

75  
M/

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΑΝΑΠΤΥΞΗ-ΜΕΛΕΤΗ  
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΞΗΡΑΝΘΗΡΙΟΥ  
ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ-ΒΙΟΜΑΖΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ:

ΛΙΤΣΑΚΗΣ ΕΥΡΙΠΙΔΗΣ

ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΤΥΡΟΒΟΛΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ



ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΑΙΜΙΛΙΑ ΚΟΝΔΥΛΗ

**ΓΡ. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΑΘΗΝΑ

ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ: 2012-2013

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα την κ. Αιμιλία Κονδύλη, καθηγήτρια του τμήματος Μηχανολογίας του Α.Τ.Ε.Ι. Πειραιά, η οποία και ανέλαβε το θέμα πτυχιακής μας, καθώς και την εταιρεία «ΛΙΤΣΑΚΗΣ» για τη διάθεση των μηχανημάτων και τη σωστή καθοδήγηση στη κατασκευή του ξηραντηρίου, που αποτελεί το αντικείμενο της παρούσης εργασίας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο στόχος της πτυχιακής εργασίας είναι η ανάπτυξη και μελέτη λειτουργίας ξηραντηρίου αγροτικών προϊόντων – βιομάζας, μια κατασκευή η οποία σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση των “αποβλήτων” των ελαιτριβείων, για τη δημιουργία φθηνού καυσίμου. κατάλληλου για καύση σε λέβητες και φθηνή παραγωγή θέρμανσης για σπίτια αλλά και κάθε λογής κτίριο. Η πτυχιακή εργασία εστιάζει στην ανάλυση της σημασίας χρήσης του πυρηνόξυλου ως καύσιμο, τα επιμέρους τμήματα του ξηραντηρίου και τη λειτουργία του καθενός, καθώς και τη κατασκευή βήμα βήμα του ξηραντηρίου μικρότερων διαστάσεων, που προορίζεται για επίδειξη. Επίσης, αναλύονται και υπολογίζονται οι ιδιότητες σημαντικών στοιχείων του ξηραντηρίου όπως του προϊόντος, του αέρα ξήρανσης καθώς και του εναλλάκτη προθέρμανσης του αέρα, ο οποίος αποτελεί και την κύρια καινοτομία του προτεινόμενου ξηραντηρίου.

**ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:** ξήρανση, αγροτικά προϊόντα-πυρηνόξυλο, ξηραντήριο.

## ABSTRACT

The aim of this project is to analyze and study a dryer machine, for agricultural products-biomass, an equipment that was inspired and built with the aim of reusing the waste of oil processing plants, to create low-price fuel, suitable for combustion in boilers. By that, we can have heat generation for our homes and all sorts of buildings. The project focuses on the analysis of importance of using olive pits as fuel. Also, we mention and analyze the function of every part of the drying machine, separately, and present the construction of the smaller dryer, with photos and detailed description for every step. Properties about the most important elements on the dryer, such as the drying air, the final product and the pre-heating air exchanger, are also analyzed and calculated.

**KEYWORDS:** drying, biomass, agricultural waste, prototype dryer.

## Πίνακας περιεχομένων

<b>Κεφάλαιο 1- Εισαγωγή</b> .....	<b>4</b>
1.1 Ορισμός Βιομάζας, Θερμική αξία πυρήνα ελιάς .....	8
1.2 Θέρμανση με ελαιοπυρήνα .....	13
<b>Κεφάλαιο 2- Ξήρανση</b> .....	<b>16</b>
2.1 Ορισμός διεργασίας.....	16
2.2 Ιστορική αναδρομή .....	17
2.3 Είδη ξήρανσης.....	17
2.4 Τεχνολογίες ξήρανσης .....	19
2.4.1 Τύποι ξηραντηρίων .....	20
<b>Κεφάλαιο 3- Ξηραντήριο ελαιοπυρήνα</b> .....	<b>20</b>
3.1 Μέρη- εξαρτήματα ελαιοπυρήνα .....	21
3.2 Μεθοδολογία κατασκευής ξηραντηρίου (μοντέλο επίδειξης) .....	41
<b>Κεφάλαιο 4- Δοκιμαστική Λειτουργία</b> .....	<b>50</b>
4.1 Ιδιότητες που αφορούν τη ποιότητα προϊόντος.....	50
4.2 Θερμοφυσικές ιδιότητες αέρα ξήρανσης.....	58
4.3 Εναλλάκτης θερμότητας.....	59
<b>Κεφάλαιο 5- Στοιχεία Καινοτομίας</b> .....	<b>64</b>
<b>Κεφάλαιο 6- Στοιχεία Οικονομοτεχνικής ανάλυσης</b> .....	<b>66</b>
<b>Κεφάλαιο 7- Συμπεράσματα</b> .....	<b>69</b>
<b>Κεφάλαιο 8-Βιβλιογραφία</b> .....	<b>66</b>

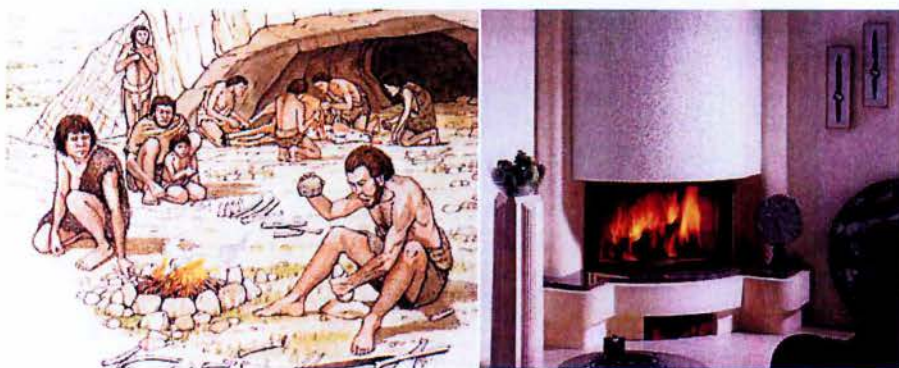


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1- ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

### Θέρμανση

Η θέρμανση αποτελεί ανέκαθεν ένα μείζον θέμα για όλες τις κατοικίες και γενικότερα όλους τους χώρους συγκέντρωσης ατόμων. Κυρίως όμως, η οικιακή θάλπωρή αποτελούσε και αποτελεί το βασικό θέμα που απασχολεί τον άνθρωπο. Θέμα το οποίο διαμορφώνεται ανάλογα με την πάροδο των χρόνων και τις διαρκώς εναλλασσόμενες ανάγκες του ανθρώπου, αλλά και σημαντικά από την πρόοδο της τεχνολογίας.

Ας μην αναφερθούμε στις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν από παλιά για την κάλυψη αυτής της ανάγκης, δεν θα μας απασχολήσουν, απλά να φθάσουμε στη σημερινή πιο διαδεδομένη μέθοδο, αυτή της θέρμανσης με ορυκτά καύσιμα. Μέθοδος η οποία μεταξύ των άλλων χρησιμοποιούμενων μεθόδων όπως υγραέριο, ηλεκτρισμός, στερεά καύσιμα κ.α., ξεχωρίζει.



Εικ.1 Θέρμανση σε εστία παλαιολιθικής εποχής- Θέρμανση σε σύγχρονη εστία. Πηγή:[9]

## Πετρέλαιο

Όπως αναφέραμε το πετρέλαιο κυριαρχεί σαν κύριο καύσιμο στη θέρμανση στις μέρες μας, πράγμα το οποίο πριν από κάποια χρόνια ήταν δικαιολογημένο αν αναλογιστούμε τις συνθήκες που επικρατούσαν. Τα κοιτάσματα του μαύρου χρυσού βρίσκονταν σε μεγαλύτερη αφθονία, οι κλιματολογικές συνθήκες του πλανήτη βρίσκονταν σε καλύτερα επίπεδα, αλλά και ακόμα ένας σημαντικός και φλέγων για τις ημέρες μας λόγος, ήταν τα καλύτερη κατάσταση που βρισκόταν η οικονομία.

Έτσι, με τις συνθήκες να ευνοούν και το πετρέλαιο να είναι το πλέον εύκολο αλλά και αποδοτικό καύσιμο για θέρμανση, με ένα απλό στη κατασκευή σύστημα λέβητα-καυστήρα, με ελάχιστη συντήρηση και καθαρισμό, χωρίς να απαιτεί επιπλέον χώρο αποθήκευσης όπως άλλα στερεά καύσιμα, το πετρέλαιο κατέκτησε την πρώτη θέση στην επιλογή για θέρμανση.



Εικ.2 Αντληση πετρελαίου. Πηγή:[9]

## Το πρόβλημα με το πετρέλαιο

Με την πάροδο των χρόνων όμως πολλά από τα παραπάνω έχουν αλλάξει. Αρχικά βέβαια, αυτό που θα αναφέραμε όλοι μας είναι το θέμα της οικονομίας. Διανύουμε μία περίοδο κρίσης της οικονομίας παγκοσμίως και ειδικότερα στη χώρα μας. Εκτός όμως από αυτό, ήδη πριν από μερικά χρόνια, το θέμα του πετρελαίου άρχισε να μας απασχολεί ιδιαίτερα. Τα κοιτάσματά του ολοένα και μειώνονταν, με αποτέλεσμα αλυσιδωτές κρίσεις γύρω από τις περιοχές που παραδοσιακά αντλείται, που συνεπάγονταν αύξηση των τιμών,



και επίσης κρίσεις κερδοσκοπίας μέσα στον όλο πανικό με τελικό αποτέλεσμα οι τιμές του πετρελαίου που φτάνει στον καταναλωτή να εκτοξεύονται στα ύψη.

Ο καταναλωτής αντιλαμβάνεται όλο και περισσότερο το κόστος της θέρμανσης λόγω της ραγδαίας αύξησης των τιμών ενέργειας. Κανείς δεν επιθυμεί να σπαταλά τα χρήματά του σε ασύμφωρες επιλογές. Επίσης αναφέραμε ότι πρόκειται για ένα σύστημα θέρμανσης με ορυκτά καύσιμα, βλαβερό προς το περιβάλλον. Γενικά πρόκειται για ύλη της οποίας τα παράγωγα διασπώνται εξαιρετικά δύσκολα, ρυπογόνα και η ίδια εκ φύσεως αλλά και με ρυπογόνα κατάλοιπα στην καύση της. Τα καυσαέρια που παράγονται επιβαρύνουν το περιβάλλον και την ατμόσφαιρα με τα γνωστά προβλήματα, νέφος, αυξημένα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα, όξινη βροχή, κτλ. Έτσι, πλέον ο άνθρωπος αρχίζει να στρέφεται σε εναλλακτικούς τρόπους θέρμανσης.

### Εναλλακτικές επιλογές

Οι περιστάσεις που προαναφέραμε αλλά και οι διαρκώς εναλλασσόμενες ανάγκες του ανθρώπου τον κάνουν να στραφεί σε εναλλακτικές λύσεις στα συστήματα θέρμανσης.

Ενδεικτικά, ο ηλεκτρισμός ήταν μία από αυτές, με τα *air condition* να έρχονται πρώτα αλλά και κάποια άλλα συστήματα όπως και κάποιο είδος ηλεκτρολέβητα ή αντλίες θερμότητας. Στη χώρα μας όμως, κάπως παράδοξα τελευταία οι τιμές των μονάδων (εάν η κατανάλωση τετραμήνου δεν υπερβαίνει τις 800 kWh, κοστολογείται με 0,06987 €/kWh, εάν η τετράμηνη κατανάλωση υπερβαίνει τις 800 kWh και κυμαίνεται μεταξύ 801 και 2000 kWh τότε οι πρώτες 800 kWh χρεώνονται με 0,07197 €/kWh, οι επόμενες 800 με 0,09171 €/kWh και οι υπόλοιπες 400 kWh με 0,11257 €/kWh.)[22] αυξάνονται με την σειρά τους, οπότε το πρόβλημα δεν λύνεται ολοκληρωτικά. Τα συστήματα θέρμανσης με στερεά καύσιμα όπως πυρηνόξυλο, δημιουργούν άλλα προβλήματα, όπως αυτά του καθαρισμού του καυστήρα, της κακοσμίας αλλά και του χώρου στην αποθήκευση της καύσιμης ύλης.

Επίσης υπάρχει και το υγραέριο το οποίο όμως είναι ακόμα πιο σπάνιο στην εφαρμογή του. Στα συστήματα θέρμανσης, λόγω του ότι δεν χρησιμοποιείται σε μεγάλες εγκαταστάσεις, αλλά κυρίως για λόγους ασφάλειας εγκαταστάσεων και υποδομών που απαιτεί.

### Προτεινόμενες λύσεις

Σκόπιμα ίσως, σε όλα τα παραπάνω δεν αναφέραμε την λύση της θέρμανσης με βιομάζα για να καταλήξουμε σε αυτήν.

Σε όλα τα παραπάνω συστήματα θέρμανσης θα μπορούσαμε να προσθέταμε κάποιο είδος βιομάζας ως καύσιμη ύλη, δηλαδή μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, οικολογική, αποδοτική η οποία θα ήταν και μια πιο συμφέρουσα οικονομικά λύση.

Βέβαια το ξύλο ήταν η πρώτη καύσιμη ύλη που χρησιμοποίησε ποτέ ο άνθρωπος για την ανάγκη της θέρμανσης και που χρησιμοποιείται ακόμα, δεν αναφερθήκαμε όμως σε αυτήν για να πούμε ότι με τη πρόοδο της τεχνολογίας δεν έχουμε θέρμανση απλά με ξύλο στην αρχική του κατάσταση.

Πλέον η τεχνολογία μας προσφέρει νέου είδους καυστήρες αλλά και ενεργειακά τζάκια και σόμπες, τα οποία δέχονται ως καύσιμη ύλη το ξύλο ή πυρήνα (κουκούτσι) από διάφορους καρπούς και αγροτικά προϊόντα, όπως για παράδειγμα ο πυρήνας της ελιάς, όχι στην αρχική τους κατάσταση αλλά σε μια επεξεργασμένη μορφή, κατάλληλη για καύση και παραγωγή θερμότητας.

Μιλάμε δηλαδή για ένα «πράσινο» σύστημα θέρμανσης, χωρίς τις ρυπογόνες συνέπειες του πετρελαίου στο περιβάλλον, χωρίς μεγάλες απαιτήσεις στο χώρο αποθήκευσης, αφού μιλάμε για επεξεργασμένη και κατά κάποιο τρόπο συμπιεσμένη ή θρυμματισμένη μορφή, και οικονομικά συμφέρουσα λύση.



Εικ.3 Ανεπεξεργαστη και επεξεργασμένη μορφή πυρήνα ελιάς.Πηγή:[24]



## 1.1- Ορισμός Βιομάζας

### Γενικά-Τι είναι Βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας .

Επίσης, βιομάζα θεωρείται κάθε οργανική ύλη που είναι διαθέσιμη σε ανανεώσιμη βάση, περιλαμβανομένων των ενεργειακών καλλιεργειών, των υποπροϊόντων ή κατάλοιπων των δασικών προϊόντων, των παραπροϊόντων ή των υπολειμάτων γεωργικών καλλιεργειών, ζωικών αποβλήτων, του οργανικού κλάσματος των αστικών απορριμμάτων και των υδρόβιων φυτών.

Η βιομάζα είναι ανανεώσιμη και έχει υπολογισθεί ότι κάθε χρόνο παράγονται παγκοσμίως περίπου 220 δισεκατομμύρια τόνοι ξηρής βιομάζας στον πλανήτη. Η διαφορά της βιομάζας με το πετρέλαιο , είναι ότι το πετρέλαιο χρειάστηκε 70 εκατομμύρια χρόνια για να σχηματιστεί, ενώ τα προϊόντα που θεωρούνται βιομάζα πολύ λιγότερο.

Ως βιομάζα θεωρούνται:

- Τα προϊόντα, τα παραπροϊόντα και τα κατάλοιπα της γεωργικής δασικής και ζωικής παραγωγής.
- Τα παραπροϊόντα, από την βιομηχανική επεξεργασία των παραπάνω προϊόντων.
- Τα αστικά λύματα και σπουπία.
- Οι οργανικές ύλες από φυσικά οικοσυστήματα π.χ. αυτοφυή φυτά, δάση, τεχνητές φυτείες αγροτικού και δασικού τύπου.






Δηλαδή τα ανανεώσιμα αποθέματα βιομάζας ως προς τις πηγές από τις οποίες προέρχονται, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες :

- 1) Απόβλητα
- 2) Δασική βιομάζα
- 3) Ενεργειακές καλλιέργειες

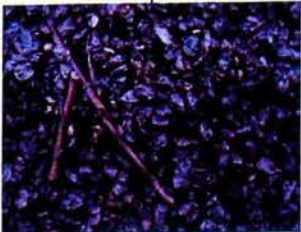



Στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε συγκριτικά την πυκνότητα και τη θερμογόνο δύναμη μερικών στερεών βιοκαυσίμων:

*Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά σημαντικότερων τύπων βιοκαυσίμων. Πηγή: [16], [19], [20]*

Βιοκαύσιμο	Πυκνότητα (Kg/Lt)	Θερμογόνος δύναμη ανά μονάδα μάζας (Kcal/kg)	Θερμογόνος δύναμη ανά μονάδα όγκου (Kcal/Lt)	Στάχτη (%)
<b>Pellets</b> 	0,65	3.780	5.815	1-2
<b>Θραύσματα</b> <b>Επεξεργασμένου</b> <b>Ελαιοπορήνα (Nocciollino)</b> 	0,8	3.570	4.462	3,5-4,5
<b>Καλαμπόκι</b> 	0,72	6.200	8.611	6-8

<p><b>Ροδάκινο</b></p> 	0,54	3.500	6.480	0,1
<p><b>Πέλλετ αγριακρινάρας</b></p> 	-	3.800	-	10
<p><b>Τσόφλι αμύγδαλου</b></p> 	-	4.000	-	2
<p><b>Κοτσάνια καλαμποκιού</b></p> 	0,91	3.000	3.290	5-7
<p><b>Τσόφλι ηλιόσπορου</b></p> 	-	3.200	-	5-7



<p><b>Στέφνλα</b></p> 	-	3.000	-	7-10
<p><b>Τσόφλι καρυδιού</b></p> 	-	4.000	-	15-20
<p><b>Φλοιός ρυζιού</b></p> 	-	3.000	-	1
<p><b>Ροκανίδια</b></p> 	0,19	4.776	3.248	2-4

Ο υπολογισμός της θερμογόνου δύναμης ανά μονάδα όγκου (Kcal/Lt) προκύπτει από το πηλίκο της θερμογόνου δύναμης ανά μονάδα μάζας (Kcal/kg) προς τη πυκνότητα του αντίστοιχου προϊόντος-βιοκαυσίμου (kg/lit).

## 1.2- Θέρμανση με ελαιοπυρήνα.

Παρακάτω θα αναλυθεί και θα γίνει κατανοητός ο λόγος για τον οποίο επιλέγουμε τη θέρμανση των διαμερισμάτων και των διαφόρων χώρων εστίασης με βιομάζα μορφής ελαιοπυρήνα (Nocciolino), αντί του συνηθισμένου σε όλους πετρελαίου, παρουσιάζοντας τα υπέρ και τα κατά αυτής της νέας μεθόδου και θα συγκριθεί με την επίσης νέα και αποτελεσματική μέθοδο της θέρμανσης με Pellets ξύλου.

### Τι είναι ο ελαιοπυρήνας.

Οι δύο κυριότεροι τύποι αποβλήτων από την επεξεργασία του ελαιόκαρπου και την εξαγωγή του ελαιολάδου είναι τα υγρά απόβλητα, που συνηθίζουμε να ονομάζουμε κατσίγαρο, και τα στερεά απόβλητα, δηλαδή ο ελαιοπυρήνας. Ανάλογα με τη μέθοδο επεξεργασίας ελαιολάδου (παραδοσιακή, 3 φάσεων και 2 φάσεων) τα στερεά υπολείμματα κυμαίνονται από 330 έως 800 κιλά ανά τόνο καρπού ενώ τα υγρά απόβλητα από 250 έως 600 λίτρα ανά τόνο καρπού.[24] Τα υγρά απόβλητα είναι πιο επικίνδυνα και μέχρι στιγμής δεν έχει βρεθεί ικανοποιητικός τρόπος διαχείρισης.



Εικ.4 Υγρά και στερεά απόβλητα ελαιοτριβείου.Πηγή:[24]

Ο ελαιοπυρήνας είναι ένα μίγμα πυρηνελαίου (~5%), πυρηνόξυλου (~45%) και νερού (~50%).[24] Τα απόβλητα υγρού ελαιοπυρήνα από την επεξεργασία του ελαιόκαρπου περιέχουν υψηλό ποσοστό οργανικού και ανόργανου περιεχομένου, το οποίο είναι δύσκολο στη διαχείρισή του και μπορεί να δημιουργήσει σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η απόρριψη των αποβλήτων στο περιβάλλον ή η διάθεσή τους στο έδαφος χωρίς προηγούμενη επεξεργασία δημιουργεί κινδύνους μόλυνσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.

## Τελικό προϊόν ξήρανσης ελαιοπυρήνα

Το ξηρό υπόλειμμα της πυρήνας είναι το πυρηνόξυλο, το οποίο χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη με θερμαντική ικανότητα ίση περίπου προς το ένα τρίτο αυτής του πετρελαίου θέρμανσης. Η καύσιμη αυτή ύλη χρησιμοποιείται είτε από το εργοστάσιο ξήρανσης για τις δικές του ενεργειακές ανάγκες είτε διατίθεται για καύση σε άλλες μονάδες (ασβεστοκάμινα κλπ).

## Τι σημαίνει η χρήση πυρηνόξυλου για το περιβάλλον

Από περιβαλλοντική άποψη είναι πολύ σημαντική η πολύ χαμηλή έως αμελητέα περιεκτικότητά του σε θείο και ότι το καύσιμο δεν περιέχει τοξικές ενώσεις ή βαρέα μέταλλα. Επίσης πολύ σημαντικό στοιχείο τόσο από λειτουργική όσο και από περιβαλλοντική άποψη (σωματιδιακές εκπομπές), είναι ότι η τέφρα είναι της τάξης του 3,5% - 4,5%. [24]

## Τι σημαίνει η χρήση πυρηνόξυλου για την οικονομία

### Σε ατομικό επίπεδο

Η χρήση πυρηνόξυλου αποτελεί έναν πολύ φθηνό τρόπο θέρμανσης, αφού το κόστος για συγκεκριμένη ποσότητα προϊόντος ανέρχεται στο 1/3 της τιμής του Pellet ξύλου (300€/tn) και στο 1/14 της τιμής του πετρελαίου (περίπου 1400 €/tn). [14],[15],[19]

### Παράδειγμα θέρμανσης μονοκατοικίας 100m<sup>2</sup> στην επαρχία [24]

Υπολογίζουμε τον όγκο ενός σπιτιού 100m<sup>2</sup>:

$$V_{\text{σπ}} = 100\text{m}^2 * 3\text{m (μέσο ύψος)} = 300\text{m}^3$$

Πολ/ζουμε με τον συντελεστή απωλειών, η μέση τιμή του οποίου για σπίτι με μέτρια μόνωση είναι 70 και με απώλειες 25% :

$$1,25 * (300 * 70) = 26.250 \text{ Kcal/h}$$

Ο λέβητας που χρειάζεται για να καλύψει τη θέρμανση της μονοκατοικίας είναι 30.000 Kcal/h, με απόδοση 0,9 για πετρέλαιο και 0,85 για πυρηνόξυλο.

Άρα,

- Για 5 ώρες λειτουργίας του λέβητα ανά ημέρα ένα σπίτι θα χρειαζόταν 5x100 ημέρες /σεζόν=500 ώρες λειτουργίας.

$$(30.000\text{Kcal/h}) / 0,9 * 10.000 \text{ Kcal/kg (θερμογόνο δύναμη πετρελαίου)}$$

$$= 3,33 \text{ kg/h} * 500 \text{ h} = 1.666\text{kg πετρελαίου} = 1.500 \text{ lt πετρελαίου}$$

$$\text{Ετήσιο Κόστος} = 1.500\text{lt} * 1,35 \text{ € /lt (*)} = \mathbf{2.025 \text{ € / σεζόν}}$$



- Για 5 ώρες λειτουργίας του λέβητα ανά ημέρα ένα σπίτι θα χρειαζόταν 5x100 ημέρες /σεζόν=500 ώρες λειτουργίας.

$$(30.000\text{Kcal/h}) / 0,85 * 3.200 \text{ Kcal/kg (θερμογόνος δύναμη πυρηνόξυλου)}$$

$$=11,02 \text{ kg/h} * 500 \text{ h}=5.514,7 \text{ kg πυρηνόξυλου}$$

$$\text{Ετήσιο Κόστος} = 5.514,7 \text{ tn} * 100 \text{ € /tn (*)} = \underline{\underline{551,5 \text{ € / σεζόν}}}$$

Είναι φανερό, λοιπόν, ότι η θέρμανση με ελαιοπυρήνα αποτελεί την πλέον οικονομική λύση, ειδικότερα σε μία εποχή όπως η σημερινή, αναλογιζόμενοι την οικονομική κατάσταση στην οποία βρισκόμαστε.

### Σε εθνικό επίπεδο

Η χρήση πυρηνόξυλου για τη θέρμανση σημαίνει ανάλογη μείωση των εισαγόμενων υγρών καυσίμων.

Η παραγωγή ελαιοπυρήνα ετησίως στο χώρο της Ελλάδας ανέρχεται σε 400.000 tn/έτος.[19] Εάν υποθέσουμε ότι ξηραίνονταν το 100% αυτής της ποσότητας, και με βάση τη ποσότητα υγρασίας που αφαιρείται και το καθαρό καύσιμο που απομένει από τη ξήρανση, θα είχαμε 260.000tn/έτος καθαρού καυσίμου. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε:

$$260.000\text{tn} \times \frac{3.150\text{kcal}}{\text{kg}} = 8,2 \times 10^{11} \text{ kcal}$$

Με βάση την αναλογία θερμογόνου δύναμης πυρηνόξυλου-πετρελαίου :

$$\frac{10.000\text{kcal/kg}}{3.150\text{kcal/kg}} = 3,17$$

Η αντίστοιχη θερμογόνος δύναμη που δεσμεύεται από πετρέλαιο είναι:

$$8,2 \times 10^{11} \div 3,17 = 2,59 \times 10^{11} \text{ kcal/έτος}$$

Και η αντίστοιχη ποσότητα πετρελαίου, σε tn είναι:

$$2,59 \times 10^{11} \div \frac{10^4\text{kcal}}{\text{kg}} = 25.900 \text{ tn πετρελαίου/έτος}$$

Άρα, τα έξοδα που θα γλιτώναμε σε εθνικό επίπεδο, εάν χρησιμοποιούσαμε το 100% του πυρηνόξυλου, και όχι πετρέλαιο, είναι:

$$25.900\text{tn} \times 1.400\text{€/tn} = 36.260.000 \text{ €/έτος}$$

### Μειονεκτήματα γρήσης πυρηνόξυλου για θέρμανση

- Η μυρωδιά – οσμή του αποθηκευμένου καυσίμου ( για αρκετό χρονικό διάστημα ) που οφείλεται στις ζυμώσεις που διενεργούνται στο σαρκώδες μέρος ( ψύχα ) και αναδύονται κατά την αναμόχλευση του υλικού ( φόρτωση, άδειασμα, μεταφορικές διάταξεις )
- Ο κίνδυνος αυτανάφλεξης, όταν ειδικά αποθηκεύεται σε σωρούς μεγάλου ύψους, λόγω της θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στο εσωτερικό του, πάλι λόγω ζυμώσεων του σαρκώδους μέρους. ( Ομως πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι η φλόγα δημιουργείται μετά απο 1-2 ημέρες απο την εμφάνιση προειδοποιητικού καπνού απο το συγκεκριμένο σημείο )
- Η δυσκολία ροής του υλικού όταν αυτό αποθηκεύεται σε μεγάλα silo ( πάνω απο 1 m<sup>3</sup> ) και έχει υγρασία άνω του 12%.
- Ο άσπρος καπνός (οπτική όχληση) που εμφανίζεται κατά την καύση και πού κατά κύριο λόγο οφείλεται στην εμπεριεχόμενη υγρασία του καυσίμου που αποβάλλεται υπό μορφή υδρατμών.

(\*) Οι τιμές για πετρέλαιο και ελαιοπυρήνα λήφθηκαν την 8/11/2012.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2- ΞΗΡΑΝΣΗ

### 2.1 Ορισμός διεργασίας

Ξήρανση (drying) ονομάζεται η φυσική διεργασία κατά την οποία απομακρύνεται το νερό που περιέχεται είτε σε ένα φυσικό προϊόν είτε σε ένα προϊόν που προέρχεται από βιομηχανική επεξεργασία. Το νερό μπορεί να βρίσκεται στο προϊόν είτε σε υγρή είτε σε αέρια μορφή και γενικά αναφέρεται ως υγρασία. Γενικότερα, ξήρανση ονομάζεται και η διεργασία απομάκρυνσης κάποιου άλλου υγρού από το προϊόν εκτός της υγρασίας, όπως οινόπνευμα, βενζόλιο. Η ξήρανση αποτελεί μία βασική μέθοδο διαχωρισμού υλικών. Είναι μία θερμική διεργασία και συχνά συγχέεται με τις άλλες θερμικές διεργασίες διαχωρισμού, την κρυστάλλωση, την εξάτμιση και την απόσταξη. Η ξήρανση διακρίνεται από αυτές και ως προς την τεχνική αλλά και ως προς την αρχική και τελική κατάσταση των διαχωριζόμενων συστατικών. Συγκεκριμένα:

- Η ξήρανση αναφέρεται στην απομάκρυνση υγρού από στερεό.
- Η εξάτμιση αναφέρεται στο διαχωρισμό ενός στερεού από ένα υγρό διάλυμα, μέσω της εξάτμισης του υγρού.
- Η κρυστάλλωση αφορά, επίσης, υγρά διαλύματα. Το στερεό που βρίσκεται διαλυμένο στο υγρό συσσωματώνεται σε κρυστάλλους και ο διαχωρισμός γίνεται με κάποια μηχανική διεργασία, όπως διήθηση, φυγοκέντριση ή άλλη διεργασία.
- Η απόσταξη τέλος αφορά το διαχωρισμό υγρών από μίγματα υγρών συστατικών.

Η ξήρανση χρησιμοποιείται για την επεξεργασία προϊόντων που έχουν σχετικά μικρή περιεκτικότητα σε νερό. Προϊόντα τα οποία συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού και απαιτείται το στερεό στο τέλος της διεργασίας να έχει ελάχιστη περιεκτικότητα σε νερό, προηγείται κάποια άλλη φυσική διεργασία κατά την οποία αφαιρείται η μεγαλύτερη ποσότητα του νερού. Τέτοιες διεργασίες είναι η συμπίεση, η φυγοκέντριση και η αναρρόφηση. Έπειτα συντελείται η ξήρανση η οποία μειώνει την περιεκτικότητα του νερού στο προϊόν στο επιθυμητό επίπεδο. Η απομάκρυνση του νερού από το προϊόν γίνεται με τη μετατροπή του σε ατμό, είτε μέσα στο προϊόν είτε από την επιφάνεια του, και με τη διάχυση του στον περιβάλλοντα αέρα. Η μετατροπή του νερού σε ατμό γίνεται με δύο τρόπους, την εξάτμιση (evaporation) και την ατμοποίηση (vaporization). Κατά την εξάτμιση πρέπει η πίεση κορεσμού του υδρατμού να είναι ίση με την περιβάλλουσα πίεση. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να θερμανθεί το προϊόν, άρα και το περιεχόμενο νερό, μέχρι τη θερμοκρασία στην οποία θα εξισωθούν η πίεση κορεσμού με την περιβάλλουσα. Κατά την ατμοποίηση διοχετεύεται θερμός αέρας στο υλικό σε θερμοκρασία κάτω από το σημείο βρασμού. Η πίεση κορεσμού στην επιφάνεια είναι μικρότερη από την περιβάλλουσα και η υγρασία μεταφέρεται στον αέρα με διάχυση.



## **2.2 Ιστορική αναδρομή**

Η ξήρανση ήταν από αρχαιοτάτων χρόνων το βασικό μέσο για την διατήρηση των τροφίμων, όπως φρούτα, λαχανικά και ψάρια. Η χρήση της, όμως δεν περιοριζόταν στα τρόφιμα, αφού είναι γνωστή και η εφαρμογή της στην ξήρανση δομικών υλικών και υλικών ένδυσης. Τα υλικά αυτά ξηραίνονταν υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας και του αέρα. Αρκετές είναι οι αναφορές στις χώρες της Μεσογείου, πιθανών λόγω των ευνοϊκών κλιματολογικών συνθηκών.

Η πρώτη εγκατάσταση ξήρανσης χρονολογείται στο 8000 π.Χ. και βρέθηκε στη Νότια Γαλλία. Τα τρόφιμα τοποθετούνταν σε μία λιθόστρωτη επιφάνεια και ξηραίνονταν με τη χρήση ηλιακής ενέργειας. Ο αέρας χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά ως μέσο ξήρανσης περί το 7000 π.Χ. για την ξήρανση δομικών υλικών σε μία εγκατάσταση αποτελούμενη από πηλό και καλάμμα. Το 3000 π.Χ. ξεκίνησε στην Αίγυπτο η ξήρανση του πάπυρου για την παραγωγή εύκαμπτης επιφάνειας γραφής.

Ο πρώτος που έθεσε τις βάσεις για την επιστημονική περιγραφή της διεργασίας της ξήρανσης ήταν ο Αριστοτέλης το 350 π.Χ. Τον Μεσαίωνα η ξήρανση χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά για την ξήρανση του χαρτιού, ενώ στα τέλη 19ο αιώνα ξεκίνησαν οι πρώτες βιομηχανικές εφαρμογές μεγάλης κλίμακας οι οποίες βασιζόταν κυρίως στην εμπειρία.

Η θεωρητική ανάλυση και τεκμηρίωση της διεργασίας άρχισε μόλις το 1921, από τους καθηγητές του Μ.Ι.Τ., W. K. Lewis και T. K. Sherwood, καθηγητές του MIT, στις ΗΠΑ, τους F. Kneule και O. Krischer στη Γερμανία και τον A. W. Luikon στη Ρωσία. Οι πέντε αυτοί συνέχισαν τη δραστηριότητά τους με εντατικές έρευνες, ως και τη δεκαετία του 60, και θεωρούνται σήμερα οι «πατέρες της ξήρανσης».

## **2.3 Είδη ξήρανσης**

Η ξήρανση ως διεργασία διακρίνεται σε φυσική και τεχνητή ξήρανση. Όπως φάνηκε και από την ιστορική εξέλιξη της διεργασίας, η πιο απλή μορφή ξήρανσης είναι η έκθεση του προϊόντος στο περιβάλλον. Με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας, η θερμοκρασία αυξάνεται στο προϊόν και η περιεχόμενη σε αυτό υγρασία ατμοποιείται. Έπειτα, διαχέεται στο αέρα του περιβάλλοντος και, με τη φυσική κυκλοφορία του αέρα που δημιουργείται γύρω από το προϊόν λόγω διαφοράς πυκνότητας, η υγρασία απομακρύνεται από το προϊόν. Προφανώς, απαιτείται κατάλληλη τοποθέτηση του προϊόντος, ανάλογα με το είδος του, ώστε να διευκολύνεται η φυσική κυκλοφορία του αέρα.

Η μέθοδος αυτή αναφέρεται ως άμεση φυσική ξήρανση, αφού δεν χρησιμοποιείται κανένα ενεργειακό σύστημα. Πρόκειται για την απλούστερη και φθηνότερη μέθοδο, παρουσιάζει όμως κάποια πολύ βασικά μειονεκτήματα. Εξαρτάται άμεσα από την ηλιοφάνεια και την ώρα της μέρας, αφού η ηλιακή ακτινοβολία είναι αυτή που παρέχει την απαιτούμενη ενέργεια για την πραγματοποίηση της διεργασίας. Επίσης, οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται είναι γενικά χαμηλές. Αυτά την καθιστούν

εξαιρετικά αργή, αλλά και απρόβλεπτη ως προς τον απαιτούμενο χρόνο για την ολοκλήρωσή της. Στο χρονικό αυτό διάστημα είναι πιθανό το προϊόν να αλλοιωθεί από την ανάπτυξη βακτηριδίων ή και σχηματισμό μούχλας. Το άλλο βασικό μειονέκτημα είναι ότι το προϊόν είναι εκτεθειμένο σε πουλιά και έντομα, δημιουργώντας τον κίνδυνο απωλειών και της ποιοτικής υποβάθμισής του. Γενικά, πρόκειται για μία διεργασία η οποία δεν προσφέρει κανένα έλεγχο ούτε ως προς τις συνθήκες ξήρανσης, ούτε ως προς τις τελικές προδιαγραφές του προϊόντος.

Παρόμοια είναι η έμμεση φυσική ξήρανση, κατά την οποία το προϊόν βρίσκεται μέσα σε κατασκευές τύπου θερμοκηπίου. Αυτό, αφενός το προστατεύει από βροχές και ανέμους, αφετέρου μπορεί να αυξήσει σημαντικά τη θερμοκρασία του περιβάλλοντα χώρου, επιταχύνοντας τη διεργασία. Η έμμεση υπερτερεί της άμεσης, αλλά και πάλι δεν παρέχει τον απαιτούμενο έλεγχο της θερμοκρασίας.

Αξίζει να αναφερθεί ότι η φυσική ξήρανση χρησιμοποιείται και στην Ελλάδα και σε πολλές χώρες του κόσμου για την ξήρανση ζωοτροφών, φρούτων και άλλων γεωργικών προϊόντων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η Κορινθιακή σταφίδα και η λιαστή ντομάτα.

Η ανάγκη για προϊόντα συγκεκριμένων προδιαγραφών ως προς την τελική ποιότητα και την περιεκτικότητα τους σε υγρασία, καθώς και η ανάγκη για τη δυνατότητα πλήρους ελέγχου της διεργασίας, δε θα μπορούσε παρά να οδηγήσει στην ανάπτυξη άλλων μορφών εξαναγκασμένης ή τεχνητής ξήρανσης. Γενικά, υπάρχουν τρία βασικά είδη τεχνητής ξήρανσης.

Η πιο διαδεδομένη είναι η θερμική ξήρανση (thermal drying). Στη διεργασία αυτής της μορφής, το προϊόν θερμαίνεται στη κατάλληλη θερμοκρασία και η περιεχόμενη υγρασία μετατρέπεται σε ατμό, με εξάτμιση ή ατμοποίηση, ο οποίος απάγεται με εξαναγκασμένη ροή του περιβάλλοντος αέρα. Η θερμική ξήρανση μπορεί να είναι είτε άμεση είτε έμμεση. Η διαφορά έγκειται στον τρόπο με τον οποίο θερμαίνεται το προϊόν στην επιθυμητή θερμοκρασία.

Κατά την άμεση ξήρανση (direct drying) ή με συναγωγή της θερμότητας (convective drying) ένα θερμό αέριο, συνήθως αέρας, διέρχεται επαπτόμενος από την επιφάνεια του υλικού ή μέσα από τη μάζα του. Η θερμότητα που μεταφέρεται με συναγωγή από το θερμό ρεύμα προς το υλικό, μετατρέπει την υγρασία σε υδρατμό. Η πίεση υδρατμών στο ρεύμα είναι μικρότερη από αυτή του παραγόμενου. Έτσι, ο ατμός μεταφέρεται από το υλικό στο ρεύμα αέρα κι από εκεί στην ατμόσφαιρα. Όταν δεν πρόκειται για κάποιο γεωργικό προϊόν, για την ξήρανση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και υπέρθερμος ατμός ή θερμά καυσαέρια, όπου αυτά είναι διαθέσιμα σε χαμηλότερο κόστος. Βασική προϋπόθεση είναι οι ιδιότητες του υλικού να μην επηρεάζονται από το θερμαντικό μέσο.

Οι άλλοι δύο τρόποι θερμικής ξήρανσης είναι η ξήρανση με αγωγή (conduction drying) και η ξήρανση με ακτινοβολία (radiation drying), που ανήκουν στην κατηγορία της έμμεσης ξήρανσης (indirect drying).



Κατά την ξήρανση με αγωγή, το υλικό τοποθετείται σε μία θερμαινόμενη πλάκα και η θερμότητα μεταφέρεται με αγωγή σε όλη τη μάζα του προϊόντος. Αέρας ατμοσφαιρικής πίεσης ή υποπίεση, με θερμοκρασία περιβάλλοντος παραλαμβάνει και απομακρύνει τους σχηματιζόμενους ατμούς. Για την καλύτερη απόδοση της διεργασίας, το υλικό τοποθετείται πάνω στην πλάκα σε λεπτά στρώματα, ώστε να μεταφέρεται η θερμότητα σε όλο το πάχος της στρώσης του υλικού. Η μέθοδος αυτή έχει καλύτερα αποτελέσματα σε συμπαγή νωπά στερεά, όπως ξύλο.

Κατά την ξήρανση με ακτινοβολία, η θερμότητα ακτινοβολείται στην επιφάνεια σταθερού ή κινούμενου υλικού. Ο σχηματιζόμενος υδρατμός παραλαμβάνεται από τον περιβάλλοντα αέρα. Για τη διεργασία απαιτούνται πολύ υψηλές θερμοκρασίες, πάνω από 400°C. Αυτό οδηγεί συνήθως σε μικρότερους χρόνους ξήρανσης. Από την άλλη όμως, δημιουργείται κίνδυνος τοπικής υπερθέρμανσης ή υπερξήρανσης. Αυτός είναι ο λόγος που χρησιμοποιείται κυρίως σε λεπτό, κινούμενο στρώμα στερεού υλικού.

#### **2.4 Τεχνολογίες Ξήρανσης**

Η μεγαλύτερη σε εφαρμογή μέθοδος ξήρανσης στη βιομηχανία είναι η ξήρανση με διοχέτευση αέρα. Πέρα, όμως, από αυτή υπάρχουν κι άλλες μέθοδοι που εφαρμόζονται σε ειδικές περιπτώσεις υλικών ή/και συνθηκών διεργασίας. Η πλειοψηφία αυτών βρίσκεται ακόμα σε πρωταρχικό στάδιο και απαιτείται συνεχής επιστημονική έρευνα για την αντιμετώπιση των τεχνολογικών προκλήσεων που παρουσιάζουν στην εφαρμογή τους.

Όπως αναφέρθηκε ήδη, η διεργασία μπορεί να είναι είτε άμεση, δηλαδή με θέρμανση του προϊόντος με συναγωγή θερμότητας από θερμό αέρα ή άλλο αέριο, είτε έμμεση, όπου η θερμότητα μεταδίδεται με αγωγή ή με ακτινοβολία στο προϊόν. Εκτός από αυτές, υπάρχουν και ειδικές μέθοδοι που εφαρμόζονται για την ξήρανση ειδικών προϊόντων, όπως σκόνης λαχανικών ή σκόνης φρούτων για την παρασκευή στιγμιαίων ποτών, αλλά και απλών γεωργικών προϊόντων.

Οι κυριότερες μέθοδοι ξήρανσης περιλαμβάνουν την:

- ξήρανση με αέρα σε παράλληλη ή εγκάρσια ροή (άμεση ξήρανση)
- ξήρανση με αέρα σε ρευστοποιημένες κλίνες (άμεση ξήρανση)
- ξήρανση υπό υποπίεση και ψύξη {εξαχνωτική (έμμεση ξήρανση)}
- οσμωτική αφυδάτωση (ειδική μέθοδος)
- διηλεκτρική ξήρανση (έμμεση ξήρανση)
- ξήρανση με εκνέφωση του υλικού (άμεση ξήρανση)
- ξήρανση με αφρό (ειδική μέθοδος)
- ξήρανση με ηλιακή ενέργεια, που είναι μια ειδική περίπτωση ξήρανσης με αέρα (άμεση ξήρανση)

Η φύση, το μέγεθος και το σχήμα του υλικού, η απαιτούμενη παροχή, ο τρόπος θέρμανσης αλλά και διάφοροι άλλοι παράγοντες οδήγησαν στην ανάπτυξη ενός μεγάλου



αριθμού διαφορετικών τύπων ξηραντηρίων, κάνοντας την επιλογή του κατάλληλου τύπου μία από τις δυσκολότερες διαδικασίες στην ξήρανση.

Η ταξινόμηση των ξηραντηρίων γίνεται με διάφορα κριτήρια. Συγκεκριμένα, γίνεται διάκριση ως προς τον τρόπο λειτουργίας (κατά παρτίδες ή συνεχούς λειτουργίας), τον τρόπο θέρμανσης (άμεση ή έμμεση), τη θερμοκρασία λειτουργίας και άλλα.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά οι διάφορες μέθοδοι ξήρανσης, μαζί με τα ξηραντήρια που χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση.

#### **2.4.1 Τύποι Ξηραντήριων**

Η φύση, το μέγεθος και το σχήμα του υλικού, η απαιτούμενη παροχή, ο τρόπος θέρμανσης αλλά και διάφοροι άλλοι παράγοντες οδήγησαν στην ανάπτυξη ενός μεγάλου αριθμού διαφορετικών τύπων ξηραντηρίων, κάνοντας την επιλογή του κατάλληλου τύπου μία από τις δυσκολότερες διαδικασίες στην ξήρανση.

Η ταξινόμηση των ξηραντηρίων γίνεται με διάφορα κριτήρια. Συγκεκριμένα, γίνεται διάκριση ως προς τον τρόπο λειτουργίας (κατά παρτίδες ή συνεχούς λειτουργίας), τον τρόπο θέρμανσης (άμεση ή έμμεση), τη θερμοκρασία λειτουργίας και άλλα.

Παρακάτω αναφέρονται ονομαστικά οι διάφορες μέθοδοι ξήρανσης και τύποι ξηραντηρίων:

- Ξήρανση με αέρα σε ξηραντήρια θαλάμων ή με δίσκους
- Ξήρανση με αέρα σε παράλληλη ροή
  - Ξηραντήρια σήραγγας με βαγόνια
  - Ξηραντήρια σήραγγας με μεταφορική ταινία
- Ξήρανση με αέρα σε περιστρεφόμενα ξηραντήρια
- Ξήρανση με ρεύστωση (ρευστοποιημένη κλίνη)
  - Ξηραντήρια ρευστοποιημένης κλίνης ασυνεχούς λειτουργίας
  - Ξηραντήρια ρευστοποιημένης κλίνης ημι-συνεχούς λειτουργίας
  - Ξηραντήρια ρευστοποιημένης κλίνης συνεχούς λειτουργίας, τέλειας ανάμιξης
  - Δονούμενα ξηραντήρια ρευστοποιημένης κλίνης
  - Ξηραντήρια εκτίναξης
  - Πνευματικά ξηραντήρια
- Ξήρανση με εκνέφωση του υλικού και ξηραντήρια εκνέφωσης
- Έμμεση ξήρανση σε ξηραντήρια με τύμπανο
- Ψυκτική ξήρανση υπό υποπίεση
- Ξηραντήρια πρόσκρουσης
- Διηλεκτρική ξήρανση και διηλεκτρικά ξηραντήρια
- Ηλιακή ξήρανση

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3- ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ**

### **Τι είναι το ξηραντήριο**

Το ξηραντήριο αποτελεί έναν μηχανισμό ή καλύτερα κατασκευή, η οποία σαν πρώτη ύλη δέχεται το ανεπεξέργαστο προϊόν (στη περίπτωση μας ελαιοπυρήνα), και η λειτουργίας της έχει σαν αποτέλεσμα τη παραγωγή ξηρού προϊόντος ύστερα από τη θέρμανσή-ξήρασή του. Συγκεκριμένα, το ξηραντήριο ελαιοπυρήνα, λαμβάνει το μίγμα πυρηνελαίου και πυρηνόξυλου, και το ξηραίνει με σκοπό τη παραγωγή καθαρού πυρηνόξυλου κατάλληλου για καύση και παραγωγή θερμότητας. Αυτά όμως σε γενικές γραμμές. Παρακάτω θα αναλυθεί πλήρως η λειτουργία και η δομή της κατασκευής.

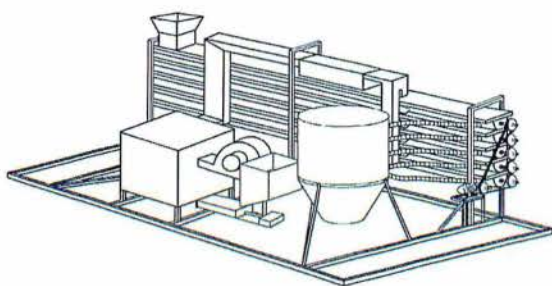
### **Περιγραφή νέου ξηραντηρίου**

Η εφεύρεση αναφέρεται σε μηχανισμό ξήρασης αγροτικών προϊόντων και βιομάζας. Αποτελείται από κλειστούς θερμοθαλάμους, μηχανισμό διέλευσης (κοχλία) του προς ξήραση προϊόντος, εναλλάκτη θερμότητας θερμού αέρα, πλαίσιο στήριξης και θάλαμο προστασίας της όλης κατασκευής.

Το προς ξήραση προϊόν οδηγείται με ταινία ή κοχλία στην είσοδο του ξηραντηρίου. Από εκεί περνάει μέσα από αεροθαλάμους –διαδρομές, με τη βοήθεια κοχλίων, μέσα στους οποίους διοχετεύεται θερμός αέρας. Ο θερμός αέρας προέρχεται από έναν εναλλάκτη θερμότητας ο οποίος εκμεταλλεύεται τα αέρια υψηλής θερμοκρασίας που παρήγαγε ένας αερολέβητας ικανής ισχύος. Με τον τρόπο αυτό το προϊόν καθώς διέρχεται από τις διαδρομές υφίσταται θέρμανση και ξήραση, μέχρι την εξοδό του από αυτές. Ο αέρας που εισέρχεται στον αερολέβητα, επιταχύνεται με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα, ενώ ανεμιστήρας υπάρχει εγκατεστημένος και στην είσοδο του εναλλάκτη. (τα αέρια του οποίου τροφοδοτούν τις διαδρομές μας). Οι κοχλίες μεταφοράς περιστρέφονται με τη βοήθεια αλυσοτροχών και αλυσίδων που έχουν τοποθετηθεί στα άκρα τους. Ενώ η κινητήρια δύναμη για την περιστροφή προέρχεται από έναν motor με inverter. Η λειτουργία όλων των παραπάνω θα αναλυθεί παρακάτω για το κάθε εξάρτημα ξεχωριστά.

Η κατασκευή στο μεγαλύτερο μέρος τους είναι βιδωτή για εύκολη αποσυναρμολόγηση των επιμέρους εξαρτημάτων που την αποτελούν. Υπάρχει η δυνατότητα αυξομείωσης τους ταχύτητας διέλευσης με ταυτόχρονη αύξηση ή μείωση τους παραγωγής ανάλογα με την υπάρχουσα υγρασία και το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Μπορεί να τύχει ευρείας χρήσης σε ελαιοτριβεία για τη ξήραση του ελαιοπυρήνα, σε παραγωγούς φυστικιού για την απομάκρυνση τους υγρασίας, σε παραγωγούς λιναρόσπορου αλλά και σε όλα σχεδόν τα δημητριακά που προορίζονται με συσκευασία σάκων, όταν επιβάλλεται η γρήγορη συσκευασία τους και η φυσική υγρασία εγκυμονεί κινδύνους αλλοιώσεων.



Εικ.6 Τρισδιάστατη απεικόνιση του Ξηραντηρίου

### 3.1 Μέρη-Εξαρτήματα Ξηραντηρίου

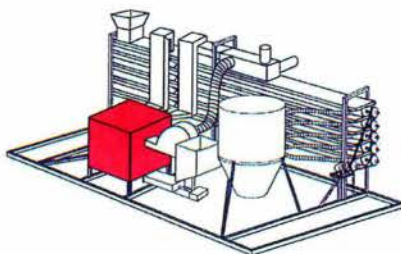
Το ξηραντήριο αποτελείται από ένα πλήθος εξαρτημάτων, τα οποία είναι άμεσα συνδεδεμένα μεταξύ τους. Αυτός είναι και ο λόγος που δεν μπορεί να γίνει διαχωρισμός σε πρωτεύοντα και δευτερεύοντα μέρη.

1. Αερολέβητας Ελαιοπυρήνα
2. Σιλό τροφοδοσίας αερολέβητα
3. Ανεμιστήρας αεριολέβητα
4. Καυστήρας αεριολέβητα
5. Αεριοθάλαμοι (διαδρομές)
6. Μονωτικά πάνελ των διαδρομών
7. Κοιλίες μεταφοράς
8. Αλυσοτροχοί
9. Μειωτήρας στροφών
10. Έδρανα αλυσοτροχών
11. Αλυσίδες
12. Μοτέρ με inverter
13. Αεραγωγοί προσαγωγής- απαγωγής θερμού αέρα
14. Εναλλάκτης καυσαερίων
15. Κυκλώνας
16. Ηλεκτρολογικός πίνακας
17. Πλαίσιο στήριξης της κατασκευής
18. Στέγαστρο της κατασκευής

Παρακάτω αναλύονται ξεχωριστά τα διάφορα μέρη της κατασκευής με αναφορές σε διαστάσεις, πιστοποιήσεις, λειτουργία καθώς και τη θέση τους επάνω στην όλη κατασκευή.



## 1.Αερολέβητας ελαιοπυρήνα



Εικ.7 Αερολέβητας - θέση του στο ξηραντήριο

Πίνακας 2.- Χαρακτηριστικά Τμήματος

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Χαλύβδινος λέβητας βιομάζας,υδραυλωτός
<u>Διαστάσεις</u>	Κυμαίνονται ανάλογα με τις θερμιδικές απαιτήσεις Ενδεικτικές τιμές : 0,70x1,00x1,80 m (πλάτος x μήκος x ύψος)
<u>Πιστοποίηση</u>	Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία CE, EN ISO 9001:2008
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	Ενεργειακή απόδοση: 60.000 Kcal

### Λειτουργία:

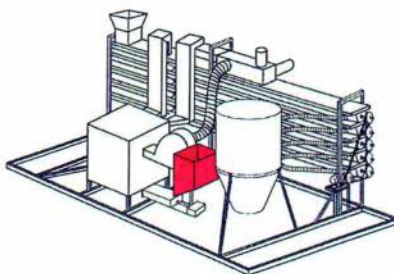
Ο λέβητας είναι μία μεταλλική κατασκευή στην οποία γίνεται η μετάδοση της θερμότητας που παράγεται από την καύση του καυσίμου, σε ένα ρευστό το οποίο μπορεί να είναι το νερό, ο αέρας, το λάδι, ή ο ατμός.

Αεριολέβητες ονομάζονται οι λέβητες εκείνοι οι οποίοι θερμαίνουν αέρα, που μεταφέρεται στους προς θέρμανση χώρους μέσω αεραγωγών.

### Γενικά:

Ο αερολέβητας αποτελείται από τον φλογοθάλαμο, τους φλογαυλούς, τον ανεμιστήρα, τον καυστήρα και τα όργανα ελέγχου. Ο αέρας που θερμαίνεται στους αερολέβητες μπορεί να προέρχεται είτε από το ίδιο το χώρο που θερμαίνεται (ανακυκλοφορία αέρα) είτε από το εξωτερικό περιβάλλον. Αυτό εξαρτάται από την χρήση των χώρων. Για παράδειγμα σε ένα εργαστήριο ηλεκτροσυγκολλήσεων είναι επικίνδυνο και καθόλου υγιεινό να γίνεται ανακυκλοφορία του αέρα.

## 2. Σιλό τροφοδοσίας αερολέβητα



Εικ.8 Σιλό τροφοδοσίας - θέση του στο ξηραντήριο

*Πίνακας 3.- Χαρακτηριστικά Τμήματος*

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Κατασκευασμένο από γαλβανισμένη λαμαρίνα 2mm
<u>Διαστάσεις</u>	50x50x100 m (πλάτος x μήκος x ύψος)
<u>Πιστοποίηση</u>	EN ISO 9001:2008
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	Χωρητικότητα: 200lt

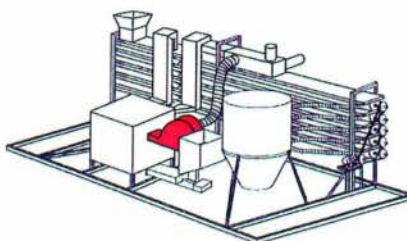
### Λειτουργία:

Η κύρια λειτουργία του σιλό είναι να τροφοδοτεί με καύσιμο, στην περίπτωση μας με πυρηνόξυλο, τον καυστήρα του αερολέβητα. Ανάλογα με το είδος του καυσίμου και τη χωρητικότητα του σιλό, μπορεί να υπολογιστεί και η διάρκεια (hrs) της συνεχόμενης λειτουργίας του λέβητα.

### Γενικά:

Σιλό χρησιμοποιούνται επίσης στη γεωργία για την αποθήκευση χύμα ζωοτροφών που έχουν υποστεί ζύμωση. Τα σιλό χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση σπόρων, κοκιορτοποιημένου άνθρακα, τσιμέντου, αιθάλης, άμμου, λιπασμάτων και γενικά οποιονδήποτε τεχνικών, οικοδομικών, χημικών προϊόντων ή προϊόντων διατροφής σε στερεά τεμαχισμένη μορφή και σε μορφή σκόνης.

### 3. Ανεμιστήρας αερολέβητα



Εικ.9 Ανεμιστήρας - θέση του στο ξηραντήριο

Πίνακας 4.- Χαρακτηριστικά Τμήματος

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Φυγοκεντρικός ανεμιστήρας μονής αναρρόφησης τύπου Σιρόκο (με πτερωτή), Γαλβανισμένος
<u>Διαστάσεις</u>	Στόμιο αναρρόφησης : 250mm
<u>Πιστοποίηση</u>	DIN EN ISO 9001:2008 EN 60034-1:1998
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	Παροχή: 13.000 m <sup>3</sup> /h Παροχή: 5.000 m <sup>3</sup> /h

#### Λειτουργία:

Ο ανεμιστήρας που χρησιμοποιείται στη διάταξη του ξηραντηρίου χρησιμεύει στο να γίνεται αναρρόφηση του αέρα από τον εναλλάκτη, μέσα στον οποίο έχει ήδη θερμανθεί, και ύστερα να τον αποστέλλει στο χώρο του αερολέβητα έτσι ώστε να αυξηθεί κι άλλο η θερμοκρασία του αέρα που οδηγείται στις διαδρομές για τη ξήρανση.

#### Γενικά:

Το κύριο χαρακτηριστικό των φυγοκεντρικών ανεμιστήρων αποτελεί η πτερωτή τους, η οποία είναι κλειστού τύπου εφοδιασμένη με πολλά μικρά επιμέρους πτερύγια. Το μεγάλο κενό στο εσωτερικό της, επιτρέπει την είσοδο μεγάλης ποσότητας αέρα, η οποία στη συνέχεια προωθείται από τα πτερύγια της περιφέρειας προς το κέλυφος του ανεμιστήρα όπου τελικά διοχετεύεται στο περιβάλλον.



#### 4. Καυστήρας αερολέβητα



Εικ.10 Καυστήρας - θέση του στο ξηραντήριο

*Πίνακα 5.- Χαρακτηριστικά Τιμήματος*

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Καυστήρας βιομάζας δυναμικότητας 60.000 Kcal
<u>Διαστάσεις</u>	-
<u>Πιστοποίηση</u>	CE, ISO 9001:2008
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	-

#### Λειτουργία:

Ο καυστήρας βρίσκεται τοποθετημένος στη βάση του αερολέβητα, και διαθέτει ενσωματωμένα ένα μοτέρ, για τη περιστροφή του μεταφορικού κοχλία που οδηγεί το πυρηνόξυλο από το σιλό στο χώρο καύσης του καυστήρα, καθώς και έναν φυσητήρα μικρής ισχύος που χρησιμεύει στην εκκίνηση και διατήρηση της φλόγας στο χώρο καύσης.

#### Γενικά:

Υπάρχουν πολλές κατηγορίες καυστήρων ανάλογα με το είδος καυσίμου, όπως πχ καυστήρας πετρελαίου, καυστήρας pellet, καυστήρας πυρήνα κ.α. Τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται ένας καυστήρας είναι: κορμός, κινητήρας, πτερωτή, μετασχηματιστής και αντλία.

## 5. Αεροθάλαμοι (διαδρομές)



Εικ.11 Αεροθάλαμοι - θέση τους στο ξηραντήριο

*Πίνακα 6.- Χαρακτηριστικά Τμήματος*

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Αεροθάλαμοι κοίλου σχήματος, μονής διαδρομής
<u>Διαστάσεις</u>	D=23cm, L=6m
<u>Πιστοποίηση</u>	CE,ISO 9001:2008
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	-

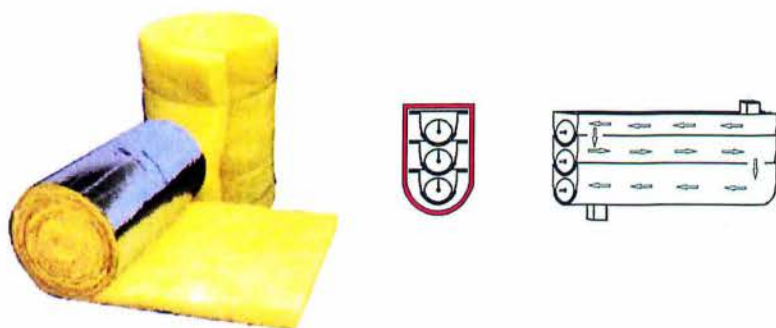
### Λειτουργία:

Μέσα στις διαδρομές κινείται το προς ξήρανση προϊόν , στη περίπτωση μας ελαιουπρήνας, με τη βοήθεια ενσωματωμένων μεταφορικών κοχλίων. Για να επιτευχθεί η θέρμανση και ξήρανση του προϊόντος διοχετεύεται μέσα στις διαδρομές θερμός αέρας που προέρχεται από τον αερολέβητα και τον εναλλάκτη. Έτσι, σαν αποτέλεσμα στην έξοδο της τελευταίας διαδρομής έχουμε ξηρό προϊόν έτοιμο για κάυση, το πυρηνόξυλο.

### Γενικά:

Οι αεροθάλαμοι είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτη λαμαρίνα πάχους 2mm, διαμορφωμένη σε κύλινδρο μεγάλου μήκους. Το σχήμα τους είναι τέτοιο ώστε να εξυπηρετεί την μεταφορά του προϊόντος με κοχλίες σχήματος σπείρας, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω. Η απόσταση μεταξύ του σώματος της διαδρομής και του κοχλία πρέπει να είναι ελάχιστη έτσι ώστε να μην έχουμε παραμένον υλικό κατά τη ροή του μέσα από αυτές. Η συγκεκριμένη απόσταση καθορίζεται ανάλογα με το προϊόν που επεξεργαζόμαστε.

## 6. Μονωτικά πάνελ



Εικ.12 Μονωτικά πάνελ - θέση τους στο ξηραντήριο

*Πίνακα 7.- Χαρακτηριστικά Τμήματος*

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Υαλοβάμβακας κίτρινου χρώματος σε μορφή παπλώματος με επικάλυψη αλουμινίου.
<u>Διαστάσεις</u>	Πάχος 50mm, Μήκος και πλάτος ανάλογα με την επιφάνεια προ κάλυψη
<u>Πιστοποίηση</u>	CE
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	-

### Λειτουργία:

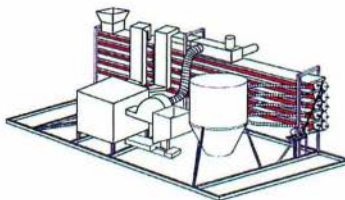
Στο ξηραντήριο τα μονωτικά πάνελ καλύπτουν περιφερειακά τους αεροθαλάμους και τους αγωγούς προσαγωγής αέρα έτσι ώστε να έχουμε τις μικρότερες δυνατές απώλειες θερμότητας, και διατήρηση της θερμοκρασίας.

### Γενικά:

Τα μονωτικά πάνελ σχήματος παπλώματος χρησιμοποιούνται για θερμομόνωση, ηχομόνωση , πυροπροστασία εσωτερικής και εξωτερικής τοιχοποιίας, χωρισμάτων γυψοσανίδας, στεγών, οροφών, σοφιτών .



## 7.Κοιλίες Μεταφοράς



Εικ.13 Κοιλίες Μεταφοράς - θέση τους στο ξηραντήριο

*Πίνακα 8.- Χαρακτηριστικά Τμήματος*

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Κοιλίες φτερού, βιομηχανικού τύπου
<u>Διαστάσεις</u>	D=200 mm, L=6 m
<u>Πιστοποίηση</u>	CE
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	-

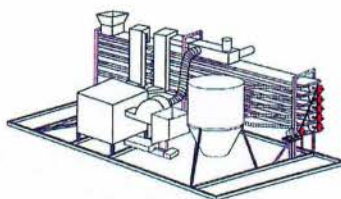
### Λειτουργία:

Οι κοιλίες είναι τοποθετημένοι μέσα στις διαδρομές του ξηραντηρίου και μεταφέρουν το προς επεξεργασία προϊόν από την εισαγωγή μέχρι την εξαγωγή των διαδρομών. Οι κοιλίες που χρησιμοποιούνται είναι μονής διαδρομής. Η μετάδοση κίνησης των κοιλιών γίνεται με την βοήθεια αλυσοτροχών, αλυσίδων και ενός μοτέρ μεγάλης ισχύος. Ανάμεσα στα πτερύγια της κάθε σπείρας υπάρχουν οι κουτάλες, οι οποίες βοηθούν στην ανάδευση του υλικού , έτσι ώστε να γίνεται ομοιόμορφη ξήρανση.

### Γενικά:

Οι κοιλίες έχουν ή μια ελαφρά γωνία ή είναι οριζόντιοι και χρησιμοποιούνται για την μεταφορά ημιστερεών υλικών αποτελεσματικά. Συνήθως χρησιμοποιούνται ως ρυθμιζόμενοι τροφοδοτές οι οποίοι τροφοδοτούν υλικό σε μηχανές επεξεργασίας με συγκεκριμένο ρυθμό. Οι κοιλίες με ελαφρά γωνία μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά για την μεταφορά υλικών.

## 8.Αλυσοτροχοί



Εικ.14 Αλυσοτροχοί - θέση τους στο ξηραντήριο

*Πίνακα 9.- Χαρακτηριστικά Τμήματος*

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Διπλοί αλυσοτροχοί
<u>Διαστάσεις</u>	$D_{εξ} = 200\text{mm}$
<u>Πιστοποίηση</u>	ISO 14001 ISO 9001
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	-

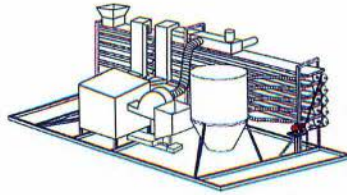
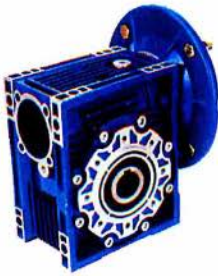
### Λειτουργία:

Στη διάταξη του ξηραντηρίου οι αλυσοτροχοί κινούνται μέσω των αλυσίδων , και αυτοί με τη σειρά τους δίνουν κίνηση στους κοχλίες μεταφοράς του προϊόντος. Η μετάδοση της κίνησης γίνεται μέσω ενός ισχυρού μοτέρ. Είναι διπλοί αλυσοτροχοί κατάλληλοι για μεγάλα φορτία.

### Γενικά:

Οι αλυσοτροχοί και γενικά οι τροχοί μετάδοσης κίνησης όπως οδοντωτοί κ.α. είναι κομμάτι άμεσα συνδεδεμένο με τη καθημερινότητά μας. Για να είναι εφικτή η λειτουργία τους θα πρέπει να «συνυπάρχουν» με την κατάλληλη αλυσίδα ώστε να υπάρξει το κατάλληλο αποτέλεσμα. Εάν η αλυσίδα και ο τροχός δεν ταιριάζουν και αυτό αφορά τις διαμέτρους , τότε η αλυσίδα θα ξεπερνάει τα δόντια του τροχού , θα «ξεσερνει» , όπως συνηθίζεται να λέγεται. Οι εφαρμογές τους είναι άπειρες στην καθημερινότητα μας.

## 9.Μειωτήρας στροφών



Εικ.15 Μειωτήρας στροφών - θέση του στο ξηραντήριο

*Πίνακα 10.- Χαρακτηριστικά Τμήματος*

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Ηλεκτρομειωτήρας 1:50 ορθογώνιου άξονα,
<u>Διαστάσεις</u>	-
<u>Πιστοποίηση</u>	CE
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	-

### Λειτουργία:

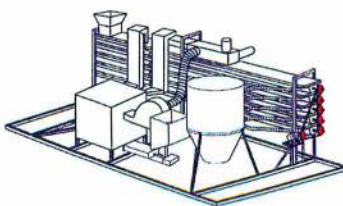
Για την κίνηση ή καλύτερα τη περιστροφή των κοχλιών μεταφοράς , χρησιμοποιείται το μοτέρ κίνησης. Για τη καλύτερη όμως και ελεγχόμενη ταχύτητα περιστροφής των κοχλιών χρησιμοποιείται ο μειωτήρας στροφών, έτσι μέσω της ταχύτητας περιστροφής και άρα και ταχύτητα μεταφοράς μπορεί να ρυθμιστεί και το ποσοστό υγρασίας που επιθυμούμε να έχει το τελικό προϊόν.

### Γενικά:

Το πρώτο στάδιο μιας τυπικής διαδικασίας μετάδοσης ισχύος είναι η μείωση (ή σπανιότατα η αύξηση) των στροφών του κινητήριου μοτέρ που συνδυάζεται συχνά με την αλλαγή του άξονα περιστροφής της μεταδιδόμενης κίνησης. Αυτή η πρώτη μετατροπή της κίνησης που παράγεται από την ενέργεια που μεταδίδει ένας κινητήρας στον άξονά του γίνεται από τους μειωτήρες στροφών. Ο άξονας περιστροφής της κίνησης που μεταδίδει ο μειωτήρας μπορεί να είναι παράλληλος, τεμνόμενος ή ασύμβατος με τον άξονα του κινητήρα.



## 10. Έδρανα Αλυστοτρογών



Εικ.16 Έδρανα αλυστοτρογών - θέση του στο ξηραντήριο

Πίνακα 11.- Χαρακτηριστικά Τμήματος

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Έδρανο με ρουλεμάν , βάση από μαντέμι.
<u>Διαστάσεις</u>	Φ35
<u>Πιστοποίηση</u>	CE
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	-

### Λειτουργία:

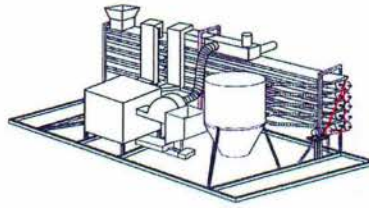
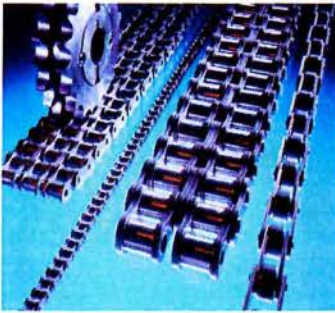
Στο ξηραντήριο τα έδρανα έχουν διπλή λειτουργία. Αφενός στηρίζουν δεξιά και αριστερά τους κοχλίες μεταφοράς καθώς αποτελούν αυτά τη βάση τους, αφετέρου με το ρουλεμάν επιτυγχάνεται η περιστροφική κίνηση των κοχλιών χωρίς φθορές.

### Γενικά:

Τα έδρανα χρησιμεύουν για να στηρίζουν και να οδηγούν κινούμενα τεμάχια, ιδιαίτερα άξονες και ατράκτους, να παραλαμβάνουν τις δυνάμεις που εμφανίζονται και να τις μεταφέρουν σε σταθερά μέρη όπως θεμέλια, κιβώτια μειωτήρων κλπ. Χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- τα έδρανα κύλισης
- τα έδρανα ολίσθησης

## 11.Αλυσίδες



Εικ.17 Αλυσίδες - θέση του στο ξηραντήριο

*Πίνακα 12.- Χαρακτηριστικά Τμήματος*

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Διπλή αλυσίδα
<u>Διαστάσεις</u>	1''
<u>Πιστοποίηση</u>	ISO ANSI
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	-

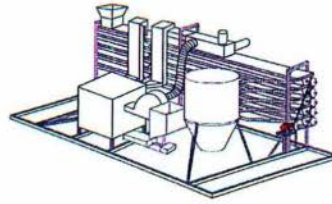
### Λειτουργία:

Στο ξηραντήριο οι αλυσίδες για τη μεταφορά της κίνησης από το μοτέρ στους αλυσοτροχούς και από εκεί στους κοχλίες μεταφοράς του προϊόντος. Οι διαστάσεις τους διαφέρουν ανάλογα με το πόσες διαδρομές υπάρχουν στο ξηραντήριο άρα και τον αριθμό των αλυσοτροχών.

### Γενικά:

Οι Αλυσίδες Κίνησης είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος αλυσίδα και χρησιμοποιείται σε συνεργασία με τα οδοντωτά γρανάζια για την μετάδοση κίνησης. Οι διαστάσεις τους (βήμα κλπ.) είναι ανάλογες με τα οδοντωτά γρανάζια τόσο στις μονές όσο και στις διπλές και τριπλές αλυσίδες.

## 12.Μοτέρ με inverter



Εικ.18 Μοτέρ - θέση του στο ξηραντήριο

*Πίνακα 13.- Χαρακτηριστικά Τμήματος*

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	4kW, με inverter MINUS
<u>Διαστάσεις</u>	-
<u>Πιστοποίηση</u>	CE
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	-

### Λειτουργία:

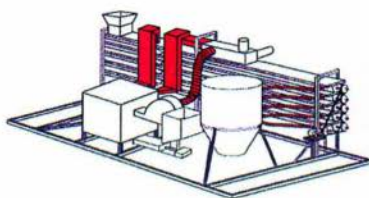
Στο ξηραντήριο το μοτέρ δίνει κίνηση στα επιμέρους τμήματα όπως αλυσίδες, αλυσοτροχοί και κοιλίες, έτσι ώστε να επιτευχθεί η κίνηση του προϊόντος μέσα στους αεροθαλάμους και η θέρμανση-ξηρανσή του.

### Γενικά:

Ο ηλεκτρικός κινητήρας ή ηλεκτροκινητήρας, (motor, κοινώς μοτέρ), είναι διάταξη που χρησιμοποιείται για την μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική ενέργεια, που τυγχάνει εξαιρετικής εκμετάλλευσης από τις βιομηχανίες. Σε έναν ηλεκτρικό κινητήρα συνεχούς ρεύματος συνυπάρχουν τα φαινόμενα του κινητήρα και της γεννήτριας αφού ουσιαστικά είναι η ίδια μηχανή αλλά με διαφορετική ροή ενέργειας (Μηχανική ενέργεια -> Ηλεκτρική ενέργεια).



### 13.Αεραγωγοί προσαγωγής – απαγωγής θερμού αέρα



Εικ.19 Αεραγωγοί - θέση τους στο Ξηραντήριο

Πίνακα 14.- Χαρακτηριστικά Τμήματος

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Τετράγωνοι αεραγωγοί, γαλβανιζέ
<u>Διαστάσεις</u>	Πάχος λαμαρίνας =1,25 mm
<u>Πιστοποίηση</u>	CE
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	Πάχος 2mm

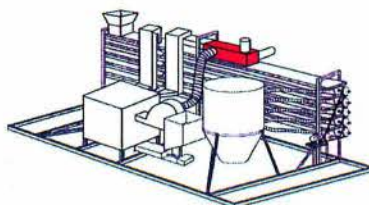
#### Λειτουργία:

Οι αεραγωγοί αποτελούν διαδρομές οδήγησης του θερμού αέρα μέσα στους αεροθαλάμους καθώς και απαγωγής του από τον εναλλάκτη για την εισαγωγή τους και πάλι στο χώρο καύσης.

#### Γενικά:

Οι αεραγωγοί τυγχάνουν ευρείας χρήσης καθώς χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές της καθημερινότητας όπως για την προσαγωγή –απαγωγή αέρα σε τζάκια, αυτοκίνητα, και σε όλα τα κτίρια στην εγκατάσταση του κλιματισμού.

## 14.Εναλλάκτης καυσαερίων



Εικ.20 Εναλλάκτης - θέση του στο ξηραντήριο

Πίνακα 15.- Χαρακτηριστικά Τμήματος

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Εναλλάκτης καυσαερίων τετραγωνικής εξωτερικής διατομής με εσωτερικά τούμπα
<u>Διαστάσεις</u>	Διατομή Εσ. Σωλήνα: Φ75
<u>Πιστοποίηση</u>	CE
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	Ανοξειδωτος χάλυβας, 1mm

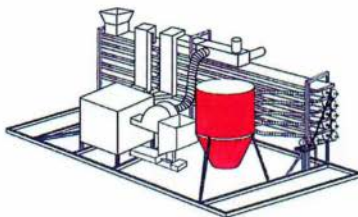
### Λειτουργία:

Στο ξηραντήριο ο εναλλάκτης εκμεταλλεύεται τα καυσαέρια από την έξοδο του αερολέβητα και με απαγωγή θερμότητας αποστέλλει θερμό αέρα ξανά μέσα στο χώρο καύσης με τη βοήθεια του ανεμιστήρα. Ανακτά δηλαδή την ενέργεια που χάνεται στα καυσαέρια, και έτσι μειώνονται και οι ρύποι στο περιβάλλον.

### Γενικά:

Ο εναλλάκτης θερμότητας είναι μια συσκευή που προσφέρει κατάλληλη επιφάνεια ανταλλαγής θερμικής ενέργειας μεταξύ δυο ρευστών. Πιο ειδικά ο εναλλάκτης καυσαερίων, είναι η συσκευή όπου τα ζεστά καυσαέρια προσφέρουν τη θερμική τους ενέργεια σε άλλο ρευστό ή και αέριο. Κατά την λειτουργία του εναλλάκτη καυσαερίων η χαμηλή θερμοκρασία που οφείλεται στο εισερχόμενο αέριο, προκαλεί συμπύκνωση των υδρατμών που εμπεριέχονται στα καυσαέρια.

## 15.Κυκλώνας



Εικ.21 Κυκλώνας - θέση του στο ξηραντήριο

*Πίνακα 16. - Χαρακτηριστικά Τμήματος*

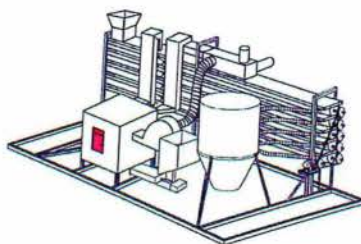
<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Απλό κυκλωνικό σύστημα,φυγοκεντρικου διαχωριστη
<u>Διαστάσεις</u>	-
<u>Πιστοποίηση</u>	CE
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	-

### Λειτουργία:

Η λειτουργία του στο ξηραντήριο δεν διαφέρει από τη γενική του χρήση. Ένας κυκλώνας βοηθάει στην αντιμετώπιση εκπομπής σκόνης και σωματιδίων κατά τη παραγωγική διαδικασία. Τοποθετείται συνήθως στην έξοδο, ή όπως στη συγκεκριμένη περίπτωση στο άκρο κάθε διαδρομής, και πριν από την διοχέτευση στην ατμόσφαιρα μέσω καμινάδας. Ένας κυκλώνας αποτελείται από τον αγωγό εισόδου, το κυλινδρικό τμήμα, το κωνικό τμήμα, το δοχείο συλλογής και τον αγωγό εξόδου. Το αέριο προερχόμενο από τον αγωγό εισόδου, κινείται εφαιπτομενικά στο κυλινδρικό μέρος του κυκλώνα και συνεχίζει διαγράφοντας σπειροειδή, προς τα κάτω, τροχιά με προσεγγιστικά σταθερή διάμετρο. Η ελικοειδής τροχιά συνεχίζεται και στο κωνικό τμήμα όπου η διάμετρος είναι συνεχώς ελαττούμενη, μέχρι να καταλήξουν στο δοχείο συλλογής.



## 16. Ηλεκτρολογικός πίνακας



Εικ.22 Ηλεκτρολογικός πίνακας

Πίνακα 17.- Χαρακτηριστικά Τμήματος

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Τριφασικός ηλεκτρολογικός πίνακας, με ξεχωριστά κομβία
<u>Διαστάσεις</u>	-
<u>Πιστοποίηση</u>	CE
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	-

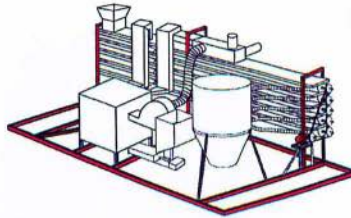
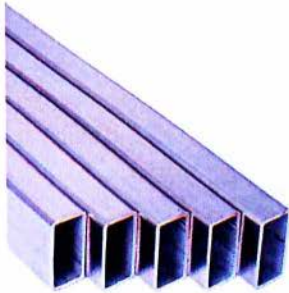
### Λειτουργία:

Μέσω του ηλεκτρολογικού πίνακα στο ξηραντήριο ρυθμίζονται οι αυτοματισμοί που αφορούν : τον καυστήρα του λέβητα, δηλαδή κοχλία τροφοδοσίας και φυσητήρα καυστήρα, τον ανεμιστήρα αερολέβητα και τέλος την λειτουργία του μοτέρ με το inverter. Επίσης υπάρχει διακόπτης επιλογής χειροκίνητης και αυτόματης λειτουργίας. Ο πίνακας περιέχει ένα ηλεκτρονικό θερμόμετρο που μας δείχνει την θερμοκρασία του αέρα στους αεροθαλάμους και έναν διακόπτη χειροκίνητης αλλαγής της ταχύτητας περιστροφής του μοτέρ.

### Γενικά:

Οι ηλεκτρολογικοί πίνακες χρησιμοποιούνται σε όλες τις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις.

## 17.Πλαίσιο στήριξης κατασκευής



Εικ.23 Πλαίσιο στήριξης κατασκευής-θέση του στο ξηραντήριο

*Πίνακα 18. - Χαρακτηριστικά Τμήματος*

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Πλαίσιο από γαλβανιζέ κοίλοδοκό 100x40x3
<u>Διαστάσεις</u>	6.50 m x 2.00 m
<u>Πιστοποίηση</u>	CE
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	-

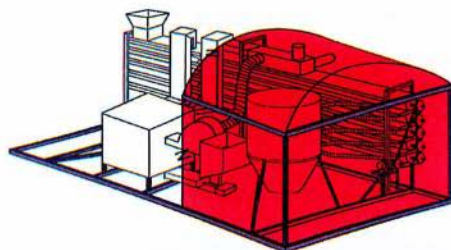
### Λειτουργία:

Το πλαίσιο αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία κατασκευάζεται η υπόλοιπη διάταξη. Κατασκευάζεται μετά από συγκόλληση των κοίλων δοκών μεταξύ τους, και όχι σύνδεση με κοχλίες ώστε να μην υπάρχει αποσύνδεση λόγω των κραδασμών που δημιουργούνται από τους κοχλίες μεταφοράς.

### Γενικά:

Τα πλαίσια χρησιμοποιούνται στις περισσότερες κατασκευές για να στηρίζουν, αποτελούν τα λεγόμενα «νεύρα» , προσδίδουν αντοχή και σχήμα.

## 18.Στέγαστρο κατασκευής



Εικ.24 Στέγαστρο κατασκευής-θέση του στο ξηραντήριο

*Πίνακα 19.- Χαρακτηριστικά Τμήματος*

<u>Χαρακτηριστικά</u>	
<u>Τύπος</u>	Στέγαστρο από λαμαρίνα 1.25mm
<u>Διαστάσεις</u>	6.50 m x 2.00 m x 2.50 m
<u>Πιστοποίηση</u>	CE
<u>Άλλα χαρακτηριστικά</u>	-

### Λειτουργία:

Το στέγαστρο είναι κατασκευασμένο από γαλβανιζέ έλασμα 1mm, τα κάθετα τμήματα είναι διαμορφωμένα σε στραντζόπρεσσα για τη δημιουργία νεύρων, (σε σχήμα Χ). Η σύνδεση μεταξύ τους γίνεται με αυτοδιάτρητες βίδες. Μέσα από το στέγαστρο υπάρχει κατάλληλος σκελετός που περιλαμβάνεται στο πλαίσιο της κατασκευής.

### Γενικά:

Τα στέγαστρα γενικά παρέχουν προστασία στις κατασκευές είτε από καιρικές συνθήκες, ειδικά σε κατασκευές όπως το ξηραντήριο που τοποθετούνται σε εξωτερικούς χώρους, είτε από άλλους εξωτερικούς παράγοντες. Στέγαστρα χρησιμοποιούνται πολλές φορές αντί για γκαράζ σε αυτοκίνητα, ή σε χώρους αποθήκευσης αγαθών.



### 3.2 Μεθοδολογία Κατασκευής Ξηραντηρίου (Μακέτα παρουσίασης)

Η κατασκευή του μικρού ξηραντηρίου που προορίζεται για επίδειξη και μόνο, διαφέρει από τη κατασκευή ενός πραγματικού. Στο μικρό ξηραντήριο έχουν αφαιρεθεί κάποια τμήματα και έχουν προστεθεί άλλα, ώστε να μην είναι χρονοβόρα η επίδειξη και να είναι απλούστερη η προετοιμασία.

Τα τμήματα τα οποία έχουν διαφοροποιηθεί είναι τα παρακάτω:

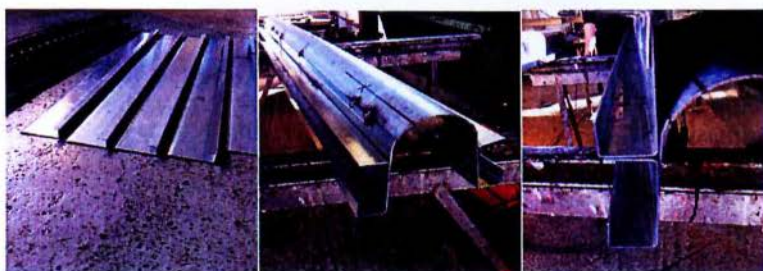
- Στη θέση του αερολέβητα τοποθετήθηκε ένας εναλλάκτης λαδιού. Η αλλαγή αυτή ωφελεί στο να είναι γρηγορότερη η θέρμανση του αέρα που εισέρχεται στις διαδρομές, να μην χρειαστεί έναυση φωτιάς μέσα στην αίθουσα καθώς λειτουργεί με αντίσταση, και να μην υπάρξουν καυσαέρια μέσα στο χώρο επίδειξης. Αυτό συνεπάγεται ότι δεν θα υπάρχει επίσης σιλό τροφοδοσίας ούτε και εναλλάκτης καυσαερίων, καθώς όλα αυτά τα αναπληρώνει ο εναλλάκτης λαδιού που έχει τοποθετηθεί.
- Για να είναι ορατός και ξεκάθαρος ο τρόπος λειτουργίας επίσης δεν θα τοποθετηθούν σε όλο το μήκος των διαδρομών μονωτικά πανέλα, μόνο σε ένα μικρό τμήμα, και επίσης το στέγαστρο δεν θα καλύπτει όλη τη κατασκευή για να είναι ευκολότερη η πρόσβαση σε οποιοδήποτε τμήμα του ξηραντηρίου. Οι διαστάσεις της κατασκευής είναι 1.50m x 0.80m x 1.50m (μήκος x πλάτος x ύψος) όποτε είναι εύκολα κατανοητό ότι εάν ήταν καλυμμένη με στέγαστρο δεν θα ήταν ορατά τα διάφορα τμήματά της.
- Τέλος, η λαμαρίνα που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή είναι σαφώς πιο λεπτή από αυτή που χρησιμοποιείται στη κανονική έκδοση, έτσι ώστε να είναι ελαφρύτερη και να διαμορφώνεται πιο εύκολα.

Η κατασκευή του ξηραντηρίου χωρίζεται σε 7 επιμέρους τμήματα:

1. Κατασκευή διαδρομών
2. Κατασκευή κοχλίων μεταφοράς
3. Κατασκευή πλαισίου στήριξης
4. Κατασκευή εναλλάκτη λαδιού
5. Κατασκευή κυκλώνα
6. Κατασκευή ηλεκτρολογικού πίνακα

### 1.Κατασκευή διαδρομών

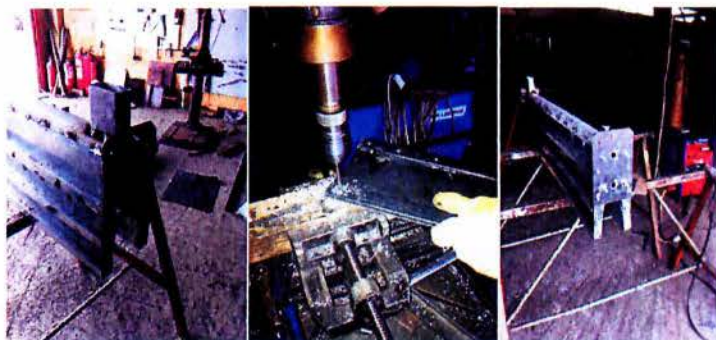
Για την κατασκευή των τοιχωμάτων των διαδρομών χρησιμοποιήθηκε μεταλλικό έλασμα πάχους 2mm. Για τον πάτο της διαδρομής χρειάστηκε να κοπεί σωλήνας 2'' ακριβώς στη μέση με τη χρήση πλάσματος. Χρησιμοποιήθηκε σωλήνας διότι δεν ήταν εφικτό το κυλίνδρισμα λαμαρίνας σε τόσο μικρή διάμετρο όσο απαιτούσε η κατασκευή. Τα τοιχώματα κόπηκαν σε υδραυλικό ψαλίδι και διαμορφώθηκαν με υδραυλική στραντζόπρεσσα. Η ένωση πραγματοποιήθηκε με ηλεκτροσυγκόλληση, και επάνω στη κάθε διαδρομή τοποθετήθηκαν οι βάσεις για να στερεωθεί η επόμενη. Στο τέλος κάθε διαδρομής ανοίχθηκε ορθογώνια οπή για την μεταφορά του υλικού στην επόμενη διαδρομή.



Εικ. 25 Κατασκευή και τοποθέτηση διαδρομών-αεροθαλάμων.

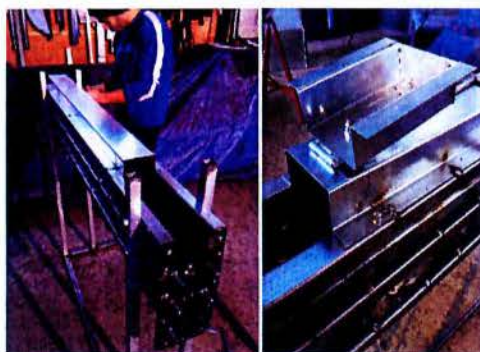
Στη συνέχεια κατασκευάστηκαν οι φλάντζες για την κάλυψη των πλαινών στις διαδρομές και αργότερα τη στήριξη των κοχλίων. Για τις φλάντζες χρησιμοποιήθηκε λάμα 30x5 για να στηρίζει και να συγκρατήσει ενωμένες τις διαδρομές και έλασμα 5 mm για να το καλύψει. Το έλασμα συγκρατείται με τη λάμα με τη βοήθεια κοχλίων M8x25,

αντοχής 8.8. Η διάτρηση έγινε σε επιτραπέζιο δράπανο. Επάνω στις φλάντζες δημιουργήθηκαν οπές μέσα από τις οποίες θα περάσουν οι κοχλίες μεταφοράς και επίσης κολλήθηκαν ντίζες M10 για τη τοποθέτηση αργότερα των κουζινέτων.



Εικ. 26 Κατασκευή και τοποθέτηση φλαντζών.

Τέλος, στη πρώτη διαδρομή τοποθετήθηκε κάλυμμα από λαμαρίνα πάχους 1mm, που διαμορφώθηκε στη στραντζόπρεσσα, μέρος του οποίου κόπηκε ώστε να ωφελήσει σαν καπάκι για την επίβλεψη της λειτουργίας.



Εικ. 27 Δημιουργία καλύμματος και θύρας επιθεώρησης.



## 2. Κατασκευή κοχλιών μεταφοράς

Για τη κατασκευή των κοχλιών μεταφοράς χρησιμοποιήθηκαν σπείρες πλάτους 7cm και μέσα από αυτές περάστηκαν σωλήνες ½". Η ένωση έγινε με ηλεκτροσυγκόλληση ενώ η κοπή των απαραίτητων τμημάτων σωλήνων έγινε με πριονοκορδέλα. Στα άκρα των σωλήνων δημιουργήθηκε οπή Φ8 για τη συγκράτηση μικρών τμημάτων αξόνων Φ16, τα οποία ωφελούν στη στήριξη με κουζινέτα και στη στήριξη των αλυσοτροχών.



Εικ. 28 Κατασκευή κοχλιών μεταφοράς

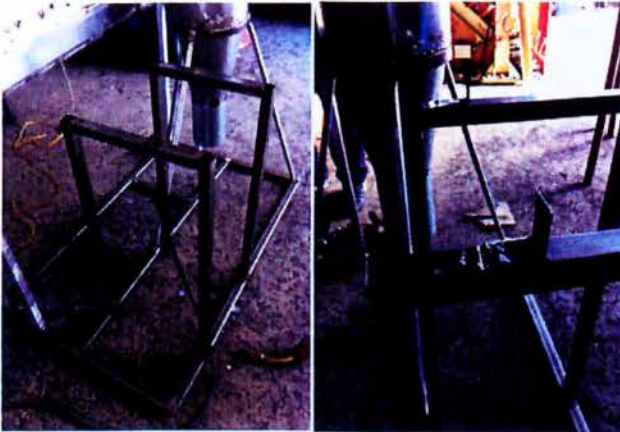
## 3. Κατασκευή πλαισίου στήριξης

Για τη κατασκευή του πλαισίου στήριξης χρησιμοποιήθηκαν στραντζαριστά 30x30 και κοίλοι δοκοί 30x30, τα τμήματα των οποίων κόπηκαν στη πριονοκορδέλα, και ενώθηκαν μεταξύ τους με ηλεκτροσυγκόλληση. Οι διαδρομές συγκρατούνται επάνω στους κοιλοδοκούς του πλαισίου με τη βοήθεια κοχλιών M8x40. Οι οπές στις διαδρομές δημιουργήθηκαν με δράπανο χειρός. Τα παξιμάδια, σε κάθε περίπτωση, είναι ασφαλείας.



Εικ. 29 Κατασκευή πλαισίου στήριξης και κορμού διαδρομών.

Στη συνέχεια δημιουργήθηκε το πλαίσιο πάνω στο οποίο θα στηριχθεί ο εναλλάκτης λαδιού, επίσης από σφαιρικό 30x30.

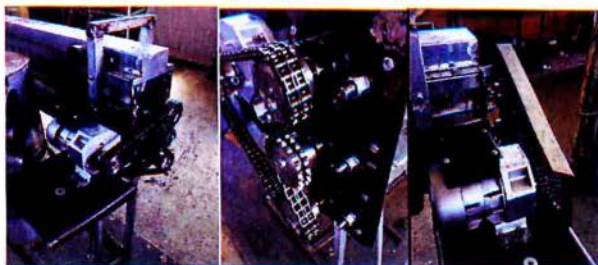


Εικ. 30 Κατασκευή πλαισίου στήριξης εναλλάκτη.

Επάνω στο πλαίσιο στήριξης τοποθετείται και το σύστημα μετάδοσης κίνησης των κοχλιών, το οποίο περιλαμβάνει αλυσίδα ,μοτέρ και τους οδοντωτούς τροχούς. Για την αποφυγή ατυχήματος τοποθετήθηκε και κάλυμμα γύρω από την αλυσίδα κατασκευασμένο από έλασμα γαλβανιζέ 1,5 mm και διάτρητη ίδιου πάχους. Το πλαίσιο πάνω στο οποίο τοποθετήθηκε το μοτέρ είναι κατασκευασμένο από έλασμα 5 mm για ισχυρή στήριξη, λόγω πιθανών ταλαντώσεων από την αλυσίδα.



Είναι πολύ σημαντικό να δοθεί προσοχή στην ευθυγράμμιση των τροχών της αλυσίδας ώστε να λειτουργεί σωστά χωρίς ταλαντώσεις.



Εικ. 31 Πλαίσιο μετάδοσης κίνησης.

#### 4. Κατασκευή εναλλάκτη θερμότητας

Ο εναλλάκτης που χρησιμοποιήθηκε στο ξηραντήριο της επίδειξης, αποτελεί απλή μορφή εναλλάκτη τύπου κελύφους αυλών. Αποτελείται, από εξωτερικό και εσωτερικό χώρο. Στον εσωτερικό χώρο έχει τοποθετηθεί λάδι καθώς και οι αντιστάσεις οι οποίες θα θερμαίνουν το λάδι. Στον εξωτερικό χώρο, περνάει ο αέρας αναρρόφησης ο οποίος οδηγείται στους αυλούς που υπάρχουν στον εσωτερικό χώρο του εναλλάκτη.

Με τη χρήση του λαδιού και της αντίστασης επιτυγχάνεται η γρήγορη αύξηση της θερμοκρασίας και η αποφυγή έναυσης φωτιάς, ώστε να γίνει επίδειξη χωρίς κανένα κίνδυνο, αλλά και χωρίς ύπαρξη καυσαερίων.



Εικ. 32 Κατασκευή εναλλάκτη θερμότητας.

Για την αποφυγή διαρροής, έγιναν πολλαπλοί έλεγχοι με πίεση αέρα και υδραυλική. Επίσης, επάνω στον εναλλάκτη τοποθετήθηκε δοχείο διαστολής λαδιού, και θερμομότρο για τον έλεγχο της θερμοκρασίας.



## 5. Κατασκευή κυκλώνα

Ο κυκλώνας αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κομμάτι του ξηραντηρίου καθώς βοηθάει στην αντιμετώπιση της εκπομπής σκόνης και σωματιδίων. Η κατασκευή αποτελείται από τρεις κυλίνδρους διαφορετικών διαμέτρων και ένα κώνο, ο οποίος ενώνει το επάνω με το κάτω μέρος του κυκλώνα. Στο σώμα του κυκλώνα έχουν δημιουργηθεί οπές από τις οποίες διέρχονται τα καυσάερια και μετά το φιλτράρισμα διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα. Τα σωματίδια και η σκόνη, λόγω του σχήματος του εναλλάκτη διοχετεύονται σε κάδο που βρίσκεται στο κάτω μέρος του κυκλώνα.



Εικ. 33 Κατασκευή σώματος κυκλώνα.

Για τη στήριξη του κυκλώνα κατασκευάστηκε δακτύλιος περιμετρικά του σώματος του κυκλώνα και σωλήνα  $\frac{1}{2}$ '' για τα πόδια του στηρίγματος. Για την διαμόρφωση των επιμέρους τμημάτων χρησιμοποιήθηκε κύλινδρος και στραντζόπρεσσα.

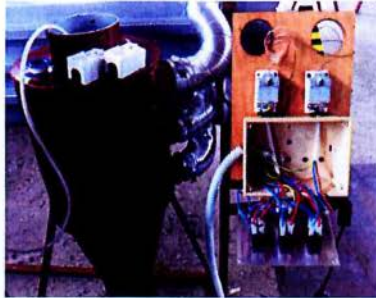


Εικ. 34 Κατασκευή πλαισίου στήριξης κυκλώνα.

## 6.Κατασκευή ηλεκτρολογικού πίνακα

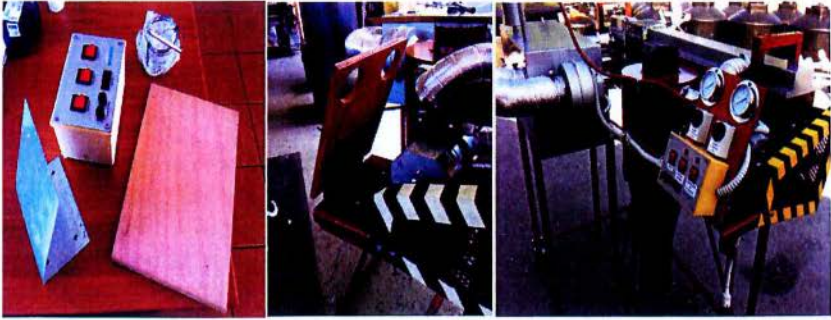
Ο ηλεκτρολογικός πίνακας αποτελεί τον «εγκέφαλο» του ξηραντηρίου, καθώς μέσω αυτού γίνονται όλες οι απαραίτητες ρυθμίσεις για τη λειτουργία του. Επάνω στον ηλεκτρολογικό πίνακα έχουν τοποθετηθεί θερμομέτρα για την ένδειξη θερμοκρασίας του εισερχόμενου αέρα στις διαδρομές και τη θερμοκρασία λαδιού στο χώρο του εναλλάκτη.

Επίσης, έχουν τοποθετηθεί επάνω δύο θερμοστάτες που ρυθμίζουν πότε θα ξεκινάει η κίνηση των κοχλιών και του ανεμιστήρα και πότε θα σταματήσει να λειτουργεί η αντίσταση, αντίστοιχα. Έτσι, πάνω από την επιθυμητή θερμοκρασία του λαδιού ξεκινάει η κίνηση των κοχλιών και του ανεμιστήρα και όταν φθάσει η θερμοκρασία στο ανώτατο επιθυμητό όριο παύει να λειτουργεί η αντίσταση για να μην έχουμε βρασμό του λαδιού. Έπειτα λειτουργεί μόνο το μοτέρ και ο ανεμιστήρας και το ξηραντήριο παράγει κανονικά.



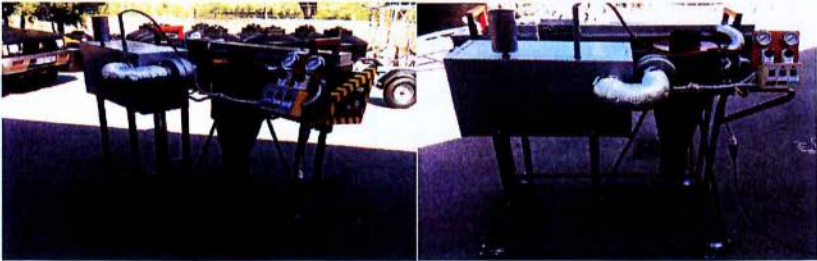
Εικ.35 Συνδεσμολογία και στοιχεία ηλεκτρολογικού πίνακα

Ο ηλεκτρολογικός πίνακας κατασκευάστηκε από κόντρα πλακέ θαλάσσης (σώμα) και τοποθετήθηκε με λαμαρίνα 2mm επάνω στο ξηραντήριο. Η αντίσταση που θερμαίνει το λάδι είναι 1500W, και τοποθετήθηκαν οι ανάλογοι λαμπτήρες και φωτιζόμενοι διακόπτες επάνω στο πίνακα για τη σωστή ένδειξη λειτουργίας. Οι αισθητήρες που δίνουν τη θερμοκρασία του αέρα και του λαδιού είναι μονωμένοι όσο αφορά το τμήμα που βρίσκεται εκτεθειμένο στο περιβάλλον. Επίσης, έχουν τοποθετηθεί ασφάλειες 10A για τη προστασία της συσκευής και του προσωπικού.



Εικ.36 Κατασκευή ηλεκτρολογικού πίνακα

Επίσης, μόνωση έχει τοποθετηθεί σε όλα τα καλώδια του πίνακα και έχουν δεθεί με δεματικά επάνω στο ξηραντήριο, για να μην υπάρχουν εκτεθειμένα.



Εικ.37 Ολοκληρωμένο ξηραντήριο (μακέτα παρουσίασης)



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ**

### **4.1 Ιδιότητες που αφορούν τη ποιότητα του πυρηνόξυλου.**

#### **Υγρασία**

Η ποσότητα υγρασίας που υπάρχει μέσα σε ένα στερεό μπορεί να εκφραστεί είτε σε υγρή βάση είτε σε ξηρή βάση, σε μορφή δεκαδική είτε εκατοστιαία. Η περιεκτικότητα υγρασίας σε υγρή βάση (υ.β. ή w.b.) Μ είναι το βάρος της περιεχόμενης υγρασίας του προϊόντος ανά μονάδα βάρους του μη αποξηραμένου, υγρού στερεού ,και ισούται με[6]:

$$M = \frac{W(t)-W(d)}{W(t)} = \dots \% (4.1)$$

Όπου,

W(t) το μη αποξηραμένο προϊόν (ελαιοπυρήνα με 50% υγρασία, τελικό προϊόν ελαιοτριβείου)

W(d) το αποξηραμένο προϊόν (πυρηνόξυλο, τελικό προϊόν ξηραντηρίου)

*Πίνακα 20.-Υγρασία σε υγρή βάση (μέτρηση σε φούρνο)*

Αριθμός Δείγματος	Μφ(%)	Μάζα που αφαιρέθηκε (gr)	Wφ(d) (gr)	Xφ(%)
Δείγμα 1	51,2%	51,2	48,8	104,9
Δείγμα 2	52,5%	52,5	47,5	110,5
Δείγμα 3	50,1%	50,1	49,9	100,4
Μέσος όρος	51,2%	51,2	48,73	105,26

#### **Διαδικασία Μέτρησης**

Η ποσότητα αρχικού προϊόντος που μετρήθηκε ήταν 100 γρ ώστε να είναι ευκολότερος ο υπολογισμός επί τις εκατό της υγρασίας. Ο ελαιοπυρήνας ,όπως αναφέρεται και στην εισαγωγή, αποτελεί τελικό προϊόν των ελαιοτριβείων με 50% υγρασία, όπως προκύπτει και από τον υπολογισμό.

Λήφθηκαν 3 δείγματα για μέτρηση της υγρασίας. Θερμάνθηκαν σε φούρνο για 1min κάθε φορά, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης, και στο τέλος μετράται το βάρος, μέχρις ότου μετά από θέρμανση, το βάρος να είναι ίδιο με τη προηγούμενη μέτρηση, πράγμα που σημαίνει ότι πλέον αφαιρέθηκε όλη η ποσότητα υγρασίας.

Πίνακα 21.-Υγρασία σε υγρή βάση (μέτρηση σε ξηραντήριο)

Αριθμός Δείγματος	Μξ(%)	Μάζα που αφαιρέθηκε (gr)	Wξ(d) gr	Xξ(%)
Δείγμα 1	35,5	35,5	64,5	55
Δείγμα 2	34,7	34,7	64,3	55,5
Δείγμα 3	35,1	35,1	64,9	54,1
Μέσος όρος	35,1	35,1	65,56	54,86

### Διαδικασία Μέτρησης

Ζυγίζεται συγκεκριμένη ποσότητα προϊόντος που εισάγεται στο ξηραντήριο και μετράται η ίδια στην έξοδό του. Η διαφορά αποτελεί την υγρασία σε υγρή βάση που αφαιρέθηκε κατά τη ξήρασή του.

Έχοντας τις μέσες τιμές που προέκυψαν από τις 2 πειραματικές μετρήσεις, μπορεί να υπολογιστεί το ποσοστό της υγρασίας του τελικού προϊόντος :

$$Y = M\varphi - M\xi = 51,2\% - 35,1\% = 16,1\% \text{ v. } \beta.$$

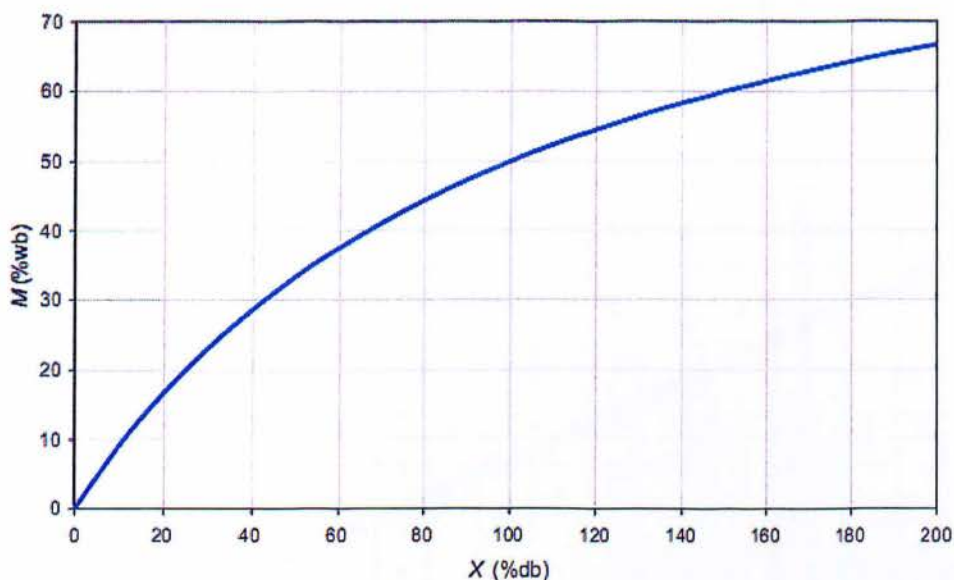
Η περιεκτικότητα υγρασίας σε ξηρή βάση (ξ.β. ή d.b.) X είναι το βάρος της περιεχόμενης υγρασίας του προϊόντος ανά μονάδα βάρους του αποξηραμένου στερεού, και ισούται με [6]:

$$X = \frac{w(t) - w(d)}{w(d)} = \dots \% (4.2)$$

Η περιεκτικότητα υγρασίας σε υγρή βάση συνδέεται με την αντίστοιχη σε ξηρή βάση με τις ακόλουθες σχέσεις[6]:

$$M = 1 - \left(\frac{1}{X+1}\right) \quad (4.3) \quad \text{και} \quad X = \left(\frac{1}{1-M}\right) - 1 \quad (4.4)$$

Η σχέση μεταξύ των δύο εκφράσεων της περιεκτικότητας υγρασίας σε διαγραμματική μορφή φαίνεται στο σχήμα παρακάτω . Η μορφή της περιεκτικότητας υγρασίας σε υγρή βάση χρησιμοποιείται συνήθως για εμπορικούς λόγους ενώ η μορφή της σε ξηρή βάση τείνει να εδραιωθεί για χρήση σε επιστημονικές και ερευνητικές εφαρμογές. Τούτο επειδή υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ μεταβολής βάρους και ποσοστιαίας μεταβολής υγρασίας σε ξηρή βάση.



**Διάγραμμα 1: Περιεκτικότητα υγρασίας σε υγρή βάση σε συνάρτηση με τη περιεκτικότητα υγρασίας σε ξηρή βάση,  $M\% = f(X\%)$ . Πηγή: [6]**

Για να υπολογιστεί το ποσοστό υγρασίας που εξατμίζεται κάθε χρονική στιγμή ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

- Με τις δεδομένες στροφές του μοτέρ, άρα και τη ταχύτητα διέλευσης του προϊόντος μέσα στις διαδρομές, μετράται ο χρόνος εκροής από την αρχή έως το τέλος της διεργασίας.

$$t = 30 \text{ min}$$

- Γνωρίζουμε από την κατασκευή ότι το μήκος διαδρομών είναι 30 m, 5 διαδρομές των 6 m.

$$x = 30 \text{ m}$$

- Στο χρονικό αυτό διάστημα και ύστερα από την παραπάνω μέθοδο μέτρησης υγρασίας γνωρίζουμε ότι αφαιρέθηκε 35% υγρασία από το αρχικό προϊόν.
- Η ταχύτητα διέλευσης του προϊόντος μέσα από τις διαδρομές είναι:

$$u = \frac{x}{t} = \frac{30 \text{ m}}{30 \text{ min}} = 1 \text{ m/min} \text{ ή } 0,016 \text{ m/s}$$

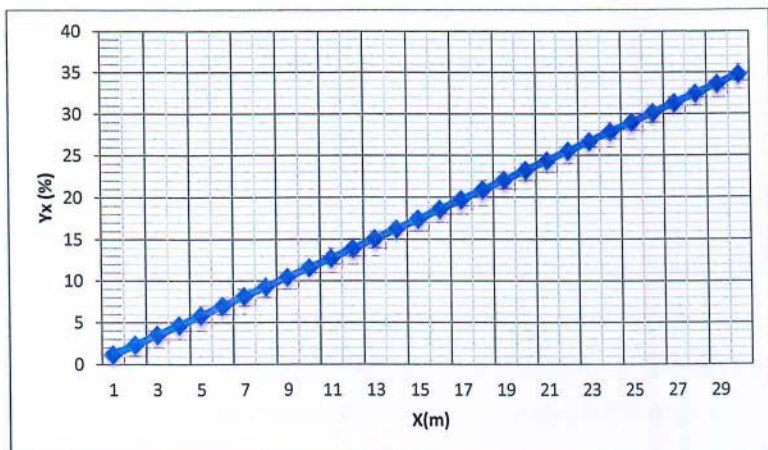
- Άρα, το ποσοστό υγρασίας ανά μέτρο και χρόνο είναι:

$$Y(x, t) = \frac{35\%}{30} = 1,16 \text{ \%/m και } 1,16\%/\text{min}$$



Η σχέση που συνδέει το ποσοστό υγρασίας με τη μετατόπιση και το χρόνο είναι γραμμική συνάρτηση:

$$Y = a \times X$$



**Διάγραμμα 2: Ποσοστό υγρασίας συναρτήσει της μετατόπισης,  $Y_x(\%)=f(x)$**

**Πηγή:[6]**

### **Πυκνότητα**

Η πυκνότητα και το πορώδες είναι δύο παράμετροι οι οποίες επηρεάζουν την ποιότητα των αφυδατωμένων αγροτικών προϊόντων. Αυτό συμβαίνει διότι το πορώδες επηρεάζει τον τρόπο προσρόφησης της υγρασίας κατά την περαιτέρω διαδικασία και χρήση.

Ο υπολογισμός της πυκνότητας βασίζεται στην παρακάτω σχέση:

$$p = \frac{m}{v} = \dots \text{kg/lt (4.5)}$$

Όπου,

m η μάζα του δείγματος

V ο φαινόμενος όγκος

### **Διαδικασία Μέτρησης**

Σε ογκομετρικό σωλήνα τοποθετείται νερό και λαμβάνεται η αρχική τιμή όγκου από την ένδειξη. Ύστερα βυθίζεται στο σωλήνα 1Kg δείγματος επεξεργασμένου ελαιοπυρήνα (πυρηνόξυλου) και λαμβάνεται η τελική τιμή όγκου σύμφωνα με την

ένδειξη στο σωλήνα. Η διαφορά τους αποτελεί τον φαινόμενο όγκο του πυρηνόξυλου για μάζα 1kg.

*Πίνακα 22.-Μέτρηση πυκνότητας (δείγματα ξηραντηρίου)*

Αριθμός δείγματος	Μάζα (kg)	Όγκος (L)	Πυκνότητα (Kg/L)
Δείγμα 1	1	1,28	0,78
Δείγμα 2	1	1,24	0,81
Δείγμα3	1	1,26	0,79
Μέσος όρος	1	1,26	<b>0,793</b>

Η πυκνότητα του πυρηνόξυλου που προέκυψε (0,793kg/L) συμπίπτει με τη θεωρητική που αναφέρεται στους συγκριτικούς πίνακες της εισαγωγής (0,8kg/L).

### **Θερμογόνος δύναμη**

#### Στοιχειομετρική ανάλυση

Με βάση υπάρχουσες αναλύσεις το ξυλάδες μέρος ανέρχεται περίπου στο 55% του βάρους του, ενώ το υπόλοιπο 45% είναι η σκόνη ( ψύχα και φλούδα ). Επίσης πρέπει να αναφέρουμε ότι υπάρχει και ένα ποσοστό λαδιού, της τάξης του 0,5% έως 1,2% ( επί ξηρού ), το οποίο δεν έχει παραληφθεί κατά την παραγωγική διαδικασία εκχύλισης στο Πυρηνελαιουργείο και παραμένει σαν υπόλειμμα λαδιού στο πυρηνόξυλο.

Το ειδικό βάρος του «χύδην» υλικού κυμαίνεται από 780 – 800 Kgr / m<sup>3</sup> και η υγρασία του συνήθως απο 12% - 15%, ενώ απο την εμπειρία έχει προκύψει ότι το άνω όριο υγρασίας για ικανοποιητική καύση είναι το 18%.

Η σύνθεση του σαν καύσιμο είναι περίπου ίδια με αυτήν του ξύλου και σύμφωνα με τις υπάρχουσες αναλύσεις (ΕΜΠ 1981 και ΕΜΠ 2000) έχει όπως παρακάτω [6] :

- Άνθρακας (C): 49,7%-50,1%
- Υδρογόνο (H) : 6,0%-7,0%
- Άζωτο (N): 1,1%-1,6%
- Θείο (S): αμελητέο ( 0,01%-0,08%)
- Οξυγόνο (O) : 38,1%-38,8%





### Παράδειγμα θέρμανσης μονοκατοικίας 100m<sup>2</sup> στην επαρχία

Υπολογίζουμε τον όγκο ενός σπιτιού 100m<sup>2</sup>:

$$V_{\sigma\pi} = 100\text{m}^2 \cdot 3\text{m} \text{ (μέσο ύψος)} = 300\text{m}^3 \text{ (4.8)}$$

Πολ/ζουμε με τον συντελεστή απωλειών η μέση τιμή του οποίου για σπίτι με μέτρια μόνωση είναι 70 (ο συντελεστής εξαρτάται από το είδος και τη ποιότητα μόνωσης ,τη κατεύθυνση στην οποία «βλέπει» το δωμάτιο του κάθε σπιτιού κ.α.) και με απώλειες 25% :

$$1,25 \cdot (300 \cdot 70) = 26.250 \text{ Kcal/h (4.9)}$$

Ο λέβητας που χρειάζεται για να καλύψει τη θέρμανση της μονοκατοικίας είναι 30.000 Kcal/h, με απόδοση 0,9 για πετρέλαιο και 0,85 για πυρηνόξυλο.

Αρα,

- Για 5 ώρες λειτουργίας του λέβητα ανά ημέρα ένα σπίτι θα χρειαζόταν 5x100 ημέρες /σεζόν=500 ώρες λειτουργίας.

$$(30.000\text{Kcal/h}) / 0,90 \cdot 10.000 \text{ Kcal/kg (θερμογόνος δύναμη πετρελαίου)}$$

$$= 3,33 \text{ kg/h} \cdot 500 \text{ h} = 1.666\text{kg πετρελαίου} = 1.500 \text{ lt πετρελαίου (4.10)}$$

$$\text{Ετήσιο Κόστος} = 1.500\text{lt} \cdot 1,35 \text{ € /lt (*)} = \underline{\underline{2.025 \text{ € / σεζόν (4.11)}}}$$

- Για 5 ώρες λειτουργίας του λέβητα ανά ημέρα ένα σπίτι θα χρειαζόταν 5x100 ημέρες /σεζόν=500 ώρες λειτουργίας.

$$(30.000\text{Kcal/h}) / 0,85 \cdot 3.150 \text{ Kcal/kg (θερμογόνος δύναμη πυρηνόξυλου)}$$

$$= 11,02 \text{ kg/h} \cdot 500 \text{ h} = 5.514,7 \text{ kg πυρηνόξυλου (4.10)}$$

$$\text{Ετήσιο Κόστος} = 5.514,7 \text{ tn} \cdot 100 \text{ € /tn (*)} = \underline{\underline{551,5 \text{ € / σεζόν (4.11)}}}$$

(\*) Οι τιμές για πετρέλαιο και ελαιοπυρήνα λήφθηκαν την 8/11/2012.

## Κοκκομετρία πυρηνόξυλου

*(\*) Πίνακας 23. Αθροιστικά διερχόμενο βάρος σωματιδίων. Πηγή: [18]*

<b>Μέγεθος Κόκκων (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Υγρός Ελαιοπυρήνας  Χωρίς Λειοτρίβηση  (%)</b>	<b>Υγρός Ελαιοπυρήνας  Μετά από Λειοτρίβηση  (%)</b>	<b>Ξηρός Ελαιοπυρήνας  Χωρίς Λειοτρίβηση  (%)</b>
<b>Έως 63</b>	0,00	8,00	0,00
<b>63-125</b>	0,20	17,60	0,40
<b>125-250</b>	2,60	29,40	2,90
<b>250-500</b>	9,40	44,40	10,00
<b>500-1.000</b>	25,10	76,40	29,90
<b>1.000-2.000</b>	63,30	99,70	68,50
<b>2.000-4.000</b>	93,00	100,00	98,60
<b>4.000-6.000</b>	100,00	100,00	100,00

(\*) Η ανάλυση έγινε την περίοδο 1996 – 97 στο «Εργαστήριο Εμπλουτισμού Μετ/των & Βιομ. Ορυκτών» του τμήματος Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, του Πολυτεχνείου Κρήτης, στα Χανιά.

## 4.2 Θερμοφυσικές ιδιότητες αέρα ξήρανσης

Οι θερμοφυσικές ιδιότητες του αέρα εξαρτώνται από την θερμοκρασία, την υγρασία και την πίεση αυτού.

Η πίεση των κεκορεσμένων υδρατμών ( $P_{sat}$ ) του αέρα υπολογίζεται από την γνωστή σχέση του Antoine.[6]

$$P_{sat} = e^{(23.197 - \frac{3816.44}{T_{air}-46.13})} = 0.911 \text{ Pa} \quad (4.12)$$

Οι βασικές ιδιότητες του υγρού αέρα (θερμική αγωγιμότητα, ιξώδες, ειδική θερμοχωρητικότητα) για τις πρακτικές εφαρμογές δεν εξαρτώνται από την περιεκτικότητα υγρασίας και κατά συνέπεια η επίδρασή της είναι δυνατόν να θεωρηθεί αμελητέα. Η επίδραση της πίεσης θεωρείται σημαντική μόνο για πολύ υψηλές και πολύ χαμηλές πιέσεις ενώ για την ατμοσφαιρική πίεση είναι δυνατόν να θεωρηθεί αμελητέα. Σημαντική θεωρείται μόνο η επίδραση της θερμοκρασίας του αέρα και κατά συνέπεια είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν οι πίνακες των ιδιοτήτων του ξηρού αέρα και για πιέσεις οι οποίες βρίσκονται πλησίον της ατμοσφαιρικής.

Για τους παρακάτω υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν, μετά από έλεγχο, οι παρακάτω σχέσεις [6] για τον προσδιορισμό των θερμοφυσικών ιδιοτήτων του αέρα ξήρανσης οι οποίες έχουν ληφθεί μετά από απλή στατιστική προσαρμογή των δεδομένων που υπάρχουν στους πίνακες των φυσικών ιδιοτήτων του αέρα και χρησιμοποιούνται από μεγάλο αριθμό μελετητών [1],[2],[3]:

$$T_{air} = 210^{\circ}\text{C} = 483\text{K},$$

όπως μετρήθηκε από το θερμόμετρο μέσα στις διαδρομές του ξηραντηρίου

$$\lambda_{air} = 0.0244 + 0.6773 \times 10^{-4} \times T_{air} = 0,057 \text{ [W/mK]} \quad (4.13)$$

$$c_{p,air} = 999.2 + 0.1434 \times T_{air} + 1.101 \times 10^{-4} \times T_{air}^2 - 6.7581 \times 10^{-8} \times T_{air}^3 = (4.14) \\ 1086,53 \text{ [KJ/kgK]}$$

$$\rho_{air} = \frac{353.44}{T_{air}+273.15} = 0,732 \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad (4.15)$$

$$\mu_{air} = 1.718 \times 10^{-5} + 4.620 \times 10^{-8} \times T_{air} = 3,95 \times 10^{-5} \text{ [Pa s]} \quad (4.16)$$



### 4.3 Έναλλάκτης Θερμότητας

Ο τύπος ξηραντηρίου που αναλύεται και κατασκευάζεται στη παρούσα πτυχιακή εργασία διαφέρει από τα υπόλοιπα ξηραντήρια που κυκλοφορούν στην αγορά. Η βασικότερη ίσως αξίωση που το διαφοροποιεί, είναι ο έναλλάκτης θερμότητας που χρησιμοποιείται και η διαφορετική χρήση της λειτουργίας του, όπως περιγράφεται και στη ανάλυση των διαφορετικών μερών του ξηραντηρίου.

Οι βασικοί τύποι εναλλακτών θερμότητας ταξινομούνται με βάση τις παρακάτω κατηγορίες:

- Μορφή συναλλαγής θερμότητας
  1. Με ανάκτηση θερμότητας
  2. Με αναγέννηση
  3. Με άμεση επαφή
- Διευθέτηση-διεύθυνση της ροής των ρευμάτων
  1. Παράλληλης ροής
    - I. Ομοροής
    - II. Αντιροής
  2. Διασταυρούμενης ροής
    - I. Μη αναμιγνύομενου ρευστού
    - II. Αναμιγνύομενου ρευστού
- Γεωμετρία εναλλάκτη
  1. Διπλού αγωγού ή ομόκεντρων σωλήνων
  2. Τύπου κελύφους –αυλών
  3. Τύπου πλακών
  4. Συμπαγής

Με βάση τις παραπάνω κατηγορίες, προκύπτει ότι ο έναλλάκτης που χρησιμοποιήθηκε στο ξηραντήριο είναι εναλλάκτης παράλληλης ροής (αντιροής), με ανάκτηση θερμότητας, τύπου κελύφους αυλών.

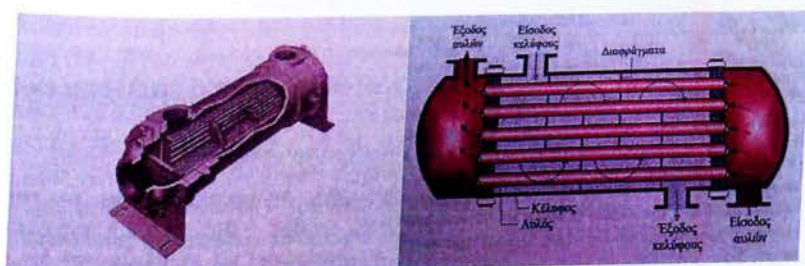
Παρακάτω αναλύονται οι ιδιότητες που αποδόθηκαν στον εναλλάκτη:

**-Εναλλάκτης με ανάκτηση θερμότητας:** Σε αυτού του τύπου τους εναλλάκτες θερμότητας, η συναλλαγή θερμότητας λαμβάνει χώρα από το θερμό προς το ψυχρό ρεύμα αερίου τα οποία διαχωρίζονται από ένα τοίχωμα. Ο μηχανισμός μεταφοράς θερμότητας είναι ένας συνδυασμός συναγωγιμότητας από το θερμό αέριο προς το διαχωριστικό τοίχωμα, αγωγιμότητας, δια μέσου του διαχωριστικού (κυρίως μεταλλικού) τοιχώματος και στη συνέχεια, μέσω συναγωγιμότητας από το διαχωριστικό τοίχωμα προς το ψυχρό αέριο.

**-Εναλλάκτης παράλληλης ροής, συγκεκριμένα αντιροής:** Σε αυτό το τύπο εναλλάκτη θερμότητας η ροή των δύο ρευμάτων είναι παράλληλη αλλά αντίθετης διεύθυνσης και φοράς κατά την οποία, τα αέρια εισέρχονται από αντίθετη πλευρά και εξέρχονται κατά την αντίθετη πλευρά του εναλλάκτη.

**-Εναλλάκτης κελύφους -αυλών:** Οι εναλλάκτες αυτοί αποτελούν το συνηθέστερο τύπο εναλλάκτη θερμότητας σε χημικές εφαρμογές, μεγάλου εύρους, διυλιστήρια και γενικότερα όπου απαιτούνται υψηλές πιέσεις, άνω των 30 bar και θερμοκρασίες, άνω των 260°C, λόγω της στιβαρότητας που τους προσδίδει το σχήμα του. Αντιθέτως, παρά την εκτεταμένη χρήση τους, δεν είναι κατάλληλοι για την αυτοκινητοβιομηχανία και την αεροπλοΐα λόγω του σχετικά μεγάλου μεγέθους και βάρους τους.

Κατασκευαστικά, περιλαμβάνει μία δέσμη πολλών αυλών, εντός των οποίων κινείται το εσωτερικό ρεύμα. Το εξωτερικό ρεύμα διέρχεται γύρω από τη δέσμη των αυλών, που είναι τοποθετημένοι παράλληλα μέσα στο κέλυφος του εναλλάκτη, διασταυρούμενο και κατευθυνόμενο, προς την έξοδο, μέσω διαφραγμάτων, ώστε να βελτιώνεται η μεταφορά θερμότητας, μέσω συναγωγιμότητας.



Εικ.38 Τομή εναλλάκτη και απεικόνιση εναλλάκτη θερμότητας τύπου κελύφους-αυλών.

Τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού ενός εναλλάκτη κελύφους-αυλών είναι τα ακόλουθα:

- **Το υλικό κατασκευής των αυλών:** Επιλέγονται μέταλλα με υψηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας ανθεκτικά στις θερμικές και μηχανικές τάσεις, που δημιουργούνται από τις υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις και με αντοχή στην μακροχρόνια διάβρωση.
- **Η διάμετρος των αυλών:** Από οικονομικής και χωροταξικής άποψης, πλεονεκτικότεροι είναι οι αυλοί με μικρότερη διάμετρο. Το μειονέκτημά τους είναι η ταχεία μείωση της διαμέτρου τους με τη πάροδο του χρόνου λειτουργίας του εναλλάκτη λόγω των εναποθέσεων ρυπαρών στοιχείων στα τοιχώματά τους, καθώς επίσης και η δυσκολία καθαρισμού τους.
- **Το πάχος των αυλών:** Συχνά καθορίζεται από τη μέγιστη διαφορική πίεση κατά μήκος των αυλών.
- **Το μήκος των αυλών:** Καθορίζεται από το διαθέσιμο χώρο και τη διαθεσιμότητα ανταλλακτικών των αυλών.
- **Το βήμα των αυλών:** Η απόσταση ,δηλαδή, μεταξύ των κέντρων δύο γειτονικών αυλών, η οποία θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1.25 φορές μεγαλύτερη από την εξωτερική διάμετρό τους.



Εικ.39 Συναρμογή εναλλάκτη ξηραντηρίου (εικόνα από αρχείο Autocad 2012)

### Υπολογισμός εναλλάκτη θερμότητας

Στην περίπτωση του συγκεκριμένου εναλλάκτη, τόσο το θερμό όσο και το ψυχρό αέριο δεν υπόκεινται σε αλλαγή φάσης ,και οι ειδικές θερμοχωρητικότητες θεωρούνται σταθερές,το μεταφερόμενο ποσό θερμικής ισχύος από κάθε ρεύμα αερίου μπορεί να υπολογιστεί από τη παρακάτω σχέση [1]:

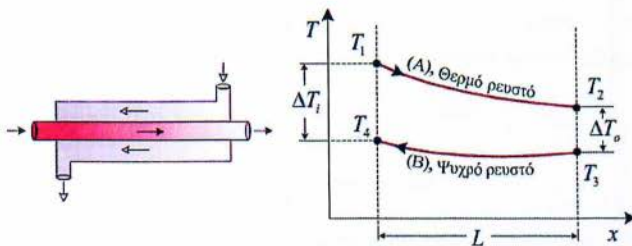
$$Q = m \times C_p \times \Delta T \quad (4.17)$$

Όπου  $\Delta T = T_1 - T_2$  ή

$$\Delta T = T_4 - T_3$$

,όπως φαίνεται και στην εικόνα 39 που ακολουθεί.





Εικ.40 Απεικόνιση θερμοκρασιών σε εναλλάκτη αντιρροής. Πηγή: [1],[2]

Με βάση τις μετρήσεις θερμοκρασίας που έγιναν στο ξηραντήριο κατά τη λειτουργία του τα παραπάνω μεγέθη αντιστοιχούν σε :

$$T_1 = 290\text{-}300 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 220\text{-}230 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_3 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_4 = 80\text{-}90 \text{ }^\circ\text{C}$$

Σε ιδανικές συνθήκες (με μηδενικές απώλειες θερμότητας) λειτουργίας, το ποσό θερμότητας που απολύει το θερμό ρεύμα, προσλαμβάνεται από το ψυχρό [1],[2]:

$$|Q_h| = Q_c$$

Η θερμοκρασιακή απόδοση του θερμού ρεύματος δίνεται από τη σχέση:

$$n_h = \frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_3} \times 100\% = 0.29 \text{ ή } 29\% \quad (4.18)$$

Η θερμοκρασιακή απόδοση του ψυχρού ρεύματος δίνεται από τη σχέση:

$$n_c = \frac{T_4 - T_3}{T_1 - T_3} \times 100\% = 0.2 \text{ ή } 20\% \quad (4.19)$$

Η ακριβής αναπαράσταση της μέσης θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ του θερμού και του ψυχρού ρεύματος σε κάθε σημείο του εναλλάκτη, δίνεται από τη μέση λογαριθμική θερμοκρασιακή διαφορά [1],[2]:

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_i - \Delta T_o}{\ln \frac{\Delta T_i}{\Delta T_o}} = 207,24 \text{ }^\circ\text{C} \quad (4.20)$$

Όπου  $\Delta T_i = T_1 - T_3$

και  $\Delta T_o = T_2 - T_4$

Η παροχή αέρα τόσο στο ψυχρό όσο και στο θερμό ρεύμα είναι  $5.000\text{m}^3/\text{h}$ . Έχοντας υπόψη ότι η πυκνότητα του αέρα είναι περίπου  $1,2\text{ kg/m}^3$ , εύκολα προκύπτει πως η μάζα αέρα που εισέρχεται στον εναλλάκτη στη μονάδα χρόνου είναι:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d \times V = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 5000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 6000 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = (4.21)$$

$$1,6 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = mc = mh$$

Η θερμοχωρητικότητα του αέρα για το ψυχρό ρεύμα είναι περίπου  $1,008\text{ KJ/kgk}$  και για το θερμό ρεύμα αέρα είναι περίπου  $1,051\text{ KJ/kgk}$ .

Από τα παραπάνω προκύπτει [2] :

$$Qh = mh \times Cp \times \Delta Th = 134,4 \frac{\text{KJ}}{\text{s}} = 134,4\text{ KW} \quad (4.22)$$

$$Qc = mc \times Cp \times \Delta Tc = 96,4 \frac{\text{KJ}}{\text{s}} = 96,4\text{ KW} \quad (4.23)$$

Η συνολική, λοιπόν, θερμική απόδοση του εναλλάκτη, ορίζεται ως [2]:

$$n = \frac{Qc}{Qh} \times 100\% = 71,6\% \quad (4.24)$$

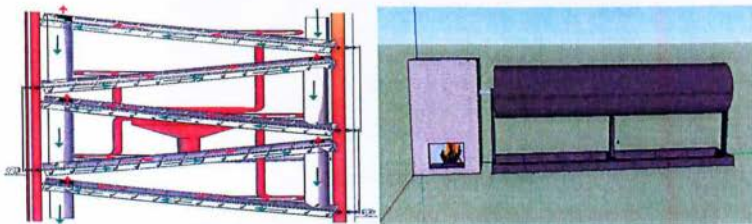
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5- ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ

### Τύποι Ξηραντηρίων στην αγορά

Όσο αφορά τον ευρύτερο χώρο της Ελλάδας, ξηραντήρια για την επεξεργασία ελαιοπυρήνα και τη παραγωγή πυρηνόξυλου, υπάρχουν ελάχιστα. Τα ξηραντήρια αυτά βασίζονται όλα πάνω στην ίδια αρχή για τη ξήρανση του προϊόντος, η οποία στις περισσότερες περιπτώσεις είναι η εκμετάλλευση θερμών αερίων ενός αεριολέβητα.

Διαχωρίζονται όμως ανάλογα με το θάλαμο επεξεργασίας. Ο διαχωρισμός αυτός τα κατατάσσει σε:

- **Περιστροφικού τυμπάνου** : Τα συγκεκριμένα είδη ξηραντηρίων διαθέτουν έναν θάλαμο σε σχήμα τυμπάνου, μέσα στον οποίο τοποθετείται συγκεκριμένη ποσότητα ελαιοπυρήνα. Ο αεριολέβητας τίθεται σε λειτουργία , τα καυσαέρια οδηγούνται μέσα στο τύμπανο , το οποίο ξεκινάει τη περιστροφή του ελαιοπυρήνα. Με αυτό τον τρόπο θερμαίνεται και παράγεται το ξηρό προϊόν.
- **Απλών διαδρομών**: Αυτό το είδος ξηραντηρίων εκμεταλλεύεται επίσης καυσαέρια ενός αεριολέβητα και τα οδηγεί μέσα σε διαδρομές στις οποίες κινείται το προς ξήρανση προϊόν , με τη βοήθεια μεταφορικών κοχλίων.



Εικ.41 Ξηραντήριο απλών διαδρομών και περιστροφικού τυμπάνου αντίστοιχα

### Καινοτομίες πρωτότυπου Ξηραντηρίου

Το πρωτότυπο ξηραντήριο που παρουσιάζεται σε αυτή τη πτυχιακή εργασία, αποτελεί και αυτό ένα ξηραντήριο απλών διαδρομών, ωστόσο έχει κάποια χαρακτηριστικά που το διαφοροποιούν από τα υπόλοιπα και του απέδωσαν και το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας. Αυτά είναι:

- **Ο περιορισμένος όγκος**: Το ξηραντήριο αυτό, αποτελεί ένα ξηραντήριο απλών διαδρομών με τη διαφορά ότι σε αυτό, οι διαδρομές δεν είναι κατακλινείς , αλλά βρίσκονται η μία κάτω από την άλλη σε παράλληλη διάταξη. Με τον τρόπο αυτό, μειώνεται κατά πολύ το συνολικό ύψος της κατασκευής, άρα και ο όγκος που καταλαμβάνει.



- **Η συνεχής ροή υλικού:** Στα ξηραντήρια περιστροφικού τυμπάνου, η ποσότητα πυρηνόξυλου που παράγεται, περιορίζεται στη χωρητικότητα του τυμπάνου. Δηλαδή θα παραχθεί τόση όση τοποθετείται μέσα στο τύμπανο κάθε φορά. Αντίθετα, στο προτεινόμενο ξηραντήριο η ροή του υλικού είναι συνεχής και όση ώρα λειτουργεί, τόση ώρα θα παράγει προϊόν έτοιμο για καύση.

- **Ο αέρας ξήρανσης:** Σε όλα τα ξηραντήρια που κυκλοφορούν στην αγορά, ο αέρας που οδηγείται μέσα στους θαλάμους ξήρανσης, αποτελεί τα καυσαέρια ενός αεριολέβητα. Στο προτεινόμενο ξηραντήριο, η σημαντικότερη αξίωση, ίσως, είναι η χρήση ενός εναλλάκτη θερμότητας (για τον οποίο έγιναν και οι κατάλληλες μετρήσεις στο κεφάλαιο της δοκιμαστικής λειτουργίας), ο οποίος τοποθετείται μετά την έξοδο των καυσαερίων του αεριολέβητα. Έτσι, εκμεταλλεύεται την θερμότητα τους, και καθώς αναρροφά αέρα από το περιβάλλον με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα, στέλνει στον αεριολέβητα, προθερμασμένο αέρα θερμοκρασίας 80-90 °C. Έτσι, η ενέργεια που απαιτείται για την θέρμανσή του αέρα στη θερμοκρασία ξήρανσης (210-220°C), είναι σαφώς λιγότερη.



Εικ.42 Προτεινόμενο ξηραντήριο

- **Εύκολη μεταφορά και τοποθέτηση:** Λόγω του περιορισμένου όγκου, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, είναι φυσικό ότι η μεταφορά και τοποθέτηση του ξηραντηρίου αυτού, καθίσταται πολύ εύκολη, καθώς ο χώρος που καταλαμβάνει είναι όσος και αυτός ενός μικρού δωματίου 5.00m x 2.00m. Επίσης, δεν απαιτείται αποσυναρμολόγηση και συναρμολόγησή του ξανά, στο χώρο εγκατάστασής του.

- **Το κόστος αγοράς:** Άλλο ένα σημαντικό πλεονέκτημα του ξηραντηρίου που παρουσιάζεται, είναι το χαμηλό κόστος παραγωγής άρα και γενικότερα το χαμηλό κόστος αγοράς, για τον επαγγελματία ή ιδιώτη που το επιθυμεί. Ενδεικτικά, το συγκεκριμένο έχει κόστος αγοράς, που φθάνει μέχρι και το ¼ της τιμής των υπόλοιπων της αγοράς.

- *Εύκολη επισκευή σε περίπτωση βλάβης:* Άλλο ένα πλεονέκτημα του προτεινόμενου ξηραντηρίου, είναι η εύκολη επισκευή τυχόν βλάβης που μπορεί να προκύψει. Η κατασκευή αποτελείται από τμήματα, τα οποία εύκολα μπορούν να επισκευαστούν σε ένα μηχανουργείο της περιοχής στην οποία βρίσκεται το ξηραντήριο, χωρίς να απαιτείται η μεταφορά του στην κατασκευάστρια εταιρεία ή την αποστολή προσωπικού επισκευής, στο χώρο που βρίσκεται εγκατεστημένο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6- ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, μία από τις καινοτομίες του ξηραντηρίου που παρουσιάζεται στη παρούσα πτυχιακή, είναι το μειωμένο κόστος παραγωγής, άρα και αγοράς του από τους καταναλωτές.

Το κόστος παραγωγής του συγκεκριμένου ξηραντηρίου ανέρχεται στα 25.000€, ενώ το κόστος στο οποίο διατίθεται στην αγορά είναι 40.000€. Έτσι, εύκολα φαίνεται ότι η τιμή πώλησής του βρίσκεται στο  $\frac{1}{2}$ -  $\frac{1}{4}$  της τιμής των υπολοίπων της αγοράς. Το χαμηλό κόστος παραγωγής του οφείλεται σε καινοτομίες που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, όπως η παράλληλη διάταξη των διαδρομών (έτσι αποφεύγεται η κατασκευή πλαίσιου στήριξης σε μεγάλο ύψος), ο εναλλάκτης για τη προθέρμανση του αέρα που εισάγεται στον αεριολέβητα (εξοικονόμηση ενέργειας, αποφυγή χρήσης αεριολέβητα μεγαλύτερης ισχύος).

Το ξηραντήριο μπορεί να τύχει ευρείας χρήσης σε ελαιοτριβεία για τη ξήρανση του ελαιοπυρήνα, σε παραγωγούς φυσιτικού για την απομάκρυνση τους υγρασίας, σε παραγωγούς λιναρόσπορου αλλά και σε όλα σχεδόν τα δημητριακά που προορίζονται με συσκευασία σάκων. Το υλικό για το οποίο κατασκευάστηκε το πρωτότυπο ξηραντήριο, και το οποίο αναλύεται στη παρούσα εργασία είναι το πυρηνόξυλο.

### Υπολογισμός κόστους για την απομάκρυνση του ελαιοπυρήνα

Μέχρι τώρα οι ελαιοτριβείες, αποθήκευαν τα υπολείμματα από την επεξεργασία της ελιάς (ελαιοπυρήνας) σε αποθήκες ή εξωτερικούς χώρους, μέχρις ότου αγοραστούν από τα πυρηνελουργεία της ευρύτερης περιοχής τους, τα οποία με τη σειρά τους με χρήση κυρίως ξηραντηρίων περιστροφικών τυμπάνων, τα ξηραίνουν και τα πωλούσαν στην αγορά. Αυτή η διαδικασία, ωστόσο, δεν μπορούσε να γίνει παντού λόγω του ότι πυρηνελουργεία υπάρχουν μόνο σε ορισμένες πόλεις της Ελλάδας, συγκεκριμένα στις: Ναύπλιο, Σπάρτη, Αθήνα, Μυτιλήνη, Στεία, Λάρισα, Γύθειο, Ρέθυμνο, Πρέβεζα, Χανιά, Καλαμάτα, Λάρισα, Μεσσήνη και Πέραμα. Έτσι, οι ελαιοτριβείες που βρίσκονται σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν πυρηνελουργεία, είναι αναγκασμένοι να στέλνουν τον ελαιοπυρήνα με μεταφορικές εταιρείες σε πυρηνελουργεία άλλων περιοχών είτε να πληρώνουν φορτηγά για να ρίξουν τα απορρίμματα στις χωματερές, με ταυτόχρονη επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Για την μεταφορά του ελαιοπυρήνα η χρέωση από μια



μεταφορική εταιρεία κυμαίνεται από 15-25 €/tn[19]. Αυτό σημαίνει ότι για την φόρτωση και αποστολή ενός οχήματος 5tn, οι ελαιοτριβείς θα πλήρωναν 100€.[19]

Όπως, το ποσό αυτό να φαντάζει μικρό, αν αναλογιστούμε όμως ότι ένα μεσαίας δυναμικότητας ελαιοτριβείο μπορεί να παράγει μέχρι και 500-600 tn ελαιοπυρήνα/έτος, τότε μιλάμε για ένα κόστος που ανέρχεται στα 10.000€/έτος. Στη περίπτωση πάλι, όπου ο ελαιοπυρήνας αγοράζεται από τα πυρηνελουργεία η τιμή αγοράς του είναι 15€/tn, οπότε υπάρχει κέρδος μόνο εάν ελαιοτριβείο και πυρηνελουργείο υπάρχουν στην ίδια περιοχή και δεν χρειάζεται μεταφορά με οχήματα σε μεγάλες αποστάσεις.

### **Υπολογισμός συνολικού κέρδους**

Μετά τα παραπάνω, φαίνεται καθαρά το όφελος που μπορεί να έχει ένα ελαιοτριβείο από την αγορά του προτεινόμενου ξηραντηρίου. Δεν θα είναι αναγκασμένο να πληρώνει τίποτα για μεταφορές, ούτε να πουλάει ένα προϊόν εκατοντάδων τόνων για μια πολύ χαμηλή τιμή ανά τόνο. Το κέρδος που θα έχει αναλύεται ως εξής :

- Ένα, μεσαίας δυναμικότητας, ελαιοτριβείο έστω ότι παράγει 500tn /έτος ελαιοπυρήνα. Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2 της πτυχιακής, ο ελαιοπυρήνας αποτελείται από 45% πυρηνόξυλο (το οποίο είναι το καύσιμο), 5% λάδι, και 50% υγρασία [24]. Σύμφωνα με τις μετρήσεις από το κεφάλαιο 4, το ξηραντήριό μας έχει τη δυνατότητα να αποδώσει πυρηνόξυλο με υγρασία 16%, αυτό σημαίνει ότι το ελαιοτριβείο από τους 500 tn ελαιοπυρήνα, μπορεί να παράγει 330 tn πυρηνόξυλου. Η τιμή πώλησης του πυρηνόξυλου, είναι 90-110€/tn [19], οπότε εάν πουλήσει όλο το πυρηνόξυλο που παράγει θα έχει κέρδος 33.000€ περίπου. (\*)

- Εκτός όμως του κέρδους πώλησης του πυρηνόξυλου, πρέπει να αναλογιστούμε και το όφελος που έχει από την αποφυγή κόστους μεταφοράς του ελαιοπυρήνα, καθώς τώρα πλέον θα το επεξεργάζεται και θα το πουλάει και δεν θα πετάει σε χωματερές. Άρα, ένα ελαιοτριβείο μεσαίας δυναμικότητας με παραγωγή 500tn/έτος, γλιτώνει περίπου 10.000€/έτος, όπως υπολογίστηκε εύκολα και παραπάνω.

Από όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι με την αγορά ενός ξηραντηρίου, όπως αυτό που παρουσιάζεται στην παρούσα πτυχιακή, ένα ελαιοτριβείο δυναμικότητας 500tn/έτος, γλιτώνει περίπου 10.000€/έτος και κερδίζει από τις πωλήσεις του πυρηνόξυλου, περίπου, 33.000€/έτος. Σύνολο κέρδους, δηλαδή, 43.000€/έτος. Αυτό σημαίνει ότι ο χρόνος απόσβεσης της αγοράς του ξηραντηρίου, είναι ένα 1-1,5 έτος. Σε διαφορετική περίπτωση, αγοράς ενός ξηραντηρίου άλλου τύπου, ο χρόνος απόσβεσης θα ήταν 2,5-4 έτη.

Πάντα πρέπει να αναλογιζόμαστε ότι ο χρόνος απόσβεσης αναφέρεται σε έτη καλής παραγωγής ελιάς, και ιδανικής πώλησης του πυρηνόξυλου, κάτι το οποίο δεν είναι δύσκολο λόγω των πολύ υψηλών τιμών πετρελαίου της εποχής, και της αυξημένης ζήτησης εναλλακτικών μορφών καυσίμων.

(\*) Όλες οι τιμές που αφορούν αγορά πυρηνόξυλου, μεταφοράς του και αγορά ελαιοπυρήνα λήφθηκαν την 08/11/2012.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Κοινωνία της Αφθονίας αρχίζει να διαγράφει μία προοπτική για την Κοινωνία της Δυστυχίας. Στο μέλλον ο άνθρωπος ίσως τρέφεται με τα απορρίμματα του παρόντος, αν φυσικά εξαντληθεί το φυσικό κεφάλαιο της γης.

Οι οικονομολόγοι λένε ότι για να δώσουμε την πλαναίσιση της ευημερίας τρώμε το ψωμί του μέλλοντος. Οι διαρκώς αυξανόμενες καταναλωτικές τάσεις των ανθρώπων και ο ανταγωνισμός μεταξύ των κρατών οδηγούν σε μια βαθμιαία εξάντληση των φυσικών πόρων της γης. Παίρνουμε από αυτή πολύ περισσότερα απ' όσα έχουμε ανάγκη και απ' όσα μπορεί να μας δώσει. Έτσι μπροστά μας διανοίγεται η ζοφερή προοπτική να εξαντλήσουμε πολύ γρήγορα το φυσικό κεφάλαιο της γης. Τα περισσότερα και τα βασικότερα για, τη ζωή του ανθρώπου ορυκτά θα εξαφανιστούν πολύ σύντομα, αν συνεχιστεί με τον ίδιο ρυθμό η εκμετάλλευσή τους.

Για το λόγο αυτό, άμεσα, πλέον θα πρέπει ο άνθρωπος να στραφεί σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, άλλες γνωστές και άλλες, υπαρκτές μεν, άγνωστες δε. Μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας αποτελεί και η βιομάζα που αναλύθηκε στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία, και ειδικότερα το πυρηνόξυλο.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν σχετικά με τα οφέλη του πυρηνόξυλου είναι τα παρακάτω:

### **-Περιβαλλοντικά οφέλη:**

- Μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, λόγω της αποφυγής χρήσης του πετρελαίου.
- Απουσία θειούχων ενώσεων στους εκπεμπόμενους αέριους ρύπους. Σαν περιβαλλοντικό μειονέκτημα μπορεί να θεωρηθεί η ύπαρξη στις αέριες εκπομπές μικρών σωματιδίων και πιθανώς CO στη περίπτωση ατελούς καύσης. Θα πρέπει να θεωρηθεί ότι η παραγόμενη τέφρα από τη καύση του πυρηνόξυλου μπορεί να διατεθεί στους αγρούς ή σε δασικές εκτάσεις σαν εδαφοβελτιωτικό.

### **-Οικονομικά οφέλη:**

- Η τιμή του σε σχέση με την ενεργειακή του αξία είναι χαμηλή. Συνεπώς αποτελεί ένα φθηνό καύσιμο σε σχέση με το πετρέλαιο.
- Μείωση του συναλλάγματος που δαπανάται για την εισαγωγή πετρελαίου.

### **-Κοινωνικά οφέλη:**

- Επαναχρησιμοποίηση των υπολειμμάτων και παραπροϊόντων του αγροτοβιομηχανικού συμπλέγματος της Ελλάδας.



## Συμπεράσματα

Από όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι το πυρηνόξυλο, αν και σχετικά άγνωστη ή καλύτερα, περιορισμένα διαδεδομένη πηγή ενέργειας μπορεί εύκολα να αποτελέσει τη βασική πηγή ενέργειας, ιδιαίτερα στο χώρο της Ελλάδας. Στη Κρήτη, στη Λέσβο και σε άλλα μέρη της Ελλάδας ήδη έχει αρχίσει η αντικατάσταση του πετρελαίου με το πυρηνόξυλο, και αυτό διότι παράγονται μεγάλες ποσότητες από αυτό σαν προϊόν βιομηχανίας από την επεξεργασία της ελιάς. Μάλιστα, σε κάποια μέρη από αυτά γίνονται και εξαγωγές πυρηνόξυλου στην Ε.Ε.

Η ανάλυση των ιδιοτήτων του πυρηνόξυλου έδειξε ότι έχει πολλά περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη, και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στη θέρμανση μεγάλων κτιρίων όπως νοσοκομεία κτλ. Είτε με απευθείας θέρμανση είτε με τηλεθέρμανση.

Η παραγωγή όμως πυρηνόξυλου, προϋποθέτει μια ολόκληρη διαδικασία ξήρανσης η οποία οφείλει να είναι σωστά μελετημένη και αποτελεσματική, διότι η σωστή καύση και απόδοση του πυρηνόξυλου απαιτεί και υψηλή ποιότητα προϊόντος. Σε διαφορετική περίπτωση η ύπαρξη μεγάλου ποσοστού υγρασίας στο προϊόν οδηγεί σε ατελή καύση με αποτέλεσμα τη χαμηλή απόδοση ενέργειας και την απαίτηση πολύ μεγαλύτερης ποσότητας προϊόντος για τη παραγωγή ανάλογης ποσότητας ενέργειας.

Όπως αναλύθηκε και παραπάνω, το προτεινόμενο ξηραντήριο όχι μόνο ανταποκρίνεται πλήρως στις απαιτήσεις ποιότητας, αλλά έχει πολύ χαμηλό κόστος αγοράς σε σχέση με τα υπόλοιπα που κυκλοφορούν και το πολύ σημαντικό πλεονέκτημα του ελάχιστου μέσου χρόνου απόσβεσης, καθώς αυτό είναι και το κυριότερο που πρέπει να λάβει υπόψη ο αγοραστής.

Μια κατασκευή, λοιπόν, που ωφελεί στην υγεία του περιβάλλοντος με την παραγωγή εναλλακτικού καυσίμου και βοηθάει στην αξιοποίηση υπολειμμάτων, που σε διαφορετική περίπτωση θα οδηγούνταν σε χωματερές, είναι πολύ καλό να είναι προσιτό από θέμα χρημάτων ώστε να αγοραστεί από το ευρύ κοινό.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Συγγράμματα- Σημειώσεις βιβλίων- Παρουσιάσει και επιστημονικές ανακοινώσεις- Μελέτες

- [1]- Κων/νος-Στέφανος Παν.Νίκας, «Αρχές της Μετάδοσης Θερμότητας για μηχανικούς», Τόμος Ι, Έκδοση 1<sup>η</sup>, Αθήνα 2010,
- [2]- Π.Κ.Νίκας, «Εφαρμοσμένη θερμοδυναμική», Τόμος Ι και ΙΙ, Έκδοση 6<sup>η</sup>, Αθήνα 2008
- [3]- Περικλής Σπ. Κορωνάκης, Μηχανική ρευστών Ι και ΙΙ, Αθήνα 1986
- [4]- Α. Θ. Παπαϊωάννου, «Μηχανική των Ρευστών», Τόμος Ι, 2η έκδοση, Αθήνα 2002
- [5]- Αιμ. Γ. Κοροναίος, Γ. Ι.Πουλάκος Αν., «Τεχνικά Υλικά», Τόμος ΙΙ, Αθήνα 2005
- [6]- Παπαγιάννης Ηλίας, Διπλωματική εργασία, ΑΠΘ, «Σχεδιασμός ξηρατηρίου ρυσοποιημένης κλίνης και ενεργειακή ανάλυση ξήρανσης», Επίβλεψη Δρ.Α.Μιχόπουλος, Οκτώβριος 2012,  
(site:<http://invenio.lib.auth.gr/record/130640/files/Diplomatiki%20Ilias%20Papagiannis.pdf>, τελευταία επίσκεψη:11/06/2013)
- [7]- Τζομπάνογλου Σταύρος, Πτυχιακή εργασία, ΤΕΙ Κοζάνης, «Παρουσίαση και αξιολόγηση τεχνολογιών θερμικής επεξεργασίας και ενεργειακής αξιοποίησης αστικών στερεών αποβλήτων», Επίβλεψη Παυλουδάκης Φραγκίσκος, Σεπτέμβριος 2009,  
(site: [http://eprints.teikoz.gr/141/1/GEWPE24\\_2009.pdf](http://eprints.teikoz.gr/141/1/GEWPE24_2009.pdf), τελευταία επίσκεψη: 01/02/2013)
- [8]- Σταμάτιος Μπάμπαλης, Διδακτορική διατριβή, ΑΠΘ, «Θεωρητική και πειραματική διερεύνηση φαινομένων μεταφοράς θερμότητας και μάζας κατά τη ξήρανση τροφίμων σε ρεύμα θερμού αέρα», Δεκέμβριος 2006,  
(site: <http://invenio.lib.auth.gr/record/66238>, τελευταία επίσκεψη 05/06/2013)
- [9]- Παπαδογιωργάκης Γιώργος, Πτυχιακή, ΤΕΙ Κρήτης, «Τεχνοοικονομική μελέτη παραγωγής καύσιμων προϊόντων από υπολείματα βιομηχανίας ξύλου», Επίβλεψη Δρ, Θρασύβουλος Μανιός, Δεκέμβριος 2010,  
(site: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2010/PapadogiorgakisGiorgos/attached-document-1293003697-149223-21824/Papadogiorgakis2010.pdf>, τελευταία επίσκεψη: 03/01/2013)
- [10]-Ιωάννης Ελευθεριάδης, Παρουσίαση, Biosolecko, «Δυναμικό βιομάζας και στερεά καύσιμα»,  
(site: [http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/BioSolESCO/7\\_Eleftheriadhs.pdf](http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/BioSolESCO/7_Eleftheriadhs.pdf), τελευταία επίσκεψη:23/10/2012)

[11]- Δημήτριος Αναστασέλος, Ενημερωτική ημερίδα, Σύλλογος Μηχανολόγων-Ηλεκτρολόγων Βορείου Ελλάδος, «Θερμομονωτική επάρκεια-θερμογέφυρες»,

(site: [www.smhbe.gr/el/A47E37D8/!Track/](http://www.smhbe.gr/el/A47E37D8/!Track/) , τελευταία επίσκεψη: 25/12/2012)

[12]- Γ.Βουρδουμπάς και Κ.Αντωνάκης, Επιστημονική ανακοίνωση σε συνέδριο, «Δυνατότητες χρησιμοποίησης του πυρηνόξυλου για τη θέρμανση των νοσοκομείων Χανίων και Ηρακλείου Κρήτης», Μάρτιος 2004,

(site: <http://ape.chania.teicrete.gr/gr/vourdoubas.htm>, τελευταία επίσκεψη: 20/01/2013)

[13]- Γιάννης Βουρδουμπάς, Επιστημονική ανακοίνωση σε περιοδικό, «Η ελιά και η παραγωγή ενέργειας από τα προϊόντα της», Μάιος 2007,

(site: <https://www.chania.teicrete.gr/docs/fp/vourdoubas/10.pdf>, τελευταία επίσκεψη: 11/06/2013)

### Sites

[14]- <http://www.fuelprices.gr/> ,τελευταία επίσκεψη: 08/11/2012

[15]- <http://www.ypeka.gr/> ,τελευταία επίσκεψη: 08/11/2012

[16]- <http://www.gosavenergy.gr/> ,τελευταία επίσκεψη: 08/11/2012

[17]-[http://www.flynews.gr/index.php?option=com\\_](http://www.flynews.gr/index.php?option=com_) ,τελευταία επίσκεψη: 05/12/2012

[18]-<https://sites.google.com/site/pyrhnoxylo/pyrenelaiourgeia-1> , τελευταία επίσκεψη: 08/02/2013

[19]- <http://www.econews.gr/tag/βιοκαυσιμα> , τελευταία επίσκεψη: 22/12/2012

[20]-<http://www.agroenergy.gr/categories/βιοκαυσιμα> ,τελευταία επίσκεψη: 02/12/2012

[21]-<http://oikologiarodiaka.wordpress.com> , τελευταία επίσκεψη: 15/12/2012

[22]- <http://www.cres.gr/pellets> , τελευταία επίσκεψη: 03/01/2012

[23]-<http://www.michanikos.gr/>

[24]- <http://www.energ.gr>