

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Αργυρώ Δημούδη  
Πολιτ. Μηχανικός  
Αισώπου 4  
621 00 Σέρρες

Πάνος Λιβέρης  
Πολιτ. Μηχανικός - Ομάδα  
Μετρήσεων και Αξιολόγησης  
του Ηλιακού χωριού Λυκόβρυσης  
Ερυθρού Σταυρού 71  
186 48 Δραπετσώνα  
Πειραιάς

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι επικρατέστερες τεχνικές παθητικού δροσισμού των κτιρίων, ταξινομημένες ανάλογα με την κυρίαρχη φυσική διαδικασία μεταβίβασης της θερμότητας που τις χαρακτηρίζει (Συναγωγή, ακτινοβολία, αγωγή, εξάτμιση). Επιχειρείται σύντομη περιγραφή τους καθώς και επισήμανση των παραμέτρων που καθορίζουν τη λειτουργία και απόδοσή τους.

2. ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Παθητικά συστήματα, παθητικός δροσισμός κτιρίων, φυσικός αερισμός, ηλιακή καμινάδα, πύργος ανέμου, στέγη θερμικής αποθήκευσης, μεμβράνη νερού, διαβροχή στέγης, υπόσκαφες κατασκευές, υπόγειοι αγωγοί αέρα.

3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έρευνα έλκει τα ενδιαφέροντα και τους προσανατολισμούς της από τον τόπο καταγωγής και χρηματοδότησης της. Έτσι δεν είναι παράξενο ότι ο παθητικός σχεδιασμός των κτιρίων επικεντρώθηκε στην αντιμετώπιση των αναγκών σε θέρμανση, που κατ'εξοχήν χαρακτηρίζουν τις βόρειες χώρες.

Οι καύσωνες των δύο τελευταίων καλοκαιριών, με τις υπέρ τις 2000 ανθρώπινα θύματα, υπενθύμισαν ότι για τη χώρα μας έχει ιδιαίτερη βαρύτητα και αποτελεί επιτακτική ανάγκη ο παθητικός δροσισμός των κτιρίων. Πόσο μάλλον που

η γενικευμένη εγκατάσταση κλιματιστικών συσκευών ανοίγει άλλη μια νέα ενεργοβόρα πληγή και συνδέεται με προβλήματα Υγιεινής ("η νόσος των λεγεωνάριων").

Για μια μακροπρόθεσμη αντιμετώπιση είναι απαραίτητο να σχεδιαστούν, να δοκιμαστούν και να μελετηθούν συστήματα παθητικού δροσισμού. Στο ερευνητικό πεδίο η συγκυρία φαίνεται ευνοϊκή, καθώς η προς το Νότο διεύρυνση της ΕΟΚ έχει δημιουργήσει ένα σύνολο Μεσογειακών χωρών που συντονίζουν τις αναζητήσεις τους με σκοπό την πειραματική και θεωρητική έρευνα συστημάτων παθητικού δροσισμού που να ανταποκρίνονται στα μεσογειακά κλιματικά δεδομένα, τις επικρατούσες οικοδομικές τεχνικές και τις συνήθειες και απαιτήσεις των κατοίκων τους. Προτείνονται προς μελέτη καινοτόμα παθητικά συστήματα που συνδυάζουν την παθητική θέρμανση με τον καλοκαιρινό δροσισμό, όπως ο "Blanco wall" που φιλοδοξεί να είναι η μεσογειακή απόντηση στο μαύρο "Trombe wall".

Δυο είναι οι κύριοι άξονες γύρω από τους οποίους περιστρέφονται οι τεχνικές και τα συστήματα παθητικού δροσισμού:

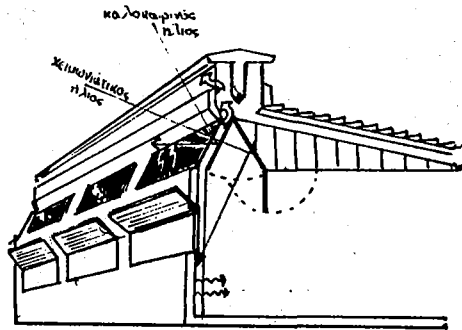
- Ο πρώτος αφορά στην απόκρουση της ηλιακής ακτινοβολίας και την παρεμπόδιση διείσδυσης της θερμότητας στο εσωτερικό του κατοικήσιμου χώρου. Περιλαμβάνει τα μόνιμα και κινητά μέσα ηλιοπροστασίας, το διαδομένο σ' όλη τη μεσογειακή λεκάνη ανοιχτό χρωμα των τοίχων, την αυξημένη θερμοχωρητικότητα των κατασκευών, μόνωση.

- Ο δεύτερος, που θα αποτελέσει το κύριο αντικείμενο ανάπτυξης αυτής της εργασίας, περιλαμβάνει συστήματα απομάκρυνσης της επιπλέον θερμότητας από το κτίριο με την κυρίαρχη φυσική διαδικασία που απομακρύνει τη θερμότητα. Έτσι ξεχωρίζουμε τα συστήματα που βασίζονται σε:

- α. Μεταφορά (συναγωγή). Πρόκειται βασικά για τον ημερήσιο ή νυχτερινό αερισμό μέσα από ανοίγματα, πύργους ανέμου ή ηλιακές καμινάδες.
- β. Ακτινοβολία. Αποβολή θερμότητας από το κέλυφος του κτιρίου και ιδιαίτερα την οροφή ή από ειδικότερα συστήματα θέρμανσης και ψύξης όπως η στέγη θερμικής αποθήκευσης (roof-pond).

- γ. Αγωγή προς το εδαφικό περίβλημα με αξιοποίηση του ψυκτικού φορτίου της γης (υπόσκαφες κατασκευές, υπόγειοι αγωγοί αέρα).
- δ. Αλλαγή φάσης που πραγματοποιείται από την εξάτμιση του ύδατος σε υδρατμούς, φαινόμενο κατά το οποίο η αισθητή θερμότητα μετατρέπεται σε άδηλη (που δεν μπορεί να την αισθανθεί κανείς) θερμότητα, δεσμευμένη στην αέρια κατάσταση των υδρατμών (2000 J καταναλώνουν για την εξάτμιση 1 gr νερού).

Η εκλογή των διαφόρων τεχνικών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και ειδικότερα από τη θερμοκρασία του αέρα, τη σχετική υγρασία του, τη διεύθυνση και ταχύτητα των καλοκαιρινών ανέμων.



Επιμα 1. BLANCO WALL

#### 4. ΣΥΝΑΓΩΓΗ (ΜΕΤΑΦΟΡΑ)

Η κίνηση του αέρα του δωματίου πάνω από το δέρμα μας, προκαλεί την αίσθηση της δροσιάς. Αυτό είναι αποτέλεσμα της απομάκρυνσης της θερμότητας του σώματος από το ρεύμα του αέρα και της εξάτμισης του ιδρώτα.

Ο πιο απλός τρόπος ψύξης του κτιρίου πετυχαίνεται από τα ανοίγματα αερισμού στη διάρκεια των απογευματινών-νυχτερινών ωρών, καθώς αναπτύσσονται χαμηλότερες θερμοκρασίες ή επικρατούν δροσεροί άνεμοι (αύρες) που συμβάλλουν στην απομάκρυνση της θερμότητας που αποταμιεύτηκε στη διάρκεια της ημέρας.

Έτσι είναι δυνατόν να πετύχουμε, αφ' ενός μείωση της θερμοκρασίας του αέρα των εσωτερικών χώρων στη διάρκεια της νύχτας αφ' ετέρου αποθήκευση μέρους του ψυκτικού φορτίου του αέρα στη μάζα της κατασκευής, ώστε να διατηρηθεί δροσερή και κατά την επόμενη ημέρα (structural cooling).

Η θερμοχωρητικότητα του κελύφους του κτιρίου θα κρίνει τα ποσοτικά αποτελέσματα. Καθοριστικός παράγοντας για την αξιοποίηση των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών αποτελεί ο σωστός σχεδιασμός των ανοιγμάτων.

Η διεύθυνση των δροσερών ρευμάτων θα κατευθύνει τον προσανατολισμό τους. Είναι απαραίτητη η πρόβλεψη ανοιγμάτων εισόδου - εξόδου του αέρα στην προσάνευμη - απάνευμη πλευρά του κτιρίου αντίστοιχα.

Καλύτερες συνθήκες αερισμού δημιουργούνται, όταν η διεύθυνση των ανέμων παρουσιάζει μια απόκλιση  $45^{\circ}$  (1) ή  $30^{\circ}$  (3) σε σχέση με την κάθετη διεύθυνση στο άνοιγμα εισόδου. Έτσι προκαλείται μια ομοιόμορφη διανομή της ροής του αέρα και της ταχύτητας του. Καθώς οι δροσεροί άνεμοι - αύρες προέρχονται από Ν.Δ ή Ν.Α. διεύθυνση, προσπίπτουν πλάγια στα Νότια ανοίγματα, τα οποία ως εκ τούτου συνεισφέρουν στην δημιουργία άριστων συνθηκών αερισμού. (5)

Κίνηση του αέρα μπορεί να επιδιωχθεί ακόμη με την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Η ηλιακή καμινάδα (solar chimney) (σχήμα 2) τοποθετημένη όπου μπορεί να τη θερμάνει ο ήλιος, χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια για να προκαλέσει κίνηση του αέρα. Ο αέρας μέσα σ' αυτή θερμαίνεται, ανέρχεται προς τα πάνω, παρασύροντας νέα ποσότητα αέρα να τον αναπληρώσει. (Φαινόμενο καπνοδόχου). Όσο περισσότερο θερμαίνεται η καμινάδα, τόσο πιο γρήγορα προκαλείται η κίνηση του αέρα.

Το σχήμα, διατομή και το ύψος της καμινάδας θα καθορίσουν το μέγεθος της ροής του αέρα. Η χρήση μαύρης επιφάνειας, μεταλλικής ή μεγάλης θερμικής μάζας, με την προσθήκη εξωτερικά γυαλιού, αυξάνει το φορτίο θερμότητας που αποταμειεύεται. Αν συνδυαστεί με προσανατολισμό στη Δύση, επιτρέπει την κίνηση του αέρα για αρκετό διάστημα και μετά την πτώση του ήλιου.

Εκμετάλλευση του φαινομένου της καπνοδόχου, μπορεί να γίνει με την πρόβλεψη ειδικής υπερύψωσης με ανοίγματα στην οροφή, όπου και συγκεντρώνεται ο θερμός αέρας.

Ενδείκνυται να υπερυψώνεται πάνω από τα παρακείμενα κτίρια - όταν είναι δυνατόν - ώστε να εκμεταλλεύεται τα υπάρχοντα ρεύματα αέρα.

Σε περιοχές όπου επικρατούν άνεμοι, αναπτύχθηκαν κατασκευές, που πετυχαίνουν τον δροσισμό των κτιρίων εκμεταλλευόμενες τα ρεύματα αέρα. Οι πύργοι ανέμου (wind tower) κατασκευές ιδιαίτερα γνωστές στην αρχιτεκτονική της Περσίας και των γύρω χωρών (σχήμα 3).

Καθώς η ταχύτητα του ανέμου αυξάνει όσο μεγαλώνει το ύψος, οι πύργοι υψώνονται πάνω από το κτίριο (τ'ανοίγματα τους μπορεί να είναι από 2 έως 20 m. πάνω από την οροφή, για να φθάσουν στο επίπεδο των μεγαλύτερων ταχυτήτων και να συλλάβουν στην κυριολεξία τον άνεμο. Ανοιγμένα παράθυρα στις απάνεμες πλευρές του κτιρίου συντελούν στην κίνηση του αέρα διά μέσου του κτιρίου.

Η ταχύτητα των ανέμων θα καθορίσει την απόδοση τους. Απουσία αέρα λειτουργούν σαν ηλιακή καμινάδα. Η απόδοσή τους μπορεί να βελτιωθεί, προκαλώντας ταυτόχρονα και εξάτμιση νερού διατηρώντας υγρές τις εσωτερικές επιφάνειες.

## 5. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Είναι γνωστό ότι κάθε θερμό σώμα ακτινοβολεί θερμότητα προς τα ψυχρότερα. Ο ήλιος ακτινοβολεί θερμότητα στη γη και η γη ακτινοβολεί σημαντικά ποσά θερμότητας στον καθαρό ουρανό στην διάρκεια της νύχτας, ο οποίος ακόμη και το πιο ζεστό καιρό είναι αρκετά δροσερός.

Ως εκ τούτου, η εξωτερική επιφάνεια του κελύφους αρχίζει να εκπέμπει με ακτινοβολία προς τον ουρανό, μετά την δύση του ήλιου, τη θερμότητα που αποθήκευσε στην διάρκεια της ημέρας. Η παράλληλη χρήση υλικών μεγάλης θερμοχωρητικότητας έχει σαν αποτέλεσμα την επιβράδυνση της μεταφοράς θερμότητας στο εσωτερικό έως ότου η εξωτερική θερμοκρασία αρχίσει να μειώνεται, οπότε το κτίριο αρχίζει να χάνει θερμότητα.

Καθώς η οροφή είναι το στοιχείο της οικοδομής που δέχεται το μεγαλύτερο ποσό ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι (45-50%) (2), είναι ο πιο αποτελεσματικός (εκ) πομπός θερμότητας. Αντλώντας παραδείγματα απο την παραδοσιακή αρχιτεκτονική των χώρων, θα συναντήσουμε σε περιοχές με ξηρά και ζεστά καλοκαίρια ή και εύκρατο κλίμα τις θολωτές επικαλύψεις. Το κέλυφος ενός θόλου έχει επιφάνεια μεγαλύτερη απο την βάση του (3 πλάσια για ημισφαιρικό θόλο). Έτσι η ηλιακή ακτινοβολία μοιράζεται σε μεγαλύτερη επιφάνεια σε σχέση με την οριζόντια, ενώ παράλληλα το βράδυ επιταχύνεται η ψύξη καθώς έχουμε μεγάλη επιφάνεια εκπομπής. (5)

Επίσης μπορεί να συναντήσουμε κάλυψη της στέγης με αντεστραμμένα καλά σφραγισμένα πήλινα πορώδη δοχεία. Παράλληλα με τη μόνωση που προσφέρουν, αυξάνουν την επιφάνεια για εκπομπή θερμότητας, χωρίς να στερούνται βέβαια τα προβλήματα δύσκολης συντήρησης και μη βατότητας του δώματος.

Η σιέγη θερμικής αποθήκευσης (roof-pond) αποτελεί την πιο χαρακτηριστική κατασκευή για ψύξη του κτιρίου με ακτινοβολία θερμότητας στην διάρκεια της νύχτας (σχήμα 4). Μάζα νερού τοποθετείται πάνω σε καλά στεγανή μεταλλική ή απο λεπτό στρώμα μπετόν οροφή. Η ποσότητα του νερού περιέχεται στην οροφή - λίμνη (βάθος 15-30 cm) ή εναλλακτικά σε διαφανείς πλαστικούς σάκους τοποθετημένους πάνω στην οροφή. Κινητή μόνωση καλύπτει την επιφάνεια του νερού στην διάρκεια της ημέρας και την αφήνει εκτεθειμένη στον ουρανό στην διάρκεια της νύχτας, να χάσει τη θερμότητα που αποθήκευσε.

Μέχρι σήμερα η χρήση παρόμοιων συστημάτων περιορίζεται σε περιοχές με ξηρό κλίμα και σε περιοχές με μικρές ταχύτητες ανέμων. Σύννεφα με μεγάλη περιεκτικότητα υδρατμών στον αέρα μειώνουν σημαντικά την ακτινοβολία θερμότητας προς τον ουρανό.

Σε πειραματικές κατασκευές που έγιναν μετρήσεις αποδείχθηκε ότι 15-20 cm νερού καλυμένο με 4-8 cm μόνωση, διατηρούν το εσωτερικό του κτιρίου σε θερμοκρασία 18 - 23° C στα περισσότερα ξηρά κλίματα. (3)

Βελτίωση της απόδοσης του συστήματος των πλαστικών σάκων πετυχαίνεται διατηρώντας τους βυθισμένους σε ποσότητα νερού ή ραντίζοντας τους με νερό.

Πετυχαίνουν την κατακράτηση του 80% της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σ' αυτό και έχει αποδειχθεί ότι σε περιοχές με θερμό -ξηρό κλίμα, το εμβαδόν της επιφάνειας αποθήκευσης πρέπει να είναι περίπου το 0.75 της επιφάνειας δαπέδου του χώρου που πρόκειται να ψυχθεί και μειώνεται στο 0.50 - 0.33 αν παράλληλα συνδιαστεί με δροσισμό λόγω εξάτμισης.

Μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί σ' οποιαδήποτε επίπεδη στέγη καινούρια ή παλιά, αφού προηγουμένως δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην καλή στεγάνωση της, ενώ πρόβλημα παραμένει το επιπλέον στατικό φορτίο από το βάρος του νερού.

Καθώς η επιφάνεια που εκπέμπει το μεγαλύτερο, ποσό θερμότητας είναι η οριζόντια, ένας κατακόρυφος τοίχος (νερού) προσφέρει τη μισή ποσότητα δροσισμού μ' ακτινοβολία απ' αυτή μιας οριζόντιας επιφάνειας.

## 6. ΕΞΑΤΜΙΣΗ

Όταν ο θερμός αέρας περάσει πάνω από μια επιφάνεια νερού προκαλεί εξάτμισή του που έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα και την αύξηση της υγρασίας του.

Η ψύξη με εξάτμιση είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική σε χώρες με κλίμα ζεστό και ξηρό.

Αποτελεί παραδοσιακό τρόπο φυσικού δροσισμού και εμφανίζεται συχνά στις παραδοσιακές κατοικίες των χωρών της Ανατολής και των Μεσογειακών χωρών.

Σήμερα επανέρχεται στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική με την χρησιμοποίηση μικρών δεξαμενών νερού σε κατάλληλη θέση, έτσι ώστε ο εξωτερικός αέρας πριν μπει στο κτίριο ν' απορροφά υγρασία με ταυτόχρονη μείωση της θερμοκρασίας του και στην συνέχεια να προκαλεί ψύξη των εσωτερικών επιφανειών του χώρου.

Αν μάλιστα η κίνηση του αέρα συνδυαστεί με την ηλιακή ενέργεια (ηλιακή καμινάδα, θυρίδα τοίχου Trombe), η ροή του αέρα επιταχύνεται, ο ζεστός αέρας απομακρύνεται πιο γρήγορα ενώ συγχρόνως δροσερός αέρας εισέρχεται για να ψύξει πιο γρήγορα την κατασκευή. (σχ. 5).

Ο δροσισμός με εξάτμιση μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να διατηρήσει δροσερή την οροφή και στην συνέχεια τον αέρα που έρχεται σ'επαφή μ'αυτή. Αυτό πετυχαίνεται είτε διατηρώντας μια λεπτή μεμβράνη νερού (water-film) πάνω απο την στέγη ή με διαβροχή της στέγης (water - spray) , διακεκομένο ή συνεχές ώστε να πετύχουμε με συνεχή ύγρανση της οροφής.

Έχει αποδειχθεί ότι ένα σύστημα ραντισμού μπορεί να ψύξει αποτελεσματικά οριζόντιες και κεκλιμένες οροφές και να διατηρήσει ένα άνετο εσωτερικά περιβάλλον. Επιπλέον του δροσισμού της οροφής ο αέρας που βρίσκεται πάνω απο την στέγη ψύχεται και όντας βαρύτερος από τον ζεστό γλιστρά προς τα κάτω στους τοίχους, ένα μέρος του οποίου εισέρχεται στο κτίριο. Η χρήση του είναι αποτελεσματική σε κτίρια με ασθενή μόνωση και ελαφριά κατασκευή στέγης.

Στην περίπτωση που διατηρούμε μικρή ποσότητα νερού πάνω στην στέγη, δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στην θερμοκρασία της οροφής (και επομένως και στην θερμική ροή) όταν το πάχος του νερού αυξάνεται από 5 σε 15 cm. (2)

Η απόδοση αυτών των συστημάτων μειώνεται αισθητά με την αύξηση της υγρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα.

Ενδείκνυνται, όπως όλες οι τεχνικές που χρησιμοποιούν την στέγη, σε κτίρια που έχουν μεγάλη επιφάνεια οροφής σε σχέση με την υπόλοιπη επιφάνεια της κατασκευής. Γι'αυτό λειτουργεί αποτελεσματικά σε μονόροφα, διόροφα κτίσματα μεγάλης κάτοψης (όπως εργασιακές μονάδες).



## 7. ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΓΗΣ

Το έδαφος μπορεί να θεωρηθεί μια τεράστια αποθήκη θερμότητας. Η θερμική χωρητικότητα του είναι τόσο ώστε η ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια αφήνει ανεπηρέαστη την θερμοκρασία σε βάθος μεγαλύτερο του 0.5 m και οι εποχιακές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας δεν έχουν καμμία επίδραση σε βάθος μεγαλύτερο των 4 m. Το δε καλοκαίρι η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη αυτής του ατμοσφαιρικού αέρα. (2)

Εκμετάλλευση του ψυκτικού φορτίου της γής μπορεί να γίνει:

1) με πλήρη ή μερική προσαρμογή κτιρίων στο έδαφος ( υπόσκαφες κατασκευές ).

2) Με υπόγειους αγωγούς αέρα (air - tunnels, air-pipes)

Οι υπόσκαφες κατασκευές (5), ιδιαίτερα γνωστές στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική (Σαντορίνη, Τυνησία κ.ά), χρησιμοποιούν απευθείας το ψυκτικό φορτίο της γής, είτε με την ολοκληρωτική κατασκευή τους κάτω από τη γή ή μέσα στην πλαγιά ενός λόφου. Βέβαια η επιπλέον μάζα του εδάφους δημιουργεί πρόσθετα βάρη και πιέσεις στην κατασκευή. Ιδιαίτερη πρόβλεψη χρειάζεται για την αποφυγή συμπύκνωσης υδρατμών πάνω στις εσωτερικές επιφάνειες του κελύφους με κατάλληλο αερισμό.

Πιο προσιτή χρήση του ψυκτικού φορτίου της γης πετυχαίνεται με τους υπόγειους αγωγούς αέρα (air-pipes). Ο ζεστός εξωτερικός αέρας που εισέρχεται στον αγωγό, ψύχεται από τα ψυχρά τοιχώματα του, πριν καταλήξει στον χώρο που πρόκειται να ψύξει. Αρκετές φορές ο αέρας κατά την κίνησή του μέσα στον αγωγό φθάνει το σημείο δρόσου και γι' αυτό ενδείκνυται μια μικρή κλίση προς την κατοικία, όπου θα συγκεντρώνονται σε ειδική υποδοχή οι συμπυκνωμένοι υδρατμοί. Κατασκευασμένοι από διάφορα υλικά (πλαστικό, μπετόν, μέταλλο, πηλό ) τοποθετούνται σ' ένα βάθος 1,5 - 2,5m, (2) το οποίο θεωρείται βέλτιστο από άποψη κόστους και απόδοσης. Το μήκος και η διατομή του αγωγού εξαρτάται από το ψυκτικό φορτίο που πρόκειται να καλύψει (της τάξης των 10-30 cm διάμετρος και μήκος 12-60 m.)

Αντί για την κατασκευή ενός αγωγού μεγάλου μεγέθους

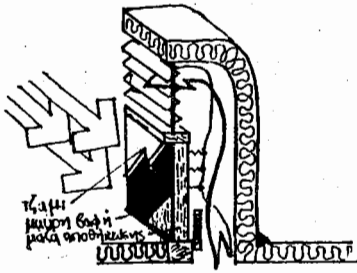
εξίσου αποτελεσματική είναι η εγκατάσταση ενός αριθμού μικρότερου μεγέθους αγωγών. Επίσης η επιφάνεια των τοιχωμάτων, η θερμοκρασία και υγρασία του αέρα και του εδάφους, η ταχύτητα του αέρα είναι μερικοί από τους παράγοντες που καθορίζουν την θερμική ανταλλαγή ανάμεσα στον αέρα και το περιβάλλον έδαφος και επομένως και την απόδοση του συστήματος. Όσο πιο γρήγορα απομακρύνεται ο αέρα από το κτίριο τόσο μεγαλύτερες ποσότητες αέρα έρχονται από τον αγωγό να τον αντικαταστήσουν.

#### 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για να πετύχουμε το επιθυμητό επίπεδο άνεσης, μέσα στα κτίρια στη διάρκεια του καλοκαιριού, πρέπει να επιδιώξουμε να κρατήσουμε την ηλιακή ακτινοβολία μακριά από το κτίριό μας και συγχρόνως, ν'απομακρύνουμε τη θερμότητα που αναπόφευκτα υπάρχει στο εσωτερικό του.

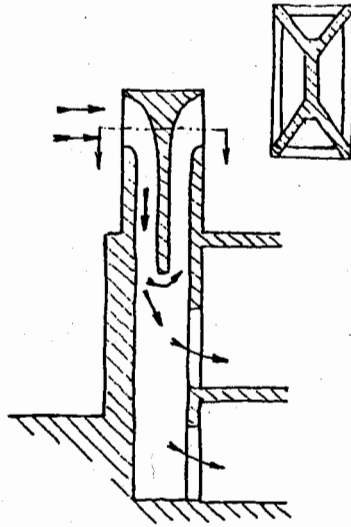
Η φύση μάς υποδεικνύει απλούς μηχανισμούς, τους οποίους χρειάζεται να εκμεταλλευτούμε κατάλληλα. Βέβαια η παθητική ψύξη πετυχαίνεται πιο δύσκολα από την παθητική θέρμανση, καθώς οι φυσικές διαδικασίες ψύξης είναι λιγότερο δραστικές συγκριτικά με την ικανότητα του ήλιου να παράγει θερμότητα.

Ο συνδυασμός των τεχνικών παθητικής ψύξης, που αναφέρθηκαν με τις γνωστές τεχνικές παθητικής θέρμανσης, είναι δυνατό να εξασφαλίσουν την επιδιωκόμενη άνεση στο εσωτερικό του κτιρίου στη διάρκεια του καλοκαιριού, εξαλείφοντας ή περιορίζοντας στο ελάχιστο την εξάρτηση από μηχανολογικές εγκαταστάσεις.

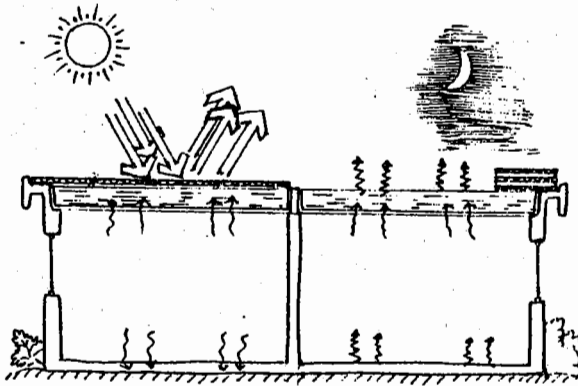


Το αήθ  
καύση θερμότητας  
προς αποθήκευση

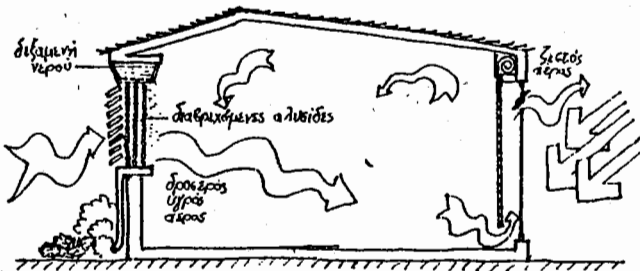
Εκπνη 2. ΝΑΙΑΚΗ ΚΑΜΙΝΑΔΑ



Εκπνη 3 ΑΝΕΜΟΠΥΡΓΟΣ



Εκπνη 4 ΣΤΕΓΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ



Εκπνη 5 ΕΞΑΤΜΙΣΗ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Givoni B. Man, Climate and Architecture, Applied Science Publishers Ltd, London , 1976 .
2. Sodha M.S, Bansal N. - K, Bansal P. K , Kumar A., Malik M.-A.-S., Solar Passive Building, Pergamon Books Ltd , 1986
3. Wright D., Natural, Solar Architecture, a passive primer Van Nostrand Reinhold Company, N. York, 1978
4. Anderson B., wells M., Passive Solar Energy Brick House Publishing Co , Inc.,
5. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη Ε., Βιοκλιματική αρχιτεκτονική Παθητικά - ηλιακά συστήματα University Studio Press, Θεσσαλονίκη 1985
6. Bahadori M., "An improved design of wind towers for Natural Ventilation and Passive Cooling" Solar Energy J. , Vol 35 , No 2, 1985