



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΟ ΚΑΡΠΕΝΗΣΙ ΜΕ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΜΠΑΛΑΣΗ Ν. ΕΛΙΣΑΒΕΤ

Επιβλέπων:
ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
(Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.)

Αθήνα 2011

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΟ ΚΑΡΠΕΝΗΣΙ ΜΕ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ

από την Μπαλάση Ελισάβετ

Επιβλέπων:
ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
(Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.)

Αθήνα,
Ιούλιος 2011

Περίληψη

Η ολοένα αυξανόμενη περιβαλλοντική καταστροφή, καθιστά αναγκαία και επιτακτική ανάγκη την λήψη μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος, με περιορισμό της χρήσης συμβατικών καυσίμων και ηλεκτρισμού και αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στον κτιριακό τομέα η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας είναι πολύ σημαντική, καθώς τα τελευταία χρόνια εμφανίζει μεγάλο ρυθμό αύξησης. Αυτός είναι και ο λόγος που γεννήθηκε η ανάγκη για την βιοκλιματική αρχιτεκτονική.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει στόχο την προστασία του περιβάλλοντος, την εξοικονόμηση ενέργειας άρα και χρήματος και τη βελτίωση του εσω – κλίματος των κτιρίων ώστε να διασφαλίζονται οι συνθήκες άνεσης και υγιεινής.

Η παρούσα μελέτη προσδοκά να παρουσιάσει τρόπους κατάλληλους για τη μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων κυρίως σε θέρμανση, για μια κατοικία η οποία βρίσκεται σε ορεινό τόπο, το κλίμα του οποίου είναι ψυχρό με έντονες βροχοπτώσεις και χιόνια. Για το λόγο αυτό οι απαιτήσεις σε θέρμανση είναι μεγάλες και αναζητούνται λύσεις για τη μείωση των απαιτήσεων αυτών.

Επίσης προτείνονται λύσεις για τη χρησιμοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα αλλά και η γεωθερμία.

Abstract

The ever increasing environmental devastation creates a necessary and imperative need for action to be taken in order to protect the environment by limiting the use of conventional petrol and electricity and by increasing the use of renewable energy resources.

In the building sector the decrease of energy consumption is very important, as in the past few years it has increased to a great extent. This is what led to the need of bioclimatic architecture.

Bioclimatic architecture aims to protect the environment and save energy which will also result in saving money and in the improvement of internal climate of buildings which will in turn ensure comfort and hygiene conditions.

The aim of this study is to present suitable ways which can lead to the reduction of energy demand, specifically as far as heating concerns for housing in mountainous areas which are characterized as having a cold climate with intense rainfall and snow. This is the reason there is a great demand for heating and solutions are sought in order to reduce these demands.

Furthermore solutions are offered for the use of renewable energy resources such as photovoltaic systems as well as geothermal energy.

.

Περιεχόμενα

Περίληψη	v
Abstract	vii
Περιεχόμενα	ix
Εισαγωγή	1
1 Παράμετροι βιοκλιματικού σχεδιασμού	3
1.1 Το κλίμα του τόπου	3
1.2 Το φυσικό περιβάλλον	4
1.3 Χωροθέτηση του κτιρίου και προσανατολισμός	4
1.4 Σχήμα κτιρίου – διάρθρωση των εσωτερικών χώρων	6
1.5 Θερμική προστασία – Θερμομόνωση	8
1.5.1 Αντικείμενο και σημασία της θερμομόνωσης	9
1.5.2 Οι θερμικές απώλειες και η προέλευση τους	10
1.5.3 Οι βασικές αρχές της θερμομόνωσης	11
1.5.4 Θερμομόνωση των δομικών στοιχείων- κατασκευαστικές λύσεις	13
1.6 Ηλιοπροστασία κτιρίου και ανοιγμάτων	16
1.6.1 Ο σκιασμός του κτιρίου και των ανοιγμάτων	16
2 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης	21
2.1 Είδη παθητικών ηλιακών συστημάτων για θέρμανση	22
2.1.1 Άμεσο κέρδος	23
Κριτήρια σχεδιασμού για το άνοιγμα.....	23
Κριτήρια σχεδιασμού για τη θερμική αποθήκη	25
2.1.2 Έμμεσο κέρδος	26
Τοίχος θερμικής αποθήκευσης ή τοίχος μάζας	27
Θερμοκήπιο ή ηλιακός χώρος	30
2.1.3 Απομονωμένο κέρδος	33
Θερμοσιφωνικό πανέλο εκτός του κτιριακού περιβλήματος	33

3 Περιβάλλον χώρος – μικροκλίμα.....35

3.1 Φύτευση	35
3.2 Φυσικός φωτισμός	37
3.2.1 Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία.....	38
3.2.2 Ανοίγματα οροφής.....	40
3.2.3 Αίθρια.....	42
3.2.4 Ειδικοί υαλοπίνακες	44
3.2.5 Ράφια φωτισμού.....	45
3.2.6 Ανακλαστικές περσίδες	46
3.2.7 Φωτοσωλήνες	47

4 Άλλες προτάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας49

4.1 Γεωθερμία.....	49
Γεωθερμικά Συστήματα Κλιματισμού.....	52
Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας (Γ.Α.Θ.)	57
4.2 Φωτοβολταϊκά συστήματα	59
Δομή ενός φωτοβολταϊκού συστήματος	60
Διάκριση Φ/Β συστημάτων	60
Πλεονεκτήματα Φωτοβολταϊκών	61
Μειονεκτήματα Φωτοβολταϊκών	63
Φωτοβολταϊκά στις στέγες	63
Προϋποθέσεις για εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων	64
4.3 Ενδοδαπέδια θέρμανση	65
Λειτουργία ενδοδαπέδιας θέρμανσης	65
4.4 Ενεργειακό τζάκι	67

5 Ενεργειακή μελέτη σε κατοικία που βρίσκεται στη φάση της κατασκευής.....69

5.1 Η κατοικία μελέτης - περιγραφή	69
Το κλίμα.....	70
5.2 Ενεργειακή μελέτη μέσω του λογισμικού Ecotect	70
Εισαγωγή δεδομένων στο Ecotect	70
Ψυχομετρικό διάγραμμα	76
5.2.1 Θερμική ανάλυση του κτιρίου με τον συνήθη τρόπο κατασκευής79	
5.3 Προτάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης	83

5.3.1 Θερμική ανάλυση του κτιρίου με αλλαγή θερμομόνωσης του εξωτερικού κελύφους.....	83
5.3.2 Θερμική ανάλυση κτιρίου με χρήση υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής Low -e	87
5.3.3 Ενσωμάτωση συστημάτων σκίασης.....	90
Επιλογή συστημάτων σκίασης.....	91
Γενικά συμπεράσματα.....	97
Επίλογος.....	99
Παράρτημα.....	101
Βιβλιογραφία- Αναφορές	107

Εισαγωγή

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος.

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών (γενικότερα) μέσω παθητικών ηλιακών συστημάτων επιτυγχάνεται στα πλαίσια της συνολικής θερμικής λειτουργίας του κτιρίου και της σχέσης κτιρίου – περιβάλλοντος.

Η δε θερμική λειτουργία ενός κτιρίου αποτελεί μια δυναμική κατάσταση, η οποία :

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

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

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

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

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

- Η απλότητα χρήσης των εφαρμογών και η αποφυγή πολύπλοκων παθητικών συστημάτων και τεχνικών,
- Η μικρή συμβολή του χρήστη του κτιρίου στη λειτουργία των συστημάτων,
- Η χρήση ευρέως εφαρμοσμένων συστημάτων,
- Η χρήση τεχνικοοικονομικά αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών [8]

Κεφάλαιο 1

1 Παράμετροι βιοκλιματικού σχεδιασμού

1.1 Το κλίμα του τόπου

Το σύνολο των μετεωρολογικών δεδομένων συνθέτει το κλίμα κάθε τόπου ή περιοχής. Τα στοιχεία του κλίματος επηρεάζουν την ανταλλαγή θερμότητας ανάμεσα στο κτίριο και το εξωτερικό περιβάλλον, συνεπώς καθορίζουν την αίσθηση της άνεσης – ευεξίας στους ανθρώπους. Επίσης καθορίζουν την ποσότητα και ποιότητα του παρεχόμενου φυσικού φωτός και κατά συνέπεια την αίσθηση οπτικής άνεσης.

Οι βασικές παράμετροι του κλίματος, οι οποίες κρίνονται απαραίτητες για το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων, είναι :

- Η θερμοκρασία του αέρα (μέση, μέγιστη, ελάχιστη) και διακυμάνσεις της χειμώνα και καλοκαίρι.
- Η ηλιακή ακτινοβολία, ηλιοφάνεια και ένταση σε μηνιαία βάση
- Οι άνεμοι – χειμερινοί, ψυχροί θερινοί, δροσεροί – κατεύθυνση και ένταση
- Η σχετική υγρασία (μέση, μέγιστη, ελάχιστη) και οι διακυμάνσεις της χειμώνα και καλοκαίρι

Οι κλιματικές συνθήκες επηρεάζουν το σχεδιασμό του κτιρίου στη φάση των αρχικών επιλογών, δηλαδή στα προσχέδια, με την έννοια της χωροθέτησης του στο οικόπεδο, έτσι ώστε να αξιοποιούνται οι θετικές παράμετροι – ήλιος το χειμώνα, δροσεροί άνεμοι το καλοκαίρι – με παράλληλη αποφυγή των ψυχρών ανέμων και της υγρασίας.

Στην περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμα τα τοπικά κλιματολογικά δεδομένα, λαμβάνονται υπόψη αυτά του πλησιέστερου μετεωρολογικού σταθμού.

1.2 Το φυσικό περιβάλλον

- Το ανάγλυφο του εδάφους, επίπεδο ή με κλίση, επηρεάζει την τοποθέτηση του κτιρίου αλλά και τη μορφολογία του, σε επίπεδη διάταξη ή κλιμακωτή προσαρμοσμένη στο έδαφος
- Ο προσδιορισμός των προσήλιων και υπήνεμων περιοχών, σε σχέση με τους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους καθορίζει την ένταξη του κτιρίου στο οικόπεδο.
- Το τοπίο – βλάστηση χαμηλή ή δέντρα - καθορίζει τις επιλογές για την οριοθέτηση του κτιρίου – αποφυγή της σκίασης το χειμώνα, εξαρτώμενης από το ύψος των γύρω στοιχείων – κτιρίων, ανάγλυφου και δέντρων – φυλλοβόλα ή αειθαλή , ενώ αντίστροφα το καλοκαίρι επιδιώκεται η σκίαση του από τα δέντρα και τα γύρω στοιχεία, εφόσον είναι εφικτή.
- Η θέα – εφόσον υπάρχει - είναι καθοριστικός παράγων ως προς την τοποθέτηση του κτιρίου και των ανοιγμάτων στο κέλυφος του, καθώς και ως προς τη διάταξη των εσωτερικών χώρων. Στην περίπτωση που η θέα βρίσκεται στη βορεινή πλευρά του οικοπέδου, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, προβλέποντας μεγάλα ανοίγματα στο κτίριο προς το Βορρά, παρά το γεγονός ότι ίσως αυξάνονται οι θερμικές απώλειες του κελύφους.
- Η γειτνίαση με νερό – θάλασσα, ποτάμι, λίμνη - αποτελεί στοιχείο βοηθητικό για τη δημιουργία άνετου μικροκλίματος το καλοκαίρι στο άμεσο περιβάλλον του κτιρίου, αρκεί να διασφαλίζεται η προστασία του από την υγρασία, κυρίως το χειμώνα.

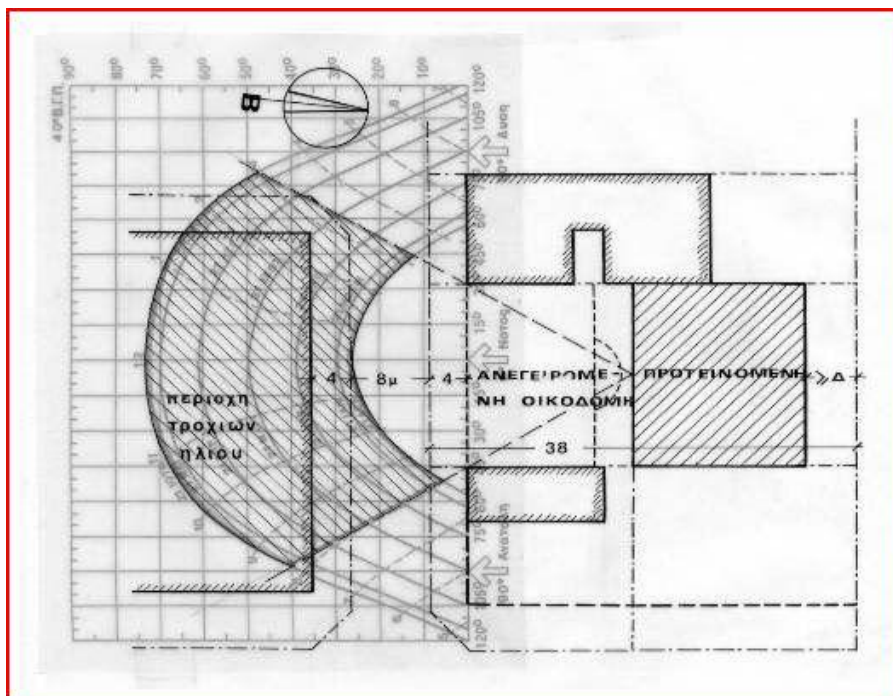
1.3 Χωροθέτηση του κτιρίου και προσανατολισμός

Η χωροθέτηση του νέου κτιρίου στο οικόπεδο οφείλει να διασφαλίζει νότιο προσανατολισμό της μεγαλύτερης όψης του. Επιτρέπονται αποκλίσεις έως 30° (ανατολικά ή δυτικά) του νότου.

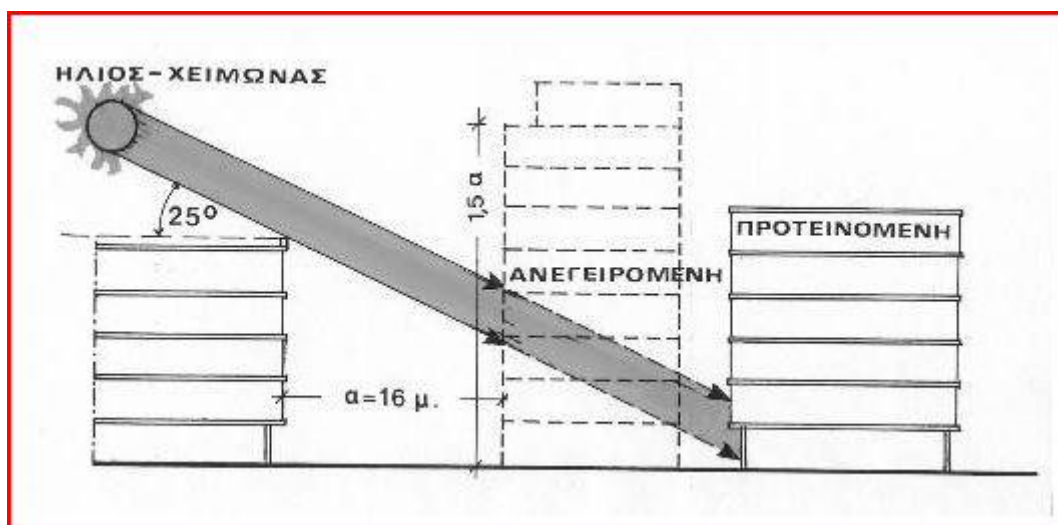
Στην περίπτωση αστικού οικοπέδου με δυσμενή προσανατολισμό, δηλαδή με όψεις ελεύθερες μόνον σε ανατολή και δύση, η δυνατότητα προσανατολισμού προς το νότο μπορεί να επιτευχθεί μέσω προεξοχών του κελύφους, των οποίων η όψη στρέφεται προς το νότο.

Ο έλεγχος του ηλιασμού του κτιρίου πραγματοποιείται με την χρήση των ηλιακών χαρτών – διαγραμμάτων, βάσει των οποίων καθορίζεται και η απόσταση από τα γειτονικά κτίρια – εμπόδια. Ο έλεγχος αυτός καθορίζει την τελική τοποθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο.

Υφίσταται ένας εμπειρικός κανόνας χρήσιμος στη φάση των προσχεδίων για τον έλεγχο του ηλιασμού το χειμώνα, ο οποίος καθορίζει ότι : για νότιο προσανατολισμό η απόσταση ανάμεσα στο χωροθετούμενο κτίριο και το υφιστάμενο εμπόδιο πρέπει να ισούται με $1,5 \times$ το ύψος του εμποδίου. Αναγκαία η χρήση της τομής του υφιστάμενου εμποδίου και του νέου κτιρίου.



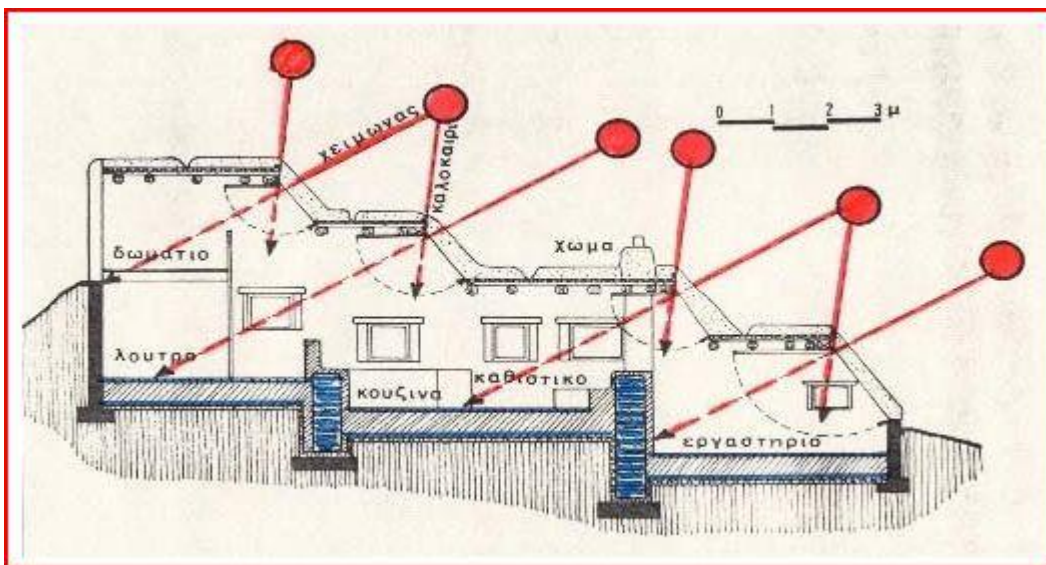
Εικ. 1.1 Έλεγχος του ηλιασμού μιας ανεγειρόμενης και μιας προτεινόμενης θέσης της οικοδομής [9]



Εικ. 1.2 Ηλιασμός οικοδομής στην περίπτωση υποχώρησης στο οικόπεδο [9]

1.4 Σχήμα κτιρίου – διάρθρωση των εσωτερικών χώρων

Για το εύκρατο κλίμα της Ελλάδας, το καταλληλότερο σχήμα είναι το επίμηκες κατά τον άξονα ανατολής – δύσης, γιατί προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο για την συλλογή της ηλιακής θερμότητας το χειμώνα. Η αναλογία βήθους προς πλάτος της κάτοψης πρέπει να είναι = 1/1,5. Βεβαίως, όταν το οικόπεδο είναι επίμηκες κατά τον άξονα βορρά – νότου, τότε επιλέγουμε λύσεις με όγκους σπαστούς ή κλιμακωτή οργάνωση του κτιρίου, έτσι ώστε οι πίσω χώροι να δέχονται ήλιο το χειμώνα.



Εικ. 1.3 Κτίριο επίμηκες κατά τον άξονα βορρά – νότου, σε κλιμακωτή διάταξη [9]

Οι γυάλινες επιφάνειες των ανοιγμάτων ενός κτιρίου αποτελούν τον οικονομικότερο και απλούστερο ηλιακό συλλέκτη το χειμώνα, αρκεί να έχουν προσανατολισμό νότιο ή έως 30° ανατολικά ή δυτικά του νότου. Προτείνονται μεγάλα μεγέθη ανοιγμάτων προς το νότιο προσανατολισμό, μέτριου μεγέθους στην ανατολική και δυτική όψη και μικρότερα ανοίγματα στο βορρά. Τα τελευταία, παρά το προτεινόμενο μικρό μέγεθος τους, πρέπει οπωσδήποτε να προβλέπονται στο σχεδιασμό των κτιρίων, διότι πέραν της διασφάλισης φυσικού φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους, παρέχουν τη δυνατότητα διαμπερούς αερισμού το καλοκαίρι, συνεπώς και φυσικού δροσισμού του κτιρίου.

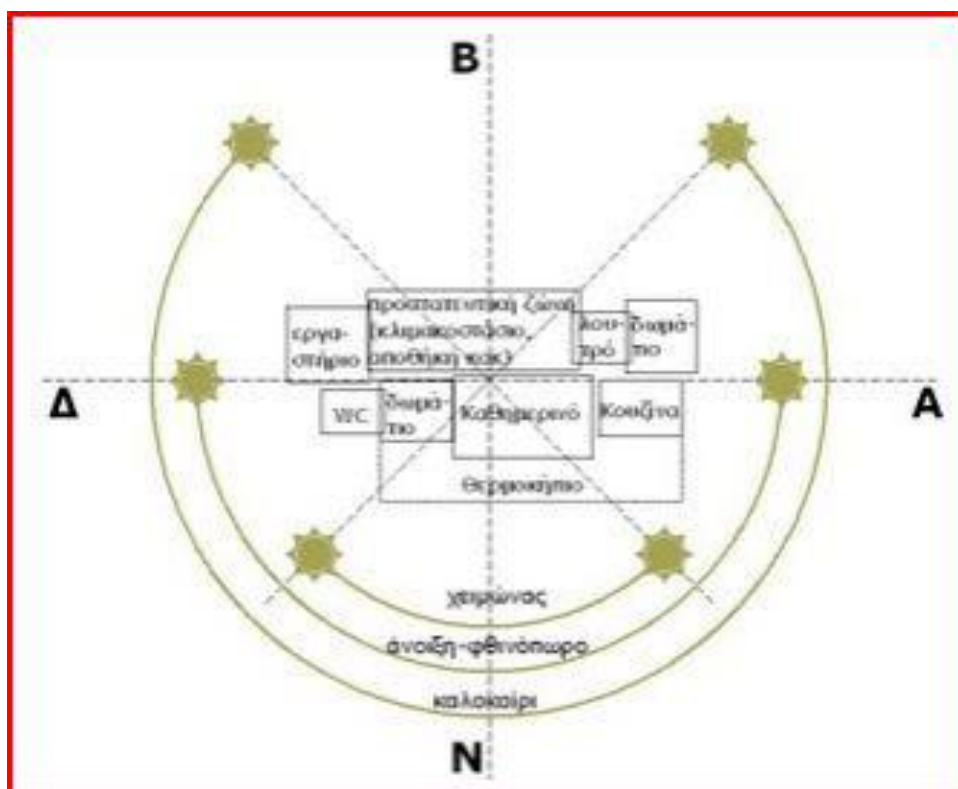
Ο προσανατολισμός των εσωτερικών χώρων παραμένει ένα κρίσιμο ζήτημα, εξαρτώμενος από τη χρήση ενός χώρου και τις ανάγκες των ενοίκων. Η βορεινή πλευρά του κτιρίου το χειμώνα είναι η πιο ψυχρή, η

λιγότερη φωτεινή και δε δέχεται καθόλου ήλιο. Για τους λόγους αυτούς, στην πλευρά αυτή τοποθετούνται οι χώροι των οποίων η χρήση είναι ολιγόωρη, ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν ως ζώνη προστασίας από τους ψυχρούς ανέμους και ως χώροι ανάσχεσης των θερμικών απωλειών των κυρίων χώρων ζωής.

Για παράδειγμα, στην κατοικία προς το βορρά τοποθετούνται τα κλιμακοστάσια, λουτρό, W.C., αποθήκη και χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων.

Στη νότια πλευρά τοποθετούνται οι χώροι κυρίας και πολύωρης χρήσης, έτσι ώστε να απολαμβάνουν τα θερμικά κέρδη από τον ήλιο το χειμώνα, είναι πιο ευχάριστοι και φωτεινοί, ενώ παράλληλα παρέχουν τη δυνατότητα ένταξης παθητικών ηλιακών συστημάτων.

Σε κτίρια άλλης χρήσης, όπως νοσοκομεία, ξενοδοχεία, γραφεία κ.λπ. επιδιώκεται, κατά τον σχεδιασμό, οι χώροι πολύωρης – κυρίας χρήσης να τοποθετούνται προς το νότο ή ανατολή, υπό την προϋπόθεση ότι λαμβάνεται μέριμνα για το σκιασμό τους το καλοκαίρι, ενδεχομένως και το χειμώνα, προς αποφυγή της θάμβωσης που προκαλείται στους χρήστες από το έντονο φως του ήλιου, π.χ. στα γραφεία. Σε κτίρια ειδικής χρήσης, όπως εργοστάσια, βιβλιοθήκες κ.λπ., η εσωτερική οργάνωση των χώρων ρυθμίζεται, κυρίως, σε σχέση με την ποιότητα και την ποσότητα του απαιτούμενου φυσικού φωτισμού.





Εικ. 1.4 Εσωτερική διάταξη χώρων κατοικίας – Διαγραμματική κάτοψη και τομή βιοκλιματικού κελύφους [9]

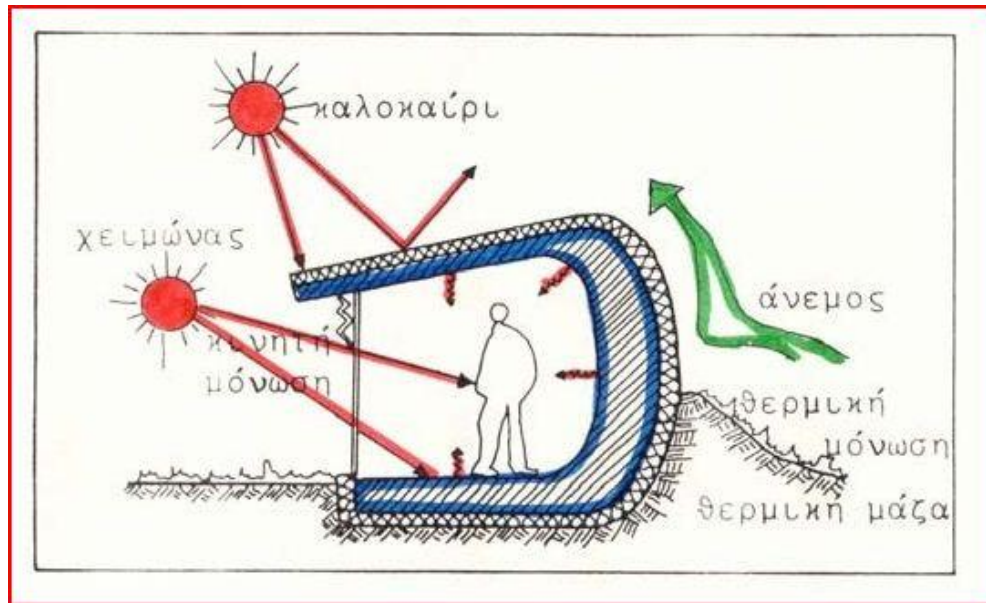
1.5 Θερμική προστασία – Θερμομόνωση

Για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών από το κέλυφος του κτιρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον επιβάλλεται :

α) Κατάλληλη θερμομόνωση των συμπαγών στοιχείων του κελύφους, δηλαδή τοίχων, δαπέδων, οροφών. Οι επιλογές, ως προς τα υλικά και το πάχος της θερμομόνωσης εξαρτώνται από την κλιματική ζώνη (μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας). Ωστόσο, επισημαίνεται ότι για να λειτουργήσει το κτίριο αποτελεσματικότερα, ως αποθήκη θερμότητας, πρέπει η θερμομόνωση των συμπαγών δομικών του στοιχείων να τοποθετείται στην εξωτερική τους πλευρά. Έτσι περιορίζονται και οι θερμογέφυρες. Η περίπτωση κατασκευής διπλού τοίχου από τούβλο με την θερμομόνωση στον πυρήνα, αποτελεί λύση αποδεκτή, αρκεί το πάχος κάθε παρειάς του τοίχου να είναι τουλάχιστον 9 εκ.

β) Επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, ανάλογα με την κλιματική ζώνη, με διπλά ή πολλαπλά τζάμια με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας και εξώφυλλα με θερμομόνωση ή όχι.

γ) Καλή αεροστέγαση των αρμών των κουφωμάτων. [9]



Εικ. 1.5 Διαγραμματική τομή του κελύφους για την αποθήκευση της θερμότητας [9]

1.5.1 Αντικείμενο και σημασία της θερμομόνωσης

Με την πρόβλεψη θερμομόνωσης στις κτιριακές κατασκευές παίρνονται τα κατάλληλα μέτρα για την παρεμπόδιση της διαφυγής της θερμικής ενέργειας από ένα χώρο προς την ατμόσφαιρα ή ένα άλλο, ψυχρότερο γειτονικό χώρο. Σε παλαιότερες εποχές, η ανάγκη για μια τέτοια πρόβλεψη δεν ήταν τόσο επιτακτική. Στις πέτρινες παραδοσιακές κατασκευές το πρόβλημα αντιμετωπιζόταν από μόνο του, συμπτωματικά και διαισθητικά. Τα μεγάλα πάχη των πλευρικών τοίχων, οι ξύλινες στέγες, τα φυσικά υλικά και, τέλος, τα ενστικτώδη κατασκευαστικά συστήματα που επινοούσε η διαίσθηση του δημιουργού πρωτομάστορα, εξασφάλιζαν στον εσωτερικό χώρο ενός κτιρίου τις συνθήκες εκείνες που θα έκαναν τη διαβίωση απόλυτα ή περίπου άνετη.

Πρόβλημα ψύξης το καλοκαίρι δεν υπήρχε, γιατί οι κατασκευές αυτές ήταν κατά κανόνα δροσερές. Το χειμώνα πάλι, με τα τζάκια, τα μαγκάλια ή τις σόμπες και με φθηνά καύσιμα (ξύλο, κάρβουνο), η θέρμανση των χώρων εξασφαλιζόταν λίγο πολύ ικανοποιητικά. Άλλωστε, οι βαριές κατασκευές του περιβλήματος (τοίχοι, στέγες), η διάταξη των χώρων στην κάτοψη, καθώς και η σύνθεση των όγκων του κτίσματος, ρύθμιζαν καθοριστικά τη θερμομονωτική ικανότητα, αλλά και τη ροή θερμότητας. Η ηλιακή ενέργεια έπαιζε και αυτή σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του μικροκλίματος. Τη νύχτα, η συσσωρευμένη αυτή θερμότητα επανεκπεμπούταν στους εσωτερικούς χώρους.

Αργότερα όμως, όταν οι κατασκευές έγιναν ελαφρότερες, περισσότερο σύνθετες και λιγότερο ανθεκτικές στις καιρικές συνθήκες, την προστασία από τις θερμικές μεταβολές ανέλαβαν τα διάφορα τεχνητά συστήματα ελέγχου του μικροκλίματος, όπως η κεντρική θέρμανση και ο κλιματισμός. Η κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των συστημάτων αυτών δεν αποτελούσε πρόβλημα, μέχρι τη στιγμή που η ενεργειακή κρίση έγινε για όλους μια σκληρή πραγματικότητα. Οι ενεργειακές πηγές – ουσιαστικά το πετρέλαιο – έπαψαν να είναι φτηνές και όλοι, τότε, άρχισαν να συνειδητοποιούν – μερικοί μάλιστα αρκετά καθυστερημένα – τη μεγάλη σημασία που είχε η θερμομόνωση στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Κάτω από συνθήκες οικονομικά προσιτές, μια καλή θερμική μόνωση πρέπει να εξασφαλίζει:

- Την υγιεινή, άνετη κι ευχάριστη διαβίωση, χωρίς να διαταράσσεται το θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπινου σώματος και να προκαλούνται σοβαρές θερμικές αλληλοεπιδράσεις κρύου ή ζέστης ανάμεσα σ' αυτό και στο χώρο που το περιβάλλει. Το θερμικό ισοζύγιο είναι αυτό που κυρίως καθορίζει το αίσθημα άνεσης του ανθρώπινου οργανισμού.
- Την οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας, με τον περιορισμό των θερμικών απωλειών των εσωτερικών χώρων.
- Τον περιορισμό του αρχικού κόστους κατασκευής της εγκατάστασης του συστήματος κεντρικής θέρμανσης ή κλιματισμού.
- Την αποφυγή των προβλημάτων που μπορεί να προκαλέσουν οι αυξομειώσεις της θερμοκρασίας, όπως είναι η διάρρηξη των σωληνώσεων του νερού από τον παγετό, η αποκόλληση κατασκευών από την επίδραση των υδρατμών κ.λπ.
- Την ταυτόχρονη προστασία από τους θορύβους, αφού τα περισσότερα από τα θερμομονωτικά υλικά είναι και ηχομονωτικά. Έτσι μια μελέτη θερμομόνωσης θεωρείται σωστή όταν η θερμική και ηχητική μόνωση συνδυάζονται σε μια και μόνη κατασκευή.
- Τη βελτίωση της προστασίας του περιβάλλοντος γενικότερα, αφού ελαττώνοντας την ποσότητα των εκλυόμενων καυσαερίων μειώνεται αντίστοιχα, η ρύπανση της ατμόσφαιρας.

1.5.2 Οι θερμικές απώλειες και η προέλευση τους

Θερμικές απώλειες προκαλούνται σε ένα κτίριο από τη μετάδοση της θερμότητας του αέρα ενός εσωτερικού χώρου προς την ατμόσφαιρα ή προς ψυχρότερους γειτονικούς χώρους ή και αντίστροφα. Είναι γνωστό ότι, ανάμεσα σε δυο σώματα με διαφορετικές θερμοκρασίες, προκαλείται μια συνεχής ροή θερμότητας από το θερμότερο προς το ψυχρότερο.

Έτσι, οι θερμικές απώλειες δεν νοούνται μόνο για την απώλεια της ζέστης ενός χώρου το χειμώνα αλλά και της δροσιάς το καλοκαίρι, όταν ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι θερμότερος. Αυτή η ροή θερμότητας είναι αδύνατο να εμποδιστεί τελείως και μπορεί, μόνο να περιοριστεί ως προς την ένταση και τη διάρκεια της. Αυτό είναι κατορθωτό μόνο όταν υπάρχει έλεγχος των θερμικών απωλειών.

Η μείωση των θερμικών απωλειών των εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου, έχει ως συνέπεια τη μείωση της κατανάλωσης των καυσίμων που τροφοδοτούν τα διάφορα τεχνητά συστήματα θέρμανσης – ψύξης. Η μείωση αυτή μπορεί να είναι σημαντική, αρκεί η θερμομόνωση να εφαρμόζεται με βάση μια σωστή μελέτη και τις ακριβείς προδιαγραφές που καθορίζουν τις ιδιότητες και τον τρόπο σύνθεσης των υλικών κατασκευής της. Στις περισσότερες χώρες με ψυχρότερα κλίματα τέτοιες προδιαγραφές ισχύουν εδώ και πολλά χρόνια.

1.5.3 Οι βασικές αρχές της θερμομόνωσης

Οι βασικές αρχές της θερμομόνωσης, από τις οποίες εξαρτάται η μελέτη και η σωστή εφαρμογή της σε ένα κτιριακό έργο, είναι:

α. Η θερμομονωτική ικανότητα, δηλαδή η αντίσταση θερμοδιαφυγής ($1/\Lambda$) των στοιχείων κατασκευής. Αυτή εξαρτάται από τις ιδιότητες των βασικών υλικών που συνθέτουν μια κατασκευή θερμομόνωσης, δηλαδή:

- τη θερμική τους αγωγιμότητα (συντελεστής λ),
- την περιεκτικότητα τους σε υγρασία και
- το πάχος τους.

β. Ο βαθμός διαπερατότητας του αέρα των στοιχείων κατασκευής, που εξαρτάται από:

- Το είδος της κατασκευής που διαμορφώνει το περίβλημα ενός χώρου. Τοίχοι και οροφές επενδυμένοι με επίχρισμα μαρμαροκονίας έχουν, γενικά, μικρή διαπερατότητα αέρα και, επομένως, μικρές απώλειες θερμότητας από θερμική μεταφορά.

- Την επιφάνεια των κουφωμάτων και τον τρόπο συναρμογής τους. Μεγάλες ποσότητες θερμότητας χάνονται από τις πόρτες και τα παράθυρα μιας όψης, ανάλογα με το μέγεθος των υαλοπινάκων και τον τρόπο κατασκευής τους. Έτσι, τα μεγάλα ανοίγματα με υαλοπίνακες μεγάλης θερμικής αγωγιμότητας παρουσιάζουν πολλές θερμικές απώλειες. Το ίδιο συμβαίνει με τους αρμούς επαφής μεταξύ των φύλλων και του πλαισίου ενός κουφώματος. Το γεγονός αυτό κάνει τα παράθυρα και τις πόρτες να εμφανίζουν υπερβολικά μεγάλο συντελεστή θερμοπερατότητας (k), γιατί οι θερμικές απώλειες, όπως αναφέρθηκε,

προκαλούνται όχι μόνο από θερμική αγωγιμότητα αλλά και από θερμική μεταφορά.

γ. η θερμοχωρητικότητα (Q) των στοιχείων της κατασκευής, που συμβάλλει στον περιορισμό της ταχύτητας μεταβολής της αρχικής κατάστασης της θερμοκρασίας. Όταν οι τοίχοι και οι οροφές έχουν μεγάλη θερμοχωρητική ικανότητα, η θερμότητα που συγκεντρώνουν όσο λειτουργεί το σύστημα θέρμανσης αποβάλλεται όταν αυτό σταματήσει, με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η γρήγορη ψύξη των χώρων. Το αντίστοιχο συμβαίνει με την ψύξη το καλοκαίρι. Ανάλογα με τη θέση της μόνωσης (στην εξωτερική ή εσωτερική επιφάνεια) οι τοίχοι και οι οροφές ενεργούν ως :

- Συσσωρευτές θερμότητας, όταν η θερμική μόνωση τοποθετείται στην εξωτερική τους επιφάνεια. Στην περίπτωση αυτή, συσσωρεύουν επί ένα μεγάλο χρονικό διάστημα τη θερμότητα, για να την αποβάλλουν και πάλι με ακτινοβολία. Με τη διαδικασία αυτή αυξάνεται, αντίστοιχα, η διάρκεια μεταβολής των συνθηκών θερμοκρασίας σε χώρους στους οποίους είναι απαραίτητο να υφίσταται το αίσθημα της θερμικής άνεσης (κατοικίες, χώροι εργασίας κ.λπ.) και
- Φράγμα προστασίας, όταν η θερμική μόνωση τοποθετείται στην εσωτερική τους επιφάνεια, στις περιπτώσεις που δεν ενδιαφέρει η διάρκεια αποθέρμανσης ή απόψυξης των χώρων (θέατρα, εκκλησίες κ.λπ.) αλλά, αντίθετα η προστασία των κατασκευών από τη θερμότητα ή την ψύξη που αναπτύσσεται μέσα στους χώρους αυτούς.

δ. Οι τιμές των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας και αντίστασης θερμοδιαφυγής των διαφόρων υλικών που συγκροτούν μια κατασκευή. Οι τιμές αυτές είναι παγκόσμια αποδεκτές, όπως τις έχει καθορίσει ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO), και αφορούν :

- τη θερμική αγωγιμότητα (λ) των πιο συνηθισμένων οικοδομικών υλικών και
- την αντίσταση θερμοδιαφυγής ($1/\Lambda$) των στρωμάτων αέρος, ανάλογα με το πάχος τους.

ε. Οι απαιτήσεις θερμομόνωσης που επιβάλλει ο Κανονισμός Θερμομόνωσης. Αυτές αφορούν τον καθορισμό:

- των ελαχίστων θερμοκρασιών χώρων, για τις οποίες εξασφαλίζονται άνετες συνθήκες διαβίωσης μέσα στους χώρους ενός κτιρίου ,ανάλογα με τη χρήση τους
- των ορίων θερμικών απωλειών των στοιχείων κατασκευής , ώστε ο τελικός συντελεστής θερμοπερατότητας (k_m) να μην ξεπερνά ορισμένες τιμές

- των ορίων των θερμικών απωλειών κτιρίων , ώστε ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας (k_m) να μην ξεπερνά τις τιμές που καθορίζει ο Κανονισμός, ανάλογα με τις ζώνες (Α, Β και Γ) θερμομονωτικών απαιτήσεων στις οποίες έχει διαιρεθεί η χώρα μας.
- της οικονομικά βέλτιστης θερμομόνωσης, ώστε να μειώνονται σημαντικά οι δαπάνες θέρμανσης, αλλά και να αποφεύγονται άσκοπες δαπάνες υπερβολικής θερμικής προστασίας.

1.5.4 Θερμομόνωση των δομικών στοιχείων- κατασκευαστικές λύσεις

Πριν καταφύγει κανείς σε οποιοσδήποτε βοηθητικές οικοδομικές κατασκευές για τον έλεγχο των θερμικών απωλειών πρέπει, κατά τον σχεδιασμό, να έχει υπόψη του τους βασικότερους παράγοντες που τις προκαλούν κυρίως. Τέτοιοι παράγοντες είναι:

- Ο προσανατολισμός και η θέση του κτιρίου μέσα στο περιβάλλοντα χώρο. Έτσι όσο περισσότερο εκτεθειμένο είναι ένα κτίριο στους ανέμους τόσο μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας εμφανίζει. Επίσης όσο περισσότερο προσβάλλεται από την ηλιακή ακτινοβολία τόσο οι απώλειες ψύξης των εσωτερικών χώρων είναι μεγαλύτερες.
- Το μέγεθος των επιφανειών του εξωτερικού περιβλήματος, του φλοιού δηλαδή του κτιρίου, που είναι άμεσα εκτεθειμένος στις καιρικές συνθήκες, σε συνάρτηση με τον όγκο του (V), καθορίζουν το συντελεστή θερμοπερατότητας. Ένα ελεύθερο στο χώρο κτίριο εμφανίζει πολύ μεγαλύτερες απώλειες από ένα άλλο που είναι ενταγμένο σε ένα συνεχές σύστημα δόμησης.
- Το πόσο εκτεθειμένοι στο ύπαιθρο είναι οι διάφοροι χώροι του κτιρίου. Χώροι τελείως εσωτερικοί θεωρείται ότι δεν παρουσιάζουν καμία θερμική μεταβολή. Αντίθετα, χώροι που εκτείνονται σε δύο ή περισσότερους ορόφους, όπως για παράδειγμα τα κλιμακοστάσια, παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες.
- Τα εξωτερικά κουφώματα, τα οποία, ανάλογα με το μέγεθος, τον αριθμό και τη θέση τους στις όψεις ενός κτιρίου, επηρεάζουν τη ροή της θερμότητας. Τα μεγάλα παράθυρα αυξάνουν σημαντικά τις απώλειες, αφού η κακή συναρμογή τόσο αυτών με τις υπόλοιπες κατασκευές, όσο και των στοιχείων που τα συγκροτούν (φύλλα, υαλοπίνακες) μεταξύ τους, επιτρέπει τη διείσδυση ρευμάτων αέρα με συνέπειες δυσάρεστες, που δύσκολα αντιμετωπίζονται.

Η μελέτη θερμομόνωσης, αν και αρκετά απλή, είναι κυρίως αντικείμενο του μηχανολόγου-μηχανικού, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι ο πολιτικός

μηχανικός και ο αρχιτέκτονας πρέπει να αγνοούν τις βασικές αρχές της θερμομόνωσης. Αντίθετα, μάλιστα, πρέπει να κατέχουν το θέμα αρκετά καλά, ώστε να είναι σε θέση να κατανοούν τη σκοπιμότητά του και την ανάγκη σωστής αντιμετώπισής του, τόσο κατά το σχεδιασμό ενός έργου, όσο και κατά την επίβλεψη της κατασκευής του, άλλωστε, από τότε που άρχισε να εφαρμόζεται ο σχετικός κανονισμός, αυτό είναι και υποχρεωτικό, το ίδιο όπως συμβαίνει και για κάθε άλλο κανονισμό που διέπει σήμερα τις κτιριακές κατασκευές στη χώρα μας (ΓΟΚ, Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος κ.λπ.).

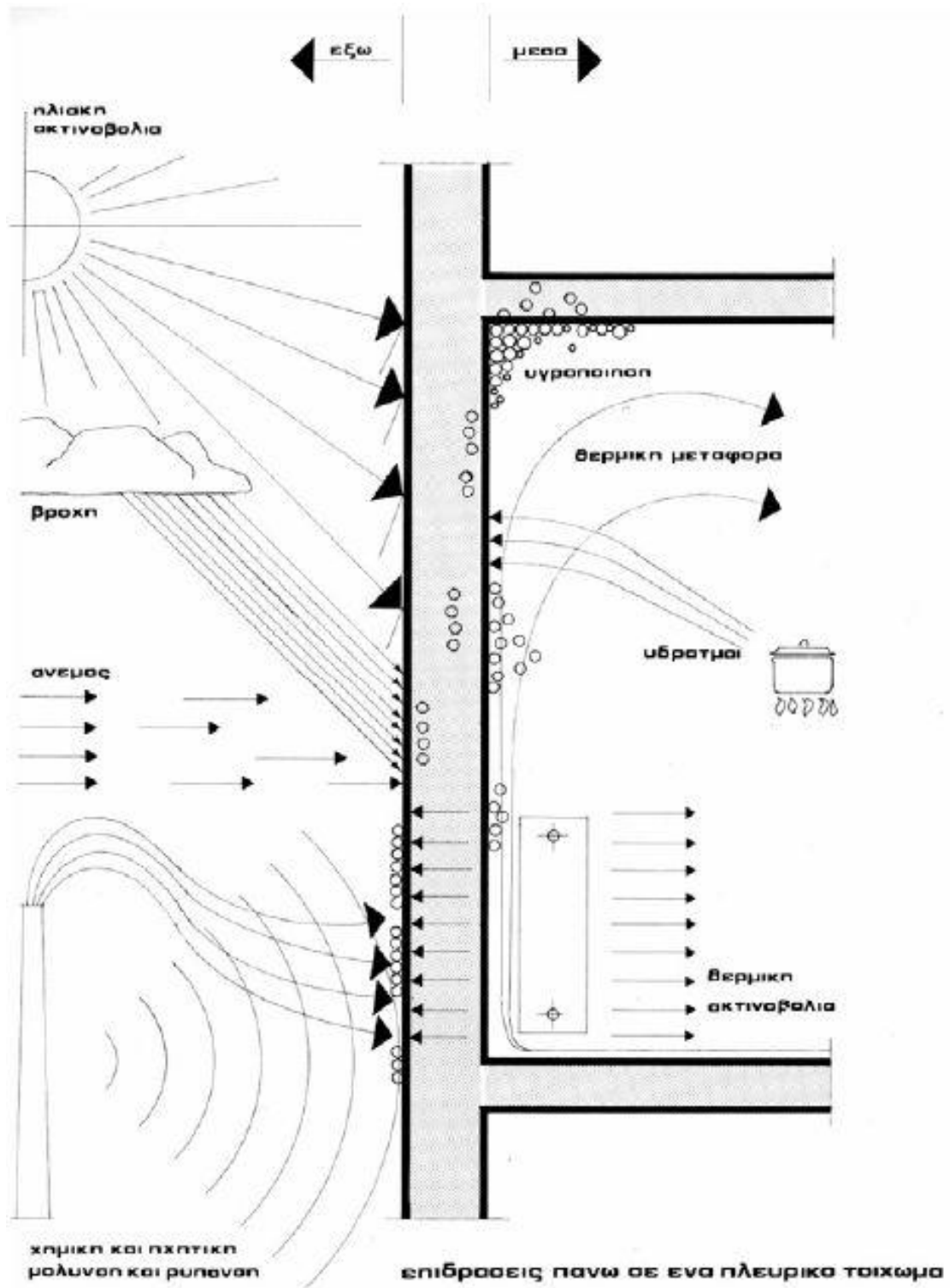
Η κατασκευή της θερμομόνωσης ενός κτιριακού έργου πρέπει να εκτελείται με ορισμένες προϋποθέσεις που τις καθορίζουν :

- η μελέτη θερμομόνωσης,
- η θέση της επιφάνειας που πρόκειται να προστατευτεί και
- η θέση της μονωτικής στρώσης μέσα στο σύνθετο δομικό στοιχείο (εσωτερικά ή εξωτερικά).

Το θέμα της θερμομόνωσης, όμως δεν πρέπει να εξετάζεται ανεξάρτητα από αυτό της πυροπροστασίας.

Τα περισσότερο ευπαθή σημεία ενός κτιριακού κελύφους, που έχουν ανάγκη από θερμική προστασία, είναι οι επικαλύψεις (δώματα και στέγες) στην εξωτερική τοιχοποιία, το δάπεδο του υπογείου, η οροφή της πιλοτής και, τέλος, τα εξωτερικά κουφώματα. Ακόμα μονώνονται οι εγκαταστάσεις και οι αγωγοί του κτιρίου.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται οι κυριότερες επιδράσεις στις οποίες υπόκειται ένα πλευρικό τοίχωμα στο εξωτερικό και το εσωτερικό ενός κτιρίου. [18]



Εικ. 1.6 Οι επιδράσεις που δέχεται ένα πλευρικό τοίχωμα εσωτερικά και εξωτερικά [18]

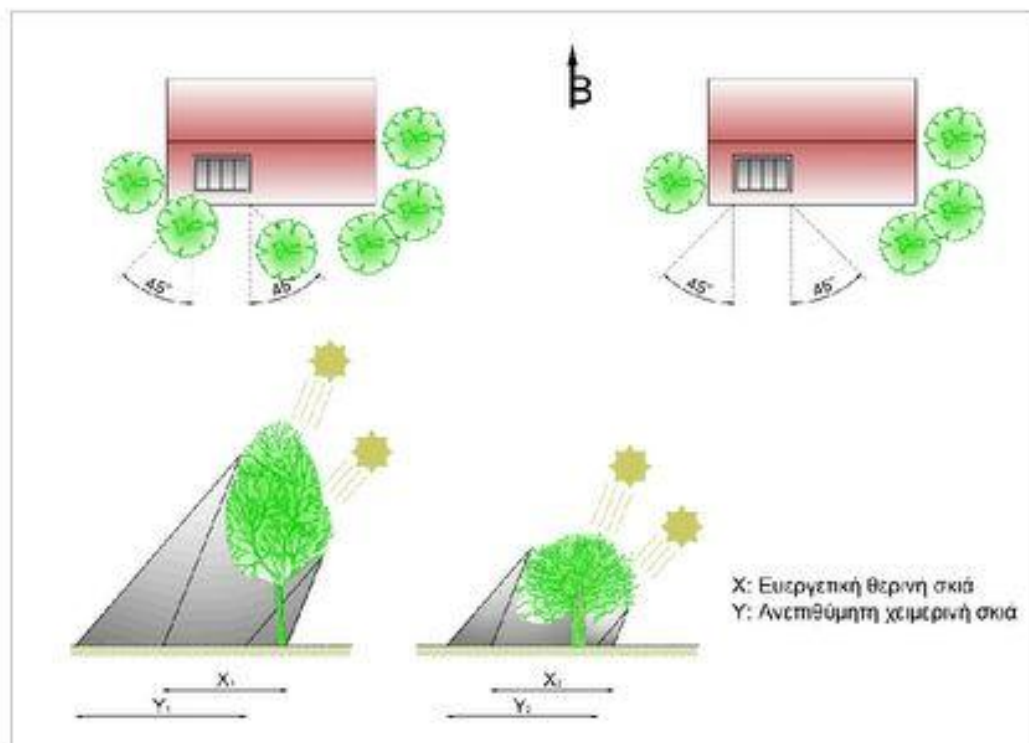
1.6 Ηλιοπροστασία κτιρίου και ανοιγμάτων

1.6.1 Ο σκιασμός του κτιρίου και των ανοιγμάτων

Ο σκιασμός ολόκληρου του κτιρίου μπορεί να επιτευχθεί – υπό την προϋπόθεση ότι πρόκειται για χαμηλό κτίριο – με την τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων και βλάστησης σε θέσεις κατάλληλες έτσι ώστε να διακόπτεται ο ηλιασμός τους καλοκαιρινούς μήνες. Παράλληλα η βλάστηση, απορροφώντας θερμότητα, μειώνει την εξωτερική θερμοκρασία.

Η σκίαση των ανοιγμάτων επιβάλλεται να είναι στην εξωτερική πλευρά του υαλοστασίου, προκειμένου να αποφευχθεί η διείσδυση του ήλιου και η συνεπαγόμενη υπερθέρμανση του χώρου. Η προστασία με σκίαστρα στο εσωτερικό των υαλοστασίων (π.χ. κουρτίνες, περσίδες) ή ανάμεσα στους υαλοπίνακες (π.χ. περσίδες) προσφέρει μεν μείωση της θάμβωσης από το έντονο ηλιακό φως, δεν απαλλάσσει όμως το χώρο από την υπερθέρμανση.

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων και η επιλογή του κατάλληλου συστήματος σκίασης, σε μορφή, μέγεθος και θέση είναι συνάρτησης του προσανατολισμού της όψης.



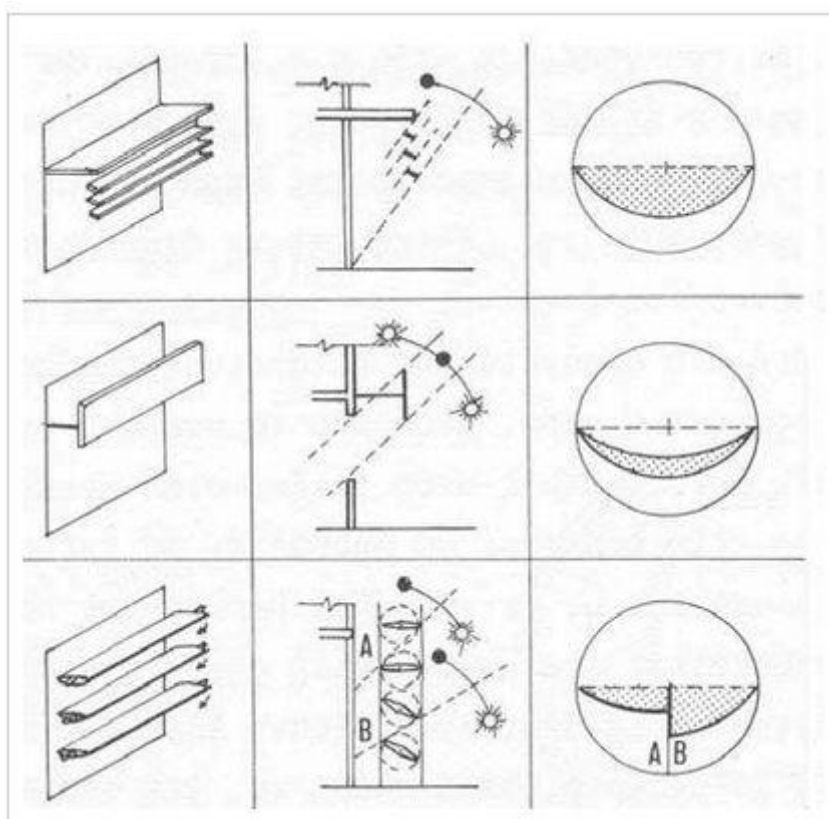
Εικ. 1.7 Σκίαση με δέντρα. Το ύψος του δέντρου και η ερριμμένη σκιά του [9]

Τα βασικά κριτήρια για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων είναι:

- Ο προσανατολισμός της όψης
- Η χρήση του χώρου (κατοικία, σχολείο, εργασιακός χώρος)
- Η μορφή των ανοιγμάτων – ανοίγματα συνεχόμενα ή διακοπτόμενα από τοίχους
- Η αισθητική του κτιρίου
- Ο παράγων οικονομία, ως αρχική επένδυση και ως κόστος λειτουργίας του κτιρίου

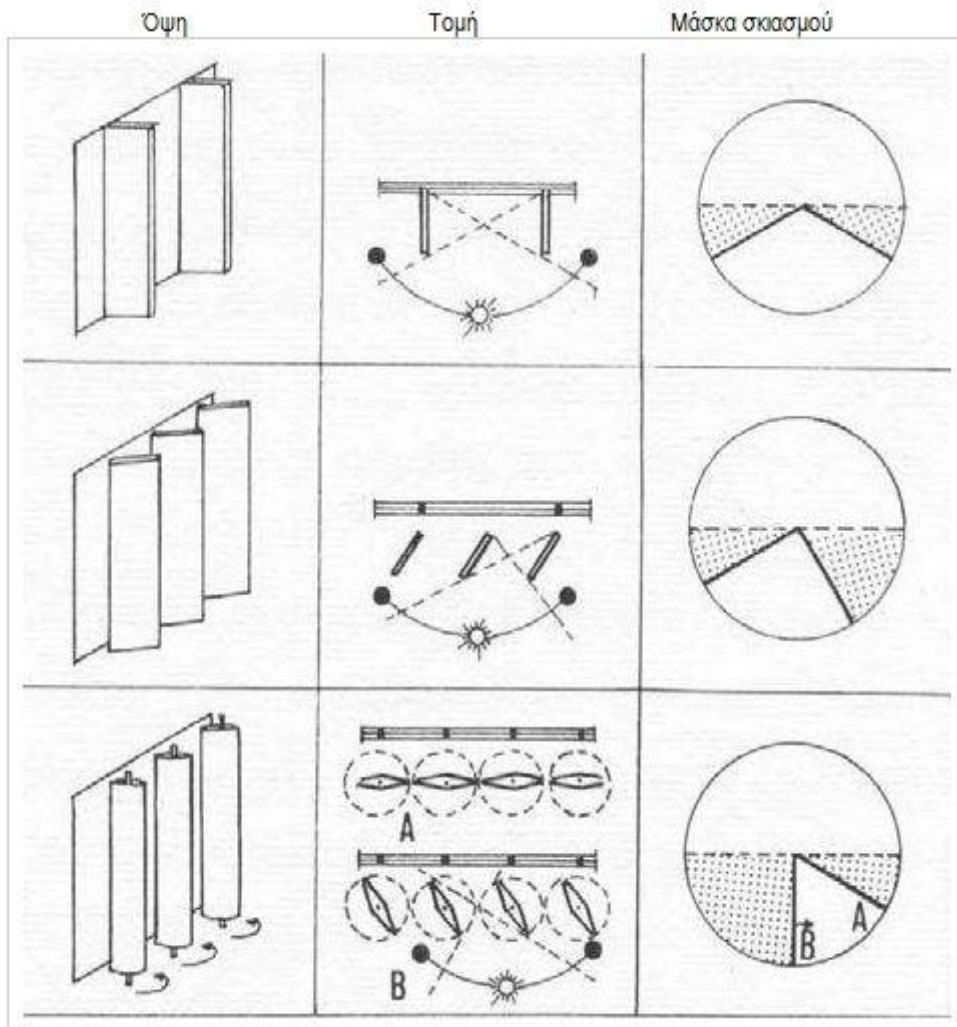
Σε σχέση με τον προσανατολισμό, από μελέτες έχει προκύψει ότι :

α) για νότιο προσανατολισμό, τα πιο κατάλληλα στοιχεία σκίασης είναι τα οριζόντια, σταθερά ή κινητά, λόγω της υψηλής τροχιάς του ήλιου τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο. Το κρίσιμο σημείο είναι το πλάτος της προεξοχής – προβόλου ή περσίδων – από το κτίριο, έτσι ώστε το μεν καλοκαίρι να διασφαλίζεται πλήρης σκίασμός των ανοιγμάτων, ενώ το χειμώνα, αντίστροφα, να επιτρέπεται η διείσδυση του ήλιου μέσα στο χώρο



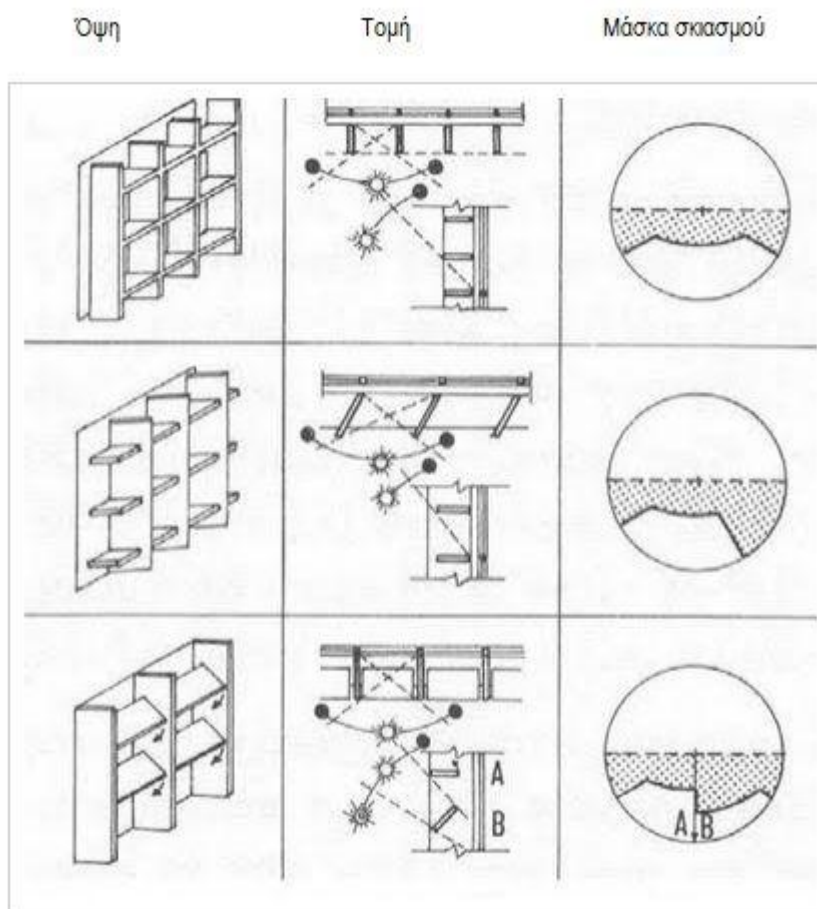
Εικ. 1.8 Μορφές οριζόντιων σκιάστρων σταθερών ή κινητών για νότια όψη [9]

β) για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό, η σκίαση των ανοιγμάτων με κατακόρυφες περσίδες, κάθετες στην όψη ή υπό κλίση, είναι πιο αποτελεσματική, γιατί ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά, κοντά στον ορίζοντα



Εικ. 1.9 Μορφές περσίδων για ανατολική και δυτική όψη [9]

γ) για προσανατολισμό νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό, τα ηλιοπροστατευτικά στοιχεία, για να είναι αποτελεσματικά, πρέπει να είναι συνδυασμός οριζόντιων και κατακόρυφων περσίδων, υπό μορφή εσχάρας. Η διάταξη αυτή των περσίδων καθορίζεται από το ύψος και το αζιμούθιο του ήλιου, για τους μήνες του καλοκαιριού.



Εικ. 1.10 Μορφές περσίδων για νοτιοανατολική και νοτιοδυτική όψη [9]

Η ηλιοπροστασία με εσωτερικά σκίαστρα ή περσίδες τοποθετημένες ανάμεσα στους υαλοπίνακες, δεν ενδείκνυται γιατί δεν απαλλάσσει τον εσωτερικό χώρο από τον κίνδυνο υπερθέρμανσης, παρόλο που μειώνει τη θάμβωση από το έντονο ηλιακό φως.

Επίσης, πρέπει να αποφεύγεται ο εγκλωβισμός του θερμού αέρα κάτω από τα σκίαστρα, όπως συμβαίνει σε συμπαγείς προεξοχές, προβόλους, μαρκίζες κ.λπ. γιατί η συσσωρευμένη πρόσθετη θερμότητα επηρεάζει το εσωτερικό του κτιρίου.

Κατασκευές που επηρεάζουν την ανεμπόδιστη απομάκρυνση του θερμού αέρα από το κτήριο είναι τα διάτρητα σκίαστρα- μεταλλικά, ξύλινα ή και με συμπαγή κενό/σχισμή ανάμεσα στο κτήριο και στο πρόβολο, τα οποία δεν εγκλωβίζουν θερμό αέρα. Επίσης και το υλικό κατασκευής του ηλιοπροστατευτικού συστήματος επηρεάζει την απόδοσή του. Σκίαστρα κατασκευασμένα με υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, όπως το σκυρόδεμα, αποθηκεύουν θερμότητα την οποία ακτινοβολούν και ενώ

εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει στο χώρο, δεν αποτρέπουν την υπερθέρμανση του κτηρίου.

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος σκίασης - μορφής και αποδοτικότητας - εξαρτάται άμεσα και από τη χρήση του κτιρίου και από τις ώρες λειτουργίας του. Η ηλιοπροστασία μιας κατοικίας καλύπτεται πλήρως με μία τέντα, ενώ για ένα κτίριο γραφείων ή μια βιβλιοθήκη το είδος του σκίαστρου οφείλει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των μόνιμων, σταθερών θέσεων εργασίας. Αξιολογώντας την αποτελεσματικότητα των συστημάτων ηλιοπροστασίας, συμπεραίνεται ότι : τα σταθερά προστεγάσματα ή σκίαστρα, ανεξάρτητα από τον προσανατολισμό, παρουσιάζουν προβλήματα ως προς την απόδοσή τους, γιατί η πλήρης σκίαση των ανοιγμάτων το μήνα Αύγουστο, που είναι απολύτως επιθυμητή, διακόπτει τον ηλιασμό του χώρου και το μήνα Απρίλιο, λόγω της ίδιας φαινόμενης τροχιάς του ηλίου. Συνεπώς η κινητή εξωτερική ηλιοπροστασία παρουσιάζει πλεονεκτήματα, γιατί μπορεί να ρυθμίζεται ανάλογα με τις εποχές και τις ανάγκες των χρηστών του κτιρίου.

Η επιλογή του συστήματος ηλιοπροστασίας καθορίζεται και από τα κριτήρια αισθητικής. Το 'παιχνίδι' με το φως και η σχέση του εσωτερικού χώρου, η διαφάνεια του κελύφους αποτελούν ζητήματα συνθετικής οργάνωσης. Η διαφοροποιούμενη μορφή της ηλιοπροστασίας, συναρτήσει του προσανατολισμού της όψης, προσφέρει δυνατότητες σχεδιαστικών χειρισμών και μπορεί να αποτελέσει βασικό στοιχείο σύνθεσης και αισθητικής των όψεων του κτιρίου.

Τέλος, ως προς το οικονομικό σκέλος, παρά το γεγονός ότι η κινητή εξωτερική ηλιοπροστασία είναι πιο ακριβή σε σχέση με τη σταθερή ή τα εσωτερικά σκίαστρα, όμως είναι πιο αποδοτική, άρα και πιο οικονομική στη λειτουργία της, γιατί απαλλάσσει τα κτίρια από την υπερβολική ζέστη του καλοκαιριού και συνεπώς από τη συνεχή χρήση του κλιματισμού.[9]

Κεφάλαιο 2

2 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης

Για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη των κτιρίων έχουν αναπτυχθεί τρεις κατηγορίες τεχνικών συστημάτων, ανάλογα με το αν παρεμβάλλονται ή όχι τα μηχανολογικά συστήματα : τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και τα παθητικά ηλιακά συστήματα, ενώ μια τρίτη κατηγορία είναι τα υβριδικά συστήματα.

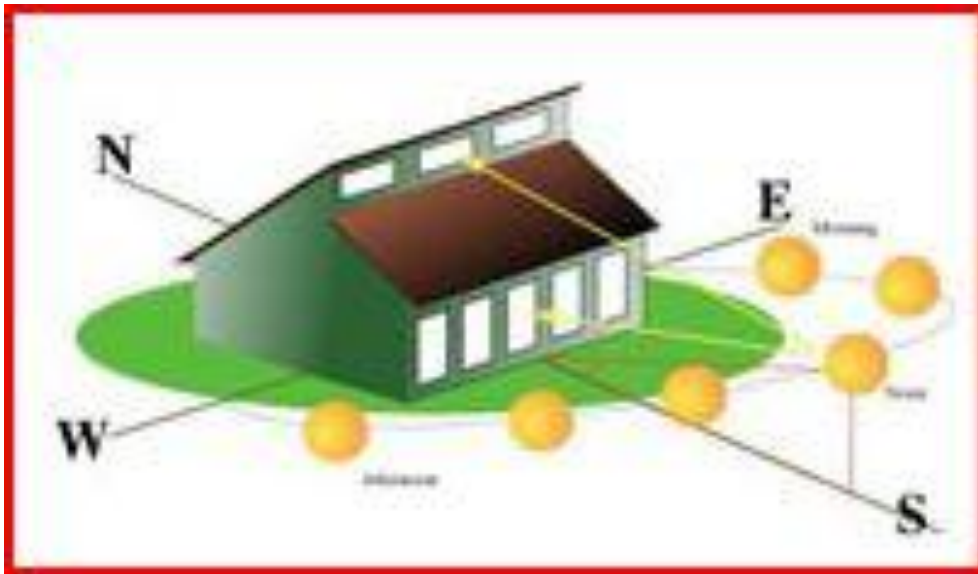
Παθητικά ηλιακά συστήματα είναι εκείνα που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία για θέρμανση ή ψύξη και δεν κάνουν χρήση μηχανικών μέσων για τη μεταφορά της θερμότητας προς το χώρο. Βασίζονται στη φυσική ροή της θερμικής ενέργειας, εκμεταλλεύονται τις φυσικές ιδιότητες των υλικών του κτιρίου και χρησιμοποιούν, για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την αποθήκευση της θερμότητας, τα δομικά στοιχεία του κελύφους (τοιχούς, δάπεδα, οροφές, δώμα).

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα απαιτούν τη χρησιμοποίηση μηχανικών μέσων – απλών μέχρι υψηλής τεχνολογίας (αντλίες θερμότητας, εναλλάκτες θερμότητας κλπ) – και προϋποθέτουν σύνθετους μηχανισμούς συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης της θερμότητας που έχει προέλθει από την ηλιακή ακτινοβολία που δεσμεύτηκε. Ηλιακοί συλλέκτες που θερμαίνουν νερό ή αέρα, το οποίο στη συνέχεια διοχετεύεται στο σύστημα διανομής της θερμότητας στο χώρο με τη μεσολάβηση εναλλάκτη θερμότητας αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα.

Τα **υβριδικά** είναι συστήματα που συνδυάζουν τη φυσική και μηχανική ροή θερμότητας. Βασίζονται στην παθητική εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, παρεμβάλλοντας συγχρόνως μηχανικά συστήματα χαμηλής κατανάλωσης και απλής κατασκευής. Για παράδειγμα, η προσθήκη ενός ανεμιστήρα σε ένα παθητικό σύστημα, για να υποβοηθήσει τη μεταφορά θερμότητας στους πίσω χώρους του κτιρίου ή ενός θερμοστάτη για να υπάρχει έλεγχος της θερμότητας που αποδίδεται, μετατρέπουν ένα παθητικό ηλιακό σύστημα σε υβριδικό. [9]

Αναγκαία προϋπόθεση για τη σωστή λειτουργία των παθητικών ηλιακών συστημάτων ώστε να αξιοποιήσουν όσο το δυνατό περισσότερο την ηλιακή ενέργεια, είναι ένας κατάλληλος σχεδιασμός του κτιρίου. Αυτό σημαίνει ότι το κέλυφος πρέπει να επιτρέπει :

- Τη μέγιστη ηλιακή συλλογή
- Τη μέγιστη θερμοχωρητικότητα
- Τις ελάχιστες θερμικές απώλειες



Εικ. 2.1 [10]

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων βασίζεται σε τρεις μηχανισμούς

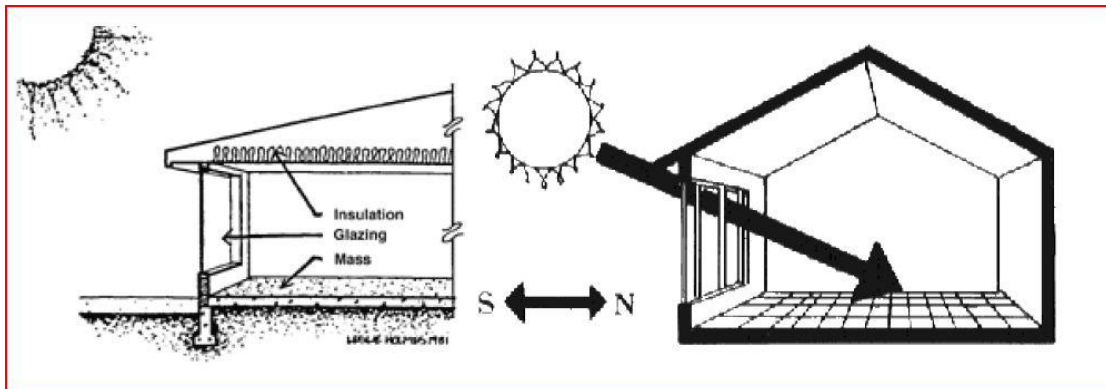
- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου (συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και η διατήρησή της στο εσωτερικό του κτιρίου για την θέρμανση των χώρων)
- Τη θερμική υστέρηση των υλικών (θερμοχωρητικότητα)
- Τις αρχές μετάδοσης της θερμότητας (την ιδιότητα της θερμότητας να μεταφέρεται από το θερμό στο κρύο αντικείμενο)

2.1 Είδη παθητικών ηλιακών συστημάτων για θέρμανση

- Άμεσο κέρδος
- Έμμεσο κέρδος
- Απομονωμένο κέρδος

2.1.1 Άμεσο κέρδος

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



Εικ. 2.2 Άμεσο κέρδος [10].

Η αποτελεσματικότητα ενός τέτοιου συστήματος επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες :

- Προσανατολισμός
- Θέση ανοιγμάτων
- Μέγεθος ανοιγμάτων [10]

Κριτήρια σχεδιασμού για το άνοιγμα

Τα κριτήρια σχεδιασμού για το άνοιγμα στο σύστημα του άμεσου κέρδους αφορούν :

Στην περίοδο ηλιασμού του ανοίγματος. Η ηλιακή ακτινοβολία πρέπει να εισέρχεται στο κτίριο το χειμώνα και να αποτρέπεται το καλοκαίρι. Ο προσανατολισμός και η κατάλληλη ηλιοπροστασία συμβάλλουν σε αυτό. Η νότια πρόσοψη με απόκλιση 30° ανατολικά ή δυτικά από το Νότο δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία κατανεμημένη στις διάφορες εποχές του έτους, με τον πιο ευνοϊκό τρόπο, την μέγιστη μέση τιμή στη χειμερινή περίοδο και την ελάχιστη μέση τιμή στη θερινή. Επίσης δέχεται την μεγαλύτερη διάρκεια ηλιασμού στη χειμερινή περίοδο.

Μονώροφα κτίρια με μικρό βάθος, τοποθετημένα με την κύρια όψη τους στο νότο, ή πολυώροφα κτίρια με νότια πρόσοψη ή κλιμακωτές διατάξεις κτιρίων, για να εκμεταλλεύονται το νότιο προσανατολισμό, είναι αρχιτεκτονικές συνθέσεις που ευνοούν την εφαρμογή του συστήματος άμεσου κέρδους. Επίσης το άνοιγμα πρέπει να τοποθετείται σε τέτοια θέση στην όψη του κτιρίου ώστε να δέχεται ηλιακή ακτινοβολία για όσο το

δυνατόν μεγαλύτερη διάρκεια. Παράθυρα οροφής, πριονωτές στέγες, φεγγίτες κ.τ.λ. εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία και συμβάλλουν στη διανομή της ακόμη και σε χώρους με δυσμενή προσανατολισμό (π.χ. βορινό).

Τα ανοίγματα που είναι προσανατολισμένα στο νότο δέχονται περίπου το 50 % της ημερήσιας ακτινοβολίας, αλλά απαιτούν ηλιοπροστασία για την αποφυγή της υπερθέρμανσης τη θερινή περίοδο. Ανοίγματα σε ανατολικό, δυτικό προσανατολισμό συνεισφέρουν επίσης, αλλά σε μικρότερο βαθμό, στη θέρμανση του χώρου. Και σε αυτούς τους προσανατολισμούς απαιτείται ηλιοπροστασία για τον έλεγχο των θερμικών κερδών τη θερινή περίοδο.

Με τη χρήση εξωτερικών ανακλαστήρων (υλικά με υψηλό συντελεστή ανακλαστικότητας), η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο άνοιγμα μπορεί να αυξηθεί έως και 40%. Ανακλαστικές επιφάνειες ή επιστρώσεις μπορεί επίσης να τοποθετηθούν στο εσωτερικό του κτιρίου για κατευθύνουν την ηλιακή ακτινοβολία στις θέσεις όπου υπάρχει θερμική μάζα.

Σε σχέση με την κλίση, το κατακόρυφο νότιο υαλοστάσιο είναι προτιμότερο από το κεκλιμένο, γιατί το καλοκαίρι σκιάζεται ευκολότερα, ενώ το χειμώνα δέχεται εξίσου με το κεκλιμένο σημαντική ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας.

Γενικά η κατανομή των ανοιγμάτων επιλέγεται έτσι ώστε να διανέμεται η θερμότητα σε όλο τον εσωτερικό χώρο του κτιρίου. Επίσης τα ανοίγματα διατάσσονται με τέτοιο τρόπο στην όψη ώστε η θερμική μάζα για την αποθήκευση να δέχεται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία.

Δεν θα πρέπει να παραβλέπεται και η συμβολή του ανοίγματος στη ποσότητα και ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτισμού.

Στην ηλιοπροστασία. Η ηλιοπροστασία είναι απαραίτητη, επειδή το μεγάλο μέγεθος των ανοιγμάτων για την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να έχει ως συνέπεια την υπερθέρμανση του χώρου ακόμα και κατά την περίοδο θέρμανσης. Ο κατάλληλος συνδυασμός και η διαστασιολόγηση των εξωτερικών προστατευτικών διατάξεων μπορεί να διασφαλίσει αποτελεσματικό ηλιακό έλεγχο και μείωση των ψυκτικών φορτίων την θερινή περίοδο.

Στην επιλογή του υαλοστασίου. Πλαίσιο με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας (θερμομονωμένο πλαίσιο, μεταλλικό πλαίσιο με θερμική διακοπή, ξύλινο πλαίσιο κ.ο.κ) διπλός υαλοπίνακας ή ειδικοί θερμομονωτικοί υαλοπίνακες και αεροστεγανότητα του κουφώματος συμβάλλουν σε θετικό θερμικό ισοζύγιο, με το θερμικό όφελος από την

ηλιακή ακτινοβολία να υπερκαλύπτει τις θερμικές απώλειες από το άνοιγμα.

Για την αύξηση της απόδοσης του συστήματος το χειμώνα εφαρμόζεται στα ανοίγματα νυχτερινή κινητή θερμομόνωση, που περιορίζει τις θερμικές απώλειες το βράδυ. Ενδείκνυται ειδικά θερμομονωμένα φύλλα ασφαλείας και θερμομονωτικά πετάσματα. Ακόμη και η χρήση συμβατικών ρολών μειώνει τις θερμικές απώλειες από το άνοιγμα περίπου κατά 30%, και τα βενετικά στόρια και οι κουρτίνες κατά 5%. Όσο μεγαλύτερο είναι το άνοιγμα τόσο πιο επιτακτική είναι η εφαρμογή νυχτερινής μόνωσης.

Στην αντίθετη περίπτωση, το άνοιγμα μπορεί να αποδώσει αρνητικά στο σύνολο του εικοσιτετραώρου, καθώς επιτρέπει, λόγω μεγέθους, αυξημένες θερμικές απώλειες τη νύχτα. Η χρησιμοποίηση συστημάτων αυτόματου ελέγχου βελτιώνει τη λειτουργία της κινητής μόνωσης των ανοιγμάτων, ιδιαίτερα σε κτίρια του τριτογενούς τομέα.

Στην απαίτηση για φυσικό φωτισμό του κτιρίου με σύγχρονη αποφυγή θάμβωσης, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου. Η χωροθέτηση και διαστασιολόγηση των ανοιγμάτων σε σχέση με το βάθος του φωτιζόμενου χώρου, η προστασία των ανοιγμάτων και η λαμπρότητα των περιβαλλουσών επιφανειών του φωτιζόμενου χώρου πρέπει να συνυπολογίζονται. Επίσης για την επιλογή του υαλοπίνακα, εκτός από το συντελεστή θερμοπερατότητας θα πρέπει να παίρνεται υπόψη η διαπερατότητα του στη φωτεινή ακτινοβολία και συνεκτιμώνται το επίπεδο του φυσικού φωτισμού που παρέχεται και οι συνθήκες οπτικής άνεσης.

Κριτήρια σχεδιασμού για τη θερμική αποθήκη

Τα κριτήρια σχεδιασμού για τη θερμική αποθήκη στο σύστημα του αμέσου κέρδους αφορούν :

Στη θέση και τη διανομή των στοιχείων αποθήκευσης : τα δομικά στοιχεία που λειτουργούν ως θερμική αποθήκη δέχονται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία που έχει διαπεράσει το υαλοστάσιο ή θερμαίνονται από τον αέρα του χώρου που ήδη έχει θερμανθεί.

Γενικά, απαιτείται τετραπλάσια θερμική μάζα για να αποθηκεύσει την ίδια ποσότητα θερμότητας, αν αυτή θερμαίνεται έμμεσα από τον αέρα του δωματίου απ' ό,τι αν θερμαίνεται άμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία.

Το δάπεδο υπερτερεί ως θερμική αποθήκη επειδή συνήθως δέχεται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία, σε αντίθεση με την οροφή.

Γενικά, όμως, η κάλυψη του δαπέδου με έπιπλα και χαλιά από τους χρήστες μπορεί να εμποδίζει την αποθήκευση θερμότητας σε αυτό. Οι

τοιχοποιίες από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας που δέχονται άμεση ηλιακή ακτινοβολία (εσωτερικές ή εξωτερικές) είναι πολύ ικανές αποθήκες θερμότητας.

Στο υλικό της θερμικής αποθήκης, όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοχωρητικότητα του υλικού τόσο μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας αποταμιεύεται. Συγχρόνως, όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου που λειτουργεί ως αποθήκη, τόσο μικρότερες είναι οι διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας. Από τα συνήθη οικοδομικά υλικά το σκυρόδεμα έχει την καλύτερη απόδοση, ενώ τη βέλτιστη έχει το νερό.

Στο μέγεθος της επιφάνειας και το πάχος της θερμικής αποθήκης. Συνήθως τα πρώτα 10 εκ. της θερμικής αποθήκης συμμετέχουν ενεργά και με μεγάλη απόδοση στη διαδικασία της αποθήκευσης, ενώ μετά τα 20 εκ. η μάζα δεν έχει σχεδόν κανένα αποτέλεσμα στην ημερήσια αποθήκευση της θερμότητας και στην ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας. Αντίθετα, μεγάλη διαθέσιμη επιφάνεια θερμικής αποθήκης συμβάλλει σε μικρότερες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στο χώρο. Γενικά συνιστάται η ποσότητα της θερμικής μάζας να διανέμεται σε μεγάλη επιφάνεια παρά σε μεγάλο πάχος κατασκευής.

Δηλαδή το παθητικό σύστημα του άμεσου κέρδους αποτελείται αφενός από νότια ανοίγματα ή μέχρι 30° απόκλιση από το Νότο προς την Ανατολή ή τη Δύση, κατασκευασμένα έτσι ώστε να περιορίζουν τις θερμικές απώλειες προς το περιβάλλον και εφοδιασμένα με νυχτερινή κινητή μόνωση για τον περιορισμό του κτιρίου για την αποθήκευση της θερμότητας, συνήθως στα ίδια τα δομικά στοιχεία του κτιρίου. [9]

2.1.2 Έμμεσο κέρδος

Ανήκουν τα συστήματα που αξιοποιούν έμμεσα τα ηλιακά οφέλη για την θέρμανση του κτιρίου. Αυτά τα συστήματα απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κέλυφος και ύστερα επιτρέπουν στη θερμότητα να διεισδύσει στους χώρους διαβίωσης.

Ο θερμικός τοίχος (τοίχος μάζας, Trombe ή τοίχος νερού) το δώμα θερμικής αποθήκευσης και ο τοίχος μεταξύ του θερμοκηπίου και του χώρου διαβίωσης, είναι οι κύριες εφαρμογές των μηχανισμών έμμεσου κέρδους.[10]

Τοίχος θερμικής αποθήκευσης ή τοίχος μάζας

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης είναι η συνδυασμένη κατασκευή τοίχου και υαλοπίνακα (ή άλλου διαφανούς στοιχείου με υψηλό συντελεστή διαπερατότητας της ηλιακής ακτινοβολίας), η οποία αποτελεί τμήμα του κτιριακού περιβλήματος. Αναλόγως της κατασκευής του διακρίνεται σε:

Ηλιακό τοίχο μη θερμοσιφωνικής ροής (τοίχος μάζας και ηλιακός τοίχος νερού)

Ηλιακό τοίχο θερμοσιφωνικής ροής (τοίχος Trombe – Michelle)

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης είναι ένα σύστημα που περιλαμβάνει έναν τοίχο χωρίς θερμομόνωση, με νότιο προσανατολισμό ή με απόκλιση έως 30°, προς την Ανατολή ή τη Δύση, κατασκευασμένο από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας που λειτουργεί ως αποθήκη και διαφανές υλικό τοποθετημένο σε μια ελάχιστη απόσταση 10εκ. προς την εξωτερική του πλευρά, που χρησιμεύει για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Στον τοίχο μπορεί να ενσωματώνονται θυρίδες για την κυκλοφορία του αέρα. (τοίχος Trombe – Michelle).

Η ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται από το διαφανές στοιχείο μετατρέπεται σε θερμότητα στο χώρο μεταξύ του υαλοστασίου και του τοίχου και αποθηκεύεται ως θερμική ενέργεια στον τοίχο. Από εκεί μεταδίδεται με αγωγιμότητα ή και με μεταφορά, ανάλογα με την κατασκευή του συστήματος, στο χώρο. Ταυτόχρονα το διαφανές υλικό και σε ορισμένες περιπτώσεις επιπρόσθετα και το ακίνητο στρώμα αέρα μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου λειτουργεί ως μονωτικό στρώμα για τη μείωση των θερμικών απωλειών από το θερμό τοίχο προς το εξωτερικό ψυχρό περιβάλλον.

Όσο μεγαλύτερη απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία εμφανίζει η εξωτερική παρειά του τοίχου (βαφή με σκούρο χρώμα και αδρή επιφάνεια) τόσο αυξάνεται η απόδοση του συστήματος. Σε τοίχο με σκουρόχρωμη επιφάνεια αναπτύσσεται επιφανειακή θερμοκρασία μέχρι και 65°C.

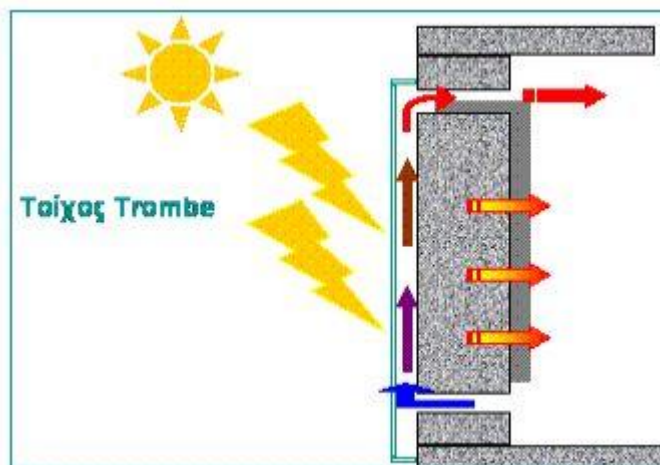
Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους, οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης διακρίνονται σε:

- τοίχους που είναι κατασκευασμένοι από υλικά τοιχοποιίας, δηλαδή χυτό σκυρόδεμα, τσιμεντόλιθους, οπτόπλινθους (πλήρεις ή με οπές), πέτρα και ωμόπλινθους και
- τοίχους που αποτελούνται από δοχεία μεταλλικά, πλαστικά ή από μπετόν και περιέχουν νερό.

Για την καλή λειτουργία του τοίχου, το βάθος του θερμαινόμενου χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 4,5 με 6,0 μέτρα, που είναι η μέγιστη

απόσταση για να είναι αποτελεσματική η θέρμανση του χώρου με την ακτινοβολία που εκπέμπεται από τον θερμό τοίχο.

Μια παραλλαγή του συστήματος είναι ο τοίχος Trombe – Michelle. Είναι ένας τοίχος θερμικής αποθήκευσης κατασκευασμένος από υλικά τοιχοποιίας, με θυρίδες στο επάνω και κάτω τμήμα του συμπαγούς τμήματος, οπότε η μετάδοση της θερμότητας προς την πλευρά του εσωτερικού χώρου γίνεται – εκτός από την αγωγιμότητα – και με φυσικό θερμοσιφωνισμό. Ο αέρας, που βρίσκεται μεταξύ του υαλοστασίου και του τοίχου, θερμαίνεται καθώς εφάπτεται στο θερμό τοίχο κι από τις θυρίδες που βρίσκονται στο επάνω μέρος του τοίχου εισέρχεται στον κατοικήσιμο χώρο, ενώ συγχρόνως εισέρχεται από την κάτω θυρίδα στο διάκενο ψυχρός αέρας από το εσωτερικό του κτιρίου, ο οποίος θερμαίνεται. Με αυτόν τον τρόπο αποδίδεται πρόσθετη θερμότητα στο χώρο στις περιόδους της ηλιοφάνειας και η θέρμανση του χώρου αρχίζει αμέσως με τη θέρμανση του τοίχου και συνεχίζεται έως 2 με 3 ώρες μετά το σκιασμό του.

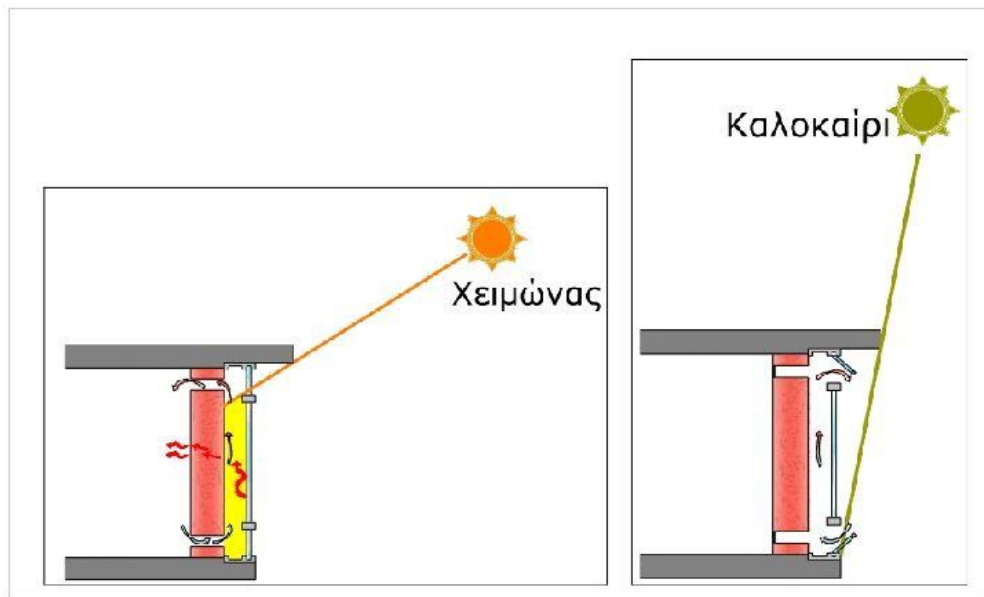


Εικ. 2.3 Λειτουργία τοίχου Trombe [19]

Κατά τις νυχτερινές ώρες της χειμερινής περιόδου οι θυρίδες πρέπει να κλείνουν (αρκεί μόνον το κλείσιμο των επάνω θυρίδων), ώστε να μην προκαλείται αντίστροφη κυκλοφορία του αέρα. Οι θυρίδες μπορεί να κλείνουν χειροκίνητα ή με αυτοματισμό, με χρονομετρητή ή με θερμική ή οπτική διέγερση (όταν μειωθεί η εξωτερική θερμοκρασία ή το επίπεδο φωτισμού).

Οι θυρίδες τοποθετούνται κατά μήκος όλου του τοίχου και όσο το δυνατόν πιο κοντά στην οροφή και στο δάπεδο. Η απόσταση μεταξύ των επάνω και κάτω θυρίδων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 2,0 m και η συνολική επιφάνεια των θυρίδων να μην υπολείπεται του 2% της συνολικής επιφάνειας του τοίχου.

Το πάχος του τοίχου, ιδίως αυτού που λειτουργεί χωρίς θυρίδες, είναι καθοριστικό. Το βέλτιστο πάχος ενός τοίχου με υλικά τοιχοποιίας αυξάνεται καθώς αυξάνεται και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας των υλικών. Η χρησιμοποίηση των θυρίδων γίνεται απαραίτητη όσο αυξάνει το πάχος του τοίχου, γιατί τότε η κυκλοφορία του θερμού αέρα παίζει μεγαλύτερο ρόλο στη γρήγορη θέρμανση του εσωτερικού χώρου, παρά η μετάδοση θερμότητας με αγωγιμότητα από την εξωτερική στην εσωτερική επιφάνεια του τοίχου.



Εικ. 2.4 Χειμερινή και θερινή λειτουργία τοίχου θερμικής αποθήκευσης με θυρίδες (τοίχος Trombe – Michelle) [9]

Το πάχος του τοίχου επηρεάζει και τη διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα στο θερμαινόμενο χώρο. Γενικά, όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του τοίχου τόσο μεγαλύτερη είναι η χρονική υστέρηση στη μετάδοση της θερμότητας και μικρότερες οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις της επιφανειακής θερμοκρασίας της εσωτερικής παρειάς του τοίχου και κατά συνέπεια και του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου.

Σε σχέση με τις θερμικές απώλειες που εμφανίζονται, η χρησιμοποίηση διπλού υαλοπίνακα κρίνεται ικανοποιητική. Η νυχτερινή κινητή μόνωση είναι απαραίτητη στις ψυχρότερες περιοχές. Επίσης για να βελτιωθεί η απόδοση του συστήματος, ο τοίχος πρέπει να μονωθεί από όλα τα δομικά στοιχεία με τα οποία εφάπτεται, για να περιοριστούν οι θερμογέφυρες.

Για το καλοκαίρι, θα πρέπει να προβλεφθεί ηλιοπροστασία και να ανοίγουν τμήματα του υαλοστασίου (φεγγίτες ή θυρίδες στο επάνω και κάτω τμήμα του υαλοστασίου για να επιτρέπεται η διαφυγή του θερμού

αέρα, που υπάρχει στο χώρο μεταξύ υαλοστασίου και τοίχου προς το εξωτερικό περιβάλλον και να εξασφαλίζεται αποφόρτιση της θερμότητας και δροσισμός του τοίχου.

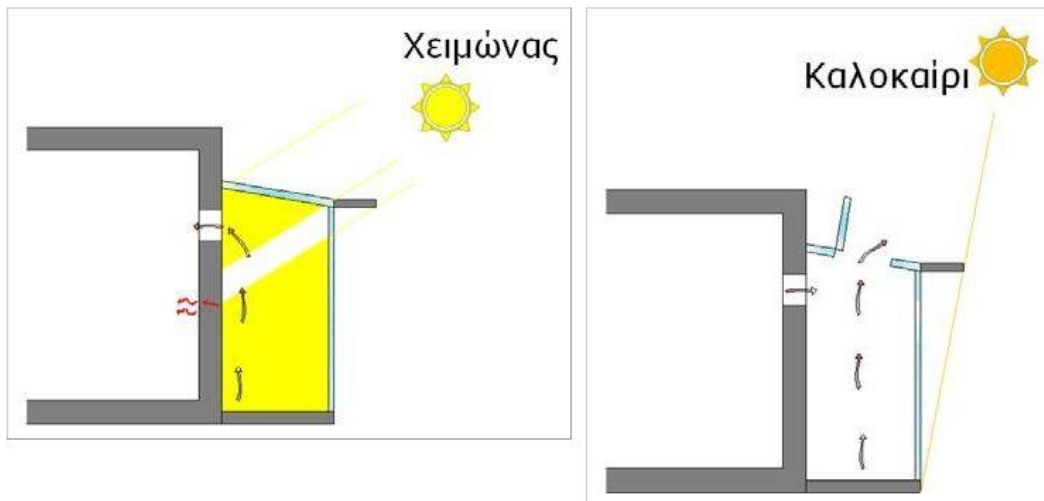
Όταν πρόκειται για τοίχο Trombe, πέραν της εξωτερικής σκίασης πρέπει να κλείνουν οι εσωτερικές θυρίδες προς το χώρο, ώστε να μη λειτουργεί το σύστημα και μεταφέρει θερμό αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου.

Στον τοίχο Trombe υπάρχει επίσης η δυνατότητα, με την ύπαρξη αντιδιαμετρικών ανοιγμάτων στο χώρο, σε συνδυασμό με τις θυρίδες του τοίχου και ανοιγμάτων (φεγγιτών) στα υαλοστάσια να δημιουργείται διαμπερής αερισμός που θα συμβάλλει στο δροσισμό του χώρου. Συγκεκριμένα, μπορεί να ανοίγει ένας φεγγίτης στο επάνω μέρος του υαλοστασίου και σε συνδυασμό με άνοιγμα της βόρειας όψης του κτιρίου, διατηρώντας κλειστή την επάνω θυρίδα αερισμού του τοίχου και ανοιχτή την κάτω, να δημιουργείται κίνηση αέρα στο χώρο.

Θερμοκήπιο ή ηλιακός χώρος

Ο ηλιακός χώρος ή θερμοκήπιο είναι ο συνδυασμός παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους και τοίχου θερμικής αποθήκευσης. Το κτίριο, δηλαδή, αποτελείται από δυο θερμικές ζώνες : τον ηλιακό χώρο που προσαρτάται στο κτίριο, όπου γίνεται συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας, και με τον έμμεσα θερμαινόμενο χώρο, κύριο κατοικήσιμο χώρο. Οι δύο ζώνες χωρίζονται μεταξύ τους με συμπαγή τοίχο με θερμική μάζα (με ή χωρίς θερμομόνωση) και με ή χωρίς υαλοστάσια. Αντί για υαλοστάσια ο ενδιάμεσος τοίχος μπορεί να διαθέτει θυρίδες για τη μεταφορά του θερμού αέρα από το θερμοκήπιο στον κύριο χώρο. Ανάλογα με την αρχιτεκτονική λύση, ο ηλιακός χώρος συνδέεται με έναν κοινό τοίχο με το κτίριο ή ενσωματώνεται σ' αυτό και συνδέεται με το κτίριο με περισσότερους κοινούς τοίχους, συμπαγείς ή με συνδυασμό τοιχοποιίας και υαλοστασίου.

Ευνόητο είναι ότι οι γυάλινες όψεις του θερμοκηπίου πρέπει να έχουν το κατάλληλο προσανατολισμό για τη μεγιστοποίηση της συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας. Η επιστέγαση του ηλιακού χώρου μπορεί να είναι συμπαγής ή διάφανη. Επίσης, το θερμοκήπιο μπορεί να ενσωματωθεί στο κτίριο, ώστε να έχει τρεις κοινούς τοίχους και έναν υάλινο τοίχο προς το Νότο. Θερμοκήπια θεωρούνται και τα αίθρια στον πυρήνα των κτιρίων, σκεπασμένα με γυάλινη επιστέγαση, που είναι ανεξάρτητοι μη θερμαινόμενοι χώροι.



Εικ. 2.5 Χειμερινή και θερινή λειτουργία θερμοκηπίου, με ανοιγόμενα υαλοστάσια [9]

Ο ηλιακός χώρος συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και την εξασφάλιση συνθηκών άνεσης, βοηθά στην ανάπτυξη των φυτών, διευκολύνει την παραγωγή αγροτικών προϊόντων για οικιακή χρήση και προσφέρει χρηστικό χώρο στους ενοίκους.

Για να χαρακτηριστεί ένας χώρος ως θερμοκήπιο, πρέπει να μην είναι θερμαινόμενος, να προσαρτάται στο κτίριο και να διαθέτει μεγάλα υαλοστάσια με ευνοϊκό προσανατολισμό (προς το Νότο, με απόκλιση έως 30°), διανεμημένα στις εξωτερικές του επιφάνειες για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ο χώρος του θερμοκηπίου θερμαίνεται απευθείας από την ηλιακή ακτινοβολία και λειτουργεί όπως το παθητικό σύστημα του «άμεσου κέρδους». Συγχρόνως η ηλιακή ενέργεια απορροφάται από τον πίσω συμπαγή τοίχο του θερμοκηπίου ή/ και το δάπεδο, μετατρέπεται σε θερμότητα και ένα ποσοστό μεταφέρεται στο κτίριο. Από αυτή την άποψη, το προσαρτημένο θερμοκήπιο είναι εκτεταμένο σύστημα τοίχου θερμικής αποθήκευσης, με τη μόνη διαφορά ότι το υαλοστάσιο είναι τοποθετημένο σε αρκετή απόσταση από τον τοίχο, ώστε να δημιουργείται κατοικήσιμος χώρος για την ημέρα ή ένας χώρος όπου καλλιεργούνται φυτά.

Το θερμοκήπιο χαρακτηρίζεται από έντονη θερμική διαστρωμάτωση, με τις θερμικές μάζες του αέρα να ανυψώνονται προς την ανώτατη στάθμη του. Έτσι, τοποθέτηση θυρίδων στα υψηλότερα σημεία του στοιχείου που συνδέει το θερμοκήπιο με το κτίριο είναι ικανές να προσάγουν θερμό αέρα στους θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου.

Το θερμοκήπιο – ηλιακός χώρος, επίσης λειτουργεί ως φράγμα θερμικών απωλειών του κτιρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον (χώρος θερμικής ανάσχεσης, *tampon escape, buffer zone*). Σχεδόν όλες τις ώρες της

ημέρας ο ηλιακός χώρος έχει υψηλότερη θερμοκρασία από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος κι έτσι συμβάλλει στη μείωση των θερμικών απωλειών από το κτίριο. Σε ψυχρά όμως κλίματα, κατά τις νυχτερινές ώρες μπορεί να συμβάλλει σε αύξηση θερμικών απωλειών, όταν ο ενδιάμεσος τοίχος δεν είναι επαρκώς μονωμένος. Σε ημέρες χωρίς ηλιοφάνεια, η εσωτερική θερμοκρασία σ' ένα θερμοκήπιο με διπλό υαλοστάσιο φθάνει τουλάχιστον στους 10°C όταν η εξωτερική είναι 0°C.

Η θερμική συνεισφορά του ηλιακού χώρου εξαρτάται από το γεωμετρικό σχήμα και τον τρόπο σύνδεσης του με το κτίριο. Η απόδοση του είναι συγκρίσιμη και πολλές φορές καλύτερη από την απόδοση ενός τοίχου θερμικής αποθήκευσης, που έχει την ίδια επιφάνεια υαλοστασίου.

Οι επιπλέον θερμικές απώλειες μέσω της οροφής και των τοίχων που περιβάλλουν έναν ηλιακό χώρο αντισταθμίζονται από το γεγονός ότι το υαλοστάσιο έχει τη βέλτιστη κλίση. Υπολογίζεται ότι κατά τους χειμερινούς μήνες 10% έως 30% από την θερμότητα που προέρχεται από τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας από έναν ηλιακό χώρο μεταφέρεται στους παρακείμενους χώρους του κτιρίου. Υπάρχουν πέντε βασικές μέθοδοι μεταφοράς θερμότητας από τον ηλιακό χώρο στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου :

- Με απευθείας είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτιρίου (στην περίπτωση που υπάρχουν διαφανή στοιχεία στον ενδιάμεσο τοίχο).
- Με μεταφορά του θερμού αέρα από το θερμοκήπιο στο χώρο με θερμοσιφωνισμό (στην περίπτωση που υπάρχουν ανοίγματα ή θυρίδες στον ενδιάμεσο τοίχο) ή με βεβιασμένη μεταφορά (θυρίδες ενισχυμένες με ανεμιστήρες).
- Με αγωγιμότητα μέσω των διαχωριστικών τοίχων θερμοκηπίου – κτιρίου (σε αυτή την περίπτωση ο ενδιάμεσος τοίχος δε διαθέτει θερμομόνωση κατά τη διάρκεια της ημέρας).
- Με τη χρήση απλών μηχανικών μέσων (π.χ. ανεμιστήρας) και αποθήκευση της θερμότητας στον εσωτερικό χώρο απ' όπου και μεταδίδεται με ακτινοβολία ή μεταφορά. Σ' αυτή την περίπτωση, η θερμότητα μπορεί να μεταφερθεί και σε χώρους που δεν δέχονται απευθείας την ηλιακή ακτινοβολία.
- Με συνδυασμό των ανωτέρω.

Ανάλογα με τη θερμική σύνδεση και τον επιθυμητό τρόπο μεταφοράς, αποθήκευσης και διανομής της θερμότητας, ο διαχωριστικός τοίχος και το διαχωριστικό υαλοστάσιο μεταξύ θερμοκηπίου και κατοικήσιμου χώρου, θερμομονώνεται ή όχι και εφαρμόζεται νυχτερινή μόνωση (η οποία εφαρμόζεται και τη θερινή περίοδο).

- Στη μέθοδο της απευθείας εισόδου της ηλιακής ακτινοβολίας στο κτίριο, τμήμα του κοινού τοίχου μεταξύ του θερμοκηπίου και του κτιρίου αποτελείται από υαλοστάσια. Ένα σημαντικό ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο υαλοστάσιο του θερμοκηπίου εισέρχεται στο κτίριο απευθείας μέσα από ενδιάμεσα ανοίγματα, ενώ το υπόλοιπο παραμένει στο θερμοκήπιο και το θερμαίνει. Σ' αυτήν την περίπτωση το σύστημα λειτουργεί όπως το παθητικό σύστημα του «άμεσου κέρδους». Το πλεονέκτημα σε σχέση με το σύστημα του άμεσου κέρδους είναι ότι μειώνονται οι θερμικές απώλειες από το υαλοστάσιο του θερμαινόμενου χώρου, επειδή μεσολαβεί το θερμοκήπιο, όπου αναπτύσσεται υψηλότερη θερμοκρασία από το εξωτερικό περιβάλλον.

-Η μεταφορά του θερμού αέρα από το θερμοκήπιο στον εσωτερικό χώρο (είτε ο διαχωριστικός τοίχος διαθέτει ανοίγματα είτε όχι) βασίζεται στο φυσικό θερμοσιφωνισμό ή υποστηρίζεται από ανεμιστήρες.

Για τη φυσική μεταφορά της θερμότητας απαιτούνται ανοίγματα (παράθυρα ή πόρτες ή θυρίδες) στον κοινό τοίχο θερμοκηπίου – κτιρίου, που ανοίγουν αυτόματα ή χειροκίνητα και έτσι δημιουργείται φυσική κυκλοφορία του θερμού αέρα. Όσο υψηλότερα είναι τοποθετημένα τα ανοίγματα στο διαχωριστικό τοίχο και όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία στο θερμοκήπιο, τόσο μεγαλύτερη είναι η ροή της θερμότητας από το θερμοκήπιο στον κυρίως χώρο. Η θερμότητα που αποδίδεται στον εσωτερικό χώρο μπορεί, να αποταμιευθεί στα εσωτερικά δομικά στοιχεία όπως και στη περίπτωση του άμεσου κέρδους.

2.1.3 Απομονωμένο κέρδος

Στα συστήματα απομονωμένου κέρδους η επιφάνεια ηλιοσυλλογής δεν βρίσκεται σε επαφή με τον χώρο που επιθυμούμε να θερμάνουμε. Μεταξύ αυτής της επιφάνειας και το χώρο διαβίωσης υπάρχει ένας μηχανισμός μετάδοσης της θερμότητας όπως για παράδειγμα ένας ανεμιστήρας.

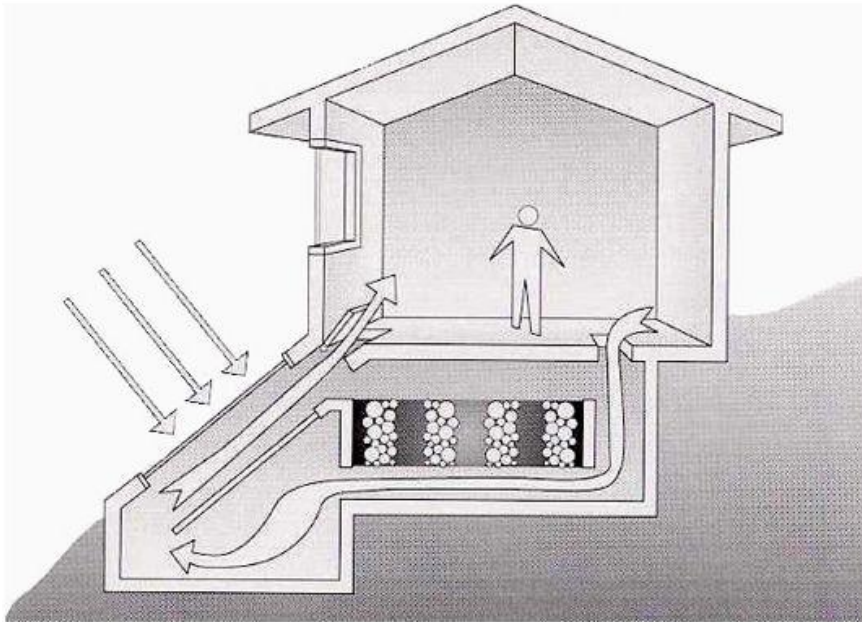
Στα πραγματικά παθητικά ηλιακά συστήματα η μετάδοση της θερμότητας γίνεται με μη μηχανικά μέσα και βασίζεται κυρίως στην άνωση, μεταγωγή και ακτινοβολία της θερμότητας. Παράδειγμα απομονωμένου κέρδους είναι το θερμοσιφωνικό πανέλο και το rock bed.[10]

Θερμοσιφωνικό πανέλο εκτός του κτιριακού περιβλήματος

Το απομονωμένο θερμοσιφωνικό πανέλο λειτουργεί όπως το θερμοσιφωνικό πανέλο που είναι προσαρτημένο στην όψη του κτιρίου, βρίσκεται όμως εκτός του κτιριακού περιβλήματος. Αποτελείται από υαλοπίνακα, διάκενο αέρα και μεταλλική σκουρόχρωμη επιφάνεια, που

φέρει μόνωση εξωτερικά. Τοποθετείται εν γένει χαμηλότερα από τους κύριους χώρους του κτιρίου με κλίση 40° περίπου.

Η θερμότητα που συλλέγεται στο διάκενο αέρα, μεταφέρεται μέσω αγωγών με θερμοσιφωνική ροή είτε απ' ευθείας στους χώρους του κτιρίου, είτε σε αποθήκη θερμότητας (rock bed) απ' όπου αποδίδεται σταδιακά στους χώρους. [19]



Εικ. 2.6 [19]

Κεφάλαιο 3

3 Περιβάλλον χώρος – μικροκλίμα

3.1 Φύτευση

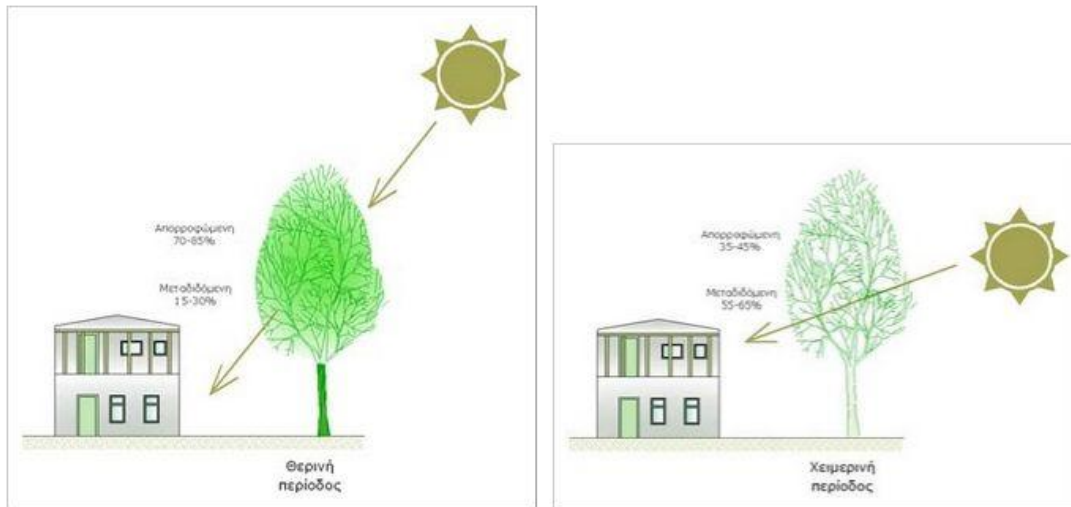
Ο άνεμος και η ηλιακή ακτινοβολία είναι οι δύο σημαντικότεροι φυσικοί παράγοντες που αντιμετωπίζονται με τη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου, τα φυτά και τον αστικό εξοπλισμό. Η κατάλληλη γεωμετρική τοποθέτηση της βλάστησης και των δομικών στοιχείων στους ανοιχτούς χώρους δημιουργεί συνθήκες σκίασης τη θερινή περίοδο και ηλιασμού τη χειμερινή περίοδο, με παράλληλη διοχέτευση ή χειραγώγηση των ανέμων.

Ειδικότερα, ο σχεδιασμός της φύτευσης με δέντρα ή θάμνους ή χαμηλή βλάστηση στους υπαίθριους χώρους λειτουργεί αποτελεσματικά σε σχέση με τα κτίρια στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- ως ανεμοφράκτης για το χειμώνα προστατεύοντας τα κτίρια,
- ως στοιχείο ελέγχου της ανεμορροής, κατευθύνοντας το δροσερό άνεμο το καλοκαίρι
- ως πηγή δροσισμού το καλοκαίρι, παρέχοντας δροσιά μέσω της εξατμισοδιαπνοής
- ως ρυθμιστής της θερμικής άνεσης, με τον έλεγχο της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας
- ως φίλτρο του φυσικού φωτός όλο το χρόνο
- ως φίλτρο της σκόνης και των μικροσωματιδίων

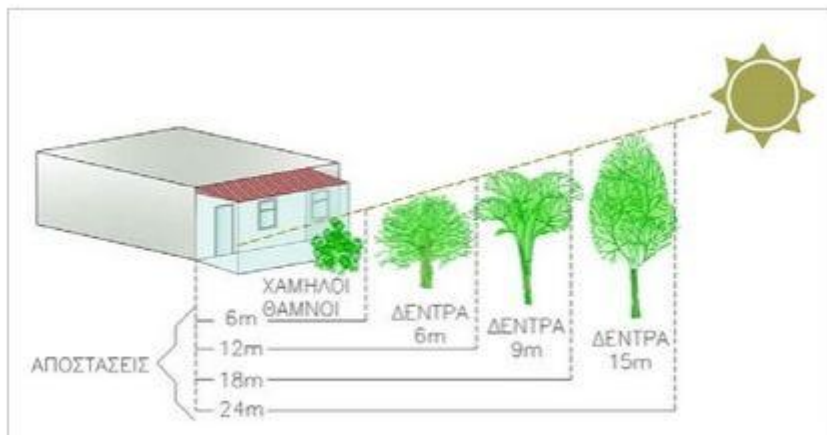
Επίσης :

- προστατεύει από τη διάβρωση
- μειώνει το θόρυβο από τον περιβάλλοντα χώρο
- βελτιώνει την ποιότητα του αέρα και μειώνει τη μόλυνση της ατμόσφαιρας
- μειώνει την οπτική όχληση και δημιουργεί ιδιωτικότητα



Εικ. 3.1 Σκίαση νότιας όψης κτιρίου από φυλλοβόλο δέντρο, χωρίς να παρεμποδίζεται σημαντικά ο ηλιασμός του τη χειμερινή περίοδο [9]

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην επιλογή της κατάλληλης φύτευσης. Δηλαδή για την προστασία των υπαίθριων χώρων και των κτιρίων από τους ψυχρούς ανέμους το χειμώνα επιλέγονται δέντρα ή φυτά αειθαλή. Αντίθετα, για τη διευκόλυνση του ηλιασμού των υπαίθριων χώρων το χειμώνα επιλέγονται δέντρα και φυτά φυλλοβόλα.



Εικ. 3.2 Προτεινόμενα ύψη φύτευσης, αναλόγως με την απόσταση, για νότιο προσανατολισμό[9]

Το είδος του φυτού (θάμνοι, δέντρα, αναρριχόμενα κλπ), το μέγεθος και το σχήμα του φυτού, όταν αυτό είναι πλήρως αναπτυγμένο, η αναλογία μεταξύ κορμού και κόμης, η πυκνότητα του φυλλώματος, είναι μερικοί από τους παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε σχέση και με τον

κύριο σκοπό της φύτευσης, για την επιλογή των πλέον κατάλληλων φυτικών ειδών. Η ποιότητα του εδάφους και οι ιδιαίτερες απαιτήσεις για την ανάπτυξη και διατήρηση της φύτευσης (ανάγκες σε νερό, ευκολία συντήρησης κοκ) πρέπει επίσης να αξιολογούνται. Πάντως τα τοπικά φυτικά είδη που ευδοκιμούν στην περιοχή θα πρέπει να είναι η βάση για την οποιαδήποτε επιλογή.[9]

3.2 Φυσικός φωτισμός

Ο τεχνητός φωτισμός αποτελεί σημαντική πηγή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε ορισμένα κτίρια. Ανάλογα με τον τύπο των λαμπτήρων, ένα μικρό ή μεγάλο ποσοστό του φορτίου φωτισμού μετατρέπεται σε θερμότητα που επηρεάζει το θερμικό και το ψυκτικό φορτίο του κτιρίου.

Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στον σχεδιασμό των ανοιγμάτων που επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτός. Ο σχεδιασμός αυτός θα πρέπει να συμβάλει :

Στην βελτίωση του φωτισμού στο εσωτερικό του κτιρίου και στην μεγαλύτερη οπτική άνεση.

Στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για φωτισμό.

Στην μείωση του ψυκτικού φορτίου.

Η χρήση φυσικού φωτισμού κάνει δυνατή την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό έως και κατά 80%. Στην περίπτωση όπου το κτίριο λειτουργεί σε 24ώρη βάση με την χρησιμοποίηση τεχνητού φωτισμού, η συνεισφορά του φυσικού φωτισμού φθάνει μέχρι και στο 40% της αρχικής κατανάλωσης.

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

Ο φυσικός φωτισμός, ως στοιχείο αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, αποτελεί από μόνος του αντικείμενο σημαντικού τμήματος της αρχιτεκτονικής μελέτης, ενώ υπάρχουν ακόμα και εξειδικευμένα μελετητικά γραφεία αρχιτεκτονικού φωτισμού, που αναλαμβάνουν αποκλειστικά μελέτες

φυσικού φωτισμού κάνοντας χρήση ειδικών προγραμμάτων προσομοίωσης.

Οι διάφορες τεχνικές φυσικού φωτισμού μπορούν να ομαδοποιηθούν στις εξής βασικές κατηγορίες:

Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία

Ανοίγματα οροφής

Αίθρια

Φωταγωγοί

Τα συνηθέστερα συστήματα που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής:

Υαλοπίνακες

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

Πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία

Διαφανή μονωτικά υλικά

Ανακλαστήρες (ράφια φωτισμού)

Ανακλαστικές περσίδες

Φωτεινοί σωλήνες (φωτοσωλήνες) [12],[13]

3.2.1 Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία

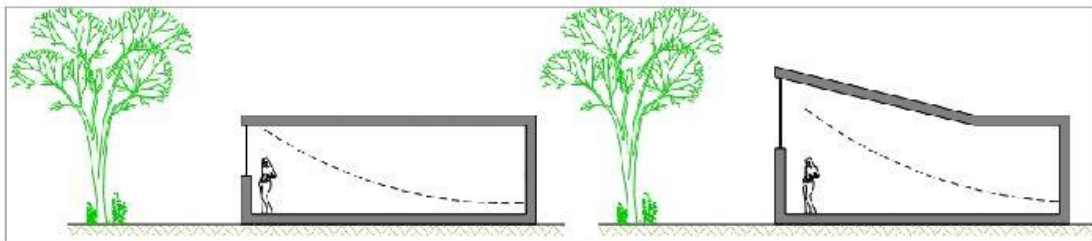
Τα ανοίγματα πρέπει να κατανέμονται σωστά στην όψη και να έχουν το κατάλληλο μέγεθος και σχήμα. Οι σχεδιαστικές πρακτικές που αφορούν στην επιλογή των πλευρικών ανοιγμάτων συνοψίζονται στα ακόλουθα :

- Το μέγεθος του ανοίγματος σχετίζεται άμεσα με το μέγεθος του φωτιζόμενου χώρου. Ένας εμπειρικός κανόνας καθορίζει ότι ποσοστό ανοίγματος ίσο με το 20% της επιφάνειας του φωτιζόμενου χώρου παρέχει ικανοποιητική ποσότητα φυσικού φωτός και συγχρόνως αποφεύγονται οι υπερβολικές θερμικές απώλειες το χειμώνα, ενώ προκαλεί δυσανάλογα μεγάλη αύξηση του θερμικού και ψυκτικού φορτίου του χώρου.

Σύμφωνα με τον ελληνικό Κτιριοδομικό Κανονισμό, το μέγεθος των ανοιγμάτων πρέπει να είναι τουλάχιστον το 10% της επιφάνειας του δαπέδου του φωτιζόμενου χώρου, για να επιτυγχάνεται ο ελάχιστος φωτισμός και αερισμός. Βέβαια αυτή η προδιαγραφή δεν είναι αρκετή, γιατί δεν λαμβάνεται υπόψη η αυξομείωση της έντασης του φυσικού φωτισμού, σε σχέση με τα υπάρχοντα εξωτερικά εμπόδια, τον όροφο που βρίσκεται αυτός ο χώρος κλπ.

Σε γενικές γραμμές η επιφάνεια του ανοίγματος είναι ανάλογη με τα επίπεδα φυσικού φωτισμού στο χώρο και αύξηση του μεγέθους του ανοίγματος κατά 10% συμβάλλει στην αύξηση του μέσου συντελεστή φυσικού φωτός κατά περίπου 1%.

- Η θέση του ανοίγματος στον τοίχο. Όσο πιο ψηλά είναι τοποθετημένο ένα άνοιγμα, τόσο πιο βαθιά φτάνει το φυσικό φως στο χώρο. Με την τοποθέτηση των ανοιγμάτων υψηλά, σε συνδυασμό με την αύξηση της ανακλαστικότητας του πίσω τοίχου του φωτιζόμενου χώρου, επέρχεται ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού σε όλο το βάθος. Εάν το βάθος του χώρου ξεπερνά κατά 2,5 φορές το ύψος του ανοίγματος μέχρι το ανώφλι, τότε ο φωτισμός στο πίσω μέρος του χώρου δεν είναι ικανοποιητικός, τόσο ως προς την ποσότητα, όσο και ως προς την ποιότητα.



Εικ. 3.3 Επίδραση της θέσης του παραθύρου στην κατανομή του φυσικού φωτισμού [9]

- Το σχήμα του ανοίγματος επηρεάζει την κατανομή του φωτός στο χώρο. Με ανοίγματα μεγάλου πλάτους (αναλογίες πλάτους προς ύψος περίπου 2:1), ο φωτισμός του χώρου διαμορφώνεται σε ζώνες διαφορετικής έντασης, παράλληλες προς τον τοίχο που φέρει το άνοιγμα. Η ένταση του φωτισμού παραμένει σχεδόν σταθερή όλη την ημέρα και εμφανίζεται μικρός κίνδυνος θάμβωσης. Με κατακόρυφα ανοίγματα (αναλογίες πλάτους προς ύψος περίπου 1:2), ο φωτισμός διανέμεται σε μία ζώνη κάθετη προς τον τοίχο του ανοίγματος, με αποτέλεσμα τη διαφορετική ένταση του φωτισμού στη διάρκεια της ημέρας. Αυτός ο τύπος του ανοίγματος προσφέρει καλύτερο φωτισμό σε περιοχές

απομακρυσμένες από το άνοιγμα, αλλά προκαλεί και μεγαλύτερη θάμβωση.

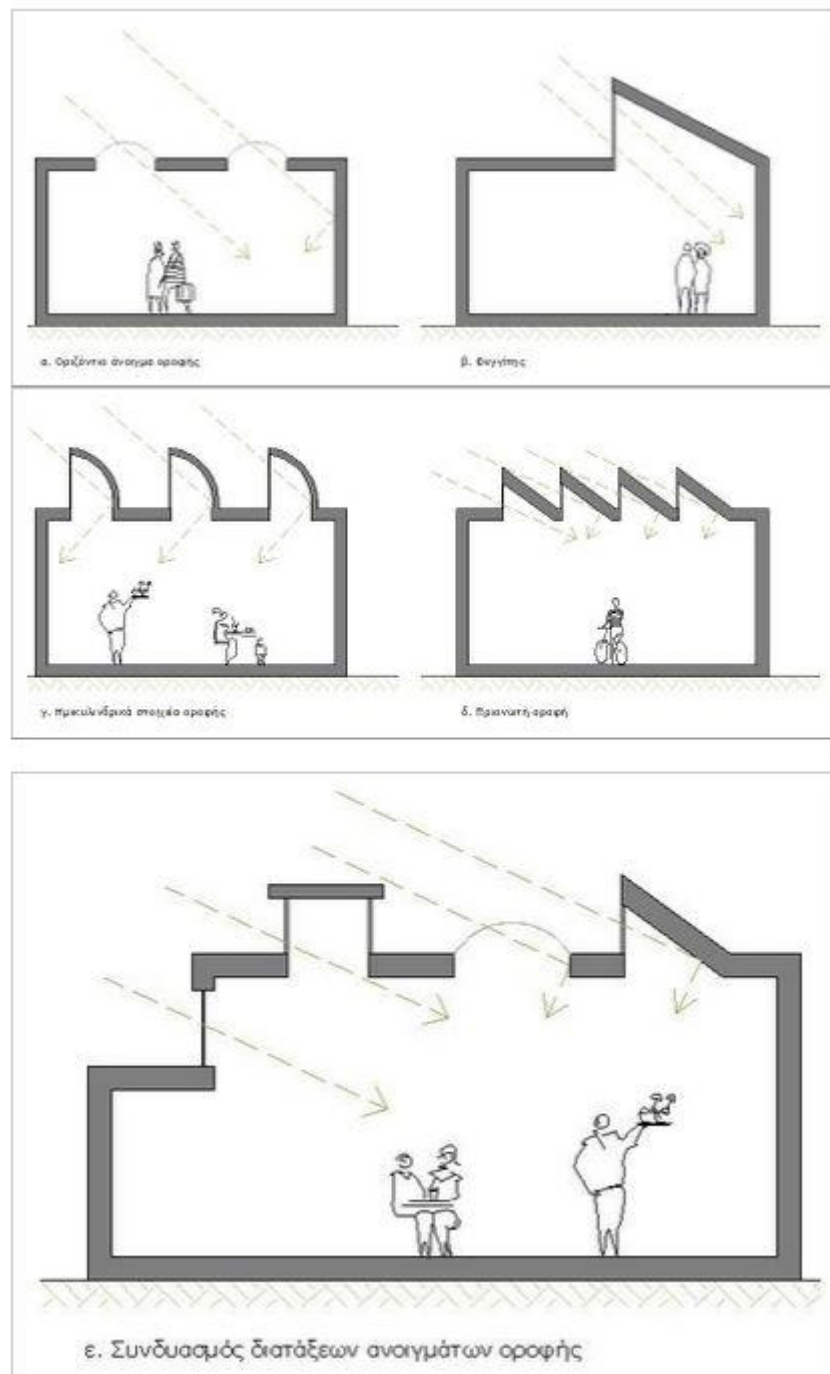
- Πολλά μικρότερα ανοίγματα αντί για ένα άνοιγμα μεγάλου μεγέθους συμβάλλουν σε καλύτερη κατανομή του φυσικού φωτός στο χώρο. Εάν ο χώρος έχει μεγάλο βάθος, δεν επαρκεί ο μονόπλευρος φωτισμός. Απαιτείται συμπληρωματικός φωτισμός από πλευρικά παράθυρα, φεγγίτες και ανοίγματα στην οροφή. Με τα διαμπερή ανοίγματα επιτυγχάνεται καλύτερη κατανομή του φωτός και μειώνεται η θάμβωση. Ιδιαίτερα όταν τα ανοίγματα τοποθετούνται σε παρακείμενους τοίχους μειώνεται σημαντικά ο κίνδυνος θάμβωσης, επειδή εξομαλύνεται η διαφορά λαμπρότητας μεταξύ των τοίχων και του ανοίγματος.

- Τοποθέτηση των ανοιγμάτων κοντά στους εσωτερικούς τοίχους. Με τη βοήθεια των διαδοχικών ανακλάσεων της φωτεινής ακτινοβολίας όλοι, οι τοίχοι φωτίζονται και έτσι μειώνεται η διαφορά λαμπρότητας των επιφανειών και ο κίνδυνος θάμβωσης.

- Διαμόρφωση των παραστάδων ή του ανωφλιού ή και της ποδιάς των παραθύρων με κλίση ή με στρογγυλεμένες γωνίες, για να διευκολυνθεί η μετάβαση από τη φωτεινή περιοχή του παραθύρου στη μη φωτιζόμενη ζώνη της τοιχοποιίας, έτσι ώστε να αποφευχθεί η θάμβωση και να βελτιωθεί η οπτική άνεση.

3.2.2 Ανοίγματα οροφής

Οριζόντια, κεκλιμένα ή κατακόρυφα, επίπεδα ή καμπυλόμορφα, υπερυψωμένα ή συνεπίπεδα ανοίγματα στην οροφή είναι διατάξεις που επιτρέπουν το φωτισμό των χώρων από ψηλά.



Εικ. 3.4 Διάφορες διατάξεις ανοιγμάτων οροφής [9]

Κατά κανόνα, σε σχέση με τα πλευρικά ανοίγματα, επιτρέπουν την εισχώρηση μεγαλύτερης ποσότητας φυσικού φωτός και ο άνωθεν φωτισμός κατανέμεται ομοιόμορφα στο χώρο παρέχοντας καλύτερες οπτικές συνθήκες. Αυτά τα ανοίγματα εφαρμόζονται σε μονώροφα κτίρια ή στο τελευταίο όροφο πολυώρων κτιρίων.

Τα ανοίγματα οροφής επειδή δεν συνεισφέρουν στην οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον δεν πρέπει να αποτελούν τα μοναδικά ανοίγματα,

αλλά να χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικά για το φωτισμό του χώρου.

Τα οριζόντια ή ελαφρά κεκλιμένα ανοίγματα οροφής (skylights) εμφανίζουν μεγάλα πλεονεκτήματα:

- Επιτρέπουν την εισχώρηση περισσότερου φυσικού φωτός, ιδιαίτερα στις συνθήκες νεφροσκεπούς ουρανού, σε αντίθεση με τα κατακόρυφα ανοίγματα που επιτρέπουν στο φως να εισχωρήσει σε βάθος μέχρι περίπου 5m.
- Συμβάλλουν στην ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού σε μεγάλη επιφάνεια του εσωτερικού χώρου.
- Είναι περιορισμένος ο κίνδυνος να σκιαστούν από εξωτερικά ή εσωτερικά εμπόδια.

Το βασικό πρόβλημα που παρουσιάζουν είναι ο κίνδυνος θάμβωσης από το άμεσο ηλιακό φως. Τα ανοίγματα οροφής πρέπει να προβλέπονται σε θέσεις κατάλληλες έξω από την περιοχή που μπορεί να προκαλέσει θάμβωση από ανάκλαση ή να προστατεύονται με περσίδες για να αποτραπεί και η θάμβωση από τη θέαση του ουρανού. Μπορεί να συνδυάζονται με αδιαφανείς υαλοπίνακες, με διαχυτικά φωτοδιαπερατά υλικά και με σκίαστρα / ανακλαστήρες τοποθετημένα υπό κλίση.

Μειονέκτημα επίσης είναι ότι συλλέγουν περισσότερη ηλιακή ενέργεια κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όταν αυτή δεν είναι επιθυμητή.

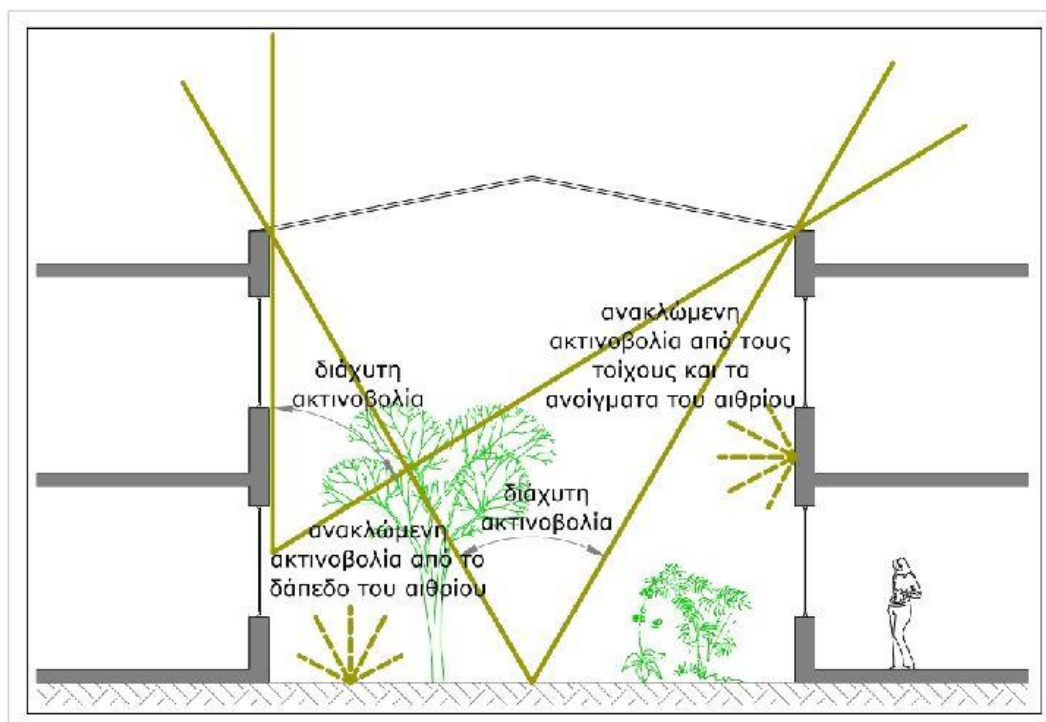
3.2.3 Αίθρια

Η ύπαρξη αίθριου είναι θετικό στοιχείο για το σχεδιασμό των κτιρίων με μεγάλο όγκο και περίμετρο κάτοψης. Τα αίθρια συνήθως καλύπτονται με γυάλινη οροφή και λειτουργούν ως χώροι θερμικής ανάσχεσης, ως αρχιτεκτονικές ρυθμίσεις, που αυξάνουν την ποσότητα του φυσικού φωτός και ως χώροι που διευκολύνουν το φυσικό αερισμό στα μεγάλα και πολύπλοκα κτιριακά συγκροτήματα. Τα κτίρια που αναπτύσσονται γύρω από ένα σκεπασμένο αίθριο έχουν μειωμένες θερμικές απώλειες και συγχρόνως έχουν μεγάλη διαθέσιμη επιφάνεια για φωτισμό, τόσο στο εξωτερικό τους περίβλημα, όσο και εσωτερικό τους περίβλημα προς το αίθριο. Ωστόσο, η χωροθέτηση των εσωτερικών χώρων πρέπει να στοχεύει ώστε να διασφαλίζεται κύριος φωτισμός από τα ανοίγματα των εξωτερικών όψεων και επικουρικά από το αίθριο.

Η γεωμετρία του αίθριου έχει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των επιπέδων φωτισμού στο εσωτερικό του. Αίθρια με ορθογωνική κάτοψη εμφανίζουν έως και 10% υψηλότερες τιμές συντελεστή φυσικού φωτός στη

βάση τους, σε σχέση με αίθρια ίσης επιφάνειας αλλά τριγωνικής ή πολυγωνικής μορφής. Ικανοποιητικά επίπεδα φωτισμού επιτυγχάνονται στο εσωτερικό του αίθριου όταν το ύψος του δεν υπερβαίνει το πλάτος του. Η κλιμακωτή διάταξη των ορόφων που περικλείουν το αίθριο συνεισφέρει στη βελτίωση των επιπέδων φωτισμού στη βάση του. Για την καλύτερη αξιοποίηση του αίθριου ενδείκνυται η χωροθέτηση χώρων με μικρό βάθος και μεγαλύτερο ελεύθερο ύψος στους χαμηλότερους ορόφους.

Η ποσότητα του φυσικού φωτός, που φτάνει στους χώρους που αναπτύσσονται γύρω από το αίθριο, εξαρτάται, εκτός από τη γεωμετρία του αίθριου, από τη διαπερατότητα στο φως της οροφής του αίθριου και από την ανακλαστικότητα των πλευρικών τοίχων και του δαπέδου του αίθριου.



Εικ. 3.5 Παροχή φυσικού φωτός σε ένα αίθριο [9]

Η επιρροή της ανακλαστικότητας των πλευρικών τοιχωμάτων είναι μεγαλύτερη όσο αυξάνει το ύψος του αίθριου. Τα ανώτερα τμήματα των περιμετρικών επιφανειών του αίθριου, από όπου αρχίζουν οι πρώτες ανακλάσεις, καθορίζουν την κατανομή του φωτισμού. Για το λόγο αυτό ενδείκνυται ο περιορισμός των ανοιγμάτων στους υψηλότερους ορόφους και αντίστοιχα η αύξηση της ανακλαστικότητας των συμπαγών τμημάτων. Με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται ο φωτισμός στους χαμηλούς ορόφους και παράλληλα μειώνεται ο κίνδυνος θάμβωσης στους

υψηλότερους. Επίσης για την αύξηση του φωτισμού στους χαμηλούς ορόφους δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σκουρόχρωμα υλικά επίστρωσης του δαπέδου.

Τα αίθρια μπορεί να έχουν εξολοκλήρου γυάλινη οροφή ή να φέρουν παράθυρα οροφής ή και να συνδυάζουν γυάλινη οροφή και κατακόρυφα παράθυρα. Οι επικαλύψεις των αίθριων μειώνουν το εισερχόμενο φως κατά 20% έως 50%, ανάλογα με τις οπτικές ιδιότητες της επικάλυψης και την κατασκευή του σκελετού στήριξης, που πρέπει να δημιουργεί τις ελάχιστες δυνατές σκιάσεις.

Όταν τα εσωτερικά αίθρια είναι πολύ μικρά για να είναι χρήσιμοι εκμεταλλεύσιμοι χώροι, μετατρέπονται σε στενούς φωταγωγούς, που φέρνουν το φως βαθιά και πολλές φορές και την ηλιακή ακτινοβολία στον εσωτερικό χώρο. Ο φωταγωγός καταλαμβάνει μικρότερο εμβαδόν σε σχέση με το αίθριο και συχνά δεν είναι στεγασμένος.

3.2.4 Ειδικό υαλοπίνακες

Η χρήση βελτιωμένων ειδικών υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους.

Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι σταθερές, μεταβαλλόμενες (ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες) ή ρυθμιζόμενες.

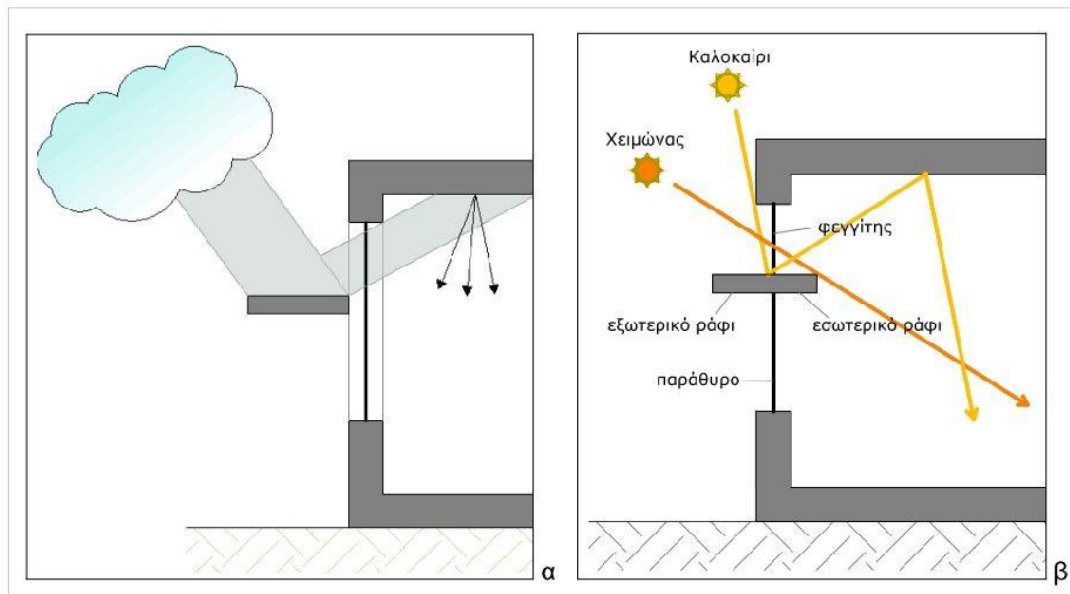
Κατηγορίες ειδικών υαλοπινάκων, οι οποίοι διαφοροποιούνται από τους κοινούς ως προς τα θερμικά και τα φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά είναι :

- **Ανακλαστικοί υαλοπίνακες** : Ανακλούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτίρια.
- **Έγχρωμοι υαλοπίνακες** : Με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα, αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου.
- **Απορροφητικοί υαλοπίνακες** : Απορροφούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας (περιορίζουν τη θερμοπερατότητα χωρίς να μειώνουν σημαντικά τη φωτοδιαπερατότητα) και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου. Έχουν το πλεονέκτημα, σε σχέση με τους ανακλαστικούς, ότι δεν δημιουργούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου.

- **Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low -e) :** Εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς το κτίριο, είτε να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον (ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται). Συνιστώνται για τη μείωση των θερμικών απωλειών (το χειμώνα) ή κερδών (το καλοκαίρι) των κτιρίων, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις του κτιρίου και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται.
- **Ηλεκτροχρωμικοί :** είναι υαλοπίνακες, των οποίων οι ιδιότητες (οπτικά χαρακτηριστικά, διαπερατότητα) μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος.
- **Φωτοχρωμικοί :** είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτούς ηλιακής ακτινοβολίας. Η φωτοδιαπερατότητα τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας.
- **Θερμοχρωμικοί :** είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμοι. [13]

3.2.5 Ράφια φωτισμού

Είναι επίπεδα ή καμπύλα στοιχεία που τοποθετούνται στα ανοίγματα, πάνω από τη γραμμή όρασης. Συνήθως έχουν στυλιπνή την άνω επιφάνεια τους (κατοπτρική επιφάνεια ή επιφάνεια που προκαλεί διάχυση), στην οποία ανακλάται η προσπίπτουσα φωτεινή ακτινοβολία και κατευθύνεται προς την οροφή του χώρου, ή διαχέεται αντίστοιχα, βελτιώνοντας έτσι την κατανομή του φωτισμού. Παράλληλα παρέχουν προστασία από τη θάμβωση από τη θέαση του ουρανού από το εσωτερικό και λειτουργούν ως ηλιοπροστατευτική διάταξη για το τμήμα του παραθύρου που βρίσκεται κάτω από αυτά. Η κάτω πλευρά τους ανακλά επίσης τις φωτεινές δέσμες τις προερχόμενες από το έδαφος και αυξάνει την ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στο χώρο. Τα ράφια φωτισμού κατασκευάζονται στην εσωτερική ή εξωτερική πλευρά ή εκατέρωθεν του υαλοστασίου και αποτελούν συγχρόνως στοιχείο της αρχιτεκτονικής σύνθεσης.

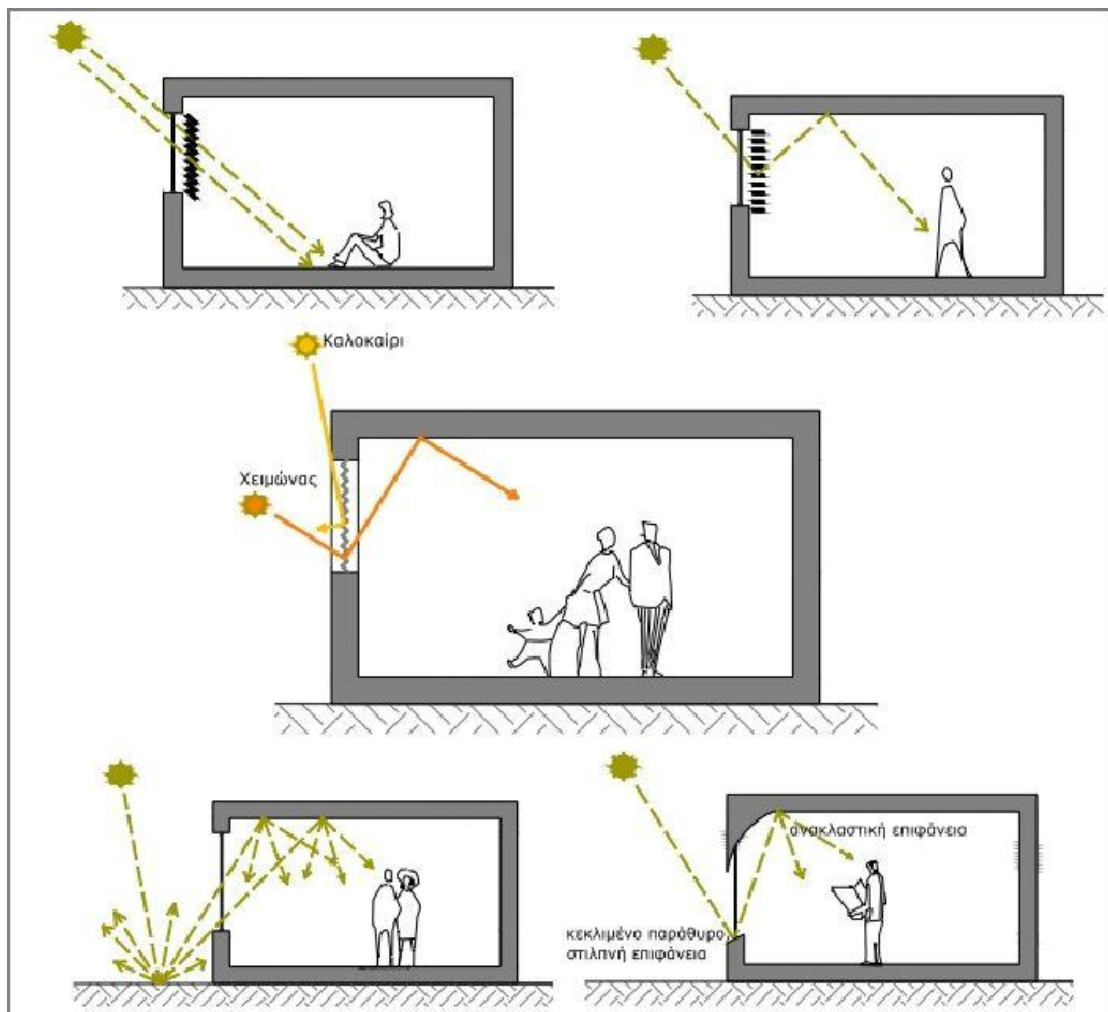


Εικ. 3.6 Ανακλαστικά ράφια (α) εξωτερικά ή (β) εκατέρωθεν του ανοίγματος [9]

3.2.6 Ανακλαστικές περσίδες

Εξωτερικές ή εσωτερικές περσίδες με ανακλαστική την άνω παρειά τους αυξάνουν την ποσότητα του φωτισμού που δέχεται ο χώρος, παρέχοντας συγχρόνως σκιασμό και προστασία από τη θάμβωση. Δεν πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι το καλοκαίρι ή κατά τη διάρκεια ημερών με μεγάλη ηλιοφάνεια, οι πολύ στιλπνές επιφάνειες των περσίδων μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση.

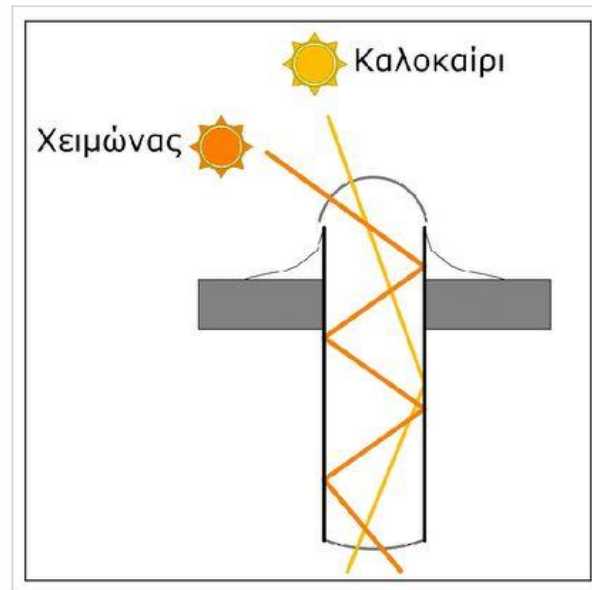
Επίσης, με τη χρησιμοποίηση ανακλαστήρων στην οροφή ή με τη βαφή της οροφής με υλικό με μεγάλη ανακλαστικότητα αυξάνεται η διείσδυση της απευθείας φωτεινής ακτινοβολίας βαθιά στο χώρο, ενώ με τη χρησιμοποίηση εσωτερικών ανακλαστήρων, που διαχέουν το φως, εξασφαλίζεται καλύτερη κατανομή του φωτός στο χώρο. Εάν χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες διατάξεις ακόμη και τα μικρά ανοίγματα παρέχουν ικανοποιητική ποσότητα φυσικού φωτισμού.



Εικ. 3.7 Διάφορες διατάξεις περσιδών με ανακλαστική την άνω παρειά τους που συμβάλλουν στο να οδηγηθεί το φυσικό φως στην οροφή του χώρου [9]

3.2.7 Φωτοσωλήνες

Είναι απλή σχετικά κατασκευή, η οποία εισάγει φως από την οροφή σε σκοτεινά σημεία των κτιρίων ακόμα και σε χαμηλότερους ορόφους. Πρόκειται για σωλήνα επιστρωμένο στο εσωτερικό του με υλικό μεγάλης ανακλαστικότητας – όπως καθρέφτες, ελάσματα από αλουμίνιο ή βαμμένο με πολύ σπιλιπνά χρώματα, που φέρει διαφανή καλύμματα στα δύο άκρα του. Συνήθως οι διαστάσεις του είναι μικρές : από 0,50x0,50μ. έως 2,0x2,0 μ. Ο φωτοσωλήνας μπορεί να είναι ενιαίος κατακόρυφος ή να αποτελείται από τμήματα υπό κλίση.



Εικ. 3.8 Διαγραμματική απεικόνιση λειτουργίας φωτοσωλήνα [9]



Εικ. 3.9 Φωτοσωλήνας τοποθετημένος υπό κλίση σε στέγη [9]

Η απόδοση του εξαρτάται από την ένταση φωτισμού στο επίπεδο του φωτοσωλήνα εξωτερικά, το ύψος του ήλιου, την ανακλαστικότητα του υλικού στο εσωτερικό του σωλήνα, την ύπαρξη ή όχι γωνιών στο φωτοσωλήνα και από το λόγο του μήκους του προς τη διάμετρό του. Για αυξημένη απόδοση το μήκος του δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 10μ. δεδομένου ότι όσο αυξάνει το μήκος, μειώνεται σημαντικά η ένταση του φωτισμού. Οι αγωγοί, με κατάλληλο σχεδιασμό, μπορούν να συνεισφέρουν στον φυσικό αερισμό των χώρων. [9]

Κεφάλαιο 4

4 Άλλες προτάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας

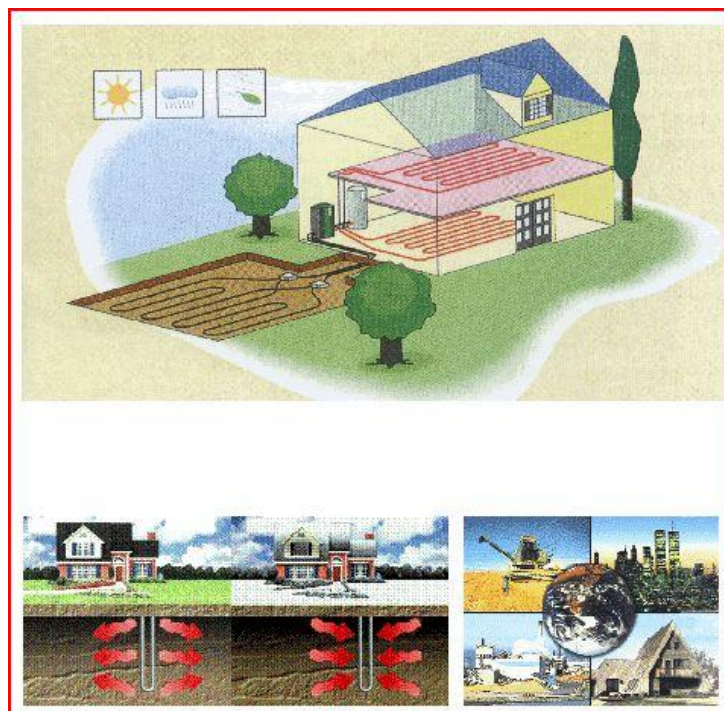
4.1 Γεωθερμία

Γεωθερμία ή γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται η φυσική θερμική ενέργεια της Γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια.

Η μετάδοση θερμότητας πραγματοποιείται με δύο τρόπους :

α) Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια με ρυθμό 0,04-0,06 W/m²

β) Με ρεύματα μεταφοράς, που περιορίζονται όμως στις ζώνες κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών, λόγω ηφαιστειακών και υδροθερμικών φαινομένων.



Εικ. 4.1 Γεωθερμία [2]

Μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο έχει η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών του, καθώς είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις.

Η υψηλής ενθαλπίας (>150°C) χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η μέσης ενθαλπίας (80 έως 150°C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων καθώς και μερικές φορές για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

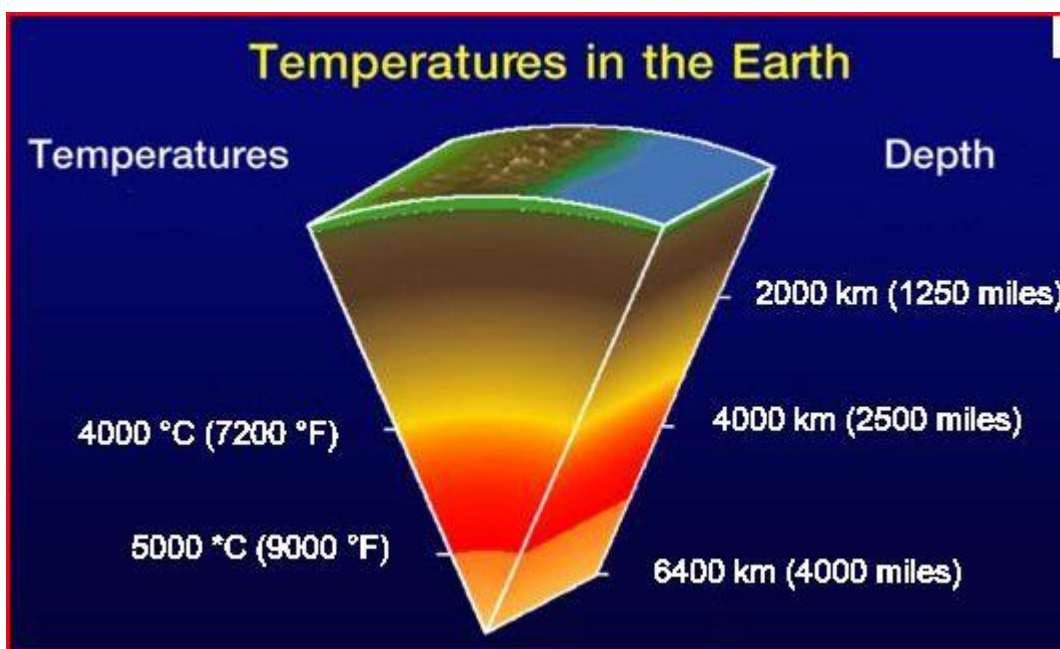
Η χαμηλής ενθαλπίας (25 έως 80°C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες, για παραγωγή γλυκού νερού.[1]



Εικ. 4.2 Χρήσεις γεωθερμικής ενέργειας [26]

Γεωθερμικά Συστήματα Κλιματισμού

Πολλά ποσά ενέργειας παραμένουν ανεκμετάλλευτα, καθώς δεν υπάρχει τρόπος να αξιοποιηθούν, όπως η ενέργεια του υπεδάφους της γης και των υπογείων και επιφανειακών νερών. Μπορούμε όμως να απορροφήσουμε μέρος της ενέργειας που είναι αποθηκευμένη, στο υπέδαφος και τα υπόγεια και επιφανειακά νερά, με τη μορφή θερμότητας και να την αξιοποιήσουμε για κλιματισμό, κάποιων χώρων (ψύξη και θέρμανση). Αυτό επιτυγχάνεται μόνο με συστήματα γεωθερμικού κλιματισμού.



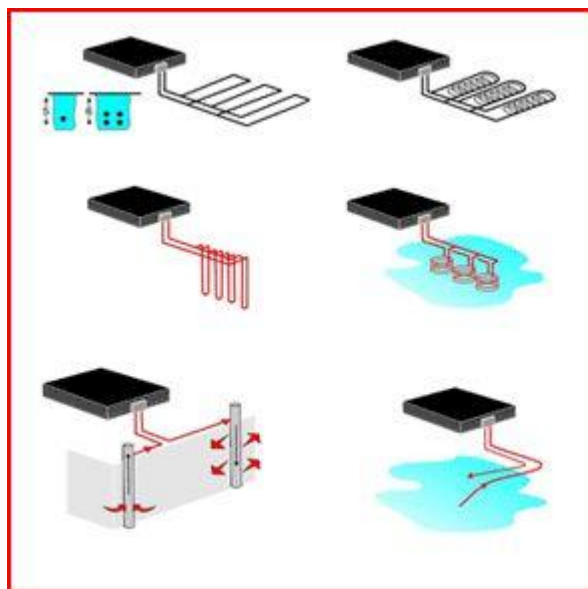
Εικ. 4.3 Η θερμοκρασία της Γης

Η εφαρμογή της γεωθερμίας για κλιματισμό αξιοποιεί την αυξημένη αποτελεσματικότητα των αντλιών θερμότητας και την χρησιμοποιεί για να πάρει από τη γη κατά τη διάρκεια του χειμώνα, την αναγκαία για την θέρμανση μας θερμική ενέργεια και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού για να αποβάλει στη γη πλεόνασμα θερμικής ενέργειας. Ενώ η θερμοκρασία του εδάφους στην επιφάνεια μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους, μερικά μέτρα πιο κάτω η θερμοκρασία του, παραμένει σταθερή. Για παράδειγμα, στα 15 μέτρα κάτω από την επιφάνεια η θερμοκρασία του εδάφους είναι σταθερή 18°C καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Η θερμοκρασία αυτή, είναι πολύ υψηλότερη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος το χειμώνα, πολύ χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος το καλοκαίρι και κοντά στην ιδανική θερμοκρασία για εσωτερικούς χώρους.

Τα συστήματα γεωθερμικής αντλίας θερμότητας αποτελούνται από τρεις ενότητες:

α) τον **γεωθερμικό εναλλάκτη** που είναι το σύστημα το οποίο απορροφά ή αποβάλλει θερμότητα στο έδαφος. Η αποβολή ή απορρόφηση πραγματοποιείται με την κυκλοφορία νερού ή κάποιου άλλου υγρού, δια μέσου σωληνώσεων που ξεκινούν από την πηγή θερμότητας ή ψυχρότητας και καταλήγουν στο χώρο. Υπάρχουν δύο ειδών γεωθερμικοί εναλλάκτες :

- **οι γεωθερμικοί εναλλάκτες κλειστού κυκλώματος**, οι οποίοι αποτελούνται από ένα υπόγειο ή υποθαλάσσιο δίκτυο από υψηλής αντοχής πλαστικούς σωλήνες, που λειτουργεί ως εναλλάκτης θερμότητας. Για να συλλέξουμε θερμότητα από τη γη τροφοδοτούμε το δίκτυο με νερό το οποίο αποκτά τη θερμοκρασία της γης. Όπου εφαρμόζονται γεωθερμικοί εναλλάκτες κλειστού κυκλώματος χρησιμοποιείται και ένας κυκλοφορητής για την ομαλή τροφοδοσία της αντλίας θερμότητας.



Εικ. 4.4 Γεωθερμικοί εναλλάκτες [2]

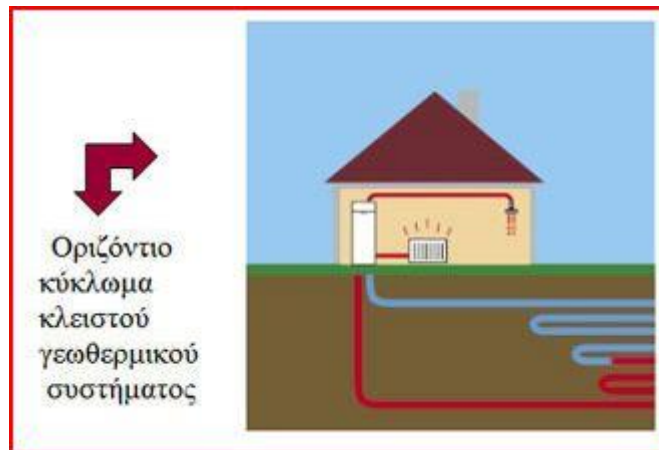
Πλεονεκτήματα :

Το κύκλωμα της γης και του σπιτιού, είναι κλειστά και κατά συνέπεια δεν παρουσιάζονται επικαθίσεις αλάτων σε αυτά, με αποτέλεσμα η συντήρηση του συστήματος να είναι μηδαμινή.

Υπάρχουν τρεις τύποι κλειστού κυκλώματος γεωθερμικών εναλλακτών ανάλογα με την διάταξη του δικτύου σωληνώσεων στο έδαφος

1) οριζόντιο σύστημα

Στο οριζόντιο σύστημα οι σωλήνες τοποθετούνται σε χαντάκια σε βάθος 1,2 έως 3 μέτρα και σε κάθε χαντάκι εγκαθίσταται από 1 έως 6 σωλήνες. Το μήκος τους εξαρτάται από παράγοντες όπως το θερμικό φορτίο, το υλικό κατασκευής, το έδαφος κ.α.



Εικ. 4.5

Πλεονεκτήματα : μικρότερο κόστος εγκατάστασης

Μειονεκτήματα : απαιτείται μεγαλύτερη έκταση γης

Τα οριζόντια συστήματα μπορεί να είναι σε διάταξη σειρών ή παράλληλη διάταξη.

Διάταξη σειρών

Πλεονεκτήματα : ένα μέγεθος σωλήνα, υψηλότερη θερμική απόδοση ανά μέτρο σωληνώσεως εξαιτίας της μεγαλύτερης διαμέτρου σωλήνα που απαιτείται, μία δίοδος παροχής

Μειονεκτήματα : μεγαλύτερος όγκος νερού και αντιψυκτικού, υψηλότερη τιμή ανά μέτρο εξαιτίας του υλικού σωληνώσεως

Παράλληλη διάταξη

Πλεονεκτήματα : χαμηλότερο κόστος σωληνώσεως, απαιτείται λιγότερο αντιψυκτικό όπου χρειάζεται

Μειονεκτήματα : πρέπει να εξασφαλιστεί η απομάκρυνση όλου του αέρα

2) κάθετο σύστημα

Τοποθετείται κυρίως όταν υπάρχει περιορισμένη έκταση γης σε φρεάτια που ανοίγονται σε βάθος από 50 έως 130 μέτρα στα οποία τοποθετούνται οι σωλήνες.



Εικ. 4.6

Πλεονεκτήματα: μικρότερο συνολικό μήκος σωλήνωσης, απαιτείται μικρότερη έκταση γης, η αξιοποιήσιμη θερμότητα του εδάφους επηρεάζεται λιγότερο από την εξωτερική θερμοκρασία (μεγάλο βάθος)

Μειονεκτήματα : απαιτείται εξοπλισμός γεωτρήσεων με αποτέλεσμα αύξηση του κόστους κατασκευής

Τα κάθετα συστήματα μπορεί να είναι σε διάταξη σειρών ή παράλληλη διάταξη με τα ίδια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα όπως και στο οριζόντιο σύστημα.

3) σπειροειδές σύστημα

Αποτελείται από σωλήνες που τυλίγονται σε σπείρες (σπιράλ) και τοποθετούνται σε χαντάκια μέσα στο έδαφος. Το τυπικό σπειροειδές σύστημα τοποθετείται με βήμα 0,254 μέτρα το οποίο ισοδυναμεί με 12 μέτρα σωλήνωσης ανά μέτρο χαντακιού. Το εκτεταμένο σπειροειδές σύστημα τοποθετείται με βήμα 1,42 μέτρα που ισοδυναμεί με 4 μέτρα σωλήνας ανά μέτρο χαντακιού.

Πλεονεκτήματα: απαιτείται μικρότερη έκταση γης, απαιτείται μικρότερο σκάψιμο για την δημιουργία χαντακιών

Μειονεκτήματα: απαιτείται μεγαλύτερο μήκος σωλήνα

Το σπειροειδές σύστημα μπορεί να έχει οριζόντια ή κάθετη διάταξη με μόνη διαφορά ότι στην οριζόντια διάταξη είναι ευκολότερη η επανατοποθέτηση των χωμάτων.

• οι γεωθερμικοί εναλλάκτες ανοιχτού κυκλώματος

Οι γεωθερμικοί εναλλάκτες ανοιχτού κυκλώματος χρησιμοποιούν επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα ως πηγή θερμότητας – ψύξης και χώρους απόθεσης του νερού που επιστρέφει υποβαθμισμένο.

Τέτοιες πηγές είναι η λίμνη, το πηγάδι, το ποτάμι, η γεώτρηση ή και η ίδια η θάλασσα.

Πλεονεκτήματα : το σύστημα αυτό είναι οικονομικότερο από του κλειστού κύκλου όταν υπάρχει λίμνη ή ήδη ανοιγμένο πηγάδι ή γεώτρηση που να μπορούν να καλύψουν τις απαιτήσεις, είναι ευκολότερη η εγκατάσταση του, καθώς εκλείπουν παράγοντες όπως αντιψυκτικό, κρυμμένες διαρροές, σωληνώσεις που πρέπει να απαλλαχτούν από τον αέρα

Μειονεκτήματα : η ποιότητα του νερού μπορεί να αλλάξει με το χρόνο, η ποσότητα του νερού μπορεί να μεταβάλλεται ακανόνιστα ειδικά κατά περιόδους ξηρασίας, να ανοιχθεί πηγάδι, η αβεβαιότητα αν θα υπάρχει νερό ή θα καλύψει τις ανάγκες, σε πολλές περιοχές δεν επιτρέπεται το άνοιγμα πηγαδιού ή γεώτρησης.

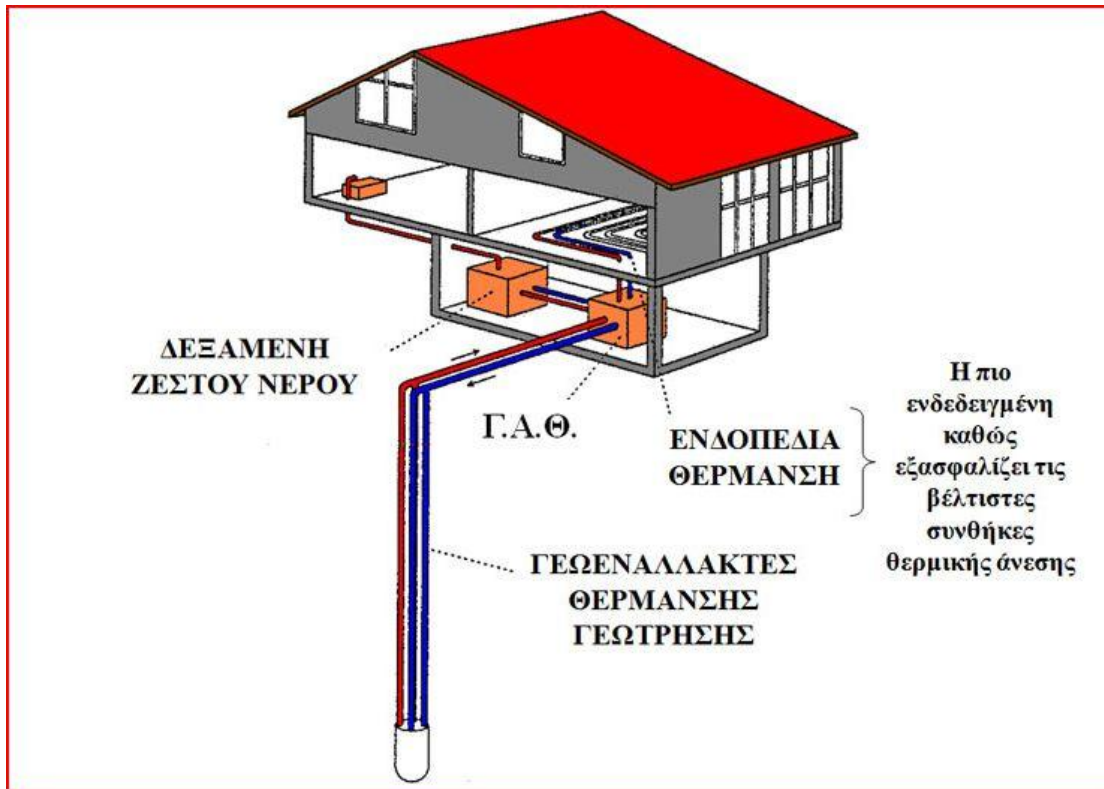
β) την **Αντλία Θερμότητας** που λειτουργεί αντίστοιχα με τις αντλίες νερού μόνο που ανυψώνει αντί για νερό, θερμική ενέργεια. Δηλαδή αντλεί ενέργεια από ένα χώρο (π.χ. θερμοκρασίας 5 °C) και την μεταφέρει σε ένα άλλο χώρο υψηλότερης θερμοκρασίας (π.χ. θερμοκρασίας 25 °C). Η πιο γνωστή Αντλία Θερμότητας είναι το ψυγείο, το οποίο αντλεί θερμική ενέργεια από τον εσωτερικό του χώρο και την απορρίπτει στο δωμάτιο που είναι εγκατεστημένο, διατηρώντας έτσι την θερμοκρασία του εσωτερικού του σε χαμηλά επίπεδα. Η ηλεκτρική ενέργεια που ξοδεύουμε για την λειτουργία της αντλίας είναι πολύ λιγότερη από αυτή που μεταφέρουμε.

Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας (Γ.Α.Θ.)

Κάνοντας μια περίληψη των πλεονεκτημάτων των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας (νερού- νερού) σε σχέση με τις αντλίες θερμότητας με πηγή αέρα (αέρα- νερού) έχουμε τα κάτωθι :

- Ο βαθμός απόδοσης μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, δηλαδή η ποσότητα θερμικής ενέργειας που παράγει σε σχέση με την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει, είναι στην πράξη 4,0 έως 5,5 ενώ στην αντλία θερμότητας με πηγή αέρα είναι κατώτερη από 2,8 εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.
- Λειτουργεί χωρίς πρόβλημα σε οποιοσδήποτε καιρικές και θερμοκρασιακές συνθήκες περιβάλλοντος, υπό το μηδέν το χειμώνα και πάνω από 40°C το καλοκαίρι, διότι η αντλία θερμότητας με πηγή νερό τροφοδοτείται από το γεωθερμικό εναλλάκτη με νερό αμετάβλητης θερμοκρασίας, ίση περίπου με αυτή που επικρατεί στο υπέδαφος κάτω από το κτίριο.
- Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος γεωθερμικού κλιματισμού είναι πολύ χαμηλότερο απ' ότι στο σύστημα με αντλία θερμότητας με πηγή αέρα.
- Συμβάλλει θετικά σε δύο υψηλούς αναπτυξιακούς – κοινωνικούς στόχους:
 - Στην εξοικονόμηση ενέργειας με την πολύ χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και την παραγωγή πολλαπλάσιας θερμικής και ψυκτικής ενέργειας από την επιτόπια γεωθερμική
 - Στην προστασία του περιβάλλοντος διότι χρησιμοποιώντας την καθαρή γεωθερμική ενέργεια, εκτοπίζει το ρυπογόνο πετρέλαιο και μειώνει την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, που όπως είναι γνωστό παράγεται στη χώρα μας κυρίως στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς από ρυπογόνα καύσιμα

γ) Το σύστημα που προσδίδει ή απορροφά θερμότητα από το σπίτι. Οι Αντλίες Θερμότητας δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τα κοινά σώματα των καλοριφέρ, καθώς αυτά απαιτούν πολύ υψηλές θερμοκρασίες νερού, αλλά μόνο με Fan Coils (σώματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα) ή με **Ενδοδαπέδια / Επιτοιχία Θέρμανση**. Η Ενδοδαπέδια Θέρμανση είναι και η πιο ενδεδειγμένη καθώς εξασφαλίζει τις βέλτιστες συνθήκες θερμικής άνεσης και επιτρέπει και την εκμετάλλευση άλλων ήπιων συστημάτων όπως οι ηλιακοί συλλέκτες. Επιπλέον είναι ιδανική για χώρους με μεγάλο ύψος καθώς αποτρέπει την θερμική διαστρωμάτωση του αέρα. [2]



Εικ. 4.7 Γεωθερμική αντλία θερμότητας

4.2 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Με τον γενικό όρο φωτοβολταϊκά χαρακτηρίζονται οι βιομηχανικές διατάξεις μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Στην ουσία πρόκειται για ηλεκτρογεννήτριες που συγκροτούνται από πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία σε επίπεδη διάταξη που έχουν ως βάση λειτουργίας το φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Τα φωτοβολταϊκά ανήκουν στην κατηγορία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).



Εικ. 4.8 Φωτοβολταϊκά συστήματα



Εικ. 4.9 Φωτοβολταϊκά σε στέγη

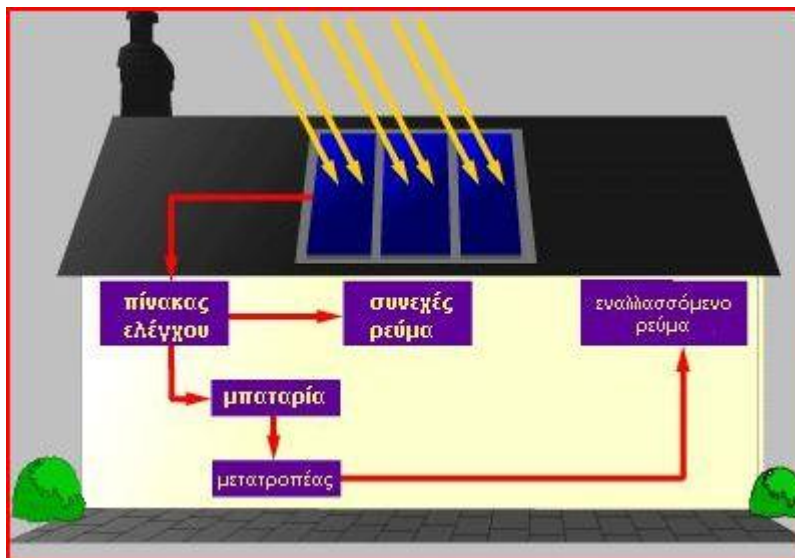
Το φωτοβολταϊκό (Φ/Β) φαινόμενο αφορά τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ανακαλύφθηκε το 1839 από τον Ανρί Μπεκερέλ. Περιληπτικά πρόκειται για την απορρόφηση της ενέργειας του φωτός από

τα ηλεκτρόνια των ατόμων του Φ/Β στοιχείου και την απόδραση των ηλεκτρονίων αυτών από τις κανονικές τους θέσεις με αποτέλεσμα την δημιουργία ρεύματος. Το ηλεκτρικό πεδίο που προϋπάρχει στο Φ/Β στοιχείο οδηγεί το ρεύμα στο φορτίο.

Δομή ενός φωτοβολταϊκού συστήματος

Το φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα αριθμό μερών ή υποσυστημάτων:

- 1) Τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια με τη μηχανική υποστήριξη και πιθανόν ένα σύστημα παρακολούθησης της ηλιακής τροχιάς.
- 2) Μπαταρίες (υποσύστημα αποθήκευσης) – (πλέον δεν χρησιμοποιούνται, η σύνδεση του πάνελ γίνεται απευθείας με το δίκτυο της ΔΕΗ)
- 3) Καθορισμό ισχύος και συσκευή ελέγχου που περιλαμβάνει φροντίδα για μέτρηση και παρατήρηση.
- 4) Εφεδρική γεννήτρια. Η επιλογή του πως και ποια από αυτά τα στοιχεία ολοκληρώνονται μέσα στο σύστημα εξαρτάται από ποικίλες εκτιμήσεις.



Εικ. 4.10 Δομή φωτοβολταϊκού συστήματος

Διάκριση Φ/Β συστημάτων

Υπάρχουν δυο κύριες κατηγορίες συστημάτων, το διασυνδεδεμένο με το δίκτυο και το αυτόνομο. Η απλούστερη μορφή του δευτέρου εκ των δύο

αποτελείται απλώς από μια φωτοβολταϊκή γεννήτρια, η οποία μόνη της τροφοδοτεί με συνεχές ρεύμα ένα φορτίο οποτεδήποτε υπάρχει επαρκής φωτεινότητα. Αυτού του τύπου το σύστημα είναι κοινό σε εφαρμογές άντλησης. Σε άλλες περιπτώσεις το σύστημα περιέχει συνήθως μια φροντίδα για αποθήκευση ενέργειας από τις μπαταρίες. Συχνά συμπεριλαμβάνεται κάποια μορφή ρύθμισης της ισχύος, όπως στην περίπτωση που απαιτείται εναλλασσόμενο ρεύμα να εξέρχεται από το σύστημα. Σε μερικές περιπτώσεις το σύστημα περιέχει μια εφεδρική γεννήτρια.

Τα συνδεδεμένα στο δίκτυο συστήματα μπορούν να υποδιαιρεθούν σε εκείνα στα οποία το δίκτυο ενεργεί απλώς ως μια βοηθητική τροφοδοσία (εφεδρικό δίκτυο) και εκείνα τα οποία ίσως λάβουν επίσης πρόσθετη ισχύ από τη Φ/Β γεννήτρια (αλληλοεπιδρώμενο δίκτυο). Μέσα στους Φ/Β σταθμούς όλη η παραγόμενη ισχύς τροφοδοτείται στο δίκτυο.[4]

Πλεονεκτήματα Φωτοβολταϊκών

Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5 – 17% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Υπάρχουν π.χ. τα λεγόμενα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά και τα άμορφα. Τα τελευταία έχουν χαμηλότερη απόδοση είναι όμως σημαντικά φτηνότερα. Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του κάθε ατόμου. Όλα τα φωτοβολταϊκά πάντως μοιράζονται τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- μηδενική ρύπανση
- αθόρυβη λειτουργία
- αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που φτάνει τα τριάντα χρόνια)
- απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
- δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- ελάχιστη συντήρηση

Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και τη κοινωνία. Οφέλη για τον καταναλωτή, για τις αγορές ενέργειας και για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Τα φωτοβολταϊκά είναι μια από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες της νέας εποχής που ανατέλλει στο χώρο της

ενέργειας. Μιας νέας εποχής που θα χαρακτηρίζεται ολοένα και περισσότερο από τις μικρές αποκεντρωμένες εφαρμογές σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς. Τα μικρά, ευέλικτα συστήματα που μπορούν να εφαρμοστούν σε επίπεδο κατοικίας, εμπορικού κτιρίου ή μικρού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής (όπως π.χ. τα φωτοβολταϊκά, τα μικρά συστήματα συμπαραγωγής, οι μικροτουρμπίνες και οι κυψέλες καυσίμου) αναμένεται να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα χρόνια που έρχονται. Ένα επιπλέον κοινό αυτών των νέων τεχνολογιών είναι η φιλικότητά τους προς το περιβάλλον.

Η ηλιακή ενέργεια είναι μία καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανένα και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

Τα Φωτοβολταϊκά είναι λειτουργικά καθώς προσφέρουν επεκτασιμότητα της ισχύος τους και δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο σε συσσωρευτές) αναιρώντας έτσι το μειονέκτημα της ασυνεχούς παραγωγής ενέργειας. Δίνοντας τον απόλυτο έλεγχο στο καταναλωτή και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια, τον καθιστούν πιο προσεχτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν έτσι στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά την διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς παραγωγούς, μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος μιας νέας γραμμής μεταφοράς είναι πολύ υψηλό, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και θέματα που σχετίζονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων και τις αλλαγές στις χρήσεις γης.

Οι διάφοροι μικροί παραγωγοί “πράσινης” ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν ιδανική λύση για την μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής. Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν δοκιμάζεται από δαπανηρές ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το ηλεκτρικό δίκτυο (απώλειες, οι οποίες στην Ελλάδα ανέρχονται σε 12% κατά μέσο όρο). Από την άλλη, η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης (ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες), βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου και στην μείωση

του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή.

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά παρέχοντας τη δυνατότητα για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς καθώς διατίθενται σε ποικιλία χρωμάτων, μεγεθών, σχημάτων και μπορούν να παρέχουν ευελιξία και πλαστικότητα στη φόρμα ενώ δίνουν και δυνατότητα διαφορικής διαπερατότητας του φωτός ανάλογα με τις ανάγκες σχεδιασμού. Αντικαθιστώντας άλλα δομικά υλικά συμβάλουν στη μείωση του συνολικού κόστους μιας κατασκευής (ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση των ηλιακών προσόψεων σε εμπορικά κτίρια).

Μειονεκτήματα Φωτοβολταϊκών

Το σχετικά υψηλό κόστος αγοράς και η έλλειψη επιδοτήσεων στον οικιακό καταναλωτή. Τα φωτοβολταϊκά όπως άλλωστε και όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), έχουν υψηλό αρχικό κόστος, αντίθετα με τις συμβατικές ενεργειακές τεχνολογίες που συνήθως έχουν σχετικά μικρότερο αρχικό επενδυτικό κόστος και υψηλά λειτουργικά κόστη. [5]

Φωτοβολταϊκά στις στέγες

Σύμφωνα με την κοινή υπουργική απόφαση ΦΕΚ/1079/Β/04.06.2009 παρέχεται η δυνατότητα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων ισχύος μέχρι 10 KW σε κτιριακές εγκαταστάσεις και κυρίως σε δώματα και στέγες κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων των στεγάστρων βεραντών κτιρίων που χρησιμοποιούνται για κατοικία ή στέγαση πού μικρών επιχειρήσεων.



Εικ. 4.11 Φωτοβολταϊκά σε στέγη

Η σύμβαση συμψηφισμού που υπογράφεται μεταξύ του προμηθευτή και του κυρίου του Φ/Β συστήματος έχει διάρκεια ισχύος 25 έτη, με έναρξη

ισχύος την ημερομηνία ενεργοποίησης της σύνδεσης του Φ/Β συστήματος.

Η πίστωση από την παραγόμενη ενέργεια Φ/Β συστήματος εμφανίζεται στο λογαριασμό ρεύματος του κυρίου του Φ/Β συστήματος. Ουσιαστικά ο λογαριασμός ρεύματος επέχει θέση τιμολογίου αγοράς.

Το ποσό αυτό της πίστωσης συμψηφίζεται με τις χρεώσεις που προκύπτουν από τη σύμβαση προμήθειας ηλεκτρικού ρεύματος με τη ΔΕΗ.

Η τιμή της παραγόμενης ενέργειας από το Φ/Β σύστημα ορίζεται σε 0,55€/KWh για τις συμβάσεις συμψηφισμού που συνάπτονται τα έτη 2009, 2010 και 2011. Η τιμή μειώνεται κατά 5% ετησίως για τις συμβάσεις συμψηφισμού που συνάπτονται το διάστημα 1.1.2012 μέχρι και 31.12.2019.[6]

Προϋποθέσεις για εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων

- Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος. Ως ένα πρόχειρο κανόνα μπορούμε να υπολογίσουμε περίπου 0,8m² για κάθε 100 Watt (αν χρησιμοποιηθούν τα συνηθισμένα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά του εμπορίου). Αν πάλι τοποθετηθούν άμορφα φωτοβολταϊκά, το συνολικό κόστος θα είναι περίπου το ίδιο ή και μικρότερο, θα απαιτηθεί όμως 2-2,5 φορές μεγαλύτερη επιφάνεια. Προσοχή χρειάζεται στο να είναι ο χώρος κατά το δυνατόν 100% ασκίαστος καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Διαφορετικά το σύστημα θα λειτουργεί με μικρότερη απόδοση.
- Τα φωτοβολταϊκά έχουν τη μέγιστη απόδοση όταν έχουν νότιο προσανατολισμό. Αποκλίσεις από το Νότο έως 45° είναι επιτρεπτές, μειώνουν όμως την απόδοση.
- Η σωστή κλίση του φωτοβολταϊκού σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Σχεδόν πάντα επιλέγεται μια κλίση που να δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Ένας γενικός κανόνας είναι ότι η βέλτιστη κλίση είναι ίση με τον γεωγραφικό παράλληλο του τόπου. Επειδή βέβαια κάθε κανόνας έχει τις εξαιρέσεις του, σε περιοχές με υγρό κλίμα, όπου λόγω των σταγονιδίων του νερού στην ατμόσφαιρα ένα μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας διαχέεται στον ουρανό, η βέλτιστη κλίση του ηλιακού συλλέκτη για την διάρκεια ολόκληρου του έτους είναι περίπου 10-15% μικρότερη από τη γωνία του τοπικού γεωγραφικού πλάτους.
- Πρέπει να υπάρχει κατάλληλος χώρος για τα ηλεκτρονικά συστήματα και τις μπαταρίες[5]

4.3 Ενδοδαπέδια Θέρμανση

Η ενδοδαπέδια θέρμανση αποτελεί τεχνική που εμφανίζεται από την αρχαιότητα με βασική καύσιμη ύλη τα καυσόξυλα και μέσο μετάδοσης τον αέρα, που διαχέονταν σε υπόγεια κανάλια κάτω από το δάπεδο.

Η ενδοδαπέδια θέρμανση λειτουργεί με νερό χαμηλής θερμοκρασίας, από 30° έως 45°, που κυκλοφορεί σε σωλήνες εγκιβωτισμένους στο δάπεδο. Η θέρμανση διαχέεται ομοιόμορφα στο χώρο μέσω ακτινοβολίας ζεσταίνοντας τον και προσφέροντας μια αίσθηση θερμικής θαλπωρής, με χαμηλότερο λειτουργικό κόστος.[14]

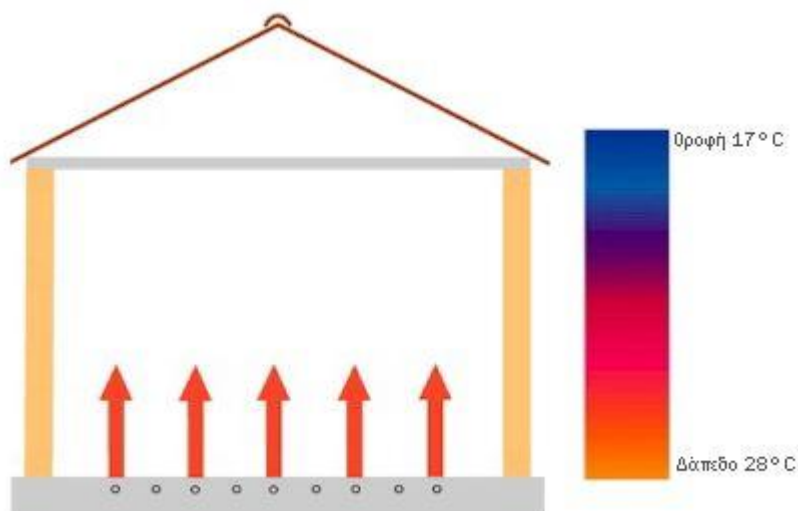
Λειτουργία ενδοδαπέδιας θέρμανσης

Εξαιτίας της ομοιόμορφης κατανομής της θερμότητας, των μηδενικών απωλειών του δαπέδου και της σωστής διαστρωμάτωσης της θερμοκρασίας κατά ύψος, έχουμε τη δυνατότητα να πετύχουμε συνθήκες άνεσης με την θερμοκρασία χώρου χαμηλότερη τουλάχιστον κατά 2°C.

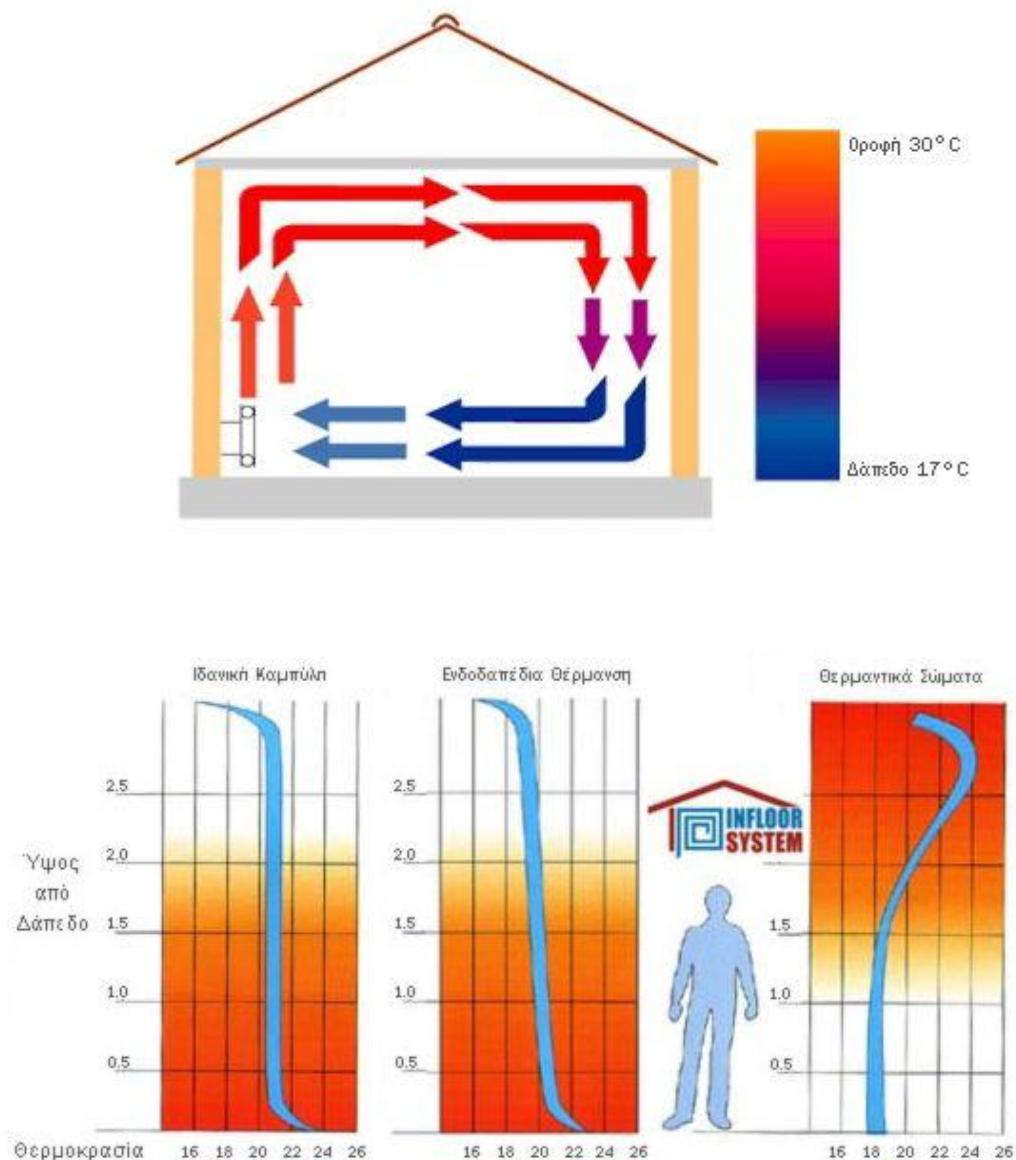
Σε συνδυασμό με την χαμηλότερη θερμοκρασία προσαγωγής επιτυγχάνουμε λιγότερες ώρες λειτουργίας του λέβητα, επομένως και χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου.

Η οριζόντια και έμμεση θέρμανση του χώρου, λόγω ακτινοβολίας θερμότητας, έχει σαν συνέπεια την επίτευξη της ιδανικής κατανομής της θερμοκρασίας για το ανθρώπινο σώμα (ζεστά πόδια – κρύο κεφάλι).

Αυτό επιτυγχάνεται με τη ροή ζεστού νερού σε χαμηλή θερμοκρασία κάτω από το τελικό δάπεδο. Έτσι, η θερμοκρασία στο δάπεδο είναι 25 - 28°C, ενώ σε ύψος 1,6μ. η θερμοκρασία είναι 20°C. Κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ιδανική κατανομή θερμοκρασίας για το ανθρώπινο σώμα.



Αντίθετα, κατά την λειτουργία του θερμαντικού σώματος λόγω άμεσης επαφής θερμαίνεται ο αέρας τοπικά στους 50°C καθώς το φαινόμενο συνεχίζεται, η θερμότητα συσσωρεύεται στα ανώτερα στρώματα του χώρου. Έτσι σε ύψος 1,6μ. από το δάπεδο που βρίσκεται το κεφάλι, η θερμοκρασία είναι 24°C, ενώ στο δάπεδο η θερμοκρασία είναι περίπου 17°C.[15]



Στο παραπάνω διάγραμμα κατανομής της θερμοκρασίας στο χώρο, γίνεται άμεση σύγκριση των διαφόρων συστημάτων απόδοσης θερμότητας και της θεωρητικά ιδανικής πρόσληψης θερμότητας από τον ανθρώπινο οργανισμό. [15]

Πλεονεκτήματα συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης

- Μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω χαμηλής θερμοκρασίας του νερού.
- Απόλυτη ελευθερία στη διαμόρφωση του χώρου χωρίς σώματα θερμάνσεως
- Καθαροί χώροι χωρίς θερμικά ρεύματα αέρα
- Άνετη και ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας σε όλους τους χώρους του κτιρίου
- Μηδενικό κόστος συντήρησης
- Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα είναι ότι με την ίδια εγκατάσταση μπορούμε να έχουμε θέρμανση το χειμώνα και ψύξη το καλοκαίρι, μετατρέποντας το δάπεδο σε μια τεράστια ψυχρή επιφάνεια διανέμοντας νερό στις ήδη υπάρχουσες σωλήνες ενδοδαπέδιας εγκατάστασης.[14]

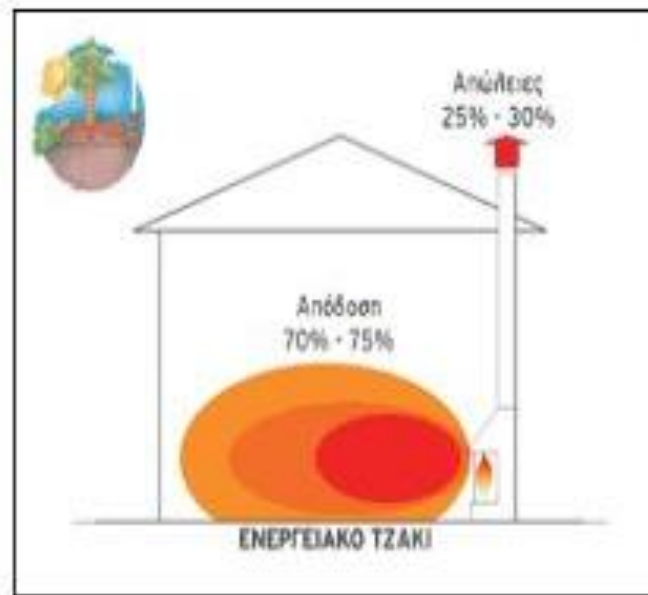
4.4 Ενεργειακό τζάκι

Τα ενεργειακά τζάκια είναι εστίες κλειστού τύπου κατασκευασμένες από πυρότουβλα ή μαντέμι με κατάλληλο πυρίμαχο τζάμι. Ο βαθμός απόδοσης των εστιών αυτών είναι εξαιρετικά υψηλός (70-75%) χάρις στην ελεγχόμενη καύση τους.

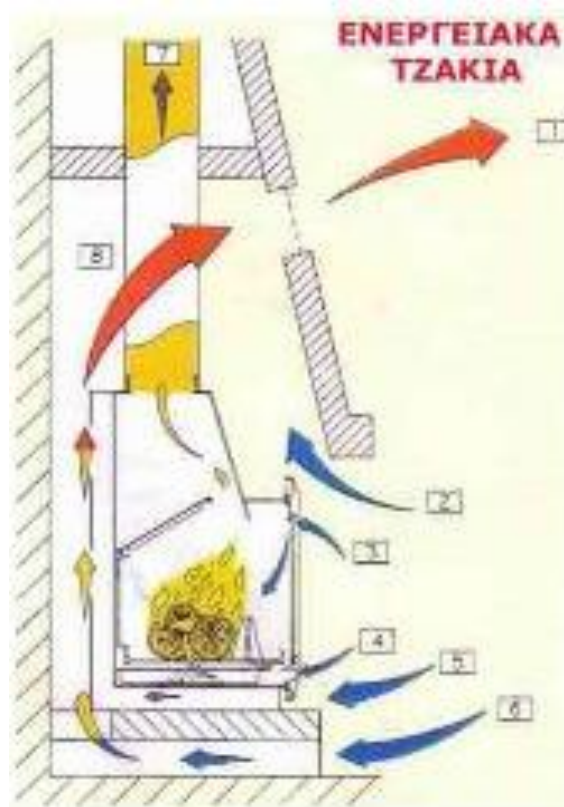
Τα ενεργειακά τζάκια επομένως εξοικονομούν σημαντικά ποσά θερμικής ενέργειας και αποδεικνύονται ιδιαίτερα οικονομικά ως προς τη λειτουργία τους, ενώ παράλληλα είναι φιλικά προς το περιβάλλον.

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας, διακρίνονται σε :

- **Συνεχούς καύσης** με αεροστεγή θάλαμο, για μεγάλη διάρκεια καύσης συγκεκριμένης ποσότητας ξύλων, που υπερβαίνει τις 10 ώρες.
- **Διακεκομμένης καύσης**, χωρίς αεροστεγές σφράγισμα, με διάρκεια καύσης μικρότερη των 10 ωρών για συγκεκριμένη ποσότητα ξύλων.
- **Με επανάκαυση καπναερίων (οικολογικά)**. Τα καπναέρια της πρωτογενούς καύσης καίγονται με δευτερεύουσα φλόγα πριν εισαχθούν στη χοάνη απαγωγής, χαρίζοντας έτσι το εντυπωσιακό θέαμα της διπλής φλόγας.



Τα ενεργειακά τζάκια είναι απόλυτα ασφαλή και χάρις στο πυρίμαχο τζάμι τους, μπορούμε άνετα να αφήσουμε τη φωτιά να καίει και να απομακρυνθούμε άφοβα από το χώρο.



- 1) Έξοδος θερμού αέρα
- 2) Είσοδος θερμού αέρα
- 3) Είσοδος αέρα - καθαρισμός τζαμιού
- 4) Είσοδος αέρα στο θάλαμο
- 5) Είσοδος αέρα στο θάλαμο [16]

Κεφάλαιο 5

5 Ενεργειακή μελέτη σε κατοικία που βρίσκεται στη φάση της κατασκευής

5.1 Η κατοικία μελέτης - περιγραφή

Η κατοικία μελέτης βρίσκεται σε εκτός σχεδίου περιοχή του Δήμου Καρπενησίου του Νομού Ευρυτανίας. Το αγροτεμάχιο έχει συνολική επιφάνεια 4.008,12 μ² και συνολική κάλυψη 139,78μ².



Το αγροτεμάχιο βρίσκεται σε υψόμετρο 700μ., με γεωγραφικό μήκος 21,48° και πλάτος 38,54°. Δεν υπάρχουν σκισμοί από διπλανά κτίρια ή φυσικά εμπόδια, δεν υπάρχουν κοντά πυλώνες υψηλής τάσης ή κεραιές κινητής τηλεφωνίας τουλάχιστον σε απόσταση 100μ. Η απόσταση του από την πόλη του Καρπενησίου είναι 3 χμ. Δεν υπάρχουν πηγές

ενόχλησης ή θορύβου λόγω πολυσύχναστων αυτοκινητοδρόμων ή εργοστασίων.

Το κτίριο έχει νότιο προσανατολισμό και αποτελείται από μία υπερυψωμένη κατά 0,80μ. ισόγεια κατοικία εμβαδού 139,78 μ², ένα υπόγειο βοηθητικό χώρο εμβαδού 139,78 μ² και στέγη.

Το κλίμα

Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται από πολύ συχνές βροχοπτώσεις, ήπιους χειμώνες χωρίς να λείπουν τα χιόνια και δροσερά καλοκαίρια. Η μέση μηνιαία θερμοκρασία 24ώρου τον Αύγουστο, που είναι και ο θερμότερος μήνας είναι 20,9°, ενώ το Φεβρουάριο, που είναι και ο ψυχρότερος μήνας, η μέση θερμοκρασία είναι 3,1°.

5.2 Ενεργειακή μελέτη μέσω του λογισμικού Ecotect

Η ενεργειακή μελέτη της κατασκευής θα γίνει με τη βοήθεια του λογισμικού Ecotect, όπου θα εξεταστεί η επίδραση του κλίματος της περιοχής μελέτης σε συνδυασμό με τα υλικά κατασκευής και τα μέτρα βιοκλιματικού σχεδιασμού που θα προταθούν, για να μας δώσουν αποτελέσματα των φορτίων ψύξης και θέρμανσης στην εκάστοτε περίπτωση.

Εισαγωγή δεδομένων στο Ecotect

1)Επιλογή της περιοχής μελέτης

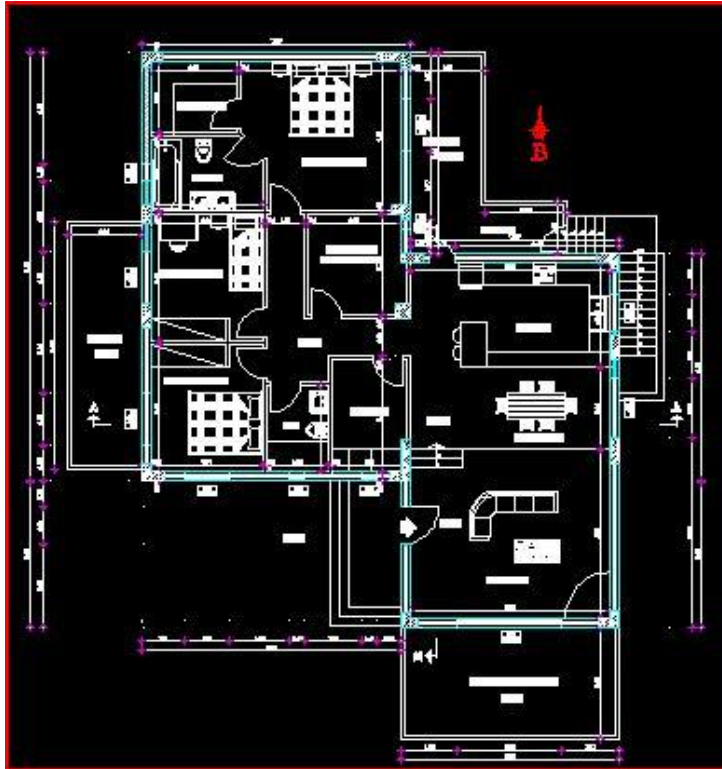
Επιλέγουμε την καρτέλα Location μέσα στο πρόγραμμα για να εισάγουμε το αρχείο καιρού. Επειδή δεν υπάρχει αρχείο weather για το Καρπενήσι, το δημιουργούμε εμείς το αρχείο αυτό με βάση τα δεδομένα που δίνονται από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών και τα «κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών» που δίνονται από την τεχνική οδηγία Τ.Ε.Ε. /2010 και παρουσιάζονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.

Και επιλέγουμε αυτό το αρχείο.

File	View	Options	Help
LOCATION DATA ▲			
Name and/or State:			
Karpenisi			
Greece			
Latitude:		Longitude:	
38.5		21.5	
+2:00 Cairo ▼			
Altitude:		Sky (Lux):	
700.0		0	
Find...		Map...	
SOLAR POSITION ▼			
PSYCHROMETRY ▼			
WIND ANALYSIS ▼			
HOURLY DATA ▼			
WEEKLY DATA ▼			
MONTHLY DATA ▼			

2) Σχεδίαση του μοντέλου

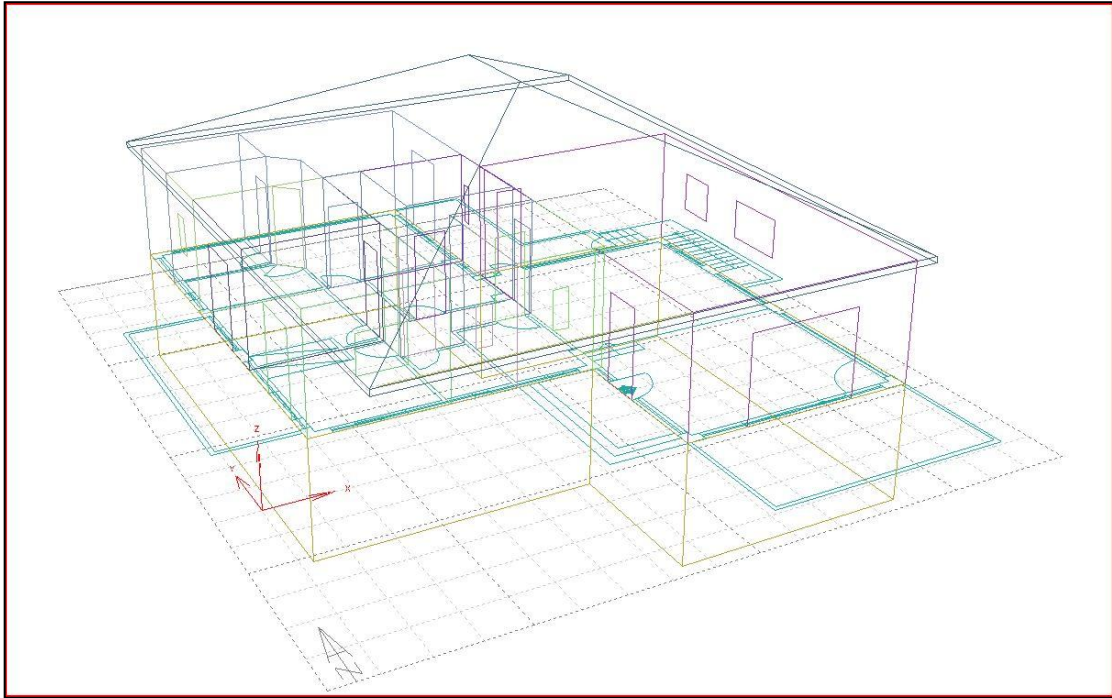
Σχεδιάζουμε το μοντέλο στο πρόγραμμα Ecotect με βάση τις υπάρχουσες κατόψεις, δίνοντας όλες τις πληροφορίες για τα ύψη των τοίχων και των ανοιγμάτων, τα εσωτερικά χωρίσματα και τη στέγη.



Κάτοψη ισογείου
Στο πρόγραμμα Autocad



Κάτοψη υπογείου
Στο πρόγραμμα Autocad

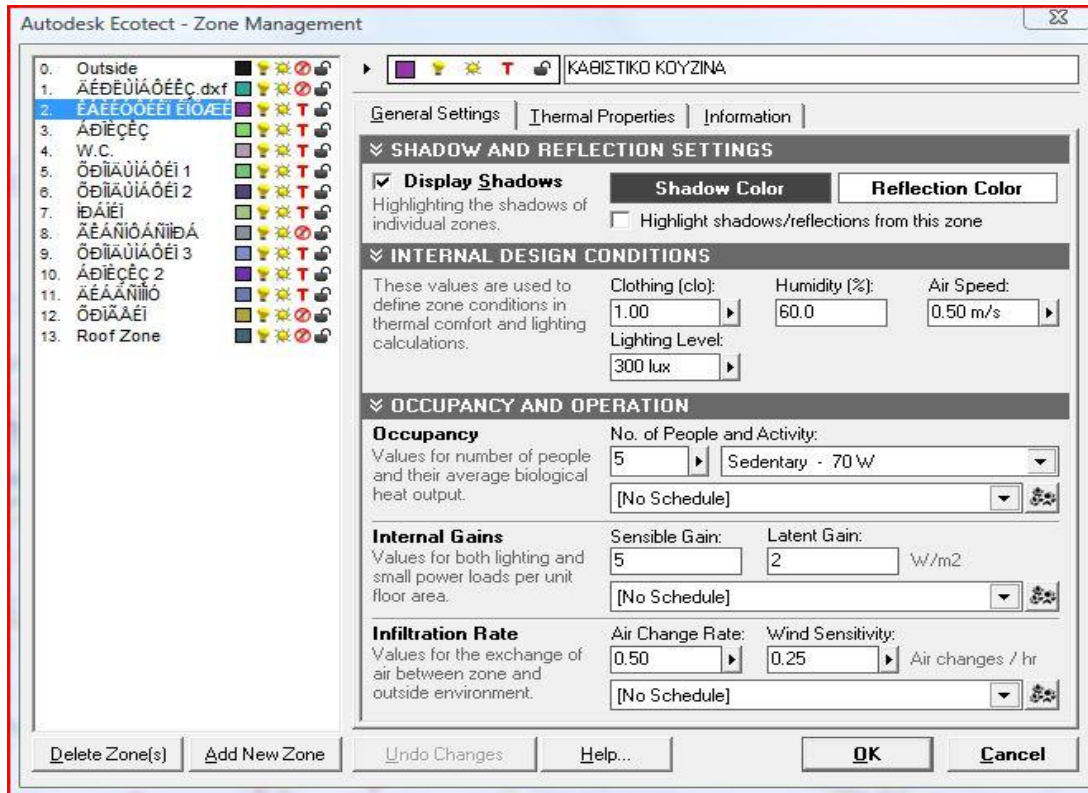


Σχεδιασμός του μοντέλου σε περιβάλλον Ecotect

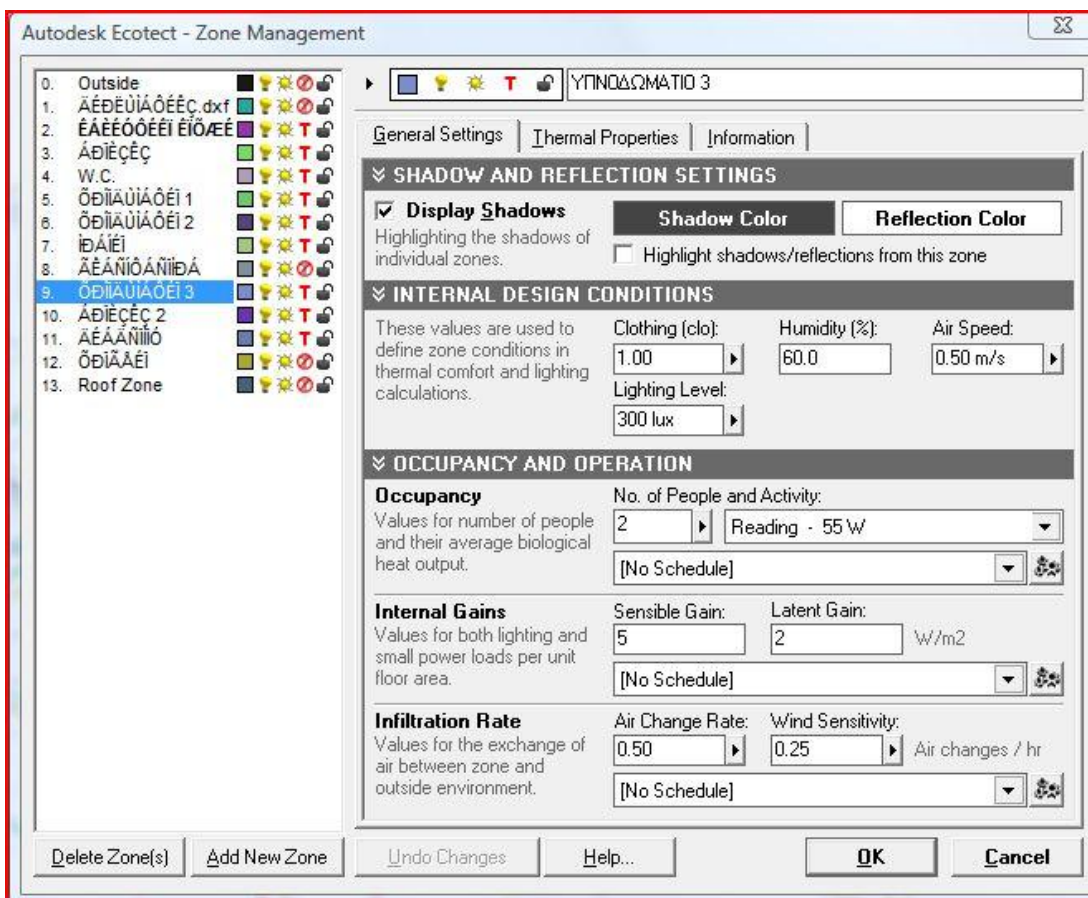
3) Διαμόρφωση των ζωνών

Η κατοικία αποτελείται από τις εξής ζώνες : καθιστικό – κουζίνα, διάδρομος, αποθήκη 1, αποθήκη 2, W.C., υπνοδωμάτιο 1, υπνοδωμάτιο 2, υπνοδωμάτιο 3, μπάνιο και γκαρνταρόμπα.

Σ' αυτό το σημείο δίνουμε πληροφορίες για τη κάθε ζώνη που έχουμε σχεδιάσει. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν το αν μια ζώνη είναι θερμαινόμενη ή όχι, τη ρύθμιση του θερμοστάτη και την επιλογή του συστήματος θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου.



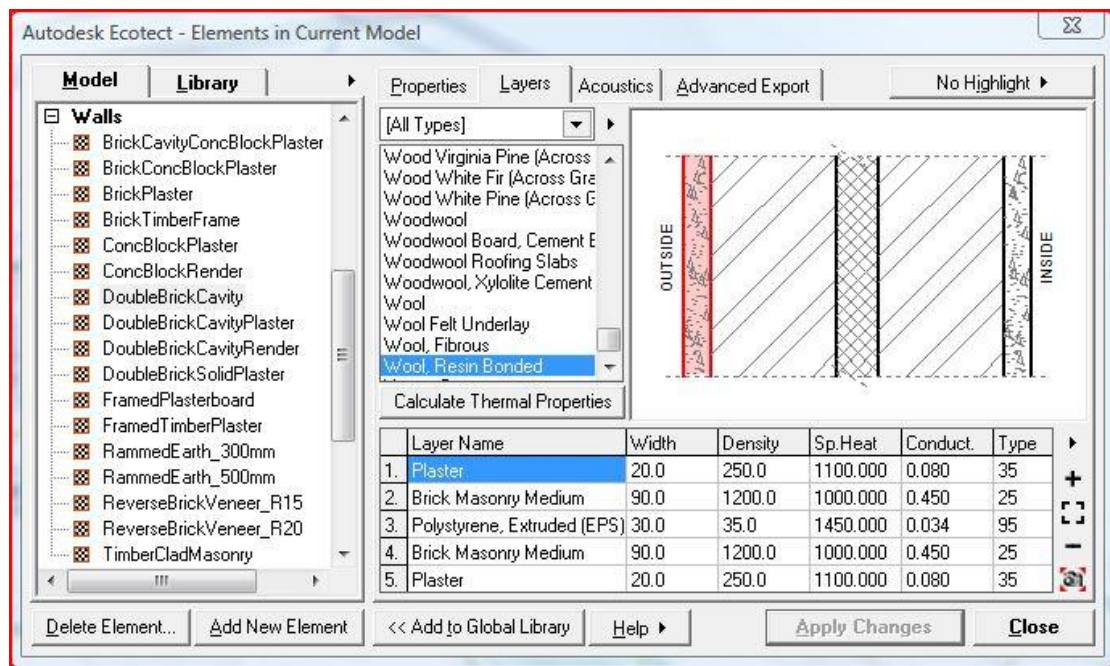
Διαμόρφωση της ζώνης καθιστικό - κουζίνα



Διαμόρφωση της ζώνης υπνοδωμάτιο 3

4) Καθορισμός των υλικών

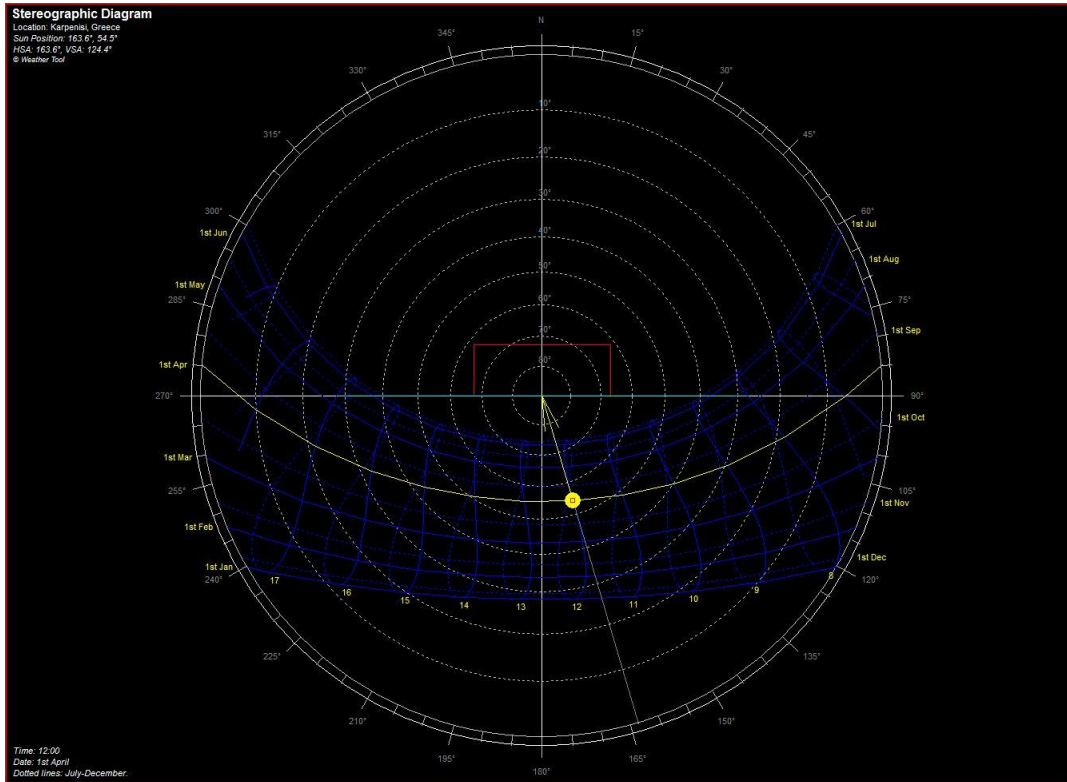
Δημιουργούμε την βιβλιοθήκη των υλικών από τα οποία αποτελείται η κατασκευή.



Βιβλιοθήκη υλικών

5) Θέση του ήλιου και στερεογραφικό διάγραμμα

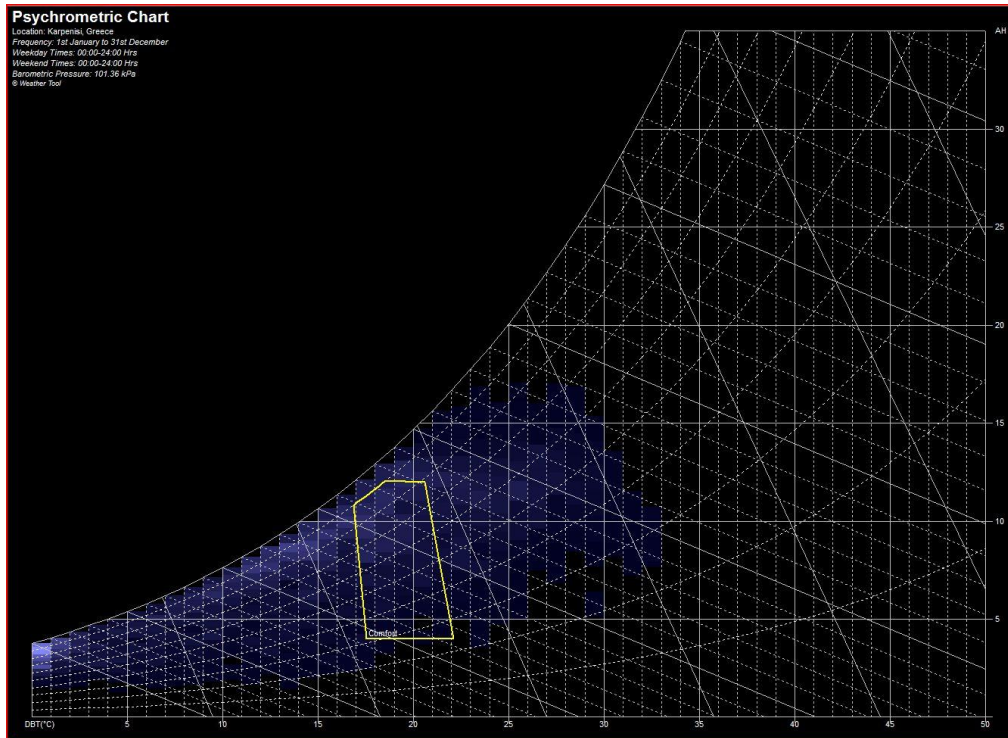
Επιλέγουμε την ημέρα και ώρα που επιθυμούμε να δούμε τη θέση του ήλιου, με γνωστό τον προσανατολισμό του κτιρίου. Για παράδειγμα επιλέγουμε την 1η Απριλίου και ώρα 12:00 το μεσημέρι.



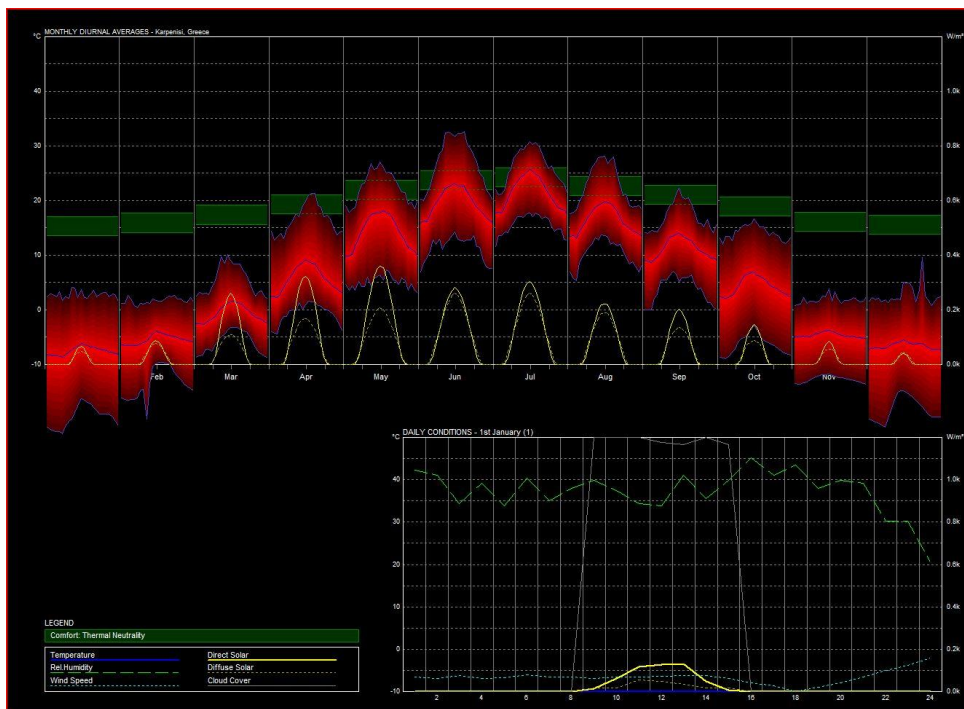
Θέση του ήλιου την 1η Απριλίου και ώρα 12:00

Ψυχομετρικό διάγραμμα

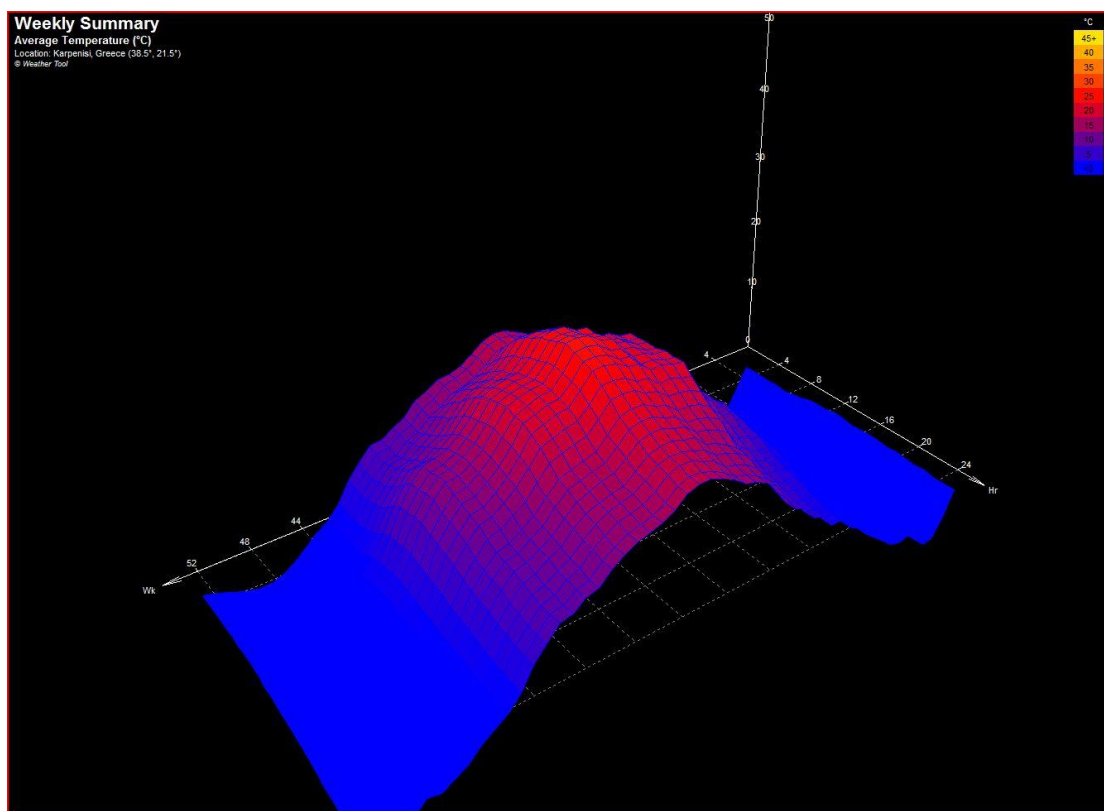
Το ψυχομετρικό διάγραμμα παρέχει πληροφορίες για την κατάσταση του αέρα και τη ζώνη άνεσης της περιοχής μελέτης.



Ζώνη άνεσης της περιοχής μελέτης



Διάγραμμα μέσων ημερήσιων τιμών θερμοκρασίας, υγρασίας, ανέμου και ακτινοβολίας

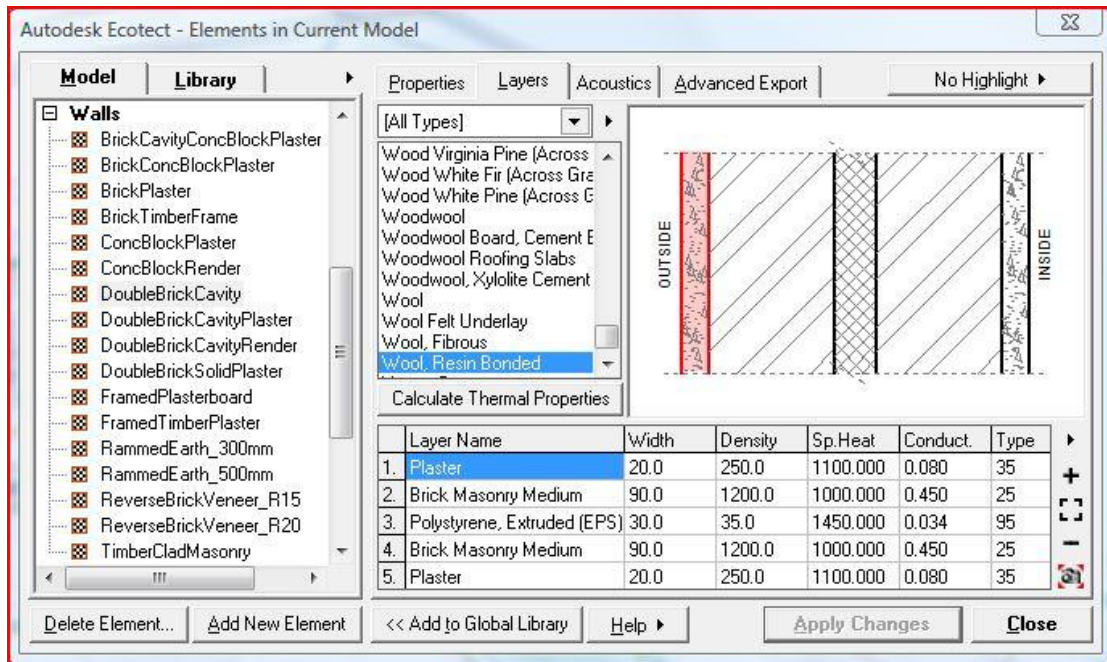


Διάγραμμα μέσης εβδομαδιαίας θερμοκρασίας

5.2.1 Θερμική ανάλυση του κτιρίου με τον συνήθη τρόπο κατασκευής (με απλή ενδιάμεση θερμομόνωση)

Συνήθης τρόπος κατασκευής

Θερμομόνωση εξωτερική : διπλός δρομικός τοίχος με ενδιάμεση μόνωση
εξηλασμένης πολυστερίνης πάχους 3cm και U-value=0,51 W/m².K



Πίνακας υλικών για την εξωτερική τοιχοποιία

Θερμομόνωση δαπέδου πάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (υπόγειο)

Από έξω προς τα μέσα :

Σοβάς 20mm

Οπλισμένο σκυρόδεμα 220mm

Εξηλασμένη πολυστερίνη 30mm

Τσιμεντοκονίαμα 20mm

Κεραμικά πλακάκια 20mm

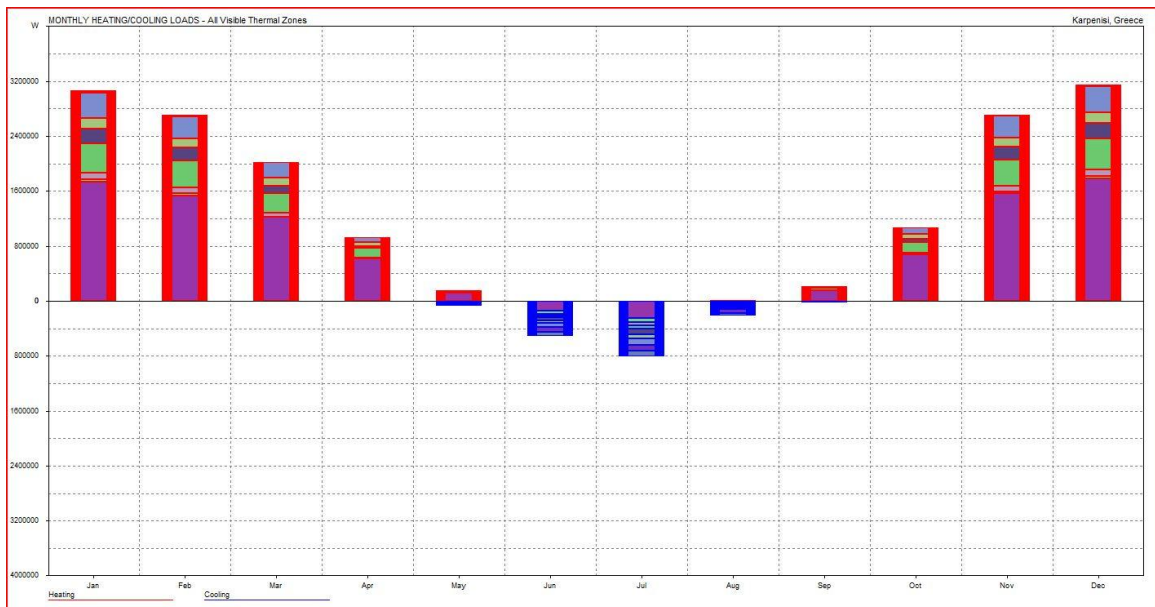
U-value = 0,70 W/m².K

Υαλοπίνακες : απλοί διπλοί πάχους 6mm με διάκενο και

U-value = 2,70W/m².K

Με βάση τον συνήθη τρόπο κατασκευής υπολογίζουμε τα θερμικά και ψυκτικά φορτία του κτιρίου με τη βοήθεια του λογισμικού Ecotect.

Ακολουθούν τα αποτελέσματα σε μορφή διαγράμματος και σε πίνακα.



Διάγραμμα φορτίων θέρμανσης και ψύξης

Κάτω από τον οριζόντιο άξονα απεικονίζεται το ψυκτικό φορτίο και πάνω το θερμικό φορτίο για κάθε μήνα.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones

Comfort: Adaptive - Average (± 1.75)

Max Heating: 8,212 kW at 05:00 on 29th January

Max Cooling: 4,552 kW at 09:00 on 7th June

MONTH	HEATING (kWh)	COOLING (kWh)	TOTAL (kWh)
Jan	3066,708	0	3066,708
Feb	2710,574	0	2710,574
Mar	2018,714	0,007	2018,721
Apr	929,577	3,168	932,745
May	160,101	72,797	232,898
Jun	3,108	510,803	513,912
Jul	0	805,285	805,285
Aug	7,624	214,258	221,883
Sep	214,944	21,741	236,685
Oct	1071,232	2,679	1073,911
Nov	2713,416	0	2713,416
Dec	3153,384	0	3153,384
TOTAL	16049,382	1630,738	17680,120
PER M ²	119,719	12,164	131,883
Floor Area:	134.059 m ²		

Φορτία θέρμανσης και ψύξης αρχικής κατάστασης

Όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα της θερμικής ανάλυσης, τα φορτία θέρμανσης για την περιοχή του Καρπενησίου είναι κατά πολύ περισσότερα από τα ψυκτικά. Οι χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν τους περισσότερους μήνες του έτους απαιτούν ένα αρκετά μεγάλο θερμικό φορτίο. Ενώ οι υψηλές θερμοκρασίες είναι ελάχιστες και αυτές παρουσιάζονται κυρίως τον Ιούλιο όπως φαίνεται και από το διάγραμμα, οπότε και δεν απαιτείται μεγάλο ψυκτικό φορτίο για μία κατοικία.

Ένα αρχικό συμπέρασμα, σύμφωνα με τα πρώτα αποτελέσματα της θερμικής ανάλυσης είναι ότι πρέπει να κατασκευάσουμε μια καλύτερη θερμομόνωση του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου ώστε να μειώσουμε τα θερμικά φορτία που απαιτούνται.

5.3 Προτάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης

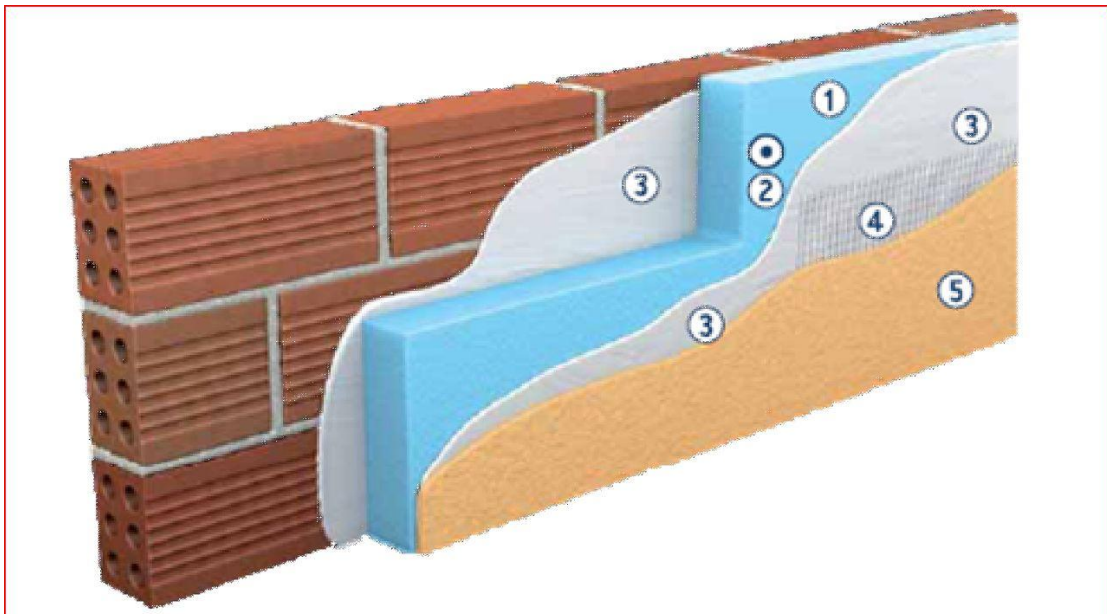
5.3.1 Θερμική ανάλυση του κτιρίου με αλλαγή θερμομόνωσης του εξωτερικού κελύφους

Προτεινόμενη παρέμβαση βιοκλιματικού σχεδιασμού

- Θερμομόνωση εξωτερικού κελύφους κτιρίου

Για την εξωτερική θερμομόνωση του κτιρίου προτείνεται το σύστημα kelyfos.

- 1.Εξηλασμένη πολυστερίνη
- 2.Βύσματα στερέωσης θερμομονωτικών πλακών
- 3.Κόλλα
- 4.Υαλόπλεγμα
- 5.Σοβάς



Εικ. 5.1 Σύστημα kelyfos [29]

Το σύστημα Kelyfos έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Θερμική άνεση όλο το χρόνο, διατηρώντας κατά το δυνατόν σταθερή θερμοκρασία στο εσωτερικό του κτιρίου.
- Εξοικονόμηση ενέργειας με λιγότερα έξοδα για θέρμανση το χειμώνα και ψύξη το καλοκαίρι.

- Προστασία του κτιριακού κελύφους από τις καιρικές καταπονήσεις.
- Αποφυγή σχηματισμού θερμικών γεφυρών, συμπύκνωσης υδρατμών, δημιουργίας μούχλας καθώς και επιφανειακών βλαβών στα δομικά στοιχεία.

Ο πίνακας των υλικών του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου που προτείνεται παρουσιάζεται παρακάτω :

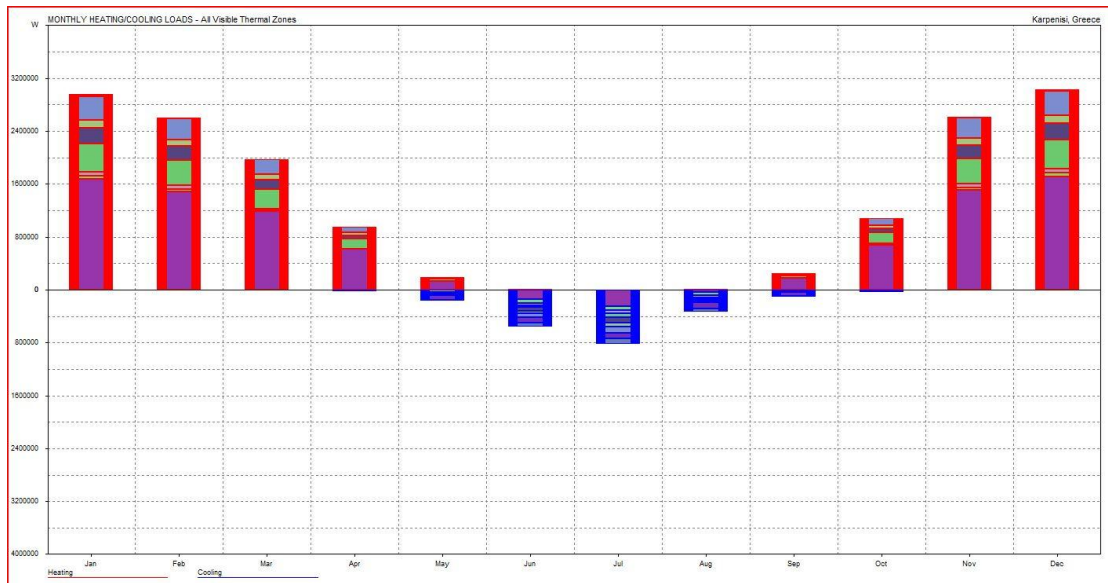
Layer Name	Width	Density	Sp.Heat	Conduct.	Type
1. Plaster Building (Molded)	10.0	250.0	1100.000	0.080	85
2. Cement Mortar	3.0	2000.0	1100.000	1.400	35
3. Polystyrene, Extruded (E)	80.0	35.0	1450.000	0.034	95
4. Cement Mortar	3.0	2000.0	1100.000	1.400	35
5. Brick Masonry Medium	90.0	1500.0	1000.000	0.510	25

Πίνακας υλικών της εξωτερικής τοιχοποιίας

Η νέα διατομή έχει $u\text{-value} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{.K}$ σχεδόν η μισή τιμή από την αρχική διατομή που είχε $u\text{-value}=0,51 \text{ W/m}^2\text{.K}$

Τα υπόλοιπα υλικά της θερμομόνωσης του δαπέδου, της οροφής του ισογείου και των υαλοστασίων παραμένουν όπως και στην αρχική κατάσταση.

Με βάση τα νέα δεδομένα του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου παρουσιάζεται παρακάτω το διάγραμμα και τα αποτελέσματα της θερμικής ανάλυσης του κτιρίου.



Διάγραμμα φορτίων θέρμανσης και ψύξης

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones

Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 7,948 kW at 05:00 on 29th January

Max Cooling: 4,534 kW at 09:00 on 7th June

MONTH	HEATING (kWh)	COOLING (kWh)	TOTAL (kWh)
Jan	2964,812	0	2964,812
Feb	2608,858	0	2608,858
Mar	1976,489	1,842	1978,331
Apr	953,542	3,200	956,742
May	184,284	73,844	258,092
Jun	5,970	520,008	525,978
Jul	0	807,342	807,342
Aug	13,165	216,017	229,182
Sep	247,132	22,717	269,849
Oct	1087,214	2,725	1089,939
Nov	2620,961	0	2620,961
Dec	3035,368	0	3035,368
TOTAL	15697,795	1647,695	17345,490
PER M²	117,096	12,291	129,387
Floor Area:	134.059 m ²		

Σύγκριση των αποτελεσμάτων της αρχικής κατάστασης και της προτεινόμενης παρέμβασης με σύστημα Kelyfos.

	HEATING LOADS(KWh)	COOLING LOADS(KWh)	ΣΥΝΟΛΙΚΑ (KWh)
ΣΥΝΗΘΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	16049,382	1630,738	17680,120
ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ KELYFOS	15697,795	1647,695	17345,490
ΔΙΑΦΟΡΑ	-351,587	+16,957	-334,63
ΜΕΤΑΒΟΛΗ %	-2,19	+1,04	-1,89

Παρατηρούμε μικρή μεταβολή στα θερμικά και ψυκτικά φορτία, οπότε διαπιστώνουμε ότι και η αρχική θερμομόνωση, δηλαδή διπλή τοιχοποιία με ενδιάμεση μόνωση είναι μια καλή λύση για την εν λόγω περιοχή.

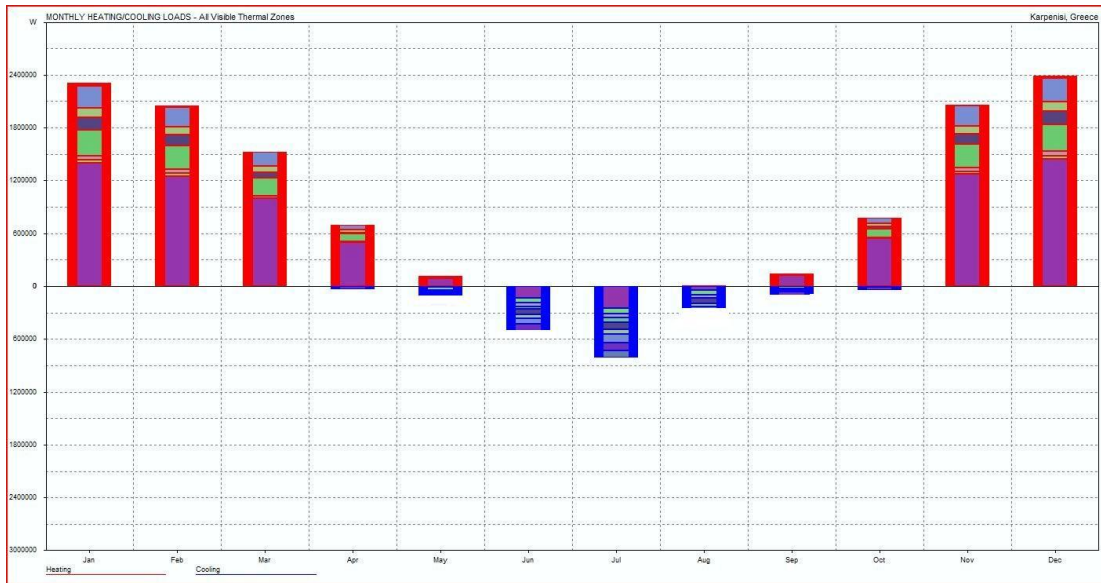
5.3.2 Θερμική ανάλυση κτιρίου με χρήση υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής Low -e

Προτεινόμενη παρέμβαση βιοκλιματικού σχεδιασμού

- Χρήση υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής Low -e

Σ' αυτή τη περίπτωση χρησιμοποιούνται υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής Low-e με u-value=1,1 W/m².K αντί των απλών υαλοπινάκων της αρχικής κατάστασης με u-value=2,7 W/m².K

Η εξωτερική θερμομόνωση με το σύστημα Kelyfos παραμένει ώστε να δούμε συνολικά τη μεταβολή των φορτίων μετά και από τα δυο αυτά μέτρα βιοκλιματικού σχεδιασμού.



Διάγραμμα φορτίων θέρμανσης και ψύξης

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones

Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 6574 kW at 05:00 on 29th January

Max Cooling: 3833 kW at 09:00 on 7th June

MONTH	HEATING (kWh)	COOLING (kWh)	TOTAL (kWh)
Jan	2309,642	0	2309,642
Feb	2053,951	0	2053,951
Mar	1522,509	1,842	1524,351
Apr	696,030	3,200	699,230
May	113,571	73,844	187,415
Jun	2,245	520,008	522,253
Jul	0	807,342	807,342
Aug	5,431	216,017	221,448
Sep	144,208	22,717	166,925
Oct	777,926	2,725	780,651
Nov	2060,015	0	2060,015
Dec	2386,200	0	2386,200
TOTAL	12071,726	1647,695	13719,421
PER M ²	90,048	12,291	102,339
Floor Area:	134.059 m ²		

Σύγκριση αποτελεσμάτων συνήθους κατασκευής και κατασκευής με σύστημα Kelyfos και υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής Low-e.

	HEATING LOADS(KWh)	COOLING LOADS(KWh)	ΣΥΝΟΛΙΚΑ (KWh)
ΣΥΝΗΘΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	16049,382	1630,738	17680,120
ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΑΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ LOW E	12071,726	1647,695	13719,421
ΔΙΑΦΟΡΑ	-3977,656	+16,957	-3960,699
ΜΕΤΑΒΟΛΗ %	-24,78	+1,04	-22,40

Παρατηρούμε ότι η μεταβολή στα θερμικά φορτία μετά από τις δύο παρεμβάσεις βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι αρκετά ικανοποιητική σε σχέση με την αρχική κατάσταση. Τα ψυκτικά φορτία δεν παρουσιάζουν μεταβολή και είναι πολύ μικρά σε σχέση με τα θερμικά οπότε δεν χρειάζεται να λάβουμε μέτρα για τα φορτία αυτά.

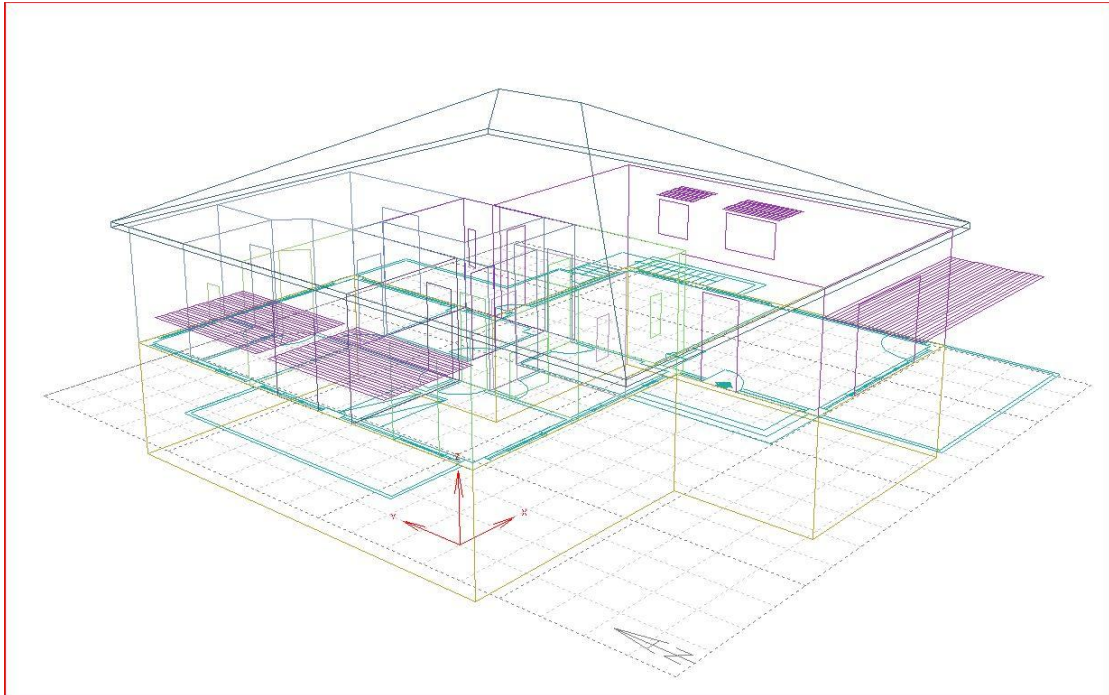
5.3.3 Ενσωμάτωση συστημάτων σκίασης

Το καλοκαίρι οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλές και η ηλιακή ακτινοβολία έντονη, με αποτέλεσμα το κτίριο να απορροφά θερμότητα, πολύ περισσότερη μάλιστα όταν είναι εκτεθειμένο στον ήλιο, με άμεσες επιπτώσεις στο εσωτερικό του (κίνδυνος υπερθέρμανσης). Για τα ελληνικά κλιματικά δεδομένα, ο σκιασμός του κτιρίου, ιδιαίτερα των ανοιγμάτων του, είναι αναγκαίος για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο, ενώ για τους μήνες Μάιο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο είναι επιθυμητός κατά κανόνα τις μεσημβρινές ώρες.

Κατά συνέπεια, τα συστήματα σκίασης πρέπει να παρέχουν αποτελεσματική προστασία από τον ήλιο το καλοκαίρι, χωρίς όμως να παρεμποδίζουν τον ηλιασμό του κτιρίου το χειμώνα ή να περιορίζουν το φυσικό του φωτισμό.

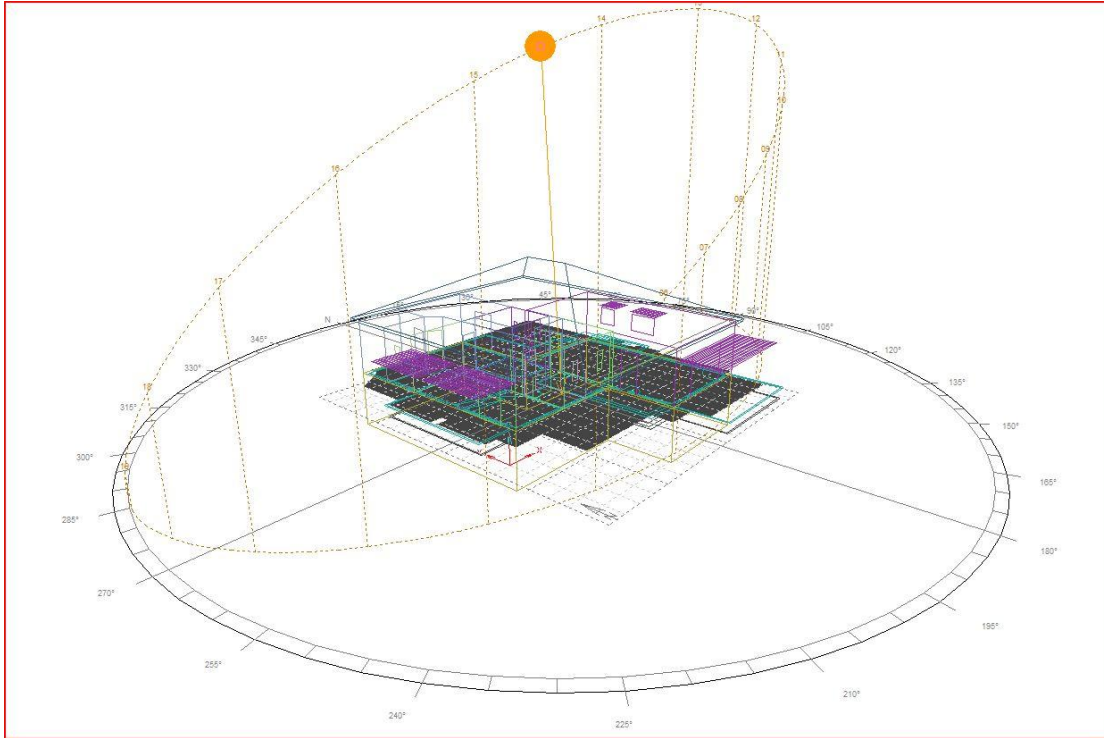
Επιλογή συστημάτων σκίασης

Σύμφωνα με τα διαγράμματα που δείχνουν την πορεία του ήλιου και τη σκίαση του κτιρίου τοποθετούμε σταθερά σκίαστρα στα ανοίγματα και θα ακολουθήσει έλεγχος των θερμικών και ψυκτικών φορτίων.

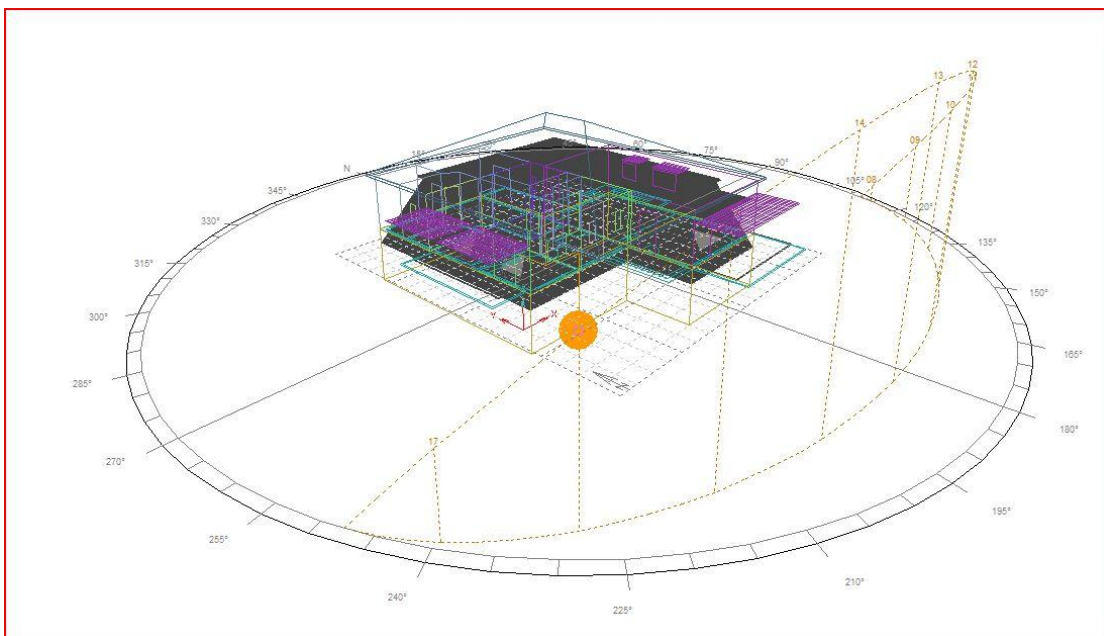


Σχεδίαση του μοντέλου με τα σκίαστρα στο πρόγραμμα Ecotect

Παρακάτω φαίνονται τα διαγράμματα με τη θέση του ήλιου και τη σκίαση του κτιρίου την θερμότερη ημέρα του έτους που είναι η 7η Ιουνίου και ώρα 14:30 και την ψυχρότερη ημέρα του έτους που είναι η 29η Ιανουαρίου και ώρα 16:00



Η θέση του ήλιου και η σκίαση του κτιρίου τη θερμότερη ημέρα του έτους
(7η Ιουλίου)



Η θέση του ήλιου και η σκίαση του κτιρίου τη ψυχρότερη ημέρα του έτους
(29η Ιανουαρίου)



Διάγραμμα φορτίων θέρμανσης και ψύξης

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones

Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 6574 kW at 05:00 on 29th January

Max Cooling: 3833 kW at 09:00 on 7th June

MONTH	HEATING (kWh)	COOLING (kWh)	TOTAL (kWh)
Jan	2354,640	0	2354,640
Feb	2103,940	0	2103,940
Mar	1568,029	1,003	1569,032
Apr	741,030	2,100	743,130
May	159,071	72,800	231,871
Jun	5,375	519,008	524,383
Jul	0	806,543	806,543
Aug	8,730	215,002	223,732
Sep	204,208	21,890	226,098
Oct	827,970	2,510	830,480
Nov	2105,020	0	2105,020
Dec	2431,200	0	2431,200
TOTAL	12509,213	1640,856	14150,069
PER M²	93,311	12,240	105,551
Floor Area:	134.059 m ²		

Οι ηλιόλουστες ημέρες στο Καρπενήσι είναι λιγοστές και δεν χρειάζεται ιδιαίτερη μέριμνα για τα στέγαστρα όσον αφορά την ηλιοπροστασία. Εφαρμόζοντας λοιπόν τα συστήματα σκίασης αυτά διαπιστώνουμε ότι η μεταβολή των φορτίων ψύξης είναι πολύ μικρή, παρουσιάζεται μια μείωση 6,84 Kw ετησίως. Τα στέγαστρα είναι περισσότερο απαραίτητα στην περιοχή της Ευρυτανίας λόγω των ισχυρών βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων.

.

Γενικά συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της θερμικής ανάλυσης των προτεινόμενων μέτρων προκύπτει το συμπέρασμα ότι το αποδοτικότερο μέτρο βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η τοποθέτηση υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής Low- e σε κατοικία στο Καρπενήσι, σύμφωνα με τα κλιματικά και γεωγραφικά δεδομένα του τόπου. Το μέτρο αυτό σε συνδυασμό με μια καλή θερμομόνωση του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου, όπως προτείνεται στη παρούσα εργασία, παρουσιάζει μείωση κατά 24,78% των ετήσιων θερμικών φορτίων για τη λειτουργία της συγκεκριμένης κατοικίας δηλαδή 3978KWh, εξοικονομώντας κάθε χρόνο περίπου 430 €.

Επίσης με την εφαρμογή της ενδοδαπέδιας θέρμανσης και του ενεργειακού τζακιού που πρόκειται να κατασκευασθούν στη κατοικία που μελετάται, η εξοικονόμηση ενέργειας θα είναι ακόμα μεγαλύτερη. Η ενδοδαπέδια θέρμανση λόγω της λειτουργίας της με νερό χαμηλής θερμοκρασίας καταναλώνει λιγότερη ποσότητα ρεύματος απ' ότι άλλα συστήματα θέρμανσης, ενώ το ενεργειακό τζάκι δεν καταναλώνει καθόλου ρεύμα για τη θέρμανση των χώρων. Οι δύο αυτοί τρόποι θέρμανσης μιας κατοικίας σε συνδυασμό με μια καλή εξωτερική θερμομόνωση ώστε να αποφεύγονται οι απώλειες θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον, είναι πολύ αποδοτικοί στο Καρπενήσι, όπου οι χειμώνες είναι μεγάλοι, το κλίμα ψυχρό με πολλές βροχές και χιόνια και η θέρμανση των χώρων κρίνεται απαραίτητη από το Σεπτέμβρη μέχρι πολλές φορές και τον Ιούνιο.

Τα συστήματα σκίασης δεν είναι απαραίτητα για τη προστασία του κτιρίου τόσο από την ηλιακή ακτινοβολία όσο από τις βροχές και τα χιόνια. Στην περιοχή που μελετάται στη συγκεκριμένη εργασία η ηλιακή ακτινοβολία δεν είναι τόσο πολύ έντονη όπως σε άλλες περιοχές της Ελλάδας. Είναι μεν χρήσιμα τα στέγαστρα και οι πέργκολες για τους καλοκαιρινούς μήνες που στο Καρπενήσι είναι κυρίως ο Ιούλιος και ο Αύγουστος αλλά περισσότερο χρειάζονται για τους χειμερινούς μήνες, όπου οι βροχοπτώσεις είναι έντονες και συχνές και ο χρήστης του κτιρίου πρέπει να προστατευτεί απ' τα φαινόμενα αυτά.

Επίλογος

Οι κλιματικές αλλαγές που οφείλονται στη μόλυνση του περιβάλλοντος, είναι ένα μεγάλο πρόβλημα που καλείται να λύσει ο άνθρωπος, αφού είναι ο ίδιος που το δημιούργησε. Οι αλλαγές αυτές οφείλονται στον τρόπο που διαχειριζόμαστε την ενέργεια της γης. Εάν δεν αλλάξει ο τρόπος που παράγουμε και καταναλώνουμε ενέργεια τότε ο πλανήτης θα οδηγηθεί προς μια τεράστια περιβαλλοντική καταστροφή.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας δίνει πλέον τη δυνατότητα να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αυτό, αρκεί όλοι οι άνθρωποι να συνειδητοποιήσουν το μέγεθος του προβλήματος, να σταματήσουν την αλόγιστη σπατάλη της ενέργειας και να αλλάξουν τον τρόπο ζωής τους.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται, μερικοί μόνο από τους πολλούς τρόπους, για να μειωθούν τα θερμικά και ψυκτικά φορτία που καταναλώνει μια κατοικία ώστε να μειωθούν και τα ποσά ενέργειας που καταναλώνονται ετησίως. Μια καλή εξωτερική θερμομόνωση, η τοποθέτηση υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής και η ενσωμάτωση συστημάτων σκίασης είναι τρόποι με τους οποίους μπορούμε να εκμεταλλευτούμε την ηλιακή ενέργεια ώστε να ελαττώσουμε τη χρήση του πετρελαίου και του ηλεκτρισμού.

Επίσης ως δευτερεύουσες λύσεις αλλά πολύ σημαντικές είναι η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων και συστήματος γεωθερμίας που μπορούν να καλύψουν μέρος των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου.

Βέβαια η εξοικονόμηση ενέργειας ξεκινά πρωτίστως απ' την καθημερινότητα μας. Είναι πολύ σημαντικό να επιλέγουμε τις ενεργειακά αποδοτικές συσκευές για το σπίτι μας, οι οποίες εκπέμπουν λιγότερη ποσότητα CO₂ και καταναλώνουν λιγότερο ηλεκτρικό ρεύμα. Επίσης οι λαμπτήρες ενεργειακής κλάσης A, μειώνουν την κατανάλωση ρεύματος κατά 80% σε σχέση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Όλες οι ηλεκτρικές συσκευές όταν βρίσκονται σε κατάσταση αναμονής καταναλώνουν σημαντικές ποσότητες ρεύματος, οπότε χρειάζεται τακτικός έλεγχος για την αντιμετώπιση των διαρροών ενέργειας απ' τη κατάσταση αυτή.

Η θέρμανση του νερού με ηλιακό θερμοσίφωνα αντί για ηλεκτρικό, που είναι εξαιρετικά ενεργοβόρος, είναι επίσης μια λύση που μειώνει την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα και εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια με πολύ χαμηλό κόστος αγοράς και εγκατάστασης.

Παράρτημα

Παρακάτω παρουσιάζονται τα κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών όπως δίνονται από την Τεχνική Οδηγία του Τ.Ε.Ε. / 2010

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	10,3	10,6	12,3	16,0	20,7	25,4	28,1	28,0	24,3	19,6	15,4	12,0
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	10,3	10,6	12,3	16,0	20,7	25,4	28,1	28,0	24,3	19,6	15,4	12,0
Αγρίνιο	8,3	9,2	11,5	15,2	20,4	24,8	27,2	27,0	23,0	18,0	13,2	9,6
Αγχιάλος	6,6	7,7	10,0	14,3	19,6	24,6	26,9	26,3	22,2	17,0	12,1	8,1
Αλεξανδρούπολη	5,0	5,9	8,3	13,2	18,4	23,2	25,9	25,6	21,1	15,7	10,8	7,0
Αλιάρτος	7,1	8,2	10,6	15,2	20,6	25,7	27,2	26,2	22,6	16,9	12,0	8,6
Ανδραβίδα	9,4	9,9	11,8	14,8	19,5	23,7	25,9	26,0	22,9	18,3	14,1	10,9
Άραξος	10,2	10,5	12,2	15,2	19,8	24,1	26,6	26,8	23,4	19,0	14,7	11,6
Άργος (Πυργέλα)	8,1	8,4	10,6	14,7	20,0	24,9	27,3	26,5	22,6	17,8	12,9	9,5
Αργονόλι	11,4	11,5	12,8	15,3	19,5	23,5	25,7	26,1	23,4	19,8	15,8	12,8
Άρτα	8,0	9,0	11,5	14,6	19,6	23,6	25,7	25,6	22,0	17,8	12,5	9,1
Δράμα	4,7	6,5	10,0	14,7	20,2	24,7	26,7	25,9	22,3	16,4	9,9	6,0
Έδεσσα	4,5	6,2	9,6	13,4	18,6	23,8	25,2	24,5	20,7	15,6	9,4	5,8
Ζάκυνθος	10,5	10,5	11,8	14,8	19,7	24,3	27,2	27,1	23,6	19,1	14,8	11,7
Ηράκλειο	12,1	12,2	13,5	16,5	20,3	24,4	26,2	26,1	23,6	20,1	16,7	13,7
Θεσσαλονίκη	5,3	6,8	9,8	14,3	19,7	24,5	26,8	26,2	21,9	16,3	11,1	6,9
Ιεράπετρα	12,9	12,9	14,2	17,0	20,9	25,4	27,8	27,7	24,9	21,0	17,5	14,5
Ιωάννινα	4,7	6,0	8,8	12,4	17,5	22,0	24,9	24,5	20,1	15,0	9,7	5,8
Καλαμάτα	10,2	10,6	12,3	15,2	19,8	24,2	26,5	26,3	23,2	19,0	14,8	11,6
Καρδίτσα	4,5	6,9	10,4	13,9	18,0	24,2	26,3	25,6	22,1	16,1	10,1	4,3
Καρπενήσι	3,8	3,1	5,4	10,6	14,7	18,9	21,6	20,9	17,6	12,4	6,8	4,8
Κάρυστος	10,4	10,3	12,4	15,7	19,5	24,2	26,8	26,4	23,6	19,4	14,9	11,7
Καστοριά	2,2	3,4	6,9	11,5	16,4	21,4	24,0	23,2	18,9	13,4	7,2	3,0
Κέρκυρα	9,7	10,3	12,0	15,0	19,8	24,0	26,5	26,5	22,7	18,5	14,3	11,1
Κοζάνη	2,3	3,7	6,9	11,6	16,8	21,5	24,1	23,6	19,3	13,5	8,0	3,9
Κομοτηνή	4,8	6,2	8,6	13,1	18,4	23,0	25,5	25,0	20,6	15,2	10,8	7,0
Κόνιτσα	5,2	6,5	9,5	12,2	17,2	21,7	24,4	24,0	20,3	15,4	9,8	6,4
Κόρινθος (Βέλο)	8,8	9,3	11,5	15,4	20,7	25,8	28,3	27,8	23,4	18,6	13,4	10,1
Κύθηρα	10,9	10,9	11,9	14,6	18,9	23,2	25,7	25,7	22,9	19,1	15,8	12,7
Κως	11,0	10,5	12,1	15,4	19,5	23,8	25,9	25,4	23,2	19,4	15,0	12,4
Λαμία	7,1	8,1	10,7	15,0	20,2	25,4	27,0	26,0	22,5	17,0	11,9	8,2
Λάρισα	5,2	6,8	9,5	14,0	19,7	25,2	27,3	26,3	21,9	16,3	10,9	6,5
Λευκάδα	10,2	10,6	12,7	15,2	19,4	23,1	25,4	25,5	23,0	19,3	14,6	11,5
Λήμνος	7,4	7,8	9,7	13,8	18,5	23,6	25,9	25,1	21,5	16,8	12,3	9,0
Μεθώνη	11,3	11,5	12,9	15,4	19,0	22,6	24,8	25,7	23,6	19,8	16,0	12,9
Μήλος	10,7	10,8	11,9	15,0	19,4	23,6	25,2	24,9	22,3	18,8	15,3	12,4
Μυτιλήνη	9,5	9,9	11,6	15,6	20,2	24,7	26,6	26,1	22,9	18,5	14,3	11,3
Νάξος	12,1	12,2	13,3	16,1	19,5	23,3	24,9	24,8	22,8	19,6	16,3	13,6
Ξάνθη	5,6	6,8	9,6	14,3	19,8	24,1	26,6	26,0	22,4	16,5	11,0	6,9
Πάρος	11,2	11,2	12,9	16,2	19,8	24,0	25,5	25,0	22,8	19,1	15,2	12,3
Πάτρα	10,0	10,6	12,5	15,6	20,1	24,1	26,4	26,7	23,5	19,0	14,5	11,4
Πολύγυρος	4,9	4,7	8,7	12,4	16,3	22,4	24,0	24,1	21,3	15,1	10,7	6,8
Πύργος	9,6	10,1	12,2	15,2	19,7	23,9	26,4	26,3	23,0	18,7	14,1	11,0
Ρέθυμνο	12,8	12,9	14,2	17,1	20,7	24,9	26,9	26,8	24,2	20,6	17,3	14,5
Ρόδος	12,0	12,2	13,7	16,6	20,6	24,8	26,9	27,1	24,7	20,9	16,7	13,5
Σάμος	10,4	10,2	12,2	16,1	20,8	25,7	28,6	28,2	24,4	19,6	14,7	12,0
Σέρρες	4,0	6,3	9,7	14,4	19,7	24,4	26,5	25,6	21,7	15,7	9,4	4,8
Σητεία	12,2	12,3	13,6	16,6	20,3	24,2	25,9	25,7	23,6	20,2	16,8	13,8
Σκύρος	9,9	10,2	11,5	15,0	19,3	23,7	25,5	25,1	22,2	18,3	14,6	11,6

Μέση μηνιαία θερμοκρασία 24ώρου (°C) [9]

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	68,8	67,6	65,8	62,5	58,6	52,2	46,8	46,7	53,5	62,0	68,8	70,1
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	74,4	71,9	68,6	61,6	53,9	45,8	43,0	45,2	53,9	66,0	74,1	76,0
Αγρίνιο	75,5	73,2	70,2	68,1	63,0	57,2	55,2	56,1	63,6	69,9	77,8	78,6
Αγγιάλος	74,9	73,1	72,6	68,4	63,5	53,3	50,7	53,0	60,1	68,9	75,0	76,3
Αλεξανδρούπολη	75,5	73,6	72,6	71,1	68,3	60,5	54,0	54,0	60,0	68,2	75,5	76,9
Αλιάρτος	74,6	71,7	67,9	60,3	56,1	47,6	47,6	50,4	56,2	67,8	74,3	76,0
Ανδραβίδα	78,0	76,6	75,5	74,4	70,2	64,4	62,9	64,0	67,7	72,1	78,4	79,4
Αραξος	73,6	72,7	72,1	71,8	68,7	62,7	59,2	59,6	65,3	69,3	75,9	76,4
Αργος (Πυργέλα)	75,2	73,5	72,2	68,1	60,8	54,1	52,5	56,7	65,3	72,2	76,6	76,6
Αργαστόλι	75,5	73,6	72,6	71,1	68,3	60,5	54,0	54,0	60,0	68,2	75,5	76,9
Άρτα	72,6	70,9	70,0	71,9	68,5	64,6	64,1	65,5	70,3	73,2	77,5	76,5
Δράμα	78,7	73,2	69,0	63,7	60,7	55,3	52,6	55,0	59,3	69,0	77,7	81,0
Έδεσσα	71,0	71,9	67,6	64,9	62,1	55,4	51,5	54,0	60,6	68,5	72,1	71,5
Ζάκυνθος	81,1	79,1	79,8	78,9	70,5	61,8	58,8	62,4	70,5	76,3	81,8	81,1
Ηράκλειο	68,0	66,0	65,7	61,8	60,6	56,1	56,5	58,3	61,2	65,4	67,3	67,9
Θεσσαλονίκη	76,0	72,6	71,6	67,5	63,8	55,4	52,8	55,1	61,9	70,1	76,4	77,8
Ιεράπετρα	74,0	73,7	72,2	68,4	64,1	56,8	49,4	52,5	59,6	69,1	73,3	74,3
Ιωάννινα	77,2	73,9	69,4	68,1	65,8	58,8	52,1	54,1	63,9	71,1	80,0	81,8
Καλαμάτα	72,9	72,1	71,3	70,4	66,5	58,6	57,9	61,4	65,4	69,4	75,1	75,3
Καρδίτσα	78,0	73,3	68,2	65,3	60,4	57,0	51,4	54,2	54,5	66,3	73,3	76,4
Καρπενήσι	68,0	70,5	73,9	60,6	61,8	55,6	52,2	53,8	59,1	66,2	73,8	73,5
Κάρυστος	71,1	70,2	70,8	68,0	67,1	62,6	56,0	57,6	61,4	68,1	73,4	72,7
Καστοριά	78,6	73,4	66,6	62,4	63,5	53,1	49,3	52,4	59,3	69,3	77,4	80,3
Κέρκυρα	75,9	74,3	73,2	72,7	69,5	63,4	59,8	62,1	70,4	74,8	77,6	77,4
Κοζάνη	74,2	70,1	67,5	63,0	62,0	54,8	49,8	50,4	57,0	66,7	74,7	75,7
Κομοτηνή	72,5	71,7	70,2	69,8	67,1	58,3	52,4	51,3	58,9	67,9	75,1	75,6
Κόνιτσα	69,7	66,4	62,3	63,0	62,9	57,3	51,5	51,9	58,2	65,7	74,2	74,5
Κόρινθος (Βέλο)	74,4	71,0	70,4	66,2	59,8	53,0	52,0	54,5	61,9	68,5	75,1	75,6
Κύθηρα	72,2	72,7	71,8	68,5	63,5	57,2	54,6	56,6	62,9	68,5	72,5	73,1
Κως	71,3	71,2	72,4	69,9	67,1	60,8	58,8	63,6	64,5	68,4	71,5	73,9
Λαμία	76,6	74,4	70,8	64,6	59,1	49,7	50,1	54,5	60,1	70,5	75,8	77,1
Λάρισα	79,8	75,0	72,6	68,1	61,3	48,8	46,3	49,9	58,7	69,8	79,2	82,0
Λευκάδα	71,9	70,6	68,0	69,0	70,8	69,3	69,4	74,4	73,7	72,2	73,4	73,5
Λήμνος	76,9	74,8	75,3	73,9	68,6	59,7	56,7	61,1	66,3	73,2	78,0	78,5
Μεθώνη	73,4	72,4	73,1	72,0	73,7	72,6	72,8	71,5	69,6	70,2	74,4	74,5
Μήλος	73,3	72,1	71,5	66,9	62,6	57,5	58,3	61,9	65,8	70,7	73,7	73,7
Μυτιλήνη	71,8	70,2	67,5	64,3	62,9	58,0	56,4	57,8	60,1	66,5	71,1	72,5
Νάξος	73,6	72,1	72,5	70,8	71,4	68,6	69,0	70,6	71,3	73,6	74,3	74,5
Ξάνθη	73,2	73,7	73,4	73,5	70,1	65,6	61,6	62,7	66,4	70,7	75,3	74,3
Πάρος	73,2	71,4	71,7	67,1	66,2	63,5	64,5	67,0	68,3	72,4	73,6	75,3
Πάτρα	69,1	67,4	67,1	66,4	64,5	61,9	59,8	59,3	63,0	66,9	70,9	71,2
Πολύγυρος	72,4	74,7	70,9	64,5	66,2	62,0	59,7	62,8	63,8	70,1	71,8	69,8
Πύργος	73,6	72,2	71,2	70,5	67,9	62,4	59,5	62,1	67,1	71,0	75,2	75,5
Ρέθυμνο	69,1	67,1	66,0	63,1	63,4	60,0	60,6	61,5	63,4	67,0	68,0	68,2
Ρόδος	70,5	69,5	69,3	67,2	65,3	59,0	58,3	60,6	61,9	67,8	71,6	72,6
Σάμος	69,6	67,7	66,9	64,3	58,3	49,4	43,4	45,4	51,6	61,5	68,4	72,2
Σέρρες	78,0	72,0	67,7	63,4	60,7	54,2	51,9	54,9	60,4	70,1	77,1	80,7
Σητεία	71,4	70,1	68,7	63,9	62,6	59,6	60,9	63,2	65,6	69,1	70,8	71,6
Σκύρος	76,2	74,2	74,2	71,5	70,4	66,0	66,2	68,1	70,6	74,3	76,5	76,9
Σούδα	73,3	71,1	70,0	64,7	58,3	50,4	50,1	54,2	61,2	68,4	72,0	73,0

Μέση μηνιαία σχετική υγρασία (%) [9]

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	11,3	11,7	13,4	17,1	21,8	26,5	29,2	29,2	25,5	20,7	16,4	13,0
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	11,0	11,5	13,3	17,3	22,3	27,1	29,8	29,6	25,8	20,8	16,2	12,7
Αγρίνιο	9,9	10,8	13,1	16,8	22,1	26,5	29,1	29,0	25,0	20,0	14,9	11,2
Αγχίαλος	8,0	9,1	11,3	15,7	20,9	25,9	28,2	27,7	23,7	18,4	13,5	9,4
Αλεξανδρούπολη	6,1	7,1	9,5	14,4	19,6	24,4	27,2	27,1	22,7	17,1	12,0	8,1
Αλιάρτος	8,4	9,6	12,0	16,7	22,2	27,2	28,7	27,9	24,4	18,5	13,5	9,9
Ανδραβίδα	10,8	11,3	13,2	16,2	20,9	25,0	27,3	27,5	24,5	20,0	15,6	12,2
Αραξος	11,3	11,6	13,3	16,4	21,1	25,4	28,0	28,2	24,8	20,3	15,9	12,7
Άργος (Πυργέλα)	10,0	10,3	12,5	16,7	21,9	26,8	29,3	28,6	24,8	19,8	14,7	11,3
Αργασόλι	12,3	12,3	13,7	16,2	20,4	24,4	26,6	27,1	24,4	20,8	16,7	13,6
Άρτα	9,7	10,7	13,1	16,2	21,2	25,2	27,4	27,5	24,0	19,8	14,3	10,7
Δράμα	5,8	7,7	11,4	16,2	21,7	26,3	28,3	27,5	24,0	17,9	11,0	6,9
Έδεσσα	6,0	7,5	10,8	14,6	19,9	25,2	26,6	26,0	22,3	16,9	10,8	7,1
Ζάκυνθος	11,7	11,6	13,0	16,0	21,0	25,6	28,6	28,5	25,1	20,5	16,0	12,8
Ηράκλειο	13,0	13,2	14,5	17,6	21,3	25,3	27,0	26,9	24,5	21,1	17,7	14,7
Θεσσαλονίκη	6,5	8,1	11,2	15,8	21,1	25,9	28,2	27,7	23,5	17,8	12,4	8,1
Ιεράπετρα	13,9	13,9	15,2	18,0	22,0	26,5	29,0	28,9	26,1	22,2	18,6	15,5
Ιωάννινα	6,3	7,6	10,5	14,0	19,2	23,7	26,7	26,5	22,1	16,9	11,4	7,3
Καλαμάτα	11,7	12,1	13,7	16,6	21,2	25,6	27,9	27,8	24,9	20,7	16,5	13,1
Καρδίτσα	5,8	8,3	12,1	15,6	19,9	26,2	28,2	27,5	24,0	17,8	11,4	5,5
Καρπενήσι	5,0	4,2	6,6	12,1	16,1	20,4	23,0	22,5	19,3	13,9	8,2	6,0
Κάρυστος	11,4	11,3	13,5	16,8	20,6	25,3	27,9	27,5	24,8	20,5	15,9	12,6
Καστοριά	3,6	4,8	8,4	13,1	18,0	23,1	25,7	25,1	20,9	15,1	8,6	4,2
Κέρκυρα	11,0	11,5	13,2	16,2	21,0	25,2	27,9	28,0	24,2	19,9	15,6	12,4
Κοζάνη	3,4	5,0	8,3	13,0	18,3	23,0	25,7	25,3	21,0	15,1	9,4	5,1
Κομοτηνή	6,0	7,5	9,9	14,4	19,8	24,4	26,9	26,6	22,3	16,9	12,4	8,3
Κόνιτσα	6,6	8,0	11,0	13,8	18,9	23,5	26,3	26,0	22,3	17,1	11,2	7,6
Κόρινθος (Βέλο)	10,2	10,7	12,9	16,8	22,1	27,2	29,7	29,3	24,9	20,1	14,8	11,4
Κύθηρα	11,5	11,5	12,6	15,3	19,7	24,1	26,6	26,6	23,7	19,9	16,4	13,3
Κως	11,8	11,3	13,0	16,4	20,6	25,1	27,3	26,8	24,5	20,5	15,8	13,2
Λαμία	8,5	9,5	12,2	16,6	21,8	27,1	28,7	27,7	24,3	18,7	13,4	9,6
Λάρισα	6,6	8,4	11,1	15,7	21,5	27,0	29,1	28,2	23,9	18,1	12,4	7,9
Λευκάδα	11,2	11,6	13,6	16,1	20,4	24,1	26,5	26,6	24,0	20,4	15,6	12,4
Λήμνος	8,4	8,7	10,6	14,8	19,5	24,6	26,9	26,2	22,6	17,9	13,2	9,9
Μεθώνη	12,3	12,5	13,9	16,3	19,9	23,5	25,7	26,6	24,6	20,9	17,1	13,9
Μήλος	11,4	11,6	12,7	16,0	20,5	21,7	26,2	25,9	23,3	19,7	16,1	13,1
Μυτιλήνη	10,3	10,7	12,5	16,6	21,3	25,8	27,7	27,3	24,0	19,5	15,2	12,1
Νάξος	12,8	12,9	14,0	16,9	20,3	24,1	25,5	25,4	23,4	20,3	17,1	14,3
Ξάνθη	6,7	7,9	10,7	15,6	21,0	25,4	28,0	27,4	23,8	17,9	12,1	8,0
Πάρος	12,3	12,3	14,2	17,6	21,1	25,3	26,7	26,4	24,3	20,5	16,4	13,4
Πάτρα	11,4	11,9	13,8	16,8	21,3	25,3	27,5	28,0	24,9	20,5	16,0	12,8
Πολύγυρος	6,7	5,9	10,0	13,6	17,6	23,5	25,1	25,0	22,4	16,5	12,1	8,6
Πύργος	11,1	11,6	13,7	16,6	21,2	25,4	28,1	28,0	24,8	20,5	15,7	12,4
Ρέθυμνο	13,6	13,7	15,1	18,1	21,8	25,9	27,8	27,7	25,2	21,6	18,2	15,3
Ρόδος	12,9	13,1	14,7	17,6	21,7	25,9	28,0	28,2	25,8	22,0	17,8	14,4
Σάμος	11,3	11,2	13,3	17,2	22,0	26,9	29,8	29,5	25,7	20,7	15,7	12,9
Σέρρες	5,2	7,7	11,2	16,0	21,4	26,1	28,3	27,5	23,6	17,4	10,8	6,0
Σητεία	13,1	13,2	14,6	17,6	21,3	25,1	26,7	26,5	24,5	21,2	17,8	14,7

Μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας (°C) [9]

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	3,9	4,0	3,8	3,3	3,1	3,3	3,9	4,0	3,6	3,7	3,4	3,8
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	2,9	3,1	3,1	2,7	2,6	2,8	3,4	3,4	3,0	2,9	2,4	2,5
Αγρίνιο	1,9	2,3	2,4	2,2	2,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7
Αγχιάλος	2,8	2,9	2,7	2,5	2,4	2,8	2,8	2,8	2,6	2,5	2,3	2,7
Αλεξανδρούπολη	4,3	4,4	4,3	3,2	2,8	2,8	3,5	3,5	3,4	3,9	3,5	4,1
Αλιάρτος	2,2	2,5	2,5	2,5	2,3	2,4	2,5	2,3	2,2	2,0	1,7	2,0
Ανδραβίδα	2,5	2,8	2,7	2,5	2,3	2,3	2,2	2,3	2,1	2,1	2,4	2,5
Αραξος	3,2	3,3	3,4	2,7	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3	2,8	2,7	2,8
Άργος (Πυργέλα)	2,0	2,3	2,5	2,5	2,7	2,7	2,9	2,7	2,1	1,9	1,6	1,8
Αργαστόλι	3,5	3,8	3,7	3,3	3,2	3,2	3,2	3,0	2,9	3,1	3,2	3,4
Άρτα	1,4	1,6	1,9	1,8	2,0	2,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,1	1,3
Δράμα	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6
Έδεσσα	2,0	1,6	1,6	1,8	1,6	1,7	1,7	1,5	1,4	1,5	1,7	2,0
Ζάκυνθος	2,8	3,2	2,8	2,5	2,2	2,4	2,4	2,4	2,0	2,4	2,8	2,8
Ηράκλειο	4,8	5,1	4,7	4,1	3,2	3,5	4,6	4,6	4,0	3,8	4,2	4,8
Θεσσαλονίκη	3,0	3,0	2,8	2,8	2,6	3,1	3,3	2,9	2,8	2,5	2,6	2,8
Ιεράπετρα	4,7	4,9	4,6	4,0	3,7	4,4	6,4	6,0	5,1	4,4	3,9	4,6
Ιωάννινα	1,6	1,9	2,1	1,8	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,5	1,0	1,2
Καλαμάτα	2,9	2,9	2,7	2,5	2,5	2,9	2,9	2,9	2,6	2,5	2,4	2,8
Καρδίτσα	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	2,9	2,7	2,7	2,6	2,5	2,4
Καρπενήσι	4,5	4,6	4,9	4,3	3,8	6,2	4,0	4,4	3,4	3,7	3,8	4,0
Κάρυστος	6,8	7,0	6,0	5,1	4,9	4,8	5,9	6,0	5,5	5,8	6,3	6,5
Καστοριά	1,3	1,5	1,9	2,0	1,5	1,7	1,8	1,5	1,3	1,2	1,2	1,2
Κέρκυρα	2,5	2,8	2,6	2,2	1,8	1,9	1,8	1,8	1,7	2,1	2,6	2,7
Κοζάνη	2,4	2,3	2,0	2,0	1,8	2,1	2,2	2,0	1,7	1,7	1,6	2,1
Κομοτηνή	3,2	3,2	3,3	2,8	2,6	2,7	3,2	3,4	3,2	3,2	2,5	2,8
Κόνιτσα	1,6	1,8	1,7	1,6	1,3	1,4	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
Κόρινθος (Βέλο)	2,9	2,9	2,8	2,7	2,7	2,9	2,7	2,5	2,5	2,7	2,4	2,4
Κύθηρα	7,1	6,8	6,8	5,7	5,0	4,4	4,4	4,5	5,0	6,3	5,8	6,8
Κως	5,1	5,8	5,0	4,7	4,5	4,9	6,0	5,6	5,0	4,5	4,9	5,2
Λαμία	2,7	2,8	3,0	3,2	3,2	3,4	3,2	3,0	2,7	2,5	2,4	2,6
Λάρισα	1,2	1,5	1,7	1,6	1,6	2,0	2,1	1,9	1,7	1,4	1,0	0,9
Λευκάδα	2,8	3,1	3,3	3,4	3,4	3,8	3,5	3,3	3,2	2,8	2,7	2,8
Λήμνος	5,8	6,3	5,7	4,2	3,9	3,7	4,4	4,8	4,4	5,3	5,3	5,7
Μεθώνη	5,5	5,7	5,5	5,3	4,8	5,0	5,1	4,9	4,6	4,5	5,1	5,5
Μήλος	7,9	8,0	7,1	5,7	4,4	4,1	5,7	5,9	5,9	6,3	6,3	7,4
Μυτιλήνη	5,5	5,8	5,1	4,3	3,5	3,8	4,9	4,7	4,4	4,3	4,7	5,6
Νάξος	7,9	8,1	7,6	5,9	4,9	5,0	6,6	6,9	7,0	7,4	6,7	7,5
Ξάνθη	1,4	1,3	1,0	0,8	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9	1,4	1,3	1,4
Πάρος	7,5	7,5	6,5	5,4	4,5	4,0	5,2	4,9	4,9	5,5	6,3	6,8
Πάτρα	2,5	2,6	2,6	2,6	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,3	2,4
Πολύγυρος	2,6	2,6	2,5	2,3	1,7	1,5	1,6	1,6	1,3	2,1	2,6	2,9
Πύργος	2,4	2,7	2,7	2,7	2,5	2,6	2,5	2,4	2,3	2,1	2,3	2,3
Ρέθυμνο	4,6	5,0	4,6	3,9	3,1	3,0	3,5	3,2	3,4	3,7	4,2	4,6
Ρόδος	3,9	4,4	4,4	4,5	4,3	5,2	6,0	5,8	4,9	3,4	3,1	3,8
Σάμος	6,0	6,2	5,5	4,3	4,2	4,7	7,0	6,6	5,7	5,1	5,5	6,0
Σέρρες	1,0	1,4	1,6	1,9	1,9	2,2	2,0	1,7	1,6	1,1	1,0	0,8
Σητεία	4,1	4,5	4,3	3,8	3,3	3,9	5,3	5,1	4,1	3,5	3,6	4,0
Σκύρος	6,8	6,9	6,2	4,9	4,0	4,2	4,8	5,1	5,1	6,0	5,6	6,4
Σούδα	4,1	4,3	4,2	4,0	3,6	3,8	3,5	3,2	3,1	3,2	3,2	3,9

Μέση ταχύτητα του ανέμου (m/s) [9]

ANNUAL CLIMATOLOGICAL SUMMARY

NAME: karpenisi CITY: STATE:
 ELEV: 700 m LAT: 38° 54' 00" N LONG: 21° 48' 00" E

TEMPERATURE (°C), HEAT BASE 18.3, COOL BASE 18.3

YR	MO	MEAN MAX	MEAN MIN	MEAN	DEP.	HEAT	COOL	HI	DATE	LOW	DATE	MAX >=32	MAX <=0	MIN <=0	MIN <=-18
					FROM NORM	DEG DAYS	DEG DAYS								
10	1	7.3	0.6	3.9	0.0	417	0	17.4	9	-6.6	21	0	1	13	0
10	2	9.8	1.2	5.5	0.0	187	0	18.3	19	-7.9	4	0	2	9	0
10	3	12.7	-0.2	5.9	0.0	386	1	21.7	22	-5.4	18	0	0	18	0
10	4	17.5	2.7	9.9	0.0	255	3	22.9	16	-2.3	3	0	0	6	0
10	5	22.4	5.4	13.7	0.0	180	38	27.5	11	1.0	1	0	0	0	0
10	6	25.1	9.5	16.9	0.0	99	56	33.1	16	4.8	3	2	0	0	0
10	7	28.0	11.3	19.1	0.0	73	96	31.9	24	7.4	28	0	0	0	0
10	8	30.9	11.2	20.8	0.0	65	143	34.6	16	6.2	18	11	0	0	0
10	9	23.6	8.8	15.7	0.0	114	37	30.3	9	2.9	19	0	0	0	0
10	10	16.7	5.8	10.7	0.0	240	2	21.4	5	-4.9	31	0	0	4	0
10	11	17.5	3.8	9.7	0.0	255	3	24.3	5	-3.8	1	0	0	4	0
10	12	11.2	-0.1	5.1	0.0	403	0	19.8	1	-9.7	12	0	0	18	0
		18.8	5.1	11.6	0.0	2675	378	34.6	AUG	-9.7	DEC	13	3	72	0

PRECIPITATION (mm)

YR	MO	TOTAL	DEP.	MAX	DAYS OF RAIN			
			FROM NORM	OBS. DAY	DATE	.2	2	20
10	1	318.0	0.0	59.6	2	26	18	5
10	2	178.4	0.0	62.8	1	15	10	3
10	3	146.2	0.0	26.0	9	25	11	2
10	4	52.8	0.0	15.8	19	18	5	0
10	5	74.8	0.0	33.4	15	15	5	1
10	6	71.4	0.0	20.8	22	16	7	1
10	7	68.8	0.0	18.4	18	17	7	0
10	8	0.2	0.0	0.2	31	1	0	0
10	9	63.2	0.0	18.0	28	19	5	0
10	10	249.2	0.0	84.4	14	24	15	4
10	11	234.6	0.0	73.2	26	24	11	5
10	12	102.8	0.0	26.2	13	19	11	1
		1560.6	0.0	84.4	OCT	219	105	22

Στατιστικά στοιχεία του έτους 2010 για το Καρπενήσι από το Εθνικό
 Αστεροσκοπείο Αθηνών [11]

Βιβλιογραφία- Αναφορές

- [1] <http://el.wikipedia.org/wiki/Γεωθερμία>
- [2] <http://www.energyhomes.gr>
- [3] www.greenroofs.gr
- [4] <http://el.wikipedia.org/wiki/Φωτοβολταϊκά>
- [5] www.greenpeace.gr
- [6] www.dei.gr
- [7] www.meteo.gr
- [8] www.cres.gr/kape
- [9] T.O.T.E.E.
- [10] www.ecoarchitects.gr
- [11] <http://penteli.meteo.gr/stations/karpenisi>
- [12] <http://www.greenbuilding.gr>
- [13] http://www.cres.gr/energy_saving/ktiria/fysikos_fotismos.htm
- [14] <http://www.multifloor.gr/endodapedia.html>
- [15] <http://www.infloorsystem.gr>
- [16] <http://www.domika.gr/newsolutions/tzakia>
- [17] http://www.selasenergy.gr/odigos_mikron_sustimaton.php
- [18] Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας μέσω θερμομόνωσης, ΚΑΠΕ
- [19] http://www.cres.gr/energy_saving/ktiria/pathitika_iliaka_systimata
- [20] <http://buildings.gr>
- [21] <http://www.greekarchitects.gr>
- [22] <http://oikofire.gr>
- [23] <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/buildings.htm>
- [24] <http://evrytan.gr/>
- [25] Περιβαλλοντικός οδηγός γεωθερμίας Υπουργείο Ανάπτυξης
- [26] www.ypan.gr
- [27] www.energypoint.gr
- [28] www.ktirio.gr
- [29] www.kelyfos.eu

[30] Ε. Ανδρεαδάκη Χρονάκη, «Βιοκλιματική αρχιτεκτονική: παθητικά ηλιακά συστήματα», University Studio Press, Θεσ/νικη, 1985

[31] Αξαρλή Κ., Γιάννας Σ., Ευαγγελινός Ε., Ζαχαρόπουλος Η., Μάρδα Ν. «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων», Ε.Α.Π., Πάτρα, 2001