

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΚΡΗΤΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



TECHNOLOGICAL  
EDUCATIONAL INSTITUTE  
of CRETE  
DEPARTMENT OF MECHANICAL  
ENGINEERING

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΑΓΡΟΤΟ-ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΜΕ ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟΥ ΤΗΣ ΈΝΩΣΗΣ  
ΠΕΖΩΝ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ»

### ΦΟΙΤΗΤΕΣ:

- ΣΙΟΥΤΗΣ ΚΛΕΩΝ Α.Μ.: 5345
- ΚΟΝΤΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ Α.Μ.: 5324

### ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

- ΔΡ. ΘΡΑΣΥΒΟΥΛΟΣ ΜΑΝΙΟΣ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ, 2018

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

***ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ***

ΚΑΘ. ....

ΚΑΘ. ....

ΚΑΘ. ....

**Ευχαριστίες:**

Θέλουμε να εκφράσουμε θερμές ευχαριστίες στις οικογένειες μας που μας βοήθησαν καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μας.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

**Η** παρούσα διατριβή ξεκίνησε και ολοκληρώθηκε στο Εργαστήριο Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής, του τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων, της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων, του ΤΕΙ Κρήτης με την επιστημονική υποστήριξη του εργαστηρίου αυτού. Με την ευκαιρία της ολοκλήρωσης της μελέτης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή Θρασύβουλο Μανιό για την δυνατότητα που μας έδωσε να πραγματοποιήσουμε την έρευνα μας στο εργαστήριό του και να προσπαθήσουμε να φέρουμε σε πέρας ένα, όπως αποδείχθηκε, δύσκολο έργο. Επιπρόσθετα, πολλά ευχαριστώ αξίζουν σε όλη την ομάδα του εργαστηρίου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	<b>IV</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>V</b>
<b>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>1</b>
1.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	1
1.2 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	1
1.3 ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	2
<b>2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ</b> .....	<b>3</b>
2.1 ΗΛΙΑΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ .....	3
2.1.1 ΤΥΠΟΙ ΗΛΙΑΚΩΝ ΞΗΡΑΝΤΗΡΙΩΝ .....	4
2.1.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ .....	7
2.1.3 ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ .....	11
2.2 ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΑΝΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ.....	12
2.2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	12
2.2.2 ΤΥΠΟΙ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ.....	14
2.2.3 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΑΝΤΩΝ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ .....	15
2.3 ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ .....	17
2.3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ .....	17
2.3.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ .....	18
<b>3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΈΝΩΣΗ ΠΕΖΩΝ</b> .....	<b>19</b>
3.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ .....	19
3.2 ΜΟΝΑΔΑ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΈΝΩΣΗΣ ΠΕΖΩΝ .....	19
3.3 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ - ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ .....	26
<b>4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>44</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>46</b>
ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	46
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	46
ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ .....	47

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση της τεχνολογίας της ηλιακής ξήρανσης που χρησιμοποιείται από την Ένωση Πεζών, στο Ηράκλειο Κρήτης. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για μια διαδικασία αξιοποίησης των υπολειμμάτων και παραπροϊόντων που παράγονται από τα ελαιοτριβεία (καθώς και άλλων αγροτικών και κτηνοτροφικών υπολειμμάτων), μέσω της διαδικασίας της ηλιακής ξήρανσης αυτών, με απώτερο σκοπό την παραγωγή στερεών βιοκαυσίμων που μπορούν να αξιοποιηθούν στην παραγωγή ανανεώσιμης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, καθώς και στην παραγωγή οργανικών λιπασμάτων που θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη γεωργία. Πιο συγκεκριμένα, θα γίνει μια παρουσίαση, τόσο της λειτουργίας, όσο και του ίδιου του μηχανήματος ηλιακής ξήρανσης που λειτουργεί πιλοτικά εντός θερμοκηπίου της Ένωσης Πεζών Ηρακλείου, στο Αλάγνι.

Απώτερος στόχος της εργασίας αυτής είναι η μηχανολογική περιγραφή του συστήματος ηλιακής ξήρανσης.

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας, θα πραγματοποιηθεί ανάπτυξη και αξιολόγηση του συστήματος ηλιακής ξήρανσης. Πιο συγκεκριμένα, θα γίνει μια πλήρης περιγραφή της πιλοτικής μονάδας που λειτουργεί εντός του ελαιοτριβείου της Ένωσης Πεζών, καθώς και του απαιτούμενου μηχανολογικού εξοπλισμού που λειτουργεί σε αυτήν. Η μονάδα αποτελείται από ειδικά κατασκευασμένο για το σκοπό αυτό θερμοκήπιο ηλιακής ξήρανσης, εντός του οικοπέδου του ελαιοτριβείου της Ένωσης Πεζών. Εντός της μονάδας μεταφέρονται σημαντικές ποσότητες νωπής κοπριάς (χοίρων και βοοειδών) και φύλλων ελιάς. Οι ποσότητες αυτές τοποθετούνται σε ειδικά κατασκευασμένους διαδρόμους ξήρανσης της μονάδας. Σημαντικές ποσότητες υγρών αποβλήτων του ελαιοτριβείου προστίθενται σε αυτές και το μηχάνημα ηλιακής ξήρανσης αναδεύει το μίγμα αυτό, προκειμένου να επιταχυνθεί η διαδικασία εξάτμισης της υγρασίας του και κατ' επέκταση να πραγματοποιηθεί συμπύκνωση των θρεπτικών στοιχείων που έχουν και τα δυο υλικά.

Στην περιγραφή του εξοπλισμού ανάδευσης περιλαμβάνεται αναλυτική περιγραφή, τόσο των μερών από τα οποία αποτελείται το μηχάνημα ηλιακής ξήρανσης της μονάδας, όσο και της λειτουργίας αυτού. Συμπερασματικά, στα πλαίσια της παρούσας εργασίας έγινε προσπάθεια παρουσίασης της λειτουργίας και του εξοπλισμού μιας καινοτόμου μονάδας αξιοποίησης υπολειμμάτων για την παραγωγή «προϊόντων» που θα μπορούν να

χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ανανεώσιμης θερμικής ενέργειας, καθώς και στην παραγωγή οργανικών λιπασμάτων. Κεντρικό καινοτόμο στοιχείο της παραγωγικής διαδικασίας της μονάδας αυτής αποτελεί η αξιοποίηση της πλέον διαθέσιμης πηγής ενέργειας στην Ελλάδα – και γενικά στη Μεσογειακή λεκάνη – αυτής του ήλιου, και της από αυτήν πηγάζουσας τεχνολογίας της ηλιακής ξήρανσης.





## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα γίνει προσπάθεια παρουσίασης της λειτουργίας και του εξοπλισμού μιας καινοτόμου μονάδας αξιοποίησης υπολειμμάτων για την παραγωγή «προϊόντων» που θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ανανεώσιμης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, καθώς και στην παραγωγή οργανικών λιπασμάτων. Κεντρικό καινοτόμο στοιχείο της παραγωγικής διαδικασίας της μονάδας αυτής αποτελεί η αξιοποίηση της πλέον διαθέσιμης πηγής ενέργειας στην Ελλάδα – και γενικά στη Μεσογειακή λεκάνη – αυτής του ήλιου, και της από αυτήν πηγάζουσας τεχνολογίας της ηλιακής ξήρανσης.

### 1.2 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Οι δυο ακόλουθοι λόγοι ήταν η αφορμή για την ανάπτυξη μιας τέτοιας πιλοτικής μονάδας στην Ένωση Πεζών:

1. Η εξάρτηση της γεωργίας από τα βασικά θρεπτικά στοιχεία και το γεγονός ότι το κάλιο και ο φωσφόρος είναι διαθέσιμα στον πλανήτη σε πεπερασμένη ποσότητα. Τα δύο αυτά θρεπτικά στοιχεία βρίσκονται σε ορυκτά και δεν υπάρχει φυσικός τρόπος ανακύκλωσης όπως πχ με το Άζωτο. Η ποσότητα αυτή εκτιμάται ότι θα εξαντληθεί μέσα στον αιώνα που διανύουμε. Η εύρεση και αξιοποίηση εναλλακτικών πηγών των θρεπτικών αυτών στοιχείων, αποτελεί πλέον μια από τις σημαντικότερες προτεραιότητες. Ως μια προς διερεύνηση λύση ήταν αυτή της αξιοποίησης των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων (γνωστά και ως κασίγαρος), καθώς πέρα από το μεγάλο οργανικό φορτίο, διαθέτουν κάλιο σε μέση συγκέντρωση της τάξης των 3.000 mg / L ή 3,0 kg / m<sup>3</sup>. Την ίδια στιγμή το άζωτο είναι στα 1,5 kg / m<sup>3</sup> και ο φωσφόρος στα 1,0 kg / m<sup>3</sup>.
2. Η εξάρτηση των ελαιοτριβείων από τα πυρηνελαιουργεία, καθώς αδυνατούν οικονομικά να διαχειριστούν την ελαιοπυρήνα που παράγουν. Για κάθε τόνο λάδι ένα ελαιοτριβείο «παράγει»: 5 m<sup>3</sup> κασίγαρο, 2,5 τόνους ελαιοπυρήνα (60 % υγρασία) και 0,5 τόνους φύλλα ελιάς. Μια προτεινόμενη από τη λειτουργία της μονάδας είναι η

ξήρανση της ελαιοπυρήνας σε ηλιακό ξηραντήριο μαζί με τα φύλλα που παράγονται , καθώς και κάθε άλλης μορφής φυτικής βιομάζας όπως κλαδέματα ελιάς, υπολείμματα θερμοκηπίων κλπ, αυτή η διαδικασία θα οδηγήσει στην παραγωγή ενός μίγματος βιομάζας με ιδιαίτερα καλά ενεργειακά χαρακτηριστικά (Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη) και ιδιαίτερα χαμηλή συγκέντρωση υγρασίας.

Προκειμένου λοιπόν να αντιμετωπιστούν οι παραπάνω λόγοι για τους οποίους και αναπτύχθηκε η μονάδα για την οποία γίνεται λόγος στην παρούσα εργασία, κατασκευάστηκε μηχανήμα (ιδιοκατασκευή από ειδικό μηχανουργείο της περιοχής) ανάδευσης των υλικών αυτών, προκειμένου να επιταχυνθεί η εξάτμιση των υλικών, πάντα με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, εντός θερμοκηπίου ξήρανσης.

### ***1.3 ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ***

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η παρουσίαση του συγκεκριμένου συστήματος ανάδευσης και η παρουσίαση της λειτουργίας αυτού, το οποίο θα επιτρέπει την ταυτόχρονη μετατροπή των υπολειμμάτων και παραπροϊόντων που παράγονται από τα ελαιοτριβεία (καθώς και άλλων αγροτικών υπολειμμάτων) σε οργανικά λιπάσματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη γεωργία.

## 2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1 ΗΛΙΑΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια συνοπτική βιβλιογραφική επισκόπηση συστημάτων ξήρανσης που χρησιμοποιούνται, αξιοποιώντας είτε ηλιακή, είτε θερμική, είτε ηλεκτρική ενέργεια, για διάφορους σκοπούς. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα γίνει μια αναλυτική περιγραφή του συστήματος ηλιακής ξήρανσης που λειτουργεί στην μονάδα της Ένωσης Πεζών, στην περιοχή του Αλαγνίου, στο Ηράκλειο Κρήτης.

Διακρίνονται τρεις τρόποι ηλιακής ξήρανσης:

- ηλιακή ξήρανση σε ελεύθερο αέρα
- άμεση ηλιακή ξήρανση
- έμμεση ηλιακή ξήρανση

Στον πρώτο τρόπο της ηλιακής ξήρανσης τοποθετούμε το προϊόν στον ήλιο, όπου η φυσική ηλιακή ακτινοβολία αυξάνει τη θερμοκρασία του προϊόντος. Η κίνηση του ανέμου παίρνει το νερό του προϊόντος που είναι στην επιφάνειά του. Ο τρόπος αυτός ξήρανσης ονομάζεται ξήρανση στον ήλιο.

Στην άμεση ηλιακή ξήρανση, το προϊόν τοποθετείται κάτω από ένα σκέπασμα (τζάμι, φύλλο πλαστικό). Η διάταξη είναι βελτίωση της προηγούμενης περίπτωσης αλλά ο αέρας και το προϊόν είναι πιο ζεστά λόγω του 'φαινομένου του θερμοκηπίου' και των χαμηλών κινήσεων του αέρα στον περιβάλλοντα χώρο της ξήρανσης. Αν αυτές οι κινήσεις είναι πολύ μικρές δεν υπάρχει ξήρανση γιατί το νερό δεν εκκενώνεται. Τότε λέμε ότι έχουμε ψήσιμο. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται συνήθως σε ξηραντήρια υπολογισμένα και κατασκευασμένα με λανθασμένο τρόπο, όπου η υψηλή θερμοκρασία δεν συνδυάζεται με την απαραίτητη κίνηση του αέρα.

Στην έμμεση ξήρανση ο αέρας θερμαίνεται σε ένα συλλέκτη ο οποίος μπορεί να είναι ξεχωριστός από τον χώρο της ξήρανσης. Το προϊόν μένει στη σκιά μονωμένο από την ηλιακή ακτινοβολία. Η ξήρανση γίνεται με εναλλαγή νερού με θερμό αέρα (Χαρώνης, 1989).

Ανάλογα με τον τρόπο που χρησιμοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία, διακρίνουμε τα ξηραντήρια στους ακόλουθους τύπους, κάτι αντίστοιχο δηλαδή με τα τρία είδη ηλιακής ξήρανσης:

- A. Φυσικά ηλιακά ξηραντήρια
- B. Άμεσα ηλιακά ξηραντήρια
- Γ. Έμμεσα ηλιακά ξηραντήρια
- Δ. Ξηραντήρια τύπου θερμοκηπίου
- Ε. Ξηραντήρια με ηλιακό συλλέκτη

### 2.1.1 Τύποι Ηλιακών Ξηραντηρίων

#### A. Φυσικά ηλιακά ξηραντήρια

Σε αυτά χρησιμοποιείται κατευθείαν η ηλιακή ακτινοβολία και ο αέρας, η ενέργεια των οποίων, όμως, δεν ελέγχεται. Το προϊόν τοποθετείται επάνω σε δίσκους ή ψάθες που είναι τοποθετημένοι πάνω στο έδαφος και με προσανατολισμό στους επικρατούντες ανέμους. Είναι φθηνές κατασκευές αλλά προϋποθέτουν προστασία σε περίπτωση βροχής και συχνή μάλαξη για αποφυγή υπερθερμάνσεως της πάνω επιφανείας και ομογενοποίηση του προϊόντος. Είναι ο παραδοσιακός τύπος που συναντάται και σήμερα στις αγροτικές περιοχές. Τα μειονεκτήματά του είναι οι απώλειες των προϊόντων που ξηραίνονται ή σπαταλώνονται με τις μετακινήσεις, καταστροφή των βιταμινών κυρίως Α και C με την κατευθείαν έκθεσή τους στον ήλιο, υποβάθμιση του προϊόντος από την κακοκαιρία και τις επιδράσεις των εντόμων, σκόνης.

#### B. Άμεσα ηλιακά ξηραντήρια

Σε αυτά οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν κατ' ευθείαν επάνω στα προϊόντα που είναι τοποθετημένα μέσα στα ξηραντήρια. Είναι απλές κατασκευές που αποτελούνται από ένα υαλόφρακτο πλαίσιο κάτω από το οποίο τοποθετούνται τα προς ξήρανση προϊόντα τοποθετημένα πάνω σε δίσκους. Η κυκλοφορία του αέρα γίνεται με φυσικό ελκυσμό που οφείλεται στη θέρμανση (φαινόμενο καμινάδας ) ή με την ενέργεια του ανέμου επάνω στα ανοίγματα και σπάνια με ανεμιστήρες. Τα πλεονεκτήματα αυτού του τύπου είναι ότι τα προϊόντα προστατεύονται καλύτερα από την προσβολή των εντόμων και τίθενται υπό το φαινόμενο του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα ανύψωση της θερμοκρασίας του προς ξήρανση προϊόντος και ελάττωση του χρόνου ξήρανσης σε σχέση με τα παραδοσιακά συστήματα.

Μεταξύ των μειονεκτημάτων είναι η καταστροφή κάποιων βιταμινών, η φωτοοξειδωση του προϊόντος που οφείλεται στην υπεριώδη ακτινοβολία που μεταδίδεται από το σκέπασμα και η άνοδος της θερμοκρασίας πάνω από την μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή που οφείλεται στην κακή κυκλοφορία του αέρα. Ένα τέτοιος τύπος είναι τα ξηραντήρια θερμοκηπίου. Πρόκειται για ξηραντήρια μεγαλύτερης κλίμακας που χρησιμοποιούνται για ξήρανση μεγάλης ποσότητας νωπών προϊόντων. Για να είναι δραστικά οι επιφάνειες ξήρανσης πρέπει να είναι περιορισμένες σε μερικά τετραγωνικά μέτρα.

### Γ. Έμμεσα ηλιακά ξηραντήρια

Τα προς ξήρανση προϊόντα τοποθετούνται σε δίσκους και δεν εκτίθενται κατευθείαν στην ηλιακή ακτινοβολία. Ο αέρας μπαίνει μέσα στο χώρο, αφού προηγουμένως περάσει από συλλέκτες αέρα που τον θερμαίνουν σε συνάρτηση με την χρησιμοποιούμενη παροχή. Η μεταφορά του αέρα γίνεται με μηχανικά μέσα (ανεμιστήρες) ή με ηλιακή καπνοδόχο (φυσικός ελκυσμός). Είναι περίπλοκες και δαπανηρές κατασκευές σε σχέση με τα άμεσα ξηραντήρια. Χρησιμοποιούνται για προϊόντα πιο ευαίσθητα στην ηλιακή ακτινοβολία των οποίων η θερμοκρασία πρέπει να ελέγχεται και για ξήρανση τροφίμων. Η διάρκεια ξήρανσης είναι μεταβλητή και μεγαλύτερη από εκείνη της άμεσης ξήρανσης. Ένας άλλος διαχωρισμός των ξηραντηρίων ανάλογα με την μορφολογία τους, την τεχνική ξήρανσης και τον τρόπο που επιτυγχάνεται η θέρμανση του αέρα είναι σε ξηραντήρια τύπου θερμοκηπίου και ξηραντήρια με ηλιακούς συλλέκτες. Στα δεύτερα έχουμε οπωσδήποτε έμμεση ξήρανση.

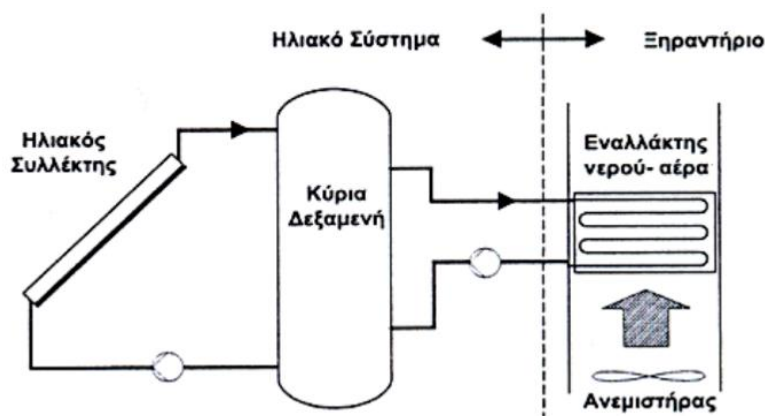
### Δ. Ξηραντήρια τύπου θερμοκηπίου (ξηραντήρια ζύλου)

Στον τύπο αυτό ο χώρος του ξηραντηρίου αξιοποιείται για τη δέσμευση της ηλιακής ενέργειας και ο αέρας αποτελεί το μοναδικό μέσο μετάδοσης της θερμότητας. Τα ξηραντήρια αυτά είναι απλές κατασκευές με οριζόντια ή κεκλιμένη στέγη και προσανατολίζονται με άξονα Ανατολής – Δύσης. Η κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό γίνεται με ηλεκτρικούς ανεμιστήρες μικρής ισχύος που βρίσκονται στις ανατολικές και δυτικές πλευρές της κατασκευής. Η μείωση της σχετικής υγρασίας γίνεται με θυρίδες εξαερισμού.

### Ε. Ξηραντήρια με ηλιακό συλλέκτη

Στα ξηραντήρια αυτά υπάρχει ηλιακός συλλέκτης που τοποθετείται έξω από το θάλαμο ξήρανσης, έχει κλίση προς το νότο και μεταβιβάζει τη θερμότητα που δεσμεύει στο χώρο του ξηραντηρίου με κυκλοφορητή αέρα ή νερού και ένα ρευστό χρησιμοποιείται για τη δέσμευση και μετάδοση της θερμότητας. Σε ορισμένους τύπους ξηραντηρίων η θερμότητα αποθηκεύεται σε δεξαμενές με νερό. Τα ξηραντήρια αυτά είναι πιο πολύπλοκα και δαπανηρότερα σε σχέση με τα προηγούμενα γιατί απαιτείται επιμελημένη κατασκευή, να έχουμε καλή θερμική μόνωση, τοποθέτηση ηλιακού συλλέκτη και εγκαταστάσεων διακίνησης ή αποθήκευσης της θερμότητας ή και ελέγχου των συνθηκών. Το σχηματικό διάγραμμα του συστήματος θέρμανσης που χρησιμοποιείται στα ηλιακά ξηραντήρια, φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί και αποτελείται από τα εξής μέρη:

Πεδίο ηλιακών συλλεκτών, αποτελούμενο από ηλιακούς συλλέκτες, εναλλάκτη πεδίου συλλεκτών- δεξαμενής και κύρια δεξαμενή νερού για την αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας. Το θερμό νερό από την κύρια δεξαμενή αποθήκευσης κυκλοφορεί μέσω αντλίας σε ένα εναλλάκτη νερού –αέρα και αποδίδει θερμότητα στον αέρα ξήρανσης μέρος του οποίου ανακυκλώνεται συνεχώς εντός του ξηραντηρίου.



**Εικόνα 1.** Σχηματικό διάγραμμα ηλιακού συστήματος θέρμανσης νερού (Μπελεσιώτης και Δεληγιάννη, 2002)

Στα ηλιακά ξηραντήρια η ξήρανση είναι πιο γρήγορη από ότι στη φυσική ξήρανση αλλά βραδύτερη σε σύγκριση με τη συνηθισμένη τεχνητή ξήρανση με τεχνητό θερμό και υγρό αέρα. Τα ηλιακά ξηραντήρια πλεονεκτούν σε σύγκριση με τα ξηραντήρια τεχνητής ξήρανσης γιατί το κόστος εγκατάστασης είναι μικρότερο και η λειτουργία απλούστερη και οικονομικότερη. Η αποδοτικότητα των ηλιακών ξηραντηρίων (σχέση ηλιακής ενέργειας που φθάνει στο ξηραντήριο προς το ποσοστό που αξιοποιείται για την ξήρανση) επηρεάζεται από

τον τύπο, την κατασκευή (θερμική μόνωση) και την εποχή του έτους. Από σχετικές έρευνες έχει βρεθεί ότι κυμαίνεται από 8%-45%. Ξήρανση με ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί προπαρασκευαστικά πριν από την τελική ξήρανση ή σαν ξηραντήρια αφύγρανσης και συμπύκνωσης της υγρασίας “dehumidifiers”, οπότε η ξήρανση είναι πολύ ταχύτερη και εξαρτάται λιγότερο από το περιβάλλον.

Γενικά είναι δυνατόν να επιτευχθεί σημαντικό ποσοστό κάλυψης των ενεργειακών αναγκών ενός ξηραντηρίου και η πρόσθετη ενέργεια που απαιτείται για να συμπληρώσει τα θερμικά φορτία που δεν καλύπτονται από την ηλιακή ενέργεια παρέχονται από κάποιο συμβατικό καύσιμο (Μπαμπαλής και άλλοι, 1999).

### 2.1.2 Τεχνολογίες Ηλιακής Ξήρανσης

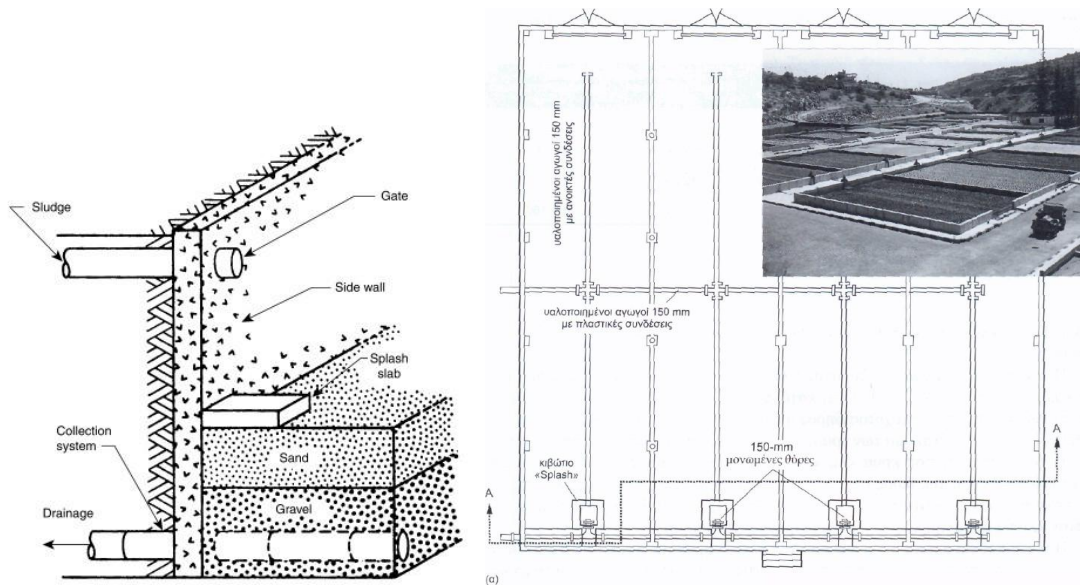
Είναι μέθοδος απλή στην χρήση της, που εφαρμόζεται στην ξήρανση της ιλύος, χαμηλού κόστους λειτουργίας, μηδαμινής ενεργειακής κατανάλωσης και με τελικό προϊόν 50-60% DS. Εφαρμόζεται σε μικρές εγκαταστάσεις, σε περιοχές θερμού και ξηρού κλίματος. Η αυξανόμενη παραγωγή ιλύος και η συνεπαγόμενη απαίτηση μεγάλης έκτασης, για την επεξεργασία της, η επέκταση της οικιστικής ανάπτυξης και η γειννίαση συχνά των εγκαταστάσεων με αστικό ιστό, η ανάπτυξη οσμών, η απαιτούμενη χειρωνακτική εργασία, η πλημμελής λειτουργία τους, που μπορεί να οδηγήσει σε μόλυνση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, καθώς και η αυστηρότερη νομοθεσία για την διάθεση του ξηραμένου προϊόντος αλλά και η ανάγκη αξιοποίησης των συστατικών της ιλύος, έχουν οδηγήσει σε περιορισμό της χρήσης της.

Τύποι κλινών ξήρανσης:

- Συμβατική κλίνη άμμου.
- Κλίνη με πλάκες
- Κλίνη ξήρανσης με τεχνητά μέσα
- Κλίνη ξήρανσης με κενό
- Κλίνη με καλάμια.

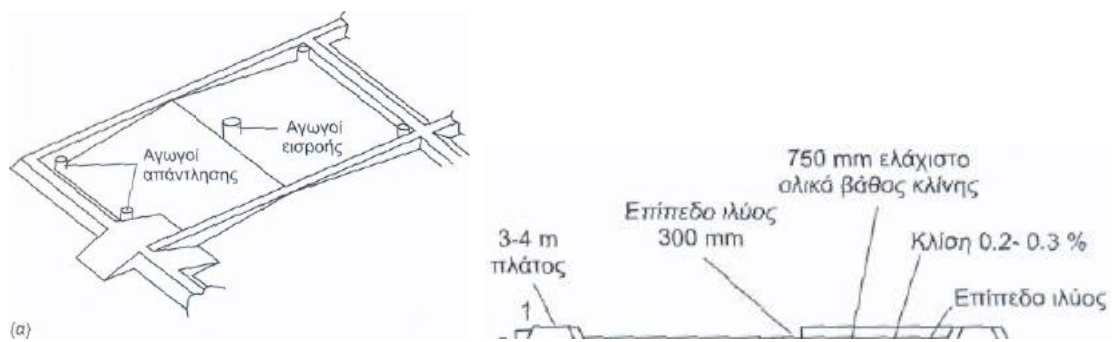
Στη συμβατική κλίνη, με στρώμα άμμου, η ξήρανση επιτυγχάνεται με στράγγιση διαμέσου του στρώματος ιλύος και του στρώματος άμμου και με εξάτμιση από την επιφάνεια που είναι εκτεθειμένη στον αέρα. Η περιεχόμενη υγρασία, μετά από 10-15 ημέρες, κάτω από

ευνοϊκές συνθήκες, φτάνει (τιμές) έως 60%.



**Εικόνα 2.** Σχέδιο και τυπική διάταξη κλίνης άμμου

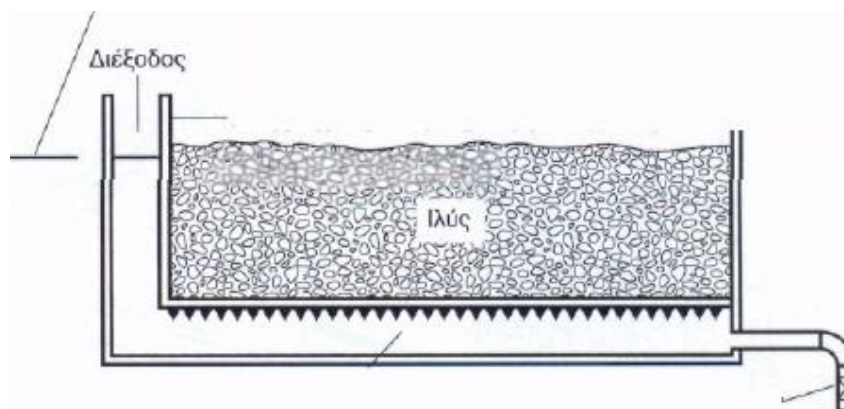
Κλίνη ξήρανσης με πλάκες, τύπου στράγγισης και τύπου διαύγασης λειτουργεί όμοια όπως η συμβατική κλίνη. Η πλάκα, στρώμα τσιμέντου ή ασφάλτου διευκολύνει την απομάκρυνση του τελικού προϊόντος. Η συγκέντρωση των στερεών κυμαίνεται από 40% έως 50% για χρόνο ξήρανσης 30-40 ημέρες σε ξηρά κλίματα, και 300mm αρχικό στρώμα ιλύος.



**Εικόνα 3.** Κλίνη διαύγασης και εξάτμισης

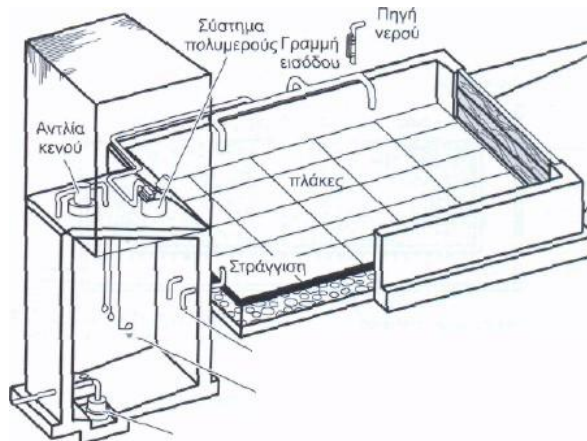
Παράδειγμα κλίνης ξήρανσης με τεχνητά μέσα, αποτελεί η χρήση ανοξειδωτού ατσάλινου κωνικού σύρματος, στον πυθμένα της κλίνης, με σκοπό την αποδοτικότερη στράγγιση. Συνήθεις τιμές βιοστερεών 8-12% DS επιτυγχάνονται σε 24 ώρες.





**Εικόνα 4.** Τομή κλίνης ξήρανσης με τεχνητά μέσα.

Η αφυδάτωση/ξήρανση υποβοηθείται σε κλίνη ξήρανσης με τη χρήση κενού, στην κάτω πλευρά πλακών του πυθμένα της κλίνης. Απαιτείται χρήση πολυμερών βελτιωτικών. Πλεονεκτήματα της μεθόδου αποτελούν, η σημαντική μείωση του χρόνου ξήρανσης (Από αρχική περιεκτικότητα αερόβιας χωνεμένης ύλης 2% σε τελική 12% DS, κατά τη διάρκεια 24ωρών, χωρίς χρήση πολυμερών και μέσα σε δώρες με χρήση (Wang et al 2007) και η μείωση της απαιτούμενης επιφάνειας.

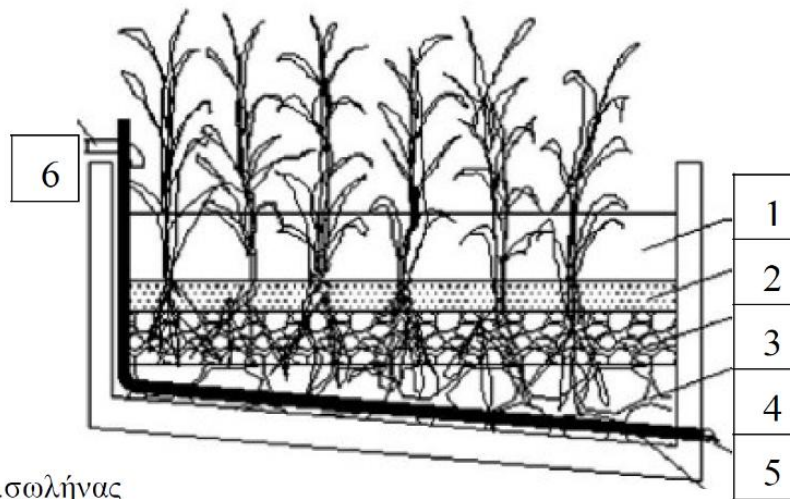


**Εικόνα 5.** Κλίνη ξήρανσης με χρήση κενού..

Στην Ευρώπη οι κλίνες με καλάμια ή τεχνητοί υγρότοποι, είναι γνωστοί από το 1980, με μεγέθη από 400-1.500 PE στην Ισπανία (Uggetti et al 2009) και Πολωνία (Obarska-Pempkowiak et al 2003), έως 30.000 PE στην Ιταλία (Peruzzi et al 2007) και 60.000-125.000 PE στην Δανία (Nielsen 2003). Τυπική κλίνη καλαμιών (*P australis*) φαίνεται στην Εικόνα 6. Η αρχή λειτουργίας της μεθόδου, είναι κυρίως η διήθηση του νερού, διαμέσου του

στρώματος ιλύος και των υποκείμενων φίλτρων και η εξατμισοδιαπνοή της βλάστησης. Επιπλέον, τα φυτά με την κίνησή τους, σπουν την επιφανειακή κρούστα που σχηματίζεται, συμβάλλοντας στον ευρύτερο αερισμό του στρώματος ιλύος και στην αποδοτικότερη αποστράγγιση.

Παράλληλα, το οξυγόνο που απελευθερώνεται στο επίπεδο των ριζών, συντηρεί αερόβιες διαδικασίες, σταθεροποίηση οργανικού υλικού και νιτροποίηση.



**Εικόνα 6.** Κλίνη με καλάμια..

Στην παραπάνω εικόνα τα νούμερα εκφράζουν:

1. Στρώμα ιλύος (αρχικό ύψος 1,5m, ύψος υπολείμματος 10cm/έτος για χρόνο λειτουργίας 8-10έτη.
2. 10-15 cm στρώμα άμμου (0.5-1mm)
3. 20-30 cm στρώμα χαλικιών (2-10mm)
4. 15-20 cm ποταμίσιο χαλίκι (5cm)
5. Διάτρητος σωλήνας στράγγισης και αερισμού
6. Σωλήνας τροφοδοσίας

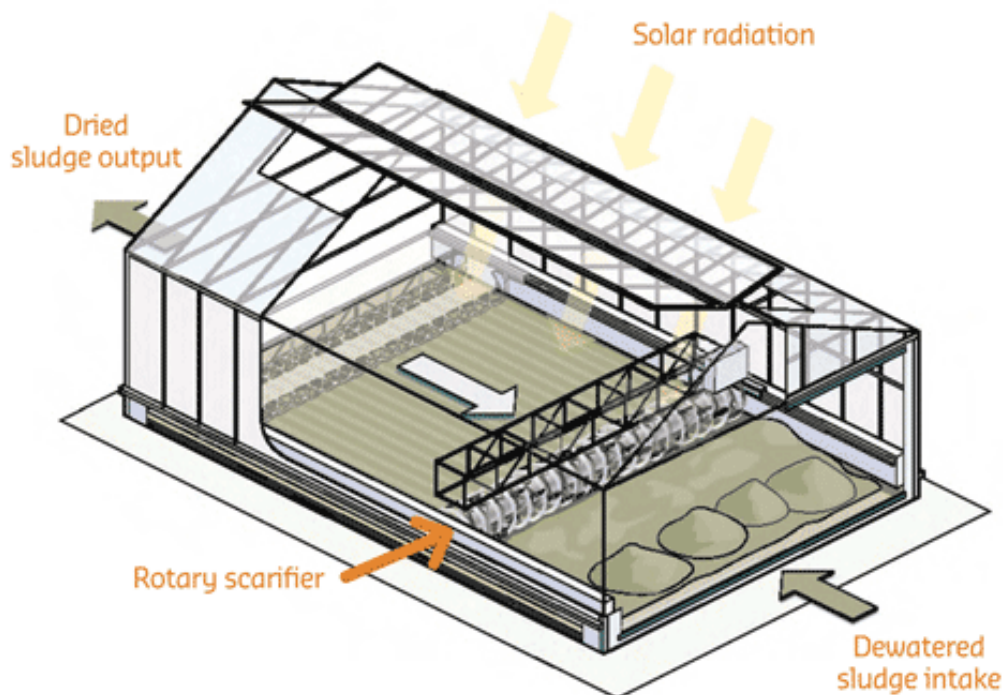
Παρά την ύπαρξη ποικίλων παραμέτρων λειτουργίας, ανάλογα με την σύνθεση της ιλύος και τις κλιματικές συνθήκες, δίδονται τυπικές τιμές, φόρτισης 60Kg DS/m<sup>2</sup> το έτος (Nielsen 2003), 100KgDS/m<sup>2</sup> το έτος (Crites, Tchobanoglous 1998), χρόνο τροφοδοσίας/κύκλο 7-8 ημέρες και χρόνο ωρίμανσης /κύκλο 55 ημέρες (Nielsen 2003), ενώ περαιτέρω αφυδάτωση (χρόνος 1-2 μήνες) είναι δυνατή, εφόσον απαιτείται στο τελικό προϊόν.

### 2.1.3 Θερμοκήπια Ηλιακής Ξήρανσης

Την τελευταία δεκαετία δοκιμάζεται η τεχνολογία των κλειστών χώρων ξήρανσης – θερμοκηπίων για την ξήρανση της ιλύος. Τα θερμοκήπια μπορεί να λειτουργούν είτε ως παθητικά συστήματα ξήρανσης με αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση του στρώματος ιλύος, είτε ως ενεργητικά συστήματα, όταν η διαδικασία της ξήρανσης υποβοηθείται με χρήση ανεμιστήρων για παροχή σταθερού αερισμού. Μελέτες ηλιακής ξήρανσης, σε κλειστούς χώρους, σε πειραματικό στάδιο αναφέρονται από V. Mathioudakis et al 2009, Nezhil Salihoglou et al 2007, Haralampopoulos et al 2002.

Σε εμπορική εφαρμογή αναφέρονται εγκαταστάσεις από U. Luboschik 1999 και M. Bux et al 2006. Στην τελευταία αναφορά, γίνεται μνεία σε λειτουργία 70 εγκαταστάσεων, σε Ευρωπαϊκές χώρες, ΗΠΑ και Αυστραλία, με το σύστημα Thermo-SystemR, αυτό που εφαρμόζεται και στην μελέτη –περίπτωση του κυττάρου, στον ΧΥΤΑ Χερσονήσου.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, χρησιμοποιείται θερμοκήπιο ξήρανσης, αξιοποιώντας μόνο την ηλιακή ενέργεια. Το θερμοκήπιο έχει παράθυρα αερισμού, προκειμένου να ανανεώνεται ο αέρας, αλλά και γιατί το δημιουργούμενο ρεύμα αέρα αυξάνει την εξάτμιση. Η ανάδευση του υλικού γίνεται με σύστημα ανάδευσής, το οποίο παρουσιάζεται αναλυτικά στην παρούσα.

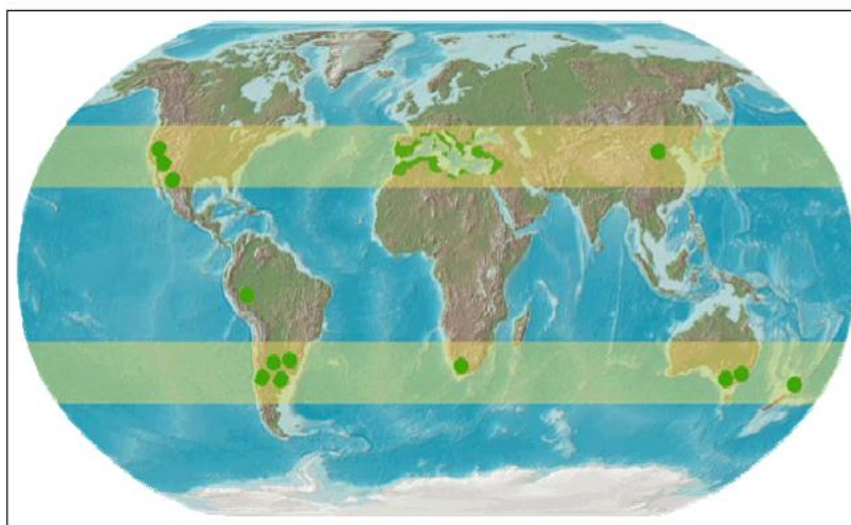


**Εικόνα 7.** Θερμοκήπιο ξήρανσης (<http://www.degremont-technologies.com>)

## 2.2 ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΩΝ

### 2.2.1 Γενικά

Τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων (ή αλλιώς κατσίγαρος) – *Olive Mill Wastewater* (OMW), αποτελούν μια πηγή ρύπανσης που προκαλεί σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα στις ελαιοπαραγωγικές χώρες και κυρίως τις χώρες της Μεσογείου, καθώς από αυτές προέρχεται το 95% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιολάδου. Οι σημαντικές επιπτώσεις που μπορεί να έχουν τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων οφείλονται στο μεγάλο οργανικό φορτίο τους, στην τοξικότητά τους και στην αδυναμία βιοαποδόμησης των συστατικών τους (Ammar et al., 2004a). Η Ελλάδα είναι μια από τις σημαντικότερες ελαιοπαραγωγικές χώρες παγκοσμίως και αντιμετωπίζει σημαντικό πρόβλημα μόλυνσης του φυσικού περιβάλλοντος, και ιδιαίτερα των υδάτινων αποδεκτών, από τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων. Στην Ελλάδα, η παραγωγή ελαιολάδου αποτελεί σημαντικό παράγοντα της εθνικής οικονομίας. Πιο συγκεκριμένα, περίπου 123 εκατομμύρια ελαιόδεντρα παράγουν, σε ετήσια βάση, περίπου 350.000 τόνους ελαιολάδου. Η παραγωγή ελαιολάδου, όπως κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα και βιομηχανική διεργασία, έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ενός επιθυμητού προϊόντος χαμηλής εντροπίας και ενός ανεπιθύμητου αποβλήτου υψηλής εντροπίας. Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων υπήρχαν πάντα, ως πηγή ρύπανσης, εδώ και χιλιάδες χρόνια, όμως η επίδρασή τους στο περιβάλλον έχει γίνει ιδιαίτερα έντονη τα τελευταία χρόνια. Αυτό οφείλεται, τόσο στη σημαντική αύξηση της ελαιοπαραγωγής, όσο και στη συσσώρευση των ελαιοτριβείων μεγάλης δυναμικότητας σε συγκεκριμένες περιοχές.



**Εικόνα 8.** Παγκόσμιος Χάρτης καλλιέργειας ελιάς (<http://www.internationaloliveoil.org>)

Η πιο συνηθισμένη πρακτική που ακολουθείται, ακόμα και στις μέρες μας, είναι η ανεξέλεγκτη απόρριψή τους στο έδαφος και σε υδάτινους αποδέκτες. Δε λαμβάνονται δηλαδή μέτρα για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων πριν από τη διάθεσή τους στους φυσικούς αποδέκτες, με αποτέλεσμα τη δημιουργία προβλημάτων ρύπανσης, ιδιαίτερα την περίοδο της παραγωγής ελαιολάδου.

Η ανεξέλεγκτη όμως αυτή διάθεση, πέρα από τα όποια περιβαλλοντικά προβλήματα, δημιουργεί και προβλήματα στη διαβίωση των κατοίκων των γύρω περιοχών, λόγω των δυσάρεστων οσμών που αναδύονται, εξαιτίας αναερόβιων ζυμώσεων στις δεξαμενές προσωρινής αποθήκευσης, καθώς και εξαιτίας των εντόμων που συγκεντρώνονται στις περιοχές αυτές. Όλα τα παραπάνω οδηγούν σε σημαντική υποβάθμιση των περιοχών αυτών.

Ωστόσο, για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη διάθεση των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων και την ανάπτυξη λύσεων για τη μείωση των ρυπογόνων επιδράσεων, έχουν προταθεί από μελετητές οι λίμνες εξατμισοδιαπνοής, θερμικές, φυσικοχημικές και βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας (Caputo et al., 2003; Chtourou et al., 2004; Mekki et al., 2006).

Κύρια χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων είναι τα ακόλουθα (U.S. Environmental Protection Agency):

- 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

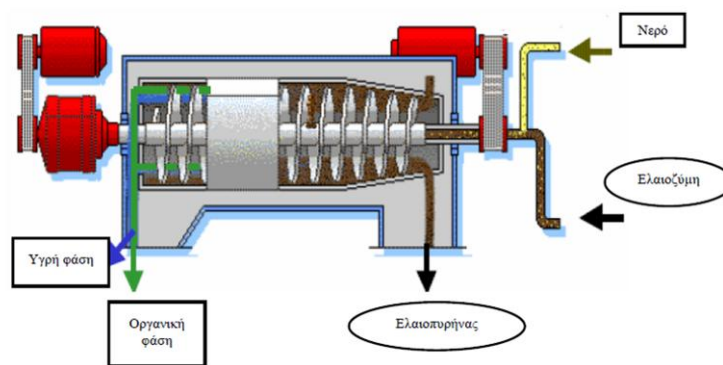
Εξαιτίας της παρουσίας μεγάλων ποσοτήτων πρωτεϊνών, πολυσακχαριτών, μεταλλικών αλάτων και άλλων χρησιμων ουσιών για τη γεωργία, όπως χημικά οξέα, ο κατσίγαρος έχει υψηλή θρεπτική αξία. Δυστυχώς όμως, εκτός από αυτές τις θρεπτικές ουσίες, περιέχει επίσης φυτοτοξικές και βιοτοξικές ουσίες, που αποτρέπουν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

### 2.2.2 Τύποι Ελαιουργείων

Σήμερα χρησιμοποιούνται δύο διαφορετικές διαδικασίες εξαγωγής ελαιόλαδου ευρέως οι οποίες βασίζονται στη φυγοκέντριση. 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.

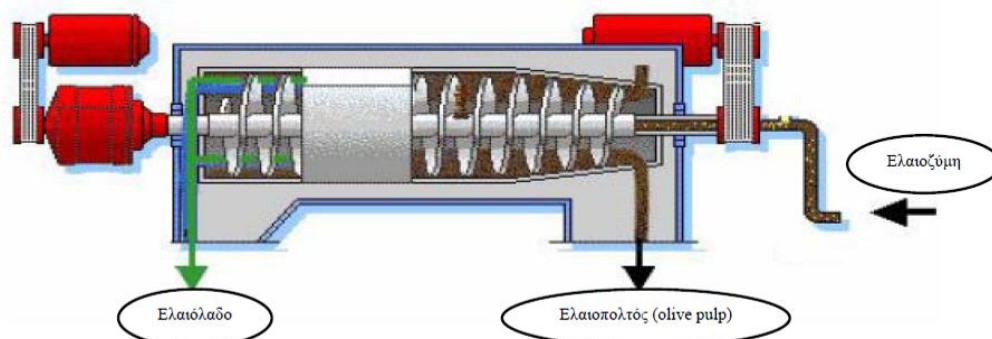
Η παραδοσιακή μέθοδος είναι μια ασυνεχής διαδικασία (batch type process) που διαφοροποιείται σε δύο φάσεις με την πίεση των αλεσμένων καρπών. Η υγρή φάση (μίγμα νερού/λαδιού) διαχωρίζεται αργότερα προκειμένου να ληφθεί το ελαιόλαδο. Υπολογίζεται ότι από 1.000kg καρπού παράγονται περίπου 350kg ελαιοπυρήνα (περιεκτικότητα σε υγρασία 25%) και περίπου 450kg 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 (Ammar et al., 2004). 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 1.000kg καρπό, παράγονται 500kg ελαιοπυρήνα (περιεκτικότητα σε υγρασία 50%) και 1.200kg υγρά απόβλητα.



**Εικόνα 9.** Τριφασικός διαχωριστής

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 1.000kg καρπού παράγονται 800kg 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 10.** Διφασικός διαχωριστής

### 2.2.3 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά Αποβλήτων ελαιοτριβείου και επιπτώσεις

Τα διάφορα χαρακτηριστικά των αποβλήτων αυτών, που αλλιώς ονομάζονται κατσίγαρος, 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.

**Πίνακας 2-1.** Εύρος τιμών παραμέτρων υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων

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 - 155
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

Εξαιτίας της παρουσίας μεγάλων ποσοτήτων πρωτεϊνών, πολυσακχαριτών, μεταλλικών αλάτων και άλλων χρήσιμων ουσιών για τη γεωργία, όπως χημικά 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.

**Πίνακας 2-2.** Μέση σύσταση υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων

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



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 (BOD<sub>5</sub>). 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 φυγοκέντρωσης απαιτεί εκτός από την προσθήκη νερού στους κατακόρυφους διαχωριστήρες, οι οποίοι υπάρχουν κατά κανόνα τόσο στα κλασικά όσο και στα φυγοκεντρικού 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.

## **2.3 ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ**

### **2.3.1 Γενικά για τα κτηνοτροφικά υπολείμματα**

Ως κτηνοτροφικά απόβλητα ορίζουμε γενικότερα τις κοπριές εκτρεφόμενων ζώων, όπως για παράδειγμα, κοπριά αγελάδων, κοπριά πουλερικών, κοπριά αιγοπροβάτων, επίσης την κοπριά και στρωμνή αλόγων, τα υγρά απορρίμματα κτηνοτροφίας (ούρα, υγρά καθαρισμού, κλπ) καθώς και τα βιομηχανικά απόβλητα ζωικής προέλευσης, όπως τα υπολείμματα σφαγείων, πτηνοτροφείων και τα υπολείμματα ψαριών. Τα κτηνοτροφικά απόβλητα μπορούν να διαχωριστούν σε υγρά και στερεά. Κάθε ρεύμα αποβλήτου έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά ως προς τη σύστασή του και κατ' επέκταση στον τρόπο διαχείρισής του. Ειδικότερα, τα υγρά απόβλητα βουστασίων πρέπει να συλλέγονται και να αξιοποιούνται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα από τη παραγωγή τους, καθώς εκλύεται στην ατμόσφαιρα μεθάνιο. Το μεθάνιο είναι αέριο του φαινομένου του θερμοκηπίου και μάλιστα 21 φορές πιο ισχυρό από το διοξείδιο του άνθρακα. Τα απόβλητα πτηνοτροφείων και χοιροτροφείων περιέχουν αυξημένες ποσότητες αζώτου, καθιστώντας επιτακτική, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, τη συνεξεργασία τους με άλλα απόβλητα.

### 2.3.2 Επιπτώσεις στο περιβάλλον

Το περιβάλλον ορίζεται ως «το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων και στοιχείων που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα της ζωής, την υγεία των κατοίκων, την ιστορική και πολιτιστική παράδοση και τις αισθητικές αξίες. Οι κτηνοτροφικές μονάδες από τη φύση τους επηρεάζουν δυσμενώς το περιβάλλον. Οι κτηνοτροφικές μονάδες και τα απόβλητα τους δημιουργούν προβλήματα οσμών και επικίνδυνων αερίων στο περιβάλλον τους. Τα αέρια που δημιουργούνται στο εσωτερικό των στεγασμένων σταβλισμών, δεν είναι μόνο δύσοσμα και ενοχλητικά, αλλά αποτελούν κίνδυνο για την υγεία των ζώων και των εργαζομένων, που μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να είναι θανάσιμος.

Η διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων είναι καθοριστικής σημασίας για την προστασία του περιβάλλοντος. Η αποτυχία ενός τέτοιου εγχειρήματος μπορεί να έχει επιπτώσεις στο έδαφος στα υπόγεια και επιφανειακά νερά αλλά και στην ποιότητά του αέρα. Τα κτηνοτροφικά απόβλητα είναι ένας από τους παράγοντες που αποτελεί σημαντική ενεργειακή πηγή, τα οποία με ορθή διαχείριση όχι μόνο δεν θα αποτελούν επιβάρυνση για το περιβάλλον, αλλά θα μπορούν να θεωρηθούν ως μια πολύ σημαντική πηγή ενέργειας και μάλιστα σε μια εποχή όπου οι φυσικοί πόροι εξαντλούνται. Έτσι δίνεται λύση στην εύρεση νέων πηγών ενέργειας, καθώς μπορούν να χρησιμοποιούνται τα κτηνοτροφικά απόβλητα σε συνδυασμό με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (αιολική, ηλιακή)

### 3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΈΝΩΣΗ ΠΕΖΩΝ

#### 3.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιεί η μονάδα ηλιακής ξήρανσης είναι τα υπολείμματα ελαιοτριβείων (υγρά απόβλητα, ελαιοπυρήνα και φύλλα ελιάς), καθώς και άλλα αγροτοκτηνοτροφικά υπολείμματα, όπως νωπή κοπριά και θερμοκηπιακά υπολείμματα.

#### 3.2 ΜΟΝΑΔΑ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΈΝΩΣΗΣ ΠΕΖΩΝ

Όσον αφορά στη χωροθέτηση της μονάδας ηλιακής ξήρανσης στον χώρο του ελαιοτριβείου της Ένωσης Πεζών στο Αλάγνι, η θέση εγκατάστασης αυτής παρουσιάζεται στην Εικόνα 1. Η επιλογή έγινε με βάση το σημείο εξόδου από το ελαιοτριβείο των «πρώτων υλών» (κατσίγαρος, ελαιοπυρήνα, φύλλα ελιάς, κ.α.), τη σταθερότητα του εδάφους, την υψομετρική θέση των δεξαμενών, κ.α.



**Εικόνα 11.** Δορυφορική άποψη ελαιοτριβείου Ένωσης Πεζών στο Αλάγνι και Χωροθέτηση εντός αυτής, της πιλοτικής μονάδας ηλιακής ξήρανσης (Πριν την κατασκευή της πιλοτικής μονάδας ηλιακής ξήρανσης)



Μονάδα Ηλιακής  
Ξήρανσης

**Εικόνα 12.** Δορυφορική άποψη ελαιοτριβείου Ένωσης Πεζών στο Αλάγνι και Χωροθέτηση εντός αυτής, της πιλοτικής μονάδας ηλιακής ξήρανσης (Μετά την κατασκευή της πιλοτικής μονάδας ηλιακής ξήρανσης)

Η πιλοτική μονάδα, αποτελείται από το θερμοκήπιο ηλιακής ξήρανσης και το τσιμεντένιο δάπεδο, στο οποίο τοποθετούνται τα προς ξήρανση υλικά. Παρακάτω παρουσιάζεται η γενική άποψη της μονάδας.



Είσοδος στην χώρο του ελαιοτριβείου της Ένωσης Πεζών, στο Αλάγνι



Γενική άποψη του χώρου στο Αλάγνι, της Ένωσης Πεζών



Είσοδος πιλοτικής μονάδας



Γενική άποψη πρόσοψης μονάδας



*Γενική άποψη πρόσοψης μονάδας*



*Πανοραμική άποψη εσωτερικού χώρου πιλοτικής μονάδας*



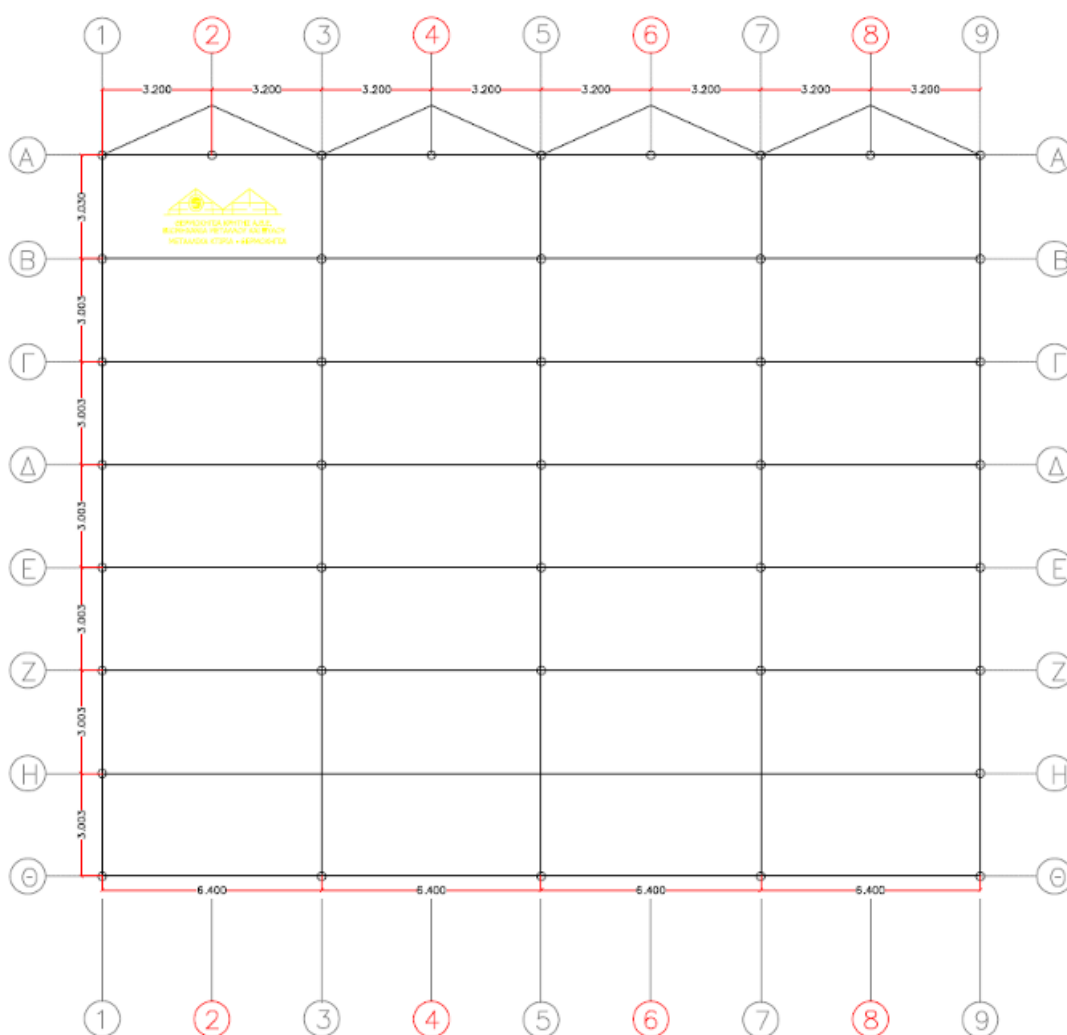
*Ηλεκτρολογικός πίνακας μονάδας (εσωτερική, εξωτερική εικόνα πίνακα & τοποθέτηση αυτού στη μονάδα)*

**Εικόνα 13. Γενική άποψη της πιλοτικής μονάδας (εσωτερική & εξωτερική) ηλιακής ξήρανσης**

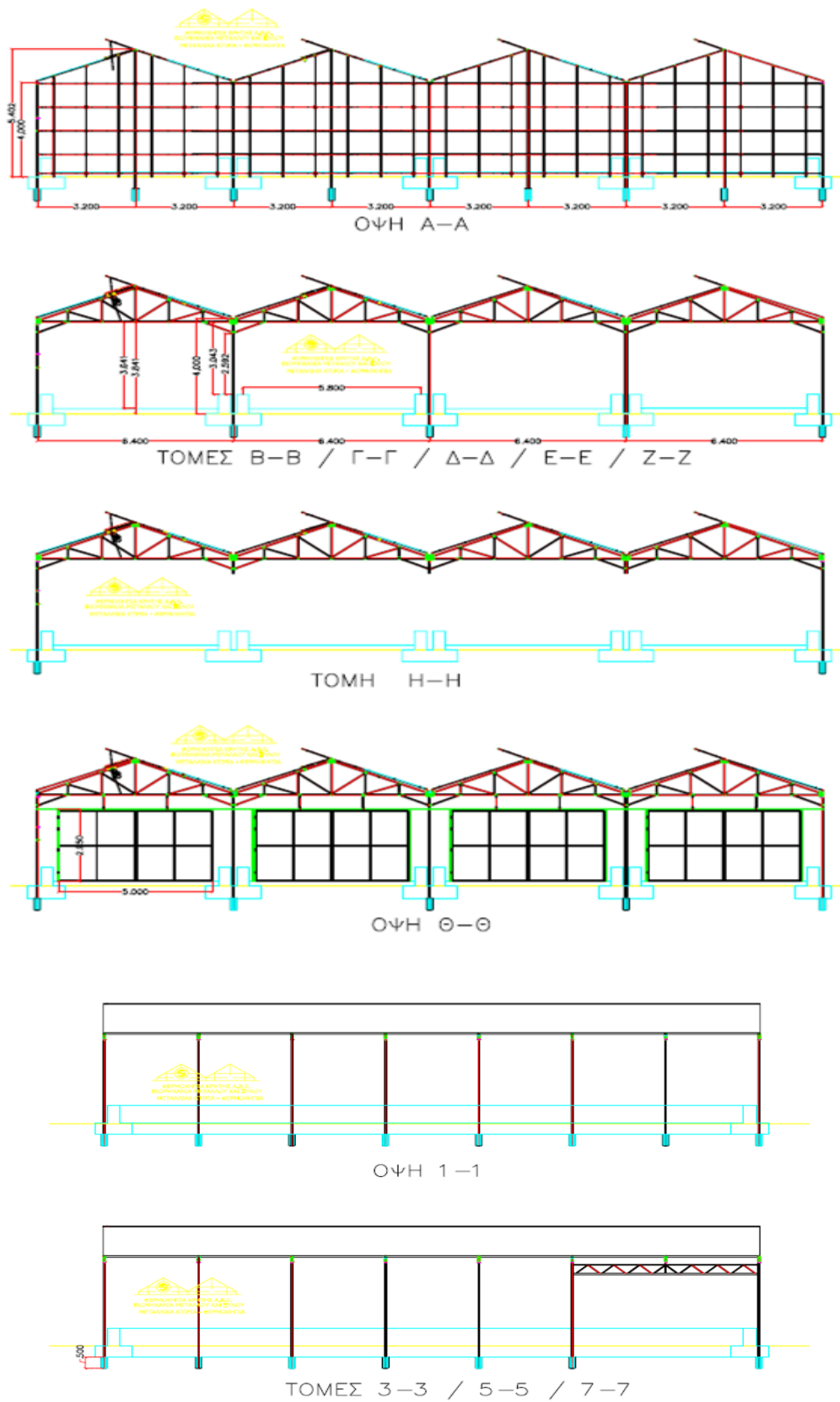
### **Θερμοκήπιο Ηλιακής Ξήρανσης:**

Πρόκειται για ένα θερμοκήπιο, το οποίο είναι χωρισμένο σε πέντε τμήματα. Από τα πέντε αυτά τμήματα τα τέσσερα είναι παράλληλοι διάδρομοι / κανάλια ξήρανσης ανοίγματος 5,0 m και μήκους 15 m. Τα κανάλια αυτά είναι από τσιμέντο με ελαφρύ οπλισμό και πλευρικά τοιχία με οπλισμένο σκυρόδεμα. Πάνω σε αυτά τα τοιχία κινείται το σύστημα αναστροφής (μηχάνημα ηλιακής ξήρανσης). Η μονάδα διαθέτει τις απαραίτητες πόρτες

εισόδου - εξόδου που επιτρέπουν την είσοδο μικρού φορτωτή, για φόρτωση και εκφόρτωση των καναλιών ξήρανσης. Το πέμπτο διαμέρισμα είναι κάθετο στα τέσσερα προηγούμενα και σε αυτό υπάρχουν γραμμές για τη μεταφορά μέσω γερανογέφυρας του αναστροφέα από διάδρομο σε διάδρομο. Πάνω στο μηχάνημα ανάδευσης υπάρχει και το σύστημα ελέγχου λειτουργίας αυτού. Επίσης, η μονάδα διαθέτει πλήρη μετεωρολογικό σταθμός έξω από το θερμοκήπιο, καθώς και παρακολούθηση συνθηκών μέσα σε κάθε κανάλι ξήρανσης, όπως απαιτεί και το σύστημα λειτουργίας του αναστροφέα. Στις εικόνες ακολούθως παρουσιάζονται τα σχέδια (τομές και κατόψεις) της μονάδας.

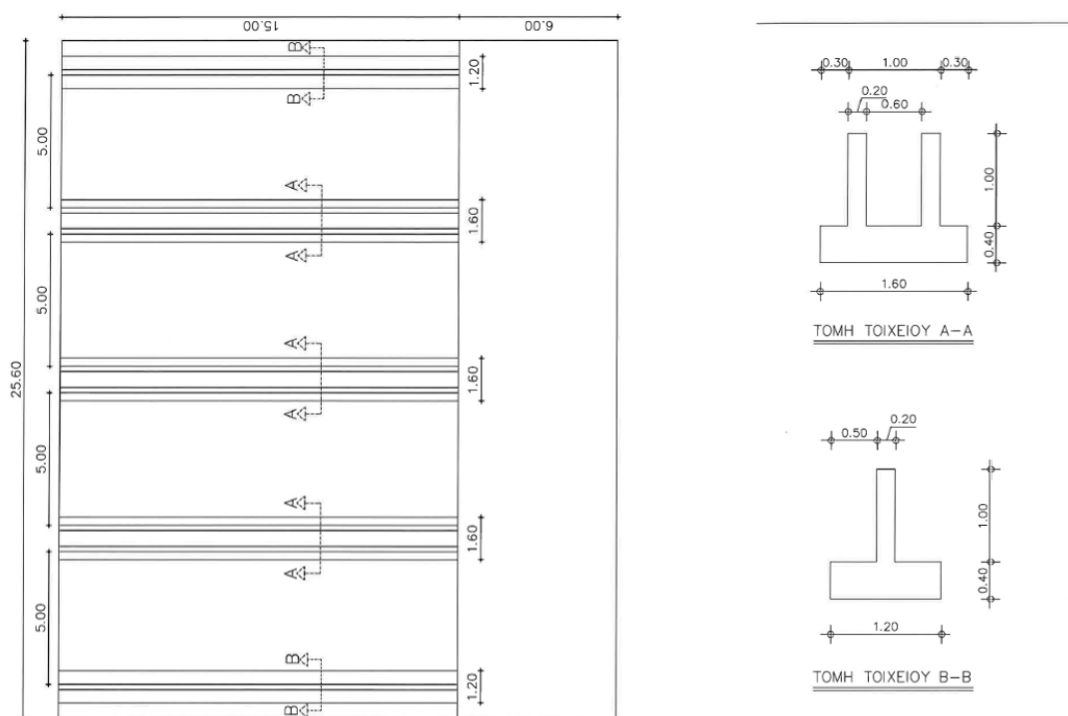


**Εικόνα 14.** Κάτοψη και διάφορες τομές της πιλοτικής μονάδας ηλιακής ξήρανσης.

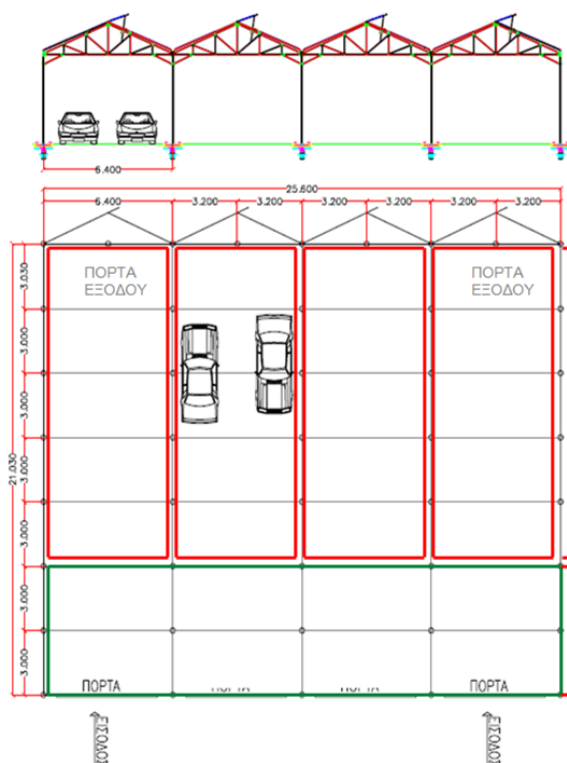


**Εικόνα 15.** Κατόψεις και Τομές της πιλοτικής μονάδας ηλιακής ζήρανσης.





**Εικόνα 16.** Κάτοψη και τομές πεδίων τιμεντένιου δαπέδου του θερμοκηπίου ηλιακής ξήρανσης στην μονάδα της Ένωσης Πεζών, στο Αλάγνι.



## Κάτοψη & Διαστάσεις Πιλοτικής Μονάδας

- ✓ 4 παράλληλοι διάδρομοι (κόκκινο περίγραμμα): 15m x 6,4m x 4
- ✓ 1 κάθετος στους 4 παράλληλους (πράσινο περίγραμμα) διάδρομος για τη μεταφορά του συστήματος ανάδευσης στους διαδρόμους ξήρανσης: (6,0m x 25,6m)
- ✓ κάθε διάδρομος ξήρανσης έχει:
  - Εσωτερικό καθαρό πλάτος: 5m
  - Καθαρό μήκος: 15m
- ✓ Καθαρό ύψος μονάδας 4,3m
- ✓ Συνολικό εμβαδόν 538m<sup>2</sup>
- ✓ 2 δίφυλλες πόρτες για την είσοδο των μηχανημάτων και των πρώτων υλών στη μονάδα & 2 δίφυλλες πόρτες για την έξοδο του υλικού

**Εικόνα 17.** Αναλυτικά χαρακτηριστικά του δαπέδου εντός του θερμοκηπίου ηλιακής ξήρανσης στην μονάδα της Ένωσης Πεζών, στο Αλάγνι

### 3.3 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ - ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ

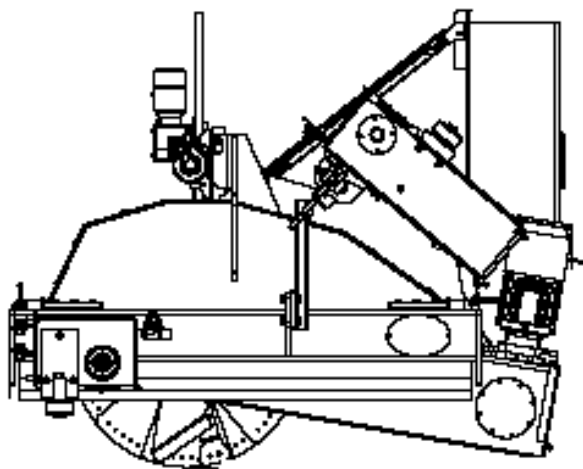
Συγκεκριμένα, στο ειδικά διαμορφωμένο θερμοκήπιο της Ένωσης Πεζών Ηρακλείου στο Αλάγνι χρησιμοποιήθηκε ένας αναστροφέας ο οποίος είναι ιδιοκατασκευή. Χάρη σ' αυτόν γινόταν οι αναστροφές της λυματολάσπης κατά την διάρκεια της ηλιακής ξήρανσης. Ο αναστροφέας είναι το κυριότερο εξάρτημα της εγκατάστασης ξήρανσης. Αποτελείται από ένα κυλινδρικό σωλήνα, ο οποίος έχει ενσωματωμένους εκσκαφείς που αναμιγνύουν την τα αγροτοκτηνοτροφικά υπολείμματα και επιτρέπει την διέλευση του ξηρού αέρα στα χαμηλότερα τμήματα αυτού. Τοποθετείται παράλληλα στις δύο πλευρές του τοιχίου της λεκάνης απόθεσης. Κινείται πάνω από την λεκάνη, εκτελώντας κυκλική κίνηση, παράλληλα με την λυματολάσπη, σε ράγες που ενσωματώνονται στα τοιχία και με την βοήθεια του μοτέρ κίνησης μπορεί να διανύσει όλο το μήκος της λεκάνης και να επιστρέψει πίσω με μικρή ταχύτητα. Είναι αυτοματοποιημένο και εξοπλισμένο με αισθητήρες και ελέγχεται από μία μονάδα ελέγχου.



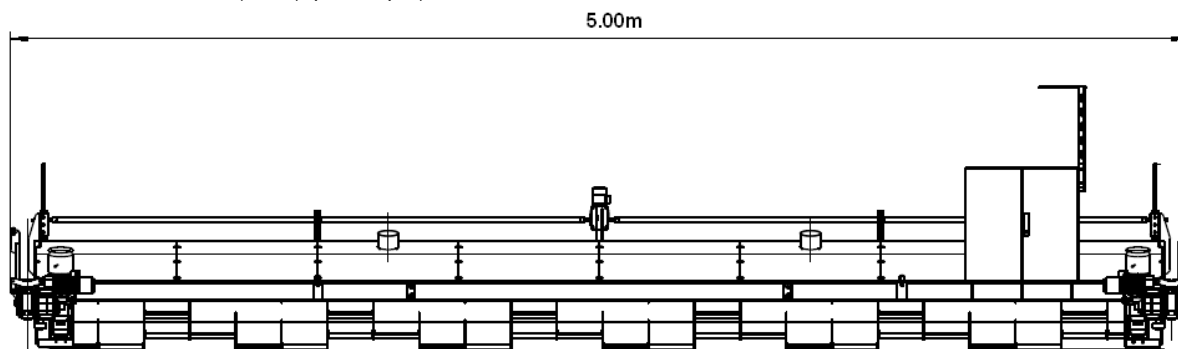
**Εικόνα 18.** Το μηχάνημα ηλιακής ξήρανσης με τους αυτοματισμούς του, εντός της μονάδας ξήρανσης

Ακολούθως, γίνεται βήμα βήμα παρουσίαση του εξοπλισμού που κατασκευάστηκε για την ανάδευση των υλικών της μονάδας ηλιακής ξήρανσης. Ο αναστροφέας αυτός είναι ιδιοκατασκευή και έχει κατασκευαστεί από εξειδικευμένο μηχανουργείο. Για την κατασκευή του χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα σχέδια, όπως αυτά παρουσιάζονται στις εικόνες

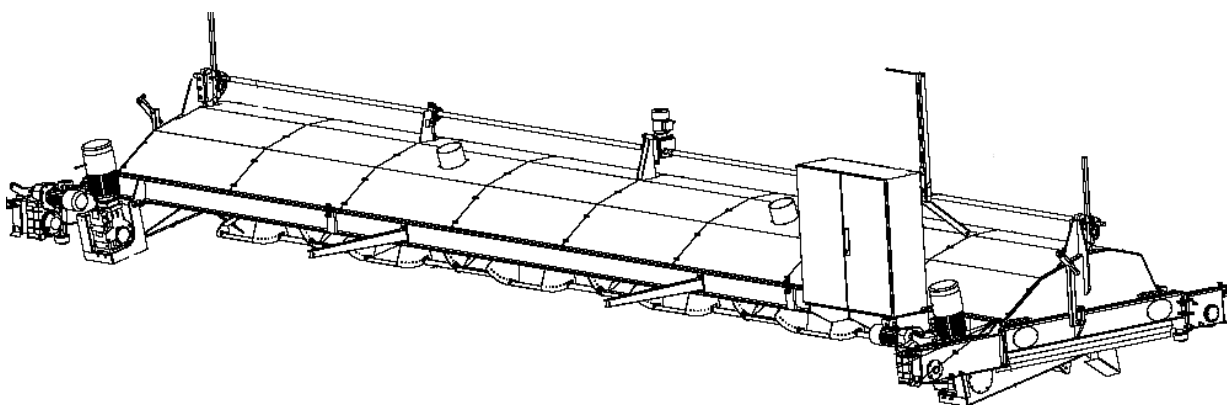
παρακάτω.



**Εικόνα 19.** Πλάγια όψη αναστροφέα.



**Εικόνα 20.** Πρόσωση αναστροφέα.



**Εικόνα 21.** Γενική Αποψη Αναστροφέα.

Ο συγκεκριμένος αναστροφέας που έχει πλάτος 5m αποτελείται από τα ακόλουθα οκτώ (8) βασικά μέρη:

- πλαίσιο (1),

- άξονα ανάδευσης (1),
- σιδηρόδρομους (2),
- ηλεκτροκινητήρες και μειωτήρες (8) και
- πίνακας ηλεκτρονικών και ηλεκτρολογικών (1).

Στις ακόλουθες παραγράφους παρουσιάζονται αναλυτικά τα μέρη αυτά:

### **Πλαίσιο**

Το πλαίσιο αποτελεί τη βασική δομή της κατασκευής. Αποτελείται από το κεντρικό πλαίσιο και το κινούμενο εσωτερικό υπό-πλαίσιο που θα επιτρέπει την κάθετη κίνηση του άξονα. Το κεντρικό πλαίσιο έχει κατασκευαστεί με δομή περιμετρικού πλαισίου ορθογώνιας κάτοψης. Η έδραση του έχει γίνει σε μεταλλικά ράουλα κίνησης τοποθετημένα στα πλαϊνά άκρα του πλαισίου. Η κατασκευή του έχει γίνει με δομή δικτυώματος από HEA DIN 1025 πάχους 160mm. Οι πλαϊνές εδράσεις του δικτυώματος έχουν κατασκευαστεί από HEA DIN 1025 πάχους 160mm όπου έχουν τοποθετηθεί τα μεταλλικά ράουλα κίνησης, οι βάσεις για τους ηλεκτροκινητήρες κίνησης (2) και τα κουζινέτα έδρασης του υπό-πλαισίου. Η ανέλκυση έχει κατασκευαστεί με οδοντωτές σιδηροτροχιές (2), μία σε κάθε άρθρωση. Η κίνηση από τον ηλεκτροκινητήρα γίνεται με άξονες κίνησης που μεταφέρουν την κίνηση από αυτόν σε οδοντωτούς τροχούς που εδράζονται στα δύο άκρα.

### **Άξονας ανάδευσης**

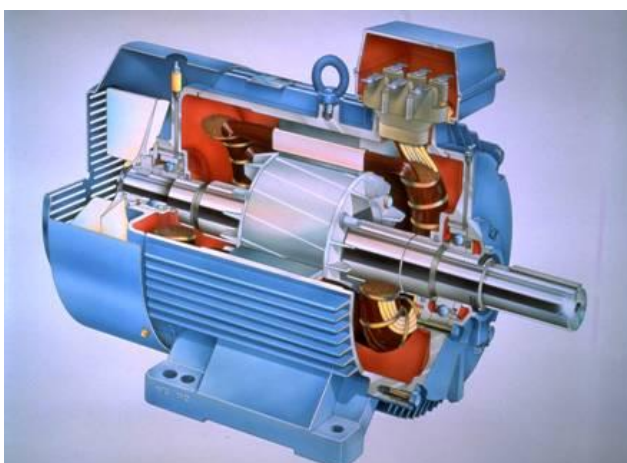
Ο άξονας ανάδευσης αποτελείται από τον κεντρικό άξονα περιστροφής, τα πτερύγια ανάδευσης, τα άκρα περιστροφής και το σύστημα μετάδοσης. Ο άξονας περιστροφής έχει κατασκευαστεί από σωλήνα διαμέτρου 350mm και πάχους 4mm. Στα άκρα του έχουν διαμορφωθεί βάσεις έδρασης - περιστροφής. Τα πτερύγια ανάδευσης αποτελούνται από μεταλλικούς δίσκους εγκάρσια ως προς τον άξονα περιστροφής τοποθετημένους και μεταξύ τους παρεμβάλλονται 3 ανά δίσκο παράλληλες ως προς τον άξονα και στις άκρες των δίσκων τοποθετημένες, οδοντωτές πλάκες ανάδευσης.

### **Σιδηρόδρομοι**

Σιδηρόδρομοι έχουν τοποθετηθεί στα στηθαία της εγκατάστασης, που έχουν το μήκος της εγκατάστασης. Η απόσταση μεταξύ τους θα είναι 5m.

### **Ηλεκτροκινητήρες**

Έχουν τοποθετηθεί οκτώ (8) ηλεκτροκινητήρες. Δύο (2) για την περιστροφική κίνηση του άξονα ανάδευσης. Τέσσερις (4) για την κίνηση του αναστροφέα στις ράγες. Δύο (2) για την ανέλκυση του υπό-πλαισίου. Έχουν γίνει διάφορες δοκιμές για την βέλτιστη μετάδοση των κινήσεων του μηχανήματος.



**Εικόνα 22.** Απεικόνιση ηλεκτρικού κινητήρα.

Ο ηλεκτρικός κινητήρας μπορεί να θεωρηθεί σαν ένας ενεργειακός μετατροπέας ο οποίος μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια κατά ένα μεγάλο μέρος της σε μηχανική ενέργεια. Οι ηλεκτροκινητήρες έχουν απόδοση από 50%, οι μικροί, έως 90% οι μεγάλοι. Σ' έναν απλό ηλεκτροκινητήρα, το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει μια συρμάτινη περιέλιξη (θηλιά), η οποία βρίσκεται ανάμεσα στους πόλους ενός ηλεκτρομαγνήτη. Στην περίπτωση αυτή οι δυνάμεις που ασκούνται στην περιέλιξη, σπρώχνουν τη μια πλευρά της προς τα πάνω και την άλλη προς τα κάτω, με αποτέλεσμα αυτή να περιστρέφεται. Γι' αυτό και το σύρμα λέγεται «ρότορας», ενώ ο ηλεκτρομαγνήτης «στάτορας». Τέλος, ένα άλλο σημαντικό κομμάτι του ηλεκτροκινητήρα είναι ο μεταλλακτήρας. Αυτός αντιστρέφει τη φορά του ρεύματος δύο φορές σε κάθε περιστροφή, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται σταθερή φορά περιστροφής του ρότορα.

### **Πίνακας ηλεκτρονικών και ηλεκτρολογικών.**

Έχουν τοποθετηθεί στο κεντρικό πλαίσιο στη μία άκρη του, εσωτερικά του πίνακα ο

ηλεκτρολογικός πίνακας (relays, ασφάλειες, διακόπτες) και ο ηλεκτρονικός πίνακας ελέγχου λειτουργίας.



**Εικόνα 23.** PLC διαφόρων μηχανημάτων

Το PLC είναι ένας μικροϋπολογιστής, κατάλληλα προσαρμοσμένος ώστε να χρησιμοποιείται για τη λειτουργία των αυτοματισμών. Ένα PLC αποτελείται από τέσσερα βασικά μέρη: 1) Τις εισόδους, 2) Τις εξόδους, 3) Τη μνήμη, όπου αποθηκεύεται το πρόγραμμα 4) Τον επεξεργαστή, ο οποίος "διαβάζει" την λογική κατάσταση των εισόδων και των εξόδων στη συνέχεια ενεργοποιεί τις εντολές του προγράμματος.

Τα υλικά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του αναστροφέα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον παρακάτω πίνακα , καθώς και στις εικόνες που ακολουθούν.

**Πίνακας 1.** Υλικά κατασκευής αναστροφέα

<b>Υλικά Κατασκευής</b>
Τύμπανα συστημάτων αναστροφής
Λαμαρίνες ανοξείδωτες για τις καλύψεις
Μοτέρ για περιστροφή
Μειωτήρες για περιστροφή

Ηλεκτρονικός πίνακας ελέγχου λειτουργίας
Βάση Πίνακα

### **Μειωτήρες**

Μειωτήρες ή πιο συγκεκριμένα μειωτήρες στροφών είναι οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται για την μετάδοσή κίνησης από έναν άξονα σε έναν άλλο με παράλληλη μείωση ή αύξηση της ισχύος ή των στροφών αντίστοιχα. Τα στοιχεία μετάδοσης κίνησης στους μειωτήρες μπορεί να είναι είτε οδοντωτοί τροχοί είτε αλυσίδες ή μάντες ανάλογα με τις απαιτήσεις της λειτουργίας.



**Εικόνα 24.** Μειωτήρες για διαφορετικές κινήσεις

### **Ασύγχρονη τριφασικοί κινητήρες**

Οι ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες είναι μηχανές που μετατρέπουν την εναλλασσόμενη ηλεκτρική ενέργεια του τριφασικού δικτύου σε μηχανική. Το τύλιγμα του σπλισμού του στάτη του κινητήρα τροφοδοτείται με τριφασικό ρεύμα και αναπτύσσεται στο εσωτερικό της μηχανής περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο που επιδρά στον δρομέα και παράγει ροπή περιστροφής. Οι κινητήρες αυτοί έχουν απεριόριστες εφαρμογές σε όλους τους τομείς της σύγχρονης τεχνολογίας λόγω της απλότητας κατασκευής τους, του χαμηλού κόστους, της ελάχιστης συντήρησης και της μεγάλης συγκέντρωσης ισχύος.



Ασύγχρονος Κινητήρας Τριφασικός

### Τροχαλίες και ιμάντες

Η μετάδοση κίνησης με ιμάντες εξυπηρετούν την μεταφορά ισχύος από έναν άξονα σε έναν άλλο. Χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο όταν υπάρχουν μεγάλες αποστάσεις αξόνων ή απαιτείται μια πιο ομαλή μετάδοση κίνησης. Ο ιμάντας περιβάλλει τις τροχαλίες που βρίσκονται πάνω στον κινητήριο και τον κινούμενο άξονα. Η ικανότητα μεταφοράς ισχύος εξαρτάται ουσιαστικά από την συμπεριφορά της τριβής ανάμεσα στον ιμάντα και την επιφάνεια της τροχαλίας.

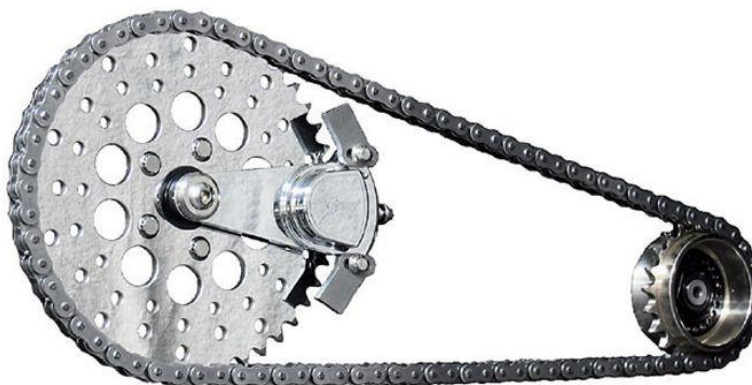


*Τροχαλίες και ιμάντες*

### Μετάδοση κίνησης με αλυσίδες

Η μετάδοση κίνησης με αλυσίδες όσον αφορά τις ιδιότητες το κόστος κατασκευής τη μεταφερομένη ισχύ και τις απαιτήσεις σε συντήρηση παίρνουν μια θέση ανάμεσα στις κινήσεις με ιμάντες και με οδοντωτούς τροχούς. Έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς σημαντικά μεγαλύτερων δυνάμεων με μικρότερες γωνίες περιέλιξης και αποστάσεις αξόνων, σταθερή και ακριβή σχέση απόδοσης σε σύγκριση με τους ιμάντες, μικρότερη φόρτιση στα έδρανα, λιγότερη ευαισθησία σε υγρασία, ακάθαρτο περιβάλλον και υψηλές θερμοκρασίες.





Αλυσίδες και εντατήρες αλυσίδων

### **Οδοντωτοί τροχοί**

Οι οδοντωτοί τροχοί χρησιμοποιούνται σε πολύ μεγάλη κλίμακα για τη μεταφορά της κίνησης από ένα άξονα στον άλλο. Η μετάδοση αυτή πραγματοποιείται μέσω των οδοντών του ενός τροχού που εισέρχονται στα αντίστοιχα διάκενα του άλλου. Μεταφέρουν άμεσα από τις πιο μικρές ως τις πιο μεγάλες ισχύς και στροφές μεταξύ παράλληλων τεμνόμενων και διασταυρωμένων αξόνων.



Οδοντωτοί τροχοί

### **Κουζινέτα**

Τα κουζινέτα είναι επεξεργασμένα μέταλλα που εγκαθίστανται στους διωστήρες (μπιέλες), στον στροφαλοφόρο άξονα και στον εκκεντροφόρο άξονα, με σκοπό την

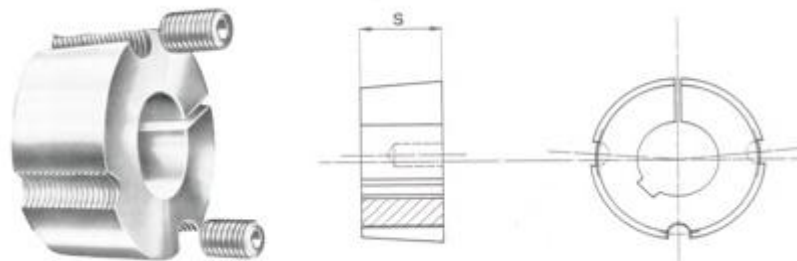
ομαλότερη λειτουργία του κινητήρα, την απαγωγή της υψηλής θερμότητας, την ελαχιστοποίηση της τριβής και την ευκολότερη συντήρηση του κινητήρα λόγω της εφαρμοσμένης περιοριστικής κίνησης και των φορτίων που ασκούνται επί αυτών.



Μεταλλικά κουζινέτα – στήριξη αξόνων μηχανήματος

### Κωνικές πλήμνες

Οι κωνικές πλήμνες είναι δακτύλιοι που με τη βοήθεια δύο ακέφαλων βιδών συσφίγγονται σε ατράκτους διάφορων τυποποιημένων διαμέτρων. Χρησιμοποιούνται σε όλα τα είδη μετάδοσης κίνησης όπως , τροχαλίες και γρανάζια για γρήγορη και αυξημένη δύναμη σύσφιξης πάνω σε τυποποιημένους άξονες.



Κωνικές Πλήμνες – σταθεροποίηση αξονικών

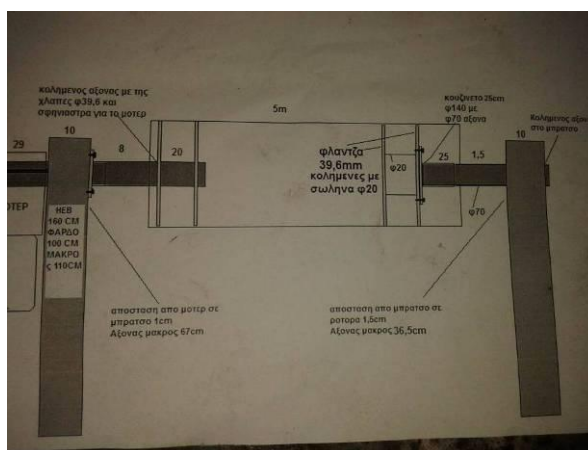


Εξαρτήματα για τις κινήσεις

**Εικόνα 25. Στοιχεία κατασκευής αναστροφέα.**

**Πίνακας 2. Τεχνικά χαρακτηριστικά αναστροφέα**

Παράμετρος	Τιμή
Συνολική Ισχύς	9kW
Ταχύτητα κίνησης	0.5-8 m/min
Συνολικό Βάρος	5.000kg



**Εικόνα 26.** Σκαρίφημα αναστροφέα.

Ακολουθώς παρουσιάζονται εικόνες από την κατασκευή του συστήματος ανάδευσης της μονάδας ηλιακής ξήρανσης την Ένωσης πεζών στο Αλάγνι.



Τύμπανο αναστροφής



*Στοιχεία σύνδεσης αναστροφέα*



*Τελική μορφή αναστροφέα*



Βαφή και ολοκλήρωση αναστροφέα



Πίνακας Ελέγχου αναστροφέα



Άποψη αναστροφέα μέσα στην Μονάδα ξήρανσης



Λειτουργία Αναστροφέα με τηλεχειριστήριο (δεξιά)

**Εικόνα 27.** Αναστροφέας Ηλιακής Ξήρανσης Ένωσης Πεζών

### **Αναστροφέας**

Όσον αφορά τον αναστροφέα παρακάτω παρατίθεται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του τα οποία χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς κατανάλωσης ενέργειας.

**Πίνακας 1. Τεχνικά χαρακτηριστικά αναστροφέα**

Παράμετρος	Τιμή
Συνολική Ισχύς	8,5kW
Ταχύτητα κίνησης	0.5-8 m/min
Συνολικό Βάρος	5.000kg

## Προγραμματισμός κινήσεων αναστροφέα

Ο προγραμματισμός κινήσεων του αναστροφέα αποτελεί πολύ σημαντικό τμήμα κατασκευής του αναστροφέα. Παρακάτω παρατίθεται τα βασικά τμήματα σχεδιασμού.

### Σύνολο κινήσεων

Όλο το σύστημα θα πηγαίνει:

1. Μπροστά
2. Πίσω  
Σε σταθερή και ρυθμιζόμενη ταχύτητα  
Οι λεπίδες του αναστροφέα:



1. Μπροστά
2. Πίσω

Αντίθετη κατεύθυνση σε σταθερή και ρυθμιζόμενη ταχύτητα

Και το σύστημα που είναι πάνω οι λεπίδες:

1. Πάνω
2. Κάτω  
Σε ρυθμιζόμενο ύψος

Οι λεπτομέρειες των κινήσεων παρουσιάζονται παρακάτω:

Symbol	Work program
	Turning
	Filling
	Moving
	Piling

Εικόνα 28. Συνολικές κινήσεις.

Οι βασικοί αισθητήρες είναι:

1. Για τα τοιχώματα μπρός και πίσω – Πάντα πρέπει να τα αναγνωρίζει και να σταματάει αυτόματα όταν φτάνει σε αυτά,

2. Για εμπόδιο ύψους μεγαλύτερου ή ίσου  $\geq 60\text{cm}$ ,
3. Το μηχάνημα να φτάνει 1-2cm από το δάπεδο.

### **Ο αναστροφέας:**

- ΠΑΝΤΑ ξέρει το ύψος του υλικού,
- Σε εμπόδιο με μεγάλη πίεση σταματάει,
- Υπάρχει κουμπί EMERGENCY STOP σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης,
- ΠΑΝΤΑ ΣΤΑΜΑΤΑΕΙ όταν φτάνει στο μπροστινό και πίσω τοίχιο.

### **Ανάδευση μετακίνηση υλικού**

Όλο το σύστημα θα πηγαίνει:

1. Μπροστά
2. Πίσω

Σε σταθερή και ρυθμιζόμενη ταχύτητα.

Οι λεπίδες του αναστροφέα:

1. Μπροστά
2. Πίσω

Αντίθετη κατεύθυνση σε σταθερή και ρυθμιζόμενη ταχύτητα.

Το πρόγραμμα αυτό χρησιμοποιείται για την ανάμειξη, τη μεταφορά και τον αερισμό του υλικού στο χώρο εργασίας ενώ μετακινεί το υλικό σε αντίθετη κατεύθυνση σε ύψος 50cm.

Το μέγιστο πάχος της στρώσης του υλικού είναι 50cm. Το ύψος του μηχανήματος σε κάθε περίπτωση θα ρυθμίζεται αυτόματα και θα πρέπει να φτάνει 1-2 cm πάνω από το δάπεδο.

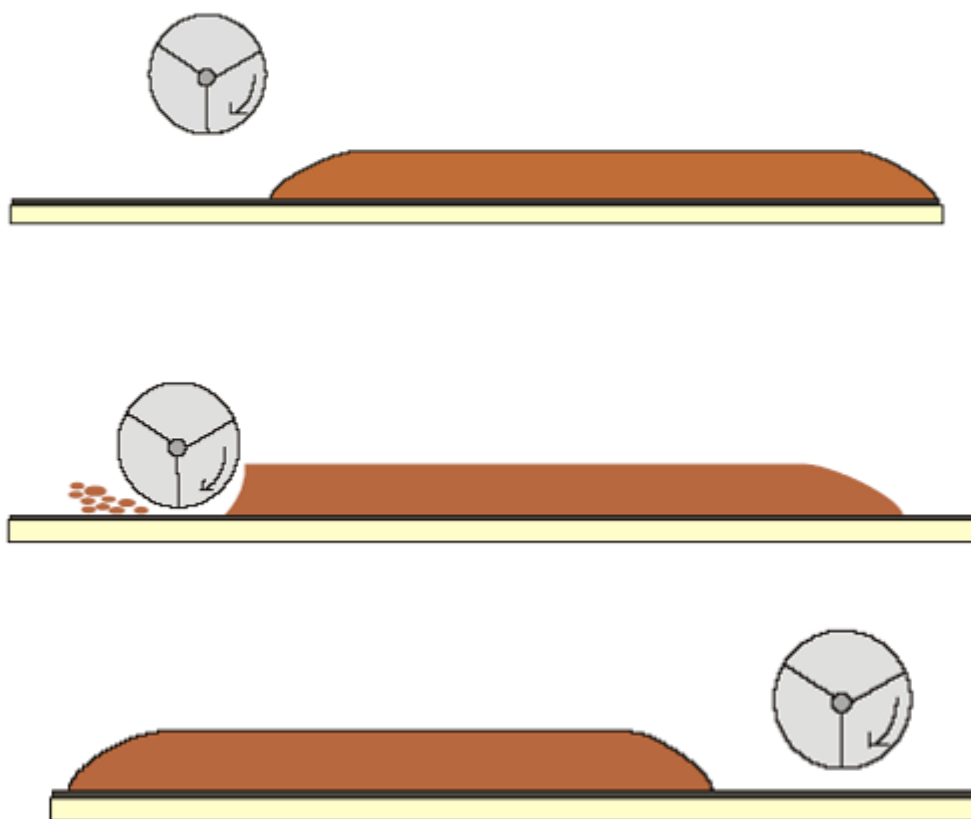
Το μηχάνημα πάντα ξέρει το ύψος του υλικού.

Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα , το υλικό μετακινείται προς τα πίσω και σε



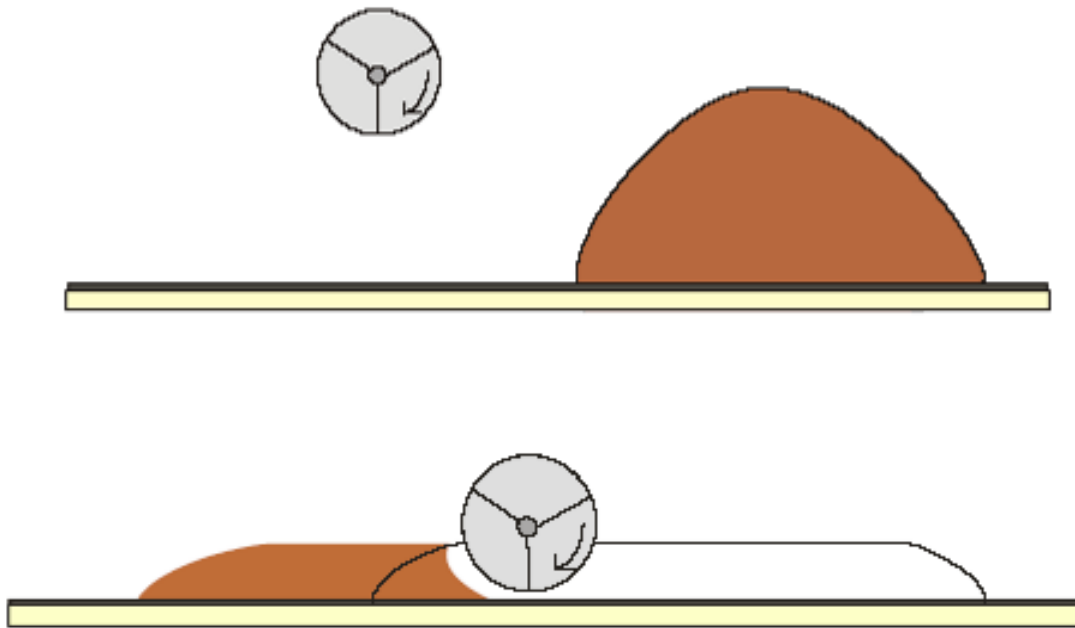
κάθε περίπτωση το μηχάνημα ξέρει πού βρίσκεται (αποστάσεις από τοιχία). Αναγνωρίζει την απόσταση από το μπροστινό και το πίσω τοιχίο και σε περίπτωση που θα εμφανιστεί κάποιο εμπόδιο σε ύψος μεγαλύτερο ή ίσο με 60cm σταματάει την κίνηση προς τα μπροστά και ρωτάει τον χρήστη τι να κάνει (να συνεχίσει ή όχι). Το ύψος του υλικού το αναγνωρίζει πάντα.

Πάντα σταματάει όταν φτάνει στο μπροστινό και πίσω τοιχίο.



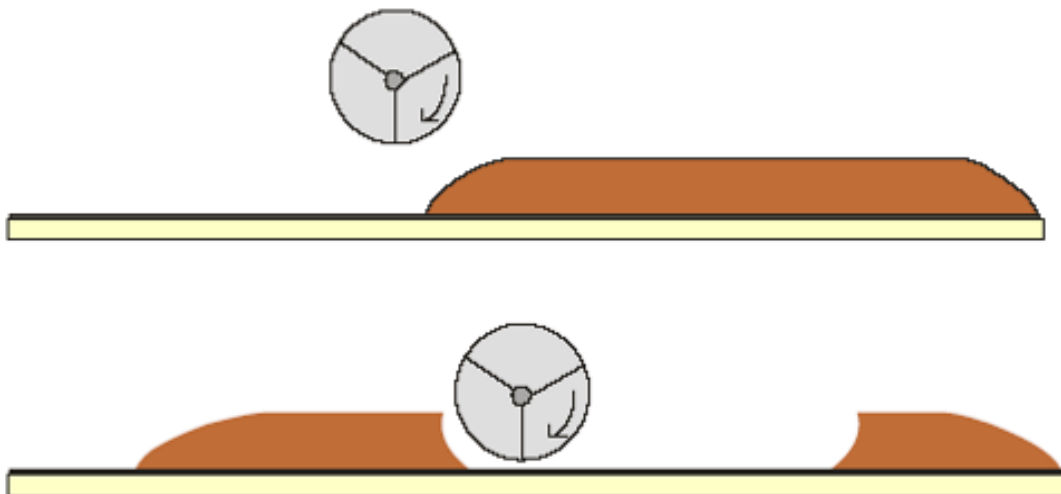
### **Filling – Γέμισμα καναλιού**

Το μηχάνημα πάντα ξέρει το ύψος του υλικού. Αναγνωρίζει το ύψος του φρέσκου υλικού και γνωρίζοντας ότι το μέγιστο πάχος της στρώσης του υλικού είναι 50cm το σκάβει ώστε να το φτάσει σε ύψος 50cm και το απλώνει κατά μήκος του καναλιού ώστε να είναι σε θέση μετά να δουλέψει και να κάνει τις κινήσεις ανάδευση και μετακίνηση υλικού. Το σημείο όπου πρέπει να φτάσει κατά μήκος το υλικό, είναι προεπιλεγμένο και το γνωρίζει το μηχάνημα ώστε να σταματάει σε αυτό.



### **Moving - Κίνηση**

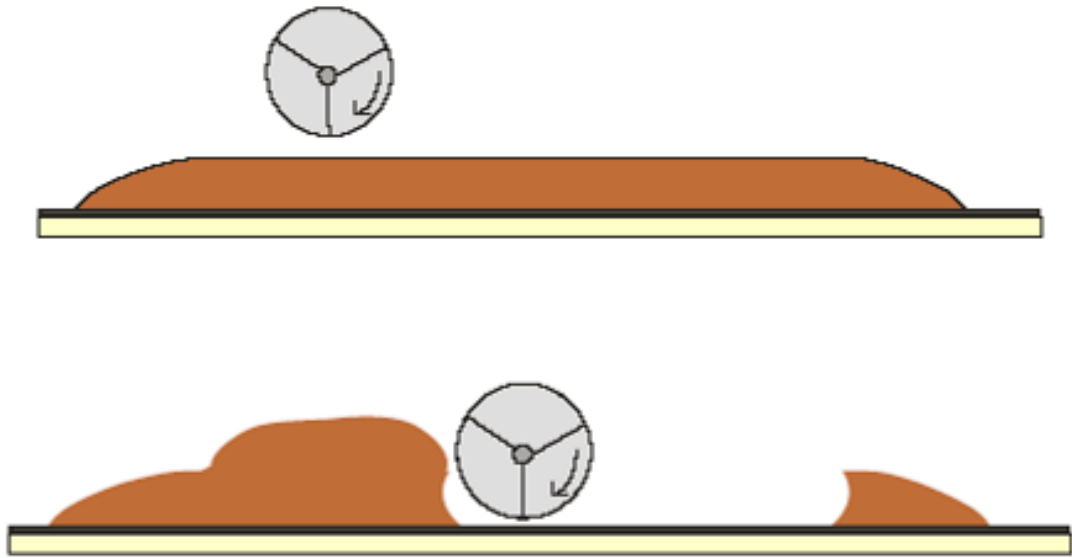
Το πρόγραμμα αυτό χρησιμοποιείται όταν μια συγκεκριμένη περιοχή (ζώνη) του υλικού θα πρέπει να μεταφέρεται σε μία διαμήκη κατεύθυνση μέσα στο κανάλι , ώστε να δουλέψει στο κομμάτι του υλικού που θα του ορίσει ο χρήστης. Δημιουργεί κενό ανάμεσα στο υλικό.



### **Pilling- Δημιουργία σωρού**

Στο τέλος της διαδικασίας το μηχάνημα συσσωρεύει το υλικό κάνοντας το σωρό σε ένα επιλεγμένο σημείο. Αυτό συνήθως γίνεται με το τελικό «ξηραμένο» υλικό για την

προσωρινή αποθήκευση του.



#### 4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα όσα παρουσιάστηκαν στην παρούσα, θα μπορούσε συμπερασματικά να σημειωθεί ότι, το μηχάνημα ηλιακής ξήρανσης της Ένωσης Πεζών, στο Αλάγνι, αποτελείται από απλά σχετικά μηχανικά στοιχεία, τα οποία σε συνδυασμό με πρόσθετους αυτοματισμούς, αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα ηλιακής ξήρανσης. Με την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας εντός θερμοκηπίου ξήρανσης, η Ένωση Πεζών έχει τη δυνατότητα ξήρανσης σημαντικών ποσοτήτων αγροτοκτηνοτροφικών υπολειμμάτων, η οποία επιταχύνεται σημαντικά με τη χρήση αυτού του μηχανήματος. Η δυνατότητα λοιπόν της αυτοματοποιημένης ξήρανσης αγροτοκτηνοτροφικών υπολειμμάτων, τα οποία στην τελική τους μορφή, μετά την ξήρανση, έχουν σαφώς πολύ μειωμένο όγκο σε σχέση με τις πρώτες ύλες, καθιστά πιο εύκολη την αξιοποίησή τους.

Το μηχάνημα αυτό, όπως έχει ήδη αναφερθεί, αποτελεί ιδιοκατασκευή, με όχι ιδιαίτερα αυξημένο κόστος κατασκευής, σε σχέση με αντίστοιχα του εμπορίου και χαμηλό κόστος λειτουργίας. Έχει χρησιμοποιηθεί σε μια καινοτόμο μονάδα αξιοποίησης υπολειμμάτων για την παραγωγή «προϊόντων» που θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ανανεώσιμης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, καθώς και στην παραγωγή οργανικών λιπασμάτων. Πιο συγκεκριμένα, το μηχάνημα αυτό έχει χρησιμοποιηθεί στην ανάδευση και ξήρανση μίγματος κτηνοτροφικών υπολειμμάτων με υγρά απόβλητα του ελαιοτριβείου. Το προϊόν της ξήρανσης που προέκυψε, αποτέλεσε ένα πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία και οργανική ουσία προϊόν, το οποίο θα μπορούσε να αξιολογηθεί ως προς τη χρήση του, ως οργανικό λίπασμα. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε παράλληλα και στην ξήρανση της ελαιοπυρήνας μαζί με τα φύλλα που παράγονται από το ελαιοτριβείο, καθώς και κάθε άλλης μορφής φυτικής βιομάζας όπως κλαδέματα ελιάς, υπολείμματα θερμοκηπίων κλπ, οδηγώντας στην παραγωγή ενός μίγματος βιομάζας με ιδιαίτερα καλά ενεργειακά χαρακτηριστικά (Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη) και ιδιαίτερα χαμηλή συγκέντρωση υγρασίας.

Με την αξιοποίηση της τεχνολογίας της ηλιακής ξήρανσης, η οποία χρησιμοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία, η ξήρανση των αγροτοκτηνοτροφικών υπολειμμάτων, μετά από μίξη και ανάδευση με το σύστημα ηλιακής ξήρανσης επιταχύνεται. Το σύστημα ανάδευσης χρησιμοποιεί μια πολύ οικονομική τεχνολογία, ενώ παράλληλα αξιοποιούνται υπολείμματα, τα οποία σε διαφορετική περίπτωση θα επιβάρυναν σημαντικά το περιβάλλον και η διαχείρισή τους αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για τον “παραγωγό” τους. Παράλληλα,

παράγονται “προϊόντα”, αξιοποιήσιμα από τον άνθρωπο και με σημαντική οικονομική αξία, όπως στερεά βιοκαύσιμα και οργανικά λιπάσματα.

Η μονάδα ξήρανσης λοιπόν της Ένωσης Πεζών, με τη χρήση του μηχανήματος ηλιακής ξήρανσης έχει καταφέρει με μικρό σχετικά κόστος επένδυσης και ιδιαίτερα χαμηλό κόστος λειτουργίας να αξιοποιεί προς όφελός της τα υπολείμματα που παράγει.

Προτείνεται λοιπόν να διερευνηθεί το κόστος κατασκευής της μονάδας αυτής και να εκτιμηθεί το κόστος απόσβεσης της, λαμβάνοντας υπόψη το οικονομικό αλλά και το περιβαλλοντικό όφελος που προκύπτει από τη λειτουργία μιας μονάδας αξιοποίησης αγροτοκτηνοτροφικών υπολειμμάτων για την παραγωγή προϊόντων που θα αξιοποιηθούν και πάλι από τους ίδιους τους “παραγωγούς” των υπολειμμάτων.

Τέτοιες λοιπόν πρωτοβουλίες πρέπει να αξιοποιηθούν και να στηριχτούν προκειμένου να περιοριστεί η επιβάρυνση του περιβάλλοντος στην Ελλάδα.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### ***ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ***

Μπαμπαλής Σ., Μαθιουλάκης Ε., Μπελεσιώτης Β., Σωτηρόπουλος Β., (1999). Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Παραμέτρων σε Ξηραντήρια Αγροτικών Προϊόντων. 6ο Εθνικό Συνέδριο ΙΗΤ, Βόλος 6-8 Νοεμβρίου 1999, τόμος Β', 21-28

Χαρώνης Π., Ηλιακά Ξηραντήρια. Εκδόσεις Ίων, 1989

Μπελεσιώτης Β. και Δεληγιάννη Ε., Μέθοδοι και Συστήματα Ξήρανσης – Αρχές Διεργασιών Ξήρανσης, 2002.

### ***ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ***

Zhang, W.J., Xu, M.G., Wang, B.R. & Wang, X.J. 2009. Soil organic carbon, total nitrogen and grain yields under long-term fertilizations in the upland red soil of southern China. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 84, 59–69

Zhao, B.Q., Li, X.Y., Li, X.P., Shi, X.J., Huang, S.M., Wang, B.R., Zhu, P., Yang, X.Y., Liu, H., Chen, Y., Poulton, P., Powlson, D., Todd, A. & Payne, R. 2010. Long-term fertilizer experiment network in China: crop yields and soil nutrient trends. *Agronomy Journal*, 102, 216–230.

U.S. Environmental Protection Agency “A handbook of constructed wetlands, a guide to creating wetlands” Vol.1.

Caputo, A.C., Scacchia, F., Pelagagge, P.M., 2003. Disposal by-products in olive oil industry: waste to-energy solutions. *Appl. Therm. Eng.* 23, 197–214.

Chtourou, M., Ammar, E., Nasri, M., Medhioub, K., 2004. Isolation of a yeast *Trichosporon cutaneum*, able to use low molecular weight phenolic compounds; application to olive mill wastewater treatment. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 79, 869–878.

Mekki, H., Anderson, M., Ammar, E., Skerratt, G., Ben Zina, M., 2006. Olive oil mill wastewater as a replacement for first water in the manufacture of fired clay bricks. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 81, 1419–1425.

Crites R, Technobanoglous G – 1998. Small and decentralized wastewater management systems

Ammar, E., Mekki, H., Ueno, S., Ben Zina, M., 2004a. Traitement de l'effluent des huileries d'olive et son intégration dans des briques de construction – optimisation des propriétés physico-mécaniques par analyse statistique. *Annal. Chimie Sci. atér.* 29, 33–46 (treatment of olive mill

effluent and its integration in building bricks – optimization of physico-mechanical properties by statistical analysis).

Nielsen HB, et al. (2003) Design of oligonucleotides for microarrays and perspectives for design of multi-transcriptome arrays. *Nucleic Acids Res*31(13):3491-6

Stefanakis A, Akrotos CS, Tsihrintzis VA – 2014. Vertical Flow Constructed Wetlands: Eco-engineering Systems for Wastewater and Sludge Treatment

Solar drying in sludge management in Turkey Salihoglu Nezih Kamil, Pinarli Vedat, Salihoglu Guray

Sobhi B., Isam S., Ahmad Y. and Jacob H. (2009). Reducing the Environmental Impact of Olive Mill Wastewater in Jordan, Palestine and Israel, *American Journal of Environmental Sciences* 5 (1): 1-6.

#### ***ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ***

<http://www.internationaloliveoil.org>

[http://biotech.aua.gr/EPEAEK/site\\_Biotech/gewp\\_biot/Labor\\_Bion\\_Nutr\\_Pl/course material](http://biotech.aua.gr/EPEAEK/site_Biotech/gewp_biot/Labor_Bion_Nutr_Pl/course material)

<http://www.degremont-technologies.com/dgtech.php?article1114>

<https://en.wikipedia.org/wiki/>

<https://www.google.gr/>