

ΕΡΓΟ:ΜΕΛΕΤΗ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΕ ΟΙΚΟΠΕΔΟ ΤΟΥ ΚΑΠΕ ΣΤΟ ΠΙΚΕΡΜΙ ΑΤΤΙΚΗΣ

Όγκος κτιρίου		
Συνολικά	1464	m ³
Υπόγειο	483	m ³
Ισόγειο	519	m ³
Όροφος	462	m ³
Επιφάνεια κτιρίου		
Συνολικά	529	m ²
Υπόγειο	173	m ²
Ισόγειο	189	m ²
Όροφος	167	m ²
Δώμα	171	m ²
Καθαρή θερμαινόμενη επιφάνεια κτιρίου		
Συνολικά	428	m ²
Υπόγειο	127	m ²
Ισόγειο	154	m ²
Όροφος	147	m ²
Επιφάνεια παραθύρων		
Συνολικά	53	m ²
Βόρεια όψη	8	m ²
Νότια όψη	17	m ²
Ανατολική όψη	14	m ²
Δυτική όψη	14	m ²
Επιφάνεια παραθύρων θερμοκηπίου		
Συνολικά	15	m ²
Νότια όψη	12	m ²
Δυτική όψη	3	m ²
Επιφάνεια φεγγιτών		
Συνολικά	14	m ²
Βόρεια όψη	7	m ²
Νότια όψη	7	m ²
Επιφάνεια θερμοκηπίου		
Συνολικά	8,25	m ²
Επιφάνεια ηλιακών τοίχων		
Συνολικά	17	m ²
Δεξιά συστοιχία	8	m ²
Αριστερή συστοιχία	9	m ²
Επιφάνεια διαφανούς μόνωσης		
Συνολικά	8	m ²
Θερμικά χαρακτηριστικά		
Οροφή από οπλισμένο σκυρόδεμα με πλάκες	0,33	W/m ² K
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία από οπλ. σκυρόδεμα	0,65	W/m ² K
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία από οπτοπλινθοδομή	0,52	W/m ² K
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία με διαφανή μόνωση από οπτοπλινθοδομή	0,53	W/m ² K
Δάπεδο σε μη θερμαινόμενο χώρο από οπλισμένο σκυρόδεμα	0,58	W/m ² K
Ανοίγματα	3,72	W/m ² K
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας διαφανούς μόνωσης (λ)	0,044	W/mK
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας Tektalan (λ)	0,04	W/mK
Συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας (k _m)	0,82	W/m ² K
Ολική εξωτερική επιφάνεια / όγκο (F/V)	0,66	m ⁻¹
Φωτοβολταϊκά πάνελα ισχύος 600 Wp	8,64	m ²
Πλήθος χρηστών	20	Άτομα
Γεωγραφική θέση και κλίμα		
Μήκος	23°.55'	E
Πλάτος	38°.01'	N
Ύψος	153	m
Μέση θερμοκρασία αέρα περιβάλλοντος (ετήσια)	18,7	°C
Ιανουάριος	9,4	°C
Ιούλιος	28,7	°C
Βαθμομέρες θέρμανσης (θερμοκρασία βάσης 19 °C)	1218	days
Ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο(ετήσια)	1747	KWh/m ²
Οικονομικά στοιχεία (σε τιμές 1999)		
Κόστος συμβατικής κατασκευής	352.000	EURO
Κόστος ενεργειακών τεχνολογιών	39.780	EURO

ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ:

ΚΑΠΕ
19^ο χλμ. Λεωφ. Μαραθώνος,
ΤΚ 19009, Πικέρμι Αττικής
τηλ.: 010 660 3300, fax: 010 660 3305
e-mail: groiko@cres.gr
www.cres.gr

ΦΟΡΕΑΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ:
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ
& ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ - ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
Μεσογείων 14-18, ΤΚ 11510, Αθήνα
τηλ.: 010 7703564, fax: 010 7711071

ΕΡΓΟ:
ΕΠΕΤ ΜΕΤΡΟ 3.1

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ:
ΕΛΕΚΤΡΟΜΕΚ Α.Ε.
ΚΑΤΕΡΙΝΑ ΧΡΗΣΤΙΔΗ (Διπλ. Πολ. Μηχανικός)
ΓΙΩΤΑ ΜΠΑΤΙΣΤΑΤΟΥ (Διπλ. Μηχ/γος Μηχανικός)
ΟΥΡΑΝΙΑ ΦΛΑΜΠΟΥΡΗ (Διπλ. Ηλεκ/γος Μηχανικός)
Κομνηνών 18, ΤΚ 114 72, Αθήνα
τηλ.:010 6457352, fax: 010 6464538
e-mail: electromec@tee.gr

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ:
ΚΑΠΕ
ΓΡΗΓ. ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ (Δρ. Πολ. Μηχανικός)
ΕΥΗ ΤΖΑΝΑΚΑΚΗ (Αρχιτέκτων Μηχανικός MSc)
ΜΙΧ. ΚΑΡΑΓΙΩΡΓΑΣ (Δρ. Μηχ/γος Μηχανικός)

ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:
Α.ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΥ (Αρχιτέκτων Μηχανικός)
ΕΛΕΚΤΡΟΜΕΚ ΑΕ

ΟΜΑΔΑ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΩΝ:
ΣΑΒΒΑΣ ΤΣΙΛΕΝΗΣ, Τ.Υ. ΓΓΕΤ
ΑΛΕΞ. ΚΑΣΤΑΝΗΣ, Τ.Υ. ΓΓΕΤ
Π.ΧΑΤΖΗΝΙΚΟΛΑΟΥ, Τ.Υ.ΓΓΕΤ

ΟΜΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ :
ΓΡΗΓ. ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ (Δρ. Πολ. Μηχανικός)
ΜΙΧ. ΚΑΡΑΓΙΩΡΓΑΣ (Δρ. Μηχ/γος Μηχανικός)
ΜΑΡΙΑ ΜΠΟΛΟΛΙΑ (Μηχ/γος Μηχανικός ΤΕ)

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΒΕΜΣ :
EIB Shop,
ΧΡΗΣΤΟΣ ΔΟΚΙΟΣ
Αδελφών Διδασκάλου 64,
ΤΚ 15669, Παπάγου Αθήνα
τηλ.: 010 6526920, fax: 010 6526920
e-mail: xdoki@tee.gr

ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΑΕΡΑ :
SOLE ΑΕ
Λαϊκών Αγώνων & Λευκτρών,
ΤΚ 13671 Αχαρνάι
τηλ.: 010 2388088, fax: 010 2825690
e-mail: export@sole.gr - http://www.sole.gr



Βιοκλιματικό Κτίριο Γραφείων Χαμηλής Ενεργειακής Κατανάλωσης



**ΚΑΠΕ
CRES**

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
19^ο χλμ. Λ. ΜΑΡΑΘΩΝΟΣ ΠΙΚΕΡΜΙ ΑΤΤΙΚΗΣ



Σημαντική εξοικονόμηση της ενέργειας που καταναλίσκεται στα κτίρια με ταυτόχρονη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης σ' αυτά μπορεί να επιτευχθεί με

- τη βιοκλιματική σχεδίασή τους
 - την κατασκευή τους με κατάλληλες μονώσεις
 - την εφαρμογή τεχνολογιών εξοικονόμησης και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
 - την ορθολογική ενεργειακή διαχείριση της λειτουργίας των εγκαταστάσεών τους.
- Όλα αυτά τα εφαρμόσαμε στο νέο κτίριο γραφείων του ΚΑΠΕ και παρακολουθούμε συνεχώς τα αποτελέσματα στην ενεργειακή κατανάλωση, έχοντας καταστήσει ουσιαστικά το κτίριο αυτό ως ένα ενεργειακό εργαστήριο.

Τα πρώτα αποτελέσματα είναι εντυπωσιακά, δείχνοντας εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 55% σε σχέση με αντίστοιχα συμβατικά κτίρια.

Το νέο κτίριο του ΚΑΠΕ αποτελεί υπόδειγμα των δυνατοτήτων που παρέχει η εφαρμογή των σύγχρονων ενεργειακών τεχνολογιών στον τομέα του δομημένου περιβάλλοντος, για τον περιορισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και πληροί όλες τις προδιαγραφές και τους όρους δόμησης που θεσπίζει ο νέος Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης & Εξοικονόμησης Ενέργειας.

Δημοσθένης Αγοράς Πρόεδρος

Το βιοκλιματικό κτίριο γραφείων-εργαστηρίων σχεδιάστηκε το 1998 από συνεργάτες του ΚΑΠΕ, ως ένα επιδεικτικό κτίριο εφαρμογής ενεργειακών τεχνολογιών και μετά από μειοδοτικό διαγωνισμό άρχισε να κατασκευάζεται τον Νοέμβριο του 1999. Η κατασκευή ολοκληρώθηκε τον Ιούλιο του 2001 και από το Νοέμβριο του 2001 άρχισαν συστηματικά να καταγράφονται στοιχεία σχετικά με την κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας και την απόδοση των ενεργειακών τεχνολογιών.

Στόχος

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή βιοκλιματικού και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίου, στο οποίο γίνεται χρήση διαφορετικών ήπιων μορφών ενέργειας και τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας αποτελεί το στόχο του έργου. Στο κτίριο ενσωματώθηκε μεγάλος αριθμός συστημάτων που χρησιμοποιούν ως πηγή τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και ενεργειακών τεχνολογιών για λόγους επίδειξης καθώς και για την παρακολούθηση και αξιολόγηση της απόδοσής τους. Τέλος, οι εργαζόμενοι παίζοντας τον ρόλο του «χρήστη» λειτουργούν τα παραπάνω συστήματα, ώστε να προκύψουν συμπεράσματα «περί της συμπεριφοράς των χρηστών», που είναι πολύ σημαντική παράμετρος για την τελική απόδοση των ενεργειακών τεχνολογιών.

Τοπογραφικό
διάγραμμα
του κτιρίου
(απόκλιση
νότιας όψης
150 ανατολικά)



Κτιριολογικό πρόγραμμα - χρήση

Η κατασκευή του κτιρίου αφορά ένα διώροφο ενιαίο κτίριο με υπόγειο, το οποίο περιλαμβάνει:

- γραφεία - θέσεις ερευνητών
- βιβλιοθήκη-βιβλιοστάσιο
- μικρή αίθουσα συνεδριάσεων
- χώρους υγιεινής
- μικρό κουζίνακι
- κοινόχρηστους χώρους και χώρους εσωτερικής κυκλοφορίας
- υπόγειους βοηθητικούς χώρους
- ψυχοστάσιο

Θέση-Κλίμα

Είκοσι χιλιόμετρα από το κέντρο της Αθήνας στην περιοχή των Μεσογείων επί της Λεωφόρου Μαραθώνα στο Πικέρμι, σε μια αγροτική περιοχή από ελιές και αμπέλια, η οποία δομείται ραγδαία τα τελευταία χρόνια βρίσκονται οι εγκαταστάσεις του ΚΑΠΕ.

Η θέση είναι αρκετά ευνοϊκή, χωρίς υπερβολικό θόρυβο και ατμοσφαιρική ρύπανση. Η φύτευση που περιβάλλει το κτίριο δεν το επηρεάζει αρνητικά, επιτρέποντας τον άμεσο ηλιασμό της νότιας όψης.

Τα κτίρια των εγκαταστάσεων που βρίσκονται στη βόρεια πλευρά και τα μικρά δένδρα στη δυτική το προφυλάσσουν μερικώς από τους κρύους βόρειους ανέμους.

Η μέση θερμοκρασία αέρα περιβάλλοντος τον Ιανουάριο είναι 9.4°C και ανέρχεται σε 28.7°C τον Ιούλιο. Η περίοδος θέρμανσης διαρκεί από τα μέσα Οκτωβρίου έως το τέλος Απριλίου και οι βαθμομέρες θέρμανσης είναι 1217.5 (19°C βάση).

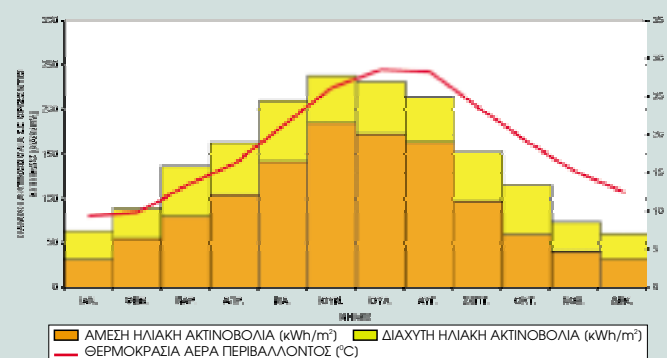


Εξωτερική θερμομόνωση της βόρειας όψης του κτιρίου.



Νοτιοανατολική όψη του κτιρίου κατά την περίοδο κατασκευής των οπτοπλινθοδομών

ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΙΚΕΡΜΙΟΥ 1999-2001



Κατασκευή

Η κατασκευή του κτιρίου έγινε σύμφωνα με τις προδιαγραφές της μελέτης και τους ισχύοντες

ελληνικούς κανονισμούς. Ο φέρωντας οργανισμός κατασκευάστηκε από σκυρόδεμα C20/25 οπλισμένο από χάλυβα S500. Οι τοιχοποιίες από οπτοπλινθοδομές διπλές δρομικές χωρίς ενδιάμεσο κενό, δεδομένου ότι η μόνωση τοποθετήθηκε εξωτερικά για την αποφυγή θερμογεφυρών. Τα εσωτερικά χωρίσματα κατασκευάστηκαν από τοίχους ξηράς δόμησης (γυψοσανίδα) με εσωτερική μόνωση πετροβάμβακα. Τα εξωτερικά επιχρίσματα κατασκευάστηκαν σε τρεις στρώσεις από τιμμεντοκονίαμα.



Λεπτομέρεια εξωτερικής οπτοπλινθοδομής με εξωτερική θερμομόνωση

Για τη θερμομόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων χρησιμοποιήθη-

καν πλάκες Tektalan 5cm.

Σε επιλεγμένα σημεία της νότιας όψης χρησιμοποιήθηκε διαφανής μόνωση από πλάκες Sto Therm Solar ενώ για τη θερμομόνωση του δώματος πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης Roofmate της DOW, πάχους 5cm.

Η επιστρωση των δαπέδων έγινε με κεραμικά πλακίδια διαστάσεων 30x30 γκρι χρώματος και «ματ» υφής. Τα κουφώματα, τέλος, είναι από αλουμίνιο σειρά EUROPA, λευκά, συρόμενα επάλληλα με διπλά υαλοστάσια συνολικού πάχους 22mm με διάκενο 12mm και δύο υαλοπίνακες πάχους 5mm έκαστος.

Παθητικά και Υβριδικά Ηλιακά Συστήματα

Η μελέτη του κτιρίου προέβλεπε την ενσωμάτωση Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων (Π.Η.Σ.) - τα οποία έχουν ως στόχο την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων:

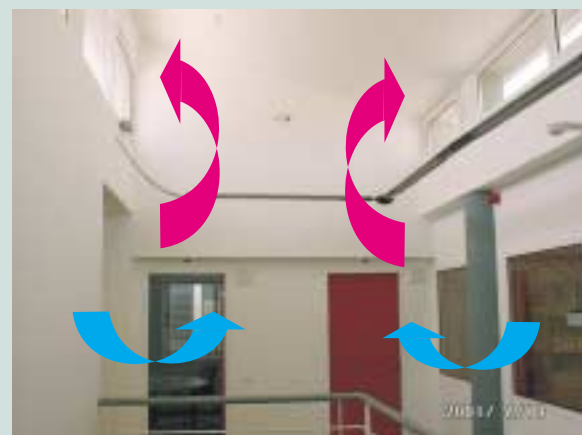
- Συστήματα άμεσου κέρδους (ανοιγμάτων νότιου προσανατολισμού, επιφάνειας 17m²) για συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στους χώρους για παθητική θέρμανση το χειμώνα.
- Θερμοκήπιο, εμβαδού 8,25m² προσαρτημένο στη νότια όψη του κτιρίου, επιφάνειας ανοιγμάτων 12m², όπου συλλέγεται η ηλιακή ακτινοβολία, η οποία και εγκλωβίζεται ως θερμότητα και κυκλοφορεί μέσω ανοιγμάτων στο κτίριο.
- Ηλιακοί συλλέκτες αέρα - θερμοσιφωνικά πανέλα ενσωματωμένα στη νότια όψη του κτιρίου συνολικής επιφάνειας 17m², που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και την αποδίδουν ως θερμότητα είτε μέσω θυρίδων (άμεσα) στους χώρους είτε ως προθερμασμένο αέρα σε αντλία θερμότητας στο δώμα (έμμεσα).
- Ηλιακό αίθριο (υαλόφρακτο τμήμα της οροφής του κτιρίου επιφάνειας 14m²) για τη συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας και περαιτέρω απόδοση της θερμικής ενέργειας στο κεντρικό εσωτερικό τμήμα του κτιρίου.
- Διαφανής θερμομόνωση συνολικής επιφάνειας 8m² για ενίσχυση των ηλιακών κερδών των νότιων χώρων.

Συστήματα Φυσικού Φωτισμού

Παράλληλα και σε συνδυασμό με τα Π.Η.Σ., μελετήθηκαν και Συστήματα Φυσικού Φωτισμού. Στόχος της ένταξης των συστημάτων αυτών ήταν η κάλυψη των λειτουργικών αναγκών των χώρων του κτιρίου με φυσικό φως κατά το μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό της διάρκειας της ημέρας και συνεπώς η μείωση του απαιτούμενου ηλεκτρικού φορτίου για φωτισμό.

Ειδικότερα προβλέπονται:

- Σύστημα φωτισμού οροφής: Υαλόφρακτο τμήμα της οροφής για την είσοδο φυσικού φωτισμού στην κεντρική ζώνη του κτιρίου.
- Αίθριο στο οποίο “βλέπουν” εσωτερικά ανοίγματα των αιθουσών, ώστε να εξασφαλίζεται φυσικός φωτισμός και στις βαθύτερες ζώνες των χώρων.



Το ηλιακό αίθριο χρησιμοποιείται ως σύστημα παθητικού δροσισμού, έμμεσου φυσικού φωτισμού και ηλιασμού.

Συστήματα Παθητικού Δροσισμού

Η αποφυγή της υπερθέρμανσης και η ελαχιστοποίηση των αναγκών σε κλιματισμό των χώρων είναι οι στόχοι των επεμβάσεων των συστημάτων παθητικού δροσισμού. Ειδικότερα εγκαταστάθηκαν ή εφαρμόστηκαν:

- Συστήματα σκίασης των ανοιγμάτων (τέντες-κατακόρυφες στη νότια όψη, στόρια-κατακόρυφα στην ανατολική-δυτική όψη) σε συνδυασμό με εσωτερικά βενετικά στόρια.



Συστήματα ηλιοπροστασίας της νότιας και ανατολικής όψης του κτιρίου.



- Συστήματα φυσικού διαμπερούς εξαερισμού, με άνοιγμα παραθύρων, ανεμιστήρων ή φεγγιτών.
- Συστήματα φυσικού εξαερισμού μέσω των ηλεκτροκίνητων ανοιγμάτων της οροφής και ενδεχόμενη υποβοήθηση με ανεμιστήρες.

Ενσωμάτωση ΑΠΕ στο Σύστημα Θέρμανσης - Κλιματισμού

❖ Γεωθερμική αντλία θερμότητας νερού-νερού

Κατά τους χειμερινούς μήνες, το νερό της γεώτρησης διέρχεται από τον εξατμιστή της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας νερού-νερού και προσφέρει τη θερμότητά του στον ψυκτικό κύκλο (οι θερμοκρασίες σχεδιασμού για το κύκλωμα του φρεατικού νερού είναι 18/12°C). Ταυτόχρονα ο συμπυκνωτής της αντλίας θερμότητας θερμαίνει το καλοριζό κύκλωμα νερού του δικτύου των fan coils του ισογείου και προσφέρει σε αυτό τη θερμότητά του, αναβαθμίζοντας έτσι την θερμοκρασία που υπέστη πώση από το φορτίο απωλειών του κτιρίου (οι θερμοκρασίες σχεδιασμού για το νερό των FCU είναι 45/40°C). Αντίστοιχη είναι η λειτουργία και κατά την περίοδο του καλοκαιριού.

Η μονάδα χρησιμοποιεί το φρεατικό νερό υπάρχουσας γεώτρησης, βάθους 80m, που βρίσκεται σε απόσταση 10m βόρεια του κτιρίου. Η θερμοκρασία νερού της γεώτρησης μετρήθηκε το Μάιο στους 21°C και η παροχή της είναι 1,2m³/h.

Η αντλία θερμότητας έχει ψυκτική ισχύ 16kW και θερμική 17,5kW. Είναι τεχνολογίας R22, με



Γεωθερμική αντλία θερμότητας νερού νερού για κλιματισμό του ισογείου (θέρμανση ψύξη).



Ηλιοβοηθούμενη αντλία θερμότητας αέρα νερού για κλιματισμό του ορόφου(θέρμανση ψύξη).

εμβολοφόρο-παλινδρομικό συμπιεστή και βήματα ρύθμισης 0-100. Ο συντελεστής COP της αντλίας θερμότητας για τις εν λόγω θερμοκρασίες ανέρχεται στο 4,2 και η τεχνολογία του εναλλάκτη νερού είναι ομοαξονικού τύπου.

❖ Ηλιοβοηθούμενη αντλία θερμότητας αέρα-νερού

Η κάλυψη του φορτίου του πρώτου ορόφου γίνεται με ηλιοβοηθούμενη αντλία θερμότητας αέρα νερού ισχύος 18kW.

Κατά την περίοδο του χειμώνα, ο αέρας αφού διέλθει και προθερμανθεί από τους ηλιακούς συλλέκτες αέρα της νότιας όψης του κτιρίου, συνολικής επιφάνειας 17m² και παροχής σχεδιασμού 1700m³/h, προσάγεται στον εξατμιστή της ηλιοβοηθούμενης αντλίας θερμότητας αέρα-νερού, υποβοηθούμενος από φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες, και προσφέρει τη θερμότητά του στον ψυκτικό κύκλο (οι θερμοκρασίες σχεδιασμού για το κύκλωμα του προθερμαινόμενου νερού αέρα είναι 10/3°C).

Το δίκτυο διανομής της αντλίας θερμότητας του ορόφου είναι όμοιο με το αντίστοιχο της αντλίας θερμότητας του ισογείου.

Η αντλία θερμότητας έχει ψυκτική ισχύ 16,5kW και θερμική 18kW. Είναι τεχνολογίας R22, με

εμβολοφόρο-παλινδρομικό συμπιεστή και βήματα ρύθμισης 0-100. Ο συντελεστής COP της αντλίας θερμότητας για την περίπτωση ηλιακής αρωγής ανέρχεται στο 4,8 και η τεχνολογία του εναλλάκτη νερού είναι ομοαξονικού τύπου. Τέλος στο υπόγειο του κτιρίου (βιβλιοθήκη) έχουν εγκατασταθεί δύο αντλίες θερμότητας αέρα-αέρα ημικεντρικού τύπου ισχύος 18kW.

Εγκατάσταση Φωτισμού

Η εγκατάσταση του τεχνητού φωτισμού αποτελείται κυρίως από το γενικό φωτισμό των χώρων, που ελέγχεται από το BEMS. Τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν αποτελούνται από λαμπτήρες χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης (φθορισμού ή τύπου PLC) και φωτιστικά οροφής με ηλεκτρονικό Ballast HF με μεταλλικές εγκάρσιες παραβολικές περσίδες και διαμήκη στοιχεία διπλής παραβολικότητας, ή spot οροφής με γυαλιστερό ανταυγαστήρα.

Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου (BEMS)

Η εγκατάσταση του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης έχει σκοπό την επιτήρηση ή και τον αυτόματο έλεγχο των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου ώστε να είναι δυνατή η άμεση πρόσβαση, απρόσκοπτη λειτουργία, ρύθμιση παραμέτρων και η ανάλυση δεδομένων όλων των εγκαταστάσεων από ένα σταθμό ελέγχου. Παράλληλα, είναι δυνατή η παρακολούθηση και καταγραφή της συμπεριφοράς των συστημάτων ΑΠΕ, που εγκαταστάθηκαν στο κτίριο, καθώς και η δημιουργία αρχείου με στατιστικά στοιχεία.

Το σύστημα είναι βασισμένο στο πρωτόκολλο επικοινωνίας EIB (EUROPEAN INSTALLATION BUS) Τα παρακάτω παρακολουθούνται και ελέγχονται από το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης:

- Θερμική Άνεση Χώρων
- Εγκατάσταση Κλιματισμού - Θέρμανσης
- Εγκατάσταση παραγωγής ψυχρού-θερμού νερού με υδρόψυκτη γεωθερμική αντλία θερμότητας.
- Εγκατάσταση παραγωγής ψυχρού-θερμού νερού με αερόψυκτη αντλία θερμότητας.
- Θερμοσωφωνικά πάνελα - Ηλιακοί αεροσυλλέκτες

Η κεντρική μονάδα και ο πίνακας ελέγχου του ορόφου

- Θερμοκήπιο
- Ηλιακό Αίθριο
- Τοίχοι με Διαφανή Μόνωση
- Εγκατάσταση Φωτισμού
- Συστήματα Δροσισμού
- Ποιότητα αέρα
- Παρακολούθηση ηλεκτρικής κατανάλωσης κτιρίου



Οθόνη του συστήματος BMS, που ελέγχει την συμπεριφορά των ηλιακών συλλεκτών αέρα.

Το σύστημα αποτελείται από ένα Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου και Παρακολούθησης, τα αισθητήρια όργανα, τις συσκευές εκτέλεσης εντολών EIB καθώς και τις συνδετήριες καλωδιώσεις. Ο προγραμματισμός και ο χειρισμός του συστήματος γίνεται κατά εύκολο τρόπο μέσω του κεντρικού σταθμού ελέγχου. Σε ορισμένους χώρους η λειτουργία και η επιλογή διαφόρων καταστάσεων γίνεται μέσω επί μέρους χειριστηρίων, τα οποία διαθέτουν επιλογείς καταστάσεων.

Το σύστημα αποτελείται από ανεξάρτητα δομικά στοιχεία, τα οποία επιλέγονται και συνδέονται μεταξύ τους κατά τρόπο, ώστε να επιτρέπουν τον έλεγχο και την παρακολούθηση του κτιρίου από ένα κεντρικό σημείο μέσω Η/Υ. Η σύνδεση με το Σταθμό Ελέγχου επιτυγχάνεται μέσω ενός Interface RS232.

Χρησιμοποιείται η σύγχρονη τεχνολογία EIB και είναι πλήρως ψηφιακής τεχνολογίας. Οι εντολές καθοδήγησης μεταφέρονται με ένα ζεύγος συνεστραμμένων αγωγών θωρακισμένου καλωδίου από την κεντρική μονάδα στους επί μέρους αποκωδικοποιητές και η τροφοδοσία πραγματοποιείται από ένα κατάλληλο τροφοδοτικό

στοιχείο με χαμηλή τάση (ως 24V). Οι εν λόγω αποκωδικοποιητές φέρουν μία διεύθυνση και ελέγχουν κατά ομάδες ή μεμονωμένα τα σημεία ελέγχου, τα οποία είναι συνδεδεμένα με αυτούς. Κατ' αυτό το τρόπο επιτυγχάνεται ομαδοποίηση, προγραμματισμός και έλεγχος των παραμέτρων του κτιρίου. Το ζεύγος συνεστραμμένων αγωγών συνδέει όλα τα σημεία ελέγχου (π.χ. μπουτόν, ρελέ, dimmers, ανιχνευτές κίνησης κ.λ.π.) της εγκατάστασης μεταξύ τους (χωρίς επιστροφές, δηλαδή «τρέχει» απλά από το ένα στο άλλο, αρχίζοντας από το πρώτο σημείο και σταματώντας στο τελευταίο) και χρησιμοποιείται με δύο τρόπους. Μεταφέρει τα σήματα επικοινωνίας (τηλεγραφήματα) και ταυτόχρονα τροφοδοτεί με την απαραίτητη χαμηλή τάση (24V DC) τα σημεία για να λειτουργήσουν. Η διαδρομή των καλωδίων ισχύος (230V AC) περιορίζεται έτσι πλέον μόνο μεταξύ του πίνακα διανομής και των ηλεκτρικών φορτίων.

Τα σημεία ελέγχου δέχονται εντολές ταυτόχρονα μέσω του κοινού για όλα bus και μάλιστα χωρίς τον κίνδυνο συμφόρησης, μέσω χρήσης του πρωτοκόλλου «Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance (CSMA/CA)». Κάθε σημείο έχει μια ορισμένη διεύθυνση, μέσω της οποίας καθορίζεται το αν το μήνυμα, που κυκλοφορεί στο bus απευθύνεται σ' αυτό, οπότε αναλόγως εκτελεί ή απλά «ακούει» την εντολή χωρίς ν' αντιδράσει.

Στο BUS συνδέονται και προγραμματίζονται κατάλληλα modules, όπως αισθητήρια παρουσίας, συστήματα ελέγχου με μπουτόν, αισθητήρια θερμοκρασίας, σύστημα μέτρησης του υπάρχοντος φυσικού φωτισμού, κ.λ.π.

Συμπεριφορά Χρηστών- Προβλήματα που αντιμετώπιστηκαν

Το κτίριο, λόγω των πολλών διαφορετικών συστημάτων που χρησιμοποιήθηκαν, για λόγους επίδειξης, απαιτεί συστηματική παρακολούθηση, από τον καλούμενο «ενεργειακό διαχειριστή». Ειδικότερα, προβλήματα συντήρησης αντιμετώπιστηκαν με τους αυτοματισμούς και διατάξεις (ρελέ, φίλτρα, κλπ) της αντλίας της γεώτρησης. Ακόμα παράπονα υπήρξαν από συνεργάτες που εργάζονται σε χώρους με διαφορετικό προσανατολισμό, λόγω της μη δυνατότητας πλήρους



Θερμοστάτης χώρου, αισθητήριο παρουσίας και διακόπτης οκτώ λειτουργιών, βρίσκονται εγκατεστημένοι σε όλους τους χώρους του κτιρίου.

ελέγχου της θερμοκρασίας αέρα του χώρου τους (εύρος ρύθμισης θερμοκρασίας χώρου $\pm 3.5^{\circ}\text{C}$ από το

θερμοστάτη του συστήματος). Τέλος η διακοπή λειτουργίας του Η/Υ που ελέγχει το BEMS, δημιούργησε κάποιες φορές δυσλειτουργία των συστημάτων, κυρίως του κλιματισμού.

Φωτοβολταϊκά Πάνελα

Στο κεκλιμένο τμήμα του δώματος που καλύπτει το ηλιακό αίθριο, έχουν εγκατασταθεί 12 Φωτοβολταϊκά πάνελα (Φ/Β) διάστασης 132cmx64cmx5cm συνολικής ισχύος 600W, άμορφου πυριτίου, συνδεδεμένα απευθείας στο δίκτυο του κτιρίου μέσω μετατροπέα ισχύος. Η κλίση της συστοιχίας των Φ/Β για αρχιτεκτονικούς και αισθητικούς λόγους είναι 20° ενώ η ενδεδειγμένη για τη μέγιστη ετήσια απόδοση τους θα ήταν 40°. Τέλος, έχει εγκατασταθεί και ηλιακός συλλέκτης παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (60lit) για τις μικρές ανάγκες του κτιρίου σε ζεστό νερό χρήσης.

Οικονομική Ανάλυση

Οι εγκατεστημένες στο κτίριο ενεργειακές τεχνολογίες και συστήματα κόστισαν σε τιμές 1999, 11% (39.780€) του συνολικού κόστους του κτιρίου. Βασίζόμενοι στα αποτελέσματα των πρώτων 126 ημερών ενεργειακών μετρήσεων στο κτίριο, και στον υπολογισμό της εξοικονομούμενης ενέργειας (53165kWh/έτος) σε σύγκριση με αντίστοιχα «συμβατικά» κτίρια γραφείων προκύπτει απλή περίοδος αποπληρωμής της τάξεως των 14.5 ετών. Η περίοδος αποπληρωμής θα ήταν αρκετά μικρότερη, όμως εγκαταστάθηκαν στο κτίριο λόγω του επιδεικτικού χαρακτήρα, συστήματα (τρία συστήματα κλιματισμού, διπλάσιος αριθμός αισθητηρίων και εκλεκτών στο BEMS κλπ) που αύξησαν το κόστος των ενεργειακών τεχνολογιών, άρα και του χρόνου απόσβεσης.



Φ/Β 600W στην κεκλιμένη οροφή του κτιρίου