

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο «Παραμετρική μελέτη θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης με ηλιακή ενέργεια με τη χρήση του προγράμματος F-Chart» εκπονήθηκε από το Γιώργο Χρίστου, 4 - ετή φοιτητή του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών και Επιστήμης και Μηχανικής Υλικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου, υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ιωάννη Μιχαηλίδη και ολοκληρώθηκε το Μάιο του 2013.

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτελεί η σύγκριση της απόδοσης και της οικονομικής ανταγωνιστικότητας ηλιακών συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ZNX), στα οποία γίνεται χρήση ηλιακών συλλεκτών που διαφέρουν ως προς την κατασκευή, τη λειτουργία, την ποιότητα, τη θερμική απόδοση και το κόστος αγοράς και εγκατάστασης τους. Η σύγκριση αυτή, πραγματοποιείται μεταξύ 24 διαφορετικών μοντέλων ηλιακών συλλεκτών που συλλέχθηκαν από 11 διαφορετικούς Κύπριους και 1 Κινέζικο κατασκευαστή, 2 ηλιακούς συλλέκτες από κάθε κατασκευαστή και αποσκοπεί στην επιλογή του βέλτιστου οικονομικού αριθμού ηλιακών συλλεκτών για την εγκατάστασή τους σε ηλιακό θερμικό σύστημα που να ικανοποιεί τις ανάγκες σε ZNX ενός ξενοδοχειακού συγκροτήματος που έχει τη δυνατότητα να φιλοξενεί μέχρι και 300 άτομα.

Μετά από μια ανασκόπηση της υπάρχουσας τεχνογνωσίας και των εμπειριών σε ότι αφορά τη ζήτηση και τα συστήματα παραγωγής ZNX σε ξενοδοχειακές μονάδες και την περισυλλογή πληροφοριών αναφορικά με τους διάφορους τύπους ηλιακών συλλεκτών, την θερμική τους απόδοση και το κόστος αγοράς και εγκατάστασης τους, ξεκίνησε η ανάλυση του συστήματος χρησιμοποιώντας το εξειδικευμένο λογισμικό πρόγραμμα F -Chart. Η ανάλυση γίνεται παραμετρικά μεταβάλλοντας σημαντικές παραμέτρους που αφορούν τους ηλιακούς συλλέκτες συμπεριλαμβανομένων και οικονομικών παραμέτρων μέχρι να φτάσουμε στο βέλτιστο αποτέλεσμα.

Μετά από την προσομοιωτική διαδικασία παίρνουμε αποτελέσματα που αφορούν την ετήσια θερμική απόδοση κάθε τύπου ηλιακού συλλέκτη, το βέλτιστο οικονομικό αριθμό ηλιακών συλλεκτών που θα αποτελούν το ηλιακό θερμικό σύστημα στο

ξενοδοχειακό συγκρότημα καθώς και την οικονομική ανάλυση του συστήματος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτά, παρατηρείται ότι κατά τη χειμερινή περίοδο η ανάγκη σε ZNX είναι αυξημένη έως και μέγιστη λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών και της ελάχιστης προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του συλλέκτη με αποτέλεσμα να υπάρχει και αυξημένη ζήτηση σε ενέργεια από βοηθητική πηγή ενέργειας όπως το πετρέλαιο και επομένως περισσότερο κόστος. Σε αντίθεση με την καλοκαιρινή περίοδο, που λόγω των ψηλών θερμοκρασιών και της μέγιστης προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του συλλέκτη, οι ανάγκες σε ZNX και η ζήτηση σε βοηθητική ενέργεια είναι μειωμένη. Ακόμη, παρατηρείται ότι, ανεξαρτήτως κόστους/m<sup>2</sup> επιφάνειας συλλέκτη και τύπου ηλιακού συλλέκτη, σε περίπτωση τοποθέτησης περισσότερων ηλιακών συλλεκτών από το βέλτιστο αριθμό στο σύστημα, για κάθε τύπο συλλέκτη, δεν θα υπάρχει κάποια βελτίωση στη θέρμανση νερού χρήσης, αλλά το κόστος της συνολικής εγκατάστασης αυξάνεται. Τέλος, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η συμφέρουσα και οικονομικότερη λύση για έναν ιδιοκτήτη, δεν είναι ούτε η επιλογή ενός συλλέκτη με πάρα πολύ υψηλή απόδοση και υψηλό κόστος αλλά και ούτε η επιλογή ενός συλλέκτη με πολύ χαμηλή απόδοση και χαμηλότερο κόστος. Η καλύτερη λύση είναι η αγορά ενός συλλέκτη που βρίσκεται σε ενδιάμεσο κόστος και με μέση απόδοση, ούτε πολύ ακριβός αλλά ούτε και ο πιο φθηνός, εφόσον δεν παρουσιάζεται σημαντική διαφορά στην απόδοση και την αποτελεσματικότητα μεταξύ ενός ακριβού και ενός ενδιάμεσου κόστους τύπου ηλιακού συλλέκτη, αλλά και συγκριτικά με ένα φθινό ηλιακό συλλέκτη, ο μεσαίας τάξης απαιτεί μειωμένο αριθμό συλλεκτών, πράγμα που σημαίνει λιγότερο κόστος, άρα και οικονομικότερη λύση. Επίσης, συγκρίνοντας τον κινέζικο με τους κυπριακούς ηλιακούς συλλέκτες η επιλογή ενός κυπριακού ηλιακού συλλέκτη είναι η πιο συμφέρουσα επιλογή.

## **ABSTRACT**

The current BSc thesis entitled "Parametric study heating hot water by solar energy using the program F-Chart» was prepared by George Christou, senior student of the Department of Mechanical Engineering and Materials Science and Engineering from the Cyprus University of Technology, under the supervision of the Associate Professor, Mr Ioannis Michaelides, and was completed in May of 2013.

The subject of this thesis is to compare the performance and economic competitiveness of solar water heating systems, which make use of solar collectors that vary in construction, operation, quality, thermal efficiency and cost related to their initial cost and installation. This comparison takes place between 24 different models of solar panels, collected from 11 different Cypriots and one Chinese manufacturers (2 solar panels from any manufacturer) and aims to the selection of the optimal economic number of solar panels which are going to be installed on a solar thermal system that satisfies the demand for domestic hot water (DHW) of a hotel complex which has the capacity to hold up to 300 people.

After a review of existing knowledge and experience, regarding the demand of domestic hot water and the solar thermal systems at hotel complexes, information about the various types of solar collectors, their thermal efficiency, the cost of purchasing and installation are collected, in order to start the analysis of the system using the specialized software program "F-Chart". Analysis is conducted parametrically by altering important aspects of solar panels including economic parameters until we reach the optimum result.

After the simulation process, we obtain results concerning the annual thermal efficiency of each type of solar collector, the optimal economic number of solar panels that will make up the solar thermal system in the hotel complex as well as the financial analysis of the system. According to these results, it is observed that during the winter period, the demand for DHW is increased, up to a maximum value, due to low temperatures and the minimum incident solar radiation on the collector surface. As a result, the demand for power from an auxiliary energy source, such as oil,

increases having as a result a higher cost. On the other hand, during the summer period, because of the high temperatures and the maximum incident solar radiation on the collector surface, the demand for DHW and auxiliary energy source are reduced. Furthermore, it is observed that, regardless of the cost per m<sup>2</sup> of a solar collector's area and the type of solar collector and in case that the number of solar panels in the whole system exceeds the optimal economic number of solar panels in the system for each type of collector, there will be no improvement in heating domestic water, but the total cost of the installation will increase. Finally, we conclude that the profitable and more economic solution for an owner, it is neither the choice of a collector with very high efficiency and high cost nor the choice of a collector with very low efficiency and lower costs. The best solution is buying a collector situated at an intermediate cost and average efficiency, not too expensive nor the cheapest, since no significant difference in performance and efficiency between an expensive and an intermediate cost type of solar collector, and comparing the cheapest collector and a middle class one, the middle class requires a reduced number of panels, which means less cost and therefore economical solution. Also, comparing the Chinese and Cypriot solar panels, choosing a Cypriot solar collector is the most advantageous option.