



ΕΘΝΙΚΟ
ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Α.Π. : 25159
Αθήνα, 7/5/19

ΚΟΣΜΗΤΟΡΑΣ

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

ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ

Σας προσκαλούμε στην παρουσίαση της Διδακτορικής Διατριβής της Υ.Δ. **κας Πλυταριά Μαρίας**, διπλωματούχος Μηχανολόγος Μηχανικός του ΕΜΠ, την οποία εκπόνησε στον **Τομέα Θερμότητας**. Η παρουσίαση θα πραγματοποιηθεί την Πέμπτη 16 Μαΐου, ώρα 11:00π.μ. στην αίθουσα Σεμιναρίων στο υπόγειο των Εργαστηρίων του Τομέα Θερμότητας της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ - Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Ο ελληνικός τίτλος της Διδακτορικής Διατριβής είναι ο εξής :

«Εξοικονόμηση Ενέργειας κατά την ηλιακή θέρμανση και κλιματισμό κτηρίων με χρήση Υλικών Αλλαγής Φάσης (PCM)»

Και ο Αγγλικός ως εξής:

«Energy Savings in solar heating and cooling of buildings using Phase Change Materials (PCM)»

Ο Κοσμήτορας της Σχολής



N. Μαρμαράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διατριβής είναι η ανάπτυξη και η μελέτη διαφόρων ηλιακών συστημάτων που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση και τη ψύξη κτηρίου σε συνδυασμό με τη χρήση Υλικών Αλλαγής Φάσης (Phase Change Materials-PCM), τα οποία έχουν μέχρι δεκαπλάσια αποθηκευτική ικανότητα, μέσα στα δομικά του υλικά, με στόχο την ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης και τη σύγκριση με συμβατικά συστήματα. Ειδικότερα, η ηλιακή θέρμανση με τη σύζευξη ηλιακών συλλεκτών με αντλίες θερμότητας νερού για την κάλυψη των θερμικών φορτίων και η ηλιακή ψύξη με τη σύζευξη ηλιακών συλλεκτών με μηχανή απορρόφησης για την κάλυψη των ψυκτικών φορτίων με την ταυτόχρονη προσθήκη στρώματος PCM στο κέλυφος του κτηρίου, είναι οι κυριότερες τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν και μελετήθηκαν ενεργειακά και οικονομικά για την Ελλάδα και συγκεκριμένα για την περιοχή της Αθήνας.

Η παρούσα διατριβή χωρίζεται σε δύο μέρη. Το Α' μέρος περιλαμβάνει πέντε κεφάλαια όπου γίνεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση του θέματος. Συγκεκριμένα στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή που αναφέρεται η σημερινή ενεργειακή κατάσταση τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκοσμίως. Παράλληλα αναφέρεται η ισχύουσα κατάσταση στην Ελλάδα όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτηριακό τομέα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο δίνονται οι βασικές αρχές της ηλιακής ακτινοβολίας και στη συνέχεια αναλύονται οι αρχές λειτουργίας ηλιακών συστημάτων όπως επίπεδοι, συγκεντρωτικοί και με σωλήνες κενού συλλέκτες καθώς επίσης θερμο-φωτοβολταϊκά και φωτοβολταϊκά συστήματα.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται η χρήση των ηλιακών συστημάτων στον κτηριακό τομέα και συγκεκριμένα παρουσιάζονται συστήματα που χρησιμοποιούνται για θέρμανση και για ψύξη.

Στο τέταρτο κεφάλαιο δίνονται οι βασικές αρχές της θερμικής ενέργειας όσον αφορά τη μεταφορά θερμότητας και στη συνέχεια αναλύονται τα PCM, δηλαδή περιγράφεται ο τρόπος λειτουργίας τους, οι ιδιότητες, οι κατηγορίες και οι μέθοδοι ενσωμάτωσής τους.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη χρήση και την εφαρμογή των PCM στο κέλυφος αλλά και στα ενεργητικά συστήματα των κτηρίων που συναντώνται στη διεθνή βιβλιογραφία.

Το Β' μέρος περιλαμβάνει τέσσερα κεφάλαια στα οποία γίνεται η μοντελοποίηση πρωτότυπων συστημάτων θέρμανσης και ψύξης κτηρίου, οι προσομοιώσεις και οι συγκρίσεις των αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα, στο έκτο κεφάλαιο γίνονται προσομοιώσεις, για θέρμανση και κλιματισμό κτηρίων με PCM στο κέλυφος (οροφή, τοίχοι, δάπεδο), με το λογισμικό ενεργειακής προσομοίωσης TRNSYS 17. Επιπλέον, γίνεται αναλυτική αναφορά των βασικών υπολογιστικών μοντέλων του κτηρίου (Type 56) και του PCM (Type 1270). Η επικύρωση των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων γίνεται με σύγκριση πειραματικών δεδομένων που είναι διαθέσιμα στη διεθνή βιβλιογραφία.

Στο έβδομο κεφάλαιο αναπτύσσονται και προσομοιώνονται πρωτότυπα συστήματα ηλιακής θέρμανσης κτηρίων με PCM στο κέλυφός τους με το λογισμικό TRNSYS 17. Συγκεκριμένα, πραγματοποιείται παραμετρική ανάλυση και βελτιστοποίηση ενός ηλιακά (επίπεδος συλλέκτης-FPC) υποβοηθούμενου ενδοδαπέδιου συστήματος

θέρμανσης με βοηθητική πηγή θερμότητας και με στρώμα PCM στο δάπεδο ενός κτηρίου. Η ιδέα του συστήματος ήταν το ζεστό νερό από έναν ηλιακό συλλέκτη να λειτουργεί ως πηγή θερμότητας για το PCM σε ένα σύστημα θέρμανσης δαπέδου. Επιπροσθέτως, γίνεται οικονομική και ενεργειακή αξιολόγηση και σύγκριση τριών ενδοδαπέδιων συστημάτων θέρμανσης με στρώμα PCM στο δάπεδο και με ηλιακά διαφορετικές υποβοηθούμενες αντλίες θερμότητας νερού (σύστημα με επίπεδο συλλέκτη, σύστημα με θερμο-φωτοβολταϊκό συλλέκτη, σύστημα με επίπεδο και φωτοβολταϊκό συλλέκτη). Στόχος των αξιολογήσεων και των βελτιστοποιήσεων των αναπτυσσόμενων συστημάτων είναι η μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση και το μικρότερο κόστος υλοποίησης. Επιπλέον, η επικύρωση των αποτελεσμάτων ενός απλού ηλιακού ενδοδαπέδιου συστήματος θέρμανσης με PCM στο δάπεδο κτηρίου γίνεται με σύγκριση πειραματικών δεδομένων από τη διεθνή βιβλιογραφία.

Στο όγδοο κεφάλαιο γίνονται προσομοιώσεις συστημάτων για ηλιακή ψύξη κτηρίων με PCM στο κέλυφός τους με το λογισμικό TRNSYS 17 και 18. Ειδικότερα, γίνεται αριθμητική προσομοίωση και ανάλυση ενός ηλιακού συστήματος ψύξης με και χωρίς PCM στους τοίχους ακτινοβολίας ενός κτηρίου. Η σύζευξη ηλιακού συλλέκτη σωλήνων κενού με μηχανή απορρόφησης και η ταυτόχρονη τοποθέτηση στρώματος PCM στους τοίχους ακτινοβολίας κτηρίου για την κάλυψη των ψυκτικών φορτίων αποτελεί ένα πρωτότυπο σύστημα ψύξης. Στη συνέχεια, μελετάται σύστημα ψύξης κτηρίου με πάνελ οροφής και στρώμα PCM χρησιμοποιώντας το νέο μοντέλο του TRNSYS 18 (Type 399) για την μοντελοποίηση του PCM. Συγκεκριμένα έγινε σύγκριση των διακυμάνσεων των εξωτερικών και των εσωτερικών θερμοκρασιών γραφείου με PCM για τα μετεωρολογικά δεδομένα της Γερμανίας (Βερολίνο) και της Ελλάδας (Αθήνα).

Τέλος, τα συμπεράσματα, τα στοιχεία πρωτοτυπίας και οι προτάσεις για μελλοντική έρευνα της παρούσας διδακτορικής διατριβής παρουσιάζονται στο ένατο κεφάλαιο. Γενικότερα, αποδείχθηκε ότι η εφαρμογή των PCM στο κέλυφος των κτηρίων σε συνδυασμό με ηλιακά συστήματα μειώνει τα θερμικά και τα ψυκτικά φορτία του κτηρίου επιτυγχάνοντας ομαλή διακύμανση των εσωτερικών θερμοκρασιών.