171
Πον

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΡΓΟ: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΕΠΑΥΛΗ ΣΤΑ ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ ΣΑΛΑΜΙΝΑΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΑΝΝΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:
ΓΙΑΝΝΟΥΛΗ ΘΕΟΔΩΡΑ
ΚΑΝΑΚΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ
ΛΕΛΕΝΤΖΗ ΝΙΚΗ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2003

171
Πον

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΡΓΟ: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΕΠΑΥΛΗ ΣΤΑ ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ ΣΑΛΑΜΙΝΑΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΑΝΝΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΓΙΑΝΝΟΥΛΗ ΘΕΟΔΩΡΑ
ΚΑΝΑΚΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ
ΛΕΛΕΝΤΖΗ ΝΙΚΗ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2003

🕮 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- Κεφάλαιο 1^{ο} : Πρόλογος
  - Εισαγωγή
  - Οικολογική δόμηση
  - Ηλιακή γεωμετρία
  - Ηλιακή ακτινοβολία
  - Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας
- Κεφάλαιο 2^{ο} : Κέλυφος του κτιρίου
  - Εισαγωγή
  - Θερμική μάζα
  - Σχεδιασμός και προσανατολισμός ανοιγμάτων
  - Θερμομόνωση κελύφους
  - Υαλοστάσια
  - Παθητικά ηλιακά συστήματα
  - Φωτοβολταϊκά συστήματα
- Κεφάλαιο 3^{ο} : Ενεργειακά συστήματα στο κτίριο
  - Ενεργητικά ηλιακά συστήματα
  - Άλλα συστήματα παραγωγής και εξοικονόμησης ενέργειας
  - Παθητικά συστήματα δροσισμού
  - Συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
  - Τεχνικός φωτισμός
- Κεφάλαιο 4^{ο} : Νερό – Εξοικονόμηση νερού
  - Το νερό ως φυσικός πόρος
  - Εξοικονόμηση νερού στο σπίτι
  - Υδραυλικός εξοπλισμός ενός κτιρίου
  - Σχεδιασμός υδραυλικών εγκαταστάσεων
  - Συστήματα συλλογής βρόχινου νερού
  - Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποπλύτων.
- Κεφάλαιο 5^{ο} : Συμπεράσματα
  - Αναφορά στους όρους δόμησης της περιοχής
  - Ειδικά χαρακτηριστικά
    - Θερμοκήπιο
    - Χώρος αποθήκευσης θερμότητας
    - Φωτοβολταϊκά συστήματα
    - Φυτεμένο δώμα
    - Περιβάλλοντας χώρος
    - Συστήματα κεντρικής θέρμανσης
  - Αρχιτεκτονικά σχέδια και βιοκλιματικές λεπτομέρειες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παλαιότερα, οι όροι δόμησης, οι τύποι κατοικίας, τα υλικά, τα συστήματα θέρμανσης, η προστασία από τα ακραία καιρικά φαινόμενα, συνδέονταν με τους διαθέσιμους, σε τοπικό επίπεδο, πόρους και με την κληρονομιά της τεχνικής από γενιά σε γενιά. Σήμερα, όμως, αυτό που επικρατεί είναι η ομογενοποίηση και η εξαφάνιση των ιδιαιτεροτήτων. Η μετάβαση από την μια κατάσταση στην άλλη έγινε κυρίως εις βάρος του περιβάλλοντος. Ο άνθρωπος, όμως άργησε να συνειδητοποιήσει πως οι υπάρχουσες ποσότητες των συμβατικών ενεργειακών πηγών θα εξαντληθούν.

Το πρόβλημα έγινε αισθητό σε μια εποχή, όπου η τυποποίηση και η εμπορευσιμότητα των πάντων, συμπεριλαμβανομένων και των υλικών δόμησης, δεν αφήνουν πολλά περιθώρια για αλλαγή. Η βιομηχανία αρχικά στηρίχθηκε στην πεποίθηση ότι η φύση είναι μια αστείρευτη πηγή ενέργειας. Η εξόρυξη πρώτων υλών για παραγωγή εξεζητημένων οικοδομικών υλικών προκαλεί αλλοιώσεις των οικοσυστημάτων και ρύπανση κατά την μεταφορά τους. Ένα μεγάλο ποσοστό από τα υλικά κατεδαφίσεων καταλήγουν στις χωματερές. Παράλληλα, για τη λειτουργία των κτηρίων απορροφούνται τεράστια ποσά ενέργειας, συμβάλλοντας στην παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Εξαιτίας των προβλημάτων αυτών οι βιομηχανίες ελέγχονται εδώ και πολύ καιρό ως προς την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και το πλήθος των τοξικών ουσιών που αποβάλλουν στο περιβάλλον. Ένας τομέας που για πολλές δεκαετίες έμενε στο απυρόβλητο, είναι αυτός της κατοικίας. Καθυστέρησε έτσι και η ανάπτυξη εναλλακτικής τεχνολογίας.

Σήμερα τα βασικότερα τεχνολογικά ζητήματα έχουν αντιμετωπιστεί. Η ανάγκη για διαφορετική διαχείριση ενέργειας, δημιούργησε νέες συνθήκες στην αρχιτεκτονική. Γίνεται πλέον αναφορά στο μικροπεριβάλλον, στη σύσταση υλικών, στη μείωση της παραγωγής ρύπων και αποβλήτων, στην εξοικονόμηση ενέργειας. Η ενέργεια δεν αντιμετωπίζεται πια ως εξωτερικός παράγοντας αλλά ως μέρος της ζωής και της δομής του κτηρίου.

Η βάση για την επίλυση των προβλημάτων αποτέλεσαν ξεχασμένες αρχές της οικολογίας, του βιοκλιματικού και οικολογικού σχεδιασμού, που επανήλθαν στο προσκήνιο. Τρία είναι σήμερα τα βασικά κριτήρια στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική :

α) αγώνας για ποιότητα ζωής
β) παράγοντες εξοικονόμηση ενέργειας από φυσικούς πόρους
γ) σεβασμός στη φύση, στο περιβάλλον και στον άνθρωπο

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ

Η οικολογική δόμηση είναι αποτέλεσμα πολλών παραμέτρων της τοπογραφίας του οικοπέδου, του εδάφους, του μικροκλίματος, του προσανατολισμού των κτηρίων, της σωστής επιλογής των υλικών. Είναι δύσκολο να δοθεί ένας ορισμός για την «οικολογική δόμηση». Είναι όμως ευκολότερο να εντοπιστούν τα επίπεδα στα οποία εμφανίζονται τα προβλήματα που καλείται να επιλύσει η οικολογική δόμηση. Τα επίπεδα αυτά είναι :

1) Το δομημένο περιβάλλον : κτήρια με επιφάνειες που λειτουργούν ως θερμοσυσσωρευτές και που με τον όγκο τους εμποδίζουν την κυκλοφορία του αέρα, προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας και συγκέντρωση αέριων ρύπων που μειώνουν την ένταση του ηλιακού φωτός
2) Τα κτήρια : των οποίων ο σχεδιασμός επηρεάζει το ισοζύγιο ενέργειας και την ποιότητα του εσωτερικού χώρου
3) Τα υλικά : οι θερμικές και οπτικές ιδιότητες των δομικών υλικών παίζουν σημαντικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου και του περιβάλλοντος χώρου, ενώ η τοξολογική τους δράση επηρεάζει την ανθρώπινη υγεία και τα οικοσυστήματα

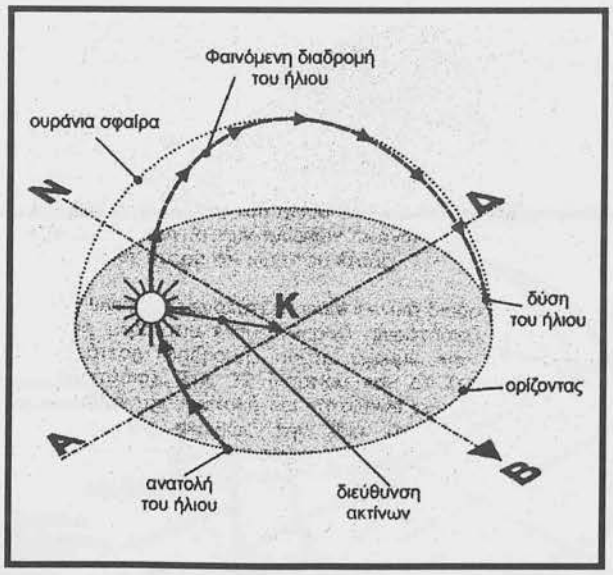
Για να δώσει λύσεις η οικολογική δόμηση στα προβλήματα αυτά στηρίζεται :

1) στον ενεργειακό βιοκλιματικό σχεδιασμό κτηρίων και πολεοδομικών συνόλων
2) στην εξασφάλιση νέων χώρων πρασίνου και ευνοϊκότερων σχέσεων ελεύθερων και κτισμένων χώρων
3) στην ανασυγκρότηση του κοινωνικού χώρου
4) στα ίδια μέσα μεταφοράς
5) στο δικαίωμα του ηλιασμού, του αερισμού και τον φυσικό φωτισμό
6) στη διαμόρφωση ευνοϊκού μικροκλίματος
7) στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
8) στην εξοικονόμηση ενέργειας και νερού
9) στην ολοκληρωμένη διαχείριση απορριμμάτων.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΗΛΙΑΣΜΟΥ

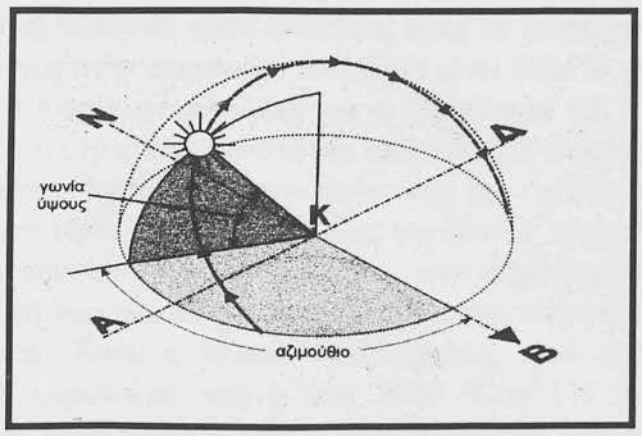
Το βασικό στοιχείο που πρέπει να γνωρίζει ο μελετητής, για να διερευνήσει τις συνθήκες ηλιασμού κατά την μελέτη ενός κτίσματος, είναι η διεύθυνση των ηλιακών ακτινών σε διαφορετικές ώρες και ημέρες του έτους, ως προς ένα σταθερό σημείο Κ, στο οποίο υποτίθεται ότι βρίσκεται ένα κτίσμα (σχήμα 1.1).

Η φαινόμενη διαδρομή του ηλίου ως προς το σημείο αυτό κατά την διάρκεια μιας μέρας μπορεί να απεικονιστεί όπως στο παρακάτω σχήμα. Η διεύθυνση των ηλιακών ακτινών μπορεί να βρεθεί και να αποτυπωθεί στα αρχιτεκτονικά σχέδια με τη βοήθεια δυο γωνιών που αντιστοιχούν στα σχέδια της κάτοψης και της τομής (σχήμα 1.2).



Σχήμα 1.1

Στην κάτοψη η διεύθυνση αυτή αποτυπώνεται ως η γωνία μεταξύ της προβολής στο οριζόντιο επίπεδο της θέσης του ηλίου και του βορρά. Η γωνία αυτή ονομάζεται Αζυμούθιο (AZ) του ηλίου για την συγκεκριμένη ημέρα και ώρα του έτους.



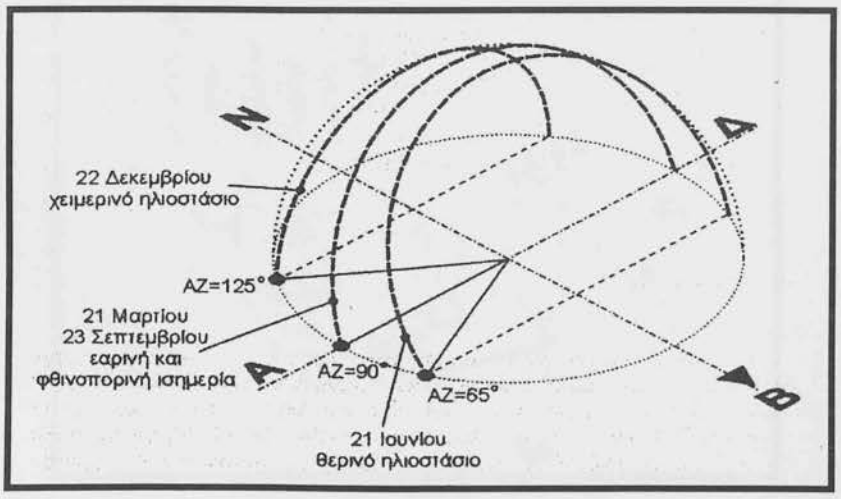
Σχήμα 1.2

Στην τομή η ίδια διεύθυνση αποτυπώνεται ως η γωνία μεταξύ του ηλίου και του οριζόντιου επιπέδου. Η γωνία αυτή ονομάζεται γωνία ύψους (Η) του ηλίου για την συγκεκριμένη ημέρα και ώρα του έτους.

Καθώς η φαινόμενη διαδρομή του ηλίου επάνω από τον ορίζοντα αλλάζει από μέρα σε μέρα, η διεύθυνση των ηλιακών ακτινών ως προς το σημείο Κ είναι διαφορετική για κάθε ημέρα και ώρα του έτους.

Στις 21 Ιουνίου γίνεται η μεγαλύτερη φαινομενική διαδρομή, οπότε έχουμε τη μεγαλύτερη ημέρα του έτους (θερινό ηλιοστάσιο). Στις 22 Δεκεμβρίου γίνεται η μικρότερη διαδρομή, οπότε έχουμε και τη μικρότερη ημέρα (χειμερινό ηλιοστάσιο). Στια 22 Μαρτίου και 23 Σεπτεμβρίου η διαδρομή ξεκινά ακριβώς από την ανατολή και καταλήγει ακριβώς στην δύση. Η ημέρα και η νύχτα έχουν ακριβώς την ίδια

διάρκεια (ισημερίες). Φυσικά αναφερόμαστε για το βόρειο ημισφαίριο της γης (σχήμα1.3).

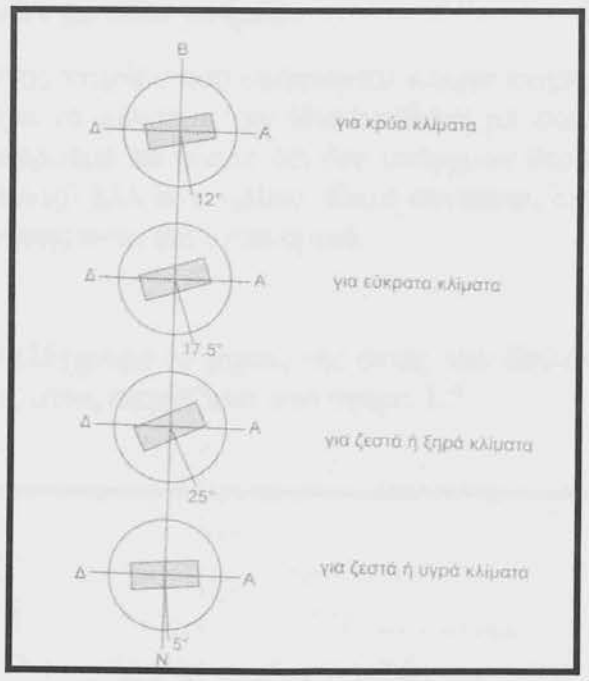


Σχήμα 1.3

ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Ο ήλιος ακτινοβολεί τεραστία ποσά ενέργειας προς το διάστημα. Υπολογίζεται ότι η ακτινοβολούμενη ισχύς στην επιφάνεια του ηλίου είναι 63MW για κάθε τετραγωνικό μέτρο. Μετά από 8 λεπτά φτάνει στην γη η θερμότητα με ισχύ 1353 W/m^2 . Η ποσότητα αυτή καλείται ηλιακή σταθερά και επηρεάζεται ελάχιστα κατά την διάρκεια του χρόνου εξαιτίας των διεποχικών στην απόσταση γης - ηλίου.

Η ακτινοβολία αυτή είναι υπεύθυνη για όλες σχεδόν τις ενεργειακές διεργασίες στη γη, αφού αποτελεί την κινητήρια δύναμη και την πηγή σχεδόν όλων των πηγών ενέργειας. Η διάβαση της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω της γήινης ατμόσφαιρας την εξασθενεί σημαντικά. Έτσι η ηλιακή ακτινοβολία, που προσπίπτει σε κάποια επιφάνεια στην γη, κυμαίνεται από 0 έως 1000 W/m^2. Η προσπίπτουσα σε μια επιφάνεια, ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από την εποχή του χρόνου, την ώρα της ημέρας, την νέφωση και άλλα μετεωρολογικά φαινόμενα.



Σχήμα 1.6

4η ΑΡΧΗ : Η γεωμετρία του κτηρίου παίζει πολύ μεγάλο ρόλο, στις τελικές θερμικές αποβολές.

Α. Το μέγεθος

Τα μεγάλα κτήρια παρουσιάζουν μια υπεροχή σε σχέση με τα μικρότερα. Θεωρητικά, οι πολυκατοικίες βοηθάνε στον περιορισμό των θερμικών απωλειών.

Β. Η μορφή

Είναι ενδιαφέρον να σημειώσουμε :

- Τα τετράγωνα κτήρια είναι προτιμότερα από τα πλατιά ή τα ψηλά κτήρια
- Η μορφή της πυραμίδας δεν προσφέρει μια σημαντικά μεγαλύτερη επιφάνεια σε επαφή με τον περιβάλλοντα αέρα από ότι ένας κύβος αντιστοίχου όγκου, δημιουργεί μικρότερες σκιάσεις στις γειτονικές κατασκευές και επιτρέπει καλύτερο ηλιασμό στους χαμηλότερους ορόφους
- Η μείωση του ύψους των τοίχων ενός κτηρίου πέρα από την μείωση του προς θέρμανση όγκου σημαίνει και μείωση της εξωτερικής επιφάνειας και επομένως περιορισμό των θερμικών απωλειών

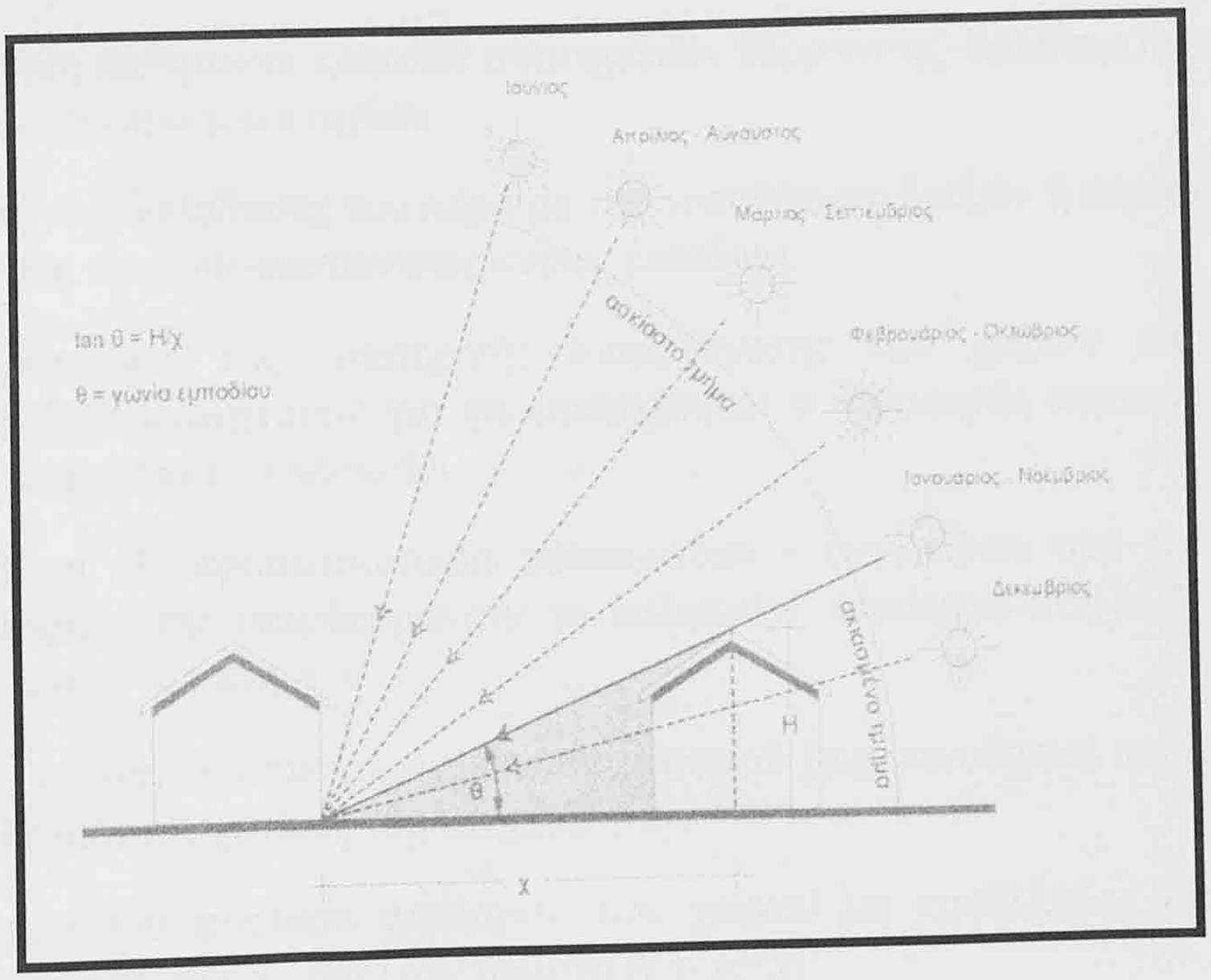
Γ. Η σχέση του κτηρίου με το έδαφος

Το έδαφος έχοντας μεγάλη θερμική αδράνεια, διαθέτει ευνοϊκή θερμοκρασία για την μείωση των θερμικών απωλειών του χειμώνα και για την αντιμετώπιση της ζέστης κατά την διάρκεια του καλοκαιριού. Επίσης η επιφάνεια ενός κτηρίου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος έχει πολύ λιγότερες απώλειες από ότι η επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με τον αέρα.

Δ. Η σχέση του κτηρίου με άλλα κτήρια.

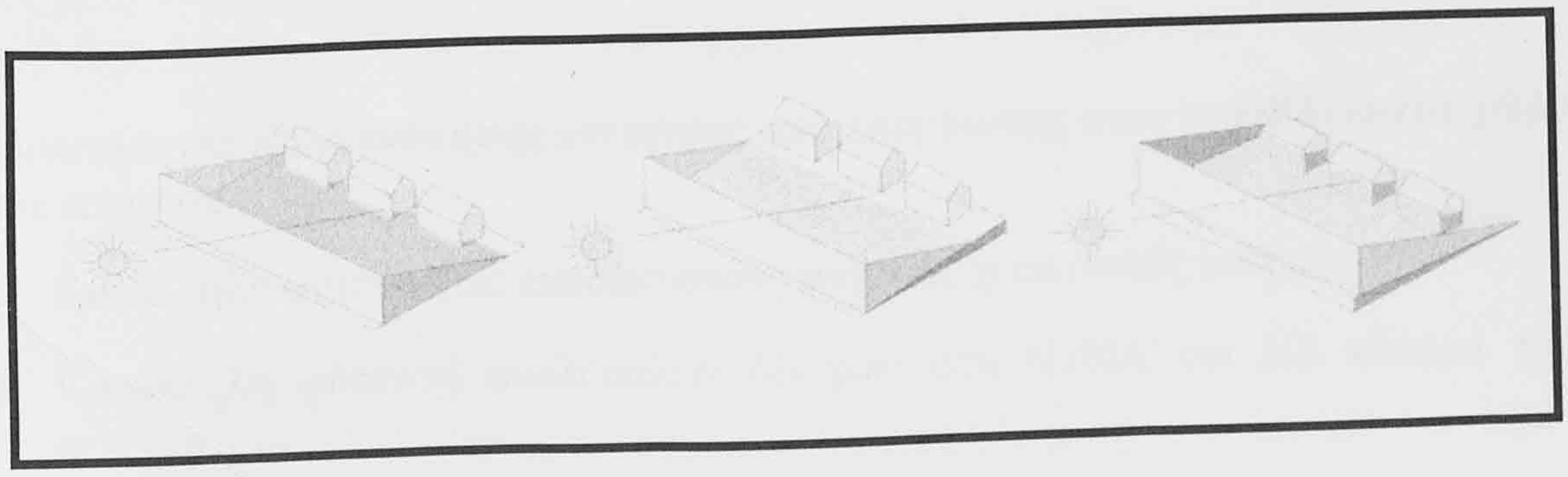
Για τις επιφάνειες ενός κτηρίου που εφάπτονται άλλων κτηρίων, εφ΄όσον και αυτά θερμαίνονται μπορούμε να κάνουμε την ίδια υπόθεση με εκείνη σχέσης εδάφους – κτηρίου. Χοντρικά μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχουν θερμικές απώλειες από τα τοιχώματα που εφάπτονται άλλων κτηρίων. Κατά συνέπεια, από αυτή την άποψη, το συνεχές σύστημα δόμησης είναι πιο οικονομικό.

5η ΑΡΧΗ: Πρέπει να ελέγχουμε το μήκος της σκιάς των διπλανών κτηρίων, δέντρων και φυσικών εμποδίων, όπως εικονίζεται στο σχήμα 1.7.



Σχήμα 1.7

Επίσης το μήκος της ριπτόμενης σκιάς ενός εμποδίου, αλλάζει με την κλίση του εδάφους (σχήμα 1.8).



Σχήμα 1.8

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από επεμβάσεις στο κέλυφος και στο εσωτερικό του κτηρίου.

1. Προσθήκη μόνωσης σε τοίχους, οροφές, δάπεδα κ.λ.π.
2. Τοποθέτηση θερμομονωτικών – αεροστεγών κουφωμάτων
3. Σωστός προσδιορισμός πάχους τοίχων για την εξασφάλιση της κατάλληλης «θερμικής μάζας»
4. Μελέτη σκιασμού – ηλιασμού του κτηρίου
5. Προσθήκη παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης–δροσισμού στη Ν./Ν.Α. και Ν.Δ. πλευρά του κτηρίου
6. Μείωση της διείσδυσης του αέρα με την τοποθέτηση διπλών ή περιστρεφόμενων θυρών και ανεμοθραυστών στις κύριες εισόδους
7. Διαφοροποίηση της εσωτερικής διαρρύθμισης των χώρων και πρόβλεψη κατάλληλων ανοιγμάτων για να επιταχύνεται ο διαμπερής αερισμός που είναι απαραίτητος για το καλοκαίρι
8. Προσθήκη ηλιοπροστατευτικών πετασμάτων – σκιάστρων στα παράθυρα, για την αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι ιδιαίτερα στη Ν./Ν.Α. και στη Ν.Δ. πλευρά του κτηρίου
9. Χρήση «έξυπνων» συστημάτων αυτοματισμού (π.χ. κινούμενα πετάματα κ.λ.π.) σε επιλεγμένους χώρους του κτηρίου
10. Βελτίωση του φυσικού φωτισμού των χώρων με κατάλληλες διατάξεις στα παράθυρα και στα αίθρια (εάν υπάρχουν τέτοια)
11. Κάλυψη αίθριων (εάν υπάρχουν) με στόχο την αξιοποίηση τους στη θέρμανση, στο δροσισμό και στην βελτίωση του φυσικού φωτισμού των χώρων του κτηρίου
12. Τοποθέτηση συστημάτων ηχοπροστασίας σε εκτεθειμένες στο θόρυβο πλευρές του κτηρίου

Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου.

1. Κατάλληλη φύτευση ως εμπόδιο στους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους
2. Κατάλληλη φύτευση φυλλοβολών δέντρων στη Ν./ΝΑ και ΝΔ πλευρά του κτηρίου
3. Χρήση στοιχείων νερού (σιντριβάνια κ.λ.π.) σε συνδυασμό με την επικρατούσα κατεύθυνση των καλοκαιρινών αερίων ρευμάτων για την βελτίωση του μικροκλίματος γύρω από το κτήριο
4. Χρήση υπαίθριων σκιάστρων

5. Μεγιστοποίηση της επιφάνειας του πράσινου στον περιβάλλοντα χώρο
6. Χρήση υλικού επίστρωσης του περιβάλλοντα χώρου μεγάλης απορροφητικότητας και χαμηλής εκπομπής θερμότητας

Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του κτηρίου (συστήματα θέρμανσης – κλιματισμού – αερισμού).

1. Προσαρμογή του μεγέθους μηχανημάτων θέρμανσης – κλιματισμού στις αναθεωρημένες συνθήκες εσωκλίματος των κτηρίων
2. Εφαρμογή συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας σε μεγάλους καταναλωτές του δευτερογενούς και τριτογενούς τομέα με χρήση φυσικού αεριού
3. Ανάπτυξη της τεχνολογίας απορρόφησης με φυσικό αέριο στον κλιματισμό των κτηρίων
4. Θέρμανση και ψύξη του κτηρίου κατά ζώνες προσανατολισμού
5. Βελτίωση της απόδοσης του συστήματος του λέβητα – καυστήρα με σωστή ρύθμιση της αναλογίας καυσίμου – αέρα και τοποθέτηση αυτόματων συστημάτων ρύθμισης
6. Χρήση αντλιών θερμότητας φυσικού αερίου για θέρμανση και ψύξη κτηρίων
7. Επιλογή περισσότερων μικρών λεβήτων αντί ενός μεγάλου
8. Προθέρμανση του αέρα της καύσης για την αύξηση του βαθμού απόδοσης του λέβητα
9. Χρησιμοποίηση ψυκτικών συγκροτημάτων χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας
10. Μείωση θερμικών απωλειών του συστήματος διανομής των σωλήνων και αεραγωγών (ψυχρού και θερμού αέρα)
11. Επιλογή μηχανημάτων και συσκευών μεγάλου βαθμού απόδοσης
12. Εγκατάσταση συστήματος αυτόματου ελέγχου και ρύθμιση της θερμοκρασίας όλων των χωρών κτηρίου συνάρτηση της εξωτερικής θερμοκρασίας
13. Εξουδετέρωση φαινομένων ακτινοβολίας προς ψυχρές επιφάνειες
14. Μείωση του επιπέδου της σχετικής υγρασίας του αέρα
15. Διακοπή του αερισμού του χώρου κατά τις μη εργάσιμες ώρες του χειμώνα
16. Πρόβλεψη νυχτερινού αερισμού των χωρών το καλοκαίρι

Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από συστήματα φωτισμού του κτηρίου.

1. Μεγιστοποίηση του φυσικού φωτισμού των χώρων
2. Σωστή επιλογή του συστήματος φωτισμού του κτηρίου

3. Κατάλληλα χρώματα περιβάλλουσων επιφανειών για την αύξηση του συντελεστή χρησιμοποίησης
4. Προσαρμογή της στάθμης φωτισμού στις αναθεωρημένες συνθήκες εσωκλίματος
5. Χρήση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης
6. Χρήση στραγγαλιστικών πηνίων (ballast) με μικρότερη κατανάλωση ενέργειας
7. Αύξηση της απόδοσης των φωτιστικών σωμάτων με τακτικό καθαρισμό, περιοδική αντικατάσταση λαμπτήρων κ.λ.π.
8. Χρήση συμπληρωματικού τοπικού αντί αυξημένου γενικού φωτισμού σε ειδικές περιπτώσεις
9. Σβήσιμο των φώτων όταν δεν χρειάζονται

Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από το σύστημα παρασκευής και διανομή θερμού νερού χρήσης.

1. Μόνωση σωληνώσεων και boilers
2. Αντικατάσταση κεντρικού συστήματος παρασκευής θερμού νερού με τοπικούς θερμαντές νερού
3. Ανάκτηση της απορριπτόμενης θερμότητας και χρησιμοποίηση της για την θέρμανση του νερού
4. Εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων για την παραγωγή θερμού νερού χρήσης
5. Εγκατάσταση υδριβικών φωτοβολταικών συστημάτων συγκεντρωτικού τύπου για ταυτόχρονη παραγωγή θερμού νερού χρήσης και ηλεκτρικής ενέργειας

Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από συστήματα ανελκυστήρων.

1. Μείωση της άσκοπης λειτουργίας των ανελκυστήρων με κατάλληλους αυτοματισμούς
2. Ακινητοποίηση ορισμένων ανελκυστήρων σε ώρες εκτός αιχμής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

Ο ρόλος του κελύφους στην θερμική και περιβαλλοντική συμπεριφορά του κτηρίου.

Εισαγωγή

Κέλυφος ενός κτηρίου ονομάζεται το σύνολο των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, τα οποία διαχωρίζουν τον εσωτερικό από τον εξωτερικό χώρο. Από το είδος, τον σχεδιασμό και την ποιότητα κατασκευής του κελύφους, εξαρτώνται μεταξύ άλλων :

- Η μετάδοση θερμότητας από και προς το κτήριο που οφείλεται στην οριζόντια (αγωγή) και την κατακόρυφη κίνηση του αέρα (συναγωγή)
- Ο ρυθμός των λοιπών θερμικών απωλειών και κέρδων
- Η ανανέωση του αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου
- Η εισρροή της ηλιακής ενέργειας στο εσωτερικό του κτηρίου
- Η θερμοχωρητικότητα του κτηρίου, δηλαδή η ικανότητα του να αποθηκεύει θερμότητα
- Οι παράμετροι του αερισμού και του φωτισμού
- Η αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κτηρίου τόσο στον εσωτερικό χώρο όσο και στον εξωτερικό

Η ενεργειακή κατανάλωση του κελύφους εξαρτάται άμεσα από τα χαρακτηριστικά του και ειδικότερα από :

- Τον προσανατολισμό του κτηρίου και την χωροθέτηση του στο οικόπεδο. Τα στοιχεία αυτά σε συνδυασμό με την τοπογραφία της περιοχής, την διαμόρφωση των εξωτερικών χώρων και την χωροθέτηση των γειτονικών κτηρίων, καθορίζουν μια σειρά σημαντικών παραμέτρων συμπεριφοράς του κτηρίου, όπως ο βαθμός του ηλιασμού και της απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας ή τα χαρακτηριστικά ροής του ανέμου, τα οποία είναι δυνατόν να διαμορφωθούν κατά τρόπο ώστε να ενισχύεται ο αερισμός του κτηρίου
- Την μορφή του κελύφους η οποία με την σειρά της καθορίζει την θερμική συμπεριφορά του κτηρίου σε συνάρτηση με τις κλιματικές παραμέτρους, καθώς και τη σχέση του κτηρίου με τα γειτονικά κτήρια
- Τα υλικά κατασκευής των διαφανών και αδιαφανών τμημάτων του κελύφους. Οι ιδιότητες των υλικών αυτών καθορίζουν μερικά βασικά χαρακτηριστικά της δομής, όπως ο συντελεστής θερμοδιαπερατότητας από τον οποίο εξαρτώνται οι θερμικές απώλειες που οφείλονται σε φαινόμενα συναγωγής. Τα υλικά καθορίζουν επίσης τον συντελεστή απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας μικρού μήκους κύματος που προσπίπτει στο κτήριο και άρα την ποσότητα των ηλιακών κέρδων του κτηρίου, καθώς και την θερμική μάζα του κτηρίου
- Τον σχεδιασμό των ανοιγμάτων του κελύφους που σε συνδυασμό με την μορφολογία, τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής, την διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου και τη γεωμετρία του κτηρίου, καθορίζουν τα επίπεδα αερισμού του κτηρίου και άρα προσδιορίζουν τις ανάγκες για χρήση μηχανικών συστημάτων για τον αερισμό και τον δροσισμό.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός κτηρίου σε σχέση με το κέλυφος μπορούν να ταξινομηθούν σε δυο μεγάλες κατηγόριες :

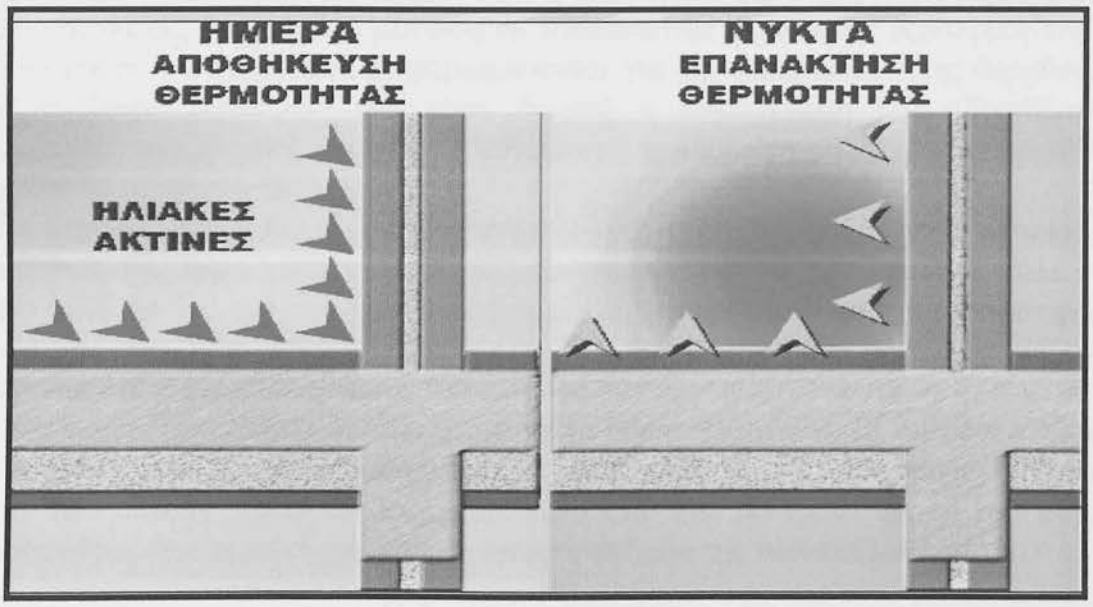
- Στις έμμεσες, δηλαδή σε αυτές που οφείλονται στην συνεισφορά των κτηρίων στη γενική ρύπανση λόγω της κατανάλωσης θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι έμμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις αφορούν τις εκπομπές CO_2 και άλλων αέριων ρύπων που παράγονται από την καύση ορυκτών καύσιμων για την παραγωγή της θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας
- Στις άμεσες, δηλαδή σε αυτές που προκαλεί η ίδια η παρουσία του κτηρίου στο γειτονικό του μικροπεριβάλλον. Ο ακατάλληλος σχεδιασμός και προσανατολισμός του κτηριακού κελύφους είναι δυνατόν να προκαλέσει προβλήματα μείωσης του ηλιασμού και του αερισμού σε γειτονικά κτήρια

Σχήμα 2.1 Εξωτερική άποψη κτηρίου.

Θερμική μάζα

Το κέλυφος του κτηρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποθήκη θερμότητας. Το δομικό στοιχείο στο οποίο αποθηκεύεται η θερμότητα ονομάζεται θερμική μάζα. Η θερμική μάζα εντοπίζεται κυρίως στους τοίχους, στις οροφές και στα δάπεδα και το μέγεθος της εξαρτάται από τη γεωμετρία και τη θερμοχωρητικότητα των υλικών. Η διαθέσιμη ενέργεια από τα αυξημένα ηλιακά κέρδη στη διάρκεια της ημέρας αποθηκεύεται και αργότερα απελευθερώνεται σταδιακά στο εσωτερικό του κτηρίου. Στη διάρκεια του χειμώνα η αποθηκευμένη θερμότητα απελευθερώνεται στο εσωτερικό του κτηρίου αργά το απόγευμα ή το βράδυ όταν χρειάζεται περισσότερο. Με τον τρόπο αυτό καλύπτεται ένα μέρος των θερμικών αναγκών του κτηρίου (σχήμα 2.2). Με την ίδια διαδικασία το καλοκαίρι η θερμική μάζα καθυστερεί την απόδοση της θερμότητας στο εσωτερικό του κτηρίου κατά την διάρκεια της ημέρας.

Η αποθηκευμένη θερμότητα απελευθερώνεται αργότερα και σταδιακά στο εσωτερικό του κτηρίου και στο εξωτερικό περιβάλλον όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες.



Σχήμα 2.2 Λειτουργία της θερμικής μάζας του πατώματος και των τοίχων κατά την διάρκεια (α) της ημέρας και (β) της νύχτας ,την χειμερινή περίοδο.

Η κατανομή της θερμικής μάζας στο εσωτερικό του κτηρίου καθορίζεται κυρίως από τον προσανατολισμό της επιφάνειας που εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία και την επιθυμητή χρονική καθυστέρηση όσον αφορά την απελευθέρωση της θερμότητας.

- Στις βόρεια προσανατολισμένες επιφάνειες δεν υπάρχει πρακτικά ανάγκη για χρονική καθυστέρηση, αφού οι επιφάνειες αυτές έχουν μικρά θερμικά κέρδη
- Στις επιφάνειες με ανατολικό προσανατολισμό είναι προτιμότερο να υπάρχει μια χρονική καθυστέρηση μεγαλύτερη από 14 ώρες, έτσι ώστε η απελευθέρωση της θερμότητας να γίνεται αργά το απόγευμα
- Στις νότιες και τις δυτικές επιφάνειες μια χρονική καθυστέρηση 8 περίπου ωρών είναι αρκετή για να επιβραδύνει την απελευθέρωση της θερμότητας μέχρι το βράδυ
- Η οροφή του κτηρίου που είναι εκτεθειμένη στην ηλιακή ακτινοβολία για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της ημέρας, απαιτεί μεγάλη χρονική καθυστέρηση (άρα μεγάλη θερμική μάζα) ή εναλλακτικά επιπρόσθετη μόνωση

Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμική μάζα των δομικών στοιχείων, τόσο περισσότερος χρόνος απαιτείται για την άνοδο της θερμοκρασίας τους και αντίστοιχα, κατά τον ίδιο χρόνο καθυστερεί η άνοδος της θερμοκρασίας του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Στα σημερινά κτήρια η θερμική μάζα αποτελείται από τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την πλήρωση του κελύφους, όπως είναι τα τούβλα, οι τσιμεντόλιθοι και το σκυρόδεμα. Όπου αυτό είναι δυνατό συνίσταται η χρήση της πέτρας. Αντίθετα, η χρήση υλικών όπως το ξύλο στο κέλυφος του κτηρίου δεν ευνοούν την αποθήκευση της θερμότητας. Καθώς η ειδική θερμότητα (η θερμότητα που απαιτείται για την θέρμανση μιας μονάδας μάζας ενός υλικού κατά ένα βαθμό) είναι η ίδια, για όλα σχεδόν τα υλικά τοιχοποιίας, η θερμοχωρητικότητα, (η

θερμότητα που είναι αναγκαία για την θέρμανση του υλικού κατά ένα βαθμό), ενός υλικού είναι ανάλογη προς τον όγκο και την πυκνότητα του υλικού.

Ένα σημαντικό στοιχείο είναι η σχέση της μόνωσης με την θερμική μάζα του κτηρίου. Για να μπορεί ένα κτήριο να εκμεταλλευτεί τις ευεργετικές ιδιότητες της θερμικής μάζας, θα πρέπει η μόνωση να τοποθετείται πάντα στην εξωτερική πλευρά των δομικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας. Την αντίθετη περίπτωση δεν είναι δυνατή η αποθήκευση της πλεονάζουσας θερμότητας στα δομικά στοιχεία ή αντίστοιχα η απόδοση της στο εσωτερικό του κτηρίου σε μεταγενέστερο χρόνο.

Το μέγεθος που καθορίζει την ικανότητα της θερμικής μάζας ενός κτηρίου να απορροφά την θερμότητα των εσωτερικών χωρών και να την αποδίδει πάλι στον χώρο αλλά με μια χρονική καθυστέρηση είναι η **ημερήσια θερμοχωρητικότητα**, η οποία ορίζεται ως το πόσο της αποθηκευμένης θερμότητας ανά βαθμό διακύμανσης της εσωτερικής θερμοκρασίας.

Στον παρακάτω πίνακα δίνεται η ημερήσια θερμοχωρητικότητα διαφόρων υλικών σε συνάρτηση με το πάχους του κτηρίου. Όπως παρατηρείται η θερμοχωρητικότητα όλων των υλικών παύει να αυξάνεται πέρα από ένα ορισμένο πάχος του υλικού, καθιστώντας έτσι περιττή την κάθε πρόσθετη αύξηση της θερμικής μάζας.

Πίνακας 2.1

Υλικό	5cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm
Σκυρόδεμα	120	200	240	245	245
Πέτρα	100	175	185	185	185
Τούβλο	80	140	150	150	150
Ξύλο	30	35	35	35	35

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ.

Κατά τον σχεδιασμό του κελύφους του κτηρίου θα πρέπει να μεγιστοποιείται η χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτηρίου κατά την διάρκεια του χειμώνα και ταυτόχρονα να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του κατά την διάρκεια του καλοκαιριού μέσω της κατάλληλης ηλιοπροστασίας. Ο στόχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί με τον κατάλληλο σχεδιασμό και προσανατολισμό των ανοιγμάτων του κελύφους.

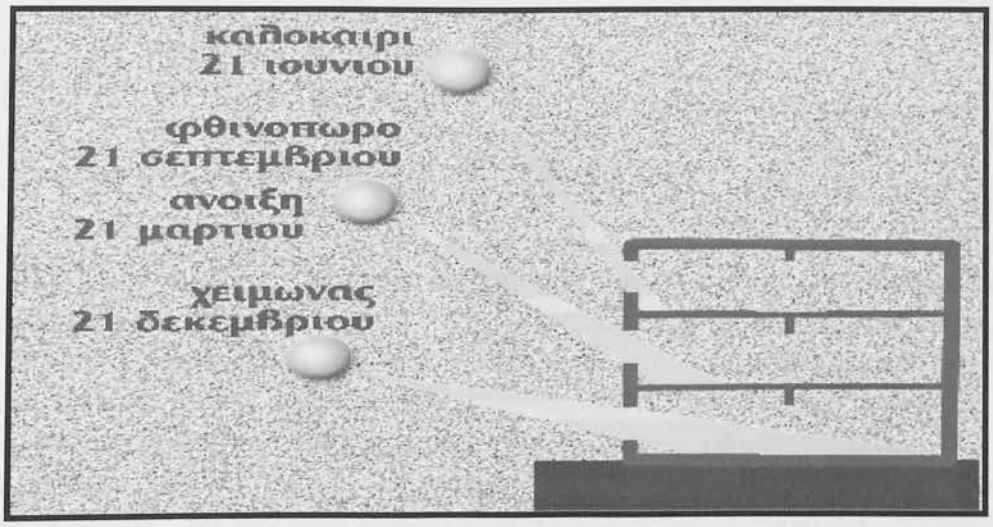
Η κατασκευή νότιων ανοιγμάτων παρουσιάζει μια σειρά πλεονεκτήματα και για αυτό αποτελεί την πρώτη προτεραιότητα στο σχεδιασμό του κελύφους ενός οικολογικού συμβατού κτηρίου. Έτσι μέσω της χρήσης διαφανών επιφανειών με νότιο προσανατολισμό:

- Γίνεται καλύτερη κατανομή των ηλιακών κερδών στο κτήριο σε σχέση με άλλους προσανατολισμούς. (σχήμα 2.3)
- Επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση
- Ο κίνδυνος υπερθέρμανσης το καλοκαίρι είναι μικρότερος σε σχέση με αυτόν που συνεπάγεται από την ύπαρξη ανατολικών και δυτικών ανοιγμάτων

- Η ηλιοπροστασία μπορεί να εφαρμοστεί με χρήση απλών οριζόντιων σκιάστρων (προεξοχές, μπαλκόνια)

Τα βόρεια ανοίγματα χρησιμοποιούνται κυρίως για την παροχή φυσικού φωτισμού καλής ποιότητας στο εσωτερικό του κτηρίου, καθώς επιτρέπουν την είσοδο μόνο της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας και όχι της άμεσης.

Τα δυτικά και ανατολικά ανοίγματα παρουσιάζουν πολύ λίγα πλεονεκτήματα καθ' όλη την διάρκεια του έτους, γι' αυτό συνίσταται να κατασκευάζονται μόνο αν αυτό είναι απόλυτα απαραίτητο για την βελτίωση του φυσικού φωτισμού ή για την βελτίωση της θέας.



Σχήμα 2.3 Ηλιακά κέρδη από νότια ανοίγματα τις διάφορες εποχές του χρόνου.

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Οι απώλειες θερμότητας σε ένα κτήριο προς το εξωτερικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια του χειμώνα καθορίζονται με βάση τη ροή θερμότητας διαμέσου του κελύφους του. Η ροή θερμότητας εξαρτάται κυρίως από τη διάφορα θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος και τη θερμική αντίσταση των υλικών από τα οποία κατασκευάζεται το κέλυφος του κτηρίου.

Θερμική αντίσταση (R) ενός υλικού ονομάζουμε το μέγεθος που εκφράζει τη δυσκολία με την οποία η θερμότητα διαδίδεται σε ένα υλικό. Η θερμική αντίσταση είναι συνάρτηση του πάχους του υλικού, των ρευστών που το περιβάλλουν (π.χ. αέρας) και τη θερμικής του αγωγιμότητας k. Για ένα σύνθετο υλικό, η θερμική του αντίσταση είναι ίση με το άθροισμα των θερμικών αντιστάσεων των επί μέρους στοιχείων τους.

Η θερμική αγωγιμότητα αποτελεί χαρακτηριστική ιδιότητα κάθε υλικού και ισούται με τη ροή θερμότητας δια μέσου της μάζας του υλικού ανά μονάδα πάχους και διαφορά θερμοκρασίας. Ως εκ τούτου μετράται σε W/m °C. Επειδή η σχέση μεταξύ θερμικής αντίστασης και θερμικής αγωγιμότητας εκφράζεται από τον τύπο R=k/d (που d το πάχος του υλικού) είναι προφανές ότι η θερμική αντίσταση μετράται σε m^2 °C/W.

Το αντίστροφο της θερμικής αντίστασης είναι ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας του υλικού (U – value), μετράται σε W/ m^2 °C και εκφράζει τον τρόπο με τον οποίο το κτήριο δια μέσου του κελύφους ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον. Όπως ισχύει και στην περίπτωση της θερμικής αντίστασης, έτσι και ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας εξαρτάται από τα φαινόμενα μεταφοράς θερμότητας που συμβαίνουν στην εσωτερική και εξωτερική πλευρά του κελύφους, καθώς και από τις θερμικές ιδιότητες του υλικού. Η σχέση που δίνει το U – value για ένα σύνθετο δομικό στοιχείο είναι η ακόλουθη:

$$U = 1/(1/h_i) + (1/h_0) + \Sigma\, d_j\, k_j$$

Όπου:

h_i, h_0 συντελεστής θερμικής μεταφοράς του αέρα στο εσωτερικό και στο εξωτερικό του κτηρίου αντίστοιχα.

k_j συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού.

d_j πάχος υλικού **j**.

- **Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας (U – value)**

Η επιτυχής θερμομόνωση ενός δομικού στοιχείου έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας, άρα και τον περιορισμό της διαφυγής θερμότητας διάμεσου του στοιχείου. Ο πίνακας 2.2 δίνει τις μέσες τυπικές τιμές του U για τα κύρια δομικά στοιχεία διαφόρων ειδών κτηρίων καθώς και τις τιμές που μπορεί να επιτύχει κανείς σήμερα εφαρμόζοντας βελτιστοποιημένη θερμομόνωση.

Η πιο κοινή μέθοδος για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών είναι η προσθήκη θερμομόνωσης, δηλαδή υλικών με μεγάλη θερμική αντίσταση, στο κέλυφος του κτηρίου έτσι ώστε να αυξηθεί η συνολική θερμική του αντίσταση. Άλλος τρόπος περιορισμού των απωλειών, ειδικότερα λόγω ακτινοβολίας, αποτελεί η προσθήκη φραγμάτων στην ροή θερμότητας με τοποθέτηση για παράδειγμα φύλλων αλουμινίου πίσω από τα σώματα ή την χρήση υαλοπινάκων με πολύ χαμηλή ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας.

Πίνακας 2.2

Δομικό στοιχείο	Παλιό κτήριο	Κτήριο χαμηλής ενέργειας	Βέλτιστο δυνατό
Εξωτερικός τοίχος	1,4	0,2	0,15
Παράθυρο	5,2	1,0	0,7
Υαλοπίνακας	5,7	0,7	0,4
Δώμα	1,0	0,2	0,1
Δάπεδο σε υπόγειο	0,8	0,25	0,2

Η σωστή και πλήρης θερμομόνωση του κελύφους ενός κτηρίου έχει ως αποτέλεσμα :

- Την μεγαλύτερη θερμική άνεση στο εσωτερικό του κτηρίου
- Την μείωση της πιθανότητας σχηματισμού υδρατμών στις επιφάνειες του κτηρίου, αφού εξαφανίζει τις θερμογέφυρες, δηλαδή τα σημεία συνάντησης στοιχείων του κελύφους, των οποίων ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας είναι μεγάλος, και τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα την έντονη τυπική ροή

θερμότητας από το κτήριο προς το περιβάλλον λόγω της απότομης πτώσης της θερμοκρασίας επιφανείας

- Την αύξηση του κατασκευαστικού κόστους αλλά και την μείωση των λειτουργικών εξόδων του κτηρίου χάρη στην αναμενόμενη εξοικονόμηση ενέργειας
- Την διατήρηση των θερμικών ηλιακών κερδών επί μεγάλο χρονικό διάστημα στο εσωτερικό του κτηρίου

Η τοποθέτηση της θερμομόνωσης θα πρέπει να γίνεται με προσοχή και ομοιόμορφα έτσι ώστε να αποφεύγονται οι θερμογέφυρες. Ταυτόχρονα, η επιλογή του υλικού και της θέσης της θα πρέπει να αξιολογούνται ανάλογα με τη στρατηγική θέρμανσης και τα χαρακτηριστικά του κτηρίου.

Τα ενεργειακά κέρδη από την τοποθέτηση θερμομονωτικού υλικού σε ένα δομικό στοιχείο δεν είναι ευθέως ανάλογα με το πάχος του μονωτικού στρώματος καθώς από κάποια τιμή πάχους και άνω η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ασήμαντη.

Η αύξηση της θερμομονωτικής ικανότητας του κτηριακού κελύφους περιλαμβάνει παρεμβάσεις στους εξωτερικούς τοίχους, το δώμα και το δάπεδο όταν αυτό συνορεύει με μη θερμαινόμενους χώρους (υπόγειο) ή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή) ή ακόμα και σε εσωτερικά δομικά στοιχεία του κτηρίου τα οποία συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους (αποθήκες, κλειστά δωμάτια κλπ). Ο βαθμός παρέμβασης στην θερμομόνωση του κτηρίου εξαρτάται κατά πολύ από το αν αυτό κατασκευάζεται εξαρχής ή αν ανακαινίζεται. Στις νέες κατασκευές υπάρχει η υποχρέωση (λόγω του κανονισμού θερμομόνωσης) για την κατασκευή ενός κελύφους όσο γίνεται καλύτερα μονωμένου. Όπως όμως είναι προφανές, στις ανακαινίσεις είναι πιο δύσκολο να γίνουν μεγάλες βελτιώσεις στην θερμομόνωση του κελύφους του κτηρίου.

- **Θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων.**

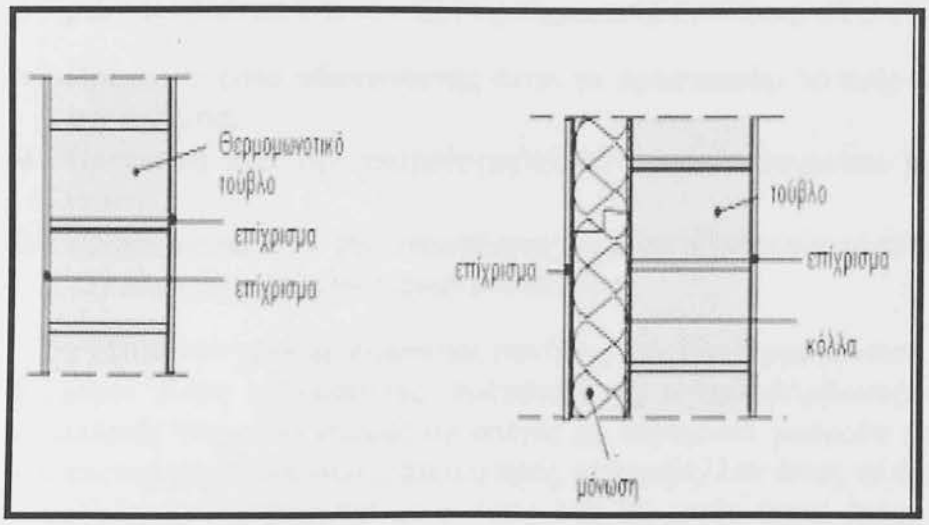
Με βάση τις σύγχρονες αντιλήψεις, οι εξωτερικοί τοίχοι κατασκευάζονται με δυο κυρίως τρόπους :

α) Με την χρήση θερμομονωτικών συμπαγών υλικών (θερμομονωτικών τούβλων, thermoblock, monoblock) τα οποία είναι πορώδη υλικά με μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας. Ο παγιδευμένος αέρας στον πολύ μεγάλο αριθμό των κοιλοτήτων στο εσωτερικό του υλικού αυξάνει τη μονωτική ικανότητα, με αποτέλεσμα να είναι συνήθως περιττή η χρήση προσθέτου μονωτικού υλικού, ειδικά σε μεσογειακά κλίματα. Εντούτοις προτείνεται η χρήση ενός μονωτικού επιχρίσματος για την περαιτέρω βελτίωση των θερμομονωτικών ιδιοτήτων του υλικού.

β) Με την χρήση συμβατικών δομικών υλικών (π.χ. τούβλων, τσιμέντου) και ενός στρώματος μονωτικού υλικού (εξηλασμένης ή διογκωμένης πολυστερίνης, υαλοβάμβακα, μονωτικού υλικού με μεταλλικές ή φυτικές ίνες κλπ). Ο τοίχος αποτελείται τότε από ένα εξωτερικό μονωτικό στρώμα το οποίο εμποδίζει την διέλευση της θερμότητας προς ή από το εξωτερικό περιβάλλον και από ένα στρώμα με μεγάλη θερμοχωρητικότητα το οποίο χρησιμοποιείται για την αποθήκευση της θερμότητας. Η κατασκευή αυτή έχει μικρότερο πάχος από αυτό της χρήσης συμπαγών υλικών. Η εξωτερική μόνωση του πλευρικού τοίχου :

- Εξαφανίζει τις θερμογέφυρες

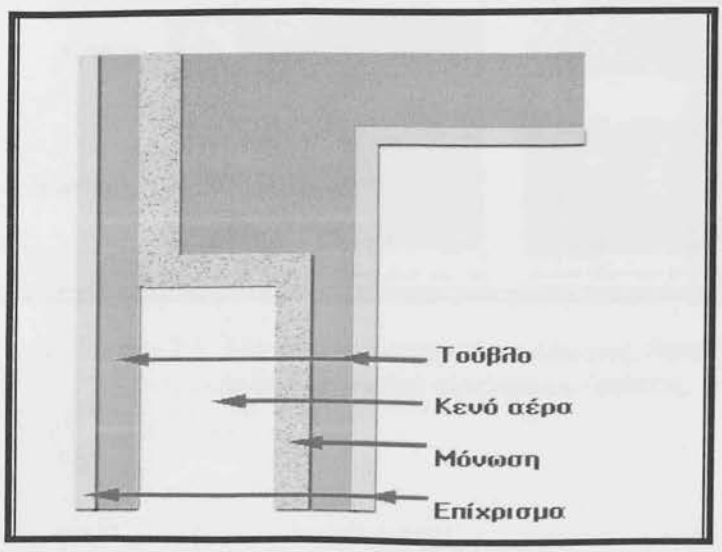
- Αυξάνει τον χρόνο ζωής του κτηρίου προστατεύοντας το κέλυφος από τις καιρικές συνθήκες
- Εκμεταλλεύεται την θερμοχωρητικότητα των τούβλων για την εφαρμογή παθητικών τεχνικών θέρμανσης και δροσισμού (σχήμα 2.4)



Σχήμα 2.4
α) τοίχος από συμπαγές μονωτικό υλικό (monoblock)
β) τοίχος με τούβλα και εξωτερική μόνωση

Μια παραλλαγή της δομής αυτής που χρησιμοποιείται συχνά στην Ελλάδα είναι η τοποθέτηση της μόνωσης ανάμεσα σε δυο στρωματά από υλικό με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Μια άλλη συνηθισμένη παραλλαγή είναι αυτή στην οποία ανάμεσα σε δυο στρώματα από τούβλα ή αλλά υλικά με ικανή θερμική μάζα υπάρχει μόνωση και στρώμα αέρα. Για να είναι αποδοτική η θερμομόνωση σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει το μονωτικό υλικό να τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια του εσωτερικού τοίχου γιατί σε αντίθετη περίπτωση δεν παρέχει σχεδόν καμία προστασία.(σχήμα 2.5)

Τέλος μια πολύ καλή λύση η οποία συνιστάται σε όλες τις περιπτώσεις είναι η αεριζόμενη πρόσοψη. Στην περίπτωση αυτή στο κενό αέρα ανάμεσα στους δυο τοίχους και στην μόνωση κυκλοφορεί αέρας ο οποίος ανανεώνεται λόγω φυσικής κυκλοφορίας. Έτσι, αποφεύγεται ο σχηματισμός υδρατμών στην τοιχοποιία καθώς και η υπερθέρμανση του κελύφους κατά τη θερινή περίοδο.



Σχήμα 2.5
Μόνωση διπλής τοιχοποιίας με κενό αέρος.

- **Θερμομόνωση του δώματος.**

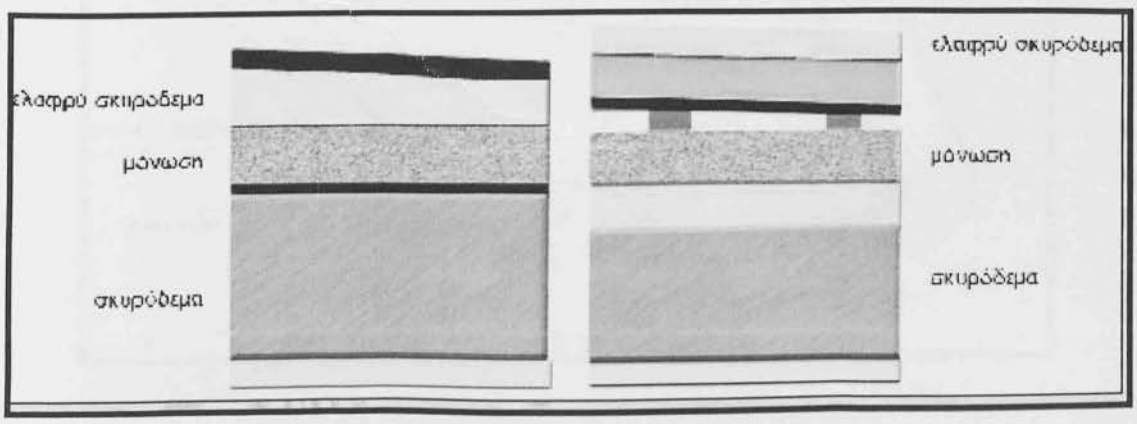
Η σωστή θερμομόνωση της οροφής, είτε αυτή είναι κεκλιμένη είτε επίπεδη, είναι σημαντική για την βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά όλου του κτηρίου. Οι απαιτήσεις που πρέπει να καλύπτει η οροφή, κυρίως η επίπεδη, που είναι και η πιο συνήθης σήμερα, ώστε να αποφεύγεται η καταπόνηση του κτηρίου και να ρυθμίζονται βέλτιστα οι εσωτερικές κλιματικές συνθήκες, συνοψίζονται τα εξής :

- Πρέπει να είναι **υδατοστεγής** ώστε να προστατεύει το κτήριο από τη βροχή και την υγρασία.
- Πρέπει να έχει την απαραίτητη κλίση ώστε να ευνοείται η απομάκρυνση του νερού.
- Πρέπει να παρέχει την απαραίτητη θερμική προστασία τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι, στο εσωτερικό του κτηρίου.

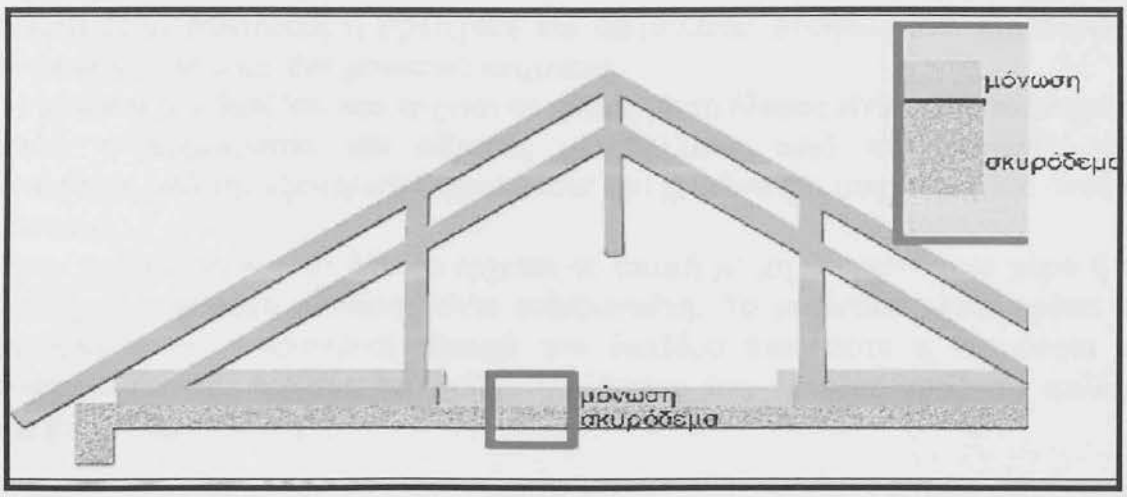
Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως για την θερμομόνωση του δώματος είναι διάφοροι τύποι εξηλασμένης πολυστερίνης, ο υαλοβάμβακας και η μόνωση με μεταλλικές ίνες, ενώ κυρίως σε στέγες με κεραμιδιά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και φυσικά μονωτικά υλικά φιλικά προς το περιβάλλον όπως το ανακυκλωμένο χαρτί, ο φελλός, το βαμβάκι και οι φυτικές ίνες τα οποία όμως έχουν σχετικά αυξημένο κόστος.

Σε επίπεδες οροφές η μόνωση τοποθετείται εξωτερικά του οπλισμένου σκυροδέματος, έτσι ώστε η θερμική μάζα να βρίσκεται στο εσωτερικό του κτηρίου, ενώ ενδεδειγμένη τεχνική είναι η χρήση ανάστροφου δώματος, δηλαδή ενός στρώματος ελαφρού σκυροδέματος ή αλλού υλικού (π.χ. χαλίκι), το οποίο τοποθετείται πάνω από το μονωτικό υλικό για την καλύτερη προστασία του δώματος. Επίσης σε πολλές περιπτώσεις είναι ενδεδειγμένη η χρήση της μόνωσης σε συνδυασμό με αεριζόμενο δώμα (σχήμα 2.6).

Η μόνωση των κεκλιμένων οροφών είναι γενικά εύκολη και γίνεται χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Ενδεδειγμένη είναι η λύση κατά την οποία τοποθετούνται στρώματα μονωτικού υλικού τόσο κάτω από την κεραμοσκεπή όσο και στο δάπεδο του οριζόντιου δώματος (σχήμα 2.7).



Σχήμα 2.6 Μόνωση αντεστραμμένου δώματος. Αριστερά : με ελαφρό σκυρόδεμα. Δεξιά : με τεχνική αεριζόμενου δώματος.

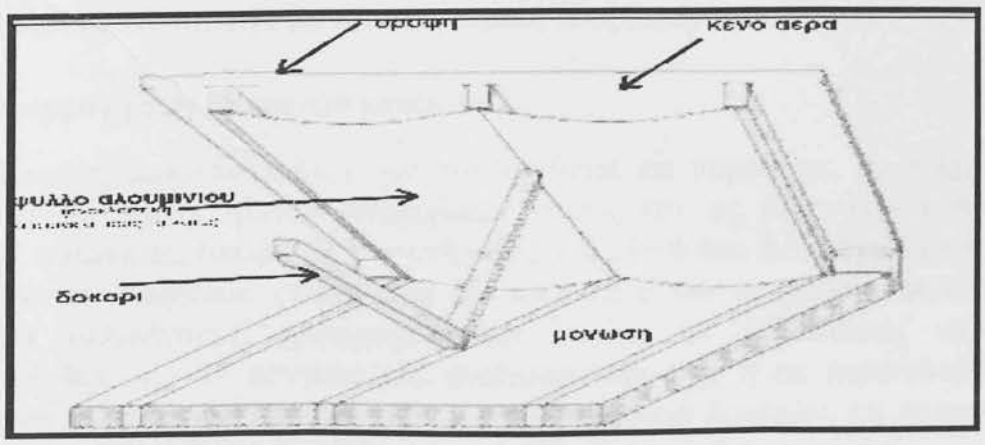


Σχήμα 2.7 Μόνωση κεκλιμένης οροφής

- **Φράγματα ακτινοβολίας.**

Τα φράγματα ακτινοβολίας είναι λεπτά μεταλλικά φύλλα, τα οποία επικαλύπτονται στη μια ή και στις δυο πλευρές τους από ένα στρώμα αλουμινίου υψηλής ανακλαστικότητας. Τοποθετούνται συνήθως κάτω από τη στέγη με σκοπό την ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας, λειτουργώντας ως καθρέφτες (σχήμα 2.8).

Τα μονωτικά αυτά στοιχεία τοποθετούνται σε περιοχές όπου ο δροσισμός του κτηρίου είναι πιο σημαντικός από την θέρμανση του. Σε αυτή την περίπτωση, ο συνδυασμός ενός φράγματος ακτινοβολίας και ενός μικρού πάχους στρώματος θερμομόνωσης στην οροφή ή στο δώμα, μπορεί να αντικαταστήσει ένα συμβατικό στρώμα μόνωσης μεγάλου πάχους. Έχει εκτιμηθεί ότι ένα τέτοιο ανακλαστικό σύστημα ισοδυναμεί με συμβατική μόνωση πάχους 5 cm. Η απόδοση του συστήματος εξαρτάται από τον αερισμό της στέγης, καθώς απάγεται η πλεονάζουσα θερμότητα στο εξωτερικό του κτηρίου.



Σχήμα 2.8 Μόνωση οροφής με τη χρήση ακτινοβολίας

- **Θερμομόνωση του δαπέδου.**

Το δάπεδο ενός κτηρίου έρχεται σε επαφή με το έδαφος, ή με μη θερμαινόμενο χώρο (υπόγειο) ή με το εξωτερικό περιβάλλον (πυλωτή). Υπάρχουν πολλές δυνατότητες για την βελτίωση της μόνωσης αυτών των δομικών στοιχείων. Η

εξωτερικούς τοίχους, αφήνοντας ένα κενό αέρα ανάμεσα στο διαφανές μονωτικό υλικό και στον τοίχο. Στο κενό αυτό κυκλοφορεί αέρας, ο οποίος θερμαίνεται και διοχετεύεται στο εσωτερικό του κτηρίου. Αυτού του είδους οι κατασκευές ονομάζονται «**ηλιακοί τοίχοι**».

- **Αξιολόγηση της απόδοσης των διαφανών μονωτικών υλικών**

Μολονότι οι πειραματικές εφαρμογές και οι προσομοιώσεις έχουν δείξει ότι η θεωρητική απόδοση των διαφανών μονωτικών υλικών σε παθητικά και ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι ικανοποιητική, η χρήση τους σε πρακτικές εφαρμογές είναι περιορισμένη.

Οι κυριότεροι λόγοι για την περιορισμένη χρήση των διαφανών μονωτικών υλικών είναι το υψηλό κόστος, η μειωμένη ανθεκτικότητα και ο κίνδυνος να προκαλέσουν υπερθέρμανση κατά τους θερινούς μήνες. Στις περιπτώσεις όπου απαιτείται υψηλός βαθμός θερμομόνωσης προτιμάται η χρήση «**υπερμονωτικών**» υλικών αντί των διαφανών.

Όταν η διαφανής μόνωση χρησιμοποιείται στα παράθυρα, τα άμεσα ηλιακά κέρδη είναι πολύ υψηλά και για αυτό το λόγο είναι αναγκαία η λήψη μέτρων για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση. Τέτοια μέτρα είναι η δημιουργία μεγάλης θερμικής μάζας στο εσωτερικό του κτηρίου ή η χρήση προηγμένων τεχνικών για την αποθήκευση του θερμικού πλεονάσματος. Ακόμα και όταν χρησιμοποιείται ως μονωτικό υλικό σε συμπαγείς, καλά μονωμένους τοίχους με μεγάλη θερμική μάζα, η διαφανής μόνωση μπορεί να προκαλέσει υπερθέρμανση στο εσωτερικό του κτηρίου. Τα προβλήματα αυτά αντιμετωπίζονται ικανοποιητικά με σκίαση και αερισμό.

ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ

Οι τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα των υαλοστασίων έχουν επηρεάσει σε σημαντικό βαθμό την αρχιτεκτονική, ίσως περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο δομικό υλικό. Το γεγονός αυτό οδήγησε στην κατασκευή κτηρίων, με εντυπωσιακή εμφάνιση, αλλά με μειωμένη λειτουργία. Το πιο συνηθισμένο φαινόμενο ήταν η υπερθέρμανση κατά την διάρκεια των θερινών μηνών. Το μειονέκτημα αυτό αντιμετωπίζεται συχνά με τη χρήση εξαιρετικά ενεργοβόρων κλιματιστικών μονάδων.

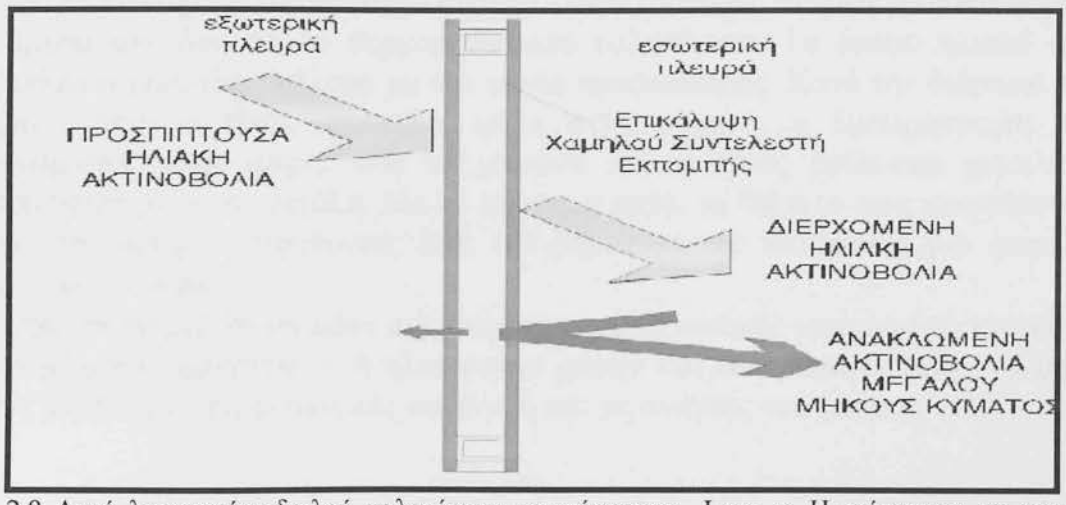
Η επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα για τα παράθυρα του κτηρίου αποτελεί προϊόν συμβιβασμού. Ο μελετητής θα πρέπει να λάβει υπ΄ όψη του ανταγωνιστικές παραμέτρους, όπως τη θέα, το φυσικό φωτισμό, τα ηλιακά κέρδη, τις θερμικές απώλειες και την αισθητική.

ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΩΝ

Η αυξημένη απόδοση των υαλοστασίων που εμφανίστηκαν τα τελευταία χρόνια οφείλεται στους εξής λόγους :

- Τροποποίηση των ιδιοτήτων τους με την βοήθεια χημικής κατεργασίας (έγχρωμα υαλοστάσια).
- Ανακλαστική επίστρωση σε συνήθη υαλοστάσια. Υπάρχουν ανακλαστικές επιστρώσεις που ελαττώνουν τα θερμικά κέρδη και την θάμβωση, επιστρώσεις

μικρού συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (Low – e) και επιστρώσεις με φασματική επιλεκτικότητα (σχήμα 2.9).



Σχήμα 2.9 Αρχή λειτουργίας διπλού υαλοπίνακα με επίστρωση Low- e. Η επίστρωση με χαμηλό συντελεστή εκπομπής, εμποδίζει την διαφυγή της υπέρυθρης θερμικής ακτινοβολίας στο εξωτερικό του κτηρίου

- Διπλοί ή τριπλοί υαλοπίνακες με πλήρωση αέριων χαμηλής αγωγιμότητας στον ενδιάμεσο χώρο.

Σήμερα έχουν εμφανιστεί υαλοπίνακες των οποίων οι ιδιότητες π.χ. ο συντελεστής ηλιακών κερδών ή η διαπερατότητα, μεταβάλλονται ανάλογα με την επίδραση κάποιου συγκεκριμένου παράγοντα. Στα είδη αυτά περιλαμβάνονται :

✓ **Ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες**, των οποίων η διαπερατότητα μεταβάλλεται ανάλογα με το εφαρμοζόμενο ηλεκτρικό πεδίο (χρειάζονται τροφοδοσία 1 – 3V)

✓ **Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων**. Όταν εφαρμόζεται τάση οι υαλοπίνακες γίνονται διαφανείς από γαλακτόχρωμοι. Είναι χρήσιμοι για λόγους ιδιωτικότητας, αλλά όχι για εξοικονόμηση ενέργειας.

✓ **Θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες**. Η διαπερατότητα τους μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με τα επίπεδα φωτισμού στα οποία εκτίθενται. Έχουν άριστα αποτελέσματα στον έλεγχο της θάμβωσης αλλά είναι αντιοικονομικοί στην εφαρμογή τους.

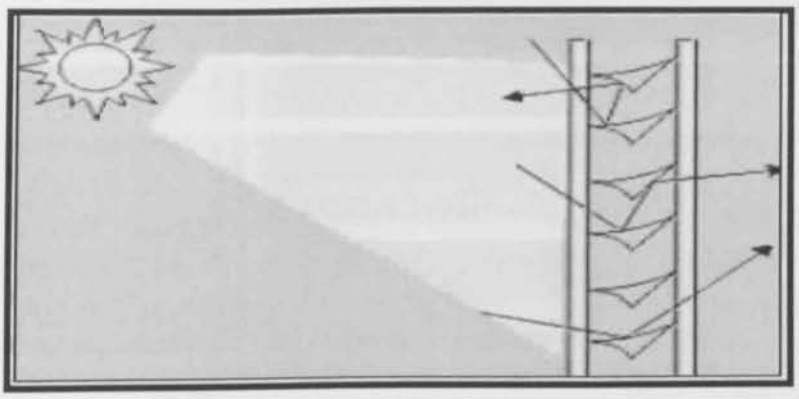
✓ **Υαλοπίνακες που διαχέουν το φως**. Αποτελούνται από δυο φύλλα απλού υαλοπίνακα τα οποία περιέχουν στο ενδιάμεσο ένα στρώμα κυψελοειδούς υλικού που ρυθμίζει την συνολική διαπερατότητα του φωτός από 0% ως 70%. Ο υαλοπίνακας συλλέγει το ηλιακό φως και το αποδίδει στον εσωτερικό χώρο ομοιογενώς.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα που επιτρέπουν είτε την αύξηση της φωτεινής ροής προς το εσωτερικό των κτηρίων, είτε την καλύτερη κατανομή του φυσικού φωτισμού ελαχιστοποιώντας τα προβλήματα οπτικής θάμβωσης που θα μπορούσαν να παρατηρηθούν. Τέτοια συστήματα παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα.

Διπλοί υαλοπίνακες με εσωτερικά σκιάδια υψηλής ανακλαστικότητας.

Συνήθως προσφέρονται σε δυο συστήματα (σχήμα 2.10) :

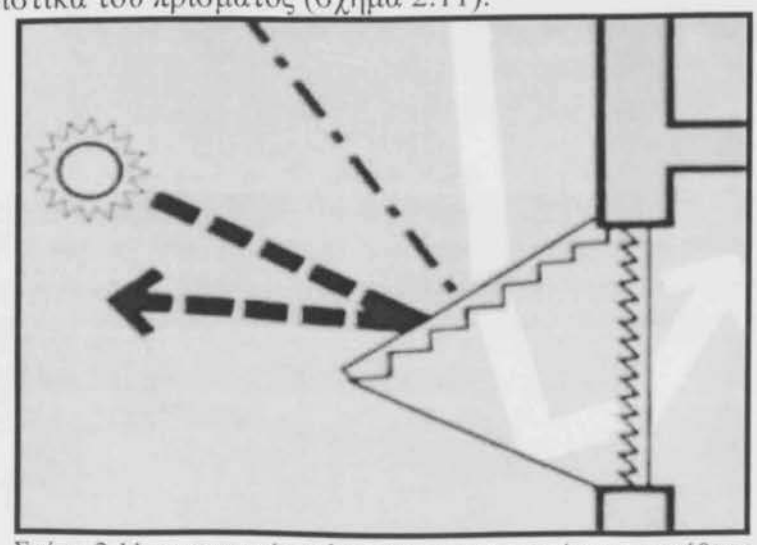
- Σταθερό σύστημα : ένα σταθερό σύστημα ανακλαστικών σκιάστρων τοποθετείται ανάμεσα από δυο φύλλα θερμομονωτικού υαλοπίνακα. Το άμεσο ηλιακό φως ανακλάται μερικώς, ανάλογα με την γωνία προσπτώσεως. Κατά την διάρκεια του θέρους όταν ο ήλιος βρίσκεται ψηλά στον ουρανό, η διαπερατότητα του συστήματος είναι μικρή, ενώ το χειμώνα που ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά η διαπερατότητα είναι μεγάλη. Με το σύστημα αυτό, το διάχυτο φως κατευθύνεται προς την οροφή επιτρέποντας έτσι την βελτίωση της κατανομής του φυσικού φωτισμού στο χώρο.
- Κινητό σύστημα: τα σκιάδια ανάμεσα στους υαλοπίνακες μπορούν να κινούνται με την χρήση μαγνητικών ή ηλεκτρικών μέσων και να προσαρμόζουν την θέση τους ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και τις ανάγκες του χώρου.



Σχήμα 2.10
Διπλός υαλοπίνακας με σκιάδια υψηλής ανακλαστικότητας

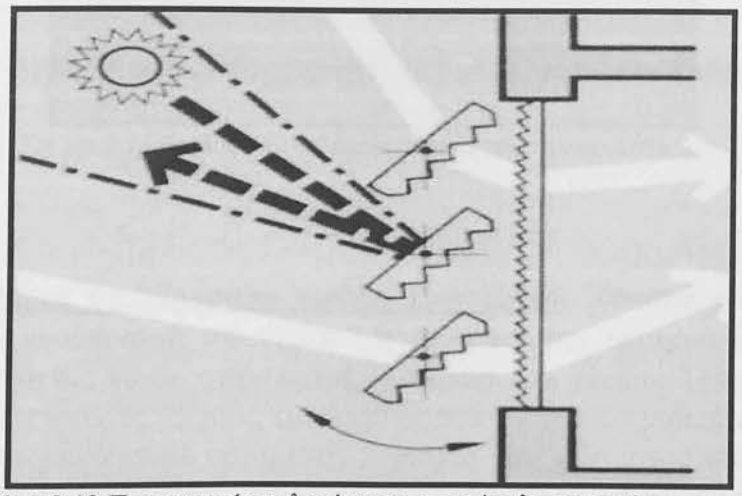
Πρισματικοί υαλοπίνακες. Στην κατηγορία αυτή υπάρχουν οι ακόλουθοι τύποι :

- **Πρισματικός υαλοπίνακας σε κατακόρυφο παράθυρο**, ο οποίος λειτουργεί ως σκιάστρο. Στην περίπτωση αυτή, μια πλαστική πρισματική επιφάνεια με την εσωτερική επιφάνεια επιστρωμένη με ανακλαστικό, ανακλά το άμεσο ηλιακό φως στο εξωτερικό του κτηρίου και επιτρέπει μόνο στο διάχυτο φως να εισέλθει στο χώρο. Ο προσανατολισμός του ανοίγματος καθορίζει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του πρίσματος (σχήμα 2.11).



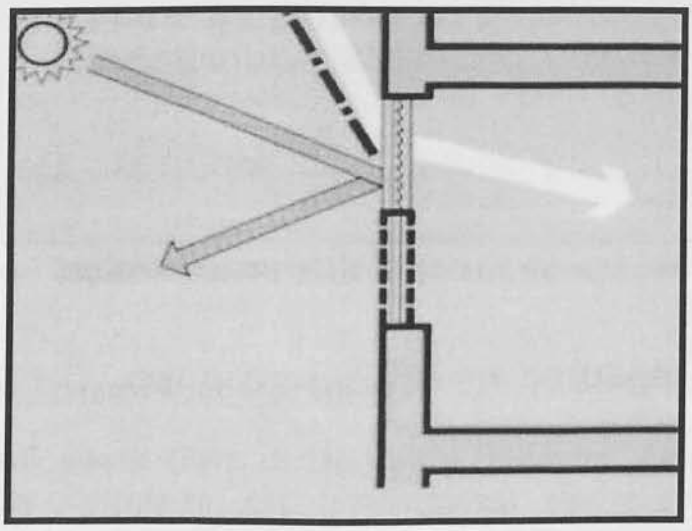
Σχήμα 2.11 πρισματικός υαλοπίνακας σε κατακόρυφο παράθυρο

- **Πρισματικός υαλοπίνακας σε κατακόρυφο παράθυρο** ο οποίος λειτουργεί ως περσίδα. Εδώ πρόκειται για πλαστική πρισματική επιφάνεια χωρίς ανακλαστικό στρώμα η οποία τοποθετείται σε γωνία ανάλογα με την γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας (σχήμα 2.12).



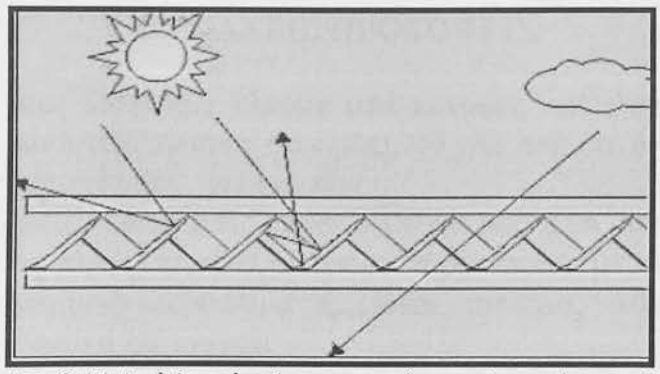
Σχήμα 2.12 Πρισματικός υαλοπίνακας ο οποίος λειτουργεί ως περσίδα

- **Πρισματικός υαλοπίνακας τοποθετημένος σαν περσίδα**. Είναι ένας συνδυασμός δυο πρισμάτων, ενός που τοποθετείται σαν περσίδα και ενός στο παράθυρο που λειτουργεί ως σκιάστρο με αποτέλεσμα η διάχυτη ακτινοβολία που περνά από την πρώτη επιφάνεια να κατευθύνεται μέσα στο χώρο προς την οροφή φτάνοντας έτσι στα πιο βαθιά σημεία του εσωτερικού του κτηρίου με ταυτόχρονο αποτέλεσμα στην αποφυγή θάμβωσης (σχήμα 2.13).



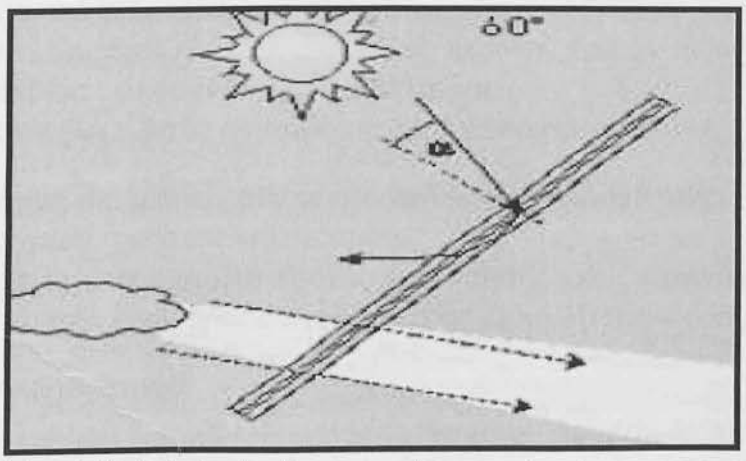
Σχήμα 2.13 Πρισματικός υαλοπίνακας τοποθετημένος σαν περσίδα

<u>Διπλοί υαλοπίνακες με πλαστικό ανακλαστικό σκιάστρο</u> που επιτρέπουν την δίοδο φωτισμού μόνο από το βόρειο τμήμα του ουρανού. Χρησιμοποιούνται σε οριζόντια θέση και επιτρέπουν την είσοδο μόνο του διάχυτου φωτός. Το πλεονέκτημα τους είναι ότι δεν επηρεάζουν το χρώμα του φωτός και δεν απαιτούν συντήρηση (σχήμα 2.14).



Σχήμα 2.14 Διπλός υαλοπίνακας με πλαστικό ανακλαστικό σκιάστρο

Διπλοί υαλοπίνακες με ολόγραφο υμένιο εσωτερικό. Χρησιμοποιούνται για την διάχυση και την αναδιανομή του άμεσου ή του διάχυτου ηλιακού φωτός μέσα στο κτήριο, κατευθύνοντας το σε συγκεκριμένα σημεία του χώρου. Τοποθετούνται στην οροφή ή στους πλευρικούς τοίχους και χρησιμοποιούνται ως ημιδιαφανή σκιάστρα τα οποία φιλτράρουν επιλεκτικά ορισμένες περιοχές του φάσματος και ανακλούν την θερμική ακτινοβολία μειώνοντας τα θερμικά κέρδη, αλλά επιτρέποντας τη διέλευση του διάχυτου ορατού φωτός (σχήμα 2.15).



Σχήμα 2.15 Διπλοί υαλοπίνακες με ολογραφικό υμένιο στο εσωτερικό.

Φωτεινά ράφια – Ανειδωλικά συστήματα

- **Τα φωτεινά ράφια** (light shelves) είναι οριζόντιες διατάξεις, με έντονη ανακλαστική επίστρωση και τοποθετούνται στο ανώτερο μέρος ενός ανοίγματος με σκοπό την ανάκλαση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας προς το βάθος του εσωτερικού χώρου. Τοποθετούνται εσωτερικά ή εξωτερικά σε συνδυασμό με φεγγίτες και εξωτερικά σκιάστρα. Η χρήση τους, όχι μόνο οδηγεί σε καλύτερη και πιο ομοιογενή κατανομή του φυσικού φωτός στο χώρο, αλλά και σε εξοικονόμηση ενέργειας για φωτισμό που φτάνει ως και το 30% της καταναλισκόμενης ενέργειας.
- **Τα ανειδωλικά συστήματα** είναι φωτεινά ράφια τα οποία έχουν καμπύλο σχήμα και αυξημένη απόδοση σε σχέση με επίπεδα συστήματα, καθώς οδηγούν το φως ακόμα βαθύτερα στο εσωτερικό του κτηρίου.

ΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΠΡΟΣΟΨΕΙΣ

Η ευρεία χρήση των διαφανών υλικών στο κέλυφος του κτηρίου (υαλοπίνακες, διαφανής μόνωση, παθητικά ηλιακά στοιχεία), οδηγεί στην ανάγκη για μελέτη και βελτιστοποίηση των προσόψεων των κτηρίων.

Μια σωστά σχεδιασμένη διαφανείς πρόσοψη είναι ικανή να διατηρεί μια δυναμική ισορροπία μεταξύ διαφόρων περιβαλλοντικών παραμέτρων με σκοπό την επίτευξη του επιθυμητού εσωτερικού μικροκλίματος. Πρέπει συνεπώς να λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει να ελέγχονται :

- Οι θερμικές απώλειες (χρήση διαφανών μονώσεων, υαλοπινάκων Low-e κ.λ.π.)
- Ο αερισμός (διπλό αεριζόμενο κέλυφος)
- Ο φωτισμός (χρήση ανακλαστικών σκιαδιών, πρισματικών υαλοπινάκων κ.λ.π.)
- Η σκίαση (χρήση αυτόματων σκιαδιών)
- Η θάμβωση

Γενικά, οι διαφανείς προσόψεις διακρίνονται σε απλές προσόψεις (μόνο κέλυφος) και σε πολλαπλές. Στη συνέχεια αναλύονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτών των δυο τύπων ανάλογα με το είδος σκίασης που χρησιμοποιείται :

Απλή διαφανείς πρόσοψη

Σκίαση : με εξωτερικά σκίαστρα
Πλεονεκτήματα: εξαιρετική ελάττωση ηλιακών κερδών, ενώ αν οι περσίδες κινούνται οι εσωτερικές συνθήκες μπορούν να μεταβάλλονται.
Μειονεκτήματα: υψηλό κόστος συντήρησης και καθαρισμού.

Σκίαση : με σύστημα σκιάστρων στο εσωτερικό διπλού υαλοπίνακα.
Πλεονεκτήματα: χαμηλό κόστος καθαρισμού.
Μειονεκτήματα: εξαιρετικά υψηλό κόστος συντήρησης ιδίως στην περίπτωση που τα σκιάδια ελέγχονται από κινητήρες οπτικής επαφής με το εξωτερικό περιβάλλον.

Σκίαση : εσωτερικά σκίαστρα.
Πλεονεκτήματα: χαμηλό κόστος καθαρισμού, απλή συντήρηση, ποικιλία συντήρησης, ποικιλία συστημάτων στην αγορά.
Μειονεκτήματα: υψηλά ηλιακά κέρδη.

Διπλή διαφανής αεριζόμενη πρόσοψη (πρακτικά πρόκειται για δυο προσόψεις στο εσωτερικό των οποίων διοχετεύεται αέρας).

Πλεονεκτήματα: στους χώρους που γειτονιάζουν με αυτήν την πρόσοψη επιτυγχάνονται εύκολα συνθήκες θερμικής άνεσης αφού η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού και της επιφάνειας του υαλοπίνακα μπορεί να διατηρηθεί σε χαμηλά επίπεδα. Επίσης επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.

Μειονεκτήματα: αν χρησιμοποιηθούν οριζόντια σκίαστρα προκαλείται δυσκολία στην κίνηση του αέρα και έχουν υψηλό κόστος κατασκευής.

Διπλή διαφανής πρόσοψη.

Πλεονεκτήματα : ευκολία τοποθέτησης συστημάτων σκίασης στον ενδιάμεσο χώρο (δηλαδή ανάμεσα στους υαλοπίνακες), φυσική κίνηση αέρα προς τα πάνω

(απομακρύνει τη θερμότητα που παράγεται στο σύστημα σκίασης), καλή αντιπυρική προστασία και ηχομόνωση, απόσβεση της πίεσης του άνεμου, φυσικός αερισμός, ελάττωση μεγέθους του συστήματος εξαερισμού, μείωση θερμικών απωλειών, δυνατή η χρήση εναλλακτή θερμότητας, εύκολος καθαρισμός.

Μειονεκτήματα: η ανοδική φυσική κίνηση του αέρα περιορίζεται σε 2-3 ορόφους και έχουν υψηλό κόστος κατασκευής.

Στον πίνακα 2.3 παρουσιάζεται η εκτίμηση τω δυνατοτήτων των διάφορων τύπων διαφανών προσόψεων.

Πίνακας 2.3

Τύπος πρόσοψης	Κατανομή φωτισμού	Σκίαση	Θερμικές απώλειες	Αερισμός	Χαμηλό Κόστος κατασκευής	Χαμηλό Κόστος συντήρησης	Χαμηλό κόστος καθαρισμού	Εξοικονόμηση ενέργειας	Οπτική επαφή με εξωτερικό
Απλή διαφανής πρόσοψη									
Με εξωτερικά σκίαστρα	+++	+++	+	++	++++	++	++	+	++++
Με σύστημα σκιάστρων στο εσωτερικό διπλού υαλοπίνακα	+++		+		++	+	+	+	+
Με εσωτερικά σκίαστρα	++	+++	+	++	++++	+++	+++	+	++
Πολλαπλή πρόσοψη									
Μηχανικά αεριζόμενη	++	+++	++++	+	+	++	+	+	++
Διπλή	++++	++++	++++	++++	+	+	+++	++++	+++

Πίνακας 2.3 Παρουσίαση των δυνατοτήτων διάφορων τύπων διάφορων προσόψεων. Όπου (+ + + +) εξαιρετικές δυνατότητες, (+ + +) καλές, (+ +) μέτριες και (+) κακές

ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Για παθητικό σύστημα θέρμανσης με ηλιακή ενέργεια μπορούμε να μιλάμε όταν τα φέροντα στοιχεία ενός κτηρίου χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα για την συγκέντρωση και την αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας. Για τη θέρμανση ενός χώρου από την

ηλιακή ακτινοβολία απαιτείται απλά να μην σκιάζεται η νότια πλευρά του κτηρίου κατά τις ώρες της ηλιοφάνειας. Έτσι η ηλιακή ακτινοβολία μπαίνει στο κτήριο από μεγάλες επιφάνειες με υαλοστάσια και η θερμότητα αποθηκεύεται στους χοντρούς πέτρινους τοίχους και στα δάπεδα είτε σε ειδικές δεξαμενές νερού.

Ένα παθητικό σύστημα θέρμανσης με ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιεί για την θέρμανση του χώρου κατοικίας τους τρεις τρόπους φυσικής διάδοσης της θερμότητας: μέσω στερεών, μέσω αερίων και με ακτινοβολία. Η θέρμανση ενός σώματος από την ηλιακή ακτινοβολία ακολουθείται από μια διαδικασία εξισορρόπησης της θερμότητας ανάμεσα στο σώμα αυτό και το άμεσο περιβάλλον του. Η θερμότητα μεταδίδεται από ένα θερμό σημείο προς ένα ψυχρό μέχρι να μην υπάρχει διάφορα θερμοκρασίας ανάμεσα στα δυο αυτά σημεία. Στην διαδικασία αυτή διακρίνουμε τρεις βασικούς τρόπους μετάδοσης της θερμότητας που όλοι χρησιμοποιούνται σε ένα σύστημα παθητικής αξιοποίησης της θερμότητας.

- Μετάδοση μέσω στερεών : η ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται από ένα σώμα μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια που κατανέμεται μέσα σε αυτό ανάλογα με την θερμοαγωγιμότητα του υλικού. Η εσωτερική αυτή διάδοση – κατανομή της θερμότητας είναι μια φυσική διαδικασία που βασίζεται στη μοριακή κίνηση. Η θερμότητα μεταδίδεται πάντα από τα θερμά προς τα ψυχρά σημεία. Τα μόρια της επιφάνειας του σώματος που θερμαίνεται μεταδίδουν την θερμότητα στα αμέσως επόμενα γειτονικά τους μέχρι το σώμα να αποκτήσει μια ενιαία θερμοκρασία

- Μετάδοση μέσω αέριων: ένα σώμα μεταδίδει τη δικιά του θερμότητα στα μόρια ενός αεριού ή υγρού με το οποίο βρίσκεται σε επαφή. Η μετάδοση της θερμότητας μέσω αέριων περιλαμβάνει τις δυο διαδικασίες της μετάδοσης με επαφή και της διάχυσης της θερμότητας με την κίνηση των μορίων μέσα στο αέριο ή το υγρό. Και σε αυτή την περίπτωση έχουμε κίνηση της θερμότητας από τα θερμά σημεία προς τα ψυχρά. Όσο μεγαλύτερη είναι η διάφορα θερμοκρασίας τόσο περισσότερη θερμότητα μεταδίδεται. Λόγω της διαστολής μια θερμαινόμενη μάζα αέρα αποκτά μικρότερο ειδικό βάρος και κινείται προς τα επάνω. Η αναπλήρωση του κενού από ψυχρό αέρα δημιουργεί ένα φυσικό ρεύμα αερισμού. Η διαδικασία αυτή ισχύει και αντίστροφα

- Μετάδοση με ακτινοβολία: κάθε σώμα ακτινοβολεί ενέργεια (θερμότητα) στο χώρο εξαιτίας των ταλαντώσεων των μορίων της επιφάνειας του. Σε αντίθεση με την ηλιακή ακτινοβολία μικρού κύματος, η θερμική ακτινοβολία είναι μια μεγάλου μήκους κύματος υπέρυθρη ακτινοβολία. Η ποσότητα της ακτινοβολίας που εκπέμπει ένα σώμα εξαρτάται βασικά από την θερμοκρασία της επιφάνειας του. Η ίδια καθορίζει και το μήκος κύματος της ακτινοβολίας

Τα παθητικά συστήματα παρέχουν θέρμανση και δροσισμό με την εκμετάλλευση των φυσικών πηγών και καταβόθρων ενέργειας. Πηγή ενέργειας αποτελεί οποιοδήποτε στοιχείο του περιβάλλοντος που συνεισφέρει θερμότητα σε ένα κτήριο, ενώ το στοιχείο που απορροφά θερμότητα συνιστά καταβόθρα. Η ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί την κυριότερη φυσική πηγή ενέργειας, ενώ ο ουρανός την κυριότερη καταβόθρα.

Η συνδυασμένη εκμετάλλευση πηγών και καταβόθρων επιτρέπει την επίτευξη μιας στάθμης άνεσης στο εσωτερικό του κτηρίου, με περιορισμένη χρήση παραδοσιακών πηγών ενέργειας. Όμως, τα οφέλη των φυσικών πηγών ενέργειας δεν προσφέρονται δωρεάν, εφόσον οι υπόψην πήγες διαθέτουν σχετικά χαμηλές πυκνότητες και

παροχές και δεν χαρακτηρίζονται από σταθερότητα. Η συνθήκη αυτή επιβάλλει προσεκτικό σχεδιασμό, που συνήθως με δυσκολία τυποποιείται.

Είδη φυσικών πηγών και καταβόθρων: βασικές φυσικές πηγές ενέργειας για τη θέρμανση είναι οι εξής:

- Η ηλιακή ακτινοβολία
- Ο εξωτερικός αέρας, θερμοκρασίας άνω των 24° C
- Τα εσωτερικά κέρδη, η συμβατική οικιακή θέρμανση και ο αντίστοιχος φωτισμός

Ενώ οι βασικές καταβόθρες απωλειών είναι:

- Ο ουρανός και το διάστημα πέραν της ατμόσφαιρας
- Ο εξωτερικός αέρας κάτω των 24° C
- Οι υγρές επιφάνειες και η βλάστηση

Θερμική εκμετάλλευση των κτηρίων

Στα παθητικά συστήματα, τα στοιχεία συλλογής, αποθήκευσης, μετάδοσης και διάχυσης της θερμότητας αποτελούν αναπόσπαστα μέρη των αρχιτεκτονικών στοιχείων, π.χ. των τοίχων και της στέγης. Έτσι, ένα αρχιτεκτονικό στοιχείο, εκτός από την οριοθέτηση του χώρου ή τον προσδιορισμό της μορφής του κτηρίου, μπορεί να χρησιμεύσει και στη θέρμανση ή το δροσισμό του. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την παραδοσιακή αντίληψη, σύμφωνα με την οποία η λειτουργία κάθε στοιχείου έχει μια μοναδική αποστολή. Ο συνδυασμός των λειτουργιών εξασφαλίζει μεν οικονομικές λύσεις, αλλά μπορεί να οδηγήσει σε πολύπλοκα ενεργειακά συστήματα, η συμπεριφορά των οποίων δεν είναι προβλέψιμη.

Με λίγα λόγια, τα παθητικά συστήματα χρησιμοποιούν την ενέργεια που συγκεντρώνεται σε συγκεκριμένη θέση, τις φυσικές ροές ενέργειας και τις παραδοσιακές αρχιτεκτονικές διατάξεις με σκοπό τη θέρμανση και τον δροσισμό των κτηρίων. Επιπλέον, ανταποκρίνονται στα σύγχρονα κριτήρια άνεσης, ελαττώνουν την χρήση ορυκτών καύσιμων και μάλιστα με οικονομικό τρόπο.

Πάντως, κατά τον σχεδιασμό ενός παθητικού ηλιακού κτηρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι επιπτώσεις τεχνικού χαρακτήρα και μεταβολών των ενεργειακών διατάξεων και των διευρυμένων θερμοκρασιακών διακυμάνσεων. Οι υπολογισμοί είναι λιγότερο οικείοι από εκείνους των οικοδομών με μηχανικό κλιματισμό.

Εισαγωγή στην ορολογία των παθητικών ηλιακών συστημάτων.

Ένα σύστημα αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας βασίζεται σε μια απόλυτα φυσική διαδικασία δηλ. στην ακτινοβολία, στην φυσική μετάδοση της ατμόσφαιρας και στον φυσικό αερισμό. Τα παθητικά συστήματα διακρίνονται από τα ενεργητικά κατά το ότι δεν διαθέτουν μηχανικές αντλίες ή εξαεριστήρες που απαιτούνται για την αναγκαστική διάδοση της θερμότητας. Στις περισσότερες περιπτώσεις, όχι όμως σε όλες, τα στοιχεία του συστήματος έχουν κάποια ιδιαίτερη σχέση με την αρχιτεκτονική του κάθε συγκεκριμένου κτηρίου και εκπληρούν ταυτόχρονα περισσότερες λειτουργίες.

Για παράδειγμα ένα νότια προσανατολισμένο παράθυρο λειτουργεί σαν συλλέκτης της ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά ταυτόχρονα προσφέρει θέα και φυσικό φωτισμό. Οι

τοίχοι ενός κτηρίου λειτουργούν σαν φέρων οργανισμός και ταυτόχρονα σαν μάζα για την αποθήκευση θερμότητας.

Για την κατηγοριοποίηση των παθητικών συστημάτων υπάρχουν δυο τρόποι:

Μια πρώτη εκδοχή κατηγοριοποίησης, που είναι η πιο συχνή, βασίζεται στην φυσική περιγραφή του κυρίαρχου στοιχείου του συστήματος. Στην περίπτωση αυτή έχουμε τις εξής κατηγορίες:

- Άμεση θέρμανση
- Τοίχοι που αποθηκεύεται θερμότητα
- Προσθετός χώρος για την συγκέντρωση ηλιακής ενέργειας
- Αποθήκευση θερμότητας στη στέγη
- Θέρμανση με κυκλοφορία του αέρα

Η δεύτερη κατηγοριοποίηση βασίζεται στην περιγραφή της λειτουργίας του συστήματος, όπου αυτό που περιγράφεται είναι η σχέση ανάμεσα στη συγκέντρωση της ηλιακής ενέργειας, την αποθήκευση της και την θέρμανση του χώρου. Έτσι έχουμε:

- Άμεσα
- Έμμεσα
- Μονωμένα συστήματα

Και οι δυο τρόποι κατηγοριοποίησης είναι χρήσιμοι και μπορούν να αλληλοσυμπληρώνονται. Η ταυτόχρονη αναφορά και στις δυο αυτές κατηγοριοποιήσεις δίνει ένα ικανοποιητικό τρόπο περιγραφής των πιο διαφορετικών παραγωγών του σχεδιασμού της ηλιακής αρχιτεκτονικής. Οι δυο αυτές κατηγόριες περιγράφονται παρακάτω.

Φυσική (χωρική) περιγραφή ηλιακών συστημάτων.

1. Άμεση θέρμανση

Η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στον θερμαινόμενο χώρο, μετατρέπεται σε θερμότητα με την πρόσπτωση στις επιφάνειες απορρόφησης και κατανέμεται στις επιφάνειες που περικλείουν τον συγκεκριμένο χώρο.

2. Τοίχοι για την αποθήκευση της θερμότητας

Η ηλιακή ακτινοβολία περνάει από τα ανοίγματα, προσπίπτει σε ένα τοίχο που βρίσκεται ανάμεσα στο άνοιγμα και τον θερμαινόμενο χώρο, απορροφάται και μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Ο τοίχος αυτός είναι από συνήθη τοιχοποιία ή έχει ενσωματωμένα δοχεία με νερό μπορεί όμως να αποτελείται και από υλικά που μεταβάλλουν την φυσική τους κατάσταση.

3. Προσθετός χώρος για τη συγκέντρωση ηλιακής ενέργειας

Το σύστημα αυτό αποτελεί ένα συνδυασμό της άμεσης εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας και την αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας. Ο χώρος αυτός αποτελείται από δύο θερμικές ζώνες : ένα χώρο που θερμαίνεται άμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία και ένα χώρο που θερμαίνεται έμμεσα και χωρίζεται από τον πρώτο από ένα τοίχο /θερμοσυσσωρευτή. Ο πρώτος χώρος χρησιμοποιείται συχνά σαν σέρα και για το λόγο αυτό το σύστημα περιγράφεται πολλές φορές σαν πρόσθετη σέρα ή πρόσθετο λιακωτό.

4. Αποθήκευση θερμότητας στη στέγη

Το σύστημα αυτό μοιάζει σαν θερμοσυσσωρευτικό τοίχο, με τη διάφορα ότι η μάζα όπου αποθηκεύεται η θερμότητα βρίσκεται στο χώρο της στέγης. Στην περίπτωση αυτή σαν θερμοσυσσωρευτική μάζα χρησιμοποιείται συνήθως νερό είτε σε κάποια ανοιχτή δεξαμενή είτε σε σωληνώσεις.

5. Θέρμανση με κυκλοφορία του αέρα

Το σύστημα αυτό μοιάζει με τα συνηθισμένα ενεργητικά συστήματα τουλάχιστον ως προς το ότι έχει έναν ιδιαίτερο ηλιακό συλλέκτη και έναν θερμοσυσσωρευτή. Πρόκειται ωστόσο για ένα καθαρά παθητικό σύστημα, κατά το οποίο η θερμότητα κατανέμεται με φυσικό αερισμό.

Περιγραφή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων.

1. Συστήματα άμεσης θέρμανσης

2. Συστήματα έμμεσης θέρμανσης

Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται και αποθηκεύεται με τη μορφή θερμότητας σε μια μάζα που βρίσκεται ανάμεσα στον θερμαινόμενο χώρο και τα ανοίγματα – συλλέκτες. Ο θερμαινόμενος χώρος περικλείεται σε ένα του τμήμα από τη θερμοσυσσωρευτική αυτή μάζα έτσι ώστε να υπάρχει μια άμεση, φυσική μετάδοση θερμότητας προς αυτόν.

3. Θερμομονωμένα συστήματα θέρμανσης

Στην πραγματικότητα πρόκειται για έμμεσα συστήματα, όμως εδώ υπάρχει ένας σαφής θερμικός διαχωρισμός. Η περίπτωση της θέρμανσης με κυκλοφορία νερού ή αέρα εμπίπτει σε αυτή την κατηγόρια. Επίσης, ο θερμοσυσσωρευτικός τοίχος ή η θερμοσυσσωρευτική στέγη και η πρόσθετη σέρα μπορούν να υπάγονται στη κατηγορία αυτή αν υπάρχει κάποια θερμομόνωση ανάμεσα στο θερμοσυσσωρευτικό στοιχείο και τον υπό θέρμανση χώρο.

Αναλυτική περιγραφή των παθητικών ηλιακών συστημάτων

1. Συστήματα με άμεσο ή απευθείας ηλιακό κέρδος.

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

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

Οι παράγοντες, που καθορίζουν την λειτουργία του συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος είναι:

- Οι μεγάλες γυάλινες επιφάνειες στη νότια πρόσοψη.
- Η λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων του κτηρίου, με κύρια οργάνωση προς το νότο.

- Η μεγάλη θερμική μάζα στο εσωτερικό του κτηρίου, ώστε να απορροφάται οποιαδήποτε απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας.
- Η θερμική προστασία στην εξωτερική πλευρά του κελύφους.
- Η μείωση των θερμικών ανταλλαγών μέσα από τα ανοίγματα, με τη χρήση κινητών μονωτικών πατζουριών.

2. Συστήματα με έμμεσο ηλιακό κέρδος.

Τα συστήματα, που εκμεταλλεύονται με έμμεσο τρόπο την ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση των κτηρίων, βασίζονται στην εξής αλληλουχία θερμικών λειτουργιών : Ήλιος ➲ συλλογή (γυάλινη επιφάνεια) ➲ αποθήκευση (θερμική μάζα) ➲θέρμανση (εσωτερικός χώρος).

ΗΛΙΑΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ

Ως σύστημα ηλιακού τοίχου νοείται η συνδυασμένη κατασκευή τοίχου και υαλοπίνακα, η οποία αποτελεί τμήμα του κτηριακού περιβλήματος.

Ο ηλιακός τοίχος αποτελείται κατά σειρά από έξω προς το εσωτερικό από:

- Γυάλινη συλλεκτική επιφάνεια
- Τοίχο κατασκευασμένο από υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας, του οποίου η εξωτερική επιφάνεια είναι σκούρου χρώματος για την αύξηση της θερμικής απορρόφησης
- Διάστημα 5 – 15 cm μεταξύ τοίχου και συλλεκτικής επιφάνειας (σχήμα 2.16)

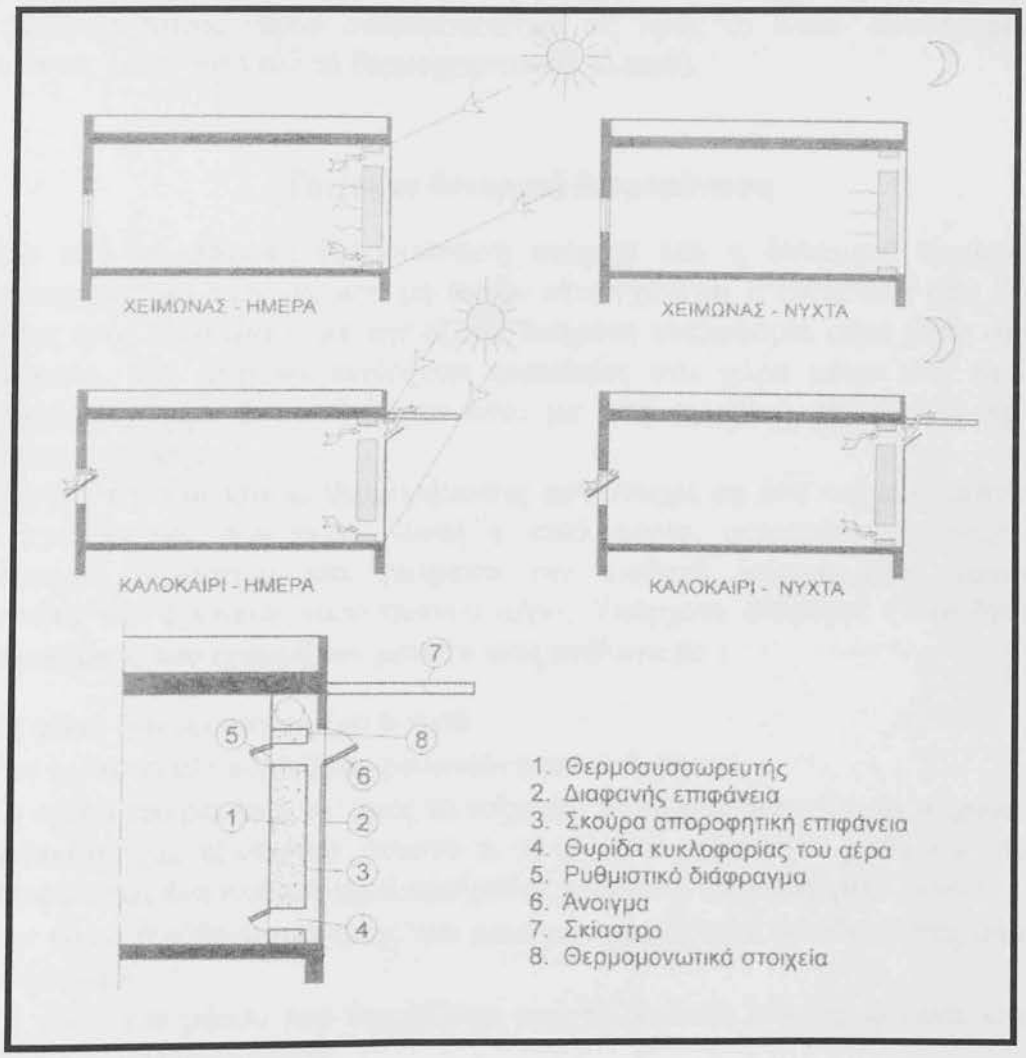
Το σύστημα αναλόγως της κατασκευής του, διακρίνεται σε:

- Ηλιακό τοίχο θερμοσιφωνικής ροής (τοίχος Trombe – Michel)
- Ηλιακό τοίχο μη θερμοσιφωνικής ροής (τοίχος μάζας)
- Ηλιακό τοίχο νερού

Για την αποτελεσματικότερη λειτουργία του συστήματος απαιτούνται:

- Νότιος προσανατολισμός (απόκλιση έως +/- 30° N).

- Ανοίγματα στην συλλεκτική επιφάνεια.



Σχήμα 2.16

Κατά τη χειμερινή περίοδο η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από τον υαλοπίνακα, αποθηκεύεται στη μάζα του τοίχου και μεταδίδεται, με ακτινοβολία και συναγωγή, στο χώρο, με χρονική καθυστέρηση.

Ο ηλιακός τοίχος θερμοσιφωνικής ροής φέρει θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα του. Όταν οι θυρίδες είναι ανοικτές, μέρος της θερμικής ενέργειας, που συσσωρεύεται στο διάκενο, μεταφέρεται άμεσα στο χώρο, με φυσική κυκλοφορία υαλοπίνακα και τοίχου και κατευθύνεται προς τα έξω, παρασύροντας μαζί του και τον αέρα του εσωτερικού χώρου.

Κατά τη διάρκεια της νύχτας ή κατά τις νεφοσκεπείς μέρες, οι θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου παραμένουν κλειστές, ώστε να εμποδίζεται η αντίστροφη κίνηση του θερμού αέρα από τον χώρο προς την εξωτερική ψυχρή επιφάνεια του υαλοπίνακα.

Κατά τη θερινή περίοδο, τις νυχτερινές ώρες, τα ανοίγματα της συλλεκτικής επιφάνειας παραμένουν ανοικτά, ώστε ο αέρας που βρίσκεται στο διάκενο να κατευθύνεται προς το εξωτερικό περιβάλλον, παρασύροντας και τον αέρα του εσωτερικού χώρου.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας, τη θερινή περίοδο, συνίσταται ηλιοπροστασία της συλλεκτικής επιφάνειας με κινητά εξωτερικά περάσματα. Ειδικότερα, σε περιοχές της

χώρας όπου παρατηρούνται πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, κατά τη χειμερινή περίοδο, συνίσταται η εφαρμογή διπλών υαλοπινάκων στη συλλεκτική επιφάνεια και η πρόβλεψη νυκτερινής προστασίας με κινητά θερμομονωτικά εσωτερικά περάσματα.

Ο ηλιακός τοίχος νερού διαφοροποιείται ως προς το υλικό αποθήκευσης της θερμότητας (νερό αντί αλλού θερμοχωρητικού υλικού).

Τοίχοι με δυναμική θερμομόνωση

Πέρα από τη στατική θερμομόνωση υπάρχει και η δυναμική θερμομόνωση. Πρόκειται για μια τεχνική, που με αυτήν επιτυγχάνεται η επέμβαση στις θερμικές απώλειες ενός τοιχώματος με την εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα μέσα από αυτό το τοίχωμα, που αντί να εισέρχεται απευθείας στο χώρο μέσα από τα στόμια αερισμού, διασχίζει ένα ενδιάμεσο κενό με ροή συνήθως παράλληλη προς την επιφάνεια της όψης.

Η έννοια της δυναμικής θερμομόνωσης αντιστοιχεί σε ένα τοίχωμα που είναι η έδρα κυκλοφορίας του αέρα. Αυτή η κυκλοφορία, μετατρέπει το τοίχωμα σε εναλλακτική θερμότητα και επιτρέπει την αισθητή μείωση των αναγκών σε θερμότητα του φρέσκου παραγόμενου αέρα. Υπάρχουν διάφοροι τύποι δυναμικής θερμομόνωσης που ξεχωρίζουν μεταξύ τους ανάλογα με :

- Τη φύση του ρευστού: αέρα ή νερό
- Τον τρόπο κυκλοφορίας του ρευστού: φυσικό ή χημικό
- Τη σχέση του ρευστού ως προς το τοίχωμα: το ρευστό διασχίζει το τοίχωμα όποτε πρόκειται για εξωτερικό ρευστό ή το ρευστό παραμένει μέσα στο τοίχωμα σύμφωνα με ένα κλειστό κύκλωμα οπότε πρόκειται για εσωτερικό ρευστό
- Την κύρια διεύθυνση κίνησης του ρευστού: παράλληλα ή κάθετα στις ακμές του τοιχώματος
- Τη φύση του μέσου που διασχίζεται από το ρευστό: ενδιάμεσο κενό, αγωγοί ή πορώδες μονωτικό υλικό

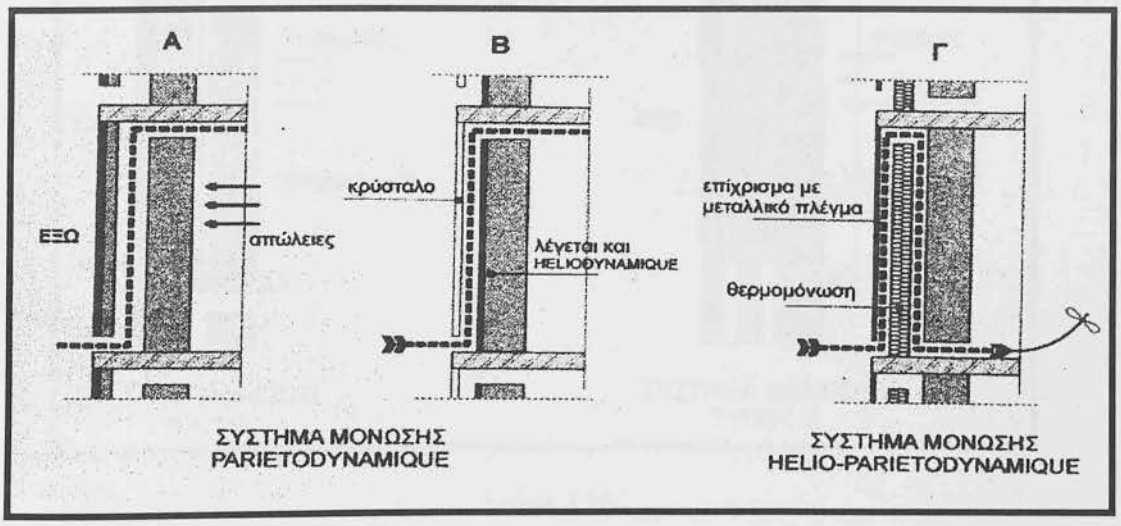
Η Δυναμική Θερμομόνωση λέγεται ανοικτή, όταν το κυκλοφορούν ρευστό είναι φρέσκος αέρας που προέρχεται από το περιβάλλον. Σ' αυτήν την περίπτωση η κυκλοφορία του αέρα προκαλεί αύξηση των απωλειών, αλλά συγχρόνως προθερμαίνει τον φρέσκο αέρα. Έτσι προκύπτει μια μερική επανάκτηση ενέργειας από τις απώλειες που μοιραία χάνονται με τη στατική θερμομόνωση. Η επανάκτηση αυτής της ενέργειας είναι πολύ μεγαλύτερη από την αύξηση των απωλειών που προκαλείται από η κυκλοφορία του αέρα.

Στην περίπτωση που ο αέρας απάγεται, η κυκλοφορία του αέρα προκαλεί μια μείωση των απωλειών.

Η Δυναμική Θερμομόνωση λέγεται κλειστή, όταν επαναχρησιμοποιείται η ενέργεια από τις απώλειες με την μετάδοση της μέσα από έναν εναλλακτή. Είναι φανερό ότι αυτή η μετάδοση δεν μπορεί να είναι ενεργειακά ικανοποιητική παρά μόνον όταν χρησιμοποιείται για να ανυψωθεί η στάθμη της θερμοκρασίας της μεταφερομένης ενέργειας. Για το λόγο αυτό θα πρέπει ο εναλλάκτης να είναι ο εξατμισθής μιας αντλίας θερμότητας που θα μεταδώσει την επαυξημένη ενέργεια σε ένα ρευστό που θα μπορεί να είναι ο φρέσκος αέρας. Το σύστημα αυτό της δυναμικής μόνωσης λέγεται και θερμοδυναμική μόνωση. Η χρησιμοποιούμενη αντλία θερμότητας έχει για ψυχρή πηγή το εσωτερικό περιβάλλον περιορισμένο από ένα περίβλημα που μέρος του αποτελεί το σύστημα αυτό της μόνωσης.

Τύποι τοιχωμάτων με «ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ»

Α. Τοιχώματα μ' ενδιάμεσο κενό που διασχίζεται από τον αέρα, παράλληλα με την επιφάνεια των όψεων σχήμα Α και Β. Το σύστημα Β λέγεται και HELIODYNAMOQYE παρουσιάζει δε το τοίχωμα μεγαλύτερη παγίδευση θερμότητας (σχήμα 2.17).



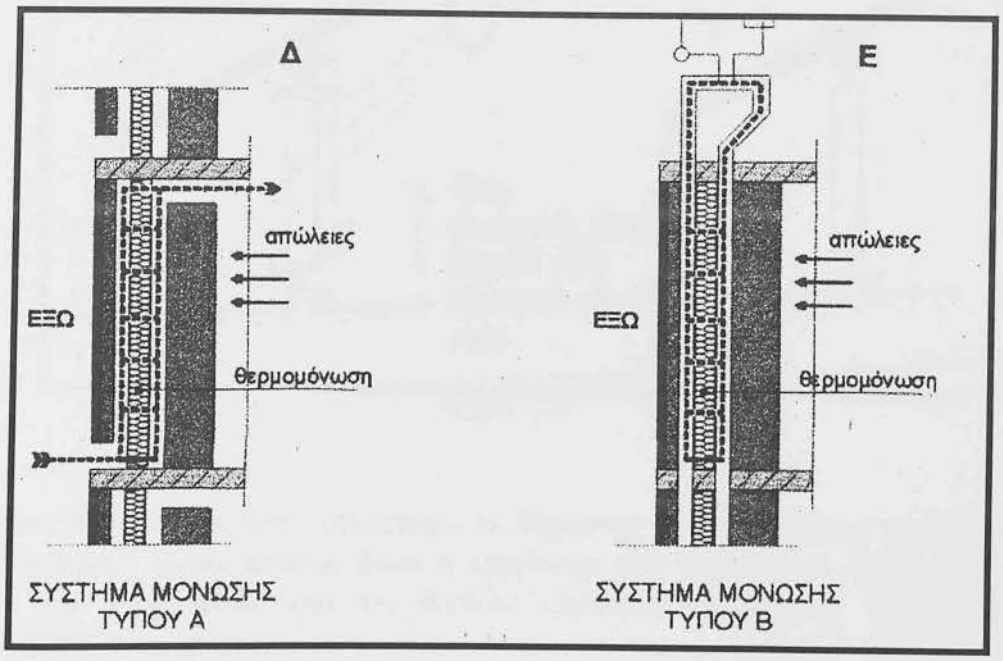
Σχήμα 2.17

Μια παραλλαγή του συστήματος είναι το σχήμα Γ που έχει τεθεί πλέον στο εξωτερικό σε ευρεία εφαρμογή και που βασίζεται:

- Στην κυκλοφορία του αέρα εκατέρωθεν μονωτικής στρώσης τοποθετημένης εξωτερικά στην όψη, που φέρει αυλακώσεις από την έξω μεριά κατά δυο διευθύνσεις και που:
- Στην πρώτη φάση θερμαίνεται ο αέρας με την ηλιακή ενέργεια με το να κινείται παράλληλα με την εξωτερική επικάλυψη που αποτελείται από ένα υδραυλικό κονίαμα σε μεταλλικό πλέγμα πάνω στη θερμομόνωση (στην πραγματικότητα πάνω στα ολόσωμα τμήματα της θερμομόνωσης ανάμεσα στις αυλακώσεις)
- Στην δεύτερη φάση ο αέρας παραλαμβάνει ένα μέρος των απωλειών του χώρου που διασχίζουν το τοίχωμα, με τη κίνηση του από τα πάνω προς τα κάτω μεταξύ του τοιχώματος και του μονωτικού. Ο αέρας που εισέρχεται στο χώρο με τη κυκλοφορία του, έχει παραλάβει θερμότητα από τις απώλειες που διασχίζουν το ενδιάμεσο κενό και εισέρχεται στο χώρο με θερμοκρασία μεγαλύτερη από την αρχική εξωτερική θερμοκρασία. Ο αέρας απάγεται με μηχανικό αερισμό από τους βοηθητικούς χώρους. Το καλοκαίρι μπορεί να αντιστρέφεται η φορά οπότε βελτιώνεται και η θερμική άνεση

Β. Τοιχώματα όπου ο αέρας διασχίζει ένα ενδιάμεσο πορώδες μονωτικό υλικό, αλλά σε κλειστό κύκλωμα.

Θερμαίνεται όταν διασχίζει το μονωτικό υλικό και ψύχεται στον εξατμιστή μιας αντλίας θερμότητας.
Η αντλία θερμότητας απορροφά την θερμότητα που έρχεται ως απώλειες από το εσωτερικό, θερμότητα που δεν χάνεται μια και μπαίνει στο θερμοδυναμικό κύκλωμα (σχήμα 2.18).



Σχήμα 2.18

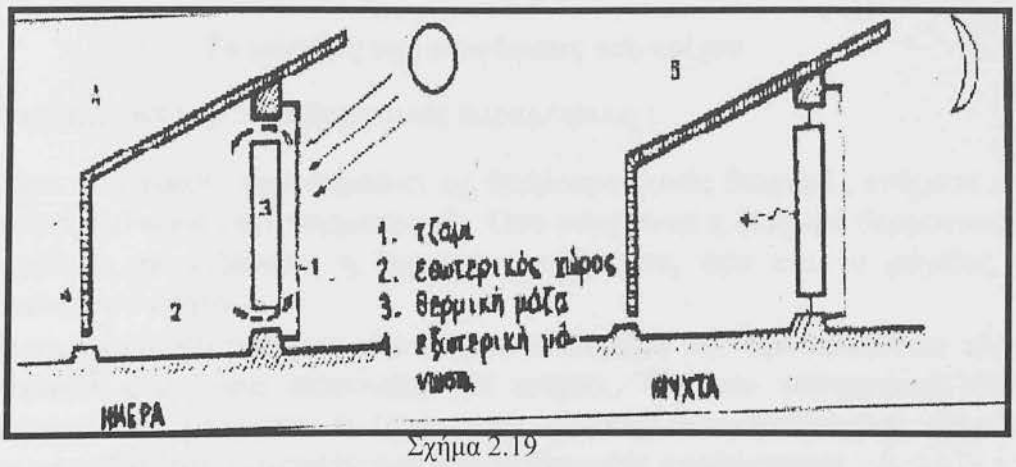
Γ. Τοιχώματα με ανακύκλωση ελεγχόμενου αέρα.

Ένα σύστημα τοίχου με θυρίδες, γνωστού ως τοίχου Trombe. Το σύστημα του τοίχου Trombe , αποτελείται από ένα τοίχο από μπετόν, πάχους 30 – 40 εκ., βαμμένο σε σκούρο χρώμα στην εξωτερική του πλευρά, που συνδυάζεται με μια γυάλινη επιφάνεια, σε απόσταση 3 εκ. περίπου. Στο επάνω και κάτω μέρος του τοίχου υπάρχουν θυρίδες, σε όλο του το μήκος, που διευκολύνουν την κίνηση του αέρα.

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

- Στην διάρκεια της ημέρας, όταν ο ήλιος προσπίπτει στο γυαλί, θερμαίνει τον αέρα που βρίσκεται στον χώρο ανάμεσα στο τζαμί και στον τοίχο, ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω και μέσα από την θυρίδα μπαίνει στον εσωτερικό χώρο, μπαίνει από την κάτω θυρίδα και αντικαθιστά το κενό που δημιουργήθηκε
- Στη διάρκεια της νύκτας η λειτουργία προφανώς αντιστρέφεται. Οι δυο θυρίδες κλείνουν, πάνω και κάτω, και η θέρμανση του χώρου πετυχαίνεται με την ακτινοβολία της αποθηκευμένης θερμότητας στον τοίχο (σχήμα 2.19)

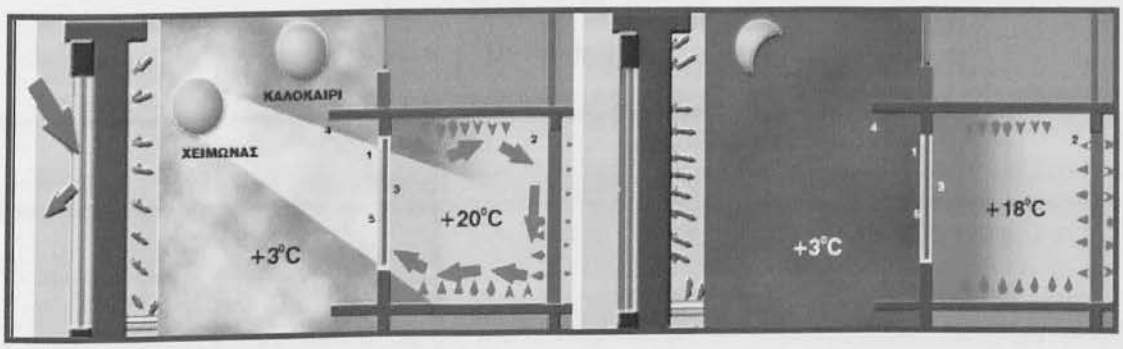
Το σύστημα του τοίχου Trombe παρουσιάζει πολλά πλεονέκτημα, λόγω του απλού τρόπου κατασκευής, το χαμηλό κόστος του και τη σημαντική ενεργειακή του απόδοση. Το γεγονός ότι αποδίδει άμεσο θερμικό ηλιακό κέρδος στον εσωτερικό χώρο, ιδιαίτερα τις πρωινές ώρες, που παρατηρούνται και οι χαμηλότερες θερμοκρασίες,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



Σχήμα 2.19

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

Το καλοκαίρι η λειτουργία του τοίχου Trombe αντιστρέφεται. Η επάνω θυρίδα κλείνει, ενώ ταυτόχρονα ανοίγει ένα τμήμα του υαλοστασίου στο επάνω μέρος (φεγγίτης), έτσι ώστε με το φαινόμενο της καμινάδας να απομακρύνεται ο ζεστός αέρας προς τα έξω.



Σχήμα 2.20 Έμμεση αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας σε τοίχο μάζας με αερισμό. (tombre wall)- Λειτουργία κατά την ημέρα και την νύχτα [(1) διπλός υαλοπίνακας, (2) 10-15 cm κενό αέρα, (3) τοίχος μάζας, (4) θερμική ακτινοβολία, (5) νυχτερινή μόνωση ή πρωινή ηλιοπροστασία κατά το θέρος, (6) κάτω αγωγός – κλειστός κατά την νύχτα το χειμώνα, (7) άνω αγωγός – κλειστός κατά την ημέρα το καλοκαίρι]

Απόδοση του συστήματος.

Όταν ένας τοίχος συλλέκτης είναι σωστά σχεδιασμένος, η θερμοκρασία του χώρου παραμένει στα όρια άνεσης (από 20-23° C), στη διάρκεια του χειμώνα, χωρίς καμία πρόσθετη θερμαντική πηγή.

Η απόδοση του συστήματος εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες :

- Το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου
- Το πάχος του τοίχου και τα υλικά κατασκευής του
- Το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου
- Τον τρόπο λειτουργίας του

Το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου

Προσδιορίζεται από τρεις καθοριστικές παραμέτρους :

- Το κλίμα του τόπου, που σημαίνει τις θερμοκρασιακές διαφορές ανάμεσα στην εσωτερική και εξωτερική θερμοκρασία. Όσο μεγαλώνει η διαφορά θερμοκρασίας, τόσο πρέπει να αυξάνεται η θερμική αποθήκευση, άρα και το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου
- Το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, που καθορίζει την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στη νότια επιφάνεια του τοίχου. Όσο το γεωγραφικό πλάτος μεγαλώνει, τόσο μειώνεται η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και επομένως πρέπει να αυξάνεται το μέγεθος του τοίχου θερμικής αποθήκευσης
- Τις ανάγκες του κτηρίου σε θέρμανση, πράγμα που εξαρτάται από τις θερμικές απώλειες και το βαθμό θερμομόνωσης του κτηρίου. Ένας χώρος καλά μονωμένος απαιτεί λιγότερη θερμότητα για να διατηρηθεί η θερμοκρασία του σε ικανοποιητικά επίπεδα, και κατά συνέπεια απαιτείται μικρότερη επιφάνεια τοίχου συλλέκτη

Από μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Αμερική, προέκυψε ο πίνακας 2.4 που ακολουθεί. Προσδιορίζει τα μεγέθη της επιφάνειας του τοίχου θερμικής αποθήκευσης, σε σχέση με τις κλιματικές συνθήκες. Κριτήριο για τη επιλογή του κατάλληλου μεγέθους, επιφάνεια τοίχου – επιφάνεια χώρου, αποτέλεσε η εσωτερική θερμοκρασία, με όρια διακύμανσης από 18,3 – 24 °C, για μια ηλιόλουστη ημέρα του Ιανουαρίου.

Πίνακας 2.4

Απαιτούμενη επιφάνεια τοίχου θερμικής αποθήκευσης για διαφορετικές κλιματικές συνθήκες.		
Μέση εξωτερική θερμοκρασία το χειμώνα °C	Επιφάνεια τοίχου για τη μοναδιαία επιφάνεια του χώρου τ.μ.	
Κλίμα ψυχρό	τοιχοποιία	Τοίχος νερού
- 9,6	0,72 – 1,00	0,55 – 1,00
- 6,7	0,60 – 1,00	0,45 – 0,85
- 4,0	0,51 – 0,93	0,38 – 0,70
- 1,0	0,43 – 0,78	0,31 – 0,25
Κλίμα εύκρατο		
+ 1,5	0,35 – 0,60	0,25 – 0,43
+ 4,5	0,28 – 0,46	0,20 – 0,34
+ 7,2	0,22 – 0,35	0,16 – 0,25

Το πάχος του τοίχου και τα υλικά κατασκευής του

Η διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας καθορίζεται και από το πάχος και από το υλικό κατασκευής του τοίχου συλλέκτη. Γενικά όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του, τόσο μικρότερες διακυμάνσεις παρουσιάζει η θερμοκρασία στον εσωτερικό χώρο. Ακόμη, όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής θερμικής

αγωγιμότητας του υλικού κατασκευής, τόσο το πάχος του τοίχου πρέπει να αυξάνεται, για το λόγο ότι η θερμότητα διαπερνά ταχύτερα την συλλεκτική επιφάνεια και η απαιτούμενη χρονική καθυστέρηση μειώνεται.

Από την πρακτική έχει προκύψει ότι :

- Για τοίχους κατασκευασμένους από μπετόν το βέλτιστο πάχος κυμαίνεται από 30 – 40 εκ., με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας από 8,9 – 5,6 °C, και χρονική καθυστέρηση από 9 έως 12 ώρες

- Για τον τοίχο νερού το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται άμεσα στα 20 – 50 εκ. επειδή όμως το νερό έχει μεγάλη θερμική αγωγιμότητα και θερμαίνεται ομοιόμορφα, με αποτέλεσμα η θερμότητα να αποδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις, η απόδοση των τοίχων νερού δεν αυξάνεται, γενικά, ανάλογα με το πάχος τους. Αυτό σημαίνει ότι το βέλτιστο πάχος μπορεί να μειωθεί, χωρίς η αποτελεσματικότητα του συστήματος να μειώνεται

- Για την ωμοπλινθοδομή, το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται στα 30 εκ. , με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας γύρω στους 3,9 °C και με χρονική καθυστέρηση περίπου 8 ωρών

- Για τον τοίχο από τούβλο, το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται γύρω στα 40 εκ. , με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας 4,4 °C περίπου, και χρονική καθυστέρηση γύρω στις 8 ώρες

Πίνακας 2.5

Διακύμανση της εσώτερης επιφανειακής θερμοκρασίας και χρονική καθυστέρηση, για τοίχο συλλέκτη από μπετόν.		
Πάχος τοίχου	Διακύμανση της θερμοκρασίας	Χρονική καθυστέρηση της υψηλότερης θερμοκρασίας.
cm	°C	ώρες
20	22,2	6,8
30	11,1	9,3
35	8,3	10,6
40	5,5	11,9
45	4,1	13,2
50	2,7	14,5
60	1,1	17,1

Το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου συλλέκτη.

Η ικανότητα απορρόφησης της θερμικής ενέργειας από τον τοίχο επηρεάζεται από το χρώμα της εξωτερικής του επιφάνειας. Τα σκούρα χρώματα απορροφούν, γενικά, περισσότερη ενέργεια. Για το λόγο αυτό οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων συνιστάται να βάφονται σκούρες, γιατί η αυξημένη ικανότητα απορρόφησης της ηλιακής ενέργειας επηρεάζει την απόδοση τους.

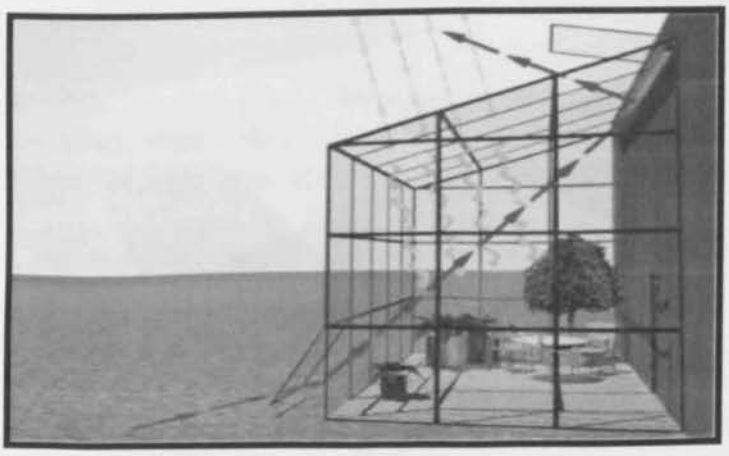
Πίνακας 2.6

Ικανότητα απορρόφησης θερμικής ενέργειας χρωμάτων και υλικών			
Χρώμα - υλικό	Απορροφητικότητα α	Χρώμα - υλικό	Απορροφητικότητα α
Μαύρο	0,97	Μπετόν καφέ	0,85
Μαύρο ματ	0,95	Σκούρο μπλε – γκρι	0,88
Σκούρο γκρι	0,91	Τούβλο κόκκινο	0,70
Φυσικό μπετόν	0,65	Πράσινο	0,59
Μπετόν μαύρο	0,91	Ανοιχτό πράσινο	0,47
Σκούρο πράσινο	0,89	Κίτρινο	0,57
Σκούρο καφέ	0,88	Άσπρο	0,25

Στα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους ανήκουν και τα κτήρια με προσαρτημένο θερμοκήπιο στη νότια πλευρά.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική χρησιμοποιεί τα θερμοκήπια για να δημιουργήσει χώρους, που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και την προσφέρουν υπό μορφή θερμότητας στο προσαρτημένο κτήριο.

Το θερμοκήπιο βρίσκεται συνήθως στη νότια πλευρά του κτηρίου και αποτελεί συνδυασμό ενός παθητικού συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος και τοίχο θερμικής αποθήκευσης, που μεταφέρει έμμεσα τη θερμότητα στον αποθηκευμένο χώρο. Εφαρμόζεται κυρίως στη κατοικία.



Σχήμα 2.21
Συλλογή ηλιακής ενέργειας από θερμοκήπιο.

Βασικές αρχές των ηλιακών παθητικών θερμοκηπίων.

Η βασική φιλοσοφία του τύπου αυτού του θερμοκηπίου είναι: να αφήσουμε να μπαίνει μέσα στο θερμοκήπιο όσο το δυνατόν πιο πολύ ο ήλιος, να τον αποθηκεύουμε και να τον αφήνουμε να φύγει όσον το δυνατόν λιγότερο. Στην πράξη πρέπει λοιπόν να προσέχουμε όλες τις λεπτομέρειες για τον σκοπό αυτό.

Τα παραδοσιακά θερμοκήπια δεν είναι κατασκευασμένα για εξοικονόμηση ενέργειας γιατί :

- Η κατασκευή τους λόγω της ελαφρότητας της δεν μας δίνει μια άμβλυνση των μεταβολών του ηλιασμού που υπάρχει στην ατμόσφαιρα
- Δεν προστατεύονται για τις νυχτερινές τους απώλειες

Ένα ηλιακό θερμοκήπιο, από την κατασκευή του, διακρίνεται από το παραδοσιακό θερμοκήπιο στα παρακάτω σημεία:

- Στο παθητικό θερμοκήπιο έχουμε ένα συνδυασμό των διαφανών και των μη διαφανών επιφανειών, ενώ στο παραδοσιακό υπάρχουν μόνο μη διαφανείς επιφάνειες.

Έχουμε :

- Παρουσία θερμικών μαζών στο ηλιακό θερμοκήπιο
- Δυνατότητα νυχτερινής μόνωσης

Ότι είναι γνωστό μέχρι τώρα για την διαφανή επιφάνεια των συλλεκτών ισχύει και για τη διαφανή επιφάνεια των θερμοκηπίων, δηλαδή ότι αφήνουν να περνάει η ορατή ηλιακή ακτινοβολία και εμποδίζεται η υπέρυθρη. Αυτό είναι η λεγόμενη "αρχή ή έργο του θερμοκηπίου". Έχει όμως και η διάφανη αυτή επιφάνεια δυο μειονεκτήματα:

- Όταν δεν έχουμε ήλιο η επιφάνεια αυτή χάνει θερμότητα πιο γρήγορα από ότι χάνουν οι μη διαφανείς επιφάνειες, π.χ. οι τοίχοι
- Όταν εκτίθενται στον ήλιο αφήνουν να περάσει ένα ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας λόγω των απωλειών ανάκλασης και απορρόφησης. Περνάει περίπου το 86% της ηλιακής ακτινοβολίας με μονό τζάμι και το 75% με διπλό

Η κλίση των διαφανών επιφανειών είναι ένα ενδιαφέρον στοιχείο για τη σχεδίαση του θερμοκηπίου, γιατί πρέπει να ανταποκρίνεται στις παρακάτω αντιφατικές απόψεις :

- Από το ένα μέρος θέλουμε να έχουμε μια κλίση αρκετά μεγάλη στο τζαμωτό αυτό, γιατί ο ήλιος είναι χαμηλός στον ορίζοντα το χειμώνα. Συνήθως συνιστάται να δίνεται στο τζαμωτό μια κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου +10/15° , για την Ελλάδα θα είναι 50/55°

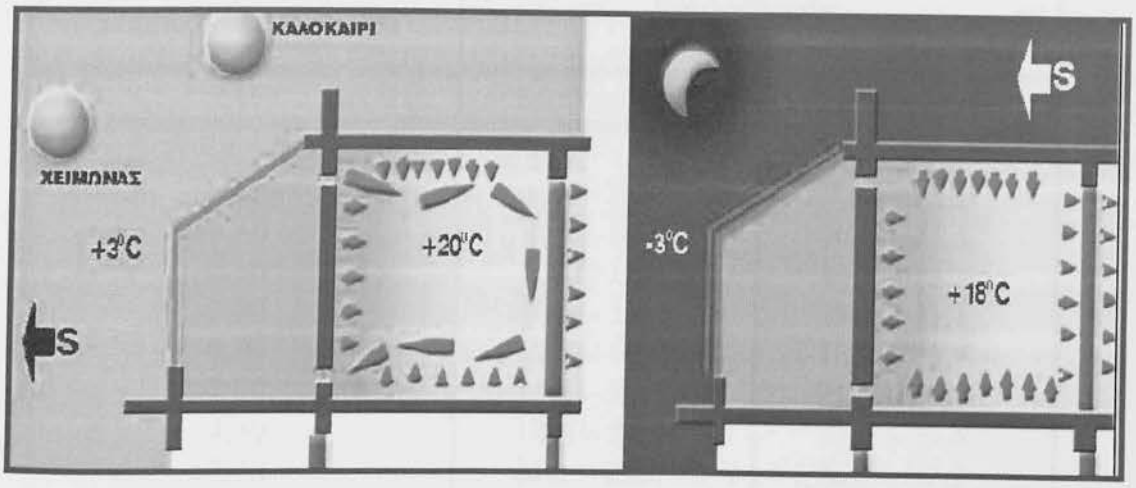
Οι γεωπόνοι όμως μας λένε ότι στην πράξη αυτή η διάταξη θέτει προβλήματα φωτεινότητας για τα φυτά του θερμοκηπίου,

- Αυτή η ανάγκη για το φως θα μας έκανε να προτιμήσουμε μια όψη με πολύ τζάμι και μια κλίση μικρή του τζαμωτού που μπορεί να τραβήξει μια πιο μεγάλη ποσότητα ηλιακού φωτός που προέρχεται από τον ουράνιο θόλο

Η θερμική συμπεριφορά του θερμοκηπίου.

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

Τη νύχτα όμως, το θερμοκήπιο, λειτουργώντας σαν μαύρο σώμα, αποβάλλει με ακτινοβολία προς την ατμόσφαιρα όση θερμότητα συγκέντρωσε την ημέρα. Το θερμικό κέρδος χάνεται υπό μορφή θερμικών απωλειών και το θερμικό ισοζύγιο πολύ γρήγορα μετατρέπεται σε αρνητικό (σχήμα 2.22).



Σχήμα 2.22 Λειτουργία του θερμοκηπίου κατά την ημέρα και κατά τη νύχτα.

Το συνολικό, ημερήσιο θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου εκφράζεται με μια αισθητή ανύψωση της μέγιστης θερμοκρασίας και από τη διατήρηση της ελάχιστης, σε σχέση με τη διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας, στη διάρκεια του χειμώνα. Ακολουθεί σχετικός πίνακας (πίνακας 2.7).

Ο αέρας που βρίσκεται μέσα στο θερμοκήπιο περιέχει μεγάλη ποσότητα υδρατμών, λόγω της βλάστησης. Στη διάρκεια της νύχτας, η εσωτερική επιφάνεια του τζαμιού ψύχεται, η θερμοκρασία του αέρα πέφτει προσεγγίζοντας το σημείο κορεσμού, οπότε οι υδρατμοί υγροποιούνται, μουσκεύοντας τις γυάλινες επιφάνειες του θερμοκηπίου. Έτσι αποβάλλεται και η λανθάνουσα θερμότητα των υδρατμών.

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

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

Η αποτελεσματική απόδοση του συστήματος.

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

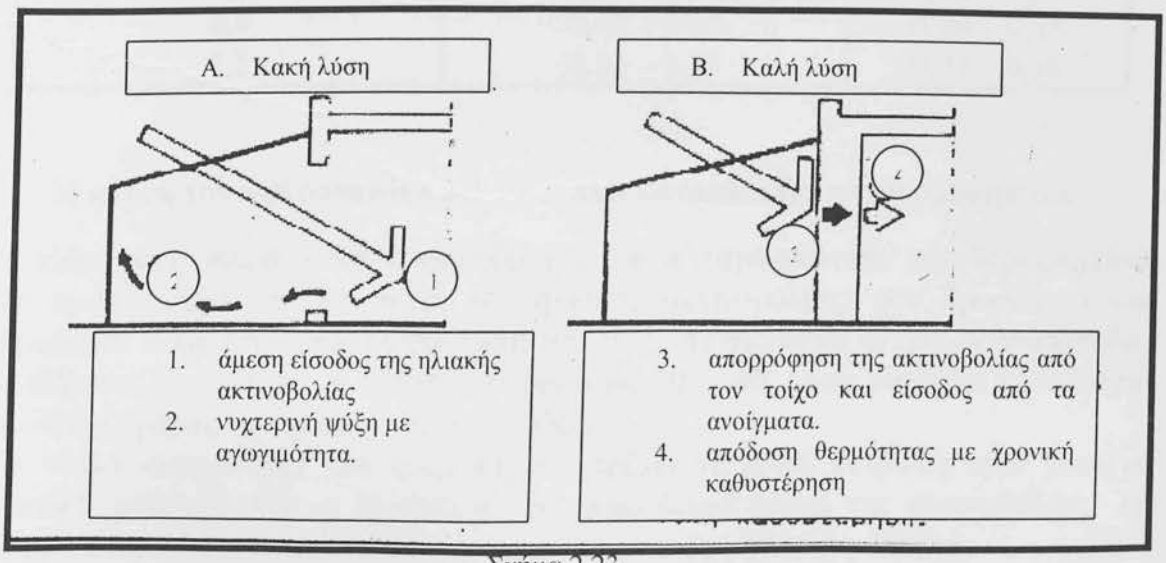
1. Ο προσανατολισμός του
2. Το μέγεθος του
3. Η κλίση του υαλοστασίου και τα υλικά κατασκευής του
4. Η σύνδεση του με τα στοιχεία θερμικής αποθήκευσης του κτηρίου

Πίνακας 2.7

Εσωτερική θερμοκρασία στο θερμοκήπιο σε σχέση με την εξωτερική.		
Μέση ημερήσια εξωτερική θερμοκρασία	Μέση ημερήσια εσωτερική θερμοκρασία. ° C	
° C	Μονό τζάμι	Διπλό τζάμι
-12,20	1,70– 7,20	7,20– 12,8
-9,40	4,40– 10,0	10,0 – 15,5
-6,60	7,20– 12,8	12,8 – 18,3
-3,90	10,0 – 15,5	15,5 – 21,1
-0,50	12,8 – 18,3	18,3 – 23,9
+1,70	15,5 – 21,1	21,1 – 26,7
+4,40	18,3 – 23,9	23,9 – 29,4
+7,20	21,1 – 26,7	26,7 – 32,2

Ο προσανατολισμός του θερμοκηπίου

Το θερμοκήπιο, που προσαρτάται στη νότια πλευρά του κτηρίου, σε σχήμα επίμηκες, κατά τον άξονα ανατολή – δύση, αποτελεί την καλύτερη και την πιο αποδοτική μορφή για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα. Προϋπόθεση για την αποτελεσματική του λειτουργία είναι η άμεση σύνδεση του με τον τοίχο θερμικής αποθήκευσης, στη νότια πλευρά, που διαχωρίζει το εσωτερικό του κτηρίου με τον ηλιακό χώρο (σχήμα 2.23).



Σχήμα 2.23

Τα θερμοκήπια, που προσαρτώνται με προσανατολισμό, κυρίως ανατολικά και δυτικά, έχουν κάποια θερμική συνεισφορά εφόσον συνδέονται με δομικά στοιχεία μεγάλης θερμικής μάζας, όχι όμως σημαντική. Λειτουργούν κυρίως ως χώροι

ανάσχεσης ή εμπόδια θερμικών απωλειών. Ιδιαίτερα για το βορινό προσανατολισμό, το καλοκαίρι, δημιουργούν σοβαρά προβλήματα υπερθέρμανσης.

Το μέγεθος του θερμοκηπίου.

Το μέγεθος του θερμοκηπίου προσδιορίζεται σε συνάρτηση με το μέγεθος του εσωτερικού χώρου και των αναγκών του για θέρμανση, πράγμα που εξαρτάται από το κλίμα του τόπου, την δυνατότητα θερμικής αποθήκευσης της θερμικής ηλιακής ενέργειας και θερμική προστασία του ιδίου του θερμοκηπίου.

Από μελέτες που έγιναν με τη μέθοδο της προσομοίωσης, προέκυψαν εμπειρικοί κανόνες για τον προσδιορισμό του μεγέθους του θερμοκηπίου σε σχέση με την επιφάνεια του κατοικήσιμου χώρου, για διαφορετικά κλίματα και γεωγραφικά πλάτη, με την προϋπόθεση ότι η μέση εσωτερική θερμοκρασία του χώρου θα κυμαίνεται σε 18,3 – 21,0 °C. Ακολουθεί ο σχετικός πίνακας (πίνακας 2.8).

Πίνακας 2.8

Μέγεθος θερμοκηπίου, προσαρτημένου στη νότια πλευρά του κτηρίου , για διαφορετικές κλιματικές συνθήκες.		
Μέση εξωτερική θερμοκρασία του χειμώνα.	Απαιτούμενη επιφάνεια υαλοστασίου στο θερμοκήπιο, ανά μονάδα επιφάνειας του κατοικήσιμου χώρου.	
	Για τοίχο από βαριά υλικά	Για τοίχο νερού
Κλίμα ψυχρό		
-6,7	0,90 – 1,50	0,68 – 1,27
-3,9	0,78 – 1,30	0,57 – 1,05
-1,1	0,65 – 1,17	0,47 – 0,82
Κλίμα εύκρατο		
1,7	0,53 – 0,90	0,38 – 0,65
4,4	0,42 – 0,69	0,30 – 0,51
7,2	0,33 – 0,53	0,24 – 0,38

Η κλίση του υαλοστασίου και τα υλικά κατασκευής του θερμοκηπίου.

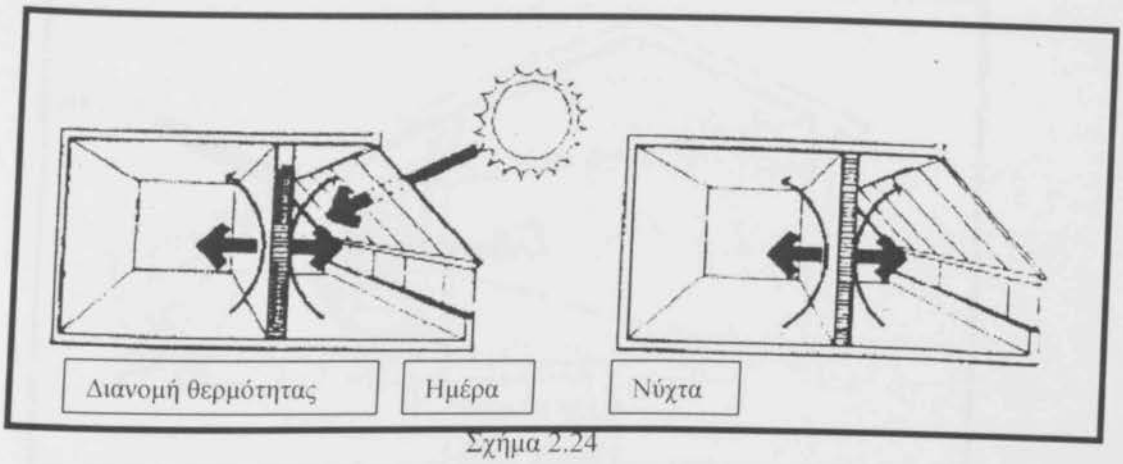
Η κλίση του υαλοστασίου επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του θερμοκηπίου, γιατί προσδιορίζει την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, που προσπίπτει και δεσμεύεται. Η καλύτερη κλίση είναι από 40 – 70° , σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Για κλίματα βορειότερα, η κλίση μειώνεται σε 30 – 40° ,έτσι ώστε να συλλέγεται μεγαλύτερο μέρος την ηλιακής ακτινοβολίας.

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

Η σύνδεση του θερμοκηπίου με το κτήριο.

Το προσαρτημένο στο κτήριο θερμοκήπιο λειτουργεί αποδοτικότερα, όταν συνδέεται με ένα σύστημα θερμικής αποθήκευσης. Την καλύτερη λύση αποτελεί ο διαχωριστικός τοίχος ανάμεσα στο κτήριο και το θερμοκήπιο, όταν είναι

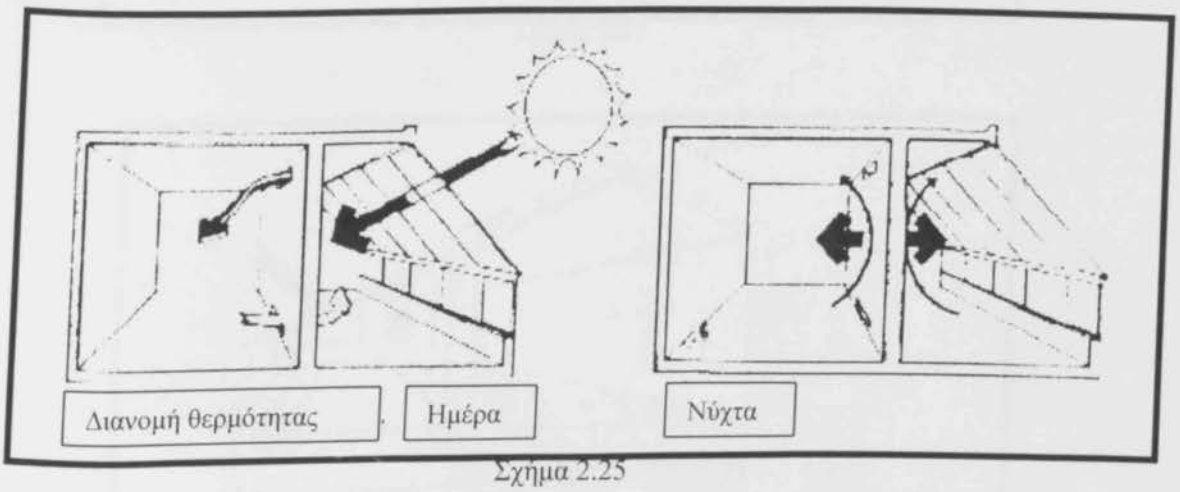
κατασκευασμένος από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικής ικανότητας (τούβλο, μπετόν, νερό), με την εξωτερική του επιφάνεια βαμμένη σε σκούρο χρώμα. (σχήμα 2.24)



Σχήμα 2.24

Η λειτουργία του συστήματος είναι παρόμοια με τους τοίχους συλλέκτες ή θερμικής αποθήκευση, με τη διάφορα ότι, η γυάλινη επιφάνεια δεν βρίσκεται σε απόσταση 4 εκ. από τον τοίχο, αλλά δημιουργείται ένας αρκετά μεγάλος χώρος, που μπορεί να κατοικηθεί.

Εάν μάλιστα, για μεγαλύτερη και πιο γρήγορη θερμική απόδοση, ο συνδετικός τοίχος συνδυαστεί με την κίνηση του ζεστού αέρα, προβλέποντας θυρίδες στο επάνω και κάτω τμήμα του, τότε ξαναεμφανίζεται ο τοίχος Trombe. Ακολουθεί το σχετικό σχήμα 2.25.



Σχήμα 2.25

Η αποτελεσματικότητα του συστήματος μπορεί να αυξηθεί, αυξάνοντας την μάζα θερμικής αποθήκευσης. Αυτό πετυχαίνεται εάν χρησιμοποιηθούν βαριά υλικά στη κατασκευή του δαπέδου του θερμοκηπίου, ή τοποθετώντας δοχεία νερού μπροστά στον τοίχο. Ακολουθούν τα παρακάτω σχήματα (σχήμα 2.26, 2.27, 2.28).

Η νυχτερινή μόνωση συμβάλλει σημαντικά στην καλύτερη απόδοση του συστήματος. Μπορεί να γίνει με τρόπους απλούς, για παράδειγμα, με την τοποθέτηση κινητού, μονωτικού στοιχείου στην εξωτερική πλευρά του διαχωριστικού τοίχου,

1. Ανοίγματα στην οροφή του θερμοκηπίου ή μερική απομόνωση από το υπόλοιπο κτήριο, έτσι ώστε ο ζεστός αέρας απομακρύνεται προς τα έξω
2. Καλός αερισμός, εξασφαλίζοντας την είσοδο του αέρα από το κάτω άνοιγμα του υαλοστασίου στο χώρο του θερμοκηπίου
3. Συνολική ή μερική ηλιοπροστασία του χώρου του θερμοκηπίου
4. Μεγάλη θερμική αδράνεια των τοίχων και του δαπέδου του θερμοκηπίου

Μερικές ιδέες για αύξηση της απόδοσης των ηλιακών θερμοκηπίων.

Οι ιδέες αυτές θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό του θερμοκηπίου και θα τις αναπτύξουμε πολύ σύντομα.

Αύξηση της προσφερόμενης θερμότητας στο θερμοκήπιο: είναι γνωστό ότι έχει πολλά μειονεκτήματα η θέρμανση του θερμοκηπίου με παραδοσιακούς συλλέκτες τοποθετημένους μπροστά από το θερμοκήπιο, το εναντίον είναι δυνατόν να πάρουμε μέρος του χώρου για να αυξήσουμε με λίγα έξοδα την ποσότητα της ενέργειας που προσπίπτει στα τζαμωτά του θερμοκηπίου.
Τοποθέτηση λιπάσματος σε ζύμωση μέσα στο θερμοκήπιο: μια απλή ιδέα είναι βάζοντας λίπασμα σε κατάσταση ζύμωσης μέσα στο θερμοκήπιο γιατί εκλύεται θερμότητα και CO_2. Μια άλλη ιδέα είναι να βάλουμε λίπασμα στη κατάσταση αυτή έξω από το θερμοκήπιο και μπροστά στο βορινό τοίχο γιατί έτσι εξοικονομείται η μόνωση ακόμα και του βορινού αυτού τοίχου. Μια εφαρμογή χρησιμοποίησης μεθανίου προερχόμενου από χωνευτήρες απορριμμάτων ζωών έχει είδη γίνει, το μεθάνιο καίγεται και ζεσταίνει νερό που ωθείται σε πλαστικούς σωλήνες που βρίσκονται μέσα στο θερμοκήπιο. Τέτοιοι πλαστικοί σωλήνες όπως επίσης και υπό μορφή πλαστικών παπλωμάτων που μέσα κυκλοφορεί ζεστό νερό προερχόμενο είτε από συλλέκτες ηλιακούς είτε από λέβητα κατασκευάζονται και χρησιμοποιούνται ήδη στην Ελλάδα.

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Εισαγωγή

Μια σημαντική τεχνολογία για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας είναι τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (Φ/Β) που επιτρέπουν την μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια. Η χρήση Φ/Β έχει αρχίσει πλέον να καθιερώνεται ως η πιο φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παρά το υψηλό κόστος των Φ/Β σήμερα ,οι τιμές τους πέφτουν συνεχώς και πολύ σύντομα θα είναι ανταγωνιστικές με τις τιμές της κιλοβατώρας που παράγεται από συμβατικά καύσιμα.

Η Ελλάδα διαθέτει ένα αξιοσημείωτο δυναμικό για την ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων. Χάρη στη μεγάλη ηλιοφάνεια, όλες σχεδόν τις εποχές του έτους, η χρήση Φ/Β συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον, είναι ιδιαίτερα ελκυστική.

Ιδιαίτερα σε απομονωμένες κατοικίες που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές και δεν συνδέονται με το ηλεκτρικό δίκτυο, τα Φ/Β συστήματα είναι η καλύτερη και οικονομικότερη λύση, για την κάλυψη των ηλεκτρικών τους αναγκών. Η χρήση Φ/Β συστημάτων είναι ωστόσο επιθυμητή και σε κατοικημένες περιοχές.

Η ενσωμάτωση Φ/Β στοιχείων στο εξωτερικό κέλυφος ενός κτηρίου είναι μια τεχνική η οποία κερδίζει συνεχώς έδαφος καθώς η τεχνολογία αναπτύσσεται ραγδαία

και το κόστος των φωτοβολταικών στοιχείων μειώνεται. Σήμερα, έχουν αναπτυχθεί ειδικά φωτοβολταϊκά στοιχεία κατάλληλα για στέγες και προσόψεις και η σημερινή διάδοση τους επιτρέπει την πρόβλεψη ότι, στο προσεχές μέλλον, σημαντικό μέρος των ηλεκτρικών αναγκών των κτηρίων θα καλύπτεται από Φ/Β συστήματα.

Σήμερα, τα συστήματα αυτά εφαρμόζονται κυρίως σε κτήρια στα οποία οι ανάγκες για θέρμανση των χωρών και για την παραγωγή ζεστού νερού είναι ιδιαίτερα χαμηλές και το μεγαλύτερο ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για την λειτουργία του φωτισμού και των οικιακών συσκευών.

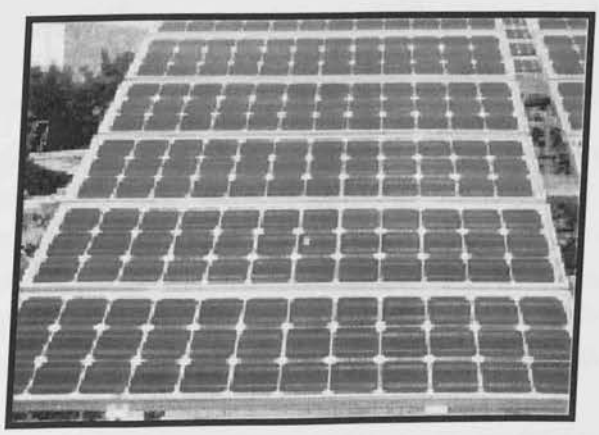
Φωτοβολταϊκά στοιχεία

Τα Φ/Β στοιχεία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική, με τη βοήθεια του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Κάθε φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από δυο στρώματα ημιαγωγού υλικού, συνήθως πυριτίου. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στην ένωση αυτών των δυο στρωμάτων παράγεται συνεχώς ηλεκτρικό ρεύμα. Η απόδοση Φ/Β στοιχείων εξαρτάται από το υλικό και τον τρόπο κατασκευής τους.

Οι πιο συνηθισμένοι τύποι Φ/Β στοιχείων είναι τα μονοκρυσταλλικά στοιχεία πυριτίου και τα άμορφα πολυκρυσταλλικά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά διαφέρουν τόσο ως προς τον τρόπο κατασκευής τους όσο και ως προς τα χαρακτηριστικά τους (χρώμα, εμφάνιση, ανακλαστικότητα).

Φωτοβολταϊκά συστήματα

Ομάδες Φ/Β στοιχείων συνδεδεμένες σε σειρά ή παράλληλα, διαμορφώνουν ένα Φ/Β πλαίσιο (σχήμα 2.29). Το πιο χαρακτηριστικό από τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός Φ/Β πλαισίου είναι η ισχύ αιχμής (W) που εκφράζει την παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ όταν το Φ/Β πλαίσιο εκτεθεί σε ηλιακή ακτινοβολία 1 kW/m^2.



Σχήμα 2.29 Φ/Β πλαίσιο

Με δεδομένο ότι τα Φ/Β πλαίσια που κυκλοφορούν αυτήν την στιγμή στην αγορά έχουν απόδοση περίπου 11% (δηλαδή μετατρέπουν το 11% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια), ένα πλαίσιο επιφάνειας 1 m^2 παράγει περίπου 110 W ηλεκτρικής ισχύος. Αν π.χ. θεωρήσουμε ότι στην Ελλάδα η μέση ετήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι περίπου 1800 Kw/m^2, ένα Φ/Β σύστημα ονομαστικής ισχύος 3 kW (και επιφάνεια περίπου 30 m^2) έχει την δυνατότητα παραγωγής 4500 kWh/ έτος, ενέργεια ικανή να καλύψει την κατανάλωση μιας τετραμελούς οικογένειας. Για την κάλυψη φορτίων μεγαλύτερης ισχύος είναι

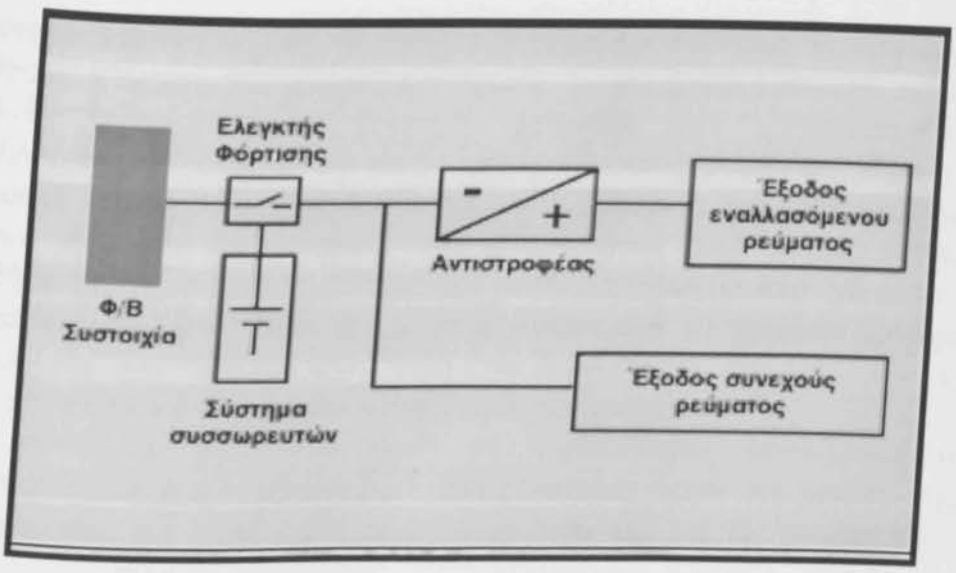
δυνατή η δημιουργία Φ/Β συστοιχιών συνδέοντας πολλά Φ/Β στοιχεία μεταξύ τους σε σειρά και παράλληλα.

Ένα τυπικό αυτόνομο Φ/Β σύστημα αποτελείται από την Φ/Β συστοιχία, τους συσσωρευτές για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας και το σύστημα μετατροπής ισχύος. Οι συνηθέστεροι από τους συσσωρευτές που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι τύπου μόλυβδου - οξέος, ανοικτού ή κλειστού τύπου, ειδικά σχεδιασμένοι για ηλιακά συστήματα παραγωγής ενέργειας. Για την μετατροπή της ισχύος χρησιμοποιούνται μετατροπείς ισχύος ή αντιστραφείς συνεχούς σε εναλλασσόμενο ρεύμα (Σ.Ρ./ Σ.Ρ.) μετατροπείς Σ.Ρ./Σ.Ρ. και ρυθμιστές φόρτισης.

Η εμπειρία από την μέχρι σήμερα χρήση Φ/Β συστημάτων έχει δείξει ότι η ελαχιστοποίηση λειτουργίας, η βελτιστοποίηση της ονομαστικής ισχύος του αναστροφέα και η σωστή φόρτιση και εκφόρτιση των συσσωρευτών, μπορούν να αυξήσουν σημαντικά την συνολική απόδοση και διάρκεια ζωής ενός συστήματος.

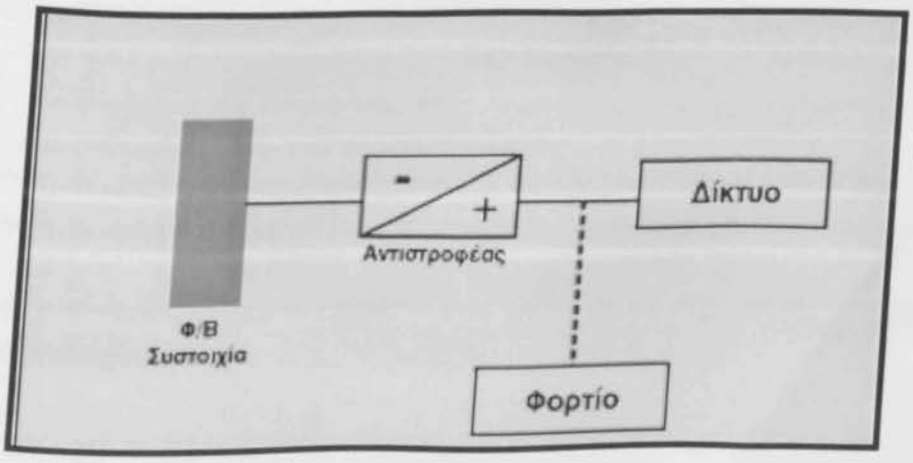
Οι βασικοί τύποι Φ/Β συστημάτων είναι οι εξής:

Αυτόνομο σύστημα. Το σύστημα αυτό έχει την δυνατότητα παροχής συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος με τη χρήση μετατροπέα ισχύος (αντιστροφέα). (σχήμα 2.30)



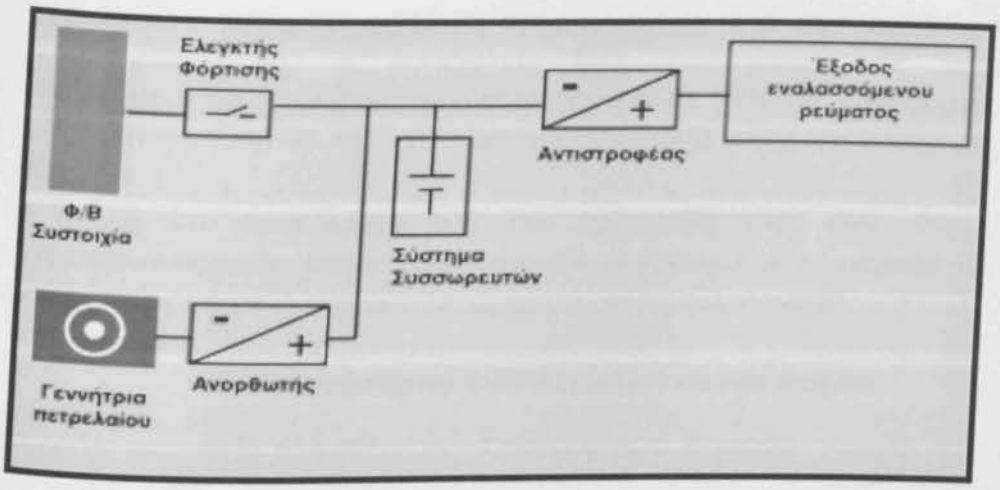
Σχήμα 2.30 Αυτόνομο σύστημα

Σύστημα συνδεδεμένο με το δίκτυο. Αποτελείται από μια συστοιχία Φ/Β στοιχείων, η οποία μέσω ενός αντιστροφέα είναι συνδεδεμένη με το ηλεκτρικό δίκτυο. Συνήθως σε εφαρμογές μικρής εγκατεστημένης ισχύος, όπου τα Φ/Β συστήματα πρέπει να καλύψουν συγκεκριμένο φορτίο, το δίκτυο χρησιμοποιείται ως μέσο για την προσωρινή αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Στα κεντρικά συστήματα μεγάλης εγκατεστημένης ισχύος, η παραγόμενη από τα Φ/Β ενέργεια παρέχεται απευθείας στο ηλεκτρικό δίκτυο (σχήμα 2.31).



Σχήμα 2.31 Σύστημα συνδεδεμένο με το δίκτυο

Υδριβικό σύστημα. Είναι ένα αυτόνομο σύστημα αποτελούμενο από τη φωτοβολταϊκή συστοιχία που λειτουργεί σε συνδυασμό με άλλες πήγες ενέργειας (π.χ. με μια γεννήτρια πετρελαίου ή άλλη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, όπως μια ανεμογεννήτρια) (σχήμα 2.32).



Σχήμα2.32 Υδριβικό σύστημα

Σύστημα μικρής ισχύος, το οποίο εγκαθίσταται συνήθως σε κτήρια που διαθέτουν παθητικά ή ενεργητικά ηλιακά συστήματα. Συχνά χρησιμοποιείται για την λειτουργία αντλιών ή ανεμιστήρων συνεχούς ρεύματος που χρησιμοποιούνται για την κυκλοφορία του αέρα ή του νερού στους ηλιακούς συλλέκτες. Έχει ενσωματωμένο ρυθμιστή ισχύος, ο οποίος διακόπτει την λειτουργία του Φ/Β συστήματος, όταν η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί και δεν απαιτεί την χρήση συσσωρευτών για αποθήκευση της ενέργειας. Ορισμένες φορές αποτελείται από ένα μόνο Φ/Β πλαίσιο, το οποίο τροφοδοτεί έναν μικρό ανεμιστήρα που το χειμώνα χρησιμεύει για την κυκλοφορία του θερμού αέρα από ένα θερμοκήπιο στο υπόλοιπο κτήριο ή τον αερισμό των υπερθερμαινόμενων χώρων το καλοκαίρι.

Η τεχνολογία των Φ/Β όπως οι περισσότερες τεχνολογίες ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών, παρουσιάζει ιδιαιτερότητες κατά τη χρήση της, οι οποίες δυσχεραίνουν την άμεση ποσοτική σύγκριση της με τις συμβατικές τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Διαθέτει όμως σημαντικά πλεονεκτήματα , όπως:

- Τα κόστος της παραγόμενης ενέργειας εξαρτάται μόνο από το κόστος της αρχικής επένδυσης ενώ το κόστος λειτουργίας και συντήρησης τους είναι σχεδόν μηδαμινό
- Τα Φ/Β συστήματα σχεδιάζονται συνήθως με γνώμονα την μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας
- Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται στον τόπο που χρησιμοποιείται
- Η ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι μηδενική
- Τα Φ/Β στοιχεία έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (15 – 20 χρόνια)
- Η λειτουργία τους είναι αθόρυβη
- Το μεταφορικό τους κόστος είναι χαμηλό
- Είναι δυνατή η ενσωμάτωση τους σε οροφές και προσόψεις κτηρίων
- Είναι δυνατή η επέκταση του συστήματος ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα που εμποδίζουν σήμερα την ευρεία εξάπλωση της Φ/Β τεχνολογίας είναι:

- Το υψηλό κόστος των Φ/Β πλαισίων
- Η απαίτηση συσσωρευτών για την αποθήκευση της ενέργειας στα αυτόνομα κτήρια
- Η απαίτηση σχετικά μεγάλων επιφανειών για την εγκατάσταση τους λόγω της μικρής τους ισχύος

Παρά τα μειονεκτήματα αυτά, η εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων αναπτύσσεται ραγδαία. Ειδικότερα, η εφαρμογή Φ/Β συστημάτων σε αστικά κτήρια, διασυνδεδεμένα με το δίκτυο, καλύπτει σήμερα το 15% της παγκόσμιας αγοράς των φωτοβολταικών. Στην Ελλάδα η εγκατεστημένη Φ/Β ισχύς αυξάνεται με ρυθμό 40kW ετησίως.

Τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή αυτή είναι ότι η αιχμή των κλιματιστικών φορτίων των κτηρίων συμπίπτει χρονικά με το μέγιστο της Φ/Β ισχύος (δηλαδή κατά τη θερινή περίοδο με τη μεγαλύτερη ηλιοφάνεια).

Εγκατάσταση Φ/Β πλαισίων σε ένα κτήριο

Η χρήση των Φ/Β πλαισίων ως λειτουργικών δομικών στοιχείων ενός κτηρίου διαμορφώνει νέες, οικονομικά ελκυστικότερες λύσεις. Σε αυτό συμβάλλει και η ανάπτυξη νέων διαφανών Φ/Β πλαισίων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην θέση των υαλοπινάκων, παρέχοντας ταυτόχρονα ηλιακή ενέργεια και ηλιοπροστασία κατά τους θερινούς μήνες.

Η ενσωμάτωση των Φ/Β πλαισίων στην οροφή ή στην πρόσοψη ενός κτηρίου γίνεται με πολλούς τρόπους. Ανάμεσα στις καινοτόμες λύσεις που έχουν υιοθετηθεί κατά καιρούς περιλαμβάνεται και η χρήση Φ/Β στοιχείων στην θέση άλλων δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτηρίου ή στα σκίαστρα.

Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τύποι για τη υιοθέτηση των Φ/Β πλαισίων σε ένα κτήριο:

➢ Τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα

Υπάρχει μια ποικιλία από ξύλινα ή μεταλλικά είδη στηριγμάτων και οι περισσότεροι κατασκευαστές Φ/Β συστημάτων προσφέρουν στηρίγματα που ταιριάζουν ακριβώς στα Φ/Β πλαίσια. Σε μερικές περιπτώσεις η κλίση είναι ρυθμιζόμενη. Η τοποθέτηση αυτή προσφέρει εύκολη πρόσβαση τόσο στο εμπρός όσο και στο πίσω μέρος των Φ/Β πλαισίων όταν χρειάζεται να γίνει συντήρηση. Επίσης βοήθα στον καλό αερισμό και τον δροσισμό των στοιχείων, αυξάνοντας έτσι την απόδοση τους. Εντούτοις το κόστος είναι σχετικά υψηλό, γιατί απαιτεί την χρήση πρόσθετων υλικών και εργασίας.

➢ Τοποθέτηση σε ειδική βάση προσαρμοζόμενη στο εξωτερικό του κελύφους.

Τοποθέτηση σε ειδική βάση προσαρμοζόμενη στο εξωτερικό του κελύφους, η οποία εξέχει από την οροφή ή την πρόσοψη του κτηρίου. Η κατασκευή αυτή στηρίζεται στο εξωτερικό κέλυφος του κτηρίου. Απαιτείται όμως προσοχή για την καλή μόνωση των σημείων στα οποία στηρίζεται η βάση. Η τοποθέτηση αυτή επιτρέπει επίσης τον καλό αερισμό και την ψύξη των Φ/Β στοιχείων. Το κόστος είναι μικρότερο συνήθως από τη τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα, αλλά μεγαλύτερο από το κόστος άλλων μεθόδων. Αποτελεί μια καλή λύση, ειδικά σε ανακαινιζόμενα κτήρια, στα οποία δεν είναι δυνατόν να γίνουν μεγάλες αλλαγές στο εξωτερικό του κελύφους.

- **Απ΄ ευθείας τοποθέτηση**

Στην περίπτωση αυτή, η εξωτερική επίστρωση του κελύφους του κτηρίου αντικαθίσταται από Φ/Β πλαίσια. Για παράδειγμα τα Φ/Β στοιχεία τοποθετούνται με τρόπο που το ένα να καλύπτει εν μέρει το άλλο, όπως ακριβώς τα κεραμιδιά. Το Φ/Β κάλυμμα προστατεύει το κτήριο, αλλά δεν είναι πλήρως στεγανό και απαιτούνται μέτρα για την στεγανοποίηση του. Το κόστος αυτής της μεθόδου είναι σχετικά χαμηλό, γιατί απαιτεί ελάχιστα πρόσθετα υλικά. Επίσης, η υποκατάσταση ορισμένων δομικών υλικών που τοποθετούνται για την εξωτερική κάλυψη του κελύφους του από τα Φ/Β πλαίσια, μειώνει το συνολικό κόστος.

- **Ενσωμάτωση των Φ/Β στο κέλυφος του κτηρίου**

Η μέθοδος αυτή συνίσταται στην υποκατάσταση ολόκληρων τμημάτων του κτηριακού κελύφους από Φ/Β πλαίσια. Αυτό απαιτεί την στεγανή σύνδεση των Φ/Β πλαισίων μεταξύ τους. Για παράδειγμα, Φ/Β στοιχεία χωρίς μεταλλικό σκελετό τοποθετούνται σε στηρίγματα παρόμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται για την στήριξη συμβατικών διαφανών ορόφων ή προσόψεων. Τα νέου τύπου ημιδιαφανή στοιχεία είναι δυνατό να τοποθετηθούν στην θέση υαλοπινάκων ή αδιαφανών στοιχείων, παρέχοντας στον σχεδιαστή την δυνατότητα εφαρμογής τεχνικών φυσικού φωτισμού και ηλιοπροστασία παράλληλα με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενσωμάτωση Φ/Β παρέχει δυνατότητες για σημαντική μείωση του κόστους, καθώς εξοικονομείται το κόστος των δομικών στοιχείων του κελύφους τα οποία αντικαθίστανται από Φ/Β στοιχεία.

Διαστασιολόγηση του Φ/Β συστήματος.

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την διαστασιολόγηση ενός Φ/Β συστήματος, είτε αυτό είναι αυτόνομο, είτε είναι διασυνδεδεμένο με το δίκτυο, είναι το φορτίο που απαιτείται για να καλύψει το σύστημα, ο χρόνος λειτουργίας του (π.χ. λειτουργία όλο το χρόνο, μόνο το καλοκαίρι, κ.λ.π.) και η ηλιοφάνεια στον τόπο που γίνεται η εγκατάσταση. Οι επιφάνειες στην οροφή ή στην πρόσοψη του κτηρίου που είναι διαθέσιμες για την εγκατάσταση Φ/Β πλαισίων αποτελούν παράγοντα που περιορίζει το μέγεθος του συστήματος.

Το βέλτιστο μέγεθος ενός συστήματος διασυνδεδεμένου με το δίκτυο εξαρτάται κυρίως από τις οικονομικές παραμέτρους της λειτουργίας του: το επενδυτικό κόστος, τα επιτόκια, τις φορολογικές εκπτώσεις, τις τυχόν επιδοτήσεις, την πολιτική της ηλεκτρικής εταιρίας για την αγορά της ενέργειας και την αναλογία της παραγόμενης Φ/Β ενέργειας που χρησιμοποιείται απ΄ ευθείας, προς αυτήν που διοχετεύεται στο δίκτυο.

Η διαστασιολόγηση των αυτόνομων συστημάτων πρέπει να είναι πιο ακριβής από τι στα διασυνδεδεμένα συστήματα, επειδή η δυνατότητα αποθήκευσης είναι ριορισμένη. Το μέγεθος των συσσωρευτών πρέπει συνήθως να ερδιαστασιολογείται, ώστε να αντιμετωπίζονται επιτυχώς περιπτώσεις κατά τις οίες υπάρχει μη αναμενόμενη νεφοκάλυψη επί μεγάλα χρονικά διαστήματα. Με το όπο αυτό αποφεύγεται η συχνή εκφόρτιση των συσσωρευτών και αυξάνεται ο νος ζωής τους.

κτός από τους απλούς πρακτικούς κανόνες που χρησιμοποιούνται για την στασιολόγηση ενός Φ/Β συστήματος, υπάρχουν αρκετά υπολογιστικά εργαλεία και γράμματα Η/Υ τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ακριβέστερη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η χρήση ενεργητικών συστημάτων που αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση των χώρων και παραγωγή ζεστού νερού στα κτήρια, είναι μια από τις σημαντικότερες μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας. Εντούτοις η ενσωμάτωση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων στα κτήρια του αστικού περιβάλλοντος δεν είναι πάντα εύκολη. Τα σημαντικότερα προβλήματα που εμποδίζουν την ευρεία χρήση των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων στα αστικά κτήρια και γενικότερα την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, είναι τα εξής:

- Ο σκιασμός των ηλιακών συλλεκτών από τα γειτονικά κτήρια
- Ο προσανατολισμός και το πλάτος των δρόμων
- Ο τρόπος κατασκευής των κτηρίων και η διαθεσιμότητα χώρου για την εγκατάσταση των ηλιακών συστημάτων
- Η ρύπανση του αέρα που προκαλεί επικαθίσεις στα καλύμματα των συλλεκτών
- Ο προσανατολισμός του κτηρίου
- Η πυκνότητα δόμησης

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Η ταξινόμηση των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων κατά ISO/DIS 9488 είναι η ακόλουθη:

- Αυτόνομα συστήματα, χωρίς βοηθητική θερμαντική πηγή
- Συστήματα προθέρμανσης. Χρησιμοποιούνται για την προθέρμανση νερού που στη συνέχεια τροφοδοτεί άλλα συμβατικά συστήματα θέρμανσης
- Υδριβικά συστήματα. Χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό ηλιακά και συμβατικά συστήματα, ώστε να καλύπτουν τις θερμαντικές ανάγκες ανεξάρτητα από την διαθεσιμόμητα της ηλιακής ενέργειας

Όλα τα παραπάνω συστήματα κατασκευάζονται σε ποικιλία μεγεθών, ώστε να καλύπτουν από τις ανάγκες ενός μικρού κτηρίου έως τις ανάγκες ολόκληρων οικισμών.

ΣΥΛΛΟΓΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Προτού η ηλιακή ενέργεια να μπορεί να χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να συλλεγεί. ατό γίνεται κατά ένα τέλειο τρόπο με τη βοήθεια ενός ηλιοσυλλέκτη, που έχει σαν λο να μετατρέψει την ηλιακή ενέργεια σε χρήσιμη θερμότητα.

Οι ακτίνες του ηλίου οι οποίες φθάνουν στη γη σε συχνά κύματα δεσμίδων φωτός, νούν μέσα από μια γυάλινη επιφάνεια, πίσω από την οποία υπάρχει ρροφητήρας, ο οποίος παίρνει μέσα του την ηλιακή θερμότητα. Οι ακτίνες ηλίου, έχουν μετατραπεί μέσω του απορροφητήρα, θερμαίνουν μια ποσότητα υγρού ή α, που ρέει δια μέσου του απορροφητήρα. Μέσω σωλήνων το ζεστό υγρό ή αέρας μηθεύει θερμότητα στο κτήριο.

ηλιακός συλλέκτης βέβαια δεν είναι μια νέα εφεύρεση, σήμερα όμως σκευάζεται σε πολλούς διαφορετικούς τύπους. Στον πίνακα 3.1 φαίνονται οι

διάφοροι τύποι συλλεκτών, που ανάλογα με την απόδοση τους χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές θερμικές χρήσεις βιομηχανικών ή άλλων εφαρμογών ή και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

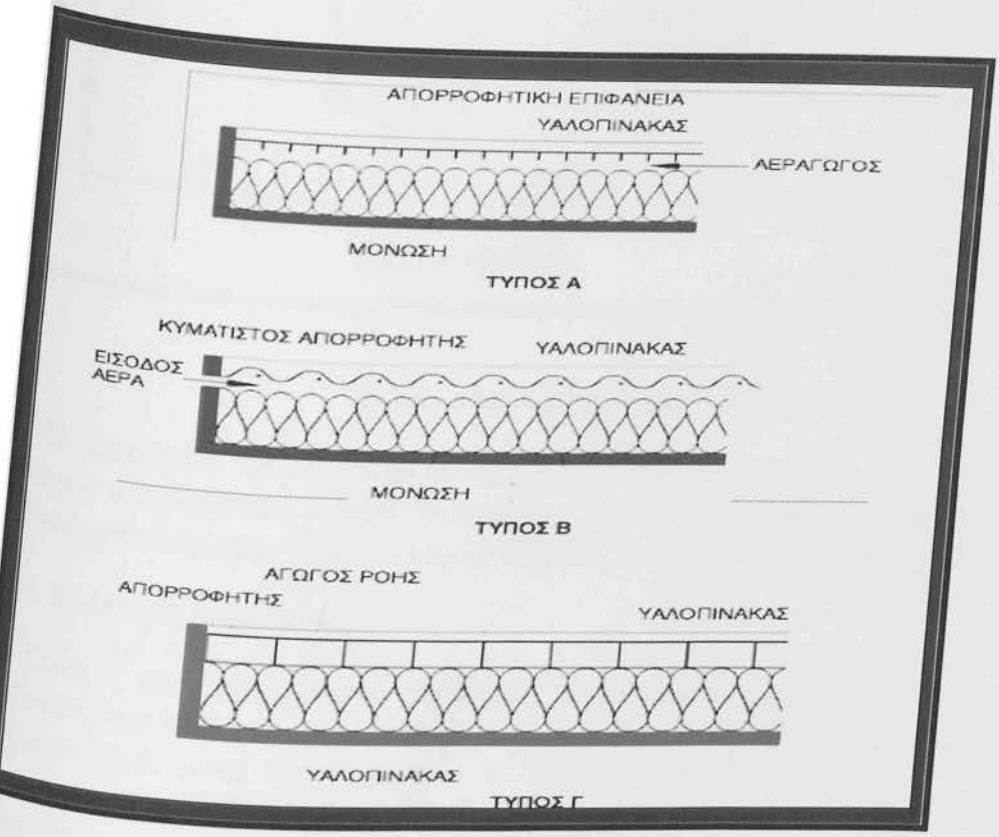
Πίνακας 3.1

ΕΙΔΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ °C	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
1. Επίπεδος συλλέκτης Μονής γυάλινης επικάλυψης	67 °C λιγότερο	Θέρμανση κολυμβητικής δεξαμενής
Διπλής γυάλινης επικάλυψης	93 °C λιγότερο	Θέρμανση νερού, θέρμανση χώρων για περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια
Μονής γυάλινης επικάλυψης συν επιλεκτική επιφάνεια	57-97°C	Θέρμανση νερού και χώρων. Ξήρανση άντλησης
2. Σωλήνες νερού	57 – 97°C 97 – 147°C 50 - 200°C	Θέρμανση - ψύξη χώρων και νερού Παραγωγή ατμού χαμηλής πίεσης Αντλίες θερμότητας ,βιομηχανικές εφαρμογές(παστερίωση, πλύσιμο κουτιών κλπ)
3. Σύνθετος παραβολικός συγκεντρωτικός συλλέκτης	150 - 230°C	Βιομηχανικές εφαρμογές, ,θέρμανση – ψύξη χώρων
4. Περιστρεφόμενοι παραβολικοί συλλέκτες	32 – 100°C 204 – 316°C 60 – 177°C	Θέρμανση – ψύξη νερού, χώρων, παραγωγή ατμού μέσης πίεσης, παραγωγή ατμού χαμηλής πίεσης
5. Ηλιοστάτες	177 - 317°C	Παραγωγή ατμού

ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΟΣ

Η λειτουργία των ηλιακών συστημάτων αέρος βασίζεται στην κυκλοφορία θερμού αέρα διαμέσου αγωγών από και προς έναν ηλιακό συλλέκτη. Η παραγόμενη θερμότητα αποθηκεύεται σε κατάλληλα αποθηκευτικά συστήματα. Τα συστήματα αέρος προσφέρονται για θέρμανση χώρων καθώς ο αέρας διοχετεύεται κατευθείαν στην κατανάλωση χωρίς την παρεμβολή εναλλακτών θερμότητας.

Οι ηλιακοί συλλέκτες αέρος, μια μαυρισμένη επιφάνεια, καλύπτεται με γυαλί που παγιδεύει την εκπεμπόμενη ηλιακή ακτινοβολία. Με τον τρόπο αυτό θερμαίνεται ο ψυχρός αέρας που διέρχεται ανάμεσα στο γυάλινο κάλυμμα και τον συλλέκτη. Στο σχήμα 3.1 φαίνεται ο τρόπος κατασκευής διαφόρων ηλιακών συλλεκτών αέρος.

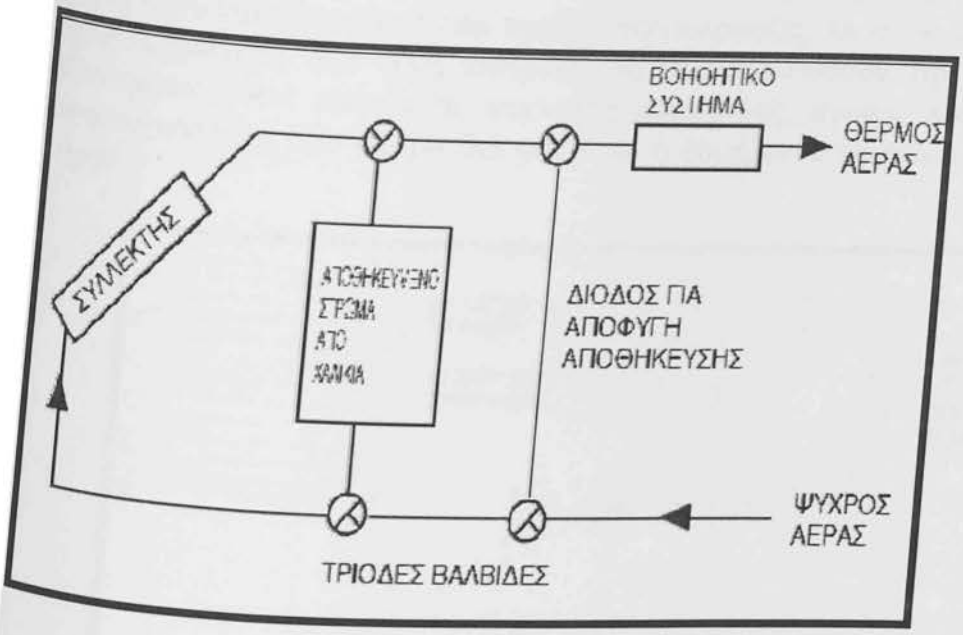


Σχήμα 3.1 Κατασκευή τυπικών ηλιακών συλλεκτών αέρος.

Η κατασκευή του κατάλληλου συστήματος αποθήκευσης της θερμότητας παίζει μαντικό ρόλο στην ολική απόδοση και το κόστος του ηλιακού συστήματος. Η οθήκευση της θερμότητας είναι αναγκαία γιατί η χρησιμοποίηση της σπίπτουσας ενέργειας από το σύστημα σπάνια συμπίπτει χρονικά με την αγωγή της. Η βέλτιστη χωρητικότητα του αποθηκευτικού συστήματος εξαρτάται τα θερμικά φορτία που πρέπει να καλυφθούν, την απόδοση των συλλεκτών, ξη βοηθητικής πηγής ενέργειας.

μέθοδος που εφαρμόζεται συνήθως για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας συστήματα αέρος, είναι η χρήση ενός στρώματος από πέτρα ή χαλίκια με μεγάλη οχωρητικότητα. Ο θερμός αέρας διοχετεύεται δια μέσου αυτού του στρώματος θερμαίνει. Τη νύχτα το σύστημα λειτουργεί αντίστροφα. Στο αποθηκευτικό α διοχετεύεται ψυχρός αέρας από το εσωτερικό του κτηρίου που απορροφά την κευμένη θερμότητα. Στη συνέχεια, ο θερμός πλέον αέρας διοχετεύεται στο νόμενο χώρο.

Στο σχήμα 3.2 δίνεται το διάγραμμα ενός τυπικού ενεργητικού ηλιακού συστήματος αέρος με αποθήκευση θερμότητας σε στρώμα από χαλίκια και βοηθητικό θερμαντήρα.



Σχήμα 3.2
Βασικό σύστημα θέρμανσης με αέρα.

ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΓΡΟΥ

Η λειτουργία των ηλιακών συστημάτων υγρού βασίζεται στην κυκλοφορία υγρού (νερού ή διαλύματος νερού) διαμέσου αγωγών από και προς έναν ηλιακό συλλέκτη. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών συλλεκτών υγρού. Οι σημαντικότεροι είναι:

- **Επίπεδος συλλέκτης**

Είναι ο πιο κοινός τύπος συλλέκτη για κατοικίες και επαγγελματικούς χώρους. Αποτελείται από μια απορροφητική επιφάνεια με επικάλυψη ειδικού επικαλυπτικού ιλικού (έτσι ώστε να απορροφά το μέγιστο της θερμικής ακτινοβολίας) και ένα ονωμένο κλειστό πλαίσιο με διαφανές κάλυμμα (από γυαλί ή πλαστικό) που ιποδίζει την επανεκπομπή της απορροφόμενης ακτινοβολίας. Η απορροφητική ιφάνεια βρίσκεται σε επαφή με τους αγωγούς του υγρού που μεταφέρουν την λλεγόμενη θερμότητα από τον συλλέκτη στη δεξαμενή αποθήκευσης ενέργειας. Ο λλέκτης του είδους αυτού παρέχει θερμό νερό που φτάνει σε θερμοκρασία τους °C. Πλεονεκτήματα του είναι η απλή κατασκευή, το μικρό σχετικά κόστος, η ολη συντήρηση, η ανθεκτικότητα και η ικανότητα του να απορροφά την διάχυτη ινοβολία.

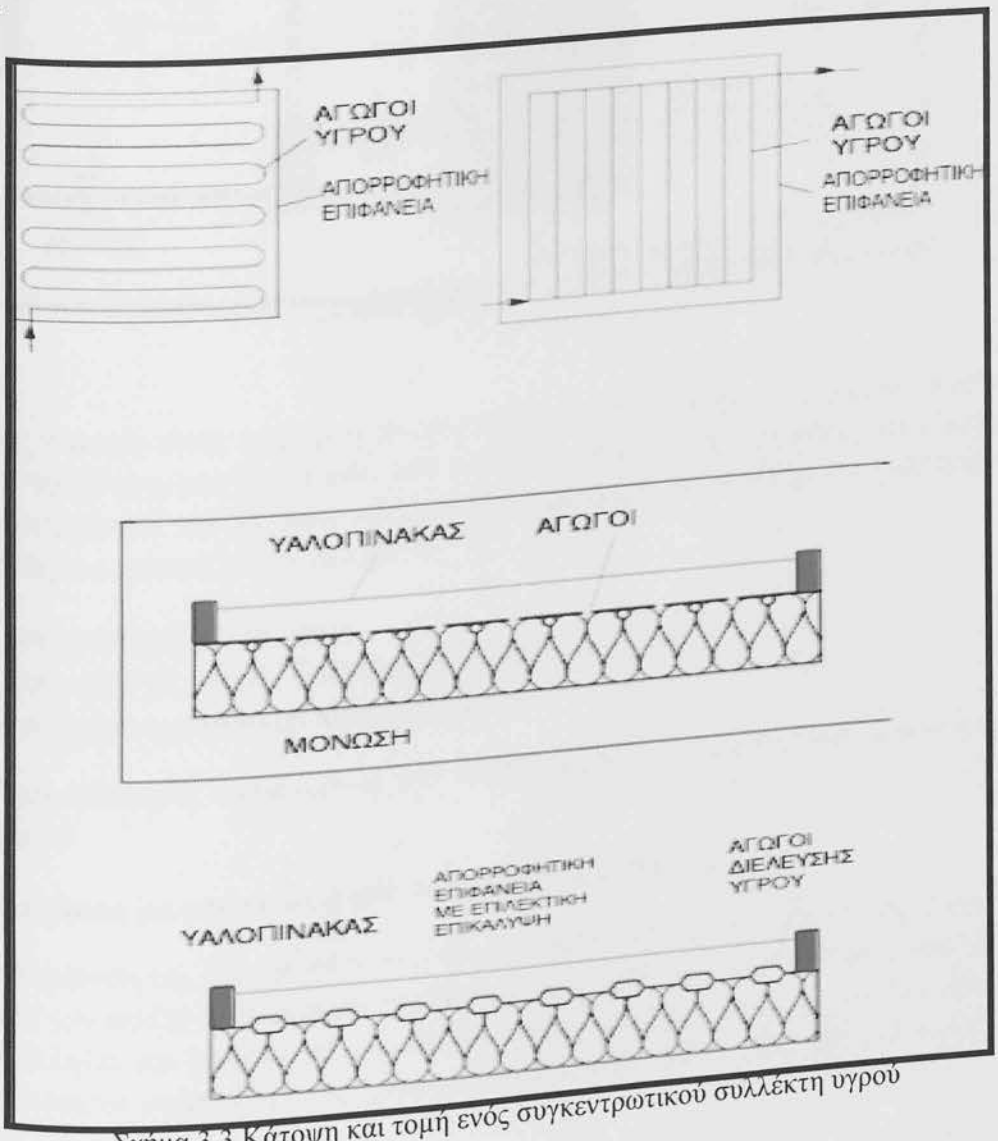
υτή η κατασκευή τοποθετείται με κλίση ώστε η πλευρά με τη γυάλινη επιφάνεια λέπει προς το Νότο.

Συλλέκτες κενού

όκειται για διατάξεις υψηλής τεχνολογίας στις οποίες ένας αγωγός θερμότητας freon) κυκλοφορεί σε έναν σωλήνα που περιβάλλεται από δεύτερο σωλήνα . Η ύπαρξη του κενού μειώνει τις απώλειες και επιτυγχάνονται υψηλές σεις. Το θερμαγωγό ρευστό αποδίδει στην κατανάλωση της θερμότητας του ε αλλαγή φάσης είτε μέσο ενός κύκλου εξάτμισης- συμπύκνωσης και τη α εναλλακτή.

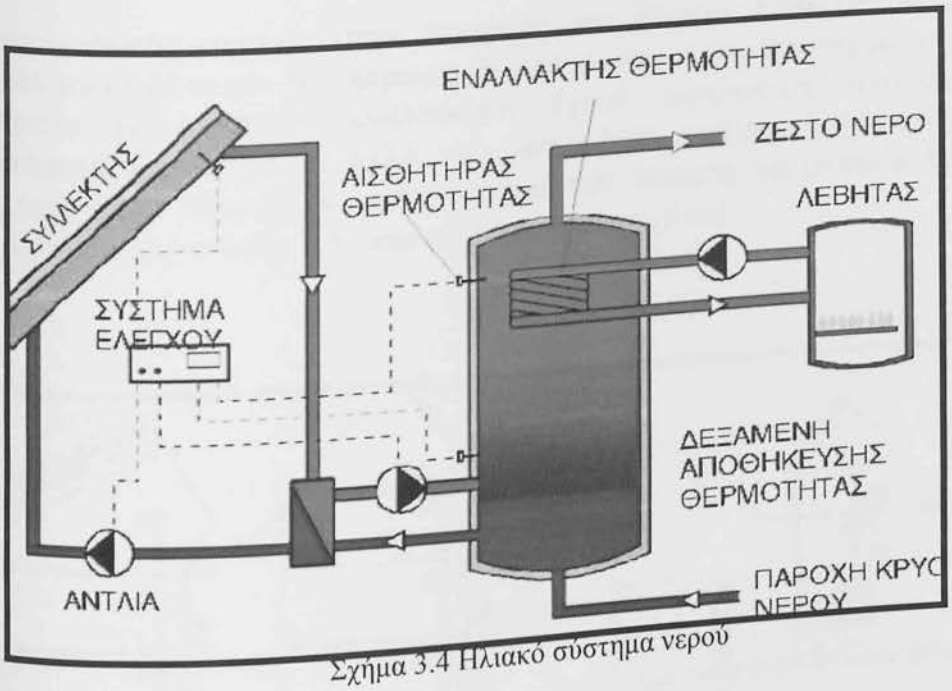
♦ **Συγκεντρωτικοί συλλέκτες**

Πρόκειται για παραβολικούς ή κυλινδρικούς συλλέκτες με εσωτερική ανακλαστική επιφάνεια. Η ηλιακή ακτινοβολία συγκεντρώνεται είτε σε ένα σημείο, είτε σε έναν άξονα όπου και αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες. Οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες έχουν μηχανισμό που τους επιτρέπει να παρακολουθούν την τροχιά του ήλιου. Χρησιμοποιούνται σπάνια σε κτιριακές εφαρμογές, κυρίως λόγο του παρά πολύ υψηλού κόστους. Στο σχήμα 3.3 φαίνεται η δομή ενός επιπέδου ηλιακού συλλέκτη υγρού.



Σχήμα 3.3 Κάτοψη και τομή ενός συγκεντρωτικού συλλέκτη υγρού

Το πιο συνηθισμένο μέσο για την αποθήκευση της θερμότητας στα συστήματα υγρού είναι το νερό, το οποίο στις οικιακές εφαρμογές οδηγείται από μια μεμονωμένη δεξαμενή (σχήμα 3.4). Συνήθως το νερό θερμαίνεται με τη χρήση εναλλακτών θερμότητας, οι οποίοι αποδίδουν την θερμότητα από το υγρό που κυκλοφορεί από τον συλλέκτη στη δεξαμενή. Όπως και στην περίπτωση των συλλεκτών αέρος ο σωστός σχεδιασμός και η διαστασιολόγηση της δεξαμενής αυξάνει την απόδοση της και μειώνει το κόστος του συστήματος.



Σχήμα 3.4 Ηλιακό σύστημα νερού

Επίσης δυνατή είναι η χρήση αποθηκευτικών συστημάτων αλλαγής φάσεως (στα ποία η θερμότητα αποθηκεύεται και αποδίδεται μέσω της λανθάνουσας θερμότητας ου απαιτείται για την αλλαγή φάσεως ενός υλικού). Τα συστήματα αλλαγής φάσεως αρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα:

- Έχουν μικρή μάζα και όγκο
- Λειτουργούν με μικρές διαφορές θερμοκρασίας
- Έχουν μεγάλη αποθηκευτική ικανότητα

Οι σημαντικότερες παραλλαγές των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης ερού είναι:

- **Συστήματα με εσωτερική αποθήκευση θερμότητας**

Η αποθήκευση της θερμότητας γίνεται απευθείας εντός του συλλέκτη, όπου το ρόλο υλλέκτη τον παίζει η επιφάνεια της δεξαμενής. Τα συστήματα αυτά είναι πολύ απλά αι κατάλληλα για εφαρμογές σε θερμά κλίματα, ιδιαίτερα στο αστικό περιβάλλον, αθώς απαιτούν μικρό χώρο και μπορεί να εγκατασταθούν στην οροφή του κτηρίου.

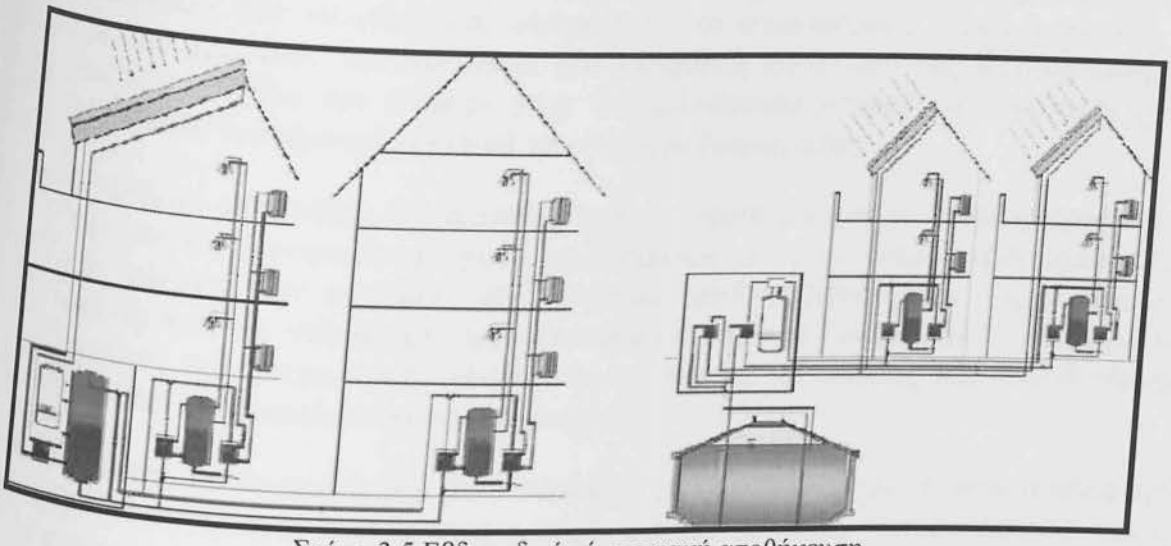
- **Θερμοσιφωνικά συστήματα**

Είναι οι γνωστοί ηλιακοί θερμοσίφωνες. Σε αυτά τα συστήματα η αποθηκευτική εξαμενή είναι τοποθετημένη υψηλότερα από τον συλλέκτη. Το ελαφρύτερο θερμό γρό ανέρχεται από τον συλλέκτη προς την δεξαμενή δημιουργώντας μια συνεχή ίνηση στην φυσική κυκλοφορία του υγρού από τον συλλέκτη. Στην ουσία πρόκειται ια παθητικά συστήματα αφού λειτουργούν χωρίς αντλίες. Συνήθως όμως έχουν λεκτρική βοηθητική θέρμανση. Μειονεκτούν γιατί απαιτούν αρκετό χώρο για την γκατάσταση τους. Είναι ευρέως διαδεδομένα στη Νότια Ευρώπη.

- **Συστήματα υγρού με μηχανική λειτουργία**

Σε αυτά τα συστήματα (σχήμα 3.5) η κυκλοφορία του υγρού ανάμεσα στο υλλέκτη και την αποθηκευτική δεξαμενή γίνεται χωρίς την βοήθεια αντλιών και η αραγωγή και αποθήκευση θερμότητας ελέγχονται από το σύστημα αυτοματισμού.

Χρησιμοποιούνται ευρέως στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη ως αυτόνομα ή υδριβικά συστήματα για την παραγωγή ζεστού νερού και την θέρμανση χώρων. Τα συστήματα με μηχανική κυκλοφορία έχουν υψηλότερη απόδοση από τα θερμοσιφωνικά συστήματα, αλλά και υψηλότερο κόστος. Συνιστώνται όμως σε εφαρμογές όπου θέλουμε να αποφύγουμε την ύπαρξη υπερυψωμένης δεξαμενής (ενσωμάτωση του συστήματος στο κέλυφος του κτηρίου) .



Σχήμα 3.5 Εβδομαδιαία ή εποχιακή αποθήκευση

- **Σύνθετα συστήματα**

Είναι τα συστήματα μεγάλης κλίμακας που χρησιμοποιούνται σε συγκροτήματα κατοικιών, οικοδομικών τετράγωνων ή και οικισμών. Αποτελούνται από μεγάλο αριθμό συλλεκτών συνδεδεμένων μεταξύ τους και διαθέτουν μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους (συνήθως υπόγειους) για την μόνιμη αποθήκευση θερμότητας.

ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που καθορίζουν την απόδοση των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι:

- Η κατάλληλη τοποθέτηση των συλλεκτών έτσι ώστε να βελτιστοποιείται η συλλογή της ηλιακής ενέργειας. Εάν θέλουμε ο συλλέκτης να έχει καθ΄όλη την ημέρα την μεγαλύτερη του απόδοση, δηλαδή να δέχεται συνεχώς την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία, θα πρέπει οι ηλιακές ακτίνες να πέφτουν πάντα κάθετα στην επιφάνεια του. Γιατί τότε οι ηλιακές ακτίνες έχουν τη μεγαλύτερη πυκνότητα στη μονάδα επιφανείας και δεν ανακλώνται στη γυάλινη επικάλυψη του συλλέκτη.

Για να το πετύχουμε αυτό θα πρέπει ο συλλέκτης να στρέφεται περί δυο άξονες, ώστε αφενός να μπορεί να παρακολουθεί την ημερήσια τροχιά του ηλίου από την ανατολή προς τη δύση και αφετέρου να μεταβάλει τη γωνία του ως προς το οριζόντιο επίπεδο για να παρακολουθεί την μεταβολή του ύψους του ήλιου από τον ορίζοντα.

- Ιδιαίτερη σημασία έχει και η γωνία κλίσης του συλλέκτη. Για εφαρμογές που χρησιμοποιούνται όλο το χρόνο η βέλτιστη γωνία κλίσης είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου. Στην Αθήνα π.χ. πρέπει να τοποθετούνται με νότιο προσανατολισμό, με απόκλιση το πολύ 20 μοιρών, και με γωνία κλίσεως 40 μοιρών

- Η επιλογή μεταξύ κεντρικού (δηλαδή συστήματος που τροφοδοτεί τις ανάγκες ενός ολόκληρου κτηρίου) και ατομικών συστημάτων (για κάθε χρήση χωριστά) εξαρτάται από το είδος της εφαρμογής, το απαιτούμενο θερμικό φορτίο, τον αριθμό χρηστών, την ημερήσια και εποχιακή κατανομή της κατανάλωσης, το είδος και σχήμα του κτηρίου (π.χ. σε πολυώροφα κτήρια ενδείκνυται η χρήση κεντρικού συστήματος) και από το σύστημα διαχείρισης.

- Η επιλογή του είδους της αποθήκευσης, η οποία μπορεί να είναι ημερήσια (για την κάλυψη νυχτερινών αναγκών σε θέρμανση και ζεστό νερό), εβδομαδιαία (για την κάλυψη των αναγκών του χειμώνα αποθηκεύοντας την θερμότητα που συλλέχθηκε το καλοκαίρι) και συναρτάται από τις ενεργειακές ανάγκες του κτηρίου, τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες, το κόστος και τον διαθέσιμο χώρο για την εγκατάσταση του συστήματος.

- Η σωστή διαστασιολόγηση του συστήματος και ειδικότερα η διαστασιολόγηση του αποθηκευτικού συστήματος σε σχέση με το μέγεθος των συλλεκτών και τις ενεργειακές ανάγκες. Πρέπει να τονιστεί ότι η υποδιαστασιολόγηση μειώνει σημαντικά την απόδοση του συστήματος (για τον σκοπό αυτό συνίσταται η χρήση εξειδικευμένων γραφικών ή ηλεκτρονικών υπολογιστών όπως τα TRNSYS, SIMSHAC, T-SOL, SOLOCOST, F CHARTS τα οποία βοηθούν στην ακριβή διαστασιολόγηση ενός συστήματος προσομοιώνοντας την λειτουργία του).

- Ο κατάλληλος συνδυασμός του ηλιακού με ένα (σχεδόν πάντα απαραίτητο) συμβατικό βοηθητικό σύστημα θέρμανσης (ύστερα από λεπτομερή μελέτη, επιλογή των συμβατών συστημάτων και εγκατάσταση των απαραίτητων μηχανισμών ελέγχου), ώστε να δαπανάται όσο το δυνατό λιγότερη ηλεκτρική (ή οποιαδήποτε άλλη μη ανανεώσιμη ενέργεια) για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτηρίου.

ΑΛΛΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Κατ' αρχήν θα πρέπει να τονιστεί πως ακόμα και σε κτήρια με βέλτιστο περιβαλλοντικό σχεδιασμό είναι πολύ δύσκολο να αποφευχθεί παντελώς η χρήση συμβατικών συστημάτων. Υπάρχει ωστόσο η δυνατότητα για περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας με τη χρήση ορισμένων τεχνικών οι βασικότερες από τις οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης είναι τα πλέον διαδεδομένα συμβατικά συστήματα θέρμανσης στην Ελλάδα. Τα συστήματα αυτά λειτουργούν με την κυκλοφορία ζεστού νερού μέσα σε θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ) που μεταδίδουν την θερμότητα στους χώρους. Ο καυστήρας που θερμαίνει το νερό λειτουργεί με πετρέλαιο. Το ζεστό νερό συγκεντρώνεται στον λέβητα και στη συνέχεια διοχετεύεται

στο σύστημα κυκλοφορίας. Η κεντρική θέρμανση είναι ένα γενικά αποδοτικό σύστημα και μπορεί να βελτιωθεί ώστε να επιτευχθεί μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας, με την εφαρμογή των παρακάτω μέτρων:

- Κατάλληλη διαστασιολόγηση και σχεδιασμός του συστήματος.
- Μόνωση των σωληνώσεων διανομής.
- Τακτική συντήρηση του καυστήρα (τουλάχιστον ετήσια).
- Χρήση καυστήρων φυσικού αερίου.
- Εγκατάσταση κεντρικού συστήματος αυτόματου ελέγχου.
- Εγκατάσταση θερμοστατών χώρου.
- Ελέγχου της θερμοκρασίας του νερού του λέβητα.
- Χρήση τριόδων βαλβίδων.
- Χρήση θερμοστατικών βαλβίδων στα σώματα.
- Παράλληλη παραγωγή ζεστού νερού για οικιακή χρήση.

Τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης πρέπει να συντηρούνται τακτικά και αν χρειάζεται ν' αντικαθίσταται ο παλιός με νέο λέβητα με υψηλότερη απόδοση. Ανάλογα με το μέγεθος και το πρόγραμμα λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης καθώς και με τα απαιτούμενα ηλεκτρικά και θερμικά φορτία του κτηρίου, σε ορισμένες περιπτώσεις είναι ενδεδειγμένη η αντικατάσταση του συμβατικού καυστήρα από ένα σύστημα συμπαραγωγής θερμότητας – ηλεκτρισμού την λειτουργία του οποίου θα δούμε στη συνέχεια. Η τακτική συντήρηση και η σωστή ρύθμιση του καυστήρα συντελούν στην αύξηση της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης. Ο ανεπαρκής καθαρισμός των επιφανειών εναλλαγής θερμότητας μπορεί να προκαλέσει την μείωση της απόδοσης του καυστήρα και του συστήματος θέρμανσης γενικότερα. Για το λόγο αυτό συνίσταται ο μηχανικός ή χημικός καθαρισμός όλων των επιφανειών και η αντικατάσταση των τμημάτων εκείνων που έχουν υποστεί βλάβες.

Η χρήση λεβήτων νέου τύπου με υψηλή απόδοση (συμπεριλαμβανομένων των λεβήτων συμπύκνωσης) σε κεντρικά συστήματα θέρμανσης, επιτρέπει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Οι λέβητες συμπύκνωσης έχουν δυο εναλλακτές θερμότητας, έναν πρωτεύοντα και ένα δευτερεύοντα, πάνω από τους οποίους διέρχονται τα καυσαέρια του καυστήρα. Καθώς αυτά περνούν πάνω από τον δευτερεύοντα εναλλακτή θερμότητας συμπυκνώνονται και αποδίδουν την λανθάνουσα θερμότητα του εναλλακτή. Με την βοήθεια της τεχνικής αυτής, για θερμοκρασίες νερού εξόδου και επιστροφής στο λέβητα της τάξης των 55 και 40° C αντιστοίχως, η απόδοση του λέβητα μπορεί να ανέλθει και στο 90 %. Αλλά και για θερμοκρασίες επιστροφής της τάξης των 70° C, η χρήση λέβητα συμπύκνωσης μπορεί να οδηγήσει σε αποδόσεις μέχρι και 85 %, τη στιγμή που η απόδοση συμβατικών λεβήτων κυμαίνεται από 65 ως 75 %. Οι λέβητες συμπύκνωσης μπορούν να μειώσουν το κόστος λειτουργίας ενός συστήματος κεντρικής θέρμανσης κατά 15 ως 20 %, με αντίστοιχο χρόνο απόσβεσης τα 3 χρόνια, ενώ ταυτόχρονα η εγκατάσταση τους είναι εύκολη.

Οι χρονικές διακυμάνσεις των θερμικών φορτίων που απαιτούνται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός κτηρίου, οδηγούν στην συχνή εκκίνηση και παύση λειτουργίας του κεντρικού λέβητα, με αποτέλεσμα η απόδοση του συστήματος να πέφτει κάτω από το 50 %. Η λειτουργία του λέβητα σε θερμικά φορτία πολύ μικρότερα από τη μέγιστη θερμική του ισχύ επί μεγάλα χρονικά διαστήματα, έχει ως αποτέλεσμα την πολύ χαμηλή του απόδοση και την μεγάλη σπάταλη καύσιμου. Η χρήση περισσότερων του ενός λεβήτων με σκοπό την ομοιόμορφη κάλυψη διαφορετικών τμημάτων του κτηρίου με διαφορετικά θερμικά φορτία, συμβάλλει στην

μεγαλύτερη ολική απόδοση του συστήματος. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός του συστήματος, ώστε να εξασφαλίζεται η επιτυχής συνεργασία όλων των επιμέρους λεβήτων.

Η εγκατάσταση ενός αναλυτή καυσαερίων, συμβάλλει επίσης σημαντικά στην μεγαλύτερη απόδοση του συστήματος. Η τέλεια καύση, που αποτελεί προϋπόθεση για την αποδοτική λειτουργία του καυστήρα, απαιτεί βελτιστοποίηση της αναλογίας καύσιμου – αέρα στον θάλαμο καύσης. Ο αναλυτής παρακολουθεί την θερμοκρασία του καύσιμου καθώς και τις συγκεντρώσεις CO και CO_2 στα καυσαέρια, έτσι ώστε να είναι δυνατή η αυτόματη ή η χειροκίνητη ρύθμιση της βέλτιστης αναλογίας καύσιμου – αέρα στον καυστήρα, ανάλογα με τη λειτουργία και τις απαιτήσεις του συστήματος σε κάθε χρονική στιγμή.

Η μόνωση των στοιχείων του συστήματος διανομής, π.χ. των σωληνώσεων, των αγωγών, κ.λ.π., καθώς και του λέβητα, επιτρέπει σημαντική μείωση των θερμικών απωλειών του συστήματος. Η τοποθέτηση της είναι γενικά εύκολη και με χαμηλό κόστος, γι' αυτό θα πρέπει να αντικαθίστανται αμέσως τα μέρη εκείνα στα οποία η μόνωση είναι φθαρμένη ή χαμηλής ποιότητας.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Τα συμβατικά συστήματα κλιματισμού είναι καλό να αποφεύγονται, εφ' όσον είναι δυνατή η κάλυψη του φορτίου δροσισμού με φυσικές ή παθητικές τεχνικές, καθώς έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (εκπομπή HFCFs), έχουν υψηλή ενεργειακή κατανάλωση και είναι υπεύθυνα για μια σειρά προβλημάτων σχετικά με την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος. Εντούτοις, σε περιπτώσεις που η εγκατάσταση και η χρήση τους είναι αναπόφευκτη, θα πρέπει να επιλέγονται συστήματα με υψηλή απόδοση (δηλαδή με υψηλό συντελεστή απόδοσης – συντελεστή COP – που εκφράζει την αποδιδόμενη ψυκτική ενέργεια ανά μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας) και να διαστασιολογούνται σωστά σε σχέση με τον χώρο και τις ανάγκες που καλύπτουν. Επίσης, η χρήση κατάλληλων αυτοματισμών, η σωστή μίξη κλιματιζόμενου και φυσικού αέρα, η τακτική συντήρηση, ο καθαρισμός των φίλτρων και η εγκατάσταση σύμφωνα με τις προδιαγραφές, συντελούν στην βέλτιστη συμπεριφορά του συστήματος.

Οι κυριότερες παρεμβάσεις που μπορούν να γίνουν στο σύστημα κλιματισμού ενός κτηρίου, έτσι ώστε να ελαττωθεί η κατανάλωση ενέργειας για δροσισμό, είναι οι εξής :

- **Πρόψυξη του κτηρίου**

Η ελάττωση της θερμοκρασίας της θερμικής μάζας ενός κτηρίου κατά αρκετούς βαθμούς χαμηλότερα από την επιθυμητή θερμοκρασία 4 με 6 ώρες πριν αυτό αρχίσει να χρησιμοποιείται, έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των ψυκτικών φορτίων αιχμής που παρουσιάζονται σε αυτό κατά την διάρκεια της ημέρας. Η πρόψυξη του κτηρίου γίνεται μόνο με αερισμό (φυσικό ή τεχνητό), αν οι εξωτερικές συνθήκες το επιτρέπουν, ή με την προγραμματισμένη χρήση του ίδιου του κλιματιστικού συστήματος.

- **Χρήση εξοικονομητών (economizers)**

Τα ψυκτικά φορτία των κτηρίων είναι δυνατόν, ειδικά σε εποχές με όχι ιδιαίτερα ψηλές εξωτερικές θερμοκρασίες αέρα (άνοιξη, φθινόπωρο), να καλύπτονται εν μέρει εξ' ολοκλήρου με την εισαγωγή εξωτερικού αέρα στο κτήριο. Οι εξοικονομητές αι συσκευές που επιτρέπουν την ελεγχόμενη εισαγωγή και χρήση του εξωτερικού

αέρα στο κτήριο (ελέγχουν την θερμοκρασία, την ενθαλπία και την υγρασία του καθώς και τις συγκεντρώσεις ρύπων). Ο εξωτερικός αέρας χρησιμοποιείται είτε για τον απευθείας δροσισμό του κτηρίου (μηχανικός αερισμός), είτε προψύχεται με τη βοήθεια του κλιματιστικού συστήματος και στην συνέχεια να διανέμεται στο εσωτερικό του κτηρίου. Ανάλογα με το είδος του κλιματιστικού συστήματος χρησιμοποιούνται εξοικονομητές νερού ή αέρος. Οι εξοικονομητές χρησιμοποιούνται και σε συνδυασμό με συστήματα που επιτρέπουν την ανάκτηση της θερμότητας του εξερχόμενου αέρα.

- **Αποθήκευση ψυκτικής ενέργειας**

Σε μεγάλα κτήρια με κεντρικά κλιματιστικά συστήματα, πολλές φορές η παραγόμενη ψυκτική ενέργεια είναι πολύ μεγαλύτερη από τα ψυκτικά φορτία που πρέπει να καλυφθούν κατά τον χρόνο παραγωγής της. Είναι λοιπόν επιθυμητή η αποθήκευση του ψυχρού ρευστού που περισσεύει τις ώρες με χαμηλή ζήτηση ψυκτικού φορτίου, σε μονωμένες δεξαμενές και η χρησιμοποίηση του κατά την περίοδο αιχμής. Με τον τρόπο αυτόν μετατίθεται χρονικά η μέγιστη ενεργειακή κατανάλωση από τις μεσημβρινές ώρες αιχμής προς τις απογευματινές ή βραδυνές ώρες κατά τις οποίες το ψυκτικό φορτίο είναι χαμηλό. Η κατανομή της παραγωγής ψυκτικής ενέργειας σε όλη τη διάρκεια της ημέρας έχει το πρόσθετο πλεονέκτημα ότι καθιστά δυνατή την εγκατάσταση ενός μικρότερου συστήματος, το οποίο λειτουργεί επί περισσότερο χρόνο και με καλύτερη απόδοση και με μικρότερο κόστος λειτουργίας. Στα πολύ μεγάλα συστήματα είναι δυνατή η χρήση ενός συστήματος αποθήκευσης πάγου (παγολεκάνη), το οποίο έχει χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης αλλά υψηλότερο κόστος λειτουργίας.

- **Χρήση εξατμιστικών ψυκτών**

Πρόκειται για υδριβικά συστήματα ψύξεως. Χρησιμοποιείται είτε για τον απευθείας δροσισμό ενός κτηρίου, είτε για την πρόψυξη του αέρα ο οποίος χρησιμοποιείται στη συνέχεια από το συμβατικό σύστημα κλιματισμού. Στην περίπτωση που δεν χρησιμοποιείται ψύκτης για τον απευθείας δροσισμό ενός χώρου ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στον έλεγχο της υγρασίας του εισερχόμενου αέρα, καθώς η υψηλή υγρασία μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα δυσφορίας στους ενοίκους.

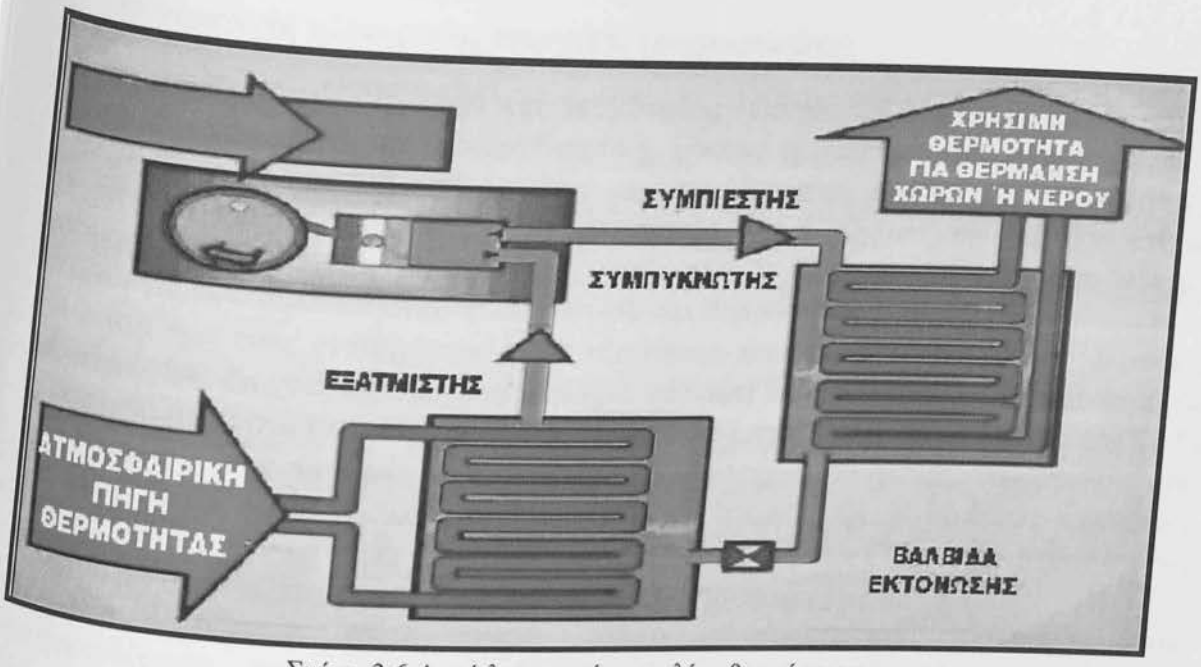
- **Χρήση ψυκτών φυσικού αεριού**

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν φυσικό αέριο ως πηγή θερμότητας. Η παραγωγή ψύξης γίνεται με το σύστημα της απορρόφησης και μπορεί να συνδυαστεί με σύστημα θέρμανσης, δεδομένου ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ίδιο μέσο για τη μεταφορά θερμότητας (π.χ. νερό). Ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται μόνο σε μερικά μέρη του συστήματος (αντλίες, πύργος ψύξης). Οι ψύκτες φυσικού αερίου είναι φιλικότεροι προς το περιβάλλον γιατί ως ψυκτικό μέσο δεν χρησιμοποιούν χλωροφθοράνθρακες (HCFCs), αλλά νερό.

- **Διαχείριση της ροής του αέρα**

Διαχείριση της ροής του αέρα στα συστήματα μηχανικού αερισμού, ώστε η ταχύτητα του και η στατική πίεση σ' αυτά να είναι οι χαμηλότερες δυνατές. Επιπλέον, στα συστήματα αυτά, η αντίσταση στην ροή του αέρα διάμεσου των φίλτρων εξαρτάται από την κατασκευή των φίλτρων, το είδος τους, το βαθμό συντήρησης και την καθαριότητα τους. Συνίσταται συνεπώς η χρήση φίλτρων υψηλής ποιότητας με μικρή αντίσταση στην διέλευση του αέρα. Επίσης, προτείνεται η χρήση

ανεμιστήρων με υψηλή απόδοση και στεγανοποίηση των αγωγών μεταφορά του αέρα για την αποφυγή διαρροών.



Σχήμα 3.6 Αρχή λειτουργίας αντλίας θερμότητας.

- **Συστήματα ανάκτησης θερμότητας**

Η πιο αποτελεσματική μέθοδος για την εξοικονόμηση ενέργειας σε κλιματιζόμενα κτήρια (και ειδικά σε αυτά με μεγάλες κλιματιστικές μονάδες) είναι η ανάκτηση της αποβαλλόμενης θερμότητας.

Σε κάθε κλιματιζόμενο κτήριο, μεγάλες ποσότητες κλιματιζόμενου (θερμού ή ψυχρού) αέρα απάγονται στο περιβάλλον και αναπληρώνονται από εισερχόμενο αέρα, ο οποίος πρέπει να ψυχθεί ή να θερμανθεί κατά αρκετούς βαθμούς Κελσίου (πολλές φορές πάνω από 20). Τα συστήματα ανάκτησης θερμότητας, χρησιμοποιούν την ενθαλπία του εξερχόμενου αέρα για την προθέρμανση ή την πρόψυξη του εισερχόμενου, μειώνοντας έτσι το αντίστοιχο θερμικό ή ψυκτικό φορτίο. Τα κυριότερα συστήματα ανάκτησης θερμότητας που χρησιμοποιούνται στα κτήρια, είναι οι αντλίες θερμότητας.

- **Οικιακές συσκευές χαμηλής κατανάλωσης**

Ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας που καταναλώνεται στα κτήρια (και ιδιαίτερα στις κατοικίες) οφείλεται στην καθημερινή χρήση των οικιακών ηλεκτρικών συσκευών. Τα τελευταία χρόνια, κυκλοφορούν στην αγορά οικιακές συσκευές νέας τεχνολογίας οι οποίες συνδυάζουν υψηλή ποιότητα με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση. Η αντικατάσταση των παλαιών συσκευών με νέες, παρότι πολλές φορές έχει υψηλό κόστος, έχει ως αποτέλεσμα όχι μόνο την σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας (η οποία πολλές φορές μπορεί να φτάσει το 300 %) αλλά και την μείωση των εσωτερικών κερδών του κτηρίου και άρα επιπρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας από την μείωση του ψυκτικού φορτίου.

Σε πολλές οικιακές συσκευές (π.χ. ψυγείο) είναι υποχρεωτική η αναγραφή των ενεργειακών χαρακτηριστικών τους και η βαθμολόγηση τους σύμφωνα με την ενεργειακή τους κατανάλωση, έτσι ώστε να μπορούν οι καταναλωτές να επιλέγουν τις συσκευές με την καλύτερη απόδοση. Τέλος, συνιστάται η χρήση πιστοποιημένων

συσκευών που έχουν χαρακτηριστεί οικολογικές και φέρουν το ευρωπαϊκό ή το αντίστοιχο εθνικό οικολογικό σήμα.

- **Συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (cogeneration)**

Η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (Combined Heat and Power, CHT) από την ίδια πρωτογενή πηγή ενέργειας (π.χ. φυσικό αέριο) είναι μια τεχνική η οποία κερδίζει συνεχώς έδαφος και παρέχει μια εναλλακτική λύση στην κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό, θέρμανση και ζεστό νερό. Ειδικά σε μεγάλα κτήρια (νοσοκομεία, ξενοδοχεία, βιομηχανίες) είναι εύκολη και εφικτή η χρήση μικρών μονάδων για την συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.

Η λειτουργία ενός συστήματος CHP εξαρτάται από το σχεδιασμό του, ο οποίος μπορεί να γίνει έχοντας ως στόχο την πλήρη κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση ή σε ηλεκτρισμό ή και στα δυο. Οι αποδόσεις των συστημάτων CHP φθάνουν ως και 80 % σε σύγκριση με την απόδοση των συμβατικών συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής που δεν υπερβαίνουν το 40 %. Τα συστήματα συμπαραγωγής έχουν συνεπώς μειωμένες εκπομπές επιβλαβών καυσαερίων (SOx και NOx) καθώς και CO_2 στην ατμόσφαιρα, σε σχέση με τις συμβατικές θερμικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.

Σήμερα διατίθενται στην αγορά πολλά τυποποιημένα συστήματα που κατασκευάζονται στην Ευρώπη. Η συνολική παραγωγή ηλεκτρισμού από συμπαραγωγή καλύπτει σήμερα το 2% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος στην Ελλάδα και το 9% της παραγωγής σε όλη την ευρωπαϊκή ένωση.

Μια αρκετά διαδεδομένη τεχνολογία για την κάλυψη των θερμικών αναγκών οικισμών ή και πόλεων είναι η τηλεθέρμανση που η θερμότητα μεταφέρεται στα κτήρια με υπόγειες σωληνώσεις από μια κεντρική πηγή. Τέτοιες πήγες είναι συνήθως η απορριπτόμενη θερμότητα από σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και η γεωθερμία. Στην Ελλάδα τηλεθέρμανση χρησιμοποιείται προς το παρόν μόνο στην Κοζάνη και την Πτολεμαϊδα.

ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ

Εκτός από την μεγάλη κατανάλωση ενέργειας, η χρήση συμβατικών κλιματιστικών συσκευών έχει και σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως είναι η έκλυση χλωροφθορανθράκων στην ατμόσφαιρα που ευθύνονται για τη μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος του ή τα προβλήματα ποιότητας του εσωτερικού αέρα των κτηρίων.

Εναλλακτικές τεχνικές παθητικού (και υδριβικού) δροσισμού των κτηρίων, οι οποίες βασίζονται στην αυξημένη θερμική προστασία του κτηριακού κελύφους και στην απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας, παρουσιάζουν μεγάλη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια και έχουν ήδη διεισδύσει σημαντικά στην ενεργειακή διαχείριση των κτηρίων.

Τρεις είναι οι βασικοί σχεδιαστικοί άξονες για τα συστήματα παθητικού δροσισμού:

1. Προστασία του κτηρίου από τα θερμικά κέρδη
2. Απόσβεση και απορρόφηση της μεταφοράς θερμότητας προς το κτήριο
3. Απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας σε περιβαλλοντικές δεξαμενές χαμηλότερης θερμοκρασίας από αυτήν του κτηρίου.

Οι τεχνικές προστασίας του κτηρίου από τα θερμικά κέρδη εμπεριέχουν παρεμβάσεις, όπως:

- Παρέμβαση στο μικροκλίμα και κατάλληλη διαμόρφωση των εξωτερικών χώρων
- Βελτιστοποίηση της μορφής του κτηρίου
- Ηλιοπροστασία και σκιασμός των διαφανών και αδιαφανών στοιχείων του κελύφους
- Έλεγχος των εσωτερικών φορτίων

Οι τεχνικές που επιτρέπουν την απόσβεση και την απορρόφηση της θερμότητας που εισέρχεται σε ένα κτήριο σχετίζονται με την θερμοχωρητικότητα του κτηρίου και την ικανότητα του να αποθηκεύει την θερμότητα αυτή. Η ύπαρξη σημαντικής θερμικής μάζας επιτρέπει την απόσβεση των μέγιστων εσωτερικών θερμοκρασιών και την μείωση του ψυκτικού φορτίου του κτηρίου. Η αποθηκευμένη θερμότητα κατά την διάρκεια της ημέρας αποδίδεται κατά την νύχτα. Η απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας του κτηρίου προϋποθέτει την ύπαρξη μιας θερμικής δεξαμενής με θερμοκρασία χαμηλότερη από αυτή του κτηρίου. Οι χρησιμοποιούμενες θερμικές δεξαμενές καθώς και οι τρόποι παραγωγής της θερμότητας παρουσιάζονται στον πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2

Τεχνική	Δεξαμενή	Τρόποι απαγωγής της θερμότητας
Δροσισμός με ακτινοβολία	Διάστημα	Ακτινοβολία
Δροσισμός με εξάτμιση	Αέρας – Νερό	Μεταφορά
Αερισμός	Αέρας	Μεταφορά
Δροσισμός από το έδαφος	Εδαφος	Αγωγή

Πίνακας 3.2 Οι χρησιμοποιούμενες πήγες δροσισμού και οι αντίστοιχοι τρόποι απαγωγής της θερμότητας.

Η χρήση τεχνικών και συστημάτων παθητικού και υδριβικού δροσισμού παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως τα ακόλουθα:

- Περιβαλλοντικά οφέλη που σχετίζονται με την αποφυγή των HCFCs καθώς και την μειωμένη κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Βελτιωμένη ποιότητα εσωτερικού αέρα και υγιεινή διαβίωση.
- Οικονομικά οφέλη σε σχέση με το αρχικό κεφάλαιο, το κεφάλαιο συντήρησης και το κόστος λειτουργίας των συστημάτων δροσισμού.
- Σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας
- Μείωση ως εξάλειψη των προβλημάτων φορτίου αιχμής.
- Απλότητα και ευκολία στη χρήση.

ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ

Το μικροκλίμα μιας κατοικημένης περιοχής είναι δυνατόν να διαμορφωθεί ή να τροποιηθεί αν στις ελεύθερες δημόσιες εκτάσεις, όπως είναι τα πάρκα, τα γήπεδα, τα δάση, οι ακάλυπτοι χώροι, αλλά και οι κήποι και οι αυλές των κτηρίων γίνουν οι

κατάλληλες παρεμβάσεις, τόσο σε ότι αφορά τη γεωμετρία τους όσο και σε ότι αφορά τα χρησιμοποιούμενα υλικά. Σημαντικό επίσης ρόλο παίζει το πράσινο (βλάστηση) σε συνδυασμό με την ύπαρξη υδάτινων επιφανειών.

Η ΒΛΑΣΤΗΣΗ

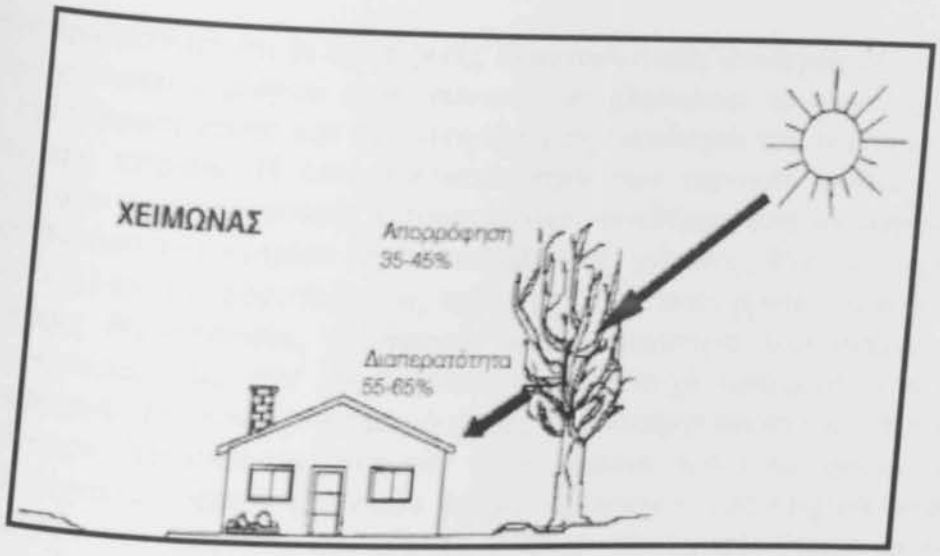
Η βλάστηση τροποποιεί το μικροκλίμα με την ενεργειακή κατανάλωση των κτηρίων συμβάλλοντας στην μείωση των θερμοκρασιών του αέρα και των επιφανειών με δυο τρόπους:

1. Η εξατμισοδιαπνοή απορροφά θερμότητα από τον αέρα και
2. Τα φύλλα απορροφούν μεγαλύτερα ποσά θερμότητας από αυτά που εκπέμπουν.

Στην διάρκεια της νύχτας, τα δέντρα εμποδίζουν την μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία που εκπέμπεται από το έδαφος να διαφύγει. Συνεπώς, η θερμοκρασία του αέρα στη διάρκεια της νύχτας στους χώρους με πυκνή βλάστηση, είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με εκείνη του ανοικτού χώρου, ενώ αντίθετα, η ημερήσια θερμοκρασία είναι μικρότερη λόγω του ότι εμποδίζεται ένα μέρος της ακτινοβολίας να φτάσει στο έδαφος (σχήμα 3.7).

Αποτελέσματα πρόσφατων μελετών που πραγματοποιήθηκαν στο Lawrence Berkeley Laboratory των ΗΠΑ, έδειξαν ότι η ύπαρξη ενός πλήρους αναπτυγμένου δέντρου σε μια μονοκατοικία των ΗΠΑ, συμβάλλει, χάρη στη σκίαση και εξατμισοδιαπνοή, στην μείωση του ψυκτικού φορτίου της κατοικίας κατά 12 ως 24 %, ενώ η ύπαρξη τριών όμοιων δέντρων μπορεί να μειώσει τις ανάγκες κλιματισμού από 17 ως 57 %. Σύμφωνα με τη μελέτη, ο σκιασμός που προκαλείται από τα δέντρα συνεισφέρει από 10 ως 35 % στην μείωση που αναφέρθηκε παραπάνω, ενώ το υπόλοιπο οφείλεται στην εξατμισοδιαπνοή.

Σχήμα 3.7
Θερινή και χειμερινή λειτουργία ενός δέντρου



ΟΙ ΥΔΑΤΙΝΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ

Οι υδάτινες επιφάνειες τροποποιούν το μικροκλίμα της περιοχής τους με δυο τρόπους:

1. Η εξάτμιση απορροφά θερμότητα από τον αέρα
2. Ο θερμός αέρας ψύχεται κατά την επαφή με την ψυχρότερη επιφάνεια του νερού.

Δεξαμενές νερού και σιντριβάνια χρησιμεύουν ως πήγες δροσισμού που μειώνουν την θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα καθώς και του αέρα που εισέρχεται στο κτήριο.

Καθώς οι υδάτινες επιφάνειες αυξάνουν την υγρασία του αέρα, είναι πολύ ευεργετικές σε ξηρά κλίματα, μπορούν όμως να δημιουργήσουν προβλήματα σε υγρά κλίματα.

ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Ο φυσικός αερισμός είναι η σημαντικότερη τεχνική παθητικού δροσισμού. Γενικά ο αερισμός (παθητικός, υδριβικός ή μηχανικός) των εσωτερικών χώρων ενός κτηρίου είναι απαραίτητος όχι μόνο για τη μείωση της θερμοκρασίας αλλά και για την διατήρηση σε ικανοποιητικά επίπεδα του οξυγόνου και της ποιότητας του αέρα. Παραδοσιακά, ο αερισμός του κτηρίου γινόταν με την βοήθεια της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα. Οι πρόσθετες απαιτήσεις αερισμού ήταν εύκολο να ικανοποιηθούν με απλό άνοιγμα των παραθύρων.

Ο φυσικός αερισμός πραγματοποιείται με την διείσδυση του εξωτερικού αέρα στο σωτερικό των κτηρίων. Αυτό οφείλεται στη διάφορα των πιέσεων που δημιουργεί η οή του αέρα γύρω από ένα κτήριο. Η είσοδος του εξωτερικού αέρα γίνεται μέσα από ανοίγματα και τις ρωγμές που υπάρχουν στο κέλυφος του κτηρίου.

Η σύγχρονη αρχιτεκτονική και ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτηρίων, έχουν ιώσει την διείσδυση του αέρα στο ελάχιστο προκειμένου να μειώσουν τις απώλειες να επιτύχουν ένα απολύτως ελεγχόμενο περιβάλλον. Οι νεότερες και ακριβές ασκευές περιβάλλονται από τελείως στεγανοποιημένα κελύφη. Ειδικότερα , στα ρια γραφείων από γυαλί δεν επιτρέπεται καν το άνοιγμα των παραθύρων. Στα ια αυτά οι δυνατότητες χρήσης συστημάτων φυσικού αερισμού είναι εξαιρετικά ορισμένες. Αντίθετα η παραγωγή ψύξης βασίζεται 100 % σε μηχανικά ήματα (κλιματιστικά που λειτουργούν με ηλεκτρισμό).

Υπό την προϋπόθεση ότι οι εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες είναι ευνοϊκές, η χρήση του φυσικού αερισμού είναι δυνατόν να ελαττώσει το ψυκτικό φορτίο, να αυξήσει την θερμική άνεση και να διατηρήσει την ποιότητα του εσώτερου αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου. Η αποτελεσματικότητα των τεχνικών φυσικού αερισμού καθορίζεται από τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες, από το μικροκλίμα, από τα χαρακτηριστικά του κτηρίου (προσανατολισμός, μέγεθος, θέση και αριθμός των παραθύρων κτλ) και την χωροταξία της περιοχής στην οποία βρίσκεται το κτήριο.

Η εξωτερική θερμοκρασία, η υγρασία και η ταχύτητα του ανέμου είναι οι καθοριστικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην επιτυχή εφαρμογή των τεχνικών φυσικού αερισμού. Για τον δροσισμό, ο αέρας που εισέρχεται στο κτήριο πρέπει να έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από την θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα του κτηρίου. Οι τεχνικές φυσικού αερισμού για τον δροσισμό ενός κτηρίου είναι επίσης αποτελεσματικές στη διάρκεια της νύχτας, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι συνήθως μικρότερες από τις εσωτερικές. Το ψυκτικό φορτίο ελαττώνεται και οι μέγιστες εσωτερικές θερμοκρασίες είναι δυνατόν να μειωθούν από 1 ως 3°C, ανάλογα με την θερμική μάζα του κτηρίου καθώς και την ποσότητα και τα χαρακτηριστικά του αέρα που εισέρχεται στο κτήριο. Η υγρασία του αέρα είναι ο σημαντικότερος περιοριστικός παράγοντας για την εφαρμογή των τεχνικών του φυσικού αερισμού. Υψηλά επίπεδα υγρασίας έχουν αρνητική επίδραση στη θερμική άνεση μέσα στο κτήριο. Συνεπώς , σε περιοχές με υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας στην διάρκεια του καλοκαιριού, η χρήση συμβατικών συστημάτων κλιματισμού είναι απαραίτητη για την απόρριψη της υγρασίας από το εσωτερικό περιβάλλον του κτηρίου (αφύγρανση). Υπό αυτές τις συνθήκες καλό είναι να αποφεύγεται ο φυσικός αερισμός τόσο κατά την διάρκεια της ημέρας, όσο και κατά την διάρκεια της νύχτας.

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Η ταχύτητα του άνεμου συνήθως αυξάνεται βαθμιαία το πρωί, μέχρι να φτάσει την μέγιστη τιμή της τις απογευματινές και τις πρώτες βραδυνές ώρες. Στη συνέχεια ελαττώνεται μέχρι μια ελάχιστη τιμή αργά το βράδυ και τις πρώτες πρωινές ώρες. Η ταχύτητα του άνεμου αυξάνεται με το ύψος και μετριέται συνήθως με ανεμόμετρα, τοποθετημένα σε ύψος 10 μέτρα από το έδαφος. Η αύξηση της ταχύτητας του άνεμου με το ύψος εξαρτάται από το ανάγλυφο της περιοχής. Η παρουσία γειτονικών κτηρίων μειώνει την ταχύτητα του ανέμου. Για τον σωστό σχεδιασμό και την εκμετάλλευση του ανέμου στον φυσικό αερισμό των κτηρίων, σημασία έχει επίσης η διεύθυνση του ανέμου. Σε αγροτικές περιοχές, λόγω των εδαφικών ανωμαλιών, η διεύθυνση του ανέμου μπορεί να αλλάξει μέχρι και 20 – 45 μοίρες. Στα αστικά κέντρα με πυκνή δόμηση, η διεύθυνση του άνεμου είναι τυχαία.

Σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό της ταχύτητας και της διεύθυνσης του άνεμου σε μια περιοχή παίζουν και τα τοπικά συστήματα (π.χ. αύρες). Στα νησιά οι αποστάσεις από τις ακτές είναι μικρές, συνεπώς φαινόμενα όπως η θαλάσσια αύρα πνεάζουν το μεγαλύτερο ποσοστό των περιοχών αυτών.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ

Για τον επιτυχή σχεδιασμό ενός φυσικά αεριζόμενου κτηρίου απαιτείται η καλή γνώση του μοντέλου ροής του αέρα γύρω από το κτήριο καθώς και των επιδράσεων που δέχεται από τα γειτονικά κτήρια. Ο στόχος του σχεδιασμού είναι ο αερισμός σε όσον το δυνατόν μεγαλύτερο τμήμα του εσωτερικού χώρου. Η επίτευξη αυτού του στόχου εξαρτάται από την θέση των παραθύρων, τον σχεδιασμό των εσωτερικών χωρών και από τα χαρακτηριστικά του ανέμου.

Τα νέα κτήρια γενικά επιτρέπουν 0,2 – 0,5 αλλαγές του αέρα ανά ώρα με διείσδυση, ενώ με ανοικτά παράθυρα στη διάρκεια του καλοκαιριού, επιτυγχάνονται 15 – 20 αλλαγές του αέρα ανά ώρα. Είναι δυνατόν να επιτευχθεί ακόμα μεγαλύτερος αριθμός αλλαγών, γύρω στις 30 αλλαγές του αέρα ανά ώρα, με φυσικά μέσα, αλλά αυτό προϋποθέτει ένα μεγάλο αριθμό ανοιγμάτων προσεκτικά τοποθετημένων στο χώρο.

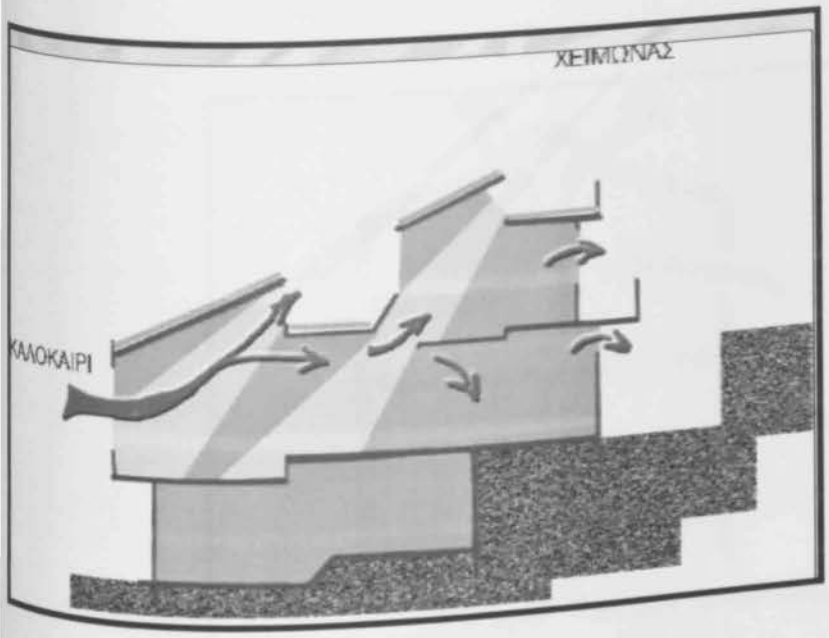
Ο άνεμος προσπίπτει κάθετα στο κτήριο δημιουργώντας θετική πίεση στη προσήνεμη όψη του κτηρίου. Στη συνέχεια το αρχικό ρεύμα χωρίζεται στα δυο. Η ροή του αέρα κατά μήκος των δυο πλευρών του κτηρίου και στον χώρο πίσω από την υπήνεμη όψη του είναι τυρβώδης και χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση στροβίλων που δημιουργούν αρνητικές πιέσεις. Η αρνητική πίεση στις πλευρές του κτηρίου είναι μεγαλύτερη από την πίεση που ασκείται στην υπήνεμη όψη.

Οι βασικοί τύποι φυσικού αερισμού στα κτήρια είναι οι εξής:

- **Μονόπλευρος αερισμός** με ανοίγματα στο ίδιο ύψος (σχήμα 3.8):όταν η εσωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από την θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος, ψυχρότερος αέρας εισέρχεται από το χαμηλότερο τμήμα του ανοίγματος ενώ θερμός αέρας διαφεύγει μέσω του υψηλότερου τμήματος του ανοίγματος. Η διεύθυνση της ροής αντιστρέφεται όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι ψηλότερη από την εσωτερική. Οι παράμετροι που καθορίζουν τα επίπεδα ροής του αέρα είναι κυρίως η επιφάνεια των ανοιγμάτων, η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο εσωτερικό του κτηρίου και στο εξωτερικό περιβάλλον και το κατακόρυφο ύψος των ανοιγμάτων

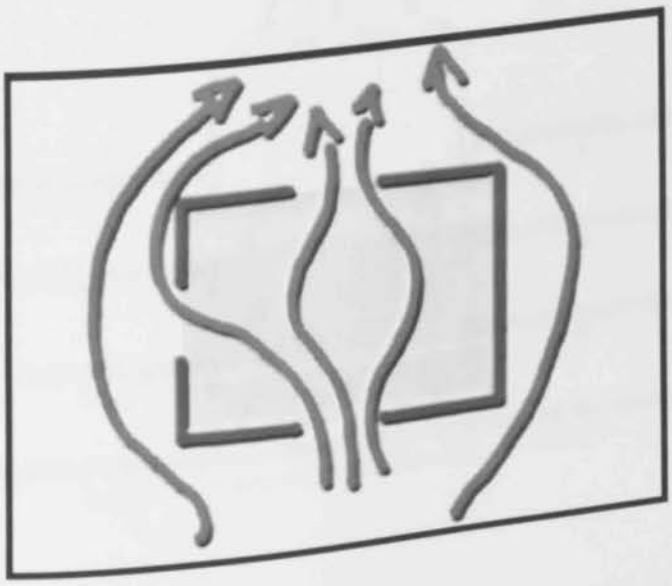
Σχήμα 3.8 Μονόπλευρος αερισμός με ανοίγματα στο ίδιο ύψος.

- **Αερισμός με ανοίγματα σε διαφορετικά επίπεδα** (σχήμα 3.9): οι κυριότερες παράμετροι που επηρεάζουν την διαδικασία του φυσικού αερισμού όταν έχουμε δυο ανοίγματα σε διαφορετικά επίπεδα είναι η διάφορα θερμοκρασίας ανάμεσα στο εσωτερικό και στο εξωτερικό περιβάλλον του κτηρίου, η κατακόρυφη απόσταση ανάμεσα στα δυο ανοίγματα και οι επιφάνειες των δυο ανοιγμάτων



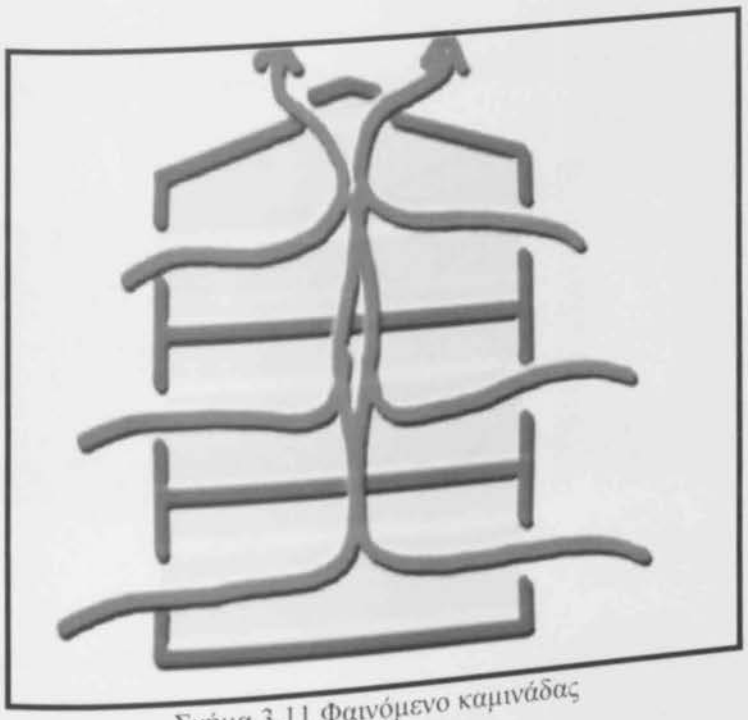
Σχήμα 3.9
Αερισμός με ανοίγματα σε διαφορετικό ύψος.

- **Διαμπερής αερισμός** (σχήμα 3.10) : η ροή του αέρα εξαρτάται άμεσα από την διάφορα των πιέσεων στα ανοίγματα. Οι κυριότερες παράμετροι που επηρεάζουν τα επίπεδα ροής του αέρα είναι η εσωτερική και εξωτερική επιφάνεια των ανοιγμάτων, η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου, η διάφορα θερμοκρασίας ανάμεσα στο εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον και η σχετική θέση των ανοιγμάτων

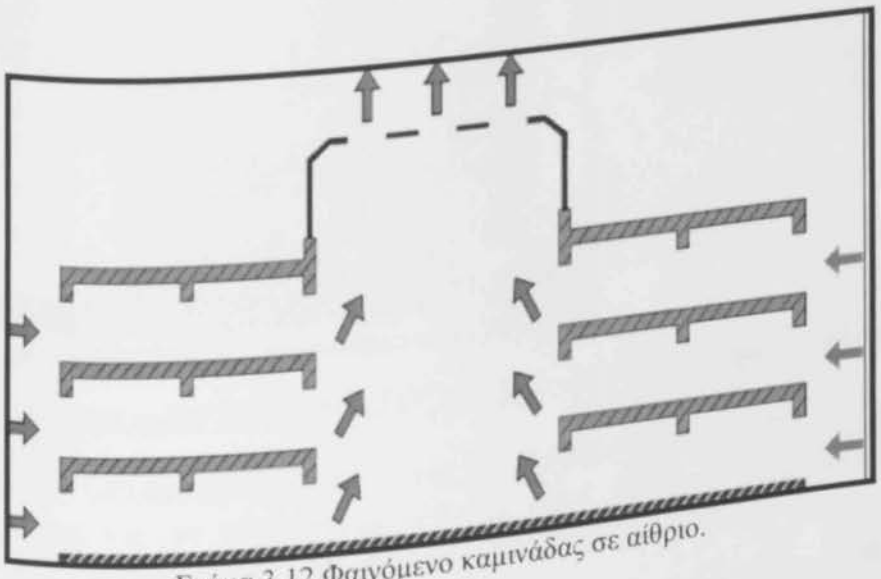


Σχήμα 3.10
Διαμπερής αερισμός

- **Φαινόμενο καμινάδας** (σχήμα 3.11) : παρατηρείται όταν η μείωση της θερμοκρασίας από το κατώτερο προς τα ανώτερα επίπεδα ενός κτηρίου και το ψυχρότερο εξωτερικό περιβάλλον προκαλεί την ανοδική ροή του θερμού αέρα και τη έξοδο του από ανοίγματα στην οροφή με ταυτόχρονη εισροή ψυχρότερου αέρα από τα πλευρικά ανοίγματα σε κάθε επίπεδο. Το φαινόμενο της καμινάδας παρατηρείται σε υψηλά κτήρια, και ιδιαίτερα σε θέσεις με κατακόρυφα ανοίγματα όπως οι ανελκυστήρες ή οι σκάλες. Ιδιαίτερα ευνοεί την εμφάνιση του φαινομένου της καμινάδας η παρουσία αίθριου στο κτήριο (σχήμα 3.12)



Σχήμα 3.11 Φαινόμενο καμινάδας



Σχήμα 3.12 Φαινόμενο καμινάδας σε αίθριο.

Ο φυσικός αερισμός σε ένα κτήριο ενισχύεται με την χρήση περισσότερο πολύπλοκων τεχνικών, όπως ο πύργος ανέμου (wind tower) σχήμα 3.13 και η ηλιακή καμινάδα (solar chimney) σχήμα 3.14.

Η κυκλοφορία του αέρα στηρίζεται στη διάφορα πιέσεων στην είσοδο και την έξοδο του αέρα. Η χρήση του συνιστάται όταν δεν είναι δυνατή η κατασκευή ανοιγμάτων στην προσήνεμη πλευρά του κτηρίου. Ως πύργος ανέμου μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια παλιά καμινάδα. Το φαινόμενο καμινάδας ενισχύεται με την θέρμανση του αέρα μέσα στην καμινάδα που είναι δυνατόν να επιτευχθεί με την κατασκευή της στην προσήλια πλευρά του κτηρίου.

έκφραση, η οποία ενσωματώνει την επίδραση της τυρβώδους ροής του αέρα σε ένα γενικότερο μοντέλο αερισμού, περιλαμβάνεται στο προηγούμενο μοντέλο.

Εκτός από τις απλοποιημένες μεθόδους, έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια υπολογιστικά προγράμματα, τα οποία υπολογίζουν με μεγάλη ακρίβεια τα χαρακτηριστικά της ροής του άνεμου, διαμέσου των κτηρίων, μονοζωνικών ή πολυζωνικών (δηλαδή με περισσότερους από έναν εσωτερικούς χώρους). Με την βοήθεια των μεθόδων αυτών είναι δυνατή η θεωρητική προσομοίωση του φυσικού αερισμού των κτηρίων με έναν ή περισσότερους εσωτερικούς χώρους και με απλό ή πολύπλοκο γεωμετρικό σχεδιασμό, λαμβάνοντας υπόψη τα ακριβή γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κτηρίων και των ανοιγμάτων τους (εσωτερικών και εξωτερικών) καθώς και τα χαρακτηριστικά του ανέμου.

Υπάρχουν δυο είδη υπολογιστικών μοντέλων:

Αυτά τα οποία στηρίζονται στην επίλυση των εξισώσεων Navier-Stokes (Computer Flow Dynamics-CDF models π.χ. Phoenics) και αυτά τα οποία στηρίζονται στην αρχή της διατήρησης της μάζας και στον υπολογισμό των διαφορών πιέσεως μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού αέρα του κτηρίου (Μοντέλα Δικτύου – Network models). Τα πρώτα είναι πιο πολύπλοκα και μπορούν να δώσουν αποτελέσματα για σειρά μεταβλητών (όπως θερμοκρασία και ταχύτητα του αέρα, πίεση, ενέργεια, συγκέντρωση ρύπων, κλπ) αλλά η λειτουργία τους είναι εξαιρετικά σύνθετη και για τον λόγο αυτό δεν συνίσταται η χρήση τους σε εφαρμογές μικρού – μεσαίου μεγέθους. Αντίθετα, τα μοντέλα δικτύου έχουν περιορισμένες δυνατότητες υπολογισμού (δίνοντας στην ουσία μόνο τις ροές του αέρα δια μέσου του κτηρίου) αλλά ο πολύ απλός τρόπος λειτουργίας τους τα κάνει πολύ πιο προσιτά και η χρήση τους συνίσταται για αρχιτεκτονικές ή μηχανολογικές εφαρμογές. Τα πιο γνωστά από τα υπολογιστικά εργαλεία, είναι τα:

- COMIS (Lawrence Berkley Laboratory, USA)
- AIRNET (USA Department of Commerce)
- BREEZE (BRE, UK)
- AIOLOS (Ομάδα Φυσικής Κτηριακού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αθηνών)

ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ

Οι τεχνικές φυσικού δροσισμού που εφαρμόζονται στα κτήρια στηρίζονται στην απόρριψη της πλεονάζουσας θερμότητας σε μια ψυχρότερη περιβαλλοντική δεξαμενή πολύ υψηλής θερμοχωρητικότητας.

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ακόλουθες κατηγόριες:

- Η εξατμιστική ψύξη (δεξαμενή : το νερό)
- Η ψύξη μέσω του εδάφους (δεξαμενή :το έδαφος)
- Η ψύξη με ακτινοβολία (δεξαμενή : ο ουράνιος θόλος)

ΕΞΑΤΜΙΣΤΙΚΗ ΨΥΞΗ

Η εξατμιστική ψύξη είναι μια διαδικασία η οποία χρησιμοποιεί το φαινόμενο της εξάτμισης για την απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου στο περιβάλλον. Η αισθητή θερμότητα απορροφάται από τον αέρα για να χρησιμοποιηθεί ως λανθάνουσα θερμότητα για την εξάτμιση του νερού. Η

εξατμιστική ψύξη είναι μια πολύ παλιά διαδικασία που έχει τις ρίζες της μερικές χιλιάδες χρόνια πριν, στην αρχαία Αίγυπτο και την Περσία.

Οι σύγχρονοι εξατμιστικοί ψύκτες βασίζουν την λειτουργία τους στην τεχνική των πρώτων διατάξεων που κατασκευάστηκαν στις αρχές του 1990 στην Αμερική.

Η εξατμιστική ψύξη διαχωρίζεται σε άμεση ή έμμεση και σε παθητική ή υδριβική.

Στους άμεσους εξατμιστικούς ψύκτες, η περιεκτικότητα του ψυχωμένου αέρα σε υδρατμούς αυξάνεται καθώς ο αέρας έρχεται σε επαφή με το εξατμιζόμενο νερό. Επειδή η συνεχής και έντονη εξάτμιση προκαλεί μεγάλη αύξηση της σχετικής υγρασίας του χώρου και διαταράσσει την θερμική άνεση σο εσωτερικό του κτηρίου, η άμεση εξατμιστική ψύξη πρέπει να εφαρμόζεται μόνο σε περιοχές όπου η σχετική υγρασία είναι πολύ χαμηλή.

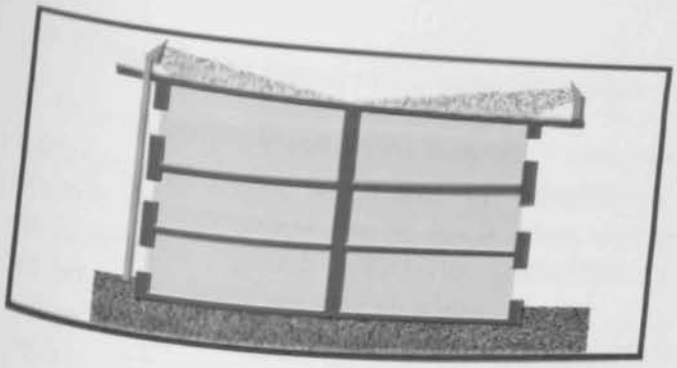
Στους έμμεσους εξατμιστικούς ψύκτες, η εξάτμιση πραγματοποιείται στο εσωτερικό ενός εναλλακτή θερμότητας και η περιεκτικότητα του ψυχόμενου αέρα σε υδρατμούς παραμένει αμετάβλητη. Δεν απαιτούνται συστήματα ελέγχου της υγρασίας και έντονος αερισμός. Ωστόσο, επειδή τα συστήματα αυτά έχουν περισσότερο πολύπλοκη τεχνολογία, η αγορά, η συντήρηση και η λειτουργία τους συνεπάγονται υψηλότερο κόστος.

Για τους άμεσους εξατμιστικούς ψύκτες δίνονται οι ακόλουθες τιμές των μετεωρολογικών παραμέτρων, ούτως ώστε η χρήση τους να μην μειώνει την θερμική άνεση:

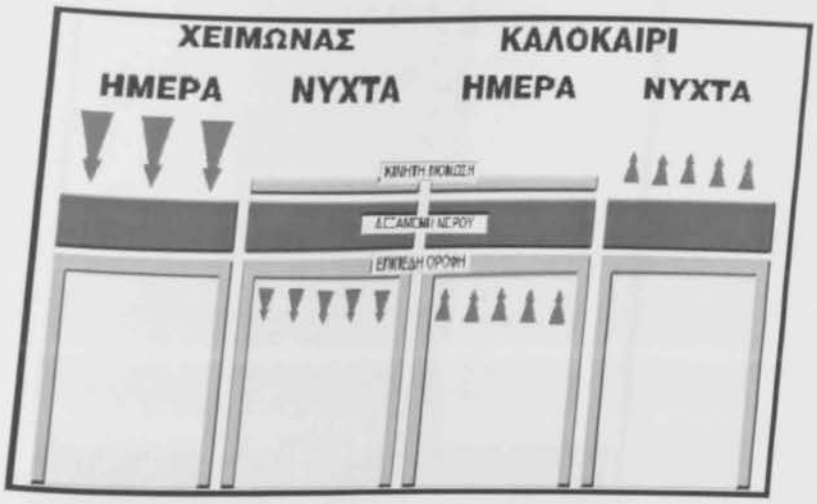
- Η μέγιστη ταχύτητα του εσωτερικού αέρα πρέπει να είναι περίπου 1m/sec
- Η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου να είναι περίπου 2°C υψηλότερη από την θερμοκρασία στην είσοδο του συστήματος
- Η σχετική υγρασία πρέπει να είναι μικρότερη από 70%
- Η τελική θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου πρέπει να είναι περίπου 4°C χαμηλότερη από την θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα (μετρημένη με ξηρό θερμόμετρο)

Όταν η εξάτμιση γίνεται με φυσικές διαδικασίες ονομάζεται παθητική εξάτμιση. Ένας χώρος ψύχεται με παθητική εξάτμιση, όταν στο χώρο αυτόν υπάρχουν επιφάνειες στάσιμου ή ρέοντος νερού, όπως τεχνίτες λίμνες, δεξαμενές, πισίνες κλπ. Στα υδριβικά συστήματα εξατμιστικής ψύξης η εξάτμιση ελέγχεται με μηχανικά μέσα. Είναι προφανές ότι στα υδριβικά συστήματα, η ενεργειακή κατανάλωση δεν είναι μηδενική. Ωστόσο, είναι πολύ μικρή αν συγκριθεί με την κατανάλωση των συμβατικών κλιματιστικών.

Τέλος, άλλες τεχνικές εξατμιστικής ψύξης αποβλέπουν στον δροσισμό όχι του ιδίου του εσωτερικού χώρου, αλλά του κελύφους του κτηρίου με την εξάτμιση νερού πάνω σε αυτό. Το ψυχρότερο κέλυφος συμβάλλει στην απαγωγή της θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου προς τα έξω. Οι κυριότερες από τις τεχνικές αυτές είναι ο ψεκασμός της οροφής (σχήμα 3.15) και η κατασκευή δεξαμενής στην οροφή (σχήμα 3.16). Η κατασκευή δεξαμενής νερού στην οροφή έχει το προσθετό πλεονέκτημα ότι το νερό παίζει ρόλο θερμικής μάζας για την αποθήκευση θερμότητας. Και στις δυο περιπτώσεις απαιτείται καλή υγρομόνωση της οροφής ώστε να μην εμφανίζονται προβλήματα υγρασίας στις εσωτερικές επιφάνειες του κτηρίου.



Σχήμα 3.15
Ψεκασμός οροφής. Η οροφή βρέχεται με νερό το οποίο εξατμίζεται και απάγει θερμότητα από το κέλυφος.



Σχήμα 3.16 Δεξαμενή θερμότητας. Φαίνεται η λειτουργία της κατά την ημέρα και την νύχτα, τον χειμώνα και το καλοκαίρι. Τον χειμώνα αποθηκεύεται θερμότητα την ημέρα και αποδίδεται στο κτήριο τη νύχτα ενώ το καλοκαίρι η διαδικασία είναι αντίστροφη.

ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΩΣ ΜΕΣΟ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ

Η χρήση του εδάφους για τον δροσισμό των εσωτερικών χώρων βασίζεται στην απαγωγή της θερμότητας από ένα κτήριο προς το έδαφος το οποίο κατά την διάρκεια της θερινής περιόδου έχει μικρότερη θερμοκρασία από εκείνη του ατμοσφαιρικού αέρα και άρα λειτουργεί ως φυσική δεξαμενή θερμότητας.

Η απαγωγή της θερμότητας προς το έδαφος γίνεται με δυο τρόπους:

- **Δροσισμός με άμεση επαφή του κτηρίου με το έδαφος**

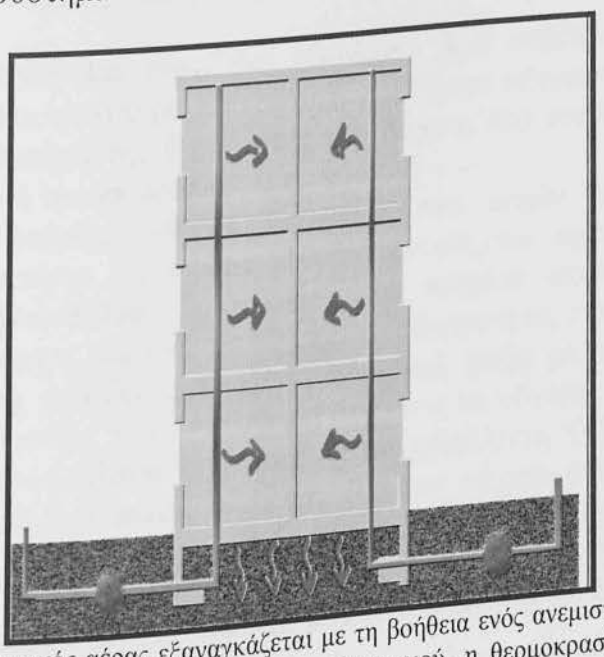
Η ιδέα του παθητικού δροσισμού ενός κτηρίου με την άμεση επαφή του με το έδαφος βασίζεται στη ροή θερμότητας από το κτήριο προς το έδαφος με την διαδικασία της αγωγής.

Το ακριβώς αντίθετο φαινόμενο, δηλαδή μετάδοση θερμότητας με αγωγή από το έδαφος προς το κτήριο, παρατηρείται στην διάρκεια της ψυχρής περιόδου. Η θερμική επικοινωνία του κτηρίου με το έδαφος παρουσιάζει ένα ακόμα σημαντικό πλεονέκτημα όσον αφορά την συμπεριφορά του κτηρίου. Αυξάνεται η θερμική αδράνεια του κτηρίου, με αποτέλεσμα να είναι πολύ μικρότερες οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας που προκαλούνται στο εσωτερικό του κτηρίου από την μεταβολή των θερμοκρασιών του εξωτερικού περιβάλλοντος. Αυτό συμβάλλει στην διατήρηση χαμηλότερων θερμοκρασιών στο εσωτερικό του κτηρίου την θερινή περίοδο και υψηλότερων κατά την ψυχρή.

- **Εναλλάκτες θερμότητας εδάφους – αέρα**

Οι εναλλάκτες θερμότητας εδάφους – αέρα είναι σωλήνες τοποθετημένοι οριζόντια σε ορισμένο βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Μέσα στους σωλήνες αυτούς κυκλοφορεί αέρας με την βοήθεια ηλεκτρικών ανεμιστήρων. Η τεχνική αυτή αναπτύχθηκε σχετικά πρόσφατα, βασίσθηκε όμως σε παρόμοιες εφαρμογές των αρχαίων Ελλήνων και των Περσών.

Ένα σύγχρονο σύστημα εναλλακτή θερμότητας εδάφους – αέρα φαίνεται στο σχήμα 3.17.



Σχήμα 3.17 Ο ατμοσφαιρικός αέρας εξαναγκάζεται με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα να εισέλθει στον σωλήνα και μετά στο κτήριο. Στη διάρκεια του καλοκαιριού, η θερμοκρασία του εδάφους είναι σημαντικά χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα και επομένως η θερμοκρασία του αέρα στη έξοδο του εναλλακτή είναι χαμηλότερη από την θερμοκρασία στην είσοδο του. Το αντίθετο ακριβώς φαινόμενο παρατηρείται τον χειμώνα.

Οι εναλλακτές θερμότητας εδάφους – αέρα εφαρμόζονται τόσο σε ένα ανοικτό σύστημα κυκλοφορίας όσο και σε κλειστά συστήματα ανακύκλωσης. Το παράδειγμα του σχήματος είναι ανοικτό σύστημα κυκλοφορίας. Σε ένα κλειστό σύστημα τόσο η είσοδος όσο και η έξοδος του εναλλακτή βρίσκονται μέσα στο κτήριο. Οι εναλλακτές είναι συνήθως πλαστικοί ή μεταλλικοί.

Η μείωση της θερμοκρασίας του αέρα μέσα στον εναλλακτή εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Την θερμοκρασία του εδάφους στο βάθος στο οποίο έχει τοποθετηθεί ο εναλλάκτης
- Τις διαστάσεις του εναλλακτή
- Την ταχύτητα του αέρα μέσα στον εναλλακτή
- Την θερμοκρασία του αέρα στην είσοδο του εναλλακτή
- Την θερμική αγωγιμότητα του εναλλακτή και τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας του εδάφους
- Την απόσταση των γειτονικών σωλήνων στην περίπτωση που το σύστημα αποτελείται από περισσότερους από έναν παράλληλους εναλλακτές

♦ Δροσισμός με ακτινοβολία

Η αρχή της λειτουργίας των συστημάτων δροσισμού με ακτινοβολία βασίζεται στις απώλειες θερμότητας λόγω εκπομπών μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας από ένα σώμα προς ένα άλλο γειτονικό του που έχει μικρότερη θερμοκρασία και παίζει το ρόλο δεξαμενής θερμότητας. Στην περίπτωση των κτηρίων το ψυχώμενο σώμα είναι το κτήριο ενώ η δεξαμενή θερμότητας είναι το διάστημα (ουράνιος θόλος), αφού η θερμοκρασία του είναι μικρότερη από τις θερμοκρασίες των περισσότερων σωμάτων στη Γη.

Η ψύξη με ακτινοβολία είναι ένα φαινόμενο που συμβαίνει συνεχώς στην επιφάνεια της γης και είναι ο μοναδικός μηχανισμός που επιτρέπει στον πλανήτη να αποβάλλει το πλεόνασμα της θερμότητας που δέχεται από τον ήλιο έτσι ώστε να διατηρηθεί η θερμική του ισορροπία.

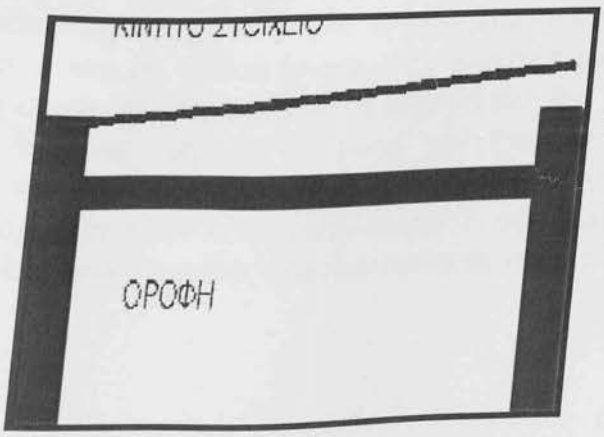
Υπάρχουν δυο βασικές μέθοδοι εφαρμογής των αρχών του δροσισμού με ακτινοβολία στα κτήρια. Η πρώτη μέθοδος ονομάζεται **άμεσος ή παθητικός δροσισμός με ακτινοβολία**. Το κέλυφος του κτηρίου ακτινοβολεί προς την ατμόσφαιρα και ψύχεται, αυξάνοντας τις απώλειες θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου. Η δεύτερη μέθοδος ονομάζεται **υδριβική ψύξη με ακτινοβολία**. Στην περίπτωση αυτή το σώμα που ακτινοβολεί δεν είναι το κέλυφος του κτηρίου αλλά συνήθως μια μεταλλική πλάκα. Η λειτουργία της μεταλλικής πλάκας είναι αντίθετη με εκείνη ενός επιπέδου ηλιακού συλλέκτη. Ο αέρας ψύχεται κυκλοφορώντας κάτω από την μεταλλική πλάκα πριν την είσοδο του στο κτήριο. Υπάρχουν επίσης **ψύκτες ακτινοβολίας** που η λειτουργία τους είναι συνδυασμός των δυο προηγούμενων μεθόδων. Τα κυριότερα συστήματα ψύξης με ακτινοβολία περιγράφονται παρακάτω:

1) Λευκή οροφή

Η απλούστερη τεχνική παθητικής ψύξης με ακτινοβολία είναι το βάψιμο της οροφής του κτηρίου με χρώμα λευκό. Μπορεί να είναι λευκό χρώμα ή ασβέστης. Η λευκή επιφάνεια δεν επηρεάζει σημαντικά το ρυθμό της ακτινοβολίας στη διάρκεια της νύκτας αφού το λευκό και το μαύρο χρώμα έχουν περίπου τον ίδιο συντελεστή εκπομπής στην μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία. Το πλεονέκτημα όμως μιας λευκής οροφής είναι ότι καθώς αυτή απορροφά μικρότερα ποσά ακτινοβολίας στην διάρκεια της ημέρας, η θερμοκρασία της παραμένει χαμηλή και επομένως ψύχεται ευκολότερα με ακτινοβολία τη νύχτα. Η τεχνική αυτή έχει τεταμένη εφαρμογή στην παραδοσιακή ελληνική αρχιτεκτονική και ιδιαίτερα στα νησιά των Κυκλάδων.

2) Κινητή μόνωση

Τα συστήματα κινητής μόνωσης εφαρμόζονται στις οροφές των κτηρίων. Αποτελούνται από μονωτικό υλικό το οποίο μετακινείται ώστε να καλύπτει την οροφή του κτηρίου όπως φαίνεται στο σχήμα 3.18.



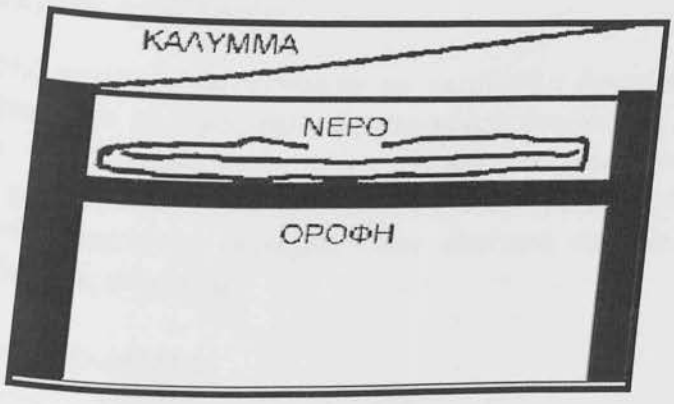
Σχήμα 3.18
Ψύκτης ακτινοβολίας με κινητή μόνωση.

Τα συστήματα αυτά επιτρέπουν την έκθεση της θερμικής μάζας της οροφής (ή ενός πρόσθετου θερμικά ευαίσθητου αποθηκευτικού υλικού τοποθετημένου πάνω στην οροφή) στη διάρκεια της νύχτας. Την ημέρα η θερμική μάζα καλύπτεται με μονωτικό υλικό έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται τα θερμικά κέρδη λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας.

Το μονωτικό στρώμα κινείται με το χέρι ή μηχανικά. Τα πλεονοκτήματα αυτών των συστημάτων είναι ότι η λειτουργία τους είναι δυνατόν να αντιστραφεί κατά την ψυχρή περίοδο του έτους: την ημέρα, η μάζα εκτίθεται στον ήλιο και τη νύχτα μονώνεται ώστε να ελαττώνονται οι θερμικές απώλειες και για να διοχετεύεται η πλεονάζουσα θερμότητα στο εσωτερικό του κτηρίου. Το βασικότερο μειονέκτημα της μεθόδου είναι το επιπλέον κόστος, ιδιαίτερα όταν επιλέγονται μηχανικά μέσα για την μετακίνηση της μόνωσης.

3) Κινητή θερμική μάζα

Η τεχνική της κινητής θερμικής μάζας αποτελεί μια παραλλαγή του προηγούμενου συστήματος έχει όμως μεγαλύτερο κόστος. Προϋποθέτει την κατασκευή μιας θερμικά μονωμένης δεξαμενής νερού στην οροφή του κτηρίου πάνω από ένα στρώμα μονωτικού υλικού. Κατά τη διάρκεια της νύκτας, η δεξαμενή γεμίζει νερό το οποίο ακτινοβολεί προς την ατμόσφαιρα και ψύχεται. Το νερό αυτό διοχετεύεται κατά την διάρκεια της ημέρας σε χώρο που έχει δημιουργηθεί μεταξύ της μόνωσης και της οροφής και απάγει ποσά θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου (σχήμα 3.19).



Σχήμα 3.19
Σύστημα κινητής θερμικής μάζας.

4) Ο επίπεδος μεταλλικός νυκτερινός ψύκτης ακτινοβολίας

Πρόκειται για μια πολύ απλή τεχνική που μοιάζει περίπου με έναν επίπεδο ηλιακό συλλέκτη χωρίς γυαλί. Αποτελείται από έναν οριζόντιο παραλληλόγραμμο αγωγό. Η άνω επιφάνεια του αγωγού είναι μεταλλική και λειτουργεί ως ψύκτης ακτινοβολίας. Η μεταλλική επιφάνεια του αγωγού πρέπει να καλύπτεται από ένα υλικό με υψηλό συντελεστή εκπομπής στο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που αντιστοιχεί στην μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία. Η απλούστερη λύση του προβλήματος είναι το βάψιμο του ψύκτη με μαύρο χρώμα. Μια σύγκριση μεταξύ των υλικών με μεγάλο συντελεστή εκπομπής στην φασματική περιοχή των 8 – 14 μm στην οποία η ατμόσφαιρα είναι διαφανής, δηλαδή επιτρέπει την διαφυγή της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας προς το διάστημα, έδειξε ότι τα οξείδια του τιτάνιου, αλουμινίου, ασβεστίου και ψευδάργυρου είναι τα καταλληλότερα για την επικάλυψη των ψυκτών ακτινοβολίας γιατί διαθέτουν μεγάλη ανακλαστικότητα στην ηλιακή περιοχή του άσματος.

Ο επίπεδος ψύκτης ακτινοβολίας λειτουργεί ως εξής : ο ψύκτης ψύχεται κατά την διάρκεια της νύχτας καθώς εκπέμπει ακτινοβολία προς τον ουράνιο θόλο. Ο αέρας, ο οποίος κυκλοφορεί κάτω από τον ψύκτη, ψύχεται με την βοήθεια μηχανικών μέσων και στη συνέχεια διοχετεύεται στο εσωτερικό του κτηρίου. Το σύστημα είναι δυνατόν να συνδεθεί με το συμβατικό κλιματιστικό σύστημα του κτηρίου.

Ορισμένοι ψύκτες ακτινοβολίας καλύπτονται με μια επιφάνεια ανεμοπροστασίας. Ο ρόλος της επιφάνειας αυτής είναι ο ακόλουθος.: όταν αρχίζει η λειτουργία ενός ψύκτη ακτινοβολίας, η θερμοκρασία του είναι υψηλότερη ή ίση με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Στην περίπτωση αυτή ο ψύκτης χάνει θερμότητα όχι μόνο με ακτινοβολία, αλλά επίσης με μεταφορά. Μετά από ένα χρονικό διάστημα, η θερμοκρασία του ψύκτη γίνεται χαμηλότερη από εκείνη του περιβάλλοντος. Από τη στιγμή αυτή, η μετάδοση θερμότητας με μεταφορά αρχίζει να εμποδίζει τη λειτουργία του ψύκτη. Τότε η χρήση ανεμοπροστασίας συντελεί στην ελαχιστοποίηση των θερμικών κερδών λόγω μεταφοράς και στη βελτίωση τη αποτελεσματικότητας του συστήματος.

Οι επιφάνειες ανεμοπροστασίας, οι οποίες πρέπει να είναι διαφανείς στην θερμική ακτινοβολία, αποτελούνται συνήθως από λεπτά φύλλα πολυαιθυλενίου (60 – 100 μm). Αυτό είναι ένα ευρύτατα διαθέσιμο υλικό, σχετικά χαμηλού κόστους, και έχει υψηλή διαπερατότητα στην μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (περίπου 70 %).

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ

1. ΔΙΑΜΠΕΡΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Ο διαμπερής αερισμός επιτυγχάνεται με κατάλληλη διαστασιολόγηση τοποθέτηση των ανοιγμάτων στο κέλυφος και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών τοίχων επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας.

Ο νυκτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός κατά την διάρκεια της θερινής περιόδου.

2. ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΟ ΔΩΜΑ

Πρόκειται για κατασκευή διπλού κελύφους στην οροφή του κτηρίου. Η κατασκευή αποτελείται (από κάτω προς τα επάνω) από:

- $1^{η}$ πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος
- θερμομονωτικό υλικό
- διάστημα 5 – 7 εκ με αέρα
- $2^{η}$ πλάκα από άοπλο σκυρόδεμα (με τις απαραίτητες κλίσεις για την απορροή των όμβριων) και
- στεφάνωση

Το ελεύθερο διάστημα μεταξύ $1^{ης}$ και $2^{ης}$ πλάκας επικοινωνεί με τον εξωτερικό χώρο μέσω θυρίδων / οπλών στα περιμετρικά στηθαία.

Με το αεριζόμενο δώμα επιτυγχάνεται θερμική προστασία του κτηρίου κατά τη χειμερινή περίοδο και φυσικός δροσισμός κατά την θερινή περίοδο.

3. ΗΛΙΑΚΗ- ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΑΜΙΝΑΔΑ

Πρόκειται για κατασκευή καμινάδας, η οποία φέρει στη νότια ή ΝΔ επιφάνεια της (+- 30 Ν) υαλοπίνακα αντί τοιχοποιίας και περσίδες στο άνω τμήμα αυτής της πλευράς.

Η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο Venturi και συμβάλλει αποτελεσματικά στον αερισμό και την απομάκρυνση της υγρασίας από τους εσωτερικούς χώρους. Επιτυγχάνει διαρκή ανανέωση του εσωτερικού αέρα και συνίσταται σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία κατά τη θερινή περίοδο.

Η ηλιακή / αιολική καμινάδα δημιουργεί το λεγόμενο φαινόμενο του αεροσίφωνα που οφείλεται στη διάφορα θερμοκρασίας δυο σημείων.

4. ΚΑΜΙΝΑΔΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Πρόκειται για κατασκευή καμινάδας στην οποία ενσωματώνεται ανεμιστήρας στο υψηλότερο τμήμα της. Η λειτουργία του ανεμιστήρα εξασφαλίζει τη συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα. Το σύστημα μπορεί να λειτουργεί χωρίς τον ανεμιστήρα κατά την διάρκεια ημερών με έντονα ρεύματα αέρα.

5. ΥΠΕΔΑΦΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΓΩΓΩΝ

Είναι σύστημα μεταλλικών αγωγών (συνηθέστερα από πλαστικό PVC) τοποθετούνται σε βάθος 1 – 3 μ. Το σύστημα χρησιμοποιεί το έδαφος (του οποίου η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη κάτω από την επιφάνεια) ως απαγωγέα της υπερβάλλουσας θερμότητας του αέρα του εσωτερικού του κτηρίου. Ο αέρας του εσωτερικού χώρου εισάγεται και κυκλοφορεί στο δίκτυο αγωγών με τη βοήθεια ανεμιστήρων και επανεισάγεται στο κτήριο ψυχρότερος.

6. ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΗΤΗΣ

Κάθε σώμα ακτινοβολεί θερμότητα προς ψυχρότερα από αυτό σώματα με την μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Όπως είναι σε όλους μας γνωστό κατά την διάρκεια μιας κρύας ανέφελης νύχτας μπορεί να σχηματιστεί παγετός εξαιτίας της θερμικής ακτινοβολίας της επιφάνειας της γης προς το διάστημα. Η νέφωση και η υγρασία του αέρα μειώνουν σημαντικά την ποσότητα της ακτινοβολούμενης προς το διάστημα θερμότητας (έτσι εξηγείται το γεγονός ότι παγετός εμφανίζεται μόνο ανέφελες νύκτες). Η αρχή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον φυσικό δροσισμό χώρων με την εγκατάσταση μεταλλικών πλακών στην οροφή ενός κτηρίου.

Το σύστημα αποτελείται από:

- Μεταλλική, αυλακωτή, διπλή πλάκα, με ανακλαστική εξωτερική επιφάνεια.
- Θερμομονωτικό υλικό στην κάτω πλευρά της μεταλλικής πλάκας.

Η μεταλλική πλάκα ακτινοβολεί προς το νυχτερινό ουρανό μεγάλη ποσότητα θερμικής ενέργειας. Ο αέρας που διέρχεται μέσα από το σύστημα ψύχεται με την επαφή του με την ψυχρή εξωτερική πλευρά και διοχετεύεται στο εσωτερικό του κτηρίου.

Σε περιοχές της χώρας με έντονα ρεύματα αέρα, το σύστημα καλύπτεται με φύλλο πολυαιθυλενίου (σε απόσταση 5 εκ) διαπερατό από την υπέρυθρη ακτινοβολία. Το πολυαιθυλένιο επιτρέπει τη θερμική ακτινοβολία, ενώ περιορίζει την επαφή της ψυχρής επιφάνειας του ακτινοβολητή με το θερμότερο αέρα του περιβάλλοντος και συνεπώς περιορίζει την αύξηση της θερμοκρασίας του.

Το σύστημα λειτουργεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά κατά την διάρκεια των νυκτερινών ωρών (κατά τη θερινή περίοδο), για το νυχτερινό δροσισμό του κτηρίου.

7. ΦΡΑΓΜΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Αποτελείται από λεπτά φύλλα αλουμινίου τα οποία τοποθετούνται κάτω από τη στέγη. Τα φύλλα έχουν υψηλό συντελεστή ανάκλασης και ανακλούν μεγάλο ποσοστό της εισερχόμενης θερμικής ακτινοβολίας.

Όταν εξασφαλίζεται διαμπερής αερισμός της στέγης η θερμότητα του φράγματος ακτινοβολίας μεταφέρεται στο εξωτερικό περιβάλλον.

8. ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ

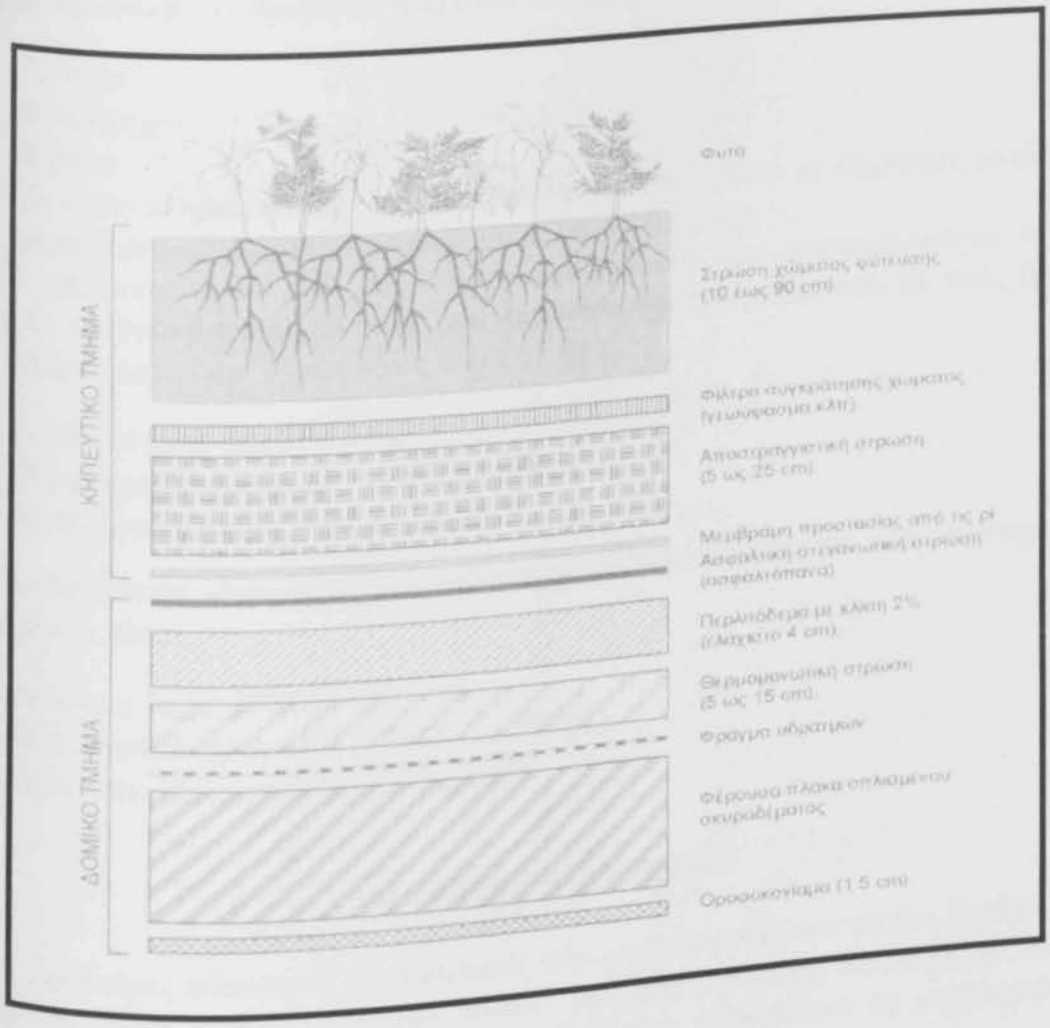
Βασικές παράμετροι για την κατασκευή δώματος, που να επιτρέπει την εγκατάσταση κήπου σε αυτό είναι:

- Φέρουσα κατασκευή ικανή να δεχτεί τα πρόσθετα φορτία του κήπου
- Κατασκευαστική επικάλυψη δώματος (φράγμα υδρατμών, στεγάνωση, θερμομόνωση) ικανή να δεχτεί την κατασκευή κήπου πάνω από αυτήν
- Διαχωρισμός της επικάλυψης του δώματος από τον κήπο για την προστασία της από τις διάφορες χημικές επιδράσεις του κήπου όσο και από την διείσδυση των ριζών των φυτών σε αυτή
- Επιλογή φυτών, ικανών να αναπτύσσονται στις ειδικές συνθήκες (κλιματικές και εδαφικές) που επικρατούν στα δώματα
- Τρόποι άρδευσης και απορροής του πλεονάζοντος νερού αλλά και των όμβριων.
- Προστασία από τους ανέμους

Η πλήρωση των παραμέτρων αυτών βοήθα αποφασιστικά στην επιτυχία κατασκευής του κήπου.

Η καλή λειτουργία του κήπου απαιτεί την κατασκευή κυρίως τριών στρώσεων, η καθεμία εκ των οποίων εξυπηρετεί ορισμένο σκοπό και αποτελεί ορισμένη λειτουργία. Οι στρώσεις αυτές είναι:

- Η στρώση αποστράγγισης που αποτελείται συνήθως από διογκωμένη άργιλο, χαλίκια, ελαφρόπετρα ή κόκκο περλίτη και που στόχο έχει να συγκρατεί την απαραίτητη για την ανάπτυξη των φυτών ποσότητα νερού και να απομακρύνει την πλεονάζουσα
- Η στρώση φύτευσης, που αποτελείται από μια στρώση χώματος ή μείγματος χώματος με αλλά πρόσμεικτα, πλούσιου σε θρεπτικά συστατικά.
- Το διαχωριστικό φίλτρο, μεταξύ των δυο παραπάνω στρώσεων (υαλούφασμα ή γεω- ύφασμα) (σχήμα 3.20).



Σχήμα 3.20

ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ

Οι τεχνητές πηγές φωτός κατατάσσονται σε δυο κύριες κατηγόριες : του λαμπτήρες πυρακτώσεως και τους λαμπτήρες φθορισμού. Αν και η αιτία εκπομπής φωτός είναι η ίδια (δηλαδή η μεταπήδηση διεγερμένων ηλεκτρονίων από κατάσταση υψηλότερης σε κατάσταση χαμηλότερης ενέργειας) τα φαινόμενα που προκαλούν την διέγερση είναι διαφορετικά. Ως εκ τούτου διαφέρει η φασματική κατανομή της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας και τα δυο είδη φωτεινών πηγών έχουν διαφορετικές οπτικές και λειτουργικές ιδιότητες.

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ

Το φως παράγεται από την πυράκτωση ενός μεταλλικού νήματος στο εσωτερικό του λαμπτήρα που διαρρέετε από ηλεκτρικό ρεύμα. Η θέρμανση του νήματος σε θερμοκρασία που υπερβαίνει τους 600°C οφείλεται η μεγάλη του ηλεκτρική αντίσταση.

Η ολική απόδοση του λαμπτήρα πυρακτώσεως, εξαρτάται από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των διαφόρων τμημάτων του, τα οποία είναι:

- Το νήμα
- Ο λαμπτήρας
- Η βάση
- Το αέριο πληρώσεως(αργό σε συνήθεις λαμπτήρες, κρυπτό σε λαμπτήρες υψηλής φωτεινότητας ή λαμπτήρες αλογόνου με υψηλή απόδοση

Τα χαρακτηριστικά των λαμπτήρων πυρακτώσεως που χρησιμοποιούνται στα κτήρια εξαρτώνται από τον τύπο του λαμπτήρα και την χρήση του. Οι τιμές (για λαμπτήρες αργού και κρυπτού) κυμαίνονται ως εξής:

- Διάρκεια ζωής έως 100 ώρες
- Θερμοκρασία χρώματος: 1800K με 2800K
- Απόδοση: 10lumen/W ως 13 lumen/W

Οι αντίστοιχες μέσες τιμές των χαρακτηριστικών λειτουργίας για τους λαμπτήρες αλογόνου, είναι:

- Διάρκεια ζωής: 2000 με 4000 ώρες
- Θερμοκρασία χρώματος : 1800K με 2800K
- Απόδοση: 15 lumen/W ως 24 lumen/W

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ

Οι λαμπτήρες φθορισμού είναι φωτεινές πήγες η λειτουργία των οποίων βασίζεται στην διέγερση ενός φθοριούχου υλικού από την υπεριώδη ακτινοβολία που εκπέμπεται από ηλεκτρικές εκκενώσεις μεταξύ δυο ηλεκτρόδιων σε ατμόσφαιρα υδρατμών υδραργύρου.

Στους ατμούς υδραργύρου προστίθεται ένα μίγμα αδρανών αέριων χαμηλής πιέσεως για να βοηθηθεί η έναρξη της ηλεκτρικής εκκένωσης.

Υπάρχουν λαμπτήρες με:

- Αργό
- Αργό-κρυπτό (σε λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας)
- Αργό-νέον ή αργό – νέον – ξένο

Το χρώμα που παράγεται από έναν λαμπτήρα φθορισμού εξαρτάται από τις φθορίζουσες χημικές ενώσεις που επικαλύπτουν το εσωτερικό τοίχωμα του σωλήνα. Διαφορετικές επικαλύψεις παράγουν διαφορετικά χρώματα και διαφορετική φασματική κατανομή ενέργειας.

Όπως οι περισσότεροι λαμπτήρες εκκενώσεως, οι λαμπτήρες φθορισμού συνδέονται εν σειρά με ένα βοηθητικό στοιχείο, το οποίο ονομάζεται στραγγαλιστικό πηνίο και το οποίο περιορίζει το ηλεκτρικό ρεύμα στην τιμή για την οποία είναι σχεδιασμένος να λειτουργεί κάθε λαμπτήρας. Το στοιχείο αυτό παρέχει επίσης την απαιτούμενη τάση για την εκκίνηση και την λειτουργία του λαμπτήρα.

Οι τιμές των χαρακτηριστικών λειτουργίας των λαμπτήρων φθορισμού είναι:

- Διάρκεια ζωής: 8000 με 10000 ώρες
- Θερμοκρασία χρώματος: 400K με 6500K

- Απόδοση: 40lumen/W ως 100lumen/W

Οι λαμπτήρες φθορισμού πλεονεκτούν σε σχέση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως γιατί έχουν μεγαλύτερο χρόνο ζωής και καλύτερη απόδοση αλλά υστερούν στην ποιότητα του χρώματος που εκπέμπουν, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές γραφείου αλλά όχι σε κατοικίες (εκτός από χώρους όπως λουτρό η κουζίνα).

Τα τελευταία χρόνια κυκλοφορούν στην αγορά λαμπτήρες φθορισμού νέου τύπου (συμπαγείς) με μικρό μέγεθος, ικανοί να αντικαταστήσουν τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Οι λαμπτήρες αυτοί προσφέρουν σημαντικά μικρότερη κατανάλωση ενέργειας για τα ίδια επίπεδα φωτισμού και μεγαλύτερο χρόνο ζωής.

Μολονότι συνεπώς το κόστος τους είναι αρκετά υψηλό, η επένδυση αποσβένεται σχετικά γρήγορα και πάντως γρηγορότερα από το μέσο χρόνο ζωής τους. Εντούτοις, η χρήση των λαμπτήρων αυτού του τύπου παρουσιάζει μια σειρά μειονεκτήματα που έχουν εμποδίσει την εξάπλωση τους στις οικιακές χρήσεις.

Τα μειονεκτήματα είναι:

- Ακατάλληλη ποιότητα χρώματος για κατοικίες
- Υψηλό κόστος αγοράς
- Ασυμβατότητα με τα περισσότερα φωτιστικά
- Κακή αισθητική
- Δημιουργία θάμβωσης

Η βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους στα προσεχή χρόνια αναμένεται να βοηθήσει τη διάδοση της χρήσης τους στα κτήρια κατοικιών.

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ

Οι λαμπτήρες εκκενώσεως υψηλής πιέσεως ανήκουν στην κατηγορία των λαμπτήρων που είναι κοινώς γνωστοί ως λαμπτήρες ατμών υδραργύρου, αλογονούχων μετάλλων και νατρίου υψηλής πιέσεως. Το στοιχείο παραγωγής φωτός είναι ένα ηλεκτρικό τόξο που περιέχεται σε ένα ειδικό κέλυφος.

Οι λαμπτήρες εκκενώσεως παρουσιάζουν γενικά τα εξής χαρακτηριστικά:

- Καλύτερη απόδοση χρωμάτων από τους λαμπτήρες φθορισμού
- Καλύτερη απόδοση φωτεινότητας από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως

Η χρήση τους επεκτείνεται τα τελευταία χρόνια σε όλο και περισσότερες εφαρμογές. Θεωρούνται κατάλληλοι για το φωτισμό αποθηκών, εκθέσεων και γενικά μεγάλων χώρων.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΩΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η σημερινή τεχνολογία προσφέρει δυνατότητες για την ρύθμιση της στάθμης εχνητού φωτός ανάλογα με το διαθέσιμο φυσικό φως. Ιδίως σε κτήρια με διαφανείς οσόψεις, η εγκατάσταση ενός συστήματος για την αυτόματη ρύθμιση του τεχνητού ωτός είναι επιβεβλημένη.

Ο συνδυασμός του τεχνητού φωτισμού με το σύστημα ηλεκτροφωτισμού απαιτεί την επιλογή:

- Του συστήματος ελέγχου
- Της διάταξης των φωτιστικών
- Κατάλληλης φωτεινής πηγής (χρώμα, απόδοση)
- Του κατάλληλου στραγγαλιστικού πηνίου.

Οι κυριότερες στρατηγικές για τη ρύθμιση της φωτεινής ροής του συστήματος ηλεκτροφωτισμού είναι οι εξής:

- Επιλογή του συστήματος ελέγχου
- Ρύθμιση σε σχέση με τα επίπεδα φυσικού φωτισμού
- Ρύθμιση με βάση κάποια προαποφασισμένη στρατηγική, π.χ. μετά από ορισμένη ώρα το σύστημα ηλεκτροφωτισμού να απενεργοποιείται.
- Ρύθμιση με σκοπό την σταθερή παροχή φωτεινής ροής από το σύστημα ηλεκτροφωτισμού

Όταν η φωτεινή ροή ρυθμίζεται σε σχέση με τα διαθέσιμα επίπεδα φυσικού φωτισμού, χρησιμοποιούνται κυρίως δυο στρατηγικές:

- Διακόπτες δυο θέσεων

Με την στρατηγική αυτή, το σύστημα ηλεκτροφωτισμού σβήνει όταν τα επίπεδα φυσικού φωτισμού υπερβούν κάποια προαποφασισμένη τιμή (π.χ. 500lux). Φυσικά το σύστημα επαναλειτουργεί όταν τα επίπεδα φυσικού φωτισμού μειωθούν περισσότερο από μια άλλη, επίσης προαποφασισμένη τιμή. Οι δυο αυτές τιμές είναι διαφορετικές προκειμένου να αποφεύγεται το πολύ συχνό ανάμα και σβήσιμο των φώτων. Η ύπαρξη νεφών στον ουρανό προκαλεί, όπως είναι φυσικό, σημαντική αλλαγή στα επίπεδα φωτισμού στο εσωτερικό κτηρίων. Για τον λόγο αυτό, τα συστήματα δυο θέσεων προκαλούν ενοχλητικές αυξομειώσεις των επιπέδων φωτισμού.

- Αυτόματη συνεχής ρύθμιση

Η υιοθέτηση του συστήματος αυτού προϋποθέτει και τη χρήση ηλεκτρονικών στραγγαλιστικών πηνίων (συστήματα με λαμπτήρες φθορισμού), με την χρήση των οποίων επιτυγχάνεται μείωση της φωτεινής ροής μέχρι και σε επίπεδα έως και 1% της αρχικής τιμής.

Στις ζώνες που βρίσκονται κοντά στις προσόψεις του κτηρίου η επιλογή συστήματος δυο θέσεων είναι οικονομικά συμφέρουσα(μικρός χρόνος απόσβεσης), ενώ για ζώνες που βρίσκονται κάπως μακρύτερα, το σύστημα συνεχούς ρύθμισης είναι περισσότερο οικονομικό.

Εξαιρετική σπουδαιότητα για την όσο το δυνατό μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας έχει η σωστή τοποθέτηση των αισθητήρων φωτισμού. Η τοποθέτηση τους οντά στις προσόψεις δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα από πλευράς εξοικονόμησης, λλά προκαλεί σοβαρά προβλήματα υποφωτισμού στο βάθος των χώρων. Αντίθετα, η ποθέτηση των αισθητήρων στο βάθος των χώρων προκαλεί την σχεδόν συνεχή ιτουργία του συστήματος ηλεκτροφωτισμού.

θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι χρήστες τείνουν να απενεργοποιούν κάθε σύστημα οποίο δεν λειτουργεί ικανοποιητικά. Συνεπώς κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού θα πει να παρέχεται η δυνατότητα στους χρήστες να επεμβαίνουν στο σύστημα μισης προσαρμόζοντας το στις ανάγκες τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

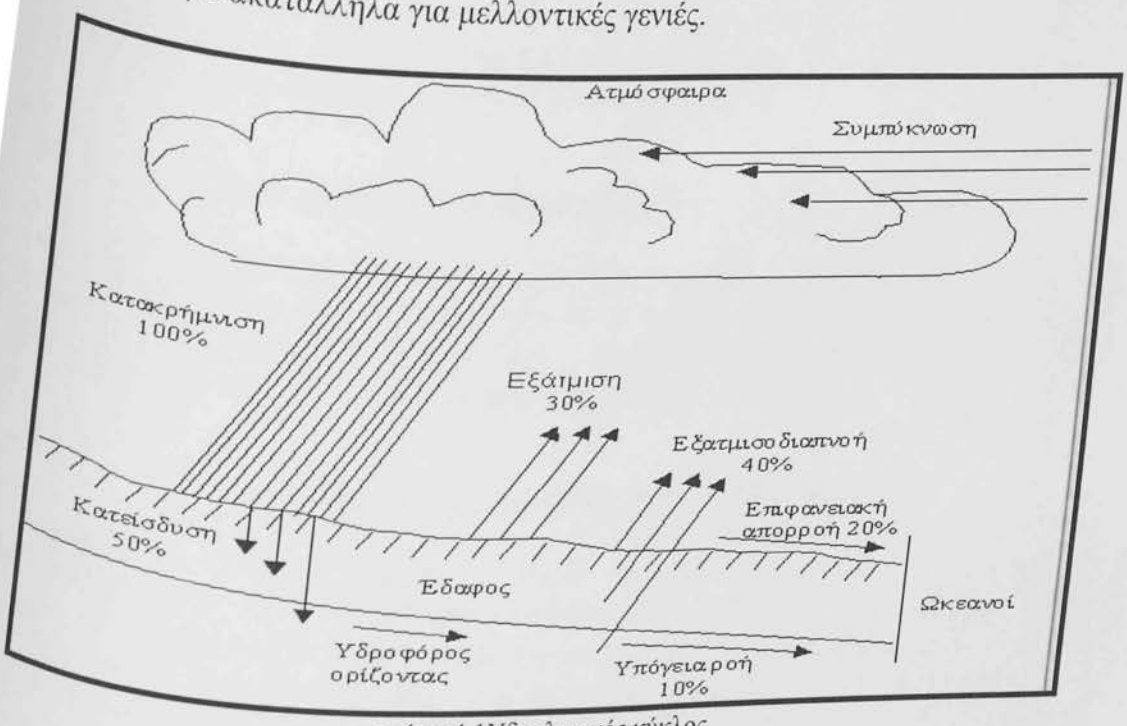
ΝΕΡΟ- ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ

ΤΟ ΝΕΡΟ ΩΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΠΟΡΟΣ

Το νερό είναι απαραίτητο τόσο για την επιβίωση κάθε ζωντανού οργανισμού όσο και για την ανάπτυξη της οικονομικής δραστηριότητας και του πολιτισμού.

Το πρόβλημα με το νερό είναι ότι ενώ το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας της γης είναι καλυμμένο από το υγρό στοιχείο, πολύ μικρό μέρος του είναι κατάλληλο για χρήση από τον άνθρωπο. Μόνο το 0,62% του συνολικού νερού του πλανήτη είναι διαθέσιμο στον άνθρωπο σε λίμνες, ποτάμια και τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα.

Το νερό στον πλανήτη βρίσκεται σε δυναμική κατάσταση συνεχούς μεταβολής , τον υδρολογικό κύκλο (σχήμα 4.1). Ενώ η παγκόσμια ποσότητα νερού είναι σταθερή , η αυξανόμενη χρήση από τον άνθρωπο έχει επιφέρει διαταραχές στον φυσικό υδρολογικό κύκλο , που σε πολλές περιπτώσεις προκαλούν υποβάθμιση της ποιότητας ή εξάντληση των υδάτινων πόρων και καθιστούν τα επιφανειακά και υπόγεια νερά ακατάλληλα για μελλοντικές γενιές.



σχήμα 4.1Υδρολογικός κύκλος

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΣΠΙΤΙ

Η ανάγκη νερού στις μεγαλουπόλεις είναι μεγάλη , συχνά όμως δεν υπάρχουν αρκή αποθέματα κατάλληλου νερού σε κοντινή απόσταση.

Σημαντική εξοικονόμηση νερού μπορεί να επιτευχθεί στις κατοικίες με κατάλληλο διασμό , επιλογή εξοπλισμού (είδη υγιεινής , βρύσες , συσκευές χαμηλής ανάλωσης) , εφαρμογή συστημάτων επαναχρησιμοποίησης και αλλαγή αναλωτικών συνηθειών.

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΝΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στον εξοπλισμό ενός κτηρίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν :

- Βρύσες με περιορισμό ροής: η ροή για τις βρύσες κουζίνας πρέπει να είναι λίγο μεγαλύτερη από τις βρύσες μπάνιου (6-8 λίτρα / λεπτό και 5-7 λίτρα / λεπτό αντίστοιχα). Υπάρχουν στοιχεία που αναμιγνύουν αέρα μέσα στο νερό και δίνουν την εντύπωση πιο δυνατής ροής. Σε συνδυασμό με τα συστήματα περιορισμού της ροής , μπορούν να εξοικονομούν νερό χωρίς απώλεια άνεσης για τον χρηστή
- Διακόπτες της παροχής νερού με φωτοκύτταρα: εξασφαλίζουν μέγιστη εξοικονόμηση νερού , αφού η ροή κλείνει αυτόματα όταν το νερό δεν χρησιμοποιείται. Έχουν μεγάλο κόστος και είναι κατάλληλα κυρίως για κοινόχρηστους χώρους με μεγάλη σπάταλη νερού (π.χ. εστιατόρια , κέντρα διασκέδασης , γυμναστήρια)
- Φθηνά συστήματα αυτόματης διακοπής της παροχής νερού μετά από συγκεκριμένο χρόνο χρήσης . Η αποτελεσματικότητα του είναι περιορισμένη καθώς ο χρηστής τείνει να πιέζει συνεχώς τον διακόπτη
- Καζανάκια ελεγχόμενης ή διπλής ροής : από τα καζανάκια προτιμότερα είναι εκείνα στα οποία η ροή εξαρτάται από το χρόνο πιέσεως του κουμπιού. Μια άλλη λύση είναι τα καζανάκια με επιλογή μικρής ή μεγάλης ροής (3-6 λίτρα) . Τα καζανάκια σταθερής ροής 6-9 λίτρα δεν συνιστώνται

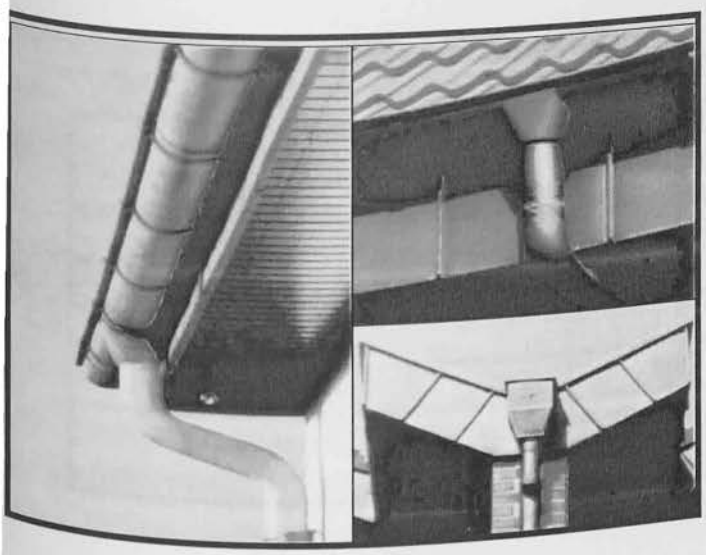
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Κατά τον σχεδιασμό των υδραυλικών εγκαταστάσεων ενός κτηρίου είναι χρήσιμο να ελαχιστοποιείται η διαδρομή των σωληνώσεων από τον θερμοσίφωνα ή τον λέβητα ως τις βρύσες του ζεστού νερού , ώστε να περιορίζεται η σπάταλη του νερού που τρέχει άσκοπα ώσπου να φτάσει στη βρύση το ζεστό νερό.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΒΡΟΧΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Συστήματα συλλογής βρόχινου νερού για οικιακή χρήση ή για πότισμα χρησιμοποιούνται παραδοσιακά στη χώρα μας στα νησιά και σε περιοχές με έλλειψη νερού. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από μια επιφάνεια συλλογής , που συνήθως είναι η σκεπή, και τα συστήματα για τη μεταφορά (σωλήνες και υδρορροές), την διήθηση, την αποθήκευση (στερνά) και την διανομή του νερού. Το συλλεγόμενο νερό είναι κατάλληλο για όλες τις χρήσεις , ανάλογα με την επεξεργασία που θα υποστεί. Όλες οι κατασκευές ανεξάρτητα από το υλικό κατασκευής τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την συλλογή του βρόχινου νερού , αν το συλλεγόμενο νερό δεν χρησιμοποιείται ως πόσιμο.

Το κόστος ενός συστήματος συλλογής βρόχινου νερού καθορίζεται κυρίως από το κόστος κατασκευής της στέρνας και είναι περίπου ίσο με το κόστος ανοίγματος ενός πηγαδιού. Ένα σύστημα συλλογής βρόχινου νερού μπορεί να ενσωματωθεί τόσο στην αρχή του σχεδιασμού ενός κτηρίου όσο και να κατασκευαστεί εκ των υστερών σε υπάρχοντα κτήρια.



Σχήμα 4.2 Συστήματα συλλογής βρόχινου νερού. Η μορφή της στέγης (επίπεδη ή επικλινής) δεν επηρεάζει την συλλογή της βροχής.

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να γίνει άμεση οικιακή επαναχρησιμοποίηση υγρών απόβλητων, κυρίως για πότισμα και για χρήση στις τουαλέτες. Στα κτήρια υπάρχουν συνήθως δυο αποχετευτικά συστήματα, η αποχέτευση ακάθαρτων που συνδέεται με κεντρικό αποχετευτικό δίκτυο ή το ιδιωτικό σύστημα επεξεργασίας, και η αποχέτευση βρόχινων νερών (ελαφρών λυμάτων). Μπορεί να εγκατασταθεί ένα τρίτο σύστημα ώστε τα ακάθαρτα να διαχωρίζονται σε αποχωρήματα (είναι τα λύματα που περιέχουν υγρά και στέρεα απόβλητα του ανθρώπινου οργανισμού) και τα απόπλυτα (είναι το μέρος των ακάθαρτων λυμάτων που περιέχει υγρά χρησιμοποιημένα για πλύσιμο σώματος, ρουχισμού, μαγειρικών σκευών και γενικά την καθαριότητα των χώρων διαβίωσης) και τα τελευταία να χρησιμοποιούνται για πότισμα.

Η ιδέα του διαχωρισμού και της επαναχρησιμοποίησης των απόλυτων είναι ιδιαίτερα ελκυστική γιατί:

- Διευκολύνει των σχεδιασμό και μειώνει το κόστος κατασκευής των μικρών, τοπικών συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.
- Αξιοποιεί συστατικά των αποπλύτων, όπως ο φώσφορος, το άζωτο και το κάλλιο που δεν δεσμεύονται στα συμβατικά συστήματα επεξεργασίας λυμάτων και ρυπαίνουν τους υδάτινους αποδεκτές.
- Δεν παράγει δευτερογενή απόβλητα, όπως η λάσπη από τον βιολογικό καθαρισμό, τα οποία να χρειάζονται με την σειρά τους επεξεργασία.

Αν και το ρυπαντικό φορτίο των αποπλύτων είναι πολύ μικρότερο από αυτό των αποχωρημάτων (πίνακας 4.1), σε μια δεξαμενή γρήγορα αναπτύσσεται μικροβιακή δραστηριότητα, αναερόβιες συνθήκες και οσμές και παράγεται λάσπη. Για την επαναχρησιμοποίηση τους τα απόπλυτα πρέπει να διατεθούν αμέσως στο έδαφος όπου διασπώνται με την βοήθεια των εδαφικών μικροοργανισμών ή να υποστούν επεξεργασία (π.χ. διήθηση σε χαλίκι και άμμο) πριν την αποθήκευση τους σε δεξαμενές. Όταν τα αποπλύματα διοχετεύονται απευθείας στο έδαφος, η προεπεξεργασία τους είναι συνήθως απαραίτητη.

Πίνακας 4.1

ΡΥΠΟΣ	ΑΠΟΠΛΥΤΑ (g/cd)	ΑΠΟΧΩΡΗΜΑΤΑ (g/cd)
BOD_5[3]	34	71
Αιωρούμενα στερεά	18	70
Ολικό N	1,6	13,2
Ολικός P	3,1	4,6
Ολικός P (απορρυπαντικά χωρίς φωσφόρο)	0,5	1,9

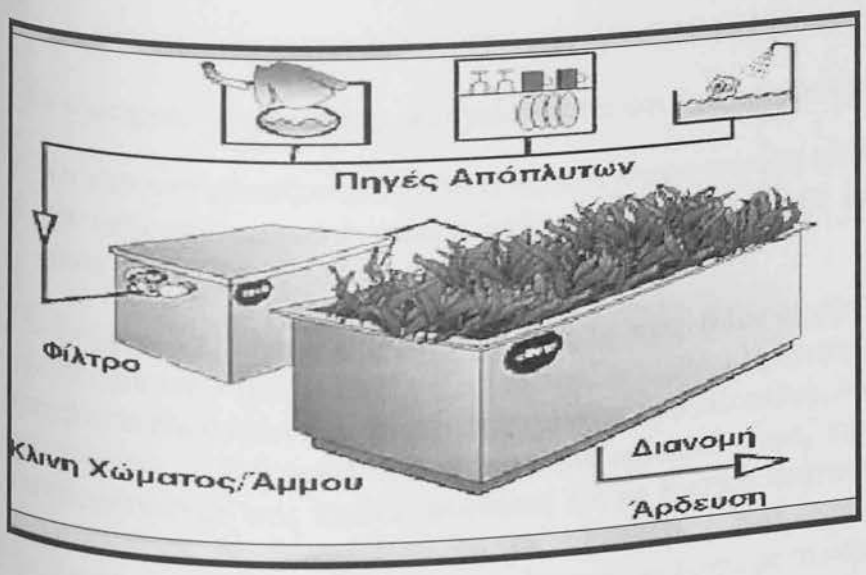
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΠΛΥΤΩΝ

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία υπόγειων συστημάτων για την επαναχρησιμοποίηση γρών αποπλύτων αν και οι βασικές αρχές λειτουργίας είναι στα περισσότερα κοινές: α απόπλυτα συγκεντρώνονται σε μια δεξαμενή (βόθρο) όπου κατακάθονται τα τέρεα σωματίδια. Στη συνέχεια, φιλτράρονται μέσα από ένα κατάλληλο σύστημα αλικιών, άμμου και χώματος και με την βοήθεια υπόγειων διάτρητων σωλήνων ατίθενται στο έδαφος, σε χώρο με φυτική κάλυψη για πότισμα. Σε κάποια υστήματα χρησιμοποιούνται υδροχαρή φυτά για την ταχύτερη απομάκρυνση του υπαντικού φορτίου. Η χρήση επιφανειακών σωλήνων για πότισμα δεν συνίσταται α λόγους υγειονομικούς

Τα πιο συνηθισμένα συστήματα επαναχρησιμοποίησης αποπλύτων περιγράφονται τη συνέχεια. Ο μηχανικός έχει την δυνατότητα να επιλέξει και να σχεδιάσει μια ληθώρα άλλων συστημάτων, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε ηρίου και της τοποθεσίας.

Επεξεργασία με χρήση φυσικών συστημάτων: ένα τυπικό σύστημα αποτελείται από μια σηπτική δεξαμενή (βόθρο) για την προεπεξεργασία (δηλ. την απομάκρυνση των στέρεων σωματιδίων) και ένα σύστημα διανομής σε ένα ρηχό παρτέρι με άμμο και χαλίκια, φυτεμένο με υδροχαρή φυτά. Κάτω από το παρτέρι οποθετείται προστατευτικό κάλυμμα ή μια στρώση μη διαπερατού χώματος για ην προστασία του υδροφόρου ορίζοντα. Συνήθως, το παρτέρι έχει ταυτόχρονα το όλο του φίλτρου και του χώρου της τελικής διάθεσης του νερού. Τα φυτά ησιμοποιούν τους ρύπους ως τροφή για την ανάπτυξη τους, ενώ το παρτέρι οτελεί ταυτόχρονα χώρο ανάπτυξης μη παθογόνων μικροοργανισμών οι οποίοι σης διασπούν τους ρύπους των απόβλητων. Μια μέση οικογένεια τριών μων χρειάζεται παρτέρι 20 τ.μ.

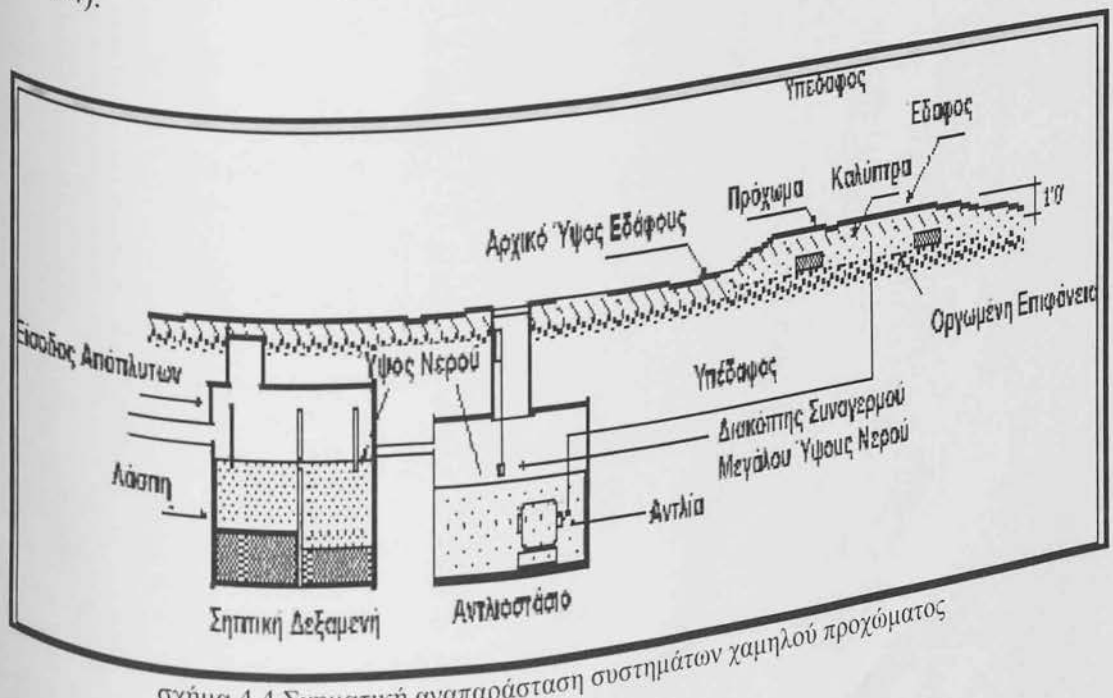
χήμα 4.3 παρουσιάζεται ένας συμπαγής τύπος τέτοιων συστημάτων, όπου παρτέρια στον κήπο χρησιμοποιούνται ζαρντινιέρες οι οποίες μπορούν να ηθούν σε εξωτερικούς ή ακόμα και σε εσωτερικούς χώρους. Λόγω του ου διαθέσιμου χώρου για τη λειτουργία της εξατμισοδιαπνοής των φυτών, και εκροή των καθορισμένων αποπλύτων τα οποία επίσης μπορούν να οιηθούν για πότισμα ή για τα καζανάκια της τουαλέτας.



Σχήμα 4.3 Σχηματική αναπαράσταση συστήματος επεξεργασίας αποπλύτων με χρήση φίλτρου και ζαρντινιέρας για τον καθαρισμό.

2. **συστήματα ρηχής τάφρου:** μετά την προεργασία σε σηπτική δεξαμενή, τα απόπλυτα οδηγούνται με κατάλληλο σύστημα σωληνώσεων σε μια ρηχή τάφρο, από πού ποτίζονται υπόγεια οι ρίζες των φυτών. Οι σωλήνες τοποθετούνται σε βάθος 20cm μέσα σε μια στρώση από χαλίκια και σε απόσταση ενός μέτρου ο ένας από τον άλλο. Εδώ δεν χρησιμοποιούνται παρτέρια με υδρόχαρη φυτά για την γρήγορη απομάκρυνση του ρυπαντικού φορτίου, αλλά το νερό διοχετεύεται για πότισμα μεγαλύτερων εκτάσεων.

3. **Συστήματα χαμηλού προχώματος:** σε αυτά δημιουργείται ένα χαμηλό πρόχωμα για την διάθεση των αποπλύτων, αποτελούμενο από άμμο και χώμα πάνω από το έδαφος του κήπου, το οποίο στη συνέχεια φυτεύεται. Έχει προηγηθεί η επεξεργασία των αποπλύτων σε σηπτική δεξαμενή. Η μέθοδος επεξεργασίας είναι η ίδια με τα συστήματα χαμηλής τάφρου, αλλά εδώ απαιτείται άντληση του νερού από τη δεξαμενή στο πρόχωμα. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται μόνο όταν το υπάρχον έδαφος είναι ακατάλληλο για τη διάθεση των λυμάτων (σχήμα 4.4).



σχήμα 4.4 Σχηματική αναπαράσταση συστημάτων χαμηλού προχώματος

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΥΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Οι εξωτερικοί χώροι πρέπει να σχεδιάζονται και να διαμορφώνονται έτσι ώστε

- Οι κήποι να χρειάζονται λιγότερο νερό, λιγότερη ενέργεια και λιπάσματα
- Οι υπόλοιποι χώροι (γκαράζ, διάδρομοι) να απορροφούν το νερό της βρ ώστε να εμπλουτίζεται ο υδροφόρος ορίζοντας

Η διαμόρφωση κήπων φιλικότερων προς το περιβάλλον αρχίζει από το στάδιο τ σχεδιασμού και λαμβάνει υπόψη τις τοπικές και μικροκλιματικές συνθήκες, την εί υπάρχουσα βλάστηση και τον προσανατολισμό του οικοπέδου. Ακολουθεί η επιλο του χώματος, η βελτίωση του εδάφους με οργανικά υλικά, και η επιλογή φυτ προσαρμοσμένων στις τοπικές συνθήκες και με χαμηλές ανάγκες σε νερό. Ο κήπ διαμορφώνεται σε ζώνες ανάλογα με τις ανάγκες των φυτών σε νερό. Τέλο επιλέγεται ένα αποδοτικό σύστημα ποτίσματος, ανάλογα με το μέγεθος του χώρου.

Στη διαμόρφωση των άλλων εξωτερικών χώρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαπερατά υλικά, όπως χαλίκι, σπασμένες πέτρες και πλάκες με οπές, στις οποίες μπορεί να φυτευτεί γρασίδι. Έτσι τι νερό της βροχής συγκρατείται στο έδαφος και συνεισφέρει στον εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα. Πολλά διαπερατά υλικά αντέχουν στην διέλευση ιδιωτικών και φορτηγών οχημάτων χωρίς να υφίστανται αλλοιώσεις και είναι κατάλληλα για χώρους στάθμευσης.

χρώμα του τοίχου στην πλευρά αυτή είναι σκούρο πράσινο, χρώμα με μεγάλη απορροφητικότητα (α = 0.89).

Για καλύτερη απόδοση του συστήματος, ιδιαίτερα κατά τις νυχτερινές ώρες, στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου Trombe έχει τοποθετηθεί μια επιπλέον μόνωση. Πρόκειται για ένα ρολό, που ανεβοκατεβαίνει με μηχανισμό, κατασκευασμένο από αλουμίνιο, με εσωτερική μόνωση EPS (διογκωμένη ή διπλασμένη πολυστερίνη) και πάχος = 5 εκ. Το ρολό αυτό παρέχει μόνωση κατά τις νυχτερινές ώρες ώστε η αποθηκευμένη στον τοίχο θερμότητα να διοχετεύεται εξ΄ολοκλήρου στο εσωτερικό του κτιρίου.

2) Χώρος αποθήκευσης θερμότητας

Πρόκειται για μια μονωμένη επιφάνεια 48 τ.μ., γεμάτη με χαλίκια και σε βάθος 1,50 μ. κάτω από το έδαφος . Τα χαλίκια αυτά χρησιμεύουν για την αποθήκευση και την διατήρηση της θερμότητας, ώστε να αποδίδεται στον χώρο, όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο. Η λειτουργία του συστήματος είναι η εξής:

Σωλήνες (Φ8) κατασκευασμένοι από PVC μεταφέρουν, με την βοήθεια ηλεκτρικών ανεμιστήρων, θερμό αέρα από το θερμοκήπιο προς τον αποθηκευμένο χώρο με τα χαλίκια. Στον χώρο αυτό αποθηκεύεται ο θερμός αέρας ώστε στην συνέχεια διαμέσου σωλήνων και ηλεκτρικών ανεμιστήρων, διανέμεται στο εσωτερικό της κατοικίας.

3) Φωτοβολταϊκά συστήματα

Στην οροφή της κατοικίας έχουν τοποθετηθεί φωτοβολταϊκά πλαίσια. Η τοποθέτηση τους έχει γίνει πάνω σε κεκλιμένα στηρίγματα, την κλίση των οποίων μπορούμε να μεταβάλλουμε κατά βούληση. Με τον τρόπο αυτό είναι πιο εύκολη η πρόσβαση μπροστά και πίσω από τα πλαίσια ώστε να γίνεται σωστά η συντήρησή τους.

Πρόκειται για ένα αυτόνομο σύστημα, που παρέχει συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα με την βοήθεια ενός αντιστροφέα (σχ 2.30)

4) Φυτεμένο δώμα

Στην περιοχή γύρω από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια υπάρχει κήπος. Για τον λόγο αυτό πάνω από το δομικό στοιχείο, πλάκα, έχουν τοποθετηθεί τα παρακάτω στρώματα:

1) μεμβράνη προστασίας από τις ρίζες
2) αποστραγγιστική στρώση 5 – 25 cm
3) φίλτρο συγκράτησης χώματος
4) στρώση χώματος φύτευσης 10 – 90 cm
5) φυτά

Περιβάλλοντας χώρος

Βλάστηση

Τα δέντρα γύρω από την κατοικία συμβάλλουν σημαντικά στην διαμόρφωση του κροκλίματος. Το καλοκαίρι τα φύλλα των δέντρων απορροφούν μεγάλα ποσά της ηλιακής ακτινοβολίας και έτσι μειώνεται σημαντικά το ψυκτικό φορτίο της κατοικίας.

Επιπλέον την νύχτα βοηθούν στην διατήρηση της θερμοκρασίας σε υψηλά επίπεδα, όσον εμποδίζουν την μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία να διαφύγει. αυτόχρονα η θερμοκρασία την ημέρα είναι αισθητά μειωμένη, εφόσον μέρος της κτινοβολίας δεν φτάνει στο έδαφος.(Η κατάλληλη φύτευση χρησιμεύει και ως μπόδιο στους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους)

5) Υδάτινες επιφάνειες

Στο βόρειο τμήμα του οικοπέδου, μπροστά από την οικία, βρίσκεται ένα ντριβάνι. Η υδάτινη αυτή επιφάνεια προσφέρει μείωση της θερμοκρασίας κατά την περίοδο του καλοκαιριού. Αυτό επιτυγχάνεται με δύο τρόπους :

1) η εξάτμιση απορροφά θερμότητα από τον αέρα
2) ο θερμός αέρας ψύχεται κατά την επαφή με την ψυχρή επιφάνεια του νερού

6) Σύστημα κεντρικής θέρμανσης

Η θέρμανση του κτηρίου θα γίνεται και με την βοήθεια συμβατικών συστημάτων θέρμανσης. Πρόκειται για κυκλοφορία ζεστού νερού μέσα σε καλοριφέρ. Το νερό ζεσταίνεται στον καυστήρα, που λειτουργεί με πετρέλαιο, και στην συνέχεια συγκεντρώνεται στον λέβητα. Από τον λέβητα το νερό διοχετεύεται στο σύστημα κυκλοφορίας.

Για καλύτερη απόδοση του συστήματος γίνεται χρήση δύο διαφορετικών λεβήτων. Ο ένας καλύπτει τις ανάγκες του ισογείου, ενώ ο δεύτερος τις ανάγκες του πρώτου ορόφου. Οι σωλήνες και ο λέβητας είναι καλά μονωμένοι ώστε να αποφεύγονται οι θερμικές απώλειες.

7) Υδρορροές

Περιμετρικά της σκεπής έχουν τοποθετηθεί υδρορροές οι οποίες χρησιμεύουν για την συλλογή του βρόχινου νερού και την φύλαξή του σε αποθηκευτικό χώρο , δεξαμενές οι οποίες είναι τοποθετημένες στο υπόγειο της κατοικίας. Από τις δεξαμενές , σωλήνες οδηγούν στο χώρο του θερμοκηπίου και με την βοήθεια μηχανικών μέσων το συλλεγόμενο νερό χρησιμοποιείται για το πότισμα των φυτών του θερμοκηπίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Οικολογική δόμηση , ΥΠΕΧΩΔΕ Διεύθυνση Οικιστικής πολιτικής και κατοικίας

Αγγελάκης Α. & Διαμαντόπουλος Ε. 1996.: <<Διαχείριση υδατικών πόρων της Ελλάδας συμπεριλαμβανομένης της χρήσης περιθωριακών νερών>> , Πρακτικά συνεδρίου ΤΕΕ.

Argiriou A.: <<Natural cooling techniques>> , CIENE , University of Athens , SAVE Programme , European Commission DGXVII for Energy , Athens 1995

Balaras C.: <<A guide for energy conservation in residential buildings>> , CIENE , University of Athens , SAVE Programme , European Commission DGXVII for Energy , Athens 1994

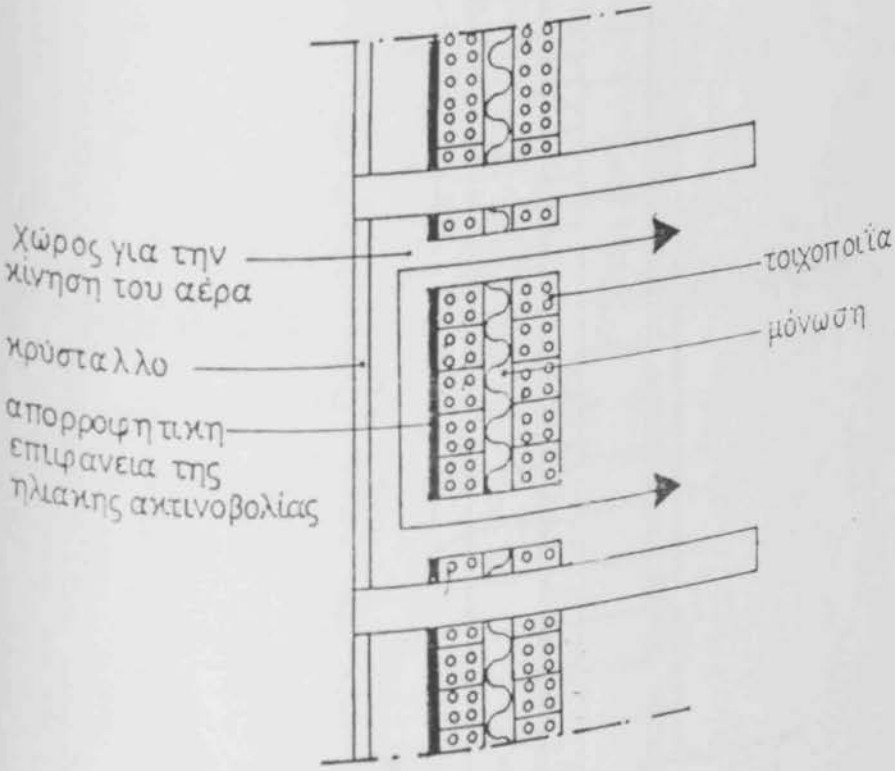
Γεωργιάδου Ε. , Ανδρεαδάκη – Χρονάκη Ε. , Ζήσης Ξ.: <<Βιοκλιματικός σχεδιασμός – Καθαρές τεχνολογίες δόμησης>> , Παρατηρητής , Θεσσαλονίκη 1996

ΕΜΠ , Τμ. Χημ. Μηχ. Εργαστήριο Ενεργειακής και Βιομηχανικής Τεχνολογίας: << Ένταξη ηλιακών συστημάτων θέρμανσης νερού στα νέα κτήρια>> , Αθήνα 1998

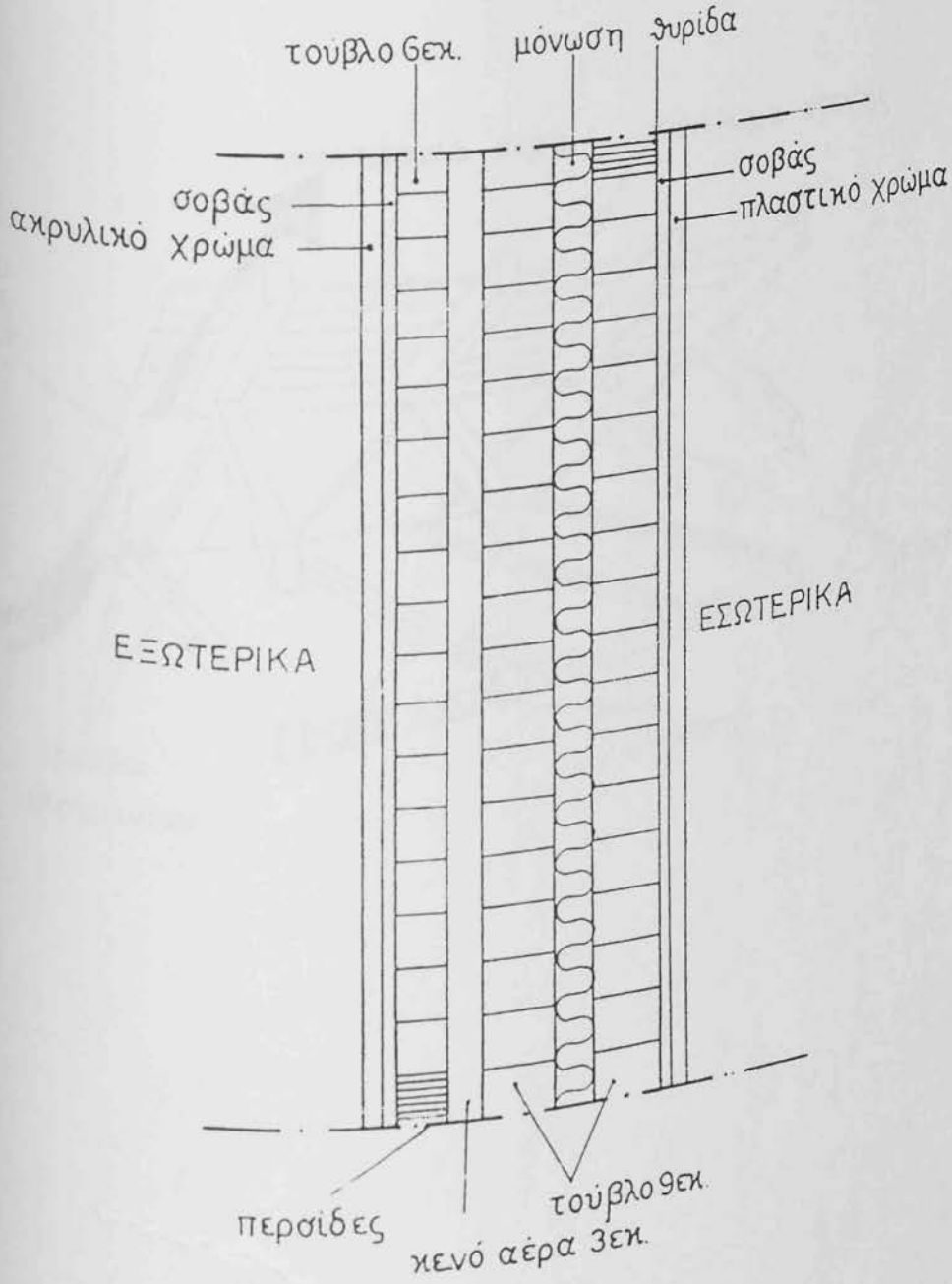
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή: <<Ενεργειακός σχεδιασμός – Εισαγωγή για αρχιτέκτονες>> , Μαλλιάρας – Παιδεία 1994
- ΚΑΠΕ: <<Η αγορά των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα>> , THERMIE Programme , European Commission DGXVII for Energy , 1998
- Λέκκας Θ. 1996: <<Περιβαλλοντική Μηχανική Ι: Διαχείριση υδατικών πόρων>> , Πανεπιστήμιο Αιγαίου , Μυτιλήνη
- Λιβέρης Π. , Αραβαντινός Λ. , Παπαδόπουλος Α. , Τσακίρης Ν.: <<Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτήρια>> , SAVE Programme , European Commission DGXVII for Energy , Θεσσαλονίκη 1996
- Peavy H. , Rowe D.R. , Tchobanoglous G.: <<Environmental Engineering>> , McGraw – Hill , Singapore 1985
- Tsangrassoulis A. , Argiriou A. , Voit P.: <<Daylight techniques in buildings – reference handbook>> , Editors : Argiriou A. , Asimakopoulos D. , Balaras C. , ALTENER Programme , European Commission DGXVII for Energy , Athens 1997

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΣΧΕΔΙΩΝ

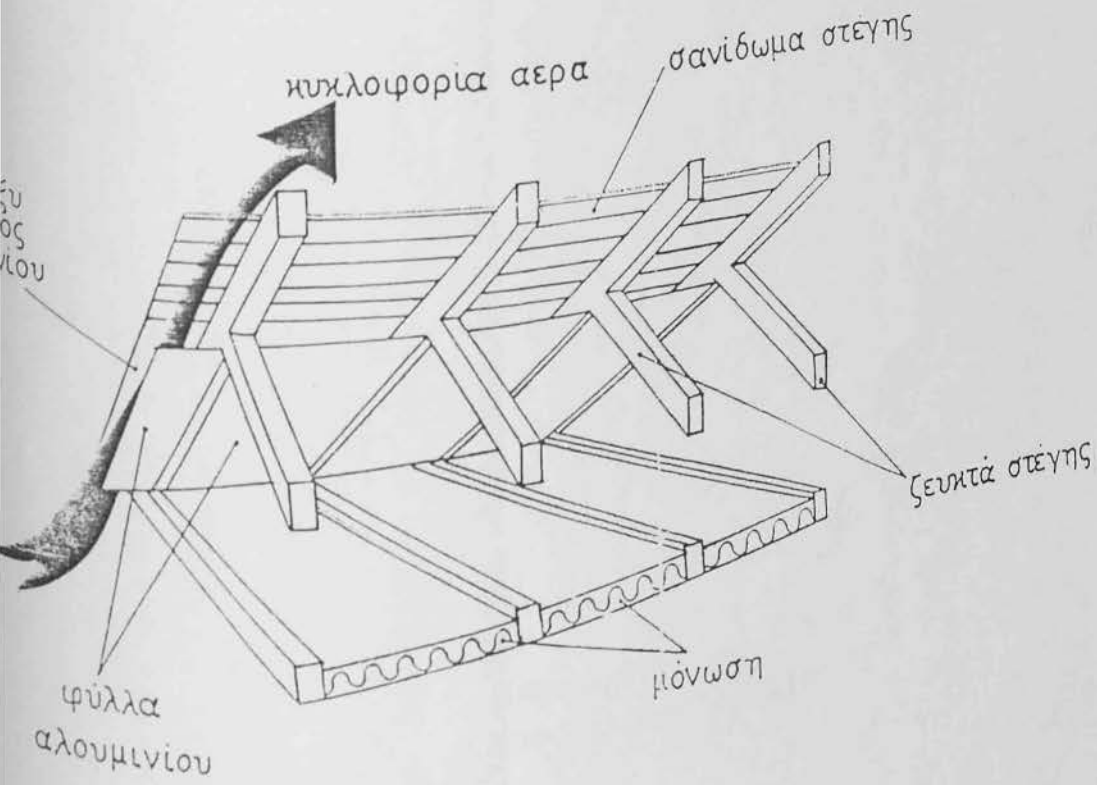


ΤΟΙΧΟΣ ΤΡΟΜΒΕ

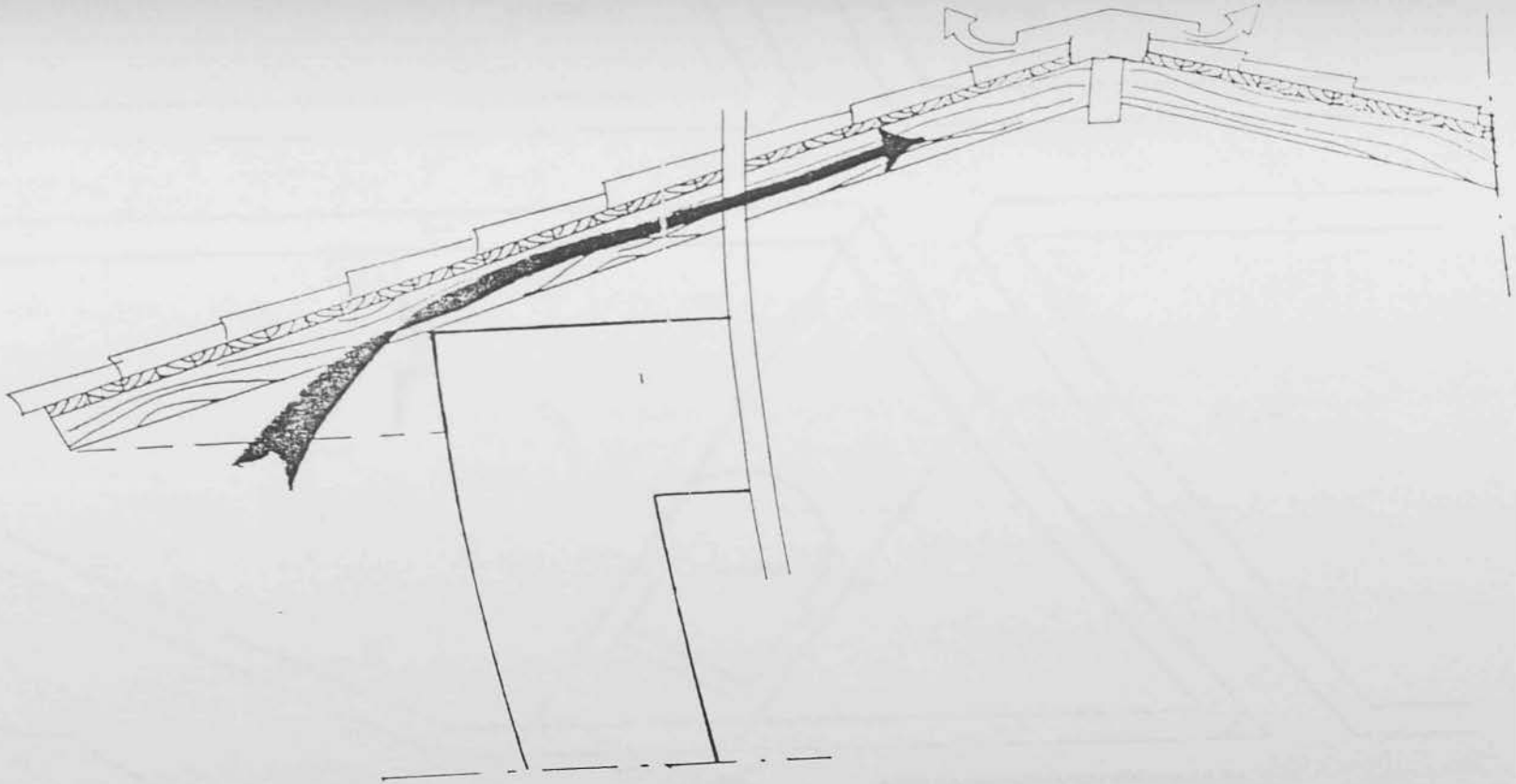


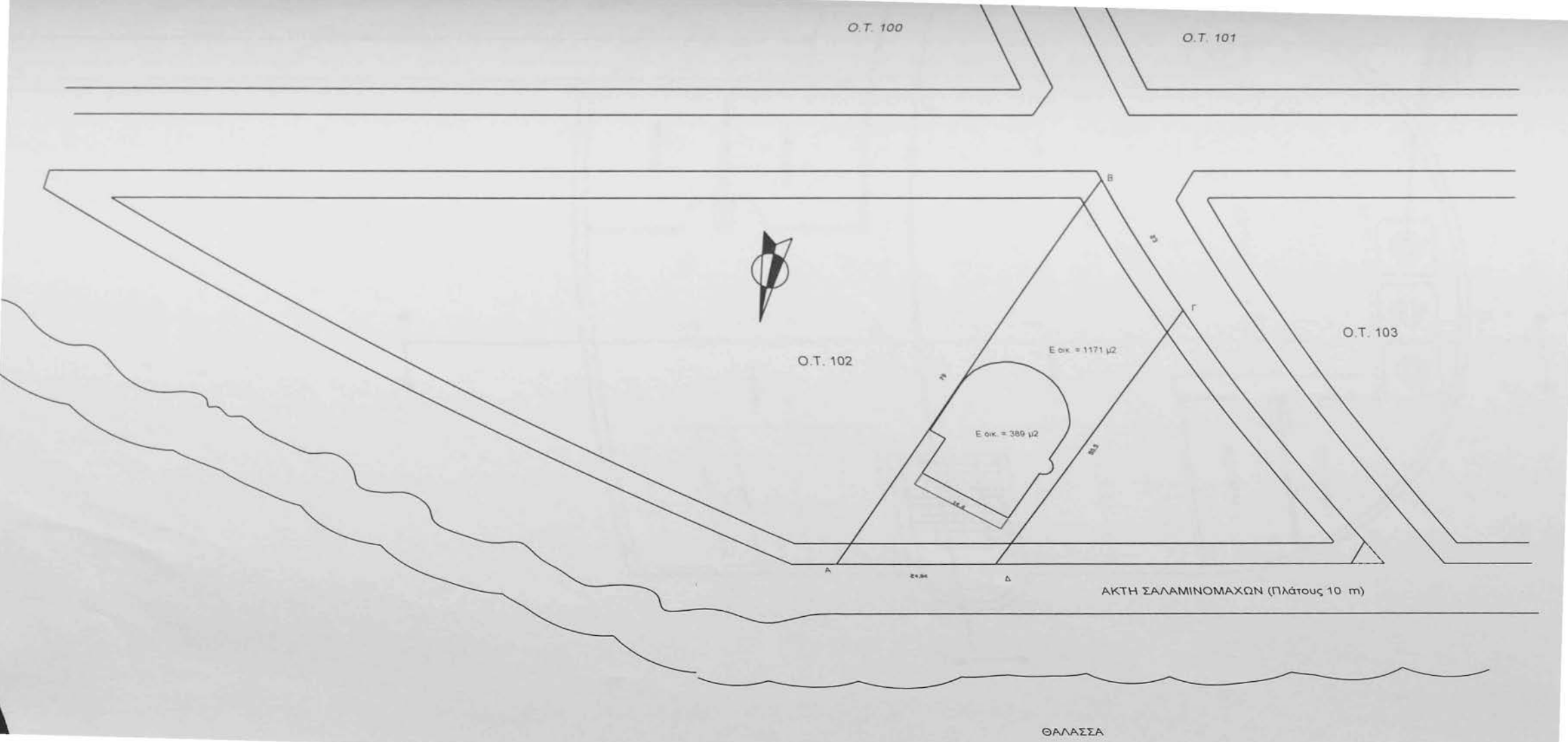
ΤΟΜΗ ΤΡΙΠΛΟΥ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΟΥ ΤΟΙΧΟΥ (ΒΟΡΕΙΝΟΣ)

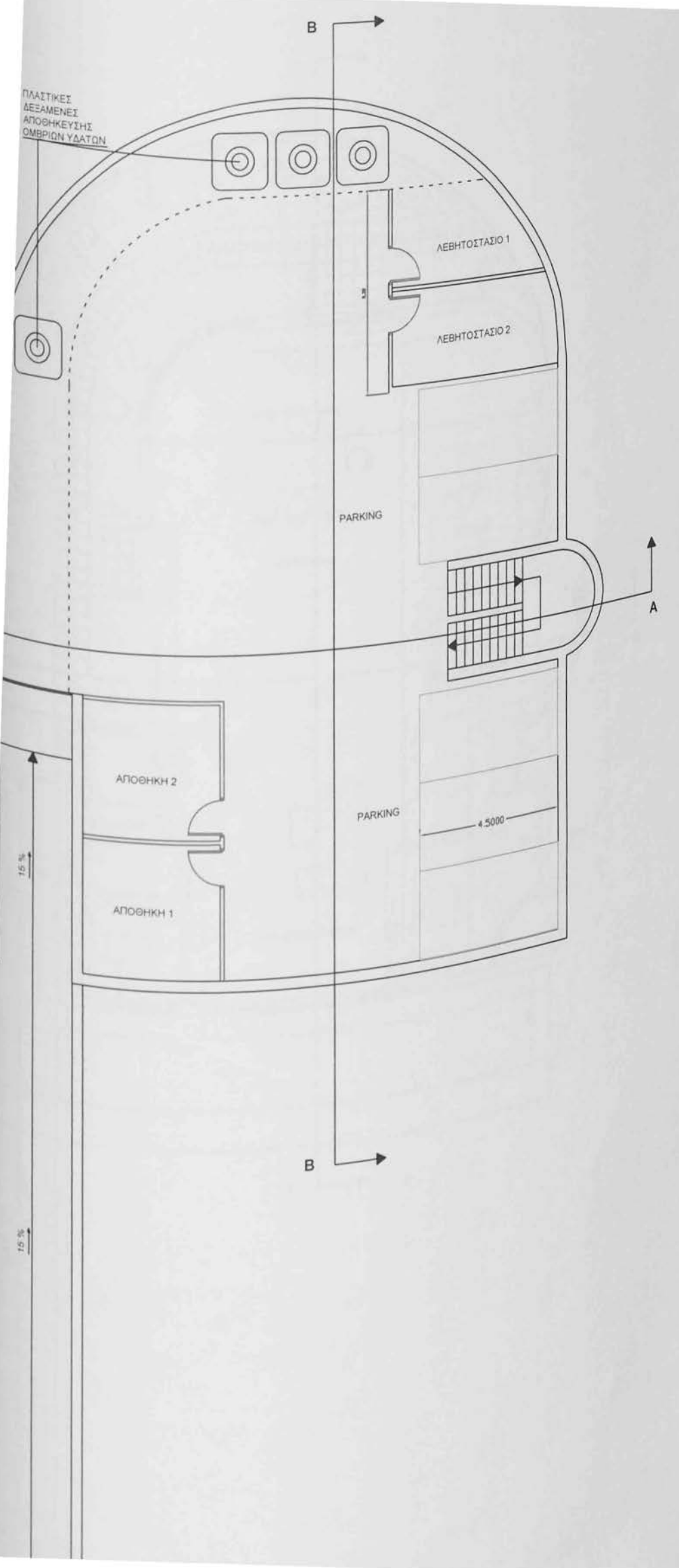
ΚΛ. 1:10

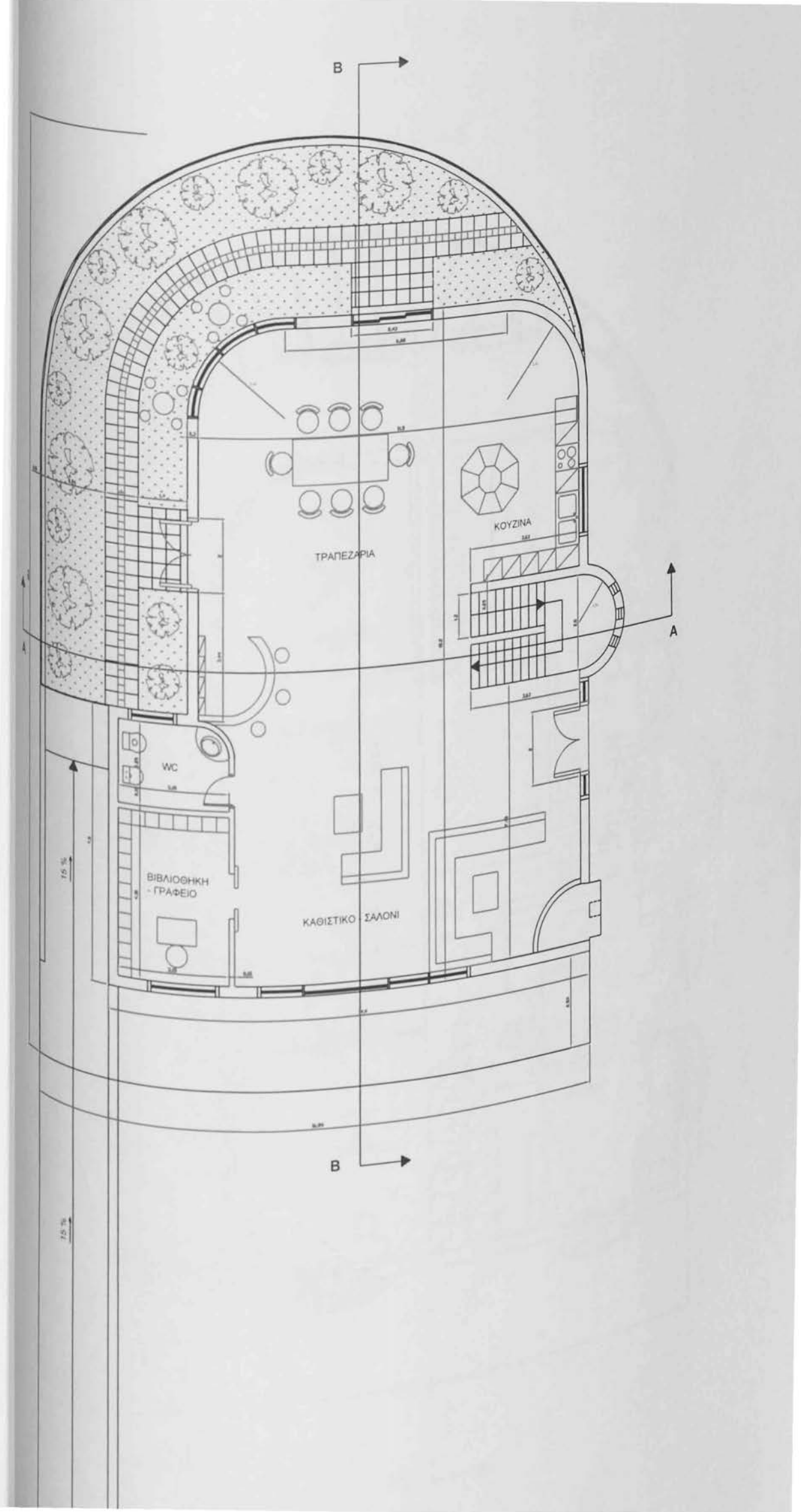


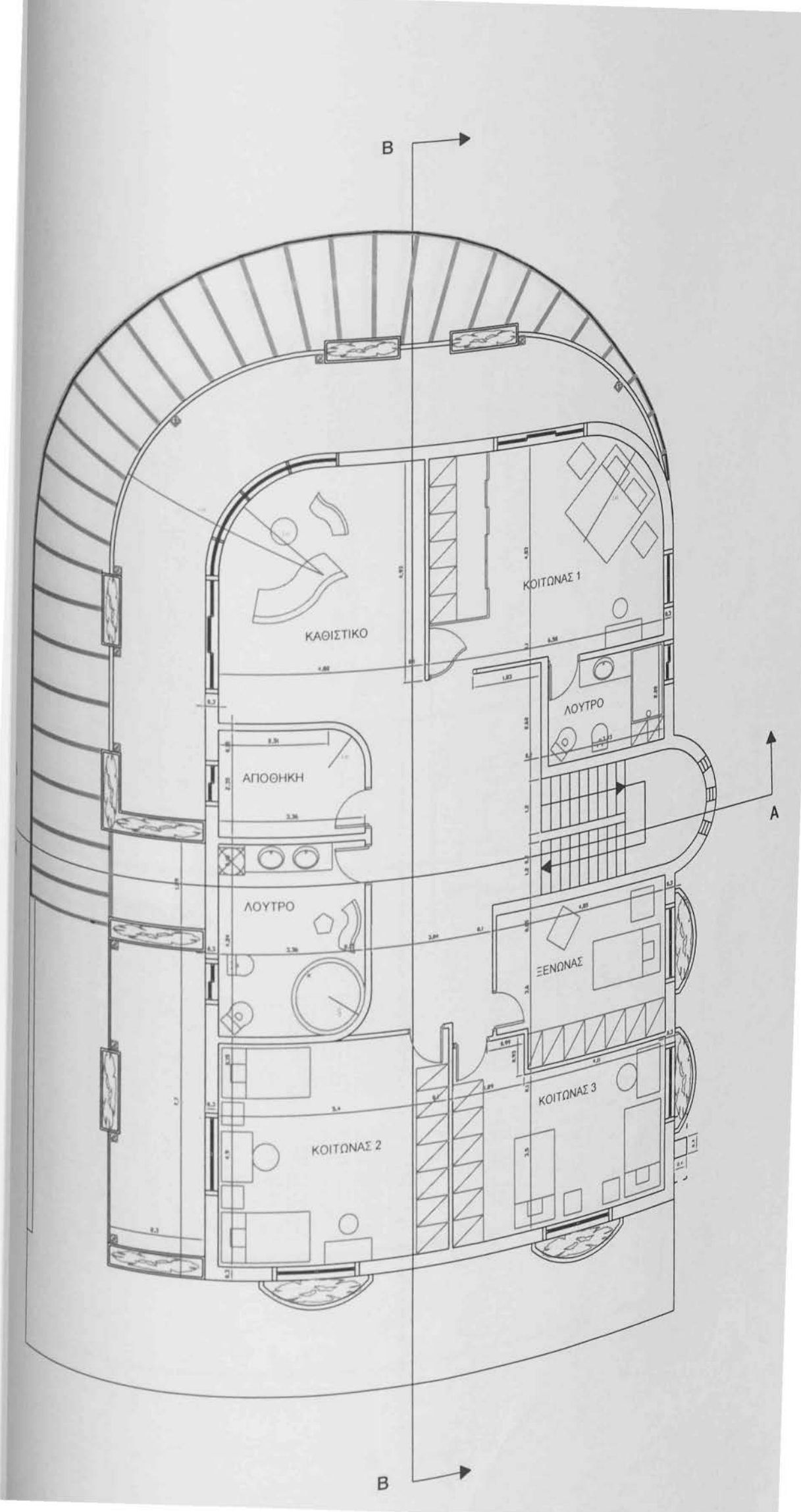
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΣΤΕΓΗΣ (ΦΡΑΓΜΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ)



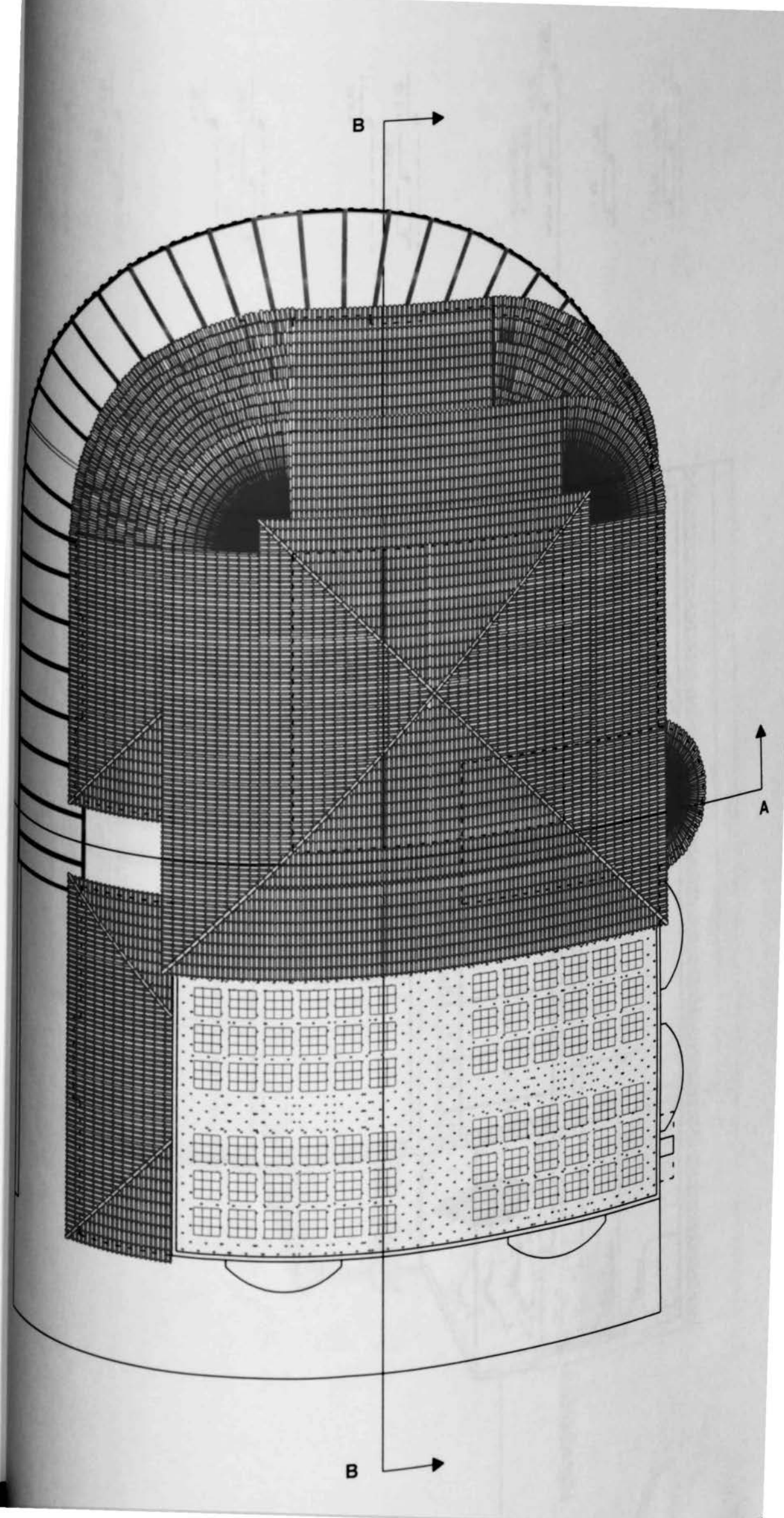

Ο.Τ. 100
Ο.Τ. 101
Ο.Τ. 102
Ο.Τ. 103
Β
Γ
Α
Δ
Ε οικ. = 1171 μ2
Ε οικ. = 389 μ2
ΑΚΤΗ ΣΑΛΑΜΙΝΟΜΑΧΩΝ (Πλάτους 10 m)
ΘΑΛΑΣΣΑ

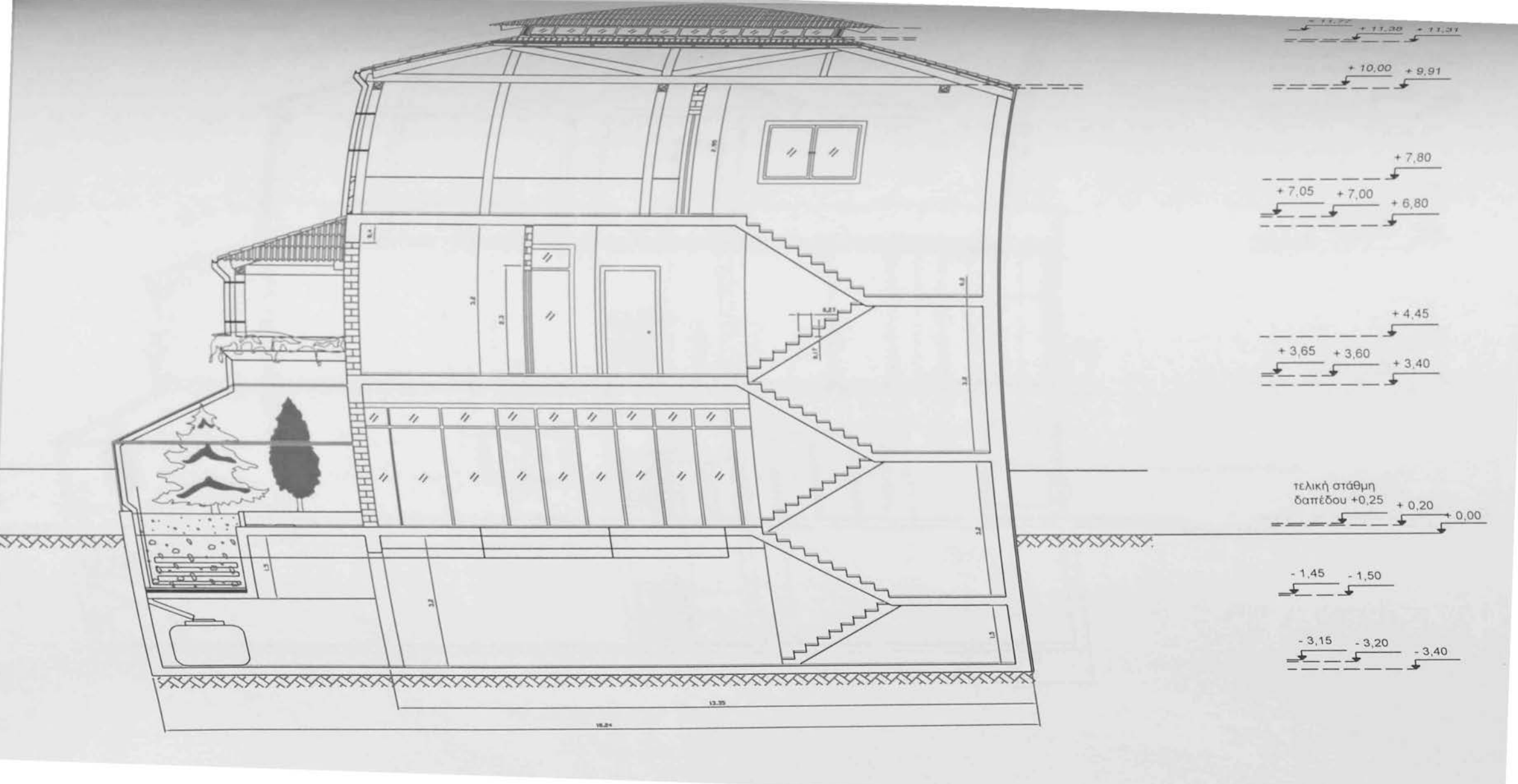

B
ΠΛΑΣΤΙΚΕΣ
ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ
ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ
ΟΜΒΡΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ 1
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ 2
PARKING
A
ΑΠΟΘΗΚΗ 2
ΑΠΟΘΗΚΗ 1
PARKING
4.5000
15 %
15 %
B


B
ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ
ΚΟΥΖΙΝΑ
A
A
WC
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
- ΓΡΑΦΕΙΟ
ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ ΣΑΛΟΝΙ
15 %
15 %
B

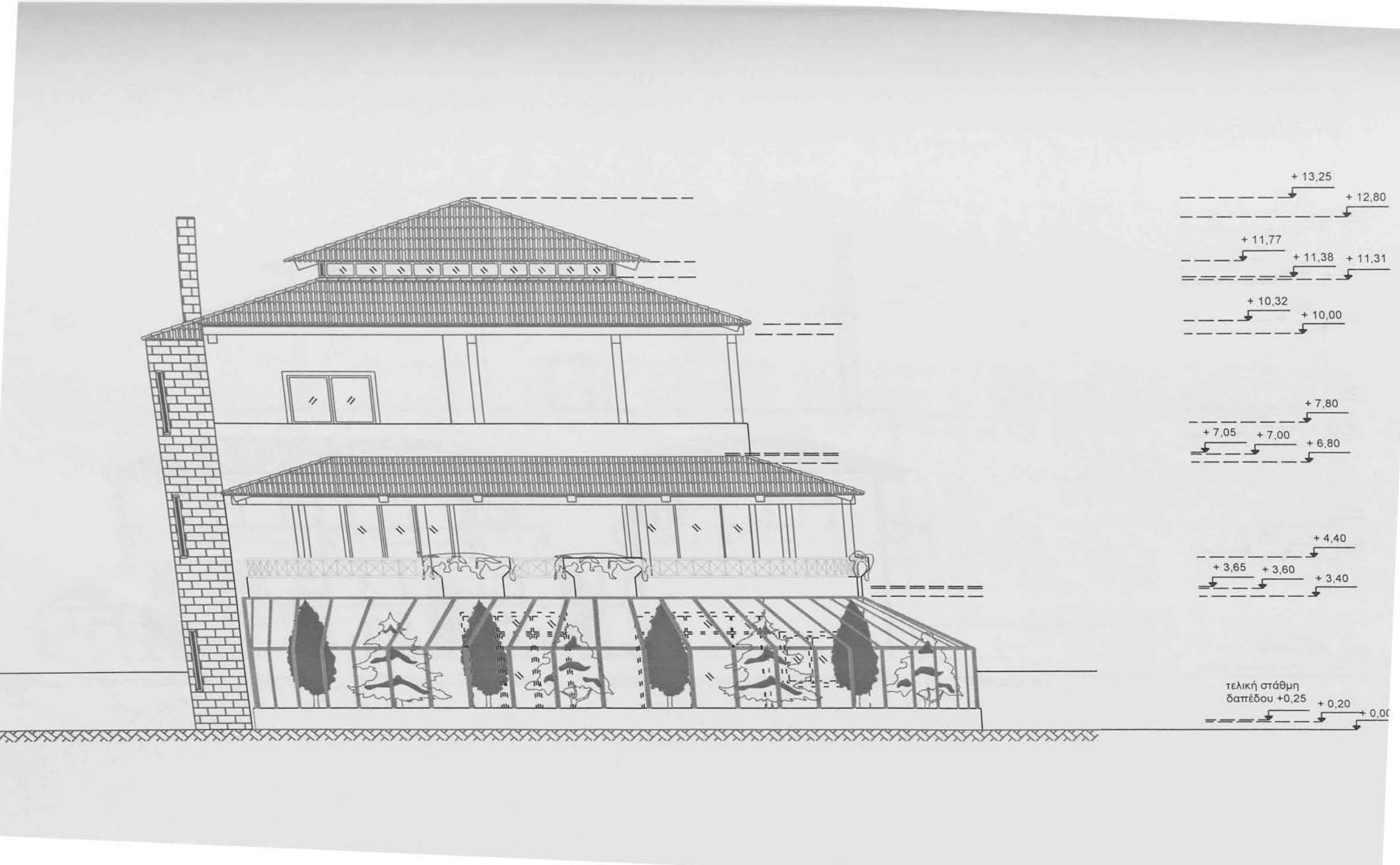

B
ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ
ΚΟΙΤΩΝΑΣ 1
ΛΟΥΤΡΟ
ΑΠΟΘΗΚΗ
A
ΛΟΥΤΡΟ
ΞΕΝΩΝΑΣ
ΚΟΙΤΩΝΑΣ 3
ΚΟΙΤΩΝΑΣ 2
B

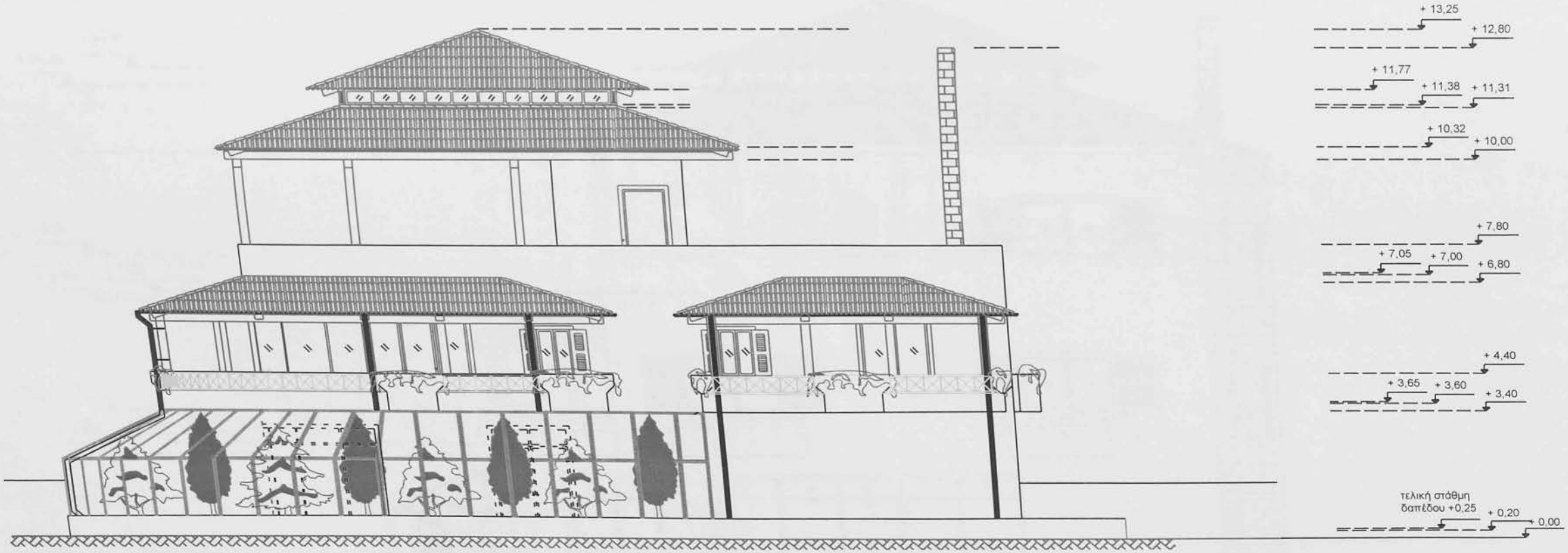
B
A
B


B
A
B

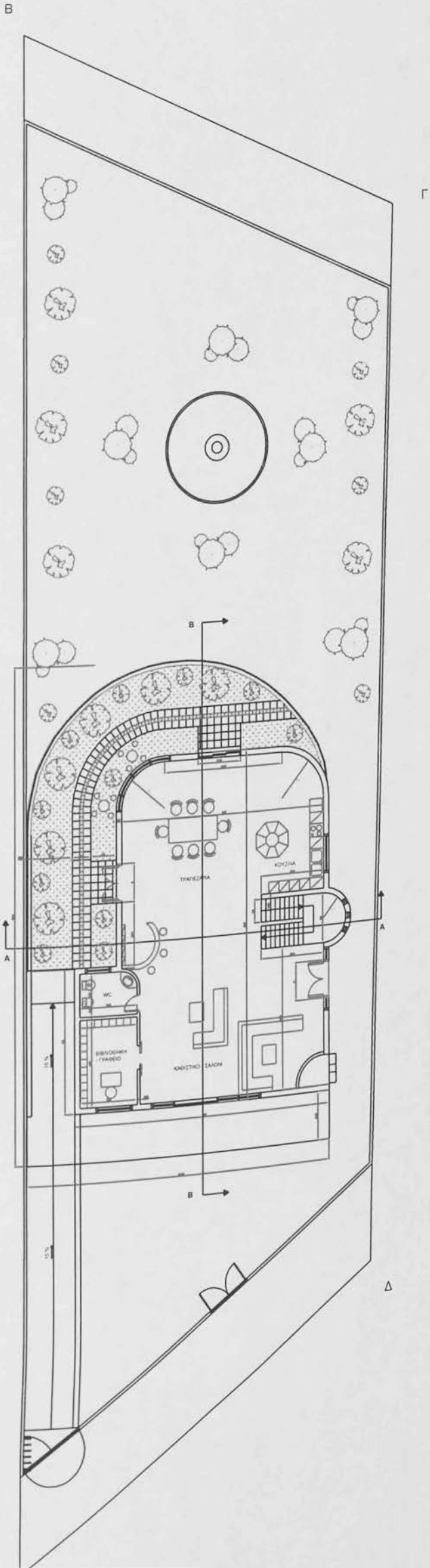

+ 11,38
+ 11,31
+ 10,00
+ 9,91
+ 7,80
+ 7,05
+ 7,00
+ 6,80
+ 4,45
+ 3,65
+ 3,60
+ 3,40
τελική στάθμη
δαπέδου +0,25
+ 0,20
+ 0,00
- 1,45
- 1,50
- 3,15
- 3,20
- 3,40

+ 11,77
+ 11,38
+ 11,31
+ 10,32
+ 10,00
+ 7,80
+ 7,05
+ 7,00
+ 6,80
+ 4,40
+ 3,65
+ 3,60
+ 3,40
τελική στάθμη
δαπέδου +0,25
+ 0,20
0,00


+ 13,25
+ 12,80
+ 11,77
+ 11,38
+ 11,31
+ 10,32
+ 10,00
+ 7,80
+ 7,05
+ 7,00
+ 6,80
+ 4,40
+ 3,65
+ 3,60
+ 3,40
τελική στάθμη
δαπέδου +0,25
+ 0,20
+ 0,00


+ 13,25
+ 12,80
+ 11,77
+ 11,38
+ 11,31
+ 10,32
+ 10,00
+ 7,80
+ 7,05
+ 7,00
+ 6,80
+ 4,40
+ 3,65
+ 3,60
+ 3,40
τελική στάθμη
δαπέδου +0,25
+ 0,20
± 0,00

+ 13,25
+ 11,77
+ 11,38
+ 10,00
+ 7,80
+ 7,00
+ 7,05
+ 6,80
+ 4,40
+ 3,60
+ 3,65
+ 3,40
τελική στάθμη
δαπέδου +0,25
+ 0,20
+ 0,00


Β
Γ
Δ
Β
Β
Α
Α
ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ
ΚΟΥΖΙΝΑ
WC
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΓΡΑΦΕΙΟ
ΚΑΦΕΤΕΡΙΟ ΣΑΛΟΝΙ