

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗΣ
ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ



ΑΓΓΕΛΙΔΗ ΜΥΡΣΙΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
3. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	8
4. Ο ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΕΝΙΚΑ.....	13
5. ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	15
5.1 Το κτίριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης	
5.2 Το κτίριο ως αποθήκη θερμότητας	
5.3 Το κτίριο ως παγίδα θερμότητας	
5.4 Το κτίριο ως συλλέκτης και αποθήκη ψύξης	
6. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	40
6.1. Συστήματα θέρμανσης και τεχνικές	
6.2. Συστήματα φυσικού φωτισμού και τεχνικές	
6.3. Συστήματα φυσικού δροσισμού, κλιματισμού και τεχνικές	
6.4. Βέλτιστος Προσανατολισμός παθητικών συστημάτων θέρμανσης και προστασία	
7. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	79
8. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ.....	83
8.1.ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	
8.1.1. ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	
8.1.2. ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	
8.1.3. ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ	
8.1.4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	
8.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	
8.2.1. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ- ΔΟΚΟΙ- ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	
8.2.2. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ	
8.2.3. ΟΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΣΤΕΓΕΣ	
8.2.4. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΔΑΠΕΔΩΝ ΕΚΤΕΘΕΙΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	
8.2.5. ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ	
9. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΥΓΡΑΣΙΑ.....	108
9.1.Θερμομονωτικές ιδιότητες και υγρασία	
9.2.Διακίνηση της υγρασίας μέσα από τα μέλη κατασκευής	
9.3.Υγροποίηση των υδρατμών	
9.3.1.Υγροποίηση των υδρατμών στην επιφάνεια μελών της κατασκευής	
9.3.2.Υγροποίηση των υδρατμών στο εσωτερικό μελών της κατασκευής	
10. ΕΠΙΛΟΓΗ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ.....	116
11. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ.....	117

12. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΟ ΕΡΓΟ.....	121
12.1 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ	
12.2. ΘΕΣΗ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ	
12.3. ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	
12.4. ΚΙΝΗΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΚΙΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	
12.5. ΦΥΤΕΥΤΟ ΔΩΜΑ	
12.9. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
12.7. ΟΑΣΕΙΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ	
12.8. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΧΡΩΜΑΤΑ	
12.6. ΚΑΛΥΨΗ ΒΟΡΙΝΩΝ ΠΛΕΥΡΩΝ ΜΕ ΔΕΝΤΡΟΦΥΤΕΥΣΗ	
12.7. ΟΑΣΕΙΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ	
12.8. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΧΡΩΜΑΤΑ	
12.9. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
12.10. ΗΛΙΑΚΟΙ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΕΣ	
12.11. ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΟΡΟΦΗΣ	
12.12. ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΣΤΕΓΗΣ	
12.13. ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	
12.14. ΔΙΠΛΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ- ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΤΖΑΜΙΑ	
12.15. ΗΛΙΑΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ-ΤΟΙΧΟΙ ΤΡΟΜΒΕ	
13. ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΩΝ.....	141
13.1.ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	
13.2. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ	
14. ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	151
15. ΕΠΙΛΟΓΟΣ	152
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	154
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (ΣΧΕΔΙΑ).....	157

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι να αναλυθεί ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, η αναγκαιότητά του στις μέρες μας και να παρουσιαστεί μία πρόταση για ξενοδοχειακό συγκρότημα στην περιοχή της Σαρωνίδας, με βάση τις παραπάνω αρχές και μία μικρή μελέτη για το αποτύπωμα του άνθρακα ενός τέτοιου έργου, με βάση τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν.

Πιο αναλυτικά, στο **2^ο κεφάλαιο**, στην «Εισαγωγή», γίνεται μία πρώτη αναφορά στα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι κοινωνίες παγκοσμίως, με κυρίαρχο αυτό του φαινομένου του θερμοκηπίου, με έμφαση στις ευθύνες του κτιριακού τομέα και στη συνέχεια επισημαίνεται η αναγκαιότητα λήψης μέτρων για εξοικονόμηση ενέργειας και εδραίωση φιλικής συμπεριφοράς απέναντι στο περιβάλλον.

Στο **3^ο κεφάλαιο**, με τίτλο «Ιστορική αναδρομή», έχουμε μία σύντομη παρουσίαση της εξέλιξης της οικοδομικής δραστηριότητας στο πέρασμα των αιώνων, που αποδεικνύει την τάση του ανθρώπου να προσαρμόζεται στις κλιματικές, κοινωνικές και άλλες συνθήκες, προκειμένου να διασφαλίζει έναν άνετο βίο.

Στο **4^ο κεφάλαιο**, με τίτλο «Βιοκλιματικός σχεδιασμός», γίνεται μία πρώτη προσέγγιση του όρου αυτού, που αναλύεται εκτενέστερα στη συνέχεια.

Στο **5^ο κεφάλαιο**, με τίτλο «Αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού», παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι παράμετροι της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και φιλοσοφίας, όπως αυτές βρέθηκαν στα διάφορα επιστημονικά συγγράμματα.

Στο **6^ο κεφάλαιο**, με τίτλο «Παθητικά ηλιακά συστήματα», γίνεται εκτενής αναφορά σε όλα τα παθητικά συστήματα που χρησιμοποιούνται από το βιοκλιματικό σχεδιασμό και συνεισφέρουν στο να είναι ένα κτίριο πιο αποδοτικό ενεργειακά και πιο άνετο για τους ενοίκους του.

Στο **7^ο κεφάλαιο**, με τίτλο «Ενεργητικά ηλιακά συστήματα», ομοίως αναφέρονται τα συστήματα εκείνα που έχουν τη δυνατότητα να μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε θερμότητα, με αναλυτικά παραδείγματα όπως εκείνα των θερμοσιφωνικών συστημάτων και των συμπαγών θερμαντήρων.

Στο **8^ο κεφάλαιο**, με τίτλο «Θερμομόνωση», παρουσιάζονται αναλυτικά τόσο η έννοια της θερμομόνωσης όσο και διάφορα θερμομονωτικά υλικά με συγκεκριμένα παραδείγματα και ταξινόμηση ανάλογα με την προέλευσή τους ή κάποιες ιδιότητες.

Στο **9^ο κεφάλαιο**, με τίτλο «Προστασία από υγρασία», παρουσιάζονται αντίστοιχα κάποιοι ορισμοί σχετικοί με την υγρασία και γίνεται μία πρώτη μελέτη κάποιων τεχνασμάτων και τρόπων κατασκευής, όπως είναι το φράγμα υδρατμών, με στόχο τη μετέπειτα χρήση τους στο έργο.

Στο **10^ο κεφάλαιο**, με τίτλο «Επιλογή οικοπέδου», γίνεται πλέον λόγος για το έργο που είναι το βασικό αντικείμενο της συγκεκριμένης διπλωματικής. Επεξηγείται πώς

επιλέχθηκε το οικόπεδο, τα βασικά του χαρακτηριστικά και οι συνθήκες κλίματος που επικρατούν με βάση τα στοιχεία της ευρύτερης περιοχής της Αττικής.

Στο **11^ο κεφάλαιο**, με τίτλο «Αρχιτεκτονική δομή», αναλύεται η αρχιτεκτονική δομή του έργου, δηλαδή από πόσα κτίρια και τι μεγέθους αποτελείται, τι χωρητικότητα έχει, πώς αυτά τοποθετούνται μέσα στο οικόπεδο και γιατί, καθώς και μία σειρά άλλων στοιχείων χρήσιμων για την κατανόηση του έργου, παράλληλα με τα σχέδια που παρατίθενται στο παράρτημα.

Στο **12^ο κεφάλαιο**, με τίτλο «Εφαρμογές βιοκλιματικού σχεδιασμού στο έργο», προβάλλονται πλέον σαφώς όλες εκείνες οι εφαρμογές που διαφοροποιούν αυτό το έργο από άλλα ξενοδοχεία και αποδεικνύεται πώς μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας χωρίς να μειώνονται η άνεση και η αισθητική των ενοίκων.

Στο **13^ο κεφάλαιο**, με τίτλο «Επιλογή υλικών», παρουσιάζονται αφενός η έννοια των οικολογικών υλικών και αφετέρου η έννοια του αποτυπώματος του άνθρακα διαφόρων οικοδομικών υλικών, με μία μικρή μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στο συγκεκριμένο έργο.

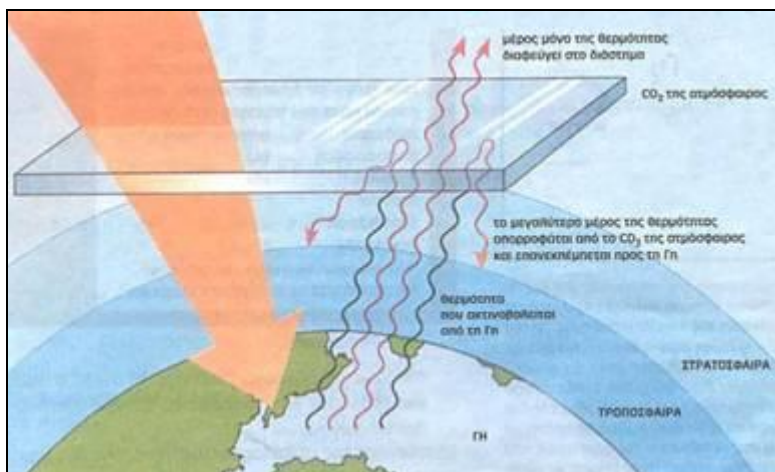
Στο **14^ο κεφάλαιο**, με τίτλο «Οφέλη βιοκλιματικού σχεδιασμού», συνοψίζονται όλα τα οφέλη της παραπάνω έρευνας, ατομικά αλλά και συλλογικά για όλη τη σύγχρονη κοινωνία.

Στον «**Επίλογο**», γίνεται μία τελευταία αναφορά στη σπουδαιότητα της συγκεκριμένης διπλωματικής και επισημαίνεται η ανάγκη στροφής της σύγχρονης οικοδομικής δραστηριότητας και σκέψης προς αυτήν την κατεύθυνση.

Τέλος, μετά τη βιβλιογραφία, στο **παράρτημα**, παρουσιάζονται όλα τα σχέδια για το ξενοδοχειακό συγκρότημα που προτείνεται στη διπλωματική, ως βοηθητικά για την κατανόηση της διάρθρωσης των διάφορων χώρων, που περιγράφηκαν και στο κεφάλαιο 11.

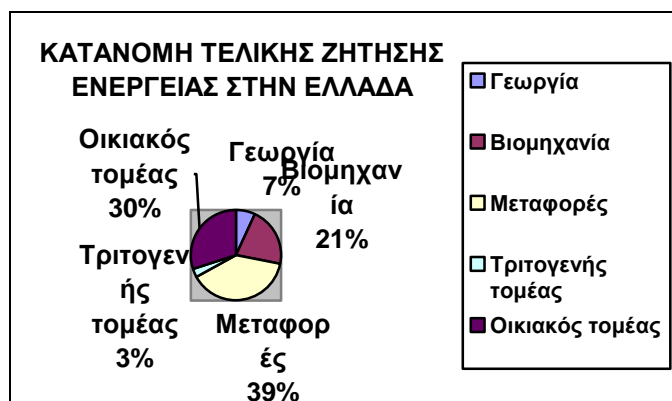
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην αυγή του 21^{ου} αιώνα, με την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, την κατακόρυφη ανάπτυξη της τεχνολογίας, την ολοφάνερη πρόοδο του ανθρώπου σε όλους τους τομείς και την ολοένα και περισσότερο αυξανόμενη ζήτηση και κατανάλωση αγαθών, είναι πλέον γνωστό ότι η ορθή κατανάλωση της ενέργειας είναι πρωταρχικής σημασίας.



Εικ. 1. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Τα αέρια του θερμοκηπίου, υπεύθυνα για τη μόλυνση και υπερθέρμανση του πλανήτη, η αλλοίωση της σύστασης της ατμόσφαιρας και των υδάτων, η εξάντληση των φυσικών πόρων, η διατάραξη των οικοσυστημάτων και τελικά, η κλιματική αλλαγή του πλανήτη, είναι τα θέματα που μας απασχολούν και καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε προκειμένου να διασφαλίσουμε ένα βιώσιμο μέλλον για τον πλανήτη. Πιο συγκεκριμένα, ανησυχητικά είναι τα στατιστικά δεδομένα που δείχνουν ότι η παραγωγή πετρελαίου έχει εξαπλασιαστεί την τελευταία δεκαετία, ενώ η ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια δεκαπλασιάζεται ανά 10 χρόνια! Επιπλέον, η ελάχιστη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έχει συμβάλει στην αύξηση εκπεμπόμενων ρύπων, που είναι υπεύθυνα για τη μείωση της στοιβάδας του όζοντος. Κύριοι υπαίτιοι αυτής της καταστροφής είναι τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής, οι βιομηχανίες, οι μεταφορές αλλά και το δομημένο περιβάλλον.



Εικ. 2. Η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας γίνεται στις μεταφορές (39%) και στον κτιριακό τομέα (30%)

Συγκεκριμένα, ο κτιριακός τομέας φαίνεται να είναι υπεύθυνος για το 30-40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη. Δεδομένου ότι το 80% των κατοίκων της Ευρώπης κατοικεί πλέον σε πόλεις, η ανάγκη για κάλυψη των απαιτήσεων σε θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό αυξάνεται συνεχώς. Έχει καταγραφεί ότι η θέρμανση των κτιρίων κατέχει σημαντικό μέρος των καταναλώσεών τους (69%), ακολουθούμενη από την παραγωγή ζεστού νερού (15%), τις ηλεκτρικές συσκευές και το φωτισμό (11%). Εκτιμάται ότι τα καύσιμα για την παραγωγή της απαιτούμενης ενέργειας για τα κτίρια ευθύνονται για το 50% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και κυρίως του CO₂. Στην Ελλάδα, χώρα μεσογειακή με πολύ λιγότερες απαιτήσεις, οι ανάγκες για θέρμανση το χειμώνα ανέρχονται στο 70% της ενεργειακής κατανάλωσης! Οι κατοικίες με κεντρικό σύστημα θέρμανσης, το οποίο χρησιμοποιεί αποκλειστικά το πετρέλαιο ως καύσιμο, αντιστοιχούν στο 35,5% του συνόλου. Το υπόλοιπο 64,5% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες, που χρησιμοποιούν σε ποσοστό 25% πετρέλαιο, 12% ηλεκτρικό ρεύμα και 18% καυσόξυλα. Σε αντίθεση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες, στη χώρα μας η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια παρουσιάζει αυξητική τάση, κυρίως λόγω της αύξησης της χρήσης μικροσυσκευών και κλιματιστικών. [75, 64]

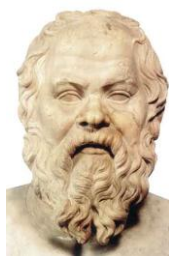


Συνεπώς, η κατασκευή περιβαλλοντικά και ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων καθώς επίσης και η αξιοποίηση φυσικών πηγών ενέργειας στα κτίρια, δεν είναι πλέον πολυτέλεια αλλά επιτακτική ανάγκη για να ξεπεράσει ο άνθρωπος την περιβαλλοντική κρίση που ολοένα εντείνεται. Σύμφωνα με μελέτες που έχουν διεξαχθεί, η εφαρμογή μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας στα ελληνικά κτίρια, θα επέφερε μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση κατά 50%. [63] Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και η χρήση κατάλληλων υλικών είναι μόνο μερικές από τις λύσεις που θα αναπτυχθούν στη συνέχεια για την επίτευξη των παραπάνω στόχων.

3. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Οι ενεργειακές θεωρήσεις κατείχαν σημαντική θέση στο σχεδιασμό κατοικιών καθ' όλη τη διάρκεια της πορείας της αρχιτεκτονικής για τους ανθρώπους. Από την πρώτη κιόλας στιγμή που εμφανίστηκε ο άνθρωπος στη Γη, άρχισε να ψάχνει τρόπους που θα έκαναν τη διαβίωση του και την κατοικία του όσο το δυνατόν πιο ευχάριστες, προσαρμοσμένες στις περιβαλλοντικές και ατομικές, αργότερα συλλογικές, ανάγκες.

Με την έλλειψη παντελούς τεχνογνωσίας τότε, ήταν πολύ χρήσιμη και σπουδαία η κατανόηση του ενεργειακού παράγοντα όσον αφορά στην πρώτη κατοικία, η οποία είχε ιδιαίτερες ανάγκες λόγω κλίματος, πολιτισμού, τοποθεσίας, ώστε να είναι πρωτίστως λειτουργική αλλά και αισθητική και ευχάριστη. Όλες οι παρεμβάσεις και σκέψεις με σκοπό τη δημιουργία κατάλληλων σπιτιών, ανάλογα με τις ανάγκες κάθε περιοχής, έδιναν μοναδικότητα και χαρακτήρα στην περιοχή αλλά και εξαιρετικές και ποικίλες κατασκευές.

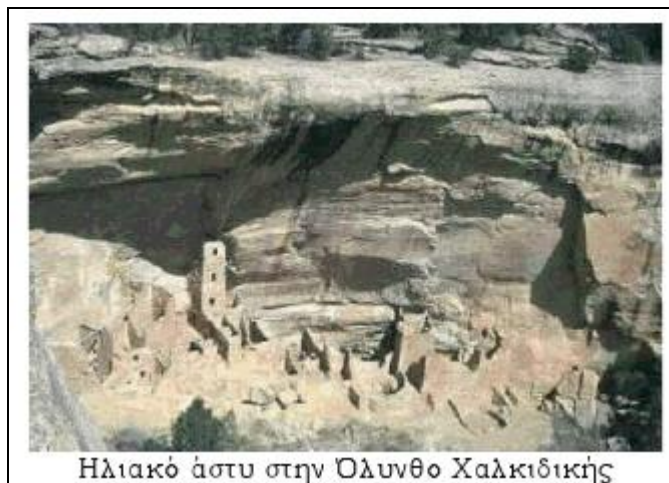


Από την αρχαιότητα, παρατηρούμε μέσα από τα συγγράμματα των αρχαίων φιλοσόφων και όχι μόνο, τη σημασία και τη χρήση των ιδιοτήτων της γης, του ήλιου, του αέρα και του νερού στην κατασκευή της κατοικίας. Συγκεκριμένα, στα Απομνημονεύματα του ιστορικού και φιλοσόφου Ξενοφώντα(430-435 π.Χ.), [48] μπορεί κανείς να διαπιστώσει ότι οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι ήδη γνωστές από το Σωκράτη. Ενδεικτικά αναφέρει ότι :

«...Και όταν έλεγε ότι τα ίδια σπίτια είναι ωραία και χρήσιμα, νομίζω ότι δίδασκε με ποιο τρόπο πρέπει αυτά να χτίζονται. Εξέταζε το θέμα έτσι: « Πρέπει άραγε, όποιος πρόκειται να έχει κατάλληλη οικία να βρει τον τρόπο να την κάνει όσο το δυνατόν πιο ευχάριστη για την κατοίκηση και χρήσιμη;» Και όταν αυτό γινόταν παραδεκτό, συνέχιζε : «Είναι, λοιπόν, ευχάριστο να είναι δροσερή το καλοκαίρι και ζεστή το χειμώνα;» Και όταν συμφωνούσαν και σε αυτό, έλεγε: «Ο ήλιος λοιπόν στα σπίτια τα στραμμένα προς νότο λάμπει κάτω στα δωμάτια, ενώ το καλοκαίρι προχωρώντας πάνω από εμάς και από τις στέγες παρέχει σκιά. Επομένως, αν αυτά βέβαια είναι καλό να γίνονται έτσι, τα σπίτια που είναι στραμμένα προς το νότο πρέπει να χτίζονται ψηλότερα, για να μη μένει απέξω ο χειμωνιάτικος ήλιος, ενώ όσα βλέπουν προς βορρά πρέπει να χτίζονται χαμηλότερα, για να μη δέρνονται από του κρύους ανέμους. Με μια λέξη, το σπίτι, στο οποίο μπορεί ο ιδιοκτήτης να βρει πολύ ευχάριστο καταφύγιο σε όλες τις εποχές και να τοποθετήσει ασφαλέστατα τα υπάρχοντά του, αυτή θα ήταν και η πιο ευχάριστη και όμορφη κατοικία...»

Στόχος από την αρχαιότητα λοιπόν ήταν τα σπίτια να εξασφαλίζουν μία αρμονική σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον. Ο Αριστοτέλης σημειώνει: «...τα κύρια δωμάτια του σπιτιού δε θερμαίνονταν μόνο από τις ακτίνες του ηλίου που περνούσαν στο εσωτερικό του από το χαγιάτι, αλλά ήταν και προστατευμένα από το βορρά για να κρατήσουν μακριά τους κρύους ανέμους...»

Τέτοιες κατοικίες ανακαλύπτονται στην Ελλάδα στην Πριήνη της Ιωνίας, όπου τα οικοδομικά συμπλέγματα ήταν το καλοκαίρι σκιερά και το χειμώνα ευήλια, στη Δήλο, όπου παρατηρούνται ευθύγραμμα και καμπυλόγραμμα κτίσματα αλλά και στην Όλυνθο της Χαλκιδικής, που χαρακτηρίζεται ως το τελειότερο ηλιακό άστυ, καθώς ανακαλύφθηκαν ηλιακοί κλίβανοι στους οποίους έψηναν τους πλίνθους. [59]



Ηλιακό άστυ στην Όλυνθο Χαλκιδικής

Βλέπουμε ότι σε μία εποχή που δεν υπήρχαν τα μέσα και η τεχνολογία που υπάρχουν στις μέρες μας, οι άνθρωποι ήξεραν τον τρόπο να κατασκευάσουν ένα λεγόμενο οικολογικό-ηλιακό σπίτι, εκμεταλλευόμενοι πάντα τις υπάρχουσες περιβαλλοντικές συνθήκες. Σε διάφορα συγγράμματα γίνονται, άλλωστε, αναφορές σε τοίχους που απορροφούν τη μέρα θερμότητα και τη διαχέουν τη νύχτα. Γενικά και ο πολεοδομικός σχεδιασμός ήταν τέτοιος που διευκόλυνε τη διαδικασία. Παρατηρώντας την ιστορική εξέλιξη κατά την αρχαιότητα, η κατασκευή ηλιακών κατοικιών ήταν ευρέως διαδεδομένη. Μερικοί από τους κύριους εκπροσώπους της ήταν ο Πλίνιος, ο Βιτρούβιος αλλά και ο Ορειβάσιος, Έλληνας γιατρός, υποστηρικτής της ηλιακής κατοικίας. [65]

Σπουδαία παραδείγματα αντλούμε και από τη λαϊκή αρχιτεκτονική, όπου συχνά τα σπίτια χωρίζονταν σε ορόφους και, ανάλογα την εποχή, κατοικούσαν στον πρώτο όροφο τους θερινούς μήνες, τον οποίο αποκαλούσαν «θερινό», και στο ισόγειο τους χειμερινούς μήνες ή «χειμερινό», όπου συνήθως υπήρχε ένα τζάκι και ήταν στο χαμηλότερο επίπεδο του σπιτιού. Άλλο χαρακτηριστικό της παραδοσιακής ελληνικής αρχιτεκτονικής είναι το «λιακωτό», ένας χώρος του σπιτιού που συνήθως βρισκόταν σε όροφο, καλυπτόταν από τζαμαρία και είχε νότιο προσανατολισμό. Το λιακωτό το συναντάμε συνήθως στα παλιά αθηναϊκά σπίτια. Η χρησιμότητά του ήταν να μειώνει την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας πριν εισχωρήσει στα άλλα δωμάτια του σπιτιού.

Παρατηρούμε πως στην Ελλάδα, χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια και ήπιο κλίμα, είχε δημιουργηθεί ένα είδος αρχιτεκτονικής που αποσκοπούσε στο μετριασμό των εξωτερικών καιρικών συνθηκών του έτους, ανάλογα με τις ανάγκες κάθε εποχής, προσφέροντας στους κατοίκους την απαραίτητη άνεση. Επίσης υπήρχε επικοινωνία ανάμεσα στον εξωτερικό και εσωτερικό χώρο για τη φυσική ρύθμιση του μικροκλίματος.

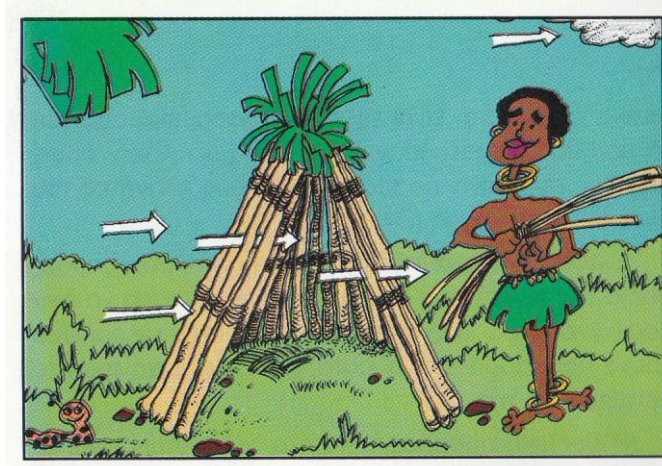
Στα νησιά, όπου χαρακτηριστική είναι η κυβιστική σύνθεση των όγκων των σπιτιών σε άσπρο χρώμα, για την κατασκευή της κατοικίας δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη θερμομόνωση και τη ροή της θερμότητας. Τα υλικά που χρησιμοποιούν στην τοιχοποιία είναι ο πηλός και η πέτρα, ώστε να αποθηκεύουν τη θερμότητα του ήλιου κατά τη διάρκεια της μέρας, ενώ τη νύχτα η θερμότητα αυτή να επανεκπέμπεται θερμαίνοντας το εσωτερικό και ψύχοντας τους τοίχους. Αυτή η επαναλαμβανόμενη διαδικασία βοηθά στη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας όλο το χρόνο. Επίσης, ιδανικός είναι ο μεσημβρινός προσανατολισμός σε κλιμακωτή διάταξη των οικισμών, με αλληλοεπίθεση των όγκων, με σκοπό οι επιφάνειες που προσβάλλει ο ήλιος να είναι οι μέγιστες δυνατές. Επιπλέον, λόγω του κυβιστικού σχεδιασμού σχηματίζονται δροσερές και σκιερές γωνίες ακόμα και στο μεγαλύτερο καύσωνα. Αντιθέτως, οι βορινές πλευρές του σπιτιού δε διαθέτουν παράθυρα, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες το χειμώνα. [59]

Γενικότερα στην παγκόσμια ιστορία της αρχιτεκτονικής, παρατηρούμε την κατασκευή των κατοικιών κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εκμεταλλεύονται όσο το δυνατόν πιο πολύ τις δυνατότητες του χώρου αλλά και του κλίματος και να μειώνουν την ενεργειακή τους κατανάλωση. Άλλωστε ο άνθρωπος, ως το αρτιότερο ανεπτυγμένο πλάσμα, έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζεται σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη, μεταβάλλοντας κάθε φορά τις μεθόδους που χρησιμοποιεί και εξασφαλίζοντας το αναγκαίο επίπεδο θερμικής άνεσης.

Οι άνθρωποι των υγρών τροπικών περιοχών χτίζουν τις καλύβες τους με κλαδιά και χόρτα, που επιτρέπουν στον αέρα να περνά από τα διάκενά τους, απορροφώντας μέρος της υγρασίας του. Τα igloo στις πολικές περιοχές, παρόλο που χτίζονται από πάγο, δημιουργούν βιώσιμες θερμικές συνθήκες ανακλώντας όλη την εσωτερική θερμική ακτινοβολία στο εσωτερικό τους.

Ανάμεσα στους πόλους και τον Ισημερινό, έχει αναπτυχθεί μια τεράστια ποικιλία αρχιτεκτονικών «τύπων», που καταγράφεται στην παγκόσμια αρχιτεκτονική των τοπικών κοινωνιών και δείχνει με πόση σοφία και σε πόσο βάθος κατάφεραν οι άνθρωποι να προσεγγίσουν την αρμονία στη σχέση κλίματος, περιβάλλοντος, κτιρίου και θερμικής άνεσης, μέσα απόμ την πείρα μιας πορείας αιώνων.

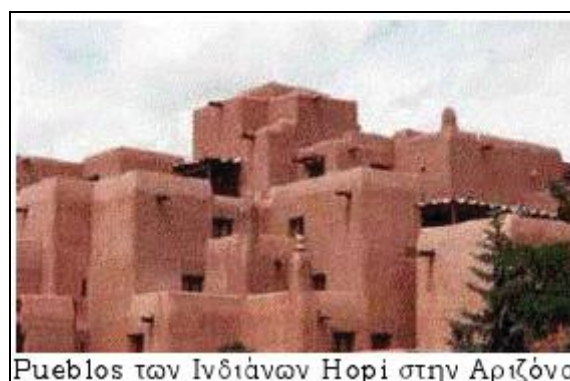
Για παράδειγμα, οι οικισμοί των Ινδιάνων Hopi, τα λεγόμενα Pueblos στην Αριζόνα [59], κατάφεραν έξυπνα να μετριάσουν τα ακραία καιρικά φαινόμενα και να διατηρήσουν το μικροκλίμα των λασπόχτιστων κατοικιών τους σταθερό όλο το χρόνο. Παρατηρούμε, συνεπώς ότι ο τόπος και το κλίμα είναι αυτά που καθορίζουν τον τρόπο που θα χτιστεί μία κατοικία ώστε να μπορεί η ενέργεια να διανεμηθεί σωστά. Στην Υεμένη, για παράδειγμα, έχουμε τους γνωστούς ανεμόπυργους. Οι άνθρωποι ακόμη και σε μια τέτοια δύσβατη περιοχή, κατάφεραν να αξιοποιήσουν την ικανότητα του εδάφους να αποθηκεύει τη θερμότητα. Έτσι, έφτιαχναν τα σπίτια τους μέσα στη γη, με αποτέλεσμα να διατηρούν τη ζέστη το χειμώνα και τη δροσιά το καλοκαίρι, αντλώντας θερμότητα από το έδαφος.



Αυτός ο τρόπος κατασκευής σπιτιών χρησιμοποιήθηκε ακόμη από τους Κινέζους, τους Αφρικανούς της βόρειας Αφρικής αλλά και, αρκετά χρόνια αργότερα, από τον Wendell Thomas, το 1950, ο οποίος με αυτή τη μέθοδο θέλησε να αξιοποιήσει τη θερμότητα της γης, σε συνδυασμό με την ηλιακή ακτινοβολία και το φυσικό αερισμό.



Βέβαια, ο άνθρωπος από νωρίς αναγνώρισε τη χρησιμότητα του παραθύρου και του σκιάστρου, ώστε να ελέγχει το μικροκλίμα, την ικανότητα του εδάφους και του νερού να αποθηκεύουν θερμότητα, τη συμβολή των φυτών στη θερμομόνωση, καθώς και τη συμβολή του μεσημβρινού προσανατολισμού. Όσον αφορά στη σπουδαιότητα του γυαλιού ως παγίδα θερμότητας, αυτό το εκμεταλλεύτηκε ο άνθρωπος με κάθε τρόπο στην κατασκευή κατοικιών, δημιουργώντας αίθρια, θερμοκήπια, λιακωτά, σκεπαστές στοές, που όχι μόνο φώτιζαν το χώρο, αλλά, παράλληλα, τον θέρμαιναν.



Pueblos των Ινδιάνων Hopi στην Αριζόνα

Στη σύγχρονη, όμως, εποχή με το πλήθος των υλικών και των κατασκευαστικών δυνατοτήτων που υπάρχουν, έχουμε ξεφύγει πλέον από τις αρχές αυτές και συχνά, κατασκευάζουμε κτίρια «κλειστά», απομονωμένα από το περιβάλλον, των οποίων οι εσωτερικές συνθήκες πολλές φορές εξαρτώνται αποκλειστικά από τεχνικά μέσα. Τα επιτεύγματα της τεχνολογίας καλλιέργησαν στον άνθρωπο την αυταπάτη ότι είναι ο απόλυτος κυρίαρχος πάνω στη φύση. Ωστόσο, σήμερα περισσότερο από ποτέ, τα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα, και η ανάγκη για διαβίωση σε ένα καλύτερο εσωτερικό περιβάλλον, επιβάλλουν την επιστροφή του ανθρώπου στις οικολογικές αρχές δόμησης και στο «βιοκλιματικό σχεδιασμό», που θα αναλυθεί παρακάτω.

4. Ο ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός θεωρεί και αντιμετωπίζει το κτίριο ή τα οικιστικά σύνολα τον αστικό χώρο και το κλίμα του τόπου ως μία ενότητα αλληλεξαρτώμενη, με αμοιβαίες επιδράσεις, και θέτει ως πρωταρχικό στόχο τη διασφάλιση συνθηκών βιολογικής άνεσης (θερμικής, οπτικής κλπ.) για τον άνθρωπο. [50, 51, 60, 61]

Η έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού ολοκληρώνεται με την έννοια του «οικοσχεδιασμού», δηλαδή την ανάπτυξη μιας αρχιτεκτονικής προσαρμοσμένης στο περιβάλλον, με τη βοήθεια της τεχνολογίας, με οικολογική σύνεση και προβλεπτικότητα, απαγορεύοντας την απαράδεκτη σπατάλη των πηγών και αγρυπνώντας για την ικανοποίηση των πραγματικών αναγκών όλων των μελών της κοινωνίας.

Η αντιμετώπιση αυτή, από τη σκοπιά των νόμων της «οικολογικής» αρχιτεκτονικής, κατά την άποψη των F. Nicolas και M. Vaye, σημαίνει:

- η αρχιτεκτονική σύλληψη να βασίζεται στα κλιματικά δεδομένα, και στην αντίληψη ότι, πηγή όλων των βιοκλιματικών φαινομένων είναι ο ήλιος, η μόνη αστείρευτη πηγή ενέργειας
- η αποσαφήνιση του περιορισμένου χαρακτήρα όλων των άλλων πηγών, χώρου-υλικών ενέργειας
- η θεώρηση ότι, ο σχεδιασμός και το αρχιτεκτονικό αντικείμενο αποτελούν παράγοντες, που πλουτίζουν το περιβάλλον και το δομούν, με την πλατιά έννοια βελτίωσης των συνθηκών κατοικησιμότητας.

Άμεσος στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι: να προσφέρει στους χρήστες άνετο θερμικά εσωκλίμα, με ρυθμίσεις στο κέλυφος της κατασκευής, έτσι ώστε να καταναλίσκεται η ελάχιστη απαιτούμενη, συμπληρωματική ενέργεια.

ΣΤΟΧΟΙ

Η βιοκλιματική αντίληψη για το σχεδιασμό του χώρου υποστηρίζεται και προωθείται για τους εξής τρεις βασικούς στόχους:

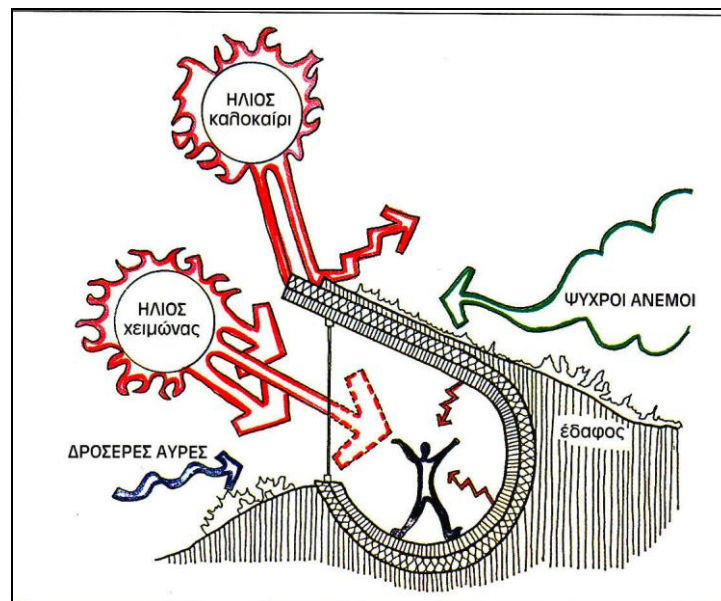
- 1. Την απεξάρτηση από το πετρέλαιο,** πράγμα που συνεπάγεται, εν μέρει, και την πολιτική απεξάρτηση. Το 1973, με την πρώτη πετρελαϊκή κρίση, οι δυτικές χώρες, κυρίως της Ευρώπης, συνειδητοποίησαν ότι η οικονομική κρίση αλλά και η καθημερινή ζωή των πολιτών τους εξαρτάται από το εισαγόμενο πετρέλαιο. Έτσι, ξεκίνησε μια σοβαρή προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης των εναλλακτικών πηγών ενέργειας, κυρίως των ανανεώσιμων πηγών.
- 2. Την εξοικονόμηση χρήματος.** Η χρησιμοποίηση της αδάπανης ηλιακής ενέργειας για να θερμάνουμε τα κτίρια ή των δροσερών ανέμων για να τα δροσίσουμε αποτελεί πρόκληση οικονομική, μια και το αποτέλεσμα είναι θετικό. Η προκύπτουσα εξοικονόμηση χρημάτων είναι μεγαλύτερη του 50% και οφείλεται στη μειωμένη κατανάλωση πετρελαίου και ηλεκτρικού ρεύματος.

Για τους χρήστες των κατοικιών η οικονομία αυτή είναι πολύ σημαντική, με δεδομένο μάλιστα ότι το κόστος του πετρελαίου αυξάνεται ραγδαία. Οι αρχιτέκτονες θεωρούν επιβεβλημένη αυτή την οικονομία, όμως στην πορεία του σχεδιασμού η παράμετρος «οικονομική λειτουργία κτιρίου» παραμελείται.

- 3. Την προστασία του περιβάλλοντος**, με την άμεση αξιοποίηση των θετικών παραμέτρων του κλίματος, όπως είναι η ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση του χώρου και οι δροσεροί άνεμοι για τη φυσική ψύξη των κτιρίων. Αυτή η προσέγγιση περιορίζει τη χρήση συμβατικών καυσίμων, άρα και τη ρύπανση της ατμόσφαιρας.

Όλες αυτές οι αναζητήσεις, για την εξοικονόμηση ενέργειας, εντάσσονται σε μια ευρύτερη προσπάθεια να εισαχθεί στην παραγωγή δομημένου χώρου μια λογική περιβαλλοντικά πιο συνετή και κοινωνικά δικαιότερη, που οι οπαδοί της αποκαλούν **εναλλακτική, ήπια, ελάχιστη, ριζοσπαστική**.

Πολλοί επιστήμονες κατέληξαν στην άποψη πως οι μόνες ασφαλείς τεχνολογίες είναι αυτές που μιμούνται τη φύση ή τουλάχιστον τη μεταχειρίζονται με σεβασμό. Γι' αυτό άρχισαν να δείχνουν ζωηρό ενδιαφέρον για τις παραδοσιακές λύσεις οργάνωσης του χώρου. Αυτό δε σημαίνει βέβαια, επιστροφή στη φύση ή μίμηση των μοντέλων του παρελθόντος, όμως η ιστορική εμπειρία μπορεί να δώσει χρήσιμες συμβουλές για την αντιμετώπιση προβλημάτων της σύγχρονης αρχιτεκτονικής.



Εικ. Διαγραμματικό κέλυφος που αξιοποιεί τα θετικά κλιματικά στοιχεία

5. ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η βιοκλιματική αντίληψη για το σχεδιασμό εμπεριέχει την προβληματική της προσαρμογής των κτιρίων στο τοπικό κλίμα και το φυσικό περιβάλλον, με επιδίωξη τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας στο κατώτερο δυνατό επίπεδο, χωρίς να διαταράσσονται οι συνθήκες θερμικής άνεσης. Βασική προϋπόθεση αποτελεί η αξιοποίηση των τοπικών περιβαλλοντικών παραμέτρων, η χρήση της εντόπιας ενέργειας, υπό ανανεώσιμη και συνεπώς ανεξάντλητη μορφή.

Συνεπώς η αρχιτεκτονική σύλληψη πρέπει να αξιοποιεί τα τοπικά κλιματικά δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα, από τα στοιχεία του κλίματος αξιοποιήσιμα είναι: η ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση των κτιρίων το χειμώνα και αντίστροφα η εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων το καλοκαίρι για τον φυσικό δροσισμό του χώρου. Αντίθετα οι ψυχροί χειμωνιάτικοι άνεμοι πρέπει να αποφεύγονται, καθώς και η επίδραση της έντονης ακτινοβολίας του ήλιου το καλοκαίρι.

Οι βασικές αρχές σχεδιασμού προκειμένου το κτίριο να ανταποκρίνεται στην βιοκλιματική αντίληψη έχουν ως εξής: [47]

1. το κτίριο να λειτουργεί ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης το χειμώνα,
2. το κτίριο να λειτουργεί ως αποθήκη θερμότητας,
3. το κτίριο να λειτουργεί ως παγίδα θερμότητας,
4. το κτίριο να λειτουργεί ως αποθήκη φυσικής ψύξης το καλοκαίρι.

Οι αρχές αυτές, για να είναι εφαρμόσιμες, πρέπει να πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις, οι οποίες αναλύονται στη συνέχεια, με τη βοήθεια εικόνων και σχημάτων, που αποσαφηνίζουν το περιεχόμενο.

5.1. Το κτίριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης

Οι συνολικές ανάγκες του κτιρίου για θέρμανση μπορούν να ρυθμιστούν με τον κατάλληλο σχεδιασμό, έτσι ώστε τα θερμικά κέρδη να αυξάνονται τον χειμώνα με τον ηλιασμό του. [47]

Προκειμένου να διασφαλίζεται η λειτουργία του κτιρίου ως φυσικού ηλιακού συλλέκτη, θα πρέπει να πληρούνται κάποιες βασικές αρχές-προϋποθέσεις, που έχουν σχέση με:

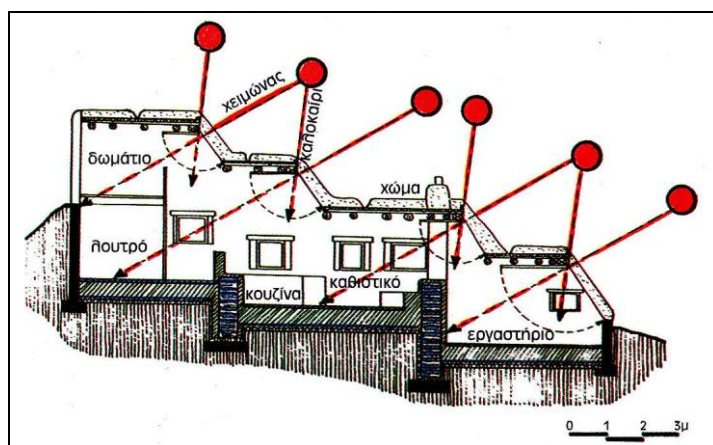
1. την κατάλληλη χωροθέτησή του
2. το σχήμα του
3. τον προσανατολισμό του
4. προσανατολισμό και το μέγεθος των ανοιγμάτων του
5. τη λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών του χώρων
6. το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών του.

1. Η κατάλληλη χωροθέτηση του κτιρίου

Σε γενικές γραμμές, ο επαρκής ηλιασμός του κτιρίου στη διάρκεια του χειμώνα, από τις ώρες 9-3 μ.μ., προσφέρει την αναγκαία ηλιακή, θερμική ενέργεια, για τη λειτουργία του ως συλλέκτη θερμότητας.

Ωστόσο, επιπλέον εργαλεία για την σωστή τοποθέτηση του κτιρίου στο οικοπέδο αποτελούν οι ηλιακοί ή ενεργειακοί χάρτες, καθώς και τα διαγράμματα που απεικονίζουν τις τροχιές του ήλιου και προσδιορίζουν τη διάρκεια ηλιασμού και την ένταση της θερμικής του ακτινοβολίας. Με την χρήση του ηλιακού χάρτη καθορίζεται το ανάγλυφο του περιβάλλοντος, για τη συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, που μας ενδιαφέρει, ο σκιασμός του οικοπέδου από δέντρα, λόφους, κτίρια, ή ό,τι άλλο μπορεί να αποτελέσει πιθανώς εμπόδιο, καθώς και ο ελεύθερος χώρος, όπου ο ηλιασμός είναι ανεμπόδιστος και μπορεί να τοποθετηθεί το κτίριο.

Όταν επιλέγεται η ακριβής θέση του κτιρίου, συνήθως προς τη βορεινή πλευρά του οικοπέδου, θα πρέπει να μορφοποιείται και ο εξωτερικός χώρος, ο γειτονικός στο κτίριο, μιας και οι άνθρωποι τείνουν να χρησιμοποιούν τους ανοιχτούς χώρους, όταν υπάρχει καλός καιρός και λιακάδα. Οι νότιες προσόψεις παρουσιάζουν αξιόλογο ενδιαφέρον, όχι μόνο για τη δυνατότητα συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά και για τους ανοιχτούς χώρους που δημιουργούνται μπροστά τους.



Εικ. 1. Το κτίριο ως φυσικός συλλέκτης ηλιακής ενέργειας το χειμώνα.

Η χωροθέτηση του νέου κτηρίου στο οικοπέδο οφείλει να διασφαλίζει νότιο προσανατολισμό της μεγαλύτερης όψης του. Επιτρέπονται αποκλίσεις έως $\pm 30^\circ$ (ανατολικά ή δυτικά) του νότου. Στην περίπτωση αστικού οικοπέδου με δυσμενή προσανατολισμό, δηλαδή με όψεις ελεύθερες μόνον σε ανατολή και δύση, η δυνατότητα προσανατολισμού προς το νότο μπορεί να επιτευχθεί μέσω προεξοχών του κελύφους, των οποίων η όψη στρέφεται προς το νότο. Ο έλεγχος του ηλιασμού του κτηρίου πραγματοποιείται με την χρήση των ηλιακών χαρτών-διαγραμμάτων, βάσει των οποίων καθορίζεται και η απόσταση από τα γειτονικά κτήρια-εμπόδια. Ο έλεγχος αυτός καθορίζει την τελική τοποθέτηση του κτηρίου στο οικοπέδο. [47]

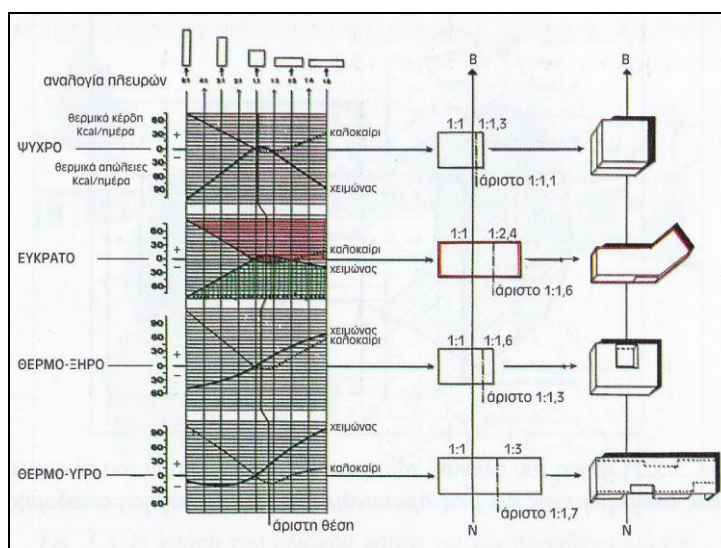
Υφίσταται ένας εμπειρικός κανόνας χρήσιμος στη φάση των προσχεδίων για τον έλεγχο του ηλιασμού το χειμώνα, ο οποίος καθορίζει ότι: για νότιο προσανατολισμό η απόσταση ανάμεσα στο χωροθετούμενο κτήριο και το υφιστάμενο εμπόδιο πρέπει να ισούται με $1,5 \times$ το ύψος του εμποδίου. Αναγκαία η χρήση της τομής του υφιστάμενου εμποδίου και του νέου κτηρίου. Για παράδειγμα, εάν το υφιστάμενο κτήριο-εμπόδιο έχει ύψος 15μ., η ελάχιστη απόσταση χωροθέτησης του νέου κτηρίου πρέπει να είναι ίση με $1,5 \times 15\mu. = 22,5\mu.$, προκειμένου το νέο κτήριο να έχει ήλιο τον χειμώνα.

2. Το σχήμα του κτιρίου

Το σχήμα του κτιρίου επηρεάζει τις ανάγκες του σε θέρμανση, ψύξη και φωτισμό. Επίσης, τα κλιματικά δεδομένα του κάθε τόπου επηρεάζουν το σχήμα του κτιρίου. Ένα κτίριο επιμήκες κατά τον άξονα ανατολή-δύση προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο για τη συλλογή της ηλιακής θερμότητας το χειμώνα. Παράλληλα, το καλοκαίρι η σκίαση της νότιας πλευράς είναι σχετικά πιο εύκολη, ενώ οι δυσμενείς προσανατολισμοί ανατολή και κυρίως δύση έχουν περιορισμένη επιφάνεια και συνεπώς, μικρότερη επιβάρυνση από τον ήλιο το καλοκαίρι.

Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί για τον προσδιορισμό του βέλτιστου σχήματος, σε δεδομένο γεωγραφικό πλάτος και κλιματικές συνθήκες προέκυψαν συνοπτικά τα εξής: [47]

- Το κτίριο-κύβος δεν είναι το βέλτιστο σχήμα για οποιοδήποτε τόπο.
- Όλα τα σχήματα κτιρίου τα επιμήκη κατά τον άξονα βορρα-νότου, λειτουργούν λιγότερο αποτελεσματικά σε σχέση με το τετράγωνο, χειμώνα καλοκαίρι.
- Η άριστη μορφή, για οποιοσδήποτε κλιματικές συνθήκες είναι η επιμήκης, κατά τον άξονα ανατολής-δύσης, αλλά με διαφορετικές αναλογίες στις διαστάσεις της.

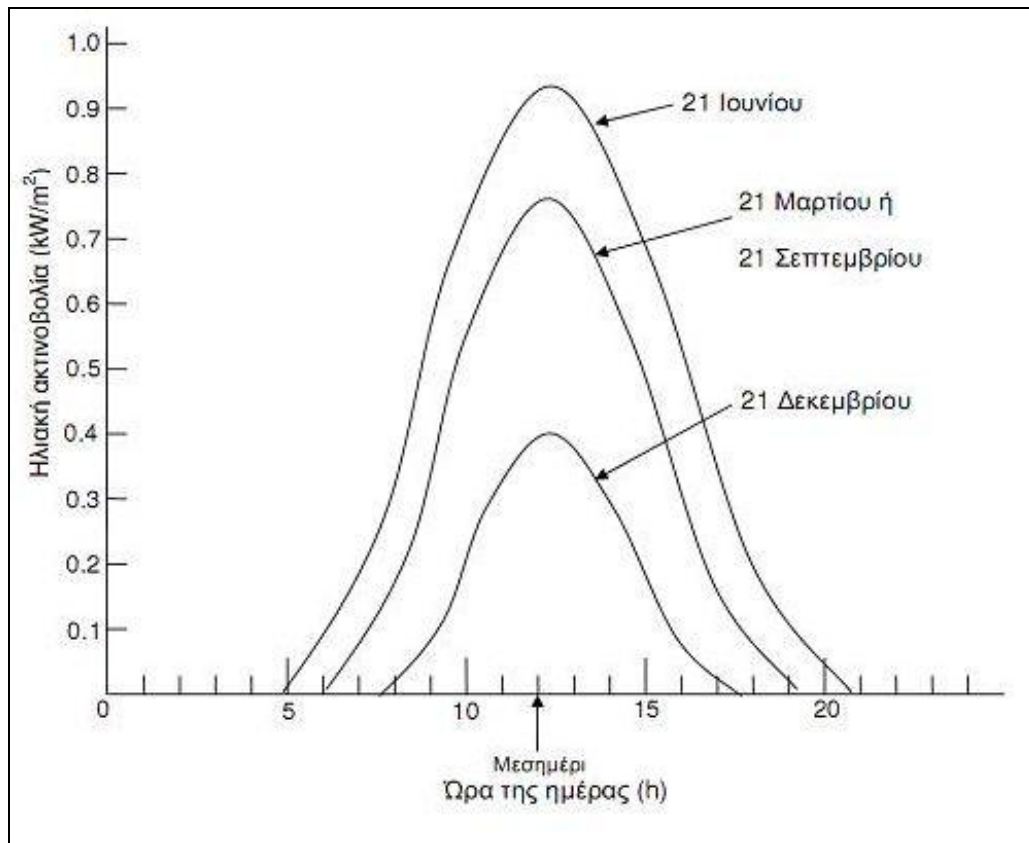


Εικ. 2. Προσδιορισμός του άριστου σχήματος κτιρίου, σε σχέση με τις θερμικές απώλειες το χειμώνα και τις θερμικές επιβαρύνσεις το καλοκαίρι, για διαφορετικές κλιματικές ζώνες.

3.0 προσανατολισμός

Το ζήτημα του προσανατολισμού είναι σύνθετο, γιατί εξαρτάται από άλλους παράγοντες όπως είναι:

- η τοπογραφία της περιοχής και το ανάγλυφο του εδάφους,
- το φυσικό τοπίο,
- ο κυκλοφοριακός θόρυβος,
- οι κλιματικές συνθήκες, κυρίως άνεμος και ηλιακή ακτινοβολία.

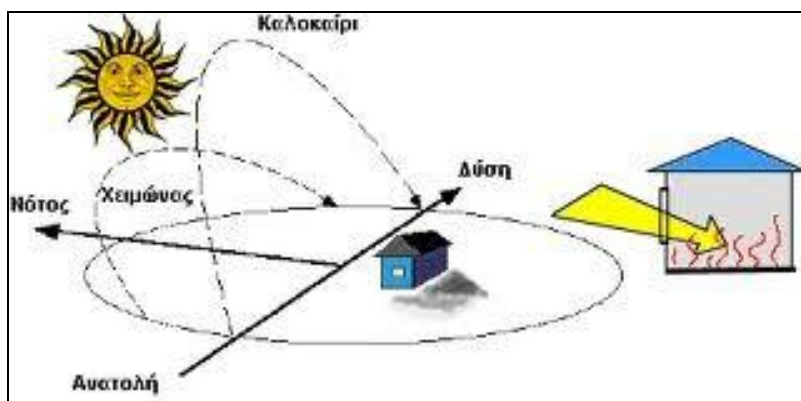


Εικ. 3. Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας όλο το χρόνο.

Για την εύκρατη ζώνη, σε σχέση με τις κλιματικές συνθήκες, ο καλύτερος προσανατολισμός είναι ο νότιος, γιατί η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν τριπλάσια σε σχέση με την αντίστοιχη σε ανατολή και δύση, για την περίοδο του χειμώνα. Για το καλοκαίρι μειώνεται σχεδόν στο μισό για τις νότιες επιφάνειες, σε σχέση με τις ανατολικές και δυτικές. [47]

Μελέτες αναδεικνύουν ως βέλτιστο προσανατολισμό αυτόν που βρίσκεται 17,5ο ανατολικότερα του νότου, για βόρεια γεωγραφικά πλάτη 40ο (Η Ελλάδα βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος 38ο). Το χειμώνα παρέχεται έτσι προστασία από τους βόρειους ανέμους και το καλοκαίρι μειώνονται οι συνθήκες υπερθέρμανσης. Επίσης, ένα κτήριο που προστατεύεται από τη γη έχει μειωμένες απώλειες θερμότητας από διείσδυση, ιδιαίτερα σε χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Αυτό οφείλεται στο ότι οι θερμοκρασίες του εδάφους μένουν σταθερές σε όλη τη διάρκεια του έτους και το χώμα συμβάλλει στο να δίνει μια πρόσθετη θερμική αντίσταση στο περίβλημα του κτηρίου. [47]

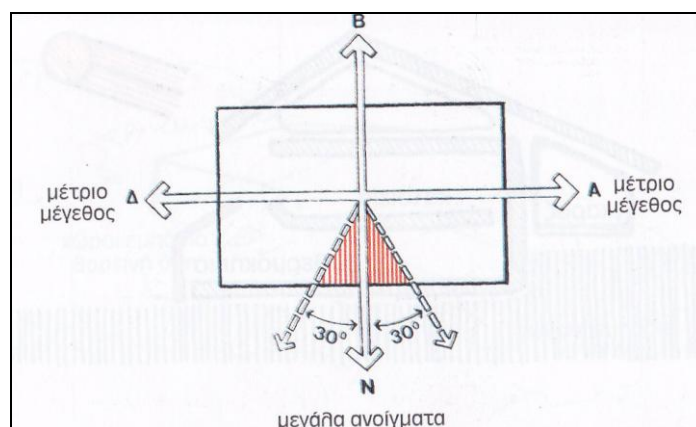
Πέρα από τα ηλιακά κέρδη, ο προσανατολισμός ενός κτηρίου σχετίζεται και με τις συνθήκες φυσικού φωτισμού. Μια κατοικία πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένη ώστε να εκμεταλλεύεται όσο το δυνατόν περισσότερο το φως κατά τη διάρκεια της μέρας. Ο σωστός προσανατολισμός του σπιτιού είναι εκείνος που εξασφαλίζει, επίσης, την ποσότητα και την ποιότητα του φωτός που εισέρχεται στους εσωτερικούς χώρους.



Εικ. 4. Η ηλιακή ένταση σε σχέση με τον προσανατολισμό.

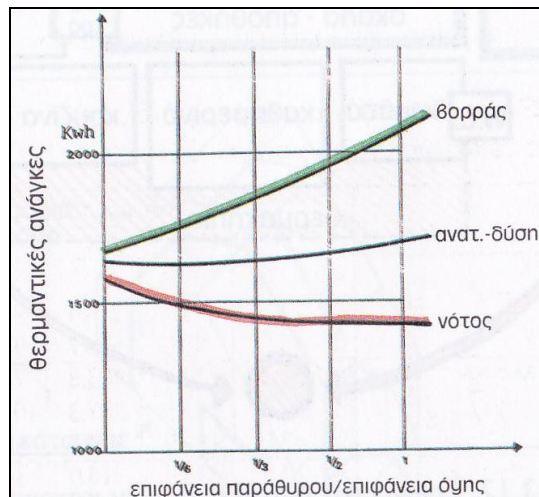
4. Το μέγεθος των ανοιγμάτων

Μαζί με τον προσανατολισμό αποτελούν τις δύο βασικές παραμέτρους για τη λειτουργία του κτιρίου ως φυσικού ηλιακού συλλέκτη.



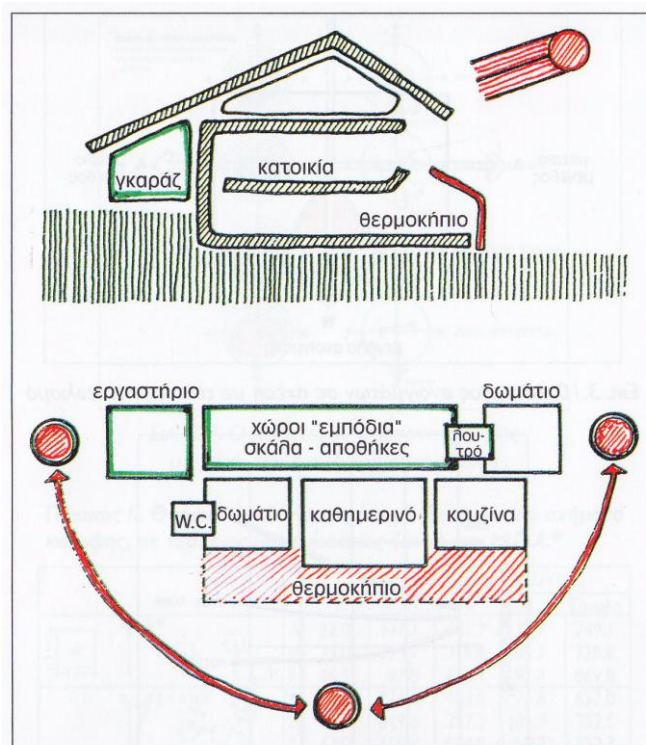
Εικ. 5. Μέγεθος ανοιγμάτων σε σχέση με τον προσανατολισμό.

Στα ανοίγματα το βασικό υλικό που χρησιμοποιείται είναι το γυαλί το οποίο δεν είναι ιδιαίτερα θερμομονωτικό υλικό κι έτσι υπάρχουν μεγάλες θερμικές απώλειες από τα υαλοστάσια. Όμως, τα υαλοστάσια ευθύνονται για τις θερμικές απολαβές εφόσον υπάρχει κι ο κατάλληλος προσανατολισμός, προς το νότο με ανοχή $\pm 30^\circ$ ανατολικότερα ή δυτικότερα του νότου. Έτσι προτείνονται μεγάλα ανοίγματα στο νότο με μονό ή διπλό τζάμι, τα παράθυρα μεσαίων διαστάσεων προτιμώνται στην ανατολή και τη δύση, ενώ τα μικρότερα παράθυρα στη βόρεια όψη με διπλά τζάμια. Όμως αυτά μπορεί να αλλάξουν αν υπάρχει θέα στο βορρά. Όσον αφορά στο θερμικό ισοζύγιο των νοτίων ανοιγμάτων αν υπάρχουν διπλά τζάμια, τα ηλιακά κέρδη είναι μεγαλύτερα από τις θερμικές απώλειες και αυτό έχει αποτέλεσμα τη δημιουργία θετικού ισοζυγίου κατά 23% τη χειμερινή περίοδο. Αν υπάρχουν διπλά τζάμια και πατζούρια τότε το θετικό ισοζύγιο θα είναι ακόμη μεγαλύτερο κατά 56% σε σχέση με τις θερμικές απώλειες. Τέλος για να μπορεί το νότιο άνοιγμα να λειτουργεί ως ηλιακός συλλέκτης θα πρέπει να υπάρχουν διπλά τζάμια, εξώφυλλα μονωμένα και σωστή τοποθέτηση των κουφωμάτων. (Η μελέτη προέρχεται από το Ερευνητικό Κέντρο C.S.T.B. της Γαλλίας.)



Εικ. 6. Μεταβολή των ετήσιων θερμαντικών αναγκών του κτιρίου σε σχέση με τον προσανατολισμό του γυάλινου ανοίγματος.

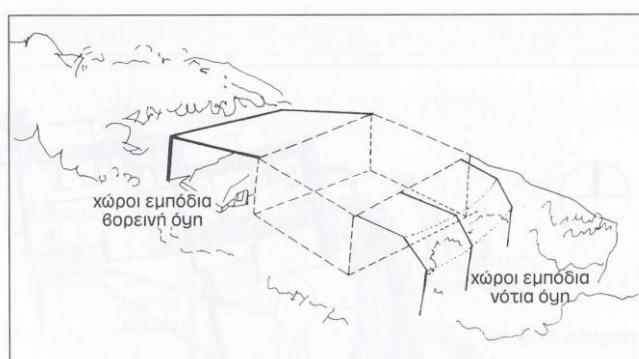
5.Η διάρθρωση των εσωτερικών χώρων



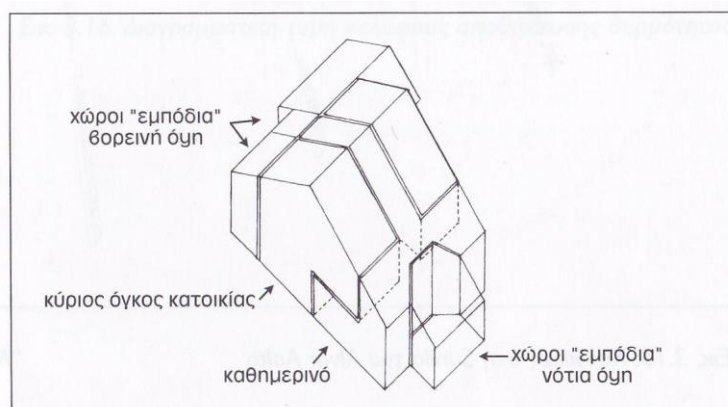
Εικ. 7. Εσωτερική διάταξη χώρων κατοικίας.
Τομή και κάτοψη βιοκλιματικού κελύφους.

Ο προσανατολισμός των εσωτερικών χώρων παραμένει ένα κρίσιμο θέμα για την προσαρμογή του κτιρίου στο τοπικό κλίμα. Η βορινή πλευρά του κτιρίου είναι η ψυχρότερη, η πιο σκοτεινή το χειμώνα και δε δέχεται καθόλου ήλιο παρά μόνο λίγες ώρες το πρωί και το απόγευμα το καλοκαίρι.

Η ανατολική και η δυτική πλευρά δέχονται ισόποση ηλιακή ακτινοβολία, μικρότερη το χειμώνα και μεγαλύτερη το καλοκαίρι. Ωστόσο η δυτική πλευρά είναι η πιο επιβαρημένη, γιατί το καλοκαίρι στην ήδη υψηλή θερμοκρασία του περιβάλλοντος προστίθεται και η θερμότητα του ήλιου τις μεταμεσημβρινές ώρες. Η νότια πλευρά δέχεται τη μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και τη μικρότερη το καλοκαίρι. Είναι η φωτεινότερη και πιο ευχάριστη πλευρά του κτιρίου και συνεπώς, η προσφορότερη για την τοποθέτηση των χώρων που χρησιμοποιούνται τις περισσότερες ώρες της ημέρας. [47]



Εικ. 8. Χώροι ανάσχεσης «παθητικοί» και «ενεργητικοί».



Εικ. 9. Αξονομετρικό διάγραμμα κατοικίας.

Για τα εύκρατα κλίματα, η καλύτερη οργάνωση των χώρων κατοικίας είναι εκείνη η διάταξη όπου οι χώροι που χρησιμοποιούνται περισσότερο, καθιστικό, κουζίνα, δωμάτια, τοποθετούνται προς το νότο.

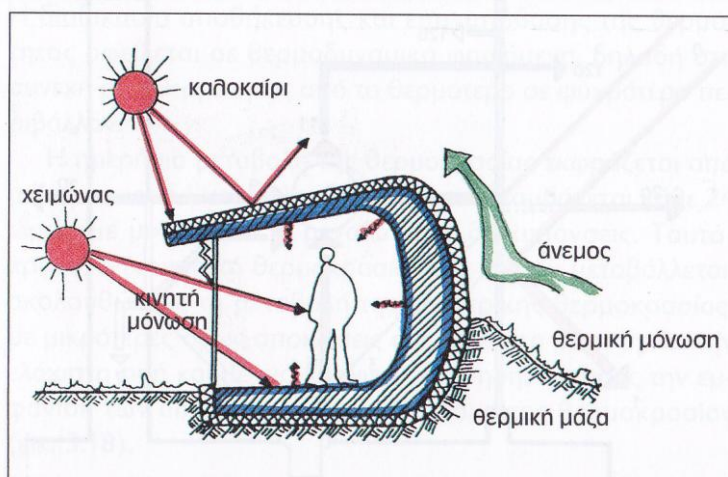
Στη δυσμενέστερη πλευρά τοποθετούνται χώροι πιο περιορισμένης χρήσης, όπως είναι οι σκάλες, η αποθήκη, το γκαράζ, κλπ, οι οποίοι αποτελούν και χώρους ανάσχεσης των θερμικών απωλειών και προστασίας των κυρίως χώρων ζωής από τη βορινή ψυχρή επιφάνεια.

Πρόκειται για χώρους εμπόδια, με ρόλο «παθητικό», οι οποίοι μετριάζουν τις εξωτερικές μεταβολές στον εσωτερικό χώρο, συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και βελτιώνουν τις συνθήκες του «εσωκλίματος» στους κύριους χώρους ζωής.

Άλλο είδος χώρων ανάσχεσης, με ρόλο «ενεργητικό», αποτελούν οι λότζιες, οι βεράντες, τα θερμοκήπια, που τοποθετούνται στη νότια πλευρά και συμβάλλουν στο θερμικό ισοζύγιο, λόγω της δέσμευσης της ηλιακής ενέργειας.

5.2 Το κτίριο ως αποθήκη θερμότητας

Μια σημαντική αρχή για την βιοκλιματική λειτουργία του κτιρίου είναι η διασφάλιση θερμικής μάζας, στην οποία αποθηκεύεται η θερμότητα που προέρχεται από τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας. Εφόσον το κτίριο λειτουργεί ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης, πρέπει η θερμότητα αυτή να αποθηκευτεί στη μάζα του κτιρίου, προκειμένου να αποδοθεί και πάλι στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου τη νύχτα. [47]



Εικ. 10. Διαγραμματική τομή κελύφους αποθήκευσης θερμότητας.

Ο πιο αποτελεσματικός αποθηκευτής θερμότητας είναι η ίδια η κατασκευή του κτιρίου, δηλαδή τα δάπεδα, οι τοιχοποιίες, οι οροφές. Όλα τα δομικά υλικά απορροφούν και αποθηκεύουν θερμότητα, το καθένα όμως σε διαφορετικό βαθμό και ποσότητα, ανάλογα με την πυκνότητα (ρ) της μάζας του και το συντελεστή ειδικής θερμότητας (c). Τα βαριά υλικά, μπετόν, πέτρα, τούβλα, έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα και συνεπώς, μεγαλύτερη ικανότητα για θερμική αποθήκευση.

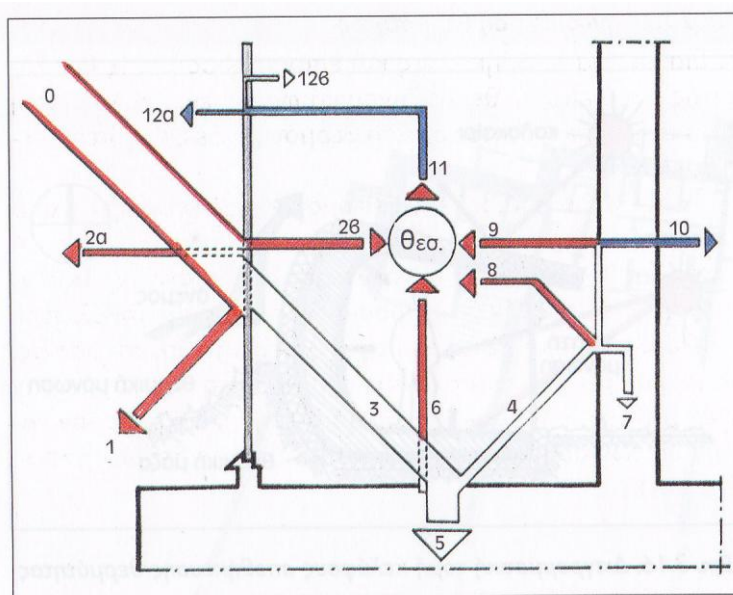
Η ηλιακή ενέργεια προσπίπτει στα ανοίγματα και περνά μέσα στο εσωτερικό, όπου μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια απορροφούμενη από τα υλικά της κατασκευής και τα αντικείμενα που βρίσκονται στο χώρο. Η μετατροπή της φωτεινής ενέργειας σε θερμική σημαίνει αλλαγή του μήκους κύματος, γεγονός που δεν επιτρέπει τη διαφυγή της από τα τζάμια προς τα έξω, συνεπώς εγκλωβίζεται και απορροφάται από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου, μέχρις ότου η ικανότητά τους για αποθήκευση θερμότητας κορεστεί. Πρόκειται για τη θετική πλευρά του φαινομένου του θερμοκηπίου στη μικρή κλίμακα του χώρου.

Η διαδικασία αποθήκευσης της ηλιακής θερμότητας γίνεται άμεσα από το δάπεδο ή τους τοίχους, όπου προσπίπτει ο ήλιος ή έμμεσα με την κίνηση του αέρα, ο οποίος θερμαίνεται ευκολότερα από οποιοδήποτε άλλο υλικό και με την κίνησή του μεταφέρει τη θερμότητα στα άλλα συμπαγή υλικά. Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα της κατασκευής που αποθηκεύει θερμότητα τόσο η θερμοκρασία του χώρου παραμένει

σταθερή σε επίπεδα θερμικής άνεσης για πολλές ώρες, χωρίς να χρειάζεται βοηθητική θέρμανση από άλλες πηγές ή να προκαλείται υπερθέρμανση του αέρα και δυσφορία.

Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στο γυαλί ακολουθεί την εξής πορεία (σχήμα):

- (1) ένα τμήμα της ακτινοβολίας ανακλάται αμέσως προς τα έξω (15%),
- (2α) και (2β) ένα τμήμα απορροφάται από το γυαλί και ανακλάται και προς τα έξω και προς τα μέσα,
- (3) η ηλιακή ενέργεια που περνά μέσα από το γυάλινο άνοιγμα μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια,
- (5) το μεγαλύτερο μέρος της θερμικής ενέργειας αποθηκεύεται στο πάτωμα,
- (4) και (6) ένα τμήμα της θερμικής ενέργειας ανακλάται από το δάπεδο προς τον εσωτερικό χώρο και τα δομικά στοιχεία,
- (7) ένα τμήμα από την ανακλώμενη θερμική ενέργεια αποθηκεύεται στον τοίχο,
- (8) ενώ ένα μικρό μέρος αυτής θερμαίνει τον αέρα του χώρου,
- (9) ένα τμήμα της αποθηκευμένης θερμότητας στον τοίχο μεταφέρεται προς τα μέσα,
- (10) ενώ ένα άλλο μέρος χάνεται προς τα έξω, υπό μορφή θερμικών απωλειών,
- (11) η αποθηκευμένη θερμότητα στο δάπεδο και τον τοίχο, αποδίδεται σταδιακά στο χώρο με ακτινοβολία ή με την κίνηση του αέρα
- (12α) από το συνολικό θερμικό κέρδος, ένα τμήμα χάνεται μέσα από τον υαλοπίνακα υπό μορφή θερμικών απωλειών,
- (Θεσ) η θερμότητα που παραμένει στο χώρο αποτελεί και την τελική ποσότητα του χρήσιμου ηλιακού κέρδους. [47]



Εικ. 11. Ανάλυση της πορείας που ακολουθεί η προσπίπτουσα ηλιακή

Για να λειτουργήσει σωστά ένα κτίριο ως αποθήκη ηλιακής θερμότητας πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

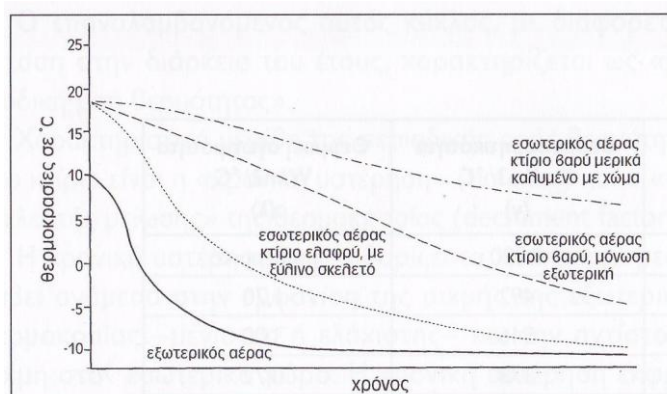
- να διαθέτει υλικά κατασκευής με αυξημένη θερμοχωρητικότητα,
- τα δομικά αυτά υλικά ή στοιχεία να είναι ισοκατανεμημένα σε όλη την κατασκευή.

ΥΛΙΚΑ	Ειδική θερμότητα Kj/Kg/ °C (c)	Πυκνότητα Kg/m ³ (d)	Θερμοχωρητικότητα Kcal/m ³ / °C (γ)	Θερμική αγωγιμότητα W/m ² / °C (λ)
νερό	4,19	1.000	1.000	ισοθερμικό
μπετόν	0,84	2.240	492	1,70
πέτρα ασβεστολιθική	0,88	2.850	546	3,00
τούβλα συμπαγή	0,84	1.920	378	0,72
πηλός-ωμόπλινθοι	1,00	1.700	220	0,52
τούβλα με πρόσθετα άλατα μαγνησίου	0,84	1.920	385	3,80

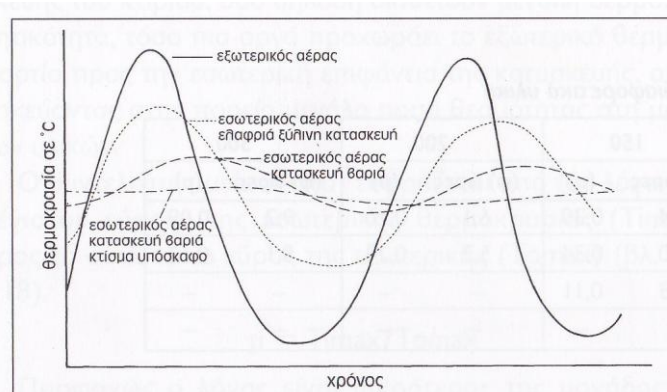
Εικ. 12. Θερμοχωρητικότητα υλικών

Πάχος σε mm.	50		100		150		200		300	
Υλικά	(φ) ώρες	(μ)	(φ) ώρες	(μ)	(φ) ώρες	(μ)	(φ) ώρες	(μ)	(φ) ώρες	(μ)
σκυρόδεμα	1,3	0,67	3,0	0,45	4,4	0,30	6,1	0,20	9,2	0,09
πλινθοδομή	—	—	2,4	0,48	4,0	0,34	5,2	0,24	8,1	0,12
ξυλεία	2,5	0,48	5,4	0,23	8,3	0,11	—	—	—	—
ορυκτοβάμβακας	2,5	0,48	5,3	0,22	—	—	—	—	—	—

Εικ. 13. Χρονική υστέρηση και Συντελεστής μείωσης για διαφορετικά υλικά



Εικ. 14. Η επίδραση της εξωτερικής θερμοκρασίας στην αντίστοιχη μείωση της εσωτερικής, για διαφορετικού τύπου κατασκευές και υλικά.



Εικ. 15. Η επίδραση της αυξομείωσης της εξωτερικής θερμοκρασίας στη διακύμανση της εσωτερικής, για διάφορους τύπους κατασκευής.

5.3 Το κτίριο ως παγίδα θερμότητας

Για την αποτελεσματικότερη λειτουργία του κτιρίου είναι ανάγκη η θερμότητα, που συλλέγεται από τον ήλιο, να παγιδεύεται στο εσωτερικό του κτιρίου και να μην διασκορπίζεται προς τα έξω. Η διασπορά θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον καθορίζεται από τις θερμικές απώλειες του κτιρίου, γεγονός που συμβαίνει το χειμώνα. Αντίστροφα το καλοκαίρι, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλότερες από τις εσωτερικές, το κτίριο απορροφά θερμότητα, την οποία σταδιακά την αποθηκεύει μέσα στο χώρο, με κίνδυνο βεβαίως να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης.

Αυτή η αντιθετική λειτουργία του κτιρίου, που οφείλεται στην εναλλαγή των εποχών, μπορεί να αντιμετωπιστεί με την πρόβλεψη στρώματος θερμικής μόνωσης στην εξωτερική πλευρά του κελύφους (τοιίχους, οροφή, δάπεδα). Έτσι, επιτυγχάνεται περιορισμός των απωλειών, από το εσωτερικό του κτιρίου προς τα έξω και παγίδευση της μεγαλύτερης δυνατής ποσότητας ηλιακής θερμότητας. Το καλοκαίρι η θερμομόνωση λειτουργεί προστατευτικά για το κέλυφος του κτιρίου και κατ'επέκταση για τον εσωτερικό χώρο, μειώνοντας έτσι το ενδεχόμενο υπερθέρμανσης. Πέραν αυτών η θερμομόνωση προσφέρει συνθήκες θερμικής άνεσης μέσα στο κτίριο, γιατί περιορίζεται η ακτινοβολία θερμότητας από το σώμα του ανθρώπου προς τις περιβάλλουσες το χώρο επιφάνειες, οι οποίες συνήθως είναι ψυχρότερες από τον αέρα του χώρου. [47]

1.Θερμικές απώλειες του κελύφους

Όλα τα κτίρια χάνουν το χειμώνα θερμότητα με 3 τρόπους κυρίως:

- με αγωγή της θερμότητας μέσα από το κέλυφος του κτιρίου (τοιίχους, γυάλινα ανοίγματα, στέγη ή δώμα και δάπεδο) προς το εξωτερικό ψυχρότερο περιβάλλον,
- με μεταφορά της θερμότητας, μέσω της κίνησης του αέρα, είτε μέσα από τους αρμούς των κουφωμάτων, είτε μέσα από τα ανοιχτά παράθυρα,
- με ακτινοβολία θερμότητας από το κέλυφος του κτιρίου προς την ατμόσφαιρα τη νύχτα.

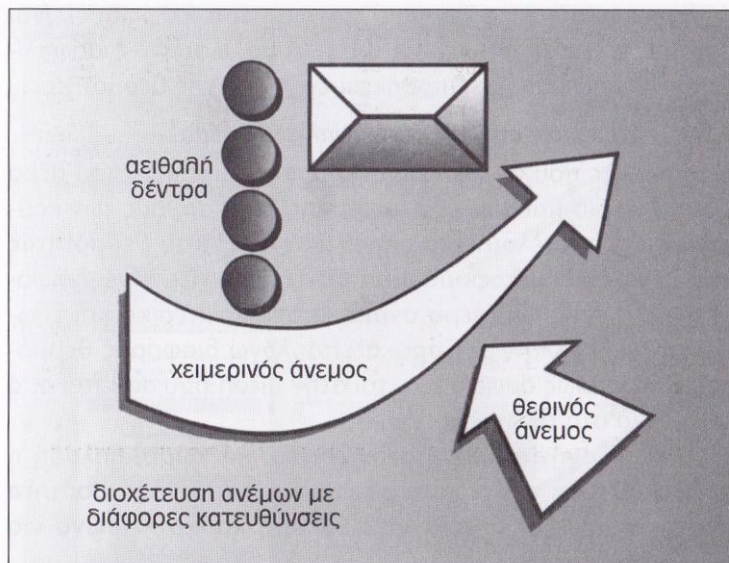
Οι συνολικές θερμικές απώλειες εξαρτώνται από τους εξής παράγοντες:

1. από τον λόγο της συνολικής εξωτερικής επιφάνειας προς τον όγκο του κτιρίου: $F_{\text{συν}}/V_{\text{συν}}$. Όσο μικρότερη είναι η συνολική εξωτερική επιφάνεια τόσο μικρότερος είναι ο λόγος, άρα τόσο λιγότερες οι θερμικές απώλειες του κτιρίου.
2. από την προστασία των εκτεθειμένων πλευρών του κτιρίου στους ψυχρούς χειμωνιάτικους ανέμους, με κατάλληλους χειρισμούς στο κέλυφος του κτιρίου ή με τη χρήση βλάστησης.
3. από τη μείωση των εκτεθειμένων πλευρών του κτιρίου προς το βορρά, φτάνοντας ακόμη και στην κάλυψη τμήματος ή ολης της βορεινής επιφάνειας με χώμα εφόσον η κλίση του εδάφους το επιτρέπει.

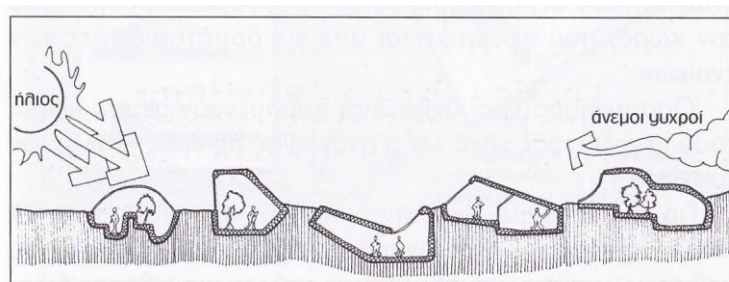
Για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών προτείνονται τα εξής μέτρα:

- να προβλέπεται κατάλληλη θερμομόνωση στα συμπαγή στοιχεία του κελύφους, τοίχους, οροφές, δάπεδα. Έτσι, εξασφαλίζεται η μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας και συνεπώς των θερμικών απωλειών,
- να προβλέπονται διπλά τζάμια, ιδιαίτερα για τα ανοίγματα που βρίσκονται στους δυσμενείς προσανατολισμούς, βορρά, ανατολή, δύση.
- να προβλέπεται κινητή θερμική μόνωση των ανοιγμάτων, για νυχτερινή προστασία με τη χρήση πατζουριών ή άλλων εξωφύλλων, τα οποία μπορούν να έχουν περσίδες με θερμομόνωση στο εσωτερικό τους.

Σημειώνεται εδώ ότι η θερμική μόνωση είναι προτιμότερη στην εξωτερική πλευρά ώστε να διασφαλίζεται η παγίδευση της αποθηκευμένης ηλιακής θερμότητας.



Εικ. 16. Εκτροπή ψυχρού ανέμου με τη χρήση βλάστησης.



Εικ. 17. Κελύφη κτιρίων για περιορισμό θερμικών απωλειών.

2.Θερμικές απώλειες από εναλλαγές αέρα

Οι απώλειες που οφείλονται στη μεταφορά του ζεστού αέρα από το κτίριο προς τα έξω, μέσα από τους αρμούς των κουφωμάτων, αποτελούν μια σημαντική ποσότητα θερμότητας που χάνεται. Η μεταφορά αυτή συντελείται είτε λόγω διαφορετικής πίεσης του αέρα ανάμεσα στο εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον, είτε προκαλείται λόγω διαφοράς θερμοκρασίας, κυρίως όμως οφείλεται στην πίεση που ασκείται από τον άνεμο στα ανοίγματα.

Η εναλλαγή του αέρα στον εσωτερικό χώρο, δηλαδή η αντικατάσταση του χρησιμοποιούμενου από νέα ποσότητα φρέσκου αέρα είναι αναγκαία, ακόμη και το

χειμώνα, για λόγους υγιεινής. Υπολογίζεται ότι ένας ενήλικας χρειάζεται περίπου 30 m³ αέρα ανά ώρα, για να έχει το απαραίτητο οξυγόνο. Επίσης η εναλλαγή του αέρα απομακρύνει τις δυσάρεστες οσμές από τον χώρο, που προέρχονται από τις δραστηριότητες των ενοίκων.

Όσο περισσότεροι άνθρωποι παραμένουν σε ένα χώρο, τόσο μεγαλύτερος είναι και ο αναγκαίος αριθμός εναλλαγών του αέρα. Για παράδειγμα, για την κατοικία θεωρείται ότι ½ εναλλαγή αέρα ανά ώρα είναι επαρκής, για τους χώρους του καθιστικού και των υπνοδωματίων, ενώ για μια αίθουσα διδασκαλίας υπολογίζεται ότι απαιτούνται 4 εναλλαγές αέρα ανά ώρα, για λόγους υγείας των μαθητών. Όμως αυτή η εναλλαγή πρέπει να είναι ελεγχόμενη έτσι ώστε να διασφαλίζονται συνθήκες θερμικής άνεσης στο χώρο και αφετέρου να μειώνονται οι θερμικές απώλειες.

Αυτό επιτυγχάνεται με:

- την καλή στεγάνωση των αρμών των κουφωμάτων. Ακόμη και τα αεροστεγή κουφώματα που υπάρχουν σήμερα, επιτρέπουν μισή (0,5) εναλλαγή αέρα/ώρα, δηλαδή ο αέρας που περικλείεται σε ένα χώρο ανανεώνεται κατά το ήμισυ κάθε μία ώρα.
- τη μείωση του μεγέθους των ανοιγμάτων που βρίσκονται στο βορρά και που είναι, συνήθως, εκτεθειμένα στους ψυχρούς ανέμους.
- την τοποθέτηση βλάστησης ή δέντρων για προστασία ή και εκτροπή των ψυχρών ανέμων εφόσον είναι εφικτό.

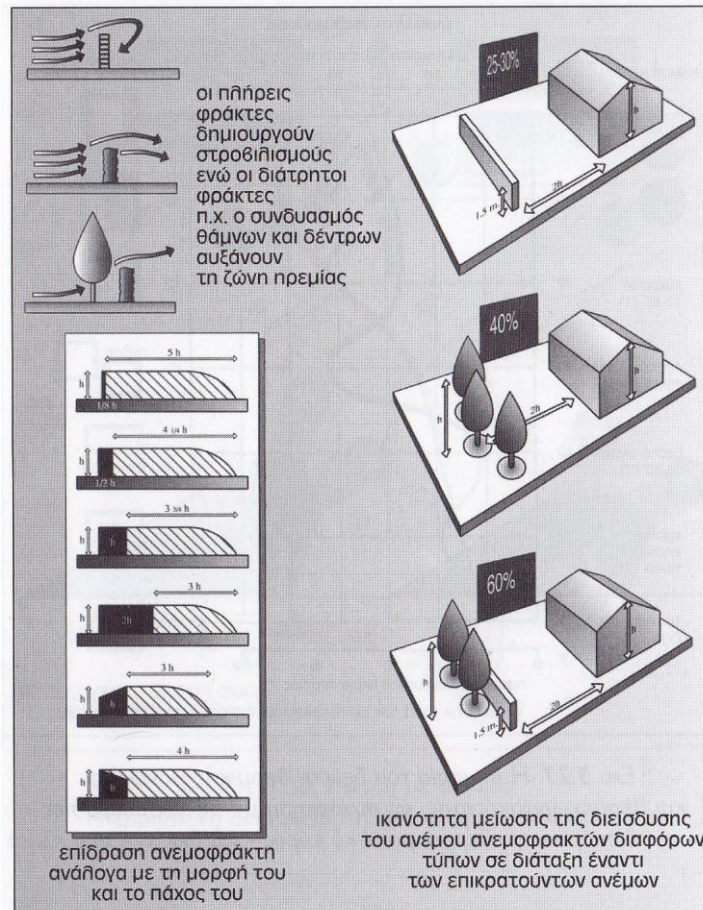
3.Θερμική μάζα και θερμομόνωση

Έχει ήδη αναφερθεί ότι η αποθήκευση της ηλιακής θερμότητας πραγματοποιείται στη θερμική μάζα της κατασκευής. Η θερμομόνωση προστατεύει το κέλυφος, δηλαδή τη θερμική μάζα, όταν βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά. Η ποσότητα της θερμικής μάζας, καθώς και ο βαθμός θερμομόνωσης του κτιρίου είναι συνάρτηση του κλίματος.

Σε κλίμα ψυχρό, η απαίτηση για καλύτερη θερμομόνωση είναι μεγαλύτερη, καθώς η θερμοκρασία σχεδιασμού (20 °C στο εσωτερικό του κτιρίου) αποκλίνει περισσότερο σε σχέση με τις εξωτερικές θερμοκρασίες.

Σε κλίμα ζεστό ξηρό, η θερμική μάζα αποτελεί τον πιο σημαντικό παράγοντα, γιατί απορροφά τις έντονες διακυμάνσεις της εξωτερικής θερμοκρασίας ανάμεσα σε ημέρα και νύχτα.

Για την εύκρατη ζώνη, η θερμομόνωση και η θερμική μάζα αποτελούν περίπου ισοδύναμους παράγοντες αποτελεσματικής λειτουργίας του κτιρίου. Τονίζεται ειδικότερα ότι η θερμική προστασία είναι απολύτως αναγκαία για τη βορινή πλευρά, ενώ η απαίτηση για μεγάλη θερμοχωρητικότητα εντοπίζεται στη δυτική πλευρά, η οποία επιβαρύνεται με μεγάλη ποσότητα θερμότητας κυρίως το καλοκαίρι.



Εικ. 18. Εκτροπή ψυχρών ανέμων με τη χρήση συμπαγών στοιχείων ή δέντρων.

5.4 Το κτίριο ως συλλέκτης και αποθήκη ψύξης

Το καλοκαίρι οι κλιματικές συνθήκες αντιστρέφονται. Οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλές, η ηλιακή ακτινοβολία είναι έντονη, με αποτέλεσμα το κτίριο να απορροφά θερμότητα πολύ περισσότερη μάλιστα όταν είναι εκτεθειμένο στον ήλιο, με άμεση επίπτωση να δημιουργούνται στον εσωτερικό χώρο συνθήκες υπερθέρμανσης, οι οποίες ξεπερνούν τα όρια της άνεσης (θερμοκρασία άνω των 28°C). [47]

Οι συνθήκες που επηρεάζουν και καθορίζουν την αποφυγή των επιβαρύνσεων του κτιρίου και τη λειτουργία του ως φυσικού συλλέκτη δροσισμού το καλοκαίρι είναι οι εξής:

1. Η προστασία του κτιρίου από τον ήλιο και, κυρίως, η σκίαση των ανοιγμάτων, έτσι ώστε να αποκλείεται η ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία στον εσωτερικό χώρο.
2. Η εξασφάλιση επαρκούς φυσικού αερισμού στον εσωτερικό χώρο, κυρίως τις νυχτερινές ώρες, έτσι ώστε να απομακρύνεται το πρόσθετο θερμικό φορτίο, που απορροφάται από τα υλικά της κατασκευής στη διάρκεια της μέρας.
3. Η εξασφάλιση θερμικής αδράνειας στην κατασκευή, με τη χρησιμοποίηση υλικών που έχουν μεγάλη θερμοχωρητική ικανότητα.

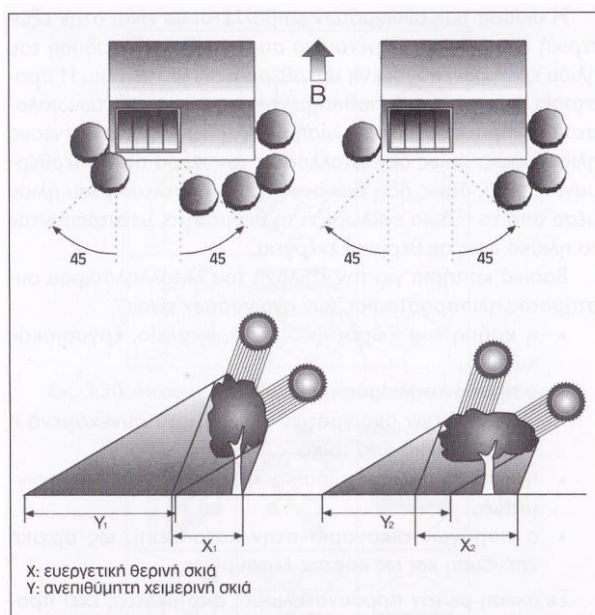
4. Η κατά προτίμηση βαφή των εξωτερικών επιφανειών με χρώματα ανοιχτά, για να μειώνεται η απορροφούμενη θερμότητα.
5. Η φυσική ψύξη με την διαδικασία της εξάτμισης, όταν το κλίμα είναι ζεστό-ξηρό.

Οι προαναφερθείσες συνθήκες μπορούν να δημιουργηθούν με κατάλληλους χειρισμούς, οι οποίοι σχετίζονται τόσο με το άμεσο περιβάλλον όσο και με το κέλυφος του κτιρίου. Στη συνέχεια αναλύονται οι τρόποι και οι ρυθμίσεις που συμβάλλουν στη λειτουργία του κτιρίου ως φυσικού συλλέκτη δροσισμού και αποθήκη ψύξης.

1.0 σκιασμός του κτιρίου και των ανοιγμάτων του

Ο σκιασμός του κτιρίου μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων και βλάστησης σε θέσεις κατάλληλες, έτσι ώστε να διακόπτεται ο ηλιασμός του κτιρίου τους καλοκαιρινούς μήνες. Η βλάστηση μετριάζει ταυτόχρονα την εξωτερική θερμοκρασία, λόγω της απορρόφησης θερμότητας από το φύλλωμα.

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων και η επιλογή κατάλληλου συστήματος σκίασης σε μορφή, μέγεθος και θέση, είναι συνάρτηση του προσανατολισμού της όψης, δηλαδή εξαρτάται από την εκάστοτε γωνία ύψους και αζιμουθίου των φαινόμενων τροχιών του ήλιου.



Εικ. 19. Σκίαση με δέντρα.

Η ερριμένη σκιά συνάρτηση του ύψους του δέντρου.

Η σκίαση των ανοιγμάτων επιβάλλεται να είναι στην εξωτερική πλευρά προκειμένου να αποφευχθεί η διείσδυση του ήλιου και η συνεπαγόμενη υπερθέρμανση του χώρου. Η προστασία με περσίδες στο τοποθετημένες στο εσωτερικό των υαλοστασίων προσφέρει μεν μείωση της θάμβωσης από το έντονο ηλιακό φως, όμως δεν απαλλάσσει το χώρο από υπερθέρμανση γιατί, όπως έχει ήδη αναφερθεί, η διέλευση του ήλιου από τα τζάμια εγκλωβίζει τη θερμότητα μετατρέποντας το ηλιακό φως σε θερμική ενέργεια. [47]

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

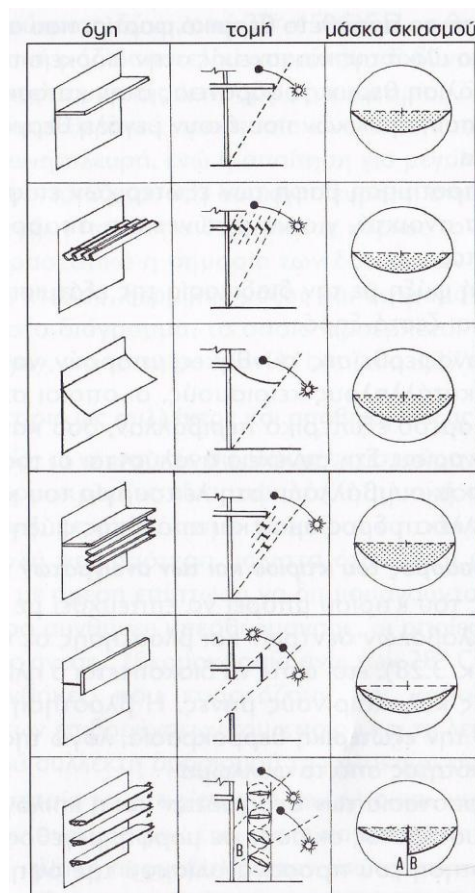
- η χρήση του χώρου (κατοικία, σχολείο, εργασιακός χώρος),
- ο προσανατολισμός της όψης,
- η μορφή των ανοιγμάτων (συνεχόμενα ή διακοπτόμενα από τοίχους),
- η αισθητική του κτιρίου και η μορφολογία των ανοιγμάτων,
- ο παράγων οικονομία στην κατασκευή, ως αρχική επένδυση και ως κόστος λειτουργίας.

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

α) για το νότιο προσανατολισμό, τα πιο κατάλληλα συστήματα σκίασης είναι τα οριζόντια, σταθερά ή κινητά, λόγω της υψηλής τροχιάς του ήλιου Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο. Το κρίσιμο σημείο είναι το πλάτος της προεξοχής των περσίδων, έτσι ώστε το καλοκαίρι να διασφαλίζεται μεν ο πλήρης σκιασμός των ανοιγμάτων, ενώ το χειμώνα να επιτρέπεται η διέλευση του ήλιου μέσα στο χώρο.

β) για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό, η σκίαση των ανοιγμάτων με κατακόρυφες περσίδες είναι η πιο αποτελεσματική, γιατί ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά, κοντά στον ορίζοντα. Η σταθερή όμως σκίαση παρεμποδίζει και τον ηλιασμό του χώρου το χειμώνα. Για το λόγο αυτό η κινητή ηλιοπροστασία είναι προτιμότερη.

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

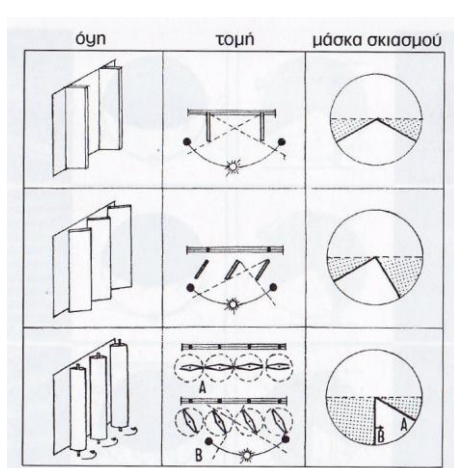


Εικ. 20. Μορφές οριζοντίων σκιάστρων για νότια όψη.

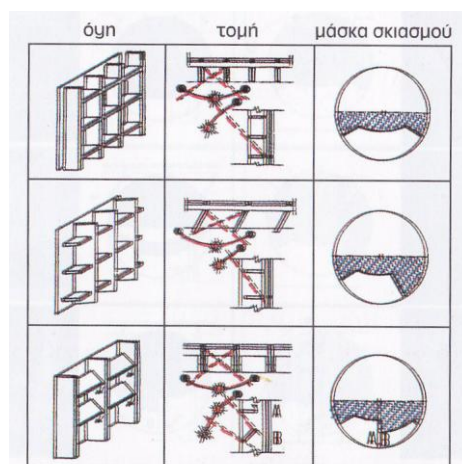
Αξιολογώντας την αποτελεσματικότητα των συστημάτων ηλιοπροστασίας συμπεραίνεται ότι: τα σταθερά προστεγάσματα ή σκίαστρα, ανεξάρτητα από προσανατολισμό, παρουσιάζουν προβλήματα ως προς την αποτελεσματικότητά τους.

Για παράδειγμα, η πλήρης ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων το μήνα Αύγουστο είναι απολύτως επιθυμητή για την αποφυγή υπερθέρμανσης, όμως ταυτόχρονα διακόπτεται ο ηλιασμός του χώρου και το μήνα Απρίλιο, λόγω της ίδιας φαινόμενης τροχιάς του ήλιου, όταν η ηλιακή ακτινοβολία είναι ευεργετική και αναγκαία.

Συνεπώς, η κινητή εξωτερική ηλιοπροστασία παρουσιάζει πλεονεκτήματα, λόγω της ευελιξίας και της δυνατότητας ρύθμισης από τους ενοίκους, ανάλογα με τις ανάγκες τους.



Εικ. 21



Εικ. 22

Εικ. 21. Μορφές περσίδων για ανατολική και δυτική όψη.

Εικ. 22. Μορφές περσίδων για ΝΔ και ΝΑ όψη.

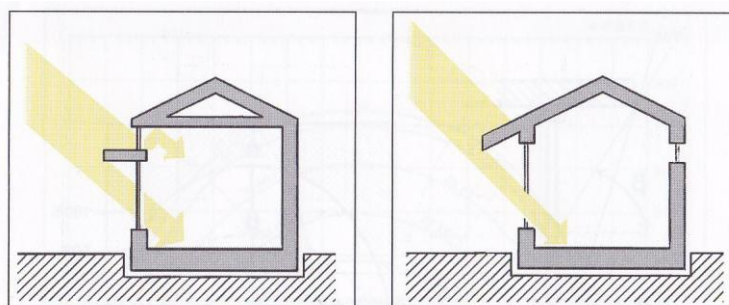
Το είδος του ηλιοπροστατευτικού συστήματος, η μορφή και η λειτουργία εξαρτάται άμεσα και από τη χρήση του κτιρίου και το ωράριο λειτουργίας. Δηλαδή, με διαφορετικό τρόπο χειρίζεται κανείς την ηλιοπροστασία μιας κατοικίας, όπου μπορούν να καλύπτονται πλήρως οι ανάγκες με μία τέντα, ενώ για ένα κτίριο γραφείων ή μια βιβλιοθήκη, η επιλογή του συστήματος οφείλει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των συνθηκών εργασίας (πχ σταθερή θέση), ενώ παράλληλα πρέπει να διασφαλίζεται επάρκεια σε φυσικό φωτισμό, χωρίς επιβαρύνσεις από θάμβωση ή ανακλάσεις του φωτός στο επίπεδο εργασίας. [47]

Η επιλογή του συστήματος ηλιοπροστασίας καθορίζεται και από κριτήρια αισθητικά. Το «παιχνίδι» με το φως, η σχέση του εσωτερικού με τον εξωτερικό χώρο, η διαφάνεια του κελύφους αποτελούν ζητήματα συνθετικής οργάνωσης. Επίσης, η διαφοροποιούμενη μορφή της ηλιοπροστασίας, συναρτήσει του προσανατολισμού της όψης, προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα σχεδιαστικών χειρισμών και μπορεί να αποτελέσει επιπρόσθετο στοιχείο συνθετικής οργάνωσης των όψεων του κτιρίου.

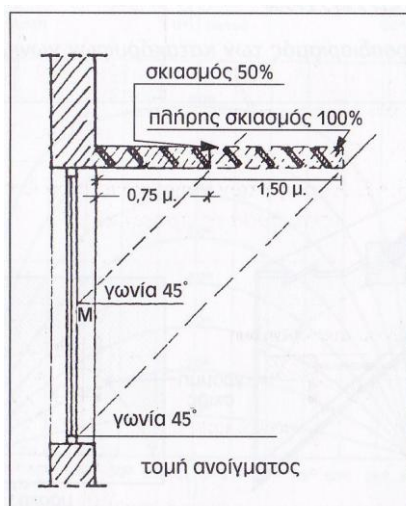
Τέλος, ως προς το οικονομικό σκέλος, παρά το γεγονός ότι η κινητή εξωτερική ηλιοπροστασία είναι πιο ακριβή, σε σχέση με την σταθερή ή με τη χρήση εξωτερικών περσίδων, ωστόσο αποδεικνύεται πιο αποδοτική στην λειτουργία της, άρα και πιο

οικονομική, γιατί απαλλάσσει σε μεγάλο βαθμό το κτίριο από την υπερβολική ζέστη του καλοκαιριού και συνεπώς, από τη χρήση κλιματιστικού, ακριβού στη λειτουργία και επιβλαβούς για το περιβάλλον. Άλλωστε, η χρήση του κλιματιστικού λόγω της έκλυσης ρυπογόνων αερίων στην ατμόσφαιρα, χλωροφθορανθράκων, συμβάλλει στη μείωση του προστατευτικού στρώματος του όζοντος και κατ' επέκταση στη διεύρυνση της «τρύπας» του όζοντος.

2.0 σχεδιασμός της ηλιοπροστασίας



Εικ. 23. Οριζόντιες προεξοχές για σκίαση νότιας όψης.



Εικ. 24. Σκίαστρα κεκλιμένα, διακοπτόμενα.

3.Η θερμική αδράνεια της κατασκευής

Η χρησιμοποίηση υλικών με μεγάλη θερμοχωρητικότητα εξασφαλίζει τη δυνατότητα του κτιρίου να λειτουργήσει ως αποθήκη θερμότητας.

Το καλοκαίρι η θερμική αδράνεια της κατασκευής είναι επίσης πολύ σημαντική, γιατί παρέχει τη δυνατότητα στο κτίριο να αποθηκεύσει τη νυχτερινή δροσιά στα δομικά του στοιχεία και κατά συνέπεια να αποφευχθεί η υπερθέρμανσή του. Πρακτικά, η θερμική αδράνεια της κατασκευής επιβραδύνει τη μεταφορά θερμότητας στον εσωτερικό χώρο, για αρκετές ώρες, μέχρις ότου η εξωτερική θερμοκρασία μειωθεί, οπότε το κτίριο αρχίζει να αποβάλλει το πρόσθετο θερμικό φορτίο που αποθήκευσε στη μάζα του, με τη διαδικασία του φυσικού αερισμού και ακτινοβολίας θερμότητας στην ατμόσφαιρα, στη διάρκεια της νύχτας. [47]

Η περισσότερη επιβαρυνόμενη περιοχή του κτιρίου είναι η επικάλυψή του, γιατί σε όλη τη διάρκεια της ημέρας δέχεται την έντονη ακτινοβολία του ήλιου. Οι θολωτές επικαλύψεις αποτελούν μία έξυπνη λύση για περιοχές με ζεστά-ξηρά καλοκαίρια, όπως είναι η Ελλάδα, ακόμη και στην εύκρατη ζώνη. Οι μορφές επικάλυψης με τρούλους ή θόλους, οι οποίες εμφανίζονται συχνότερα στην ανώνυμη αρχιτεκτονική, έχουν το πλεονέκτημα αφενός να διανέμουν την ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με την οριζόντια, αφετέρου τη νύχτα η καμπύλη μορφή να αποβάλλει μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας μέσω ακτινοβολίας προς την ατμόσφαιρα, επιταχύνοντας έτσι το ρυθμό φυσικής ψύξης του κτιρίου.

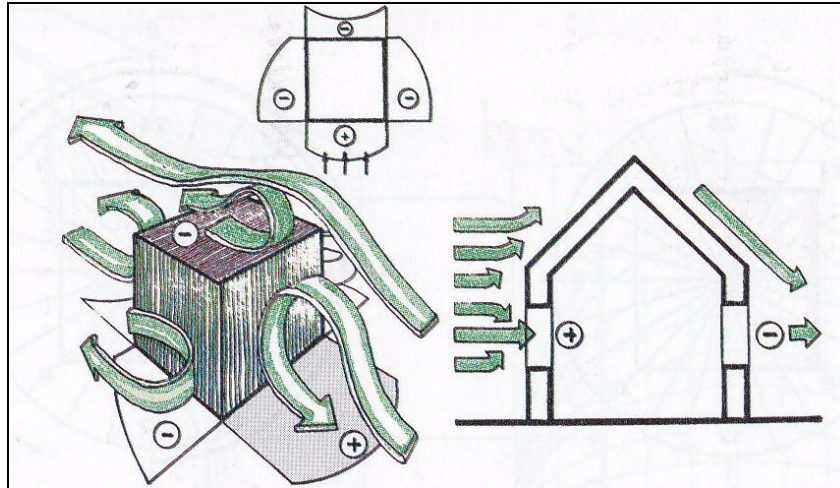
Από έρευνες που έχουν γίνει, διαπιστώθηκε ότι για το εύκρατο κλίμα με ζεστά καλοκαίρια, η παρουσία θερμικής μάζας (υλικά από μπετόν, τούβλα, πέτρα, χώμα) συμβάλλει στη διατήρηση της θερμικής άνεσης, γιατί απορροφά αρκετή ποσότητα θερμότητας χωρίς να επιβαρύνεται το εσωτερικό των κτιρίων. Παράλληλα, οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας είναι ήπιες και με αρκετή χρονική υστέρηση, γεγονός που διευκολύνει την αποφυγή χρήσης κλιματισμού, εκτός και αν πρόκειται για κτίρια ή χώρους όπου συγκεντρώνεται μεγάλος αριθμός ατόμων, οπότε ο κλιματισμός είναι αναγκαίος για ορισμένες ώρες της ημέρας.

4. Φυσικός αερισμός

Ο φυσικός αερισμός των εσωτερικών χώρων έχει άμεση επίδραση στην υγεία των ενοίκων, στη θερμική άνεση και στο αίσθημα ευεξίας. Διευκολύνει την ανταλλαγή θερμότητας του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον και παράλληλα συμβάλλει στη φυσική ψύξη των δομικών στοιχείων της κατασκευής, όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από την εσωτερική. [47]

Η κίνηση του αέρα μέσα στο κτίριο προκαλείται από τις εξής κυρίως αιτίες:

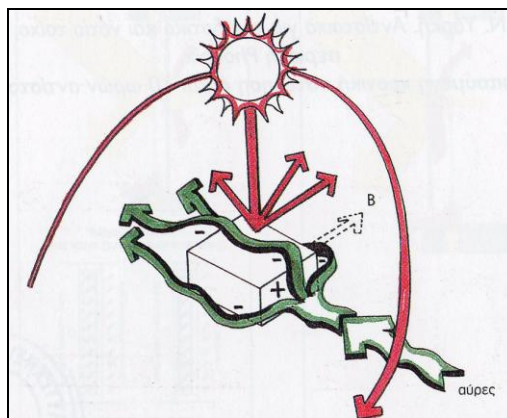
- Από την κατεύθυνση του πνεόντος ανέμου και τη διαφοροποίηση των πιέσεων που δημιουργούνται στο κέλυφος του κτιρίου. Οι πλευρές του κτιρίου που είναι αντιμέτωπες με τον άνεμο δέχονται υψηλές πιέσεις, ενώ οι πίσω απάνεμες πλευρές βρίσκονται σε ζώνη χαμηλής πίεσης, με αποτέλεσμα να δημιουργείται «σκιά ανέμου».
- Από θερμοκρασιακές διαφορές που δημιουργούνται στις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου, αλλά και στο εσωτερικό του. Ο αέρας που θερμαίνεται καθίσταται πιο ελαφρύς και μεταφέρεται προς τα επάνω. Το κενό που δημιουργείται έρχεται να καλύψει αέρας βαρύτερος και πιο ψυχρός και η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται δημιουργώντας μια διαρκή ροή αέρα και φυσικό αερισμό, μέσω εναλλαγής του αέρα.



Εικ. 25. Η επίδραση του ανέμου στην κατανομή των πιέσεων και υποπίεσεων.

Οι παράμετροι που επηρεάζουν τις συνθήκες φυσικού αερισμού στο εσωτερικό των κτιρίων είναι:

1. Οι εξωτερικές συνθήκες και κυρίως η κατεύθυνση των δροσερών ανέμων στην περιοχή,
2. Η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων,
3. Η χρήση του κτιρίου και η δραστηριότητα των ενοίκων,
4. Το χρώμα και η υφή των εξωτερικών επιφανειών,
5. Η δημιουργία ρευμάτων αερισμού μέσω εξάτμισης νερού.



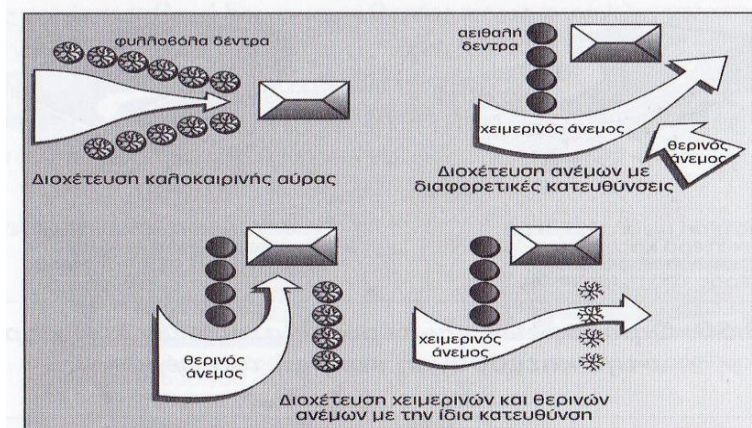
Εικ. 26. Οι θερμοκρασιακές διαφορές και οι αύρες δημιουργούν ροή του αέρα και φυσικό αερισμό.

A. Οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες, κυρίως η κατεύθυνση των δροσερών ανέμων επηρεάζουν το φυσικό αερισμό του κτιρίου το καλοκαίρι. Οι δροσεροί άνεμοι-αύρες έχουν συνήθως νότια ή νοτιοανατολική κατεύθυνση- εξαρτάται βεβαίως από το ανάγλυφο του περιβάλλοντος χώρου.

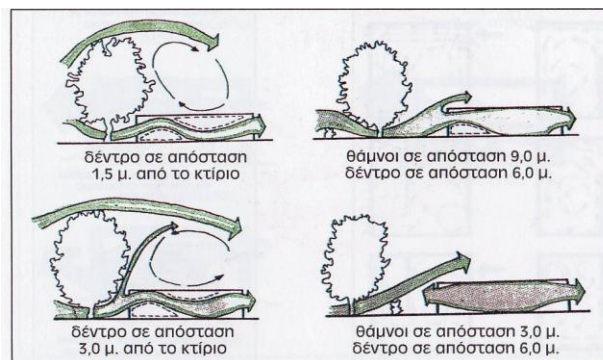
Για την αξιοποίηση των δροσερών ανέμων χρησιμοποιείται και η βλάστηση, όταν επιδιώκεται η διείσδυσή τους μέσα στο κτίριο.

Η χρήση δέντρων ή θάμνων σε κατάλληλη απόσταση από το κτίριο διευκολύνει ή όχι την διέλευση του δροσερού ανέμου μέσα στο κτίριο. Επίσης, η χρησιμοποίηση κατασκευών στον εξωτερικό χώρο, τοίχων ή προεξοχών του ίδιου του κτιρίου μπορεί

να βοηθήσει στην διείσδυση του δροσερού αέρα στον εσωτερικό χώρο, αρκεί η επιλογή της θέσης αυτών των στοιχείων να είναι η κατάλληλη.



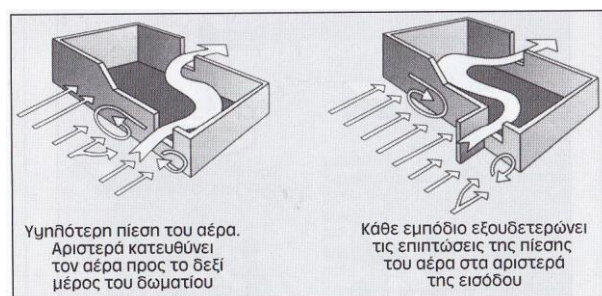
Εικ. 27. Η χρήση βλάστησης διευκολύνει τη ροή ή εκτροπή του ανέμου.



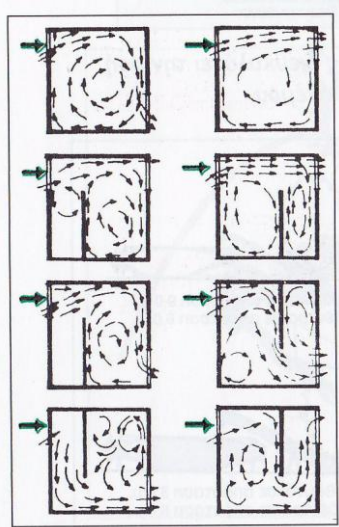
Εικ. 28. Η θέση των δέντρων ή/και θάμνων καθορίζει την κατεύθυνση και ροή του ανέμου.

Γενικώς σε περιοχές με μεγάλη εξωτερική θερμοκρασία το καλοκαίρι, είναι προτιμότερο να γίνεται ο αερισμός του χώρου την ημέρα κατά το ελάχιστο δυνατό, μόνο για την ανανέωσή του και την απομάκρυνση των οσμών. Αντίθετα τη νύχτα επιβάλλεται ο φυσικός αερισμός για την απομάκρυνση της πρόσθετης θερμότητας και την ψύξη των υλικών της κατασκευής. [47]

Β. Η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων σε σχέση με την κατεύθυνση του ανέμου αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για τη διασφάλιση επαρκούς φυσικού αερισμού στον εσωτερικό χώρο.



Εικ. 29. Ο ρόλος των εξωτερικών στοιχείων του κελύφους στην κατεύθυνση και ροή του αέρα.



Εικ. 30. Η ροή του αέρα στον εσωτερικό χώρο.



Εικ. 31. Η κυκλική κίνηση του αέρα εξασφαλίζει περισσότερη δροσιά.

Ως γενική κατεύθυνση ισχύει η τοποθέτηση ανοιγμάτων σε περισσότερους από έναν τοίχους και μάλιστα αντιμέτωπους, έτσι ώστε να δημιουργείται αερισμός σε όλο το χώρο. Καλύτερες συνθήκες αερισμού και συνεπώς φυσικής ψύξης επιτυγχάνονται όταν η ροή του αέρα ακολουθεί κίνηση μεταβαλλόμενη μέσα στο χώρο, γιατί έτσι έχουμε αφενός μια πιο ομοιόμορφη κατανομή του ρεύματος του αέρα και αφετέρου δροσισμό όλου του χώρου ζωής.

Επίσης, η διάταξη των εσωτερικών τοίχων μπορεί να συμβάλλει στην αλλαγή κατεύθυνσης του ρεύματος του αέρα μέσα στο χώρο, αρκεί να μη δημιουργούνται μεγάλες ταχύτητες με κίνδυνο να παρασύρονται χαρτιά.

Σε σχέση με το μέγεθος των ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου του αέρα έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί έχουν καταλήξει ότι τα μεγέθη εισόδου και εξόδου πρέπει να είναι περίπου ίδια, αρκεί η θέση τους στην τομή να μη βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο. Δηλαδή όταν το άνοιγμα εισόδου είναι χαμηλά, το άνοιγμα εξόδου πρέπει να είναι σχετικά ψηλά ή το αντίστροφο, έτσι ώστε το ρεύμα αέρα που δημιουργείται να εξασφαλίζει δροσιά στο επίπεδο ζωής, σε ύψος 1,5μ περίπου από το δάπεδο.

Γ. Η δραστηριότητα των ενοίκων καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τις ανάγκες σε φυσικό αερισμό. Για παράδειγμα, για ένα καθιστικό η καλύτερη κατανομή της κίνησης του αέρα σε όλα τα σημεία του χώρου είναι στο ύψος των 70-150εκ, δηλαδή στο επίπεδο ζωής. Για χώρους γραφείων, εφόσον συγκεντρώνονται πολλά άτομα, ο φυσικός αερισμός πρέπει να εξασφαλίζει περίπου 2 εναλλαγές αέρα ανά ώρα, ενώ το βράδυ ο αριθμός των εναλλαγών πρέπει να αυξάνεται στις 8 περίπου, έτσι ώστε να δροσιάζεται ο χώρος και τα δομικά στοιχεία της κατασκευής, προκειμένου να αντέξουν την επόμενη μέρα στις υψηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος.

Επίσης η ταχύτητα του ανέμου είναι ένα ζήτημα κρίσιμο, ιδιαίτερα για χώρους εργασιακούς. Για κλίμα ζεστό και υγρό, η ταχύτητα του αέρα πρέπει να είναι κοντά στο 1,5μ/sec για να ικανοποιούνται οι συνθήκες θερμικής άνεσης στο χώρο. [47]

5. Το χρώμα και η υφή των εξωτερικών επιφανειών

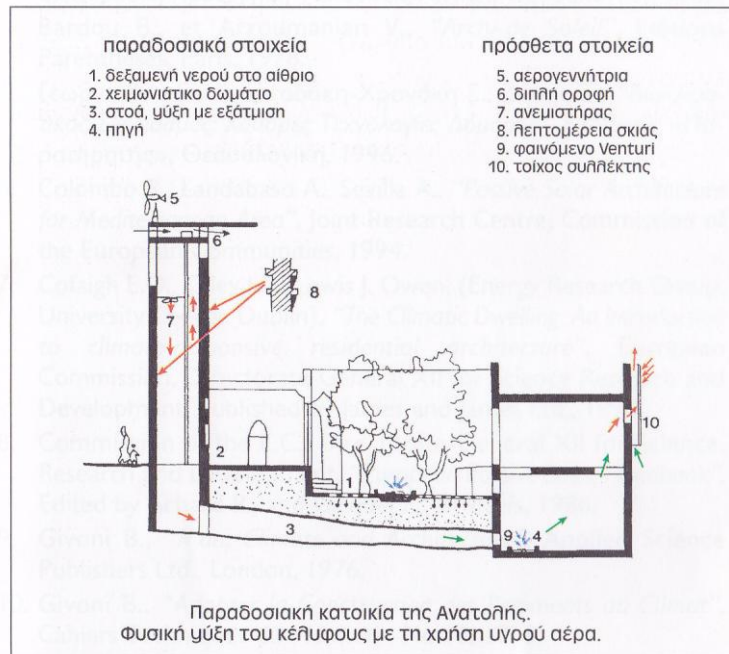
Το χρώμα και η υφή των εξωτερικών επιφανειών καθορίζουν την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από τους τοίχους και την οροφή, καθώς επίσης και την ποσότητα της θερμότητας που αποβάλλεται κάθε βράδυ προς την ατμόσφαιρα, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας και κατ'επέκταση τη διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας.

Για παράδειγμα, ένα δώμα βαμμένο με σκούρο χρώμα μπορεί να παρουσιάζει επιφανειακή θερμοκρασία αυξημένη σε σχέση με τη μέγιστη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα, ενώ η αντίστοιχη υπέρβαση μόλις φτάνει τον 1°C για ένα δώμα ασπροβαμμένο με ασβέστη. Συνεπώς, οι επιφάνειες των δωματίων πρέπει να έχουν ανοιχτά χρώματα για να μην επιβαρύνεται ο εσωτερικός χώρος με αύξηση της εισερχόμενης, μέσω αγωγής ή ακτινοβολίας, θερμότητας από την οροφή.

Για κλίμα ζεστό, όταν η θερμοκρασία την ημέρα ξεπερνά τους 33 °C, η προσθήκη θερμομόνωσης στο δώμα, σε συνδυασμό με τη χρήση χρώματος ανοιχτού- άσπρου

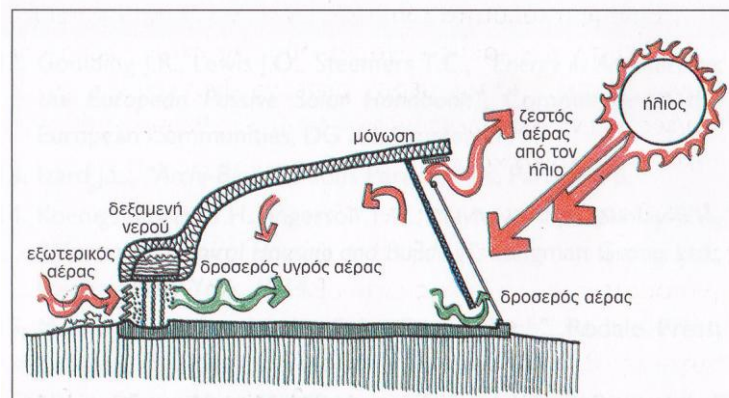
κατά προτίμηση- απαλλάσσει το εσωτερικό του κτιρίου από μεγάλες θερμοκρασίες και τον κίνδυνο υπερθέρμανσης.

6.0 φυσικός φωτισμός και η χρήση νερού

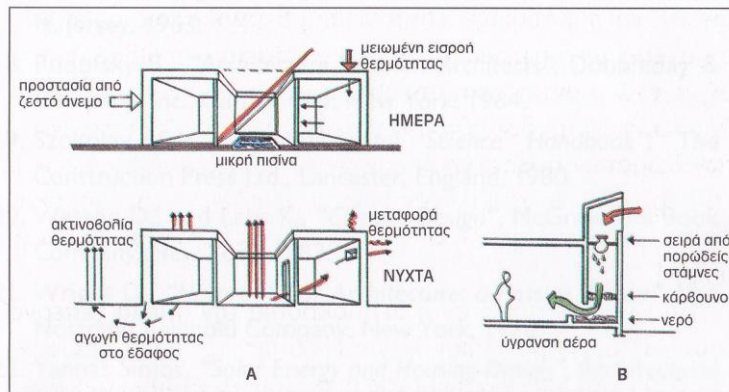


Εικ. 32. Φυσική ψύξη κελύφους παραδοσιακής κατοικίας μέσω φυσικού αερισμού και εξάτμισης νερού.

Σε περιοχές με κλίμα ζεστό και ξηρό η εξάτμιση του νερού προκαλεί πτώση της θερμοκρασίας του αέρα. Σε κτίρια της Ανατολής ο παραδοσιακός τρόπος φυσικού δροσισμού χρησιμοποιεί την κίνηση του αέρα μέσα από νησίδες νερού. Σήμερα, επανέρχεται στην αρχιτεκτονική η χρήση μικρών δεξαμενών νερού σε κατάλληλες θέσεις, έτσι ώστε ο ζεστός εξωτερικός αέρας που διέρχεται επάνω από το νερό να προκαλεί εξάτμιση και συνεπώς να μπαίνει πιο δροσερός μέσα στο κτίριο, δημιουργώντας συνθήκες ευχάριστης δροσιάς. Εάν μάλιστα η διαδικασία αυτή συνδυαστεί και με κατασκευές ηλιακών καμινάδων, τότε η ροή του αέρα επιταχύνεται και ο ζεστός αέρας απομακρύνεται πιο γρήγορα από τον εσωτερικό χώρο. [47]



Εικ. 33. Φυσική ψύξη κελύφους μέσω εξάτμισης νερού, κατά την είσοδο του ζεστού αέρα απέξω.



Εικ. 34. Α. Φυσική ψύξη με τη χρήση νερού.
 Β. Ύγρανση του ζεστού- ξηρού εξωτερικού αέρα.

6. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Με τον όρο παθητικά ηλιακά συστήματα εννοούμε τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για να αξιοποιηθούν οι φυσικές πηγές, όπως ο ήλιος, ο άνεμος κ.α. για τη θέρμανση, την ψύξη του κτιρίου, την παροχή φυσικού φωτισμού αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια, χωρίς να παρεμβάλλονται μηχανικά μέσα. Ο τρόπος λειτουργίας τους, βασίζεται στη ανταλλαγή ενέργειας με το περιβάλλον και περιλαμβάνει και την αποθήκευση και διανομή της ενέργειας μέσα στους χώρους του σπιτιού. Η χρήση τους είναι εξαιρετικά σημαντική και αποτελούν δομικά στοιχεία του κτιρίου. Μια άλλη ονομασία των παθητικών συστημάτων είναι υβριδικά συστήματα, διότι υποβοηθούνται από μηχανικό σύστημα χαμηλής κατανάλωσης, όπως ανεμιστήρες. Τα παθητικά συστήματα επιλέγονται κατά τέτοιο τρόπο, ουσιαστικά οι διαστάσεις που θα έχουν, με σκοπό να βελτιωθεί η θερμική άνεση εξοικονομώντας παράλληλα ενέργεια, κατά το δυνατόν μεγαλύτερο διάστημα. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα προσαρτώνται σε όψεις του κτιρίου με νότιο προσανατολισμό, με δυνατότητα απόκλισης μέχρι 30ο δυτικά ή ανατολικά του νότου.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται, αφού πρώτα παρθούν κάποια μέτρα για την περιστολή των θερμικών απωλειών στα κτίρια, όπως ο νότιος προσανατολισμός και η ισχυρή μόνωση του κελύφους. Κάποια παραδείγματα παθητικών ηλιακών συστημάτων είναι το θερμοκήπιο, ο αεριζόμενος τοίχος Trombe, το ηλιακό αίθριο, το θερμοσιφωνικό πάνελ και το άμεσο ηλιακό κέρδος από τα ανοίγματα με νότιο προσανατολισμό. Η εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι εύκολη, οικονομική, με συμβατικά υλικά και αρκετά οικονομικά και ενεργειακά κέρδη. Επίσης, υπάρχουν και πιο σύνθετα παθητικά συστήματα, όπως οι αεριοσυλλέκτες, οι οποίοι θέλουν ειδική μελέτη, διαστάσεις και δίκτυο σωληνώσεων και οι οποίοι ενσωματώνονται σε δάπεδα ή οροφές για μεταφορά της θερμότητας που έχει συλλεχθεί σε απομακρυσμένους χώρους του σπιτιού. Ο συνδυασμός συστημάτων, όπως τα φωτοβολταϊκά, τα παθητικά ηλιακά συστήματα και τα θερμοσιφωνικά πάνελ για παροχή ζεστού νερού, αποτελούν δοκιμασμένες και αποτελεσματικές εναλλακτικές λύσεις. Η εφαρμογή τους απαιτεί ειδικές γνώσεις, προσεγμένη κατασκευή και σωστή εκτίμηση των απαιτούμενων φορτίων.

6.1. Συστήματα θέρμανσης και τεχνικές

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης, λειτουργούν αποθηκεύοντας την ηλιακή ενέργεια υπό μορφή θερμότητας κι έπειτα τη διαχέουν στο χώρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα χωρίζονται σε συστήματα άμεσου και έμμεσου ηλιακού κέρδους.

6.1.1. Συστήματα άμεσου κέρδους

Όσον αφορά τα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους, το πιο γνωστό βασίζεται στην αξιοποίηση του προσανατολισμού και των παραθύρων. Κατάλληλος προσανατολισμός θεωρείται ο νότιος, κι αυτό διότι στόχος είναι η ύπαρξη ηλιακής πρόσπτωσης, υπό μικρή γωνία, στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα. [66] Βέβαια για να υπάρχουν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα θα πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη θερμομόνωση αλλά και η προσθήκη διπλών υαλοπινάκων, ώστε να αξιοποιείται η απαιτούμενη θερμική προστασία και η απαιτούμενη θερμική μάζα, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει θερμότητα στο χώρο κατά

τέτοιο τρόπο που να είναι σταθερή η θερμοκρασία στο κτίριο όλο το εικοσιτετράωρο. Η θερμική μάζα εμφανίζεται υπό μορφή μόνωσης των εξωτερικών τοίχων ή με ένα πάτωμα συμπαγές με υποδαπέδια μόνωση. Με αυτό τον τρόπο η ενέργεια που εκπέμπει ο ήλιος κατευθύνει στη θερμική μάζα, αποθηκεύεται και επιτυγχάνονται διακυμάνσεις στη θερμοκρασία των κατώτερων στρωμάτων του αέρα. Η θερμότητα αποθηκεύεται καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και επανεκπέμπεται κατά τη διάρκεια της νύχτας. Κατά τη θερινή περίοδο, τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει να λειτουργούν παράλληλα με την εφαρμογή τεχνικών ηλιοπροστασίας και αερισμού. [42]

Οι απαιτήσεις ενός τέτοιου συστήματος είναι, η ύπαρξη μιας μεγάλης νότιας επιφάνειας με τζάμι, θερμική μάζα, η οποία μπορεί να είναι στη οροφή, στο δάπεδο ή στους τοίχους. Η έκταση και η χωρητικότητά τους πρέπει να είναι τέτοια που να εκτίθεται στο ηλιακό φως και να μπορεί να το αποθηκεύει. Σε αυτή την περίπτωση, ιδανική κατασκευαστική παρέμβαση είναι η τοποθέτηση διπλού τζαμιού σε κατακόρυφη επιφάνεια με νότιο προσανατολισμό κατά προτίμηση, ώστε να αποθηκεύει τη μέγιστη δυνατή ηλιακή ακτινοβολία, αλλά παράλληλα περιορίζοντας τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι, γι' αυτό και στο τζάμι συνίσταται η τοποθέτηση κινητής μόνωσης. [43] Είναι αρκετά τα παραδείγματα, με κτίρια που ενώ διαθέτουν νότιο προσανατολισμό είτε δεν αξιοποιούν στο έπακρο τα ηλιακά οφέλη, καθώς υπάρχει έλλειψη ιδανικής θερμικής αποθήκευσης, είτε έχουν υπερβολικά ηλιακά οφέλη το καλοκαίρι λόγω ελλειπών συστημάτων σκίασης, δημιουργώντας την ανάγκη για επιπλέον ψύξη. Ένα άλλο στοιχείο που επιδρά σημαντικά στη λειτουργικότητα και μεγαλύτερη κατά το δυνατό απόδοση ενός συστήματος άμεσου κέρδους, είναι και η επιλογή και ο έλεγχος του συστήματος θέρμανσης. Η μόνωση θα πρέπει να προστατεύει τη θερμική μάζα από τις εξωτερικές επιδράσεις του κλίματος.

Εκτός από τις απαιτήσεις υπάρχουν και οι παραλλαγές καθώς και οι έλεγχοι, τα οποία παρέχουν εναλλακτικές λύσεις για τα σύστημα άμεσου κέρδους. Η πιο διαδεδομένη είναι αυτή που αφορά στη θέση της θερμικής μάζας, η οποία εξαρτάται από τους νόμους ροής της θερμότητας με ακτινοβολία και μεταφορά. [33] Από αυτούς προκύπτουν διάφορες μορφές σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς μονωμένους τοίχους, στην οροφή, στο δάπεδο ή σε ελεύθερη μάζα μέσα στο χώρο.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας είναι συνήθως τούβλα, κεραμικά, σκυρόδεμα, νερό ή άλλα υγρά, τα οποία χρησιμοποιούνται είτε μόνα τους είτε σε συνδυασμό. [35]

Η διανομή και η συγκέντρωση της θερμικής μάζας αποτελούν στοιχεία του άμεσου παθητικού κέρδους και διαθέτουν συσκευές ενώ νοτίου προσανατολισμού διαφέρουν στη μέθοδο που χρησιμοποιείται για τη διαχείριση του ηλιακού φωτός, καθώς αυτό εισέρχεται στο κτίριο, διότι είτε το ηλιακό φως διαχέεται ή αντανακλάται για να διανεμηθεί σε μεγάλη επιφάνεια θερμικής μάζας, είτε πέφτει σε συγκεντρωμένη επιφάνεια θερμικής μάζας. Για παράδειγμα, η χρήση πατζουριών, τζαμιών διάχυσης ή ανάκλασης από ανοιχτόχρωμη επιφάνεια πίσω από διαφανές τζάμι, έτσι προκύπτει η διάδοση της ακτινοβολίας, η οποία εισέρχεται στο χώρο. Θα πρέπει όμως να υπάρχει οπτική άνεση διότι αλλιώς θα υπάρχει θάμβωση, αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση των συσκευών αυτών σε ύψος πάνω από τη στάθμη του ματιού.

Για να είναι αποτελεσματικότερη η λειτουργία των συστημάτων άμεσου κέρδους, καθώς και των λοιπών παθητικών συστημάτων θα πρέπει να γίνονται τακτικοί έλεγχοι διότι τα μεγάλα παράθυρα που χρησιμοποιούνται μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στη διαβίωση και στον τρόπο που διαχέεται η ηλιακή ακτινοβολία στο κτίριο, γι' αυτό και θα πρέπει πρώτα να τοποθετηθούν τα αναγκαία συστήματα θερμικής μάζας, τα οποία θα απορροφούν ή θα αποθηκεύουν την επιπλέον ενέργεια και να διατηρεί τα επίπεδα άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου. [14] Ένα συχνό πρόβλημα είναι αυτό της υπερθέρμανσης αλλά και η απώλεια θερμότητας. Στην περίπτωση της υπερθέρμανσης, απαιτούνται συστήματα σκίασης για τα τζάμια νότιου προσανατολισμού, για τα νότια κατακόρυφα τζάμια, τα προστεγάσματα είναι αποτελεσματικά καθώς κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η θέση του ήλιου είναι ψηλά. [32] Επίσης οι οπές αερισμού και τα συστήματα εξαγωγής συμβάλλουν στη διατήρηση της θερμοκρασίας των εσωτερικών χώρων και στο δροσισμό τους. Τέλος η κινητή μόνωση βοηθά στην αποφυγή της υπερθέρμανσης. Όσον αφορά στην απώλεια θερμότητας, θα πρέπει τα υαλοστάσια να μονώνονται επαρκώς με κουρτίνες, πατζούρια, κινητά πλαίσια, αλλά και να υπάρχει μόνωση με χαμηλή τιμή θερμοπερατότητας K στην επιφάνεια που καλύπτεται με τζάμι. [44] Μέσω αυτών των δράσεων, επιτυγχάνεται η θερμική άνεση αποφεύγοντας τις συνθήκες υπερθέρμανσης ή απώλειας θερμότητας την χρονική περίοδο που είναι αναγκαίες.

Από τη χρήση και εφαρμογή συστημάτων άμεσου ηλιακού κέρδους, προκύπτουν κάποια πλεονεκτήματα αλλά και κάποια μειονεκτήματα.

Τα πλεονεκτήματα, συνοψίζονται στο κόστος κατασκευής καθώς αυτό το σύστημα είναι μία από τις φθηνότερες μεθόδους ηλιακής θέρμανσης χώρων, διότι τα τζάμια που χρησιμοποιούνται αποτελούν φθηνό δομικό υλικό και οικολογικό. Επίσης, είναι απλό στην κατασκευή και στη χρήση, καθώς μπορεί να αναπτυχθεί απλά με την αναδιάταξη των παραθύρων. Τα υαλοστάσια που χρησιμοποιούνται, δεν συμβάλλουν μόνο στην απορρόφηση θερμότητας και διάθεσή της στο χώρο, αλλά και στην είσοδο φυσικού φωτός για μεγάλο διάστημα της ημέρας παρέχοντας επίσης οπτική άνεση.

6.1.2. Συστήματα έμμεσου κέρδους

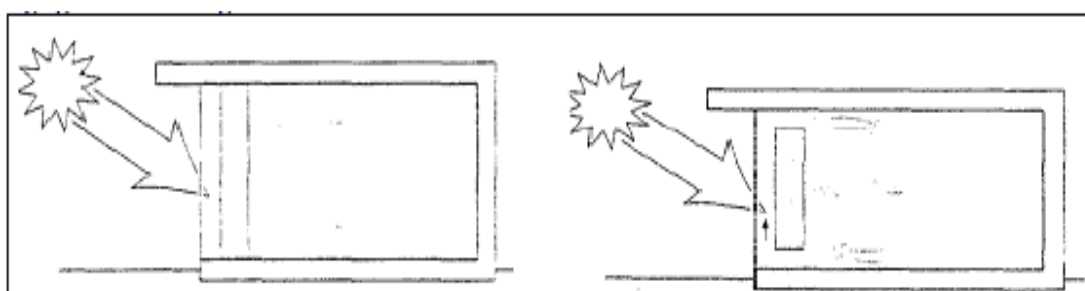
Τα συστήματα έμμεσου κέρδους, συνδυάζουν τις διαδικασίες συλλογής, συσσώρευσης και διανομής της θερμότητας, σε ένα μέρος του περιβλήματος του κτιρίου που περικλείει τους χώρους του σπιτιού. Τα συστήματα έμμεσου κέρδους ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες:

A. Στους ηλιακούς τοίχους, οι οποίοι αποτελούνται από τοιχοποιίες σε συνδυασμό με υαλοστάσιο, το οποίο τοποθετείται εξωτερικά κι έχει απόσταση 5-15cm. Η τοιχοποιία που χρησιμοποιείται χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, στους τοίχους θερμικής αποθήκευσης και στα θερμοσιφωνικά πάνελ. [34] Οι τοίχοι θερμικής μάζας έχουν μεγάλη θερμική μάζα ενώ τα θερμοσιφωνικά πάνελ είναι θερμομονωμένα. Ο ηλιακός τοίχος συλλέγει την ενέργεια, η οποία με τη μορφή θερμότητας, μεταφέρεται στο εσωτερικό του κτιρίου, μέσω της μάζας του τοίχου ή μέσω θυρίδων. Το υαλοστάσιο, είναι σταθερό ή ανοιγόμενο και διαθέτει μονά ή διπλά τζάμια. Οι τοίχοι Trombe-Michel, αποτελούν μια ειδική κατηγορία τοιχοποιίας θερμικής αποθήκευσης και συνδυάζουν τις δύο λειτουργίες θερμικής απόδοσης. [44]

Β. Στα θερμοκήπια, τα οποία είναι κλειστοί χώροι που είτε προσαρτώνται, είτε ενσωματώνονται στα νότια τμήματα του κτιριακού περιβλήματος και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Σε αυτή την περίπτωση, η ηλιακή ακτινοβολία, καθώς εισέρχεται από τα νότια υαλοστάσια του ηλιακού χώρου, μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, και ένα μέρος της διαχέεται στο χώρο άμεσα, ενώ το υπόλοιπο αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του χώρου και αποδίδεται με καθυστέρηση. Η θερμότητα διαχέεται από το θερμοκήπιο στους εσωτερικούς χώρους του σπιτιού μέσω θυρίδων ή ανοιγμάτων του διαχωριστικού δομικού στοιχείου.

Γ. Στα ηλιακά αίθρια, τα οποία αποτελούν αιθριακούς χώρους της κατοικίας οι οποίοι επικαλύπτονται από υαλοστάσια και λειτουργούν όπως και τα θερμοκήπια.

~ Τοίχος μάζας και τοίχος Trombe



Τοίχος μάζας και τοίχος Trombe

Τα συστήματα που διαθέτουν τοίχο μάζας και τοίχο Trombe, συσσωρεύουν τη θερμική μάζα σε ένα τοίχο νοτίου προσανατολισμού από σκυρόδεμα ή είναι κτιστός και στον οποίο υπάρχει ένα τζάμι στην εξωτερική πλευρά, με σκοπό να μειωθούν οι θερμικές απώλειες. Το σύστημα με τοίχο Trombe πήρε το όνομά του από τον Felix Trombe, ο οποίος εκπόνησε σε συνεργασία με τον Jacques Michel, μια πρωτοποριακή εργασία. [42]

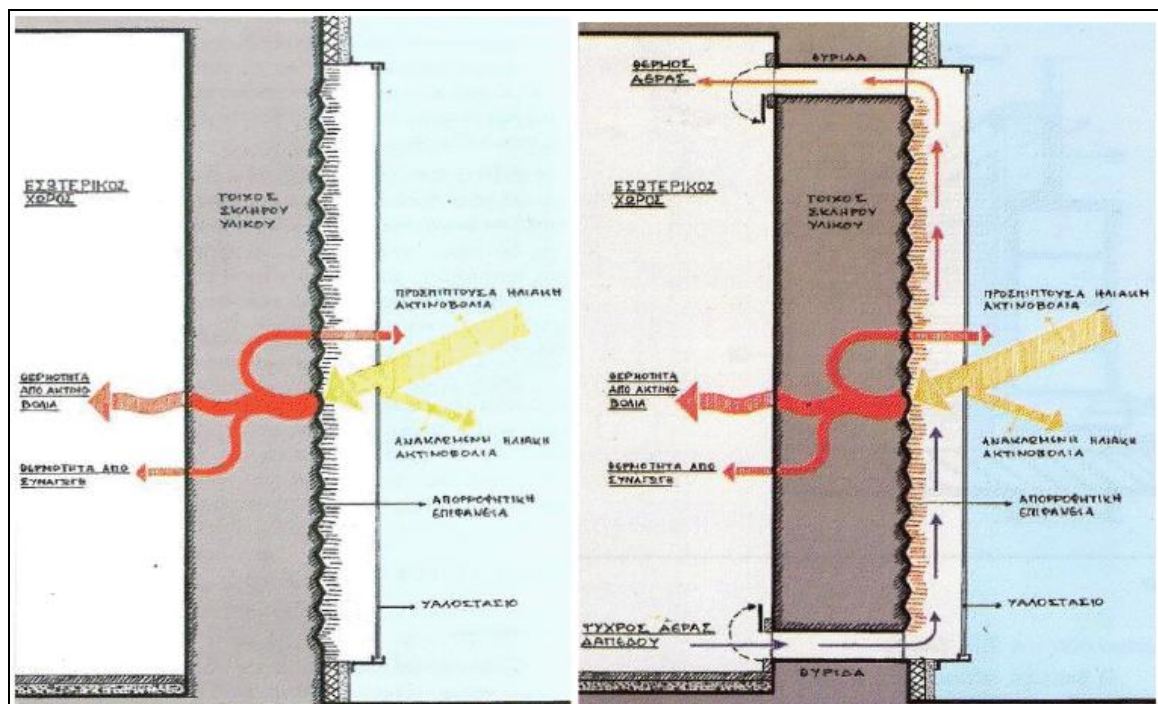
Ο τοίχος μάζας όπως και ο τοίχος Trombe, χρειάζονται ένα συλλέκτη ο οποίος διαθέτει γυάλινη μεγάλη επιφάνεια που έχει νότια όψη, ενώ η θερμική μάζα συγκεντρώνεται στο πίσω μέρος. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται ως θερμική μάζα είναι η πέτρα, το σκυρόδεμα, τα σύνθετα υλικά από τσιμεντόλιθους ή τούβλα. Το σύστημα αυτό λειτουργεί με την απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας από τον τοίχο μάζας και θερμαίνει την επιφάνειά του. Η θερμότητα μέσω της προοδευτικής αύξησης της θερμοκρασίας, μεταδίδεται και διαχέεται στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου μέσω συναγωγής. [66] Το πάχος και ο τύπος του υλικού που χρησιμοποιείται προκαλεί χρονική απόκλιση, η οποία είναι 18 λεπτά για 10 mm σκυρόδεμα. Σε περίπτωση που το πάχος του τοίχου ξεπερνά τα 100 mm η συναγωγή της θερμότητας στο εσωτερικό της κατοικίας δεν αυξάνεται ιδιαίτερα. Με τον τοίχο Trombe, γίνεται επίσης η διανομή της θερμότητας, η οποία συλλέγεται μέσω της φυσικής κυκλοφορίας.

Μεταξύ της θερμικής μάζας και του τζαμιού παρεμβάλλεται αέρας του οποίου η θερμοκρασία μπορεί να φτάσει τους 60°C τις μέρες που δεν υπάρχουν σύννεφα. Η χρήση των ανοιγμάτων, στην κορυφή και τη βάση του τοίχου είναι σημαντική καθώς ο θερμός αέρας ανεβαίνει και εισέρχεται στο εσωτερικό της κατοικίας, ενώ

παράλληλα ο ψυχρός αέρας κατέρχεται προς τα ανοίγματα της βάσης της μάζας συσσώρευσης. Προς αποφυγή της αντίστροφης κυκλοφορίας του αέρα κατά τη διάρκεια της νύχτας, η οποία μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητα του τοίχου Trombe, είναι απαραίτητος ο έλεγχος των θυρίδων με φραγές. [25]

Η λειτουργική απόδοση του τοίχου Trombe και των συστημάτων τοίχου μάζας, επηρεάζεται από τα μέσα μόνωσης, διανομής και αποθήκευσης. Γι' αυτό είναι απαραίτητοι οι έλεγχοι λειτουργίας του. Με τον έλεγχο, επιτυγχάνεται η μείωση των απωλειών θερμότητας κατά τη διάρκεια της νύχτας ή τις μέρες που υπάρχει συννεφιά, με την εφαρμογή εξωτερικών μονωμένων πατζουριών, τη χρήση βαφών με υψηλό δείκτη απορροφητικότητας και μικρό δείκτη εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας, με τη βελτίωση του συντελεστή μόνωσης του υαλοστασίου, η οποία επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας διπλά τζάμια ή τζάμια που αντανακλούν τη θερμότητα ή χρησιμοποιώντας διαφανή μόνωση. [42] Όλα αυτά μεγιστοποιούν την απόδοση κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Για το καλοκαίρι, οι έλεγχοι που θα πραγματοποιηθούν θα πρέπει να στοχεύουν στην αποφυγή της υπερθέρμανσης, αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση προστεγασμάτων, τη χρήση εξωτερικών οπών αερισμού, αλλά και με το κλείσιμο της εξωτερικής μόνωσης. Επίσης μπορούν να τοποθετηθούν παράθυρα στον τοίχο Trombe, παρέχοντας έτσι φως και θέα.

Η διαφορά που υπάρχει μεταξύ ενός τοίχου Trombe και ενός τοίχου μάζας είναι ότι ο τοίχος Trombe διαθέτει οπές αερισμού στο πάνω και στο κάτω μέρος του, επιτρέποντας την κυκλοφορία του αέρα στους εσωτερικούς χώρους.



Τρόπος λειτουργίας τοίχου μάζας και τοίχου Trombe

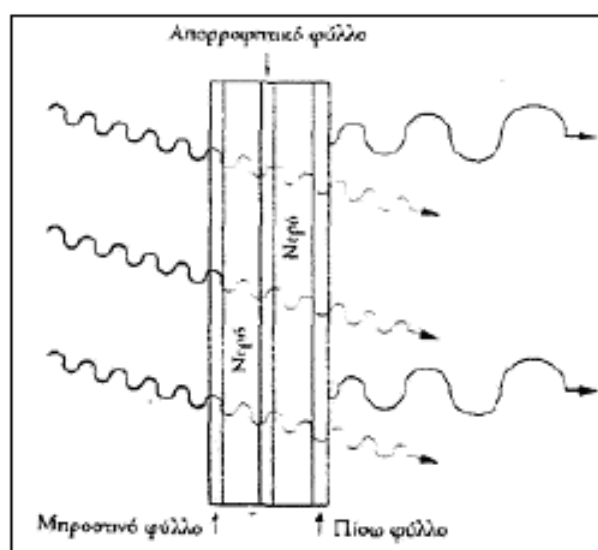
Τα πλεονεκτήματα αυτών των τοίχων είναι ότι ο χρόνος απόκλισης μεταξύ της απορρόφησης της ηλιακής ενέργειας και διανομής της θερμότητας στο εσωτερικό της κατοικίας αποτελεί πλεονέκτημα για τη νυχτερινή θέρμανση. Δεν προκαλούνται προβλήματα θάμβωσης, εξασφαλίζεται η ιδιωτικότητα και αποφεύγεται η φθορά των υφασμάτων από την υπεριώδη ακτινοβολία, ενώ οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας

στο χώρο διαβίωσης είναι χαμηλότερες από αυτές που έχουν τα συστήματα άμεσου κέρδους. [18]

Τα μειονεκτήματα είναι το κόστος των ελέγχων που χρειάζεται να γίνουν, αλλά και των δύο νότιων τοίχων όπου ο ένας θα είναι με τζάμι και ο άλλος με θερμική μάζα, κάτι που μειώνει και το διαθέσιμο χώρο. [32] Ο σχεδιασμός ενός τοίχου Trombe πρέπει να είναι τέτοιος που να διευκολύνει τον καθαρισμό των τζαμιών, επίσης ο ενδιάμεσος χώρος μεταξύ τζαμιού και θερμικής μάζας συγκεντρώνει υγρασία η οποία προκαλεί προβλήματα. [17] Εκτός από τις ανάγκες σε επαρκή θερμική μάζα η χρήση των τοίχων αυτών θα πρέπει να μην εμποδίζει την ικανοποίηση των αναγκών σε θέα και φυσικό φωτισμό. Ένα ακόμη μειονέκτημα που παρουσιάζεται, είναι η έλλειψη άνεσης κατά τη διάρκεια της μέρας, η οποία προκαλείται από τον υπερθερμασμένο αέρα του τοίχου ή της ανεξέλεγκτης ακτινοβολίας από τις εσωτερικές επιφάνειες, αυτή η κατάσταση μπορεί να περιοριστεί με επαρκή αερισμό.

~ Τοίχος νερού

Ο τοίχος νερού εμφανίζει αρκετά κοινά σημεία με ένα τοίχο Trombe, η κύρια διαφορά είναι ότι στους τοίχους νερού αντί για τοίχο μάζας υπάρχει νερό. Η εφαρμογή του είναι αποτελεσματικότερη από αυτή του τοίχου Trombe, καθώς το νερό έχει μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα ανά μονάδα όγκου από το τούβλο, επιπλέον τα ρεύματα μεταφοράς στο νερό το κάνουν να λειτουργεί ως μια ισόθερμη αποθήκη θερμότητας. Αποτελούν εξαιρετική επιλογή για μικρής μάζας κατασκευές.



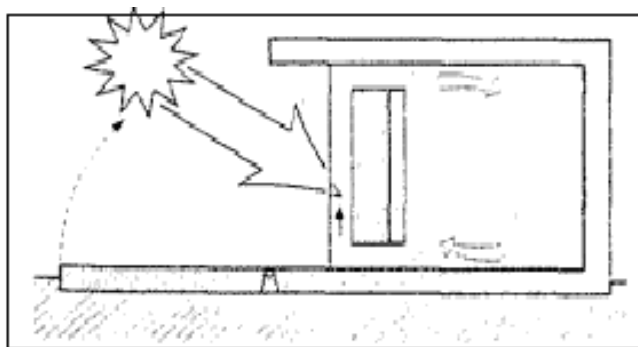
Τοίχος νερού.

Οι απαιτήσεις ενός τέτοιου συστήματος είναι η μεγάλη επιφάνεια τζαμιού στη νότιο όψη, στον εξωτερικό χώρο αποθήκευσης του νερού. Οι τρόποι αποθήκευσης του νερού ποικίλουν, καθώς ο τύπος του δοχείου που χρησιμοποιείται επηρεάζει την ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας καθώς και την ταχύτητα με την οποία διανέμεται αυτή. [42] Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι δοχεία από γυαλί ή μέταλλο σε σχήμα σωλήνα, δοχεία ή βαρέλια καθώς και τοίχοι από σκυρόδεμα πλήρεις νερού. Το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένος, όπως και το σχήμα το οποίο διαθέτει καθορίζουν τη λειτουργικότητα και το κόστος κατασκευής του.

Το νερό έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει άμεσα τη θερμότητα, λόγω της ισοθερμικής του φύσης, κάτι που διαφοροποιεί το σύστημα αυτό σε σχέση με τον τοίχο Trombe, στον οποίο υπάρχει χρονική απόκλιση. Οι έλεγχοι που απαιτεί το σύστημα, απαιτούνται στη διανομή της θερμότητας, στην περίπτωση που η μελέτη έγινε σε κλίμα που απαιτείται χαμηλότερη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της νύχτας. Αυτό δημιουργεί την ανάγκη για περαιτέρω μόνωση μεταξύ του χώρου αποθήκευσης και των εσωτερικών χώρων.

Ο τοίχος νερού παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα. Δεν προκαλεί προβλήματα θάμβωσης, φθοράς υφασμάτων λόγω της υπεριώδους ακτινοβολίας, και παράλληλα εξασφαλίζεται η ιδιωτικότητα των ενοίκων. Ο χώρος αποθήκευσης, έχει την ιδιότητα να παραμένει θερμός και να παρέχει θερμότητα έως αργά το βράδυ. Οι διακυμάνσεις θερμοκρασίας όπως και στην περίπτωση του τοίχου Trombe, είναι μικρότερες σε σχέση με αυτές των συστημάτων άμεσου κέρδους. Λόγω της ισοθερμικής φύσης του χώρου αποθήκευσης, χάνεται λιγότερη ενέργεια τις νυχτερινές ώρες, στην ατμόσφαιρα, διότι προκαλείται μειωμένη θερμοκρασία στην εξωτερική επιφάνεια.

~ Απομονωμένος τοίχος συσσώρευσης



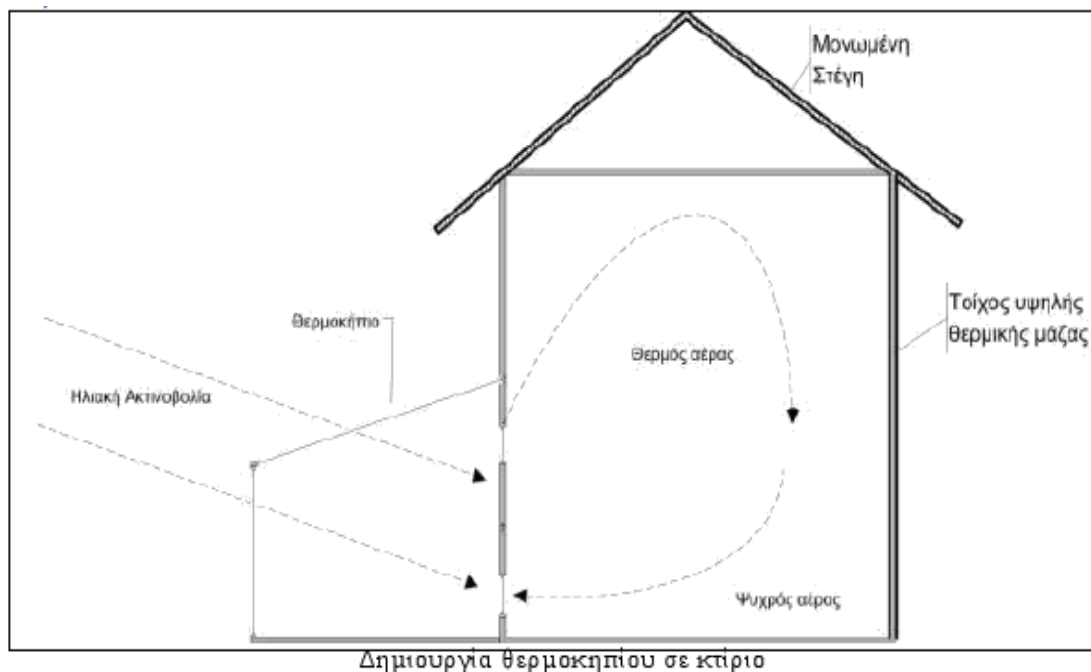
Απομονωμένος τοίχος συσσώρευσης

Όπως και ο τοίχος νερού, ο απομονωμένος τοίχος συσσώρευσης, μοιάζει με τον τοίχο Trombe, η κύρια διαφορά είναι στο γεγονός ότι ο απομονωμένος τοίχος συσσώρευσης, προς αποφυγή της μετάδοσης ενέργειας με συναγωγή και ακτινοβολία, είναι μονωμένος από την πλευρά του χώρου. [12] Επομένως, η μετάδοση θερμότητας επιτυγχάνεται με μεταφορά και πιθανώς με την παρέμβαση ανεμιστήρα. Εναλλακτικά αυτή η μορφή τοίχου, θα μπορούσε να διαθέτει οπές εξαερισμού προς τον εξωτερικό αέρα στη βάση του συλλέκτη και προς το χώρο που θερμαίνεται στην κορυφή, δημιουργώντας ένα ανοιχτό βρόχο, [40] ο οποίος παρέχει στους εσωτερικούς χώρους της κατοικίας προθερμασμένο νωπό αέρα. Για να αποφευχθεί η είσοδος σκόνης ή εντόμων, ίσως κριθεί απαραίτητη η χρήση φίλτρων.

~ Θερμοκήπιο

Το θερμοκήπιο (ηλιακός χώρος άμεσου κέρδους) είναι ένα κλειστός χώρος με υαλοστάσιο στη νότια πλευρά του κτιρίου. Τον ηλιακό χώρο, μπορούμε να τον διαχωρίσουμε από το κυρίως κτίριο με τοίχο θερμικής συσσώρευσης, που θα αποτελείται από μάζα μεγάλης θερμοχωρητικότητας, ή μπορεί και να υπάρχει κάποιο άλλο μέσο αποθήκευσης μέσα σε αυτό. Η επιλογή που θα γίνει εξαρτάται από το κλίμα που επικρατεί στην περιοχή αλλά και από τον τρόπο που το θερμοκήπιο

χρησιμοποιείται. Η χρησιμότητα αυτού του συστήματος συμβάλλει στη διατήρηση της θερμοκρασίας του θερμοκηπίου αλλά και των εσωτερικών χώρων της κατοικίας. Τα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται για να προθερμαίνουν τον αέρα που απαιτείται για τον αερισμό των κατοικιών, δεν απαιτείται τοποθέτηση βοηθητικής θέρμανσης και δεν μπορούμε να ελέγξουμε την ελάχιστη θερμοκρασία τους. [1]



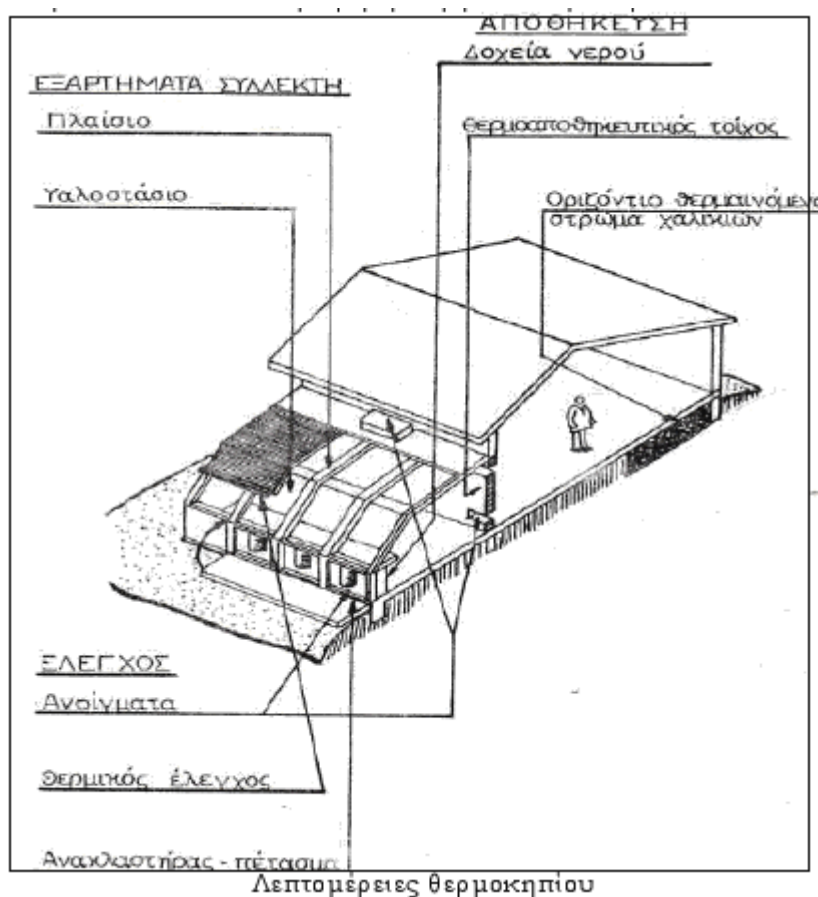
Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας από το θερμοκήπιο μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Α) ως χώρος άμεσου κέρδους που δε θερμαίνεται, σε αυτή την περίπτωση, η θερμική μάζα που χρησιμοποιείται είναι τοποθετημένη στον τοίχο, το πάτωμα, μπορεί να είναι χτιστός όγκος, νερό και κινητή μόνωση. Β) ως συλλέκτης, σε αυτή την περίπτωση τονίζεται η χρήση και κατασκευή ελαφριών επιφανειών καθώς και στην εξαγωγή της θερμότητας από τον ηλιακό χώρο που είναι αποθηκευμένη προς το κτίριο, υπογείως ή μέσω αυτού.

Τα θερμοκήπια ως προς τον τρόπο που ενσωματώνονται στο κυρίως κτίριο ποικίλουν. Αποτελούν απλές προσθήκες στο νότιο τοίχο, έχοντας μερική ή πλήρη κάλυψη αυτού και μπορεί να καλύπτουν μέρος του όλου πλάτους του σπιτιού καλύπτοντας ένα, δύο ή περισσότερους ορόφους. [66] Οι θερμοκρασίες που επικρατούν στους ηλιακούς χώρους ποικίλουν, κρίνοντάς τους ακατάλληλους προς κατοίκηση ή ανάπτυξη φυτών, για να μπορέσει να αντισταθμιστεί αυτό, χρειάζεται να γίνει κάποιου τύπου ηλιακός έλεγχος, γενικά η κατοίκηση των ηλιακών χώρων θεωρείται ακατάλληλη για το κλίμα της Ελλάδας. [17]

Η μέθοδος η οποία θα επιλεγεί για τη διανομή ενέργειας που συλλέγει το θερμοκήπιο, εξαρτάται από κάποιες παραμέτρους όπως, το κλίμα, τη χρήση του θερμοκηπίου ως συλλέκτη ή ως χώρο άμεσου κέρδους καθώς και από τον τρόπο που αυτό είναι συνδεδεμένο με το κυρίως κτίριο. Αν το θερμοκήπιο χρησιμοποιηθεί ως συλλέκτης, τότε είναι αναγκαία η χρήση ανεμιστήρων. Επίσης θα πρέπει να ληφθούν μέτρα προς αποφυγή της υπερθέρμανσης κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όπως η ανάγκη για σκίαση, η οποία περιορίζεται με την εφαρμογή κατακόρυφων κι όχι κεκλιμένων υαλοστασίων, η εφαρμογή θυρίδων αερισμού, η χρήση κινητής

μόνωσης η οποία αποτρέπει τις θερμικές απώλειες κατά τη διάρκεια της νύχτας αλλά και κατά τις νεφελώδεις ημέρες. Όσον αφορά την αποτελεσματικότητά του θερμοκηπίου από οικονομικής άποψης, για τα δεδομένα της Ελλάδας θα πρέπει να συνδυαστεί με ενσωμάτωση μόνωσης αλλά και σκίασης. [28] Στην περίπτωση που το θερμοκήπιο χρησιμοποιείται για φυτά απαιτείται η παροχή βοηθητικής θέρμανσης προς αποφυγή παγετού. Ένα άλλο στοιχείο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στις κατοικίες που διαθέτουν ηλιακούς χώρους είναι ο έλεγχος της υγρασίας.

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την κατασκευή και χρήση των θερμοκηπίων είναι ότι μπορούν να συνδυαστούν εύκολα με άλλα παθητικά συστήματα, δεν εξυπηρετούν μόνο ενεργειακούς σκοπούς, δηλαδή συμβάλλουν στην επέκταση του κατοικήσιμου χώρου ή στη δημιουργία ενός θερμοκηπίου για φυτά, μπορούν εύκολα να προσαρμοστούν σε υφιστάμενα κτίρια, και τέλος το πιο σημαντικό είναι ότι συμβάλλουν στη σημαντική βελτίωση του μικροκλίματος της κατοικίας, διότι αν καλύπτει πλήρως το ύψος και το πλάτος του κτιρίου μειώνει τις θερμικές απώλειες του περιβλήματος, και εξισορροπεί σε μεγάλο βαθμό τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις.

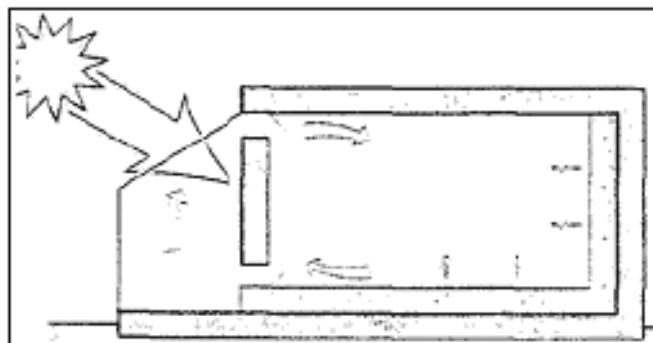


Όσον αφορά στα μειονεκτήματα από την εφαρμογή του, το κόστος του είναι αρκετά υψηλό σε σχέση με την εξοικονόμηση ενέργειας, θα πρέπει όμως να συμπεριλάβουμε την ατμόσφαιρα και την οπτική άνεση, τις οποίες δημιουργεί. Η δυνατότητα χρήσης του θερμοκηπίου ως κατοικήσιμος χώρος είναι περιορισμένη και διαρκεί κάποιους μήνες του χρόνου. [24] Άλλο μειονέκτημα είναι οι μεγάλες διακυμάνσεις που παρατηρούνται στη θερμοκρασία, η υπερθέρμανση κατά το καλοκαίρι, στις νότιες χώρες κυρίως, η γυάλινη στέγη που διαθέτει είναι αρκετά ψυχρή τη νύχτα με

αποτέλεσμα να συμπυκνώνονται οι υδρατμοί στο εσωτερικό και σε συνδυασμό με την καλλιέργεια των φυτών αμβλύνουν την κατάσταση, [42] στερώντας την άνεση από τους κατοίκους. Τέλος, η θερμική ενέργεια που παρέχει είναι υπό μορφή θερμού αέρα η οποία δύσκολα αποθηκεύεται.

6.1.3. Απομονωμένο κέρδος

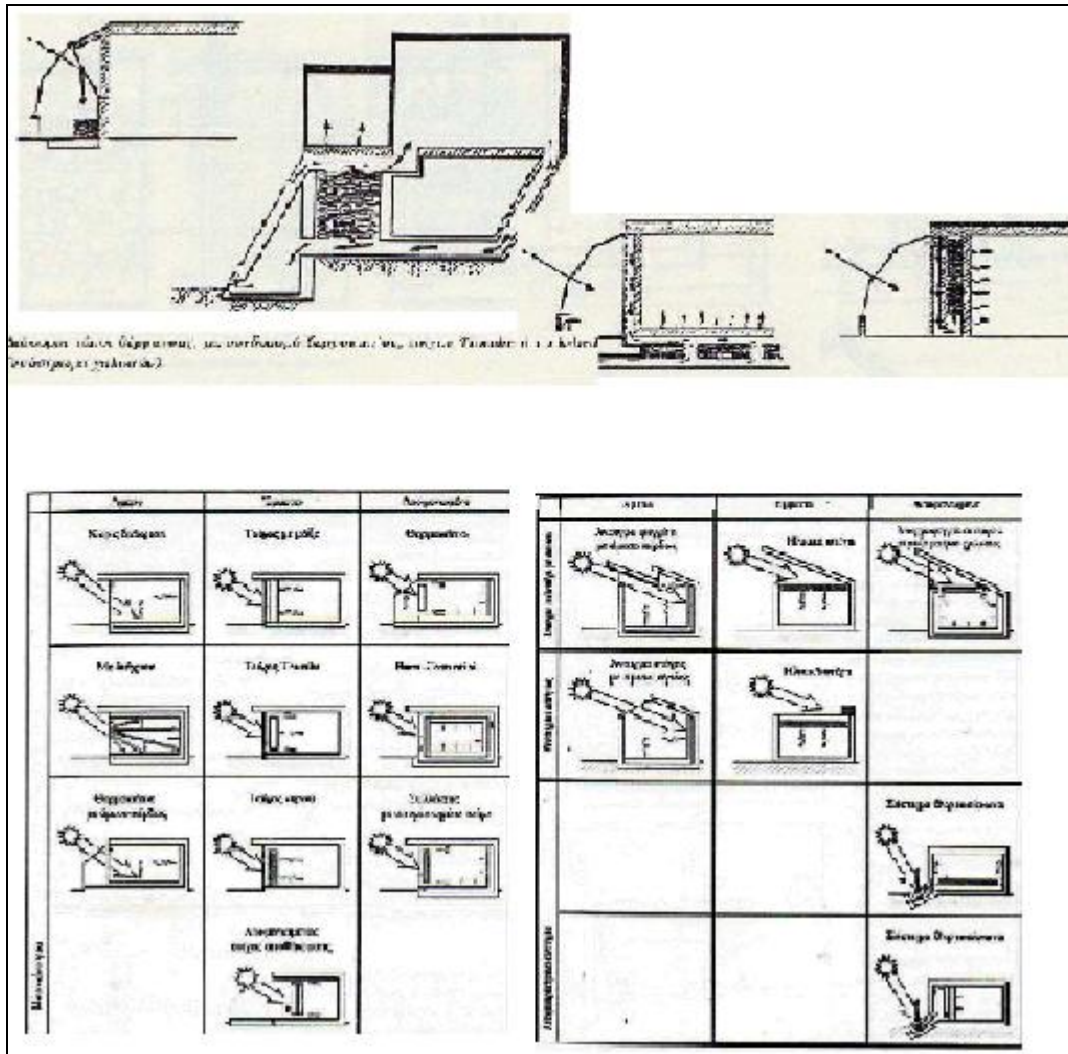
Στα απομονωμένα συστήματα κέρδους, η συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας πραγματοποιείται σε χώρους απομακρυσμένους από το χώρο κατοικίας, η οποία γίνεται με τη μεταφορά ενέργειας από το συλλέκτη στους εσωτερικούς χώρους του σπιτιού ή στο σύστημα συσσώρευσης και έπειτα στο εσωτερικό της κατοικίας με μεταφορά ή ακτινοβολία. Μια από τις πιο διαδεδομένες μορφές μεταφοράς ενέργειας από το συλλέκτη είναι ο «θερμοσιφωνικός» βρόγχος. [41] Στο θερμοσιφωνικό βρόγχο, ο αέρας θερμαίνεται στο συλλέκτη, γίνεται πιο ελαφρύς κι έτσι ανέρχεται, μεταθέτοντας τον ψυχρότερο αέρα στα κατώτερα επίπεδα. Ο θερμότερος αέρας, μεταφέρει την ενέργειά του στο εσωτερικό της κατοικίας ή στο απομακρυσμένο σύστημα συσσώρευσης, κατέρχεται στο κάτω μέρος του συλλέκτη κι αυτή η κυκλική διαδικασία συνεχίζει όσο χρόνο ο συλλέκτης είναι αρκετά θερμός. [42] Τη «θερμοσιφωνική» αρχή μπορούμε να τη χρησιμοποιήσουμε και για μεταφορά ενέργειας στο χώρο της κατοικίας μέσω απομονωμένων τοίχων μάζας αλλά και μέσω ενδοδαπέδιων στρωμάτων. Οι ανεμιστήρες μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τη διάχυση του θερμού αέρα αλλά και για περαιτέρω ενίσχυση του «θερμοσιφωνικού» βρόγχου. Ενώ κατά τη διάρκεια κατασκευής μιας νέας κατοικίας προτιμάται η ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων, τα απομονωμένα συστήματα χρησιμοποιούνται κατά την ανακαίνιση μιας κατοικίας.



Σύστημα απομονωμένου κέρδους

6.1.4. Διπλό κέρδος

Όταν μιλάμε για διπλό κέρδος αναφερόμαστε σε κατοικίες που συνδυάζουν διάφορα παθητικά συστήματα και επωφελούνται από τα πλεονεκτήματα του καθενός. Υπάρχουν αρκετά παραδείγματα εφαρμογής τέτοιων συστημάτων όπως η κατασκευή συστήματος που συνδυάζει το άμεσο με το έμμεσο κέρδος, διευκολύνοντας τη μετάδοση ακτινοβολίας αλλά και την ανάκτηση θερμότητας η οποία αποθηκεύεται στο σύστημα έμμεσα. Ένας τέτοιος συνδυασμός παρατηρείται στο σύστημα Transwall, του οποίου η αναλογία μεταξύ άμεσων και έμμεσων ηλιακών κερδών καθορίζεται από τα υλικά και τη γεωμετρία του συστήματος. [25]



Γενικοί τύποι παθητικών ηλιακών συστημάτων

6.2. Συστήματα φυσικού φωτισμού και τεχνικές

Ο φυσικός φωτισμός, έχει ως άμεσο στόχο την επίτευξη της οπτικής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων αλλά και την βελτίωση της ποιότητας ζωής μέσα στους χώρους στους οποίους καταναλίσκουμε μεγάλο μέρος της ζωής μας. Για να επιτευχθεί αυτό συνδυάζεται το φως, η θέα εφόσον υπάρχει, η αξιοποίηση και η ρύθμιση της ηλιακής ενέργειας αλλά και η δυνατότητα αερισμού. Στη φάση του σχεδιασμού των συστημάτων φυσικού φωτισμού θα πρέπει να αξιοποιείται, η μεγαλύτερη και αποτελεσματικότερη κάλυψη των αναγκών της κατοικίας σε φυσικό φωτισμό, λαμβάνοντας υπόψη τη χρήση του κάθε δωματίου και τις απαιτήσεις αυτού σε φωτισμό ανάλογα με τις δραστηριότητες που θα επιτελούνται σε αυτό.

Για να εξασφαλιστεί η οπτική άνεση, αξιοποιώντας το φυσικό φως, θα πρέπει να σχεδιαστούν και να χρησιμοποιηθούν τα ιδανικά συστήματα καθώς και οι τεχνικές, οι οποίες θα παρέχουν σε κάθε χώρο ικανή ποσότητα φυσικού φωτισμού, αλλά και ομαλή κατανομή αυτού, προς αποφυγή της θάμβωσης. Όλα αυτά εξαρτώνται από τα ανοίγματα, τη γεωμετρία του χώρου και τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών και των υαλοπινάκων. [9]



6.2.1. Κατηγορίες συστημάτων φυσικού φωτισμού

Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για την παροχή φυσικού φωτισμού στα κτίρια ταξινομούνται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: τα παράθυρα (ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία), τα ανοίγματα οροφής, τους φωταγωγούς και τα αίθρια. Αυτά τα συστήματα συνδυάζονται με συγκεκριμένες τεχνικές σχετικές με το σχεδιασμό ανοιγμάτων, τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των επιφανειών όπως το χρώμα, η υφή και η φωτοδιαπερατότητα των υλικών, τις οπτικές ιδιότητες των υαλοπινάκων και τη χρήση των ανακλαστήρων. [13] Με αυτό τον τρόπο επιθυμείται η εξασφάλιση της επάρκειας και της ομαλής κατανομής του φυσικού φωτός στους εσωτερικούς χώρους της κατοικίας.

6.2.2. Τεχνικές φυσικού φωτισμού

Οι συνήθεις τεχνικές φυσικού φωτισμού που εφαρμόζονται αποτελούνται από πέντε κατηγορίες: α)τους υαλοπίνακες, οι οποίοι κατηγοριοποιούνται σε θερμοχρωμικούς, φωτοχρωμικούς, ηλεκτροχρωμικούς, απορροφητικούς, σε υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής, σε έγχρωμους και ανακλαστικούς υαλοπίνακες. β)τα πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία, γ)τους ανακλαστήρες (ή ράφια φωτισμού), δ)τις ανακλαστικές περσίδες και ε)τα διαφανή μονωτικά υλικά.

Η εξασφάλιση φυσικού φωτισμού, απαιτεί καλό και προσεκτικό σχεδιασμό, ο οποίος θα πρέπει να συμπεριληφθεί από τα αρχικά στάδια της αρχιτεκτονικής μελέτης, διότι είναι πιο αποτελεσματική μέθοδος συγκρινόμενη με την εφαρμογή των τεχνικών μεθόδων φυσικού φωτισμού στο τέλος της μελέτης. Είναι σημαντικός ο έλεγχος και η σωστή διαστασιολόγηση των ανοιγμάτων, διότι έτσι αποφεύγονται τα προβλήματα θάμβωσης, υπερθέρμανσης, ή και υπερβολικής ψύξης. [34] Με τη χρήση του φυσικού φωτισμού εξοικονομείται ενέργεια, καθώς περιορίζεται το ψυκτικό φορτίο που απαιτεί ο τεχνητός φωτισμός, όπως επίσης περιορίζεται η ατμοσφαιρική ρύπανση, διαμορφώνοντας έτσι ένα υγιές περιβάλλον στο χώρο που. Για την εξασφάλιση του φυσικού φωτισμού είναι αναγκαία η πραγματοποίηση κάποιων δαπανών, οι οποίες εξαρτώνται από το μέγεθος και τη διαμόρφωση του κτιρίου, το σύστημα κουφωμάτων καθώς και από το κάθε εμπόδιο στο φωτισμό του κτιρίου.

Κατά το σχεδιασμό συστημάτων φυσικού φωτισμού, [12] κρίνεται απαραίτητος ο καθορισμός της στάθμης της έντασης του φωτός που πρέπει να εξασφαλιστεί. Αν αδυνατεί ο φυσικός φωτισμός, αυτή η στάθμη καλείται κρίσιμη στάθμη έντασης φωτισμού. Ο καθορισμός της είναι μια περίπλοκη διαδικασία διότι υπόκειται σε υποκειμενικούς παράγοντες και ποικίλες περιστάσεις. Η ανθρώπινη συμπεριφορά είναι αυτή που καθορίζει τη διαφορά μεταξύ κρίσιμη στάθμης έντασης φωτισμού και απαιτήσεις για ηλεκτρικό φωτισμό, δεν υπάρχουν κάποιοι απόλυτοι κανόνες. Ο μελετητής θα πρέπει να θέσει λοιπόν ως στόχο, την παροχή λογικής ποσότητας φωτισμού ανάλογα με τον τρόπο χρήσης του κάθε χώρου, ενώ παράλληλα θα πρέπει να εξασφαλίζει ευχάριστη ποιότητα φωτός. Όπως προαναφέρθηκε, το άτομο είναι αυτό που θα επιλέξει σε ποια στάθμη της έντασης του φωτός αισθάνεται και λειτουργεί καλύτερα, ανάλογα με τη δραστηριότητά του αλλά και τον τρόπο που το φυσικό φως διεισδύει στο χώρο. Συνήθως η πλειοψηφία των ατόμων προτιμά τις υψηλές εντάσεις φωτισμού κι αυτό το προνόμιο το εξασφαλίζουν οι τεχνικές φυσικού φωτισμού για κάποιες ώρες της ημέρας και με πολύ οικονομικό τρόπο.

Ως παράγοντας διανομής φυσικού φωτός ορίζεται ο τρόπος με τον οποίο το φυσικό φως διεισδύει στο κτίριο, εξετάζοντας την κατανομή της εσωτερικής έντασης φωτισμού σε συνάρτηση με τις εξωτερικές συνθήκες φωτισμού. [42] Ο υπολογισμός αυτού του παράγοντα γίνεται με αναφορά στο νεφελώδη ουρανό. Αποτελεί σημαντική παράμετρο περιγραφής του τρόπου που το φυσικό φως εισέρχεται στους εσωτερικούς χώρους του σπιτιού, εφόσον επικρατεί συννεφιά. Ο παράγοντας φυσικού φωτός αποτελεί χαρακτηριστικό στοιχείο της γεωμετρίας του χώρου ενώ είναι ανεξάρτητος της τοποθεσίας και του κλίματος. Επίσης χρησιμοποιείται για την περιγραφή της απόδοσης του συστήματος φυσικού φωτισμού σε ένα προσδιορισμένο εσωτερικό σημείο, όμως δεν προσδιορίζει την ποιότητα φωτισμού του εσωτερικού περιβάλλοντος. Στα σημεία που ο παράγοντας φυσικού φωτός έχει τις ίδιες τιμές με κάποιο άλλο σημείο, ο χώρος είναι τόσο σκοτεινός ή φωτεινός ανάλογα με τον τρόπο που εισέρχεται το φυσικό φως στο χώρο αλλά και από τη στάθμη αντίθεσης στο οπτικό πεδίο. [29] Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία διαφορετικών φωτεινών περιβαλλόντων. Για να είναι πιο κατανοητό, θέτουμε ένα παράδειγμα, στο οποίο, η τιμή φυσικού φωτός σε ένα διάδρομο είναι 1% και είναι πολύ φωτεινό ενώ η ίδια τιμή σε ένα γραφείο το κάνει σκοτεινό. Επίσης, ένα γραφείο ίσως να δείχνει πιο άνετο αν διαθέτει τιμή φυσικού φωτός 3% από ότι θα έδειχνε αν η τιμή ήταν 4%, διότι η πρώτη περίπτωση μπορεί να προκαλεί λιγότερη θάμβωση, έτσι προτιμάται η τοποθέτηση του γραφείου σε ορθή γωνία ως προς το παράθυρο, παρά να τοποθετείται μπροστά από αυτό.

Στις τεχνικές φυσικού φωτισμού τίθενται κάποιοι περιορισμοί, που εμποδίζουν την αποτελεσματικότητά τους. Ένας περιορισμός αναφέρεται στην ποσότητα διαθέσιμου φωτός. Κατά τα θερινά μεσημέρια ο τυπικά συννεφιασμένος ουρανός είναι πολύ πιο φωτεινός από μια αντίστοιχη χειμερινή μέρα, διότι η θέση του ήλιου είναι ψηλότερα από το στρώμα των σύννεφων. Το διαθέσιμο φως μπορεί επίσης να περιοριστεί λόγω ύπαρξης γειτονικών κτιρίων ή δέντρων. Τέλος οι στάθμες φωτισμού κατά την έναρξη και λήξη της μέρας παρέχουν λιγοστό φυσικό φωτισμό στο εσωτερικό της κατοικίας. Ένας ακόμη περιορισμός, αναφέρεται στη διάρκεια της μέρας ως προς το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή. Συμπεραίνουμε με βάση τα παραπάνω, ότι κάθε κτίριο διαθέτει μια στάθμη εξωτερικού φωτισμού, η οποία πρέπει να ξεπεραστεί ώστε οι απαιτήσεις του εσωτερικού περιβάλλοντος να πλησιάζουν το φυσικό φωτισμό.

Η διαθεσιμότητα του φυσικού φωτισμού διαφέρει από τόπο σε τόπο, για να μπορέσουμε να περιγράψουμε την κατάσταση φωτισμού θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τον όρο που δείχνει πόσο συχνά ξεπερνάτε η τιμή εξωτερικής έντασης φωτισμού που θεωρείται δεδομένη σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

6.2.3. Αξιολόγηση της συμπεριφοράς του φυσικού φωτισμού

Οι κρίσιμες εντάσεις φωτισμού εξωτερικού ή εσωτερικού περιβάλλοντος όπως και ο παράγοντας φυσικού φωτός χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς συγκεκριμένων διατάξεων ανοιγμάτων. Για την ενσωμάτωση αυτών των μεθόδων στην αρχιτεκτονική μελέτη, πρέπει πρώτα να γίνουν κάποιες αξιολογήσεις σε ήδη υπάρχοντα κτίρια, ώστε να υπάρχει σύγκριση. Αυτή η αξιολόγηση πραγματοποιείται επιτόπου και περιλαμβάνει τα εξής στάδια: 1)επίσκεψη του κτιρίου σε συννεφιασμένη μέρα, 2)μέτρηση της εξωτερικής έντασης του φωτός στην οροφή, 3)μέτρηση των εσωτερικών εντάσεων φωτισμού με τη βοήθεια ενός ατόμου που θα καταγράφει το χρόνο των μετρήσεων, 4)χαρτογράφηση του εσωτερικού χώρου, σε σχέση με τις τιμές του φυσικού φωτός. [42]

Για να αξιολογηθεί η συμπεριφορά του φυσικού φωτός σε ένα κτίριο κατά τη διάρκεια της αρχιτεκτονικής μελέτης, χρησιμοποιούνται πρότυπα υπό κλίμακα, κι αυτό γιατί η διάδοση του φωτός είναι ανεξάρτητη της κλίμακας διότι η πηγή είναι ιδανική, η επίπλωση μπορεί να προσομοιωθεί, τα χαρακτηριστικά ανάκλασης των τελειωμάτων των επιφανειών είναι παρεμφερή, και η γεωμετρία του προτύπου διατηρεί τις αναλογίες όπως στο πρωτότυπο. Οι τιμές του παράγοντα φυσικού φωτός υπό κλίμακα πρότυπο καθορίζονται με φωτόμετρα, όπως συμβαίνει και σε ένα πραγματικό κτίριο. Η διαδικασία υπολογισμού γίνεται με τη μέτρηση της οριζόντιας έντασης φωτισμού εξωτερικού περιβάλλοντος, με τη μέτρηση της έντασης του φωτός σε συγκεκριμένη θέση στο εσωτερικό της κατοικίας, υπολογίζεται ο λόγος των παραπάνω μετρήσεων, και τέλος χαρτογραφείται η κατανομή του φωτός στο εσωτερικό. Οι ιδανικές συνθήκες πραγματοποίησης αυτού του υπολογισμού είναι σε νεφελώδη πραγματικό ουρανό, διότι προκύπτουν ιδανικά αποτελέσματα.

Η απόδοση του φυσικού φωτισμού σε ένα κτίριο μπορεί ακόμα να αξιολογηθεί μέσω λογισμικών προγραμμάτων που διαθέτουν μεθόδους προσομοίωσης των πολλαπλών ανακλάσεων του φωτός. Ο παραπάνω υπολογισμός περιλαμβάνει τα εξής στάδια: 1)την προσομοίωση της πηγής του φωτός σε σχέση με τον τύπο ουρανού και τη θέση του ήλιου, 2)την προσομοίωση του εξωτερικού περιβάλλοντος λαμβάνοντας υπόψη την ανάκλαση του φωτός από το έδαφος και τα άλλα στοιχεία του κτιρίου που βρίσκονται στο εξωτερικό του, αλλά και τα εμπόδια που προκαλούν τα γύρω κτίρια, 3)την προσομοίωση της διείσδυσης του φωτός μέσω των συστημάτων φυσικού φωτισμού του κτιρίου, 4)την προσομοίωση της διάδοσης του φωτός σε διάφορους χώρους, η οποία περιλαμβάνει επίσης και την προσομοίωση της ανάκλασης ή της μεταφοράς του φωτός στις επιφάνειες, 5)την παρουσίαση της τελικής διανομής του φωτός ως λαμπρότητα ή ως ένταση φωτός. Αυτή η απόδοση είναι η ιδανική και δεν είναι συνήθως εφικτή. Η συχνότερη μέθοδος που χρησιμοποιούν τα λογισμικά προγράμματα περιλαμβάνουν απλοποιημένες προσεγγίσεις του αριθμού των χώρων (μελετάται συνήθως ένας χώρος), της γεωμετρίας (λαμβάνεται υπόψη πως ο χώρος έχει απλή γεωμετρική κατασκευή), των επιφανειών (όπου αυτές παρουσιάζονται κατά τέτοιο τρόπο που να φαίνεται πως διαχέει τέλεια το φως), του αριθμού των ανακλάσεων του φωτός (όπου το φως που διαχέεται σε μια κοιλότητα διάχυσης μέσω

πολλαπλών ανακλάσεων, προσομοιώνεται), τα αποτελέσματα, τα οποία εμφανίζονται ως καμπύλες ίσης έντασης του φωτός ή ως καμπύλες παράγοντα φυσικού φωτός. Αυτά τα προγράμματα καταφέρνουν απλά να προσομοιώνουν, και βοηθούν στη λήψη των καταλληλότερων σχεδιαστικών αποφάσεων.

Ο φυσικός φωτισμός μπορεί να αξιοποιηθεί σε χώρους της κατοικίας που οι ανάγκες για φωτισμό είναι περιορισμένες, και το άμεσο ηλιακό φως βελτιώνει ποιοτικά το χώρο. Αυτό μπορεί να εφαρμοσθεί σε διαδρόμους ή χώρους εισόδου. Αντίθετα το άμεσο ηλιακό φως δεν είναι αποτελεσματικό σε γραφεία και πολυσύχναστους χώρους του σπιτιού καθώς προκαλείται θάμβωση και μειωμένη άνεση. Το ηλιακό φως σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά έμμεσα, με το να διαχέεται ή να κατευθύνεται στην οροφή και τους τοίχους. Οι τρόποι που το ηλιακό φως μπορεί να εισέλθει στο χώρο χωρίς να προκαλεί θάμβωση, γίνεται με τη χρήση ανακλαστών κι άλλων σταθερών ή κινητών στοιχείων αυτά αποτελούνται από τους φωταγωγούς, τους φεγγίτες οροφής, τους φεγγίτες ανάκλασης, το αίθριο, τους εξωτερικούς ανακλαστήρες, τα πρισματικά στοιχεία, τους ειδικούς φωταγωγούς, τα ανακλαστικά στόρια, τις οριζόντιες γρίλιες, τα στόρια σκίασης, τις κεκλιμένες/ ανακλαστικές επιφάνειες. Εκτός από αυτά τα στοιχεία εξίσου σημαντικός είναι ο προσανατολισμός της κατοικίας.

Ο σχεδιασμός των συστημάτων φυσικού φωτισμού, απαιτεί κατάλληλη οργάνωση και λήψη των κατάλληλων μέτρων ώστε να μην αλλοιωθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Αυτά είναι:

1) ο τρόπος που είναι οργανωμένοι οι εσωτερικοί χώροι, ώστε να εκπληρώνονται οι απαιτήσεις του κάθε χώρου σε φυσικό φωτισμό. Έτσι ιεραρχούνται οι χώροι με προτεραιότητα σε αυτούς που έχουν μεγαλύτερες ανάγκες σε φυσικό φωτισμό.

2) ο τρόπος κατανομής και διαστασιολόγησης των ανοιγμάτων, ανάλογα με τον όγκο των εσωτερικών χώρων που θα φωτιστούν. Συνίσταται η δημιουργία όπου είναι απαραίτητο ανοιγμάτων οροφής αλλά και χρήση έμμεσων συστημάτων φωτισμού ώστε να φωτίζονται και τα πιο βαθιά μέρη του σπιτιού.

3) η ανάλυση της τοποθεσίας, κατά την οποία επιλέγεται ως κύρια όψη αυτή με την καλύτερη θέα, επιλέγεται έτσι ο προσανατολισμός και οι όψεις του κτιρίου, επιπλέον εξακριβώνεται η διαθεσιμότητα του ηλιακού φωτός στο συγκεκριμένο σημείο.

4) η επιλογή των κατάλληλων υλικών ανάλογα με τη λειτουργία την ποιότητα των εσωτερικών χώρων, αλλά και η κατάλληλη επιλογή χρωμάτων καθώς τα θερμά χρώματα φωτίζουν ένα χώρο που προσλαμβάνει περιορισμένη ποσότητα φυσικού φωτός δημιουργώντας ένα καλύτερο περιβάλλον.

5) ο ακριβής σχεδιασμός των διατάξεων σκίασης, διότι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι περίοδοι με συννεφιά και η επιλογή λύσεων που να βοηθούν το φως να εισέλθει στο κτίριο και να βελτιώσει το εσωτερικό περιβάλλον.

6) η επαλήθευση της απόδοσης, σε αυτή την περίπτωση πρέπει να αξιολογείται το πόσο καλά εισέρχεται το φως στο κτίριο κάτι που πραγματοποιείται με τρεις μεθόδους. Με την κατασκευή ενός προτύπου υπό κλίμακα έτσι αξιολογείται η διείσδυση του φωτός σε πραγματικές συνθήκες με τη βοήθεια του φωτόμετρου, με τη χρήση ενός λογισμικού προγράμματος αν και δύσκολα προσομοιώνουν μια μελέτη με ακρίβεια και με τη σύγκριση του σχεδίου με κάποιο υπάρχον κτίριο παρόμοιας διαμόρφωσης.

7) η λεπτομερής ανάλυση της απόδοσης, κατά την οποία προσαρμόζουμε τη διάταξη κατά τέτοιο τρόπο που να βελτιώνει την απόδοση. Αυτό επιτυγχάνεται με την αλλαγή κάποιων κατασκευαστικών λεπτομερειών αλλά και με αλλαγή του

μεγέθους των ανοιγμάτων. Θα πρέπει όμως να δοθεί προσοχή στη συντήρηση η οποία θα πρέπει να είναι εύκολη και οικονομική.

8) η ανάπτυξη μιας σαφούς και ολοκληρωμένης στρατηγικής ηλεκτρικού φωτισμού που να λαμβάνει υπόψη τις ζώνες φυσικού φωτός και να μεριμνά το μέρος που θα τοποθετηθούν τα φωτιστικά αλλά και τον αριθμό των λαμπτήρων που θα συνδέουν τον κάθε διακόπτη. Τέλος μπορούν να αξιολογηθούν τα οφέλη του φωτισμού καθώς και ο αυτόματος έλεγχος συνολικού ηλεκτρικού φωτισμού σχετικά με το διαθέσιμο ηλιακό φως.

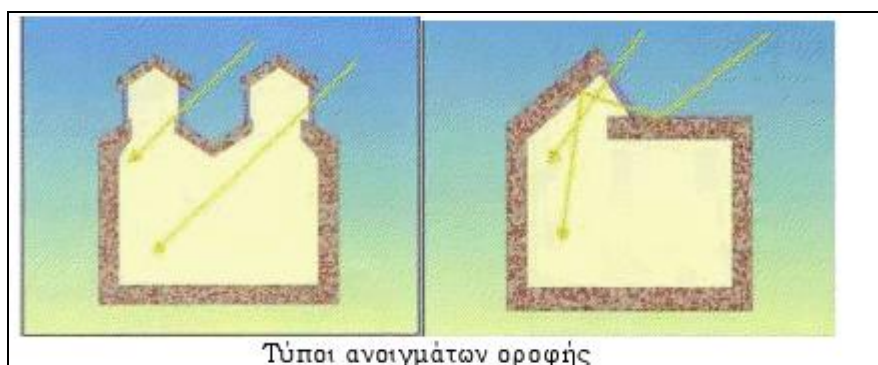


6.2.4. Συστήματα φυσικού φωτισμού

Στα συστήματα φυσικού φωτισμού όπως έγινε αναφορά παραπάνω συμπεριλαμβάνονται τα ανοίγματα οροφής, τα αίθρια, οι φωταγωγοί, τα ράφια φωτισμού – ανακλαστήρες και οι περσίδες.

~ Ανοίγματα οροφής

Τα ανοίγματα οροφής παρουσιάζουν κάποια πλεονεκτήματα σε σχέση με τα κοινά ανοίγματα στην τοιχοποιία, γι' αυτό και συγκαταλέγονται σε ειδική κατηγορία συστημάτων φυσικού φωτισμού. Τα πλεονεκτήματα που διαθέτουν είναι ότι παρέχουν μεγάλη ποσότητα διάχυτου φωτός, μπορούν να διαθέτουν διαφανείς ή ημιδιαφανείς υαλοπίνακες και συντελούν στην ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτός στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου, λόγω της θέσης τους. [17]

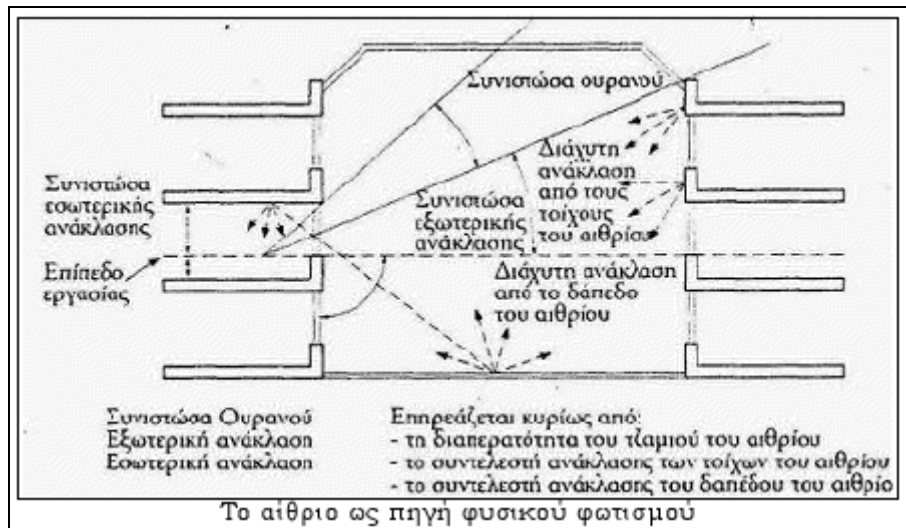


Λόγω της θέσης τους συστήνεται η ύπαρξη κάποιου συστήματος ηλιοπροστασίας, όπως περσίδες, πετάσματα και ανακλαστήρες ώστε να αποφεύγεται η θάμβωση που προκαλεί το άμεσο φως. Τα ανοίγματα οροφής ανάλογα με τον τύπο τους μπορεί να είναι είτε εξωτερικά είτε εσωτερικά. Συνήθως προτιμώνται τα κατακόρυφα ή κεκλιμένα ανοίγματα οροφής από τα οριζόντια, συνδυάζοντας παράλληλα και διατάξεις σκιασμού λόγω της μεγάλης ηλιακής πρόσπτωσης που δέχονται τους θερινούς μήνες. Τέλος, η επιλογή κατασκευής των ανοιγμάτων οροφής βασίζεται σε κριτήρια που αφορούν την οικονομικότητά τους αλλά και την ενεργειακή τους απόδοση συνολικά.

~ Αίθριο

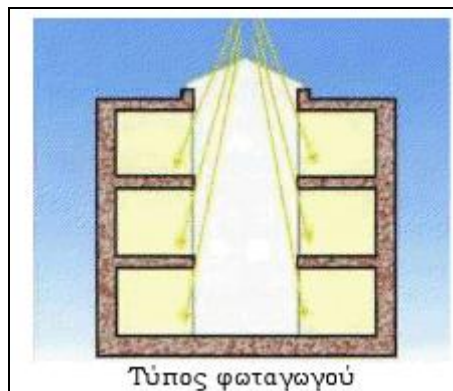
Το αίθριο εμφανίζεται σε διάφορες παραλλαγές, είτε ανοιχτό είτε καλυμμένο, συμβάλλει στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, ιδίως σε κτίρια με μεγάλη επιφάνεια διότι παρέχουν διάχυτο φως από τον ουρανό αλλά και από τις

συνεχείς ανακλάσεις στο εσωτερικό τους, το οποίο κατανέμεται ομοιόμορφα δίχως να προκαλεί θάμβωση, αυξάνουν τη στάθμη φωτισμού των χώρων και στην ομοιογενή κατανομή του φωτισμού στην περίπτωση που υπάρχουν κατακόρυφα ανοίγματα που συμβάλλουν στο φωτισμό, συμβάλλουν επίσης στην είσοδο της ακτινοβολίας του ήλιου στις κεντρικές ζώνες του κτιρίου και επηρεάζουν τη στάθμη φωτισμού των χώρων ανάλογα τα οπτικά χαρακτηριστικά των επιφανειών δηλαδή ανάλογα την ανακλαστικότητα των τοίχων, του δαπέδου και τα οπτικά χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων που περιβάλλουν το αίθριο ή βρίσκονται στην οροφή αλλά και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του αίθριου. [42]



Για όλα τα παραπάνω, κρίνεται σημαντικός ο συνυπολογισμός των παραπάνω χαρακτηριστικών κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού του αίθριου, στην οπτική άνεση των εσωτερικών χώρων συνδυάζοντας τον με την επίδρασή τους στη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου.

~ Φωταγωγοί



Οι φωταγωγοί εισάγουν το φυσικό φως σε χώρους όπου είναι δύσκολη η διείσδυση φυσικού φωτός με άλλο τρόπο. Υπάρχουν διάφορα είδη φωταγωγών με ποικιλία διαστάσεων. Οι φωταγωγοί είναι καλό να διαθέτουν ανακλαστικές επιφάνειες και τα ανοίγματά που βλέπουν σε αυτούς είναι χρήσιμο να διαθέτουν ανακλαστήρα ο οποίος θα διοχετεύει το φως στους χώρους διαβίωσης.

Η χρήση ανακλαστήρα στο σημείο εισόδου του φωτός από τον φωταγωγό, συμβάλλει στη βελτίωση της αποδοτικότητας τους, διότι ο ανακλαστήρας έχει την ικανότητα να εκτρέπει τις ηλιακές ακτινοβολίες προς τα κάτω. Η αποδοτικότητα του φωταγωγού μπορεί να αυξηθεί και με την ενσωμάτωση ηλιοστάτη, καθώς διαθέτει καθρέπτη και λειτουργεί ακολουθώντας την πορεία του ήλιου καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας. [9]

Μια άλλη λειτουργία των φωταγωγών συνδέεται με τη δυνατότητα αερισμού του χώρου φυσικά. Μια μορφή φωταγωγών, οι φωτοσωλήνες χρησιμοποιούνται για το φωτισμό ενός ή περισσότερων ορόφων, η μέγιστη απόδοσή τους εξασφαλίζεται σε περιορισμένο μήκος φωτοσωλήνα ανάλογα τον τύπο και τον κατασκευαστή. [34]

~ **Ειδικό Υαλοπίνακες**

Κατά την κατασκευή του κτιρίου συστήνεται η χρήση ειδικών υαλοπινάκων οι οποίοι μπορούν να συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό αλλά και στη βελτίωση της οπτικής και θερμικής άνεσης των εσωτερικών χώρων της κατοικίας. Οι υαλοπίνακες διαθέτουν σταθερές, μεταβαλλόμενες και ρυθμιζόμενες ιδιότητες ανάλογα με τις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Οι ειδικοί υαλοπίνακες χωρίζονται σε 9 κατηγορίες και διαφοροποιούνται από τους απλούς υαλοπίνακες ως προς τα φωτομετρικά και θερμικά τους χαρακτηριστικά. Οι κατηγορίες των ειδικών υαλοπινάκων είναι οι ανακλαστικοί υαλοπίνακες, οι έγχρωμοι, οι θερμομονωτικοί, οι ηλεκτροχρωμικοί, οι φωτοχρωμικοί, οι θερμοχρωμικοί, οι επίλεκτοι υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής, και οι υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων. [12]

Οι ανακλαστικοί υαλοπίνακες λειτουργούν ανακλώντας σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, ωστόσο μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο αλλά και στα γύρω σπίτια. [40]

Οι έγχρωμοι υαλοπίνακες παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα λόγω χημικής επεξεργασίας που έχουν υποστεί και χρησιμοποιούνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου.

Οι απορροφητικοί υαλοπίνακες λειτουργούν απορροφώντας μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας περιορίζοντας τη θερμοπερατότητα χωρίς όμως να μειώνουν σε μεγάλο μέρος την φωτοδιαπερατότητα. Χρησιμοποιούνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου και δεν προκαλούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, σε αντίθεση με τους ανακλαστικούς υαλοπίνακες.

Οι θερμομονωτικοί υαλοπίνακες διαθέτουν αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα όπως και οι διπλοί ή τριπλοί υαλοπίνακες, όμως οι θερμομονωτικοί περιέχουν στο διάκενό τους αντί για αέρα κάποιο άλλο υγρό όπως το αργό. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε κτίρια που διαθέτουν μεγάλα ανοίγματα και απαιτείται υψηλή μόνωση του κελύφους.

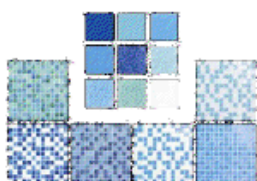
Οι ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες έχουν τη δυνατότητα να μεταβάλλουν τα οπτικά τους χαρακτηριστικά και τη διαπερατότητά τους αν διοχετευτεί σε αυτά ηλεκτρικό ρεύμα.

Οι φωτοχρωμικοί υαλοπίνακες, όπως και οι ηλεκτροχρωμικοί μεταβάλλουν τις ιδιότητές τους δηλαδή τα οπτικά τους χαρακτηριστικά ανάλογα με το ποσό προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Ενώ η φωτοδιαπερατότητά τους μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με την ένταση της φωτεινής ακτινοβολίας

Οι θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες μεταβάλλουν τις οπτικές τους ιδιότητες ανάλογα με την θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος και όταν για παράδειγμα αυτή αυξάνεται μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμους.

Οι επίλεκτοι υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής(Low-e) λειτουργούν εμποδίζοντας ένα μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας να εισέρχεται προς το κτίριο ή να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον ανάλογα τον τρόπο που αυτά τοποθετούνται. Χρησιμοποιούνται για τη μείωση των θερμικών απωλειών ή των κερδών των κτιρίων ανάλογα με τις θερμικές ανάγκες του κτιρίου και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται. [22]

Οι υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων, μετατρέπονται από γαλακτόχρωμοι σε διαφανείς με την εφαρμογή τάσης.



Για να επιλέξει ο μελετητής τον κατάλληλο υαλοπίνακα είναι απαραίτητη η μελέτη της χρήσης του κτιρίου, κατά πόσο ο υαλοπίνακας συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας σε ετήσια βάση και η συνολική οικονομικότητα του συστήματος, δηλαδή το κόστος κατασκευής του, τα οφέλη που θα προκύψουν αλλά και ο χρόνος που θα μεσολαβήσει για να γίνει η απόσβεση. Θα πρέπει επίσης να εξασφαλίζει ο υαλοπίνακας τα οπτικά του και τα θερμικά του χαρακτηριστικά, γι' αυτό και θα πρέπει να επιλεγεί προσεκτικά με κριτήριο τη συμπεριφορά του στη θέρμανση και το δροσισμό του κτιρίου και σε συνδυασμό με το συνολικό σχεδιασμό των συστημάτων φωτισμού δηλαδή το σχεδιασμό των ανοιγμάτων ώστε να εξασφαλίζει τις απαιτήσεις του κτιρίου σε φυσικό φωτισμό των χώρων του κτιρίου στο μέγιστο δυνατό.

~ Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά

Τα πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά είναι στοιχεία που διαθλούν την προσπίπτουσα ακτινοβολία και μπορούν να αποκλείσουν τελείως την είσοδο ή και να αλλάξουν την κατεύθυνση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με την κατασκευαστική τους δομή. [25] Τα πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά είναι καλό να αποφεύγονται στα σημεία που είναι επιθυμητή η θέα προς τα έξω, διότι είναι αδιαφανή. Συνήθως τοποθετούνται στο κέλυφος του κτιρίου ως αυτόνομα στοιχεία ή μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων.

~ Διαφανή μονωτικά υλικά

Είναι φωτοδιαπερατά υλικά υψηλής θερμομονωτικής ικανότητας, τα οποία αντικαθιστούν τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας. Η διαφανής μόνωση εν γένει είναι διαχυτική και έχει πολύ καλές οπτικές ιδιότητες, συνδυάζοντας θερμομονωτικές ικανότητες μιας τοιχοποιίας (2-3 φορές υψηλότερη θερμομονωτική ικανότητα από τους διπλούς υαλοπίνακες). Η διαφανής μόνωση μπορεί να τοποθετηθεί σε τοίχους ή και οροφές. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες διαφανών μονωτικών υλικών, τα οποία τοποθετούνται μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων ή πλαστικών φύλλων. Η

φωτοδιαπερατότητα των διαφανών υλικών κυμαίνεται μεταξύ του 45% και του 80% (με μια μείωση της τάξης του 8% για κάθε φύλλο υαλοπίνακα).

~ Ράφια φωτισμού - ανακλαστήρες, περσίδες

Τα ράφια φωτισμού είναι επίπεδα ή καμπύλα σταθερά στοιχεία, με ανακλαστική επιφάνεια, που στερεώνονται στα πλαίσια των ανοιγμάτων και κατευθύνουν την προσπίπτουσα ακτινοβολία προς τις εσωτερικές επιφάνειες του κτιρίου. [17] Εξασφαλίζουν ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού, αυξάνοντας τη στάθμη του φωτισμού σε απομακρυσμένες από τα παράθυρα ζώνες, μειώνοντας παράλληλα τη στάθμη φωτισμού στη ζώνη των παραθύρων. Για την αποτελεσματική λειτουργία τους απαιτείται υψηλή ανακλαστικότητα της οροφής του χώρου. Η χρήση τους είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική σε εργασιακούς χώρους, όπου απαιτείται ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού.

~ Ανακλαστικές περσίδες

Είναι κινητά ανακλαστικά στοιχεία, μικρού μεγέθους, που τοποθετούνται στην εσωτερική ή την εξωτερική επιφάνεια του κουφώματος ή και μεταξύ διπλών κουφωμάτων. Ως σύστημα φυσικού φωτισμού λειτουργούν όπως και τα ράφια φωτισμού, εκτρέποντας της ηλιακές ακτίνες προς την επιθυμητή κατεύθυνση στο χώρο (κατά προτίμηση στην οροφή). Οι κινητές περσίδες είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές καθώς επιτρέπουν εύκολα τη ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Τόσο τα ράφια φωτισμού, όσο και οι περσίδες μπορούν και πρέπει να εξασφαλίζουν και την απαιτούμενη, για λόγους θερμικής προστασίας, σκίαση των χώρων, αλλά και τον απαιτούμενο χειμερινό ηλιασμό.

6.3. Συστήματα φυσικού δροσισμού, κλιματισμού και τεχνικές



Τις θερινές περιόδους του χρόνου, σε ήπια κλίματα όπως το ελληνικό, η ηλιακή ακτινοβολία που «πέφτει» στις επιφάνειες των κτιρίων, η διείσδυση του θερμού αέρα καθώς επίσης και η χρήση ηλεκτρικών συσκευών, αυξάνουν τα επίπεδα του θερμικού φορτίου σε τέτοιο βαθμό που να χάνεται η θερμική άνεση. Στην Ελλάδα είναι συνηθισμένο το φαινόμενο τοποθέτησης κλιματιστικών για τη βελτίωση του μικροκλίματος, των οποίων η χρήση έχει αυξηθεί κατά 900%, όμως αυτή η πράξη έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση και την επιβάρυνση

του περιβάλλοντος. Έρευνες που έχουν διεξαχθεί σχετικές με την ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων σε κτίρια που κλιματίζονται και σε κτίρια στα οποία εφαρμόζεται ο φυσικός κλιματισμός έδειξαν ότι αυτοί που ζουν κι εργάζονται στους κλιματιζόμενους χώρους εμφανίζουν υψηλά ποσοστά ασθενειών σε σχέση με αυτά που κλιματίζονται φυσικά. Επιπλέον η αυξημένη χρήση κλιματιστικών επιβαρύνει την ατμόσφαιρα, καθώς τα ψυκτικά υγρά που χρησιμοποιούνται, αποτελούνται από χλωροφθοράνθρακες και μειώνουν το στρώμα του όζοντος, σε περίπτωση που διαχυθούν στην ατμόσφαιρα.

Μια ικανοποιητική λύση στο θέμα υπερθέρμανσης εξοικονόμησης ενέργειας και αποφυγής κλιματιστικών είναι η εφαρμογή παθητικών συστημάτων δροσισμού. Η παθητική ψύξη εφαρμόζεται στις διαδικασίες διάχυσης θερμότητας με φυσικό τρόπο, χωρίς ενεργειακή μεταφορά ή χρησιμοποίηση μηχανικών στοιχείων. Περιλαμβάνει καταστάσεις ζεύξης των στοιχείων και των χώρων του κτιρίου με τις δεξαμενές θερμότητας, δηλαδή τον ουρανό τον αέρα τη γη και το νερό, χρησιμοποιώντας φυσικούς τρόπους μεταφοράς της θερμότητας η οποία έχει ως αποτέλεσμα την ψύξη των χώρων διαβίωσης. [42] Για να εφαρμοσθούν οι τεχνικές του παθητικού δροσισμού πρέπει πρώτα να ληφθούν κάποια μέτρα για τον έλεγχο των ψυκτικών φορτίων αλλά και τη δυνατότητα μηχανικής ενίσχυσης της μεταφοράς της θερμότητας για την προώθηση των φυσικών διαδικασιών παθητικής ψύξης. Το κλίμα, το ποσό ηλιακής ακτινοβολίας και ο θερμός αέρας που δέχεται το κτίριο, η ημερήσια ανταλλαγή ενέργειας της γης συνδέονται με τις διαδικασίες που υπεισέρχονται στην παθητική ψύξη. Η επιλογή των κατάλληλων τεχνικών παθητικής ψύξης που θα ενσωματωθούν στο κτίριο εξαρτώνται από τις φυσικές ανοχές θερμικής άνεσης του ανθρώπινου σώματος. [27] Για να βελτιωθούν οι συνθήκες θερμικής άνεσης στο κτίριο και να περιορισθούν τα φορτία ψύξης κρίνεται αναγκαία η τροποποίηση του μικροκλίματος περιμετρικά του κτιρίου. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ηλιακής προστασίας, την εξατμισο-διαπνοή των φυτών, την εξάτμιση του νερού, τον περιορισμό των εξωτερικών θερμοκρασιών αλλά και με το σχηματισμό ρευμάτων αέρα.

6.3.1. Απλές μέθοδοι φυσικού δροσισμού

Οι πιο συνηθισμένες και απλές μέθοδοι φυσικού δροσισμού είναι:

- α) η ηλιοπροστασία, η οποία επιτυγχάνεται με ποικίλους τρόπους, όπως με τη βλάστηση, τις προεξοχές που διαθέτει το κτίριο και αποτελούν τα γεωμετρικά στοιχεία του, τα διάφορα ανοίγματα που είναι είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά, τη χρήση μόνιμων ή κινητών σκιάστρων, καθώς και την τήρηση υαλοπινάκων που διαθέτουν ειδικές επιστρώσεις ή έχουν υποστεί ειδική επεξεργασία, που τους καθιστά ανακλαστικούς, ηλεκτροχρωμικούς κ. α.
- β) η χρήση της θερμικής μάζας, για την ελάττωση των διακυμάνσεων της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου
- γ) ο φυσικός εξαερισμός, που επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο σχεδιασμό και την ορθή λειτουργία των ανοιγμάτων στο κέλυφος και θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων επιτρέποντας την κίνηση του αέρα στους χώρους του σπιτιού. Ο φυσικός αερισμός ενισχύεται με τη χρήση ανεμιστήρων οροφής, καταναλώνοντας ελάχιστη ηλεκτρική ενέργεια, ενώ παράλληλα, επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής άνεσης σε υψηλότερες θερμοκρασίες από τις συνήθεις, λόγω της κίνησης του αέρα που δημιουργείται μεταφέροντας θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα. Μέσω του νυχτερινού διαμπερή αερισμού, αποθηκεύεται δροσιά στη θερμική μάζα του κτιρίου, μειώνοντας την επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα. [1]

6.3.2. Σύνθετες μέθοδοι φυσικού δροσισμού

Τα πιο σύνθετα συστήματα δροσισμού, με επιπλέον οφέλη ψύξης, είναι:

- α) ο δροσισμός με απόρριψη θερμότητας από το κτίριο στη γη με αγωγή, αυτό επιτυγχάνεται με υπόσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτίρια, ή υπεδάφιο σύστημα αγωγών και εναλλάκτες εδάφους-αέρα,

- β) ο δροσισμός με απόρριψη θερμότητας στην ατμόσφαιρα μέσω ακτινοβολίας τη νύχτα,
- γ) η ενίσχυση του φαινομένου του φυσικού εξαερισμού με τη χρήση πύργων αερισμού ή ηλιακών καμινάδων,
- δ) η θερμική προστασία του κτιριακού κελύφους με τη χρήση διαφόρων τεχνικών, όπως το αεριζόμενο κέλυφος, το φυτεμένο δώμα, το φράγμα της ακτινοβολίας, και τα ανακλαστικά επιχρίσματα εξωτερικών επιφανειών,
- ε) ο δροσισμός με εξάτμιση νερού, χρησιμοποιώντας τεχνικές όπως οι υδάτινες επιφάνειες, οι ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης), ο πύργος δροσισμού, η βλάστηση μέσω της εξατμισο-διαπνοής των φυτών. [2]

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο παθητικός δροσισμός χρησιμοποιείται για την εξισορρόπηση του μικροκλίματος και την αποφυγή της υπερθέρμανσης. Η υπερθέρμανση είναι ένα φαινόμενο που προκαλείται από ποικίλους παράγοντες. Συνήθως εμφανίζεται όταν η θερμοκρασία υπερβαίνει τους 27°C, όταν επικρατεί νηνεμία ενώ η σχετική υγρασία είναι περίπου 50%. Βασικά οι ανάγκες της κατοικίας σε ψύξη επηρεάζονται περισσότερο από τον τύπο κατοικίας, τις συνθήκες των ενοίκων και το σχεδιασμό του κτιρίου, παρά από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Σε χώρες όπως η Ελλάδα, όπου οι μέσες θερμοκρασίες περιβάλλοντος κατά τη θερινή περίοδο, προσεγγίζουν ή και ξεπερνούν τα όρια θερμοκρασίας άνεσης της εποχής, τα φορτία θέρμανσης είναι συνήθως αρκετά υψηλά.

Η σκίαση βοηθά στον παρεμποδισμό της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας να φτάσει σε όλα τα μέρη των τοίχων, τη στέγη και τα παράθυρα της κατοικίας. Η σκίαση επιτυγχάνεται με τη χρήση βλάστησης, από τη μορφολογία της περιοχής, αν αυτή είναι ορεινή σκιάζεται από τους λόφους ή τα βουνά που υπάρχουν, αλλά και από τα γειτονικά κτίρια. Επίσης επιτυγχάνεται με σταθερές ή κινητές διατάξεις σκίασης. Το έμμεσο ηλιακό κέρδος, που προκύπτει από την ανάκλαση των γύρω κτιρίων και το έδαφος, από τον ουρανό αλλά και από τον αέρα που θερμαίνεται από επιφάνειες που δέχονται ακτινοβολία, δηλαδή τους δρόμους και τα πεζοδρόμια, επιβαρύνουν το φορτίο ψύξης. Ένα άλλο στοιχείο που επιβαρύνει τις απαιτήσεις για ψύξη είναι το φαινόμενο της θερμικής νήσου που παρατηρείται κυρίως στις μεγάλες πόλεις.

6.3.3. Έλεγχος εσωτερικών και εξωτερικών κερδών

Είναι πολύ σημαντικό να γίνεται έλεγχος τόσο του εσωτερικού όσο και του εξωτερικού κέρδους. Όσον αφορά το εξωτερικό κέρδος πρέπει να ληφθεί υπόψη, ότι ένα κέρδος θα προκληθεί από την ηλιακή ακτινοβολία η οποία φτάνει στο κτίριο. Αυτό το κέρδος θα μεταφερθεί στο εσωτερικό του κτιρίου με συναγωγή προκαλώντας αύξηση στις εσωτερικές θερμοκρασίες αν δεν ληφθούν μέτρα προφύλαξης. Έτσι, το κτίριο θα ακτινοβολήσει τη θερμότητα σε ψυχρότερα αντικείμενα στο κτίριο, από όπου θα μεταφερθεί στον αέρα που κυκλοφορεί στους εσωτερικούς χώρους με μεταφορά και στα υπόλοιπα εσωτερικά στοιχεία της κατοικίας μέσω συναγωγής. [7] Όσον αφορά τα εσωτερικά κέρδη, η έλλειψη θερμικής άνεσης προκαλείται από τη χρήση ηλεκτρικών συσκευών, από τον τεχνητό φωτισμό, αυξάνοντας τη θερμοκρασία στο εσωτερικό και προκαλώντας υπερθέρμανση. Για να αποφευχθεί αυτή η κατάσταση, πρέπει να ληφθούν κάποια μέτρα, όπως η χρήση του φυσικού φωτισμού και ο περιορισμός του τεχνητού όπου χρειάζεται, η τοποθέτηση των ηλεκτρικών

συσκευών κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξέρχεται εύκολα η ενέργεια που εκλύουν και να περιοριστούν έτσι τα ψυκτικά φορτία. [1]

Ένας άλλος τρόπος περιορισμού της εισερχόμενης θερμότητας, είναι η εκμετάλλευση της θερμικής αδράνειας του περιβλήματος του κτιρίου, αυτή η διαδικασία είναι χρήσιμη σε κατασκευές που έχουν χρησιμοποιηθεί υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας (τούβλα, σκυρόδεμα) τα οποία έχουν την ιδιότητα να θερμαίνονται και να ψύχονται με αργούς ρυθμούς. Η ηλιακή ακτινοβολία έχει την ιδιότητα καθώς πέφτει σε μια στερεή επιφάνεια, η εξωτερική επιφάνεια να την απορροφά κατά ένα μέρος και να τη μετατρέπει σε θερμότητα, μέρος αυτής της θερμότητας επανεκπέμπεται προς τα έξω, ενώ η εναπομένουσα θερμότητα οδηγείται δια του τοίχου ή της στέγης κατά ένα μέρος που εξαρτάται από τα θερμικά χαρακτηριστικά διάχυσης των υλικών. Αν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μειωθεί, τότε μειώνεται η θερμοκρασία στην εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου έτσι μέρος της θερμότητας εκπέμπεται προς τα έξω, κάτι που συμβαίνει κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας. [11] Η θερμική αδράνεια είναι χρήσιμη στη φάση της θερμικής ψύξης λόγω των διακυμάνσεων της εξωτερικής θερμοκρασίας.

Για τον περιορισμό των επιπλέον ηλιακών κερδών, ο αέρας και το έδαφος μπορούν να συμβάλλουν θετικά σε αυτό, εφόσον έχουν εφαρμοσθεί οι μέθοδοι αποφυγής των επιπλέον ηλιακών κερδών που αυξάνουν τη θερμοκρασία στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου.

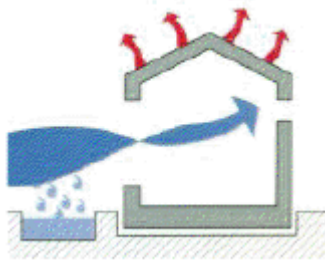
Ο φυσικός αερισμός, μπορεί να συμβάλλει στη μείωση των ηλιακών κερδών, καθώς είναι σε θέση να παράγει υψηλό ψυκτικό αποτέλεσμα. Η αποτελεσματικότητα του αερισμού, εξαρτάται από τη διαμόρφωση του κτιρίου στο χώρο, τη διαρρύθμιση και κάτοψη των εσωτερικών χώρων, διότι υποδεικνύουν τον τρόπο που διαχέεται ο αέρας και τη δυναμική για διασταυρούμενο αερισμό, τους χώρους που περιβάλλουν το κτίριο, καθώς και την διεύθυνση και ισχύ του ανέμου ανάλογα την ώρα της ημέρας. Βασικό χαρακτηριστικό του αέρα που εισέρχεται στην κατοικία είναι η θερμοκρασία του, που πρέπει να είναι χαμηλότερη από αυτή του εσωτερικού αέρα. Βέβαια ο αέρας του αερισμού είναι ψυχρότερος όταν διέρχεται από υπόγειες σωληνώσεις, σε σχέση με τον αέρα που περικλείει το κτίριο.

6.3.4. Ψύξη μέσω εδάφους

Η ψύξη από το έδαφος, προσφέρει πρόσθετη ψύξη. Είναι γνωστό ότι ενώ στην επιφάνεια της γης οι θερμοκρασίες του αέρα είναι σταθερές, υπόγεια οι θερμοκρασίες εκτός του ότι είναι χαμηλότερες ποικίλουν. Επιπλέον το έδαφος έχει την ιδιότητα να αποθηκεύει τεράστιες ποσότητες θερμότητας, όμως για να εφαρμοσθεί αυτή η τεχνική απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός για την αποφυγή εισροής υγρασίας, συμπύκνωσης υδρατμών και έλλειψης φυσικού φωτισμού. Τα υπόσκαφα κτίρια αποτελούν κύριο εκπρόσωπο αυτής της τεχνικής, τα οποία είναι κτισμένα κατά ένα μέρος κάτω από το έδαφος.

6.3.5. Ψύξη μέσω εξάτμισης

Η ψύξη μέσω εξάτμισης, συμβάλλει στο φυσικό δροσίσιμο των κτιρίων και είναι χρήσιμη μέθοδος. Σε αυτή τη μέθοδο χρησιμοποιείται το φαινόμενο της εξάτμισης, κατά το οποίο η πίεση του ατμού νερού υπό μορφή σταγόνων ή σε βρεγμένη



επιφάνεια, είναι υψηλότερη από τη μερική πίεση του υδρατμού σε παρακείμενη ατμόσφαιρα. Η μεταβολή από υγρό σε ατμό, του νερού, συνοδεύεται με ανάληψη ενός ποσοστού θερμότητας από τον αέρα. [3] Στην άμεση ψύξη με τη χρήση του φαινόμενου της εξάτμισης, έχουμε ως αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας του ξηρού βολβού του αέρα, αυξάνοντας παράλληλα την υγρασία του. Στην έμμεση ψύξη μέσω εξάτμισης, η διαδικασία της εξάτμισης, συμβαίνει στην εσωτερική επιφάνεια ενός σφραγισμένου δοχείου (π.χ. ένας σωλήνας), όπου ως αποτέλεσμα έχουμε τη μείωση της θερμοκρασίας της επιφάνειάς του με παράλληλη ψύξη του αέρα στο εξωτερικό του χωρίς όμως αύξηση της υγρασίας του. Τόσο η άμεση όσο και η έμμεση ψύξη χρησιμοποιούνται στα παθητικά συστήματα δροσισμού, χρησιμοποιώντας στοιχεία από το κέλυφος του κτιρίου. Επίσης μπορούν να βοηθηθούν μηχανικά σχηματίζοντας υβριδικά συστήματα.

6.3.6. Ψύξη με ακτινοβολία

Κατά την ψύξη μέσω ακτινοβολίας, η επιπλέον θερμότητα που αποθηκεύεται κατά τη διάρκεια της μέρας στο περίβλημα του κτιρίου, να «φύγει» από τις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου, κατά τη διάρκεια της νύχτας στον ουρανό, με ακτινοβολία. Αν το κέλυφος του κτιρίου διαθέτει επαρκή μάζα, δηλαδή το κτίριο είναι βαριάς κατασκευής, θα απορροφήσει τη μέρα θερμότητα, χωρίς να επιβαρύνει με επιπλέον αύξηση της θερμοκρασίας των εσωτερικών χώρων, η οποία, θα χαθεί κατά τη διάρκεια της νύχτας με ακτινοβολία στον ουρανό και τον αέρα που συνήθως είναι ψυχρός με μεταφορά.

Οι πηγές των θερμικών κερδών χωρίζονται σε εσωτερικές και εξωτερικές. Οι εσωτερικές προέρχονται από τον τεχνητό φωτισμό, κυρίως της χαμηλής απόδοσης, από συσκευές και μηχανικό εξοπλισμό, που παρά το γεγονός ότι πλέον έχουν λιγότερη κατανάλωση, εξακολουθούν να επιβαρύνουν το κτίριο με επιπλέον φορτίο θέρμανσης. Τέλος η θερμότητα μεταβολισμού που προέρχεται από τους κατοίκους του σπιτιού, αποτελεί μια από τις κύριες εσωτερικές πηγές θερμότητας. Όσον αφορά τις εξωτερικές πηγές θερμότητας, αυτές προέρχονται από τη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα, όπου ο αέρας διεισδύοντας στο κτίριο προσδίδει επιπλέον ηλιακά κέρδη. Και σαφώς από την ηλιακή ακτινοβολία, μικρού μήκους κύματος, η οποία εισέρχεται στο κτίριο επιβαρύνοντας το θερμικό φορτίο σε μεγάλο βαθμό ειδικά σε κτίρια χωρίς μόνωση. [42]

Για να ελεγχθεί η κατάσταση και να διαχειριστεί το επιπλέον θερμικό φορτίο, ως λύσεις προτείνονται, η μεγιστοποίηση του φυσικού φωτισμού σε συνδυασμό με προστασία από τα ηλιακά κέρδη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση χρήσης του τεχνητού φωτισμού. Επίσης, η χρήση συσκευών υψηλής απόδοσης θα συμβάλλει στην αποφόρτιση του εσωτερικού περιβάλλοντος. Βέβαια μπορούμε να αυξήσουμε την αποδοτικότητα κάποιων συσκευών με το να τα μονώσουμε, έτσι στους λέβητες για παράδειγμα, κάνοντας αυτές τις μετατροπές μειώνονται τα εσωτερικά κέρδη το καλοκαίρι. Γνωρίζοντας λοιπόν, ο μελετητής τους χώρους συγκέντρωσης των εσωτερικών κερδών μπορεί να τους συσχετίσει με τους χώρους υποδοχής φορτίων οι οποίοι παρέχουν δυνατότητες που αφορούν στη διαχείριση των εσωτερικών φορτίων και στην εφαρμογή τεχνικών μεθόδων διάχυσης θερμότητας [42].

Ο έλεγχος του θερμικού κλίματος προς αποφυγή του επιπλέον ηλιακού κέρδους, γίνεται λαμβάνοντας υπόψη κάποιες παραμέτρους. Αυτές είναι το μικροκλίμα και η μελέτη θέσης, το περίβλημα του κτιρίου, η σκίαση, η θερμομόνωση, ο έλεγχος των εσωτερικών κερδών, η μορφή του κτιρίου και τα εξωτερικά τελειώματα.

Όσον αφορά το μικροκλίμα, ο τρόπος που τοποθετείται το κτίριο στο χώρο, η διάταξη στην τοποθεσία, αλλά και η επιμέλεια της αρχιτεκτονικής του τοπίου, βελτιώνουν το μικροκλίμα περιμετρικά του κτιρίου. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει να ληφθούν υπόψη η βλάστηση, τα γειτονικά κτίρια και τα τοπογραφικά πλεονεκτήματα, που θα συμβάλλουν στην προστασία του κτιρίου από την ηλιακή ακτινοβολία, αλλά και η παρουσία νερού, βλάστησης και τα ρεύματα του ανέμου που συμβάλλουν στο φυσικό δροσισμό.

1. Η διάταξη στην τοποθεσία, περιορίζει τις ανάγκες σε ψύξη, με το να βελτιστοποιεί τις τοπικές αύρες και τη φυσική ηλιακή προστασία, έτσι παρέχει τις επιθυμητές συνθήκες άνεσης. Κάποια παραδείγματα που επιβεβαιώνουν τα παραπάνω είναι η βελτίωση του φυσικού αερισμού με τη διάταξη ελεύθερων κτιρίων από όλες τις πλευρές, ή οι οδοί με ανατολικό-δυτικό προσανατολισμό συμβάλλουν στον περιορισμό των ηλιακών κερδών στις νότιες όψεις.

2. Όσον αφορά την επιμέλεια της αρχιτεκτονικής του τοπίου, βοηθάει βελτιώνοντας το μικροκλίμα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους καθώς μπορεί να εξασφαλίσει το σκιασμό, την εξατμιστική ψύξη, την κατεύθυνση του ανέμου το καλοκαίρι και την προστασία του κτιρίου από τον άνεμο το χειμώνα. Η χρήση βλάστησης λειτουργεί απορροφώντας μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας διατηρώντας τη θερμοκρασία σε χαμηλά επίπεδα. Η φύτευση φυλλοβόλων δέντρων επιτρέπει τη μεγαλύτερη ηλιακή προσπέλαση το χειμώνα, ενώ οι θάμνοι, οι κληματαριές και τα δέντρα απορροφούν την περίσσεια ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι. Οι πόες επηρεάζουν το μικροκλίμα διατηρώντας τη θερμοκρασία του εδάφους σε χαμηλά επίπεδα, σε σχέση με τις γυμνές ή τσιμεντένιες επιφάνειες. Η χρήση ανεμοθραυστών, βελτιώνουν τον αερισμό και τις πιέσεις που δέχεται το κτίριο από τον αέρα. Ενώ η δημιουργία θαμνοφρακτών, επιτρέπει σε μια ήπια αύρα να διαπερνά μέσω του φυλλώματος. Η κατασκευή ανεμοθραύστη εμποδίζει τη διέλευση του αέρα. Οι δίοδοι αέρα μπορούν να δημιουργηθούν μόνο με διάκενα σε αυτόν, ανοίγματα μεταξύ των κτιρίων ή μεταξύ του εδάφους κι ενός θόλου. [36]

Άλλοι τρόποι διαμόρφωσης του τοπίου είναι η χρήση ρευμάτων, δεξαμενών, ψεκαστήρων σταγονιδίων, σιντριβανιών και καταρρακτών για εξάτμιση. Βέβαια κατά το σχεδιασμό της διαμόρφωσης του τοπίου, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι δαπάνες συντήρησης, η επιλογή των κατάλληλων φυτών, ο χρόνος ανάπτυξης των φυτών, η διαθεσιμότητα του νερού. Όλα αυτά με τον κατάλληλο σχεδιασμό συμβάλλουν στην αύξηση της αποδοτικότητας του κτιρίου.

3. Όσον αφορά τη μορφή του κτιρίου και τα εξωτερικά τελειώματα, είναι σημαντικό να διαμορφώνονται οι χώροι και το κτίριο ανάλογα με τη χρήση τους, καθώς αυτό βοηθά στην επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο κτίριο, τα ρεύματα αέρα που διέρχονται στο κτίριο αλλά και η διαθεσιμότητα του φυσικού φωτισμού. Η μορφή του κτιρίου είναι σημαντική διότι σε ένα συμπαγές κτίριο που διαθέτει μικρή επιφάνεια έκθεσης δημιουργεί πλεονεκτήματα στον έλεγχο των υλικών κερδών και απωλειών του περιβλήματος χωρίς να αντιτίθεται στις

σχεδιαστικές προτεραιότητες του σχεδιασμού για τις συνθήκες που επικρατούν το καλοκαίρι και το χειμώνα. Η μορφή του κτιρίου μπορεί να επηρεαστεί από ένα ευρύ φάσμα στοιχείων με την προσθήκη θερμικής απόδοσης. Συνήθως αυτό συμβαίνει στις περιπτώσεις που ο μελετητής, μπορεί να προσδιορίσει τη βασική μορφή του κτιρίου και να βελτιώσει τη θερμική του απόδοση κατασκευάζοντας ένα συμπαγές κτίριο που περιλαμβάνει αυλή, διαθέτει περύγια από τοίχους ενώ μπορεί να μεγιστοποιήσει τους χώρους της στέγης για την ψύξη της ακτινοβολίας. Η μορφή του κτιρίου συμβάλλει ευεργετικά στην ενίσχυση του φυσικού φωτισμού και στη διαμόρφωση των ρευμάτων αέρα.

Με την διαμόρφωση θερμικών ζωνών, διαμορφώνονται οι χώροι ανάσχεσης στη διάταξη και τη χρήση των χώρων και τη βελτίωση του αερισμού. Η χρήση ενδιάμεσων χώρων όπως τα θερμοκήπια, αυξάνουν συχνά τις ανάγκες σε ψύξη και επιβάλλεται να χρησιμοποιηθούν κάποιες τεχνικές αποτελεσματικής διάχυσης της θερμότητας. Οι λοιποί ενδιάμεσοι χώροι που δεν διαθέτουν υαλοστάσια όπως οι βεράντες και οι αυλές, δημιουργούν το δικό τους μικροκλίμα και συμβάλλουν στη διαμόρφωση του αέρα και στην προστασία από τον ήλιο.

4. Το περίβλημα του κτιρίου, είναι αναγκαίο να ανταποκρίνεται στις κλιματικές συνθήκες όπως η ηλιακή ακτινοβολία, ο άνεμος, οι ακραίες τιμές θερμοκρασίας και οι κατακρημνίσεις και θα πρέπει να λειτουργεί ως φίλτρο ή ως συλλέκτης. Με τη σωστή επιλογή και χειρισμό των υλικών της επιφάνειας, μπορεί να ελεγχθεί η θερμική και η ηλιακή μετάδοση. Θα πρέπει επίσης οι ανάγκες σε ηλιακή προστασία, δροσισμό, φυσικό φωτισμό να συμβιβαστούν με τη λειτουργία του κτιρίου, ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα περιττά ηλιακά κέρδη, ειδικά αυτά που προέρχονται από τα υαλοστάσια. Γι' αυτό και ο μελετητής κατά το σχεδιασμό του περιβλήματος θα πρέπει να συμπεριλάβει κάποιες στρατηγικές, οι οποίες είναι η μελέτη των ανοιγμάτων, η θερμομόνωση, η θερμική μάζα, η αεροστεγανότητα και ο ηλιακός έλεγχος και τα συστήματα σκίασης.

Η μελέτη των ανοιγμάτων εξαρτάται από τον τύπο του κτιρίου και από τους οικοδομικούς κανονισμούς σχετικά με τις μέγιστες και ελάχιστες επιφάνειες των υαλοστασίων. Η προσθήκη πατζουριών και προστεγασμάτων, βελτιώνει τις υπάρχουσες συνθήκες δηλαδή μπορεί να διορθωθεί ο προσανατολισμός ή οι μεγάλες επιφάνειες των υαλοστασίων, και μπορεί να εξισορροπήσει ως ένα βαθμό την ικανοποίηση των αναγκών σε θέρμανση, φυσικό φωτισμό και ψύξη. Η στρατηγική μελέτη του περιβλήματος περιλαμβάνει συνθήκες χειμώνα και καλοκαιριού έτσι ώστε να ελέγχονται τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι, να υπάρχει καθ' όλη τη διάρκεια του έτους φυσικός δροσισμός και να μειώνονται οι ανάγκες για χρησιμοποίηση τεχνητού φωτισμού. [15] Για να υπάρχει αποτελεσματικός αερισμός, χρειάζεται να τοποθετηθούν μεγάλα ανοίγματα κατά μήκος των απέναντι όψεων, με ελαχιστοποιημένες εσωτερικές φραγές που να εμποδίζουν τη ροή του αέρα που απαιτείται για ψύξη. Αν ο αερισμός γίνεται από τη μία μόνο πλευρά, το σχήμα των ανοιγμάτων είναι σημαντικό, τα οριζόντια σχήματα είναι αποτελεσματικότερα, σε αυτή την περίπτωση, καθώς διεγείρουν τις ταχύτητες του εσωτερικού αέρα. Όσον αφορά τα παράθυρα που βρίσκονται στη βόρεια όψη, συμβάλλουν στον ομοιόμορφο φωτισμό και το μέγεθός τους επηρεάζεται λιγότερο από τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

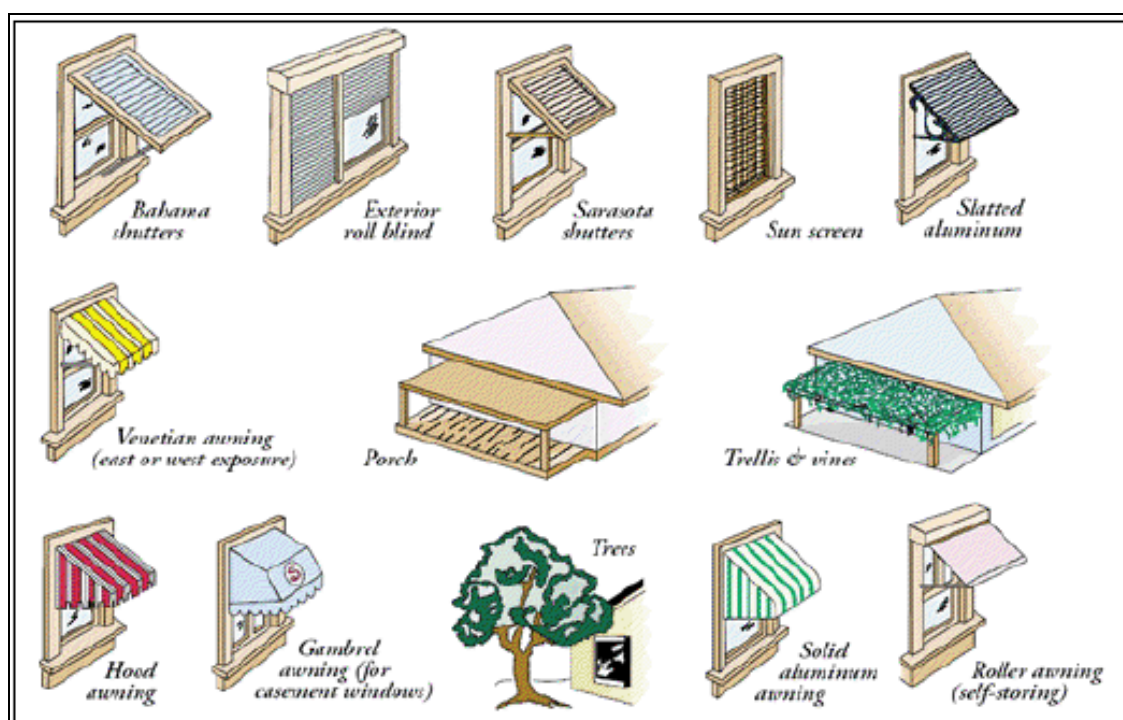
5. Η πρόληψη του ηλιακού κέρδους στηρίζεται στον περιορισμό του ήλιου πριν φτάσει στο κτίριο, με έμφαση στα υαλοστάσια και στις αδιαφανείς επιφάνειες καθώς

και στην ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας. Για να επιτευχθεί αυτό είναι αναγκαία η επιλογή συστημάτων σκίασης, σταθερών ή κινητών, ανάλογα με τον προσανατολισμό, τον τύπο του κτιρίου, το σύνολο της ψύξης αλλά και τις στρατηγικές θέρμανσης και φυσικού φωτισμού. Είναι σημαντικό να εισαχθεί στον αρχικό σχεδιασμό η μελέτη της σκίασης διότι σε μεταγενέστερο στάδιο είναι δύσκολο να επιτευχθεί.

6.3.7. Συστήματα σκίασης

Ένα κύριο στοιχείο των συστημάτων σκίασης, πρέπει να ενισχύουν το φυσικό αερισμό και φωτισμό και να φροντίζουν ενώ προστατεύουν το καλοκαίρι το κτίριο από τον ήλιο, να μην περιορίζουν τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα ή να εμποδίζουν το φυσικό δροσισμό ή το φυσικό φωτισμό. Τα συστήματα σκίασης λειτουργούν εμποδίζοντας την άμεση ακτινοβολία, όμως δεν μπορούν να περιορίσουν τη διάχυτη ή ανακλώμενη ακτινοβολία. Σύντομα θα κατακλύσουν την αγορά νέα υλικά που θα βελτιώσουν τα συστήματα σκίασης. [25] Αυτά είναι τα ηλεκτροχρωμικά, θερμοχρωμικά, και ολογραφικά τζάμια. Το κατά πόσο η σκίαση είναι αποτελεσματική στηρίζεται στο συντελεστή σκίασης, ο οποίος αποτελείται από το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας στη σκιασμένη επιφάνεια, εκφρασμένο ως ποσοστό της ακτινοβολίας που πέφτει στη διάταξη της σκίασης. [44]

Τα συστήματα σκίασης χωρίζονται σε σταθερά και κινητά, εφαρμόζονται σε εσωτερικά, εξωτερικά, ή μεταξύ των δύο τζαμιών στα πανό με διπλά τζάμια. Στη σκίαση συμβάλλει και η βλάστηση. [66]

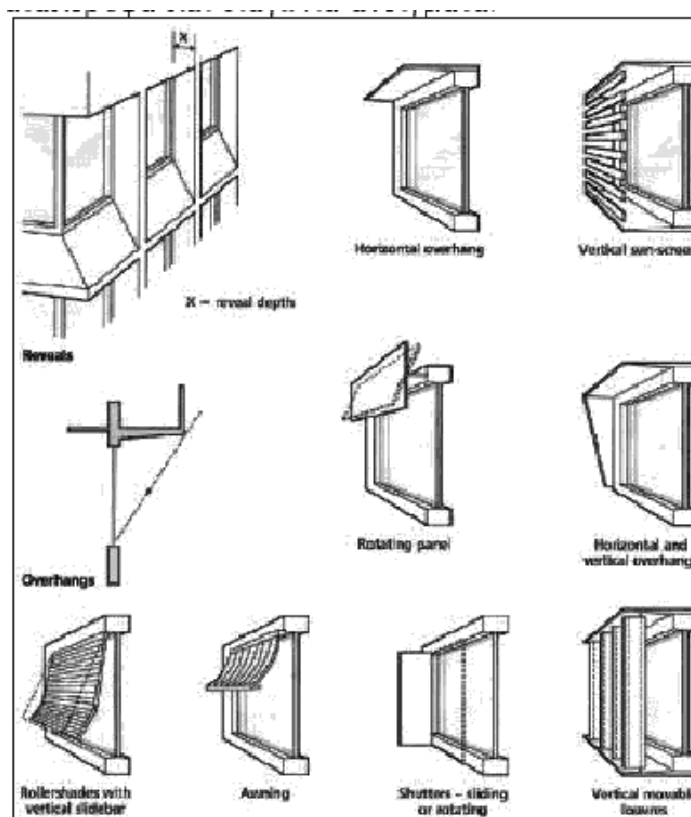


Διάφοροι τρόποι σταθερής σκίασης

~ Σταθερά συστήματα σκίασης

Στα σταθερά συστήματα σκίασης περιλαμβάνονται δομικά στοιχεία όπως τα παλκόνια, και οι πτέρυγες που εκτείνονται ή τα γεισώματα, αλλά και οι μη δομικές κατασκευές, όπως οι τέντες, τα ρολά τα πατζούρια και τα παραπετάσματα. Αυτά τα

συστήματα σκίασης χρησιμοποιούνται στις εξωτερικές όψεις συνήθως, εμποδίζοντας την άμεση ακτινοβολία να φτάσει τα υαλοστάσια και τα υπόλοιπα ανοίγματα και όπου η θερμότητα που απορροφά το σύστημα μπορεί να διαχυθεί στον εξωτερικό αέρα, διότι αν εγκατασταθούν εσωτερικά, η θερμότητα εγκλωβίζεται μεταξύ του υαλοστασίου και του συστήματος σκίασης μειώνοντας την αποδοτικότητα του συστήματος στο 30%. Η αποτελεσματικότητα των εσωτερικών περσίδων και των κουρτινών βασίζεται στο ποσό ενέργειας που ανακλάται πίσω προς το υαλοστάσιο και το ποσό αυτής που μεταφέρεται προς τα έξω, αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή χρησιμοποίησης τζαμιών απορροφητικών και χαμηλής εκπομπής σε συνδυασμό με εσωτερικά στόρια.



Διάφοροι τρόποι κινητής σκίασης

Ένα σημαντικό στοιχείο που πρέπει να λάβει υπόψη ο αρχιτέκτονας κατά τη μελέτη των σταθερών συστημάτων είναι ο προσανατολισμός και το σχήμα των ανοιγμάτων που θα σκιαστεί σε σχέση με τη θέση του ήλιου ανάλογα με την ώρα της ημέρας και την εποχή του χρόνου. Κάθε προσανατολισμός πρέπει να εξετάζεται χωριστά λαμβάνοντας υπόψη τα άμεσα, διάχυτα και ανακλώμενα στοιχεία της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας στη διάρκεια της μέρας και του χρόνου. Στις νότιες επιφάνειες χρησιμοποιείται η τυπική οριζόντια σκίαση ενώ στις ανατολικές και δυτικές επιφάνειες τα κατακόρυφα και διαγώνια ανοίγματα. [66]

~ Κινητά συστήματα σκίασης

Τα κινητά συστήματα σκίασης χρησιμοποιούνται τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά. Ο έλεγχος γίνεται με χρήση ενέργειας ή χειροκίνητα και μπορεί να αυτοματοποιηθεί για να μεταβάλλεται ανάλογα τις συνθήκες που επικρατούν δηλαδή τα επίπεδα ακτινοβολίας, φυσικού φωτισμού ή τις θερμικές απαιτήσεις.

Οι τέντες περιορίζουν το θερμικό κέρδος κατά 65% στις νότιες όψεις και μέχρι 80% στις ανατολικές και δυτικές επιφάνειες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Η γεωμετρική τους μορφή μοιάζει με αυτή των οριζόντιων προστεγασμάτων όμως οι αποδοτικότητες εξαρτώνται από το πόσο αδιαφανή είναι τα υλικά τόσο στην άμεση όσο και στην έμμεση ακτινοβολία αλλά και στην παρουσία σκόνης ή ρύπων που μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά απορροφητικότητας ή ακτινοβολίας της τέντας. Για να μπορεί να υπάρχει κυκλοφορία αέρα, θα πρέπει να υπάρχει ένα διάκενο μεταξύ τέντας και όψης κτιρίου, ενώ η αποτελεσματικότητα της υφασμάτινης τέντας περιορίζεται από την ηλικία και τη φθορά από τις καιρικές συνθήκες. [42]

Όσον αφορά τα ενετικά στόρια επιτρέπουν τον αερισμό και τη σκίαση, επιτρέπουν την ανάκλαση του φυσικού φωτός στην οροφή και μπορούν εύκολα να ελέγχονται. Τόσο οι κουρτίνες όσο και τα στόρια, εγκατεστημένα εσωτερικά είναι πιο ικανοποιητικά από τις ανακλαστικές περσίδες, διότι παρέχουν σκιά μόνο αφού η ακτινοβολία διέλθει από τα τζάμια. Η χρήση κουρτινών και εσωτερικών τζαμιών μπορεί να αντιστρατεύσει τις ανάγκες φυσικού αερισμού και φωτισμού

Τα τζάμια που θα χρησιμοποιηθούν, πρέπει να είναι διαφανή να έχουν υποστεί επεξεργασίες που ενισχύουν τα χαρακτηριστικά ανάκλασης ή απορρόφησης θερμότητας, ή περιέχουν ειδικές βαφές. Τα ηλεκτροχρωμικά τζάμια επιτρέπουν τη μεταβολή των ιδιοτήτων μετάδοσης ακτινοβολίας μέσω της διαφοροποίησης του ηλεκτρικού ρεύματος που διέρχεται από το γυάλινο πανό.

Όσον αφορά τη χρήση της βλάστησης για σκίαση οι κύριοι παράγοντες που συμβάλλουν σε αυτό είναι η θέση και η πυκνότητα του φυλλώματος. [66] Τα φυλλοβόλα φυτά παρέχουν καλύτερη προσπέλαση στο φυσικό φως. Άλλοι παράγοντες που ισχύουν είναι η προσαρμογή τους με το κλίμα και το έδαφος, η καθιέρωση της ανάπτυξης και συντήρησης αλλά και το ποσοστό αύξησης του μεγέθους τους όταν αυτά ωριμάσουν. Για τα δεδομένα της Ελλάδας η καταλληλότερη θέση φύτευσης δέντρων είναι ανατολικά και δυτικά του κτιρίου. Πρέπει να τονίσουμε ότι τα ακριβή χαρακτηριστικά σκίασης από τα δέντρα και την υπόλοιπη βλάστηση εξαρτώνται από τα ειδικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, του άμεσου περιβάλλοντος και της χρονικής στιγμής της μέρας και του έτους.

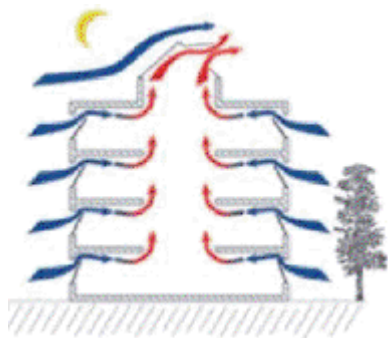
6. Η θερμομόνωση, συνδυάζει δύο φυσικές διαδικασίες, που υπάγονται στην αρχή περιορισμού των φραγμών στις ακτινοβολίες και περιλαμβάνει, τη μεγιστοποίηση της ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος και τον περιορισμό της θερμικής μετάδοσης από το περίβλημα. Σε στοιχεία με πολλά στρώματα, ένα υλικό χαμηλής δυνατότητας εκπομπής (π.χ. φύλλο αλουμινίου) κοντά σε διάκενο αέρα θα εμποδίσει την ακτινοβολία μειώνοντας τη θερμοκρασία του εσωτερικού στρώματος και τη θερμοκρασία ακτινοβολίας του χώρου. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, το φύλλο εμποδίζει την ανταλλαγή ακτινοβολίας περιορίζοντας τη νυχτερινή ψύξη, σε αυτή την περίπτωση το ψυκτικό φορτίο μειώνεται κατά 10%.

Ως θερμική μάζα, ορίζεται η θερμοχωρητικότητα που παράσχουν τα δάπεδα, οι στέγες, τα έπιπλα, και τα χωρίσματα, και η οποία συμβάλλει στην άνεση, στην κατανάλωση ενέργειας και στο φορτίο αιχμής για ψύξη. Η θερμική μάζα έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει θερμότητα και ψύξη, ενώ μπορεί να λειτουργήσει ως ρυθμιστής, εξισορροπώντας τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, παρέχοντας καλύτερες συνθήκες άνεσης, εφόσον μελετηθεί και τοποθετηθεί σωστά. Κατά τη

μελέτη σχεδιασμού και κατασκευής του περιβλήματος και της εσωτερικής δομής της κατοικίας, θα πρέπει να επιλεγεί η κατάλληλη θέση και μέγεθος της θερμικής μάζας. Η θερμική μάζα έχει την ικανότητα ρύθμισης της θερμοκρασίας όταν το κτίριο λειτουργεί συνεχώς. Αυτό επιτυγχάνεται απορροφώντας τη θερμότητα άμεσα από τις θέσεις που πέφτει ο ήλιος από τον αέρα. Η απορροφηθείσα θερμότητα διαχέεται μέσω της νυκτερινής ψύξης.

Βασική αρχή της θερμικής μάζας είναι η μεγιστοποίηση της μετάδοσης θερμότητας με μεταφορά μεταξύ αέρα και θερμικής μάζας, όμως αυτή η διαδικασία εκτιμάται μόνο εμπειρικά κι αυτό δυσκολεύει την κατάσταση όπου θα πρέπει να υπολογιστούν οι συνθήκες και τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν τόσο για το χειμώνα όσο και για το καλοκαίρι.

7. Η αεροστεγανότητα των κτιρίων, είναι μια διαδικασία που πραγματοποιείται για την ελαχιστοποίηση του θερμικού κέρδους το καλοκαίρι. Το καλοκαίρι, ο εξωτερικός αέρας είναι ελαφρύτερος από τον εσωτερικό και κάθε διαφυγή αέρα προκαλεί ψυκτικό φορτίο για το κτίριο. Αν χρησιμοποιηθεί ο αερισμός ως τεχνική μέθοδος ψύξης, η διείσδυση του αέρα θα επιδράσει αρνητικά στη ροή κυκλοφορίας που προκύπτει από ανοίγματα που έχουν σχεδιαστεί γι' αυτό το σκοπό. Παραπάνω αναφερθήκαμε στις τεχνικές φυσικού δροσισμού, σε αυτό το σημείο θα αναλυθούν.



1. Αερισμός

Ο αερισμός, χρησιμοποιεί τον αέρα για να παρέχει ψύξη και να απομακρύνει τη θερμότητα από το κτίριο και το ανθρώπινο σώμα. Η κίνηση του αέρα προκύπτει από φυσικές δυνάμεις, όπως ο άνεμος, το φαινόμενο της καμινάδας, ή από μηχανικές δυνάμεις. Η μορφή της ροής του αέρα προκύπτει από τις πιέσεις που παρατηρούνται περιμετρικά καθώς και μέσα στο κτίριο, έτσι αυτός κινείται από τις περιοχές υψηλής πίεσης προς τις περιοχές χαμηλής πίεσης. [66]

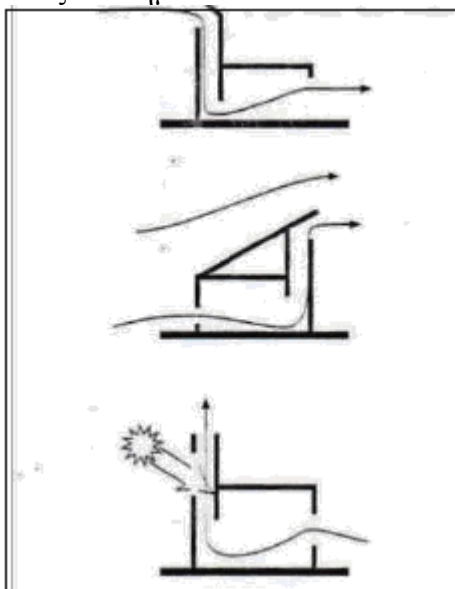
Όταν δηλαδή η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από την εσωτερική ο αερισμός βοηθά και απελευθερώνει το κτίριο από τα θερμικά κέρδη του ήλιου αλλά και αυτά που εκλύονται από το σπίτι λόγω χρησιμοποίησής του, και το εμπλουτίζει με φρέσκο δροσερό αέρα κατά τη διάρκεια της νύχτας, αν χρειαστεί. Η κίνηση του εσωτερικού αέρα αυξάνει τη μεταβίβαση θερμότητας από την επιφάνεια του δέρματος και την υγρασία αυτού.

Η εξάτμιση είναι ένας ισχυρός μηχανισμός ψύξης, που προσδίδει το αίσθημα άνεσης στους κατοίκους του σπιτιού ακόμα και τις ζεστές ημέρες. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει ο εξωτερικός αέρας να έχει σχετική υγρασία χαμηλότερη από 85%. Ένας ακόμη παράγοντας που συμβάλλει στην αποτελεσματικότητα του φυσικού δροσισμού είναι ο σχεδιασμός του κτιρίου και οι περιβάλλοντες χώροι. Η ροή του ανέμου μέσω του κτιρίου επηρεάζεται από την τοποθεσία, τις διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά ροής των ανοιγμάτων, την επίδραση του σχήματος του κτιρίου σε σχέση με την κατεύθυνση του ανέμου και τις συνέπειες των εσωτερικών εμποδίων. [17] Για να δράσουν οι ανυψωτικές δυνάμεις πρέπει να υπάρχει σημαντική θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού αέρα, αλλά και αντίσταση της ροής του ανέμου, η οποία είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού άνωσης,

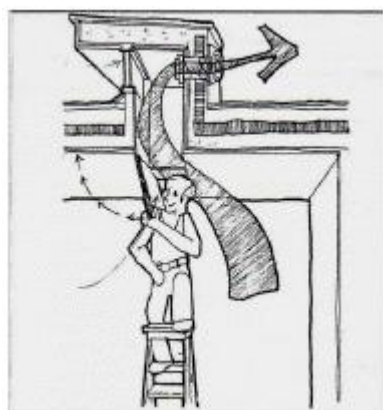
διαφορών πίεσης του ανέμου κι επηρεάζεται από το μέγεθος και τη θέση των ανοιγμάτων. [1]

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την αξιοποίηση του αερισμού είναι οι ανεμόπυργοι και η ηλιακή καμινάδα.

Οι ανεμόπυργοι λειτουργούν αξιοποιώντας τη δύναμη του ανέμου ώστε να δημιουργήσουν κίνηση του αέρα προς το εσωτερικό της κατοικίας. Το σύστημα λειτουργεί ως εξής: «οι είσοδοι προσαγωγής προσανατολισμένοι προς την ανάντι πλευρά, συλλαμβάνουν τον άνεμο και τον οδηγούν κάτω μέσω της καμινάδας. Ο αέρας εξέρχεται από ανοίγματα στην κατάντη πλευρά του κτιρίου. [42] Η ροή του αέρα αυξάνεται με τον ψυχρό νυχτερινό αέρα, αλλιώς το σκέπαστρο της καμινάδας μπορεί να δημιουργεί περιοχή χαμηλής πίεσης στην κορυφή του πύργου εφόσον αυτό είναι σχεδιασμένο κατάλληλα. Αυτή η πτώση της πίεσης του αέρα έχει ως αποτέλεσμα την ροή του αέρα προς τα επάνω. Ένα άνοιγμα κατά τη φορά του ανέμου θα πρέπει να συνδυάζεται με ένα σύστημα εισόδου αέρα. Η διαδικασία ανόδου διευκολύνεται από την άνωση λόγω του θερμού αέρα στο εσωτερικό». Αυτές οι αρχές συνδυάζονται σε ένα μόνο ανεμόπυργο παρέχοντας είσοδο και έξοδο του αέρα, δημιουργώντας ένα αυτοτελές σύστημα.



Αερισμός με ανεμόπυργο και ηλιακή καμινάδα



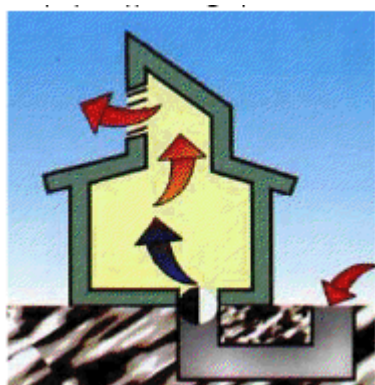
Η ηλιακή καμινάδα, λειτουργεί χρησιμοποιώντας τον ήλιο για τη θέρμανση της εσωτερικής επιφάνειας της καμινάδας. Λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας, οι δυνάμεις άνωσης βοηθούν στη δημιουργία ανοδικής ροής κατά μήκος της επιφάνειας. Το εύρος που πρέπει να έχει η καμινάδα είναι όσο και το πλάτος της οριακής στιβάδας προς αποφυγή της ανάστροφης ροής. [19]

Γενικά ο αερισμός που προέρχεται από τον άνεμο, αποτελεί την ιδανική λύση όταν υπάρχει σταθερότητα στην ένταση και τη διεύθυνσή τους, αν και αυτή η προσέγγιση είναι λίγο πλασματική καθώς οι άνεμοι

μεταβάλλονται συνεχώς. Ο νυχτερινός εξαερισμός είναι περιττός αν η θερμοκρασία τη νύχτα είναι υψηλότερη από την εσωτερική θερμοκρασία. Οι συχνές εναλλαγές του αέρα έχουν ως αποτέλεσμα τη μεγιστοποίηση των οφελών που προκύπτουν από το δροσισμό μέσω εξαερισμού. Λόγω των συνεχών μεταβολών στην ένταση και κατεύθυνση του ανέμου είναι δύσκολη η αξιοποίησή του. Τέλος ένας ανεμιστήρας (είτε οροφής είτε κινητός) συμβάλλει θετικά στον αερισμό καθώς αυξάνει την ταχύτητα του αέρα και την ανταλλαγή θερμότητας λόγω μεταφοράς.

2. Ψύξη μέσω εδάφους

Είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία του εδάφους είναι αρκετά χαμηλότερη σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα, ειδικά τη θερινή περίοδο. Αυτό του δίνει τη δυνατότητα να μπορεί να απορροφά την επιπλέον θερμότητα. Γενικά ισχύει ότι όσο μεγαλύτερο το βάθος τόσο μεγαλύτερη η χρονική απόκλιση στον ετήσιο κύκλο για τη γη και το νερό. [65] Για το έδαφος η εποχιακή του θερμοκρασιακή διακύμανση μειώνεται με το βάθος, την υγρασία που περιέχει αλλά και την αγωγιμότητά του. Η διάχυση θερμότητας στο έδαφος με συναγωγή επιτυγχάνεται με συναγωγή ή με μεταφορά. Όταν γίνεται με συναγωγή μέρος του περιβλήματος του κτιρίου πρέπει να βρίσκεται σε άμεση επαφή με το έδαφος, ενώ όταν γίνεται με μεταφορά, ο αέρας κυκλοφορεί από το κτίριο ή το περιβάλλον μέσω υπόγειων σωληνώσεων όπου θα ψύχεται προτού εισέλθει στο κτίριο.



Η διάχυση της θερμότητας στο έδαφος με συναγωγή μέσω άμεσης επαφής του κτιριακού περιβλήματος με το έδαφος γίνεται με την κατασκευή υπόσκαφων κτιρίων. [42] Τα πλεονεκτήματα κατασκευής ενός τέτοιου κτιρίου είναι η προστασία από το θόρυβο, τη σκόνη, την κακοκαιρία και την ακτινοβολία, επίσης περιορίζονται οι θερμικές απώλειες και παρέχεται αυξημένη πυροπροστασία. Όλα αυτά τα πλεονεκτήματα προκύπτουν λόγω της αξιοποίησης της θερμικής μάζας του κτιρίου σε πολύ μεγάλο βαθμό. Το μειονέκτημα αυτής της κατασκευής είναι το υψηλό κόστος, οι ανεπαρκείς συνθήκες φωτισμού και η περιορισμένη δυνατότητα κατασκευής τους σε μεγάλη κλίμακα.

Αντίθετα κτίρια με μερική επαφή με το έδαφος, παρέχουν αρκετές δυνατότητες ψύξης, εμφανίζουν μειωμένες θερμικές απώλειες και αυξημένη άνεση, λόγω αυτής της επαφής που έχουν με το έδαφος. Συνήθως αυτά τα κτίρια είναι κτισμένα σε λοφώδεις περιοχές. Η δυσκολία εμφανίζεται στον υπολογισμό μεταφοράς θερμότητας από και προς το έδαφος.

Η διάχυση θερμότητας στο έδαφος έμμεσα μέσω των υπόγειων σωληνώσεων, βασίζεται στη χρήση πλαστικών ή μεταλλικών υπόγειων σωλήνων, όπου ο αέρας από το κτίριο ή το περιβάλλον διέρχεται από τους σωλήνες και εισέρχεται στο κτίριο. [39] Η μειωμένη θερμοκρασία του αέρα είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας του ξηρού βολβού του αέρα που εισέρχεται, της θερμοκρασίας του εδάφους καθώς, των θερμικών χαρακτηριστικών και διαστάσεων των σωληνώσεων αλλά και της ταχύτητας του αέρα. Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι η συμπίκνωση ή εξάτμιση του συσσωρευμένου νερού, ο έλεγχος του συστήματος και η έλλειψη στοιχείων και εμπειρίας σχετικά με τα πρακτικά προβλήματα που συνδέονται με τις

πραγματικές καταστάσεις σε ότι αφορά τις θερμικές επιπτώσεις στο κτίριο, τα προβλήματα που προκαλούνται λόγω των αλληλεπιδράσεων με τα συμβατικά συστήματα, περιορίζοντας τον αποτελεσματικό σχεδιασμό και εφαρμογή του συστήματος [9]

3. Ψύξη με εξάτμιση

Η ψύξη με εξάτμιση χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, στην άμεση ψύξη με εξάτμιση και την έμμεση ψύξη με εξάτμιση. Στην άμεση ψύξη με εξάτμιση, παρατηρείται μείωση της θερμοκρασίας του ξηρού βολβού με ταυτόχρονη αύξηση της υγρασίας του αέρα, ενώ η έμμεση ψύξη με εξάτμιση, παρατηρείται όταν η εξάτμιση του νερού γίνεται σε μια επιφάνεια ή ένα σωλήνα προκαλώντας τη μείωση των επιφανειακών θερμοκρασιών και ψύχοντας τον παρακείμενο προς τις επιφάνειες αέρα χωρίς να αυξηθεί η υγρασία του. [42]

Ως εξάτμιση θεωρείται η κατάσταση κατά την οποία η πίεση του ατμού του νερού είναι υψηλότερη από την μερική πίεση των ατμών του νερού στην παρακείμενη ατμόσφαιρα [65]. Αυτό προκαλείται λόγω της αλλαγής φάσης του νερού από υγρό σε αέριο, διότι επιβάλλεται η απόδοση μεγάλης ποσότητας αισθητής θερμότητας από τον αέρα που μειώνει τη θερμοκρασία του ξηρού βολβού του αέρα ενώ αυξάνεται η υγρασία του αέρα. Η αποτελεσματικότητα της διαδικασίας ψύξης εξαρτάται από τις θερμοκρασίες του νερού και του αέρα, το μέγεθος της ροής του αέρα που διέρχεται από την επιφάνεια του νερού αλλά και από το περιεχόμενο του αέρα σε υδρατμούς. Η διαδικασία της ψύξης επίσης ενισχύεται από τη σκίαση και την παροχή ψυχρού ξηρού αέρα.

Στα συστήματα ψύξης με άμεση εξάτμιση, η υγρασία του ψυχθέντος αέρα αυξάνεται, αυξάνοντας παράλληλα τη μερική υγρασία του εσωτερικού αέρα, κάτι που είναι αποδεκτό αν ο αριθμός των εναλλαγών του αέρα ανά ώρα είναι αρκετός, διαφορετικά επηρεάζει αρνητικά τις συνθήκες άνεσης και η συσσώρευση υγρασίας μπορεί να δημιουργήσει μούχλα. Το σύστημα πρέπει να έχει τη δυνατότητα απομόνωσης όταν δεν χρειάζεται, δηλαδή κατά τη χειμερινή περίοδο. [65] Τα αποδεκτά μεγέθη απόδοσης για αυτά τα συστήματα είναι: μέγιστη ταχύτητα εσωτερικού αέρα ένα μέτρο ανά δευτερόλεπτο, η θερμοκρασία του αέρα στον εσωτερικό χώρο πρέπει να είναι 2K υψηλότερη από τη θερμοκρασία του αέρα που εμβάλεται και η σχετική υγρασία του χαμηλότερη από 70%. Η θερμοκρασία που θα έχει ο εσωτερικός χώρος θα πρέπει να είναι 4K κάτω από την εξωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού. [22] Τέλος η απόδοση κατά τη διαδικασία ψύξης πρέπει να είναι 70% ή καλύτερη.

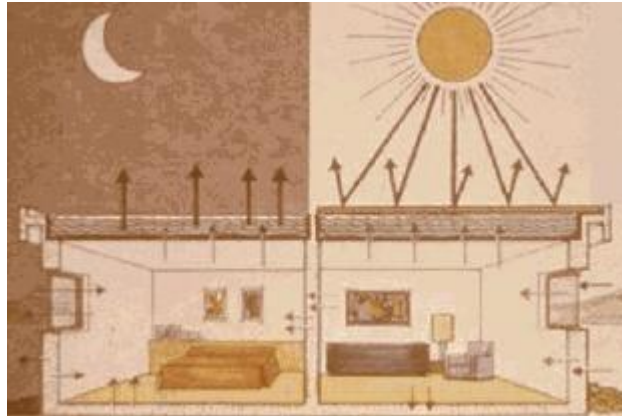
Συχνά παρατηρούμε συστήματα άμεσης εξάτμισης σε παραδοσιακά σπίτια, σε αυτά δηλαδή υπάρχουν δεξαμενές, λίμνες γενικά υγρές επιφάνειες προς την πλευρά του ρεύματος αέρα, ιδίως σε περιοχές ξηρές και θερμές. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν ελάχιστη ή μηδαμινή βοηθητική ενέργεια και συμπαγείς κατασκευές απλής τεχνολογίας, προς αποφυγή αναγκών για μεγάλες υδάτινες επιφάνειες και την κίνηση μεγάλων όγκων αέρα. Το μειονέκτημα αυτού του συστήματος είναι το μεγάλο ποσοστό υγρασίας του αέρα που διέρχεται στο εσωτερικό της κατοικίας. Αυτό όμως το πρόβλημα δεν παρατηρείται στα συστήματα έμμεσης εξάτμισης. Σε αυτά τα συστήματα οι αλλαγές αέρα σε όγκους χώρου ανά ώρα είναι λιγότερες από αυτές των συστημάτων άμεσης εξάτμισης, οπότε δεν έχουν ανάγκη χρησιμοποίησης υλικών ξήρανσης ή λοιπά μέσα αφύγρανσης. Το μειονέκτημα αυτών των συστημάτων είναι

το κόστος κατασκευής το οποίο είναι υψηλό, η περιπλοκότητα κατασκευής τους και η δυσκολία ενσωμάτωσής τους σε ήδη υπάρχοντα κτίρια.

Τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για ψύξη με εξάτμιση τις κατηγοριοποιούμε σε παθητικές και υβριδικές. Δηλαδή έχουμε τα άμεσα παθητικά συστήματα και τεχνικές, τα έμμεσα παθητικά συστήματα και τεχνικές, τα άμεσα υβριδικά συστήματα και τα έμμεσα υβριδικά συστήματα. Οι παθητικές τεχνικές βασίζονται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τόπου και στα στοιχεία του περιβάλλοντος, ενώ τα υβριδικά συστήματα βασίζονται στον εξοπλισμό που έχει εγκατασταθεί στο κτίριο, ώστε να μπορέσουν να αποδώσουν ψύξη. Στα άμεσα παθητικά συστήματα και τεχνικές, βασικό στοιχείο τους είναι η βλάστηση, η οποία χρησιμοποιείται για εξατμισοδιαπνοή, αλλά και οι υδάτινες επιφάνειες συντριβάνια, δεξαμενές, μικρές λίμνες). Στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική χρησιμοποιείται ένα σύστημα το οποίο ονομάζεται ψύκτης όγκου, και λειτουργεί χρησιμοποιώντας ένα πύργο από το οποίο το νερό που υπάρχει διαχέεται μέσω ραντισμού ή ψεκασμού. Ο τρόπος λειτουργίας του βασίζεται στην είσοδο του εξωτερικού αέρα στον πύργο, ο οποίος ψύχεται μέσω της εξάτμισης και μεταφέρεται στο κτίριο. Στις έμμεσες παθητικές τεχνικές περιλαμβάνονται κυρίως τεχνικές ψεκασμού και ανοιχτές δεξαμενές νερού. [42]

Ο ψεκασμός οροφής, χρησιμοποιείται για να διατηρεί υγρή την εξωτερική επιφάνεια της οροφής. Λειτουργεί μετατρέποντας την θερμότητα της οροφής σε λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης καθώς το νερό εξάτμιζεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία θερμοκρασιακής διαφοράς στις εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες κι έτσι να ψύχεται το κτίριο. Για να λειτουργήσει αυτή η τεχνική θα πρέπει η θερμοκρασία οροφής να είναι μεγαλύτερη από αυτή του υγρού βολβού του αέρα. Από την εφαρμογή της έχει παρατηρηθεί πως τα ψυκτικά φορτία μειώνονται κατά 25%, για τις ΗΠΑ καθώς στην Ευρώπη δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες. Τα προβλήματα που παρατηρούνται από την εφαρμογή της είναι αρκετά και κυρίως οικονομικά, σχετικά με τις σωληνώσεις κ.α.. Γι' αυτό είναι προτιμότερο η ενίσχυση της θερμομόνωσης της οροφής από την εφαρμογή αυτής της τεχνικής.

Οι δεξαμενές οροφής, είναι δεξαμενές νερού με σκίαση και είναι τοποθετημένες πάνω από μια αμόνωτη οροφή από σκυρόδεμα. Το νερό της δεξαμενής εξάτμιζεται στο ξηρό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της μέρας και της νύχτας. Η θερμοκρασία της οροφής είναι παρόμοια με τη θερμοκρασία του υγρού βολβού του περιβάλλοντος και η οροφή λειτουργεί σαν ψυκτικό σώμα μεταφοράς ακτινοβολίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας του εσωτερικού αέρα και της ακτινοβολίας και τη διατήρηση της στάθμης της εσωτερικής υγρασίας. Για να εφαρμοσθεί αυτό το σύστημα θα πρέπει η θερμοκρασία της οροφής να είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του υγρού βολβού του αέρα. Τα προβλήματα που εμφανίζει αυτή η τεχνική είναι ότι μπορεί να εφαρμοσθεί μόνο σε επίπεδες οροφές από σκυρόδεμα, το κόστος είναι αρκετά υψηλό και επίσης κατά πόσο μια συμβατική κατοικία είναι επαρκώς μονωμένη ώστε να είναι κατάλληλη για την εφαρμογή αυτής της τεχνικής.



Σύστημα ψύξης με εξάτμιση

Τα υβριδικά συστήματα ψύξης με εξάτμιση λειτουργούν χρησιμοποιώντας έναν εναλλάκτη θερμότητας, μέσα από τον οποίο διαπερνά ο εσωτερικός αέρας που προωθείται με ανεμιστήρα και περνά το πρωτεύον κύκλωμα στο οποίο πραγματοποιείται η εξάτμιση και ο εξωτερικός αέρας περνά από το δευτερεύον κύκλωμα. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι η μείωση της θερμοκρασίας του αέρα διατηρώντας σταθερή την υγρασία του. Τα υβριδικά συστήματα ψύξης με εξάτμιση διαθέτουν τρεις τύπους ψυκτών: οι επίπεδοι, οι σωληνωτοί και οι ψύκτες περιστρεφόμενου τύπου. Για να λειτουργήσει αυτή η τεχνική θα πρέπει η εσωτερική θερμοκρασία του υγρού βολβού να γίνει χαμηλότερη από την εξωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού, ενώ η απόδοσή του στηρίζεται στην αποτελεσματικότητα κορεσμού. [34] Το πρόβλημα των ψυκτών άμεσης εξάτμισης είναι η αύξηση της υγρασίας του αέρα, γι' αυτό και θα πρέπει να συνδυάζεται με συστήματα ελέγχου της υγρασίας, προβλήματα σχετικά με το πορώδες και το τριχοειδές φαινόμενο του ψύκτη, την απόδοση του φίλτρου κ.α.

Σε ξηρά και θερμά κλίματα η χρήση ψυκτών εξάτμισης προκαλεί 60% εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με την εξοικονόμηση ενέργειας που θα προέκυπτε από τη χρήση ψυκτών με συμπιεστές. Και η θερμοκρασία του υγρού βολβού του εξωτερικού αέρα επηρεάζει την αποδοτικότητα του συστήματος.

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, τα συστήματα έμμεσης ψύξης δεν αυξάνουν την υγρασία του κτιρίου οπότε δεν είναι αναγκαίος ο έλεγχος υγρασίας για να λειτουργήσει. Για να υπάρχουν καλύτερα αποτελέσματα χρειάζεται να τοποθετηθούν φίλτρα που θα εμποδίζουν τη συσσώρευση της σκόνης αλλά και την αποφυγή εξαρτημάτων που διαβρώνονται. Επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα ψύξης δύο σταδίων στις περιπτώσεις που η εξωτερική θερμοκρασία είναι πολύ υψηλή. Το σύστημα αυτό αποτελείται από δύο έμμεσους ψύκτες ή έναν άμεσο και έναν έμμεσο ψύκτη τα οποία μπορούν επιπλέον να συμπληρωθούν από μια ψυκτική μονάδα κλιματισμού. Η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από αυτά τα συστήματα είναι της τάξης του 50% σε σχέση με κάποιο ισοδύναμο σύστημα κλιματισμού.

4. Ψύξη με ακτινοβολία

Η ψύξη με ακτινοβολία έχει ως βάση το γεγονός ότι κάθε τι εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, ως μορφή ενέργειας. Αν για παράδειγμα θέσουμε δύο σώματα απέναντι το ένα στο άλλο και διαθέτουν διαφορετική θερμοκρασία, τότε το θερμότερο σώμα θα χάσει θερμική ακτινοβολία, κι αν το ψυχρότερο σώμα

διατηρήσει τη θερμοκρασία του τότε στο πιο θερμό θα μειωθεί τόσο η θερμοκρασία του ώστε να εξισορροπηθεί με το ψυχρότερο σώμα. Αν δεν υπήρχε ατμόσφαιρα θα είχαμε την ιδανική ψύξη με ακτινοβολία καθώς το κτίριο θα αλληλεπιδρούσε με το άπειρο, μια πολύ ψυχρή πηγή. Στην πραγματικότητα όμως υπάρχει ατμόσφαιρα και ο ουρανός αποτελεί μια ενδιάμεση δεξαμενή, διότι κάθε τι που βλέπει τον ουρανό ανταλλάσσει θερμότητα. Για να υπολογιστεί η καθαρή ροή θερμότητας δυο σωμάτων, θα πρέπει να υπάρχει μεγάλη διαφορά στις μεταξύ τους θερμοκρασίες. Όταν ο ουρανός έχει χαμηλή θερμοκρασία τότε μιλάμε για καθαρό ουρανό. Οι αδιαφανείς επιφάνειες πρέπει να έχουν μέγιστη ανακλαστικότητα στις περιοχές χαμηλού μήκους κύματος του φάσματος ώστε να ανακλούν ηλιακή ακτινοβολία, και μέγιστη ικανότητα εκπομπής για να ευνοείται η ακτινοβολία από το κτίριο στον ουρανό τη νύχτα. Στις αστικές περιοχές όπου η ανακλαστικότητα των κατακόρυφων επιφανειών είναι υψηλή, τα ηλιακά κέρδη είναι αυξημένα στα κτίρια. [42] Αυτή η ανάσχεση σε συνδυασμό με την ενίσχυση του φυσικού φωτισμού αποτελεί πλεονέκτημα για διπλανά κτίρια. Όταν οι οροφές αντανακλούν έντονα και αλληλεπιδρούν λιγότερο με τα άλλα κτίρια, η νυχτερινή ακτινοβολία από τις κατακόρυφες επιφάνειες είναι περιορισμένη. Λόγω του ότι η ατμόσφαιρα δεν είναι καθαρή αλλά παρεμβάλλονται σωματίδια, ρύπανση, CO₂ τα οποία αντανακλούν μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος, με αποτέλεσμα η ατμόσφαιρα να αποκτά μια θερμοκρασία πλασματική την οποία βλέπει η γη και πλησιάζει στη θερμοκρασία της. Έτσι ο ουρανός ακτινοβολεί πίσω στη γη θερμότητα υψηλού μήκους κύματος αλλά χαμηλότερη από αυτή που ακτινοβολεί η γη προς τον ουρανό. [65] Αυτή η διαφορά προσδιορίζει το μέγιστο δυναμικό των συστημάτων ψύξης με ακτινοβολία. Η απορρόφηση μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα σχετίζεται με την υγρασία του αέρα, έτσι η θερμοκρασία του ουρανού, αποτελεί συνάρτηση της υγρασίας και της θερμοκρασίας ξηρού βολβού του αέρα κοντά στο έδαφος. Αυτή η μέθοδος ψύξης είναι αποτελεσματική σε ξηρά και ζεστά κλίματα, επηρεάζεται δε αρνητικά από τη μεταφορά θερμότητας από τον περιβαλλοντικό αέρα προς την επιφάνεια που ακτινοβολεί. Αυτό μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου και να χρειαστεί να τοποθετηθούν αντιανεμικά προπετάσματα, διαφανή ως προς την ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος. Βέβαια η σκόνη και η υγρασία που συσσωρεύονται, εμποδίζουν τη σωστή λειτουργία της μεθόδου. [28]

Τα μέσα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη ψύξης με ακτινοβολία είναι η χρήση οροφών που ακτινοβολούν, η ψύξη με αέρα, η κινητή μόνωση, η κινητή θερμική μάζα και γενικά με την τοποθέτηση μεταλλικών ακτινοβολητών [66].

6.3.8. Οροφές που ακτινοβολούν

Είναι γνωστό πως η επιφάνεια της οροφής είναι το στοιχείο του περιβλήματος που διαθέτει την καλύτερη οπτική επαφή με τον ουρανό, άρα διαθέτει την καταλληλότερη επιφάνεια για ψύξη με ακτινοβολία. Επιπλέον η οροφή δέχεται σημαντικά ηλιακά κέρδη καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, κάτι που είναι ασύμφορο, για να το περιορίσουμε αυτό πρέπει η οροφή να διαθέτει μεγάλη ανακλαστικότητα στο φάσμα του μικρού μήκους κύματος. Η μεγιστοποίηση της νυχτερινής ακτινοβολίας απαιτεί υψηλή δυνατότητα εκπομπής στην κλίμακα μεγάλου μήκους κύματος. Μια λύση είναι η βαφή της οροφής σε λευκό χρώμα ή η τοποθέτηση ενός φύλλου αλουμινίου, τα οποία διαθέτουν καλές ιδιότητες φάσματος για ακτινοβολία. Η απόδοση των συμβατικών επιφανειών ακτινοβολίας, περιορίζεται λόγω της

μειωμένης πτώσης της θερμοκρασίας της επιφάνειας που ακτινοβολεί στο ύψος της εξωτερικής θερμοκρασίας λόγω της μεταφοράς θερμότητας, κυρίως λόγω παρουσίας του ανέμου, αλλά και ο σχηματισμός υγρασίας λόγω χαμηλής θερμοκρασίας που έχουν οι επιφάνειες. Όσον αφορά την αποδοτικότητα του συστήματος λόγω των ψυκτικών φορτίων του κτιρίου και της μείωσης θερμοκρασίας της ακτινοβολίας εξαρτάται από το βαθμό θερμικής σύζευξης μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος μέσω της οροφής. Για να βελτιωθεί η αποδοτικότητα, προτείνονται διάφορα συστήματα όπως οι επιφάνειες ακτινοβολίας που ψύχουν την οροφή απ' ευθείας ή τον αέρα που εισάγεται στο κτίριο με τη βοήθεια του μηχανικού ανεμιστήρα.

Η ψύξη με αέρα πραγματοποιείται για να μεταφερθεί η ψύξη της νυχτερινής ακτινοβολίας από την εξωτερική επιφάνεια της οροφής στο εσωτερικό του κτιρίου, έτσι ο αέρας κυκλοφορεί κάτω από την ψυχρή επιφάνεια που δέχεται την ακτινοβολία κι έπειτα εισέρχεται στο κτίριο κοντά στη μάζα θερμικής αποθήκευσης. Ένας τυπικός ανακλαστήρας, που χρησιμοποιείται για τη μεγιστοποίηση του ποσοστού μεταφοράς θερμότητας από τον εσωτερικό αέρα στις επιφάνειες ψύξης έναντι της υψηλής κατανάλωσης για τον ανεμιστήρα., είναι ένα βαμμένο μεταλλικό φύλλο με διάκενο αέρα 50-100 cm από κάτω. Βέβαια, ο αέρας μπορεί να κυκλοφορεί σε σωλήνες προσκολλημένους στο μεταλλικό φύλλο, ενώ η μόνωση πρέπει να τοποθετηθεί κάτω από το διάκενο αέρα για να μεγιστοποιήσει τη μεταφορά θερμότητας προς τον αέρα.

Η κινητή μόνωση λειτουργεί εκθέτοντας τη θερμική μάζα στον αέρα τη νύχτα και προστατεύοντας τη, τη μέρα, Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη βελτιστοποίηση του δυναμικού ψύξης με ακτινοβολία. Οι χώροι αποθήκευσης χρειάζονται κινητή μόνωση που να ελέγχεται κατά τη διάρκεια της νύχτας μηχανικά ή χειροκίνητα. Η μάζα αποθήκευσης μπορεί να είναι η μάζα της οροφής ή δοχεία νερού, κι απαιτείται άμεση επαφή με την οροφή. Τα μειονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι το κόστος κατασκευής, το γεγονός ότι πρέπει να γίνει προσεκτική μελέτη για να αποφευχθούν οι διαρροές, μπορεί να εφαρμοσθεί μόνο στον τελευταίο όροφο και δεν παρέχει λανθάνουσα ψύξη. Όμως έχει αυξημένη απόδοση σε θερμά ή ξηρά κλίματα και μπορεί το χειμώνα να χρησιμοποιηθεί ανάστροφα ώστε να επωφελείται από τα ημερήσια ηλιακά κέρδη και να περιορίζονται οι θερμικές απώλειες.

Η δεξαμενή οροφής, η οποία τοποθετείται πάνω από μονωτικό στρώμα, λειτουργεί γεμίζοντας νερό τη νύχτα το οποί ψύχεται λόγω της ακτινοβολίας και τη μέρα το ψυχρό νερό χύνεται κάτω από το μονωτικό στρώμα απορροφώντας θερμότητα και μειώνοντας έτσι τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας του τελευταίου ορόφου. [40, 18]

7.4. Βέλτιστος Προσανατολισμός παθητικών συστημάτων θέρμανσης και προστασία

Χειμερινή περίοδος: Η 21η Δεκεμβρίου είναι η μικρότερη μέρα του χρόνου, με διάρκεια 9,2 ώρες. Ο ήλιος διαγράφει μια μικρή τροχιά, χαμηλά στον ορίζοντα. Ανατέλλει 30° νότια της Ανατολής και δύει 30° νότια της Δύσης. Το ύψος του το μεσημέρι, στο ζενίθ, είναι 26,5°. Παρ' όλα αυτά, οι ψυχρότεροι χειμερινοί μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος. Η μέση ημερήσια θερμοκρασία του αέρα είναι για το Νοέμβριο 13,3°C, το Δεκέμβριο 8,6°C, τον Ιανουάριο 6,7°C και τον Φεβρουάριο 8,3°C. Παρατηρούμε χρονική μετατόπιση (1 μηνός) των θερμοκρασιών αιχμής.

Κατά τους ψυχρότερους μήνες οι θερμότερες ώρες της μέρας εμφανίζονται με μια χρονική μετατόπιση 1 - 2 ωρών προς το απόγευμα, δηλαδή στη 1 μμ. -2 μμ. Το ζενίθ του ήλιου κυμαίνεται τον Ιανουάριο και τον Φεβρουάριο μεταξύ 30° έως 40° περίπου.

Η βόρεια πλευρά: Πρόκειται για την ψυχρότερη πλευρά του κτιρίου, καθώς δε δέχεται άμεση ακτινοβολία, ενώ η διάχυτη ακτινοβολία που δέχεται είναι ιδιαίτερα ασθενής. Επειδή το χειμώνα τα βόρεια ανοίγματα παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες θερμικές απώλειες, είναι καλό να έχουν περιορισμένες διαστάσεις και πολύ καλή απόφραξη αρμών. Στην περίπτωση που η θέα του κτιρίου είναι προς Β., που σημαίνει ότι απαιτούνται μεγάλα ανοίγματα, θα ήταν επιθυμητή, η κατασκευή διπλού παραθύρου, καθώς και απαραίτητη η νυχτερινή προστασία. Η κάλυψη της βόρειας πλευράς με αιθαλές αναρριχώμενο φυτό δημιουργεί ένα στρώμα προστασίας που μπορεί να διατηρήσει την επιφάνεια της κατά 1 ° έως 2°C θερμότερη. Τέλος ιδιαίτερα αποτελεσματική είναι η μείωση της συνολικής επιφάνειας της βόρειας όψης, είτε με βαθιές στέγες, είτε με επιχωμάτωση .

Η στέγη και το δώμα: Στις 21 Δεκεμβρίου, η ευνοϊκότερη (μικρότερη) γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτινών στη στέγη του κτιρίου, είναι αυτή που δημιουργείται το μεσημέρι με τη νότια πλευρά της στέγης. Αν θεωρήσουμε ότι η στέγη έχει κλίση 35%, αυτή η γωνία μπορεί να είναι στις 21 Δεκεμβρίου το λιγότερο 43,5°. Αυτό σημαίνει ότι η ακτινοβολία που δέχεται η επιφάνεια μιας νότια προσανατολισμένης στέγης, είναι πολύ λιγότερη από αυτήν που δέχεται η νότια κατακόρυφη επιφάνεια του κτιρίου, όπου η γωνία πρόσπτωσης φτάνει τις 26,5°.

Έτσι, αν θέλουμε να έχουμε ανοίγματα στη νότια περιοχή της στέγης, είναι προτιμότερο αυτά να βρίσκονται στο νότιο αέτωμα στέγης, ή να δημιουργούνται νότιοι φεγγίτες με άνοιγμα στην κατακόρυφη νότια πλευρά τους.

Το δώμα δέχεται ακόμη λιγότερη ακτινοβολία απ' ότι η κεκλιμένη στέγη. Η μεσημβρινή γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στις 21 Δεκεμβρίου στο δώμα, είναι 63,5° . Άρα, είναι κυρίως προστατευόμενη επιφάνεια.

Το δώμα και η στέγη των κτιρίων εμφανίζουν κατά κανόνα τις μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας. Αυτό συμβαίνει γιατί τα θερμότερα στρώματα του αέρα του εσωτερικού χώρου ως ελαφρύτερα, συγκεντρώνονται πάντα στην οροφή του χώρου (Σχήμα). Η μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της εσωτερικής (οροφής) και της εξωτερικής πλευράς της στέγης ή του δώματος, αυξάνει τη ροή θερμότητας με αγωγή από μέσα προς τα έξω. Έτσι, έχει μεγάλη σημασία η προσεγμένη μόνωση σ' αυτές τις περιοχές του κτιρίου, που μπορούμε να τις κατατάξουμε στις «ψυχρές» πλευρές του.

Ανατολική και Δυτική πλευρά: Η ανατολική και δυτική πλευρά του κτιρίου είναι πλευρές θερμικά ενδιάμεσες. Δέχονται για μικρό χρονικό διάστημα την ηλιακή ακτινοβολία (στις 21 Δεκεμβρίου περίπου 3,5 ώρες η κάθε μία), η οποία όμως είναι αξιοποιήσιμη, γιατί έχει σχεδόν οριζόντια κατεύθυνση και διεισδύει σε μεγάλο βάθος στο κτίριο. Για τη βελτίωση της απόδοσης ενός ανατολικού ή δυτικού ανοίγματος τόσο κατά τη χειμερινή, όσο και κατά τη θερινή περίοδο, ιδιαίτερα ευνοϊκή θα ήταν μια στροφή αυτών των ανοιγμάτων προς Ν.

Νότια πλευρά: Είναι η πλευρά του κτιρίου, που δέχεται τα μεγαλύτερα ωφέλιμα θερμικά φορτία το χειμώνα. Κατά τις μεσημβρινές ώρες η γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτινών σε μια νότια κατακόρυφη επιφάνεια κυμαίνεται μεταξύ 25° και

26,5°, με αποτέλεσμα οι ανακλάσεις των νότιων τζαμιών να είναι σχετικά μικρές. Το γεγονός αυτό συνδυάζεται με δύο φαινόμενα:

α) Κατά τη χειμερινή περίοδο η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι η μεγαλύτερη όλου του χρόνου.

β) Ο ήλιος κινείται αυτήν την εποχή χαμηλά με αποτέλεσμα οι ακτίνες του να διεισδύσουν βαθιά μέσα στο κτίριο.

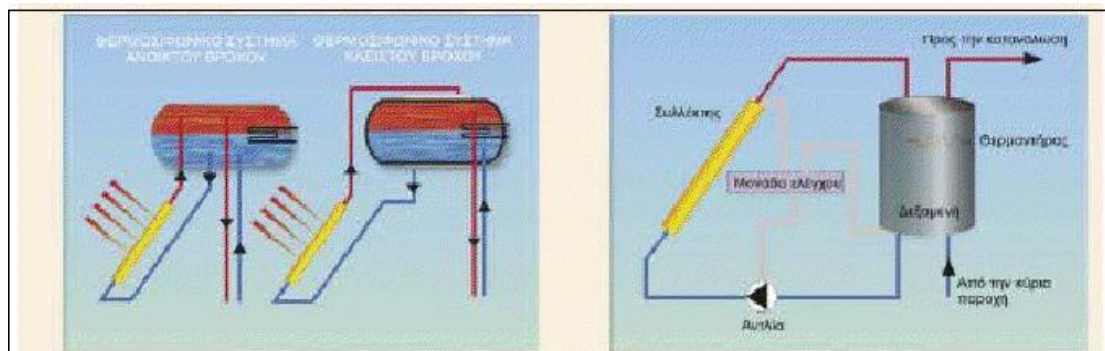
Έτσι, η νότια όψη του κτιρίου καθίσταται η κατ' εξοχήν επιφάνεια του συλλογής και αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας. Οι νότιες τοιχοποιίες, θερμαίνονται από τον ήλιο και μπορούν να μεταφέρουν τη θερμότητα που παραλαμβάνουν από την εξωτερική, στην εσωτερική τους επιφάνεια. Σε συνθήκες καθημερινής ηλιοφάνειας, όταν έχουν σημαντικό πάχος χωρίς μόνωση, μπορούν να αποτελέσουν πηγή θερμικών προσόδων για το κτίριο.

Το χειμώνα όμως εμφανίζονται περίοδοι συννεφιάς που διαρκούν περισσότερο από 1-2 μέρες. Σ' αυτά τα διαστήματα, οι αμόνωτες νότιες τοιχοποιίες θα λειτουργούσαν ως γέφυρες μεταφοράς θερμότητας από το κτίριο προς τα έξω. Το γεγονός αυτό καθιστά αναγκαία την εξωτερική τους μόνωση.

7. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

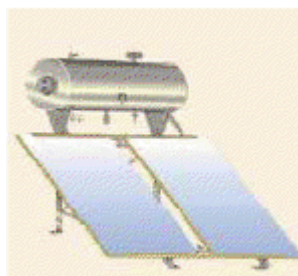
Τα θερμικά ηλιακά συστήματα έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε θερμότητα. Τα ενεργειακά ηλιακά συστήματα λειτουργούν χρησιμοποιώντας τους συλλέκτες και τη δεξαμενή αποθήκευσης ως χωριστές συνιστώσες και η μεταφορά ενέργειας επιτυγχάνεται με τη βοήθεια κάποιας αντλίας που διαθέτει το εκάστοτε σύστημα που χρησιμοποιείται. Τα θερμικά ηλιακά συστήματα συλλέγουν, αποθηκεύουν και διανέμουν την ηλιακή ενέργεια μέσω κάποιου αέριου ή υγρού ως ρευστό μεταφοράς της θερμότητας των συλλεκτών ενώ τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση του νερού οικιακής χρήσης, την ψύξη και θέρμανση των χώρων του σπιτιού καθώς και σε άλλες διεργασίες της βιομηχανίας, του αγροτικού τομέα κλπ. [69], [62]

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιούν, το μέγεθός τους, την εφαρμογή για την οποία προορίζονται, το κλίμα της περιοχής κ.α. Τα συστήματα αυτά διαθέτουν μεγάλη ποικιλία στις διατάξεις τους λόγω των διαφορετικών τρόπων που αυτά τα συστήματα προστατεύονται από τον παγετό. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χωρίζονται σε δύο τύπους: στα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας και στα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας. [38]



Ηλιακή εγκατάσταση θέρμανσης νερού με εξαναγκασμένη κυκλοφορία

Τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας λειτουργούν χρησιμοποιώντας βαλβίδες, ηλεκτρικές αντλίες και συστήματα ελέγχου ώστε να μπορούν να κυκλοφορούν το νερό και τα άλλα ρευστά μεταφοράς θερμότητας που χρησιμοποιούνται μέσα στους συλλέκτες. Τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες: τα συστήματα ανοιχτού βρόγχου και



τα συστήματα κλειστού βρόγχου. Τα συστήματα ανοιχτού βρόγχου, χρησιμοποιούν αντλίες για να κυκλοφορεί το νερό χρήσης στους συλλέκτες, ενώ τα συστήματα κλειστού βρόγχου, αντλούν το ρευστό μεταφοράς θερμότητας μέσα στους συλλέκτες, και η θερμότητα που μεταφέρεται μέσω εναλλακτών θερμότητας από το ρευστό νερό αποθηκεύεται στις δεξαμενές.

Τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας, κατηγοριοποιούνται ως εξής: στα θερμοσιφωνικά συστήματα και στους συμπαγείς θερμοαντήρες. Τα θερμοσιφωνικά συστήματα στηρίζονται στη φυσική κυκλοφορία του νερού στους συλλέκτες και τη δεξαμενή, η οποία είναι τοποθετημένη πάνω από το συλλέκτη. Το νερό θερμαίνεται

στον ηλιακό συλλέκτη, γίνεται ελαφρύτερο και ανέρχεται φυσικά προς τη δεξαμενή αποθήκευσης. Το ψυχρότερο νερό της δεξαμενής, ρέει με τη βοήθεια σωληνώσεων στο κατώτερο σημείο του συλλέκτη προκαλώντας σε όλο το σύστημα κυκλοφορία. Οι συμπαγείς θερμαντήρες οι οποίοι αποτελούν τα ολοκληρωμένα συστήματα συλλέκτη-αποθήκευσης, αποτελούνται από μία ή περισσότερες δεξαμενές αποθήκευσης και τοποθετούνται σε ένα μονωμένο περίβλημα με τη διαφανή πλευρά να είναι προσανατολισμένη προς τον ήλιο. Τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας είναι καλύτερα και προτιμότερα από τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας διότι έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, συντηρούνται εύκολα και οικονομικά και θεωρούνται πιο αξιόπιστα [23, 69, 31]

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται όπως αναφέρθηκε παραπάνω για την παραγωγή θερμού νερού για οικιακή χρήση, για τη θέρμανση και την ψύξη των χώρων αλλά και για άλλες δραστηριότητες όπως η θέρμανση της πισίνας.

Για την παραγωγή ζεστού νερού, χρησιμοποιούνται ηλιακοί θερμαντήρες διαφόρων τύπων οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να καλύπτουν τις ανάγκες των νοικοκυριών για ζεστό νερό σε μεγάλο βαθμό, συμβάλλοντας παράλληλα στην εξοικονόμηση ενέργειας. Ο τύπος και το μέγεθος του συστήματος, το κλίμα και η ποιότητα της περιοχής όσον αφορά την ηλιοφάνεια καθορίζουν την ποσότητα ζεστού νερού που θα αποδοθεί από την ηλιακή ενέργεια.

Ιδιαίτερα αποδοτικά είναι τα ηλιακά συστήματα που εφαρμόζονται στα οικιστικά σύνολα, διότι διαθέτουν ένα κεντρικό σύστημα συλλεκτών και μια κεντρική δεξαμενή, που παρέχουν ζεστό νερό στα διαμερίσματα μέσω δικτύου αγωγών. Με αυτό τον τρόπο η διάθεση του νερού είναι ομοιόμορφα κατανομημένη κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου, μειώνοντας τις θερμικές απώλειες του αποθηκευμένου νερού για την κάλυψη των αναγκών του οικιστικού συνόλου.

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από ηλιακούς συλλέκτες, δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού καθώς και τις απαραίτητες σωληνώσεις και το σύστημα ελέγχου. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η θερμότητα που συλλέγεται αντλείται φυσικά ή τεχνητά από τη δεξαμενή. Το ζεστό νερό που παράχθηκε, αποθηκεύεται σε ειδικές δεξαμενές μέχρι να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη των οικιακών αναγκών. Οι τιμές στα θερμικά ηλιακά συστήματα ποικίλλουν ανάλογα τον εξοπλισμό που διαθέτουν διότι υπάρχουν φθηνά απλά χωρίς να διαθέτουν επιπρόσθετο μηχανολογικά εξοπλισμό και υπάρχουν και αυτά που διαθέτουν αντλίες, εναλλάκτες θερμότητας αισθητήρες και συστήματα ελέγχου τα οποία είναι πιο αποτελεσματικά και περίπλοκα και συνάμα πιο ακριβά.

Η θέρμανση και ο δροσισμός των χώρων με εφαρμογή θερμικών ηλιακών συστημάτων, αποτελεί μια αρκετά μεγάλη αγορά, όμως η εφαρμογή αυτών των συστημάτων σε πυκνοκατοικημένες περιοχές και σε ήδη υφιστάμενα κτίρια είναι δύσκολη έως ανέφικτη. Αυτό συμβαίνει διότι τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης βασίζονται σε εξαρτήματα όπως οι συλλέκτες στέγης για τη συλλογή και τη διανομή θερμότητας, τα οποία λειτουργούν χρησιμοποιώντας αέρα ή κάποιο υγρό που θερμαίνεται στους ηλιακούς συλλέκτες και μέσω ανεμιστήρων ή αντλιών μεταφέρεται καταναλώνοντας μικρή ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας. Τα ηλιακά συστήματα αέρος διαθέτουν συλλέκτες, ανεμιστήρες, αεραγωγούς, και συστήματα ελέγχου που θερμαίνουν τον αέρα της κατοικίας χωρίς να χρειάζονται

εναλλάκτες θερμότητας και μέσα θερμικής αποθήκευσης. Η θερμική αποθήκευση χρησιμοποιείται κυρίως σε μεγάλα συστήματα αέρος. Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης υγρών, από την άλλη, περιλαμβάνουν ηλιακούς συλλέκτες, δεξαμενές αποθήκευσης, αντλίες, σωληνώσεις, εναλλάκτες θερμότητας και συστήματα ελέγχου.

Τις θερινές περιόδους παρατηρείται αυξημένη ζήτηση για δροσισμό όταν η ηλιακή ακτινοβολία φτάνει στα μέγιστα επίπεδά της, γι' αυτό και ο ηλιακός δροσισμός θα αποτελέσει ελπιδοφόρα κατασκευή και αρκετά κερδοφόρα, γι' αυτό και η τεχνολογία βαδίζει προς την ανάπτυξη αυτών των τεχνικών και μεθόδων. Είναι γεγονός ότι η ψύξη κύκλου απορρόφησης αποτελεί την παλαιότερη μέθοδο κλιματισμού. Τα κλιματιστικά κύκλου απορρόφησης, χρησιμοποιούν μια πηγή θερμότητας όπως ένας ηλιακός συλλέκτης για να εξαμιστεί το υπό πίεση ψυκτικό ρευστό από ένα μίγμα ψυκτικού μέσου, αντί να χρησιμοποιεί ηλεκτρικό συμπιεστή για να διατηρήσει μηχανικά, το υπό πίεση ψυκτικό μέσο.

Οι απαιτήσεις των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων για την εφαρμογή τους, είναι η ύπαρξη ωφέλιμου χώρου για τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, τις αντλίες, τους εναλλάκτες θερμότητας και τις δεξαμενές αποθήκευσης. Ο χώρος αυτός πρέπει να είναι προστατευμένος από τις καιρικές συνθήκες και θα πρέπει να τοποθετείται σε λεβητοστάσιο ή άλλους κλειστούς χώρους. Η ύπαρξη υδραυλικών συνδέσεων, που συνδέουν τους συλλέκτες, την παροχή κρύου νερού, το δίκτυο ζεστού νερού και τις δεξαμενές αποθήκευσης, θα πρέπει να είναι προσβάσιμες σε περίπτωση επιδιόρθωσης κάποιας βλάβης. Επίσης θα πρέπει το κτίριο να διαθέτει ωφέλιμο χώρο για την εγκατάσταση συλλεκτών ο οποίος θα πρέπει να είναι τοποθετημένος σε περιοχή που τη βλέπει ο ήλιος κατά τη διάρκεια της ημέρας, δηλαδή στην οροφή του κτιρίου που θα πρέπει να μην σκιάζεται από γειτονικά κτίρια ή άλλους ανοιχτούς χώρους που διαθέτει η κατοικία. Τέλος, η ύπαρξη ηλεκτρικών συνδέσεων είναι απαραίτητη για να μπορεί ο πίνακας να αντέχει πρόσθετα φορτία που στην περίπτωση των ηλιακών συστημάτων αυτά είναι μικρά.

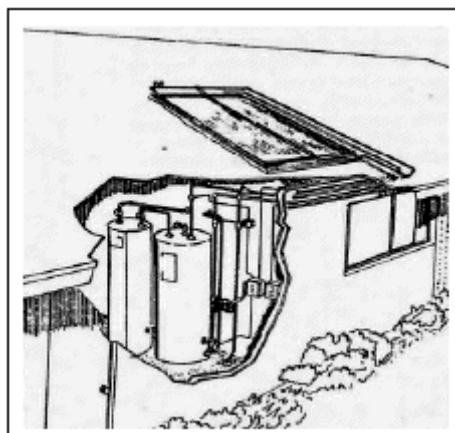
Τα ενεργειακά ηλιακά συστήματα είναι καλό να ελέγχονται μια φορά το τρίμηνο, ώστε να βεβαιωθεί η ύπαρξη διαρροών από τα ρεκόρ των σωληνώσεων στους ηλιακούς συλλέκτες, να ελεγχθεί η ύπαρξη ραγισμάτων στους υαλοπίνακες, βλάβες στις αυτόματες ανακουφιστικές βαλβίδες, γήρανση των πλαστικών υλικών, και συμπλήρωση του υγρού μεταφοράς θερμότητας αν απαιτείται. Επιπλέον πρέπει να ελέγχεται το υδραυλικό κύκλωμα ως προς τη λειτουργία της αντλίας του πρωτεύοντος κυκλώματος και ως προς το διαφορικό θερμοστάτη. Θα πρέπει να επιθεωρούνται τα ανόδια, της δεξαμενής αποθήκευσης, και όταν φθείρονται να αντικαθίστανται. Τέλος αν υπάρχει αντίσταση θα πρέπει και αυτή να ελέγχεται τακτικά. Οι επιδιορθώσεις των βλαβών θα πρέπει να γίνονται από εξειδικευμένα άτομα.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη από τη χρήση των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι η εξοικονόμηση καυσίμων που ισοδυναμεί με 50-70kg πετρελαίου ανά τετραγωνικό μέτρο ηλιακού συλλέκτη ανά έτος, η μείωση εκπομπών άνω των 750kg ανά τετραγωνικό μέτρο ηλιακού συλλέκτη ανά έτος όταν υποκαθίσταται το ηλεκτρικό ρεύμα και πάνω από 250kg ανά τετραγωνικό μέτρο ηλιακού συλλέκτη ανά έτος όταν υποκαθίσταται το πετρέλαιο.



Ολική εγκατάσταση ζεστού νερού

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι αρκετά γνωστά στην αγορά από τη δεκαετία του 1970 και έχουν αναπτυχθεί από τότε σημαντικά, περιλαμβάνουν αξιόπιστα προϊόντα με ανταγωνιστικές τιμές. Το μεγαλύτερο μέρος των ενεργητικών συστημάτων που πωλούνται χρησιμοποιούνται για την παροχή ζεστού νερού. Στην Ελλάδα τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα έχουν μεγάλη ζήτηση και εφαρμόζονται στις περισσότερες κατοικίες, πάνω από 600.000 σπίτια διαθέτουν ηλιακούς θερμοσίφωνες για την παραγωγή ζεστού νερού και οι πωλήσεις τους ανέρχονται στους 50.000 το χρόνο, εκτός όμως από τις μεμονωμένες κατοικίες ηλιακά συστήματα εφαρμόζονται σε νοσοκομεία, ξενοδοχεία, οικιστικά σύνολα, στάδια και αλλού. [69]



Τοποθέτηση αποθήκης νερού χαμηλότερα από τον συλλέκτη

8. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

8.1.ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ [49, 54]

Ο ρυθμός ροής θερμότητας διαμέσου του κελύφους ενός κτιρίου εξαρτάται, μεταξύ άλλων, από το σύνολο των κατασκευαστικών μέτρων που λαμβάνονται και κυρίως από τα υλικά που χρησιμοποιούνται. Τα θερμομονωτικά υλικά παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία ως προς τη μορφή, την προέλευση και τις μονωτικές τους δυνατότητες. Κοινό βέβαια χαρακτηριστικό τους αποτελεί η μικρή τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (συνήθως $\lambda < 0,1 \text{ W/m}^*\text{K}$) που συνήθως αναφέρεται σε θερμοκρασίες φυσικού περιβάλλοντος και σε υλικό στεγνό (απαλλαγμένο υγρασίας).

Όμως κάθε μονωτικό έχει ειδικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που προκαθορίζουν τα όρια σωστής εφαρμογής του. Υπάρχουν π.χ. περιπτώσεις που ζητούμε από το υλικό ακαμψία και άλλες που ζητούμε ελαστικότητα. Σε πολλές περιπτώσεις η μικρή διαπερατότητα σε υδρατμούς (μ) είναι βασικό προσόν και άλλοτε όχι. Άλλες ιδιότητες που μπορεί να απαιτούνται ή όχι είναι: μεγάλη σκληρότητα, πυροπροστασία, μεγάλη διάρκεια ζωής, καθώς και η δυνατότητα να μην επηρεάζεται από δονήσεις, η μη προσβολή από έντομα και τρωκτικά, η παράλληλη ηχομονωτική ικανότητα κ.ά.

Τα θερμομονωτικά υλικά οφείλουν τη μονωτική τους ιδιότητα, κατά κύριο λόγο, σε μεγάλο αριθμό πολύ μικρών πόρων (κυψελίδων), που περιέχουν παγιδευμένο αέρα. Ο ακίνητος αέρας παρουσιάζει τη μικρότερη γνωστή τιμή θερμικής αγωγιμότητας ($\lambda = 0,02 \text{ kcal/h}^*\text{m}^*\text{°C}$). Η παρουσία σημαντικού αριθμού κυψελίδων αέρα στο εσωτερικό ενός υλικού, έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση μικρού φαινομένου βάρους που είναι ένα δεύτερο κοινό χαρακτηριστικό των θερμομονωτικών υλικών.

Οι θερμομονωτικές ιδιότητες ενός υλικού επηρεάζονται από τη θερμοκρασία και την υγρασία. Ειδικά η υγρασία αποτελεί σημαντικό πρόβλημα γιατί εκτοπίζοντας τον αέρα μπορεί να γεμίσει τους πόρους του μονωτικού υλικού, καταστρέφοντας, προσωρινά ή οριστικά τις μονωτικές του ιδιότητες. Βέβαια δεν αποτελεί ρεαλιστική λύση η αναζήτηση αδιάβροχων μονωτικών υλικών. Τις περισσότερες φορές αρκούμαστε σε υλικά που δεν εμφανίζουν έντονη τάση απορρόφησης νερού (υγροσκοπικότητα) ή χρησιμοποιούνται κατασκευαστικές λύσεις που εξασφαλίζουν την προστασία των μονωτικών υλικών από την υγρασία.

Σε μικρότερο βαθμό μας ενδιαφέρουν άλλες ιδιότητες των μονωτικών υλικών όπως η μηχανική αντοχή (σε θλιπτικά φορτία), η σταθερότητα του όγκου τους, η ανθεκτικότητα τους στις μεταβολές της θερμοκρασίας (ιδίως όταν γίνεται παράλληλη προσπάθεια πυροπροστασίας) και η διάρκεια ζωής τους. Ειδικά το θέμα της αντοχής σε φορτία πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπ' όψη στην περίπτωση που το θερμομονωτικό δομικό υλικό ανήκει στα φέροντα στοιχεία της οικοδομής (π.χ. θερμομονωτικά τούβλα). Ακόμα πρέπει να τονιστεί πως η εκλογή ενός θερμομονωτικού υλικού σχετίζεται άμεσα και με παράγοντες που δεν περιλαμβάνονται στις φυσικές τους ιδιότητες, όπως το κόστος αγοράς, η επάρκεια του στην αγορά, οι δυνατότητες μεταφοράς και σωστής τοποθέτησης.

Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά

Καταρχάς, οικολογικά θεωρούνται εκείνα τα θερμομονωτικά υλικά, που καλύπτουν τα εξής κριτήρια:

- α) Δεν απαιτούν κατανάλωση μεγάλης ποσότητας ενέργειας για την παραγωγή τους.
- β) Είναι ανακυκλώσιμα.
- γ) Δεν μολύνουν το περιβάλλον κατά τη διάρκεια παραγωγής τους.
- δ) Δεν περιέχουν τοξικούς/καρκινογόνους ρύπους, επικίνδυνους για την υγεία του ανθρώπου και δεν εκλύουν τέτοιους ρύπους κατά τη διάρκεια εφαρμογής τους και μέχρι την καταστροφή τους.

Κάποια από αυτά είναι:

- 1) Λιναρόμαλλο
- 2) Ρολό από ίνες κοκκοφοίνικα
- 3) Μονωτικό ρολό από υπολείμματα βαμβακιού (τύπου ISO COTTON)
- 4) Τζίβα (σε φύλλα και λωρίδες) και τέλος
- 5) Διογκωμένο (σε κόκκους) άργιλο

Ομαδοποίηση των μονωτικών

Όπως κάθε ομαδοποίηση πραγμάτων που έχουν μερικά κοινά αλλά και πολλά ανόμοια στοιχεία, έτσι και η προσπάθεια ομαδοποίησης των θερμομονωτικών υλικών εμπεριέχει αρκετή αυθαιρεσία. Παρ' όλα αυτά είναι απαραίτητη για να γίνει απλούστερη η παρουσίασή τους.

Μπορούν να γίνουν διάφορες ομαδοποιήσεις των μονωτικών υλικών με βάση κάποιες από τις ιδιότητες τους, όπως:

- Ανόργανα - οργανικά (ανάλογα με την προέλευση και σύσταση τους).
- Φυσικής προέλευσης-τεχνητά (ανάλογα με τον βαθμό επεξεργασίας που υφίστανται πριν διατεθούν στην κατανάλωση).
- Ανοικτών ή κλειστών κυψελών ή πόρων αέρα.
- Μεγάλου ή μικρού φαινομένου βάρους, δηλ. σε βαριά (π.χ. ελαφρό σκυρόδεμα πυκνότητας από 400 μέχρι 800kg/m³) και σε ελαφρά (π.χ. υαλοβάμβακας φαινομένου ειδικού βάρους 120 kg/m³).

Παρακάτω θα διαχωρίσουμε τα θερμομονωτικά υλικά ανάλογα με την ανόργανη ή οργανική προέλευση τους και την επεξεργασία που υφίστανται πριν από τη χρήση, διακρίνοντας τα σε:

1.Ανόργανα

- α. Φυσικά (αμιάντος, κίσηρης)
- β. Τεχνητά (βερμικουλίτης, υαλοβάμβακας, σκωριόμαλλο, περλίτης, αφρώδες γυαλί, μονωτικά τούβλα, πετροβάμβακας)

2.Οργανικά

α. Φυσικά (φυσικός φελλός)

β. Τεχνητά (επεξεργασμένος φελλός, διογκωμένος φελλός, ζυλόμαλλο, καουτσούκ, συνθετικά πλαστικά, πολυουρεθάνη, πολυστερίνη, PVC, φαινολικά μονωτικά)

3. Σκυροδέματα

α. Φυσικά (κισσηρόδεμα, σκωριόδεμα, αμιαντοκυρόδεμα)

β. Τεχνητά (αερομεπετόν, κυψελομεπετόν)

Τα σκυροδέματα δεν περιλαμβάνονται συνήθως στα κύρια μονωτικά υλικά (στην ομάδα των ανόργανων) αλλά εξετάζονται χωριστά.

8.1.1. ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

1. Αμύαντος

Πρόκειται για φυσικό ανόργανο υλικό που παρουσιάζει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας με τιμή $\lambda = 0,047 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ και χρησιμοποιείται για θερμομονωτικές και άκαυστες επενδύσεις με τη μορφή εύκαμπτων παπλωμάτων αφού κύριο χαρακτηριστικό του είναι η αντοχή σε φωτιά και σε επίδραση οξέων. Παρουσιάζει μεγάλη ελαστικότητα και αντοχή σε εφελκυσμό.

Είναι υδρόφιλο υλικό γι' αυτό και πρέπει να προστατεύεται. Κρυσταλλώνεται με μορφή μακρών ινών, μήκους 4-15 cm και συναντάται σε τρεις τύπους: λευκός αμύαντος ή χρυσόλιθος, κυανός αμύαντος ή κροκοδειλίτης και τεφρός αμύαντος ή αμοσίτης. Είναι άκαυστος και οι ιδιότητες του διατηρούνται σε υψηλές θερμοκρασίες. Δεν φθείρεται στο χρόνο, δεν επηρεάζεται από υδρογονάνθρακες και δεν προσβάλλεται από παράσιτα. Μπορεί να χρησιμεύσει και ως δομικό υλικό, ως μίγμα αμύαντου/τσιμέντου σε αναλογίες 1/5,5 περίπου, για την κατασκευή αμιαντοτσιμεντοσωλήνων, φύλλων επιστεγάσεων (ellenit) κλπ. Μίγμα 15% μεσσίνου αμύαντου με 85% μαγνησία, δημιουργεί αμιαντοκονίες με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες. Χαρακτηρίζεται από καλή ηχομονωτική δράση και στην Ελλάδα απαντάται σε μεγάλες ποσότητες ως ορυκτό. Τα τελευταία χρόνια όμως η ζήτηση του παρουσιάζει πτωτικές τάσεις λόγω των καρκινογόνων ιδιοτήτων του, γι' αυτό είναι προτιμότερο να αποφεύγεται τόσο ως μονωτικό όσο και ως δομικό υλικό.

2. Ελαφρόπετρα (κίσηρη)

Η ελαφρόπετρα είναι ηφαιστειογενές πέτρωμα που προήλθε από την απότομη ψύξη και διαφυγή ατμών από τη μάζα λειωμένου τραχειτικού μάγματος. Το υλικό στη μορφή που χρησιμοποιείται λαμβάνεται με κοσκίνισμα του φυσικού υλικού σε μεγέθη που κυμαίνονται από 1 μέχρι 2,5 cm.

Πρόκειται για φυσικό ανόργανο υλικό που παρουσιάζει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας με τιμές από $\lambda = 0,08 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ έως $\lambda = 0,12 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. Χαρακτηρίζεται από μεγάλη υδροαπορροφητικότητα της τάξης του 40% κατά βάρος και από ικανότητα κατακράτησης νερού γι' αυτό και πρέπει να προστατεύεται από την υγρασία που αναστέλλει τη μονωτική της δράση. Έχει μικρό φαινόμενο βάρος που κυμαίνεται μεταξύ 30 και 55 Kgr/m³, αναλόγως του μεγέθους των κόκκων. Είναι άκαυστη, δεν προσβάλλεται από παράσιτα, αλλά είναι φθαρτή στο χρόνο και εξαιτίας της περιεκτικότητας της σε ασβέστιο αντιδρά με το σίδηρο σε υγρό περιβάλλον

δημιουργώντας έτσι πρόβλημα στην κατασκευή οπλισμένων κισσηροδεμάτων, κάτι όμως που μπορεί να αντιμετωπισθεί με προστατευτικά μέτρα έναντι της υγρασίας.

Για τα κισσηροδέματα, ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας κυμαίνεται μεταξύ $\lambda = 1,08 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ και $\lambda = 0,12 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$. Η κίσσηρη έχει πολύ καλές ηχομονωτικές ιδιότητες, ιδίως ως αυτούσιο υλικό (όχι κισσηρόδεμα) και στο εμπόριο κυκλοφορεί σε τρεις τύπους :

- όπως εξορύσσεται.
- κοκκομετρικής διαβάθμισης 3-30 mm.
- κοκκομετρικής διαβάθμισης 0-12 mm.

Ακόμη κυκλοφορούν και κισσηρότουβλα με καλές μονωτικές ιδιότητες, τα οποία όμως πρέπει να προστατεύονται από την υγρασία

3.Βερμικουλίτης

Πρόκειται για τεχνητό ανόργανο υλικό που παρουσιάζει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας με τιμές από $\lambda = 0,10 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ έως $\lambda = 0,19 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$. Είναι υδρόφιλο υλικό και πρέπει να προστατεύεται από την υγρασία. Έχει μικρό φαινόμενο βάρος που κυμαίνεται από 50 ως 120 kg/m^3 , με εξαίρεση τον πολύ λεπτόκοκκο βερμικουλίτη (0,1 - 0,8 mm) που μπορεί να φτάσει μέχρι 500 kg/m^3 . Είναι ακουστός και διατηρεί τις ιδιότητες του μέχρι τους 120 °C, αλλά σε υψηλότερες θερμοκρασίες υαλοποιείται εξαιτίας της περιεκτικότητας του σε πυρίτιο. Είναι άφθαρτο στο χρόνο, δεν επηρεάζεται από υδρογονάνθρακες και δεν προσβάλλεται από παράσιτα. Είναι χημικώς ουδέτερο και δεν αντιδρά με το περιβάλλον, έχει πολύ καλές ηχομονωτικές ιδιότητες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύνθεση μιγμάτων όπως ο περλίτης. Όταν όμως αναμιχθεί με τσιμέντο χάνει και αυτός ένα μέρος των ιδιοτήτων του. Είναι εισαγόμενο προϊόν και κυκλοφορεί σε διάφορες κοκκομετρικές διαβαθμίσεις.

4.Ινώδη μονωτικά υλικά ανόργανης προέλευσης

Αναφέρονται συνήθως ως ίνες ορυκτής προέλευσης. Το μήκος των ινών είναι διαφορετικό για κάθε υλικό και εξαρτάται από την αντοχή του υλικού και τη διατομή των ινών. Είναι άφλεκτα υλικά και έχουν αυξημένη αντοχή στη γήρανση, παρουσιάζουν όμως μειωμένη ελαστικότητα. Τα υλικά χρησιμοποιούνται με τη μορφή παπλωμάτων, κοχυλιών και μαλακών ή σκληρών πλακών.

Στην κατηγορία αυτή των μονωτικών υλικών περιλαμβάνονται :

α. Υαλοβάμβακας

Ο υαλοβάμβακας ανήκει στην κατηγορία των ινωδών μονωτικών υλικών ορυκτής προέλευσης (γυαλί). Παρουσιάζει σημαντική σταθερότητα όγκου δεν φθείρεται με την πάροδο του χρόνου, είναι άοσμος, δεν επηρεάζεται από υδρογονάνθρακες και δεν προσβάλλεται από καυστικά οξέα (εκτός του υδροχλωρικού), δεν καταστρέφεται από έντομα και τρωκτικά και δεν καίγεται. Σε ενισχυμένη μορφή διατηρεί τις ιδιότητές του μέχρι τους 200 °C. Ο υαλοβάμβακας έχει και πολύ καλές ηχομονωτικές ιδιότητες. Έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,041 \text{ kcal/m}^{\circ}\text{h}^{\circ}\text{C}$. Ακόμη δεν είναι υγροσκοπικός, αλλά καταστρέφονται οι μονωτικές του ιδιότητες όταν εμποτιστεί με υγρασία και γι' αυτό απαιτούνται κάποια μέτρα προστασίας.

Όλοι οι τύποι υαλοβάμβακα προέρχονται από ρευστό πυριτικό γυαλί που διοχετεύεται με ταχύτητα σε στρεφόμενο δίσκο. Εξαιτίας της φυγόκεντρης δύναμης εκσφενδονίζονται λεπτότατες ίνες γυαλιού, χρώματος περίπου λευκού, πάχους από 4 μέχρι 30μ. Οι ίνες αυτές παγιδεύουν αέρα και συνιστούν ένα υλικό υψηλής μονωτικής ικανότητας, φαινόμενης πυκνότητας από 15 μέχρι 120 kg/m³.

Όπως σε όλα τα ινώδη μονωτικά υλικά (υαλοβάμβακας, πετροβάμβακας, σκωριοβάμβακας) όσο μικρότερο είναι το πάχος των ινών, τόσο περισσότερες είναι οι ίνες (ανά Kg) και τόσο καλύτερο μονωτικό υλικό προκύπτει.

Υαλοβάμβακας με μικρή διάμετρο και μεγάλο μήκος ινών, χωρίς ξένες προσμίξεις και απουσία κόμβων φέρεται στο εμπόριο με την ονομασία υαλόμαλλο και προσφέρεται σαν υαλοβάμβακας αυξημένης θερμομονωτικής ικανότητας. Αποτελείται κυρίως από πυρίτιο σε μορφή 2SiO και ποσοστό που ποικίλει αναλόγως του τύπου του υαλοβάμβακα. Ακόμη μπορεί να περιλαμβάνει οξείδια του νατρίου(Na₂O), του καλίου(K₂O), του ασβεστίου (CaO), του μαγνησίου(MgO), του μολύβδου (PbO), του βορίου(B₂O₃) και του αλουμινίου (Al₂O₃). Προσφέρεται σε μεγάλη ποικιλία, σε μορφή πλακών, παπλώματος και χύμα (μπάλες) δίνοντας για πολλές περιπτώσεις ένα καλό συσχετισμό θερμομόνωσης, κόστους αγοράς και τοποθέτησης.

Έτσι κυκλοφορούν:

- Πλάκες κατάλληλες για τη θερμομόνωση δωματίων, οροφών και Pilotis με διαστάσεις μήκους 1200mm, πλάτους 1000mm και πάχους 25,40 ή 50mm.
- Πλάκες ενισχυμένες και κατάλληλες για τη θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων με διάκενο, διαστάσεων μήκους 1000mm, πλάτους 600mm και πάχους 15,20,25 ή 30mm.
- Πάπλωμα κατάλληλο για μονώσεις εξωτερικών τοίχων μήκους 5-10m, πλάτους 1,2m και πάχους 30-100mm.

Ο υαλοβάμβακας τοποθετείται σε τοίχους, δάπεδα και στην οροφή του κτιρίου. Στους τοίχους τοποθετείται ενδιάμεσα (π.χ. ανάμεσα σε δυο σειρές τούβλα) ή εξωτερικά του τοιχώματος (και καλύπτεται με μάρμαρο ή άλλο οικοδομικό υλικό) ή εσωτερικά (οπότε πάλι καλύπτεται π.χ. με ξύλο ή γυψοσανίδες).

Στην περίπτωση μόνωσης ξύλινου πατώματος χρειάζεται σκληρός υαλοβάμβακας που τοποθετείται κάτω από τα καδρόνια στα οποία στηρίζεται το πάτωμα, σε όλο το μήκος τους και σε λουρίδες πλάτους περίπου 10 cm. Το τμήμα του πατώματος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο καδρόνια καλύπτεται με μαλακό υαλοβάμβακα. Ακόμη πρέπει να τοποθετηθεί σκληρός υαλοβάμβακας σα σοβατεπί στο σημείο που τελειώνει το πάτωμα και αρχίζει ο τοίχος. Στο σοβατεπί καταλήγουν όλα τα ξύλινα στοιχεία του πατώματος (π.χ. καδρόνια, ψευδοπατώματα, παρκέτο).

Σε δάπεδο από μωσαϊκό ή μάρμαρο ή μαρμαρίνες στην πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος τοποθετούνται σκληρές πλάκες υαλοβάμβακα, η μία δίπλα στην άλλη, ώστε να μην υπάρχουν μεγάλοι αρμοί. Ακόμη τοποθετείται σοβατεπί από υαλόμαλλο, Πριν πέσει το γαρμπιλομετόν αργά από κάτω προς τα πάνω. Πάνω στο γαρμπιλομετόν τοποθετούνται τα μάρμαρα ή το υλικό για την παρασκευή του μωσαϊκού. Στα δάπεδα το μονωτικό τοποθετείται κύρια σαν ηχομονωτικό.

Ειδικά για τη θερμική μόνωση της ταράτσας χρησιμοποιείται η ίδια διάταξη, αλλά μεγαλύτερη ποσότητα υαλοβάμβακα (παχύτερα φύλλα) γιατί, σ' αυτή την περίπτωση, κύριο πρόβλημα είναι οι θερμικές απώλειες.

β. Πετροβάμβακας

Παρασκευάζεται από ασβεστόλιθο κατά τρόπο όμοιο με τον υαλοβάμβακα και παρουσιάζει τα ίδια τεχνικά και θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά καθώς και παρόμοιες ιδιότητες. Παρουσιάζει σχετικά μεγάλο φαινόμενο βάρους ($230 - 250 \text{ kg/m}^3$) και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,048 \text{ kcal/m}^*\text{h}^*\text{°C}$ στους 50°C .

Χρησιμοποιείται με τη μορφή λεπτότατων ινών (χύμα), πλακών και παπλωμάτων. Έτσι χρησιμοποιείται:

- Με τη μορφή ινών για τη συμπλήρωση διακένων, σε συσκευασία σάκων.
- Σε κοκκώδη μορφή, σε συσκευασία σάκων.
- Σε πάπλωμα, επικολλημένο σε αλουμινόφυλλο και εμποτισμένο με φαινολική ρητίνη, κατάλληλο για θερμομονώσεις μη βατών δωματίων και υπόστεγων.
- Σε μορφή παπλώματος που αποτελείται από λουρίδες συμπυκνωμένου πετροβάμβακα, επικολλημένες πάνω σε υαλοφάσμα. Το πάπλωμα αυτό έχει μεγάλη αντοχή σε συμπίεση και είναι κατάλληλο για μονώσεις δαπέδων και βατών δωματίων.
- Με τη μορφή σκληρών πλακών, κατάλληλες για θερμομονώσεις εξωτερικών τοίχων και προσόψεων.
- Με τη μορφή ημίσκληρων πλακών, κατάλληλες για θερμομονώσεις εξωτερικών τοίχων κτιρίων.
- Με τη μορφή ελαφρών πλακών, κατάλληλες για θερμομονώσεις προκατασκευασμένων τοίχων, ελαφρών διαχωριστικών τοίχων και ξύλινων δαπέδων.
- Για ειδικές περιπτώσεις θερμομόνωσης, με τη μορφή ινών σε μονώσεις σωληνώσεων, δοχείων και εγκαταστάσεων υψηλών θερμοκρασιών (μέχρι 1100°C). Ανάλογα με τη θερμοκρασία τοποθετείται σε επάλληλα στρώματα που μπορούν να φτάσουν τα 250 mm .

5. Περλίτης

Βρίσκεται στη φύση με τη μορφή ηφαιστειακού υαλώδους πετρώματος. Αποτελείται από SiO_2 κατά 75%. Ο φυσικός περλίτης δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε θερμοκρασίες που προσεγγίζουν τους 800°C γιατί διογκώνεται και θραύεται. Η παραπάνω ιδιότητα αποτελεί τη βάση της επεξεργασίας του περλίτη που προορίζεται για μονώσεις. Με κατάλληλη θερμική επεξεργασία στους $900 - 1000^\circ\text{C}$ το πέτρωμα του περλίτη διογκώνεται από 10 μέχρι και 25 φορές και θραύεται σε μικρούς κόκκους μικρών διαμέτρων ($0,1$ μέχρι 5 mm). Οι κόκκοι αυτοί είναι κενοί στο εσωτερικό τους (περιέχουν αέρα) και αποτελούν πολύ καλό μονωτικό υλικό με $\lambda = 0,034$ μέχρι $0,048 \text{ kcal/m}^*\text{h}^*\text{°C}$. Χρησιμοποιείται ως αδρανές υλικό για την κατασκευή μονωτικών πλακών.

Πλεονεκτήματα του διογκωμένου περλίτη αποτελούν η γενικότερη χημική του αδράνεια, και ειδικά ότι δεν προσβάλλει τα μέταλλα, αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες, εμποδίζει τη μετάδοση της φωτιάς και δεν προσβάλλεται από την υγρασία.

Ο φυσικός περλίτης χρησιμοποιείται σαν αδρανές υλικό ή υλικό πλήρωσης στην κατασκευή θερμομονωτικών τοιχωμάτων, δαπέδων και ταρατσών. Επειδή

παρουσιάζει και σημαντικές ηχομονωτικές ικανότητες τοποθετείται σε στρώσεις κάτω από δάπεδα. Ακόμη ο διογκωμένος περλίτης χρησιμοποιείται στην παρασκευή μονωτικών λεπτοκονιαμάτων (περλιτικά επιχρίσματα) και μονωτικών χονδροκονιαμάτων (περλιτομπετόν). Υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητα στη φύση. Ο περλίτης (ηφαιστειακής προέλευσης), δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες, κατά τη χρησιμοποίησή του. Επίσης σε περίπτωση πυρκαγιάς δεν απελευθερώνει τοξικά αέρια.

Γενικά προτείνεται σαν ένα καλό θερμομονωτικό υλικό. Κάποιες μορφές του χρησιμοποιούνται κυρίως σαν κρυογενικά (cryogenis), δηλαδή σαν μονωτικά πολύ χαμηλών θερμοκρασιών (π.χ. παραγωγή, μεταφορά και αποθήκευση υγραερίων). Τα δεξαμενόπλοια που μεταφέρουν και οι δεξαμενές όπου αποθηκεύονται υγροποιημένα οξυγόνο, άζωτο, μεθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο κλπ. έχουν διπλά τοιχώματα μονωμένα με αυτούς τους τύπους περλίτη, γιατί εξασφαλίζει πολύ χαμηλό βάρος και απουσία υγρασίας.

6.Αφρώδες γυαλί

Πρόκειται για ανόργανο τεχνητό υλικό που παρουσιάζει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας με τιμή από $\lambda = 0,050 \text{ kcal/m}^*\text{h}^*\text{°C}$ έως $\lambda = 0,063 \text{ kcal/m}^*\text{h}^*\text{°C}$ ανάλογα με τον τύπο. Έχει ως βασικό συστατικό την καθαρή άμμο και παρασκευάζεται με επεξεργασία διογκωτικού μέσου. Οι μονωτικές ιδιότητες του κυψελωτού (αφρώδους) γυαλιού, οφείλονται στις κυψελίδες που περιέχονται στη μάζα του. Παρασκευάζονται δύο τύποι, με ανοιχτές και κλειστές κυψελίδες και η σύσταση του είναι όπως του υαλοβάμβακα. Πρόκειται για υλικό άκαυστο αλλά όταν θερμαίνεται σε θερμοκρασίες πάνω από τις συνηθισμένες αμβλύνονται οι ιδιότητες του. Η υγρασία διεισδύει στις κυψέλες και υπάρχει ο κίνδυνος της υδρόλυσης με άμεσο αποτέλεσμα τη διάβρωση γι' αυτό και πρέπει να προστατεύεται. Είναι άφθαρτο από το χρόνο, δεν επηρεάζεται από υδρογονάνθρακες και δεν προσβάλλεται από παράσιτα. Παρουσιάζει καλές ηχομονωτικές ιδιότητες και στο εμπόριο είναι γνωστό ως Foamglass.

7.Μονωτικά Τούβλα

Τα θερμομονωτικά τούβλα βασίζονται στον τεχνητό εμπλουτισμό της αργίλου με φυσαλίδες αέρα και την αύξηση του αριθμού των εσωτερικών διακένων ή την ειδική σύνθεση, όπως συμπαγές ελαφρό μίγμα από περλίτη, ξύλο, τσιμέντο, αμίαντο κ.ά..

8.1.2. ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

1.Ξύλο

Πρόκειται για φυσικό οργανικό υλικό που παρουσιάζει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας με τιμές από $\lambda = 0,12 \text{ W/m}^*\text{K}$ έως $\lambda = 0,23 \text{ W/m}^*\text{K}$, ανάλογα το είδος του ξύλου και το περιεχόμενο ποσοστό υγρασίας. Προσεγγιστικά το ξύλο αποτελείται από 40-55% κυτταρίνη, 15 - 35% ημικυτταρίνη και 20 - 30% λιγνίνη, ενώ σε μερικές περιπτώσεις συναντώνται και άλλες ουσίες. Το ξύλο παρουσιάζει μικρή διαπερατότητα στην υγρασία, υπάρχει όμως δυνατότητα προστασίας μέσω κατάλληλης επεξεργασίας. Φθείρεται με το χρόνο, αλλά αυτή η ιδιότητα του μπορεί να βελτιωθεί. Οι ιδιότητες του διατηρούνται σε υψηλές θερμοκρασίες, καίγεται

αρκετά εύκολα, ιδίως όταν έχει μικρό πάχος, δεν επηρεάζεται από τους υδρογονάνθρακες, προσβάλλεται όμως από τρωκτικά, έντομα και από προνύμφες εντόμων (σαράκι) που τρέφονται από κυτταρίνη. Έχει πολύ καλές ηχομονωτικές ιδιότητες απέναντι στον αερόφερτο ήχο αλλά μέτρια ηχομονωτική συμπεριφορά απέναντι σε κρουστικούς ήχους, γι' αυτό και στα ξύλινα δάπεδα πρέπει να χρησιμοποιείται πρόσθετη ηχομονωτική στρώση.

Οι λόγοι που το ξύλο δεν χρησιμοποιείται ως βασικό μονωτικό υλικό είναι το υψηλό κόστος του και η ολοένα αυξανόμενη έλλειψη του. Πρέπει όμως να συνυπολογίζεται η μονωτική δράση του σε περιπτώσεις οροφών και ψευδοροφών ή ξύλινων τοίχων και κουφωμάτων.

2. Φελλός

Πρόκειται για φυσικό οργανικό υλικό που προέρχεται από τον φλοιό του φελλοδρύ (φύεται στην Πορτογαλία, Ιαπωνία, Αλγέρια, κ.ά.). Ο φυσικός φελλός γίνεται μαλακός (και ελαστικός) με βρασμό. Χρησιμοποιείται ο φυσικός φελλός διαμορφωμένος σε πλάκες ή σε φύλλα ή σε κυλίνδρους. Είναι υλικό ελαφρύ, επιπλέει στο νερό, έχει μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, με τιμή $\lambda = 0,043 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ και παρουσιάζει σημαντική αντοχή στη σήψη. Δεν καίγεται αλλά απανθρακώνεται, είναι άφθαρτος από το χρόνο, προσβάλλεται από τρωκτικά αλλά όχι από έντομα, ενώ τέλος έχει άριστες ηχομονωτικές ιδιότητες. Τις μονωτικές του ιδιότητες ο φελλός τις οφείλει σε μικρούς πόρους (κύστες ή κυψελίδες) που αποτελούν κλειστούς χώρους αέρα, που έχουν πολύ στερεά τοιχώματα, δύσκολα διαπερατά από νερό και κυκλοφορούντα αέρα. Παρόλο που είναι αδιάβροχο, πρέπει να προστατεύεται από την υγρασία για την αποφυγή της σήψης. Έχει μεγάλη συμπίεστικότητα και ελαστικότητα και μεγάλη αντοχή σε αραιά διαλύματα οξέων.

Ο φελλός χρησιμοποιείται:

- με τη μορφή «φελλοψηφίδας» τεμαχισμένος σε κομμάτια 2-4 mm.
- με τη μορφή «φελλάλευρου» που προκύπτει από το άλεσμα των φελλοψηφίδων.
- με τη μορφή πλακών φελλού που προκύπτουν από φελλοψηφίδες που θερμάνθηκαν στους 400°C , με αποκλεισμό του αέρα και σχετική συμπίεση.

Ανάλογα με τα υλικά συγκόλλησης των πλακών, προκύπτουν:

- α. Πλάκες συγκολλημένες με άργιλο με $\lambda = 0,06 - 0,07 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$
- β. Πλάκες συγκολλημένες με ρητίνη με $\lambda = 0,045 - 0,05 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$
- γ. Πλάκες συγκολλημένες με ασφαλτικά υλικά με $\lambda = 0,045 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$
- δ. Πλάκες χωρίς συνδετικό υλικό με $\lambda = 0,040 - 0,045 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$

Για τη στήριξη πλακών φελλού μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάρφωμα ή απλή διάστρωση. Το φαινόμενο βάρος του φυσικού φελλού είναι $200 \sim 250 \text{ kg/m}^3$ και του επεξεργασμένου $100 - 110 \text{ kg/m}^3$. Οι πλάκες επεξεργασμένου φελλού χρησιμοποιούνται για μονώσεις ψύχους σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις ψύξης ή κατάψυξης σε παγοποιία και απλούς θαλάμους επαγγελματικής ή οικιακής χρήσης. Στις οικοδομές οι πλάκες φελλού χρησιμοποιούνται (εσωτερικά και εξωτερικά) για τη μόνωση τοίχων, δαπέδων και ταρατσών. Πρόσθετο προσόν του φελλού στις οικοδομές αποτελεί η ηχομονωτική ικανότητα του. Εσωτερικά σε χώρους παραμονής ή κέντρα διασκεδάσεως συνδυάζει καλό αισθητικό αποτέλεσμα, θερμομόνωση και αποτελεσματική ηχομόνωση.

3.Ινες ξύλου

Πρόκειται για τεχνητό οργανικό υλικό με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,098 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$. Παράγεται από ξύλο κατώτερης ποιότητας μετά από επεξεργασία η οποία στοχεύει στην αποϊνώση και στην απομάκρυνση ορισμένων ουσιών. Οι μονωτικές ινοσανίδες ή ινόπλακες κυκλοφορούν σε δύο τύπους :

- εύκαμπτες ή υπερπορώδεις με φαινόμενο βάρος $20 - 150 \text{ Kgr/m}^3$
- δύσκαμπτες ή πορώδεις με φαινόμενο βάρος $150 - 400 \text{ Kgr/m}^3$

Υπάρχουν τρεις ακόμη τύποι ινοσανίδων με φαινόμενο βάρος μέχρι 1450 Kgr/m^3 , αλλά οι μονωτικές τους ιδιότητες είναι περιορισμένες σχετικά με τις πρώτες. Οι μονωτικές ινοσανίδες διατηρούν τις ιδιότητες τους σε μεγάλες θερμοκρασίες, παρουσιάζουν όμως κακή συμπεριφορά στη φωτιά και μεγάλη διαπερατότητα στην υγρασία γι' αυτό πρέπει να προστατεύονται. Δεν επηρεάζονται από τους υδρογονάνθρακες αλλά φθείρονται με το χρόνο και προσβάλλονται από τρωκτικά, έντομα και προνύμφες εντόμων. Τέλος έχουν πολύ καλές ηχομονωτικές ιδιότητες.

4.Συμπιεσμένος φελλός

Προέρχεται από κοινό φελλό με συμπίεση γι' αυτό και είναι τεχνητό οργανικό υλικό. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας έχει τιμή $\lambda = 0,10 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$. Εξαιτίας της συμπίεσης αυξάνεται η μηχανική αντοχή καθώς και το ειδικό βάρος ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται καλύτερη συμπεριφορά στην υγρασία, έναντι του κινδύνου σήψης. Ωστόσο μειώνεται η ικανότητα θερμομόνωσης σε σχέση με τον ασυμπιεστο φελλό, όπως φαίνεται και από την τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, καθώς επίσης και η ικανότητα ηχομονωτικής δράσης. Οι υπόλοιπες ιδιότητες του διατηρούνται σταθερές, ίδιες με τις ιδιότητες του ασυμπιέστου φελλού, ενώ τέλος στο εμπόριο προσφέρεται σε μορφή πλακών.

5.Μοριοσανίδες

Πρόκειται για τεχνητό οργανικό υλικό με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,15 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$. Παρασκευάζονται από φυτικά απορρίμματα (πριονίδι, περισσεύματα ξύλου, λεπτά κλαδιά, καλάμια) ή από κανονικό ξύλο, όταν δεν επαρκούν οι ποσότητες των φυτικών απορριμμάτων. Μετά από θρυμματισμό και καθαρισμό της πρώτης ύλης, λαμβάνει χώρα η συγκόλληση με πίεση. Αναλόγως της πίεσης, προκύπτουν μοριοσανίδες με διαφορετικά φαινόμενα βάρη και μηχανικές αντοχές που μπορεί να υπερβαίνουν αυτές του ξύλου στις βαριές μοριοσανίδες (φαινόμενο βάρος μέχρι 1100 Kgr/m^3). Ως μονωτικά υλικά χρησιμοποιούνται οι πιο ελαφρές μοριοσανίδες φαινόμενου βάρους 400 Kgr/m^3 . Καίγονται αλλά διατηρούν τις ιδιότητες τους σε υψηλές θερμοκρασίες, ενώ πρέπει να προστατεύονται από το νερό και την υγρασία (η υγροσκοπικότητά τους αυξάνει όσο μειώνεται το βάρος τους).

Οι μοριοσανίδες φθείρονται στο πέρασμα του χρόνου, δεν επηρεάζονται από τους υδρογονάνθρακες, προσβάλλονται όμως από τρωκτικά. Έχουν καλές ηχομονωτικές ιδιότητες και κυκλοφορούν στο εμπόριο σε διάφορα πάχη με την ονομασία Nonopan.

6. Ινώδη μονωτικά υλικά οργανικής προέλευσης – Ξυλόμαλλο

Το πιο χαρακτηριστικό υλικό αυτής της κατηγορίας είναι το ξυλόμαλλο. Πρόκειται για τεχνητό οργανικό υλικό με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,14 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ περίπου. Παρασκευάζεται από ίνες ξύλου με συνδετικό υλικό τσιμέντο ή καυστική μαγνησία. Παρουσιάζει μεγάλη μηχανική αντοχή και μπορεί να αποτελέσει παραμένοντα ξυλότυπο, ενώ σοβατίζεται και απευθείας. Είναι άκαυστο και οι ιδιότητες του διατηρούνται με την άνοδο της θερμοκρασίας, αλλά είναι διαπερατό από την υγρασία κάτι που όμως δεν επηρεάζει πολύ τις ιδιότητες του. Πρέπει να προστατεύεται από το νερό, γι' αυτό δεν είναι κατάλληλο για λύσεις εξωτερικής θερμομόνωσης εκτός εάν λαμβάνονται μέτρα προστασίας. Στην περίπτωση όμως που χρησιμοποιείται ως παραμένον ξυλότυπος, δεν χρειάζεται προστασία από την υγρασία πέρα από το σοβάτισμα των επιφανειών που βρίσκονται σε εξωτερικό χώρο. Το ξυλόμαλλο φθείρεται αργά με το χρόνο, δεν επηρεάζεται από υδρογονάνθρακες, προσβάλλεται όμως από έντομα. Έχει πολύ καλές ηχομονωτικές ιδιότητες.

Βρίσκεται σε δύο τύπους.

α. Heraclith

Είναι συμπαγείς πλάκες από ξυλόμαλλο και χρησιμοποιείται ως θερμομονωτικό και ηχομονωτικό υλικό. Όλα τα υλικά στα οποία ανήκει και το Heraclith δεν παρουσιάζουν προβλήματα για την υγεία των κατοίκων ενός κτηρίου. Καίγονται δύσκολα σε περίπτωση πυρκαγιάς και δεν απελευθερώνουν τοξικές ουσίες. Παρουσιάζουν μικρή, όμως αγωγιμότητα στα ηλεκτρικά πεδία, εξαιτίας του τσιμέντου.

β. Heratecta

Είναι σύνθετες πλάκες, οι οποίες αποτελούνται από τρεις στρώσεις. Οι δυο εξωτερικές είναι πλάκες από ξυλόμαλλο και η ενδιάμεση είναι διογκωμένη πολυστερίνη ή πολυουρεθάνη. Χρησιμοποιείται σε αυξημένες απαιτήσεις θερμομόνωσης.

7. Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)

Πρόκειται για τεχνητό οργανικό υλικό που παρουσιάζει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας με τιμές από $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ έως $\lambda = 0,033 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$. Είναι άφθαρτο στο πέρασμα του χρόνου αν προστατεύεται από την ηλιακή ακτινοβολία, δεν επηρεάζεται από υδρογονάνθρακες και δεν προσβάλλεται από παράσιτα. Διατηρεί τις μονωτικές του ιδιότητες μέχρι τους 80°C , δεν είναι εύφλεκτο, είναι αδιάβροχο, σκληρό και αντέχει σε διάβρωση. Μορφοποιείται εν θερμό, παρουσιάζει μέτριες ηχομονωτικές ιδιότητες και κυκλοφορεί με τις εμπορικές ονομασίες : Hostalit, Solvic, Trosiplast, Vestolit, Vinnol και Yinoflex.

8. Φαινολικά μονωτικά

Πρόκειται για τεχνητά οργανικά υλικά με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,044 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$. Διατηρούν τις μονωτικές τους ιδιότητες μέχρι θερμοκρασίας 140°C , παρουσιάζουν πολύ καλή αντίδραση στη φωτιά, έχουν αρκετά καλές ηχομονωτικές ιδιότητες, είναι άφθαρτα στο πέρασμα του χρόνου αν προστατεύονται από την ηλιακή

ακτινοβολία, δεν επηρεάζονται από υδρογονάνθρακες και δεν προσβάλλονται από παράσιτα. Αντίθετα παρουσιάζουν διαπερατότητα στην υγρασία και καλό είναι να προστατεύονται.

9.Φορμολοουρικά μονωτικά

Έχουν τα ίδια γενικά χαρακτηριστικά με τα φαινολικά μονωτικά υλικά, τον ίδιο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, με τη διαφορά ότι τα φορμολοουρικά υλικά διατηρούν τις θερμομονωτικές τους ιδιότητες μέχρι θερμοκρασίας 110 °C.

10. Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη

Πρόκειται για τεχνητό οργανικό υλικό που παρουσιάζει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας με τιμές από $\lambda = 0,028 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ έως $\lambda = 0,030 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$. Παράγεται από πολυστερίνη με ταυτόχρονο αφρισμό και εξέλαση, η δομή της είναι ομοιόμορφη και στη μάζα της υπάρχουν κυψελίδες που της προσδίδουν το θερμομονωτικό της χαρακτήρα. Είναι αδιάβροχη και δεν απαιτούνται μέτρα προστασίας για την υγρασία.

Η εξηλασμένη πολυστερίνη διατηρεί τις μονωτικές της ιδιότητες μέχρι θερμοκρασίας 80 °C, αναφλέγεται δύσκολα, δεν προσβάλλεται από τους υδρογονάνθρακες, προσβάλλεται όμως από έντομα και τρωκτικά. Τέλος, δεν επηρεάζεται στο πέρασμα του χρόνου, αν προστατεύεται από την ηλιακή ακτινοβολία που δημιουργεί αργή γήρανση, παρουσιάζει μέτριες ηχομονωτικές ιδιότητες και στο εμπόριο κυκλοφορεί με τις ονομασίες Styrodur και Roofmate.

Παρασκευάζεται με πιο εξελιγμένη μέθοδο επεξεργασίας από ότι η διογκωμένη πολυστερίνη, με αποτέλεσμα το υλικό να αποτελείται από κλειστές κυψελίδες και έτσι να μην απορροφά υγρασία. Είναι άριστο θερμομονωτικό υλικό. Όμως :

- Προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (υδρογονάνθρακες)
- Υπάρχει διαφυγή τοξικών πτητικών αερίων στο περιβάλλον, όπως CFC (χλωροφθοράνθρακες) και πεντανίου (καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος και ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου).
- Μη ανακυκλώσιμο υλικό
- Επιπτώσεις στην υγεία: Μπορεί να υπάρξει διαφυγή στυρενίου στην ατμόσφαιρα (ουσία νευροτοξική, που ενοχοποιείται για καρκινογενέσεις). Σε περίπτωση φωτιάς, παράγονται τοξικά βρωμιούχα αέρια, εξ αιτίας των ουσιών που περιέχει για την καθυστέρηση εκδήλωσης πυρκαγιάς.

11. Διογκωμένη πολυστερίνη

Πρόκειται για τεχνητό οργανικό υλικό που παρουσιάζει πολύ μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας με τιμές από $\lambda = 0,029 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ έως $\lambda = 0,044 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, γι' αυτό και με μικρά πάχη πετυχαίνουμε εξαιρετική θερμομόνωση. Όπως φαίνεται από τις τιμές του συντελεστή λ , οι θερμομονωτικές της ιδιότητες είναι κάπως κατώτερες από τις αντίστοιχες της εξηλασμένης πολυστερίνης. Διαφέρει ως προς την υφή αφού παράγεται από τη συγκόλληση διογκωμένων κόκκων πολυστερίνης με αποτέλεσμα η δομή της να μην είναι ομοιόμορφη. Η διογκωμένη πολυστερίνη παρουσιάζει και μικρότερη αντοχή σε θλίψη ενώ τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά της είναι ίδια με αυτά της εξηλασμένης πολυστερίνης.

Η διογκωμένη πολυστερίνη ανήκει στην κατηγορία των σκληρών αφρώδων πλαστικών και παράγεται από μονομερές στυρένιο με πολυμερισμό. Διακρίνεται σε πολυστερίνη με συγκολλημένους διογκωμένους κόκκους στυρόλιου και ελασμένη πολυστερίνη.

Παρασκευάζεται από το αιθυλοβενζόλιο με κατάλληλη επεξεργασία και πολυμερισμό με την ενσωμάτωση διογκωτικού προϊόντος. Επειδή έχει ανοιχτούς πόρους, επηρεάζεται σημαντικά από την υγρασία με αποτέλεσμα να μειώνεται η θερμομονωτική ικανότητά του. Αποτελείται από μεγάλο αριθμό κλειστών κυψελίδων, μικρών διαστάσεων ομοιόμοφα κατανομημένων.

Η πολυστερίνη, στη διογκωμένη μορφή αποτελεί μόνο το 2% του συνολικού όγκου του μονωτικού υλικού, ενώ το «μέσο» διόγκωσης είναι αέρας. Η καταλληλότητα της διογκωμένης πολυστερίνης, καθορίζεται από την πυκνότητα της. Έτσι διογκωμένη πολυστερίνη βάρους:

- 20 kg/m³, είναι κατάλληλη για θερμομόνωση εξωτερικού τοίχου διπλής δρομικής πλινθοδομής με διάκενο.
- 26 kg/m³, είναι κατάλληλη για δόμηση ή κατασκευή εξωτερικού τοιχοπετάσματος με κατάλληλη εσωτερική και εξωτερική επικάλυψη.
- 22 kg/m³, είναι κατάλληλη για θερμομόνωση δώματος ή κατασκευή ψευδοροφής.

12. Διογκωμένη πολυουρεθάνη (PTR)

Πρόκειται για τεχνητό οργανικό υλικό. Η πολυουρεθάνη ανήκει στην κατηγορία των σκληρών αφρώδων θερμομονωτικών υλικών. Παράγεται από την ανάμειξη διΐσοκυανικού και πολυόλης παρουσία κατάλληλου καταλύτη και ακολούθως διογκώνεται. Η αντίδραση είναι ισχυρώς εξώθερμη και η παραγόμενη θερμότητα χρησιμοποιείται για την εξάτμιση ενός υγρού που αποτελεί το «μέσο διόγκωσης». Ο υδρογονάνθρακας που συνήθως χρησιμοποιείται σαν μέσο διόγκωσης, στην αέρια κατάσταση παρουσιάζει πολύ μικρή θερμική αγωγιμότητα και στην πυκνότητα αφρού των 30 - 40 kg/m³ που συνήθως είναι ο μονωτικός αφρός αποτελείται κατά 97% από αέριο.

Έτσι εξηγείται η υψηλή μονωτική ικανότητα της αφρώδους πολυουρεθάνης. Η χημική δομή του διΐσοκυανικού και της πολυόλης καθορίζουν τα χαρακτηριστικά του πολυμερούς ενώ η φυσική εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την έκταση και τον τύπο της διόγκωσης. Ακόμη επειδή το διογκωτικό αέριο παγιδεύεται στις κυψελίδες του σκληρού πολυουρεθανικού αφρού, που δεν συγκοινωνούν μεταξύ τους (90-95% κλειστές κυψελίδες), ο αφρός διατηρεί τη μονωτική του ικανότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ο αφρός που παράγεται μ' αυτή τη μέθοδο διατίθεται σε δύο βασικούς τύπους: Πολυουρεθανικός και Πολυϊσοκυανικός. Ο δεύτερος έχει ειδικά αναπτυχθεί για να αντέχει σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες (140 - 150⁰C) και σε περίπτωση που παράλληλα με την θερμομόνωση επιδιώκεται και σχετική πυροπροστασία (παρουσιάζει αντοχή στην ανάφλεξη και τη διάδοση της φλόγας).

Για την παραγωγή της αφρώδους πολυουρεθάνης στην πράξη είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα έγχυσης που να μπορεί να αναμίξει τα δύο συστατικά υπό σταθερή αναλογία και να εκτοξεύσει το μίγμα από το θάλαμο ανάμειξης. Κατά τη διάρκεια 60 περίπου δευτερολέπτων (από τη στιγμή ανάμειξης μέχρι το τέλος του πολυμερισμού) ο αφρός παρουσιάζει εξαιρετικές συγκολλητικές ιδιότητες με τα

περισσότερα οικοδομικά υλικά και επιτρέπει την απλοποίηση στη διαδικασία εφαρμογής. Συνήθως η συγκόλληση είναι τόσο ισχυρή ώστε στις περισσότερες περιπτώσεις η αντοχή του δεσμού είναι υψηλότερη της αντοχής εφέλκυσμού ή διάτμησης του αφρού.

Η διογκωμένη πολυουρεθάνη μπορεί να παραχθεί σε αυτοματοποιημένα εργοστάσια (οριζόντια ή ανάστροφη συνεχής παραγωγή πλακών, έγχυση σε οριζόντια ή κάθετη πρέσσα και παραγωγή όγκων αφρού) αλλά και στον τόπο της εφαρμογής (οικοδομή, εργοστάσιο) όπου χρησιμοποιείται εκτοξευόμενος αφρός για την μόνωση τοιχωμάτων, σωληνώσεων, δεξαμενών ή ακόμη σαν συνδετικός αφρός για να γεμίσει ρωγμές και να συγκολλήσει δομικά υλικά (π.χ. τούβλα που έχουν αποκολληθεί). Αποτελείται από κλειστές κυψελίδες. Εφαρμόζεται και επί τόπου στο έργο με ψεκασμό. Δεν διαβρώνεται από τοξικές και χημικές ουσίες.

Η αφρώδης σκληρή πολυουρεθάνη που χρησιμοποιείται σαν μονωτικό στην οικοδομική κατά την τοποθέτηση της παρουσιάζει εξαιρετικά χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας:

$$\lambda = 0,015 - 0,017 \text{ kcal/m}^*\text{h.}$$

ή $\lambda = 0,017 - 0,020 \text{ W/m}^*\text{K}$ σε 10°C

Η τιμή όμως αυτή μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Για το «γηρασμένο» σκληρό πολυουρεθανικό αφρό τιμές:

$$\lambda = 0,019 - 0,022 \text{ kcal/m}^*\text{h}^*\text{C}$$

ή $\lambda = 0,022 - 0,025 \text{ W/m}^*\text{K}$ σε 10°C

Η πολυουρεθάνη δεν πρέπει να χρησιμοποιείται «γυμνή» στο εσωτερικό κτιρίων γιατί σε περίπτωση πυρκαγιάς τα προϊόντα της καύσης της είναι επικίνδυνα. Η πολυουρεθάνη αναφλέγεται στους 245°C .

8.1.3. ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ

1.Κυψελωτό σκυρόδεμα (αφρομπετόν)

Πρόκειται για ένα τεχνητό ελαφροσκυρόδεμα που παρουσιάζει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας με τιμές από $\lambda = 0,16 \text{ W/m}^*\text{C}$ έως $\lambda=0,29 \text{ W/m}^*\text{C}$. Οι θερμομονωτικές ικανότητες του αφρομπετόν οφείλονται στις άπειρες μικρές κυψέλες που περιλαμβάνονται στη μάζα του. Οι κυψελίδες δημιουργούνται είτε με μηχανικό τρόπο και περιέχουν αέρα είτε με χημικό οπότε μπορεί να περιέχουν και άλλα αέρια.

Το κυψελωτό σκυρόδεμα έχει πολύ μεγάλη αντοχή στη θερμότητα, είναι άκαυστο, άφθαρτο από το χρόνο και δεν προσβάλλεται από υδρογονάνθρακες και παράσιτα. Έχει μικρή διαπερατότητα στην υγρασία και δεν χρειάζεται προστασία αλλά παρουσιάζει σχετικά μικρή αντοχή σε φόρτιση και τριβή. Τέλος παρουσιάζει και καλές ηχομονωτικές ιδιότητες.

Συνήθως παρασκευάζεται στο εργοτάξιο σε ειδικές μπετονιέρες και διαστρώνεται επί τόπου, κυκλοφορεί όμως και σε πλάκες και πλίνθους καθώς και σε μεγαλύτερα προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία.

2.Σκυροδέματα μικρής φαινόμενης πυκνότητας

Είναι σκυροδέματα με μεγάλη περιεκτικότητα σε αέρα (π.χ. το YTONG) ή σκυροδέματα αδρανή από αφρώδη πολυστυρόλη, τα οποία έχουν σφαιρική μορφή και διαβάθμιση 1/6 mm. Στην πρώτη περίπτωση με τη χρήση ειδικών χημικών μέσων δημιουργούνται φυσαλίδες μέσα στη μάζα του σκυροδέματος, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η περιεκτικότητα σε αδρανή είναι 60 %-80 % κ.ό.

8.1.4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Η επιλογή των θερμομονωτικών υλικών θα πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη τις διάφορες καταπονήσεις (μηχανικές, υγρασιακές και φυσικοχημικές) που υφίστανται τα υλικά στη συγκεκριμένη εφαρμογή. Οι καταπονήσεις αυτές επηρεάζουν άμεσα τη θερμική απόδοσή τους. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση του βέλτιστου συνδυασμού των κριτηρίων επιλογής θερμομονωτικών υλικών.

Τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή θερμομονωτικών υλικών είναι:

α. Θερμοτεχνικά Χαρακτηριστικά

- Η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ.
- Η εξάρτηση του λ από τη θερμοκρασία.
- Η εξάρτηση του λ από την υγρασία. Η τιμή του λ αυξάνει σημαντικά με τη συμπύκνωση υδρατμών μέσα στη μάζα του και αν διαβραχεί όλη η μάζα του τότε παύει να υπάρχει θερμομονωτική δράση.
- Η ειδική θερμοχωρητικότητα.
- Ο συντελεστής θερμικής διαστολής. Όσο χαμηλότερος είναι, τόσο απομακρύνεται ο κίνδυνος οικοδομικών μικροζημιών ή καταστροφής των στεγανώσεων.

β. Τρόπος Εφαρμογής

- Προκατασκευασμένα προϊόντα ή κατασκευή επί τόπου.
- Απαιτούμενα προστατευτικά μέτρα (για προστασία από μηχανικές βλάβες ή δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις).
- Δυνατότητα ελέγχου κατά την κατασκευή.

γ. Μηχανικές Ιδιότητες

- Αντοχή σε θλίψη, κάμψη και δονήσεις.
- Αλλοιώσεις με το χρόνο (γήρανση).
- Πυκνότητα.
- Ελαστικότητα, ευθραυστότητα.

δ. Χημική συμπεριφορά-ανθεκτικότητα

- Αντίσταση στη διάβρωση, στους μικροοργανισμούς, έντομα, κ.λπ.
- Συμπεριφορά στην υγρασία (τυχόν μεταβολή των διαστάσεων, διαπερατότητα στους υδρατμούς, απορροφητικότητα νερού).
- Συμπεριφορά στη φωτιά και μέγιστες επιτρεπόμενες θερμοκρασίες λειτουργίας.
- Βαθμός ευαισθησίας σε υπεριώδη ακτινοβολία, σε διάφορα αέρια και σε διάφορους διαλύτες ή στο θαλασσινό νερό, κ.λπ.

8.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ [49, 54]

Ο όρος θερμομόνωση περιλαμβάνει όλα τα κατασκευαστικά μέτρα που λαμβάνονται ώστε να μειωθεί η ταχύτητα μετάδοσης της θερμότητας μέσα από διαχωριστικά πετάσματα, τα οποία χωρίζουν χώρους με διαφορετικές θερμοκρασίες. Η χρησιμότητα της θερμομόνωσης συνίσταται στην αντιμετώπιση θεμάτων υγιεινής και ποιότητας των κατασκευών. Η ικανοποιητική θερμομόνωση εξασφαλίζει άνετη, ευχάριστη και υγιεινή διαβίωση στους ενοίκους. Μειώνει το κόστος για την κατασκευή της εγκατάστασης θέρμανσης, καθώς και τη δαπάνη λειτουργίας της επειδή ελαττώνονται οι απαιτήσεις για κατανάλωση ενέργειας. Με τη σωστή θερμομόνωση αποφεύγονται διάφορες βλάβες π.χ. στους σωλήνες νερού από τον παγετό, όπως και οι δυσάρεστες συνέπειες από τη συμπύκνωση υδρατμών. Επίσης, επιτυγχάνεται μείωση των παραγόμενων καυσαερίων και περιορίζεται η μόλυνση του περιβάλλοντος.

Ένα κτίριο πρέπει να θερμομονώνεται σε όλες τις εξωτερικές επιφάνειές του, κατακόρυφες και οριζόντιες που περικλείουν κλιματιζόμενους χώρους από τους οποίους είναι δυνατόν να διαφύγει θερμική ενέργεια (επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με ατμοσφαιρικό αέρα ή μη κλιματιζόμενους χώρους).

Στοιχεία του κτιρίου ευάλωτα στη θερμοδιαφυγή: Η κατασκευή της θερμομόνωσης ενός κτιρίου πρέπει να εκτελείται σύμφωνα με ορισμένες προϋποθέσεις που καθορίζονται από τη μελέτη θερμομόνωσης, τη θέση της επιφάνειας που πρόκειται να προστατευθεί, τη θέση της μονωτικής στρώσης μέσα στην κατασκευή (εσωτερικά ή εξωτερικά). Είναι ευνόητο ότι δεν μπορούν να αγνοηθούν και οι προϋποθέσεις που επιβάλλουν οι απαιτήσεις προστασίας από την υγρασία. Για το λόγο αυτό, το πρόβλημα της θερμομόνωσης δεν μπορεί να εξετάζεται μεμονωμένα, αλλά σε συνδυασμό με άλλες απαιτήσεις προστασίας.

Στη συνέχεια γίνεται συνοπτική αναφορά στα πιο ευάλωτα στοιχεία ενός κτιρίου, που έχουν ανάγκη θερμικής προστασίας.

Αυτά είναι:

Η οροφή (επίπεδη ή κεκλιμένη) και η στέγη, που παρουσιάζουν μεγάλες θερμικές απώλειες, μια και είναι τα μέρη εκείνα του κτιρίου που δέχονται άμεσα όλες τις επιδράσεις των καιρικών συνθηκών.

Τα εξωτερικά τοιχώματα, που υπόκεινται σε μια σειρά επιδράσεων (Σχήμα) και τα οποία ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους, προκαλούν μεγάλες θερμικές απώλειες. Η προστασία των εξωτερικών τοιχωμάτων μπορεί να γίνει εσωτερικά ή εξωτερικά, ανάλογα με τη χρήση των χώρων που προστατεύουν και το βασικό μέρος της δομής τους. Υπάρχουν επίσης περιπτώσεις τοιχωμάτων, στις οποίες η θερμική μόνωση τοποθετείται ανάμεσα σε δυο κατακόρυφα στρώματα ομοιογενών ή ανομοιογενών υλικών και είναι σχετικά απλή λύση η οποία όμως, όπως και οι προηγούμενες, έχει και πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Πάντως σε όλες τις περιπτώσεις πλευρικών εξωτερικών τοιχωμάτων παίρνονται μέτρα για:

- Προστασία του θερμομονωτικού υλικού από συμπύκνωση και δρόσο, με φράγμα υδρατμών.
- Παρεμπόδιση της διείσδυσης νερών βροχής, που θα έχει ως συνέπεια την πρόκληση ανεπανόρθωτης ζημιάς στο θερμομονωτικό υλικό.
- Αποφυγή της δημιουργίας θερμογεφυρών που αυξάνουν τις θερμικές απώλειες και δημιουργούν θερμικές τάσεις στα επιμέρους υλικά που συνθέτουν την κατασκευή.
- Επιπλέον πρέπει να αποφεύγεται η διάτρηση των εξωτερικών τοιχωμάτων για να περάσουν σωληνώσεις εγκαταστάσεων ή άλλου είδους κατασκευές. Όπου αυτό είναι απαραίτητο, τότε επιβάλλεται ιδιαίτερη μέριμνα για την προστασία των ευάλωτων αυτών στοιχείων, τόσο από τη θερμότητα, όσο και από την υγρασία.

Τα ανοίγματα, που είναι από τα πιο ευάλωτα στοιχεία ενός κτιρίου. Για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών, πρέπει οι αρμοί συναρμογής των πλαισίων να είναι απόλυτα αδιαπέραστοι από τον αέρα. Τα υλικά που συγκροτούν το κούφωμα (ξύλο, αλουμίνιο, πλαστικό) να είναι αρίστης ποιότητας ώστε να αποφεύγονται οι παραμορφώσεις των φύλλων. Για ξύλινα παράθυρα ή πόρτες, αυτό δεν είναι εύκολα κατορθωτό εξαιτίας της φύσης του υλικού. Στην περίπτωση όμως κουφωμάτων αλουμινίου, η πρόβλεψη ειδικών παρεμβυσμάτων στους αρμούς επαφής δίνει συνήθως άριστα αποτελέσματα. Επιπλέον τα υαλοστάσια των ανοιγμάτων θα πρέπει να έχουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας.

Το κατώτερο δάπεδο του κτιρίου το οποίο όμως δεν χρειάζεται πάντα θερμική προστασία, εκτός εάν χρησιμοποιείται ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης (δάπεδο ισογείου σε επαφή με το έδαφος). Οποσδήποτε, όμως, απαιτείται θερμική προστασία στις περιπτώσεις δαπέδου εκτεθειμένου προς το εξωτερικό περιβάλλον (π.χ. κτίριο σε πυλωτή).

Τα στηθαία των παραθύρων, όπου συνήθως τοποθετούνται τα θερμαντικά σώματα, επειδή λειτουργικοί λόγοι επιβάλλουν συχνά τη μείωση του πάχους του τοιχώματος στις θέσεις αυτές. Επίσης, η έντονη θερμική ακτινοβολία προκαλεί συμπύκνωση στις θέσεις αυτές γρηγορότερα παρά στις υπόλοιπες επιφάνειες του χώρου, με αποτέλεσμα να καταπονούνται περισσότερο τα δομικά στοιχεία που γειτονεύουν με σώματα θέρμανσης.

Τα μπαλκόνια και οι προεξοχές της πλάκας, όταν δεν προστατεύονται από τη θερμότητα, λειτουργούν σαν θερμογέφυρες, με αποτέλεσμα να μην ελέγχονται απόλυτα οι θερμικές απώλειες των εσωτερικών χώρων και να προκαλούνται βλάβες στις κατασκευές, λόγω συμπύκνωσης.

Ως εκ τούτου, τα πιο βασικά μέρη ενός κτιρίου τα οποία πρέπει να θερμομονώνονται είναι:

- 1 Εξωτερική τοιχοποιία-δοκοί-υποστυλώματα
- 2 Εξωτερικά κουφώματα
- 3 Οροφές και στέγες
- 4 Δάπεδα εκτεθειμένα στο εξωτερικό περιβάλλον
- 5 Δομικά στοιχεία σε επαφή με μη κλιματιζόμενους χώρους

8.2.1. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ- ΔΟΚΟΙ- ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

Οι εξωτερικοί τοίχοι από πλευράς δομής διακρίνονται:

- α) Στους χυτούς επί τόπου από οπλισμένο σκυρόδεμα φέροντες και μη φέροντες περιλαμβανομένων και των στοιχείων του φέροντα οργανισμού.
- β) Στους δομούμενους επί τόπου τοίχους σε ενιαίο πάχος ή με ενδιάμεσο κενό είτε ως φέροντες, είτε ως στοιχεία πληρώσεως.
- γ) Στους προκατασκευασμένους τοίχους βαριάς δομής.
- δ) Στους τοίχους ξηρής δόμησης ελαφριάς δομής.

Οι ως άνω τοίχοι από πλευράς θερμομόνωσης διακρίνονται σε αυτούς:

- α) Όπου εφαρμόζεται η μέθοδος της «δυναμικής θερμομόνωσης».
- β) Όπου υπάρχει «στατική θερμομόνωση».

Τοίχοι με «Δυναμική θερμομόνωση»

Πρόκειται για μια τεχνική, που επιτυγχάνεται η επέμβαση στις απώλειες ενός τοιχώματος με την υποχρεωτική κυκλοφορία του αέρα (του αέρα αερισμού) μέσα από αυτό το τοίχωμα. Ο αέρας αντί να εισέρχεται απευθείας στο χώρο μέσα από τα στόμια αερισμού, (που υποχρεωτικά πρέπει να προβλέπονται για το φυσικό ή μηχανικό αερισμό των χώρων), διασχίζει ένα ενδιάμεσο κενό με ροή συνήθως παράλληλη προς την επιφάνεια της όψης. Μια τέτοια διαδρομή του αέρα δημιουργεί μια αλλαγή στη ροή θερμότητας και στο διάγραμμα μεταβολής θερμοκρασίας.

Οι ταχύτητες που χρησιμοποιούνται είναι 1 με 3 m/h και όχι m/sec πράγμα που σημαίνει ότι στη στάθμη αυτή των ταχυτήτων είναι αμελητέες τελείως οι απώλειες φορτίου. Η έννοια της «δυναμικής θερμομόνωσης» αντιστοιχεί σε ένα τοίχωμα που είναι η έδρα κυκλοφορίας του αέρα. Αυτή η κυκλοφορία μετατρέπει το τοίχωμα σε εναλλάκτη θερμότητας και επιτρέπει την αισθητή μείωση των αναγκών σε θέρμανση με την υπερνίκηση των απωλειών και τη θέρμανση του φρέσκου ανανεούμενου αέρα. Υπάρχουν διάφοροι τύποι «δυναμικής θερμομόνωσης» που ξεχωρίζουν μεταξύ τους ανάλογα με:

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

Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι κατασκευή τέτοιων τοίχων προϋποθέτει ειδικές διατάξεις στις όψεις ώστε να καθίσταται ανενεργή η συλλογή θερμότητας τους καλοκαιρινούς μήνες.

Τοίχοι με «στατική θερμομόνωση»

Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

1. Στους τοίχους που δομούνται χωρίς επένδυση ή παρεμβολή ελαφρού θερμομονωτικού υλικού, δηλαδή σε αυτούς που θεωρούνται ότι έχουν «κατανεμημένη θερμομόνωση».
2. Στους τοίχους όπου τοποθετείται θερμομόνωση από ελαφρό θερμομονωτικό υλικό, επί της εξωτερικής επιφάνειάς τους, ανάμεσα σε δύο οικοδομικά στοιχεία με ή χωρίς ενδιάμεσο κενό, επί της εσωτερικής επιφάνειάς τους.

Στους πρώτους τοίχους η θερμομονωτική τους ικανότητα εξαρτάται από το πάχος τους δεδομένου ότι τα υλικά που τους απαρτίζουν έχουν υψηλό συντελεστή θερμοαγωγιμότητας, από την υγρασκοπική τους κατάσταση αφού εάν δεν έχει εξασφαλισθεί η στεγανότητα του τοίχου, δεν είναι βέβαιο ότι ισχύουν οι τιμές των συντελεστών θερμοαγωγιμότητας λ των επί μέρους στοιχείων των τοίχων, ώστε να είναι δυνατό να τηρηθεί η προβλεπόμενη από τους κανονισμούς τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας K .

Στους δεύτερους τοίχους η θερμομονωτική τους ικανότητα εξαρτάται κυρίως από τη θερμική αντίσταση του ελαφρού θερμομονωτικού υλικού και από τις θερμικές αντιστάσεις των υπόλοιπων στοιχείων του τοίχου για τις οποίες υπάρχει μια αβεβαιότητα ως προς την τιμή τους (π.χ. περίπτωση οπτόπλινθων με κενά).

Οι βασικοί τρόποι θερμομόνωσης της εξωτερικής τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων είναι οι ακόλουθοι:

Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας
Θερμομόνωση στην εσωτερική επιφάνεια,
Θερμομόνωση στην εξωτερική επιφάνεια,
Θερμομόνωση στον πυρήνα, Χρήση θερμομονωτικών τούβλων
Θερμομόνωση Δοκών - Υποστυλωμάτων
Θερμομόνωση στην εσωτερική παρειά, Θερμομόνωση στην εξωτερική παρειά
Ενίσχυση Θερμομόνωσης
Χρήση θερμοσοβά

α)Εσωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας - δοκών - υποστυλωμάτων

Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό υλικό τοποθετείται από την πλευρά του εσωτερικού χώρου και προστατεύεται από κάποιο στερεό δομικό υλικό που λειτουργεί όπως και το επίχρισμα. Η εσωτερική θερμομόνωση τοποθετείται σε κτίρια στα οποία μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού χωρίς χρονική υστέρηση, και δεν μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία μετά τη διακοπή του κλιματισμού, δηλαδή, παραθεριστικές κατοικίες, σχολεία, κτίρια γραφείων ημερήσιας λειτουργίας, κ.λπ. Η εσωτερική θερμομόνωση καλύπτεται με συνδυασμό πλέγματος και επιχρίσματος, με γυψοσανίδα κ.λπ.

Πλεονεκτήματα

- 1)Απλή και γρήγορη κατασκευή άρα έχει περιορισμένο χρόνο κατασκευής
- 2)Οικονομικότερη κατασκευή σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση
- 3)Άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης / ψύξης δηλαδή θερμαίνεται πολύ γρήγορα ο χώρος.
- 4)Τα μονωτικά υλικά δεν χρειάζονται ιδιαίτερη προστασία από εξωτερικές επιδράσεις (άνεμοι, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία κ.λπ.)

5) Η κατασκευή μπορεί να γίνει ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες

Μειονεκτήματα

1) Πρόβλημα θερμογεφυρών (κυρίως στα σημεία όπου υπάρχουν συναρμογές εξωτερικών και εσωτερικών τοίχων).

2) Γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή της θέρμανσης αφού μένει ανεκμετάλλευτη η θερμοχωρητικότητα του εξωτερικού τοίχου.

3) Αδυναμία προστασίας δομικών στοιχείων από συστολές – διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών. Κίνδυνος ρηγματώσεων και εισροής βρόχινου νερού.

4) Πιθανότητα δημιουργίας επιφανειακής υγρασίας από συμπύκνωση υδρατμών που για να αποφευχθεί απαιτείται η τοποθέτηση φράγματος υδρατμών (φύλλα αλουμινίου, ασφαλτόπανο, νάιλον κ.λπ.) μπροστά από το μονωτικό υλικό και προς την κλιματιζόμενη πλευρά του χώρου.

5) Δυσκολία, στο να κρεμαστούν ράφια, πίνακες κ.λπ. μεγάλου βάρους και τοποθέτηση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.

6) Στην περίπτωση που εφαρμοστεί σε υφιστάμενα κτίρια, εμποδίζει την ομαλή λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή και μειώνει το ωφέλιμο εμβαδόν του.

β) Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας - δοκών - υποστυλωμάτων

Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος του τοίχου. Τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δεν μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού, ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του κλιματισμού, δηλαδή σε κατοικίες μόνιμης διαμονής, νοσοκομεία κ.λπ. Η χρήση της σε υφιστάμενα μη θερμομονωμένα κτίρια, πρέπει να γίνεται με προσοχή, λόγω δυσκολίας κατασκευής, υψηλού κόστους και αύξησης περιμέτρου του κτιρίου που μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα συντελεστή δόμησης.

Πλεονεκτήματα

1) Διατήρηση της θερμότητας στο χώρο και μετά τη διακοπή της θέρμανσης λόγω της θερμοχωρητικότητας των δομικών στοιχείων.

2) Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω μικρότερης χρονικά χρήσης του συστήματος κλιματισμού εξαιτίας της αποθήκευσης ενέργειας στα νότια κυρίως δομικά στοιχεία από τον ήλιο εφόσον εξασφαλίζεται η απαιτούμενη θερμοχωρητικότητα με την κατασκευή τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων επαρκούς πάχους.

3) Προστασία εξωτερικών επιφανειών τοίχων από συστολές και διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών.

4) Ελαχιστοποίηση έως μηδενισμός των θερμογεφυρών ιδιαίτερα στις πλάκες σκυροδέματος, στα δοκάρια και στις κολώνες.

5) Σε περίπτωση που εφαρμοστεί σε υφιστάμενα κτίρια, αφενός μεν δεν εμποδίζει τη λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή και αφετέρου δεν μειώνει το ωφέλιμο εμβαδόν του.

6) Προστασία από καιρικές συνθήκες.

Μειονεκτήματα

- 1) Η κατασκευή της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι ακριβότερη σε σχέση με τη θερμομόνωση της εσωτερικής πλευράς του τοίχου (Αυξημένο κόστος κατασκευής).
- 2) Απαιτείται προσοχή στην κατασκευή (ορθή επιλογή υλικών, ορθή τοποθέτηση) για αποφυγή δημιουργίας ρωγμών στην όψη).
- 3) Χρειάζεται ειδική προστασία των υλικών διαφόρων στρώσεων για προστασία από τις εξωτερικές καιρικές επιδράσεις.
- 4) Δυσκολία / Αδυναμία εφαρμογής σε κτίρια με έντονες εξωτερικές μορφολογικές όψεις.
- 5) Δεν είναι πολύ εύκολη η εφαρμογή της εξωτερικής θερμομόνωσης στην περίπτωση που οι τοίχοι έχουν πολλές αρχιτεκτονικές προεξοχές.
- 6) Απαιτούνται σκαλωσιές για τις εργασίες κατασκευής σε πολυώροφα κτήρια.

γ) Θερμομόνωση στον πυρήνα μεταξύ δύο τοίχων

Αποτελεί μέθοδο τοποθέτησης θερμομόνωσης που χρησιμοποιείται πολύ στη χώρα μας. Συνήθως το μονωτικό υλικό τοποθετείται μεταξύ δύο δρομικών τοίχων και αυτό ίσως αποτελεί το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου. Εξασφαλίζεται δηλαδή η θερμομόνωση, αλλά δεν είναι βέβαιο ότι εξασφαλίζεται επαρκώς και η στατική αντοχή του συστήματος και ιδιαίτερα η αντοχή που απαιτείται από τον αντισεισμικό κανονισμό.

Η εξωτερική τοιχοποιία με διάκενο, συνήθως αποτελείται από δύο επιμέρους τοίχους που ενώνονται μεταξύ τους. Ο εξωτερικός τοίχος είναι, συνήθως, από τούβλο όπως και ο εσωτερικός, παρόλο που χρησιμοποιούνται και κατασκευές τούβλου/μπλοκ και μπλοκ/μπλοκ.

Ο εσωτερικός επιμέρους τοίχος από τούβλο θα απορροφήσει και θα συγκρατήσει τη θερμική ενέργεια, ενώ το κτίριο θερμαίνεται. Ο τοίχος θα επιστρέψει τη θέρμανση αυτή στα δωμάτια, όταν το κτίριο δεν θερμαίνεται, διατηρώντας έτσι μια πιο ομοιόμορφη εσωτερική θερμοκρασία.

Ο τοίχος από τούβλα είναι πορώδης. Σε μακρές περιόδους βροχοπτώσεων, το νερό της βροχής θα διεισδύσει από τον εξωτερικό τοίχο και μπορεί να τρέξει στο εσωτερικό μέτωπο του τοίχου αυτού. Για να αποφευχθεί το πέρασμα της υγρασίας από τον εξωτερικό τοίχο στο θερμομονωτικό υλικό, θα πρέπει να υπάρχει ένα σαφές διάκενο μεταξύ του εξωτερικού τοίχου και των θερμομονωτικών πλακών. Ένα καθαρό κενό πάχους 5 cm είναι κατάλληλο για όλους τους βαθμούς έκθεσης. Για ορισμένες περιπτώσεις, ένα καθαρό κενό των 2,5 cm θα είναι αρκετό για να αποτρέψει την είσοδο της υγρασίας στο θερμομονωτικό υλικό.

Η χρήση θερμομονωτικών υλικών εντός ενός διακένου που δεν αερίζεται, προδικάζει τις ιδιότητες πυραντοχής του τοίχου. Οι πλάκες του θερμομονωτικού υλικού είναι απίθανο να αναφλεγούν, αν η φωτιά διεισδύσει σε ένα κενό που δεν αερίζεται. Η εξάπλωση της φλόγας θα είναι ελάχιστη, αφού δεν θα υπάρχει αρκετός αέρας για να διατηρήσει την καύση. Η κατασκευή αυτού του τύπου θερμομόνωσης έχει περιθώρια βελτίωσης έστω και αν δημιουργηθούν στη χειρότερη περίπτωση θερμογέφυρες.

δ) Τοιχοποιία από θερμομονωτικά τούβλα

Στην περίπτωση αυτή ο τοίχος κτίζεται με ειδικά θερμομονωτικά τούβλα που με τον τρόπο κατασκευής τους, το σχήμα τους, τις διαστάσεις τους κλπ. πρέπει να

εξασφαλίζουν τις τιμές του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας K που επιβάλλει ο κανονισμός θερμομόνωσης. Αν απαιτείται να αυξηθεί ο συντελεστής αυτός προστίθεται μονωτικό που σε ορισμένες περιπτώσεις είναι εκ κατασκευής ενσωματωμένο στο θερμομονωτικό τούβλο. Η κατασκευή αυτή εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα αλλά θα πρέπει να εξασφαλίζεται με σωστή κατασκευή των επιχρισμάτων η σωστή στεγανότητα ώστε να μην υγραίνεται η μάζα των θερμομονωτικών τούβλων. Δοκοί και υποστυλώματα μονώνονται εσωτερικά ή εξωτερικά.

Πλεονεκτήματα

- Ευκολία Κατασκευής.
- Εξοικονόμηση ωφέλιμου εσωτερικού χώρου.
- Ταυτόχρονη εξασφάλιση ικανοποιητικού επιπέδου ακουστικής άνεσης.

Μειονεκτήματα

- Δυσκολία κρεμάσματος πινάκων, ραφιών κ.λπ. σε κατασκευές με κυψελωτό σκυρόδεμα.
- Χρήση σε ελαφριές κατασκευές.
- Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που απαιτείται υψηλή θερμοχωρητικότητα.

ε) Ενίσχυση θερμομόνωσης τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων με θερμοσοβά

Ο θερμοσοβάς χρησιμοποιείται κυρίως ως συμπλήρωμα της θερμομόνωσης.

8.2.2. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Η τοποθέτηση, διαστασιολόγηση και τυπολογία των κουφωμάτων κατά τη διάρκεια του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού είναι ένα ιδιαίτερο πρόβλημα με πολλές παραμέτρους, όπως:

- Θέα
- Ηλιοφάνεια
- Σκιασμός
- Φωτισμός
- Αερισμός
- Δροσισμός
- Μορφή
- Ενεργειακά οφέλη
- Ενεργειακές απώλειες

Τα κουφώματα είναι παρειές του κτιρίου και μέσα επαφής με το περιβάλλον, άρα στοιχεία από τα οποία μπορεί να διαφύγει ενέργεια. Επομένως, ο ρόλος τους στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των χώρων είναι σημαντικός. Το χειμώνα χάνεται θερμότητα από μέσα προς τα έξω, ενώ το καλοκαίρι εισέρχεται θερμότητα στον εσωτερικό χώρο από το ζεστό εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων, ενεργειακά αποδοτικών κουφωμάτων. Τα κουφώματα αυτά θα πρέπει να έχουν υαλοπίνακες και σκελετούς με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και, επί πλέον, θα πρέπει να είναι αεροστεγανά, ώστε να εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας από χαραμάδες οι οποίες μπορούν να φέρουν σημαντικές απώλειες θερμότητας, όπως παρατηρείται σε παλαιά κτίρια ή κτίρια κακής κατασκευής.

Υπάρχουν κουφώματα ξύλινα, μεταλλικά (αλουμινίου) και συνθετικά πλαστικά σε διάφορες τυπολογίες ανοίγματος (επάλληλα, συρόμενα, εσωτερικά σε τοίχο ή εξωτερικά ανοιγόμενα, περιστρεφόμενα περί οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα) και σταθερά. Από ενεργειακής πλευράς καλό είναι να αποφεύγονται τα εσωτερικά σε τοίχο συρόμενα κουφώματα, λόγω αυξημένων θερμικών απωλειών.

Πλαίσια

Από πλευράς υλικού κατασκευής των πλαισίων των κουφωμάτων, τα πλαίσια αλουμινίου έχουν τις μεγαλύτερες θερμικές απώλειες, εκτός αν υπάρχει φράγμα ροής θερμότητας (thermal break) τοποθετημένο στον πυρήνα του προφίλ του αλουμινίου. Τα ξύλινα και συνθετικά πλαστικά πλαίσια παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας και ως εκ τούτου εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας.

Παντζούρια

Τα παντζούρια που χρησιμοποιούνται στα παράθυρα, όποτε χρησιμοποιούνται, είναι ομοίως ξύλινα, αλουμινίου και πλαστικά συνθετικά σε τυπολογίες όπως εξωτερικά ή εσωτερικά ανοιγόμενα, συρόμενα και ρολά. Τα κουτιά των ρολών καλό είναι να μονώνονται εσωτερικά και τα φύλλα των ρολών, εάν είναι πλαστικά, να έχουν γέμιση με μονωτικό αφρό. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στη θέση τους σε σχέση με το πάχος της τοιχοποιίας. Έτσι προτιμώνται παράθυρα τα οποία βρίσκονται σε συνέχεια με το θερμομονωτικό υλικό των τοίχων.

Υαλοστάσια

Η χρήση των διπλών υαλοστασίων με ή χωρίς χαμηλό συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας ή/ και με θερμομονωτικό αέριο στο διάκενο, προσφέρουν εκτός από θερμομόνωση και ηχοπροστασία. Πρέπει επιπλέον όμως, να τονιστεί ότι η ορθολογική χρήση των κουφωμάτων και των παντζουριών από τους χρήστες μπορεί να συνεισφέρει πολλαπλάσια οφέλη στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, καθώς και στο δροσισμό τους σε συνδυασμό με διάφορα άλλα αρχιτεκτονικά στοιχεία του κτιρίου όπως πέργκολες, σκίαστρα κ.λπ.

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ

Η απώλεια θερμότητας ενός χώρου μέσα από τα κουφώματα οφείλεται τόσο στην απώλεια θερμότητας μέσα από το υλικό, που είναι κατασκευασμένα τα κουφώματα, όσο και στην απώλεια λόγω του αέρα που διέρχεται μέσα από τους αρμούς των κουφωμάτων, αφού αυτοί δεν είναι αεροστεγείς. Στην πρώτη περίπτωση, οι απώλειες θερμότητας προσδιορίζονται όπως και για τα άλλα μέλη της κατασκευής.

8.2.3. ΟΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΣΤΕΓΕΣ

Θερμομόνωση επίπεδης και κεκλιμένης οροφής από οπλισμένο σκυρόδεμα
Οροφή θεωρείται η κατασκευή κεκλιμένη ή οριζόντια. Το θερμομονωτικό υλικό μπορεί να τοποθετηθεί:

- α. Κάτω από την πλάκα (Σχήμα)
- β. Πάνω από την πλάκα

α. Θερμομόνωση κάτω από την πλάκα Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται σε περιπτώσεις κτιρίων στα οποία μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος

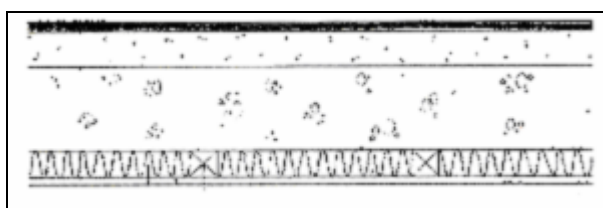
κλιματισμού (εξοχικές κατοικίες, γραφεία, καταστήματα κ.λπ.). Το μονωτικό υλικό τοποθετείται είτε πριν την σκυροδέτηση ή μετά. Καλύπτεται με συνδυασμό πλέγματος και επιχρίσματος ή με γυψοσανίδα ή με όποιου τύπου ψευδοροφή, εφόσον το επιτρέπει το ύψος του χώρου.

Πλεονεκτήματα

- Άμεση απόδοση συστήματος κλιματισμού
- Τα μονωτικά υλικά δεν χρειάζονται προστασία από εξωτερικές επιδράσεις (άνεμοι, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία)

Μειονεκτήματα

- Γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή της θέρμανσης
- Πιθανότητα δημιουργίας υγρασίας και μούχλας στις γωνιές λόγω συμπύκνωσης των υδρατμών.



Σχήμα: Θερμομόνωση επίπεδης οροφής κάτω από την πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος

β. Θερμομόνωση πάνω από την πλάκα

Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δεν μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού, ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του κλιματισμού.

Το θερμομονωτικό υλικό, ανάλογα με τη συμπεριφορά του στην υγρασία, τοποθετείται κάτω από τη στεγάνωση (περίπτωση κλασσικής μόνωσης) ή πάνω από αυτήν (ανεστραμμένη μόνωση). Στην πρώτη περίπτωση, όποιο στεγνωτικό και να χρησιμοποιηθεί απαιτείται φράγμα υδρατμών πάνω από την πλάκα.

Πλεονεκτήματα

- 1) Διατήρηση της θερμότητας στον χώρο και μετά τη διακοπή της θέρμανσης λόγω της θερμοχωρητικότητας της πλάκας.
- 2) Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω μικρότερης χρονικά χρήσης του συστήματος κλιματισμού, εξαιτίας της αποθήκευσης ενέργειας στην πλάκα.
- 3) Προστασία εξωτερικής επιφάνειας πλάκας από συστολές και διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών.
- 4) Στην περίπτωση που εφαρμοστεί σε υφιστάμενα κτίρια, αφενός μεν δεν εμποδίζει τη λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή και αφετέρου δεν μειώνει το ωφέλιμο ύψος του.

Μειονεκτήματα

- 1) Απαιτείται προσοχή στην κατασκευή σε συνδυασμό με τη στεγάνωση.

Θερμομόνωση στέγης - Τύποι Στεγών

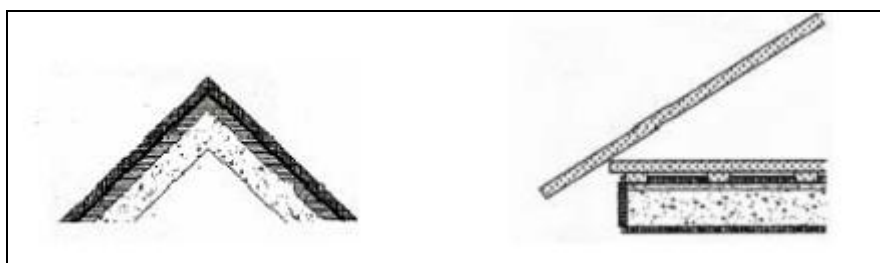
Στέγη θεωρείται η κατασκευή η οποία συνδυάζει κεκλιμένη και οριζόντια οροφή. Οι στέγες κάτω από τις οποίες συνήθως κατοικούν ή εργάζονται άτομα θεωρούνται θερμές στέγες. Σ' αυτή την περίπτωση, η θερμομόνωση τοποθετείται εξωτερικά ή εσωτερικά στην κεκλιμένη επιφάνεια της στέγης (Σχήμα).

Η πρώτη περίπτωση προτιμάται κυρίως κατασκευαστικά ενώ η δεύτερη επισκευαστικά. Και στις δύο περιπτώσεις πρέπει να εξασφαλίζεται η ύπαρξη αερισμού για αποφυγή συμπίκνωσης υδρατμών.

Σε περίπτωση όπου ο χώρος μεταξύ της κεκλιμένης και οριζόντιας οροφής έχει περιορισμένη επισκευσιμότητα, τότε η στέγη χαρακτηρίζεται ψυχρή. Σ' αυτή την περίπτωση, η θερμομόνωση γίνεται επί της οριζόντιας πλάκας (Σχήμα).

Τα θερμομονωτικά υλικά που προορίζονται για τη θερμομόνωση στεγών πρέπει να έχουν ιδιότητες κατάλληλες για την εφαρμογή όπως:

- 1) Χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ , για να χρησιμοποιείται το μικρότερο δυνατό πάχος υλικού.
- 2) Αντίσταση στη διαπερατότητα υδρατμών για να μειώνεται ο κίνδυνος συμπίκνωσης υδρατμών στην περιοχή επαφής στοιχείου από σκυρόδεμα και μονωτικού υλικού, όταν το τελευταίο τοποθετείται εσωτερικά.
- 3) Ευκολία χειρισμού όσον αφορά το βάρος, τις διαστάσεις στις μηχανικές αντοχές και στον τρόπο στερέωσης του υλικού.
- 4) Ευκολία κοπής, διαμόρφωσης στα σχήματα των στοιχείων της στέγης.
- 5) Δυνατότητα καλής συναρμογής των τεμαχίων του μονωτικού υλικού, για να αποφεύγονται οι θερμογέφυρες και οι γραμμές συμπίκνωσης υδρατμών στους αρμούς του.



Σχήμα: (α) Θερμομόνωση εξωτερικά ή εσωτερικά στην κεκλιμένη επιφάνεια, (β) Θερμομόνωση στην οριζόντια πλάκα.

8.2.4. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΔΑΠΕΔΩΝ ΕΚΤΕΘΕΙΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η θερμομόνωση σε εκτεθειμένο δάπεδο τοποθετείται

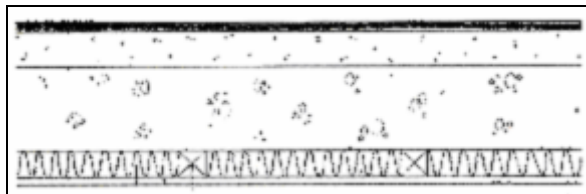
- α. Στην κάτω πλευρά της πλάκας (Σχήμα), ή
- β. Στην πάνω πλευρά της πλάκας (Σχήμα)

α. Θερμομόνωση στην κάτω πλευρά της πλάκας του εκτεθειμένου δαπέδου

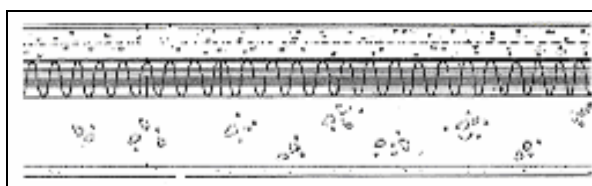
Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δεν μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού, ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του κλιματισμού (μόνιμες κατοικίες, νοσοκομεία κλπ). Το μονωτικό υλικό τοποθετείται είτε πριν την σκυροδέτηση είτε μετά. Καλύπτεται κυρίως με συνδυασμό πλέγματος και επιχρίσματος.

β.Θερμομόνωση στην πάνω πλευρά της πλάκας του εκτεθειμένου δαπέδου

Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται σε περιπτώσεις κτιρίων στα οποία μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού (εξοχικές κατοικίες, γραφεία, καταστήματα ημερήσιας χρήσης κ.λπ.).



Σχήμα : Θερμομόνωση δαπέδου εκτεθειμένου στο εξωτερικό περιβάλλον τοποθετημένη στην κάτω πλευρά της πλάκας



Σχήμα: Θερμομόνωση δαπέδου εκτεθειμένου στο εξωτερικό περιβάλλον τοποθετημένη στην πάνω πλευρά της πλάκας

8.2.5. ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

Οι απαιτήσεις για θερμομόνωση του κελύφους του κτιρίου καθορίζονται στο «περί Απαιτήσεων Ελάχιστης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου Διάταγμα», που δημοσιεύεται στην Επίσημη Εφημερίδα της Δημοκρατίας.

Οι πρόνοιες του Διατάγματος θα πρέπει να εφαρμόζονται, για κάθε νέο κτίριο, καθώς και για κάθε κτίριο συνολικής ωφέλιμης επιφάνειας άνω των χιλίων τετραγωνικών μέτρων που υφίσταται ριζική ανακαίνιση. Το διάταγμα καθορίζει μέγιστους συντελεστές θερμοπερατότητας:

- $[U \leq 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}]$: για τους εξωτερικούς τοίχους και στοιχεία της φέρουσας κατασκευής του κτιρίου (κολόνες, δοκοί και τοίχοι) που συνιστούν μέρος του κελύφους του κτιρίου. Επιτρέπεται υπερκάλυψη του συντελεστή θερμοπερατότητας U για τοίχους θερμικής αποθήκευσης στις περιπτώσεις χρήσης Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων (π.χ. τοίχοι Trombe, τοίχοι μεγάλης θερμικής μάζας).
- $[U \leq 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}]$: για τα εξωτερικά οριζόντια δομικά στοιχεία (δώματα, στέγες, εκτεθειμένα δάπεδα) και οροφές που συνιστούν μέρος του κελύφους του κτιρίου.
- $[U \leq 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}]$: για δάπεδα υπερκείμενα κλειστού μη θερμαινόμενου υπόγειου ή ημιυπόγειου χώρου
- $[U \leq 3,8 \text{ W/m}^2\text{K}]$: τα εξωτερικά κουφώματα (πόρτες, παράθυρα) που συνιστούν μέρος του κελύφους του κτιρίου.

9. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΥΓΡΑΣΙΑ

Η θερμομονωτική ικανότητα του υλικού εξαρτάται από το πορώδες του και είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο περισσότεροι είναι οι πόροι του και έχουν μικρότερο μέγεθος. Όταν οι πόροι των υλικών γεμίσουν με νερό μειώνεται η θερμομονωτική ικανότητά τους, γιατί η θερμοαγωγιμότητα του νερού είναι 23 φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του αέρα. Η ικανότητα των υλικών να προσλαμβάνουν νερό με τη μορφή υγρασίας, εξαρτάται από τις παρακάτω ιδιότητές τους :

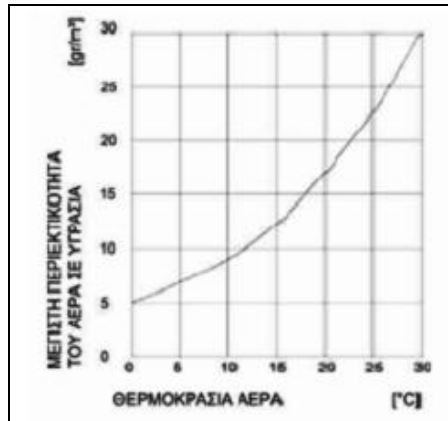
- α. την υγροσκοπικότητα του υλικού,
- β. την ατμοπερατότητα του υλικού,
- γ. την ύπαρξη τριχοειδών σωλήνων και
- δ. την υδροαπορροφητικότητα του υλικού

9.1. Θερμομονωτικές ιδιότητες και υγρασία [49, 54]

Η υγρασία επιδρά στον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ) των οικοδομικών υλικών. Ειδικότερα για τα μονωτικά υλικά η υγρασία όχι μόνο εξουδετερώνει τις θερμομονωτικές τους ικανότητες αλλά και μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στο κτίριο.

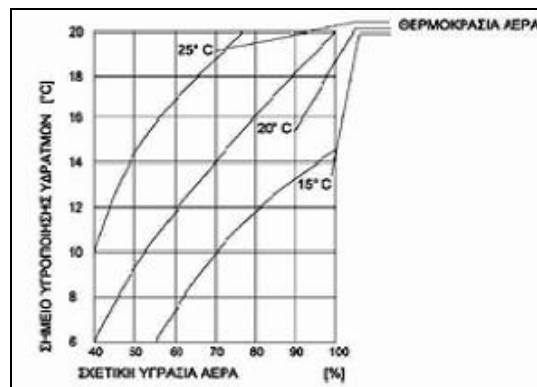
Όταν δηλαδή ένα τοίχωμα επιτρέπει την διείσδυση υγρού αέρα από τους εσωτερικούς χώρους, παρατηρείται συμπύκνωση υδρατμών στο εσωτερικό του. Το συμπύκνωμα αυτό μένει μέσα στο υλικό σαν νερό που η ποσότητα του συνεχώς αυξάνει, γιατί κάθε τόσο διεισδύει νέα ποσότητα αέρα άρα και υγρασίας. Συνήθως το νερό αυτό συγκεντρώνεται στην περιοχή του μονωτικού. Αν η θερμοκρασία στο τοίχωμα γίνει μικρότερη των 0°C σχηματίζεται στο μονωτικό υλικό πάγος και ολοκληρώνει την καταστροφή του μονωτικού. Αυτό έχει ως συνέπεια να αυξηθεί το κόστος θέρμανσης και συγχρόνως η θέρμανση να μην είναι επαρκής. Ο χώρος γίνεται ανθυγιεινός και ακατάλληλος για διαμονή.

Υγρασία: Είναι η περιεκτικότητα (κατά βάρος ή στα % μέρη) μιας ουσίας σε νερό. Ειδικά για τον αέρα, υγρασία είναι η περιεκτικότητά του σε νερό με τη μορφή υδρατμών. Αυτή εξαρτάται από τη δυνατότητα απόληψης ποσοτήτων νερού (από ελεύθερες επιφάνειες νερού ή από υγρά σώματα στο χώρο, εκτεθειμένα σε ρεύματα αέρα, ανθρώπινες εκπνοές και ιδρώτα) από τον αέρα, από τη θερμοκρασία και την πίεση του αέρα, καθώς και από την επιφανειακή θερμοκρασία των τοιχωμάτων ή άλλων αντικειμένων στο χώρο. Με την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα αυξάνεται η δυνατότητά του να παραλαμβάνει υγρασία. Για μια ορισμένη θερμοκρασία η περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς δεν είναι δυνατόν να ξεπεράσει μια καθορισμένη τιμή. Ο αέρας, ο οποίος για μια καθορισμένη θερμοκρασία περιέχει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα υδρατμών, ονομάζεται κορεσμένος και η τάση των υδρατμών ονομάζεται τάση κορεσμένων υδρατμών. Τόσο η περιεκτικότητα του κορεσμένου αέρα σε υδρατμούς (Σχήμα) όσο και η τάση των κορεσμένων υδρατμών εξαρτώνται από τη θερμοκρασία. θερμοκρασία του αέρα (Σχήμα).



Σχήμα: Η μέγιστη περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία

Με τη μείωση της θερμοκρασίας του μπορεί να επέλθει κορεσμός και, στη συνέχεια, να εμφανισθεί υγροποίηση των υδρατμών (εμφάνιση σταγόνων στην επιφάνεια των ψυχρότερων αντικειμένων ή τοιχωμάτων). Η θερμοκρασία στην οποία αρχίζει η υγροποίηση των υδρατμών του αέρα, όταν αυτός ψυχθεί, ονομάζεται σημείο υγροποίησης, t_s , ή σημείο δρόσου. Η τιμή της σχετικής υγρασίας, ϕ , στο σημείο υγροποίησης είναι ίση με 100 (%). Το σημείο υγροποίησης των υδρατμών προσδιορίζεται από τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία του αέρα (Σχήμα 2).



Σχήμα: Το σημείο υγροποίησης των υδρατμών σε συνάρτηση με τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία του αέρα

Απόλυτη υγρασία του αέρα, W

Ως απόλυτη υγρασία του αέρα ορίζεται η ποσότητα των υδρατμών σε γραμμάρια, η οποία περιέχεται σε 13m³ αέρα. Η απόλυτη υγρασία του αέρα μετράται σε γραμμάρια ανά κυβικό μέτρο (g/3m³).

Σχετική υγρασία του αέρα, ϕ

Ως σχετική υγρασία του αέρα ορίζεται η επί τοις εκατό αναλογία της απόλυτης υγρασίας του αέρα, W , προς τη μέγιστη δυνατή περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς, W_s , (αέρας κορεσμένος σε υδρατμούς) σε μια ορισμένη θερμοκρασία, ή ομοίως, η επί τοις εκατό αναλογία της μερικής τάσης των υδρατμών, P , προς την αντίστοιχη τάση των κορεσμένων υδρατμών, P_s . Η σχετική υγρασία του αέρα μετράται επί τοις εκατό (%).

Περιεκτικότητα των δομικών υλικών σε υγρασία κατά βάρος,

Ως περιεκτικότητα των δομικών υλικών σε υγρασία κατά βάρος ορίζεται η επί τοις εκατό αναλογία της υγρασίας (βάρος νερού), η οποία περιέχεται σε ορισμένο βάρος υλικού, προς το βάρος του υλικού εν ξηρώ. Η περιεκτικότητα των δομικών υλικών σε υγρασία κατά βάρος μετράται επί τοις εκατό (%).

Περιεκτικότητα των δομικών υλικών σε υγρασία κατ' όγκον, V_u Ως περιεκτικότητα των δομικών υλικών σε υγρασία κατ' όγκον ορίζεται η επί τοις εκατό αναλογία της υγρασίας (όγκος νερού), η οποία περιέχεται σε ορισμένο όγκο υλικού, προς τον όγκο του υλικού. Η περιεκτικότητα των δομικών υλικών σε υγρασία κατ' όγκον μετράται επί τοις εκατό (%).

Συντελεστής αγωγιμότητας των υδρατμών, δ

Ως συντελεστής αγωγιμότητας των υδρατμών ορίζεται η ποσότητα των υδρατμών σε Kg, η οποία διέρχεται, λόγω διαπίδυσης (διάχυσης), σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια 1 m^2 και πάχος 1 m , όταν η διαφορά των μερικών τάσεων των υδρατμών μεταξύ των δύο επιφανειών είναι 1 χιλιοστό στήλης υδράργυρου (1 mmHg) και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση, δηλαδή η μερική τάση των υδρατμών τοπικά παραμένει σταθερή με το χρόνο. Ο συντελεστής αγωγιμότητας των υδρατμών μετράται σε χιλιόγραμμα ανά μέτρο, ανά ώρα και χιλιοστό στήλης υδράργυρου ($\text{Kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$).

Συντελεστής διαπερατότητας των υδρατμών, Δ

Ως συντελεστής διαπερατότητας των υδρατμών ορίζεται η ποσότητα των υδρατμών σε Kg, η οποία διέρχεται λόγω διαπίδυσης σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια 1 m^2 και πάχος d μέτρα, όταν η διαφορά των μερικών τάσεων των υδρατμών μεταξύ των δύο επιφανειών είναι 1 χιλιοστό στήλης υδραργύρου και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής διαπερατότητας των υδρατμών μετράται σε χιλιόγραμμα ανά τετραγωνικό μέτρο, ανά ώρα και χιλιοστό στήλης υδράργυρου ($\text{Kg}/2 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$).

Αντίσταση διαπερατότητας των υδρατμών, $1/\Delta$

Ως αντίσταση διαπερατότητας υδρατμών ορίζεται το αντίστροφο του συντελεστή διαπερατότητας υδρατμών.

Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών (μ):

Όπως ήδη αναφέρθηκε τα θερμομονωτικά υλικά πρέπει να είναι και να παραμείνουν στεγνά. Αυτό επιτυγχάνεται ευκολότερα όσο μεγαλύτερη αντίσταση παρουσιάζει ένα υλικό στη διάχυση υδρατμών και καθορίζεται από τον αδιάστατο συντελεστή αντίστασης στη διάχυση υδρατμών μ . Ο συντελεστής αυτός είναι σχετικό μέγεθος αδιάστατο και δίνει κατά πόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση στη διάχυση υδρατμών ενός στρώματος του υλικού σε σχέση προς το στρώμα αέρα ίσου πάχους στις ίδιες συνθήκες περιβάλλοντος. Όσο μικρότερος λοιπόν είναι ο συντελεστής αυτός τόσο πιο ευαίσθητο είναι ένα υλικό στην υγρασία.

Συντελεστής μεταβίβασης των υδρατμών, β

Ως συντελεστής μεταβίβασης των υδρατμών ορίζεται η ποσότητα των υδρατμών σε Kg, η οποία μεταβιβάζεται σε 1 ώρα μεταξύ στοιχείου της κατασκευής που έχει επιφάνεια 12 m^2 και του αέρα, ο οποίος βρίσκεται σε επαφή μ' αυτό, όταν μεταξύ τους υπάρχει διαφορά μερικών τάσεων των υδρατμών 1 mmHg και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής μεταβίβασης των υδρατμών μετράται σε

χιλιόγραμμα ανά τετραγωνικό μέτρο ανά ώρα και χιλιοστό στήλης υδράργυρου ($\text{Kg}/2\text{m}^*\text{h}*\text{mmHg}$).

Αντίσταση μεταβίβασης των υδρατμών, $1/\beta$

Ως αντίσταση μεταβίβασης των υδρατμών ορίζεται το αντίστροφο του συντελεστή μεταβίβασης των υδρατμών. Η αντίσταση μεταβίβασης των υδρατμών μετράται σε τετραγωνικά μέτρα επί ώρες και χιλιοστά στήλης υδράργυρου ανά χιλιόγραμμα ($2\text{m}^*\text{h}*\text{mmHg}/\text{Kg}$).

Συντελεστής διόδου των υδρατμών, KD

Ως συντελεστής διόδου των υδρατμών ορίζεται η ποσότητα των υδρατμών σε Kg , η οποία λόγω διαπίδυσης διέρχεται σε 1 ώρα μέσα από επιφάνεια 1 m^2 της κατασκευής, όταν η διαφορά των μερικών τάσεων των υδρατμών στη μία και στην άλλη πλευρά της κατασκευής είναι 1 χιλιοστό στήλης υδραργύρου και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής διόδου των υδρατμών μετράται σε χιλιόγραμμα ανά μέτρο, ανά ώρα και χιλιοστό στήλης υδράργυρου ($\text{Kg}/2\text{m}^*\text{h}*\text{mmHg}$).

Αντίσταση διόδου των υδρατμών, $1/KD$

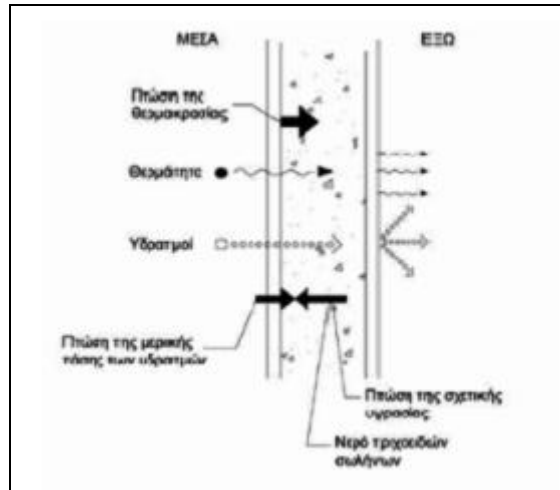
Ως αντίσταση διόδου των υδρατμών ορίζεται το αντίστροφο του συντελεστή διόδου των υδρατμών. Η αντίσταση διόδου των υδρατμών μετράται σε τετραγωνικά μέτρα επί ώρες και χιλιοστά στήλης υδράργυρου ανά χιλιόγραμμα ($2\text{m}^*\text{h}*\text{mmHg}/\text{Kg}$).

9.2. Διακίνηση της υγρασίας μέσα από τα μέλη κατασκευής

α. Με τη μορφή νερού η υγρασία διακινείται μέσα από τα μέλη κατασκευής διαμέσου των τριχοειδών αγγείων των υλικών προς την κατεύθυνση, όπου η σχετική υγρασία έχει τη μικρότερη τιμή, οπότε το νερό εξατμίζεται ευκολότερα. Αυτό συμβαίνει σε υλικά, τα οποία έχουν τριχοειδείς πόρους, όπως κεραμικά υλικά, γύψος, πλίνθοι, κ.ά.

β. Με τη μορφή υδρατμών η υγρασία διακινείται μέσα από τα μέλη κατασκευής προς την κατεύθυνση, όπου η τιμή της απόλυτης υγρασίας είναι μικρότερη, δηλαδή εκεί όπου η μερική τάση των υδρατμών είναι μικρότερη. Η διακίνηση της υγρασίας με τη μορφή υδρατμών ονομάζεται διαπίδυση ή διάχυση των υδρατμών. Συχνά, η κατεύθυνση προς την οποία διακινούνται οι υδρατμοί είναι αντίθετη εκείνης προς την οποία κινείται το νερό μέσα στους τριχοειδείς σωλήνες (Σχήμα).

Στα υλικά, τα οποία έχουν τριχοειδείς σωλήνες, μεταφέρεται μεγαλύτερη ποσότητα υγρασίας με τη μορφή νερού προς τη μία κατεύθυνση παρά με τη μορφή υδρατμών προς την αντίθετη κατεύθυνση. Η μεταφορά του νερού μέσα από τους τριχοειδείς σωλήνες, σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι δυνατόν να ενισχύσει τη διαπίδυση των υδρατμών, όπως όταν ο αέρας στην ψυχρή πλευρά είναι και σχετικά και απόλυτα πιο ξηρός.



Σχήμα: Μετάδοση της θερμοκρασίας και διακίνηση της υγρασίας μέσα σε κατασκευή

Το καλοκαίρι η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος είναι υψηλή και επομένως είναι δυνατόν να αντιστραφεί η φορά διακίνησης της θερμότητας και της υγρασίας, δηλαδή να γίνει διακίνηση από το εξωτερικό περιβάλλον προς τον εσωτερικό χώρο της κατασκευής. Επειδή, όμως, το καλοκαίρι τα παράθυρα συνήθως παραμένουν ανοιχτά, η διαφορά της μερικής τάσης των υδρατμών μέσα-έξω γίνεται μηδέν και συνεπώς δεν γίνεται διαπίδυση των υδρατμών. Συγχρόνως, η υγρασία με τη μορφή νερού κινείται στους τριχοειδείς σωλήνες και προς τις δύο πλευρές του εξωτερικού τοίχου, όπου και εξατμίζεται, αφού η σχετική υγρασία του αέρα έχει την ίδια τιμή έξω και μέσα στην κατασκευή.

9.3. Υγροποίηση των υδρατμών

9.3.1. Υγροποίηση των υδρατμών στην επιφάνεια μελών της κατασκευής

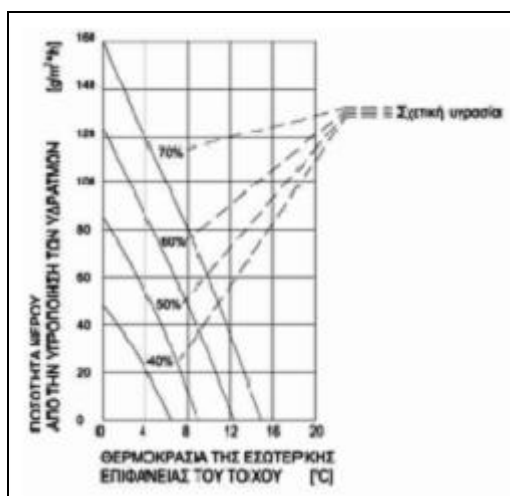
Υγροποίηση των υδρατμών στην εσωτερική επιφάνεια κατασκευής συμβαίνει όταν η θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας των μελών της κατασκευής είναι μικρότερη από το σημείο υγροποίησης των υδρατμών του αέρα στον εσωτερικό χώρο. Η υγρασία, η οποία αποτίθεται από τον αέρα στα μέλη της κατασκευής, ονομάζεται νερό συμπύκνωσης.

Η υγροποίηση των υδρατμών οφείλεται :

α. Σε ανεπαρκή θερμομόνωση: Η ανεπαρκής θερμομόνωση έχει ως αποτέλεσμα να είναι χαμηλή η θερμοκρασία στην εσωτερική επιφάνεια των μελών της κατασκευής. Η ελάχιστη δυνατή θερμομόνωση για να αποφευχθεί η υγροποίηση των υδρατμών υπολογίζεται είτε από το μέγιστο συντελεστή θερμοπερατότητας, K_{max} , είτε από την αντίστοιχη ελάχιστη αντίσταση θερμοδιαφυγής $(1/\Lambda)_{min}$.

Τότε γίνεται υγροποίηση των υδρατμών πάνω στην εσωτερική επιφάνεια της κατασκευής. Για να αποφευχθεί η υγροποίηση αυτή πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα, ώστε να μειωθεί η τιμή του συντελεστή K της κατασκευής και να γίνει μικρότερος από την τιμή του $max K$.

Όταν γίνεται υγροποίηση των υδρατμών πάνω στην εσωτερική επιφάνεια της κατασκευής, η ποσότητα των υγροποιούμενων υδρατμών προσδιορίζεται από το (Σχήμα).



Σχήμα: Η ποσότητα του νερού που προέρχεται από την υγροποίηση των υδρατμών στην εσωτερική επιφάνεια κατασκευής σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας της κατασκευής και της σχετικής υγρασίας, ϕ_i , του εσωτερικού χώρου, όταν είναι $L_i t = 2000 \text{ C}$.

β. Σε θέρμανση ψυχθέντων χώρων: Κατά τη θέρμανση ψυχθέντων χώρων οι επιφάνειες των τοίχων θερμαίνονται με βραδύ ρυθμό σε σχέση με τον αέρα του χώρου, με αποτέλεσμα να γίνεται υγροποίηση των υδρατμών πάνω στην εσωτερική επιφάνεια της κατασκευής για κάποιο χρονικό διάστημα.

γ. Σε αυξημένη υγρασία του αέρα του χώρου: Όταν η υγρασία του αέρα μέσα σ' ένα χώρο είναι αυξημένη, τότε γίνεται υγροποίηση των υδρατμών πάνω στην εσωτερική επιφάνεια της κατασκευής. Συνεπώς, πρέπει να γίνεται κατάλληλος εξαερισμός των χώρων, κυρίως στις κουζίνες, στα λουτρά και στα υπνοδωμάτια, ώστε να αποφεύγεται η ανεπιθύμητη αύξηση της υγρασίας μέσα στους χώρους αυτούς.

9.3.2. Υγροποίηση των υδρατμών στο εσωτερικό μελών της κατασκευής

Όταν στο εσωτερικό της κατασκευής η θερμοκρασία είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία υγροποίησης των υδρατμών, t_{st} , τότε γίνεται υγροποίηση των υδρατμών με αποτέλεσμα να υγρανθεί η κατασκευή και να μειωθεί η θερμομονωτική ικανότητά της.

Για τον έλεγχο της υγροποίησης των υδρατμών μέσα στο εσωτερικό της κατασκευής πρέπει να προσδιοριστούν τόσο οι μερικές τάσεις των υδρατμών, P_n , όσο και οι αντίστοιχες τάσεις των κορεσμένων υδρατμών, P_{sn} , σε συνάρτηση με το πάχος της τοιχοποιίας, δηλαδή οι συναρτήσεις $P_n = f(d)$ και $P_{sn} = f(d)$, αντιστοίχως και να γίνει η γραφική απεικόνισή τους στο ίδιο διάγραμμα.

Όταν η μερική τάση των υδρατμών σε κάθε σημείο μέσα στην κατασκευή είναι μικρότερη από την αντίστοιχη τάση των κορεσμένων υδρατμών, τότε οι δύο αυτές καμπύλες δεν τέμνονται. Στην περίπτωση αυτή δεν γίνεται υγροποίηση των υδρατμών στο εσωτερικό της κατασκευής. Αντίθετα, όταν οι δύο αυτές καμπύλες τέμνονται,

τότε γίνεται υγροποίηση των υδρατμών στο εσωτερικό της κατασκευής. Από το διάγραμμα αυτό δεν είναι δυνατόν να καθοριστεί η ακριβής θέση του σημείου υγροποίησης μέσα στην κατασκευή. Αφού όμως γίνεται υγροποίηση, οπωσδήποτε πρέπει να ληφθούν όλα τα κατάλληλα μέτρα ώστε το φαινόμενο αυτό να αποφευχθεί. Ο ακριβής προσδιορισμός του σημείου υγροποίησης των υδρατμών γίνεται με τη μέθοδο Glazer.

Αποφυγή υγροποίησης υδρατμών στο εσωτερικό κατασκευής :

1.Φράγμα υδρατμών:

Στην περίπτωση όπου γίνεται υγροποίηση των υδρατμών στο εσωτερικό κατασκευής, για να αποφευχθεί αυτό το φαινόμενο, πρέπει να τοποθετηθεί μια πρόσθετη στρώση, η οποία ονομάζεται φράγμα υδρατμών, D-Sp.

Τα φράγματα υδρατμών έχουν πολύ υψηλές τιμές της αντίστασης διαπίδυσης των υδρατμών, μ , που είναι δυνατόν να φτάσουν μέχρι και 10^5 . Το φράγμα των υδρατμών προκαλεί πτώση της μερικής τάσης των υδρατμών και συμβάλλει ώστε η μερική τάση των υδρατμών να διατηρείται μικρότερη από την αντίστοιχη τάση των κορεσμένων υδρατμών και συνεπώς να μην γίνεται υγροποίηση των υδρατμών στο εσωτερικό της κατασκευής.

Το φράγμα υδρατμών τοποθετείται πριν από τη στρώση στην οποία γίνεται η υγροποίηση των υδρατμών, κατά την κατεύθυνση της διαπίδυσης των υδρατμών. Ως φράγματα υδρατμών χρησιμοποιούνται πλαστικοποιημένες μεμβράνες από άσφαλτο ή πίσσα, ασφαλτόχαρτα, πισσόχαρτα, ασφαλτόπανα, φύλλα από αλουμίνιο, φύλλα από πολυαιθυλένιο, πλαστικά υλικά με τη μορφή λωρίδων και πλαστικά χρώματα μη υδατοπερατά.

Όταν σε κάποιο σημείο της κατασκευής όπου γίνεται υγροποίηση των υδρατμών, η θερμοκρασία είναι κάτω από το μηδέν, τότε δημιουργείται παγετός. Στην περίπτωση παγετού αναπτύσσονται διατμηματικές τάσεις μέσα στην κατασκευή, οι οποίες είναι δυνατόν να επιφέρουν μέχρι και διάρρηξη της κατασκευής. Συνεπώς, πρέπει να λαμβάνονται όλα τα κατάλληλα μέτρα ώστε να αποφεύγεται η περίπτωση παγετού μέσα στην κατασκευή.

2.Αλλαγή της διάταξης των στρώσεων της κατασκευής

Η υγροποίηση των υδρατμών μέσα σε κατασκευή είναι δυνατόν να αποφευχθεί σε κάποιες περιπτώσεις με την αλλαγή την διάταξης των στρώσεων της κατασκευής.

Ιδιότητες τοίχου	Διάταξη της θερμομονωτικής στρώσης	
	Μέσα	Έξω
Συμπαγής εξωτερικός τοίχος	Κακή θερμομόνωση. Χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα και υψηλές το καλοκαίρι	Καλή θερμομόνωση. Κανονικές θερμοκρασίες και το χειμώνα και το καλοκαίρι
Φράγμα υδρατμών	Απαραίτητο για πορώδη μονωτικά υλικά. Για συμπαγή υλικά είναι δυνατόν να παραλειφθεί	Δεν χρειάζεται
Θερμοχωρητικότητα	Μικρή. Ο χώρος θερμαίνεται και ψύχεται γρήγορα	Μεγάλη. Ο χώρος θερμαίνεται και ψύχεται αργά

Σχήμα: Επίδραση της διάταξης της θερμομονωτικής στρώσης στην κατασκευή.

10. ΕΠΙΛΟΓΗ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ

Όταν είναι δυνατή η επιλογή του οικοπέδου καλό είναι να επιλέγεται ένα οικόπεδο με θέα προς το νότο και κύριο άξονα κατά την φορά ανατολής-δύσης. Έτσι το κτίριο καλύπτεται από τους βορινούς ανέμους ενώ παράλληλα γίνεται δυνατή η εκμετάλλευση της θερμικής ηλιακής ενέργειας.

Σημαντική είναι η αποφυγή κάθε σκιασμού από την νότια πλευρά του οικοπέδου. Επίσης καλό είναι να επιλέξουμε μια περιοχή με αρκετό πράσινο και δυνατότητα για εύκολη άρδευση, έτσι ώστε η κατασκευή μας να μπορεί να έχει άφθονους κήπους και φυτά που θα ενισχύουν τη βιοκλιματική της πλευρά.

Για την εργασία αυτή, ζητήθηκε να βρεθεί κάποιο οικόπεδο στην περιοχή της νοτιοανατολικής Αττικής και κατά συνέπεια επιλέχθηκε το συγκεκριμένο οικόπεδο στη περιοχή του δήμου Σαρωνίδας. Παρόλο που ο προσανατολισμός του δεν είναι καθαρά νότιος αλλά πιο πολύ δυτικός, ωστόσο έχει απεριόριστη θέα προς τη θάλασσα κ όχι μόνο από την προφανή πλευρά αλλά και από τις άλλες δύο, νότια και βόρεια, καθώς δεξιά και αριστερά του οικοπέδου βρίσκονται πάλι συγκροτήματα με πολύ χαμηλού ύψους κτίρια, μονώροφα ή διώροφα.

Το οικόπεδο είναι ιδιαίτερα μεγάλο μιας και χρειάζεται για την ανάπτυξη ενός ξενοδοχειακού συγκροτήματος τέτοιας έκτασης και επιλέχθηκε με κριτήριο την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη πλευρά προς τη θάλασσα. Έτσι, έχει 183 μέτρα περίπου μήκος και 114 πλάτος ή αλλιώς πρόσοψη. Δηλαδή, το οικόπεδό μας είναι περίπου 20.900 τετραγωνικά μέτρα ή 20 στρέμματα, νούμερο αρκετά ικανοποιητικό για την ανέγερση συγκροτήματος στην περιοχή της Αττικής και τόσο κοντά μάλιστα στη θάλασσα.

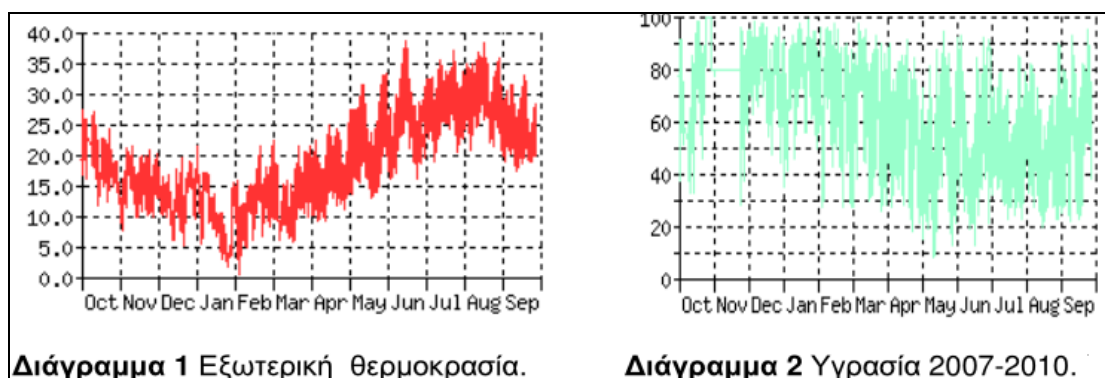
Επίσης, διαθέτει κατηφορική κλίση, γεγονός που διευκολύνει τη διάρθρωση του ξενοδοχειακού συγκροτήματος σε επίπεδα, και προσφέρεται έτσι ανεμπόδιστη και απεριόριστη θέα σε όλα σχεδόν τα δωμάτια προς τη θάλασσα, που είναι και το ζητούμενο σε μία τουριστική ξενοδοχειακή παραθαλάσσια μονάδα στον ελληνικό χώρο. Συγκεκριμένα, το οικόπεδο πρωτού υποστεί την παραμικρή επεξεργασία, εκτείνεται από τα +5,00 μέτρα μέχρι τα +21,00 μέτρα σε ένα μήκος 183 μέτρα περίπου. Δηλαδή, το έδαφος παρουσιάζει μία φυσική κλίση κοντά στο 10%, ιδανική για τη διάρθρωση των ανεξάρτητων δωματίων με τρόπο τέτοιο, που κανένας ένοικος να μην αδικείται ως προς τη θέα.

Άλλα στοιχεία που πρέπει να αναφερθούν είναι οι συντεταγμένες του οικοπέδου, με γεωγραφικό πλάτος και μήκος 37° 45' 59'' Β και 23° 54' 12'' περίπου, σύμφωνα με την αναζήτηση στο google earth. Τέλος, υπάγεται στην περιφερειακή ενότητα Ανατολικής Αττικής και βάσει αυτής οφείλουμε να ακολουθήσουμε τους όρους δόμησης κλπ για την κατασκευή μας.

ΚΛΙΜΑ- ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ

Το κλίμα της περιοχής με βάση τα στατιστικά στοιχεία της ΕΜΥ είναι ήπιο με μέση εξωτερική θερμοκρασία τον Ιανουάριο τους 9,8° C και τον Ιούλιο τους 28° C. Οι βαθμομέρες θέρμανσης είναι κοντά σ' αυτές της Αθήνας, δηλαδή περίπου 1187 και οι ώρες ηλιοφάνειας 2818 ετησίως. Οι ψυχροί άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή είναι κυρίως βόρειοι. Το μικρόκλιμα βελτιώνεται ως προς την κατεύθυνση των

ανέμων με την τοποθέτηση συστάδας δέντρων στα βόρεια του οικοπέδου, στοιχείο που θα αναπτυχθεί παρακάτω όμως πιο αναλυτικά.

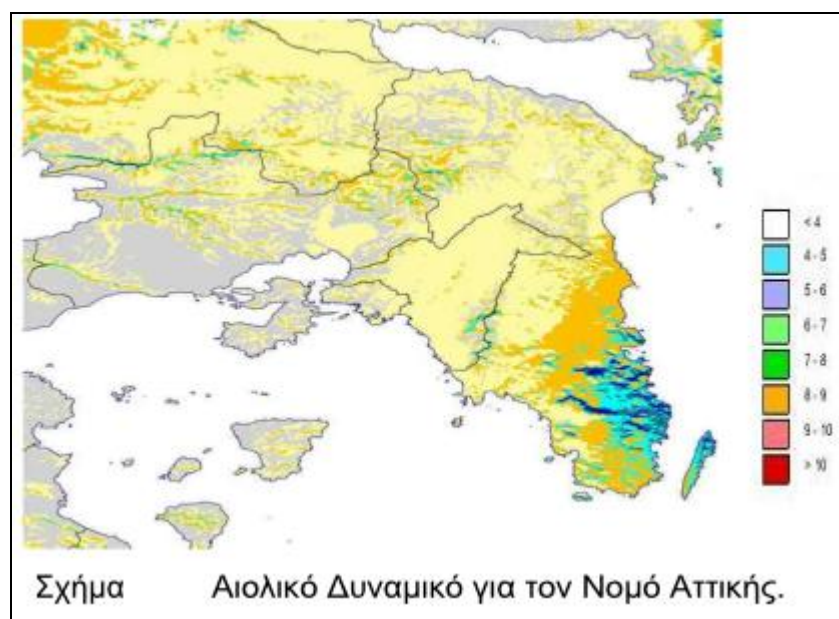


Τα διαγράμματα είναι από [74, 30]

Αυτό που διακρίνεται από τα δύο διαγράμματα είναι καταρχήν η περιοδικότητα που υπάρχει. Η μέγιστη θερμοκρασία είναι στους 39°C και η ελάχιστη σχεδόν στους 0°C. Επίσης η υψηλότερες θερμοκρασίες είναι τους μήνες Ιούνιο και Αύγουστο και οι χαμηλότερες τον Ιανουάριο και τον Φεβρουάριο. Η υγρασία όπως δείχνει το επόμενο διάγραμμα από 10 και αγγίζει το 99%. Ειδικά τους μήνες Οκτώβρη μέχρι Μάρτιο καταγράφονται οι πιο υψηλές τιμές, με ελάχιστες μέρες κατά τη διάρκεια των μηνών αυτών να πέφτει κάτω από το 50%.

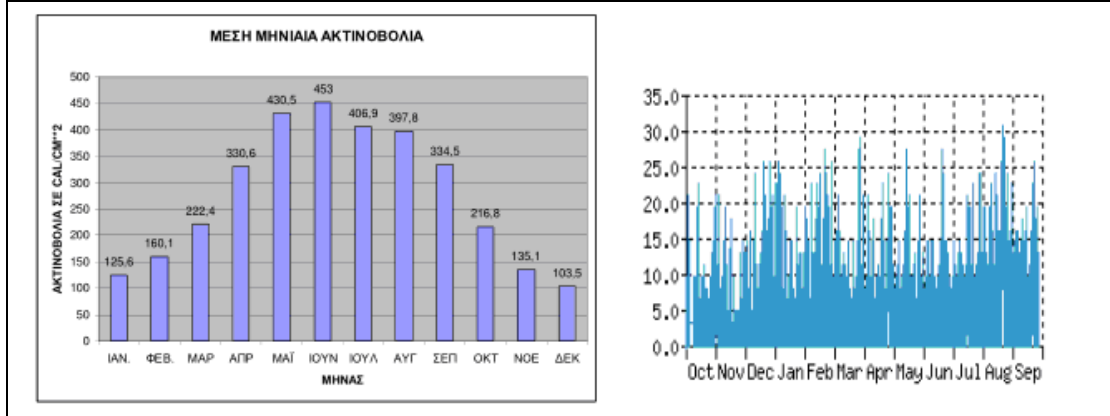
Η Ταχύτητα ανέμου η οποία επηρεάζει επίσης τη μελέτη μας φαίνεται παρακάτω γενικά για τον νομό Αττικής (Σχήμα) και το διάγραμμα μας δείχνει (διάγραμμα) τα ακριβή στοιχεία για την περιοχή που μας ενδιαφέρει.

Η μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία στην περιοχή που μας ενδιαφέρει φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα



Όπως βλέπουμε στο χάρτη του Αιολικού δυναμικού, η περιοχή που βρίσκεται το ξενοδοχείο, έχει από τα υψηλότερα αιολικά δυναμικά της Αττικής (πορτοκαλί περιοχή), κάτι που είναι πολύ θετικό για την εγκατάσταση οικιακής ανεμογεννήτριας.

Όσον αφορά την ηλιακή ακτινοβολία δε, παρατηρούμε ότι προσομοιάζει μια κανονική κατανομή με το τις υψηλότερες τιμές της τον Ιούνιο και τις χαμηλότερες τον Δεκέμβριο.



Διάγραμμα 3. Μέση μηνιαία ακτινοβολία 1993-2010

Διάγραμμα 4. Ένταση ανέμου στην Αττική 2007-2010



11. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το ξενοδοχειακό συγκρότημα αποτελείται από 40 συνολικά bungalows, ανεξάρτητα δηλαδή σπιτάκια, 2 τύπων, τύπου Α και τύπου Β, τοποθετημένα ανά δύο κολλητά σε μία ενιαία κατασκευαστικά δομή. Τα σπιτάκια τύπου Α αποτελούνται από ένα μονώροφο και ένα διώροφο δωμάτιο, ενώ αυτά του τύπου Β από 2 διώροφα όμοια μεταξύ τους. Δηλαδή, στο συγκρότημα έχει κανείς την επιλογή δωματίου που να διαρθρώνεται σε ένα ή σε 2 επίπεδα με εσωτερική σκάλα, ανάλογα με τις προτιμήσεις του. Όλα τα σπιτάκια διαθέτουν 2 κρεβάτια, ένα ευρύχωρο σαλόνι, ένα μπάνιο, μία κουζίνα και μία τραπεζαρία ανάλογα βέβαια διαμορφωμένα ανά περίπτωση σε ενιαίους χώρους για λόγους οικονομίας τετραγωνικών μέτρων.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι τα σαλόνια μπορούν να μετατραπούν σε χώρο για να κοιμηθούν μέχρι και 2 ακόμη άτομα καθώς διαθέτουν όλα καναπέδες κρεβάτια. Έτσι, ενώ θεωρητικά το ξενοδοχείο διαθέτει 40 δωμάτια δίκλινα, δηλαδή χωρητικότητα 80 άτομα, τελικά μπορεί να φιλοξενήσει μέχρι και 160 άτομα, ανάλογα με τις απαιτήσεις που θα παρουσιαστούν της κάθε οικογένειας.

Οι κατοικίες τύπου Α, που διαθέτουν ένα μονώροφο και ένα διώροφο δωμάτιο, αποτελούνται από 48 τετραγωνικά μέτρα και 68 τετραγωνικά μέτρα αντίστοιχα (38 και 30 ανά όροφο συν 8 τετραγωνικά μέτρα το μπαλκόνι του δευτέρου). Ενώ, οι κατοικίες τύπου Β, με τα 2 διώροφα αποτελούνται από 68 τετραγωνικά μέτρα το καθένα, ομοίως με προηγούμενως και 2 μπαλκόνια.

Ακόμη, το συγκρότημα διαθέτει ένα κτίριο μονώροφο κεντρικό όπου στεγάζεται η reception, και ένα σαλόνι πολυτελείας, στο πιο ψηλό σημείο του οικοπέδου, με πρόσβαση από την επάνω μεριά του οικοπέδου, την ανατολική, όπου επικοινωνεί με την οδό Γαλαναίων. Επίσης, διαθέτει 3 συνολικά κεντρικές πλατείες, έκστασης 400τ.μ., 2600τ.μ. και 500τ.μ. αντίστοιχα.

Διαρθρώνεται σε συνεχή επίπεδα, εκμεταλλευόμενο την κλίση του, που είναι περίπου 8,7%. Το κεντρικό κτίριο βρίσκεται στο πιο πάνω επίπεδο, ακολουθούν τα 6 σπιτάκια τύπου Β, 2 διώροφα δωμάτια το καθένα. Συνεχίζοντας προς τα κάτω, έχουμε διαδοχικά τοποθετημένα άλλα 14 σπιτάκια τύπου Α, δηλαδή 28 ανεξάρτητα δωμάτια ακόμη, 14 μονώροφα και 14 διώροφα.

Όλα τα δωμάτια διαθέτουν ένα υπνοδωμάτιο, ένα μπάνιο και έναν ενιαίο χώρο σαλονοτραπεζαρίας και κουζίνας, έτσι ώστε να καλύπτονται πλήρως οι ανάγκες των ενοίκων για όσο χρονικό διάστημα παραμένουν στο ξενοδοχείο. Ακόμη, επισημαίνεται για άλλη μία φορά ότι σε περίπτωση ζήτησης περισσότερων κρεβατιών, οι καναπέδες μετατρέπονται επιτυχώς σε διπλά κρεβάτια, κ έτσι τα δωμάτια μπορούν να λειτουργήσουν και ως τετράκλινα κατά περίπτωση.

Η αρχιτεκτονική και οι μορφές των κτιρίων είναι σε μεγάλο βαθμό παρόμοιες με αυτές άλλων ξενοδοχειακών συγκροτημάτων αλλά και εξοχικών ιδιωτικών κατοικιών πάλι μεγάλων συγκροτημάτων, κατά την ισχύουσα νομοθεσία. Οι όγκοι των κτιρίων είναι μικροί, κιβωτόσχημοι και διασπασμένοι, τόσο καθ' ύψος όσο και κατ' όγκον, ώστε να μην «μπουκώνει» αφενός ο χώρος αλλά και να μην παρεμποδίζεται αφετέρου η θέα προς τη θάλασσα και τις φυτεμένες πλατείες του συγκροτήματος.

Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε αυτή η διάρθρωση των κατοικιών σε 2 επίπεδα, άλλοτε μονώροφα, άλλοτε διώροφα, ώστε να έχουμε αισθητικό ενδιαφέρον, ποικιλία αλλά και ανεμπόδιστη θέα κατά περίπτωση από τα μπαλκόνια του δευτέρου ορόφου.

Για λόγους ποικιλίας και αρχιτεκτονικού ενδιαφέροντος, επιλέχθηκε τα μονώροφα δωμάτια να φέρουν φυτεμένο δώμα ενώ τα διώροφα, μία ξύλινη παραδοσιακού τύπου στέγη.

Στο οικόπεδο έχουμε ακόμη 3 μεγάλους κεντρικούς χώρους, στο κέντρο σχεδόν του οικοπέδου, όπου έχουν τοποθετηθεί χώροι κοινής χρήσης όλων των ενοίκων. Συγκεκριμένα, ξεκινώντας από πάνω (από την Ανατολή), έχουμε σε ένα επίπεδο ένα bar-restaurant με θέα την πισίνα, που ακολουθεί αμέσως μετά, με χώρο για ξαπλώστρες, όπου οι ένοικοι μπορούν να απολαμβάνουν τη χαλάρωση και τη ζεστασιά του ήλιου, κάνοντας ένα δροσερό μπάνιο. Συνεχίζοντας, στο επόμενο επίπεδο, υπάρχει ένα εστιατόριο, όπου οι πελάτες του ξενοδοχείου, όταν επιθυμούν να απολαύσουν μία νόστιμη ποικιλία φαγητών χωρίς να καταβάλλουν προσωπικό κόπο στην ιδιωτική τους κουζίνα, έχουν τη δυνατότητα να καθίσουν και να γευτούν κάθε είδους εδέσματα, παραδοσιακά και πιο μοντέρνα.

Τέλος, για ιδιαίτερα απαιτητικούς πελάτες, το ξενοδοχείο διαθέτει και 4 πολυτελή σπιτάκια τύπου A, δηλαδή 8 δωμάτια με ιδιωτική πισίνα ανά 2, όπου δεν έχει πρόσβαση κανένας άλλος ένοικος του ξενοδοχείου.

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

Όλη η κατασκευή έχει ένα παραδοσιακό τόνο, μιας και έχει χρησιμοποιηθεί ως εξωτερική επένδυση των τοίχων σχεδόν σε όλα τα κτίσματα η πέτρα. Ωστόσο, το συγκρότημα διαθέτει κάθε τι τελευταίο και καινούριο στο χώρο της αρχιτεκτονικής, τόσο από δομικά υλικά όσο και από τεχνολογίες δόμησης, έτσι ώστε να διασφαλίζει μία μοντέρνα αισθητική και μία άνετη και πάντα φιλική προς το περιβάλλον διαβίωση για τους ενοίκους του.

12. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΟ ΕΡΓΟ

12.1. ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Παρότι ο προσανατολισμός του οικοπέδου δεν είναι ιδανικός σύμφωνα με τη θεωρία του βιοκλιματικού σχεδιασμού, δηλαδή νότιος, ωστόσο λόγω των μεγάλων ανοιγμάτων και της μεγάλης παραθαλάσσιας πρόσοψης, προσφέρεται για έναν επιτυχή βιοκλιματικό σχεδιασμό όσον αφορά τον προσανατολισμό των μικρών κατοικιών, ή αλλιώς των bungalows του ξενοδοχείου.

Συγκεκριμένα, όπως κοιτάμε το χάρτη του οικοπέδου, ο νότος βρίσκεται προς τη δεξιά πλευρά. Ωστόσο, δεν μπορούμε να προσανατολίσουμε όλα τα σαλόνια των δωματίων προς τα εκεί γιατί δεν μπορούμε να αμελήσουμε την ανάγκη για θέα προς τη θάλασσα, στοιχείο πολύ βασικό για ένα παραθαλάσσιο ξενοδοχείο. Έτσι, έχουμε προσανατολίσει στα περισσότερα δωμάτια, το σαλόνι και την κουζίνα με την τραπεζαρία προς τα νότια και δυτικά, πράγμα που σημαίνει ότι θα έχουμε και φυσικό φως και θέα στη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας, που είναι και το επιθυμητό, μιας και οι ένοικοι περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας τους στους χώρους αυτούς, που προσφέρονται τόσο για ψυχαγωγία όσο και για ξεκούραση και ικανοποίηση των βιολογικών αναγκών, όπως είναι το φαγητό.

Επιπλέον, έχουμε προσανατολίσει τις κρεβατοκάμαρες προς την Ανατολή και βορά, έτσι ώστε αφενός να ξυπνάνε με φυσικό φως και ομαλά κατά την έναρξη της ημέρας, και αφετέρου να έχουν αρκετή δροσιά από τη βορινή πλευρά κατά τη διάρκεια της νύχτας, ώστε να μην αντιμετωπίζουν κανένα πρόβλημα θερμικής άνεσης στον ύπνο, που είναι επίσης βασικό και επιθυμητό για ένα θερινό ξενοδοχείο. Ακόμη έτσι, επιτυγχάνεται φυσικός σκιασμός κατά τη διάρκεια του μεσημεριού, όταν ο ήλιος βρίσκεται από πάνω και κατευθύνεται προς τα δυτικά, προς τους άλλους δηλαδή χώρους, ώστε να μπορούν να ξεκουραστούν πάλι μες στη δροσιά και να μη γίνεται άσκοπη χρήση των κλιματιστικών, βλαπτικών συσκευών για το περιβάλλον, αλλά και αρκετά ενεργοβόρων.

Όλα τα παραπάνω εφαρμόζονται κυρίως στα σπιτάκια που βρίσκονται στον αριστερό χώρο του οικοπέδου. Στη δεξιά πλευρά υπάρχει μια μικρή παραλλαγή που οφείλεται στην προτεραιότητα που δόθηκε στο να έχουν οι ένοικοι θέα και προς την πισίνα ή τους άλλους εσωτερικούς δέντροφυτεμένους χώρους. Ωστόσο, η μοναδική διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι αυτή τη φορά έχουμε το σαλόνι με την τραπεζαρία στη δυτική και βόρεια πλευρά και την κρεβατοκάμαρα στη νοτιοανατολική. Πάλι τα οφέλη είναι παρόμοια όμως, καθώς θα φροντίσουμε για ιδιαίτερο σκιασμό της νότιας πλευράς στις κρεβατοκάμαρες, ώστε να μην αντιμετωπίζουν πρόβλημα υπερθέρμανσης.

12.2. ΘΕΣΗ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ

Παράλληλα με τον προσανατολισμό των κτιρίων, των κατοικιών δηλαδή και τον υπόλοιπων εγκαταστάσεων, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να προσέξουμε την τοποθέτηση των κτιρίων μέσα στον ευρύτερο χώρο του οικοπέδου, έτσι ώστε να εκμεταλλευτούμε πάλι με φυσικό τρόπο, την ηλιακή ενέργεια, τα ρεύματα αέρα, τη θέα, αλλά και να αποφύγουμε τυχόν φυσικά εμπόδια, περίσσειες σπατάλες ενέργειας και αισθητικές κακοτοπιές με αντίκτυπο στο σύνολο του έργου.

Ευτυχώς στην περίπτωσή μας, δεν υπάρχουν κάποιες παράμετροι όπως είναι τα φυσικά εμπόδια, για παράδειγμα κάποιος λόφος ή κάποιο μεγάλο γειτονικό κτίριο, που να καθιστούν αδύνατη την τοποθέτηση των κατοικιών σε συγκεκριμένες θέσεις, σύμφωνα με τον σχεδιασμό. Κανονικά, πριν την τοποθέτηση γίνεται χρήση των ηλιακών χαρτών, όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο «Αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού». Στην προκειμένη όμως περίπτωση, δεν κρίνεται αναγκαίο, λόγω της φύσης του έργου, μιας και θα τοποθετηθούν δωμάτια σχεδόν σε όλη την έκταση του οικοπέδου.

Βεβαίως, ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο έπαιξε η διαδοχή των κατοικιών κατά τρόπο όπως λέγεται «ζικ ζακ» έτσι ώστε να εξασφαλίζεται τόσο η οπτική άνεση όσο και η ελεύθερη και ανεμπόδιστη κυκλοφορία των βορινών δροσερών αερίδων, που συμβάλλουν στη βελτίωση του μικροκλίματος και το φυσικό δροσισμό του οικοπέδου.

Ακόμη, η κλιμακωτή διαμόρφωση του οικοπέδου σε σκαλοπάτια, ανάλογα με τη φυσική κλίση του οικοπέδου, διευκόλυνε τόσο τη θέα όσο και τον ηλιασμό των κτιρίων ανεξαρτήτως της θέσης του ήλιου.

Τέλος, αποφεύχθηκε όσο ήταν δυνατό, η τοποθέτηση πολλών κατοικιών στη βορινή πλευρά, και όταν αυτό ήταν αναγκαίο τοποθετήθηκε η δεντροφύτευση που θα αναλυθεί παρακάτω.

12.3. ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

Στόχος, όπως έχει ήδη προαναφερθεί, είναι να έχουμε όσο το δυνατόν περισσότερα και μεγαλύτερα ανοίγματα στις νότιες όψεις και αντίστοιχα μικρότερα και λιγότερα στις υπόλοιπες.

Κατά συνέπεια, στο έργο αυτό, έχει δοθεί έμφαση στην ύπαρξη μεγάλων ανοιγμάτων σε όλες τις πλευρές, μιας και έχουμε να κάνουμε με ξενοδοχειακή μονάδα και ο στόχος μας είναι σαφώς οι ένοικοι να έχουν πληθώρα ανοιγμάτων για διαμπερή αερισμό και φυσικό φωτισμό, αλλά ιδιαίτερα στις όψεις εκείνες που βλέπουν προς τα νότια. Εξάλλου ακόμη και στις άλλες πλευρές που δεν είναι θεωρητικώς επιθυμητά τα μεγάλα ανοίγματα, έχει γίνει πρόβλεψη για ύπαρξη κατάλληλων σκιάστρων, όπως θα αναλυθεί εκτενέστερα στη συνέχεια.

12.4. ΚΙΝΗΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΚΙΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Από ενεργειακής πλευράς, είναι καλύτερο να χρησιμοποιούνται τα εξωτερικά σκίαστρα, καθώς είναι πιο αποτελεσματική η παρεμπόδιση της ηλιακής ακτινοβολίας πριν περάσει το περίβλημα του κτηρίου. Εξωτερικά κινητά σκίαστρα (βλ. Σχήμα) μπορεί να είναι παντζούρια, περσίδες, τέντες, ρολά κ.ά. [58]

Για λόγους τεχνικούς ή οικονομικούς μπορεί να είναι προτιμότερα εσωτερικά σκίαστρα, όπως βενετικά στόρια, περσίδες, εσωτερικά παντζούρια, κουρτίνες, κ.λπ., ή και συνδυασμός εξωτερικής σταθερής σκίασης με εσωτερική. Επί πλέον, υπάρχουν σκίαστρα, συνήθως περσίδες, εσωτερικά του συστήματος του παραθύρου, ενδιάμεσα από διπλούς υαλοπίνακες. Κατά την επιλογή του σκιάστρου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα οπτικά χαρακτηριστικά τους, τα οποία καθορίζουν και το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλούν, απορροφούν και, τελικά, αφήνουν να περάσει, καθώς και η συμβολή τους στα θέματα του φυσικού φωτισμού, θέας και αερισμού.



Εικ. [58]

Ένας γενικά οικονομικός συνδυασμός σκιάστρων που εξασφαλίζει την απαιτούμενη ηλιοπροστασία σε συνήθη κτήρια είναι σταθερά δομικά στοιχεία (οριζόντια ή κατακόρυφα, ανάλογα με τον προσανατολισμό) και εσωτερικά βενετικά στόρια, τα οποία επί πλέον, μπορούν να συνεισφέρουν και στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού (περιορίζοντας τη θάμβωση που προκαλείται από τα παράθυρα, μέσω της εκτροπής των ηλιακών ακτίνων προς την οροφή). Μια άλλη τεχνική, η οποία είναι ιδανική για μεσογειακά κλίματα, είναι η χρήση των παραδοσιακών παντζουριών με κινητά τμήματα και περιστρεφόμενες περσίδες, που εξασφαλίζουν ελεγχόμενη είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας (ηλιοπροστασία, ρύθμιση φυσικού φωτισμού) και δυνατότητα αερισμού, αλλά και νυχτερινή θερμική προστασία για το χειμώνα. Τα κινητά σκιάστρα μπορεί να ελέγχονται χειροκίνητα, μηχανικά ή αυτόματα (π.χ. ανάλογα με την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, την εξωτερική ή εσωτερική θερμοκρασία). Ο αυτόματος χειρισμός τους μπορεί να ενταχθεί σε ένα σύστημα συνολικής ενεργειακής διαχείρισης του κτηρίου.

Έτσι λοιπόν, και στο συγκεκριμένο έργο, κρίθηκαν πιο αποδοτικά τα κινητά σκιάστρα, μιας και αυτά μπορούν να προστατεύσουν τα μεγάλα ή όχι ανοίγματα από την ανεξέλεγκτη είσοδο του ηλιακού φωτός σε ώρες που αυτό δεν είναι επιθυμητό, και να έχουμε πάλι έτσι δροσισμό και σκίαση του χώρου διαμονής των ενοίκων του ξενοδοχείου.

12.5. ΦΥΤΕΥΤΟ ΔΩΜΑ [21, 68, 72]



Σε μεγάλη κλίμακα, οι πράσινες στέγες βελτιώνουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας (παράγουν οξυγόνο, φιλτράρουν τη σκόνη), αντιμετωπίζουν το φαινόμενο της Επίδρασης της Αστικής Θερμικής Νησίδας (το φαινόμενο της αύξησης της θερμοκρασίας στο κέντρο της πόλης σε σχέση με τα προάστια) και συμβάλλουν στην ορθολογική διαχείριση του νερού και στην ισόρροπη αστική διαβίωση (βιότοπος για πουλιά, πεταλούδες, ενδημικά φυτά). Προσφέρουν εξαιρετική θερμo - ύγρο- ήχο- μόνωση. Σε ένα καλά μονωμένο κτήριο η χρήση του αirt-

condition και του καλοριφέρ μειώνεται. Μια Πράσινη Στέγη (βλ. Σχήμα) επίσης προστατεύει τη μεμβράνη της ταράτσας από εξωτερικούς παράγοντες και επιμηκύνει τη διάρκεια ζωής της. Το χαμηλότερο ενεργειακό κόστος, το χαμηλότερο επίπεδο θορύβου, τα μειωμένα έξοδα συντήρησης και η μεγάλη αισθητική αναβάθμιση των (προηγούμενως) μη χρησιμοποιούμενων χώρων αποτελούν απτά πλεονεκτήματα που ανεβάζουν την αξία κτηρίων ή και ολόκληρων συνοικιών.



Εικ. Φυτεμένο δώμα

Τα στάδια κατασκευής μιας φυτεμένης στέγης (βλ. Σχήμα) είναι τα εξής:

1. Επιφάνεια ταρατσας, μόνωση.
2. Προστατευτικό στρώμα.
3. Αποστραγγιστικό στρώμα.
4. Προστατευτικό φράγμα ριζών.
5. Μέσω ανάπτυξης ριζών.
6. Φυτά



Εικ. Στάδια κατασκευής φυτεμένου δώματος

Στην περίπτωση μας, σε όλα τα σπιτάκια τύπου Α, που αποτελούνται από ένα μονώροφο και ένα διώροφο δωμάτιο, έχει προβλεφθεί, το μονώροφο να καλυφθεί από ένα φυτευτό δώμα από πάνω, ενώ τα διώροφο από μια σκεπή αποτελούμενη από κεραμίδια. Έτσι, εκτός από τα σαφή πλεονεκτήματα του φυτεμένου δώματος που θα απολαμβάνουν οι ένοικοι του μονώροφου δωματίου, όπως είναι η μόνωση, θερμική ηχητική και υγρασίας, όλοι οι ένοικοι του συγκροτήματος θα επωφελούνται από τη βελτίωση του μικροκλίματος που θα προκαλέσουν τα πυκνά φυτεμένα δώματα αλλά και από την αισθητική αναβάθμιση της ευρύτερης περιοχής και θέας από τα μπαλκόνια του δευτέρου ορόφου.

Οι φυτεμένες στέγες αξιοποιούν παραδοσιακές γνώσεις, προσφέροντας μόνωση. Ένα απλό σύστημα αιχμαλωτίζει τον χειμώνα την ηλιακή ενέργεια και την μεταδίδει στο εσωτερικό του σπιτιού. Η ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω των φυτεμένων στεγών μπορεί να φτάσει το 30% το καλοκαίρι και το 20% τον χειμώνα.

Το κόστος ανέρχεται σε 140 € το τμ και εμείς καλύψαμε τα 48 τμ της στέγης με συνολικό κόστος εγκατάστασης 7.000 €. Πρέπει να αναφέρουμε ότι η κάλυψη με κεραμίδι κοστίζει 80 € τμ άρα συνολικά θα ήταν 4.000 €. Επομένως το επιπλέον κόστος μα ανέρχεται στο ποσό των 3.000 ευρώ. Η διαφορά είναι μικρή, αν αναλογιστούμε τη θερμική εξοικονόμηση ενέργειας που μας προσφέρει η φυτεμένη στέγη και την ευχάριστη αίσθηση που μας προκαλεί η όψη της.

12.6. ΚΑΛΥΨΗ ΒΟΡΙΝΩΝ ΠΛΕΥΡΩΝ ΜΕ ΔΕΝΤΡΟΦΥΤΕΥΣΗ

Εκτός από την περιμετρική φυτοκάλυψη του οικοπέδου για λόγους αισθητικούς και πρακτικούς, μιας και επιθυμούμε η ξενοδοχειακή μονάδα να βρίσκεται μακριά από τα αδιάκριτα βλέμματα των γύρω συγκροτημάτων και οι κάτοικοι να απολαμβάνουν ιδιωτικότητας και ησυχίας, έχουμε τοποθέτηση δέντρων και στις βόρειες πλευρές των ανεξαρτήτων κατοικιών.

Έτσι, εκτός από αισθητικά πάλι οφέλη, οι ένοικοι απολαμβάνουν τη φυσική δροσιά και σκίαση που προκαλείται από την πλούσια και ψηλή δεντροφύτευση.

12.7. ΟΑΣΕΙΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ

Η περιμετρική τοποθέτηση των ανεξάρτητων δωματίων στο οικόπεδο, δημιουργεί κεντρικούς χώρους ελεύθερους από κτίσματα, όπου πρόκειται να φυτευτούν ελαιόδεντρα, λεμονιές και άλλα δέντρα και να κατασκευαστούν συντριβάνια ή πισίνα κατά περίπτωση.

Κατά τις μεσημεριανές ώρες, το καλοκαίρι, η εξάτμιση νερού που θα συμβαίνει στους κεντρικούς αυτούς χώρους, προκαλεί μικρή πτώση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και συνεπώς, βελτίωση του μικροκλίματος των χώρων του ξενοδοχείου. Έτσι, βελτιώνονται επιπλέον και οι συνθήκες άνεσης, πράγμα από το οποίο επωφελούνται οι κατοικίες τριγύρω για την αποτελεσματική φυσική τους ψύξη.

Ακόμη, έχουμε και μικρότερες ιδιωτικές πισίνες τοποθετημένες πλησιέστερα σε κάποιες κατοικίες, οι οποίες ενισχύουν ακόμη περισσότερο το φαινόμενο του φυσικού δροσισμού μέσω εξάτμισης.

12.8. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΧΡΩΜΑΤΑ

Τα χρώματα με τα οποία βάφουμε μια επιφάνεια (τοίχο, οροφή, κουφώματα αλλά και έπιπλα), προκειμένου να παράσχουμε προστασία από την φθορά του χρόνου και την οξείδωση, αλλά και για αισθητικούς λόγους, συνήθως περιέχουν μια πληθώρα χημικών ουσιών που είναι επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία. Τέτοιες ουσίες είναι βαρέα μέταλλα, πτητικές ενώσεις, καθώς και άλλες επιβλαβείς ουσίες. Συνεπώς η ανάγκη για οικολογικά χρώματα είναι μεγάλη. Τέτοια χρώματα είναι αυτά που φτιάχνονται 100% από φυσικά συστατικά, που δυστυχώς όμως ακόμα έχουν μεγάλο κόστος, καθώς και χρώματα ήπιας χημείας, τα οποία περιέχουν χημικά πρόσθετα τα οποία ωστόσο είναι ήπιας σύστασης, παραμένοντας έτσι φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Σε ένα κτήριο στο οποίο χρησιμοποιούμε οικολογικά χρώματα, πετυχαίνουμε εξοικονόμηση ενέργειας, μικρότερη παραγωγή ρύπων, λιγότερο ακάθαρτο νερό και μικρότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. [45, 52]

Αξιοσημείωτο είναι ότι τα χρώματα που παρασκευάζονται από την πετροχημική βιομηχανία δημιουργούν σημαντική ποσότητα αποβλήτων, ενώ το νερό που χρησιμοποιείται στα εργοστάσια παραγωγής τους, διοχετεύεται συνήθως (μολυσμένο) στο περιβάλλον, λόγω του υψηλού κόστους ανακύκλωσης του. Σήμερα, ακόμα και στον Ελλαδικό χώρο, υπάρχουν εταιρίες που δραστηριοποιούνται στα οικολογικά χρώματα.

Έτσι λοιπόν, στο έργο αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν χρώματα τέτοιου τύπου, αγνοώντας τυχόν οικονομική επιβάρυνση, μιας και η προτεραιότητά μας είναι να κατασκευαστεί ένα όσο το δυνατόν πιο φιλικό προς το περιβάλλον ξενοδοχείο, για όλους εκείνους τους λόγους που έχουν αναλυθεί εκτενώς νωρίτερα.

12.9.ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ [67, 73]

Με τον όρο «Γεωθερμία», αναφερόμαστε στη θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης, όπου με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας επιτρέπεται η μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος για παραγωγή ψύξης, θέρμανσης και ζεστού νερού, χρήσης για οικιακές αλλά και ευρύτερης κλίμακας εφαρμογές. Ανάλογα με τη θερμοκρασία του υπεδάφους γίνεται και η ανάλογη χρήση.

Η θερμοκρασία του υπεδάφους σε βάθη από 2 έως 100 m είναι περίπου σταθερή όλο τον χρόνο και κυμαίνεται περίπου στους 14 βαθμών Κελσίου για την περιοχή ενδιαφέροντος. Η εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας (δηλ. του ενεργειακού δυναμικού που ονομάζεται αβαθής γεωθερμική ενέργεια) μπορεί να γίνει με την χρήση Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ) και δικτύου σωληνώσεων εντός του υπεδάφους έτσι ώστε να θερμάνουμε χώρους τον χειμώνα και να τους ψύξουμε το καλοκαίρι. Η αβαθής γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη όλο τον χρόνο και δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες της ατμόσφαιρας. Η γεωθερμική ενέργεια είναι ανεξάντλητη, φυσικά καθαρή και δωρεάν (παρέχεται από την φύση).

Τα γεωθερμικά συστήματα που εκμεταλλεύονται την αβαθή γεωθερμική ενέργεια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: α) στα Γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος και β) στα Γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος.

Τα γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος βασίζονται στην κατασκευή ενός εναλλάκτη στο υπέδαφος που ονομάζεται γεωεναλλάκτης. Ο γεωεναλλάκτης κατασκευάζεται από έναν αριθμό σωληνώσεων μέσα στις οποίες κυκλοφορεί νερό. Το χειμώνα τροφοδοτούμε την ΓΑΘ με νερό θερμοκρασίας περίπου 16 βαθμών Κελσίου από τον γεωεναλλάκτη, η οποία απορροφά περίπου 4 με 5 βαθμούς Κελσίου, πριν το επιστρέψει στην γη, και με μικρή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος παράγει έτσι ζεστό νερό χρήσης από 35 έως 45 βαθμούς Κελσίου κατάλληλο για θέρμανση χώρων με ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης. Για την παραπάνω λειτουργία της ΓΑΘ καταναλώνουμε μόνο ηλεκτρικό ρεύμα, που χρησιμοποιείται από τον συμπιεστή αυτής και την αντλία νερού, που σε σχέση με την αποδιδόμενη θερμική ενέργεια αυτής είναι της τάξης του 20 με 25%. Δηλαδή χονδρικά για κάθε 100 μονάδες θερμικής ενέργειας που αποδίδει η ΓΑΘ στο κτήριο μας για θέρμανση αυτού, πληρώνουμε μόνο το κόστος των 25 μονάδων ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει για την λειτουργία της και οι υπόλοιπες 75 μονάδες θερμικές ενέργειας αντλούνται δωρεάν από την φύση. Το καλοκαίρι αντιστρέφεται η λειτουργία της ΓΑΘ έτσι ώστε να απορρίπτει θερμότητα από τους κλιματιζόμενους χώρους στο υπέδαφος με την χρήση του γεωεναλλάκτη. Ο γεωεναλλάκτης μπορεί να τοποθετηθεί σε οριζόντια ή κατακόρυφη διάταξη. Η οριζόντια διάταξη του γεωεναλλάκτη χρησιμοποιείται όταν επαρκεί ο χώρος του οικοπέδου.

Τα γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος αντλούν νερό από υπόγειο ταμιευτήρα με χρήση γεώτρησης και με την χρήση ενός ενδιάμεσου εναλλάκτη νερού/νερού που παρεμβάλλεται μεταξύ της ΓΑΘ και του ανοικτού κυκλώματος προσδίδουν ή απορροφούν ενέργεια στο σύστημα μας πριν το νερό επιστρέψει στον ταμιευτήρα. Το σύστημα αυτό ενδείκνυται σε περιοχές με ρηχό βάθος υδροφόρου ορίζοντα. Και εδώ βασιζόμαστε την ιδιότητα της σταθερής θερμοκρασίας που έχουν τα νερά του υπόγειου ταμιευτήρα καθ' όλο τον χρόνο ανεξάρτητα από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν. Για την κατοικία μελέτης επιλέχθηκε το "γεωθερμικό σύστημα κλειστού κυκλώματος".

Οι κατηγορίες γεωθερμικών πεδίων βάσει της ισχύος τους φαίνονται παρακάτω:

- 1. Ομαλή γεωθερμία:** $T < 25^{\circ}\text{C}$, απόδοση $< 2\%$ (ψύξη – θέρμανση κτηρίων).
- 2. Χαμηλής ενθαλπίας:** $T = 25 - 100^{\circ}\text{C}$, απόδοση 2 -8% (νερό οικιακής χρήσης)
- 3. Μέσης ενθαλπίας:** $T = 100 - 150^{\circ}\text{C}$, απόδοση 2 -8% (ηλεκτροπαραγωγή μεπτητικό ρευστό).
- 4. Υψηλής ενθαλπίας:** $T > 150^{\circ}\text{C}$, απόδοση 8 – 18% (ηλεκτροπαραγωγή).

Ανάλογα με τις γεωλογικές συνθήκες και τη θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού, το κόστος γεωθερμικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής ποικίλει μεταξύ 1000 και 2000€ / kW(e), με τυπικό κόστος συντήρησης και λειτουργίας γύρω στο 2-3%.

- ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ [57, 65, 26, 9]

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονη ερευνητική δραστηριότητα στον τομέα των μικρών Φ/Β μονάδων διασπαρμένης παραγωγής οι οποίες συνδέονται στο δίκτυο χαμηλής τάσης των αστικών περιοχών. Όμως η αποδοχή της Φ/Β τεχνολογίας από το ευρύ αγοραστικό κοινό προϋποθέτει ότι τα εμπορικά προϊόντα θα εξασφαλίζουν στον ιδιώτη παραγωγό – καταναλωτή ασφάλεια, μεγάλο βαθμό απόδοσης, μικρό κόστος αγοράς και συντήρησης της εγκατάστασης καθώς επίσης και όσο το δυνατόν συντομότερο διάστημα απόσβεσης της επένδυσης. Προς αυτή λοιπόν την κατεύθυνση θα αναλυθεί ένα Φ/Β σύστημα στις δομικές του μονάδες και θα αναζητηθούν οι βέλτιστες λύσεις. [55], [21]



Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική, μέσω του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Κάθε φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από δύο στρώματα ημιαγωγού υλικού συνήθως πυριτίου. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στην ένωση των δυο αυτών στρωμάτων, παράγεται συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα. Η απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων εξαρτάται από το υλικό και τον τρόπο κατασκευής τους.

Τα συνηθισμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι τα άμορφα πολυκρυσταλλικά στοιχεία και μονοκρυσταλλικά στοιχεία πυριτίου. Αυτοί οι δύο τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων διαφέρουν ως προς τον τρόπο κατασκευής τους και τα χαρακτηριστικά τους, δηλαδή ως προς το χρώμα τους, την εμφάνισή τους, την ανακλαστικότητα τους κ.α.

Η χρήση φωτοβολταϊκών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι πολύ σημαντική διότι εξοικονομεί μεγάλα ποσά ενέργειας και προστατεύει το περιβάλλον, όμως ως τεχνολογία είναι ακριβή και η εφαρμογή της σε κάποιες περιπτώσεις ασύμφορη. Στη χώρα μας όπου υπάρχει ηλιοφάνεια τις περισσότερες μέρες του χρόνου, η χρησιμοποίηση φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι καλή επιλογή, διότι δίνεται η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε απομακρυσμένες και



κατοικημένες περιοχές χωρίς να επιβαρύνεται το περιβάλλον. Στην Ελλάδα, ιδίως σε περιοχές που δεν υπάρχει ηλεκτρικό δίκτυο, η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι ενδεδειγμένη και οικονομική για την κάλυψη των αναγκών τους σε ηλεκτρισμό.

Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία εκμεταλλεύεται την ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας. Η ισχύς της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε 1 τετραγωνικό μέτρο μπορεί να φτάσει στο 1 KW σε μια ηλιόλουστη μέρα. Η ενέργεια που προσπίπτει σε ένα έτος συνολικά σε μια επιφάνεια εξαρτάται από τον προσανατολισμό και τη γεωγραφική θέση της επιφάνειας. Στην Αθήνα, η τιμή της ετήσιας

ενέργειας που προσπίπτει σε μια οριζόντια επιφάνεια ενός τετραγωνικού μέτρου είναι περίπου 1500KWh, και λαμβάνοντας υπόψη ότι τα φωτοβολταϊκά πλαίσια που κυκλοφορούν στην αγορά μετατρέπουν περίπου το 11% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, ένα πλαίσιο επιφάνειας ενός τετρ. μέτρου παράγει περίπου 110Wp (Watt / panel).

Η ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών στοιχείων στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων είναι μια τεχνική που αναπτύσσεται συνεχώς λόγω της ανάπτυξης της τεχνολογίας, της μείωσης του κόστους, του ελληνικού κλίματος αλλά και της ενεργειακής κρίσης. Έχουν αναπτυχθεί επίσης φωτοβολταϊκά στοιχεία που τοποθετούνται στις προσόψεις και τις στέγες.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν ομάδες φωτοβολταϊκών στοιχείων συνδεδεμένων σε σειρά ή παράλληλα διαμορφώνοντας ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Ένα από τα σημαντικότερα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου, είναι η ισχύς αιχμής που εκφράζει την παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ όταν το φωτοβολταϊκό πλαίσιο εκτεθεί σε ηλιακή ακτινοβολία 1kW/m^2 .

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια που κυκλοφορούν στην αγορά έχουν απόδοση 11%, δηλαδή μετατρέπουν το 11% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια, σε ένα πλαίσιο επιφάνειας ενός τετραγωνικού μέτρου το οποίο παράγει 110W ηλεκτρικής ισχύος.

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, αποτελείται από τη φωτοβολταϊκή συστοιχία, τους συσσωρευτές για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και το σύστημα μετατροπής ισχύος. Ο πιο δημοφιλής τύπος συσσωρευτών που χρησιμοποιούνται είναι τύπου μολύβδου-οξέως, ανοικτού ή κλειστού τύπου, ειδικά σχεδιασμένοι για ηλιακά συστήματα ηλιακής ενέργειας. Για τη μετατροπή της ισχύος χρησιμοποιούνται μετατροπείς ισχύος ή αντιστροφείς συνεχούς σε εναλλασσόμενο ρεύμα, μετατροπείς συνεχούς/ συνεχούς ρεύματος και ρυθμιστές φόρτισης.

Η συνολική απόδοση καθώς και η διάρκεια ζωής ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, βασίζεται στη σωστή φόρτιση και εκφόρτιση των συσσωρευτών, στη βελτιστοποίηση της ονομαστικής ισχύος του αναστροφέα και στην ελαχιστοποίηση των ηλεκτρικών απωλειών από μερικό φορτίο λειτουργίας. Οι βασικοί τύποι φωτοβολταϊκών συστημάτων διακρίνονται:

- Στο αυτόνομο σύστημα, το οποίο έχει τη δυνατότητα παροχής συνεχούς εναλλασσόμενου ρεύματος με τη χρήση μετατροπέα ισχύος.
- Στο σύστημα συνδεδεμένο με το δίκτυο, το οποίο αποτελείται από μια συστοιχία φωτοβολταϊκών στοιχείων, η οποία είναι συνδεδεμένη με το ηλεκτρικό δίκτυο μέσω ενός αντιστροφέα.



Φ/Β σύστημα: 1.Φ/Β πλαίσια-2.Πίνακας ελέγχου-3.Αντιστροφέας(inverter)-4.Μετρητής

Στα κεντρικά συστήματα μεγάλης εγκατεστημένης ισχύος, η παραγόμενη από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία ενέργεια παρέχεται απευθείας στο ηλεκτρικό δίκτυο, ενώ σε εφαρμογές μικρής εγκατεστημένης ισχύος, τα φωτοβολταϊκά πρέπει να καλύπτουν συγκεκριμένο φορτίο, το δίκτυο χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας.

- Στο υβριδικό σύστημα, το οποίο είναι αυτόνομο και αποτελείται από τη φωτοβολταϊκή συστοιχία που λειτουργεί σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας όπως μια γεννήτρια πετρελαίου ή μια ανεμογεννήτρια.

- Στο σύστημα μικρής ισχύος, το οποίο εγκαθίσταται σε κτίρια που διαθέτουν ενεργητικά ή παθητικά ηλιακά συστήματα. Χρησιμοποιείται για τη λειτουργία αντλιών και ανεμιστήρων συνεχούς ρεύματος που χρησιμοποιούνται για την κυκλοφορία του αέρα ή του νερού στους ηλιακούς συλλέκτες. Διαθέτει ενσωματωμένο ρυθμιστή ισχύος, ο οποίος διακόπτει τη λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος, όταν η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί και δεν απαιτεί τη χρήση συσσωρευτών για την αποθήκευση ενέργειας. Σε κάποιες περιπτώσεις, αποτελείται από ένα μόνο φωτοβολταϊκό πλαίσιο που τροφοδοτεί ένα ανεμιστήρα και το χειμώνα χρησιμεύει για την κυκλοφορία του θερμού αέρα από ένα θερμοκήπιο στο υπόλοιπο κτίριο και το καλοκαίρι για τον αερισμό των υπερθερμαινόμενων χώρων.

Η χρήση των φωτοβολταϊκών πλαισίων ως λειτουργικά δομικά στοιχεία του κτιρίου διαμορφώνει νέες και οικονομικά ελκυστικότερες λύσεις. Σε αυτό συμβάλλει και η ανάπτυξη νέων ημιδιαφανών φωτοβολταϊκών πλαισίων που χρησιμοποιούνται στη θέση των υαλοπινάκων παρέχοντας παράλληλα ηλιοπροστασία και ηλιακή ενέργεια κατά τους θερινούς μήνες. Η ενσωμάτωσή τους στην πρόσοψη ή την οροφή του κτιρίου γίνεται με διάφορους τρόπους. Οι τέσσερις βασικοί τρόποι τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών πλαισίων στο κτίριο γίνεται με:

- Την τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα, καθώς στην αγορά υπάρχει ποικιλία μεταλλικών και ξύλινων στηριγμάτων που χρησιμοποιούνται κατά τέτοιο τρόπο που να ταιριάζει στο κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Σε κάποια από αυτά η κλίση τους είναι ρυθμιζόμενη, αυτό διευκολύνει την πρόσβαση στο εμπρός και το πίσω μέρος των φωτοβολταϊκών πλαισίων σε περίπτωση που γίνει συντήρηση και συμβάλλει στον καλό αερισμό και δροσισμό τους αυξάνοντας την απόδοσή τους. Όμως το κόστος είναι υψηλό και απαιτείται χρήση πρόσθετων υλικών και επιπλέον εργασία.

- Την απευθείας τοποθέτηση, στην οποία η εξωτερική επιστρωση του κτιρίου αντικαθίστανται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Ένας τρόπος να τοποθετούνται τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι το ένα να επικαλύπτει εν μέρει το άλλο, προστατεύοντας το κτίριο, όμως δεν είναι πλήρως στεγανό και απαιτούνται μέτρα στεγανοποίησής του. Το κόστος αυτής της μεθόδου είναι χαμηλό διότι δεν απαιτεί πολλά πρόσθετα υλικά, ενώ η υποκατάσταση κάποιων δομικών στοιχείων για την εξωτερική κάλυψη του κελύφους από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια μειώνει το συνολικό κόστος.

- Την τοποθέτηση σε ειδική βάση προσαρμοσμένη στο εξωτερικό του κελύφους, η οποία εξέρχεται από την οροφή ή την πρόσοψη του κτιρίου. Η κατασκευή αυτή στηρίζεται στο εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου, θα πρέπει όμως το κτίριο να έχει καλή μόνωση στα σημεία που στηρίζεται η βάση. Βέβαια, εκτός από τη μόνωση θα πρέπει να διευκολύνει τον αερισμό και την ψύξη των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Το κόστος αυτής της τεχνικής τοποθέτησης είναι μικρότερο από το κόστος τοποθέτησης σε κεκλιμένα στηρίγματα, αλλά υψηλότερο από το κόστος της απευθείας τοποθέτησης ή της ενσωμάτωσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων στο κέλυφος του κτιρίου. Η χρήση αυτής της τεχνικής είναι ιδανική όταν γίνεται ανακαίνιση σε κτίρια όπου δεν μπορούν να γίνουν εύκολα εξωτερικές παρεμβάσεις στο εξωτερικό κέλυφος.



Τοποθέτηση στην εξωτερική επίστρωση του κτιρίου

• Την ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών πλαισίων στο κέλυφος του κτιρίου, κατά την οποία υποκαθίστανται ολόκληρα τμήματα του κτιριακού κελύφους από φωτοβολταϊκά πλαίσια. Για την σωστή εφαρμογή αυτής της μεθόδου, απαιτείται στεγανή σύνδεση των φωτοβολταϊκών πλαισίων μεταξύ τους. Για παράδειγμα, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία που δεν διαθέτουν μεταλλικό σκελετό τοποθετούνται σε στηρίγματα παρόμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται για τη στήριξη συμβατικών διαφανών ορόφων ή προσόψεων. Τα νέα ημιδιαφανή στοιχεία μπορούν να τοποθετηθούν στη θέση υαλοπινάκων ή αδιαφανών στοιχείων παρέχοντας τη δυνατότητα εφαρμογής τεχνικών ηλιοπροστασίας και φωτισμού με την παράλληλη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών πλαισίων στο κέλυφος του κτιρίου συμβάλλει στη μείωση του κόστους, λόγω της εξοικονόμησης του κόστους από τα δομικά στοιχεία του κελύφους που αντικαθιστώνται από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία.



Ενσωμάτωση Φ/Β πλαισίου στην οροφή κτιρίου

Το κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων εκφράζεται σε €/W αιχμής. Το συνολικό κόστος για ένα φωτοβολταϊκό σύστημα προκύπτει από τα εξής: φωτοβολταϊκά πλαίσια 40%- 60%, συσσωρευτές 15%-25%, αντιστροφείς 10%-15%, υποδομή στήριξης 10%-15%, σχεδιασμός και εγκατάσταση 8%-12% . Η διάρκεια ζωής ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι περίπου 20 χρόνια χωρίς ιδιαίτερη συντήρηση ενώ κατά τη διάρκεια αυτής της εικοσαετίας οι συσσωρευτές αντικαθίστανται 4 με 5 φορές.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι το είδος εφαρμογής και αν το σύστημα είναι συνδεδεμένο ή όχι. Τα συστήματα που είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο είναι πιο οικονομικά από τα αυτόνομα συστήματα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αυτά τα συστήματα δεν απαιτούν συσσωρευτές, έτσι το κόστος ανά W μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Το κόστος των αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα κυμαίνεται από 8.217-9.391 €/kW, αντίθετα το κόστος των συνδεδεμένων με το δίκτυο συστημάτων είναι περίπου 7.336 €/kW. Το κόστος παραγόμενης ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα εκτιμάται στα 0,65€/kWh για το αυτόνομο σύστημα λίγων kW εγκατεστημένης ισχύος και 0,44€/kWh για το συνδεδεμένο με το δίκτυο σύστημα. Το κράτος επιδοτεί την αγορά και εγκατάσταση οικιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων μέσω της φοροαπαλλαγής έως και κατά 75% του κόστους τους. Η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων αν και προβλέπεται επιδότηση αφορά μεγάλα συστήματα και αποκλείονται οι μικροί καταναλωτές.

Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο σημείο χρήσης, το γεγονός ότι μετατρέπουν ένα 5%-15% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (το πόσο είναι το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε). Άλλα πλεονεκτήματα είναι η μηδενική ρύπανση της ατμόσφαιρας, καθώς η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα είναι η μόνη τεχνολογία που μπορεί να εφαρμοσθεί σε αστικό περιβάλλον με μηδενική ρύπανση, το γεγονός ότι λειτουργούν αθόρυβα, το μηδαμινό κόστος συντήρησης και λειτουργίας, η δυνατότητα ενσωμάτωσής τους σε οροφές, προσόψεις κτιρίων ως κύρια δομικά στοιχεία, επίσης, υπάρχει η δυνατότητα επέκτασης του συστήματος ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η αξιοπιστία και η μεγάλη διάρκεια ζωής, η απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές. Τέλος, η χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων βοηθά το περιβάλλον και την κοινωνία καθώς συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι το κόστος τους, κυρίως για τον οικιακό τομέα, όπου δεν παρέχονται ιδιαίτερες επιδοτήσεις.

Από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτίρια το κυριότερο όφελος που προκύπτει είναι η χρήση τους ως δομικά στοιχεία τα οποία αντικαθιστούν άλλα υλικά εξωτερικής επιφάνειας των κτιρίων τα οποία έχουν σημαντικό κόστος όπως αυτά που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη προσόψεων των κτιρίων. Η εξοικονόμηση που προκύπτει από την αποφυγή αυτού του κόστους καθιστά οικονομικότερη τη χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται στα κτίρια για την κάλυψη ολόκληρης ή μέρους της οροφής του κτιρίου, για τη χρήση τους σε γυάλινες προσόψεις του κτιρίου αλλά και σε επιφάνειες προστασίας από καιρικές συνθήκες όπως στέγαστρα και σκίαστρα.

Κατά την ενσωμάτωσή τους στο κτίριο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το αρχιτεκτονικό σχέδιο ώστε να δένουν με το κτίριο αισθητικά. Στην εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα κοινά πλαίσια με το πλαίσιο του αλουμινίου που διαθέτουν, κι απαιτείται μια πρόσθετη ενδιάμεση κατασκευή στην οποία θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Στα νέα κτίρια, κατά την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων προτιμάται η χρήση πλαισίων που δεν διαθέτουν αλουμίνιο και επιτρέπουν την ενσωμάτωσή τους ως δομικές επιφάνειες του κτιρίου. Επίσης μπορεί να γίνει με ειδικά σχεδιασμένα υλικά ή με τυποποιημένα υλικά που τα χρησιμοποιούν για τη στήριξη των υαλοπινάκων.

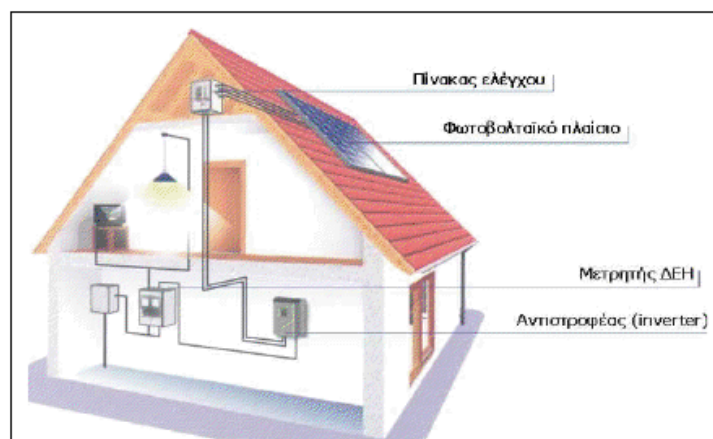
Για την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι απαραίτητη η μελέτη του κατάλληλου προσανατολισμού και της κλίσης ώστε να υπάρχει η μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτό μπορεί να γίνει στα φωτοβολταϊκά που είναι τοποθετημένα στο έδαφος, βέβαια αυτό είναι επιθυμητό και στις εφαρμογές των φωτοβολταϊκών στα κτίρια, όμως οι απώλειες από το μη σωστό προσανατολισμό δεν είναι τόσο σημαντικές συγκρινόμενες με τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση πλαισίων σε αντικατάσταση άλλων δομικών στοιχείων του κτιρίου. Θα πρέπει ο μελετητής να φροντίζει κατά την εφαρμογή τους να μην προκαλείται

σκιασμός στην επιφάνεια των φωτοβολταϊκών πλαισίων από παρακείμενα κτίρια ή αντικείμενα, τις ώρες υψηλής ακτινοβολίας, διότι αυτό μπορεί να μειώσει την παραγόμενη ισχύ. Αν η ηλιακή ακτινοβολία δεν προσπίπτει ομοιόμορφα σε όλα τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, συνίσταται η σύνδεση των φωτοβολταϊκών πλαισίων σε μικρές συστοιχίες με ομοιόμορφη πρόσπτωση της ακτινοβολίας. Αν σε αυτή τη συστοιχία δεν υπάρχει πρόσπτωση ακτινοβολίας ή σε περίπτωση μερικού σκιασμού αυτής, η απόδοση ολόκληρης της συστοιχίας καθορίζεται από την απόδοση του πλαισίου με τη μικρότερη απόδοση.

Ο τρόπος που συνδέονται ηλεκτρικά τα φωτοβολταϊκά γίνεται ως εξής: η έξοδος της φωτοβολταϊκής συστοιχίας, συνδέεται μέσω κατάλληλων μετατροπέων στο ηλεκτρικό δίκτυο. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιείται για την μερική κάλυψη των αναγκών του κτιρίου, ενώ οι υπόλοιπες ανάγκες καλύπτονται από το ηλεκτρικό δίκτυο, κι ο ιδιοκτήτης ωφελείται από τη μειωμένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο. Ειδικά σε περιόδους όπου η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεγαλύτερη από τις ανάγκες του κτιρίου, τότε το πλεόνασμα της ενέργειας πωλείται στο δίκτυο με την προβλεπόμενη τιμή. Για να συνδεθεί η φωτοβολταϊκή συστοιχία με το ηλεκτρικό δίκτυο, χρησιμοποιούνται μετατροπείς για τη μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Λόγω της υψηλής τεχνολογίας των μετατροπέων, επιτρέπεται η παροχή ηλεκτρικής ισχύος εξόδου υψηλής ποιότητας, και υπάρχει η δυνατότητα διακοπής της λειτουργίας σε περίπτωση που διακόπτεται η παροχή του δικτύου.

Οι ενεργειακές ανάγκες που καλύπτουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι ο φωτισμός, η ψύξη, οι τηλεπικοινωνίες, η ηχητική κάλυψη και κάθε άλλη ενεργειακή ανάγκη που μπορεί να καλυφθεί εφόσον το φωτοβολταϊκό σύστημα είναι κατάλληλα σχεδιασμένο. Τα φωτοβολταϊκά παράγουν συνεχές ρεύμα το οποίο είτε χρησιμοποιείται ως έχει είτε με τις κατάλληλες μετατροπές γίνεται εναλλασσόμενο. Για λόγους απόδοσης και οικονομίας, είναι προτιμότερο να αποφεύγεται η χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων για την τροφοδότηση θερμικών ηλεκτρικών συσκευών. Γι' αυτές τις περιπτώσεις προτιμάται η χρήση ηλιακών θερμοσιφώνων, ηλιακού κλιματισμού, εφαρμογές με φυσικό αέριο αλλά και υγραέριο. Αντίθετα, οι ανάγκες που δημιουργούν ο φωτισμός με λάμπες εξοικονόμησης ενέργειας και η χρήση ηλεκτρικών συσκευών καλύπτονται εύκολα και οικονομικά με τα φωτοβολταϊκά.

Όσον αφορά στις μέρες που δεν υπάρχει λιακάδα, υπάρχει άφθονο διάχυτο φως και τα φωτοβολταϊκά συστήματα παράγουν ηλεκτρισμό διότι η λειτουργία τους βασίζεται στο φως της ηλιακής ακτινοβολίας κι όχι στην θερμότητα του ήλιου, αν και η απόδοση του συστήματος θα είναι μειωμένη λόγω της συννεφιάς, αυτό μπορεί να μην καλύπτει τις ανάγκες της κατοικίας και να πρέπει να τις καλύψει συνδεδεμένο με το δίκτυο εφόσον η κατοικία είναι συνδεδεμένη με τη ΔΕΗ.



- ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Οι εφαρμογές στον οικιακό τομέα μέχρι σήμερα είναι περιορισμένες αν και είναι ιδιαίτερα υποσχόμενες υπό προϋποθέσεις. Σήμερα, η αιολική ενέργεια βρίσκει εφαρμογή κυρίως στην ηλεκτροπαραγωγή. Αυτό επιτυγχάνεται με τις ανεμογεννήτριες οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική σε πρώτο στάδιο και ακολούθως σε ηλεκτρική. [76]

Εκτός από τα μεγάλα αιολικά πάρκα που αποτελούνται από μεγάλες ανεμογεννήτριες (800 kW – 3 MW) που τροφοδοτούν απευθείας το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, εγκαθίστανται και οι μικρές ανεμογεννήτριες (Σχήμα) για εφαρμογές μικρής κλίμακας, κυρίως για την ικανοποίηση των οικιακών καταναλώσεων.



Εικ. Οικιακή ανεμογεννήτρια

Η χρήση μικρών ανεμογεννητριών (400 W μέχρι 10 kW) συνιστάται εκτός αστικών περιοχών. Απαιτείται μια έκταση γύρω από αυτές χωρίς εμπόδια που να επηρεάζουν την έκθεση τους στον άνεμο για να εξασφαλίζεται η αποδοτική λειτουργία τους.

Η εγκαταστημένη ισχύς της ανεμογεννήτριας εξαρτάται από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια που πρόκειται να καλυφθούν. Για τις διαστάσεις της ανεμογεννήτριας ισχύουν τα εξής:

- Η διάμετρος αυξάνεται ανάλογα με την ονομαστική ισχύ και κατά συνέπεια αυξάνεται και το ύψος του ιστού που θα τοποθετηθεί.
- Το ύψος του ιστού καθορίζεται λαμβάνοντας υπόψη παραμέτρους όπως εμπόδια περιβάλλοντος χώρου, το είδος της βάσης καθώς και από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

- Η ύπαρξη ικανοποιητικού αιολικού δυναμικού αποτελεί το βασικότερο κριτήριο για την αποδοτικότητα μιας ανεμογεννήτριας. Οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, του κάθετου και του οριζόντιου άξονα.

Ανάλογα με την εφαρμογή που χρησιμοποιούνται, οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Αυτόνομες (μη συνδεδεμένα με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού). Απαραίτητη η αποθήκευση της ενέργειας σε μπαταρίες και εγκατάσταση μετατροπέα συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Ιδανικά για εξοχικές κατοικίες απομακρυσμένες από το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

- Συνδεδεμένες με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού. Η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο. Δεν χρειάζεται η αποθήκευση της ενέργειας σε μπαταρίες, απαιτείται όμως η εγκατάσταση μετατροπέα. Δυνατότητα σύνδεσης της ανεμογεννήτριας με το δίκτυο ή χρήση της παραγόμενης ενέργειας για ίδιες ανάγκες του υποστατικού.

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των μικρών ανεμογεννητριών παρατίθενται παρακάτω.

A. Πλεονεκτήματα:

- Έχουν αξιόπιστη λειτουργία και μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Με τη λειτουργία τους αποφεύγεται η χρήση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρισμού.
- Είναι φιλικές στο περιβάλλον και δεν ρυπαίνουν και βοηθούν στην μείωση των αερίων εκπομπών του θερμοκηπίου.
- Μπορούν πολύ εύκολα να εγκατασταθούν σε απομονωμένες περιοχές και να λειτουργούν ως αποκεντρωμένες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.

B. Μειονεκτήματα:

- Έχουν κόστος συντήρησης γιατί έχουν κινούμενα μέρη.
- Σχετικά θορυβώδη λειτουργία (περίπου όσο ένα κοινό πλυντήριο).
- Αμφιλεγόμενες απόψεις για την αισθητική τους όψη[42].

Σήμερα το κόστος ανά εγκατεστημένο kW κυμαίνεται μεταξύ 2000 € και 4000 € και εξαρτάται από το μέγεθος της ανεμογεννήτριας και την τεχνολογία. Στο κόστος περιλαμβάνεται το κόστος αγοράς του συστήματος, τα κόστη μεταφοράς, τοποθέτησης και σύνδεσης με το δίκτυο.

Η οικονομική βιωσιμότητα των ανεμογεννητριών στηρίζεται στην ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η οποία είτε πωλείται στο δίκτυο (ΑΗΚ) είτε χρησιμοποιείται για ίδια χρήση (αυτόνομα συστήματα).

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μία ανεμογεννήτρια εξαρτάται από τους πιο κάτω παράγοντες:

- 1.Αιολικό δυναμικό.** (Ταχύτητα ανέμου στο ύψος της ανεμογεννήτριας.)
- 2.Επιφάνεια σάρωσης.** (Προκύπτει από τη διάμετρο του ρότορα. Μεγαλύτερη επιφάνεια ισοδυναμεί με μεγαλύτερη ανακτώμενη ενέργεια.)
- 3.Πυκνότητα αέρα.** (Εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την ατμοσφαιρική πίεση. Χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλή ατμοσφαιρική πίεση αυξάνουν την πυκνότητα του αέρα και κατ' επέκταση το αιολικό δυναμικό και την παραγωγή ενέργειας.)

4.Απόδοση ανεμογεννήτριας.

5.Συντήρηση ανεμογεννήτριας. (Η ανεμογεννήτρια αποτελείται από μηχανικά κινούμενα μέρη και επομένως η σωστή συντήρηση και λίπανση της εξασφαλίζουν καλύτερη απόδοση.)

Το αιολικό δυναμικό, η επιφάνεια σάρωσης και η πυκνότητα αέρα καθορίζουν την ισχύ του ανέμου. Η μέγιστη ισχύς που μπορεί να ανακτηθεί από μία ανεμογεννήτρια είναι το 59,3% της ισχύς του ανέμου (Betz law). Παρόλα αυτά η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς εξαρτάται από άλλες σταθερές η οποίες δίνουν μια ιδανική αποδοτικότητα 38% της ισχύς του ανέμου. Στην πραγματικότητα όμως η

12.10.ΗΛΙΑΚΟΙ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΕΣ

Δε θα μπορούσαμε να μιλάμε για βιοκλιματικό ξενοδοχείο και εξοικονόμηση ενέργειας αν δεν είχαν προβλεφθεί για τις ανάγκες του ξενοδοχείου σε ζεστό νερό, ηλιακοί θερμοσίφωνες.

Έτσι λοιπόν, τοποθετούνται τόσο στις κεντρικές μονάδες όπως είναι το γυμναστήριο, τα εστιατόρια, το bar και η reception, για κάλυψη των αναγκών όχι μόνο των πελατών αλλά και του ίδιου του προσωπικού, όσο και στις ιδιωτικές ανεξάρτητες κατοικίες όπου είναι σαφές ότι σε μία θερινή περίοδο με καθημερινή χρήση του μπάνιου, οι ανάγκες των κατοίκων για ζεστό και διαθέσιμο άφθονο νερό, είναι ιδιαίτερα αυξημένες.

12.11.ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΟΡΟΦΗΣ

Η φυσική ψύξη των χώρων το καλοκαίρι, επιτυγχάνεται με διαμπερή αερισμό, που δημιουργείται από το ταυτόχρονο άνοιγμα των παραθύρων νοτίων, βορείων, ανατολικών και δυτικών, ανά περίπτωση.

Επιπλέον, όμως, στα πλαίσια μιας προσπάθειας να αποφευχθεί η χρήση κλιματιστικών, μηχανημάτων πολύ ενεργοβόρων και βλαπτικών για το περιβάλλον καθώς συμβάλλουν στη δημιουργία και ενίσχυση της τρύπας του όζοντος, θα τοποθετηθούν ανεμιστήρες οροφής που θα λειτουργούν με τη χρήση των μη συμβατικών μορφών ενέργειας που αναπτύχθηκαν προηγουμένως.

Έτσι, οι ένοικοι των δωματίων θα απολαμβάνουν φυσικό δροσισμό και ταυτόχρονα δε θα επιβαρύνεται το περιβάλλον από αλόγιστη χρήση των κλιματιστικών, που συνήθως συμβαίνει στις ξενοδοχειακές μονάδες.

12.12.ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΣΤΕΓΗΣ

Το παράθυρο στη στέγη των διώροφων δωματίων κατασκευάστηκε, για να επιτευχθεί επαρκής και μεγαλύτερης διάρκειας φυσικός φωτισμός της σκάλας (βλ. Σχήμα). [76]

Το παράθυρο στέγης εξασφαλίζει μόνωση χάρη στο διπλό τζάμι και το ειδικό σύστημα στεγανοποίησης. Όσον αφορά την επιλογή ενός παραθύρου στέγης πρέπει να ληφθούν υπόψη σωματομετρικοί παράγοντες. Με άλλα λόγια, εξαρτάται από το ύψος των ανθρώπων που κινούνται στο χώρο.

Τα κυριότερα κριτήρια για την επιλογή είναι τα εξής:

- α) Πρώτα απ' όλα πρέπει να υπάρχει άνετος χειρισμός. (δηλ. εύκολη πρόσβαση στο χερούλι για άνοιγμα – κλείσιμο).
- β) Ένας καθισμένος άνθρωπος πρέπει να έχει απρόσκοπτη θέα προς τα έξω.

Γενικά το κατωκάσι του παραθύρου πρέπει να βρίσκεται σε ύψος μεταξύ 90-130cm από το πάτωμα. Το σύστημα ανοίγματος επιτρέπει την άμεση ανανέωση του αέρα.

Το κόστος κατασκευής του παραθύρου είναι 400 €.



Εάν επιθυμούσαμε το ξενοδοχείο να λειτουργεί και τη χειμερινή περίοδο, εφόσον βρίσκεται αρκετά κοντά στην Αθήνα, που ως πρωτεύουσα δέχεται τουρισμό όλο το χρόνο, θα έπρεπε επιπλέον να γίνουν οι παρακάτω προσθήκες βιοκλιματικών εφαρμογών.

12.13.ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Τα «θερμοκήπια», που είναι νότιοι υαλόφρακτοι χώροι και που αν κατασκευασθούν σωστά, εξασφαλίζουν σημαντική θερμότητα, η οποία μεταφέρεται στο εσωτερικό του κτηρίου από τον αέρα, μέσα από ενδιάμεσα ανοίγματα και θυρίδες. [6]

Το ξενοδοχείο, λοιπόν, είναι «ανοιχτό» προς το Νότο και προστατευμένο από το Βορρά και χρησιμοποιεί παθητικά, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, την ηλιακή ενέργεια κατά τους χειμερινούς μήνες. Αντίστοιχα το καλοκαίρι με τις νότιες προεξοχές της στέγης, την κατακόρυφη προστατευτική σκίαση στην Ανατολή και κυρίως στη Δύση με πετάσματα ή βλάστηση επιτυγχάνεται αποτελεσματικά η προστασία του από τον ήλιο. Ο σωστός αερισμός(διαμπερής και κυρίως κατακόρυφος και νυχτερινός) επιτυγχάνεται με μικρά βορινά ανοίγματα κοντά στο έδαφος και με μεγάλα νότια ανοίγματα στις ψηλότερες περιοχές του κτηρίου. Με τον τρόπο αυτό γίνεται χρήση των δροσερών καλοκαιρινών ρευμάτων του κάθε τόπου(απόγειες και θαλάσσιες αύρες) και έχουμε πλήρη δροσισμό του κτηρίου, χωρίς να χρειάζεται μηχανικό και ενεργοβόρο κλιματισμό. Η διάταξη των εσωτερικών χώρων γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε οι χώροι όπου βρισκόμαστε τις περισσότερες ώρες της ημέρας να βρίσκονται στην περιοχή ηλιασμού το χειμώνα και δροσισμού το καλοκαίρι.

Οι βοηθητικοί χώροι να βρίσκονται στις πλευρές των δυσμενών προσανατολισμών(Βορράς-Δύση) και να προστατεύουν τους υπόλοιπους. Τα νότια τζάμια παγιδεύουν την ηλιακή ακτινοβολία στο εσωτερικό του κτηρίου και έτσι αυξάνεται η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα από τη μία, ενώ μεγάλο μέρος της απορροφάται από οικοδομικά υλικά, που έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα (πέτρες, πλακάκια, τούβλα κ.λ.π.). Αυτά τα υλικά αποτελούν την αποθήκη θερμότητας που «γεμίζει» την ημέρα και «αδειάζει» τη νύχτα, αποδίδοντας θερμική ενέργεια στον εσωτερικό χώρο, όταν υπάρχει καλή εξωτερική μόνωση.

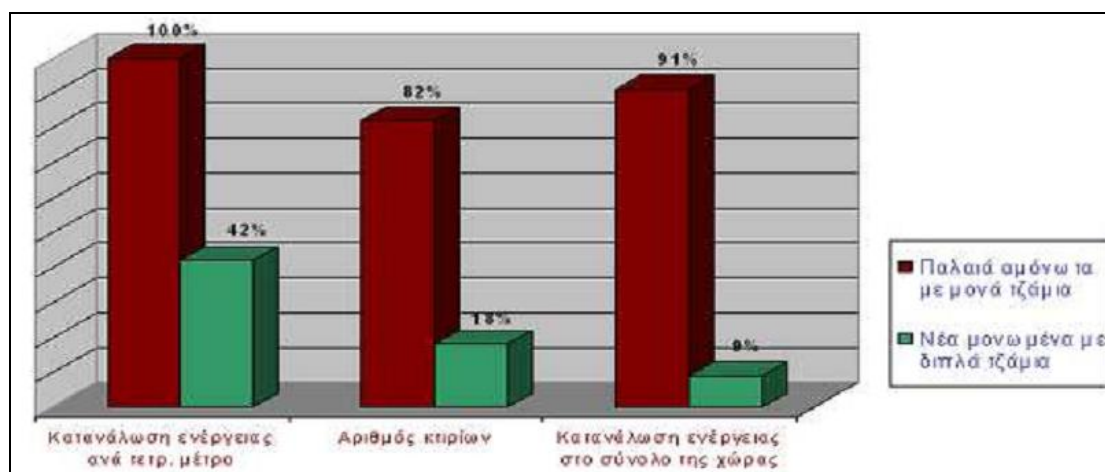
Το καλοκαίρι η οροφή του θερμοκηπίου πρέπει οπωσδήποτε να φέρει ηλιοπροστασία και επίσης να ανοίγει σε όλο το μήκος με σειρά φεγγιτών, ώστε ο θερμός αέρας που συγκεντρώνεται κάτω από την επιφάνεια να απάγεται προς τα έξω. Το κατακόρυφο υαλοστάσιο του θερμοκηπίου πρέπει να ανοίγει στο σύνολο του και αν είναι δυνατόν να απομακρύνεται εντελώς ώστε να μην επιβαρύνεται το κτήριο με επί πλέον θερμότητα. Τα θερμοκήπια που ενδεχομένως προσαρτώνται στους άλλους προσανατολισμούς, ανατολικά ή δυτικά, έχουν κάποια μικρή θετική συνεισφορά στο κτήριο, υπό τον όρον ότι συνδέονται με δομικά στοιχεία μεγάλης θερμοχωρητικότητας.

Το θερμοκήπιο όπως έχει ήδη εξηγηθεί, είναι η δυνατότητα εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας ως πρόσθετου ενεργειακού κέρδους χωρίς τη χρήση μηχανικών μέσων και υψηλής τεχνολογίας. Η εξοικονόμηση ενέργειας από το θερμοκήπιο είναι 500 Kcal/h. Πάντως το υπάρχον ενεργειακό κέρδος από ένα θερμοκήπιο είναι το 25% της ηλιακής προσπίπτουσας ενέργειας.

12.14. ΔΙΠΛΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ- ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΤΖΑΜΙΑ

Τα παράθυρα των κτηρίων συντελούν σε ένα μεγάλο ποσοστό στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των χώρων γιατί από αυτά μεταφέρεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας. [70, 20]

Το χειμώνα χάνεται θερμότητα από μέσα προς τα έξω, ενώ το καλοκαίρι εισέρχεται θερμότητα από το ζεστό εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων, ενεργειακά αποδοτικών παραθύρων (βλ. Σχήμα). Τα παράθυρα αυτά θα πρέπει να έχουν υαλοπίνακες και κουφώματα με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και επιπλέον, θα πρέπει να είναι αεροστεγανά, ώστε να εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας από χαραμάδες, οι οποίες μπορεί να επιφέρουν σημαντικές απώλειες θερμότητας, όπως παρατηρείται σε κτίρια κακής κατασκευής ή παλαιά.



Εικ. Κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια με μονά και διπλά τζάμια

Εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιφέρουν τα παράθυρα με διπλά τζάμια (βλ. Σχήμα) λόγω μειωμένων θερμικών ανταλλαγών με το περιβάλλον, παρουσιάζουν και μια σειρά από πλεονεκτήματα, όπως: μειώνουν την ακτινοβολία από ή προς τον εσωτερικό χώρο, καθώς παρουσιάζουν επιφανειακή θερμοκρασία πλησιέστερη με αυτή των άλλων επιφανειών του χώρου και περιορίζουν τα ρεύματα του αέρα κοντά στο παράθυρο με αποτέλεσμα να προσφέρουν βελτιωμένες συνθήκες θερμικής άνεσης, αποτρέπουν τη συμπύκνωση υδρατμών το χειμώνα στην επιφάνειά τους, αλλά και μειώνουν το θόρυβο. [71]

Από υπολογισμούς επιστημονικών ινστιτούτων αλλά και κατασκευαστών υαλοπινάκων που ερευνούν τρόπους για την καλύτερη «κλιματική συμπεριφορά» των δομικών υλικών προκύπτει όφελος έως και 750 ευρώ κάθε χρόνο στον ένοικο ενός τυπικού διαμερίσματος με τα νέας τεχνολογίας τζάμια (ενεργειακά τζάμια), σε σχέση με τα απλά, λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται.

Σύμφωνα με ειδικούς του Πανεπιστημίου Lund, που κατασκεύασαν πρόγραμμα μέτρησης εξοικονόμησης ενέργειας για τους υαλοπίνακες, και υπολογισμούς του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, τα ενεργειακά διπλά τζάμια στο Ηράκλειο της Κρήτης μειώνουν ετησίως την κατανάλωση έως και κατά 5.750 κιλοβατώρες για τη θέρμανση και ψύξη κατοικιών εμβαδού 115 τ.μ..

Οι τιμές για τα τζάμια ηλιακού ελέγχου ξεκινούν από 100 ευρώ το τετραγωνικό μέτρο, ενώ για τα συνηθισμένα διπλά τζάμια (ή και τριπλά), οι τιμές τους ξεκινούν από 40 ευρώ/ τ.μ. Αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα έχουν οι υαλοπίνακες που στο διάκενό τους περιέχουν άλλο αέριο. Στην περίπτωση μας, επιλέξαμε διπλά ενεργειακά τζάμια, με στόχο την μακροπρόθεσμη απόσβεση του επιπλέον κόστους από την εξοικονόμηση ενέργειας από χρήση κλιματιστικών κλπ.

12.15.ΗΛΙΑΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ-ΤΟΙΧΟΙ TROMBE

Οι ηλιακοί τοίχοι αποτελούνται από τοιχοποιίες συνδυαζόμενες με υαλοστάσιο, τοποθετημένο εξωτερικά, σε απόσταση 5-15 cm. Η τοιχοποιία μπορεί να είναι είτε αμόνωντος τοίχος μεγάλης θερμικής μάζας, είτε θερμομονωμένη κατασκευή. Το υαλοστάσιο μπορεί να είναι σταθερό ή ανοιγόμενο και να φέρει μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες.

Οι ηλιακοί τοίχοι συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μεταδίδουν σε μορφή θερμότητας στους χώρους. Στην Ελλάδα έχουν εφαρμοστεί ηλιακοί τοίχοι κυρίως σε κατοικίες.



Από μετρήσεις, ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις βιοκλιματικών κτιρίων σε διάφορες περιοχές της χώρας, προκύπτει ότι μπορούν να συνεισφέρουν σε εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση κατοικιών σε ποσοστό 10-40% (μεγαλύτερη συνεισφορά εξοικονόμησης σε περιοχές με σχετικά ήπιο κλίμα).

α. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης

Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης αποτελούνται από τοίχο κατασκευασμένο από υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας όπως σκυρόδεμα, πέτρα, συμπαγή τούβλα, ή δοχεία που περιέχουν νερό ή άλλο υλικό (υλικό αλλαγής φάσης).

Η εξωτερική τους επιφάνεια είναι σκούρου χρώματος για αύξηση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας. Η απορροφώμενη ακτινοβολία μεταδίδεται με αγωγή, ακτινοβολία και συναγωγή (μεταφορά μέσω του αέρα) στον εσωτερικό χώρο.

Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης μπορεί να είναι:



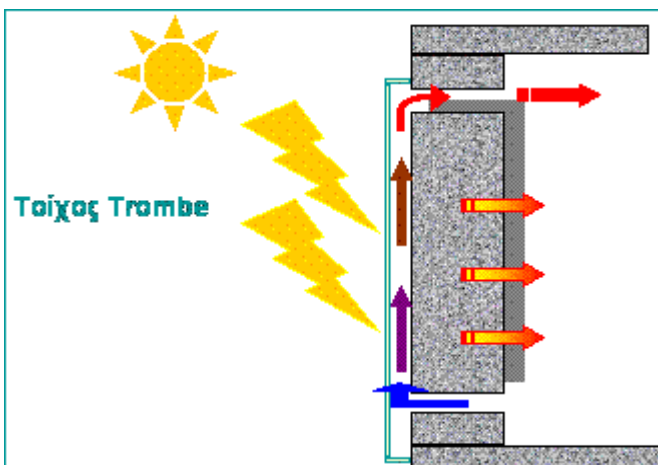
- απλοί τοίχοι μάζας (μη θερμοσιφωνικής ροής, χωρίς θυρίδες) είτε συμπαγούς κατασκευής, είτε αποτελούμενοι από δοχεία νερού ή με υλικά αλλαγής φάσης
- τοίχοι μάζας θερμοσιφωνικής ροής (Trombe - Michel)

Στην περίπτωση του τοίχου Trombe - Michel, μέρος της συλλεγόμενης θερμότητας στο διάκενο μεταξύ τοίχου και υαλοπίνακα μεταφέρεται μέσω θυρίδων στον εσωτερικό χώρο.

Οι θυρίδες του τοίχου βρίσκονται στο άνω και κάτω τμήμα του και κατά τη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα παραμένουν ανοικτές. Έτσι, μέρος της θερμικής ενέργειας που συσσωρεύεται στο διάκενο (μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου) μεταφέρεται με φυσική κυκλοφορία του αέρα από τις θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου στον εσωτερικό χώρο. Αντίστοιχα, ο ψυχρός αέρας του χώρου μεταφέρεται μέσω των θυρίδων στο κάτω μέρος του τοίχου στο διάκενο, όπου και θερμαίνεται και ανέρχεται, δημιουργώντας συνεχή ροή θερμότητας προς το χώρο. Κατά τη διάρκεια της νύκτας και τις νεφοσκεπείς ημέρες οι θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου μπορούν να παραμένουν κλειστές, ώστε να εμποδίζεται η αντίστροφη κίνηση του θερμού αέρα από το χώρο προς την εξωτερική ψυχρή επιφάνεια του υαλοπίνακα.

Για όλους τους τοίχους θερμικής αποθήκευσης απαιτείται ηλιοπροστασία της συλλεκτικής επιφάνειας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού με κινητά εξωτερικά πετάσματα. Παράλληλα, συνιστάται κατά τη διάρκεια της νύκτας να ανοίγουν τμήματα του υαλοστασίου, ώστε ο αέρας που βρίσκεται στο διάκενο, να κατευθύνεται προς το εξωτερικό περιβάλλον, παρασύροντας και τον αέρα του εσωτερικού χώρου.

Στις περιοχές όπου παρατηρούνται χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη χειμερινή περίοδο συνιστώνται διπλοί υαλοπίνακες στο υαλοστάσιο καθώς και νυχτερινή προστασία με κινητά θερμομονωτικά εσωτερικά (στο διάκενο) ή εξωτερικά πετάσματα.



β. Θερμοσιφωνικό πανέλο



Αποτελεί σύστημα παρόμοιας κατασκευής και λειτουργίας με τον τοίχο Trombe - Michel , χωρίς την ύπαρξη και λειτουργία της θερμικής μάζας.

Η βασική διαφορά από τον τοίχο μάζας θερμοσιφωνικής ροής είναι ότι ο τοίχος του πανέλου απομονώνεται θερμικά από το διάκενο με χρήση θερμομόνωσης και η μεταφορά θερμότητας γίνεται μόνο με συναγωγή (μεταφορά) από τον αέρα του διακένου, ο οποίος μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο μέσω των θυρίδων ή αγωγών.

Επί πλέον, το θερμοσιφωνικό πανέλο συνήθως φέρει στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου προς το διάκενο μεταλλική απορροφητική πλάκα για μεγαλύτερη απόδοση.

Έτσι, κατά τη χειμερινή περίοδο, η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στο συλλέκτη (γυάλινη επιφάνεια) μετατρέπεται σε θερμική και μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο μέσω θυρίδων στο άνω τμήμα του πανέλου. Θυρίδες στο κατώτερο τμήμα επιτρέπουν την εισροή αέρα από το εσωτερικό του κτιρίου στο διάκενο του θερμοσιφωνικού πανέλου. Κατά τη θερινή περίοδο, η λειτουργία του αντιστρέφεται. Ανοίγματα στο άνω τμήμα του υαλοστασίου επιτρέπουν την κίνηση του θερμού αέρα προς τον εξωτερικό χώρο με αποτέλεσμα το δροσισμό του κτιρίου.

13. ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΩΝ- ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ

13.1.ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Για να γίνει κατανοητό τι σημαίνει "green design" ή έξυπνο κτήριο από πλευράς υλικών, στη βάση του οποίου μελετώνται τα οικολογικά δομικά υλικά, θα αναφερθούν συνοπτικά οι αρχές για τον "πράσινο σχεδιασμό" (green design). Όπως θα δούμε τα κριτήρια για να χαρακτηριστεί ένα οικολογικό υλικό δεν είναι μονοσήμαντα. Η επιλογή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή τη συντήρηση και τον εξοπλισμό ενός κτηρίου εξαρτάται άμεσα από μια σειρά από οικονομικές, περιβαλλοντολογικές και ενεργειακές παραμέτρους. Ο κύκλος των εργασιών που συνδέεται με την παραγωγή και τη διακίνηση των δομικών υλικών είναι τεράστιος και κατ' επέκταση τα κριτήρια επιλογής των υλικών έχουν μεγάλη σημασία. Τα υλικά διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα του εσωτερικού αέρα των κτηρίων και μπορεί να έχουν σημαντική επίδραση στην υγεία των χρηστών. Παράλληλα τα υλικά καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη θερμική και οπτική συμπεριφορά των κτηρίων και επηρεάζουν το εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία παραγωγής των υλικών, ο κύκλος ζωής τους και η τελική τους διάθεση (απόρριψη) έχει σημαντικές επιπτώσεις στο γενικότερο περιβάλλον.

Στα νέα αναπτυσσόμενα υλικά, γίνεται προσπάθεια να μην έχουν αρνητική επίδραση στο περιβάλλον. Στόχος τους θα ήταν να έχουν ένα θετικό εποικοδομητικό ρόλο στο οικοσύστημα. Επειδή όμως ιδεατά υλικά δεν υπάρχουν, για τον λόγο αυτό ο μηχανικός θα πρέπει να εντάσσει στο κτήριο οικοδομικά υλικά που να μπορούν να ικανοποιούν ολικώς ή και μερικώς τις παρακάτω παραμέτρους .

- Τη μικρή ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών (εξαρτάται από την διαδικασία παραγωγής και μεταφοράς)
- Την ικανότητα του προϊόντος να ανακυκλώνεται (επαναχρησιμοποίηση του προϊόντος).
- Την επιλογή του χρόνου ζωής των υλικών
- Τον έλεγχο της τοξικότητας των υλικών
- Άλλες παραμέτρους που σχετίζονται με την οικολογική συμπεριφορά των υλικών, όπως οι εκπομπές των υλικών σε CO₂ και NO_x κατά την διάρκεια παραγωγής τους.

Kyoto gas	GWP*	Example sources
Carbon dioxide (CO ₂)	1	Burning fossil fuels
Methane (CH ₄)	23	Cattle, landfill sites, leaks from disused mines, burning fossil fuels.
Nitrous oxide (N ₂ O)	296	Emissions from fertilised soils, burning fossil fuels.
Sulphur Hexafluoride (SF ₆)	22,200	Leaks from electrical and electronics industries.
Perfluorocarbons (PFCs)	4,800 – 9,200	Electronics industries, fire extinguishers
Hydrofluorocarbons (HFCs)	12-12,000	Leaks from air conditioning and refrigeration systems. LPG storage.

*Note: the 'global warming potential' of a gas is its relative potential contribution to climate change over a 100 year period, where CO₂ = 1 Source: IPCC (2001)

Ωστενιτικός χάλυβας: Ο κανονικός δομικός χάλυβας, προκαλεί μια μεταβολή του γήινου ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, όπως μπορεί εύκολα να διαπιστωθεί μετακινώντας μια μαγνητική πυξίδα κατά μήκος μιας ράβδου του σιδηροπλισμού. Χωρίς να υπερβάλλουμε τονίζοντας τις πιθανές επιδράσεις αυτής της μεταβολής στον ανθρώπινο οργανισμό (κάτι που είναι πραγματικά δύσκολο να εκτιμηθεί), παραμένει το γεγονός ότι πολλές κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα γερνούν πρόωρα λόγω της διαδικασίας της ενανθράκωσης και της επακόλουθης οξειδωσης των εκτεθειμένων ράβδων του σιδηροπλισμού.

Ο ωστενιτικός χάλυβας, λόγω της χαρακτηριστικής του σύνθεσης, είναι αμαγνητικός και ανοξειδωτός, περιορίζοντας έτσι τα προβλήματα που μόλις αναφέραμε. Μοναδικό μειονέκτημα το υψηλό του κόστους.

Ωμή άργιλος: Η ωμή άργιλος κατάλληλα σχηματισμένη με τη μορφή ωμοπλίνθων ή χυτή σε καλούπια που μοιάζουν με αυτά του σκυροδέματος, αποκαλύπτεται ότι είναι ένα άριστο δομικό υλικό, όσον αφορά τη μηχανική ανοχή, τη θερμική μόνωση και τη δυνατότητα “αναπνοής” των εξωτερικών τοίχων. Εξάλλου, σε ολόκληρη την περιοχή της Μεσογείου υπάρχει μακρά παράδοση στη χρήση αυτού του υλικού.

Ένα σπίτι από ωμοπλίνθους μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει το ίδιο σκάμμα για την θεμελίωση της ανωδομής, περιορίζοντας την επίπτωση των οικοδομικών εργασιών στο περιβάλλον.

Ασβέστης: Ο ασβέστης είναι ένα προϊόν που προτείνεται από τους υποστηρικτές της βιοοικοδομικής για κάθε τύπο επιφανειακών τελειωμάτων των τοίχων, επειδή “αναπνέει”, επιτρέποντας έτσι μια σταθερή ανταλλαγή αέρα μεταξύ εσωτερικού χώρου και εξωτερικού περιβάλλοντος, ενώ, εξάλλου, είναι εύκολη η συντήρηση και η ανακατασκευή του στις ζώνες που υφίσταται φθορές με τον χρόνο.

Κόλλα από καουτσούκ: Οι κόλλες από συνθετικές ρητίνες μπορούν να γίνουν πηγές επιβλαβών αναθυμιάσεων για τον άνθρωπο. Αντίθετα, η κόλλα από καουτσούκ είναι φυσικό προϊόν, ατοξικό, αρκετά σταθερή, που διατηρεί τις συγκολλητικές της ιδιότητες στον χρόνο.

Κέτσες από καρύδα: Συνίσταται από το εξειδικευμένο Ινστιτούτο Οικοδομικής Βιολογίας (Institut für Baubiologie) του Ρόχενγκάιμ (Γερμανία), σαν ένα από τα “πράσινα” υλικά. Ο κετσές από καρύδα έχει πολλά πλεονεκτήματα σαν ηχομονωτικό υλικό σε επενδύσεις οροφών, όπου συμβάλλει σημαντικά στην απόσβεση των ταλαντώσεων και στην εξασθένιση της μετάδοσης των θορύβων.

13.2. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ [79]

Το αποτύπωμα άνθρακα αποτελεί το σύνολο των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που εκλύονται άμεσα και έμμεσα από τις δραστηριότητες ενός ατόμου, μίας εκδήλωσης, μίας επιχείρησης ή ενός οργανισμού, από την διαδικασία παραγωγής ενός προϊόντος, ή από τη διαδικασία παροχής μίας υπηρεσίας. Τα αποτελέσματα ενός τέτοιου υπολογισμού εκφράζονται σε ισοδύναμα γραμμάρια, κιλά ή τόνους διοξειδίου του άνθρακα (CO_2eq).

Στις άμεσες πηγές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα περιλαμβάνεται η χρήση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τη θέρμανση ή τις μεταφορές, καθώς και οι διαρροές αερίων του θερμοκηπίου από συστήματα ψύξης. Έμμεσες πηγές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είναι εκείνες που προκύπτουν από τις δραστηριότητες μίας εταιρείας που δεν ανήκουν στον έλεγχό της, (π.χ. διακίνηση προϊόντων από εξωτερικό συνεργάτη, διαχείριση απορριμμάτων, κ.ά.)

Σύμφωνα με την κείμενη Ευρωπαϊκή νομοθεσία (Οδηγία 2003/87/EK), διεθνή βιβλιογραφία και τα πλέον διαδεδομένα πρότυπα υπολογισμού του αποτυπώματος άνθρακα (ISO 14064:2006, Greenhouse Gas Protocol), ως αέρια του θερμοκηπίου ορίζονται τα:

- Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)
- Μεθάνιο (CH₄)
- Υποξείδιο του αζώτου (N₂O)
- Υδροφθοράνθρακες (HFCs)
- Υπερφθοράνθρακες (PFCs)
- Εξαφθοριούχο θείο (SF₆)

Τα έξι αυτά αέρια του θερμοκηπίου δεν έχουν την ίδια δυνατότητα να προκαλέσουν και να επιτείνουν το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, λόγω της διαφορετικού χρόνου παραμονής τους στην ατμόσφαιρα και της διαφορετικής τους ικανότητας να απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία. Για αυτό το λόγο, υπολογίζεται η δυναμική κλιματικής αλλαγής (Global Warming Potential) όλων των αερίων του θερμοκηπίου και εκφράζονται οι επιπτώσεις τους σε μάζα ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα.

Στην παρούσα εργασία εστιάζουμε στο αποτύπωμα του άνθρακα, δηλαδή στην έκλυση του CO₂ στην ατμόσφαιρα, που προκαλείται από την παραγωγή, τη μεταφορά, την τοποθέτηση και τη συνολική διάρκεια ζωής των υλικών που χρησιμοποιούνται για το ξενοδοχειακό συγκρότημα. Ωστόσο, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το αποτύπωμα του άνθρακα ενός ξενοδοχείου δε συνδέεται μόνο με τα υλικά που αυτό χρησιμοποιεί αλλά και με το σύνολο των δραστηριοτήτων που εμφανίζονται πριν και κατά τη λειτουργία του. Για παράδειγμα, η τροφοδοσία του, η χρήση ηλεκτρικού ρεύματος, η μεταφορά του κόσμου που διαμένει στο ξενοδοχείο, από και προς αυτό, και άλλα.

Μεταξύ, λοιπόν όλων των ερευνών που εντοπίσαμε, προσπαθήσαμε να εστιάσουμε σε έρευνες που συμπεριελάμβαναν σχεδόν όλα τα οικοδομικά υλικά που μας ενδιέφεραν, ώστε να είναι όλα τα δεδομένα από την ίδια πηγή.

Καταλήξαμε σε δύο έρευνες. Η πρώτη έρευνα είναι του **D.J.Gielen** με τίτλο «*BUILDING MATERIALS AND CO₂, Western European reduction strategies, October 1997*». Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος “MATTER project” (MATERials Technologies for CO₂ Emission Reduction), που χρηματοδοτείται εν μέρει από το Εθνικό Ολλανδικό Πρόγραμμα Έρευνας στην Παγκόσμια Μόλυνση του Αέρα και στην Κλιματική Αλλαγή (Dutch National Research Program on Global Air Pollution and Climate Change). Η έρευνα εξετάζει την ενεργειακή κατανάλωση στον κτιριακό τομέα της δυτικής Ευρώπης και στον κατασκευαστικό τομέα. Πιο αναλυτικά, παρουσιάζονται η παραγωγή, χρήση και διαχείριση των αποβλήτων των δομικών υλικών, πάντα από τη σκοπιά του αποτυπώματος CO₂. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά σε πάρα πολλούς πίνακες και ταξινομούνται με βάση τη χρήση του κτιρίου, το δομικό στοιχείο, το υλικό κλπ. Τέλος, γίνονται και προτάσεις για βελτίωση του αποτυπώματος με συγκεκριμένες αναφορές σε δομικά υλικά και αντικατάστασή τους από άλλα. Ενδεικτικά αναφέρονται μόνο 2 από τους πίνακες, αυτοί που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

Type	Wood	Brick	Sand/lime	Plastic
Outside Insulation ²	Wood 27mm ¹ 100 mm	Brick 100 mm 100 mm	Sand lime 100 mm 100 mm	PVC 5 mm ¹ 100 mm
Struct. elements	Wood	No	No	Steel
Inside cladding	Board 25 mm ³	Brick 100 mm	Concrete 100 mm	Gypsum 15 mm
Timber [kg/m ²]	35	-	-	-
Board [kg/m ²]	20	-	-	-
Brick [kg/m ²]	-	370	-	-
Steel [kg/m ²]	-	-	-	5
Concrete [kg/m ²]	-	50	280	-
SL-stone [kg/m ²]	-	-	180	-
Gypsum [kg/m ²]	18	-	-	25
PVC [kg/m ²]	-	-	-	7
Insulation [kg/m ²]	10	10	10	10
Tot. wght. [kg/m ²]	78	430	470	47
CO ₂ [kg/m ²]	25	70	90	35

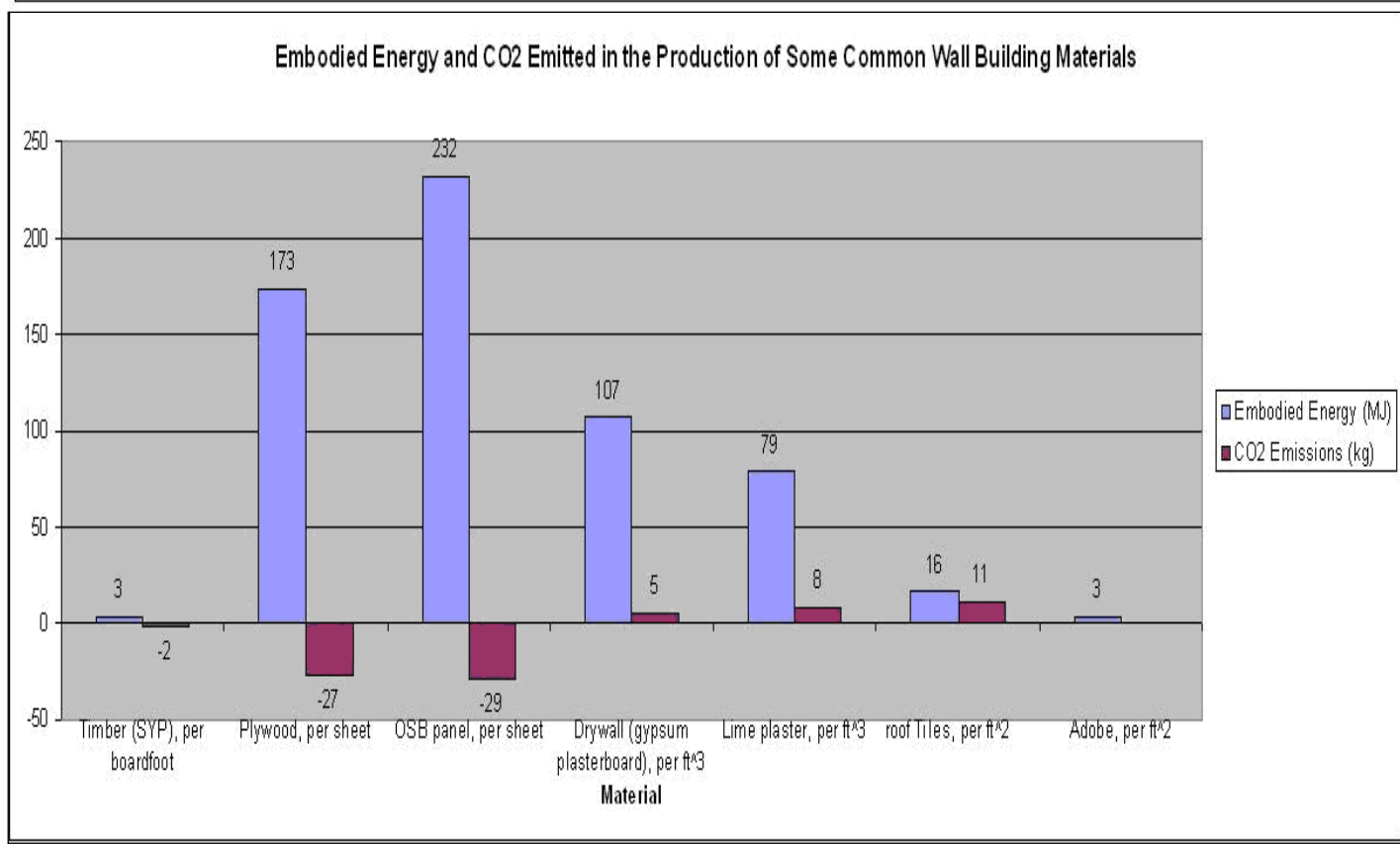
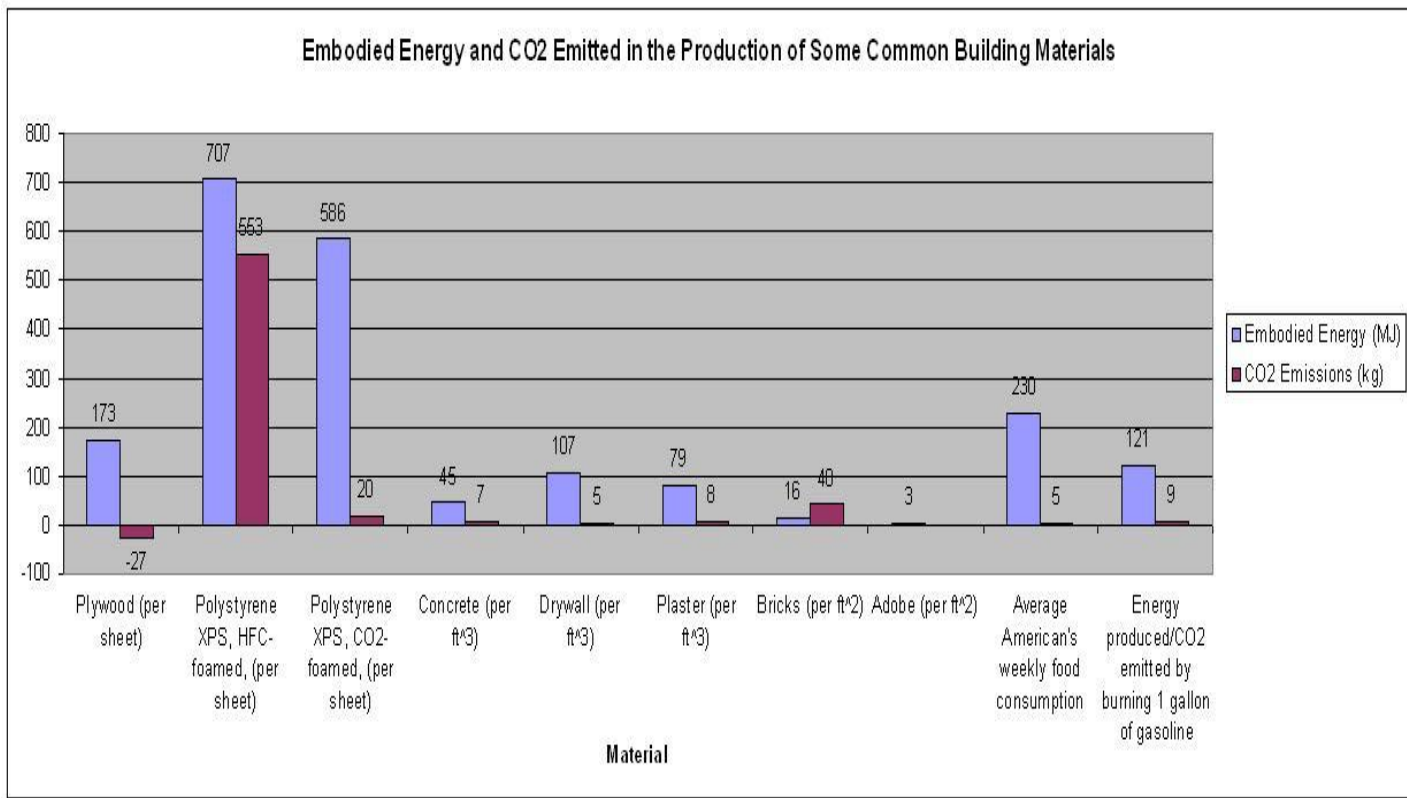
¹ Additional 30 mm particle board
² Mineral wool

Material	Concrete type [kg/m ² wall]	Brick type [kg/m ² wall]	Plastic type [kg/m ² wall]	Al type [kg/m ² wall]
Steel	13.2	15	7.9	10
Aluminium	-	-	-	27.3
Brick	-	165	-	-
Concrete/mortar	180	28	-	-
Acryl stucco	-	-	6.0	-
Polystyrene	3.8	-	-	-
Gypsum	11.8	19.8	19.8	10.0
Fibreglass	-	5.4	3.6	5.4
Paint	0.4	0.4	0.4	0.4
Total	209.2	233.6	37.7	53.1
CO ₂ [kg/m ²]	70	60	40	300 ¹

¹ 40 kg/m² if secondary aluminium is considered

Η δεύτερη είναι από το διαδικτυακό ιστότοπο www.thenauhaus.com, που αποτελεί μία ανοιχτή στο κοινό πηγή ερευνητικής οργάνωσης με στόχο την ανάπτυξη και τη διάδοση χαμηλών σε κατανάλωση CO₂ κτιρίων, που όμως δεν παύουν να είναι οικονομικά και προσιτά στο ευρύ κοινό. Επιπλέον το ινστιτούτο Nauhaus (ή αλλιώς Nauhaus Institute NHI) προσεγγίζει τη σύγχρονη πραγματικότητα με «υπερ-αποτελεσματικά» σχέδια, όπως το ίδιο επισημαίνει, με «χαμηλά σε ενσωματωμένη ενέργεια υλικά» και με «αυτόνομα τεχνολογικά και ηλεκτρικά συστήματα». Η έρευνα που πραγματοποιεί το

Ινστιτούτο βασίζεται σε μία σειρά εξειδικευμένων ανθρώπων, μηχανικών συστημάτων, μηχανικών περιβάλλοντος, αρχιτεκτόνων και άλλων. Μεταξύ άλλων, εντοπίσαμε στην έρευνα, κάποια πολύ βοηθητικά διαγράμματα, τα οποία παρουσιάζονται στη συνέχεια, που παρουσιάζουν το αποτύπωμα του άνθρακα διαφόρων δομικών υλικών, πολύ βασικών, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται στο υπό κατασκευή έργο.



Σε αυτό το σημείο οφείλουμε να επισημάνουμε μία σειρά από παραδοχές που χρησιμοποιήθηκαν στην προσπάθεια να μετρηθεί το συνολικό ενεργειακό αποτύπωμα άνθρακα του ξενοδοχείου.

- Αρχικά, χάρη στη δυσκολία εύρεσης αποτυπώματος άνθρακα για πιο εξεζητημένα υλικά, ενδεχομένως πιο οικολογικά, όπως είναι το λιναρόμαλλο, η διακοσμητική πέτρα, και άλλα, η έρευνα βασίστηκε στον υπολογισμό των βασικών δομικών υλικών, όπως είναι το σκυρόδεμα, το τούβλο, το ξύλο, τα μονωτικά πλαστικά και το κεραμίδι.
- Θεωρείται ότι η λήψη των δεδομένων για την ποσότητα σε kg CO₂ που εκλύεται, προκύπτει από τη συνολική χρήση των προαναφερθέντων υλικών, συμπεριλαμβανομένων δηλαδή όλων των σταδίων ζωής των υλικών, από την παραγωγή, μεταφορά, τοποθέτηση και μέχρι τη χρήση και την εξέλιξη τους σε όλη τη διάρκεια ζωής του έργου.
- Επιπλέον, επισημαίνεται ότι σε περιπτώσεις που για το ίδιο υλικό παρουσιάστηκαν διάφορες τιμές, επιλέχθηκε μία κατά περίπτωση και με αυτήν έγιναν οι υπολογισμοί.
- Για τον τοίχο, θεωρήθηκε πιο σωστό να χρησιμοποιηθεί από τους πίνακες του D.J.Gielen, μιας και ο παραπάνω είχε στην έρευνά του παρόμοια τοιχοποιία με αυτήν του δικού μας έργου. Πιο συγκεκριμένα, στους πίνακες εντοπίσαμε το αποτύπωμα του άνθρακα για τοίχο που αποτελείται από 2 σειρές τούβλων και ενδιάμεση μόνωση 100mm, αντίστοιχο του τοίχου που προτείνεται για το έργο της προκειμένης εργασίας.
- Για όλα τα υπόλοιπα δομικά υλικά, χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του Ινστιτούτου Nauhaus, μιας και ήταν πιο πλήρη και κατανοητά. Επισημαίνεται ότι χρειάστηκε να μετρέψουμε τις μονάδες από τετραγωνικά και κυβικά πόδια στα αντίστοιχα μέτρα ως εξής: $1 \text{ ft}^2 = 0,0929 \text{ m}^2$ και $1 \text{ ft}^3 = 0,0283 \text{ m}^3$
- Δεχτήκαμε ότι το «sheet» που αναφέρεται στα ξύλα και στις μονώσεις πρόκειται για 1 m^2 και ότι οι σανίδες ξύλου έχουν διάσταση $1,2 \text{ m} \times 0,1 \text{ m}$.
- Τέλος, για λόγους απλούστευσης αλλά και προσέγγισης της πραγματικότητας, θεωρήθηκε ότι η διακοσμητική πέτρα που θα μπει στους εξωτερικούς τοίχους, είναι αφενός σε μικρή ποσότητα οπότε έχει και μικρό αποτύπωμα άνθρακα, και αφετέρου, θα χρησιμοποιηθεί τοπική πέτρα, οπότε θα έχει σχεδόν μηδενικό αποτύπωμα κατά τη μεταφορά της στο εργοτάξιο. Άλλωστε, όπως είναι γνωστό, η πέτρα κατά την παραγωγή της δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με άνθρακα, μιας και παραλαμβάνεται απευθείας από τη φύση και η επεξεργασία της γίνεται εν πολλοίς και χειρωνακτικά.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι πίνακες των υπολογισμών για το ξενοδοχειακό συγκρότημα. Η πορεία ανάλυσης ήταν η εξής:

1. Απομονώθηκαν ένα διώροφο και ένα μονώροφο σπιτάκι, μιας και το συγκρότημα αποτελείται από συνεχείς εναλλαγές και τροποποιήσεις 2 βασικών τύπων bungalows, όπως έχει προαναφερθεί αναλυτικά και στο κεφάλαιο, όπου περιγράφεται η αρχιτεκτονική δομή του έργου.
2. Ξεχωριστά για τον κάθε τύπο, υπολογίστηκαν βήμα βήμα όλες οι επιφάνειες, τα φέροντα και μη στοιχεία, οι διαστάσεις και οι όγκοι που καταλαμβάνουν τα διάφορα δομικά υλικά και καταγράφηκαν στον παρακάτω πίνακα. Πραγματοποιήθηκε, δηλαδή η λεγόμενη επιμέτρηση υλικών.
3. Ταξινομήθηκαν ανά τύπο σπιτιού, όροφο, δομικό στοιχείο και υλικό.
4. Ύστερα, σε μία στήλη τοποθετήθηκαν οι τιμές εκείνες που καταγράφονται στα πινακάκια του D.J.Gielen, με τις παραδοχές που ήδη έχουμε αναφέρει.
5. Στη συνέχεια, με κατάλληλες πράξεις υπολογίστηκε τόσο ξεχωριστά όσο και συνολικά, το ανθρακικό αποτύπωμα για κάθε δομικό υλικό και συνολικά για όσες φορές αυτό εμφανίζεται σε όλα τα bungalows.
6. Έτσι, προέκυψε το συνολικό αποτύπωμα άνθρακα όλης της ξενοδοχειακής εγκατάστασης, πάντα λαμβάνοντας υπόψη ότι χάρη στην ποικιλία και διαφορετικότητα των συνθηκών και το μεγάλο εύρος των υλικών ανά τον κόσμο, θα υπάρχουν κάποιες αποκλίσεις από την πραγματικότητα.

Για το μονώροφο, με δάμα από σκυρόδεμα, 6 κολώνες, και διαστάσεις όπως φαίνονται στον πίνακα και στις κατόψεις, προέκυψε ο παρακάτω πίνακας:

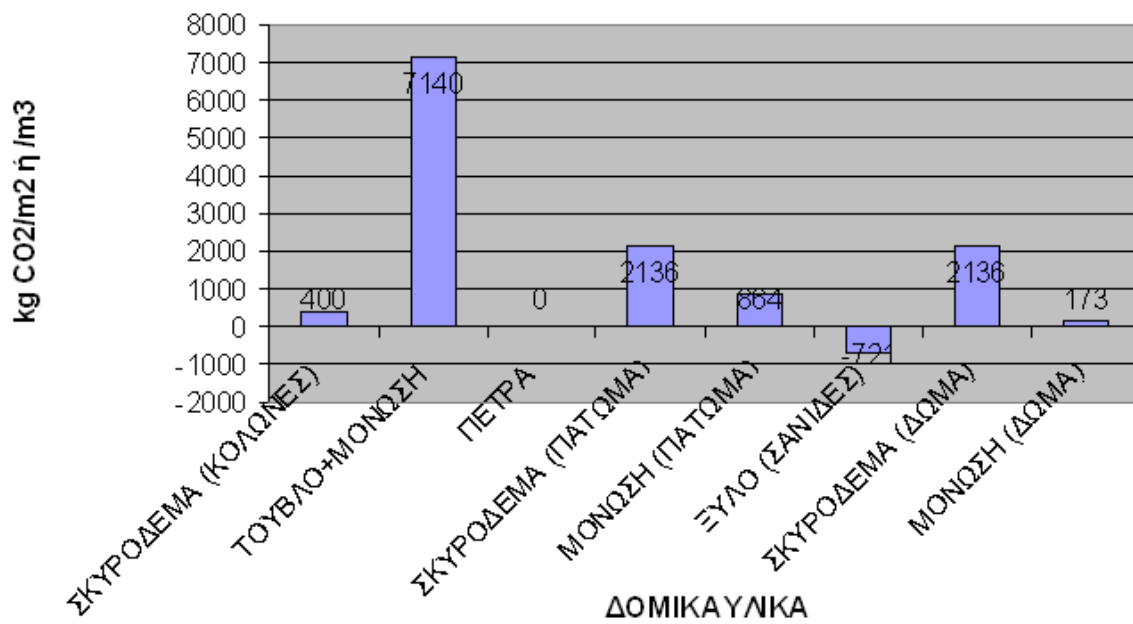
ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΥΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ: ΜΟΝΩΡΟΦΟ					
ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΥΛΙΚΟ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΓΚΟΥ Ή ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Ή ΟΓΚΟΣ (m ² ή m ³)	kg CO ₂ /m ² ή kg CO ₂ /m ³	ΣΥΝΟΛΙΚΟ CO ₂ (kg)
ΚΟΛΩΝΕΣ	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	6x (0,3*0,3*3)	1,62	247	400,14
ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	ΤΟΥΒΛΟ	[(9,4-3*0,3)+(4,6-2*0,3)]*3	102	70	7140
	ΜΟΝΩΣΗ	[(9,4-3*0,3)+(4,6-2*0,3)]*3	102		
	ΠΕΤΡΑ		84	0	0
ΠΑΤΩΜΑ	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	9,4*4,6*0,2	8,648	247	2136,056
	ΜΟΝΩΣΗ	9,4*4,6	43,24	20	864,8
	ΞΥΛΟ (ΣΑΝΙΔΕΣ)	9,4*4,7	43,24	-16,67	-720,8108
ΔΩΜΑ	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		8,648	247	2136,056
	ΜΟΝΩΣΗ		8,648	20	172,96
ΣΥΝΟΛΟ					12129,2012
*14 ΜΟΝΩΡΟΦΑ					169808,817

Για το διώροφο, με 4 κολώνες ανά όροφο, στέγη από κεραμίδια και διαστάσεις όπως φαίνονται ομοίως στα σχέδια και στον παρακάτω πίνακα, προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:

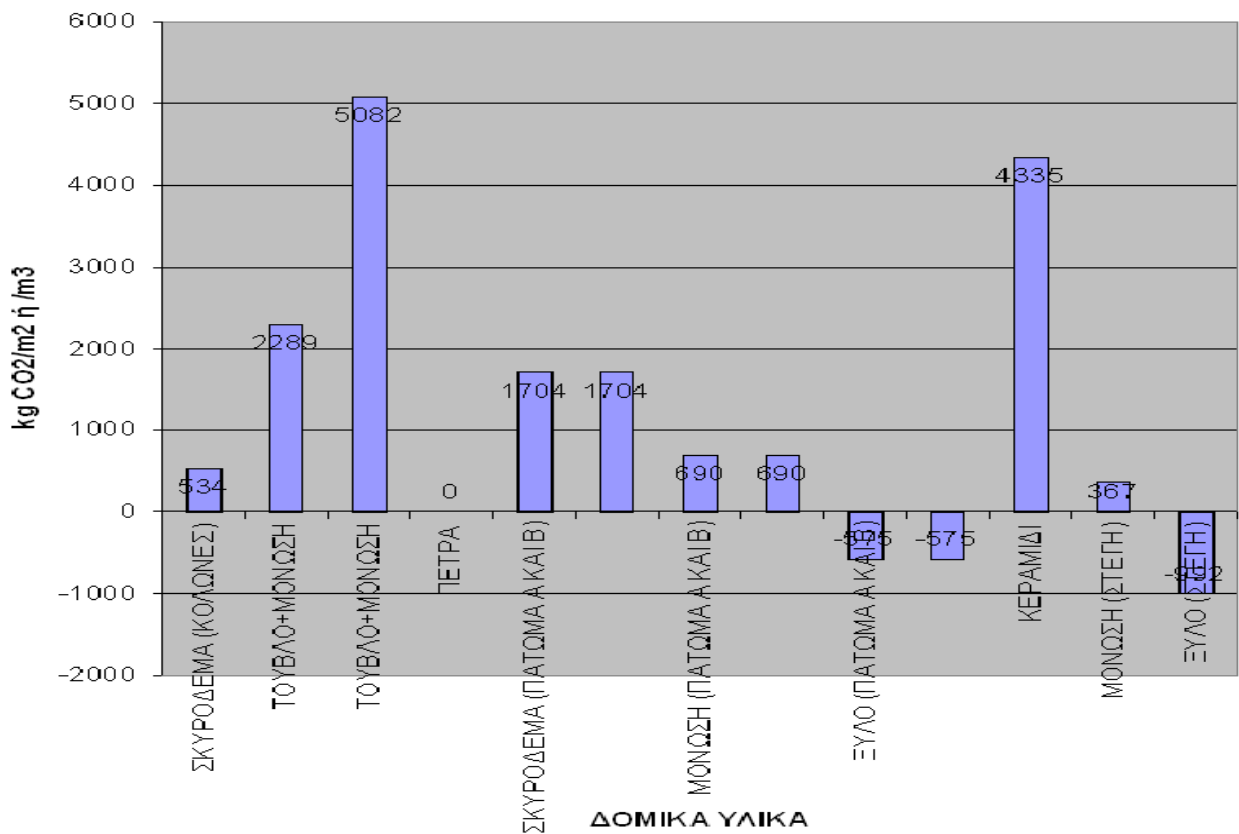
ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΥΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ: ΔΙΩΡΟΦΟ						
ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΥΛΙΚΟ	ΟΡΟΦΟΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΓΚΟΥ Ή ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ Ή ΟΓΚΟΣ (m ² ή m ³)	kg CO ₂ /m ² ή kg CO ₂ /m ³	ΣΥΝΟΛΙΚΟ CO ₂ (kg)
ΚΟΛΩΝΕΣ	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	α' και β' όροφος	8x (0,3*0,3*3)	2,16	247	533,52
ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	ΤΟΥΒΛΟ	α' όροφος	[(7,5-2*0,3)+(4,6-2*0,3)]*3	32,7	70	2289
	ΜΟΝΩΣΗ			27		0
	ΤΟΥΒΛΟ	β' όροφος	[(5,6-2*0,3)+(4,6-2*0,3)]*3	72,6	70	5082
	ΜΟΝΩΣΗ			61,2		0
	ΠΕΤΡΑ	α' όροφος	(7,5*2+4,6*2)*3	72,6	0	0
		β' όροφος	(5,6*2+4,6*2)*3	61,2	0	0
ΠΑΤΩΜΑ	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	α' όροφος	7,5*4,6*0,2	6,9	247	1704,3
		β' όροφος	7,5*4,6*0,2	6,9	247	1704,3
	ΜΟΝΩΣΗ	α' όροφος	7,5*4,6	34,5	20	690
		β' όροφος	7,5*4,6	34,5	20	690
	ΞΥΛΟ (ΣΑΝΙΔΕΣ)	α' όροφος	7,5*4,6	34,5	-16,67	-575,115
		β' όροφος	7,5*4,6	34,5	-16,67	-575,115
ΣΤΕΓΗ	ΚΕΡΑΜΙΔΙ			36,74	118	4335,32
	ΜΟΝΩΣΗ			36,74	10	367,4
	ΞΥΛΟ			36,74	-27	-991,98
ΣΥΝΟΛΟ						15253,63
*26 ΔΙΩΡΟΦΑ						396594,38

Συνολικό αποτόπωμα άνθρακα : **566.402 kg CO₂**

ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ ΓΙΑ ΟΛΑ ΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΤΟΥ ΜΟΝΩΡΟΦΟΥ



ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΝΘΡΑΚΑ ΓΙΑ ΟΛΑ ΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΤΟΥ ΔΙΩΡΟΦΟΥ



Τα παραπάνω αποτελούν μία μόνο πρώτη προσέγγιση στο ανθρακικό αποτύπωμα του ξενοδοχείου. Όπως έχει προαναφερθεί, όμως, ο ακριβής υπολογισμός αποτελεί συνάρτηση πολλών παραμέτρων, που δεν είναι δυνατό να είναι γνωστά στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Με αφορμή αυτόν τον υπολογισμό των πιο απλών συμβατικών υλικών, δίνεται μία βάση για περαιτέρω έρευνα και μελέτη πάνω σε αυτό το αντικείμενο. Έτσι λοιπόν, σε ένα δεύτερο στάδιο, ο ιδιοκτήτης του ξενοδοχείου μπορεί να επιλέξει και με άλλους τρόπους να μειώσει το ανθρακικό του αποτύπωμα.

Ενδεικτικά αναφέρονται οι εξής τρόποι:

- Παρατηρείται ότι το ξύλο έναντι των άλλων δομικών υλικών παρουσιάζει αρκετά μειωμένες τιμές για το ανθρακικό αποτύπωμα. Μάλιστα, εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι σε άλλες έρευνες που εντοπίστηκαν στο Διαδίκτυο, το ξύλο είχε και αρνητικές τιμές, που σημαίνει ότι θεωρείται ότι η συνολική του χρήση, από τη στιγμή της παραγωγής του, μειώνει το ανθρακικό αποτύπωμα ενός κτιρίου. Αυτό γίνεται εύκολα κατανοητό αν σκεφτεί κανείς, ότι το ξύλο προέρχεται από δέντρα και ότι τα δέντρα στη διάρκεια ζωής τους, μέσω της διαπνοής, βοηθούν στη μείωση του CO₂, μιας και το χρησιμοποιούν για τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Έτσι λοιπόν, θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει ότι αν χρησιμοποιηθεί περισσότερο ξύλο, θα μειωθεί συνολικά το αποτύπωμα του άνθρακα. Ωστόσο, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το ξύλο είναι αρκετά ακριβό και ποικίλλει έντονα ως προς τις ιδιότητές του.
- Κατά αντίστοιχο τρόπο, υπάρχουν και άλλα οικολογικά και ανακυκλώσιμα υλικά, όπως έχει προαναφερθεί άλλωστε στην παρούσα εργασία, που όμως λόγω του ότι είναι σχετικά καινούρια και όχι ευρέως διαδεδομένα και λόγω του ότι είναι πιο σπάνια, παρουσιάζουν αρκετά υψηλότερες τιμές από τα συμβατικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη σε πρώτη φάση. Έτσι, εξαρτάται από το τι θέλει ο αγοραστής του έργου και από το αν είναι πρόθυμος να αναλάβει την οικονομική επιβάρυνση προκειμένου να μειώσει το ανθρακικό αποτύπωμα του ξενοδοχείου.
- Άλλος τρόπος είναι η εξοικονόμηση ενέργειας από άλλες δραστηριότητες και κατά συνέπεια μείωση του συνολικού ανθρακικού αποτυπώματος. Για παράδειγμα, όπως έχει αναφερθεί, έχει προταθεί η χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας, όπως είναι τα φωτοβολταϊκά, η γεωθερμία και οι ανεμογεννήτριες. Οι παραπάνω εφαρμογές αν πραγματοποιηθούν σωστά, μπορούν να μειώσουν σε πολύ μεγάλο βαθμό, αν όχι εντελώς, τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος από τη ΔΕΗ, κ έτσι το ξενοδοχείο θα έχει συνεισφέρει στη μείωση του συνολικού ανθρακικού αποτυπώματος της χώρας, μιας και οι ανάγκες του σε θέρμανση, φωτισμό, ψύξη και άλλα, θα καλύπτονται κυρίως αυτόνομα, από τις προαναφερθείσες ανεξάντλητες πηγές.
- Ακόμη, το ξενοδοχείο με τη δεντροφύτευση που αναμένεται να γίνει, θα έχει συμβάλει στη μετατροπή ενός μέχρι τώρα άγονου τμήματος γης, όπως φαίνεται και από την αεροφωτογραφία του google maps, σε ένα γόνιμο, γεμάτο από μία πληθώρα φυτών, που θα ενισχύσουν όχι μόνο αισθητικά την περιοχή αλλά θα βοηθήσουν και στη μείωση του CO₂, μέσω του φαινομένου της φωτοσύνθεσης.
- Άλλη ενέργεια στα πλαίσια αυτής της προσπάθειας, θα μπορούσε να είναι η εξασφάλιση της μεταφοράς των ενοίκων από και προς το ξενοδοχείο, με ομαδικά πουλμαν, που θα λειτουργούν ενδεχομένως υβριδικά ή με αέριο. Έτσι, οι πελάτες του ξενοδοχείου αποθαρρύνονται από την ενοίκιαση ιδιωτικού οχήματος, μιας και η παραλία βρίσκεται ακριβώς δίπλα και η μεταφορά τους στο κέντρο της Αθήνας εξασφαλίζεται τοιουτοτρόπως ανά τακτά χρονικά διαστήματα της ημέρας.
- Ακόμη, μπορεί το ξενοδοχείο να παρέχει ποδήλατα, για όσους επιθυμούν να συνδυάσουν μία μορφή οικολογικής άσκησης με γνωριμία της ευρύτερης περιοχής.

- Αυτονόητες θεωρούνται ενέργειες όπως ο βιολογικός καθαρισμός και η ανακύκλωση. Το ξενοδοχείο, μεριμνά κατάλληλα τόσο για τον βιολογικό καθαρισμό των αποβλήτων όσο και για τη σωστή διάθεση και διαχωρισμό των σκουπιδιών σε ανακυκλώσιμα ή μη.
- Επιπλέον, μπορεί το ξενοδοχείο να οργανώνει ημερίδες με θέμα την ενίσχυση της οικολογικής συνείδησης των ενοίκων.
- Τέλος, θα μπορούσε για να μειώσει το ανθρακικό του αποτύπωμα έμμεσα, να πραγματοποιήσει μία σειρά δραστηριοτήτων ακόμη και μακριά από τον χώρο του ξενοδοχείου, με στόχο τη βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών. Για παράδειγμα, θα μπορούσε για να αντισταθμίσει την επιβάρυνση που το ίδιο το έργο προκαλεί στο περιβάλλον, να αναλάβει τη δεντροφύτευση μιας άλλης περιοχής, που το έχει ανάγκη.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι στα πλαίσια της έρευνας μας για το ανθρακικό αποτύπωμα διαφόρων οικοδομικών υλικών, συναντήσαμε μία σειρά άλλων ερευνών και πινάκων πλην αυτών που τελικά χρησιμοποιήθηκαν.

Ωστόσο, μέχρι στιγμής, στην Ελλάδα δεν έχει πραγματοποιηθεί κάποια εμπειριστατωμένη έρευνα σχετική από κάποιο αναγνωρισμένο, επίσημο φορέα κι έτσι αναγκαστικά στραφήκαμε σε ξένες έρευνες, με αποτέλεσμα σίγουρα να υπάρχουν διαφορές, μιας και τα υλικά που χρησιμοποιούνται ακόμα και μεταξύ ευρωπαϊκών χωρών, διαφέρουν αρκετά. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα το σκυρόδεμα παράγεται εν αφθονία, και έτσι ίσως να έχει μικρότερο ανθρακικό αποτύπωμα από ό,τι στην Ολλανδία ή στην Αμερική, των οποίων οι έρευνες χρησιμοποιήθηκαν.

Ακόμη, παίζει ρόλο και η προέλευση του κάθε υλικού, γιατί σίγουρα μειώνει το ανθρακικό αποτύπωμα η χρήση εγχώριων προϊόντων έναντι ξενόφερτων, εισαγόμενων, που πρέπει να διανύσουν και μία μεγάλη απόσταση και επιβαρύνουν και κατά τη μεταφορά το περιβάλλον με την έκλυση του CO₂.

14. Τα οφέλη του βιοκλιματικού σχεδιασμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός θεωρείται από πολλούς ως μία νέα «θεώρηση» στην αρχιτεκτονική. Αναπτύχθηκε πρωτίστως για να ωθήσει τον κλάδο των κατασκευών σε κτίρια πιο φιλικά προς το περιβάλλον. Ίσως να μπορεί να ειπωθεί πως σχετίζεται με την οικολογία περισσότερο, παρά με την ενέργεια και την εξοικονόμηση που δύναται να επιφέρει.

Παρά ταύτα, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει αποτελέσει τις τελευταίες δεκαετίες βασική προσέγγιση στην κατασκευή κτιρίων παγκοσμίως, ενώ στα περισσότερα κράτη πλέον αποτελεί βασικό κριτήριο σχεδιασμού μικρών και μεγάλων κτιρίων το οποίο λαμβάνεται υπόψη από όλους τους μελετητές αρχιτέκτονες και μηχανικούς. Κι αυτό, λόγω των χαμηλότερων απαιτήσεων ενέργειας για την θέρμανση, τον δροσισμό και τον φωτισμό των κτιρίων που προκύπτουν από την πρακτική της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποδίδει πολλαπλά οφέλη, όπως ενεργειακά (εξοικονόμηση και θερμική/οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση κόστους Η/Μ εγκαταστάσεων), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων) και κοινωνικά. Τα οφέλη που προκύπτουν είναι:

- **Χρηματικά οφέλη:** παραγωγή θερμικής ενέργειας (θερμότητας) μέσω των ηλιακών συστημάτων άμεσου ή έμμεσου κέρδους με συμβολή στις θερμικές ανάγκες των χώρων προσάρτησης και μερική κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης του κτιρίου,

- **Μη χρηματικά οφέλη:**

- εξοικονόμηση ενέργειας από την σημαντική μείωση απωλειών λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων,
- δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης και μείωση των απαιτήσεων όσον αφορά στη ρύθμιση θερμοστάτη (σε χαμηλότερες θερμοκρασίες τον χειμώνα και υψηλότερες το καλοκαίρι),
- διατήρηση της θερμοκρασίας εσωτερικού αέρα σε επίπεδα υψηλά τον χειμώνα (και αντίστοιχα χαμηλά το καλοκαίρι), με αποτέλεσμα την μείωση του φορτίου για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων από τα επικουρικά συστήματα κατά την χρήση του κτιρίου.

Αντίθετα με τον «ηλιακό» σχεδιασμό, ο βαθμός στον οποίον ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σήμερα αξιοποιεί το τοπικό κλίμα ποικίλει, γεγονός που παρέχει μία ευελιξία ως προς τους τρόπους αρχιτεκτονικής έκφρασης και δυνατοτήτων εφαρμογής μέσα από πολύ απλές τεχνικές και επεμβάσεις έως και πολύπλοκα παθητικά ηλιακά συστήματα, γεγονός που αποδεικνύεται και από την καταγραφή των βιοκλιματικών κτιρίων στην Ελλάδα. Είναι δε ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική των περισσότερων διακεκριμένων αρχιτεκτόνων και μελετητών στην Ελλάδα – με έργα παραδείγματα (ή και πειραματισμούς) που αποτελούν πρότυπες εφαρμογές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής από τις οποίες όχι μόνον μαθαίνουμε σήμερα, αλλά και αποδεικνύουν τα πολλαπλά οφέλη που προκύπτουν από την συμβίωση με το περιβάλλον και το κλίμα.



- **Εξωτερικά οφέλη:** η βελτίωση στις περιβαλλοντικές συνθήκες από τα φιλικά προς το περιβάλλον υλικά και κατασκευές είναι ίσως το βασικό εξωτερικό όφελος που προσφέρει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός. Μέσω της μελέτης του νέου αυτού τρόπου κατασκευών, προκύπτουν και κοινωνικά οφέλη, όπως το να μαθαίνει ο άνθρωπος να σέβεται το περιβάλλον και τη φύση.

15. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών-υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων.

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

- η απλότητα χρήσης των εφαρμογών και η αποφυγή πολύπλοκων παθητικών συστημάτων και τεχνικών,
- η μικρή συμβολή του χρήστη του κτιρίου στη λειτουργία των συστημάτων,
- η χρήση ευρέως εφαρμοσμένων συστημάτων,
- η χρήση τεχνικό-οικονομικά αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών.

Δεδομένου ότι η βιοκλιματική είναι κλάδος της αρχιτεκτονικής, πρέπει να λαμβάνει υπ' όψη τις επιταγές της οικολογίας και της βιωσιμότητας. Επιπλέον όμως, καθώς η ανέγερση ενός κτιρίου ή απλώς η ανακαίνισή του αποτελεί μια επένδυση, πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν και κάποιες χρηματοοικονομικές μέθοδοι ώστε να καταστεί η εξεταζόμενη επένδυση αποδοτική. Το ζητούμενο είναι η ανέγερση κτιρίων, π.χ. βιομηχανικών μονάδων, κτιρίων γραφείων, κτιρίων κατοικίας, σχεδιασμένων έτσι ώστε να καλύπτονται πλήρως οι ενεργειακές τους ανάγκες και στο ετήσιο ισοζύγιο να είναι μικρή, αν όχι μηδενική η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με εκπομπές βλαβερών για το περιβάλλον αερίων. Από οικονομική σκοπιά, είναι υποχρεωτικό η επένδυση σε όλα τα στάδια ζωής του κτιρίου να κρίνεται κερδοφόρα, με άλλα λόγια τα οφέλη να είναι μεγαλύτερα από τα κόστη.



Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι πλέον ιδιαίτερα διαδεδομένος σε όλο τον κόσμο, όσο και στη χώρα μας. Υπάρχουν πλήθος παραδειγμάτων βιοκλιματικών κατασκευών στο εξωτερικό, και πολλές επιτυχημένες απόπειρες στην Ελλάδα. Με την οικολογική συνείδηση να διακατέχει πλέον την φιλοσοφία του σύγχρονου ανθρώπου, έγιναν διεθνώς διάφορες ενέργειες προστασίας του περιβάλλοντος και αναγνώρισης μέσω διάφορων ωφελειών, όπως η φοροαπαλλαγή και οι επιδοτήσεις, των κινήσεων εκείνων που σέβονται και υποστηρίζουν το περιβάλλον. Πλέον, σχεδόν σε όλα τα κράτη, υπάρχει ειδική νομοθεσία που υποστηρίζει και αναγνωρίζει τις αρχές του βιοκλιματικού

σχεδιασμού, με στόχο σε κάποια χρόνια να κατασκευάζονται πλέον κτίρια ίσως αποκλειστικά με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Με βάση όλα τα παραπάνω, λοιπόν, στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, όχι μόνο παρουσιάστηκαν οι γενικές αρχές και η ιδεολογία του βιοκλιματικού σχεδιασμού, αλλά επιπλέον, έγινε προσπάθεια εφαρμογής όσο το δυνατόν περισσότερων στοιχείων, σε μία καινούρια ξενοδοχειακή μονάδα στην περιοχή της Σαρωνίδας. Πραγματοποιήθηκε έρευνα της περιοχής και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της, και, κατόπιν, σχεδιάστηκε το ξενοδοχειακό συγκρότημα και με έμφαση στην προστασία του περιβάλλοντος και την εξοικονόμηση ενέργειας, κατατέθηκαν οι προτάσεις για βιοκλιματικές εφαρμογές πάνω σε αυτό.

Γίνεται σαφές επομένως, ότι η βιοκλιματική πλέον αντιμετώπιση των κτιρίων και γενικά των κατασκευών, δεν είναι πλέον ένας κλάδος πολυτελείας, αλλά ένας ανερχόμενος τομέας στην επιστήμη

του μηχανικού, ζωτικής σημασίας, με στόχο τα ανθρώπινα έργα πάσης φύσης και χρήσης, να είναι όχι μόνο άνετα, ευχάριστα, πρακτικά και αποδοτικά για τον ίδιο τον άνθρωπο αλλά και φιλικά προς το περιβάλλον, εφόσον από αυτό εξαρτάται άμεσα και η επιβίωσή μας ως είδος.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Academy of Athens Plea-Cres, Solar and Buildings Symposium Proceedings, 8-10/12/93, Athens Greece
2. Bowen A., Heating and Cooling of Building Sites Through Landscape Planning, Passive Cooling Handbook, Newark, DE: AS/ISES, 1980
3. Chandra S., A Design Procedure to size Windows for Naturally Ventilated Rooms, Florida Solar Energy Center
4. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε Οικιστικά Σύνολα, ΚΑΠΕ
5. Λάζαρη Ε. Α., Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα, Ενεργειακή Απόδοση και Κατευθύνσεις Εφαρμογής, ΚΑΠΕ, Σεπτέμβριος 2002
6. «Ενέργεια στην αρχιτεκτονική: Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα παθητικά ηλιακά κτήρια», Μαλλιάρης-Παιδεία
7. Abrahms, Low Energy Cooling, Van Nostrand Reinhold Company, New York
8. AFME, CATED, Projection Solaires, Domaine de Saint-Paul, Saint Remy-les-Chevreuses, 1989
9. Anink David, Boonstra Chiel, Mak John, Handbook for a Sustainable Building, An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction & Refurbishment, Jame James, April 1996
10. annas Simos, Solar Energy And Housing Design Volume 1, Architectural Association, 1994
11. Boutet T., Controlling Air Movement, McGraw Hill Book Company, 1987
12. Brown G. Z., Sun, Wind, and Light: Architectural Design Strategies, John Wiley & Sons Limited, New York 1985
13. Brown T. Robert, Gillespie J. Terry, Microclimatic landscape Design
14. Caluwaerts, Marret, Influence of Heating System on Thermal Comfort and Energy Consumption in rooms, B.B.R.I., XXI International Congress for Building Services Engineering, Berlin, FRG, '80
15. Chadra S., Fairey P., Houston M., Cooling with Ventilation, Florida Energy Center, SERI Report, December 1986
16. COFEDES, Architecture, Climats, Energie: Outils et demarches pedagogiques, Paris 1986
17. Colombo R., Passive Solar Architecture for Mediterranean Area, Design Handbook, February '94
18. Conference on Bioclimatic Architecture, Brussels 1992.
19. Cunmningham W.A., Thompson T.L., Passive Cooling with Natural Draft Cooling Towers in Combination with Solar Chimneys, Proceedings PLEA conference, 1986
20. Dominique Gauzin-Muller, «Οικολογική Αρχιτεκτονική», Κτήριο-Επιλογή στη Δόμηση ΕΠΕ, 2003.
21. Edmund C., Snodgrass, Lucie L., Snodgrass Green Roof Plants, timber Press 2006
22. European Directory of Sustainable and Energy Efficient Buildings, James & James London '95
23. Funaro G., Fanchiotti A., and D'Errico E., Edifici Solari Passivi in Italia, Viale Redina Margherita, Roma 1985
24. Givoni Baruch, Climate Considerations in Building and Urban Design, Van Nostrand Reinhold, New York 1998
25. Goulding John, Lewis Owen J., Steeners Theo C., Energy Conscious Design, A primer for Architects, The Energy Research Group, Brussels 1992
26. greenpeace, ηλιακός ηλεκτρισμός στο σπίτι σας
27. H.N. Knudsen, R.J. de Dear, J.W. Ring, T.L. Li, T. W. Punter, P.O. Fanger, Thermal Comfort in Passive Solar Buildings, CEC Research project EN3S-0035-DK(B), Laboratory of Heating and Air-Conditioning, Technical University of Denmark, May 1989

28. Hastings Robert S., Morck Ove, Solar Air Systems-a Design Handbook, James&James, London, 2000
29. Izard Jean-Louis, Architecture d'Ete: Construire pour le Comfort d'Ete
30. John K. Pedersen, Frede Blaabjerg, Soeren Baekhoej Kjaer «A Review of Single-Phase Grid-Connected Inverters for Photovoltaic Modules», IEEE Transactions on Industry Applications, Vol.41, No 5, September/October 2005.
31. Koblin Wolfram, Krüger Eckehard, Schuh Ulrich, Handbuch Passive Nutzung der Sonnenenergie, Schriftenreihe des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau BMBau 1984
32. Lebens R., Passive Solar Heating Design, Applied Science Publishers, 1980
33. Lebrun J., Marret D., Heat Losses of Buildings with Different Heating Systems, University of Liege, Belgium, ASHRAE Journal 1979
34. Lewis Owen J., Goulding John, Brophy Vivienne, Solar Bioclimatic Architecture, Brussels '97
35. Markus T.A., Moris E.N., Buildings, Climate and Energy, E.N., Pitman, 1980
36. Moffat A., Schiller M., Landscape Design Hot Save Energy, New York: William Norrow and Company, 1981
37. O.E.C.D., Guidelines for the Economic Analysis of Renewable Energy Technology Applications, Chateau Montebello, Quebec, 1991
38. Richview, Clonskeagh, European Passive Solar Components Catalogue (DRAFT), ECD Partnership, London Energy Research Group, School of Architecture, University College Dublin 1990
39. Schiller G., Earth Tubes for Passive Cooling, Master Thesis, University of California, Berkeley, USA, June 1982
40. Shaw Alexander, Energy Design for Architects, The Fairmont Press 1989
41. Stephens H.S. & Associates, Solar Energy in Architecture and Urban Planning, Third European Conference on Architecture, Florence 1993
42. The Energy Research Group-School of Architecture-University College Dublin, Energy in Architecture- The European Passive Solar Handbook, Brussels 1996
43. Wright, D., van Nostrand, Natural Solar Architecture, Reinhold Company, 1978
44. Yannas Simos, Solar Energy And Housing Design Volume 1, Architectural Association, 1994
45. Αιμ. Γ. Κορωνάιος, Γ.Φοίβος Σαργεντης, “Δομικά υλικά και οικολογία”, υπ. δρ. Ε.Μ.Π., Αθήνα 2005
46. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη Ε., Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Εφαρμογές στην Ελλάδα
47. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός – Περιβάλλον και Βιωσιμότητα», University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2006.
48. ΑΠΑΝΤΑ 1-Απομνημονεύματα 1, Ξενοφών, Αρχαία Ελληνική Γραμματεία «Οι Έλληνες», Εκδόσεις Κάκτος
49. Άρθρα από το περιοδικό ΚΤΙΠΙΟ (τεύχη : 9, 10, 13, 20, 22, 24, 27, 29, 30, 35, 97, Εφαρμογές 98, Υλικά 98, Αφιέρωμα : Κουφώματα).
50. BIOCLIMATIC ARCHITECTURE, The Demonstration Component of the Joule Thermie Programme, European Commission, Energy Research Group University College Dublin, Ireland, Published by: LIOR E.E.I.G., 1997 http://erg.ucd.ie/mb_bioclimatic_architecture.pdf
51. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, Ενεργειακή Απόδοση και Κατευθύνσεις Εφαρμογής, Καπε, Πικέρμι, Σεπτέμβριος 2002, Ευγενία Α. Λαζάρη, http://www.cres.gr/kape/education/bioclimatic_brochure.pdf
52. Ελπίδα Πολυχρόνη, Ενεργειακή αποδοτικότητα και σήμανση δομικών υλικών και συστημάτων, Τμήμα κτηρίων, Διεύθ. Ενεργειακής Αποδοτικότητας, ΚΑΠΕ
53. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, Εισαγωγή για αρχιτέκτονες, ΜΑΛΛΙΑΡΗΣ-Παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1994
54. Θερμομόνωση – Ηχομόνωση, Β.Η.Σελλούντος – ΣΤ.Δ.Πέρδιος

55. Ι. Κομπούγιας, Α. Κυρίτσης, Α. Νανάκος, Ε. Τατάκης, «Ηλεκτρονικά Ισχύος, συστήματα ηλεκτρικής κίνησης και βιομηχανικές εφαρμογές», ΤΕΕ, Αθήνα, 5-6 Απριλίου 2006
56. Ιωάννης Παλαβράς, «Ανάπτυξη Ηλιακών Παραβολικών Κατόπτρων Σημειακής Εστίασης Χαμηλού Κόστους» Μεταπτυχιακή διατριβή, Ξάνθη 2005
57. ΚΑΠΕ, Θερμικά Ηλιακά Συστήματα
58. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας www.cres.gr
59. Κοντορούπης Μ. Γ., Ενεργειακός-Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών, Αθήνα 2002
60. ΚΤΙΡΙΑ ΓΙΑ ΕΝΑΝ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΟΣΜΟ, οικολογική δόμηση , βιοκλιματική αρχιτεκτονική, Μαργαρίτα Καραβασίλη, Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη, Psystems international ΑΕ, Αθήνα 1999
61. ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, Ηλίας Ευθυμιόπουλος, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2005
62. Κωτσιάνας Φρ., Θερμική Άνεση και Εξοικονόμηση Ενέργειας-Ηλιακά Σπίτια-Ηλιακή Θέρμανση
63. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΟΙΚΙΣΤΙΚΑ ΣΥΝΟΛΑ <http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf>
64. ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΗΜΕΡΙΔΑΣ ΜΕ ΘΕΜΑ «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ», 3 Νοεμβρίου 2006, Ακαδημία Αθηνών, ΕΜΠ
65. Τσίππρας Κώστας & Θέμης Σ., Οικολογική Αρχιτεκτονική, Εκδόσεις Κέδρος 2005
66. Τσίππρας Κώστας Στεφ., Το Οικολογικό Σπίτι, Εκδόσεις Λιβάνη, Αθήνα 1996

Και κάποιες ακόμη χρήσιμες ιστοσελίδες που χρησιμοποιήθηκαν:

67. <http://www.domika.gr/newSolutions>
68. media2.feed.gr/filesystem/images/20080504/eng
69. <http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf>
70. <http://www.bildus.gr/main/pdf/XBY.pdf>
71. http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_xrisi_yalopinakon.htm
72. <http://www.roofsystemsconsultants.com/Green.htm>
73. <http://www.tmltd.gr/geotherm/geotherm.htm>
74. www.metar.gr/?option=com_jumi&fileid=12&Itemid=73&station=1071
75. ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ, <http://www.evonymos.org/files1/155SOLAR%20ENERGY%20FOR%20BUILDINGS.IENE.doc>
76. European Wind Energy Association www.ewea.org
77. <http://thenauhaus.com/blog/index.php/2009/03/embodied-energy-and-co2-emitted-in-the-production-of-some-common-items-and-building-materials/>
78. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1162/jiec.1998.2.2.43/abstract>
79. <http://www.athensgreen360.com/content>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Το παράρτημα περιλαμβάνει πλήρη κατάλογο σχεδίων για όλο το ξενοδοχειακό συγκρότημα.

Συγκεκριμένα, εμπεριέχονται τα εξής σχέδια:

1. Γενική τοπογραφική διάταξη, κλίμακα 1:500

ΣΧΕΔΙΑ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ Α΄ ΤΥΠΟΥ:

2. Κάτοψη ισογείου, κλίμακα 1:50
3. Κάτοψη α΄ ορόφου, κλίμακα 1:50
4. Κάτοψη δώματος, κλίμακα 1:50
5. Βόρεια όψη, κλίμακα 1:50
6. Νότια όψη, κλίμακα 1:50
7. Ανατολική όψη, κλίμακα 1:50
8. Δυτική όψη, κλίμακα 1:50
9. Τομή, κλίμακα 1:50

ΣΧΕΔΙΑ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ Β΄ ΤΥΠΟΥ:

10. Κάτοψη ισογείου, κλίμακα 1:50
11. Κάτοψη α΄ ορόφου, κλίμακα 1:50
12. Κάτοψη στέγης, κλίμακα 1:50
13. Ανατολική όψη, κλίμακα 1:50
14. Δυτική όψη, κλίμακα 1:50
15. Βόρεια όψη, κλίμακα 1:50
16. Νότια όψη, κλίμακα 1:50
17. Τομή, κλίμακα 1:50