

Ηλιακή θέρμανση και γεωθερμική ψύξη στο νέο κτήριο γραφείων του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) στο Πικέρμι Αττικής.

Ομιλητής: Καράγιωργας Μ., Δρ ΜΗΧ,

Μελέτη: Καράγιωργας Μ., Δρ ΜΗΧ, BONAIR, info@bonair.gr
Κατασκευή: Καφίρης Γ., ΗΛΓ. ΜΗΧ., ΕΛΕΚΤΡΟΜΕΚ ΑΕ electromec@tee.gr

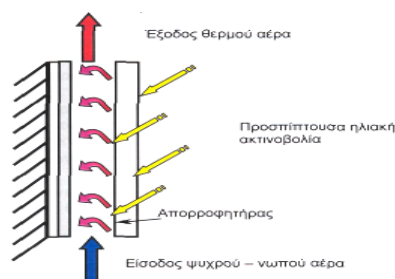
1. Περιγραφή της τεχνολογίας.

Στο βιοκλιματικό κτίριο του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) στο Πικέρμι Αττικής, ηλιακοί συλλέκτες αέρα συλλεκτικής επιφάνειας 25 m^2 , τροφοδοτούν με θερμό αέρα μια μονάδα αερόψυκτης αντλίας θερμότητας αέρα-νερού (θερμικής ισχύος $16,7 \text{ kW}$). Υπάρχει δυνατότητα για διπλή λειτουργία των εν λόγω συλλεκτών αέρα:

- σε υβριδική-ενεργητική λειτουργία, οπότε ο θερμαινόμενος αέρας, επειδή αδυνατεί να καλύψει άμεσα τις θερμικές απώλειες χώρων, οδηγείται στον εξατμιστή μιας αντλίας θερμότητας αέρα-νερού για να αποδώσει εκεί τη συλλεγόμενη ηλιακή θερμότητα σε αυξάνοντας έτσι την απόδοσή της (COP).
- παθητική-βιοκλιματική λειτουργία οπότε ο θερμαινόμενος φρέσκος νωπός αέρας προσάγεται απευθείας στο χώρο για την κάλυψη των θερμικών απωλειών του.
- Στο ισόγειο του κτηρίου μια γεωθερμική αντλία θερμότητας $15,1 \text{ kW}$ αντλεί $1,5 \text{ m}^3$ νερού από παρακείμενη γεώτρηση και απαναφέρει στην ίδια γεώτρηση.

2. Στοιχεία σχεδιασμού.

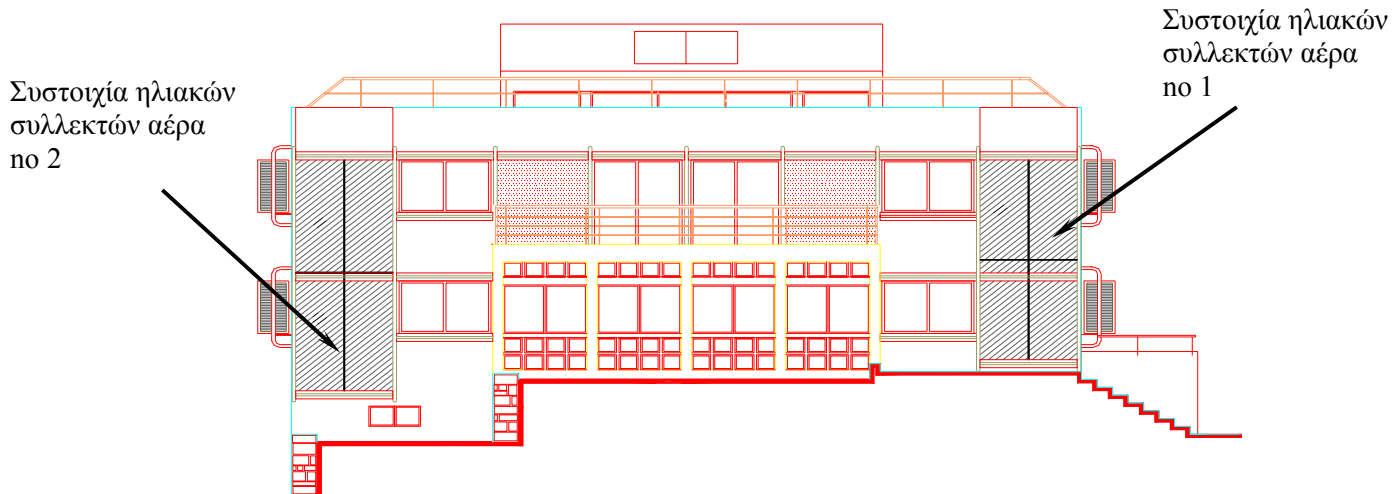
Ο νωπός αέρας κυκλοφορεί στο πίσω μέρος του απορροφητή του συλλέκτη αέρα (σχ.1 και 2). Για να είναι δυνατή η λειτουργία του ενεργειακού συστήματος με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, υπάρχουν τοποθετημένα διαφράγματα αέρα (dampers), που ανοίγουν και κλείνουν, ώστε να καθορίζουν την λειτουργία στο σύστημα. Για παράδειγμα όταν τα εσωτερικά dampers D1 είναι κλειστά τότε τα εξωτερικά dampers D2 είναι ανοιχτά (σχ. 3) και το σύστημα λειτουργεί με έμμεσο κέρδος (υβριδικά) ενώ σε αντίθετη θέση το σύστημα λειτουργεί με άμεσο κέρδος(παθητικά).



Σχήμα 1: Ηλιακός συλλέκτης αέρα-Σχηματική απεικόνιση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας από την πρόσοψη του απορροφητήρα και της θέρμανσης του αέρα στην πλάτη του απορροφητήρα.



Εικόνα 1: Το βιοκλιματικό κτίριο του ΚΑΠΕ στο Πικέρμι Αττικής με τους ηλιακούς συλλέκτες αέρα συναρμολογημένους αριστερά και δεξιά σε δύο συστοιχίες



Σχήμα 2: Σχεδιαστική απεικόνιση, του κτιρίου του ΚΑΠΕ στο Πικέρμι Αττικής με τους ηλιακούς συλλέκτες αέρα συναρμολογημένους σε δύο συστοιχίες (δεξιά και αριστερή συστοιχία). Η δεξιά συστοιχία (no 1) είναι διαστάσεων $(1.58 \times 5) \text{ m}^2$ και περιλαμβάνει 4 τεμάχια αεροσυλλεκτών. Οι δύο αεροσυλλέκτες που είναι τοποθετημένοι στην κάτω πλευρά της εν λόγω συστοιχίας είναι έκαστος διαστάσεων $(0.98 \times 2) \text{ m}^2$, ενώ οι δύο αεροσυλλέκτες που είναι τοποθετημένοι στην πάνω πλευρά της συστοιχίας είναι έκαστος διαστάσεων $(0.98 \times 3) \text{ m}^2$. Η αριστερή συστοιχία (no 2) είναι διαστάσεων $(1.58 \times 6) \text{ m}^2$ και περιλαμβάνει 4 τεμάχια αεροσυλλεκτών, έκαστος διαστάσεων $(0.98 \times 3) \text{ m}^2$. Συνολικά, η συλλεκτική επιφάνεια είναι για την δεξιά συστοιχία 7.9 m^2 ενώ για την αριστερή 9.48 m^2 (γενικό σύνολο συλλεκτικής επιφάνειας 17.38 m^2).

3. Η ηλιοβοηθούμενη αντλία θερμότητας αέρα-νερού

Γενικά, το σημαντικότερο χαρακτηριστικό μιας συμβατικής αντλίας θερμότητας αέρα-νερού είναι ότι αντλεί θερμότητα από τον ατμοσφαιρικό αέρα.

Το μειονέκτημα που έχει ο αέρας, σαν πηγή θερμότητας, είναι η χαμηλή θερμοκρασία τον χειμώνα, που μειώνει τον βαθμό συμπεριφοράς της αντλίας θερμότητας ($\text{COP}_{\text{A/}\theta}$) ενώ ταυτόχρονα είναι αυξημένη η ανάγκη θέρμανσης των χώρων. Επίσης, άλλο ένα μειονέκτημα του αέρα είναι η υγρασία του που παγώνει στα πτερύγια του εξατμιστή, με αποτέλεσμα να μειωθεί έως και να μηδενιστεί η ταχύτητα κυκλοφορίας του αέρα και να αυξηθεί η θερμική αντίσταση του εξατμιστή λόγω του σχηματιζόμενου πάγου.

Τα παραπάνω δύο μειονεκτήματα του αέρα ακυρώνονται στην ηλιοβοηθούμενη αντλία θερμότητας αέρα-νερού, ισχύος 15 kW, όπου ο αέρας, αφού περάσει από τις συστοιχίες των ηλιακών συλλεκτών αέρα, θερμαίνεται και προσάγεται στον εξατμιστή της αντλίας θερμότητας όπου η τελευταία αντλεί την θερμότητά θερμαίνοντας το νερό του δικτύου FCU του κτιρίου.

Έτσι, ο συντελεστής συμπεριφοράς αυξάνεται όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, δείχνοντας έτσι την χρησιμότητα των ηλιακών συλλεκτών προθέρμανσης του αέρα με αποτέλεσμα την αποδοτικότερη χρήση του μηχανήματος.

Η αντλία θερμότητας αέρα νερού που χρησιμοποιήσαμε στο βιοκλιματικό κτίριο του ΚΑΠΕ είναι της εταιρίας TRANE το μοντέλο CGC/CXC 075, τύπου καναλάτης στην πλευρά της πηγής (αέρα).

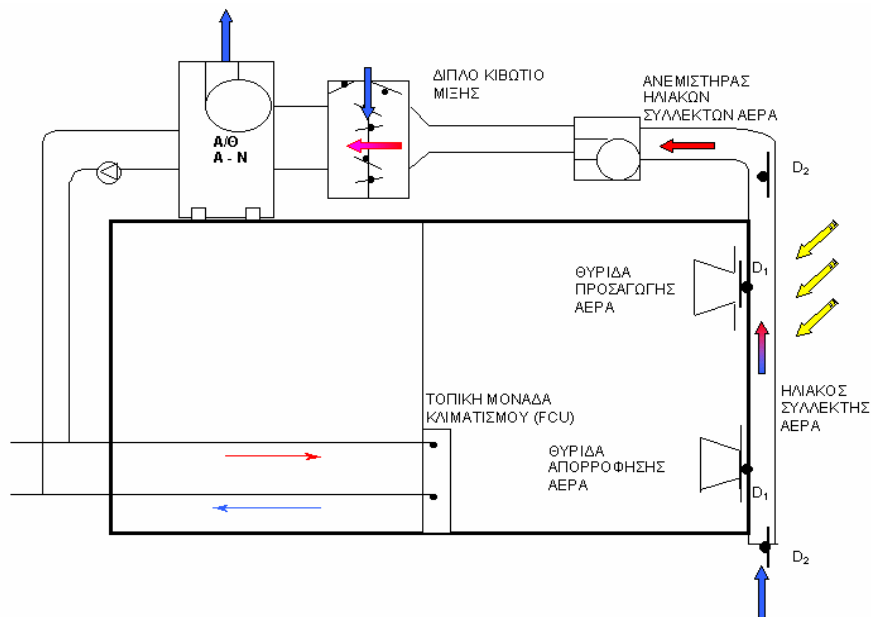
Οι τιμές του COP για θερμοκρασία προσαγωγής νερού $45 \text{ }^\circ\text{C}$, κυμαίνεται από

COP= 2,8 για $\theta_{\text{a}}= 8 \text{ }^\circ\text{C}$ έως το
COP=4,1 για $\theta_{\text{a}}= 15 \text{ }^\circ\text{C}$.

4. Χαρακτηριστικά συλλεκτών αέρα

Κατά την περίοδο του χειμώνα, ο αέρας αφού διέλθει και προθερμανθεί από τους ηλιακούς συλλέκτες αέρα της νότιας όψης του κτιρίου συνολικής επιφάνειας 25 m² και παροχής σχεδιασμού 2×1575 m³/h, προσάγεται στον εξατμιστή της ηλιοβοηθούμενης αντλίας θερμότητας αέρα-νερού, υποβοηθούμενος από φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες, και προσφέρει τη θερμότητά του στον θερμοδυναμικό (ψυκτικό) κύκλο.

Κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο, το ηλιακό σύστημα λειτουργεί με άμεση θέρμανση του χώρου. Οι θερμοσιφωνικές παροχές του αέρα εντός του συλλέκτη κυμαίνονται τότε από 10-900 m³/h.



Σχήμα 3: Σχηματική απεικόνιση του βιοκλιματικού κτιρίου του ΚΑΠΕ κατά την έμμεση λειτουργία του συστήματος θέρμανσης (υβριδική λειτουργία).

5. Αποτελέσματα μετρήσεων απόδοσης συστήματος αντλίας θερμότητας αέρα-νερού

Στην **παθητική λειτουργία**, η ημερήσια τιμή της στιγμιαίας ενέργειας $Q_{A/\Theta}$ του νερού, η στιγμιαία απορροφούμενη ισχύς $Q_{elA/\Theta}$ και ο μέσος ημερήσιος συντελεστής συμπεριφοράς της A/Θ $COP^A_{A/\Theta}$ δίδονται στον πίνακα 1. (η A/Θ λειτουργεί με ατμοσφαιρικό αέρα)

Πίνακας 1. Αποτελέσματα μετρήσεων παθητικής λειτουργίας

	Ta (oC)	Q _{A/Θ} (Wh)	Q _{elA/Θ} (Wh)	COP ^A _{A/Θ}
ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ (4/2/03)	10.2	79851.39	23987.20	3.33
ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ (5/3/03)	5.5	21092.82	7976.67	2.64

Στην **υβριδική λειτουργία**, η ημερήσια τιμή της στιγμιαίας ενέργειας $Q_{A/\Theta}$ του νερού, η στιγμιαία απορροφούμενη ισχύς $Q_{elA/\Theta}$ και ο μέσος ημερήσιος συντελεστής συμπεριφοράς της A/Θ $COP^E_{A/\Theta}$ δίδονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2. Ποσοτικά αποτελέσματα για την A/Θ-αντλία θερμότητας, όταν οι συλλέκτες είναι σε υβριδική λειτουργία (η A/Θ λειτουργεί με ηλιακό αέρα)

	Ta (oC)	Q _{A/Θ} (Wh)	Q _{elA/Θ} (Wh)	COP ^E _{A/Θ}
ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ (21/2/03)	4.2	48546.96	14092.53	3.44
ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ (11/3/03)	9.3	24775.71	5012.41	4.94