το νερό και τα μαλακά μέρη της ελιάς. Επίσης προέρχονται από το πλύσιμο των ελιών, των μηχανημάτων και των χώρων ενός ελαιοτριβείου. Η χρήση νερού κατά την παραγωγική διαδικασία ποικίλει ανάλογα με τον τύπο του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται και οι ποσότητες του νερού που αντιστοιχούν στην πλύση των παραγωγικών διατάξεων και σε γενική χρήση εξαρτώνται από την πρακτική που ακολουθείται σε κάθε ελαιοτριβείο.

Τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων (όγκος ανά μονάδα μάζας ελαιοκάρπου που υποβάλλεται σε επεξεργασία και περιεκτικότητάς τους σε διάφορα συστατικά) εξαρτώνται από την ολική χρήση νερού, την περιεκτικότητα του ελαιοκάρπου σε φυτικά υγρά, το ποσοστό των φυτικών υγρών που μεταφέρεται στα απόβλητα και την υγρασία του ελαιοπυρήνα, την περιεκτικότητα των διάφορων συστατικών στα φυτικά υγρά και τέλος από το ποσοστό του ελαιολάδου και των στερεών στην ελαιοζύμη που δε διαχωρίζονται κατά την παραγωγική διαδικασία αλλά συμπαρασύρονται στο ρεύμα των αποβλήτων .

1.3.4 Χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου

Τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων χαρακτηρίζονται από τα παρακάτω ειδικά χαρακτηριστικά και συστατικά [2]:

- Έντονο σκούρο καφέ έως μαύρο χρώμα.
- Έντονο χαρακτηριστικό άρωμα
- Μεγάλο ποσοστό οργανικών ρυπαντών
- pH που κυμαίνεται από 3 έως 6 (ελαφρώς όξινο)
- Υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα
- Υψηλό περιεχόμενο σε πολυφαινόλες
- Υψηλό περιεχόμενο σε στερεή ύλη

Τα διάφορα χαρακτηριστικά των αποβλήτων αυτών, που αλλιώς ονομάζονται κασίγαρος, εξαρτώνται από την ποικιλία των ελιών, την ωριμότητά τους, το κλίμα και τον τύπο εδάφους καθώς και από την μέθοδο εξαγωγής και επεξεργασίας. Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει συνοπτικά τις παραμέτρους των υγρών αποβλήτων του ελαιοτριβείου και το εύρος των τιμών τους .

Παράμετροι	Τιμές
pH	4,5 - 6
EC (dS/m)	8,0 - 22
BOD (mg/L)	35.000 – 100.000
COD (mg/L)	40.000 – 195.000
Lipids (mg/L)	300 – 23.000
Organic matter (g/L)	40 - 165
Mineral matter (g/L)	5,0 - 14
Polyphenols (mg/L)	3.000 – 24.000
N (g/L)	5,0 - 13
P (g/L)	0,3 - 1,1
K (g/L)	2,7 - 7,2
Ca (g/L)	0,12 - 0,75
Mg (g/L)	0,1 - 0,4
Na (g/L)	0,04 - 0,9
Solids (%)	5,5 - 17,6

Πίνακας 1.5 Χαρακτηριστικά OMW

Εξαιτίας της παρουσίας μεγάλων ποσοτήτων πρωτεϊνών, πολυσακχαριτών, μεταλλικών αλάτων και άλλων χρήσιμων ουσιών για τη γεωργία, όπως χουμικά οξέα, ο κασίγαρος έχει υψηλή θρεπτική αξία. Δυστυχώς όμως, εκτός από αυτές τις θρεπτικές ουσίες, περιέχει επίσης φυτοτοξικές και βιοτοξικές ουσίες, που αποτρέπουν τη διάθεσή του. Οι φυτοτοξικές και αντιβακτηριδιακές ιδιότητές του οφείλονται στις φαινόλες που περιέχει ο κασίγαρος. Έχει υπολογιστεί ότι το τοξικό φορτίο όσον αφορά στις φαινόλες που περιέχονται στον κασίγαρο είναι έως και χίλιες φορές περισσότερο από αυτό των οικιακών λυμάτων.

Η ετήσια παραγωγή υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων στις μεσογειακές ελαιοπαραγωγικές χώρες υπολογίζεται ότι κυμαίνεται από 7 έως 30 εκατομμύρια ³ m³. Αυτή η μεγάλη διακύμανση μπορεί να εξηγηθεί εν μέρει από το γεγονός ότι η παραγωγή λαδιού διαφέρει από τον ένα χρόνο στον άλλο και στο γεγονός ότι τα στοιχεία αυτά είναι απλές εκτιμήσεις, αφού δεν υπάρχουν στοιχεία για την παραγωγή των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων. Ο μεγάλος αυτός όγκος αποβλήτων παράγεται σε χρονικό διάστημα λίγων μηνών, γεγονός που κάνει ακόμα πιο δύσκολη την επεξεργασία τους.

1.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αποβλήτων ελαιουργείου

Αν τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων διατίθονταν κατευθείαν σε καθαρό νερό ή στη θάλασσα, θα κατέστρεφαν τις ικανότητες αυτοκαθαρισμού των συστημάτων στα οποία θα γινόταν η διάθεση και θα μετέβαλλαν σοβαρά τη βιολογική ισορροπία. Επίσης, η φτωχή δυνατότητα βιοαποικοδόμησης των περιεχομένων του κασιγάρου εμποδίζει τη διάθεσή του σε χωράφια, αφού τα μη βιοδιασπάσιμα οργανικά συστατικά του θα έφταναν στον υπόγειο υδροφόρο και θα τον μόλυναν.

Ο κασιγάρος επίσης εμποδίζει τη βλάστηση διάφορων σπόρων και την ανάπτυξη διάφορων φυτών. Έχει επίσης αποδειχθεί ότι η άμεση εφαρμογή ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου σε φυτά προκαλεί την πτώση των φύλλων και των καρπών του φυτού. Η φυτοτοξικότητα του κασιγάρου έχει αποδοθεί, από πολλούς συγγραφείς, στην περιεκτικότητά του σε φαινόλες και μερικά οργανικά οξέα όπως το οξικό και φορμικό οξύ, που παράγονται, συχνά μαζί με άλλους μικροβιακούς μεταβολίτες, κατά τη διάρκεια της φύλαξης.

Οι κύριες επιπτώσεις των υγρών αποβλήτων στο νερό συνδέονται με τη συγκέντρωσή τους, τη σύνθεσή τους και την εποχιακή τους παραγωγή. Η πιο ορατή επίπτωση που έχει ο κασιγάρος, όταν διατεθεί σε υδάτινους αποδέκτες, είναι ο χρωματισμός των φυσικών νερών. Αυτή η αλλαγή χρώματος οφείλεται στην οξείδωση και τον επακόλουθο πολυμερισμό των τανινών, που δίνει σκουρόχρωμες πολυφαινόλες, που είναι δύσκολο να απομακρυνθούν από τις εκροές.

Ο κασιγάρος έχει μια σημαντική συγκέντρωση σακχάρων. Αν αυτά διατεθούν κατευθείαν στους επιφανειακούς υδροφορείς, το αποτέλεσμα θα είναι αύξηση στον αριθμό των μικροοργανισμών που θα τα χρησιμοποιήσουν ως υπόστρωμα. Η επίπτωση του γεγονότος αυτού είναι η μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, και επιπλέον, θα επέφερε μείωση στο μερίδιο των

υπόλοιπων ζωντανών οργανισμών. Αυτό μπορεί να προκαλέσει τη διατάραξη της ισορροπίας ολόκληρου του οικοσυστήματος. Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρούνται και από υψηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου. Ο φώσφορος ενθαρρύνει και επιταχύνει την ανάπτυξη των αλγών και αυξάνει τις πιθανότητες ευτροφισμού, καταστρέφοντας την οικολογική ισορροπία. Σε αντίθεση με το άζωτο και τον άνθρακα, που διαφεύγουν μετά από την αποικοδόμησή τους σαν διοξείδιο του άνθρακα και αέριο άζωτο, ο φώσφορος δεν μπορεί να αποικοδομηθεί παρά μόνο να εναποτεθεί. Αυτό σημαίνει ότι απομακρύνεται μόνο σε ένα μικρό ποσοστό δια μέσου της τροφικής αλυσίδας. Η παρουσία μεγάλων ποσοτήτων θρεπτικών στον κατσίγαρο, παρέχει ένα ιδανικό μέσο για τον πολλαπλασιασμό των παθογόνων οργανισμών, ο οποίος έχει σοβαρές συνέπειες στην υδρόβια ζωή, και στους ανθρώπους που μπορεί να έρθουν σε επαφή με το νερό .

Κεφάλαιο 2

Προτάσεις Επεξεργασίας Αποβλήτων Ελαιουργείων

Η Οδηγία Πλαίσιο 2000/60 (Προστασία και Διαχείριση των Υδάτων) απαιτεί την ανάπτυξη σχεδίων διαχείρισης των υδάτων σε επίπεδο λεκάνης απορροής και παράκτιας ζώνης καθώς και δράσεις αποκατάστασης για την βελτίωση της ποιότητας του νερού και της οικολογικής ποιότητας των επιφανειακών υδάτων, των υπογείων υδάτων και των υδάτων της παράκτιας ζώνης. Μέχρι σήμερα λόγω της παντελούς έλλειψης ολοκληρωμένων και βιώσιμων σχεδίων διαχείρισης, οι περιβαλλοντικές τεχνολογίες είχαν εφαρμοστεί μεμονωμένα και σποραδικά, μη λαμβάνοντας υπόψη τις επιπτώσεις σε μεγαλύτερη κλίμακα, και κυρίως σε ολόκληρη τη λεκάνη απορροής.

Υπάρχει άμεση ανάγκη να ενσωματωθεί ο σχεδιασμός τεχνολογιών αποκατάστασης περιβάλλοντος με τα σχέδια διαχείρισης υδάτων λεκάνης απορροής και παράκτιας ζώνης.

Η επιλογή, ο σχεδιασμός και η εφαρμογή τεχνολογιών φιλικών προς το περιβάλλον για τη μείωση της σημειακής και διάχυτης ρύπανσης από αγροτικές περιοχές πρέπει να γίνεται σε συνάρτηση με την ανάπτυξη των σχεδίων διαχείρισης υδάτων της λεκάνης απορροής.

2.1 Ιδιαιτερότητες του Προβλήματος της Διαχείρισης των Υγρών Αποβλήτων των Ελαιοτριβείων στην Ελλάδα

Τα ελαιοτριβεία στην Ελλάδα είναι ως επί το πλείστον μικρές οικογενειακές ή συνεταιριστικές επιχειρήσεις και ως εκ τούτου δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα να εγκαταστήσουν και να λειτουργούν πολύπλοκα συστήματα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων (γνωστά ως λιοζούμια ή κασίγαροι).

Τα περισσότερα ελαιοτριβεία είναι φυγοκεντρικά με τριφασικά decanters παλαιού τύπου τα οποία απαιτούν σημαντικές ποσότητες νερού για αραίωση της ελαιοζύμης με αποτέλεσμα την δημιουργία μεγάλου όγκου αποβλήτων. Αντίθετα, τα κλασσικά ελαιοτριβεία ψυχρής συμπίεσης ή τα φυγοκεντρικά εξοπλισμένα με τριφασικά decanters νέας γενιάς, δημιουργούν απόβλητα με υψηλότερο οργανικό φορτίο αλλά σημαντικότερα μικρότερο όγκο.

Το οργανικό φορτίο των αποβλήτων παρουσιάζει υψηλές διακυμάνσεις και χαρακτηρίζεται από COD μεταξύ 45000 έως 170000 mg/L. Εάν όμως υπολογίσουμε το οργανικό φορτίο ανά kg ελαιοκάρπου, τότε το φορτίο είναι

ουσιαστικά ανεξάρτητο της μεθόδου διαχωρισμού του ελαιολάδου και ίσο προς:

100 έως 120 g-COD/kg-olives ή 45 έως 55 g-BOD5/kg-olives

Ο όγκος των αποβλήτων ανά 1000 kg ελαιοκάρπου μπορεί να υπολογιστεί εύκολα θεωρώντας ότι στα 1000 kg ελαιοκάρπου έχουμε 500 kg νερό, 300 kg πυρήνα (ξηρός) και 200 kg ελαιόλαδο. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι αναμενόμενες ποσότητες αποβλήτων για τις διαφορετικές μεθόδους παραγωγής του ελαιολάδου.

Μέθοδος Διαχωρισμού	Νερό Αραίωσης (kg)	Απόβλητα OMW (kg)	Νερό (kg) στον πυρήνα	Νερό (%) στον πυρήνα
Ψυχρή Συμπύεση	0 kg	200-250	~250-300	45-50%
Decanter 2 φάσεων	0 kg	0	~500-560	62-65%
Decanter 3 φάσεων (παλαιού τύπου)	500 kg	700	~300	50%
Decanter 3 φάσεων (νέας γενιάς)	0-100 kg	175-275	~325	52%

Πίνακας 2. 1 Μέθοδοι επεξεργασίας και OMW

Ελαιοτριβεία με διφασικά decanters δεν παράγουν ξεχωριστή φάση με υγρά απόβλητα. Ουσιαστικά τα υγρά απόβλητα ευρίσκονται στον πυρήνα υψηλής υγρασίας, τον οποίο τα πολλά πυρηνελαιουργεία αρνούνται να παραλάβουν (διότι δεν έχουν εγκαταστήσει τα ειδικά συστήματα προεπεξεργασίας που απαιτούνται). Σε αυτή την περίπτωση έχουμε μεταφορά του προβλήματος από τα ελαιοτριβεία στα πυρηνελαιουργεία! Εάν όμως είχαμε μία τεχνολογική αναβάθμιση των πυρηνελαιουργείων ώστε να ήταν σε θέση να διαχειρίζονται πυρήνα υψηλής υγρασίας και «όλα» τα ελαιοτριβεία χρησιμοποιούσαν διφασικά decanters (που παράγουν και το καλύτερο ποιοτικά ελαιόλαδο), το πρόβλημα των κασιγάρων στην Ελλάδα θα είχε ουσιαστικά λυθεί.

Προφανώς μία τέτοια λύση θα απαιτούσε την σημαντική μείωση της τιμής αγοράς του πυρήνα από τα ελαιοτριβεία για να καλυφθούν τα μεταφορικά και το επιπλέον κόστος επεξεργασίας που απαιτείται. Επομένως στο βαθμό που δεν είναι εφικτή η παραπάνω λύση, είμαστε υποχρεωμένοι να καταφύγουμε σε εναλλακτικούς τρόπους, χαμηλού κόστους για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από ελαιοτριβεία με τριφασικά decanters.

Όλοι οι εναλλακτικοί τρόποι βασίζονται κυρίως σε φυσικά / βιολογικά φαινόμενα που η ίδια η φύση χρησιμοποιεί...

2.2 Εναλλακτική Πρόταση 1 – Εξατμισοδεξανές

Οι λιμνοδεξαμενές εξάτμισης (γνωστές ως εξατμισοδεξαμενές) είναι η κλασική μέθοδος χαμηλού κόστους επίλυσης του περιβαλλοντικού προβλήματος του κατσίγαρου και χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλά μέρη της Ελλάδας και κυρίως στη Κρήτη. Ο σχεδιασμός της δεξαμενής γίνεται με βάση τη παραγωγή λαδιού (τα υγρά απόβλητα είναι περίπου 3 φορές περισσότερα από παραγόμενο ελαιόλαδο για τριφασικά ελαιοτριβεία παλαιού τύπου), τον ρυθμό της εξάτμισης και την ετήσια βροχόπτωση.

Έτσι για ένα τυπικό ελαιουργείο παραγωγής 300 τόνων ελαιολάδου, τα παραγόμενα απόβλητα είναι περίπου 1000 κυβικά μέτρα. Είναι σημαντικό να κατακρατείται η ποσότητα του ελαιολάδου που ευρίσκεται στα απόβλητα αλλιώς δημιουργείται μια «κρούστα» στην επιφάνεια της δεξαμενής που δυσκολεύει την εξάτμιση και την μεταφορά οξυγόνου στο υγρό (που βοηθά στην βιοδιάσπαση των φαινολών).

Η δεξαμενή κατά την κατασκευή της πρέπει να έχει μεμβράνη η οποία θα συντηρείται για να προστατευτεί ο υπόγειος υδροφόρας από τη ρύπανση. Τέλος, τα στερεά που εναπομένουν στο τέλος της περιόδου εξάτμισης (μέσα καλοκαιριού) απομακρύνονται, αναμειγνύονται με χώμα και χρησιμοποιούνται ως λίπασμα για τα ελαιόδεντρα.

Συνήθη προβλήματα:

- (1) οχλήσεις από οσμές και
- (2) δεν λειτουργεί ικανοποιητικά σε περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις ή βροχοπτώσεις κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Ενδείκνυται για περιοχές που βρίσκονται μακριά από οικισμούς ή τουριστικές περιοχές.

2.3 Εναλλακτική Πρόταση 2 – Εξατμισοδεξανές με στέγαστρο

Η εναλλακτική πρόταση αυτή ουσιαστικά αποτελεί μικρή παραλλαγή της προηγούμενης, έτσι ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές με υψηλή βροχόπτωση.

Πάνω από την ανοικτή επιφάνεια της δεξαμενής κατασκευάζεται στέγαστρο με μικρή κλίση έτσι ώστε τα σταγγίσματα από την εξάτμιση να οδηγούνται σε

κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο. Με αυτό τον τρόπο τα όμβρια ύδατα δεν αναμιγνύονται με τα απόβλητα και επίσης αυξάνεται σημαντικά ο ρυθμός εξάτμισης αν χρησιμοποιηθεί κατάλληλο στέγαστρο.

2.4 Εναλλακτική Πρόταση 3 - Υπεδάφια διάθεση και φυτοεξυγίανση (χωρίς προστασία υδροφορέα)

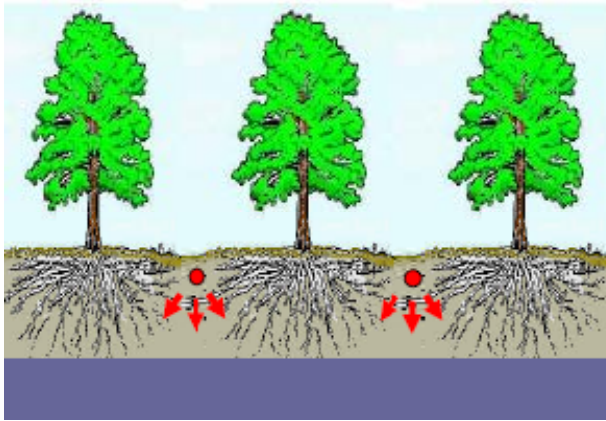
Η φυτοεξυγίανση ως τεχνολογία αποκατάστασης βασίζεται στη χρήση της φυτών για την επί τόπου επεξεργασία ρυπασμένων εδαφών καθώς και επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Είναι εφαρμόσιμη σε πεδία βεβαρημένα με οργανικούς ρυπαντές, θρεπτικά ή βαρέα μέταλλα, και μπορούν να προσεγγιστούν από το ριζικό σύστημα των φυτών. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα έχουν κατανοηθεί οι μηχανισμοί που αφορούν την άντληση και μεταβολική ικανότητα των φυτών σε διάφορους οργανικούς ρυπαντές.

Σε ότι αφορά στην υπεδάφια διάθεση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου πραγματοποιείται η διάθεση των υγρών αποβλήτων μεταξύ πυκνών δενδροστοιχιών από λεύκες λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιότητες του εδάφους έτσι ώστε να αποφευχθεί η ρύπανση του υπογείου νερού. Γενικά, η δενδροφύτευση στην επιλεγμένη περιοχή φυτοεξυγίανσης βασίζεται σε έναν συνδυασμό παραγόντων όπως το σύστημα άρδευσης και ελέγχου ζιζανίων, το σύστημα διάθεσης του υγρού αποβλήτου κ.α

Σε γενικές γραμμές οι λεύκες φυτεύονται σε σειρές. Η απόσταση μεταξύ των φυτών είναι 1.2 με 1.5 m, ενώ μεταξύ των σειρών 3.0 με 3.2 m όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

Το σύστημα υπεδάφιας διάθεσης του υγρού αποβλήτου περιλαμβάνει αντλίες και σωλήνες από PVC για την μεταφορά του αποβλήτου από το ελαιοτριβείο στο χωράφι με τις λεύκες. Η υπεδάφια διάθεση πραγματοποιείται με υπεδάφιους διάτρητους σωλήνες διανομής που είναι τοποθετημένοι μεταξύ των σειρών των λευκών. Οι εν λόγω σωλήνες είναι τοποθετημένοι 40 cm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους σε ένα κανάλι που 50 cm X 50 cm πληρωμένο με χαλίκι μεσαίου μεγέθους.

Η διάθεση του κασιόγαρου με αυτό τον τρόπο γίνεται έτσι ώστε η συνολική ποσότητα του κασιόγαρου στο υπέδαφος να μην πλησιάζει τον υδροφορέα και να παραμένει στα πρώτα 3.5 m βάθους ώστε να είναι εύκολα προσβάσιμο από τις ρίζες των λευκών σε πλήρη ανάπτυξη. Για την πιο αποτελεσματική



Λειτουργία του συστήματος απαιτείται η απομάκρυνση των στερεών από τον κατσίγαρο πριν την υπεδάφια διάθεση του.

Η απόδοση της τεχνολογίας της φυτοεξυγίανσης έχει προσομοιωθεί χρησιμοποιώντας τόσο αναλυτικά όσο και αριθμητικά μοντέλα. Υπάρχει ήδη βάση δεδομένων τεσσάρων χρόνων που βοήθησε στην ανάπτυξη των μοντέλων. Τα μοντέλα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για να εκτιμηθεί η ποσότητα του ρυπαντή που απομακρύνεται με τη βοήθεια των φυτών από το υπέδαφος και για να προβλεφθεί ο χρόνος που απαιτείται για την αποκατάσταση της ποιότητας του νερού. Παρόλο που τα μοντέλα έχουν κάποιους περιορισμούς δεν παύουν να αποτελούν έναν πρώτο οδηγό για τον προσδιορισμό της ικανότητας του συστήματος να εξυγιάνει την υπό θεώρηση περιοχή διάθεσης των υγρών αποβλήτων.

2.4.1 Ανάπτυξη αναλυτικής μεθόδου:

μια μέθοδος για την εκτίμηση της κατανάλωσης ρυπαντή από τα φυτά αναπτύχθηκε από τον Schnoor (Schnoor, 1997). Επιλέχθηκε ποσοστό απομάκρυνσης κατσίγαρου 90% ούτως ώστε να υπολογιστεί ο χρόνος απομάκρυνσης όπως αναπτύσσεται παρακάτω.

Προφανώς πολλές παράμετροι έπρεπε να θεωρηθούν δεδομένες καθώς λείπουν αρκετά στοιχεία πεδίου ακόμα σε πρώτη φάση όπως και ελπίζουμε στη διάρκεια της μελέτης αυτής να αποκτηθούν. Ωστόσο το μοντέλο παρέχει ακόμα τη δυνατότητα για μια γενική εκτίμηση του χρονικού εύρους που θα λάβει χώρα η επιθυμητή απομάκρυνση. Η χρήση της εξίσωσης όπως αυτή εφαρμόζεται για το συγκεκριμένο πεδίο συνοψίζεται παρακάτω.

Ο ρυθμός απορρόφησης από το φυτό δίνεται από την εξίσωση:

$$U = (TSCF) (T) (C)$$

Όπου:

U = ρυθμός κατανάλωσης του ρυπαντή, mg/day

$TSCF$ = Transpiration Stream Concentration Factor, αδιάστατος

T = ρυθμός διαπνοής (Transpiration) του φυτού, L/day

C = συγκέντρωση ρύπου στην υδατική φάση σε έδαφος ή υδροφορέα, mg/ L

Έχοντας τον ρυθμό, μπορούμε να υπολογίσουμε την φαινομενική σταθερά κινητικής 1ης τάξης ως προς την ποσότητα του ρύπου (δηλ. $U = k M_0$).

Επομένως έχουμε ότι:

$$K = U/M_0 \text{ [day}^{-1}\text{]}$$

Όπου:

M_0 = αρχική μάζα ρυπαντή, Kg

Η υπολειπόμενη μάζα του ρύπου (M) που παραμένει κατά την χρονική στιγμή είναι

$$M = M_0 e^{-kt}$$

Από την τελευταία εξίσωση μπορούμε να υπολογίσουμε τον χρόνο (t_f) που απαιτείται για την μείωση του ρύπου από M_0 σε M_f , από την σχέση:

$$t_f = -\ln(M_f/M_0)/k$$

2.4.2 Εκτίμηση αποκατάστασης ρυπασμένου εδάφους με κατσίγαρο και συγκεκριμένα των φαινολικών συστατικών του .

PHENOLS:

Η συνολική ποσότητα φαινολών που θα διατίθεται στο πεδίο εκτιμήθηκε στα 2600 kg κατ' έτος (ουσιαστικά όμως σε περίοδο 4 μηνών).

Η συγκέντρωση των φαινολών στον υδροφορέα εκτιμάται σε 60 mg/L έως 1500 mg/L.

Οι λεύκες εκτιμήθηκαν ότι καταναλώνουν 100L/day X 120 days = 12000 L ανά δέντρο και ανά ελαιοκομική περίοδο.

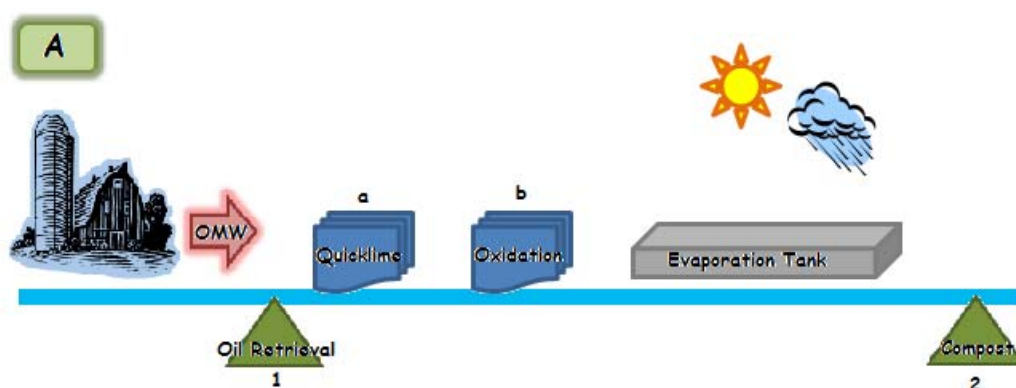
Κεφάλαιο 3

Εφαρμογή εναλλακτικών τεχνολογιών

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια προσπάθεια για την σχηματική παρουσίαση των κατασκευαστικών αναγκών της κάθε τεχνολογίας και των επιλογών σε πρόσθετα μέτρα για την αντιμετώπιση κάποιων ειδικών αναγκών που προκύπτουν κατά περίπτωση. Στη συνέχεια γίνεται προσπάθεια για την εκτίμηση μιας τάξης μεγέθους για το κόστος της κάθε τεχνολογίας, δεδομένου του σημαντικού ρόλου που παίζει το κόστος στην διαδικασία επιλογής.

3.1 Πρόταση 1. Εξατμισοδεξαμενή.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής του αποβλήτου από την έξοδό του από το ελαιοτριβείο ως και την διάθεσή του.



Σχήμα 3.1 Ανοικτή εξατμισοδεξαμενή

Με τα γράμματα α και β συμβολίζονται οι επιλογές προ-επεξεργασίας.

- α. Προσθήκη ασβέστη $\text{Ca}(\text{OH})_2$ για την κροκίδωση των στερεών. Η αναλογία είναι 6 kg ασβέστη ανά m^3 OMW. Η επεξεργασία αυτή είναι υποχρεωτική.
- β. Απόσπηση με οξείδωση. Αν η κατασκευή της εξατμισοδεξαμενής γίνει σε περιοχή όπου η όχληση από οσμές είναι σημαντικός παράγοντας, τότε μπορεί να προστεθεί στο απόβλητο υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2) για την μερική αντιμετώπιση του προβλήματος. Προστίθεται ποσότητα υπεροξειδίου ίση με το 1% του όγκου OMW

Με τους αριθμούς συμβολίζονται οι μονάδες κέρδους που είναι δυνατόν να αφαιρέσουν κάποιο κόστος από την εγκατάσταση.

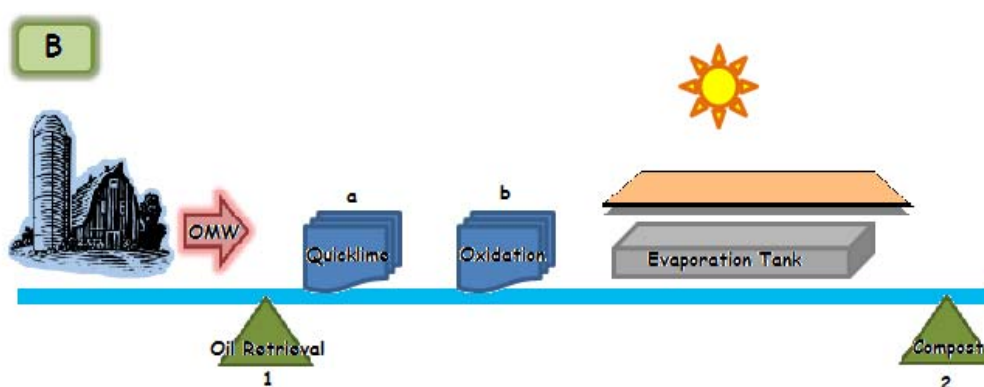
1. Λιποσυλλέκτης. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα decander το οποίο θα λειτουργεί σε υψηλές στροφές και θα κάνει ανάκτηση ελαίου της τάξης του 1%. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για την εξατμισοδεξαμενή γιατί με την απομάκρυνση των υπολειμμάτων ελαίου, αποφεύγεται το ενδεχόμενο δημιουργίας κρούστας στην επιφάνεια του λιμνάζοντος κασίγαρου μέσα στην εξατμισοδεξαμενή, που εμποδίζει την ορθή λειτουργία της όπως είδαμε παραπάνω.
2. Compost. Είναι δυνατόν τα στερεά υπολείμματα να συλλέγονται σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο και να αναμιγνύονται με χώμα και κλαδοκάθαρα. Ελέγχοντας την υγρασία και πραγματοποιώντας συχνή ανάδευση, είναι δυνατόν να συλλέγεται εδαφοβελτιωτικό μεγάλης θρεπτικής αξίας.

Κατασκευή:

Για την κατασκευή της εξατμισοδεξαμενής απαιτείται η διαμόρφωση μίας κοιλάτητας στο έδαφος μέγιστου βάθους 1,5 μ. Η κοιλάτητα αυτή στεγανοποιείται με πλαστική μεμβράνη για την αποφυγή διαρροής του απόβλητου στον υπόγειο υδροφόρο που θα προκαλούσε σημαντική μόλυνση. Επίσης απαιτείται η κατασκευή ειδικών συμπαγών αναχωμάτων τα οποία θα προστατεύουν το απόβλητο στο εσωτερικό της δεξαμενής να διαρρεύσει στο περιβάλλον στην περίπτωση μιας σφοδρής βροχόπτωσης. Τέλος απαιτείται η κατασκευή καναλιού διαχείρισης των όμβριων υδάτων έτσι ώστε αυτά να μην εισέρχονται εντός του χώρου της εξατμισοδεξαμενής.

3.2 Πρόταση 2. Εξατμισοδεξαμενή με στέγαστρο

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής του αποβλήτου από την έξοδό του από το ελαιοτριβείο ως και την διάθεσή του. Κατά όμοιο τρόπο



Σχήμα 3.2 Στεγασμένη εξατμισοδεξαμενή

παρουσιάζονται οι επιλογές προεπεξεργασίας και μονάδων κέρδους οι οποίες είναι ίδιες με πριν.

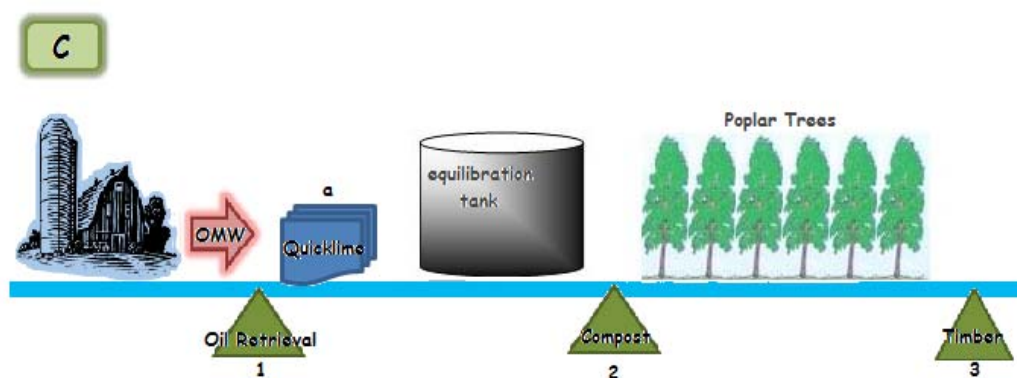
Η διαφορά σε αυτή τη πρόταση έγκειται στη τοποθέτηση στεγάστρου. Το στέγαστρο θα κρατήσει μακριά τα όμβρια ύδατα που αυξάνουν σημαντικά τον όγκο του αποβλήτου, αν η περιοχή στην οποία θα γίνει η κατασκευή έχει υψηλές βροχοπτώσεις. Επιπλέον αν οι βροχοπτώσεις αυτές είναι σημαντικές και κατά τους θερινούς μήνες η εξάτμιση θα ήταν σχεδόν αδύνατη. Αν το στέγαστρο κατασκευαστεί από ειδικό πλαστικό σαν αυτό που χρησιμοποιείται στα θερμοκήπια, τότε θα αυξηθεί σημαντικά και ο ρυθμός εξάτμισης λόγω της επιπλέον ηλιακής ακτινοβολίας που θα εγκλωβίζεται εντός του. Τέλος, το στέγαστρο που δεν τοποθετείται σε μεγάλο ύψος πάνω από τη δεξαμενή, προσφέρει και κάποια προστασία από τις οσμές.

Έτσι λοιπόν κατά τη κατασκευή στις υπάρχουσες απαιτήσεις προστίθενται η τοποθέτηση βάσης η οποία μπορεί να γίνει είτε με ξύλινα δοκάρια είτε με πλαστικά, πάνω στα οποία θα τοποθετηθεί με κλίση τουλάχιστον 5% το πλαστικό κάλυμμα, προκειμένου τα στραγγίσματα να οδηγούνται στο κανάλι διαχείρισης όμβριων υδάτων.

3.3 Πρόταση 3. Υπεδάφια διάθεση με φυτοεξυγίανση.

Η τεχνολογία και οι απαιτήσεις της περιγράφονται σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής του αποβλήτου.



Σχήμα 3.3 Υπεδάφια διάθεση με φυτοεξυγίανση

Η απαιτούμενη προεπεξεργασία είναι η προσθήκη ασβέστη για την κροκίδωση και καθίζηση των στερεών.

Οι μονάδες κέρδους που μπορεί να προστεθούν είναι η ανάκτηση ελαίου και η κομποστοποίηση των στερεών, όπως επίσης και η πώληση ξυλείας από τις λεύκες. Υπολογίζεται ότι σε χρόνο 6 ετών οι λεύκες μπορούν να αποδώσουν ξυλεία.

Οι κατασκευαστικές απαιτήσεις για την τεχνολογία αυτή, είναι η μόρφωση του εδάφους, η τοποθέτηση πλαστικών σωλήνων 40 εκ κάτω από το έδαφος και διανομέων κατά το μήκος τους και η επένδυση με χαλίκι γύρω από τους σωλήνες. Η αγορά και η τοποθέτηση των δέντρων καθώς και η αγορά δεξαμενής εξισορρόπησης όπου θα φυλάσσεται ο κατσίγαρος κατά τη διάρκεια του χειμώνα και θα διοχετεύεται στις λεύκες κατά τη θερινή περίοδο.

Κεφάλαιο 4

Μοντέλο εκτίμησης Κόστους.

Αναπτύξαμε μοντέλο πρώτης εκτίμησης κόστους, έτσι ώστε ο ενδιαφερόμενος χρήστης της κάθε τεχνολογίας να παίρνει μία τάξη μεγέθους για το πόσο περίπου θα κοστίσει η εφαρμογή της.

Για την ανάπτυξη του μοντέλου, όλα τα κόστη έπρεπε να αναχθούν στις μοναδιαίες τους τιμές. Τις τιμές αυτές τις πήραμε από τον πίνακα τιμών δημοσίων έργων (ΑΤΟΕ) που αναρτάτε στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων. Για τις τιμές ειδικών μηχανημάτων και εξοπλισμού, υπήρξε τηλεφωνική επικοινωνία με Ελληνικές εταιρίες προκειμένου να ληφθούν ρεαλιστικές τιμές. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι στους υπολογισμούς δεν λαμβάνονται καθόλου υπόψη οι χρήσεις και το κόστος της γης και ότι τα κόστη αναφέρονται αποκλειστικά στην επένδυση για τον εξοπλισμό και των απαραίτητων κατασκευών και μορφοποιήσεων.

4.1 Μεθοδολογία.

Τα δεδομένα εισόδου στο μοντέλο είναι:

Inputs	
Input tn olives processed	200
Olives Processed -> kg	200.000,00
Input type of mill	3 fase Decanter (new type)
OMW Kg	55.000,00
OMW Volume (m ³)	55
Rainfall Zone	Ellos
Evaporation Zone	Ellos
Demanded surface (m ²)	Ellos

Inputs	
Input tn olives processed	200
Olives Processed -> kg	200.000,00
Input type of mill	3 fase Decanter (new type)
OMW Kg	55.000,00
OMW Volume (m ³)	55
Rainfall Zone	Ellos
Evaporation Zone	Ellos
Demanded surface (m ²)	50,00

Εικόνα 4.1 Δεδομένα

1. Τόνοι ελαιοκάρπου που επεξεργάζεται το ελαιοτριβείο και τύπος ελαιοτριβείου.

Από τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα εξάγεται ο όγκος των αποβλήτων σε m^3 . Σημειώνεται ότι έχουν ληφθεί υπ' όψη οι μεγαλύτερες τιμές.

Separation Method	Water Added	OMW	Core Water	Core Water Percent
Cold Compression	0	250	300	50%
2 fase Decanter	0	0	560	65%
3 fase Decanter (old type)	500	700	300	50%
3 fase Decanter (new type)	100	275	325	52%

Εικόνα 4.2 Υπολογισμός όγκου OMW βάση τύπου επεξεργασίας

2. Ζώνη βροχόπτωσης και ζώνη εξάτμισης

Έχοντας συλλέξει βροχομετρικά δεδομένα σε βάθος οκταετίας για την περιοχή της Λακωνίας, δημιουργήθηκαν επτά ζώνες βροχόπτωσης και τρεις ζώνες εξάτμισης. Έτσι ο χρήστης μπορεί να διαλέξει ανάλογα με την περιοχή στην οποία επιθυμεί να εγκαταστήσει τη μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων ακριβέστερα δεδομένα για την ετήσια βροχόπτωση και εξάτμιση.

Στη συνέχεια συγκρίνεται ο όγκος των αποβλήτων με τη δυνατότητα εξάτμισης σε διάφορα ύψη για τις εξατμισοδεξαμενές.

OMW volume, m^3	Depth	Surface	Evaporation Capacity	Coverage		surface	depth	evap capacity
55	m	m^2	m^3					
	0,5	110	124,77919	yes	0		0	0
	0,6	91,6666667	103,98266	yes	0		0	0
Suggested depth , m	0,7	78,5714286	89,127991	yes	0		0	0
	0,8	68,75	77,986992	yes	0		0	0
1,62	0,9	61,1111111	69,321771	yes	0	0,00	0,00	0
	1	55	62,389594	yes	0	0,00	0,00	0
	1,1	50	56,717813	yes	1	50,00	1,10	56,71781
Total OMW Volume	1,2	45,8333333	51,991328	no	0	0,00	0,00	0
81,04	1,3	42,3076923	47,991995	no	0	0,00	0,00	0
	1,4	39,2857143	44,563996	no	0	0,00	0,00	0
	1,5	36,6666667	41,593063	no	0	0,00	0,00	0

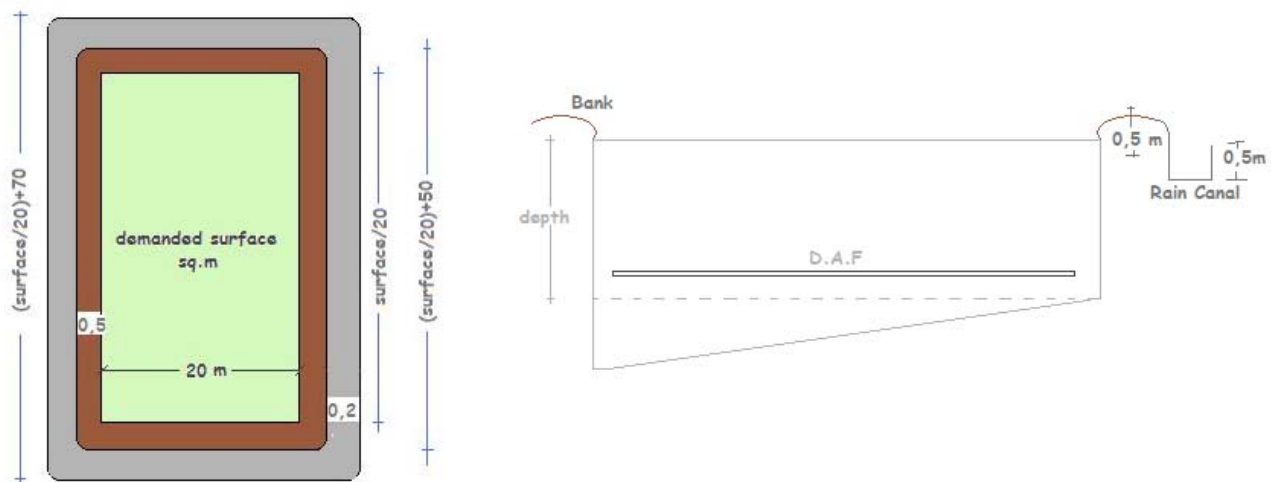
Εικόνα 4.3 Υπολογισμός βάθους

Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο επιλέγεται το κατάλληλο βάθος για τις εξατμισοδεξαμενές, προκειμένου η εξάτμιση να καλύπτει τον όγκο των αποβλήτων.

Έχοντας υπολογίσει και τις απαιτούμενες επιφάνειες των δεξαμενών, πραγματοποιείται η διαστασιολόγησή τους.

4.2 Εξατμισοδεξαμενή.

Στη παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα σκαρίφημα της εξατμισοδεξαμενής. Οι εργασίες που απαιτούνται για την κατασκευή της είναι η εκσκαφή του απαιτούμενου όγκου, η στεγανοποίηση του εδάφους με τη χρήση HDPE μεμβράνης για την προστασία του υπόγειου υδροφορέα, η κατασκευή προστατευτικού αναχώματος και η κατασκευή καναλιού για τη διαχείριση των όμβριων υδάτων.



εικόνα 4.4 Εξατμισοδεξαμενή

Προκειμένου να διαστασιολογηθεί η εξατμισοδεξαμενή, χρησιμοποιείται ως δεδομένο ο όγκος των αποβλήτων που υπολόγισε το μοντέλο, προσθέτοντας σε αυτόν τον όγκο των όμβριων υδάτων. Στη συνέχεια ξανά υπολογίζεται το

ύψος της δεξαμενής για τις διάφορες επιφάνειες, θέτοντας ως όριο το 1,5 m που δίνεται ως μέγιστο στις προδιαγραφές κατασκευής εξατμισοδεξαμενών.

Στην διπλανή εικόνα, φαίνεται ο υπολογισμός των υπολοίπων διαστάσεων της δεξαμενής. Κάνουμε την κατασκευαστική υπόθεση ότι το πλάτος της θα είναι 20 μ, έτσι ώστε να υπολογίσουμε το μήκος, το μήκος και τον όγκο των προστατευτικών αναχωμάτων, το μήκος και τον όγκο του καναλιού διαχείρισης των όμβριων υδάτων.

Εικόνα 4.5 Διαστασιολόγηση

Dimensions	
Demanded surface (m ²)	54,03
Pond Length (m)	2,70
Bank length (m)	3,70
Rain canal length (m)	4,10
Depth (m)	1,50
Bank Vol (m ³)	10,37
Rain Canal Vol (m ³)	32,08
Pond Vol (m ³)	81,04

Designing cossession	
Pond Width (m)	20

Στην παρακάτω εικόνα, φαίνονται τα κόστη των απαιτούμενων εργασιών για την κατασκευή της δεξαμενής.

Base Costs				
Landscaping		units used	unit cost	Cost
Excavation (m ³)		81,04	0,80 €	64,83 €
Modifications	Modification of surface (m ²)	54,03	0,45 €	24,31 €
	Banks (m ³)	10,37	0,55 €	5,70 €
	Rain water Manag (m ³)	32,08	0,50	16,04 €
Impermeable layer	(HDPE 1,5 mm) (m ²)	118,08	4,50 €	531,36 €

Pretreatment	unit cost	units used	Cost
Quicklime (kg)	0,30 €	330	99,00 €
Oxidation	0,65 €	550,00	357,50 €
DAF	30.000,00 €	1	30.000,00 €
Decander	115.000,00 €	1	115.000,00 €

Εικόνα 4.6 Κόστη

Έτσι υπολογίσθηκε το κόστος των εκσκαφών, της μορφοποίησης του εδάφους, την κατασκευή αναχωμάτων και καναλιού διαχείρισης ομβρίων καθώς και το κόστος της στεγανοποίησης.

Επίσης υπολογίζεται το κόστος της προεπεξεργασίας των αποβλήτων. Υπολογίζονται τα κιλά ασβέστη που πρέπει να προστεθούν για την καθίζηση των στερεών (6kg CaO ανά 1m³ OMW). Για το ενδεχόμενο του να απαιτείται απόσπηση με οξείδωση, χρησιμοποιούμε υπεροξείδιο του υδρογόνου (1% H₂O₂). Επίσης υπολογίζεται το κόστος ενός DAF και ενός decander το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την ανάκτηση 1% ελαίου από τα απόβλητα.

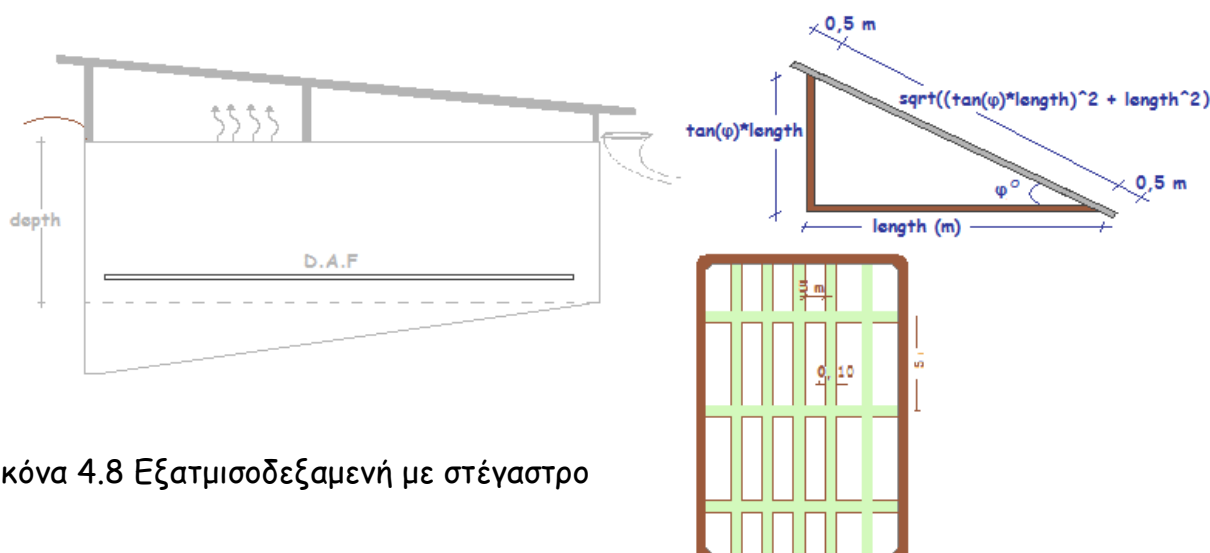
Το ανακτημένο λάδι θα μπορούσε να πωληθεί στη συνέχεια σε χαμηλή τιμή, προσθέτοντας μονάδες κέρδους στην επένδυση. Στη διπλανή εικόνα φαίνονται οι υπολογισμοί για το ενδεχόμενο αυτό.

BENEFITS		
Olive Oil retrieval		
retrieval percentage	1%	330,00 €
capacity (kg)	550,00	
price	0,60 €	

Εικόνα 4.7 Κέρδη

4.3 Εξατμισοδεξαμενή με σκέπαστρο.

Αν μια εξατμισοδεξαμενή πρέπει να εγκατασταθεί σε περιοχή με υψηλή βροχοπτώση, τότε συστήνεται η παραλλαγή της με σκέπαστρο. Το σκέπαστρο προστατεύει την δεξαμενή από τυχόν υπερχείλιση και διαρροή του αποβλήτου λόγω βροχής, ή την αύξηση του όγκου του αποβλήτου σε βαθμό που δεν θα είναι εξατμίσιμος. Επιπλέον αυξάνει το ρυθμό εξάτμισης αν χρησιμοποιηθεί



Εικόνα 4.8 Εξατμισοδεξαμενή με στέγαστρο

σκέπαστρο το οποίο θα εγκλωβίζει την ηλιακή ακτινοβολία. Το σκέπαστρο κατασκευάζεται με κλίση περίπου 5%, έτσι ώστε το νερό που εξατμίζεται να οδηγείται καθαρό στο περιβάλλον. Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται τα σκαριφήματα μιας εξατμισοδεξαμενής με σκέπαστρο.

Για την διαστασιολόγηση της εξατμισοδεξαμενής με σκέπαστρο χρησιμοποιήθηκε η ίδια μεθοδολογία. Ο όγκος που χρησιμοποιήθηκε είναι αυτός που δίνει το μοντέλο χωρίς να προστίθενται τα όμβρια ύδατα. Επίσης στην εξατμηση δίνεται ένας συντελεστής αύξησης του ρυθμού της τάξης του 20%. Για την διευκόλυνση των υπολογισμών, ο όγκος ΟΜΩ αυτός αφαιρείται από τον αρχικό όγκο, δίνοντας μας έτσι μια σημαντική μείωση στις διαστάσεις της δεξαμενής.

Dimensions	
Demanded surface (m ²)	50,00
Pond Length (m)	2,50
Bank length (m)	3,50
Rain canal length (m)	3,90
Depth (m)	1,10
Bank Vol (m ³)	10,88
Rain Canal Vol (m ³)	30,02
Pond Vol (m ³)	55,00
Cover Height (m)	0,13

Evaporation boost coefficient	
	1,2

Designing cossession	
Pond Width (m)	20
Cover Inclination (ϕ°)	5%
Depth	1,1

Στην διπλανή εικόνα φαίνονται οι υπολογισμοί για τις διαστάσεις της δεξαμενής. Θέτοντας ξανά σαν κατασκευαστική υπόθεση ότι το πλάτος της δεξαμενής είναι 20m υπολογίζεται το μήκος της, το μήκος και ο όγκος των αναχωμάτων και του καναλιού διαχείρισης των όμβριων υδάτων. Επίσης θέτουμε την κλίση του στεγάστρου στο 5% έτσι ώστε να υπολογιστεί η απαιτούμενη επιφάνεια του. Για τη στήριξη θεωρήθηκε ότι θα χρησιμοποιηθούν ξύλινα ή πλαστικά δοκάρια ανά 5m πάχους 0,10 m.

Στη συνέχεια υπολογίζονται τα κόστη της κατασκευής και παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.

Εικόνα 4.9 Διαστασιολόγηση

Base Costs				
Landscaping		units used	unit cost	Cost
Excavation (m^3)		55,00	0,80 €	44,00 €
Modifications	Modification of surface (m^2)	50,00	0,45 €	22,50 €
	Banks (m^3)	10,88	0,55 €	5,98 €
	Rain water Manag (m^3)	30,02	0,50	15,01 €
Impermeable layer	(HDPE 1,5 mm) (m^2)	99,50	4,50 €	225,00 €
Cover	wood work (m)	103,75	4,50 €	11,25 €
	plastic cover (m^2)	90,09	35,00 €	122,50 €
	drainage	20	0,84 €	3,28 €

Pretreatment	unit cost	units used	Cost
Quicklime (kg)	0,30 €	330,00	99,00 €
Oxidation	0,65 €	550	357,50 €
DAF	30.000,00 €	1	30.000,00 €
Decander	115.000,00 €	1	115.000,00 €

Εικόνα 4.10 Κόστη

Υπολογίσθηκαν τα κόστη των εκσκαφών, της μορφοποίησης του εδάφους, την κατασκευή αναχωμάτων και καναλιού διαχείρισης ομβρίων καθώς και το κόστος της στεγανοποίησης. Επίσης υπολογίσθηκε το κόστος της κατασκευής του στεγάστρου.

Επίσης υπολογίζεται το κόστος της προεπεξεργασίας των αποβλήτων. Υπολογίζονται τα κιλά ασβέστη που πρέπει να προστεθούν για την καθίζηση των στερεών (6kg CaO ανά 1m³ OMW). Για το ενδεχόμενο του να απαιτείται απόσπηση με οξείδωση, χρησιμοποιούμε υπεροξείδιο του υδρογόνου (1% H₂O₂). Επίσης υπολογίζεται το κόστος ενός DAF και ενός decander το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την ανάκτηση 1% ελαίου από τα απόβλητα.

Στις μονάδες κέρδους υπολογίζεται το κέρδος από την πώληση του ανακτημένου ελαίου.

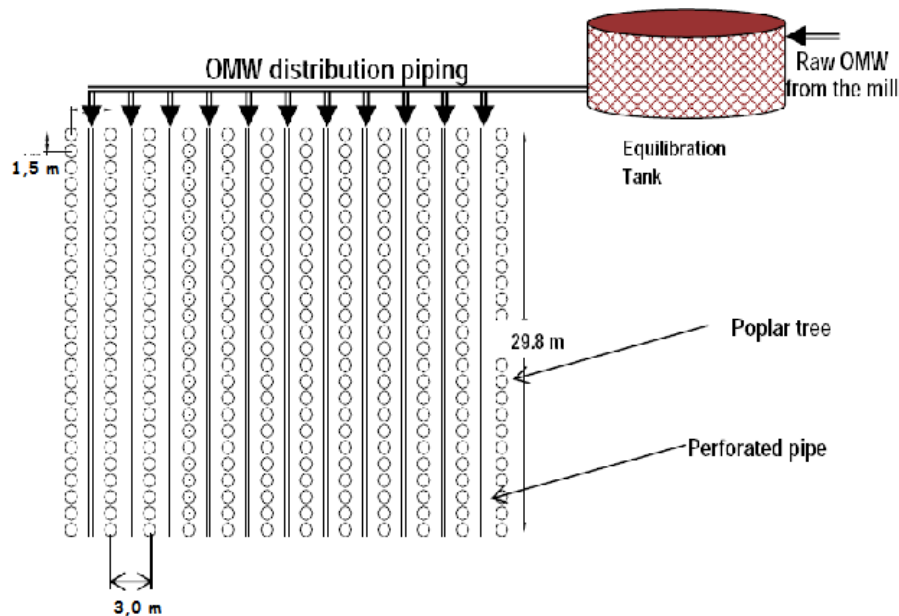
4.4 Υπεδάφια διάθεση και φυτοεξυγίανση.

Η εκτίμηση αποκατάστασης ρυπασμένου εδάφους με κασίγαρο και συγκεκριμένα των φαινολικών συστατικών του έχει υπολογισθεί ως εξής:

Η συνολική ποσότητα φαινολών που διατίθεται στο πεδίο εκτιμήθηκε στα 2600 kg κατ' έτος (ουσιαστικά όμως σε περίοδο 4 μηνών). Η συγκέντρωση

των φαινολών στον υδροφόρο εκτιμάται σε 60 mg/L έως 1500 mg/L. Οι λεύκες εκτιμήθηκαν ότι καταναλώνουν 100L/day X 120 days = 12000 L ανά δέντρο και ανά ελαιοκομική περίοδο.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η σχηματική διάταξη της εγκατάστασης



Εικόνα 4.11 Υπεδάφια διάθεση

Dimensions	
OMW vol (m ³)	700
Trees needed	583
Land Surface (m ²)	1313
Width (m)	10
Length (m)	131

Designing coscession	
Field Width (m)	10

Εικόνα 4.12 Διαστασιολόγηση

Στη συνέχεια προκειμένου να διαστασιολογηθεί η εγκατάσταση υπολογίζουμε των αριθμό των δέντρων που απαιτείται να φυτευτούν. Θεωρούμε ότι τα δέντρα τοποθετούνται σε απόσταση 1,5 μ μεταξύ τους. Στη διπλανή εικόνα φαίνονται οι υπολογισμοί που έγιναν για την κατασκευή. Υπολογίσθηκαν ο αριθμός των δέντρων, η απαιτούμενη επιφάνεια και με την υπόθεση ότι το πλάτος της απαιτούμενης επιφάνειας είναι 10 m υπολογίζεται και το πλάτος της. Οι κοστολογήσεις των μεγεθών φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.

Irrigation			
Base Cost	unit cost	units used	cost
Equilibration Tank (10 m ³)	1.100,00 €	5,50	6.050,00 €
Pipes (Φ32, 4atm) (m)	0,84 €	3.738,14	3.140,04 €
Land scaping (m ³)	0,80 €	3.819,44	3.055,56 €
oaks	5,00 €	46	229,17 €
Pretreatment			
Quicklime (kg)	0,30 €	1100	330,00 €
Decander	115.000 €	1 €	115.000 €

Εικόνα 4.13 Κόστη

Κοστολογήθηκε η αγορά δεξαμενής καθίζησης, το κόστος των απαιτούμενων σωληνώσεων, της διαμόρφωσης του εδάφους και της αγοράς και τοποθέτησης των δέντρων. Επίσης υπολογίστηκε το κόστος της προεπεξεργασίας με ασβέστη και το κόστος της ανάκτησης του 1% ελαίου από το απόβλητο. Σαν μονάδες κέρδους θεωρήθηκε η πώληση του ανακτημένου ελαίου και η ξυλεία που θα δώσουν οι λεύκες. Δεδομένου όμως του χρόνου που απαιτείται προκειμένου να αποδώσουν ξυλεία (περίπου 6 έτη) το κέρδος δεν θεωρείται σημαντική μείωση του κόστους της επένδυσης.

4.5 Σενάρια

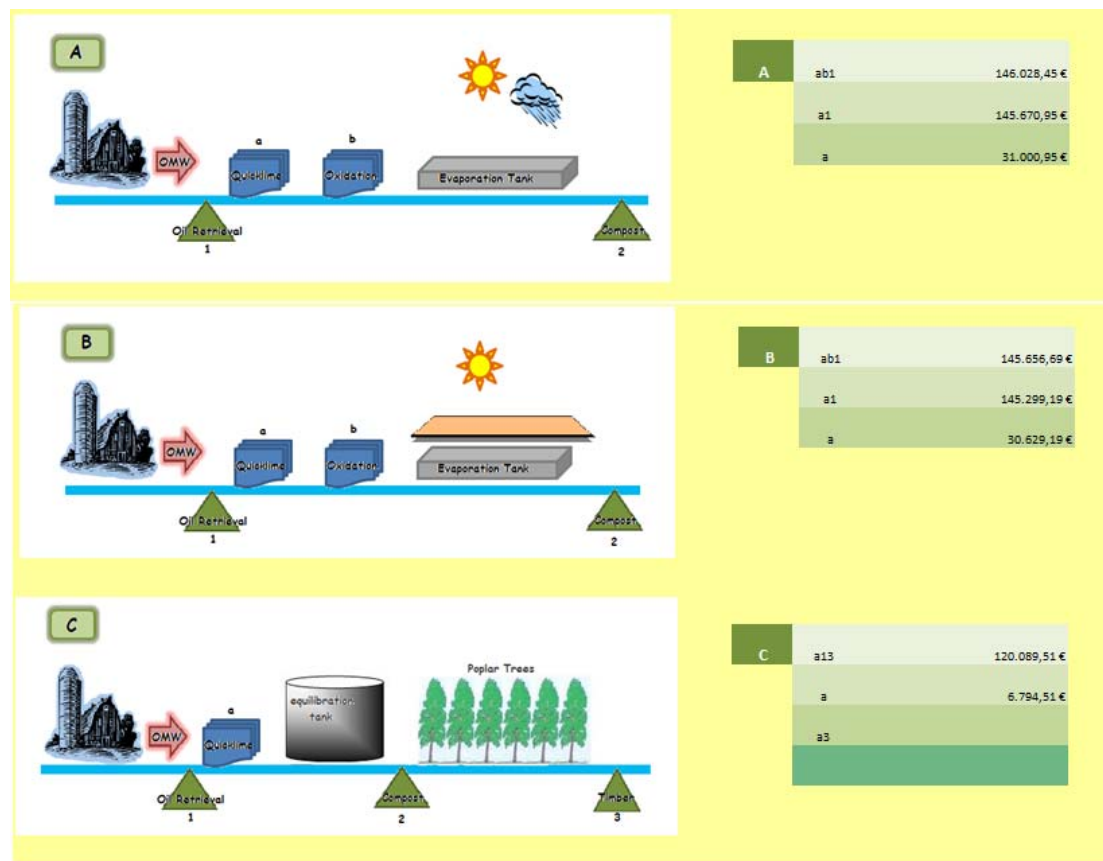
Παρακάτω γίνεται σύγκριση στα κόστη που εξάγει το μοντέλο για διαφορετικά δεδομένα. Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται τα κόστη για την κάθε τεχνολογία. Υπάρχει δυνατότητα επιλογής ανάμεσα στα βασικά κόστη (α) και σε επιπρόσθετα για την κάθε τεχνολογία

4.5.1 Τριφασικό ελαιοτριβείο νέου τύπου το οποίο επεξεργάζεται 200 tn ελαιόκαρπου και βρίσκεται σε ζώνη υψηλής βροχόπτωσης και χαμηλής εξάτμισης.

Input tn olives processed	200	←
Olives Processed -> kg	200.000,00	
Input type of mill	3 fase Decanter (new type)	←
OMW Kg	55.000,00	
OMW Volume (m ³)	55	
Rainfall Zone	Peribolia	←
Evaporation Zone	Ribiotissa	←

Εικόνα 4.14 Δεδομένα σενάριο 1

Αποτελέσματα



Εικόνα 4.15 Αποτελέσματα σενάριο 1

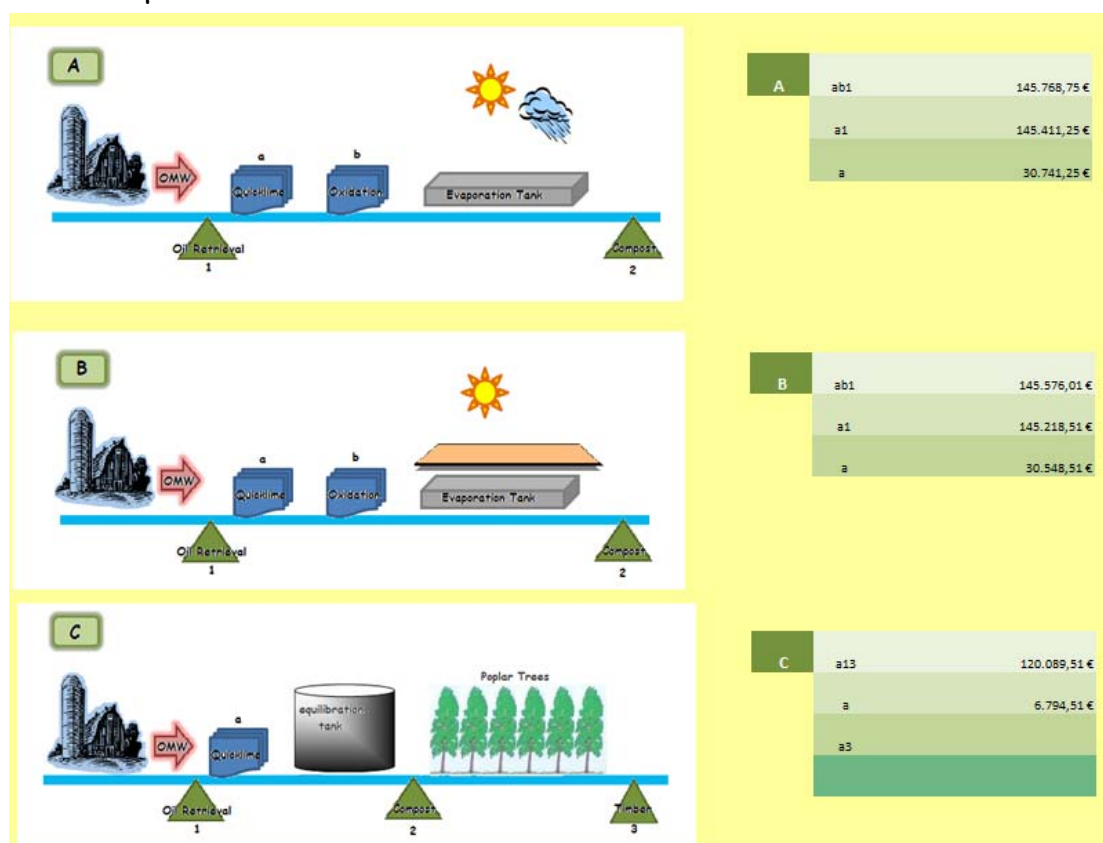
Συγκρίνοντας τα βασικά κόστη, παρατηρούμε πως η υπεδάφια διάθεση είναι η πιο οικονομική λύση (8.800€) και αμέσως μετά οικονομικότερη είναι η κλειστή δεξαμενή (30.604€) και τέλος η ανοικτή (31.000€). Είναι σημαντικό παρόλα αυτά να συμπεριληφθεί και η απαιτούμενη επιφάνεια για την κάθε εγκατάσταση. Έτσι η ανοικτή δεξαμενή απαιτεί περίπου 100 μ^2 ενώ η στεγασμένη περίπου 60 μ^2 . Η υπεδάφια διάθεση απαιτεί περίπου 103 μ^2 . Είναι σαφές ότι αν και η υπεδάφια διάθεση έχει το μικρότερο κόστος εφαρμογής, απαιτεί αρκετή έκταση, σχεδόν όσο και η εξατμισοδεξαμενή. Η εξατμισοδεξαμενή με σκέπαστρο σε αυτή την περίπτωση είναι η μόνη που κάνει σημαντική οικονομία σε έκταση γης.

4.5.2 Τριφασικό ελαιοτριβείο νέου τύπου το οποίο επεξεργάζεται 200 τν ελαιόκαρπου και βρίσκεται σε ζώνη χαμηλής βροχόπτωσης και υψηλής εξάτμισης.

Input tn olives processed	200	←
Olives Processed -> kg	200.000,00	
Input type of mill	3 fase Decanter (new type)	←
OMW Kg	55.000,00	
OMW Volume (m ³)	55	
Rainfall Zone	Ellos	←
Evaporation Zone	Ellos	←
Demanded surface (m ²)	50,00	

Εικόνα 4.16 Δεδομένα σενάριο 2

Αποτελέσματα



Εικόνα 4.17 αποτελέσματα σενάριο 2

Τα βασικά κόστη ελαττώθηκαν κατά λίγες μονάδες σε σχέση με την προηγούμενη υπόθεση. Έτσι η υπεδάφια διάθεση στοιχίζει 6.700€ η εξατμισοδεξαμενή 30.700€ και εξατμισοδεξαμενή με σκέπαστρο 30.500€. Οι απαιτήσεις σε έκταση είναι για την απλή εξατμισοδεξαμενή 54μ² για την

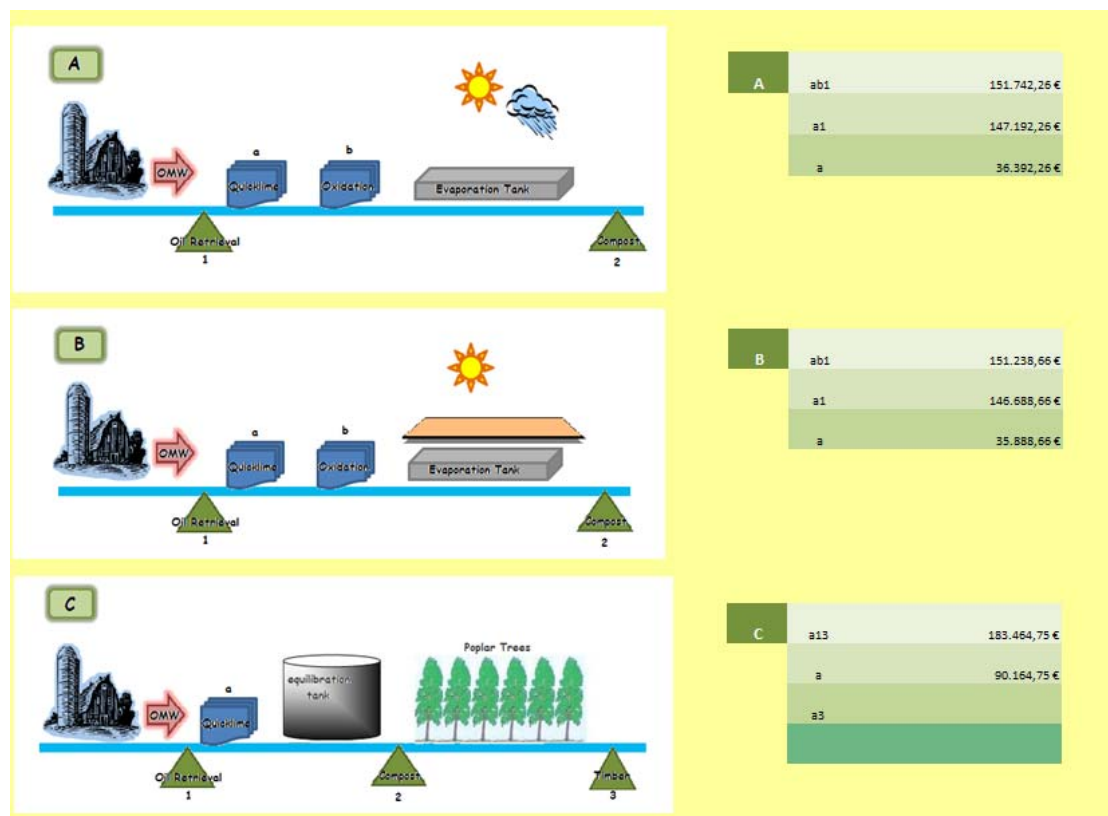
εξατμισοδεξαμενή με σκέπαστρο 50 μ^2 και για την υπεδάφια διάθεση 103 μ^2 . Γίνεται φανερό πως η υπεδάφια διάθεση απαιτεί διπλάσια έκταση από τις εξατμισοδεξαμενές και πως το σκέπαστρο δεν προσφέρει σημαντική οικονομία και ανεβάζει τη κατασκευαστική πολυπλοκότητα και συντήρηση.

4.5.3 Τριφασικό ελαιотριβείο παλαιού τύπου που επεξεργάζεται 1000 τη ελαιόκαρπου (πολύ μεγάλος όγκος αποβλήτων) σε μέση ζώνη βροχόπτωσης και εξάτμισης.

Input tn olives proccesed	1.000	←
Olives Proccesed -> kg	1.000.000,00	
Input type of mill	3 fase Decanter (old type)	←
OMW Kg	700.000,00	
OMW Volume (m^3)	700	
Rainfall Zone	Selasia	←
Evaporation Zone	Selasia	←
Demanded surface (m^2)	538,46	

Εικόνα 4.18 Δεδομένα σενάριο 3

Αποτελέσματα



Εικόνα 4.19 Αποτελέσματα σενάριο 3

Παρατηρούμε ότι η υπεδάφια διάθεση είναι η πιο ακριβή λύση σε αυτή τη περίπτωση (90.000€) ενώ οι εξατμισοδεξαμενές κοστίζουν περίπου 35.000€. Οι απαιτούμενες εκτάσεις είναι για την εξατμισοδεξαμενή 720 μ² ενώ για την εξατμισοδεξαμενή με στέγαστρο 540 μ². Η υπεδάφια διάθεση απαιτεί 1300μ²!!! Γίνεται φανερό ότι αυτή η τεχνολογία δεν είναι συμφέρουσα σε περιπτώσεις μεγάλου όγκου ΟΜW, ενώ το στέγαστρο στην εξατμισοδεξαμενή προσφέρει μεγάλη οικονομία σε έκταση γης.

Κεφάλαιο 5

Συμπεράσματα -Προτάσεις

Σε όλες τις παραπάνω τεχνολογίες θα μπορούσε να εισαχθεί και ως μονάδα κέρδους, εγκατάσταση στην οποία θα επεξεργάζονται τα στερεά υπολείμματα του κασίγαρου μετά το πέρας της περιόδου μαζί με κλαδοκάθαρα προκειμένου να παραχθεί compost. Οι ποσότητες όμως που θα λάβαινε ο επενδυτής θεωρούνται αμελητέες για εμπορική χρήση.

Στους συγκεκριμένους υπολογισμούς, η επιλογή ανάκτησης ελαίου ανεβάζει κατακόρυφα το κόστος αφού η τιμή ενός διαχωριστήρα είναι πολύ υψηλή. Το κόστος αυτό θα μπορούσε να μειωθεί σημαντικά αν υπάρχει κάποιος μεταχειρισμένος διαχωριστήρας που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί.

Επίσης δεν συμπεριλαμβάνεται καθόλου το κόστος της γης και από ότι παρατηρήθηκε στα παραπάνω σενάρια είναι σημαντικός παράγοντας για την επιλογή κατάλληλης τεχνολογίας.

Οι υπολογισμοί αναφέρονται σε μία πρώτη εκτίμηση του κόστους για την εγκατάσταση της κάθε τεχνολογίας. Ειδικές παράμετροι θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στο μοντέλο για να καλύψουν τις ειδικές ανάγκες του κάθε ελαιοτριβείου, έτσι ώστε οι υπολογισμοί να γίνουν ακριβέστεροι.

Περισσότερες τεχνολογίες θα μπορούσαν να ενσωματωθούν προκειμένου ο χρήστης να έχει γενικότερη και καλύτερη εικόνα ως προς την πιο συμφέρουσα λύση.

1. Life- Envifriendly reports
2. U.S. Environmental Protection Agency **"A handbook of constructed wetlands, a guide to creating wetlands"** Volume1
3. Niaounakis, M. and Halvadakis, C.P. (2004), **"Olive Mill Waste Management. Literature Review and Patent Survey"** Typothito-George Dardanos, Athens, Greece
4. Τζαγκαρουλάκης Ιωάννης (2005), **"Καταγραφή, Συγκριτική ανάλυση και μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε ελαιουργεία στην περιφέρεια Κρήτης"**, Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά
5. Σαρίκα Ροίκα-Ευαγγελία, **"Προεπεξεργασία Κατσιγάρου (Υγρών αποβλήτων ελαιουργείων) με κροκίδωση"**, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά
6. Καλαϊτζάκης Μιχαήλ, **"Ηλεκτρολυτική επεξεργασία υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων"**, Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά
7. Αγγελάκης, Α.Ν. και Τσαγκαράκης Κ.Π. (2002), **"Φυσικά συστήματα επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων - Αρχές σχεδιασμού και λειτουργίας"**, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Ηρακλείου
8. Α.Ν. Αγγελάκης - G. Tchobanoglous (1995) **"Υγρά απόβλητα - Φυσικά Συστήματα Επεξεργασίας και Ανάκτηση, Επαναχρησιμοποίηση και Διάθεση Εκρύν"**, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο

9. Kadlec R.C. and Knight R. (1996), **"Treatment Wetlands"**, Lewis Publishers, Boca Raton, Fla
10. Water Environment Federation (2001), **"Natural Systems for Wastewater Treatment"**, **Manual of Practice FD-16**, Alexandria, USA
11. Reed S.C, Crites R.W., Middlebrooks E.J. (1995), **"Natural Systems for Waste Management and Treatment"**, Second Edition, McGraw Hill, New York
12. Sinclair Knight Merz (2000), **"Guidelines for Using Free Water Surface Constructed Wetlands to treat Municipal Sewage"**, Queensland Government-Department of Natural Resources
13. Μαργαρίτα Χ. Βατυλιώτου (2004), **"Σχεδιασμός και Προσομοίωση Τεχνητών Υδροβιότοπων Επιφανειακής Ροής για την Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων"**, Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά
14. Crites R.W. and Tchobanoglous G. (1998), **"Small and Decentralized Wastewater Management Systems"**, McGraw Hill, New York
15. Assessment of olive-mill wastewater as a growth medium for lipase production by *Candida cylindracea* in bench-top reactor, V. Brozzoli, 2009
16. Bioremediation of olive mill wastewater, Christopher J. McNamara, 2007 CHARACTERIZATION AND LIME TREATMENT OF OLIVE MILL WASTEWATER, ESRA S. AKTAS,, 1999
17. **Land Treatment of Olive Oil Mill Wastewater, F. Cabrera,"1997**