



**Τ.Ε.Ι. Κρήτης**  
Τμήμα Φυσικών Πόρων



---

**ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ  
ΗΛΙΑΚΟΥ ΜΑΓΕΙΡΕΙΟΥ ΣΤΑ ΧΑΝΙΑ  
ΚΡΗΤΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΓΕΙΡΕΜΑ  
ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΦΑΓΗΤΩΝ**

---

**Χαραλαμπάκης Αντώνης**

*Επιβλέπων Καθηγητής*  
**Ιωάννης Βουρδουμπάς**

**Χανιά 2009**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	5
<b>ABSTRACT</b>	6
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	7
1.1 Ηλιακό μαγειρείο	7
1.2 Τύποι ηλιακών μαγειρείων	7
1.2.1 Μαγειρεία Τύπου Κιβωτίου	8
1.2.2 Μαγειρεία Τύπου Πλαισίου	9
1.2.3 Ηλιακός Βραστήρας	10
1.2.4 Παραβολικά Μαγειρεία	11
1.2.5 Υβριδικά μαγειρεία	11
1.3 Χρησιμοποιώντας ένα ηλιακό μαγειρείο	12
1.4 Πλεονεκτήματα	13
1.5 Μειονεκτήματα	13
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ</b>	15
2.1 Εισαγωγή	15
2.2 Ενέργεια απ' τον ήλιο	15
2.3 Όργανα μέτρησης της ηλιακής ακτινοβολίας	19
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ - ΑΡΘΡΑ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΜΑΓΕΙΡΕΙΟ</b>	20
3.1 Εισαγωγή στην ιστορία του ηλιακού μαγειρέματος	20
3.2 Η ιστορία του ηλιακού μαγειρέματος μέχρι το 1987	20
3.3 Αναφορά σε επιστημονικές μελέτες διαδεδομένων τύπων ηλιακού μαγειρείου	27

3.3.1	Ηλιακό μαγειρείο με υλικό αποθήκευσης θερμότητας	28
3.3.2	Ηλιακό μαγειρείο τύπου κουτιού σουδανικής προέλευσης	29
3.3.3	Ηλιακό μαγειρείο τύπου κουτιού με δυο εκδοχές στη χωρητικότητα	31
3.4	Ιστορική αναφορά στο ΤΕΙ Κρήτης	32

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΚΕΥΗΣ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ**

4.1	Περιγραφή ηλιακού μαγειρείου	33
4.2	Πειραματικές διατάξεις - Μετρητικές συσκευές - Χώρος διεξαγωγής πειραμάτων	36

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

5.1	Πειράματα	39
5.1.1	Πείραμα 5.1.1 - Φαγητό: Λουκάνικα	39
5.1.2	Πείραμα 5.1.2 - Φαγητό: Μπριζόλες	41
5.1.3	Πείραμα 5.1.3 - Φαγητό: Μπιφτέκια	43
5.1.4	Πείραμα 5.1.4 - Φαγητό: Πίτσα	45
5.1.5	Πείραμα 5.1.5 - Φαγητό: Μπριζόλες γεμιστές	47
5.1.6	Πείραμα 5.1.6 - Φαγητό: Τυροπιτάκια	49
5.1.7	Πείραμα 5.1.7 - Φαγητό: Ψαρονέφρι	51
5.1.8	Πείραμα 5.1.8 - Φαγητό: Πιπεριές γεμιστές με τυρί	53
5.1.9	Πείραμα 5.1.9 - Φαγητό: Παπουτσάκια	55
5.1.10	Πείραμα 5.1.10 - Φαγητό: Φιλέτο κοτόπουλο	57
5.1.11	Πείραμα 5.1.11 - Φαγητό: Καλιτσούνια	59
5.1.12	Πείραμα 5.1.12 - Φαγητό: Κεμπάπ	61
5.1.13	Πείραμα 5.1.13 - Φαγητό: Γλώσσα φιλέτο	63
5.1.14	Πείραμα 5.1.14 - Φαγητό: Τάρτα με κολοκύθι	65
5.1.15	Πείραμα 5.1.15 - Φαγητό: Κρεατοπιτάκια	67

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ -  
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

69

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

77

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ραγδαία τα τελευταία χρόνια λόγω της εξάντλησης των φυσικών πόρων στον πλανήτη και την ανάγκη χρήσης νέων πηγών ενέργειας που δεν εξαντλούνται και δεν μολύνουν το περιβάλλον.

Ο στόχος αυτής της πτυχιακής είναι η δοκιμή ενός ηλιακού μαγειρείου τύπου κουτιού, για χρήση του στα Χανιά της Κρήτης. Με το ηλιακό μαγειρείο πραγματοποιήθηκαν και καταγράφηκαν δεκαπέντε πειράματα τα οποία αφορούσαν μετρήσεις θερμοκρασίας και χρόνου κατά τη λειτουργία του ηλιακού μαγειρείου για το ψήσιμο διαφορετικών κάθε φορά φαγητών.

Η παρακάτω πτυχιακή δημιουργήθηκε με σκοπό α) την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην καθημερινότητά μας β) την εκμετάλλευση της ανεξάντλητης ηλιακής ακτινοβολίας στο Νομό Χανίων γ) την καθιέρωση οικολογικών συσκευών για την προστασία του περιβάλλοντος και δ) την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των νοικοκυριών και με επιπλέον οικονομικά οφέλη.

Οι μετρήσεις, τα αποτελέσματα, αλλά και οι γνώμες που ελήφθησαν αποσκοπούν στη βελτιστοποίηση και την διεύρυνση του ηλιακού μαγειρείου. Στη συγκεκριμένη έρευνα χρησιμοποιήθηκαν υλικά φιλικά προς το περιβάλλον μεταξύ των οποίων κοινό γυαλί και γυαλί τύπου ματ για το τμήμα συλλογής ηλιακής ακτινοβολίας με στόχο την αύξηση της απόδοσης του ηλιακού μαγειρείου. Παρατάυτα δεν παρατηρήθηκαν αξιόλογες διαφορές στην απόδοση και μένει να γίνουν περαιτέρω έρευνες στην προσπάθεια μείωσης του χρόνου μαγειρέματος και στη καλύτερη απόδοση της φιλικής προς το περιβάλλον συσκευής.

## ABSTRACT

The use of renewable sources of energy is rapid the last years because the exhaustion of natural resources in the planet and the need of use of new sources of energy that is not exhausted and does not pollute the environment.

The objective this project is the trial of solar cooker box-type, for its use in Chania of Crete. With the solar cooker were realised and recorded fifteen experiments that concerned measurements of temperature and time at the operation of solar cooker for the cooking of different each time kinds of food.

Following project was created with aim to: a) the promotion of renewable sources of energy in our everyday routine b) the useful exploit of inexhaustible solar radiation in the Prefecture of Chania c) the establishment of ecological appliances for the protection of environment and d) the reduction of energy consumption of the households with moreover economically profits.

The measurements, the results, but also the opinions that were received aim in the optimisation and the development of solar cooker. In the particular research they were used materials friendly to the environment between them common glass and glass of type subdue for the part of collection of the solar radiation, targeting at the increase of output of solar cooker. Nevertheless were not observed appreciable differences in the output and it remains to exist more researches in the effort of reduction of the cooking time and in the better output of the ,friendly to the environment, appliance.

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 ΗΛΙΑΚΟ ΜΑΓΕΙΡΕΙΟ

Ένας ηλιακός φούρνος ή ένα ηλιακό μαγειρείο είναι μια συσκευή που χρησιμοποιεί φως του ήλιου ως πηγή ενέργειας του. Επειδή δεν χρησιμοποιούν κανένα καύσιμο και η λειτουργία τους δεν κοστίζει τίποτα, οι ανθρωπιστικές οργανώσεις προωθούν τη χρήση τους για να βοηθήσουν παγκοσμίως την καταστροφή και μείωση των δασικών εκτάσεων, που προκαλείται με τη χρησιμοποίηση του ξύλου ως καύσιμο για το μαγείρεμα. Τα ηλιακά μαγειρεία επίσης μερικές φορές χρησιμοποιούνται για υπαίθριο μαγείρεμα, ειδικά στις καταστάσεις όπου η ελάχιστη κατανάλωση καυσίμων ή ο κίνδυνος πυρκαγιάς θεωρείται ιδιαίτερα σημαντικός.

## 1.2 ΤΥΠΟΙ ΗΛΙΑΚΩΝ ΜΑΓΕΙΡΕΙΩΝ

Υπάρχουν ποικίλοι τύποι ηλιακών μαγειρείων: πάνω από 65 βασικά σχέδια και εκατοντάδες παραλλαγές τους. Οι βασικές αρχές όλων των ηλιακών μαγειρείων είναι:

- Συγκεντρωμένος φως του ήλιου: Κάποια συσκευή, συνήθως ένας καθρέφτης ή κάποιος τύπος αντανακλαστικού μετάλλου, χρησιμοποιείται για να συγκεντρώσει το φως και τη θερμότητα από τον ήλιο σε μια μικρή περιοχή μαγειρέματος, καθιστώντας την ενέργεια συγκεντρωμένη και επομένως πιο ισχυρή.
- Μετατροπή του φωτός σε θερμότητα: Οποιοδήποτε μαύρο υλικό στο εσωτερικό ενός ηλιακού μαγειρείου, καθώς επίσης και ορισμένα ειδικά υλικά για τη χρήση μαγειρικών δοχείων, θα βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα της μετατροπής του φωτός σε θερμότητα. Ένα μαύρο τηγάνι θα απορροφήσει σχεδόν το όλη την ηλιακή ακτινοβολία και θα τη μετατρέψει σε θερμότητα, βελτιώνοντας ουσιαστικά την αποτελεσματικότητα της συσκευής. Επίσης, όσο καλύτερα διευθύνει τη θερμότητα ένα σκεύος, τόσο γρηγορότερα θα λειτουργήσει το μαγειρείο.
- Παγίδευση της θερμότητας: Η απομόνωση του αέρα μέσα στο μαγειρείο από την εξωτερική ατμόσφαιρα αποτελεί μια σημαντική διαφορά. Η χρησιμοποίηση ενός στερεού υλικού, όπως μια υαλοκατασκευή θα επιτρέψει στο φως για να εισαχθεί, αλλά μόλις απορροφηθεί και μετατραπεί σε θερμότητα, το γυαλί θα συμβάλει στο να κρατήσει τη θερμότητα αυτή μέσα. Αυτό το καθιστά δυνατό, η συσκευή να φθάσει στα ίδια επίπεδα θερμοκρασιών τις κρύες χειμερινές ημέρες όπως και στις καυτές ημέρες της θερινής περιόδου.

Εξχωριστά, η κάθε μια από τις παραπάνω στρατηγικές είναι αρκετά μη αποδοτική, αλλά τα περισσότερα ηλιακά μαγειρεία χρησιμοποιούν δύο ή και τις τρεις από αυτές τις στρατηγικές σε συνδυασμό για να πετύχουν ικανοποιητικές θερμοκρασίες κατά το μαγείρεμα. Το σκέπασμα μπορεί

συνήθως να αφαιρείται για να επιτρέψει στα συγκεντρωτικά δοχεία που περιέχουν τα τρόφιμα να τοποθετούνται μέσα. Ένας ή περισσότεροι ανακλαστήρες από γυαλιστερό μέταλλο ή φύλλα αλουμινίου μπορούν να τοποθετηθούν για να μεταδώσουν το πρόσθετο φως στο εσωτερικό του μαγειρείου. Τα μαγειρικά σκεύη και η εσωτερική επιφάνεια του «πυθμένα» του μαγειρείου (η αλλιώς απορροφητική πλάκα) πρέπει να έχουν σκούρα ή μαύρη απόχρωση. Τα εσωτερικά τοιχώματα πρέπει να είναι αντανακλαστικά για να μειώσουν την απώλεια της ακτινοβολίας θερμότητας και να μεταφέρουν το φως προς τα δοχεία και την μεταλλική απορροφητική πλάκα, η οποία είναι σε επαφή με τα δοχεία.

### 1.2.1 Μαγειρεία Τύπου Κιβωτίου

Η εσωτερική μόνωση για το ηλιακό μαγειρείο τύπου κιβωτίου πρέπει να είναι σε θέση να αντέξει θερμοκρασίες μέχρι 150°C (300 °F) χωρίς την τήξη ή απόαεριοποίηση. Υλικά όπως συγκεντρωμένα φύλλα εφημερίδας, μαλλί, απλά κουρέλια, αποξηραμένα χόρτα, φύλλα χαρτονιού, κ.λπ. μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μονώσουν τους τοίχους του μαγειρείου, αλλά δεδομένου ότι οι περισσότερες από τις απώλειες της θερμότητας πραγματοποιούνται μέσω του γυαλιού ή του πλαστικού που βρίσκεται στο πάνω μέρος της συσκευής, η υπερβολική μόνωση στα τοιχώματα δεν είναι απαραίτητη. Το πάνω μέρος λοιπόν της συσκευής είναι είτε γυαλί, που είναι ανθεκτικό μεν αλλά δύσκολο στη χρήση, είτε μια «μαγειρική τσάντα φούρνου», η οποία είναι ελαφρύτερη, φτηνότερη, και ευκολότερη στη χρήση, αλλά ταυτόχρονα και λιγότερο ανθεκτική. Εάν τα μαγειρικά σκεύη μαύρου χρώματος και η μαύρη απορροφητική μεταλλική επιφάνεια είναι δυσεύρετα, μπορούν να βαφτούν είτε με μαύρο οικολογικό χρώμα ψεκασμού ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες, είτε με μαύρη τέμπερα, η με αιθάλη με τη βοήθεια φλόγας.

Το ηλιακό μαγειρείο τύπου κιβωτίου φθάνει χαρακτηριστικά σε μια θερμοκρασία 150 °C. Μπορεί να μην είναι στα επίπεδα ενός κοινού οικιακού φούρνου, αλλά είναι αρκετά ισχυρό ώστε να μαγειρέψει τα τρόφιμα κατά τη διάρκεια μιας κάπως μακρύτερης χρονικής περιόδου. Υπάρχουν τρόφιμα που περιέχουν πολλή υγρασία και δεν μπορούν να ξεπεράσουν σε καμία περίπτωση τους 100 °C. Αυτό δεν σημαίνει πως είναι πάντα απαραίτητο να μαγειρευτούν στις υψηλές θερμοκρασίες που υποδεικνύονται στα πρότυπα βιβλία συνταγών μαγειρικής. Επειδή λοιπόν τα τρόφιμα αυτά δεν φθάνουν σε μια πάρα πολύ υψηλή θερμοκρασία, μπορεί να αφεθούν ακίνδυνα στο μαγειρείο όλη την ημέρα χωρίς να διατρέχουν κίνδυνο να καούν. Παρόλα αυτά είναι καλύτερο το μαγείρεμα να αρχίσει πριν από το μεσημέρι. Ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και τον καιρό, τα τρόφιμα μπορούν να μαγειρευτούν είτε νωρίτερα είτε αργότερα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η συσκευή επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προθερμανθούν τρόφιμα και ποτά και μπορεί επιπροσθέτως να γίνει εκμεταλλεύσιμη για την παστερίωση νερού ή γάλατος. Τα ηλιακά μαγειρεία τύπου κιβωτίου μπορούν να κατασκευαστούν εύκολα χειροποίητα από υλικά που βρίσκονται με μεγάλη ευκολία ανεξαρτήτου τόπου ή να κατασκευαστούν ακόμα και σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις και να προωθηθούν προς πώληση. Η ποικιλία των τύπων τους κυμαίνεται από μικρές συσκευές χαρτονιού,



κατάλληλες για ένα απλό γεύμα κατά τις ηλιόλουστες μέρες του χρόνου, μέχρι και σε κιβώτια ξύλου και γυαλιού που χτίζονται στην ηλιόλουστη πλευρά ενός σπιτιού. Αν και εφευρέθηκαν αρκετά νωρίς, το 1767, από τον Ελβετό φυσιοδίφη Horace de Saussure, τα ηλιακά μαγειρεία τύπου κιβωτίου έγιναν δημοφιλή από τη δεκαετία του '70 κι έπειτα. Αυτές οι εκπληκτικά απλές και χρήσιμες συσκευές παρατηρούνται να πληθαίνουν αριθμητικά σχεδόν κάθε χώρα του κόσμου με το πέρασμα των χρόνων.

### 1.2.2 Μαγειρεία Τύπου Πλαισίου

Τα μαγειρεία τύπου πλαισίου είναι πολύ ανέξοδες ηλιακές κουζίνες που χρησιμοποιούν γυαλιστερά πλαίσια στο άμεσο φως του ήλιου σε ένα μαγειρικό σκεύος που εσωκλείεται σε μια διαυγή πλαστική μεμβράνη. Ένα κοινό πρότυπο είναι το Cookit. Ανεπτυγμένο το 1994 από την Solar Cookers International, παράγεται συχνά τοπικά με το συνδυασμό ενός αντανakλαστικού υλικού, όπως φύλλο αλουμινίου, επάνω σε μια κομμένη και διπλωμένη υποστήριξη, που αποτελείται συνήθως από απλό χαρτόνι. Είναι ελαφρύ και εύκολο στην αποθήκευση. Όταν ξεδιπλώνεται εντελώς, οι διαστάσεις του είναι περίπου 1 m - 1.3 m. Αποτελείται από υλικά που αγοράζονται σε μεγάλη ποσότητα, ενώ το χαρακτηριστικό κόστος δεν ξεπερνάει τα πέντε δολάρια. Εντούτοις, τα Cookits μπορούν επίσης να κατασκευαστούν εξ ολοκλήρου από ανακυκλώσιμα υλικά, συμπεριλαμβανομένων χρησιμοποιημένων χαρτοκιβωτίων και φύλλων αλουμινίου από το εσωτερικό συσκευασιών τσιγάρων.

Το Cookit θεωρείται χαμηλής θερμοκρασίας ηλιακό μαγειρείο, αφού φθάνει εύκολα σε ικανοποιητικές θερμοκρασίες ώστε να παστεριώσει νερό ή να μαγειρέψει τροφές από σιτηρά όπως το ρύζι. Μια ηλιόλουστη ημέρα, ένα Cookit μπορεί να συλλέξει αρκετή ηλιακή ενέργεια για να μαγειρέψει ρύζι, κρέας ή λαχανικά ώστε να ταΐσει μια οικογένεια με μέχρι τρία ή τέσσερα παιδιά. Οι μεγαλύτερες οικογένειες χρησιμοποιούν δύο ή περισσότερα μαγειρεία.

Για να χρησιμοποιηθεί ένα μαγειρείο τύπου πλαισίου, πρέπει να είναι διπλωμένο-μορφοποιημένο σε μορφή μπολ. Η τροφή τοποθετείται σε ένα σκούρο-χρωματισμένο δοχείο, που καλύπτεται με ένα στενά εγκατεστημένο καπάκι. Το δοχείο τοποθετείται σε μια διαυγή πλαστική τσάντα και δένεται, ή συσκευάζεται κλειστό. Το ηλιακό μαγειρείο τύπου πλαισίου τοποθετείται στο άμεσο φως του ήλιου έως ότου μαγειρευτούν τα τρόφιμα, τα οποία απαιτούν συνήθως αρκετές ώρες για ένα πλήρες ,οικογενειακού μεγέθους, γεύμα. Για γρηγορότερο μαγείρεμα, το δοχείο μπορεί να ανασηκωθεί με ράβδους ή με καλώδια για να επιτρέψει στο θερμασμένο αέρα για να κυκλοφορήσει στο κάτω μέρος του.

Οι υψηλής θερμοκρασίας πλαστικές μεμβράνες μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για ένα μήνα ή και περισσότερο, όμως πρέπει να σημειωθεί πως κάθε μεμβράνη για να λειτουργήσει σωστά, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ώστε να την εμποδίζουν να έρθει σε επαφή με το καυτό

μαγειρικό σκεύος και να λιώσει πάνω του. Ο σκοπός της πλαστικής τσάντας-μεμβράνης είναι να κρατήσει το ζεστός αέρα κοντά στο σκεύος, και ίσως να μην είναι απαραίτητη τις πολύ ηλιόλουστες και ζεστές ημέρες.

Άλλη μία πρόσφατη ανάπτυξη είναι το HotPot από την US NGO Solar Household Energy, Inc. Το μαγειρικό σκάφος σε αυτό το μαγειρείο είναι ένα μεγάλο διάφανο δοχείο με ένα επίσης διάφανο καπάκι στο οποίο περικλείεται ένα σκουρόχρωμο δοχείο. Αυτό το σχέδιο έχει σαν πλεονέκτημα την μεγαλύτερη ανάπτυξη θερμότητας δεδομένου ότι ο ήλιος είναι σε θέση να «πέσει» επάνω στα τοιχώματα αλλά και τον πυθμένα του δοχείου κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα είναι ότι το διάφανο καπάκι επιτρέπει την παρατήρηση της τροφής ενώ μαγειρεύεται χωρίς να αφαιρείται το σκέπασμα. Το HotPot παρέχει μια εναλλακτική λύση της χρησιμοποίησης των πλαστικών τσαντών σε ένα μαγειρείο τύπου πλαισίου.



Εικόνα 2.2.2 Το μαγειρικό σκάφος του HotPot αποτελείται από ένα σκουρόχρωμο δοχείο που περικλείεται από ένα διάφανο δοχείο με ένα καπάκι.

### 1.2.3 Ηλιακός Βραστήρας

Οι ηλιακοί βραστήρες είναι ηλιακές θερμικές συσκευές που μπορούν να θερμάνουν το νερό στο σημείο βρασμού μόνο μέσω της ηλιακής ενέργειας. Χαρακτηριστικά χρησιμοποιούν την εκκενωθείσα ηλιακή τεχνολογία γυάλινων σωλήνων για να συλλάβουν, να συσσωρεύσουν και να αποθηκεύσουν την ηλιακή ενέργεια που απαιτείται για να τροφοδοτήσει το βραστήρα. Εκτός από τη θέρμανση των υγρών, δεδομένου ότι η στάσιμη θερμοκρασία των ηλιακών γυάλινων σωλήνων κενού είναι υψηλή 220 °C (425 °F), οι ηλιακοί βραστήρες μπορούν επίσης να παραδώσουν ξηρά θερμότητα και να λειτουργήσουν ως φούρνοι και χύτρες ταχύτητας. Επιπλέον, από τη στιγμή που οι ηλιακοί γυάλινοι σωλήνες κενού δουλεύουν περισσότερο για συσσωρευμένη παρά για συγκεντρωμένη ηλιακή θερμική ενέργεια, οι ηλιακοί βραστήρες χρειάζονται απλά μόνο διάχυτο φως ώστε να λειτουργήσουν και χωρίς καν να χρειάζεται να ακολουθούν συνεχώς τις ακτίνες του ήλιου. Εάν

οι ηλιακοί βραστήρες χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία των ηλιακών γυάλινων σωλήνων κενού, χάρη στις ιδιότητες μόνωσης που έχει το κενό, θα κρατήσουν το προθερμασμένο νερό καυτό καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας.

#### **1.2.4 Παραβολικά Μαγειρεία**

Αν και αυτοί οι τύποι ηλιακών μαγειρείων μπορούν να μαγειρέψουν όπως και ένας συμβατικός φούρνος, είναι δύσκολο να κατασκευαστούν. Τα παραβολικά μαγειρεία φθάνουν σε υψηλές θερμοκρασίες και μαγειρεύουν γρήγορα, αλλά απαιτούν τη συχνές ρυθμίσεις και συνεχή επίβλεψη για την ασφαλή λειτουργία τους. Εκατοντάδες χιλιάδες παραβολικά μαγειρεία υπάρχουν, κυρίως στην Κίνα. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για το μεγάλης κλίμακας θεσμικό μαγείρεμα.

Το ηλιακό μπολ είναι μια μοναδική συγκεντρωτική τεχνολογία που χρησιμοποιείται από το ηλιακό μαγειρείο στο Auroville, της Ινδίας. Αντίθετα από σχεδόν όλες τις συγκεντρωτικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούν τα ακολουθητικά συστήματα ανακλαστήρων, το ηλιακό μπολ χρησιμοποιεί έναν στάσιμο σφαιρικό ανακλαστήρα. Αυτός ο ανακλαστήρας στρέφει το φως κατά μήκος μιας καθέτου γραμμής στην επιφάνεια της σφαίρας και ένα σύστημα ελέγχου κινεί το δέκτη για να «κόψει» αυτήν την γραμμή. Έτσι παράγεται ατμός στο δέκτη του ηλιακού μπολ με θερμοκρασίες που φθάνουν τους 150 °C και έπειτα χρησιμοποιείται για τη διαδικασία θέρμανσης στο χώρο της κουζίνας, όπου 2.000 γεύματα προετοιμάζονται καθημερινά.

#### **1.2.5 Υβριδικά μαγειρεία**

Ένας υβριδικός ηλιακός φούρνος είναι ένα ηλιακό μαγειρείο τύπου κιβωτίου που εξοπλίζεται με ένα συμβατικό ηλεκτρικό στοιχείο θέρμανσης για το μαγείρεμα κατά τις νεφελώδεις ημέρες ή νύχτες. Οι υβριδικοί ηλιακοί φούρνοι είναι επομένως πιο ανεξάρτητοι. Εντούτοις, υστερούν σε οικονομικά πλεονεκτήματα έναντι μερικών άλλων τύπων ηλιακών μαγειρείων, και έτσι δεν έχουν διαδοθεί και πολύ σε τριτοκοσμικές χώρες.

Μια υβριδική ηλιακή σχάρα αποτελείται από έναν κινούμενο παραβολικό ανακλαστήρα που αναρτάται σε ένα τρίποδο με μια κινητή επιφάνεια οχαρών. Αυτές οι συσκευές ξεπερνούν τα ηλιακά μαγειρεία τύπου κιβωτίου σε εύρος θερμοκρασιών αλλά και στο χρόνο μαγειρέματος. Όταν η ηλιακή ενέργεια δεν είναι διαθέσιμη, είναι σχεδιασμένες να χρησιμοποιούν οποιαδήποτε συμβατικά καύσιμα ως πηγή θερμότητας, συμπεριλαμβανομένου του αερίου, της ηλεκτρικής ενέργειας, του ξύλου, κ.λπ. Τέλος η υβριδική αυτή σχάρα μπορεί να κατασκευαστεί πολλές φορές και από υλικά που είναι για πέταμα.

### 1.3 ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΕΝΑ ΗΛΙΑΚΟ ΜΑΓΕΙΡΕΙΟ

Τα διαφορετικά είδη ηλιακών μαγειρειών έχουν κάπως διαφορετικές μεθόδους χρήσης, όμως ακολουθούν περίπου τις ίδιες βασικές αρχές.

Τα τρόφιμα προετοιμάζονται με τον ίδιο τρόπο που θα προετοιμαζόντουσαν για ένα κοινό φούρνο ή μία σόμπα. Επειδή τα τρόφιμα μαγειρεύονται γρηγορότερα όταν είναι κομμένα σε μικρότερα κομμάτια, στα ηλιακά μαγειρεία τα τρόφιμα τεμαχίζονται συνήθως σε μικρότερα κομμάτια απ' ό,τι κανονικά. Παραδείγματος χάριν, οι πατάτες κόβονται συνήθως σε κομμάτια μεγέθους μπουκιάς αντί να ψηθούν ολόκληρες. Για το πολύ απλό μαγείρεμα, όπως το λιώσιμο βουτύρου ή τυριού, το σκέπασμα δεν είναι απαραίτητο και τα τρόφιμα μπορούν να τοποθετηθούν σε έναν ακάλυπτο δίσκο ή σε ένα μπολ. Εάν πρόκειται να μαγειρευτούν διάφορα τρόφιμα μαζί, τότε τοποθετούνται σε διαφορετικά δοχεία.

Το δοχείο των τροφίμων τοποθετείται μέσα στο ηλιακό μαγειρείο, ανυψωμένο σε ένα τούβλο ή σε ειδική πέτρα ή σε ένα μεταλλικό πυροστάτη, ή σε κάποιο άλλο αγώγιμο μέσο θερμότητας, και το μαγειρείο τοποθετείται στο άμεσο φως του ήλιου. Καλό θα είναι το ηλιακό μαγειρείο να είναι εξ ολοκλήρου στο άμεσο φως του ήλιου, και καμία σκιά οποιουδήποτε κοντινού αντικειμένου να μην επηρεάσει το μαγείρεμα με το πέρασμα της ώρας. Τρόφιμα που μαγειρεύονται γρήγορα και εύκολα, καλό θα ήταν να προστεθούν στο ηλιακό μαγειρείο αργότερα. Το ρύζι για ένα μεσημεριανό γεύμα πρέπει αρχίσει νωρίς το πρωί, με λαχανικά, τυρί ή κρέας που θα προστεθεί στο ηλιακό μαγειρείο στο μέσο του πρωινού. Ανάλογα με το μέγεθος της ηλιακής συσκευής, τον αριθμό και την ποσότητα των τροφίμων που θα μαγειρευτούν, μια οικογένεια μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα ή περισσότερα ηλιακά μαγειρεία.

Το ηλιακό μαγειρείο τοποθετείται προς τον ήλιο και αφήνεται έως ότου μαγειρευτούν τα τρόφιμα. Αντίθετα από το μαγείρεμα σε μια σόμπα ή σε μια απλή φωτιά, που μπορεί να απαιτήσει περισσότερο από μια ώρα της σταθερής επίβλεψης, τα τρόφιμα σε ένα ηλιακό μαγειρείο γενικά δεν ανακατώνονται ή αναποδογυρίζονται, επειδή είναι περιττό, αλλά επίσης γιατί το άνοιγμα του ηλιακού μαγειρείου επιτρέπει στην παγιδευμένη θερμότητα για να διαφύγει και με αυτόν τον τρόπο επιβραδύνεται η διαδικασία του μαγειρέματος. Εάν χρειαστεί, το ηλιακό μαγειρείο μπορεί να ελέγχεται κάθε μία με δύο ώρες, ώστε να στρέφεται η συσκευή για να εκτίθεται στον ήλιο ακριβέστερα και για να εξασφαλιστεί ότι οι σκιές από τα κοντινά κτήρια ή τις εγκαταστάσεις δεν εμποδίζουν το φως του ήλιου. Το φαγητό μπορεί να αφηθεί δίχως επιτήρηση για πολλές ώρες κατά τη διάρκεια της ημέρας, αρκεί όπως προαναφέρθηκε το ηλιακό μαγειρείο να στρέφεται συχνά για να βρίσκεται στο σημείο όπου ο ήλιος είναι ψηλότερα στον ουρανό.

Ο χρόνος μαγειρέματος εξαρτάται πρώτιστα από τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται, την ηλιακή ακτινοβολία σε σχέση με το χρόνο, και την

ποσότητα τροφίμων που πρέπει να μαγειρευτεί. Επίσης η θερμοκρασία του αέρα, ο άνεμος, και το γεωγραφικό πλάτος έχουν επιπτώσεις στην απόδοση. Τα τρόφιμα μαγειρεύονται γρηγορότερα κατά τις δύο ώρες πριν και μετά από το τοπικό ηλιακό μεσημέρι σε σχέση με νωρίς το πρωί είτε τον αργά το απόγευμα. Οι μεγαλύτερες ποσότητες τροφίμων, και τρόφιμα κομμένα σε μεγαλύτερα κομμάτια, παίρνουν περισσότερο χρόνο στο μαγείρεμα. Κατά συνέπεια, μόνο γενικοί αριθμοί μπορούν να δοθούν για το χρόνο μαγειρέματος. Ένα μικρό ηλιακό μαγειρείο τύπου πλαισίου, είναι δυνατό να λειώσει βούτυρο σε χρονική διάρκεια 15 λεπτών, να ψήσει μπισκότα σε 2 ώρες, και να μαγειρέψει ρύζι για τέσσερις ανθρώπους σε 4 ώρες. Εντούτοις, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες και τον ηλιακό τύπο του μαγειρείου, αυτά τα πειράματα θα μπορούσαν να πάρουν λιγότερη ώρα κατά το ήμισυ ή ακόμα και το διπλάσιο χρόνο.

#### **1.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

Τα ηλιακά μαγειρεία είναι μόνο ένα μέρος της συνολικής εικόνας των εναλλακτικών πηγών ενέργειας, αλλά είναι ένα κομμάτι που είναι προσιτό σε μια μεγάλη πλειοψηφία ανθρώπων. Ένας αξιόπιστο ηλιακό μαγειρείο μπορεί να κατασκευαστεί, από καθημερινά υλικά, μέσα σε μερικές ώρες ή ακόμα και να αγοραστεί έτοιμο.

Οι ηλιακοί φούρνοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προετοιμάσουν οτιδήποτε μπορεί να γίνει σε έναν συμβατικό φούρνο ή μια σόμπα, από το ψημένο ψωμί μέχρι λαχανικά στον ατμό και ψημένο κρέας. Δεδομένου ότι οι ηλιακοί φούρνοι τοποθετούνται έξω, δεν συμβάλλουν την ανεπιθύμητη θερμότητα μέσα στα σπίτια τις ζεστές μέρες του χρόνου. Σύμφωνα με έρευνες σχεδόν τα τρία τέταρτα των αμερικανικών οικογενειών προετοιμάζουν τουλάχιστον ένα ζεστό γεύμα ανά ημέρα ενώ το υπόλοιπο ένα τέταρτο προετοιμάζει περισσότερα από δύο. Πολλά από αυτά λοιπόν τα γεύματα θα μπορούσαν να γίνουν με τρόπο ώστε να καταναλώνονται λιγότερα καύσιμα απλώς χρησιμοποιώντας ένα ηλιακό μαγειρείο.

Η εσωτερική συγκέντρωση των βλαβερών για την υγεία ρύπων από μια τυπική εστία μαγειρέματος σε σόμπα δημιουργεί μονοξείδιο άνθρακα και άλλα επιβλαβή αέρια στο χώρο από επτά έως και πεντακόσιες φορές παραπάνω από τα επιτρεπτά όρια.

#### **1.5 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

Όπως κάθε σε συσκευή και μέθοδος, τα ηλιακά μαγειρεία, έχουν και κάποια μειονεκτήματα που πρέπει να αναφερθούν και να αντιμετωπιστούν. Το ηλιακό μαγείρεμα είναι μια νέα προσέγγιση στο μαγείρεμα σε πολλά μέρη

του κόσμου, κι έτσι μια μεγάλη πρόκληση είναι η κοινωνική αποδοχή αυτής της συνολικά νέας προσέγγισης και η εγκατάλειψη των παραδοσιακών μεθόδων μαγειρέματος.

Τα ηλιακά μαγειρεία παρέχουν ζεστό φαγητό κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά από το καυτότερο διάστημα της ημέρας, ένα χρονικό σημείο δηλαδή κατά το οποίο οι άνθρωποι τείνουν λιγότερο να φάνε ένα ζεστό γεύμα. Εντούτοις, ένα παχύ τηγάνι φτιαγμένο από υλικό που διαχέει τη θερμότητα αργά (όπως ο χυτοσίδηρος) θα χάσει θερμότητα σε μικρότερο ποσοστό, και αυτό, που μπορεί να συνδυαστεί με τη σωστή μόνωση του μαγειρείου ή ενός μονωμένου καλάθιού, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κρατήσει τα τρόφιμα καλοζεσταμένα μέχρι βράδυ.

Τα ηλιακά μαγειρεία παίρνουν περισσότερο χρόνο για να μαγειρέψουν τα τρόφιμα συγκριτικά με ένα κοινό ηλεκτρικό φούρνο. Επομένως η χρησιμοποίηση ενός ηλιακού μαγειρείου απαιτεί την προετοιμασία των τροφίμων αρκετές ώρες πριν από το γεύμα. Εντούτοις, απαιτεί λιγότερη επίβλεψη κατά το μαγείρεμα, κι έτσι αυτό ισορροπεί τις χρονικές απώλειες που θα είχε κάποιος κατά την προετοιμασία των τροφίμων.

Ένα ακόμη αρνητικό στοιχείο είναι πως η χρήση των ηλιακών μαγειρείων περιορίζεται σε νεφελώδη ή βροχερό καιρό, κι έτσι πρέπει να υπάρχει κάποια εφεδρική, συμβατική συνήθως, πηγή θερμότητας ώστε να είναι διαθέσιμη για το μαγείρεμα σε αυτές τις περιόδους.

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι μερικά σχέδια ηλιακών μαγειρείων επηρεάζονται από τους ισχυρούς ανέμους, οι οποίοι δροσίζουν τα τρόφιμα και μπορούν να επηρεάσουν τους ανακλαστήρες.

## 2. Η ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

### 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

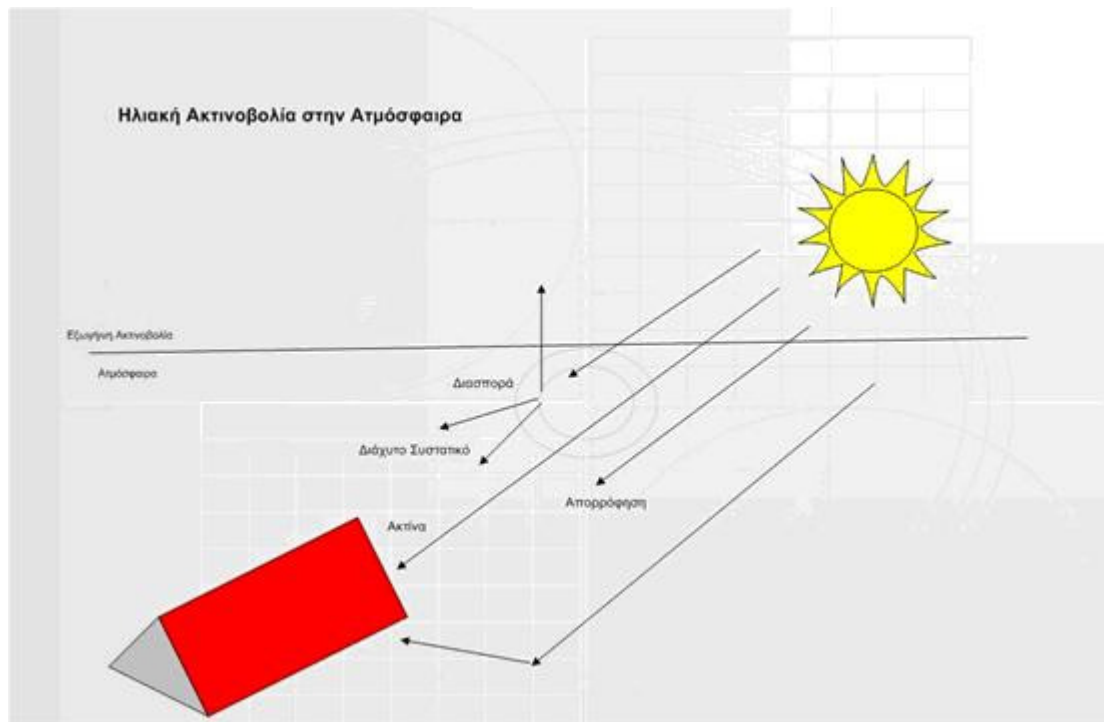
Η σχεδίαση ενός ηλιακού μαγειρείου στηρίζεται πάνω σ' έναν προσεκτικό υπολογισμό της ηλιακής ακτινοβολίας σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Παρ' όλο που η ηλιακή ακτινοβολία έχει ήδη καταγραφεί σε διάφορες τοποθεσίες σε ολόκληρο τον κόσμο, πρέπει να γίνει μία μικρή μελέτη για την διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία που θα εκμεταλλευτεί η συσκευή μαγειρέματος.

### 2.2 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΙΟ

Με μια καλή προσέγγιση, ο ήλιος ενεργεί ως μια τέλεια πηγή ακτινοβολίας σε μια θερμοκρασία κοντά στους 5.800 K. Η προσπίπτουσα ροή ενέργειας πάνω σε μια μονάδα επιφάνειας κάθετη προς τη διεύθυνση της δέσμης έξω από τη γήινη ατμόσφαιρα είναι γνωστή ως η ηλιακή σταθερά:

$$S=1376 \text{ W/τ.μ.}$$

Γενικότερα, η ολική ισχύς από μια πηγή ακτινοβολίας που πέφτει πάνω στη μονάδα επιφάνειας ονομάζεται **ένταση ακτινοβολίας**. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στη γήινη ατμόσφαιρα ένα μέρος της προσπίπτουσας ενέργειας αναιρείται λόγω της σκέδασης ή της απορρόφησης από τα μόρια του αέρα, τα σύννεφα και το υλικό που συνήθως αναφέρεται ως aerosols.



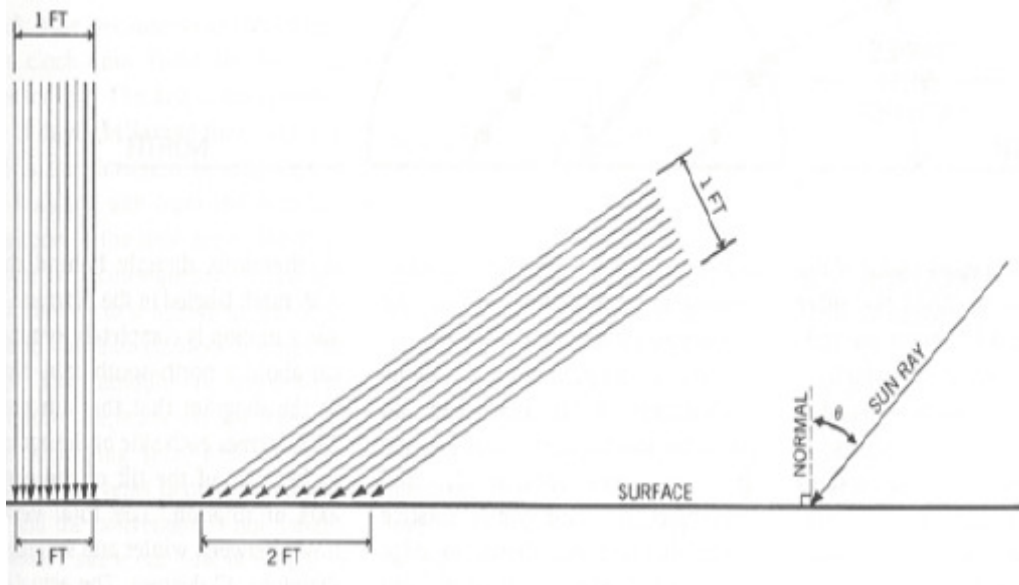
Σχήμα 2.1: Ηλιακή ακτινοβολία στην ατμόσφαιρα

Η ακτινοβολία, η οποία δεν ανακλάται ή διασκορπίζεται και προσεγγίζει την επιφάνεια της γης άμεσα σε ευθεία γραμμή από τον ηλιακό δίσκο, ονομάζεται άμεση ή ακτινοβολία δέσμης. Η διασκορπισμένη ακτινοβολία η οποία προσεγγίζει το έδαφος ονομάζεται διαχεόμενη ακτινοβολία. Κάποια από τις ακτινοβολίες αυτές ίσως προσεγγίσει ένα δέκτη μετά την ανάκλασή της στο έδαφος, οπότε και ονομάζεται ανακλώμενη ισχύς από το έδαφος. Η ολική ακτινοβολία η οποία αποτελείται από αυτά τα τρία στοιχεία ονομάζεται σφαιρική.

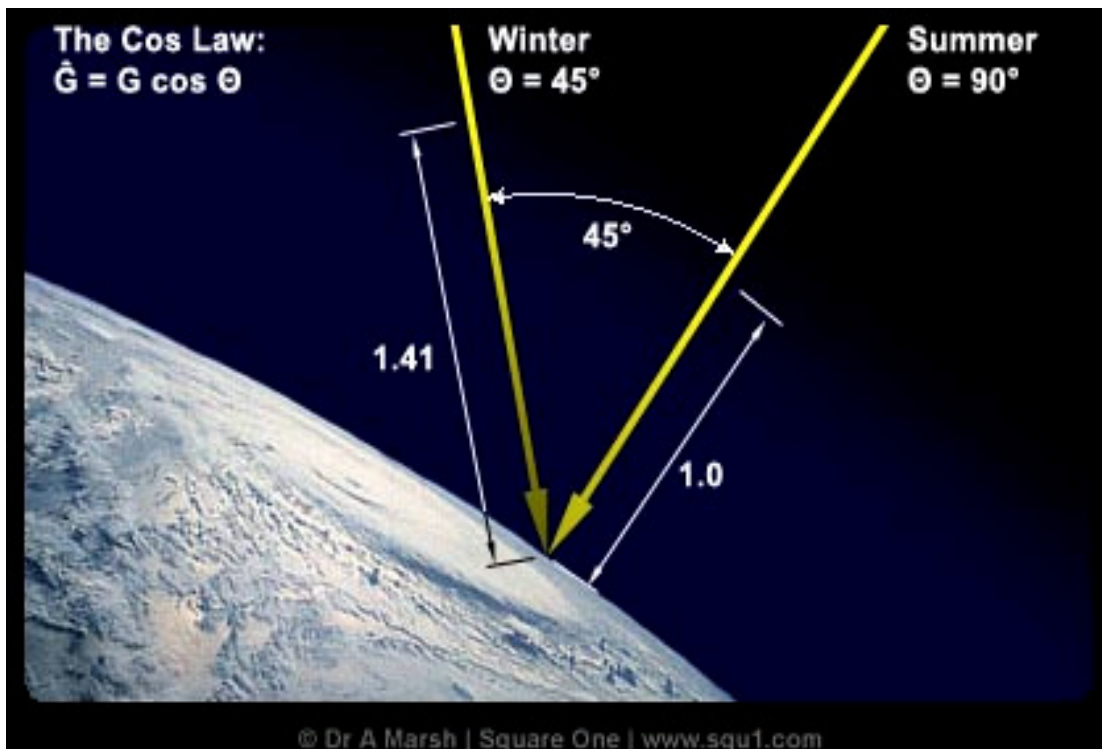
Η ποσότητα της ακτινοβολίας η οποία φτάνει στο έδαφος είναι φυσικά άκρως μεταβλητή. Επιπλέον πέρα από την όποια κανονική ημερήσια και ετήσια μεταβολή λόγω της φαινόμενης κίνησης του ήλιου, ακατάστατες μεταβολές (κάλυψη από σύννεφα) προκαλούνται από τις κλιματολογικές συνθήκες καθώς επίσης και τη γενικότερη σύνθεση της ατμόσφαιρας. Γι' αυτό το λόγο, η σχεδίαση και η επιλογή του τύπου ενός ηλιακού μαγειρείου βασίζεται θεωρητικά στη λήψη μετρούμενων δεδομένων που λαμβάνονται κοντά στην τοποθεσία της εγκατάστασης.

Ένα μέγεθος που χαρακτηρίζει την επίδραση της καθαρής ατμόσφαιρας πάνω στο ηλιακό φως είναι η μάζα αέρος ίση προς το σχετικό μήκος της διαδρομής της απευθείας δέσμης διαμέσου της ατμόσφαιρας. Στη διάρκεια μιας ηλιόλουστης καλοκαιρινής ημέρας στο επίπεδο της θάλασσας, η ακτινοβολία από τον ήλιο, όταν βρίσκεται στο Ζενίθ, αντιστοιχεί σε μάζα αέρος 1 (συντεταγμένο σε AM 1).





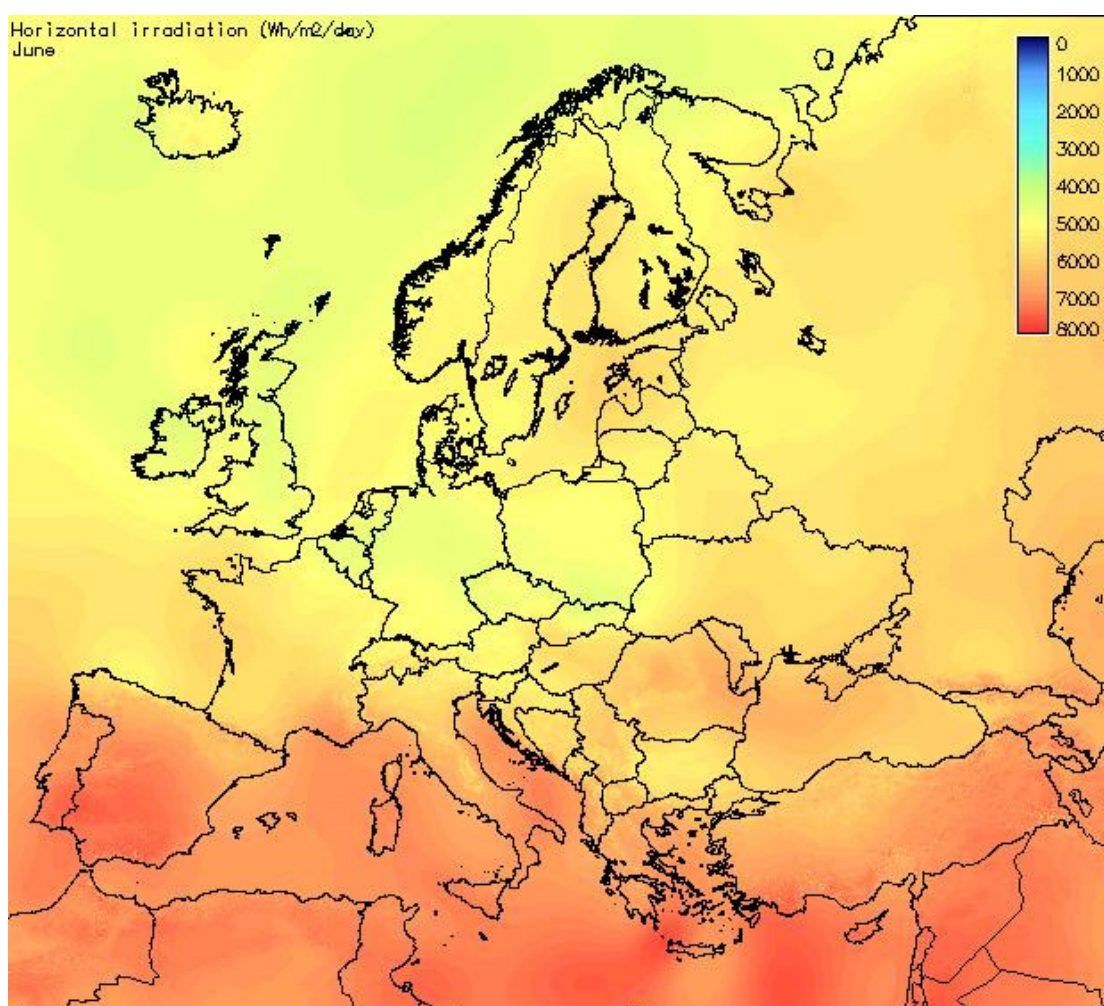
Σχήμα 2.2: Ένταση προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στο έδαφος



Σχήμα 2.3: Υπολογισμός της έντασης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στη γήινη επιφάνεια

Το εξωγήινο φάσμα δηλώνεται ως AM0, αυτό είναι σημαντικό για διάφορες δορυφορικές εφαρμογές όπως για παράδειγμα στα φωτοβολταϊκά συστήματα . Το AM1.5 είναι ένα τυπικό ηλιακό φάσμα πάνω στην επιφάνεια της γης σε μια καθαρή ημέρα, με ολική ένταση του  $1 \text{ KW/m}^2$ , η οποία χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση των ηλιακών ηλεκτρικών στοιχείων και συστημάτων..

Μολονότι η ένταση μπορεί να φτάσει την τιμή του  $1\text{kW}$ , η διαθέσιμη ένταση είναι συνήθως σημαντικά μικρότερη απ' αυτή της μέγιστης τιμής λόγω της περιστροφής της γης και των αντίξοων καιρικών συνθηκών. Η μέγιστη μέση ακτινοβολία σημειώνεται κοντά στο γεωγραφικό πλάτος τροπικών περιοχών, ενώ είναι μικρότερη στις περιοχές του ισημερινού λόγω της κάλυψης του από σύννεφα. Σε υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη η ηλιακή ακτινοβολία είναι φυσικά ασθενέστερη λόγω της μικρής ηλιακής ανύψωσης.



Σχήμα 2.4: Χάρτης με την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας

### 2.3 ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Στους θερμικούς αισθητήρες, των οποίων η ένδειξη οφείλεται στη θέρμανση της φωτιζόμενης (μαύρης) επιφάνειας, μιας πλάκας από ορισμένο υλικό και στους αισθητήρες ηλεκτρονικής διέγερσης, στους οποίους η μέτρηση οφείλεται στις ενεργειακές μεταβάσεις των ηλεκτρονίων του υλικού, κατά την απορρόφηση φωτονίων.

#### 1) Θερμικοί ανιχνευτές (Thermal detectors)

Για μεγαλύτερη ευαισθησία των θερμικών αισθητήρων, φροντίζουμε η μάζα της πλάκας που απορροφά την ακτινοβολία να είναι μικρή, ώστε μικρά ποσά απορροφούμενης ενέργειας να προκαλούν μεγάλη μεταβολή στη θερμοκρασία της. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν α) το πυρανόμετρο, β) ο πυροηλεκτρικός κρύσταλλος και γ) τα βολόμετρα (μεταξύ των οποίων και το thermistor).

##### α) Πυρανόμετρο

Η αρχή λειτουργίας του, βασίζεται στο θερμοηλεκτρικό φαινόμενο. Η ακτινοβολία που προσπίπτει, στην ενεργό επιφάνεια (μαύρη), απορροφούμενη θερμαίνει την πλάκα αυτή. Έτσι, δημιουργείται διαφορά θερμοκρασιών μεταξύ της εκτεθειμένης στο φως και μιας άλλης στο εσωτερικό, η οποία παραμένει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Οι μισές επαφές πολλών θερμοηλεκτρικών ζευγών (Thermocouples), συνδεδεμένων σε σειρά, είναι εντυπωμένες στην πάνω επιφάνεια, η οποία έχει υποστεί επεξεργασία αμαύρωσης, (π.χ. μαύρο βελούδου, velvet black) και οι άλλες μισές στην κάτω, η οποία αποτελεί σώμα θερμοκρασίας αναφοράς (αντιστάθμιση). Ο συνδυασμός πολλών (π.χ. 100) θερμοηλεκτρικών ζευγών, που φέρεται με το όνομα Thermopile, γίνεται με σκοπό η ολική τάση στα δύο ελεύθερα άκρα τους να είναι αρκετά μεγάλη (μερικά mV), ώστε να μετρείται με ένα βολτόμετρο. Η ενεργός επιφάνεια (μαύρη) περιβάλλεται από δύο ομόκεντρα κρυστάλλινα ημισφαίρια, για προστασία από την υγρασία και την ψύξη λόγω αέριων ρευμάτων.

##### β) Πυροηλεκτρικός κρύσταλλος

Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στην τροποποίηση της διπολικής ηλεκτρικής ροπής διηλεκτρικών υλικών, που ονομάζονται πυροηλεκτρικά (Πυροηλεκτρικό φαινόμενο). Η αύξηση της θερμοκρασίας του πυροηλεκτρικού υλικού οδηγεί σε εμφάνιση ηλεκτρίσης, δηλαδή, πόλωσης του υλικού λόγω θέρμανσης του. Χαρακτηρίζεται από σταθερή απόκριση (Ampere/Watt), σε ευρεία περιοχή μηκών κύματος, δηλαδή, απόκριση ανεξάρτητη του μήκους κύματος, λ κι αυτό τον καθιστά ιδανικό για καταγραφή φασμάτων, στην περιοχή ευαισθησίας του.

##### γ) Βολόμετρα ή αισθητήρες θερμοκρασίας με βάση την αντίσταση του υλικού

Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στη μεταβολή της ηλεκτρικής αντίστασης ενός υλικού, με την θερμοκρασία του, λόγω απορρόφησης της ενέργειας της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Για αυξημένη απόκριση του αισθητήρα, το υλικό του πρέπει να χαρακτηρίζεται από υψηλή απορροφητικότητα της ακτινοβολίας, σε ευρύ φάσμα συχνοτήτων και μικρή θερμοχωρητικότητα.

Κατασκευάζονται από ποικιλία υλικών, τόσο σε στοιχειακή (π.χ Si, Ge, Bi, Au) όσο και σε σύνθετη μορφή (Bi σε συνδυασμό με ίνες από νάυλον, Ge με προσμίξεις και ίνες νάυλον). Μια πολύ σημαντική κατηγορία βολομέτρων είναι τα μεταλλικά (π.χ. λευκοχρύσου ή πλατίνας Pt) και τα thermistors (ημιαγωγοί).

### γ) Thermistor

Είναι ένα βολόμετρο, του οποίου το βασικό υλικό αποτελείται από μεταλλικά οξειδία (οξειδία μαγνησίου, νικελίου, κοβαλτίου, χαλκού, σιδήρου και τιτανίου). Η χρήση τους περιορίζεται σε θερμοκρασίες κάτω των 300 °C, επειδή πάνω απ' τη θερμοκρασία αυτή μειώνεται η σταθερότητα της δομής τους. Μπορούν να κατασκευαστούν με διάφορες μορφές (με τη μορφή δίσκου, λεπτής φέτας, λεπτού, wafer, ράβδου) και σε μικρό μέγεθος, για καλή απόκριση στις μετρήσεις. Χαρακτηρίζονται από υψηλή διακριτική ικανότητα και δέκα (10) φορές πιο μεγάλη ευαισθησία από τα μεταλλικά βολόμετρα.

### 2) Αισθητήρες ηλεκτρονικής διέγερσης (Quantum detectors)

Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται είτε στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, δηλαδή, την εκπομπή ηλεκτρονίων από την επιφάνεια ενός μετάλλου είτε στη διέγερση ηλεκτρονίων από τη ζώνη σθένους στη ζώνη αγωγιμότητας, στην περίπτωση των ημιαγωγών.

#### α. Κατηγορία αισθητήρων που βασίζονται στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο

Σ' αυτήν την κατηγορία ανήκουν : 1) Οι φωτοδιόδοι κενού ή φωτοκύτταρα. Αποτελούνται από δύο ηλεκτρόδια (άνοδο και κάθοδο), ενσωματωμένα σε μια διάταξη υψηλού κενού. Η κάθοδος, πάνω στην οποία προσπίπτει το φως, αποτελείται από υλικό χαμηλού έργου εξόδου των φωτοηλεκτρονίων. Η άνοδος βρίσκεται σε ορισμένο ηλεκτρικό δυναμικό σε σχέση με την κάθοδο, συλλέγοντας τα φωτοηλεκτρόνια. Η διάταξη χαρακτηρίζεται από εξαιρετικά μικρό χρόνο απόκρισης (Response time), μικρότερο των 10 ns. 2) Οι φωτοπολλαπλασιαστές. Στην περίπτωση ακτινοβολιών χαμηλής έντασης, χρησιμοποιούνται σύνθετες διατάξεις, που αποτελούνται από συνδυασμό πολλών φωτοδιόδων σε σειρά (κάθοδος - αντικάθοδοι - άνοδος). Η κάθοδος και οι αντικάθοδοι είναι επιχρισμένες από υλικό χαμηλού έργου εξόδου. Η κάθοδος, ειδικά διαμορφωμένη, αποτελεί το παράθυρο «εισόδου» της ακτινοβολίας, δημιουργώντας εσωτερικά, τα αρχικά ηλεκτρόνια (φωτοηλεκτρόνια). Τα φωτοηλεκτρόνια επιταχυνόμενα προσπίπτουν στην πρώτη αντικάθοδο, παράγοντας το καθένα, ανάλογα με το υλικό και την εφαρμοζόμενη ηλεκτρική τάση, μερικά δευτερογενή ηλεκτρόνια κ.ο.κ.. Έτσι, στην άνοδο συλλέγεται μεγάλο πλήθος ηλεκτρονίων που αντιστοιχούν σ' ένα αρχικό φωτόνιο. Η διάταξη, δηλαδή, λειτουργεί ως αισθητήρας ακτινοβολίας χαμηλής εντάσεως, ενισχύοντας σταδιακά, το ασθενικό πρώτο ηλεκτρικό σήμα. Η ενίσχυση μπορεί να ξεπερνά τον παράγοντα  $10^{10}$  (για κάθε φωτοηλεκτρόνιο).

#### β. Κατηγορία αισθητήρων που βασίζονται στη φωτοαγωγιμότητα του υλικού

Εδώ υπάρχουν οι φωτοαγωγοί ή φωτοαντιστάσεις, οι φωτοδιόδοι και τα φωτοβολταϊκά στοιχεία. 1) Φωτοαγωγοί ή

φωτοαντιστάσεις. Είναι ημιαγωγοί, ενδογενείς ή προσμείξεων, οι οποίοι εμφανίζουν έντονη φωτοαγωγιμότητα. Δηλαδή, η απορρόφηση φωτός στο ημιαγωγικό υλικό διεγείρει ηλεκτρόνια από τη ζώνη σθένους στη ζώνη αγωγιμότητας, αυξάνοντας την ηλεκτρική αγωγιμότητα του ημιαγωγού.

2) Φωτοδίοδος ημιαγωγών. Είναι μια δίοδος επαφής ημιαγωγών, που όταν φωτίζεται στο εσωτερικό της παράγονται επιπλέον ζεύγη ηλεκτρονίου-οπής τα οποία διαχωριζόμενα από το πεδίο επαφής, συμβάλλουν στη δημιουργία αυξημένου ηλεκτρικού ρεύματος, (στο κύκλωμα περιλαμβάνονται: η ηλεκτρική πηγή, η δίοδος και μια αντίσταση). Η επιφάνεια τους είναι συνήθως πολύ μικρή, της τάξης του  $\text{mm}^2$ , ώστε να χαρακτηρίζονται από μικρή χωρητικότητα επαφής και άρα πολύ καλή χρονική απόκριση (Response time), της τάξης του  $10^{-10}\text{s}$ . Διακρίνονται σε διάφορους τύπους : σε φωτοδιόδους p-n, p-i-n, τύπου Schottky, χιονοστιβάδας και ετεροεπαφών. Για να λειτουργεί μια φωτοδίοδος, έτσι ώστε, το ρεύμα να είναι ανάλογο της ροής της ακτινοβολίας και ταυτόχρονα να χαρακτηρίζεται από μικρό χρόνο κίνησης φορέων (λειτουργία ταχείας απόκρισης), πολώνεται ανάστροφα. Αν δεν ενδιαφέρει η απαίτηση αυτή, η φωτοδίοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε λειτουργία φωτοβολταϊκού στοιχείου (Photovoltaic mode).

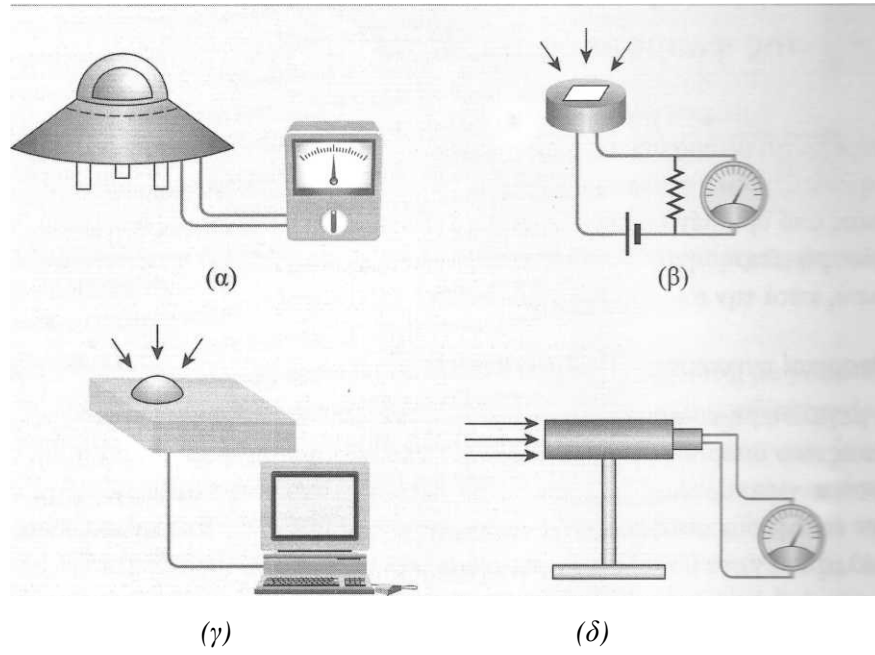
3) Φωτοβολταϊκή κυψελίδα ή φωτοβολταϊκό στοιχείο. (Η συντομογραφία ΦΒ αντιπροσωπεύει τη λέξη φωτοβολταϊκά). Εδώ πρέπει να επισημανθεί η διαφορετικότητα του με τη φωτοδίοδο. Αναφέρθηκε ότι η επιφάνεια της διόδου είναι πολύ μικρή. Αντίθετα, το ΦΒ στοιχείο χαρακτηρίζεται από όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επιφάνεια και ο λόγος είναι ότι προορίζεται για πηγή ηλεκτρικής ενέργειας κι όχι για αισθητήρας.

#### γ. Φασματογράφος

Διάταξη με την οποία αναλύεται η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μιας πηγής (ηλεκτρομαγνητικό φάσμα). Η ανάλυση βασίζεται στη χρήση είτε πρίσματος είτε οπτικών φραγμάτων (ανάκλασης ή διέλευσης).

#### δ. Φασματοραδιόμετρο -Φασματοφωτόμετρο

Είναι ένα φασματοσκόπιο εφοδιασμένο με μηχανισμούς κίνησης, ώστε το φάσμα να σαρώνεται σ' όλο το λειτουργικό εύρος μηκών κύματος και να καταγράφεται σε ηλεκτρονική «μνήμη». Ο χρόνος καταγραφής του ηλιακού φάσματος είναι 1-2 min. Στο σημείο εισόδου του φασματογράφου τοποθετείται μια «σφαίρα ολοκλήρωσης», προκειμένου η προσπίπτουσα ακτινοβολία να καταγράφεται ανεξάρτητα από τη γωνία πρόσπτωσης.



**Σχήμα 2.5:** α) πυρανόμετρο β) φωτοδιόδος γ) φασματοραδιόμετρο δ) πυροηλεκτρικός κρύσταλλος

### **3. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ - ΑΡΘΡΑ, ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΜΑΓΕΙΡΕΙΟ**

#### **3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΜΑΓΕΙΡΕΜΑΤΟΣ**

Το ηλιακό μαγείρεμα έχει πραγματικά μερικές αρκετά πρόωρες καταγραμμένες αρχές ξεκινώντας από τις τεκμηριωμένες προσπάθειες του Γαλλοελβετού φυσικού Horace de Saussure το 1767. Αλλά η χρήση της ηλιακής ενέργειας μέσα στους διάφορους πολιτισμούς κατά το πέρασμα της ιστορίας αρχίζει πολύ παλαιότερα. Η χρήση της ηλιακής ενέργειας, με απλούστερες μορφές, της ήταν γνωστή για την ύπαρξη της μεταξύ των Ελλήνων, των Ρωμαίων και των Κινέζων, αν και δεν χρησιμοποιήθηκε για μαγειρικούς σκοπούς. Δεν χρησιμοποιήθηκε ακόμη και κατά την προσπάθεια του de Saussure ο οποίος επιχείρησε να εκμεταλλευτεί την ηλιακή ενέργεια για να μαγειρέψει. Η ιστορία αυτής της μοναδικής τέχνης είναι μακροχρόνια, αλλά είναι δύσκολο να παρουσιαστεί κατά τρόπο πλήρη και λεπτομερή λόγω έλλειψης τεκμηρίων και επαληθεύσεων. Δεν χρησιμοποιήθηκε μέχρι και πρόσφατα, τα τελευταία είκοσι έτη στην πραγματικότητα, κατά τα οποία έχουμε δει τους μεγαλύτερους διασκελισμούς και εξελίξεις να εμφανίζονται σε αυτόν τον τομέα. Έχουμε πολύ περισσότερες καταγραμμένες πληροφορίες για το θέμα σήμερα, που συμβάλουν στο να διαδοθεί η γνώση και η εφαρμογή αυτού του ευεργετικού προνομίου.

#### **3.2 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΗΛΙΑΚΟΥ ΜΑΓΕΙΡΕΜΑΤΟΣ ΜΕΧΡΙ ΤΟ 1987**

**1200** - Οι άνθρωποι ξηραίνουν στον ήλιο φρούτα, λαχανικά, ψάρια και κρέατα για οχτώ αιώνες ώστε με αυτό τον τρόπο να τα συντηρήσουν.

**1600** - Ένας γερμανός φυσικός, ο E.W. von Tschirnhausen, κατασκευάζει φακούς μεγάλου μεγέθους για να βράσει νερό ένα δοχείο αργίλου. Αυτό αναφέρεται αρχικά στην πρώτη δημοσιευμένη μελέτη των ηλιακών μαγειρειών το 1767 από τον Γαλλοελβετό τον επιστήμονα Horace de Saussure.

**1767**- Η μελέτη του Saussure ήταν η πρώτη καταγραμμένη προσπάθεια σε ηλιακά μαγειρεμένη τροφή. Κατασκεύασε ένα μικροσκοπικό θερμοκήπιο με πέντε στρώματα των κιβωτίων γυαλιού αναποδογυρισμένα σε έναν μαύρο πίνακα και έκανε μια αναφορά στα μαγειρευμένα φρούτα. Κατασκεύασε αργότερα ένα μαγειρείο που αποτελούταν από δυο ξύλινα κιβώτια από πεύκο και σκεπάζονταν με 3 στρώματα του γυαλιού, ενώ αργότερα πρόσθεσε και μόνωση από μαλλί μεταξύ των δύο κιβωτίων. Τα προφητικά του λόγια ήταν πως, "Κάποια μέρα ίσως κάποια χρησιμότητα να προέλθει από αυτήν την συσκευή... που είναι πραγματικά αρκετά μικρή, ανέξοδη, και εύκολη να

γίνει". Ο πιο σύγχρονος Γάλλος, DuCarlu, πρόσθεσε αργότερα καθρέφτες και εξέθεσε το μαγειρευμένο κρέας σε μια ώρα.

**1830** - Ο Άγγλος αστρονόμος Sir John Herschell μαγειρεύει τρόφιμα σε παρόμοιο μονωμένο κιβώτιο σε μια αποστολή στη Νότια Αφρική.

**1860** - Ο Augustin Mouchot ήταν ο πρώτος που συνδύασε τις έννοιες φούρνος-κιβώτιο για την παγίδευση θερμότητας και κάτοπτρα καύσεως, για να δημιουργήσει έναν ηλιακό φούρνο, έναν ηλιακό αποστακτήρα, μια ηλιακή αντλία και τελικά την πρώτη ηλιακή μηχανή ατμού. Είδε τη μεγάλη εμπορική δυνατότητα του ηλιακού πλούτου της Γαλλίας και των φτωχών σε καύσιμα αποικιών στη βόρεια Αφρική και της Ασίας. Το 1877 ο Mouchot κατασκευάζει ηλιακά μαγειρεία για τους Γάλλους στρατιώτες στην Αλγερία, που συμπεριλάμβαναν ένα μεταλλικό κώνο, που η κατασκευή του βασιζόταν σε ένα κυκλικό τομέα 105 μοιρών. Έψησε επίσης ψωμί σε τρεις ώρες, κατασκεύασε ξεχωριστό μαγειρείο ατμού για λαχανικά, έκανε δοκιμές σε ένα παραβολικό μαγειρείο και έγραψε επίσης το πρώτο βιβλίο για την ηλιακή ενέργεια και τις βιομηχανικές της εφαρμογές. Τέλος παστερίωσε νερό και κρασί, και δούλεψε πάνω σε μια ηλιακή συσκευή για τον διαχωρισμό του νερού σε υδρογόνο και οξυγόνο. Όταν άρχισε η μαζική μεταφορά άνθρακα και βελτιώθηκαν οι πολιτικές σχέσεις με την Αγγλία, αποκαταστάθηκε η πηγή άνθρακα για την Γαλλία και το ενδιαφέρον για την ηλιακή ενέργεια εξασθένησε. Έτσι ο αποθαρρυσμένος Mouchot επέστρεψε στη διδασκαλία ως μαθηματικός.

**1876** - Στην Ινδία ο W. Adams ανέπτυξε έναν οκτάγωνο φούρνο με οκτώ κάτοπτρα, που μαγείρευε μερίδες φαγητού για επτά στρατιώτες μέσα σε δυο ώρες. Ο dr. Charles G. Abbot, γραμματέας του αμερικανικού πολιτιστικού ιδρύματος, ήταν ο πρώτος καταγραμμένος εφευρέτης των ηλιακών μαγειρείων, στα οποία ο συλλέκτης θερμότητας ήταν έξω στον ήλιο ενώ το ίδιο το μαγειρείο ήταν στο σπίτι, με τη θερμότητα να μεταφέρεται από το συλλέκτη στην κουζίνα με την κυκλοφορία πετρελαίου. Η αποθηκευμένη θερμότητα αυτού του ηλιακού βραστήρα επέτρεπε το μαγείρεμα και το απόγευμα.

**1884** - Ένας άλλος επιστήμονας, ο Dr Samuel P. Langley, μαγείρεψε ηλιακά γεύματα στην κορυφή του όρους Whitney στην Καλιφόρνια.

**1891** - Ο Clarence Kemp, ο πατέρας της ηλιακής ενέργειας στις ΗΠΑ, κατοχύρωσε έναν ηλιακό θερμοσίφωνα με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας που απέσπασε ευρεία δημοτικότητα, ειδικά στην Καλιφόρνια. Σχεδόν το 30% των σπιτιών στο Πασαντένα είχε τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού από το 1897. Αυτή η εμπορικότητα μειώθηκε κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, όταν άρχισε να διανέμεται σε πυρετώδεις ρυθμούς ο χαλκός, ένα υλικό κλειδί για την εποχή.



**1894** – Το εστιατόριο πάπιας του Χιαο στο Sichuan της Κίνας, ψήνει πάπιες με ηλιακό μαγείρεμα.

**1930** - Η Γαλλία στέλνει μεγάλο αριθμό ηλιακών μαγειρείων στις αποικίες της στην Αφρική. Η Ινδία αρχίζει να ερευνά την ηλιακή ενέργεια ως υποκατάστατο της βιομάζας.

**1940** – Η dr Maria Telkes στις ΗΠΑ ερευνήσε διάφορους συνδυασμούς τύπων ηλιακών μαγειρείων, συμπεριλαμβανομένων και μερικών με χημικά για τη συγκράτηση θερμότητας και δημοσίευσε ένα βιβλίο για τους ηλιακούς φούρνους, το 1968.

**1945** - Ο Ινδός πρωτοπόρος Sri M. K. Ghosh σχεδίασε την πρώτη ηλιακή κουζίνα τύπου κιβωτίου που παράχθηκε με εμπορικούς σκοπούς.

**1950** - Οι θερμοσίφωνες ήταν δημοφιλείς στη Φλόριντα των ΗΠΑ έως ότου μειώθηκαν τα ποσοστά ηλεκτρικής ενέργειας με την κυβέρνηση να επιδοτεί την ενέργεια, και οι καταναλωτές να ωθούνται για να χρησιμοποιήσουν όλο και περισσότερους. Ινδοί επιστήμονες στα κυβερνητικά εργαστήρια σχεδιάζουν και κατασκευάζουν τους εμπορικούς ηλιακούς φούρνους και τους ηλιακούς ανακλαστήρες, αλλά δεν γίνονται εύκολα αποδεκτοί, επειδή υπάρχουν ακόμα χαμηλότερου κόστους εναλλακτικές λύσεις. Ο Farrington Daniels και ο George Löf από το Wisconsin των ΗΠΑ, παρουσιάζουν μαγειρεία συμπυκνωτών στο βόρειο Μεξικό, με κάποια αποδοχή, και ο Tom Lawand του, ερευνητικού ιδρύματος στήριξης στον Καναδά δοκιμάζει μαγειρεία ατμού σε διάφορες αναπτυσσόμενες χώρες, αλλά και σε αυτές τις περιοχές, υπήρχαν εναλλακτικές λύσεις με χαμηλότερο κόστος για τα νοικοκυριά.

**1955** – Ιδρύεται η Διεθνής Κοινότητα Ηλιακής Ενέργειας ως ένωση για την εφαρμοσμένη ηλιακή ενέργεια, της οποίας η πρώτη διάσκεψη στο Φοίνιξ των ΗΠΑ, περιέλαβε πολλά πρακτικά ηλιακά μαγειρεία. Από τότε γίνονται γνωστές οι βασικές αρχές του ηλιακού μαγειρέματος. Εκτίθενται ηλιακά μαγειρεία συμπεριλαμβανομένων παραβολικού τύπου από τον Ινδό J.L. Ghai, τον Αμερικανό Georg O.G. Löf, τον Λιβανέζο Adnan Tarcici και τον Ιάπωνα S. Goto και μαγειρεία τύπου κιβωτίου από την Αμερικανίδα Maria Telkes.

**1959** - Η Οργάνωση για τη Διατροφή και την Υγεία του ΟΗΕ μετράει τις θερμικές ικανότητες στο ζέσταμα νερού ενός παραβολικού μαγειρείου και ενός κοινού φούρνου.

**1960** – Ο ΟΗΕ δοκιμάζει μερικά πιλοτικά πρότζεκτ με ποικίλες επιμελημένες συσκευές που σχεδιάστηκαν από μηχανικούς με ελάχιστη ή καμία προσοχή στις καταναλωτικές ανάγκες. Κατόπιν φέρει ως δικαιολογία την αντίσταση των ανθρώπων στην πρόοδο για την αποτυχία της άμεσης χρήσης των παραπάνω πρότζεκτ.

**1961** - Μια διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών σχετικά με τις νέες πηγές ενέργειας περιλαμβάνει πολλούς πρωτοπόρους ηλιακών μαγειρείων.

**1970** - Η εξάπλωση της καταστροφής των δασών προέτρεψε την έρευνα και την προώθηση του ηλιακού μαγειρέματος από τις κυβερνήσεις της Κίνας και της Ινδίας. Η έλλειψη πετρελαίου δημιούργησε προσωρινά το νέο ενδιαφέρον για την ανανεώσιμη ενέργεια παγκοσμίως.

**1973** - Η Barbara Kerr από τις ΗΠΑ, κατασκευάζει πολλούς τύπους ηλιακών μαγειρείων τύπου συμποκνωτών και τύπου κιβωτίου σύμφωνα με περιγραφές, συμπεριλαμβανομένης και της συσκευής τύπου κιβωτίου του Ghosh στην Ινδία. Χρησιμοποιεί τα απλούστερα υλικά που εμπνεύστηκαν από τα μαγειρεία διατήρησης θερμότητας και αναπτύσσει τα χαμηλού κόστους, απλά ηλιακά μαγειρεία χρησιμοποιώντας ανακυκλώσιμα υλικά και φύλλα αλουμινίου. Συνεργάστηκε με τον Bob Larson μέσω της οργάνωσης People United για να μοιραστούν αυτά τα απλά ηλιακά εργαλεία με τους αστέγους και τις χαμηλού εισοδήματος γειτονιές.

**1976** - Η Kerr και η γειτόνισσα της, Sherry Cole, μαγειρεύουν δύο γεύματα ανά ημέρα, για σαράντα ανθρώπους, για δύο εβδομάδες για μια τοπική διάσκεψη. Η Kerr, με μάστερ στην κοινωνική εργασία έκανε επίσης την εκτενή μελέτη πρωτοπόρων για τους ηλιακούς ξηραντήρες τροφίμων και τους ηλιακούς αποστειρωτές μέσω της μελέτης για τα ηλιακά μαγειρεία.

**1978**- Η Kerr και η Cole αρχίζουν μια μικρής κλίμακας παραγωγή και προώθηση των μαγειρείων και των σχεδίων που θα έδειχναν στα νοικοκυριά την κατασκευή μιας τέτοιας συσκευής. Ο καθηγητής Bob Metcalf μαθαίνει για τους φούρνους της Kerr και της Cole, αγοράζει ένα, και γίνεται αμέσως κανονικός χρήστης αρχίζοντας την έρευνα για την ικανότητα του να μαγειρεύει υγιεινά. Γίνεται άμεσα υποστηρικτής των ηλιακών μαγειρείων στην περιοχή του Σακραμέντο και αρχίζει την προώθηση της ιδέας σε πολλούς ανθρώπους μεταξύ αυτών και ο Thai Thomas. Παράλληλα ο Bob Larson παρέχει εργαστήρια για την κατασκευή των ηλιακών θερμοσιφώνων.

**1979** - Η οργάνωση της αφρικανικής ενότητας οργανώνει την πρώτη από τις επτά συνόδους για τις νέες, ανανεώσιμες και ηλιακές μορφές ενέργειας. Η πιο πρόσφατη ήταν το 2000 στην Τανζανία. Ο Dr. Metcalf, με μαθητή τον Marshall Longvin τεκμηριώνει την παστερίωση του νερού σε ηλιακά μαγειρεία τύπου κιβωτίου.

**1980** - Οι κυβερνήσεις της Ινδίας και της Κίνας επεκτείνουν την εθνική προώθηση των μαγειρείων τύπου κιβωτίου και παραμελούν ταυτόχρονα τα μαγειρεία τύπου συμποκνωσης. Ερευνητικό ίδρυμα του Καναδά, ερευνά και κάνει δοκιμές πάνω στον τομέα των ηλιακών μαγειρείων. Ο καθηγητής Shyam S. Nandwani στην Κόστα Ρίκα διερευνά τα ηλιακά μαγειρεία. Ο Tudor Roberts στην Zimbabwe διδάσκει στους σπουδαστές του για διάφορα

ηλιακά μαγειρεία που ο ίδιος κατασκεύασε και χρησιμοποίησε. Την ίδια δεκαετία, περίπου 20.000 μαγειρεία τύπου κιβωτίου διανέμονται σε αφγανικούς πρόσφυγες στο Πακιστάν από φιλανθρωπική οργάνωση.

**1983** - Η Heather Gurley Larson γράφει στις ΗΠΑ το πρώτο ηλιακό βιβλίο μαγειρικής.

**1984** - Ο Metcalf δημοσιεύει το πρώτο άρθρο για την ηλιακή παστερίωση του νερού, και το 1985 εκδίδει εννιάσελιδο εγχειρίδιο οδηγιών για την κατασκευή των ηλιακών μαγειρείων τύπου κιβωτίου. Η εταιρία ULOG άρχισε για να προάγει παραβολικά μαγειρεία αλλά και τύπου κιβωτίου σε πολλές χώρες. Ο Bill και η Thelma Rogers αρχίζουν τα εβδομαδιαία εργαστήρια για ανθρώπους που ενδιαφέρονται για την κατασκευή των δικών τους ηλιακών μαγειρείων σε ένα ειδικό κέντρο του δυτικού Σακραμέντο για περίπου δέκα χρόνια.

**1985** - Με τις οδηγίες των Kerr και Cole, κατασκευάζονται ηλιακά μαγειρεία στην Κένυα της Αφρικής.

**1986** - Η Οργάνωση για τη Διατροφή και την Υγεία του ΟΗΕ εκτιμά ότι το ένα τέταρτο της ανθρωπότητας έχει σημαντικό πρόβλημα σε έλλειψη βιομάζας από ξύλο και ότι έως το 2000 το ένα δεύτερο θα υποστεί τις συνέπειες. Ο Shimeall διδάσκει τον Ben Blum να κατασκευάζει μαγειρεία και προτείνει την προώθηση τους σε χώρες που είναι ανεπαρκείς σε καύσιμα.

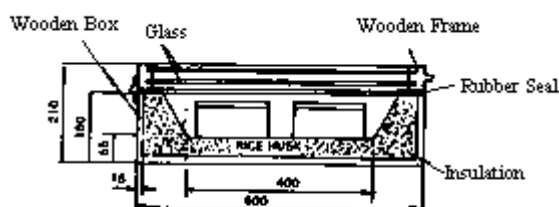
**1987** - Ο Bob Metcalf, ο Bill Sperber και Aaron Zazueta παρουσιάζουν ηλιακά μαγειρεία στην Βολιβία σε φυλή Ινδιάνων, μέσω του φιλανθρωπικού ιδρύματος Meals for Millions και υποστηριζόμενοι από την εταιρία Pillsbury. Ο Bob Ben συναντιέται με τη Barbara Kerr και τη Sherry Cole στην Αριζόνα, και, με τη Δρ Anne Funkhouser και τον Bob Metcalf συντάσσουν κατάσταση για τη δημιουργία οργανισμού ενώ το ίδιο διάστημα ο Dave Martin, ήρθε σε επαφή ξεχωριστά με τις Kerr και Cole για την προαγωγή των ηλιακών μαγειρείων στις υπανάπτυκτες περιοχές.

### **3.3 ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΕ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΔΙΑΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΥΠΩΝ ΗΛΙΑΚΟΥ ΜΑΓΕΙΡΕΙΟΥ**

Η αναφορά στους διάφορους τύπους ηλιακών μαγειρείων, που έχουν αναπτυχθεί και παραχθεί σε ευρεία κλίμακα ανά τον κόσμο, είναι απαραίτητη για την κατανόηση των τεχνικών χαρακτηριστικών των σημερινών ηλιακών μαγειρείων. Παρακάτω, παρουσιάζονται μόνο τρεις τύποι ηλιακών μαγειρείων.

### 3.3.1 Ηλιακό μαγειρείο με υλικό αποθήκευσης θερμότητας

Η πρώτη συσκευή που επινοήθηκε τον Ινδό επιστήμονα N.M. Nahar είναι ένα πολύ καλά μελετημένο και σχεδιασμένο ηλιακό μαγειρείο. Η συσκευή συνίσταται από ένα κουτί διπλά εντοιχισμένο. Το εξωτερικό μέρος του κουτιού αποτελείται από γαλβανισμένο φύλλο χάλυβα τύπου 22 SWG. Το εσωτερικό του περιέχει επίσης ένα διπλά εντοιχισμένο δίσκο φτιαγμένο από φύλλο αλουμινίου τύπου 22 SWG. Οι διαστάσεις του εξωτερικού κιβωτίου είναι 610 x 610 x 200 mm και του εσωτερικού είναι 450 x 450 mm στο πάνω μέρος και 415 x 415 mm στο κάτω μέρος με ύψος 80mm. Ο χώρος μεταξύ των εσωτερικών δίσκων περιέχει 5 κιλά χρησιμοποιημένου λαδιού μηχανής και είναι τελειώς σφραγισμένος. Ο χώρος μεταξύ του εξωτερικού δίσκου και του εξωτερικού σκελετού είναι μονωμένος με ένα είδος υαλοβάμβακα και χωρισμένος από ένα ξύλινο πλαίσιο. Ο εσωτερικός δίσκος είναι χρωματισμένος μαύρος. Ένα ανοιγόμενο ξύλινο πλαίσιο με δύο διαφανή τζάμια πάχους 4mm, έχει τοποθετηθεί πάνω από τον εσωτερικό δίσκο. Μια γόμωση παρεμβάλλεται ανάμεσα στο δίσκο και το ξύλινο πλαίσιο για να του προσφέρει στεγανότητα από ενδεχόμενη διαρροή. Ένας χοντρός καθρέφτης - ανακλαστήρας 4 χιλιοστών είναι τοποθετημένος πάνω από το κουτί. Ο ανακλαστήρας λειτουργεί και ως καπάκι όλου του κουτιού. Η κλίση του ανακλαστήρα μπορεί να ποικίλει από 0° (κλειστό καπάκι) σε 120° από το οριζόντιο επίπεδο, ανάλογα με την εποχή. Τέσσερα μαγειρικά σκεύη διαμέτρου 200mm χωρούν μέσα στο μαγειρείο για το μαγείρεμα τεσσάρων γευμάτων ταυτόχρονα. Οι γενικές διαστάσεις του μαγειρείου είναι 610 x 610 x 275 mm.



**Typical Box Cooker**

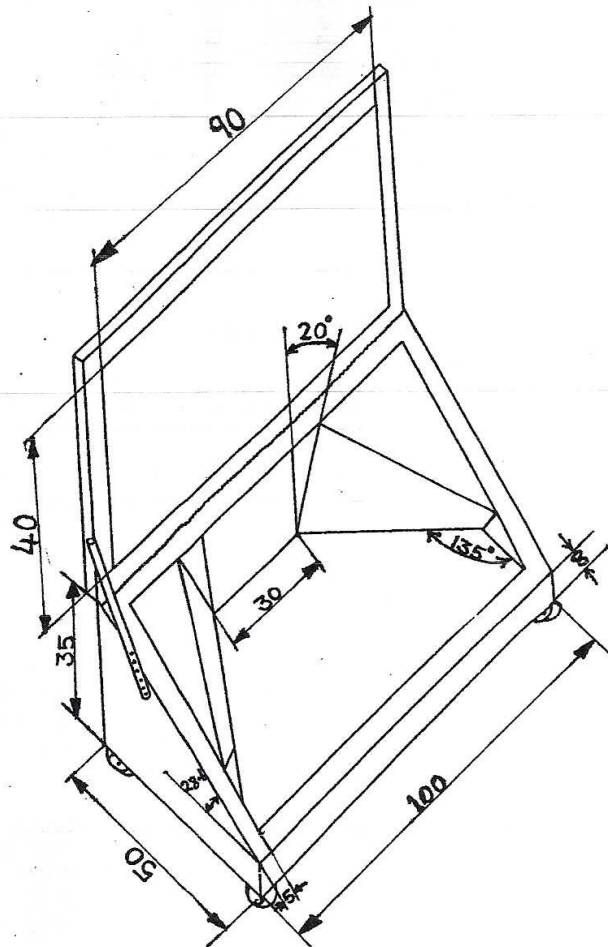
Σχήμα 3.3.1 Τυπικό ηλιακό μαγειρείο τύπου κιβωτίου επινοημένο από τον Ινδό επιστήμονα N.M. Nahar.

Η απόδοση του ηλιακού μαγειρείου είναι 27,5%. Σύμφωνα με τον N.M. Nahar το ηλιακό μαγειρείο με υλικό αποθήκευσης θα είναι ένα όφελος στη διάδοση των ηλιακών μαγειρείων στην Ινδία. Η χρήση αυτού του πρωτότυπου ηλιακού μαγειρείου συμβάλει στην διατήρηση των συμβατικών καυσίμων, όπως το καυσόξυλο, τη ζωική κοπριά, τα γεωργικά απόβλητα στις αγροτικές περιοχές, LPG, την κηροζίνη, την ηλεκτρική ενέργεια και τον άνθρακα στις αστικές περιοχές.

### 3.3.2 Ηλιακό μαγειρείο τύπου κουτιού σουδανικής προέλευσης

Το συγκεκριμένο σχέδιο είναι Σουδανικής καταγωγής όπως και ο κατασκευαστής του, B.S. Mohamed Ali και είναι συγκεντρωτικού τύπου με συνδυασμό εσωτερικών και εξωτερικών ανακλαστήρων. Σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε στο Κέντρο Ενεργειακών Σπουδών του Ινδικού Ινστιτούτου Τεχνολογίας στο Δελχί. Ο συνδυασμός των ανακλαστήρων αποβλέπει στην βελτίωση της απόδοσης του μαγειρείου. Οι εσωτερικοί ανακλαστήρες είναι δυο κομμάτια καθρέφτες τοποθετημένα υπό γωνία 45° στις πλευρές του μαγειρείου. Το μαγειρείο ενισχύθηκε και με εξωτερικούς ανακλαστήρες φτιαγμένοι από καθρέφτη ορθογώνιου σχήματος (90 x 40cm), κρεμασμένοι με μεντεσέδες στη πίσω κάθετη μεριά του ώστε να μπορεί να προσαρμοστεί από ένα μηχανισμό ράβδου. Οι ανακλαστήρες είναι τόσο καλά σχεδιασμένοι που η άριστη θέση τους επιτυγχάνεται όταν οι ανακλώμενες ακτίνες καλύπτουν το μπροστινό μέρος της πλάκας αλουμινίου ενώ το υπόλοιπο πίσω μισό καλύπτεται από τις ακτίνες των εσωτερικών ανακλαστήρων. Οι εσωτερικοί ανακλαστήρες ρυθμίστηκαν σε γωνία 70° προς το οριζόντιο με δοκιμές ιχνηλάτησης του ηλίου επιτρέποντας έτσι στις ανακλώμενες ακτίνες να καλύπτουν το μαγειρικό σκεύος που βρίσκεται στο κέντρο της πλάκας λαμβάνοντας υπόψη μερικές παρεκκλίσεις λόγω αλλαγής ώρας και εποχής.

Το ηλιακό μαγειρείο τύπου κουτιού σουδανικής προέλευσης αποτελείται από ένα εξωτερικό κουτί (100 x 50cm) κατασκευασμένο από ξύλινα κομμάτια 4 x 2,4 cm καλυμμένα εξωτερικά από φύλλα ξύλου. Η μόνωση του κουτιού παρέχεται από ένα κενό 5 εκατοστών όπου παρεμβάλλεται συμπαγές γυαλί. Η μαύρου χρώματος πλάκα αλουμινίου είναι τοποθετημένη στην πάνω επιφάνεια του κάτω μέρους του μαγειρείου πάνω από ένα γυάλινο επίπεδο πάχους 5 εκ. Το σχήμα της πλήρους πλάκας είναι τραπεζοειδής με το μπροστινό μέρος να είναι ορθογώνιο έχοντας τελικό εμβαδό 0,267m<sup>2</sup>. Η πόρτα του μαγειρείου μήκους 30 x 25 cm έχει τη δυνατότητα ανοίγματος και βρίσκεται στο κέντρο του πίσω μέρους. Στην εσωτερική επιφάνεια υπάρχει ένα κομμάτι γυαλί ώστε η πόρτα να χειρίζεται ξεχωριστά χρησιμοποιώντας ένα χερούλι φτιαγμένο από αλουμίνιο εξωτερικά στο κέντρο της πόρτας. Το μαγειρείο από πάνω είναι καλυμμένο με διπλό τζάμι από συνηθισμένο γυαλί παραθύρου με 1 εκ. χώρο πλαισίου και ξύλινα κομμάτια ορθογώνια 8 x 2,4 cm και μονίμως μανταλωμένα στο μαγειρείο. Το πάνω κάλυμμα έχει κλίση 28,6° που ανταποκρίνεται στο πλάτος του Νέου Δελχί. Για την επίτευξη αυτής της κλίσης, το ύψος του πίσω μέρους έγινε 35 cm και 8 cm για το μπροστά. Τέσσερις ειδικοί τροχοί τοποθετήθηκαν για τον προσανατολισμό του προς τον ήλιο.



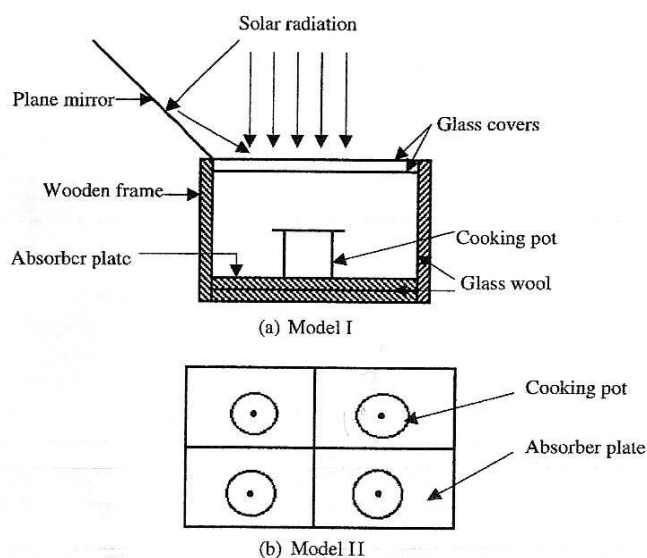
Σχήμα 1.2 Ισομετρικό σχέδιο του σουδανικού ηλιακού μαγειρείου (cm)

Η επιστημονική αυτή μελέτη δεν στόχευε σε ένα ανταγωνιστικό σχέδιο απέναντι στους διαθέσιμους παραδοσιακούς φούρνους (κόστος σχεδίου 70\$ και 1\$=200 σουδανικά δηνάρια). Οι ανακλαστήρες θα μπορούσαν να αντικατασταθούν με φύλλα αλουμινίου με στόχο τη μείωση της κόστους και του βάρους, μολονότι η θερμική απόδοση θα επηρεαζόταν λόγω της χαμηλότερης τιμής της αντανακλαστικότητας του αλουμινίου. Επίσης, τα φύλλα αλουμινίου είναι πιο ευαίσθητα σε καιρικές συνθήκες όπως βροχή και έκθεση στον Ήλιο. Η χρήση εσωτερικών και εξωτερικών ανακλαστήρων μαζί με την δυνατότητα κλίσης του πάνω καλύμματος θα αύξαναν σημαντικά την θερμική απόδοση του μαγειρείου.

### 3.3.3 Ηλιακό μαγειρείο τύπου κουτιού με δυο εκδοχές στη χωρητικότητα

Το ηλιακό αυτό μαγειρείο τύπου κουτιού είναι από την Αίγυπτο, άλλη μια χώρα με εκτεταμένη ηλιακή έκθεση που βρίσκεται κοντά στην ζώνη του Ισημερινού και ευνοείται με υψηλές θερμοκρασίες. Οι επιστήμονες Α.Α. El-Sebaï και Α. Ibrahim σχεδίασαν δυο ίδια μοντέλα με διαφορετικές χωρητικότητες και με πολύ καλές επιδόσεις.

Η κατασκευή του ηλιακού μαγειρείου αποτελείται κυρίως από ένα ξύλινο κιβώτιο με ένα άνοιγμα. Οι εσωτερικές του διαστάσεις είναι 0,65m x 0,85m x 0,30m. Μια επίπεδη πλάκα χαλκού πάχους 0,002 m και διαστάσεων 0,49 x 0,56 m χρησιμοποιείται ως απορροφητική επιφάνεια για την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία. Η ανώτερη επιφάνεια της απορροφητικής πλάκας είναι χρώματος μεταλλικού μαύρου επομένως είναι σε θέση να απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας. Ένα μαγειρικό δοχείο φτιαγμένο από χαλκό με διάμετρο 0,13m και βάθος 0,14m είναι ενωμένο στενά με την απορροφητική πλάκα στο κέντρο της για να επιτευχθεί η επιθυμητή επαφή μεταξύ τους. Ως εκ τούτου, το ποσοστό μεταφοράς θερμότητας αυξάνεται δια της επαφής. Το ανώτερο άνοιγμα του ηλιακού μαγειρείου καλύπτεται με διπλό τζάμι που τα χωρίζουν μόλις 0,02m. Το πάχος κάθε φύλλου γυαλιού είναι 0,003m. Οι διπλές καλύψεις γυαλιού ελαχιστοποιούν το ποσοστό απώλειας θερμότητας από το άνω μέρος του μαγειρείου. Ένας επίπεδος καθρέφτης διαστάσεων 0,60m x 0,54m που αρθρώνεται στην κορυφή του κουτιού, αντανακλά την ηλιακή ακτινοβολία μέσα στο μαγειρείο. Η γωνία κλίσης του καθρέφτη μπορεί να ρυθμιστεί σε όλη τη διάρκεια της ημέρας για να μεγιστοποιήσει τη ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που αντανακλάται μέσα στο μαγειρείο.



Σχήμα 3.3.3 Σχηματικό διάγραμμα του ηλιακού μαγειρείου τύπου κουτιού  
(a) Απορροφητική πλάκα με ένα σκεύος (Model I)  
(b) Απορροφητική πλάκα με τέσσερα σκεύη (Model II)

Το κενό μεταξύ του πατώματος του κιβωτίου και της απορροφητικής πλάκας (0,10m πάχος), καθώς επίσης και οι πλευρές του, είναι γεμισμένες με υαλοβάμβακα ως μονωτικό υλικό με σκοπό να μειωθούν οι απώλειες θερμότητας από το πίσω μέρος και από τις πλευρές του ηλιακού μαγειρείου.

Πολλά είναι τα συμπεράσματα που βγήκαν από αυτή την μελέτη και μερικά από αυτά καταγράφονται παρακάτω. Έτσι λοιπόν, στα ηλιακά μαγειρεία τύπου κουτιού είναι φρονιμότερο να χρησιμοποιούνται περισσότερα από ένα σκεύη ώστε να γίνεται εκμεταλλεύσιμη όσο το δυνατόν περισσότερο η περιοχή της πλάκας απορρόφησης. Επίσης, η καλύτερη απόδοση του μαγειρείου επιτυγχάνεται με το μεγαλύτερο μαγειρικό φορτίο. Τέλος αξίζει να σημειωθεί, ότι η απόδοση του μαγειρείου που αποτελούνταν από τα τέσσερα δοχεία μαγειρέματος με ίδιες διαστάσεις ήταν καλύτερη.

#### **3.4 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ**

Προηγούμενες μελέτες έχουν γίνει στο ΤΕΙ Κρήτης στο τμήμα Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος με το ίδιο ηλιακό μαγειρείο τύπου κιβωτίου, όμως με κάποιες κατασκευαστικές διαφορές. Αυτά τα πειράματα έλαβαν χώρα το μήνα Ιούλιο του 2005 όπου επετεύχθησαν θερμοκρασίες σε ένα γυάλινο δοχείο με νερό μέχρι 90 °C. Οι μετρήσεις που ελήφθησαν είναι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, η θερμοκρασία περιβάλλοντος και η θερμοκρασία νερού σε ένα γυάλινο σκεύος τοποθετημένο μέσα στο μαγειρείο. Το μοναδικό μαγειρικό πείραμα που δοκιμάστηκε ήταν το ψήσιμο μιας μερίδας κοτόπουλου και παρόλα αυτά βγήκαν αρκετά συμπεράσματα από την συγκεκριμένη μελέτη.

Άλλη μια παρόμοια μελέτη αφορά ένα ηλιακό ξηραντήριο τροφίμων, σύνθετου τύπου. Το ξηραντήριο αυτό κατασκευάστηκε και μελετήθηκε σε ερευνητικό και πειραματικό επίπεδο από το ΤΕΙ Κρήτης (Τμήμα Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος) στα Χανιά. Σημαντικό ρόλο στην υλοποίηση αυτής της ιδέας έχει το γεγονός της καλοκαιρινής περιόδου όπου υπάρχει μεγάλη ηλιοφάνεια και γίνεται η συγκομιδή των αγροτικών προϊόντων. Μετά τη συγκομιδή η συντήρηση των προϊόντων συνήθως γίνεται με συμβατικό φούρνο, ο οποίος στη συγκεκριμένη μελέτη αντικαταστάθηκε με το ηλιακό ξηραντήριο. Παρουσιάστηκαν μετρήσεις και τα αποτελέσματα από διαφορετικά γεωργικά προϊόντα ενώ η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε τον Μάιο και τον Ιούλιο του 2006. Από τη συγκεκριμένη μελέτη έγινε κατανοητή η συμφέρουσα αντικατάσταση των συμβατικών φούρνων από τα ηλιακά ξηραντήρια χάρη σε πολλές μετρήσεις και διατάξεις που επέφεραν χρήσιμα συμπεράσματα.

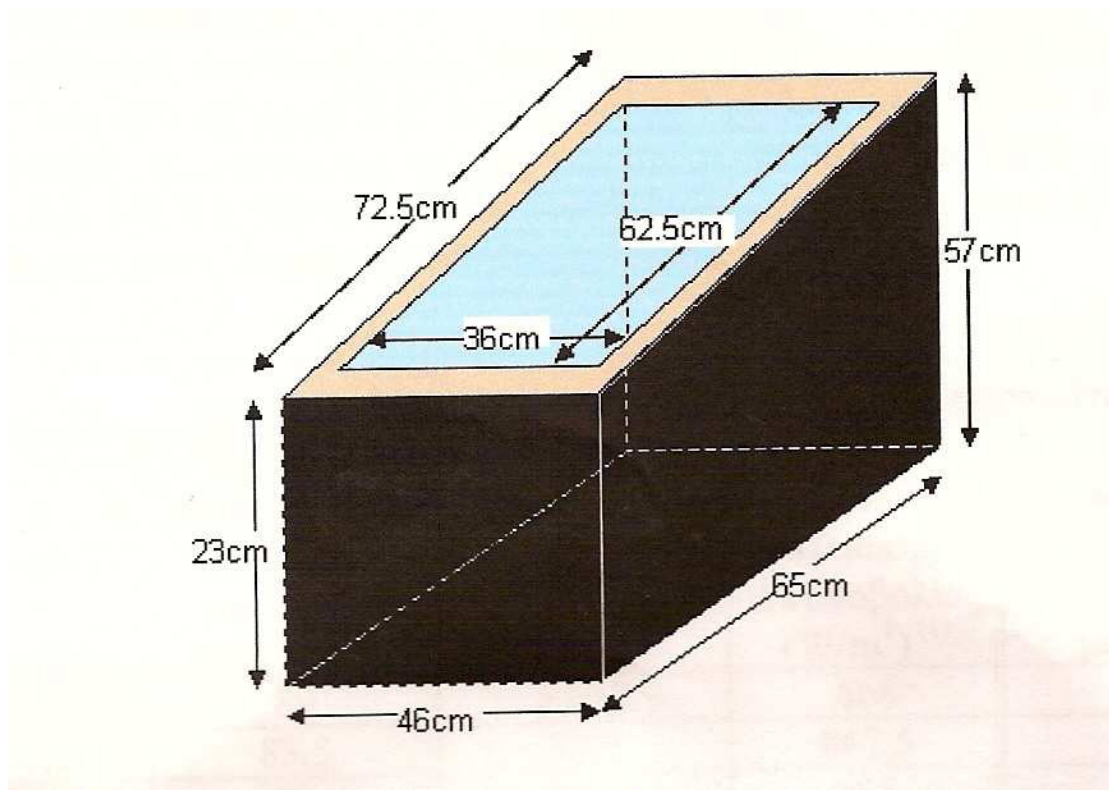


Επίσης έχουν ξαναγίνει παρόμοια πειράματα για την ανάπτυξη και η δοκιμή ενός ηλιακού μαγειρείου τύπου κουτιού, για χρήση στα Χανιά με πειραματικές δοκιμές που έλαβαν χώρα τους μήνες Απρίλιο, Μάιο και Ιούλιο του 2006. Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης ήταν, η δυνατότητα επίτευξης και καταγραφής απαραίτητων μετρήσεων για τη διαδικασία του μαγειρέματος με θερμική ενέργεια, καθώς επίσης και η ύπαρξη καταγεγραμμένων πληροφοριών για το ηλιακό μαγειρείο. Καταβλήθηκε μια προσπάθεια στο συγκεκριμένο πρότζεκτ για την πρακτική τελειοποίηση των ηλιακών μαγειρείων αλλά και την ελαχιστοποίηση του κόστους τους με πολλά θετικά και ενθαρρυντικά αποτελέσματα αλλά και συμπεράσματα για το μέλλον της συσκευής αλλά και των εναλλακτικών πηγών ενέργειας.

## 4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΚΕΥΗΣ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

### 4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΗΛΙΑΚΟΥ ΜΑΓΕΙΡΕΙΟΥ

Το ηλιακό μαγειρείο που κατασκευάστηκε για τις ανάγκες του πειράματος παρουσιάζεται στο σχήμα 4.1. Τα εσωτερικά τοιχώματα του μαγειρείου είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο ωστόσο μόνο ο πυθμένας είναι βαμμένος με μαύρη οικολογική μπογιά ώστε να απορροφά περισσότερη θερμότητα. Τα τοιχώματα αυτά είναι μονωμένα με υαλοβάμβακα πάχους 5 cm σε κάθε πλευρά. Οι εσωτερικές διαστάσεις του μαγειρείου είναι 36x55 cm με ύψος στο μπροστινό τμήμα 18cm και στο πίσω 52cm. Το εμβαδό της γυάλινης επιφάνειας είναι  $36 \times 62,5 = 2250 \text{ cm}^2$ . Για την επίτευξη μεγαλύτερων θερμοκρασιών και την ελαχιστοποίηση των απωλειών θερμότητας στο εσωτερικό του μαγειρείου, τοποθετήθηκε ένα απλό τζαμί, στο πάνω μέρος της συσκευής, το οποίο μονώνει το φούρνο και ταυτόχρονα παγιδεύει την θερμότητα στο εσωτερικό του. Το τζαμί τοποθετήθηκε με κλίση 28 μοιρών ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Τα εξωτερικά τοιχώματα του μαγειρείου κατασκευάστηκαν από ξύλο το οποίο βάφτηκε μαύρο οικολογικό μη τοξικό χρώμα έτσι ώστε να απορροφά όσο το δυνατόν περισσότερη θερμότητα. Η χωρητικότητα του ηλιακού μαγειρείου είναι αρκετή για την τοποθέτηση δυο κυλινδρικών σκευών ή ενός ταψιού κανονικού μεγέθους. Ο όγκος του είναι  $69.300 \text{ cm}^3$ .



Σχήμα 4.1 Σχεδιάγραμμα του ηλιακού μαγειρείου

Αξιζει να σημειωθεί ότι η κατασκευή του μαγειρείου έγινε από απλά και εύκολα στο να βρεθούν υλικά, τα οποία δεν κοστίζουν σχεδόν καθόλου και χρησιμοποιούνται από ένα μέσο άνθρωπο στην καθημερινότητά του. Προσοχή δόθηκε στην βαφή του ηλιακού μαγειρείου αφού χρησιμοποιήθηκαν σε όλα του τα σημεία οικολογικά και μη τοξικά χρώματα ώστε να υπάρχει η απαραίτητη ασφάλεια κατά την επαφή και την αλληλεπίδραση των τροφίμων με τον φούρνο.



Σχήμα 4.2 Ηλιακό μαγειρείο τύπου κουτιού

## 4.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ - ΜΕΤΡΗΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ - ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Τα παρακάτω δεκαπέντε πειράματα διεξήχθησαν στον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο του ΤΕΙ Κρήτης Παραρτήματος Χανίων. Το υπαίθριο αμφιθέατρο ήταν ο πλέον κατάλληλος τόπος τόσο για την άνεση χώρου που προσφέρει όσο και για την αποφυγή σκίασης που θα μπορούσε να επηρεάσει αρνητικά τη διεξαγωγή των πειραμάτων. Να σημειωθεί ότι το ακριβές γεωγραφικό μήκος είναι  $35^{\circ} 31' 54''$  και φυσικά το γεωγραφικό πλάτος είναι  $24^{\circ} 9' 6''$ .



Εικόνα 4.2.1 Το υπαίθριο αμφιθέατρο του ιδρύματος στα Χανιά ήταν ο καταλληλότερος χώρος για την διεξαγωγή των πειραμάτων.

Εκτός από το οικολογικά κατασκευασμένο και συντηρημένο ηλιακό μαγειρείο χρησιμοποιήθηκαν και μερικά όργανα για την λήψη των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και απορροφητικής πλάκας. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μετρήθηκε με ένα θερμόμετρο υδραργύρου να βρίσκεται υπό σκιά ενώ με ένα ειδικό θερμόμετρο υπερύθρων ελήφθη η θερμοκρασία της εσωτερικής μεταλλικής πλάκας σε κάθε σημείο της. Η λειτουργία του θερμομέτρου υπερύθρων είναι αρκετά απλή. Το σχήμα του είναι παρόμοιο με ένα πιστόλι. Σημαδεύοντας με το βοηθητικό στίγμα ενός απλού λέιζερ στο

αντικείμενο που πρέπει να ληφθεί η ακριβής ένδειξη γίνεται η καταμέτρηση της θερμοκρασίας και προβάλλεται στον ειδικό πίνακα ενδείξεων.



Εικόνα 4.2.2 Ειδικό θερμόμετρο υπερύθρων με λέιζερ

Για την κατανόηση της λειτουργίας του ηλιακού μαγειρείου και των χαρακτηριστικών ήταν απαραίτητη η καταγραφή των εξής μετρήσεων κάθε μισή ώρα : (i) θερμοκρασία περιβάλλοντος (ii) θερμοκρασία κάτω εσωτερικής μεταλλικής απορροφητικής πλάκας.

Τα πειράματα διεξήχθησαν την περίοδο του Ιουλίου για ευνοήτους λόγους και όλα περιείχαν μαγειρικό φορτίο. Το διάστημα της ημέρας που έλαβαν χώρα ήταν από τις 10:00 έως τις 14:00, το οποίο αποδείχτηκε αρκετό για όλα σχεδόν τα πειράματα. Οι καιρικές συνθήκες ήταν άψογες και βοηθητικές καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων. Ο προσανατολισμός του ηλιακού μαγειρείου ήταν πάντοτε προς το Νότο, ενώ ήταν απαραίτητη και η σταδιακή περιστροφή του ανά τακτά χρονικά διαστήματα ώστε να συγκεντρώνεται, το καλύτερα δυνατόν, η μέγιστη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας για τη μέγιστη απόδοση. Τέλος, όσον αφορά την προσπάθεια για μέγιστη απόδοση του ηλιακού μαγειρείου, αξίζει να σημειωθεί ότι με την βοήθεια του τεχνικού προσωπικού του ΤΕΙ, το γυαλί της συσκευής αντικαταστάθηκε για ένα πείραμα με γυαλί τύπου ματ.



Εικόνα 4.2.3 Αριστερά προβάλλεται η απεικόνιση του γυαλιού τύπου ματ συγκριτικά με το απλό καθαρό γυαλί στα δεξιά

## 5. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

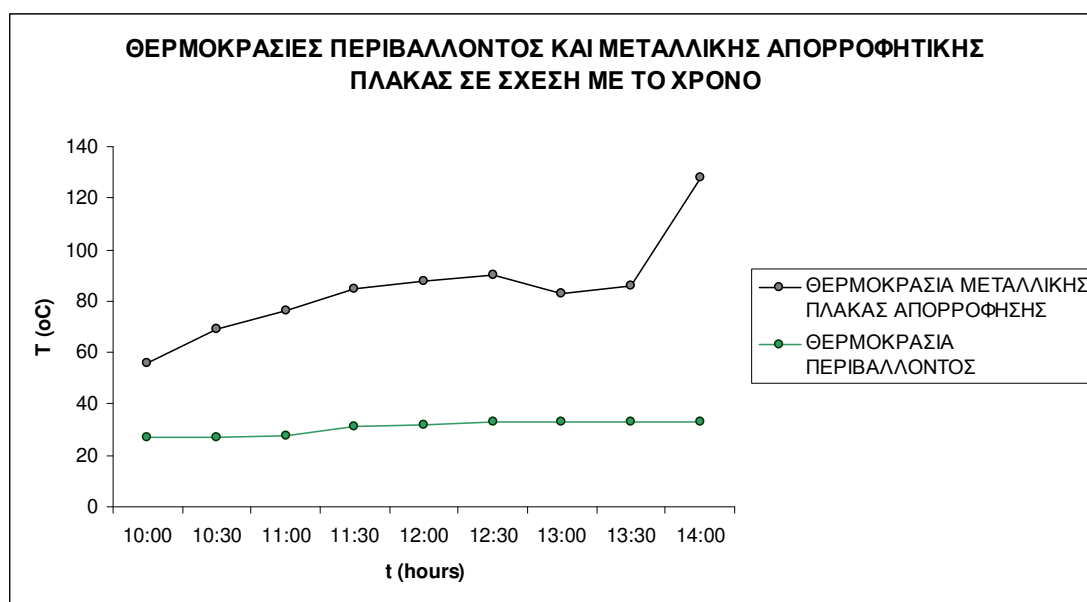
### 5.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

#### ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.1

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 2/7/2009

ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00

ΦΑΓΗΤΟ: ΛΟΥΚΑΝΙΚΑ



Σχήμα 5.1.1 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	27	29
10:30	27	42
11:00	27,5	49
11:30	31	54
12:00	32	56
12:30	33	57
13:00	33	50
13:30	33	53
14:00	33	95

Πίνακας 5.1.1 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ: Χαμηλή ένταση ανέμου ΝΔ διεύθυνσης και γενικά καλός καιρός με υψηλές θερμοκρασίες και υγρασία στο 47%.

ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Η λήψη των πρώτων θερμοκρασιών στο εσωτερικό του ηλιακού μαγειρείου έγινε με λάθος τρόπο. Το θερμόμετρο υπερύθρων δεν διαπερνά την επιφάνεια του τζαμιού οπότε οι οκτώ πρώτες μετρήσεις είναι λανθασμένες αφού η πραγματική θερμοκρασία είναι πολύ μεγαλύτερη.

ΣΧΟΛΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ: Σωστά ψημένα εσωτερικά και εξωτερικά κρίνοντας από το χρώμα και τη γεύση.



Εικόνα 5.1.1 Λουκάνικα σχάρας κατά τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο

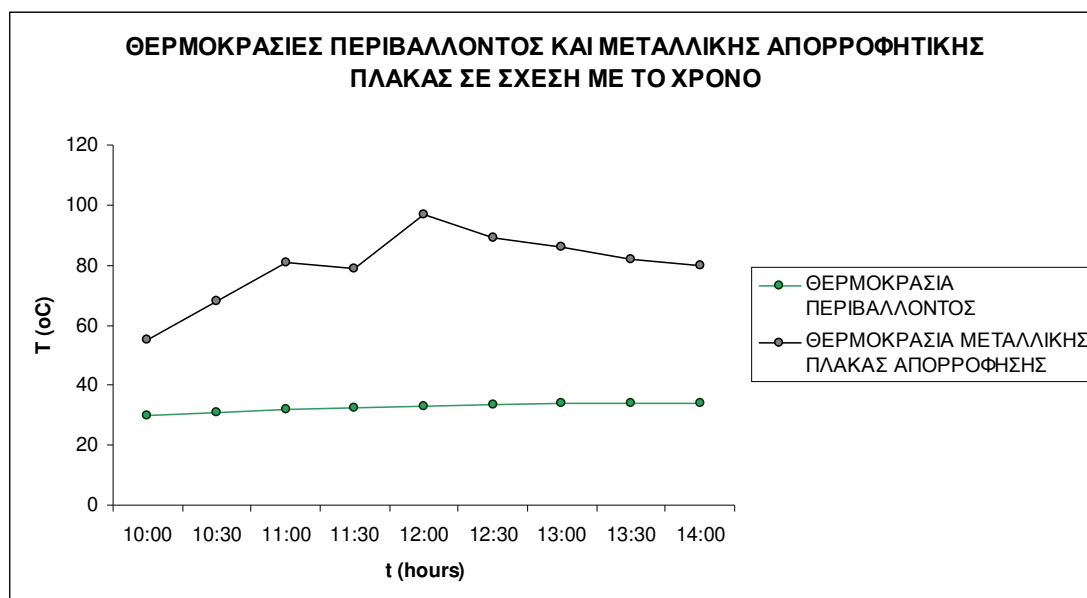


ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.2

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 3/7/2009

ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00

ΦΑΓΗΤΟ: ΜΠΡΙΖΟΛΕΣ



Σχήμα 5.1.2 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	30	55
10:30	31	68
11:00	32	81
11:30	32,5	79
12:00	33	97
12:30	33,5	89
13:00	34	86
13:30	34	82
14:00	34	80

Πίνακας 5.1.2 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ: Η ένταση του ανέμου ήταν χαμηλή με Δυτική διεύθυνση και ο καιρός καθαρός. Η υγρασία έτεινε στο 65%.

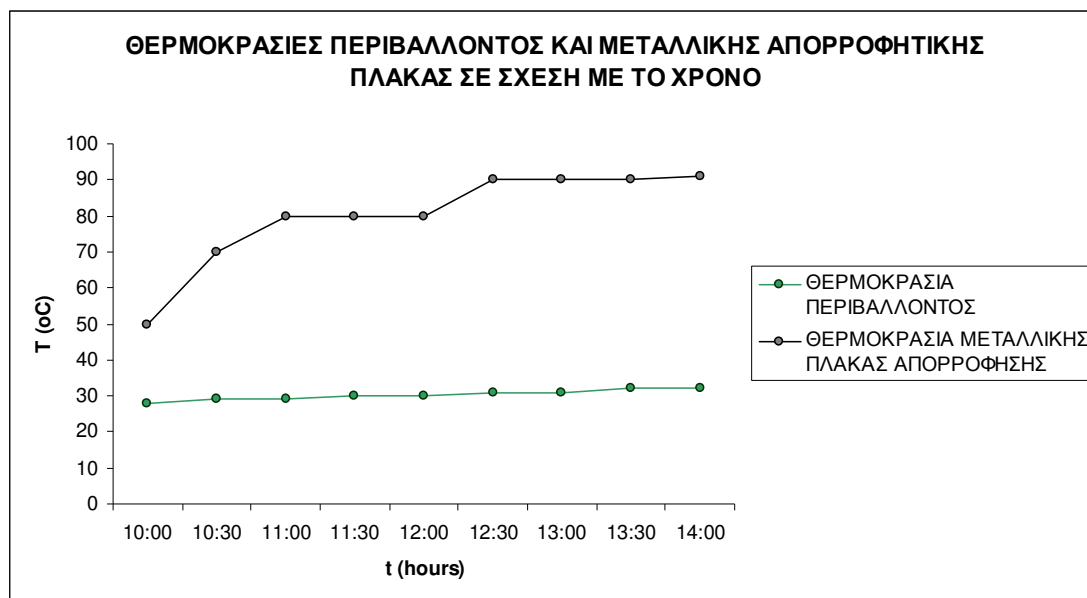
ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Όλα κύλισαν ομαλά και δίχως απρόοπτα. Ο καιρός ήταν αρκετά βοηθητικός ενώ η θερμοκρασία περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν ξεπέρασε τους 34 °C. Η ανώτατη θερμοκρασία της μεταλλικής πλάκας ξεπέρασε τους 97 °C ενώ η σωστή κοπή και διάτρηση του κρέατος βοήθησε στο καλύτερο ψήσιμο του.

ΣΧΟΛΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ: Καλοψημένη και αρκετά ζουμερή. Θετικά σχόλια των γευσιγνώστων. Το ψήσιμο είχε διάρκεια από τις 10 πμ έως τις 13:30.



Εικόνα 5.1.2 Μπριζόλα κατά τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο

ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.3  
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 6/7/2009  
 ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00  
 ΦΑΓΗΤΟ: ΜΠΙΦΤΕΚΙΑ



Σχήμα 5.1.3 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	28	50
10:30	29	70
11:00	29	80
11:30	30	80
12:00	30	80
12:30	31	90
13:00	31	90
13:30	32	90
14:00	32	91

Πίνακας 5.1.3 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ: Χαμηλή ένταση ανέμου με ΝΔ διεύθυνση και καθαρός καιρός, με την υγρασία να κυμαίνεται στο 53%.

ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Οι μετρήσεις ελήφθησαν κανονικά δίχως κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα.

ΣΧΟΛΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ

Υπεύθυνος βιβλιοθήκης:

Καλοψημένα αλλά λίγο στεγνά σε σύγκριση με την μπριζόλα. Πολλή καλή γεύση και χρώμα.



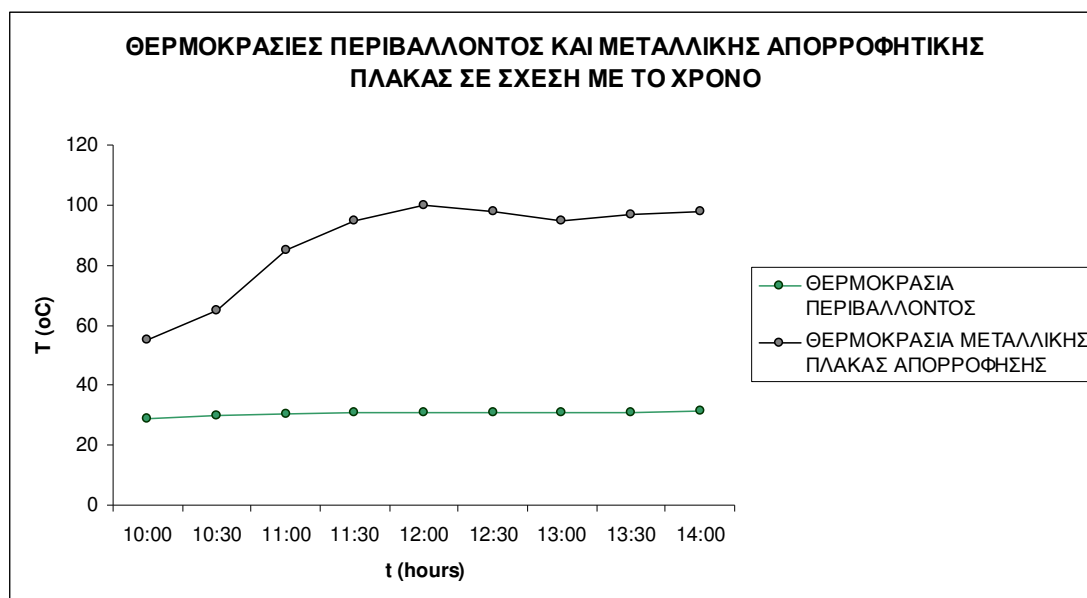
Εικόνα 5.1.3 Μπιφτέκια κατά τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο

ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.4

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 7/7/2009

ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00

ΦΑΓΗΤΟ: ΠΙΤΣΑ



Σχήμα 5.1.4 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	29	55
10:30	30	65
11:00	30,5	85
11:30	31	95
12:00	31	100
12:30	31	98
13:00	31	95
13:30	31	97
14:00	31,5	98

Πίνακας 5.1.4 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ: Καθαρός καιρός με χαμηλή ένταση ανέμου με ΒΔ διεύθυνση. Η υγρασία έφτασε στο 58% και οι συνθήκες ήταν ιδανικές για ψήσιμο αφού η θερμοκρασία κυμάνθηκε μεταξύ 29 °C και 31,5 °C.

ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Η καθαριότητα του γυαλιού συμβάλει σημαντικά στην άνοδο της θερμοκρασίας. Όπως παρατηρήθηκε μέσα από τα καθημερινά πειράματα λίγη σκόνη στην επιφάνεια του γυαλιού μπορεί να προκαλέσει απώλειες της τάξεως των 10-20 °C.

#### ΣΧΟΛΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ

Υπεύθυνη βιβλιοθήκης:

Καλοψημένη και νόστιμη αλλά θα προτιμούσα να ήταν πιο ξεροψημένη.

Υπεύθυνος βιβλιοθήκης:

Πάρα πολύ καλά ψημένη και γευστική, έπρεπε να ήταν περισσότερο ξεροψημένη.

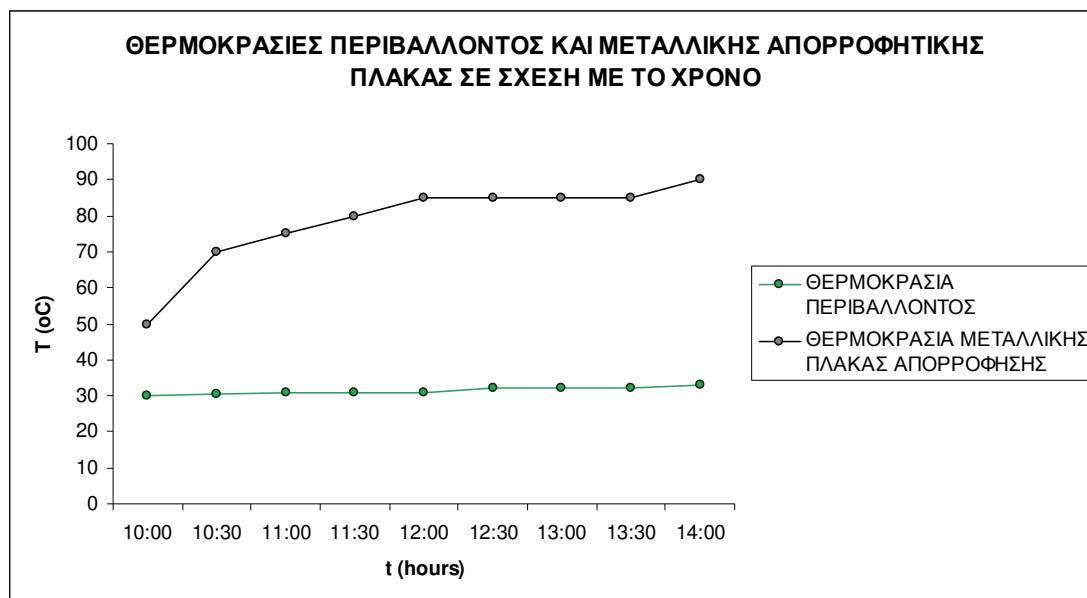
Γραμματεία:

Πολύ καλά ψημένη σε γενικές γραμμές. Τα υλικά ψήθηκαν πολύ όμορφα, το ζυμάρι ψήθηκε ομοιόμορφα, εκτός από τις άκρες όπου αφυδατώθηκε.



Εικόνα 5.1.4 Πίτσα κατά τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο

ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.5  
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 8/7/2009  
 ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00  
 ΦΑΓΗΤΟ: ΜΠΡΙΖΟΛΕΣ ΓΕΜΙΣΤΕΣ



Σχήμα 5.1.5 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (°C)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ (°C)
10:00	30	50
10:30	30,5	70
11:00	31	75
11:30	31	80
12:00	31	85
12:30	32	85
13:00	32	85
13:30	32	85
14:00	33	90

Πίνακας 5.1.5 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

**ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ:** Ο καιρός ήταν άψογος με χαμηλή ένταση ανέμου Δυτικής διεύθυνσεως και η θερμοκρασία κυμάνθηκε από 30-33 °C ενώ η υγρασία έφτασε στο 39%.

**ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:** Λόγω ύγρανσης του γυαλιού από τους υδρατμούς που αναπτύσσονται ίσως να επηρεάζεται η άνοδος της θερμοκρασίας μέσα στο ηλιακό μαγειρείο. Ο σωστός καθαρισμός της επιφάνειας και από την εσωτερική αλλά και από την εξωτερική πλευρά συμβάλει στην ανάπτυξη μεγαλύτερων θερμοκρασιών πάνω στη μεταλλική πλάκα.

#### ΣΧΟΛΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ

Υπεύθυνος βιβλιοθήκης:

Ήθελε λίγο ψήσιμο ακόμα, χωρίς όμως να είναι άψητη, και ήθελε και λίγο να ξεροψηθεί ακόμα. Η γεύση ικανοποιητική.

Γραμματεία:

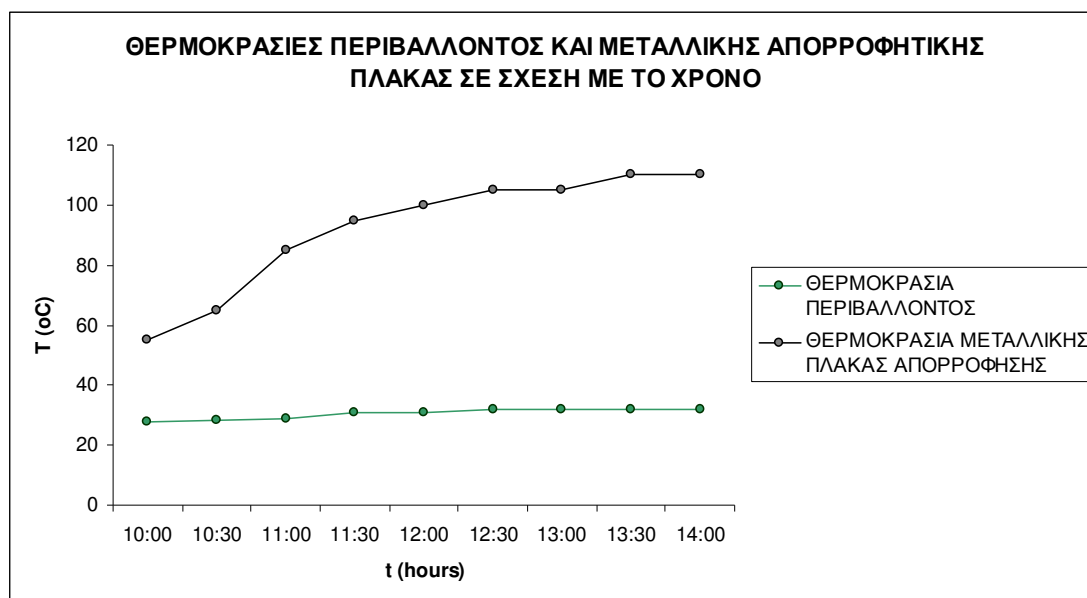
Ήταν κανονικά ψημένα η γεμιστή μπιριζόλα. Ως προς το ρόδισμα, ίσως το ανοιχτό χρώμα να οφείλεται στην υγρασία της μυζήθρας. Υπέροχη.



Εικόνα 5.1.5 Μπιριζόλες γεμιστές κατά τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο



ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.6  
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 9/7/2009  
 ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00  
 ΦΑΓΗΤΟ: ΤΥΡΟΠΙΤΑΚΙΑ



Σχήμα 5.1.6 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (°C)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ (°C)
10:00	28	55
10:30	28,5	65
11:00	29	85
11:30	31	95
12:00	31	100
12:30	32	105
13:00	32	105
13:30	32	110
14:00	32	110

Πίνακας 5.1.6 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ: Πολύ καλές καιρικές συνθήκες, χαμηλή ένταση ανέμου με Βορειοδυτική διεύθυνση και την υγρασία να κομαίνεται στο 65%.

ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Στο πείραμα αυτό χρησιμοποιήθηκε αντί για αλουμινόχαρτο, λαδόκολλα λόγω του φαγητού. Δεν επηρεάστηκαν οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα ήταν εξίσου καλά και με τα προγενέστερα πειράματα.

#### ΣΧΟΛΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ

Υπεύθυνος βιβλιοθήκης:

Τα τυροπιτάκια ήταν πολύ καλά ψημένα και το φύλλο απ' έξω αλλά και το σημαντικότερο ήταν καλά ψημένα από μέσα.

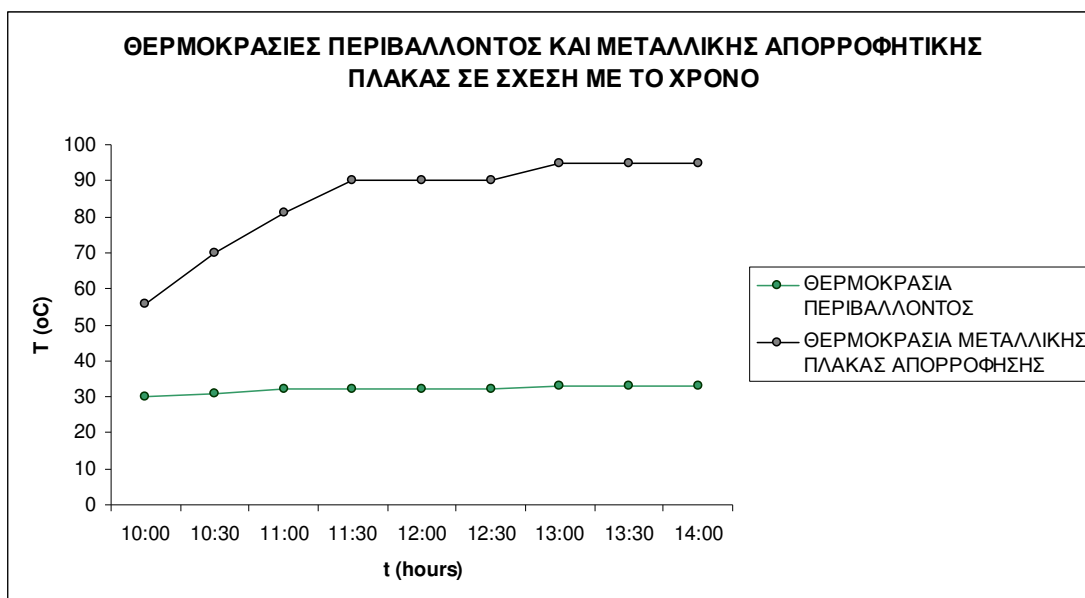
Γραμματεία:

Τα τυροπιτάκια ήταν άψογα ψημένα.



Εικόνα 5.1.6 Τυροπιτάκια κατά τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο

ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.7  
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 10/7/2009  
 ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00  
 ΦΑΓΗΤΟ: ΨΑΡΟΝΕΦΡΙ



Σχήμα 5.1.7 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (°C)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ (°C)
10:00	30	56
10:30	31	70
11:00	32	81
11:30	32	90
12:00	32	90
12:30	32	90
13:00	33	95
13:30	33	95
14:00	33	95

Πίνακας 5.1.7 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

**ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ:** Ο καιρός σήμερα ήταν καθαρός με χαμηλή ένταση ανέμου Βορειοδυτικής διεύθυνσης και η θερμοκρασία από νωρίς ήταν αρκετά υψηλή συγκριτικά με τις άλλες ημέρες. Η υγρασία κυμάνθηκε στο 44%.

**ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:** Στο σημερινό πείραμα το απλό γυαλί του ηλιακού μαγειρείου αντικαταστάθηκε πειραματικά με ένα γυαλί ματ (ίδιων διαστάσεων και πάχους) από το οποίο περιμέναμε μεγαλύτερες αποδόσεις θερμοκρασίας και λιγότερες απώλειες ηλιακής ακτινοβολίας, καθότι η ειδική επιφάνεια του επιτρέπει μεγαλύτερη εισβολή ηλιακής ακτινοβολίας στον εσωτερικό χώρο της κατασκευής. Οι διαφορές ωστόσο ήταν ελάχιστες αν και παρατηρήθηκε ταχύτερη άνοδος της θερμοκρασίας σε σχέση με το απλό γυαλί.

#### ΣΧΟΛΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ

Υπεύθυνος βιβλιοθήκης:

Το φιλέτο σήμερα είναι πολύ καλά ψημένο, ζουμερό και εύγευστο, σα να έχει ψηθεί σε φούρνο κανονικό.

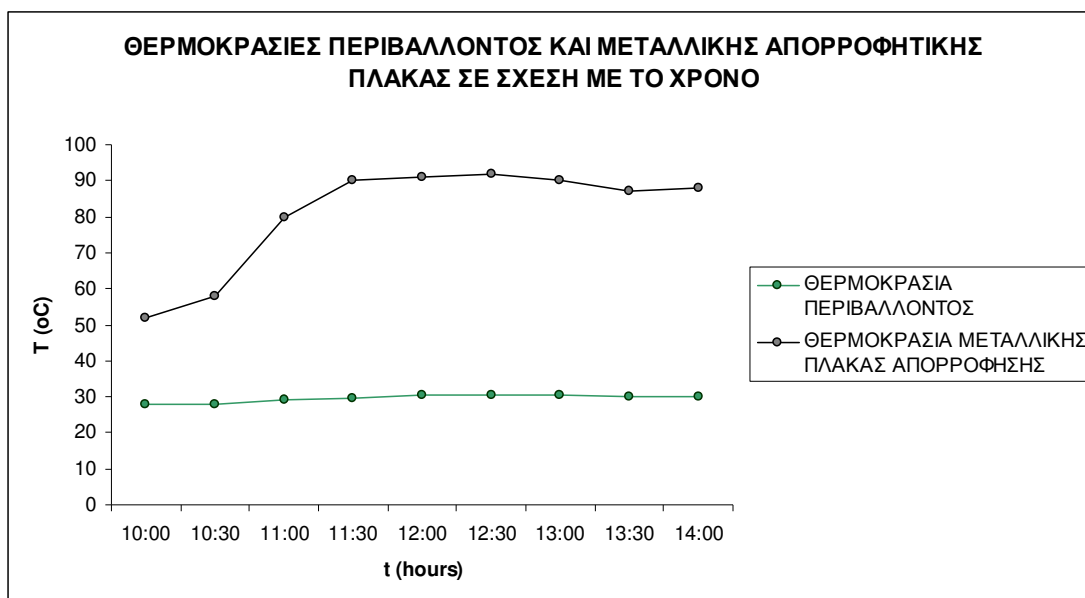
Γραμματεία:

Το ψαρονέφρι ήταν τέλεια ψημένο.



Εικόνα 5.1.7 Ψαρονέφρι κατά τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο

ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.8  
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 13/7/2009  
 ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00  
 ΦΑΓΗΤΟ: ΠΙΠΕΡΙΕΣ ΓΕΜΙΣΤΕΣ ΜΕ ΤΥΡΙ



Σχήμα 5.1.8 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	28	52
10:30	28	58
11:00	29	80
11:30	29,5	90
12:00	30,5	91
12:30	30,5	92
13:00	30,5	90
13:30	30	87
14:00	30	88

Πίνακας 5.1.8 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ: Πολύ καλός καιρός με πολύ χαμηλή ένταση ανέμου Βόρειας διεύθυνσης, ελάχιστα σύννεφα με υγρασία περίπου 53%.

ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Τα λαχανικά είναι δύσκολα στο ψήσιμο, πόσο μάλλον τη στιγμή που το φαγητό δεν διαθέτει ζωμό ώστε να μαλακώσει τον φλοιό τους και να γίνουν ακόμα πιο καλοψημένα.

#### ΣΧΟΛΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ

Υπεύθυνος βιβλιοθήκης:

Είναι ψημένο καλά, το τυρί έχει λιώσει όπως πρέπει και η γέμιση είναι ψημένη. Λίγο παραπάνω ήθελε η πιπεριά.

Δρ. Σάλτας:

Καλομαγειρεμένο, δοκίμασε να το τυλίξεις σε αλουμινόχαρτο.

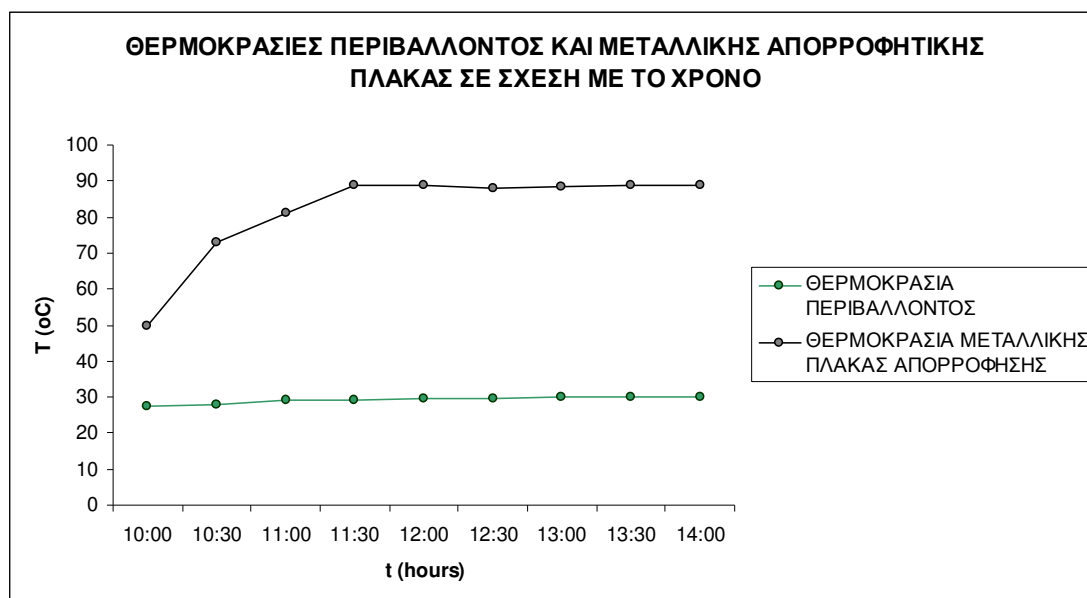
Δρ Πλιακης:

Πολύ καλά ψημένη η γέμιση, ίσως λίγο περισσότερο χρόνο για την πιπεριά.



Εικόνα 5.1.8 Πιπεριές γεμιστές με τυρί κατά τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο

ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.9  
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 14/7/2009  
 ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00  
 ΦΑΓΗΤΟ: ΠΑΠΟΥΤΣΑΚΙΑ



Σχήμα 5.1.9 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	27,5	50
10:30	28	73
11:00	29	81
11:30	29	89
12:00	29,5	89
12:30	29,5	88
13:00	30	88,5
13:30	30	89
14:00	30	89

Πίνακας 5.1.9 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ: Καθαρός ουρανός με χαμηλή ένταση ανέμου Βόρειας διεύθυνσης με την υγρασία να κυμαίνεται στο 54%.

ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Τα λαχανικά είναι πιο δύσκολα στο ψήσιμο συγκριτικά με τα υπόλοιπα φαγητά που έχουν μαγειρευτεί.

ΣΧΟΛΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ

Υπεύθυνος βιβλιοθήκης:

Η γέμιση είναι ψημένη κανονικά η μελιτζάνα όμως δεν έχει ψηθεί. Ήθελε αρκετή ώρα ψήσιμο ακόμα.

Γραμματεία:

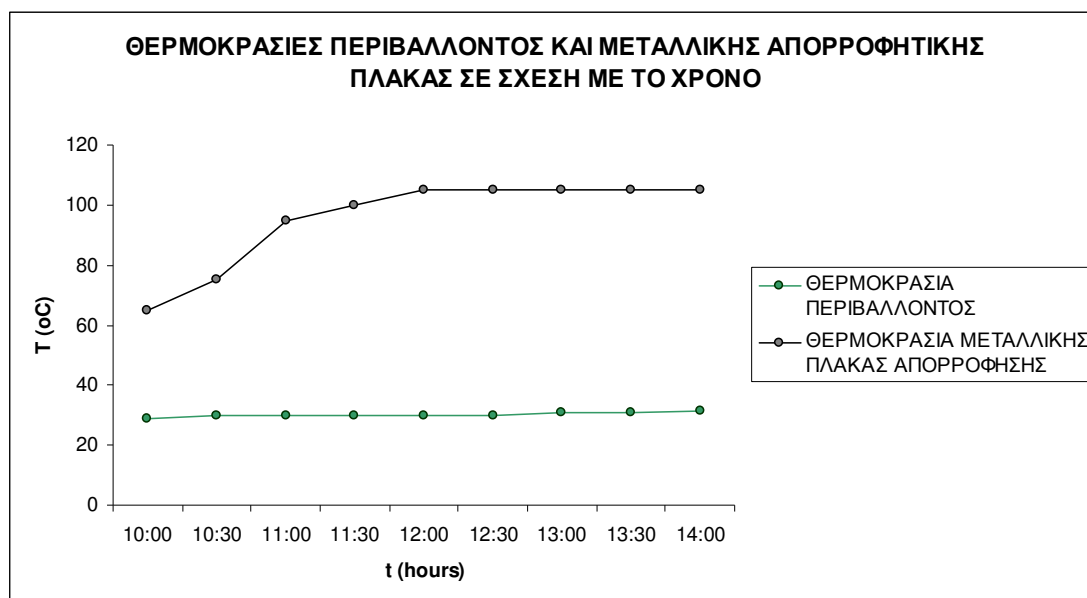
Καλό το ψήσιμο, λίγο παραπάνω ήθελε η μελιτζάνα.



Εικόνα 5.1.9 Παπουτσάκια μετά τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο



ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.10  
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 15/7/2009  
 ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00  
 ΦΑΓΗΤΟ: ΦΙΛΕΤΟ ΚΟΤΟΠΟΥΛΟ



Σχήμα 5.1.10 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	29	65
10:30	30	75
11:00	30	95
11:30	30	100
12:00	30	105
12:30	30	105
13:00	31	105
13:30	31	105
14:00	31,5	105

Πίνακας 5.1.10 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ: Καθαρός καιρός με χαμηλή ένταση ανέμου Βόρειας διεύθυνσης και χωρίς σύννεφα. Η υγρασία άγγιξε το 48%.

ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Το κοτόπουλο ήταν άλλο ένα φαγητό που διατήρησε το ζωμό του και παράλληλα ήταν πολύ καλά ψημένο.

#### ΣΧΟΛΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ

Υπεύθυνος βιβλιοθήκης:

Καλοψημένο και ομοιόμορφο ψήσιμο, πολύ καλό.

Δρ. Πλιάκης:

Εξαιρετικό ψήσιμο: ομοιόμορφο και διατηρεί την υγρασία του σε ενδιαφέροντα βαθμό.

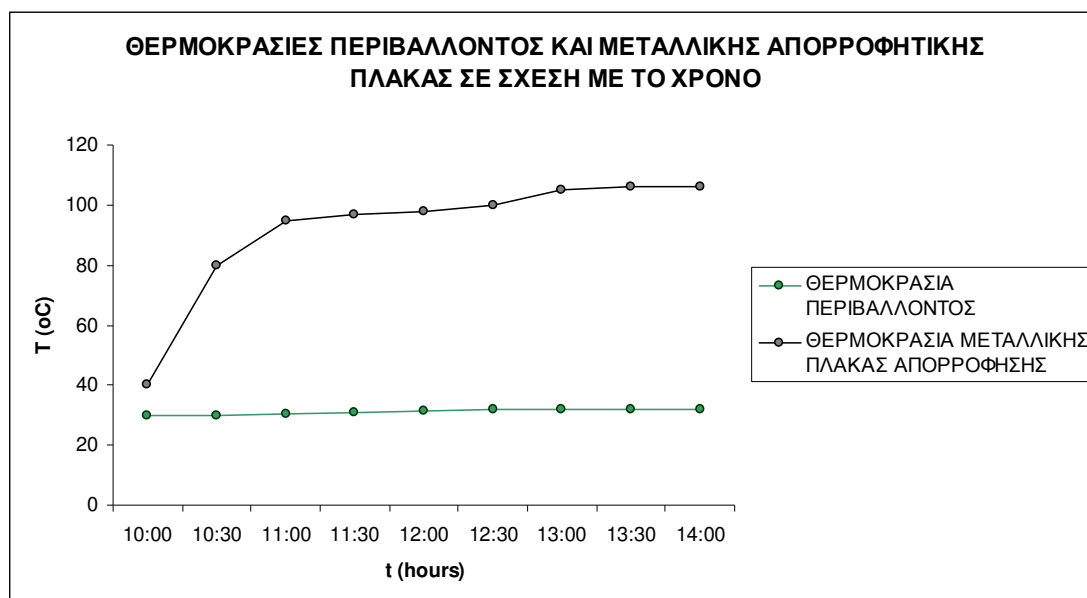
Γραμματεία:

Καλοψημένο. Διατήρησε την υγρασία του.



Εικόνα 5.1.10 Φιλέτο κοτόπουλο κατά τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο

ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.11  
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 16/7/2009  
 ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00  
 ΦΑΓΗΤΟ: ΚΑΛΙΤΣΟΥΝΙΑ



Σχήμα 5.1.11 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	30	40
10:30	30	80
11:00	30,5	95
11:30	31	97
12:00	31,5	98
12:30	32	100
13:00	32	105
13:30	32	106
14:00	32	106

Πίνακας 5.1.11 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ: Καιρός καθαρός με χαμηλή ένταση ανέμου Βόρειας διεύθυνσης με την υγρασία να μην ξεπερνάει το 59%.

ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Για άλλη μια φορά χρησιμοποιήθηκε λαδόκολλα αντί για αλουμινόχαρτο μεταξύ της μεταλλικής πλάκας απορρόφησης και του φαγητού. Τα αποτελέσματα δεν επηρεάστηκαν απ' αυτό το γεγονός.

#### ΣΧΟΛΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ

Υπεύθυνος βιβλιοθήκης:

Πολύ καλά ψημένα εξωτερικά, το φύλλο αλλά και η γέμιση.

Γραμματεία:

Καλά ψημένο, εκτός από το κάτω μέρος, για το οποίο ίσως ευθύνεται η υγρασία της μυζήθρας.



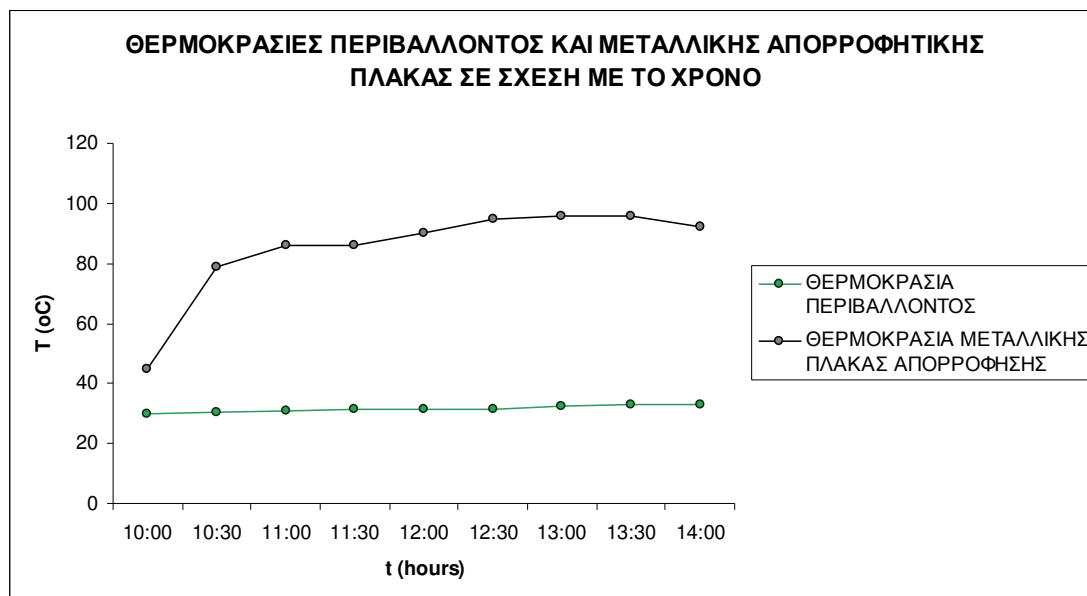
Εικόνα 5.1.11 Καλιτσούνια πριν τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο

ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.12

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 17/7/2009

ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00

ΦΑΓΗΤΟ: ΚΕΜΠΑΠ



Σχήμα 5.1.12 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	30	45
10:30	30,5	79
11:00	31	86
11:30	31,5	86
12:00	31,5	90
12:30	31,5	95
13:00	32,5	96
13:30	33	96
14:00	33	92

Πίνακας 5.1.12 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ: Πολύ καλός καιρός με Βορειοδυτικό άνεμο χαμηλής έντασης και υγρασία 57%.

ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Ίσως το πιο γρήγορα ψημένο φαγητό κατά την διεξαγωγή όλων των πειραμάτων. Θα μπορούσε να σταματήσει και νωρίτερα η διαδικασία του ψησίματος. Οι καιρικές συνθήκες και το γεγονός ότι το φαγητό διαπερνιόνταν από ξυλάκι να συντέλεσαν στο γρηγορότατο μαγείρεμά του.

#### ΣΧΟΛΕΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ

Υπεύθυνος βιβλιοθήκης:

Πολύ καλοψημένο, καθόλου στεγνό.

Υπεύθυνη βιβλιοθήκης:

Καλοψημένο ομοιόμορφα.

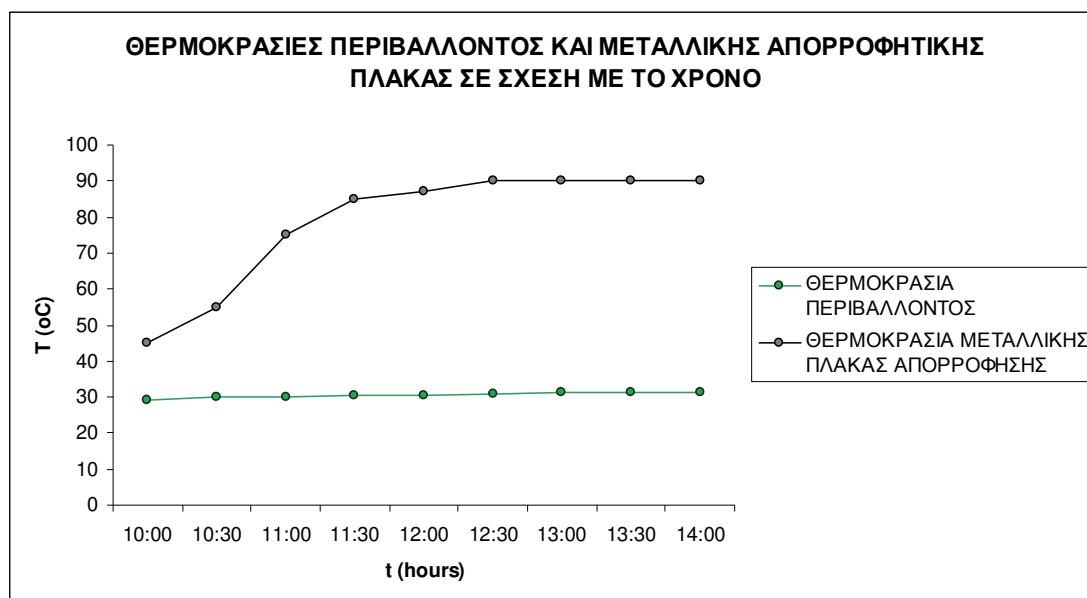
Γραμματεία:

Καλοψημένο, ζουμερό και πολύ καλά ροδισμένο.



Εικόνα 5.1.12 Κεμπάπ κατά τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο

ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.13  
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 20/7/2009  
 ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00  
 ΦΑΓΗΤΟ: ΓΛΩΣΣΑ ΦΙΛΕΤΟ



Σχήμα 5.1.13 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	29	45
10:30	30	55
11:00	30	75
11:30	30,5	85
12:00	30,5	87
12:30	31	90
13:00	31,5	90
13:30	31,5	90
14:00	31,5	90

Πίνακας 5.1.13 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ: Πολύ καλές καιρικές συνθήκες με χαμηλή ένταση ανέμου Βόρειας διεύθυνσης και την υγρασία να σημειώνει 67%.

ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Το ψάρι είναι άλλο ένα από τα φαγητά που ψήνονται με μεγάλη ευκολία, επιτυχία και γρήγορους χρόνους στο ηλιακό μαγειρείο.

ΣΧΟΛΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ:

Υπεύθυνος βιβλιοθήκης:

Πολύ καλά ψημένο και ζουμερό.

Γραμματεία:

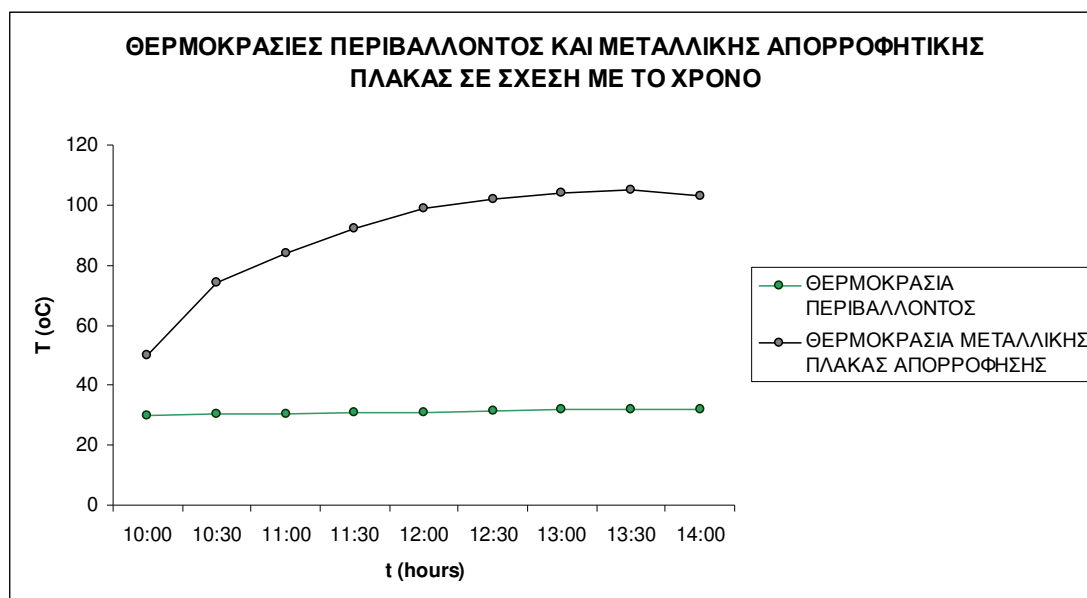
Πολύ καλό ψήσιμο, μαλακό και έχει κρατήσει όλα του τα υγρά.



Εικόνα 5.1.13 Φιλέτα γλώσσας κατά τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο



ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.14  
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 21/7/2009  
 ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00  
 ΦΑΓΗΤΟ: ΤΑΡΤΑ ΜΕ ΚΟΛΟΚΥΘΙ



Σχήμα 5.1.14 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	30	50
10:30	30,5	74
11:00	30,5	84
11:30	31	92
12:00	31	99
12:30	31,5	102
13:00	32	104
13:30	32	105
14:00	32	103

Πίνακας 5.1.14 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

**ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ:** Καθαρός καιρός με υψηλές θερμοκρασίες. Χαμηλή ένταση ανέμου Βόρειας διεύθυνσης με την υγρασία να κυμαίνεται στο 62%.

**ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:** Χρησιμοποιήθηκε ειδικό μεταλλικό στεφάνι (σκεύος) για τη συγκράτηση του φαγητού μια και η ρευστότητα του δεν επέτρεπε την ομοιόμορφη τοποθέτησή του στο ηλιακό μαγειρείο. Αυτό δεν επηρέασε την ανάπτυξη της θερμοκρασίας και την μεταγωγή της καθώς το ψήσιμο αλλά και το τελικό αποτέλεσμα ήταν θετικά.

**ΣΧΟΛΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ:**

Υπεύθυνη βιβλιοθήκης:

Πολύ καλό στο ψήσιμο. Ίσως θα χρειαζόταν πολύ λίγο ψήσιμο το φύλλο στην κάτω πλευρά.

Λιγοψυχάκης Χαράλαμπος:

Πολύ καλό γενικά.

Γραμματεία:

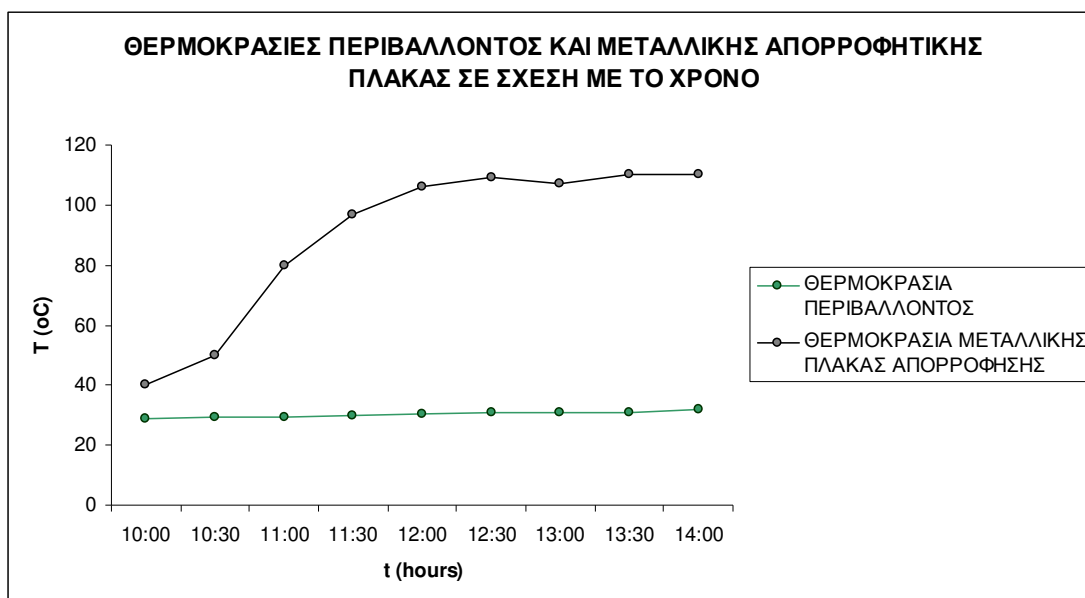
-Απίθανο. Φαίνεται ότι η υψηλή θερμοκρασία συντέλεσε να ψηθεί και η ζύμη.

-Πολύ καλά ψημένο αν και ήταν «παχιά» πίτα. Πεντανόστιμη επίσης.



Εικόνα 5.1.14 Τάρτα με κολοκύθι κατά τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο

ΠΕΙΡΑΜΑ 5.1.15  
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 22/7/2009  
 ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ: 10:00  
 ΦΑΓΗΤΟ: ΚΡΕΑΤΟΠΙΤΑΚΙΑ



Σχήμα 5.1.15 Αποτύπωση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος και μεταλλικής πλάκας συναρτήσει του χρόνου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	29	40
10:30	29,5	50
11:00	29,5	80
11:30	30	97
12:00	30,5	106
12:30	31	109
13:00	31	107
13:30	31	110
14:00	32	110

Πίνακας 5.1.15 Ληφθέντες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά διαστήματα μισής ώρας.

ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ: Πολύ καλές καιρικές συνθήκες. Χαμηλή ένταση ανέμου Βόρειας διεύθυνσης. Υγρασία 56%

ΣΧΟΛΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Το φύλλο κρούστας είναι από τα πλέον δύσκολα υλικά που δεν μαγειρεύονται με μεγάλη επιτυχία στο ηλιακό μαγειρείο. Δεν υπάρχει τραγανότητα και η υγρασία είναι ένας παράγοντας που συμβάλει σε αυτό. Παρόλα αυτά το φαγητό ήταν ψημένο.

ΣΧΟΛΙΑ ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΩΝ:

Υπεύθυνος βιβλιοθήκης:

Δεν έχει ψηθεί καλά ο κιμάς και το φύλλο δεν είναι τραγανό. Ήθελε αρκετό ψήσιμο ακόμα για να ροδίσει.

Γραμματεία:

Καλά ψημένο αλλά όχι τραγανό. Ίσως να ήθελε μεγαλύτερες θερμοκρασίες σε μικρότερο χρόνο.



Εικόνα 5.1.15 Κρεατοπιτάκια κατά τη διαδικασία μαγειρέματος στο ηλιακό μαγειρείο

## 6. ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καταρχήν όσον αφορά την κατασκευαστικό κομμάτι του μαγειρείου, πριν από τη χρήση του έγιναν αρκετές επιδιορθώσεις και αντικαταστάσεις σε κομμάτια που είχαν φθαρεί με το πέρασμα του χρόνου, όπως για παράδειγμα ορισμένες βίδες που είχαν αποκτήσει σκουριά. Τίποτα απ' αυτά δεν έγινε για αισθητικούς λόγους, άλλα για την τήρηση κάποιων κανόνων ασφαλείας που επιβάλλονται για την ασφαλή χρήση του ηλιακού μαγειρείου καθώς τα τρόφιμα που τοποθετήθηκαν μέσα του για πειραματικούς σκοπούς, είχαν άμεσο καταναλωτή τον άνθρωπο. Μέσα στα πλαίσια αυτά, πρέπει να αναφερθεί ότι το βάψιμο κατά τη συντήρηση της συσκευής έγινε με οικολογικά χρώματα τα οποία δεν έχουν καμία τοξική ουσία και δεν αποτέλεσαν κίνδυνο για τα τρόφιμα που θα τοποθετούνταν στο μαγειρείο μέσα σε υψηλές θερμοκρασίες της τάξεως των 100 °C.

Ο χρόνος μαγειρέματος κατά μέσο όρο δεν υπέρβαινε τις τέσσερις ώρες εξαρτιόνταν πρώτιστα από τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε (τύπος ηλιακού μαγειρείου), την ηλιακή ακτινοβολία σε σχέση με το χρόνο, και την ποσότητα τροφίμων που μαγειρευόταν. Η θερμοκρασία αέρα, ο άνεμος, και το γεωγραφικό πλάτος είναι βασικοί παράγοντες για την απόδοση του μαγειρείου. Λόγο γεωγραφικής τοποθεσίας θα θεωρείτο σωστό ότι το γεωγραφικό πλάτος ήταν πλεονεκτικό για τα πειράματα. Η εποχή επίσης που διεξήχθησαν τα πειράματα ήταν η ιδανική αφού πιθανότατα οι καθημερινές θερμοκρασίες ήταν από τις υψηλότερες του έτους. Κατά συνέπεια, όσον αφορά το χρόνο μαγειρέματος, τα πειράματα θα μπορούσαν να πάρουν παραπάνω ώρα αν διεξάγονταν κάποιες άλλες ημέρες του χρόνου. Χάρη λοιπόν στη θερινή περίοδο και τις υψηλές θερμοκρασίες το ηλιακό μαγειρείο κατάφερε να αναπτύξει μέγιστη θερμοκρασία στο εσωτερικό του, 110 βαθμούς της κλίμακας Κελσίου, κάτι που φαίνεται από τις μετρήσεις του παρακάτω πίνακα.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ
	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	29	40
10:30	29,5	50
11:00	29,5	80
11:30	30	97
12:00	30,5	106
12:30	31	109
13:00	31	107
13:30	31	110
14:00	32	110

Πίνακας 6.1 Μέγιστη θερμοκρασία της μεταλλικής πλάκας απορρόφησης στη συνολική διεξαγωγή όλων των πειραμάτων που σημειώθηκε στις 22/7/2009.

Παρόλα αυτά πρέπει να παρατηρηθεί ότι η αντίστοιχη θερμοκρασία περιβάλλοντος έχει υπάρξει και υψηλότερη, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι και η μεταλλική πλάκα είχε αποκτήσει κι αυτή την μέγιστη θερμοκρασία όλων συνολικά των πειραμάτων. Αυτό αποδεικνύεται από την σύγκριση του παραπάνω πίνακα με τις μετρήσεις της 3<sup>ης</sup> Ιουλίου που φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	30	55
10:30	31	68
11:00	32	81
11:30	32,5	79
12:00	33	97
12:30	33,5	89
13:00	34	86
13:30	34	82
14:00	34	80

Πίνακας 6.2 Μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος στη συνολική διεξαγωγή όλων των πειραμάτων που σημειώθηκε στις 3/7/2009.

Στις καιρικές συνθήκες των δύο αυτών ημερομηνιών υπήρχε μια διαφορά στην υγρασία περίπου 9% ενώ οι άνεμοι στην περίπτωση της 3<sup>ης</sup> Ιουλίου έπνεαν Δυτικοί σε αντίθεση με την 22<sup>η</sup> του ίδιου μήνα που οι άνεμοι έπνεαν Βόρειοι. Από αυτό συμπεραίνεται ότι η υγρασία δεν επηρεάζει τόσο την απόδοση του ηλιακού φούρνου όσο η ένταση και η διεύθυνση του ανέμου. Πρέπει να σημειωθεί ότι μερικά σχέδια ηλιακών μαγειρείων επηρεάζονται από τους ισχυρούς ανέμους, οι οποίοι δροσιζουν τα τρόφιμα και μπορούν να επηρεάσουν τους ανακλαστήρες.

Μία ακόμα καλή παρατήρηση που διαπιστώθηκε είναι ότι τα τρόφιμα μαγειρεύονται γρηγορότερα κατά τις δύο ώρες πριν και μετά από το τοπικό ηλιακό μεσημέρι σε σχέση με νωρίς το πρωί είτε τον αργά το απόγευμα, ενώ οι μεγαλύτερες ποσότητες τροφίμων, και τρόφιμα κομμένα σε μεγαλύτερα κομμάτια, παίρνουν περισσότερο χρόνο στο μαγείρεμα. Για παράδειγμα υπήρχαν φαγητά, όπως η τάρτα κολοκυθιού στο πείραμα 5.1.14, που το μέγεθος και ο μη τεμαχισμός τους δυσκόλευαν τη διαδικασία του ψήσιματος με αποτέλεσμα να απαιτείται περισσότερος χρόνος για να καλοψηθούν σε όλα τα σημεία τους. Χαρακτηριστικό είναι το σχόλιο του γευσιγνώστη στο συγκεκριμένο πείραμα: «Πολύ καλό στο ψήσιμο. Ίσως θα χρειαζόταν πολύ λίγο ψήσιμο το φύλλο στην κάτω πλευρά».

Υπάρχουν επίσης τρόφιμα που περιέχουν πολλή υγρασία και δεν μπορούν να ξεπεράσουν σε καμία περίπτωση τους 100 °C. Αυτό δεν σημαίνει πως είναι πάντα απαραίτητο να μαγειρευτούν στις υψηλές θερμοκρασίες που υποδεικνύονται στα πρότυπα βιβλία συνταγών μαγειρικής. Επειδή λοιπόν τα τρόφιμα αυτά δεν φθάνουν σε μια πάρα πολύ υψηλή θερμοκρασία, μπορεί να αφεθούν ακίνδυνα στο μαγειρείο όλη την ημέρα χωρίς να διατρέχουν

κίνδυνο να καούν. Τα πειράματα 5.1.8 και 5.1.9 διεξήχθησαν με λαχανικά με γέμιση. Προφανώς λόγω της σύστασής και δομής τους σαν λαχανικά (παραδείγματα η χοντρή φλούδα τους) αλλά και της γέμισής τους η οποία τους πρόσθετε περισσότερη υγρασία, το αποτέλεσμα ήταν να είναι τα λιγότερο ψημένα τρόφιμα κατά τη συνολική διεξαγωγή των πειραμάτων. Γέμιση επίσης περιέχονταν στο πείραμα 5.1.5 όπου είχε προστεθεί στο κρέας αρκετή ποσότητα τυριού. Η ύγρανση της εσωτερικής επιφάνειας του τζαμιού υπέρβαινε και στις τρεις περιπτώσεις το κανονικό ενώ παράλληλα και η θερμοκρασία της μεταλλικής απορροφητικής πλάκας ήταν κατά μέσο όρο αρκετά χαμηλότερες απ' όλα τα υπόλοιπα πειράματα παρά το ότι οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος ήταν υψηλότερη. Τα πειράματα 5.1.13 κατά το οποίο οι καιρικές συνθήκες ήταν λιγάκι αρνητικές και 5.1.1 όπου οι μετρήσεις ελήφθησαν με λάθος τρόπο δεν λαμβάνονται υπόψη.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ
2/7/2009	53,8
3/7/2009	<b>79,7</b>
6/7/2009	80,1
7/7/2009	87,5
8/7/2009	<b>78,9</b>
9/7/2009	92,2
10/7/2009	84,6
13/7/2009	<b>80,8</b>
14/7/2009	<b>81,8</b>
15/7/2009	95,5
16/7/2009	91,8
17/7/2009	85
20/7/2009	78,5
21/7/2009	90,3
22/7/2009	89,8

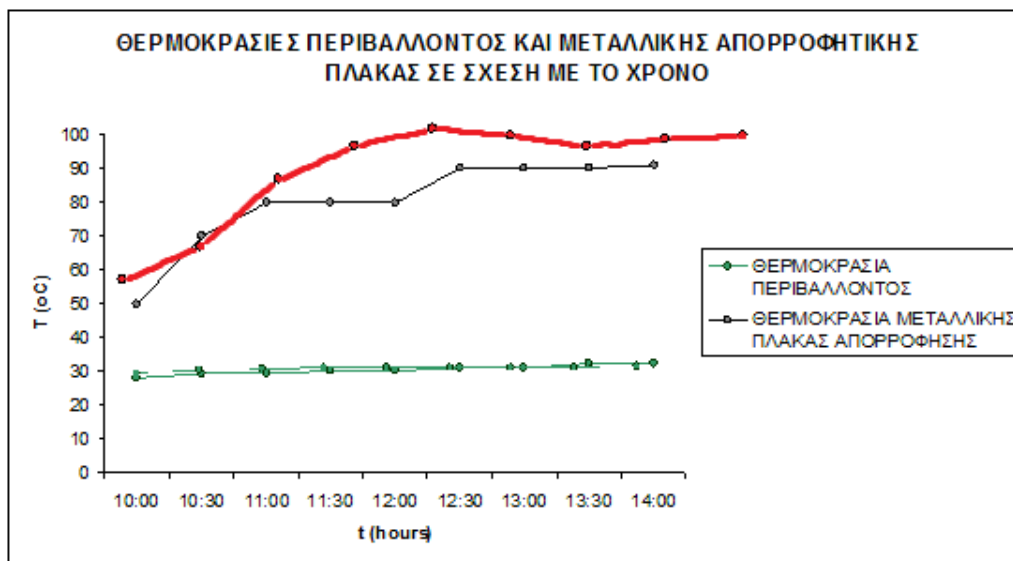
Πίνακας 6.3 Ημερήσιοι μέσοι όροι θερμοκρασιών μεταλλικής απορροφητικής πλάκας. Οι σημειωμένες θερμοκρασίες όφειλαν τη χαμηλή τιμή τους καθαρά στην μεγάλη περιεκτικότητα της τροφής σε υγρασία.

Τρόφιμα όπως τα λαχανικά κυρίως χρειάζονται λοιπόν περισσότερο χρόνο για να ψηθούν και απ' ότι φάνηκε δεν ήταν αρκετές οι τέσσερις ώρες που λάμβανε χώρα το πείραμα. Επομένως σχόλια των γεωσιγνωστών όπως: «Η γέμιση είναι ψημένη κανονικά η μελιτζάνα όμως δεν έχει ψηθεί» και «Πολύ καλά ψημένη η γέμιση, ίσως λίγο περισσότερο χρόνο για την πιπεριά» είναι απολύτως δικαιολογημένα.

Σε όλους τους ηλιακούς φούρνους τα τρόφιμα προετοιμάζονται με τον ίδιο τρόπο που θα προετοιμαζόντουσαν για ένα κοινό φούρνο ή μία σόμπα. Επειδή όμως τα τρόφιμα μαγειρεύονται γρηγορότερα όταν είναι κομμένα σε μικρότερα κομμάτια, στα ηλιακά μαγειρεία τα τρόφιμα τεμαχίζονται συνήθως σε μικρότερα κομμάτια απ' ό,τι κανονικά. Παραδείγματος χάριν, οι πατάτες κόβονται συνήθως σε κομμάτια μεγέθους μπουκιάς αντί να ψηθούν ολόκληρες. Το πείραμα 5.1.6 είναι αρκετά κατατοπιστικό παράδειγμα στην προκειμένη περίπτωση διότι η τροφή δεν υπερβαίνει το μέγεθος δύο μπουκιών και αυτό έχει σα συνέπεια το σωστό και γρήγορο ψήσιμο του φαγητού. Λογικό είναι λοιπόν οι γευσσιγνώστες να αφήσουν αρκετά θετικά σχόλια του τύπου: «Τα τυροπιτάκια ήταν πολύ καλά ψημένα και το φύλλο απ' έξω αλλά και το σημαντικότερο ήταν καλά ψημένα από μέσα». Να σημειωθεί ότι στο πείραμα αυτό λόγω της ιδιαιτερότητας του φαγητού χρησιμοποιήθηκε αντί για αλουμινόχαρτο, λαδόκολλα. Δεν επηρεάστηκαν οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα ήταν εξίσου καλά και με τα προγενέστερα πειράματα.

Εκτός από την προετοιμασία βέβαια της τροφής πριν τοποθετηθούν στο μαγειρείο, ανάλογη προετοιμασία χρειάζεται και η ηλιακή συσκευή. Μικρές λεπτομέρειες συμβάλουν στην μέγιστη απόδοση της συσκευής ακόμη και όταν οι υπόλοιπες συνθήκες δεν είναι τόσο ευνοϊκές. Σημαντικό λοιπόν ρόλο παίζει και η καθαριότητα του γυαλιού συμβάλλει σημαντικά στην άνοδο της θερμοκρασίας. Όπως παρατηρήθηκε μέσα από τα καθημερινά πειράματα λίγη σκόνη στην επιφάνεια του γυαλιού μπορεί να προκαλέσει απώλειες της τάξεως των 10-20 °C. Τα παρακάτω διαγράμματα είναι από ένα πείραμα όπου το γυαλί είναι θαμπό λόγω σκόνης που μαζεύεται με τον καιρό, και από άλλο ένα πείραμα όπου το γυαλί έχει καθαριστεί πολύ καλά. Η σύγκριση είναι ιδανική διότι οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος είναι σχεδόν όμοιες και όπως είναι λογικό σημαντικές διαφορές παρατηρούνται μόνο στις θερμοκρασίες της απορροφητικής πλακάς.





Πίνακας 6.4 Με κόκκινο σημειώνεται η θερμοκρασία του «καθαρισμένου» γυαλιού ενώ με το μύρο είναι οι τιμές του θολού γυαλιού. Τα συμπεράσματα είναι αντικειμενικά αφού οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος είναι σχεδόν όμοιες.

Αντίθετα από το μαγείρεμα σε μια σόμπα ή σε μια απλή φωτιά, που μπορεί να απαιτήσει περισσότερο από μια ώρα της σταθερής επίβλεψης, τα τρόφιμα σε ένα ηλιακό μαγειρείο γενικά δεν ανακατώνονται ή αναποδογυρίζονται, επειδή είναι περιττό, αλλά επίσης γιατί το άνοιγμα του ηλιακού μαγειρείου επιτρέπει στην παγιδευμένη θερμότητα για να διαφύγει και με αυτόν τον τρόπο επιβραδύνεται η διαδικασία του μαγειρέματος. Έτσι λοιπόν λόγω των μετρήσεων που έπρεπε να ληφθούν για τους πειραματικούς σκοπούς, το άνοιγμα της συσκευής ήταν αναγκαστικό ανά διαστήματα μισής ώρας με αποτέλεσμα να υπάρχουν αρκετές απώλειες στην παγίδευση της θερμότητας στο εσωτερικό του μαγειρείου. Αρκετές αυξομειώσεις της θερμοκρασίας καθ' όλη τη διάρκεια του μαγειρέματος πιθανότατα επηρέασαν την απόδοση της συσκευής, όχι όμως και το αποτέλεσμα, αφού τα σχόλια των γευσιγνωστών που δοκίμασαν τα τρόφιμα είναι ως επί το πλείστο θετικά.

Εάν κριθεί λοιπόν απαραίτητο, κατά την απλή καθημερινή χρήση από ένα νοικοκυριό, το ηλιακό μαγειρείο μπορεί να ελέγχεται κάθε μία με δύο ώρες, ώστε να στρέφεται η συσκευή για να εκτίθεται στον ήλιο ακριβέστερα και για να εξασφαλιστεί ότι οι σκιές από τα κοντινά κτήρια ή τις εγκαταστάσεις δεν εμποδίζουν το φως του ήλιου. Λογικό ήταν λοιπόν και στα πειράματα που διεξήχθησαν να δοθεί η απαραίτητη προσοχή ώστε ο φούρνος να είναι στραμμένος πάντα κάθετα στις ακτίνες του ήλιου για την αποφυγή σκιών αλλά και για την καλύτερη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας με απώτερο σκοπό τη μέγιστη απόδοση της συσκευής. Επίσης υπαίθριο αμφιθέατρο του ιδρύματος ήταν ο πλέον κατάλληλος τόπος τόσο για την άνεση χώρου που προσφέρει όσο και για την αποφυγή σκίασης που θα μπορούσε να επηρεάσει αρνητικά τη διεξαγωγή των πειραμάτων παρά την συνεχή επίβλεψη.

Πάντως σχεδόν σε όλα τα πειράματα λόγω της ύγρανσης του γυαλιού από τους υδρατμούς που αναπτύσσονται ίσως να επηρεάζεται η άνοδος της θερμοκρασίας μέσα στο ηλιακό μαγειρείο. Ο σωστός καθαρισμός της επιφάνειας ανά τακτά διαστήματα και από την εσωτερική αλλά και από την εξωτερική πλευρά ίσως να συμβάλει (όχι ιδιαίτερα) στην ανάπτυξη μεγαλύτερων θερμοκρασιών πάνω στη μεταλλική πλάκα.

Μιας κι έγινε αναφορά στην επίβλεψη μιας τέτοιας συσκευής ο κοινός χρήστης θα πρέπει να γνωρίζει πως είναι δύσκολο να καούν τρόφιμα σε ένα ηλιακό μαγειρείο, και αυτό είναι ένα από τα πλεονεκτήματά του. Τα τρόφιμα που έχουν μαγειρευτεί ακόμη και μια ώρα περισσότερο από το κανονικό είναι συνήθως όμοια με τα λιγότερο μαγειρευμένα τρόφιμα. Η εξαίρεση σε αυτόν τον κανόνα είναι μερικά πράσινα λαχανικά, τα οποία αλλάζουν γρήγορα απόχρωση από ένα λαμπερό καλοψημένο πράσινο σε μία άτονη λαδί απόχρωση, ενώ παρόλα αυτά διατηρούν ακόμα την επιθυμητή σύσταση.

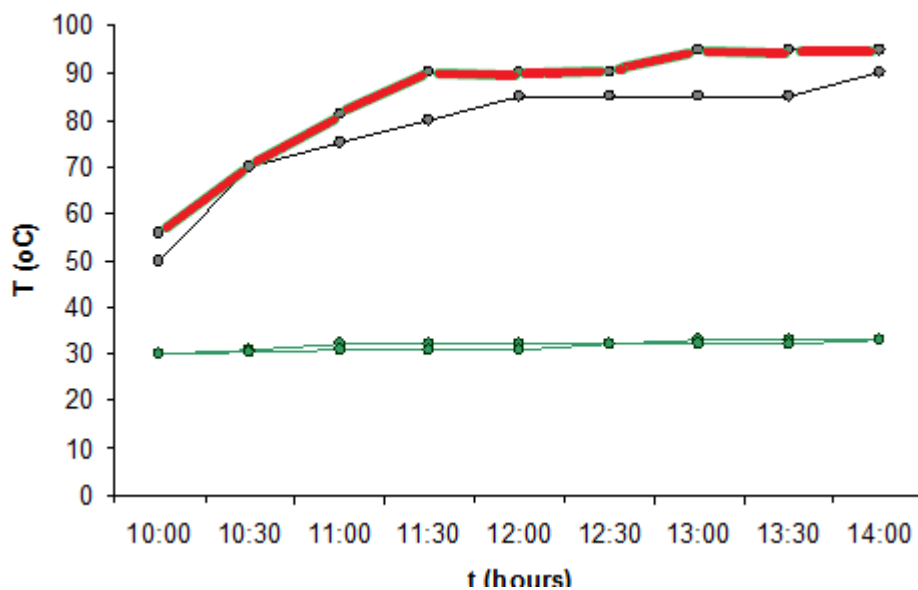
Για τα περισσότερα τρόφιμα, όπως το ρύζι παραδείγματος χάριν, ένας μέσος χρήστης θα ήταν ανίκανος να πει πώς μαγειρεύτηκε από την οπτική μονάχα παρατήρηση του τελικού αποτελέσματος. Αξίζει όμως να σημειωθεί πως υπάρχουν μερικές διαφορές: Φαγητά όπως το ψωμί είναι καφετιά στις κορυφές σε σχέση με το κατώτατο σημείο τους. Συγκριτικά λοιπόν με το μαγείρεμα στον απλό φούρνο ή σε ξυλόφουρνο, τα τρόφιμα δεν έχουν αυτή την αίσθηση του καπνώδους στη γεύση. Ορθά λοιπόν και τα σχόλια των γευσισγνωστών για το πείραμα στο οποίο χρησιμοποιήθηκε μια πίτσα όπου το κάτω μέρος της συγκριτικά με το πάνω ήταν λιγότερο ψημένο: «Καλοψημένη και νόστιμη αλλά θα προτιμούσα να ήταν πιο ξεροψημένη».

Όπως όλα τα πειράματα, έτσι και σε αυτή την μελέτη υπήρξαν κάποιες μικρές δυσκολίες ως προς την πρώτη λήψη των πειραματικών ενδείξεων. Ο λάθος τρόπος της χρήσης του θερμόμετρου υπερύθρων είχε σαν αποτέλεσμα τη συλλογή λανθασμένων μετρήσεων της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του ηλιακού μαγειρείου. Η λήψη λοιπόν των πρώτων θερμοκρασιών έγινε πάνω από το γυαλί της συσκευής κάτι το οποίο ήταν λάθος διότι το θερμόμετρο υπερύθρων δεν διαπερνά την επιφάνεια του τζαμιού. Το συμπέρασμα λοιπόν οι οκτώ πρώτες μετρήσεις είναι λανθασμένες αφού η πραγματική θερμοκρασία είναι πολύ μεγαλύτερη, καθότι έπρεπε να γίνει η λήψη τους με ανοιχτό το σκέπασμα απευθείας πάνω στην απορροφητική πλάκα, κάτι το οποίο το έγραφαν και οι οδηγίες χρήσης της συσκευής μέτρησης. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει το παραπάνω λάθος με κόκκινα τα σημεία όπου οι μετρήσεις δεν έγιναν με το σωστό τρόπο και με πράσινα τα σημεία τα οποία είναι ακριβή.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	27	29
10:30	27	42
11:00	27,5	49
11:30	31	54
12:00	32	56
12:30	33	57
13:00	33	50
13:30	33	53
14:00	33	95

Πίνακας 6.4 Με κόκκινο σημειώνονται οι θερμοκρασίες που ελήφθησαν με λάθος τρόπο.

Στο πείραμα 5.1.7 εφαρμόστηκε μία καινοτομία αντικατάστασης του απλού γυαλιού του ηλιακού μαγειρείου με ένα γυαλί ματ (ίδιων διαστάσεων και πάχους) για πειραματικούς πάντα σκοπούς. Με σκοπό την επίτευξη μεγαλύτερων αποδόσεων θερμοκρασίας και λιγότερων απωλειών ηλιακής ακτινοβολίας, λόγω της ειδικής επιφάνειας του γυαλιού που επιτρέπει μεγαλύτερη εισβολή ηλιακής ακτινοβολίας στον εσωτερικό χώρο της κατασκευής, το απλό γυαλί αντικαταστάθηκε για ένα πείραμα με ένα γυαλί ματ ίδιων διαστάσεων και πάχους. Οι διαφορές ωστόσο ήταν ελάχιστες αν και παρατηρήθηκε ταχύτερη άνοδος της θερμοκρασίας σε σχέση με το απλό γυαλί.



Πίνακας 6.5 Με κόκκινο σημειώνεται η θερμοκρασία της μεταλλικής πλάκας κατά τη χρησιμοποίηση του γυαλιού τύπου ματ. Παρατηρείται μια διαφορά στο χρόνο αύξησης της

θερμοκρασίας, όχι όμως κάτι άλλο ιδιαίτερο. Όπως φαίνεται οι μετρήσεις ελήφθησαν μέρες με ίδια σχεδόν θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Μία τελευταία παρατήρηση θα μπορούσε κανείς να πει πως είναι η ιδιότητα κάποιων φαγητών όπως το κρέας και το ψάρι να μαγειρεύονται σε χρόνους ρεκόρ συγκριτικά με άλλα τρόφιμα. Παρά χαμηλότερες θερμοκρασίες περιβάλλοντος και απορροφητικής πλάκας το ψάρι που μαγειρεύτηκε στο πείραμα 5.1.13 ήταν άψογα ψημένο και αυτό φαίνεται και από τα παρακάτω σχόλια των γευσιγγνωστών:

Υπεύθυνος βιβλιοθήκης:

«Πολύ καλά ψημένο και ζουμερό».

Γραμματεία:

«Πολύ καλό ψήσιμο, μαλακό και έχει κρατήσει όλα του τα υγρά».

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τις θερμοκρασίες που επικρατούσαν στο συγκεκριμένο πείραμα, οι οποίες δεν ήταν και πολύ υψηλές αφού δεν ξεπέρασαν τους 90 βαθμούς Κελσίου.

ΩΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ
	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
	(°C)	(°C)
10:00	29	45
10:30	30	55
11:00	30	75
11:30	30,5	85
12:00	30,5	87
12:30	31	90
13:00	31,5	90
13:30	31,5	90
14:00	31,5	90

Πίνακας 6.6 Θερμοκρασίες μεταλλικής πλάκας απορρόφησης σε πείραμα μαγειρέματος ψαριού με θετικά αποτελέσματα παρά τις χαμηλές τιμές.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΑΡΘΡΑ

N.M Nahar, "Performance and testing of a hot box storage solar cooker"  
Energy Conversion and Management 44, (2003)

B.S Mohamet Ali, "Design and testing of Sudanese solar box cooker"  
Renewable Energy 21, (2002)

A.A. El - Sebaei, A. Ibrahim, " Experimental testing of a box - type solar  
cooker using the standard procedure of cooking power "  
Renewable Energy 30, (2005)

Shyam S. Nandwani and Josef Steinhart, H. M. Henning, M.  
Rommel and V. Wittwer "Experimental study of multipurpose solar hot  
box at Freiburg, Germany" Renewable Energy, Vol. 12, No.1, p.p 1-20, 1997

Herliyani Suharta, A.M Sayigh, K. Abdullah, K. Mathew " The comparison of  
three types of Indonesian solar box cookers "  
Renewable Energy 22, (2001)

Barbara Knudson, Ph.D State of the Art of Solar Cooking: A Global Survey of  
Practices & Promotion Programs

### ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

<http://solarcooking.wikia.com>

<http://www.she-inc.org>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_cooker](http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_cooker)

<http://www.photovoltaic-energy.gr>

<http://www.sciencedirect.com>

<http://www.neweconomics.org>

<http://www.thegreenguide.com/>

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τη μητέρα μου για την πολύτιμη βοήθειά και συμβολή της στην προετοιμασία των φαγητών για το πειραματικό σκέλος αυτής της μελέτης, καθώς επίσης και τους ανθρώπους του ιδρύματος που βοήθησαν στη δοκιμή των τροφίμων με τα σχόλια γευσιγνωσίας τους.