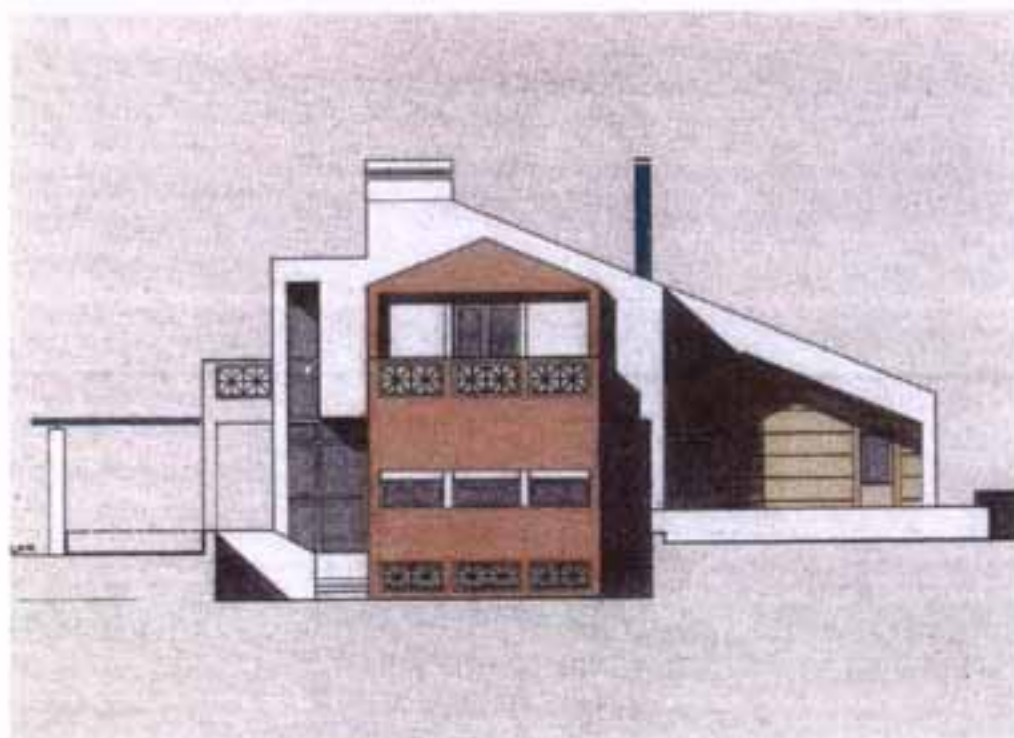




**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ**

**ΜΑΤΘΑΙΟΣ Κ. ΠΕΤΤΑΣ**  
**Α.Μ. 3252**



**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :**  
**ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ Π. ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΣ Δρ Μηχανολόγος Μηχανικός**

**ΠΑΤΡΑ 2005**



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ**  
**ΚΑΤΟΙΚΙΑ**

**ΜΑΤΘΑΙΟΣ Κ. ΠΕΤΤΑΣ**  
**Α.Μ. 3252**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :**  
**ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ Π. ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΣ Δρ Μηχανολόγος Μηχανικός**

**ΠΑΤΡΑ 2005**

## Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο "Βιοκλιματική Κατοικία " εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πατρών .

Η εργασία είναι χωρισμένη σε τρία κεφάλαια. Στο πρώτο με τίτλο "Ορισμοί – έννοιες, στοιχεία βιοκλιματικού σχεδιασμού" γίνεται αναφορά σε βασικές γνώσεις που αφορούν το αντικείμενο του βιοκλιματικού σχεδιασμού κατοικιών. Στο δεύτερο κεφάλαιο με τίτλο "Τεχνολογίες βιοκλιματικής ενεργειακής κάλυψης κατοικίας" αναφέρονται αναλυτικά όλες οι υπάρχουσες σε χρήση αλλά και υπό ανάπτυξη τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας στις βιοκλιματικές κατοικίες. Στο τρίτο κεφάλαιο που ονομάζεται "Παραδείγματα κατοικιών" παρουσιάζονται επτά ενδεικτικά παραδείγματα κατοικιών προερχόμενα από όλο τον ελλαδικό χώρο των οποίων η μελέτη και η κατασκευή έγινε με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Ως κύρια πηγή χρησιμοποιήθηκε η έκδοση του Κ.Α.Π.Ε. (ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ) Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική εφαρμογές στην Ελλάδα. Τέλος ακολουθούν τα "Συμπεράσματα" υπό μορφή διαφορετικού κεφαλαίου, όπου εξάγονται χρήσιμες πληροφορίες για το βιοκλιματισμό και τις προοπτικές του κυρίως στη χώρα μας.

Στη συνέχεια ακολουθούν τέσσερα παραρτήματα των οποίων η εισαγωγή κρίθηκε απαραίτητη για την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας . Στο Παράρτημα Α' παρατίθεται λεξικό όρων για την αειφόρο ανάπτυξη και τις Α.Π.Ε.( Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ) , ενώ στο Παράρτημα Β' παρατίθεται λεξικό όρων – ορολογίας από διάφορες κατηγορίες στο χώρο της κατασκευής. Στο Παράρτημα Γ' καταγράφεται το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο που αφορά στο βιοκλιματικό σχεδιασμό κτιρίων. Τέλος στο Παράρτημα Δ' παρατίθενται σε μορφή πίνακα στοιχεία βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων στην Ελλάδα από το 1981 μέχρι το 1999.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον Αναστάσιο. Π. Βασιλόπουλο Δρ Μηχανολόγο Μηχανικό για την ακούραστη και αμέριστη καθοδήγηση, τόσο κατά τη φάση της εκπόνησης της εργασίας, όσο και κατά τη διάρκεια της συγγραφής της.

Ματθαίος . Κ . Πέττας  
Πάτρα , Οκτώβριος 2005

## Εισαγωγή

Είναι γενικά γνωστό ότι κατά τη διαδικασία σχεδιασμού των κτιρίων, ο μελετητής - αρχιτέκτονας συνήθως - παίρνει υπόψη του μία σειρά παραμέτρους και καθορίζει κριτήρια και προτεραιότητες που επηρεάζουν καθοριστικά το "πλάνο" του κτιρίου. Έτσι, ξεκινώντας από το θεσμικό πλαίσιο (κανονισμούς και νόμους), το κτιριολογικό πρόγραμμα, τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του φορέα, το διαθέσιμο οικοπέδο, την έκταση του κτιρίου, προχωρά και παίρνει υπόψη του τα χαρακτηριστικά του μικροπεριβάλλοντος (δομημένο περιβάλλον, μορφολογία εδάφους, θέα), τα οικονομικά δεδομένα κ.α. Με τη συλλογή των παραπάνω πληροφοριών ο μελετητής διαμορφώνει την "κεντρική ιδέα του κτιρίου" μεταφέροντας παράλληλα και τις πρώτες σκέψεις του στο χαρτί. Με τη διαδικασία αυτή αρχίζει το κτίριο να αναπτύσσεται σε τρεις διαστάσεις (κατόψεις, όψεις, τομές) να εντάσσεται στο περιβάλλον του και να αποκτά μορφή.

Τα τελευταία βέβαια χρόνια στο γενικότερο προβληματισμό για την αρχιτεκτονική σύνθεση μπήκε δυναμικά και ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων. Η τάση αυτή αμφισβητήθηκε, δέχθηκε έντονη κριτική, ενώ δεν ήταν και λίγες οι φορές που απορρίφθηκε από μεγάλη ομάδα αρχιτεκτόνων. Πιστεύεται ότι το πρόβλημα ξεκίνησε από την εποχή που τα ενεργειακά ζητήματα ήταν ακόμη στη φάση της επιστημονικής αναζήτησης και ωρίμανσης και τα παραδείγματα στον κτιριακό τομέα δεν ήταν πράγματι τα καλύτερα που είχε να επιδείξει κανείς. Ίσως το μόνο που ενδιέφερε τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης της "βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής" τη δεκαετία του '80, ήταν να αποδειχθεί ότι οι διάφορες "τεχνικές" και το "κτίριο" στο σύνολό του είναι ενεργειακά αποδοτικό. Πολύ λιγότερο ενδιέφερε να δειχθεί η αρμονική συνύπαρξη του ενεργειακού με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, στοχεύοντας στη δημιουργία ενός λειτουργικά και μορφολογικά άρτιου κτιρίου. Τα πράγματα στις μέρες μας έχουν διαφοροποιηθεί αρκετά, καθόσον πολλοί από τους παλιούς πολέμιους της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής έγιναν φανατικοί υπερασπιστές της, ενώ παράλληλα προστέθηκαν και νέοι που υποστήριζαν με θέρμη τη νέα αυτή τάση. [1] Επίσης οι συνεχείς προσπάθειες πολλών ερευνητών σε όλο τον κόσμο έλυσαν πολλά από τα προβλήματα, προχώρησαν τη γνώση και έδωσαν τα κατάλληλα υπολογιστικά εργαλεία στους μελετητές για να ελέγξουν και ποσοτικά τις αποφάσεις τους ήδη από το πρώιμο στάδιο του σχεδιασμού. Παράλληλα η τεχνολογία στον ενεργειακό τομέα προσέελκυσε το ενδιαφέρον μεγάλων βιομηχανιών, έτσι ώστε σήμερα να υπάρχουν όχι μόνο η τεχνολογική γνώση, αλλά και τα μέσα για το σχεδιασμό και την κατασκευή κτιρίων "χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας". Το μοναδικό ίσως πρόβλημα που συνεχίζει να υπάρχει είναι ότι δεν έχει γίνει συνείδηση σε ευρεία κλίμακα η νέα "ενεργειακή λογική" όχι τόσο στους μελετητές, όσο κυρίως στους χρήστες των κτιρίων, ώστε η εφαρμογή των ενεργειακών τεχνικών στον κτιριακό τομέα να αποτελεί τον κανόνα και όχι την εξαίρεση.

Τα ζητήματα γύρω από την "ενεργειακή λογική" θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι είναι απλά. Αρκεί να μην απορρίπτονται έτσι απλά οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, είτε από άγνοια, είτε από φόβο για κάτι νέο. Θα πρέπει να

γίνει κατανοητό, ότι το όφελος είναι πράγματι μεγάλο, τόσο για το μέσο καταναλωτή, όσο και για την εθνική οικονομία και το περιβάλλον. Το κυριότερο βέβαια που θα πρέπει να τονιστεί είναι ότι το όφελος αυτό είναι συνεχές καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου και βέβαια σε χρηματοοικονομικό επίπεδο αυξάνει όσο θα αυξάνει το κόστος της ενέργειας, πρόβλημα που στις μέρες μας αναδείχθηκε ως το κυρίαρχο παγκόσμιο πρόβλημα που ζητά άμεση λύση, για να αποφευχθεί και να μην προστεθεί μια ακόμη ενεργειακή κρίση όπως αυτές του 1973 και 1979. [1]

Και αν η εφαρμογή των ενεργειακών τεχνικών σε κτίρια του περιαστικού περιβάλλοντος δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερα προβλήματα, σε κτίρια του αστικού περιβάλλοντος η αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος χρειάζεται περισσότερη σκέψη και ευρηματικότητα για να προκύψουν σωστά αποτελέσματα ως προς τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου χειμώνα - καλοκαίρι. Οι δυσκολίες προέρχονται από τον ήδη διαμορφωμένο ιστό των πόλεων, όπου κατά την ανάπτυξή τους δεν πάρθηκε υπόψη η παράμετρος ενέργεια.

# 1

## Ορισμοί – έννοιες, στοιχεία βιοκλιματικού σχεδιασμού

### 1.1 Βασικές έννοιες βιοκλιματικού σχεδιασμού

#### 1.1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι οι φυσικοί διαθέσιμοι πόροι - πηγές ενέργειας, που δεν εξαντλούνται αλλά διαρκώς ανανεώνονται και που δύνανται να μετατρέπονται σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια, όπως είναι η ηλιακή ενέργεια, η αιολική, η βιομάζα, η γεωθερμία, η ενέργεια από υδατοπτώσεις, από τη θαλάσσια κίνηση κτλ. Το παγκόσμιο ενδιαφέρον προς την κατεύθυνση της αξιοποίησης τους οφείλεται σε δύο λόγους: (α) την επίλυση του ενεργειακού προβλήματος, αφού τα αποθέματα συμβατικών πηγών ενέργειας εξαντλούνται και (β) το ότι πρόκειται για φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις. Στόχος της Ευρωπαϊκής ένωσης είναι να αυξήσει την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από το 3,7% που ήταν το 1991 στο 7,8% επί του συνόλου της κατανάλωσης ενέργειας το 2005 [1i, i=internet]. Αυτό προϋποθέτει αύξηση της απόδοσης των συστημάτων κατανάλωσης ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα. Οι προβλέψεις για τη χρήση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο δείχνουν ότι έχουμε ενεργειακά αποθέματα 200 χρόνια για τον τωρινό λόγο αποθέματος – παραγωγής [1i]

##### 1.1.1.1 Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία παρέχει δυναμικό για μεγάλης κλίμακας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ανεμογεννητριών χωρίς σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι ανεμογεννήτριες (οριζόντιου ή κατακόρυφου άξονα) χρησιμοποιούνται τόσο μαζί με μπαταρία σε μικρές εγκαταστάσεις όσο και συμπληρωματικά μαζί με φωτοβολταϊκά στοιχεία, και είναι τις περισσότερες φορές συνδεδεμένες με το δίκτυο. Η απελευθέρωση της ηλεκτρικής ενέργειας το 2001 έχει οδηγήσει στην κατασκευή πολλών αιολικών πάρκων ανά την Ελλάδα.

##### 1.1.1.2 Βιομάζα

Βιομάζα ονομάζονται τα κατάλοιπα διαφόρων διεργασιών που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο τα οποία χρησιμοποιούνται για θέρμανση, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και κίνηση. Τα κατάλοιπα αυτά μπορεί να είναι από αστικά σκουπίδια, από την αγροτική παραγωγή (υπολείμματα ξυλείας, σοδειάς, ζωικά απόβλητα) καθώς επίσης και υποπροϊόντα της βιομηχανίας (από

επεξεργασία τροφίμων ή οργανικών υλών). Με κατάλληλη επεξεργασία, η βιομάζα μετατρέπεται σε καύσιμο αέριο (biofuel). Με την καύση του αερίου αυτού παράγεται ηλεκτρική ενέργεια, με μεγάλη απόδοση αλλά και μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις παράλληλα. Η τεχνολογία αυτή παρέχει το μέγιστο δυναμικό για παραγωγή ενέργειας σε Πανευρωπαϊκό επίπεδο. Η καύση όμως τελικά δεν μπορεί να την χαρακτηρίσει σαν καθαρή για το περιβάλλον.

### 1.1.1.3 Γεωθερμική ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια παράγεται με τη μετατροπή ζεστού νερού ή υδρατμού που βρίσκεται σε αρκετό βάθος από την επιφάνεια της γης σε ηλεκτρική ενέργεια. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή και μπορεί να έχει τιμές από 25 °C μέχρι 350 °C. Όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών και άλλων κτιρίων ή κτιριακών εγκαταστάσεων, θερμοκηπίων, κτηνοτροφικών μονάδων, ιχθυοκαλλιεργειών κ.λ.π. Στις περιπτώσεις που τα γεωθερμικά ρευστά έχουν υψηλή θερμοκρασία (πάνω από 150 °C), η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η χώρα μας λόγω της διαμόρφωσης του υπεδάφους της, είναι πλούσια σε γεωθερμική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή αξιοποιείται σήμερα με αυξανόμενους ρυθμούς. Στην περιοχή του Νότιου Αιγαίου οι θερμοκρασίες των γεωθερμικών ρευστών είναι πολύ υψηλές, ενώ περιοχές πλούσιες σε γεωθερμία, με ρευστά χαμηλότερων θερμοκρασιών, είναι διάσπαρτες σε ολόκληρη τη χώρα.

### 1.1.1.4 Ηλιακή ενέργεια

Η ηλιακή ακτινοβολία χρησιμοποιείται τόσο για την θέρμανση των κτιρίων με άμεσο ή έμμεσο τρόπο και με τη χρήση ενεργητικών ή και παθητικών συστημάτων, όσο και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με δύο τρόπους: (α) με τη χρησιμοποίηση Φωτοβολταϊκών συστημάτων τα οποία μετατρέπουν απευθείας την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική και (β) τα ηλιακά θερμικά συστήματα που χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια για να θερμάνουν ένα υγρό το οποίο παράγει ατμό ο οποίος τροφοδοτεί μία τουρμπίνα και μία γεννήτρια.

## 1.1.2 Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι ο ενεργειακός, αρχιτεκτονικός και πολεοδομικός σχεδιασμός κτιρίων και οικιστικών συνόλων αντίστοιχα, που επιδιώκει την προσαρμογή του κτιρίου και του οικιστικού συνόλου στο τοπικό κλίμα και το φυσικό περιβάλλον και στοχεύει στην αξιοποίηση θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων ώστε να ελαχιστοποιεί τις ενεργειακές ανάγκες του όλο το χρόνο και να επιτυγχάνει περιορισμό στην κατανάλωση συμβατικής ενέργειας.

## 1.2 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική

### 1.2.1 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο – προσανατολισμός

Το μεγαλύτερο ίσως πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο μελετητής αφορά στα μεγάλα αστικά κέντρα, ή γενικότερα σε πυκνοδομημένες περιοχές, σε σχέση με τη χωροθέτηση των κτιρίων στο οικόπεδο, τον προσανατολισμό και το σκιασμό τους

από τα απέναντι κτίρια. Η τοποθέτηση του κτιρίου στο οικοπέδο καθορίζεται συνήθως από αυστηρές πολεοδομικές διατάξεις, εξαιρετικά ανελαστικές όταν πρόκειται για μικρά οικοπέδα. Ακόμη όμως και σε αυτές τις περιπτώσεις, υπάρχουν περιθώρια να επιδιωχθεί "ηλιακός σχεδιασμός της κατασκευής".

Ο προσανατολισμός του κτιρίου πρέπει να εξασφαλίζει πλήρη ηλιασμό κατά τους χειμερινούς μήνες και σκιασμό κατά τους θερινούς. Αυτό επιτυγχάνεται όταν το κτίριο είναι "ανοιχτό" προς το Νότο με απόκλιση  $\pm 25^\circ$  ανατολικά ή δυτικά για περισσότερο έντονο χειμερινό ηλιασμό. Το καλοκαίρι όμως το κτίριο χρειάζεται ηλιοπροστασία. Ιδιαίτερα οι νότιοι τοίχοι και οι οριζόντιες επιφάνειες. Είναι γνωστό όμως, ότι Νότιοι τοίχοι στο βόρειο γεωγραφικό πλάτος των  $40^\circ$  (Ελλάδα), δέχονται από τον Απρίλιο μέχρι και τον Σεπτέμβριο, το μισό της ακτινοβολίας που δέχονται τον Ιανουάριο (λόγο "ύψους" του ηλίου). Ακόμη, οι οροφές των ηλιακών κτιρίων κατασκευάζονται υπό κλίση, ακριβώς για την μείωση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας κατά το θέρος.

Ο προσανατολισμός του κτιρίου σχετίζεται επίσης άμεσα με την συνήθη (τοπικά) κατεύθυνση και ταχύτητα των ανέμων, όπως και την απόστασή του και την θέση του ως προς τα γειτονικά υψηλά κτίρια ή φυσικά εμπόδια. Περαιτέρω βελτίωση της ηλιακής συμπεριφοράς του κτιρίου, επιτυγχάνεται με την κατασκευή ειδικών προστατευτικών τοιχίων ή την φύτευση θάμνων.

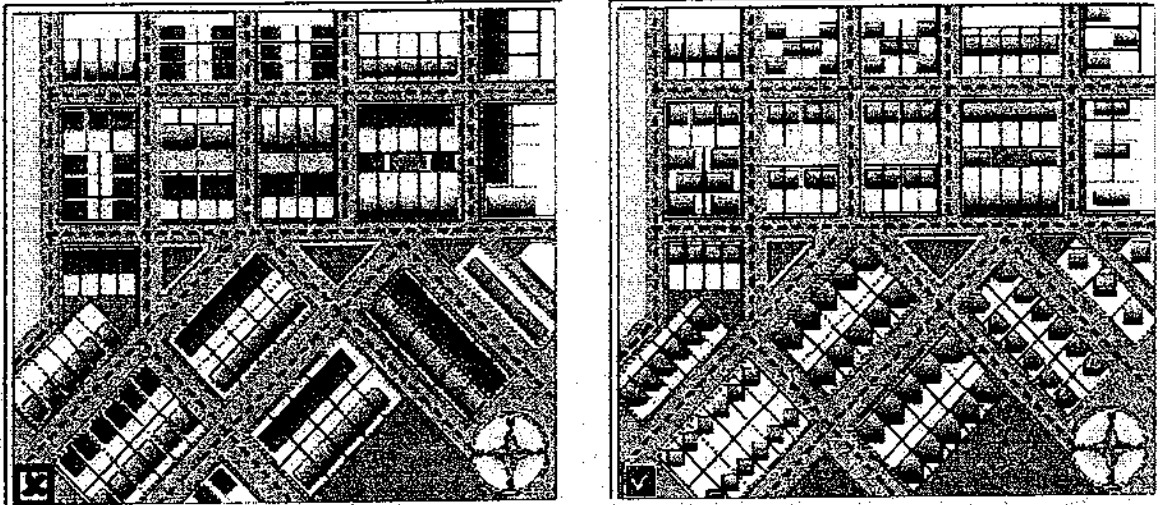
Γενικά θα μπορούσαν να προταθούν:

1. Η χωροθέτηση του κτιρίου στην πίσω βορεινή πλευρά του οικοπέδου, ώστε να αυξηθεί η απόσταση από τα απέναντι κτίρια και να αποφευχθεί κατά το δυνατόν περισσότερο το ρίσκο του σκιασμού, το οποίο και καταργεί τα πιθανά ηλιακά οφέλη. Επιπλέον στη νότια πλευρά η ύπαρξη υδάτινων επιφανειών ή η ανάπτυξη χαμηλού και υψηλού πράσινου (φυλλοβόλα δέντρα) κάτω από τις βέλτιστες μικροκλιματικές συνθήκες, παρέχει τον επιθυμητό σκιασμό και εξατμιστικό δροσισμό τη θερινή περίοδο. Στη βορεινή πλευρά, η οποία και επηρεάζεται κατά κανόνα από τους ψυχρούς ανέμους τη χειμερινή περίοδο, σκόπιμη θεωρείται η φύτευση αειθαλών δέντρων για την ανάσχεση των δυσμενών επιδράσεων.
2. Αν το οικοπέδο είναι νότιο και επιπλέον ελεγχθεί ότι δεν υπάρχει πρόβλημα σκιασμού από διπλανά κτίρια, τότε κρίνεται σκόπιμο να αναπτυχθεί το κτίριο κατά τον άξονα Ανατολή - Δύση, ώστε να μεγιστοποιηθεί όσο είναι δυνατό η νότια όψη του. Μία απόκλιση της τάξης των  $\pm 25^\circ$  θεωρείται ενεργειακά, οριακά αποδεκτή. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να εξεταστεί σοβαρά και η δυνατότητα εφαρμογής παθητικών ηλιακών συστημάτων, έτσι ώστε να ικανοποιηθεί και η δεύτερη απαίτηση για μεγιστοποίηση των αδάπανων θερμικών ηλιακών κερδών.
3. Η αποφυγή των δυτικών ή ανατολικών κτιρίων στις δύο απέναντι πλευρές του δρόμου, με το σχηματισμό "σκακιάρας" και την τοποθέτηση των κτιρίων προς Νότο.
4. Η στροφή του άξονα του κτιρίου προς Νότο ή και μόνον της κυρίας όψης του (σχ. 1.2, 1.3), ή των ανοιγμάτων του (σχ. 1. 4).

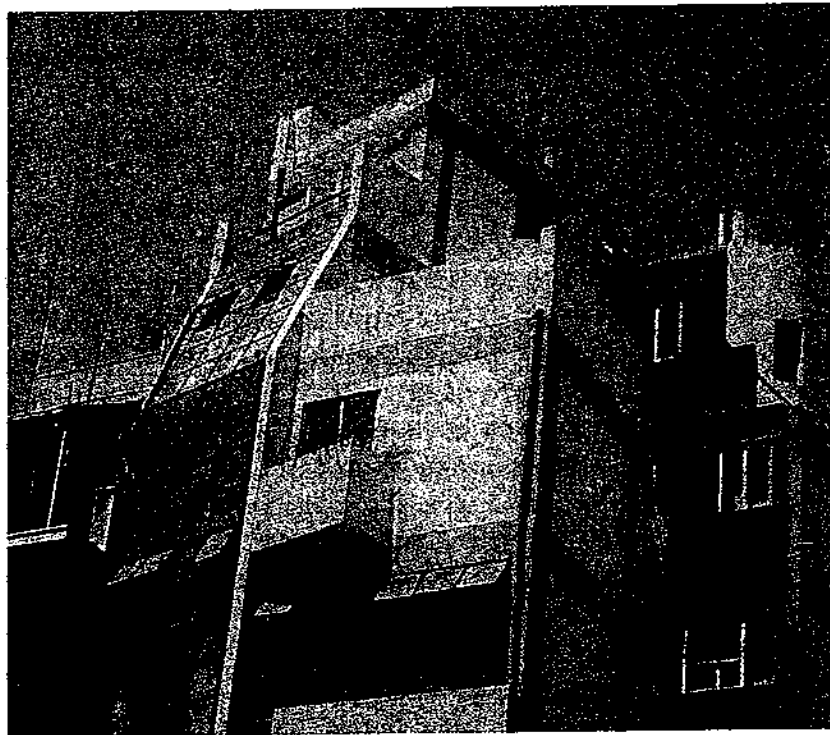
Παραδείγματα που εφάρμοσαν τη λογική που παραπάνω αναφέρθηκε, υπάρχουν πολλά στον ελλαδικό χώρο. Μία τέτοια λύση φαίνεται στο παράδειγμα του σχήματος 1.2, όπου προκειμένου να εφαρμοστεί το παθητικό ηλιακό σύστημα του θερμοκηπίου, ο μεγάλος άξονας του κτιρίου στράφηκε καθαρά προς Νότο, ενώ η εσωτερική αυλή του προβλεφθεί σε τέτοιο σημείο, ώστε να δημιουργηθεί η κατάλληλη νότια επιφάνεια για την κατασκευή και άλλου παθητικού ηλιακού συστήματος (τοιχοί trombe) για τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων με φυσικό τρόπο. Σε οικοπέδα εκτός των μεγάλων αστικών κέντρων, θεωρητικά ο μελετητής έχει μεγαλύτερη ελευθερία στη χωροθέτηση του κτιρίου, εκτός και αν συντρέχουν λόγοι, όπως



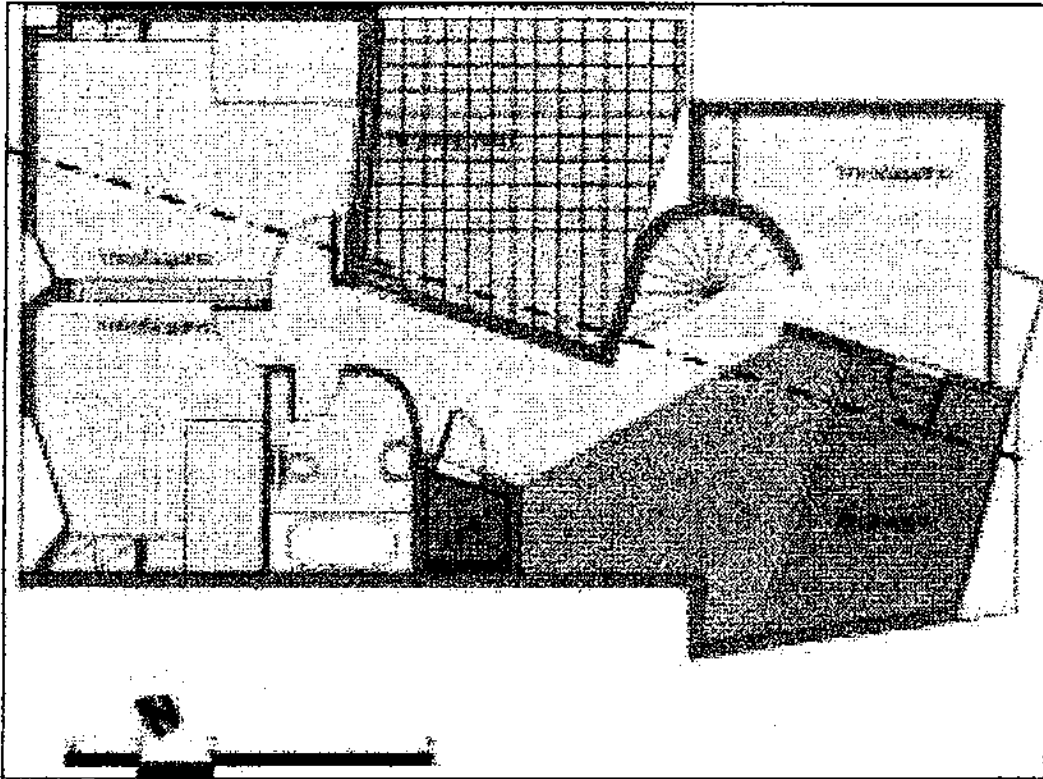
αξιόλογη θέα, κλίση εδάφους, προσπέλαση κ.λπ. παράγοντες που μπορεί να αποτρέψουν την επιλογή του νότιου προσανατολισμού.



Σχήμα 1.1 : α) Συνήθης χωροθέτηση των κτιρίων στις δύο απέναντι πλευρές των δρόμων  
β) προτεινόμενη χωροθέτηση των κτιρίων η και αλλαγή του σχήματος σε κάτοψη, ώστε να αποφευχθεί ο σκιασμός και να επιτραπεί η είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας στους εσωτερικούς χώρους .



Σχήμα 1.2 : Κατοικία στους Αμπελόκηπους Αττικής της αρχιτέκτονος Κ. Σπυροπούλου



Σχήμα 1. 3 : Κάτοψη κατοικίας στους Αμπελόκηπους Αττικής της αρχιτέκτονας Κ. Σπυροπούλου

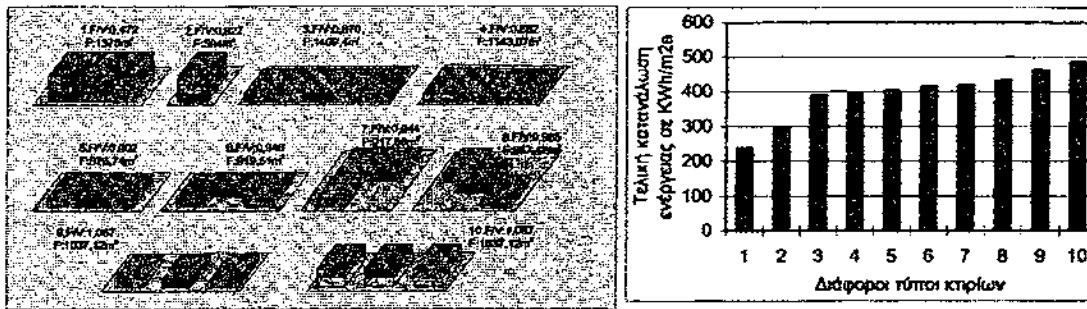


Σχήμα 1.4 Στροφή των ανοιγμάτων του κτιρίου, έτσι ώστε να αποκτήσουν νότιο προσανατολισμό. Η απέναντι επιφάνεια από το άνοιγμα προβλέπεται συνήθως ανακλαστική για να κατευθυνθούν οι ηλιακές ακτίνες προς τον εσωτερικό χώρο.

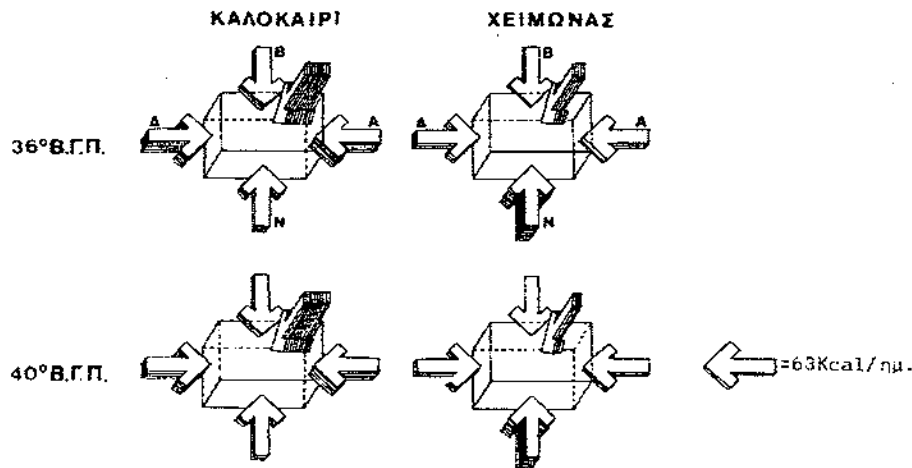
### 1.2.2 Μορφή του κτιρίου

Από άποψη ενεργειακή η "μορφή του κτιρίου" παίζει αποδεδειγμένα καθοριστικό ρόλο στη θερμική του συμπεριφορά, καθώς προδιαγράφει μέσω του κελύφους που λειτουργεί ως φίλτρο, την ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον. Μία απόφαση του μελετητή για τη δημιουργία "ανοικτής" ή "κλειστής" μορφής κτιρίου, με την έννοια του ανοικτού με μεγάλα ανοίγματα κτιρίου ή αντίστοιχα κλειστού με μικρά ανοίγματα, θα ήταν ενεργειακά σκόπιμο να παρθεί κάτω από ορισμένα κριτήρια, όπως ο προσανατολισμός των όψεων, οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, η χρήση του κτιρίου (γραφεία, κατοικία, εμπορικά καταστήματα, σχολεία κ.λπ.) και άλλα κριτήρια σχεδιασμού, όπως θέα, ασφάλεια, θόρυβος, κόστος κατασκευής κ.ά. Ενεργειακά και οι δύο γενικές περιπτώσεις "μορφής" θα μπορούσαν να οδηγήσουν στα ίδια αποτελέσματα, κάτω φυσικά από ορισμένες προϋποθέσεις. Συγκεκριμένα, μία ανοικτή μορφή θα μπορούσε να επιλεγεί μόνο στις περιπτώσεις που είναι διασφαλισμένος ο νότιος προσανατολισμός και επιπλέον δεν παρουσιάζεται σκίαση των όψεων από παρακείμενα κτίρια ή άλλα εμπόδια. Στην περίπτωση αυτή, αυξάνει το όφελος από τη θερμική ηλιακή ενέργεια, είτε μέσω των ανοιγμάτων (άμεσο ηλιακό κέρδος), είτε μέσω της εφαρμογής ειδικών τεχνικών (παθητικά ηλιακά συστήματα). Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις προσανατολισμού, σκόπιμη θεωρείται η επιλογή κλειστής μορφής κτιρίου με μικρά ανοίγματα, σωστή ηλιοπροστασία και αυξημένη μόνωση των δομικών στοιχείων για την περιστολή των θερμικών απωλειών.

Εκτός από την παραπάνω επιλογή, στη γενικότερη έννοια της "μορφής" θα μπορούσε κανείς να εντάξει και τη σύνθεση των όγκων ενός κτιρίου ή ενός συγκροτήματος. Γενικά είναι γνωστό ότι για ένα δεδομένο όγκο κτιρίου και επιφάνεια σε κάτοψη, μπορεί να προταθούν μία σειρά εναλλακτικές λύσεις, οι οποίες και εξαρτώνται από τον ή τους μελετητές και τις αρχιτεκτονικές τους ιδέες. Ενεργειακά, θα μπορούσε όμως να ισχυριστεί κανείς με βεβαιότητα ότι κάθε συνθετική λύση παρουσιάζει και διαφορετική θερμική συμπεριφορά για τον απλό λόγο ότι διαφοροποιούνται οι εξωτερικές επιφάνειες με σταθερή επιφάνεια σε κάτοψη και θερμαινόμενο όγκο. Ένα πολύ απλό παράδειγμα των παραπάνω φαίνεται στα σχήματα 1. 4 και 1. 5. Πρόκειται για σύνθεση διαμερισμάτων των 108 m<sup>2</sup>, σε μονώροφες και τριώροφες διατάξεις. Με βάση τα αποτελέσματα του σχήματος 1.5 διαπιστώνει κανείς πολύ εύκολα ότι ενώ η κατανάλωση ενέργειας σε ένα μονώροφο διαμέρισμα με πυλωτή αυξάνεται στις 486 KWh/m<sup>2</sup> ετησίως, το αντίστοιχο ποσό σε τρεις τριώροφες πολυκατοικίες στη σειρά μειώνεται δραστικά στις 238 KWh/m<sup>2</sup> ετησίως (θερμαντική περίοδος). Σημειώνεται ότι σε όλες τις περιπτώσεις των τύπων κτιρίων, θεωρήθηκε ότι το κέλυφος είναι χωρίς μονώσεις, και βέβαια ότι επιτυγχάνεται μία θερμοκρασία άνεσης στους εσωτερικούς χώρους της τάξης των 21°C. Με την εφαρμογή θερμικών μονώσεων σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του ισχύοντα "Κανονισμού" για κάθε τύπο κτιρίου, θα μπορούσε κανείς να περιορίσει τις καταναλώσεις στις 126 και 80 kWh/m<sup>2</sup> ετησίως αντίστοιχα. Αν επιπλέον των παραπάνω έπαιρνε κανείς την απόφαση να εφαρμόσει ισχυρότερη θερμική προστασία και γενικά τις αρχές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και ειδικότερα τεχνικές παθητικής θέρμανσης, τότε και η θερμική συμπεριφορά των κτιρίων θα παρουσίαζε βελτίωση και οι καταναλώσεις θα συρρικνώνονταν ακόμη περισσότερο.



Σχήμα 1. 4. Σύνθεση διαμερισμάτων των 108 m<sup>2</sup> σε 10 διατάξεις ενεργείας  
 Σχήμα 1. 5 Τελική κατανάλωση ( kWh / m<sup>2</sup> ετησίως ) σε 10 διαφορετικούς τύπους κτιρίων  
 ( κλιματικές συνθήκες περιοχής Θεσσαλονίκης )



Σχήμα 1. 6 Πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας σε διάφορα γεωγραφικά πλάτη

### 1.2.3 Παθητικά συστήματα

#### A) Ταξινόμηση των παθητικών συστημάτων

Τα παθητικά συστήματα, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους από θερμική άποψη, μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μεγάλες ενότητες:

A. σε συστήματα με άμεσο ή απευθείας ηλιακό κέρδος

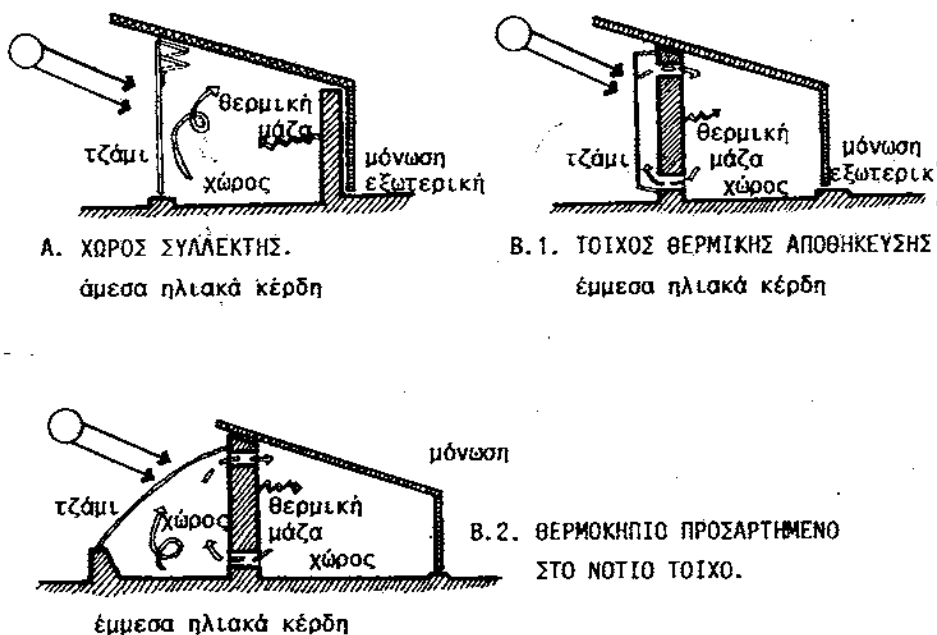
B. σε συστήματα με έμμεσο ηλιακό κέρδος, που διακρίνονται:

σε συστήματα που χρησιμοποιούν τους τοίχους συλλέκτες η θερμικής αποθήκευσης

σε συστήματα που χρησιμοποιούν θερμοκήπια, προσαρτημένα συνήθως στην νότια πλευρά του τοίχου.

Γ. σε συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους, όπου η συλλέτρια επιφάνεια της ηλιακής ενέργειας διαχωρίζεται από τον χώρο θερμικής αποθήκευσης. Τα μικτά αυτά συστήματα λέγονται υβριδικά και βασίζονται στην φυσική ροή κάποιου υγρού, αέρα η νερού.

Η ανάπτυξη, που ακολουθεί, περιορίζεται στις δύο πρώτες ενότητες, που θεωρούνται σαν γνήσια παθητικά συστήματα, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι η τρίτη ενότητα δεν παρουσιάζει αξιολογικά πλεονεκτήματα. Τα συστήματα άμεσου και έμμεσου ηλιακού κέρδους απεικονίζονται στο σχήμα 1.7 που ακολουθεί.



Σχήμα 1. 7. Σχηματική παράσταση των βασικών παθητικών συστημάτων. Προϋπόθεση για την αποτελεσματική λειτουργία τους ο νότιος προσανατολισμός και η βαριά μάζα στο εσωτερικό τους κέλυφος.

## B) Συστήματα με άμεσο ή απευθείας ηλιακό κέρδος

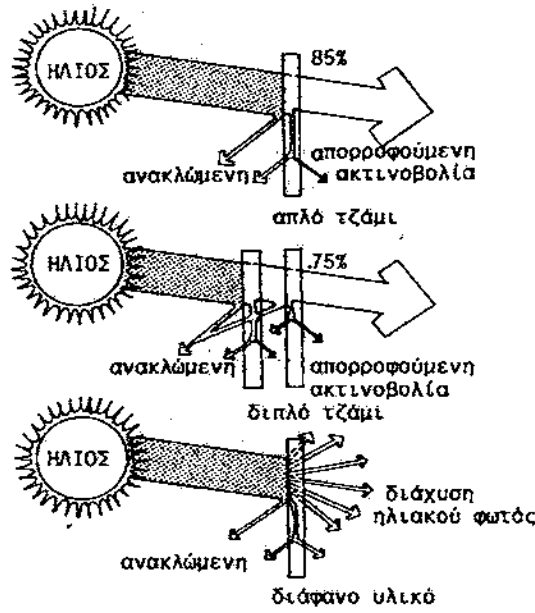
Το γυάλινο ανοίγματα είναι χαρακτηριστικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής, λόγω της διπλής εφαρμογής που υφίσταται, τόσο από τεχνολογική εξέλιξη στα είδη των γυαλιών, όσο και από την ανάγκη επικοινωνίας των ενοίκων με την φύση και το περιβάλλον.

Ο απλούστερος τρόπος για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση των κτιρίων είναι η συλλογή της μέσα από γυάλινα ανοίγματα, προσανατολισμένα στον νότο (σχ. 1.8,1.9). Τα νότια ανοίγματα συμμετέχουν στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου πάντα θετικά, ανεξάρτητα αν ο σχεδιασμός τους είναι συμβατικός η βιοκλιματικός. Η διαφορά βρίσκεται στο ότι ένα κτίριο που λειτουργεί παθητικά, παγιδεύει την ηλιακή θερμότητα, που μπαίνει μέσα, την αποθηκεύει στα δομικά στοιχεία, τοίχους – δάπεδα – οροφή, κατασκευασμένη από βαριά υλικά, με σκοπό να επαναποδώσει αυτή την θερμότητα στο εσωτερικό του κτιρίου την νύχτα, η σε περιόδους συννεφιάς.

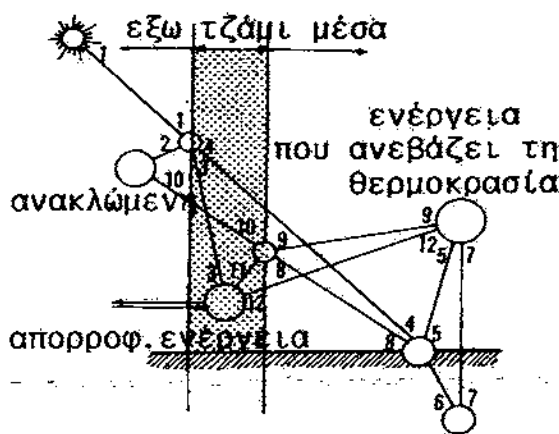
Οι παράγοντες, που καθορίζουν τη λειτουργία του συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος, είναι: α) οι μεγάλες γυάλινες επιφάνειες στην νότια πρόσοψη, β) η λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, με κύρια οργάνωση προς τον νότο, γ) η μεγάλη θερμική μάζα στο εσωτερικό του κτιρίου, ώστε να απορροφάται οποιαδήποτε απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας, δ) η θερμική

προστασία στην εξωτερική πλευρά του κελύφους, ε) η μείωση των θερμικών ανταλλαγών μέσα από ανοίγματα, με την χρήση κινητών μονωτικών παντζουριών.

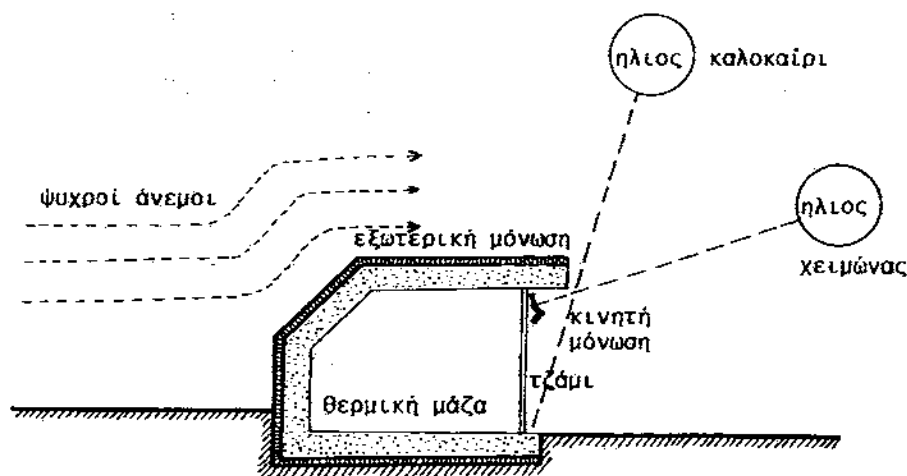
Διαγραμματικά, οι παραπάνω προϋποθέσεις για την αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος, παριστάνεται στο σχήμα 1.10



Σχήμα 1.8 Ποσοστό του ηλιακού φωτός που περνάει μέσα από γυάλινο άνοιγμα



Σχήμα 1.9 Η πορεία εισόδου της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα από τζάμι και η μετατροπή της σε θερμική



Σχήμα 1.10 Διαγραμματικό κέλυφος που λειτουργεί με άμεσα ηλιακά κέρδη.  
Ήλιος - τζάμι - χώρος - μάζα - μόνωση

### B1) Η αποτελεσματικότητα του παθητικού συστήματος

Η αποτελεσματικότητα του συστήματος εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

α) τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων. Το 90% της ακτινοβολίας δεσμεύεται, εφόσον τα ανοίγματα προσανατολίζονται στον νότο, με ανοχή  $\pm 25^\circ$  ανατολικότερα η δυτικότερα του νότου. Έτσι διασφαλίζεται και η εύκολη ηλιοπροστασία του ανοίγματος, το καλοκαίρι και η αποφυγή υπερθέρμανσης του χώρου

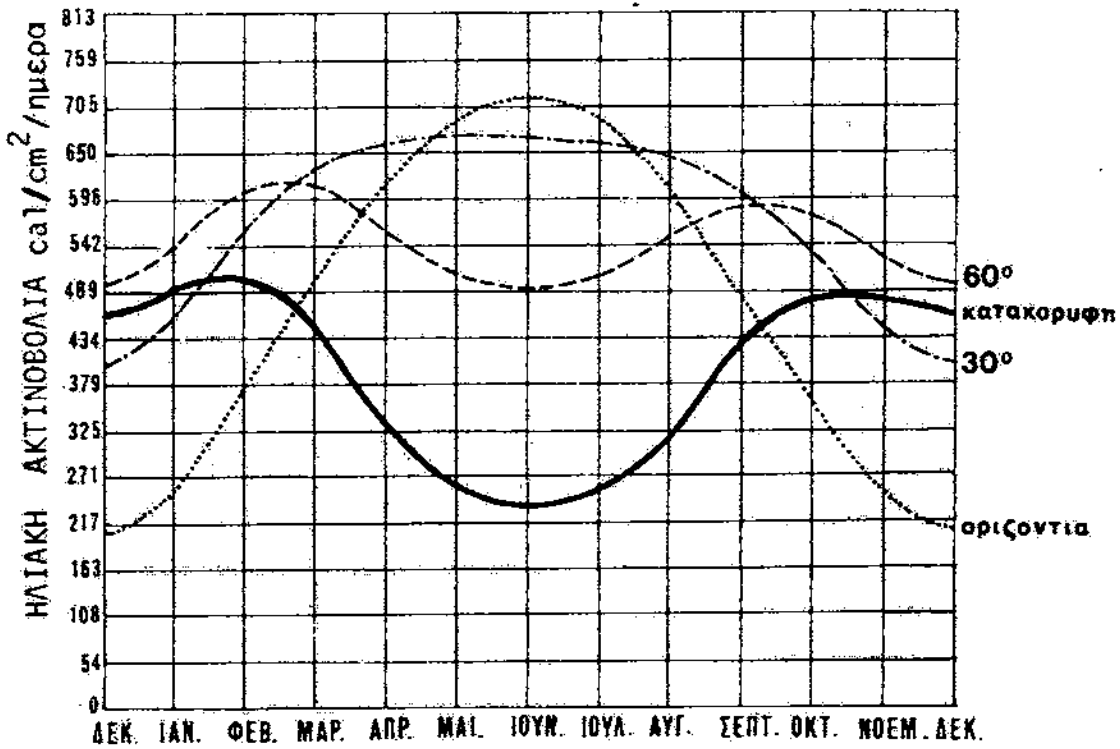
β) την κλίση του ανοίγματος. Το κατακόρυφο είναι προτιμότερο, γιατί ενώ έχει τον περισσότερο ηλιασμό το χειμώνα (Σχήμα 1.11), προστατεύεται εύκολα το καλοκαίρι

γ) το μέγεθος του ανοίγματος, που έχει άμεση σχέση με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής (Σχήμα 1.12)

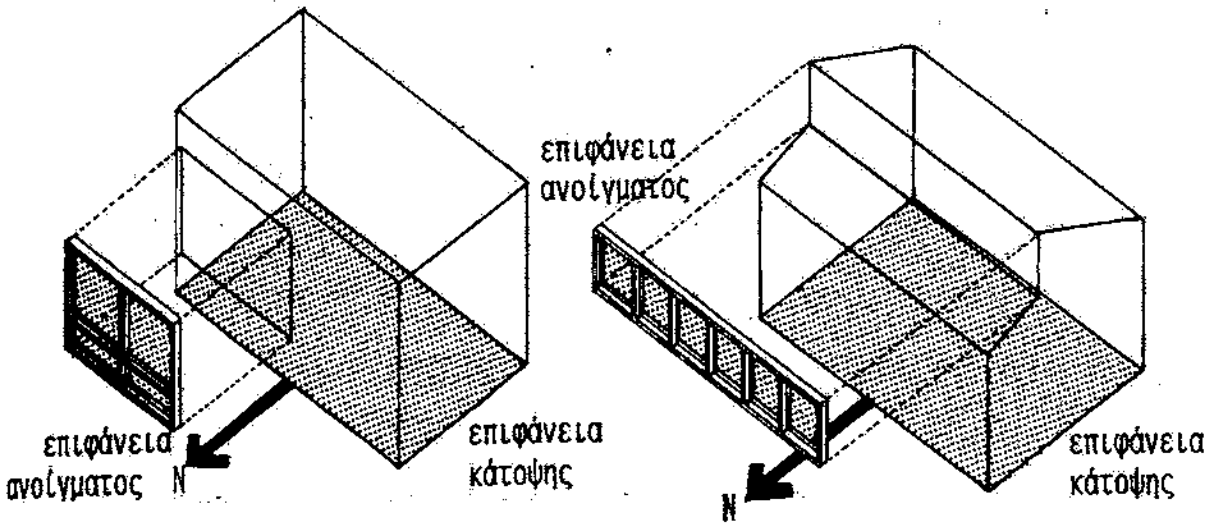
δ) τη θέση του ανοίγματος στην όψη ή κοντά στην οροφή, έτσι ώστε ο ηλιασμός, που μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια να διανέμεται ομοιόμορφα στον εσωτερικό χώρο (Σχήμα 1.13). Γενικά, το βάθος του χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τις  $2 \frac{1}{2}$  φορές το ύψος του παραθύρου, σύμφωνα με έναν εμπειρικό κανόνα. Ο άμεσος ηλιασμός όλου του χώρου λειτουργεί αποτελεσματικότερα στην απόδοση του συστήματος. Εάν αυτό δεν είναι δυνατόν, για τους βορεινούς πίσω χώρους, η πριονωτή διάταξη της οροφής με κατακόρυφους φεγγίτες ή ανοίγματα στην οροφή (skylights) ή η κλιμακωτή διάταξη του κτιρίου, μπορεί να εξασφαλίσει τον άμεσο ηλιασμό του χώρου (Σχήματα 1.14, 1.15, 1.16).

ε) τον τύπο του υαλοπίνακα, απλό ή γυαλί που δέχεται το φως και διανέμει την ενέργεια προς όλες τις κατευθύνσεις του χώρου, κυρίως όμως βοηθά στην αποφυγή θαμπώματος, που προκαλείται από την άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο ζωής ή εργασίας (Σχήμα 1.17).

στ) την άμεση πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας στα συμπαγή δομικά στοιχεία της κατασκευής, γιατί είναι ποιο αποτελεσματική από την έμμεση για την απόδοση του συστήματος. Γενικά, απαιτείται τετραπλάσια ποσότητα θερμικής μάζας για την αποθήκευση της έμμεσης ακτινοβόλου θερμότητας από τον αέρα του χώρου, σε σχέση με την άμεση πρόσπτωση στα συμπαγή δομικά στοιχεία, οροφή - δάπεδα - τοίχοι.

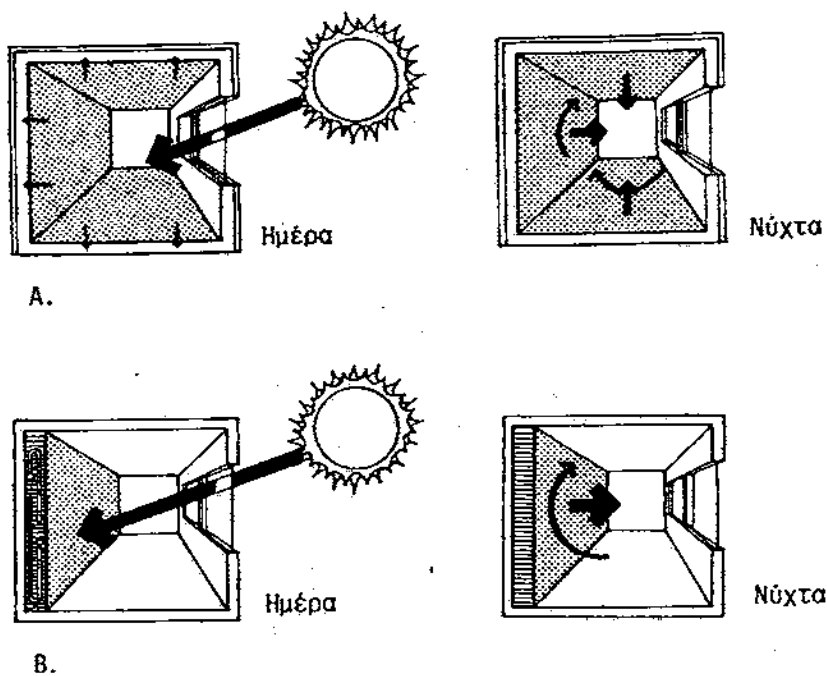


Σχήμα 1.11 Προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε νότιες επιφάνειες με κλίση

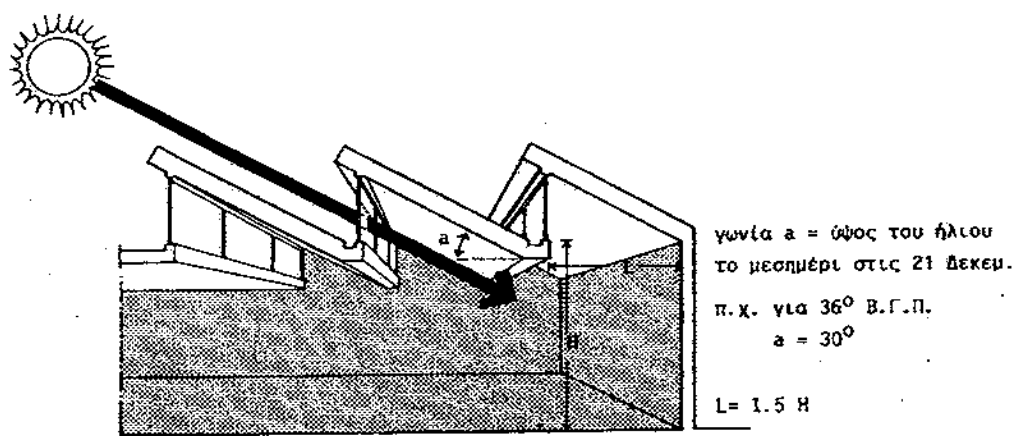


Σχήμα 1.12 Αναλογία επιφάνειας ηλιακού ανοίγματος προς επιφάνεια κάτοψης

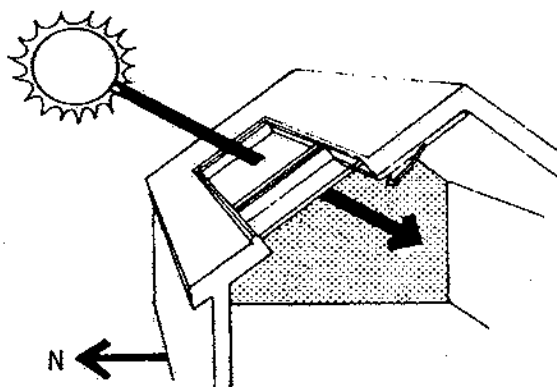




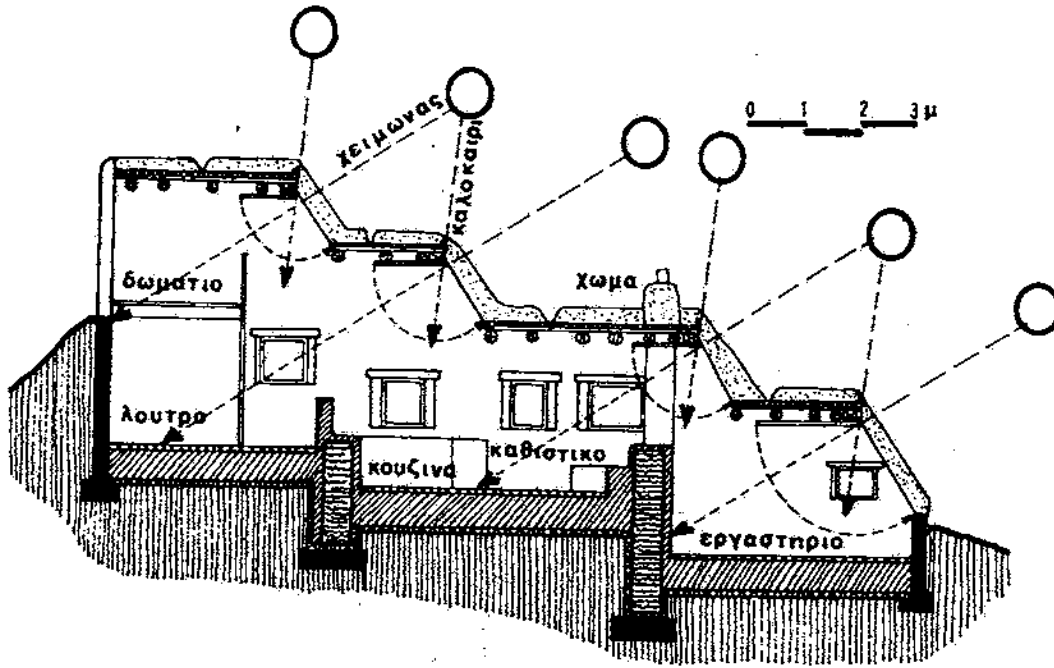
Σχήμα 1.13 Διανομή της θερμικής ενέργειας στον εσωτερικό χώρο  
Α. έμμεση αποθήκευση, Β. άμεση αποθήκευση



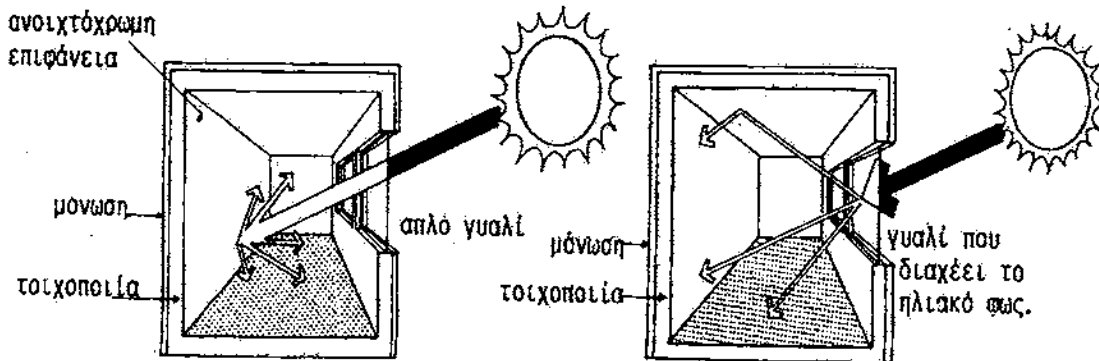
Σχήμα 1.14 Κατακόρυφοι φεγγίτες κοντά στην οροφή, για την εξασφάλιση ηλιασμού στους πίσω τοίχους



Σχήμα 1.15 Ανοίγματα στην οροφή της στέγης (skylights)



Σχήμα 1.16 Κλιμακωτή διάταξη κατοικίας για καλύτερο ηλιασμό των χώρων



Σχήμα 1.17 Διανομή της ηλιακής θερμικής ακτινοβολίας για διαφορετικού τύπου γυαλί

## B 2) Άμεσα ηλιακά κέρδη – θερμική αποθήκευση – θερμική άνεση

Το σύστημα του άμεσου ηλιακού κέρδους ολοκληρώνεται με τον προσδιορισμό της θερμικής μάζας των επιφανειών, που περιβάλλουν τον εσωτερικό χώρο. Η ποσότητα της ενέργειας, που αποθηκεύεται στην διάρκεια της ημέρας και εναποδίδεται σταδιακά την διάρκεια της νύχτας, καθορίζει τελικά και την διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας, και κατά συνέπεια τις συνθήκες θερμικής άνεσης.

Το χειμώνα, το 65% περίπου των θερμικών απωλειών συμβαίνουν την νύχτα, ενώ το υπόλοιπο 35% στην διάρκεια της ημέρας. Αυτό σημαίνει ότι, το άμεσο ηλιακό κέρδος, που προέρχεται από τα νότια ανοίγματα, για μία ηλιόλουστη χειμωνιάτικη ημέρα, πρέπει να είναι ισόποσο προς τις θερμικές απώλειες. Όταν η μικρή μόνο

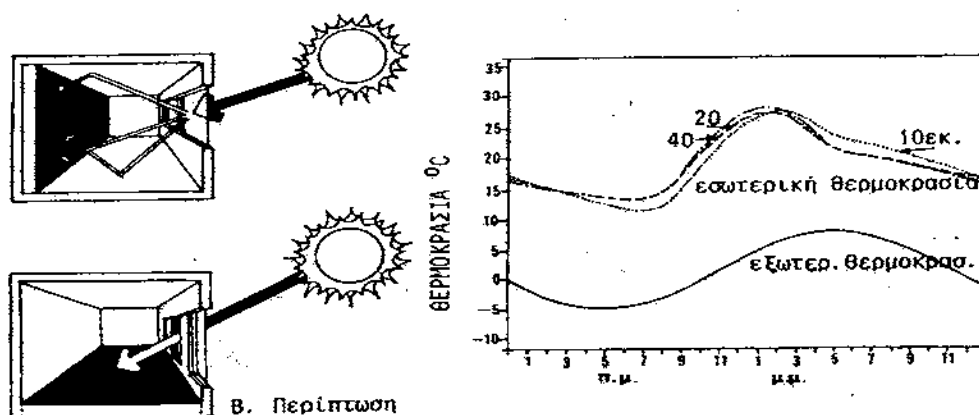
ποσότητα της θερμικής ενέργειας αποθηκεύεται, τότε, την μεν ημέρα προκαλούνται συνθήκες υπερθέρμανσης, τη δε νύχτα χαμηλές θερμοκρασίες.

Τα κριτήρια που ρυθμίζουν την ικανότητα θερμικής αποθήκευσης των δομικών στοιχείων είναι: η θέση, το μέγεθος, η διανομή της θερμικής μάζας των επιφανειών, που περιβάλλουν τον χώρο.

Από ερευνά που έγινε, για τις σχέσεις ανάμεσα στην ποσότητα της θερμικής μάζας, την αποθήκευση του άμεσου ηλιακού κέρδους και την διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας [2], προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:

Α' Περίπτωση : Η μάζα του τοίχου από μπετόν είναι εκτεθειμένη στο άμεσο ηλιακό φως, είναι βαμμένη σκούρα, με εξωτερική μόνωση. Η επιφάνεια της είναι  $1^{1/2}$  φορά μεγαλύτερη από την επιφάνεια του ανοίγματος. Η απόδοση του συστήματος και η διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας, για μια ηλιόλουστη, χειμωνιάτικη μέρα, είναι περίπου  $22^{\circ}\text{C}$ , για όλα τα πάχη τοιχοποιίας (10 cm, 20 cm, 30 cm, αντίστοιχα)

Β' Περίπτωση : Η μάζα του τοίχου από μπετόν ή το δάπεδο, βαμμένο σε σκούρο χρώμα, είναι εκτεθειμένη στον άμεσο ηλιασμό. Η επιφάνεια της είναι τριπλάσια σε σχέση με την επιφάνεια του ανοίγματος. Η απόδοση του συστήματος και η διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας, για μια ηλιόλουστη χειμωνιάτικη ημέρα, απεικονίζεται στο διάγραμμα του σχήματος 1.18. Η διαφορά ανάμεσα στη μέγιστη και στην ελάχιστη εσωτερική θερμοκρασία είναι  $14.5^{\circ}\text{C}$ .



Σχήμα 1.18 Διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας για διαφορετικού μεγέθους επιφάνεια από μπετόν

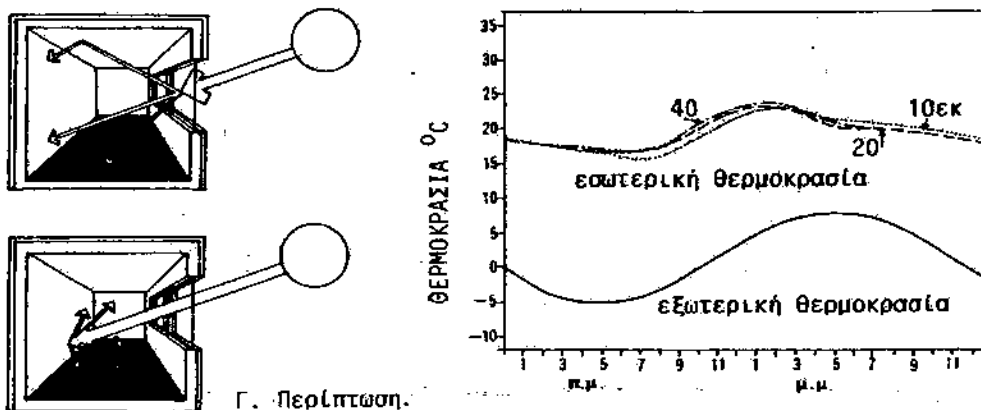
Γ' Περίπτωση : Οι τοίχοι και το δάπεδο αποτελούν την μάζα θερμικής αποθήκευσης, κατασκευασμένα από μπετόν και εξωτερική θερμική μόνωση. Η επιφάνεια, που εκτίθεται στον άμεσο ηλιασμό, είναι εννιάπλάσια σε σχέση με την επιφάνεια του ανοίγματος. Η απόδοση του συστήματος και η διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας είναι πολύ ικανοποιητική, για όλα τα πάχη της τοιχοποιίας. Η διαφορά ανάμεσα στη μέγιστη και στην ελάχιστη εσωτερική θερμοκρασία είναι  $7.0^{\circ}\text{C}$ . Ο ίδιος χώρος είναι κατασκευασμένος με ελαφριά υλικά και παρουσιάζει μία διακύμανση της θερμοκρασίας περίπου  $21^{\circ}\text{C}$ .

Από τα αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι, για την κατοικία που απαιτούνται συνθήκες σταθερής θερμοκρασίας γενικά, η τελευταία περίπτωση είναι η προτιμότερη. Το μεγαλύτερο ποσοστό της ηλιακής θερμότητας, περίπου το 60%, αποθηκεύεται στην διάρκεια της ημέρας, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία να μην αυξάνεται υπέρμετρα, ενώ η θερμοκρασία την νύχτα να είναι κοντά στα όρια της θερμικής άνεσης ( βλ. Πιν. 1.1).

**Πίνακας 1.1 Σύγκριση συστημάτων άμεσου ηλιακού κέρδους. Διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας**

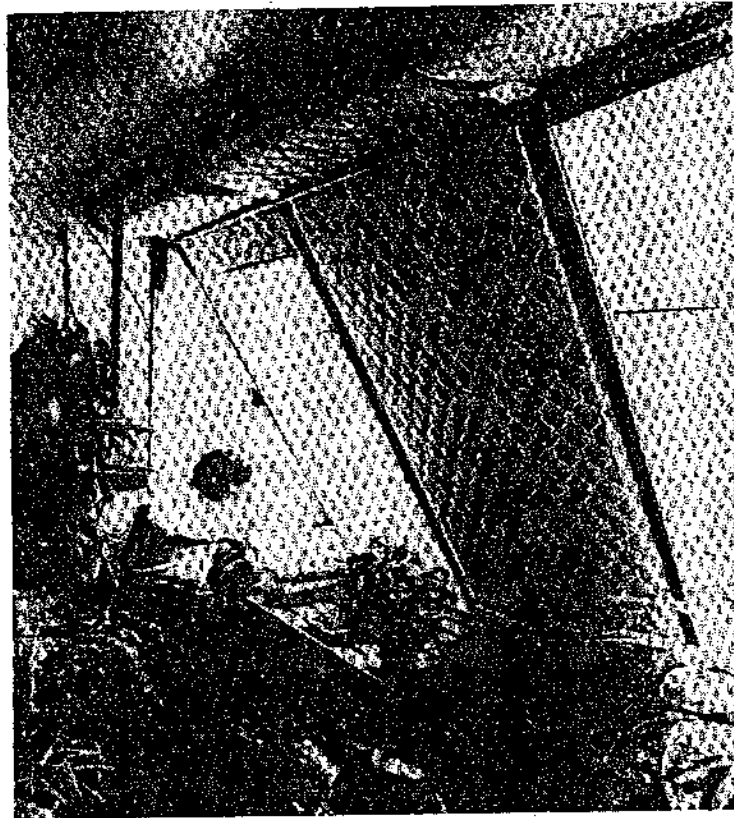
|  | Α' Περίπτωση | Β' Περίπτωση | Γ' Περίπτωση |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Εσωτερικός χώρος   | Πάχος τοίχου | Πάχος τοίχου | Πάχος τοίχου |
|  | 20 cm        | 20 cm        | 20 cm        |
| Μέγιστη θερμοκρασία του αέρα                             | 31.6 °C      | 27.7 °C      | 23.3 °C      |
| Ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα                            | 9.0 °C       | 13.3 °C      | 16.1 °C      |
| Διακύμανση εσωτερικής θερμοκρασίας                       | 22.6 °C      | 14.4 °C      | 7.2 °C       |
| Μέγιστη επιφανειακή θερμοκρασία του τοίχου               | 37.2 °C      | 28.9 °C      | 23.9 °C      |
| Ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας που αποθηκεύτηκε (5.00 μ.μ) | 50%          | 55%          | 60%          |

Τα αποτελέσματα του Πίνακα δείχνουν ότι, προκειμένου ένας χώρος ( κατοικήσιμος ) να παραμείνει θερμικά ευχάριστος, πρέπει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία να απορροφάτε και να αποθηκεύεται από εννιαπλάσια επιφάνεια, σε σχέση με το ηλιακό άνοιγμα. Η κατασκευή να είναι από υλικά βαριά, με μεγάλη θερμοχωρητική ικανότητα. Η αποτελεσματικότητα του συστήματος εξαρτάται από το πάχος του τοίχου. Ο τοίχος από μπετόν πάχους 10 cm, αποθηκεύει την περισσότερη θερμότητα, ενώ το μεγαλύτερο από 20 cm, πάχος του τοίχου δεν έχει καμία αποτελεσματικότητα.



**Σχήμα 1.19 Διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας για διαφορετικού μεγέθους επιφάνεια από μπετόν.**

Συμπερασματικά, μπορεί να ειπωθεί ότι, το γυάλινο άνοιγμα αποτελεί τον πιο απλό, τον πιο αποτελεσματικό συλλέκτη ηλιακής ενέργειας με την προϋπόθεση ότι συνδυάζεται με μία σημαντική θερμική αδράνεια του προσαρτημένου χώρου και νυχτερινή θερμική μόνωση (εικόνα 1.20) . Το καλοκαίρι, επωφελούμενο από τα συστήματα ηλιοπροστασίας, αποφεύγει τις συνθήκες υπερθέρμανσης στον εσωτερικό χώρο.



Εικόνα 1.20 Εσωτερική νυχτερινή μόνωση για νότια ανοίγματα

#### 1.2.4 Συστήματα με έμμεσο ηλιακό κέρδος

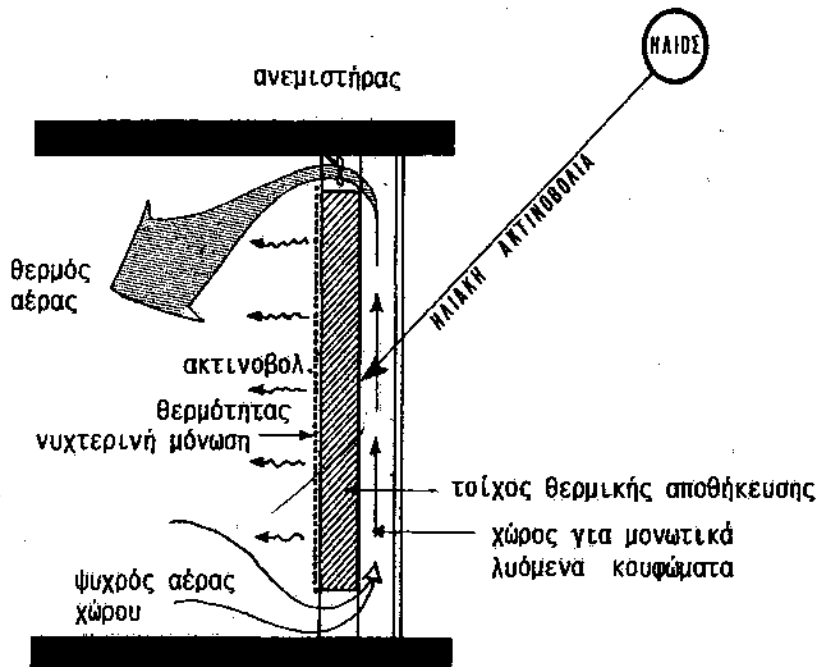
Τα συστήματα, που εκμεταλλεύονται με έμμεσο τρόπο την ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση των κτιρίων, βασίζονται στην εξής αλληλουχία θερμικών λειτουργιών:

Ήλιος – συλλογή (γυάλινη επιφάνεια) – αποθήκευση (θερμική μάζα) – θέρμανση (εσωτερικός χώρος).

Στα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους ανήκουν:

α) οι τοίχοι συλλέκτες ή θερμικής αποθήκευσης, που πρέπει να συνδέονται με γυάλινα ανοίγματα, προσανατολισμένα στον νότο, μια και αυτά εξασφαλίζουν την συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας (σχ 1.21)

β) τα κτίρια με προσανατολισμένο θερμοκήπιο στην νότια πλευρά.



Σχήμα 1.21 Σύστημα με τοίχο συλλέκτη και έμμεσο ηλιακό κέρδος. Η τοιχοποιία βρίσκεται στην νότια πλευρά του κτιρίου. Η ηλιακή ενέργεια που διαπερνά την γυάλινη επιφάνεια, εγκλωβίζεται στον χώρο ανάμεσα στο γυαλί και στον τοίχο, μετατρέπεται σε θερμότητα και απορροφάτε από την μάζα της τοιχοποιίας

#### Α) Τοίχοι συλλέκτες – Θερμικό ισοζύγιο

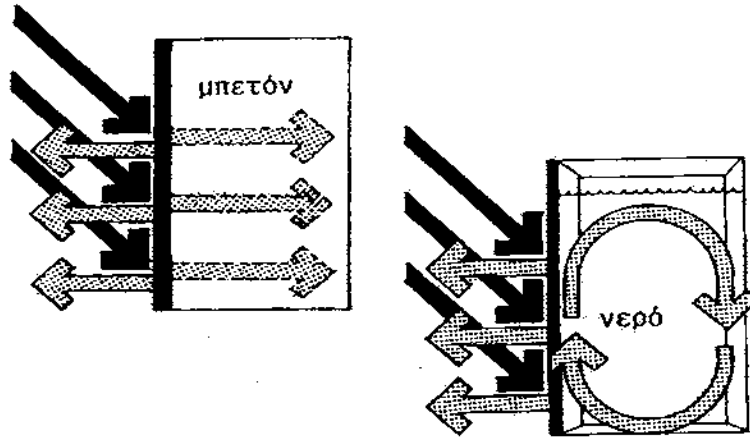
Η θερμική ενέργεια που απορροφάτε από τον τοίχο, θερμαίνει την εξωτερική επιφάνεια του και στην συνέχεια την μάζα του, με αγωγιμότητα, μέχρι που φτάνει στην εσωτερική του πλευρά, με κάποια χρονική καθυστέρηση και μειωμένη την αρχική του ένταση (σχ 1.22).

Ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στην μέγιστη εξωτερική, επιφανειακή θερμοκρασία και την παρατηρούμενη μέγιστη εσωτερική, αντίστοιχα, – ελαττωμένης κατά την ποσότητα της θερμότητας που αποθηκεύτηκε στον τοίχο – αντιστοιχεί στη χρονική καθυστέρηση ή διαφορά φάσης.

Όσο αυξάνεται το πάχος και η θερμοχωρητικότητα μιας τοιχοποιίας, ενώ η θερμική αγωγιμότητα ελαττώνεται, τόσο πιο μεγάλη είναι η χρονική καθυστέρηση και πιο σημαντική η θερμική αδράνεια κατασκευής. Κατά συνέπεια το άμεσο θερμικό κέρδος είναι πιο μικρό.

Η επιλογή των τοίχων θερμικής αποθήκευσης θα πρέπει να γίνεται κατά τρόπο, που να διασφαλίζεται στην πράξη, μια χρονική καθυστέρηση της τάξης 6 – 8 ωρών, έτσι ώστε το κτίριο να επωφελείται της μέγιστης θερμοκρασίας της εσωτερικής επιφάνειας του τοίχου στην αρχή της νύχτας.

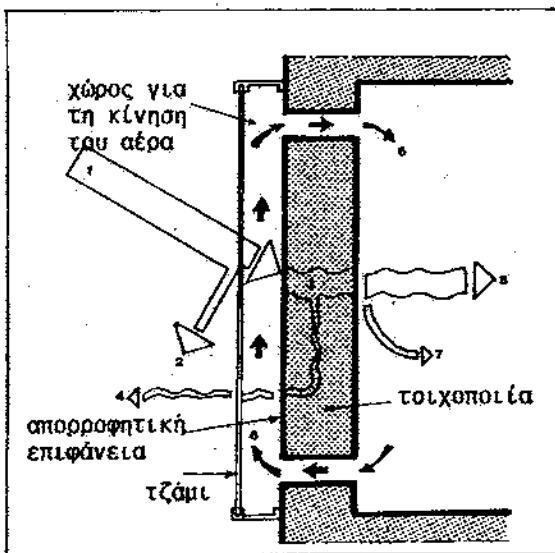
Ο τοίχος, λοιπόν, συλλέκτης ή θερμικής αποθήκευσης συμπεριφέρεται σαν έναν μηχανισμό χρονικής μετάθεσης και αδρανοποίησης των κυμάτων της εξωτερικής θερμοκρασίας, έτσι που το εσωτερικό περιβάλλον να επωφελείται του θερμικού κέρδους, όταν δεν υπάρχει ηλιασμός, παρατείνοντας αποτελεσματικά τη "χρήσιμη" ηλιοφάνεια, για την θέρμανση του χώρου χωρίς την χρήση συμπληρωματικών πηγών ενέργειας.



Σχήμα 1.22 Αγωγή θερμότητας σε στοιχείο από μάζα μπετόν και νερού

### Β) Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης

Το σύστημα του τοίχου Trombe (σχ 1.23), αποτελείται από ένα τοίχο από μπετόν πάχους 30 – 40 cm , βαμμένο σε σκούρο χρώμα στην εξωτερική του πλευρά, που συνδυάζεται με μία γυάλινη επιφάνεια, σε απόσταση 3 cm περίπου. Στο επάνω και κάτω μέρος του τοίχου υπάρχουν θυρίδες, σ' όλο του το μήκος, που διευκολύνουν την κίνηση του αέρα.



1. κροσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία.
2. ανακλώμενη ακτινοβολία από τη γυάλινη επιφάνεια.
3. θερμική ενέργεια που απορροφάται από τον τοίχο.
4. θερμότητα που χάνεται από τον τοίχο.
5. θερμότητα που ακτινοβολείται από τον τοίχο προς τα μέσα με χρονική καθυστέρηση.
6. θερμότητα που μεταφέρεται από τον αέρα.
7. θερμότητα που μεταφέρεται από την επιφάνεια του τοίχου.

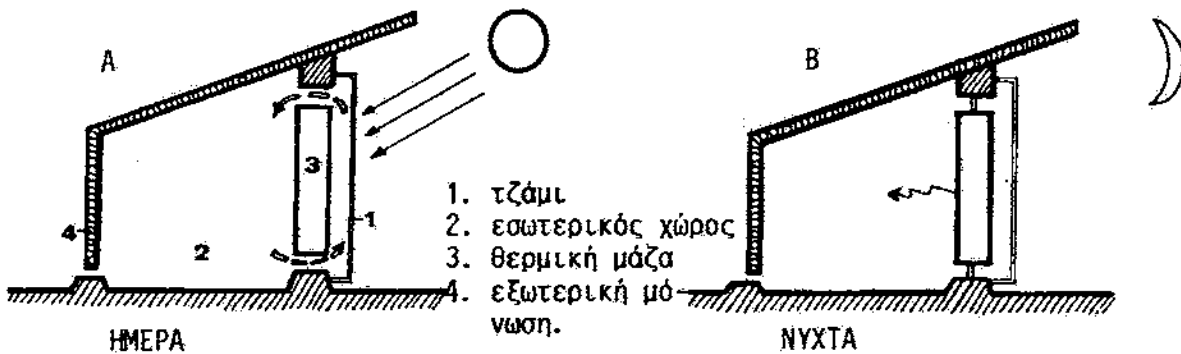
Σχήμα 1.23 Τοίχος θερμικής αποθήκευσης ή τοίχος Trombe.

Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοσιφονισμού και πραγματοποιείται με την κυκλοφορία του αέρα στον χώρο ανάμεσα στο γυαλί και στον τοίχο και μέσα από τις θυρίδες, λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας.

Πιο συγκεκριμένα:

α) στην διάρκεια της ημέρας, όταν ο ήλιος προσπίπτει στο γυαλί, θερμαίνει τον αέρα που βρίσκεται στον χώρο ανάμεσα στο τζάμι και στον τοίχο. Ο θερμός αέρας κινείται προς τα πάνω και μέσα από την θυρίδα μπαίνει στον εσωτερικό χώρο. Ταυτόχρονα, ψυχρότερος αέρας από τον εσωτερικό χώρο, μπαίνει από την κάτω θυρίδα και αντικαθιστά το κενό που δημιουργήθηκε (σχ 1.24 Α).

β) στην διάρκεια της νύχτας η λειτουργία προφανώς αντιστρέφεται. Οι δύο θυρίδες κλείνουν, πάνω και κάτω, και η θέρμανση του χώρου επιτυγχάνεται με την ακτινοβολία της αποθηκευμένης θερμότητας στον τοίχο (σχ 1.24 Β).



Σχήμα 1.24 Σχηματική παράσταση του τοίχου Trombe. Η λειτουργία του συστήματος ημέρα και νύχτα, στην διάρκεια του χειμώνα

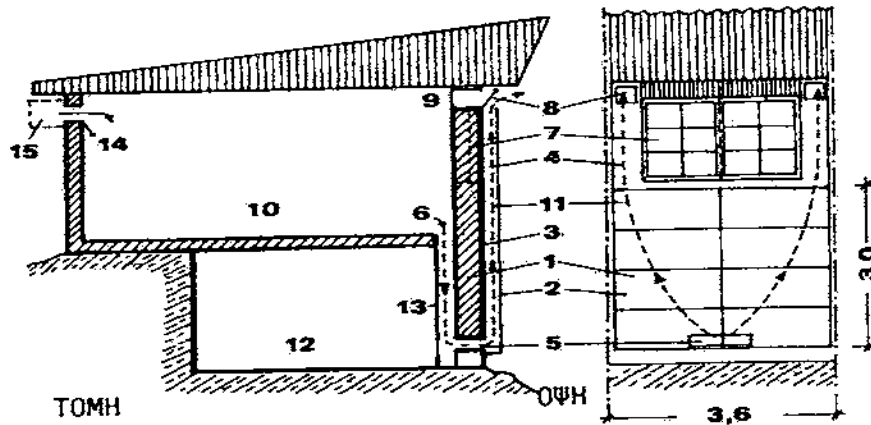
Το σύστημα τοίχου Trombe παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, λόγω του απλού τρόπου κατασκευής, το χαμηλό κόστος του και την σημαντική ενεργειακή του απόδοση. Το γεγονός ότι αποδίδει άμεσο, ηλιακό θερμικό κέρδος στον εσωτερικό χώρο, ιδιαίτερα τις πρωινές ώρες, που παρατηρούνται και οι χαμηλότερες θερμοκρασίες, ενώ ταυτόχρονα διατηρεί όλα τα πλεονεκτήματα της χρονικής καθυστέρησης, τον καθιστά πολύ αποτελεσματικό.

Το μειονέκτημα του είναι ότι, μπορούν να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης στον εσωτερικό χώρο, κυρίως όταν η επιφάνεια του είναι πολύ μεγάλη. Επίσης η κίνηση του αέρα μέσα από τις θυρίδες αερισμού δημιουργεί θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στον χώρο.

Το καλοκαίρι η λειτουργία του τοίχου Trombe αντιστρέφεται. Η επάνω θυρίδα κλείνει, ενώ ταυτόχρονα ανοίγει ένα τμήμα του υαλοστασίου στο επάνω μέρος (φεγγίτης), έτσι ώστε ν' απομακρύνεται ο ζεστός αέρας προς τα έξω (σχ 1.25).

Επίσης με συστήματα ηλιοπροστασίας απλά, μια και πρόκειται για νότιο προσανατολισμό, μπορεί να αποκλειστεί εντελώς η άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας.





Σχήμα 1.25 Σχηματική παράσταση λειτουργίας του συστήματος, τοίχος Trombe, στην διάρκεια του καλοκαιριού

Επεξηγήσεις της κατασκευής:

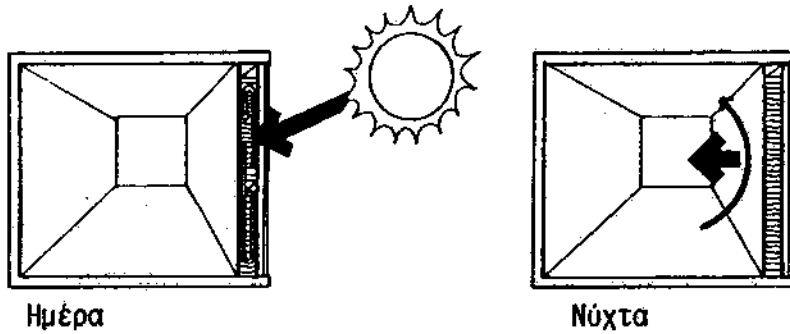
1. τοίχος από μπετόν για θερμική αποθήκευση.
2. γυάλινη επιφάνεια σε απόσταση 5 cm.
3. τραχιά, θερμοαπορροφητική επιφάνεια, βαμμένη μαύρη.
4. χώρος για την κίνηση του ζεστού αέρα.
5. είσοδος δροσερού αέρα από το περιβάλλον.
6. ψυχρότερος αέρας του χώρου.
7. παράθυρα.
8. θυρίδες με βαλβίδα για την ρύθμιση της ροής του αέρα προς τα μέσα ή προς τα έξω.
9. έξοδος ζεστού αέρα.
10. εσωτερικός χώρος.
11. κίνηση του αέρα στον χώρο, ανάμεσα στο γυαλί και στον τοίχο.
12. διάκενο.
13. διαχωριστικός τοίχος.
14. είσοδος δροσερού αέρα από την βορεινή πλευρά, με βαλβίδα για την ρύθμιση της ροής το καλοκαίρι.
15. καθαρισμός του αέρα.

Μια άλλη μορφή τοίχου συλλέκτη, είναι ο τοίχος "νερού", πίσω από μία γυάλινη επιφάνεια, με νότιο προσανατολισμό.

Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στην μεγάλη θερμοχωρητική ικανότητα του νερού, που αποθηκεύει μεγαλύτερα ποσό θερμότητας σε σχέση με οποιοδήποτε άλλο υλικό και έχει σημαντική θερμική απόδοση. Το πλεονέκτημα που παρουσιάζουν οι τοίχοι νερού είναι ότι, απαιτούνται μικρότερες επιφάνειες τοίχου, σε σχέση με άλλους τοίχους θερμικής αποθήκευσης, από μπετόν, πέτρα, τούβλο, κ.λ.π. (σχ 1.26).

Ως μειονέκτημα μπορεί να θεωρηθεί το γεγονός ότι, όπως θερμαίνεται ομοιόμορφα παρουσιάζει την ίδια θερμοκρασία τόσο στην εξωτερική, όσο και στην εσωτερική του επιφάνεια, και κατά συνέπεια η ακτινοβολία θερμότητας το βράδυ, συμβαίνει και προς τις δύο κατευθύνσεις, μέσα και έξω.

Αυτή η αδυναμία μπορεί να αντιμετωπιστεί με νυχτερινή θερμική μόνωση στην εξωτερική πλευρά.

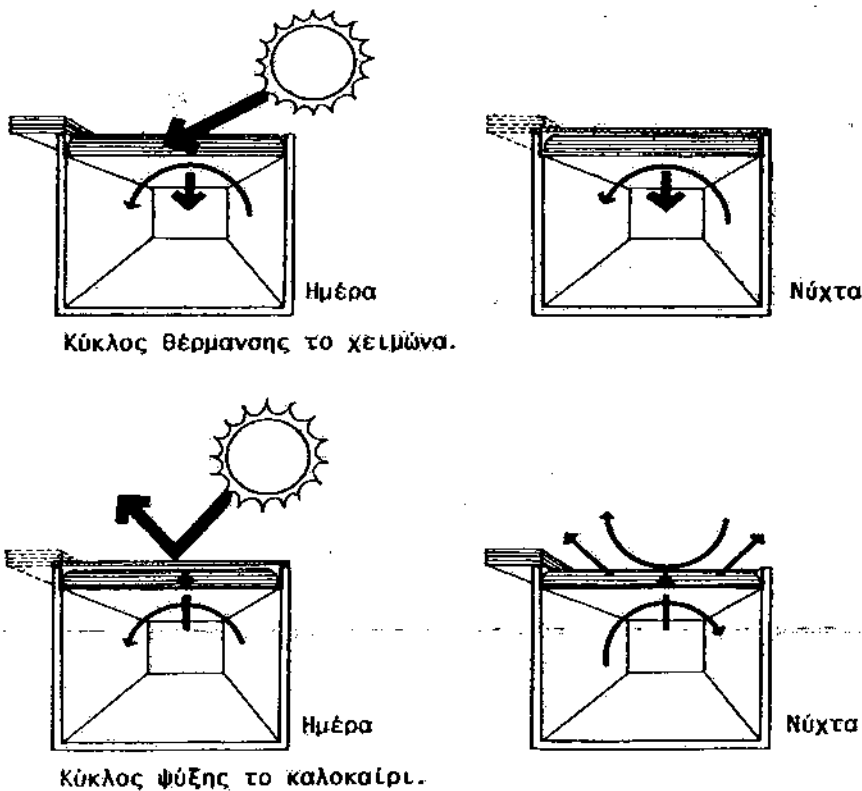


Σχήμα 1.26 Θερμική αποθήκευση σε τοίχο νερού. Η λειτουργία του ημέρα και νύχτα

Παραλλαγή του συστήματος θερμικής αποθήκευσης στη μάζα του νερού, αποτελεί η οροφή του "νερού" (roof – pond), όπου πλαστικοί σάκοι, γεμάτοι νερό, τοποθετούνται πάνω από την πλάκα του κτιρίου. Η ηλιακή θερμότητα συσσωρεύεται μέσα στην μάζα του νερού στην διάρκεια της ημέρας και αποδίδεται σταδιακά στον εσωτερικό χώρο την νύχτα. Προϋπόθεση για να λειτουργήσει το σύστημα αποτελεσματικά είναι η νυχτερινή προστασία με εξωτερική μόνωση.

Το σύστημα θερμικής αποθήκευσης στον όροφο νερού προσαρμόζεται τόσο τον χειμώνα για την θέρμανση, όσο και το καλοκαίρι για την φυσική ψύξη του κτιρίου (σχ 1.27).

Το μεγάλο μειονέκτημα αυτού του συστήματος είναι το αυξημένο κόστος της κατασκευής και οι πρόσθετες στατικές καταπονήσεις του κτιρίου.



Σχήμα 1.27 Σύστημα οροφής νερού (roof – pond) για την θέρμανση και ψύξη της κατασκευής

### Γ) Τοίχος θερμικής αποθήκευσης – θερμική άνεση

Κάτω από την επίδραση της θερμικής αδράνειας, ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης εγγυάται, σε μεγάλο βαθμό, την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης. Η μέγιστη θερμοκρασία εσωτερικής του επιφάνειας, στην αρχή της νύχτας, φτάνει τους  $25^{\circ}\text{C}$  περίπου (σε άμεση συνάρτηση με το πάχος του), ενώ αντίστοιχα η ελάχιστη θερμοκρασία παρατηρείται τις πρωινές ώρες και μπορεί να φτάσει χαμηλά, ακόμα και στους  $15^{\circ}\text{C}$ .

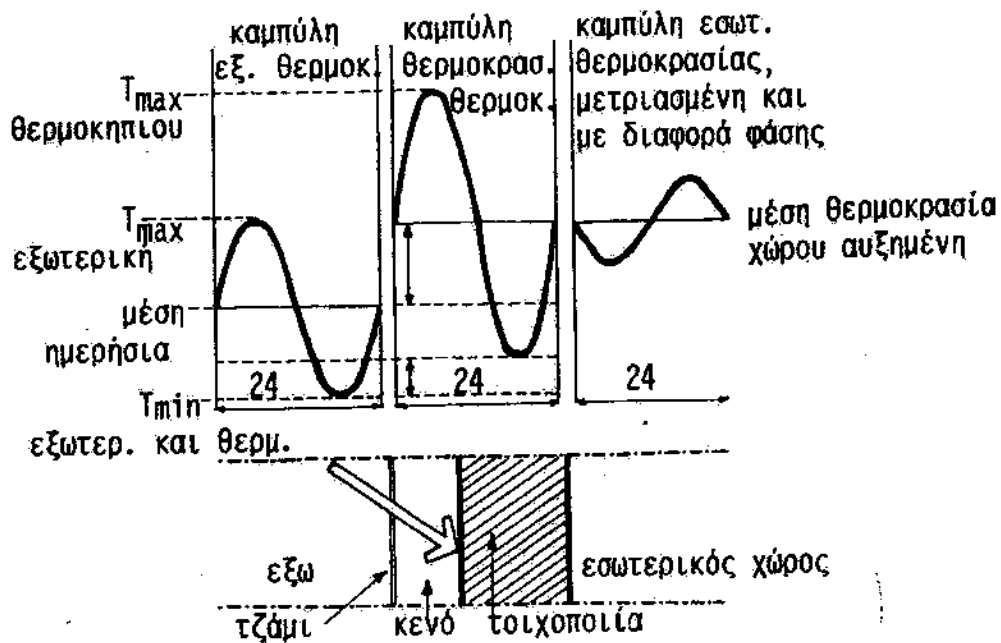
Στην πράξη έχει διαπιστωθεί ότι, συνήθως ή ελάχιστη και η μέγιστη θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας του τοίχου – συλλέκτη κυμαίνεται από  $18^{\circ}\text{C}$  –  $22^{\circ}\text{C}$ , θερμοκρασίες που βρίσκονται στα όρια θερμικής άνεσης.

Ακόμα, πρέπει να διευκρινιστεί ότι, την χρονική στιγμή που παρατηρείται η ελάχιστη θερμοκρασία (το πρωί), όπου αρχίζουν να εμφανίζονται τα πρώτα άμεσα ηλιακά, θερμικά κέρδη από τα νότια ανοίγματα (σχ 1.28).

Ο μόνος κίνδυνος που επισημαίνεται είναι, η διακύμανση της θερμοκρασίας του τοίχου γύρω από μια χαμηλή μέση τιμή, κυρίως για τις περιοχές με ψυχρό κλίμα, όπου θα πρέπει να παίρνονται ιδιαίτερα μέτρα θερμικής μόνωσης του τοίχου, στην διάρκεια της νύχτας.

Για το μεσογειακό κλίμα, η κατάσταση αυτή είναι μάλλον σπάνια, όπου το εύρος της ημερήσιας θερμοκρασίας είναι μάλλον μεγάλο, με μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας.

Για τους παραπάνω λόγους οι τοίχοι συλλέκτες ή θερμικής αποθήκευσης δεν συνιστώνται για περιοχές με κλίμα ψυχρό και μέτρια ηλιοφάνεια, ενώ αντίθετα για κλιματικές περιοχές, όπως η Ελλάδα, αποτελούν λύση αρκετά ικανοποιητική.



Σχήμα 1.28 Η θερμική λειτουργία του τοίχου συλλέκτη στην διάρκεια του 24 ωρου.

Η καμπύλη της εξωτερικής θερμοκρασίας στην επιφάνεια του τοίχου διευρύνεται – αυξάνεται, σε σχέση με την ημερήσια θερμοκρασία του χώρου, αυξημένη επίσης σε σχέση με την εξωτερική. Το φαινόμενο οφείλεται στην λειτουργία του θερμοκηπίου ανάμεσα στο γυαλί και στον τοίχο – συλλέκτη.

## Δ) Η απόδοση του συστήματος

Όταν ένας τοίχος συλλέκτης είναι σωστά σχεδιασμένος, η θερμοκρασία του χώρου παραμένει στα όρια της ζώνης άνεσης (από 20 °C – 28 °C), στην διάρκεια του χειμώνα, χωρίς καμία πρόσθετη θερμική πηγή.

Η απόδοση του συστήματος εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- 1) το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου
- 2) το πάχος του τοίχου και τα υλικά κατασκευής του
- 3) το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου
- 4) τον τρόπο λειτουργίας του.

### Δ1) Το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου

Προσδιορίζεται από τρεις καθοριστικές παραμέτρους:

1. το κλίμα του τόπου, που σημαίνει τις θερμοκρασιακές διαφορές ανάμεσα στην εσωτερική και εξωτερική θερμοκρασία. Όσο μεγαλώνει η διαφορά θερμοκρασίας, τόσο πρέπει να αυξάνει η θερμική αποθήκευση, άρα και το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου.

2. το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, που καθορίζει την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια του τοίχου. Όσο το γεωγραφικό πλάτος μεγαλώνει, τόσο μειώνεται η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και επομένως πρέπει να αυξάνεται το μέγεθος του τοίχου θερμικής αποθήκευσης.

3. τις ανάγκες του κτιρίου σε θέρμανση, πράγμα που εξαρτάται από τις θερμικές απώλειες και τον βαθμό θερμομόνωσης του κτιρίου. Ένας χώρος καλά μονωμένος απαιτεί λιγότερη θερμότητα για να διατηρηθεί η θερμοκρασία του σε ικανοποιητικά επίπεδα, και κατά συνέπεια απαιτείται μικρότερη επιφάνεια τοίχου συλλέκτη.

4. από μελέτη [2], που πραγματοποιήθηκε, προέκυψε ο Πίνακας 1.2 προσδιορίζει τα μεγέθη της επιφάνειας του τοίχου θερμικής αποθήκευσης, σε σχέση με τις κλιματολογικές συνθήκες. Κριτήριο για την επιλογή του κατάλληλου μεγέθους, επιφάνεια τοίχου / επιφάνεια χώρου, αποτέλεσε η εσωτερική θερμοκρασία, με όριο διακύμανσης από 18.3 °C – 24 °C, για μια ηλιόλουστη ημέρα του Ιανουαρίου.

**Πίνακας 1.2 Απαιτούμενη επιφάνεια τοίχου θερμικής αποθήκευσης για διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες**

| Μέση εξωτερική θερμοκρασία το χειμώνα<br>°C | Επιφάνεια τοίχου για μοναδιαία<br>Επιφάνεια του χώρου m <sup>2</sup> |             |
|---|--|-------------|
|   | Τοιχοποιία   | Τοιχοποιία  |
| <b>Κλίμα ψυχρό</b>                          |  |             |
| - 9.5                                       | 0.72 – 1.0   | 0.55 – 1.0  |
| - 6.7                                       | 0.60 – 1.0   | 0.45 – 0.85 |
| - 4.0                                       | 0.51 – 0.93  | 0.38 – 0.70 |
| - 1.0                                       | 0.43 – 0.78  | 0.31 – 0.55 |
| <b>Κλίμα εύκρατο</b>                        |  |             |
| + 1.5                                       | 0.35 – 0.60  | 0.25 – 0.43 |
| + 4.5                                       | 0.28 – 0.46  | 0.20 – 0.34 |
| + 7.2                                       | 0.22 – 0.35  | 0.16 – 0.25 |

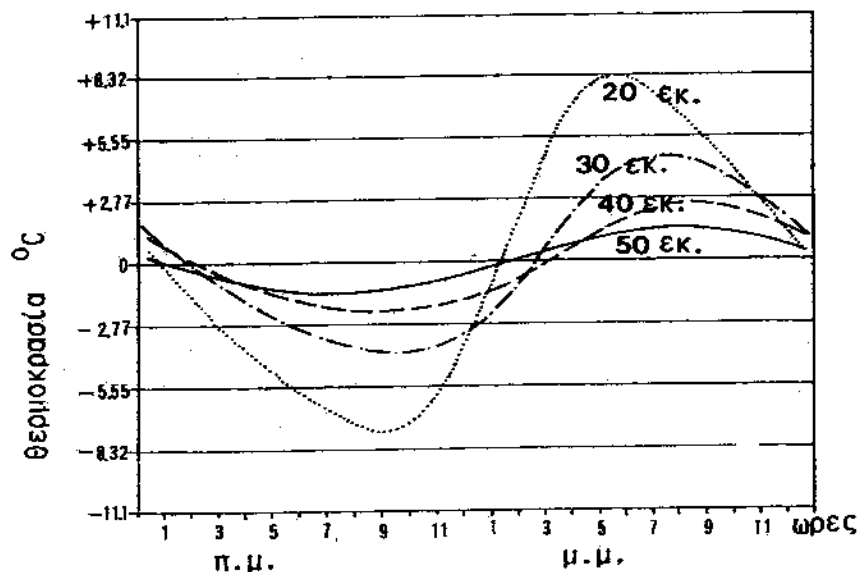
Σημείωση: Για γεωγραφικό πλάτος περίπου  $35^{\circ}\text{C}$  χρησιμοποιούνται οι μικρότερες τιμές επιφάνειας τοίχου / επιφάνεια κάτωψης. Για βορειότερα γεωγραφικά πλάτη χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες τιμές. Για κτίρια με ανεπαρκή μόνωση επίσης χρησιμοποιούνται οι υψηλότερες τιμές.

## Δ2) Το πάχος του τοίχου και τα υλικά κατασκευής του

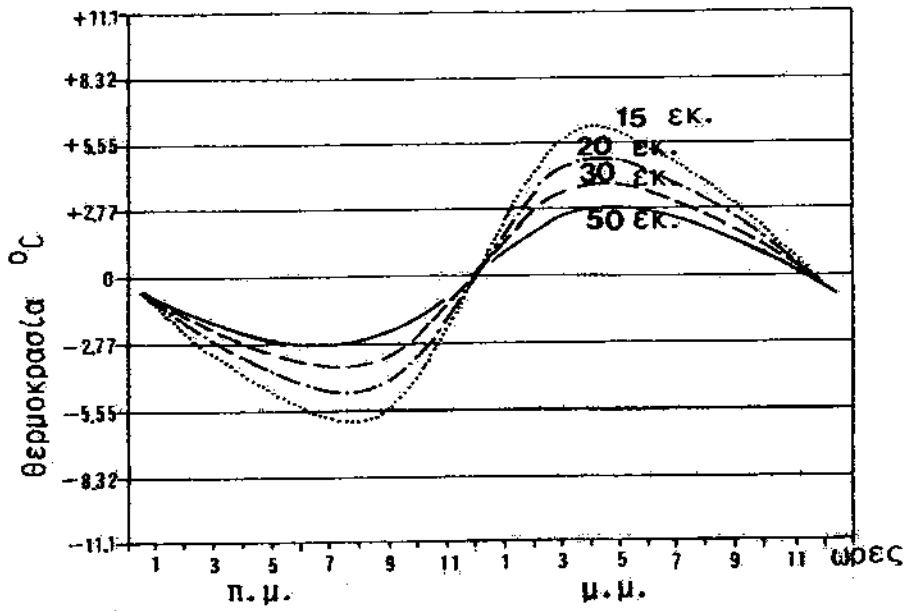
Η διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας καθορίζεται από το πάχος και το υλικό κατασκευής του συλλέκτη. Γενικά, όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του τόσο μικρότερες διακυμάνσεις παρουσιάζει η θερμοκρασία του στον εσωτερικό χώρο. Ακόμα, όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού κατασκευής, τόσο το πάχος του τοίχου πρέπει να αυξάνεται, για τον λόγο ότι η θερμότητα διαπερνάει ταχύτερα τη συλλεκτική επιφάνεια και η απαιτούμενη χρονική καθυστέρηση μειώνεται.

Από την πρακτική [2] έχει προκύψει ότι:

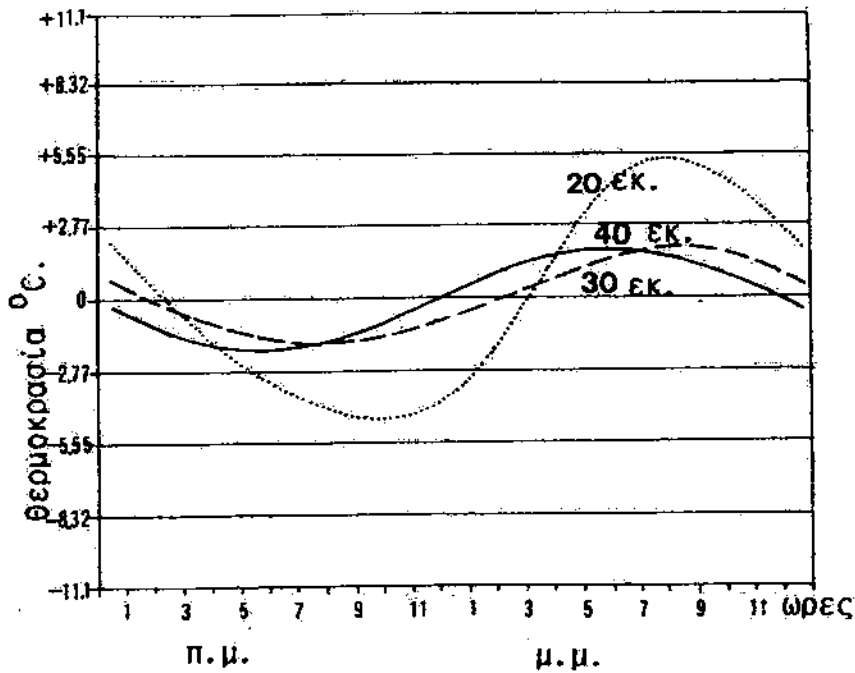
1. για τους τοίχους κατασκευασμένους από μπετόν το βέλτιστο πάχος κυμαίνεται από 30 – 40 cm, με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας από  $8.9^{\circ}\text{C}$  –  $5.6^{\circ}\text{C}$ , και χρονική καθυστέρηση από 9 – 12 ώρες (βλ. Πιν.1.3, σχ 1.29)
2. για τον τοίχο νερού το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται ανάμεσα στα 20 - 50 cm. Επειδή όμως το νερό έχει μεγάλη θερμική αγωγιμότητα και θερμαίνεται ομοιόμορφα, με αποτέλεσμα η θερμότητα να αποδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις, η απόδοση των τοίχων νερού δεν αυξάνεται, γενικά, ανάλογα με το πάχος τους. Αυτό σημαίνει ότι το βέλτιστο πάχος μπορεί να μειωθεί, χωρίς η αποτελεσματικότητα του συστήματος να μειώνεται (σχ 1.30).
3. για ωμοπλινθοδομή, το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται στα 30 cm, με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας γύρω στους  $3.9^{\circ}\text{C}$  και με χρονική καθυστέρηση περίπου 8 ωρών (σχ 1.31).
4. για τον τοίχο από τούβλο, το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται γύρω στα 40 cm, με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας  $4.4^{\circ}\text{C}$  περίπου, και χρονική καθυστέρηση γύρω στις 8 ώρες (σχ 1.32).



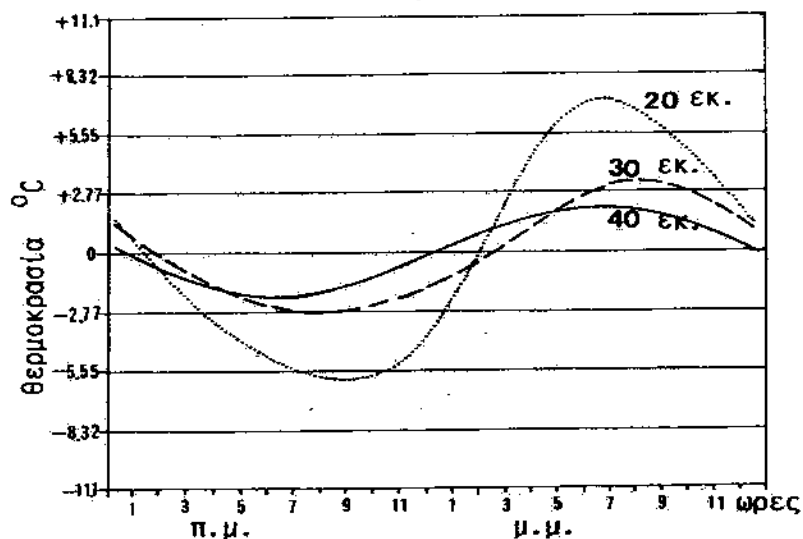
Σχήμα 1.29 Διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας για τοίχο θερμικής αποθήκευσης από μπετόν, σε διάφορα πάχη



Σχήμα 1.30 Διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας για τοίχο νερού, συλλέκτη θερμότητας, σε διαφορετικό πάχος



Σχήμα 1.31 Διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας για τοίχο κατασκευασμένο από ωμόπλιθο, συλλέκτη θερμότητας, σε διάφορα πάχη



Σχήμα 1.32 Διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας για τοίχο συλλέκτη κατασκευασμένο από τούβλο, σε διαφορετικό πάχος

Πίνακας 1.3 Διακύμανση της εσωτερικής, επιφανειακής θερμοκρασίας και χρονική καθυστέρηση, για τοίχο συλλέκτη από μπετόν.

| Πάχος τοίχου | Διακύμανση της θερμοκρασίας | Χρονικής καθυστέρηση της υψηλότερης θερμοκρασίας |
|--------------|-----------------------------|--|
| cm           | °C                          | ώρες   |
| 20           | 22.2                        | 6.8  |
| 30           | 11.1                        | 9.3  |
| 35           | 8.3                         | 10.6   |
| 40           | 5.5                         | 11.9   |
| 45           | 4.1                         | 13.2   |
| 50           | 2.7                         | 14.5   |
| 60           | 1.1                         | 17.1   |

### Δ3) Το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου

Η ικανότητα απορρόφησης της θερμικής ενέργειας από τον τοίχο επηρεάζεται από το χρώμα της εσωτερικής του επιφάνειας.

Τα σκούρα χρώματα απορροφούν, γενικά, περισσότερη θερμότητα. Το μαύρο χρώμα έχει μεγαλύτερη απορροφητικότητα.

Γι' αυτό το λόγο οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων θερμικής αποθήκευσης συνιστάται να βάφονται σκούρες, γιατί η αυξημένη ικανότητα απορρόφησης της ηλιακής ενέργειας επηρεάζει την απόδοσή τους (βλ. Πίνακα 1.4)

**Πίνακας 1.4 Ικανότητα απορρόφησης θερμικής ενέργειας χρωμάτων και υλικών**

| Χρώμα – Υλικό  | Απορροφητικότητα<br>(α) | Χρώμα – Υλικό    | Απορροφητικότητα<br>(α) |
|----------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
| Μαύρο          | 0.97                    | Μπετόν καφέ      | 0.85                    |
| Μαύροματ       | 0.95                    | Σκούρο μπλε γκρι | 0.88                    |
| Σκούρο γκρι    | 0.91                    | Τούβλο κόκκινο   | 0.70                    |
| Φυσικό μπετόν  | 0.65                    | Πράσινο          | 0.59                    |
| Μπετόν μαύρο   | 0.91                    | Ανοιχτό πράσινο  | 0.47                    |
| Σκούρο πράσινο | 0.89                    | Κίτρινο          | 0.57                    |
| Σκούρο καφέ    | 0.88                    | Άσπρο            | 0.25                    |

### 1.2.5 Κτίρια με προσαρμοσμένα θερμοκήπια στην νότια πλευρά

Το θερμοκήπιο βρίσκεται, συνήθως, στην νότια πλευρά του κτιρίου και αποτελεί, κατά κάποιον τρόπο, συνδυασμό ενός παθητικού συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος και τοίχο θερμικής αποθήκευσης, που μεταφέρει έμμεσα την θερμότητα στον κατοικημένο χώρο. Εφαρμόζεται κυρίως σε κατοικίες.

#### A) Η θερμική συμπεριφορά του θερμοκηπίου

Το θερμοκήπιο την ημέρα, όπου υπάρχει ηλιοφάνεια, λειτουργεί ως διάφανη επιλεκτική επιφάνεια, αφήνοντας να περνά συνολικά η ηλιακή ακτινοβολία, ενώ μειώνει τις απώλειες θερμότητας (ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος), που απορροφά από τις επιφάνειες και την θερμική μάζα του θερμοκηπίου. Γι' αυτό, την ημέρα το θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου (θερμικά κέρδη μείον θερμικές απώλειες) παραμένει θετικό.

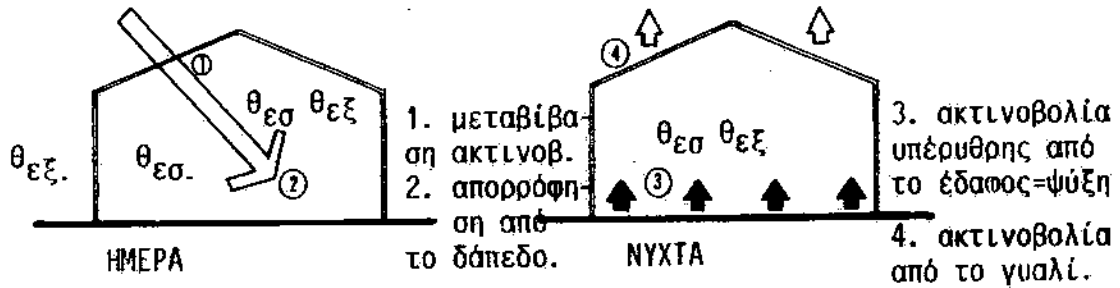
Τη νύχτα όμως, το θερμοκήπιο, λειτουργεί σαν μαύρο σώμα, αποβάλλει με ακτινοβολία στην ατμόσφαιρα όση θερμότητα συγκέντρωσε την ημέρα. Το θερμικό κέρδος χάνεται υπό την μορφή θερμικών απωλειών και το θερμικό ισοζύγιο πολύ γρήγορα μετατρέπεται σε αρνητικό (σχ 1.33).

Το συνολικό, ημερήσιο θερμικό ισοζύγιο (σχ 1.34) του θερμοκηπίου εκφράζεται από μια αισθητή ανύψωση της μέγιστης θερμοκρασίας και από την διατήρηση της ελάχιστης, σε σχέση με την διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας, στην διάρκεια του χειμώνα (πίνακας 1.5).

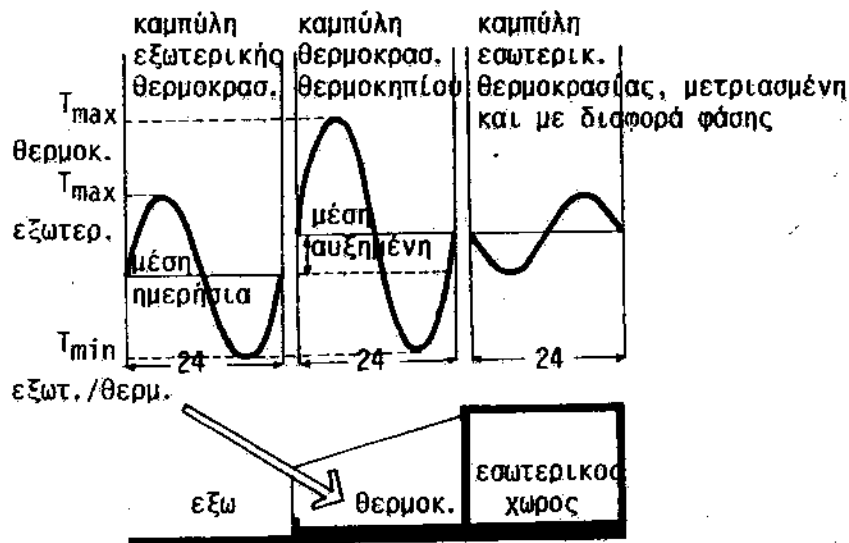
Σαν αποτέλεσμα προκύπτει μια διεύρυνση της καμπύλης, που αντιστοιχεί στην θερμοκρασία του θερμοκηπίου. Αν μάλιστα, παρθεί υπόψη ότι, το χειμώνα ο χρόνος ηλιοφάνειας είναι το 1/3 της διάρκειας του 24ωρου τότε συμπεραίνεται ότι το θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου, χωρίς καμία προστασία, δεν μπορεί παρά να είναι αρνητικό.

Ακόμη, ο αέρας που βρίσκεται μέσα στο θερμοκήπιο παρέχει μεγάλη ποσότητα υδρατμών, λόγω της βλάστησης. Στην διάρκεια της νύχτας, η εσωτερική επιφάνεια του τζαμιού ψύχεται, η θερμοκρασία του αέρα πέφτει προσεγγίζοντας το σημείο κορεσμού, οπότε οι υδρατμοί υγροποιούνται, μουσκεύοντας τις γυάλινες επιφάνειες του θερμοκηπίου. Έτσι αποβάλλεται και η λανθάνουσα θερμότητα των υδρατμών, που χάνεται με αγωγιμότητα και ακτινοβολία προς τα έξω.





Σχήμα 1.33 Θερμική λειτουργία του θερμοκηπίου το χειμώνα, χωρίς καμία πρόσθετη προστασία



Σχήμα 1.34 Διακύμανση της ημερήσιας θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο και στον εσωτερικό χώρο

Το καλοκαίρι η θερμική συμπεριφορά του θερμοκηπίου αντιστρέφεται. Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας στην διάρκεια της ημέρας είναι αυξημένη. Το εσωτερικό περιβάλλον του θερμοκηπίου περνά από συνθήκες υπερθέρμανσης σε μια νυχτερινή, ανεπαρκή ψύξη. Το θερμικό ισοζύγιο παραμένει όλο το 24ωρο θετικό και παρουσιάζεται η ανάγκη αερισμού για μεγαλύτερη ψύξη.

Η εφαρμογή του συστήματος του θερμοκηπίου στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική, χωρίς καμία άλλη ρύθμιση και προστασία, οδηγεί σε μία επιβάρυνση των συνθηκών θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο, δημιουργώντας μεγάλες θερμικές απώλειες και ψύξη, το χειμώνα, και συνθήκες υπερθέρμανσης, το καλοκαίρι, ιδιαίτερα για κλίματα, όπως η χώρα μας, με μεγάλη ένταση ηλιακής και γήινης ακτινοβολίας.

Ωστόσο, αν εφαρμοστούν οι κατάλληλες ρυθμίσεις, θερμική προστασία το χειμώνα και ηλιοπροστασία το καλοκαίρι, τα μειονεκτήματα αυτά αμβλύνονται, ενώ διατηρούνται τα πλεονεκτήματα του θερμοκηπίου, που μπορεί ν' αποδειχθεί ένα αρχιτεκτονικό στοιχείο, πολύ χρήσιμο στο ρόλο του, ως "ενεργητικού χώρου ανάσχεσης" και "επιλεκτικού συλλέκτη" ηλιακής ενέργειας.

**Πίνακας 1.5 Εσωτερική θερμοκρασία στο θερμοκήπιο σε σχέση με την εξωτερική**

| Μέση ημερήσια εξωτερική θερμοκρασία<br>°C | Μέση ημερήσια εσωτερική θερμοκρασία*<br>( °C ) |             |
|---|--|-------------|
|   | Μονό τζάμι                                     | Διπλό τζάμι |
| - 12.2                                    | 1.7 – 7.2                                      | 7.2 – 12.8  |
| - 9.4                                     | 4.4 – 10.0                                     | 2 – 15.5    |
| - 6.9                                     | 7.2 – 12.8                                     | 12.8 – 18.3 |
| - 3.9                                     | 10.0 – 15.5                                    | 15.5 – 21.1 |
| - 0.5                                     | 12.8 – 18.3                                    | 18.3 – 23.9 |
| 1.7                                       | 15.5 – 21.1                                    | 21.1 – 26.7 |
| 4.4                                       | 18.3 – 23.9                                    | 23.9 – 29.4 |
| 7.2                                       | 21.1 – 26.7                                    | 26.7 – 32.2 |

\* Οι θερμοκρασίες ισχύουν για γεωγραφικά πλάτη από 32° - 48° Β.Γ.Π.  
Οι θερμοκρασίες αναφέρονται σε νότιο θερμοκήπιο.

## **B) Η αποτελεσματική απόδοση του συστήματος**

Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του προσαρτημένου στο κτίριο θερμοκηπίου είναι:

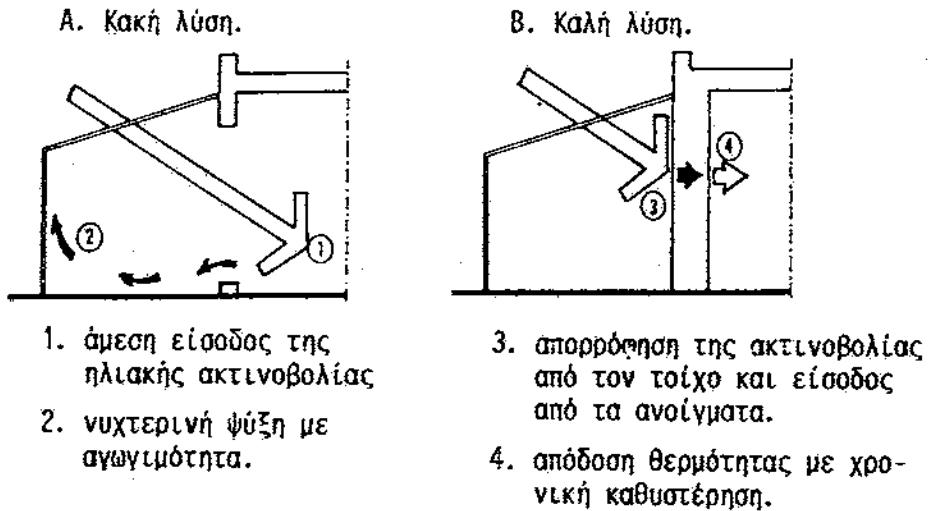
- 1) ο προσανατολισμός του.
- 2) το μέγεθος του
- 3) η κλίση του υαλοστασίου και τα υλικά κατασκευής του.
- 4) η σύνδεσή του με τα στοιχεία θερμικής αποθήκευσης του κτιρίου

### **B1) Ο προσανατολισμός του θερμοκηπίου**

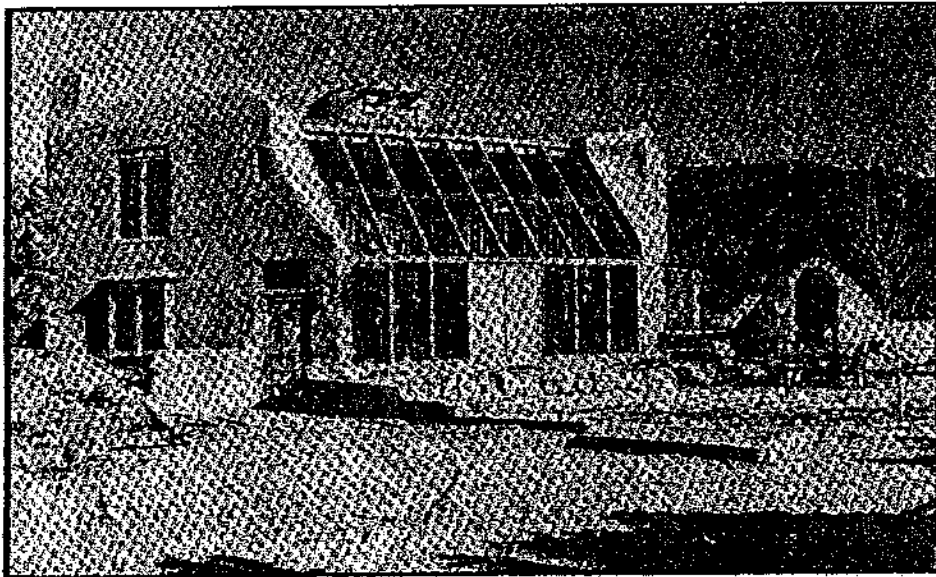
Το θερμοκήπιο, που προσανατολίζεται στην νότια πλευρά του κτιρίου, σε σχήμα επίμηκες, κατά τον άξονα ανατολή – δύση, αποτελεί την καλύτερη και πιο αποδοτική μορφή για την συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα.

Προϋπόθεση για την αποτελεσματική του λειτουργία είναι η άμεση σύνδεση του με τον τοίχο θερμικής αποθήκευσης, στη νότια πλευρά, που διαχωρίζει το εσωτερικό του κτιρίου με το ηλιακό χώρο (σχ 1.35).

Αν μάλιστα είναι δυνατό, το θερμοκήπιο να ενσωματώνεται στο κτίριο, έτσι ώστε να περικλείεται ανατολικά και δυτικά από τοίχους, τότε η αποτελεσματικότητά του είναι μεγαλύτερη, γιατί μειώνονται οι θερμικές απώλειες, ενώ μεταφέρεται θερμότητα μέσα στους πλαϊνούς τοίχους στους παρακείμενους χώρους (εικόνα 1.36)



Σχήμα 1.35 Θερμική λειτουργία του θερμοκηπίου, που συνδέεται με γυάλινη επιφάνεια (A) ή με τοίχο θερμικής αποθήκευσης (B).



Εικόνα 1.36 Θερμοκήπιο ενσωματωμένο στην νότια πλευρά της κατοικίας

Τα θερμοκήπια που προσαρτώνται στους άλλους προσανατολισμούς, κυρίως ανατολικά και δυτικά, έχουν κάποια θερμική συνεισφορά εφόσον συνδέονται με δομικά στοιχεία μεγάλης θερμικής μάζας, όχι όμως σημαντική.

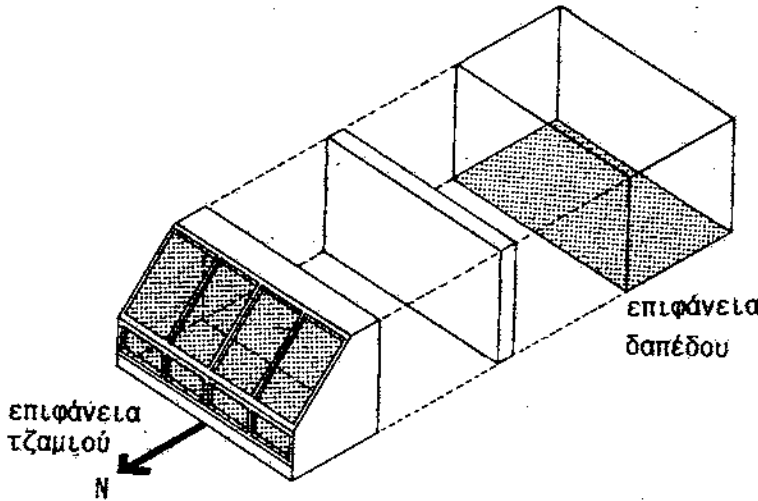
Λειτουργούν κυρίως ως χώροι "ανάσχεσης" ή "εμπόδια" θερμικών απωλειών, ιδιαίτερα για βορεινό προσανατολισμό το καλοκαίρι όμως, δημιουργούν σοβαρά προβλήματα υπερθέρμανσης.

## B2) Το μέγεθος του θερμοκηπίου

Το μέγεθος του θερμοκηπίου προσδιορίζεται σε συνάρτηση με το μέγεθος του εσωτερικού χώρου και των αναγκών του σε θέρμανση, πράγμα που εξαρτάται από το

κλίμα του τόπου, τη δυνατότητα θερμικής αποθήκευσης της ηλιακής θερμικής ενέργειας και την θερμική προστασία του ίδιου του θερμοκηπίου.

Από μελέτες που έγιναν με την μέθοδο προσομοίωσης, προέκυψαν εμπειρικοί κανόνες για τον προσδιορισμό του μεγέθους του θερμοκηπίου σε σχέση με την επιφάνεια του κατοικήσιμου χώρου (σχ 1.37), για διαφορετικά κλίματα και γεωγραφικά πλάτη, με την προϋπόθεση ότι η μέση εσωτερική θερμοκρασία του χώρου θα κυμαίνεται ανάμεσα σε  $18.3^{\circ}\text{C} - 21^{\circ}\text{C}$  (πίνακας 1.6)



Σχήμα 1.37 Αναλογία επιφανείας υαλοστασίου θερμοκηπίου / επιφάνεια κάτοψης.

**Πίνακας 1.6 Μέγεθος θερμοκηπίου, προσαρτημένου στην νότια πλευρά\* του κτιρίου, για διαφορετικές κλιματικές συνθήκες**

| Μέση εξωτερική θερμοκρασία τον χειμώνα | Απαιτούμενη επιφάνεια υαλοστασίου** στο θερμοκήπιο, ανά μονάδα επιφανείας του κατοικήσιμου χώρου |                 |
|--|--|-----------------|
|  | Για τοίχο από βαριά υλικά  | Για τοίχο νερού |
| Κλίμα ψυχρό                            |  |                 |
| -6.7                                   | 0.90 – 1.5   | 0.68 – 1.27     |
| -3.9                                   | 0.78 – 1.3   | 0.57 – 1.05     |
| -1.1                                   | 0.65 – 1.17  | 0.47 – 0.82     |
| Κλίμα εύκρατο                          |  |                 |
| 1.7                                    | 0.53 – 0.90  | 0.38 – 0.65     |
| 4.4                                    | 0.42 – 0.69  | 0.30 – 0.51     |
| 7.2                                    | 0.33 – 0.53  | 0.24 – 0.38     |

\* Ο πίνακας συντάχθηκε για θερμοκήπιο νότια προσανατολισμένο, με διπλό τζάμι και προσαρτημένο σε κτίριο, όπου ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης είναι κατασκευασμένος από βαριά υλικά, μπετόν, πέτρα, ωμόπλινθο ή πρόκειται για τοίχο νερού, σε συνθήκες ηλιοφάνειας

\*\* Για νοτιότερα γεωγραφικά πλάτη χρησιμοποιείται η μικρότερη αναλογία

### B3) Η κλίση του υαλοστασίου και τα υλικά κατασκευής του θερμοκηπίου.

Η κλίση του υαλοστασίου επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του θερμοκηπίου, γιατί προσδιορίζει την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, που προσπίπτει και δεσμεύεται. Η καλύτερη κλίση είναι από  $40^{\circ}$  –  $70^{\circ}$ , σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο.

Για κλίματα βορειότερα, η κλίση μειώνεται σε  $30^{\circ}$  –  $40^{\circ}$ , έτσι ώστε να συλλέγεται μεγαλύτερο μέρος της διάχυτης ακτινοβολίας.

Τα υλικά κατασκευής του θερμοκηπίου πρέπει να είναι διαφανή, από γυαλί η πλαστικό, προκειμένου να δεσμεύεται το μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας. Τα στοιχεία στήριξης μπορεί να είναι κατασκευασμένα από ξύλο ή μέταλλο.

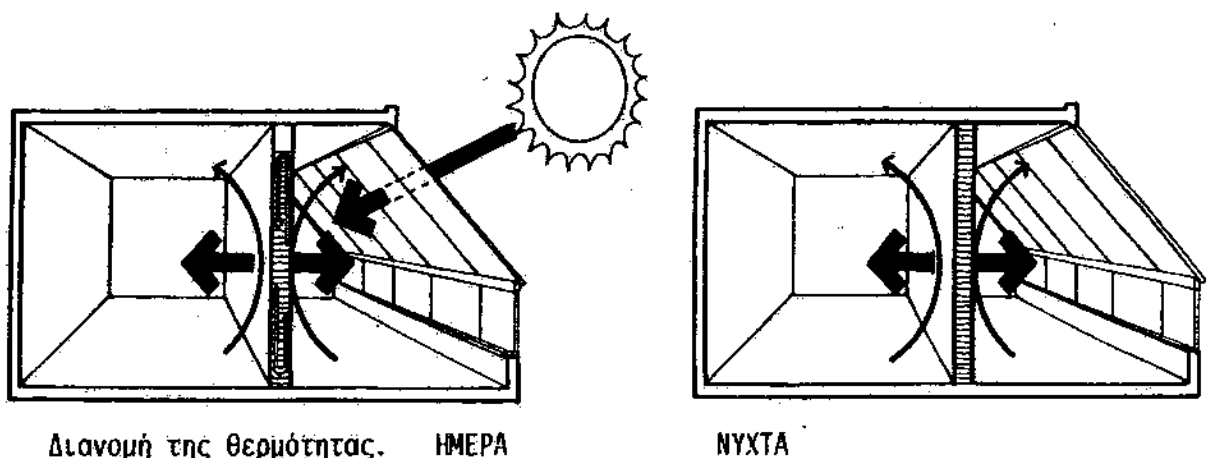
### B4) Η σύνδεση του θερμοκηπίου με το κτίριο

Είναι προφανές, ότι το προσαρμοσμένο στο κτίριο θερμοκήπιο λειτουργεί αποδοτικότερα, όταν συνδέεται με ένα σύστημα θερμικής αποθήκευσης. Την καλύτερη λύση αποτελεί ο διαχωριστικός τοίχος ανάμεσα στο κτίριο και στο θερμοκήπιο, όταν είναι κατασκευασμένος από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικής ικανότητας (μπετόν – τούβλο – νερό), με την εξωτερική του επιφάνεια βαμμένη σε σκούρο χρώμα (σχ 1.38).

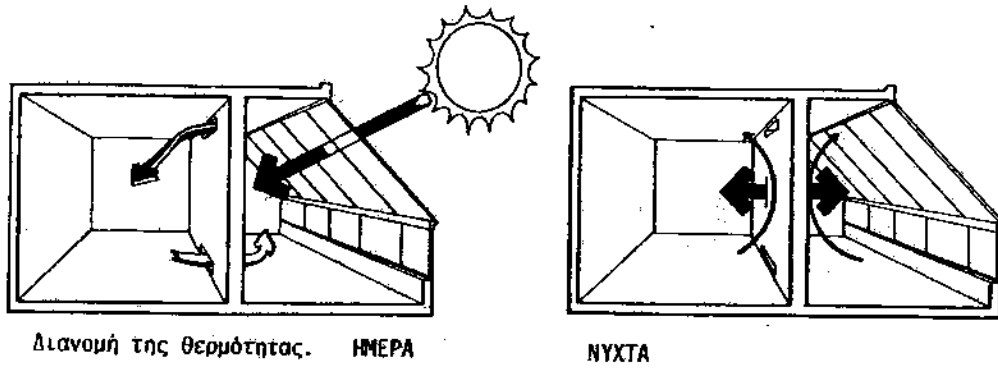
Η λειτουργία του συστήματος είναι παρόμοια με τους τοίχους συλλέκτες ή θερμικής αποθήκευσης, με την διαφορά ότι, η γυάλινη επιφάνεια δεν βρίσκεται σε απόσταση 4 cm από τον τοίχο, αλλά δημιουργείται ένας σημαντικά μεγάλος χώρος, που μπορεί να κατοικηθεί.

Εάν μάλιστα, για μεγαλύτερη και πιο γρήγορη θερμική απόδοση, ο συνδετικός τοίχος συνδυαστεί με την κίνηση του ζεστού αέρα, προβλέποντας θυρίδες στο επάνω και κάτω τμήμα του, τότε ξαναεμφανίζεται ο τοίχος Trombe, με τον γνωστό τρόπο λειτουργίας του (σχ 1.39).

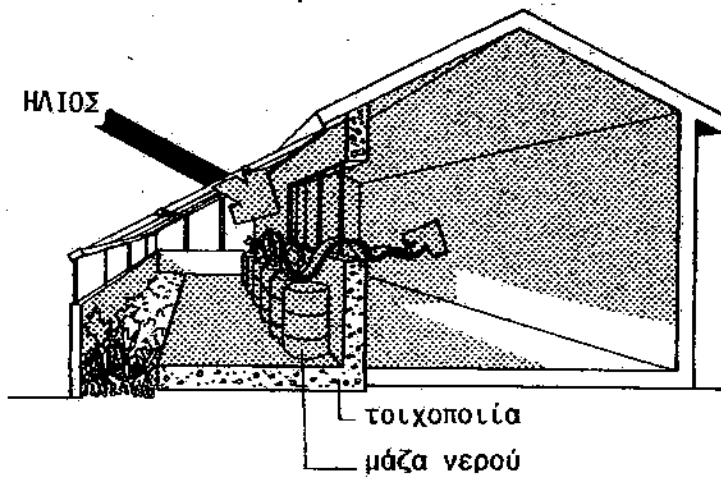
Η αποτελεσματικότητα του συστήματος μπορεί να αυξηθεί, αυξάνοντας την θερμική μάζα αποθήκευσης. Αυτό πετυχαίνεται αν χρησιμοποιηθούν βαριά υλικά στην κατασκευή του δαπέδου του θερμοκηπίου, ή τοποθετώντας δοχεία νερού μπροστά στον τοίχο (σχ 1.40 – 1.41 – 1.42)



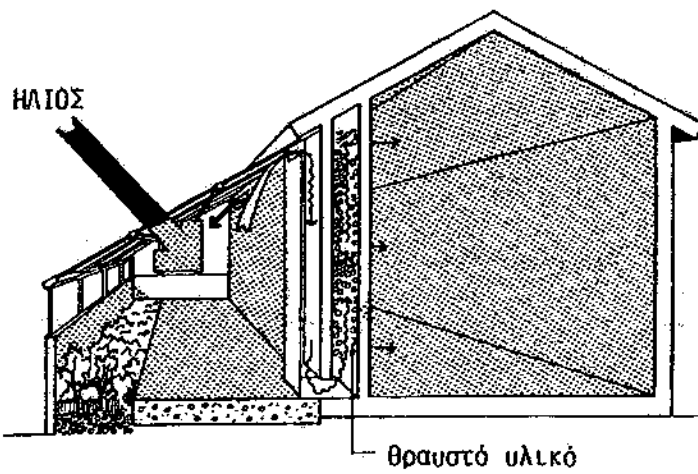
Σχήμα 1.38 Θερμοκήπιο προσαρτημένο σε νότιο τοίχο νερού. Σχηματικά ορίζεται η θερμική του λειτουργία την ημέρα και την νύχτα.



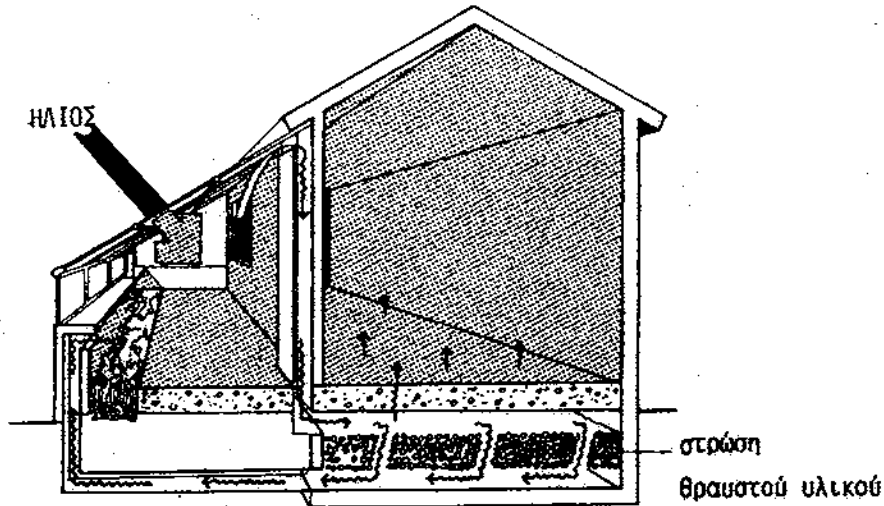
Σχήμα 1.39 Διαχωριστικός τοίχος θερμικής αποθήκευσης, ανάμεσα στο θερμοκήπιο και στο κτίριο. Λειτουργεί ανάλογα με τον τοίχο Trombe.



Σχήμα 1.40 Η θερμική μάζα του διαχωριστικού τοίχου ενισχύεται με την τοποθέτηση δοχείων νερού.



Σχήμα 1.41 Ενίσχυση της θερμικής αποθήκευσης του διαχωριστικού τοίχου με θραυστό υλικό.



Σχήμα 1.42 Ενίσχυση της θερμικής αποθήκευσης του θερμοκηπίου με δάπεδο από θραυστό υλικό

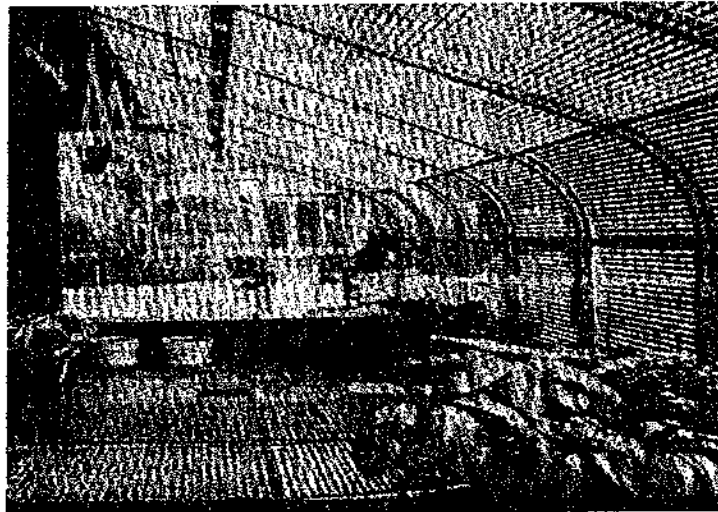
Η νυχτερινή μόνωση συμβάλλει σημαντικά στην καλύτερη απόδοση του συστήματος. Μπορεί να γίνει με τρόπους απλούς, για παράδειγμα, με την τοποθέτηση κινητού, μονωτικού στοιχείου στην εξωτερική πλευρά του διαχωριστικού τοίχου, ακόμη και ρολού, μια και το θερμοκήπιο την νύχτα παρουσιάζει πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

Η θερμική προστασία του θερμοκηπίου είναι και δύσκολη και πολυέξοδη.

Η πιο απλή λύση είναι να προβλεφθεί διπλός υαλοπίνακας στο υαλοστάσιο του.

Για την περίοδο του καλοκαιριού, προκειμένου ν' αποφευχθούν συνθήκες υπερθέρμανσης, πρέπει να προβλέπονται:

1. άνοιγμα στον οροφή του θερμοκηπίου ή μερική απομόνωση από το υπόλοιπο κτίριο, έτσι ώστε ο ζεστός αέρας να απομακρύνεται προς τα έξω.
2. καλός αερισμός, εξασφαλίζοντας την είσοδο του αέρα από το κάτω άνοιγμα του υαλοστασίου στο χώρο του θερμοκηπίου.
3. συνολική ή μερική ηλιοπροστασία του χώρου του θερμοκηπίου (εικόνα 1.43).
4. μεγάλη θερμική αδράνεια των τοίχων και του δαπέδου του θερμοκηπίου.



Εικόνα 1.43 Ηλιοπροστασία του χώρου του θερμοκηπίου, με κινητά στόρια

### Γ) Το σύστημα του θερμοκηπίου και η προσαγωγή του στις κλιματικές συνθήκες.

Το προσαρτημένο στο κτίριο θερμοκήπιο αποτελεί ένα σύστημα σύνθετο και είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί με τρόπο ελεγχόμενο.

Μοιάζει να προσαρμόζεται καλύτερα σε περιοχές, όπου κυριαρχεί η διάχυτη ακτινοβολία, ενώ η γήινη είναι λιγότερο έντονη. Ίσως να είναι αυτός ο λόγος που εμφανίστηκε και αναπτύχθηκε σε περιοχές με κλίμα ψυχρό.

Σε κλιματικές συνθήκες, όπου η ηλιακή ακτινοβολία είναι έντονη, το σύστημα του θερμοκηπίου απαιτεί να είναι εξοπλισμένο με ηλιοπροστατευτικά στοιχεία για το καλοκαίρι και με θερμική προστασία για τον χειμώνα, προκειμένου να επιβραδύνεται η ψύξη του χώρου, στην διάρκεια της νύχτας.

Για το μεσογειακό κλίμα, παρόλες τις παραπάνω προτεινόμενες προστασίες και παρά τη μεγάλη θερμική αδράνεια των χώρων, που συνδέονται με το θερμοκήπιο, αναμένεται να εμφανιστούν εσωτερικές θερμικές διακυμάνσεις, αρκετά σημαντικές, που οφείλονται στο μεγάλο εύρος της εξωτερικής θερμοκρασίας και στην έντονη ηλιακή ακτινοβολία.

Ωστόσο το θερμοκήπιο έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να εφαρμοστεί όχι μόνο στην μεμονωμένη κατοικία, αλλά και σε συγκρότημα κατοικιών.

### Δ) Παρατηρήσεις

Τα περισσότερα κτίρια, κυρίως κατοικίες, που έχουν μελετηθεί ή κατασκευαστεί μέχρι σήμερα, με βάση τις βιοκλιματικές αρχές σχεδιασμού και την εφαρμογή των παθητικών, ηλιακών συστημάτων, παρουσιάζουν μια ελευθερία στην εσωτερική διάρθρωση των χώρων: χώροι ανοιχτοί σε κάτοψη, ανισοϋψή επίπεδα σε τομή. Το καθιστικό παρουσιάζει μια πολυλειτουργικότητα: χώρος καθιστικού, χώρος φαγητού, χώρος μελέτης ή γραφείου, με απρόκοπη θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Οι λόγοι, προφανώς, είναι να διασφαλίσουν την ελεύθερη κίνηση του ζεστού αέρα προς τα πάνω και στο βάθος, όπου οι χώροι δεν δέχονται άμεσο ηλιασμό. Πολλές φορές, εφαρμόζεται η κλιμακωτή διάταξη, στο σύνολο του κτιρίου, όταν το σχήμα του οικοπέδου επιβάλλει την χωροθέτηση του κτιρίου με τον μεγάλο του άξονα στην κατεύθυνση βορρά – νότου.

Αυτή η ανοιχτή εσωτερική διάρθρωση και επικοινωνία των χώρων μεταξύ τους, σίγουρα επηρεάζει και τις σχέσεις ανάμεσα στα μέλη της οικογένειας και καθιερώνει, πιθανόν, νέους τρόπους συμπεριφοράς και επικοινωνίας μεταξύ τους. Ταυτόχρονα αρχίζει μια συνειδητοποίηση του σύνθετου προβλήματος "εξοικονόμηση ενέργειας", καθώς και τις ανάγκες αρμονικής συμβίωσης με την φύση και τα φυσικά φαινόμενα.

Ο σχεδιασμός με τον ήλιο μειώνει τις επεμβάσεις του περιβάλλοντος από τα κατάλοιπα της κατανάλωσης υγρών καυσίμων και συμβάλλει στην ισορροπία του οικοσυστήματος.

## 1.3 Βιοκλιματική ενεργειακή κάλυψη

Σημαντικό ρόλο στον βιοκλιματικό ενεργειακό σχεδιασμό διαδραματίζουν τα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Ως τέτοια στον βιοκλιματισμό ορίζουμε τα εξής:

α) φωτοβολταϊκά, β) ανεμογεννήτριες, γ) επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες και δ) γεωθερμία

Τις παραπάνω τέσσερις κατηγορίες συστημάτων θα εξετάσουμε αναλυτικά στο Κεφάλαιο 2 που ακολουθεί.



## 2. Πολυκρυσταλλικού πυριτίου

Κατασκευάζονται από χυτό πυρίτιο. Έχουν βαθμό απόδοσης γύρω στο 15%. Τα Φ/Β στοιχεία γαλλίου - αρσενίου (GaAs) διακρίνονται για τον υψηλό βαθμό απόδοσής τους και ως εκ τούτου χρησιμοποιούνται κατά κόρον στις διαστημικές εφαρμογές και τα συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας. Η απόδοσή τους αγγίζει το 25%, όταν δέχονται την άμεση ηλιακή ακτινοβολία και το 28%, όταν δέχονται και τη διάχυτη. Σε ερευνητικό στάδιο ο βαθμός απόδοσης των Φ/Β στοιχείων GaAs έχει ξεπεράσει το 30% [3].



Σχήμα 2.2 Φωτοβολταϊκή γεννήτρια πολυκρυσταλλικού πυριτίου.  
(πηγή <http://helios.teiath.gr/pathceogk/anadromh.htm> )

## 3. Άμορφου πυριτίου

Τα Φ/Β αυτά στοιχεία κατασκευάζονται από άμορφο πυρίτιο. Διακρίνονται από την πολύ μικρή κατανάλωση πυριτίου κατά την κατασκευή τους, και οι κατασκευαστικές διαδικασίες είναι ευκολότερες, με αποτέλεσμα την σημαντική μείωση του κόστους αυτών. Το κυριότερο μειονέκτημά τους είναι η πολύ χαμηλή απόδοσή τους, η οποία δεν ξεπερνά το 10%. Χρησιμοποιούνται συνήθως σε ηλιακά ρολόγια και σε αριθμητικούς υπολογιστές. Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα είναι η χρήση τους σε μεγάλα κτίρια, γνωστά και ως BIPVs, όπου αντικαθιστούν τα τζάμια συμβάλλοντας έτσι στην τροφοδοσία του κτιρίου με ηλεκτρική ενέργεια.



Σχήμα 2.3 Άποψη από BIPVs.  
(πηγή <http://helios.teiath.gr/pathceogk/anadromh.htm> )

### 2.1.2 Εφαρμογές

Τα Φ/Β κύτταρα, τα Φ/Β πλαίσια και οι μεγάλης κλίμακας Φ/Β σταθμοί παραγωγής, έχουν γίνει τμήμα της καθημερινής μας ενεργειακής πραγματικότητας στο εξωτερικό, ενώ η Ελλάδα υστερεί σε αντίστοιχες εφαρμογές. Η άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία, είναι εξαιρετικά διαδεδομένη σε πολλούς τομείς. Οι Φ/Β εγκαταστάσεις χαρακτηρίζονται από τη σταθερότητά τους, την έλλειψη κινουμένων μερών, την αυτονομία τους και το μεγάλο χρόνο ζωής τους,

## 2

## Τεχνολογίες βιοκλιματικής ενεργειακής κάλυψης κατοικίας

### 2.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία

Τα φωτοβολταϊκά ( Φ/Β ) στοιχεία αποτελούν μια από τις βασικές τεχνολογίες εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας. Παρακάτω παρατίθενται μερικά στοιχεία για, την αρχή λειτουργίας, εφαρμογές κ.τ.λ. για τα ( Φ/Β ).

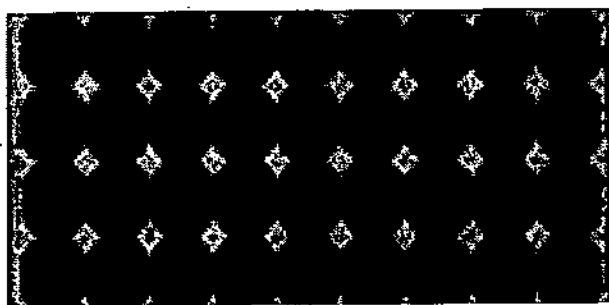
#### 2.1.1 Αρχή λειτουργίας

Ένα Φ/Β κύτταρο από πυρίτιο είναι κατασκευασμένο από μία ειδική ημιαγωγική δίοδο (φωτοδίοδο), στην οποία παρατηρούμε ροή ηλεκτρικών φορτίων, όταν αυτό δεχθεί φως. Όταν το φως πέφτει στο κύτταρο, τότε τα φωτόνια απορροφούνται από τα ηλεκτρόνια του πυριτίου. Η ενέργεια των φωτονίων διεγείρει τα ηλεκτρόνια σε μια υψηλότερη ενεργειακή στάθμη, οπότε αυτά κινούνται αφήνοντας πίσω τους μία οπή. Έτσι, λοιπόν, τα απορροφούμενα φωτόνια δημιουργούν ζεύγη ηλεκτρονίων - οπών. Το ηλεκτρικό πεδίο διαχωρίζει τα ηλεκτρόνια από τις οπές και η διαφορά δυναμικού, που αναπτύσσεται, κυμαίνεται μεταξύ 0.5 - 0.6 Volts. Η ύπαρξη των ηλεκτρικών φορτίων και της διαφοράς δυναμικού, δημιουργούν ένα ρεύμα το οποίο μπορεί να διαρρεύσει ένα εξωτερικό κλειστό κύκλωμα.

Τα Φ/Β στοιχεία που συνήθως χρησιμοποιούνται σήμερα είναι τα ακόλουθα:

#### 1. Μονοκρυσταλλικού πυριτίου

Είναι τα πιο διαδεδομένα στην αγορά και κατασκευάζονται σε κυλίνδρους ανεπτυγμένου πυριτίου. Οι κύλινδροι αυτοί κόβονται σε λεπτές φέτες, γνωστές ως wafers, με πάχος μόλις 200 μm. Ο βαθμός απόδοσής τους στα εργαστήρια, φθάνει το 24%, ενώ στο εμπόριο αγγίζει το 14% [3].



Σχήμα 2.1 Φωτοβολταϊκή γεννήτρια μονοκρυσταλλικού πυριτίου.  
(πηγή <http://helios.teiath.gr/patheogk/aniadromh.htm>)

καθώς και τον αποκεντρωτικό χαρακτήρα που διαθέτουν. Δεν παράγουν κανενός είδους θόρυβο και είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Ο μόνος αποτρεπτικός λόγος για την εγκατάστασή τους, είναι το υψηλό τους κόστος αγοράς.

Ανάλογα με την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας τα Φ/Β συστήματα διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

### 1. Διασυνδεδεμένα Φ/Β συστήματα

Στα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο Φ/Β συστήματα, η παραγόμενη από τα φωτοβολταϊκά ηλεκτρική ενέργεια, τροφοδοτεί τα ηλεκτρικά φορτία και εφ' όσον υπάρχει περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας, διαβιβάζεται και πωλείται στο δίκτυο. Στις περιπτώσεις όμως που η ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά δεν επαρκεί για να καλύψει τα φορτία, παρέχεται συμπληρωματική ενέργεια από το δίκτυο.

Έτσι στα διασυνδεδεμένα συστήματα υπάρχουν δύο μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας, ο ένας εκ των οποίων μετράει την ενέργεια που δίνεται στο δίκτυο και ο άλλος την ενέργεια που παρέχει το δίκτυο.

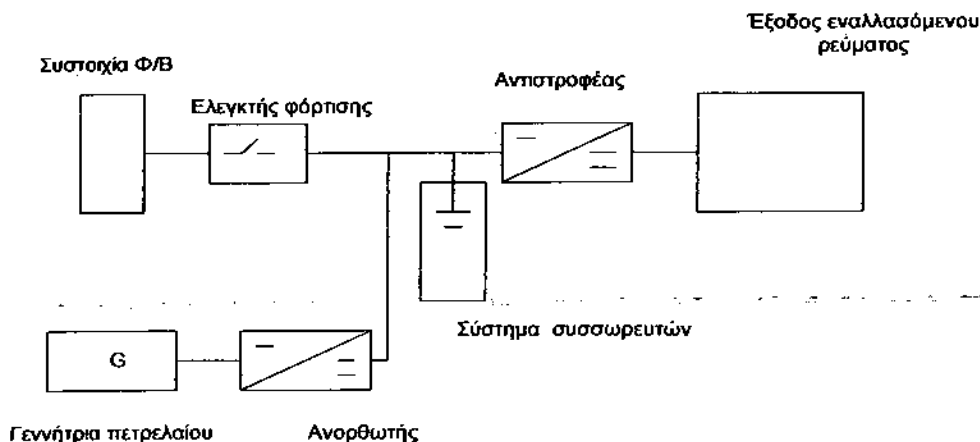
Επίσης, δεν απαιτείται η χρήση συσσωρευτών στη περίπτωση των διασυνδεδεμένων συστημάτων, γεγονός που ελαττώνει το αρχικό κόστος εγκατάστασης, καθώς και το κόστος συντήρησης.

### 2. Αυτόνομα Φ/Β συστήματα

Σήμερα υπάρχει πληθώρα μικρών Φ/Β συστημάτων σε κεραιές τηλεπικοινωνιακών σταθμών, εξοχικά σπίτια, αντλίες άντλησης νερού, χιονοδρομικά κέντρα, τροχόσπιτα, φάρους, μετεωρολογικούς σταθμούς, υπαίθρια φωτιστικά σώματα, σκάφη και άλλες εφαρμογές, οι οποίες καθίστανται ενεργειακά αυτόνομες. Βέβαια υπάρχουν συστοιχίες συσσωρευτών, οι οποίες αποθηκεύουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, ενώ σε περίπτωση που έχουμε φορτία εναλλασσόμενου ρεύματος, είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός αντιστροφέα στο σύστημα, προκειμένου να μετατρέπει τη συνεχή σε εναλλασσόμενη τάση. Όταν τα αυτόνομα Φ/Β συστήματα συνδυασθούν και με άλλη ανανεώσιμη ή συμβατική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, (ανεμογεννήτρια, ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, κ.λ.π.) τότε χαρακτηρίζονται σαν υβριδικά.

### 3. Υβριδικά Φ/Β συστήματα

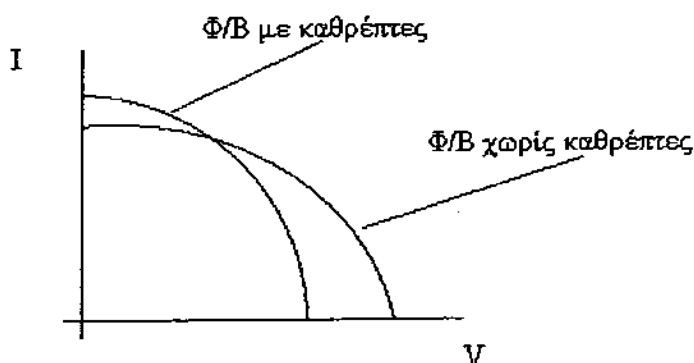
Αυτόνομο σύστημα που αποτελείται από τη Φ/Β συστοιχία, σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας, όπως μια γεννήτρια πετρελαίου ή άλλη μορφή ΑΠΕ (π.χ. ανεμογεννήτρια). Στο σχήμα παρακάτω φαίνεται ένα τέτοιο υβριδικό σύστημα.



Σχήμα 2.4 Υβριδικό σύστημα φωτοβολταϊκών στοιχείων.  
(πηγή <http://helios.teiath.gr/patheogk/anadromh.htm> )

### 2.1.3 Μέθοδοι αύξησης της αποδοτικότητας των συστοιχιών φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Μια από τις μεθόδους αύξησης της αποδοτικότητας των Φ/Β στοιχείων είναι η τοποθέτηση καθρέπτων εκατέρωθεν (δεξιά - αριστερά ή πάνω - κάτω) της κύριας συστοιχίας. Οι καθρέπτες αυτοί είναι τοποθετημένοι έτσι, ώστε η ανακλώμενη από αυτούς ακτινοβολία να προσπίπτει πάνω στην συστοιχία των Φ/Β. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στη διάρκεια εργαστηριακών μελετών, κατέδειξαν την αποδοτικότητα της απλής αυτής λύσης. Έτσι παρατηρήθηκε αύξηση του ρεύματος βραχυκύκλωσης με αντίστοιχη πτώση της τάσης ανοικτού κυκλώματος και άρα μεγάλη τιμή ισχύος. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η τάση που μετρήθηκε με πυρανόμετρο στις επιφάνειες των δύο συστοιχιών είναι 10 mV στην περίπτωση χωρίς και 15 mV με καθρέπτες [3]. Στο σχήμα είναι σχεδιασμένο ποιοτικά το γράφημα  $I=f(V)$  για την περίπτωση Φ/Β με και χωρίς καθρέπτες.



Σχήμα 2.5 Γραφική παράσταση της συνάρτησης  $I=f(V)$ . Είναι σχεδιασμένη, ποιοτικά, για τις περιπτώσεις Φ/Β με και χωρίς καθρέπτη.

Από την άλλη, η χρήση αντιανακλαστικών καλύψεων πάνω από τα Φ/Β είναι απαραίτητη για την αποφυγή απωλειών από ανάκλαση. Οι απώλειες αυτές είναι σημαντικότερες και ευθύνονται για τη μείωση της απόδοσης του συστήματος. Ο κρύσταλλος πυριτίου έχει ανακλαστικότητα  $R \approx 0,3$ , οπότε μόνο ένα ποσοστό 50% της ακτινοβολίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αφού έχει κατάλληλη ενέργεια και δεν ανακλάται.

Οι μέθοδοι κατασκευής και χρήσης των Φ/Β εξελίσσονται συνεχώς, δεδομένου ότι αποτελούν τεχνολογία παραγωγής οικολογικής και φθηνής ενέργειας. Σήμερα υπάρχει η τάση κατασκευής Φ/Β σε πολύ λεπτά υμένια κάτω από ειδικές εργαστηριακές συνθήκες (συνθήκες κενού). Με την τεχνική αυτή μειώνεται η ποσότητα πυριτίου, που είναι απαραίτητη για την κατασκευή του συλλέκτη και άρα μειώνεται το κόστος κατασκευής και αγοράς. Επίσης έχει παρατηρηθεί ότι υλικά όπως το CdTe, GaAs, InP έχουν μικρό μήκος απορρόφησης και είναι κατάλληλα για την παρασκευή Φ/Β κυττάρων πολύ μικρού πάχους.

### 2.1.4 Η Ελληνική πραγματικότητα

Η εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών σταθμών στην Ελλάδα (2002) φαίνεται στον πίνακα 2.1 [3]

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 Εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β

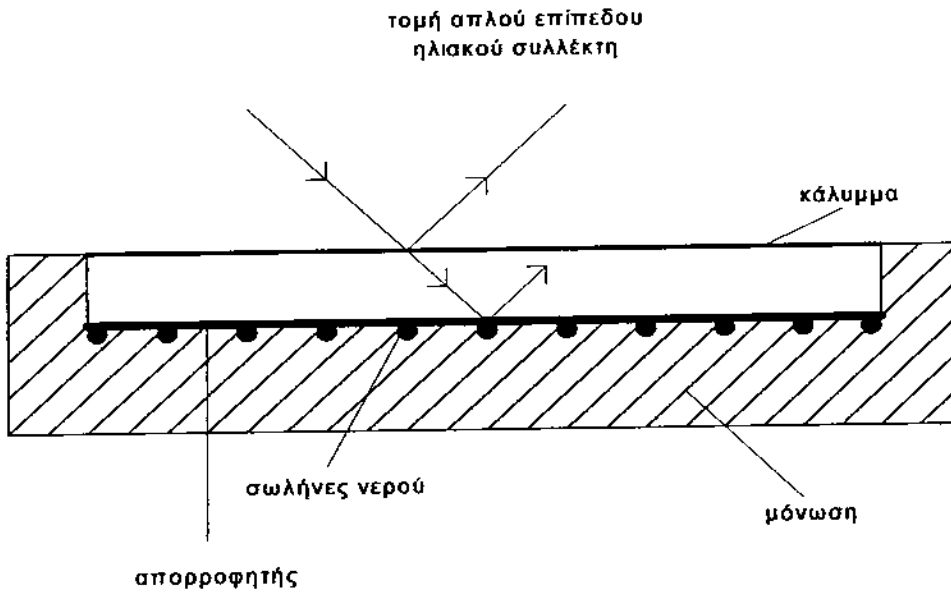
| ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ     | ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ          | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ(KW) |
|---------------|---------------------|----------------------------------|
| ΚΥΘΝΟΣ        | ΔΕΗ                 | 100                              |
| ΑΡΚΟΙ         | ΔΕΗ                 | 37,5                             |
| ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΑ    | ΔΕΗ                 | 25                               |
| ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΑ    | ΟΤΕ                 | 20                               |
| ΓΑΥΔΟΣ        | ΔΕΗ                 | 20                               |
| ΑΓ. ΟΡΟΣ      | Ι.Μ. ΣΙΜΩΝΟΣ ΠΕΤΡΑΣ | 45                               |
| ΣΙΦΝΟΣ        | ΔΕΗ                 | 60                               |
| <b>ΣΥΝΟΛΟ</b> |                     | <b>307,5</b>                     |

## 2.2 Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες

Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες αποτελούν τη σπουδαιότερη κατηγορία συσκευών συλλογής της ηλιακής ενέργειας από πλευράς εφαρμογών. Η βασική ιδέα για την κατασκευή τους στηρίζεται στην ενέργεια που απορροφά μια μαύρη επιφάνεια (μαύρη για να απορροφά τη μέγιστη δυνατή ηλιακή ακτινοβολία) τοποθετημένη σε κατάλληλη θέση (κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο, προσανατολισμός προς το νότο) ώστε να δέχεται τη μέγιστη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημερήσιας κίνησης του ήλιου. Κάτω από τη μαύρη επιφάνεια κυκλοφορεί συνήθως νερό (αντί του νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί αέρας ή κατάλληλο οργανικό υγρό) μέσα σε σωλήνες που βρίσκονται σε θερμική επαφή με την επιφάνεια, για την απαγωγή της συλλεγόμενης θερμότητας. Η διάταξη βρίσκεται εντός κατάλληλου, θερμικά μονωμένου, περιβλήματος, ενώ στην μπροστινή επιφάνεια είναι δυνατό να υπάρχει διαφανές κάλυμμα από γυαλί ή πλαστικό για την καλύτερη προστασία του συστήματος από τα καιρικά φαινόμενα.

Ο απλούστερος συλλέκτης είναι ο λεγόμενος «γυμνός», χωρίς δηλαδή προστατευτικό κάλυμμα. Οι συλλέκτες αυτού του είδους έχουν γενικά μικρή απόδοση διότι χάνουν μεγάλα ποσά ενέργειας με ελεύθερη μεταφορά θερμότητας στον περιβάλλοντα χώρο.

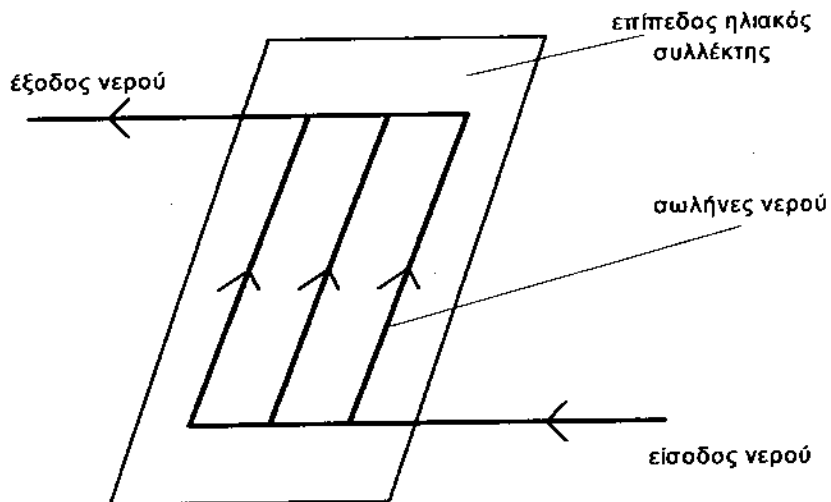
Στη συνέχεια έχουμε εκείνους με ένα προστατευτικό κάλυμμα που προφυλάσσει τη μαύρη επιφάνεια, ενώ παράλληλα περιορίζει σε μεγάλο βαθμό τις απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον. Η απώλεια μέρους της ακτινοβολίας λόγω ανάκλασης, αν και μικρή (περίπου 5% με 10%), μπορεί να περιοριστεί περαιτέρω με την «παρακολούθηση» του ηλίου από το συλλέκτη, χρησιμοποιώντας κατάλληλη διάταξη (ηλιοστάτης).



Σχήμα 2.6 Τομή απλού επίπεδου ηλιακού συλλέκτη.

Στις εφαρμογές που απαιτούνται ακόμα μεγαλύτερες θερμοκρασίες, χρησιμοποιούνται δυο προστατευτικά διαφανή καλύμματα τοποθετημένα παράλληλα μεταξύ τους, αλλά και με τη μαύρη επιφάνεια σε μικρή απόσταση. Το μειονέκτημα, στην περίπτωση αυτή, είναι η μείωση της οπτικής απόδοσης.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται μια πιθανή διάταξη των σωληνώσεων για απαγωγή θερμότητας.



Σχήμα 2.7 Επίπεδος ηλιακός συλλέκτης.  
Πιθανή διάταξη των σωληνώσεων για απαγωγή θερμότητας



Σχήμα 2.8 Επίπεδος ηλιακός συλλέκτης στην ταράτσα οικίας  
(πηγή [www.physics.4u.gr](http://www.physics.4u.gr))



Σχήμα 2.9 Ηλιακός θερμοσίφοντας  
(πηγή [www.physics.4u.gr](http://www.physics.4u.gr))

## 2.3 Ανεμογεννήτριες

### 2.3.1 Γενικά

Η αιολική ενέργεια είναι η ενέργεια του ανέμου που προέρχεται από τη μετακίνηση αερίων μαζών της ατμόσφαιρας. Το συνολικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της.

Οι μηχανές με τις οποίες εκμεταλλευόμαστε το φαινόμενο αυτό, ονομάζονται ανεμογεννήτριες (Α/Γ).

Το πιο χαρακτηριστικό γνώρισμα των ανεμογεννητριών είναι ο συντελεστής ισχύος  $C_p$ , που είναι ο λόγος της μηχανικής ισχύος  $P_E$  της ανεμογεννήτριας προς την

ισχύ του ανέμου που διαπερνά κάθετα την επιφάνεια σάρωσης της πτερωτής της ανεμογεννήτριας και δίνεται από την σχέση:

$$C_p = \frac{P_g}{P} = \frac{2P_g}{\rho \cdot A \cdot V^3}$$

Όπου:  $P_g$  είναι η μηχανική ισχύς

$P$  η ισχύς του ανέμου

$\rho$  η πυκνότητα του αέρα περίπου ίση με  $1.3 \text{ kg/m}^3$ ,

$A$  η διατομή που διαγράφουν τα πτερύγια της μηχανής,

$V^3$  η ταχύτητα του ανέμου.

Η τιμή του συντελεστή  $C_p$  είναι γενικά μικρότερη από το όριο του Betz ( $C_p = 0.59$ ) και αυτό λόγω σχηματισμού στροβίλων (απώλεια ενέργειας λόγω μετατροπής της σε θερμότητα) και μηχανικών τριβών (απόδοση του πολλαπλασιαστή και της γεννήτριας).

Αν έχουμε έναν ορισμένο τύπο ανεμογεννήτριας, έχει βρεθεί ότι ο συντελεστής ισχύος  $C_p$  εξαρτάται από τον λόγο  $\lambda$  (tip-speed ratio) της ταχύτητας  $U_0$  περιστροφής των ακροπτερυγίων του συστήματος προς την ταχύτητα του ανέμου  $V$ .

Επίσης και από την τιμή του  $\lambda$  εξαρτάται και ο αριθμός των πτερυγίων της πτερωτής της ανεμογεννήτριας. [4]

Το  $\lambda = 1$  αντιστοιχεί σε ανεμογεννήτρια με 8-24 πτερύγια

Το  $\lambda = 2$  αντιστοιχεί σε ανεμογεννήτρια με 6-12 πτερύγια

Το  $\lambda = 3$  αντιστοιχεί σε ανεμογεννήτρια με 3-6 πτερύγια

Το  $\lambda = 4$  αντιστοιχεί σε ανεμογεννήτρια με 2-4 πτερύγια

Το  $\lambda = 5$  αντιστοιχεί σε ανεμογεννήτρια με 2-3 πτερύγια

Εκτός από τον αριθμό των πτερυγίων, οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε μηχανές με οριζόντιο άξονα περιστροφής και σε μηχανές με κατακόρυφο άξονα περιστροφής.

### 2.3.2 Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα περιστροφής

Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα περιστροφής ταξινομούνται σε: δίπτερες και τρίπτερες.

Αυτές οι μηχανές προσφέρονται για θέσεις όπου επικρατούν υψηλές ταχύτητες του ανέμου.

Επίσης όσο ελαττώνεται ο αριθμός των πτερυγίων τους, τόσο αυξάνει η γωνιακή ταχύτητα τους. Ο λόγος  $\lambda$  μπορεί να φτάσει ακόμα και την τιμή 10.

Τρίπτερες ανεμογεννήτριες με ρότορα μήκους μικρότερου των 10 μέτρων έχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης ασθενούς αιολικού ανέμου (ευρύ φάσμα ταχυτήτων ανέμου) και κόστος κατασκευής και συντήρησης μικρό, καθώς τα προβλήματα αντοχής και δυναμικής καταπόνησης μηχανικών μερών είναι περιορισμένα στις μηχανές αυτής της κατηγορίας. Στις μηχανές μεγάλου μεγέθους επικρατούν οι δίπτερες, με κόστος κατασκευής και συντήρησης σαφώς μικρότερο, από αυτό των τριπτερωτών αντιστοίχου μεγέθους.

Από πειραματικές μετρήσεις σε δίπτερη ανεμογεννήτρια, βρέθηκε ότι η μεγαλύτερη ισχύς αντιστοιχεί σε,

$$\lambda = \frac{\pi \cdot (2R) \cdot \Omega}{60V} \cong 6$$



που αντιστοιχεί σε έναν συντελεστή ισχύος  $C_p = 0.4$ , οπότε η μέγιστη παραγόμενη ισχύς δίνεται από την σχέση:

$$P = 0.2(2R)^2 \cdot V^3 \text{ (Watts)}$$

Η σύγχρονη τεχνολογία χρήσης της αιολικής ενέργειας ξεκίνησε με μικρές Α/Γ δυναμικότητας 20 ως 75 KW. Σήμερα χρησιμοποιούνται Α/Γ δυναμικότητας 200 ως 5.000 KW.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τα δύο είδη ανεμογεννητριών (δίπτερες, τρίπτερες)



Σχήμα 2.10 Τρίπτερες και δίπτερες ανεμογεννήτριες  
(πηγή [www.physics.4u.gr](http://www.physics.4u.gr))



Σχήμα 2.11 Τομή τρίπτερης ανεμογεννήτριας  
(πηγή <http://www.spitia.gr/enercon>)



Σχήμα 2.12 Τρίπτερη ανεμογεννήτρια και τομή της  
(πηγή [www.physics.4u.gr](http://www.physics.4u.gr))

Τα βασικά πλεονεκτήματα των ανεμογεννητριών είναι:

1. Ένεκα της μεγάλης περιστροφικής ταχύτητας τους έχουν μικρό αριθμό πτερυγίων (2-4) , με αποτέλεσμα μικρό βάρος και μικρότερο κόστος κατασκευής , σε σχέση με την πολύπτερη μηχανή της ίδιας διαμέτρου.
2. Επειδή κατασκευάζονται να αντέχουν σε μεγάλες φυγόκεντρες δυνάμεις , το φαινόμενο της κόπωσης που παρατηρείται στην πτερωτή από τις ριπές του ανέμου είναι λιγότερο σημαντικό.

### 2.3.3 Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα περιστροφής

Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα περιστροφής ταξινομούνται σε: μηχανές τύπου Savonius, και μηχανές τύπου Darrieus.

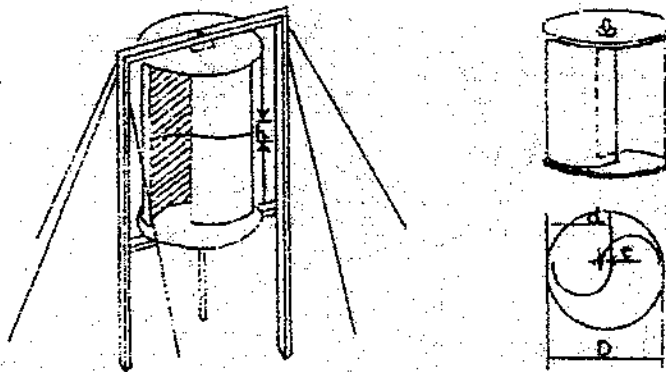
#### 2.3.3.1 Ανεμογεννήτριες τύπου Savonius

Η πτερωτή αποτελείται από δύο ημικυλίνδρους τοποθετημένους κατά τρόπο που βλέπουμε στο ( Σχήμα 2.13) ως προς το πεδίο ροής του ανέμου.



Σχήμα 2.13 Ανεμογεννήτρια τύπου Savonius μέσα στο πεδίο ροής του

Σημαντικό ρόλο στην μηχανή τύπου Savonius παίζει η απόσταση των δύο ημικυλίνδρων ( $e$ ) σε σχέση με την διάμετρό τους ( $d$ ) ( Σχήμα 2.14 ).



Σχήμα 2.14 Ανεμογεννήτριες τύπου Savonius

Ο αρχικός τύπος ήταν κατασκευασμένος έτσι ώστε ο λόγος  $e/d$  να ισούται με  $1/3$  (τύπος IV). Ο λόγος  $\lambda$  για τον οποίο έχουμε την μεγαλύτερη απόδοση του συστήματος πρέπει να έχει τιμές,

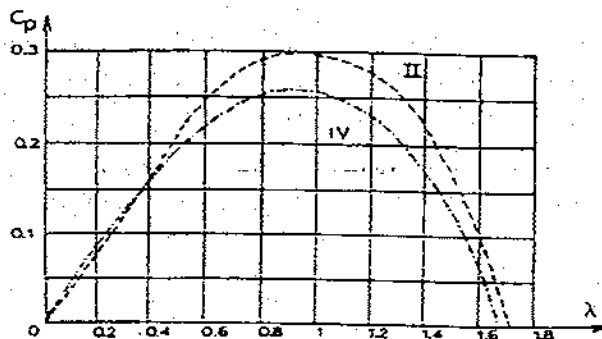
$$0.9 < \lambda = \frac{\omega \cdot R}{V} < 1$$

Οπότε ο αντίστοιχος συντελεστής ισχύος ισούται με 0.25 και η μέγιστη παραγόμενη ισχύς για  $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$  ισούται με ,

$$P = 0.16S \cdot V^3$$

Όπου  $S = h \cdot (2d - e)$  η επιφάνεια σάρωσης, και  $h$  το ύψος των ημικυλίνδρων.

Στο Σχήμα 2.15, δίνονται για δύο διαφορετικές τιμές του λόγου  $e/d$  οι καμπύλες απόδοσης ισχύος σε σχέση με τον λόγο  $\lambda$ . Έτσι βλέπουμε ότι η μέγιστη παραγόμενη ισχύς από τον τύπο II είναι μεταξύ 25 και 30% μεγαλύτερη από αυτή που επιτυγχάνεται από τον αρχικό τύπο Savonius για τις ίδιες διαστάσεις.



Σχήμα 2.15 Καμπύλη απόδοσης σε σχέση με τον συντελεστή  $\lambda$  δύο τύπους ανεμογεννητριών τύπου Savonius

Για την περίπτωση του τύπου II που έχει μεγαλύτερη απόδοση ισχύος, η παραγόμενη ισχύς μπορεί να υπολογιστεί από την σχέση :

$$P = 0.5\rho \cdot C_p \cdot S \cdot V^3$$

Όπου  $C_p = 0.53(\lambda - 0.21) \cdot (1.7 - \lambda)$  για  $0.9 < \lambda < 1.6$  και

$$C_p = 0.5\lambda - 0.2\lambda^2 \text{ για } 0 < \lambda < 0.9$$

### 2.3.3.2 Ανεμογεννήτριες τύπου Darrieus

Οι ανεμογεννήτριες τύπου Darrieus αποτελούνται από άκαμπτα πτερύγια στερεωμένα και στα δυο άκρα του. Η επιφάνεια σάρωσης μπορεί να είναι : κυλινδρική ( σχήμα 2.16 α ), σφαιρική ( σχήμα 2.16 β ), κωνική ( σχήμα 2.16 γ ) η παραβολική ( σχήμα 2.16 δ ).

Στις ανεμογεννήτριες του τύπου αυτού ο συντελεστής ισχύος  $C_p$  συνδέεται με τον λόγο  $\lambda$  με την σχέση :

$$C_p = c_m \cdot \lambda$$

Όπου  $c_m$  ο συντελεστής ροπής του συστήματος.

Από πειραματικές μελέτες που έγιναν στην παραβολική μηχανή τύπου Darrieus με δύο και με τρία πτερύγια , προέκυψε ότι η μέγιστη παραγόμενη ισχύς της ισούται με:

$$P = 0.25 \cdot V^3$$

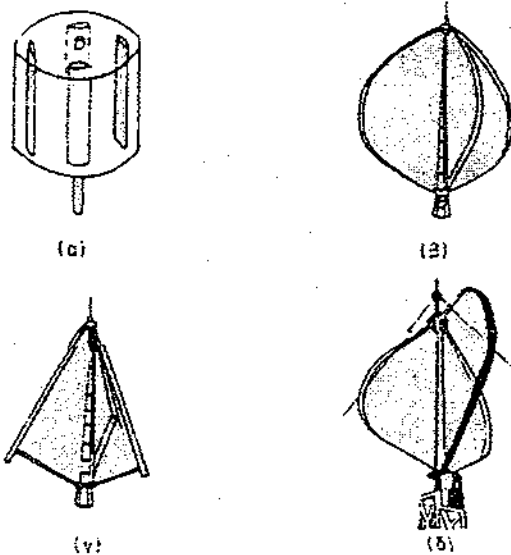
Αυτή η ισχύς αντιστοιχεί σε μια τιμή τις παραμέτρου  $\lambda$  :

$$\lambda = \sqrt{\frac{5R}{b \cdot l}}$$

Όπου :  $l$  το μήκος της χορδής των πτερυγίων

$R$  η μέγιστη απόσταση του πτερυγίου από το κέντρο του συστήματος, κάθετη στον κατακόρυφο άξονα και

$b$  σύνθετη συνάρτηση εξαρτώμενη από την γεωμετρία του συστήματος.



Σχήμα 2.16 Ανεμογεννήτριες τύπου Darrieus

## 2.4 Γεωθερμία – Γεωθερμική ενέργεια

### 2.4.1 Εισαγωγή

Η γεωθερμία δεν συνδέεται άμεσα με την φυσική του περιβάλλοντος καθώς δεν πρόκειται για ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, δηλαδή δεν προκύπτει από την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε άλλη μορφή ενέργειας.

Με τον όρο γεωθερμία εννοούμε την γεωθερμική ενέργεια με την μορφή της θερμότητας που μεταδίδεται από το κέντρο της Γης, όπου επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, προς την επιφάνεια της σύμφωνα με τον νόμο της μετάδοσης της θερμότητας (μεταφορά θερμότητας από θερμοδοχείο με υψηλή θερμοκρασία σε άλλο με χαμηλότερη). Έχει εκτιμηθεί ότι η παγκόσμια γεωθερμική ενέργεια είναι της τάξης των  $22 \cdot 10^{23} \text{ Kwh}$ .

Η μέση κανονική γεωθερμική βαθμίδα ( $\theta T / \theta n$ ), δηλαδή η μεταβολή της θερμοκρασίας (T) με το βάθος (n), σε ένα βάθος γύρω στα 5 km από την επιφάνεια του εδάφους, είναι περίπου ίση με  $33 \text{ }^\circ\text{C} / \text{Km}$ , με αποτέλεσμα η πυκνότητα της γεωθερμικής ενέργειας στην επιφάνεια της Γης ανά μονάδα επιφανείας να είναι πολύ μικρή ( $8.4 \cdot 10^{-11} \text{ Kw/cm}^2$ ), σε σχέση με την ηλιακή ενέργεια.

Έτσι η γεωθερμική ενέργεια δεν μπορεί να θεωρηθεί εκμεταλλεύσιμη παρά μόνο στις περιοχές όπου παρατηρείται γεωθερμική ανωμαλία, δηλαδή η κατακόρυφη γεωθερμική ενέργεια είναι πολλαπλάσια της μέσης κανονικής. Οι θέσεις που παρατηρείται γεωθερμική ανωμαλία (δηλαδή η γεωθερμική βαθμίδα εμφανίζεται από 50% ως και 100% και πλέον μεγαλύτερη της μέσης κανονικής) ορίζονται σαν γεωθερμικά πεδία.

Γεωθερμική ανωμαλία εμφανίζεται συνήθως σε ηφαιστειογενείς περιοχές ή σε περιοχές όπου η διάπυρη ύλη του εσωτερικού της Γης βρίσκεται σε βάθος μικρότερο από το μέσο κανονικό βάθος. Αν σε αυτές τις περιοχές υπάρχει σύγχρονος υπόγειος υδροφόρος ανοιχτός ή κλειστός ταμιευτήρας, η θερμότητα της διάπυρης ύλης μεταφέρεται στο υπόγειο νερό το οποίο θερμαίνεται, γίνεται ελαφρύτερο και ανεβαίνει στην περίπτωση των ανοιχτών ταμιευτήρων, δια μέσω των ρηγμάτων στην επιφάνεια της Γης (ατμοπίδακες ή πίδακες θερμού νερού) στην περίπτωση κλειστών ταμιευτήρων εγκλωβίζεται στο υπέδαφος, σε μη υδροπερατά πετρώματα παραμένοντας σε θερμοκρασία  $40 \text{ }^\circ\text{C} - 350 \text{ }^\circ\text{C}$  και πίεση 20-250 Atm.

Η μεταφορά θερμότητας από το κέντρο της Γης προς την επιφάνεια, που εκφράζεται μέσω της κατακόρυφης γεωθερμικής βαθμίδας, γίνεται με μοριακή αγωγιμότητα και κατακόρυφη μεταφορά. Η κατακόρυφη μεταφορά συμβαίνει στο γεωθερμικό ρευστό (νερό, ατμός ή αέριο) που ρέει φυσικά ή τεχνητά προς την επιφάνεια του εδάφους. Η ροή θερμότητας με μοριακή αγωγιμότητα παρουσιάζει μεταβολές από το ένα σημείο στο άλλο. Σε ορισμένες θέσεις είναι μικρότερη των  $30 \cdot 10^{-6} \text{ Kw/m}^2$ , ενώ σε άλλες ξεπερνάει τα  $500 \cdot 10^{-6} \text{ Kw/m}^2$ .

Με μία μέση τιμή της τάξεως  $60 \cdot 10^{-6} - 65 \cdot 10^{-6} \text{ Kw/m}^2$  που είναι μερικές χιλιάδες φορές μικρότερη από την μέση ροή θερμότητας της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της Γης ο άνθρωπος δεν μπορεί να αντιληφθεί την εκροή της θερμότητας με μοριακή αγωγή.

Η γεωθερμική ενέργεια γίνεται αντιληπτή στην επιφάνεια του εδάφους στις θέσεις όπου εμφανίζονται θερμοπίδακες ή ιαματικές πηγές ή στις περιοχές ενεργών ηφαιστειών όπου έχουμε εκροή θερμών αερίων ή λάβας.

Το ποσό της θερμότητας που μπορεί θεωρητικά να εκρέετε μέσα από ένα στρώμα πάχους περίπου 5 km είναι γύρω στις 5 τάξεις μεγέθους μικρότερο από την

παγκόσμια γεωθερμική ενέργεια ( $4 \cdot 10^{19} \text{ Kw}/\text{m}^2$ ). Αν σε μία θέση εκτιμηθεί ότι η γεωθερμική ενέργεια είναι οικονομικά εκμεταλλεύσιμη τότε λέμε ότι στην θέση αυτή έχουμε γεωθερμικό πεδίο.

## 2.4.2 Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας

### 2.4.2.1 Για την παραγωγή ισχύος

Η παραγωγή ισχύος και κυρίως ηλεκτρικής ισχύος επιτυγχάνεται :

1. Δια απευθείας εκτόνωσης του γεωθερμικού ρευστού σε τουρμπίνα και έξοδο στην συνέχεια στο περιβάλλον. Η μέθοδος αυτή δεν εκμεταλλεύεται πλήρως την ενθαλπία του γεωθερμικού ρευστού. Εφαρμόζεται κυρίως στην περίπτωση που το γεωθερμικό ρευστό περιέχει πολλά αέρια.

2. Δια απευθείας εκτόνωσης γεωθερμικού ρευστού σε τουρμπίνα στην έξοδο της οποίας υπάρχει ψυγείο. Εφαρμόζεται στην περίπτωση που έχουμε ατμό σε πίεση περίπου μιας ατμόσφαιρας.

3. Έμμεσα με μεταβίβαση της θερμότητας του ατμού του γεωθερμικού πεδίου σε ένα άλλο ρευστό, δια μέσο ενός εναλλάκτη θερμότητας. Η μέθοδος εφαρμόζεται:

A) Στην περίπτωση που τα υλικά που περιέχει το γεωθερμικό ρευστό μπορούν να διαβρώσουν τις εγκαταστάσεις και

B) Στην περίπτωση που το γεωθερμικό πεδίο έχει μικρή ενθαλπία, οπότε χρησιμοποιείται πτητικό ( Freon ) ενδιάμεσο ρευστό. Με την μέθοδο αυτή παρατηρούνται απώλειες που οφείλονται στην απόδοση του εναλλάκτη θερμότητας ( 80% ).

Η άμεση χρήση της θερμότητας των γεωθερμικών πεδίων είναι πάντοτε καλύτερη από την άποψη της ικανότητας μετατροπής σε άλλη μορφή ενεργείας, ακόμη και στην περίπτωση των ρευστών που προσφέρονται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

### 2.4.2.2 Για ομαδικές θερμάνσεις ή ψύξεις

Για να χρησιμοποιηθεί η γεωθερμική ενέργεια για ομαδικές θερμάνσεις ή ψύξεις θα πρέπει:

1. Το γεωθερμικό ρευστό να έχει σταθερή θερμοκρασία σε κάθε γεωθερμική περιοχή.

2. Η παροχή κάθε πηγαδιού να είναι σταθερή

3. Να μην υπάρχει τρέχον κόστος παραγωγής

4. Οι ουσίες που περιέχονται στο γεωθερμικό ρευστό να μην διαβρώνουν τις σωληνώσεις μεταφοράς.

5. Ο χώρος που θα θερμανθεί να βρίσκεται κοντά στο γεωθερμικό πεδίο.

### 2.4.2.3 Για βιομηχανικές χρήσεις

Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην βιομηχανία με την μορφή ατμού ή με την μορφή ζεστού νερού. Αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί :

1. Για θέρμανση ή ψύξη

2. Στην απόσταξη

3. Σε ξηραντήρα

4. Στην βαφή

5. Στην παραγωγή ατμού

6. Στην παραγωγή γλυκού νερού

7. Στην παραγωγή αλάτων που περιέχονται στο γεωθερμικό ρευστό όπως ( πχ  $\text{CaCl}_2$ , Na, K, J, Bo, Li κλπ ).

Σήμερα υπάρχουν πολλές βιομηχανίες στον κόσμο που χρησιμοποιούν την γεωθερμική ενέργεια. Σαν παράδειγμα αναφέρουμε την βιομηχανία κατεργασίας ξύλου ( στην Νέα Ζηλανδία και αλλού ), την βιομηχανία παραγωγής βορικού οξέος ( στην Ιταλία από το ίδιο γεωθερμικό ρευστό ) και την βιομηχανία παραγωγής ζάχαρης καθώς και την βιομηχανία παραγωγής μπίρας ( Ιαπωνία ).

#### 2.4.2.4 Αγροτικές χρήσεις

Οι κυριότερες αγροτικές χρήσεις στις οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί το γεωθερμικό δυναμικό είναι:

##### A) Στα θερμοκήπια

Η θέρμανση θερμοκηπίων γίνεται δια μέσου σωλήνων που βρίσκονται μέσα σε αυτά, μέσα από τους οποίους κυκλοφορεί γεωθερμικό νερό σε θερμοκρασία  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Η μέθοδος αυτή είναι πρακτικά εφαρμόσιμη σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη (Ρωσία, Αμερική, Ιαπωνία κτλ)

##### B) Για θέρμανση εδάφους

Χρησιμοποιείται νερό με θερμοκρασία γύρω στους  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  για την θέρμανση του ανοιχτού εδάφους. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποχέρωση και την αποστείρωση του εδάφους.

##### Γ) Για την καλλιέργεια ψαριών και την εκτροφή ζώων

Η καλλιέργεια ψαριών απαιτεί σταθερή θερμοκρασία του νερού κατά την περίοδο εκκόλαψης των αυγών. Αυτή πρέπει να είναι μεταξύ  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$  και  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Η απαιτούμενη θέρμανση του νερού της μονάδας γίνεται συνήθως με απευθείας παροχή ζεστού νερού.

Η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται επίσης για την εκτροφή ζώων, κυρίως για την θέρμανση των χώρων παραμονής τους.

Τέλος πρέπει να αναφέρουμε ότι για αγροτικές χρήσεις, οι θερμοκρασίες που χρειάζονται είναι γενικά χαμηλές ( $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

#### 2.4.3 Τα γεωθερμικά πεδία του Ελλαδικού χώρου

Όσον αφορά τα γεωθερμικά πεδία στον Ελλαδικό χώρο, έχει ήδη διαπιστωθεί η ύπαρξη τους. Έχει εκτιμηθεί ότι το συνολικό γεωθερμικό δυναμικό του Ελλαδικού χώρου είναι της τάξης των 200-30 MW.

Αυτά συνδέονται με την ζώνη σύγκλισης των λιθοσφαιρικών πλακών της Αφρικής και της Ευρώπης που δημιούργησε το ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου, είναι δε εκμεταλλεύσιμα γιατί βρίσκονται σε βάθη που προσφέρονται για οικονομική αξιοποίηση.

Το γεωθερμικό ενδιαφέρον στην Ελλάδα εντοπίζεται κατά σειρά στις εξής τρεις ζώνες :

A) Νοτιοανατολική Ελλάδα

B) Βορειοανατολική Ελλάδα

Γ) Δυτική Ελλάδα και Κρήτη-Κάρπαθο-Ρόδο.

Οι περιοχές στην πρώτη και δεύτερη ζώνη με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον είναι:

1. Τα νησιά του ανατολικού Αιγαίου
2. Τα νησιά των Κυκλάδων που ανήκουν στο ηφαιστειακό τόξο της περιοχής
3. Η Λέσβος
4. Η ενδοχώρα του Σαρωνικού κόλπου
5. Η κοιλάδα του Σπερχειού ποταμού και η Βορειοδυτική Εύβοια
6. Η Μακεδονία και η Θράκη

Στα νότια της Μήλου έχει εντοπιστεί περιοχή όπου η γεωθερμική βαθμίδα είναι 16-17 φορές μεγαλύτερη της κανονικής. Στο γεωθερμικό αυτό πεδίο το θερμικό δυναμικό του οποίου έχει εκτιμηθεί ότι είναι ισχύος 100-120MW για περίοδο 25 ετών, έχει διανοιχτεί ήδη πηγάδι το μέγιστο βάθος του οποίου φτάνει τα 1180 m.

Τα χαρακτηριστικά αυτού του πεδίου είναι:

- A) Θερμοκρασία στο πάνω τμήμα του πηγαδιού 215 °C -235 °C και πίεση 1.5-3 m Pa
- B) Θερμοκρασία στην βάση του πηγαδιού 280 °C -325 °C

Επίσης σημαντικό ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεωθερμικό πεδίο της Νισύρου του οποίου το γεωθερμικό δυναμικό έχει εκτιμηθεί ότι είναι της τάξεως των 40-50 MW για περίοδο 25 χρόνων.

Τέλος τον Σεπτέμβριο του 1998 άρχισαν από την ΔΕΗ δύο γεωτρήσεις με προβλεπόμενο βάθος 500 m στις περιοχές Στύψης και Αργένου της Λέσβου.

Η θερμοκρασία του νερού στο πηγάδι της Στύψης σε βάθος 300 m είναι 95 °C με ικανοποιητική κατακόρυφη θερμοβαθμίδα γεγονός που τελικά μπορεί να οδηγήσει σε οικονομικά εκμεταλλεύσιμο γεωθερμικό πεδίο.



# 3

## Παραδείγματα κατοικιών

Στο παρόν κεφαλαίο παραθέτουμε κάποια ενδεικτικά παραδείγματα κατοικιών προερχόμενα από όλο τον ελλαδικό χώρο των οποίων η μελέτη και η κατασκευή έγινε με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Ως κύρια πηγή χρησιμοποιήθηκε η έκδοση του Κ.Α.Π.Ε (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική εφαρμογές στην Ελλάδα.[5] Τα παραδείγματα αυτά είναι τα εξής:

### 3.1 Κατοικία στους Αμπελόκηπους Αθήνας



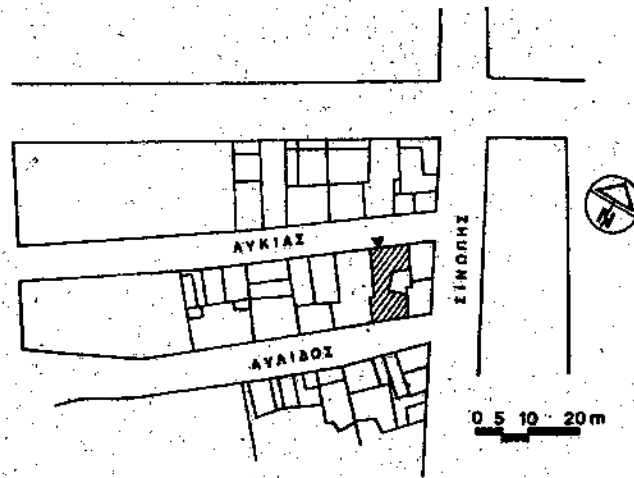
Εικόνα της κατοικίας στους Αμπελόκηπους Αθήνας

### 3.1.1 Περιγραφή του έργου

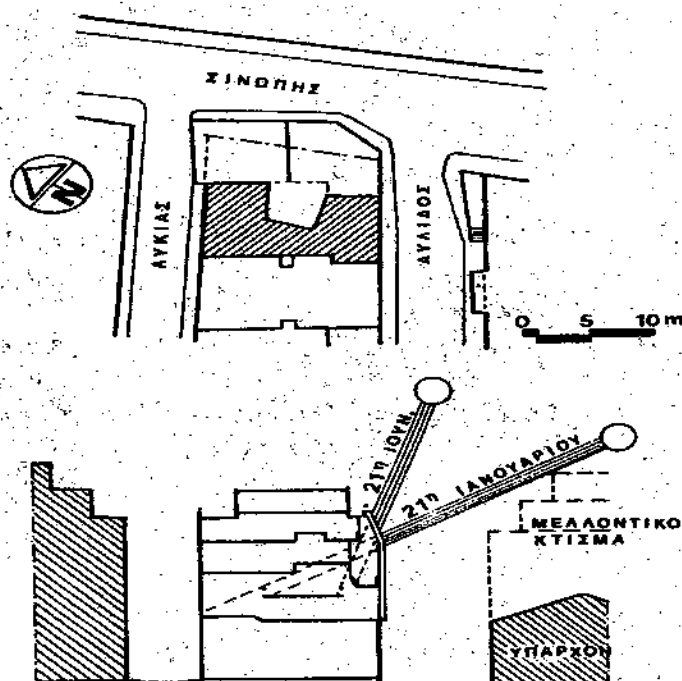
Η κατοικία βρίσκεται στην Αθήνα, στην περιοχή των Αμπελοκήπων κοντά στο ξενοδοχείο "Hilton".

Το οικοπέδο είναι εξαιρετικά μικρό, με εμβαδόν μόνο  $99 \text{ m}^2$ , σε περιοχή πυκνά δομημένη. Είναι διαμπερές με πρόσοψη στις οδούς Λυκίας και Αυλίδος, ενώ οι άλλες δύο πλευρές του είναι τυφλές, γιατί ανήκει στο σύστημα συνεχούς δόμησης (σχ 3.1).

Οι πολεοδομικοί περιορισμοί, η πυκνή δόμηση, τα υψηλά κτίρια και το μέγεθος του οικοπέδου καθόρισαν, σε μεγάλο βαθμό, την μορφή και την οργάνωση της κατοικίας (σχ 3.2).



Σχήμα 3. 1 Τοπογραφικό της περιοχής



Σχήμα 3. 2 Ηλιασμός – μορφή κατοικίας

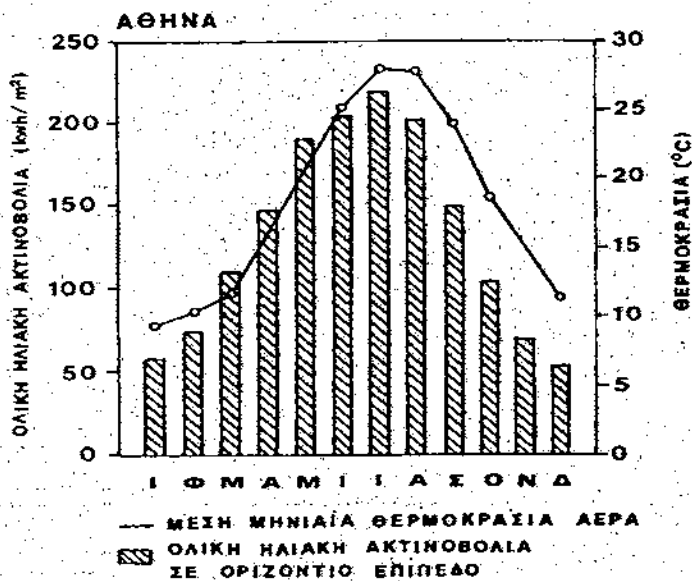
### 3.1.2 Κλίμα – Μικροκλίμα

Η κατοικία βρίσκεται σε 37.58<sup>0</sup> Β.Γ.Π.(Βόρειο. Γεωγραφικό .Πλάτος). Το κλίμα των Αθηνών είναι σχετικά ήπιο.

Η μέση εξωτερική θερμοκρασία του Ιανουαρίου είναι 9.4<sup>0</sup>C και τον Ιούλιο 27.8<sup>0</sup>C (σχ 3.3).

Οι βαθμοήμερες θέρμανσης είναι 1110 και οι ώρες ηλιοφάνειας 2818 ετησίως.

Οι επικρατούντες άνεμοι έχουν βορειοδυτική κατεύθυνση, σε όλη την διάρκεια του έτους.



Σχήμα 3.3 Κλιματικά στοιχεία

### 3.1.3 Αρχιτεκτονική δομή περιβαλλοντικές παράμετροι

Η κατοικία ανήκει σε τετραμελή οικογένεια, με αυξημένες ανάγκες σε χώρους.

Η εξαιρετικά μικρή οικοδομήσιμη επιφάνεια, μόνο 80 m<sup>2</sup> καθώς και το ύψος των απέναντι κτιρίων επέβαλαν την καθ' ύψος ανάπτυξη του κτιρίου.

Το ισόγειο μέχρι το ύψος 5.5 m χρησιμοποιήθηκε για την εγκατάσταση του λεβητοστασίου, άλλων βοηθητικών χώρων και ενός μαγαζιού. Έτσι η κυρίως κατοικία υψώνεται πάνω από τα 5.5 m, σε τέσσερις διαδοχικούς ορόφους και ένα μικρό μεσοπάτωμα, εμβαδού 13 m<sup>2</sup>.

Στον Α' όροφο οργανώθηκαν οι χώροι υποδοχής (σχ 3.4), καθιστικό, τραπεζαρία, κουζίνα και βοηθητικοί.

Στον Β' όροφο βρίσκονται τα υπνοδωμάτια των παιδιών και ένα δωμάτιο για φιλοξενούμενους (σχ 3.5).

Στον Γ' όροφο βρίσκεται το δωμάτιο των γονιών και οι αναγκαίοι βοηθητικοί χώροι (σχ 3.6).

Στον Δ' όροφο που είναι και ο μικρότερος σε εμβαδόν, οργανώθηκαν δύο γραφεία.

Ο Ηλιασμός της κατοικίας, δύσκολος στην επίλυση του, λόγω του στενομέτρου οικοπέδου και των γύρω στενών δρόμων, αντιμετωπίστηκε ως εξής:

α) Ο άξονας του κτιρίου στράφηκε στην κατεύθυνση βορρά-νότου σε σχέση με την διεύθυνση των δρόμων.

β) Το θερμοκήπιο προσαρμόστηκε στην νότια όψη, από το ύψος των 9.0 m και πάνω, μέχρι τον Δ' όροφο (σχ 3.7).

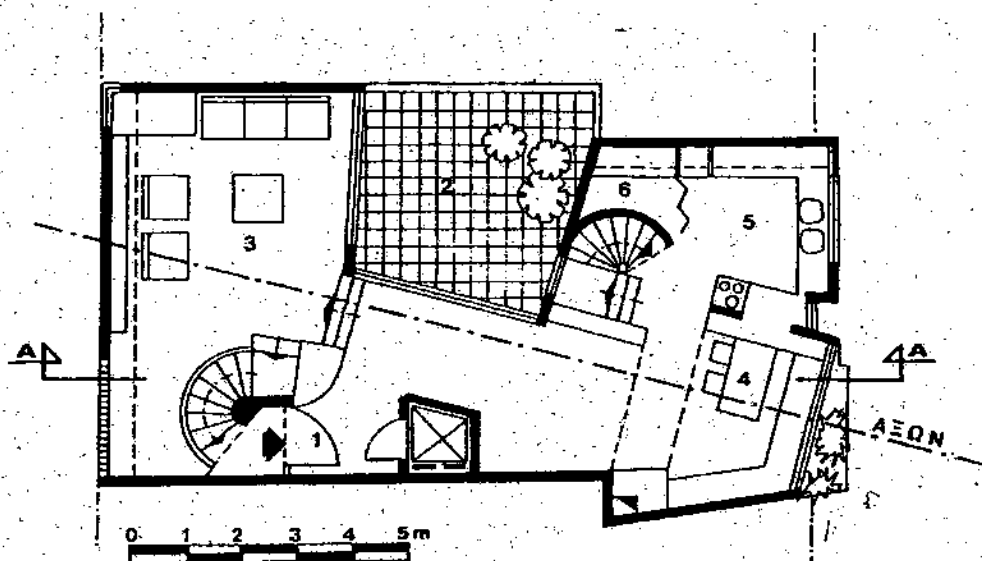
γ) Στην εσωτερική πλευρά του θερμοκηπίου, που εφάπτεται με τον χώρο του καθιστικού, δημιουργήθηκε εσωτερικός εξώστης, συνδεδεμένος έμμεσα με το θερμοκήπιο, μια και παρεμβάλλεται κενός χώρος ανάμεσα τους (σχ 3.5).

δ) Το μεσοπάτωμα, που τοποθετήθηκε στο κέντρο της κατοικίας, συνδυαζόμενο με το κενό τμήμα, δημιουργεί ενιαία καθ' ύψος αντίληψη του εσωτερικού χώρου (σχ 3.9). Ταυτόχρονα επιτρέπει την διείσδυση του ηλίου σε μεγάλο βάθος (σχ 3.11). και την απρόσκοπτη κυκλοφορία του θερμού αέρα προς τα πάνω.

Στόχος της αρχιτέκτονος ήταν το κόστος κατασκευής να συγκρατηθεί σε χαμηλά επίπεδα, διασφαλίζοντας ωστόσο χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

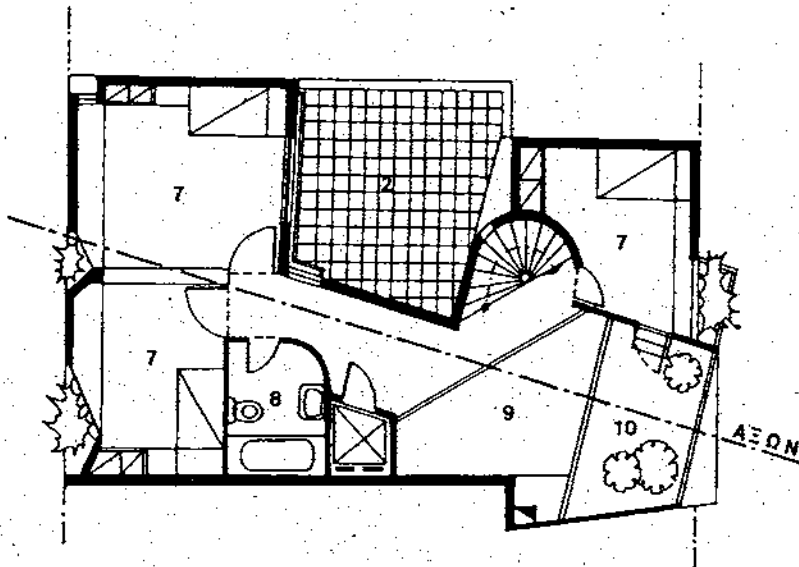
Ο περιορισμός των θερμικών απωλειών, το χειμώνα, επιτυγχάνεται τόσο με την θερμομόνωση των κατασκευαστικών στοιχείων όσο και με τα περιορισμένα μεγέθη των ανοιγμάτων στην βορεινή πλευρά του κτιρίου (σχ 3.8).

Το καλοκαίρι η ηλιοπροστασία της κατοικίας είναι μάλλον πλημμελής, ιδιαίτερα στον χώρο του θερμοκηπίου. Όμως η αναγκαστική διαμπερής τοποθέτηση των ανοιγμάτων (βορράς - νότος) δημιουργεί ρεύματα αέρα που απομακρύνουν την πλεονάζουσα θερμότητα από τους χώρους της κατοικίας.

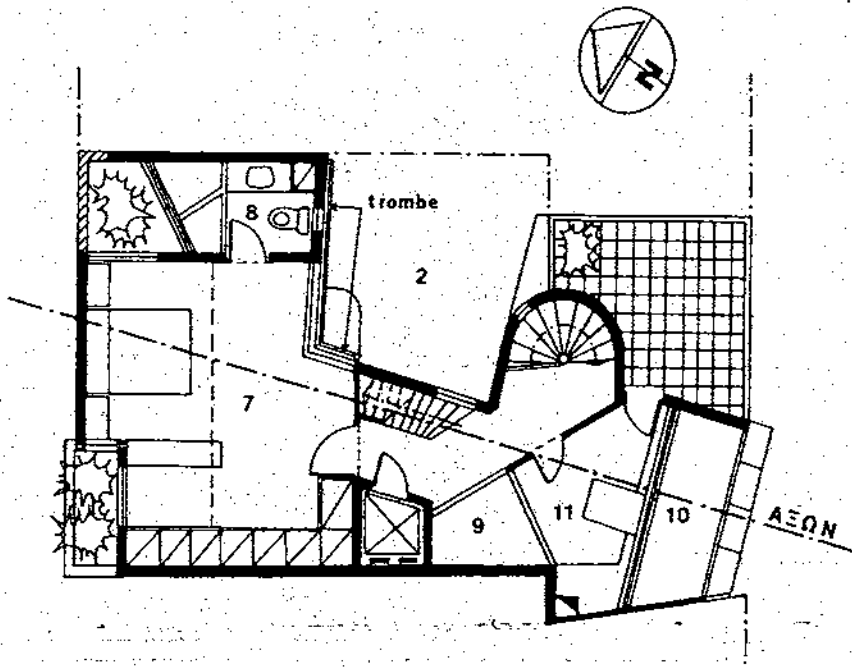


- |               |                |
|---------------|----------------|
| 1. είσοδος    | 7. υπνοδωμάτιο |
| 2. αιάλιπτος  | 8. λουτρό      |
| 3. καθιστικό  | 9. κενός χώρος |
| 4. τραπεζαρία | 10. θερμοκήπιο |
| 5. κουζίνα    | 11. γραφείο    |
| 6. αποθήκη    |                |

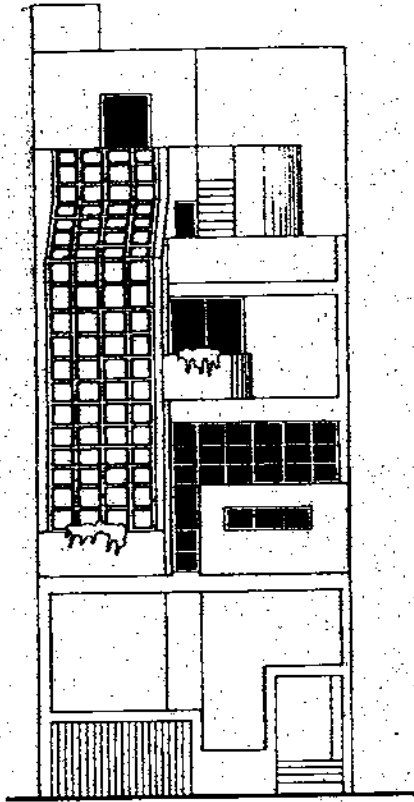
Σχήμα 3. 4 Κάτοψη Α' Ορόφου



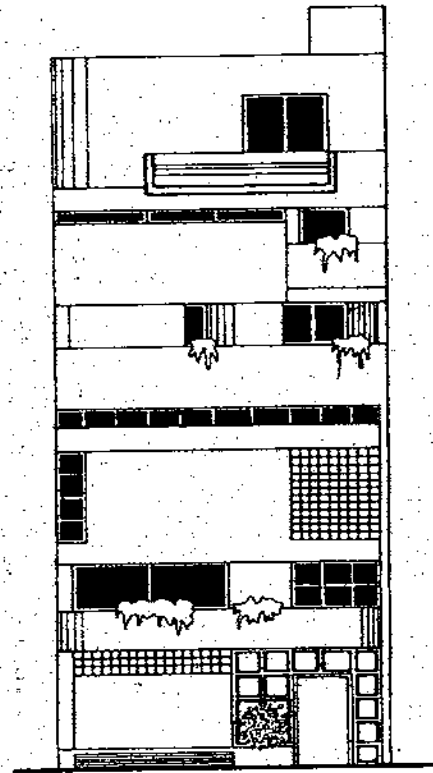
Σχήμα 3. 5 Κάτοψη Β' Ορόφου



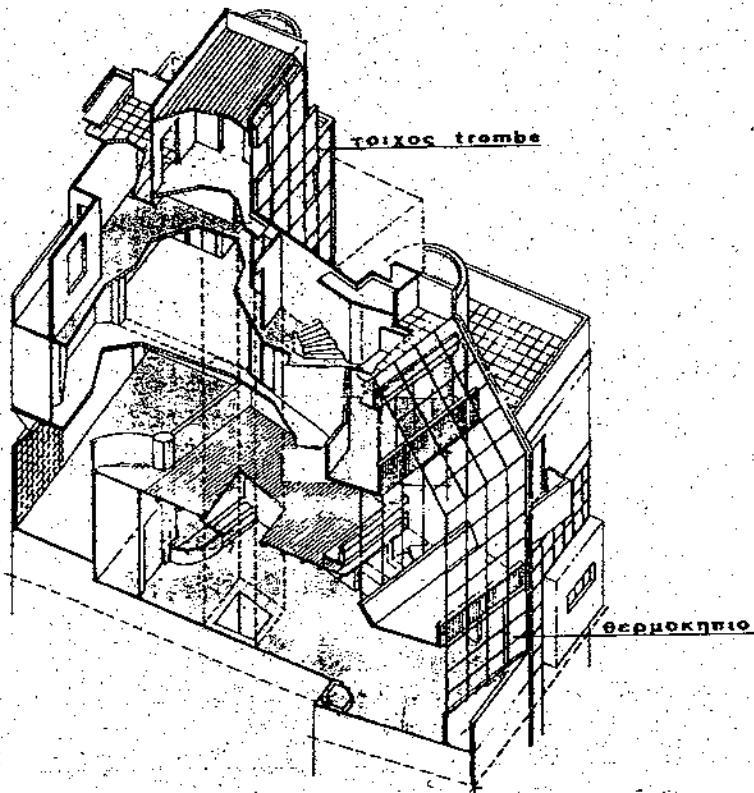
Σχήμα 3. 6 Κάτοψη Γ' Ορόφου



Σχήμα 3. 7 Νότια όψη



Σχήμα 3. 8 Βορεινή όψη



Σχήμα 3. 9 Αξονομετρικό

### 3.1.4 Παθητικά συστήματα

Τα παθητικά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν για την θέρμανση του κτιρίου, είναι: α) το άμεσο ηλιακό κέρδος από τα νότια ανοίγματα, απαραίτητα και για τον φωτισμό των χώρων, β) το θερμοκήπιο και γ) οι τοίχοι trombe, στον χώρο του ακάλυπτου.

#### 3.1.4.1 Το σύστημα άμεσου κέρδους

Ο ακριβής προσανατολισμός των νότιων ανοιγμάτων έχει μία απόκλιση  $18^{\circ}$  από τον νότο προς την ανατολή. Η συνολική επιφάνεια είναι  $19 \text{ m}^2$ .

Τα υαλοστάσια είναι μεταλλικά, από σιδηροκατασκευή, και οι υαλοπίνακες μονοί, ενισχυμένοι με σπλισμό. Μόνο στην βορεινή πλευρά τοποθετήθηκαν διπλά τζάμια, με πλαίσιο από αλουμίνιο.

Η προστασία των ανοιγμάτων, το χειμώνα την νύχτα, γίνεται με εξωτερικά ρολλά χωρίς μόνωση. Στην εσωτερική τους πλευρά τοποθετήθηκαν κουρτίνες.

#### 3.1.4.2 Το σύστημα εμμέσου κέρδους

Το σύστημα εμμέσου κέρδους με το θερμοκήπιο προσανατολισμένο ακριβώς στο νότο.

Η κατοικία δεν έχει καθόλου θέα, λόγω της πυκνής δόμησης. Το θερμοκήπιο, ως χώρος ενδιάμεσος ανάμεσα στο εξωτερικό περιβάλλον και το εσωτερικό της κατοικίας, αποκτά περίοπτη θέση (εικόνα 3. 10), όντας αντιληπτό από το σύνολο των χώρων και υποκαθιστά την θέα από το πράσινο που είναι φυτεμένο.

Η γυάλινη επιφάνεια του έχει εμβαδόν  $19 \text{ m}^2$  και συνολικό ύψος 2.5 ορόφων. Η κατασκευή του είναι μεταλλική, από σιδηροκατασκευή, με μονούς υαλοπίνακες σχεδιασμένους με σπλισμό, για λόγους ασφαλείας. Η εσωτερική πλευρά του θερμοκηπίου, που βρίσκεται σε επαφή με τους χώρους των καθιστικών, είναι γυάλινη, με μονά τζάμια. Έτσι εξασφαλίζεται και ο φυσικός φωτισμός των χώρων, γιατί η όψη του κτιρίου είναι εξαιρετικά περιορισμένη.

Ο αέρας που ζεσταίνεται μέσα στο θερμοκήπιο μεταφέρεται προς τα πάνω, στους χώρους των υπνοδωματίων. Η επαναφορά του στον Α' όροφο, όπου βρίσκονται οι χώροι των καθιστικών, προβλέπονταν να γίνει με ανεμιστήρα. Όμως στην πράξη ο ανεμιστήρας σχεδόν δεν χρησιμοποιήθηκε.

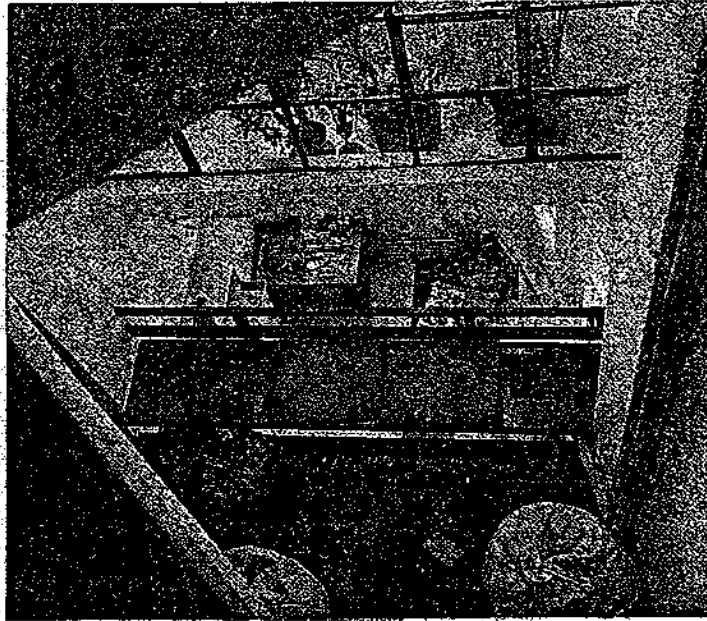
Ορισμένα τμήματα από το υαλοστάσιο του θερμοκηπίου ανοίγουν για την απομάκρυνση του ζεστού αέρα, το καλοκαίρι. Τα ανοίγματα αυτά βρίσκονται στην χαμηλή και μεσαία ζώνη της επιφάνειας του, καθώς και στην κορυφή του. Το επάνω τμήμα του θερμοκηπίου έχει κλίση  $70^{\circ}$  ως προς την οριζόντιο.

Ο σκιασμός του θερμοκηπίου το καλοκαίρι, καθώς και η προστασία του το χειμώνα, την νύχτα, είναι μάλλον ελλιπής. Η μόνη προστασία είναι η εσωτερική κουρτίνα, που επενδύθηκε με φύλλο αλουμινίου (safety blanket).

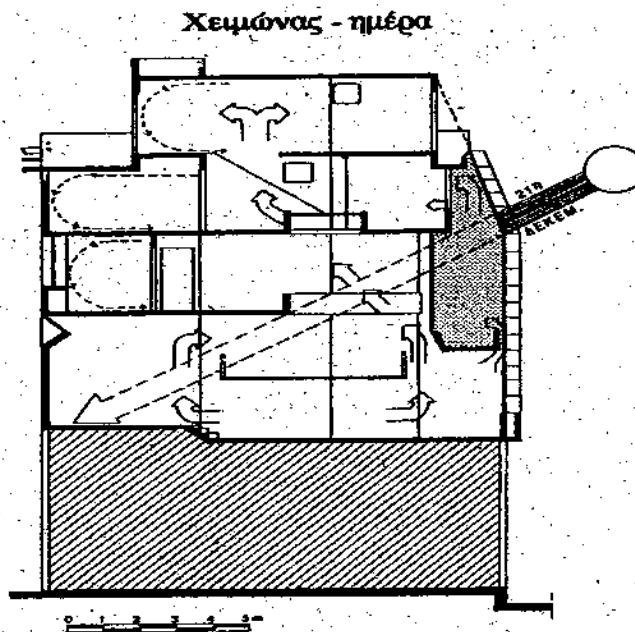
Έχουν κατασκευαστεί δύο τοίχοι trombe στον χώρο του ακάλυπτου. Ο ένας έχει ανατολικό προσανατολισμό και επιφάνεια  $8 \text{ m}^2$ . Ο δεύτερος είναι νότιος και έχει  $30.0 \text{ m}^2$  εμβαδόν. Για τους τοίχους trombe έγινε ειδική μελέτη σκοπιμότητας ως προς το κόστος τους, γιατί μεγάλο τμήμα του τοίχου σκιάζεται από τον όγκο της ίδιας της κατοικίας.

Οι τοίχοι trombe κατασκευάστηκαν από οπλισμένο σκυρόδεμα, που αποτελούν στοιχεία του φέροντος οργανισμού και από συμπαγές τούβλο οι τοίχοι πληρώσεως, τα υαλοστάσια στην εξωτερική τους πλευρά είναι από σιδηροκατασκευή, με μονά τζάμια ενισχυμένα. Φέρουν θυρίδες στο επάνω και στο κάτω τμήμα τους, για την κυκλοφορία ζεστού αέρα στον εσωτερικό χώρο (σχ 3.12). Εξωτερικά είναι βαμμένοι με μαύρο χρώμα.

Οι τοίχοι trombe διακόπτονται από ανοίγματα για τον φωτισμό των υπνοδωματίων.

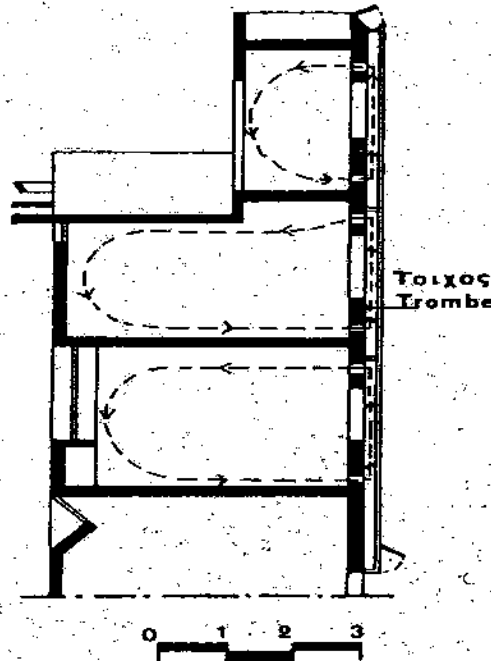


Εικόνα 3. 10 Εσωτερική άποψη της κατοικίας



Σχήμα 3. 11 Ηλιασμός της κατοικίας





Σχήμα 3. 12 Τοίχος trombe- Ροή θερμότητας

### 3.1.4.3 Βοηθητικές πηγές θέρμανσης

Ως βοηθητική πηγή θέρμανσης χρησιμοποιείται εγκατάσταση καλοριφέρ, με καυστήρα φυσικού αερίου.

Συμπληρωματικά λειτουργεί ένα τζάκι ξύλων, που βρίσκεται στο ισόγειο, στον χώρο της τραπεζαρίας. Το τζάκι δεν χρησιμοποιείται σε καθημερινή βάση.

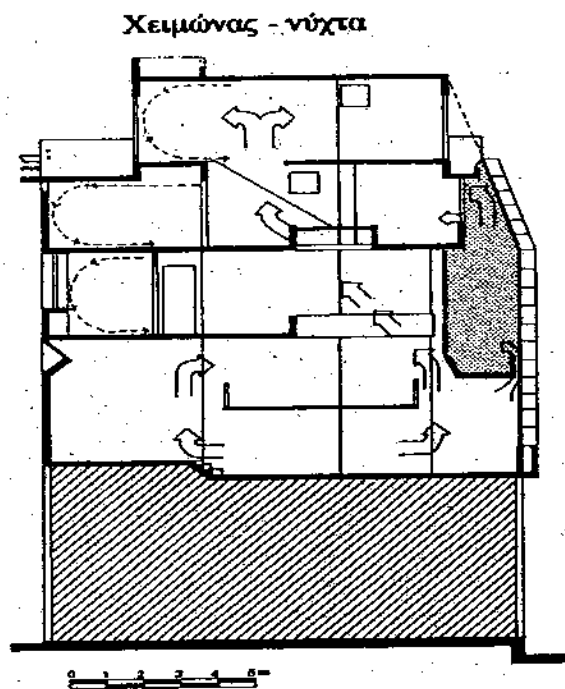
### 3.1.5 Θερμική λειτουργία των συστημάτων

Η ηλιακή ενέργεια που διαπερνά τα παθητικά συστήματα, στην διάρκεια της χειμωνιάτικης ημέρας, συμβάλει στην άνοδο της εσωτερικής θερμοκρασίας, ενώ ένα μεγάλο μέρος της αποθηκεύεται στην μάζα του κτιριακού κελύφους (σχ 3.11), δηλαδή στα δάπεδα, στους τοίχους και στους τοίχους trombe (σχ 3.12).

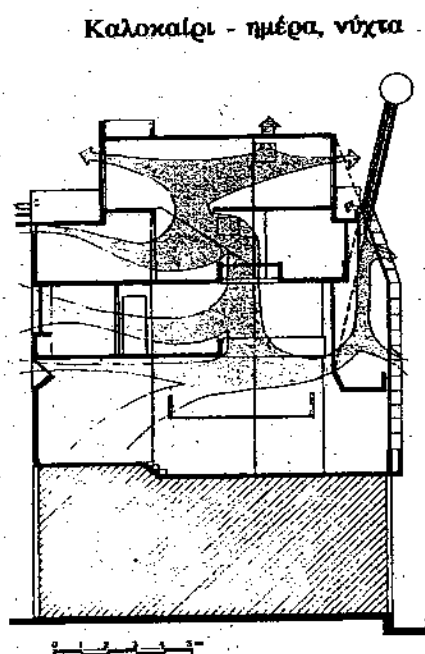
Την νύχτα, με την σταδιακή πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας, η αποθηκευμένη θερμότητα επαναποδίδεται (σχ 3.13), διατηρώντας έτσι την θερμοκρασία σε αποδεκτά επίπεδα. Τα εξωτερικά ρολλά και οι κουρτίνες παραμένουν κλειστές, περιορίζοντας έτσι τις θερμικές απώλειες από τα ανοίγματα.

Το καλοκαίρι, η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων είναι μάλλον ανεπαρκής. Όμως το βράδυ ο διαμπερής αερισμός απομακρύνει την πλεονάζουσα θερμότητα επαρκώς και συμβάλει στην ψύξη της κατασκευής (σχ 3.14).

Επίσης ανοίγουν οι φεγγίτες του τοίχου trombe, στο πάνω και στο κάτω μέρος του (σχ.12), πράγμα που διασφαλίζει την διαρκή απομάκρυνση του ζεστού αέρα, άρα και την περιορισμένη επιβράδυνση του τοίχου με την θερμότητα. Οι θυρίδες του τοίχου trombe παραμένουν κλειστές, το καλοκαίρι στην διάρκεια της ημέρας.



Σχήμα 3. 13 Απόδοση θερμότητας



Σχήμα 3. 14 Φυσική ψύξη με αερισμό

### 3.1.6 Κατασκευαστικά στοιχεία

Ο φέρον οργανισμός της κατοικίας κατασκευάστηκε από σπλισμένο σκυρόδεμα, ενώ οι τοίχοι πλήρωσεως είναι από οπτόπλινθους, τύπου Alfa block, πάχους 25 cm.

Τα δάπεδα είναι κατασκευασμένα: στον Α' όροφο από πλάκες μαρμάρου, ενώ στον Β' όροφο, στον Γ' όροφο και Δ' όροφο χρησιμοποιήθηκαν πλακίδια από φελλό για την τελική επίστρωση.

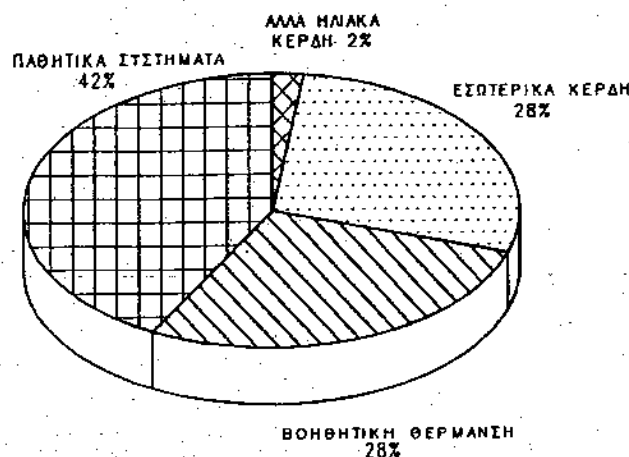
Η στεγάνωση του δώματος έγινε με επάλληλες στρώσεις ασφαλτόπανου, επάνω στην οποία τοποθετήθηκαν πλάκες πεζοδρομίου με συνδετική κονία πάνω στους αρμούς.

Τα κουφώματα είναι μεταλλικά, από μορφοσίδηρο και αλουμίνιο, κυρίως εκείνα που ανοίγουν. Οι υαλοπίνακες είναι Ελληνικής κατασκευής, μονοί ενισχυμένοι με σπλισμό, σε όλα τα νότια ανοίγματα και στα παθητικά στοιχεία (θερμοκήπιο και τοίχους trombe). Στην βορεινή πλευρά και στον χώρο του ακάλυπτου τοποθετήθηκαν υαλοστάσια, με πλαίσια από αλουμίνιο και διπλά τζάμια.

Οι τοίχοι trombe κατασκευάστηκαν, κατά το μεγαλύτερο τμήμα της επιφάνειάς τους, από τοιχεία σπλισμένου σκυροδέματος, που αποτελούν στοιχεία του φέροντος οργανισμού του κτιρίου. Για τα υπόλοιπα τμήματα συμπλήρωσης του τοίχου trombe, περίπου  $4.0 \text{ m}^2$ , χρησιμοποιήθηκαν συμπαγείς οπτόπλινθοι. Το πάχος των τοίχων trombe είναι 30 cm, εξωτερικά είναι βαμμένοι μαύροι και φέρουν μονά τζάμια, ενισχυμένα με σπλισμό. Η απόσταση των τζαμιών από τον τοίχο κυμαίνεται από 6-10 cm, λόγω του άνισου πάχους των τοίχων σε διάφορα σημεία.

### 3.1.7 Θερμική συμπεριφορά του κτιρίου

Στην κατοικία πραγματοποιήθηκαν πειραματικές μετρήσεις, για 1.5 περίπου χρόνο. Εγκαταστάθηκε μετρητικό σύστημα που αποτελείται από 40 αισθητήρια όργανα, συνδεδεμένα με επεξεργαστή (data logger). Η επεξεργασία και η αξιολόγηση από τις μετρήσεις έγινε με την μέθοδο της regression analysis. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι τα ακόλουθα: α) η συμβολή των παθητικών ηλιακών στοιχείων στις θερμαντικές ανάγκες του κτιρίου είναι 42% (σχ 3.15), β) τα εσωτερικά κέρδη ανέρχονται σε 28%, γ) τα υπόλοιπα ανοίγματα (βορεινά-ανατολικά) συμβάλλουν κατά 2%. Τελικά η απαιτούμενη συμπληρωματική θέρμανση είναι μόνο 28%.



Σχήμα 3. 15 Ενεργειακό ισοζύγιο

### 3.1.8 Σχόλια μελετητών – χρηστών

Οι μελετητές και χρήστες της κατοικίας διαπιστώνουν ότι, ο συνδυασμός κατακόρυφου και οριζώντιου διαμπερούς αερισμού, στην διάρκεια του καλοκαιριού είναι πολύ αποτελεσματικός.

Οι εσωτερικές θερμοκρασίες καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου, βρίσκονται στα όρια της θερμικής άνεσης. Μόνο κατά τον μήνα Αύγουστο, σε περίοδο διακοπών, παρατηρήθηκαν υψηλές θερμοκρασίες περίπου 32 °C ψηλά στον Δ' όροφο, στον χώρο του γραφείου.

Επίσης από τις μετρήσεις προέκυψε μια διαφορά θερμοκρασία, της τάξης των 3 °C περίπου, ανάμεσα στον Α' όροφο και στους επάνω ορόφους. Αυτή η διαφορά οφείλεται στο γεγονός ότι η κατοικία λειτουργεί, στο σύνολο, της σαν καμινάδα.

Η ανοιχτή οργάνωση των εσωτερικών χώρων επιτρέπει την ελεύθερη άνοδο του θερμού αέρα, με αποτέλεσμα να ζεσταίνονται περισσότερο οι επάνω όροφοι.

Επίσης κατά την άποψη των χρηστών, τα πλαίσια των ανοιγμάτων πρέπει να κατασκευαστούν από αλουμίνιο, ώστε να περιορίζονται οι απώλειες από την διείσδυση του εξωτερικού αέρα το χειμώνα.

Τέλος, τα διπλά τζάμια στα παθητικά στοιχεία αμέσου κέρδους, θα βελτίωναν ενδεχομένως τις συνθήκες θερμικής άνεσης, καθώς και τις συνθήκες ηχομόνωσης.

### 3.1.9 Στοιχεία της κατοικίας

**ΘΕΣΗ:** ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΟΙ – ΑΘΗΝΑ

**ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ:** Κ.ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΥ, Γ.ΒΕΗΣ

**ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ:** ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ: Κ. ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΥ

**ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ:** Γ. ΒΕΗΣ

**ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ:** 1979

**ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ:** 1980 – 1986

### ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

#### **A. ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

Άμεσο ηλιακό κέρδος

Τοίχοι trombe

Θερμοκήπιο

#### **B. ΦΥΣΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ**

Φυσικός αερισμός

### 3.2 Κατοικία στην Νέα Φιλοθέη Αττικής

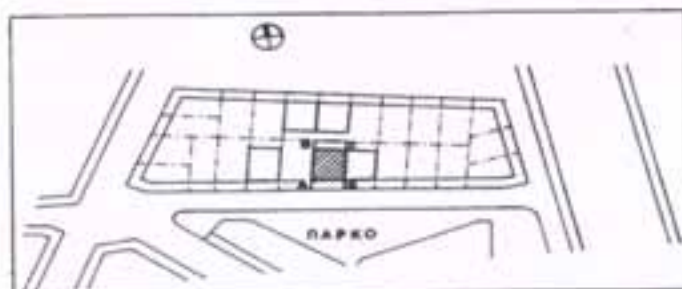


Εικόνα της κατοικίας στην Νέα Φιλοθέη Αττικής

#### 3.2.1 Περιγραφή του έργου

Η κατοικία βρίσκεται στην Νέα Φιλοθέη Αττικής, που ανήκει στην ευρύτερη δομημένη περιοχή των Αθηνών. Το οικοπέδο έχει έκταση  $207 \text{ m}^2$ , είναι επικλινές, με κλίση 15% στην κατεύθυνση βορρά – νότου (σχ 3. 16).

Η ενδιαφέρουσα θέα του είναι προσανατολισμένη στον νότο. Κατά την διάρκεια εκπόνησης της μελέτης, ο περιβάλλον του οικοπέδου χώρος ήταν ήδη κτισμένος.

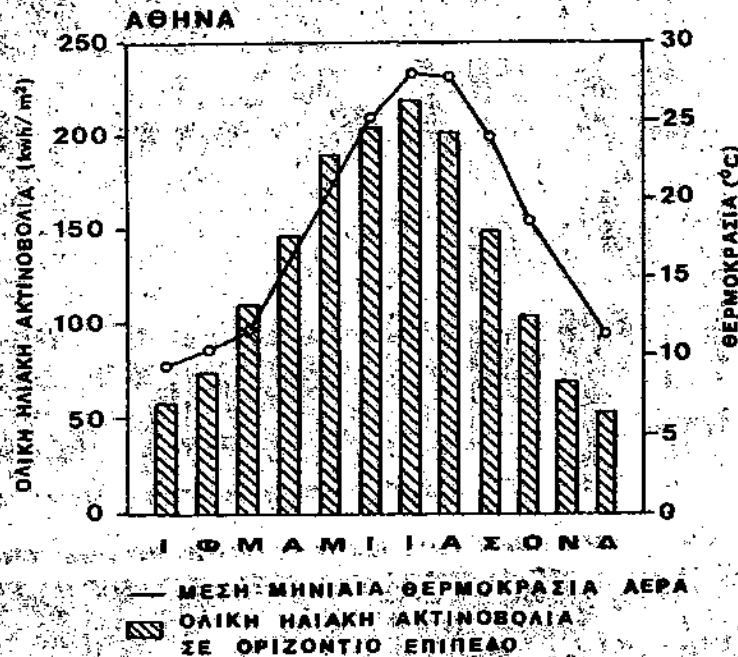


Σχήμα 3. 16 Τοπογραφικό

### 3.2.2 Κλίμα – Μικροκλίμα

Η κατοικία βρίσκεται σε 38<sup>0</sup> Β.Γ.Π. Το κλίμα της περιοχής είναι ήπιο. Η μέση εξωτερική θερμοκρασία τον Ιανουάριο είναι 9.4 °C και τον Ιούλιο 27.9 °C (σχ3.17)

Οι βαθμομέρες θέρμανσης είναι 1110 και οι ώρες ηλιοφάνειας 2818 ετησίως. Οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή είναι κυρίως βόρειοι και βορειοανατολικοί.



Σχήμα 3.17 Κλιματικά στοιχεία

### 3.2.3 Αρχιτεκτονική δομή περιβαλλοντικές παράμετροι

Το σύστημα δόμησης στην περιοχή είναι συνεχές. Κατά συνέπεια η ανατολική και δυτική πλευρά του κτιρίου βρίσκεται σε επαφή με τα όμορα - ισόγειο και δυόροφο κτίριο -. Το επιτρεπόμενο ποσό κάλυψης του οικοπέδου είναι 70%. Η νότια όψη της κατοικίας βρίσκεται σε επαφή με τον δρόμο και έχει θέα στο απέναντι πάρκο (σχ 3.18).

Η κατοικία αποτελείται από τρεις ( 3 ) ορόφους, pilotis (σχ 3.19) και υπόγειο. Ανήκει σε τριμελή οικογένεια. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ιδιοκτητών, εκτός από τους χώρους διαμονής, έπρεπε να προβλεφθούν και δύο χώροι για εργαστήρια ζωγραφικής ( οι ιδιοκτήτες είναι ζωγράφοι ).

Έτσι, στον Α' όροφο οργανώθηκαν οι παρακάτω χώροι : γραφείο, ξενώνας και ένα εργαστήριο ζωγραφικής (σχ 3.20).

Στον Β' όροφο βρίσκονται: δύο υπνοδωμάτια, λουτρό, W.C. και το δεύτερο εργαστήριο ζωγραφικής (σχ 3.21).

Ο Γ' όροφος αποτελείται από τους χώρους υποδοχής, τραπεζαρίας, κουζίνας (σχ 3.22).

Κατά τον σχεδιασμό του κτιρίου δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην κίνηση του ήλιου, στη διάρκεια του χρόνου. Έτσι προβλέφθηκε η ηλιακή ακτινοβολία να φτάνει τον χειμώνα σε μεγάλο βάθος, ακόμα και στους χώρους της βορεινής πλευράς του

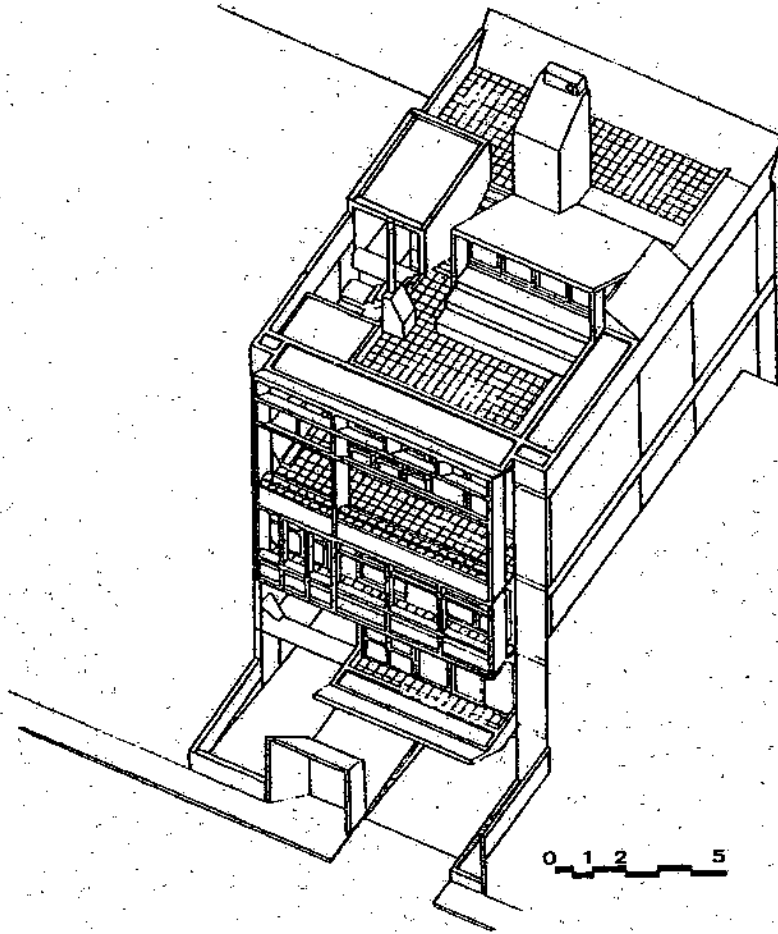
κτιρίου. Αυτό επιτυγχάνεται κυρίως με την κεκλιμένη πλάκα (σχ.3.25), με κλίση  $27^{\circ}$  ως προς την οριζόντια ( πρόκειται για την γωνία ύψους του ηλίου την 21η Δεκεμβρίου το μεσημέρι ).

Το καλοκαίρι η ηλιοπροστασία της κατοικίας εξασφαλίζεται πλήρως , με κατάλληλα τοποθετημένα κατακόρυφα και οριζόντια στοιχεία. Η μορφή αυτών των ηλιοπροστατευτικών προεξοχών, που συνδυάζονται με τα κτεκλιδώματα, διαμορφώνει και την αισθητική των όψεων (σχ 3.23 – 3.24).

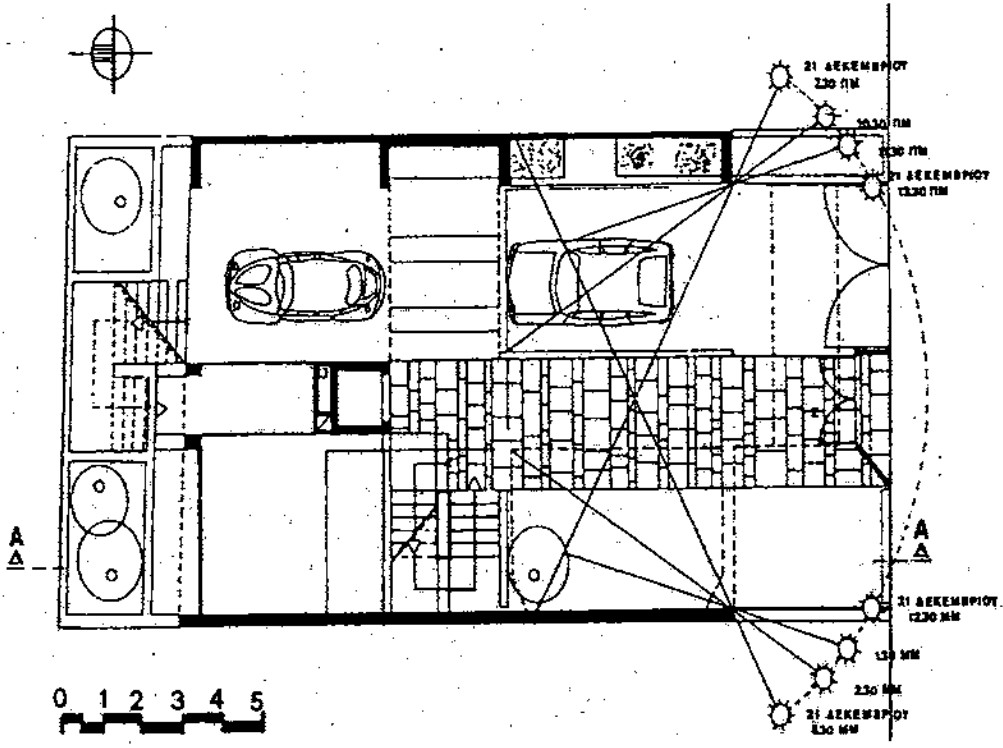
Στην βορεινή πλευρά έχουν τοποθετηθεί τα εργαστήρια , με μικρότερες απαιτήσεις σε θέρμανση, ώστε να λειτουργούν και ως χώροι ανάσχεσης της θερμότητας που προέρχεται από τους χώρους της νότιας πλευράς.

Το δώμα, με μεγάλη επιφάνεια, έχει διαμορφωθεί κατά ένα τμήμα του σε κήπο.

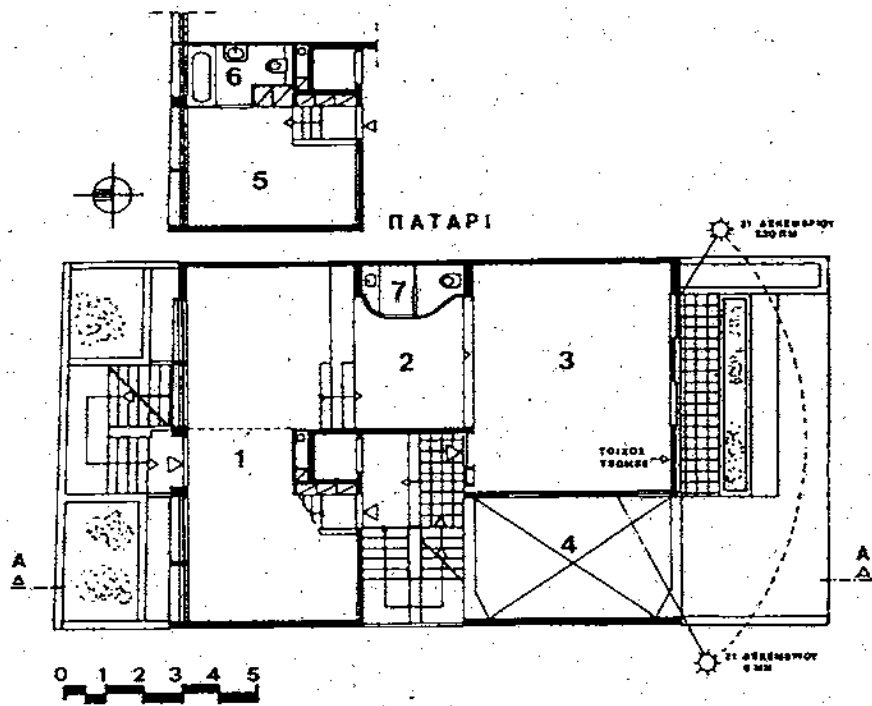
Το φυτεμένο χώμα, με το πάχος του και την βλάστηση που αναπτύχθηκε, προστατεύει το κτίριο από υπερθέρμανση το καλοκαίρι, ενώ τον χειμώνα μειώνει τις θερμικές απώλειες.



Σχήμα 3.18 Αξονομετρικό της κατοικίας

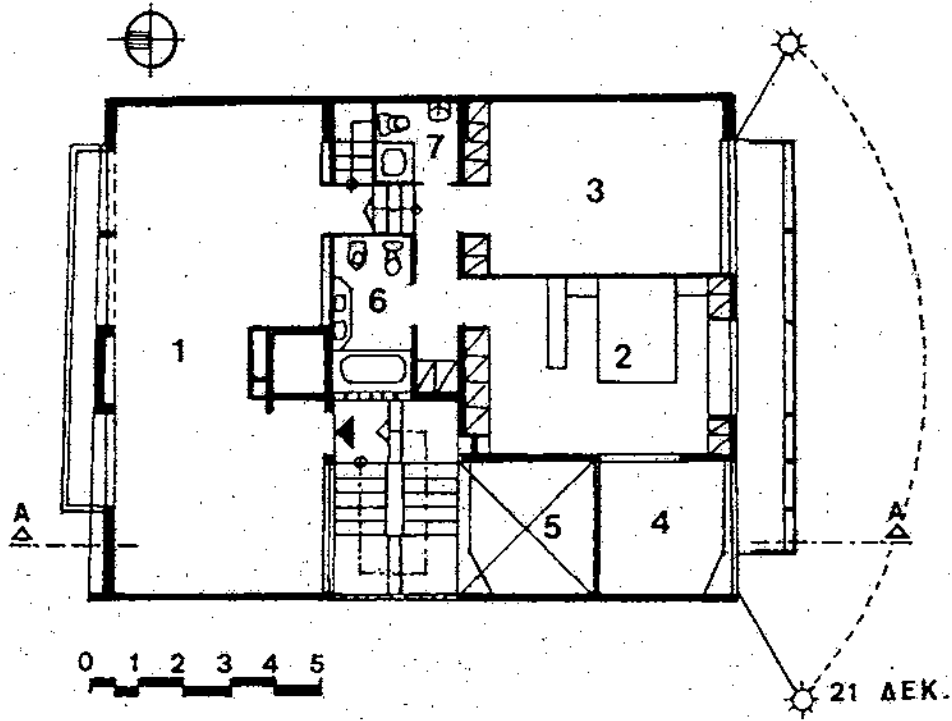


Σχήμα 3.19 Κάτοψη Ισογείου – pilotis

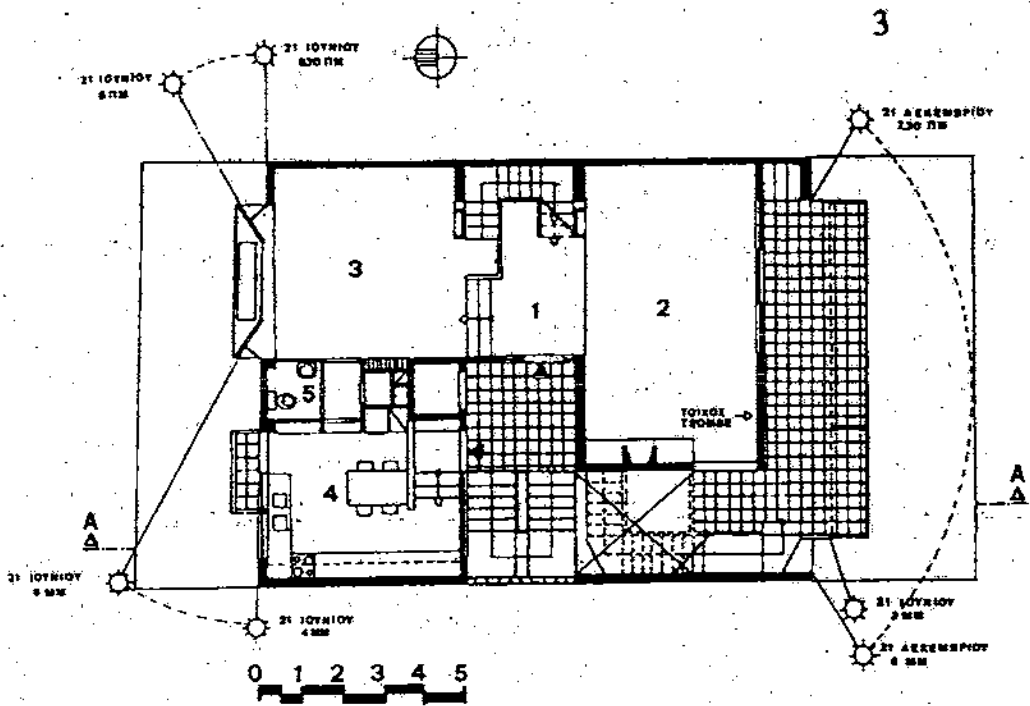


Σχήμα 3.20 Κάτοψη Α' ορόφου και παταριού

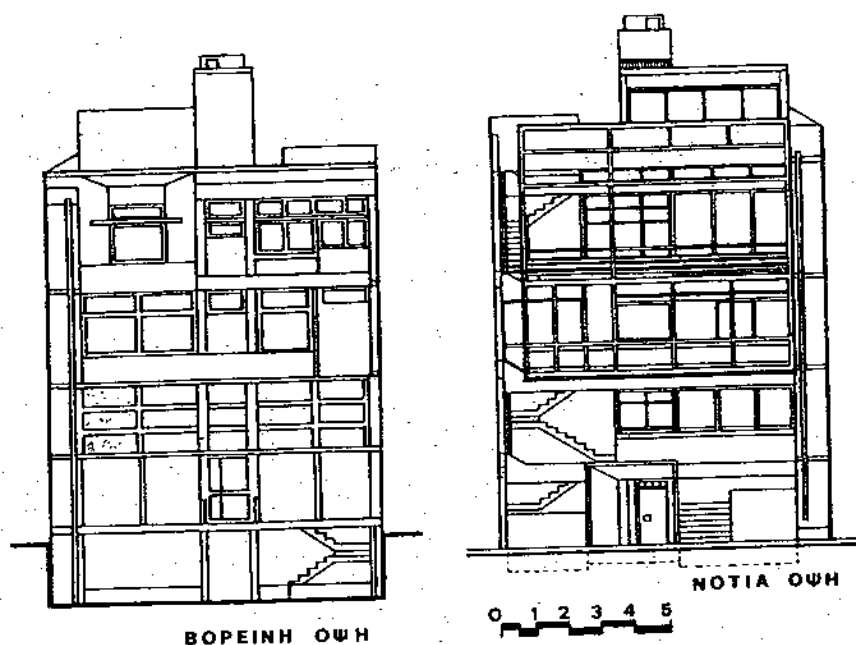




Σχήμα 3.21 Κάτοψη Β' ορόφου



Σχήμα 3.22 Κάτοψη Γ' ορόφου



Σχήματα 3.23 – 3.24 Όψεις της κατοικίας

### 3.2.4 Παθητικά συστήματα

Τα Παθητικά ηλιακά συστήματα που εφαρμόστηκαν είναι τα ακόλουθα :

#### 3.2.4.1 Το σύστημα άμεσου κέρδους

Το σύστημα άμεσου κέρδους με ανοίγματα προσανατολισμένα ακριβώς στον νότο. Η επιφάνεια των υαλοστασίων αντιστοιχεί στο 50% της επιφάνειας του κατοικήσιμου χώρου. Τα κουφώματα είναι μεταλλικά , από ανοδιωμένο χάλυβα και οι υαλοπίνακες διπλοί. Για την νυχτερινή προστασία των υαλοστασίων τον χειμώνα , τοποθετήθηκαν ρολλά αλουμινίου μονωμένα με πολυουρεθάνη.

Το καλοκαίρι, ο σκιασμός των ανοιγμάτων επιτυγχάνεται με σταθερά προεξέχοντα στοιχεία , κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα.

#### 3.2.4.2 Το σύστημα εμμέσου κέρδους

Κατασκευάστηκαν τρεις τοίχοι trombe, ένας για κάθε όροφο της κατοικίας.

Στον Α' όροφο, η επιφάνεια του τοίχου είναι  $4 \text{ m}^2$  συνδέεται με τον χώρο του γραφείου ( εμβαδού  $33 \text{ m}^2$  ). Ο τοίχος trombe του Β' ορόφου είναι  $1.5 \text{ m}^2$  και συνδέεται με το παιδικό υπνοδωμάτιο (εμβαδού  $17 \text{ m}^2$  ), ενώ στον Γ' όροφο η επιφάνεια του είναι  $7.5 \text{ m}^2$  και βρίσκεται στον χώρο του καθιστικού (εμβαδού  $30 \text{ m}^2$ ).

Οι τοίχοι trombe είναι κατασκευασμένοι από συμπαγές τούβλο, χρώματος γκριζου και φέρουν θυρίδες ( μικρές κυκλικές οπές των  $10 \text{ cm}$  ) στο πάνω και κάτω μέρος του τοίχου, για την κυκλοφορία του θερμού αέρα. Τα υαλοστάσια στην εξωτερική πλευρά του τοίχου είναι μονά, ανοιγόμενα. Το καλοκαίρι, οι τοίχοι trombe προστατεύονται από τον ήλιο με σταθερά προεξέχοντα στοιχεία, κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα.

### 3.2.4.3 Το σύστημα του θερμοκηπίου

Βρίσκεται στην νότια πλευρά του κτιρίου, στον Β' όροφο (σχ 3.20) και επικοινωνεί με το ένα από τα δύο υπνοδωμάτια, καθώς και με το εσωτερικό αίθριο ( ανάμεσα στον Α' και στον Β' όροφο ). Η νότια επιφάνεια του είναι  $8 \text{ m}^2$  και συνδέεται με το υπνοδωμάτιο με άνοιγμα επιφάνειας  $7.5 \text{ m}^2$ .

Ο σκελετός του θερμοκηπίου κατασκευάστηκε από χάλυβα ανοδιωμένο και διπλά τζάμα.

Το καλοκαίρι το 50% των υαλοστασίων του ανοίγει. Η ηλιοπροστασία του θερμοκηπίου εξασφαλίζεται από την προεξοχή του εξώστη του Γ' ορόφου.

### 3.2.4.4 Φυσική ψύξη

Η Φυσική ψύξη των εσωτερικών χώρων, το καλοκαίρι, επιτυγχάνεται με διαμερή αερισμό, που δημιουργείται με το άνοιγμα των νοτίων και βορείων υαλοστασίων. Επίσης έχει προβλεφθεί ηλιοπροστασία το καλοκαίρι, τόσο για τα παθητικά ηλιακά συστήματα όσο και για τα ανοίγματα. Τα ηλιοπροστατευτικά είναι οριζόντιες και κατακόρυφες προεξοχές, κατασκευασμένες από μπετόν.

### 3.2.4.5 Βοηθητική πηγή θέρμανσης

Ως βοηθητική πηγή θέρμανσης χρησιμοποιείται εγκατάσταση καλοριφέρ καθώς και ένα τζάκι στο καθιστικό του Β' ορόφου.

### 3.2.5 Θερμική λειτουργία των συστημάτων

Η ηλιακή ενέργεια που διαπερνά τα νότια υαλοστάσια, στην διάρκεια της χειμωνιάτικης ημέρας, αποθηκεύεται στην μάζα του κτιριακού κελύφους (σχ 3.25), δηλαδή στα δάπεδα και στους τοίχους. Την νύχτα, με την σταδιακή πτώση της θερμοκρασίας, η αποθηκευμένη θερμότητα επαναποδίδεται (σχ 3.26), διατηρώντας έτσι την θερμοκρασία σε αποδεκτά επίπεδα.

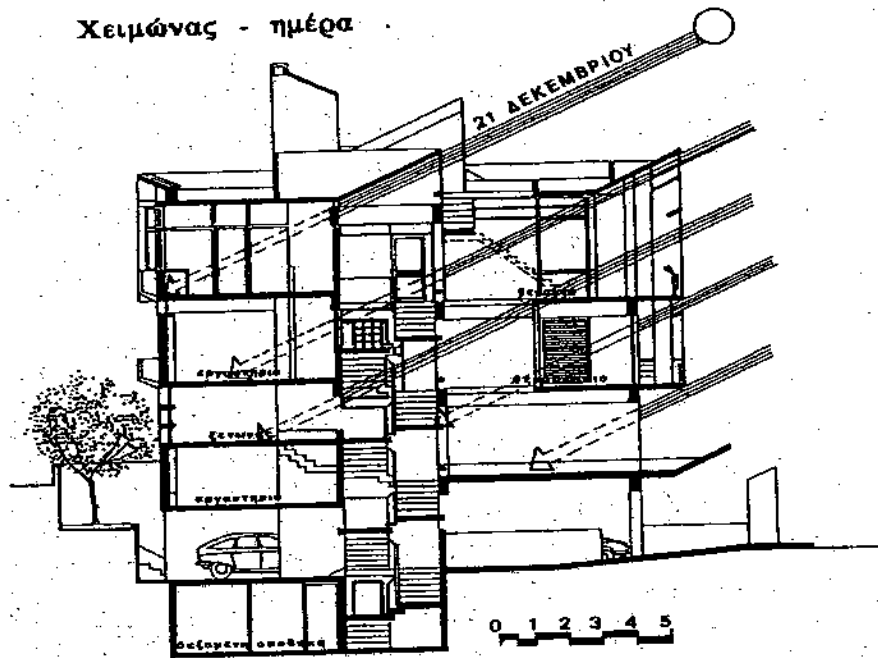
Οι θερμικές απώλειες των ανοιγμάτων την νύχτα περιορίζονται, με την χρήση των μονωμένων ρολλών.

Το καλοκαίρι, τα ανοίγματα προστατεύονται από τον ήλιο με τις προεξοχές ( οριζόντιες και κατακόρυφες ) του κτιριακού περιβλήματος (σχ 3.27). Το βράδυ ο διαμερή αερισμός εξασφαλίζει την απομάκρυνση του θερμού αέρα και την ψύξη της κατασκευής (σχ 3.28).

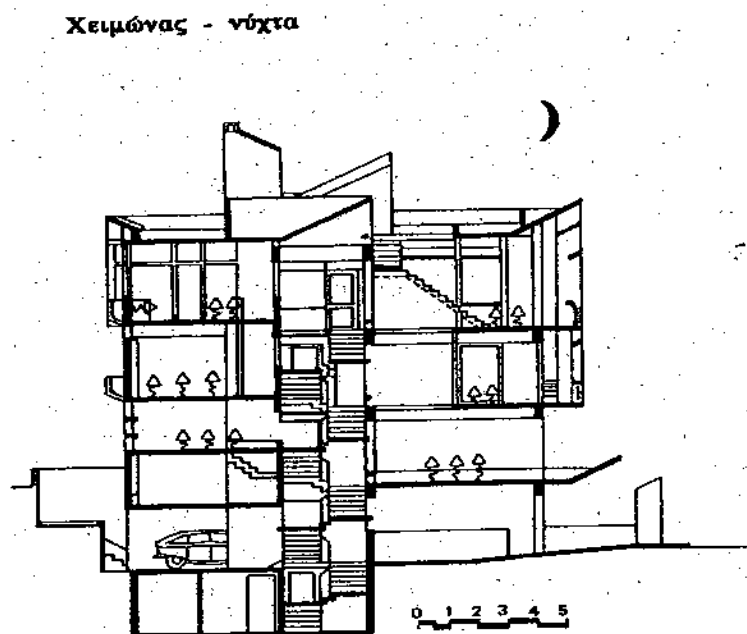
Τα συστήματα του εμμέσου κέρδους – τοίχοι trombe και θερμοκήπιο – στην διάρκεια τις ημέρας, το χειμώνα, συλλέγουν θερμική ενέργεια από τον ήλιο μέσα από τις γυάλινες επιφάνειες και την αποθηκεύουν στην μάζα των τοίχων και στα δάπεδα.

Ταυτόχρονα, θερμός αέρας διοχετεύεται στον εσωτερικό χώρο με το άνοιγμα των θυρίδων των τοίχων trombe. Τη νύχτα οι θερμικές απώλειες περιορίζονται με το κλείσιμο των θυρίδων.

Το καλοκαίρι, στην διάρκεια της νύχτας, η πλεονάζουσα θερμότητα που συγκεντρώνεται στους τοίχους trombe, απομακρύνεται με το άνοιγμα των θυρίδων και τμήματος των υαλοστασίων, του μπροστινού – στο νότο – και του πίσω – προς το αίθριο –.

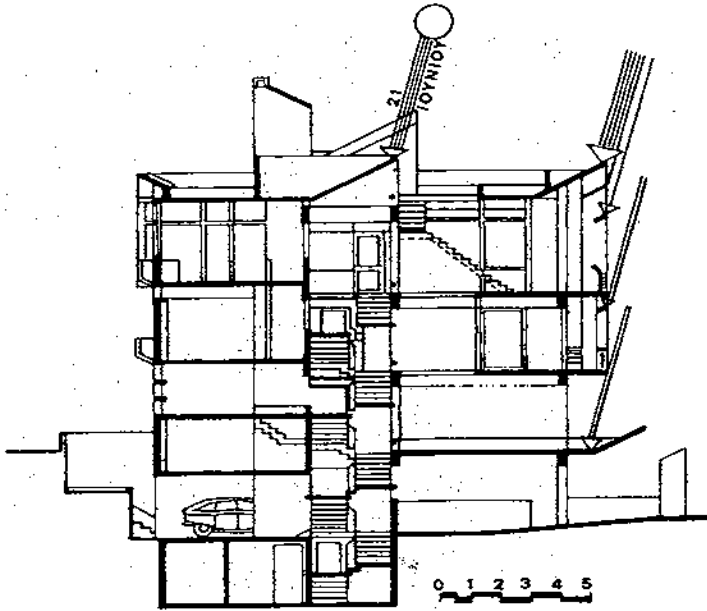


Σχήμα 3.25 Ηλιασμός κατοικίας



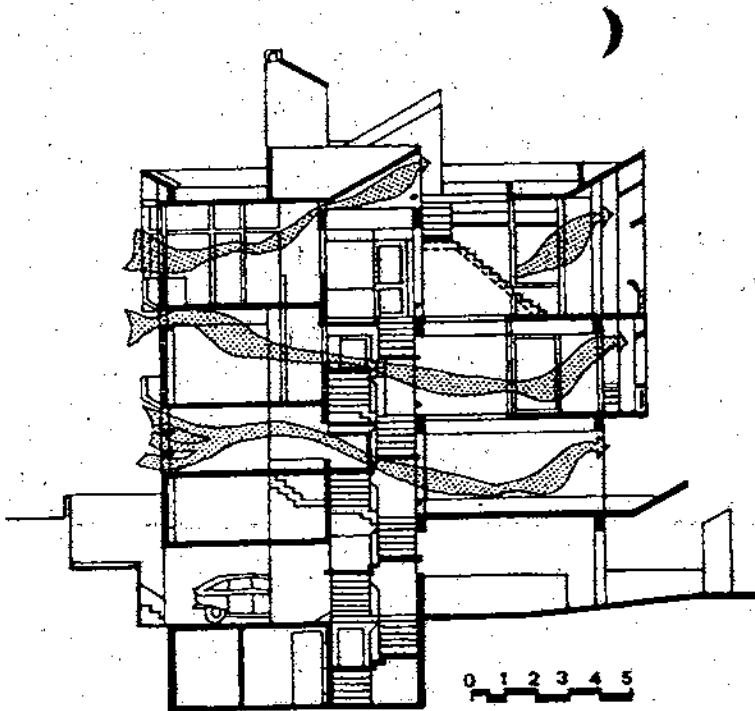
Σχήμα 3.26 Απόδοση της θερμότητας

Καλοκαίρι - ημέρα



Σχήμα 3.27 Ηλιοπροστασία κατοικίας

Καλοκαίρι - νύχτα



Σχήμα 3.28 Φυσική ψύξης με αερισμό

### 3.2.6 Κατασκευαστικά στοιχεία

Ο φέρων οργανισμός της κατοικίας κατασκευάστηκε από οπλισμένο σκυρόδεμα ανεπίχριστο. Το χρώμα του είναι γκρι σκούρο, στα τμήματα που φωτίζονται από τον ήλιο, ενώ οι εσωτερικές επιφάνειες έχουν βαφεί με ανοιχτότερο χρώμα.

Η εξωτερική τοιχοποιία κατασκευάστηκε από διπλή οπτοπλινθοδομή, με θερμική μόνωση στον πυρήνα, από διογκωμένη πολυστερίνη, πάχους 5 cm και βάρους  $25 \text{ kg/m}^3$ . Το συνολικό πάχος της τοιχοποιίας είναι 25 cm.

Οι τοίχοι trombe έχουν κατασκευαστεί από συμπαγές εμφανές τούβλο, χρώματος γκρίζου και πάχους 20 cm. Οι υαλοπίνακες έχουν τοποθετηθεί στην εξωτερική πλευρά των τοίχων, (σε απόσταση 10 cm) σε μεταλλικά πλαίσια από ανοδιωμένο χάλυβα.

Τα εσωτερικά δάπεδα, έχουν επιστρωθεί με πλακάκια κεραμικά η γρανίτη, ώστε να διασφαλίζουν επαρκή θερμοχωρητικότητα για την αποθήκευση της θερμότητας. Μόνο οι χώροι των εργαστηρίων έχουν επιστρωθεί με δάπεδα ελαστικά.

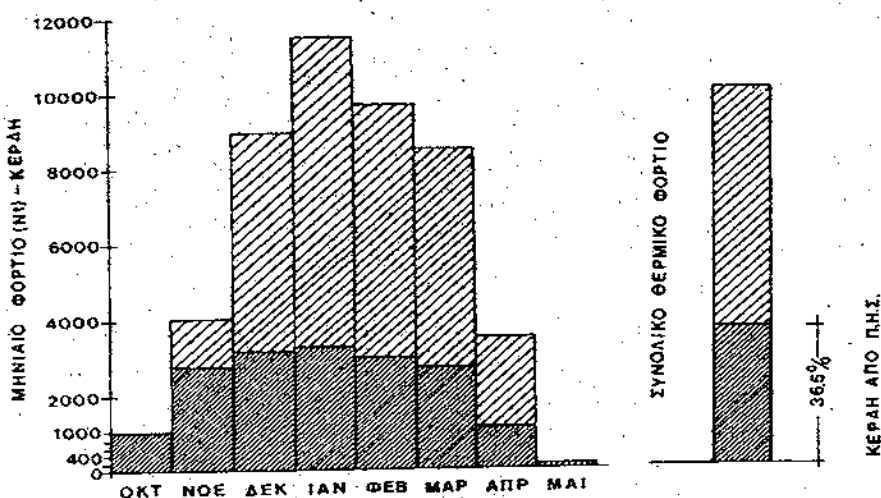
Το δώμα, στα τμήματα όπου είναι βατό, επιστρώθηκε με πλακίδια από γρανίτη, ενώ στο φυτεμένο τμήμα χρησιμοποιήθηκε περλίτης και χώμα.

Τα ανοίγματα, στο σύνολο τους φέρουν διπλά τζάμια Ελληνικής προέλευσης.

### 3.2.7 Θερμική συμπεριφορά του κτιρίου

Κατά την διάρκεια της μελέτης υπολογίστηκε η συμβολή της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση κτιρίου, με πρόγραμμα SOLARSAT, βασισμένο στην μέθοδο Balcomb. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν δίνουν : 36.5% κάλυψη των θερμικών αναγκών της κατοικίας από τα παθητικά ηλιακά συστήματα (σχ 3.29 και πίνακα. 1).

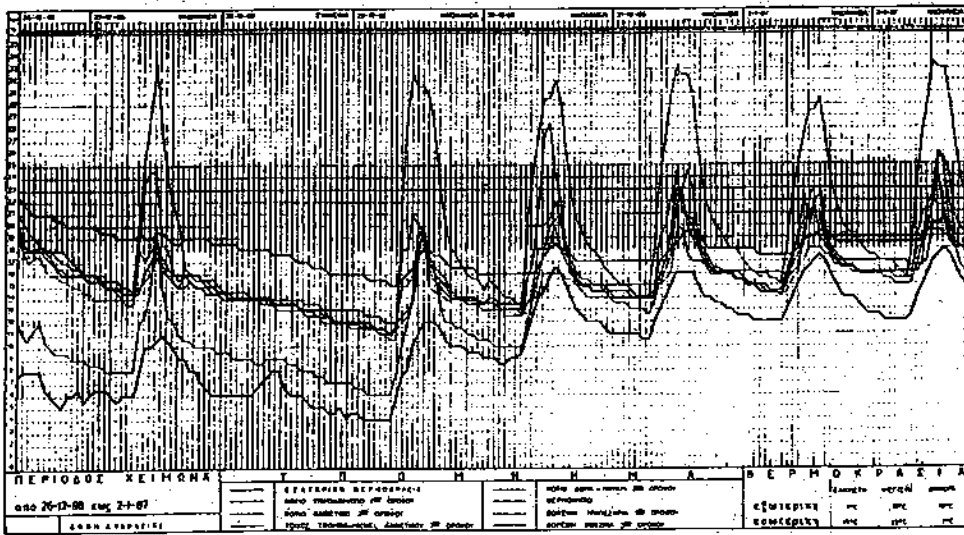
Μετά την κατασκευή της κατοικίας, εγκαταστάθηκε ηλεκτρονικός καταγραφέας θερμοκρασιών. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται στα αντίστοιχα διαγράμματα (σχ 3.30 – 3.31).



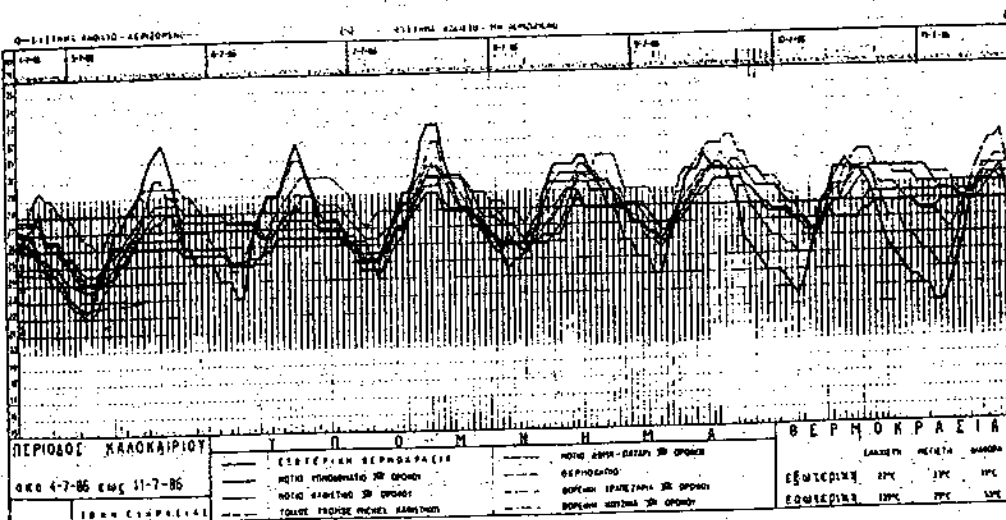
Σχήμα 3.29 Διάγραμμα θερμικών κερδών από τα παθητικά συστήματα

| ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ BALCOMB |        |              |           |       |                   |                   |
|--|--------|--------------|-----------|-------|-------------------|-------------------|
| ΜΗΝΑΣ                                      | ΦΟΡΤΙΟ | ΗΛΙΑΚΑ ΚΕΡΔΗ |           |       | ΣΥΝΟΛΟ ΚΕΡΔΗ/ΜΗΝΑ | ΑΠΟΔΟΣΗ ΠΟΣΟΣΤΟ % |
|  |        | ΤΡΟΜΒΕ       | ΘΕΡΜΟΚΗΠΟ | ΑΜΕΣΟ |                   |                   |
| ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ                                  | 1036   | 258          | 225       | 732   | 1036              | 100               |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ                                  | 4023   | 505          | 262       | 2004  | 2771              | 69                |
| ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ                                 | 8926   | 675          | 330       | 2172  | 3185              | 36                |
| ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ                                 | 11512  | 742          | 278       | 2235  | 3255              | 28                |
| ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ                                | 9729   | 610          | 229       | 2099  | 2938              | 30                |
| ΜΑΡΤΙΟΣ                                    | 8481   | 673          | 336       | 1753  | 2762              | 33                |
| ΑΠΡΙΛΙΟΣ                                   | 3532   | 390          | 240       | 533   | 1163              | 33                |
| ΜΑΙΟΣ                                      | 189    | -            | -         | 200   | 189               | 100               |
| ΣΥΝΟΛΟ ΕΤΟΥΣ                               | 47428  | 3853         | 1908      | 11728 | 17299             | 365 %             |

Πίνακας 1. Θερμική απόδοση των συστημάτων



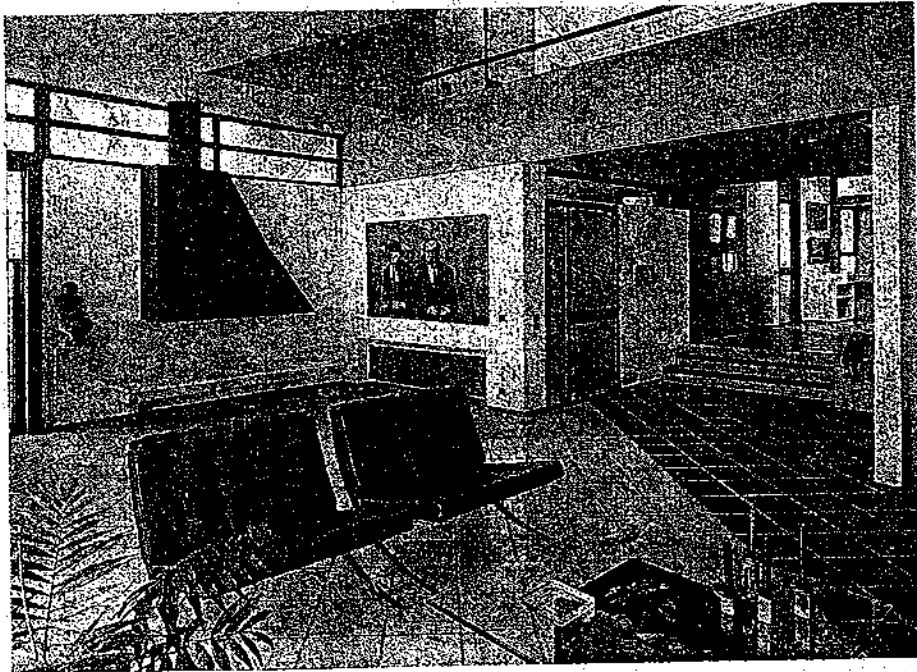
Σχήμα 3.30 Διάγραμμα διακύμανσης θερμοκρασιών κατά την περίοδο του χειμώνα



Σχήμα 3.31 Διάγραμμα διακύμανσης θερμοκρασιών κατά την περίοδο του καλοκαιριού

### 3.2.8 Σχόλια μελετητών – χρηστών

Οι ένοικοι, ιδιοκτήτες της κατοικίας, έχουν πλήρως αποδεχτεί και κατανόηση την βιοκλιματική λειτουργία του κτιρίου ( εικόνα 3.32). Η απόδοση των ηλιακών παθητικών συστημάτων κρίνεται, σήμερα, πολύ αποτελεσματική, παρά τις μεγάλες επιφάνειες των βορείων υαλοστασίων, που καλύπτουν την ανάγκη άπλετου φωτισμού στους χώρους των εργαστηρίων ζωγραφικής.



Εικόνα 3.32 Εσωτερικό της κατοικίας

### 3.2.9 Στοιχεία της κατοικίας

**ΘΕΣΗ:** Ν. ΦΙΛΟΘΗ ΑΤΤΙΚΗΣ  
**ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ:** Χ. & Δ. ΜΥΤΑΡΑΣ  
**ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ:** Μ. Γ. ΣΟΥΒΑΤΖΙΔΗΣ  
**ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ:** 1981  
**ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ:** 1982 – 1985

#### ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

##### Α. ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ:

1. Άμεσο ηλιακό κέρδος
2. Τοίχοι συλλέκτες trombe
3. Θερμοκήπιο

##### Β. ΦΥΣΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ:

1. Φυσικός αερισμός
2. Ηλιοπροστασία



### 3.3 Κατοικία στο Ωραιόκαστρο Θεσσαλονίκης



Εικόνα της κατοικίας στο Ωραιόκαστρο Θεσσαλονίκης

#### 3.3.1 Περιγραφή του έργου

Η κατοικία βρίσκεται στον οικισμό Γαλήνη στο Ωραιόκαστρο, σε απόσταση 8 χλμ, περίπου, από το κέντρο της Θεσσαλονίκης.

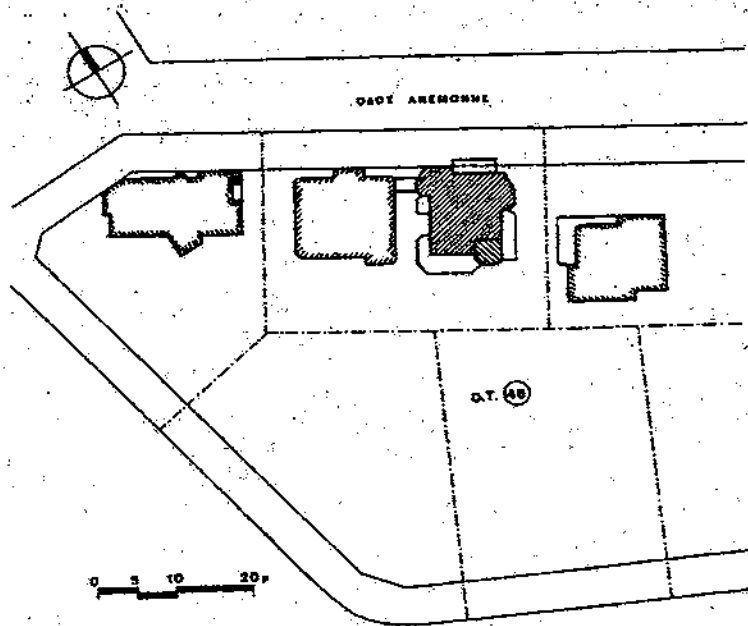
Το οικοπέδο έχει έκταση 940 m<sup>2</sup> και αποτελεί εξ' αδιαίρετου συνιδιοκτησία. Σήμερα μάλιστα έχει κτιστεί και η διπλανή κατοικία (σχ 3.33). Το οικοπέδο είναι επικλινές, με κλίση 15% στην κατεύθυνση βορρά - νότου, και έχει θέα προς το νότο, στον κόλπο του Θερμαϊκού.

#### 3.3.2 Κλίμα – Μικροκλίμα

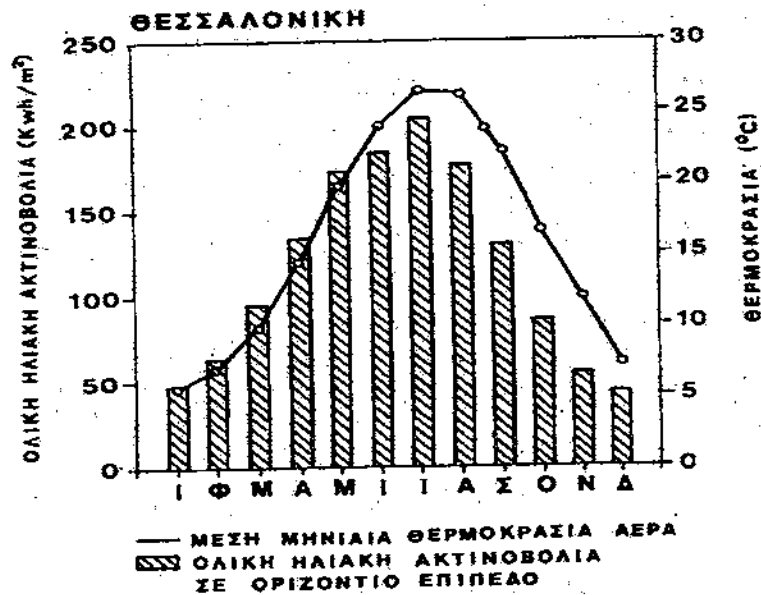
Η κατοικία βρίσκεται σε 40<sup>ο</sup> Β.Γ.Π. Το κλίμα της περιοχής είναι ξηρό, γιατί βρίσκεται σε ύψωμα, με μέσες θερμοκρασίες λίγο χαμηλότερες από αυτές της Θεσσαλονίκης.

Η μέση εξωτερική θερμοκρασία τον Ιανουάριο είναι 5.5 °C και τον Ιούλιο 26.7 °C (σχ 3.34). Οι βαθμοήμερες θέρμανσης είναι 1725 και οι ώρες ηλιοφάνειας 2429 ετησίως.

Οι επικρατούντες ψυχροί άνεμοι, το χειμώνα, έχουν βορειοδυτική κατεύθυνση. Το καλοκαίρι οι δροσεροί άνεμοι είναι τα μελέτσια, από τα βορειοανατολικά ή οι αύρες από την θάλασσα.



Σχήμα 3.33 Τοπογραφικό



Σχήμα 3.34 Κλιματικά στοιχεία

### 3.3.3 Αρχιτεκτονική δομή περιβαλλοντικές παράμετροι

Η κατοικία ανήκει σε πενταμελείς οικογένεια, γονείς και τρία παιδιά, με αυξημένες ανάγκες σε χώρους.

Χωροθετήθηκε στην βορεινή πλευρά του οικοπέδου, στο όριο της πρασσιάς. Στα δυτικά της, σε απόσταση 5.0 m, κτίστηκε τελευταία η δεύτερη κατοικία, μίας και το οικόπεδο ανήκει σε δύο ιδιοκτήτες.

Η κατοικία αποτελείται από τρία επίπεδα: ημιυπόγειο, ανώγειο και όροφο, με συνολικό εμβαδόν 259 m<sup>2</sup>. Στο δώμα προβλέπεται, εκτός από τον χώρο του κλιμακοστασίου, και ημιπαιθριος χώρος.

Το ημιυπόγειο, στην βορεινή πλευρά περιλαμβάνει χώρο για garage, λεβητοστάσιο, αποθήκη και πλυντήριο (σχ 3.35). Στο νότιο τμήμα, που είναι ισόγειο λόγω της κλίσης του οικοπέδου, οργανώθηκε ένα καθιστικό με την κουζίνα του και τον χώρο του θερμοκηπίου.

Στο ανώγειο τοποθετήθηκαν οι χώροι υποδοχής, καθιστικό, τραπεζαρία – ως συνέχεια του θερμοκηπίου – κουζίνα και ένα δωμάτιο για φιλοξενούμενους (σχ 3.36).

Στον Α' όροφο βρίσκονται όλα τα υπνοδωμάτια, για τα παιδιά και του γονείς, καθώς και οι βοηθητικοί χώροι (σχ 3.37).

Οι πολεοδομικοί περιορισμοί – μικρό πόσο κάλυψης – και η απαίτηση των ιδιοκτητών για μεγάλους χώρους καθόρισαν, σε μεγάλο βαθμό, το σχήμα του κτιρίου, με κεντρικό πυρήνα το κλιμακοστάσιο. Ταυτόχρονα οι προθέσεις της αρχιτέκτονος, για διασφάλιση επαρκούς ηλιάσου των κυρίων χώρων ζωής, καθόρισαν τον προσανατολισμό τους.

Η κατοικία είναι στραμμένη προς το νότο, με μια απόκλιση 20<sup>0</sup> προς την δύση, για λόγους θέας. Επίσης, ο υποχρεωτικός ακάλυπτος αφέθηκε στην νότια πλευρά και πρόκειται να διαμορφωθεί σε κήπο, που θα χρησιμοποιείται στην διάρκεια του καλοκαιριού ή και τις ηλιόλουστες ημέρες του χειμώνα.

Το θερμοκήπιο, ως συνέχεια της τραπεζαρίας, προσαρμόστηκε στην νότια όψη (σχ 3.38) και αποτελεί το συνδετικό στοιχείο του εσωτερικού χώρου με το ύπαιθρο.

Εκτείνεται σε δύο ορόφους (σχ 3.39), από το ημιυπόγειο μέχρι τον Α' όροφο, όπου προβλέπονται θυρίδες στο δάπεδο των υπνοδωματίων για την προσαγωγή ζεστού αέρα. Σε επαφή με τον χώρο του θερμοκηπίου βρίσκεται και το καθιστικό του ανωγείου.

Η βορεινή και δυτική πλευρά του κτιρίου έχουν περιορισμένα μεγέθη ανοιγμάτων, ώστε να περιορίζονται οι θερμικές απώλειες, αλλά και να εξασφαλίζεται η επάρκεια του φυσικού φωτισμού των χώρων (σχ 3.40 – 3.41).

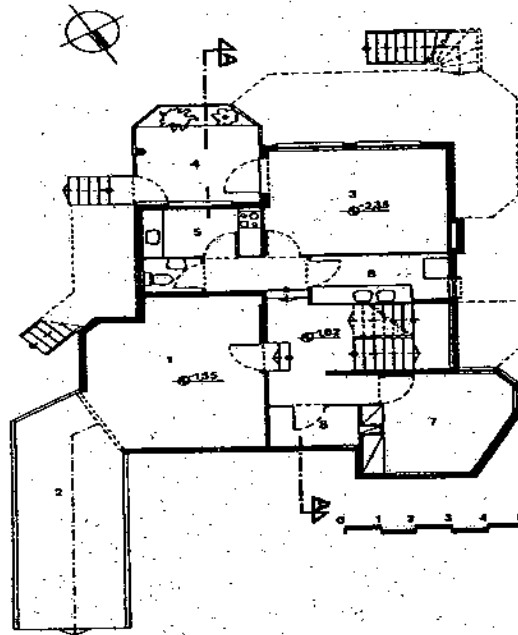
Ιδιαίτερα στην δυτική πλευρά, λόγω της γειννίας με την ανεγειρόμενη κατοικία, προβλέφθηκαν μόνο φεγγίτες.

Στόχος της μελέτης ήταν η δημιουργία ανοιχτών χώρων, όπως οι χώροι υποδοχής, που συνδυαζόμενοι με την καθ' ύψος επικοινωνία – χώρος κλιμακοστασίου – θα επιτρέπουν την ελεύθερη ροή θερμότητας.

Ο περιορισμός των θερμικών απωλειών, το χειμώνα, επιτυγχάνεται τόσο με την θερμομόνωση των κατασκευαστικών στοιχείων όσο και με την εξωτερική προστασία των ανοιγμάτων την νύχτα.

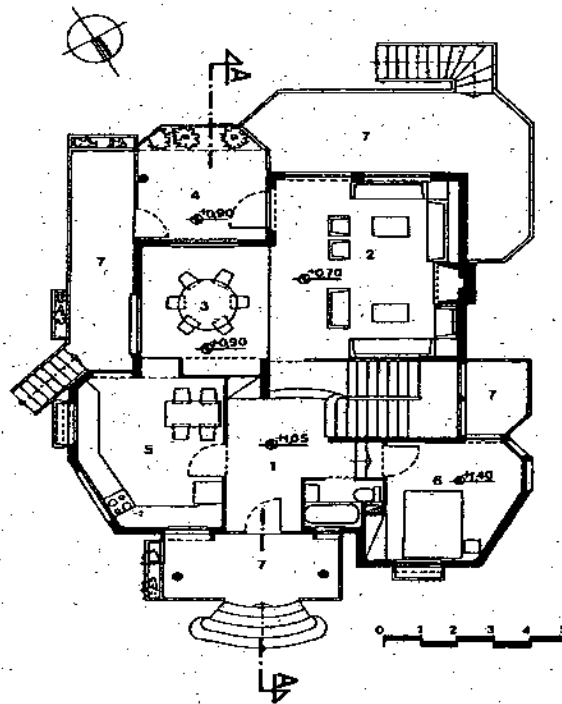
Το καλοκαίρι η κατοικία προστατεύεται από τον ήλιο με τις προεξοχές των πλακών και της στέγης, καθώς και από την μελλοντική φύτευση φυλλοβόλων δέντρων, σε κατάλληλη θέση για σκiasμό από την δύση.

Επίσης ο διαμπερής αερισμός, το βράδυ, με το άνοιγμα των παραθύρων στο βορρά και το νότο εξασφαλίζει την απομάκρυνση της πλεονάζουσας θερμότητας από τους χώρους της κατοικίας.



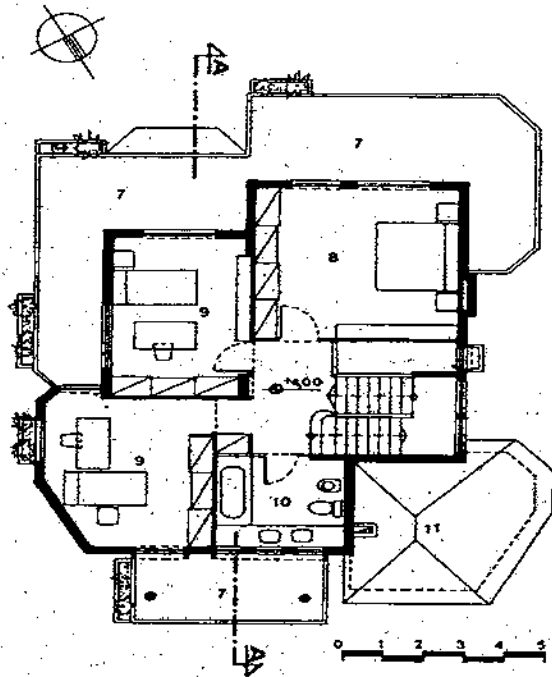
- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| 1. garage     | 5. κουζίνα      |
| 2. ράμπτα     | 6. πλυντήριο    |
| 3. καθιστικό  | 7. λεβητοστάσιο |
| 4. θερμοκήπιο | 8. αποθήκη      |

Σχήμα 3.35 Κάτοψη Ημιπόγειου



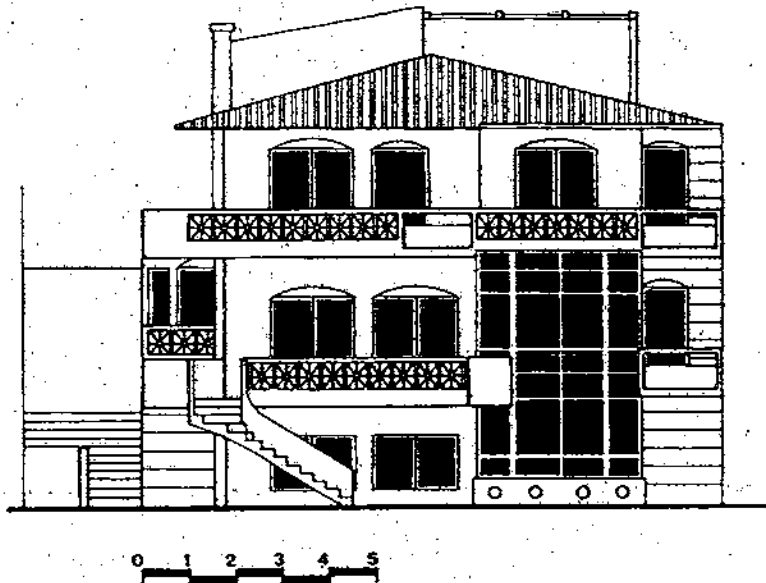
- |               |                  |
|---------------|------------------|
| 1. είσοδος    | 5. κουζίνα       |
| 2. καθιστικό  | 6. δωμάτιο ξένων |
| 3. τραπεζαρία | 7. βεράντες      |
| 4. θερμοκήπιο |                  |

Σχήμα 3.36 Κάτοψη Ανωγείου

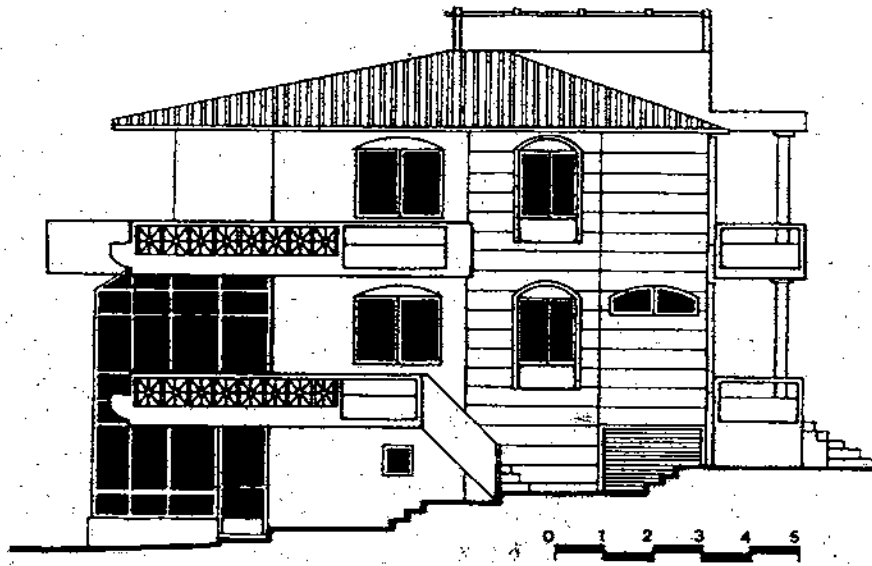


- 7. βεράντες
- 8. δωμάτιο γονιών
- 9. δωμάτιο παιδιού
- 10. λουτρό
- 11. στέγη

Σχήμα 3.37 Κάτοψη Α' ορόφου



Σχήμα 3.38 Νότια όψη



Σχήμα 3.39 Ανατολική όψη



Σχήμα 3.40 Βορεινή όψη



Σχήμα 3.41 Δυτική όψη

### 3.3.4 Παθητικά συστήματα

Τα παθητικά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν για την θέρμανση του κτιρίου, είναι: α) το άμεσο ηλιακό κέρδος από τα νότια ανοίγματα, απαραίτητα και για τον φωτισμό των χώρων, β) το θερμοκήπιο.

#### 3.3.4.1 Το σύστημα άμεσου κέρδους.

Ο ακριβής προσανατολισμός των νότιων ανοιγμάτων έχει μία απόκλιση  $20^\circ$  από το νότο προς την δύση. Η συνολική τους επιφάνεια αντιστοιχεί σε ποσοστό 20% του κατοικήσιμου χώρου.

Τα υαλοστάσια είναι πλαστικά, με μόνωση από πολυουρεθάνη και διπλά τζάμια ενσωματωμένα στο ίδιο πλαίσιο.

Η προστασία των ανοιγμάτων, το χειμώνα την νύχτα, γίνεται με εξωτερικά ρολλά, μονωμένα στις περσίδες τους.

Ο σκιασμός των υαλοστασίων το καλοκαίρι εξασφαλίζεται από τις προεξοχές των πλακών και της στέγης, όπως ήδη αναφέρθηκε.

#### 3.3.4.2 Το σύστημα εμμέσου κέρδους.

Το σύστημα εμμέσου κέρδους, με το δωρόφο θερμοκήπιο προσανατολισμένο στο νότο.

Η συνολική γυάλινη επιφάνεια του είναι  $22 \text{ m}^2$ . Οι δύο πλευρές του – σε κάτοψη – συνδέεται με εξωτερική τοιχοποιία της κατοικίας, ενώ οι άλλες δύο είναι γυάλινες σε προεξοχή.

Το θερμοκήπιο είναι δωρόφο και επικοινωνεί με τους χώρους του καθιστικού και της τραπεζαρίας, στο ανώγειο, με ανοίγματα επιφανείας  $3.50 \text{ m}^2$ , όπως και στο

ημιωλόγειο. Πίσω από την κατακόρυφη, γυάλινη επιφάνεια του θερμοκηπίου (σχ3.42) δημιουργείται ένα κενό – σχισμή στην ενδιάμεση πλάκα, ( πλάτους 20 cm ), που επιτρέπει την ροή της θερμότητας προς τα πάνω. Η κορυφή του θερμοκηπίου είναι κεκλιμένη με γωνία κλίσης  $30^{\circ}$ .

Ο αέρας που ζεσταίνεται μέσα στο θερμοκήπιο μεταφέρεται προς τα πάνω, μέχρι τα υπνοδωμάτια, όπου προβλέπονται θυρίδες στο δάπεδο του Α' ορόφου, για την είσοδο του.

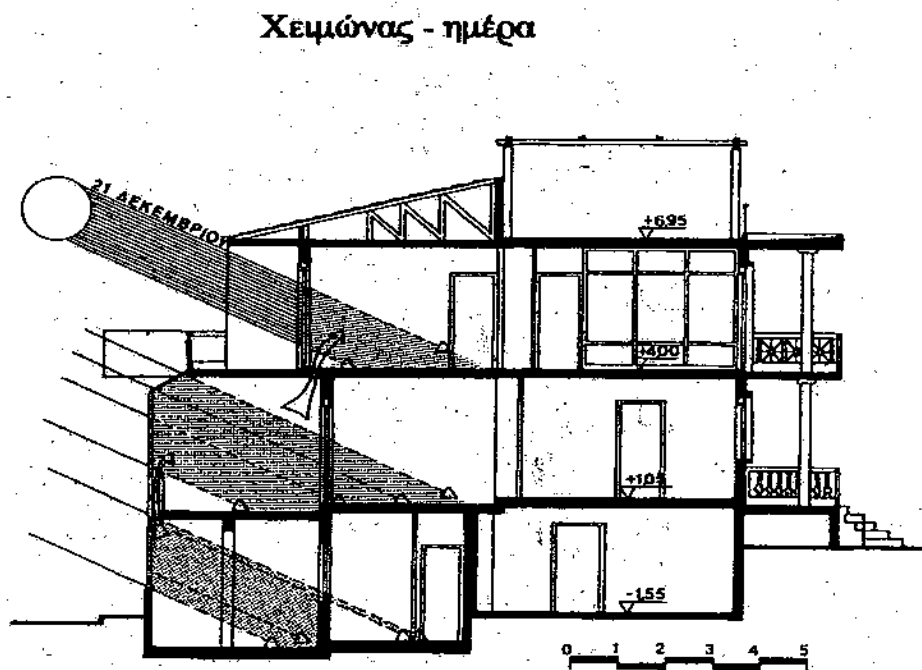
Η κατασκευή του θερμοκηπίου προβλέπεται να γίνει από προφίλ πλαστικών, ενισχυμένο με σίδηρο στην διατομή τους και κοιλοδοκούς για την στήριξη του.

Ορισμένα τμήματα από το υαλοστάσιο του θερμοκηπίου ανοίγουν για την απομάκρυνση, του ζεστού αέρα το καλοκαίρι. Τα ανοίγματα αυτά βρίσκονται στην χαμηλή και στην μεσαία ζώνη της επιφάνειάς του, καθώς και στην κορυφή του – κεκλιμένο τμήμα –.

Ο σκιασμός του θερμοκηπίου το καλοκαίρι επιτυγχάνεται εν μέρει, από την προεξέχουσα πλάκα του ανώγειο. Το χειμώνα, τη νύχτα, η προστασία είναι ελλιπής.

### 3.3.4.3 Βοηθητική πηγή θέρμανσης

Ως Βοηθητική πηγή θέρμανσης πρόκειται να χρησιμοποιηθεί εγκατάσταση καλοριφέρ, με καυστήρα. Συμπληρωματικά, θα λειτουργήσει ένα τζάκι ξύλων, που βρίσκεται στο ανώγειο, στο χώρο του καθιστικού.



Σχήμα 3.42 Ηλιασμός της κατοικίας



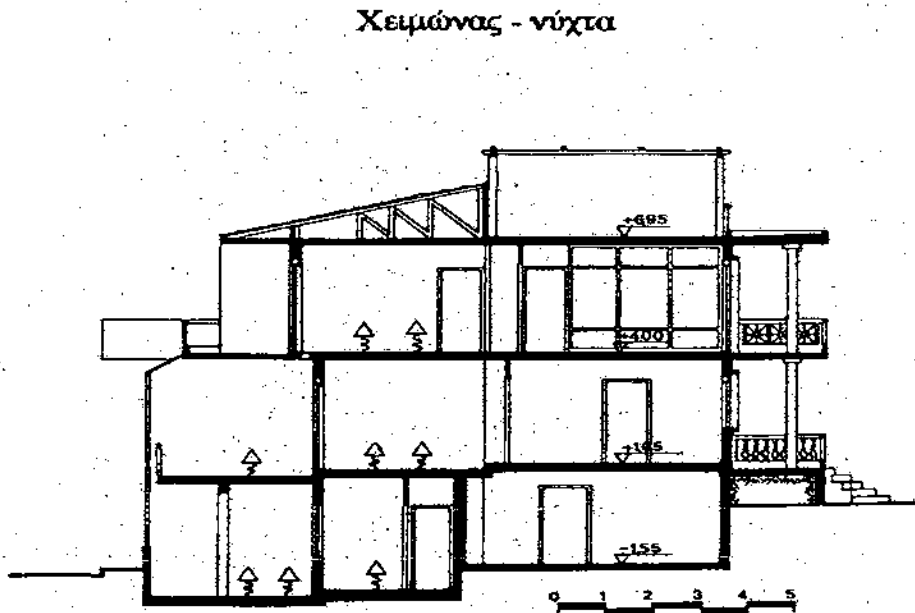
### 3.3.5 Θερμική λειτουργία των συστημάτων

Η ηλιακή ενέργεια που διαπερνά τα παθητικά συστήματα, στην διάρκεια της χειμωνιάτικης ημέρας, συμβάλλει στην άνοδο της εσωτερικής θερμοκρασίας, ενώ ένα μεγάλο μέρος της αποθηκεύεται στην μάζα του κτιριακού κελύφους (σχ 3.42), δηλαδή στα δάπεδα, στους τοίχους και στις οροφές.

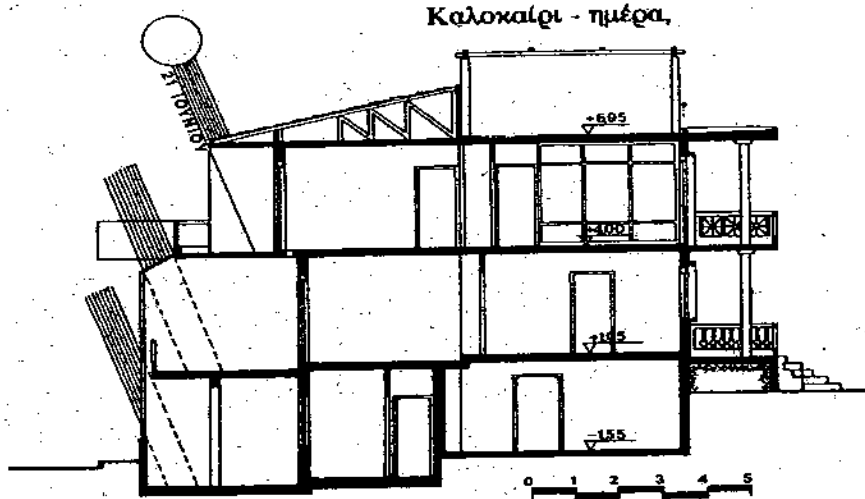
Τη νύχτα, με την σταδιακή πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας, η αποθηκευμένη θερμότητα εναποδίδεται (σχ 3.43), διατηρώντας έτσι την θερμοκρασία του χώρου σε αποδεκτά επίπεδα. Τα εξωτερικά ρολλά παραμένουν κλειστά, περιορίζοντας έτσι τις θερμικές απώλειες από τα ανοίγματα.

Το καλοκαίρι, η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων εξασφαλίζεται από τις προεξοχές των πλακών (σχ3.44). Όμως, το βράδυ ο διαμπερής αερισμός απομακρύνει την πλεονάζουσα θερμότητα επαρκώς και συμβάλλει στην ψύξη της κατασκευής (σχ3.45).

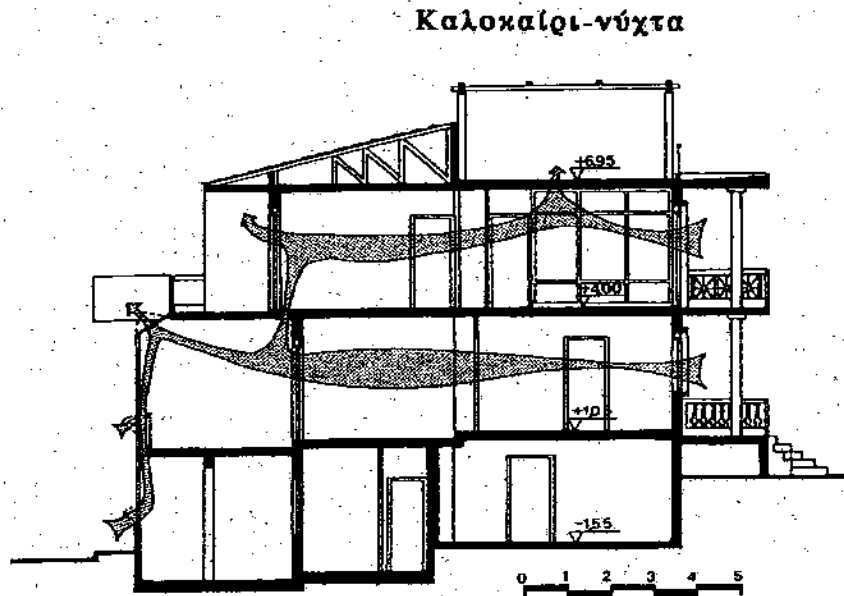
Επίσης ανοίγουν οι φεγγίτες του θερμοκηπίου στην επάνω μεσαία και κάτω ζώνη (σχ 3.45), πράγμα που σημαίνει ότι δημιουργείται μια ροή θερμού αέρα προς τα πάνω, που διαρκώς απομακρύνεται. Κατά συνέπεια, περιορίζεται η επιβράδυνση της κατοικίας με θερμότητα. Οι θυρίδες του δαπέδου του Α' ορόφου παραμένουν κλειστές το καλοκαίρι στην διάρκεια της ημέρας.



Σχήμα 3.43 Απόδοση θερμότητας



Σχήμα 3.44 Ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων



Σχήμα 3.45 Φυσική ψύξη με αερισμό

### 3.3.6 Κατασκευαστικά στοιχεία

Η κατασκευή του κτιρίου είναι συμβατική, με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα – υποστυλώματα και δοκούς – με μόνωση εξωτερική από εξηλασμένη πολυστυρόλη, πάχους 3 cm (σχ3.46).

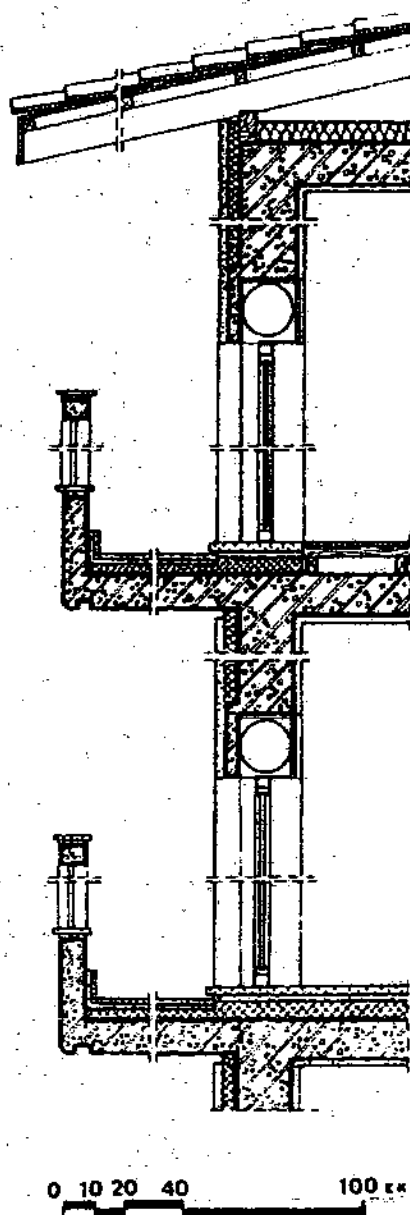
Η εξωτερική τοιχοποιία είναι ψαθωτή, με διπλή σειρά τούβλων και θερμομόνωση στον πυρήνα, από διογκωμένη πολυστερίνη, πάχους 5 cm και βάρους 25 kg / m<sup>3</sup>. Το συνολικό πάχος της τοιχοποιίας είναι 25 cm.

Τα δάπεδα είναι κατασκευασμένα : στο ανάγειο και στο ημιυπόγειο από πλάκες μαρμάρου, ενώ στον Α΄ όροφο είναι ξύλινα.

Όλα τα δάπεδα, που ανήκουν σε χώρους θερμαινόμενους, είναι μονωμένα με στρώση διογκωμένης πολυστερίνης.

Οι κεκλιμένες πλάκες – στέγες έχουν μονωθεί με στρώση υαλοβάμβακα και επικάλυψη από αλουμίνιο. Η υγραμόνωση έγινε με επάλληλες στρώσεις ασφαλτοπολτού.

Τα κουφώματα είναι πλαστικά με ενίσχυση από σίδηρο, μονωμένα με πολουρεθάνη. Τα τζάμια είναι διπλά Ευρωπαϊκής προέλευσης.



Σχήμα 3.46 Κατασκευαστικό εξώστη – δοκού – στέγης

### 3.3.7 Θερμική συμπεριφορά κτιρίου

Η θερμική απόδοση των παθητικών ηλιακών συστημάτων δεν υπολογίστηκε. Η κατοικία βρίσκεται στην φάση της αποπεράτωσης. Δεν έχει ακόμα ολοκληρωθεί η κατασκευή του θερμοκηπίου.

### 3.3.8 Σχόλια μελετητών – χρηστών

Δυσκολίες κατασκευάστηκες προέκυψαν στην τοποθέτηση της εξωτερικής μόνωσης, στα δοκάρια και στα τοιχεία. Η εξηλασμένη πολυστυρόλη στερεώθηκε στο μπετόν και επενδύθηκε με νεβρομετάλλ, υλικό κατάλληλο να υποδεχτεί το εξωτερικό επίχρισμα.

Κατά την άποψη των μελετητών τα θερμομονωτικά υλικά, συνήθως τα πολουρεθανικά, που τοποθετούνται εξωτερικά, δημιουργούν δυσκολίες στην πρόσφυση των επιχρισμάτων. Ενδεχομένως, το Ηeraklith είναι υλικό καταλληλότερο, από την άποψη της συνάφειας, αλλά έχει πολύ μεγάλο συντελεστή αγωγιμότητας.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα έγιναν αποδεκτά από τους ιδιοκτήτες ως αρχιτεκτονικά στοιχεία περισσότερο, παρά ως συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας.

### 3.3.9 Στοιχεία της κατοικίας

**ΘΕΣΗ: ΩΡΑΙΟΚΑΣΤΡΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

**ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ: Ε. ΧΑΡΙΤΟΥ**

**ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ: ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ: Ε. ΑΝΔΡΕΑΔΑΚΗ**

**ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ: Κ. ΧΡΟΝΑΚΗΣ**

**ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: 1988**

**ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 1989 – 1992**

### ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

#### **Α. ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ:**

1. Άμεσο ηλιακό κέρδος
2. Θερμοκήπιο

#### **Β. ΦΥΣΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ:**

1. Φυσικός αερισμός
2. Ηλιοπροστασία

### 3.4 Κατοικία στο Πανόραμα Θεσσαλονίκης

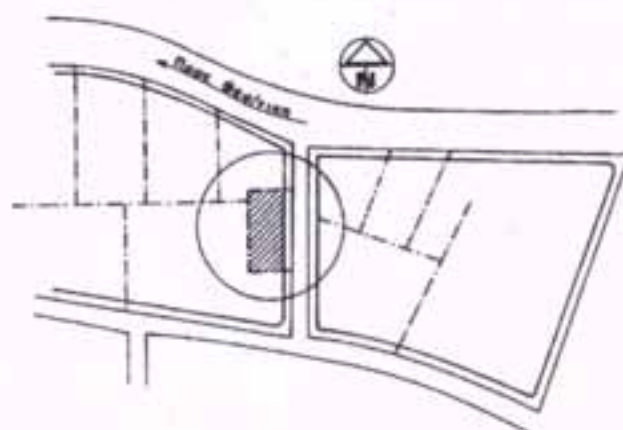


Εικόνα της κατοικίας στο Πανόραμα Θεσσαλονίκης

#### 3.4.1 Περιγραφή του έργου

Η κατοικία βρίσκεται στο Πανόραμα, προάστιο στα ανατολικά της Θεσσαλονίκης (σχ3.47). Απέχει 15 χλμ, περίπου, από το κέντρο της πόλης. Το κύριο χαρακτηριστικό του οικισμού είναι η πανοραμική θέα προς τον κόλπο του Θερμαϊκού.

Το οικοπέδο έχει έκταση 305 m<sup>2</sup>, με κλίση τριγωνική, 20% προς τον νότο και 10% προς την δύση. Η θέα του προς τον κόλπο είναι προς τα νοτιοδυτικά.



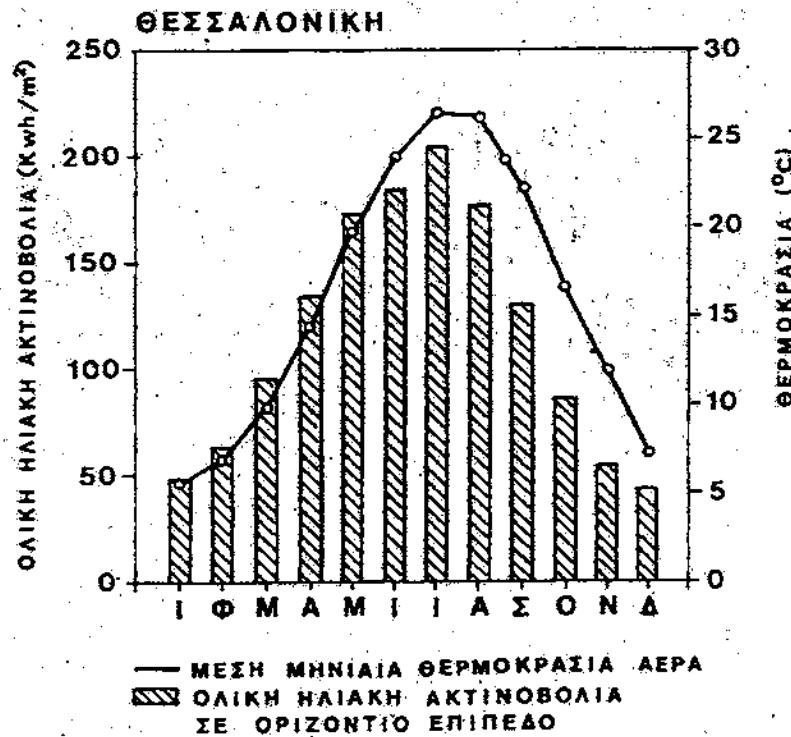
Σχήμα 3.47 Τοπογραφικό της περιοχής

### 3.4.2 Κλίμα – Μικροκλίμα

Η κατοικία βρίσκεται σε 40<sup>ο</sup> Β.Γ.Π. Το μικροκλίμα της περιοχής είναι ήπιο. Το οικοπέδο προστατεύεται από ψυχρούς βορειοδυτικούς ανέμους από τους γύρω λόφους και τα κτίσματα. Η μέση εξωτερική θερμοκρασία τον Ιανουάριο είναι 5.5 °C και τον Ιούλιο 26.7 °C (σχ 3.48)

Οι βαθμομέρες θέρμανσης είναι 1725 και οι ώρες ηλιοφάνειας 2429 ετησίως.

Οι επικρατούντες άνεμοι έχουν βορειοδυτική κατεύθυνση το χειμώνα και δυτική το καλοκαίρι.



Σχήμα 3.48 Κλιματικά στοιχεία-

### 3.4.3 Αρχιτεκτονική δομή περιβαλλοντικές παράμετροι

Η κατοικία είναι τοποθετημένη στο βορεινό τμήμα του οικοπέδου, εφαπτόμενη με άλλη ιδιοκτησία στην βορεινή της πλευρά (σχ 3.49). Η τοποθέτηση αυτή ήταν σχεδόν επιβεβλημένη, επειδή στα νότια του οικοπέδου υπάρχει άλλο κτίριο, που δημιουργούσε εμπόδια στον ηλιασμό της κατοικίας (σχ 3.50).

Ανήκει σε τριμελή οικογένεια, με αυξημένες ανάγκες σε χώρους (ορισμένοι χώροι χρησιμοποιούνται ως γραφεία και εργαστήριο).

Αποτελούνται από τέσσερα επίπεδα, ημιυπόγειο, ανώγειο, Α' όροφο και σοφίτα.

Στο ημιυπόγειο τοποθετήθηκαν: ένα εργαστήριο – ξυλουργείο, το λεβητοστάσιο και χώροι αποθήκευσης.

Στο ανώγειο οργανώθηκαν οι χώροι υποδοχής (σχ 3.51), καθιστικό, τραπεζαρία, κουζίνα, ένα γραφείο και βοηθητικοί χώροι.

Στον Α' όροφο βρίσκονται τα υπνοδωμάτια, των γονιών, του παιδιού, και ένα δωμάτιο για φιλοξενούμενους (σχ 3.52).

Στην σοφίτα - Β' όροφος, ο ενιαίος χώρος διαμορφώθηκε σε γραφείο - εργαστήριο (σχ 3.53).

Η κατοικία έχει καθαρά νότιο προσανατολισμό. Ωστόσο τμήμα του ημιυπόγειου και του ανώγειου σκιάζονται, κάποιες ώρες, από το γειτονικό κτίριο της νότιας πλευράς, τους χειμωνιάτικους μήνες - Δεκέμβριο, Ιανουάριο - (σχ 3.50).

Στην μελέτη επιδιώχθηκε η κατά το δυνατό μικρότερη έκθεση της κατοικίας στο βορρά. Έτσι το ημιυπόγειο έχει τη βορεινή του πλευρά εντελώς θαμμένη μέσα στο έδαφος. Επίσης η στέγη είναι κεκλιμένη προς το βορρά, με κλίση 30% περίπου (σχ 3.54). Κατά συνέπεια η βορεινή όψη, όση είναι εκτεθειμένη - περίπου 30 m<sup>2</sup> - προκύπτει πολύ μικρότερη σε σχέση με την νότια.

Η επιφάνεια της νότιας όψης έχει 95 m<sup>2</sup>, περίπου εμβαδόν και είναι σχεδόν στο σύνολο της γυάλινη (σχ 3.55). Η όψη καλύπτεται, κατά το 50% περίπου από ένα διάροφο θερμοκήπιο, ενώ στο Β' όροφο το θερμοκήπιο εκτείνεται σε όλο της το μήκος.

Το εναπομένον τμήμα της όψης έχει ανοίγματα για φωτισμό των χώρων.

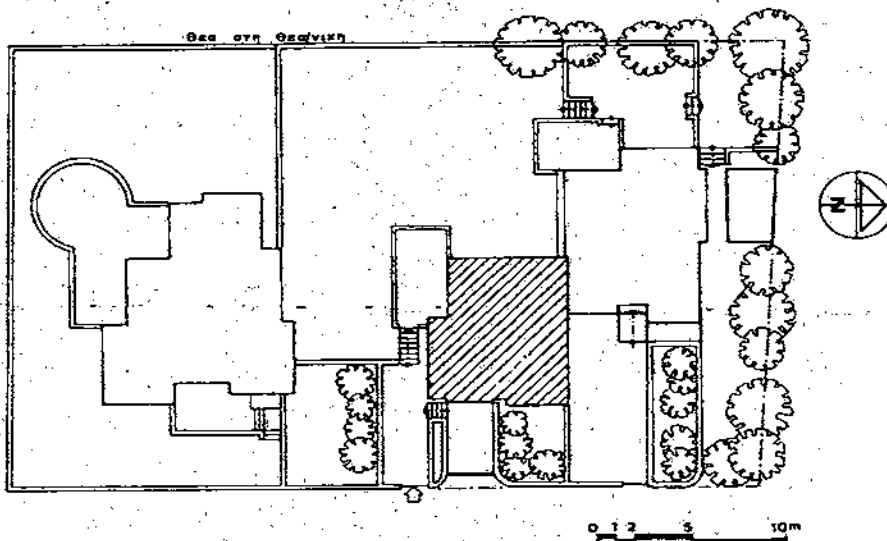
Στα κατώφλια ( ποδιές ) των παραθύρων, στο ανώγειο και στον Α' όροφο, ενσωματώθηκαν δοχεία νερού, για την επαύξηση των ηλιακών θερμικών προσόδων.

Σχεδόν όλοι χώροι, πλην του κλιμακοστασίου και των βοηθητικών, δέχονται άμεσο ηλιασμό ( εικόνα.3.56), λόγω του μικρού βάθους κατοικίας ( μόνο 7.0 m ).

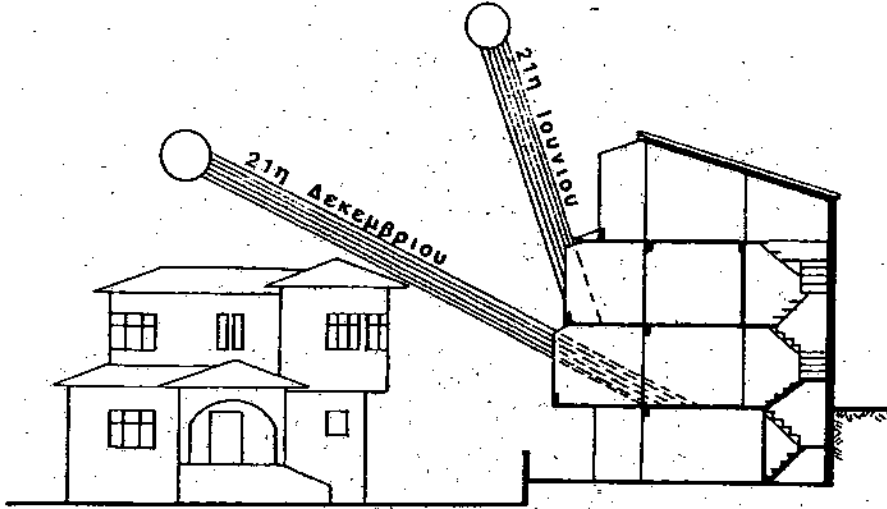
Η πανοραμική θέα του κόλπου του Θερμαϊκού, προς τα νοτιοδυτικά, οδήγησε στην κατασκευή μεγάλων σχετικά ανοιγμάτων στη δυτική όψη(σχ 3.57). Για την ηλιοπροστασία τους, το καλοκαίρι, προβλέφθηκαν εξωτερικές κατακόρυφες τέντες, σε απόσταση 60 cm, από τα τζάμια.

Ο περιορισμός των θερμικών απωλειών από το περίβλημα του κτιρίου, το χειμώνα, επιτυγχάνεται τόσο με την θερμομόνωση των κατασκευαστικών στοιχείων όσο και με την κλειστή, σε επαφή με το γειτονικό κτίσμα, βορεινή πλευρά του κτιρίου.

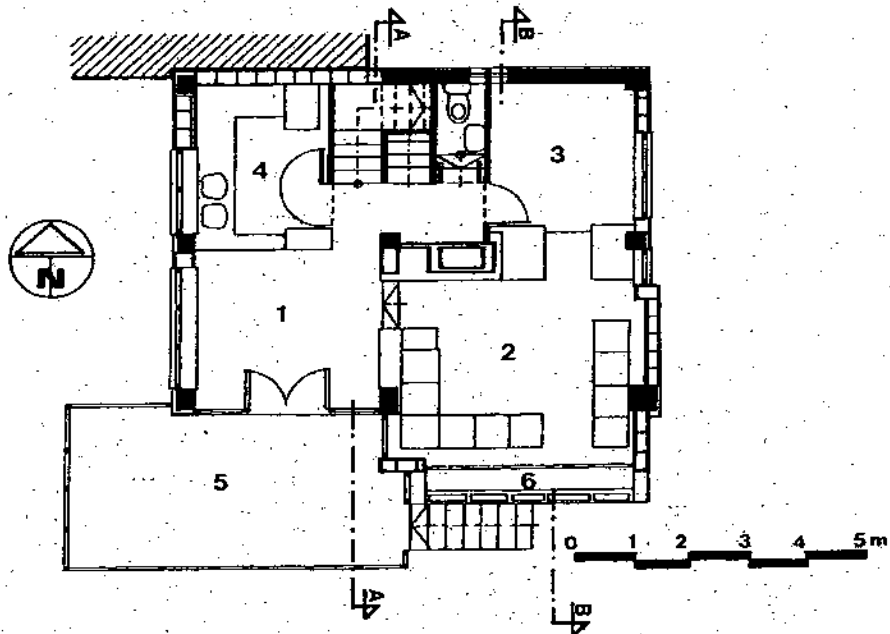
Το καλοκαίρι η ηλιοπροστασία της κατοικίας διασφαλίζεται, σε κάποιο βαθμό, από τις προεξοχές της στέγης και από τις κουρτίνες η τέντες, που αναρτώνται στο εσωτερικό των παθητικών στοιχείων.



Σχήμα 3.49 Χωροθέτηση της κατοικίας



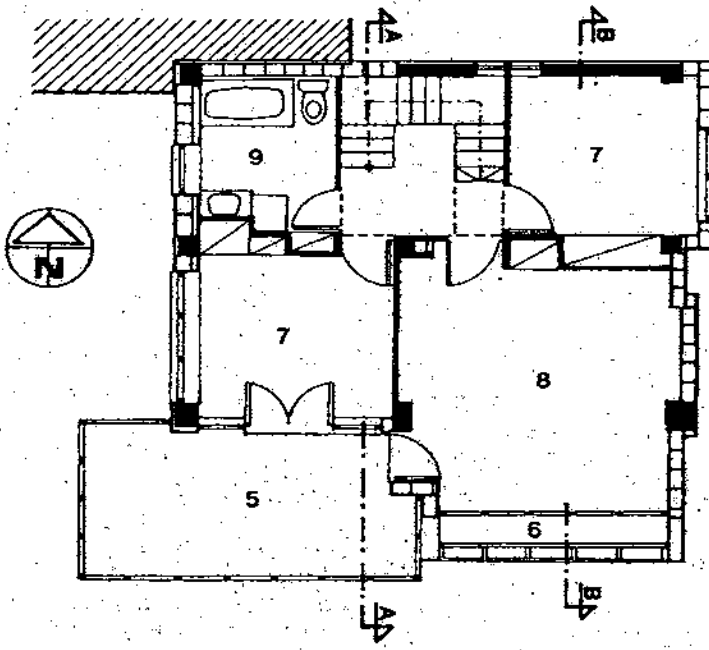
Σχήμα 3.50 Ηλιασμός της κατοικίας



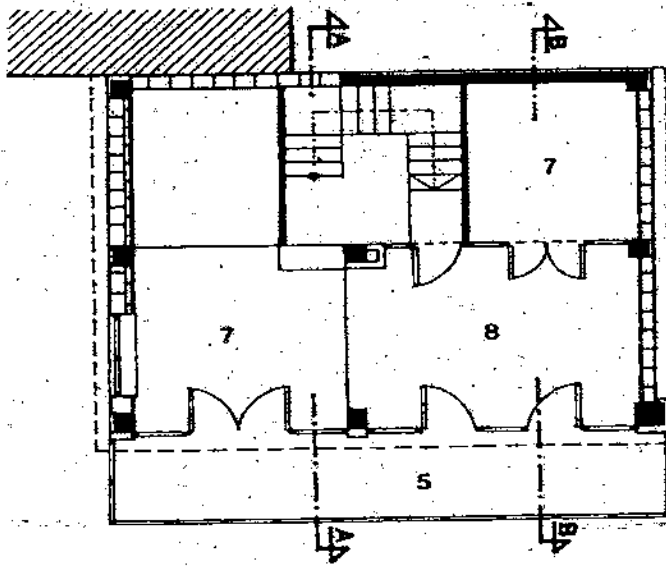
- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. είσοδος-καθημερινό | 6. δοχεία νερού       |
| 2. καθιστικό          | 7. υπνοδωμάτια        |
| 3. γραφείο            | 8. γραφείο-εργαστήριο |
| 4. κουζίνα            | 9. λουτρό             |
| 5. ηλιακός χώρος      |                       |

Σχήμα 3. 51 Κάτοψη αναγείου

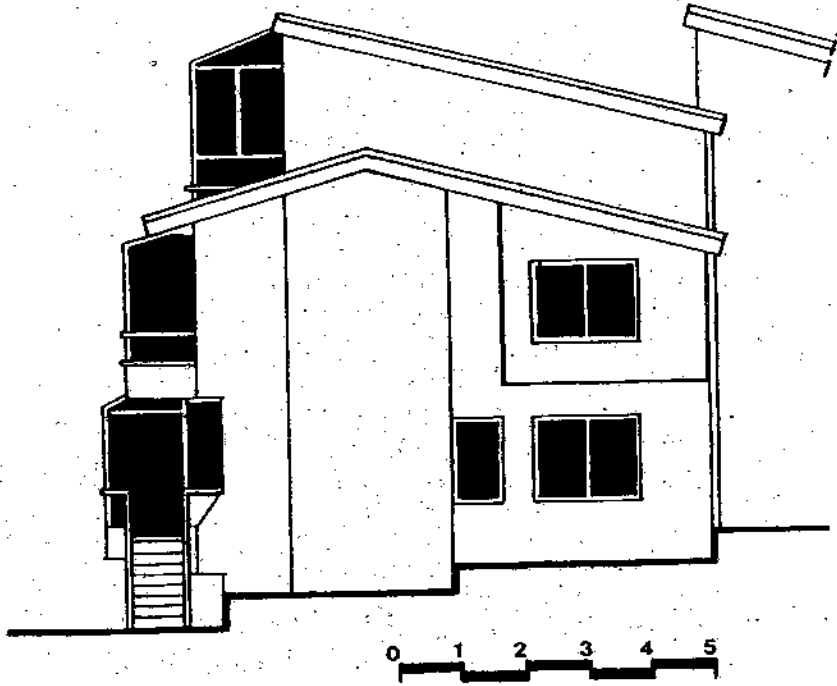




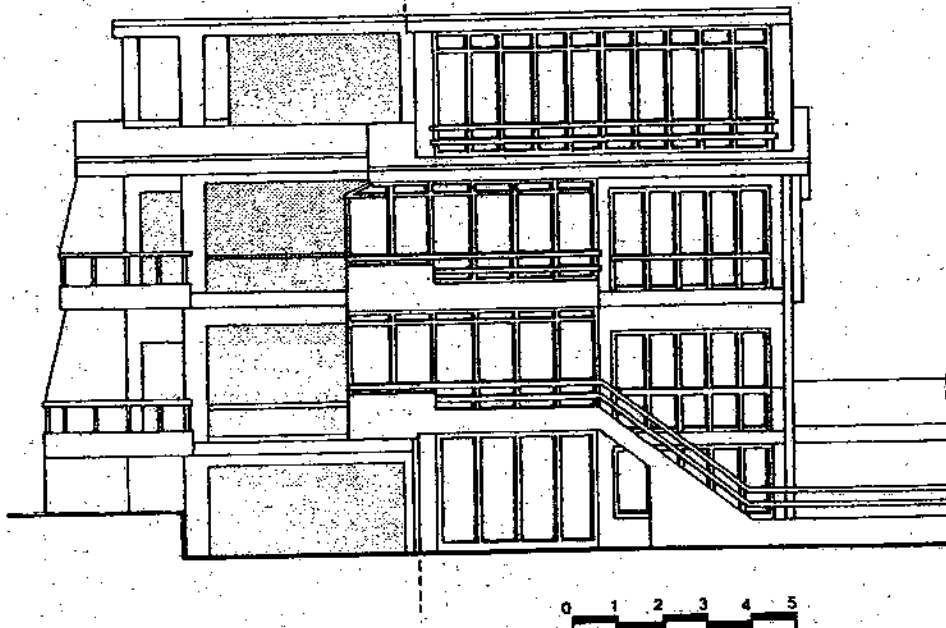
Σχήμα 3.52 Κάτοψη Α' ορόφου



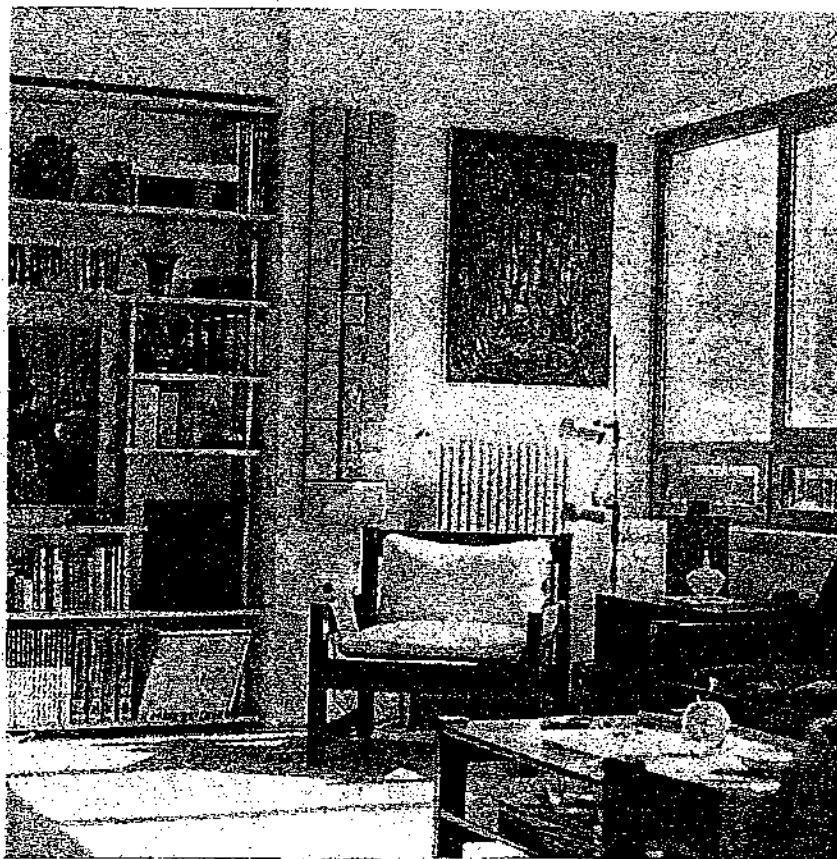
Σχήμα 3.53 Κάτοψη Σοφίτας - Β' ορόφου



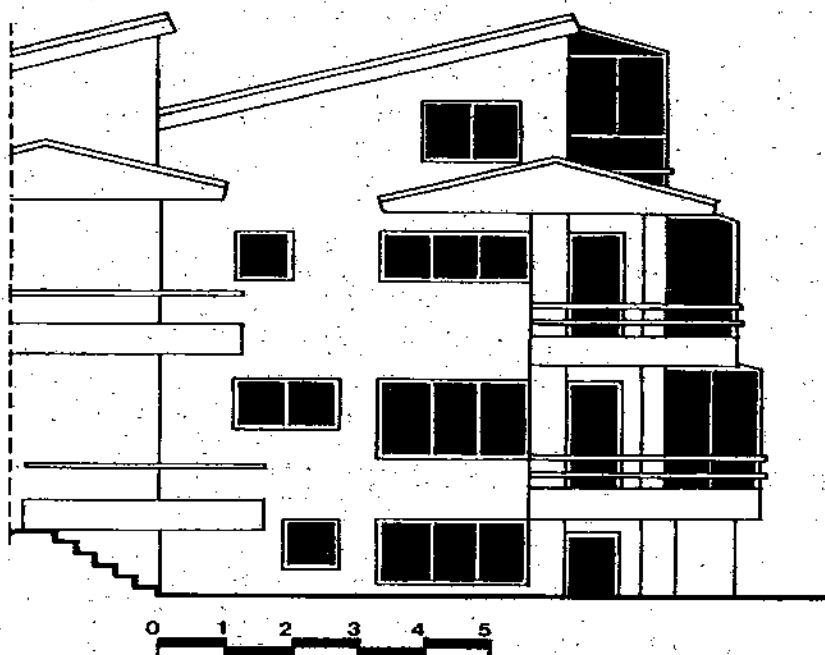
Σχήμα 3.54 Δυτική όψη



Σχήμα 3.55 Νότια όψη



Εικόνα 3.56 Εσωτερική άποψη του καθιστικού



Εικόνα 3.57 Δυτική όψη

### 3.4.4 Παθητικά συστήματα

Τα παθητικά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν για την θέρμανση του κτιρίου, είναι: α) το άμεσο ηλιακό κέρδος από τα νότια ανοίγματα, απαραίτητα και για τον φωτισμό των χώρων, β) τα θερμοκήπια και τα δοχεία νερού στο ανώγειο και στον Α' όροφο.

#### 3.4.4.1 Το σύστημα άμεσου κέρδους,

Η συνολική επιφάνεια των νοτίων ανοιγμάτων είναι 13 m<sup>2</sup> περίπου. Από αυτά, τα 5 m<sup>2</sup> βρίσκονται στον χώρο του καθιστικού και αντιστοιχούν σε 48 m<sup>2</sup> επιφάνεια δαπέδου, τα υπόλοιπα 8 m<sup>2</sup> είναι στον Α' όροφο, για αντίστοιχη επιφάνεια δαπέδου 18 m<sup>2</sup>.

Τα πλαίσια των ανοιγμάτων είναι ξύλινα και οι υαλοπίνακες διπλοί. Δεν έχουν τοποθετηθεί εξώφυλλα. Η μόνη προστασία των ανοιγμάτων το χειμώνα, στην διάρκεια της νύχτας, είναι οι αναρτημένες, εσωτερικά, χοντρές κουρτίνες από караβόπανο, πυκνής ύφανσης.

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων, το καλοκαίρι, εξασφαλίζεται, εν μέρει, από τις προεξοχές του κτιριακού περιβλήματος και από τις εσωτερικές κουρτίνες.

#### 3.4.4.2 Το σύστημα εμμέσου κέρδους,

Το σύστημα εμμέσου κέρδους, με τα θερμοκήπια, τα προσανατολισμένα ακριβώς στον νότο.

Το θερμοκήπιο του ανωγείου και του Α' ορόφου βρίσκεται στο δυτικό άκρο της νότιας όψης. Αυτή η επιλογή έγινε για να εξασφαλιστεί η θέα.

Η γυάλινη επιφάνεια του θερμοκηπίου αντιστοιχεί σε 12 m<sup>2</sup>, για κάθε όροφο. Τα πλαίσια του θερμοκηπίου, ανατολικά και δυτικά περικλείονται επίσης από τζάμι. Τα υαλοστάσια είναι κατακόρυφα, πλην του φεγγίτη – στην κορυφή του θερμοκηπίου – που έχει μεγάλη κλίση και συνδέεται με την πλάκα του επάνω ορόφου.

Το θερμοκήπιο του Β' ορόφου, που συνδέεται με την σοφίτα, αντιστοιχεί στο σύνολο της νότιας όψης (βλ. σχήμα.3.53). Η συνολική επιφάνεια είναι 15 m<sup>2</sup> και η οροφή του επίσης γυάλινη με ανοιγόμενο φεγγίτη (βλ. σχήμα 3.59).

Όλα τα θερμοκήπια επικοινωνούν με τους εσωτερικούς χώρους με μεγάλα ανοίγματα. Έτσι μεγάλη ποσότητα από την θερμότητα που συλλέγεται μεταφέρεται άμεσα στο εσωτερικό της κατοικίας.

Η κατασκευή των θερμοκηπίων έγινε από προφίλ αλουμινίου, που φέρουν μονά τζάμια. Όλα τα υαλοστάσια είναι ανοιγόμενα και μπορούν να αφαιρούνται το καλοκαίρι και να αποθηκεύονται. Συνεπώς οι χώροι των θερμοκηπίων μετατρέπονται σε βεράντες τους ζεστούς μήνες.

Το κεκλιμένο τμήμα του θερμοκηπίου του Β' ορόφου σκιάζεται με τέντες, εσωτερικές, παράλληλες στον φεγγίτη.

Το σύστημα εμμέσου κέρδους, με τα δοχεία νερού.

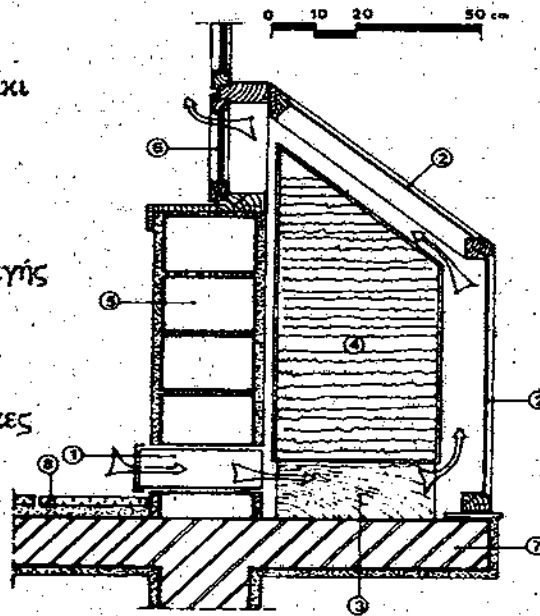
Έχουν κατασκευαστεί δύο σειρές δοχείων νερού, στις ποδιές των παραθύρων του ανωγείου και του Α' ορόφου (βλ. σχήμα.3.51 – 3.52). Καλύπτουν όλο το μήκος της νότιας όψης, που απομένει ελεύθερο από τα θερμοκήπια και έχουν ύψος 80 cm. Η εξωτερική τους πλευρά είναι γυάλινη, με κατάλληλη κλίση, ώστε η ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα να προσπίπτει σχεδόν κάθετα στην επιφάνεια τους (σχ 3.58). Στην εσωτερική πλευρά των μεταλλικών δοχείων νερού υπάρχει τοίχος, που φέρει

θυρίδες, στο επάνω μέρος και στο κάτω, κοντά στο δάπεδο. Έτσι δημιουργείται μια διαρκής ροή του θερμού αέρα προς την κατοικία.

### 3.4.4.3 Βοηθητική πηγή θέρμανσης

Ως Βοηθητική πηγή θέρμανσης χρησιμοποιείται εγκατάσταση καλοριφέρ και τζάκι με παροχή ζεστού νερού. Το τζάκι βρίσκεται στον χώρο του καθιστικού, λειτουργεί με ξυλά και είναι συνδεδεμένο με την εγκατάσταση καλοριφέρ.

1. εντοιχισμένο πλαστικό σιφώνι με βιδωτό καπάκι
2. μονό τζάκι σταθερό
3. ξύλινη δοκός στήριξης
4. δοχείο νερού από γαλβανισμένη λαμαρίνα
5. οπτοπλινθοδομή συμπαγής
6. φεγγίτης ανοιγόμενος προς τα μέσα
7. πλάκια από μπετόν
8. δάπεδο από σχιστόπλακες



Σχήμα 3.58 Κατασκευαστικό του δοχείου νερού

### 3.4.5 Θερμική λειτουργία των συστημάτων

Η ηλιακή ενέργεια που διαπερνά τα παθητικά συστήματα, στην διάρκεια της χειμωνιάτικης ημέρας, συμβάλλει στην άνοδο της εσωτερικής θερμοκρασίας, ενώ ένα μεγάλο μέρος της αποθηκεύεται στην μάζα του κτιριακού κελύφους (σχ 3.59), δηλαδή στα δάπεδα, στους τοίχους και στα δοχεία νερού (σχ 3.60). Μεγάλη ποσότητα της θερμότητας αποθηκεύεται στο βορεινό τοίχο, κυρίως του ορόφου, όπου ο ήλιος προσπίπτει κατευθείαν από το νότιο άνοιγμα της σοφίτας. Αυτό το τμήμα του τοίχου είναι βαμμένο μαύρο.

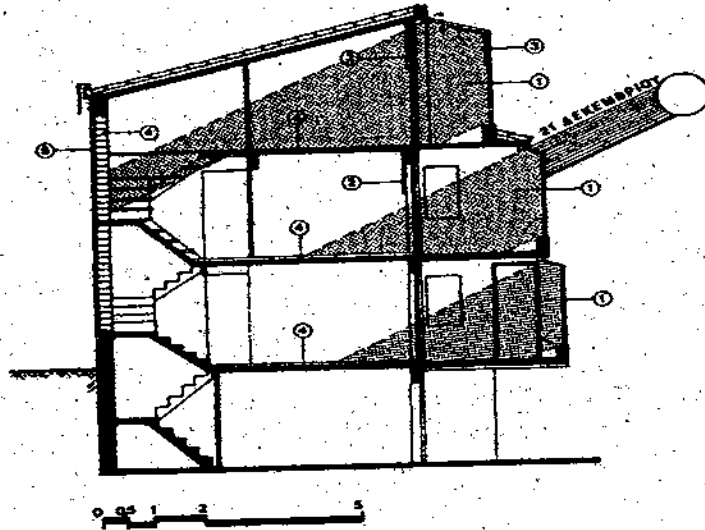
Τη νύχτα, με την σταδιακή πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας, η αποθηκευμένη θερμότητα επαναποδίδεται (σχ 3.61), διατηρώντας έτσι την θερμοκρασία του χώρου σε αποδεκτά επίπεδα. Οι κουρτίνες παραμένουν κλειστές, περιορίζοντας έτσι τις θερμικές απώλειες από τα ανοίγματα.

Το καλοκαίρι, η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων είναι μάλλον ανεπαρκής, παρόλο που χρησιμοποιούνται οι εσωτερικές κουρτίνες (σχ 3.62). Όμως, το βράδυ ο αερισμός απομακρύνει την πλεονάζουσα θερμότητα και συμβάλλει στην ψύξη της κατασκευής (σχ 3.63). Για την δημιουργία διαμπερών ρευμάτων προβλέφθηκαν τέσσερα πολύ μικρά ανοίγματα – σχισμές – στην βορεινή πλευρά, που συνδυάζονται με τα νότια ανοίγματα.

Το ανοιχτό κλιμακοστάσιο, πίσω από το χώρο του καθιστικού επιτρέπει την κατακόρυφη δημιουργία ρευμάτων και την απαγωγή του ζεστού αέρα, κυρίως την νύχτα.

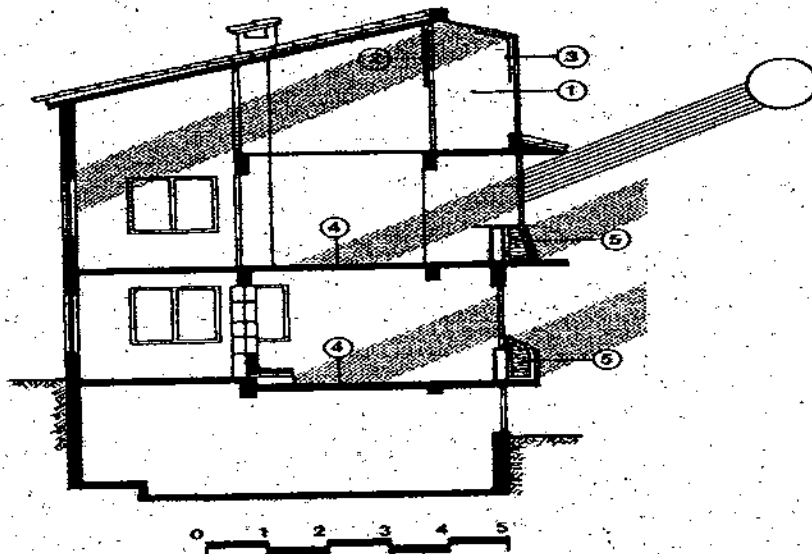
Επίσης, ανοίγουν όλοι οι φεγγίτες του θερμοκηπίου, καθώς και τμήματα του κατακόρυφου υαλοστασίου – εφόσον δεν αφαιρούνται όλα τα υαλοστάσια – πράγμα που διασφαλίζει την φυσική ψύξη της κατοικίας, στην διάρκεια της νύχτας το καλοκαίρι.

### Χειμώνας - ημέρα



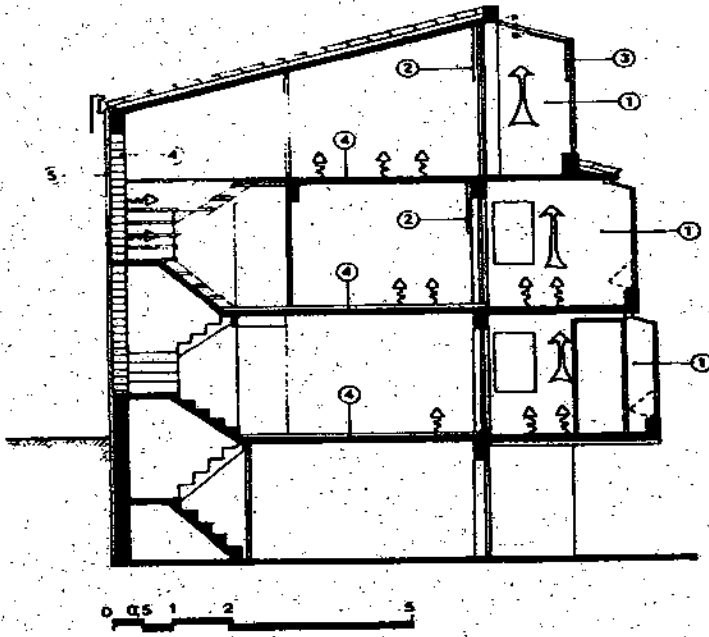
Σχήμα 3.59 Ηλιασμός θερμοκηπίου – κατοικίας

### Χειμώνας - ημέρα



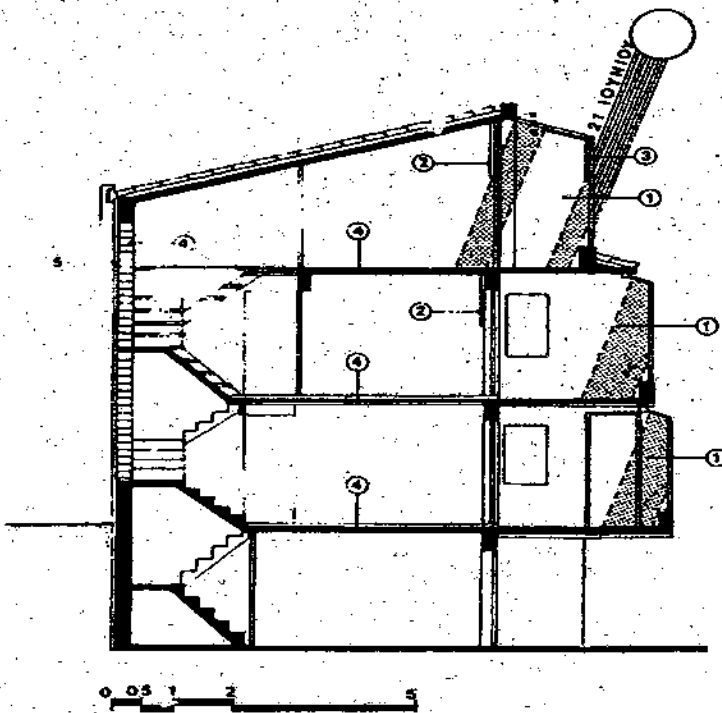
Σχήμα 3.60 Ηλιασμός δοχείων νερού

χειμώνας - νύχτα



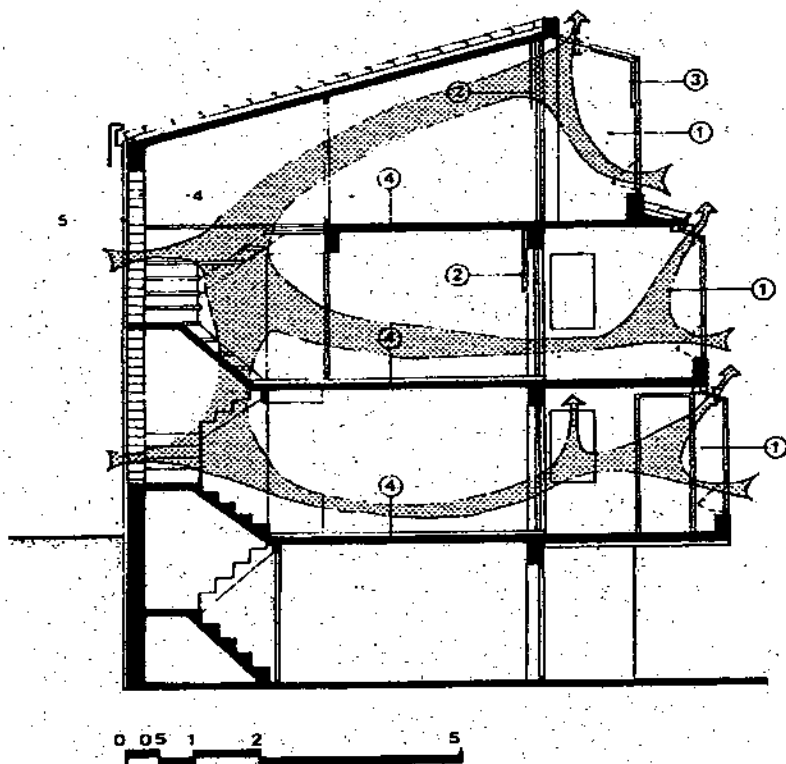
Σχήμα 3.61 Σταδιακή απόδοση θερμότητας

καλοκαίρι - ημέρα



Σχήμα 3.62 Ηλιοπροστασία της κατοικίας

καλοκαίρι - νύχτα



Σχήμα 3.63 Φυσική ψύξη με αερισμό

### 3.4.6 Κατασκευαστικά στοιχεία

Ο σκελετός της κατοικίας είναι κατασκευασμένος από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Η εξωτερική τοιχοποιία, πλην του βορεινού τοίχου, κατασκευάστηκε από οπτόπλινθους, πάχους 25 cm. Επίσης ο δυτικός τοίχος, που παρουσιάζει μεγάλη θερμική επιβράδυνση το καλοκαίρι και κατά συνέπεια απαιτεί μεγάλη θερμοχωρητικότητα, κατασκευάστηκε διπλός, με πάχος 40 cm.

Ο σκελετός του κτιρίου ( υποστυλώματα, δοκοί κτλ ) έχει θερμομονωθεί με εξηλασμένη πολυστερίνη, πάχους 5 cm, στην εξωτερική του πλευρά. Το ίδιο θερμομονωτικό υλικό χρησιμοποιήθηκε και για τις κεκλιμένες στέγες, κατασκευασμένες από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η τελική επικάλυψη των στεγών έγινε με Γαλλικά κεραμίδια.

Τα δάπεδα έχουν επιστρωθεί με σχιστοπλάκες, εκτός από την κουζίνα και τα λουτρά. Στους ορόφους τα δάπεδα είναι ξύλινα.

Τα κουφώματα είναι όλα ξύλινα με διπλά τζάμια, χωρίς εξώφυλλα.

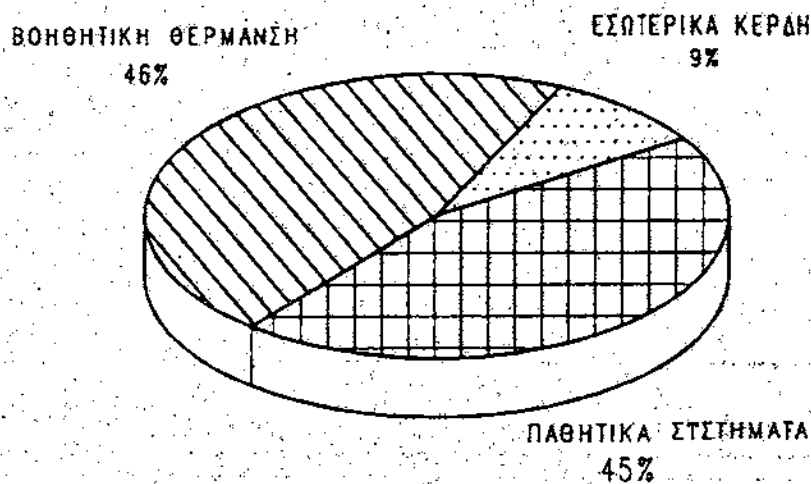
Τα δοχεία νερού είναι μεταλλικά, κατασκευασμένα από γαλβανισμένη λαμαρίνα, πάχους 3 mm, βαμμένη με μαύρο χρώμα. Στο μεγάλο δοχείο νερού του ανωγείου υπάρχουν οπές για την τροφοδοσία με νερό, καθώς και εξαερισμός. Εξωτερικά τα δοχεία νερού καλύπτονται με μονό τζάμι.



### 3.4.7 Θερμική συμπεριφορά κτιρίου

Στην κατοικία πραγματοποιούνται πειραματικές μετρήσεις, στα πλαίσια του προγράμματος της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας ΠΑΒΕ 89, 'Ηλιακές Κατοικίες στο Πανόραμα Θεσσαλονίκης'. Εγκαταστάθηκε μετρητικό σύστημα, που αποτελείται από 35 περίπου αισθητήρια όργανα, συνδεδεμένα με ηλεκτρονικό επεξεργαστή ( data logger ). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν, για τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην διάρκεια του τελευταίου χρόνου, είναι τα ακόλουθα:

Η συμβολή των παθητικών ηλιακών στοιχείων στις θερμαντικές ανάγκες του κτιρίου είναι 45%, τα εσωτερικά κέρδη ανέρχονται σε 9% και συνεπώς η απαιτούμενη συμπληρωματική θέρμανση είναι μόνο 46% (σχ 3.64). Οι μετρήσεις συνεχίζονται.



Σχήμα 3.64 Ενεργειακό ισοζύγιο

### 3.4.8 Σχόλια μελετητών - χρηστών

Η αρχιτέκτων που μελέτησε το κτίριο και κατοικεί σε αυτό διαπιστώνει τα εξής:

Ο συνδυασμός κατακόρυφου και διαμπερούς αερισμού, το καλοκαίρι, έχει εντυπωσιακά αποτελέσματα για την φυσική ψύξη του κτιρίου.

Απαραίτητη αποδείχθηκε η ηλιοπροστασία των ανατολικών ανοιγμάτων. Το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με εσωτερικά πετάσματα από караβόπανο, υπό μορφή κουρτίνας στερεωμένης στο πλαίσιο του κουφώματος.

Οι θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν από τις προηγούμενες μετρήσεις, βρίσκονται μέσα στα όρια τις θερμικής άνεσης, τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι.

Τις χειμωνιάτικες ημέρες με ηλιοφάνεια, για 6-7 ώρες, δεν απαιτείται η χρήση της συμπληρωματικής θέρμανσης.

Προβλήματα θαμπώματος δημιουργούνται στους χώρους που δέχονται άμεσο ηλιασμό, λόγω των μεγάλων γυάλινων επιφανειών, ιδιαίτερα τον Ιανουάριο μήνα.

Προβλήματα επίσης ανέκυψαν, στην διάρκεια κατασκευής των θερμοκηπίων, ιδίως στα σημεία συναρμογής των μεταλλικών στοιχείων με τις πλάκες, καθώς και στους κεκλιμένους φεγγίτες. Τα προβλήματα αυτά οφείλονται κυρίως σε κατασκευαστικές αστοχίες και ατέλειες.

### **3.3.9 Στοιχεία της κατοικίας**

**ΘΕΣΗ: ΠΑΝΟΡΑΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**  
**ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ: Η. ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ**  
**ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ: Ε. ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ**  
**ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: 1985**  
**ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 1989 – 1990**

### **ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

#### **A. ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

1. Άμεσο ηλιακό κέρδος
2. Θερμοκήπιο
3. Δοχεία νερού

#### **B. ΦΥΣΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ**

1. Φυσικός αερισμός
2. Ηλιοπροστασία

### 3.5 Κατοικία στο Πυθάρι Χανίων



Εικόνα της κατοικίας στο Πυθάρι Χανίων

#### 3.5.1 Περιγραφή του έργου

Το οικόπεδο βρίσκεται στα νότια του οικισμού 'Πυθάρι' Ακρωτηρίου, περίπου 8 χλμ ανατολικά της πόλης των Χανίων (σχ 3.65).

Έχει συνολικό εμβαδόν 5191.7 m<sup>2</sup>. Στα ανατολικά του υπάρχει αγροτικός δρόμος, απ' όπου γίνεται και η προσπέλαση στο οικόπεδο.

Η πιο όμορφη θέα είναι προς τα νότια, προς τον κόλπο της Σούδας, ενώ στο βάθος προβάλλεται ο ορεινός όγκος των Λευκών Ορέων.

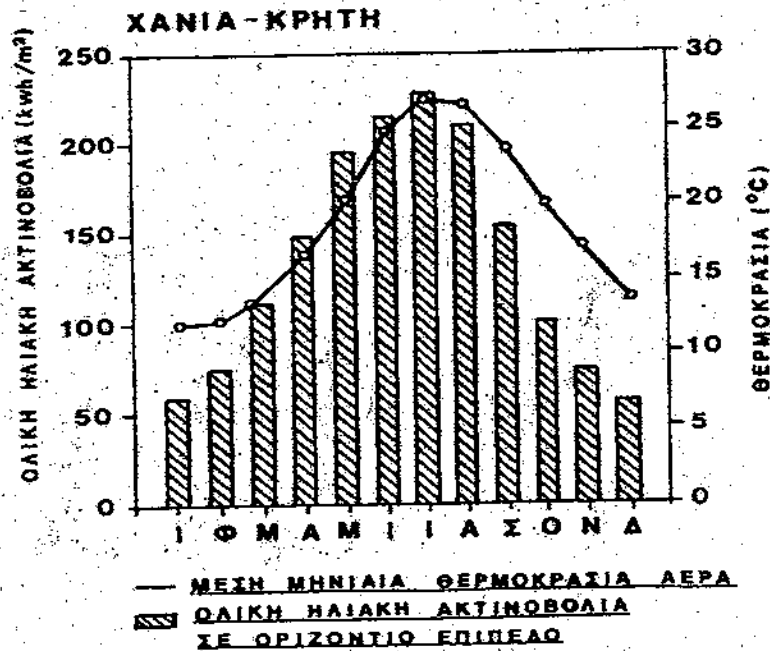


Σχήμα 3.65 Διάγραμμα της περιοχής

### 3.5.2 Κλίμα – Μικροκλίμα

Η κατοικία βρίσκεται σε 35.5° Β.Γ.Π. Το κλίμα της περιοχής είναι ήπιο. Η μέση εξωτερική θερμοκρασία τον Ιανουάριο είναι 11.9 °C και τον Ιούλιο 26.9 °C (σχ 3.66).

Οι βαθμομέρες θέρμανσης ( με βάση τους 18 °C ) είναι 681 και οι ώρες ηλιοφάνειας 2809 ετησίως, με μέση συνολική ακτινοβολία 1630 kWh / m<sup>2</sup>.



Σχήμα 3.66 Κλιματικά στοιχεία

### 3.5.3 Αρχιτεκτονική δομή περιβαλλοντικές παράμετροι

Το κτίριο είναι τοποθετημένο στο μέσον του οικοπέδου, σε θέση που να εξασφαλίζει την μεγαλύτερη δυνατή θέα προς όλες τις κατευθύνσεις.

Αποτελεί μόνιμη κατοικία μιας τετραμελούς οικογένειας και είναι δυόροφη κατά το μεγαλύτερο μέρος της.

Στο ισόγειο, στην νότια πλευρά του κτιρίου, οργανώθηκε ενιαίος χώρος υποδοχής, καθιστικό – τραπεζαρία – κουζίνα (σχ 3.67).

Προς την βορεινή πλευρά και σε στάθμη χαμηλότερη από τον χώρο υποδοχής, βρίσκεται ένας μικρός ανεξάρτητος ξενώνας. Αποτελείται από τον χώρο του καθιστικού - κουζίνας και ενός υπνοδωματίου.

Στο πατάρι, επάνω από το καθιστικό, διαμορφώθηκε ένας χώρος για παιχνίδι ( play room ).

Στον όροφο τοποθετήθηκαν όλα τα υπνοδωμάτια (σχ 3.68). Δύο παιδικά με πατάρια, τα οποία ενοποιούνται με την συρόμενη πόρτα και ένα δωμάτιο για τους γονείς. Όλα έχουν νότιο προσανατολισμό.

Όλοι οι βοηθητικοί χώροι της κατοικίας βρίσκονται στο υπόγειο, κάτω από το δάπεδο των χώρων υποδοχής.

Οι χώροι του ισογείου έχουν εξόδους απευθείας στον υπαίθριο χώρο, ενώ στον όροφο έχουν προβλεφθεί βεράντες (σχ 3.69).

Το κλίμα της περιοχής είναι ήπιο, πράγμα που επιτρέπει να χρησιμοποιηθούν απλά παθητικά συστήματα για την θέρμανση και την φυσική ψύξη του κτιρίου.

Η απλή λειτουργία των παθητικών συστημάτων και οι ανάγκες περιορισμού του κόστους κατασκευής αποτέλεσαν τα βασικά στοιχεία για την επιλογή τους.

Στόχος του μελετητή – αρχιτέκτονα ήταν να βρεθεί η καλύτερη λύση ανάμεσα στην λειτουργικότητα, την αισθητική, την θέα του κτιρίου και την μεγαλύτερη, δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας.

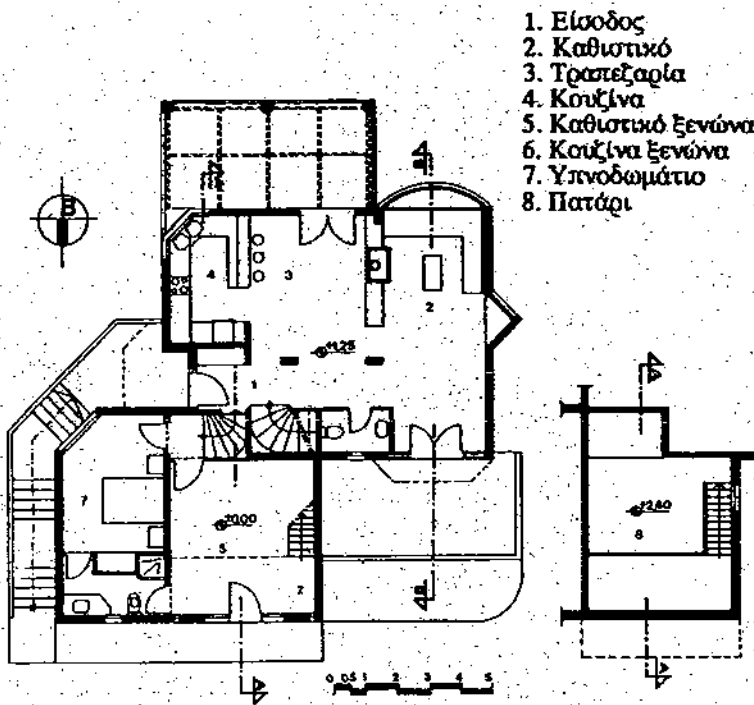
Ο συνδυασμός κεκλιμένων στεγών και οριζόντιων δωματίων, καθώς το σπάσιμο των όγκων του κτιρίου, δημιουργούν εναλλαγές και αισθητικό ενδιαφέρον στην μορφή της κατοικίας (σχ.3.70 – 3.71 – 3.72 – 3.73).

Η μείωση των θερμικών απωλειών από το περίβλημα του κτιρίου επιτυγχάνεται τόσο με την καλή θερμομόνωση όσο και με την τοποθέτηση των βοηθητικών χώρων στην βορεινή πλευρά, δημιουργώντας έτσι ένα φράγμα απωλειών θερμότητας των κυρίων χώρων ζωής.

Επίσης, όλοι οι κύριοι χώροι της κατοικίας, εκτός από τον ξενώνα έχουν ανοίγματα προσανατολισμένα στο νότο (βλ. σχ.3.70).

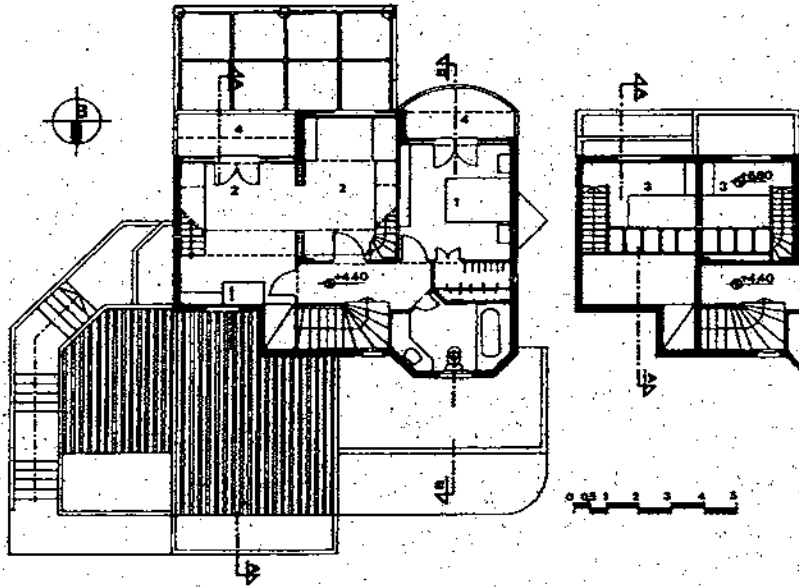
Το καλοκαίρι η ηλιοπροστασία της κατοικίας εξασφαλίζεται με τις προεξοχές του δώματος, στους χώρους των υπνοδωματίων, ενώ η σκίαση της τραπεζαρίας και της κουζίνας επιτυγχάνεται με την πέργκολα και την κινητή τέντα που έχει προβλεφθεί. Στα ανοίγματα της ημικυκλικής τζαμαρίας υπάρχουν ανακλαστικά τζάμια, για να προστατεύεται ο χώρος από τον έντονο ήλιο.

Σε όλα τα νότια ανοίγματα, προβλέπονται, εσωτερικά, βενετικά στόρια για να διασφαλίζεται η επάρκεια σκιασμού και να ρυθμίζεται ο φυσικός φωτισμός.

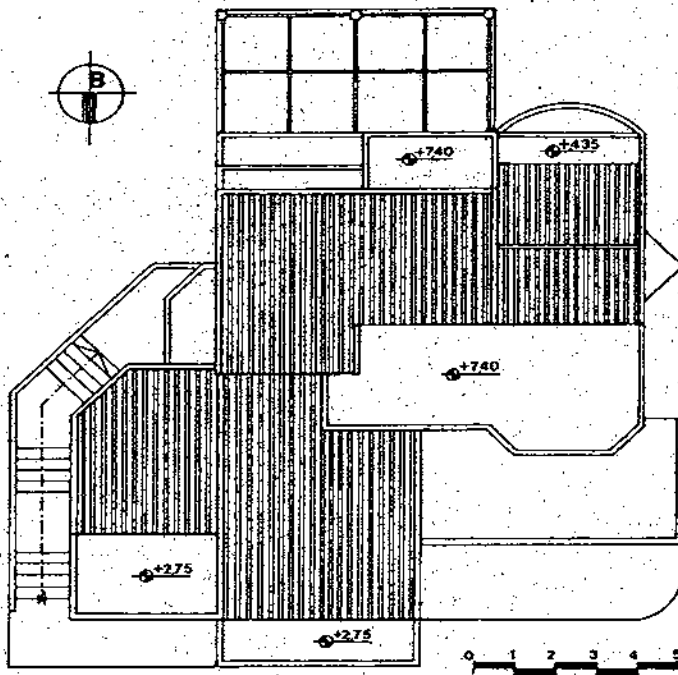


Σχήμα 3.67 Κάτοψη Ισογείου

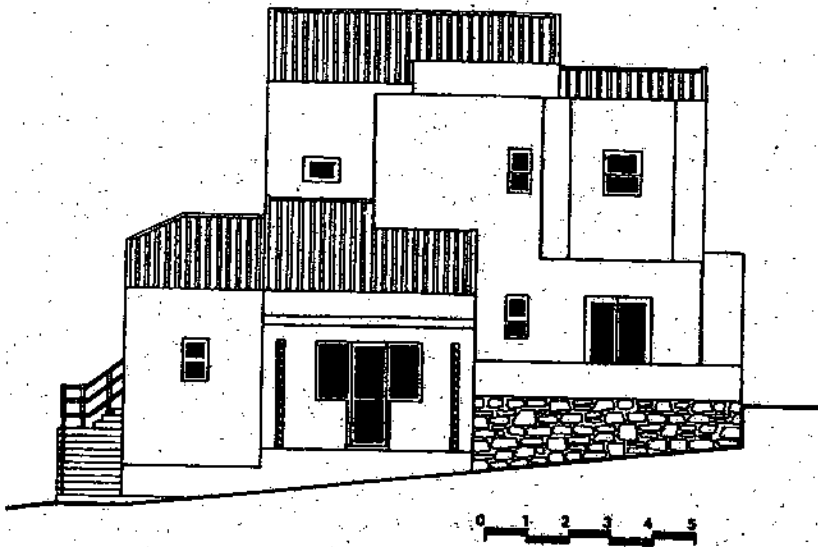
1. Υπνοδωμάτιο γονιών
2. Υπνοδωμάτιο παιδικό
3. Πατάρι υπνοδωματίων
4. Βεράντα



Σχήμα 3.68 Κάτοψη Ορόφου



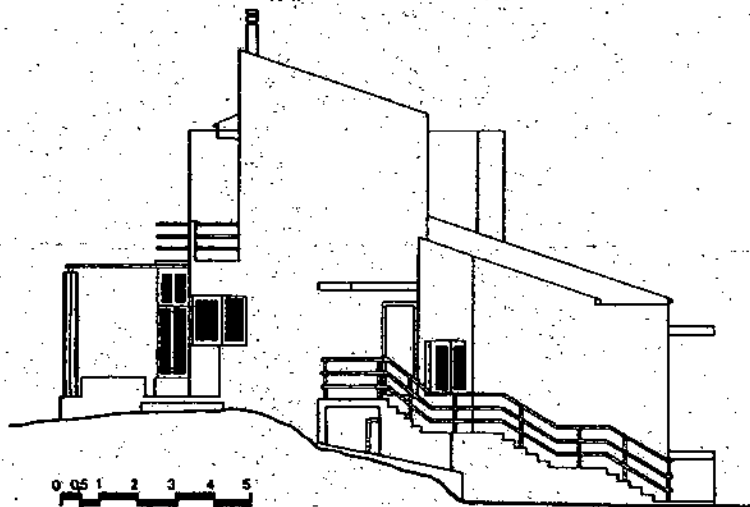
Σχήμα 3.69 Κάτοψη Στέγης - Δώματος



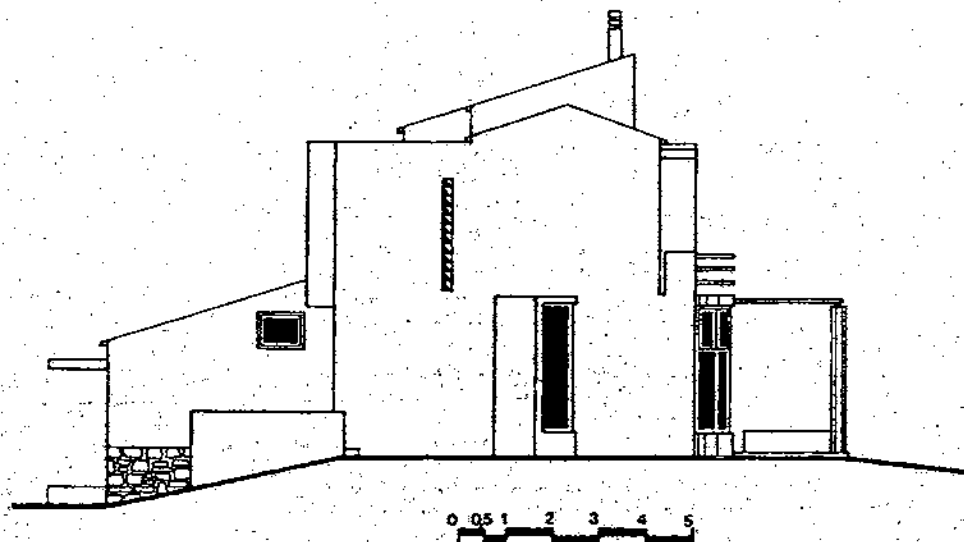
Σχήμα 3.70 Βορεινή Όψη



Σχήμα 3.71 Νότια Όψη



Σχήμα 3.72 Ανατολική Όψη



Σχήμα 3.73 Δυτική Όψη

### 3.5.4 Παθητικά συστήματα

Τα Παθητικά ηλιακά συστήματα που εφαρμόστηκαν είναι τα ακόλουθα:

#### 3.5.4.1 Σύστημα άμεσου κέρδους

Όλοι οι κύριοι χώροι του κτιρίου έχουν ανοίγματα προσανατολισμένα ακριβώς στον νότο. Οι διαστάσεις τους είναι ανάλογες με το μέγεθος των αντίστοιχων χώρων. Η θέση και το ύψος των ανοιγμάτων καθορίστηκαν με βάση το ύψος του ηλίου το χειμώνα, έτσι ώστε η ηλιακή ακτινοβολία να εισχωρεί στο βάθος του χώρου και να αποθηκεύεται στα δάπεδα και στους τοίχους της κατοικίας.

Για νυχτερινή προστασία των ανοιγμάτων, το χειμώνα, χρησιμοποιούνται εξωτερικά τα σκούρα παντζούρια.

#### 3.5.4.2 Φυσική ψύξη - ηλιοπροστασία

Η Φυσική ψύξη των εσωτερικών χώρων, το καλοκαίρι, οφείλεται στο διαμετρή αερισμό, που δημιουργείται ανοίγοντας τα νότια και βόρεια υαλοστάσια. Σ' αυτό συμβάλλουν τα παντζούρια με τις περσίδες, τα οποία επιτρέπουν την κυκλοφορία του αέρα.

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων, το καλοκαίρι, εξασφαλίζεται κυρίως από τις προεξοχές των πλακών, καθώς και την τέντα ή την χρήση παντζουριών

#### 3.5.4.3 Βοηθητική πηγή θέρμανσης

Ως Βοηθητική πηγή θέρμανσης, για τις πολύ ψυχρές ημέρες, χρησιμοποιείται εγκατάσταση καλοριφέρ. Τις λιγότερο ψυχρές, λειτουργεί ένα θερμοδυναμικό τζάκι κλειστής - ανοικτής εστίας, που βρίσκεται στον χώρο του καθιστικού.

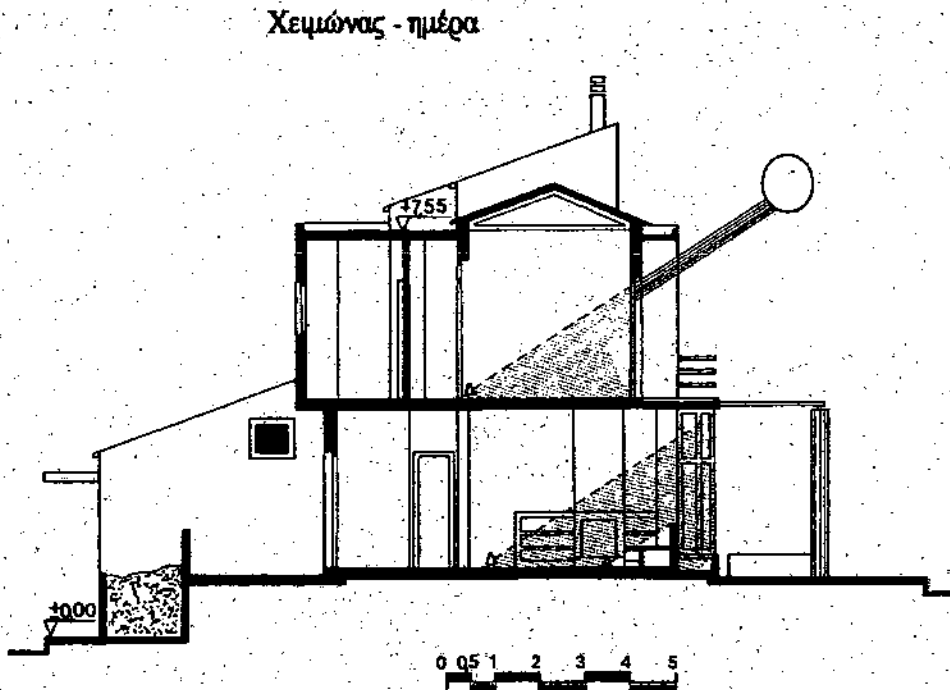


### 3.5.5 Θερμική λειτουργία των συστημάτων

Η ηλιακή ενέργεια που διαπερνά τα νότια τζάμια, στην διάρκεια της χειμωνιάτικης ημέρας, αποθηκεύεται στην μάζα του κτιριακού κελύφους (σχ 3.74), δηλαδή στα δάπεδα και στους τοίχους. Τη νύχτα, με την σταδιακή πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας, η αποθηκευμένη θερμότητα επαναποδίδεται (σχ 3.75), διατηρώντας έτσι την θερμοκρασία του χώρου σε αποδεκτά επίπεδα.

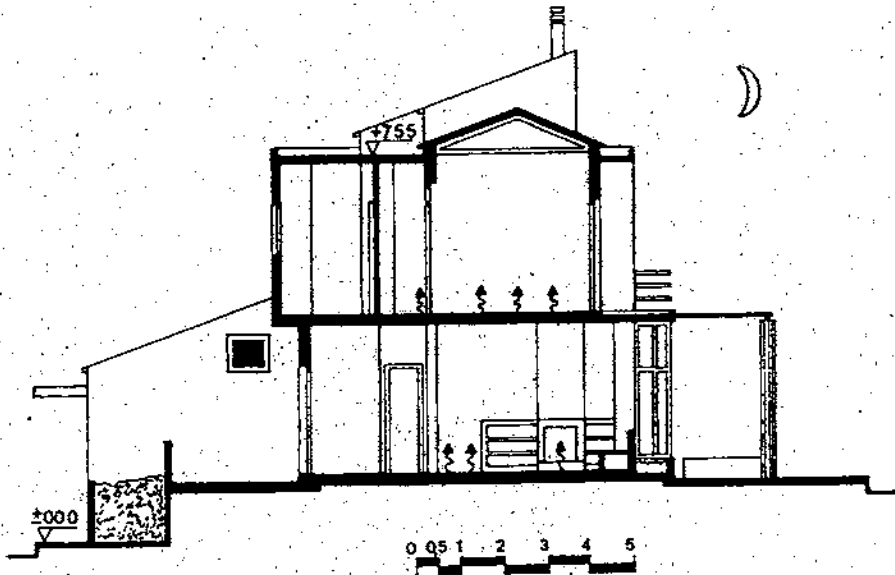
Οι θερμικές απώλειες του κτιρίου περιορίζονται με την θερμομόνωση και την χρήση εξωτερικών παντζουριών, που προβλέπονται στα ανοίγματα.

Το καλοκαίρι, η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων διασφαλίζεται με τις μικρές προεξοχές της στέγης (σχ3.76). Το βράδυ, ο διαμπερής αερισμός απομακρύνει την πλεονάζουσα θερμότητα και συμβάλει στην ψύξη της κατασκευής (σχ 3.77). Επίσης τα παντζούρια, με τα κενά ανάμεσα στις περσίδες τους, επιτρέπουν την κίνηση του αέρα και την δημιουργία ρευμάτων, ακόμη και όταν είναι κλειστά.



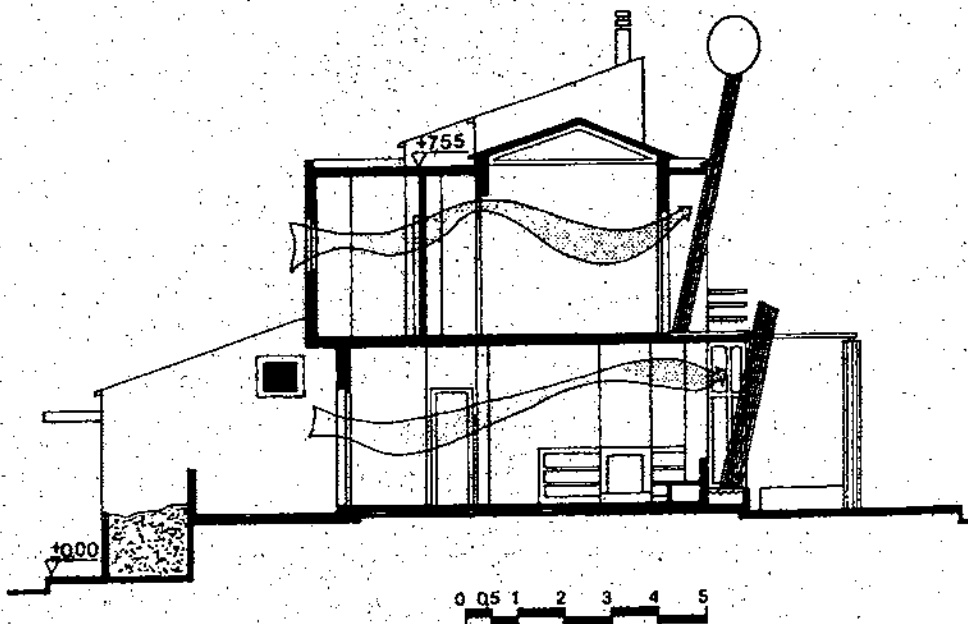
Σχήμα 3.74 Τομή Α - Α. Ηλιασμός

## Χειμώνας - νύχτα

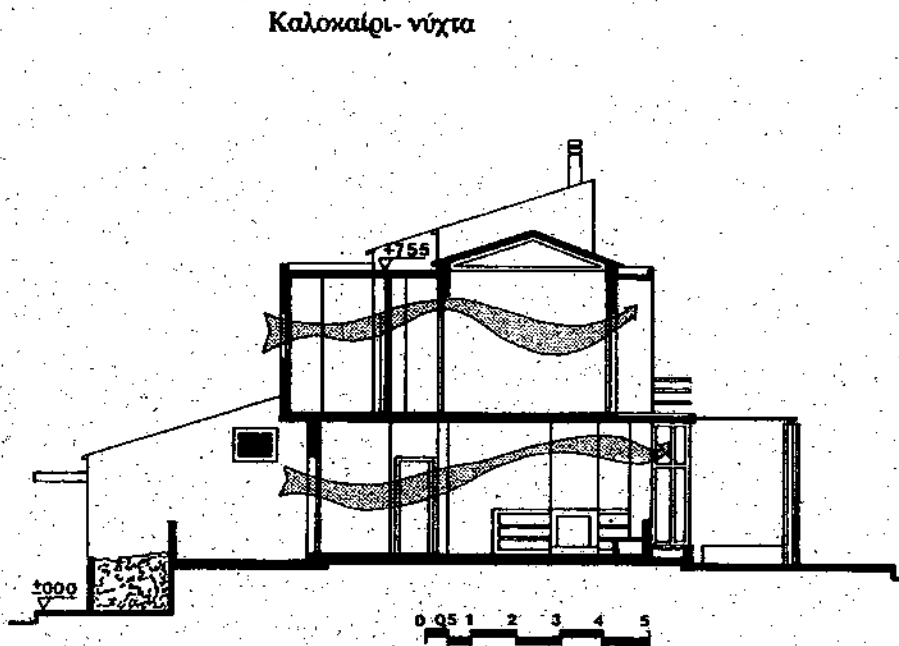


Σχήμα 3.75 Τομή Α - Α. Θερμική απόδοση

## Καλοκαίρι - ημέρα



Σχήμα 3.76 Τομή Α - Α. Ηλιοπροστασία



Σχήμα 3.77 Τομή Α – Α. Αερισμός

### 3.5.6 Κατασκευαστικά στοιχεία

Ο φέρον οργανισμός της κατοικίας κατασκευάστηκε από οπλισμένο σκυρόδεμα και οι τοίχοι πληρώσεως από οπτόπλινθους.

Η εξωτερική τοιχοποιία είναι διπλή. Αποτελείται από τρεις στρώσεις: την εσωτερική, πάχους 9 cm, το διάκενο όπου τοποθετείται το θερμομονωτικό υλικό, πάχους 4 cm, και την εξωτερική στρώση, πάχους 6 cm. Για να αποφευχθεί η δημιουργία θερμογέφυρας, η σύνδεση των δύο στρώσεων της τοιχοποιίας γίνεται με μεταλλικούς συνδέσμους, που τοποθετούνται στα περιμετρικά διαζώματα της κάθε τοιχοποιίας.

Η οροφή της κατοικίας αποτελείται κυρίως από ξύλινες κεκλιμένες στέγες, με επικάλυψη από κεραμίδια ρωμαϊκά και εμφανή ζευκτά (σχ 3.78). Η θερμομόνωση στις στέγες έχει πάχος 6 cm.

Ένα μικρό τμήμα της οροφής είναι επίπεδο δώμα από οπλισμένο σκυρόδεμα και θερμική μόνωση, 5 cm.

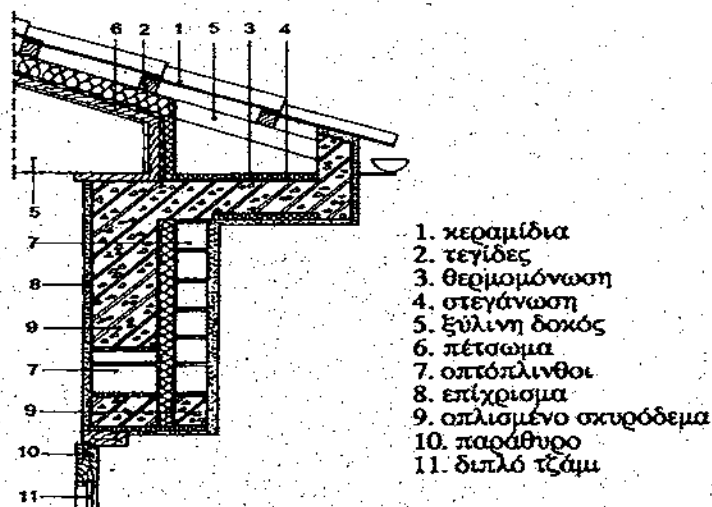
Το δάπεδο της κυρίως κατοικίας, που βρίσκεται επάνω από το υπόγειο, έχει θερμομονωθεί, με υλικό πάχους 2 cm.

Γενικά, ως υλικό θερμομονωτικό χρησιμοποιήθηκε παντού, σε οροφές, σε τοίχους, σε δάπεδα, η εξηλασμένη πολυστερίνη.

Τα εξωτερικά κουφώματα είναι κατασκευασμένα από ξύλο και ανοίγουν περί οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα. Τα περισσότερα από τα νότια υαλοστάσια έχουν φεγγίτες ανοιγμένους περί οριζόντιο άξονα. Οι υαλοπίνακες είναι διπλοί, με διάκενο 6 mm ανάμεσα τους.

Όλα τα υπνοδωμάτια, καθώς και τα βορεινά ανοίγματα των κυρίων χώρων έχουν, εξωτερικά ξύλινα σκούρα, γερμανικού τύπου, που σύρονται στα διάκενα της εξωτερικής τοιχοποιίας.

Στον υπαίθριο χώρο, μπροστά από την τραπεζαρία κατασκευάστηκε πέργκολα με κινητή τέντα.



Σχήμα 3.78 Λεπτομέρεια στέγης

### 3.5.7 Θερμική συμπεριφορά κτιρίου

Οι υπολογισμοί, για την συμβολή της ηλιακής ενέργειας στην θέρμανση της κατοικίας, έγιναν με την μέθοδο Unutilisability. Ως αποτέλεσμα προέκυψε 89% εξοικονόμηση ενέργειας, για την περίοδο του χειμώνα. Για την ακριβή απόδοση του συστήματος ψύξης δεν έγινε ειδική υπολογιστική μελέτη.

Πειραματικές μετρήσεις του κτιρίου, κατά την περίοδο που κατοικείται, δεν έχουν γίνει. Από την εκτίμηση των χρηστών και την κατανάλωση πετρελαίου, η θερμική συμπεριφορά του κτιρίου θεωρείται ότι είναι ικανοποιητική.



Σχήμα 3.79 Άποψη του καθιστικού

### 3.6 Κατοικία στα Τσικαλαριά Χανίων



Εικόνα της κατοικίας στα Τσικαλαριά Χανίων

#### 3.6.1 Περιγραφή του έργου

Το οικόπεδο βρίσκεται στα όρια του οικισμού Τσικαλαριά, περίπου 6 χ.λ.μ. νοτιοανατολικά της πόλης των Χανίων (σχ 3.80). Η συνολική έκταση του 1162.3 m<sup>2</sup>. Περιβάλλεται στα νότια και ανατολικά από δρόμους, ενώ στα δυτικά και στα βόρεια συνορεύει με άλλες ιδιοκτησίες (σχ 3.81).

Το οικόπεδο είναι επικλινές προς την βορειοανατολική κατεύθυνση, με κλίση 2.5%. προς το νότο έχει την πιο ενδιαφέρουσα θέα, τα βουνά και τον οικισμό, ενώ στα ανατολικά βλέπει στον κόλπο της Σούδας.



Σχήμα 3.80 Διάγραμμα της περιοχής

### 3.5.8 Σχόλια μελετητών – χρηστών

Το ήπιο κλίμα της περιοχής παρέχει την δυνατότητα να χρησιμοποιούνται απλά παθητικά συστήματα. Έτσι, το κόστος της κατασκευής δεν υπερβαίνει το κόστος ενός συμβατικού κτιρίου. Η λειτουργία των συστημάτων είναι επίσης απλή και δεν απαιτεί ιδιαίτερη απασχόληση, ενώ τα ενεργειακά οφέλη είναι σημαντικά.

### 3.5.9 Στοιχεία της κατοικίας

**ΘΕΣΗ:** ΠΥΘΑΡΙ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ ΧΑΝΙΩΝ - ΚΡΗΤΗ

**ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ:** Α. ΡΕΝΙΕΡΗ - ΓΙΑΝΝΙΤΣΑΡΗ

**ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ:** Γ. ΚΑΛΛΙΓΕΡΗΣ

**ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ:** 1988

**ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ:** 1989 – 1990

### ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

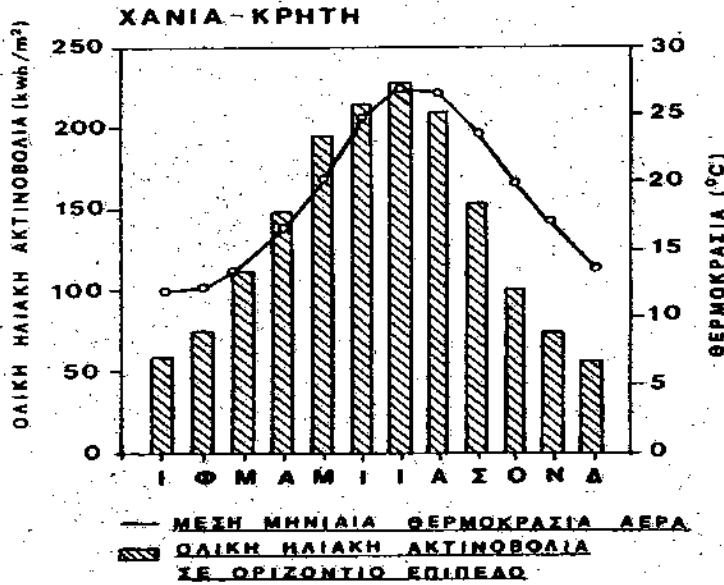
#### **A. ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

1. Άμεσο ηλιακό κέρδος

#### **B. ΦΥΣΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ**

1. Φυσικός αερισμός

2. Ηλιοπροστασία



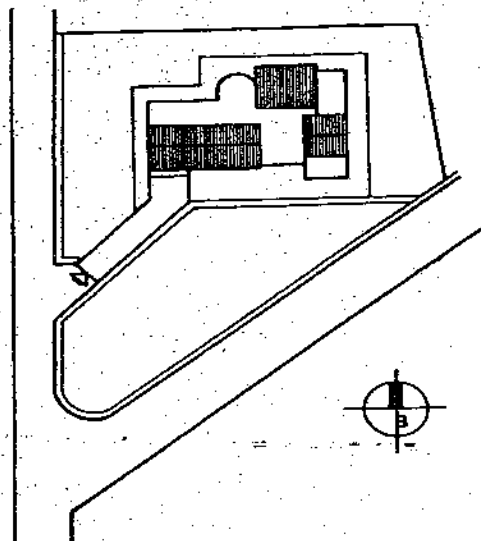
Σχήμα 3.81 Κλιματικά στοιχεία

**3.6.2 Κλίμα - Μικροκλίμα**

Η κατοικία βρίσκεται σε 35.50<sup>0</sup> Β.Γ.Π.

Το κλίμα της περιοχής είναι ήπιο. Η μέση εξωτερική θερμοκρασία τον Ιανουάριο είναι 11.9<sup>0</sup> C και τον Ιούλιο 26.9<sup>0</sup> C (σχ 3.82).

Οι βαθμοημέρες θέρμανσης ( με βάση τους 18<sup>0</sup> C ) είναι 681 και οι ώρες ηλιοφάνειας 2809 ετησίως, με μέση συνολική ακτινοβολία 1630 kwh / m<sup>2</sup>. Οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή είναι νοτιοδυτικοί το χειμώνα και βόρειοι το καλοκαίρι.



Σχήμα 3.82 Τοπογραφικό

### 3.6.3 Αρχιτεκτονική δομή περιβαλλοντικές παράμετροι

Το κτίριο αποτελεί μόνιμη κατοικία μιας τετραμελούς οικογένειας, με έναν ανεξάρτητο ξενώνα. Η πρόβλεψη βοηθητικών χώρων, όπως αποθήκη - πλυντήριο και garage, ήταν η επιθυμία των ιδιοκτητών.

Επίσης, το μέγεθος της κατοικίας και το κόστος κατασκευής έπρεπε να συγκρατηθούν σε μέσο λογικό επίπεδο. Ο μελετητής, από την πλευρά του, έθετε ως στόχο την καλή ποιότητα κατασκευής και την σωστή θερμική συμπεριφορά του κτιρίου.

Το κτίσμα τοποθετήθηκε στην βορεινή πλευρά του οικοπέδου, κυρίως για δύο λόγους: α) για να αποφεύγει το θόρυβο της κυκλοφορίας από τον νότιο δρόμο και β) για να χρησιμοποιηθεί το μεγαλύτερο πλάτος του οικοπέδου, ώστε το κτίριο να αναπτυχθεί στην κατεύθυνση ανατολής - δύσης.

Η κατοικία είναι δυόροφη. Στο ισόγειο, στην ανατολική πλευρά της, βρίσκεται ο ξενώνας, αποτελούμενος από δύο υπνοδωμάτια και έναν ενιαίο χώρο καθιστικού - τραπεζαρίας και κουζίνας (σχ 3.83). Στην δυτική πλευρά τοποθετήθηκαν οι βοηθητικοί χώροι, garage, δωμάτιο εργασίας και πλυντήριο - αποθήκη.

Στον όροφο βρίσκεται η κυρίως κατοικία, εμβαδού 145 m<sup>2</sup>. αποτελείται από τρία υπνοδωμάτια, με νότιο προσανατολισμό. Τα δύο από αυτά, τα παιδικά, συνδέονται μεταξύ τους με το άνοιγμα μιας συρόμενης πόρτας, ώστε να δημιουργείται ευρύχωρος ενιαίος χώρος για παιχνίδι (σχ 3.84). Στην ανατολική πλευρά της κατοικίας οργανώθηκε ο ενοποιημένος χώρος του καθιστικού, της τραπεζαρίας και της κουζίνας. Το καθιστικό έχει βορειοανατολικό προσανατολισμό. Για να διασφαλιστεί ο άμεσος ηλιασμός από το νότο, κατασκευάστηκε φεγγίτης στην οροφή της κεκλιμένης στέγης. Όλοι οι κύριοι χώροι ζωής έχουν βεράντες, εκτός από τα υπνοδωμάτια των παιδιών.

Το κλίμα της περιοχής είναι ήπιο, πράγμα που επιτρέπει να χρησιμοποιηθούν απλά παθητικά συστήματα για την θέρμανση και την φυσική ψύξη του κτιρίου.

Η απλή λειτουργία και ο περιορισμός στο κόστος των συστημάτων αποτέλεσαν τα βασικά κριτήρια για την επιλογή τους.

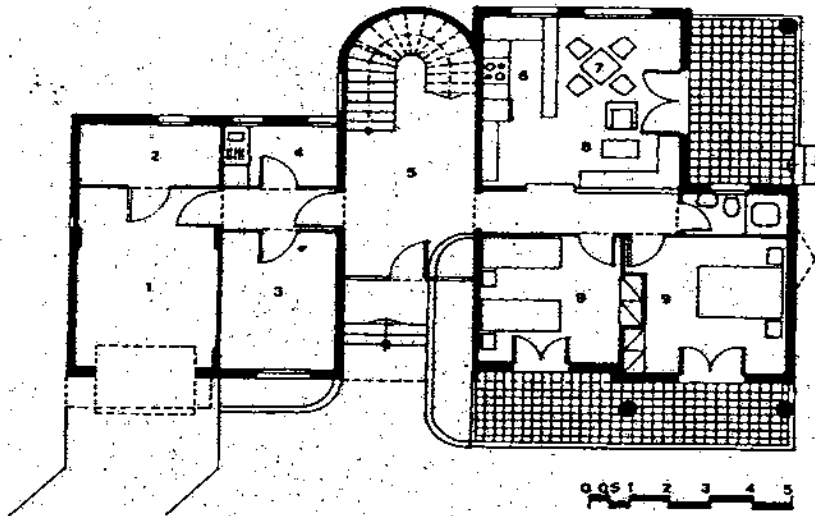
Από την άλλη πλευρά, ο μελετητής έθεσε ως στόχο την επίτευξη μιας λύσης, όπου θα συνυπήρχαν η λειτουργικότητα της κατοικίας, η αισθητική της, η εξοικονόμηση ενέργειας και η εξασφάλιση της ενδιαφέρουσας θέας.

Ο συνδυασμός κεκλιμένων στεγών και οριζόντιων δωματίων δημιουργεί μια εναλλαγή στους όγκους του κτιρίου (σχ 3.85 - 3.88 - 3.89). η μείωση των θερμικών απωλειών από το περίβλημα του κτιρίου επιτυγχάνεται τόσο με την καλή θερμομόνωση όσο και με την τοποθέτηση των βοηθητικών χώρων στην βορεινή πλευρά, δημιουργώντας έτσι ένα φράγμα - εμπόδιο απωλειών θερμότητας του κτιρίου (σχ 3.86).

Επίσης, όλοι οι κύριοι χώροι της κατοικίας, εκτός από το καθιστικό του ξενώνα έχουν ανοίγματα προς το νότο (σχ 3.87). Το καθιστικό του ορόφου έχει ένα μεγάλο φεγγίτη στην οροφή της στέγης, με τζάμι που διαχέει το ηλιακό φως (σχ 3.90).

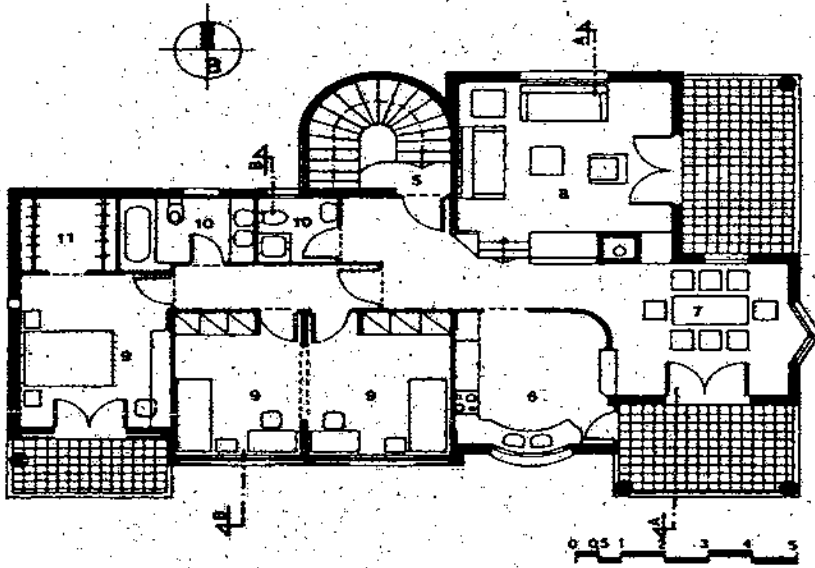
Το καλοκαίρι η ηλιοπροστασία της κατοικίας εξασφαλίζεται με τις προεξοχές της στέγης και την τέντα. Η σκίαση από την διάχυτη ακτινοβολία, που είναι αρκετά έντονη, επιτυγχάνεται με το κλείσιμο των παντζουριών, κυρίως στους χώρους των υπνοδωματίων.





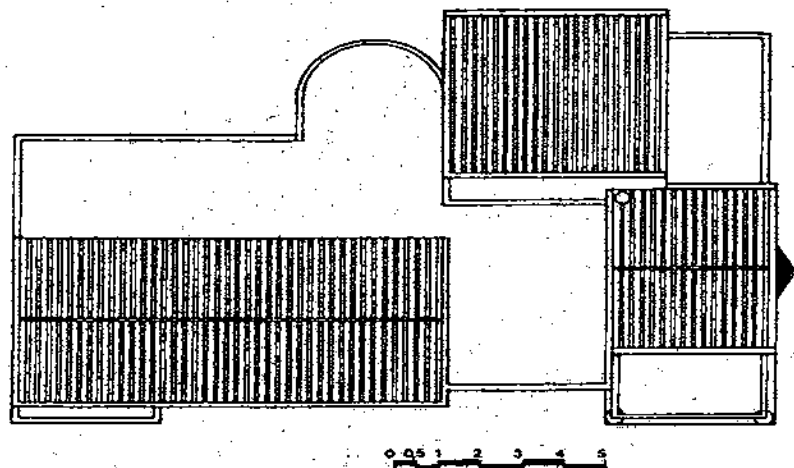
- |                      |                |
|----------------------|----------------|
| 1. Garage            | 6. Κουζίνα     |
| 2. Λεβητοστάσιο      | 7. Τραπεζαρία  |
| 3. Δωμάτιο εργασίας  | 8. Καθιστικό   |
| 4. Πλυντήριο-αποθήκη | 9. Υπνοδωμάτιο |
| 5. Είσοδος           |                |

Σχήμα 3.83 Κάτοψη Ισογείου

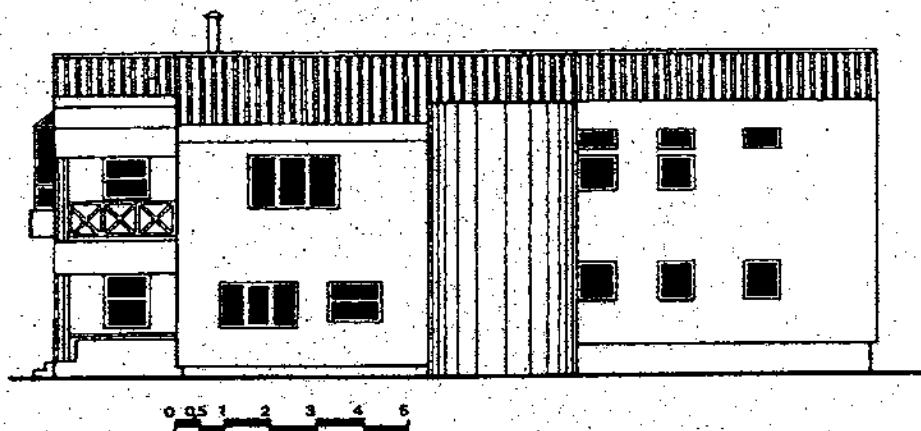


- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| 5. Κλιμακοστάσιο | 9. Υπνοδωμάτια    |
| 6. Κουζίνα       | 10. Λουτρό        |
| 7. Τραπεζαρία    | 11. Dressing room |
| 8. Καθιστικό     |                   |

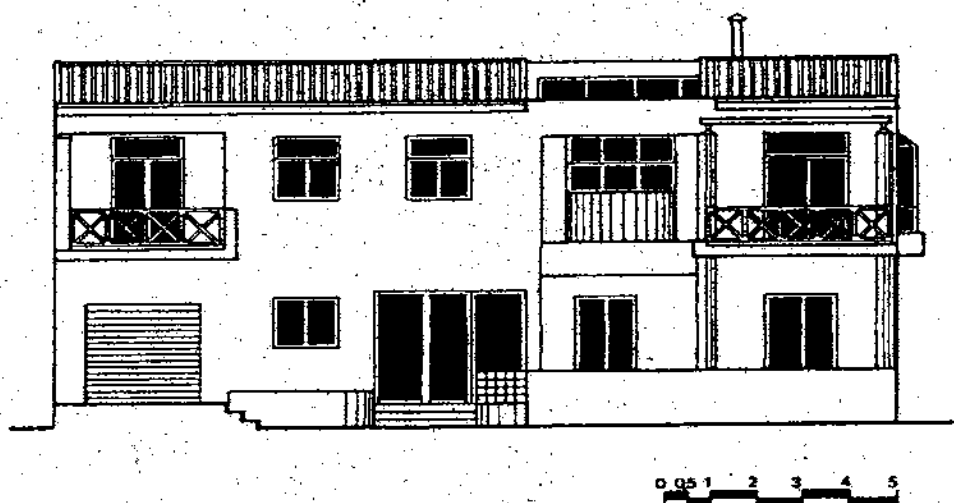
Σχήμα 3.84 Κάτοψη Ορόφου



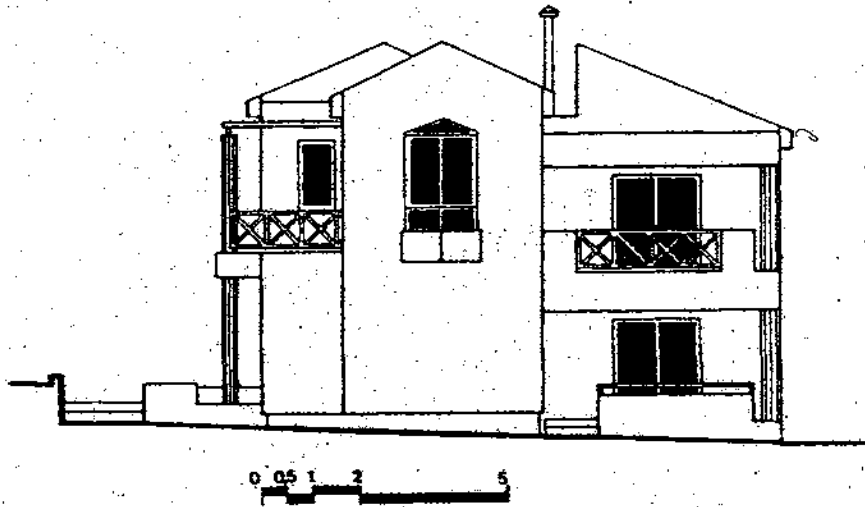
Σχήμα 3.85 Κάτοψη Στέγης



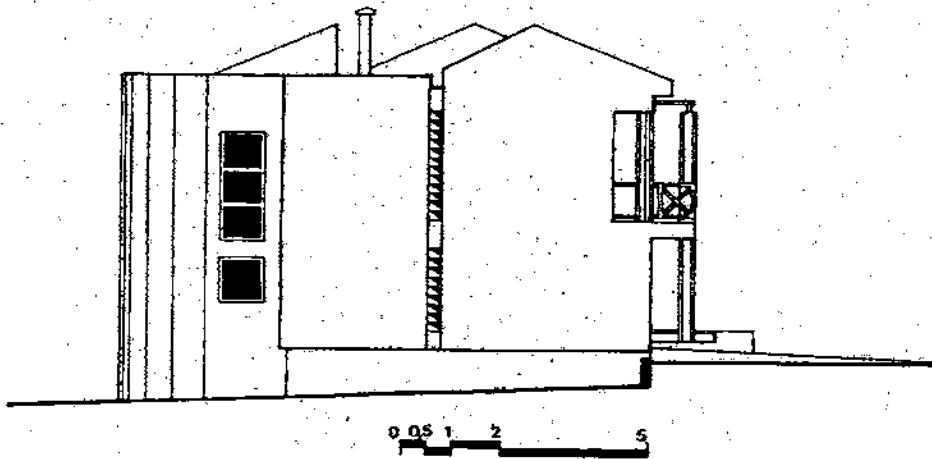
Σχήμα 3.86 Βορεινή πλευρά



Σχήμα 3. 87 Νότια όψη



Σχήμα 3.88 Ανατολική όψη



Σχήμα 3.89 Δυτική όψη

### 3.6.4 Παθητικά συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα που εφαρμόστηκαν, είναι τα ακόλουθα:

#### 3.6.4.1 Το σύστημα αμέσου κέρδους.

Όλοι οι κύριοι χώροι του κτιρίου έχουν ανοίγματα προσανατολισμένα ακριβώς στον νότο. Οι διαστάσεις τους είναι ανάλογες με το μέγεθος των χώρων. Η θέση και το ύψος των ανοιγμάτων καθορίστηκαν με βάση το ύψος του ηλίου το χειμώνα, έτσι ώστε η ηλιακή ακτινοβολία να εισχωρεί στο βάθος του χώρου. Για την νυχτερινή προστασία των υαλοστασίων, το χειμώνα χρησιμοποιούνται τα εσωτερικά παντζούρια.

Το καλοκαίρι, ο σκιασμός των ανοιγμάτων επιτυγχάνεται με τις προεξοχές των πλακών είτε με μορφή στέγης είτε με μορφή δώματος.

### 3.6.4.2 Φυσική ψύξη

Η Φυσική ψύξη των εσωτερικών χώρων, το καλοκαίρι, εξασφαλίζεται με τον διαμπερή αερισμό, που δημιουργείται ανοίγοντας τα νότια και βορεινά ναλοστάσια. Σ' αυτό συμβάλλουν και οι ρυθμιζόμενοι φεγγίτες, που βρίσκονται επάνω από τους βοηθητικούς χώρους.

Η ηλιοπροστασία το καλοκαίρι, εξασφαλίζεται κυρίως με τις προεξοχές των στεγών και την τέντα.

### 3.6.4.3 Βοηθητική πηγή θέρμανσης

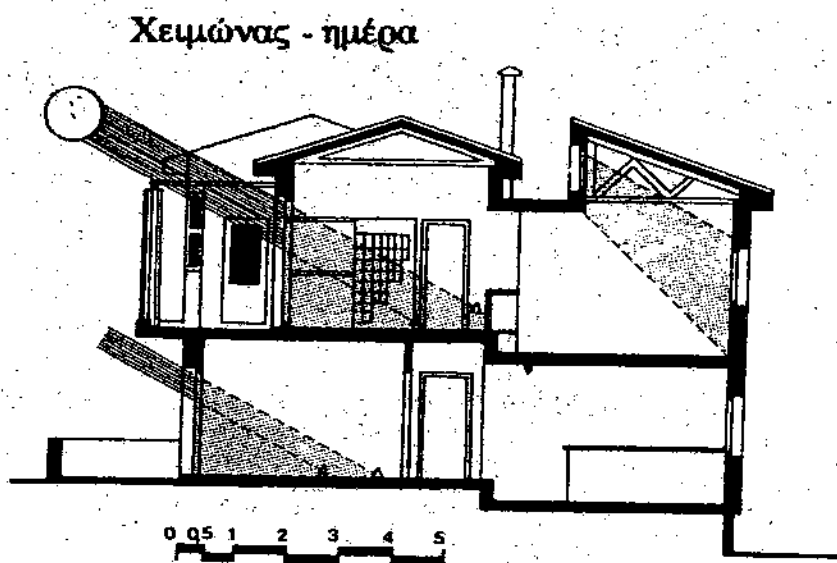
Ως Βοηθητική πηγή θέρμανσης, για τις πολύ ψυχρές ημέρες, χρησιμοποιείται εγκατάσταση καλοριφέρ. Τις λιγότερο ψυχρές, λειτουργεί ένα θερμοδυναμικό τζάκι κλειστής – ανοιχτής εστίας, που βρίσκεται στον χώρο του καθιστικού.

### 3.6.5 Θερμική λειτουργία των συστημάτων

Η ηλιακή ενέργεια που διαπερνά τα νότια τζάμια, στην διάρκεια της χειμωνιάτικης ημέρας, αποθηκεύεται στην μάζα του κτιριακού κελύφους (σχ. 3.90 – 3.91), δηλαδή στα δάπεδα και στους τοίχους. Τη νύχτα, με την σταδιακή πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας, η αποθηκευμένη θερμότητα επαναποδίδεται (σχ.3.92 – 3.93), διατηρώντας έτσι την θερμοκρασία του χώρου σε αποδεκτά επίπεδα.

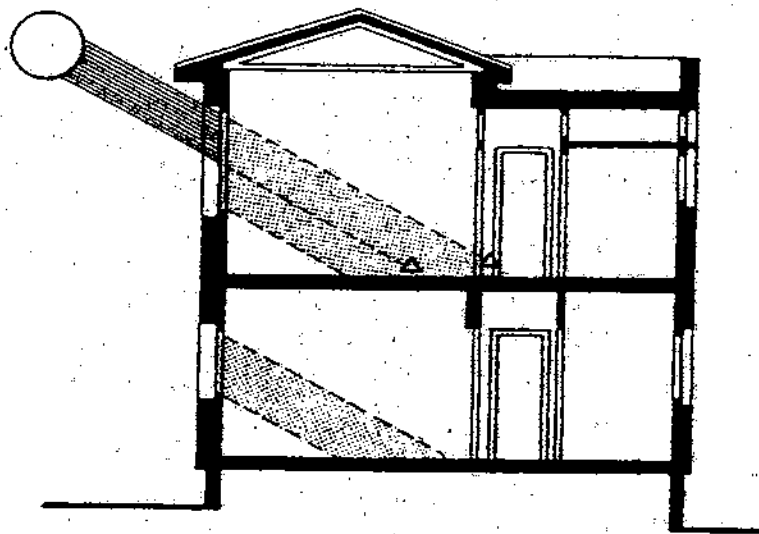
Οι θερμικές απώλειες του κτιρίου περιορίζονται με την θερμομόνωση και την χρήση παντζουριών, που προβλέπονται στα ανοίγματα.

Το καλοκαίρι, η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων διασφαλίζεται με μικρές προεξοχές στην στέγη (σχ. 3.94 – 3.95). Το βράδυ, ο διαμπερής αερισμός απομακρύνει την πλεονάζουσα θερμότητα και συμβάλλει στην ψύξη της κατασκευής (σχ.3.96 – 3.97). Επίσης τα παντζούρια, με κενά ανάμεσα στις περσίδες τους, επιτρέπουν την κίνηση του αέρα και την δημιουργία ρευμάτων, ακόμη και όταν είναι κλειστά.



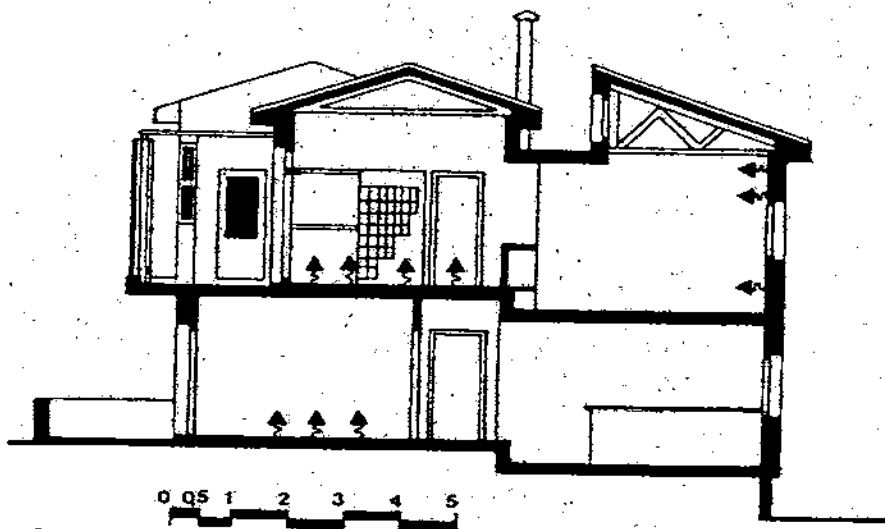
Σχήμα 3.90 Τομή Α – Α. Ηλιασμός

### Χειμώνας - ημέρα



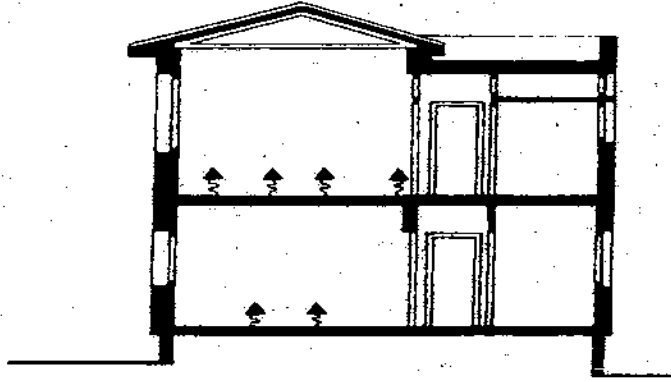
Σχήμα 3.91 Τομή Β - Β. Ηλιασμός

### Χειμώνας - νύχτα

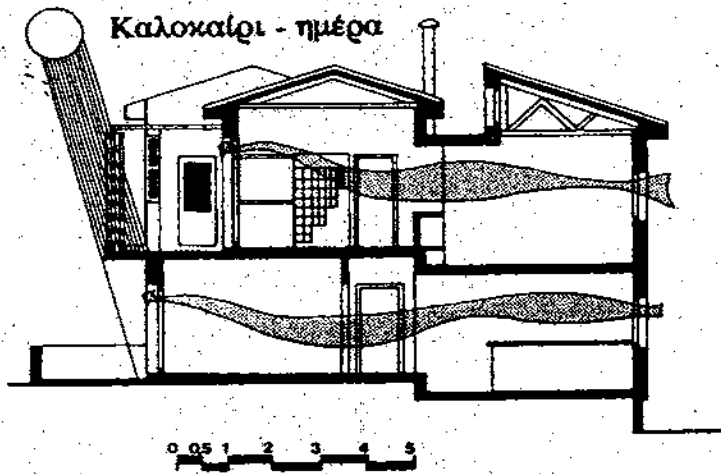


Σχήμα 3.92 Τομή Α - Α. Θερμική απόδοση

## Χειμώνας - νύχτα

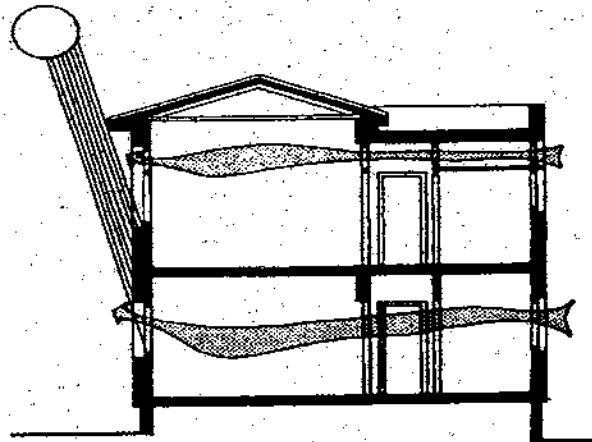


Σχήμα 3.93 Τομή Β - Β. Θερμική απόδοση



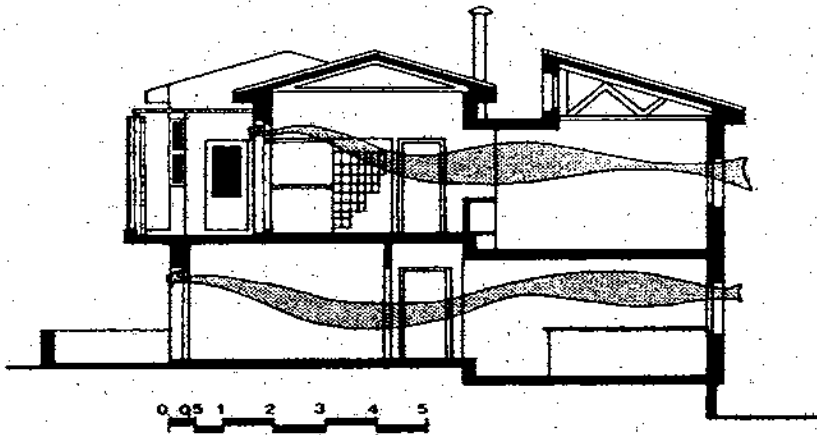
Σχήμα 3.94 Τομή Α - Α. Ηλιοπροστασία

## Καλοκαίρι - ημέρα



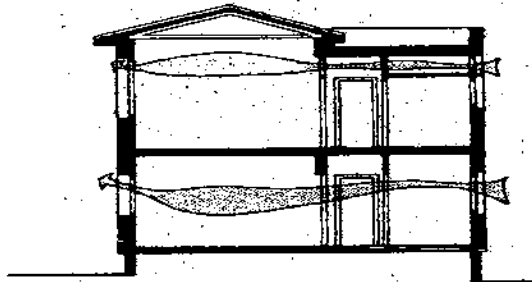
Σχήμα 3.95 Τομή Β - Β. Ηλιοπροστασία

## Καλοκαίρι- νύχτα



Σχήμα 3.96 Τομή Α - Α. Αερισμός

## Καλοκαίρι - νύχτα



Σχήμα 3.97 Τομή Β - Β. Αερισμός

## 3.6.6 Κατασκευαστικά στοιχεία

Ο φέρων οργανισμός της κατοικίας κατασκευάστηκε από οπλισμένο σκυρόδεμα και οι τοίχοι πληρώσεως από οπτόπλινθους.

Η εξωτερική τοιχοποιία είναι διπλή. Αποτελείται από την εσωτερική στρώση πάχους 19 cm, παρεμβάλλεται διάκενο, όπου τοποθετείται το θερμομονωτικό υλικό, πάχους 4 cm, και την εξωτερική στρώση, πάχους 6 cm. Για να αποφευχθεί η δημιουργία θερμογέφυρας, η σύνδεση των δύο στρώσεων της τοιχοποιίας γίνεται με μεταλλικούς συνδέσμους, που τοποθετούνται στα περιμετρικά διαζώματά της.

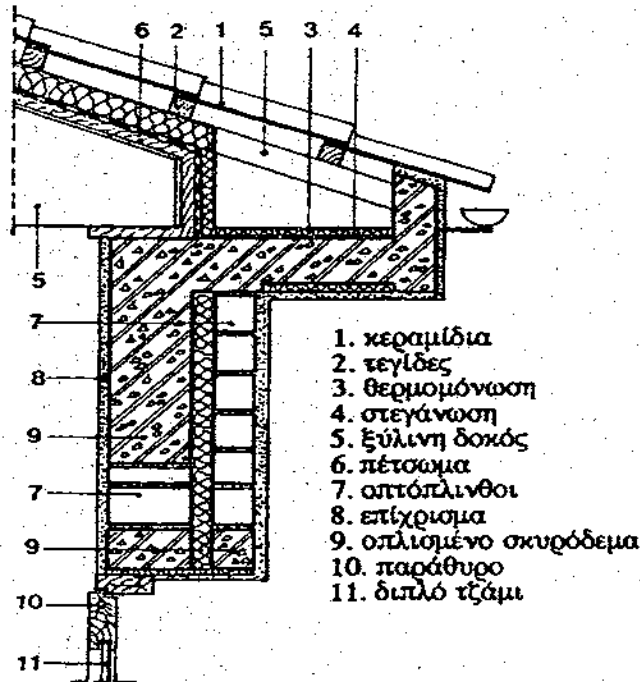
Η οροφή της κατοικίας αποτελείται από πλάκες επίπεδες, κατασκευασμένες από οπλισμένο σκυρόδεμα και ξύλινη στέγη, με επικάλυψη από κεραμίδια ρωμαϊκά, με ορατά τα ζευκτά (σχ 3.98).

Το δάπεδο του ξενώνα και της κύριας κατοικίας, στον όροφο, πάνω από τους βοηθητικούς χώρους του ισόγειου, έχουν θερμομονωθεί, με πολυστερίνη πάχους 2 cm.

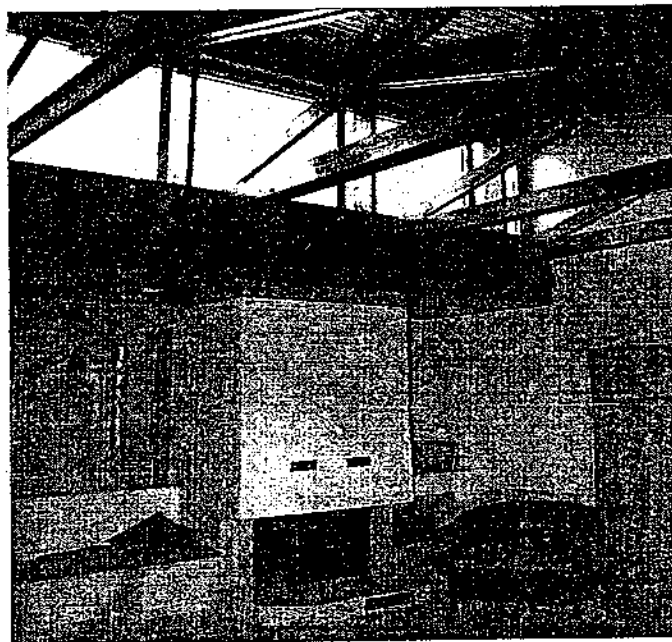
Η θερμομόνωση στις οροφές έχει πάχος: για κεκλιμένες στέγες 6 cm, ενώ για πλάκες 5 cm. Το θερμομονωτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε παντού, τοίχους, οροφές, δάπεδα, είναι η εξηλασμένη πολυστερίνη.

Τα εξωτερικά κουφώματα είναι κατασκευασμένα από ξύλο και ανοίγουν περί οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα. Τα νότια υαλοστάσια έχουν φεγγίτη στο επάνω μέρος, που ανοίγει περί οριζόντιο άξονα. Οι υαλοπίνακες είναι διπλοί, με κενό 6 cm ανάμεσα τους. Όλα τα υπνοδομάτια έχουν γερμανικά παντζούρια, κατασκευασμένα από ξύλινες περσίδες και σύρονται στα προβλεπόμενα κενά της εξωτερικής τοιχοποιίας.

Οι βεράντες είναι στεγανές με πλάκες, εκτός από την νότια βεράντα της τραπεζαρίας, στον όροφο, όπου υπάρχει κινητή τέντα.



Σχήμα 3.98 Λεπτομέρεια της στέγης



Σχήμα 3.99 Άποψη του καθιστικού



### 3.6.7 Θερμική συμπεριφορά κτιρίου

Δεν έχουν γίνει πειραματικές μετρήσεις, προκειμένου να αξιολογηθεί η θερμική συμπεριφορά της κατοικίας. Από τις εκτιμήσεις των ενοίκων, για την περίοδο που κατοικούν, καθώς και από την κατανάλωση πετρελαίου, εκτιμάται ότι η θερμική συμπεριφορά του κτιρίου είναι η αναμενόμενη από την μελέτη.

Οι υπολογισμοί, για την συμβολή της ηλιακής ενέργειας στην θέρμανση της κατοικίας, έγιναν με την μέθοδο Unutilisability. Ως αποτέλεσμα προέκυψε 78% εξοικονόμηση ενέργειας, για την περίοδο του χειμώνα. Η απόδοση του συστήματος φυσικής ψύξης δεν υπολογίστηκε.

### 3.6.8 Σχόλια μελετητών – χρηστών

Οι ένοικοι, ιδιοκτήτες της κατοικίας, είναι ιδιαίτερα ικανοποιημένοι από την θερμική και οπτική άνεση των χώρων, όλες τις ώρες της ημέρας και όλες τις εποχές.

Κατά την γνώμη του μελετητή, το ήπιο κλίμα της περιοχής παρέχει την δυνατότητα να χρησιμοποιούνται απλά παθητικά συστήματα. Έτσι, το κόστος κατασκευής δεν υπερβαίνει το κόστος ενός συμβατικού κτιρίου. Η λειτουργία των συστημάτων είναι απλή και απαιτεί μικρή φροντίδα.

### 3.6.9 Στοιχεία της κατοικίας

**ΘΕΣΗ:** ΤΣΙΚΑΛΑΡΙΑ ΧΑΝΙΩΝ - ΚΡΗΤΗ

**ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ:** Θ. ΤΣΟΥΒΑΛΑΚΗΣ

**ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ:** Γ. ΚΑΛΛΙΓΕΡΗΣ

**ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ:** 1988

**ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ:** 1989

### ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

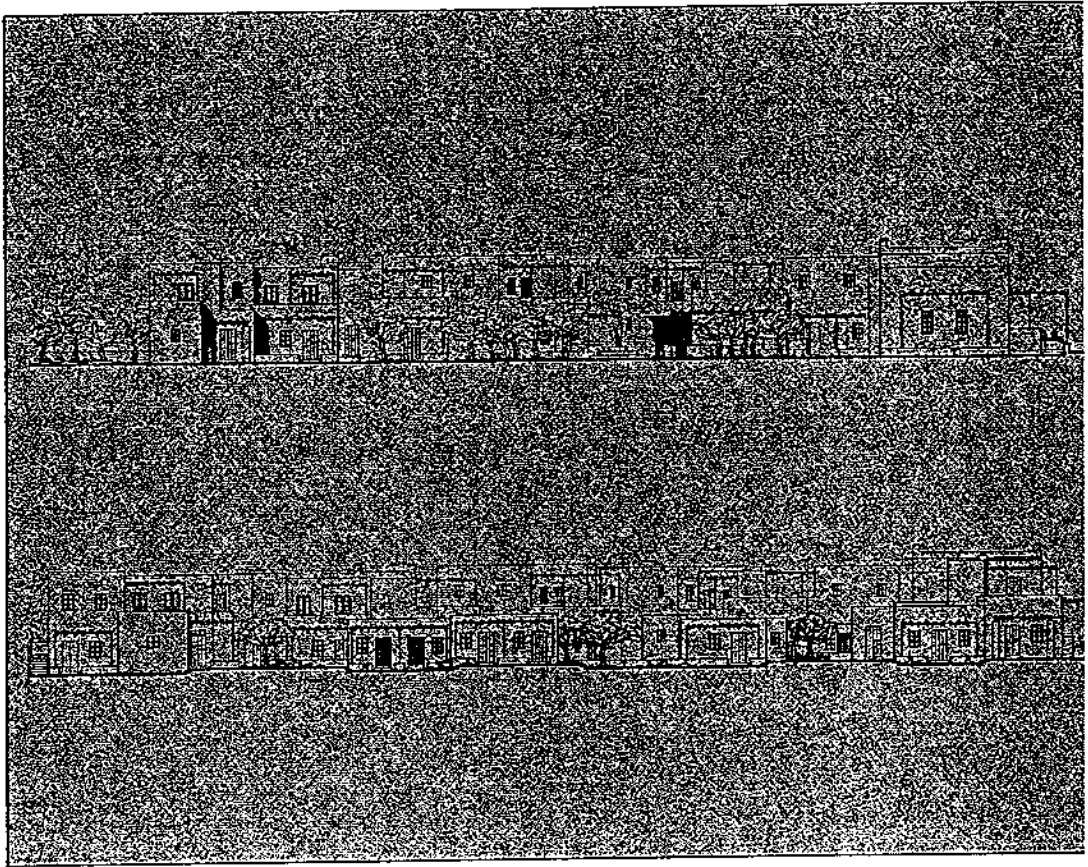
#### A. ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

1. Άμεσο ηλιακό κέρδος

#### B. ΦΥΣΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ

1. Φυσικός αερισμός
2. Ηλιοπροστασία

### 3.7 Συγκρότημα θερινών κατοικιών στην Πάρο



Εικόνα του συγκροτήματος θερινών κατοικιών στην Πάρο

#### 3.7.1 Περιγραφή του έργου

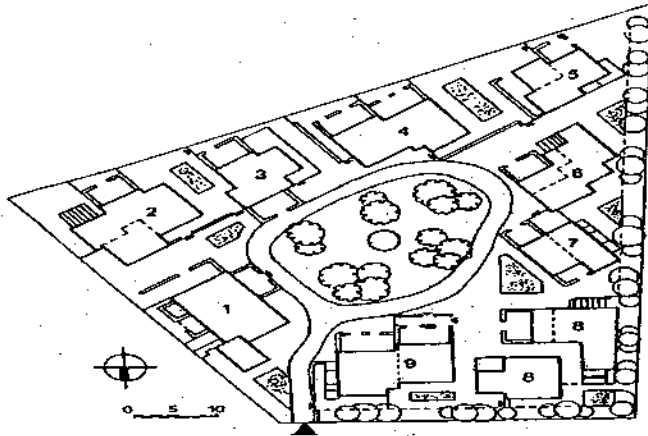
Το συγκρότημα των θερινών κατοικιών κατασκευάζεται στην Πάρο (Κυκλάδες), στην περιοχή του Δρυού, στο νότιο τμήμα του νησιού. Το οικοπέδο έχει έκταση 4.070 m<sup>2</sup>, και είναι επίπεδο με θέα προς τη θάλασσα, που βρίσκεται σε απόσταση 250 m., στα νοτιοανατολικά του οικοπέδου.

Το συγκρότημα των κατοικιών αποτελείται από εννέα (9) ανεξάρτητα κτίρια, μονόροφα και δύοροφα, τοποθετημένα περιμετρικά στο οικοπέδο (σχ3.100), έτσι ώστε να έχουν όλα ανεμπόδιστη θέα προς τη θάλασσα.

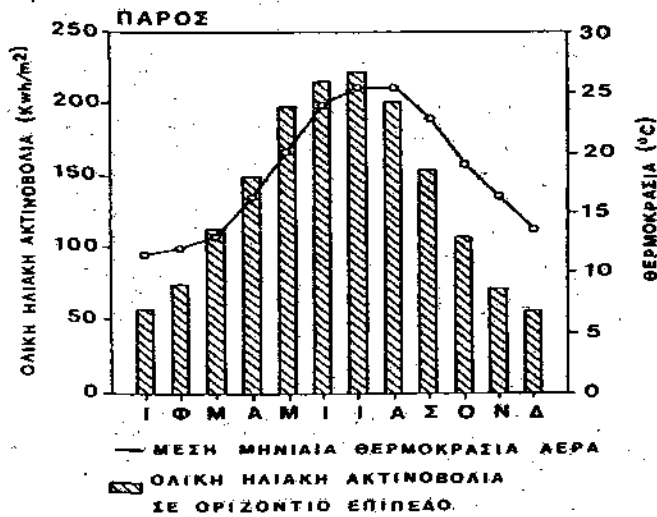
#### 3.7.2 Κλίμα – Μικροκλίμα

Το κλίμα της περιοχής είναι ήπιο και το γεωγραφικό πλάτος 37 °Β. Η μέση εξωτερική θερμοκρασία τον Ιανουάριο είναι 11.5 °C και τον Ιούλιο 25.5 °C.

Οι βαθμοήμερες θέρμανσης είναι 751 και οι ώρες ηλιοφάνειας 2.841 ετησίως (σχ3.101). Οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή είναι κυρίως βορεινής κατεύθυνσης.



Σχήμα 3.100 Τοπογραφικό του συγκροτήματος



Σχήμα 3.101 Κλιματικά στοιχεία

### 3.7.3 Αρχιτεκτονική δομή περιβαλλοντικές παράμετροι

Τα περισσότερα κτίρια του συγκροτήματος έχουν τοποθετηθεί παράλληλα προς τη θάλασσα, με τις εισόδους τους στη βορειοδυτική πλευρά και θέα προς τα νοτιοανατολικά.

Ένα από τα εννιά κτίρια, (το υπ' αρ. 1, του σχ3.100) λειτουργεί ως χώρος υποδοχής και εξυπηρέτησεων, ενώ στα υπόλοιπα οκτώ έχουν κατανεμηθεί 17 αυτόνομα διαμερίσματα. Υπάρχουν δυο τύποι διαμερισμάτων, Α και Β.

Τα διαμερίσματα τύπου Α (σχ3.102,3.103,3.104) περιλαμβάνουν: ένα υπνοδωμάτιο, λουτρό, ενιαίο ή διακεκριμένο χώρο καθιστικού-τραπεζαρίας και κουζίνα.

Τα τρία (3) διαμερίσματα του τύπου Β, πλην των παραπάνω χώρων, έχουν επί πλέον ένα δεύτερο υπνοδωμάτιο.

Η αρχιτεκτονική και οι μορφές των κτιρίων καθορίστηκαν, σε μεγάλο βαθμό, από την παραδοσιακή κυκλαδίτικη αρχιτεκτονική και την ισχύουσα νομοθεσία. Οι όγκοι των κτιρίων είναι μικροί, κιβωτιόσχημοι και διασπασμένοι, τόσο καθ' ύψος

όσο και κατ' όγκο. Τα κλιμακοστάσια είναι εξωτερικά, ανοιχτά-ελεύθερα.

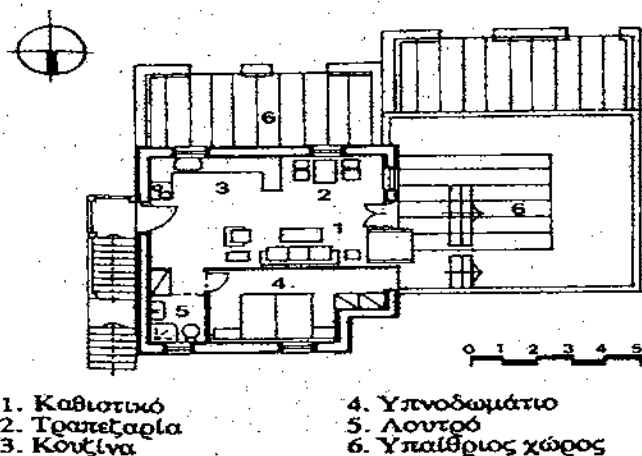
Το τουριστικό συγκρότημα, μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής του, θα λειτουργεί από τον Απρίλιο μέχρι και τον Οκτώβριο. Οι απαιτήσεις για θέρμανση, στην περίοδο αυτή, είναι ελάχιστες -μόνο τις βράδυνες ώρες- και μπορούν να καλυφθούν πλήρως από το άμεσο ηλιακό κέρδος των νοτιοανατολικών ανοιγμάτων, σε συνδυασμό με τη μεγάλη θερμοχωρητικότητα του κτιριακού κελύφους.

Η φυσική ψύξη των κτιρίων ήταν η βασική παράμετρος του βιοκλιματικού σχεδιασμού του συγκροτήματος. Κατά συνέπεια η προσοχή επικεντρώθηκε:

α) στη χωροθέτηση των κτιρίων στο οικόπεδο, ώστε να διασφαλίζεται η ελεύθερη ροή των δροσερών ανέμων -συνήθως βόρειας κατεύθυνσης- σε όλα τα κτίρια (σχ3.105).

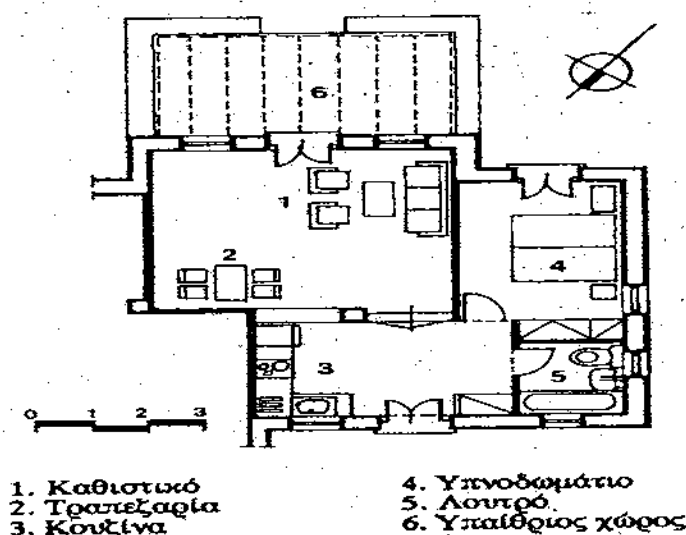
β) στην κατάλληλη οργάνωση των υπαίθριων χώρων, που βρίσκονται γύρω από κάθε κτίριο, καθώς και του κεντρικού τμήματος του συγκροτήματος.

γ) στην ενσωμάτωση κατάλληλων παθητικών συστημάτων δροσισμού, υπό τον όρο ότι εναρμονίζονται με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική του νησιού.



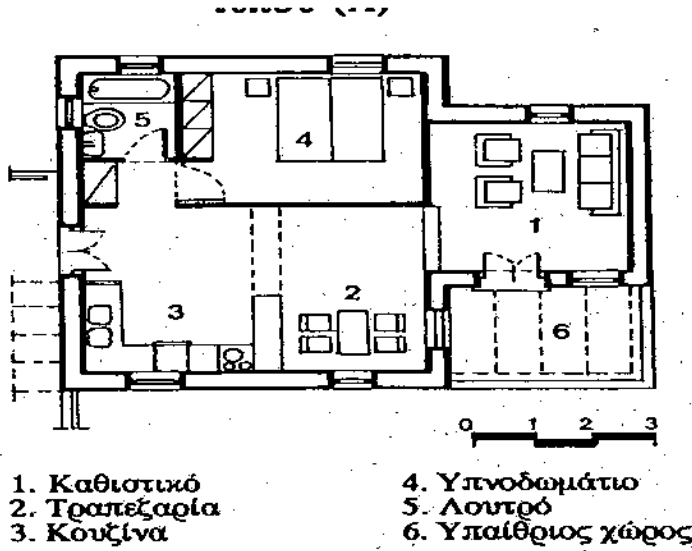
- |               |                    |
|---------------|--------------------|
| 1. Καθιστικό  | 4. Υπνοδωμάτιο     |
| 2. Τραπεζαρία | 5. Λουτρό          |
| 3. Κουζίνα    | 6. Υπαίθριος χώρος |

Σχήμα 3.102 Κάτοψη Διαμερίσματος τύπου (Α)

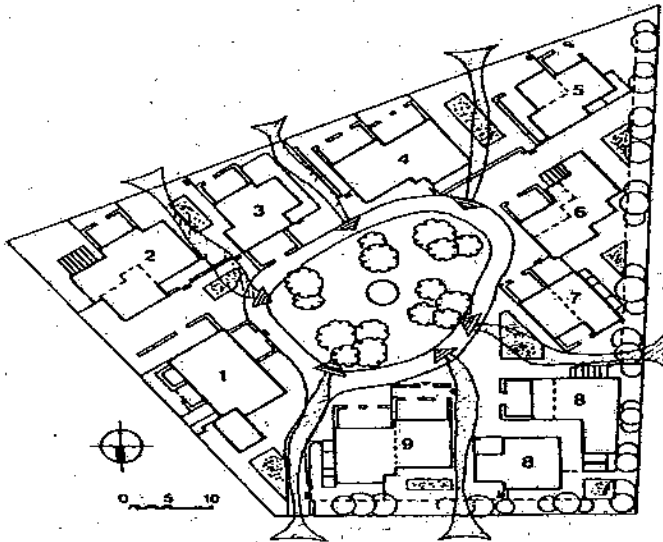


- |               |                    |
|---------------|--------------------|
| 1. Καθιστικό  | 4. Υπνοδωμάτιο     |
| 2. Τραπεζαρία | 5. Λουτρό          |
| 3. Κουζίνα    | 6. Υπαίθριος χώρος |

Σχήμα 3.103 Κάτοψη Διαμερίσματος τύπου (Α)



Σχήμα 3.104 Κάτοψη Διαμερίσματος τύπου (Α)



Σχήμα 3.105 Χωροθέτηση κτιρίων

### 3.7.4 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα παθητικά συστήματα που εφαρμόστηκαν για τη φυσική ψύξη των κτιρίων, είναι τα ακόλουθα:

#### 3.7.4.1 Ηλιοπροστασία.

Σε όλα τα κτίρια, σε κάθε διαμέρισμα, προβλέπεται προστασία από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι. Ο σκιασμός των ανοιγμάτων διασφαλίζεται με τις κληματαριές -υπό μορφή πέργκολας-(σχ3.106,3.107), που βρίσκονται μπροστά από τους χώρους των καθιστικών. Ταυτόχρονα δημιουργείται σκιά και στους υπαίθριους χώρους κάθε διαμερίσματος.

### 3.7.4.2 Φυσικός αερισμός

Ο σχεδιασμός-διάταξη των εσωτερικών χώρων των διαμερισμάτων και η θέση των ανοιγμάτων -κυρίως στις δύο πλευρές τις εκτεθειμένες στους επικρατούντες ανέμους- συμβάλλουν στην αποτελεσματική εξασφάλιση φυσικού αερισμού. Οι δροσεροί άνεμοι είναι: οι θαλάσσιες αύρες και τα μελέτνια, που προέρχονται από τα βορειανατολικά. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην κατανομή και στις διαστάσεις των ανοιγμάτων (σχ3.108,3.109,3.110,3.111,3.112,3.113) για την δημιουργία κατάλληλων ρευμάτων αέρα σε όλους τους εσωτερικούς χώρους.

### 3.7.4.3 Καμινάδες αερισμού

Για την ενίσχυση του φυσικού αερισμού, ιδιαίτερα όταν επικρατεί άπνοια, κατασκευάζονται καμινάδες αερισμού (σχ3.114), στο κεντρικό τμήμα των κατοικιών.

Στα ισόγεια κτίρια, οι καμινάδες έχουν σχετικά μικρό ύψος και η αποτελεσματικότητα στη λειτουργία τους ενισχύεται με ανεμιστήρες στην οροφή (σύστημα υβριδικό).

Στα δυόροφα κτίρια, το κάτω άκρο της καμινάδας βρίσκεται λίγο χαμηλότερα από την πλάκα της οροφής του ισόγειου.

Σε μία από τις κατοικίες εφαρμόστηκαν οι αρχές της ηλιακής καμινάδας. Δηλαδή, τοποθετήθηκε στην εξωτερική νοτιοδυτική πλευρά τζάμι, σε όλο το ύψος της καμινάδας. Έτσι η λειτουργία της βελτιώνεται, γιατί ο αέρας στην καμινάδα υπερθερμαίνεται και απάγεται προς τα έξω γρηγορότερα. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται περισσότερες εναλλαγές αέρα στον εσωτερικό χώρο του διαμερίσματος.

### 3.7.4.4 Φράγμα ακτινοβολίας

Η πλάκα του δώματος, σε όλα τα κτίρια, έχει θερμομονωθεί με εξηλασμένη πολυστερίνη. Στην επάνω πλευρά της φέρει επικάλυψη από φύλλο αλουμινίου (σχ3.115). Σε μία από τις κατοικίες μελετήθηκε ειδική κατασκευή της μόνωσης με

διάκενο, έτσι ώστε να επαυξάνεται η ποσότητα της ακτινοβολούμενης θερμότητας.

### 3.7.4.5 Εξάτμιση νερού Φαινόμενο "Οασης"

Η περιμετρική τοποθέτηση των κατοικιών στο οικόπεδο (βλ.σχ3.105) δημιουργεί ένα κεντρικό χώρο ελεύθερο από κτίσματα, όπου πρόκειται να φυτευτούν ελαιόδεντρα-λεμονιές και να κατασκευαστεί μια μικρή υδάτινη πηγή. Κατά τις μεσημεριανές ώρες, το καλοκαίρι, η εξάτμιση νερού που θα συμβαίνει στον κεντρικό αυτό χώρο, προκαλεί μικρή πτώση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Έτσι βελτιώνεται το μικροκλίμα και οι συνθήκες άνεσης, πράγμα από το οποίο επωφελούνται οι κατοικίες για την αποτελεσματική φυσική τους ψύξη.

### 3.7.4.6 Θερμική μάζα

Οι κατοικίες προβλέπεται να κατασκευαστούν από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας, πέτρα, τούβλα και οπλισμένο σκυρόδεμα. Έτσι, στη διάρκεια της ημέρας το καλοκαίρι, μεγάλο μέρος της πλεονάζουσας θερμότητας θα απορροφάται από τη μάζα του κτιρίου, ενώ η θερμοκρασία του αέρα στους

εσωτερικούς χώρους θα διατηρείται σε αποδεκτά επίπεδα άνεσης. Ταυτόχρονα η θερμική μόνωση των δωματίων προστατεύει τα κτίρια από την υπερθέρμανση.

### 3.7.4.7 Φυσικός φωτισμός

Στα διαμερίσματα ο διαθέσιμος φυσικός φωτισμός από τα παράθυρα κρίνεται ικανοποιητικός. Τα εξωτερικά ηλιοπροστατευτικά στοιχεία -πέργκολες- προστατεύουν τους εσωτερικούς χώρους από το θάμπωμα.

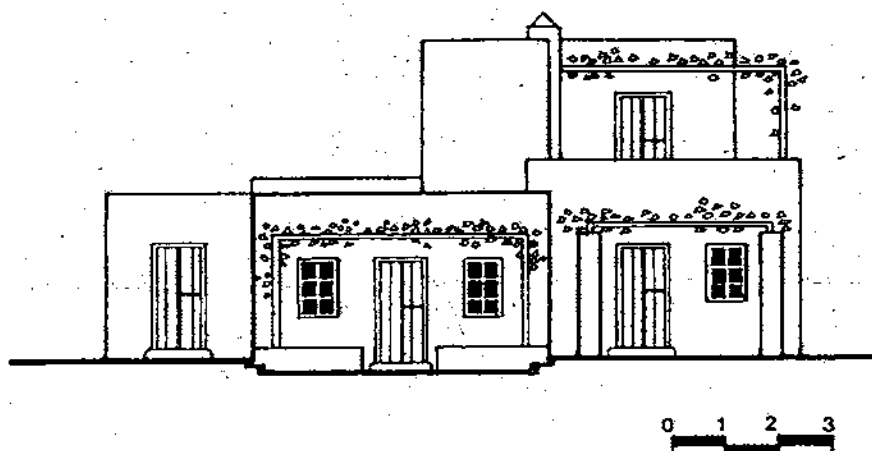
Στο κτίριο υποδοχής και εξυπηρετήσεων προβλέπονται, κάτω από το φεγγίτη, διάχυτες -επιφάνειες γυάλινες που διαχέουν το ηλιακό φως- (σχ3.116). Συνεπώς, ο φυσικός φωτισμός ενισχύεται χωρίς να προκαλείται θάμπωμα.

### 3.7.4.8 Βοηθητικά συστήματα

Σε χώρους όπου ο αερισμός κρίθηκε ανεπαρκής προβλέφθηκαν ανεμιστήρες οροφής (ισχύος 75W και διαμέτρου 1m), προκειμένου να αυξηθεί η ταχύτητα ροής του αέρα.



Σχήμα 3.106 Κατοικία 1, βορειοδυτική όψη



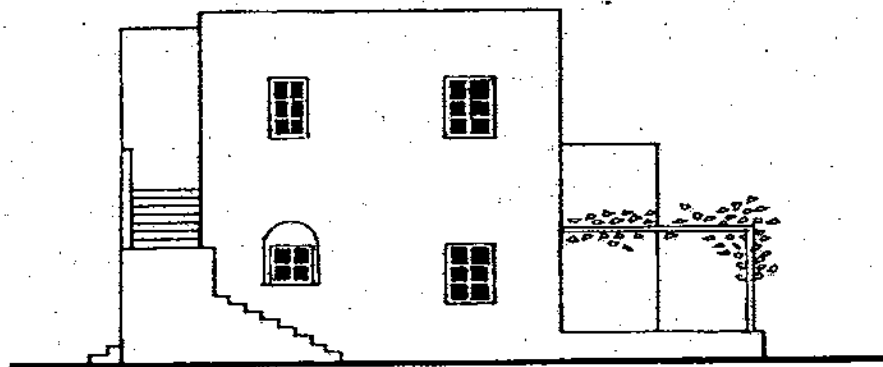
Σχήμα 3.107 Κατοικία 2, νοτιοανατολική όψη



Σχήμα 3.108 Κατοικία 3, νοτιοανατολική όψη

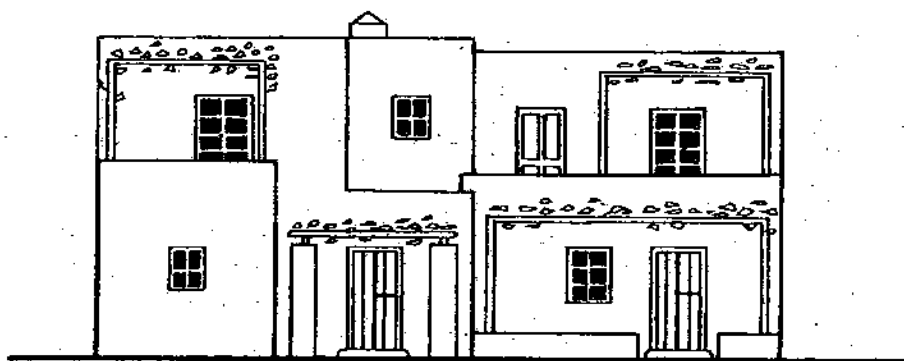


Σχήμα 3.109 Κατοικία 4, νοτιοανατολική όψη



Σχήμα 3.110 Κατοικία 5, νοτιοανατολική όψη





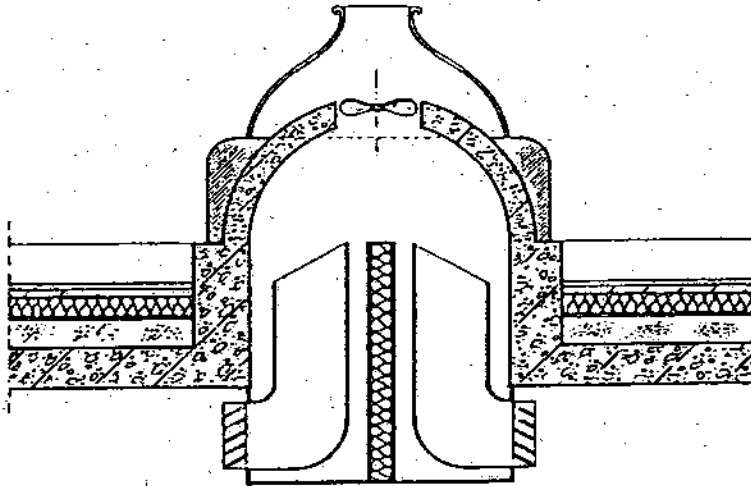
Σχήμα 3.111 Κατοικία 6, νοτιοανατολική όψη



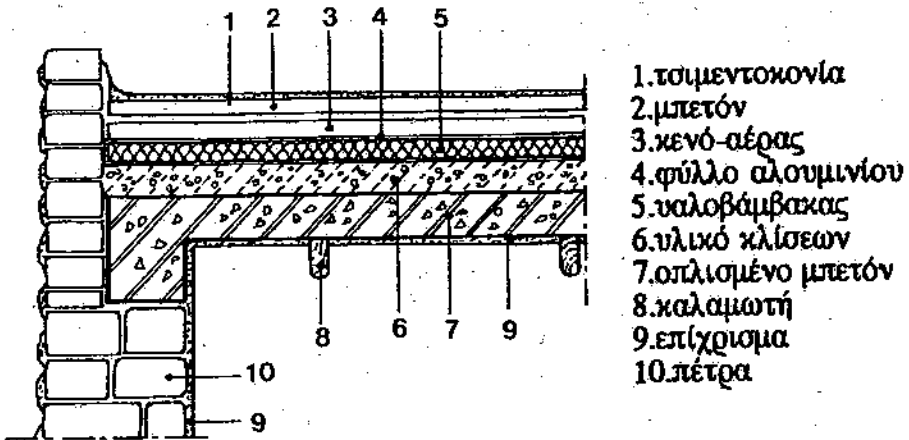
Σχήμα 3.112 Κατοικία 8, ανατολική όψη



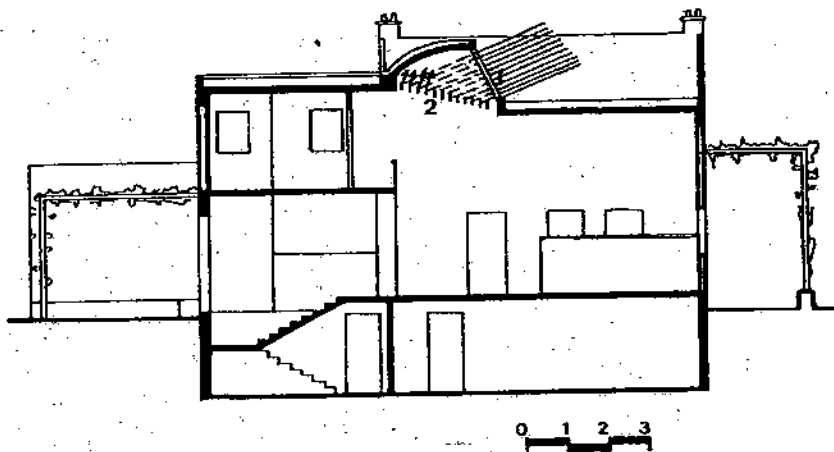
Σχήμα 3.113 Γενική άποψη του συγκροτήματος



Σχήμα 3.114 Καμινάδα αερισμού



Σχήμα 3.115 Κατασκευή οροφής επικάλυψης



1. Άνοιγμα 2. Διαχυτές ηλιακού φωτός

Σχήμα 3.116 Τομή κτιρίου υποδοχής

### 3.7.5 Θερμική λειτουργία των συστημάτων

Το φθινόπωρο και την άνοιξη, κυρίως Οκτώβριο και Απρίλιο, η συλλογή της ηλιακής ενέργειας γίνεται από τα νοτιανατολικά ανοίγματα, στην διάρκεια της ημέρας (σχ.3.117). Στη συνέχεια η θερμότητα αποθηκεύεται στη μάζα του κτιρίου, τοίχους-δάπεδα, και επαναποδίδεται σταδιακά τη νύχτα (σχ.3.118), διατηρώντας έτσι την εσωτερική θερμοκρασία σε επίπεδα άνεσης.

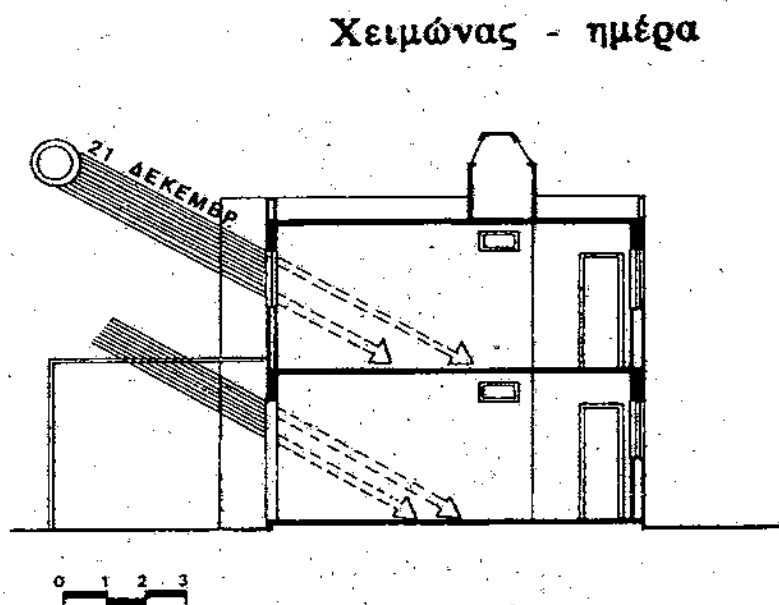
Το καλοκαίρι, στην διάρκεια της ημέρας, τα ανοίγματα και οι χώροι των καθιστικών προστατεύονται από την άμεση ακτινοβολία με τις κληματαριές-πέργκολες- (σχ.3.119).

Ταυτόχρονα η μεγάλη μάζα του κτιριακού κελύφους απορροφά την πλεονάζουσα θερμότητα, ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση στους εσωτερικούς χώρους.

Εφόσον πνέουν δροσεροί άνεμοι, διασφαλίζεται ο φυσικός αερισμός από τα ανοίγματα και η απαγωγή της θερμότητας, που συσσωρεύεται στο εσωτερικό του κτιρίου.

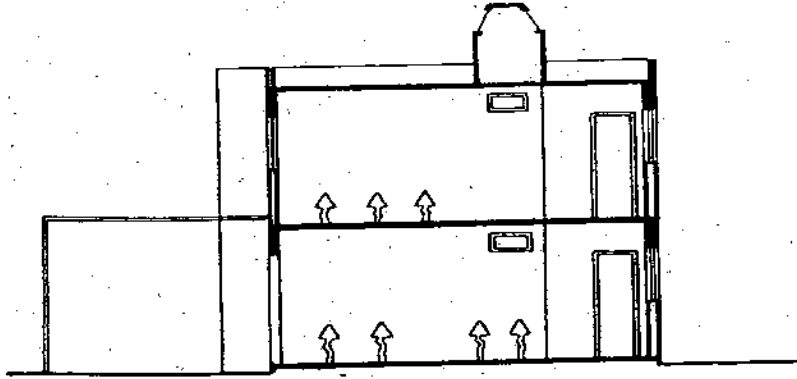
Στην περίπτωση που υπάρχει άπνοια, αρχίζουν να λειτουργούν οι ανεμιστήρες, ώστε να δημιουργείται ταχύτερη εναλλαγή του αέρα και διατήρηση του επιπέδου θερμικής άνεσης.

Το βράδυ, ο διαμπερής αερισμός και η λειτουργία των καμινάδων εξασφαλίζει την απομάκρυνση του θερμού αέρα και την ψύξη όλης της κατασκευής (σχ.3.120).



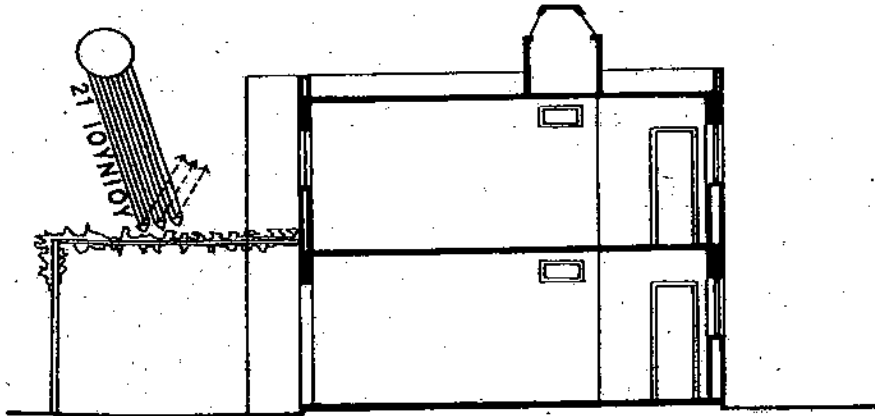
Σχήμα 3.117 Θερμική λειτουργία

Χειμώνας - νύχτα



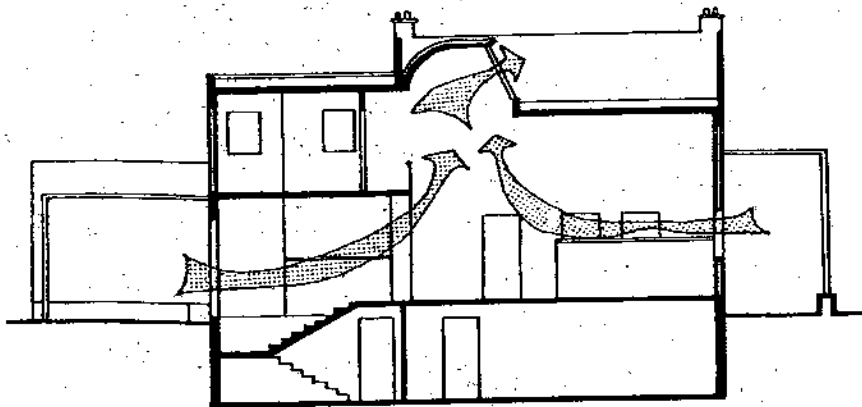
Σχήμα 3.118 Θερμική λειτουργία

Καλοκαίρι - ημέρα



Σχήμα 3.119 Θερμική λειτουργία ηλιοπροστασία

Καλοκαίρι - νύχτα



Σχήμα 3.120 Θερμική λειτουργία - αερισμός

### 3.7.6 Κατασκευαστικά στοιχεία

Τα υλικά και ο τρόπος κατασκευής διαχωρίζουν τα κτίρια σε δύο κατηγορίες:

#### α. Το κτίριο υποδοχής

Ο σκελετός του είναι κατασκευασμένος από οπλισμένο σκυρόδεμα και οι εξωτερικοί τοίχοι από οπτοπλινθοδομή διπλή, με θερμική μόνωση στον πυρήνα από υαλοβάμβακα, πάχους 5 cm. Το συνολικό πάχος της τοιχοποιίας είναι 40 cm.

Η οροφή του κτιρίου, από οπλισμένο σκυρόδεμα, είναι μονωμένη με εξηλασμένη πολυστερίνη, πάχους 8 cm.

Τα ανοίγματα έχουν ξύλινα πλαίσια και διπλά τζάμια.

#### β. Τα κτίρια-κατοικίες

Είναι κατασκευασμένα από χοντρούς εξωτερικούς τοίχους, πέτρινους που λειτουργούν και ως φέροντα στοιχεία της κατασκευής.

Η επικάλυψη των κτιρίων γίνεται με πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα (βλ. σχ3.115), όπως και στην κατηγορία (α).

Οι εσωτερικοί τοίχοι είναι δρομικοί, πάχους 10 cm και μόνο οι διαχωριστικοί των διαμερισμάτων έχουν πάχος 20 cm, από διάτρητα τούβλα.

Όλα τα κουφώματα είναι ξύλινα, σύμφωνα με την παραδοσιακή κατασκευή τους στο νησί.

### 3.7.7 Θερμική συμπεριφορά του κτιρίου

Για τον υπολογισμό της απόδοσης των συστημάτων δροσισμού χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα CASAMOCLIM

#### α. Το κτίριο υποδοχής

Το ψυκτικό φορτίο του, χωρίς ηλιοπροστασία, είναι 2770 Kwh, με μέγιστη κατανάλωση 2,8 KW. Κατά τη διάρκεια του Ιουλίου και του Αυγούστου, ο σκιασμός μειώνει το ψυκτικό φορτίο κατά 77%. Πολύ μεγάλο μέρος αυτής της μείωσης οφείλεται στην προστασία των δωματίων με το σύστημα του φράγματος ακτινοβολίας.

Ο νυχτερινός αερισμός, με 5 εναλλαγές αέρα/ώρα, μειώνει το ψυκτικό φορτίο κατά 5%. Όταν το ποσοστό εναλλαγής του αέρα αυξηθεί στο 20 η μείωση του ψυκτικού φορτίου ανέρχεται σε 12%.

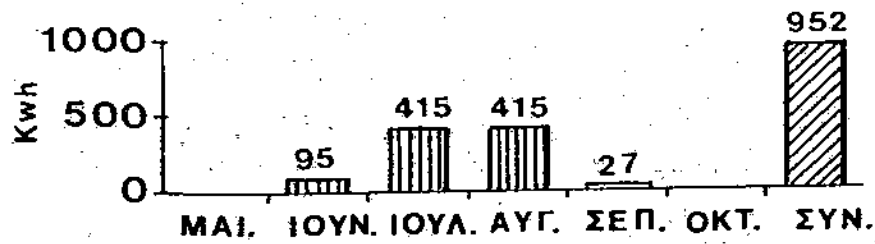
Η θερμοκρασία, στο χώρο υποδοχής, κυμαίνεται ανάμεσα σε 23-27 °C, υπό την προϋπόθεση ότι ο χώρος σκιάζεται και αερίζεται.

#### β. Οι κατοικίες

Το ψυκτικό φορτίο (χωρίς σκιασμό) για ένα τυπικό διαμέρισμα είναι 950 Kwh (σχ3.121). Κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο, η μέγιστη απαίτηση σε ενέργεια, για την ψύξη του διαμερίσματος, είναι 72 KW.

Η ηλιοπροστασία μειώνει το ψυκτικό φορτίο κατά 25% και ο νυχτερινός αερισμός κατά 32% (σχ3.122).

Δεν έχουν πραγματοποιηθεί επί τόπου μετρήσεις, γιατί μέχρι σήμερα το συγκρότημα των κατοικιών βρίσκεται υπό κατασκευή.



Σχήμα 3.121 Μηνιαίο Ψυκτικό φορτίο κατοικίας, χωρίς συστήματα φυσικής ψύξης



Σχήμα 3.122 Ιούλιος – Ψυκτικό φορτίο κατοικίας, ανάλογα με το σύστημα ψύξης

### 3.7.8 Στοιχεία της κατοικίας

**ΘΕΣΗ:** ΔΡΥΟΣ ΠΑΡΟΥ

**ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ:** ΜΑΡΙΑ ΜΕΛΑΝΙΤΗ

**ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ:** Β. ΜΠΟΥΡΙΩΤΗΣ

**ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ:** 1989

**ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ:** 1991-....

### ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

#### A. ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

1. Άμεσο ηλιακό κέρδος

#### B. ΦΥΣΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ

1. Φυσικός αερισμός
2. Ηλιοπροστασία
3. Καμινάδες αερισμού
4. Φράγμα ακτινοβολίας
5. Εξάτμιση νερού

## Συμπεράσματα

Στην Ελλάδα υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής βιοκλιματικού σχεδιασμού, που συχνά δεν αντιβαίνουν τις παραδοσιακές τεχνικές και τεχνοτροπίες δόμησης. Οι βαριές συμβατικές κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα και τούβλα προσφέρουν στην οικοδομή αυξημένη μάζα με υψηλό συντελεστή θερμοχωρητικότητας. Το ήπιο κλίμα χωρίς ακρότητες, αλλά με ταυτόχρονα μεγάλο εύρος κλιματικών διαφορών από βόρεια έως νότια, δίνει τη δυνατότητα εφαρμογής τεχνικών βιοκλιματικού σχεδιασμού. Στη χώρα μας δεν έχει γίνει ακόμη η ικανοποιητική χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, παρόλα αυτά η χρήση συστημάτων βιοκλιματικού σχεδιασμού θα βοηθούσε την Ελληνική οικονομία (αφού η χρήση των ΑΠΕ προσφέρει μεγάλο βαθμό ανεξαρτησίας από την διεθνή αγορά καυσίμων)

Η μέχρι σήμερα εμπειρία σε μεγάλο αριθμό κτιρίων και κτιριακών μονάδων έχει αποδείξει ότι μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε κτίριο και δεν στοιχίζει περισσότερο. Και αν ακόμη υπάρχει κάποια αύξηση του κόστους κατασκευής, αυτή δεν υπερβαίνει το 10% του συνολικού κόστους. Για παράδειγμα, αυτή η αύξηση μπορεί να οφείλεται στην ανάγκη για αυξημένες μονώσεις, ή λόγω της τοποθέτησης ανεμιστήρων οροφής ή και άλλων σχετικών στοιχείων. Αποσβένεται όμως με την περιορισμένη χρήση συμβατικής θέρμανσης και μειωμένη αρχική εγκατάσταση και χρήση κλιματιστικών μονάδων.

Μελετήθηκαν συγκροτήματα, κυρίως κατοικιών, που το κόστος ήταν σημαντική παράμετρος και εφαρμόστηκαν τεχνικές βιοκλιματικού σχεδιασμού. Για παράδειγμα “συγκρότημα θερινών κατοικιών στην Πάρο”, κ.λ.π.

Το χρονικό διάστημα απόσβεσης του αρχικού κόστους μπορεί να είναι μικρό ή μεγάλο ανάλογα με την επιβάρυνση του κόστους κατασκευής. Η εξοικονόμηση ενέργειας που παρέχεται από το βιοκλιματικό σχεδιασμό όμως είναι μεγάλη. Οπότε μια τεχνοοικονομική μελέτη που συνήθως πρέπει να ακολουθεί την βιοκλιματική πρόταση μπορεί να αποδείξει τη χρησιμότητα της συγκεκριμένης πρότασης για ένα κτίριο.

Υπάρχουν διάφορα προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης [2i] που δίνουν οικονομικά κίνητρα για τη κατασκευή κτιρίων βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Βέβαια η πεποίθηση που επικρατεί από μεγάλη μερίδα του κόσμου, ότι θα λύσουν όλα τους τα προβλήματα και ότι θα πλουτίσουν κάνοντας ένα βιοκλιματικό κτίριο υποστηριζόμενο από κάποιο πρόγραμμα της Κοινότητας φυσικά δεν είναι αληθής.

Ένας ιδιώτης για να επιλέξει την λύση του βιοκλιματικού σχεδιασμού θα πρέπει να είναι συνειδητά ευαίσθητος στα θέματα οικολογίας και να γνωρίζει ότι μπορεί να έχει: α) πιο ευχάριστο περιβάλλον, β) εξοικονόμηση μέχρι και 50% ενέργειας και κόστους θέρμανσης, ψύξης κλπ, γ) να κατανοήσει ότι με πιο απλά μέσα μπορεί να έχει το ίδιο αποτέλεσμα χωρίς “στερήσεις”.

Ένα παλιός - συμβατικής κατασκευής κτίριο είναι δυνατό να δεχθεί επεμβάσεις και να αποκτήσει τις ιδιότητες του ενεργειακού σχεδιασμού. Αυτό συσχετίζεται άμεσα με την χρήση του κτιρίου, την τοποθεσία του, το διατιθέμενο κεφάλαιο και

τους τυχόν περιορισμούς αν π.χ. το κτίριο είναι διατηρητέο με περιορισμούς στις επιτρεπόμενες επεμβάσεις κ.λ.π. Υπάρχουν και μελέτες και εφαρμοσμένα παραδείγματα τόσο για κτίρια κατοικιών, πολυκατοικιών και γραφείων [6].



# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'

## Λεξικό όρων για την αειφόρο ανάπτυξη και τις Α.Π.Ε.

**Αειφόρος ή Συντηρούμενη Ανάπτυξη (Sustainable Development):** Είναι το είδος της ανάπτυξης που αντιμετωπίζει τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να αποστερεί από τις επόμενες γενιές τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουν τις δικές τους ανάγκες.

**Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας:** Είναι οι φυσικοί διαθέσιμοι πόροι - πηγές ενέργειας, που υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον, που δεν εξαντλούνται αλλά διαρκώς ανανεώνονται και που δύνανται να μετατρέπονται σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια, όπως είναι η ηλιακή ενέργεια, η αιολική, η βιομάζα, η γεωθερμία, η ενέργεια από υδατοπτώσεις, η θαλάσσια κίνηση. Το παγκόσμιο ενδιαφέρον προς την κατεύθυνση της αξιοποίησης τους οφείλεται σε δύο λόγους: α) την επίλυση του ενεργειακού προβλήματος, αφού τα αποθέματα συμβατικών πηγών ενέργειας εξαντλούνται και β) το ότι πρόκειται για φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις. Στόχος της Ευρωπαϊκής ένωσης είναι να αυξήσει την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από το 3,7% που ήταν το 1991 στο 7,8% επί του συνόλου της κατανάλωσης ενέργειας το 2005. Αυτό προϋποθέτει αύξηση της απόδοσης των συστημάτων κατανάλωσης ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα. Οι προβλέψεις για τη χρήση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο δείχνουν ότι έχουμε ενεργειακά αποθέματα 200 χρόνια για τον τωρινό λόγο αποθέματος - παραγωγής.

**Κ.Ο.Χ.Ε.Ε. :** Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης & Εξοικονόμησης Ενέργειας.

### Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

**Αιολική Ενέργεια :** Η αιολική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία παρέχει δυναμικό για μεγάλης κλίμακας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ανεμογεννητριών χωρίς σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι ανεμογεννήτριες (οριζόντιου ή κατακόρυφου άξονα) χρησιμοποιούνται τόσο μαζί με μπαταρία σε μικρές εγκαταστάσεις όσο και συμπληρωματικά μαζί με φωτοβολταϊκά στοιχεία, και είναι τις περισσότερες φορές συνδεδεμένες με το δίκτυο. Η απελευθέρωση της ηλεκτρικής ενέργειας το 2001 έχει οδηγήσει στην κατασκευή πολλών αιολικών πάρκων ανά την Ελλάδα.

**Βιομάζα :** Βιομάζα ονομάζονται τα κατάλοιπα διαφόρων διεργασιών που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο τα οποία χρησιμοποιούνται για θέρμανση, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και κίνηση. Τα κατάλοιπα αυτά μπορεί να είναι από αστικά σκουπίδια, από την αγροτική παραγωγή (υπολείμματα ξυλείας,

σοδειάς, ζωικά απόβλητα) καθώς επίσης και υποπροϊόντα της βιομηχανίας (από επεξεργασία τροφίμων ή οργανικών υλών). Με κατάλληλη επεξεργασία, η βιομάζα μετατρέπεται σε καύσιμο αέριο (biofuel). Με την καύση του αερίου αυτού παράγεται ηλεκτρική ενέργεια, με μεγάλη απόδοση αλλά και μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις παράλληλα. Η τεχνολογία αυτή παρέχει το μέγιστο δυναμικό για παραγωγή ενέργειας σε Πανευρωπαϊκό επίπεδο. Η καύση όμως τελικά δεν μπορεί να την χαρακτηρίσει σαν καθαρή για το περιβάλλον.

**Γεωθερμική Ενέργεια :** Η γεωθερμική ενέργεια παράγεται με τη μετατροπή ζεστού νερού ή υδρατμού που βρίσκεται σε αρκετό βάθος από την επιφάνεια της γης σε ηλεκτρική ενέργεια. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή και μπορεί να έχει τιμές από 25 °C μέχρι 350 °C. Όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών και άλλων κτιρίων ή κτιριακών εγκαταστάσεων, θερμοκηπίων, κτηνοτροφικών μονάδων, ιχθυοκαλλιεργειών κ.λ.π. Στις περιπτώσεις που τα γεωθερμικά ρευστά έχουν υψηλή θερμοκρασία (πάνω από 150 °C), η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η χώρα μας λόγω της διαμόρφωσης του υπεδάφους της, είναι πλούσια σε γεωθερμική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή αξιοποιείται σήμερα με αυξανόμενους ρυθμούς. Στην περιοχή του Νότιου Αιγαίου οι θερμοκρασίες των γεωθερμικών ρευστών είναι πολύ υψηλές, ενώ περιοχές πλούσιες σε γεωθερμία, με ρευστά χαμηλότερων θερμοκρασιών, είναι διάσπαρτες σε ολόκληρη τη χώρα.

**Ηλιακή Ενέργεια :** Η ηλιακή ακτινοβολία χρησιμοποιείται τόσο για την θέρμανση των κτιρίων με άμεσο ή έμμεσο τρόπο και με τη χρήση ενεργητικών ή και παθητικών συστημάτων, όσο και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με δύο τρόπους: α) με τη χρησιμοποίηση Φωτοβολταϊκών συστημάτων τα οποία μετατρέπουν απευθείας την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική και β) τα ηλιακά θερμικά συστήματα που χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια για να θερμάνουν ένα υγρό το οποίο παράγει ατμό ο οποίος τροφοδοτεί μία τουρμπίνα και μία γεννήτρια.

**Κυματική Ενέργεια :** Είναι η μορφή ενέργειας που προκύπτει από την κινητική ενέργεια των κυμάτων. Το φαινόμενο των ανέμων έχει ως συνέπεια το σχηματισμό κυμάτων τα οποία είναι εκμεταλλεύσιμα σε περιοχές με υψηλό δείκτη ανέμων και σε ακτές ωκεανών.

**Παλιρροϊκή ενέργεια :** Είναι η μορφή ενέργειας που προκύπτει από την βαρυτική έλξη της σελήνης και του γης και η οποία είναι εκμεταλλεύσιμη κατά την διαφορά του ύψους της επιφάνειας της στάθμης των νερών-άμπωτη και πλημμυρίδα.

**Υδροηλεκτρική Ενέργεια :** Στα υδροηλεκτρικά έργα η ενέργεια από την πτώση του νερού μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια, με τη βοήθεια μιας τουρμπίνας. Παρόλο που στα υδροηλεκτρικά έργα δεν παράγονται επιβλαβή αέρια, στα μεγάλα φράγματα λαμβάνονται υπόψη και άλλες περιβαλλοντικές παράμετροι, όπως αντιπλημμυρικά έργα, η ποιότητα του ύδατος, καθώς επίσης και η επιρροή στην ζωή των ψαριών του ποταμού αλλά και των υπόλοιπων ζώων της περιοχής. Κατά συνέπεια, μόνο τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά (με δυναμικό λιγότερο των 30MW) θεωρούνται “πράσινα”, ενώ τα μεγάλης κλίμακας θεωρούνται απλώς “καθαρά”.

## Συμβατικές Πηγές Ενέργειας

**Άνθρακας :** Ο άνθρακας παράγεται από την αποσύνθεση φυτών και έχει τη μορφή μαύρης ή καφέ πέτρας. Η συλλογή του άνθρακα γίνεται στα ανθρακωρυχεία τα οποία ευθύνονται για σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς τοξικές χημικές ουσίες ελευθερώνονται στο γύρω περιβάλλον και διηθούνται σε κοντινές πηγές. Το 65% των εκπομπών διοξειδίων του θείου, το 33% των εκπομπών διοξειδίων του άνθρακα, και το 25% των εκπομπών οξειδίων του αζώτου στις Ηνωμένες Πολιτείες παράγονται από την καύση του άνθρακα. Οι ποσότητες αυτές συνεισφέρουν σημαντικά στην αύξηση της θερμοκρασίας της γης, στην όξινη βροχή, καθώς επίσης και στη δημιουργία πολλών ασθενειών.

**Πετρέλαιο :** Η καύση του πετρελαίου προκαλεί λιγότερη μόλυνση σε σχέση με την καύση του άνθρακα, αλλά εν τούτοις αρκετά σημαντική. Ο λεγόμενος “Μαύρος χρυσός” χρησιμοποιείται ευρέως σε παγκόσμιο επίπεδο κυρίως για την κίνηση οχημάτων αλλά και για θέρμανση. Η επερχόμενη εξάντληση των αποθεμάτων του καθιστά ολοένα και πιο σημαντική την εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, για την επίλυση του ενεργειακού προβλήματος παγκοσμίως.

**Πυρηνική ενέργεια :** Η πυρηνική ενέργεια παράγεται από τη διάσπαση ατόμων ουρανίου και πλουτονίου. Παρόλο που στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχουν εκπομπές επιβλαβών αερίων, εγκυμονούν σοβαροί κίνδυνοι για την υγεία αλλά και για το περιβάλλον. Ένα ενδεχόμενο ατύχημα σε πυρηνικές εγκαταστάσεις θα ελευθερώσει ραδιενεργό υλικό στην ατμόσφαιρα με καταστροφικά αποτελέσματα, αντίστοιχα με αυτά του Τσερνομπίλ. Ένα επίσης σοβαρό πρόβλημα είναι η ασφαλής αποθήκευση πυρηνικών αποβλήτων. Η πυρηνική διάσπαση δημιουργεί προϊόντα τα οποία παραμένουν επικίνδυνα ραδιενεργά για χιλιάδες χρόνια ενώ καθίσταται αδύνατο να εγγραφεί κανείς την ασφαλή αποθήκευση των αποβλήτων αυτών για μια τόσο μεγάλη χρονική περίοδο.

**Φυσικό Αέριο :** Πρόκειται για μια φτηνή και φιλική προς το περιβάλλον λύση, αλλά όχι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Παρόλο που υπάρχουν αρκετά αποθέματα φυσικού αερίου για δεκαετίες, δεν παύουν να είναι πεπερασμένα, οπότε η τιμή τους πρόκειται να ανέβει, δεδομένης μάλιστα της σπανιότητάς τους. Η χρησιμοποίησή του παράγει βέβαια επιβλαβή αέρια, αλλά πολύ λιγότερα σε σχέση με άλλα συμβατικά καύσιμα.

## ΓΕΝΙΚΑ

**Αερισμός :** Αερισμός είναι η διαδικασία παροχής ή αφαίρεσης αέρα προς και από οποιοδήποτε χώρο. Ο επαρκής αερισμός είναι απαραίτητη προϋπόθεση για μια ικανοποιητική ποιότητα αέρα για την υγεία των χρηστών. Για κάθε είδος χώρου καθορίζεται μια συγκεκριμένη τιμή που προσδιορίζει τον απαιτούμενο αερισμό και μετράτε σε ac/h (air changes/hour). Η μονάδα αυτή δείχνει πόσες φορές (ή σε τι ποσοστό του όγκου του χώρου) αλλάζει ο αέρας που περιέχεται στο χώρο με νερό αέρα. Ο αερισμός επιτυγχάνεται με φυσικά ή μηχανικά μέσα.

**Ακτινοβολία :** Ορατή Ακτινοβολία λέγεται κάθε οπτική ακτινοβολία ικανή να προκαλέσει άμεσα οπτικό ερέθισμα. Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκη κύματος μικρότερα από αυτά του ορατού φωτός είναι η Υπεριώδης (Ultraviolet Radiation). Αυτή η αόρατη μορφή ακτινοβολίας μπορεί να προκαλέσει φθορά σε

πλαστικά διαφανή υλικά, καθώς επίσης και σε βαφές υφασμάτων επιπλώσεων. Από την άλλη πλευρά, η υπέρυθη ακτινοβολία (Infrared Radiation), έχει μήκος κύματος πάνω από αυτό του ορατού φωτός και εκπέμπεται από τα σώματα σε μέσες θερμοκρασίες όπως για παράδειγμα στα δομικά στοιχεία ενός παθητικού κτιρίου.

**Αλλαγή παγκόσμιου κλίματος :** Τα επίπεδα CO<sub>2</sub> έχουν αυξηθεί παγκοσμίως κατά 25% σε σχέση με την τιμή που είχαν πριν από τη Βιομηχανική επανάσταση το 1800. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα πρόσφατου συνεδρίου, η αύξηση των τιμών του CO<sub>2</sub> ή άλλων ισοδύναμων αερίων θερμοκηπίου θα οδηγήσει στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης κατά 1,5 °C έως 4,5 °C . Παράλληλα, η τρύπα του όζοντος διαρκώς μεγαλώνει, καθώς επίσης και η κατανάλωση ενέργειας παγκοσμίως. Αν ο άνθρωπος δεν περιορίσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων του, τα αποτελέσματα της εντεινόμενης μόλυνσης θα είναι καταστροφικά για όλο τον πλανήτη.

**Ανακύκλωση :** Η διαδικασία ανάκτησης προϊόντων και υλικών από τα αστικά σκουπίδια, τις συσκευασίες, τα υποπροϊόντα της βιομηχανίας καθώς και από τα κατεστραμμένα προϊόντα και η επαναχρησιμοποίησή τους από τη βιομηχανία για την παραγωγή καινούργιων. Η ανακύκλωση συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και σ' ένα περιβάλλον χωρίς τοξικές ουσίες που πολλές από αυτές θέλουν πολλά χρόνια για να "διασπαστούν". Ενώ προσφέρει και πολλές καινούργιες θέσεις εργασίας. Στην ανακύκλωση μπορούμε να συμβάλουμε όλοι μας κυρίως με τη χρησιμοποίηση προϊόντων που ανακυκλώνονται αλλά και την απόρριψή τους σε ειδικά διαμορφωμένους κάδους, για κάθε ανακυκλώσιμο υλικό, χαρτί, γυαλί, αλουμίνιο κλπ.

**Αντλίες θερμότητας :** Οι αντλίες θερμότητας δουλεύουν με τη λογική που δουλεύει το ψυγείο. Εξάγουν θερμότητα από μια πηγή χαμηλής θερμοκρασίας και την αυξάνουν στα επιθυμητά επίπεδα, δίνοντας θερμότητα που κυμαίνεται από μερικά kilo-watts μέχρι αρκετά megawatt. Κατά συνέπεια, οι αντλίες θερμότητας μπορούν να λειτουργήσουν χρησιμοποιώντας ως πηγή θερμότητας το έδαφος ή και τον εξωτερικό αέρα. Οι αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούνται τόσο για ψύξη όσο και για θέρμανση, και βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή σε πολλών ειδών κτίρια.

**Άξονας (περιστροφής) :** Είναι η νοητή γραμμή όπου παραλαμβάνεται τόσο το βάρος του ίδιου όσο και των εξασκούμενων φορτίων. Περιλαμβάνει κιβώτιο μεταδόσεως κίνησης καθώς και σύστημα πέδησης και ελαστικούς συνδέσμους απορρόφησης ταλαντώσεων.

**Βιοκλιματικός σχεδιασμός :** Είναι ο ενεργειακός, αρχιτεκτονικός και πολεοδομικός σχεδιασμός κτιρίων και οικιστικών συνόλων αντίστοιχα, που επιδιώκει την προσαρμογή του κτιρίου και του οικιστικού συνόλου στο τοπικό κλίμα και το φυσικό περιβάλλον και στοχεύει στην αξιοποίηση θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων ώστε να ελαχιστοποιεί τις ενεργειακές ανάγκες του όλο το χρόνο και να επιτυγχάνει περιορισμό στην κατανάλωση συμβατικής ενέργειας.

**Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας κτιρίου ( ΔΕΤΑ) :** Είναι ειδικό έντυπο στο οποίο περιγράφεται το σύνολο των ενεργειακών χαρακτηριστικών κάθε κτιρίου, είτε σύμφωνα με τα οριζόμενα από τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας βάσει του οποίου μελετάται και κατασκευάζεται κάθε νέο

κτίριο είτε σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ενεργειακού ελέγχου, καθώς επίσης ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης και η ενεργειακή κατηγορία στην οποία κατατάσσεται.

**Ενεργειακή βαθμονόμηση κτιρίου :** Είναι η βαθμολογική κατάταξη κάθε κτιρίου, με βάση το ΔΕΤΑ που γίνεται σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ενεργειακής πιστοποίησης, στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης, σύμφωνα με τα καθορισμένα από τον κανονισμό ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας όρια των ειδικών ενεργειακών αποδόσεων ανά κατηγορία.

**Ενεργειακή επίδοση κτιρίου :** Είναι ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου κατά τη λειτουργία του (μέσω του κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων) για την κάλυψη σε ετήσια βάση των συνολικών ενεργειακών του απαιτήσεων για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης και συσκευές, επιτυγχάνοντας τις αναγκαίες συνθήκες άνεσης.

**Ενεργειακή επιθεώρηση ή ενεργειακή αυτοψία ή ενεργειακή διάγνωση :** Είναι η διαδικασία εκτίμησης και καταγραφής των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο ή κτιριακό συγκρότημα με την υπόδειξη προτάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων. Η ενεργειακή επιθεώρηση μπορεί, κατά περίπτωση, να είναι συνοπτική ή εκτενής.

**Ενεργειακή μελέτη :** Είναι η μελέτη που εξετάζει συνολικά τις απαιτούμενες ενεργειακές ανάγκες κτιρίων ή οικισμών για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης, ώστε να εξασφαλίζεται θερμική άνεση κατά τη διάρκεια του χρόνου. Υποδεικνύει τις βέλτιστες, κατά περίπτωση, λύσεις για την εξασφάλιση των παραπάνω συνθηκών μέσω τεχνικών και συστημάτων ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας ή μέσω της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

**Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίου :** Είναι η διαδικασία ελέγχου και διάγνωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς κάθε κτιρίου και της πραγματοποιούμενης κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη όλων των αναγκών του, στοιχεία που προκύπτουν μετά από τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων ή ελέγχων.

**Ενεργειακοί επιθεωρητές ή ελεγκτές :** Είναι εξειδικευμένοι επιστήμονες όπως καθορίζονται από τον κανονισμό ενεργειακών επιθεωρήσεων και σχετικές υπουργικές αποφάσεις που εκδίδονται από το Υπουργείο Ανάπτυξης, οι οποίοι διενεργούν ενεργειακές επιθεωρήσεις για την πιστοποίηση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων.

**Ενεργητικά ηλιακά συστήματα (Ε.Η.Σ.) θέρμανσης ή δροσισμού :** Είναι τα συστήματα εκείνα που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για τη θέρμανση ή το δροσισμό των κτιρίων αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια ή τις φυσικές δεξαμενές ψύξης. Στην κατηγορία ανήκουν οι ηλιακοί συλλέκτες θέρμανσης ή παροχής ζεστού νερού χρήσης, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κ.ά.

**Ηλιακό κέρδος Θερμότητας :** Στην παθητική ηλιακή θέρμανση είναι ο όρος που αναφέρεται στο μέγεθος των θερμικών κερδών από τα παράθυρα καθ' όλη την περίοδο θέρμανσης (Solar Heat Gain). Για τον υπολογισμό του καθαρού ηλιακού

κέρδους αφαιρούνται από το ηλιακό θερμικό κέρδος οι απώλειες θερμότητας από τα παράθυρα.

**Ηλιακό κέρδος Θερμότητας :** Στην παθητική ηλιακή θέρμανση είναι ο όρος που αναφέρεται στο μέγεθος των θερμικών κερδών από τα παράθυρα καθ' όλη την περίοδο θέρμανσης (Solar Heat Gain). Για τον υπολογισμό του καθαρού ηλιακού κέρδους αφαιρούνται από το ηλιακό θερμικό κέρδος οι απώλειες θερμότητας από τα παράθυρα.

**Ηλιακός θερμοσίφωνας :** Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι το πλέον διαδεδομένο σύστημα αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας. Αποτελείται από μια μαύρη επιφάνεια που περιέχει αγωγούς και καλύπτεται από γυαλί (collector), και μια μικρή δεξαμενή στην κορυφή όπου αποθηκεύεται η θερμότητα. Ολόκληρο το σύστημα τοποθετείται στην ταράτσα ή την οροφή ενός κτιρίου. Το υγρό μέσα στους αγωγούς θερμαίνεται από τον ήλιο και με φυσική μεταγωγή ανεβαίνει προς τη δεξαμενή αποθήκευσης. Η θερμότητα που συλλέγεται με αυτόν τον τρόπο, χρησιμοποιείται για ζεστό νερό οικιακής χρήσης.

**Θάμβωση (λάμψη) :** Κατάσταση της όρασης κατά την οποία περιορίζεται η ικανότητα να φανούν λεπτομέρειες ή αντικείμενα. Η θάμβωση (glare) μπορεί να οφείλεται στο μέγεθος της λαμπρότητας ή και σε ακατάλληλη κατανομή της λαμπρότητας ή ακόμα και σε υπερβολική οπτική αντίθεση. Θάμβωση μπορεί επίσης να επέλθει και από ανακλάσεις, ιδιαίτερα όταν οι εικόνες που ανακλώνται φαίνονται στην ίδια ή περίπου στην ίδια διεύθυνση με ένα αντικείμενο. Η θάμβωση προκαλεί δυσφορία, και έλλειψη οπτικής άνεσης.

**Θερμική Αντίσταση (R-value) :** Πρόκειται για την τιμή που χρησιμοποιείται για να δώσει την αποτελεσματικότητα διαφόρων μονωτικών υλικών με διάφορα πάχη. Η θερμική αντίσταση  $1\text{m}^2$  υλικού συγκεκριμένου πάχους εκφράζει τη ροή θερμότητας που προκαλείται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών του υλικού, και μετράται σε  $\text{m}^2\text{K/W}$ .

**ΚΟΧΕΕ :** Αντιστοιχεί στον κανονισμό ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας.

**ΟΠΕΚ :** Αντιστοιχεί στον οργανισμό εξαγωγών πετρελαίου από μια ομάδα κρατών.

**Παθητικά ηλιακά συστήματα (Π.Η.Σ.) θέρμανσης ή δροσισμού :** Είναι οι τεχνικές και κατασκευές που εμπεριέχονται στο σχεδιασμό του κτιρίου και προσαρμόζονται κατάλληλα στο κέλυφός του. Τα Π.Η.Σ. διευκολύνουν στην καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση κτιρίων, καθώς και στην αξιοποίηση των δροσερών ανέμων για τη φυσική τους ψύξη. Οι βασικές κατηγορίες των Π.Η.Σ. είναι: α) τα άμεσου ηλιακού κέρδους, όπως τα νότια ανοίγματα, β) τα έμμεσου ηλιακού κέρδους όπως ο ηλιακός χώρος - θερμοκήπιο, το ηλιακό αίθριο, ο ηλιακός τοίχος, το θερμοσιφωνικό πέτασμα, γ) τα συστήματα δροσισμού όπως τα σκίαστρα, η ηλιακή καμινάδα, η υδάτινη οροφή και συστήματα αερισμού.

**Πλήμνη :** Αποτελεί συστατικό της πτερωτής και είναι το μέρος της ανεμογεννήτριας πάνω στο οποίο προσαρμόζονται τα πτερύγια.

**Προσανατολισμός :** Προσανατολισμός μιας επιφάνειας είναι η απόκλιση (σε μοίρες) από τον ηλιακό νότο, προς την κατεύθυνση είτε της ανατολής είτε της δύσης. Ο νότιος προσανατολισμός ενός κτιρίου είναι μία από τις βασικότερες αρχές της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής, ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη ηλιακή πρόσβαση στο κτίριο.

**Πτερωτή :** Η έλικα η οποία ποικίλει ανάλογα με τον αριθμό πτερώγων.

**Πύργος στηρίξεως :** ο οποίος συμβάλει στη στήριξη της κατασκευής και αποτελείται από διάφορα κατασκευαστικά υλικά ανάλογα με το μέγεθος της ανεμογεννήτριας. Αν είναι μεγάλης κατηγορίας υπάρχει εγκατάσταση εσωτερικής σκάλας η ανελκυστήρα.

**Συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού :** Οι μικρής κλίμακας μηχανές αυτού του είδους είναι πολύ οικονομικές λύσεις για να καλύψουν σταθερές απαιτήσεις σε ζεστό νερό και ηλεκτρισμό ταυτόχρονα. Βρίσκουν ευρεία εφαρμογή σε κτίρια όπως ξενοδοχεία, νοσοκομεία, φυλακές και πισίνες. Οι διατάξεις αυτού του είδους περιλαμβάνουν μηχανή, γεννήτρια, σύστημα ανάκτησης θερμότητας, σύστημα ελέγχου και εξάτμιση. Σε μερικές περιπτώσεις απαιτείται και ηχομόνωση του συστήματος. Τυπικά, η απόδοση του συστήματος κυμαίνεται μεταξύ 70 % και 90%.

**Συντελεστής Θερμοπερατότητας K :** Ο συντελεστής αυτός χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει τη ροή θερμότητας εν μέσω ενός υλικού ή δομικού στοιχείου (τοιχίου, παράθυρου κλπ). Για τα υλικά, ο συντελεστής Θερμοπερατότητας (που ονομάζεται αλλιώς και U-value) ορίζεται ως η ποσότητα θερμότητας που περνά κάθε ώρα μέσα από  $1\text{m}^2$  στοιχείου κατασκευής με πάχος  $d$  (m), όταν η διαφορά του ακίνητου αέρα που εφάπτεται στις δύο επιφάνειες του στοιχείου διατηρείται σταθερή και ίση προς  $1^\circ\text{C}$ . Ο συντελεστής Θερμοπερατότητας (Thermal Transmittance) μετράτε σε  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ . Όσο χαμηλότερη είναι η τιμή του συντελεστή αυτού, τόσο πιο ισχυρά μονωτικό είναι ένα υλικό ή δομικό στοιχείο.

**Υβριδικά συστήματα :** Είναι τα παθητικά συστήματα που κάνουν χρήση και μηχανικών μέσων των οποίων η λειτουργία απαιτεί συμβατική ενέργεια πολύ μικρότερη από αυτή που εξοικονομεί το ίδιο το υβριδικό σύστημα (πχ. ηλιακή καμινάδα με ανεμιστήρα κλπ.).

**Χρηματοδότηση εκ μέρους τρίτων:** Είναι η εν όλων ή εν μέρει χρηματοδότηση μιας επένδυσης ενεργειακής απόδοσης από τρίτους εκτός του χρήστη της επένδυσης, με διαδικασίες αποπληρωμής που εξαρτούν την ανάκτηση του επενδεδυμένου κεφαλαίου και των παρεχόμενων υπηρεσιών των τρίτων από το οικονομικό όφελος που απολαμβάνει ο χρήστης της επένδυσης από την επιτυγχανόμενη εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας ή / και την παραγόμενη ενέργεια. Τα παρεχόμενα από τους τρίτους κεφάλαια και υπηρεσίες μπορεί να περιλαμβάνουν ενεργειακή επιθεώρηση, μελέτη, αγορά κατασκευή - εγκατάσταση εξοπλισμού, λειτουργία, συντήρηση και διαχείριση εγκαταστάσεων.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

## Λεξικό όρων – ορολογίας από διάφορες κατηγορίες στο χώρο της κατασκευής

**Αίθριο** : είναι το μη στεγασμένο τμήμα του οικοπέδου ή του κτιρίου που περιβάλλεται από όλες τις πλευρές του από το κτίριο ή τα κτίρια του οικοπέδου.

**Ακίνητα ή στοιχεία αρχιτεκτονικής ή φυσικής κληρονομιάς** : είναι οικισμοί ή τμήματα πόλεων ή οικισμών ή αυτοτελή οικιστικά σύνολα εκτός οικισμών, κτίρια ή συγκροτήματα κτιρίων ή στοιχεία του άμεσου φυσικού ή ανθρωπογενούς περιβάλλοντός τους ιδίως αυλές, κήποι, θυρώματα και κρήνες, στοιχεία πολεοδομικού εξοπλισμού αστικού ή αγροτικού ή δικτύων ιδίως πλατείες, κρήνες, διαβατικά, λιθόστρωτα και γέφυρες, τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερο ιστορικό, κοινωνικό, αρχιτεκτονικό, πολεοδομικό, επιστημονικό και αισθητικό ενδιαφέρον. Στα ακίνητα αγαθά φυσικής κληρονομιάς περιλαμβάνονται και χώροι, τόποι, τοπία ιδιαίτερου κάλλους και φυσικοί σχηματισμοί ιδίως βράχια, λόφοι, ρεματιές και δενδροστοιχίες που συνοδεύουν ή περιβάλλουν ακίνητα αγαθά αρχιτεκτονικής κληρονομιάς και παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

**Άνοιγμα κτιστού** : είναι το αρχικό άνοιγμα ενός κουφώματος όταν βρίσκεται στο στάδιο της τοιχοποιίας (τούβλα). Το άνοιγμα αυτό διαμορφώνεται σε τελικό άνοιγμα αφού το κούφωμα σοβατιστεί και έχουν μπει τα πατώματα.

**Αρχιτεκτονικές προεξοχές και αρχιτεκτονικά στοιχεία** : είναι τα φέροντα ή μη στοιχεία του κτιρίου, που σκοπό έχουν την αρχιτεκτονική διαμόρφωση των όψεών του.

**Βιοκλιματικά κτίρια** : είναι τα κτίρια που σχεδιάζονται λαμβάνοντας υπόψη την αξιοποίηση των θετικών παραμέτρων του κλίματος και χρησιμοποιούν συνδυασμό παθητικών ή ενεργητικών ηλιακών συστημάτων ή άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και προστασία του περιβάλλοντος.

**Βόθρος** : είναι χώρος κάτω από την οριστική στάθμη του εδάφους, στον οποίο συγκεντρώνονται τα λύματα του κτιρίου ή τα όμβρια ύδατα.

**Γήπεδο** : είναι η συνεχόμενη έκταση γης που αποτελεί αυτοτελές και ενιαίο ακίνητο και ανήκει σε έναν ή σε περισσότερους κυρίους εξ αδιαιρέτου.

**Δρόμοι** : είναι οι κοινόχρηστες εκτάσεις, που εξυπηρετούν κυρίως τις ανάγκες κυκλοφορίας.



**Εγκατάσταση** : είναι η κατασκευή που χρησιμοποιείται για την άμεση ή έμμεση εξυπηρέτηση των κτιρίων ή της λειτουργικότητάς τους, όπως οι ανελκυστήρες, τα στοιχεία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, κλιματισμού, δροσισμού, διανομής ύδατος, θέρμανσης, φωταερίου, τα θερμικά ηλιακά συστήματα, τα στοιχεία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι καπναγωγοί, οι επιγραφές, οι κεραιές.

**Εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο οικισμού ή σχέδιο πόλης ή πολεοδομικό σχέδιο ή πολεοδομική μελέτη** : είναι το διάγραμμα με τον τυχόν ειδικό πολεοδομικό κανονισμό που έχει εγκριθεί σύμφωνα με τις οικείες διατάξεις και καθορίζει τους ειδικούς όρους δόμησης, τους κοινόχρηστους και δομήσιμους χώρους και τις επιτρεπόμενες χρήσεις σε κάθε τμήμα ή ζώνη του οικισμού.

**Ειδικά κτίρια** : είναι τα κτίρια, των οποίων κύριος προορισμός δεν είναι η κατοικία και η διαμόρφωσή τους προσδιορίζει αποκλειστικά ειδική χρήση.

**Ενεργητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης ή δροσισμού** : είναι όσα παθητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για τη θέρμανση ή δροσισμό του εσωτερικού χώρου των κτιρίων. Τέτοια συστήματα είναι ιδίως ο ηλιακός συλλέκτης θερμού ύδατος, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία και τα υβριδικά συστήματα.

**Εξώστης** : είναι η οριζόντια προεξοχή της πλάκας του δαπέδου ορόφου ή δώματος, η οποία προβάλλει, με ή χωρίς τη χρήση δοκών, πέρα από τις επιφάνειες των όψεων του κτιρίου και χρησιμοποιείται για τη μετακίνηση και την προσωρινή παραμονή ανθρώπων.

**Εσωτερική στοά** : είναι ο στεγασμένος ελεύθερος χώρος που συνδέει κοινόχρηστους χώρους του οικισμού ή προκήπια μεταξύ τους ή κοινόχρηστους χώρους του οικισμού με ελεύθερους σε προσπέλαση ακάλυπτους χώρους του οικοπέδου.

**Ημιυπαίθριος χώρος** : είναι ο στεγασμένος χώρος του κτιρίου, του οποίου η μία τουλάχιστον πλευρά είναι ανοιχτή προς τον κοινόχρηστο χώρο ή τους ακάλυπτους χώρους του οικοπέδου που δεν προσμετρώνται στην κάλυψη και οι υπόλοιπες πλευρές του ορίζονται από τοίχους ή κατακόρυφα φέροντα ή μη στοιχεία και χρησιμοποιείται για τη μετακίνηση ή προσωρινή παραμονή ανθρώπων.

**Κάλυψη του οικοπέδου** : είναι η επιφάνεια που περιβάλλεται από τις προβολές των περιγραμμάτων όλων των κτιρίων του οικοπέδου πάνω σε οριζόντιο επίπεδο.

**Κάσα** : είναι η ξύλινη ή η μεταλλική κατασκευή που κουμπώνει γύρω - γύρω στους λαμπάδες και το πρέκι του κουφώματος. Πάνω σε αυτή στηρίζεται και κρεμιέται η πόρτα ή το παράθυρο.

**Κατασκευές συμπλήρωσης** : είναι τα υπόλοιπα τμήματα, εκτός της Φέρουσας κατασκευής του κτιρίου, που συμπληρώνουν το κτίριο και εξυπηρετούν τον προορισμό του.

**Κατασκευή** : είναι κάθε τεχνικό έργο.

**Κοινής χρήσης χώροι του κτιρίου και του οικοπέδου :** είναι οι χώροι, που προορίζονται για χρήση από όλους του ενοίκους του κτιρίου.

**Κοινόχρηστοι χώροι :** είναι οι κάθε είδους δρόμοι, πλατείες, άλση και γενικά οι προοριζόμενοι για κοινή χρήση ελεύθεροι χώροι, που καθορίζονται από το εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο του οικισμού ή έχουν τεθεί σε κοινή χρήση με οποιοδήποτε άλλο νόμιμο τρόπο.

**Κοινοφελείς χώροι :** είναι οι χώροι του οικισμού που, σύμφωνα με το εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο, προορίζονται για την ανέγερση κατασκευών κοινής ωφέλειας.

**Κούφωμα :** είναι το κάθε εσωτερικό ή εξωτερικό άνοιγμα μιας οικοδομής στο οποίο εφαρμόζουμε κατόπιν επιμέτρησης, πόρτες, παράθυρα ή μπαλκονόπορτες. Χωρίζονται σε ξύλινα - αλουμινίου και συνθετικά (P.V.C).

**Κτίριο :** είναι η κατασκευή, που αποτελείται από τεχνικά έργα και εγκαταστάσεις και προορίζεται για:

- α) την παραμονή ανθρώπων ή ζώων, όπως η κατοικία και ο στάβλος,
- β) την εκτέλεση εργασίας ή την άσκηση επαγγέλματος, όπως το κατάστημα και το εργοστάσιο,
- γ) την αποθήκευση ή τοποθέτηση πραγμάτων, όπως οι αποθήκες, ο χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων, το σιλό, η δεξαμενή υγρών και
- δ) την τοποθέτηση ή λειτουργία μηχανημάτων, όπως το αντλιοστάσιο.

**Κύρια όψη ή πρόσοψη :** είναι κάθε όψη του κτιρίου που βλέπει σε κοινόχρηστο χώρο.

**Λαμπάς :** είναι τα δύο πλαϊνά μέρη ενός κουφώματος, στο οποίο μπαίνει η ψευτόκασα ή η πρόκασα και η κάσα (ξύλινη ή μεταλλική) μιας πόρτας. Στο λαμπά μετράμε μόνο το φάρδος. Ο όρος Λαμπάς υφίσταται μόνο όταν ο τοίχος σε εκείνο το σημείο σχηματίζει Π. Στην περίπτωση που ο τοίχος είναι συνεχόμενος από τη μία μεριά ή και από τις δύο έχουμε κούφωμα με ένα λαμπά ή κούφωμα χωρίς λαμπά αντίστοιχα.

**Μαρμαροποδιά :** είναι το κάτω μέρος ενός κουφώματος. Συνήθως κατασκευάζεται από μάρμαρο αλλά και ξύλο, πλακάκι κλπ.

**Μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος κτιρίου ή μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος περιοχής :** είναι το ύψος του ανώτατου επιπέδου του κτιρίου, πάνω από το οποίο απαγορεύεται κάθε δόμηση εκτός από τις εγκαταστάσεις που επιτρέπονται ειδικά και περιοριστικά.

**Οικοδομική γραμμή ή γραμμή δόμησης :** είναι το όριο οικοδομικού τετραγώνου που ορίζεται από το ρυμοτομικό σχέδιο προς την πλευρά του κοινόχρηστου χώρου, έως το οποίο επιτρέπεται η δόμηση.

**Οικοδομικό τετράγωνο (Ο.Τ.) :** είναι κάθε δομήσιμη ενιαία έκταση, που βρίσκεται μέσα στο εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο ή μέσα στα όρια οικισμού και περιβάλλεται από κοινόχρηστους χώρους.

**Οικόπεδο :** είναι κάθε γήπεδο, που βρίσκεται μέσα στο εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο ή μέσα στα όρια οικισμού χωρίς εγκεκριμένο σχέδιο.

**Όρια οικοδομικού τετραγώνου :** είναι οι οριακές γραμμές που το χωρίζουν από τους κοινόχρηστους χώρους.

**Όρια οικοπέδου ή γηπέδου :** είναι οι γραμμές που το χωρίζουν από τα όμορα οικόπεδα και τους κοινόχρηστους χώρους. Τα όρια του οικοπέδου με τους κοινόχρηστους χώρους συμπίπτουν με τα όρια του οικοδομικού τετραγώνου.

**Οριστική στάθμη εδάφους οικοπέδου ή γηπέδου :** είναι η στάθμη του εδάφους, όπως διαμορφώνεται οριστικά, σύμφωνα με το νόμο, με εκσκαφή, επίχωση ή επίστρωση.

**Όροφοι :** είναι τα τμήματα του κτιρίου, στα οποία διαχωρίζεται από διαδοχικά δάπεδα καθ ύψος.

**Όψεις του κτιρίου :** είναι οι επιφάνειες του κτιρίου που βλέπουν σε κοινόχρηστο χώρο ή στους ακάλυπτους χώρους του οικοπέδου.

**Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης ή δροσισμού :** είναι οι τεχνικές ή οι κατασκευές που εμπεριέχονται στο σχεδιασμό των κτιρίων και προσαρμόζονται κατάλληλα στο περιβάλλον (κέλυφος) τους, με τρόπο ώστε να διευκολύνουν στην καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων, καθώς και στην αξιοποίηση των δροσερών ανέμων για το φυσικό τους δροσισμό. Οι βασικές κατηγορίες των συστημάτων αυτών είναι:

- α) Τα συστήματα άμεσου ηλιακού οφέλους, όπως τα νότια ανοίγματα.
- β) Τα συστήματα έμμεσου ηλιακού οφέλους, όπως ο ηλιακός χώρος-θερμοκήπιο, ο ηλιακός τοίχος, το θερμοσιφωνικό πέτασμα, το ηλιακό αίθριο.
- γ) Τα συστήματα δροσισμού, όπως ο ηλιακός αγωγός και τα σκίαστρα.

**Παρόδια στοά :** είναι ο προσπελάσιμος από το κοινό στεγασμένος ελεύθερος χώρος του οικοπέδου, που κατασκευάζεται σε επαφή με την οικοδομική γραμμή στη στάθμη του πεζοδρομίου και επιβάλλεται από το εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο ή από τους όρους δόμησης της περιοχής.

**Πεζόδρομοι :** είναι οι δρόμοι, που προορίζονται κυρίως για την εξυπηρέτηση των πεζών.

**Περίφραγμα :** είναι η κατασκευή, με την οποία διαχωρίζονται μεταξύ τους όμορα οικόπεδα, ή γήπεδα, καθώς και οικόπεδο ή γήπεδο από κοινόχρηστο χώρο.

**Πλάτος δρόμου σε κάθε σημείο του άξονά του :** είναι το μεταξύ των ρυμοτομικών γραμμών μήκος της καθέτου στον άξονα στο σημείο αυτό.

**Ποσοστό κάλυψης του οικοπέδου :** είναι ο λόγος της μέγιστης επιφάνειας που επιτρέπεται να καλυφθεί προς τη συνολική επιφάνεια του οικοπέδου.

**Πρέκι :** Το πάνω μέρος ενός κουφώματος στο οποίο μπαίνει το πάνω μέρος της ξύλινης ή μεταλλικής κάσας (πανωκάσι). Ισχύουν τα ίδια με τον λαμπά.

**Πρόκασα ή ψευτόκασα** : είναι η πρώτη κάσα που μπαίνει στο κούφωμα πριν την κύρια κάσα και βοηθάει τον σοβατζή να σοβατίσει σωστά και αλφαδιασμένα και να έχουμε έτσι σωστές αποστάσεις πλάτους και ύψους.

**Προκήπιο ή πρασιά** : είναι το τμήμα του οικοδομικού τετραγώνου, που βρίσκεται ανάμεσα στη ρυμοτομική γραμμή και τη γραμμή δόμησης ή οικοδομική γραμμή.

**Προστέγασμα** : είναι η σταθερή ή κινητή προεξοχή πέρα από τις επιφάνειες των όψεων του κτιρίου, η οποία δεν χρησιμοποιείται ως εξώστης.

**Πρόσωπο οικοπέδου ή γηπέδου** : είναι το όριο του προς τον κοινόχρηστο χώρο.

**Ρυμοτομική γραμμή** : είναι εκείνη που ορίζεται από το ρυμοτομικό σχέδιο και χωρίζει οικοδομικό τετράγωνο ή γήπεδο από κοινόχρηστο χώρο του οικισμού.

**Στέγη** : είναι η κατασκευή κάλυψης του κτιρίου, η οποία περιλαμβάνει τη φέρουσα κατασκευή και την επικάλυψή της και μπορεί να αποτελείται από επιφάνειες διαφόρων μορφών, κλίσεων και υλικών.

**Συντελεστής δόμησης (σ.δ.)** : είναι ο αριθμός, ο οποίος, πολλαπλασιαζόμενος με την επιφάνεια του οικοπέδου, δίνει τη συνολική επιφάνεια όλων των ορόφων των κτιρίων που μπορούν να κατασκευαστούν στο οικόπεδο, σύμφωνα με τις οικείες διατάξεις.

**Συντελεστής κατ' όγκο εκμετάλλευσης (σ.ο.) του οικοπέδου** : είναι ο αριθμός, ο οποίος πολλαπλασιαζόμενος με την επιφάνεια του οικοπέδου δίνει το συνολικό όγκο του κτιρίου που μπορεί να κατασκευαστεί πάνω από την οριστική στάθμη του εδάφους.

**Υπαίθριος χώρος του κτιρίου** : είναι ο ελεύθερος χώρος που βρίσκεται πάνω από την οροφή των κλειστών και ημιυπαίθριων χώρων του.

**Υπόγειο** : είναι όροφος ή τμήμα ορόφου, του οποίου η οροφή βρίσκεται έως 1,50 μ. ψηλότερα από την οριστική στάθμη του εδάφους.

**Υποχρεωτικός ακάλυπτος χώρος του οικοπέδου** : είναι ο χώρος που αφήνεται ακάλυπτος για να μην υπάρχει υπέρβαση του ποσοστού κάλυψης ή του συντελεστή δόμησης που ισχύει στην περιοχή.

**Ύψος κτιρίου σε ορισμένη θέση του** : είναι η κατακόρυφη απόσταση από το σημείο που αποτελεί την αφετηρία μέτρησης, κατά τις διατάξεις του νόμου αυτού (στάθμη του πεζοδρομίου ή οριστική στάθμη του εδάφους ή φυσικό έδαφος) έως τη στάθμη της τελικής επάνω επιφάνειας του τελευταίου ορόφου, στην οποία συμπεριλαμβάνεται η μόνωση και η επίστρωσή της στη θέση αυτή. Το μεγαλύτερο από τα ύψη που πραγματοποιούνται είναι το μέγιστο πραγματοποιούμενο ύψος του κτιρίου.

**Φέρουσα κατασκευή κτιρίου** : είναι το τμήμα που μεταφέρει άμεσα ή έμμεσα στο έδαφος τα μόνιμα και τα ωφέλιμα φορτία του κτιρίου, καθώς και τις επιρροές γενικά

των δυνάμεων που επενεργούν σε αυτό. Κατασκευές συμπλήρωσης είναι τα υπόλοιπα τμήματα που συμπληρώνουν το κτίριο και εξυπηρετούν τον προορισμό του.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'

## Νομοθεσία

**ΦΕΚ 880/Β 19/8/1998 (ΚΟΧΕΕ)**

**Η ΚΟΙΝΗ ΥΠΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ, ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ.**

Η απόφαση με αριθμό 21475/4707 που υπεγράφη από τους υπουργούς Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Εθνικής Οικονομίας, Ανάπτυξης, Περιβάλλοντος - Χωροταξίας και Δημ. Έργων με θέμα "Περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τον καθορισμό μέτρων και όρων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων" (συμμόρφωση με κοινοτική οδηγία SAVE 93/76ΕΕ) δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 880/Β στις 19/8/1998.

Η έκδοση της κοινής αυτής Υπουργικής, όπου εμπεριέχονται μέτρα πολιτικής για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και του μικροκλίματος, σηματοδοτεί μια ιδιαίτερα σημαντική και ευτυχή στιγμή για τα ενεργειακά ζητήματα της χώρας και για την οικοδομή ειδικότερα καθώς εισάγει έννοιες και θεσμούς που προάγουν την ορθολογική χρήση και διαχείριση των ενεργειακών πόρων και τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη βελτίωση της ποιότητας κατασκευής κλπ. που εντάσσονται στις αρχές του αειφόρου σχεδιασμού και της οικολογικής δόμησης. Παράλληλα εξασφαλίζεται η ενημέρωση των πολιτών σχετικά με τα ενεργειακά και άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά των κτιρίων όπου ζουν και εργάζονται (μέσο της ενεργειακής πιστοποίησης και βαθμονόμησης και του δελτίου ενεργειακής ταυτότητας). Η Απόφαση έχει ως εξής:

Αριθμ. 21475/4707 (1)

Περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ, ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΣΗΣ,  
ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ -  
ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜ. ΕΡΓΩΝ Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις των άρθρων 1 και 2 (παρ. ζ) του ν. 1338/83 "Εφαρμογή του Κοινοτικού Δικαίου" (Α 34) όπως τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε με το άρθρο 6 του Ν. 1440/84 "Συμμετοχή της Ελλάδας στο Κεφάλαιο, στα

- αποθεματικά και τις προβλέψεις της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων κλπ." (Α 70), σε συνδυασμό με το άρθρο 8 του Ν. 1650/86 (160Α) της παραγράφου 2 του άρθρου δεύτερου του Ν. 2077/92 "Κύρωση της συνθήκης για την Ευρωπαϊκή Ένωση των σχετικών πρωτοκόλλων και δηλώσεων που περιλαμβάνονται στην τελική πράξη (136 Α)".
2. Τις διατάξεις του Ν. 2476/97 "Κύρωση Τελικής Πράξης της Διάσκεψης του Ευρωπαϊκού Χάρτη Ενέργειας, της Συνθήκης, για το Χάρτη Ενέργειας και του Πρωτοκόλλου του Χάρτη Ενέργειας για την ενεργειακή απόδοση και τα σχετικά περιβαλλοντικά προβλήματα".
  3. Τις διατάξεις του άρθρου 26 του Ν. 1577/85 "Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός" (Α 210).
  4. Την 93/76/ΕΟΚ οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 13ης Σεπτεμβρίου 1993 " για περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης" που έχει δημοσιευτεί στην ελληνική γλώσσα στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. (Ειδική έκδοση στα ελληνικά σειρά L37/28/22.9.93).
  5. Τις διατάξεις του Ν. 40/75 "Περί λήψεως μέτρων εξοικονόμησης Ενέργειας" (Α 90).
  6. Τις διατάξεις του άρθρου 6 "Κίνητρα για εξοικονόμηση ενέργειας" του Ν. 1512/85 (Α 4).
  7. Τις διατάξεις του Ν. 2052/92 "Μέτρα για την αντιμετώπιση του νέφους και πολεοδομικές ρυθμίσεις" (Α 94).
  8. Τις διατάξεις του "Κανονισμού θερμομόνωσης (Δ 362).
  9. Τις διατάξεις του από 27.09.85 π.δ/τος "Τεχνικός κανονισμός κατανομής δαπανών κεντρικής θέρμανσης κτιρίων" (Δ 631).
  10. Τις διατάξεις της υπ'αριθμ. 3046/304/30.1.89 απόφασης (Β 59) "Κτιριοδομικός κανονισμός", όπως τροποποιήθηκε με την υπ'αριθμόν 49977/3068 απόφαση (Β 535).
  11. Τις διατάξεις του άρθρου 29 Α του Ν. 1558/85 "Κυβέρνηση και Κυβερνητικά Όργανα" (Α 137), όπως αυτό προστέθηκε με το άρθρο 27 του Ν. 2081/92 (Α 154) και τροποποιήθηκε με το άρθρο 1 παρ. 2α του Ν. 2469/97 (Α28).
  12. Τις διατάξεις της υπ'αριθμόν ΔΙΑΚ/Φ.1/20199 "Ανάθεση αρμοδιοτήτων Υπουργού Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης στους Υφυπουργούς Εσωτερικών, Διοίκησης και Αποκέντρωσης" (Β 801).
  13. Τις διατάξεις της υπ'αριθμόν Δ. 17α/03/99/Φ221/1996 κοινής απόφασης "Ανάθεση αρμοδιοτήτων στους Υφυπουργούς Περιβάλλοντος, Χωροταξίας, Δημοσίων Έργων Θεόδωρο Κολιοπάνο και Χρήστο Βερελή " (Β 1006).
  14. Το γεγονός ότι από τις κανονιστικές διατάξεις της παρούσης απόφασης δεν προκαλείται δαπάνη σε βάρος του κρατικού προϋπολογισμού, αποφασίζουμε:

## ΑΡΘΡΟ 1

### ΣΚΟΠΟΣ

1. Η παρούσα απόφαση αποσκοπεί στη συμμόρφωση προς τις διατάξεις της 93/76/ΕΟΚ οδηγίας του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 13ης Σεπτεμβρίου 1993 "για περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης" , που έχει δημοσιευτεί στην

ελληνική γλώσσα στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. (Ειδική έκδοση στα ελληνικά σειρά L37/28/22.9.93), ώστε με τη λήψη των πλέον ενδεδειγμένων να διασφαλίζεται η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων με στόχο τη σταθεροποίηση και μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και κατ' επέκταση την προστασία του περιβάλλοντος.

1.1. Η βελτίωση αυτή σημαίνει μείωση στην κατανάλωση συμβατικής ενέργειας - πετρελαίου και ηλεκτρικούς ρεύματος - τόσο για τη θέρμανση όσο και για την ψύξη, τον αερισμό, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και το φωτισμό χωρίς να διαταράσσονται οι συνθήκες άνεσης στα κτίρια.

1.2. Για την επιλογή των ενδεδειγμένων μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων λαμβάνονται υπόψη οι οικονομικές, κοινωνικές και πολιτιστικές συνθήκες, το κλίμα, οι τοπικές ιδιομορφίες, οι ιδιαιτερότητες στην παραγωγή ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, καθώς και στόχοι επίτευξης συνθηκών θερμικής άνεσης, υγιεινής διαβίωσης, ποιότητας εσωτερικού αέρα, κλπ.

2. Η επίτευξη αυτού του στόχου πραγματοποιείται με την εκπόνηση και εφαρμογή μέτρων και προγραμμάτων στους ακόλουθους τομείς:

- Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίων.
- Τιμολόγηση των δαπανών θέρμανσης, κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης, με βάση την πραγματική κατανάλωση.
- Χρηματοδότηση εκ μέρους τρίτων των επενδύσεων για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στο δημόσιο τομέα.
- Ικανοποιητική θερμομόνωση των νέων κτιρίων.
- Περιοδική επιθεώρηση των λεβήτων.
- Ενεργειακές επιθεωρήσεις των πολύ ενεργειακόβρων επιχειρήσεων.

Τα μέτρα και προγράμματα αποβλέπουν:

- Στη συνετή και ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων και ιδιαίτερα των ενεργειακών.
- Στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την υποκατάσταση αντίστοιχης ποσότητας συμβατικής ενέργειας.
- Στην αξιοποίηση των θετικών παραμέτρων του κλίματος, όπως της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση και των δροσερών ανέμων για τη φυσική ψύξη των κτιρίων, που συμβάλλουν στην υποκατάσταση συμβατικής ενέργειας.
- Στη λήψη μέτρων για την εξασφάλιση της ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια, μέσω τεχνικών και συστημάτων στο κέλυφός τους και στις Η/Μ εγκαταστάσεις τους.
- Στη λήψη μέτρων για την εξασφάλιση του ελέγχου εφαρμογής και την ενημέρωση των χρηστών σχετικά με τα ενεργειακά - περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των κτιρίων, μέσω της πιστοποίησης του βαθμού ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής βαθμονόμησης των κτιρίων.



## ΑΡΘΡΟ 2

ΟΡΙΣΜΟΙ

Για την εφαρμογή της παρούσας απόφασης ορίζονται ως εξής οι παρακάτω έννοιες:

1. Ενεργειακή επίδοση κτιρίου: Είναι ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου κατά τη λειτουργία του (μέσω του κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων) για την κάλυψη σε ετήσια βάση των συνολικών ενεργειακών του απαιτήσεων για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης και συσκευές, επιτυγχάνοντας τις αναγκαίες συνθήκες άνεσης.
2. Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίου: Είναι η διαδικασία ελέγχου και διάγνωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς κάθε κτιρίου και της πραγματοποιούμενης κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη όλων των αναγκών του, στοιχεία που προκύπτουν μετά από τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων ή ελέγχων.
3. Ενεργειακή επιθεώρηση ή ενεργειακή αυτοψία ή ενεργειακή διάγνωση: Είναι η διαδικασία εκτίμησης και καταγραφής των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο ή κτιριακό συγκρότημα με την υπόδειξη προτάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων. Η ενεργειακή επιθεώρηση μπορεί, κατά περίπτωση, να είναι συνοπτική ή εκτενής.
4. Ενεργειακοί επιθεωρητές ή ελεγκτές: Είναι εξειδικευμένοι επιστήμονες όπως καθορίζονται από τον κανονισμό ενεργειακών επιθεωρήσεων και σχετικές υπουργικές αποφάσεις που εκδίδονται από το Υπουργείο Ανάπτυξης, οι οποίοι διενεργούν ενεργειακές επιθεωρήσεις για την πιστοποίηση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων.
5. Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας κτιρίου ( ΔΕΤΑ): Είναι ειδικό έντυπο στο οποίο περιγράφεται το σύνολο των ενεργειακών χαρακτηριστικών κάθε κτιρίου, είτε σύμφωνα με τα οριζόμενα από τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας βάσει του οποίου μελετάται και κατασκευάζεται κάθε νέο κτίριο είτε σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ενεργειακού ελέγχου, καθώς επίσης ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης και η ενεργειακή κατηγορία στην οποία κατατάσσεται.
6. Ενεργειακή βαθμονόμηση κτιρίου: Είναι η βαθμολογική κατάταξη κάθε κτιρίου, με βάση το ΔΕΤΑ που γίνεται σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ενεργειακής πιστοποίησης, στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης, σύμφωνα με τα καθορισμένα από τον κανονισμό ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας όρια των ειδικών ενεργειακών αποδόσεων ανά κατηγορία.
7. Ενεργειακή μελέτη: Είναι η μελέτη που εξετάζει συνολικά τις απαιτούμενες ενεργειακές ανάγκες κτιρίων ή οικισμών για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης, ώστε να εξασφαλίζεται θερμική άνεση κατά τη διάρκεια του χρόνου. Υποδεικνύει τις βέλτιστες, κατά περίπτωση, λύσεις για την εξασφάλιση των παραπάνω συνθηκών μέσω τεχνικών και συστημάτων ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας ή μέσω της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

8. Βιοκλιματικός σχεδιασμός: Είναι ο αρχιτεκτονικός και πολεοδομικός σχεδιασμός κτιρίων και οικιστικών συνόλων αντίστοιχα, που επιδιώκει την προσαρμογή του κτιρίου και του οικιστικού συνόλου στο τοπικό κλίμα και το φυσικό περιβάλλον και στοχεύει στην αξιοποίηση θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων ώστε να ελαχιστοποιεί τις ενεργειακές ανάγκες του όλο το χρόνο και να επιτυγχάνει περιορισμό στην κατανάλωση συμβατικής ενέργειας.
9. Παθητικά ηλιακά συστήματα (Π.Η.Σ.) θέρμανσης ή δροσισμού: Είναι οι τεχνικές και κατασκευές που εμπεριέχονται στο σχεδιασμό του κτιρίου και προσαρμόζονται κατάλληλα στο κέλυφός του. Τα Π.Η.Σ. διευκολύνουν στην καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση κτιρίων, καθώς και στην αξιοποίηση των δροσερών ανέμων για τη φυσική τους ψύξη. Οι βασικές κατηγορίες των Π.Η.Σ. είναι: α) τα άμεσου ηλιακού κέρδους, όπως τα νότια ανοίγματα, β) τα έμμεσου ηλιακού κέρδους όπως ο ηλιακός χώρος - θερμοκήπιο, το ηλιακό αίθριο, ο ηλιακός τοίχος, το θερμοσιφωνικό πέτασμα, γ) τα συστήματα δροσισμού όπως τα σκίαστρα, η ηλιακή καμινάδα, η υδάτινη οροφή και συστήματα αερισμού.
10. Υβριδικά συστήματα: Είναι τα παθητικά συστήματα που κάνουν χρήση και μηχανικών μέσων των οποίων η λειτουργία απαιτεί συμβατική ενέργεια πολύ μικρότερη από αυτή που εξοικονομεί το ίδιο το υβριδικό σύστημα (πχ. ηλιακή καμινάδα με ανεμιστήρα κλπ.).
11. Ενεργητικά ηλιακά συστήματα (Ε.Η.Σ.) θέρμανσης ή δροσισμού: Είναι τα συστήματα εκείνα που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για τη θέρμανση ή το δροσισμό των κτιρίων αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια ή τις φυσικές δεξαμενές ψύξης. Στην κατηγορία ανήκουν οι ηλιακοί συλλέκτες θέρμανσης ή παροχής ζεστού νερού χρήσης, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κ.ά.
12. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Είναι οι φυσικοί διαθέσιμοι πόροι, που υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον, που δεν εξαντλούνται αλλά διαρκώς ανανεώνονται και που δύνανται να μετατρέπονται σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια, όπως είναι ο ήλιος, ο άνεμος, η βιομάζα, η γεωθερμία, οι υδατοπτώσεις, η θαλάσσια κίνηση.
13. Χρηματοδότηση εκ μέρους τρίτων: Είναι η εν όλο ή εν μέρει χρηματοδότηση μιας επένδυσης ενεργειακής απόδοσης από τρίτους εκτός του χρήστη της επένδυσης, με διαδικασίες αποπληρωμής που εξαρτούν την ανάκτηση του επενδεδυμένου κεφαλαίου και των παρεχόμενων υπηρεσιών των τρίτων από το οικονομικό όφελος που απολαμβάνει ο χρήστης της επένδυσης από την επιτυγχάνομενη εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας ή / και την παραγόμενη ενέργεια. Τα παρεχόμενα από τους τρίτους κεφάλαια και υπηρεσίες μπορεί να περιλαμβάνουν ενεργειακή επιθεώρηση, μελέτη, αγορά κατασκευή - εγκατάσταση εξοπλισμού, λειτουργία, συντήρηση και διαχείριση εγκαταστάσεων.

### ΑΡΘΡΟ 3

#### **ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

Οι διατάξεις της παρούσας απόφασης αφορούν σε υφιστάμενα και νεοαναγειρόμενα κτίρια και εφαρμόζονται ανάλογα με την ταξινόμησή τους σύμφωνα με τη χρήση τους όπως προβλέπεται στο άρθρο 3 παράγραφος 1 του ισχύοντος κτιριοδομικού κανονισμού ( ΦΕΚ 59Δ/3.2.1989) δηλαδή: Κατοικία,

προσωρινή διαμονή, συνάθροιση κοινού, εκπαίδευση, υγεία και κοινωνική πρόνοια, σωφρονισμός, εμπόριο, γραφεία, βιομηχανία - βιοτεχνία.

#### ΑΡΘΡΟ 4

### **ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.)**

1. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, σύμφωνα με το άρθρο 26 του ΓΟΚ, Κανονισμός για την Ορθολογική Χρήση και Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ), που αντικαθιστά τον ισχύοντα κανονισμό θερμομόνωσης και έχει εφαρμογή σε όλα τα νέο αναγεγνημένα κτίρια για την μελέτη και κατασκευή τους, καθώς και σε υφιστάμενα κτίρια για τη μελέτη των αναγκαίων επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής τους απόδοσης.

1.1. Ο ΚΟΧΕΕ επιβάλλει την εκπόνηση μελετών, όπως ενεργειακή μελέτη, για τη διαπίστωση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης, την κατάταξη των κτιρίων στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία (βαθμονόμηση) στοιχεία που αναγράφονται στο ειδικό έντυπο (ΔΕΤΑ).

1.2. Το ΔΕΤΑ αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της οικοδομικής άδειας του κτιρίου και είναι απαραίτητο σε όλες τις δικαιοπραξίες που καταρτίζονται για το ακίνητο.

2. Οι στόχοι του ΚΟΧΕΕ είναι:

α) Η εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας για την θέρμανση, την ψύξη, τον αερισμό, τον φωτισμό και το ζεστό νερό χρήσης, με συγκεκριμένους κανόνες και διατάξεις που περιορίζουν τις ενεργειακές ανάγκες.

β) Η υποκατάσταση της συμβατικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την κάλυψη μέρους ή του συνόλου των αναγκών σε ενέργεια στα κτίρια σε συνδυασμό με εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

γ) Η εξασφάλιση υγιεινής και άνετης διαβίωσης των ενοίκων του κτιρίου με τη διατήρηση των επιπέδων θερμικής και οπτικής άνεσης, καθώς και της καλής ποιότητας του εσωτερικού αέρα.

δ) Η οικονομία στο κόστος κατασκευής και λειτουργίας (αποδοτικής) των εγκαταστάσεων θέρμανσης - κλιματισμού.

3. Τα περιεχόμενα του ΚΟΧΕΕ είναι:

- Οι όροι και προϋποθέσεις για τον βέλτιστο σχεδιασμό των κτιρίων και τη θερμική τους προστασία και ο καθορισμός των ορίων θερμικής άνεσης στο εσωτερικό των κτιρίων ανά χρήση κτιρίου και κλιματική περιοχή για όλη τη διάρκεια του χρόνου.

- Ανώτατα επιτρεπόμενα όρια κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας με βάση τα επιτρεπτά όρια θερμικής άνεσης και εναλλαγών του αέρα για κάθε χρήση κτιρίου.
- Κλιματικές ζώνες για όλη τη χώρα με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης.
- Παράμετροι θερμικών απωλειών του κτιρίου, απαιτήσεις σε θερμομόνωση του κελύφους, περιορισμός των απωλειών από την ανανέωση του αέρα, μέγιστοι επιτρεπόμενοι συντελεστές θερμοπερατότητας.
- Παράμετροι θερμικών συνεισφορών στα κτίρια: εσωτερικά κέρδη σε ετήσια βάση, ηλιακά κέρδη, παθητικά ηλιακά συστήματα, θερμικό ισοζύγιο κτιρίου, απαιτούμενη συμπληρωματική ενέργεια.
- Παράμετροι για τη φυσική ψύξη του κτιρίου: ηλιοπροστασία με βλάστηση και σκίαστρα, φυσικός αερισμός, θερμική μάζα, συστήματα φυσικού δροσισμού.
- Χαρακτηριστικά των υλικών κατασκευής, θερμικές ιδιότητες απορρόφησης σε υγρασία, εκπομπές ρυπογόνων ουσιών κλπ. ως και κριτήρια επιλογής υλικών για την προστασία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος.
- Υπολογισμοί ενεργειακών αναγκών του κτιρίου και τρόπος εκπόνησης ενεργειακής μελέτης για την απόδειξη του ότι η απαιτούμενη συμβατική ενέργεια για την εύρυθμη λειτουργία του κτιρίου δεν υπερβαίνει τα μέγιστα οριζόμενα όρια ενεργειακών καταναλώσεων και ότι ο σχεδιασμός του κτιρίου και ο προβλεπόμενος εξοπλισμός του συντελούν στη μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων από συμβατικές πηγές ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.
- Παράμετροι και κριτήρια για την εκπόνηση μελέτης βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιρίου ως συμπλήρωμα της αρχιτεκτονικής μελέτης του κτιρίου και στοιχείου της ενεργειακής μελέτης αυτού.
- Παράμετροι για τη συμπλήρωση της μελέτης Η/Μ εγκαταστάσεων με τη μελέτη εγκατάστασης και ένταξης ΕΗΣ ή / και Φ/Β, εφόσον προβλέπονται, ως στοιχεία της ενεργειακής μελέτης του κτιρίου.
- Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων μελέτης φωτισμού - φυσικού και τεχνητού - με βάση τη χρήση του κτιρίου.
- Ειδικό έντυπο ΔΕΤΑ όπου αναγράφονται τα αποτελέσματα όλων των υπολογισμών των σχετικών μελετών και όπου καταγράφεται ο σχεδιαζόμενος βαθμός ενεργειακής απόδοσης και η ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου.
- Τρόποι διενέργειας περιοδικών ενεργειακών επιθεωρήσεων για όλες τις κατηγορίες κτιρίων εκτός από τις ενεργειοβόρες επιχειρήσεις.
- Σύστημα και διαδικασία ενεργειακής πιστοποίησης και βαθμονόμησης κτιρίων.
- Έντυπο - πιστοποιητικό που συμπληρώνεται κατά τις περιοδικές ενεργειακές επιθεωρήσεις του άρθρου 7 της παρούσας απόφασης όπου αναγράφονται: Η κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης του κτιρίου, καθώς και η ισχύς, ο τύπος και το εργοστάσιο κατασκευής του λέβητα - καυστήρα - κυκλοφορητή, της αντλίας θερμότητας, η διατομή της καμινάδας, η ύπαρξη ή μη διαφράγματος, η ύπαρξη ή μη συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου λειτουργίας των κεντρικών εγκαταστάσεων, τα αποτελέσματα των μετρήσεων καυσαερίων, η ύπαρξη ή μη μόνωσης των σωληνώσεων, ο επιτυγχανόμενος βαθμός απόδοσης των εγκαταστάσεων, τα ενδεδειγμένα μέτρα για τη βελτίωση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης αυτών.

4. Μέχρι την έναρξη ισχύος του ΚΟΧΕΕ εφαρμόζονται οι διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας.

#### ΑΡΘΡΟ 5

### **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ**

1. Καθιερώνονται υποχρεωτικές ενεργειακές επιθεωρήσεις ή έλεγχοι που διενεργούνται από ενεργειακούς επιθεωρητές ή ελεγκτές με στόχο την πιστοποίηση του πραγματοποιούμενου βαθμού, ενεργειακής βαθμονόμησής τους σε σχέση με τα αναγραφόμενα στο ΔΕΤΑ των κτιρίων. Τα αποτελέσματα της πιστοποίησης αναγράφονται επί του ΔΕΤΑ του κτιρίου και σφραγίζονται συνοδευόμενα με την ημερομηνία διενέργειας του σχετικού ελέγχου.
2. Οι κύριοι όλων των κτιρίων που κατασκευάζονται σύμφωνα με τον ΚΟΧΕΕ υποχρεούνται με ευθύνη τους να μεριμνήσουν για τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων ή ελέγχων της προηγούμενης παραγράφου, μετά από ένα χρόνο από τη λειτουργία των κτιρίων και οπωσδήποτε όχι πέραν των δύο ετών από την αποπεράτωσή τους.

2.1. Εφόσον, μετά τη διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης πιστοποιείται ότι η πραγματική κατηγορία ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου είναι κατώτερη αυτής που αναγράφεται ως σχεδιαζόμενη επί του ΔΕΤΑ του κτιρίου, οι αναφερόμενοι ως υπεύθυνοι στην παράγραφο 4 του άρθρου 17 του Ν. 1337/83, όπως ισχύει, υποχρεούνται να προβούν στις αναγκαίες επεμβάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου σε βαθμό που αυτή να εντάσσεται στην ενεργειακή μελέτη - σχεδιασμό του κτιρίου και αναγράφεται επί του ΔΕΤΑ του κτιρίου, άλλως υπόκεινται στις κυρώσεις που προβλέπονται από το άρθρο 17 του ως άνω νόμου.

3. Στα προϋφιστάμενα του ΚΟΧΕΕ κτίρια είναι δυνατό οι κύριοι των ακινήτων να εφαρμόσουν τεχνικές και συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στο κέλυφος, στις Η/Μ εγκαταστάσεις και στον περιβάλλοντα χώρο ή να εφαρμόζουν συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, για την καλύτερη ενεργειακή επίδοση των κτιρίων. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να δοθούν κίνητρα για την εξοικονόμηση ενέργειας, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 6 του Ν.12/85 και των εκτελεστικών του διαταγμάτων.

3.1. Οι ενεργειακές επιθεωρήσεις και έλεγχοι της παραγράφου 1 δύνανται να διενεργούνται και σε υφιστάμενα κτίρια του άρθρου 3 της παρούσας και πάντως διενεργούνται υποχρεωτικά με ευθύνη των εχόντων τη νομή ή κυριότητα των ακινήτων μέσα σε έξι (6) το πολύ χρόνια από την ισχύ του ΚΟΧΕΕ, προκειμένου να πιστοποιηθεί ο βαθμός ενεργειακής τους απόδοσης και να καταταγούν στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία, στοιχεία που αναγράφονται επί του ΔΕΤΑ του κτιρίου.

## ΑΡΘΡΟ 6

**ΠΕΡΙΟΔΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΟΒΟΡΩΝ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**

Σε υφιστάμενα κτίρια ή κτιριακά συγκροτήματα επιχειρήσεων που έχουν ιδιαίτερα υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις, λόγω του μεγέθους και όγκου τους, της λειτουργίας ή της χρήσης τους, όπως είναι ορισμένα είδη βιομηχανιών, νοσοκομεία και κλινικές, συγκροτήματα γραφείων, εμπορικών κέντρων, μεγάλα ξενοδοχειακά συγκροτήματα, εκτός των ενεργειακών ελέγχων που διενεργούνται υποχρεωτικά άπαξ για την πιστοποίηση της ενεργειακής τους απόδοσης και την κατάταξή τους σε αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία, διενεργούνται περιοδικές ενεργειακές επιθεωρήσεις σύμφωνα με τον τρόπο και τις προϋποθέσεις που ορίζονται:

α) Από τον ΚΟΧΕΕ.

β) Από ειδικές διατάξεις που θεσπίζονται από το Υπουργείο Ανάπτυξης για τη ρύθμιση του είδους και του μεγέθους των υπόχρεων επιχειρήσεων και του αντικειμένου και της περιοδικότητας των ενεργειακών επιθεωρήσεων.

γ) Από τον κανονισμό ενεργειακών επιθεωρήσεων που θεσπίζεται από το Υπουργείο Ανάπτυξης.

δ) Από άλλες ειδικές διατάξεις.

## ΑΡΘΡΟ 7

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ  
ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ**

1. Πέραν της υποχρεωτικής ετήσιας συντήρησης του συστήματος καυστήρα - λέβητα, όπως προβλέπεται από τις κείμενες διατάξεις, διενεργείται υποχρεωτική περιοδική ενεργειακή επιθεώρηση, με ευθύνη των εχόντων την κυριότητα ή τη νομή των ακινήτων ή οριζοντίων ιδιοκτησιών, σε κεντρικές εγκαταστάσεις θέρμανσης ονομαστικής ισχύος μεγαλύτερης των 15kw, σε κεντρικές εγκαταστάσεις ψύξης ισχύος άνω των 8.0 kw, σε κεντρικά ηλιακά ή άλλα συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, με στόχο τη λήψη των αναγκαίων μέτρων βελτίωσης του βαθμού της ενεργειακής τους απόδοσης.

1.1. Μετά το πέρας της περιοδικής αυτής ενεργειακής επιθεώρησης πιστοποιείται από τον εκάστοτε αρμόδιο η καλή λειτουργία των κεντρικών εγκαταστάσεων και συμπληρώνεται ειδικό έντυπο - πιστοποιητικό, όπου αναγράφεται το σύνολο των ενεργειακών χαρακτηριστικών του συστήματος των κεντρικών εγκαταστάσεων.

1.2. Τα ανωτέρω πιστοποιητικά των συστημάτων κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσης κατατίθενται με ευθύνη των εχόντων τη νομή ή κυριότητα ή τη χρήση ακινήτων, στις κατά τόπους αρμόδιες υπηρεσίες Περιβάλλοντος του ΥΠΕΧΩΔΕ ή του Νομού ή σε άλλα αρμόδια τοπικά ή περιφερειακά όργανα, εξουσιοδοτημένα προς τούτο με απόφαση Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ όπου θα τηρείται σχετικό αρχείο.

1.3. Οι περιοδικές αυτές ενεργειακές επιθεωρήσεις διενεργούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα, που δεν μπορεί να είναι μικρότερα του εξαμήνου ή μεγαλύτερα της 5ετίας. Το χρονικό αυτό διάστημα καθορίζεται με απόφαση του Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ, με βάση τα στατιστικά στοιχεία που θα προκύψουν από την επεξεργασία των υποβαλλόμενων πιστοποιητικών.

1.4. Τα πρώτα πιστοποιητικά υποβάλλονται στις αρμόδιες υπηρεσίες το αργότερο μέσα σε έναν (1) χρόνο από την ισχύ της παρούσας απόφασης.

2. Για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, παραγωγής ζεστού νερού και φωτισμού χρησιμοποιούνται κατάλληλα συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου, ή/και εφαρμόζονται τεχνικές και συστήματα εξοικονόμησης, όπως ενδεικτικά αναφέρονται παρακάτω:

α) Συστήματα ρύθμισης και προσαρμογής της λειτουργίας του λέβητα σε συνθήκες μερικού φορτίου, σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος ή τη θερμοκρασιακή διαφορά περιβάλλοντος χώρου - θερμαινόμενος χώρος, που για την περίπτωση μεγάλων θερμικών φορτίων μπορεί να γίνεται σε συνδυασμό με τρίοδη ή τετράοδη βάνια.

β) Συστήματα ρύθμισης με θερμοστάτες εσωτερικού χώρου σε συνδυασμό με υδροστάτες ελέγχου λειτουργίας του καυστήρα, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μικρές και αυτόνομες εγκαταστάσεις.

γ) Θερμοστατικοί διακόπτες ανά θερμαντικό σώμα, άνω των 800Kcal/h.

δ) Απλά συστήματα διακοπής λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης με τη βοήθεια θερμοστάτη εξωτερικού περιβάλλοντος.

ε) Συστήματα αυτόματου ηλεκτροκίνητου διαφράγματος στη βάση της καπνοδόχου, εφόσον ο λέβητας δεν διαθέτει διάφραγμα διακοπής ελκυσμού.

στ) Θερμιδομετρητές σε κάθε θερμαντικό σώμα ή τοποθέτηση θερμιδομετρητών ιδίου τύπου στα μονοσωλήνια συστήματα θέρμανσης (αυτόνομες).

ζ) Θερμομόνωση σωληνώσεων και αεραγωγών των δικτύων θέρμανσης, ψύξης, των λεβήτων και καμινάδων.

η) Αντλίες θερμότητας μηχανικής συμπίεσης και απορρόφησης.

θ) Μετατροπή ψυκτών από αερόψυκτους σε υδρόψυκτους.

ι) Τεχνικές και συστήματα αυτοματισμού για τον τεχνητό φωτισμό για τη ρύθμιση του χρόνου λειτουργίας και της έντασής του σε συνάρτηση με τον υπάρχοντα φυσικό φωτισμό.

ια) Λαμπτήρες φθορισμού ή άλλου τύπου υψηλής ενεργειακής απόδοσης σε αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως.

3. Για την εξοικονόμηση ενέργειας και την υποκατάσταση συμβατικών μορφών ενέργειας είναι δυνατό να χρησιμοποιούνται δόκιμα συστήματα που αξιοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.), όπως την ηλιακή ενέργεια, την ενέργεια από γεωθερμία ή καύση βιομάζας, την ενέργεια από ανέμους, υδατοπτώσεις, καθώς και τη χρήση άλλων πηγών ενέργειας που είναι φιλικές προς το περιβάλλον, όπως ενδεικτικά αναφέρονται:

α) Ενεργητικά ηλιακά συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης ή θέρμανσης.

β) Φ/Β στοιχεία για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική.

γ) Αξιοποίηση της γεωθερμίας υψηλής και χαμηλής ενθαλπίας για θέρμανση, καθώς και για ψύξη με αντλίες θερμότητας απορροφητικού τύπου.

δ) Ανεμογεννήτριες για αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας με τη μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια.

ε) Συστήματα τηλεθέρμανσης, τζάκια καύσης βιομάζας.

στ) Χρήση αέριων καυσίμων όπως το φυσικό αέριο.

## ΑΡΘΡΟ 8

### ΚΤΙΡΙΑ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΑΙ ΕΥΡΥΤΕΡΟΥ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΤΟΜΕΑ

1. Στα κτίρια του Δημοσίου και ευρύτερου δημόσιου τομέα επιβάλλεται να γίνουν, με ευθύνη των φορέων που στεγάζονται σε αυτά, επεμβάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής τους επίδοσης μέσα σε χρονικό διάστημα τεσσάρων (4) χρόνων από την ισχύ της παρούσας απόφασης. Για την πραγματοποίηση επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας επιτρέπεται η αξιοποίηση της τεχνικής της χρηματοδότησης εκ μέρους τρίτων.
2. Όλοι οι φορείς του δημοσίου και ευρύτερου δημόσιου τομέα, με αποκλειστική τους ευθύνη, υποχρεούνται σε χρονικό διάστημα ενός (1) χρόνου από την ισχύ της παρούσας απόφασης, να προγραμματίσουν και να οργανώσουν κεντρικά τη λειτουργία Γραφείου ή Τμήματος Ενεργειακής Διαχείρισης (ΓΕΔ) των κτιρίων που χρησιμοποιούν, να καθορίσουν τον τρόπο και τη διαδικασία στελέχωσης του, τις αρμοδιότητες του ΓΕΔ και να ορίσουν ανά κτίριο ενεργειακό υπεύθυνο.



2.1. Το υπαλληλικό δυναμικό των ΓΕΔ καθορίζεται ανάλογα με τις λειτουργικές του συνόλου των κτιρίων του φορέα, το συνολικό υπαλληλικό δυναμικό, την ωφέλιμη επιφάνεια και όγκο του συνόλου των κτιρίων και λοιπά στοιχεία. Ορίζεται ως προϊστάμενος του ΓΕΔ Μηχανικός κατηγορίας ΠΕ σχετικής με το αντικείμενο ειδικότητας ή ΤΕ, εφόσον δεν υπάρχει αντίστοιχος ΠΕ. Οι αρμοδιότητες του εν λόγω Γραφείου ή Τμήματος είναι ενδεικτικά οι παρακάτω:

- α) Συλλογή στοιχείων για την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος
- β) Τήρηση αρχείου ή τράπεζας δεδομένων για τις ενεργειακές καταναλώσεις και την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου ή των κτιρίων του φορέα.
- γ) Μέριμνα για την τακτική ενεργειακή καταγραφή και έλεγχο, ως και την εξαγωγή συγκριτικών συμπερασμάτων.
- δ) Καταγραφή στοιχείων της πραγματοποιημένης χρήσης του ή των κτιρίων (χρήση, λειτουργία εγκαταστάσεων και συσκευών, επισήμανση προβλημάτων συντήρησης κ.ά.). Συσχέτιση ενεργειακών καταναλώσεων με τα προβλήματα λειτουργίας κτιρίου ή κτιρίων.
- ε) Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των αναγκαίων επεμβάσεων ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας, εξασφάλιση πόρων.
- στ) Προγραμματισμός σχετικά με τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων ή ελέγχων και την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης για την καταγραφή της ενεργειακής συμπεριφοράς κτιρίου ή κτιρίων
- ζ) Παρακολούθηση, επίβλεψη έργων συντήρησης ή επισκευών για εξοικονόμηση ενέργειας.
- η) Παρακολούθηση της λειτουργίας των κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης - ψύξης. Έλεγχος και ευθύνη διενέργειας της περιοχής συντήρησης των λεβήτων - καυστήρων.
- θ) Προϋπολογισμός κόστους αναγκαίων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας και κατανομή των αναγκαίων δαπανών στον ετήσιο προϋπολογισμό των δημοσίων επενδύσεων του φορέα.
- ι) Μέριμνα για την εξασφάλιση απορρόφησης ειδικών πιστώσεων κοινοτικής ή εθνικής προέλευσης για εξοικονόμηση ενέργειας.
- ια) Προώθηση των διαδικασιών για την εφαρμογή συνολικών επεμβάσεων βελτίωσης του βαθμού της ενεργειακής απόδοσης, ιδιαίτερα σε δημόσια κτίρια Υγείας - Περίθαλψης (Νοσοκομεία, Κλινικές κλπ.) μέσω της Χρηματοδότησης Εκ Μέρους Τρίτων, της χρηματοδοτικής Μίσθωσης, ή άλλων χρηματοδοτικών μηχανισμών, που εξασφαλίζουν τη χρηματοδότηση ανάλογων επενδύσεων από το οικονομικό όφελος που προκύπτει λόγω της επιτυγχανόμενης εξοικονόμησης ενέργειας.

ιβ) Καθορισμός των πρωτογενών πληροφοριών που κρίνονται αναγκαίες να συλλέγονται ανά κτίριο από τον κάθε ενεργειακό υπεύθυνο και συγκέντρωση αυτών κεντρικά προς επεξεργασία.

ιγ) Συντονισμός των αναγκαίων δράσεων και παροχή οδηγιών προς τους ενεργειακούς υπευθύνους των κτιρίων του φορέα.

2.2. Σε υφιστάμενα κτίρια γραφείων που μισθώνονται από το Δημόσιο για την στέγαση υπηρεσιών του και εφόσον δεν συναινεί ο ιδιοκτήτης για την εφαρμογή συνολικών επεμβάσεων, προωθείται η εφαρμογή τουλάχιστον απλών τεχνικών και συστημάτων που αποσκοπούν στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας, όπως ενδεικτικά αναφέρονται παρακάτω:

α) Ρύθμιση των θερμοκρασιών εσωτερικού χώρου, ώστε να μην υπερβαίνουν τα όρια που θέτει ο ΚΟΧΕΕ.

β) Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κεντρικών εγκαταστάσεων, με κατάλληλη ρύθμιση ή / και χρήση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας.

γ) Περιορισμός θερμικών απωλειών από το κέλυφος με την αεροστεγάνωση των εξωτερικών ανοιγμάτων.

δ) Βελτίωση ή αλλαγή των υφιστάμενων ηλιοπροστατευτικών πετασμάτων ή προσθήκη σκιάστρων, τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής για τον περιορισμό της χρήσης των κλιματιστικών.

ε) Χρήση του νυχτερινού αερισμού για τα κτίρια, όπου αυτό είναι δυνατό.

στ) Βελτίωση - οργάνωση του φωτισμού με τρόπο ώστε να μη γίνεται σπατάλη και προγραμματισμός της αντικατάστασης των λαμπτήρων πυρακτώσεως από λαμπτήρες φθορισμού ή άλλους υψηλής απόδοσης και μακράς διάρκειας ζωής (λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας).

ζ) Διαμόρφωση ευνοϊκού μικροκλίματος στον περιβάλλοντα τα κτίρια χώρο, με ειδική φύτευση και κατάλληλες διαμορφώσεις.

2.3. Σε κτίρια γραφείων που ιδιοκτησιακά ανήκουν στο Δημόσιο εφαρμόζονται οποσδήποτε οι αναγκαίες επεμβάσεις βελτίωσης του βαθμού ενεργειακής απόδοσης, που προκύπτουν από ενεργειακή επιθεώρηση ή έλεγχο ή/ και από ενεργειακή μελέτη και αξιοποιείται η τεχνική της χρηματοδότησης τρίτων.

2.4. Προτεραιότητα στην εφαρμογή επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας έχουν κτίρια του ευρύτερου δημόσιου τομέα που είναι ενεργειακόβαρα, είτε λόγω των ιδιαίτερων λειτουργικών αναγκών τους είτε λόγω της χρήσης τους, όπως είναι τα νοσοκομεία, τα ξενοδοχεία, τα αθλητικά κέντρα, οι στρατώνες, τα σωφρονιστήρια, καθώς και κτίρια που λόγω της χρήσης τους συμβάλλουν στην εκπαίδευση νέων και στην ευαισθητοποίηση του κοινού, όπως είναι τα σχολικά κτίρια, τα εν γένει εκπαιδευτήρια, ερευνητικά κέντρα κλπ.

3. Οι τεχνικές Υπηρεσίες του Δημοσίου που έχουν στην ευθύνη τους τη μελέτη, δημοπράτηση και επίβλεψη κατασκευής νέων κτιρίων για τη στέγαση υπηρεσιών υπουργείων, οργανισμών, δημοτικών κτιρίων, νοσοκομείων, κτιρίων υγείας - περίθαλψης, κτιρίων εκπαίδευσης όλων των βαθμίδων, αθλητικών εγκαταστάσεων, στρατώνων, σωφρονιστικών κτιρίων, ή άλλων κοινωφελών κτιρίων, καθώς και αυτές που συντάσσουν ανάλογες προδιαγραφές, υποχρεούνται να αναπροσαρμόσουν εντός ενός έτους από την ισχύ του ΚΟΧΕΕ τις προδιαγραφές τους αλλά και τις διαδικασίες ανάθεσης και δημοπράτησης.
4. Σε όλα τα υφιστάμενα κτίρια υγείας - περίθαλψης, που ανήκουν ιδιοκτησιακά στον ευρύτερο δημόσιο τομέα, με προτεραιότητα στα Νοσοκομεία, που είναι από τα πλέον ενεργειακόβαρα κτίρια, επιβάλλεται, με ευθύνη του φορέα στον οποίο τη διαδικασία υπάγονται, ο προγραμματισμός και η προώθηση εφαρμογής συνολικών μέτρων ορθολογικής χρήσης, διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας, τόσο για τις κεντρικές εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, όσο και για το κέλυφος των κτιρίων, με στόχο τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας, συνεξετάζοντας και την οικονομικά αποδοτική δυνατότητα της υποκατάστασης συμβατικών πηγών ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εξετάζεται, κατά προτεραιότητα, η δυνατότητα χρήσης κεντρικών ενεργητικών ηλιακών συστημάτων για την παραγωγή του ζεστού νερού χρήσης και η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού - θερμότητας με χρήση φυσικού αερίου.
5. Για την πραγματοποίηση επενδύσεων ενεργειακής απόδοσης μέσω της τεχνικής της χρηματοδότησης εκ μέρους τρίτων που προβλέπεται στην παράγραφο 1, προκηρύσσεται εκδήλωση ενδιαφέροντος, όπου τίθενται σαφείς προδιαγραφές τόσο ως προς την εξειδίκευση και εμπειρία, τα απαιτούμενα προσόντα της εταιρείας, τον τεχνολογικό εξοπλισμό της, όσο και ως προς τον τρόπο και τους όρους αποπληρωμής της αναγκαίας επένδυσης, μέσω της επιτυγχανόμενης εξοικονόμησης ενέργειας, στα πλαίσια των κειμένων διατάξεων.

5.1. Οι εταιρείες που αναλαμβάνουν επενδύσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης με το μηχανισμό της χρηματοδότησης από τρίτους, συνάπτουν με το Δημόσιο ειδικές συμβάσεις, όπου περιγράφεται επακριβώς το αντικείμενο των εργασιών, ο χαρακτήρας των επεμβάσεων, το είδος και ο τρόπος εφαρμογής των τεχνικών και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας, το συνολικό κόστος των εργασιών και του εξοπλισμού με αναλυτικό προϋπολογισμό, το ποσοστό την αναμενόμενης εξοικονόμησης ενέργειας και άλλες αναγκαίες λεπτομέρειες, καθώς και ο χρόνος αποπληρωμής των επενδύσεων που θα εξασφαλίζεται από την επιτυγχανόμενη εξοικονόμηση ενέργειας. Οι εταιρείες αυτές έχουν την ευθύνη της διενέργειας των αναγκαίων ενεργειακών ελέγχων και μετρήσεων για την ευθύνη του προγραμματισμού και της εφαρμογής των πλέον απαραίτητων και ενδεδειγμένων τεχνικών και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας.

## ΑΡΘΡΟ 9

**ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ**

1. Κάθε δύο (2) χρόνια από την έναρξη ισχύος της παρούσας απόφασης, η αρμόδια υπηρεσία του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων υποβάλλει προς την Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων έκθεση για τα σχέδια δράσης, τα προγράμματα και εν γένει την επιλεγείσα δέσμη μέτρων για την εφαρμογή της παρούσας απόφασης. Επιπλέον, με αίτημα της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, η αρμόδια ως άνω υπηρεσία προβαίνει σε αιτιολόγηση του περιεχομένου των προαναφερθέντων μέτρων, λαμβάνοντας υπόψη της δυνητικές βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης, της σχέσης κόστους / αποτελεσματικότητας, της τεχνικής σκοπιμότητας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

1.1. Επίσης υποβάλλεται έκθεση σχετικά με την αποτελεσματικότητα των μέτρων που έχουν ληφθεί για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Ανακοινώνονται στην εν λόγω Επιτροπή οι διατάξεις εθνικού δικαίου και άλλα μέτρα ή προγράμματα που θεσπίζονται στον τομέα των κτιρίων και που συνεισφέρουν στον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

2. Το Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων συνεργάζεται με το Υπουργείο Ανάπτυξης και άλλους συναρμόδιους φορείς για τη συναλλαγή όλων των στοιχείων της παραγράφου 1 και συντονίζει τις διαδικασίες ελέγχου εφαρμογής και παρακολούθησης του βαθμού και τρόπου διείσδυσης των μέτρων που επιβάλλονται με την παρούσα απόφαση.
3. Την ευθύνη του ελέγχου και παρακολούθησης της εφαρμογής του συνόλου των ρυθμίσεων και μέτρων που θεσπίζονται με την παρούσα απόφαση, την καταγραφή της περιβαλλοντικής και ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων και των οικιστικών συνόλων της χώρας έχει το Γραφείο Ενεργειακής Διαχείρισης του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων που συστήνεται με απόφαση Υπουργού, το οποίο εισηγείται αρμοδίως για τη λήψη συμπληρωματικών μέτρων και την προώθηση θεσμικών και άλλων ρυθμίσεων.

**ΑΡΘΡΟ 10**

1. Η ισχύς των διατάξεων της παρούσας απόφασης αρχίζει από τη δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Η παρούσα απόφαση να δημοσιευτεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα, 30 Ιουλίου 1998

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ

ΥΦΥΠ. ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ, ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΣΗΣ:  
ΣΤΑΥΡΟΣ ΜΠΕΝΟΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ:  
ΒΑΣΩ ΠΑΠΑΝΔΡΕΟΥ

ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ:  
ΓΙΑΝΝΟΣ ΠΑΠΑΝΤΩΝΙΟΥ

ΥΦΥΠ. ΠΕΡΙΒΑΛ. ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ:  
ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΚΟΛΙΟΠΑΝΟΣ

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ'

## Στοιχεία βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα από το 1981 μέχρι το 1999

| ΠΕΡΙΟΧΗ | ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ              | ΕΡΓΟ  | ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ |      |       |            |      | ΠΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ |        |  | ΗΜΕΡΟ-ΜΗΝΙΑ |
|---------|------------------------|---|------------------------------|------|-------|------------|------|---------------------|--------|--|-------------|
|         |                        |   | Α Κ                          | ΤΘ Α | Θ. Π. | Θερμο-κήλ. | Άλλο | Φ. Αερ              | Σκίαση | Άλλο                                       |             |
| Αττική  | Κωνσταντινίδου         | Διόροφη κατοικία στην Κηφισιά                   | 1                            | 1    | ---   | 1          | -    | 1                   | -      | ---  | 1/1/1988    |
| Αττική  | Κωνσταντινίδου         | Διόροφη κατοικία στη Στίμαγα Κορινθίας          | 1                            | ---  | ---   | -          | -    | 1                   | -      | ---  | 1/1/1988    |
| Αττική  | Κωνσταντινίδου-Κοντέας | ΤΕΙ Πάτρας                                      | 1                            | 1    | ---   | 1          | -    | 1                   | -      | ---  | 1/1/1992    |
| Αττική  | Σπυροπούλου            | Κατοικία στην Κερατέα                           | 1                            | 1    | ---   | -          | -    | 1                   | -      | ---  | 1/1/1982    |
| Αττική  | Σπυροπούλου            | Κατοικία στην Αθήνα                             | 1                            | 1    | ---   | 1          | -    | 1                   | -      | ---  | 1/1/1986    |
| Αττική  | Σπυροπούλου            | Κατοικία στην Πεντέλη                           | 1                            | ---  | ---   | 1          | -    | 1                   | -      | ---  | 1/1/1986    |
| Αττική  | Καπόν                  | Κοινοτικό Γραφείο Πιτρώφου Ανδρου               | 1                            | 1    | ---   | -          | -    | 1                   | -      | Αντίστροφη λειτουργία τοίχου Trombe        | 1/1/1987    |
| Κρήνη   | Καλλιγέρης             | Κατοικία στα Κουνουπιδιανά Χανίων               | 1                            | 1    | ---   | -          | -    | 1                   | 2      | ---  | 1/1/1982    |
| Κρήνη   | Καλλιγέρης             | Κατοικία στα Χανιά Κρήτης                       | 1                            | 1    | 1     | -          | -    | 1                   | 1      | ---  | 1/1/1985    |
| Αττική  | Γιαννίδης              | Διόροφη βιοκλιματική κατοικία στο Μύλο Κερατέας | 1                            | 1    | ---   | -          | -    | -                   | 1      | αγωγοί από υπόγειο, χρήση, αερισμός Trombe | 1/1/1988    |
| Κρήνη   | Καλλιγέρης             | Κατοικία στο Ακρατήρι Χανίων                    | 1                            | ---  | ---   | 1          | -    | 1                   | 1      | ---  | 1/1/1984    |

|                    |                |   |   |    |    |   |   |   |   |                           |  |
|--------------------|----------------|---|---|----|----|---|---|---|---|---------------------------|--|
| Κρήτη              | Καλλιγέρης     | Κατοικία στο Μακρύ Τοίχο Χανίων                                   | 1 | 1  | -- | - | - | 1 | 1 | --                        |  |
| Κρήτη              | Καλλιγέρης     | Κατοικία στα Τσικαλάρια Χανίων                                    | 1 | -- | -- | - | - | 1 | 1 | --                        |  |
| Κρήτη              | Καλλιγέρης     | Κατοικία στο Ρέθυμνο  | 1 | -- | -- | - | - | 1 | 1 | --                        |  |
| Κρήτη              | Καλλιγέρης     | Κατοικία στα Τσικαλάρια Χανίων                                    | 1 | -- | -- | - | - | 1 | 1 | --                        |  |
| Μακεδονία Κ.       | Χατζηαθανασίου | Πράσινο Συγκρότημα Οικολογικής Διαχείρισης στην Αρναία Χαλκιδικής | 1 | -- | -- | - | - | 1 | - | --                        |  |
| Κρήτη              | Καλλιγέρης     | Κέντρο Υγείας στο Βάμα Χανίων                                     | 1 | -- | -- | - | - | 1 | 1 | --                        |  |
| Επ. Ελλάδα, Αττική | Καλλιγέρης     | Νοσηλευτικό Κέντρο Υγείας στο Πέραμα                              | 1 | -- | -- | - | - | 1 | - | --                        |  |
| Κρήτη              | Καλλιγέρης     | 7ο Νηπιαγωγείο και 13ο Δημοτικό στο Ρέθυμνο                       | 1 | -- | -- | 1 | - | 1 | 1 | --                        |  |
| Κρήτη              | Καλλιγέρης     | 8ο Νηπιαγωγείο και 7ο Δημοτικό στο Ρέθυμνο                        | 1 | -- | -- | 1 | - | 1 | 1 | --                        |  |
| Κρήτη              | Καλλιγέρης     | Γυμνάσιο στο Ρέθυμνο  | 1 | -- | -- | - | - | 1 | 1 | --                        |  |
| Κρήτη              | Κοπιδάκης      | Κτίριο Γραφείων και Εργαστηρίων στο Ηράκλειο                      | 1 | -- | -- | - | - | - | - | --                        |  |
| Κρήτη              | Κοπιδάκης      | Κτίριο Γραφείων στο Ηράκλειο                                      | 1 | -- | -- | - | - | 1 | - | --                        |  |
| Επ. Ελλάδα, Αττική | Τομπάζης       | Ήλιος 2 - Παθητική ηλιακή κατοικία στην Εκάλη                     | 1 | -- | -- | 1 | - | 1 | 1 | --                        |  |
| Επ. Ελλάδα         | Τομπάζης       | Ήλιος 3- Παθητική Ηλιακή κατοικία στην Αίγινα                     | 1 | 1  | 1  | 1 | - | 1 | - | --                        |  |
| Επ. Ελλάδα, Αττική | Τομπάζης       | Παιδικός Σταθμός Ταμείου Υπ/λων Τράπεζας Ελλάδας                  | 1 | 1  | 1  | - | - | - | 1 | --                        |  |
| Επ. Ελλάδα, Αττική | Τομπάζης       | ΗΛΙΑΚΟ ΧΩΡΙΟ  | 1 | 1  | -- | - | - | 1 | 1 | αντίστροφη λειτουργία ΠΗΣ |  |
| Επ. Ελλάδα, Αττική | Σουβατζίδης    | Κατοικία και Εργαστήρια Ζωγραφικής στη Φιλοθέη                    | 1 | 1  | -- | 1 | - | 1 | - | --                        |  |
| Ελοπόννησος Β.     | Σουβατζίδης    | Κατοικία στην Αμαλιάδα  | 1 | -- | -- | 1 | - | 1 | - | --                        |  |

|          |                 |  |   |     |     |   |   |   |   |                    |          |
|----------|-----------------|--|---|-----|-----|---|---|---|---|--------------------|----------|
| α.       | Σουβατζίδης     | Κατοικία στη Σταμάτα Αττικής               | 1 | 1   | --  | 1 | - | 1 | - | αερισμός θερμोक    | 1/1/1987 |
| α.       | Σουβατζίδης     | Πολυκατοικία στο Αττικό Άλσος              | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | 1 | καμινάδα αερισμού  | 1/1/1993 |
| α.       | Σουβατζίδης     | Κατοικία στη Βούλα Αττικής                 | 1 | --- | --- | - | - | 1 | - | --                 | 1/1/1988 |
| α.       | Σουβατζίδης     | Διπλοκατοικία στην Πολιτεία Αττικής        | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | --                 | 1/1/1990 |
| α.       | Σουβατζίδης     | Συγκρότημα Κατοικιών στη Ν. Κηφισιά        | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | --                 | 1/1/1998 |
|          | Σουβατζίδης     | Κατοικία στην Ισπαιά Ευβοίας               | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | --                 | 1/1/1999 |
| α.       |                 | Κατοικία στο Ν. Βουιζά Ραφήνας             | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | Καμινάδες αερισμού | -        |
| α.       | Σουβατζίδης     | Διπλοκατοικία στην Π. Πεντέλη              | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | 1 | --                 | 1/1/1996 |
| α.       | Σουβατζίδης     | Κέντρο Τέχνης                              | 1 | --- | --- | - | - | - | - | --                 | 1/1/1997 |
| Κ.,<br>I | Αραμπατζόγλου   | Μονοκατοικία στην Αγία Τριάδα Θεσσαλονίκης | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | --                 | 1/1/1999 |
| Κ.,<br>I | Χρονάκη         | Κατοικία στο Ωραιόκαστρο                   | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | --                 | 1/1/1992 |
| Κ.,<br>I | Αντωνίου-Αξαρχή | Γυμναστήριο Ευόσμου                        | 1 | 1   | --- | - | - | - | - | --                 | 1/1/1991 |
| Κ.,<br>I | Γεωργιάδου      | 2όροφη κατοικία στον Τρίλοφο               | 1 | --- | --- | - | - | 1 | 1 | --                 | -        |
| α        | Γεωργιάδου      | Πολυκατοικία στα Φάρσαλα                   | 1 | --- | --- | - | - | 1 | - | --                 | 1/1/1992 |
| Κ.,<br>I | Γεωργιάδου      | Κατοικία στο Πανόραμα                      | 1 | 1   | --- | 1 | - | 1 | - | --                 | 1/1/1990 |
| Κ.,<br>I | Γεωργιάδου      | Διόροφη κατοικία στο Ελαιόραμα Πανοράματος | 1 | 1   | --- | - | - | 1 | - | --                 | 1/1/1999 |
| Κ.,<br>I | Γεωργιάδου      | Διόροφη κατοικία στο Ελαιόραμα             | 1 | 1   | --- | - | - | 1 | - | --                 | 1/1/1996 |
| Κ.,<br>I | Γεωργιάδου      | Διόροφη κατοικία στο Πανόραμα              | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | --                 | 1/1/1993 |
| Κ.,<br>I | Γεωργιάδου      | Διόροφη κατοικία στη Σουρατή               | 1 | --- | --- | - | - | 1 | - | --                 | 1/1/1993 |



|                        |                 |   |   |    |    |   |                                       |   |   |                                    |   |
|------------------------|-----------------|---|---|----|----|---|---------------------------------------|---|---|------------------------------------|---|
| Μακεδονία Δ.           | Τσάρας          | Κατοικία στην Κατερίνη                                    | 1 | -- | -- | - | Χοντροί μονοκόμματοι τούβλινοι τοίχοι | 1 | 1 | --                                 |   |
| Μακεδονία Κ., Θεσ/νίκη | Τσάρας          | Κατοικία στο Πανόραμα                                     | 1 | -- | -- | - | Χοντροί μονοκόμματοι τούβλινοι τοίχοι | 1 | 1 | --                                 |   |
| Μακεδονία Κ., Θεσ/νίκη | Αντωνίου-Αξαρχή | Κατοικία στο Ρετζίκι Θεσσαλονίκης                         | 1 | -- | -- | - | -                                     | 1 | - | --                                 |   |
| Μακεδονία Κ., Θεσ/νίκη | Αντωνίου-Αξαρχή | Κατοικία στη Θέρμη Θεσσαλονίκης                           | 1 | 1  | -- | 1 | -                                     | 1 | - | --                                 |   |
| Μακεδονία Κ., Θεσ/νίκη | Αντωνίου-Αξαρχή | Κατοικία στη Θέρμη Θεσσαλονίκης                           | 1 | 1  | -- | 1 | -                                     | 1 | - | --                                 |   |
| Στ. Ελλάδα, Αττική     | Μπουριώτης      | Κατοικία - Βιοτεχνία στο Μαραθώνα                         | 1 | -- | -- | 1 | -                                     | 1 | - | --                                 | 1 |
| Στ. Ελλάδα, Αττική     | Μπουριώτης      | Κατοικία στην Πολιτεία                                    | 1 | -- | -- | 1 | -                                     | 1 | 1 | --                                 | 1 |
| Στ. Ελλάδα, Αττική     | Μπουριώτης      | Κατοικία στην Κηφισιά                                     | 1 | -- | -- | - | -                                     | 1 | - | --                                 | 1 |
| Κυκλάδες               | Μπουριώτης      | Εξοχική κατοικία στην Άνδρο                               | 1 | -- | -- | - | -                                     | 1 | - | --                                 | 1 |
| Κυκλάδες               | Μπουριώτης      | Ξενοδοχειακό συγκρότημα εξοχικών κατοικιών στο Δρυό Πάρου | 1 | -- | -- | - | -                                     | 1 | - | --                                 | 1 |
| Κυκλάδες               | Μπουριώτης      | Κατοικία στην Πάρο  | 1 | -- | -- | - | -                                     | - | - | --                                 | 1 |
| Κυκλάδες               | Μπουριώτης      | Κατοικία στη Νάξο   | 1 | -- | -- | - | -                                     | 1 | 1 | --                                 | 1 |
| Στ. Ελλάδα, Αττική     | Μπουριώτης      | Κατοικία στην Καλλιτεχνούπολη                             | 1 | -- | -- | 1 | -                                     | 1 | 1 | --                                 | 1 |
| Ιελοπόννησος Β.        | Μπουριώτης      | Κατοικία στο Άργος  | 1 | -- | -- | 1 | -                                     | 1 | 1 | --                                 | 1 |
| Ιελοπόννησος Ν.        | Λιβιά           | Κατοικία στην Ελαία Μεσσηνίας                             | 1 | 1  | -- | - | -                                     | 1 | - | --                                 | 1 |
| Στ. Ελλάδα, Αττική     | Γεωργαντάς      | Βιοκλιματική κατοικία στην Κόρη Βάρης                     | 1 | -- | -- | - | -                                     | 1 | - | Αερισμός θερμ. μάζας               | 1 |
| Ιελοπόννησος Β.        | Σουβατζίδης     | Διπλοκατοικία στο Ζευγολατιό Κορινθίας                    | 1 | 1  | -- | 1 | -                                     | 1 | - | αερ. θερμοκηπίου                   | 1 |
| Στ. Ελλάδα, Αθήνα      | Τομπάζης        | Κτίριο γραφείων για την ΑΒΑΣ ΑΕ                           | 1 | -- | -- | - | -                                     | - | 1 | φωτοβολταϊκά ice banks στο υπόγειο | 1 |

|       |            |  |   |     |     |   |                                   |   |     |          |
|-------|------------|--|---|-----|-----|---|-----------------------------------|---|-----|----------|
| α,    | Τομπάζης   | Κτίριο Γραφείων της ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ - Γραφείο Μελετών Α.Ν. Τομπάζη ΕΠΕ    | 1 | --- | --- | - | -                                 | 1 | --- | 1/1/1995 |
| α,    | Τομπάζης   | Κατοικία στο συγκρότημα ΞΕΝΙΑ Κηφισιάς                               | 1 | --- | --- | 1 | -                                 | 1 | --- | 1/1/1992 |
| Κ. 1  | Τομπάζης   | Ίδρυμα Παπαγεωργίου - Νοσοκομείο Δυτικής Θεσσαλονίκης                | 1 | --- | --- | - | -                                 | 1 | --- | 1/1/1996 |
| σοσ   | Τομπάζης   | 120 βιοκλιματικές κατοικίες στην Καλαμάτα                            | 1 | 1   | --- | - | -                                 | - | --- | 1/1/1996 |
| α,    | Τομπάζης   | Κτίριο γραφείων - (ΓΕΚ ΑΕ-ΨΥΚΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΟΣ ΑΕ)                        | 1 | --- | --- | - | -                                 | 1 | --- | -        |
| Κ., 1 | Τομπάζης   | Εκθεσιακό κέντρο δομικών υλικών EUROTECH                             | - | --- | --- | - | ισχυρή μόνωση εξωτερικού κελύφους | 1 | -   | 1/1/1997 |
| ς     | Καπόν      | Γυμνάσιο- Λύκειο Γαυρίου Άνδρου                                      | 1 | 1   | --- | 1 | -                                 | - | --- | 1/1/1991 |
| Κ., 1 | Γεωργιάδου | Διόροφη κατοικία με υπόγειο στο Πανόραμα                             | 1 | --- | --- | 1 | -                                 | 1 | --- | 1/1/1990 |
| Δ.    | Γεωργιάδου | 1η μονοκατοικία (5 ηλιακές μονοκατοικίες ) στον Αγ. Αθανάσιο Εδέσσης | 1 | --- | --- | - | -                                 | 1 | -   | 1/1/1990 |
| Δ.    | Γεωργιάδου | 2η μονοκατοικία (5 ηλιακές μονοκατοικίες)                            | 1 | --- | --- | - | -                                 | 1 | -   | 1/1/1990 |
| Δ.    | Γεωργιάδου | 3η μονοκατοικία (5 ηλιακές μονοκατοικίες)                            | 1 | --- | --- | - | -                                 | 1 | -   | 1/1/1990 |
| Δ.    | Γεωργιάδου | 4η μονοκατοικία (5 ηλιακές μονοκατοικίες)                            | 1 | --- | --- | - | -                                 | 1 | -   | 1/1/1990 |
| Δ.    | Γεωργιάδου | 5η μονοκατοικία (5 ηλιακές μονοκατοικίες)                            | 1 | --- | --- | - | -                                 | 1 | -   | 1/1/1990 |
| Κ., 1 | Γεωργιάδου | Διόροφη κατοικία με υπόγειο στο Χορτιάτη                             | 1 | 1   | --- | 1 | -                                 | 1 | -   | 1/1/1999 |
| Κ., 1 | Γεωργιάδου | Διόροφη κατοικία με υπόγειο στη Θέρμη                                | - | --- | --- | 1 | -                                 | 1 | -   | 1/1/1994 |
| Κ., 1 | Γεωργιάδου | Διόροφη κατοικία στην Εξοχή  | - | --- | --- | 1 | -                                 | 1 | -   | 1/1/1999 |

|                        |             | Θεσ/νίκης   |   |     |     |   |   |   |   |                                  |
|------------------------|-------------|---|---|-----|-----|---|---|---|---|----------------------------------|
| Μακεδονία Κ.           | Γεωργιάδου  | Διόροφη κατοικία στη Σκιώνη Χαλκιδικής                                    | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | --                               |
| Θεσσαλία               | Γεωργιάδου  | Μονόροφη κατοικία στο Πήλιο   | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | --                               |
| Ιελοπόννησος           | Γεωργιάδου  | Διόροφη κατοικία στην Τρίπολη   | - | --- | --- | 1 | - | 1 | - | --                               |
| Στ. Ελλάδα, Αττική     | Γεωργιάδου  | Διόροφη κατοικία στα Σπάτα Αττικής  | - | --- | --- | 1 | - | 1 | - | φυτεμένο δώμα (οικολογικά υλικά) |
| Θεσσαλία               | Γεωργιάδου  | Διόροφη κατοικία στο Βόλο   | 1 | --- | --- | - | - | 1 | - | --                               |
| Μακεδονία Δ.           | Γεωργιάδου  | Διόροφη κατοικία στην Καστοριά  | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | --                               |
| Μακεδονία Κ.           | Γεωργιάδου  | 3 κατοικίες διόροφες στην Αθητό Χαλκιδικής                                | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | --                               |
| Μακεδονία Κ.           | Γεωργιάδου  | 3 κατοικίες διόροφες στην Αθητό Χαλκιδικής                                | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | --                               |
| Μακεδονία Κ.           | Γεωργιάδου  | 3 κατοικίες διόροφες στην Αθητό Χαλκιδικής                                | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | --                               |
| Μακεδονία Κ., Θεσ/νίκη | Γεωργιάδου  | Διόροφη κατοικία στην Εξοχή Θεσ/νίκης                                     | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | --                               |
| Μακεδονία Κ., Θεσ/νίκη | Γεωργιάδου  | Διόροφο κτίριο "Περιβαλλοντικής εκπαίδευσης" Δήμου Κορδελιού              | 1 | 1   | --- | 1 | - | 1 | 1 | Φυτεμένα δώματα                  |
| Θράκη                  | Γεωργιάδου  | Κτίρια ΔΠΘ - Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, στην Πανεπιστημιούπολη Ξάνθης | 1 | --- | --- | - | - | - | - | --                               |
| Στ. Ελλάδα             | Γεωργιάδου  | Κτίριο Ινστιτούτου Περιβαλλοντικών Μελετών στη Θήβα                       | 1 | --- | --- | 1 | - | 1 | - | Φυτεμένο δώμα (οικολογικά υλικά) |
| Μακεδονία Κ., Θεσ/νίκη | Γεωργιάδου  | Κτίριο "Στέκι Τσιγγάνων" στο Δενδροπόταμο Δήμου Μενεμένης                 | 1 | --- | --- | 1 | - | - | - | --                               |
| Στ. Ελλάδα             | Σουβατζίδης | Κατοικία στη Χαλκίδα  | 1 | --- | --- | - | - | 1 | - | --                               |

|     |                    |  |   |     |                               |   |   |   |   |                                      |          |
|-----|--------------------|--|---|-----|-------------------------------|---|---|---|---|--------------------------------------|----------|
|     | Τομπάζης           | Τουριστικό Συγκρότημα Candia Park Village στον Άγιο Νικόλαο                                  | - | --- | μεγάλη μάζα τοιχοποιία δώματα | - | - | 1 | 1 | Εξαμιστική φύση (νερά, πισίνες)      | 1/1/1992 |
| σα  | Τομπάζης           | Τουριστικό συγκρότημα Miramare Wonderland στη Ρόδο   | - | --- | μεγάλη μάζα τοιχοποιία δώματα | - | - | 1 | - | --                                   | -        |
| σος | Κωσταγιάννη        | Κατοικία στην Τρίτολη  | 1 | 1   | ---                           | - | - | 1 | 1 | --                                   | -        |
| ς   | Τσίπρας            | Αναστήλωση παραδοσιακού κτιρίου μετατροπή σε βιοκλιματικό ξενοδοχείο στο Δεσποτικό Ιωαννίνων | - | --- | ---                           | 1 | - | - | - | Καμινάδες αερισμού                   | 1/1/1999 |
| α,  | Γιάκας             | Έκθεση Υψηλής Τεχνολογίας "FESTO" Ltd  | - | --- | ---                           | 1 | - | 1 | 1 | --                                   | 1/1/1995 |
| δα  | Γιάκας             | Μονοκατοικία στη Μαλισίνα Λοκρίδος-Φθιώτιδος   | 1 | --- | ---                           | - | - | 1 | - | --                                   | 1/1/1991 |
| ιο  | Τσίπρας            | Μονόροφη βιοκλιματική κατοικία στη Χίο   | - | 1   | ---                           | 1 | - | - | - | Καμινάδα αερισμού                    | 1/1/1998 |
| δα  | Τσίπρας            | Διόροφη βιοκλιματική κατοικία στη Λειβαδιά   | - | --- | ---                           | 1 | - | - | - | Καμινάδα αερισμού                    | 1/1/1998 |
| α   | Τσίπρας            | Μονόροφη βιο-οικολογική κατοικία στον Άγιο Δημήτριο Ορχομενού                                | - | --- | ---                           | 1 | - | - | - | Ηλιακή Καμινάδα αερισμού             | 1/1/1998 |
| α,  | Α. Καλλιγά-Τσίπρας | Νέα Εκπαιδευτήρια Ζηρίδη   | - | 1   | 1                             | 1 | - | - | - | Ηλιακές Καμινάδες αερισμού           | 1/1/1999 |
| σος | Τσίπρας            | Διόροφη βιοκλιματική κατοικία στο Γύθειο Λακωνίας  | - | --- | ---                           | 1 | - | - | - | Καμινάδες αερισμού                   | 1/1/1999 |
|     | Τσίπρας            | Βιο-οικολογική κατοικία στο Σκαλάκι Ηρακλείου  | - | 1   | ---                           | 1 | - | - | - | Καμινάδες αερισμού, φυτεμένες στέγες | 1/1/1999 |

|                       |           |   |   |    |    |   |  |   |                    |  |
|-----------------------|-----------|---|---|----|----|---|--|---|--------------------|--|
| Στ. Ελλάδα,<br>Αττική | Τσίπηρας  | Διόροφη<br>βιοκλιματική<br>κατοικία στα<br>Βύλλια Αττικής | 1 | -- | -- | 1 | -  | - | Ηλιακή<br>Καμινάδα |  |
| Πελοπόν-<br>νησος Β.  | Μπουζαλάς | Μονοκατοικία στο<br>Ναύπλιο                               | 1 | -- | -- | - | -  | 1 | 1                  | --   |
| Θεσσαλία              | Μπαζιμπά  | Δυτλοκατοικία στη<br>Λάρισα                               | 1 | 1  | 1  | 1 | Rock bed   | - | -                  | --   |
| Δωδεκάνησα            | Παρασός   | Κτίριο Γραφείων<br>στη Ρόδο                               | 1 | -- | -- | - | Ηλιακό αίθριο                                    | 1 | -                  | --   |
| Δωδεκάνησα            | Παρασός   | Ισόγεια κατοικία<br>με υπερύψωση στη<br>Ρόδο              | 1 | -- | -- | - | Ηλιακό αίθριο,<br>διπλό<br>αεριζόμενο<br>κέλυφος | 1 | -                  | Σωλήνες<br>εδάφους,<br>αερισμός<br>αιθρίου |
| Δωδεκάνησα            | Παρασός   | Διόροφη κατοικία<br>στη Ρόδο                              | 1 | -- | -- | - | διπλό,<br>αεριζόμενο<br>κέλυφος                  | 1 | 1                  | --   |

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Ν.ΧΡΥΣΟΜΑΛΛΙΔΟΥ , ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ & ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (Χrysomalidou.pdf)
- 2) Ε.ΑΝΔΡΕΑΔΑΚΗ-ΧΡΟΝΑΚΗ , 1985 , ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΑΘΗΤΙΚΑ-ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ , ΕΚΔΟΣΕΙΣ UNIVERSITY STUDIO PRESS
- 3) Α.Κ.ΠΕΤΤΑΣ , 2003 , ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΑΤΛΑΝΤΑΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ
- 4) Η.ΛΙΩΚΗ-ΛΕΙΒΑΔΑ , 2000 , ΗΠΙΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
- 5) Ε.ΑΝΔΡΕΑΔΑΚΗ-ΧΡΟΝΑΚΗ , ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ , ΕΚΔΟΣΕΙΣ Κ.Α.Π.Ε.
- 6) ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΟΜΙΛΙΑΣ ΤΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ Ν. ΤΟΜΠΙΑΖΗ , ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ , ΑΠΟ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΑΘΗΝΑ , 3-5 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2003
- 7) Μ.ΣΑΝΤΑΜΟΥΡΗΣ , ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
- 8) Π.ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ , 2001 , ΝΕΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ , ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ

## INTERNET

- 1) <http://www.spitia.gr/greek/lexicon/lexicon.htm>
- 2) [http://www.spitia.gr/greek/meleti\\_efarmogi/bioclimate/interview.htm](http://www.spitia.gr/greek/meleti_efarmogi/bioclimate/interview.htm)
- 3) [http://www.spitia.gr/greek/meleti\\_efarmogi/bioclimate/bioclimatearchit.htm](http://www.spitia.gr/greek/meleti_efarmogi/bioclimate/bioclimatearchit.htm)
- 4) <http://www.spitia.gr/greek/aiforos/nomothesia/law.htm>
- 5) [http://www.spitia.gr/greek/meleti\\_efarmogi/bioclimate/architects/parusiasis.htm](http://www.spitia.gr/greek/meleti_efarmogi/bioclimate/architects/parusiasis.htm)
- 6) [http://www.spitia.gr/greek/meleti\\_efarmogi/bioclimate/architects1.htm](http://www.spitia.gr/greek/meleti_efarmogi/bioclimate/architects1.htm)
- 7) [http://www.spitia.gr/greek/meleti\\_efarmogi/bioclimate/symvoules.htm](http://www.spitia.gr/greek/meleti_efarmogi/bioclimate/symvoules.htm)
- 8) [http://www.spitia.gr/greek/aiforos/exikonomisi/m\\_santamouris.htm](http://www.spitia.gr/greek/aiforos/exikonomisi/m_santamouris.htm)
- 9) <http://www.spitia.gr/enercon/index.htm>
- 10) <http://www.spitia.gr/enteka/index.htm>
- 11) <http://helios.teiath.gr/pathceogk/anadromh.htm>
- 12) [www.physics.4u.gr](http://www.physics.4u.gr)

## Περιεχόμενα

|  |          |
|--|----------|
| Πρόλογος   | 3        |
| Εισαγωγή   | 5        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Ορισμοί – έννοιες, στοιχεία βιοκλιματικού σχεδιασμού</b>     | <b>7</b> |
| 1.1 Βασικές έννοιες βιοκλιματικού σχεδιασμού                               | 7        |
| 1.1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας  | 7        |
| 1.1.1.1 Αιολική ενέργεια   | 7        |
| 1.1.1.2 Βιομάζα  | 7        |
| 1.1.1.3 Γεωθερμική ενέργεια  | 8        |
| 1.1.1.4 Ηλιακή ενέργεια  | 8        |
| 1.1.2 Βιοκλιματικός σχεδιασμός   | 8        |
| 1.2 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική   | 8        |
| 1.2.1 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο – προσανατολισμός                    | 8        |
| 1.2.2 Μορφή του κτιρίου  | 12       |
| 1.2.3 Παθητικά συστήματα   | 13       |
| Α) Ταξινόμηση των παθητικών συστημάτων                                     | 13       |
| Β) Συστήματα με άμεσο ή απευθείας ηλιακό κέρδος                            | 14       |
| Β1) Η αποτελεσματικότητα του παθητικού συστήματος                          | 16       |
| Β2) Άμεσα ηλιακά κέρδη – θερμική αποθήκευση – θερμική άνεση                | 19       |
| 1.2.4 Συστήματα με έμμεσο ηλιακό κέρδος                                    | 22       |
| Α) Τοίχοι συλλέκτες – Θερμικό ισοζύγιο                                     | 23       |
| Β) Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης   | 24       |
| Γ) Τοίχος θερμικής αποθήκευσης – θερμική άνεση                             | 28       |
| Δ) Η απόδοση του συστήματος  | 29       |
| Δ1) Το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου                                   | 29       |
| Δ2) Το πάχος του τοίχου και τα υλικά κατασκευής του                        | 30       |
| Δ3) Το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου                          | 32       |
| 1.2.5 Κτίρια με προσαρμοσμένα θερμοκήπια στην νότια πλευρά                 | 33       |
| Α) Η θερμική συμπεριφορά του θερμοκηπίου                                   | 33       |
| Β) Η αποτελεσματική απόδοση του συστήματος                                 | 35       |
| Β1) Ο προσανατολισμός του θερμοκηπίου                                      | 35       |
| Β2) Το μέγεθος του θερμοκηπίου   | 36       |
| Β3) Η κλίση του υαλοστασίου και τα υλικά κατασκευής του θερμοκηπίου        | 38       |
| Β4) Η σύνδεση του θερμοκηπίου με το κτίριο                                 | 38       |
| Γ) Το σύστημα του θερμοκηπίου και η προσαγωγή του στις κλιματικές συνθήκες | 41       |
| Δ) Παρατηρήσεις  | 41       |
| 1.3 Βιοκλιματική ενεργειακή κάλυψη   | 41       |

|                   |   |           |
|-------------------|---|-----------|
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> | <b>Τεχνολογίες βιοκλιματικής ενεργειακής κάλυψης κατοικίας</b>            | <b>41</b> |
| 2.1               | Φωτοβολταϊκά στοιχεία   | 41        |
| 2.1.1             | Αρχή λειτουργίας  | 41        |
| 2.1.2             | Εφαρμογές   | 44        |
| 2.1.3             | Μέθοδοι αύξησης της αποδοτικότητας των συστοιχιών φωτοβολταϊκών στοιχείων | 46        |
| 2.1.4             | Η Ελληνική πραγματικότητα   | 46        |
| 2.2               | Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες  | 47        |
| 2.3               | Ανεμογεννήτριες   | 49        |
| 2.3.1             | Γενικά  | 49        |
| 2.3.2             | Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα περιστροφής                              | 50        |
| 2.3.3             | Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα περιστροφής                             | 52        |
| 2.3.3.1           | Ανεμογεννήτριες τύπου Savonius  | 52        |
| 2.3.3.2           | Ανεμογεννήτριες τύπου Darrieus  | 54        |
| 2.4               | Γεωθερμία – Γεωθερμική ενέργεια   | 55        |
| 2.4.1             | Εισαγωγή  | 55        |
| 2.4.2             | Εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας                                       | 56        |
| 2.4.2.1           | Για την παραγωγή ισχύος   | 56        |
| 2.4.2.2           | Για ομαδικές θερμάνσεις οι ψύξεις   | 56        |
| 2.4.2.3           | Για βιομηχανικές χρήσεις  | 56        |
| 2.4.2.4           | Αγροτικές χρήσεις   | 57        |
|                   | Α) Στα θερμοκήπια   | 57        |
|                   | Β) Για θέρμανση εδάφους   | 57        |
|                   | Γ) Για την καλλιέργεια ψαριών και την εκτροφή ζώων                        | 57        |
| 2.4.3             | Τα γεωθερμικά πεδία του Ελλαδικού χώρου                                   | 57        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> | <b>Παραδείγματα κατοικιών</b>   | <b>59</b> |
| 3.1               | Κατοικία στους Αμπελόκηπους Αθήνας  | 59        |
| 3.1.1             | Περιγραφή του έργου   | 60        |
| 3.1.2             | Κλίμα – Μικροκλίμα  | 61        |
| 3.1.3             | Αρχιτεκτονική δομή περιβαλλοντικές παράμετροι                             | 61        |
| 3.1.4             | Παθητικά συστήματα  | 65        |
| 3.1.4.1           | Το σύστημα άμεσου κέρδους   | 65        |
| 3.1.4.2           | Το σύστημα εμμέσου κέρδους  | 65        |
| 3.1.4.3           | Βοηθητικές πηγές θέρμανσης  | 67        |
| 3.1.5             | Θερμική λειτουργία των συστημάτων   | 67        |
| 3.1.6             | Κατασκευαστικά στοιχεία   | 69        |
| 3.1.7             | Θερμική συμπεριφορά του κτιρίου   | 69        |
| 3.1.8             | Σχόλια μελετητών – χρηστών  | 70        |
| 3.1.9             | Στοιχεία της κατοικίας  | 70        |
| 3.2               | Κατοικία στην Νέα Φιλοθέη Αττικής   | 71        |
| 3.2.1             | Περιγραφή του έργου   | 71        |
| 3.2.2             | Κλίμα – Μικροκλίμα  | 72        |
| 3.2.3             | Αρχιτεκτονική δομή περιβαλλοντικές παράμετροι                             | 72        |
| 3.2.4             | Παθητικά συστήματα  | 76        |
| 3.2.4.1           | Το σύστημα άμεσου κέρδους   | 76        |
| 3.2.4.2           | Το σύστημα εμμέσου κέρδους  | 76        |
| 3.2.4.3           | Το σύστημα του θερμοκηπίου  | 77        |
| 3.2.4.4           | Φυσική ψύξη   | 77        |



|     |   |     |
|-----|---|-----|
|     | 3.2.4.5 Βοηθητική πηγή θέρμανσης                    | 77  |
|     | 3.2.5 Θερμική λειτουργία των συστημάτων             | 77  |
|     | 3.2.6 Κατασκευαστικά στοιχεία                       | 80  |
|     | 3.2.7 Θερμική συμπεριφορά του κτιρίου               | 80  |
|     | 3.2.8 Σχόλια μελετητών – χρηστών                    | 82  |
|     | 3.2.9 Στοιχεία της κατοικίας                        | 82  |
| 3.3 | Κατοικία στο Ωραιόκαστρο Θεσσαλονίκης               | 83  |
|     | 3.3.1 Περιγραφή του έργου                           | 83  |
|     | 3.3.2 Κλίμα – Μικροκλίμα                            | 83  |
|     | 3.3.3 Αρχιτεκτονική δομή περιβαλλοντικές παράμετροι | 85  |
|     | 3.3.4 Παθητικά συστήματα                            | 89  |
|     | 3.3.4.1 Το σύστημα άμεσου κέρδους                   | 89  |
|     | 3.3.4.2 Το σύστημα εμμέσου κέρδους                  | 89  |
|     | 3.3.4.3 Βοηθητική πηγή θέρμανσης                    | 90  |
|     | 3.3.5 Θερμική λειτουργία των συστημάτων             | 91  |
|     | 3.3.6 Κατασκευαστικά στοιχεία                       | 92  |
|     | 3.3.7 Θερμική συμπεριφορά κτιρίου                   | 94  |
|     | 3.3.8 Σχόλια μελετητών – χρηστών                    | 94  |
|     | 3.3.9 Στοιχεία της κατοικίας                        | 94  |
| 3.4 | Κατοικία στο Πανόραμα Θεσσαλονίκης                  | 95  |
|     | 3.4.1 Περιγραφή του έργου                           | 95  |
|     | 3.4.2 Κλίμα – Μικροκλίμα                            | 96  |
|     | 3.4.3 Αρχιτεκτονική δομή περιβαλλοντικές παράμετροι | 97  |
|     | 3.4.4 Παθητικά συστήματα                            | 102 |
|     | 3.4.4.1 Το σύστημα άμεσου κέρδους                   | 102 |
|     | 3.4.4.2 Το σύστημα εμμέσου κέρδους                  | 102 |
|     | 3.4.4.3 Βοηθητική πηγή θέρμανσης                    | 103 |
|     | 3.4.5 Θερμική λειτουργία των συστημάτων             | 103 |
|     | 3.4.6 Κατασκευαστικά στοιχεία                       | 106 |
|     | 3.4.7 Θερμική συμπεριφορά κτιρίου                   | 107 |
|     | 3.4.8 Σχόλια μελετητών – χρηστών                    | 107 |
|     | 3.3.9 Στοιχεία της κατοικίας                        | 108 |
| 3.5 | Κατοικία στο Πυθάρι Χανίων                          | 109 |
|     | 3.5.1 Περιγραφή του έργου                           | 109 |
|     | 3.5.2 Κλίμα – Μικροκλίμα                            | 110 |
|     | 3.5.3 Αρχιτεκτονική δομή περιβαλλοντικές παράμετροι | 110 |
|     | 3.5.4 Παθητικά συστήματα                            | 114 |
|     | 3.5.4.1 Σύστημα άμεσου κέρδους                      | 114 |
|     | 3.5.4.2 Φυσική ψύξη – ηλιοπροστασία                 | 114 |
|     | 3.5.4.3 Βοηθητική πηγή θέρμανσης                    | 114 |
|     | 3.5.5 Θερμική λειτουργία των συστημάτων             | 115 |
|     | 3.5.6 Κατασκευαστικά στοιχεία                       | 117 |
|     | 3.5.7 Θερμική συμπεριφορά κτιρίου                   | 118 |
|     | 3.5.8 Σχόλια μελετητών – χρηστών                    | 119 |
|     | 3.5.9 Στοιχεία της κατοικίας                        | 119 |
| 3.6 | Κατοικία στα Τσικαλάρια Χανίων                      | 120 |
|     | 3.6.1 Περιγραφή του έργου                           | 120 |
|     | 3.6.2 Κλίμα – Μικροκλίμα                            | 121 |
|     | 3.6.3 Αρχιτεκτονική δομή περιβαλλοντικές παράμετροι | 122 |
|     | 3.6.4 Παθητικά συστήματα                            | 125 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 3.6.4.1 | Το σύστημα αμέσου κέρδους  | 125 |
| 3.6.4.2 | Φυσική ψύξη  | 126 |
| 3.6.4.3 | Βοηθητική πηγή θέρμανσης   | 126 |
| 3.6.5   | Θερμική λειτουργία των συστημάτων  | 126 |
| 3.6.6   | Κατασκευαστικά στοιχεία  | 129 |
| 3.6.7   | Θερμική συμπεριφορά κτιρίου  | 131 |
| 3.6.8   | Σχόλια μελετητών – χρηστών   | 131 |
| 3.6.9   | Στοιχεία της κατοικίας   | 131 |
| 3.7     | Συγκρότημα θερινών κατοικιών στην Πάρο   | 132 |
| 3.7.1   | Περιγραφή του έργου  | 132 |
| 3.7.2   | Κλίμα – Μικροκλίμα   | 132 |
| 3.7.3   | Αρχιτεκτονική δομή περιβαλλοντικές παράμετροι  | 133 |
| 3.7.4   | Παθητικά συστήματα   | 135 |
| 3.7.4.1 | Ηλιοπροστασία  | 135 |
| 3.7.4.2 | Φυσικός αερισμός   | 136 |
| 3.7.4.3 | Καμινάδες αερισμού   | 136 |
| 3.7.4.4 | Φράγμα ακτινοβολίας  | 136 |
| 3.7.4.5 | Εξάτμιση νερού Φαινόμενο "Οάσης"   | 136 |
| 3.7.4.6 | Θερμική μάζα   | 136 |
| 3.7.4.7 | Φυσικός φωτισμός   | 137 |
| 3.7.4.8 | Βοηθητικά συστήματα  | 137 |
| 3.7.5   | Θερμική λειτουργία των συστημάτων  | 141 |
| 3.7.6   | Κατασκευαστικά στοιχεία  | 143 |
| 3.7.7   | Θερμική συμπεριφορά του κτιρίου  | 143 |
| 3.7.8   | Στοιχεία της κατοικίας   | 144 |
|         | Συμπεράσματα   | 145 |
|         | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α' : Λεξικό όρων για την αειφόρο ανάπτυξη και τις Α.Π.Ε.                     | 147 |
|         | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β' : Λεξικό όρων – ορολογίας από διάφορες κατηγορίες στο χώρο της κατασκευής | 155 |
|         | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ' : Νομοθεσία   | 161 |
|         | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ' : Στοιχεία βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα από το 1981 μέχρι το 1999 | 177 |
|         | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - INTERNET  | 183 |
|         | ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ  | 187 |

