

Environmental Friendly Technologies for Rural Development

**Μέτρα Φιλικά Προς το Περιβάλλον:
10 Εναλλακτικές Προτάσεις Επεξεργασίας
Αποβλήτων Ελαιουργείων**



**Νικόλαος Καλογεράκης και Νικόλαος Π. Νικολαΐδης
Καθηγητές, Πολυτεχνείου Κρήτης
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
GR 73100, Χανιά**

Μάιος 2008



Μέτρα Φιλικά Προς το Περιβάλλον: 10 Εναλλακτικές 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. Στα πλαίσια του Προγράμματος LIFE05 EnviFriendly (www.envifriendly.tuc.gr) θέσαμε ως στόχο την ανάπτυξη και επίδειξη μιας «εργαλειοθήκης» τεχνολογιών αποκατάστασης της ποιότητας των υδάτων που να είναι φιλικές προς το περιβάλλον και την ενσωμάτωση του σχεδιασμού των στα διαχειριστικά σχέδια της λεκάνης απορροής του ποταμού Ευρώτα και της παράκτιας ζώνης του. Οι στόχοι αυτού του έργου συμπίπτουν με τους στόχους της Πολιτικής Αγροτικής Ανάπτυξης της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ειδικά με τα μέτρα περιβαλλοντικής προστασίας. Η επίδειξη τεχνολογιών για την διαχείριση των αγροτικών αποβλήτων είναι ένα είδος περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν για να μειώσουν ουσιαστικά το οργανικό ρυπαντικό φορτίο που εισέρχεται στην λεκάνη απορροής του ποταμού Ευρώτα. Η επίδειξη εστιάζεται κυρίως στην επεξεργασία και διάθεση των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων.

Στα πλαίσια του EnviFriendly αναδείξαμε την ύπαρξη τουλάχιστον 10 εναλλακτικών προτάσεων χαμηλού κόστους για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιουργείων. Παραθέτουμε μία σύντομη περιγραφή και ένα συγκριτικό πίνακα για τη σωστή επιλογή τους.



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 λιοζύμια 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 ελαιολάδο. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι αναμενόμενες ποσότητες αποβλήτων για τις διαφορετικές μεθόδους παραγωγής του ελαιολάδου.

Πίνακας 1. Σύγκριση ποσότητας υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου και υγρασίας στον πυρήνα

Μέθοδος Διαχωρισμού	Νερό Αραίωσης (kg)	Απόβλητα OMW (kg)	Νερό (kg) στον πυρήνα	Νερό (%) στον πυρήνα
Ψυχρή Συμπίεση	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%

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 ελαιολάδο), 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...

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΕΝΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟ

Εναλλακτική Πρόταση #1 - Εξατμισοδεξαμένες

Οι λιμνοδεξαμενές εξατμίσης (γνωστές ως εξατμισοδεξαμενές) είναι η κλασική μέθοδος χαμηλού κόστους επίλυσης του περιβαλλοντικού προβλήματος του κασιόγαρου 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 εξατμίσης και την ετήσια βροχόπτωση. Έτσι για ένα τυπικό ελαιοουργείο 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 εξατμίση 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 εξατμίσης (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.

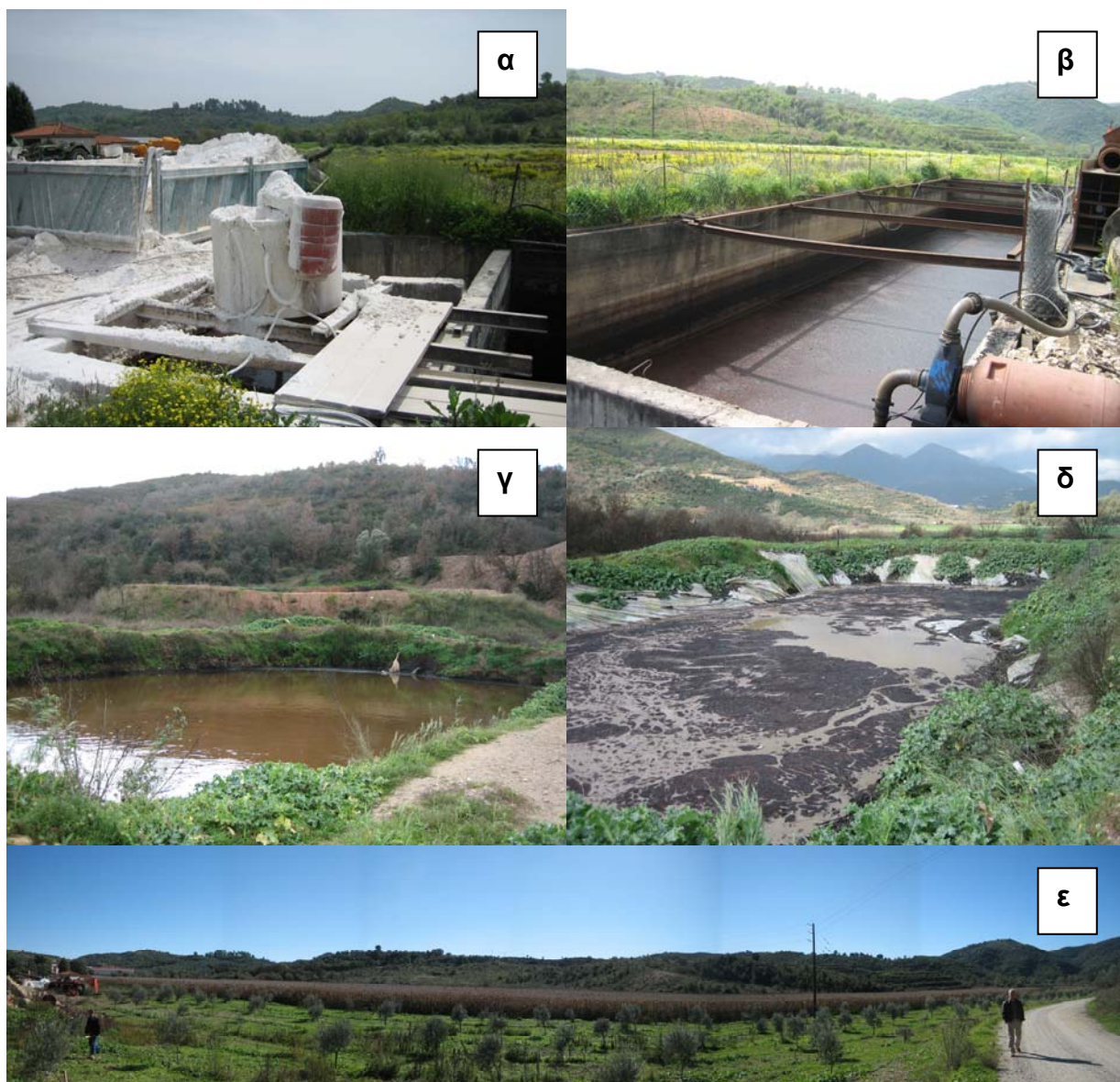


Εικόνα 1: Τυπικές εξατμισοδεξαμενές στις αρχές του καλοκαιριού. Ένθετο δείχνει την κρούστα πάνω από τον κασιόγαρο.



Εναλλακτική Πρόταση #2 - Αποθήκευση και άρδευση καλλιεργειών το καλοκαίρι

Εναλλακτική λύση της χρήσης λιμνοδεξαμενών για την εξάτμιση του κασιόγαρου είναι η χρήση του κασιόγαρου για άρδευση καλλιεργειών το καλοκαίρι. Αυτή η λύση εφαρμόζεται τα τελευταία 5 χρόνια στο ελαιοτριβείο του Π. ΤΖΙΝΑΚΟΣ ΕΠΕ (ΑΙΓΕΣ-ΓΥΘΕΙΟ, ΛΑΚΩΝΙΑΣ). Το υπάρχον σύστημα απαιτεί την χρήση $\text{Ca}(\text{OH})_2$ για κροκίδωση και απομάκρυνση στερεών από τον κασιόγαρο (Εικόνα 2 α και β), μεταφορά και «αποθήκευση» του υπερκείμενου υγρού σε εξατμισοδεξαμενές (Εικόνα 2 γ και δ) και χρήση των μη εξατμισμένων υπολειμμάτων για άρδευση κατά την καλοκαιρινή περίοδο σε καλλιέργεια καλαμποκιών. Ο κασιόγαρος αναμειγνύεται με νερό (1:4). Η χρησιμοποίηση του κασιόγαρου για άρδευση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης ανά στρέμμα καλλιέργειας καλαμποκιού.



Εικόνα 2: Σχηματική διάταξη μονάδας άρδευσης καλλιεργειών το καλοκαίρι.



Η μέθοδος αυτή ενδείκνυται όταν η επιφάνεια των εξατμισοδεξαμενών είναι σχετικά μικρή και δεν προλαβαίνει να εξατμιστεί με το τέλος της καλοκαιρινής περιόδου ή όταν εφαρμόζεται σε περιοχές με βροχοπτώσεις όλο τον χρόνο.

Τα στερεά που έχουν καθιζάνει με την προσθήκη ασβέστη, μπορούν να αναμειχθούν με φύλλα ελιάς και να κομποστοποιηθούν για την παραγωγή εγγειοβελτιωτικού υλικού κατάλληλου και για βιολογικές καλλιέργειες.

Το πρόβλημα των οχλήσεων από οσμές πλησίον της εξατμισοδεξαμενής/δεξαμενής αποθήκευσης παραμένει και γι' αυτό τον λόγο ενδείκνυται σε περιοχές μακριά από οικισμούς ή τουριστικές περιοχές.

Εναλλακτική Πρόταση #3 – Επιφανειακή διάθεση σε ελαιώνες και φυσική αποκατάσταση

Με αυτή τη πρόταση γίνεται επιφανειακή διάθεση του κασίγαρου σε ελαιώνες ανάμεσα στις σειρές των δέντρων. Η διάθεση ανά τετραγωνικό μέτρο πρέπει να είναι τέτοια ώστε ο κασίγαρος να παραμείνει στα πρώτα 30 εκατοστά του εδάφους. Το τμήμα αυτό του εδάφους έχει πάντοτε σημαντική συγκέντρωση οξυγόνου ώστε να έχουμε αερόβια αποδόμηση των συστατικών του κασίγαρου από τους μικροοργανισμούς του εδάφους.

Σε 20-30 μέρες οι φυτοτοξικές φαινόλες θα έχουν αποδομηθεί σημαντικά και η οργανική ουσία θα έχει εξασθενήσει στους επόμενους μήνες, ώστε με αρχή του φθινοπώρου το έδαφος να έχει επανέλθει πρακτικά στην αρχική του κατάσταση. Ουσιαστικά, χρησιμοποιούμε το έδαφος μαζί με τους μικροοργανισμούς του σαν «φυσικό αντιδραστήρα» για την επεξεργασία του κασίγαρου...

Η **Ιταλική Οδηγία** προτείνει την επιφανειακή διάθεση 8-10 m³ κασίγαρου ανά στρέμμα ανά έτος. Για ένα σχετικά μικρό ελαιοτριβείο που κάνει περίπου 250 τόνους λάδι, παράγει περίπου 1000 m³ κασίγαρο / έτος, απαιτούνται περίπου **100 στρέμματα** ελαιώνων.

Ελληνική Οδηγία δεν υπάρχει! Με βάση μελέτες που έχει κάνει το ΕΘΙΑΓΕ προτείνεται η επιφανειακή διάθεση 1,5 m³ κασίγαρου ανά δέντρο και ανά έτος. Η διάθεση γίνεται σε 5 δόσεις, δηλαδή 5 φορές × 300 L κασίγαρου ανά δέντρο. Για όγκο κασίγαρου 1000 m³ απαιτείται έκταση γης με 670 ελαιόδεντρα που αντιστοιχεί σε περίπου **56 στρέμματα** (θεωρώντας ότι έχουμε 12 δέντρα ανά στρέμμα).

Οι υπολογισμοί έχουν γίνει για τριφασικά Decanters παλαιού τύπου. Δεν απαιτούνται μεγάλες δεξαμενές αποθήκευσης

Η διάθεση μπορεί να γίνει με μικρά βυτία που διαθέτουν τον κασίγαρο ανάμεσα στις σειρές των δέντρων σε γειτονικούς ελαιώνες ή με την μόνιμη εγκατάσταση σωλήνων στον ενδιάμεσο χώρο και όχι στις ρίζες των δέντρων. Το κόστος της εγκατάστασης είναι χαμηλό: απαιτούνται μόνο πλασικές σωλήνες διάθεσης (χαμηλής πίεσης) & βάνες, αντλία και μία μικρή δεξαμενή για την εξισορρόπηση της ροής.



«Άρδευση» των ελαιώνων το χειμώνα είναι μία εναλλακτική λύση για εξαιρετικές περιπτώσεις όπως αυτή του ελαιοτριβείου του συνεταιρισμού ΑΝΩΓΕΙΩΝ, ΛΑΚΩΝΙΑΣ. Ο συνεταιρισμός διαθέτει ήδη δίκτυο άρδευσης 2500 στρεμμάτων και δεξαμενή 5000 m³ δίπλα στο ελαιοτριβείο. Ο κασίγαρος θα μεταφέρεται στη δεξαμενή και θα αναμειγνύεται με νερό των πηγών με μία αναλογία τουλάχιστον 1:5. Στη δεξαμενή θα γίνεται καθίζηση των στερεών και μετά ο υπερκείμενος αραιωμένος κασίγαρος θα προωθείται στο δίκτυο άρδευσης.

Δεδομένης της ετήσιας παραγωγής περίπου 1000 m³ κασίγαρου, για την πλήρη διαχείριση του απαιτείται διάθεση μόνο 400 L κασίγαρου ανά στρέμμα! Όταν είναι αραιωμένο η φυτοτοξικότητα είναι ελάχιστη και επομένως μπορεί να γίνει άμεση άρδευση (χωρίς την πάροδο χρόνου για την πλήρη αποδόμηση των φαινολών). Η δοσολογία αυτή είναι 25 φορές λιγότερο από την Ιταλική Οδηγία... Σημειωτέον ότι η χρήση του ιδίου του κασίγαρου, χωρίς καμία επεξεργασία έχει προταθεί για την άρδευση και μικροβιοκτόνο δράση του σε εδάφη (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος, STUDY CONTRACT B4-3040/99/110194/MAR/E3, report No: CO 4953-2, July 2001).

Εναλλακτική Πρόταση #4 - Υπεδάφια διάθεση και φυτοεξυγίανση (χωρίς προστασία υδροφορέα)

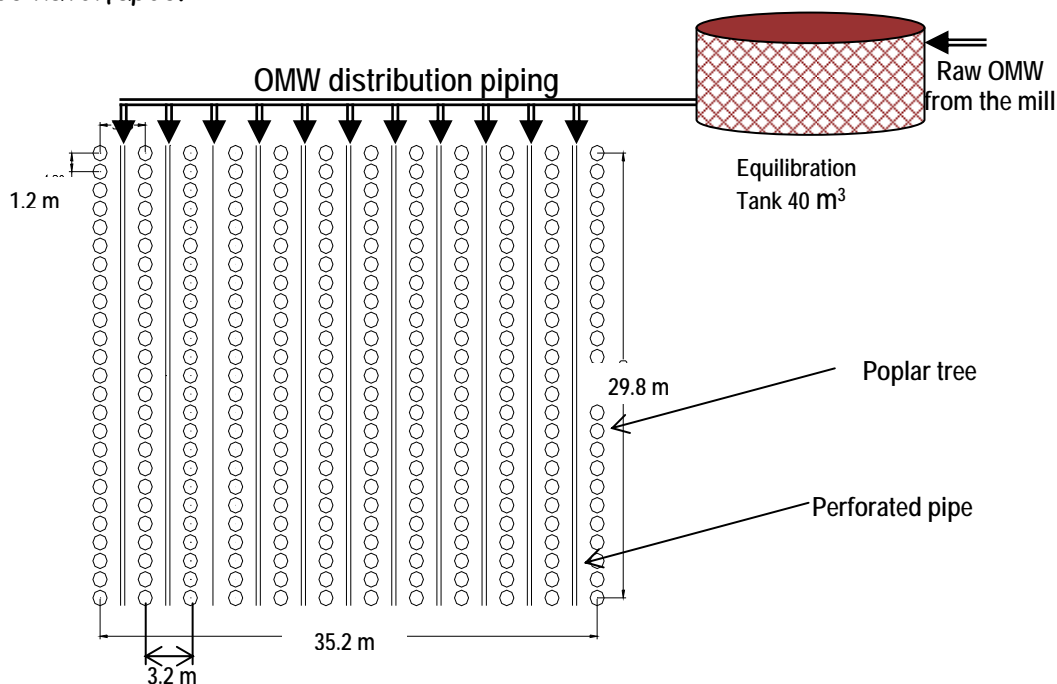
Η φυτοεξυγίανση ως τεχνολογία αποκατάστασης βασίζεται στη χρήση της φυτών για την επί τόπου επεξεργασία ρυπασμένων εδαφών καθώς και επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Είναι εφαρμόσιμη σε πεδία βεβαρημένα με οργανικούς ρυπαντές, θρεπτικά ή βαρέα μέταλλα, και μπορούν να προσεγγιστούν από το ριζικό σύστημα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

Όσον αφορά στην υπεδάφια διάθεση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου, στο πλαίσιο του προγράμματος EnviFriendly, 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. Η εν λόγω τεχνολογία επιδεικνύεται στο Ελαιοτριβείο ΚΟΚΟΛΗΣ στα Χάνια Λακωνίας. Στη συγκεκριμένη περίπτωση οι λεύκες φυτεύτηκαν σε σειρές. Η απόσταση μεταξύ των φυτών ήταν 1.2 με 1.5 m, ενώ μεταξύ των σειρών 3.0 με 3.2 m όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Οι δύο ετών λεύκες φυτεύτηκαν στα τέλη Νοεμβρίου του 2006 και αναμένεται να χρησιμοποιηθούν για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων του ελαιοτριβείου από το Δεκέμβριο του 2007. 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 αξιολόγηση των πιθανών επιπτώσεων της τεχνολογίας στο υπόγειο νερό γίνεται με την παρακολούθηση της ποιότητας του υπογείου νερού, καθώς έχουν πραγματοποιηθεί στην περιοχή έξι ερευνητικές γεωτρήσεις (βάθους 5, 4 και 3 m η καθεμία). Έχουν ήδη πραγματοποιηθεί δειγματοληψίες για την εκτίμηση των συγκεντρώσεων του υποβάθρου πριν την έναρξη της υπόγειας διάθεσης του κασιόγαρου.



Σχήμα 3. Απεικόνιση της τεχνολογίας υπεδάφιας διάθεση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου σε συνδυασμό με φυτοεξυγίανση - Ελαιοτριβείο ΚΟΚΟΛΗΣ (ΧΑΝΙΑ-ΒΑΣΙΛΑΚΗ)



Εικόνα 4. Απόψεις της δεντροφυτευμένης έκτασης με λεύκες.

Η διάθεση του κασιόγαρου με αυτό τον τρόπο γίνεται έτσι ώστε η συνολική ποσότητα του κασιόγαρου στο υπέδαφος να μην πλησιάζει τον υδροφόρα 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



κασιγάρο πριν την υπεδάφια διάθεση του.



Εικόνα 5. Απεικόνιση της τεχνολογίας υπεδάφιας διάθεση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου σε συνδυασμό με φωτοεξυγίανση - Ελαιοτριβείο ΚΟΚΟΛΗΣ (ΧΑΝΙΑ-ΒΑΣΙΛΑΚΗ)



Εναλλακτική Πρόταση #5 - Υπεράφια διάθεση και φυτοεξυγίανση με προστασία του υδροφορέα

Η Delux εκδοχή της εναλλακτικής πρότασης #4 είναι το σύστημα OLEICO (Ιταλική ευρεσιτεχνία, LIFE 04 ENV/IT/000409). Στο σύστημα μετά την εκσκαφή, τοποθετείται HDPE μεμβράνη για έλεγχο διαρροών στον υδροφορέα, σύστημα συνεχούς επανακυκλοφορίας κατά τους θερινούς μήνες που οι λεύκες έχουν πλήρως αναπτύξει το φύλλωμά τους, και προσθήκη μικροοργανισμών για ενισχυμένη βιοαποδόμηση στην ριζόσφαιρα. . Για την πιο αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος απαιτείται η απομάκρυνση των στερεών από τον κασιγάρο πριν την υπεδάφια διάθεση του.

Οι λεύκες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ξυλεία μετά από 10 - 15 χρόνια.



Εικόνα 6. Απεικόνιση της τεχνολογίας υπεδάφιας διάθεση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου με το σύστημα OLEICO (με πλήρη προστασία του υδροφορέα).



ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Εναλλακτική Πρόταση #6 – Κεντρική Μονάδα #1 Ξυτοεξυγίανσης

Στο βαθμό που 3 με 6 ελαιοτριβεία ευρίσκονται το ένα πλησίον του άλλου, μπορεί να δημιουργηθεί κεντρική μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων. Για σημαντική μείωση του λειτουργικού κόστους, θα πρέπει να συνεργαζόμενα ελαιοτριβεία να μπορούν να στείλουν τα απόβλητα με πλαστικό σωλήνα αντί να γίνεται χρήση βυτιοφόρου που είναι πιο δαπανηρή.

Στην προτεινόμενη Κεντρική Μονάδα #1, η λειτουργία του συστήματος θα γίνεται ως εξής:

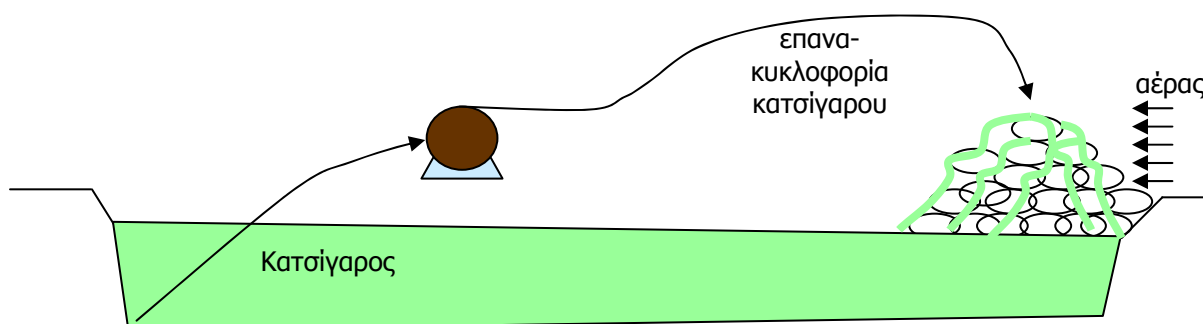
1. Τα συνεργαζόμενα ελαιοτριβεία της περιοχής θα έχουν από μία δεξαμενή χωρητικότητας 20-30 m³ που θα αποθηκεύουν τον παραγόμενο κασίγαρο της ημέρας.
2. Ένα βυτιοφόρο θα παραλαμβάνει το κασίγαρο σε ημερήσια βάση και θα τον μεταφέρει στη Κεντρική Μονάδα που βρίσκεται το σύστημα επεξεργασίας και διάθεσης ή εναλλακτικά μία συγκεκριμένη ώρα της ημέρας, ο κασίγαρος θα προωθείται με αντλία από την δεξαμενή του ελαιοτριβείου στην Κεντρική Μονάδα.
3. Ο «φρέσκος» κασίγαρος θα περνάει πρώτα από σύστημα ανάκτησης ελαιολάδου (περίπου το 1% του όγκου) και εν συνεχεία θα αποθηκεύεται σε δεξαμενές εξουδετέρωσης.
4. Στις δεξαμενές εξουδετέρωσης θα προστίθεται ασβέστης και θα παραμένει 24 ώρες για να καθιζάνει. Το υπερκείμενο υγρό θα διοχετεύεται σε εκτάσεις για φυτοεξυγίανση με λεύκες.
5. Ο σχεδιασμός της υπόγειας διάθεσης και επεξεργασίας θα περιλαμβάνει χρήση μεμβρανών για την προστασία του υδροφορέα και σύστημα ανακυκλοφορίας του κασίγαρου κατά τους θερινούς μήνες (OLEICO process).
6. Τα στερεά που καθιζάνουν με την προσθήκη του ασβέστη θα οδηγούνται σε χώρο ανάμειξης με κλαδοκάθαρα (ψιλοκομμένα κλαδιά και φύλλα) και κομποστοποίησης για την παραγωγή εγγειοβελτιωτικού κατάλληλου και για βιολογική καλλιέργεια.
7. Το κόστος λειτουργίας του συστήματος θα αντιμετωπίζεται μερικώς από την πώληση του ανακτηθέντος ελαιολάδου.
8. Σημαντικό στοιχείο για την επιτυχή εφαρμογή της μεθόδου είναι η ανεύρεση κατάλληλου χώρου σε έκταση (περίπου 1 στρέμμα ανά 1000 m³ κασίγαρου) και «σωστά επιλεγμένη» τοποθεσία για την μείωση των εξόδων μεταφοράς.
9. Με κατάλληλο εξοπλισμό (ένα decanter τριφασικό παλαιού τύπου για την ανάκτηση του ελαιολάδου, του κασίγαρου και της πυρήνας με χαμηλή υγρασία) η μονάδα θα μπορούσε να δεχθεί και απόβλητα από διφασικά ελαιοτριβεία. Ο χαμηλής υγρασίας πυρήνας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για κομποστοποίηση ή να πωληθεί στο πλησιέστερο πυρηνελαιουργείο.



Εναλλακτική Πρόταση #7 – Κεντρική Μονάδα #2 – Εξατμισοδεξαμενή με απόσμιση

Η προτεινόμενη Κεντρική Μονάδα #2 είναι παρόμοια με την ΚΜ#1 ως προς τον τρόπο συλλογής και εξουδετέρωσης του κασίγαρου και ανάκτησης του ελαιολάδου, ενώ διαφέρει στον τρόπο διάθεσης του κασίγαρου και συμπεριλαμβάνει μονάδα απόσμισης. Η λειτουργία του συστήματος γίνεται ως εξής:

1. Τα συνεργαζόμενα ελαιοτριβεία της περιοχής θα έχουν από μία δεξαμενή χωρητικότητας 20-30 m³ που θα αποθηκεύουν τον παραγόμενο κασίγαρο της ημέρας.
2. Ένα βυτιοφόρο θα παραλαμβάνει το κασίγαρο σε ημερήσια βάση και θα τον μεταφέρει στη Κεντρική Μονάδα που βρίσκεται το σύστημα επεξεργασίας και διάθεσης ή εναλλακτικά μία συγκεκριμένη ώρα της ημέρας, ο κασίγαρος θα προωθείται με αντλία από την δεξαμενή του ελαιοτριβείου στην Κεντρική Μονάδα.
3. Ο «φρέσκος» κασίγαρος θα περνάει πρώτα από σύστημα ανάκτησης ελαιολάδου (περίπου το 1% του όγκου) και εν συνεχεία θα αποθηκεύεται σε δεξαμενές εξουδετέρωσης.
4. Στις δεξαμενές εξουδετέρωσης θα προστίθεται ασβέστης και θα παραμένει 24 ώρες για να καθιζάνει. Το υπερκείμενο υγρό θα διοχετεύεται σε δεξαμενές ηλεκτρολυτικής επεξεργασίας με την προσθήκη άλατος. Αποτέλεσμα της ηλεκτρολυτικής επεξεργασίας είναι η πλήρη εξουδετέρωση των οσμών και ο αποχρωματισμός του κασίγαρου.
5. Το ηλεκτρολυτικά επεξεργασμένο απόβλητο θα οδηγείται σε εξατμισοδεξαμενές επιταχυνόμενης εξάτμισης με την βοήθεια επανακυκλοφορίας των αποβλήτων (βλέπε Σχήμα 7). Λόγω της υπολειπόμενης παρουσίας οξειδωτικών, η επανακυκλοφορία δεν δημιουργεί διάχυση των οσμών.



Σχήμα 7. Επανακυκλοφορία του ηλεκτρολυτικά επεξεργασμένου κασίγαρου για επιτάχυνση της εξάτμισης

6. Τα στερεά που καθιζάνουν με την προσθήκη του ασβέστη θα οδηγούνται σε χώρο ανάμειξης με κλαδοκάθαρα (ψιλοκομμένα κλαδιά και φύλλα) και κομποστοποίησης για την παραγωγή εγγειοβελτιωτικού κατάλληλου και για βιολογική καλλιέργεια.
7. Το κόστος λειτουργίας του συστήματος θα αντιμετωπίζεται μερικώς από την πώληση του



ανακτηθέντος ελαιολάδου.

8. Σημαντικό στοιχείο για την επιτυχή εφαρμογή της μεθόδου είναι η ανεύρεση κατάλληλου χώρου σε έκταση (περίπου 0,5 στρέμματα ανά 1000 m³ κασίγαρου) και «σωστά επιλεγμένη» τοποθεσία για την μείωση των εξόδων μεταφοράς.
9. Με κατάλληλο εξοπλισμό (ένα decanter τριφασικό παλαιού τύπου για την ανάκτηση του ελαιολάδου, του κασίγαρου και της πυρήνας με χαμηλή υγρασία) η μονάδα θα μπορούσε να δεχθεί και απόβλητα από διφασικά ελαιοτριβεία. Ο χαμηλής υγρασίας πυρήνας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για κομποστοποίηση ή να πωληθεί στο πλησιέστερο πυρηνελαιουργείο.

Εναλλακτική Πρόταση #8 – Κεντρική Μονάδα #3 Ξήλτραση με πριονίδια και ρητίνες

Η μέθοδος αυτή, βασίζεται στην εν σειρά διήθηση του κασίγαρου από ένα σύστημα φίλτρων από φυσικές (τύρφη, πριονίδι, άμμο) και χημικές ουσίες (ιοντοανταλλακτικές ρητίνες) σε συνδυασμό με κροκίδωση και ταυτόχρονη ρύθμιση του pH, η οποία αποφορτίζει τον κασίγαρο σε ποσοστό άνω του 95%. Το προβιομηχανικό πρότυπο της ανωτέρω μεθόδου έχει ήδη ελεγχθεί για περιορισμένη χρονική περίοδο σε ελαιοουργείο της Μεσσαράς (Ελαιοουργείο Αδελφών Τζωρτζακάκη, Φανερωμένη Ηρακλείου, Κρήτη), με θετικά αποτελέσματα. Η μέθοδος αυτή έχει κατοχυρωθεί με Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας (WO2005003037, GR2003100295).

Εναλλακτική Πρόταση #9 – Κεντρική Μονάδα #4 Αναερόβια Χώνευση

Σ' αυτή την κατηγορία εντάσσονται οι «κλασσικές τεχνολογίες επεξεργασίας» υγρών αποβλήτων με υψηλό οργανικό φορτίο. Η αναερόβια χώνευση είναι ο καλύτερος τρόπος επεξεργασίας αλλά έχει να αντιμετωπίσει δύο σημαντικά προβλήματα.

- 1) Οι φαινόλες που έχει ο κασίγαρος είναι τοξικές στα αναερόβια βακτήρια και επομένως πρέπει να γίνει πρώτα έστω και μερική εξουδετέρωση των (π.χ., με συγκεκριμένα ένζυμα ή αερόβια επεξεργασία με ειδικούς μύκητες ή χρήση οξειδωτικών) ή να γίνει κατάλληλη αραίωση του κασίγαρου με νερό ώστε να μειωθεί η συγκέντρωση των φαινολών κάτω του 1 g/L (η οποία οδηγεί σε αύξηση του όγκου επεξεργασίας και επομένως αύξηση του απαιτούμενου όγκου του χωνευτή).
- 2) Απαιτείται πολύπλοκος εξοπλισμός και κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό.

Παρόλα αυτά εάν δημιουργηθεί μια αρκετά μεγάλη Κεντρική Μονάδα επεξεργασίας η οποία να δέχεται τα απόβλητα από πολλά ελαιοουργεία, μπορεί να γίνει οικονομικά βιώσιμη εάν οι ελαιοτριβείς αναλάβουν την μεταφορά του κασίγαρου.

Σημειωτέον ότι η αναερόβια χώνευση δεν είναι αρκετή για την απευθείας διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων σε επιφανειακούς αποδέκτες. Η περαιτέρω επεξεργασία των αποβλήτων



μπορεί να γίνει με αερόβια επεξεργασία ή χρήση των επεξεργασμένων λυμάτων σε άρδευση.



Εικόνα 8. Πιλοτική μονάδα αναερόβιας επεξεργασίας κασσίγαρου (Βαμβακόπουλο Χανίων, Κρήτη)

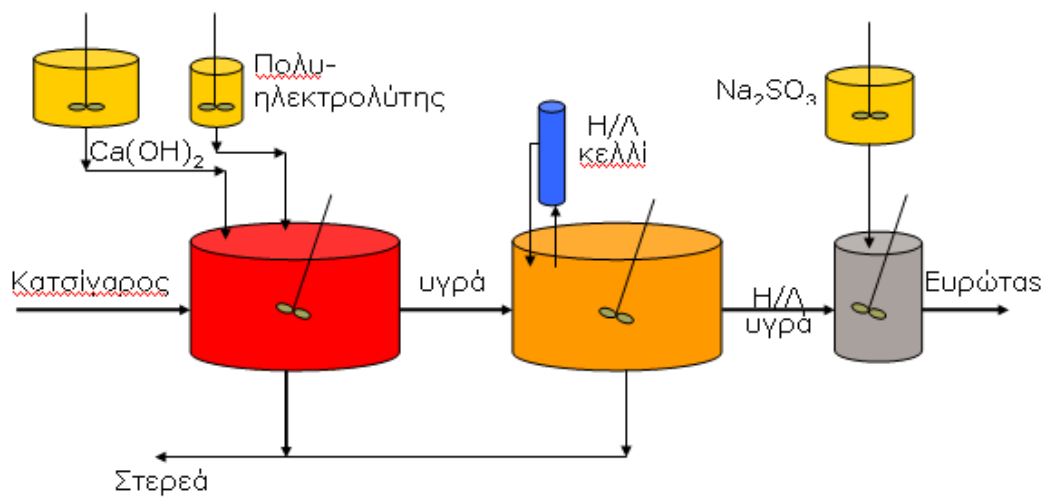
Λόγω της εποχικότητας των αποβλήτων, οι μονάδες αυτές μπορούν να γίνουν κερδοφόρες αν συνεπεξεργάζονται τα απόβλητα χοιροτροφείων ή άλλων παρόμοιων μονάδων και το παραγόμενο βιοαέριο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θέρμανσης που αφενός μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εγκατάσταση και αφετέρου μπορεί να ενταχτεί στο ηλεκτρικό δίκτυο (και να τιμολογείται σαν ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή ενέργειας).

Εναλλακτική Πρόταση #10 – Απόσπηση με Ηλεκτρολυτική Επεξεργασία

Σε περιπτώσεις που απαιτείται έλεγχος των οσμών, το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί με την προσθήκη οξειδωτικών στον κασσίγαρο. Ένας από τους καλύτερους τρόπους παραγωγής ισχυρών οξειδωτικών επί τόπου είναι η ηλεκτρόλυση.

Το διάγραμμα ροής του κασσίγαρου δίδεται στο παρακάτω σχήμα, όπου έχουμε καθίζηση των αιρούμενων στερεών του κασσίγαρου με την προσθήκη ασβέστη ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) και πολύ-ηλεκτρολύτη για υψηλή απόδοση. Το υπερκείμενο υγρό μεταφέρεται στην δεξαμενή ηλεκτρόλυσης ενώ τα στερεά συλλέγονται για κομποστοποίηση μαζί με φύλλα από τις ελιές. Τα ηλεκτρολυτικά επεξεργασμένα απόβλητα μετά τον αποχρωματισμό τους οδηγούνται στην δεξαμενή εξουδετέρωσης της περίσσειας των οξειδωτικών με θειώδες νάτριο προτού οδηγηθούν στον τελικό αποδέκτη.





Σχήμα 9: Σχηματική διάταξη μονάδας ηλεκτρόλυσης του κατσίγαρου.

Η τεχνολογία αυτή επιδεικνύεται εν μέρει στο Ελαιοτριβείο των Ν & Α ΤΟΥΤΟΥΛΗΣ (ΠΛΑΤΑΝΑ, ΛΑΚΩΝΙΑΣ). Στις εγκαταστάσεις έχει στηθεί σύστημα ηλεκτρολυτικής κροκίδωσης κολλοειδών - αποχρωματισμός μείωση COD και έλεγχος οσμών (βλέπε Εικόνα 10).



Εικόνα 10: Σχηματική διάταξη μονάδας ηλεκτρόλυσης.



Σύγκριση Εναλλακτικών Προτάσεων Επεξεργασίας Αποβλήτων Ελαιουργείων Για Ένα Ελαιοτριβείο

Εναλλακτική Πρόταση	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
1. Εξατμισοδεξανές	Μικρό κόστος κατασκευής, Ελάχιστα λειτουργικά έξοδα	Απαιτείται διαθέσιμος χώρος, Οχλήσεις από οσμές
2. Αποθήκευση και άρδευση καλλιεργειών το καλοκαίρι	Μικρό κόστος κατασκευής, Ελάχιστα λειτουργικά έξοδα, λίπανση, μείωση νερού άρδευσης	Απαιτείται διαθέσιμος χώρος, ύπαρξη καλλιεργειών, Οχλήσεις από οσμές, απαιτείται καθίζηση των αιωρούμενων στερεών
3. Επιφανειακή διάθεση σε ελαιώνες και φυσική αποκατάσταση	Μικρό κόστος κατασκευής (ιδιαίτερα όταν υπάρχει το δίκτυο άρδευσης), ελάχιστα λειτουργικά έξοδα, λίπανση δένδρων	Απαιτείται η μεταφορά και διάθεση σε ελαιώνες με βυτία ή με σωλήνες άρδευσης, απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις με ελαιώνες, απαιτείται καθίζηση των αιωρούμενων στερεών
4. Υπεδάφια διάθεση και φυτοεξυγίανση (χωρίς προστασία υδροφορέα)	Ολοκληρωμένη λύση με μικρό κόστος κατασκευής, Ελάχιστα λειτουργικά έξοδα.	Απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις με λεύκες, απαιτείται επιπλέον άρδευση με νερό το καλοκαίρι, απαιτείται καθίζηση των αιωρούμενων στερεών, απαιτούνται συγκεκριμένες υδρογεωλογικές συνθήκες
5. Υπεράφια διάθεση και φυτοεξυγίανση με προστασία του υδροφορέα	Μεγαλύτερη προστασία των υπόγειων νερών από τη ρύπανση από την επιλογή #4 αλλά με υψηλότερο κόστος.	Απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις με λεύκες, απαιτείται επιπλέον άρδευση με νερό το καλοκαίρι.



Σύγκριση Εναλλακτικών Προτάσεων Επεξεργασίας Αποβλήτων Ελαιουργείων για Κεντρική Μονάδα

Εναλλακτική Πρόταση	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
1. Κεντρική Μονάδα #1 - Φυτοεξυγίανσης	Ανάκτηση υπολειμμάτων ελαιολάδου, ολοκληρωμένη λύση, παραγωγή ξυλείας	Απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις με λεύκες, απαιτείται επιπλέον άρδευση με νερό το καλοκαίρι.
2. Κεντρική Μονάδα #2 - Εξατμισοδεξαμενή με απόσμιση	Ανάκτηση υπολειμμάτων ελαιολάδου, ολοκληρωμένη λύση, σύστημα απόσμισης	Απαιτείται διαθέσιμος χώρος, επιτάχυνση ρυθμού εξάτμισης πιθανόν να δημιουργήσει προβλήματα οσμών
3. Κεντρική Μονάδα #3 Φίλτρανση με πριονίδια και ρητίνες	Σχετικά χαμηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας.	Τρόπος διάθεσης του κορεσμένου πριονιδιού και διαχείρισης των υλικών φίλτρανσης.
4. Κεντρική Μονάδα #4 Αναερόβια Χώνευση	Βέλτιστη επεξεργασία	Μεγάλο κόστος κατασκευής και συντήρησης, απαιτείται προσωπικό διαχείρισης
5. Απόσμιση και ηλεκτρολυτική επεξεργασία	Απόσμιση και αποχρωματισμός των αποβλήτων	Μη ολοκληρωμένη λύση για ελαιουργεία εντός οικισμού που δημιουργούν έντονα προβλήματα με οσμές



Η έκδοση αυτή είναι μία προσφορά του Ευρωπαϊκού Προγράμματος LIFE05-Environment "EnviFriendly" και του Πολυτεχνείου Κρήτης (website info: <http://www.EnviFriendly.tuc.gr>)



Για περισσότερες πληροφορίες επικοινωνήστε με



Νικόλαος Καλογεράκης, Καθηγητής
Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών
Περιβάλλοντος

Τηλ. 28210-37794

Email: nicolas.kalogerakis@enveng.tuc.gr



Νικόλαος Π. Νικολαΐδης, Καθηγητής
Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών
Περιβάλλοντος

Τηλ. 28210-37785

Email: nikolaos.nikolaidis@enveng.tuc.gr



Νικόλαος Καλογεράκης, Καθηγητής,
Νικόλαος Π. Νικολαΐδης, Καθηγητής,

nicolas.kalogerakis@enveng.tuc.gr
nikolaos.nikolaidis@enveng.tuc.gr

