



**ΕΘΝΙΚΟ
ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Α.Π. :
Αθήνα,

ΚΟΣΜΗΤΟΡΑΣ

Προς τα Μέλη ΔΕΠ της
Σχολής Μηχ/γων
Μηχ/κών

ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ

Σας προσκαλούμε στην παρουσίαση της Διδακτορικής Διατριβής του Υ.Δ. κ. **Δημήτριου Κορρέ**, διπλωματούχου Μηχανολόγος Μηχανικός του ΕΜΠ, την οποία εκπόνησε στον Τομέα **Θερμότητας**. Η παρουσίαση θα πραγματοποιηθεί την Πέμπτη 6 Ιουνίου, ώρα 11:30π.μ. στην αίθουσα Σεμιναρίων στο υπόγειο των Εργαστηρίων του Τομέα Θερμότητας της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ (κτίριο Ν) - Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Ο ελληνικός τίτλος της Διδακτορικής Διατριβής είναι ο εξής :

**«ΣΧΕΔΙΑΣΗ, ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

Και ο Αγγλικός ως εξής:

**«DESIGN, SIMULATION AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF
INNOVATIVE SOLAR THERMAL SYSTEMS)»**



Ο Κοσμήτορας της Σχολής

Ν. Μαρμαράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εν λόγω διδακτορική διατριβή έχει ως κύρια θεματολογία την ανάπτυξη καθώς και την βελτιστοποίηση καινοτόμων ηλιακών θερμικών συλλεκτών. Αναλυτικότερα, καθ' όλη την διάρκεια της παρούσας διατριβής δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στον σχεδιασμό, την προσομοίωση καθώς και την βελτιστοποίηση της απόδοσης ποικίλων διαφορετικών ηλιακών θερμικών συλλεκτών, ενώ κατά το τελευταίο έτος, το ενδιαφέρον επικεντρώθηκε στην πειραματική διερεύνηση των συστημάτων αυτών.

Στο πρώτο κεφάλαιο της συγκεκριμένης διατριβής παρατίθεται μία λεπτομερής βιβλιογραφική μελέτη, αναφορικά με τις τέσσερις κύριες κατηγορίες των θερμικών ηλιακών συλλεκτών που δεν είναι άλλες από εκείνες των επίπεδων συλλεκτών, των συλλεκτών κενού, των σύνθετων παραβολικών και των παραβολικών συλλεκτών. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε μία ενδελεχής ανασκόπηση, αναφορικά με τα είδη που συναντώνται σε κάθε μία κατηγορία, την λειτουργία τους, τα κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά, τα κύρια μέρη τους και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, ενώ στο τέλος του εν λόγω κεφαλαίου γίνεται μία εκτενής αναφορά στις διεθνείς μελέτες που έχουν διεξαχθεί για την διερεύνηση της λειτουργίας των συγκεκριμένων συλλεκτών.

Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά στην θερμική ανάλυση όλων των ειδών των ηλιακών συλλεκτών καθώς και στην οπτική διερεύνηση των συγκεντρωτικών ηλιακών συλλεκτών. Πιο συγκεκριμένα, παρατίθενται όλες οι απαιτούμενες σχέσεις για την θερμική ανάλυση ενός ηλιακού συλλέκτη, οι οποίες αφορούν στα φαινόμενα μεταφοράς θερμότητας που συνοδεύουν την λειτουργία του τελευταίου, όπως είναι η συναλλαγή θερμότητας μεταξύ των σωληνώσεων και του εργαζόμενου μέσου καθώς και η αντίστοιχη μεταξύ του συλλέκτη και του περιβάλλοντός του. Όσον αφορά στην οπτική ανάλυση, παρουσιάζονται οι βασικές εξισώσεις που περιγράφουν την οπτική λειτουργία των συγκεντρωτικών συλλεκτών, με ιδιαίτερη έμφαση στην οπτική απόδοση, στον παράγοντα σύλληψης της ηλιακής ακτινοβολίας, καθώς και στον γωνιακό παράγοντα διόρθωσης. Στο ίδιο κεφάλαιο πραγματοποιείται και μία συσχέτιση των γωνιών πρόσπτωσης, επί του ανοίγματος ενός συγκεντρωτικού συλλέκτη αναφοράς, με το αζιμούθιο του ηλίου.

Στο τρίτο κεφάλαιο της παρούσας διατριβής, διερευνήθηκαν, αρχικά, δύο διαφορετικοί τύποι επίπεδων ηλιακών συλλεκτών, ένας με οφιοειδές και ένας με ομοαξονικό σύστημα ροής, με κύριο στόχο την μελέτη της φυσικής συναγωγής του αέρα εντός του διακένου του κάθε συλλέκτη, καθώς και τη διερεύνηση της συναγωγής εντός της κάθε σωληνώσεως ροής. Ύστερα, εξετάστηκε η λειτουργία ενός ηλιακού συλλέκτη κενού με συμμετρικό σύνθετο παραβολικό ανακλαστήρα και βρέθηκε να υπερέχει, σε οπτική απόδοση, έναντι τριών παρόμοιων συλλεκτών. Επιπρόσθετα, ο εν λόγω ανακλαστήρας συγκρίθηκε με έναν αντίστοιχο ασύμμετρης γεωμετρίας, αναφορικά με την ετήσια οπτική του λειτουργία, θεωρώντας την ίδια γεωμετρία απορροφητή, με συνέπεια την ολοκάθαρη επικράτηση του τελευταίου κατά 4.7%. Στη συνέχεια, μελετήθηκε ένας ηλιακός συλλέκτης κενού με ομοαξονικό

σύστημα ροής και βελτιστοποιήθηκε όσον αφορά στη θερμική του λειτουργία, μεταβάλλοντας την απόσταση μεταξύ των δύο ομοαξονικών σωλήνων. Διερευνήθηκε, επίσης, και η χρήση του νανορευστού Syltherm 800/CuO (5% συγκέντρωση), έναντι του ρευστού βάσης Syltherm 800, σε έναν σύνθετο παραβολικό συλλέκτη, με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης να υποδεικνύουν μία σημαντική ενίσχυση του θερμικού βαθμού απόδοσης έως και 2.76%. Οφείλουμε να τονίσουμε ότι κατά την ανάλυση των παραπάνω συλλεκτών, επιστρατεύτηκαν ποικίλα διαφορετικά θεωρητικά μοντέλα της ρευστοδυναμικής και της μεταφοράς θερμότητας, για την επικύρωση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις προσομοιώσεις.

Όσον αφορά στο τέταρτο κεφάλαιο, το οποίο αποτελεί το πειραματικό μέρος της παρούσας διατριβής, διερευνήθηκαν ενδελεχώς τρεις διαφορετικές περιπτώσεις. Αναλυτικότερα, η πρώτη εξ' αυτών αφορά σε έναν σύνθετο παραβολικό συλλέκτη, ο οποίος έχει ήδη αναλυθεί πειραματικά και τα αντίστοιχα αποτελέσματα επικυρώθηκαν μέσω της διαδικασίας της προσομοίωσης, ενώ η οπτική απόδοση αυτού βελτιώθηκε σημαντικά, μεταβάλλοντας τη γεωμετρία του ανακλαστήρα, μέσω τριών διαστάσεων ελέγχου. Επίσης, από τη μελέτη του ίδιου συλλέκτη αναπτύχθηκε μία νέα σχέση, από τον συγγραφέα της διατριβής, αναφορικά με τον υπολογισμό της οπτικής απόδοσης στους συγκεντρωτικούς συλλέκτες, ενώ βρέθηκε ότι παρέχει ακριβέστερα αποτελέσματα από την συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη σχέση, ιδιαίτερα για περιπτώσεις χαμηλού λόγου συγκέντρωσης ή/και υψηλών απωλειών μορφής του ανακλαστήρα. Η εν λόγω σχέση είναι πλέον διαθέσιμη και στην διεθνή βιβλιογραφία. Ακόμη, πραγματοποιήθηκε πειραματική μελέτη αναφορικά με μία συστοιχία τεσσάρων ηλιακών συλλεκτών κενού, οι οποίοι βρίσκονται στις εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής του τμήματος των Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π., ενώ επιστρατεύτηκαν δύο μέθοδοι, μια αριθμητική και μια αναλυτική, για την επικύρωση των πειραματικών αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα, τα πειραματικά αποτελέσματα βρέθηκαν να είναι αρκετά κοντά στα αντίστοιχα της προσομοίωσης, μιας και η μέγιστη απόκλιση μεταξύ των δύο έλαβε την τιμή του 7.6%, με την μέση τιμή να είναι μόλις 3.7%. Είναι σημαντικό, επίσης, να αναφέρουμε ότι η συγκεκριμένη προσομοίωση μας έδωσε τη δυνατότητα να προβλέψουμε την θερμική απόδοση, καθώς και τις θερμοκρασίες του απορροφητή, και της εξόδου του νερού, για κάθε μία από τις τέσσερις βαθμίδες της συστοιχίας, κάτι που η πειραματική διαδικασία δεν ήταν σε θέση να μας παράσχει. Η θερμοκρασία του απορροφητή σε κάθε βαθμίδα υπολογίστηκε και μέσω της αναλυτικής επίλυσης, για την επικύρωση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης. Επιπλέον, μελετήθηκε ένας καινοτόμος σύνθετος παραβολικός συλλέκτης με ασύμμετρο κάτοπτρο και σωλήνα κενού, ο οποίος σχεδιάστηκε, κατασκευάστηκε, προσομοιώθηκε και διερευνήθηκε πειραματικά, αποκλειστικά από τον συγγραφέα της εν λόγω διατριβής. Τα αποτελέσματα υπέδειξαν πλήρη ταύτιση της διαδικασίας της προσομοίωσης με την αντίστοιχη πειραματική, δεδομένου ότι η μέγιστη και η μέση τιμή της απόκλισης μεταξύ των δύο βρέθηκε να είναι μόλις 5.17% και 2.97% αντίστοιχα, ενώ μια διεξοδική ανάλυση ιχνηλάτησης της ηλιακής ακτινοβολίας

φανέρωσε ότι ο προτεινόμενος συλλέκτης υπερνικά, αναφορικά με την οπτική απόδοση, τρεις σύνθετες παραβολικές γεωμετρίες από τη βιβλιογραφία.

Αναφορικά με το πέμπτο κεφάλαιο, ύστερα από μήνες ενδελεχούς έρευνας, ήρθε στο φώς μία νέα σημαντική μελέτη, όσον αφορά στους κοίλους κυλινδρικούς απορροφητές. Στην εν λόγω ανάλυση, αναπτύχθηκαν ποικίλες διαφορετικές σχέσεις για τον υπολογισμό του ποσού της ηλιακής ισχύος που εισέρχεται εντός της κοιλότητας ενός τέτοιου δέκτη και απορροφάται, εν τέλει, από την επιφάνεια της τελευταίας. Οι συγκεκριμένες σχέσεις έχουν αναπτυχθεί κατά αποκλειστικότητα, από τον συγγραφέα της παρούσας διατριβής, ενώ είναι πλέον διαθέσιμες και στη διεθνή βιβλιογραφία. Ύστερα από την συγκεκριμένη μελέτη, προσαρμόστηκε ένας κοίλος κυλινδρικός απορροφητής σε έναν παραβολικό ανακλαστήρα και βρέθηκε ότι η καινοτόμος αυτή διαμόρφωση υπερβαίνει τις αντίστοιχες συμβατικές γεωμετρίες των παραβολικών συλλεκτών κατά 12.16%, σε θερμική απόδοση.

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο της συγκεκριμένης διατριβής παρατίθενται τα κύρια συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάλυση όλων των μελετώμενων ηλιακών θερμικών συλλεκτών, ενώ πραγματοποιείται λεπτομερής αναφορά στα καινοτόμα στοιχεία της παρούσας διατριβής καθώς και στις προτάσεις για μελλοντική έρευνα επί των θερμικών ηλιακών συστημάτων.