

ΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ ΟΙΚΙΣΚΟΥ ΜΕ
ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΜΕ
ΗΛΙΑΚΟΥΣ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ
Καθ. Δρ. Σ.Καπλάνης

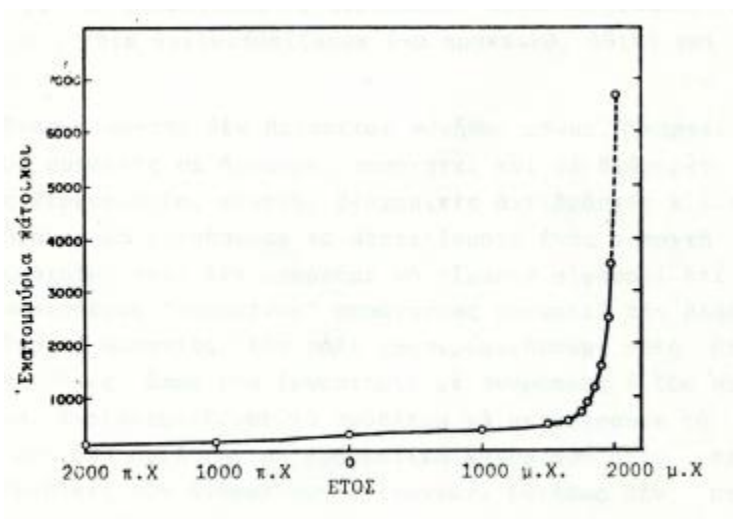
ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ
Ζέρβας Βασίλειος
Κοσμάς Ανδρέας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ- ΤΟ ΖΗΤΗΜΑ ΤΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ –ΚΑΘΑΡΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ-ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

1.1 Το θέμα του υπερπληθυσμού

Ο πληθυσμός αυξάνεται συνεχώς ενώ η γη είναι πεπερασμένων και ορισμένων διαστάσεων.(σχήμα 1) Έχει υπολογιστεί ότι για να φτάσει ο πληθυσμός των 7 δις ανθρώπων το επίπεδο ζωής των μεσαίων τάξεων των δυτικών χωρών, θα πρέπει να 10σθη η βιομηχανική παραγωγή και να 4σθη η αγροτική. Αυτό όμως αυξάνει το πρόβλημα της ρύπανσης καθώς τα δις των φτωχών ανθρώπων θα μετατρέπονται σε καταναλωτικές κοινωνίες με αύξηση του βιοτικού επιπέδου. Για να τραφεί ένας τόσο μεγάλος αριθμός χρειάζεται αύξησης της παραγωγής μέσα από τη χρησιμοποίηση γεωργικών μηχανημάτων, λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και λοιπών προϊόντων της βιομηχανίας. Αυτό έχει ως συνέπεια την μεγάλη κατανάλωση φυσικών πόρων και ταχεία αύξηση της ρύπανσης.

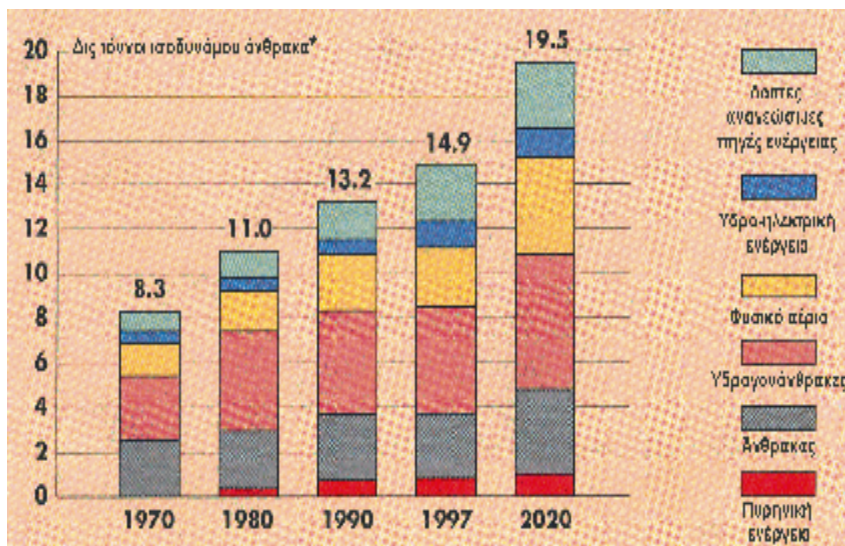


Σχήμα 1. Αύξηση του πληθυσμού της Γης, από το 2000 π.χ. έως το 2000 μ.χ.

1.2 Συμβατικές πηγές ενέργειας – Διαθεσιμότητα

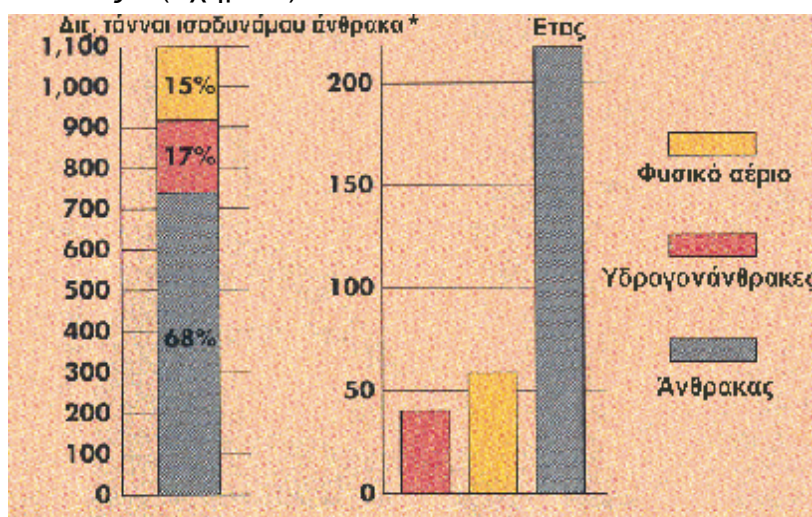
Η ενέργεια αυτή καλύπτεται με τη χρησιμοποίηση συμβατικών πηγών ενέργειας. Κυριότερες από αυτές είναι ο άνθρακας ο οποίος παράγεται από την αποσύνθεση φυτών και έχει τη μορφή μαύρης ή καφέ πέτρας. Το πετρέλαιο το οποίο είναι ένα σύνθετο μείγμα αποτελούμενο κυρίως από υδρογονάνθρακες, ενώ περιέχει επίσης ενώσεις του οξυγόνου, του αζώτου και του θείου. Το φυσικό αέριο το οποίο είναι μείγμα υδρογονανθράκων σε αέρια κατάσταση αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και σε πολύ μικρότερη αναλογία από άλλα αέρια, όπως αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο,

πεντάνιο. Και τέλος η πυρηνική ενέργεια τα απόβλητα της οποίας, στερεά και υγρά, μολύνουν το περιβάλλον (Σχήμα 2).



Σχήμα 2: Παρουσιάζεται η σχετική συνεισφορά στην παραγωγή ενέργειας από διάφορες ενεργειακές πηγές και η διαχρονική τους εξέλιξη.

Σύμφωνα με τους μέχρι σήμερα υπολογισμούς, τα διαθέσιμα σε υδρογονάνθρακες και φυσικό αέριο σε παγκόσμια κλίμακα, καλύπτουν τις ανάγκες για μισό αιώνα ακόμη, ενώ ο άνθρακας μπορεί να καλύψει τις ανάγκες για τους επόμενους 2½ αιώνες (σχήμα 3).

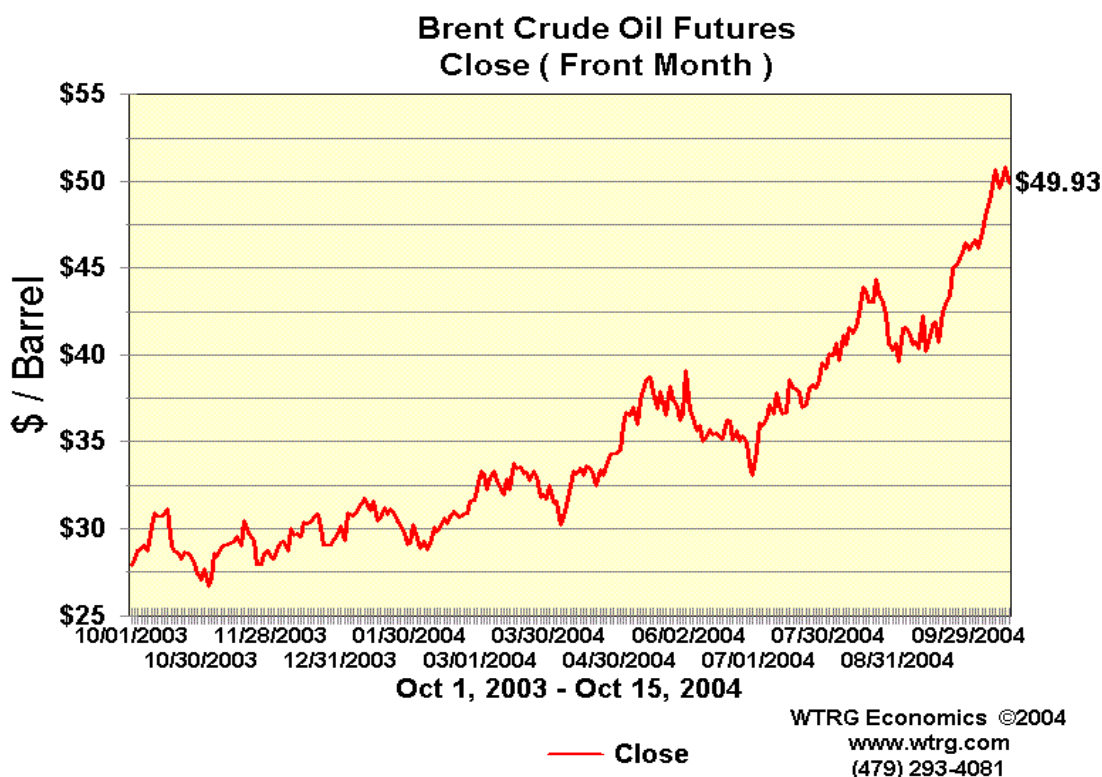


Σχήμα 3: Τα ιστογράμματα παριστάνουν την σχετική αναλογία μεταξύ των συμβατικών πηγών ενέργειας που καλύπτουν τις παγκόσμιες ανάγκες. Παρουσιάζεται επίσης το χρονικό διάστημα που προβλέπεται να είναι διαθέσιμες.

10^6 τόνοι ισοδύναμου άνθρακα ισοδυναμούν με ενέργεια σε Joules ίση προς:
 Θερμογόνος δύναμη άνθρακα του άνθρακα (J/g) x αριθμός (g/ton) x 10^6 tons=
 $=26,4 \times 10^3$ (J/g) x 10^6 (tons) = $26,4 \times 10^{15}$ J = 26,4PJ

1.3 Οικονομικές επιπτώσεις

Η οικιακή χρήση ενέργειας ανέρχεται στο 35% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας. Γνωρίζοντας ότι ένα σπίτι απαιτεί 1500-2000 lit πετρελαίου το χρόνο για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης, σε συνάρτηση με την αύξουσα πορεία της τιμής του πετρελαίου (σχήμα 4) συμπεραίνουμε το μεγάλο κόστος ενός οικιακού προϋπολογισμού για την θέρμανση της οικίας.



Σχήμα 4: Διάγραμμα που δείχνει την αυξητική τάση της τιμής του πετρελαίου(\$/βαρέλι).

1.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

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

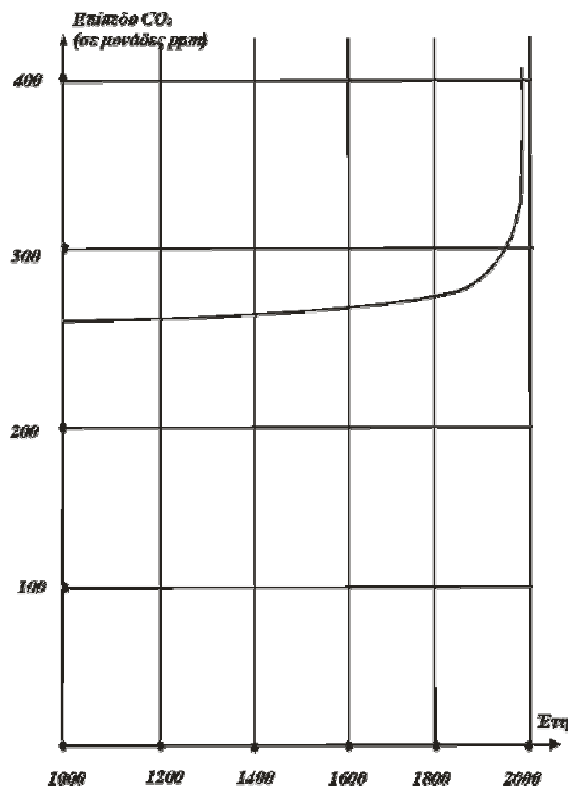
Η καύση του πετρελαίου προκαλεί λιγότερη μόλυνση σε σχέση με την καύση του άνθρακα, αλλά εν τούτοις αρκετά σημαντική. Ο λεγόμενος “Μαύρος χρυσός” χρησιμοποιείται ευρέως σε παγκόσμιο επίπεδο κυρίως για την κίνηση οχημάτων αλλά και για θέρμανση. Η επερχόμενη εξάντληση των αποθεμάτων του καθιστά την

αντικατάστασή του επιτακτική. Η μεγάλη χρησιμοποίηση των συμβατικών μορφών ενέργειας μπορεί να διαπιστωθεί και από τους Πίνακες 2 και 3.

Στην περίπτωση της πυρηνικής ενέργειας δεν υπάρχουν εκπομπές επιβλαβών αερίων, εγκυμονούν όμως σοβαροί κίνδυνοι για την υγεία αλλά και για το περιβάλλον. Ένα ενδεχόμενο ατύχημα σε πυρηνικές εγκαταστάσεις θα ελευθερώσει ραδιενεργό υλικό στην ατμόσφαιρα με καταστροφικά αποτελέσματα, αντίστοιχα με αυτά του Τσερνομπίλ. Ένα επίσης σοβαρό πρόβλημα είναι η ασφαλής αποθήκευση πυρηνικών αποβλήτων. Η πυρηνική διάσπαση δημιουργεί προϊόντα τα οποία παραμένουν επικίνδυνα ραδιενεργά για χιλιάδες χρόνια ενώ καθίσταται αδύνατο να εγγυηθεί κανείς την ασφαλή αποθήκευση των αποβλήτων αυτών για μια τόσο μεγάλη χρονική περίοδο.

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

Από τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι εκτός από τις οικονομικές επιπτώσεις της χρησιμοποίησης των συμβατικών πηγών ενέργειας, υπάρχουν και επιπτώσεις στο περιβάλλον αν όχι σημαντικότερες εξίσου σημαντικές. Η κυριότερη από αυτές είναι η εκπομπή CO₂ στην ατμόσφαιρα. Το διοξείδιο του άνθρακα διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα από την καύση στερεών καυσίμων (δηλ. από τα εργοστάσια, τα αυτοκίνητα, κ.λ.π.). Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την αύξηση του CO₂ τα τελευταία χίλια χρόνια (Πίνακας 1).



ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Επίσης μεγάλες εκπομπές CO₂ έχουμε από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο Πίνακας 2 δείχνει ακριβώς αυτό. Επίσης μπορεί να γίνει μια σύγκριση στις τιμές των εκπομπών ρύπων μεταξύ των διαφόρων πηγών/καυσίμων υλικών με βάση αναφοράς την καύση του Φυσικού αερίου (Πίνακας 3).

ΠΗΓΕΣ	Εκπομπή CO ₂ σε g ανά kWh
Μικρά υδροηλεκτρικά	50
Σύνθετη παραγωγή ενέργειας	300
Μέσος όρος Μ.Βρετανίας	500
Άνθρακας	1050

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΑΥΣΙΜΟ	Εκπομπή CO ₂
Φυσικό αέριο	1.00
Υδρογονάνθρακες	1.42
Άνθρακας	1.93
Συνθετικό πετρέλαιο	2.78
Συνθετικό αέριο	2.94
Ηλιακή ενέργεια	0.00
Πυρηνική ενέργεια	0.00

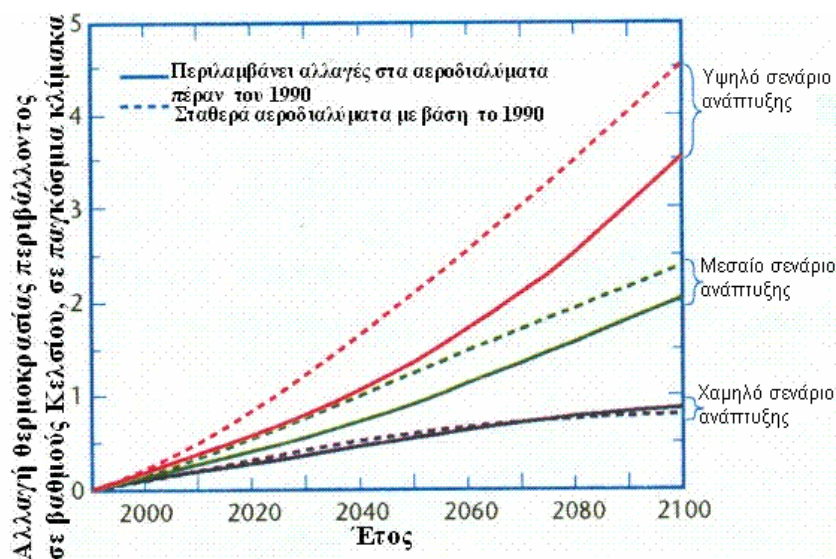
ΠΙΝΑΚΑΣ 3

1.5 Το ζήτημα του φαινομένου του θερμοκηπίου

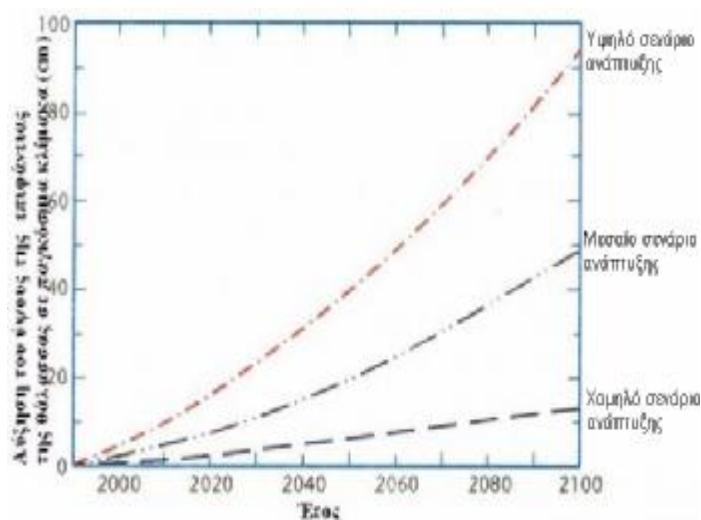
Η σημαντικότερη συνέπεια, της μεγάλης εκπομπής του CO₂, στο περιβάλλον είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου γίνεται κάθε μέρα και χειρότερο εξαιτίας δύο αρνητικών φαινομένων. Πρώτον η εκπομπή CO₂ αυξάνεται εκθετικά με το χρόνο. Δεύτερον τα δάση που απορροφούν το CO₂ καταστρέφονται (καίγονται ή εκχερσώνονται) με μεγάλους ρυθμούς, με αποτέλεσμα η απορρόφηση αυτή να μειώνεται κάθε μέρα και περισσότερο. Π.χ. στην περιοχή της Πτολεμαΐδας κοντά στο θερμοηλεκτρικό εργοστάσιο ελευθερώνονται μεγάλες ποσότητες στάχτης το έδαφος έχει pH 8-9. Λεύκες στην περιοχή έφεραν το 1983 σταθερές προσβολές στα φύλλα επομένως τα εκλυόμενα αέρια δεν επιδρούν προστατευτικά κατά του μύκητα. Έτσι, και τα δύο αυτά μαζί, εντείνουν ανησυχητικά το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

1.6 Αποτελέσματα-Κλιματολογική μεταβολή Γης

Η επικρατέστερη θεωρία για την αύξηση της θερμοκρασίας στη γη είναι η αύξηση στην ατμόσφαιρα του CO₂ που δρα ως θερμοκήπιο κρατώντας σαν ομπρέλα την ακτινοβολούμενη θερμοκρασία της γης. Για τον λόγο αυτό παρατηρείται τα τελευταία χρόνια μια αύξηση της θερμοκρασίας της γης. Έχει υπολογισθεί μετά από μελέτες η συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου και των αεροδιαλυμάτων, για την περίοδο 1990-2100, με τις αναμενόμενες αλλαγές στη θερμοκρασία περιβάλλοντος και στο ύψος του επιπέδου της επιφάνειας της θάλασσας. Οι εκτιμήσεις αυτές παρουσιάζονται στα σχήματα 5 και 6.



Σχήμα 5



Σχήμα 6

Το σχήμα 5 δείχνει την αναμενόμενη αύξηση της μέσης θερμοκρασίας περιβάλλοντος με βάση τα πιθανά σενάρια ανάπτυξης, μεταξύ 1^ο έως και 4,5^οC με περισσότερο πιθανή αυτή των 2^οC για το τέλος του 21^{ου} αιώνα. Μια τέτοια μεταβολή στη θερμοκρασία συνεπάγεται ένα ευρύτερο και εντονότερο υδρολογικό κύκλο, που με την σειρά του θα προκαλέσει σε κάποιες περιοχές προβλήματα ξηρασίας ενώ σε άλλες έντονες πλημμύρες. Το ενδιαφέρον εστιάζεται ακριβώς στο γεγονός αυτό, ότι δηλαδή μικρές θερμοκρασιακές μεταβολές στον πλανήτη, δύνανται να προκαλέσουν μεγάλες αλλαγές με καταστροφικές συνέπειες και με μεγάλη ταχύτητα

1.7 Σύμφωνο Kyoto

Τον Δεκέμβρη του 1997 έλαβε χώρα στο Kyoto της Ιαπωνίας η συνάντηση του Ο.Η.Ε. με θέμα τις περιβαλλοντικές-κλιματολογικές αλλαγές. Ήταν η τρίτη διεθνής συνάντηση μετά τη συνάντηση κορυφής του Rio de Janeiro, τον Ιούνιο του 1992, για

το ίδιο θέμα. Το πρωτόκολλο του Kyoto υπεγράφη από 171 συμμετέχουσες χώρες και θέτει μια σειρά νομικών δεσμεύσεων στην εκπομπή CO₂ από τις 39 βιομηχανοποιημένες χώρες, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης. Γενικά και με βάση τις δεσμεύσεις αυτές, προγραμματίζεται μια μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 5.2% σε παγκόσμια κλίμακα, μεταξύ των ετών 2008-2012, σε σύγκριση με τα επίπεδα εκπομπής του 1990.

Ο Πίνακας 4 δείχνει αναλυτικά τα όρια μείωσης ή για κάποιες χώρες την οριακή αύξηση εκπομπής CO₂ για τα επόμενα 10 έτη.

Όρια περιορισμού εκπομπής CO ₂ για βιομηχανοποιημένες χώρες, όπως προβλέπεται από το πρωτόκολλο του Kyoto	
Η.Π.Α.	-7%
Ευρωπαϊκή ένωση και Ελβετία	-8%
Ιαπωνία	-6%
Αυστραλία	+8%
Ισλανδία	+10%

Πίνακας 4

1.8 Στροφή προς Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Για να αντιμετωπισθούν τα προβλήματα αυτά, δεν υπάρχει άλλη επιλογή παρά να επιδιωχθεί μια από κοινού ανάπτυξη:

- Προηγμένων και Νέων Τεχνολογιών,
- Αγορών και
- Επενδύσεων

Βέβαια σε μια κοινωνία η οποία αναγνωρίζει την αξία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.), ο “εθελοντισμός” και ο “ερασιτεχνισμός” παραχωρούν την θέση τους στον “επαγγελματισμό” για μια πολιτική όπου η Αειφόρος Ανάπτυξη δεν θα περιλαμβάνει εφαρμογές των Α.Π.Ε περιστασιακά ή τυχαία ή εθελοντικά, αλλά θα έχει ενσωματωμένη την αντίληψη του στρατηγικού σχεδιασμού, σε κάθε τομέα. Στόχοι:

- η εξοικονόμηση ενέργειας,
- η καθαρή ενέργεια,
- το καθαρό περιβάλλον,
- οι επενδυτικές προσπάθειες με ολοκληρωμένα σχέδια Α.Π.Ε.,
- η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών,
- η ανάπτυξη «Παιδείας» Αειφόρου Ανάπτυξης, με καθαρή ενέργεια και περιβάλλον,

- η επιστημονική, τεχνική, επαγγελματική και πολιτική συνεργασία, τόσο σε τοπική όσο και διεθνή κλίμακα

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

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

Ήδη, σήμερα στην Ευρώπη, έχουν εγκατασταθεί ηλιακοί συλλέκτες, για παραγωγή θερμικής ενέργειας, συνολικής επιφάνειας μεγαλύτερης των 10^6 m². Εξοικονομείται ποσότητα 500,000 τόνων υδρογονανθράκων ετησίως και αποφεύγεται εκπομπή 1.53×10^6 τόνων CO₂, ενώ η τεχνολογία αυτή εκτιμάται ότι έδωσε εργασία σε 10,000 άτομα, στην έκταση που εφαρμόζεται σήμερα.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ-ΠΑΘΗΤΙΚΕΣ ΗΛΙΑΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ-ΦΥΣΙΚΗ ΨΥΞΗ- ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΨΥΞΗ-ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

2.1 Εισαγωγή- Θερμικές απώλειες κτιρίου

Τα κτίρια χάνουν θερμότητα με τρεις βασικούς τρόπους:

- με αγωγιμότητα, μέσα από τους τοίχους, στέγες-δώματα, δάπεδα, γυάλινα ανοίγματα.
- με μεταφορά με την κίνηση του αέρα, μέσα από τ'ανοιχτά παράθυρα ή από τους αρμούς των κουφωμάτων.
- με ακτινοβολία, από το κέλυφος του κτιρίου, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες.

Οι συνολικές θερμικές απώλειες εξαρτώνται από τους παρακάτω παράγοντες:

A) από το λόγο της συνολικής εξωτερικής επιφάνειας προς τον όγκο του κτιρίου F/V . Όσο μικρότερη είναι η εξωτερική επιφάνεια, τόσο μικρότερος είναι ο λόγος και τόσο λιγότερες οι θερμικές απώλειες, ανά μονάδα επιφάνειας.

Η σφαίρα είναι το γεωμετρικό σχήμα με τη μικρότερη επιφάνεια για το μέγιστο εσωτερικό όγκο. Ένα κτίριο σε σχήμα κύβου θα έχει τις λιγότερες θερμικές απώλειες, σε σχέση με ένα άλλο του ίδιου όγκου, αλλά με μεγαλύτερη εξωτερική επιφάνεια.

Ωστόσο, το σχήμα του κύβου δεν καλύπτει πάντα ούτε τις λειτουργικές ανάγκες, ούτε τις αισθητικές ενός κτιρίου, και επί πλέον έρχεται σε αντίθεση με τα όσα αναπτύχθηκαν, για το άριστο σχήμα του κτιρίου, που λειτουργεί ως φυσικός, ηλιακός συλλέκτης.

B) από τη μείωση των εκτεθειμένων πλευρών προς βορρά, όπου δεν υπάρχει ηλιασμός, καλύπτοντας ακόμη και με χώμα τμήμα ή και το σύνολο της βορινής όψης.

Γ) από την προστασία των εκτεθειμένων πλευρών του κτιρίου στους επικρατούντες ψυχρούς ανέμους.

2.1.1 Σύνολο θερμικών απωλειών από αγωγιμότητα

Εκφράζεται από τη σχέση:

$Q=k \times A \times \Delta t \times h$ (kcal) όπου:

K = συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (kcal/m^2)

A = συνολική εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου (m^2)

Δt = διαφορά θερμοκρασίας εξωτερικής-εσωτερικής ($^{\circ}\text{C}$)

H = ώρες

Q = σύνολο θερμικών απωλειών

Εφόσον υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες όλων των επί μέρους στοιχείων της κατασκευής, αθροιστικά βρίσκεται το σύνολο.

Για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών από αγωγιμότητα, είναι αναγκαίο:

- να προβλέπεται η κατάλληλη θερμομόνωση στα συμπαγή στοιχεία, πράγμα που εξασφαλίζει τη μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας
- να προβλέπονται διπλά τζάμια, ιδιαίτερα για τ'ανοίγματα που βρίσκονται στους δυσμενείς προσανατολισμούς.
- να προβλέπεται κινητή θερμική μόνωση των ανοιγμάτων, για τη νυχτερινή προστασία.

2.1.2 Θερμικές απώλειες από την "εναλλαγή" του αέρα ή από "αερισμό".

Οφείλονται στη μεταφορά του ζεστού αέρα από το κτίριο προς το περιβάλλον, μέσα από τ'ανοίγματα και τους αρμούς των κουφωμάτων.

Η κίνηση του αέρα προκαλείται από τη διαφορά πίεσης ανάμεσα στο εσωτερικό και το εξωτερικό περιβάλλον και οφείλεται στην πίεση του ανέμου ή σε θερμοκρασιακές διαφορές.

Η εναλλαγή του αέρα είναι αναγκαία για λόγους υγιεινής, για την ανανέωση της ποιότητας του, για την απομάκρυνση των οσμών, του καπνού και άλλων παραγώγων, που προέρχονται από τις δραστηριότητες των ενοίκων. Ο αέρας που κινείται στο προς τα έξω, μεταφέρει θερμότητα που χάνεται.

Το ποσό της θερμότητας μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$Q = a \times V \times \Delta t \times h \times n \quad (\text{kcal})$$

Q= οι συνολικές απώλειες από αερισμό

a= η θερμοχωρητικότητα του αέρα ίση με 0,29 (kcal/m³/°C)

V= ο όγκος του χώρου (m³)

Δt= η διαφορά θερμοκρασίας

h= ο χρόνος απωλειών σε ώρες

n= ο αριθμός των αλλαγών αέρα/ώρα

Υπολογίζοντας για κάθε χώρο τις θερμικές απώλειες από αερισμό, αθροιστικά βρίσκεται το σύνολο.

Οι θερμικές απώλειες από αερισμό μπορούν να περιοριστούν, διασφαλίζοντας ωστόσο την απαραίτητη ανανέωση, για συνθήκες υγιεινής διαβίωσης με τρόπο ελεγχόμενο. Ο περιορισμός αυτός πραγματοποιείται:

- με τη στεγάνωση των αρμών των κουφωμάτων,
- με τη μείωση των ανοιγμάτων στη βορινή πλευρά, που είναι εκτεθειμένα στους ψυχρούς ανέμους,
- με την τοποθέτηση βλάστησης ή δέντρων για προστασία και εκτροπή των ψυχρών ανέμων

2.2 Θερμική άνεση – Παράγοντες που την επηρεάζουν

Το σώμα μετατρέπει την τροφή σε ενέργεια. Ο ρυθμός με τον οποίο συμβαίνει αυτό εξαρτάται σημαντικά από τη στάθμη δραστηριότητας. Η ενέργεια που παράγεται κατά τη μετατροπή αποβάλλεται από το σώμα ως θερμότητα ή χρησιμοποιείται για εξωτερική εργασία. Η αίσθηση άνεσης εξαρτάται σε ένα μεγάλο βαθμό από την ευκολία με την οποία το σώμα είναι ικανό να πετύχει μια ισορροπία μεταξύ της παραγωγής ενέργειας και θερμικού κέρδους από τη μία και την απώλεια θερμότητας από την άλλη, ώστε η εσωτερική θερμοκρασία του σώματος να διατηρείται γύρω στους 37 βαθμούς °C.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την άνεση μπορούν να χωριστούν σε προσωπικές μεταβλητές (όπως η δραστηριότητα και η ένδυση) και σε περιβαλλοντικές μεταβλητές (όπως η θερμοκρασία του αέρα η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, η ταχύτητα του αέρα και η υγρασία του αέρα. Αυτή η δεύτερη ομάδα εξαρτάται άμεσα από το σχεδιασμό του κτιρίου και τα συστήματα ψύξης και θέρμανσης αυτού.

Οι πιο πάνω παράγοντες που επηρεάζουν την άνεση (μαζί με την αποτελεσματική θερμοκρασία - ένα συνδυασμό της θερμοκρασίας του αέρα και της μέσης θερμοκρασίας ακτινοβολίας) εξετάζονται με περισσότερες λεπτομέρειες στις παραγράφους που ακολουθούν.

2.2.1 Δραστηριότητες

Η τιμή μεταβολισμού είναι το ποσό της ενέργειας που παράγεται στη μονάδα του χρόνου κατά τη μετατροπή της τροφής. Επηρεάζεται από το βαθμό δραστηριότητας και εκφράζεται σε mets, τα οποία είναι watts ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας του σώματος. Ένα (1) met είναι η τιμή μεταβολισμού ενός καθιστού ατόμου που αναπαύεται, δηλαδή 58 W/m². Η μέση επιφάνεια τού σώματος ενός ενήλικα περίπου 1,8 m².

Η τιμή μεταβολισμού για διάφορες δραστηριότητες δίνεται στον Πίνακα 1.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	W/m²	met
Ανάπαυση		
Υπνος	40	0,7
Γλάγιασμα	45	0,8
Κάθισμα, ήσυχα	60	1,0
Στάση, ξεκούραστη	70	1,2
Περπάτημα (σε επίπεδο)		
0.89 m/s	115	2,0
1.34 m/s	150	2,6
1.79 m/s	220	3,8
Δραστηριότητες Γραφείου		
Διάβασμα, σε κάθισμα	55	1,0
Γράψιμο	60	1,0
Γλυκτρολόγηση	65	1,1
Αρχειοθέτηση, σε κάθισμα	70	1,2
Αρχειοθέτηση, όρθια	80	1,4
Γερπάτημα	100	1,7
Άρση, συσκευασία	120	2,1
Οδήγηση / Πτήση		
Αυτοκίνητο	60-115	1,0-2,0
Αεροπλάνο, κανονική πτήση	70	1,2
Αεροπλάνο, χειρισμός προσγείωσης	105	1,8
Αεροπλάνο, πολεμικό	140	2,4
Βαρύ όχημα	185	3,2
Διάφορες Δραστηριότητες Απασχόλησης		
Μαγείρεμα	95-115	1,6-2,0
Καθάρισμα κατοικίας	115-200	2,0-3,4
Κάθισμα, κίνηση των μελών	130	2,2
Δουλειά με μηχανή		
πριόνισμα (σε πάγκο)	105	1,8
ελαφριά (ηλεκτρική βιομηχανία)	115-140	2,0-2,4
βαριά	235	4,0
Μεταφορά σάκων 50 kg	235	4,0
Σκάμμο και φτυάρισμα	235-280	4,0-4,8
Διάφορες Δραστηριότητες Αναψυχής		
Χορός, κοινωνικός	140-255	2,4-4,4
Aerobic / άσκηση	175-235	3,0-4,0
Τένις, απλό	210-270	3,6-4,0
Μπάσκετ	290-440	5,0-7,6
Πάλη, αγώνες	410-505	7,0-8,7

Πίνακας 1. Τυπική παραγωγή μεταβολικής θερμότητας σε διάφορες δραστηριότητες

2.2.2 Ένδυση

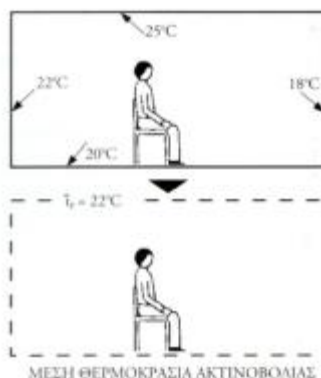
Η ένδυση παρέχει στον άνθρωπο θερμική μόνωση από το περιβάλλον. Η θερμική αυτή μόνωση μπορεί να εκφραστεί σε m^2K/W ή σε μονάδες clo. Ένα clo είναι περίπου η θερμική αντίσταση ενός χειμερινού κουστουμιού, δηλαδή $0,155m^2K/W$.

2.2.3 Θερμοκρασία αέρα

Η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας (tr) είναι μια μέση θερμοκρασία των επιφανειών που περιβάλλουν το χώρο. Περιλαμβάνει το φαινόμενο της ηλιακής ακτινοβολίας που παρατηρείται και έχει σημαντική επίπτωση στην ανθρώπινη άνεση ως θερμοκρασία του αέρα.

2.2.4 Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας

Η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας (t_r) είναι μια μέση θερμοκρασία των επιφανειών που περιβάλλουν το χώρο (Σχήμα 1). Περιλαμβάνει το φαινόμενο τις ηλιακής ακτινοβολίας που παρατηρείται και έχει σημαντική επίπτωση στην ανθρώπινη άνεση ως θερμοκρασία του αέρα.



Σχήμα 1. Η έννοια της μέσης θερμοκρασίας ακτινοβολίας

Η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας συνήθως προσδιορίζεται με τη χρήση ενός σφαιρικού θερμομέτρου, δηλαδή ένα μαύρο σφαιρικό κέλυφος με ένα θερμικό αισθητήρα στο κέντρο της σφαίρας. Η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας υπολογίζεται από τη θερμοκρασία της σφαίρας, τη θερμοκρασία και την ταχύτητα του αέρα.

Καθώς οι εσωτερικές επιφάνειες των εξωτερικών κτιρίων ενός κακομονωμένου κτιρίου είναι συνήθως ψυχρότερες από αυτές ενός όμοιου καλομονωμένου κτιρίου, οι θερμοκρασίες του αέρα του καλομονωμένου κτιρίου μπορεί να διατηρηθούν χαμηλότερα από αυτές του κακομονωμένου κτιρίου, για το ίδιο επίπεδο άνεσης.

Οι επιφάνειες των παραθύρων δέχονται μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας. Έτσι, η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας κοντά σε αυτές τις επιφάνειες μπορεί να είναι χαμηλότερη ή ψηλότερη από ότι στον υπόλοιπο χώρο. Ψυχρές επιφάνειες (όπως το τζάμι ενός μεγάλου παραθύρου το χειμώνα) μπορούν επίσης να προκαλέσουν δυσφορία εξαιτίας της ασύμμετρης ακτινοβολίας.

Ένα άτομο που είναι κατευθείαν εκτεθειμένο στην ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να αντιμετωπίσει μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας πολύ υψηλότερη από τη θερμοκρασία του αέρα. Για παράδειγμα η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας μπορεί να είναι ακόμα και 25 °C, μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του αέρα για ένα καθιστό άτομο του οποίου το σώμα είναι πλήρως εκτεθειμένο στη μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία. Γι'αυτό, η έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία σε κλειστό χώρο μπορεί εύκολα να προκαλέσει δυσφορία. Αυτή μπορεί να γίνει εντονότερη με την ασυμμετρία μεταξύ της εκτεθειμένης πλευράς και της πλευράς που είναι στη σκιά.

2.2.5 Ταχύτητα και υγρασία αέρα

Η ταχύτητα του αέρα έχει επίπτωση στην απώλεια θερμότητας του σώματος με μεταφορά. Αέρας με μεγαλύτερη ταχύτητα θα φαίνεται ψυχρότερος. Γι' αυτό είναι σημαντικό οι ταχύτητες να διατηρούνται χαμηλά το χειμώνα ώστε η θερμική άνεση να παρατηρείται στο χαμηλότερο επίπεδο θερμοκρασίας. Οι καθιστοί άνθρωποι είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι σε ρεύματα, δηλ. ανεπιθύμητο τοπικό κρύο.

Προσεκτικός σχεδιασμός των κλιματιστικών μηχανημάτων είναι αναγκαίος ώστε να αποφευχθούν μεγάλες ταχύτητες αέρα. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην τοποθέτηση και το μέγεθος των εξαγωγών. Παλιά κτίρια με ρωγμές και μεγάλες ψυχρές επιφάνειες και χώροι μεγάλου ύψους δημιουργούν ανεπιθύμητες μορφές ρευμάτων αέρα.

Σε μέσες θερμοκρασίες αέρα (μεταξύ 15-25°C) και κάτω από σταθερές συνθήκες παραμονής (δηλαδή όταν ένα άτομο μένει στον ίδιο χώρο για πολύ ώρα), η υγρασία του αέρα έχει μικρή επίπτωση στη θερμική αίσθηση. Αύξηση της σχετικής υγρασίας κατά 10% θα έχει το ίδιο αποτέλεσμα με αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα κατά 0,3°C.

Σε συνθήκες μετακίνησης (δηλαδή όταν ένα άτομο βγαίνει έξω από ένα κτίριο ή μετακινείται από ένα χώρο σε έναν άλλο με διαφορετική υγρασία), πάντως, η θερμική επίδραση της αλλαγής στην υγρασία μπορεί να είναι 2-3 φορές μεγαλύτερη.

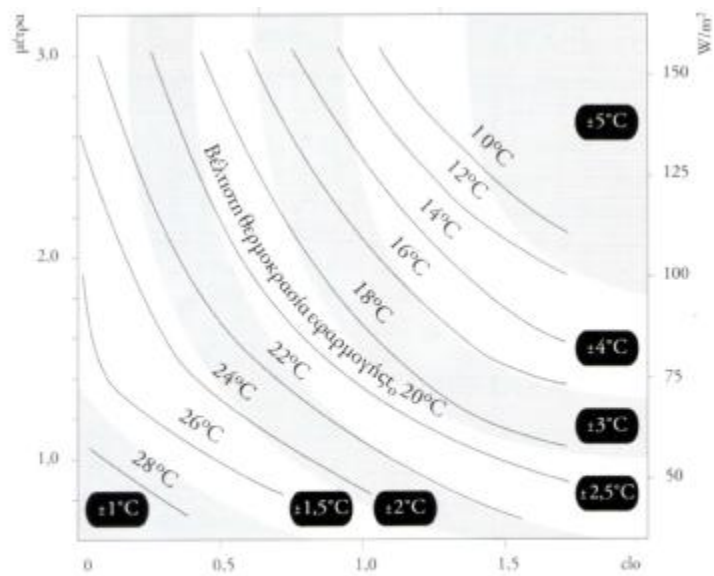
Σε θερμό περιβάλλον (δηλαδή >30°C), το φαινόμενο της αλλαγής στην υγρασία μπορεί να έχει σημαντική επίπτωση στη θερμική άνεση.

Παρόλο που στις περισσότερες περιπτώσεις που αντιμετωπίζονται στα κτίρια η υγρασία του αέρα έχει μια μέση θερμική επίπτωση

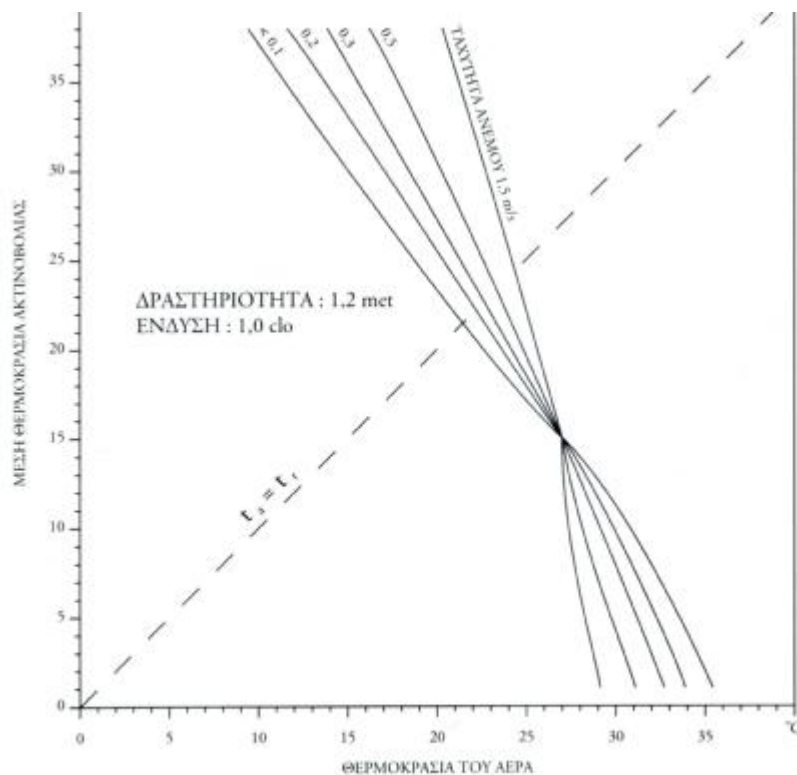
2.2.6 Διάγραμμα άνεσης

Το Σχήμα 2 δείχνει τη βέλτιστη θερμοκρασία εφαρμογής για διάφορους τύπους δραστηριότητας και ένδυσης. Το χειμώνα για παράδειγμα, μια κοινή κατάσταση που συναντάται σε κτίρια και γραφεία κ.τ.λ., είναι αυτή κατά την οποία ένα άτομο κάνει βασικά καθιστικές εργασίες (1,2 met) και έχει στάθμη ένδυσης ένα clo. Από το Σχήμα 2 μπορεί να φανεί ότι η θερμοκρασία που απαιτείται για αυτήν την κατάσταση είναι 22°C +/- 2 K. Για καθιστικές εργασίες με τυπικές θερινές συνθήκες και ελαφριά ένδυση (0,5 clo), η θερμοκρασία εφαρμογής είναι 24,5C +/- 1,5 K.

Το διάγραμμα άνεσης που φαίνεται στο Σχήμα 3 παρέχει διάφορους συνδυασμούς θερμοκρασίας του αέρα και μέσης θερμοκρασίας ακτινοβολίας που δίνουν τις βέλτιστες συνθήκες. Πρέπει να σημειωθεί ότι η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας σε ένα παθητικό ηλιακό κτίριο μπορεί περιστασιακά να είναι πιο υψηλή από ότι σε ένα όμοιο συμβατικό κτίριο. Έτσι, τα παθητικά ηλιακά κτίρια μπορεί να χρειάζονται χαμηλότερη θερμοκρασία αέρα για να είναι άνετα.



Σχήμα 2. Η βέλτιστη θερμοκρασία εφαρμογής ως συνάρτηση της δραστηριότητας και της ένδυσης. Η σκιασμένες ή ασκίαστες ζώνες δείχνουν τις περιοχές άνεσης(+/- Δ_t) γύρω από τη βέλτιστη θερμοκρασία, στις οποίες το 80% των ενοίκων αναμένεται να βρει τις θερμικές συνθήκες παραδεκτές(η σχετική υγρασία είναι 50%)



Σχήμα 3. Διάγραμμα άνεσης(θ^0 του αέρα προς μέση θ^0 ακτινοβολίας με τη σχετική ταχύτητα του αέρα ως παραμέτρου) για άτομα που έχουν ένδυση 1 clo σε δραστηριότητα 1,2 met(υγρασία 50%).

2.3 Παθητικές ηλιακές διατάξεις

Οι απώλειες θερμότητας στα κτίρια οφείλονται κυρίως στην αγωγιμότητα των εξωτερικών επιφανειών και στη διείσδυση και τον αερισμό από ρωγμές και ανοίγματα στο περίβλημα του κτιρίου. Η παθητική ηλιακή θέρμανση μπορεί να έχει μεγάλη συμβολή στην εξοικονόμηση ενέργειας. Οι γενικές κατηγορίες παθητικών ηλιακών συστημάτων προσδιορίζονται από τρεις παράγοντες: τα χαρακτηριστικά του ανοίγματος συλλογής, την αλληλεπίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται, της θερμότητας που αποθηκεύεται και της μεθόδου διανομής της ενέργειας στο χώρο που θα θερμανθεί. Υπάρχουν οι εξής κατηγορίες: Τα παθητικά συστήματα άμεσου κέρδους και έμμεσου κέρδους.

2.3.1 Συστήματα άμεσου κέρδους

Το πιο απλό σύστημα είναι αυτό του άμεσου κέρδους, που αποτελείται κυρίως από ένα καλά μονωμένο κτίριο με μια σχετικά μεγάλη νότια προσανατολισμένη επιφάνεια με τζάμι που δέχεται τις ακτίνες του χειμερινού ήλιου υπό μικρή γωνία. Τα συστήματα άμεσου κέρδους χρησιμοποιούν τους χώρους που καταλαμβάνει το κτίριο για τη συλλογή, την αποθήκευση και τη διανομή της ηλιακής θερμότητας και, εφόσον

είναι σωστά σχεδιασμένα, μπορεί να αποτελέσουν την πιο αποτελεσματική και πρακτική λύση για τις Ευρωπαϊκές συνθήκες. Το θέρους, το μεγάλο ύψος του ήλιου περιορίζει την ακτινοβολία που μεταδίδεται από τα τζάμια και ένα προστέγασμα μπορεί να αποκλείσει τελείως τον ήλιο. Το κτίριο χρειάζεται θερμική μάζα για να αποθηκεύσει θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας και να την επανεκπέμψει κατά τη νύχτα. Η θερμική μάζα είναι συνήθως υπό τη μορφή εξωτερικά μονωμένων χτισμένων τοίχων και/ή με ένα συμπαγές πάτωμα με υποδαπέδια μόνωση. Ο ήλιος ακτινοβολεί κατευθείαν στη θερμική μάζα, η ενέργεια αποθηκεύεται και επιτυγχάνονται διακυμάνσεις στη θερμοκρασία των κατωτέρων στρωμάτων του αέρα.

Απαιτήσεις

Οι βασικές απαιτήσεις για ένα σύστημα άμεσου κέρδους είναι: μια μεγάλη νότια επιφάνεια με τζάμι με ένα χώρο διαβίωσης αμέσως πίσω από το τζάμι. Η θερμική μάζα μπορεί να είναι στην οροφή και/ή στο δάπεδο και/ή στους τοίχους. Η έκταση και η χωρητικότητα τους πρέπει να είναι κατάλληλα κατανεμημένη και τοποθετημένη για ηλιακή έκθεση και αποθήκευση. Ένα μέσο μόνωσης πρέπει να προστατεύει τη μάζα θερμικής αποθήκευσης από τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες. Για την πρώτη απαίτηση, μια κατάλληλη επιφάνεια κατακόρυφου τζαμιού, συχνά διπλού για ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών, προσανατολίζεται νότια ώστε να δέχεται τη μέγιστη ωφέλιμη ακτινοβολία, περιορίζοντας το ηλιακό κέρδος το καλοκαίρι.

Στη βόρεια Ευρώπη, τριπλό τζάμι, κινητή μόνωση που εφαρμόζεται τη νύχτα στο διπλό τζάμι, ή χαμηλής εκπομπής συνιστώνται για το ηλιακό άνοιγμα ώστε να αποφεύγονται εκτεταμένες απώλειες θερμότητας.

Πολλά σύγχρονα κτίρια έχουν μεγάλα παράθυρα με νότιο προσανατολισμό, αλλά συχνά η έλλειψη κατάλληλης θερμικής αποθήκευσης ή η συμπεριφορά των ενοίκων (για παράδειγμα η χρήση παραθυρόφυλλων για την ελάττωση της ακτινοβολίας) αποτρέπει την πλήρη αξιοποίηση του ηλιακού κέρδους. Αντίστροφα, εμπορικά κτίρια με μεγάλες επιφάνειες τζαμιών μπορεί να υποφέρουν από υπερβολικό ηλιακό κέρδος και, αν δεν παρέχεται επαρκής σκίαση, να χρειάζονται πρόσθετη ψύξη.

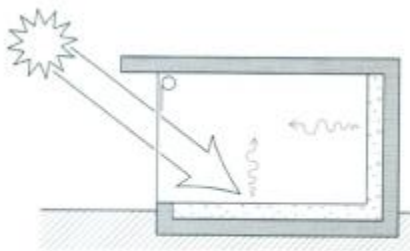
Εξίσου σημαντική είναι η επιλογή του συστήματος θέρμανσης και ο έλεγχος του, που και τα δυο μπορεί να έχουν σημαντική επίδραση στην απόδοση ενός συστήματος άμεσου κέρδους.

Παραλλαγές

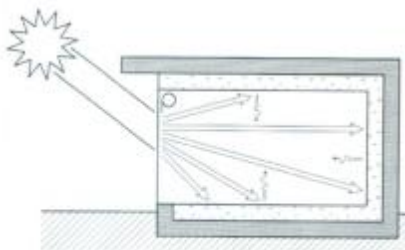
Πέρα από αυτές τις βασικές απαιτήσεις υπάρχει μια σειρά από παραλλαγές και ελέγχους που παρέχουν εναλλακτικές λύσεις για τα συστήματα άμεσου κέρδους. Οι πιο κοινές ποικιλίες είναι στη θέση της θερμικής μάζας. Η καλύτερη θέση της θερμικής μάζας εξαρτάται από τους φυσικούς νόμους ροής της θερμότητας με ακτι-

νοβολία και μεταφορά. Μεταξύ αυτών των περιορισμών η πρωτεύουσα αποθήκευση μπορεί να έχει διάφορες μορφές: στο δάπεδο, σε ελεύθερη μάζα μέσα στο χώρο, στην οροφή, ή σε εσωτερικούς τοίχους ή σε μονωμένους εξωτερικούς τοίχους.

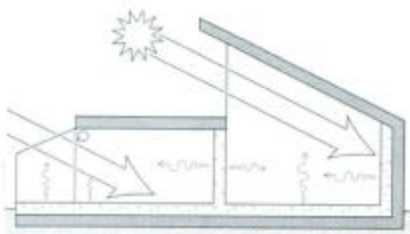
Η διανομή ή η συγκέντρωση της θερμικής μάζας παρέχει την πρώτη υποδιαίρεση των παθητικών τύπων άμεσου κέρδους. Και οι δύο υποδιαίρεσεις έχουν συσκευές με νότιο προσανατολισμό αλλά διαφέρουν στον τρόπο διαχείρισης του ηλιακού φωτός, όταν αυτό εισέρχεται στο κτίριο. Ο ένας επιτρέπει στο ηλιακό φως να πέσει σε μια συγκεντρωμένη επιφάνεια θερμικής μάζας (Σχήμα 4) και ο άλλος διαχέει ή ανακλά το ηλιακό φως έτσι ώστε να διανέμεται σε μια μεγάλη επιφάνεια θερμικής μάζας (Σχήμα 5). Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται ώστε να αποφεύγεται οπτική έλλειψη άνεσης από τη θάμβωση.



Σχήμα 4.Άμεσο κέρδος χωρίς διάχυση



Σχήμα 5.Άμεσο κέρδος με διάχυση



Σχήμα 6.Τυπικός συνδυασμός παθητικών συστημάτων

Η χρήση τζαμιού διάχυσης, παραθυρόφυλλων, ή ανάκλασης από μια ανοιχτόχρωμη επιφάνεια πίσω από ένα διαφανές τζάμι, θα έχουν ως αποτέλεσμα τη διά-

δοση της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται σε όλο το χώρο. Πάντως, τέτοιες συσκευές πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο πάνω από τη στάθμη του οφθαλμού ώστε να αποφεύγεται η θάμβωση.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας ποικίλλουν και μπορεί να είναι σκυρόδεμα, τούβλα και κεραμικά, νερό και άλλα υγρά, είτε μόνα τους είτε σε ποικιλία συνδυασμών.

Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα

- Το άμεσο κέρδος αποτελεί το πιο απλό ηλιακό σύστημα θέρμανσης και μπορεί να είναι αυτό που κατασκευάζεται πολύ εύκολα. Σε πολλές περιπτώσεις επιτυγχάνεται απλά με την αναδιάταξη των παραθύρων.
- Οι μεγάλες επιφάνειες υαλοστασίων όχι μόνο δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία για θέρμανση, αλλά επίσης επιτρέπουν υψηλές στάθμες ουδέτερου φυσικού φωτισμού και καλές οπτικές συνδέσεις με το εξωτερικό περιβάλλον.
- Τα τζάμια αποτελούν φθηνό δομικό υλικό, που έχει μελετηθεί ιδιαίτερα και είναι ετοιμοπαράδοτα.
- Το όλο σύστημα μπορεί να αποτελεί μια από τις πιο φθηνές μεθόδους ηλιακής θέρμανσης χώρου.

Μειονεκτήματα

- Μεγάλες επιφάνειες με τζάμι μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση κατά την ημέρα και απώλεια της ιδιωτικότητας τη νύχτα
- Η υπεριώδης ακτινοβολία του ηλιακού φωτός αλλοιώνει τα υφάσματα και τις φωτογραφίες.
- Αν χρησιμοποιούνται μεγάλες επιφάνειες με τζάμι, απαιτείται μεγάλη ποσότητα θερμικής μάζας για να προσαρμόζει τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και μπορεί να αποβεί δαπανηρή κατασκευή αν η μάζα δεν εξυπηρετεί κάποιο κατασκευαστικό σκοπό. Κτίρια με πολύ καλή μόνωση θα χρειαστούν μικρότερες επιφάνειες με τζάμια και πιο λίγες θερμικές μάζες.
- Ακόμη και με θερμική μάζα, θα παρατηρούνται ημερήσιες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.
- Νυχτερινή μόνωση του ηλιακού ανοίγματος αποτελεί κανονικά μια ανάγκη στα Βόρεια Ευρωπαϊκά κλίματα και μπορεί να είναι δαπανηρή. Τζάμια ειδικής επεξεργασίας μπορεί να περιορίσουν τις απώλειες θερμότητας όλες στις εποχές.

2.3.2 Συστήματα έμμεσου κέρδους

Ο τοίχος Trombe, ο μαζικός τοίχος, ο τοίχος νερού και η ηλιακή στέγη, είναι όλα συστήματα έμμεσου κέρδους, που συνδυάζουν τις διαδικασίες συλλογής, της

συσσώρευσης και της διανομής σε ένα μέρος του περιβλήματος του κτιρίου που περικλείει τους χώρους διαβίωσης.

2.3.2.1 Μαζικός τοίχος

Είναι ένας συμπαγής, μαζικός τοίχος με νότιο προσανατολισμό που απορροφά ηλιακή ακτινοβολία και αποδίδει ένα μέρος από αυτήν στο κτίριο.

Ο μαζικός τοίχος μπορεί να αποτελείται από τσιμέντο, πέτρες ή τούβλα και συνήθως έχει μια σκούρα τυπικά μαύρη ματ επιφάνεια, έτσι ώστε να απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία έχοντας μεγάλο συντελεστή απορρόφησης . Στην εξωτερική όψη οι τοίχοι αυτοί είναι καλυμμένοι με διαφανές υλικό (γυαλί) για να μειώνονται οι απώλειες.

Η ηλιακή ενέργεια απορροφάται στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου, και προκαλεί άνοδο της θερμοκρασίας. Η απορροφηθείσα ακτινοβολία άγεται μέσω του τοίχου και ελευθερώνεται στον κατοικούμενο χώρο μέσω αγωγής και ακτινοβολίας.

Ο χρόνος μεταξύ απορρόφησης και ελευθέρωσης της θερμότητας εξαρτάται από το υλικό και το πάχος του τοίχου:

για το τσιμέντο είναι περίπου 18 λεπτά για 10mm πάχος. Η θερμότητα ελευθερώνεται με πιο αργό ρυθμό , αλλά και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα όσο το πάχος του τοίχου αυξάνει.

Οι απώλειες μπορεί να μειωθούν με την χρήση μιας μεταφερόμενης μόνωσης κατά την διάρκεια της νύχτας. Αν αυτή η μόνωση τοποθετείται χειροκίνητα η αποδοτικότητα θα εξαρτηθεί από την συνεργασία των ενοίκων του κτιρίου. Η νυχτερινή μόνωση μπορεί να γίνεται αυτόματα. Ωστόσο , τέτοια συστήματα είναι πολύ ακριβά.

Ο μαζικός τοίχος πρέπει να είναι καλά σκιασμένος το καλοκαίρι για να αποφύγουμε την υπερθέρμανση. Η μεταφερόμενη μόνωση και σκίαση μπορούν να παρέχονται από το ίδιο σύστημα .

Η εξωτερική επιφάνεια ενός μαζικού τοίχου μπορεί να φτάσει στους 600C σε άμεσο ηλιακό φωτισμό. Το υλικό του τοίχου πρέπει να είναι ικανό να αντέχει σε τέτοιες θερμοκρασίες.

Ένας μαζικός τοίχος θα αυξήσει το κόστος του κτιρίου, αλλά εάν ο τοίχος λειτουργεί και σαν οικοδομικό στοιχείο του κτιρίου , τότε το κόστος δεν θα είναι μεγάλο.

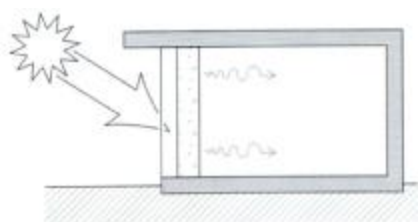
2.3.2.2 Τοίχος Trombe

Ένας τέτοιος τοίχος είναι ίδιος με τον μαζικό, αλλά με ανοίγματα στο πάνω και κάτω μέρος του τοίχου. Ένα ποσοστό της απορροφούμενης θερμότητας άγεται μέσω του τοίχου όπως περιγράφηκε στον μαζικό τοίχο. Επιπρόσθετα, κατά την διάρκεια ηλιόλουστων ημερών, ο αέρας μεταξύ του τοίχου και της γυάλινης επιφάνειας

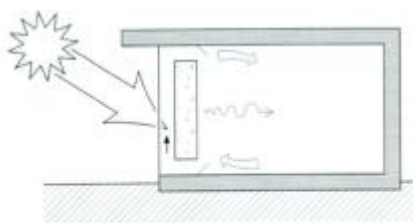
θερμαίνεται, γίνεται λιγότερο πυκνός και ανυψώνεται. Ο ζεστός αέρας εισέρχεται στον κατοικούμενο χώρο από το επάνω άνοιγμα του τοίχου σπρώχνοντας τον κρύο αέρα προς τα έξω από το κάτω άνοιγμα. Ένας εναλλακτικός τρόπος είναι η χρήση ανεμιστήρα για να διατηρεί την κυκλοφορία.

Την νύχτα τα ανοίγματα κλείνονται για να αποτρέψουν την αντίθετη κυκλοφορία, που θα προκαλούσε την ψύξη του κτιρίου. Τα ανοίγματα θα πρέπει να έχουν καλά αεροστεγή σφραγίσματα.

Καθώς μεσολαβεί ένα μικρό χρονικό διάστημα μεταξύ της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας από τον τοίχο και της σταδιακής ελευθέρωσης στον κατοικούμενο χώρο, ο τοίχος Trombe μπορεί να συνεισφέρει σε προβλήματα όπως υπερθέρμανση του κατοικούμενου χώρου, εάν αυτός θερμαίνεται και με την άμεση ηλιακή ακτινοβολία.



Σχήμα 7.Μάζικος τοίχος



Σχήμα 8. Τοίχος Trombe

Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Μαζικού τοίχου-Trombe

Πλεονεκτήματα

- Δε δημιουργείται πρόβλημα φάμβωσης ή φθοράς των υφασμάτων από την υπεριώδη ακτινοβολία, ενώ εξασφαλίζεται η ιδιωτικότητα των ενοίκων.
- Οι διακυμάνσεις θερμοκρασίας στο χώρο διαβίωσης είναι πιο χαμηλές από αυτές που εμφανίζονται στα συστήματα άμεσου κέρδους.
- Ο χρόνος απόκλισης μεταξύ της απορρόφησης της ηλιακής ενέργειας και της διανομής της θερμικής ενέργειας στο χώρο διαβίωσης μπορεί να αποτελεί πλεονέκτημα για τη θέρμανση κατά τη νύχτα (και όχι την εσπέρα).

Μειονεκτήματα

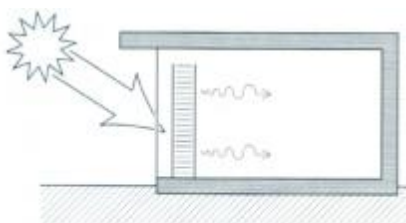
- Η εξωτερική επιφάνεια του τοίχου Trombe είναι σχετικά θερμή καθώς η συναγωγή της ενέργειας μέσα από τον τοίχο είναι βραδεία. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική απώλεια ενέργειας στο εξωτερικό περιβάλλον, με μείωση έτσι της απόδοσης.
- Οι έλεγχοι που αναφέρθηκαν παραπάνω μπορεί να είναι δαπανηροί. Απαιτούνται δυο νότιοι τοίχοι, ο ένας με τζάμι και ο άλλος μάζας, με προφανές κόστος και μειονεκτήματα χώρου.
- Έλλειψη άνεσης κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να προκληθεί είτε στο τέλος της περιόδου θέρμανσης από τον υπερθερμασμένο αέρα που προέρχεται από τον τοίχο Trombe ή κατά τα θερμά δειλινά από την ανεξέλεγκτη θερμική ακτινοβολία από τις εσωτερικές επιφάνειες και των δυο τύπων. Τα φαινόμενα αυτά μπορεί να περιοριστούν με αερισμό.
- Η ανάγκη για επαρκή θερμική μάζα πρέπει να εξισορροπηθεί με τις απαιτήσεις για θέα από το χώρο διαβίωσης και για φυσικό φωτισμό.
- Ο τοίχος Trombe πρέπει να σχεδιαστεί με δυνατότητα προσπέλασης για να καθαρίζονται τα τζάμια του.
- Η συμπύκνωση υγρασίας στο τζάμι μπορεί να προκαλέσει προβλήματα.
- Στα κλίματα της βόρειας Ευρώπης η χρήση τοίχου μάζας ή τοίχου Trombe μπορεί να οδηγήσει σε θερμική επιβάρυνση κατά τα μέσα του χειμώνα.

2.3.2.3 Τοίχος νερού

Ένας τοίχος με νερό είναι ακριβώς ένας μαζικός τοίχος με την διαφορά ότι περιέχει νερό σε αντίθεση με τον στερεό τοίχο. Το νερό μπορεί να περιέχεται σε μεταλλικούς ή γυάλινους σωλήνες ή τύμπανα.

Οι τοίχοι νερού μπορεί να αποτελέσουν ένα ελκυστικό σύστημα, όταν απαιτείται κατασκευή μικρής μάζας. Καθώς η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού είναι μεγαλύτερη οι τοίχοι που περιέχουν νερό πλεονεκτούν στην περίπτωση που απαιτείται μικρός όγκος κατασκευής. Επίσης, η μετάδοση θερμότητας με αγωγή θα εξασφαλίσει ότι όλο το νερό θα ευρίσκεται στην ίδια θερμοκρασία. Έτσι σε αντίθεση με τους μαζικούς τοίχους δεν θα υπάρχει χρονική υστέρηση για να μεταδοθεί η θερμότητα από τον τοίχο στο εσωτερικό περιβάλλον.

Καθώς οι θερμοκρασίες της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου που περιέχει νερό δεν αυξάνονται όπως στον συμπαγή τοίχο, το είδος αυτό παρουσιάζεται πιο αποδοτικό στην απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας

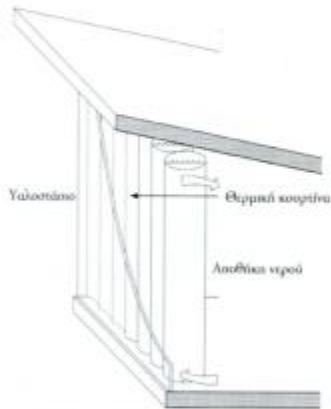


Σχήμα 9. Τοίχος νερού

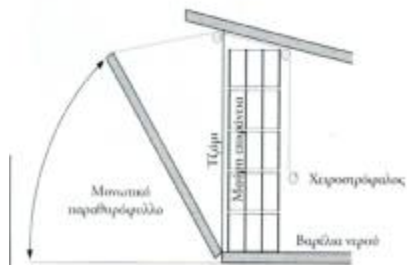


Στοιχεία τοίχων νερού από την One Design Inc.

Σχήμα 10. Παραδείγματα τοίχων νερού



Θερμική κορτίνα με αποθήκευση νερού σε οαλίνες από την Kallwall Corp.



Χειροκίνητο μονωτικό περιθώριοφύλλο με θερμοσυστάσεις σε βαρέλια νερού από τη Zornwecke Corp.

Πλεονεκτήματα τοίχου νερού

- Η ισοθερμική φύση της αποθήκης θερμότητας οδηγεί σε ελαττωμένη θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας και έτσι χάνεται λιγότερη ενέργεια στην ατμόσφαιρα και κατά τη νύχτα.
- Δε δημιουργείται πρόβλημα θάμβωσης ή φθοράς των υφασμάτων από την υπεριώδη ακτινοβολία ενώ εξασφαλίζεται η ιδιωτικότητα των ενοίκων.
- Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στο χώρο διαβίωσης είναι μικρότερες από αυτές που εμφανίζουν τα συστήματα άμεσου κέρδους ή τα συμβατικά συστήματα τύπου βρόχου.
- Η αποθήκη μπορεί να παραμένει θερμή και να συνεχίζει να παρέχει θερμότητα στο χώρο διαβίωσης ακόμη και αργά το βράδυ.
- Η απόδοση των θερμικών τοίχων συσσώρευσης έχει ερευνηθεί πολύ καλά.

2.3.3 Κατοικία - Θερμοκηπιακού τύπου

Ένα θερμοκήπιο είναι μια γυάλινη κλειστή πλευρά στην νότια πρόσοψη ενός κτιρίου. Μπορεί να συνεισφέρει στις ανάγκες θέρμανσης ενός κτιρίου με 4 τρόπους.

α. Άμεσο ηλιακό κέρδος μέσω ανοιγμάτων μεταξύ του θερμαινόμενου χώρου και του Θερμοκηπιακού χώρου.

β. Απορρόφηση θερμότητας από τον οπίσθιο τοίχο του θερμοκηπίου και αγωγή της στον προς θέρμανση χώρο.

γ. Προθέρμανση του αέρα που θα κυκλοφορήσει στα δωμάτια και που απαιτείται θέρμανση.

δ. Μειωμένες απώλειες θερμότητας από το θερμαινόμενο μέρος προς το περιβάλλον. Το θερμοκήπιο δρα ως μονάδα προσωρινής αποθήκευσης.

Ένα θερμοκήπιο μπορεί να θεωρηθεί σαν ένας μαζικός τοίχος στον οποίο το γυαλί έχει χωριστεί από τον συμπαγή τοίχο.

Τα θερμοκήπια δεν πρέπει να θερμαίνονται με τον συμβατικό τρόπο. Λόγω των χαμηλών U-τιμών του γυαλιού συγκρινόμενου με ένα καλά μονωμένο τοίχο θα έχει ως αποτέλεσμα την επιβάρυνση της θέρμανσης. Επίσης προσοχή πρέπει να δίνεται στον σχεδιασμό των θερμοκηπίων, ιδίως στην νότια Ευρώπη καθώς θα πρέπει να αποφεύγεται η υπερθέρμανση, που παρατηρείται κυρίως κατά τους μήνες Απρίλιο-Μάιο μέχρι και Σεπτέμβριο-Οκτώβριο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί αν μελετηθεί σωστά η σκίαση και η διάταξη των αγωγών εξαερισμού.

Μερικές από τις μεθόδους αυτές που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό προσθέτουν λίγο ή και καθόλου στο κόστος κατασκευής.

Πάντως επειδή τα 2/3 της ενέργειας για τον οικιακό τομέα στην Ευρώπη καλύπτει η θέρμανση των χώρων, γίνεται αντιληπτό ότι ένα μικρό έστω ποσοστό μείωσης του

θερμικού φορτίου με ένα παθητικό ηλιακό σχεδιασμό.

	Άμεσο	Έμμεσο	Απομονωμένο
Νότιο άνοιγμα	Χωρίς διάχυση 	Τοίχος με μάζα 	Θερμοκλίτιο
	Με διάχυση 	Τοίχος Trombe 	Barra-Costantini
	Θερμοκλίτιο με άμεσο κέρδος 	Τοίχος νερού 	Συλλέκτης με απομονωμένο τοίχο
		Απομονωμένος τοίχος αποθήκευσης 	
Άνοιγμα από στέγη με οπίσθιο	Άνοιγμα φεγγίτη με άμεσο κέρδος 	Ηλιακή στέγη 	Άνοιγμα φεγγίτη σε οορήτα με μάζα παύρου χρώματος
	Άνοιγμα στέγης 	Ηλιακή στέγη 	
Απειροκατανομημένο άνοιγμα			Σύστημα Θερμοσίφωνα
			Σύστημα Θερμοσίφωνα

1

Γενικοί τύποι παθητικών ηλιακών συστημάτων

2.4 Φυσική-Παθητική ψύξη

2.4.1 Αερισμός

Ο αερισμός παρέχει ψύξη χρησιμοποιώντας τον αέρα για την απομάκρυνση της θερμότητας από το κτίριο και από το ανθρώπινο σώμα. Η κίνηση του αέρα μπορεί να οφείλεται είτε σε φυσικές δυνάμεις (άνεμος και φαινόμενο της καμινάδας) είτε σε μηχανική δύναμη. Η μορφή της ροής του αέρα είναι αποτέλεσμα των διαφορών πίεσης που παρατηρούνται γύρω και σε μέσα στο κτίριο. Ο αέρας κινείται από τις περιοχές υψηλής στις περιοχές χαμηλής πίεσης.

Όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη της εσωτερικής ο αερισμός του κτιρίου μπορεί να ανακουφίζει από τα εσωτερικά θερμικά κέρδη ή από τα ηλιακά κέρδη κατά τη διάρκεια της ημέρας και να εφοδιάζει με ψυχρό αέρα κατά τη διάρκεια της νύχτας, αν αυτό απαιτείται. Η κίνηση του εσωτερικού αέρα αυξάνει τη μεταβίβαση θερμότητας από την επιφάνεια του δέρματος και αυξάνει την εξάτμιση της υγρασίας από αυτό. Η εξάτμιση αποτελεί ένα πολύ ισχυρό μηχανισμό ψύξης που μπορεί να δώσει ένα αίσθημα άνεσης στους ενοίκους κάτω από συνθήκες ζέστης. Για να φέρει αποτέλεσμα, ο αέρας του περιβάλλοντος θα πρέπει οπωσδήποτε να μην είναι υπερβολικά υγρός (σχετική υγρασία χαμηλότερη από 85%). Η τυρβώδης κίνηση του αέρα ευνοεί και τους δύο αυτούς μηχανισμούς απομάκρυνσης θερμότητας.

2.4.2 Ανεμόπυργοι

Οι ανεμόπυργοι αξιοποιούν τη δύναμη του ανέμου για να δημιουργήσουν κίνηση του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Υπάρχουν διάφορα συστήματα που βασίζονται σε αυτή την αρχή. Οι είσοδοι προσαγωγής του ανέμου στον πύργο που είναι προσανατολισμένη προς την ανάντη πλευρά. Συλλαμβάνουν τον άνεμο και οδηγούν τον αέρα διαμέσου της καμινάδας. Ο αέρας εξέρχεται από ανοίγματα στην κατάντη πλευρά του κτιρίου. Η ροή του ανέμου αυξάνεται με το ψυχρό νυχτερινό αέρα. Εναλλακτικά το σκέπαστρο της καμινάδας μπορεί να είναι έτσι σχεδιασμένο ώστε να δημιουργεί μια περιοχή χαμηλής πίεσης στη κορυφή του πύργου. Η πτώση της πίεσης που προκύπτει έχει σαν αποτέλεσμα τη ροή του αέρα προς τα πάνω στην καμινάδα. Ένα άνοιγμα κατά την φορά του ανέμου θα πρέπει να συνδυάζεται με ένα σύστημα εισόδου αέρα. Η διαδικασία της ανόδου ευνοείται τη περίπτωση αυτή από την άνωση λόγω του θερμού αέρα στο εσωτερικό.

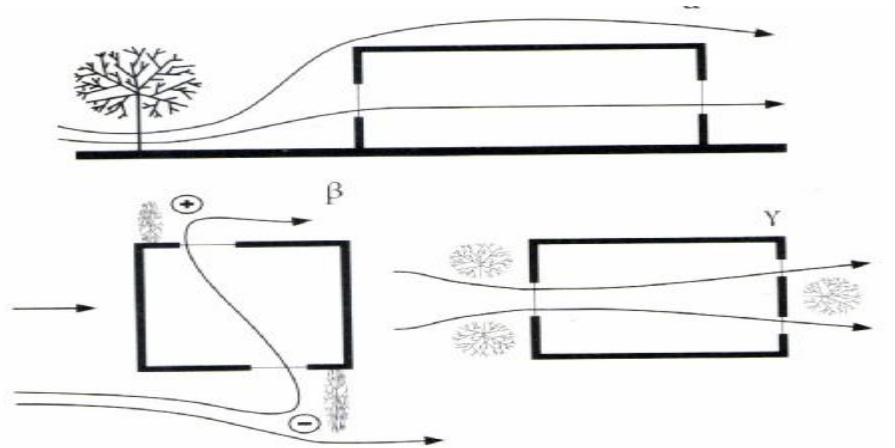
Οι δύο αυτές αρχές μπορούν να συνδυαστούν σε ένα μόνο πύργο, παρέχοντας είσοδο και έξοδο στον αέρα. Έτσι δημιουργείται ένα αυτοτελές σύστημα.

2.4.3 Ηλιακή καμινάδα

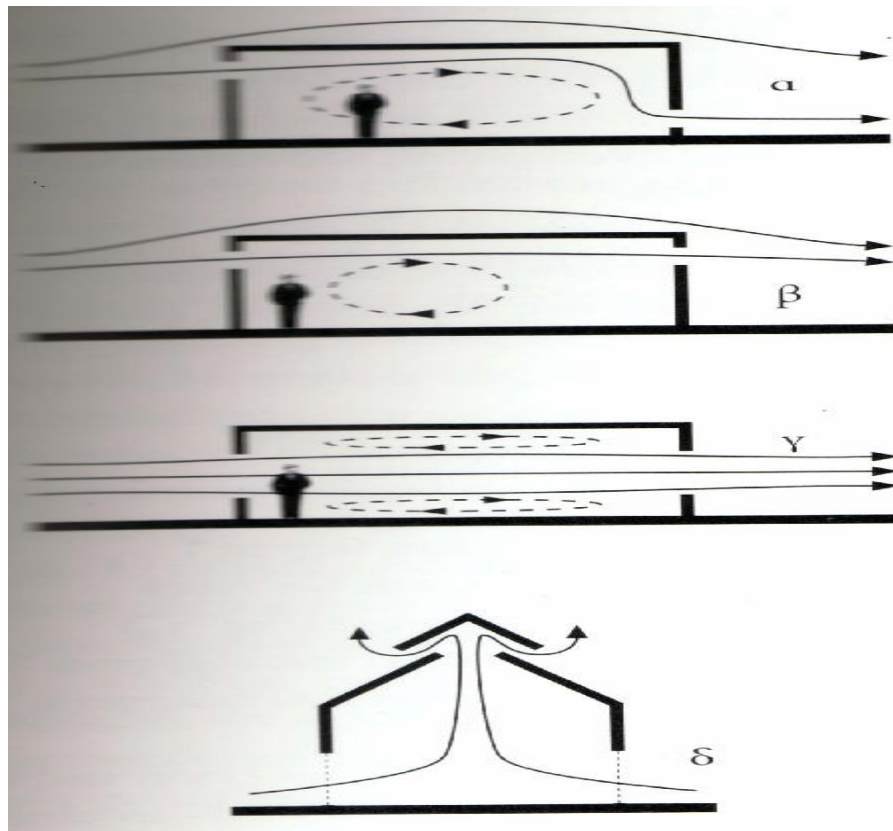
Οι ηλιακές καμινάδες χρησιμοποιούν τον ήλιο για να θερμάνουν την εσωτερική επιφάνεια τη καμινάδας. Οι δυνάμεις άνωσης εξαιτίας τη διαφοράς θερμοκρασίας βοηθούν στη δημιουργία ανοδικής ροής κατά μήκος της επιφάνειας. Το εύρος της

καμινάδας θα πρέπει να είναι περίπου όσο και το πλάτος της οριακής στοιβάδας ώστε να αποφευχθεί η ανάστροφη ροή.

Παραδείγματα αερισμού ακολουθούν παρακάτω:

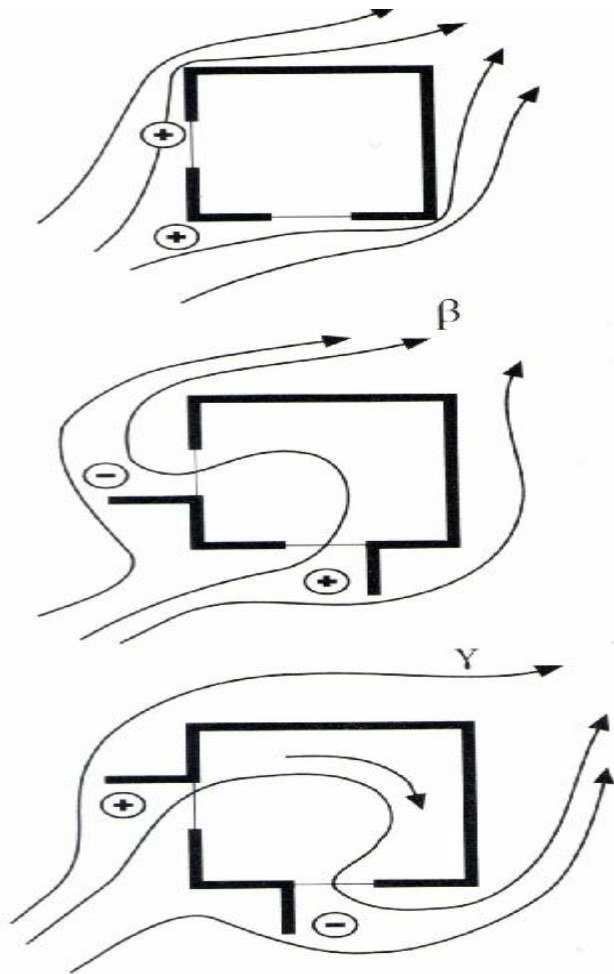


Επίδραση της βλάστησης στα ρεύματα αέρα που επίσης παρέχουν φίλτραση του αέρα, μείωση του θορύβου και σκίαση.

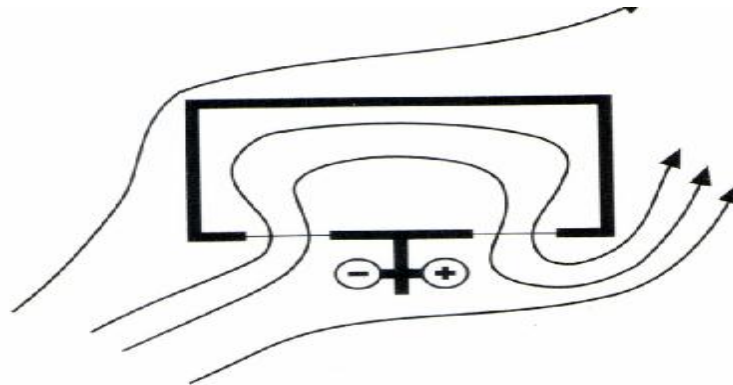


Ανοίγματα εισόδου τοποθετημένα ψηλά δημιουργούν ισχυρή ταχύτητα αέρα στη ζώνη διαβίωσης και για αυτό δεν είναι πολύ κατάλληλα για ψύξη των ενοίκων. Παρ' όλα αυτά η διάταξη αυτή συχνά είναι ενδιαφέρουσα για το φυσικό εξαερισμό επειδή το ρεύμα αέρα κατευθύνεται προς τα στοιχεία θερμικής αποθήκευσης, για παράδειγμα την οροφή. Επιπλέον η υψηλή θέση παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια έναντι εισβολών.

Τα ανοίγματα στο ύψος του ανθρώπου παρέχουν συνήθως καλό αερισμό. Όταν το κτίριο είναι πολύ βαθύ για να αποδώσει διαμπερή αερισμό, ή όταν δεν είναι δυνατό να τοποθετηθούν αντιδιαμετρικά ανοίγματα, τότε τα ανοίγματα στην οροφή μπορούν να ευνοήσουν την ανοδική ροή. Τα ανοίγματα της οροφής πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να δημιουργούν περιοχές χαμηλής πίεσης κοντά στο άνοιγμα για να ενισχύουν το φαινόμενο της καμινάδας.

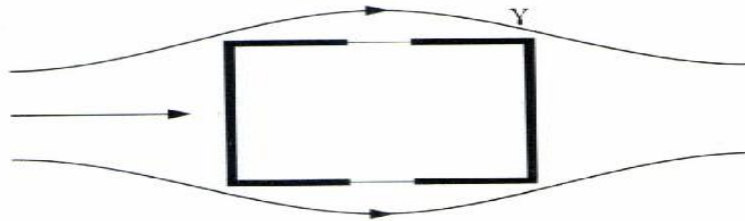
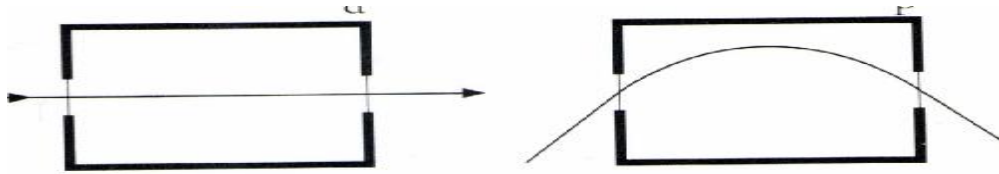


Αν ο χώρος έχει ανοίγματα κοντά σε παρακείμενους τοίχους, τα πτερύγια μπορούν να αυξήσουν σημαντικά το διαμπερή αερισμό . Από την άλλη τα πτερύγια τροποποιούν τη αρχική ροή μέσα στο χώρο. Η βλάστηση μπορεί να επηρεάσει τη μορφή της ροής του ανέμου με τον ίδιο τρόπο που μπορούν να τον επηρεάσουν γειτονικά κτίρια ή πτερύγια τοίχων . Επιπλέον εξασφαλίζουν φίλτραση του αέρα, μείωση του θορύβου και σκίαση.

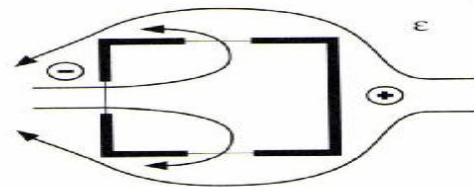
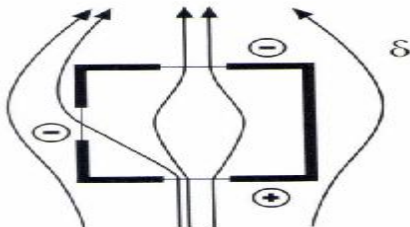
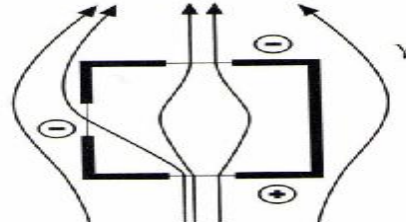
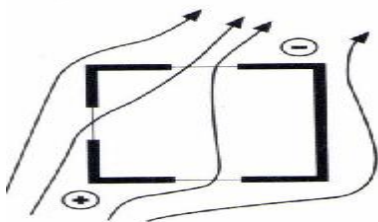
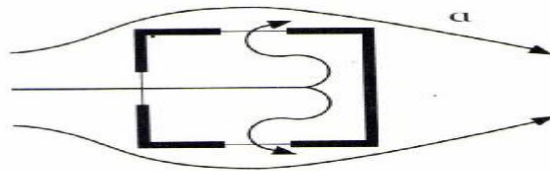


Ο διαμπερή αερισμός ενδείκνυται συχνά αν ο χώρος έχει τρία ανοίγματα σε διαφορετικές προσόψεις. Δυστυχώς αυτή η διάταξη είναι σπάνια, καθώς οι περισσότεροι χώροι έχουν έναν εξωτερικό τοίχο. Με ένα ανοιχτό παράθυρο ο αερισμός οφείλεται κυρίως στις τυρβώδεις διαταράξεις του ανέμου και η κίνηση του αέρα στο εσωτερικό δεν είναι αξιοσημείωτη. Ο αερισμός μπορεί να βελτιωθεί, αν δυο παράθυρα μπορούν να τοποθετηθούν σε μια όψη όσο το δυνατό μακρύτερα το ένα από το άλλο. Οι διακυμάνσεις του ανέμου δημιουργούν διαφορές πίεσης ανάμεσα στα παράθυρα που ευνοούν την κυκλοφορία αέρα στο χώρο. Τα πτερύγια κατά τη διεύθυνση του

ανέμου στα παράθυρα μπορούν να αυξήσουν τις διαφορές πίεσης μεταξύ δυο παραθύρων ευνοώντας την κυκλοφορία του αέρα στο χώρο. Τα πτερύγια κατά τη διεύθυνση του ανέμου σε παράθυρα ευνοούν σημαντικά το διαμπερή αερισμό του χώρου. Δυστυχώς όμως είναι αναποτελεσματικά για τις υπήνημες όψεις.

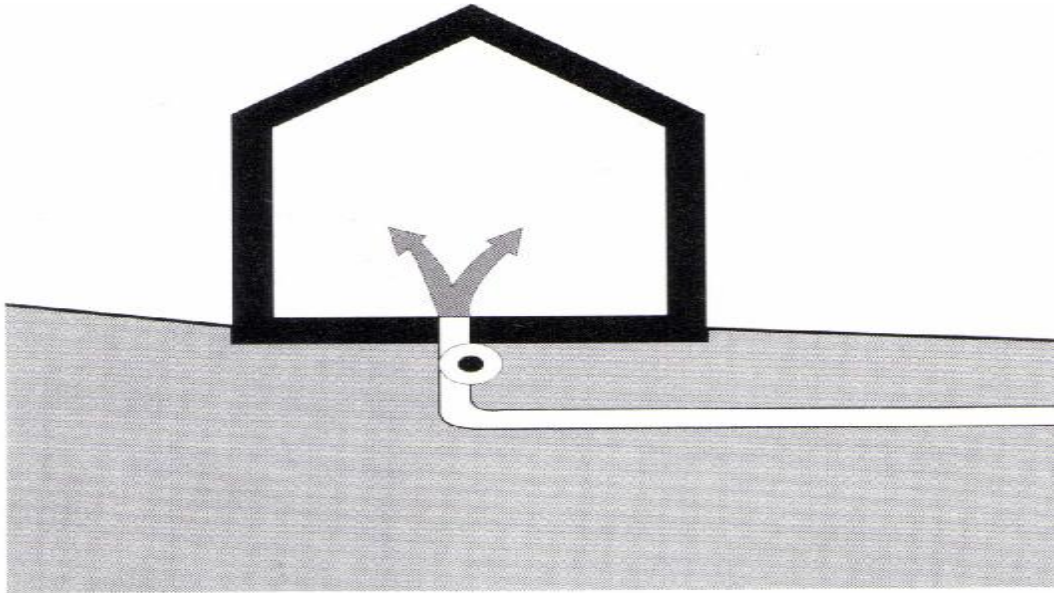


Όταν η είσοδος και η έξοδος είναι ευθυγραμμισμένες με τον άνεμο, η ροή ανέμου βραχυκυκλώνεται και αναπτύσσεται ασθενής δευτερεύουσα ροή πλάι στο κύριο ρεύμα. Αν ο άνεμος είναι πλάγιος προς το άνοιγμα, η ροή ανέμου κυκλοφορεί σε όλο το κτίριο. Αν ο άνεμος είναι παράλληλος στο άνοιγμα, δε δημιουργείται αξιόλογη κίνηση μέσα στο χώρο που κατοικείται.

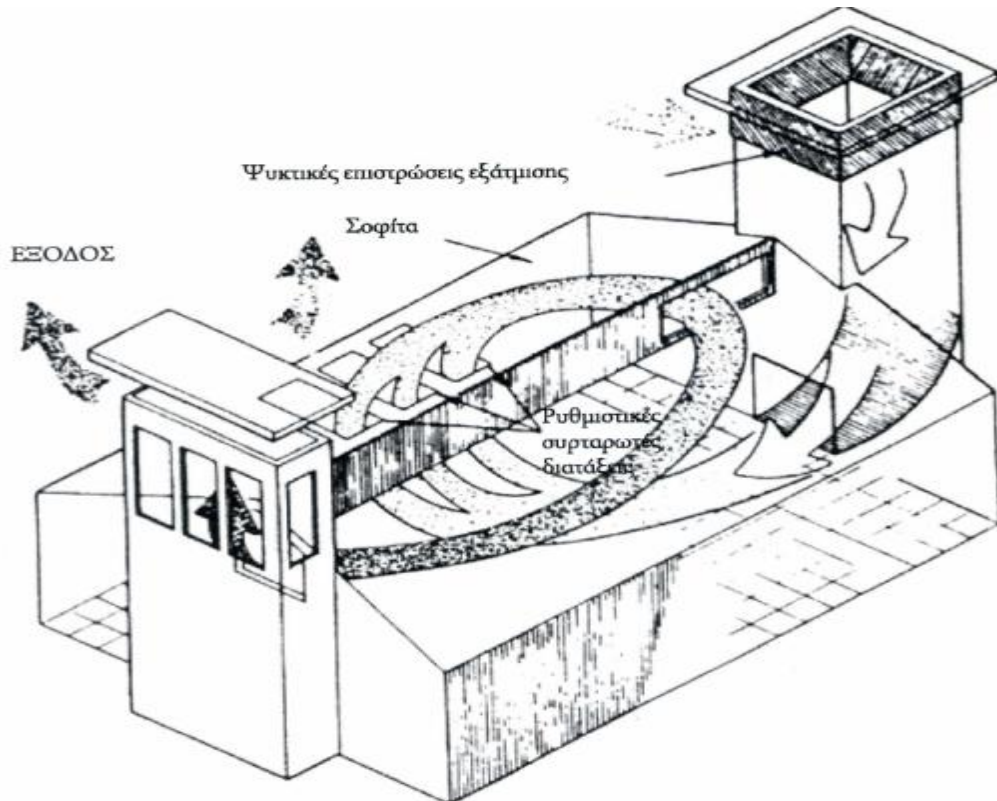


Ο διαμπερής αερισμός μπορεί αυξηθεί περαιτέρω με τοποθέτηση δυο εξόδων στους πλευρικούς τοίχους του κτιρίου. Αυτή η εκδοχή σχεδιασμού αξιοποιεί και τις συχνές μεταβολές της διεύθυνσης του ανέμου.

Η διανομή των ανοιγμάτων στην όψη του κτιρίου αποτελεί το κλειδί για αποτελεσματικό φυσικό εξαερισμό. Ο αερισμός είναι τρισδιάστατη συνάρτηση και η σωστή τοποθέτηση των ανοιγμάτων συμπεριλαμβανόμενων και των ανοιγμάτων είναι απαραίτητη. Η θέση των ανοιγμάτων εισόδου κυριαρχεί στη διαμόρφωση της ροής μέσα στο χώρο. Η θέση των ανοιγμάτων εξόδου είναι δευτερεύουσας σημασίας.



Σχήμα 11. Ψύξη από το έδαφος



Σχήμα 12. Ανεμόπυργοι που χρησιμοποιούν ψυκτικές επιστρώσεις εξάτμισης για να αυξηθεί η ψύξη με εξάτμιση.

Για να προσομοιωθεί η συμπεριφορά των παθητικών και υβριδικών στοιχείων ψύξης που εφαρμόστηκαν στο κτίριο, αναπτύχθηκαν ειδική αλγόριθμοι, που περιγράφουν την απόδοση αυτών των συστημάτων, οι οποίοι και προσαρτήθηκαν στο βασικό πρόγραμμα.

Η προσομοίωση έγινε σε 4 βασικούς τύπους παθητικών και υβριδικών συστημάτων και τεχνικών μεθόδων ψύξης:

1. Εναλλάκτης θερμότητας γης-αέρα(υπόγειες σωληνώσεις).
2. Στοιχεία ψύξης άμεσης εξάτμισης
3. Στοιχεία ψύξης έμμεσης εξάτμισης
4. Τεχνικές μέθοδοι νυχτερινού αερισμού

Η χρήση των τεχνικών νυχτερινού αερισμού μπορεί να παρέχει μέρος μόνο των απαιτούμενων ψυκτικών φορτίων. Για τον λόγο αυτό είναι συχνά αναγκαία η χρήση πρόσθετων συστημάτων ψύξης. Όταν χρησιμοποιούνται εναλλάκτες γης-αέρα ο σωλήνας πρέπει να θάβεται σε βάθος μεταξύ 3,5 και 5 μέτρων. Βρέθηκε ότι οι διακυμάνσεις της διαμέτρου και τη ταχύτητας του αέρα επηρεάζουν σημαντικά την εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου. Η αύξηση του μήκους του εναλλάκτης πάνω από μια τιμή δεν επιδρά σημαντικά στην θερμοκρασίας του κτιρίου.

Πιο σημαντική παράμετρος που επηρεάζει την εσωτερική θερμοκρασίας του κτιρίου κατά την χρήση συστημάτων εξάτμισης άμεσης ψύξης, είναι η παροχή του ανεμιστήρα, παρά η παροχή του προς εξάτμιση νερού. Η μείωση της εξωτερικής θερμοκρασίας ήταν ικανοποιητική όταν οι στροφές του ανεμιστήρα ξεπερνούσαν τις 1500 στροφές ανά λεπτό.

Η χρήση ψυκτών έμμεσης εξάτμισης τον Ιούνιο και τον Αύγουστο εξασφαλίζουν αποδεκτές στάθμες θερμοκρασίας για ταχύτητα αέρα 0,1 m/s, ενώ κατά τον Ιούλιο η ταχύτητα του αέρα που απαιτείται είναι 0,3 m/s.

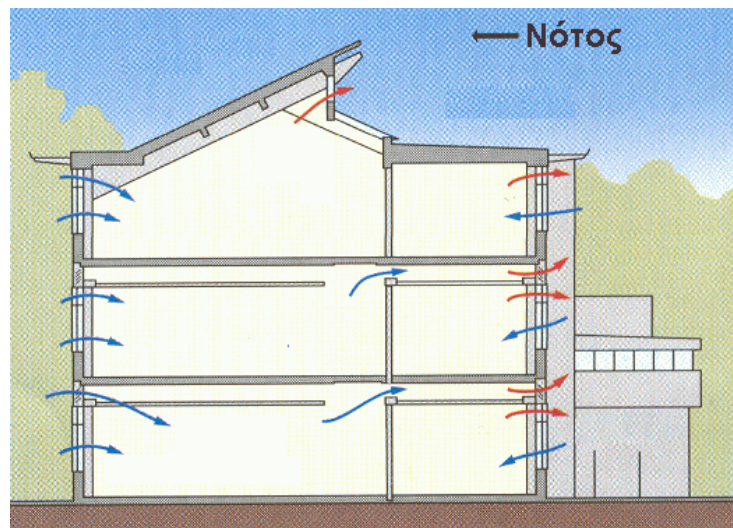
2.5 Παθητική ψύξη

Ο όρος παθητική ψύξη περιλαμβάνει καταστάσεις όπου η ζεύξη των χώρων και των στοιχείων του κτιρίου με τις δεξαμενές θερμότητας (αέρα, ουρανό, γη, νερό) ,με φυσικούς τρόπους μεταφοράς θερμότητας, οδηγεί σε πολύτιμο αποτέλεσμα στον εσωτερικό χώρο. Δηλαδή πρέπει να ληφθούν προληπτικά μέτρα για τον έλεγχο των ψυκτικών φορτίων, καθώς και τη δυνατότητα μηχανικής ενίσχυσης (υβριδικής) μεταφοράς θερμότητας για προώθηση της φυσικής διαδικασίας της παθητικής ψύξης. Οι διαδικασίες που παρεμβαίνουν στην παθητική ψύξη συνδέονται βασικά με αυτές του κλίματος και της ημερήσιας ανταλλαγής ενέργειας της γης. Με παρόμοιο τρόπο, οι ανοχές της θερμικής άνεσης του ανθρώπινου σώματος θα επηρεάζουν την επιλογή των τεχνικών μεθόδων ψύξης που χρησιμοποιούνται σε διάφορες περιστάσεις. Τροποποίηση του μικροκλίματος γύρω από το κτήριο, μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση των συνθηκών άνεσης μέσα και γύρω από το κτήριο, ενώ

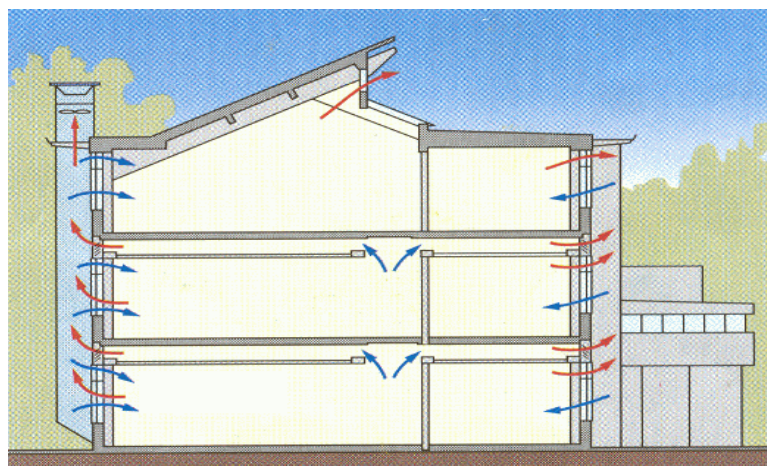
περιορίζει τα φορτία ψύξης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τον περιορισμό των εξωτερικών θερμοκρασιών, με ηλιακή προστασία, σχηματισμό ρευμάτων αέρα, εξάτμιση και διαπνοή των φυτών και με την εξάτμιση νερού.

Από τα σχήματα 13 και 14 παρατηρούμε ότι και στις δύο περιπτώσεις το υπερυψωμένο άνοιγμα στη στέγη (clerestory) συντελεί στον εξαερισμό όχι μόνο του άνω ορόφου αλλά και γενικότερα του κτιρίου.

Μάλιστα σε κτίρια με αίθριο, είναι επιτακτικό να υπάρχουν μεταβαλλόμενα αυτόματα ανοίγματα που επιτρέπουν την δημιουργία ρεύματος και βοηθούν στην επίτευξη φυσικής, επίσης και ατμοσφαιρικής άνεσης.



Σχήμα 13. Σε μια καλοκαιρινή ημέρα με ισχυρό άνεμο έχουμε διασταυρούμενο αερισμό του χώρου

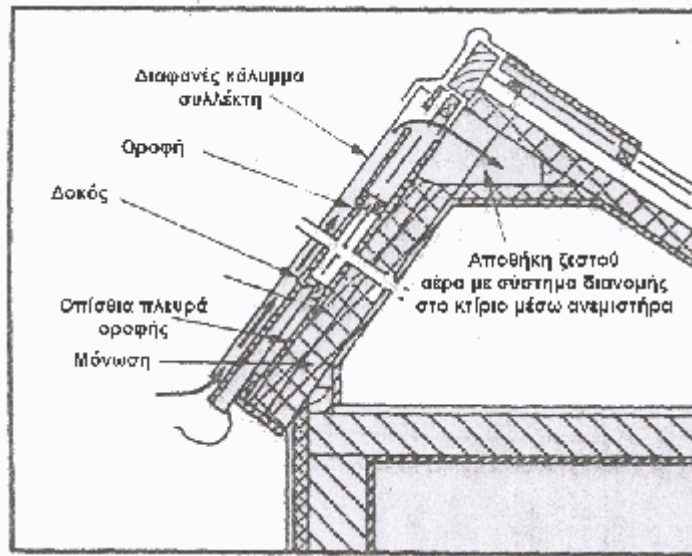
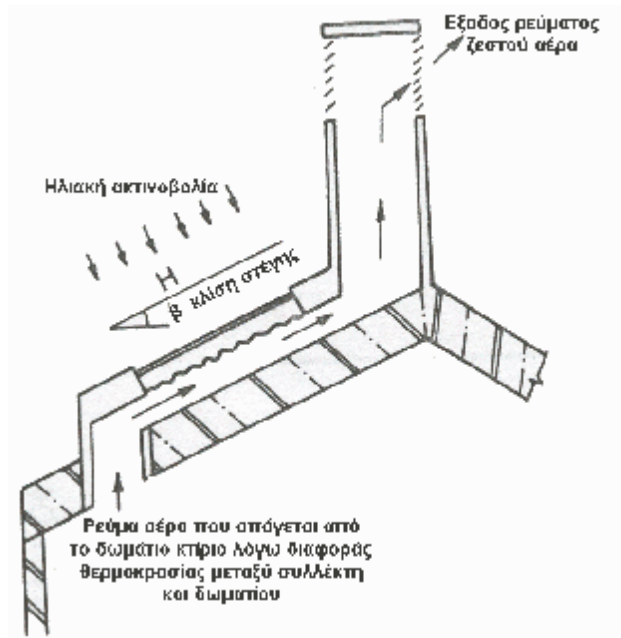


Σχήμα 14. Κατά την διάρκεια μιας ζεστής καλοκαιρινής μέρας ο αερισμός του κτιρίου γίνεται με την βοήθεια της καμινάδας

Από τα ανωτέρω γίνεται αντιληπτό ότι διάφοροι σχεδιασμοί παθητικής και ενεργητικής ηλιακής τεχνολογίας αναπτύσσονται και όχι μόνον στον οικιακό τομέα, τόσο για θέρμανση, όσο και συγχρόνως για φυσικό αερισμό.

2.6 Συστήματα παθητικής ηλιακής τεχνολογίας





2.7 Βιοκλιματικός σχεδιασμός-Εισαγωγή





Οι παραινέσεις της ιστορίας, της γεωγραφίας, της οικολογίας και πρόσφατα η ενεργειακή κρίση συνέβαλαν στο να ξαναθυμίσουν στους αρχιτέκτονες ότι, πολύ συχνά, λείπει από το σχεδιασμό μια βασική παράμετρος: η ενέργεια. Η παράλειψη αυτή έχει βέβαια τις ιστορικές τις ρίζες. Η σημαντική ανάπτυξη των παραγωγικών δυνάμεων, κυρίως από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα, προϋπέθετε μία μαζική παραγωγή αγαθών και μία σημαντική κατανάλωση ενέργειας στη βιομηχανία.

Το μοντέρνο βιομηχανικό σύστημα στηρίχθηκε στην πεποίθηση ότι η φύση αποτελεί αστείρευτη πηγή, από όπου μπορούμε να αντλούμε, χωρίς περιορισμούς την απαραίτητη ενέργεια. Το κεφάλαιο φύση όμως δεν είναι αποκαταστάσιμο. Η διατήρηση των ισορροπιών στη φύση αποτελεί κατεπείγουσα ανάγκη. Εάν ο σύγχρονος πολιτισμός θέλει σοβαρά να αποτρέψει τη ρήξη των οικολογικών ισορροπιών και την πτώχευση των πηγών, δεν μπορεί να συνεχίσει με τις ίδιες μεθόδους. Στη φιλοσοφία του μοντέρνου κινήματος, η αρχιτεκτονική είναι εξομοιωμένη με αντικείμενο κατανάλωσης. Έτσι η αρχιτεκτονική φανερώνει την κρυμμένη διάσταση της ενέργειας. Γι' αυτό οι νέοι αρχιτέκτονες αναζητούν νέους τρόπους κατασκευής, με εναλλακτικές "ήπιες μορφές ενέργειας" και φυσικά με την πρωταρχική πηγή ενέργειας, τον ήλιο.

Μέσα σε αυτά τα πλαίσια των "συσσωρευμένων κρίσεων", τη αρχιτεκτονικής, της οικολογίας, του ενεργειακού, αναπτύχθηκε μια έρευνα, αρχικά προσανατολισμένη προς την κατεύθυνση της εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια. Αργότερα στην προσπάθεια να εναρμονιστεί το κτίσμα με το φυσικό περιβάλλον, οδηγήθηκε στη συνολική αξιοποίηση των θετικών κλιματιστικών παραμέτρων. Σαν αποτέλεσμα προέκυψε η λεγόμενη "βιοκλιματική αρχιτεκτονική". Η προβληματική της συνίσταται, στο να αντιμετωπίζει το κτίριο συνολικά, από το στάδιο της αρχικής του σύλληψης, ως τόπο ανταλλαγής ενέργειας, ανάμεσα στο εσωτερικό και το εξωτερικό περιβάλλον, φυσικό/κλιματικό και την πρωταρχική πηγή ενέργειας, τον ήλιο.

Η βιοκλιματική ιδεολογία του κατοικημένου χώρου θεωρεί τη μεταβολή του κλίματος ως πλεονέκτημα για τον άνθρωπο, ενώ η υπερβολική ρύθμιση δημιουργεί μια άνεση ισοπεδωτική και μονότονη.

Μέσα στα πλαίσια της αντίληψης και ιδεολογίας, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική, για να γενικευτεί, προϋποθέτει ορισμένες συνθήκες, όρους αναγκαίους: η οικιστική πυκνότητα, η επιθυμία της άνεσης με την αυτοματοποίηση, η στερεοτυπία της αρχιτεκτονικής έκφρασης, η επικράτηση στον τομέα των κατασκευών, αποτελούν παράγοντες που δεν ενθαρρύνουν την ιδέα του βιοκλιματισμού, μια πρακτική διαφορετική για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Προϋπόθεση ικανή και αναγκαία αποτελεί η κοινωνική αποδοχή του βιοκλιματικού σχεδιασμού και η ενεργός συμμετοχή των κατοίκων στη διαμόρφωση του χτισμένου περιβάλλοντος, μέσα από μια διαδικασία πληροφόρησης και συνειδητοποίησης του σύνθετου προβλήματος

“εξοικονόμησης ενέργειας”, σε μια προοπτική συνετής διαχείρισης των φυσικών πηγών και ισορροπίας με τα οικοσυστήματα.

2.8 Στόχοι βιοκλιματικού σχεδιασμού

Άμεσος στόχος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι: να προσφέρει στους χρήστες άνετο θερμικό εσωκλίμα, αξιοποιώντας τα ευνοϊκά στοιχεία του κλίματος, εκλεκτικά, με ρυθμίσεις στο κέλυφος της κατασκευής, έτσι ώστε να καταναλίσκεται η ελάχιστη, δυνατή απαιτούμενη, συμπληρωματική ενέργεια.

Προκείμενου ένα σπίτι να λειτουργήσει βιοκλιματικά, θα πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω προϋποθέσεις-βασικές αρχές συνολικής ανταπόκρισης στις κλιματικές συνθήκες. Να λειτουργεί:

1. ως “φυσικός, ηλιακός συλλέκτης”
2. ως “αποθήκη θερμότητας”
3. ως “παγίδα θερμότητας”
4. ως “παγίδα φυσικού δροσισμού και αποθήκη ψύξης”

Για να επιτευχθεί ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σε ένα σπίτι πρέπει:

1. Να χωροθετηθεί κατάλληλα το κτίριο στο οικόπεδο
2. Να προσανατολιστεί κατάλληλα
3. Να έχει το κατάλληλο σχήμα
4. Να έχει το κατάλληλο χρώμα
5. Να έχει σωστή διαρρύθμιση εσωτερικών χώρων
6. Να μειωθούν όσο γίνεται περισσότερο οι θερμικές απώλειες
7. Να προσανατολιστούν σωστά τα ανοίγματα
8. Να αποφευχθεί όσο γίνεται η υπερθέρμανση των χώρων

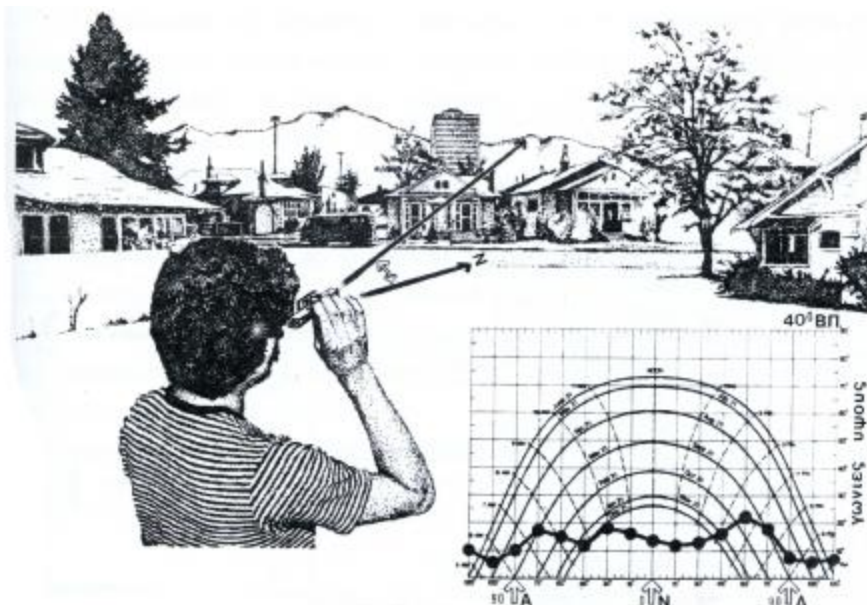
2.8.1 Η κατάλληλη χωροθέτηση του κτιρίου

Ο επαρκής ηλιασμός του κτιρίου στη διάρκεια του χειμώνα, από τις ώρες 9:00π.μ – 3:00μ.μ , προσφέρει την αναγκαία ηλιακή, θερμική ενέργεια, για τη λειτουργία του ως συλλέκτη θερμότητας.

Εργαλεία για τη σωστή τοποθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο αποτελούν οι ηλιακοί ή ενεργειακοί χάρτες, καθώς και τα διαγράμματα που απεικονίζουν τις τροχιές του ήλιου και προσδιορίζουν τη διάρκεια ηλιασμού και της έντασης της θερμικής ακτινοβολίας. Με την χρήση του ηλιακού χάρτη (Σχήμα 15) καθορίζεται το ανάγλυφο του περιβάλλοντος, για τη συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, ο σκιασμός του οικοπέδου από δέντρα, λόφους, κτίρια, καθώς και ο ελεύθερος χώρος, όπου ο ηλιασμός είναι ανεμπόδιτος και μπορεί να τοποθετηθεί το κτίριο.

Όταν επιλέγεται η ακριβής θέση του κτιρίου, συνήθως προς τη βορινή πλευρά του οικοπέδου, θα πρέπει να μορφοποιείται και ο εξωτερικός χώρος, ο γειτονικός στο κτίριο, γιατί οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τούς ανοιχτούς χώρους, όταν υπάρχει

λιακάδα. Οι νότιες προσόψεις παρουσιάζουν αξιόλογο ενδιαφέρον, όχι μόνο για τη δυνατότητα συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά και για τους ανοιχτούς χώρους που δημιουργούνται μπροστά τους.



Σχήμα 15. Η χρήση του ηλιακού χάρτη για τον προσδιορισμό του ανάγλυφου του εδάφους , 40⁰ Β.Γ.Π.

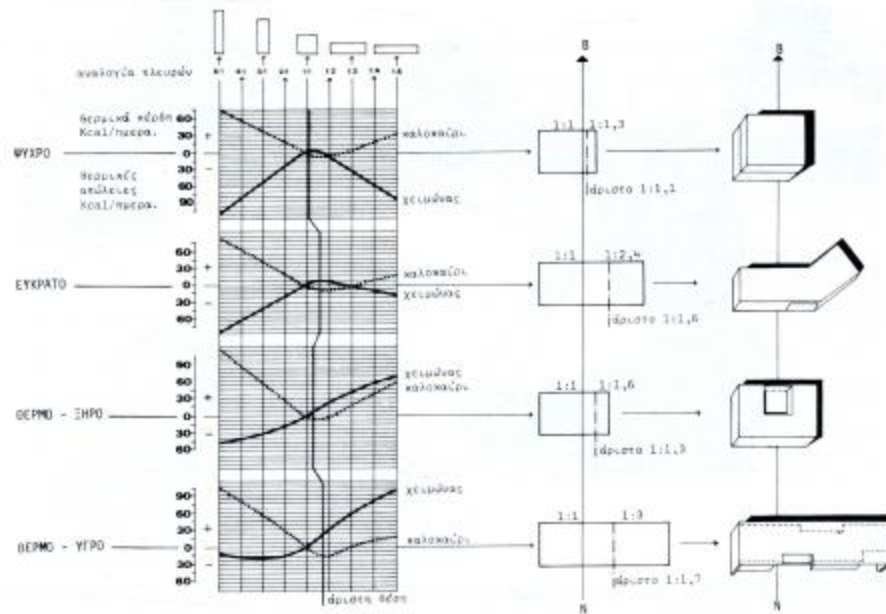
2.8.2. Το σχήμα του κτιρίου

Το σχήμα του κτιρίου συναρτάται με τις ανάγκες του για θέρμανση και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής. Ένα κτίσμα επίμηκες, κατά τον άξονα ανατολής-δύσης, προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο, για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας, το χειμώνα.

Από έρευνες που έγιναν, για τον προσδιορισμό του άριστου σχήματος του κτηρίου, σε δοσμένο γεωγραφικό περιβάλλον και κλιματικές συνθήκες, προέκυψαν συνοπτικά τα εξής συμπεράσματα:

- Το κτήριο-κύβος δεν είναι το βέλτιστο σχήμα, για οποιοδήποτε τόπο.
- Όλα τα σχήματα κτηρίου, τα επιμήκη κατά τον άξονα βορρά-νότου, λειτουργούν λιγότερο αποτελεσματικά σε σχέση με το τετράγωνο, χειμώνα-καλοκαίρι.

Η άριστη μορφή, για οποιοσδήποτε κλιματικές συνθήκες είναι η επιμήκης, κατά τον άξονα ανατολής-δύσης, αλλά με διαφορετικές αναλογίες στις διαστάσεις της (Σχήμα 16).



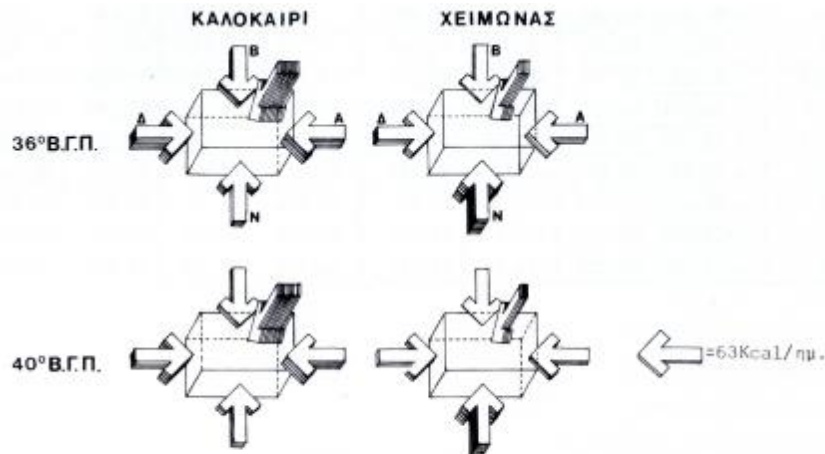
Σχήμα 16. Προσδιορισμός του άριστου σχήματος κτιρίου, σε σχέση με τις θερμικές επιβαρύνσεις, για διαφορετικές κλιματικές περιοχές

2..8.3. Ο προσανατολισμός του κτιρίου

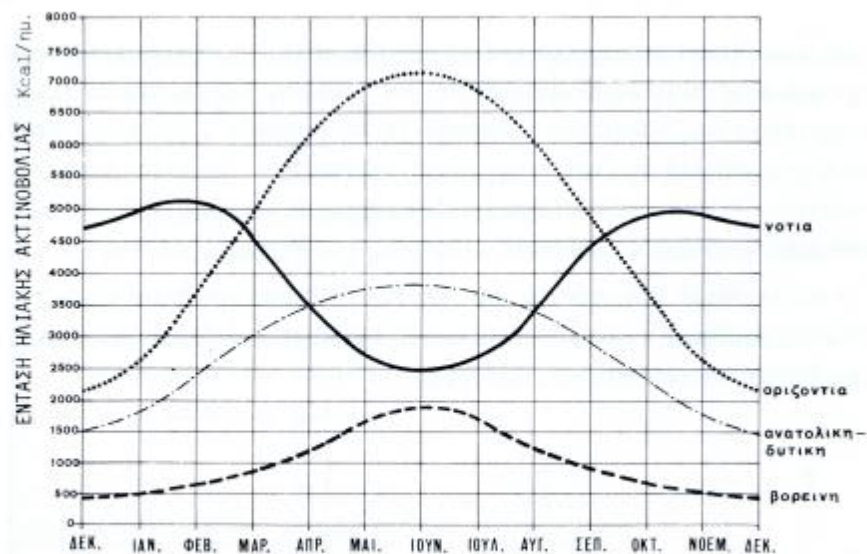
Το πρόβλημα του προσανατολισμού είναι σύνθετο γιατί επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως:

- Την τοπογραφία της περιοχής.
- Το φυσικό τοπίο.
- Τις απαιτήσεις ιδιωτικότητας
- Τη μείωση του θορύβου.
- Τις κλιματικές παραμέτρους, άνεμο και ηλιακή ακτινοβολία.

Για την εύκρατη ζώνη, όσον αφορά τους κλιματικές παραμέτρους, ο καταλληλότερος προσανατολισμός είναι ο νότιος, γιατί η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν τριπλάσια, σε σχέση με την ανατολή και τη δύση, για τη περίοδο του χειμώνα. Ενώ μειώνεται σχεδόν στο μισό, για τη νότια προσανατολισμένη επιφάνεια, απ' ότι για την ανατολική και τη δυτική, για το καλοκαίρι (Σχήμα 17,18).

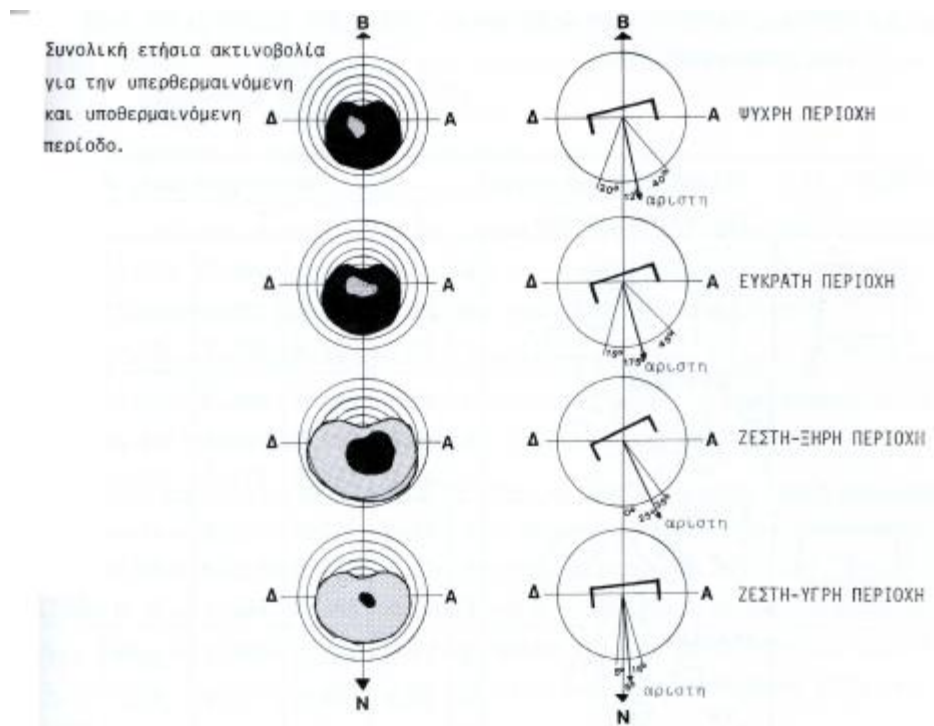


Σχήμα 17. Θερμικά φορτία για διαφορετικούς προσανατολισμούς, χειμώνα και καλοκαίρι, για 40° και 36° Β.Γ.Π., αντίστοιχα.



Σχήμα 18. Η ένταση της θερμικής ηλιακής ακτινοβολίας, για διαφορετικούς προσανατολισμούς, σε συνθήκες ανέφελου ουρανού, για 40° Β.Γ.Π.

Για 40° Β.Γ.Π., ο καλύτερος προσανατολισμός βρίσκεται 17.5 ανατολικότερα του νότου, εξασφαλίζοντας έτσι τη μεγαλύτερη ποσότητα ηλιασμού το χειμώνα και προστασία από τους ψυχρούς βόρειους ανέμους. Ταυτόχρονα επωφελείται το κτήριο από τις δροσερές αύρες στη διάρκεια του καλοκαιριού, μειώνοντας έτσι τη πιθανότητα να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης στο εσωτερικό του (Σχήμα 19).



Σχήμα 19. Προσδιορισμός του καλύτερου προσανατολισμού, με βάση την ετήσια, συνολική ακτινοβολία, για τις 4 κλιματικές περιοχές των Η.Π.Α.

Σε χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη, 40° και κάτω, οι νότιες επιφάνειες έχουν ακόμη μεγαλύτερο ηλιακό κέρδος το χειμώνα, ενώ οι ανατολικές και οι δυτικές είναι ιδιαίτερα επιβαρημένες το καλοκαίρι, με προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία δυο και τρεις φορές περισσότερη, σε σχέση με τη νότια επιφάνεια. Κτίρια, καλά θερμομονωμένα και με αποτελεσματική ηλιοπροστασία παρουσιάζουν ακόμη μεγαλύτερες διαφορές στις θερμικές επιβαρύνσεις.

Επίσης, για να διασφαλίζεται ο ηλιασμός όλου του εσωτερικού χώρου από τ' ανοίγματα της νότιας πρόσοψης, θα πρέπει το βάθος του κτιρίου να μην είναι μεγαλύτερο από 2.5 φορές το ύψος του παραθύρου (με αφετηρία το δάπεδο). Ο εμπειρικός αυτός κανόνας εξασφαλίζει ταυτόχρονα και επαρκή φωτισμό στον εσωτερικό χώρο.

2.8.4. Ο προσανατολισμός και το μέγεθος των ανοιγμάτων

Ο προσανατολισμός και το μέγεθος των ανοιγμάτων του κτιρίου αποτελούν βασικό παράγοντα για τη λειτουργία του ως φυσικού, ηλιακού συλλέκτη.

Το γυαλί είναι υλικό πολύ λίγο θερμομονωτικό. Για παράδειγμα, όταν η θερμοκρασία του χώρου είναι 20°C και η εξωτερική 0°C, οι θερμικές απώλειες του γυαλιού σε σύγκριση με μια τοιχοποιία καλά θερμομονωμένη, είναι:

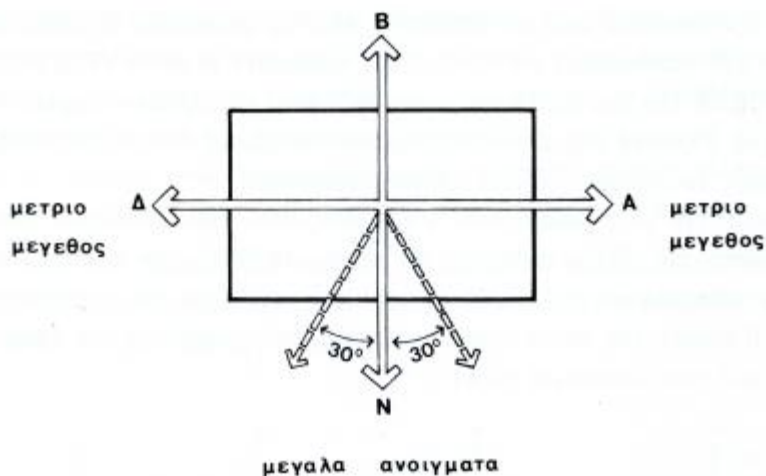
116 Watts/cm² για μονό υαλοπίνακα

60 Watts/cm² για διπλό υαλοπίνακα,

7 Watts/cm² για τοιχοποιία καλά θερμομονωμένη.

Ωστόσο, η γυάλινη επιφάνεια δεν αποτελεί μόνο πηγή θερμικών απωλειών, όπως για πολύ καιρό πιστεύονταν, αλλά και πηγή θερμικών κερδών από την ηλιακή ακτινοβολία, αρκεί να έχει τον κατάλληλο προσανατολισμό.

Η πιο πρόσφατη άποψη είναι ότι, η γυάλινη επιφάνεια είναι ο πιο οικονομικός, ηλιακός συλλέκτης, ο πιο αποδοτικός, αρκεί να προσανατολίζεται στο νότο, με ανοχή ±30° ανατολικότερα ή δυτικότερα (Σχήμα 20).



Σχήμα 20. Το μέγεθος των ανοιγμάτων σε σχέση με τον προσανατολισμό τους .

Προτείνονται μεγάλα ανοίγματα στο νότο, με μονό ή διπλό τζάμι, ανοίγματα μέτριων διαστάσεων ανατολικά και δυτικά και μικρά ανοίγματα στη βορινή πλευρά του κτιρίου, με διπλό τζάμι.

2.8.5. Το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου

Το χρώμα των εξωτερικών συμπαγών, δομικών στοιχείων, επηρεάζει την ποσότητα της θερμικής ενέργειας, που μπαίνει μέσα στο κτίριο, μια και τα σκούρα χρώματα απορροφούν περισσότερη ηλιακή θερμότητα απ' ό,τι τα ανοιχτά χρώματα.

Για κλίματα ζεστά, οι εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων, που αντιμετωπίζουν την έντονη ηλιακή ακτινοβολία, πρέπει να βάφονται σε χρώματα ανοιχτά. Ενώ για

ψυχρά κλίματα, ενδείκνυνται οι βαμμένες σε σκούρο χρώμα επιφάνειες, γιατί έτσι απορροφούν μεγαλύτερα ποσά ηλιακής, θερμικής ακτινοβολίας.

2.8.6 Το κτίριο ως παγίδα θερμότητας

Γνωρίσαμε τα χαρακτηριστικά του κτιρίου και τις βασικές βιοκλιματικές αρχές λειτουργίας του ως φυσικού, ηλιακού συλλέκτη και ως αποθήκης θερμότητας. Ωστόσο, για ν'αποδώσουν αποτελεσματικά οι δυνατότητες αυτές, το κτίριο πρέπει να λειτουργεί ταυτόχρονα και ως "παγίδα θερμότητας". Αυτό σημαίνει ότι, η θερμότητα, που μάζεψε και αποθήκευσε, δεν πρέπει να διασκορπίζεται προς τα έξω.

Η διασπορά θερμότητας από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον προσδιορίζεται με τις θερμικές του απώλειες και συμβαίνει όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι χαμηλές, δηλαδή τον χειμώνα.

Αντίστροφα το καλοκαίρι, που οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλότερες, το κτίριο απορροφά θερμότητα, πολύ περισσότερη μάλιστα, όταν είναι άμεσα εκτεθειμένο στην ηλιακή ακτινοβολία. Τότε το εσωτερικό περιβάλλον κινδυνεύει από υπερθέρμανση και συνθήκες δυσφορίας.

Αυτή η φαινομενικά αντιφατική λειτουργία του κτιρίου, από τη μια μείωση των θερμικών απωλειών τον χειμώνα και από την άλλη μείωση των θερμικών κερδών στη διάρκεια του καλοκαιριού, στην πραγματικότητα δεν είναι ασυμβίβαστη, εφόσον η προσαρμογή του κτιρίου στα κλιματικά φαινόμενα και στο περιβάλλον μελετηθεί σωστά.

- .

2.8.7. Το κτίριο ως «φυσικός συλλέκτης δροσισμού και ψύξης»

Για τον χειμώνα, η λειτουργία του κτιρίου ως φυσικού ηλιακού συλλέκτη, ως αποθήκης θερμότητας και ως παγίδας θερμότητας εξασφαλίζει μια σημαντικά αυξημένη εξοικονόμηση ενέργειας, χωρίς αυτό να σημαίνει υποχωρήσεις στο θερμικό επίπεδο, σε σχέση με τα όρια της άνεσης.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του βιοκλιματικού κελύφους είναι:

- νότια προσανατολισμένα μεγάλα ανοίγματα, για ηλιακό κέρδος,
- μεγάλη θερμική μάζα, για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας και
- θερμική προστασία, τόσο των συμπαγών δομικών στοιχείων, όσο και κυρίως των γυάλινων επιφανειών, στη διάρκεια της νύχτας.

Το καλοκαίρι οι κλιματικές συνθήκες αντιστρέφονται. Οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλές, το κτίριο απορροφά θερμότητα, πολύ περισσότερη μάλιστα, όταν είναι άμεσα εκτεθειμένο στην ηλιακή ακτινοβολία, με κίνδυνο να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης στο εσωτερικό του κτιρίου, που να ξεπερνούν τα όρια της θερμικής άνεσης .

Οι παράμετροι-προϋποθέσεις που επηρεάζουν και καθορίζουν την αποτελεσματική λειτουργία του κτιρίου ως "φυσικού συλλέκτη δροσισμού" και "ψύξης", για τις συνθήκες του καλοκαιριού, είναι:

- ο σκιασμός του κτιρίου και η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων, έτσι ώστε να αποκλείεται η ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία.
- η θερμική αδράνεια της κατασκευής, με την χρησιμοποίηση υλικών μεγάλης θερμοχωρητικότητας.
- η εξασφάλιση επαρκούς φυσικού αερισμού, ιδιαίτερα τη νύχτα που οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες, έτσι ώστε ν'απομακρύνεται το επί πλέον θερμικό φορτίο του εσωτερικού χώρου.
- το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών.
- η φυσική ψύξη με εξάτμιση, κυρίως για ξηρές-ζεστές περιοχές, όπου η σχετική υγρασία είναι χαμηλή.

Οι παραπάνω προϋποθέσεις μπορούν να εξασφαλιστούν με κατάλληλες ρυθμίσεις στο κέλυφος του κτιρίου και στο περιβάλλον του, στη διαδικασία του σχεδιασμού.

2.8.8. Ηλιοπροστασία

Εκτός από τα φυλλοβόλα δένδρα που με κατάλληλη εκλογή είδους (σύντομη προσαρμογή και ανάπτυξη, περιορισμένη περιποίηση, ύψους, όγκος φυλλώματος) και απόστασης από το κτίριο μπορούν να αποτελέσουν <<υλικό>> ηλιοπροστασίας καθώς και το οπλισμένο σκυρόδεμα που μπορεί να καλύψει τις γενικές κατασκευαστικές λύσεις ηλιοπροστασίας, αποτελούν υλικά για τις ειδικές λύσεις:

1. Για τα σταθερά πετάσματα

- Αλουμίνιο
- Πλαστικό
- Προκατασκευασμένο ή προεντεταμένο σκυρόδεμα
- Ασβεστοαμιαντοτσιμέντο

2. Για τα κινητά πετάσματα

- Υφάσματα για κουρτίνες
- Πλαστικό
- Ύφασμα ή συνθετικό ακρυλικό υλικό
- Ξύλο ή πλαστικό

3. Για τους υαλοπίνακες

- Απορροφητικοί υαλοπίνακες
- Ανακλαστικοί υαλοπίνακες
- Υαλοπίνακες που προκαλούν σκεδασμό
- Ηλιοπροστατευτικές μεμβράνες
- Ηλιοπροστατευτικά γαλακτώματα

2.9 Μείωση των θερμικών απωλειών

Για να διατηρηθεί η επιθυμητή θερμοκρασία στους χώρους των κτιρίων στην διάρκεια της χειμερινής περιόδου, απαιτούνται ποσά θερμότητας που παράγονται με κατανάλωση ενέργειας. Η θερμότητα αυτή έχει την ιδιότητα να μετακινείται από θερμότερους σε ψυχρότερους χώρους. Και η μετακίνηση αυτή που έχει σαν αποτέλεσμα την θερμοαπώλεια δεν μπορεί με κανένα τρόπο να εμποδιστεί εντελώς. Μπορεί όμως να περιορισθεί αν χρησιμοποιηθούν κατάλληλα υλικά με συγκεκριμένες φυσικές ιδιότητες, τα θερμομονωτικά υλικά (πίνακας 2).

Η θέρμανση ενός χώρου στη χειμερινή περίοδο έχει στόχο την εξασφάλιση άνετου θερμικά εσωκλίματος καλύπτοντας τη θερμοκρασιακή διαφορά από τη θερμοκρασία που θα επικρατούσε στο κτίριο χωρίς αυτή μέχρι την επιθυμητή θερμοκρασία. Το μεγαλύτερο μέρος της διαφοράς αυτής αντιστοιχεί στις θερμικές απώλειες.

Με την συμβολή της θέρμανσης ή ψύξης επιτυγχάνεται η εξισορρόπηση του θερμικού ισοζυγίου του χώρου που καθορίζεται από:

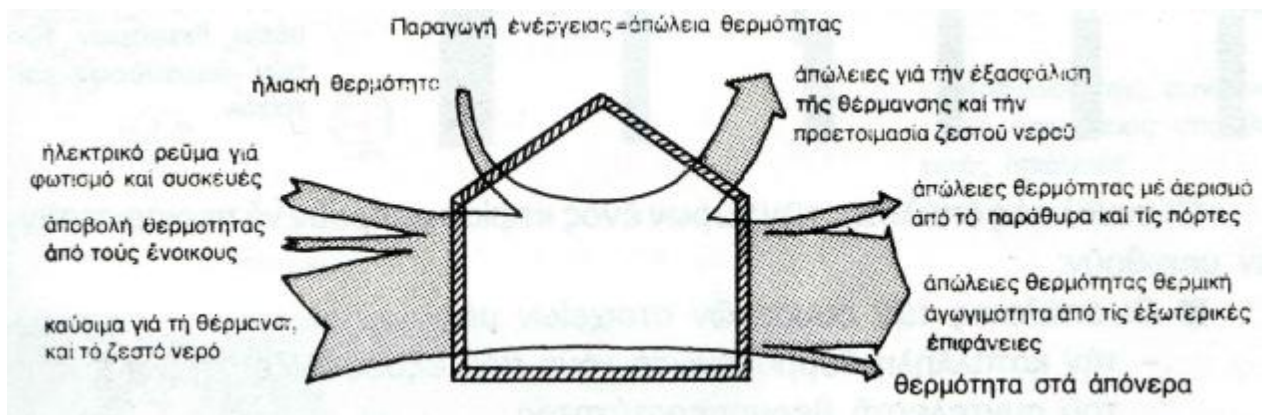
- τις θερμικές απώλειες ή κέρδη Q_c με αγωγιμότητα από τις επιφάνειες που περικλείουν το χώρο. (Πρέπει όμως να γίνει διάκριση ανάμεσα στις απώλειες από τις διαφανείς επιφάνειες του περιβλήματος και τις από τα συμπαγή του στοιχεία).
- τις θερμικές απώλειες ή κέρδη εξαιτίας του αερισμού Q_n που προκύπτουν από τις εναλλαγές του αέρα στο χώρο.
- τη θερμική πρόσοδο από την ηλιακή ακτινοβολία Q_s που πάλι διακρίνεται σε πρόσοδο από τις διαφανείς επιφάνειες και από τις συμπαγείς.
- το θερμικό κέρδος από τις θερμαντικές πηγές του χώρου Q_i π.χ. από φωτισμό, ενοίκους, οικιακές συσκευές.
- τις θερμικές απώλειες Q_e από εξάτμιση στις επιφάνειες ή μέσα στο κτίριο.
- τις θερμαντικές ή ψυκτικές ανάγκες του χώρου Q_M .

Οι παραπάνω παράμετροι συνδέονται με την σχέση που εκφράζει και το θερμικό ισοζύγιο:

$$Q_i + Q_s \pm Q_c \pm Q_n \pm Q_M - Q_e = 0$$

Στο Σχήμα 21. παριστάνεται γραφικά το θερμικό ισοζύγιο μιας μονοκατοικίας στη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης..

Σχήμα 21. Το ισοζύγιο ενέργειας μιας μονοκατοικίας στη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης



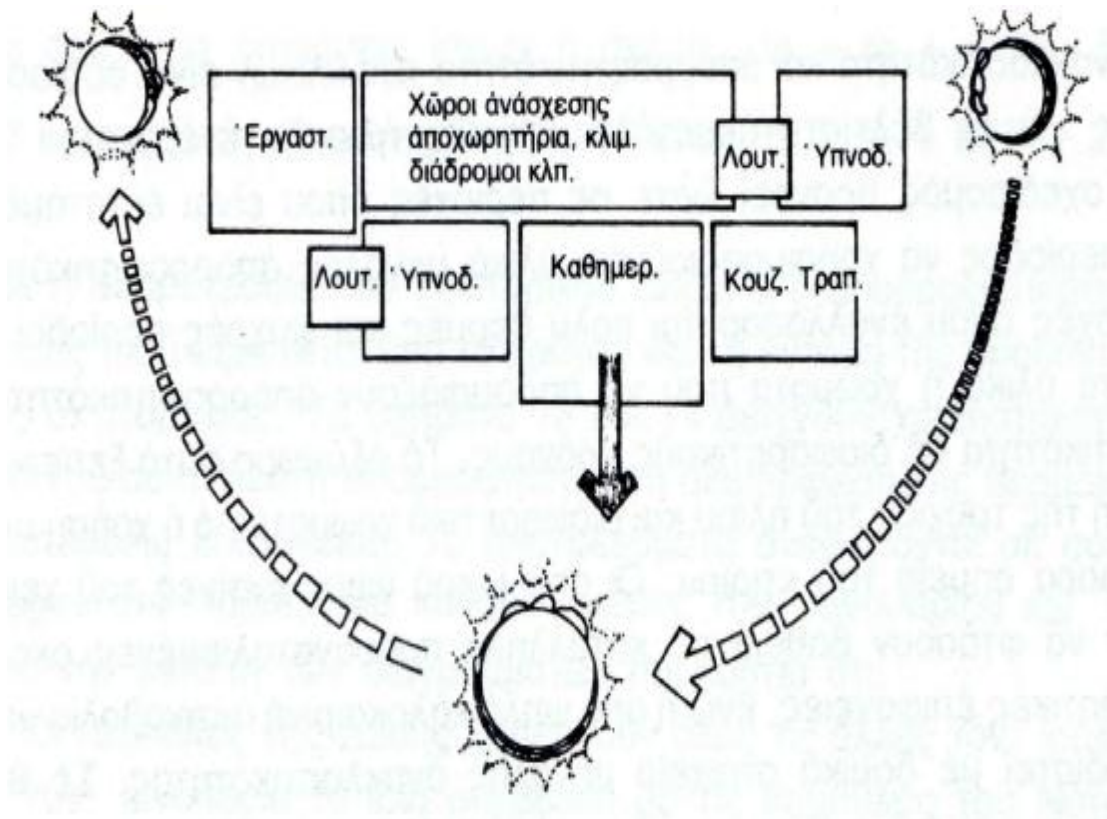
Μονωτικό	λ W/m°C	Αντοχή στη θερμότητα	Αντίδραση στη φωτιά	Διαπερατ. στην Υγρασία	Φθορά μέ τόν χρόνο	Προσβολή στά Παράσιτα
Υαλοβάμβακας Ορυκτά ινώδη	0,041	Εξαιρετη	Εξαιρετη	Μεγάλη	Αφθαρτο	Δέν προσβάλλεται
Ίνες άμιάντου	0,067	Εξαιρετη	Εξαιρετη	Μεγάλη	Αφθαρτο	Δέν προσβάλλεται
Ίνες ξύλου	0,098	Καλή	Κακή	Μεγάλη	Μέση	Τρωκτικά
Φελλός	0,043	Καλή	Κακή	Μεγάλη	Αφθαρτο	Τρωκτικά
Φελλός συμπ.	0,100	Καλή	Κακή	Μέση	Αφθαρτο	Τρωκτικά
Πολυστερίνη άπό 30-18kg/m ³	0,029 0,044	Μέχρι 75°C	Κακή. Μπο- ρεί νά βελτ.	Μέση και μικρή	Αφθαρτο	Έντομα Τρωκτικά
Πολυουρεθάνη άπό 40-35kg/m ³	0,021 0,033	Μέχρι 130°C	Κακή. Μπο- ρεί νά βελτ.	Μικρή	Αφθαρτο	Δέν προσβάλλεται
P.V.C	0,031 0,031	Μέχρι 30°C	Μή εύφλεκτο	Πολύ Μικρή	Αφθαρτο	Δέν προσβάλλεται
Κυψελωτό Γυαλί	0,050 0,063	Καλή	Εξαιρετη	Καθόλου	Αφθαρτο	Δέν προσβάλλεται
Βερμικουλίτης	0,100 0,140	Εξαιρετη	Εξαιρετη	Μεγάλη	Αφθαρτο	Δέν προσβάλλεται
Πολυαιθυλένιο μονωτικό	0,045	Μέχρι 80°C	Πολύ μικρή	Πολύ μικρή	Αφθαρτο	Δέν προσβάλλεται
Περλίτης	0,058	Εξαιρετη	Πολύ καλή	Μεγάλη	Αφθαρτο	Δέν προσβάλλεται
Σκυρόδεμα μέ ξύ- λο (Φιμπραγκλος)	0,120 0,160	Καλή	Καλή	Μεγάλη	Μέση	Δέν προσβάλλεται
Ξύλο	0,120 0,230	Καλή	Μέση έξ. άπό τό πάχος	Μικρή	Φθείρεται μπορεί νά βελτιωθεί	Έντομα
Κυψελωτό Σκυρόδεμα	0,160 0,290	Εξαιρετη	Εξαιρετη	Μικρή	Αφθαρτο	Δέν προσβάλλεται

Πίνακας 3. Στοιχεία των κυριότερων μονωτικών υλικών

2.10 Διάταξη των εσωτερικών χώρων

Οι μικροκλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην διάρκεια του χειμώνα στις πλευρές ενός κτιρίου είναι καθοριστικές για μια ορθή διάταξη των χώρων. Η βόρεια πλευρά παραμένει η πιο ψυχρή γιατί δεν δέχεται άμεση ηλιακή ακτινοβολία στην περίοδο αυτή. Η ανατολική και η δυτική δέχονται ίση ποσότητα, με λίγο πιο ζεστή τη δυτική εξαιτίας του συνδυασμού ηλιακής ακτινοβολίας και υψηλών μεσημβρινών θερμοκρασιών του αέρα. Η νότια πλευρά είναι φωτεινότερη και πιο ζεστή και δέχεται ηλιακή ακτινοβολία στη διάρκεια όλης της μέρας.

Επομένως οι χώροι που θα κατοικούνται όλη την μέρα και έχουν μεγάλες θερμαντικές και φωτιστικές απαιτήσεις πρέπει να τοποθετηθούν στο νότο. (Προϋπόθεση λοιπόν η διάταξη του κτιρίου στη διεύθυνση Α-Δ). Η λεπτομερέστερη διάταξη π.χ. ΝΑ ένας χώρος πρωινού, ΝΔ ένας χώρος γραφείου ή μαστορέματος είναι αποτέλεσμα προσωπικής εκλογής των ενοίκων. Χώροι με μικρές ή μηδενικές απαιτήσεις σε φωτισμό (διάδρομοι, αποθήκη, γκαράζ) τοποθετούνται στα βόρεια ώστε να μεσολαβούν ανάμεσα στους χώρους και την ψυχρή βορινή πλευρά του κτιρίου (Σχήμα 22).



Σχήμα 22. Διάταξη των χώρων μιας κατοικίας ενεργειακά σωστής

Η τεχνική της τοποθέτησης αυτών των χώρων στο βορρά ήταν γνωστή από παλιά. Στην αγροτική κατοικία ήταν και είναι ο στάβλος και η αποθήκη. Στην αστική κατοικία είναι το γκαράζ και αποθηκευτική χώροι. Οι χώροι αυτοί «φράγμα» αποτελούν ένα δεύτερο περίβλημα γύρω από την κατοικία που εξασθενεί την επίδραση των εξωτερικών μεταβολών θερμοκρασίας στο εσωκλίμα του κτιρίου, παίζοντας το ρόλο μιας πρόσθετης μόνωσης μιας ακόμη «παθητικής» προστασίας. Επιπλέον αυτοί οι χώροι, χάρη στη θερμότητα που κερδίζεται από τις απώλειες του κτιρίου, θερμαίνονται σε χαμηλότερη θερμοκρασία χωρίς πρόσθετη κατανάλωση ενέργειας επιτρέποντας μέσα σ'αυτούς πρόσκαιρες δραστηριότητες.

Ένα άλλο είδος φράγματος είναι οι υαλόφρακτοι χώροι που τοποθετούνται στο νότιο μέρος του κτιρίου συγκεντρώνοντας την ηλιακή ενέργεια, όπως θερμοκήπια, λότζιες, βεράντες, είναι «ενεργητικοί» χώροι φράγματα, γιατί εξασκούν θερμικά ρυθμιστικό ρόλο προσθέτοντας ενέργεια στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου. Τέλος πρέπει ν'αναφερθεί ότι οι χώροι φράγματα μπορεί να δημιουργηθούν σε μονοκατοικίες η πολυκατοικίες σε νέα ή υφιστάμενα κτίρια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΟΙΚΙΣΚΟΥ

3.1 Εισαγωγή

Στα πλαίσια τής εργασίας κατασκευάσαμε ένα πειραματικό βιοκλιματικό οικίσκο με κύριο υλικό κατασκευής το ξύλο ,ο οποίος έχει διαστάσεις:

Μήκος: 146 cm

Πλάτος: 105,5 cm

Μέγιστο ύψος: 213 cm

Ελάχιστο ύψος: 140 cm

Στόχος μας είναι η κάλυψη όλων των φορτίων του βιοκλιματικού αυτού οικίσκου. Κατ επέκταση αξιολογώντας τα δεδομένα που θα λάβουμε θα εξάγουμε συμπεράσματα για την κάλυψη των φορτίων ενός συμβατικού σπιτιού (νοικοκυριού).

Ο οικίσκος κατασκευάστηκε με τις προδιαγραφές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και τις αρχές της παθητικής ηλιακής τεχνολογίας που αναφέρθηκαν εκτενέστερα στο Κεφάλαιο 2.

Ο οικίσκος διαθέτει ενεργειακή οροφή, ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης, κατάλληλη μόνωση και ενσωματωμένα συστήματα παθητικής ηλιακής τεχνολογίας. Ο συνδυασμός αυτός στοχεύει στη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών με ταυτόχρονη μείωση των απωλειών.



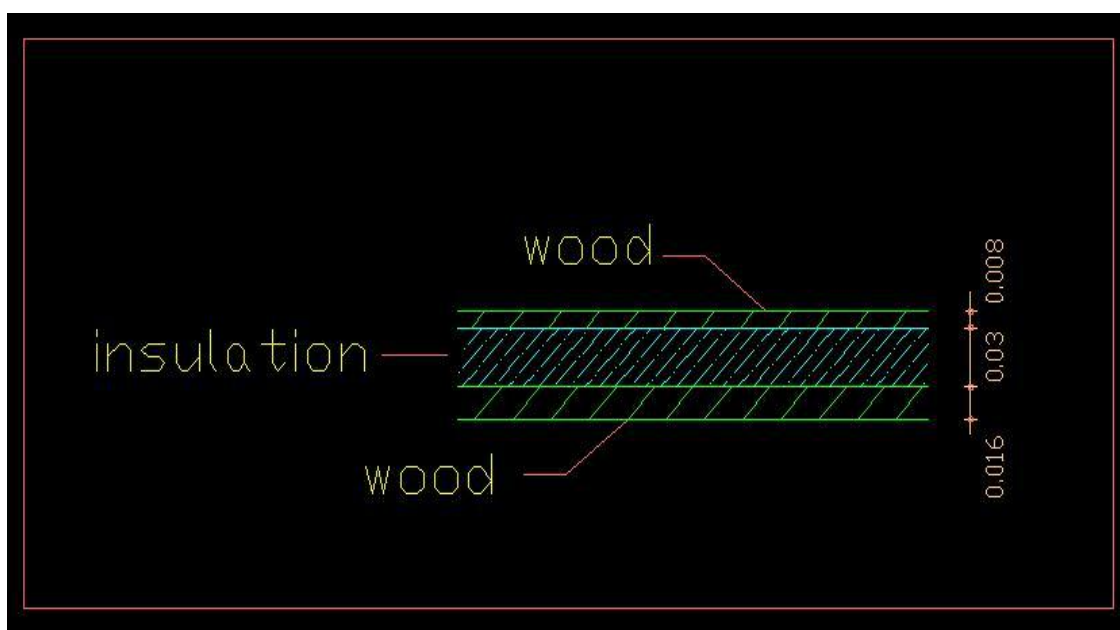
Άποψη του οικίσκου κατά τη διάρκεια της κατασκευής, διακρίνεται κυρίως το ξύλινο τμήμα του.



Άποψη του οικίσκου κατά τη διάρκεια της κατασκευής, πριν την ενσωμάτωση της ενεργειακής οροφής.
Στη κορυφή διακρίνεται ο εναλλάκτης θερμότητας.

3.2 Μόνωση οικίσκου

Οι 4 πλευρές του οικίσκου έχουν κατασκευαστεί από τμήματα ξύλου, στα οποία μεταξύ τους υπάρχει μόνωση (DOW) πάχους 3 mm. Τα τμήματα ξύλων που τοποθετήθηκαν εξωτερικά έχουν πάχος 16 mm και αυτά που τοποθετήθηκαν εσωτερικά έχουν πάχος 8 mm.



Τομή τοιχώματος του οικίσκου όπου φαίνεται η τοποθέτηση της μόνωσης και του ξύλου.

3.3 Συστήματα αερισμών

Ο οικίσκος έχει τη δυνατότητα να μπορεί να χρησιμοποιεί κατάλληλα τον αέρα της ατμόσφαιρας αφού είναι βασισμένο στις αρχές της παθητικής ηλιακής τεχνολογίας. Μέσα από τις επιλογές κίνησης του αέρα που διαθέτει αποσκοπεί στην αύξηση και εγκλωβισμό θερμότητας από τον ήλιο κατά τους χειμερινούς μήνες. Το καλοκαίρι αποσκοπεί στην αποβολή θερμότητα και αύξηση του δροσισμού του.



Πλάγιες όψεις του οικίσκου



Άποψη του οικίσκου στην τελική του μορφή

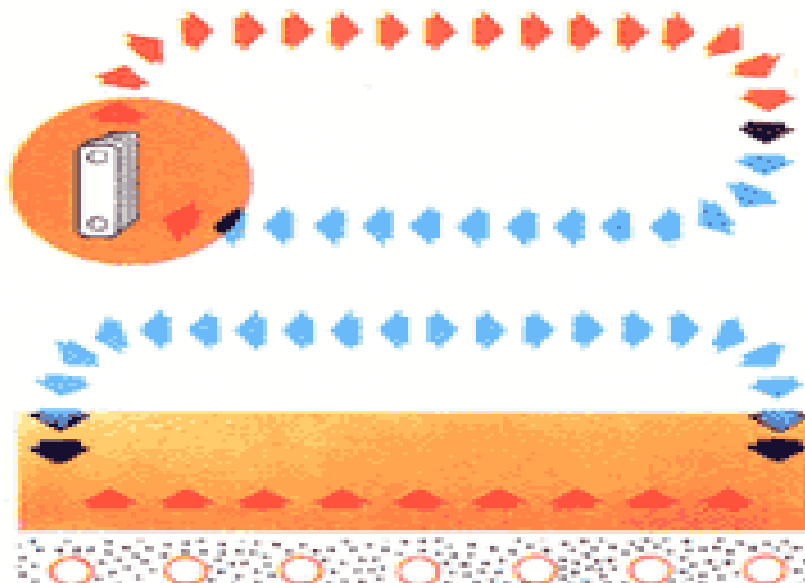
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

4.1 Εισαγωγή

Το ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης είναι ένα εξελιγμένο και σύγχρονο σύστημα κεντρικής θέρμανσης, που για θερμαντική επιφάνεια χρησιμοποιεί όλη την διαθέσιμη επιφάνεια του δαπέδου.

Η ακτινοβόλος θέρμανση πατωμάτων άλλωστε έχει χρησιμοποιηθεί για αιώνες. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι Ρωμαίοι διοχέτευσαν τον καυτό αέρα κάτω από τα πατώματα των βιλών τους. Οι Κορεάτες διοχέτευσαν τα καυτά αέρια σωλήνων κάτω από τα πατώματα τους πριν να τα οδηγήσουν στο στόμιο της καπνοδόχου. Στη δεκαετία του '30, ο αρχιτέκτονας Frank Lloyd Wright διοχέτευσε σε σωλήνες το καυτό ύδωρ μέσω των πατωμάτων σε πολλά από τα κτήρια του.

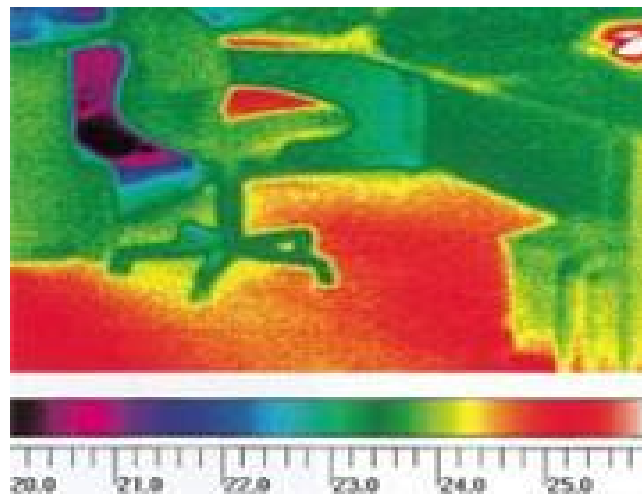


4.2 Πλεονεκτήματα ενδοδαπέδιου συστήματος

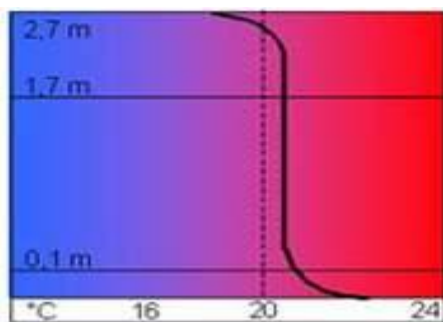
Αποφασίζοντας να χρησιμοποιήσει κανείς δαπεδοθέρμανση, έχει καταλήξει σε ένα ευχάριστο, αξιόπιστο και οικονομικό σύστημα θέρμανσης. Μερικά από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης είναι:

- Υψηλή αισθητική και πλήρης εκμετάλλευση χώρου
- Μεγάλη οικονομία στην λειτουργία μέχρι και 30%
- Τεράστια θερμαντική δύναμη
- Καθαρή θέρμανση λόγω χαμηλών θερμοκρασιών (δεν προκαλείται κάψιμο σκόνης- μαύρισμα τοίχων)
- Συμπαγής θέρμανση (Σε όλα τα σημεία έχουμε ομοιόμορφη θέρμανση)

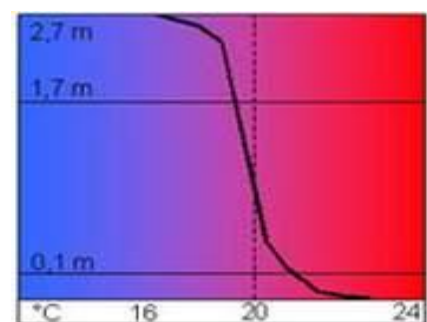
- Υγιεινή θέρμανση. Ισχύει το γνωστό "Ζεστά πόδια-κρύο κεφάλι"
- Πανεύκολη και γρήγορη εγκατάσταση



Στην πιο πάνω θερμική φωτογραφία φαίνεται πώς μεταδίδει θερμότητα το δάπεδο ενός γραφείου ,που βρίσκεται σε θερμοκρασία 25 βαθμών Κελσίου.



**ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ
ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΟ ΚΑΤΑ ΥΨΟΣ**



ΙΔΑΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Από τις πιο πάνω φωτογραφίες φαίνεται ότι η κατανομή θερμοκρασίας που επιτυγχάνεται στο ενδοδαπέδιο σύστημα, είναι πολύ κοντά στην ιδανική

4.3 Αρχή λειτουργίας συστήματος

Η αρχή λειτουργίας του όλου συστήματος βασίζεται στην ικανότητα που έχει το δάπεδο ως ένα τεράστιο θερμαντικό σώμα με μεγάλη θερμοχωρητικότητα να ακτινοβολεί ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις του χώρου . Αυτό επιτυγχάνεται με τη ροή ζεστού νερού σε χαμηλή θερμοκρασία κάτω από το τελικό δάπεδο. Από αυτό και μόνο το στοιχείο καταλαβαίνει κανείς πως το πρώτο και βασικό σημείο που πρέπει να προσεχθεί είναι η ποιότητα του σωλήνα.

Οι σωλήνες οι οποίοι είναι καταλληλότεροι και σύμφωνα πάντα με τα διεθνή standards είναι οι σταθεροί σε υψηλές θερμοκρασίες συνθετικοί σωλήνες οι οποίοι κατασκευάζονται σε υψηλή πίεση με φράγμα διαπερατότητας στο οξυγόνο. Ένα άλλο χαρακτηριστικό του ενδοδαπέδιου συστήματος είναι ότι μπορεί να

χρησιμοποιηθεί σαν βασική θέρμανση σε συνδυασμό με άλλα θερμαντικά συστήματα. Τον τρόπο διανομής της θερμαντικής ισχύος καθορίζει πάντα ο μελετητής μηχανικός της εγκατάστασης έχοντας πάντα ο μελετητής μηχανικός της εγκατάστασης έχοντας πάντα σαν βάση τις ειδικές θερμικές ανάγκες κάθε χώρου.

4.4 Θερμοκρασίες λειτουργίας

Εδώ ισχύουν ιατρικά όρια, τα οποία πρέπει απαραίτητα να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή του όλου συστήματος . Οι παραπάνω θερμοκρασίες δεν θα πρέπει να ξεπεραστούν κατά μέσο όρο

- Χώροι εργασίας στους οποίους επικρατεί ως επί το πλείστον η όρθια στάση 27 C
- Χώροι κατοικίας και γραφεία 29 C
- Στοές διάδρομοι, προθάλαμοι 30 C
- Λουτρά, τουαλέτες, κολυμβητήρια 33 C
- Χώροι και περιοχές που χρησιμοποιούνται σπάνια (περιμετρικές ζώνες) 350 C

4.5 Στοιχεία κατασκευής

Η κατασκευή των δαπέδων αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία :

- Φέρουσα πλάκα (στρώμα οπλισμένου σκυροδέματος)
- Στεγανοποίηση της κατασκευής εφ' όσον είναι απαραίτητη
- Θερμομονωτικό στρώμα και ηχομονωτικό σε θορύβους
- Περιμετρική μονωτική ταινία
- Επικάλυψη μονωτικού στρώματος
- Στρώμα κατανομής φορτίων
- Επίστρωση δαπέδου

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην δημιουργία αρμών διαστολής κατά την στρώση , από τους σωλήνες και πάνω ως το τελικό δάπεδο ώστε να απορροφώνται οι θερμοδιαστολές και να εξαλειφθεί η πιθανότητα μετέπειτα ρηγματώσεων του τελικού δαπέδου. Το τελικό δάπεδο μπορεί να είναι οποιαδήποτε υλικό από πλακάκι μέχρι μάρμαρο και ξύλο. Η μελέτη βέβαια και σε αυτήν την περίπτωση κρίνεται απαραίτητη.

4.6 Διάταξη κατασκευής

Η τοποθέτηση των σωλήνων η απόσταση μεταξύ αυτών στους διαφόρους χώρους αλλά και ο αριθμός των κυκλωμάτων θέρμανσης είναι θέμα μελέτης . Ποτέ δεν πρέπει να εφαρμόζονται εμπειρικοί τρόποι για τον υπολογισμό και την κατασκευή ενός ενδοδαπέδιου συστήματος θέρμανσης. Η συνολική διάταξη της κατασκευής του δαπέδου που θα τοποθετηθεί ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης έχει μεγάλη σημασία.

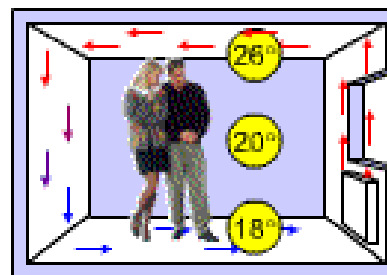
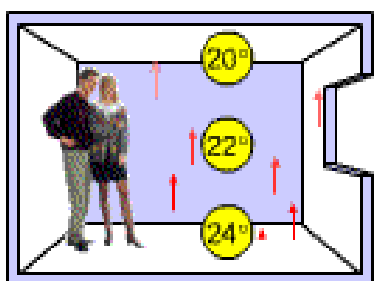
Επάνω από τη μόνωση, μέσα στο δάπεδο τοποθετούνται οι θερμοσωλήνες. Οι σωλήνες περικλείονται από το δάπεδο τα οποίο εξυπηρετεί στην σωστή κατανομή του θερμικού φορτίου . Τα δάπεδα κατοικιών σχεδιάζονται σύμφωνα με την δομική τεχνική σαν κολυμβητά τοποθετημένες τσιμεντοκονίες οι οποίες πρέπει να ανταποκρίνονται στα ισχύοντα DIN standards όσον αφορά την ηχητική και θερμική προστασία καθώς και την αντοχή και ομαλότητα των επιφανειών.

4.7 Πηγές θερμότητας

Ένα άλλο στοιχείο που πρέπει να τονιστεί και έχει ιδιαίτερη σημασία είναι η επιλογή της πηγής θερμότητας. Βασικά δεν υπάρχει κανένας περιορισμός , υπάρχουν όμως 2 προϋποθέσεις:Αφ'ενός πρέπει η πηγή θερμότητας να μπορεί να παράγει την απαραίτητη θερμοκρασία προσαγωγής η οποία υπολογίστηκε κατά την μελέτη. Επειδή σε ένα σύστημα θέρμανσης δαπέδου στο οποίο βέβαια τηρούνται οι διεθνείς προδιαγραφές δεν είναι απαραίτητες θερμοκρασίες προσαγωγής πάνω από 50 μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι σύγχρονες πηγές θερμότητας. Πηγές θερμότητας φυσικού αερίου, αντλίες θερμότητας, ηλιακοί συλλέκτες εδάφους και συνδυασμός όλων αυτών.

4.8 Θερμική άνεση-Εξοικονόμηση χώρου

Η θερμική άνεση και τα επίπεδα στα οποία αυτή πρέπει να βρίσκεται είναι το στοιχείο το οποίο δίνει την θαλπωρή που χρειάζεται ο ανθρώπινος οργανισμός σε κάποιο εσωτερικό χώρο. Η θέρμανση δαπέδου δεν δίνει μόνον την σωστή θερμοκρασία στον χώρο αλλά δημιουργεί και την απαραίτητη ομοιομορφία μέσα σ' αυτόν (Σχήμα 1). Μία μαρτυρία για την ομοιομορφία της κατανομής της θερμοκρασίας μέσα στον χώρο δίνουν τα διάφορα θερμοκρασιακά προφίλ, που μπορούν να υπολογιστούν μέσω μετρήσεων της θερμοκρασίας των χώρων σε συγκεκριμένα οριζόντια ή κάθετα επίπεδα του χώρου. Με συμβατικά συστήματα θέρμανσης ήταν σχεδόν αδύνατο να επιτευχθεί αυτή η ομοιομορφία της κατανομής θερμότητας στο χώρο (Σχήμα 2). Ως βέλτιστη λύση προέκυψε η χρησιμοποίηση ολόκληρης της επιφάνειας του δαπέδου σαν θερμαντική επιφάνεια . Έτσι με αυτόν τον τρόπο η ατμόσφαιρα δεν ξηραίνεται όπως πολλές φορές παρατηρείται όταν χρησιμοποιούνται τα κλασσικά θερμαντικά σώματα.



Σχήματα 1 και 2

Ένα άλλο βασικό πλεονέκτημα είναι η εξοικονόμηση χώρου. Πρακτικά έχει υπολογιστεί ότι σε ένα χώρο 100 m² τα θερμαντικά σώματα που τώρα απουσιάζουν θα κάλυπταν επιφάνεια 8 έως 10 m². Αυτός ο χώρος με την εγκατάσταση του ενδοδαπέδιου συστήματος θέρμανσης είναι εκμεταλλεύσιμος από τους χρήστες. Η επιφάνεια δαπέδου κατέχει μία ιδιαίτερη θέση στα πλαίσια της παρατήρησης των επιφανειών που περικλείουν τον χώρο γιατί εδώ πρόκειται για μία επιφάνεια επαφής και πρέπει για αυτό να ληφθεί υπόψη η θερμική σταθερότητα του ανθρώπινου ποδιού.

4.9 Τύποι συστημάτων

Υπάρχουν 3 τύποι συστημάτων ενδοδαπέδιας θέρμανσης: τα συστήματα αέρα, (ο αέρας είναι το μέσο θερμότητας), τα ηλεκτρικά συστήματα και τα συστήματα ύδατος. Και οι τρεις τύποι μπορούν να υποδιαιρεθούν περαιτέρω από τον τύπο εγκατάστασης: εκείνοι που χρησιμοποιούν την μεγάλη θερμική μάζα ενός πατώματος συγκεκριμένων πλακών ή ενός ελαφριού σκυροδέματος πέρα από έναν ξύλινο υποόροφο (αυτοί καλούνται "υγρές" εγκαταστάσεις) και εκείνοι στους οποίους ο εφαρμοστής στριμώχνει την θερμική σωλήνωση πατωμάτων μεταξύ 2 στρωμάτων του κοντραπλακέ.

Επειδή ο αέρας δεν μπορεί να κρατήσει τα μεγάλα ποσά θερμότητας, τα ακτινοβόλα πατώματα αέρα δεν είναι οικονομικώς αποδοτικά στις κατοικημένες εφαρμογές, και εγκαθίστανται σπάνια.

Τα ηλεκτρικά πατώματα είναι συνήθως μόνο οικονομικώς αποδοτικά. Τα συστήματα αυτά μπορούν να αποθηκεύσουν στοτσιμεντένιο πάτωμα τη θερμότητα κατά τη διάρκεια των εκτός αιχμής ωρών. Εάν η θερμική μάζα του πατώματος είναι αρκετά μεγάλη, η θερμότητα που αποθηκεύεται θα κρατήσει το σπίτι άνετο για 8-10 ώρες χωρίς περαιτέρω ηλεκτρική σύνδεση.

Τα συστήματα υγρού είναι τα δημοφιλέστερα και οικονομικώς πιο αποδοτικά συστήματα. Είναι σε εκτενή χρήση στην Ευρώπη για δεκαετίες. Η αντλία του συστήματος θερμαίνει το νερό από ένα λέβητα μέσω της σωλήνωσης που τοποθετείται σε ένα σχέδιο κάτω από το πάτωμα. Η θερμοκρασία σε κάθε δωμάτιο ελέγχεται με τη ρύθμιση της ροής του καυτού νερού μέσω κάθε βρόχου σωληνώσεων.

4.10 Καλύμματα πατωμάτων

Αν και το κεραμικό κεραμίδι είναι το πιο κοινό πάτωμα που καλύπτει την ενδοδαπέδια θέρμανση πατωμάτων, σχεδόν οποιαδήποτε κάλυψη πατωμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Τα κοινά καλύμματα πατωμάτων όπως τα προϊόντα φύλλων βινυλίου και λινελαίου, καλύπτοντας το με τάπητα, ξύλινο ή γυμνό

σκυρόδεμα είναι πιο πολύ εξειδικευμένα. Εντούτοις, είναι σοφό πάντα να αναφερθεί ότι το οποιοδήποτε υλικό που μπορεί να μονώσει το πάτωμα μειώνει επίσης ή επιβραδύνει την θερμότητα που εισάγεται από το σύστημα των πατωμάτων. Αυτό αυξάνει στη συνέχεια την κατανάλωση καυσίμων.

Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί λεπτός τάπητας ή χαλί, τα οποία να καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος του δαπέδου. Εάν έχουμε μερικά δωμάτια, που πρέπει αναγκαστικά να υπάρχει κάλυψη από χαλιά, θα πρέπει σε αυτά τα δωμάτια να υπάρχει ξεχωριστό σύστημα που να μπορεί να δώσει θέρμανση αποτελεσματικότερα. Αυτό γίνεται επειδή το νερό που ρέει κάτω από το καλυμμένο πάτωμα θα πρέπει να είναι καυτότερο για να αντισταθμίσει την κάλυψη των πατωμάτων.

Οι περισσότερες εταιρείες ενδοδαπέδιων συστήνουν επίσης το τοποθετημένο σε στρώματα ξύλινο δάπεδο αντί του στερεού ξύλου. Αυτό μειώνει την δυνατότητα του ξύλου που στενεύει και που ραγίζει από τα αποτελέσματα ξήρανσης της θερμότητας. Ενώ το στερεό ξύλινο δάπεδο μπορεί να χρησιμοποιηθεί, ο εφαρμοστής πρέπει ιδιαίτερα να εξοικειωθεί πολύ με τα συστήματα πατωμάτων πριν προσπαθήσει να εγκαταστήσει το φυσικό ξύλινο δάπεδο σε ένα ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης.

4.11 Τύποι σωληνώσεων

Τα παλαιότερα ενδοδαπέδια συστήματα θέρμανσης χρησιμοποιούσαν είτε το χαλκό είτε τη σωλήνωση χάλυβα που ενσωματώνεται στα τσιμεντένια πατώματα. Εκτός αν ο οικοδόμος έντυνε την σωλήνωση με μια προστατευτική ένωση, μια χημική αντίδραση μεταξύ του μετάλλου και του σκυροδέματος οδηγούσε συχνά στη διάβρωση της σωλήνωσης, και στις ενδεχόμενες διαρροές. Σημαντικοί κατασκευαστές των ενδοδαπέδιων συστημάτων θέρμανσης χρησιμοποιούν τώρα το διασυνδεδεμένο πολυαιθυλένιο (PEX) ή τη λαστιχένια σωλήνωση με ένα εμπόδιο διάχυσης οξυγόνου. Αυτά τα υλικά έχουν αποδειχθεί πιο αξιόπιστα από τις παλαιότερες μεθόδους στη σωλήνωση. Η ρευστή βοήθεια πρόσθετων ουσιών επίσης προστατεύει το σύστημα από τη διάβρωση.

Έχουν υπάρξει πρόσφατες εκθέσεις των προβλημάτων με τη λαστιχένια σωλήνωση. Αναπτύσσονται διαρροές στις συνδέσεις ή τις συναρμολογήσεις μετάλλων και σε μερικές περιπτώσεις η σωλήνωση γίνεται άκαμπτη και εύθραυστη. Δεδομένου ότι τώρα η τιμή της σωλήνωσης χαλκού είναι πιο φθηνότερη από παλιότερα κερδίζει πάλι έδαφος σε πολλές περιπτώσεις ενδοδαπέδιας θέρμανσης.

4.12 Έλεγχος συστήματος

Ένα ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης που χρησιμοποιεί μια συγκεκριμένη πλάκα που θερμαίνεται για ώρα δεν επιτρέπεται να μένει για πολλή ώρα κρύο.

Επειδή κάνει πολλή ώρα να ξαναζεσταθεί το σύστημα δεν πρέπει να έχουμε μεγάλο διάστημα που το σύστημα θα παραμείνει ανενεργό.

Πολλά συστήματα ενδοδαπέδιων ελέγχονται επίσης από ένα θερμοστάτη πατωμάτων αντί ενός θερμοστάτη τοίχων. Το σύστημα σχεδιάζεται για να κρατήσει την αντλία κυκλοφορίας ενώ ο θερμοστάτης ελέγχει μόνο τον καυστήρα του λέβητα. Αν και τα συστήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης θερμαίνονται συνήθως από έναν λέβητα μπορεί να θερμανθούν και από συστήματα ηλιακών συλλεκτών.

4.13 Ψύξη με ενδοδαπέδιο σύστημα

4.13.1 Εισαγωγή

Η αναζήτηση για ποιοτικό τρόπο ζωής στην σύγχρονη κατοικία είναι πια μια αναγκαιότητα. Ο δροσισμός κατά την περίοδο του καλοκαιριού απαιτείται για την όσο το δυνατόν καλύτερη και πιο υγιεινή διαμονή μας.

4.13.2 Πλεονεκτήματα συστήματος

- ευχάριστη απόδοση
- κλιματισμός χωρίς δημιουργία ρευμάτων αέρα, σε αντίθεση με άλλα συστήματα
- εξοικονόμηση χώρου και αποφυγή αντιαισθητικών μηχανημάτων σε τοίχους, οροφές
- χαμηλό κόστος λειτουργίας
- δυνατότητα λειτουργίας χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα (π.χ. εκμετάλλευση υπογείων υδάτων χαμηλής θερμοκρασίας)
- οικολογικό σύστημα ,φιλικό στο περιβάλλον
- όμορφη αίσθηση στον ανθρώπινο οργανισμό λόγω του ότι η ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του ανθρωπίνου οργανισμού και συστήματος ψύξης γίνεται με τον ίδιο τρόπο (δια ακτινοβολίας)
- ανεξαρτησία στην επιλογή πηγής θερμότητας(αντλία θερμότητας, ψύκτης-εναλλάκτης, γεωθερμικός εναλλάκτης ,υπόγεια ύδατα κ.λ.π.)

4.13.3 Φαινόμενο υγραποίησης

Το φαινόμενο αυτό το οποίο συζητείται συχνά δημιουργείται στην περίπτωση που η σχετική υγρασία του αέρα είναι αυξημένη και εμφανίζεται στο δάπεδο στην περίπτωση που η θερμοκρασία του χώρου πέσει κάτω από το δάπεδο της θερμοκρασίας υγραποίησης. Η υγρασία ενός χώρου επηρεάζεται από δύο παράγοντες :την εξωτερική υγρασία και την υγρασία που αποδίδεται από τον άνθρωπο. Ο έλεγχος της υγρασίας στον χώρο επιτυγχάνεται χωρίς πρόβλημα με την αντίστοιχη μέτρηση της θερμοκρασίας σε κάποιο χώρο με το υψηλότερο φορτίο.

Όταν η τιμή της σχετικής υγρασίας του χώρου πλησιάζει την θερμοκρασία υγροποίησης του αέρα ,τότε ο αυτοματισμός της εγκατάστασης πρέπει να διακόπτει την λειτουργία ψύξης ώστε να αποφευχθούν φαινόμενα υγροποίησης στο δάπεδο. Η διακοπή της λειτουργίας ψύξης είναι μικρής διάρκειας και δεν έχει επίδραση στην ψύξη του χώρου .Η επιτρεπτή περιεκτικότητα του αέρα σε υγρασία πρέπει να βρίσκεται στα επίπεδα των 15 gr υγρασίας/kgf αέρα.

4.13.4 Εξοπλισμός

- εξαρτήματα-συλλέκτες
- προαιρετική τετράοδη βάνα ανάμιξης
- προαιρετική εξωτερική αντιστάθμιση με τηλεχειρισμό
- καλωδιώσεις για θερμοστάτη και μπουτόν για την λειτουργία του ψύκτη (απαιτείται οπωσδήποτε τριφασικό ρεύμα)-ηλεκτρολογικές συνδέσεις
- αυτοματισμός ελέγχου υγρασίας του χώρου
- προαιρετικό σύστημα εξαερισμού του χώρου
- 3 τρόποι-συστήματα τοποθέτησης του σωλήνα(πλέγμα, πλάκα κόμβων)
- πιστοποιητικά ISO 9001 ,TUV ,DVGW

4.13.5 Αρχή λειτουργίας συστήματος

Η αρχή λειτουργίας του συστήματος βασίζεται στην ικανότητα που έχει το δάπεδο να ακτινοβολεί το δάπεδο προς όλες τις κατευθύνσεις του χώρου. Αυτό επιτυγχάνεται με την ροή κρύου νερού κάτω από το τελικό δάπεδο. Από αυτό και μόνο το στοιχείο καταλαβαίνει κανείς το πόσο μεγάλη σημασία έχει για την εγκατάσταση η ποιότητα του σωλήνα .

4.13.6 Συνθήκες λειτουργίας-Περιορισμοί στη χρήση

Το σύστημα ψύξης δαπέδου λειτουργεί με θερμοκρασίες προσαγωγής νερού από 14C έως 18C. Οι αντίστοιχες θερμοκρασίες επιστροφής είναι από 2C έως 5C βαθμούς υψηλότερες. Στην ψύξη δαπέδου υπάρχει περιορισμός στην τελική θερμοκρασία δαπέδου, η οποία σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να είναι χαμηλότερη από 19C.

Θερμοκρασίες μικρότερες από 19C σε συνδυασμό με αυξημένη σχετική υγρασία στο χώρο θα δημιουργούσαν έντονα προβλήματα υδρατμών και υγροποίησης στο δάπεδο .Αυτός είναι και ο βασικός περιορισμός στον δροσισμό ενός χώρο με την ψύξη δαπέδου.

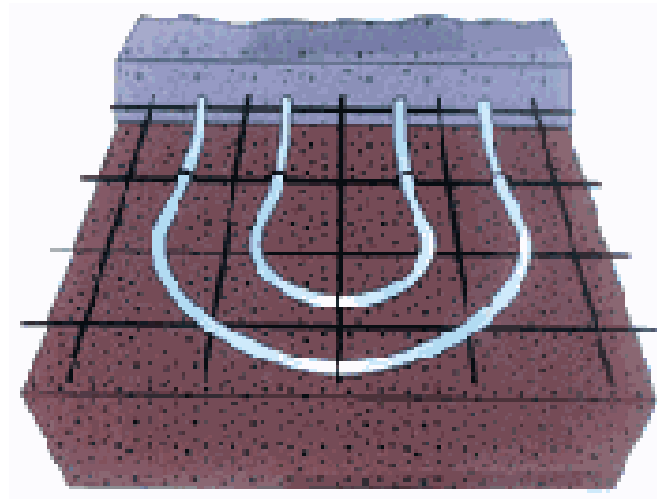
Επιπλέον παράγοντες που επηρεάζουν την κάλυψη των ψυκτικών αναγκών του κτιρίου είναι το είδος της τελικής επίστρωσης του δαπέδου, η απόδοση του ψυκτικού μηχανήματος, αλλά και το πάχος της τσιμεντοκονίας. Όσον αφορά το είδος της επίστρωσης θα πρέπει να αναφέρουμε ότι το πλακάκι και το μάρμαρο έχουν τους

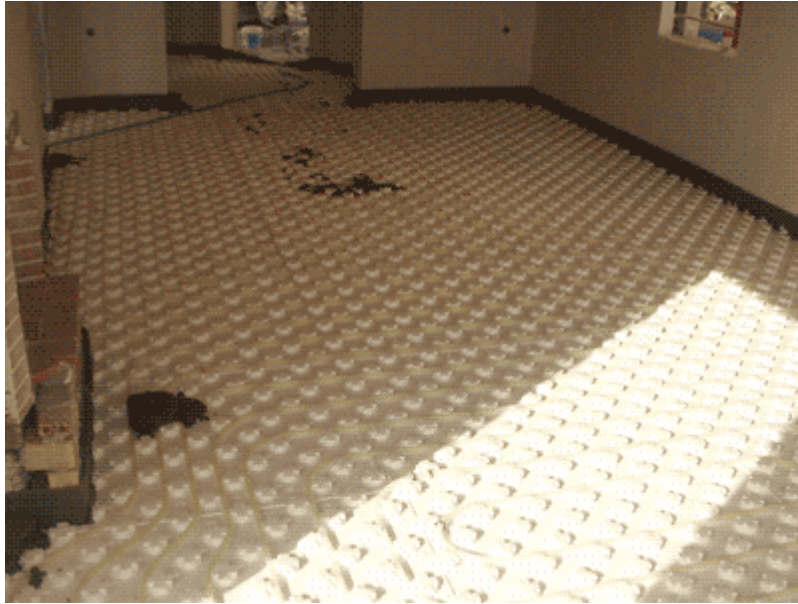
καλύτερους συντελεστές αντίστασης θερμικής αγωγιμότητας, ενώ χρησιμοποιώντας ξύλο θα έχουμε μείωση της απόδοσης της ψύξης περίπου 5% ,ενώ η μοκέτα αντενδεικνύεται αφού επιφέρει μείωση της απόδοσης κατά 40% περίπου. Το πάχος της τσιμεντοκονίας θα πρέπει να κυμαίνεται στα 4cm με 5cm περίπου.

4.13.7 Όρια απόδοσης ενδοδαπέδιας ψύξης

Με βάση τα κριτήρια της άνετης διαμονής, και την αποφυγή υγραποιήσεων δεν επιτρέπονται στην περίπτωση εφαρμογής ενδοδαπέδιας ψύξης, θερμοκρασίες επιφάνειας +19C-και κατά συνέπεια, ούτε θερμοκρασίες προθέρμανσης +16C.Το ψυκτικό φορτίο, υπολογίζεται για μια θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα ίση προς +32C και για μια θερμοκρασία λειτουργίας χώρου ίση προς +26C. Με αυτές τις οριακές θερμικές συνθήκες προκύπτουν και οι μέγιστες ειδικές ψυκτικές αποδόσεις.

4.14 Διαδικασία-στάδια κατασκευής ενδοδαπέδιου συστήματος









4.15 Κατασκευή ενδοδαπέδιου συστήματος

Ο βιοκλιματικός οικίσκος διαθέτει ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης, το οποίο έχει διαστάσεις:

Μήκος: 145 cm

Πλάτος: 105 cm

Πάχος: 11 cm

Αρχικά κατασκευάστηκε ένα πλαίσιο από ξύλο στις απαιτούμενες διαστάσεις. Στο κατώτερο σημείο τοποθετήθηκε μόνωση από σκληρό φελιζόλ πάχους 5 cm (Σχήμα 1).

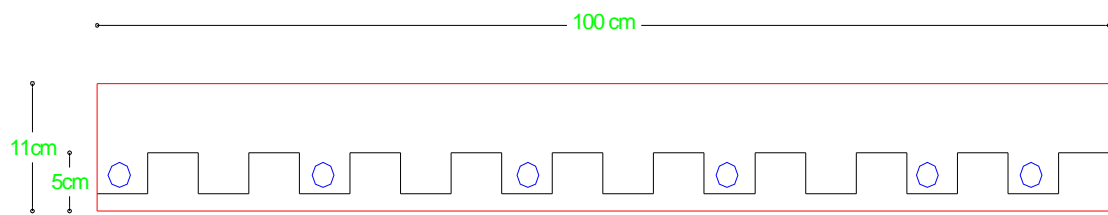
Πάνω από αυτή τοποθετήθηκε ο ειδικός πλαστικός σωλήνας σε μορφή σερπαντίνα μέσα στον οποίο θα μεταφέρεται το ζεστό νερό (Σχήμα 2,3,4). Τέλος έγινε επικάλυψη με σκυρόδεμα (Σχήμα 5). Το σκυρόδεμα κατασκευάστηκε από άμμο, τσιμέντο (αναλογία 4/1) και νερό στις συγκεκριμένες ποσότητες:

Άμμος: 100 Kg

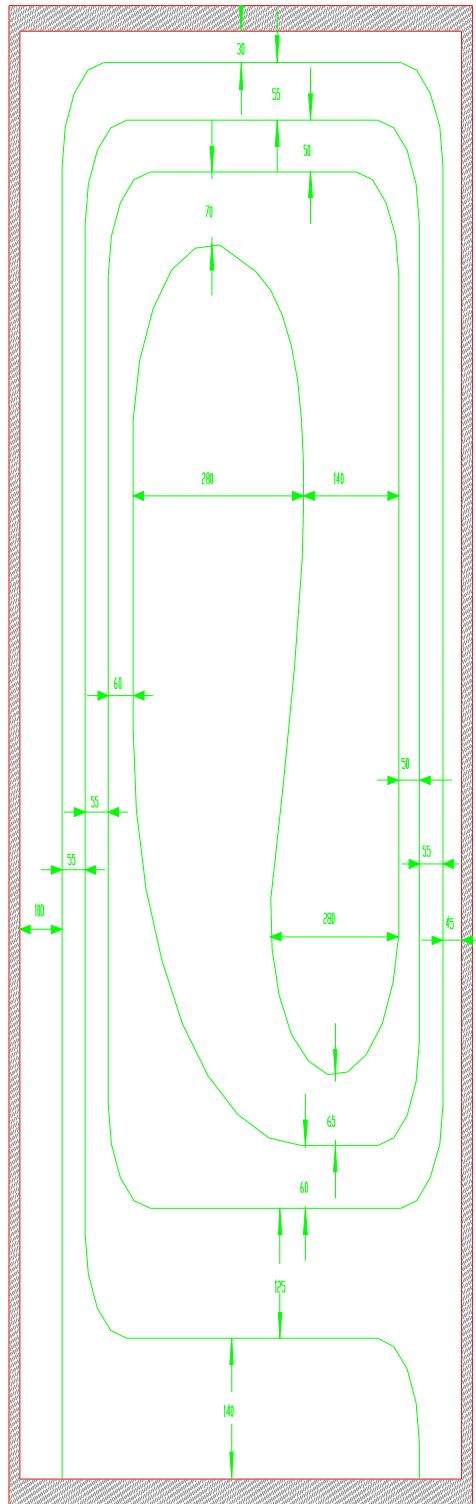
Τσιμέντο: 25 Kg

Νερό: 25 lt

Πάνω από το σκυρόδεμα έγινε κάλυψη με πλακάκια. Τα πλακάκια τοποθετήθηκαν με τη βοήθεια κόλλας. Μεταξύ τους υπάρχουν αρμοί 3 mm. Σκοπός των αρμών είναι να μην προκληθούν φθορές κατά το φαινόμενο συστολής-διαστολής λόγω μεταβολής της θερμοκρασίας (Σχήμα 6).



Τομή ενδοδαπέδιου συστήματος θέρμανσης όπου φαίνεται η μόνωση και οι σωλήνες.



Κάτοψη ενδοδαπέδιου συστήματος θέρμανσης όπου φαίνεται τό ξύλινο πλαίσιο και οι σωλήνες που έχουν τοποθετηθεί σε μορφή σερπαντίνας και σε συγκεκριμένες διαστάσεις μεταξύ τους.



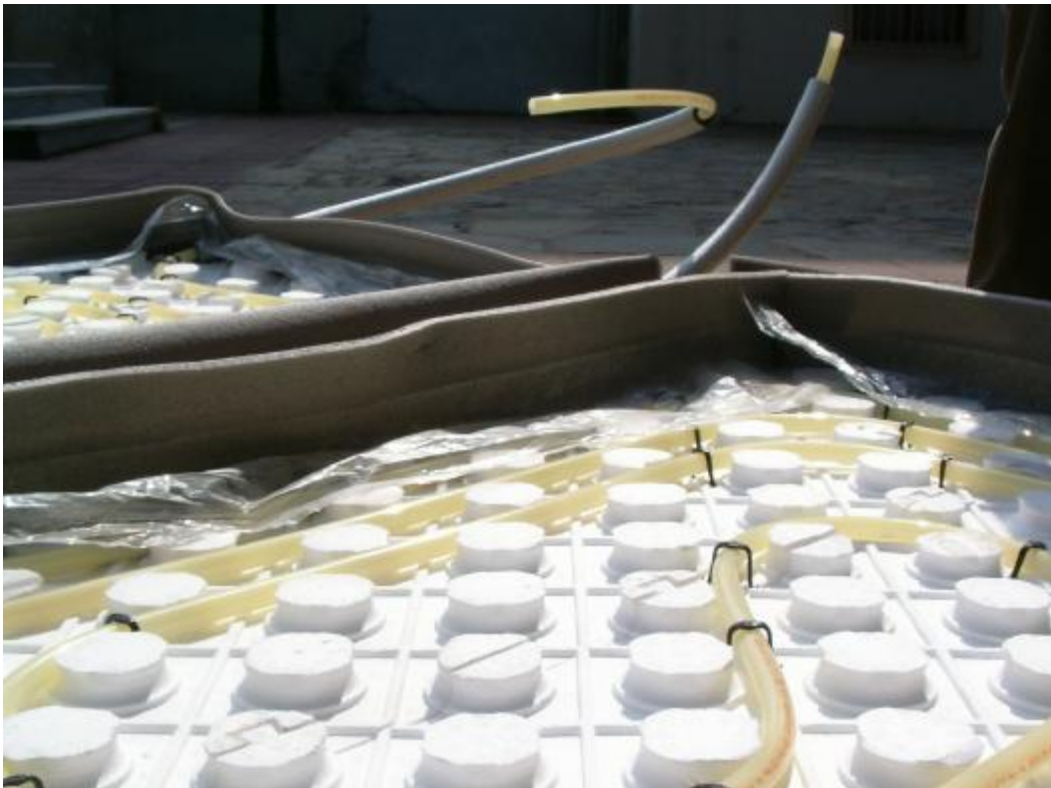


Σχήμα 1 .Μόνωση που τοποθετήθηκε στη συγκεκριμένη κατασκευή.





Σχήμα 2..Διαδικασία κατασκευής. Τοποθέτηση πλαστικού σωλήνα πάνω από τη μόνωση.





Σχήμα 3. Μόνωση και πλαστικός σωλήνας.





Σχήμα 4.Πλαστικός σωλήνας σε μορφή σερπαντίνας.





Σχήμα 5.Επικάλληψη με σκυρόδεμα.





Σχήμα 6. Τοποθέτηση πλακιδίων και δημιουργία αρμών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

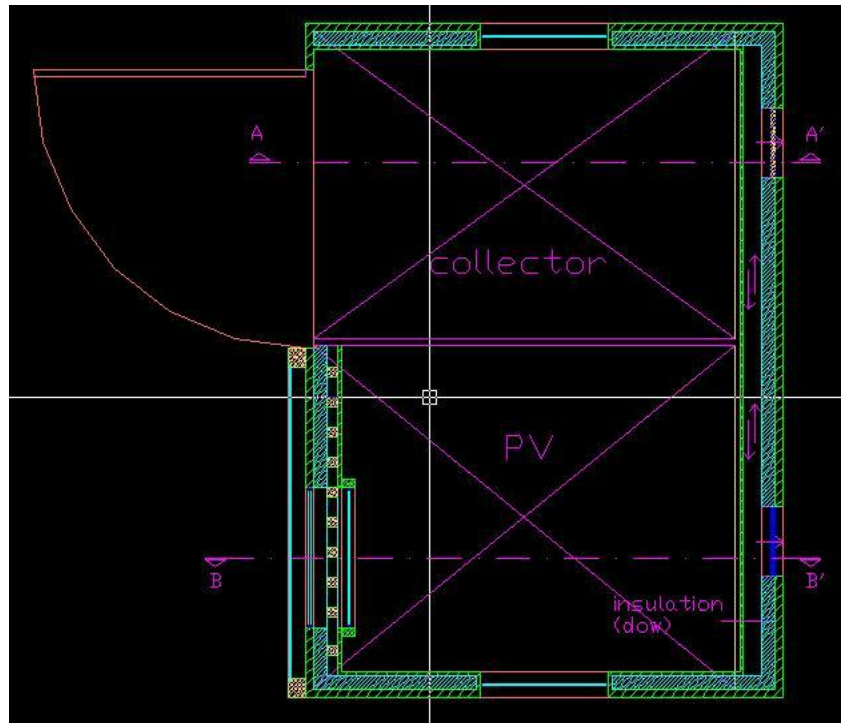
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΤΕΓΗ-ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

5.1 Εισαγωγή-διαστάσεις

Η ενεργειακή στέγη που κατασκευάστηκε αποτελείται από ηλιακό συλλέκτη και φωτοβολταϊκό. Οι συνολικές της διαστάσεις είναι 146 x 92 cm με κλίση 30°. Συγκεκριμένα ο συλλέκτης έχει διαστάσεις 92 X 66 cm και το φωτοβολταϊκό 73,8 x 92 cm.

Σκοπός της είναι:

- η παραγωγή ζεστού νερού για χρήση κυρίως μέσω του ηλιακού συλλέκτη αλλά και με τη βοήθεια του PV
- η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω του PV



Κάτοψη ενεργειακής στέγης

5.2 Διαδικασία κατασκευής ενεργειακής στέγης

5.2.1. Διαδικασία κατασκευής ηλιακού συλλέκτη

Διαθέτουμε φύλλο χαλκού (Cu) πάχους 0,8mm και διαστάσεων 92 x 64,5cm το οποίο τοποθετούμε εντός πλαισίου διαστάσεων 92 x 66 cm. Το πλαίσιο έχει κατασκευαστεί από αλουμίνιο και έναν ημικρύσταλλο πάχους 3 mm (Σχήμα 1).

Τα <προφίλ> του αλουμινίου έχουν κολληθεί με το τζάμι με σιλικόνη για να δημιουργηθεί στεγανότητα (Σχήμα 2).



Σχήμα 1. Πλαίσιο από <προφίλ> αλουμινίου και ημικρύσταλλο



Σχήμα 2.Κόλληση πλαισίου με σιλικόνη

Στη μια επιφάνεια του χαλκού έχουν τοποθετηθεί σωλήνες χαλκού με εξωτερική διάμετρο 15 mm και συνολικού μήκους 108cm ,οι οποίες έχουν στοιχεία:

Διάμετρος Χ Πάχος (mm)	Εσωτερική διάμετρος (mm)	Ονομαστικό Βάρος (kg/m)	Εξωτερική Επιφάνεια (m ² /m)	Όγκος Πλήρωσης (l/m)
15X1.20	12.6	0.463	0.047	0.127

Οι συγκεκριμένες σωλήνες (Σχήμα 4) στο ένα άκρο τους φέρουν ένα είδος προβόλου (Σχήμα 3) μήκους 7 cm, το οποίο τους δίνει τη δυνατότητα να αυξήσουν την εξωτερική τους διάμετρο σε 22 cm.Ο πρόβολος αυτός δημιουργείται με τη βοήθεια συστολής, μούφας και τάπας τα οποία ενσωματώνουμε πάνω στη κύρια σωλήνα με θερμότητα και σκληρή κόλληση χαλκού. Στο άλλο άκρο τους τοποθετούμε πάλι με τη βοήθεια θερμότητας βαλβίδα πλήρωσης, μέσω της οποίας εισέρχεται το ψυκτικό ρευστό (Σχήμα 5). Οι σωλήνες αντέχουν σε πίεση έως 40 bar.Η διαδικασία αυτή προηγείται από την τοποθέτηση-κόλληση τους πάνω στο φύλλο χαλκού, στο οποίο θα κολληθεί μόνο το τμήμα της σωλήνας με την εξωτερική διάμετρο 15 cm.



Σχήμα 3.Πρόβολος



Σχήμα 4.Συνολική άποψη σωλήνας 108 cm.



Σχήμα 5. Βαλβίδα πλήρωσης τοποθετημένη πάνω στο σωλήνα.

Οι σωλήνες αυτοί έχουν κολληθεί πάνω στο φύλλο χαλκού με κόλλα υγρού μετάλλου. Στόχος μας με τη συγκεκριμένη κόλληση είναι να έχουμε την καλύτερη δυνατή επαφή μεταξύ του φύλλου χαλκού και των σωλήνων αλλά και αγωγιμότητα στη θερμότητα, την οποία θέλουμε να εκμεταλλευτούμε. Η δυνατότητα αυτή μας δίνεται με τη συγκεκριμένη κόλλα αφού τα συστατικά της είναι αγωγιμα. Στο χαλκό τοποθετήθηκαν 5 σωλήνες σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους (Σχήμα 6,7). Στη συνέχεια ο χαλκός στην άλλη όψη του θα βαφεί με σπρέι ματ, χρώματος μαύρου και θα τοποθετηθεί στο πλαίσιο αλουμινίου (Σχήμα 8).



Σχήμα 6. Διαδικασία κόλλησης σωλήνων χαλκού πάνω στο φύλλο του χαλκού.



Σχήμα 7. Διαδικασία κόλλησης σωλήνων χαλκού πάνω στο φύλλο του χαλκού.



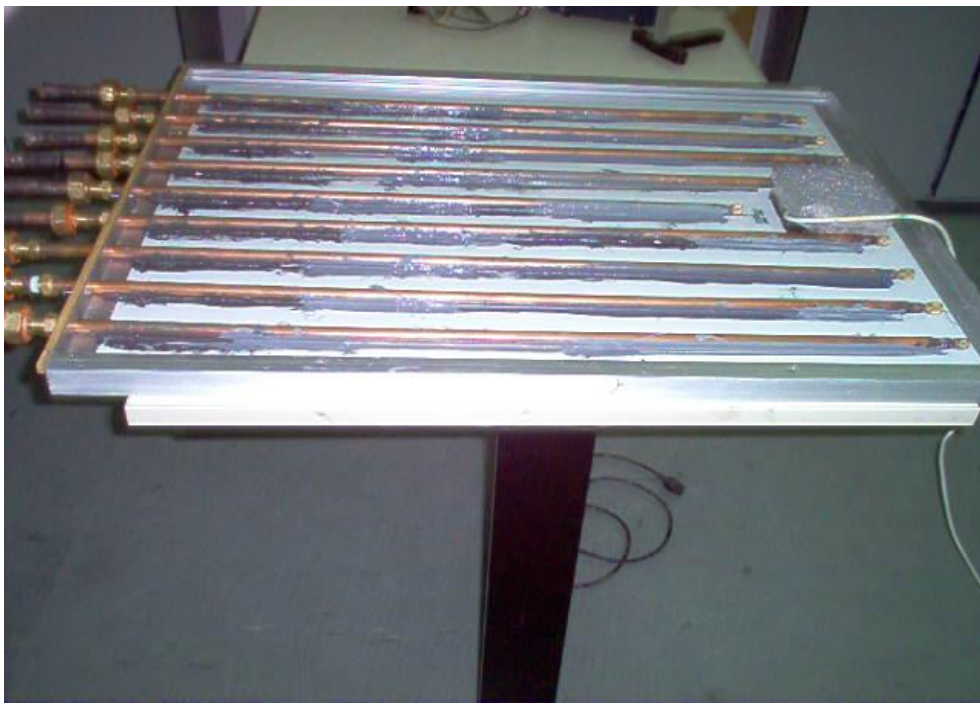
Σχήμα 8. Τοποθέτηση χαλκού στο πλαίσιο αλουμινίου.

5.2.2 Διαδικασία τοποθέτησης σωλήνων στο PV

Με τον ίδιο τρόπο γίνεται και η κόλληση στην πίσω επιφάνεια του PV στο οποίο τοποθετήθηκαν 9 σωλήνες συνολικού μήκους η κάθε μια 108 cm.

Ομοίως και αυτές οι σωλήνες είχαν κύρια εξωτερική διάμετρο 15 cm, εξωτερική διάμετρο προβόλου 22 cm, μήκος προβόλου 7 cm, διαθέτουν βαλβίδα πλήρωσης και είχαν κατασκευαστεί με τον ίδιο ακριβώς τρόπο (Σχήμα 9,10).

Στη συνέχεια στην επιφάνεια αυτή του PV ψεκάστηκε σπρέι χαλκού το οποίο δημιουργεί μια λεπτή μόνιμη κρούστα (Σχήμα 11,12). Αυτό βοηθά στην αύξηση της αγωγής θερμότητας και κρίνεται απαραίτητο αφού τα υλικά, τα οποία είναι κατασκευασμένο το PV στην πίσω όψη του δεν είναι τα πλέον αγωγίμα με αποτέλεσμα να μας εμποδίζουν να εκμεταλλευτούμε την υπάρχουσα θερμότητα.



Σχήμα 9 . Διαδικασία κόλλησης σωλήνων χαλκού στη πίσω πλευρά του PV.



Σχήμα 10 .Διαδικασία κόλλησης σωλήνων χαλκού στη πίσω πλευρά του PV.



Σχήμα 11 .Αποψη τής επιφάνειας του PV μετά και τον ψεκασμό με το σπρέι χαλκού.



Σχήμα 12 .Άποψη τής επιφάνειας του PV μετά και τον ψεκασμό με το σπρέι χαλκού.

5.3 Πλήρωση σωλήνων

Οι σωλήνες χαλκού πληρώθηκαν με φρέον R 407 σε θερμοκρασία 18°C και με πίεση 160 PSI. Το φρέον που τοποθετήθηκε ήταν σε υγρή κατάσταση και ο όγκος που εισήχθη σε κάθε σωλήνα είναι 0,127 lt.

Το φρέον R 407 αποτελείται από τα εξής συστατικά: HFC 32, HFC 125, HFC 134a.

ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Τύπος: Υγροποιημένο αέριο

Χρώμα: άχρωμο

Οσμή: μικρός ethereal

Σημείο βρασμού: -44,3°C έως -37,1°C

Πίεση εξάτμιση: 7810 mm Hg στους 20°C

Πυκνότητα: 1,16 g/ml στους 20°C

Διαλυτότητα(στο νερό): αδιάλυτο

Διαλυτότητα: σε αλκοολούχα, εστερικά και χλωριωμένα περιβάλλοντα

Πυκνότητα εξάτμισης: 3,0 g/ml στο σημείο βρασμού

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΡΕΣΜΟΥ

ΠΙΕΣΗ (bar)	ΣΗΜΕΙΟΥ ΒΡΑΣΜΟΥ(°C)	ΜΕΣΟ ΣΗΜΕΙΟ (°C)	ΥΨΗΛΟ ΣΗΜΕΙΟ (°C)
1.0	-44.2	-40.7	-37.1
2.0	-28.7	-25.3	-21.8
3.0	-18.4	-15.1	-11.8
4.0	-10.6	-7.3	-4.0
6.0	1.5	4.7	7.8
8.0	10.8	13.9	16.9
10.0	18.6	21.5	24.4
12.0	25.2	28.0	30.8
15.0	33.7	36.4	39.0
20.0	45.5	47.8	50.2
25.0	55.2	57.3	59.4
30.0	63.5	65.4	67.2

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΓΡΟΥ

ΘΕΡΜΟΚΡ ΑΣΙΑ (°C)	ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗ ΤΑ (kgr/m ³)	ΥΓΡΗ ΕΝΘΑΛΠΙΑ (Kj/kgr)	ΛΑΝΘΑΝΟΥ ΣΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤ Α (kj/kgr)	ΥΓΡΟ ΙΞΩΔΕΣ (cP)	ΥΓΡΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟ ΤΗΤΑ (W/mk)
-50.0	1399	30.7	258.9	0.40	0.126
-40.0	1369	44.5	251.3	0.36	0.121
-30.0	1337	58.2	243.7	0.32	0.116
-20.0	1305	72.0	235.9	0.29	0.112
-10.0	1271	85.9	227.8	0.25	0.107
0.0	1235	100.0	219.2	0.23	0.102
10.0	1197	114.0	209.9	0.20	0.097
20.0	1157	129.0	199.6	0.18	0.092
25.0	1135	137.0	193.9	0.16	0.090
30.0	1113	145.0	187.8	0.15	0.087
40.0	1063	162.0	174.1	0.14	0.082
50.0	1005	180.0	157.7	0.12	0.077

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΙΔΑΝΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	Cp (kj/kgK)	ΙΞΩΔΕΣ cP	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (W/Mk)
-50.0	0.700	0.0098	0.0083
-40.0	0.716	0.0103	0.0090
-30.0	0.733	0.0108	0.0097
-20.0	0.749	0.0112	0.0105
-10.0	0.766	0.0117	0.0112
0.0	0.783	0.0121	0.0120
10.0	0.799	0.0126	0.0128
20.0	0.816	0.0130	0.0136
25.0	0.824	0.0132	0.0140
30.0	0.823	0.0135	0.0144
40.0	0.849	0.0139	0.0153
50.0	0.865	0.0143	0.0161

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/m ³)	ΙΞΩΔΕΣ cP	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ W/mK	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΗΧΟΥ m/s
-50.0	-	0.0093	0.0074	164.0
-40.0	3.94	0.0102	0.0086	166.0
-30.0	6.17	0.0108	0.0097	168.0
-20.0	9.31	0.0114	0.0107	169.0
-10.0	13.57	0.0119	0.0116	169.0
0.0	19.24	0.0124	0.0125	168.0
10.0	26.67	0.0130	0.0134	167.0
20.0	36.35	0.0135	0.0144	165.0
25.0	42.24	0.0139	0.0150	163.0
30.0	48.95	0.0142	0.0156	161.0
40.0	65.45	0.0150	0.0168	157.0
50.0	87.38	0.0160	0.0183	152.0

5.4 Εναλλάκτης θερμότητας

Ο εναλλάκτης θερμότητας έχει κατασκευαστεί από μέταλλο (Σχήμα 13). είναι τετραγωνικής διατομής με διαστάσεις:

Μήκος: 128 cm

Εξωτερική διάμετρο: 10 cm

Εσωτερική διάμετρο: 9,4 cm

Αρχικά δημιουργήθηκαν 14 οπές (όσες και οι σωλήνες) διαμέτρου 25 mm σε συγκεκριμένες αποστάσεις. Στη συνέχεια κολλήθηκαν πάνω σε αυτές τις οπές τμήματα σωλήνας με την ίδια ακριβώς εσωτερική διάμετρο και μήκους 5 cm, τα οποία δημιούργησαν προεκτάσεις. Οι προεκτάσεις αυτές στο άκρο τους φέρουν εξωτερικά σπειρώματα. Στα δυο πλαϊνά τμήματα του εναλλάκτη δημιουργήθηκαν οπές διαμέτρου ½" όπου κολλήθηκαν προεκτάσεις με εσωτερικά σπειρώματα για την είσοδο και έξοδο του ψυκτικού ρευστού. Τέλος δημιουργήθηκε παροχή για το δοχείο διαστολής (Σχήμα 14,15). Όλα τα παραπάνω έγιναν με διάφορες κατεργασίες στο μηχανουργείο και τη βοήθεια τόνου, δραπάνου, ηλεκτροσυγκόλλησης, κτλ.



Σχήμα 13.Εναλλάκτης θερμότητας.



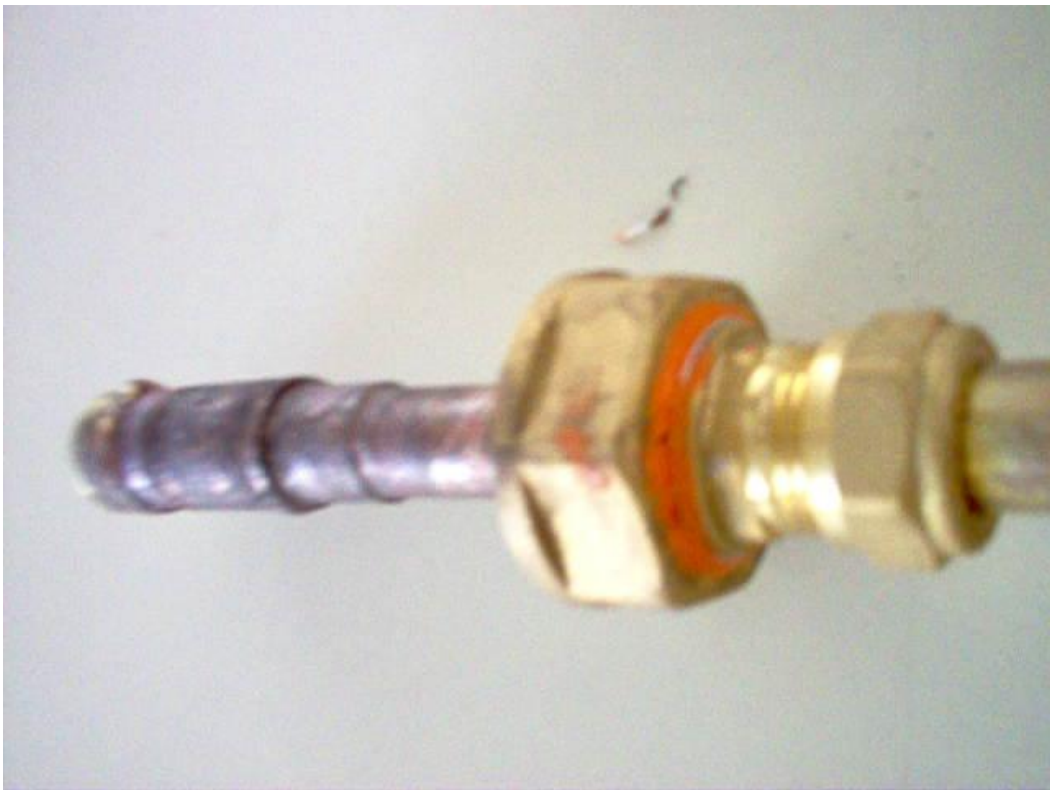
Σχήμα 14.Σημεία σύνδεσης εναλλάκτη με κύκλωμα και δοχείο διαστολής.



Σχήμα 15 .Εναλλάκτης και δοχείο διαστολής.

5.5 Τοποθέτηση στον οικίσκο

Οι σωλήνες στεγανοποιούνται με τον εναλλάκτη με ένα στυπιοθλίπτη, ο οποίος έχει εφαρμοστεί σε μια τάπα με εσωτερικό σπείρωμα που βιδώνει στο εξωτερικό σπείρωμα της προέκτασης του εναλλάκτη(Σχήμα 16,17,18).



Σχήμα 16.Μηχανισμός σύνδεσης-στεγανοποίησης συλλέκτη και PV με εναλλάκτη.



Σχήμα 17.Σύνδεση εναλλάκτη και PV.



Σχήμα 18.Σύνδεση εναλλάκτη με PV-συλλέκτη

5.6 Αρχή λειτουργίας της στέγης

5.6.1 Αρχή λειτουργίας ηλιακού συλλέκτη

Το φύλλο του χαλκού απέχει 4 mm από τον ημικρύσταλλο και έχει χρωματιστεί με μαύρο ματ χρώμα (η βαφή έγινε με σπρέι). Κατά τη διάρκεια της ημέρας οι ακτίνες του ηλίου διαπερνούν τον ημικρύσταλλο με αποτέλεσμα η ηλιακή ακτινοβολία να αυξάνει σε μεγάλο βαθμό τη θερμοκρασία του χαλκού. Η αύξηση αυτή ευνοείται ιδιαίτερα από το συγκεκριμένο χρώμα που έχει βαφεί το φύλλο. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι ο εγκλωβισμός ποσού θερμότητας μεταξύ του ημικρυστάλλου και του χαλκού. Η θερμότητα αυτή μεταδίδεται προς κάθε κατεύθυνση και με κάθε τρόπο. Το μεγαλύτερο ποσοστό της θερμότητας αυτής θα διαπεράσει το λεπτό φύλλο χαλκού και θα αυξήσει τη θερμοκρασία του ψυκτικού ρευστού, δηλαδή του φρέον. Μετά από ένα χρονικό διάστημα το υγρό φρέον θα αυξηθεί η θερμοκρασία και η πίεση, με αποτέλεσμα κάποια από την ποσότητα του να μετατραπεί σε αέρια κατάσταση. Το αέριο αυτό φρέον θα κινηθεί προς τον πρόβολο, ο οποίος βρίσκεται μέσα στον εναλλάκτη. Εντός του εναλλάκτη μεταφέρεται νερό σε θερμοκρασία χαμηλότερη του αερίου φρέον. Μεταξύ των δύο (δηλαδή του αερίου φρέον και του νερού) θα γίνει εναλλαγή θερμότητας, το αέριο φρέον θα μεταδώσει τη θερμότητα στο νερό με αποτέλεσμα να αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού και να μειωθεί του φρέον και θα το οδηγήσει σε υγροποίηση. Το φαινόμενο αυτό, δηλαδή υγροποίηση – ατμοποίηση του φρέον επαναλαμβάνεται όσο ο συλλέκτης δέχεται ηλιακή ακτινοβολία.

5.6.2 Αρχή λειτουργίας PV

Κύρια λειτουργία του PV είναι η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος εκμεταλλευόμενο την ηλιακή ακτινοβολία. Το ρεύμα που παράγεται αποθηκεύεται σε μπαταρία και στη συνέχεια διοχετεύεται για χρήση.

Επίσης το συγκεκριμένο PV συνεισφέρει και στη παραγωγή ζεστού νερού. Με τρόπο όμοιο με του συλλέκτη πραγματοποιεί εναλλαγή θερμότητας με το νερό του εναλλάκτη.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ PV

Πλαίσιο PV: Τύπος UNI-SOLAR

Electrical ratings at 1000w/m², AM=1.5, cell Temperature Θ=25°C

Current Max Power: 2.54A

Max Power: 42W

Voltage Max Power: 16.5V
Short Circuit Current: 3.17A
Open Circuit Voltage: 23.8V
Model Type: US-42
Max System Voltage: 600V
Series Fuse: 6.0A
Min. Blocking /Bypass: 6.0A
Field Wiring: Copper Only 10-18 AWG. Insulated for 90°C

5.7 Κύκλωμα παραγωγής ζεστού νερού

Το κύκλωμα αποτελείται από τον εναλλάκτη, το πλαστικό σωλήνα στο οποίο κινείται το ψυκτικό ρευστό, το δοχείο διαστολής, τον κυκλοφορητή, το boiler, μια βάνα για εκκένωση του κυκλώματος σε περίπτωση προβλήματος και δυο αναμονές (Σχήμα 22,23).

Το boiler έχει χωρητικότητα 25 lt και είναι κατακόρυφης τοποθέτησης Διαθέτει 5 cm μόνωση πολυουρεθάνης περιμετρικά και όλα τα στοιχεία των συμβατικών boiler του εμπορίου. εσωτερικά περιέχει σερπαντίνα μέσα από την οποία κυκλοφορεί το ψυκτικό μέσο και εναλλάσσει θερμότητα με το νερό που περιέχεται μέσα σε αυτό. Είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο ύδρευσης και αυτόματα γεμίζει μετά από κάθε χρήση του ζεστού νερού (Σχήμα 19).

Ο κυκλοφορητής επιλέχθηκε να είναι συμβατός με ρεύμα DC 12V, έτσι ώστε να μπορούμε εύκολα να του το παρέχουμε από το PV (μέσω μπαταρίας), χωρίς μετατροπή. Η είσοδος και η έξοδος του είναι 1/2". Στόχος του είναι να υπερνικήσει τις απώλειες του κυκλώματος και να θέσει το ψυκτικό μέσο σε κυκλοφορία (Σχήμα 20).



Σχήμα 19.Boiler 25 lt.



Σχήμα 20.Κυκλοφορητής.

Το δοχείο διαστολής κρίνεται απαραίτητο σε κάθε κύκλωμα. Ρόλος του είναι σε περιπτώσεις διαστολής του ψυχτικού μέσου να δεχτεί αυτό τον όγκο του ρευστού που θα προστεθεί στο κύκλωμα και να αποτρέψει τυχών βλάβες. Επίσης τοποθετήθηκε σε σημείο ψηλότερο από αυτό που πραγματοποιείται η κυκλοφορία του κυκλώματος για να μας παρέχει δυνατότητα εξαερισμού του (Σχήμα 21).



Σχήμα 21. Δοχείο διαστολής.



Σχήμα 22.Σύνδεση κυκλώματος.



Σχήμα 23.Πλαστική σωλήνα κυκλώματος και αναμονή.



Τελική άποψη του PV-στέγη



Τελική άποψη του συλλέκτη-στέγη



Τελική άποψη της στέγης

5.8 Φωτογραφίες σπιτιών με ενεργειακή στέγη



Εγκατάσταση PV πλαισίων σε στέγη για αυτοδύναμη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών (ηλεκτρικά φορτία). Μια συνήθης κατοικία απαιτεί ημερησίως ηλεκτρική ενέργεια ίση με 5kWh, περίπου.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΤΟ ΖΗΤΗΜΑ ΤΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ –ΚΑΘΑΡΟ	
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ-ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	2
1.1 Το θέμα του υπερπληθυσμού.....	2
1.2 Συμβατικές πηγές ενέργειας – Διαθεσιμότητα.....	2
1.3 Οικονομικές επιπτώσεις.....	4
1.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	4
1.5 Το ζήτημα του φαινομένου του θερμοκηπίου.....	7
1.6 Αποτελέσματα-Κλιματολογική μεταβολή Γης.....	7
1.7 Σύμφωνο Kyoto.....	8
1.8 Στροφή προς Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	11
ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ-ΠΑΘΗΤΙΚΕΣ ΗΛΙΑΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ-ΦΥΣΙΚΗ ΨΥΞΗ-ΠΑΘΗΤΙΚΗ	
ΨΥΞΗ-ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	11
2.1 Εισαγωγή- Θερμικές απώλειες κτιρίου.....	11
2.1.1 Σύνολο θερμικών απωλειών από αγωγιμότητα.....	11
2.1.2 Θερμικές απώλειες από την "εναλλαγή" του αέρα ή από "αερισμό".	12
2.2 Θερμική άνεση – Παράγοντες που την επηρεάζουν.....	13
2.2.1 Δραστηριότητες.....	13
2.2.2 Ένδυση.....	14
2.2.3 Θερμοκρασία αέρα.....	14
2.2.4 Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας.....	15
2.2.5 Ταχύτητα και υγρασία αέρα.....	16
2.2.6 Διάγραμμα άνεσης.....	16
2.3 Παθητικές ηλιακές διατάξεις.....	18
2.3.1 Συστήματα άμεσου κέρδους.....	18
Απαιτήσεις.....	19
Παραλλαγές.....	19
Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα.....	21
Μειονεκτήματα.....	21
2.3.2 Συστήματα έμμεσου κέρδους.....	21
2.3.2.1 Μαζικός τοίχος.....	22
2.3.2.2 Τοίχος Trombe.....	22
Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Μαζικού τοίχου-Trombe.....	23
Πλεονεκτήματα.....	23
Μειονεκτήματα.....	24
2.3.2.3 Τοίχος νερού.....	24
Πλεονεκτήματα τοίχου νερού.....	26
2.3.3 Κατοικία - Θερμοκηπιακού τύπου.....	26
2.4 Φυσική-Παθητική ψύξη.....	28
2.4.1 Αερισμός.....	28
2.4.2 Ανεμόπυργοι.....	28
2.4.3 Ηλιακή καμινάδα.....	28
2.5 Παθητική ψύξη.....	33
2.6 Συστήματα παθητικής ηλιακής τεχνολογίας.....	35
2.7 Βιοκλιματικός σχεδιασμός-Εισαγωγή.....	37
2.8 Στόχοι βιοκλιματικού σχεδιασμού.....	40
2.8.1 Η κατάλληλη χωροθέτηση του κτιρίου.....	40
2.8.2. Το σχήμα του κτιρίου.....	41

2.8.3. Ο προσανατολισμός του κτιρίου.....	42
2.8.4. Ο προσανατολισμός και το μέγεθος των ανοιγμάτων.....	44
2.8.5. Το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου	45
2.8.6 Το κτίριο ως παγίδα θερμότητας	46
2.8.7. Το κτίριο ως «φυσικός συλλέκτης δροσισμού και ψύξης»	46
2.8.8. Ηλιοπροστασία	47
2.9 Μείωση των θερμικών απωλειών	48
2.10 Διάταξη των εσωτερικών χώρων	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	53
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΟΙΚΙΣΚΟΥ	53
3.1 Εισαγωγή.....	53
3.2 Μόνωση οικίσκου.....	55
3.3 Συστήματα αερισμών.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	58
ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	58
4.1 Εισαγωγή.....	58
4.2 Πλεονεκτήματα ενδοδαπέδιου συστήματος.....	58
4.3 Αρχή λειτουργίας συστήματος	59
4.4 Θερμοκρασίες λειτουργίας.....	60
4.5 Στοιχεία κατασκευής.....	60
4.6 Διάταξη κατασκευής.....	60
4.7 Πηγές θερμότητας.....	61
4.8 Θερμική άνεση-Εξοικονόμηση χώρου.....	61
4.9 Τύποι συστημάτων.....	62
4.10 Καλύμματα πατωμάτων	62
4.11 Τύποι σωληνώσεων.....	63
4.12 Έλεγχος συστήματος.....	63
4.13 Ψύξη με ενδοδαπέδιο σύστημα.....	64
4.13.1 Εισαγωγή	64
4.13.2 Πλεονεκτήματα συστήματος	64
4.13.3 Φαινόμενο υγροποίησης.....	64
4.13.4 Εξοπλισμός	65
4.13.5 Αρχή λειτουργίας συστήματος	65
4.13.6 Συνθήκες λειτουργίας-Περιορισμοί στη χρήση.....	65
4.13.7 Όρια απόδοσης ενδοδαπέδιας ψύξης.....	66
4.14 Διαδικασία-στάδια κατασκευής ενδοδαπέδιου συστήματος.....	66
4.15 Κατασκευή ενδοδαπέδιου συστήματος.....	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	78
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΤΕΓΗ-ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	78
5.1 Εισαγωγή-διαστάσεις	78
5.2 Διαδικασία κατασκευής ενεργειακής στέγης	79
5.2.1. Διαδικασία κατασκευής ηλιακού συλλέκτη	79
5.2.2 Διαδικασία τοποθέτησης σωλήνων στο PV	87
5.3 Πλήρωση σωλήνων.....	92
5.4 Εναλλάκτης θερμότητας.....	94
5.5 Τοποθέτηση στον οικίσκο	97
5.6 Αρχή λειτουργίας της στέγης.....	99
5.6.1 Αρχή λειτουργίας ηλιακού συλλέκτη.....	99
5.6.2 Αρχή λειτουργίας PV	99
5.7 Κύκλωμα παραγωγής ζεστού νερού	100

5.8 Φωτογραφίες σπιτιών με ενεργειακή στέγη.....	106
--	-----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Η.Μ.Ε. I: Περιβάλλον και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**
Σ.Καπλάνης Εκδόσεις Ίων
- **Η.Μ.Ε. II: Ηλιακή Μηχανική**
Σ.Καπλάνης Εκδόσεις Ίων
- **Η.Μ.Ε. III: Μηχανική των φωτοβολταϊκών συστημάτων**
Σ.Καπλάνης Εκδόσεις Ίων
- **Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική**
Ερωτόκριτος Τσίγκας Εκδόσεις Μάλλιαρης
- **Energy in Architecture- The European Passive Solar Handbook**
European Community
- **Βιοκλιματική αρχιτεκτονική-παθητικά ηλιακά συστήματα**
Ανδρεαδάκη-Χρονάκη Ελένη, Εκδόσεις University studio press
- **Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων**
Κώστας Τσίππρας Εκδόσεις Systems international
- **Δομική φυσική:ενεργειακός σχεδιασμός-παθητικά ηλιακά συστήματα**
Μιχάλης Παπαδόπουλος Κλειώ Αξαρλή, Εκδόσεις Αφοι Κυριακίδη
- **3^ο Εθνικό συνέδριο για τις Η.Μ.Ε. Θεσσαλονίκη 9-11 Νοέμβριου 1988**
πρακτικά
Ελληνικό Κέντρο Παραγωγικότητας, Ινστιτούτο Τεχνολογικών Εφαρμογών,
Ινστιτούτο Ηλιακής Τεχνικής, ΕΛΚΕΠΑ Εκδόσεις ΕΛΚΕΠΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
- **Εφαρμογές ηλιακής ενέργειας:πρακτικά πανελλήνιου συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή Πάτρα 13-17 Σεπτεμβρίου 1987**
Σ.Καπλάνης Εκδόσεις ΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ
- **Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας:σεμινάριο Αθήνα Ίδρυμα Ευγενίδου 17-19 Οκτωβρίου 1979** Ένωση Κατασκευαστών Συστημάτων Εκμεταλλεύσεως Ηλιακής Ενέργειας, Πανελλήνιος Σύλλογος Διπλωματούχων Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων, Αθήνα
- **Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας:υπολογισμός και σχεδίαση συστημάτων**
Ευθύμιος Βαζαίος, Εκδόσεις Βαζαίος

- **Αυτόνομες εφαρμογές ηλιακής ενέργειας μικρού και μεσαίου μεγέθους**
Μαλαμής Βασίλειος Εκδόσεις ΙΩΝ

Ιστοσελίδες στο Internet

www.saintpaul.gr,

www.greenpeace.org

www.spitia.gr

www.energeia.gr

www.eclass.gunet.gr

www.cres.gr

www.tee.gr

www.solarenergy.org

www.german-renewable-energy.com

www.sunlighthomes.com

www.greenhouses.com

www.floorheatingsystems.com

Λοιπές σελίδες