

**Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ**

**Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών**

**Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:**

**Χατζημιχαήλ Άγγελου**

**Διερεύνηση της Μεθοδολογίας**

**Κατασκευής Βιοκλιματικών Κτιρίων**

**Στην Ευρύτερη Περιοχή της Αθήνας**

**Επιβλέπων Καθηγητής:**

**Δρ. Μεταξάς Γεώργιος**

**ΜΑΪΟΣ 2010**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1-ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ**

-Γενικά	σελ.3
<b>1.1-Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης</b>	σελ.4
<b>1.2-Τεχνικές Φυσικού Δροσισμού</b>	σελ.7
<b>1.3-Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού</b>	σελ.10

### **ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

<b>1° παραδειγμα:</b> Κατοικία στη Νέα Φιλοθέη	σελ.12
<b>2° παραδειγμα:</b> Κατοικία στο Αττικό Άλσος	σελ.19
<b>3° παραδειγμα:</b> Κατοικία στην Εκάλη	σελ.24
<b>4° παραδειγμα:</b> Κατοικία στη Κηφισιά	σελ.28
<b>Συμπεράσματα-Κύρια σημεία 1<sup>ο</sup> Κεφαλαίου</b>	σελ.30

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2-ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

<b>2.1-Γεωθερμία</b>	σελ.32
<b>-Εφαρμογή Γεωθερμικού Συστήματος για ψυξη-θέρμανση Κατοικίας στο Ντράφι Πικερμίου</b>	σελ.36
<b>2.2-Φωτοβολταϊκά Συστήματα Σε Κτίρια</b>	σελ.39
<b>-Εφαρμογή Φωτοβολταϊκού Συστήματος σε Βιομηχανικό Κτίριο στην Περιοχή Αγ. Ιωάννης Ρέντης</b>	σελ.43
<b>Συμπεράσματα-Κύρια Σημεία 2<sup>ο</sup> Κεφαλαίου</b>	σελ.44
<b>Τελικά Συμπεράσματα-Αποτελέσματα</b>	σελ.45
<b>Βιβλιογραφία</b>	σελ.49

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ** **ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ**

## **ΓΕΝΙΚΑ**

Ο βιοκλιματικός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός κτιρίων αφορά το σχεδιασμό κτιρίων, με βάση το τοπικό κλίμα και σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές, καθώς επίσης και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων αποτελούν τα παθητικά συστήματα, τα οποία αποτελούν σημαντικά στοιχεία ενός κτιρίου. Τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια. Τρεις είναι οι βασικές κατηγορίες τους:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
- Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου συνίσταται από τη συνύπαρξη και συνδυαστική λειτουργία όλων των παραπάνω συστημάτων, ώστε να

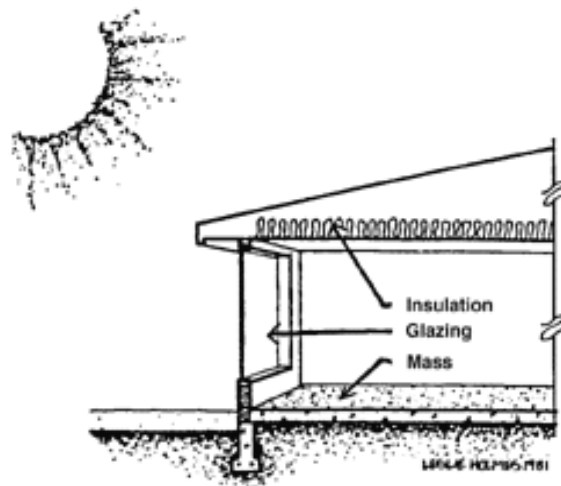
συνδυάζουν θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου. Με τον όρο βιοκλιματικός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός , αναφερόμαστε στο σχεδιασμό ο οποίος αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε κάθε κατηγορία ξεχωριστά θεωρητικά ,καθώς και πειραματικά στο τέλος σε υλοποιημένες εφαρμογές κατασκευής κτιρίων.

## **1.1 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα. Χωρίζονται σε **άμεσου** και **έμμεσου** κέρδους ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους.

**A)Άμεσου κέρδους.**Είναι το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης και βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού ,δηλαδή περίπου νότιου ,σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα,η οποία απορροφά μέρος της θερμότητας και την προσφέρει στο χώρο αργότερα. Καθ' αυτόν τον τρόπο διατηρείται ο χώρος θερμός για πολλές ώρες. Ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορεί να εμποδίσει τον καλοκαιρινό ήλιο που έρχεται από πιο ψηλά να μπει απ' ευθείας στο χώρο.

Το πιο απλό σύστημα που αξιοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για την θέρμανση του κτιρίου είναι του άμεσου κέρδους μέσω των νότια προσανατολισμένων ανοιγμάτων.



Η αποτελεσματικότητα ενός τέτοιου συστήματος επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες :

- Προσανατολισμός
- Θέση ανοιγμάτων
- Μέγεθος ανοιγμάτων

**Β) Έμμεσου κέρδους.** Ανήκουν τα συστήματα που αξιοποιούν έμμεσα τα ηλιακά οφέλη για την θέρμανση του κτιρίου.

Αυτά τα συστήματα απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κέλυφος και ύστερα επιτρέπουν στη θερμότητα να διεισδύσει στους χώρους διαβίωσης. Οι κύριες εφαρμογές τους είναι τρεις.

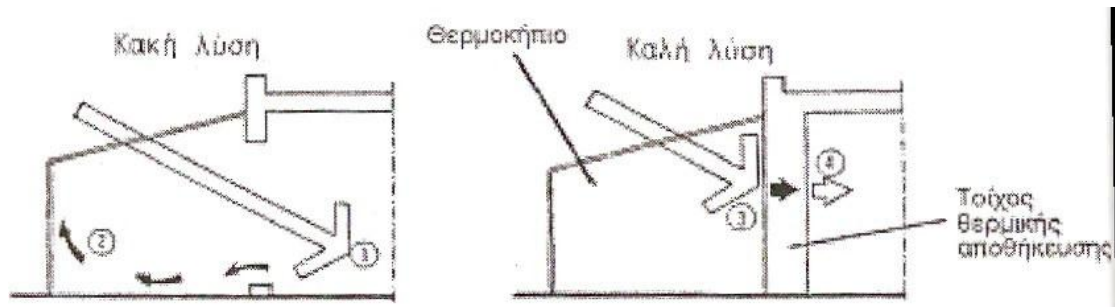
**Ηλιακοί τοίχοι,** οι οποίοι έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία τζάμι και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου (αφού έχει αποθηκευτεί η θερμότητα εκεί), είτε μέσω θυρίδων

στον εσωτερικό χώρο. Συνδυασμός των δύο λειτουργιών είναι ο τοίχος μάζας με θυρίδες και ονομάζεται *τοίχος Trombe – Michel*. Είναι δηλαδή ένας εξωτερικός τοίχος θερμικής αποθήκευσης που σε όλο το επάνω και κάτω μέρος του μήκους του, υπάρχουν θυρίδες για να διευκολύνουν την κίνηση του αέρα.

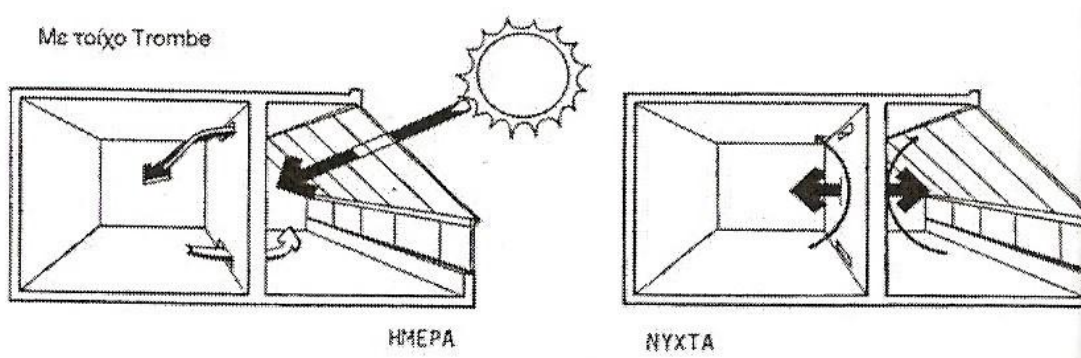
Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοσιφονισμού και πραγματοποιείται κίνηση του αέρα λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας ο θερμός αέρας κινείται προς τα πάνω και εισέρχεται στο χώρο απ τη πάνω θυρίδα, ενώ ο ψυχρότερος αέρας από τον εσωτερικό χώρο περνάει από τη κάτω θυρίδα και αντικαθιστά το κενό που δημιουργήθηκε μεταξύ τοίχου και υαλοπίνακα. Το καλοκαίρι βασική προϋπόθεση καλής λειτουργίας είναι ο τοίχος να σκιάζεται με σταθερό ή κινούμενο σκίαστρο και ο φεγγίτης στο πάνω μέρος του υαλοστασίου να ανοίγει για να εξασφαλιστεί η απομάκρυνση του θερμού αέρα.

**Θερμοκήπιο** ή ηλιακός χώρος είναι ένας κλειστός χώρος με μεγάλο ποσοστό γυάλινης επιφάνειας και συνήθως νότιο προσανατολισμό, προσαρτημένο σε τμήμα του κτιρίου. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο. Το σύστημα λειτουργεί καλύτερα αν μεταξύ του θερμοκηπίου και του κτιρίου υπάρχει τοίχος θερμικής αποθήκευσης κατασκευασμένος από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας.



Η απόδοση του βελτιώνεται αν προβλεφτούν θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος του τοίχου για τη κίνηση του αέρα.



Το μέγεθος του εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Οι συνθήκες υπερθέρμανσης που δημιουργούνται το καλοκαίρι αντιμετωπίζονται με σκιασμό του θερμοκηπίου εξωτερικά και με ανοίγματα στην οροφή για την απομάκρυνση του θερμού αέρα.

**Ηλιακά αίθρια** ,τα οποία είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου που έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια.

## 1.2 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ

Ο φυσικός δροσισμός αποτελεί την εναλλακτική πρακτική για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτίρια το καλοκαίρι, σε μια εποχή όπου η αύξηση της εγκατάστασης και χρήσης κλιματιστικών μονάδων και συστημάτων είναι ραγδαία και επιφέρει σημαντικά ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα καθώς τα κλιματιστικά συστήματα καταναλώνουν πολύ μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και θερμαίνουν με τη λειτουργία τους το εξωτερικό περιβάλλον.

Με το φυσικό δροσισμό, εκτός της εξοικονομούμενης ενέργειας, βελτιώνονται σημαντικά οι συνθήκες άνεσης μέσα στους χώρους, ακόμα και σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Από μετρήσεις σε βιοκλιματικά δροσιζόμενες κατοικίες στην Αθήνα προκύπτει ότι η θερμοκρασία μέσα στα κτίρια είναι σημαντικά χαμηλότερη από την εξωτερική θερμοκρασία (ως και  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), ενώ παράλληλα παρατηρούνται συνθήκες άνεσης σε πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες (ως και  $31,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), καθώς λόγω των δροσερών δομικών στοιχείων και των ρευμάτων αέρα μέσα στους χώρους η παραμονή των ενοίκων γίνεται ευχάριστη.

Βασικές βιοκλιματικές τεχνικές και συστήματα φυσικού δροσισμού είναι η ηλιοπροστασία, δηλαδή ο σκιασμός του κτιρίου και ο κατάλληλος φυσικός αερισμός.

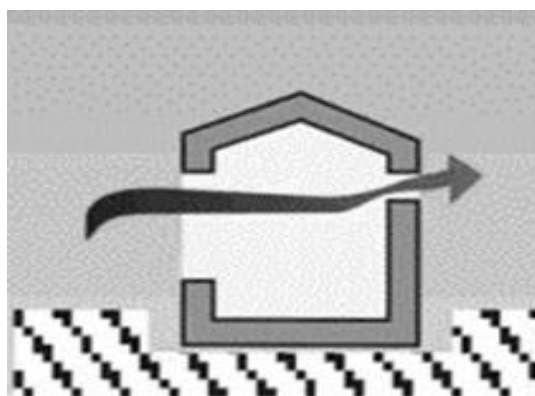
**ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΚΙΑΣΜΟΣ** του κτιρίου, η οποία επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους όπως η φυσική βλάστηση, κάποιες



προεξοχές στα γεωμετρικά στοιχεία του κτιρίου και με σκίαστρα μόνιμα ή κινητά στο εξωτερικό ή εσωτερικό των ανοιγμάτων.

**ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ** του κτιρίου,ο οποίος αποτελεί τη βασικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από το κτίριο τους θερμούς μήνες, και μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά μέσα. Αποτελεί τη σημαντικότερη και συνηθέστερη μέθοδο φυσικού δροσισμού, εφόσον γίνεται με τον κατάλληλο τρόπο. Ο φυσικός αερισμός, ανάλογα με τον τρόπο που επιτυγχάνεται μπορεί να είναι:

**-Διαμπερής**, διαμέσου παραθύρων και άλλων ανοιγμάτων.Σε αυτή την περίπτωση ο αερισμός επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας. Ο διαμπερής αερισμός επηρεάζεται από την εξωτερική και εσωτερική διαρρύθμιση του κτιρίου σε σχέση με τους επικρατούντες ανέμους, ωστόσο πλευρικοί τοίχοι προσαρτημένοι στα ανοίγματα μπορούν να εκτρέψουν τον άνεμο εσωτερικά στο κτίριο, ενισχύοντας έτσι τη δυνατότητα φυσικού αερισμού.



Ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός.

**-Καμινάδα ή πύργος αερισμού** η οποία λειτουργεί αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, καθώς ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω και έτσι δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας τη θερμότητα εκτός του κτιρίου. Η λειτουργία της καμινάδας αερισμού γίνεται σε συνδυασμό με κατάλληλα ανοίγματα του κτιρίου.



Ως καμινάδες αερισμού μπορεί να λειτουργούν κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια ή και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί των κτιρίων. Σε περιοχές με έντονο άνεμο υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής πύργων αερισμού, οι οποίοι προεξέχουν σημαντικά από την οροφή του κτιρίου, φέρουν άνοιγμα προς την σημαντική κατεύθυνση του ανέμου και έχουν τη δυνατότητα να κατευθύνουν τα ψυχρά ρεύματα αέρα μέσα στο χώρο.

### **1.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

Ο φυσικός φωτισμός στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φώς, 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.

Τα συστήματα φυσικού φωτισμού διακρίνονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες:

1. Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
2. Ανοίγματα οροφής
3. Αίθρια
4. Φωταγωγοί

Η χρήση φυσικού φωτισμού κάνει δυνατή την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό έως και κατά 80%. Στην περίπτωση όπου το κτίριο λειτουργεί σε 24ωρη βάση με την χρησιμοποίηση τεχνητού φωτισμού, η συνεισφορά του φυσικού φωτισμού φθάνει μέχρι και στο 40% της αρχικής κατανάλωσης. Συνεπώς ο φυσικός φωτισμός, ως στοιχείο αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, αποτελεί από μόνος του αντικείμενο σημαντικού τμήματος της αρχιτεκτονικής μελέτης.

## **ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε κάποια παραδείγματα κτιρίων που κατασκευάστηκαν σύμφωνα με κάποιες μεθόδους παθητικών συστημάτων.

### **1 παραδειγμα.Κατοικια στη νεα Φιλοθεια.**

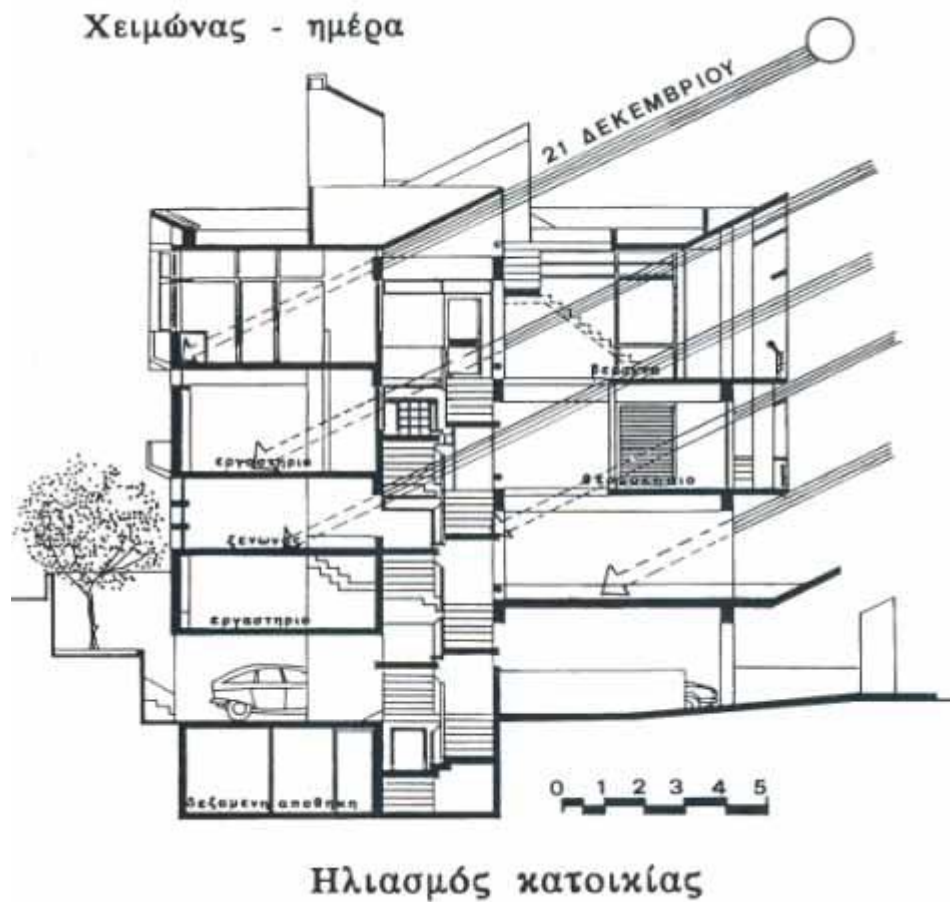
Πρόκειται για μια τριώροφη κατοικια που περιλαμβάνει και δύο εργαστήρια .Το κτίριο εκμεταλεύεται τις εξής μεθόδους παθητικών συστημάτων: Ο προσανατολισμός της πρόσοψης είναι νότιος,εχει τοίχο trombe,θερμοκήπιο ,και κήπο στο δώμα.

Τα ανοίγματά του έχουν σχεδιαστεί λαμβάνοντας υπόψιν την ηλιακή γεωμετρία του τόπου και προσφέρουν άπλετο φυσικό φωτισμό σε όλους τους χώρους του κτιρίου. Το δώμα είναι φυτεμένο για να συμβάλει στην ενεργειακή απόδοση της κατοικίας.



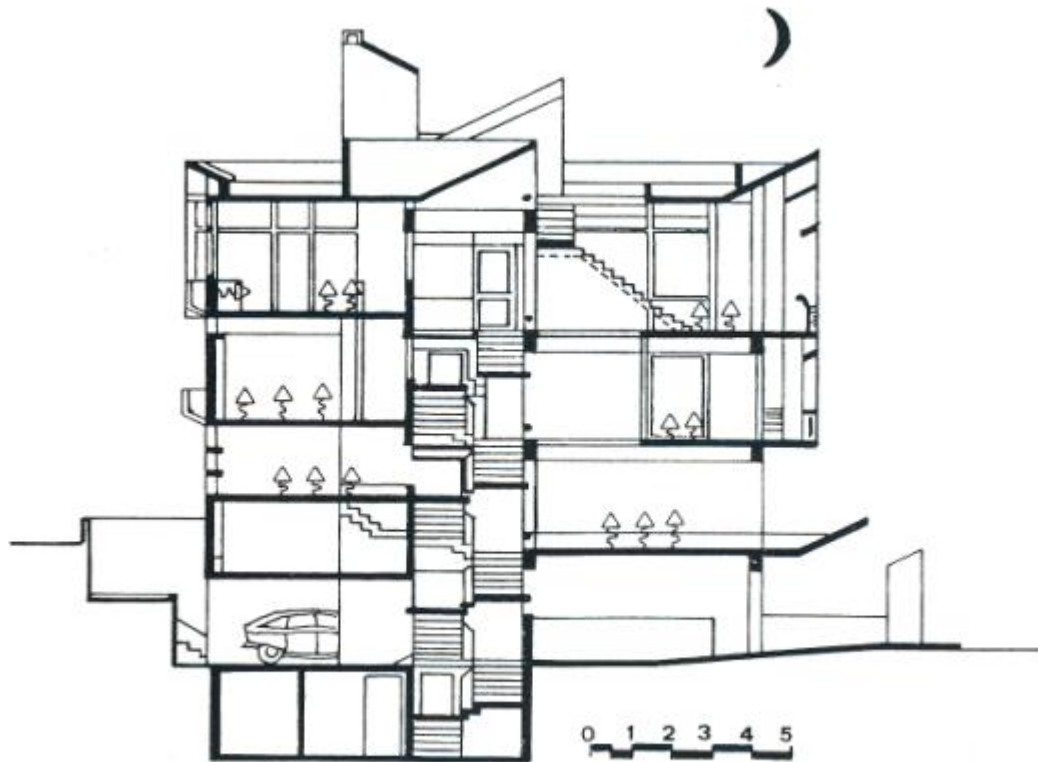
Το χειμώνα και κατά τη διάρκεια της ημέρας, η κατοικία θερμαίνεται με άμεση ηλιακή ακτινοβολία από τη Νότια όψη. Οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν στα δάπεδα που έχουν σκούρο

κεραμικό πλακάκι και γρανίτη τα οποία απορροφούν τη θερμική ενέργεια.



Επίσης έχει μελετηθεί ιδιαίτερα η τροχιά του ήλιου και έτσι φεγγίτες, εξωτερικά και εσωτερικά ανοίγματα, είναι τοποθετημένα σε τέτοιες διατάξεις ώστε να φθάνει η ηλιακή ακτινοβολία ακόμα και στους βόρειους χώρους της κατοικίας. Σε αυτό συμβάλει και η κεκλιμένη πλάκα της οποίας η γωνία ταυτίζεται με τη γωνία ύψους του ηλίου κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο. Επιπλέον, υπάρχει έμμεσο ηλιακό κέρδος από τοίχους Trombe στη νότια πλευρά, από συμπαγές τούβλο. Το φυτεμένο δώμα, βοηθάει στην ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών.

Χειμώνας - νύχτα

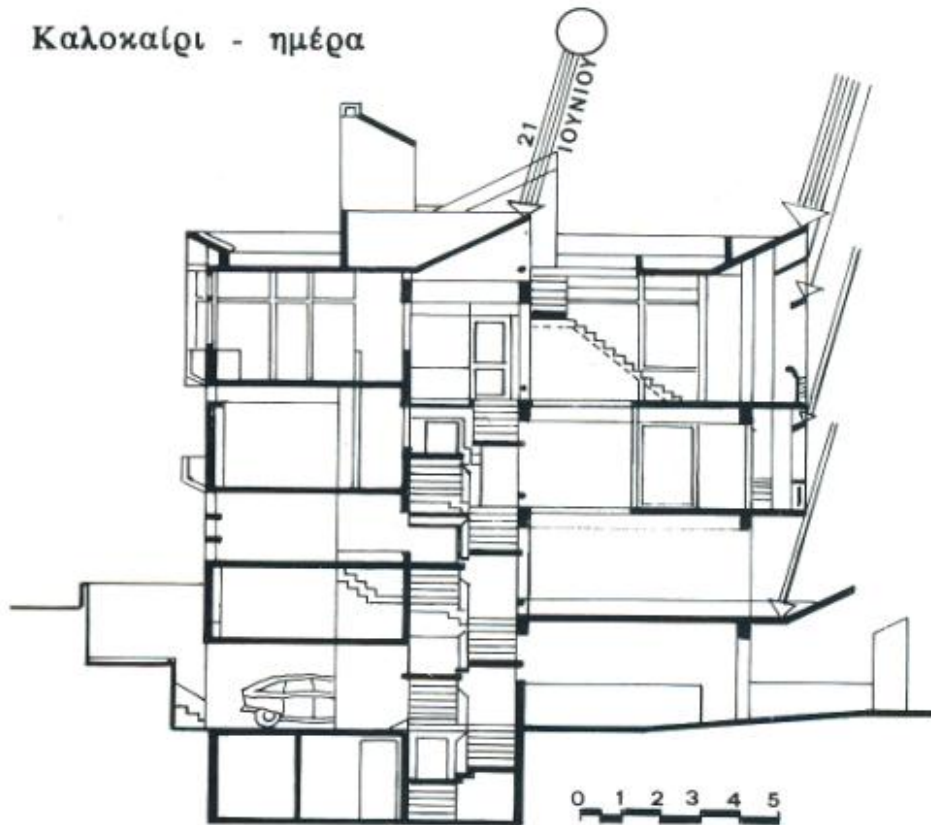


Απόδοση της θερμότητας

Το βράδυ, η αποθηκευμένη θερμότητα αποδίδεται στους χώρους διαβίωσης ενώ ρολά αλουμινίου χρησιμοποιούνται για θερμομόνωση των υαλοστασίων.

Το καλοκαίρι, υπάρχει πλήρης ηλιοπροστασία από σταθερά εξωτερικά σκίαστρα, οριζόντια και κατακόρυφα, που αποκλείουν την πρόσπτωση ηλιακών ακτίνων στο εσωτερικό της κατοικίας. Οι τοίχοι trombe προστατεύονται από τον ήλιο με σταθερά προεξέχοντα στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα.



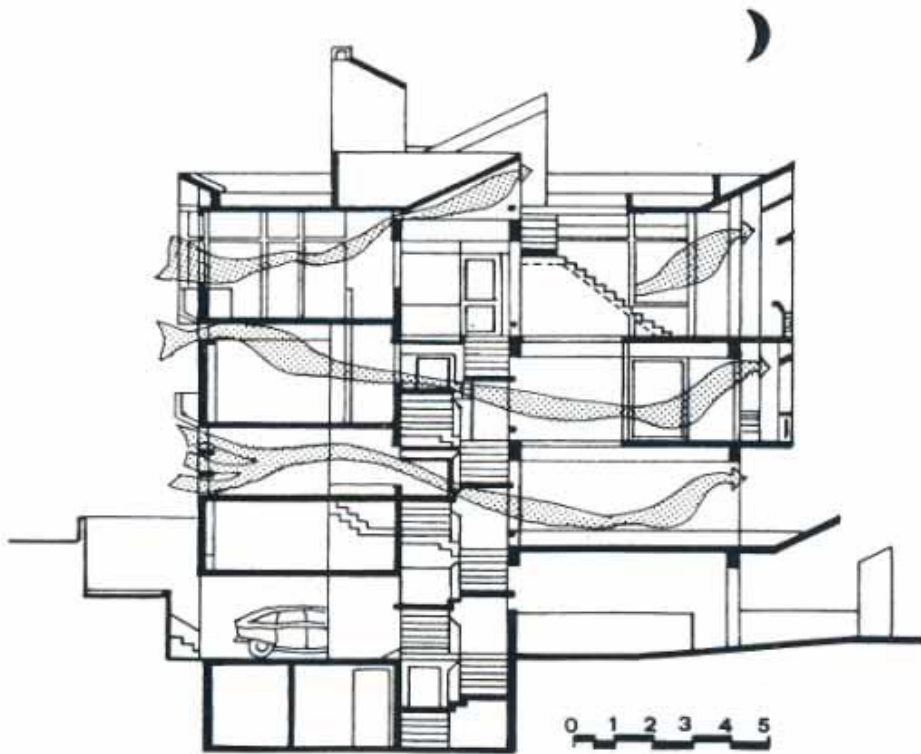


### Ηλιοπροστασία κατοικίας

Τη νύχτα η πλεονάζουσα θερμότητα που συγκεντρώνεται στους τοίχους Trombe απομακρύνεται με το άνοιγμα των θυρίδων και τμήματος των υαλοστασίων. Το θερμοκήπιο σκιάζεται από τον εξώστη του δεύτερου ορόφου, ενώ το 50% των υαλοστασίων του ανοίγει για αερισμό. Ο φυσικός δροσισμός επιτυγχάνεται με διαμπερή αερισμό. Τα βορινά ανοίγματα σε συνδυασμό με τους νότιους φεγγίτες, δημιουργούν κατάλληλα ρεύματα αέρος, για δροσισμό της κατοικίας. Η ηλιακή καμινάδα σε συνδυασμό με την ύπαρξη του αίθριου ενισχύουν την ροή του αέρα δροσισμού.



Καλοκαίρι - νύχτα



Φυσική ψύξη με αερισμό

Η φύτευση τόσο στο ισόγειο όσο και στο δώμα, βελτιώνει το μικροκλίμα και τον περιβάλλοντα αερισμό του κτιρίου.

Συμπερασματικά παρατηρούμε ότι τα παθητικά συστήματα που εφαρμόστηκαν σε αυτό το κτίριο είναι λειτουργικά και συνδιάζονται επιτυχώς με την αρχιτεκτονική έκφραση της κατοικίας. Ακόμα έχει υπολογιστεί στο σχεδιασμό του κτιρίου με πολύ μεγάλη ακρίβεια η ηλιακή γεωμετρία και τα σταθερά στοιχεία σκιασμού τα οποία βρίσκονται στην πρόσοψη της κατοικίας. Τέλος παρατηρούμε ότι χρησιμοποιείται διπλό κέλυφος στη νότια όψη. Το εσωτερικό για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και το εξωτερικό για το σκιασμό της.

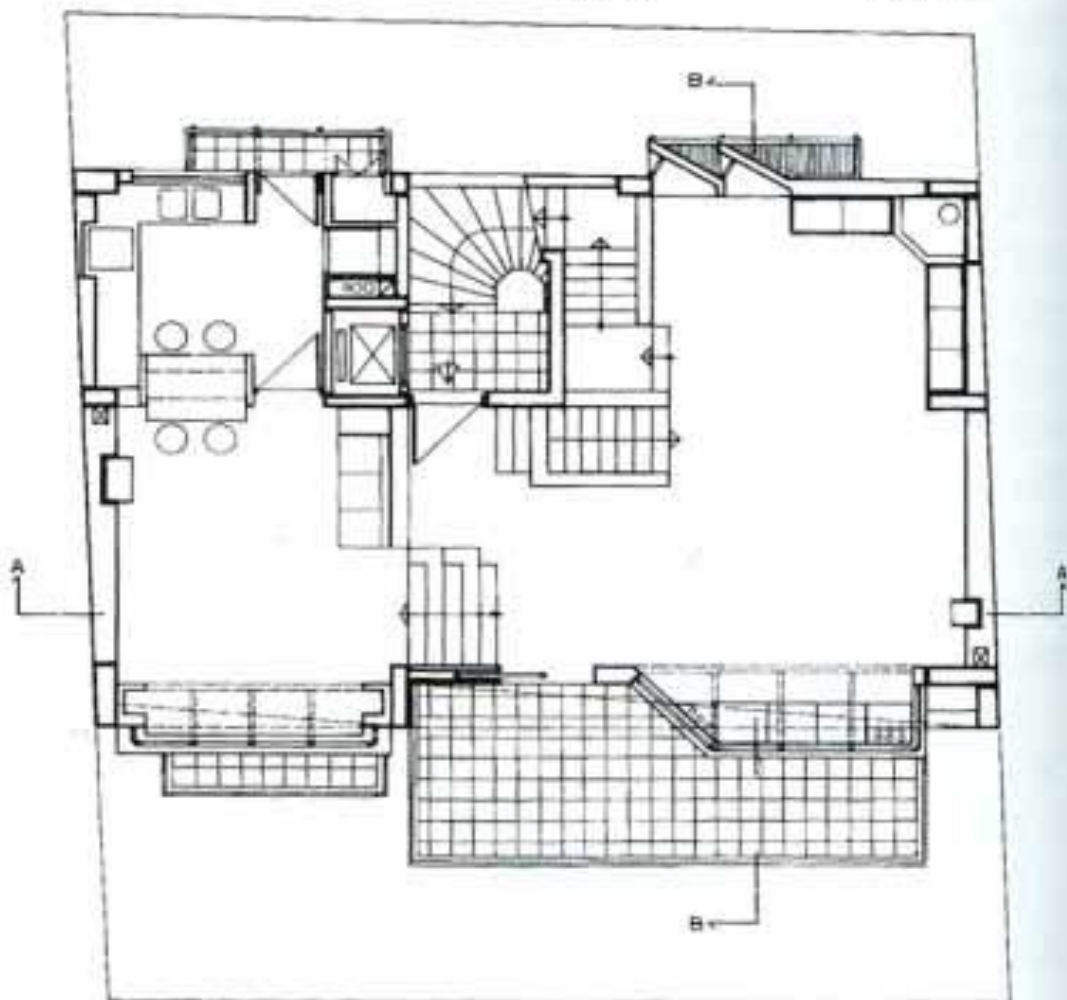
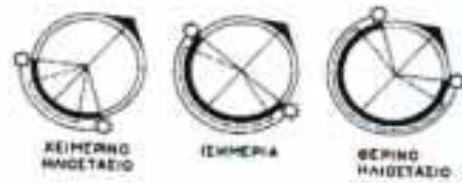


**2.παραδειγμα.Κατοικία στο Αττικό Αλσος.**





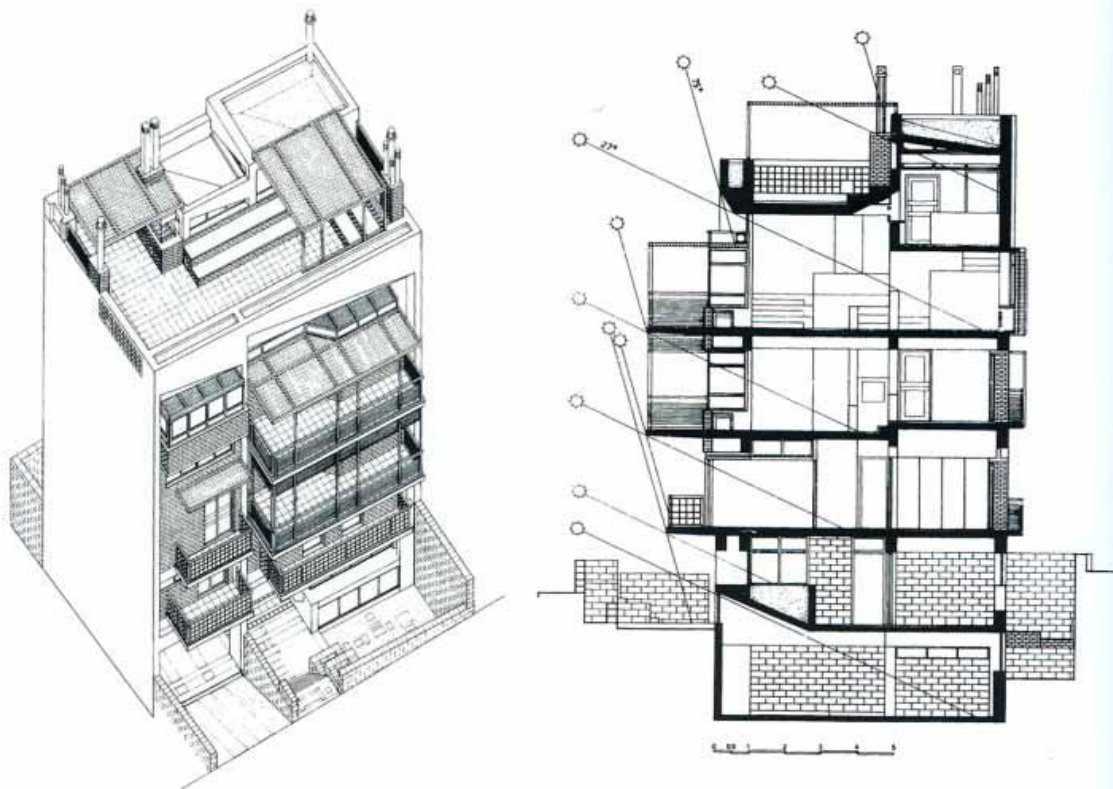
1.  
Κάτοψη γ' όρόφου.



1

Είναι μια πολυκατοικία η οποία ανήκει στον ίδιο τον αρχιτέκτονα που τη μελέτησε και σχεδίασε. Επίσης στεγάζει δύο κατοικίες στους πάνω ορόφους και δύο γραφεία στους κάτω ορόφους. Ο προσανατολισμός της πρόσοψης είναι νοτιοανατολικός με μεγάλα νότια ανοίγματα και θερμοκήπιο. Το θερμοκήπιο αποτελεί τμήμα του καθιστικού της κατοικίας και κατά τη διάρκεια της ημέρας αποτελούν ενιαίο χώρο, ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας υπάρχει ρολό με εσωτερική μόνωση που χωρίζει το θερμοκήπιο από τον υπόλοιπο χώρο για ελαχιστοποίηση των απωλειών.

Υπάρχουν τμήματα που είναι φυτεμένα ενώ το μεγαλύτερο τμήμα του δώματος σκιάζεται από ανάλογα οριζόντια σκίαστρα με αυτά που σκιάζονται τα ανοίγματα.



Το χειμώνα και κατά τη διάρκεια της ημέρας, η κατοικία θερμαίνεται με άμεση ηλιακή ακτινοβολία από τη Νότιο Ανατολική όψη. Η

ηλιοπροστασία του κελύφους το καλοκαίρι επιτυγχάνεται με σταθερά στέγαστρα και σκίαστρα που εμποδίζουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι χωρίς όμως να την εμποδίζουν το χειμώνα. Η διαμπερότητα της κατασκευής ενισχύει το φυσικό αερισμό, και επιπλέον σε κάθε χώρο υπάρχουν κατακόρυφοι αεραγωγοί με απόληξη στο δώμα που κάνουν απαγωγή του θερμού αέρα των δωματίων το καλοκαίρι.Επίσης το φυτεμένο δώμα, προσφέρει δροσισμό τους καλοκαιρινούς μήνες.



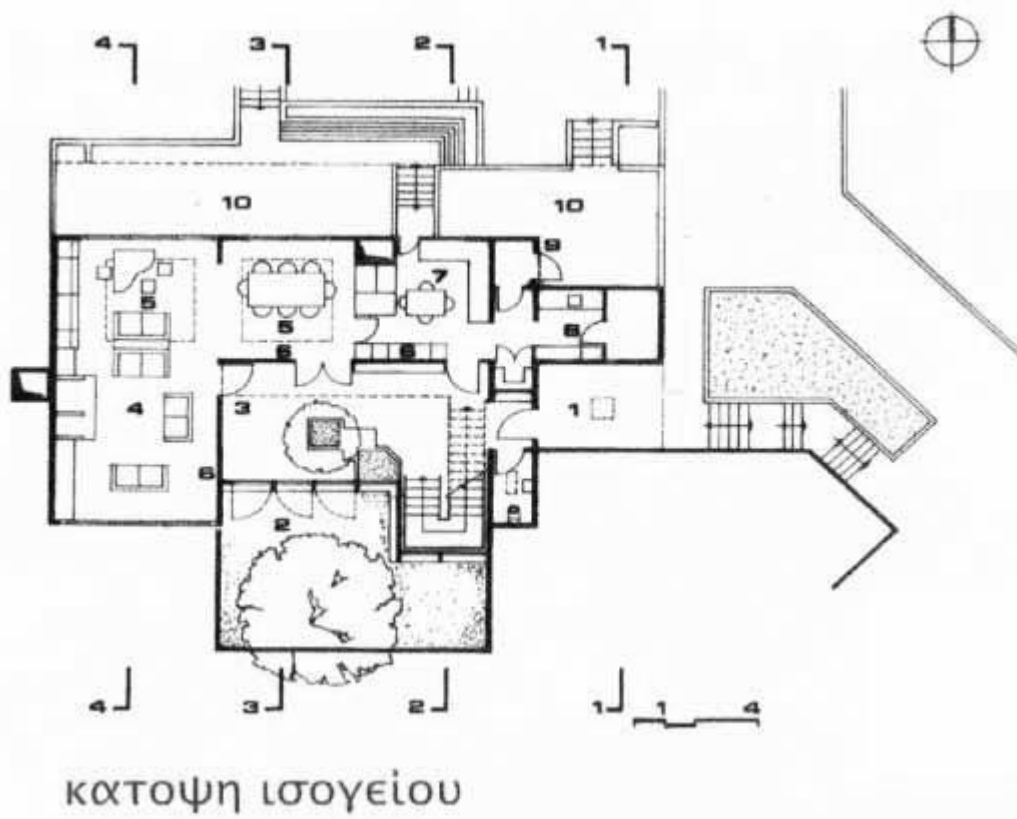


Έτσι η θερμοκρασία του εσωτερικού το καλοκαίρι δύσκολα ξεπερνάει τους 30 βαθμούς κελσίου, ενώ ακόμη και τις θερμότερες ημέρες η διαφορά θερμοκρασίας μέσα και έξω παρατηρήθηκε να είναι 10 βαθμοί Κελσίου προσφέροντας θερμική άνεση στους κατοίκους χωρίς να απαιτείται η χρήση κλιματιστικού.

Συμπερασματικά παρατηρούμε ότι έχει συνδυαστεί σε μεγάλο βαθμό η αρχιτεκτονική έκφραση της κατοικίας με την λειτουργικότητα των παθητικών συστημάτων που έχουν χρησιμοποιηθεί. Επίσης έχει μελετηθεί με ακρίβεια η ηλιακή γεωμετρία και τα σταθερά στοιχεία σκιασμού που προκύπτουν έχουν ενταχθεί πολύ σωστά στην πρόσοψη της κατοικίας.

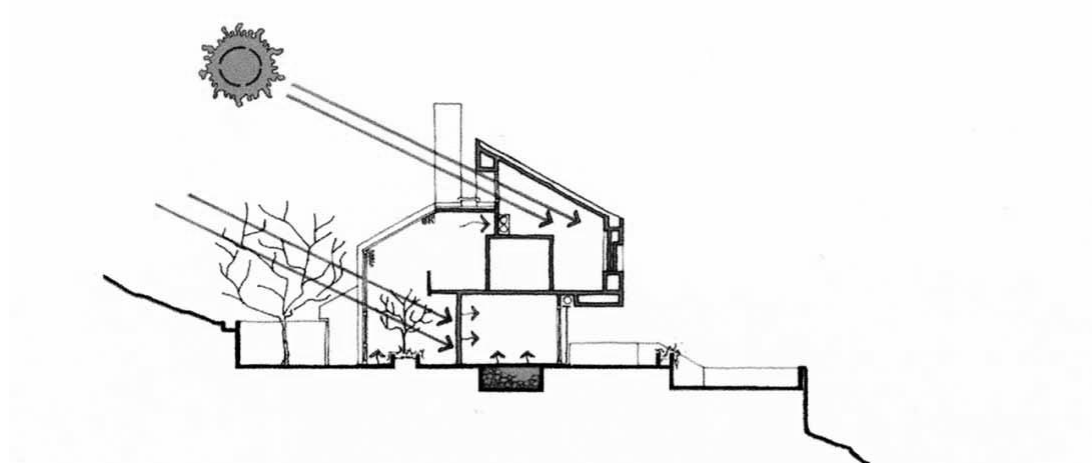


Παραδειγμα 3.κατοικία στην Εκάλη.





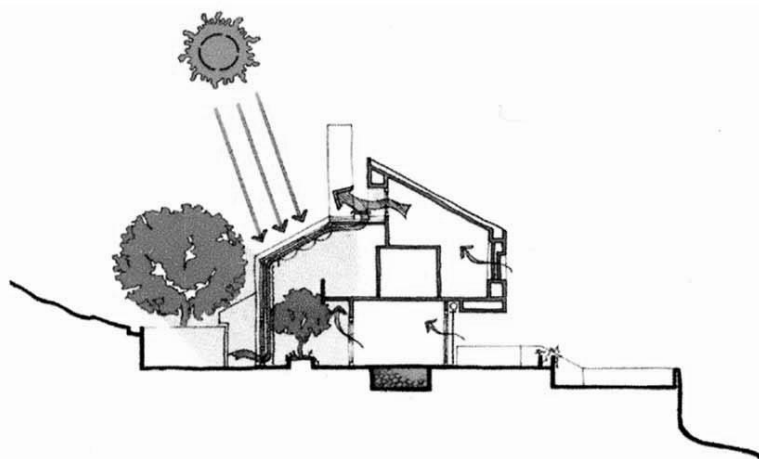
Πρόκειται για μία κατοικία με δύο επίπεδα που αναπτύσσεται γύρω από ένα θερμοκήπιο και μία Νότια αυλή. Η μεγάλη όψη είναι προσανατολισμένη προς το νότο όπου βρίσκονται τα μεγαλύτερα ανοίγματα. Η θέα βρίσκεται στη Βόρεια πλευρά του οικοπέδου, και έτσι υπάρχουν και από την πλευρά εκείνη μεγάλα ανοίγματα. Η προσπέλαση στον όροφο που βρίσκονται τα υπνοδωμάτια γίνεται από το θερμοκήπιο. Τα συστήματα παθητικής θέρμανσης που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι άμεσου κέρδους, και θερμοκήπιο. Για το δροσισμό χρησιμοποιούνται οι φεγγίτες που ενισχύουν το διαμπερή αερισμό και οι καμινάδες.



Κατά την χειμερινή λειτουργία του το κτίριο θερμαίνεται από τη Νότια όψη της κατοικίας με άμεσο ηλιακό κέρδος. Το χειμώνα οι ακτίνες του ήλιου περνάνε μέσα στο θερμοκήπιο και θερμαίνουν τη θερμική μάζα που είναι οι τοίχοι από σκυρόδεμα και τα σκούρα πλακάκια. Το βράδυ η αποθηκευμένη αυτή ενέργεια αποδίδεται στο χώρο. Το φυλλοβόλο δέντρο επιτρέπει την είσοδο των ηλιακών ακτίνων την εποχή αυτή και τα βορινά υπνοδωμάτια θερμαίνονται από το φεγγίτη.



Το καλοκαίρι, το θερμοκήπιο σκιάζεται από το φυλλοβόλο δέντρο που υπάρχει στο Νότιο κήπο και η κεκλιμένη επιφάνειά του σκιάζεται εσωτερικά με τη βοήθεια κουρτινών. Η παγιδευμένη θερμότητα μεταξύ θερμοκηπίου και κουρτινών ενισχύει την κυκλοφορία του θερμού αέρα προς τον εξαεριστήρα και το φεγγίτη στο πάνω μέρος, ενώ ψυχρός αέρας εισέρχεται από τα οριζόντια επίπεδα της κατοικίας.



Ο διαμπερής αερισμός δροσίζει το εσωτερικό της κατοικίας, και το φαινόμενο της καμινάδας απομακρύνει το θερμό αέρα.

Συμπερασματικά παρατηρούμε ότι η αρχιτεκτονική ένταξη των παθητικών συστημάτων έχει γίνει με επιτυχία.

Όμως η έλλειψη πλήρους εξωτερικής σκίασης προκαλεί προβλήματα υπερθέρμανσης κάποιες ώρες το καλοκαίρι. Η ύπαρξη της σκάλας στο χώρο του θερμοκηπίου εμποδίζει τη σωστή λειτουργία του. Επίσης δεν ακολουθούνται πλήρως οι αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής καθώς δεν υπάρχουν άλλα ανοίγματα στην νότια όψη αντιθέτως με τη βόρεια όψη που υπάρχουν μεγάλα ανοίγματα επειδή βλέπει προς τα εκεί η θέα της κατοικίας.

#### 4ο παραδειγμα.Κατοικια στην κηφισια.

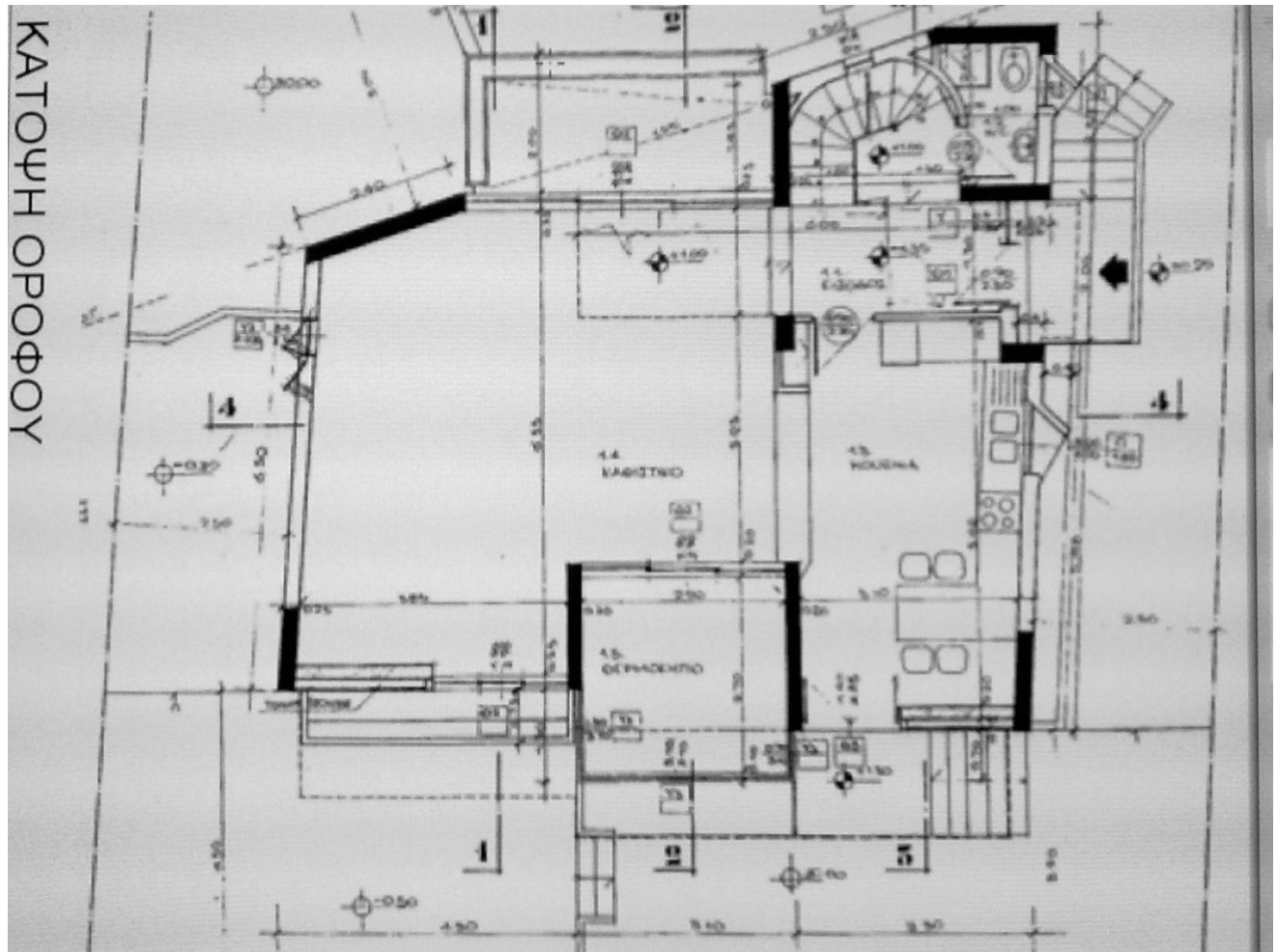
Πρόκειται για μία δυόροφη κατοικία με υπόγειο συνολικού εμβαδού κτιρίου 208 τετραγωνικών μέτρων.Στο κτίριο εφαρμόστηκαν κατασκευαστικά τα εξής παθητικά συστήματα:

**Για θέρμανση**, άμεσου κέρδους μέσω των μεγάλων νοτίων ανοιγμάτων,και το θερμοκήπιο το οποίο κατασκευάστηκε τελικά ως άμεσου κέρδους καθώς δεν κατασκευάστηκαν οι τοίχοι trombe που είχαν μελετηθεί.Έτσι το θερμοκήπιο είχε μελετηθεί να είναι προσαρτημένο στο κτίριο αλλά κατασκευάστηκε ενσωματωμένο στο κτίριο και λειτουργεί ως «λιακωτό». **Για δροσισμό**, σκίαση ανοιγμάτων, σκίαση και αερισμός θερμοκηπίου, διαμπερήs και κατακόρυφος νυχτερινός αερισμός.





Το θερμοκήπιο έχει ανοιγόμενα υαλοστάσια καθώς και πλαϊνές πόρτες. Έχει σταθερή οριζόντια σκίαση με πρόβολο και έχει τη δυνατότητα πλήρους σκίασης με τέντα η οποία όμως παρέχει τη δυνατότητα αερισμού, καθώς βρίσκεται σε απόσταση από τους υαλοπίνακες.



Από την ανάλυση ευαισθησίας που έγινε με προσομοιώσεις, το κτίριο όπως κατασκευάστηκε, παρουσιάζει επιβάρυνση σε σχέση με ένα ίδιο κτίριο χωρίς παθητικά συστήματα, συμβατικό δηλαδή, κατά το μικρό ποσοστό 0,6% αυξημένου φορτίου θέρμανσης, ενώ το κτίριο όπως είχε μελετηθεί αρχικά θα εξοικονομούσε 12,5% ενέργεια για θέρμανση σε σχέση με το συμβατικό. Το υφιστάμενο θερμοκήπιο επιβαρύνει θερμικά το κτίριο, γιατί αν και ανεβάζει άμεσα τη θερμοκρασία του χώρου,

παρουσιάζει μεγάλες απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας του χειμώνα.

Το θερμοκήπιο όπως είχε αρχικά μελετηθεί θα εξοικονομούσε ενέργεια θέρμανσης της τάξης του 4,5% , ενώ ο τοίχος trombe κατά 3%. Επίσης ο τοίχος trombe θα συντελούσε στην αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2 βαθμούς κελσίου, καθώς επίσης στη βελτίωση της θερμικής άνεσης στον χώρο που θα βρισκόταν το χειμώνα, λόγω της υψηλής επιφανειακής θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα την ακτινοβολία θερμότητας στο χώρο. Το καλοκαίρι θα πρέπει οπωσδήποτε να σκιάζεται. Η λειτουργία του υφιστάμενου θερμοκηπίου όταν είναι πλήρως σκιαζόμενο και αεριζόμενο, δεν επιβαρύνει σημαντικά το κτίριο. Γενικά τα παθητικά συστήματα αυτά επιβαρύνουν ελάχιστα το κτίριο το καλοκαίρι ανεβάζοντας τη θερμοκρασία στο χώρο λιγότερο από 1 βαθμό κελσίου.

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 νότιου προσανατολισμού, το οποίο λειτουργεί ως αιολική καμινάδα, διευκολύνοντας τον αερισμό του κτιρίου με το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού. Έτσι αποφορτίζεται το κτίριο από τη θερμότητα και υπάρχει μεγαλύτερη θερμική άνεση στους χώρους.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΚΥΡΙΑ ΣΗΜΕΙΑ**

Από τις εφαρμογές που αναλύθηκαν για το Παθητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης άμεσου κέρδους μέσω μεγάλων νότιων ανοιγμάτων τα πλεονεκτήματα είναι ότι αποτελούν το απλούστερο και πιο φθηνό από όλα τα Παθητικά συστήματα καθώς κατασκευάζονται από τζάμι, εύκολα και γρήγορα. Επίσης τα μεγάλα ανοίγματα προσφέρουν περισσότερο

φυσικό φωτισμό και μεγαλύτερη οπτική επαφή με το περιβάλλον. Τα μειονεκτήματα ενός τέτοιου συστήματος είναι η δημιουργία θάμβωσης την ημέρα λόγω των μεγάλων γυάλινων επιφανειών, η απώλεια ιδιωτικότητας, οι ημερήσιες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και η απώλεια θερμότητας τη νύχτα αν δεν υπάρχει η δεν χρησιμοποιείται σωστά η θερμομόνωση.

Για τα Παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους και συγκεκριμένα για το βέλτιστο συνδυασμό τοίχου μάζας trombe και θερμοκηπίου τα πλεονεκτήματα είναι ότι οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στο χώρο διαβίωσης είναι χαμηλότερες από αυτές των συστημάτων άμεσου κέρδους, η κατασκευή τους είναι σχετικά απλή και ειδικά το θερμοκήπιο μπορεί να δώσει ενδιαφέρον στην αρχιτεκτονική έκφραση του κτιρίου, η θέρμανση τη νύχτα στο χώρο είναι αποτελεσματικότερη λόγω της χρονικής υστέρησης της μετάδοσης της θερμότητας που είναι ανάλογη με το πάχος του τοίχου, ο συνδιασμός τους είναι πολύ λειτουργικός γιατί το θερμοκήπιο βελτιώνει το εσωτερικό κλίμα της κατοικίας και μειώνει τις απώλειες του περιβλήματος του κτιρίου, έτσι λειτουργεί αποδοτικότερα ο τοίχος trombe που ενισχύεται από την θερμότητα του θερμοκηπίου. Τα μειονεκτήματα τους είναι ότι η κατασκευή του τοίχου trombe έχει σχετικά μεγάλο κόστος και ελλατώνει την επιφάνεια του χώρου διαβίωσης επειδή είναι δύο τοίχοι ένας από μάζα και ένας από τζάμι. Αφαιρεί τη θέα, το φυσικό φωτισμό και αερισμό από τη πλευρά που θα είναι ο τοίχος, και λόγω της χρονικής υστέρησης στην απόδοσή του θα πρέπει ο χώρος που θα θερμάνει να χρησιμοποιείται τη νύχτα γιατί τότε δίνει τη μέγιστη θερμότητα, και θα πρέπει απαραίτητα να προβλεφθεί πλήρης σκιασμός του θερμοκηπίου και κατ' επέκταση του τοίχου για την αποφυγή υπερθέρμανσης τους θερινούς μήνες, καθώς επίσης να χρησιμοποιούνται σωστά οι θυρίδες για την κίνηση του θερμού αέρα. Οι

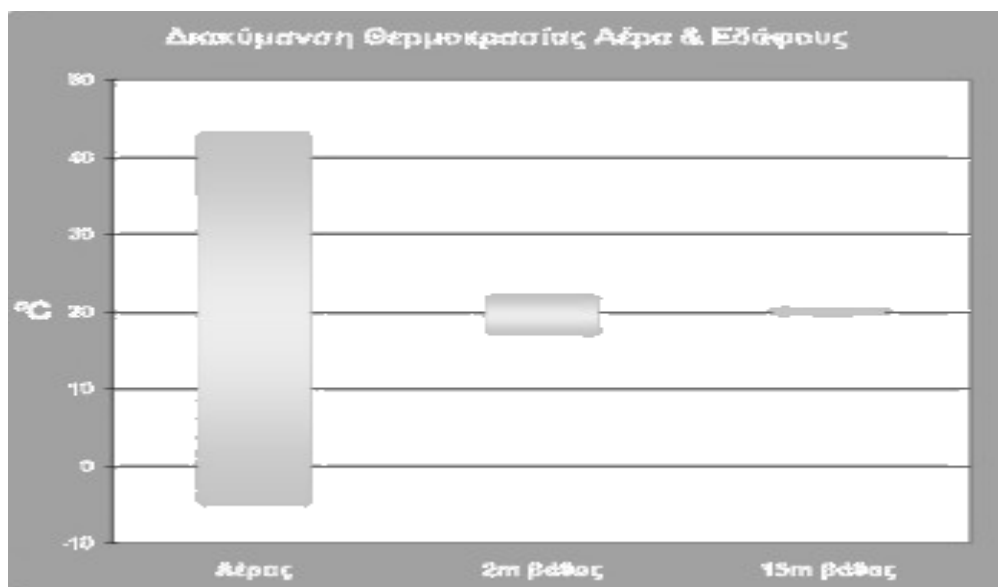
θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο έχουν μεγάλες διακυμάνσεις και έτσι δεν είναι και πολύ κατάλληλο για να είναι κατοικίσιμο καθώς θα πρέπει να ανοίγει τη νύχτα σε μεγάλο ποσοστό για την αντιστροφή της λειτουργίας του με σκοπό την πρόληψη της υπερθέρμανσης.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ** **ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

**2.1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ.** Η αρχή του γεωθερμικού κλιματισμού είναι εξαιρετικά απλή. Βασίζεται στο γεγονός ότι λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γής, η θερμοκρασία του εδάφους είναι σταθερή στους 18-22 βαθμούς Κελσίου. Αν συνεπώς εκμεταλλευτούμε τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας, μπορούμε να θερμάνουμε χώρους το χειμώνα και να τους ψύξουμε αντίστοιχα το καλοκαίρι. Η γεωθερμία είναι μία μορφή ήπιας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Βασίζεται στην μεταφορά θερμότητας που προϋπάρχει και τη μεταφέρει, αντίθετα με τα συμβατικά συστήματα καυστήρα-καλοριφέρ που παράγουν την απαιτούμενη θερμότητα καίγοντας συνήθως πετρέλαιο ή φυσικό αέριο.Με αυτόν τον τρόπο πετυχαίνει να καταναλώνει μόλις το 25%-40% της ενέργειας που θα σπαταλούσε ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης-ψύξης ανάλογα με τη χρήση. Η γεωθερμία με τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες μπορεί να καλύψει ενεργειακές ανάγκες θέρμανσης, ζεστών νερών χρήσης και ψύξης κτιρίων με την χρήση Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ). Η γεωθερμική ενέργεια είναι αποθηκευμένη ενέργεια, υπό μορφή θερμότητας, κάτω από τη σταθερή



επιφάνεια της γης και είναι διαθέσιμη όλον τον χρόνο ,δεν εξαρτάται δηλαδή από τις καιρικές συνθήκες της ατμόσφαιρας. Είναι ανεξάντλητη, φυσικά καθαρή και δωρεάν αφού παρέχεται από την φύση.



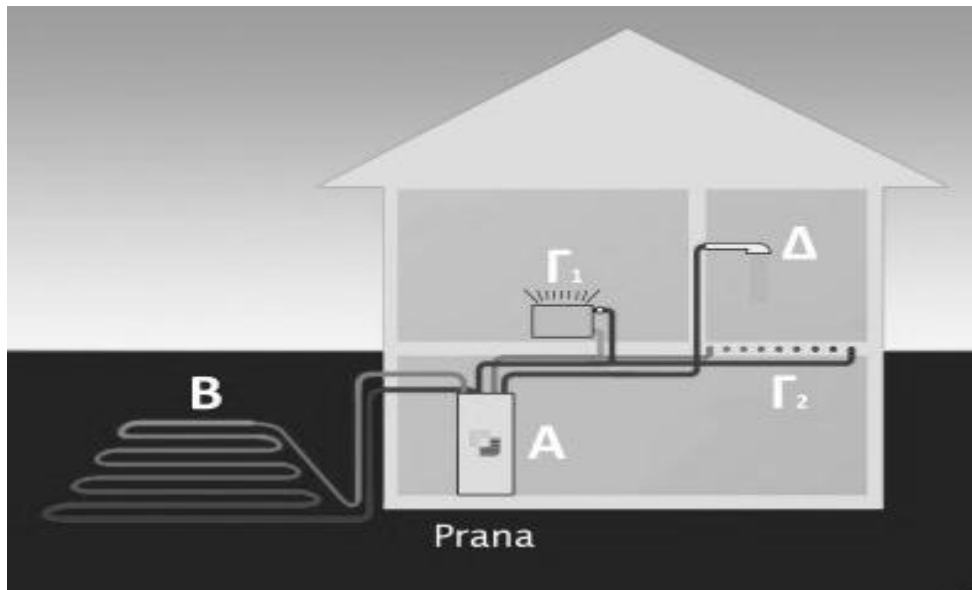
Τα μέρη ενός τέτοιου συστήματος είναι:

**A:**Αντλία θερμότητας που μεταφέρει τη θερμότητα.

**B:**Γεωεναλλάκτης, η σωλήνωση στο έδαφος.

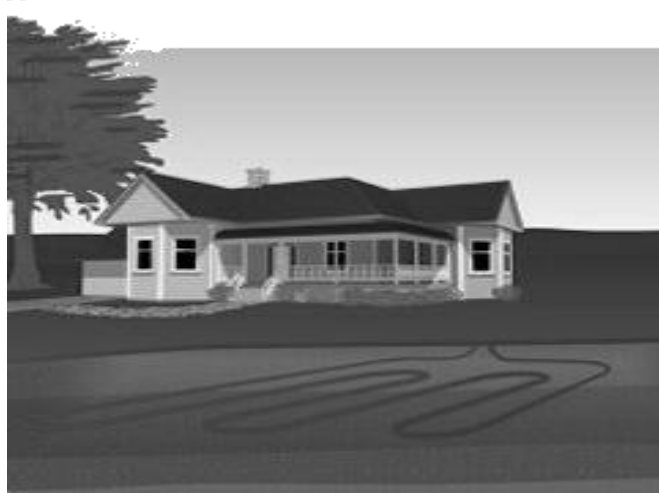
**Γ:**Ενδοδαπέδια εγκατάσταση,κρυφοί αεραγωγοί, fan coils.

**Δ:**Ζεστό νερό χρήσης.

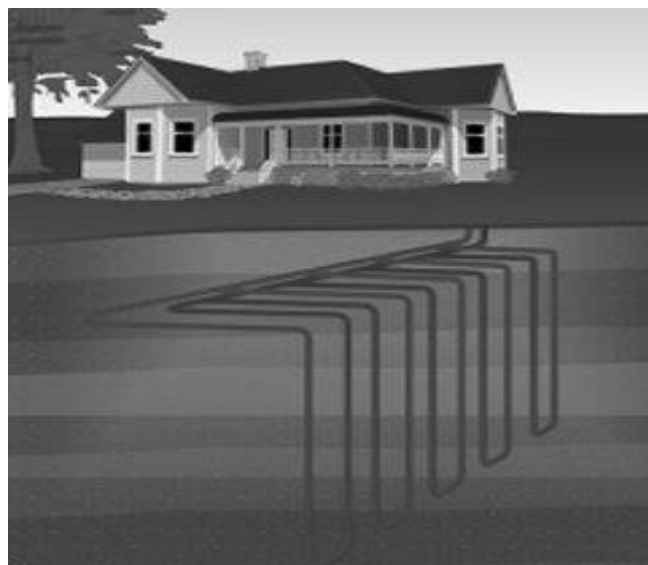


Η σωλήνωση στο έδαφος που αναλαμβάνει τη μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος γίνεται με απλούς πλαστικούς σωλήνες πολυαιθυλενίου που έχουν διάρκεια ζωής πάνω από 50 χρόνια. Η τοποθέτησή τους μπορεί να γίνει οριζόντια ή κατακόρυφα όπως φαίνεται παρακάτω. Σε περίπτωση που υπάρχουν υπόγεια ή επιφανειακά ύδατα κοντά μας, μπορούν προεραϊτικά να αξιοποιηθούν. Η γεωθερμία μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε νέο κτίριο όπου κι αν βρίσκεται με τα ίδια οφέλη.

**Οριζόντια σωλήνωση:** Το πιο κοινό και ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα εγκατάστασης, είναι κλειστό οριζόντιο κύκλωμα μονής ή διπλής στρώσης κάτω από τον κήπο ή το πάρκινγκ του κτιρίου σε σχετικά μικρό βάθος περίπου 2 μέτρων. Χρησιμοποιείται όταν υπάρχει αρκετός διαθέσιμος χώρος για οριζόντια σωλήνωση.



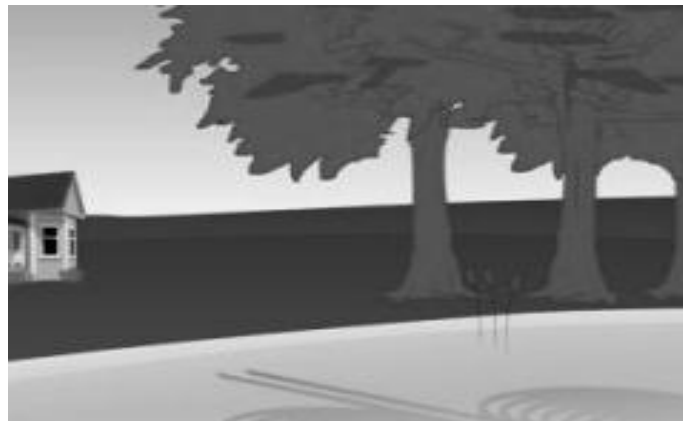
**Κατακόρυφη σωλήνωση:** Είναι εγκατάσταση κλειστού κυκλώματος, με σωλήνες μορφής **U**, και χρησιμοποιείται όταν δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος, αρκετή επιφάνεια δηλαδή για οριζόντια σωλήνωση.



**Γεωτρήσεις**, χρησιμοποιούνται σε περιοχές με υπόγεια ύδατα, μπορούν να αξιοποιηθούν δύο γεωτρήσεις , αντλώντας απο τη μία και επιστρέφοντας νερό από την άλλη.



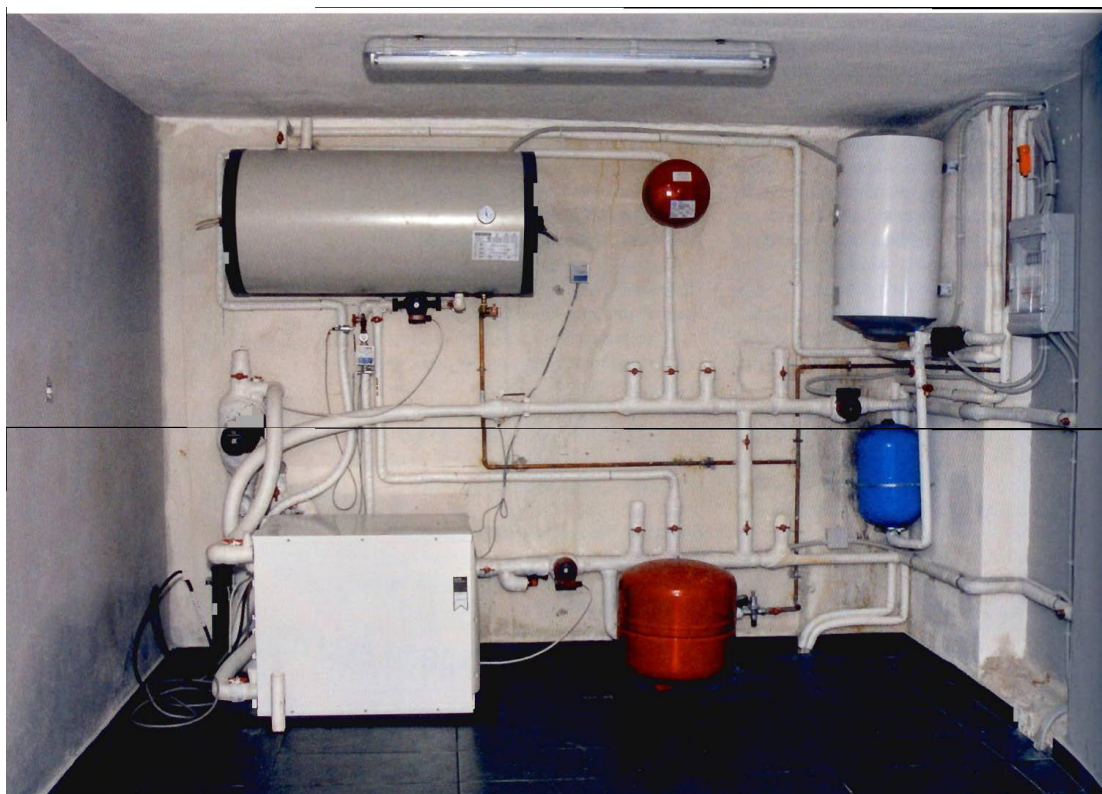
**Λίμνη-θάλασσα** , Για κτίρια δίπλα σε μικρές ή μεγάλες λίμνες ή ακόμα και σε θάλασσα μπορεί να αξιοποιηθεί μία κλειστού τύπου σωλήνωση μέσα στο νερό.



**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ  
ΓΙΑ ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΣΤΟ ΝΤΡΑΦΙ ΠΙΚΕΡΜΙΟΥ.**

Σε αυτή την εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε η κατακόρυφη σωλήνωση με κατακόρυφο κλειστό γεωεναλλάκτη. Το σύστημα αποτελείται από τρεις γεωτρήσεις των 100 μέτρων, δηλαδή από τρία παράλληλα κυκλώματα 200 μέτρων το κάθε ένα. Το υλικό των σωληνώσεων είναι πολυαιθυλαίνιο υψηλής πυκνότητας το οποίο δεν διαβρώνεται, έχει εγγύηση 50 χρόνια και προσδόκιμο ζωής 500 χρόνια. Η απόσταση των γεωτρήσεων από το κτίριο είναι 5 μέτρα και η απόσταση μεταξύ τους επίσης 5 μέτρα. Οι γεωτρήσεις μετά την εισαγωγή των σωλήνων σφραγίστηκαν με ειδικό ένεμα υψηλής αγωγιμότητας με σκοπό την καλύτερη μετάδοση της θερμότητας στο σύστημα αλλά και για να μην ρυπανθούν υπόγειοι υδροφορείς από μολυσμένα επιφανειακά ύδατα.





Εγκαταστάθηκε η αντλία θερμότητας νερού-νερού η οποία προσφέρει θέρμανση και ψύξη και ταυτόχρονα ζεστό νερό χρήσης όλο το χρόνο. Τα κλειστά κυκλώματα τα οποία κατασκευάστηκαν και συνεργάζονται με την αντλία θερμότητας είναι:

Α. Το πρωτεύον κύκλωμα του γεωεναλλάκτη το οποίο μεταφέρει τη θερμότητα από το έδαφος στο κτίριο το χειμώνα και το αντίστροφο το καλοκαίρι.

Β. Το κλειστό κύκλωμα του ενδοδαπέδιου κλιματισμού το οποίο διανέμει τη θερμότητα στο κτίριο το χειμώνα και παρέχει δροσίσιμο τη θερινή περίοδο.

Γ. Το κλειστό κύκλωμα το οποίο οδηγείται μέχρι τον εναλλάκτη της πισίνας και δίνει τη δυνατότητα να παρέχεται με τεράστια οικονομία θέρμανση και στη πισίνα έτσι ώστε να επιμυκηνθεί η περίοδος λειτουργίας της.

Δ.Το κλειστό κύκλωμα του boiler που παρέχει ζεστό νερό χρήσης όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Για την πιστοποίηση της απόδοσης του συστήματος έχουν εγκατασταθεί δύο θερμοδομετρητές.Ο πρώτος καταγράφει τη θερμική και ψυκτική ενέργεια που παρέχεται στο κτίριο και την πισίνα ανά μήνα.Ενώ ο δεύτερος έχει τη δυνατότητα καταγραφής μόνο της θερμικής ενέργειας που παρέχεται για το ζεστό νερό χρήσης.

Τα οικονομοτεχνικά στοιχεία που προέκυψαν στη μελέτη του συστήματος είναι:

Α.Ετήσια θερμική ενέργεια για το κτίριο 15000kWh

Β.Ετήσια ψυκτική ενέργεια για το κτίριο 8000kWh

Γ.Ετήσια ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης 2000kWh

Δ.Ετήσια ενέργεια για ζεστό νερό πισίνας 20000kWh

Το σύνολο των ενεργειακών απαιτήσεων ανά έτος για να καλυφθεί με συμβατικά συστήματα καυσίμων και ψύξης θα κόστιζε πάνω από 3300 ευρώ, ενώ με το σύστημα της γεωθερμικής αντλίας κόστισε περίπου 1000 ευρώ.

Οπότε συμπεραίνουμε ότι η ετήσια οικονομία είναι περίπου 2300 ευρώ.

Με δεδομένο ότι το κόστος ενός συμβατικού συστήματος είναι το ένα πέμπτο σε σχέση με το γεωθερμικό σύστημα,τότε το εγκατεστημένο σύστημα θα αποσβεστεί περίπου σε έξι χρόνια.Βεβαίως το πιο σημαντικό είναι η συμβολή της γεωθερμίας στην προστασία του περιβάλλοντος με την μηδενική ρυπανση, με συνέπεια τη μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> 7000kg/έτος ,το οποίο ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

## **2.2 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ**

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα εκμεταλεύονται την ηλιακή ενέργεια μετατρέποντάς τη σε ηλεκτρική. Η λειτουργία τους βασίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή την άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία το οποίο επιτυγχάνεται με τη χρήση ημιαγωγικών υλικών τα οποία διαθέτουν την ιδιότητα να απορροφούν φωτόνια του ηλιακού φωτός απελευθερώνοντας ηλεκτρόνια. Η ροή των ελεύθερων αυτών ηλεκτρονίων δημιουργεί το ηλεκτρικό ρεύμα.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια χωρίζονται ανάλογα με την τεχνολογία κατασκευής τους σε τρεις βασικές ομάδες με το πυρίτιο (Si) ως βασικό συστατικό: πολυκρυσταλλικού πυριτίου με μέση απόδοση 11% έως 14%, μονοκρυσταλλικού πυριτίου με μέση απόδοση 13% έως 20%, και σε άμορφου πυριτίου σε λεπτά πλαίσια με μέση απόδοση 6% έως 8%.

Ανάλογα με την εφαρμογή που χρησιμοποιούνται σε ένα κτίριο τα φωτοβολταϊκά συστήματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

A) Στα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα στα οποία η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο.

B) Στα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα στα οποία η ενέργεια που παράγεται αποθηκεύεται σε μπαταρίες για χρήση σε περιόδους όπου η ηλιοφάνεια δεν είναι αρκετή ή κατά τη διάρκεια της νύχτας. Δηλαδή αποσκοπούν στο να προσφέρουν ενεργειακή αυτονομία σε μια εγκατάσταση.

Γενικά ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα συνδεδεμένο στο δίκτυο αποτελείται από τα εξής επί μέρους υποσυστήματα:

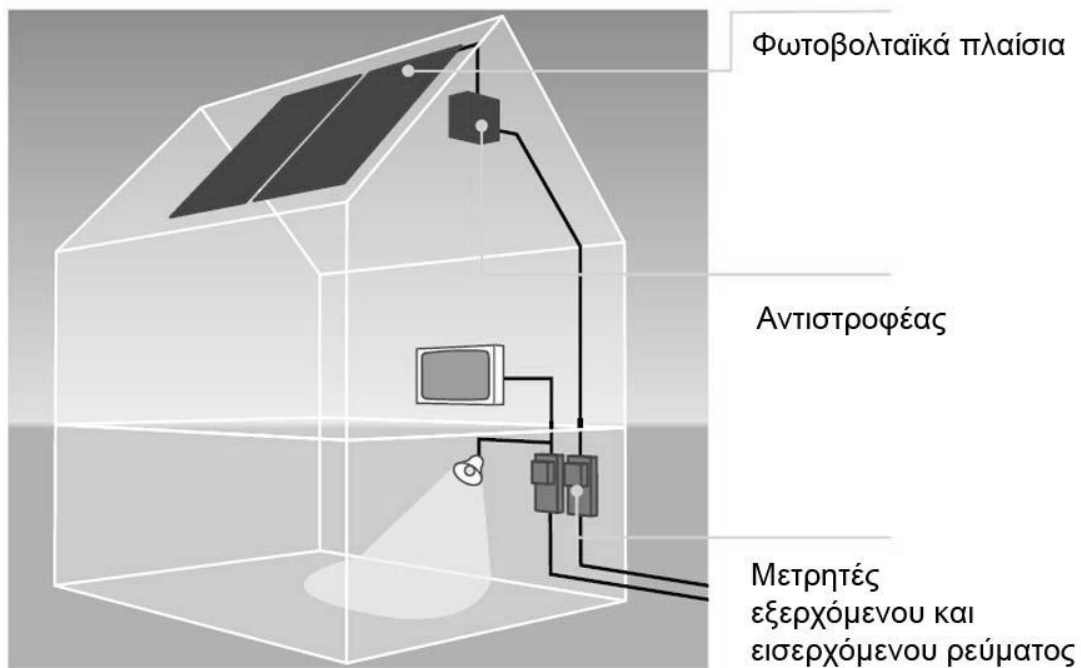


**A)Φωτοβολταϊκή γεννήτρια**,η οποία έχει ως βασική μονάδα τα φωτοβολταϊκά πλαίσια τα οποία αποτελούνται από ερμητικά σφραγισμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία μέσα σε ειδική διάφανη ύλη,των οποίων η μπροστινή όψη συνήθως προστατεύεται από ανθεκτικό γυαλί χαμηλής περιεκτικότητας σε οξείδιο του σιδήρου.Η κατασκευή αυτή που δεν ξεπερνάει τα πέντε χιλιοστά, τοποθετείται σε πλαίσιο αλουμινίου όπως τα τζάμια των κτιρίων.

**B)Κατασκευή στήριξης** των φωτοβολταϊκών πλαισίων.Οι ειδικές αυτές κατασκευές πρέπει να πληρούν κάποια κριτήρια όπως αντοχή στα φορτία που προέρχονται από το βάρος των πλαισίων και τους τοπικούς ανέμους , να μην προκαλούν σκιασμό στα πλαίσια,να επιτρέπουν την προσέγγιση στα πλαίσια αλλά ταυτόχρονα να διασφαλίζουν την ασφαλή ενσωμάτωσή τους στο κτίριο.

**Γ)Συστήματα μετατροπής ισχύος-inverters.**Επειδή τα φωτοβολταϊκά πλαίσια παράγουν συνεχές ρεύμα,σκοπός των συστημάτων αυτών είναι η κατάλληλη μετατροπή του παραγόμενου ρεύματος ώστε να καταστεί συμβατό με τις τεχνικές απαιτήσεις της ΔΕΗ και να είναι δυνατή η κατανάλωση του ρεύματος αυτού.

**Δ)Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου και προστασίας**,τα οποία αποτελούνται από τη γείωση,τις καλωδιώσεις,διατάξεις ασφαλείας,μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας και σύστημα παρακολούθησης της λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος.



Η απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων εξαρτάται:

Α) Από το κλίμα της περιοχής, δηλαδή όσο λιγότερη ηλιοφάνεια τόσο μικρότερη απόδοση και το αντίθετο.

Β) Από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, δηλαδή όσο πιο νότια είναι μια περιοχή τόσο μεγαλύτερη και η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας με συνέπεια καλύτερη απόδοση.

Γ) Από την κλίση των φωτοβολταϊκών πάνελ ως προς το οριζόντιο επίπεδο, με βέλτιστη οριζόντια κλίση 30 μοίρες και νότιο προσανατολισμό.

Δ) Από την ηλικία των πάνελ, τα οποία έχουν ζωή συνήθως πάνω από 25 χρόνια .

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι προβλέψιμη. Το ζητούμενο είναι πόσες κιλοβατώρες θα μας δώσει το σύστημα σε ετήσια βάση. Συνήθως για την περιοχή της Αθήνας ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ανάλογα με την τεχνολογία του και τις ιδιαιτερότητες της εφαρμογής του αποδίδει 1250kWh έως 1450kWh σε εγκατάσταση ισχύος 1 kWp.

### **Εφαρμογή φωτοβολταϊκού συστήματος σε βιομηχανικό κτίριο στην περιοχή Αγ. Ιωάννης Ρέντης.**

Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος 18,9 kW σε οροφή βιομηχανικού κτιρίου στην περιοχή Αγίος Ιωάννης Ρέντης Αττικής με πάνελ πολυκρυσταλλικού πυριτίου υψηλής απόδοσης, τα οποία είναι 84 τεμάχια και το κάθε ένα έχει ισχύ 225 Wp



Τα οικονομοτεχνικά στοιχεία που έχουμε από την έναρξη λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος τον Οκτώβριο του 2007 μέχρι τις 19 Απριλίου του 2010 είναι:

A) Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια 67.336 kWh

B) Καθαρά οικονομικά έσοδα 30.301 ευρώ.

Γ)Το βασικότερο στοιχείο είναι οικολογικό αφού το σύστημα αυτό έχει μηδενική ρύπανση τότε θα έχει και αποφυγή εκπομπής CO<sub>2</sub>(διοξείδιο του άνθρακα) προσεγγιστικά στα 40.000kg έως 47.000kg για την συνολική παραγόμενη ενέργεια.

## **ΣΥΜΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΚΥΡΙΑ ΣΗΜΕΙΑ ΔΕΥΤΕΡΟΥ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ**

Από τις εφαρμογές ενεργειακών συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας που αναλύθηκαν και μπορούν να εγκατασταθούν σε ένα κτιριο, όπως η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για τον κλιματισμό του κτιρίου και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω φωτοβολταϊκών συστημάτων, προκύπτουν τα εξής:

Βασικό πλεονέκτημα και των δύο είναι ότι και στα δύο συστήματα χρησιμοποιούνται τεχνολογίες πολύ φιλικές προς το περιβάλλον.Ακόμα, τα γεωθερμικά συστήματα μπορούν να μειώσουν το κόστος θέρμανσης και ψύξης περίπου στο ένα τρίτο από τα συμβατικά συστήματα, και να παρέχουν ζεστό νερό χρήσης στο κτίριο.Επίσης προσφέρουν ανεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο και έχουν σχεδόν αθόρυβη λειτουργία και λιγότερη και ευκολότερη συντήρηση σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα.Τέλος η γεωθερμική ενέργεια είναι ανεξάντλητη και δεν επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες.Το βασικό μειονέκτημα του γεωθερμικού συστήματος είναι το υψηλό αρχικό κόστος κατασκευής του, το οποίο είναι περίπου πενταπλάσιο σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα κλιματισμού,αλλά η απόσβεσή του γίνεται περίπου σε έξι με επτά χρόνια.Ακόμα υπάρχει δυσκολία στην επιδιόρθωση μιας διαρροής ενός κλειστού γεωθερμικού

κυκλώματος λόγω της δομής του. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα εκτός από την πολύ φιλική προς το περιβάλλον τεχνολογία τους που δε ρυπαίνουν το περιβάλλον, δεν καταναλώνουν κάποιου είδους καύσιμο, έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης, έχουν ανεξάντλητη πηγή ενέργειας από τον ήλιο και μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές. Το βασικό τους μειονέκτημα είναι το υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης το οποίο είναι ενδεικτικά στις έξι χιλιάδες ευρώ ανά εγκατεστημένο kW και η απόσβεση του γίνεται περίπου σε επτά χρόνια. Ακόμα απαιτούνται σχετικά μεγάλες επιφάνειες κατάλληλες για εγκατάσταση και έχουν μικρό βαθμό απόδοσης. Τέλος, με την τεχνολογία που υπάρχει σήμερα είναι πρακτικά πολύ δύσκολο έως απίθανο ένα φωτοβολταϊκό σύστημα να δώσει αυτονομία και ανεξάρτηση από τη ΔΕΗ σε ένα κτίριο εκτός κι αν οι ενεργειακές απαιτήσεις σε ηλεκτρισμό του κτιρίου είναι πολύ μικρές.

## **ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Είναι αισιόδοξο για το μέλλον ότι στη περιοχή της Αθήνας υπάρχουν κτίρια και συνεχίζουν να κατασκευάζονται βιοκλιματικά κτίρια, λαμβάνοντας υπόψιν τις αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού και εξοικονόμησης ενέργειας με τα παθητικά και τα ενεργητικά συστήματα.

Είναι πολύ σημαντικό να μελετηθεί η ηλιακή τροχιά πριν ξεκινήσει η κατασκευή του κτιρίου, να μελετηθούν και να υλοποιηθούν τα συστήματα, είτε παθητικά είτε ενεργειακά, ορθά και αποδοτικά για το συγκεκριμένο έργο κάθε φορά γιατί αλλιώς όχι μόνο δεν θα έχουμε τα αναμενόμενα ευνοϊκά αποτελέσματα, αλλά τα συστήματα θα

επιβαρύνουν ενεργειακά τις κατασκευές σε σχέση με την εφαρμογή των συμβατικών συστημάτων.

Από τα παθητικά συστήματα θέρμανσης προτείνεται να κατασκευάζονται με ιδιαίτερη βαρύτητα και αν είναι εφικτό για κάποιο συγκεκριμένο κτίριο, το σύστημα άμεσου κέρδους μέσω μεγάλων νότιων ανοιγμάτων το οποίο είναι αρκετά απλό και με πολύ μικρό κόστος και έχει αρκετή απόδοση, αλλά χρειάζεται προσοχή όταν η θέα του κτιρίου είναι βορινή και χρειάζονται μεγάλα ανοίγματα και στη βόρεια πλευρά.

Το συνδυαζόμενο σύστημα τοίχου μάζας- trombe σε νότια πλευρά με προσαρτημένο θερμοκήπιο το οποίο εκτός από αποδοτικό σύστημα (όσο αναφορά τη θέρμανση αλλά και το φυσικό φωτισμό), μπορεί να δώσει και μία ιδιαίτερη αρχιτεκτονική έκφραση στο κτίριο. Πάντα με πρόβλεψη σκιασμού των συστημάτων είτε με σταθερά ή αν δεν είναι εφικτό με κινητά σκίαστρα, για την αποφυγή του δυσάρεστου αποτελέσματος της υπερθέρμανσης κατά τους θερινούς μήνες.

Στο θέμα του φυσικού αερισμού θα πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον ένα από τα συστήματα, είτε διαμπερής αερισμός είτε με καμινάδα αερισμού και να προβλέπεται ο αερισμός κάθε χώρου του κτιρίου.

Αποτελεσματικότερο θα ήταν να υπήρχε ένα συνδιαστικό σύστημα με διαμπερή αερισμό και του φαινομένου του φυσικού ελκυσμού προς κάποια καμινάδα ή πύργο αερισμού όπως είδαμε και στη πρώτη εφαρμογή του πρώτου κεφαλαίου.

Από τα ενεργειακά συστήματα προτείνεται η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας και πιο συγκεκριμένα το κλειστό κύκλωμα κατακόρυφης σωλήνωσης σε συνδιασμό με ενδοδαπέδιο κλιματισμό του κτιρίου, γιατί μπορεί να εφαρμοστεί για κάθε κτίριο είτε καινούργιο είτε παλιό, ακόμα και αν δεν υπάρχει διαθέσιμος μεγάλος χώρος οικοπέδου

έτσι ώστε να απεξαρτηθεί το κτίριο από συμβατικά καύσιμα όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.

Από την άλλη πλευρά τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν μας προσφέρουν κάποιου είδους απεξάρτηση από κάποιο συμβατικό καύσιμο αλλά μπορούμε και παράγουμε ηλεκτρική ενέργεια την οποία μπορούμε να εμπορευόμαστε στη ΔΕΗ σε πολύ προνομιακή τιμή, περίπου στα 0,45 ευρώ για κάθε kWh με πολυετές συμβόλαιο το οποίο μπορεί να φτάσει και να ξεπεράσει τα είκοσι χρόνια. Δηλαδή δεν συμφέρει να καταναλώνει κάποιος το ηλεκτρικό ρεύμα που παρήγαγε από τα φωτοβολταϊκά αλλά να το πουλάει, γιατί η μέση τιμή που πληρώνει ο καταναλωτής στη ΔΕΗ είναι περίπου στα 0,11 ευρώ για κάθε kWh. Μιλάμε δηλαδή για μία επένδυση η οποία θα αποφέρει σίγουρο οικονομικό όφελος μακροπρόθεσμα, λόγω του ότι η ηλιακή ενέργεια, η εγγύηση καλής λειτουργίας των φωτοβολταϊκών για εικοσιπέντε χρόνια, η τιμή πώλησης στη ΔΕΗ και η δέσμευσή της να αγοράζει το παραγόμενο ρεύμα για είκοσι χρόνια, είναι προβλέψιμοι παράγοντες. Η απόσβεση του συστήματος γίνεται περίπου σε επτά χρόνια συνεπώς τα υπόλοιπα χρόνια λειτουργίας του συντελούν σε καθαρό οικονομικό κέρδος για τον ιδιοκτήτη. Βέβαια, δεν μπορούμε να μην σκεφτούμε και το περιβάλλον όσο αναφορά την παραγωγή ενέργειας, γιατί μία εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος είναι άκρως οικολογική με μηδενική ρύπανση.

Συμπερασματικά ένας βέλτιστος συνδυασμός μεθόδων για την κατασκευή ενός βιοκλιματικού κτιρίου στην περιοχή της Αθήνας είναι σίγουρα ένας συνδυασμός παθητικών και ενεργειακών συστημάτων, και από τις μεθόδους που μελετήθηκαν στην παρούσα έρευνα προτείνεται από παθητικά συστήματα θέρμανσης το σύστημα άμεσου κέρδους μέσω μεγάλων νότιων ανοιγμάτων, το συνδυαστικό σύστημα έμμεσου κέρδους



του τοίχου μάζας trombe νότιου προσανατολισμού με προσαρτημένο ηλιακό χώρο (θερμοκήπιο) ,και από ενεργειακά συστήματα προτείνεται το γεωθερμικό κλειστό κατακόρυφο σύστημα.

Πρέπει όμως πάντα να μελετούνται οι ιδιαιτερότητες του κάθε έργου και η χρήση του κάθε κτιρίου, γιατί κάθε κτιριακό έργο είναι μοναδικό και έχει τις δικές του ενεργειακές απαιτήσεις,με βασικό κοινό στόχο την επίτευξη των βέλτιστων συνθηκών διαβίωσης σε συνδιασμό με τη λιγότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας.

## **Βιβλιογραφία-Ιστογραφία-Πηγές απο το Διαδίκτυο**

- 1.Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
- 2.Πράσινος Οδηγός [www.greenbuilding.gr](http://www.greenbuilding.gr)
- 3.[www.econ3.gr](http://www.econ3.gr)
- 4.[www.fourlas.com](http://www.fourlas.com)
- 5.Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών [www.helapco.gr](http://www.helapco.gr)
- 6.[www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr)
- 7.[www.ecoenergytech.gr](http://www.ecoenergytech.gr)
- 8.[www.deltatechniki.gr](http://www.deltatechniki.gr)
- 9.[www.sigma-geo.gr](http://www.sigma-geo.gr)
- 10.[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)
- 11.Ελεύθερη Εγκυκλοπαίδεια [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- 12.Διάλεξη Μαρτίου 2008 με θέμα «Αρχιτεκτονική Ένταξη των Βιοκλιματικών Συστημάτων στην Κατοικία».