

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΑΘΛΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΕΥΟΣΜΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟ

Γ. Τσιλιγκιρίδης, Π. Πιστικόπουλος, Κ. Πάττας

*Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, ΑΠΘ
540 06 Θεσσαλονίκη, τηλ.: (031) 996084, fax: (031) 996019, e-mail: tsil@vergina.eng.auth.gr*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Δημοτικό Αθλητικό Κέντρο Εύοσμου κατασκευάστηκε την περίοδο 1987-91 και λειτουργεί από το 1992 αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανσή του με πλήρη υποκατάσταση της απαιτούμενης συμβατικής ενέργειας. Για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας έχουν ενσωματωθεί παθητικά και ενεργητικά συστήματα για τη θέρμανση του κτιρίου, αλλά και την παροχή ζεστού νερού χρήσης. Για την ενεργειακή αξιολόγηση των ενεργητικών και παθητικών συστημάτων καθώς και την παρακολούθηση και τον έλεγχο της λειτουργίας τους εγκαταστάθηκε σύστημα παρακολούθησης των ηλιακών εγκαταστάσεων και καταγραφής ενεργειακών μεγεθών. Στην εργασία παρουσιάζονται αποτελέσματα μετρήσεων που αφορούν τη λειτουργία των ενεργητικών συστημάτων σε μια αντιπροσωπευτική θερινή περίοδο.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ΔΑΚ κατασκευάστηκε την περίοδο 1987-91 με χρηματοδότηση της Γενικής Γραμματείας Αθλητισμού και λειτουργεί από το 1992 με ευθύνη της Δημοτικής Αρχής. Περιλαμβάνει κεντρική αίθουσα Γυμναστηρίου, χώρους προπόνησης-γυμναστικής, αποδυτήρια, γραφεία διοίκησης, *foyer* και συναφείς χώρους εξυπηρέτησης, αποθήκες και μηχανοστάσιο. Η κεντρική αίθουσα έχει χωρητικότητα 1.380 θέσεων με δυνατότητα να φτάσει τους 3.000 με την τοποθέτηση κινητών καθισμάτων στο χώρο της πλατείας. Το Δημοτικό Αθλητικό Κέντρο (ΔΑΚ) στον Εύοσμο Θεσσαλονίκης είναι ένα παράδειγμα επιτυχούς ενσωμάτωσης ηλιακών συστημάτων, ενεργητικών και παθητικών, σε δημόσιο νεοαναγειρόμενο κτίριο. Καλύπτει πλήρως τις ανάγκες σε θέρμανση χωρίς την υποβοήθηση από κάποια συμβατική μονάδα, και τις ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης την περίοδο Απρίλιο έως Οκτώβριο.

Για την ενεργειακή αξιολόγηση, την παρακολούθηση και τον έλεγχο της λειτουργίας των ενεργητικών και παθητικών συστημάτων, εγκαταστάθηκε σύστημα παρακολούθησης της λειτουργίας και καταγραφής ενεργειακών και κλιματικών μεγεθών (DAS).

2. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η εφαρμογή των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων συνίσταται στη χρησιμοποίηση 294 ηλιακών συλλεκτών, συνολικής επιφάνειας 588 m², τοποθετημένων με κλίση 60° στην οροφή του κτιρίου σε 7 συστοιχίες των 42 συλλεκτών για τη φόρτιση δεξαμενής ζεστού νερού (αποθήκης θερμότητας) χωρητικότητας 160 m³. Η αποθηκευμένη θερμική ενέργεια στη συνέχεια χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των διαφόρων χώρων του αθλητικού κέντρου μέσω ενδοδαπέδιων συστημάτων και συστημάτων προσαγωγής θερμού αέρα, καθώς και για θέρμανση νερού χρήσης για τις ανάγκες των αθλουμένων. Λόγω διάβρωσης μέρους των απορροφητικών επιφανειών το ενεργητικό ηλιακό σύστημα λειτουργεί από το 1996 με μειωμένη ισχύ. Σήμερα λειτουργεί το 58% των ηλιακών συλλεκτών του συστήματος.

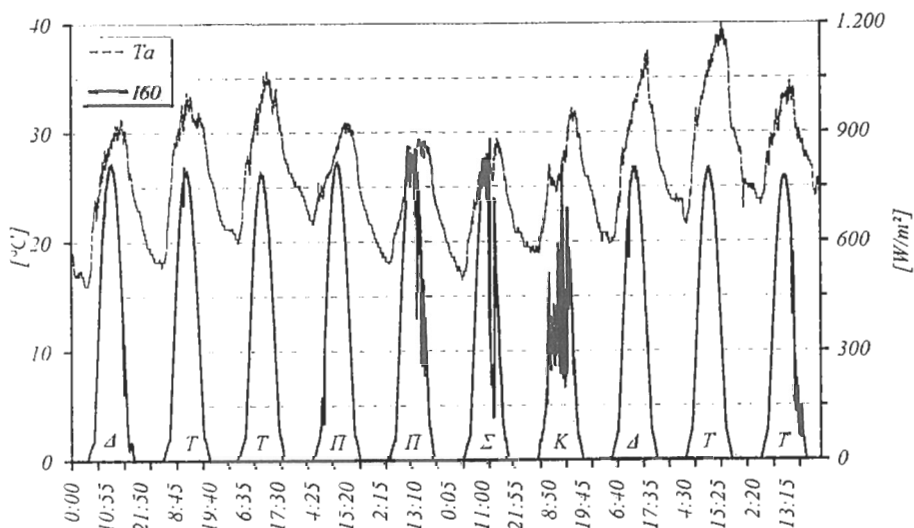
Οι 7 συστοιχίες ηλιακών συλλεκτών της εγκατάστασης του κτιρίου είναι καταμετρημένοι σε δύο πεδία συλλεκτών. Οι τρεις πρώτες συστοιχίες (οι νοτιότερες) αποτελούν το 1^ο πεδίο στο οποίο οι απορροφητικές επιφάνειες είναι χαλύβδινες τύπου “σάντουιτς”, ενώ οι υπόλοιπες τέσσερις αποτελούν το 2^ο πεδίο, στο οποίο οι απορροφητικές επιφάνειες είναι χαλκού τύπου σωλήνα με πτερύγιο επιλεκτικής βαφής. Το DAS καταγράφει τις θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου του ηλιακού υγρού σε κάθε συστοιχία αλλά και σε κάθε πεδίο.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ - ΣΧΟΛΙΑ

Σαν περίοδος εξέτασης επιλέχθηκε το 10ήμερο από Δευτέρα 15 έως και Τετάρτη 24 Ιουνίου 1998, έτσι ώστε να καλύπτεται το σύνολο των εβδομαδιαίων δραστηριοτήτων του γυμναστηρίου. Κατά τη θερινή περίοδο το ενεργητικό σύστημα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση νερού χρήσης και τη φόρτιση της αποθήκης θερμότητας.

Στο εικόνα 1 παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας αέρα περιβάλλοντος και της ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο των συλλεκτών. Οι μικρότερες θερμοκρασίες (16 – 22 °C) παρατηρούνται λίγο πριν την ανατολή του ηλίου ενώ οι μέγιστες τις πρώτες απογευματινές ώρες (28 – 39 °C) και κυμαίνονται σε τυπικά για την εποχή επίπεδα. Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας παρουσιάζει τις μέγιστες τιμές της λίγο πριν το μεσημέρι (700 – 800 W/m²) γεγονός που σχετίζεται με τον προσανατολισμό του οργάνου μέτρησης και τη γεωγραφική

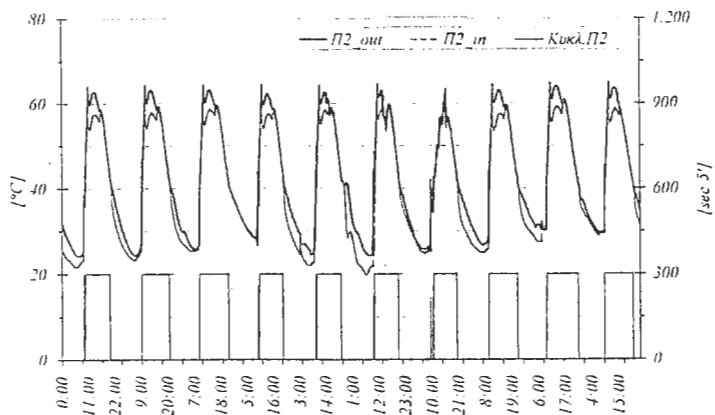
θέση του γυμναστηρίου. Οι ημέρες Παρασκευή έως Κυριακή της παρουσιαζόμενης περιόδου χαρακτηρίζεται από σποραδική νέφωση. Οι μειωμένες εντάσεις ηλιακής ακτινοβολίας κατά τις περιόδους αυτές συσχετίζονται λιγότερο (Παρασκευή) ή περισσότερο ικανοποιητικά (Κυριακή) με τις αντίστοιχες μειώσεις της θερμοκρασίας αέρα περιβάλλοντος.



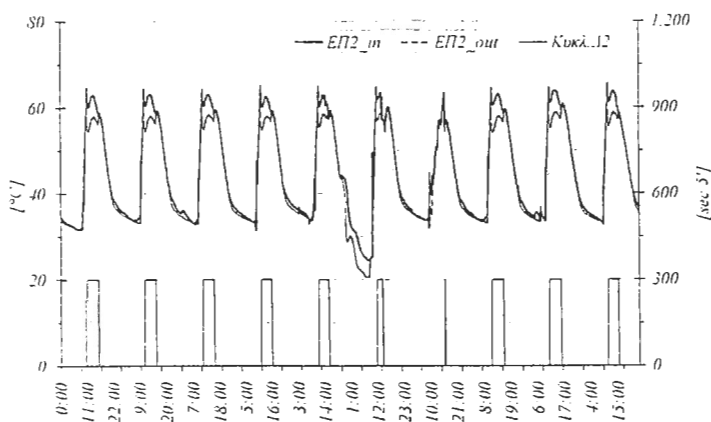
Εικόνα 1: Διακυμάνσεις της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο των συλλεκτών, το 10ήμερο Δε. 15/6/98 έως Τε. 24/6/98

Στις εικόνες 2 και 5 παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του ηλιακού υγρού στην είσοδο και έξοδο του 1^{ου} πεδίου (Π1) και του 2^{ου} πεδίου (Π2) καθώς και ο χρόνος λειτουργίας των κυκλοφορητών τους (Κυκλ.Π1, Κυκλ.Π2). Οι θερμοκρασίες που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι εκείνες που παρατηρούνται κατά την περίοδο λειτουργίας των κυκλοφορητών καθώς κατά τη φάση μη λειτουργίας των κυκλοφορητών δεν περιέχουν χρήσιμη πληροφορία. Σε όλες τις περιπτώσεις οι μέγιστες θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου από τις θεωρούμενες συστοιχίες σημειώνονται κατά τις περιόδους της μέγιστης έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας. Η θερμοκρασία εξόδου, για τα διαστήματα αυτά, είναι υψηλότερη της θερμοκρασίας εισόδου και η διαφορά τους, για δεδομένη ταχύτητα κυκλοφορίας του υγρού συλλεκτών αλλά και θερμικό φορτίο στον εναλλάκτη στον οποίο αυτό οδηγείται, αντικατοπτρίζει την προσδιδόμενη ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία. Μόνο την Κυριακή 21/06 η διαφορά θερμοκρασιών εισόδου - εξόδου είναι αμελητέα, λόγω της μειωμένης ηλιοφάνειας κατά την ημέρα εκείνη (εικόνα 1).

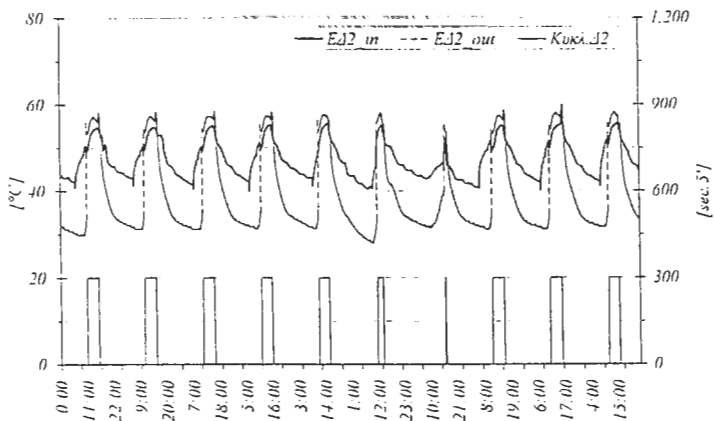
Η σύγκριση των θερμοκρασιών για τα δύο πεδία δείχνει ότι στο 2^ο πεδίο οι θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου του ηλιακού υγρού είναι μικρότερες εκείνων του 1^{ου} αλλά και η μορφή



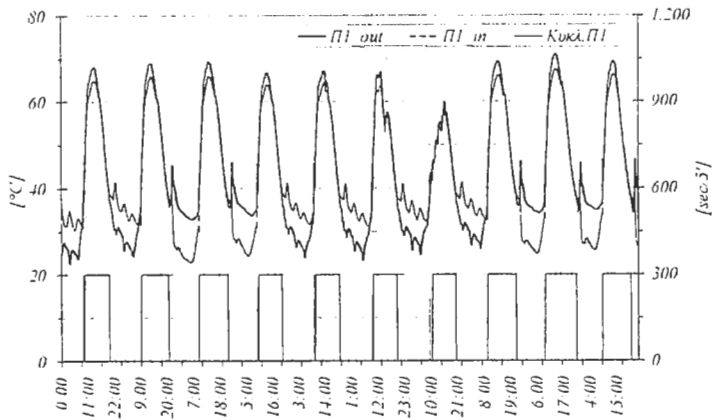
Εικόνα 5: Διακύμανση της θερμοκρασίας του ηλιακού υγρού στην είσοδο και έξοδο του πεδίου 2 και χρόνος λειτουργίας του αντίστοιχου κυκλοφορητή



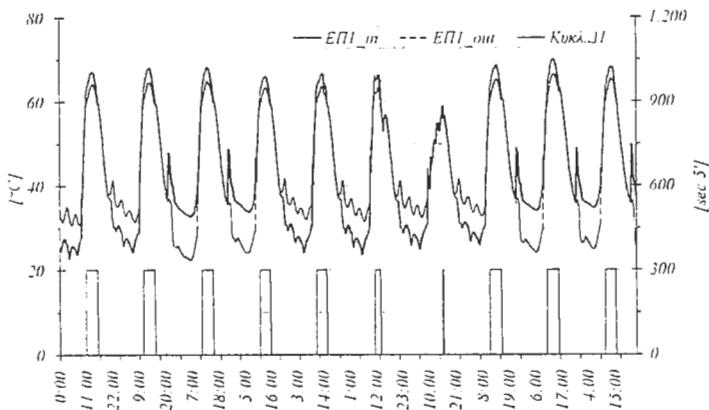
Εικόνα 6: Διακύμανση της θερμοκρασίας του ηλιακού υγρού στην είσοδο και έξοδο του εναλλάκτη του πεδίου 2 και χρόνος λειτουργίας του αντίστοιχου κυκλοφορητή



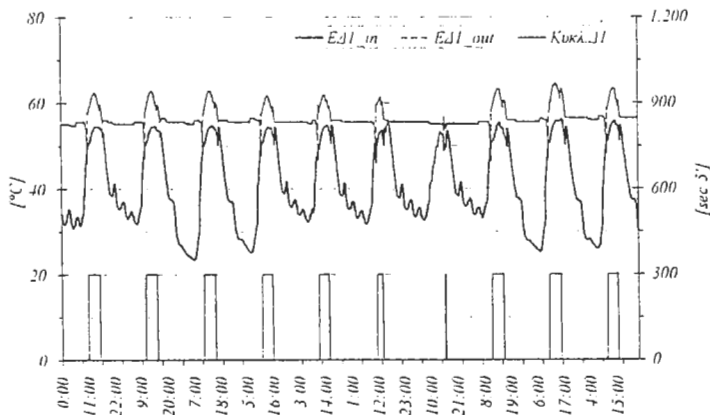
Εικόνα 7: Διακύμανση της θερμοκρασίας του νερού της θερμικής αποθήκης στην είσοδο και έξοδο του εναλλάκτη του πεδίου 2 και χρόνος λειτουργίας του αντίστοιχου κυκλοφορητή



Εικόνα 2: Διακύμανση της θερμοκρασίας του ηλιακού υγρού στην είσοδο και έξοδο του πεδίου I και χρόνος λειτουργίας του αντίστοιχου κυκλοφορητή



Εικόνα 3: Διακύμανση της θερμοκρασίας του ηλιακού υγρού στην είσοδο και έξοδο του εναλλάκτη του πεδίου I και χρόνος λειτουργίας του αντίστοιχου κυκλοφορητή



Εικόνα 4: Διακύμανση της θερμοκρασίας του νερού της θερμικής αποθήκης στην είσοδο και έξοδο του εναλλάκτη του πεδίου I και χρόνος λειτουργίας του αντίστοιχου κυκλοφορητή

των παρατηρούμενων μεγίστων διαφέρει: Η διάρκεια των μεγίστων στην περίπτωση του 2^{ου} πεδίου είναι μεγαλύτερη ενώ, επίσης, παρατηρείται χαρακτηριστική αυξομείωση των θερμοκρασιών κατά την αρχή κάθε χρονικής περιόδου μέγιστης έντασης ηλιακής ακτινοβολίας. Η συμπεριφορά αυτή οφείλεται:

- Στην αυξημένη ταχύτητα ροής του υγρού συλλεκτών μέσα από το 2^ο πεδίο, διότι δύο από τις τέσσερις συστοιχίες συλλεκτών είναι ανενεργές και κατά συνέπεια εκτός κυκλώματος. Αυτό συνεπάγεται μεγαλύτερη ταχύτητα μεταφοράς της προσδιδόμενης θερμότητας προς το νερό της θερμικής αποθήκης μέσω του εναλλάκτη και κατά συνέπεια μικρότερες θερμοκρασίες εισόδου - και αντίστοιχα και εξόδου - στη συστοιχία.
- Στη μικρότερη θερμοαπολαβή των συλλεκτών του 2^{ου} πεδίου (χάλκινου σωλήνα με περὺγιο επιλεκτικής βαφής) από του 1^{ου} (χαλύβδινου τύπου “σάντουιτς”).

Η παρατηρούμενη στο 2^ο πεδίο αυξομείωση των θερμοκρασιών στην αρχή κάθε περιόδου απόδοσης ενέργειας είναι συνδυασμός των δύο ανωτέρω. Σημειώνεται ότι οι κυκλοφορητές των δύο πεδίων ελέγχονται από κοινό σύστημα θερμοστάτησης και, κατά συνέπεια, οι περίοδοι λειτουργίας τους ταυτίζονται.

Στις εικόνες 3 και 6 παρουσιάζεται η διακύμανση της θερμοκρασίας του ηλιακού υγρού από τα δύο πεδία, όπως καταγράφεται στην είσοδο των εναλλακτών (ΕΠ1 και ΕΠ2), καθώς και η λειτουργία ή όχι των κυκλοφορητών του κυκλώματος “νερού θερμικής αποθήκης” των εναλλακτών (Κυκλ.Δ1 και Κυκλ.Δ2). Σημειώνεται ότι οι κυκλοφορητές των κυκλωμάτων αυτών ελέγχονται από κοινού από ένα θερμοστάτη διαφορικού τύπου που συγκρίνει τη θερμοκρασία εισόδου του υγρού συλλεκτών στους εναλλάκτες με την θερμοκρασία εισόδου του νερού της αποθήκης στους εναλλάκτες. Σε περίπτωση που η πρώτη θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από τη δεύτερη κατά καθορισμένη τιμή, οι κυκλοφορητές του κυκλώματος “νερού θερμικής αποθήκης” μπαίνουν σε λειτουργία.

Στις εικόνες 4 και 7 παρουσιάζεται η διακύμανση των θερμοκρασιών του νερού της θερμικής αποθήκης στην είσοδο και έξοδο των εναλλακτών (ΕΔ1 και ΕΔ2) για τα πεδία 1 και 2, αντίστοιχα, καθώς και οι περίοδοι λειτουργίας των αντίστοιχων κυκλοφορητών.

Η περιγραφή της λειτουργίας του πλήρους συστήματος γίνεται με τη σύγκριση των εικόνων 2, 3, 4 και 5, 6, 7 για τα πεδία 1 και 2, αντίστοιχα. Στους 32°C αρχίζει η λειτουργία των κυκλοφορητών του κυκλώματος υγρού συλλεκτών (εικόνες 3 και 4). Όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του υγρού συλλεκτών στην είσοδο των εναλλακτών και του νερού θερμικής αποθήκης στην είσοδο επίσης των εναλλακτών γίνει μεγαλύτερη των 5°C (εικόνες 3-4 και 6-7), οι κυκλοφορητές του κυκλώματος “νερού θερμικής αποθήκης” στους

εναλλάκτες μπαίνουν σε λειτουργία. Η θερμοκρασία του νερού της θερμικής αποθήκης στην έξοδο των εναλλακτών (που επιστρέφει στην αποθήκη) αυξάνεται. Αυτό συνεπάγεται την "φόρτιση" της αποθήκης θερμότητας. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται αντίστοιχη αύξηση στη θερμοκρασία του νερού αποθήκης που εισέρχεται στους εναλλάκτες. Όταν η διαφορά θερμοκρασίας του νερού στο σημείο αυτό γίνει συγκρίσιμη με εκείνη του ηλιακού υγρού στην είσοδο των εναλλακτών η λειτουργία των κυκλοφορητών του νερού αποθήκης διακόπτεται, ενώ εκείνη των κυκλοφορητών του ηλιακού υγρού συνεχίζεται καθότι η θερμοκρασία του στην είσοδο των εναλλακτών είναι ακόμη μεγαλύτερη των 32°C.

Η σύγκριση των εικόνων 4 και 7 δείχνει ότι ενώ το νερό της θερμικής αποθήκης μπαίνει στους εναλλάκτες με ίδια θερμοκρασία (διότι προέρχεται από τον ίδιο αγωγό/συλλέκτη) βγαίνει από αυτούς και επιστρέφει στην αποθήκη σε διαφορετικές θερμοκρασίες, μεγαλύτερες στην περίπτωση του 1^{ου} πεδίου κατά 2°C. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι το 2^ο πεδίο λειτουργεί με δυναμικότητα 50% (δύο από τις τέσσερις συστοιχίες).

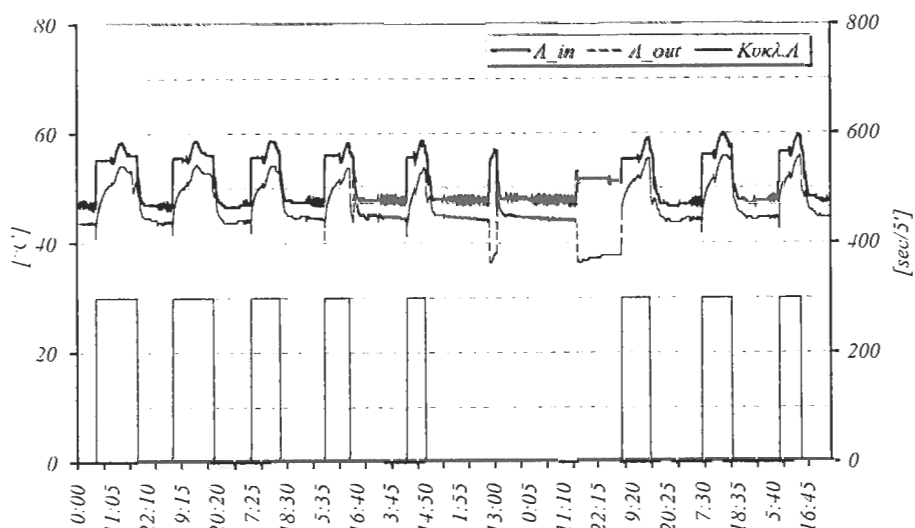
Η επίπτωση της μείωσης της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στην ενέργεια που αποδίδεται στην αποθήκη θερμότητας γίνεται φανερή στις εικόνες 4 και 7 για την Κυριακή 21/06. Κατά την ημέρα αυτή ο χρόνος λειτουργίας (χρόνος φόρτισης) του κυκλώματος "νερό θερμικής αποθήκης" είναι μικρότερος των υπολοίπων ημερών του 10ημέρου.

Κατά την θερινή περίοδο η μόνη κατανάλωση που τροφοδοτείται από την αποθήκη θερμότητας είναι το σύστημα θέρμανσης του νερού των λουτρών. Το σύστημα αυτό αποτελείται από δύο θερμοδοχεία εν σειρά, όπου το κρύο νερό της ύδρευσης θερμαίνεται από το ζεστό νερό της αποθήκης μέσω δύο εναλλακτών και ανεξάρτητου κυκλοφορητή.

Στην εικόνα 8 παρουσιάζεται η διακύμανση της θερμοκρασίας εισόδου (Δ_{in}) και εξόδου (Δ_{out}) του νερού αποθήκης από τους εναλλάκτες καθώς και οι αντίστοιχοι περίοδοι λειτουργίας του κυκλοφορητή (Κυκλ.Λ). Για τις χρονικές περιόδους κατά τις οποίες ο κυκλοφορητής δεν λειτουργεί, οι θερμοκρασίες που καταγράφονται αντανακλούν τοπικά φαινόμενα ψύξης ή θέρμανσης από το περιβάλλον του τμήματος της σωλήνωσης στο οποίο μετράται η θερμοκρασία.

Για κάθε περίοδο λειτουργίας των κυκλοφορητών κατά το 10ήμερο, η θερμοκρασία εισόδου του νερού της θερμικής αποθήκης στα θερμοδοχεία του συστήματος αυτού αρχικά είναι σταθερή και ίση με τη θερμοκρασία του νερού της αποθήκης στην επιφάνειά της, απ' όπου γίνεται η άντλησή του προς τις καταναλώσεις. Η θερμοκρασία εξόδου του νερού αυτού από τα θερμοδοχεία προς την αποθήκη αρχικά είναι πολύ χαμηλότερη από την θερμοκρασία εισόδου καθώς τα θερμοδοχεία πρέπει να θερμάνουν το νερό της ύδρευσης που περιέχουν και

βρίσκεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, και σταδιακά αυξάνεται καθώς το περιεχόμενο νερό στα θερμοδοχεία θερμαίνεται. Κατά τις μεσημβρινές ώρες, ωστόσο, παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας του νερού της αποθήκης στην είσοδο των θερμοδοχείων, που συσχετίζεται χρονικά με τη φόρτιση της αποθήκης από τους ηλιακούς συλλέκτες (εικόνες 2 έως 7), και αντίστοιχη αύξηση της θερμοκρασίας στο νερό εξόδου προς την αποθήκη. Κατά τις περιόδους αυτές τα θερμοδοχεία των λουτρών τροφοδοτούνται κατά ένα μέρος απευθείας από το νερό που μόλις έχει θερμανθεί στους εναλλάκτες του συστήματος φόρτισης της θερμικής αποθήκης. Αυτό συμβαίνει διότι σύμφωνα με το σχεδιασμό του συστήματος η άντληση θερμού νερού από την αποθήκη προς τις καταναλώσεις και, συγχρόνως, η τροφοδοσία της αποθήκης με θερμό νερό από το σύστημα φόρτισής της, γίνεται μέσω κοινού αγωγού/συλλέκτη, ο οποίος επικοινωνεί με τη θερμική αποθήκη σε τρεις θέσεις, με τους εναλλάκτες σε δύο θέσεις και με τις καταναλώσεις σε μία.



Εικόνα 8: Διακυμάνσεις της θερμοκρασίας εισόδου και εξόδου στη θέρμανση του νερού των λουτρών και χρόνος λειτουργίας του αντίστοιχου κυκλοφορητή (Δε.15/6/98 έως Τε.24/6/98)

Κατά το εξεταζόμενο 10ήμερο η μικρή φόρτιση της αποθήκης θερμότητας, όπως φαίνεται από την εξέλιξη των θερμοκρασιών $E\Delta_{in}$ και $E\Delta_{in}$ των εικόνων 4 και 7 αντανάκλα τη λειτουργία του συστήματος σε κατάσταση μειωμένης δυναμικότητας (58%).

Ευχαριστίες

Η παρακολούθηση και αξιολόγηση των ενεργειακών συστημάτων του ηλιακού Αθλητικού Κέντρου χρηματοδοτείται από το Δήμο Εύοσμου, τη ΓΓΕΤ και το ΑΠΘ.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ - ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ "THESEUS"

Ευφροσύνη Κωτσάκη

Διεύθυνση Ενεργειακής Πολιτικής και Σχεδιασμού
ΚΑΠΕ – Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
19ο χλμ. Λεωφόρου Μαραθώνος, 190 09 Πικέρμι, Αττική
Τηλ: 6039900, Fax: 6039904-5, email: kotsaki@cres.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια του έργου THESEUS (1997-1998) του Ευρωπαϊκού προγράμματος THERMIE, εκπονήθηκε η μελέτη εφαρμογής για έναν ηλιο-θερμικό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής ισχύος 50 MWe, για την περιοχή του Φραγκοκάστελλου Κρήτης. Αντικείμενο της μελέτης ήταν ο σχεδιασμός του ηλιακού πεδίου παραβολικών κοίλων συλλεκτών και του σταθμού παραγωγής ισχύος, η διερεύνηση του θεσμικού πλαισίου καθώς και ο προσδιορισμός των χρηματοοικονομικών παραμέτρων και του ιδιοκτησιακού καθεστώτος του έργου. Στην παρούσα εργασία θα παρουσιαστεί η προτεινόμενη τεχνολογία καθώς και τα συνολικά αποτελέσματα του έργου THESEUS.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μια ενδεδειγμένη εναλλακτική λύση στις προσπάθειες προστασίας του περιβάλλοντος. Πέρα από τα περιβαλλοντικά οφέλη που η χρήση ΑΠΕ συνεπάγεται, η λύση αυτή καθίσταται πιο ελκυστική λόγω των ευνοϊκών κλιματολογικών συνθηκών (ηλιακό και αιολικό δυναμικό) που επικρατούν σε πολλές περιοχές της χώρας.

Λόγω της επικείμενης απελευθέρωσης της αγοράς ενέργειας και ενόψει τόσο των δικτύων ενεργειακής διασύνδεσης σε παγκόσμιο επίπεδο όσο και της αυξανόμενης ενεργειακής ζήτησης στις αναπτυσσόμενες χώρες, αυτές οι τεχνολογίες αποκτούν πρόσθετο ενδιαφέρον, δεδομένης και της στρατηγικής θέσης της χώρας μας.

Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία έχουν προταθεί αρκετές τεχνολογίες. Η άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά