

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ 1456

ΜΕΛΕΤΗ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ (ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ-ΗΛΙΑΚΟΥ) ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ



ΛΙΑΠΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ 5534
ΚΟΝΟΜΗ ΣΩΤΗΡΗΣ 5690

ΜΠΙΣΔΟΥΝΗΣ ΛΑΜΠΡΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2014

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Θα μελετηθεί και θα κατασκευαστεί ένα υβριδικό αυτοματοποιημένο σύστημα ξήρανσης φρούτων, το οποίο θα αποτελείται από έναν PID controller, ένα βεντιλατέρ ,μία θερμοαντίσταση και έναν αισθητήρα θερμοκρασίας. Το σύστημα αυτό θα λειτουργεί με ηλεκτρική ή ηλιακή ενέργεια και θα έχει σκοπό την ξήρανση των φρούτων κατά την διάρκεια ολόκληρου του έτους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ηλιακό κομμάτι της κατασκευής αποτελείται από ένα κομμάτι τζάμι, μέσα από το οποίο διέρχεται η ηλιακή ακτινοβολία και θα ανακλάται σε ένα μεταλλικό κομμάτι (ανακλαστήρας). Η θερμότητα που θα αναπτύσσεται από την ηλιακή ακτινοβολία, θα θερμαίνει τον αέρα που βρίσκεται στο εσωτερικό χώρο της κατασκευής. Η μετακίνηση του αέρα θα γίνεται με την βοήθεια ενός ανεμιστήρα, ή παθητικά με φυσικό τρόπο.

Τον κύριο κορμό της κατασκευής θα αποτελεί το ηλεκτρικό κομμάτι και θα αποτελείται από έναν ανεμιστήρα ο οποίος θα διοχετεύει τον αέρα μέσα στον θάλαμο ξήρανσης , από μία θερμοαντική αντίσταση που θα θερμαίνει τον αέρα που βρίσκεται στο εσωτερικό της κατασκευής. Επειδή όμως η θερμοκρασία παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ξήρανση των φρούτων, δεν πρέπει να υπερβαίνει κάποιο όριο που θα οριστεί αλλά ούτε να βρίσκεται και σε χαμηλά επίπεδα. Σε αυτό βοηθάει ένας αισθητήρας θερμοκρασίας, ο οποίος θα μετράει την θερμοκρασία στον θάλαμο και μέσω ενός PID controller θα δίνει τις κατάλληλες εντολές για την λειτουργία της θερμοαντικής αντίστασης και του ανεμιστήρα.

Οι δύο τρόποι θέρμανσης του αέρα, είτε μέσω της ηλιακής είτε μέσω της ηλεκτρικής ενέργειας έχουν σκοπό με την διοχέτευση του αέρα στον θάλαμο ξήρανσης ,την ξήρανση των φρούτων. Με αποτέλεσμα την λειτουργία της κατασκευής σε όλες τις καιρικές συνθήκες που θα επικρατούν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΞΗΡΑΝΣΗ.....	4
1.1 Εισαγωγή.....	4
1.2 Μέθοδοι ηλιακής ξήρανσης.....	5
1.3 Τύποι ηλιακών ξηραντήριων.....	5
1.3.1 Φυσικά ηλιακά ξηραντήρια.....	5
1.3.2 Άμεσα ηλιακά ξηραντήρια.....	6
1.3.3 Έμμεσα ηλιακά ξηραντήρια.....	7
1.3.4 Μικτά ηλιακά ξηραντήρια.....	7
1.3.5 Υβριδικά ξηραντήρια.....	8
1.3.6 Ξηραντήρια τύπου θερμοκηπίου.....	8
1.3.7 Ξηραντήρια με ηλιακό συλλέκτη.....	9
1.4 Ο ρόλος της ξήρανσης στην ελληνική οικονομία.....	9
2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΞΗΡΑΝΤΗΡΙΟΥ.....	10
2.1 Αρχή λειτουργίας.....	10
2.2 Τα κύρια μέρη του ηλιακού ξηραντήρα.....	10
2.3 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή.....	11
2.4 Η υλοποίηση της κατασκευής.....	16
2.4.1 Θάλαμος ξήρανσης.....	16
2.4.2 Ηλιακός συλλέκτης.....	18
2.4.3 Βοηθητική πηγή ενέργειας.....	20
2.4.4 Σύστημα αυτόματου ελέγχου.....	22
2.4.5 Φωτισμός θαλάμου ξήρανσης.....	25
3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	26
3.1 Αρχή της ξήρανσης.....	26
3.2 Έλεγχος θερμοκρασίας θαλάμου ξήρανσης.....	26
3.3 Βήματα και πειραματικά αποτελέσματα ξήρανσης φρούτων.....	30
3.3.1 Περίπτωση 1η (ηλεκτρική ενέργεια).....	30
3.3.2 Περίπτωση 2η (ηλιακή ενέργεια).....	36
3.3.3 Περίπτωση 3η (ηλεκτρική και ηλιακή ενέργεια).....	42
4 ΣΥΜΠΕΡΑΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	48
4.1 Συμπεράσματα.....	48
4.2 Ευχαριστίες.....	48
4.3 Φυλλάδια με τεχνικά χαρακτηριστικά.....	49
Βιβλιογραφία.....	56

1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΞΗΡΑΝΣΗ

1.1 Εισαγωγή

Με τον όρο «ξηράνση» αναφερόμαστε κυρίως στην αφαίρεση μικρών σχετικά ποσοτήτων νερού από στερεά ή ημιστερεά υλικά. Η αφαίρεση υγρασίας από αέρια αποδίδεται κυρίως με τους όρους αφύγρανση και προσρόφηση, ενώ ο όρος εξάτμιση αναφέρεται συνήθως σε αφαίρεση μεγάλων ποσοτήτων νερού από διαλύματα. Αντί του όρου ξήρανση πολλές φορές χρησιμοποιείται ο όρος αφυδάτωση, αν και ο όρος αυτός αποδίδει καλύτερα την πλήρη απομάκρυνση νερού από το τρόφιμο. Η ξήρανση είναι η αρχαιότερη μέθοδος συντήρησης τροφίμων, δεδομένου ότι επιτυγχάνεται και με αρκετές φυσικές διεργασίες.

Με την ξήρανση των τροφίμων επιδιώκεται η απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους του νερού που περιέχουν ώστε να σταματούν πρακτικά οι μικροβιακές δράσεις. Επί πλέον της συντήρησης του τροφίμου η ξήρανση μπορεί να έχει και άλλους στόχους, όπως η μείωση του όγκου που διευκολύνει τη μεταφορά και την αποθήκευση, ή η παρασκευή προϊόντων κατάλληλων για χρήση π.χ. μίγματα για κέικ, για σούπες κ.ά. Το κλειδί για την επιτυχή ξήρανση είναι να αφαιρεθεί η υγρασία όσο το δυνατόν γρηγορότερα σε μια θερμοκρασία που δεν θα έχει σοβαρές επιπτώσεις στη γεύση, τη σύσταση και το χρώμα των τροφίμων. Εάν η θερμοκρασία είναι πάρα πολύ χαμηλή στην αρχή, οι μικροοργανισμοί μπορούν να επιζήσουν και να αναπτυχθούν ακόμη και προτού τα τρόφιμα να είναι επαρκώς ξηραμένα. Εάν η θερμοκρασία είναι πάρα πολύ υψηλή και η υγρασία πάρα πολύ χαμηλή, τα τρόφιμα μπορεί να σκληρύνουν στην επιφάνειά τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η υγρασία να φεύγει δυσκολότερα και τα τρόφιμα δεν ξεραινόνται κατάλληλα.

Η ξήρανση των περισσότερων τροφίμων γίνεται με θέρμανση. Επομένως είναι μία διεργασία στην οποία εμπλέκεται μεταφορά μάζας (νερού) από το τρόφιμο προς το περιβάλλον και μεταφορά θερμότητας από το μέσον θέρμανσης προς το τρόφιμο. Γίνεται σε ξηραντήρες διαφόρων τύπων, στους οποίους ο μηχανισμός μεταφοράς θερμότητας προς το προϊόν και μεταφοράς μάζας από το προϊόν διαφέρει. Η τεχνική της φυσικής ξήρανσης στον αέρα έχει περιορισμένες εφαρμογές. Στην ξήρανση των τροφίμων ισχύουν οι βασικές αρχές που διέπουν την ξήρανση οποιουδήποτε άλλου προϊόντος. Οι ιδιαιτερότητες των τροφίμων σχετίζονται με το ρόλο του νερού σε αυτά και την ευαισθησία των συστατικών και των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους στις θερμικές διεργασίες.

Η ξήρανση, όπως σε όλες τις μεθόδους συντήρησης, μπορεί να οδηγήσει στην απώλεια μερικών θρεπτικών ουσιών, αλλά η απώλεια αυτή εξαρτάται κυρίως από τη μέθοδο που θα χρησιμοποιηθεί. Συνοπτικά έρευνες αναφέρουν πως οι θερμίδες δεν αλλάζουν, αλλά συγκεντρώνονται σε μικρότερη μάζα καθώς η υγρασία αφαιρείται, οι φυτικές ίνες δεν μεταβάλλονται, η βιταμίνη Α διατηρείται καλά κάτω από ελεγχόμενες μεθόδους ξήρανσης, η βιταμίνη C συνήθως καταστρέφεται καθώς είναι πολύ ευαίσθητη, η θειαμίνη, ριβοφλαβίνη, νιασίνη εμφανίζουν μικρή απώλεια ενώ τα μεταλλικά άλατα μπορεί να χαθούν αν δεν ενυδατωθούν.

1.2 Μέθοδοι ηλιακής ξήρανσης

Η ηλιακή ξήρανση επιτυγχάνεται με τρεις κυρίως τρόπους:

- **Ηλιακή ξήρανση σε ελεύθερο αέρα:** Με τον τρόπο αυτό γεωργικά προϊόντα εκτίθενται στον ήλιο προς ξήρανση. Η ηλιακή ακτινοβολία συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας των προϊόντων. Ο άνεμος και η κίνηση του αέρα αφυδατώνουν επιφανειακά τα προϊόντα. Η ξήρανση με αυτόν τον τρόπο ονομάζεται και ξήρανση στον ήλιο.
- **Άμεση ηλιακή ξήρανση:** Το γεωργικό προϊόν εκτίθεται κάτω από ένα διαφανές κάλυμμα (γυαλί ή πλαστικό). Η διάταξη αυτή αποτελεί βελτιστοποίηση της ξήρανσης στον ήλιο, όμως το προϊόν θερμαίνεται περισσότερο λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου και της μικρής ταχύτητας του αέρα στο χώρο των γεωργικών προϊόντων. Αν η κίνηση του αέρα είναι πολύ εξασθενημένη, τα προϊόντα δεν αφυδατώνονται και δε γίνεται ξήρανση. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται σε ξηραντήρια λανθασμένης κατασκευής, όπου δίνεται απόλυτη προτεραιότητα στην επίτευξη υψηλών θερμοκρασιών, χωρίς να διευκολύνεται παράλληλα η κίνηση του αέρα.
- **Έμμεση ηλιακή ξήρανση:** Ο αέρας που κυκλοφορεί στο χώρο της ξήρανσης προθερμαίνεται σε ένα συλλέκτη, ο οποίος μπορεί να μη συμπεριλαμβάνεται στο χώρο ξήρανσης. Το προϊόν μένει στη σκιά μονωμένο από την ηλιακή ακτινοβολία, ενώ δεν αναθερμαίνεται από τον ήλιο. Στην περίπτωση αυτή η ξήρανση επιτυγχάνεται με εναλλαγή νερού με το ζεστό αέρα.

1.3 Τύποι ηλιακών ξηραντήριων

Αντίστοιχα με τα τρία είδη ηλιακής ξήρανσης, τα **ηλιακά ξηραντήρια** διακρίνονται στους εξής τύπους ανάλογα με τον τρόπο που χρησιμοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία:

1.3.1 Φυσικά ηλιακά ξηραντήρια

Στα ξηραντήρια αυτά χρησιμοποιείται η ηλιακή ακτινοβολία απευθείας. Τα γεωργικά προϊόντα τοποθετούνται πάνω σε δίσκους ή ψάθες που τοποθετούνται ακόμη και πάνω στο έδαφος. Τα φυσικά ηλιακά ξηραντήρια είναι απλές και πολύ οικονομικές κατασκευές, προϋποθέτουν όμως ανθρώπινη επίβλεψη έτσι ώστε να προστατεύονται σε περίπτωση βροχής, καθώς επίσης και συχνή μάλαξη για την αποφυγή υπερθέρμανσης των απευθείας εκτεθειμένων στον ήλιο επιφανειών.



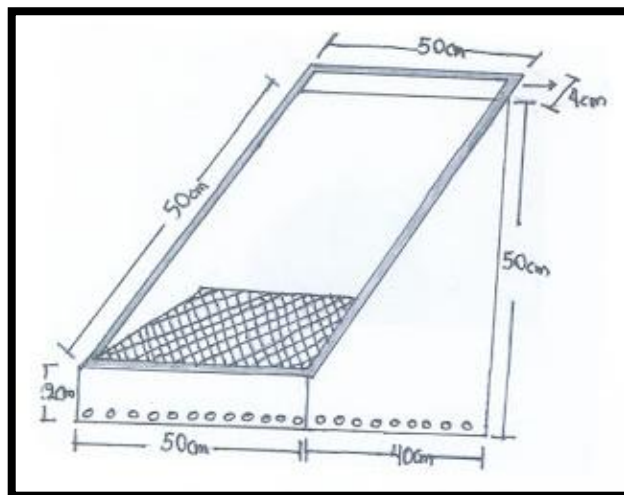
Σχήμα 1.1: Παραδοσιακά σύκα Κύμης (στάδιο αποξήρανσης)

Τα κυριότερα μειονεκτήματα των φυσικών ηλιακών ξηραντήριων είναι τα ακόλουθα:

- Σημαντικές απώλειες των προϊόντων που δεν ξηραίνονται ικανοποιητικά ή καταστρέφονται κατά τις μετακινήσεις. Για παράδειγμα, κατά την ξήρανση των ψαριών στην άμμο, οι απώλειες μπορεί να φτάσουν μέχρι και 50 %.
- Καταστροφή των βιταμινών (κυρίως Α και C) εξαιτίας της απευθείας έκθεσης των προϊόντων στον ήλιο.
- Ποιοτική υποβάθμιση των υπό ξήρανση γεωργικών προϊόντων λόγω διαφόρων επιδράσεων όπως της κακοκαιρίας, των εντόμων, της σκόνης, κλπ.

1.3.2 Άμεσα ηλιακά ξηραντήρια

Ο κύριος κορμός αυτών των ξηραντήριων αποτελείται συνήθως από ένα θάλαμο κατασκευασμένο από ξύλο βαμμένο μαύρο. Η ηλιακή ενέργεια εισέρχεται σε αυτό μέσω μιας κεκλιμένης επιφάνειας καλυμμένης με τζάμι. Στο κάτω μέρος του, περιμετρικά υπάρχουν διάφορες μικρές οπές για την είσοδο του αέρα. Τα προς ξήρανση προϊόντα τοποθετούνται πάνω σε μια μεταλλική σχάρα εντός του ξηραντήριου. Ο ψυχρός αέρας εισερχόμενος μέσω των οπών στο ξηραντήριο, θερμαίνεται και ανερχόμενος ξηραίνει τα προϊόντα που βρίσκονται πάνω στην σχάρα. Ο προσανατολισμός του ξηραντήριου είναι προς το Νότο κατά τη διαδικασία της ξήρανσης. Η κλίση της άνω επιφάνειας καλυμμένης με τζάμι, ως προς το οριζόντιο επίπεδο είναι 37 μοίρες. Στο ξηραντήριο αυτό άμεσου τύπου η συλλογή της ηλιακής ενέργειας και η ξήρανση των αγροτικών προϊόντων γίνεται στον ίδιο χώρο.



Σχήμα 1.2: Σκαρίφημα ηλιακού ξηραντήριου άμεσου τύπου

Ο τύπος αυτός ξηραντήριου έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Τα προς ξήρανση προϊόντα προστατεύονται καλύτερα από τις διάφορες εξωτερικές επιδράσεις όπως η κακοκαιρία, τα έντομα κλπ.
- Η θερμοκρασία μέσα σε αυτό το ξηραντήριο είναι αρκετά υψηλότερη λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου κι έτσι ελαττώνεται σημαντικά ο χρόνος ξήρανσης των προϊόντων.

Παράλληλα τα σημαντικότερα μειονεκτήματά του είναι:

- Η καταστροφή ορισμένων βιταμινών λόγω της υπερβολικά υψηλής θερμοκρασίας.
- Ο κίνδυνος φωτοξείδωσης των προϊόντων εξαιτίας της μετάδοσης της υπεριώδους ακτινοβολίας από το σκέπασμα του ξηραντήριου.
- Ο κίνδυνος να ξεπεράσει η θερμοκρασία τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, για τη σωστή ξήρανση των προϊόντων.

1.3.3 Έμμεσα ηλιακά ξηραντήρια

Στα ξηραντήρια αυτά, τα προς ξήρανση προϊόντα δεν εκτίθενται απευθείας στην ηλιακή ακτινοβολία, αλλά τοποθετούνται σε δίσκους στο εσωτερικό ενός κατάλληλου χώρου. Ο αέρας εισέρχεται στο χώρο με τα προς ξήρανση προϊόντα, αφού προηγουμένως περάσει από συλλέκτες αέρα ή άλλους προθερμαντήρες που το θερμαίνουν σε σχέση με το χρησιμοποιούμενο χώρο. Η μεταφορά του αέρα γίνεται με φυσικό ελκυσμό χρησιμοποιώντας μια ηλιακή καπνοδόχο ή με μηχανικά μέσα.



Σχήμα 1.3: Ηλιακό ξηραντήριο έμμεσου τύπου που κατασκευάστηκε από το τμήμα φυσικών πόρων και περιβάλλοντος του ΤΕΙ Κρήτης.

Ο τύπος αυτός ηλιακών ξηραντήριων είναι περισσότερο δαπανηρός και συχνά περισσότερο περίπλοκος στην κατασκευή από τα άμεσα ξηραντήρια. Τα ξηραντήρια αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για προϊόντα περισσότερο ευαίσθητα στην ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία των οποίων θα πρέπει να ελέγχεται (θέρμανση για ξήρανση προϊόντων που προορίζονται για σπόρους αναπαραγωγής καθώς και για την ξήρανση προϊόντων με χαμηλή μέγιστη θερμοκρασία). Επίσης, τα έμμεσα ηλιακά ξηραντήρια χρησιμοποιούνται και για την ξήρανση τροφίμων. Η διάρκεια της ξήρανσης είναι μεταβλητή και στις περισσότερες των περιπτώσεων είναι μεγαλύτερη από εκείνη της άμεσης ξήρανσης.

1.3.4 Μικτά ηλιακά ξηραντήρια

Στα ξηραντήρια αυτά η ενέργεια που είναι απαραίτητη για την ξήρανση αποδίδεται με έναν τρόπο που συνδυάζει την έκθεση των προϊόντων απευθείας στην ηλιακή ακτινοβολία και την προθέρμανση του αέρα που εισέρχεται στο ξηραντήριο από τους συλλέκτες.

1.3.5 Υβριδικά ξηραντήρια

Η επαρκής θέρμανση του αέρα στα ξηραντήρια αυτά επιτυγχάνεται με τη χρήση εκτός της ηλιακής ενέργειας και μιας συμπληρωματικής ενέργειας (πετρέλαιο, ηλεκτρισμός, ξύλα, κλπ). Τις περισσότερες φορές η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται για την προθέρμανση του αέρα που εισέρχεται στο ξηραντήριο. Αυτού του είδους τα ξηραντήρια έχουν σκοπό την ξήρανση των προϊόντων κατά την διάρκεια ολόκληρου του έτους ανεξαρτήτως κλιματολογικών συνθηκών που θα επικρατούν. Τα υβριδικά ξηραντήρια είναι περισσότερο δαπανηρά και χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας ή σε εμπορικές εφαρμογές.



Σχήμα 1.4: Υβριδικό ξηραντήριο αρωματικών φυτών στο Βοτανόκηπο Αθαλάσσας

Το Τμήμα Γεωργίας και το Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών (ΙΓΕ) συνεργάστηκαν για τη δημιουργία του πρότυπου υβριδικού ξηραντήριου αρωματικών φυτών (σχ.1.4), το οποίο βελτιώνει σε πολύ μεγάλο βαθμό την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος, μειώνοντας παράλληλα τον απαιτούμενο χρόνο ξήρανσης. Η ιδιαιτερότητα του ξηραντήριου αυτού, έγκειται στη λειτουργία του με ηλιακή ενέργεια και επικουρικά με υγραέριο τις μέρες κατά τις οποίες η ηλιοφάνεια είναι ανεπαρκής. Με τον πρωτότυπο αυτό τρόπο λειτουργίας του ξηραντήριου παρατηρείται σημαντική μείωση στο κόστος ξήρανσης των αρωματικών φυτών και ανεκτίμητη συνεισφορά στην προστασία του περιβάλλοντος, λόγω χρησιμοποίησης ενέργειας από ανανεώσιμη πηγή

1.3.6 Ξηραντήρια τύπου θερμοκηπίου

Στα ξηραντήρια αυτά η δέσμευση της ηλιακής ενέργειας επιτυγχάνεται μέσα στο χώρο του ξηραντήριου και ο αέρας αποτελεί το μοναδικό μέσο μετάδοσης της θερμότητας. Τα ξηραντήρια αυτά είναι απλές κατασκευές με οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή και προσανατολισμό από ανατολή προς δύση. Η είσοδος τοποθετείται συνήθως στο βορρά και μονώνεται θερμικά. Οι νότιες επιφάνειες καλύπτονται από ένα διαφανές υλικό (γυαλί ή πλαστικό). Το εσωτερικό της κατασκευής βάφεται μαύρο, ενώ η κυκλοφορία στο εσωτερικό του ξηραντήριου επιτυγχάνεται με ηλεκτρικούς ανεμιστήρες μικρής ισχύος, κατάλληλα τοποθετημένους στις ανατολικές και δυτικές πλευρές της κατασκευής.

1.3.7 Ξηραντήρια με ηλιακό συλλέκτη

Ο ηλιακός συλλέκτης χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του αέρα του ξηραντήριου και είναι τοποθετημένος έξω από το χώρο ξήρανσης. Το υλικό που χρησιμοποιείται για τη συλλογή και τη μετάδοση της ηλιακής ενέργειας είναι ένα ρευστό (νερό ή αέρας). Η θερμότητα που δεσμεύεται από το συλλέκτη μεταδίδεται στο χώρο του ξηραντήριου με κυκλοφορητή νερού ή αέρα. Σε ορισμένα ξηραντήρια η θερμότητα αποθηκεύεται σε δεξαμενές με νερό. Τα ξηραντήρια αυτά είναι περισσότερο δαπανηρά και περίπλοκα.

1.4 Ο ρόλος της ξήρανσης στην ελληνική οικονομία

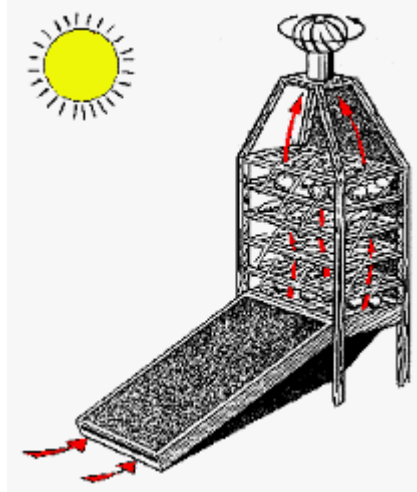
Χρυσά κέρδη προσφέρουν τα αποξηραμένα φρούτα, αφού λόγω της ελλειμματικής παραγωγής στην Ελλάδα, οι εγχώριες ανάγκες καλύπτονται με εισαγωγές από χώρες όπως η Τουρκία και οι ΗΠΑ.

Παρόλο που η χώρα μας έχει πλούσια παραγωγή φρούτων, η πλειονότητα των αποξηραμένων φρούτων έρχεται από αγορές του εξωτερικού. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τα εισαγόμενα δαμάσκηνα της Αμερικής και τα ξηρά σύκα της Τουρκίας. Τα πιο συνηθισμένα αποξηραμένα φρούτα που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά είναι οι σταφίδες, και ακολουθούν τα δαμάσκηνα, τα βερίκοκα, τα σύκα και οι χουρμάδες.

Τα ξηρά προϊόντα της γης είναι ανάρπαστα όχι μόνο στην ελληνική αγορά, αλλά και στο εξωτερικό, λόγω του ότι στις χώρες αυτές δεν υπάρχουν λαχανικά και φρούτα όλες τις εποχές. Τα σούπερ μάρκετ, καταστήματα υγιεινής διατροφής και γενικά τα καταστήματα τροφίμων αναζητούν αυτά τα προϊόντα, καθώς διαπιστώνουν μια στροφή του καταναλωτικού κοινού προς αυτά. Μεγάλες προοπτικές παρουσιάζουν τα αποξηραμένα δαμάσκηνα στη χώρα μας επειδή θεωρούνται άριστο αποξηραμένο φρούτο λόγω των εξαιρετικών οργανοληπτικών του ιδιοτήτων αλλά και λόγω του ότι μπορούν να δώσουν ικανοποιητικό εισόδημα στους παραγωγούς.

2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΞΗΡΑΝΤΗΡΙΟΥ

2.1 Αρχή λειτουργίας



Σχήμα 2.1

Η αρχή λειτουργίας του ξηραντήριου στηρίζεται:

- Στην φυσική ροή του αέρα και την ύπαρξη του συλλέκτη
- Με την βεβιασμένη ροή που ελέγχεται από το σύστημα αυτόματου ελέγχου.

Σκοπός της κατασκευής είναι η συνεχής τροφοδότηση του θαλάμου με θερμό αέρα για την αποτελεσματικότερη ξήρανση των προϊόντων εντός των επιθυμητών ορίων θερμοκρασίας που θα οριστούν.

Αυτό επιτυγχάνεται στην πρώτη περίπτωση με την ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στο συλλέκτη, με αποτέλεσμα ο αέρας που βρίσκεται στο χώρο να θερμαίνεται. Ο θερμός αυτός αέρας λόγω φυσικής ροής μετατοπίζεται στο θάλαμο ξήρανσης(εφαρμόζεται κυρίως τις καλοκαιρινές μέρες).

Επίσης στην κατασκευή έχει εγκατασταθεί ένα βοηθητικό σύστημα θέρμανσης του αέρα. Ο αέρας πλέον θερμαίνεται μέσω αντιστάσεων (νόμος του Joule) και με τη βοήθεια του βεντιλατέρ (βεβιασμένη ροή αέρα) ο αέρας μεταφέρεται στο θάλαμο ξήρανσης. Με τον τρόπο αυτό το ξηραντήριο θα λειτουργεί κατά τη διάρκεια όλου του έτους. Το σύστημα ελέγχεται από έναν controller , ο οποίος θα διατηρεί τη θερμοκρασία του θαλάμου εντός των ορίων που έχουν οριστεί.

2.2 Τα κύρια μέρη του ηλιακού ξηραντήρα

- Ο θάλαμος ξήρανσης, στον οποίο τοποθετείται το προς ξήρανση προϊόν
- Ο ηλιακός συλλέκτης
- Βοηθητική πηγή ενέργειας
- Σύστημα αυτόματου ελέγχου
- Φωτισμός θαλάμου ξήρανσης

2.3 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή

• Ο κύριος κορμός της κατασκευής αποτελείται από ξύλο MDF. Το MDF είναι ένα παράγωγο ξύλου κατασκευασμένο από κομμάτια, ίνες και υπολείμματα ξύλου, που συνδυάζονται με κερί και ένα ρητινούχο συνδετικό υλικό, το οποίο με εφαρμογή υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας, παίρνει το επιθυμητό σχήμα, συνήθως πάνελ διαφόρων διαστάσεων. Έγινε παραγγελία από εταιρεία που εμπορεύεται τέτοιου είδους ξύλο, ενός φύλλου MDF 3.05X1.85 πάχους 12mm το οποίο κόπηκε σε διάφορα κομμάτια με τις εξής διαστάσεις:

- 1 KOMMATIA 60cmX60cm πάχους 12mm
- 3 KOMMATIA 58cmX58cm πάχους 12mm
- 1 KOMMATIA 60cmX58cm πάχους 12mm
- 1 KOMMATIA 60cmX40cm πάχους 12mm
- 1 KOMMATIA 1mX60cm πάχους 12mm
- 2 KOMMATIA 1mX20cm πάχους 12mm
- 1 KOMMATIA 60cmX20cm πάχους 12mm
- 1 KOMMATIA 60cmX60cm πάχος 16mm



Σχήμα 2.2: Τα κομμάτια της κατασκευής από ξύλο MDF

• Το ηλιακό κομμάτι της κατασκευής αποτελείται από ένα ξύλινο πλαίσιο διαστάσεων 60cmX92cm μέσα στο οποίο τοποθετήθηκε ένα κομμάτι τζάμι διαστάσεων 58.5cmX90,5cm , μέσα από το οποίο διέρχεται η ηλιακή ακτινοβολία και θα ανακλάται σε ένα μεταλλικό κομμάτι (ανακλαστήρας) διαστάσεων 77cmX82cm (σχ.2.3).



Σχήμα 2.3: Ανακλαστήρας και ξύλινο πλαίσιο με το τζάμι

- Ξύλινα πόδια με χειρολαβή για την μετακίνηση του ξηραντήριου με ύψος 85cm, η χειρολαβή έχει μήκος 25cm και η διάμετρος του ξύλου είναι 5cm . 6 ξύλινα πλαίσια διαστάσεων 57cmX39cm με ενσωματωμένη ανοξειδωτη σχάρα(τελάρια για το προϊόν).



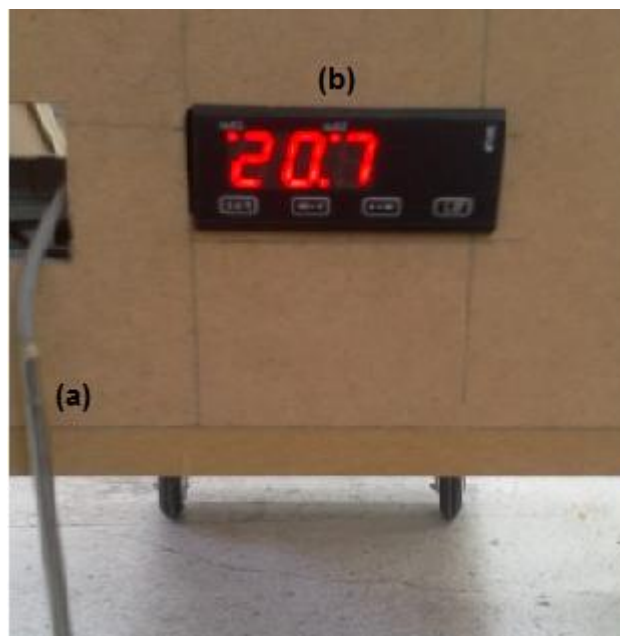
Σχήμα 2.4: Ξύλινα πόδια και τελάρια για το προϊόν

- Αντίσταση τύπου κτένα- αερόθερμου 18cm 220volt (1000+1000watt). Βεντιλατέρ 18cm με βάση 27 watt 125m³/h, ύψους 8cm, βάθους ~10cm και βάρους 1,2 κιλά (σχ.2.5).



Σχήμα 2.5: Αντίσταση τύπου κτένα και Βεντιλατέρ

- Controller με ενσωματωμένο αισθητήρα θερμοκρασίας LTW15



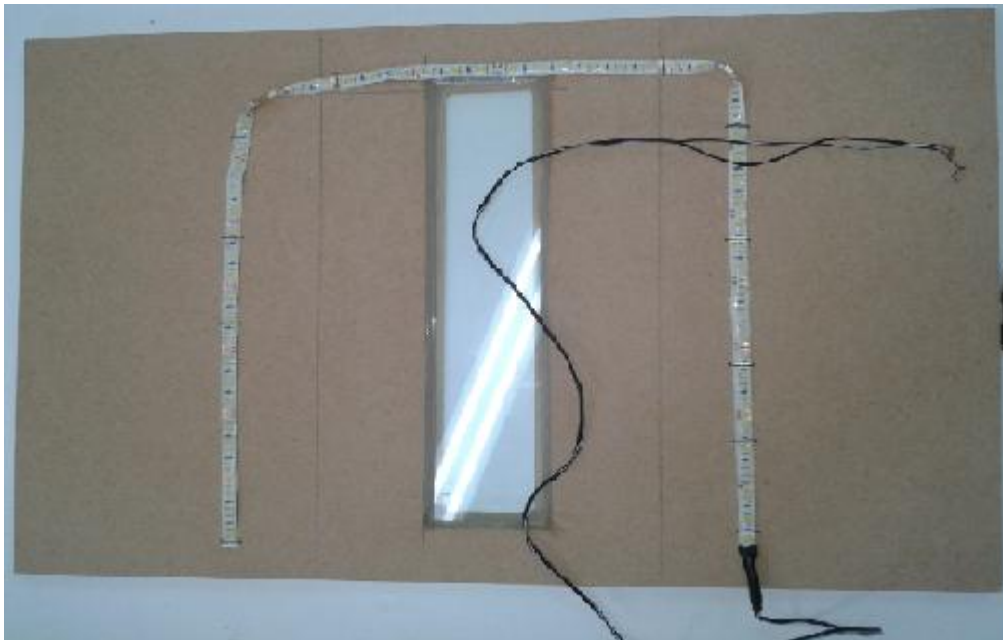
Σχήμα 2.6: Αισθητήρας θερμοκρασίας (a) και Controller LTW15 (b)

- Δύο ρελέ Θερμοσυσσωρευτών 20A ESB 20-20/230. Μία ενδεικτική λυχνία ράγας τύπου RMB-101 κόκκινου χρώματος. Έναν διακόπτη τύπου 5SQ21.



Σχήμα 2.7: Διακόπτης (a), Ενδεικτική λυχνία (b), Ρελέ (c1, c2)

- LED-TAINIA 12V μήκους 1m



Σχήμα 2.8: LED-TAINIA

- Δύο τροχοί από μαύρο λάστιχο και μεταλλική ζάντα με μακαρονοτό ρουλεμάν σε γαλβανιζέ βάση (για την στήριξη και μεταφορά της κατασκευής).



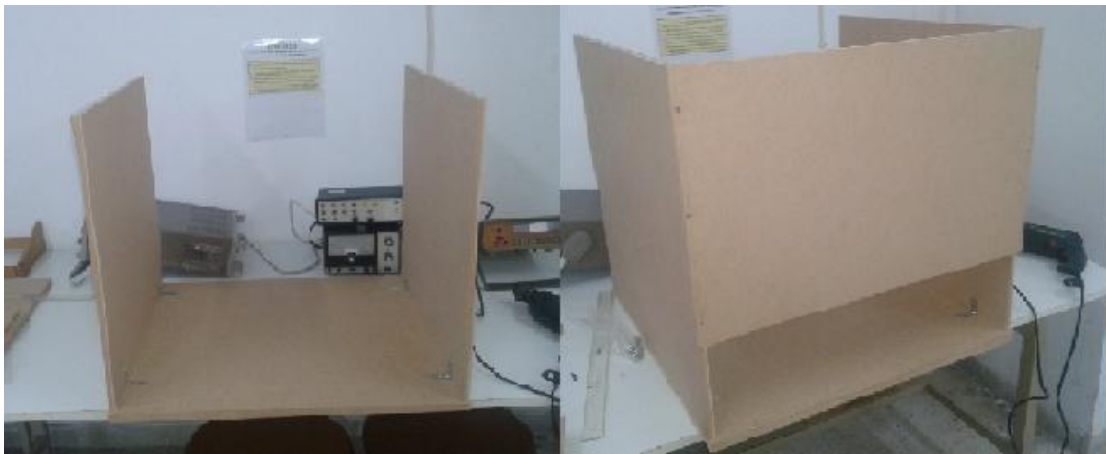
Σχήμα 2.9: Τροχός

- Έξτρα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή:
 - Γωνιές 90 μοιρών
 - Γωνιές 120 μοιρών
 - Ξυλόβιδες διάφορων μεγεθών
 - Καρόβιδες
 - Ροδέλες και παξιμάδια
 - Μεντεσέδες
 - Καλώδιο ρεύματος 3x1.5mm
 - Χρώμα mat μαύρο

2.4 Η ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

2.4.1 Θάλαμος ξήρανσης

Η βάση του θαλάμου έχει διαστάσεις 60cmX60cm. Πάνω σε αυτήν βιδώθηκαν αριστερά και δεξιά δύο ξύλινα κομμάτια 60cmX60cm το καθένα αντίστοιχα (σχ.2.10). Στο μπροστινό μέρος βιδώθηκε ένα ξύλινο κομμάτι με διαστάσεις 60cmX40cm ,αφήνοντας έτσι ένα κενό 20cm, όπου από εκεί θα διέρχεται ο θερμός αέρας προς τον θάλαμο ξήρανσης (σχ2.11).



Σχήμα 2.10

Σχήμα 2.11

Εντός του θαλάμου έχουν βιδωθεί επίσης 16 συνολικά ξύλινα πηχάκια με μήκος 37cm, πλάτος 1,5cm και ύψος 1,5cm εκ των οποίων τα 12 είναι τοποθετημένα σε οριζόντια διάταξη σε απόσταση 5,5cm μεταξύ τους (6 πηχάκια αριστερά και 6 δεξιά) που έχουν σκοπό την τοποθέτηση των τελάρων πάνω σε αυτά .Τα υπόλοιπα 4 είναι βιδωμένα σε κατακόρυφη διάταξη (2 σε κάθε πλαϊνό) έχοντας κενό μεταξύ τους 1,5cm για την στήριξη του εσωτερικού διαφράγματος του θαλάμου(σχ.2.12)



Σχήμα 2.12

Στο ξύλινο διάφραγμα διαστάσεων 57,5cmX57,5cm έχουν γίνει τρύπες διαφορετικής διαμέτρου. Η διάταξη των τρυπών είναι τέτοια έτσι ώστε να έχουν το ίδιο ύψος με τα ταψιά για να γίνεται η σωστή και άμεση ροή του αέρα στο προϊόν. Το διάφραγμα έχει κοπεί με τέτοιο τρόπο ώστε να πραγματοποιείται η εναλλαγή τροφοδότησης του θαλάμου με θερμό αέρα. (σχ. 2.13).



Σχήμα 2.13

Στο πάνω μπροστά (a) και στο πίσω κάτω μέρος (b) του θαλάμου έχουν βιδωθεί κομμάτια ξύλου που αποσκοπούν, στην στήριξη των πορτών με μεντεσέδες. Έχει τοποθετηθεί ένα κομμάτι ξύλου (c) για την καλύτερη σταθερότητα και στήριξη του θαλάμου.



Σχήμα 2.14: θάλαμος ξήρανσης

Στο πάνω και πίσω μέρος του θαλάμου τοποθετήθηκαν με χρήση μεντεσέδων οι πόρτες. Η πόρτα που βρίσκεται στο πάνω μέρος λειτουργεί σαν εξαερισμός και προσφέρει πρόσβαση για την εύκολη εισαγωγή και εξαγωγή του διαφράγματος που βρίσκεται εντός. Η άλλη πόρτα που βρίσκεται στο πίσω μέρος έχει ενσωματωμένο ένα κομμάτι τζαμιού για την επίβλεψη του προϊόντος. Επίσης από εκεί γίνεται η εισαγωγή και εξαγωγή των τελάρων με το προϊόν εντός του θαλάμου ξήρανσης (σχ.2.15).



Σχήμα 2.15

2.4.2 Ηλιακός συλλέκτης

Ο ηλιακός συλλέκτης αποτελεί την κυριότερη πηγή ενέργειας ενός ηλιακού ξηραντήρα, έχοντας ιδιαίτερος σημαντικό ρόλο στη μετατροπή και τη μεταφορά της ενέργειας. Μετατρέπει την άμεση και τη διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία που λαμβάνει από τον ήλιο σε θερμότητα. Αυτή η μετατροπή ενέργειας πραγματοποιείται στην πλάκα απορρόφησης του συλλέκτη. Στο μπροστινό μέρος του θαλάμου βιδώθηκε με χρήση γωνιών 120 μοιρών η βάση του συλλέκτη (σχ. 2.16).



Σχήμα 2.16

Πάνω στην βάση ενσωματώθηκαν τα 2 πλαϊνά με τρόπο τέτοιο ώστε να φωλιάζουν με ακρίβεια στον θάλαμο (σχ.2.17).



Σχήμα 2.17

Βιδώθηκε πάνω στην βάση του συλλέκτη ένα κομμάτι λαμαρίνας το οποίο βάφτηκε με μαύρο ματ χρώμα για καλύτερη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Στο κάτω μέρος του συλλέκτη βιδώθηκε ξύλινο κομμάτι διαστάσεων 20cmX60cm για την καλύτερη σταθερότητα του συλλέκτη (σχ. 2.18).



Σχήμα 2.18

Τέλος ενσωματώθηκε το τελευταίο μέρος του συλλέκτη ,το ξύλινο πλαίσιο μαζί με το τζάμι, που βιδώθηκε με μεντεσέδες πάνω στην κατασκευή (σχ. 2.19).



Σχήμα 2.19

2.4.3 Βοηθητική πηγή ενέργειας

Τα κύρια και βασικά μέρη του συστήματος βοηθητικής ενέργειας που εγκαταστάθηκαν στην κατασκευή στο κάτω μέρος του συλλέκτη είναι τα εξής:

- Βεντιλατέρ με βάση (ανεμιστήρας)
- Αντίσταση τύπου κτένα- αερόθερμου



Σχήμα 2.20

Το **βεντιλατέρ** είναι ένας ανεμιστήρας που βρίσκεται στην κατασκευή και χρησιμεύει για να κατευθύνει τον αέρα με μεγαλύτερη ταχύτητα.

Όλα τα υλικά παρουσιάζουν κάποια **αντίσταση** στη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος. Στο ηλεκτρικό κύκλωμα όσο μεγαλύτερη είναι η διάμετρος των αγωγών, τόσο μικρότερη θα είναι η ηλεκτρική αντίσταση στη ροή του ρεύματος. Επίσης η αντίσταση των αγωγών εξαρτάται από το μήκος τους και το υλικό κατασκευής.

$$R = \frac{\rho \ell}{S}$$

Η αντίσταση των μετάλλων, όπως ο άργυρος, ο χαλκός και το αλουμίνιο αυξάνει όταν αυξάνει η θερμοκρασία, ενώ η αντίσταση μερικών κραμάτων, όπως είναι το κουστένιο και η μαγγανίνη, μεταβάλλεται πολύ λίγο με τη θερμοκρασία και λόγω της ιδιότητάς τους αυτής χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των οργάνων μέτρησης. Τέλος άλλα υλικά, όπως είναι ο άνθρακας όταν θερμαίνονται η αντίστασή τους μειώνεται. Μονάδα μέτρησης της αντίστασης είναι το Ωμ.

Ο πίνακας που ακολουθεί (πίνακας 2.1) δίνει την ειδική αντίσταση, την ειδική αγωγιμότητα και τον συντελεστή θερμοκρασίας μερικών μετάλλων σε θερμοκρασία 20 βαθμών Κελσίου.

Πίνακας 2.1

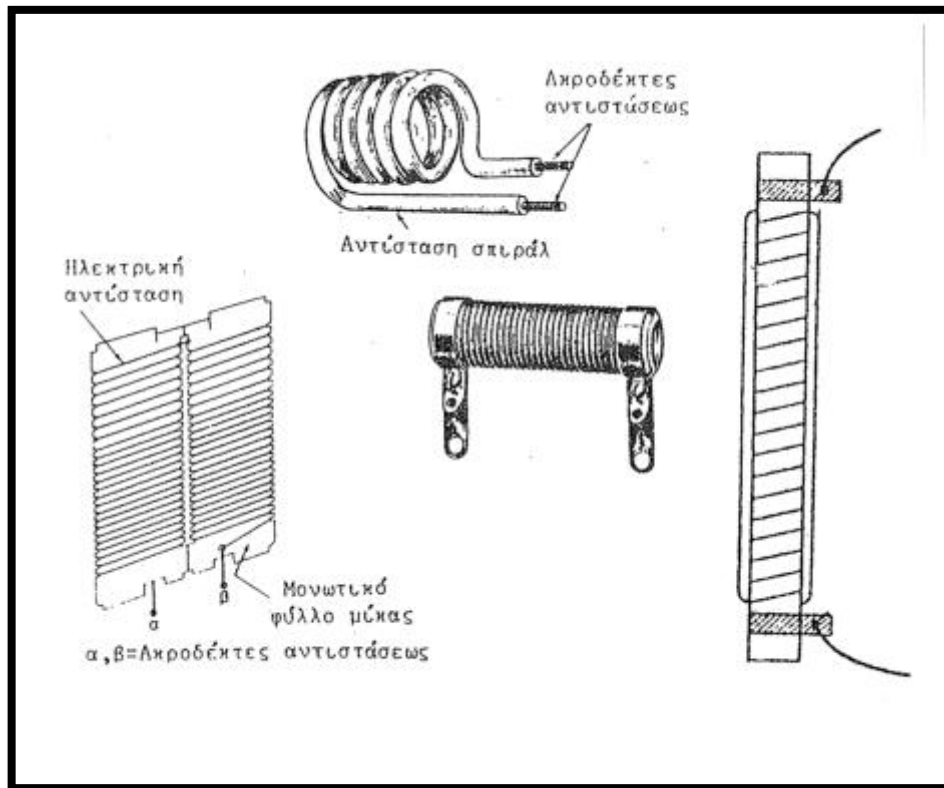
Μέταλλο	Ειδική αντίσταση Ωμ mm ² /m	Ειδική αγωγιμότητα mho $\frac{m}{mm^2}$	Συντελεστής θερμοκρασίας
Άργυρος	0,0163	61,3	0,0038
Χαλκός	0,0172	58,1	0,00392
Χρυσός	0,0244	41	0,0034
Αλουμίνιο	0,0282	35,5	0,00446
Άνθρακας	0,038-0,0241	0,0263-0,0244	0,0003-0,0008
Ψευδάργυρος	0,07	14,3	0,00347
Μαλακός χάλυβας	0,159	6,3	0,005
Χρωμονικελίνη	1	1	0,0007

Οι αντιστάσεις σύρματος χρησιμοποιούνται σε μεγάλο φάσμα εφαρμογών του ηλεκτρισμού, που δεν περιορίζεται ούτε από την ισχύ ούτε από την συχνότητα του ηλεκτρικού ρεύματος. Από άποψη ηλεκτρικών και γεωμετρικών χαρακτηριστικών υπάρχει μεγάλη ποικιλία ανάλογα με τον προορισμό της αντίστασης.

Οι αντιστάσεις σύρματος αποτελούνται από ένα διηλεκτρικό (μονωτικό) και θερμοανθεκτικό υλικό πάνω στο οποίο στερεώνεται με διάφορους τρόπους, ένας αγωγός μεγάλης ηλεκτρικής αντίστασης. Η διατομή του σύρματος καθορίζεται από την ισχύ που πρέπει να αναπτυχθεί με την μορφή θερμότητας στην αντίσταση. Το μήκος του σύρματος και η διατομή του αποτελούν, για ένα ορισμένο υλικό τις μεταβλητές μέσου των οποίων ρυθμίζονται τα χαρακτηριστικά μεγέθη των αντιστάσεων (ισχύς, πτώση τάσης, ηλεκτρικό ρεύμα κ.α.).

Οι αντιστάσεις σύρματος κατασκευάζονται σε μεγάλη ποικιλία ισχύος, η οποία κυμαίνεται από κλάσματα του Watt μέχρι δεκάδες KW. Το σύρμα της αντίστασης μπορεί να είναι γυμνό ή μονωμένο με μονωτικό υλικό. Σε πολλούς τύπους αντιστάσεων σύρματος

γίνεται εξωτερική επάλειψη με κατάλληλα βερνίκια, που προστατεύουν το σύρμα αλλά επιτρέπουν την ψύξη της αντίστασης.



Σχήμα 2.21

Σαν υλικά των βάσεων των αντιστάσεων ισχύος χρησιμοποιείται πορσελάνη, γυαλί, κ.α. Για να αποφευχθεί η χρησιμοποίηση αγωγού μεγάλου μήκους στην κατασκευή των αντιστάσεων χρησιμοποιούνται κράματα μεγάλης ειδικής αντίστασης που είναι τα κράματα νικελίου-χρωμίου (χρωμονικελίνη). Τα κράματα αυτά παρουσιάζουν μικρό συντελεστή θερμοκρασίας και μεγάλη ειδική αντίσταση. Γι' αυτό τον λόγο χρησιμοποιούνται πιο πολύ. Στα άκρα της περιέλιξης της αντίστασης υπάρχουν δύο ακροδέκτες, με τους οποίους μπορεί να συνδεθεί η αντίσταση με το υπόλοιπο κύκλωμα. Η τιμή της αντίστασης σύρματος δεν υπερβαίνει τα λίγα $k\Omega$ και μπορεί να αντέχει σε ισχύ από μερικά Watt μέχρι και δεκάδες χιλιάδες Watt.

2.4.4 Σύστημα αυτόματου ελέγχου

Γενικά

Το σύστημα αυτόματου ελέγχου που εγκαταστάθηκε μέσα στην κατασκευή αποτελείται από τον controller, τον αισθητήρα, δύο ρελέ, μία ενδεικτική λυχνία και ένα γενικό διακόπτη. Τοποθετήθηκαν όλα τα παραπάνω στο κάτω μέρος του θαλάμου και προσαρμόστηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε ο χρήστης να έχει εύκολη πρόσβαση και χρήση του συστήματος (σχ. 2.22). Θα τροφοδοτείται από το δίκτυο (220 volt) και μέσω του γενικού διακόπτη θα μπαίνει σε λειτουργία.

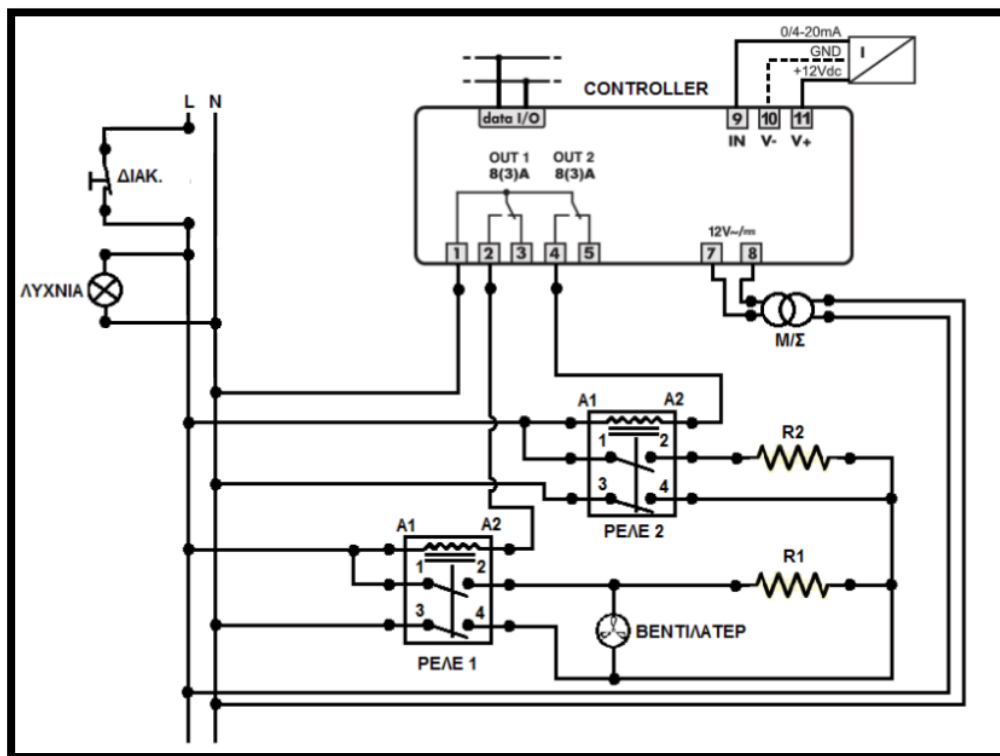


Σχήμα 2.22

Αρχή λειτουργίας ΣΑΕ

Η συνδεσμολογία του συστήματος αυτόματου ελέγχου (σχ.2.23) και η λειτουργία του έχει ως εξής:

Το σύστημα τροφοδοτείται από το δίκτυο(220 volt). Βάζοντας το σε λειτουργία οπλίζουν ταυτόχρονα τα δύο ρελέ. Στο πρώτο ρελέ είναι συνδεδεμένα παράλληλα η αντίσταση R1 και το βεντιλατέρ και στο δεύτερο έχει συνδεθεί η αντίσταση R2(μπαίνουν σε λειτουργία όλα). Επίσης έχει προγραμματιστεί ο controller έτσι ώστε να έχουμε τα επιθυμητά όρια της θερμοκρασίας εντός του θαλάμου(όρια 45-50 βαθμοί). Όταν η θερμοκρασία φτάσει στο πρώτο όριο(45 βαθμοί) τότε το ρελέ 2 δίνει εντολή να σταματήσει η λειτουργία της αντίστασης R2 και συνεχίζει να λειτουργεί το βεντιλατέρ και η αντίσταση R1. Όταν η θερμοκρασία του θαλάμου ξεπεράσει την μέγιστη τιμή που του έχει οριστεί (50 βαθμοί) , τότε το ρελέ 2 δίνει εντολή να σταματήσουν το βεντιλατέρ και η αντίσταση R1. Στην περίπτωση που η θερμοκρασία του θαλάμου αρχίσει να μειώνεται και πέσει κάτω από τους 48 βαθμούς (έχουμε υστέρηση), τότε το ρελέ 1 οπλίζει και μπαίνει ξανά το σύστημα σε λειτουργία(βεντιλατέρ και R1). Επίσης εάν η θερμοκρασία μειωθεί κάτω από τους 43 βαθμούς ,τότε οπλίζει το ρελέ 2 και μπαίνει σε λειτουργία και η αντίσταση R2. Με αυτόν τον τρόπο (θέτοντας όρια) το σύστημα αυτόματου ελέγχου διατηρεί τη θερμοκρασία του θαλάμου εντός των επιθυμητών ορίων που του έχουν οριστεί(σχ.2.23).



Σχήμα 2.23

Προγραμματισμός controller LTW 15

Για να μπούμε στο πρόγραμμα κάνουμε τις παρακάτω κινήσεις:

Πιέζουμε με τη σειρά τα πλήκτρα ◀, **set**, ▶, και τα κρατάμε πιεσμένα για περίπου 3 δευτερόλεπτα.

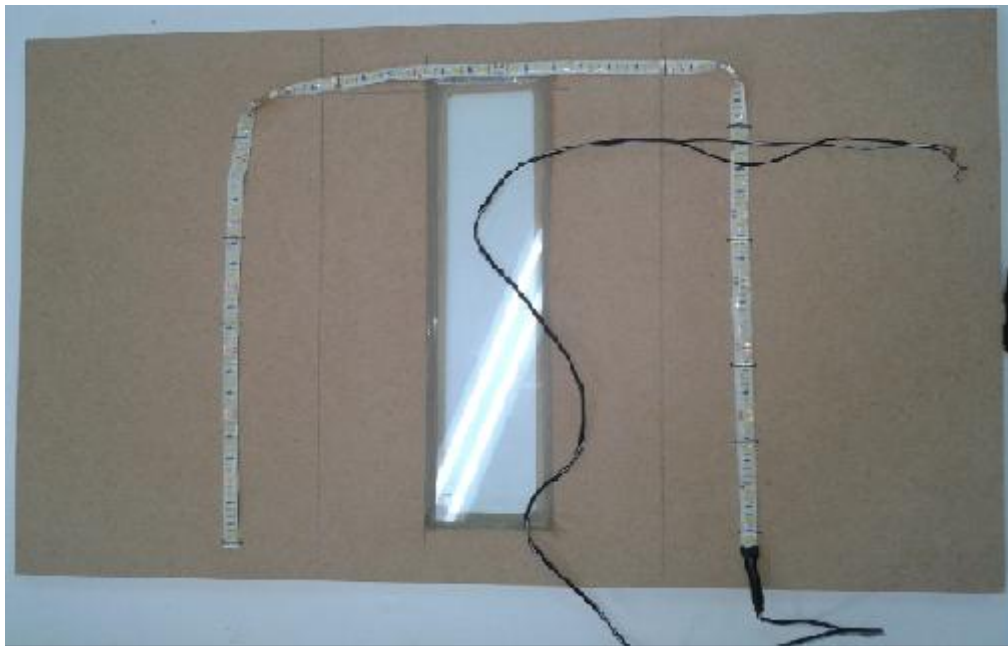
Η μετάβαση από μια παράμετρο στην επόμενη/προηγούμενη επιτυγχάνεται πιέζοντας τα πλήκτρα ◀, **,η**, ▶. Για να εμφανίσουμε την είδη υπάρχουσα τιμή πιέζουμε το πλήκτρο **#**, για να την αλλάξουμε πιέζουμε ταυτόχρονα τα πλήκτρα **set + ◀, η, ▶** ανάλογα αν θέλουμε να αυξήσουμε ή να μειώσουμε την τιμή. Η απομάκρυνση από την λειτουργία του προγραμματισμού επιτυγχάνεται είτε πιέζοντας το πλήκτρο **L2** είτε αυτόματα και με το πέρασμα 30 δευτερολέπτων από την τελευταία χρήση κάποιου από τα πλήκτρα.

Τα βήματα για τον προγραμματισμό του controller είναι τα ακόλουθα:

- **SCL** **CO1** (επιλογή μεθόδου κλίμακας, μέτρησης θερμοκρασίας)
- **SPL** **10** (ελάχιστη επιθυμητή τιμή)
- **SPH** **60** (μέγιστη επιθυμητή τιμή)
- **1SP** **45** (θερμοκρασία set point εξόδου1)
- **1Y** **HY** (είδος ρύθμισης καναλιού 1 με καθυστέρηση)
- **1HY** **-2** (βαθμός καθυστέρησης εξόδου 1)
- **2CM** **ABS** (τύπος ρύθμισης καναλιού 2, ανεξάρτητο set point)
- **2SP** **50** (θερμοκρασία set point εξόδου 2)
- **2Y** **HY** (είδος ρύθμισης καναλιού 2 με καθυστέρηση)
- **2HY** **-2** (βαθμός καθυστέρησης εξόδου 2)

2.4.5 Φωτισμός θαλάμου ξήρανσης

Ο φωτισμός του θαλάμου γίνεται με τη χρήση ταινίας led μήκους ενός μέτρου και ισχύος 14 Watt η οποία συνδέεται με το δίκτυο μέσω ενός μετασχηματιστή 12V DC των 15W. Εφαρμόστηκε πάνω στην πίσω πόρτα του θαλάμου και αποσκοπεί στην καλύτερη ορατότητα μέσα σε αυτόν(σχ2.24). Ο έλεγχος του φωτισμού γίνεται από έναν απλό διακόπτη (button).



Σχήμα 2.24

3 Πειραματικά δεδομένα

3.1 Αρχή της ξήρανσης

Στην ξήρανση σε χαμηλές θερμοκρασίες έως 45 βαθμούς κελσίου αποβάλλεται η υγρασία των τροφίμων. Με τη διαδικασία αυτή τα σπυριγόνια βακτήρια χάνουν το θρεπτικό τους υπόστρωμα και έτσι τα προϊόντα της ξήρανσης διατηρούνται για χρόνια αν αποθηκευτούν σωστά.

Τα πιο σημαντικά σημεία της ξήρανσης είναι:

- Ζεστή θερμοκρασία (35-45 βαθμούς κελσίου ή σταθερή)
- Καλή κυκλοφορία του αέρα. Τα τρόφιμα δεν μπορούν να αποξηραθούν σε αυτές τις χαμηλές θερμοκρασίες εάν ο ζεστός αέρας δεν μπορεί να βγει.
- Προστατεύουμε τα αποξηραμένα φρούτα από φώς και τα έντομα.

3.2 Έλεγχος θερμοκρασίας θαλάμου ξήρανσης

• **1^η περίπτωση:**

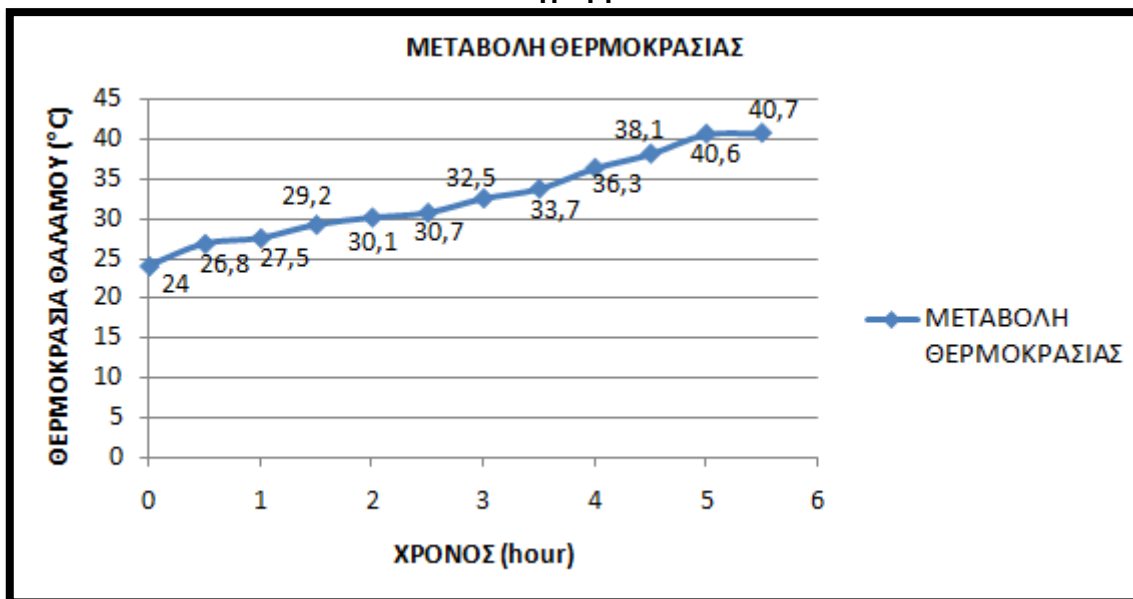
Έλεγχος της θερμοκρασίας του θαλάμου κατά την λειτουργία του ξηραντήριου με ηλιακή ενέργεια.

Στην 1^η περίπτωση η κατασκευή τοποθετήθηκε σε εξωτερικό χώρο (θερμοκρασία περιβάλλοντος 24 βαθμοί κελσίου) και χωρίς την χρήση βοηθητικής πηγής ενέργειας(ηλεκτρική) τέθηκε σε λειτουργία. Στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε την μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του χρόνου.

Πίνακας 3.1

ΩΡΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ	ΧΡΟΝΟΣ (hour)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΘΑΛΑΜΟΥ(°C)
10:00	0	24
10:30	0,5	26,8
11:00	1	27,5
11:30	1,5	29,2
12:00	2	30,1
12:30	2,5	30,7
13:00	3	32,5
13:30	3,5	33,7
14:00	4	36,3
14:30	4,5	38,1
15:00	5	40,6
15:30	5,5	40,7

Διάγραμμα 3.1



• 2^η περίπτωση:

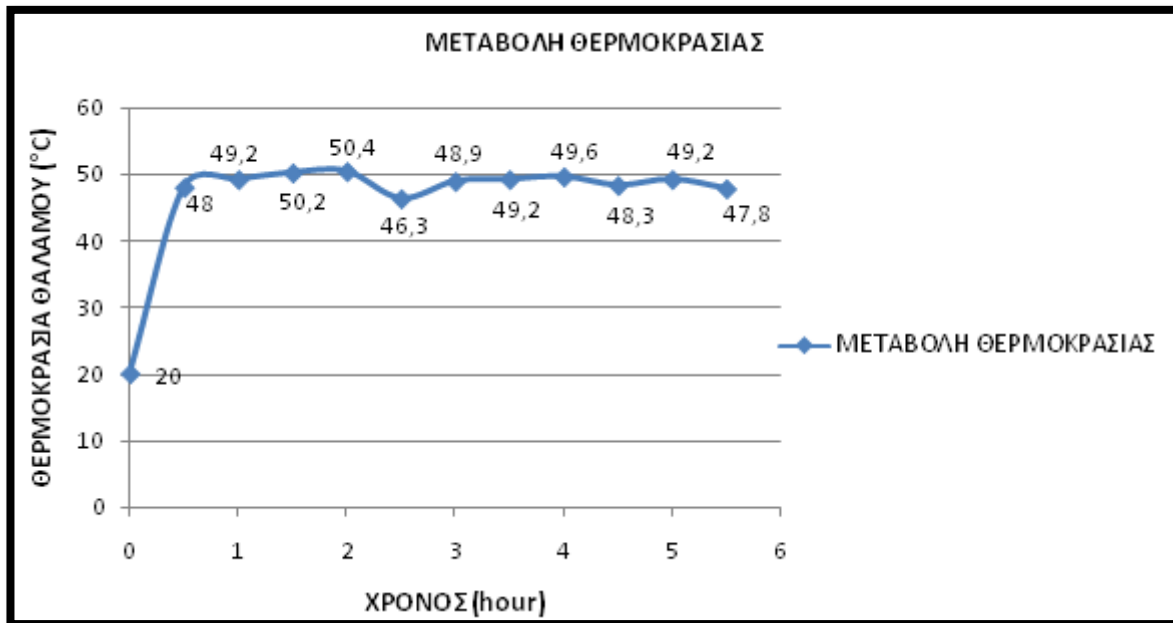
Έλεγχος της θερμοκρασίας κατά την λειτουργία του ξηραντήριου με ηλεκτρική ενέργεια.

Σε αυτή την περίπτωση η κατασκευή τοποθετήθηκε σε ένα δωμάτιο (θερμοκρασία δωματίου 20 βαθμούς κελσίου) και χωρίς την χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας, τέθηκε σε λειτουργία. Στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε την μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του χρόνου.

Πίνακας 3.2

ΩΡΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ	ΧΡΟΝΟΣ (hour)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΘΑΛΑΜΟΥ(°C)
10:00	0	20
10:30	0,5	48
11:00	1	49,2
11:30	1,5	50,2
12:00	2	50,4
12:30	2,5	46,3
13:00	3	48,9
13:30	3,5	49,2
14:00	4	49,6
14:30	4,5	48,3
15:00	5	49,2
15:30	5,5	47,8

Διάγραμμα 3.2



3^η Περίπτωση:

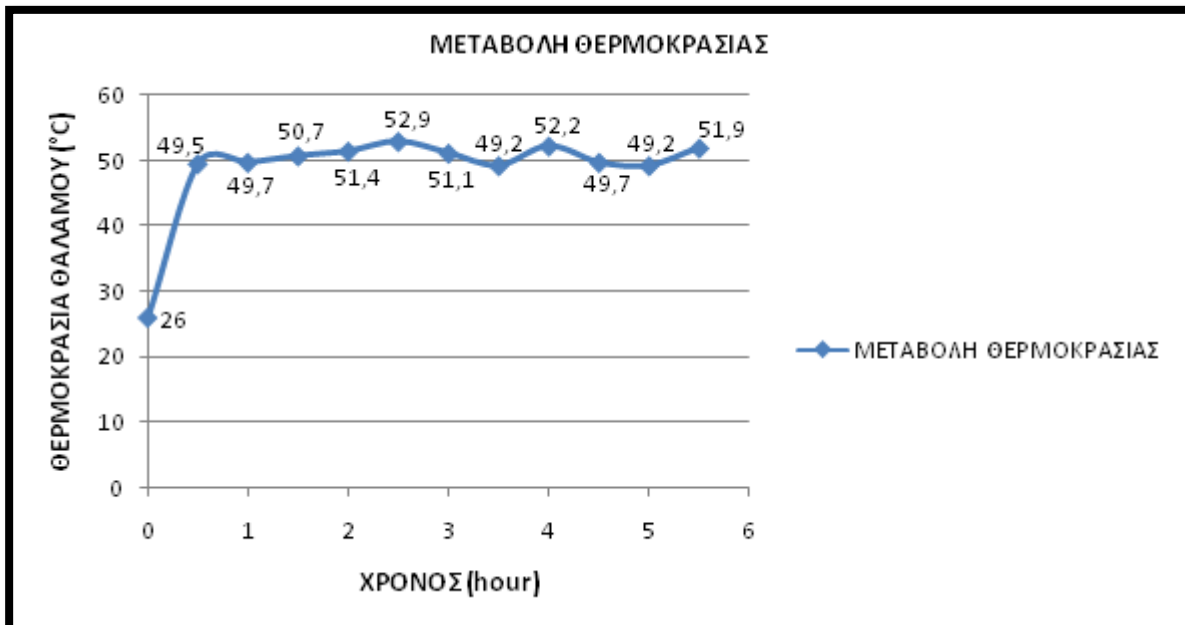
Έλεγχος θερμοκρασίας κατά την λειτουργία του ξηραντήριου με συνδυασμό ηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας

Στην 3^η περίπτωση η κατασκευή τοποθετήθηκε σε εξωτερικό χώρο (θερμοκρασία περιβάλλοντος 26 βαθμοί κελσίου) και τέθηκε σε λειτουργία συνδυάζοντας την ηλεκτρική και την ηλιακή ενέργεια. Στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε την μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του χρόνου.

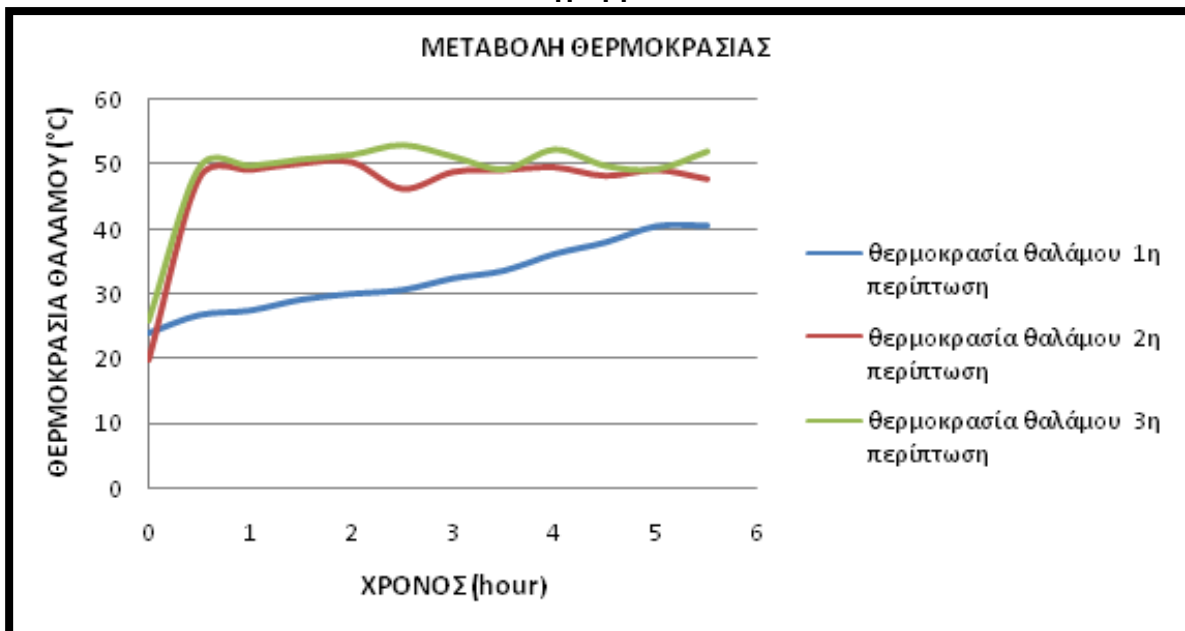
Πίνακας 3.3

ΩΡΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ	ΧΡΟΝΟΣ (hour)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΘΑΛΑΜΟΥ(°C)
10:00	0	26
10:30	0,5	49,5
11:00	1	49,7
11:30	1,5	50,7
12:00	2	51,4
12:30	2,5	52,9
13:00	3	51,1
13:30	3,5	49,2
14:00	4	52,2
14:30	4,5	49,7
15:00	5	49,2
15:30	5,5	51,9

Διάγραμμα 3.3



Διάγραμμα 3.4



Με βάση τους παραπάνω πίνακες παρατηρήθηκε ότι η θερμοκρασία εντός του θαλάμου ξήρανσης παραμένει σταθερή. Επίσης από τους πίνακες συμπεραίνουμε ότι μεγαλύτερη θερμοκρασία αναπτύσσεται όταν η κατασκευή λειτουργεί στην 3η περίπτωση (συνδυασμός ηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας -υβριδικό) με αποτέλεσμα να έχει την καλύτερη απόδοση(Διάγραμμα 3

3.3 Βήματα και πειραματικά αποτελέσματα ξήρανσης φρούτων

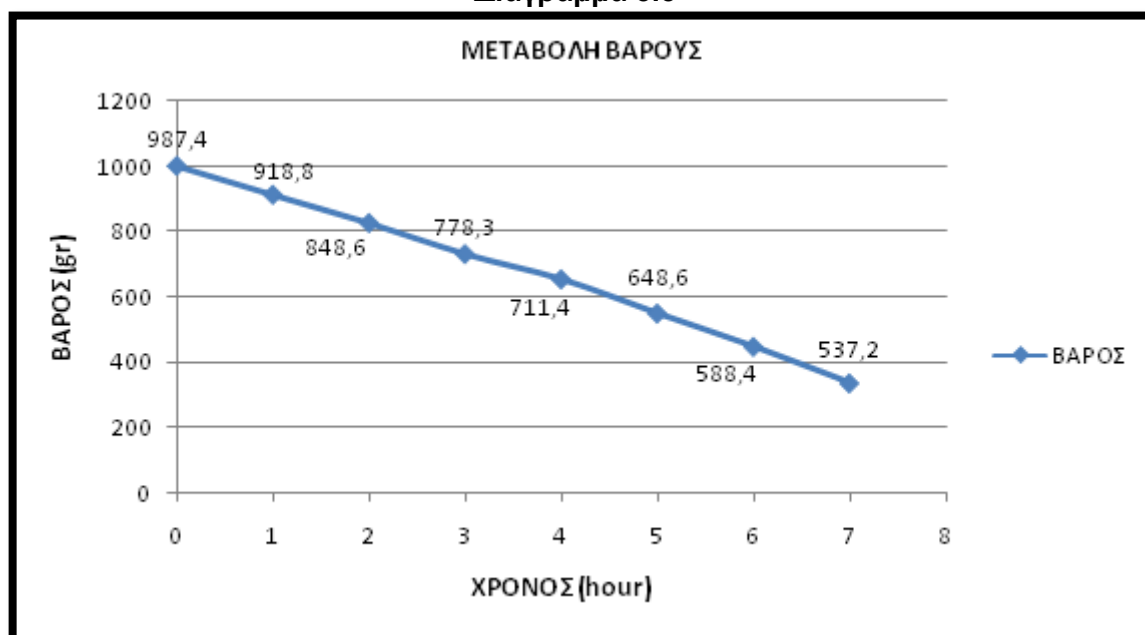
3.3.1 Περίπτωση 1η (ηλιακή ενέργεια)

Για το μήλο 3 mm

Πίνακας 3.4

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	987,4	-	-
1	918,8	68,6	6,9
2	848,6	138,8	14,05
3	778,3	209,1	21,1
4	711,4	276	27,9
5	648,6	338,8	34,3
6	588,4	399	40,5
7	537,2	450,2	45,6

Διάγραμμα 3.5

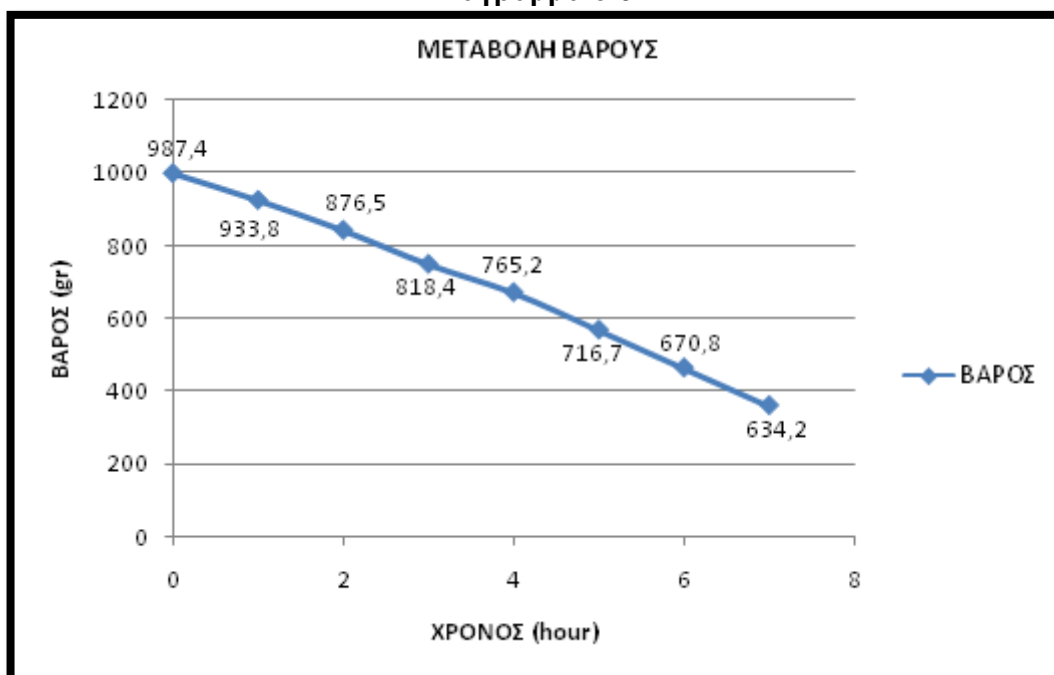


Για το μήλο 6 mm

Πίνακας 3.5

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	987,4	-	
1	933,8	53,6	5,4
2	876,5	110,9	11,2
3	818,4	169	17,1
4	765,2	222,2	22,5
5	716,7	270,7	27,4
6	670,8	316,6	32,06
7	634,2	353,2	35,7

Διάγραμμα 3.6

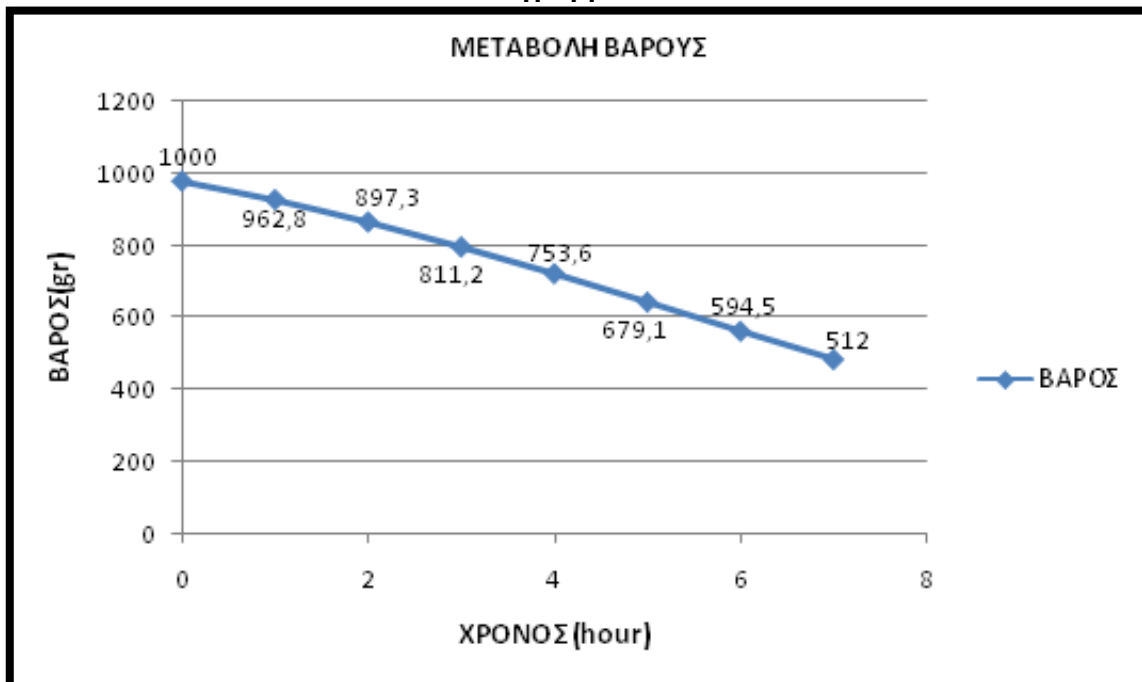


Για την μπανάνα 3mm

Πίνακας 3.6

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	1000	-	-
1	962,8	37,2	3,7
2	897,3	102,7	10,3
3	811,2	188,8	18,9
4	753,6	246,4	24,6
5	679,1	320,9	32,1
6	594,5	405,5	40,5
7	512	488	48,8

Διάγραμμα 3.7

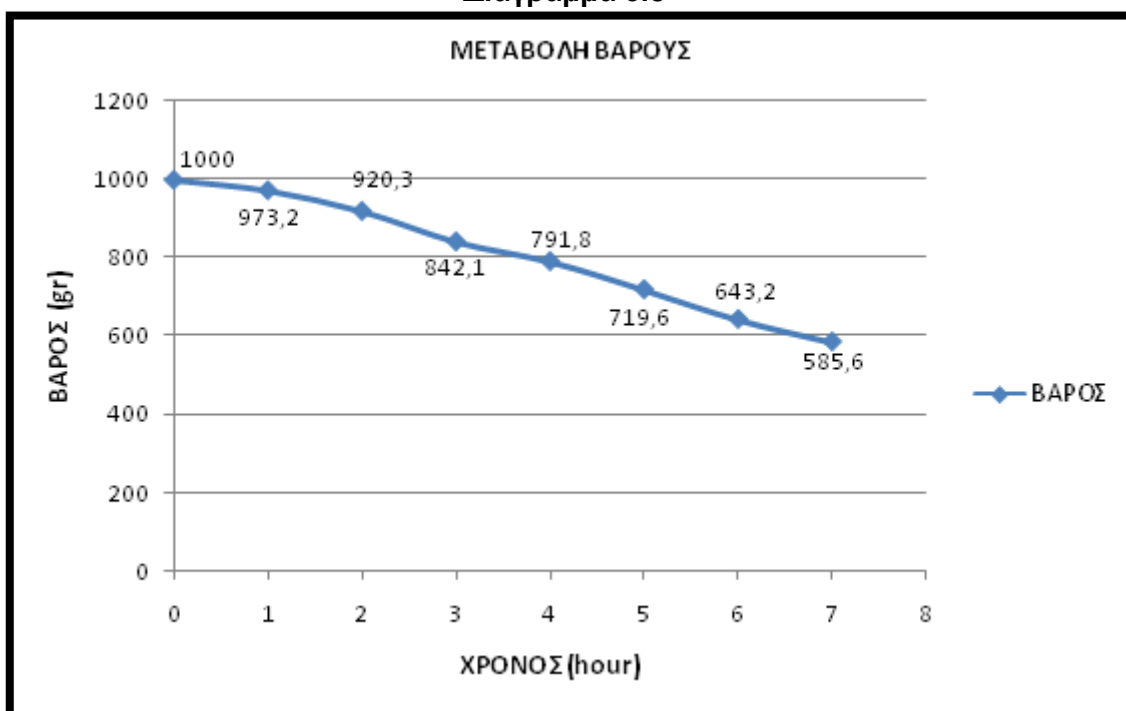


Για μπανάνα 6mm

Πίνακας 3.7

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	1000	-	-
1	973,2	26,8	2,7
2	920,3	79,7	7,9
3	842,1	157,9	15,5
4	791,8	208,2	20,8
5	719,6	280,4	28,1
6	643,2	356,8	35,7
7	585,6	414,4	41,4

Διάγραμμα 3.8

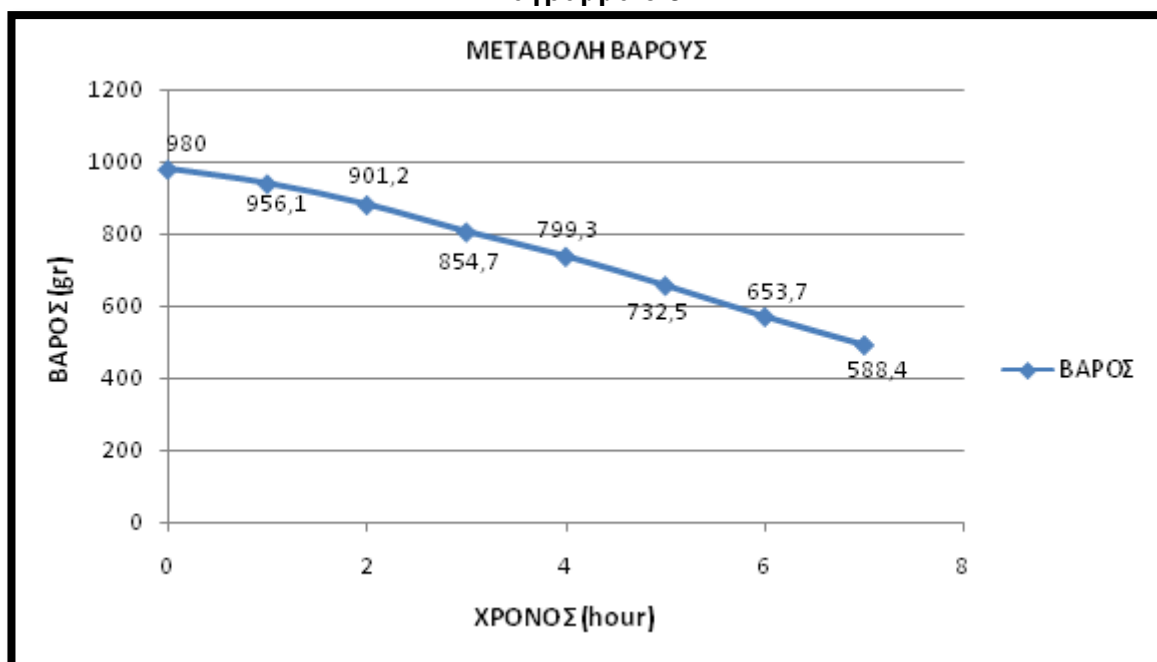


Για το αχλάδι 3mm

Πίνακας 3.8

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	980	0	0
1	956,1	23,9	2,4
2	901,2	78,8	8
3	854,7	125,3	12,7
4	799,3	180,7	18,4
5	732,5	247,5	25,2
6	653,7	326,3	33,3
7	588,4	391,6	39,9

Διάγραμμα 3.9

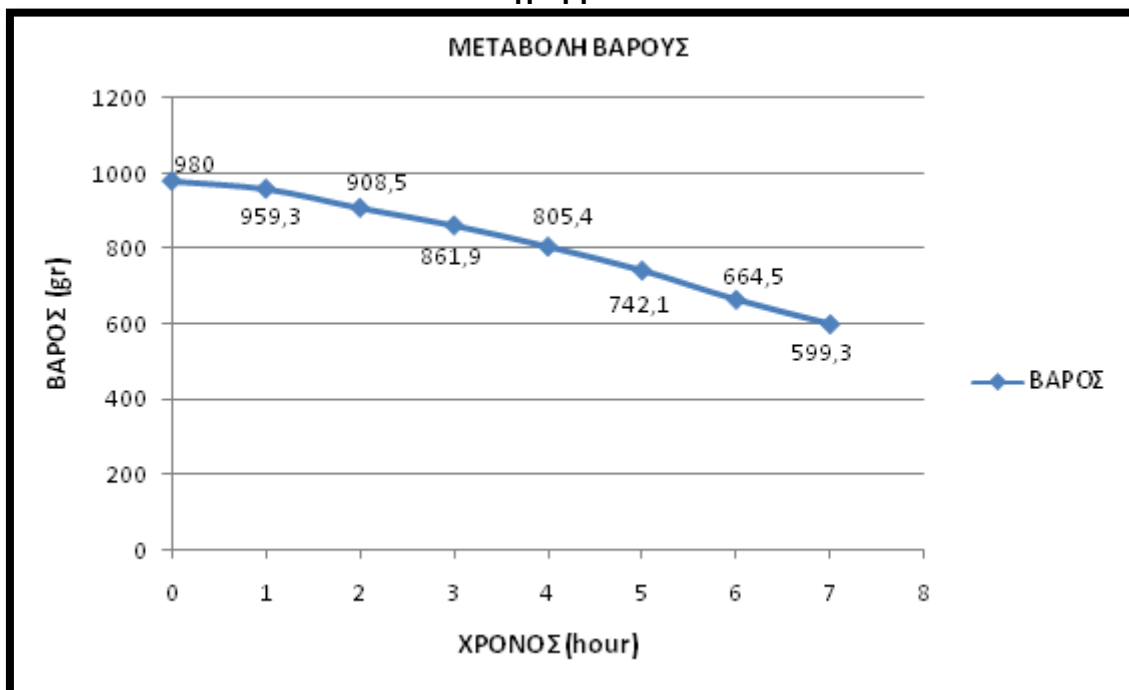


Για το αχλάδι 6mm

Πίνακας 3.9

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	980	0	0
1	959,3	20,7	2,1
2	908,5	71,5	7,3
3	861,9	118,1	12
4	805,4	174,6	17,8
5	742,1	237,9	24,3
6	664,5	315,5	32,2
7	599,3	380,7	38,8

Διάγραμμα 3.10



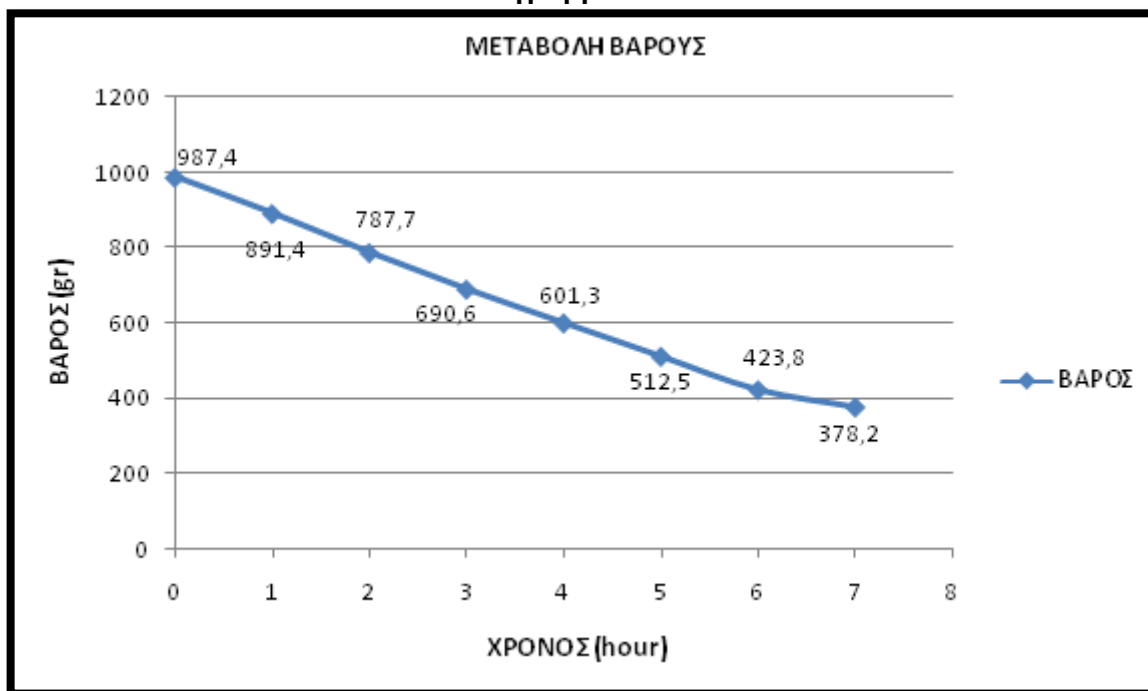
3.3.2 Περίπτωση 2^η (ηλεκτρική ενέργεια)

Για το μήλο 3mm

Πίνακας 3.10

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	987,4	-	-
1	891,4	96	9,7
2	787,7	199,7	20,2
3	690,6	296,8	30,1
4	601,3	386,1	39,1
5	512,5	474,9	48,1
6	423,8	563,6	57,1
7	378,2	609,2	61,7

Διάγραμμα 3.11

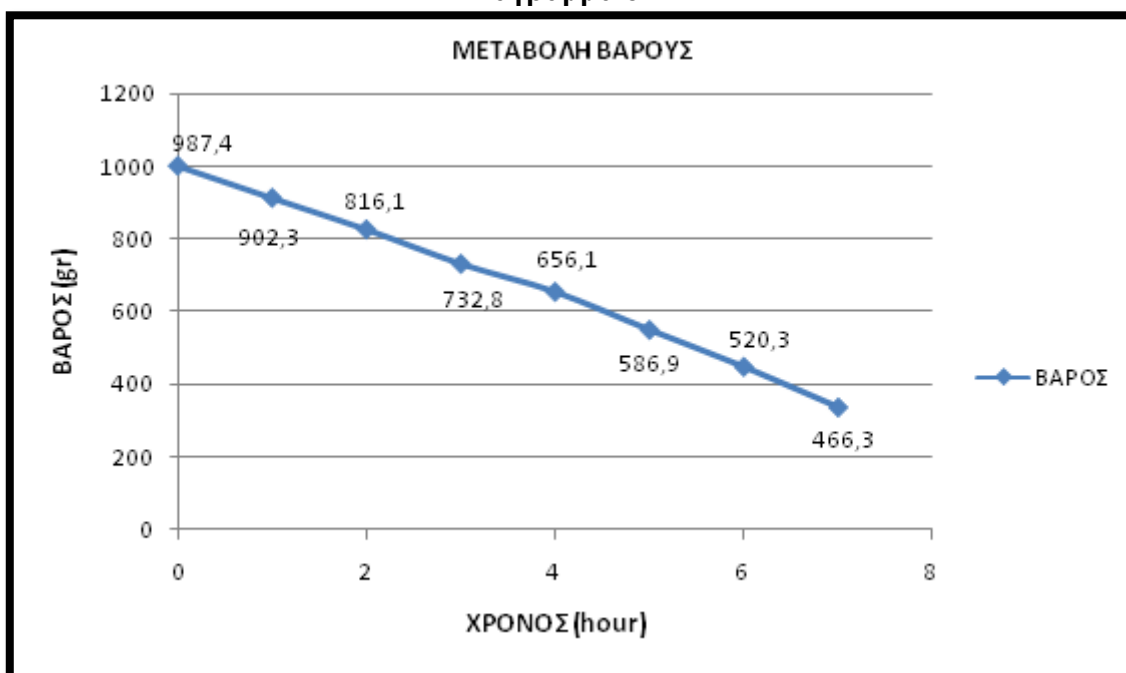


Για το μήλο 6mm

Πίνακας 3.11

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	987,4	-	-
1	902,3	85,1	8,6
2	816,1	171,3	17,3
3	732,8	254,6	25,8
4	656,1	331,3	33,5
5	586,9	400,5	40,5
6	520,3	467,1	47,3
7	466,3	521,1	52,7

Διάγραμμα 3.12

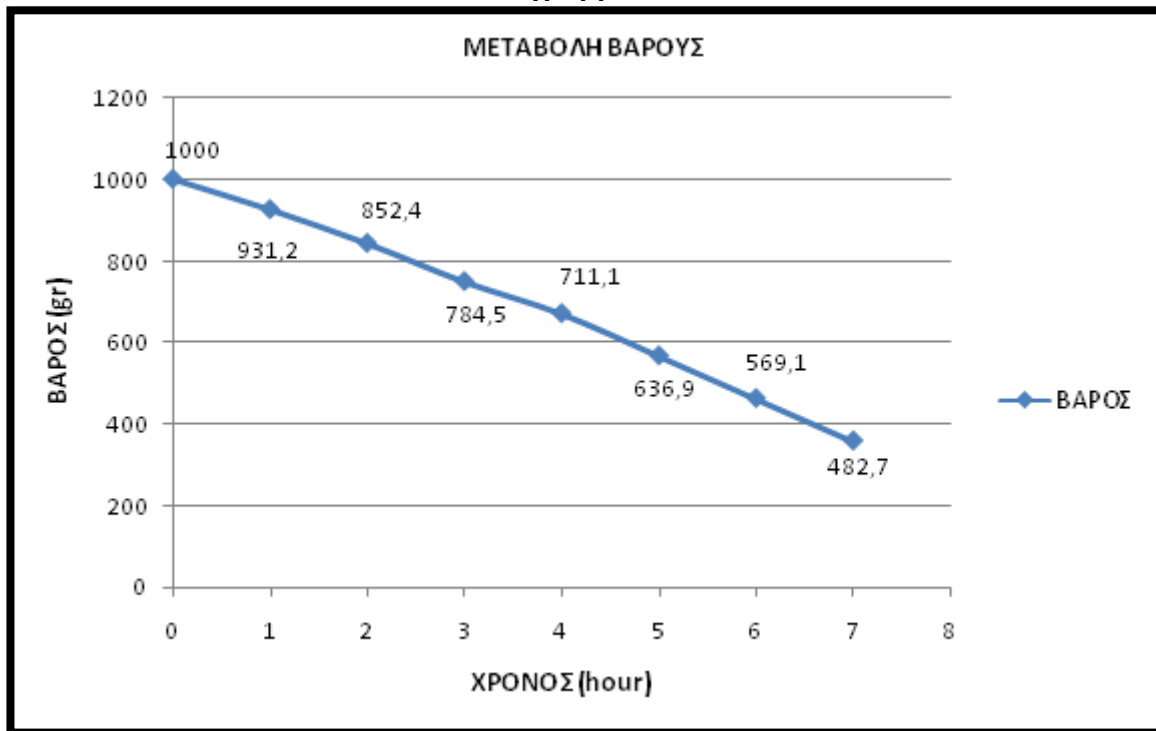


Για μπανάνα 3mm

Πίνακας 3.12

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	1000	-	-
1	931,2	68,8	6,8
2	852,4	147,6	14,7
3	784,5	215,5	21,5
4	711,1	288,9	28,8
5	636,9	363,1	36,3
6	569,1	430,9	43,1
7	482,7	517,3	51,7

Διάγραμμα 3.13

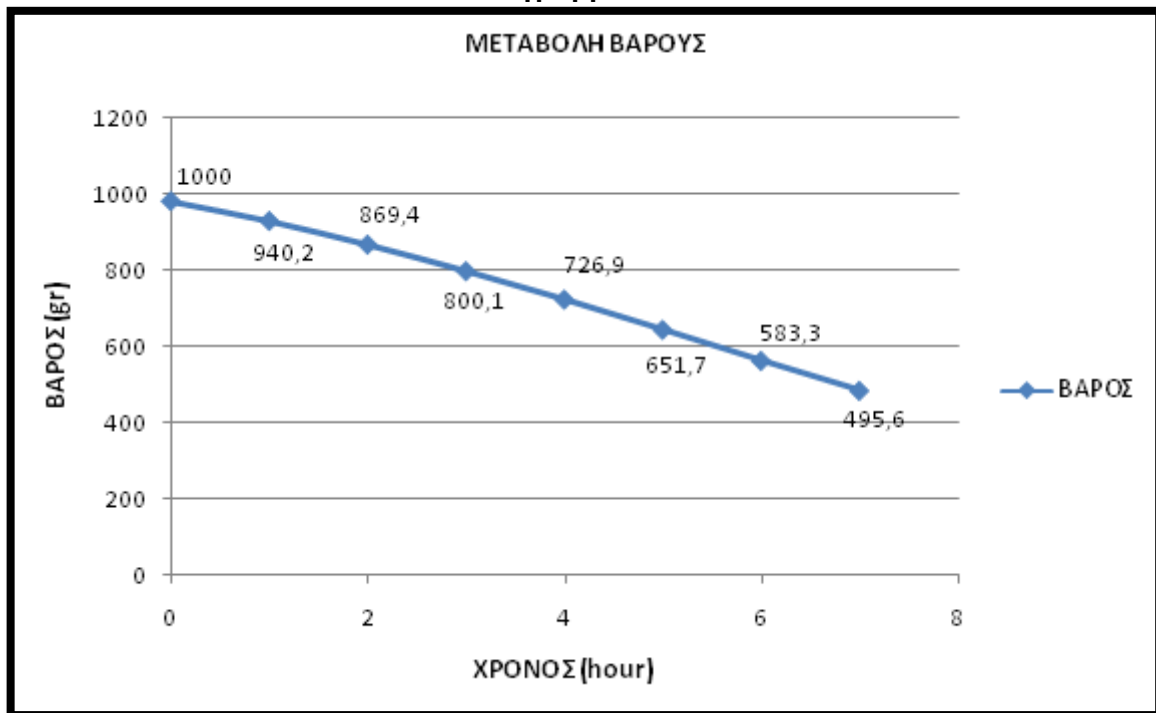


Για μπανάνα 6mm

Πίνακας 3.13

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	1000	-	-
1	940,2	59,8	5,9
2	869,4	130,6	13,1
3	800,1	199,9	19,9
4	726,9	273,1	27,3
5	651,7	348,3	34,8
6	583,3	416,7	41,6
7	495,6	504,4	50,4

Διάγραμμα 3.14

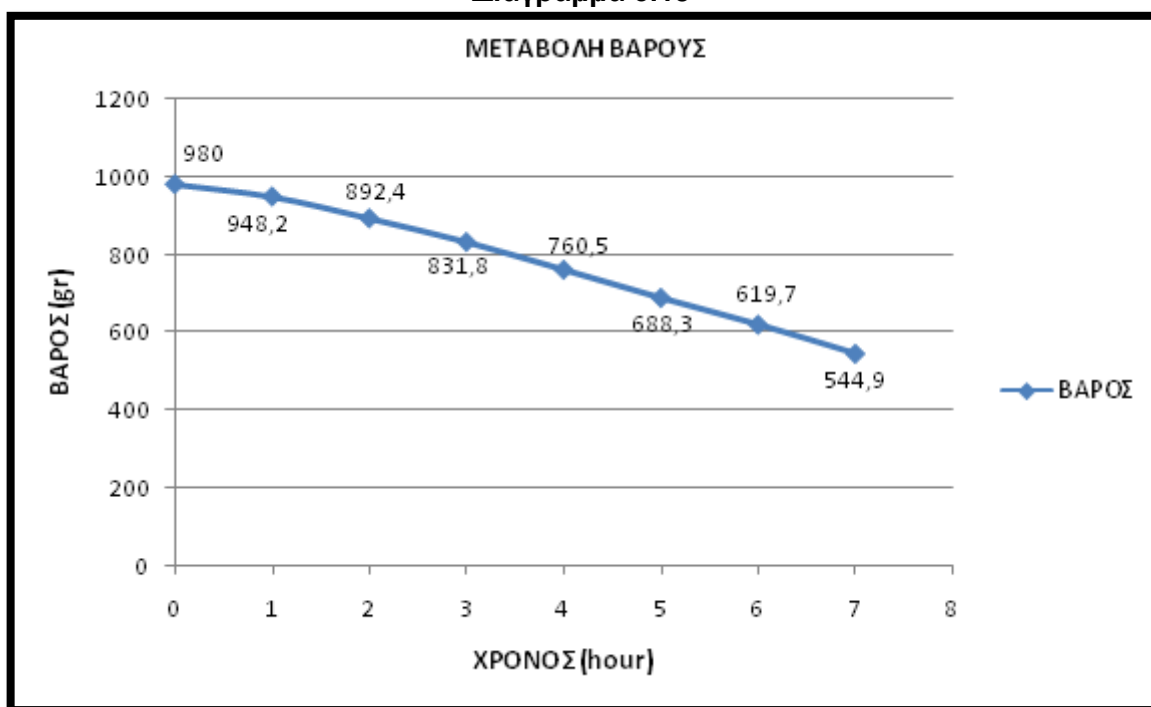


Για το αχλάδι 3mm

Πίνακας 3.14

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	980	0	0
1	948,2	31,8	3,2
2	892,4	87,6	8,9
3	831,8	148,2	15,1
4	760,5	219,5	22,4
5	688,3	291,7	29,7
6	619,7	360,3	36,8
7	544,9	435,1	44,4

Διάγραμμα 3.15

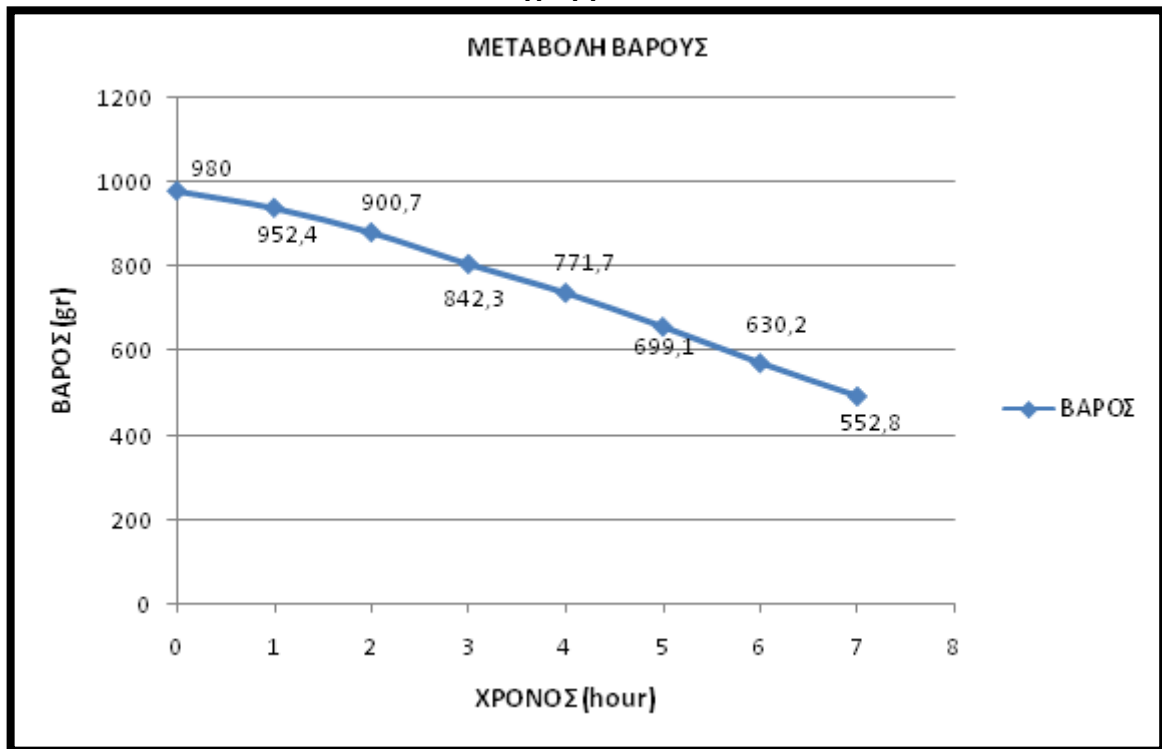


Για το αχλάδι 6mm

Πίνακας 3.15

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	980	0	0
1	952,4	27,6	2,8
2	900,7	79,3	8
3	842,3	137,7	14,1
4	771,7	208,3	21,2
5	699,1	280,9	28,6
6	630,2	349,8	35,7
7	552,8	427,2	43,6

Διάγραμμα 3.16



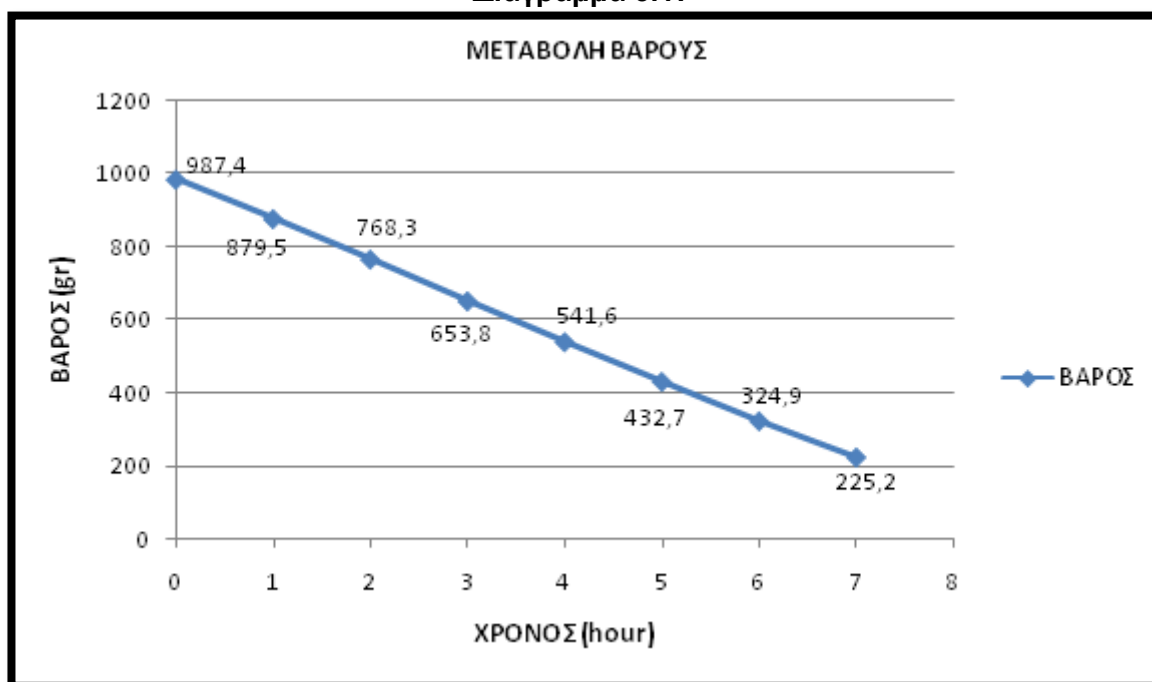
3.3.3 Περίπτωση 3^η (ηλεκτρική και ηλιακή ενέργεια)

Για το μήλο 3mm

Πίνακας 3.16

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	987,4	-	-
1	879,5	107,9	10,9
2	768,3	219,1	22,2
3	653,8	333,6	33,8
4	541,6	445,8	45,1
5	432,7	554,7	56,2
6	324,9	662,5	67,1
7	225,2	762,2	77,2

Διάγραμμα 3.17

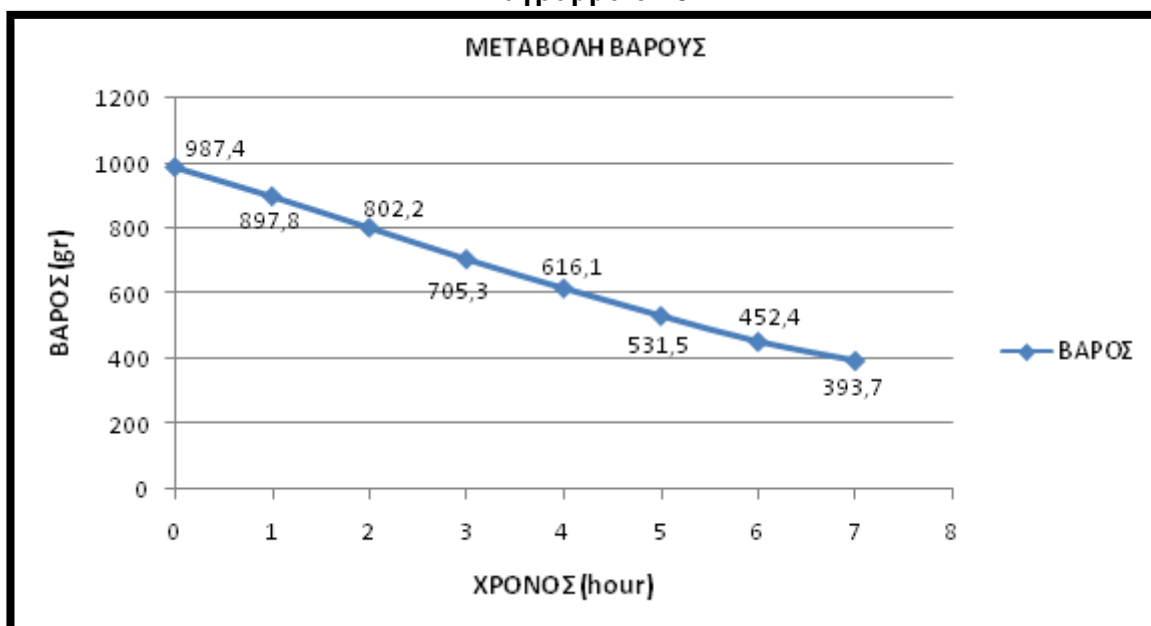


Για το μήλο 6mm

Πίνακας 3.17

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	987,4	-	-
1	897,8	89,6	9,1
2	802,2	185,2	18,8
3	705,3	282,1	28,5
4	616,1	371,3	37,6
5	531,5	455,9	46,2
6	452,4	535	54,2
7	393,7	593,7	60,1

Διάγραμμα 3.18

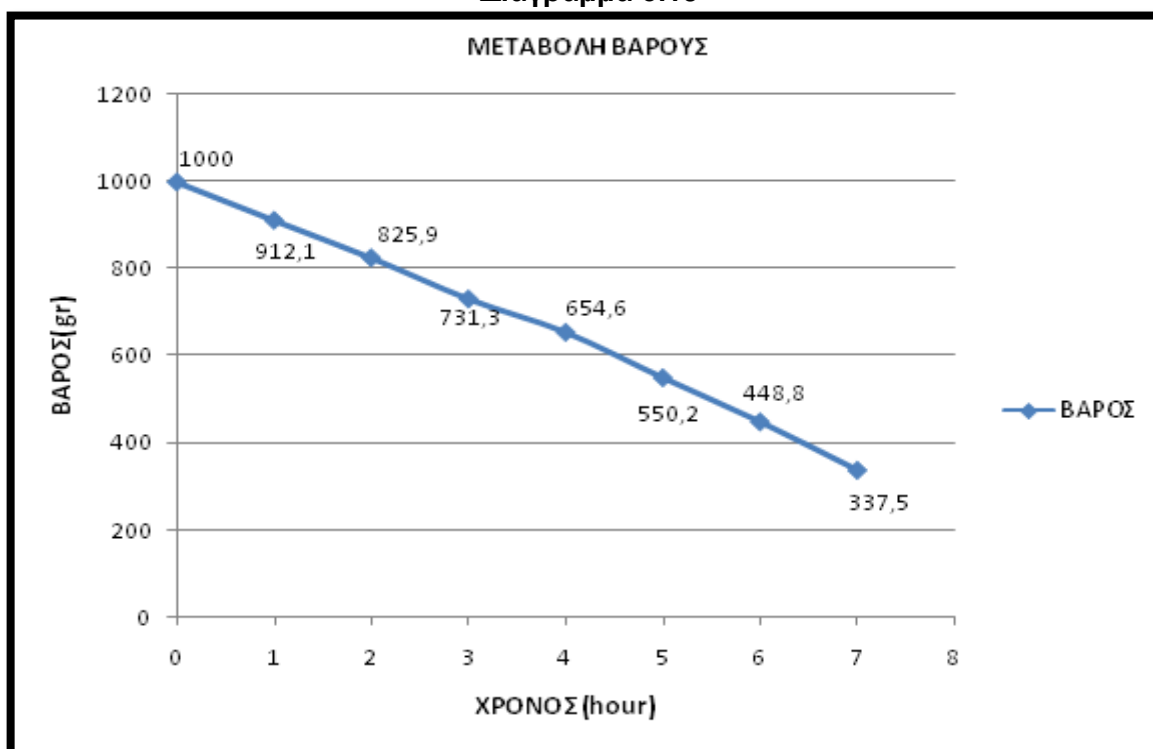


Για μπανάνα 3mm

Πίνακας 3.18

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	1000	-	-
1	912,1	87,9	8,7
2	825,9	174,1	17,4
3	731,3	268,7	26,8
4	654,6	345,4	34,5
5	550,2	449,8	44,9
6	448,8	551,2	55,1
7	337,5	662,5	66,2

Διάγραμμα 3.19

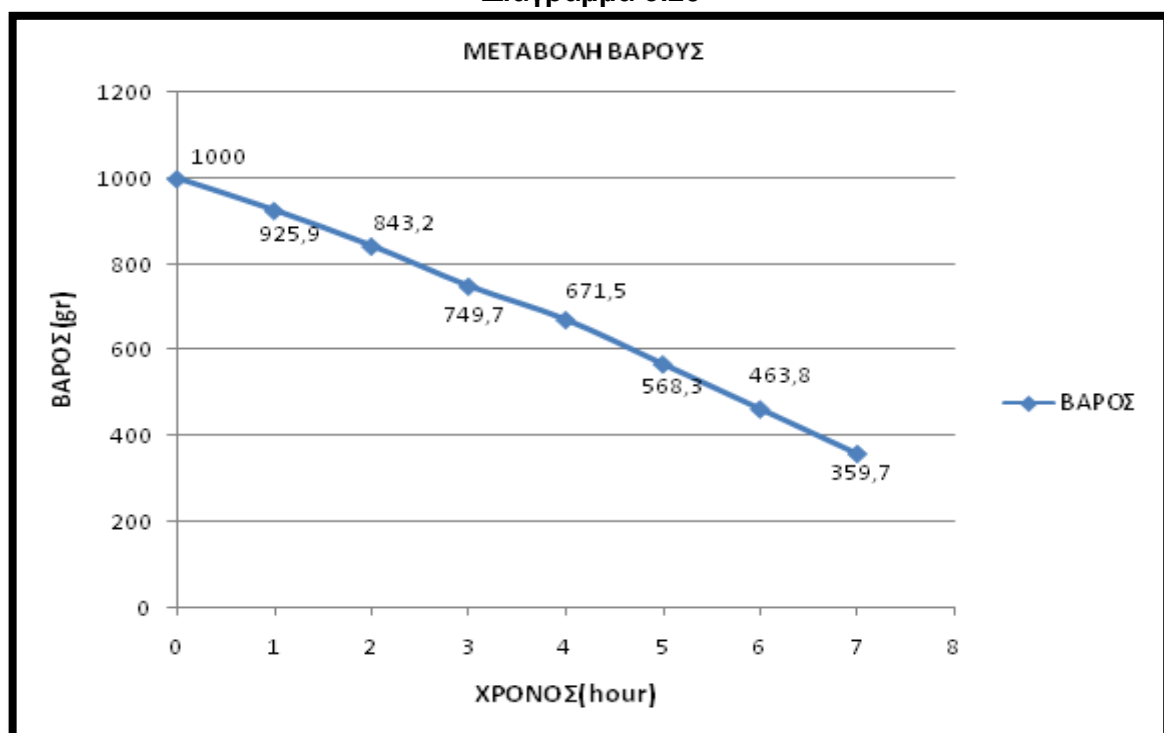


Για μπανάνα 6mm

Πίνακας 3.19

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	1000	-	-
1	925,9	74,1	7,4
2	843,2	156,8	15,7
3	749,7	250,3	25
4	671,5	328,5	32,8
5	568,3	431,7	43,2
6	463,8	526,2	52,6
7	359,7	640,3	64

Διάγραμμα 3.20

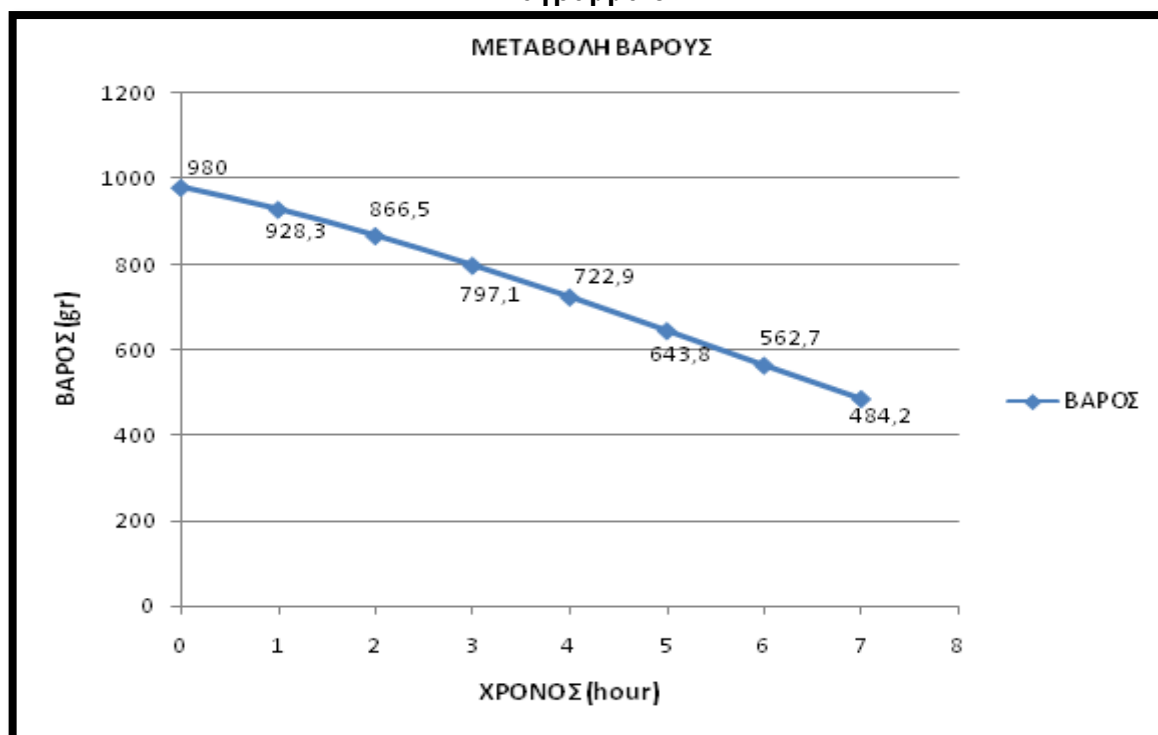


Για το αχλάδι 3mm

Πίνακας 3.20

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	980	0	0
1	928,3	51,7	5,2
2	866,5	113,5	11,6
3	797,1	182,9	18,6
4	722,9	257,1	26,2
5	643,8	336,2	34,3
6	562,7	417,3	42,6
7	484,2	495,8	50,6

Διάγραμμα 3.21

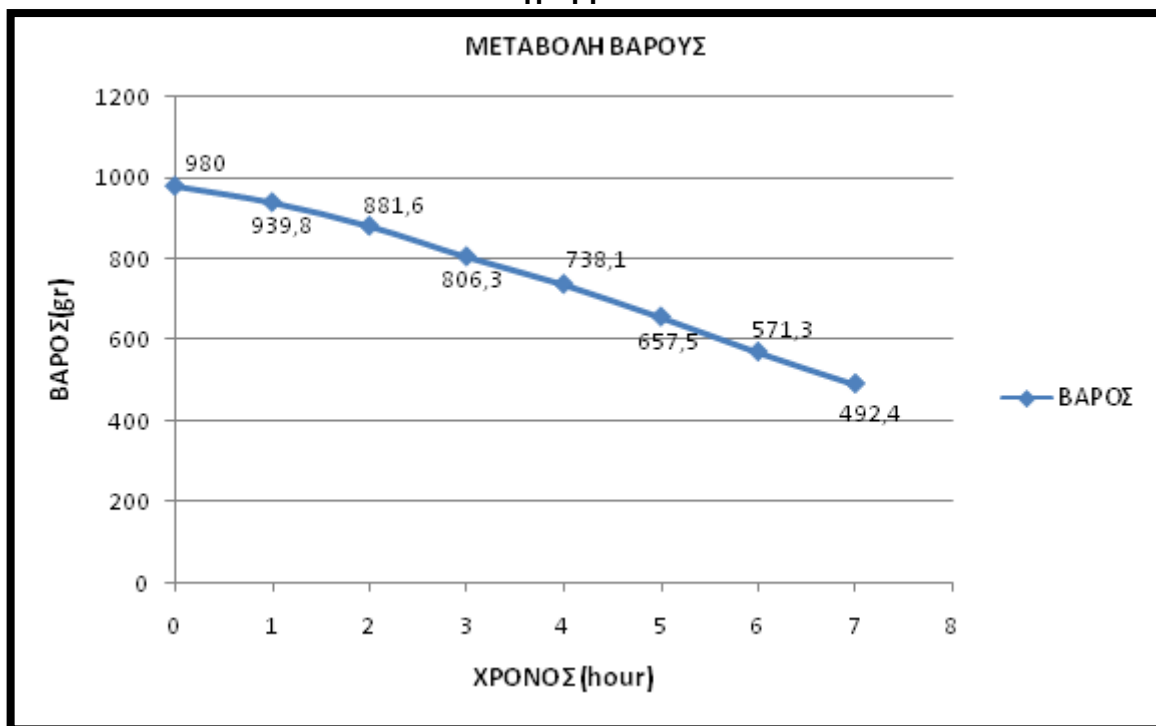


Για το αχλάδι 6mm

Πίνακας 3.21

ΧΡΟΝΟΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (ΩΡΕΣ)	ΒΑΡΟΣ (gr.)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥ (gr.)	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΒΑΡΟΥΣ(%)
0	980	0	0
1	939,8	40,2	4,1
2	881,6	98,4	10
3	806,3	173,7	17,7
4	738,1	241,9	24,7
5	657,5	322,5	32,9
6	571,3	408,7	41,7
7	492,4	487,6	49,7

Διάγραμμα 3.22



4 ΣΥΜΠΕΡΑΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

4.1 Συμπεράσματα

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα η παρούσα πτυχιακή εργασία επετεύχθη με απόλυτη επιτυχία στο κατασκευαστικό και το πειραματικό της κομμάτι, καθώς επίσης αντεπεξήλθε στις προσδοκίες και στον σκοπό της κατασκευής που είχαν τεθεί.

Ο κορμός της κατασκευής είναι από ξύλο MDF και η συναρμολόγηση του έγινε σχετικά εύκολα. Ο θάλαμος ξήρανσης είναι αρκετά μεγάλος με σκοπό την τοποθέτηση μιας καλής ποσότητας προϊόντος προς ξήρανση.

Το σύστημα αυτόματου ελέγχου μέσω του controller καθορίζει με τον εύκολο προγραμματισμό που μας προσφέρει την οριοθέτηση των διάφορων θερμοκρασιών για την καλύτερη σταθεροποίηση της θερμοκρασίας εντός του θαλάμου καθώς και την αποτελεσματικότερη απόδοση της κατασκευής.

Επίσης τα πειραματικά δεδομένα που λάβαμε από τα διάφορα φρούτα (μήλο, μπανάνα και αχλάδι) που χρησιμοποιήθηκαν ήταν άκρως ικανοποιητικά και αντεπεξήλθαν στις προσδοκίες που είχαμε θέσει. Σε όλες τις περιπτώσεις τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά και είχαν απώλεια υγρασίας κατά μέσο όρο 60% .

Τέλος το κόστος της κατασκευής φτάνει στο ποσό των 200 ευρώ.

4.2 Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε το τμήμα ηλεκτρολόγων μηχανικών του ΤΕΙ Πατρών για την παραχώρηση χώρου και εξοπλισμού για την υλοποίηση της πτυχιακής εργασίας


Επίσης ευχαριστούμε τον καθηγητή του εργαστηρίου ηλεκτρονικών για την καθοριστική συμβολή του, για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της.

4.3 Φυλλάδια με τεχνικά χαρακτηριστικά

• CONTROLLER LTW15

INSTRUCTIONS FOR INSTALLATION AND USE.

LTW15



Thank you for having chosen a LAE electronic product. Before installing the instrument, please read these instructions carefully to ensure maximum performance and safety.

1. INSTALLATION

1.1. LTW15 is sized 77x35x77 mm (WxHxD). It is inserted into the panel through a hole 71x29 mm and secured by pressing gently into the relative clamps. The rubber gasket should be placed between the instrument frame and the panel, checking its seal to avoid infiltration.

1.2. The instrument should operate at an ambient temperature between -10'...+50°C and relative humidity between 15%...80%. To reduce the effects of electromagnetic disturbance, ensure that the sensor and signal cables are well separated from the power conductors.

1.3. The supply voltage, switched powers and arrangement of connections must be in compliance with the indications given on the container. If there is a sensor shield, it must be earthed through the metal structure. The instrument should be powered with the special transformer mod. TR000.

CAUTION: if the relays must frequently change over a heavy load, it is advisable to contact the manufacturer to obtain indications regarding the lifetime of the contacts.

Whenever products are to be stored within very rigid specifications or they are very valuable, it is advisable to use a second instrument that can activate or warn in the event of any malfunction.

2. CONTROL PARAMETERS

The regulator is adapted to the controlled system by suitably programming its configuration parameters from the setup menu. The instrument comes with a general setup and cannot therefore be used without having first checked that the parameters are correct. Setup is accessed by pressing in succession the keys [4]+[8]+[E] and keeping them pressed simultaneously for 3 seconds. The available parameters appear in TABLE 1 shown below.

Use the keys [2]/[3] to pass from one parameter to the next/previous one. To display the correlated value, press the key [8], to change it, press [8]+[E] or [3] simultaneously. Press the key [2] to exit from setup; if the keyboard is not touched for 30 seconds, exit is automatic. The set point **1SP**, associated with output 1, may also be displayed and adjusted during normal regulator operation by pressing the key [8]+[E] or [3]. If the lock of key [2] is deactivated (**LOC=Off**), the set point/differential **2SP/2DF**, associated with output 2, may also be displayed and adjusted during normal regulator operation by pressing the key [2]+[E] or [3]. Both set points in any case remain within the limits **SPL** and **SPH**.

SCL	CO1/CO1/F01	Reading scale	2SP	SPL...SPH [°]	Effective temperature set point channel 2
*INP	0mA/4mA	Minimum current provided by transmitter	2DF	-150...150 [°]	Temp. differential set. 2 to set 1
*RLO	-199...199	Minimum range value	2OM	PIE/3ND	Mode of operation output channels
*RHI	RLO...999	Maximum range value	2Y	HY/PID/ALR	Control type channel 2
SPL	-199...SPH [°]	Minimum temperature set point	2HY	-199...199 [°]	Changeover hysteresis channel 2
SPH	SPL...999 [°]	Maximum temperature set point	2PB	-199...199 [°]	Proportional band channel 2
1SP	SPL...SPH [°]	Effective temperature set point channel 1	2IT	0...999 [s]	Integral action time channel 2
1Y	HY/PID	Control type channel 1	2DT	0...999 [s]	Derivative action time channel 2
1HY	-199...199 [°]	Change-over hysteresis channel 1	2AR	0...100%	Reset of integral action referred to P&I
1PB	-199...199 [°]	Proportional band channel 1	2CT	0...255 [s]	Cycle time channel 2
1IT	0...999 [s]	Integral action time channel 1	2PF	ON/OFF	Channel 2 status with faulty sensor
1DT	0...999 [s]	Derivative action time channel 1	LOC	YES/NO	Lock of key [2]
1AR	0...100%	Reset of integral action referred to P&I	SIM	0...100	Display slowdown
1CT	0...255 [s]	Cycle time channel 1	OS1	-150...150 [°]	Sensor correction
1PF	ON/OFF	Channel 1 status with faulty sensor	ADR	0...255	Peripheral address
2CM	ABS/REL	Control mode channel 2			

TABLE 1

***Note:** LTW15I... [input 0/4+20mA] only.

3. DISPLAYS

For approx. three seconds upon switching on, the instrument displays [] (internal self-test phase). Subsequent indications depend on the operating status of the regulator. TABLE 2 gives the indications associated with the various states.

The temperature measured by the sensor is processed by the microprocessor to display it in the most representative way. For this

purpose it may be corrected with a fixed offset, assigning the parameter **OS1** a value other than zero, and displayed in the desired scale by setting the parameter **SCL**: with **SCL=CO.1** the temperature is displayed with a resolution of one tenth of a degree in the range -19.9...99.9°C; with **SCL=CO1** or **FO1** the temperature is displayed with a resolution of a degree in the Celsius or Fahrenheit scale respectively.

Prior to display, the temperature is processed by a special algorithm, which allows the simulation of a thermal mass directly proportional to the **SIM** value; the resulting effect is a reduction in the oscillation of the displayed value.

The status of the outputs is shown through the respective luminous points on the display.

LTW151 only: in order to get the value measured to be displayed in a correct way, you must get the parameters of the controller to match the transmitter fitted. With **INP** you program the minimum current the transmitter provides, according to the scales 0=20mA, 4=20mA. To **RLO** you must set the minimum value that the transmitter can measure [matching the minimum current 0/4mA]; to **RHI** you must set the maximum value measured [matching the maximum current 20mA]. With **SCL=0.1** you enable decimal point readout. The measured value can be corrected with a fixed offset, assigning the parameter **OS1** a value other than zero.

CAUTION: when changing the display scale **SCL**, the parameters related to the absolute (**1SP**, **2SP**, **1Pb**, **2Pb**,...) and differential (**1HY**, **2HY**, **2DF**, ...) temperatures **MUST** be reconfigured.

---	Internal self-test (3 seconds)	E1	In tuning: timeout 1 error
5.4	Sensor T1 temperature	E2	In tuning: timeout 2 error
or	Over range or breakage T1	E3	In tuning: over range error
5.4	Instrument in auto-tuning		

TABLE 2

4. CHANNEL 1 OPERATION

4.1. TYPE OF CONTROL Channel 1 may operate in the ON/OFF or PID mode: **1Y=HY** is fixed for ON/OFF control, **1Y=PID** for PID control.

4.2. ON/OFF CONTROL In the ON/OFF mode the output is ON or OFF in relation to the input temperature, set point (**1SP**) and hysteresis value (**1HY**). The hysteresis indicates the amplitude of deviation of the temperature from the set point in order to reactivate the output. Increasing the hysteresis value decreases the switchovers of the output, while decreasing the hysteresis value gives finer control. For channel 1 to operate in the heating mode, assign a negative value [see Figure 1] to **1HY**; assign a positive value for control in the cooling mode [see Figure 2]. With **1HY=0** the output is permanently cut out. After a switchover the output remains in the new state for a minimum time of **1CT** seconds irrespective of the temperature value.

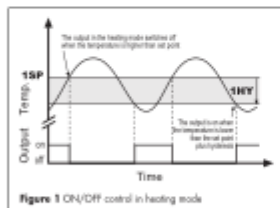


Figure 1 ON/OFF control in heating mode

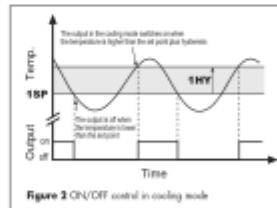


Figure 2 ON/OFF control in cooling mode

4.3. PID CONTROL In the PID mode the output is ON for a fraction of the cycle time **1CT**. The cycle time characterises the dynamics of the system to be controlled and influences the accuracy of the control: the higher the system speed of response the shorter the cycle time to obtain greater temperature stability and less sensitivity to variations in load. Assign a negative value to **1PB** to make channel 1 operate in the heating mode (see Figure 3) and a positive value for control in the cooling mode. With **1PB=0** the output is permanently cut out.

4.3.1 PROPORTIONAL CONTROL The temperature is controlled by varying the time of activation of channel 1 when the temperature is inside the proportional band (**1PB**). The nearer the temperature to set point, the less time of activation. A small proportional band increases the promptness of response of the system to temperature variations, but tends to make it less stable. A purely proportional control stabilises the temperature within the proportional band but does not cancel the deviation from the set point.

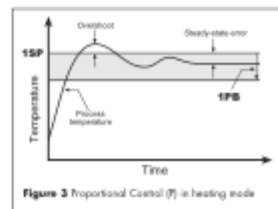


Figure 3 Proportional Control (P) in heating mode

4.3.2. PROPORTIONAL-INTEGRAL CONTROL. The steady-state error is cancelled by inserting an integral action into the control system. The integral action time, **1IT**, determines the speed of cancellation of the error, but a high speed (**1IT** low) may be the cause of overshoot and instability in the response. The integral part normally acts within the proportional band, but this area of action may be reduced in terms of percentage by lowering the integral action reset **1AR**. The response overshoot is thus decreased. The integral control is cancelled when the temperature goes outside the area of action of the integral part. With **1IT=0** the integral control is disabled.

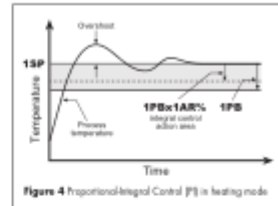


Figure 4 Proportional-Integral Control (PI) in heating mode

4.3.3. PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE CONTROL. Response overshoot in a system controlled by a PI controller may be reduced by inserting a derivative action in the control. The derivative action is greater the faster the temperature variation within the time unit. A controller with a high derivative action (**1DT** high) is extremely sensitive to small temperature variations and can make the system unstable. With **1DT=0** the derivative control is disabled.

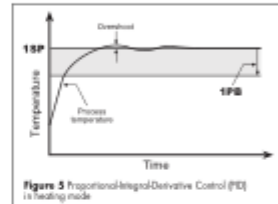


Figure 5 Proportional-Integral-Derivative Control (PID) in heating mode

4.4. MALFUNCTIONING. Following a sensor malfunction,  appears on the display and the output is controlled according to the value of the parameter **1PF**.

CAUTION: when programming the hysteresis **1HY** or the proportional band **1PB**, it is advisable to consider the number of switchovers that the relay will carry out and, if necessary, adapt the cycle time in order to limit the frequency of switchover.

5. CHANNEL 2 OPERATION

5.1. CHANNEL 2 SET POINT. The channel 2 set point may be fixed in an absolute way (**2CM=ABS**), or a relative way in relation to set point 1 (**2CM=REL**). If **2CM=ABS** set point 2 is expressed with the parameter **2SP**; if **2CM=REL** set point 2 is expressed with the parameter **2DF**.

Example 1: **2CM=ABS**, **2SP=12.5**: set point 2 = 2SP=12.5.

Example 2: **2CM=REL**, **1SP=10.0**, **2DF=3.5**: set point 2 = 1SP+2DF=6.5.

5.2. MODE OF OPERATION. Channel 2 may be independent in relation to channel 1 (**2OM=FRE**), or linked to channel 1 (**2OM=BND**). In this last case the values that may be assigned to **2SP** and **2DF** depend on the mode of operation of channel 2, as given in the following examples.

Example 1: channel 1 in heating mode (**1HY<0** or **1PB<0**), channel 2 in cooling mode (**2HY>0** or **2PB>0**); with linked outputs (**2OM=BND**) and set point 2 expressed in the absolute mode (**2CM=ABS**), a control is obtained with **variable neutral zone** by regulating **2SP** between **1SP** and **5PH**. Changing **1SP** changes the amplitude of the neutral zone. E.g.: **1Y=HY**, **1SP=20°C**, **1HY=02°C**, **2Y=HY**, **2SP=24°C**, **2HY=03°C**: channel 1 Off at +20°C, On at 18°C; channel 2 Off at 24°C, On at 27°C; the minimum value that may be assigned to **2SP** is 20° equal to **1SP**. The neutral zone within which both outputs are off is between 20°C and 24°C inclusive.

Example 2: channel 1 in heating mode (**1HY<0** or **1PB<0**), channel 2 in cooling mode (**2HY>0**, or **2PB>0**); with linked outputs (**2OM=BND**) and set point 2 expressed in the relative mode in relation to set point 1 (**2CM=REL**), a control is obtained with **fixed neutral area** by assigning positive values to **2DF**. Upon changing **1SP** the amplitude of the neutral zone remains constant and is equal to **2DF**. E.g.: **1Y=HY**, **1SP=20°C**, **1HY=02°C**, **2Y=HY**, **2DF=4°C**, **2HY=03°C**: channel 1 Off at +20°C, On at 18°C; channel 2 Off at 24°C (=1SP+2DF), On at 27°C. The neutral zone within which both outputs are off is between 20°C and 24°C inclusive and has an amplitude of 4°C equal to the value of **2DF**.

Example 3: channel 1 and channel 2 in heating mode (**1HY<0** or **1PB<0** and **2HY<0** or **2PB<0**); with linked outputs (**2OM=BND**) and set point 2 expressed in the absolute mode (**2CM=ABS**), a **two-step** control is obtained by regulating **2SP** between **5PL** and **1SP**. Changing **1SP** changes the difference between the two steps. E.g.: **1Y=HY**, **1SP=150°C**, **1HY=-10°C**, **2Y=HY**, **2SP=100°C**, **2HY=-5°C**: channel 1 Off at 150°C, On at 140°C; channel 2 Off at 100°C, On at 95°C; the maximum value that may be assigned to **2SP** is 150°C equal to **1SP**.

Example 4: channel 1 and channel 2 in heating mode (**1HY<0** or **1PB<0** and **2HY<0** or **2PB<0**); with linked outputs (**2OM=BND**) and set point 2 expressed in the relative mode in relation to set point 1 (**2CM=REL**), a **two-step** control is obtained by assigning negative values to **2DF**. Upon changing **1SP** the distance between the two steps remains constant and is equal to **2DF**. E.g.: **1Y=HY**, **1SP=150°C**, **1HY=-10°C**, **2Y=HY**, **2DF=-50°C**, **2HY=-5°C**: channel 1 Off at +150°C, On at 140°C; channel 2 Off at 100°C (=1SP+2DF), On at 95°C.

5.3. TYPE OF CONTROL. Channel 2 can operate in the ON/OFF mode, PID mode or as alarm output: **2Y=HY** is fixed for ON/OFF control, **2Y=PID** for PID control and **2Y=ALR** to set the alarm output.

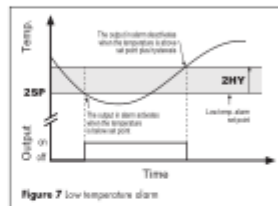
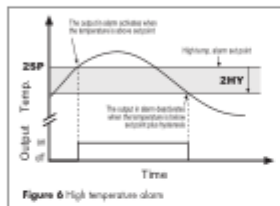
5.4. ON/OFF CONTROL. In the ON/OFF mode the output is ON or OFF according to the input temperature, differential/set point

(**2SP/2DF**) and the hysteresis value (**2HY**). The hysteresis indicates the amplitude of deviation of the temperature from the set point in order to reactivate the output. Increasing the hysteresis value decreases the switchover of the output, while decreasing the hysteresis value gives finer control. For channel 2 to operate in the heating mode, assign a negative value to **2HY** (see Figure 1); assign a positive value for control in the cooling mode (see Figure 2). With **2HY=0** the output is permanently cut out. After a changeover the output remains in the new state for a minimum time of **2CT** seconds irrespective of the temperature value.

5.5. PID CONTROL. In the PID mode the output is ON for a fraction of the cycle time **2CT**. The cycle time characterises the dynamics of the system to be controlled and influences the accuracy of the control: the higher the system speed of response the shorter the cycle time to obtain greater temperature stability and less sensitivity to variations in load. Assign a negative value to **2PB** to make channel 2 operate in the heating mode and a positive value for control in the cooling mode. With **2PB=0** the output is permanently cut out.

5.5.1. For the characteristics of the proportional (P), proportional-integral (PI), proportional-integral-derivative (PID) control, refer to points 4.3.1., 4.3.2., 4.3.3. replacing the parameters related to channel 1 with the corresponding ones for channel 2.

5.6. CHANNEL 2 IN ALARM. A high temperature alarm may be set in this mode by assigning a negative value (see Figure 6) to **2HY** and a low temperature alarm by assigning a positive value (see Figure 7) to **2HY**. The hysteresis indicates the amplitude of the deviation of the temperature from the set point in order to deactivate the alarm. To fix the alarm threshold, see 5.1.














5.7. MALFUNCTIONING. Following a sensor malfunction,  appears on the display and the output is controlled according to the value of the parameter **2PF**.

CAUTION: when programming the hysteresis **2HY** or the proportional band **2PB**, it is advisable to consider the number of switchovers that the relay will carry out and, if necessary, adapt the cycle time in order to limit the frequency of switchover.

6. AUTO-TUNING




6.1. BEFORE STARTING. Before starting the auto-tuning procedure, ensure that the output has been set with PID control, the proportional band has the sign corresponding to the required mode of operation [heating/cooling] and that the set point has been fixed at the required value. The auto-tuning procedure is divided into two parts. In the first part, the operator has to characterise the process to be controlled by fixing the cycle time. In the second, the controller acquires the responses of the system to certain stresses for efficient adaptation of the control parameters.


6.2. STARTING THE FUNCTION. To access the auto-tuning function, keep the keys  +  pressed for 3 seconds. If channel 1 is in the PID mode (1Y=PID), 1CT starts to blink on the display, otherwise 2CT blinks. Using  or , select the cycle time for the channel of which the parameters are to be tuned. Press  to confirm selection of the channel; the current parameter value is displayed simultaneously. Using  or , change the cycle time to characterise the dynamics of the process to be controlled. In this first phase the auto-tuning function may be quit by pressing key . The acquisition phase starts upon pressing the keys  +  or after 30 seconds without touching the keyboard.

6.3. ACQUISITION OF RESPONSES. The keyboard is disabled throughout the whole acquisition phase, while  and the measured temperature value appear alternately on the display. If there is a power failure during this phase, the next time the instrument is switched on, after the initial internal self-test phase, it continues the auto-tuning function of the selected channel.

Upon successful completion of auto-tuning, the controller updates the value of the control parameters and starts to control.

6.4. ERRORS. If the auto-tuning procedure is unsuccessful, an indication of the error that has caused the failure blinks on the display:

-  timeout error 1: the controller has not succeeded in bringing the system temperature within the proportional band. Temporarily increase the set point with control in the heating mode and vice versa in the cooling mode, then restart the procedure.
-  timeout error 2: the auto-tuning procedure has not finished within the maximum set time (1000 cycle times). Restart the auto-tuning procedure and set a higher cycle time.
-  temperature over range: after having checked that the error has not been caused by a sensor malfunction, temporarily decrease the set point with control in the heating mode and vice versa in the cooling mode and then restart the procedure.

To erase the error indication and return to the normal mode, press the key .

6.5. CONTROL IMPROVEMENT. If the resulting control is unsatisfactory, proceed as follows:

- to reduce overshoot, decrease the integral action reset **1Ar** (2Ar);

- to increase the response speed of the system, decrease the proportional band **1Pb** (2Pb); caution: doing this makes the system less stable;
- to reduce swings in steady-state temperature, increase the integral action time **1Ii** (2Ii); system stability is thus increased, although its response speed is decreased;
- to increase the speed of response to the variations in temperature, increase the derivative action time **1Dt** (2Dt); caution: a high value makes the system sensitive to small variations and may be a source of instability.

CAUTION: during the auto-tuning procedure the temperature oscillates near the set point; it is therefore advisable to remove products to be controlled within severe specifications.

7. RECALIBRATION

If it is necessary to recalibrate the instrument, for example following replacement of a sensor, proceed as follows: have a precision reference thermometer or a calibrator to hand; ensure that the offset **OS1** and the simulation **SIM** are set to 00; select the display scale which is to be recalibrated. Switch the controller off then on again. During the internal self-test phase, press the keys $\square + \square$. With the recalibration function activated, select the value to be changed using \square or \square : **0Ad** allows a calibration of 0, inserting a constant correction over the whole scale of measurement. **SAd** allows a calibration of the top part of the measurement scale with a proportional correction between the calibration point and 0. After having selected the required parameter, press \square to display the value and use $\square + \square$ or \square to make the read value coincide with the value measured by the reference instrument (ensure that the temperature is stable). Exit from calibration by pressing the key \square .

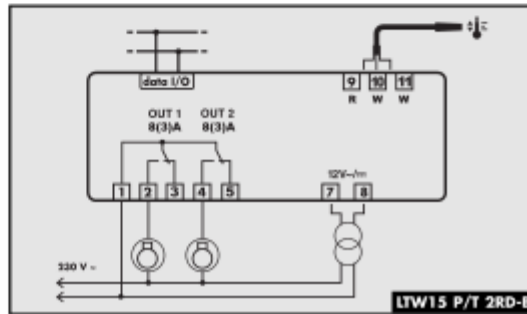
8. SERIAL COMMUNICATION

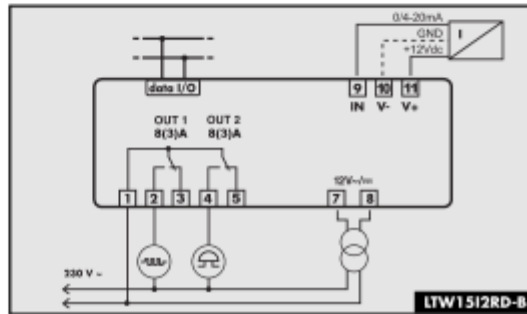
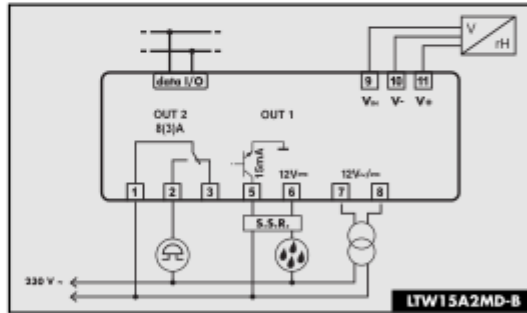
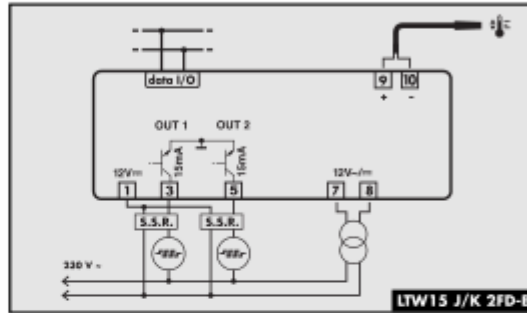
LTW15 is provided with a serial port for connection with a PC or a programmer. In the first case it is important to assign a different value to the **ADR** parameter for each linked unit (peripheral address); in the case of automatic programming, ADR should remain at 1.

WARRANTY

LAE electronic Srl guarantees its products against defects due to faulty materials or workmanship for one (1) year from the date of manufacture shown on the container. The Company shall only repair or replace products which are shown to be defective to the satisfaction of its own technical services. The Company shall not be under any liability and gives no warranty in the event of defects due to exceptional conditions of use, misuse or tampering. All carriage expenses for returning the product to the manufacturer, after having obtained the latter's permission, and for any return to the buyer shall be paid by the buyer.

WIRING DIAGRAMS





PUBBLICAZIONE 01/14/2011



VIA PADOVA, 25
31046 ODERZO /TV /ITALY
TEL. 0422 815320 - 815303
TELEFAX 0422 814073
www.lae-electronic.com
E-mail: info@lae-electronic.com

• ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΤΥΠΟΥ ΧΤΕΝΑΣ



**Inhaltsverzeichnis -
bitte hier klicken!**
**Contents -
please click here!**



**Mäanderelement
für Heizlüfter
mit Querstromgebläse**

Für eine Lüfterwalzenlänge
von ca. 180 mm.

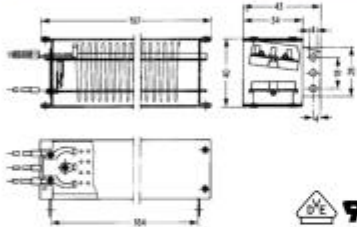
Heizelement mit Gehäuse, beste-
hend aus 2 vernickelten Seitenble-
chen und MULTIMICA®-Abdeck-
platten. Eingebauter Temperaturbe-
grener wahlweise von 75 – 145° C
lieferbar. Anstelle des üblichen, auto-
matischen Temperaturbegrenzers
können Begrenzer mit elektrischer
Selbsthaltung (z.B. Microtherm A70)
eingesetzt werden.

Standardausführung mit
3 Anschlüssen 3 x 150 mm lang.

**Ausführung ohne Temperatur-
begrenzer = Type 6223**

Elektrische Daten:

Spannung (V)	Leistung maximal (W)	Leistung minimal (W)
230	2 x 1100	2 x 650
240	2 x 1250	2 x 750



**Heating elements
for
room heating
appliances**

**"Zig-Zag" 6223 RA
element for fan heaters
with cross flow fan**

For fans with cylinder length
approx. 180 mm.

Heating element with casing,
consisting of 2 nickel plated side
plates and MULTIMICA® cover
plates. Available with integrated
cut-out range 75 – 145° C.
The conventional cut-out can be
replaced by a cut-out with non self-
resetting function
(eg. Microtherm A70).

Standard design with 3 connecting
leads 3 x 150 mm long.

Without cut-out = Type 6223

Electrical data:

Voltage (V)	Maximum output (w)	Minimum output (w)
230	2 x 1100	2 x 650
240	2 x 1250	2 x 750



**Mäanderelement
für Heizlüfter
mit Querstromgebläse**

Für eine Lüfterwalzenlänge
von ca. 180 mm.

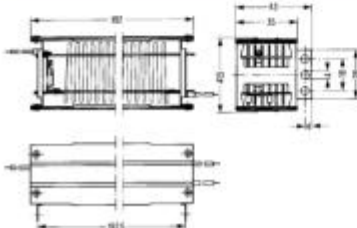
Heizelement in äußerst stabiler
Bauweise, bestehend aus
2 vernickelten Seitenblechen und
MULTIMICA®-Abdeckplatten mit
zusätzlichen Blechabdeckungen.
Eingebauter Temperaturbegrenzer
wahlweise von 75 – 145° C lieferbar
(siehe oben).

Standardausführung mit Anschlüs-
sen 2 x 150 mm, 1 x 300 mm lang
Heizelement mit relativ geringer
spez. Oberflächenbelastung.

**Ausführung ohne Temperatur-
begrenzer = Type 6220**

Elektrische Daten:

Spannung (V)	Leistung maximal (W)	Leistung minimal (W)
230	2 x 1300	2 x 500
240	2 x 1500	2 x 600
120	2 x 1000	2 x 150
100	2 x 750	2 x 120



**"Zig-Zag" 6220 RA
element for fan heater
with cross flow fan**

For fans with cylinder length
approx. 180 mm.

Heating element of very rugged
design consisting of 2 nickel
plated side plates and
MULTIMICA® cover plates with
additional metal shrouds.
Available with integrated cut-out
range 75 – 145° C
(see above).

Standard design with connecting
leads 2 x 150 mm, 1 x 300 mm long
Heating element with relatively low
specific surface loading.

Without cut-out = Type 6220

Electrical data:

Voltage (V)	Maximum output (w)	Minimum output (w)
230	2 x 1300	2 x 500
240	2 x 1500	2 x 600
120	2 x 1000	2 x 150
100	2 x 750	2 x 120

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΑ

- 1) Ηλιακά ξηραντήρια, Π. Χαρώνη, εκδόσεις ΙΩΝ
- 2) Τεχνολογία ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, Χ. Παπακωνσταντίνου, εκδόσεις ΙΩΝ

INTERNET SITES

- 3) <http://www.parkson.com>
- 4) <http://www.back-to-nature.gr>
- 5) <http://www.gaiapedia.gr>
- 6) <http://www.moa.gov.cy>
- 7) <http://rodbees.blogspot.gr>
- 8) <http://www.eng.auth.gr>
- 9) <http://nchfp.uga.edu>
- 10) <http://www.econews.gr>
- 11) <http://www.ellinikabaharika.gr>
- 12) <http://www.figkimi.gr>
- 13) <http://www.ige.gr>
- 14) <http://skopelos-news.blogspot.gr>
- 15) <http://www.ftiaxno.gr>
- 16) <http://e-chania.blogspot.gr>
- 17) <http://blastos.files.wordpress.com>
- 18) <http://nefeli.lib.teicrete.gr/>