

Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα:

Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής



ΚΑΠΕ
CRÉS

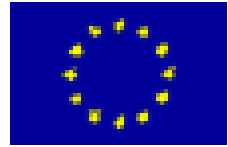




**ΚΑΠΕ
CRES**



Ευρωπαϊκή Επιτροπή
Γενική Διεύθυνση για την Ενέργεια
και τις Μεταφορές



Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής

ΚΑΠΕ, Πικέρμι, Σεπτέμβριος 2002

Επιμέλεια – σύνταξη κειμένων: Ευγενία Α. Λάζαρη, Αρχιτέκτων Μηχανικός Μ.Α.Αρχ.

Επιμέλεια έκδοσης: Ευτέρπη Τζανακάκη, Αρχιτέκτων Μηχανικός, Μ.Σc.

Οι πληροφορίες που παρουσιάζονται στην έκδοση αυτή αφορούν τα αποτελέσματα του έργου Κ.Π.Σ. – Ε.Π.Ε.-Μέτρο 3.1.4: «Ενεργειακή απόδοση παθητικών συστημάτων σε βιοκλιματικά κτίρια στην Ελλάδα» που εκπονήθηκε από το Κ.Α.Π.Ε.



Η έκδοση πραγματοποιήθηκε σε έντυπη μορφή με την συγχρηματοδότηση της Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια και τις Μεταφορές (DG TREN) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής στα πλαίσια του έργου "RES Dissemination" (Cluster project 4.1030/C/00/029) του προγράμματος ALTENER.

Το ALTENER είναι το μη τεχνολογικό πρόγραμμα για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Είναι ένα πρόγραμμα της Γενικής Διεύθυνσης για τις Μεταφορές και την Ενέργεια (DG TREN, πρώην DG XVII) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, που χρηματοδοτεί δράσεις για τη διάδοση των εναλλακτικών μορφών ενέργειας, ιδιαίτερα των ανανεώσιμων πηγών της. Οι δράσεις αυτές έχουν ως στόχο την σημαντική αύξηση της συνεισφοράς των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



Οι απόψεις που εκφράζονται στην παρούσα έκδοση δεν απηχούν κατ' ανάγκη τις απόψεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η οποία συγχρηματοδότησε την παραγωγή της. Το ΚΑΠΕ και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δεν παρέχουν οποιαδήποτε εγγύηση εκφρασμένη ή εξυπονοούμενη, όσον αφορά τις πληροφορίες που περιλαμβάνονται σε αυτή την έκδοση, ούτε αναλαμβάνουν οποιαδήποτε ευθύνη όσον αφορά τη χρήση, ή τις όποιες ζημιές μπορούν να προκύψουν ως αποτέλεσμα της χρήσης αυτών των πληροφοριών.

Πρόλογος	2
1. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός και Παθητικά Ηλιακά Συστήματα	3
1.1. Εισαγωγή	3
1.2. Παθητικά ηλιακά συστήματα και τεχνικές	4
2. Εφαρμογές και απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα	7
2.1. Εφαρμογές βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα	7
2.2. Παθητικά συστήματα που εφαρμόζονται στα κτίρια	7
2.3. Ενεργειακή απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα	8
3. Συμπεράσματα - Οδηγίες για την επιτυχή εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού	11
4. Ενεργειακή Ανάλυση 8 βιοκλιματικών κτιρίων στην Ελλάδα	13
4.1. Κατοικία στο Αττικό Άλσος	17
4.2. Κατοικία στην Κηφισιά	19
4.3. Κατοικία στη Μαλεσίνα	21
4.4. Κατοικία στο Πήλιο	23
4.5. Κατοικία στα Τρίκαλα	25
4.6. Σχολείο στο Ρέθυμνο	27
4.6. Κτίριο Εργαστηρίων ΚΑΠΕ στο Πικέρμι	29

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το «φαινόμενο του θερμοκηπίου» οφείλεται κατά κύριο λόγο στο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και σε άλλα αέρια που προέρχονται από τις καύσεις συμβατικών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας. Τα αέρια αυτά επιβαρύνουν την ανθρώπινη υγεία, απειλούν τα οικοσυστήματα του πλανήτη και προκαλούν την αύξηση της θερμοκρασίας της γης, με καταστρεπτικές για το περιβάλλον και την οικονομία συνέπειες.

Ο κτιριακός τομέας εμφανίζει μεγάλο ρυθμό αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς πάνω από το 40% της καταναλισκόμενης ενέργειας στην Ευρώπη χρησιμοποιείται για την εξυπηρέτηση των κτιρίων, ενώ τα καύσιμα για την παραγωγή της απαιτούμενης ενέργειας (θερμικής και ηλεκτρικής) ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος (50%) των εκπομπών αερίων που εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Στα πλαίσια της προσπάθειας για βιώσιμη ανάπτυξη μπορεί να επιτευχθεί σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και, συνεπώς, και των εκπομπών CO₂ σε μεγάλο βαθμό, μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των ενεργειακών τεχνολογιών στο δομημένο περιβάλλον. Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι είναι τεχνικά δυνατή η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας στα κτίρια σε ποσοστό τουλάχιστον 30% της παρούσας συνολικής κατανάλωσης.

Το παρόν πληροφοριακό υλικό αποσκοπεί στη μετάδοση της εμπειρίας από τις υφιστάμενες εφαρμογές βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα παρουσιάζοντας τις παραμέτρους που επηρεάζουν την απόδοση των βιοκλιματικών κτιρίων και των παθητικών ηλιακών συστημάτων και τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας που εφαρμόζονται σε αυτά, μέσα από ανάλυση υφιστάμενων περιπτώσεων σε διάφορες περιοχές της χώρας.

Δίνεται δε ιδιαίτερη έμφαση στην ενεργειακή απόδοση και το δυναμικό του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των «παθητικών» τεχνολογιών που εφαρμόζονται στα κτίρια, παρέχοντας τις σημαντικότερες κατευθύνσεις για την ορθή εφαρμογή τους, ώστε ο βιοκλιματικός σχεδιασμός να γίνει πιο εύκολα «κτήμα» των αρχιτεκτόνων και να ενσωματωθεί στην καθημερινή τους πρακτική.

Το υλικό που παρουσιάζεται αφορά τα αποτελέσματα από αναλυτικές μετρήσεις, ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις κτιρίων που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια του έργου Κ.Π.Σ. – Ε.Π.Ε.-Μέτρο 3.1.4: «Ενεργειακή απόδοση παθητικών συστημάτων σε βιοκλιματικά κτίρια στην Ελλάδα» που εκπονήθηκε από το Κ.Α.Π.Ε. τα έτη 1999 και 2000.

1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών-υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων.



Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών (γενικότερα) μέσω των Π.Η.Σ. επιτυγχάνεται στα πλαίσια της συνολικής θερμικής λειτουργίας του κτιρίου και της σχέσης κτιρίου - περιβάλλοντος. Η δε θερμική λειτουργία ενός κτιρίου αποτελεί μία δυναμική κατάσταση, η οποία:

- εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους (την ηλιοφάνεια, τη θερμοκρασία εξωτερικού αέρα, τη σχετική υγρασία, τον άνεμο, τη βλάστηση, το σκιασμό από άλλα κτίρια), αλλά και τις συνθήκες χρήσης του κτιρίου (κατοικία, γραφεία, νοσοκομεία κλπ.) και
- βασίζεται στην αντίστοιχη ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών του στοιχείων και (κατ' επέκταση) των ενσωματωμένων παθητικών ηλιακών συστημάτων, αλλά και το ενεργειακό προφίλ που προκύπτει από την λειτουργία του κτιρίου.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός – αν και είναι ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική που χαρακτηρίζει κάθε τόπο σε ολόκληρη την γη – θεωρείται από πολλούς ως μία νέα «θεώρηση» στην αρχιτεκτονική και σχετίζεται με την οικολογία περισσότερο, παρά με την ενέργεια και την εξοικονόμηση που δύναται να επιφέρει. Παρά ταύτα, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει αποτελέσει τις τελευταίες δεκαετίες βασική προσέγγιση στην κατασκευή κτιρίων παγκοσμίως, ενώ στα περισσότερα κράτη πλέον αποτελεί βασικό κριτήριο σχεδιασμού μικρών και μεγάλων κτιρίων το οποίο λαμβάνεται υπόψη από όλους τους μελετητές αρχιτέκτονες και μηχανικούς. Κι αυτό, λόγω των χαμηλότερων απαιτήσεων ενέργειας για την θέρμανση, τον δροσισμό και τον φωτισμό των κτιρίων που προκύπτουν από την πρακτική της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και πολλαπλά οφέλη που την συνεπάγονται: ενεργειακά (εξοικονόμηση και θερμική/οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση κόστους Η/Μ εγκαταστάσεων), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων) και κοινωνικά.

Το ενεργειακό όφελος που προκύπτει από την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποδίδεται με τους παρακάτω τρόπους:

- εξοικονόμηση ενέργειας από την σημαντική μείωση απωλειών λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων,
- παραγωγή θερμικής ενέργειας (θερμότητας) μέσω των ηλιακών συστημάτων άμεσου ή έμμεσου κέρδους με συμβολή στις θερμικές ανάγκες των χώρων προσαρτησης και μερική κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης του κτιρίου,
- δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης και μείωση των απαιτήσεων όσον αφορά στη ρύθμιση θερμοστάτη (σε χαμηλότερες θερμοκρασίες τον χειμώνα και υψηλότερες το καλοκαίρι),
- διατήρηση της θερμοκρασίας εσωτερικού αέρα σε επίπεδα υψηλά τον χειμώνα (και αντίστοιχα χαμηλά το καλοκαίρι), με αποτέλεσμα την μείωση του φορτίου για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων από τα επικουρικά συστήματα κατά την χρήση του κτιρίου.

Αντίθετα με τον «ηλιακό» σχεδιασμό, ο βαθμός στον οποίον ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σήμερα αξιοποιεί το τοπικό κλίμα ποικίλει, γεγονός που παρέχει μία ευελιξία ως προς τους τρόπους αρχιτεκτονικής έκφρασης και δυνατοτήτων εφαρμογής μέσα από πολύ απλές τεχνικές και επεμβάσεις έως και πολύπλοκα παθητικά ηλιακά συστήματα, γεγονός που αποδεικνύεται και από την καταγραφή των βιοκλιματικών κτιρίων στην Ελλάδα. Είναι δε ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική των περισσότερων διακεκριμένων αρχιτεκτόνων και μελετητών στην Ελλάδα – με έργα παραδείγματα (ή και πειραματισμούς) που αποτελούν πρότυπες εφαρμογές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής από τις οποίες όχι μόνον

μαθαίνουμε σήμερα, αλλά και αποδεικνύουν τα πολλαπλά οφέλη που προκύπτουν από την συμβίωση με το περιβάλλον και το κλίμα.

Η απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, γεγονός που τον καθιστά "ευαίσθητο" σε εξωγενείς και μη-τεχνικούς παράγοντες. Για τον λόγο αυτό, **βασικά κριτήρια** για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού πρέπει να είναι:

- η απλότητα χρήσης των εφαρμογών και η αποφυγή πολύπλοκων παθητικών συστημάτων και τεχνικών,
- η μικρή συμβολή του χρήστη του κτιρίου στη λειτουργία των συστημάτων,
- η χρήση ευρέως εφαρμοσμένων συστημάτων,
- η χρήση τεχνικο-οικονομικά αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών.

1.2 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Με στόχο τη μείωση των αναγκών θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού, τη βελτίωση του μικροκλίματος, τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία των κτιρίων και των οικιστικών συνόλων καθώς και τη εξασφάλιση θερμικής και οπτικής άνεσης, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός βασίζεται στη μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών. Περιλαμβάνει διαφορετικές ανά θερμική εποχή τεχνικές και εστιάζεται σε δύο επίπεδα σχεδιασμού: πολεοδομικό και αρχιτεκτονικό.



Τα παθητικά συστήματα θέρμανσης και δροσισμού είναι συστήματα τα οποία αξιοποιούν τις φυσικές πηγές (ήλιο, άνεμο, κ.ά.) για τη θέρμανση ή ψύξη του κτιρίου χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων. Η λειτουργία τους βασίζεται στην ανταλλαγή ενέργειας με το περιβάλλον και περιλαμβάνει και την κατάλληλη αποθήκευση και διανομή της ενέργειας μέσα στους χώρους. Τα παθητικά συστήματα αποτελούν δομικά στοιχεία του κτιρίου και εντάσσονται στον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Εφ' όσον τα παθητικά συστήματα υποβοηθούνται από μηχανικό σύστημα μικρής χαμηλής κατανάλωσης (π.χ. ανεμιστήρα) ονομάζονται υβριδικά. Στόχος της επιλογής και της διαστασιολόγησης των παθητικών συστημάτων είναι η βελτίωση της θερμικής άνεσης με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη περίοδο του έτους.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα προσαρτώνται σε όψεις του κτιρίου με νότιο προσανατολισμό, με δυνατότητα απόκλισης μέχρι 30° ανατολικά ή δυτικά του καθαρού Νότου.

Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα απαιτούν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα. Επί πλέον, πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τέλος, θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

Κατηγορίες παθητικών συστημάτων θέρμανσης

- ✓ Σύστημα άμεσου κέρδους
- ✓ Συστήματα έμμεσου κέρδους - Ηλιακό τοίχι
 - α. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης (έμμεσου κέρδους)
 - ✓ απλοί τοίχοι μάζας (μη θερμοσιφωνικής ροής, χωρίς θυρίδες) είτε συμπαγείς, είτε αποτελούμενοι από δοχεία που περιέχουν νερό ή υλικά αλλαγής φάσης
 - ✓ τοίχοι μάζας Trombe-Michel (θερμοσιφωνικής ροής, με θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος τους)
 - β. Θερμοσιφωνικό πάνελ (απομονωμένου κέρδους)
- ✓ Σύστημα έμμεσου κέρδους - Ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο)
- ✓ Σύστημα έμμεσου κέρδους - Ηλιακό αίθριο
- ✓ Συστήματα απομονωμένου κέρδους - Θερμοσιφωνικό πάνελ (εκτός του κτιριακού περιβλήματος)

Ειδικά συστήματα προστασίας του κελύφους και μείωσης του θερμικού φορτίου

Εκτός των παθητικών ηλιακών συστημάτων, υπάρχουν διάφορα συστήματα που εφαρμόζονται για φυσικό δροσισμό, τα οποία λειτουργούν θετικά και το χειμώνα, ενισχύοντας τη θερμομονωτική ικανότητα του κτιριακού κελύφους, όπως:

- ✓ Φράγμα ακτινοβολίας
- ✓ Αεριζόμενο κέλυφος
- ✓ Φυτεμένο δώμα.



Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσίσιμου

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων και τεχνικών δροσίσιμου βασίζεται σε τέσσερις στρατηγικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού:

- ❖ στη μείωση των ηλιακών και θερμικών κερδών στο περίβλημα του κτιρίου
- ❖ στην απόρριψη της θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου προς το φυσικό περιβάλλον (προς τον αέρα με συναγωγή / αγωγή, προς τη γη με αγωγή, προς τον ουρανό με ακτινοβολία, σε νερό μέσω εξάτμισης)
- ❖ στην αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητας του κτιρίου ως «ρυθμιστή» της εσωτερικής θερμοκρασίας
- ❖ στην βελτίωση της θερμικής άνεσης των ενοίκων, ανεξάρτητα από την ψύξη αυτού καθ' εαυτού του κτιρίου, επηρεάζοντας τις περιβαλλοντικές παραμέτρους στους εσωτερικούς χώρους.

Κατηγορίες παθητικών συστημάτων και τεχνικών φυσικού δροσίσιμου

A. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ - ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

- ✓ Σκίαση ανοιγμάτων
- ✓ Ανακλαστικά επιχρίσματα εξωτερικών επιφανειών
- ✓ Φράγμα ακτινοβολίας
- ✓ Φυτεμένο δώμα

B. ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

- ✓ Διαμπερής φυσικός αερισμός (ημερήσιος ή νυκτερινός)
- ✓ Υβριδικός αερισμός (ανεμιστήρες οροφής και άλλοι)
- ✓ Καμινάδα ή πύργος αερισμού (φυσικός ελκυσμός)
- ✓ Ηλιακή καμινάδα
- ✓ Αεριζόμενο κέλυφος

Γ. ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ ΜΕΣΩ ΕΔΑΦΟΥΣ

- ✓ Υπόσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτίρια
- ✓ Υπεδάφιο σύστημα αγωγών (εναλλάκτες εδάφους-αέρα)

Δ. ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ ΜΕΣΩ ΝΥΚΤΕΡΙΝΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

- ✓ Μεταλλικός ακτινοβολητής

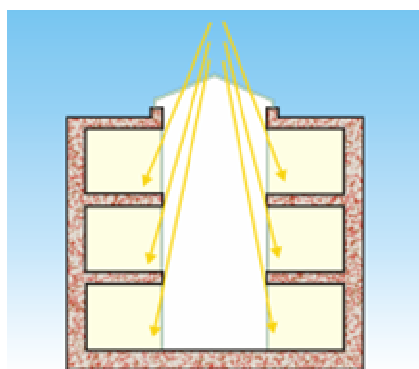
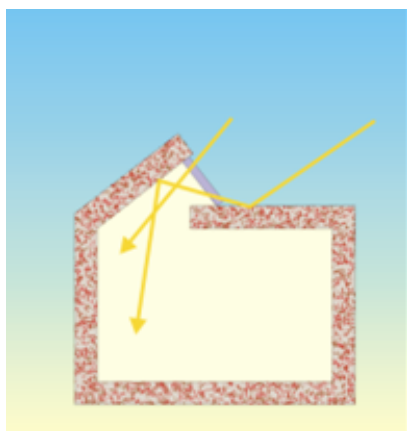
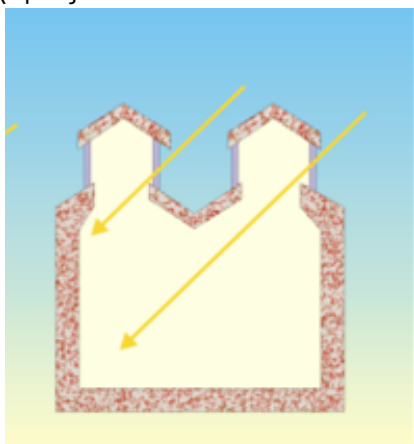
Ε. ΕΞΑΤΜΙΣΤΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

- ✓ Πύργος δροσίσιμου
- ✓ Ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης)



Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο φυσικός φωτισμός στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας. Ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού έχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό από το φυσικό φως, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους.



Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού προς όφελος του κτιρίου με στόχο την εξασφάλιση οπτικής άνεσης θα πρέπει, μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, να εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο «θάμβωσης». Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα / υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα/ ανακλαστικότητα).

Σύστημα φυσικού φωτισμού νοείται το σύνολο:

- Υαλοπίνακας ή άλλο φωτοδιαπερατό στοιχείο
- Πλαίσιο
- Διάταξη σκιασμού (είτε δομικό στοιχείο είτε άλλο)

Αντίστοιχα, οι διάφορες τεχνικές εφαρμοζόμενες στο σύστημα ή και στον εσωτερικό χώρο αυξάνουν την απόδοση του συστήματος και βελτιώνουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

- Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγοί

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

α. Υαλοπίνακες

- Έγχρωμοι και ανακλαστικοί υαλοπίνακες
- Απορροφητικοί υαλοπίνακες
- Υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e)
- Ηλεκτροχρωμικοί
- Φωτοχρωμικοί
- Θερμοχρωμικοί

β. Πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία

γ. Διαφανή μονωτικά υλικά

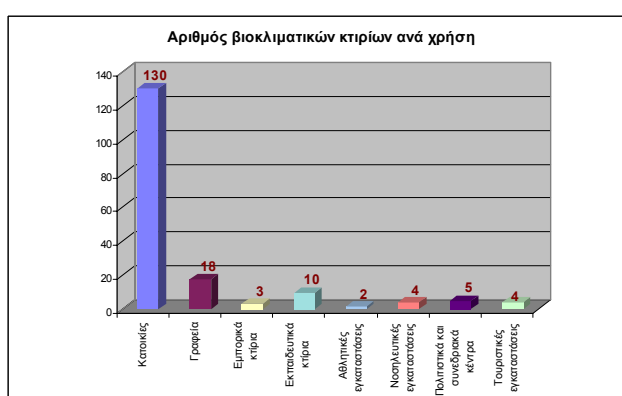
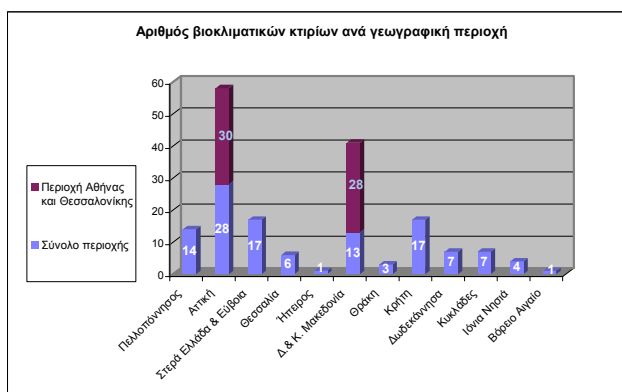
δ. Ανακλαστήρες (Ράφια φωτισμού)

ε. Ανακλαστικές περσίδες

2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

2.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του έργου, στην Ελλάδα σήμερα υπάρχουν περίπου 180 εφαρμογές βιοκλιματικών κτιρίων, εκ των οποίων οι 2 αποτελούν οικιστικά σύνολα. Από αυτά, ο μεγαλύτερος αριθμός των κτιρίων βρίσκεται στην περιοχή της Αττικής (58 περιπτώσεις συμπεριλαμβανομένου του Ηλιακού Χωριού) και στη Μακεδονία (41 περιπτώσεις κτιρίων). Με ένα μέσο αριθμό εφαρμογών έχουν καταγραφεί βιοκλιματικά κτίρια στην υπόλοιπη Στερεά Ελλάδα και Εύβοια (17), στην Κρήτη (17) και στην Πελοπόννησο (14) και μικρότερο στις υπόλοιπες περιοχές.



Η εφαρμογή παθητικών συστημάτων στ κέλυφος των κτιρίων για αυξημένα κέρδη από την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, κυρίως αφορά στον τομέα κατοικίας χαμηλού ύψους (έναν-δύο ορόφους). Η χρήση παθητικών συστημάτων για θέρμανση και ψύξη, σε άλλες χρήσεις κτιρίων δεν έχει εφαρμοστεί ιδιαίτερα. Στην Ελλάδα, μόνον την τελευταία δεκαετία έχει ξεκινήσει να εφαρμόζεται ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σε κτίρια του τριτογενή τομέα, στα πλαίσια της συνολικότερης νέας αντιμετώπισης του σχεδιασμού. Έτσι, από τα ήδη καταγεγραμμένα κτίρια, το 74% των περιπτώσεων αφορά σε κτίρια κατοικίας, ενώ, μία πιο λεπτομερής κατανομή σε χρήσεις του τριτογενή τομέα δίνει τα μεγαλύτερα ποσοστά σε κτίρια γραφείων και εκπαίδευσης.

2.2 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

Η χρήση παθητικών συστημάτων στα βιοκλιματικά κτίρια στην Ελλάδα αξιοποιείται κατά τη χειμερινή περίοδο κυρίως για εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση των συνθηκών άνεσης, ενώ για τη θερινή περίοδο κυρίως για εξασφάλιση θερμικής άνεσης (αφού αφορά κατά πλειοψηφία σε μη-κλιματιζόμενα κτίρια) μέσω απλών μεθόδων και τεχνικών φυσικού δροσισμού.

Από τα συστήματα και τις τεχνικές που έχουν ευρύτερα εφαρμοστεί σε βιοκλιματικά κτίρια, την κύρια θέση κατέχουν απλές τεχνικές για μεγιστοποίηση των νότιων ανοιγμάτων (παθητικά συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους για θέρμανση), που εμφανίζονται στο 81% των κτιρίων (αποκλειστικά στο 11%) και χρήση ηλιακών χώρων έμμεσου κέρδους (κυρίως θερμοκήπια, που εμφανίζονται στο 42% των κτιρίων). Ηλιακοί τοίχοι (Trombe, μάζας και θερμοσιφωνικά πανέλα), εμφανίζονται στο 27% των κτιρίων που καταγράφηκαν. Από τους ηλιακούς τοίχους, το 68% αποτελούν οι τοίχοι Trombe, 11% οι τοίχοι μάζας, 4% τοίχοι νερού και 17% τα θερμοσιφωνικά πανέλα. Σε μια περίπτωση μόνον υπάρχει rock bed, το οποίο



λειτουργεί σε συνδυασμό με θερμοσιφωνικό πανέλο. Επί πλέον, η αυξημένη θερμομόνωση, η διαφοροποιημένη μη συμβατική κατασκευή των εξωτερικών τοιχοποιιών, τα φυτεμένα δώματα και η ελαχιστοποίηση των βορινών ανοιγμάτων προσφέρουν επιπρόσθετη προστασία τον χειμώνα.

Αντίστοιχα για τη θερινή περίοδο, ο σκιασμός, η ελαχιστοποίηση των δυτικών ανοιγμάτων και ο διαμπερής αερισμός αποτελούν κύριες τεχνικές φυσικού δροσισμού που εμφανίζονται σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις που καταγράφηκαν. Η ηλιοπροστασία επιτυγχάνεται με εξωτερικά ή εσωτερικά συστήματα σκιασμού και συγκεκριμένα, ειδικά συστήματα ηλιοπροστασίας αναφέρονται στο 29% των περιπτώσεων και φύτευση του περιβάλλοντος χώρου στο 9% των περιπτώσεων.



Άλλα παθητικά συστήματα που έχουν εφαρμοστεί στην Ελλάδα είναι τα ηλιακά αίθρια, φεγγίτες οροφής για βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, καμινάδες δροσισμού και σωλήνες εδάφους. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο φυσικός αερισμός, αν και δεν επισημαίνεται ιδιαίτερα από τους μελετητές, εφαρμόζεται στο σύνολο των κτιρίων.

2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του έργου και των προσομοιώσεων ειδικότερα που εκπονήθηκαν βάσει των καταγεγραμμένων πραγματικών συνθηκών χρήσης των κτιρίων, οι ενεργειακές καταναλώσεις που προκύπτουν για τη θέρμανση των βιοκλιματικών κατοικιών (κτιρίων συνεχούς χρήσης) στην Α' κλιματική ζώνη κυμαίνονται από 25 έως 42 kWh/m², στη Β' κλιματική ζώνη από 28 έως 55 kWh/m², ενώ στη Γ' κλιματική ζώνη από 44 έως 90 kWh/m² ετησίως. Εκτιμάται δε ότι σε σχέση με τα συνθήκη συμβατικά κτίρια κατασκευής μετά το 1979 (έτος εφαρμογής του Κανονισμού Θερμομόνωσης) τα βιοκλιματικά κτίρια παρουσιάζουν εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 30%, ενώ σε σχέση με παλαιότερα αμόνωτα κτίρια η αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης του 80% .

Από τα αποτελέσματα του έργου προκύπτει ότι η εξοικονόμηση ενέργειας που επιφέρει η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων είναι ιδιαίτερα σημαντική – ανεξαρτήτως της χρήσης των βιοκλιματικών κτιρίων. Αποτελεί όμως παράμετρο σχεδιασμού, η οποία πρέπει να συνδυάζεται παράλληλα με τη λήψη μέτρων ηλιοπροστασίας και σκιασμού, για μείωση των ηλιακών κερδών κατά τη θερινή περίοδο (και άρα, των αναγκών δροσισμού).

Εκτός από τα σημαντικά θερμικά οφέλη των συστημάτων άμεσου κέρδους, η συμβολή άλλων συστημάτων έμμεσου κέρδους στη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά των βιοκλιματικών κτιρίων είναι εξ ίσου σημαντική.

Ειδικότερα, από την προσομοιωτική ανάλυση προκύπτει ότι στην υφιστάμενη κατάσταση των κτιρίων:

- ❖ οι θερμοκηπιακοί χώροι αποδίδουν έως 30%.
- ❖ οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης (ηλιακοί) μπορούν να επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας που ξεπερνά το 40% σε κτίρια κατοικιών στην Α και Β κλιματική ζώνη, ενώ στη Γ' κλιματική ζώνη φθάνει το 12%.

Η εξοικονόμηση ενέργειας λόγω των **αυξημένων νότιων ανοιγμάτων** εξαρτάται από την επιφάνεια των ανοιγμάτων, αλλά και τη συνολική λειτουργία του κτιρίου (μόνωση, εσωτερικά κέρδη, κλίμα της περιοχής, κλπ.). Σε ορισμένες περιπτώσεις, η αυξημένη γυάλινη επιφάνεια, λόγω των μεγάλων νυχτερινών απωλειών θερμότητας σε περιοχές με ψυχρές νύχτες, συντελεί στην αύξηση του φορτίου θέρμανσης του κτιρίου. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να περιοριστεί με τη χρήση νυχτερινής μόνωσης στα ανοίγματα.

Τα **θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι)** είναι το πιο διαδεδομένο παθητικό ηλιακό σύστημα στα κτίρια στην Ελλάδα. Η απόδοσή τους εξαρτάται από το μέγεθός τους και τον τρόπο χρήσης τους και είναι παρόμοια και στις 3 κλιματικές ζώνες της χώρας.

Όλα τα θερμοκήπια έχουν σύστημα σκίασης, είτε εξωτερικά είτε εσωτερικά και έχουν ανοιγόμενα τμήματα για το θερινό αερισμό τους. Η θερινή αυτή προστασία των θερμοκηπίων έχει ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει ιδιαίτερη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου από τα θερμοκήπια. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα θερμοκήπια έχουν αδιαφανή οροφή, ή η οροφή τους είναι απόλυτα σκιαζόμενη κατά τους θερινούς μήνες. Η θερμική επιβάρυνση από την οροφή είναι σημαντική το καλοκαίρι, και για το λόγο αυτό, συνιστώνται τα θερμοκήπια με αδιαφανή στέγη.

Η απόδοση των **ηλιακών τοίχων** εξαρτάται από το μέγεθός τους σε σχέση με το κτίριο, αλλά και από τη χρήση του κτιρίου. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης και θερμοσιφωνικά πάνελα μικρά σε μέγεθος έχουν μικρή συνεισφορά στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Οι ηλιακοί τοίχοι, όταν δεν σκιάζονται και δεν αερίζονται, επιβαρύνουν εν γένει το κτίριο το καλοκαίρι. Μπορούν όμως να συνεισφέρουν και θετικά εφόσον σκιάζονται και, ιδιαίτερα, όταν αξιοποιούνται για το φυσικό αερισμό του κτιρίου.



ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ Ή ΧΡΗΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ

Η υλοποίηση της μελέτης ενός κτιρίου με σωστή κατασκευή και εφαρμογή των τεχνικών δόμησης και των παθητικών συστημάτων αποτελεί σημαντική παράμετρο απόδοσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Στις περισσότερες των περιπτώσεων κτιρίων που μελετήθηκαν, η απόκλιση της τελικής κατασκευής από την αρχική μελέτη του κτιρίου αποτελεί τον βασικό παράγοντα στον οποίο οφείλεται η μειωμένη απόδοση των Π.Η.Σ.

Εν γένει, μικρές αποκλίσεις της μελέτης από την κατασκευή (π.χ. τροποποιήσεις στην κατασκευή της οροφής ή της τοιχοποιίας), συνεπάγονται μικρές αποκλίσεις της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου. Η μεταβολή του μεγέθους των ανοιγμάτων, η ενσωμάτωση ή μη παθητικών συστημάτων, η κακής ποιότητας κατασκευή (π.χ. ελλιπής μόνωση), αλλά ιδιαίτερα η κακή λειτουργία των παθητικών συστημάτων και του κτιρίου (π.χ. υπερβολικός χειμερινός αερισμός, σκίαση των παθητικών συστημάτων, αδρανοποίηση των ηλιακών τοίχων) οδηγούν σε σημαντικές αποκλίσεις της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου από την αναμενόμενη.

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η επίδραση της μη σωστής εφαρμογής της μελέτης στη συμπεριφορά του κτιρίου τους θερινούς μήνες, όπου συχνά παρουσιάζεται σημαντική υπερθέρμανση. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε ανεπαρκή σκίαση ή αερισμό. Πολύ συχνά παρατηρείται παράθυρα και άλλα ανοίγματα που είχαν προβλεφθεί ανοιγόμενα είτε να κατασκευάζονται σταθερά είτε να σφραγίζονται από τους χρήστες, ή απλώς να παραμένουν κλειστά. Επίσης, εξωτερικά σκίαστρα κατασκευάζονται διαφορετικά από τα προβλεπόμενα ή καθόλου. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα δύο σχολεία, στο Ρέθυμνο και στην Άνδρο, όπου, λόγω ελλιπούς σκίασης και αερισμού, το Σεπτέμβριο η εσωτερική θερμοκρασία στις αίθουσες φτάνει έως 30°C και 34°C αντίστοιχα, η οποία δεν θα υπερέβαινε τους 27,5°C και 30°C αντίστοιχα, αν τα κτίρια λειτουργούσαν σωστά.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις που προέκυψαν από το έργο, ο κυριότερος παράγοντας που οδηγεί στην ελλιπή εφαρμογή και κακή χρήση των παθητικών συστημάτων είναι η άγνοια ή η έλλειψη ενδιαφέροντος των χρηστών σχετικά με τη λειτουργία των παθητικών συστημάτων.

ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

Είναι χαρακτηριστικό ότι σε όλες τις κατοικίες του δείγματος σε όλες τις κλιματικές ζώνες δεν υπάρχει εγκατάσταση συστήματος κλιματισμού, αφού εφαρμόζονται συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού (σκίαση και φυσικός αερισμός). Σε ορισμένα κτίρια υπάρχουν ανεμιστήρες οροφής, οι οποίοι χρησιμοποιούνται σπάνια ως καθόλου. Όταν τα συστήματα σκίασης και αερισμού λειτουργούν σωστά και, συνεπώς, αποδοτικά, δεν παρουσιάζονται προβλήματα υπερθέρμανσης, όπως προκύπτει από τις μαρτυρίες των ενοίκων και από τα στοιχεία όλων των ενεργειακών καταγραφών, ακόμα και όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλές. Έχουν δε παρατηρηθεί διαφορές εξωτερικής - εσωτερικής θερμοκρασίας ως και 10°C το καλοκαίρι.

Ένα άλλο σημαντικό συμπέρασμα που προέκυψε από τις ενεργειακές καταγραφές και ιδιαίτερα την επί τόπου επίσκεψη στα κτίρια και τις μαρτυρίες των χρηστών, είναι το γεγονός ότι κατά το καλοκαίρι επιτυγχάνεται θερμική άνεση σε αρκετά υψηλές θερμοκρασίες, όταν στα κτίρια εφαρμόζεται κατάλληλος αερισμός. Οι θερμοκρασίες άνεσης στα κτίρια αυτά, όταν υπάρχει φυσικός αερισμός και ειδικά κατακόρυφος, φθάνει ως και τους 31,5°C. Σε κτίρια όμως με μη αποδοτικό αερισμό και σκίαση, τα όρια άνεσης είναι πολύ χαμηλότερα (κάτω των 29°C), με αποτέλεσμα τη θερμική δυσφορία των ενοίκων.



ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Η ηλιοπροστασία στα βιοκλιματικά κτίρια είναι αναπόσπαστο στοιχείο της σωστής λειτουργίας τους και βασική προϋπόθεση για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτίρια τη θερινή περίοδο. Η ηλιοπροστασία στην Ελλάδα επιτυγχάνεται τόσο με τα δομικά στοιχεία του κτιρίου (π.χ. προβόλους), όσο και με σκίαστρα. Συνήθως υπάρχουν εξωτερικά σκίαστρα σταθερά ή κινητά. Αν και τα κινητά συχνά συνιστώνται από τους μελετητές, κατά την κατασκευή σε πολλές περιπτώσεις τοποθετούνται σταθερές περσίδες σκίασμού. Επίσης χρησιμοποιούνται εξωτερικά ρολά και παντζούρια, αλλά και εσωτερικές κουρτίνες, συνήθως σε συνδυασμό με κάποια εξωτερική σκίαση.

Στα θερμοκήπια συνήθως υπάρχουν υφασμάτινα ρολά, τα οποία είναι εξωτερικά ή και εσωτερικά, ενώ η οροφή τους (όπως προαναφέρθηκε) είναι απόλυτα σκιασμένη. Αντίστοιχα και οι ηλιακοί τοίχοι συχνά σκιάζονται με εξωτερικά ρολά.



ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Ο φυσικός αερισμός εφαρμόζεται σε όλα τα βιοκλιματικά κτίρια, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται στις περισσότερες περιπτώσεις σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες μέσα στα κτίρια και συνθήκες θερμικής άνεσης κατά τη θερινή περίοδο. Σε περιπτώσεις όπου ο αερισμός δεν εφαρμόζεται (για λόγους κατασκευής ή κακής χρήσης), συνήθως παρατηρείται υπερθέρμανση. Παράλληλα, τα όρια της θερμικής άνεσης περιορίζονται σημαντικά. Ο φυσικός αερισμός των κτιρίων, ο οποίος εν γένει εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια της νύχτας, επιτυγχάνεται είτε με διαμπερή ανοίγματα, είτε με ανοίγματα καθ' ύψος του κτιρίου, οπότε και παρατηρείται το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, με αποτέλεσμα περισσότερες εναλλαγές αέρα ανά ώρα. Η μείωση του ψυκτικού φορτίου λόγω του φυσικού αερισμού φθάνει και το 75%, πράγμα που στην πράξη σημαίνει (για τα κτίρια κατοικιών τουλάχιστον) ότι αίρεται η ανάγκη χρήσης συστήματος κλιματισμού, όπως αποδεικνύεται από το σύνολο των ενεργειακών καταγραφών. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι στα βιοκλιματικά κτίρια της ενεργειακής καταγραφής, ακόμα και όταν υπάρχουν ανεμιστήρες οροφής, αυτοί χρησιμοποιούνται ελάχιστα.

ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ Ε.Ε. ΣΤΗΝ ΟΡΟΦΗ

Συχνά στα βιοκλιματικά κτίρια εφαρμόζονται παθητικά συστήματα θέρμανσης ή δροσισμού και τεχνικές μείωσης του φορτίου στην οροφή του κτιρίου, όπως: η αεριζόμενη οροφή, η εφαρμογή ηλιακών ή αιολικών καμινάδων, και το φυτεμένο δώμα. Η αεριζόμενη οροφή και το φυτεμένο δώμα μειώνουν τόσο το φορτίο θέρμανσης, όσο και το φορτίο ψύξης του κτιρίου, και επί πλέον βελτιώνουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης μέσα στα κτίρια. Η ηλιακή καμινάδα, εφόσον λειτουργεί σωστά, μειώνει το φορτίο θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου, όταν όμως δεν λειτουργεί σωστά (δεν συνδυάζεται με επαρκές άνοιγμα παραθύρων για κατάλληλο αερισμό), επιβαρύνει θερμικά το κτίριο το καλοκαίρι. Η αιολική καμινάδα συνεισφέρει στη μείωση του ψυκτικού φορτίου του κτιρίου και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης, λόγω αυξημένου αερισμού, το χειμώνα δε, αυξάνει ελαφρά το φορτίο θέρμανσης.



3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΤΥΧΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Το ιδιαίτερα ήπιο κλίμα στην Ελλάδα, η αυξημένη ηλιοφάνεια και οι δροσεροί καλοκαιρινοί άνεμοι αποτελούν κλιματικούς παράγοντες που επιτρέπουν τη δυνατότητα σχεδιασμού κτιρίων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, με παθητικές τεχνικές και χωρίς την απαίτηση συστημάτων που αυξάνουν το κόστος κατασκευής (είτε παθητικών, είτε υβριδικών).

Όπως προκύπτει από το έργο, αλλά και όπως είναι γνωστό, η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει από το σωστό και ορθολογικό σχεδιασμό – όσον αφορά στη χωροθέτηση και τον προσανατολισμό του κτιρίου, το μέγεθος, τον προσανατολισμό και τη θέση των ανοιγμάτων, την προστασία του κελύφους (θερμολόνωση, ανεμοπροστασία και ηλιοπροστασία) – ο οποίος αποτελεί και τον βασικότερο παράγοντα που πρέπει να λαμβάνουν υπ' όψιν οι μελετητές.

Έτσι, η απόδοση μιας τεχνικής (ή και παθητικού συστήματος), ενώ σχετίζεται με την κλιματική περιοχή εφαρμογής, εξαρτάται ιδιαίτερα από την συνολική κατασκευή του κτιρίου και τη συμβολή των υπόλοιπων δομικών στοιχείων (ποσότητα θερμικής μάζας, ποσοστά ανοιγμάτων, σημεία του κελύφους όπου μεγιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες κλπ.) αλλά και τις απαιτήσεις άνεσης που τίθενται από τους χρήστες του κτιρίου. Είναι δηλαδή δυνατόν, ενώ έχει προβλεφθεί το κατάλληλο (για μια περιοχή) σύστημα, αν δεν μελετηθεί με υπολογισμό και ανάλυση ολόκληρου του κελύφους να μην αποδώσει τα αναμενόμενα οφέλη. Αντίστοιχα, οι αποκλίσεις στην κατασκευή του και η λανθασμένη χρήση του από τους χρήστες μπορεί να οδηγήσουν σε μειωμένα ενεργειακά οφέλη ή ακόμη και σε αρνητική λειτουργία.

Από τη μέχρι τώρα εμπειρία στην πρακτική αυτή, βασικός παράγοντας για την επιλογή των τεχνικών κατά τον βιοκλιματικό σχεδιασμό αποτελεί η απλότητα στη χρήση της προτεινόμενης τεχνικής. Αφ' ενός μεν η συμβολή των χρηστών των κτιρίων αποτελεί βασικότερη παράμετρο της αποδοτικής λειτουργίας των παθητικών τεχνικών και συστημάτων, αφ' ετέρου η πολυπλοκότητα ενός συστήματος κάποιες φορές μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην απόδοση του συστήματος.

Ειδικότερα, όπως προκύπτει από το έργο, τέσσερις είναι οι παράμετροι της *επιτυχούς απόδοσης* του βιοκλιματικού σχεδιασμού:

1. Σωστός σχεδιασμός και ορθολογική επιλογή τεχνικών

Γενικότερα, προτείνεται η εφαρμογή βασικών αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού με εξασφάλιση βέλτιστου ηλιασμού του κτιρίου για θέρμανση το χειμώνα, και δυνατοτήτων αερισμού για δροσίση το καλοκαίρι, καθώς και η επιλογή απλών τεχνικών προστασίας και συστημάτων αξιοποίησης των περιβαλλοντικών πηγών.

Βασικά οφέλη παρέχονται από την προστασία του κελύφους (μείωση των απωλειών θερμότητας το χειμώνα και ηλιακών κερδών το καλοκαίρι), από την επιλογή κατάλληλων υλικών κατασκευής του κτιρίου για βελτιωμένη θερμοχωρητικότητα και θερμομόνωση, αλλά και τη χρήση μη-συμβατικών τεχνικών δόμησης (αεριζόμενα δομικά στοιχεία, ακτινοβολητές, φράγματα ακτινοβολίας, επιπρόσθετη μόνωση κ.α.).

Ο φυσικός δροσίση με διαμερή αερισμό και άλλες τεχνικές ενδείκνυται για όλες τις κλιματικές περιοχές της Ελλάδας, συμβάλλοντας σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη έως και 100% στις βόρειες κλιματικές περιοχές (για κτίρια κατοικίας). Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή τεχνικών φυσικού δροσίση αποτελεί η **ηλιοπροστασία** του κτιρίου, ενώ ο υψτερινός αερισμός προτείνεται και για χρήσεις κτιρίων του τριτογενή τομέα.

Άλλος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται πάντοτε υπ' όψιν είναι το κόστος του συστήματος. Το όφελος που προκύπτει από παθητικές τεχνικές και συστήματα είναι δυνατόν να παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις, ανάλογα με τον τύπο, τη χρήση και το μέγεθος κτιρίου, την κλιματική περιοχή, το σύστημα δόμησης της περιοχής εφαρμογής κ.α. Έτσι, είναι απαραίτητο ο μελετητής να επιλέγει συστήματα και τεχνικές έπειτα από ανάλυση της σχέσης κόστους / οφέλους, ώστε το κόστος της εφαρμογής να μην υπερβαίνει τις δυνατότητες οφέλους και ο χρόνος απόσβεσης του συστήματος να είναι σύντομος.





2. Ορθή υλοποίηση των συστημάτων κατά την κατασκευή

Η υλοποίηση της μελέτης ενός κτιρίου με σωστή κατασκευή και εφαρμογή των τεχνικών δόμησης και των παθητικών συστημάτων αποτελεί τη δεύτερη παράμετρο απόδοσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Στις περισσότερες των περιπτώσεων βιοκλιματικών κτιρίων στην Ελλάδα, η απόκλιση της τελικής κατασκευής από την αρχική μελέτη του κτιρίου αποτελεί τον βασικό παράγοντα στον οποίο οφείλεται η μειωμένη απόδοση των Π.Η.Σ. Η απόκλιση αυτή, η οποία οφείλεται είτε σε κατασκευαστικά λάθη και παραλείψεις, είτε σε αποφάσεις των χρηστών, μπορεί να αντιστρέψει τη συμπεριφορά των συστημάτων και ολόκληρου του κτιρίου, με αποτέλεσμα να έχουμε δυσμενέστερες συνθήκες (αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση και μειωμένη θερμική άνεση) από ότι σε ένα συμβατικό κτίριο χωρίς παθητικά συστήματα.

3. Σωστή χρήση και λειτουργία του κτιρίου και των συστημάτων

Η συμβολή των χρηστών των βιοκλιματικών κτιρίων αποτελεί βασικό μη-τεχνικό παράγοντα από τον οποίον εξαρτάται σε πολύ μεγάλο ποσοστό η απόδοση των Π.Η.Σ. και του ίδιου του κελύφους του κτιρίου.

Για όλα τα Π.Η.Σ. και τις τεχνικές κελύφους για εξοικονόμηση ενέργειας υπάρχει ως ένα βαθμό η αναγκαιότητα της συμβολής του χρήστη. Ο παράγοντας αυτός πρέπει να αποτελεί για τους μελετητές **βασικό κριτήριο** κατά την επιλογή των συστημάτων και τεχνικών, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις αναμένεται μειωμένη συμβολή από την απαιτούμενη κατά την λειτουργία και χρήση του κτιρίου.

Στις περισσότερες περιπτώσεις κτιρίων του τριτογενή τομέα η αποδοτική λειτουργία των παθητικών συστημάτων απαιτεί εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμού, καθώς είναι δύσχερης ή αδύνατη η συμβολή του χρήστη στη λειτουργία των συστημάτων.

4. Επαρκής συντήρηση

Η συντήρηση αποτελεί την τελευταία παράμετρο για την εξασφάλιση της βέλτιστης απόδοσης των βιοκλιματικών κτιρίων με παθητικά συστήματα και άλλες τεχνικές. Παρ' ότι τα Π.Η.Σ. λειτουργούν κυρίως χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων, η συντήρηση (ως παράγοντας από τον οποίον εξαρτάται η λειτουργία σχεδόν όλων των συστημάτων και εγκαταστάσεων) συμβάλλει στην διαχρονική λειτουργία αυτών χωρίς μειωμένη απόδοση. Κύριους λόγους συντήρησης αποτελούν η σκόνη, η παλαιότητα διαφανών υλικών, παλαιότητα κουφωμάτων, ο σκούρισμα και άλλοι, που συνήθως δημιουργούνται με τον χρόνο και την χρήση και λειτουργία των συστημάτων

4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ 8 (ΟΚΤΩ) ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Τα κτίρια που παρουσιάζονται μελετήθηκαν στα πλαίσια του έργου Ε.Π.Ε. Μέτρο 3.1.4. «Ενεργειακή απόδοση παθητικών συστημάτων σε βιοκλιματικά κτίρια». Αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα κτιρίων, από τη μελέτη των οποίων προέκυψαν συμπεράσματα για τη λειτουργία των παθητικών ηλιακών συστημάτων. Στα κτίρια αυτά πραγματοποιήθηκε ενεργειακή καταγραφή και ενεργειακή ανάλυση με τη μέθοδο της προσομοίωσης και σε ένα από αυτά και αναλυτικές μετρήσεις, βάσει της κοινής μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στο έργο για 30 κτίρια υπό μελέτη.

Για κάθε κτίριο παρουσιάζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη καθώς και οι θερμοκρασιακές συνθήκες που προκύπτουν στην υφιστάμενη κατασκευή και χρήση του κτιρίου και συγκρίνονται με διάφορα σενάρια. Το βασικό σενάριο είναι αυτό που χαρακτηρίζεται ως «ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ», το οποίο αφορά στο ίδιο κτίριο όπως θα ήταν εάν δεν υπήρχαν ενσωματωμένα σε αυτό παθητικά ηλιακά συστήματα. Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι και σε αυτή την περίπτωση τα κτίρια θεωρούνται βιοκλιματικά και παρουσιάζουν μειωμένες ενεργειακές απαιτήσεις σε σχέση με τα συνήθη 'συμβατικά' κτίρια. Τα άλλα σενάρια που εξετάζονται κατά περίπτωση αφορούν την κατασκευή και λειτουργία μεμονωμένων συστημάτων, ώστε να είναι δυνατή η διεξαγωγή συμπερασμάτων όχι μόνο για τη συνολική λειτουργία του κτιρίου, αλλά και για τη συμβολή του κάθε συστήματος ή τεχνικής που εφαρμόζεται σε αυτό.

Ειδικότερα, παρουσιάζονται κτίρια που σχεδιάστηκαν από τους αρχιτέκτονες:

1. Αλέξανδρο Καπών
2. Μιχάλη Σουβατζίδη
3. Μαργαρίτα Κωνσταντινίδου
4. Θάνο Γιάκα
5. Έλλη Γεωργιάδου
6. Θύμιο και Νικολέτα Σαλιάχη
7. Γιάννη Καλλιγέρη
8. Αλέξανδρο Τομπάζη και συνεργάτες



ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΤΗΝ ΑΝΔΡΟ

Μελετητής: Α. Καπόν
 Έτος κατασκευής: 1989
 Εμβαδόν κτιρίου: 899
 Εμβαδόν θερμαινόμενων χώρων: 513.5 m²
 Αριθμός ορόφων: 1
 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα:

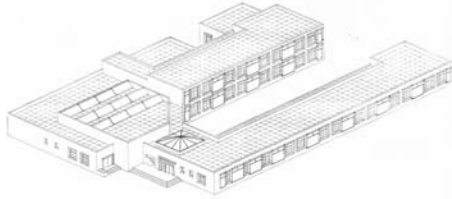
- Άμεσο κέρδος
- Τοίχοι Trombe

Φυσικός Δροσισμός:

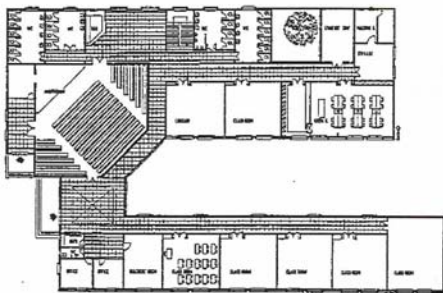
- Διαμπερής αερισμός

Προβλεπόμενη θερμομόνωση: 10cm πολυστερίνη

Το βασικότερο στοιχείο, που χαρακτηρίζει την περίπτωση αυτή, είναι ότι το υφιστάμενο κτίριο παρουσιάζει σημαντικές διαφορές ως προς τη λειτουργία του σε σχέση τα προβλεπόμενα στη μελέτη, γεγονός που οφείλεται σε κακή κατασκευή, αλλά και κακή χρήση και συντήρηση.



↑
B



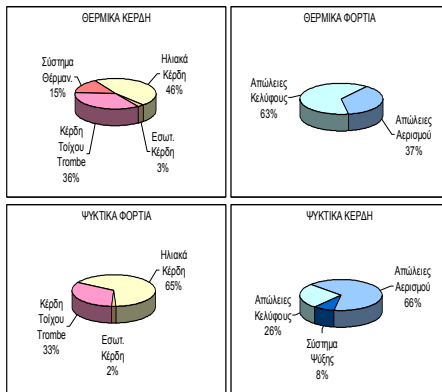
ΚΑΤΟΨΗ ΤΥΠΙΚΟΥ ΟΡΟΦΟΥ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ			ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ		
	GJ	KWh/m ²	%	GJ	KWh/m ²	%
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	33.15	17.93	-	0.02	0.01	-
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	22.84	12.36	-31.10	15.98	8.65	75995
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	9.42	5.10	-71.57	0.08	0.04	257.14

ΑΠΟΔΟΣΗ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ		ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ	
	GJ	KWh/m ²	GJ	KWh/m ²
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕ ΤΟΙΧΟΥΣ ΤΡΟΜΒΕ ΚΑΙ ΑΣΚΙΑΣΤΑ ΝΟΤΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	22.84	12.36	15.98	8.65
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕ ΚΟΥΡΤΙΝΕΣ ΣΤΑ ΝΟΤΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	41.87	22.65	15.98	8.65
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΧΩΡΙΣ ΤΟΙΧΟΥΣ ΤΡΟΜΒΕ	87.94	47.57	0.01	0.01
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕ ΤΟΙΧΟ ΤΡΟΜΒΕ	9.42	5.10	0.08	0.04
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΧΩΡΙΣ ΤΟΙΧΟ ΤΡΟΜΒΕ	30.15	16.31	0.02	0.01

Ειδικότερα, η διαφοροποίηση της υφιστάμενης κατάστασης του κτιρίου από τη μελέτη, λόγω κατασκευής και χρήσης αφορά τα ακόλουθα:

- Η ποιότητα κατασκευής του κτιρίου είναι πολύ κακή, με αποτέλεσμα την ανεξέλεγκτη διείσδυση του αέρα από χαραμάδες και ρωγμές, που οδηγεί σε μεγάλες θερμικές απώλειες το χειμώνα.
- Η μόνωση έχει καταστραφεί, λόγω της κακής κατασκευής, με αποτέλεσμα να μην αποδίδει.
- Οι τοίχοι Trombe υπολειτουργούν το χειμώνα, διότι δεν λειτουργούν ικανοποιητικά οι θυρίδες. Το καλοκαίρι δεν υπάρχουν οι κατακόρυφες τέντες για το σκιασμό των τοίχων Trombe, οι οποίες έχουν σκιστεί και δεν έχουν αντικατασταθεί. Οι δε θυρίδες αερισμού του τοίχου (οριζόντιο ανοιγόμενο τμήμα του υαλοπίνακα του τοίχου), οι οποίες είναι απαραίτητες για αποφυγή της πλεονάζουσας θερμότητας, δεν μπορούν να ανοίξουν, καθώς έχει τοποθετηθεί μπροστά τους ο οδηγός της τέντας σκίασης. Συνέπεια των παραπάνω είναι η υπερθέρμανση του τοίχου και της παρακείμενης αίθουσας κατά την περίοδο δροσισμού.
- Οι βορινοί φεγγίτες αερισμού των αιθουσών δεν ανοίγουν, καθώς δεν υπάρχει σύστημα για εύκολο άνοιγμα από χαμηλότερο σημείο με συνέπεια να μην είναι εφικτός ο επαρκής αερισμός του κτιρίου.
- Ενώ στα παράθυρα ο μελετητής είχε προβλέψει βενετικά στόρια για μείωση της θάμβωσης, τοποθετήθηκαν τελικά κουρτίνες.



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

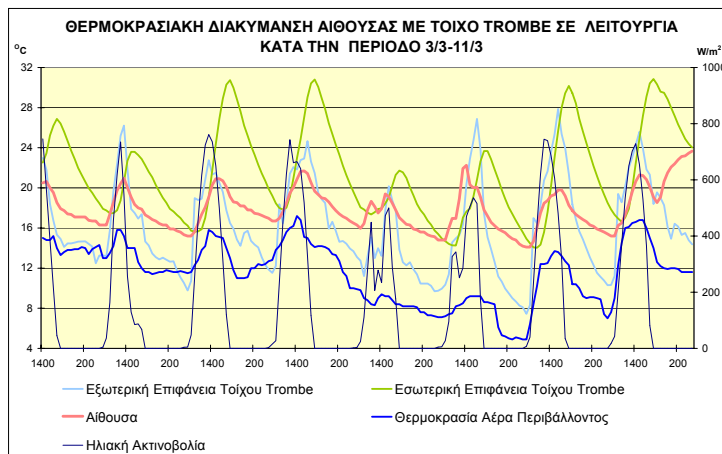
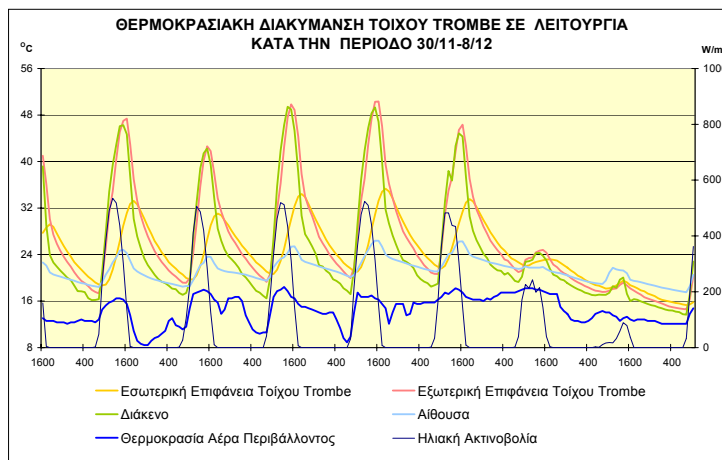
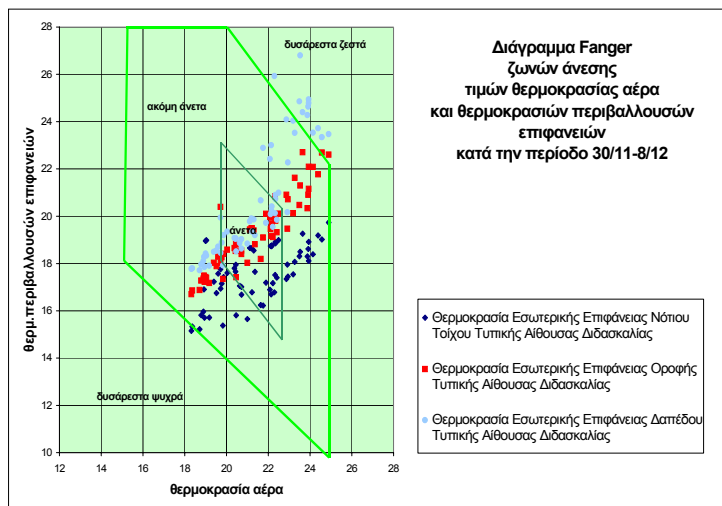
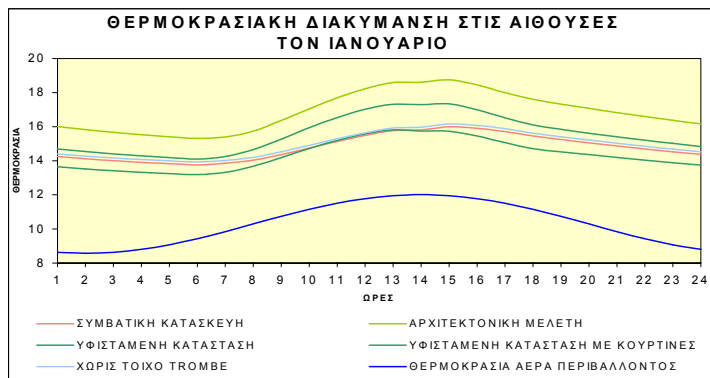
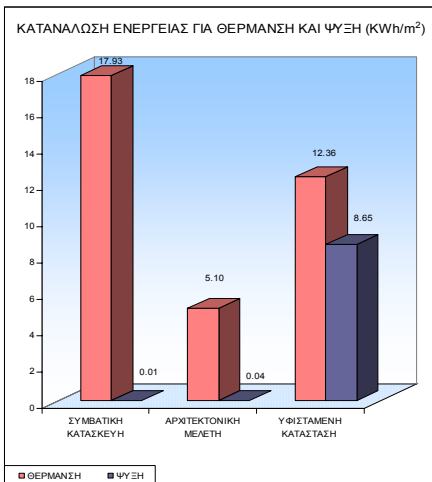
Η εξοικονόμηση ενέργειας από το κτίριο, όπως προβλεπόταν από τη μελέτη ανέρχεται σε 71,6% για την περίοδο θέρμανσης, ποσό το οποίο πέφτει στο 30% λόγω της υφιστάμενης κατασκευής και λειτουργίας του κτιρίου. Παρά την μέτρια λειτουργία του, ο τοίχος Trombe, αποδίδει σημαντικά θερμικά οφέλη, μειώνοντας το θερμικό φορτίο του κτιρίου κατά 68,7% και αυξάνοντας την εσωτερική θερμοκρασία κατά 1,5°C τουλάχιστον μια τυπική μέρα του Ιανουαρίου. Η λειτουργία του θα ανέβαζε κατά 3°C τη θερμοκρασία του

χώρου αν είχε εφαρμοστεί σωστά η αρχιτεκτονική μελέτη. Στην παρούσα κατάσταση οι εσωτερικές θερμοκρασίες τον Ιανουάριο κατά τη διάρκεια των ωρών διδασκαλίας κυμαίνονται από 15 ως 17°C περίπου, (όπως προκύπτει από την προσομοίωση του κτιρίου).

Κατά τη χειμερινή περίοδο των μετρήσεων (Δεκέμβριος 1999) οι θερμοκρασίες στην αίθουσα είναι μέσα στα όρια θερμικής άνεσης, όπως δείχνει και το διάγραμμα του Fanger χωρίς να λειτουργεί βοηθητική θέρμανση. Οι τοίχοι Trombe λειτουργούν ικανοποιητικά ανεβάζοντας τη μέση θερμοκρασία αέρα στην αίθουσα κατά τις ώρες χρήσης της. Έτσι, ενώ η θερμοκρασιακή διακύμανση του αέρα περιβάλλοντος είναι 10°C (8-18°C), η διακύμανση στην αίθουσα είναι μόλις 5°C (19-24°C). Παρατηρείται ότι ακόμα και τις μέρες που η ηλιακή ακτινοβολία είναι σε χαμηλά επίπεδα, οι τοίχοι αποδίδουν αρκετά, διατηρώντας την ελάχιστη θερμοκρασία στην αίθουσα πάνω από τους 17°C. Στη διατήρηση των συνθηκών αυτών συμβάλει επικουρικά και το άμεσο κέρδος.

Από το ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου για την περίοδο θέρμανσης, φαίνεται η σημαντική συνεισφορά τόσο του τοίχου Trombe, όσο και των άμεσων ηλιακών κερδών: τα ηλιακά κέρδη καλύπτουν το 64% του ισοζυγίου, τα κέρδη από τον τοίχο Trombe το 27%, ενώ η βοηθητική θέρμανση μόνο το 7%.

Κατά την ενεργειακή καταγραφή παρατηρήθηκε ότι στις αίθουσες που έχουν νότιο προσανατολισμό, υπάρχουν στα παράθυρα κουρτίνες, οι οποίες παραμένουν διαρκώς κλειστές, λόγω του προβλήματος της θάμβωσης. Θεωρώντας αυτή την κατάσταση λειτουργίας, προκύπτει διαφορετική συμπεριφορά του κτιρίου το χειμώνα στην υφιστάμενη κατάσταση, από αυτή που αρχικά υπολογίστηκε και ακόμα πιο διαφοροποιημένη από την αρχιτεκτονική μελέτη. Η παρουσία της εσωτερικής κουρτίνας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του θερμικού φορτίου της υφιστάμενης κατασκευής κατά 83% περίπου. Αντίστοιχα μεταβάλλεται και το ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου, καθώς τα ηλιακά κέρδη μειώνονται στο 46%, το σύστημα θέρμανσης καλύπτει το 15%, ενώ αυξάνει ποσοστιαία η συμβολή των τοίχων Trombe. Ο σχεδόν διπλασιασμός του φορτίου θέρμανσης του κτιρίου το χειμώνα, από την παρουσία και μόνο των κουρτινών στα παράθυρα, θα μπορούσε να αποφευχθεί με την προβλεπόμενη από το μελετητή χρήση οριζόντιων κινητών περσίδων.



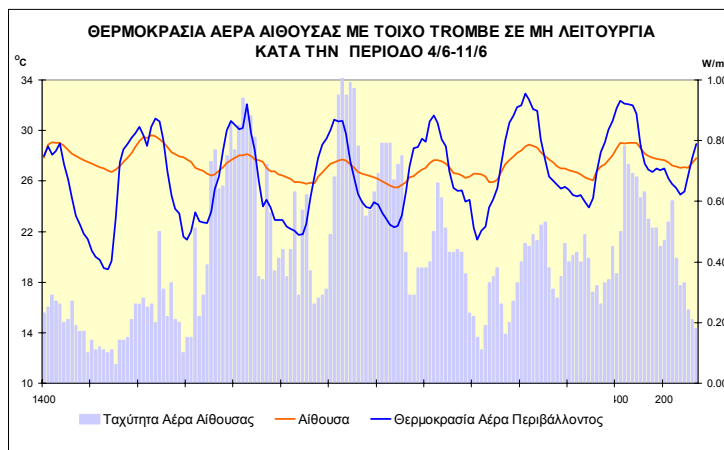
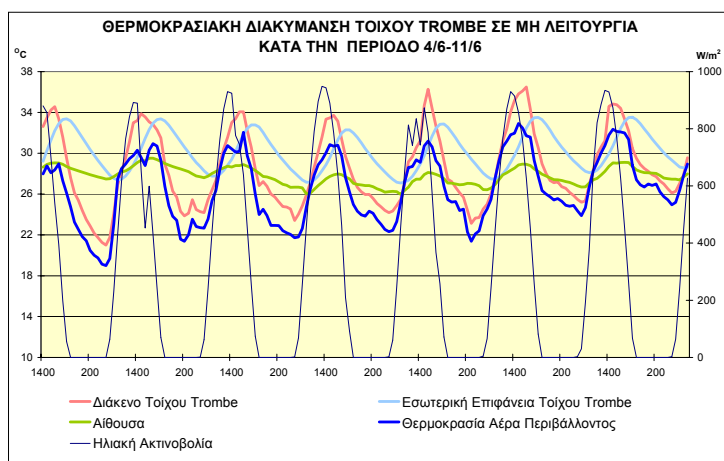
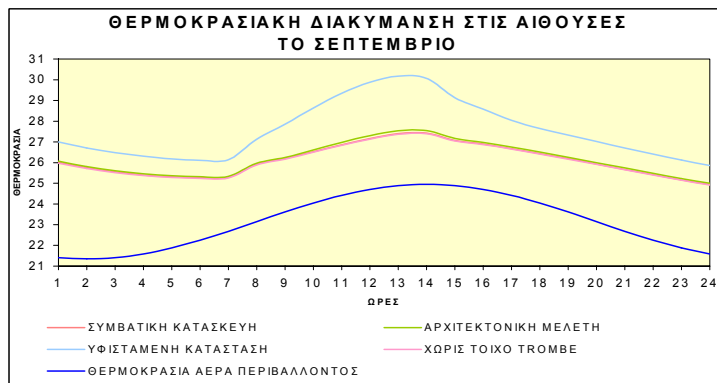
Η καλύτερη λύση από πλευράς λειτουργίας, αλλά κυρίως συντήρησης θα ήταν η τοποθέτηση βενετικών στοριών ενδιάμεσα στους υαλοπίνακες των νότιων παραθύρων ώστε να συνδυάζονται η παθητική θέρμανση με ηλιακά κέρδη, η αποφυγή της θάμβωσης με εκτροπή των ηλιακών ακτινών, αλλά και η προστασία από τη φθορά λόγω χρήσης.

Το Σεπτέμβριο, που είναι ο πιο επιβαρυνμένος θερμικά μήνας, η παρουσία του τοίχου Trombe, όπως λειτουργεί, ανεβάζει τη θερμοκρασία στις αίθουσες κατά 2,5°C περίπου, οπότε και εμφανίζονται εσωτερικές θερμοκρασίες ως και 30°C. Σύμφωνα με την προσομοιωτική ανάλυση, αν ο τοίχος Trombe λειτουργούσε σωστά, δεν θα ανέβαζε τη θερμοκρασία πάνω από 0,2°C, με αποτέλεσμα οι θερμοκρασίες στην αίθουσα να μην υπερβαίνουν τους 27,5°C.

Παράλληλα, οι θερμοκρασίες αέρα κατά τις μετρήσεις της θερινής περιόδου (4-11 Ιουνίου 1999) είναι οριακά στη ζώνη της θερμικής άνεσης, καθώς στο εσωτερικό της αίθουσας υπάρχουν σχετικά υψηλές ταχύτητες αέρα.

Η διακύμανση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό της αίθουσας κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου είναι μικρή (μόλις 1,5°C), όταν μάλιστα η εξωτερική θερμοκρασία έχει ένα εύρος διακύμανσης 10°C. Η μικρή αυτή διακύμανση αποδεικνύει ότι δεν γίνεται επαρκής νυκτερινός αερισμός. Όντως, στις πτέρυγες των αιθουσών οι βορινοί φεγγίτες αερισμού δεν ανοίγουν συνήθως, αφ' ενός γιατί δεν είναι εύκολη η προσέγγισή τους, και αφ' ετέρου γιατί όταν ανοίγουν, περιορίζεται το άνοιγμά τους από τα αερόθερμα που είναι τοποθετημένα ακριβώς μπροστά από αυτούς.

Οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στους τοίχους Trombe είναι ιδιαίτερα υψηλές και επιβαρύνουν τις εσωτερικές συνθήκες αυξάνοντας την θερμοκρασία στο εσωτερικό της αίθουσας. Οι υψηλές θερμοκρασίες οφείλονται στο μη σκιασμό των τοίχων (καθώς οι εξωτερικές τέντες του τοίχου είναι κατεστραμμένες), αλλά και στη μη αποφόρτιση του τοίχου από τις θυρίδες αερισμού (που εμποδίζονται από τους οδηγούς του συστήματος σκίασης).





ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΟ ΑΤΤΙΚΟ ΑΛΛΟΣ

Μελετητής: Μ. Σουβατζίδης

Έτος κατασκευής: 1993

Εμβαδόν διαμερίσματος: 159,4 m²

Εμβαδόν θερμαινόμενων χώρων: 153,7 m²

Αριθμός ορόφων κτιρίου: 5

Παθητικά Ηλιακά Συστήματα:

- Άμεσο κέρδος
- Θερμοκήπιο ενσωματωμένο στο κτίριο

Φυσικός Δροσισμός:

- Σκίαση ανοιγμάτων
- Διαμπερή και κατακόρυφος νυχτερινός αερισμός

Τοιχοποιία: Εμφανής δομική τοιχοποιία εσωτερικά και εξωτερικά, με Thermoblock και μόνωση 5cm ενδιάμεσα.

Ιδιοκτήτης και χρήστης του κτιρίου είναι ίδιος ο μελετητής. Η κατοικία αποτελεί τμήμα του κτιρίου, το οποίο διαρθρώνεται σε πέντε επίπεδα και καταλαμβάνει τα τρία τελευταία επίπεδα, ενώ τα υπόλοιπα επίπεδα αποτελούν το γραφείο του μελετητή και άλλα διαμερίσματα.

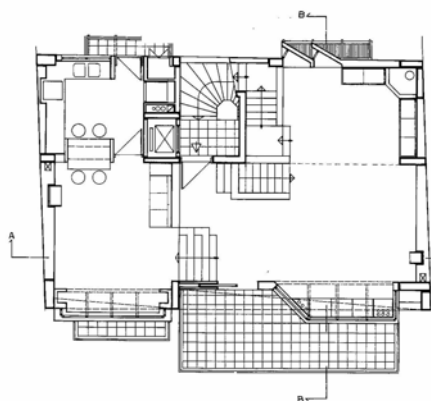
Το κτίριο είναι σε περιοχή της Αθήνας με συνεχή δόμηση, έχει νοτιοανατολικό προσανατολισμό, με μεγάλα νότια ανοίγματα και θερμοκήπιο. Το θερμοκήπιο αποτελεί τμήμα του καθιστικού της κατοικίας. Κατά τη διάρκεια της ημέρας το θερμοκήπιο με το καθιστικό αποτελεί ενιαίο χώρο, ενώ κατά την διάρκεια της νύχτας υπάρχει ρολό με εσωτερική μόνωση που χωρίζει το θερμοκήπιο από τον υπόλοιπο χώρο.

Εξωτερικά, τα ανοίγματα σκιάζονται με οριζόντια, περιστρεφόμενα σκίαστρα. Η περιστροφή είναι προσανατολισμένες προς το νότο και η κλίση τους είναι αυτή που επιτρέπει τον μέγιστο ηλιασμό των ανοιγμάτων κατά τη χειμερινή περίοδο. Εσωτερικά, τα ανοίγματα σκιάζονται με κατακόρυφες ανοιχτόχρωμες περισπίδες.

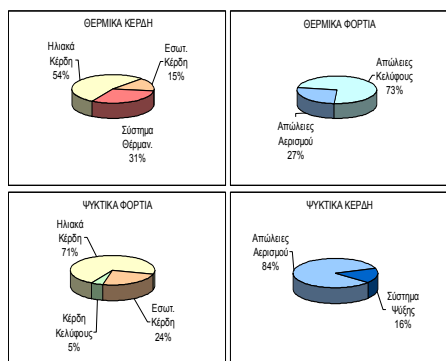
Η διάταξη της κατοικίας σε επίπεδα διευκολύνει τον κατακόρυφο αερισμό. Για τον καλύτερο αερισμό της κατοικίας έχουν τοποθετηθεί μικροί ανεμιστήρες απαγωγής του ζεστού αέρα που συγκεντρώνεται στα ανώτερα επίπεδα.

Στο δώμα του κτιρίου υπάρχουν τμήματα τα οποία είναι φυτεμένα, ενώ το μεγαλύτερο τμήμα του δώματος σκιάζεται από ανάλογα οριζόντια σκίαστρα με αυτά που σκιάζουν τα ανοίγματα. Τέλος, σ' ένα τμήμα του δώματος και σε επαφή με αυτό έχει τοποθετηθεί ηλιακός συλλέκτης, με αποτέλεσμα, το τμήμα αυτό ουσιαστικά να έχει ελάχιστη θερμική επιβάρυνση, καθώς η ηλιακή ενέργεια απορροφάται από το συλλέκτη.

↗
B



ΚΑΤΟΨΗ ΟΡΟΦΟΥ



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

ΜΟΡΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ			ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ		
	GJ	KWh/m ²	%	GJ	KWh/m ²	%
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	20.32	35.41	-	6.20	10.80	-
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	17.93	31.24	-11.76	7.14	12.43	15.12

Από το ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου προκύπτει ότι τα ηλιακά κέρδη αποτελούν το 54% των συνολικών θερμικών κερδών, ενώ η βοηθητική θέρμανση καλύπτει το 31%.

Γενικά, η κατοικία έχει περιορισμένες απαιτήσεις σε θέρμανση. Όπως ανέφερε ο μελετητής-χρήστης, η θέρμανση του χώρου για μικρά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της ημέρας έχει ως αποτέλεσμα να διατηρείται η θερμοκρασία εντός των ορίων θερμικής άνεσης.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΛΥΦΟΥΣ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ		ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ	
	GJ	KWh/m ²	GJ	KWh/m ²
ΣΚΙΑΣΤΡΑ, ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ, ΕΙΔΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	17.93	31.24	7.14	12.43
ΧΩΡΙΣ ΣΚΙΑΣΤΡΑ	17.93	31.24	7.96	13.87
ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	20.69	36.06	5.52	9.62
ΜΕ ΤΥΠΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	19.16	33.40	7.28	12.68

Η χρήση της συγκεκριμένης τοιχοποιίας και το θερμοκήπιο, συντελούν σε εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση της τάξης του 13%. Από τον πίνακα που παρουσιάζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη, προκύπτει ότι το θερμοκήπιο έχει πολύ μικρή συμμετοχή στην εξοικονόμηση ενέργειας για την περίοδο θέρμανσης, αφού η μεγαλύτερη εξοικονόμηση

ενέργειας προκύπτει από το συνολικό σχεδιασμό του κτιρίου. Επί πλέον, το θερμοκήπιο επιβαρύνει ελαφρά το κτίριο το καλοκαίρι, ανεβάζοντας τη θερμοκρασία του παρακείμενου χώρου ως 1°C.

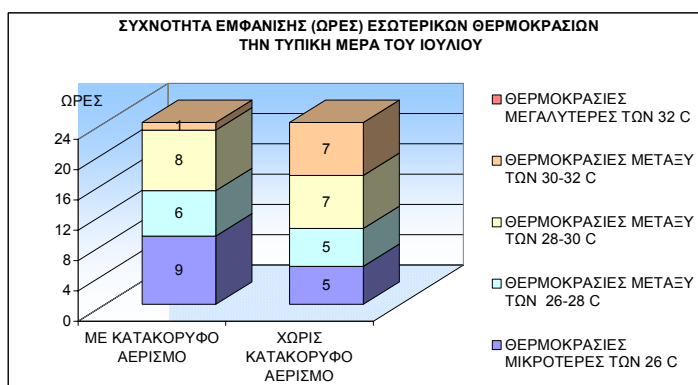
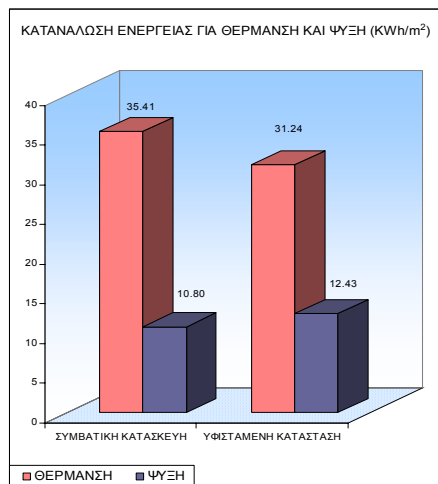
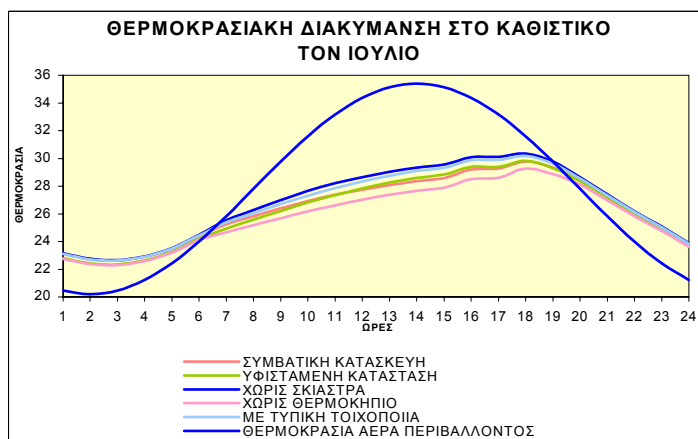
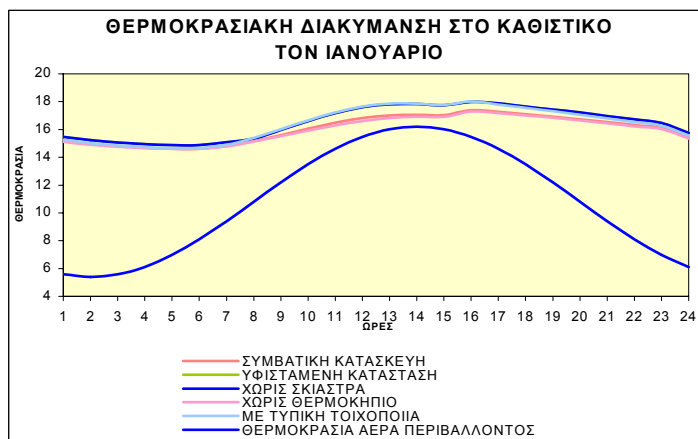
Κατά τη θερινή περίοδο, στο εσωτερικό της κατοικίας αναπτύσσονται θερμοκρασίες που φτάνουν τους 30°C, όπως προκύπτει από τις προσομοιώσεις. Όπως προέκυψε από τη μαρτυρία του χρήστη, η θερμοκρασία αυτή είναι ανεκτή στο κτίριο και δεν χρειάζεται κλιματισμός των χώρων.

Οι θερμοκρασίες που μετρήθηκαν στο εσωτερικό της κατοικίας κατά την ενεργειακή καταγραφή είχαν 10°C διαφορά με την εξωτερική θερμοκρασία του αέρα. Συγκεκριμένα, ενώ η εξωτερική θερμοκρασία ήταν κοντά στους 42°C, η θερμοκρασία που είχε ο χώρος του καθιστικού ήταν 31,5°C. Πρέπει να σημειωθεί ότι αν και η θερμοκρασία των 31,5°C δεν θεωρείται ότι είναι μέσα στα όρια θερμικής άνεσης, με την θερμοκρασία αυτή οι παρευρισκόμενοι στο κτίριο αισθάνονταν θερμική άνεση.

Η λειτουργία των μικρών ανεμιστήρων για την απαγωγή του θερμού αέρα και η ύπαρξη ανοιχτών ανοιγμάτων στο δώμα έχει ως αποτέλεσμα την αισθητή βελτίωση των συνθηκών μέσα στο χώρο. Η χρήση των σκιάστρων έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των αναγκών δροσισμού κατά 10%.

Η εφαρμογή της συγκεκριμένης τοιχοποιίας έχει θετικά αν και μικρά αποτελέσματα τόσο κατά την περίοδο θέρμανσης, όσο και κατά την περίοδο ψύξης.

Η τοιχοποιία που έχει εφαρμοστεί στην κατοικία αποδίδει τα θερμικά κέρδη και αποφορτίζεται με μικρότερο ρυθμό απ' ό,τι η τυπική τοιχοποιία. Αποτέλεσμα είναι κατά την χειμερινή περίοδο να δημιουργούνται υψηλότερες θερμοκρασίες στο χώρο τις νυχτερινές ώρες απ' ό,τι όταν εφαρμόζονταν η τυπική τοιχοποιία, ενώ κατά την διάρκεια της ημέρας κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα. Κατά τη θερινή περίοδο συμβαίνει το αντίθετο. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, παρουσιάζονται υψηλότερες θερμοκρασίες με τη συμβατική τοιχοποιία, ενώ κατά τις απογευματινές και νυχτερινές ώρες, σχεδόν τις ίδιες θερμοκρασίες στην κατοικία.





ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΚΗΦΙΣΙΑ

Μελετητής: Μ. Κωνσταντινίδου

Έτος κατασκευής: 1995

Εμβαδόν κτιρίου: 208,1m²

Εμβαδόν θερμαινόμενων χώρων: 133,2 m²

Αριθμός ορόφων: 2+υπόγειο

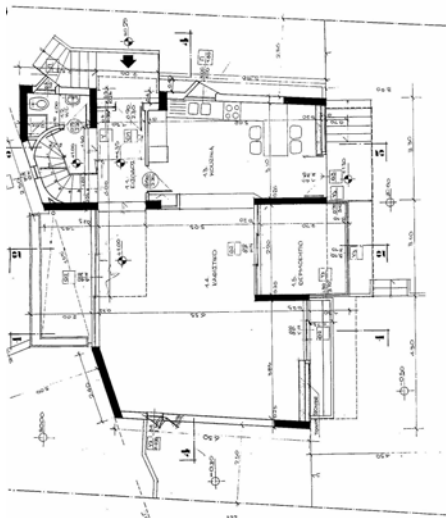
Παθητικά Ηλιακά Συστήματα:

- Άμεσο κέρδος
- Θερμοκήπιο ενσωματωμένο στο κτίριο

Φυσικός Δροσισμός:

- Σκίαση ανοιγμάτων
- Σκίαση και αερισμός θερμοκηπίου
- Διαμπερής και κατακρύφως νυχτερινός αερισμός

← B



ΚΑΤΟΨΗ ΟΡΟΦΟΥ

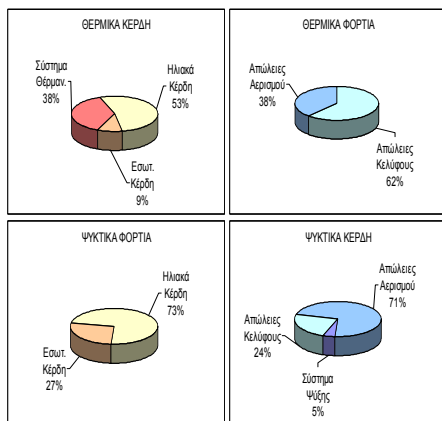
Η κατοικία στην Κηφισιά παρουσιάζει χαμηλό φορτίο θέρμανσης, λόγω των βασικών στοιχείων του σχεδιασμού της: συμπαγής όγκος και μεγάλα ανοίγματα άμεσου κέρδους. Τα ηλιακά κέρδη στην περίπτωση αυτή καλύπτουν το 53% του θερμικού ισοζυγίου την περίοδο θέρμανσης, ενώ η βοηθητική θέρμανση το 38%.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ			ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ		
	GJ	KWh/m ²	%	GJ	KWh/m ²	%
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ	34.97	46.68	-	1.41	6.52	-
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	35.19	46.98	0.64	1.44	6.66	2.06
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	31.09	41.50	-11.08	1.43	6.61	1.28

Η υφιστάμενη κατασκευή παρουσιάζει σημαντικές διαφορές από την αρχιτεκτονική μελέτη, οι οποίες έχουν και ανάλογη επίδραση στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου.

- Η μελέτη προέβλεπε τοίχους Trombe, οι οποίοι δεν κατασκευάστηκαν.
- Η μελέτη επίσης προέβλεπε κατασκευή θερμοκηπίου προσαρτημένου στο κτίριο, το οποίο τελικά κατασκευάστηκε ενσωματωμένο και λειτουργεί ως «λιακωτό» (σύστημα άμεσου κέρδους).

Το θερμοκήπιο (λιακωτό) έχει ανοιγόμενα υαλοστάσια, σε κλίση 75° καθώς και πλαϊνές πόρτες. Φέρει δε σταθερή σκίαση οριζόντια (πρόβολο) και έχει τη δυνατότητα πλήρους σκίασης με τέντα, η οποία όμως παρέχει τη δυνατότητα αερισμού, καθώς βρίσκεται σε απόσταση από τους υαλοπίνακες.



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ		ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ	
	GJ	KWh/m ²	GJ	KWh/m ²
ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	35.19	46.98	1.44	6.66
ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	33.48	44.69	1.25	5.80
ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	34.97	46.68	1.41	6.52

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΤΡΟΜΒΕ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ		ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ	
	GJ	KWh/m ²	GJ	KWh/m ²
ΜΕ ΤΟΙΧΟ ΤΡΟΜΒΕ	31.09	41.50	1.43	6.61
ΧΩΡΙΣ ΤΟΙΧΟ ΤΡΟΜΒΕ	33.48	44.69	1.25	5.80
ΜΕ ΤΟΙΧΟ ΤΡΟΜΒΕ, ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	33.90	45.25	1.70	7.87

Από την ανάλυση ευαισθησίας που έγινε με προσομοιώσεις, προέκυψε ότι το κτίριο όπως κατασκευάστηκε, παρουσιάζει επιβάρυνση σε σχέση με ένα ίδιο κτίριο χωρίς παθητικά συστήματα (συμβατικό) κατά μικρό ποσοστό (0,6% αυξημένο φορτίο θέρμανσης), ενώ το κτίριο όπως είχε αρχικά μελετηθεί θα εξοικονομούσε 12,5% ενέργεια για θέρμανση σε σχέση με το συμβατικό. Το υφιστάμενο θερμοκήπιο επιβαρύνει το κτίριο θερμικά, διότι, αν και ανεβάζει άμεσα τη θερμοκρασία του χώρου, παρουσιάζει μεγάλες απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας του χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι έχει ελάχιστα καλύτερη συμπεριφορά από αυτό της αρχικής μελέτης.

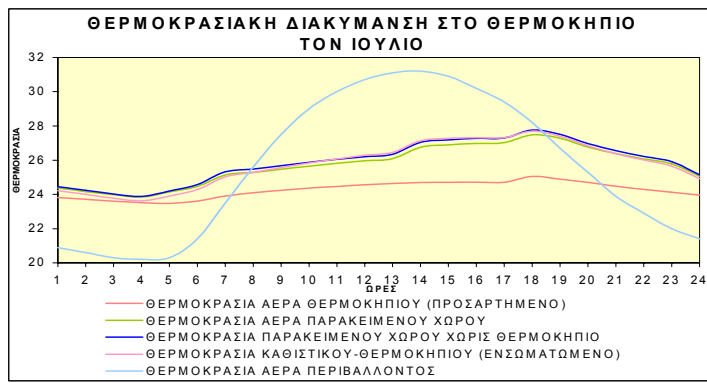
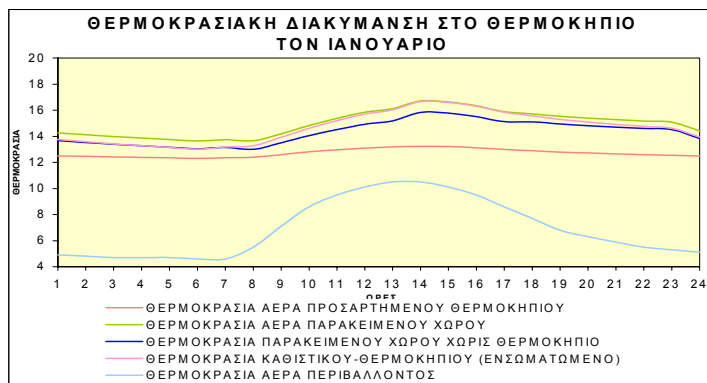
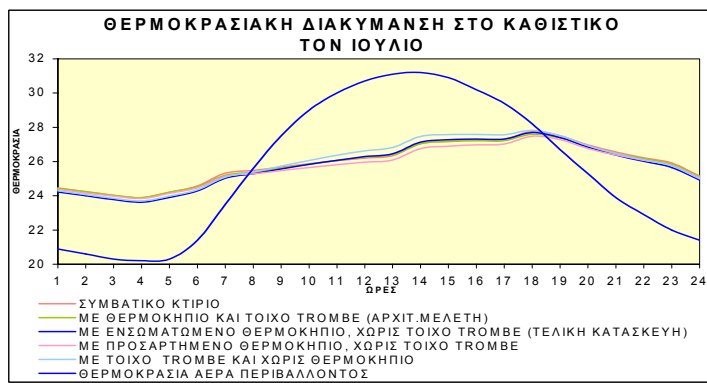
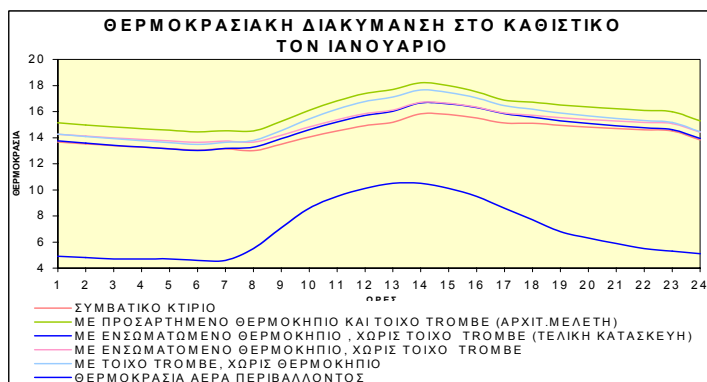
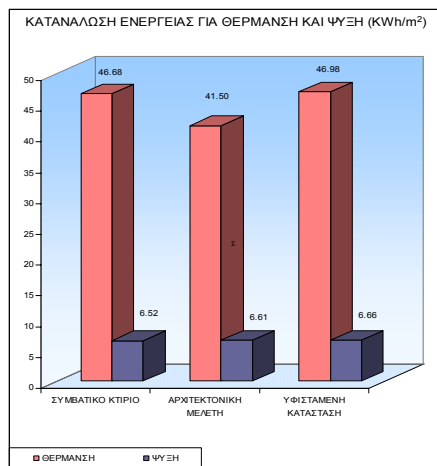
Το θερμοκήπιο, όπως αρχικά είχε μελετηθεί, θα εξοικονομούσε ενέργεια θέρμανσης της τάξης του 4,5%, ενώ ο τοίχος Trombe 3%. Επί πλέον ο τοίχος Trombe θα συντελούσε στην αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C και επί πλέον στη βελτίωση της θερμικής άνεσης στον παρακείμενο χώρο το χειμώνα, λόγω της υψηλής επιφανειακής του θερμοκρασίας που έχει ως αποτέλεσμα την ακτινοβολία θερμότητας προς το χώρο. Το καλοκαίρι θα πρέπει απαραίτητα να σκιάζεται.

Γενικά, τα παθητικά συστήματα αυτά επιβαρύνουν ελάχιστα το κτίριο το καλοκαίρι, ανεβάζοντας τη θερμοκρασία στον παρακείμενο χώρο λιγότερο από 1°C.

Η λειτουργία του υφιστάμενου θερμοκηπίου, καθώς είναι σκιαζόμενο και αεριζόμενο, δεν επιβαρύνει το κτίριο.

Τα φυσικά συστήματα δροσισμού έχουν εφαρμοστεί όπως ήταν η αρχική μελέτη. Τα ανοίγματα του κτιρίου σκιάζονται με προβόλους και εξωτερικά συρόμενα παντζούρια. Στην οροφή του κλιμακοστασίου υπάρχει άνοιγμα νότιο προσανατολισμού, το οποίο λειτουργεί ως αιολική καμινάδα, διευκολύνοντας τον αερισμό του κτιρίου με το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, γεγονός που συνεπάγεται αποφόρτιση του κτιρίου από τη θερμότητα, αλλά και μεγαλύτερη θερμική άνεση.

Στο κτίριο επικρατεί θερμική άνεση, καθώς οι θερμοκρασίες των χώρων είναι κάτω από 27,5°C, ενώ η εξωτερική θερμοκρασία φθάνει τους 31°C.





ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗ ΜΑΛΕΣΙΝΑ

Μελετητής: Θ. Γιάκας
 Έτος κατασκευής: 1989
 Εμβαδόν κτιρίου: 226,3 m²
 Εμβαδόν θερμαινόμενων χώρων: 180,8 m²
 Αριθμός ορόφων: 2 + υπόγειο
 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα:

- Θερμοκήπιο σε ύψος δύο ορόφων
 - Άμεσο κέρδος
- Φυσικός Δροσισμός:
- Σκίαση ανοιγμάτων
 - Νυχτερινός αερισμός
 - Αερισμός και σκίαση θερμοκηπίου

Μονώσεις:
 Τοιχοποιία: 10 cm υαλοβάμβακα
 Οροφή: 10cm πολυστερίνη

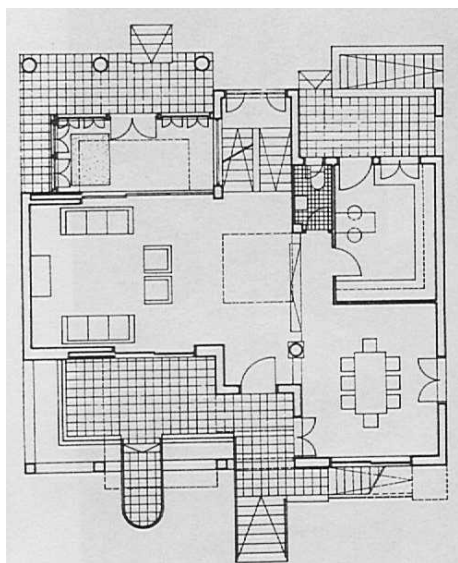


ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ			ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ		
	GJ	KWh/m ²	%	GJ	KWh/m ²	%
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	34.73	53.36	-	5.99	9.20	-
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	21.30	32.73	-38.65	5.29	8.13	-11.70

Σο κτίριο υπάρχει θερμοκήπιο, το οποίο καταλαμβάνει ύψος δύο ορόφων. Το θερμοκήπιο στο ισόγειο βρίσκεται σε επαφή με το καθιστικό, ενώ στον όροφο με το κύριο υπνοδωμάτιο του κτιρίου. Στο ύψος του ορόφου το θερμοκήπιο φέρει περιμετρικά στις εξωτερικές πλευρές του μπαλκόνι σε σχήμα Π, παρέχοντας πρόσβαση στους ανοιγόμενους υαλοπίνακες της συλλεκτικής του επιφάνειας. Η οροφή του θερμοκηπίου (προέκταση της του δώματος του κτιρίου) προεξέχει και σκιάζει πλήρες το ανώτερο τμήμα του (καθ' ύψος του ορόφου) τους θερινούς μήνες. Στο επίπεδο του ισογείου, το θερμοκήπιο φέρει γαλλικά παντζούρια για σκίαση, καθώς ο πρόβολος δεν το σκιάζει. Η επικοινωνία του θερμοκηπίου με τους παράπλευρους χώρους γίνεται μέσω εσωτερικών παραθύρων, τα οποία το χειμώνα παραμένουν ανοιχτά κατά τη διάρκεια της ημέρας και κλείνουν τη νύχτα. Το καλοκαίρι παραμένουν κλειστά.

B ↘

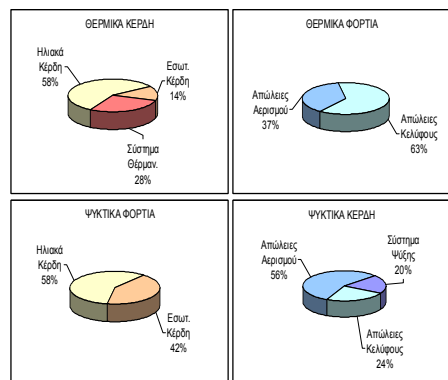


ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

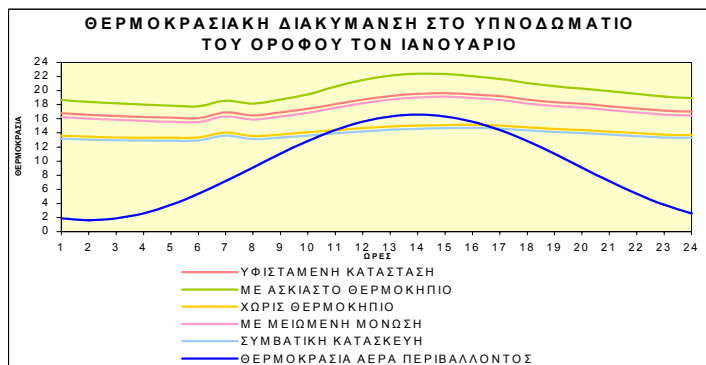
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ		ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ	
	GJ	KWh/m ²	GJ	KWh/m ²
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΜΕ ΣΚΙΑΣΤΡΑ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΟΡΟΦΗ (ΑΠΟ ΜΠΕΤΟΝ)	21.30	32.73	5.29	8.13
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΧΩΡΙΣ ΣΚΙΑΣΤΡΑ ΚΑΙ ΜΕ ΟΡΟΦΗ ΑΠΟ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ	16.78	25.78	26.95	41.41
ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	29.85	45.87	5.50	8.44

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΛΥΦΟΥΣ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ		ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ	
	GJ	KWh/m ²	GJ	KWh/m ²
ΜΕ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΜΟΝΩΣΗ	21.30	32.73	5.29	8.13
ΜΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΚΑΙ ΤΥΠΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ	25.65	39.41	5.77	8.87

Από το ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου προκύπτει ότι τα ηλιακά κέρδη καλύπτουν το 58% των συνολικών αναγκών θέρμανσης, ενώ το βοηθητικό σύστημα θέρμανσης περίπου το 28%.



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ



Κατά τη διάρκεια του χειμώνα το θερμοκήπιο συντελεί σε μείωση του ποσοστού ζήτησης κατά 28,6%. Το καλοκαίρι το θερμοκήπιο αερίζεται και σκιάζεται εξωτερικά με γαλλικά παντζούρια στο ισόγειο, και από πρόβολο

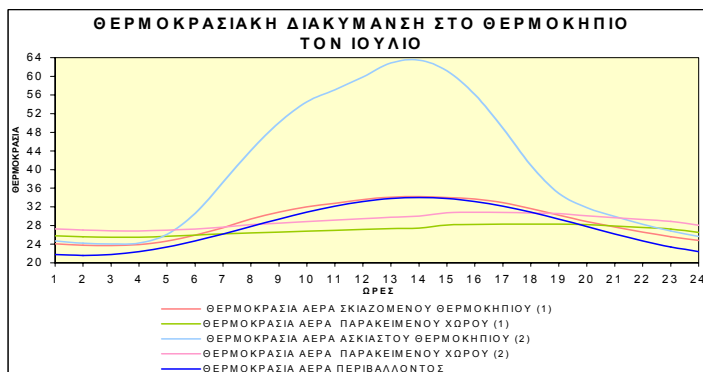
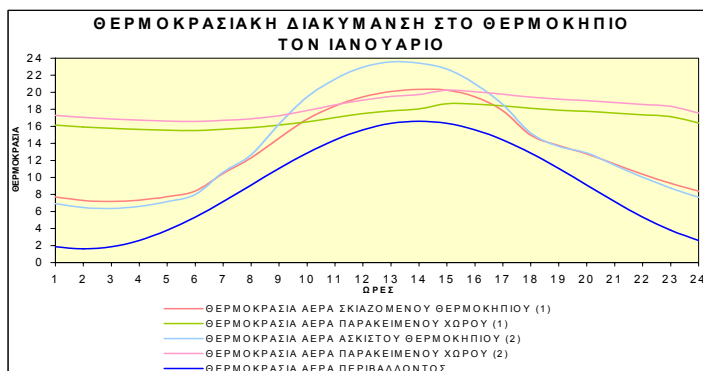
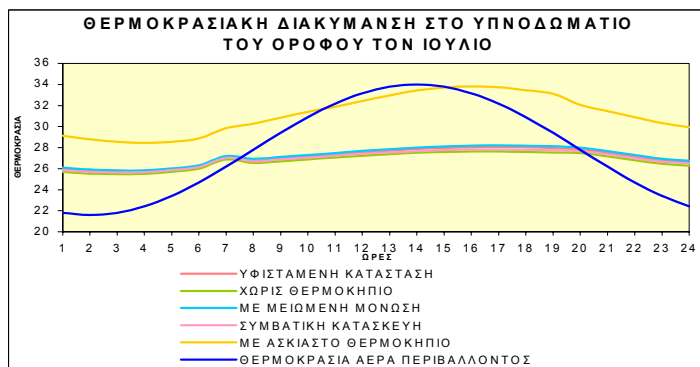
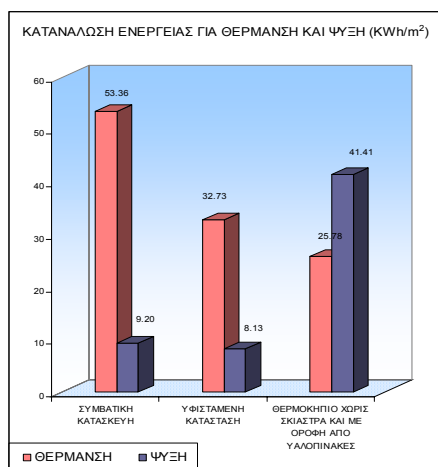
(προεξοχή της οροφής) στον όροφο και έτσι δεν επιβαρύνεται θερμικά το κτίριο τους θερινούς μήνες. Αντίθετα παρουσιάζει πολύ ελαφρά βελτιωμένη συμπεριφορά, λόγω της σκίασης. Παρατηρείται δε ότι το καλοκαίρι στο θερμοκήπιο η θερμοκρασία του αέρα είναι μόλις 1°C υψηλότερη από την εξωτερική θερμοκρασία.

Παρόλο που η σκίαση του θερμοκηπίου επιβαρύνει θερμικά το κτίριο το χειμώνα και ορισμένες ενδιάμεσες περιόδους (καθώς το θερμοκήπιο δεν έχει ηλιακά κέρδη από την οροφή του), το καλοκαίρι έχει σημαντική θετική επίδραση. Ασκίαση λειτουργία του θερμοκηπίου το καλοκαίρι θα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των αναγκών δροσισμού κατά 5 φορές καθώς και την αύξηση της θερμοκρασίας στον παρακείμενο χώρο του ισογείου κατά 1,5°C, και του ορόφου 5 °C. Δηλαδή, η θερμοκρασία του δωματίου να είναι περίπου 34°C. Είναι δε χαρακτηριστικό ότι η θερμοκρασία αέρα μέσα στο ασκίαστο θερμοκήπιο φτάνει τους 64°C, ενώ η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα δεν υπερβαίνει τους 33°C.

Με την υφιστάμενη λειτουργία του θερμοκηπίου, οι θερμοκρασίες στους χώρους της κατοικίας είναι κάτω των 28°C.

Η αυξημένη μόνωση του κελύφους συντελεί σε μείωση του φορτίου θέρμανσης κατά 17% και του φορτίου ψύξης κατά 8,4%.

Το γεγονός ότι στην κατοικία το καλοκαίρι δεν υπάρχει πρόβλημα υπερθέρμανσης αποδεικνύεται και από την μαρτυρία των χρηστών, οι οποίοι δεν λειτουργούν παρά σπάνια τους ανεμιστήρες οροφής που υπάρχουν στα υπνοδωμάτια.





ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΟ ΠΗΛΙΟ

Μελετητής: Ε. Γεωργιάδου

Έτος κατασκευής: 1997

Εμβαδόν κτιρίου: 157,5 m²

Εμβαδόν θερμαινόμενων χώρων: 89,9 m²

Αριθμός ορόφων: 2+σοφίτα

Παθητικά Ηλιακά Συστήματα:

- Θερμοκήπιο
- Άμεσο κέρδος (παράθυρα + φεγγίτες)

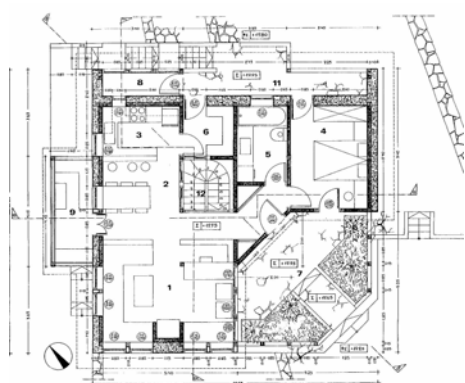
Φυσικός Δροσισμός:

- Διαμπερή και κατακόρυφος αερισμός
- Αερισμός Θερμοκήπιου

Τοιχοποιία: Δύο Thermoblock πάχους 15 cm με 10 cm διάκενο αέρα, συνολικού πάχους 45 cm

Οροφή: Ξύλινη στέγη με μόνωση Heraklith πάχους 7,5 cm

Η κατοικία στο Πήλιο παρουσιάζει ιδιαίτερα χαμηλές καταναλώσεις την περίοδο θέρμανσης, τόσο λόγω του σχεδιασμού και των παθητικών συστημάτων, αλλά κυρίως λόγω της συμπεριφοράς των χρηστών. Χαρακτηριστικό είναι ότι το μόνο βοηθητικό σύστημα θέρμανσης είναι δύο ξυλόσομπες (μία στο καθιστικό και μία στο θερμοκήπιο). Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η μελέτη είχε περιορισμούς μορφολογικούς λόγω του παραδοσιακού χαρακτήρα της περιοχής.



ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ			ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ		
	GJ	KWh/m ²	%	GJ	KWh/m ²	%
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	20.57	63.57	-	1.25	3.85	-
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	17.62	54.44	-14.36	2.19	6.77	75.92

Κατά την ενεργειακή προσομοίωση του κτιρίου, η ρύθμιση του θερμοστάτη για το σύστημα θέρμανσης θεωρήθηκε στους 19°C, κατόπιν υπόδειξης των ενοίκων.

Από το ενεργειακό ισοζύγιο προκύπτει ότι τα ηλιακά κέρδη αποτελούν το 52% των συνολικών θερμικών κερδών του κτιρίου, ενώ η βοηθητική θέρμανση καλύπτει το 28%.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ		ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ	
	GJ	KWh/m ²	GJ	KWh/m ²
ΣΕΝΑΡΙΟ 1	17.62	54.44	2.19	6.77
ΣΕΝΑΡΙΟ 2	17.78	54.95	2.19	6.77
ΧΩΡΙΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ, ΣΕΝΑΡΙΟ 1	16.60	51.28	2.19	6.77
ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	20.39	63.01	1.23	3.81

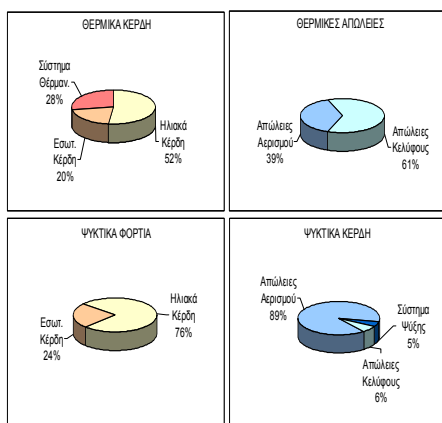
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΛΥΦΟΥΣ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ		ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ	
	GJ	KWh/m ²	GJ	KWh/m ²
ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΜΕ THERMOBLOCK	17.62	54.44	2.19	6.77
ΤΥΠΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	17.00	52.53	1.70	5.24

Το θερμοκήπιο συνεισφέρει κατά 13,6% στη μείωση του θερμικού φορτίου, αν και έχει περιορισμένο αριθμό ανοιγμάτων (συμπαγής ποδιά ύψους 65 cm και μέρος μόνο της κεκλιμένης στέγης υαλόφρακτη), το οποίο έγινε για λόγους προστασίας του κτιρίου από τη θερινή υπερθέρμανση. Το θερμοκήπιο ουσιαστικά λειτουργεί ως τμήμα του κτιρίου με άμεσο κέρδος διότι χρησιμοποιείται ως κύριος χώρος το χειμώνα και είναι θερμαινόμενο ορισμένες ώρες μόνον.

Το θερμοκήπιο έχει εξεταστεί ως προς την απόδοση της λειτουργίας του με δύο σενάρια λειτουργίας:

1. Με όλα τα ανοίγματα προς τον εσωτερικό χώρο ανοιχτά κατά τη διάρκεια της ημέρας, έτσι ώστε να υπάρχει άμεση απολαβή των ηλιακών κερδών στους χώρους.
2. Με λίγα ανοίγματα ανοιχτά, ώστε το θερμοκήπιο να θερμαίνεται περισσότερο και να αποδίδει σταδιακά τη θερμότητα στο χώρο.

Από τα αποτελέσματα της προσομοίωσης προκύπτει ότι τα δύο σενάρια δεν παρουσιάζουν ουσιαστική διαφορά, αν και το πρώτο παρουσιάζει ελαφρώς βελτιωμένη απόδοση.

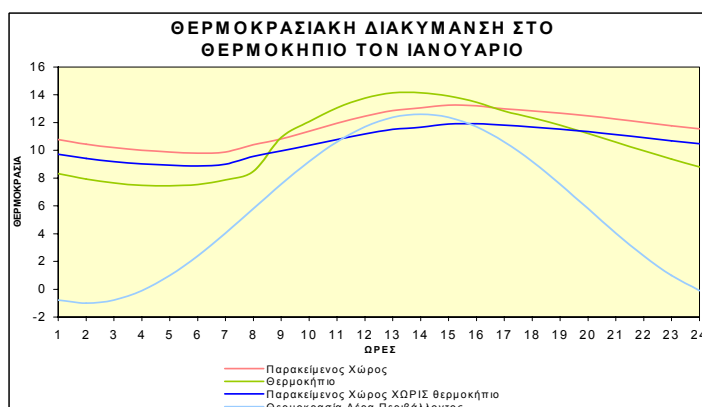
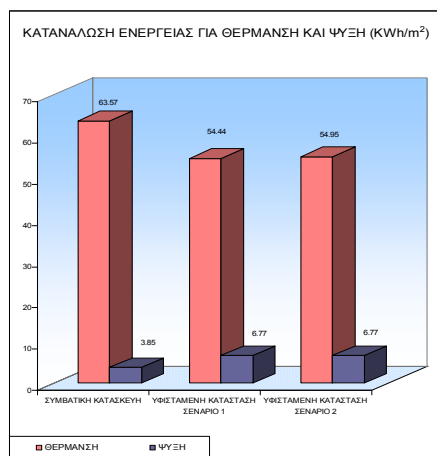
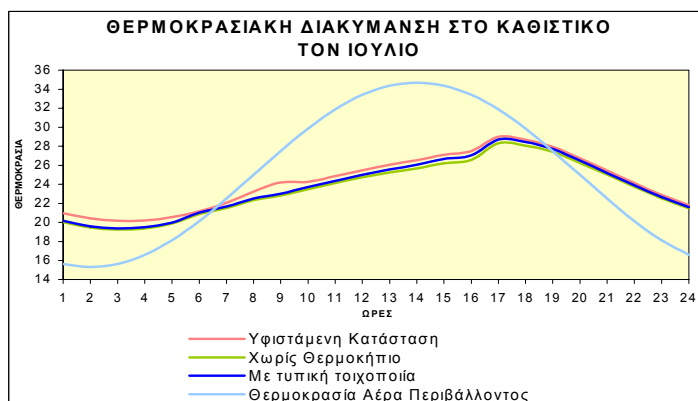
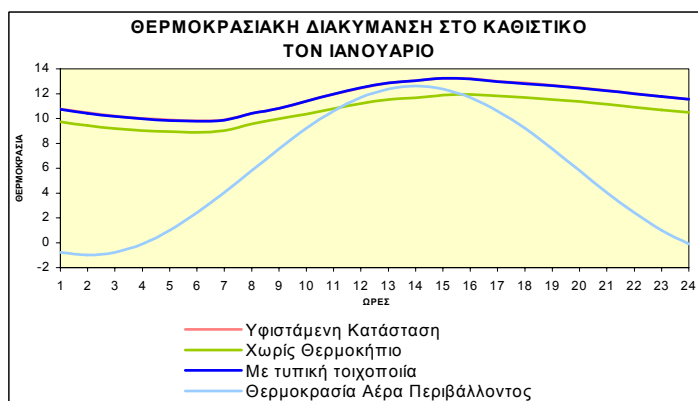


ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Η ειδική τοιχοποιία από Thermoblock, σε σχέση με την τυπική τοιχοποιία, φαίνεται να αποδίδει ελάχιστα λιγότερο, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τη θερμομονωτική και θερμοαποθηκευτική ικανότητα της τοιχοποιίας αυτής στο συγκεκριμένο κλίμα είναι μεν ικανοποιητική, αλλά θα μπορούσε να παρουσιάζει καλύτερα αποτελέσματα αν είχε ελαφρώς μεγαλύτερο πάχος.

Το βοηθητικό σύστημα θέρμανσης (ξυλόσομπα) αποδίδει επαρκώς σε όλο το κτίριο. Η κατανάλωση ξύλου για θέρμανση ετησίως είναι πολύ χαμηλή (4 τόνοι ετησίως) σε σχέση με άλλα κτίρια της περιοχής, αν και το κλίμα της περιοχής είναι ιδιαίτερα ψυχρό το χειμώνα. Είναι επίσης χαρακτηριστικό ότι οι ένοικοι διατύπωσαν ότι στο υπνοδωμάτιο της σοφίτας παρατηρούνται το χειμώνα υψηλές θερμοκρασίες (26-27°C), γεγονός που αποδίδεται στη συσσώρευση του θερμού αέρα, λόγω διαστρωμάτωσης.

Το καλοκαίρι, δεν παρατηρείται υπερθέρμανση σε κανένα χώρο, καθώς με τον διαμετρική και κατακόρυφο αερισμό δημιουργείται αποφόρτιση της πλεονάζουσας θερμότητας και αυξημένο ρεύμα αέρα. Παρ' όλα αυτά, όπως φαίνεται από τις προσομοιώσεις, το θερμοκήπιο επιβαρύνει θερμικά το κτίριο (40% επιβάρυνση στο θεωρητικό ψυκτικό φορτίο και εσωτερικές θερμοκρασίες του κτιρίου στα όρια της θερμικής άνεσης). Οι χρήστες του κτιρίου όμως, επιβεβαιώνουν ότι δεν έχουν πρόβλημα υπερθέρμανσης το καλοκαίρι.





ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΑ ΤΡΙΚΑΛΑ

Μελετητές: Θ. Σαλιάρης, Ν. Σαλιάχη

Έτος κατασκευής: 1996

Εμβαδόν κτιρίου: 267,7 m²

Εμβαδόν θερμαινόμενων χώρων: 204,0 m²

Αριθμός ορόφων: 2+υπόγειο

Παθητικά Ηλιακά Συστήματα:

- Άμεσο κέρδος (παράθυρα, άνοιγμα οροφής, μικρό λιακωτό)

Φυσικός Δροσισμός:

- Σκίαση κατακόρυφων ανοιγμάτων
- Διαμπερή και κατακόρυφος αερισμός

Η κατοικία, που βρίσκεται σε περιοχή με όχι πυκνή δόμηση, παρουσιάζει, όπως αναφέρεται από τους χρήστες, μικρή κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση, αν και τα φορτία που προκύπτουν από την προσομοίωση είναι σχετικά υψηλά, λόγω του ψυχρού κλίματος το χειμώνα (περίπου 85 kWh/m²).

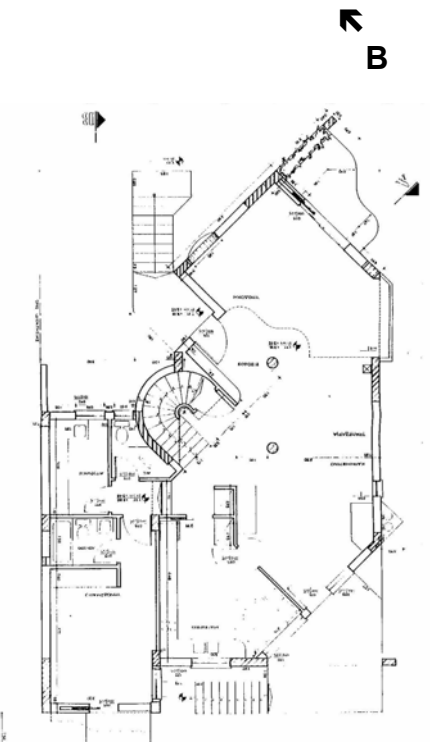
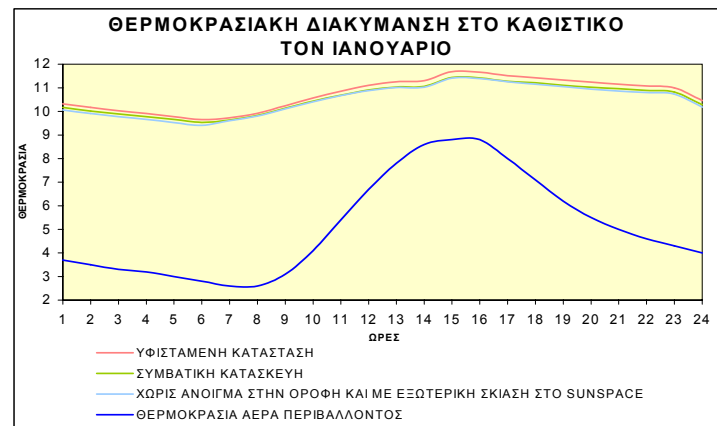
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ			ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ		
	GJ	KWh/m ²	%	GJ	KWh/m ²	%
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	68.57	83.73	-	2.83	3.45	-
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	69.25	84.56	0.99	7.35	8.98	160

Από το ενεργειακό ισοζύγιο προκύπτει ότι τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα αποτελούν το 39% των συνολικών θερμικών κερδών, ενώ η βοηθητική θέρμανση καλύπτει το 50%.

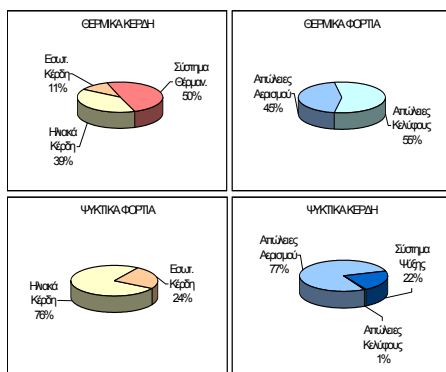
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΜΕΣΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ		ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ	
	GJ	KWh/m ²	GJ	KWh/m ²
ΑΝΟΙΓΜΑ ΟΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΛΙΑΚΩΤΟ ΑΣΚΙΑΣΤΑ	69.25	84.56	7.35	8.98
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΚΙΑΣΗ ΣΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ ΟΡΟΦΗΣ	69.26	84.58	3.38	4.12
ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΚΙΑΣΗΣ ΣΤΟ ΛΙΑΚΩΤΟ	70.24	85.77	7.33	8.95
ΧΩΡΙΣ ΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ ΟΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΚΙΑΣΗΣ ΣΤΟ ΛΙΑΚΩΤΟ	69.67	85.07	1.60	1.95

Ιδιαίτερο αρχιτεκτονικό στοιχείο της κατοικίας είναι το άνοιγμα οροφής, το οποίο είναι ημισφαιρικό, με κάλυψη πολυκαρβονικού φύλλου, που φέρει ανοιγόμενο τμήμα στην κορυφή του. Υπάρχει επίσης μικρό «λιακωτό» νότιου προσανατολισμού, συνολικής επιφάνειας περίπου 7,5 m², στο οποίο τοποθετείται εξωτερικά μονωτικό πάπλωμα, ως νυχτερινή θερμομόνωση το χειμώνα.

Το άνοιγμα οροφής επηρεάζει ελάχιστα το συνολικό φορτίο θέρμανσης, αυξάνοντάς το κατά 1%. Η μικρή αυτή αύξηση οφείλεται στο γεγονός ότι, λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών της περιοχής, παρουσιάζει πολλές θερμικές απώλειες κατά τη διάρκεια της νύχτας, οι οποίες εξουδετερώνουν τα ημερήσια κέρδη. Η θετική του συνεισφορά το χειμώνα εντοπίζεται στη βελτίωση των συνθηκών άνεσης στον παρακείμενο χώρο (κλιμακοστάσιο και ανοιχτός χώρος γραφείου), αλλά το καλοκαίρι υπάρχει αντίστοιχη υπερθέρμανση, όταν παραμένει κλειστό.



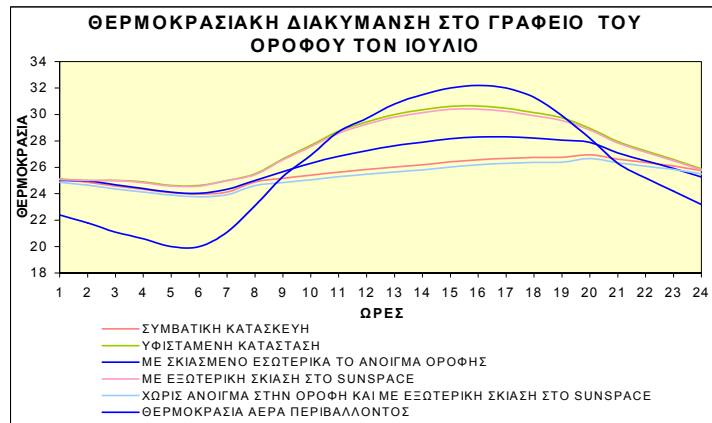
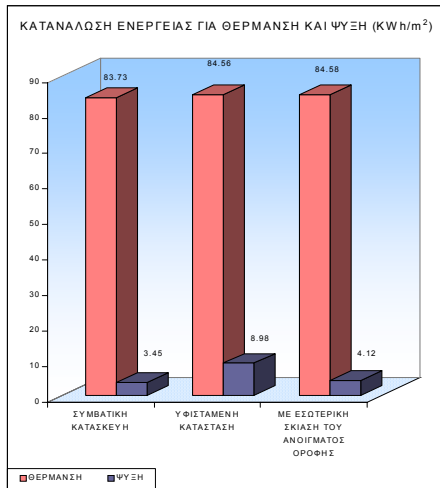
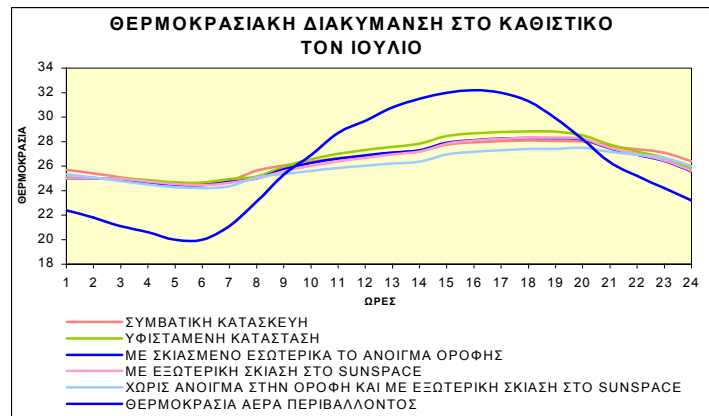
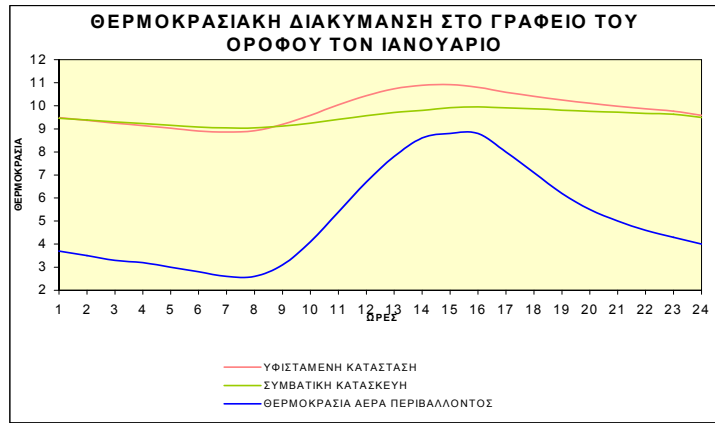
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Όπως παρατηρήθηκε από επί τόπου μετρήσεις, μια ζεστή μέρα του Μαΐου όταν η εξωτερική θερμοκρασία ήταν 28°C και η θερμοκρασία στο καθιστικό 27,5°C, στο χώρο κάτω από το άνοιγμα οροφής η θερμοκρασία του αέρα ήταν 31,5°C. Η υπερθέρμανση αυτή εξουδετερώνεται όταν ανοίγει το τμήμα του θόλου οροφής, με αποφόρτιση του χώρου και βελτίωση της θερμικής άνεσης από το ρεύμα αέρα που δημιουργείται. Το φαινόμενο αυτό ήταν ιδιαίτερα αισθητό κατά την επίσκεψη στο κτίριο, οπότε και διαπιστώθηκε θερμική άνεση μόλις άνοιξε. Αν και το άνοιγμα γίνεται μηχανοκίνητα με διακόπτη, οι χρήστες δεν το χρησιμοποιούν πάντα. Η εσωτερική σκίαση του ανοίγματος οροφής κρίνεται σκόπιμη, καθώς θα είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση των απαιτήσεων ψύξης (θεωρητικά) κατά 53% και τη μείωση της μέσης θερμοκρασίας του παρακείμενου καθιστικού κατά 2°C περίπου, έτσι ώστε να εξασφαλίζονται συνθήκες θερμικής άνεσης (θερμοκρασία κάτω των 28°C). Η σκίαση των ανοιγμάτων του λακωτού είναι ιδιαίτερα σημαντική το καλοκαίρι. Η κατά 90% σκίαση έχει ως αποτέλεσμα την περαιτέρω μείωση των εσωτερικών θερμοκρασιών ως 1°C επί πλέον.

Σημαντικό φαινόμενο σε αυτή την κατοικία είναι ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα του κτιρίου επιδρούν στους παρακείμενους σε αυτά χώρους, ενώ στα υπνοδωμάτια τόσο του ισόγειου όσο και του ορόφου, η επίδραση είναι μηδαμινή. Αυτό το φαινόμενο, που αποδεικνύεται και από την ενεργειακή καταγραφή και από την προσομοίωση, οφείλεται κατά πολύ στο γεγονός ότι ο θερμός αέρας κυκλοφορεί τόσο λόγω διαστρωμάτωσης όσο και λόγω φυσικού ελκυσμού στο εσωτερικό τμήμα του κτιρίου και όχι στα παράπλευρα υπνοδωμάτια.

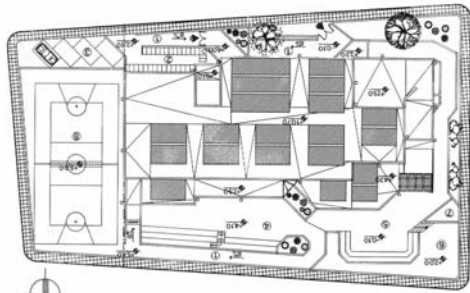




ΣΧΟΛΕΙΟ ΣΤΟ ΡΕΘΥΜΝΟ

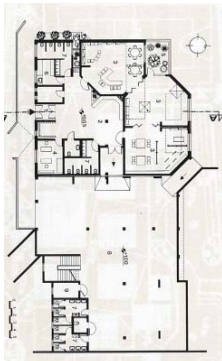
Μελετητής: Ι. Καλλιγέρης
 Έτος κατασκευής: 1987
 Εμβαδόν κτιρίου: 1430,4 m²
 Εμβαδόν θερμαινόμενων χώρων: 893,7 m²
 Αριθμός ορόφων: 3
 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα:

- Άμεσο κέρδος (παράθυρα + φεγγίτες)
 - Θερμοκήπιο προσαρτημένο σε δύο αίθουσες
- Φυσικός Δροσισμός:
- Σκίαση ανοιγμάτων (οριζόντια περισιδωτά εξωτερικά σκίαστρα)
 - Διαμπερή και κατακόρυφος αερισμός

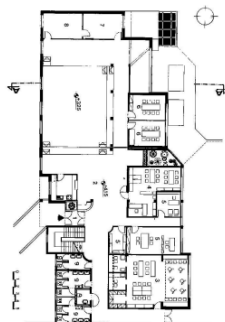


ΚΑΤΟΨΗ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

← B



ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ



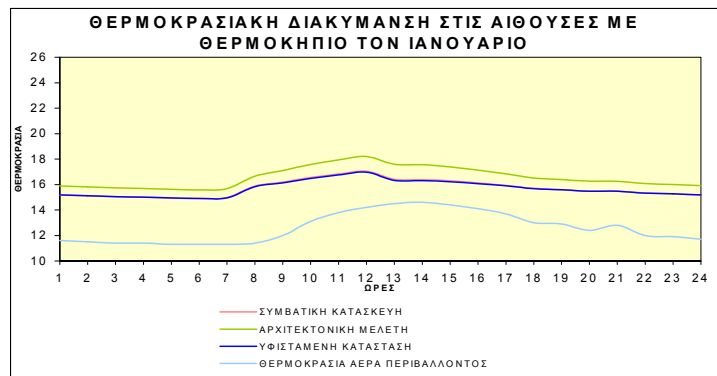
ΚΑΤΟΨΗ Α' ΟΡΟΦΟΥ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ			ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ		
	GJ	KWh/m ²	%	GJ	KWh/m ²	%
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	32.68	10.16	-	25.33	7.87	-
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	34.53	10.73	5.65	33.45	10.40	32.09
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	21.64	6.73	-33.79	16.31	5.07	-35.59

Το σχολείο αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα διαφοροποίησης της κατασκευής από τη μελέτη, με αποτέλεσμα μεγάλες αποκλίσεις στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου, στην περίπτωση αυτή αντιστροφή της συμπεριφοράς των παθητικών συστημάτων του κτιρίου.

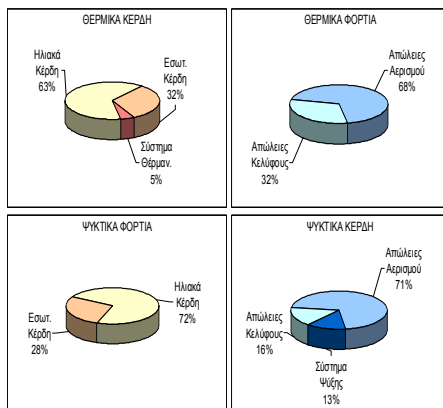
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ		ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ	
	GJ	KWh/m ²	GJ	KWh/m ²
ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΚΑΙ ΣΚΙΑΣΤΡΑ	21.64	6.73	16.31	5.07
ΚΤΙΡΙΟ ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	35.85	11.14	12.08	3.76
ΚΤΙΡΙΟ ΧΩΡΙΣ ΣΚΙΑΣΤΡΑ ΣΤΟΥΦ ΦΕΓΓΙΤΕΣ	21.64	6.73	18.75	5.83

Ειδικότερα για την περίοδο του χειμώνα, ενώ η αρχιτεκτονική μελέτη θα είχε ως αποτέλεσμα 33,8% εξοικονόμηση ενέργειας το χειμώνα και μείωση των ψυκτικών αναγκών κατά 36%, με την υφιστάμενη κατασκευή και λειτουργία έχουμε αύξηση των θερμικών αναγκών κατά 5,65% και των ψυκτικών κατά 32%, σε σχέση με το κτίριο χωρίς τα παθητικά συστήματα.



Οι σημαντικότερες διαφοροποιήσεις της κατασκευής από τη μελέτη είναι:

- Οι φεγγίτες ενώ αρχικά είχαν κατασκευαστεί ανοιγόμενοι, λόγω κακής κατασκευής έχουν σφραγιστεί.
- Τα σκίαστρα στους φεγγίτες και στα παράθυρα ενώ είχαν σχεδιαστεί πτυσσόμενα, κατασκευάστηκαν σταθερά, έχουν δε καταστραφεί σε ένα σημαντικό ποσοστό τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μη επαρκή σκίαση των ανοιγμάτων, αλλά και την ελλιπή προστασία του πολυκαρβονικού φύλλου των φεγγιτών από τις καιρικές συνθήκες, γεγονός που οδήγησε στη γήρανση του υλικού (θόλωμα και κιτρίνισμα).
- Η μελέτη προέβλεπε ανοίγματα (θυρίδες) προς το διάδρομο για διαμπερή αερισμό τα οποία δεν λειτουργούν (άλλα μένουν ανοιχτά, άλλα κλειστά ανεξαρτήτως εποχής και ώρας).
- Το θερμοκήπιο παραμένει απομονωμένο από τις αίθουσες (τα ανοίγματα επικοινωνίας παραμένουν κλειστά), αλλά και παρουσιάζει



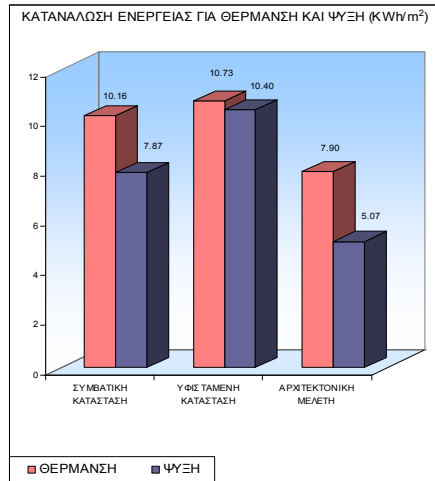
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

φθορά (θόλωμα και κιτρίνισμα, λόγω της γήρανσης των πολυκαρβονικών φύλλων) με αποτέλεσμα τη μείωση των ηλιακών κερδών στην αίθουσα στο χειμώνα.

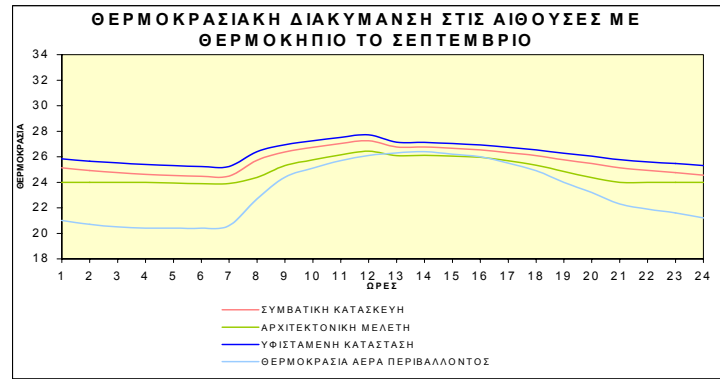
Από το ενεργειακό ισοζύγιο του υφιστάμενου κτιρίου προκύπτει ότι τα ηλιακά κέρδη αποτελούν το 63% των θερμικών κερδών, ενώ η βοηθητική θέρμανση καλύπτει μόλις το 5%, το δε καλοκαίρι τα θερμικά κέρδη οφείλονται κατά 72% στα ηλιακά κέρδη.

Στις αίθουσες του σχολείου με τους φεγγίτες, όπως προκύπτει από την προσομοίωση, παρουσιάζονται το χειμώνα υψηλές θερμοκρασίες. Τον Ιανουάριο, η θερμοκρασία στην αίθουσα κατά τη διάρκεια των μαθημάτων κυμαίνεται στο υφιστάμενο κτίριο από 18 °C, ως 23°C, ενώ εάν εφαρμοζόταν η μελέτη θα ήταν από 20°C ως 25,5°C, (δηλαδή, οι αίθουσες δεν θα είχαν ανάγκη βοηθητικής θέρμανσης). Όπως προκύπτει από την προσομοιωτική ανάλυση, το κτίριο στη θεωρητική συμβατική του μορφή χωρίς φεγγίτες, παρουσιάζει χαμηλότερη διακύμανση της θερμοκρασίας, καθώς έχει μικρότερη αύξηση της θερμοκρασίας ανά ώρα από τις δύο παραπάνω περιπτώσεις όπου υπάρχουν οι φεγγίτες, οι οποίοι προσδίδουν θερμικά (ηλιακά) κέρδη στην αίθουσα. Η εσωτερική θερμοκρασία της αίθουσας σε αυτή την περίπτωση κυμαίνεται από 20 °C ως 23°C.

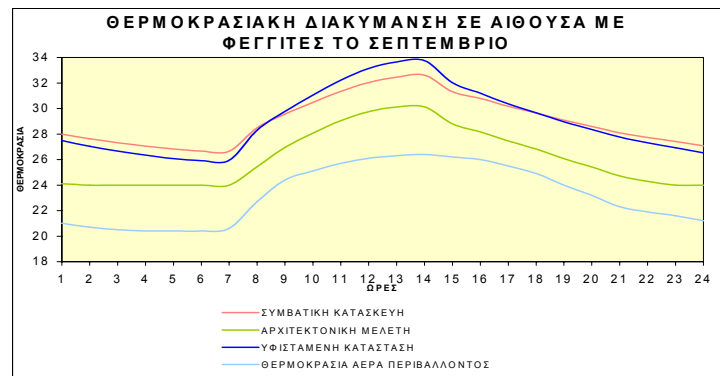
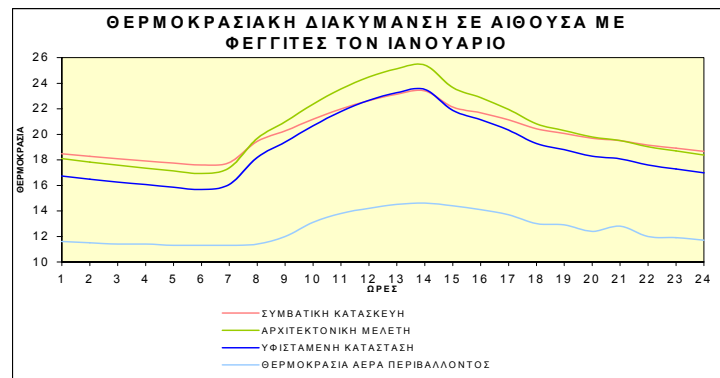
Από την προσομοίωση προκύπτει ότι τόσο τον Ιούνιο, όσο και το Σεπτέμβριο το θερμοκήπιο με την κατάλληλη λειτουργία δεν θα επιβάρυνε θερμικά το κτίριο, ενώ τον Ιανουάριο θα ανέβαζε κατά 1,5°C την εσωτερική θερμοκρασία του χώρου.



Ο κρισιμότερος μήνας από πλευράς θερμικής επιβάρυνσης είναι ο



Σεπτέμβριος (τον Ιούλιο και τον Αύγουστο δεν λειτουργεί το σχολείο και, συνεπώς, δεν εξετάστηκε η συμπεριφορά του κτιρίου αυτούς τους μήνες). Κατά την υφιστάμενη κατάσταση, προκύπτει σημαντική υπερθέρμανση, καθώς η εσωτερική θερμοκρασία στις αίθουσες φθάνει τους 34°C (η οποία θα έφθανε τους 32°C στο συμβατικό κτίριο και τους 30°C εάν είχε εφαρμοστεί σωστά η αρχιτεκτονική μελέτη). Στην αίθουσα που συνορεύει με το θερμοκήπιο παρατηρούνται πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες και μέσα στα όρια άνεσης, καθώς αυτή η αίθουσα έχει μικρά ηλιακά κέρδη (δεν έχει φεγγίτες), αλλά και είναι ημιυπόγειο.





ΓΡΑΦΕΙΑ-ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΣΤΟ ΠΙΚΕΡΜΙ ΑΤΤΙΚΗΣ

Μελετητής: Μελετητική, Γραφείο Μελετών Α.Ν. Τομπάζη

Έτος κατασκευής: 2000

Εμβαδόν κτιρίου: 268,5 m²

Εμβαδόν θερμαινόμενων χώρων: 215 m²

Αριθμός ορόφων:

Παθητικά Ηλιακά Συστήματα:

- Άμεσο κέρδος (παράθυρα + φεγγίτες)
- Αίθριο

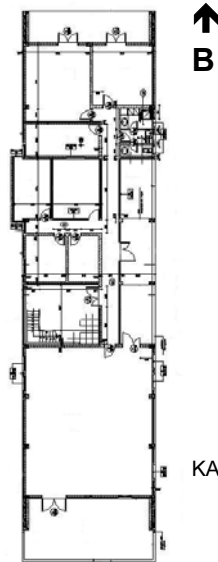
Φυσικός Δροσισμός:

- Διαμπερής και κατακόρυφος αερισμός

Το κτίριο, το οποίο στεγάζει το Εργαστήριο Φωτοβολταϊκών του ΚΑΠΕ, είναι διαταγμένο στον άξονα βορρά-νότου, λόγω του σχήματος του οικοπέδου, οι κύρια όψη του όμως είναι η μικρή νότια, μήκους 10,5m, ενώ η ανατολική και δυτική όψη έχουν μήκος 36,5m. Για τον ηλιασμό και φυσικό φωτισμό του κτιρίου έχει δημιουργηθεί αίθριο στο εσωτερικό του και φεγγίτες στο ανώτερο τμήμα της κατακόρυφης νότιας τοιχοποιίας.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ			ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ		
	GJ	KWh/m ²	%	GJ	KWh/m ²	%
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	10.90	14.08	-	89.46	115.64	-
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	22.25	28.76	104.20	67.43	87.17	-24.62

Σημαντική παράμετρος στο σχεδιασμό του κτιρίου ήταν η παροχή επαρκούς και καλής ποιότητας φυσικού φωτισμού, γεγονός που έχει και ως αποτέλεσμα τη μείωση των αναγκών σε τεχνητό φωτισμό του κτιρίου.



↑

B

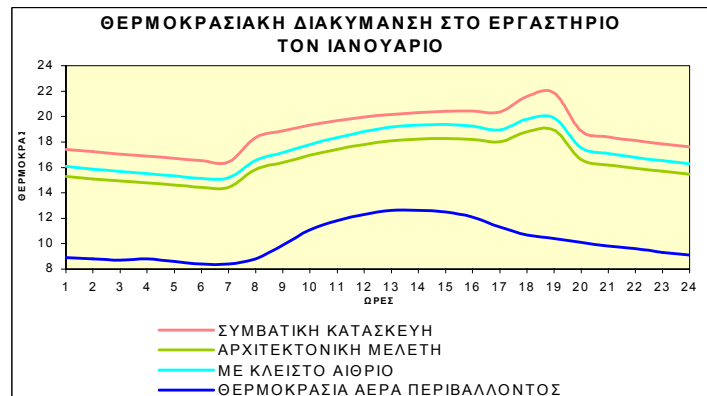
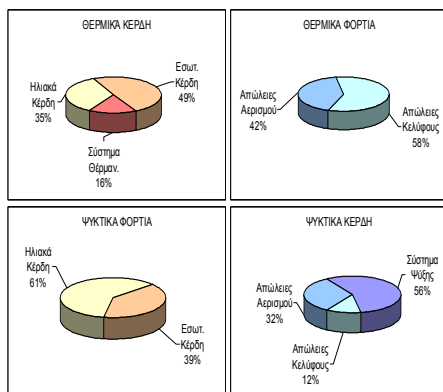
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ	ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ	
	GJ	KWh/m ²
ΜΕ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΑΕΡΙΣΜΟ, ΧΩΡΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΚΙΑΣΗΣ	67.43	87.17
ΜΕ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΑΕΡΙΣΜΟ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΚΙΑΣΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ	55.50	71.74
ΧΩΡΙΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΑΕΡΙΣΜΟ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΚΙΑΣΗΣ	69.24	89.50
ΜΕ ΝΥΧΤΕΡΙΝΟ ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΟ ΑΕΡΙΣΜΟ, ΧΩΡΙΣ ΣΚΙΑΣΗ	59.15	76.46
ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΣΩΤ. ΣΚΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕ ΝΥΧΤΕΡΙΝΟ ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΟ ΑΕΡΙΣΜΟ	49.86	64.46

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΛΥΦΟΥΣ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ			ΦΟΡΤΙΟ ΨΥΞΗΣ		
	GJ	KWh/m ²	%	GJ	KWh/m ²	%
ΜΕ ΑΝΟΙΧΤΟ ΑΙΘΡΙΟ	22.25	28.76	-	22.25	28.76	-
ΜΕ ΚΛΕΙΣΤΟ ΑΙΘΡΙΟ	11.00	14.21	-50.58	107.42	138.86	382.81

Το κτίριο αυτό παρουσιάζει πολύ μικρές ανάγκες ενέργειας για θέρμανση, τόσο λόγω της χρήσης του (υψηλά θερμικά κέρδη) όσο και λόγω του σχεδιασμού και της κατασκευής. Από το ενεργειακό ισοζύγιο για την περίοδο θέρμανσης προκύπτει ότι τα ηλιακά κέρδη αποτελούν το 35% του θερμικού ισοζυγίου, τα εσωτερικά κέρδη το 49%, ενώ η βοηθητική θέρμανση καλείται να καλύψει το 16%. Η εσωτερική θερμοκρασία χωρίς το σύστημα θέρμανσης θα έφθανε τους 20°C την τυπική μέρα του Ιανουαρίου. Η προκύπτουσα εσωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη στα εργαστήρια (πέφτει ως τους 16°C κατά τις πρώτες ώρες λειτουργίας του κτιρίου), ενώ στο γραφείο που βλέπει στο αίθριο, λόγω περισσότερων εσωτερικών και ηλιακών κερδών είναι πάνω από 18°C τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου.



Αντίθετα το καλοκαίρι, λόγω των εσωτερικών κερδών, το κτίριο παρουσιάζει υψηλές απαιτήσεις σε ψύξη, καθώς η εσωτερική θερμοκρασία χωρίς το επικουρικό σύστημα θα έφθανε τους 33°C στον χώρο του γραφείου και τους 31°C στο εργαστήριο, την τυπική μέρα του Ιουλίου.

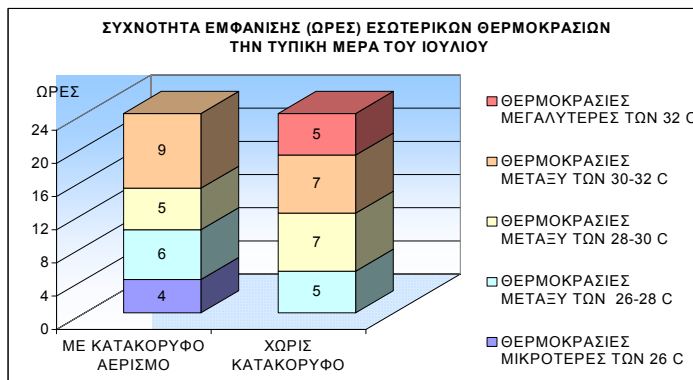
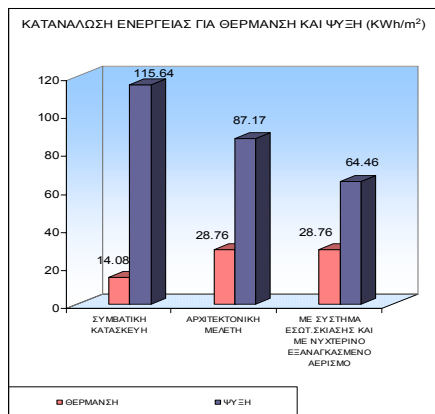
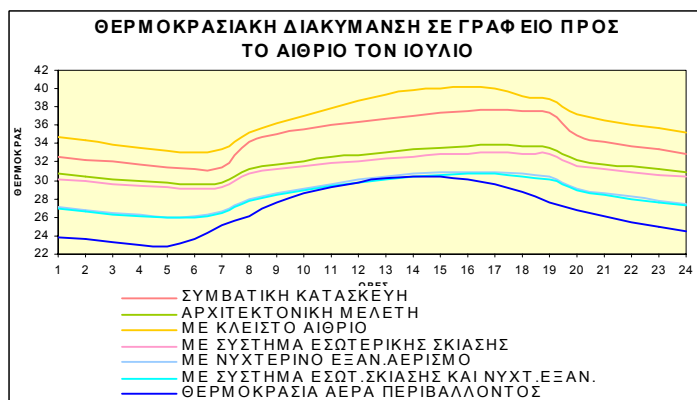
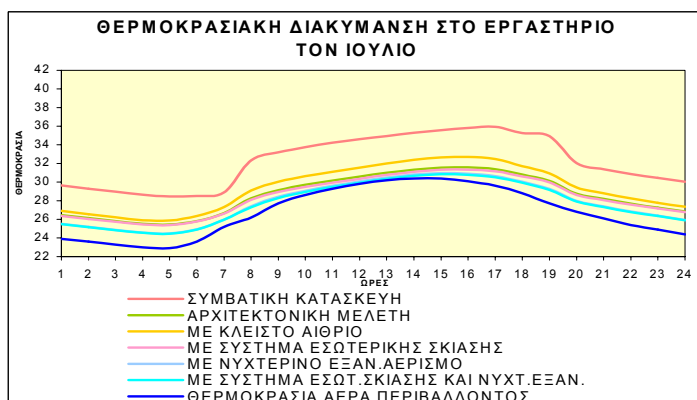
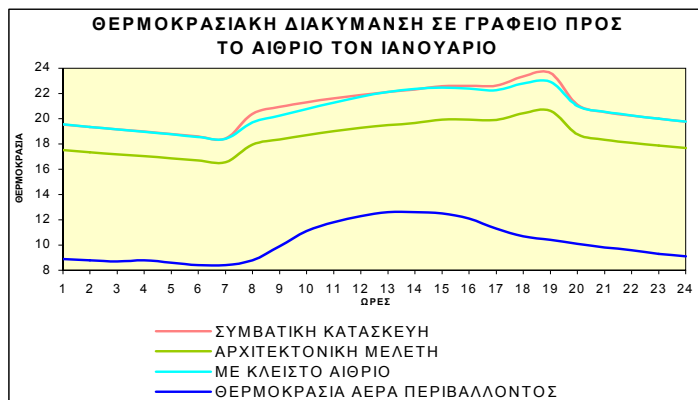
Από την ανάλυση του κτίριου με προσομοίωση προκύπτει ότι το κτίριο χωρίς την παρουσία των φεγγιτών (συμβατική κατασκευή) θα είχε ακόμα μικρότερες απαιτήσεις σε θέρμανση, 50% περίπου λιγότερο από το υφιστάμενο κτίριο, αλλά θα αυξάνονταν οι απαιτήσεις σε ψύξη, κατά 24%, λόγω αυξημένων θερμικών κερδών από τον μεγαλύτερο αριθμό φωτιστικών σε λειτουργία και από τη μη δυνατότητα κατακόρυφου αερισμού, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη εσωτερικών θερμοκρασιών τον Ιούλιο ως 37°C στο γραφείο και 36°C στο εργαστήριο. Επί πλέον, η ύπαρξη των φεγγιτών είναι απαραίτητη για το φυσικό φωτισμό του κτιρίου.

Σημαντική είναι η δυνατότητα κατακόρυφου νυχτερινού αερισμού του κτιρίου, η οποία μειώνει το ψυκτικό φορτίο του κτιρίου κατά 3% περίπου. Με τον εξαναγκασμένο νυχτερινό εξαερισμό του κτιρίου (10 αλλαγές αέρα την ώρα), υπάρχει επί πλέον εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 12%.

Διερευνήθηκε η επίδραση συστήματος εσωτερικής σκίασης όλων των υαλοπινάκων στο κτίριο κατά την περίοδο ψύξης. Η λύση αυτή επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 18% και μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας, όταν δεν λειτουργεί το σύστημα τον Ιούλιο κατά 0,5°C τουλάχιστον στο γραφείο που βλέπει στο αίθριο.

Ο συνδυασμός σκίασης και εξαναγκασμένου αερισμού θα συμβάλει σε εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 26% σε σχέση με την υφιστάμενη λειτουργία του κτιρίου, μειώνοντας την εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου κατά 2°C τουλάχιστον στο γραφείο, και σχεδόν 1°C στο εργαστήριο.

Τέλος, διερευνήθηκε η ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου με το αίθριο κλειστό με υαλοπίνακες στην οροφή του, με την προϋπόθεση ότι σκιάζεται και αερίζεται το καλοκαίρι. Αν και μειώνει σημαντικά τις ανάγκες θέρμανσης κατά 50%, συντελεί στην αύξηση του ψυκτικού φορτίου κατά 60% και άρα δεν αποτελεί δόκιμη λύση, καθώς οι ανάγκες ψύξης του κτιρίου είναι πολύ υψηλότερες.



ΧΡΗΣΙΜΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΔΙΠΕ & ΥΠΕΧΩΔΕ, Οικολογική Δόμηση, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα, Ιούνιος 2000, ISBN 960 - 393 - 133 - 0
2. Goulding, J.O. Lewis, T.C. Steemers, Ενεργειακός Σχεδιασμός. Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες, Μαλλιάρης-Παιδεία για την Ε.Ε., ISBN 0 - 7134 - 6918 - 8
3. Έλλη Γεωργιάδου, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός – Καθαρές Τεχνολογίες Δόμησης, Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη, 1996
4. ΚΑΠΕ, Πρόγραμμα Παθητικών Ηλιακών και Υβριδικών Συστημάτων, Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική – Εφαρμογές στην Ελλάδα, ΚΑΠΕ, Πικέρμι, 1993
5. Ελληνική Κατοικία 2000, Πανελλήνιος Διαγωνισμός Οικολογικής Κατοικίας, Βραβεία Αντώνη Τρίτση, ΥΠΕΧΩΔΕ, Διεύθυνση Οικιστικής Πολιτικής & Κατοικίας (ΔΟΠΚ), Δεκέμβριος 1999
6. R. Colombo, A. Landabaso, A. Sevilla, Εγχειρίδιο Σχεδιασμού, Παθητική Ηλιακή Αρχιτεκτονική για την περιοχή της Μεσογείου, Κοινό Κέντρο Ερευνών-Ευρωπαϊκή Επιτροπή & Ινστιτούτο Μηχανικής Συστημάτων και Πληροφορικής, 1994, Ελληνική μετάφραση
7. J.R. Goulding, J.O. Lewis, T.C. Steemers, Ενέργεια στη Αρχιτεκτονική, Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Κτίρια, Μαλλιάρης Παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1996, ISBN 960 - 239 - 242

ΕΡΓΟ:
«ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ»
(Ε.Π.Ε. - ΜΕΤΡΟ 3.1.4.)

Στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας (β' Κ.Π.Σ.) Μέτρο 3.1.4. εκπονήθηκε από το Κ.Α.Π.Ε. το έργο "Ενεργειακή απόδοση παθητικών συστημάτων σε βιοκλιματικά κτίρια". Στόχος του έργου ήταν η αξιολόγηση της απόδοσης αυτών των συστημάτων σε πραγματικά κτίρια στην Ελλάδα, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες του τοπικού κλίματος, της κατασκευής και της χρήσης του κάθε κτιρίου, καθώς και τις συνιστώσες που επιδρούν στην αποδοχή ή μη αυτών των συστημάτων από τους χρήστες. Αντικείμενο του έργου αποτέλεσε η καταγραφή των βιοκλιματικών κτιρίων που έχουν κατασκευαστεί στην Ελλάδα και η διερεύνηση του δυναμικού του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των παθητικών συστημάτων θέρμανσης και δροσισμού που έχουν εφαρμοστεί σε κτίρια διαφόρων χρήσεων σε όλες τις κλιματικές ζώνες της χώρας. Η εκπόνηση των εργασιών πραγματοποιήθηκε με βάση την παρακάτω μεθοδολογία:

- καταγραφή των βιοκλιματικών κτιρίων στις διάφορες περιοχές στην Ελλάδα, και επιλογή δείγματος για περαιτέρω ανάλυση,
- ενεργειακή καταγραφή δείγματος βιοκλιματικών (28) και συμβατικών (2) κτιρίων με επιθεώρηση,
- ενεργειακή ανάλυση της συμπεριφοράς των 30 κτιρίων με προσομοίωση και της απόδοσης των εφαρμοζόμενων παθητικών συστημάτων,
- μετρήσεις βραχείας διάρκειας σε μικρότερο δείγμα 10 κτιρίων κατά τις δύο βασικές θερμικές περιόδους και μία ενδιάμεση θερμοκτική περίοδο,
- σύγκριση της απόδοσης των βιοκλιματικών κτιρίων με αυτή των συμβατικών κτιρίων μέσω ενεργειακών δεικτών που έχουν προκύψει από προηγούμενες μελέτες και μέσω ενεργειακών καταγραφών και προσομοιώσεων,
- εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την ενεργειακή απόδοση του κάθε παθητικού συστήματος για κάθε κτίριο και για το σύνολο των κτιρίων ανά κλιματική ζώνη, μέσα από ανάλυση των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων και μετρήσεων.

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Τμήμα Κτιριακών Εφαρμογών, Διεύθυνση Τεχνικής Υποστήριξης

Ευγενία Α. Λάζαρη, Αρχιτέκτων Μηχ/κος, M.A.Arch., Υπεύθυνη Έργου

Ευτέρπη Τζανακάκη, Αρχιτέκτων Μηχ/κος, M.Sc.

Λένα Λαμπροπούλου, Αρχιτέκτων Μηχ/κος, M.Sc.

Νατάσα Αδαμοπούλου, Ενεργειακός Τεχνολόγος

Μονάδα Τεχνικής Υπηρεσίας, Γρηγόρης Οικονομίδης Δρ. Πολιτικός Μηχ/κος

Τμήμα Εργαστηρίων, Διεύθυνση Τεχνικής Υποστήριξης, Εκπόνηση μετρήσεων

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2001

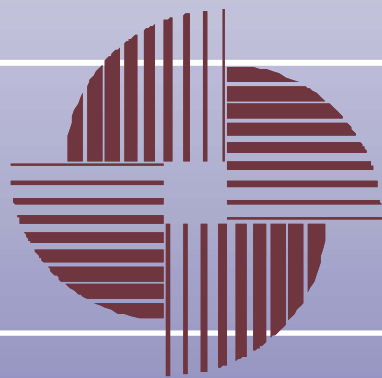
Το ΚΑΠΕ θα ήθελε να ευχαριστήσει τους μελετητές και τους ιδιοκτήτες των κτιρίων που έλαβαν μέρος σε αυτή την καταγραφή και συνέβαλαν καθοριστικά στην υλοποίηση του έργου και στη δημιουργία του παρόντος εντύπου.

ΕΡΓΟ:
ALTENER "RES DISSEMINATION"

Το "RES Dissemination" (Διάδοση ΑΠΕ) είναι ένα ενοποιημένο έργο (cluster project), το οποίο προέκυψε μετά τη συγχώνευση δύο εγκεκριμένων από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή έργων: το έργο "WORES: Educating Women for the Promotion of RES in Communities" και το έργο "Clean Energy in Agriculture, Summer courses for engineers".

Το "WORES" αφορά στην εκπαίδευση και ενημέρωση γυναικών για τα θέματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), μέσω γυναικείων επαγγελματικών και κοινωνικών οργανώσεων. Στο έργο συμμετέχουν η Ένωση Διπλωματούχων Ελληνίδων Μηχανικών (ΕΔΕΜ), η Ένωση Γυναικών Ελλάδας (ΕΓΕ), το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) και από την Ισπανία το Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Καταλονίας (ICT). Ειδικότερα αφορά δύο κατηγορίες δράσεων: i) την εκπαίδευση γυναικών μηχανικών σε θέματα τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και ειδικότερα σε Εφαρμογές σε Κτίρια και Οικιστικά Σύνολα, και ii) την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση τοπικών κοινωνιών μέσω της δράσης γυναικείων οργανώσεων. Στα πλαίσια των δράσεων του παρήχθη υλικό σε μορφή εντύπων (όπως η παρούσα έκδοση) και σε μορφή CD. Ειδικότερα, το παρόν φυλλάδιο αφορά στην ευαισθητοποίηση και ενημέρωση της πρώτης ομάδας-στόχου του έργου, τους μηχανικούς. Το "Clean Energy in Agriculture" αφορά στην εκπαίδευση μηχανικών του αγροτικού τομέα σε θέματα εφαρμογής Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στη γεωργία. Στο έργο συμμετέχουν το Πανεπιστήμιο της Θεσσαλίας, η ελληνική εταιρεία Photovoltaic και η Γερμανική εταιρεία WIP. Στα πλαίσια του ενοποιημένου έργου RES Dissemination υπήρξε ανταλλαγή πληροφοριών και ιδεών και κοινές δράσεις διάδοσης της πληροφορίας.

Το συντονισμό του συνολικού έργου RES Dissemination είχε το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ).



ΚΑΠΕ
CRES