ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ
ΜΗΧ
658

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ»

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΣΤΡΩΤΟΣ ΓΙΩΡΓΟΣ

ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΙΣΟΥΦΑΗ ΕΝΙΣ ΑΜ: 36988

ΚΟΡΔΑΣ ΑΙΝΕΙΑΣ ΑΜ: 29670

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....3
Abstract.....4

ΜΕΡΟΣ Ι

1.1 Κλιματική αλλαγή – Εισαγωγή.....5
1.1.i Φυσική κλιματική μεταβολή 7
1.1.ii Ανθρωπογενής κλιματική μεταβολή 7
1.2 Περιβάλλον- Βιωσιμότητα Ενέργεια.....8
1.3 Βιωσιμότητα του περιβάλλοντος 9
1.4 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....10
1.5 Περιβαλλοντικά προβλήματα.....13
1.5.i Το φαινόμενο του θερμοκηπίου 14
1.5.ii Το φαινόμενο του λιωσίματος των παγετώνων 16
1.5.iii Το φαινόμενο της ανόδου της στάθμης της θάλασσας 17
1.5.iv Το φαινόμενο της τρύπας του όζοντος.....18
1.5.v Το φαινόμενο της «αστικής νησίδας θερμότητας» 19
1.6 Θερμική Άνεση και Κλίμα.....20
1.7 Το ενεργειακό -περιβαλλοντικό- πρόβλημα.....22
1.7.i Αστικό Περιβάλλον – Εισαγωγή.....22
1.7.ii Αστικό περιβάλλον και ενέργεια 23
1.8 κτίρια και ενέργεια 26
1.9 Πολιτική για Αειφόρα κτίρια.....28

ΜΕΡΟΣ ΙΙ

2.1 Κέλυφος - Ο ρόλος του κελύφους στην θερμική και περιβαλλοντική συμπεριφορά του κτηρίου..31
2.2 Θερμική μάζα 34
2.3 Αμυντικός και Επιθετικός τύπος κτιρίων 36
2.4 Σχεδιασμός και προσανατολισμός των ανοιγμάτων.....38
2.5.i Θερμομόνωση του κελύφους.....40
2.5.ii Τύποι μονωτικών υλικών 42
2.5.iii Μόνωση κάτω από την πλάκα της βάσης του κτηρίου.....44
2.5.iv Μόνωση Θεμελίων 44
2.5.v Μόνωση των θεμελίων με τη χρήση μόνιμων μονωτικών καλουπιών (ICFs).....45
2.5.vi Μόνωση των θεμελίων με άκαμπτο μονωτικό υλικό.....46
2.6 Κέλυφος και φυσικός φωτισμός.....46
2.6.i Ο φυσικός φωτισμός ως στοιχείο αρχιτεκτονικού σχεδιασμού 47
2.6.ii Ο φυσικός φωτισμός ως μέσο για την εξοικονόμηση ενέργειας 48
2.6.iii Ο ρόλος του κελύφους στην δημιουργία οπτικής άνεσης και στην αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού 49
2.7 Τεχνητός φωτισμός.....51
2.8 Συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (Heating, Ventilation, Air-Conditioning - HVAC).....53
2.9 Φυσικός Αερισμός 58

ΜΕΡΟΣ III

Εισαγωγή στα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα 61

3.1 Εισαγωγή στο βιοκλιματικό σχεδιασμό 62
3.2 Σχεδιασμός για χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων.....65
3.3 Ο ρόλος των υλικών.....66
3.3.i Ιδιότητες των υλικών. Νέα υλικά 67
3.4 Ο ρόλος του πρασίνου.....70
3.4.i Σχεδιασμός της τοποθεσίας.....72
3.5 Εφαρμογή Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων- Εισαγωγή. 72
3.5.iΠαθητικά ηλιακά συστήματα.....72
3.5.ii Κατηγορίες παθητικών συστημάτων θέρμανσης 73

ΜΕΡΟΣ IV

Παθητικά Ηλιακά Συστήματα.....74

4.1 Τα παθητικά ηλιακά συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους.....75
4.1.i Άμεσα ηλιακά κέρδη.....77
4.1. ii Απόδοση του συστήματος.....79
4.2 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους.....82
4.2.i Ηλιακοί τοίχοι μάζας.....83
4.2.ii Ηλιακοί τοίχοι Trombe.....85
4.2.iii θερμοσιφωνικό πανέλο /Τοίχος Barra Constantini.....86
4.2.iv Ηλιακοί τοίχοι και θερμική άνεση.....88
4.2.v Απόδοση του συστήματος.....89
4.3 Τοίχος νερού.....91
4.4 Φυτεμένες στέγες-δώματα, φυτεμένοι τοίχοι.....93
4.5 Η ηλιοπροστασία ανοιγμάτων και ο φυσικός αερισμός/φωτισμός Χώρων ..94
4.6 Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους.....95
4.6.i Ηλιακός χώρος - Θερμική συμπεριφορά.....96
4.6.ii Απόδοση συστήματος ηλιακού χώρου.....97
4.6 iii Προσανατολισμός και σύνδεση με το κτίριο.....98
4.6.iv Υλικά κατασκευής και κλίση υαλοστασίου.....100
4.7 Ηλιακό αίθριο.....101
4.8 Συστήματα αποθήκευσης ενέργειας.....103

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 106

Εισαγωγή

Κατά τη διαδικασία σχεδιασμού των κτιρίων, ο μελετητής-αρχιτέκτονας συνήθως, παίρνει υπόψη του μία σειρά παραμέτρους και καθορίζει κριτήρια και προτεραιότητες που επηρεάζουν καθοριστικά την "ιδέα" του κτιρίου. Έτσι, ξεκινώντας από το θεσμικό πλαίσιο (κανονισμούς και νόμους), το κτιριολογικό πρόγραμμα, τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του φορέα, το διαθέσιμο οικόπεδο, την έκταση του κτιρίου, προχωρά και παίρνει υπόψη του τα χαρακτηριστικά του μικρό περιβάλλοντος (δομημένο περιβάλλον, μορφολογία εδάφους, θέα), τα οικονομικά δεδομένα κ.α. Με την συλλογή των παραπάνω πληροφοριών ο μελετητής διαμορφώνει την "κεντρική ιδέα του κτιρίου" μεταφέροντας παράλληλα και τις πρώτες σκέψεις του στο χαρτί. Με τη διαδικασία αυτή αρχίζει το κτίριο να αναπτύσσεται σε τρεις διαστάσεις (κατόψεις, όψεις, τομές) να εντάσσεται στο περιβάλλον του και να αποκτά μορφή. Ένα κτίριο επηρεάζεται από το περιβάλλον του. Το κλίμα του τόπου σε συνδυασμό με τα κτίρια γύρω του, διαμορφώνουν το κτίριο, έτσι ώστε, ακόμα κι αν οι κοινωνικές, πολιτιστικές, και οικονομικές πτυχές είναι σημαντικές, οφείλει ένα μεγάλο μέρος της μορφής του σε αυτούς τους παράγοντες. Η αρχιτεκτονική που σέβεται το περιβάλλον, επανατοποθετεί, σε θέση αφετηριακής αρχής, τον παράγοντα της δυναμικής, αρμονικής αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα στοιχεία της φύσης, τον τοπικό φυσικό χώρο και το κτίριο, μ' αυτόν τον τρόπο επαναφέρει σε ισχύ ένα πρώτο βασικό κριτήριο εξειδίκευσης και ιδιαιτερότητας και στη συνέχεια ανακαλύπτει ότι για να είναι αποτελεσματική, πρέπει να διερευνήσει τα ειδικά χαρακτηριστικά και να σεβαστεί τις ιδιομορφίες των χρηστών της, ώστε να τους κάνει συμμέτοχους. Η εποχή μας επιβάλλει, με επιτακτικό τρόπο, μια συνολική αναβάθμιση του κτισμένου περιβάλλοντος και εν γένει, των οικισμών μας και πρέπει να δούμε τις πόλεις και τα κτίρια μας διαφορετικά, ώστε με μεράκι, φροντίδα και ενδιαφέρον να σχεδιάσουμε με ορθό, άρα και λογικό τρόπο τα σύγχρονα κτίρια. Αυτό που θα παρουσιάσουμε σε αυτήν την πτυχιακή εργασία είναι η μέθοδος για εξοικονόμηση ενέργειας με την χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων μια μέθοδος που μας προσφέρει ενεργειακά οφέλη ώστε να επιβαρύνουμε όσο το δυνατόν λιγότερο το περιβάλλον με εκμετάλλευση φυσικής ενέργειας προς όφελος διαβίωσης του ανθρώπου δηλαδή άνεσης του σε κτίρια τα οποία διαβιώνει.

Abstract

However, in the process of planning for buildings, the designer-architect usually, it takes into account a series of parameters and sets criteria and priorities and have a determining influence on the "idea" of the building. So, starting with the institutional framework (regulations and laws), the building design program, the specific requirements of the institution, the available land, the area of the building, goes and takes into account the characteristics including devices principally intended (built environment and terrains, overlooking), the economic data, etc. . With the collection of the above information the designer creates the 'central idea of the building" by transferring in parallel and the first thoughts of the paper. This process begins in the building to be developed in three dimensions (top views, views, slices) can be integrated in the environment and to acquire form. The particular building is affected by its environment. The climate of the place in conjunction with the buildings around, shape the building so that, even if the social, cultural, and economic aspects are important, ought a large part of the format to these factors. The architecture that respects the environment, it puts it, in a starting point authority, the agent of the dynamics, the harmonious interaction between the forces of nature, the local countryside and the building, thus reinstate a first basic criterion specificity and individual character and then discovers that to be effective, should investigate the specific characteristics and to respect the diversity of its users, in order to involve us. Our age requires, with compelling manner, with an overall upgrading of constructed environment and in general, of our neighborhoods and we need to look at the cities and buildings we otherwise, as with beautifully produced, and care and interest to design properly, and therefore logically modern buildings. What we present in this paper work is the method for energy savings by using passive solar systems a method that gives us energy benefits so as to impose as little as possible the environment with holding physical energy for the benefit of human living that is comfort in buildings which subsists from.

ΜΕΡΟΣ Ι

1.1Κλιματική αλλαγή – Εισαγωγή

Εικόνα 1

Η συνεχώς αυξανόμενη ανησυχία για τις επιβαρύνσεις στο περιβάλλον και τις προκύπτουσες βλάβες στην υγεία, οι οποίες συνδέονται με την μόλυνση του αέρα, την εναπόθεση οξειδίων, το φωτοχημικό νέφος και τα αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου έχουν οδηγήσει σε μια παγκόσμια προσπάθεια για την άσκηση πολιτικής και λήψης μέτρων, προκειμένου να περιοριστούν οι εκπομπές ρυπογόνων ουσιών. Σύμφωνα με Έκθεση που έχει δώσει στη δημοσιότητα η Διακυβερνητική Επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή, η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της γης θα αυξηθεί κατά 1,4 - 5,85°C, από σήμερα μέχρι το 2100. Αν αυτή η πρόβλεψη επαληθευτεί, η αλλαγή της θερμοκρασίας κατά τα επόμενα 100 χρόνια θα αποτελέσει την

μεγαλύτερη κλιματική μεταβολή στον πλανήτη. Για να κατανοήσουμε την σημασία της αρκεί να αναλογιστούμε ότι μια αύξηση της θερμοκρασίας της τάξης των 5,5° C, από την εποχή των παγετώνων, γλίτωσε το βόρειο ημισφαίριο του πλανήτη από το να θαφτεί κάτω από τους πάγους, ενώ υπάρχουν και σοβαρές εκτιμήσεις που θεωρούν απολύτως καταστροφική μια τέτοια εξέλιξη για την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη. Σύμφωνα με Έκθεση της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών των Η.Π.Α. (2002), «είναι δυνατόν η αυξητική τάση της θερμοκρασίας του πλανήτη για τα επόμενα εκατό χρόνια να επιταχυνθεί ξαφνικά και χωρίς προειδοποίηση σε λίγα χρόνια, μεταβάλλοντας δραστικά το κλίμα και την επίδραση του στα οικοσυστήματα και τις ανθρώπινες εγκαταστάσεις σε όλον τον κόσμο, χωρίς να υπάρξουν τα αναγκαία χρονικά περιθώρια προσαρμογής των φυτών, των ζώων και των ανθρώπων. Οι νέες κλιματολογικές συνθήκες ενδέχεται να αλλάξουν καθοριστικά το γήινο περιβάλλον και οι επιπτώσεις τους να διαρκέσουν για χιλιάδες χρόνια. Αν οι προβλέψεις και οι προειδοποιήσεις αυτής της μελέτης αποδειχθούν προφητικές, κανένα άλλο καταστροφικό συμβάν στην ιστορία της ανθρωπότητας δεν θα έχει τόσο δραματικές συνέπειες στον ανθρώπινο πολιτισμό και στη ζωή του πλανήτη». Η ίδια Έκθεση επισημαίνει ότι: «οι σημερινές προβλέψεις σχετικά με την θερμοκρασία του πλανήτη και τις οικολογικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της στηρίζονται στην υπόθεση ότι η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι σταθερή και κατανεμημένη περίπου ισόποσα σε όλη την διάρκεια του 21ου αιώνα. Αυτή όμως η υπόθεση ενδέχεται να είναι λανθασμένη. Η θερμοκρασία της Γης μπορεί να αυξηθεί ξαφνικά σε λίγα μόλις χρόνια από σήμερα, δημιουργώντας ένα νέο κλιματολογικό καθεστώς. Το κλιματολογικό ιστορικό της Γης φανερώνει ότι οι πιο δραματικές αλλαγές στο κλίμα συντελέστηκαν κάθε φορά που άλλαζαν οι παράγοντες, οι οποίοι ήλεγχαν το κλιματολογικό σύστημα. Με δεδομένο ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα στον αιώνα μας και η χρήση ορυκτών καυσίμων αναμένεται να διπλασιάσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, οι συνθήκες ενδέχεται να ευνοήσουν μια ξαφνική κλιματική αλλαγή με ολέθριες συνέπειες.

1.1.i Φυσική κλιματική μεταβολή

Η κλιματική μεταβολή στην πορεία της ιστορίας του πλανήτη είναι ένα δεδομένο γεγονός. Τοκλίμα μεταβάλλεται μέσα σε εκτεταμένες ιστορικές περιόδους. Οι μεταβολές αυτές έχουν φυσιολογικά τόσο αργό ρυθμό ώστε δεν γίνονται εύκολα αντιληπτές στη διάρκεια της ζωής των έμβιων οργανισμών. Για παράδειγμα, η άνοδος της θερμοκρασίας κατά ένα μόνο βαθμό Κελσίου είναι αρκετή για να επιφέρει βαθύτερες μεταβολές, όπως έδειξε το φαινόμενο της 'μικρής εποχής των παγετώνων', που εμφανίστηκε στη δυτική Ευρώπη στο τέλος του 17ου αιώνα. Πτώση της τάξης των 4° C βαθμών Κελσίου είναι ικανή να προκαλέσει μια κανονική εποχή παγετώνων και στη συνέχεια βαθύτερες αλλαγές στο πλανητικό φυσικό περιβάλλον: κατά την εισβολή της τελευταίας εποχής παγετώνων, περίπου 11.000 χρόνια πριν, προέλασαν εκτεταμένα στρώματα πάγου, εξαφανίζοντας τεράστια δάση στο βόρειο ημισφαίριο, μέσα σε ένα μόνο αιώνα. Είναι βέβαιο ότι και στο μέλλον θα δημιουργηθούν σοβαρότατες φυσικές κλιματικές αλλαγές. Μπορούμε όμως να ελπίζουμε στη δυνατότητα αντιμετώπισης τους, με την προϋπόθεση ότι έχουμε τον χρόνο να προσαρμοστούμε σ' αυτές, εφόσον συντελούνται με ομαλούς ρυθμούς και διακυμάνσεις.

1.1.ii Ανθρωπογενής κλιματική μεταβολή

Η πρόσφατη κλιματική μεταβολή είναι η πιο θερμή φάση στο πιο συμπυκνωμένο χρονικό διάστημα, μέσα στους τελευταίους αιώνες. Ήταν το 1898, όταν ο Σουηδός επιστήμονας Svante Ahrrenius προειδοποίησε ότι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Πολύ αργότερα, στη δεκαετία του '70, που οι επιστήμονες είχαν πλήρως κατανοήσει το σύστημα γη – ατμόσφαιρα, ήρθε στην επιφάνεια το, ως τότε σκοτεινό, επιστημονικό αυτό πεδίο. Παρ' όλ' αυτά ακόμη αργότερα, το 1990, δόθηκε στη δημοσιότητα μια πρώτη έκθεση εκτίμησης, που συνέταξε το διακυβερνητικό πάνελ για την κλιματική μεταβολή όπου τεκμηριώθηκε πλήρως η επίπτωση της αλόγιστης ανθρώπινης παρέμβασης πάνω στη φύση στην μεταβολή του κλίματος, που εκδηλώνεται με όλο και πιο σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η μείωση της στιβάδας του όζοντος. Η επιδείνωση των φαινομένων προκαλούν πλέον αυξανόμενη
ανησυχία και δημιουργούν τεράστια ανασφάλεια για το μέλλον του πλανήτη. Είναι γεγονός οι μεγάλης κλίμακας αστικές συγκεντρώσεις, οι

σύγχρονες μέθοδοι καλλιέργειας, η χρήση και διαχείριση της ενέργειας, του νερού και άλλων φυσικών πόρων είχαν, μεταξύ άλλων, σαν αποτέλεσμα τη συρρίκνωση της χλωρίδας, την μεταβολή της σύστασης των εδαφών, των ωκεανών και της ατμόσφαιρας. Οι αστικές περιοχές συγκεντρώνουν στο τέλος του αιώνα το 50% του ανθρώπινου πληθυσμού. Τα 2/3 αυτού ζει σε πόλεις άνω των 100.000 κατοίκων και πάνω από το 20% των πόλεων συγκεντρώνουν πάνω από 1.000.000 κατοίκους η κάθε μία. Οι τεράστιες συγκεντρώσεις πληθυσμών σε αστικά κέντρα υψηλών πυκνοτήτων, αποτέλεσμα του μοντέλου ανάπτυξης, έχουν σαν συνέπεια την εντατική απορρόφηση φυσικών πόρων, τη βίαιη παρέμβαση στα οικοσυστήματα και τη δημιουργία μη προβλέψιμων τοπικών φαινομένων με επίπτωση στο παγκόσμιο κλίμα.

1.2Περιβάλλον- Βιωσιμότητα- Ενέργεια

Το Περιβάλλον, η Βιώσιμη Ανάπτυξη και η Ενέργεια, ζητήματα κρίσιμα για την επιβίωση της ανθρωπότητας, αντιμετωπίζονται συνήθως μεμονωμένα ή στην καλύτερη περίπτωση συνδυασμένα μεταξύ τους, δίνοντας όμως πάντοτε έμφαση σε ένα εξ' αυτών. Δηλαδή, για το καθένα από αυτά τα ζητήματα αναπτύσσεται μία συλλογιστική που αφορά είτε στην ορθολογικότερη διαχείριση της ενέργειας, είτε στους τρόπους προστασίας και διαχείρισης του περιβάλλοντος, είτε στις ρυθμίσεις και τα μέτρα που συμβάλλουν στην οικονομική, κυρίως, ανάπτυξη μιας περιοχής ή χώρας. Όμως, εάν κανείς θελήσει να εμβαθύνει, διαπιστώνει τη στενή σχέση και αλληλεξάρτηση ανάμεσα στον όρο «Ανάπτυξη» —πρόκειται για οικονομική μεγέθυνση—την καταναλισκόμενη ποσότητα Ενέργειας και την προστασία ή βιωσιμότητα του Περιβάλλοντος. Με άλλα λόγια, η οικονομική ανάπτυξη προϋποθέτει όλο και μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος της. Όμως η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας επιβαρύνει το περιβάλλον -φυσικό και ανθρωπογενές-αφενός με ρύπους, αφετέρου με την εξάντληση των φυσικών πόρων. Κατά συνέπεια, ευλόγως, ανακύπτουν ερωτήματα του τύπου: ποιος είναι ο στόχος της οικονομικής ανάπτυξης; και πώς μπορεί να συνδεθεί με την προστασία του περιβάλλοντος; είναι στόχοι συμβατοί μεταξύ τους; ποια είναι άραγε τα όρια της οικονομικής

μεγέθυνσης, τα οποία δεν προκαλούν επιβαρύνσεις στο περιβάλλον; ποιες μορφές ενέργειας την επιτρέπουν, ενώ παράλληλα δεν μολύνουν το περιβάλλον.

1.3Βιωσιμότητα του περιβάλλοντος

Στα κείμενα του ο André Gorz το 1978 διατυπώνει τα εξής προφητικά: «οι βιομηχανικές κοινωνίες, εδώ και 150 χρόνια, ζουν από την επιταχυνόμενη λεηλασία των αποθεμάτων του πλανήτη, που χρειάστηκαν δεκάδες εκατομμύρια χρόνια για να δημιουργηθούν ποιο είναι το μέλλον του πλανήτη, της βιόσφαιρας, του πολιτισμού». Σε άλλο σημείο αναφέρει: «πρέπει να πάρουμε υπόψη μας ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα βρίσκει στη ·φύση τα εξωτερικά της όρια· αν αγνοηθούν προκαλούνται αντίποινα: καινούργιες αρρώστιες, πτώση των φυσικών αποδόσεων και της οικονομικής αποδοτικότητας, πτώση της ποιότητας ζωής. Αν συνεχίσουμε να καταναλίσκουμε με τους ίδιους ρυθμούς, τα ποτάμια θα στερέψουν, η γη θα μείνει χωρίς φυσική γονιμότητα και ο αέρας θα είναι αποπνικτικός στις πόλεις».Οι εκτιμήσεις αυτές του André Gorz, πριν από 30 και πλέον χρόνια, επιβεβαιώνονται σήμερα από την κατάσταση του πλανήτη, έτσι όπως παρουσιάζεται στις διεθνείς Συνδιασκέψεις, Διακηρύξεις και επίσημες Εκθέσεις. Οι σύγχρονες, όμως, κοινωνίες ακολούθησαν ένα πρότυπο ανάπτυξης βασιζόμενο στην αύξηση της παραγωγής και κατανάλωσης αγαθών, συμβάλλοντας έτσι τα μέγιστα στην υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων: της ενέργειας, του νερού, του εδάφους, του ενάλιου και του ορυκτού πλούτου. Η κυριαρχία του ανθρώπου επί της φύσης, μέσα από την αλόγιστη χρήση αυτού του πλούτου και η μονομερής αντίληψη για την ανάπτυξη έχουν οδηγήσει στην διατάραξη των ευαίσθητων οικοσυστημάτων του πλανήτη, στην μόλυνση του άμεσου περιβάλλοντος διαβίωσης και εν τέλει στην υποβάθμιση της ποιότητας ζωής. Η Συνδιάσκεψη Κορυφής των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, η οποία έγινε στο Rio το 1992, κατέληξε σε ένα Πρόγραμμα Δράσης, στην ονομαζόμενη «Ατζέντα 21» καθώς και στη «Συνθήκη Πλαίσιο για την Κλιματική αλλαγή και την Βιοποικιλότητα». Οι χώρες που συμμετείχαν δεσμεύτηκαν να προετοιμάσουν εθνικά προγράμματα δράσης, ώστε να προωθηθούν οι στόχοι της «Ατζέντα 21». Η στρατηγική για την «Αειφόρο Ανάπτυξη»,

έτσι όπως διατυπώθηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο στο Goteborg, που συνήλθε το καλοκαίρι του 2001, στοχεύει ουσιαστικά στην δημιουργία ενός νέου, εναλλακτικού μοντέλου ανάπτυξης, με όρους συμβατούς ως προς την προστασία του περιβάλλοντος, μια σχέση ισορροπίας ανάμεσα στη χρήση των φυσικών πόρων και την βελτίωση των οικονομικών όρων, έτσι ώστε να αρχίσουν να αμβλύνονται οι δυσάρεστες επιπτώσεις στα οικοσυστήματα του πλανήτη.

1.4Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Εικόνα 2

Το μέλλον της ανθρωπότητας και του πλανήτη εξαρτάται, σε μεγάλο βαθμό, από την αποκατάσταση της ισορροπίας των οικοσυστημάτων και το μοντέλο οικονομικής μεγέθυνσης, το οποίο θα ακολουθηθεί. Και οι δύο αυτές πτυχές, του ίδιου προβλήματος, συναρτώνται άμεσα με την ποσότητα και τις πηγές ενέργειας που θα χρησιμοποιηθούν. Η αειφόρος ή βιώσιμη ανάπτυξη ή, κατ' άλλους, «οικοανάπτυξη», ως βασική φιλοσοφία της έχει την συμβιωτική σχέση με το περιβάλλον, τον περιορισμό στην κατανάλωση φυσικών πόρων και την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η χρήση ήπιων τεχνολογιών εγγράφονται στον οικολογικό κύκλο, γιατί διαρκώς ανανεώνονται και δεν δημιουργούν ρύπανση στο περιβάλλον, υποκαθιστούν και εξοικονομούν τις συμβατικές πηγές ενέργειας, που είναι ρυπογόνες αλλά και δεν είναι ανεξάντλητες. Η Συνδιάσκεψη της Ε.Ε., τον Μάρτιο του 1994 στη Μαδρίτη, εξειδίκευσε τους στόχους για την προστασία του Περιβάλλοντος και την Ανάπτυξη για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στην πολιτική κατεύθυνση «Περιορισμού των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO2) στα επίπεδα του 1990 μέχρι το 2000, καθώς και στην προώθηση της Αειφορίας». Η διακήρυξη που προέκυψε από τη Συνδιάσκεψη έθεσε ως κύριους στόχους την υποκατάσταση ενός τμήματος της συμβατικής, πρωτογενούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την δημιουργία ευνοϊκού θεσμικού πλαισίου για την ενθάρρυνση των ιδιωτικών πρωτοβουλιών, την ενημέρωση των πολιτών και την ευρύτερη χρήση τους. Μεταξύ των άλλων περιλαμβάνει και την ακόλουθη δήλωση: «Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντιμετωπίζουν πολιτικά, νομοθετικά, χρηματοδοτικά και τεχνολογικά εμπόδια, που αφορούν στην πληροφόρηση, στην εκπαίδευση και κατάρτιση, όπως επίσης αντιμετωπίζουν και ζητήματα αμφισβήτησης. Τα εμπόδια αυτά θα πρέπει να ξεπεραστούν μέσω μιας επείγουσας και συνεκτικής δράσης, προκειμένου να αμβλυνθεί η αντίδραση απέναντι στην αλλαγή υφισταμένων προτύπων προσφοράς και ζήτησης. Σε πολλές περιπτώσεις, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούν τεχνολογίες, οι οποίες τους επιτρέπουν να συναγωνίζονται οικονομικά τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Σε άλλες περιπτώσεις, οι τεχνολογίες βρίσκονται στο στάδιο της έρευνας, της ανάπτυξης ή της επίδειξης και θα είναι διαθέσιμες στο άμεσο μέλλον. Η ενίσχυση και η δράση σε όλα τα επίπεδα θα πρέπει να συνεχιστεί και όπου χρειάζεται να ενταθεί, για να επιτρέψει στις Ευρωπαϊκές τεχνολογίες να γίνουν ανταγωνιστικές στην εγχώρια και παγκόσμια αγορά. Το έτος 2010 οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν και πρέπει, με τη συνεργασία όλων των φορέων, να αντικαταστήσουν το

15% της συμβατικής πρωτογενούς ενεργειακής ζήτησης στην Ευρωπαϊκή Ένωση». Η Διακήρυξη της Μαδρίτης για πολλά κράτη της Ε.Ε. παρέμεινε ανενεργή, δεν υλοποιήθηκε, παρά το γεγονός ότι η διείσδυση στην αγορά και η ευρύτερη εκμετάλλευση των Α.Π.Ε. συμβάλλουν αποτελεσματικά τόσο στην προστασία του περιβάλλοντος, όσο και στην ασφάλεια και οικονομία των ενεργειακών αποθεμάτων, ζήτημα εξαιρετικά επίκαιρο σήμερα, λόγω της ραγδαίας αύξησης της τιμής του πετρελαίου. Η πιο σημαντική όμως συνθήκη για την μείωση του διοξειδίου του άνθρακα (CO2) στην ατμόσφαιρα, γνωστή ως «Πρωτόκολλο του Κυότο», τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005, αφού υπογράφηκε από το 55% των χωρών του πλανήτη, εκτός των μεγάλων χωρών, ΗΠΑ, Αυστραλίας, Καναδά, Κίνας και Ινδίας. Στόχος αυτής της Συνθήκης είναι η αντιμετώπιση του φαινομένου του «θερμοκηπίου», με την μείωση των αερίων εκπομπών, κυρίως του CO2, κατά 5% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, μέχρι το 2012. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε έναν πιο φιλόδοξο στόχο: η μείωση των αερίων εκπομπών να φτάσει στο 8%. Σήμερα, οι εκπομπές αυτές είναι αυξημένες κατά 13% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, γεγονός που σημαίνει ότι η μείωση πρέπει να συμπεριλάβει και αυτή την αύξηση, δηλαδή να ανέλθει τελικά στο 18,5% σε σχέση με τα σημερινά επίπεδα. Οι χώρες μέλη της Ε.Ε. είναι υποχρεωμένες να λάβουν αυστηρά μέτρα, προκειμένου να επιτύχουν αυτό το στόχο, διαφορετικά υποχρεούνται σε καταβολή χρηματικής ρήτρας. Η υπογραφή του Πρωτοκόλλου του Κυότο, σε διεθνές επίπεδο, συνεπάγεται τη λήψη αυστηρών μέτρων και δράσεων προκειμένου να υπάρξει ουσιαστικός περιορισμός στην κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας, ο οποίος μπορεί να επιτευχθεί μόνον με υποκατάσταση των συμβατικών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Συμπερασματικά, κοινή διαπίστωση είναι ότι υπάρχει μια διάσταση αλλά και συνάφεια ανάμεσα στους διαθέσιμους φυσικούς πόρους του πλανήτη, όπως είναι η ενέργεια, και στις διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις για την παραγωγή αγαθών προς κατανάλωση, γεγονός άρρηκτα συνδεδεμένο με την οικονομική μεγέθυνση και την συνεπαγόμενη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

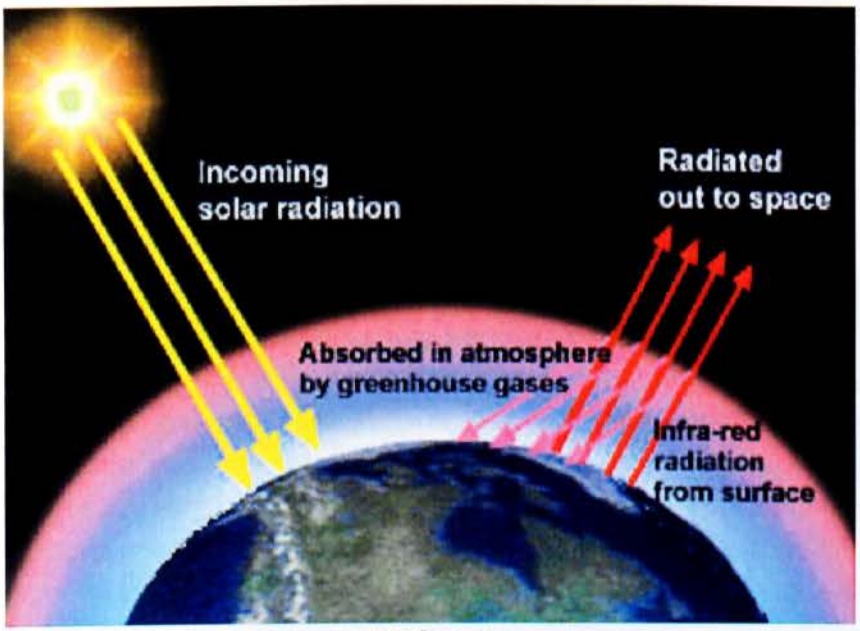
1.5Περιβαλλοντικά προβλήματα

Εικόνα 3

Το κλίμα είναι μια εύθραυστη ισορροπία, ευαίσθητη σε όλες τις μορφές της ανθρώπινης παρέμβασης. Οι σοβαρότερες από αυτές, όπως η μεγάλης κλίμακας αστική συγκέντρωση, οι σύγχρονες μέθοδοι καλλιέργειας, η διαχείριση της ενέργειας των φυσικών πόρων και του νερού, συρρικνώνουν τη χλωρίδα και μεταβάλλουν τη σύσταση των εδαφών, των ωκεανών και της ατμόσφαιρας. Είναι γεγονός ότι ορισμένοι φυσικοί μηχανισμοί λειτουργούν για τον πλανήτη ως μηχανισμοί αυτοπροστασίας. Για παράδειγμα. Τα αυξημένα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα ευνοούν την ανάπτυξη των φυτών, επειδή διευκολύνουν τη φωτοσύνθεση, συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση της χλωρίδας. Όμως γενικά η αντισταθμιστική ικανότητα της γης είναι ανεπαρκής, όταν οι παραβιάσεις των ισορροπιών συμβαίνουν σε καίριους τομείς, με ραγδαίους ρυθμούς και έχουν εκτεταμένες διαστάσεις. Η διαφορά των αλλαγών που γίνονται από τον άνθρωπο από τις αλλαγές της φύσης είναι ότι η ανθρώπινη παρέμβαση οδηγεί σε μονότονη αλλά και ραγδαία αποσταθεροποίηση. Αντίθετα, οι φυσικές κλιματικές αλλαγές, παρουσιάζουν γενικά μακροχρόνιες διακυμάνσεις. Η ανθρώπινη παρέμβαση στη σύσταση της ατμόσφαιρας είναι θεαματική. Μέσα σε 30 χρόνια ο άνθρωπος κατάστρεψε τόσο όζον όσο έκανε η φύση να παραγάγει σε 2 δισεκατομμύρια χρόνια. Μέσα

στα ίδια 30 χρόνια ο άνθρωπος αύξησε περίπου κατά 30% τα αέρια του θερμοκηπίου δημιουργώντας σωρεία προβλημάτων, όπως η όξινη βροχή, τοπικές αλλαγές στις μεγαλουπόλεις, προβλήματα τα οποία η φύση δεν δημιουργεί. Το μέλλον της ανθρωπότητας εξαρτάται από δύο θεμελιώδη ζητήματα: το πρώτο αφορά την αποκατάσταση της ισορροπίας των οικοσυστημάτων του πλανήτη, το δεύτερο συναρτάται με την ποσότητα της διαθέσιμης ενέργειας, η οποία αποτελεί προϋπόθεση για την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου.

1.5.i Το φαινόμενο του θερμοκηπίου



Εικόνα 4

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι κατ' αρχήν ένα φυσικό φαινόμενο. Οφείλεται στην ύπαρξη διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Το CO2 είναι από τα σημαντικότερα αέρια του ατμοσφαιρικού μίγματος. Παρ' όλο που αποτελεί μόνο το 0,003% του συνόλου του, παίζει καθοριστικό ρόλο στον προσδιορισμό του γήινου κλίματος, διότι, ενώ το στρώμα του είναι διαπερατό από την ηλιακή ακτινοβολία, έχει ταυτόχρονα την ιδιότητα να παγιδεύει μέρος της θερμικής εκπομπής της γης. Έτσι η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος και της επιφάνειας του πλανήτη διατηρείται σε επίπεδα ανώτερα από αυτά που θα εμφανίζονταν χωρίς την παρουσία του CO2 και οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις μεταξύ ημέρας και νύχτας αμβλύνονται σημαντικά. Διατηρείται λοιπόν στην επιφάνεια της γης μία θερμική συνθήκη αναγκαία και πρόσφορη για την ανάπτυξη της ζωής. Το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο διατηρούν τη μέση θερμοκρασία του πλανήτη μας στους περίπου 15 βαθμούς Κελσίου πάνω από το μηδέν, ενώ χωρίς αυτά η μέση θερμοκρασία της γης θα ήταν -18 βαθμοί Κέλσιου! Το φαινόμενο του θερμοκηπίου Η αύξηση της πυκνότητας του CO2 στην ατμόσφαιρα παγιδεύει μεγαλύτερες ποσότητες θερμότητας στον αέρα και ανεβάζει απότομα τις θερμοκρασίες, με συνέπεια την σοβαρή αναστάτωση των βιώσιμων κλιματικών ισορροπιών, δηλαδή το επιταχυνόμενο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η συγκέντρωση του CO2 στην ατμόσφαιρα αυξήθηκε κατά 30% από το 1950 έως το 1980. αναμένεται ότι θα αυξηθεί ακόμα κατά 75% ως το 2060. Το διοξείδιο του άνθρακα συμμετέχει στο συνολικό φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά περίπου 60% και το μεθάνιο κατά 20%. Το πρώτο ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από τις πάσης φύσεως χρήσεις των ορυκτών καυσίμων, κυρίως στις μεταφορές και τη βιομηχανία, ενώ το μεθάνιο προέρχεται από την κτηνοτροφία και άλλες, βιολογικές και μη, διαδικασίες. Στη διάρκεια του 20ου αιώνα, η μέση θερμοκρασία αυξήθηκε περίπου κατά 0,6 βαθμούς Κελσίου παγκοσμίως και σχεδόν κατά 1 βαθμό Κελσίου στην Ευρώπη. Η μέση θερμοκρασία του πλανήτη αυξάνεται πλέον κατά 0,2 βαθμούς Κελσίου. Κάνοντας μια ιστορική αναδρομή σε ότι αφορά το κλίμα, διαπιστώνουμε ότι πρόκειται για ένα απίστευτα ταχύ ρυθμό αλλαγής. Το 2005 ήταν το θερμότερο έτος στο βόρειο ημισφαίριο, ενώ τα 7 θερμότερα έτη που έχουν καταγραφεί, είναι όλα μετά το 1997. Οι συνέπειες των κλιματικών αλλαγών, που λαμβάνουν ήδη χώρα, είναι πολύ σοβαρές και ορατές. Η Αυστραλία και η νότια Κίνα πλήττονται από έντονη ξηρασία. Οι πάγοι της αρκτικής λιώνουν και οι παγετώνες σε όλο τον κόσμο συρρικνώνονται. Σήμερα οι πολικές αρκούδες περπατούν

κυριολεκτικά πάνω σε ένα πολύ λεπτό στρώμα πάγου και απειλούνται με εξαφάνιση. Κατά τη διάρκεια του καύσωνα του περασμένου Ιουλίου στην Ευρώπη, οι εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας υποχρεώθηκαν να μειώσουν ή ακόμη και να σταματήσουν εντελώς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, επειδή ήταν πολύ ζεστό το νερό των ποταμών που χρησιμοποιείται για ψύξη. Το 2005, που είναι το θερμότερο έτος που έχει καταγραφεί ως σήμερα ήταν και η χρονιά με τους πιο καταστροφικούς τυφώνες όπως ο Katrina, ο οποίος προκάλεσε ζημιές ύψους πλέον των 125 δισεκατομμυρίων δολαρίων. Η γη δέχεται συνολικά ηλιακή ακτινοβολία, που αντιστοιχεί σε ροή περίπου 1366 W/m2, στο όριο της ατμόσφαιρας. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από το σύστημα γης- ατμόσφαιρας, ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στο διάστημα. Περίπου το 30% της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται, σε ποσοστό 6% από την ατμόσφαιρα, 3% από τα νέφη και 4% από την επιφάνεια της γης Το 70% της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται, κατά 16% από την ατμόσφαιρα (συμπεριλαμβανομένου και του στρατοσφαιρικού στρώματος του όζοντος), κατά 3% από τα νέφη και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό (51%) από την επιφάνεια και τους ωκεανούς. Ένα μέρος λοιπόν της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την είσοδο της, περνά αναλλοίωτη στην ατμόσφαιρα, φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους και ακτινοβολείται προς τα πάνω με μεγαλύτερο μήκος κύματος. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από την ατμόσφαιρα, τη θερμαίνει και επανεκπέμπεται στην επιφάνεια του εδάφους. Το στρώμα των αερίων λοιπόν, επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, μοιάζει με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου και ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε το 1822 φαινόμενο του θερμοκηπίου. Περίπου το 86% της κατακρατούμενης από την ατμόσφαιρα γήινης ακτινοβολίας, οφείλεται στην παρουσία υδρατμών, διοξειδίου του άνθρακα και νεφών. Οι υδρατμοί αποτελούν το πλέον ενεργό συστατικό, κατά ποσοστό 60%, ενώ μικρότερ συνεισφορά έχουν και τα αέρια μεθανίου, οξειδίου του νατρίου και όζοντος.

1.5.ii Το φαινόμενο του λιωσίματος των παγετώνων

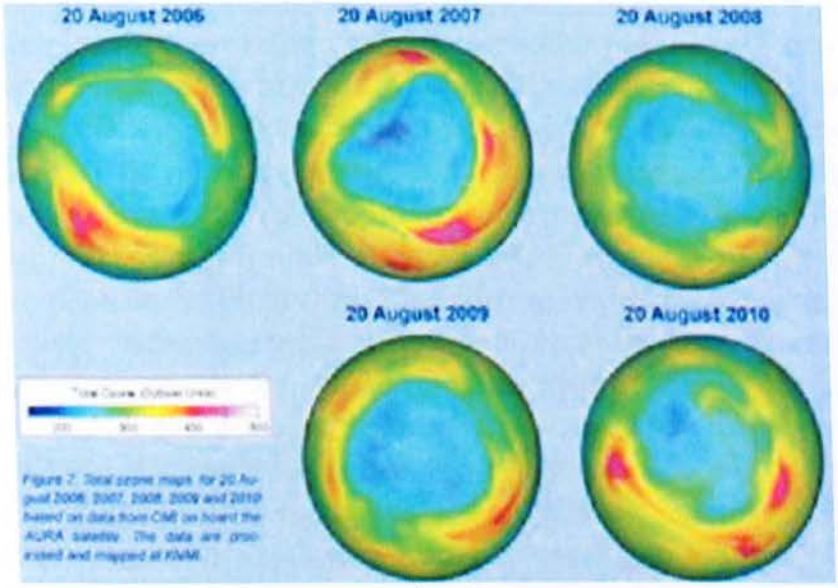
Μέσα σε τρία χρόνια, παγετώνες 11.000 ετών στη Σιβηρία έγιναν λίμνες, «περιβαλλοντική χιονοστιβάδα» χαρακτηρίζουν το φαινόμενο

επιστήμονες που υποστηρίζουν ότι το οριστικό λιώσιμο των πάγων στη Σιβηρία δεν θα αποφευχθεί. Μια ακόμα θλιβερή επιβεβαίωση των λόγων όλων αυτών που εδώ και χρόνια κρούουν το κώδωνα κινδύνου για τις συνέπειες που θα έχει το φαινόμενο του θερμοκηπίου σε όλο τον πλανήτη. Σε τοπικό επίπεδο θα αλλάξει εντελώς το κλίμα της περιοχής και αυτό εννοείται ότι θα επηρεάσει τόσο την πανίδα και την χλωρίδα όσο και τις ανθρώπινες κοινωνίες. Ήδη πριν από 4 χρόνια η πόλη Λενσκ στην ανατολική Σιβηρία πλημμύρισε γιατί οι επεμβάσεις των ανθρώπων δεν κατάφεραν να συγκρατήσουν τα νερά του ποταμού Λένα.

1.5.iiiΤο φαινόμενο της ανόδου της στάθμης της θάλασσας

Τα νερά όλων των πάγων που βρίσκονται πάνω σε στεριά μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Οι προβλέψεις του IPCC (Intergovernmental Panel Climatic Changes) αναφέρουν άνοδο της θερμοκρασίας του πλανήτη μεταξύ 1,4 και 5,8 βαθμών Κελσίου μέχρι το 2100, όμως, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας υποβοηθείται και από την υπερθέρμανση του πλανήτη γιατί όταν το νερό θερμαίνεται διαστέλλεται άρα αυξάνεται ακόμα περισσότερο ο όγκος του. Αν ζεσταθούμε λοιπόν όσο μας υπόσχεται το IPCC, τότε οι ωκεανοί θα ανταποκριθούν ανάλογα στις παραθαλάσσιες πόλεις της Ελλάδας όπως η Αθήνα, αναμένεται να επηρεαστούν άμεσα από το φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς ενδέχεται να υπάρξει άνοδος της στάθμης της θάλασσας, από 30 έως 88 εκατοστά. Όμως προβλήματα ενδέχεται να αντιμετωπίσουν από τις καθιζήσεις λιμάνια, παράκτιες εγκαταστάσεις, αεροδρόμια καθώς επίσης και δίκτυα αποχετεύσεων σε ολόκληρη τη χώρα. Στη δεκαετία του 2020, στη βόρεια και κεντρική Ευρώπη οι πολύ κρύοι χειμώνες θα είναι πολύ σπάνιο φαινόμενο και σχεδόν ανύπαρκτοι το έτος 2080. Από έρευνες προκύπτει ότι σε περίπτωση που συνεχιστεί η αλλαγή του κλίματος θα επηρεασθούν κυρίως τα είδη ψαριών που ζουν σε μεγαλύτερα βάθη λόγω του γεγονότος ότι είναι περισσότερο ευαίσθητα στις αλλαγές της θερμοκρασίας.

1.5.iv Το φαινόμενο της τρύπας του όζοντος



Εικόνα 5

Παράγεται από την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας στο μοριακό οξυγόνο και την ατμόσφαιρα, με τη διαδικασία της φωτόλυσης. Σε υψηλές πυκνότητες είναι δηλητηριώδες για μεγαλύτερους οργανισμούς καθώς και για τον άνθρωπο. Η αύξηση του φαινομένου συμβάλλει στη φωτοχημική ρύπανση που καλύπτει τις μεγαλουπόλεις. Μόλις 24χλμ. πάνω από την επιφάνεια της γης, στην κατώτερη στρατόσφαιρα βρίσκεται το 90% του συνόλου του ατμοσφαιρικού όζοντος. Το στρώμα του όζοντος της στρατόσφαιρας προστατεύει τη γη και τη βιόσφαιρα, φιλτράροντας τη υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Παίζει δηλαδή ρόλο λεπτής προστατευτικής ομπρέλας. Παρά τις αισιόδοξες προβλέψεις του παρελθόντος, η τρύπα του όζοντος δεν κλείνει και όσο πλησιάζουμε προς τους πόλους γίνεται ακόμα μεγαλύτερη. Η τρύπα του όζοντος πάνω από την Ανταρκτική είναι η μεγαλύτερη από όλα τα' άλλα σημεία του πλανήτη. Και το στρώμα του όζοντος εξακολουθεί να αραιώνει με ρυθμούς ίδιους με αυτούς των περασμένων χρόνων. Οι μετρήσεις για την Ανταρκτική εμφάνισαν ότι η τρύπα του όζοντος έφθασε σε 28 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα το Σεπτέμβριο του 2003, που είναι ίδια με το ιστορικό ρεκόρ όλων των

εποχών, δηλαδή του Σεπτεμβρίου του 2000. Και ως γνωστόν η παρουσία του όζοντος είναι καθοριστική για τη ζωή στον πλανήτη μας. Παγκοσμίως η αραίωση δεν ξεπερνά το 3-4%, ποσοστό σχετικά μικρό. Όμως στους πόλους η αραίωση είναι σαφώς πάνω από 5%, ενώ σε ορισμένες περιοχές ξεπερνά το 10%. Η αραίωση μεγαλώνει την άνοιξη. Μάλιστα, η κατάσταση χειροτερεύει περισσότερο την άνοιξη στο νότιο ημισφαίριο – δηλαδή κατά τον Αύγουστο. Στο βόρειο ημισφαίριο αυτό συμβαίνει στα τέλη του χειμώνα και τις αρχές της άνοιξης, όταν είναι πολύ ψυχρές οι πολικές περιοχές. Και αυτό γιατί να αραιώσει το στρώμα του όζοντος οι θερμοκρασίες στην ατμόσφαιρα πρέπει να είναι πολύ χαμηλές. Οι επιστημονικές προβλέψεις είναι ότι ακόμα και αν πάρουμε τώρα μέτρα θα χρειαστούν εκατό χρόνια για να αντιστραφούν οι συνέπειες της αλόγιστης ανάπτυξης. Η αραίωση του όζοντος στην Ελλάδα φτάνει το 5% Στην Ελλάδα τα πράγματα είναι καλύτερα. Η συνολική αραίωση του όζοντος από τότε που εμφανίστηκε η τρύπα βρίσκεται στο 5%. Δεν θεωρείται υψηλό ποσοστό και δεν εντάσσει τη χώρα μας στην επικίνδυνη ζώνη. Η απελευθέρωση επίσης των αερίων (CFC) στην ατμόσφαιρα από τα κουτιά των σπρέι που πετιούνται ή από διαρροές των ψυκτικών και κλιματιστικών συσκευών ή από την παραγωγή και καύση προϊόντων με πλαστικό αφρό αλλά και οι μονώσεις των κτιρίων έχει ως αποτέλεσμα την ανύψωση τους στη στρατόσφαιρα. Εκεί με την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας διασπώνται και απελευθερώνονται άτομα χλωρίου, που επιταχύνουν τη διάσπαση του όζοντος σε οξυγόνο και ατομικό οξυγόνο. Με τον τρόπο αυτό καταστρέφεται ταχύτερα από ότι σχηματίζεται το στρώμα του όζοντος της στρατόσφαιρας .

1.5.v Το φαινόμενο της «αστικής νησίδας θερμότητας»

Το φαινόμενο της «αστικής νησίδας θερμότητας», το οποίο εμφανίζεται στις μεγάλες, πυκνά δομημένες πόλεις. Παρατηρείται κυρίως το καλοκαίρι και οφείλεται στη συγκράτηση μεγάλης ποσότητας θερμότητας από τα κτίρια, την άσφαλτο στους δρόμους και την έλλειψη πρασίνου. Η φωτεινή και θερμική ενέργεια του ήλιου το καλοκαίρι επιβαρύνει τα κτίρια με θερμότητα, η οποία αποθηκεύεται στην κατασκευή τους.Τη νύχτα αρχίζει η αντίστροφη διαδικασία, δηλαδή η

αποβολή της απορροφηθείσας θερμότητας προς την ατμόσφαιρα. Όμως, η πυκνή δόμηση των μεγαλουπόλεων, οι ελάχιστοι ελεύθεροι χώροι και η παρεμπόδιση της ελεύθερης ροής των δροσερών νυχτερινών ανέμων δεν επιτρέπουν την εκπομπή του συνόλου της θερμότητας που απορροφήθηκε. Έτσι, ένα μεγάλο μέρος της συγκρατείται από τα κτίρια, κατά τρόπο προσθετικό καθημερινά, δημιουργώντας συνθήκες υπερθέρμανσης, όσο διαρκούν οι υψηλές εξωτερικές θερμοκρασίες. Το φαινόμενο της αστικής νησίδας θερμότητας δημιουργεί δυσάρεστες μικροκλιματικές συνθήκες στις πόλεις με ψηλά κτίρια, ενώ δεν παρατηρείται στην ύπαιθρο ή σε πόλεις με χαμηλή δόμηση. Έχει διαπιστωθεί από μετρήσεις απόκλιση της θερμοκρασίας μέχρι και 10°C, ανάμεσα σε πόλεις πυκνοδομημένες και στην κοντινή ύπαιθρο. Η ένταση του φαινομένου εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος της πόλης και όχι από το κλίμα. Όμως στα θερμά κλίματα παρατηρείται αύξηση της έντασης τη θερινή περίοδο, σε σχέση με τη χειμερινή. Όσο πλησιάζουμε προς κέντρο της πόλης η θερμοκρασία αυξάνεται ενώ στα σημεία που βρίσκεται κάποιο πάρκο η θερμοκρασία μειώνεται σημαντικά. Ο δεκαήμερος καύσωνας στην Αθήνα το 1987 κόστισε 1000 ζωές. Μελέτες έχουν δείξει ότι αν οι αστικές θερμοκρασίες μειωθούν κατά 0.5 - 1.0oC, η αστική θνησιμότητα μπορεί να ελαττωθεί κατά 10-20%. Παρατηρείται σημαντική μείωση της αστικής θερμοκρασίας αν καλυφθούν τα δώματα οι στέγες και οι τοίχοι των κτιρίων (δηλαδή το κέλυφος των κτιρίων) με φυτά. Έτσι επιτυγχάνεται η βελτίωση του κλίματος της πόλης και η μείωση των αυξημένων θερινών θερμοκρασιών.

1.6 Θερμική Άνεση και Κλίμα

Η υγεία και η παραγωγική δραστηριότητα του ανθρώπου επηρεάζονται, σε μεγάλο βαθμό, από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο άμεσο περιβάλλον του. Ο άνθρωπος προσπαθεί να προσαρμοστεί σ' αυτό, προκειμένου να εξασφαλίσει την βιολογική και ψυχολογική του ισορροπία. Είναι γνωστό ότι ορισμένες κλιματικές συνθήκες ερεθίζουν και αναζωογονούν την παραγωγική δραστηριότητα του ανθρώπου, ενώ

άλλες καταστέλλουν την σωματική και πνευματική του προσπάθεια. Πολλοί ερευνητές έχουν μελετήσει την ανθρώπινη δραστηριότητα σε σχέση με την επίδραση του κλίματος και διαπίστωσαν ότι αυτή μεταβάλλεται ανάλογα με την εποχή και την κλιματική ζώνη. Για τις Μεσογειακές χώρες η περίοδος του καλοκαιριού θεωρείται η δυσμενέστερη, ο χειμώνας λιγότερο δυσμενής, ενώ η άνοιξη και το φθινόπωρο θεωρούνται περίοδοι ευεξίας και περισσότερο παραγωγικές για την ανθρώπινη δραστηριότητα. Η «θερμική άνεση» μπορεί να οριστεί ως «η αίσθηση μιας πλήρους φυσικής και διανοητικής, ευχάριστης κατάστασης για τον άνθρωπο», μια κατάσταση πλήρους ευεξίας. Η πρόκληση για τους αρχιτέκτονες, σχεδιαστές του χώρου, συνίσταται στην δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης μέσα στα κτίρια, μέσω της αξιοποίησης των θετικών παραμέτρων του κλίματος. Συνεπώς κρίνεται αναγκαίο: α) να προσδιοριστούν εκείνες οι παράμετροι του κλίματος που επηρεάζουν και καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την θερμική άνεση. β) να οριοθετηθεί η περιοχή ή ζώνη θερμικής άνεσης, η οποία μπορεί να εκτείνεται από τις άριστες συνθήκες, μέχρι τις ελάχιστα αποδεκτές για την υγεία και την δραστηριότητα του ανθρώπου. γ) να καθοριστούν οι στρατηγικές σχεδιασμού του κελύφους του κτιρίου, προκειμένου το ίδιο το κέλυφος να λειτουργεί επιλεκτικά ως προς την επίδραση των μεταβολών του κλίματος, με στόχο πάντα την διασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης μέσα στο κτίριο Γενικά μπορούμε να δεχτούμε ότι οι παράμετροι οι οποίοι διαμορφώνουν τις γενικές συνθήκες άνεσης σε ένα κλειστό χώρο και οι οποίες μπορούν να ελεγχθούν από τον μελετητή είναι :

- Η θερμοκρασία αέρα του χώρου
- Η θερμοκρασία των περιβαλλουσών επιφανειών
- Η υγρασία του αέρα του χώρου
- Η κίνηση του αέρα στο χώρου (ανεμορροή)
- Η ποιότητα του αέρα
- Ο φωτισμός του χώρου (φυσικός/ τεχνητός)

1.7 Το ενεργειακό -περιβαλλοντικό- πρόβλημα

Ο διπλασιασμός του πληθυσμού της γης ,η άνοδος του βιοτικού επιπέδου και οι ολοένα
αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες είχαν σαν αποτέλεσμα την περιβαλλοντική κρίση. Κρίση που εκδηλώνεται σε όλα τα επίπεδα και επηρεάζει άμεσα την ποιότητα ζωής των κατοίκων και έχει καταστροφικές συνέπειες για το μέλλον του πλανήτη, την κοινωνία και την οικονομία. Οι σχετικά χαμηλές τιμές των ορυκτών ενεργειακών πόρων είχαν ως αποτέλεσμα την υπέρμετρη εξόρυξη τους κατά τις προηγούμενες δεκαετίες, χωρίς όμως να συνυπολογίζονται τα περιβαλλοντικά κόστη εξόρυξης και επεξεργασίας. Στον ενεργειακό τομέα έχει εξαπλασιαστεί η παραγωγή πετρελαίου ενώ η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας σχεδόν διπλασιάζεται κάθε δεκαετία. Μεγάλο μέρος της ευθύνης έχει αναμφισβήτητα ο τομέας της βιομηχανίας, ο οποίος είναι ενεργειοβόρος και ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για τα περιβαλλοντικά προβλήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω . Αποτέλεσμα των διαρκώς αυξανόμενων καταναλωτικών αναγκών είναι η αύξηση των ενεργειακών καταναλώσεων στη Βιομηχανία, στις Μεταφορές, στον Οικιακό, Εμπορικό και Τριτογενή τομέα. Τα υψηλά ποσοστά κατανάλωσης ενέργειας, συμβάλλουν στις εκπομπές ρυπογόνων αερίων που προκαλούν την ατμοσφαιρική ρύπανση και μακροπρόθεσμα τις Κλιματικές Αλλαγές του πλανήτη. Κύριος υπεύθυνος είναι το διοξείδιο του άνθρακα, αέριο που παράγεται από την καύση άνθρακα, μαζούτ ή λιγνίτη, και άλλων πρώτων υλών και που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το στοίχημα το οποίο καλούνται να κερδίσουν οι παγκόσμιες κυβερνήσεις είναι η μείωση των εκπομπών CO_2.

1.7.i Αστικό Περιβάλλον – Εισαγωγή

Οι πόλεις, σχεδόν χωρίς εξαίρεση, μεγεθύνονται. Η καταναλισκόμενη ενέργεια για την κάλυψη των αυξανόμενων αναγκών τους, καθώς και οι μεγάλες ποσότητες των παραγόμενων απορριμμάτων προκαλούν όλο

και μεγαλύτερες επιβαρύνσεις στον περιβάλλοντα φυσικό χώρο. Η μη προγραμματισμένη πολεοδομική μεγέθυνση μπορεί να έχει τεράστιες επιπτώσεις, με τελικό αποτέλεσμα την πλήρη υποβάθμιση της ποιότητας της αστικής ζωής. Ο πολεοδομικός προγραμματισμός και σχεδιασμός αποτελούν το εργαλείο-κλειδί για την επίλυση όλων αυτών των προβλημάτων, προκειμένου να ικανοποιηθούν οι ανάγκες που προκύπτουν από την αυξανόμενη συγκέντρωση πληθυσμού στα αστικά κέντρα.

1.7.ii Αστικό περιβάλλον και ενέργεια

Εικόνα 6

Το 85% περίπου των κατοίκων της Ευρώπης κατοικούν σε πόλεις και μόνο για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης χρειάζονται περίπου το 30% της παραγόμενης ενέργειας, ποσοστό που συμβάλλει στην παραγωγή του 40% του διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται στην ατμόσφαιρα. Στην Ελλάδα η ενεργειακή ένταση είναι ιδιαίτερα αυξημένη και γνωρίζει μια ανοδική πορεία – σε σύγκριση με αυτή των ευρωπαϊκών χωρών – παρά το

ευνοϊκό κλίμα της χώρας. Διαχρονική αύξηση της τιμής της ενεργειακής έντασης σημαίνει μείωση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης ή σπατάλη ενέργειας, εφόσον το Α.Ε.Π. αυξάνεται. Το γεγονός αυτό παράλληλα με την μεγάλη ενεργειακή εξάρτηση της χώρας από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων καθιστούν επιτακτική την ανάγκη βελτίωσης του βαθμού απόδοσης του ενεργειακού μας συστήματος. Οι βασικές μέθοδοι για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και η προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στην τελική κατανάλωση ενέργειας ο οικιακός και ο τριτογενής τομέας συμμετείχε το 1990 με 29,8%, ενώ το 2005 με 35%, στο σύνολο της κατανάλωσης. Η σταθερή αυτή αύξηση είναι αποτέλεσμα της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου στην Ελλάδα (κεντρική θέρμανση, κλιματισμός, πλήθος ηλεκτρικών συσκευών κλπ). Όσον αφορά στην κατανάλωση ενέργειας κατά χρήση, η θέρμανση κυριαρχεί στον οικιακό / τριτογενή τομέα. Μεγάλη σπατάλη ενέργειας παρατηρείται στον ευρύτερο δημόσιο τομέα, ακόμη και σε κτίρια που λόγω της χρήσης τους (κτίρια γραφείων) και του ωραρίου λειτουργίας δεν δικαιολογούνται μεγάλες ενεργειακές καταναλώσεις. Τα κτίρια αυτά παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους καθώς έχουν κατασκευασθεί σε διάφορες χρονικές περιόδους για την κάλυψη διαφορετικών αναγκών. Χρησιμοποιούνται πολλά ενοικιαζόμενα κτίρια για τις ανάγκες κτιρίων διοίκησης, λόγω έλλειψης στεγαστικής πολιτικής δημοσίων υπηρεσιών, έτσι σε μεγάλο ποσοστό υπάρχει διαφοροποίηση σε επίπεδο εξοπλισμού και θερμικής άνεσης λόγω της μορφολογίας και κατάστασης των κτιρίων. Ως ο πλέον ενεργειοβόρος τομέας εμφανίζεται ο τομέας των νοσοκομείων και στη συνέχεια ο τομέας των ξενοδοχείων, των γραφείων, εμπορικών με τελευταίο τον τομέα των σχολείων. Η μέση ετήσια ειδική ενεργειακή κατανάλωση εκφράζεται σε kWh/m2 επιφανείας κτηρίου. Η θερμική ενέργεια αναλογεί σε (55,1%) της συνολικής και η ηλεκτρική σε (44,9%). Ο τομέας των νοσοκομείων απαιτεί την υψηλότερη ειδική θερμική και ηλεκτρική ενέργεια. Η θέρμανση απαιτεί την υψηλότερη ειδική απαιτούμενη ενέργεια και από τους πέντε υποτομείς κατά κύριο λόγο ηλεκτρική ενέργεια είναι τα εμπορικά καταστήματα, τα γραφεία και τα ξενοδοχεία / εστιατόρια, που είναι και τα πλέον πολυάριθμα. Ο τομέας των δημοσίων αλλά και κοινωφελών κτιρίων είναι ένας τομέας όπου το κράτος μπορεί να παρέμβει άμεσα, με τη θέσπιση ανάλογων ρυθμίσεων, για τον εκσυγχρονισμό και τη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης, καθώς και με κανονισμούς και προδιαγραφές. Η συμμετοχή των τομέων

κατανάλωσης ενέργειας του οικιακού, εμπορικού και τριτογενή τομέα στις εκπομπές CO_2 είναι ιδιαίτερα σημαντική και εμφανίζεται στο διάγραμμα 4. Με τον επιμερισμό των εκπομπών από την ηλεκτροπαραγωγή στους τελικούς χρήστες, ο οικιακός και τριτογενής τομέας συμμετείχε το 1999 με 39% CO_2, ποσοστό που, σήμερα φτάνει στο 45%, αποτέλεσμα της ραγδαίας αύξησης της κατανάλωσης ηλεκτρισμού στον οικιακό τριτογενή τομέα. Όλα τα παραπάνω τεκμηριώνουν την αναγκαιότητα λήψης μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, κατά προτεραιότητα στον κτιριακό τομέα, καθώς και τη συμβολή αυτών στην εθνική οικονομία, το περιβάλλον και την κοινωνία. Έχει αναληφθεί εκστρατεία σε διεθνές και ευρωπαϊκό επίπεδο που σχετίζεται άμεσα με την αναζήτηση βιώσιμων λύσεων στον τρόπο ανάπτυξης που θα ακολουθήσουμε. Η χώρα μας, τα τελευταία χρόνια, προσπαθεί να ενσωματώσει σε όλους τους τομείς αρχές και αξίες που απορρέουν από τη φιλοσοφία της αειφόρου ανάπτυξης και να εναρμονίσει την εθνική περιβαλλοντική της πολιτική με τις δεσμεύσεις και απαιτήσεις της διεθνούς κοινότητας, αλλά και της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Παρατηρείται μια σταδιακή στροφή στις επιλογές που ακολουθήθηκαν, ως τώρα, στα ζητήματα προστασίας του περιβάλλοντος, καθώς επίσης και στην ενεργειακή πολιτική της χώρας. Γίνονται βήματα που οδηγούν σε καθοριστικές αλλαγές, καθώς το σύνολο των δράσεων λαμβάνει υπόψη την ορθολογική χρήση και διαχείριση των φυσικών πόρων. Παράλληλα, ο πολεοδομικός σχεδιασμός ενσωματώνει, όλο και περισσότερο, έννοιες, αρχές, αλλά και ενέργειες ικανές να βελτιώσουν σημαντικά την περιβαλλοντική απόδοση των πόλεων και οικισμών, με στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη. Βεβαίως η νομοθεσία που ισχύει σήμερα στον τομέα αυτό, δεν καλύπτει επαρκώς όλο το αναγκαίο φάσμα. Είναι προφανές ότι απαιτούνται πιο δραστικά και συγκεκριμένα μέτρα με στόχο την άμβλυνση πολλών αδυναμιών που γνωρίζει η ελληνική πραγματικότητα, κύρια σε θέματα πιστοποίησης, αλλά και μηχανισμών παρακολούθησης και ελέγχου. Μέχρι σήμερα, κάθε προσπάθεια εφαρμογής ενός προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας στην Ελλάδα ερχόταν αντιμέτωπη με πολλούς περιορισμούς. Πρώτα με την έλλειψη ενός εθνικού συντονισμού σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας και στη συνέχεια με την ανεπαρκή φορολογική πολιτική. Παράλληλα, ο χαμηλός βαθμός απόδοσης του ενεργειακού μας συστήματος και η έλλειψη αποθεμάτων πρωτογενούς ενέργειας δεν επέτρεψαν θεαματικές επιδόσεις στο χώρο. Η έλλειψη ανταγωνισμού που υπάρχει στο χώρο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και η αδυναμία εμπορικής

εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δημιούργησε ακόμη περισσότερα προβλήματα, που ενισχύθηκαν από την έλλειψη μηχανισμών παρακολούθησης και ελέγχου της εφαρμογής των ισχυόντων νόμων, αλλά και από το έλλειμμα ενεργειακής συνείδησης. Τα αναπτυξιακά κίνητρα για επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας, που έχουν κατά καιρούς θεσπιστεί, είχαν ως αποδέκτες – σχεδόν αποκλειστικά - ορισμένους μόνο κλάδους του τριτογενή τομέα με έμφαση το χώρο του τουρισμού, ενώ τα περισσότερα νομοθετήματα που σχετίζονται με τη βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών είχαν ως αντικείμενο κυρίως αστικές – κατοικημένες – περιοχές. Ταυτόχρονα, οι οικονομικού περιεχομένου νόμοι που προβλέπουν επιδοτήσεις για επενδύσεις που ενισχύουν την εφαρμογή μέτρων ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας, απευθύνονται αποκλειστικά σε παραγωγικές δραστηριότητες.

1.8 Κτίρια και ενέργεια

Σήμερα στη χώρα μας έχουμε περίπου 4 εκατομμύρια κτίρια, εκ των οποίων περίπου τα 3 εκατομμύρια είναι τα κτίρια κατοικίας. Το 85% του συνόλου των κτιρίων μας έχει κτισθεί πριν το 1980, ημερομηνία εφαρμογής του Κανονισμού Θερμομόνωσης και ως εκ τούτου το μεγαλύτερο ποσοστό του κτιριακού αποθέματος είναι εντελώς απροστάτευτο. Αλλά και μετά την ισχύ του κανονισμού θερμομόνωσης χρειάστηκε να περάσουν πολλά χρόνια ώστε να αρχίσει να γίνεται ουσιαστική εφαρμογή. Στην αρχή δεν είχε ακόμη κατανοηθεί επαρκώς η σημασία της θερμομόνωσης στη θερμική προστασία των κτιρίων και την εξοικονόμηση ενέργειας. Αργότερα άρχισε να γίνεται «κακή» χρήση, τόσο λόγω της άγνοιας των κατασκευαστών και των τεχνιτών της οικοδομής, όσο και λόγω της γνωστής «ελληνικής» συνήθειας της μη τήρησης των κανονισμών. Οπωσδήποτε όμως η θέσπιση του κανονισμού της θερμομόνωσης, εκείνη την εποχή, ήταν μια σημαντική ρύθμιση που κατάφερε να επιβάλει – σταδιακά – μια άλλη αντίληψη για τον τρόπο κατασκευής των κτιρίων, αντίληψη που επικράτησε και διαδόθηκε σε βαθμό ικανοποιητικό. Το μειονέκτημα του κανονισμού

αυτού είναι ότι δεν προσεγγίζει έννοιες που συμβάλλουν στην ορθολογική χρήση ενέργειας, και εξοικονόμησης ενέργειας, ούτε τη σημασία του παθητικού ηλιακού σχεδιασμού, καθώς δεν προδιαγράφει κάποιο δόκιμο σύστημα ελέγχου και πιστοποίησης που θα μπορούσε να συμβάλλει στη διευκόλυνση της εφαρμογής του. Το μέγεθος των περιβαλλοντικών προβλημάτων που δημιουργούνται από την επίδραση των κτιρίων στο περιβάλλον, ιδιαίτερα των σημερινών κτιρίων που είναι συχνά εντελώς ακατάλληλα και επικίνδυνα για τον ίδιο τον άνθρωπο, από άποψη βιολογική, κοινωνική και ψυχολογική πρόσφατα άρχισε να συνυπολογίζεται. Είναι γεγονός ότι η αρχιτεκτονική αντί να εξακολουθεί να αποτελεί έκφραση ώριμου και μεστού έργου, όπως και η αρχιτεκτονική των προγόνων μας, εκφράζει μια παράλογη έπαρση: Αγνοεί το ρόλο του ήλιου, που σχετίζεται με την εναλλαγή των εποχών και τη διαφοροποίηση του κλίματος στη διάρκεια του χρόνου, ανάλογα με τη θέση του στον ουρανό, στη διάρκεια της μέρας. Αγνοεί τις επιπτώσεις της μεταβολής της τροχιάς του στη δημιουργία διαφορετικής γωνίας «πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στη γη, κατά τις διάφορες εποχές. Αγνοεί τα «μυστικά του ήλιου» και των φυσικών φαινομένων, που παρατηρούνται όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει κάθετα πάνω σε μια επιφάνεια. Κι όμως ένα ποσοστό από 25-97% απορροφάται από αυτή την επιφάνεια και μετατρέπεται σε θερμότητα, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος που τη δέχεται αντίστοιχα με τη «θερμοαπορροφητική» του ικανότητα (λόγω της θερμοκρασίας του σώματος, του χρώματος της επιφάνειάς του, του μεγέθους, της υφής της επιφάνειας, της απορροφητικής ικανότητας του υλικού). Κι όμως το ποσοστό της ακτινοβολίας που δεν απορροφάται από μια επιφάνεια ανακλάται και είτε απορροφάται από γειτονικά σώματα, είτε προστίθεται στη διάχυτη ακτινοβολία του περιβάλλοντος. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις – από την κακή ποιότητα των κατασκευών μας – είναι άμεσες τόσο στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα, όσο και στην αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος αυτά χώρου, λόγω των αντανακλάσεων ηλιακής ακτινοβολίας, της υποβάθμισης του μικροκλίματος, κλπ.

1.9 Πολιτική για Αειφόρα κτίρια

Από τη δεκαετία του 1980 – 1990 πολλά νέα νομοθετικά και άλλα εργαλεία εκδόθηκαν με σαφώς περιβαλλοντικούς στόχους, όπως ο Οικιστικός Νόμος» - ο 1337/1983 και ο νόμος 1650/1986 για την «Προστασία του Περιβάλλοντος» που διαμόρφωσαν ένα νέο πλαίσιο στο τρόπο ανάπτυξης των πόλεων. Ο νόμος 1512/1985 (σχετικά με ρυθμίσεις πολεοδομικού περιεχομένου) είχε προβλεφθεί διάταξη για "Κίνητρα για Εξοικονόμηση Ενέργειας", η οποία παρέμεινε ανενεργή καθώς δεν εκδόθηκε το εκτελεστικό προεδρικό διάταγμα, για τη θέσπιση θεσμικών, διοικητικών και οικονομικών κινήτρων (σε υφιστάμενα και νεοαναγειρόμενα κτίρια), με στόχο τη διευκόλυνση της εφαρμογής μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και την προώθηση των «ήπιων μορφών ενέργειας» και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας. Είναι επίσης σημαντικό να επισημάνουμε ότι πολλά από τα οικονομικά κίνητρα και διευκολύνσεις που είχαν θεσπιστεί παλαιότερα, σήμερα είτε δεν ισχύουν πια, είτε έχουν ξεχαστεί, είτε δεν εφαρμόζονται επαρκώς. Ο νόμος 2244/94, που αποτελεί στα ζητήματα ενεργειακής πολιτικής, τη βάση μιας νέας φιλοσοφίας προωθεί ουσιαστικά, ανάμεσα σε άλλα, την ανάπτυξη των Α.Π.Ε. οι κατευθύνσεις του νόμου αυτού ενισχύθηκαν σημαντικά, τα τελευταία χρόνια, από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ενέργεια», που ενίσχυσε σημαντικές επενδύσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας. Παράλληλα, δημιουργήθηκε ένα νέο πλαίσιο οικονομικών κινήτρων, με το νόμο 2364/95 (και συγκεκριμένα με το άρθρο 7, παράγραφος 17) ο οποίος διευκολύνει επενδύσεις με χρησιμοποίηση του Φυσικού Αερίου και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, μέσα από τη δυνατότητα έκπτωσης της τάξης του 75% από το φορολογητέο εισόδημα για τα έξοδα αγοράς και εγκατάστασης τέτοιων συστημάτων. Το 1995 εκπονήθηκε και εγκρίθηκε από το Υπουργικό Συμβούλιο, το Ελληνικό Πρόγραμμα για την "Κλιματική Μεταβολή", όπου με στόχο τη σταθεροποίηση των εκπομπών αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και ιδιαίτερα του διοξειδίου του άνθρακα προβλέπονται συγκεκριμένα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας και χρήσης ΑΠΕ στη Βιομηχανία, τις Μεταφορές, τον Οικιακό, Εμπορικό και Τριτογενή τομέα. Την ίδια χρονιά συντάχθηκε και υιοθετήθηκε σε εθνικό επίπεδο, το Σχέδιο Δράσης "Ενέργεια 2001" που αφορά σε μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας και χρήσης ΑΠΕ στον οικιστικό τομέα σε συνδυασμό με σαφή πολιτική κινήτρων. Το Σχέδιο αυτό εξειδικεύει τα

μέτρα που προβλέπει το Ελληνικό Πρόγραμμα για την «Κλιματική Μεταβολή» για τον οικιακό, εμπορικό και τριτογενή τομέα. Από το σχέδιο αυτό εκπορεύονται σήμερα σειρά νομοθετικών και άλλων ρυθμίσεων και πιλοτικών εφαρμογών που έχουν αρχίσει να προκαλούν το ενδιαφέρον όλων των εμπλεκόμενων στην διαδικασία παραγωγής κτιρίων, αλλά και των καταναλωτών. Αρκετά αργότερα, το 1997 εγκρίθηκε από τη Βουλή των Ελλήνων ο ν. 2208/97 για τη «Βιώσιμη Ανάπτυξη των Πόλεων και Οικισμών της χώρας» με τον οποίο βελτιώθηκε ο ν. 1337/83 («Οικιστικός Νόμος» και συμπεριέλαβε διατάξεις για την εφαρμογή εκτεταμένων αναπλάσεων του υφιστάμενου αστικού ιστού, με την παροχή σημαντικών θεσμικών, οικονομικών και άλλων κινήτρων. Από το 1994-95 υπάρχει σαφές πλαίσιο πολιτικής και στρατηγικής το οποίο, σταδιακά, εφαρμόζεται. Σημαντικές νέες θεσμικές ρυθμίσεις και δράσεις έγιναν προς αυτή την κατεύθυνση σύμφωνα με τα μέτρα που προβλέπει το Ελληνικό Πρόγραμμα για την «Κλιματική Μεταβολή», αλλά και το Σχέδιο Δράσης "Ενέργεια 2001". Μια από τις πλέον σημαντικές πρωτοβουλίες, που αφορά στον τρόπο μελέτης και κατασκευής των κτιρίων με βιώσιμους στόχους, αλλά και που πρόκειται να επηρεάσει ιδιαίτερα τον τρόπο παραγωγής του κτιστού περιβάλλοντος, ήταν η έκδοση κοινής υπουργικής απόφασης, το 1998. Πρόκειται για την 21475/4707 19-08-98 απόφαση, με την οποία καθορίζονται μέτρα και όροι για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων με στόχο τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Υπάρχουν, παράλληλα, σαφείς ενδείξεις, ότι προετοιμάζονται και άλλες ανάλογες ρυθμίσεις που ενισχύουν αυτή την πολιτική και πρόκειται να ενσωματωθούν, σταδιακά, σε όλα τα επίπεδα σχεδιασμού, με στόχο την προώθηση αειφόρων λύσεων. Οι προοπτικές διείσδυσης ανάλογων μέτρων δεν είναι ακόμη ευδιάκριτες. Τα οφέλη όμως που μπορούμε να αναμένουμε και να προσδοκούμε, σε οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο, είναι πολύ σημαντικά και ενθαρρυντικά. Βεβαίως αντιλαμβανόμαστε ότι συναρτώνται με μια σειρά προϋποθέσεων που αγγίζουν πολλούς τομείς της πολιτικής. Σημαντικό βήμα είναι, οπωσδήποτε η ύπαρξη ικανού θεσμικού πλαισίου, αλλά και η εφαρμογή αυτού, όπως και η ύπαρξη άλλων θεσμικών, διοικητικών και οικονομικών εργαλείων και δράσεων υποστήριξης. Για παράδειγμα, η έκδοση του προβλεπόμενου προεδρικού διατάγματος σχετικά με «Κίνητρα για Εξοικονόμηση Ενέργειας» (σε εφαρμογή του νόμου 1512/85) μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά στην μεγαλύτερη δυνατή διείσδυση των μέτρων πολιτικής για τα κτίρια. Είναι ευνόητο ότι η

παροχή κινήτρων για επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας και χρήσης ΑΠΕ μπορεί να δημιουργήσει ένα ιδιαίτερα ευνοϊκό κλίμα στην αγορά και να ενθαρρύνει τους καταναλωτές. Έτσι μπορούμε να ελπίζουμε και να αναμένουμε μια ιδιαίτερα θεαματική εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και σοβαρών επενδύσεων ενεργειακής απόδοσης, κύρια στα υφιστάμενα κτίρια, που θα συμβάλλει καθοριστικά τόσο στη βελτίωση της ποιότητας των κτιρίων, όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος. Η θέσπιση ικανών -αποδοτικών- κινήτρων είναι η μόνη λύση για την υιοθέτηση και διείσδυση των μέτρων που έχουν ήδη προβλεφθεί από την πολιτεία, ή και αυτών που πρόκειται να προωθηθούν στο εγγύς μέλλον. Αποτελεί το μόνο εχέγγυο για τη διείσδυση και ενσωμάτωση βιώσιμων λύσεων στην κοινωνία. Απαιτείται βεβαίως επιπρόσθετη προσπάθεια για τον αναγκαίο επαναπροσδιορισμό οικονομικών στόχων με γνώμονα την αειφόρο ανάπτυξη ώστε να εξασφαλισθούν αποδοτικά οικονομικά εργαλεία για την εφαρμογή πολιτικών που επιτρέπουν τη σύζευξη Οικονομικών και Περιβαλλοντικών στόχων. Παράλληλα πρέπει να γίνει σαφής προσδιορισμός πλαισίου για την πραγματοποίηση επενδύσεων περιβαλλοντικής και ενεργειακής απόδοσης, να αναπτυχθούν κατάλληλοι μηχανισμοί υποστήριξης, ελέγχου και παρακολούθησης των μέτρων, αλλά και δράσεις ενημέρωσης, επιμόρφωσης και υποστήριξης των εμπλεκομένων φορέων, μηχανικού, ΟΤΑ, κοινού, ώστε, παράλληλα με τη χρήση νέων μηχανισμών και εργαλείων, που θα εγγυώνται την υλοποίηση εκφρασμένων πολιτικών στα ζητήματα ενέργειας και αειφορίας, να υποστηριχθεί ουσιαστικά η στροφή της εθνικής πολιτικής προς τις καθαρές τεχνολογίες δόμησης.

ΜΕΡΟΣ ΙΙ

2.1 Κέλυφος - Ο ρόλος του κελύφους στην θερμική και περιβαλλοντική

Εικόνα 7

"Κέλυφος" ενός κτηρίου ονομάζεται το σύνολο των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, τα οποία καθορίζουν το εξωτερικό περίγραμμα του κτιρίου και διαχωρίζουν τον εσωτερικό από τον εξωτερικό χώρο. Ο τρόπος κατασκευής του κελύφους είναι καθοριστικός για την θερμική, και κατ' επέκταση ενεργειακή, συμπεριφορά του κτιρίου και είναι σε μεγάλο βαθμό υπεύθυνο για την διαμόρφωση του «εσωτερικού κλίματος». Μέσω του κελύφους το κτίριο αλληλεπιδρά με το περιβάλλον. Από το είδος, τον σχεδιασμό και την ποιότητα κατασκευής του κελύφους, εξαρτώνται μεταξύ άλλων:

- η μετάδοση θερμότητας από και προς το κτίριο που οφείλεται στην οριζόντια (αγωγή) και την κατακόρυφη κίνηση του αέρα (συναγωγή)
- ο ρυθμός των λοιπών θερμικών απωλειών και κερδών
- η ανανέωση του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου
- η απαγωγή θερμικής ενέργειας
- η εισροή της ηλιακής ενέργειας στο εσωτερικό του κτιρίου

- η θερμοχωρητικότητα του κτιρίου δηλ. η ικανότητα του να αποθηκεύει θερμότητα
- οι παράμετροι του αερισμού και φωτισμού
- η αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κτιρίου τόσο στον εσωτερικό χώρο όσο και στον εξωτερικό (βλ. και φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας)

Από τα παραπάνω είναι προφανές ότι το κτιριακό κέλυφος παίζει πρωτεύοντα ρόλο στην θερμική και περιβαλλοντική συμπεριφορά ενός κτιρίου. Σε σωστά θερμομονωμένα κτίρια, η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και δροσισμό είναι έως και 20-40% μικρότερη από την ενεργειακή κατανάλωση ενός κτιρίου χωρίς θερμομόνωση. Η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου εξαρτάται άμεσα από τα χαρακτηριστικά του κελύφους του και ειδικότερα από:

- Τον προσανατολισμό του κτιρίου και την χωροθέτηση του στο οικόπεδο. Τα στοιχεία αυτά, σε συνδυασμό με την τοπογραφία της περιοχής, την διαμόρφωση των εξωτερικών χώρων και την χωροθέτηση των γειτονικών κτιρίων, καθορίζουν μία σειρά σημαντικών παραμέτρων συμπεριφοράς του κτιρίου, όπως ο βαθμός του ηλιασμού και της απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας (ο οποίος πρέπει να είναι μέγιστος κατά την διάρκεια του χειμώνα και ελάχιστος το καλοκαίρι) ή τα χαρακτηριστικά ροής του ανέμου, τα οποία είναι δυνατόν να διαμορφωθούν κατά τρόπον ώστε να ενισχύεται ο αερισμός του κτιρίου (και άρα ο βαθμός φυσικού δροσισμού του)
- Την μορφή του κελύφους (π.χ. από τον λόγο των διαφανών επιφανειών προς τις αδιαφανείς), η οποία με την σειρά της καθορίζει την θερμική συμπεριφορά του κτιρίου σε συνάρτηση με τις κλιματικές παραμέτρους, καθώς και την σχέση του κτιρίου με τα γειτονικά κτίρια (για παράδειγμα τα κτίρια των οποίων τα κελύφη είναι "πανταχόθεν ελεύθερα" παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερες θερμικές απώλειες από αυτά που είναι χτισμένα με το σύστημα της συνεχούς δόμησης).
- Το υλικό κατασκευής των διαφανών και αδιαφανών τμημάτων του κελύφους, οι ιδιότητες των οποίων καθορίζουν βασικά χαρακτηριστικά της δομής, όπως ο συντελεστής θερμοδιαπερατότητας από τον οποίο εξαρτώνται οι θερμικές απώλειες που οφείλονται σε φαινόμενα συναγωγής. Τα υλικά καθορίζουν επίσης τον συντελεστή απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας μικρού μήκους κύματος που προσπίπτει στο κτίριο και άρα την ποσότητα των ηλιακών κερδών του κτιρίου, καθώς και την θερμική μάζα του κτιρίου.

- Τον σχεδιασμό των ανοιγμάτων του κελύφους που σε συνδυασμό με την μορφολογία, τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής, την διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου και τη γεωμετρία του κτιρίου, καθορίζουν τα επίπεδα αερισμού του κτιρίου και άρα προσδιορίζουν τις ανάγκες για χρήση μηχανικών συστημάτων για τον αερισμό και τον δροσισμό. Η θερμική άνεση στο εσωτερικό του κτιρίου, αλλά και γενικότερα η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος (συμπεριλαμβανομένης της ποιότητας του εσωτερικού αέρα) σηματοδοτείται από μία σειρά παραμέτρων. Οι παράμετροι αυτές (θερμοκρασία και υγρασία αέρα, θερμοκρασία επιφανειών, ρυθμός ανανέωσης και ταχύτητα του αέρα, συγκέντρωση αέριων ρύπων) εξαρτώνται άμεσα από τα χαρακτηριστικά του κτιριακού κελύφους. Σημαντικό ρόλο, ειδικότερα για την διαμόρφωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος, παίζουν οι ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιούνται στην επίστρωση των εσωτερικών επιφανειών του κελύφους (εκπομπή ρύπων και σωματιδίων). Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός κτιρίου σε σχέση με το κέλυφος μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες:
- Στις έμμεσες, δηλαδή σε αυτές που οφείλονται στην συνεισφορά των κτιρίων στη γενική ρύπανση λόγω της κατανάλωσης θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι προφανές ότι από την στιγμή που η ποιότητα της κατασκευής και ο σχεδιασμός του κελύφους παίζουν αποφασιστικό ρόλο στις ενεργειακές ανάγκες ενός κτιρίου για θέρμανση, δροσισμό και αερισμό, ο ρόλος του κελύφους στις έμμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι σημαντικός. Οι έμμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις αφορούν τόσο τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων ρύπων που παράγονται από την καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή της θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα αέρια των καύσεων αυτών επιδεινώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αυξάνουν την ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα. Άλλες εκπομπές όπως οι χλωροφθοράνθρακες (HCFC) που οφείλονται στην χρήση των κλιματιστικών μηχανημάτων, συντελούν στην καταστροφή του στρώματος του στρατοσφαιρικού όζοντος. Η μείωση των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου και η κάλυψη τους από παθητικές τεχνικές θέρμανσης και δροσισμού ενσωματωμένες στο κέλυφος του κτιρίου, συνεισφέρει αποφασιστικά στον περιορισμό των περιβαλλοντικών προβλημάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω.
- Στις άμεσες, δηλαδή σε αυτές που προκαλεί η ίδια η παρουσία του κτιρίου στο γειτονικό του μικροπεριβάλλον. Οι άμεσες επιπτώσεις εξαρτώνται από τον σχεδιασμό και την χωροθέτηση του κελύφους

καθώς και από τις θερμικές και οπτικές ιδιότητες των διαφανών και αδιαφανών υλικών που χρησιμοποιούνται για την επίστρωση της εξωτερικής του επιφάνειας. Ο ακατάλληλος σχεδιασμός και προσανατολισμός του κτιριακού κελύφους είναι δυνατόν να προκαλέσει προβλήματα μείωσης του ηλιασμού, του φωτισμού και του αερισμού σε γειτονικά κτίρια. Η χρήση υλικών μη φιλικών προς το περιβάλλον στην κατασκευή του κελύφους (π.χ. δομικών υλικών με μεγάλη απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, υλικών επικάλυψης που εκπέμπουν ρύπους ή επιβλαβή σωματίδια, διαφανείς επιφάνειες με πολύ μεγάλες ανακλαστικότητες), ενδέχεται να δημιουργήσει μία σειρά από προβλήματα στον περιβάλλοντα χώρο, όπως ενίσχυση τη; έντασης του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, ρύπανση του αέρα ή θάμβωση των ενοίκων των γειτονικών κτιρίων. Συμπερασματικά, το κέλυφος ενός κτιρίου αποτελεί τον καθοριστικότερο παράγοντα για την θερμική και περιβαλλοντική του συμπεριφορά. Η χρήση υλικών και τεχνολογιών φιλικών προς το περιβάλλον και τους χρήστες συντελεί στην μείωση των ενεργειακών αναγκών και στην βελτίωση των συνθηκών στον εσωτερικό και στον εξωτερικό του χώρο.

2.2 Θερμική μάζα

Η εσωτερική θερμοκρασία του κτηρίου επηρεάζεται από τις εξωτερικές κλιματολογικές παραμέτρους, όπως η ηλιακή ακτινοβολία και η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος, τα εσωτερικά ενεργειακά κέρδη, όπως οι ανθρώπινες δραστηριότητες, τα φώτα και οι συσκευές, και τέλος από τον τρόπο τοποθέτησης των δομικών στοιχείων. Το κέλυφος ενός κτιρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποθήκη θερμότητας. Το δομικό στοιχείο στο οποίο αποθηκεύεται η θερμότητα. ονομάζεται θερμική μάζα. Η θερμική μάζα εντοπίζεται κυρίως στους τοίχους, στις οροφές, και στα δάπεδα και το μέγεθος της εξαρτάται από τη γεωμετρία και τη θερμοχωρητικότητα των υλικών. Η μεγάλη θερμική μάζα ενός κτιρίου μπορεί να δράσει ευεργετικά τόσο στην διάρκεια του καλοκαιριού όσο και στην διάρκεια της ψυχρής περιόδου. Η διαθέσιμη ενέργεια από τα αυξημένα ηλιακά κέρδη στην διάρκεια της ημέρας αποθηκεύεται και αργότερα απελευθερώνεται σταδιακά στο εσωτερικό του κτιρίου. Στην διάρκεια του χειμώνα, η αποθηκευμένη θερμότητα απελευθερώνεται στο εσωτερικό του κτιρίου αργά το απόγευμα ή το βράδυ, όταν χρειάζεται περισσότερο. Με τον

τρόπο αυτόν καλύπτεται ένα μέρος των θερμικών αναγκών του κτιρίου. Με την ίδια διαδικασία, το καλοκαίρι, η θερμική μάζα καθυστερεί την απόδοση της θερμότητας στο εσωτερικό του
κτιρίου κατά τη διάρκεια της μέρας. Η αποθηκευμένη θερμότητα απελευθερώνεται αργότερα και σταδιακά στο εσωτερικό του κτιρίου και στο εξωτερικό περιβάλλον όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες. Η κατανομή της θερμικής μάζας στο εσωτερικό του κτιρίου καθορίζεται κυρίως από τον προσανατολισμό της επιφανείας που εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία και την επιθυμητή χρονική καθυστέρηση όσον αφορά την απελευθέρωση της θερμότητας.

- Στις βόρεια προσανατολισμένες επιφάνειες δεν υπάρχει πρακτικά ανάγκη για χρονική καθυστέρηση, αφού οι επιφάνειες αυτές έχουν μικρά θερμικά κέρδη.
- Στις επιφάνειες με ανατολικό- προσανατολισμό είναι προτιμότερο να υπάρχει μια χρονική καθυστέρηση μεγαλύτερη από 14 ώρες, έτσι ώστε η απελευθέρωση της θερμότητας να γίνεται αργά το απόγευμα.
- Στις νότιες και τις δυτικές επιφάνειες μια χρονική καθυστέρηση 8 περίπου ωρών είναι αρκετή για να επιβραδύνει την απελευθέρωση της θερμότητας μέχρι το βράδυ.
- Η οροφή του κτιρίου που είναι εκτεθειμένη στην ηλιακή ακτινοβολία για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της ημέρας, απαιτεί μεγάλη χρονική καθυστέρηση (άρα μεγάλη θερμική μάζα) ή εναλλακτικά επιπρόσθετη μόνωση. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμική μάζα των δομικών στοιχείων, τόσο περισσότερος χρόνος απαιτείται για την άνοδο της θερμοκρασίας τους και αντίστοιχα, κατά τον ίδιο χρόνο καθυστερεί η άνοδος της θερμοκρασίας του εσωτερικού περιβάλλοντος. Με τον τρόπο αυτό, όχι μόνο μειώνεται η μέγιστη θερμοκρασία κατά της διάρκειας της ημέρας, και κατ' επέκταση το φορτίο δροσισμοϋ του κτιρίου, αλλά καθυστερεί και ο χρόνος κατά τον οποίο παρουσιάζεται το μέγιστο της θερμοκρασίας. Το στοιχείο αυτό είναι σημαντικό καθώς το μέγιστο ψυκτικό φορτίο δεν συμπίπτει χρονικά με την μέγιστη ζήτηση ενέργειας και έτσι αποφεύγονται τα προβλήματα από την υπερφόρτωση του ηλεκτρικού δικτύου (στην περίπτωση που χρησιμοποιείται κλιματισμός) που παρουσιάζονται κατά τους θερινούς μήνες στα θερμά κλίματα.

2.3 Αμυντικός και Επιθετικός τύπος κτιρίων

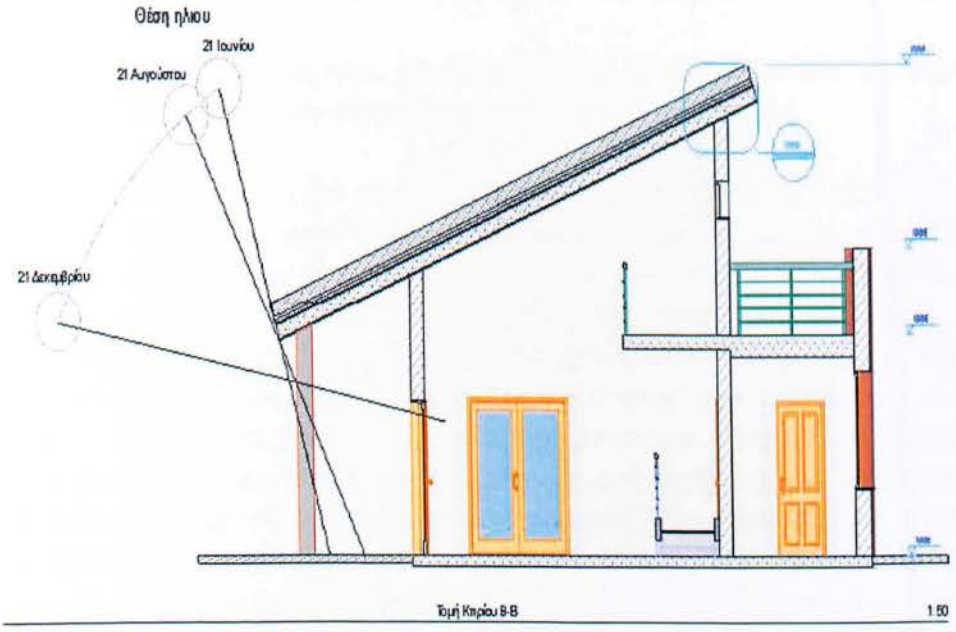
Το κέλυφος του κτιρίου αποτελείται από διάφανη και αδιαφανή υλικά. Το είδος και οι ιδιότητες των υλικών αυτών καθώς και η αναλογία ανάμιξης τους στην συνολική επιφάνεια του κελύφους καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό την θερμική και ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Κατά τον σχεδιασμό ενός κτιρίου, η πρώτη απόφαση του σχεδιαστή αφορά την μορφή του κτιρίου. Ένα κτίριο χαρακτηρίζεται "αμυντικό" (ή "κλειστό") όταν η επιφάνεια των αδιαφανών στοιχείων του κελύφους είναι πολύ μεγάλη συγκριτικά με την επιφάνεια που καταλαμβάνουν τα διαφανή στοιχεία. Αντίθετα, όταν οι επιφάνειες των διαφανών και των αδιαφανών στοιχείων του κελύφους είναι συγκρίσιμες, τότε το κτίριο χαρακτηρίζεται "επιθετικό" (ή "ανοιχτό") . Η απόφαση για την επιλογή του χαρακτήρα του κτιρίου πρέπει να στηρίζεται σε παράγοντες όπως:

- ο προσανατολισμός,
- οι επικρατούσες κλιματικές συνθήκες της περιοχής,
- η χρήση του κτηρίου (κτίριο γραφείων, κατοικία κτλ.),
- οι απαιτήσεις για θέα,
- η ασφάλεια,
- ο θόρυβος,
- το κόστος κατασκευής και
- οι αρχές του περιβαλλοντικού σχεδιασμού.

Είναι προφανές ότι το κέλυφος ενός ανοιχτού κτιρίου επιτρέπει την φυσική και οπτική επαφή του εσωτερικού του κτιρίου με το εξωτερικό περιβάλλον. Ταυτόχρονα όμως αυξάνει και την αλληλεπίδραση του κτιρίου με το εξωτερικό περιβάλλον και κατά συνέπεια, η θερμική και ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου είναι πιο ευαίσθητη στις κλιματικές αλλαγές. Αντίθετα ένα κλειστό κτίριο παρουσιάζει πιο σταθερή συμπεριφορά στον χρόνο. Εντούτοις, παρά τις διαφορές των δύο τύπων κτιρίων, η εφαρμογή των σωστών στρατηγικών θα μπορούσε να οδηγήσει σε ανάλογα αποτελέσματα σε ότι αφορά στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και δροσισμό. Γενικά ο ανοικτός (επιθετικός) τύπος κελύφους θα πρέπει να επιλέγεται όταν ο κύριος προσανατολισμός του είναι νότιος ± 25° και όταν οι συνθήκες δόμησης επιτρέπουν τον ηλιασμό του κτιρίου, έτσι (ώστε να αξιοποιούνται τα θερμικά ηλιακά κέρδη. Σε αντίθετη περίπτωση, η απουσία των ηλιακών

κερδών και οι μεγάλες θερμικές απώλειες εξαιτίας των εκτεταμένων διαφανών επιφανειών θα έχουν ως αποτέλεσμα την φτωχή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Στην περίπτωση επιλογής της ανοιχτής μορφολογίας, θα πρέπει να δίνεται προσοχή στον κατάλληλο σκιασμό του κτιρίου κατά τους θερινούς μήνες έτσι ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση καθώς και στην χρήση κατάλληλων θερμομονωτικών υαλοπινάκων έτσι ώστε να μειώνονται οι θερμικές απώλειες κατά τους χειμερινού; μήνες. Όταν επιλέγεται το κλειστό (αμυντικό) κέλυφος, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην καλή θερμομόνωση των αδιαφανών επιφανειών. Η μείωση των θερμικών απωλειών στην περίπτωση αυτή μπορεί να αντισταθμίσει τα περιορισμένα ηλιακά κέρδη. Εκτός από την μορφή του κτιρίου, σημαντικό ρόλο στην εν γένει ενεργειακή και θερμική του συμπεριφορά παίζει η σχέση του με τα άλλα κτίρια αλλά και με το έδαφος. Τα κτίρια που είναι πανταχόθεν ελεύθερα καθώς και αυτά που βρίσκονται στο τέλος μίας σειράς κτιρίων, έχουν μεγαλύτερες απώλειες σε σχέση με τα κτίρια που έχουν μικρότερη επιφάνεια σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Οι απώλειες αυτές είναι δυνατόν να περιορισθούν· με την αύξηση της θερμομόνωσης ή να αντισταθμιστούν με την αύξηση των ηλιακών θερμικών κερδών (π.χ. μέσω της χρήσης νότιων ανοιγμάτων ή της κατασκευής παθητικών ηλιακών συστημάτων). Το έδαφος, λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του. τείνει να μεταβάλλει πολύ αργά την θερμοκρασία του με αποτέλεσμα να είναι, σε ορισμένο βάθος, πιο θερμό από τον ατμοσφαιρικό αέρα κατά το χειμώνα και πιο δροσερό το καλοκαίρι. Συνεπώς, τα κτίρια που βρίσκονται σε άμεση επαφή με το έδαφος έχουν καλύτερη θερμική συμπεριφορά και καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια, σε σχέση με αυτά που έχουν πυλωτή. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα κτίρια με πυλωτή παρουσιάζουν μία αύξηση κατά 5% της ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση και δροσισμό. Επίσης οι θερμικές συνθήκες του εσωτερικού χώρου είναι πολύ καλύτερες στα κτίρια που έχουν επαφή με το έδαφος.

2.4 Σχεδιασμός και προσανατολισμός των ανοιγμάτων



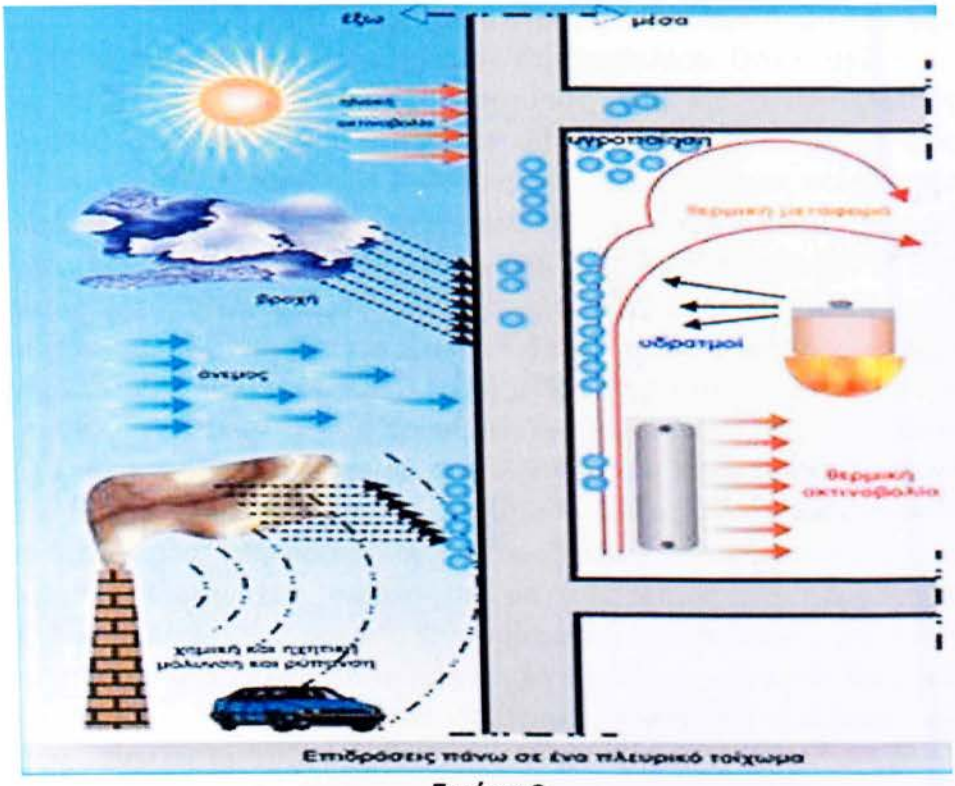
Εικόνα 8

Κατά το σχεδιασμό του κελύφους του κτιρίου θα πρέπει να μεγιστοποιείται η χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτιρίου κατά την διάρκεια του χειμώνα και ταυτόχρονα να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του κατά την διάρκεια του καλοκαιριού μέσω της κατάλληλης ηλιοπροστασίας. Ο στόχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί με τον κατάλληλο σχεδιασμό και προσανατολισμό των ανοιγμάτων του κελύφους. Για παράδειγμα, τα νότια ανοίγματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συλλέκτες της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την διάρκεια της ψυχρής περιόδου, ενώ την θερμή περίοδο η είσοδος της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να εμποδιστεί με κατάλληλα σκίαστρα. Η κατασκευή νότιων ανοιγμάτων παρουσιάζει μία σειρά από πλεονεκτήματα και γι αυτό και αποτελεί την πρώτη προτεραιότητα στο σχεδιασμό του κελύφους ενός οικολογικά συμβατού κτιρίου. Έτσι μέσω της χρήσης διαφανών επιφανειών με νότιο προσανατολισμό:

- Γίνεται καλύτερη κατανομή των ηλιακών κερδών στο κτίριο σε σχέση με άλλους προσανατολισμούς
- Επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση.
- Ο κίνδυνος υπερθέρμανσης το καλοκαίρι είναι μικρότερος σε σχέση με αυτόν που συνεπάγεται η ύπαρξη ανατολικών και δυτικών ανοιγμάτων.
- Η ηλιοπροστασία μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικά με την χρήση απλών οριζοντίων σκιάστρων (προεξοχές, μπαλκόνια).

Χάρη στα ανοίγματα αυτά τα θερμικά κέρδη είναι συνήθως αρκετά για να καλύψουν το θερμικό φορτίο του κτιρίου στις ενδιάμεσες εποχές (άνοιξη - φθινόπωρο) σε ήπια κλίματα όπως της Ελλάδας, μειώνοντας έτσι την περίοδο κατά την οποία η χρήση της συμβατικής θέρμανσης είναι απαραίτητη. Τα βόρεια ανοίγματα χρησιμοποιούνται κυρίως για την παροχή φυσικού φωτισμού καλής ποιότητας στο εσωτερικό του κτιρίου, καθώς επιτρέπουν την είσοδο μόνο της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας και όχι της άμεσης. Είναι περισσότερο χρήσιμα κατά την διάρκεια του θέρους, αλλά θα πρέπει να έχουν περιορισμένο μέγεθος για την αποφυγή μεγάλων απωλειών θερμότητας κατά την διάρκεια του χειμώνα. Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα παρουσιάζουν πολύ λίγα πλεονεκτήματα καθ' όλη την διάρκεια του έτους, γι' αυτό και συνιστάται να κατασκευάζονται μόνο αν αυτό είναι απόλυτα απαραίτητο για την βελτίωση του φυσικού φωτισμού ή για την βελτίωση της θέας. Ειδικά τα δυτικά ανοίγματα αυξάνουν την θερμοκρασία και συνεπώς το ψυκτικό φορτίο των εσωτερικών χώρων, καθώς επιτρέπουν την είσοδο της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας τις απογευματινές ώρες. Γενικά, αν υπάρχουν ανατολικά ή δυτικά ανοίγματα, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται εξωτερικά κατακόρυφα σκίαστρα για την αποδοτική ηλιοπροστασία του κτιρίου.

2.5.i Θερμομόνωση του κελύφους



Εικόνα 9

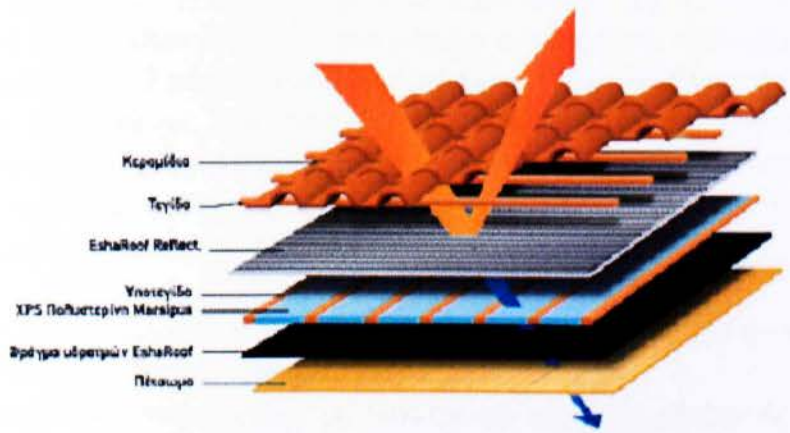
Οι απώλειες θερμότητας από ένα κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον κατά την διάρκεια του χειμώνα (ή τα ανεπιθύμητα θερμικά κέρδη από αυτό κατά την διάρκεια του καλοκαιριού) καθορίζονται με βάση τη ροή θερμότητας διαμέσου του κελύφους του. Η ροή θερμότητας εξαρτάται κυρίως από την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος και την θερμική αντίσταση των υλικών από τα οποία κατασκευάζεται το κέλυφος του κτιρίου. Θερμική αντίσταση (Κ) ενός υλικού ονομάζουμε το μέγεθος που εκφράζει τη δυσκολία με την οποία η θερμότητα διαδίδεται σε ένα υλικό. Η θερμική αντίσταση είναι συνάρτηση του πάχους του υλικού, των ρευστών που το περιβάλλουν (π.χ. αέρας) και της θερμικής του αγωγιμότητας (Κ). Για

ένα σύνθετο υλικό, η θερμική του αντίσταση είναι ίση με το άθροισμα των θερμικών αντιστάσεων των επί μέρους στοιχείων του. Η θερμική αγωγιμότητα αποτελεί χαρακτηριστική ιδιότητα κάθε υλικού και ισούται με τη ροή θερμότητας διαμέσου της μάζας του υλικού ανά μονάδα πάχους και διαφοράς θερμοκρασίας. Το αντίστροφο της θερμικής αντίστασης είναι ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας του υλικού και εκφράζει τον τρόπο με τον οποίο το κτίριο διαμέσου του κελύφους ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον. Όπως ισχύει και στην περίπτωση της θερμικής αντίστασης, έτσι και ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας εξαρτάται από τα φαινόμενα μεταφοράς θερμότητας που συμβαίνουν στην εσωτερική και εξωτερική πλευρά του κελύφους, καθώς και από τις θερμικές ιδιότητες του υλικού (θερμική αγωγιμότητα). Η επιτυχής θερμομόνωση ενός δομικού στοιχείου έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας του στοιχείου αυτού, άρα και τον περιορισμό της διαφυγής θερμότητας διαμέσου του στοιχείου. Η πιο κοινή μέθοδος για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών είναι η προσθήκη θερμομόνωσης, δηλαδή υλικών με μεγάλη θερμική αντίσταση, στο κέλυφος του κτιρίου έτσι ώστε να αυξηθεί η συνολική θερμική του αντίσταση. Άλλος τρόπος περιορισμού των απωλειών, ειδικότερα λόγω ακτινοβολίας, αποτελεί η προσθήκη φραγμάτων στην ροή θερμότητας με τοποθέτηση για παράδειγμα φύλλων αλουμινίου πίσω από τα σώματα των θερμαντικών σωμάτων ή την χρήση υαλοπινάκων με πολύ χαμηλή ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας. Η σωστή και πλήρης θερμομόνωση του κελύφους ενός κτιρίου έχει ως αποτέλεσμα:

- Την μεγαλύτερη θερμική άνεση στο εσωτερικό του κτιρίου.
- Την μείωση της πιθανότητας σχηματισμού υδρατμών στις επιφάνειες του κτιρίου, αφού εξαφανίζει τις θερμογέφυρες, δηλαδή τα σημεία συνάντησης στοιχείων του κελύφους, των οποίων ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας είναι μεγάλος, και τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα την έντονη τοπική ροή θερμότητας από το κτίριο προς το περιβάλλον λόγω της απότομης πτώσης της θερμοκρασίας επιφανείας.
- Την αύξηση του κατασκευαστικού κόστους αλλά και μείωση των λειτουργικών εξόδων του κτιρίου χάρη στην αναμενόμενη εξοικονόμηση ενέργειας
- Την διατήρηση των θερμικών ηλιακών κερδών επί μεγάλο χρονικό διάστημα στο εσωτερικό του κτιρίου. Η τοποθέτηση της θερμομόνωσης θα πρέπει να γίνεται με προσοχή και ομοιόμορφα έτσι ώστε να αποφεύγονται οι θερμογέφυρες. Ταυτόχρονα, η επιλογή του υλικού και της θέσης της (εσωτερική. εξωτερική) θα πρέπει να αξιολογούνται

ανάλογα με την στρατηγική θέρμανσης και τα χαρακτηριστικά του κτιρίου (ωράριο λειτουργίας, θερμική μάζα. ηλιακά κέρδη, κλπ.). Τέλος, το πάχος του μονωτικού υλικού θα πρέπει να υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο τα ενεργειακά οφέλη αλλά και το κόστος. Εξάλλου τα ενεργειακά κέρδη από την τοποθέτηση θερμομονωτικού υλικού σε ένα δομικό στοιχείο δεν είναι ευθέως ανάλογα με το πάχος του μονωτικού στρώματος καθώς από κάποια τιμή πάχους και άνω η εξοικονομούμενη ενέργεια είναι ασήμαντη.

2.5.ii Τύποι μονωτικών υλικών



Εικόνα 10

Οι κατασκευαστές έχουν πολλές επιλογές στον τύπο μονωτικού υλικού που θα χρησιμοποιήσουν. Η μόνωση μπορεί να είναι αποτελεσματική μόνο όταν τοποθετηθεί σωστά και συνδυαστεί με ένα συνεχές φράγμα

για τον αέρα (air barrier), όπως είναι η γυψοσανίδα. Τα μονωτικά υλικά κατατάσσονται ανάλογα με την ικανότητα τους να αντιστέκονται στη ροή θερμότητας. Η ικανότητα τους αυτή βαθμολογείται με το συντελεστή θερμικής αντίστασης τους R. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της μεταβλητής αυτής, τόσο πιο αποτελεσματικό είναι το υλικό στην αντίσταση στη ροή θερμότητας. Οι τύποι μόνωσης οι οποίοι προτείνονται και από την Energy Star είναι η μόνωση Batt, η Blown-in, τα εμψεκαζόμενα υλικά σε μορφή αφρού (Sprayed or Injected Foam Products) και η στερεή – άκαμπτη μόνωση (Rigid Insulation). Η μόνωση Batt είναι συνήθως κατασκευασμένη από υαλοβάμβακα ή πετροβάμβακα (fiberglass ή rock wool) και είναι σε μορφή πλακών διαφόρων μεγεθών και πάχους. Τις περισσότερες φορές η μόνωση αυτή τοποθετείται μεταξύ των ξύλινων δοκών που σχηματίζουν τον τοίχο και καλύπτει τα κουφώματα των τοίχων, των πατωμάτων και του ταβανιού χωρίς να υπάρχει κενό. Η blown-in μόνωση είναι συνήθως υαλοβάμβακας ή cellulose και εμφυσείται κυριολεκτικά μέσα σε τοίχους και στη σοφίτα με τη βοήθεια μιας μάνικας. Ο τύπος μόνωσης αυτός γεμίζει πλήρως τις κοιλότητες στους τοίχους και σχηματίζει ένα ομαλό μονωτικό στρώμα στη σοφίτα. Ο εμψεκαζόμενος αφρός είναι συνήθως πολυουρεθάνη ή παρόμοια υλικά τα οποία εισάγονται σε κοιλότητες όπου διαστέλλονται στο επιθυμητό πάχος. Η άκαμπτη μόνωση αποτελείται συνήθως από αφρό ο οποίος είναι πολυστυρένιο ή πολυουρεθάνη. Ο αφρός αυτός διαμορφώνεται σε μεγάλες πλάκες και μπορεί να παρέχει ένα συνεχές θερμικό φράγμα σε υπόγεια και εξωτερικούς τοίχους. Συνοψίζοντας τα παραπάνω, για την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτηριακού κελύφους θα πρέπει να πληρούνται οι εξής προϋποθέσεις:

- Μόνωση των πλαισίων των εξωτερικών πορτών και παραθύρων
- Εγκατάσταση διπλών υαλοπινάκων
- Εγκατάσταση παραθύρων με επίστρωση χαμηλής εκπομπής (Low-E windows)
- Μόνωση των πατωμάτων, ταβανιού, οροφής και των εξωτερικών τοίχων
- Μόνωση όλων των μηχανικών διεισδύσεων στο κτιριακό κέλυφος
- Μόνωση της σοφίτας (εάν υπάρχει)
- Καθορισμός των κατάλληλων κατασκευαστικών υλικών και λεπτομερειών ώστε να μειωθεί η μεταφορά θερμότητας προς τον εξωτερικό χώρο.

Να σημειωθεί εδώ ότι τα παράθυρα χαμηλής εκπομπής, σχεδιάστηκαν για τον έλεγχο της ενέργειας που εκπέμπεται μέσω ακτινοβολίας, και δεν μπορεί να ελεγχθεί από το σύνηθες διπλό υαλοπίνακα το διάκενο του οποίου είναι πληρωμένο με αέρα. Η αποτελεσματικότητα και χρησιμότητα της επίστρωσης χαμηλής εκπομπής εξαρτάται από τον προσανατολισμό της στο γυαλί. Τα παράθυρα μπορούν να ρυθμιστούν ώστε να επιτελούν διάφορους στόχους σε ένα σπίτι. Αν ο στόχος είναι να περιοριστούν οι απώλειες θερμότητας, τότε η επίστρωση τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια του εσωτερικού γυαλιού. Αν ο στόχος είναι η ελάττωση των ηλιακών θερμικών κερδών τότε η επίστρωση τοποθετείται στο εσωτερικό του εξωτερικού γυαλιού.

2.5.iii Μόνωση κάτω από την πλάκα της βάσης του κτηρίου

Η σωστή μόνωση της πλάκας στη βάση του κτιρίου δεν συνεισφέρει μόνο στην ελάττωση των ενεργειακών επιβαρύνσεων άρα και των οικονομικών, αλλά βελτιώνει και τις συνθήκες άνεσης μέσα στο κτίριο. Οι ψυχρές τσιμεντένιες πλάκες μπορούν να αποτελέσουν αιτία μείωσης της εσωτερικής άνεσης σε ένα σπίτι. Με τη μόνωση της πλάκας μειώνονται οι απώλειες θερμότητας προς το έδαφος και έτσι το σπίτι θερμαίνεται ευκολότερα και γενικά οι θερμοκρασιακές συνθήκες εντός του κτιρίου είναι περισσότερο ελεγχόμενες. Ενδεικτικά παραδείγματα τέτοιου είδους μόνωσης παρουσιάζονται στις παρακάτω εικόνες.

2.5.iv Μόνωση Θεμελίων

Αν και τα θεμέλια μιας κατασκευής αποτελούν ίσως μέρος του κτιριακού κελύφους, εντούτοις οι περισσότεροι μελετητές τα διαφοροποιούν και τα εξετάζουν ξεχωριστά όσον αφορά την ενεργειακή συμπεριφορά και συνεισφορά τους στην συνολική

ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου. Σε πολλά κτίρια παρατηρούνται υψηλές απώλειες θερμότητας μέσω της τσιμεντένιας πλάκας στη βάση του κτιρίου, η οποία έρχεται σε άμεση επαφή με το χώμα. Επομένως είναι επιβεβλημένη η σωστή μόνωση της πλάκας και των θεμελίων του κτιρίου για την ελάττωση των θερμικών απωλειών προς το έδαφος. Οι τεχνικές μόνωσης εξαρτώνται και από το είδος της κατασκευής, το είδος των θεμελίων (επιφανειακά ή βαθιά) και γενικά από τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες. Ενδεικτικά, προτείνονται οι πιο κάτω τρόποι μόνωσης των θεμελίων, οι οποίοι δεν ισχύουν για κάθε είδους κατασκευή.

2.5.v Μόνωση των θεμελίων με τη χρήση μόνιμων μονωτικών καλουπιών (ICFs)

Τα συστήματα μονωμένων καλουπιών τσιμέντου (ICF) είναι ένα είδος φόρμας ή καλουπιού, αποτελούμενο από αφρό πολυουρεθάνης ή πολυστυρένιου, οι οποίες φόρμες συναρμολογούνται σαν puzzle για να σχηματίσουν τους τοίχους των θεμελίων ή ακόμα και ολόκληρο το σπίτι. Τα καλούπια αυτά είναι μόνιμα και παρέχουν τη δυνατότητα στους κατασκευαστές με μειωμένο φόρτο εργασίας να κατασκευάζουν μονωμένους τοίχους και οτιδήποτε άλλο επιλέξουν με την απλή συναρμολόγηση, τοποθέτηση και πλήρωση των καλουπιών αυτών με τσιμέντο και ατσάλινα πλέγματα για την ενίσχυση της κατασκευής, όπως φαίνεται και στην εικόνα 17. Τα περισσότερα από τα προϊόντα αυτά παρασκευάζονται από αφρό EPS (expanded polystyrene) ενώ άλλες μόνιμες φόρμες παρασκευάζονται από συνδυασμό τσιμέντου και απορριμμάτων ξύλου ή από EPS και τσιμέντο. Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των τοίχων ICF περιλαμβάνουν υψηλές τιμές θερμικής αντίστασης R και μειωμένες περιεκτικότητες σε
τσιμέντο σε σύγκριση με τους συμβατικά κατασκευασμένους τοίχους. Ακόμα, κάποιοι αφροί EPS οι οποίοι χρησιμοποιούνται περιέχουν βοριά άλατα τα οποία προστατεύουν από πιθανή ύπαρξη εντόμων που μπορούν να βλάψουν το ξύλο. Το σημαντικότερο είναι ότι παρέχουν τη δυνατότητα για ένα εξαιρετικά αποδοτικό και ανθεκτικό θερμικό

κέλυφος το οποίο προσφέρει υψηλότερης ποιότητας εσωτερική άνεση στο κτίριο σε σύγκριση με τους συμβατικούς τρόπους κατασκευής των θεμελίων και γενικότερα της τοιχοποιίας.

2.5.vi Μόνωση των θεμελίων με άκαμπτο μονωτικό υλικό

Το χώμα μπορεί να συγκρατήσει μεγάλες ποσότητες θερμικής ενέργειας, ιδιαίτερα αν είναι υγρό, αλλά δεν είναι καλός μονωτής. Αναλόγως με το είδος του χώματος, χρειάζονται 3-4 μέτρα χώματος για να παρέχουν την ίδια μόνωση με ένα εκατοστό μονωτικού αφρού ή δύο εκατοστων μονωτικού υαλοβάμβακα. Σε ένα κατά τ' άλλα επαρκώς θερμομωνομένο σπίτι, ένα ποσοστό 10-20% των συνολικών θερμικών απωλειών μπορεί να προκύψει από τους μη μονωμένους τοίχους των θεμελίων. Οι τοίχοι των θεμελίων θα πρέπει επομένως να καλυφθούν εξωτερικά ή εσωτερικά με μόνιμο μονωτικό αφρό από το πέλμα του τοίχου έως την κορυφή. Μια πρόκληση η οποία προκύπτει από την εφαρμογή της μεθόδου αυτής είναι η προστασία του μονωτικού υλικού το οποίο είναι πάνω από το επίπεδο του εδάφους και επομένως εκτεθειμένο στην υπεριώδη ακτινοβολία και γενικότερα στις φυσικές φθορές.

2.6 Κέλυφος και φυσικός φωτισμός

Φυσικό φως ονομάζεται το ορατό τμήμα του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (380-770 nm) την οποία εκπέμπει ο ήλιος και η οποία προσπίπτει στην επιφάνεια της Γης μετά από απορρόφηση και σκέδαση του ηλιακού φωτός στην ατμόσφαιρα. Η χρήση του τεχνητού φωτισμού απετέλεσε προϋπόθεση για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων σε κλειστούς χώρους. Δημιούργησε ωστόσο δύο σοβαρά προβλήματα:

- πρώτον, η ενεργειακή κατανάλωση που απαιτείται για την παραγωγή του τεχνητού φωτισμού συνεισφέρει σημαντικά στην ρύπανση του περιβάλλοντος,
- δεύτερον, η έλλειψη φυσικού φωτισμού έχει επιβλαβείς φυσιολογικές και ψυχολογικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό.

Με βάση αυτές τις διαπιστώσεις, εθνικοί και διεθνείς οργανισμοί συμπεριέλαβαν στους στόχους τους την προώθηση του φυσικού φωτισμού έναντι του τεχνητού.

2.6.i Ο φυσικός φωτισμός ως στοιχείο αρχιτεκτονικού σχεδιασμού

Πριν από την ανάπτυξη του τεχνητού φωτισμού οι παραδοσιακές κοινωνίες στην Νότια Ευρώπη έδιναν μεγάλη σημασία στην επάρκεια του φυσικού φωτισμού. Η κυρίαρχη ανάγκη για τον έλεγχο της καλοκαιρινής θερμότητας οδήγησε στην χρήση πολύ διαφορετικών ανοιγμάτων και στην υιοθέτηση διαφορετικής γεωμετρίας στους εσωτερικούς χώρους. Η υιοθέτηση της εσωτερικής αυλής αποδείχθηκε πηγή ποικιλίας λύσεων. Το φως του ήλιου αντί να εισέρχεται απευθείας στους χώρους υφίσταται πολλαπλές ανακλάσεις στα γύρω κτίρια, ενώ η βλάστηση του περιβάλλοντος χώρου συχνά χρησίμευε για την ρύθμιση και εξασθένιση του καλοκαιρινού φωτισμού, που αλλιώς θα ήταν πολύ έντονος. Χρησίμευε, επίσης, και για τον έλεγχο της υπερθέρμανσης κατά την θερινή περίοδο. Τον χειμώνα, τα φύλλα έπεφταν αφήνοντας περισσότερο φως να περνά επιτρέποντας παράλληλα μεγαλύτερα θερμικά κέρδη από τον ήλιο. Το μικροκλίμα του κτιρίου ήταν συνεπώς παράμετρος του σχεδιασμού για την επάρκεια του φυσικού φωτισμού. Κατά τον 20ο αιώνα, η ύπαρξη φθηνής ηλεκτρικής ενέργειας, οδήγησε στο να ατονήσει ο σχεδιασμός για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού. Οι σύγχρονες τάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας, βελτίωση του επιπέδου ζωής και αύξηση της παραγωγικότητας στους χώρους εργασίας, έφεραν πάλι τον φυσικό φωτισμό στο προσκήνιο. Οι δυνατότητες που παρέχονται από τα προγράμματα προσομοίωσης επιτρέπουν την μελέτη της συμπεριφοράς ενός κτιρίου κάτω από διαφορετικές συνθήκες και για διαφορετικά επίπεδα φυσικού φωτισμού. Σήμερα, υπάρχουν μεθοδολογίες και προγράμματα προσομοίωσης σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, τα οποία επιτρέπουν τον υπολογισμό των κατασκευαστικών στοιχείων, ώστε να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα.

2.6.ii Ο φυσικός φωτισμός ως μέσο για την εξοικονόμηση ενέργειας

Ο σχεδιασμός κτιρίων με σωστή ενεργειακή συμπεριφορά αποτελεί μια από τις σημαντικότερες αιτίες που επανέφεραν το φυσικό φωτισμό των κτιρίων στην επικαιρότητα. Ο τεχνητός φωτισμός αποτελεί σημαντική πηγή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε ορισμένα κτίρια. Ανάλογα με τον τύπο των λαμπτήρων, ένα μικρό ή μεγάλο ποσοστό του φορτίου φωτισμού μετατρέπεται σε θερμότητα που επηρεάζει το θερμικό και το ψυκτικό φορτίο του κτιρίου. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στον σχεδιασμό των ανοιγμάτων που επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτός. Ο σχεδιασμός αυτός θα πρέπει να συμβάλλει:

- στην βελτίωση του φωτισμού στο εσωτερικό του κτιρίου και στην μεγαλύτερη οπτική άνεση.
- στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για φωτισμό
- στην μείωση του ψυκτικού φορτίου

Σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι δυνατό να επιτευχθούν βέλτιστα αποτελέσματα με την αποκλειστική χρήση του φυσικού φωτισμού. Όμως, ο φυσικός φωτισμός μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου, όταν χρησιμοποιείται ως τμήμα ενός ολοκληρωμένου συστήματος που περιλαμβάνει την δυνατότητα επιλογής ανάμεσα στον φυσικό και τον τεχνητό φωτισμό ή την σκίαση, ανάλογα με τις επιθυμητές συνθήκες φωτισμού και θερμοκρασίας στο εσωτερικό του κτιρίου καθώς και τις συνθήκες ηλιασμού και εξωτερικής θερμοκρασίας. Η χρήση φυσικού φωτισμού κάνει δυνατή την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό έως και κατά 80%. Στην περίπτωση όπου το κτίριο λειτουργεί σε 24ωρη βάση με την χρησιμοποίηση τεχνητού φωτισμού, η συνεισφορά του φυσικού φωτισμού φθάνει μέχρι και στο 40% της αρχικής κατανάλωσης.

2.6.iii Ο ρόλος του κελύφους στην δημιουργία οπτικής άνεσης και στην αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού

Η βελτιστοποίηση της σχέσης μεταξύ των .επιφανειών των φυσικά φωτιζόμενων χώρων και των διαστάσεων των εξωτερικών ανοιγμάτων βελτιώνει την οπτική συμπεριφορά του κτιρίου και την οπτική άνεση στο εσωτερικό του. Η κατανόηση αυτής της σχέσης επιτρέπει στον σχεδιαστή του κτιρίου να ενσωματώνει στο κέλυφος τεχνικές και στοιχεία φυσικού φωτισμού τα οποία επιτρέπουν την είσοδο στο κτίριο ποσότητας φωτός ικανής να εξυπηρετήσει τις λειτουργικές του ανάγκες. Οι τεχνικές φυσικού φωτισμού που θα παρουσιαστούν σε αυτή την ενότητα στοχεύουν να βοηθήσουν τον σχεδιαστή του κτιριακού κελύφους να βελτιώσει την οπτική απόδοση του κτιρίου. Σκοπός των τεχνικών αυτών είναι η βελτιστοποίηση του μεγέθους των ανοιγμάτων με τρόπο τέτοιο ώστε αφενός να μεγιστοποιείται ο φυσικά φωτιζόμενος χώρος του κτιρίου και αφετέρου να αποφεύγεται η υπερθέρμανση κατά τους θερινούς μήνες. Η βελτιστοποίηση των στρατηγικών φωτισμού στο εσωτερικό ενός κτιρίου απαιτεί να εξετασθούν λεπτομερώς οι παρακάτω παράμετροι:

- Η γεωμετρία των εσωτερικών χώρων. Η κατασκευή χώρων με μεγάλο βάθος σε απόσταση από το κέλυφος του κτιρίου πρέπει να αποφεύγεται. Σημαντικό ρόλο παίζει η κάτοψη ενός κτιρίου.Η μεγιστοποίηση της επιφάνειας των χώρων με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του βάθους είναι η ενδεικνυόμενη.
- Η γεωμετρία και η τοποθέτηση των ανοιγμάτων. Το ύψος του κάτω μέρους της κάσας του ανοίγματος (πρεβάζι), καθώς και το συνολικό ύψος και το πλάτος του παραθύρου είναι σημαντικές παράμετροι στην επίτευξη βέλτιστων συνθηκών φυσικού φωτισμού. Τα παράθυρα με μεγάλο πλάτος οδηγούν σε ομοιογενή κατανομή της φωτεινότητας στον χώρο καθ* όλη την διάρκεια της ημέρας. Στην περίπτωση αυτή η φωτεινότητα έχει ζωνική κατανομή παράλληλη με τον τοίχο του παραθύρου. Αντίθετα, τα παράθυρα με μεγάλο ύψος προκαλούν χωρική κατανομή της φωτεινότητας σε ζώνες

κάθετες στον τοίχο του παραθύρου, οδηγώντας έτσι σε ένα φωτεινό περιβάλλον το οποίο μετα- βάλλεται κατά την διάρκεια της ημέρας. Το παράθυρο αυτού του τύπου προσφέρει βαθύτερη διείσδυση τον φωτός και μεγαλύτερη δυνατότητα για φυσικό αερισμό. αλλά από την άλλη μειονεκτεί γιατί προκαλεί μεγαλύτερη θάμβωση. Τέλος, η τοποθέτηση

ενός ανοίγματος στο μέσο του τοίχου οδηγεί σε καλή κατανομή του φωτισμού, ενώ ένα γωνιακό παράθυρο προκαλεί λιγότερη θάμβωση.

- Η ανακλαστικότητα των εσωτερικών επιφανειών. Όσο μεγαλύτερη είναι η ανακλαστικότητα, τόσο περισσότερη είναι η διείσδυση του φυσικού φωτός στο βάθος του δωματίου και τόσο πιο ομοιογενής είναι η κατανομή του φωτός στον χώρο.
- Το μέγεθος και ο τύπος των γειτονικών κτιρίων ή άλλων ψηλών εμποδίων, καθώς αυτά επηρεάζουν το φως που ανακλάται μέσα στο χώρο και το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που αποκόπτεται από την ύπαρξη των εμποδίων. Για το λόγο αυτό, η διαθεσιμότητα του φυσικού φωτισμού σε πυκνό αστικό περιβάλλον είναι περιορισμένη. Ο τύπος του ουρανού και ο προσανατολισμός των στοιχείων που εισάγουν φως στο κτίριο. Ο αίθριος ουρανός παρέχει φως ικανό να υπερτονίσει και την παραμικρή λεπτομέρεια του κτιρίου. Αντίθετα πιο ήπιες και σκιώδεις κατανομές φυσικού φωτισμού δημιουργούνται από ένα νεφοσκεπή ουρανό. Από την στιγμή που το νότιο τμήμα του αίθριου ουρανού είναι γενικά φωτεινότερο, είναι λογικό τα περισσότερα ανοίγματα να έχουν νότιο προσανατολισμό. Αυτό όμως αυξάνει συχνά την θάμβωση. Όμως η μείωση των διαστάσεων ενός ανοίγματος (για να αποφευχθεί η θάμβωση) μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τον μη επαρκή φωτισμό του χώρου, όταν ο ουρανός είναι νεφοσκεπής. Ένα νότια προσανατολισμένο παράθυρο επιτρέπει μεγαλύτερα θερμικά κέρδη κατά την διάρκεια του χειμώνα (πουείναι επιθυμητά) αλλά και κατά την διάρκεια του καλοκαιριού (που είναι ανεπιθύμητα και πρέπει ναπεριορίζονται με την χρήση κατάλληλων σκιάστρων). Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα παρέχουνφωτισμό ο οποίος μεταβάλλεται σημαντικά κατά την διάρκεια της ημέρας. Ειδικά τα νοτιοδυτικάανοίγματα μπορούν να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα υπερθέρμανσης κατά την διάρκεια του θέρους. Τα βορινά ανοίγματα παρέχουν χαμηλής αλλά σταθερής έντασης φωτισμό καθ' όλη την διάρκειατης ημέρας.Το διάχυτα ανακλώμενο ηλιακό φως μπορεί να αποτελέσει μία από τις σημαντικότερες πηγέςφωτός σε εσωτερικούς χώρους, ειδικότερα σε περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια. Η διευθέτηση τωνανοιγμάτων θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει την είσοδο στο εσωτερικό του κτιρίου τουδιάχυτου ηλιακού φωτός από τον ουρανό, αλλά ταυτόχρονα να εμποδίζει την διείσδυση του φωτός πουανακλάται από άλλες εξωτερικές επιφάνειες (μεταλλικές, υαλοπίνακες κλπ.).

Μια τεχνική η οποία προτείνεται για την εξοικονόμηση ενέργειας είναι η χρήση σωληνοειδώνφεγγιτών (Tubular skylights) οι οποίοι να εγκαθίστανται σε εσωτερικούς χώρους όπως μπάνια, κουζίνες ήοποιονδήποτε χώρο ο οποίος προσλαμβάνει μικρά ποσά φυσικού φωτισμού. Οι φεγγίτες αυτοί είναισυσκευές οι οποίες κατευθύνουν το φως από ένα άνοιγμα στη στέγη προς τα κάτω σε ένα διαχυντή ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο ταβάνι και μοιάζει σαν ένα συμβατικό φωτιστικό, υπεύθυνος για τη διανομή του φωτός. Το φως μεταφέρεται μέσω ενός κυλινδρικού σωλήνα του οποίου οι εσωτερικές επιφάνειες είναι ιδιαίτερα ανακλαστικές, λειτουργώντας περίπου σαν μια μεγάλη οπτική ίνα. Τα κέρδη τα οποία ποσοτικοποιούνται από τη χρήση τέτοιων κατασκευών δεν δικαιολογούν το κόστος τους. Εντούτοις, υπάρχουν πολλά οφέλη τα οποία δεν ποσοτικοποιούνται όπως η αίσθηση του φυσικούφωτισμού, τα οφέλη στην υγεία κλπ.

2.7 Τεχνητός φωτισμός

Το 20-30% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε ένα εμπορικό κτίριο καταναλώνεται από τον τεχνητό φωτισμό. Επίσης ο τεχνητός φωτισμός καταναλώνει περίπου το 1/5 της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στις ΗΠΑ. Για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για τις ανάγκες φωτισμού, εκτός από τις στρατηγικές φυσικού φωτισμού που αναφέρθηκαν προηγουμένως υπάρχουν και άλλοιτρόποι όπως είναι ο αποδοτικότερος σχεδιασμός και η χρήση εξελιγμένων τεχνολογιών φωτισμού.Γενικότερα, έχει παρατηρηθεί κατάχρηση θα λέγαμε του τεχνητού φωτισμού στα περισσότερα κτίρια. Οι ισχύοντες κώδικες λειτουργίας των κτιρίων στις ΗΠΑ υποδεικνύουν μια μέγιστη τιμή για την ένταση τουφωτισμού σε 1,5-2,5 W/ft2. Εντούτοις, μια ένταση φωτισμού 0,65-1,2 W/ft2 μπορεί να παρέχει τη δυνατότητα ενός πλήρους λειτουργικού και επαρκώς φωτισμένου χώρου. Με επιπλέον βελτιώσεις μέσω της χρήσης συστημάτων ελέγχου και τη μείωση έτσι της χρήσης κατά τις χρονικές περιόδους όπου δεν υπάρχει ανθρώπινη δραστηριότητα και τη χρήση φυσικού φωτισμού όπως προαναφέραμε, είναι δυνατή η εξοικονόμηση ενέργειας που να υπερβαίνει το 50%. Η μείωση του φωτισμού επιφέρει επιπλέον και μείωση της θερμότητας

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

που παράγεται από αυτόν, με αποτέλεσμα την μείωση και των απαιτήσεων για κλιματισμό (SBTM) [15]. Λόγω της υπερβολικής κατανάλωσης ενέργειας στις Η.Π.Α. για τεχνητό φωτισμό η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας των Η.Π.Α. (US EPA) σε συνεργασία με την ERER DOE (US Department of Energy) δημιούργησε το 1992 το πρόγραμμα Energy Star. Το πρόγραμμα δημιουργήθηκε σε μια προσπάθεια να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας. Το πρόγραμμα ξεκίνησε ως ένα εθελοντικό πρόγραμμα σήμανσης, το οποίο σχεδιάστηκε για να ταυτοποιεί και να προωθεί ενεργειακά αποδοτικά προϊόντα, και τα πρώτα προϊόντα στα οποία εισήχθηκε η σήμανση αυτή ήταν στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Έκτοτε, έχει επεκταθεί σε πολλές συσκευές ευρείας χρήσης, σε εξοπλισμό γραφείου, φωτισμό, στα οικιακά ηλεκτρονικά και πολλά άλλα. Η σήμανση έχει επεκταθεί πλέον και σε ολοκληρωμένες κτιριακές εγκαταστάσεις, εμπορικές και βιομηχανικές, αλλά μόνο για τις ΗΠΑ, Καναδά κλπ. Το 2001 η Ευρωπαϊκά Ένωση υπέγραψε μια συμφωνία με την US EPA για την εισαγωγή της σήμανσης Energy Star και στην Ευρώπη. Η EPA εκτιμά ότι η σήμανση της Energy Star έχει εξοικονομήσει περίπου $12 δισεκατομμύρια σε ενεργειακά κόστη, μόνο για το έτος 2005. Η σήμανση Energy Star ήταν η κινητήρια δύναμη για ευρεία διάδοση και χρήση των φώτων ρύθμισης της κυκλοφορίας με LED, του αποδοτικού φωτισμού με λαμπτήρες φθορισμού, της ενεργειακής διαχείρισης των συστημάτων γραφειακού εξοπλισμού και της χαμηλής χρήσης ενέργειας των συσκευών σε κατάσταση αναμονής (low standby energy use). Οι λαμπτήρες οι οποίοι είναι πιστοποιημένοι από την Energy Star, πληρούν θεωρητικά τις οδηγίες και κανονισμούς τους οποίους θέτει η U.S. DOE και η EPA, συμπεριλαμβανομένου απαιτήσεων όσον αφορά την ποιότητα του χρώματος (θερμοκρασία και απόδοση), το θόρυβο, τη συντήρηση, την κατανάλωση ενέργειας, την παραγωγή θερμότητας και το χρόνο ζωής. Οι λαμπτήρες φθορισμού, οι οποίοι φέρουν την πιστοποίηση της Energy Star, έχουν περίπου δεκαπλάσιο χρόνο ζωής από τους συμβατικούς λαμπτήρες πυρακτώσεως, χρησιμοποιούν το 1/3 της ενέργειας από αυτή που χρησιμοποιούν οι συνηθισμένοι λαμπτήρες, εξοικονομούν κατά μέσο όρο $30 ο κάθε ένας σε ενεργειακά κόστη κατά το χρόνο ζωής τους, παρέχουν το ίδιο ποσό φωτός (lumens) όσο οι συμβατικοί λαμπτήρες αλλά με τη χρήση λιγότερων watt ενέργειας, αποτρέπουν την εκπομπή περισσότερων από 450 lb αερίων του θερμοκηπίου η κάθε μια κατά το χρόνο ζωής τους και παράγουν 70% λιγότερη θερμότητα, κάτι που τις καθιστά πιο

ασφαλείς και παράλληλα μειώνονται τα ενεργειακά κόστη που αφορούν τον κλιματισμό του κτιρίου .

2.8 Συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (Heating, Ventilation,Air-Conditioning - HVAC)

Το ποσό ενέργειας που καταναλώνεται ετησίως για τις ανάγκες ενός κτιρίου για θέρμανση, εξαερισμό και κλιματισμό, κυμαίνεται από 40 έως 60% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου, ανάλογα με τον σχεδιασμό του, τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τις κλιματολογικές συνθήκες, τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται εντός του κτιρίου και την κατάσταση στην οποία βρίσκεται. Πέραν από την ενεργειακή κατανάλωση, τα συστήματα αυτά επηρεάζουν και την υγεία και άνεση των ενοίκων. Εκτελούν μια πολύ σημαντική λειτουργία και συχνά υποδεικνύονται ως προβληματικά πεδία, περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο ζήτημα που απασχολεί την διαμονή σε ένα κτίριο. Οι απαιτήσεις των συστημάτων θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού έχουν αυξηθεί δραματικά κατά τον 20ο αιώνα, λόγω κυρίως των αλλαγών σε άλλες σχεδιαστικές πρακτικές, όπως η μεγαλύτερη χρήση υαλοστασίων, τα αεροστεγή κτίρια, τα εναλλακτικά συστήματα κτιριακού κελύφους με μεγαλύτερα θερμικά φορτία και εκτεταμένη χρήση τεχνητού φωτισμού και οικιακού εξοπλισμού. Ως αποτέλεσμα, η εξάρτηση της λειτουργία των κτιρίων από ενεργειακές πηγές που προέρχονταν από ορυκτά καύσιμα έγινε εντονότερη, και παραβλέφτηκαν οι φυσικές ροές ενέργειας όπως το κλίμα, η θερμοκρασία και οι ηλιακές συνθήκες. Ο στόχος ενός περιβαλλοντικά ολοκληρωμένου και εμπεριστατωμένου σχεδιασμού για τα συστήματα HVAC είναι να καλύπτει τις ανάγκες των ενοίκων με τη χρήση των πιο αποδοτικών και περιβαλλοντικά φιλικών μέσων, με το μικρότερο δυνατό αρχικό κόστος αλλά και το μικρότερο δυνατό κόστος από την ανάλυση κύκλου ζωής. Έχουν προκύψει συστήματα τα οποία έχουν αναπτυχθεί προς την κατεύθυνση αυτή, τα οποία λαμβάνουν υπόψη τους παράγοντες όπως ο ηλιακός προσανατολισμός, η θερμική μάζα, η μόνωση, η επιλογή αρχιτεκτονικών υλικών, η τοποθέτηση και ο τύπος των πόρτων και παραθύρων καθώς και ο φυσικός εξαερισμός. Οι

ανάγκες για θέρμανση και κλιματισμό επηρεάζονται από τα αλληλοεπηρεαζόμενα συστήματα και χαρακτηριστικά ενός κτιρίου, συμπεριλαμβανομένου των στοιχείων που συνθέτουν τον σχεδιασμό για παθητικά ηλιακά συστήματα, όπως είναι ο φυσικός φωτισμός, ο επαρκής φωτισμός του κτιρίου καθώς και οι ανάγκες σε εξοπλισμό και άλλα θερμικά φορτία. Η βέλτιστη λύση για την επιλογή των συστημάτων HVAC θα πρέπει να καθορίζεται αφού έχουν πρώτα μελετηθεί διεξοδικά οι απαιτήσεις, οι ανάγκες, και έχουν προσδιοριστεί τα θερμικά φορτία όλων των αλληλεξαρτώμενων και αλληλένδετων συστημάτων και έχουν ληφθεί πολύ σοβαρά υπόψη όλα τα πιθανά κέρδη από τις στρατηγικές σχεδιασμού του κτιρίου. Μια τέτοια προσέγγιση είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί κατά την φάση του σχεδιασμού αλλά και σε προηγούμενα στάδια, ώστε να οδηγήσει σε μειωμένες ενεργειακές απαιτήσεις και μικρότερα κόστη για τα συστήματα HVAC. Με τη χρήση υπολογιστικών μοντέλων μπορεί να γίνει σωστή επιλογή του μεγέθους και της δυναμικότητας του εξοπλισμού των συστημάτων χωρίς να επιλέγεται εξοπλισμός που συχνά είναι υπερδιπλάσιας δυναμικότητας από τις πραγματικές ανάγκες. Η κακή επιλογή εξοπλισμού, αυξάνει προφανώς το πάγιο κόστος αγοράς του εξοπλισμού, τα λειτουργικά του κόστη και μειώνει το χρόνο ζωής του. Το βέλτιστο θα ήταν αν υπάρχει δυνατότητα να προβλεφθούν οι μελλοντικές ανάγκες, να επιλεγεί ο κατάλληλος εξοπλισμός ώστε να τις καλύπτει χωρίς να θυσιαστούν οι παρούσες ενεργειακές απαιτήσεις. Τέτοια μοντέλα υπάρχουν, κυρίως στις ΗΠΑ, όπως είναι το "Manual J", το οποίο είναι ένα μοντέλο υπολογισμού του φορτίου για κατοικίες, που έχει εκδώσει ο ACCA. Μια τεχνική η οποία επιτρέπει την εξοικονόμηση ενέργειας από τα συστήματα HVAC, είναι ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες. Οι διάφοροι χώροι εντός ενός κτιρίου, έχουν συνήθως διαφορετικές ανάγκες για θέρμανση, εξαερισμό και κλιματισμό, λόγω των διαφορετικών ωραρίων χρήσης των χώρων, της ύπαρξης διαφορετικού εξοπλισμού που επιβαρύνει τα συστήματα HVAC, την διαφορετική έκθεση των χώρων στο εξωτερικό περιβάλλον κλπ. (New York) Με τη δημιουργία ζωνών μέσω της βοήθειας εξελιγμένων συστημάτων ελέγχου, δίνεται η δυνατότητα στα μηχανικά συστήματα να διανέμουν τις ανάλογες ποσότητες αέρα στις κατάλληλες θερμοκρασίες, σε κάθε ζώνη του κτιρίου. Για μεγάλα κτίρια, υπάρχουν τα συστήματα Variable air volume (VAV), τα οποία προσφέρουν μεγάλη ελαστικότητα στην διανομή αέρα στο κτίριο. Για μικρότερα κτίρια, η «ζωνοποίηση» μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ξεχωριστών συστημάτων για κάθε ζώνη ή ομάδα ζωνών, όπου το κάθε σύστημα θα

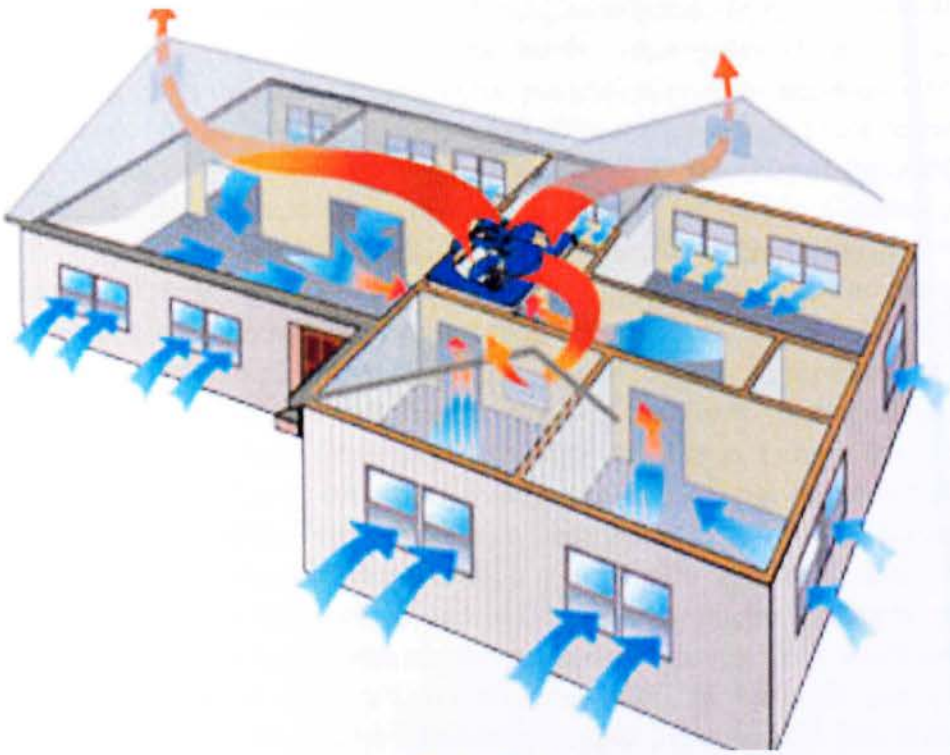
μπορεί να ρυθμιστεί βέλτιστα για τις ανάγκες της κάθε περιοχής. (San Mateo). Η ρύθμιση μπορεί να γίνει επίσης με τη χρήση 2 ή περισσοτέρων θερμοστατών, οι οποίοι να ελέγχουν τα θερμικά και ψυκτικά φορτία της ζώνης στην οποία είναι τοποθετημένοι . Η σωστή χρήση του θερμοστάτη μπορεί να αποφέρει ετήσια κέρδη της τάξης του 10% στα λειτουργικά κόστη για θέρμανση και κλιματισμό. Με την εγκατάσταση ενός προγραμματιζόμενου θερμοστάτη υπάρχει η δυνατότητα να ρυθμιστούν οι ώρες τις οποίες θα λειτουργεί η θέρμανση ή ο κλιματισμός. Ως αποτέλεσμα είναι δυνατή η μη λειτουργία των συστημάτων τις ώρες κατά τις οποίες δεν υπάρχει φυσική παρουσία στο κτίριο και κατά τις νυκτερινές ώρες τις κατάκλισης. Αν ο θερμοστάτης ρυθμίζεται 10°–15° κάτω από την κανονική θερμοκρασία για 8 ώρες τουλάχιστο την ημέρα, η ετήσια εξοικονόμηση στα κόστη αντιστοιχεί σε 1% για κάθε βαθμό κελσίου. Τα ποσοστά των κερδών είναι μεγαλύτερα για κτίρια τα οποία βρίσκονται σε ηπιότερα κλίματα σε σχέση με άλλες περιοχές όπου το κλίμα είναι πιο ακραίο. Η ίδια στρατηγική μπορεί να ακολουθηθεί και κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Μια συνήθης παρανόηση σχετικά με τους θερμοστάτες είναι ότι ο λέβητας και γενικά ο εξοπλισμός για τη θέρμανση ή κλιματισμό του κτιρίου λειτουργεί με μεγαλύτερη ένταση από το φυσιολογικό για να επαναφέρει το χώρο στα επιθυμητά επίπεδα άνεσης, μετά την παύση του συστήματος από τον θερμοστάτη, και κατ' επέκταση τα μικρά ή μηδενικά οφέλη από τη χρήση του θερμοστάτη. Αυτό που ισχύει είναι ότι το καύσιμο το οποίο απαιτείται για την επαναθέρμανση του κτιρίου στα επιθυμητά επίπεδα άνεσης είναι χονδρικά ίσο με το καύσιμο το οποίο εξοικονομείται όταν η θερμοκρασία στο κτίριο πέφτει στο χαμηλό σημείο που έχει οριστεί. Εξοικονομείται καύσιμο μεταξύ της στιγμής κατά την οποία η θερμοκρασία σταθεροποιείται στο χαμηλότερο σημείο και της επόμενης χρονικής στιγμής που απαιτείται θέρμανση του χώρου. Όσο μεγαλύτερο είναι το διάστημα κατά το οποίο το κτίριο παραμένει στη χαμηλή θερμοκρασία τόσο μεγαλύτερα είναι τα κέρδη .Μια άλλη εναλλακτική για τη θέρμανση και κλιματισμό των κτιρίων είναι η χρήση συστημάτων ακτινοβολίας (Radiant- Hydronic systems). Τα συστήματα αυτά παρέχουν, σε σύγκριση με τα συστήματα διανομής αέρα, μεγαλύτερη αποδοτικότητα, άνεση και καλύτερες συνθήκες υγιεινής. Το μέσο το οποίο χρησιμοποιούν τα Hydronic systems για τη θέρμανση και τη ψύξη των κτιρίων είναι θερμό ή κρύο νερό, αν και όπως θα δούμε παρακάτω υπάρχουν και άλλα είδη συστημάτων με ακτινοβολία. Η θερμότητα μεταφέρεται στους ενοίκους μέσω του πατώματος ή

εγκαταστάσεων στο ταβάνι ή τους τοίχους 60 διακίνηση του νερού γίνεται μέσω σωληνώσεων, και όχι αεραγωγών, οι οποίες είναι μικρότερες σε μέγεθος επομένως εξοικονομείται χώρος στο κτίριο. Σε συνδυασμό και με την τοποθέτηση ζωνών εντός του κτιρίου, το κόστος για την υλοποίηση είναι πολύ μικρότερο σε σχέση με τα δαπανηρά συστήματα ελέγχου που απαιτούν τα συστήματα με αέρα. Τα συστήματα ακτινοβολίας μεταφέρουν απευθείας θερμότητα στο πάτωμα ή στους τοίχους και τα ταβάνια. Η λειτουργία τους εξαρτάται κυρίως από τη μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία. Η θερμότητα μεταφέρεται απευθείας από τη θερμή επιφάνεια στους ενοίκους και τα αντικείμενα σε ένα χώρο μέσω της ακτινοβολίας της θερμότητας, ή αλλιώς υπέρυθρη ακτινοβολία. Η θέρμανση με ακτινοβολία διαθέτει πολλά πλεονεκτήματα. Καταρχήν είναι πιο αποδοτική από τα συστήματα με τη εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα λόγω της μη απώλειας ενέργειας μέσα στους αεραγωγούς. Η απουσία διακίνησης αέρα μπορεί να είναι ευεργετική και για άτομα με αλλεργίες. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια, και μπορούν να τροφοδοτούνται με ποικίλες ενεργειακές πηγές, όπως είναι το φυσικό αέριο, με λέβητες που λειτουργούν με λάδι, ξύλο, με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως ηλιακές συσκευές θέρμανσης του νερού, ακόμα και με συνδυασμό ενεργειακών πηγών.αρά το όνομα τους, τα συστήματα υποδαπέδιας θέρμανσης με ακτινοβολία, βασίζονται σημαντικά και στην μεταφορά θερμότητας με συναγωγή. Αυτό συμβαίνει λόγω της θέρμανσης του αέρα στα χαμηλά στρώματα, λόγω του θερμού δαπέδου, και της ανόδου του στα υψηλότερα, εφόσον είναι ελαφρύτερος από τον κρύο αέρα, με την πλήρωση των χαμηλότερων στρωμάτων με κρύο αέρα και επομένως την φυσική κυκλοφορία του. Υπάρχουν τρείς τύποι υποδαπέδιας θέρμανσης. Το πρώτο χρησιμοποιεί ως μέσο μεταφοράς της θερμότητας το νερό (Hydronic systems), αλλά υπάρχουν και τα συστήματα όπου το μέσο είναι ο αέρας (radiant air floors) και τελευταία είναι τα ηλεκτρικά συστήματα (electric radiant floors). Επιπλέον, και οι τρείς αυτοί τύποι θέρμανσης διαχωρίζονται σε ανάλογα με τον τύπο της εγκατάστασης τους. Είναι τα συστήματα τα οποία αξιοποιούν την μεγάλη θερμική μάζα της τσιμεντένιας πλάκας ενός πατώματος ("wet installations") και τα συστήματα τα οποία εσωκλείουν τις σωληνώσεις μεταξύ δύο στρωμάτων κοντραπλακέ ("dry installations"). Για την αποδοτικότερη λειτουργία του εξοπλισμού των συστημάτων HVAC η σήμανση Energy Star έχει επεκταθεί και στην πιστοποίηση αντλιών, ανεμιστήρων, φούρνων και λεβήτων για την θέρμανση νερού και αέρα. Η χρήση

τέτοιων πιστοποιημένων συσκευών μπορεί να επιφέρει σημαντικά κέρδη στην εξοικονόμηση ενέργειας και καυσίμων. Οι λέβητες οι οποίοι είναι πιστοποιημένοι από την Energy Star έχουν ένα δείκτη ετήσιας αποδοτικής αξιοποίησης των καυσίμων (annual fuel utilization efficiency - AFUE) 90% ή μεγαλύτερο, καθιστώντας τους 15% πιο αποδοτικούς από τα συμβατικά μοντέλα. Η υψηλή αποδοτικότητα τους βοηθά στην εξοικονόμηση ενέργειας λειτουργικών κοστών και μπορεί να προστατέψει από τα αυξανόμενες τιμές της ενέργειας. Μια άλλη σημαντική παράμετρος στην αποδοτικότερη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης είναι η θέση του λέβητα. Η θέση του λέβητα σε ένα κτίριο μεγιστοποιεί την αποδοτικότητα του συστήματος διανομής ουσιαστικά. Ο στόχος είναι να τοποθετηθεί στην καταλληλότερη θέση ώστε να λειτουργεί με τη χρήση του μικρότερου αριθμού και μήκους σωληνώσεων ή αεραγωγών. Συνήθως το βέλτιστο σημείο στο οποίο μπορεί να τοποθετηθεί είναι κεντρικά όπως φαίνεται και στο διπλανό σχήμα. Για την αποδοτικότερη λειτουργία του συστήματος διανομής, είναι απαραίτητο να μην υπάρχουν σωληνώσεις έξω από τον χώρο του κτιρίου στον οποίο ελέγχεται η θερμοκρασία, όπως σε γκαράζ. Γενικότερα, ευθείες, μικρού μήκους σωληνώσεις και αεραγωγοί μεγιστοποιούν την απόδοση των συστημάτων HVAC και η τοποθέτηση του εξοπλισμού θέρμανσης σε κεντρικό σημείο του κτιρίου ελαχιστοποιεί τη χρήση υλικών και εργατικών για την τοποθέτηση των σωληνώσεων όπως επίσης ελαχιστοποιεί και τις απώλειες θερμότητας. Η κακή μόνωση και στεγανοποίηση των αεραγωγών μπορεί να οδηγήσει στην είσοδο καυσαερίων ή άλλων ρυπαντών και σε προβλήματα υψηλής πίεσης και θερμοκρασιακών διακυμάνσεων στα δωμάτια του κτιρίου. Περίπου το 20% της ενέργειας η οποία καταναλώνεται από τα συστήματα HVAC μπορεί να σπαταληθεί λόγω των διαρροών από τους αεραγωγούς σε κακά εγκατεστημένα συστήματα, και επιπλέον όπως αναφέραμε και προηγουμένως οι διαρροές από τους αεραγωγούς μπορούν να επιφέρουν ανωμαλίες στην πίεση εντός του κτιρίου κάτι που με τη σειρά του μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την ποιότητα του εσωτερικού αέρα. (Built Green) Επομένως είναι επιβεβλημένη η μείωση των διαρροών αέρα από τους αεραγωγούς όπως και οι θερμικές απώλειες, στις περιπτώσεις όπου γίνεται χρήση συστημάτων HVAC τα οποία λειτουργούν με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα, με την εφαρμογή μεθόδων στεγανοποίησης και καλής θερμομόνωσης,(SBTM). Για τον κλιματισμό ενός κτιρίου, εκτός από τα μηχανικά ψυκτικά κύκλα, υπάρχουν και

μέθοδοι οι οποίες δεν χρησιμοποιούν μεγάλα ποσά ενέργειας. Ο εξαερισμός είναι η λιγότερο δαπανηρή και η
περισσότερο ενεργειακά αποδοτική τεχνική για τον κλιματισμό ενός κτιρίου. Ο εξαερισμός λειτουργεί καλύτερα όταν συνδυαστεί και με τεχνικές για την αποφυγή συσσώρευσης θερμότητας στο κτίριο. Σε κάποιες των περιπτώσεων ο φυσικός εξαερισμός μπορεί να είναι επαρκής για την κάλυψη των αναγκών ενός κτιρίου για κλιματισμό, αλλά συνήθως απαιτείται η συμπληρωματική λειτουργία ανεμιστήρων στοταβάνι ή τα παράθυρα.

2.9 Φυσικός Αερισμός



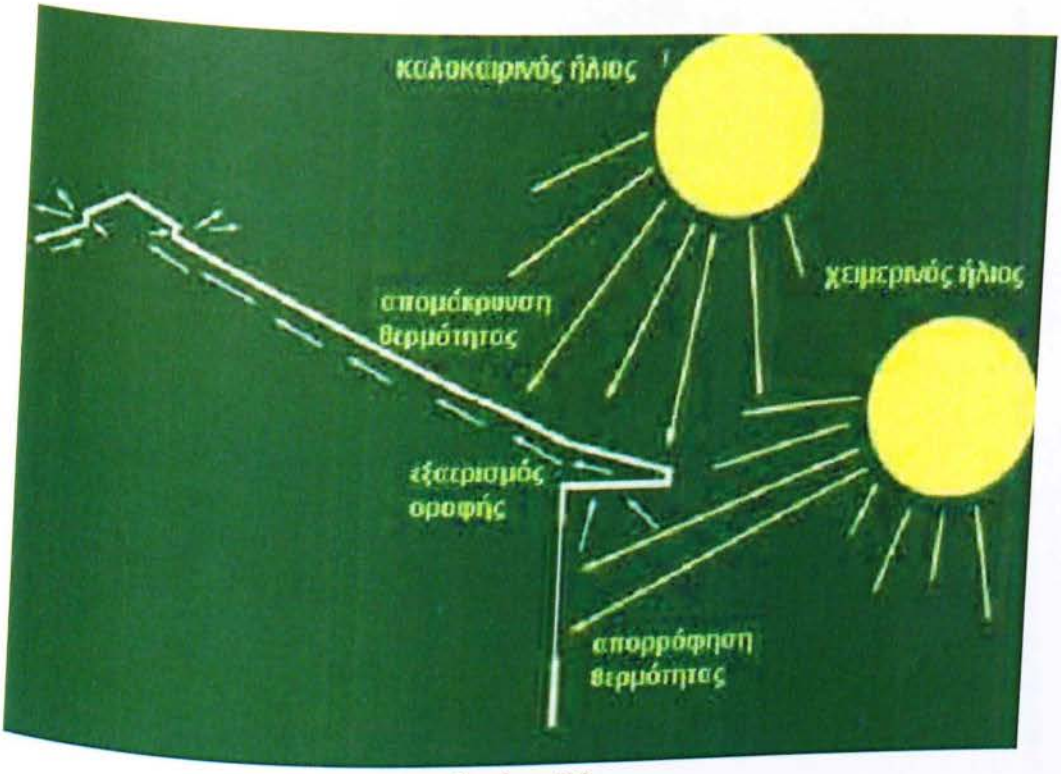
Εικόνα 11

Ένα κτίριο έχει ανάγκη να εξαερίζεται και για λόγους υγιεινής και συντήρησης του κτιρίου. Με τον εξαερισμό μειώνονται οι ρυπαντές στον εσωτερικό αέρα, η υγρασία αλλά και οι οσμές. Ρυπαντές όπως η φορμαλδεΰδη, πτητικές οργανικές ουσίες (VOCs) και ραδόνιο μπορούν να συσσωρευτούν σε μη επαρκώς εξαεριζόμενα κτίρια προκαλώντας προβλήματα υγείας. Από την άλλη, τα υψηλά επίπεδα υγρασίας σε ένα σπίτι μπορούν να οδηγήσουν στη δημιουργία μούχλας και ζημιών στα δομικά στοιχεία του κτιρίου. Για την διασφάλιση επαρκούς εξαερισμού των κτιρίων, η American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) έχει προτείνει ότι ένας χώρος διαβίωσης θα πρέπει να εξαερίζεται με ρυθμό 0.35 αλλαγών αέρα ανά ώρα ή 0,15 ft3/άτομο/min. Ο εξαερισμός είναι αναποτελεσματικός σε θερμά και υγρά κλίματα, όπου οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας μεταξύ νύκτας και μέρας είναι μικρές. Σε τέτοια κλίματα, ο εξαερισμός μέσω μιας σοφίτας μπορεί να συνδράμει στην μείωση της χρήσης των κλιματιστικών. Ο εξαερισμός της σοφίτας μειώνει σημαντικά τα ποσά της συσσωρευμένης θερμότητας, η οποία σταδιακά θα είχε οδηγηθεί στο κυρίως μέρος του κτιρίου. Οι εξαεριζόμενες σοφίτες έχουν περίπου 16°C χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτές οποίες δεν εξαερίζονται. Μια επομένως ουσιώδης παράμετρος για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για τις ανάγκες κλιματισμού είναι ο σχεδιασμός του κτιρίου για την αξιοποίηση του φυσικού εξαερισμού. Ο φυσικός εξαερισμός βασίζεται στον άνεμο και στο φαινόμενο της καμινάδας ("chimney effect" ή "stack effect") ώστε να διατηρήσει ένα κτίριο δροσερό. Η μέθοδος αυτή έχει καλύτερη εφαρμοσιμότητα σε κλίματα όπου παρατηρείται αξιοσημείωτη πτώση της θερμοκρασίας κατά το βράδυ και υπάρχουν τακτικά ρεύματα αέρα. Ο άνεμος μπορεί να εξαερίσει φυσικά ένα κτίριο με την είσοδο ή έξοδο του από τα παράθυρα, αναλόγως του προσανατολισμού τους προς τον άνεμο. Όταν ο άνεμος φυσάει προς το κτίριο, εισέρχεται αέρας σ' αυτό μέσω των προσήνεμων παραθύρων, καθώς την ίδια ώρα ένα φυσικό κενό το οποίο δημιουργείται στην υπήνεμη πλευρά του κτιρίου έχει την τάση να τραβά αέρα έξω από το κτίριο από τα υπήνεμα παράθυρα. Σε παράκτια κλίματα, πολλά κτίρια κοντά στη θάλασσα σχεδιάζονται ώστε να έχουν μεγάλα παράθυρα στην πλευρά που αντικρίζει τη θάλασσα για να εκμεταλλεύονται τα δροσερά θαλάσσια αέρια ρεύματα. Για ξηρότερα κλίματα, ο φυσικός εξαερισμός περιλαμβάνει και την αποφυγή συσσώρευσης θερμότητας κατά τη διάρκεια της ημέρας και τον εξαερισμό του κτιρίου κατά τις νυκτερινές ώρες . Το φαινόμενο της καμινάδας βασίζεται στην μεταφορά θερμότητας με συναγωγή και

συμβαίνει όταν ψυχρός αέρας εισέρχεται σε ένα κτίριο στο ισόγειο ή το υπόγειο, απορροφά θερμότητα από το δωμάτιο, γίνεται ελαφρύτερος, ανεβαίνει στα υψηλότερα στρώματα και εξέρχεται από τα παράθυρα υψηλότερων ορόφων. Αυτό δημιουργεί ένα μερικό κενό το οποίο τραβά περισσότερο αέρα εντός του κτιρίου από τα παράθυρα του ισογείου. Το φαινόμενο αυτό λειτουργεί καλύτερα σε κτίρια με παράθυρα κοντά στην οροφή του κτιρίου, σε χειριζόμενους φεγγίτες ή σε παράθυρα σε υπερυψωμένα σημεία. κτίρια σχεδιασμένα ώστε να αξιοποιούν παθητικές ηλιακές μεθόδους, είναι συχνά σχεδιασμένα να εκμεταλλεύονται την μεταφορά θερμότητας με συναγωγή για τη διανομή της θερμότητας σε όλο το κτίριο, και μπορούν εύκολα να εξαερίζονται φυσικά. Τέλος, να σημειωθεί ότι ο φυσικός εξαερισμός μπορεί να ενισχυθεί ή να υποβαθμιστεί μέσω της τοπογραφίας του περιβάλλοντος χώρου. Ανάλογα με το σχεδιασμό του κτιρίου και την κατεύθυνση και φορά του ανέμου, ένας ανεμοφράκτης όπως είναι ένας ξύλινος φράκτης, μια σειρά από θάμνους ή δέντρα που εμποδίζουν την διέλευση του ανέμου, μπορούν να αλλοιώσουν τη διέλευση του ανέμου προς όφελος ή όχι του φυσικού εξαερισμού.

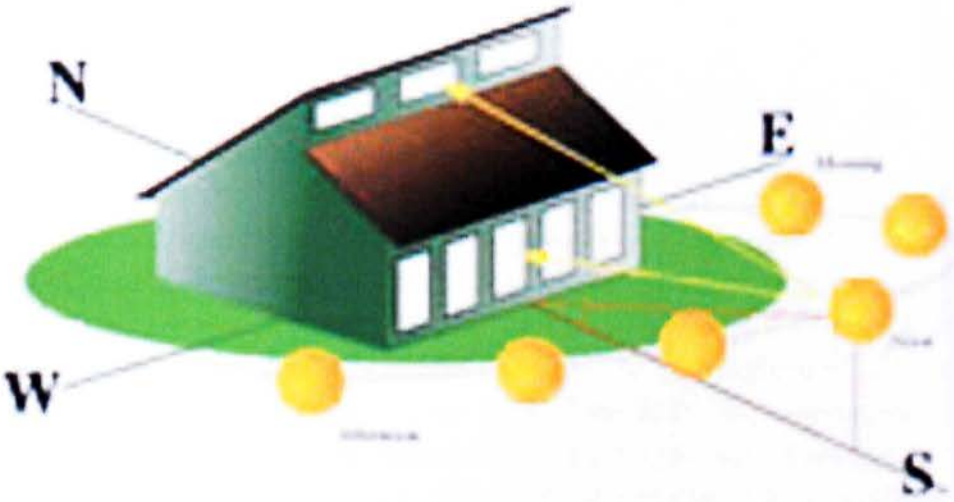
ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ

Εισαγωγή στα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα



Εικόνα 12

3.1 Εισαγωγή στο βιοκλιματικό σχεδιασμό



Εικόνα 13

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά το 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. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της οικολογικής δόμησης, η οποία ασχολείται με την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο επίπεδο των κτιριακών μονάδων μελετώντας τις ακόλουθες κατευθύνσεις:

- Τη μελέτη του δομημένου περιβάλλοντος και των προβλημάτων που αυτό δημιουργεί (αύξηση θερμοκρασίας, συγκέντρωση αέριων ρύπων, δυσκολία στην κυκλοφορία αέρα)
- Το σχεδιασμό των κτιρίων
- Την επιλογή των δομικών υλικών, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις θερμικές και οπτικές τους ιδιότητες, όσο και την τοξικολογική τους δράση.

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων αποτελούν τα παθητικά συστήματα, τα οποία αποτελούν δομικά στοιχεία ενός κτιρίου. Τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια. Μπορούν να χωριστούν στις εξής τρεις κατηγορίες:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
- Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου συνεπάγεται τη συνύπαρξη και συνδυασμένη λειτουργία όλων των παραπάνω συστημάτων, ώστε να συνδυάζουν θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική με τις παρεμβάσεις της στο σχεδιασμό, στον τρόπο και στα υλικά κατασκευής, ικανοποιεί τις ανάγκες των κτιρίων για θέρμανση, φωτισμό και δροσισμό, τα εναρμονίζει με το φυσικό περιβάλλον, χρησιμοποιώντας στοιχεία από αυτό και εξασφαλίζει την εξοικονόμηση ενέργειας. Σ' ένα καλά σχεδιασμένο βιοκλιματικό κτίριο, η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού μπορεί να μειώσει μέχρι και 80% την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει τις ρίζες της στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική πολλών λαών και μπορεί να προσφέρει στη σύγχρονη κατοικία λύσεις και ιδέες φιλικές προς το περιβάλλον. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική επανατοποθετεί, σε θέση αφετηριακής αρχής, τον παράγοντα της δυναμικής, αρμονικής αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα στοιχεία της φύσης, τον τοπικό φυσικό χώρο και το κτίριο, μ' αυτόν τον τρόπο επαναφέρει σε ισχύ ένα πρώτο βασικό κριτήριο εξειδίκευσης και ιδιαιτερότητας και στη συνέχεια ανακαλύπτει ότι για να είναι αποτελεσματική, πρέπει να διερευνήσει τα ειδικά χαρακτηριστικά και να σεβαστεί τις ιδιομορφίες των χρηστών της, ώστε να τους κάνει συμμέτοχους. Πρέπει να γνωρίσει τα χαρακτηριστικά της κοινωνίας στην οποία απευθύνεται. Οδηγείται στην ανάγκη να επανασυνδέσει ένα νήμα που κόπηκε εδώ και πολύ καιρό και κινδυνεύει να χαθεί οριστικά, το νήμα της ιστορικής εμπειρίας και γνώσης, για να τις αξιοποιήσει επιστημονικά εμπλουτίζοντας τες με τα εφόδια της σύγχρονης τεχνογνωσίας και να τις αναπτύξει με τις ανάγκες του σύγχρονου τρόπου ζωής. Τα πεδία μελέτης είναι τα ακόλουθα:

- η παραδοσιακή αρχιτεκτονική του κάθε τόπου
- η αρχιτεκτονική των σύγχρονων παραδοσιακών κοινωνιών
- η διερεύνηση και κατανόηση με σύγχρονα επιστημονικά μέσα:

❖ α)των κλιματικών και φυσικών φαινομένων που σχετίζονται με τα κτίρια
❖ β)της συμπεριφοράς των κτιρίων στο χώρο τους
❖ γ)των ιδιοτήτων των υλικών που προϋποθέτει η βιοκλιματική λογική
❖ δ)των κατασκευαστικών μεθόδων, των αρχιτεκτονικών και πολεοδομικών τύπων που βελτιώνουν την ποιότητα του δομημένου χώρου.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών (γενικότερα) μέσω των παθητικών ηλιακών συστημάτων επιτυγχάνεται στα πλαίσια της συνολικής θερμικής λειτουργίας του κτιρίου και της σχέσης κτιρίου περιβάλλοντος. Η δε θερμική λειτουργία ενός κτιρίου αποτελεί μία δυναμική κατάσταση, η οποία: εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους (την ηλιοφάνεια, τη θερμοκρασία εξωτερικού αέρα. τη σχετική υγρασία, τον άνεμο, τη βλάστηση. Το σκιασμό από άλλα κτίρια), αλλά και τις συνθήκες χρήσης του κτιρίου (κατοικία. γραφεία. Νοσοκομεία κλπ.) και βασίζεται στην αντίστοιχη ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών του στοιχείων και (κατ' επέκταση) των ενσωματωμένων παθητικών ηλιακών συστημάτων, αλλά και το ενεργειακό προφίλ που προκύπτει από την λειτουργία του κτιρίου. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αν και είναι ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική που χαρακτηρίζει κάθε τόπο σε ολόκληρη την γη θεωρείται από πολλούς ως μία νέα «θεώρηση» στην αρχιτεκτονική και σχετίζεται με την οικολογία περισσότερο, παρά με την ενέργεια και την εξοικονόμηση που δύναται να επιφέρει. Παρά ταύτα, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει αποτελέσει τις τελευταίες δεκαετίες βασική προσέγγιση 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 και πολλαπλά οφέλη που την συνεπάγουν: ενεργειακά (εξοικονόμηση και θερμική/οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση κόστους Η/Μ εγκαταστάσεων), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων) και κοινωνικά. Το ενεργειακό όφελος που προκύπτει

από την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποδίδεται με τους παρακάτω τρόπους: εξοικονόμηση ενέργειας από την σημαντική μείωση απωλειών λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων, παραγωγή θερμικής ενέργειας (θερμότητας) μέσω των ηλιακών συστημάτων άμεσου ή έμμεσου κέρδους με συμβολή στις θερμικές ανάγκες των χώρων προσάρτησης και μερική κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης του κτιρίου, δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης και μείωση των απαιτήσεων όσον αφορά στη ρύθμιση θερμοστάτη (σε χαμηλότερες θερμοκρασίες τον χειμώνα και υψηλότερες το καλοκαίρι), διατήρηση της θερμοκρασίας εσωτερικού αέρα σε επίπεδα υψηλά τον χειμώνα (και αντίστοιχα χαμηλά το καλοκαίρι), με αποτέλεσμα την μείωση του φορτίου για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων από τα επικουρικά συστήματα κατά την χρήση του κτιρίου. Η απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, γεγονός που τον καθιστά 'ευαίσθητο' σε εξωγενείς και μη – τεχνικούς παράγοντες. Για τον λόγο αυτό, βασικά κριτήρια για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού πρέπει να είναι:

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

3.2 Σχεδιασμός για χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων

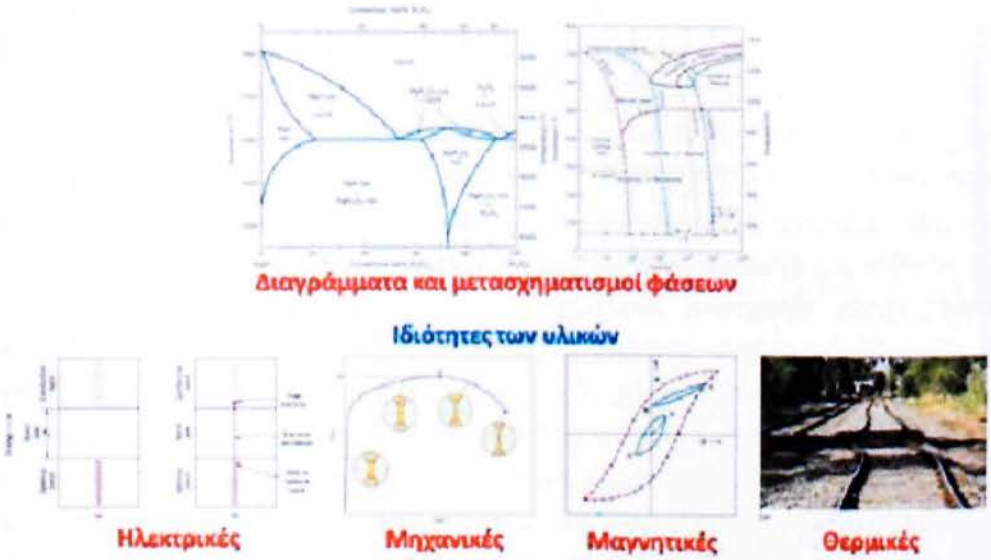
Τα παράθυρα οι τοίχοι και τα πατώματα του κτιρίου μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να συλλέγουν, να αποθηκεύουν και να διανέμουν ηλιακή ενέργεια σε μορφή θερμότητας το χειμώνα και να αντανακλούν την ηλιακή θερμότητα κατά τους θερινούς μήνες. Αυτό ο ονομάζεται παθητικός ηλιακός σχεδιασμός ή κλιματικός σχεδιασμός. Σε αντίθεση με τα ενεργά ηλιακά συστήματα, τα παθητικά συστήματα δεν απαιτούν τη χρήση μηχανικών και ηλεκτρικών συσκευών, όπως αντλίες και

ανεμιστήρες για τη μεταφορά της ηλιακής ενέργειας. Τα παθητικά ηλιακά σπίτια ποικίλουν ανάμεσα σ' αυτά που θερμαίνονται πλήρως από τον ήλιο και αυτά τα οποία έχουν παράθυρα προσανατολισμένα στο νότο τα οποία συνεισφέρουν ένα ποσοστό στις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου. Η διαφορά τέτοιων κτιρίων από τα συμβατικά έγκειται στον σχεδιασμό. Το κλειδί είναι ο σχεδιασμός να εκμεταλλεύεται στο μέγιστο δυνατό βαθμό τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες.

3.3 Ο ρόλος των υλικών

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιούνται καθορίζουν σε ένα πολύ μεγάλο βαθμό την ενεργειακή κατανάλωση καθώς και την θερμική και οπτική άνεση στα κτίρια και τους ανοικτούς χώρους. Ιδιαίτερα, η ανακλαστικότητα των υλικών στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και ο συντελεστής εκπομπής τους στην μεγάλου μήκους κύματος (θερμική) ακτινοβολία παίζουν καθοριστικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο των αστικών περιοχών. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε εξωτερικές επιφάνειες δέχονται την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Μέρος αυτής της ακτινοβολίας απορροφάται, ενώ το υπόλοιπο ανακλάται. Είναι προφανές ότι η χρήση υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας, τόσο στα κτίρια όσο και στις λοιπές καλυμμένες επιφάνειες των πόλεων μειώνει την απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία και διατηρεί τις επιφάνειες πιο δροσερές. Τα υλικά εκπέμπουν θερμική ακτινοβολία. Η ισχύς της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας καθώς και του συντελεστή εκπομπής του υλικού. Υλικά με μεγάλο συντελεστή εκπομπής αποβάλλουν ευκολότερα την θερμότητα που απορροφούν.

3.3.i Ιδιότητες των υλικών. Νέα υλικά



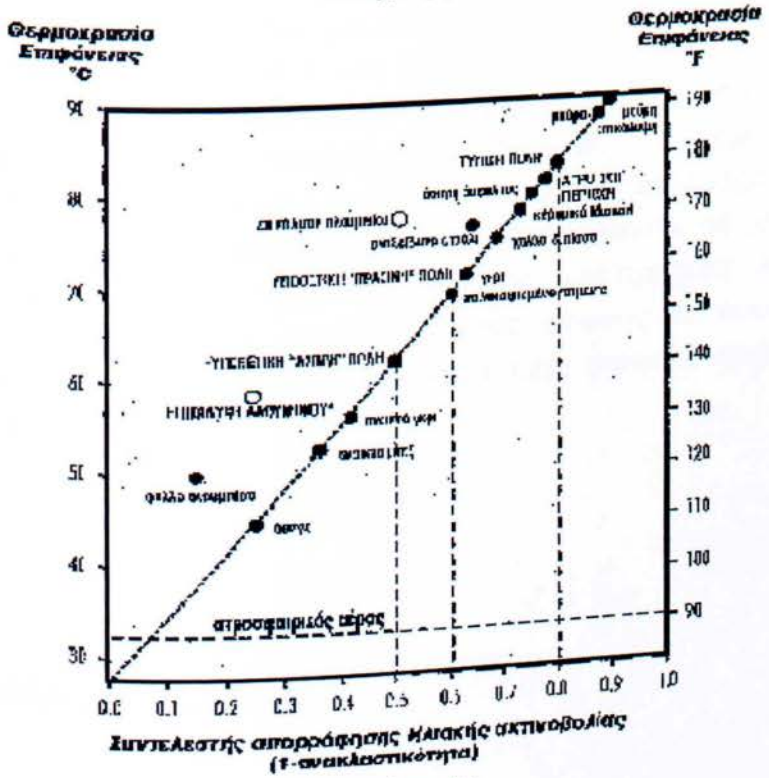
Εικόνα 14

Η χρήση υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία, (ανοιχτόχρωμα υλικά), όπως προαναφέρθηκε, βοηθά σημαντικά στην μείωση της θερμοκρασίας των επιφανειών και άρα στην μείωση της θερμοκρασίας του αέρα του περιβάλλοντος. Υλικά υψηλής ανακλαστικότητας θεωρούνται τα υλικά με συντελεστή ανακλαστικότητας πάνω από 0.6. Ερευνητικές προσπάθειες των τελευταίων χρόνων έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη υλικών με προηγμένα οπτικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν ιδιαίτερα αυξημένη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ενώ παράλληλα θα ήταν δυνατό να χαρακτηριστούν φιλικά προς το περιβάλλον. Η κατηγορία αυτή των υλικών είναι γνωστή με το όνομα ψυχρά υλικά. Τα υλικά αυτά πρέπει να χρησιμοποιούνται στις προσόψεις και τις οροφές των κτιρίων καθώς και σε δρόμους η πεζοδρόμια. Πολύ πρόσφατα το Lawrence Berkeley Laboratory δημοσίευσε μια εκτεταμένη βάση δεδομένων με τέτοια υλικά που είναι διαθέσιμα στην αγορά. Τα υπάρχοντα 'ψυχρά υλικά' για κτίρια συνήθως αφορούν τρεις κατηγορίες:

- τα χρώματα και τις επικαλύψεις
- τις μεμβράνες οροφής, καθώς και
- τα κεραμίδια και τις πλάκες

Ψυχρά χρώματα που χρησιμοποιούνται σε επικαλύψεις οροφών και σε εξωτερικούς τοίχους, είναι τα λευκά και τα ανοιχτά χρώματα ή τα χρώματα αλουμινίου. Τα 'ψυχρά' λευκά χρώματα περιέχουν διαπερατά πολυμερή υλικά, πχ. ακρυλικά, και ένα λευκαντικό συστατικό, όπως το οξείδιο του τιτανίου ή το οξείδιο του ψευδάργυρου, τα οποία όμως είναι τοξικά για τον άνθρωπο και τα οικοσυστήματα Η ανακλαστικότητα των επικαλύψεων αυτών στο ηλιακό φάσμα είναι ιδιαίτερα υψηλή και κυμαίνεται περί το 70-80 %. Ο συντελεστής εκπομπής είναι εξίσου υψηλός, περί το 91 %. Ανοιχτόχρωμες βαφές παρασκευάζονται με προσθήκη χρώματος σε λευκές βαφές. Η ανακλαστικότητα τους είναι κατά συνέπεια μειωμένη και κυμαίνεται από 0.4 έως 0.7, ανάλογα με την ποσότητα προστιθέμενου χρώματος. Ο συντελεστής εκπομπής τους όμως παραμένει ο ίδιος όπως και για τα λευκά χρώματα. Τα χρώματα αλουμινίου παρασκευάζονται συνήθως από ασφαλτικού τύπου ρητίνες που περιέχουν ρινίσματα αλουμινίου. Ο συνδυασμός πραγματοποιείται έτσι ώστε τα ρινίσματα του αλουμινίου να συγκεντρώνονται στο ανώτερο στρώμα του επικάλυψης εξασφαλίζοντας μεγαλύτερη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και προστασία του ασφαλτικού υποστρώματος από την υπέρυθρη ακτινοβολία. Η ανακλαστικότητα των χρωμάτων αλουμινίου κυμαίνεται γύρω στο 50 %, αλλά ο συντελεστής εκπομπής τους είναι σχετικά μικρός, (0.4-0.6). Οι μεμβράνες οροφής συνήθως περιέχουν ένα "ύφασμα" ή πολυεστερικό υλικό, που συνδυάζεται με ένα ευέλικτο πολυμερές υλικό όπως η άσφαλτος και το EPDM (συνθετικό ελαστικό). Γενικά, οι μεμβράνες κατασκευάζονται από αδιάβροχα ευέλικτα και σκληρά υλικά και αποτελούνται από ένα ή από πολλαπλά στρώματα. Το χρώμα και η ανακλαστικότητα των μεμβρανών εξαρτώνται από την ανώτερη επιφάνεια τους, η οποία συνήθως καλύπτεται από βαφή ή χαλίκι οροφής. Η ανακλαστικότητα τους στην ηλιακή ακτινοβολία φθάνει έως και 0.8 ενώ ο συντελεστής εκπομπής τους κυμαίνεται γύρω στο 0.9.

Διάγραμμα:



Εικόνα 15

Θερμοκρασία επιφάνειας διάφορων υλικών, σε σχέση με τον συντελεστή απορροφητικότητας τους στην ηλιακή ακτινοβολία. Τέλος, κατά τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πλακίδια η κεραμικά για το εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων που παρουσιάζουν σχετικά μεγάλη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία. Ανάλογα με το χρώμα τους, η ανακλαστικότητα τους κυμαίνεται από 0.3 έως 0.8, ενώ ο συντελεστής εκπομπής τους είναι συνήθως γύρω στο 0.9. Οι πόλεις και εν γένει οι αστικές περιοχές παρουσιάζουν μειωμένη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία. Οι κυριότεροι λόγοι είναι δύο: α) Οι σκουρόχρωμες επιφάνειες των κτιρίων και των δρόμων παρουσιάζουν μεγάλη απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, και β) Οι πολλαπλές ανακλάσεις της ηλιακής ακτινοβολίας που συμβαίνουν ανάμεσα στα κτίρια των δρόμων αυξάνουν την απορρόφηση της. Το είδος του χρησιμοποιούμενου υλικού καθώς και οι συνθήκες υπό τις οποίες χρησιμοποιείται καθορίζουν τα θερμοκρασιακά επίπεδα σε μια πόλη. Σκουρόχρωμα υλικά μεγάλης απορροφητικότητας εκτεθειμένα στην ηλιακή ακτινοβολία, παρουσιάζουν έως και 25°0 υψηλότερη θερμοκρασία από αντίστοιχα υλικά μικρής απορροφητικότητας.Ο ρόλος

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

των υλικών στην αύξηση της ανακλαστικότητας των πόλεων και άρα στην μείωση της θερμοκρασίας τους είναι ασφαλώς καθοριστικός. Είναι πλέον πλήρως αποδεκτό ότι η χρήση κατάλληλων υλικών είναι ίσως η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος για την βελτίωση των θερμοκρασιών που επικρατούν στις πόλεις κατά την θερινή περίοδο. Στο διάγραμμα 23 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα πρόσφατης έρευνας που συσχέτισε την θερμοκρασία επιφάνειας διάφορων υλικών, όπως χρησιμοποιούνται σε πόλεις, με τον συντελεστή απορροφητικότητας τους στην ηλιακή ακτινοβολία. Οι τιμές αναφέρονται σε μια τυπική θερινή ημέρα. Όπως προκύπτει μια υποθετική'πράσινη' πόλη που συνδυάζει λευκές οροφές, ανοιχτόχρωμους δρόμους και πυκνό αστικό πράσινο, έχει κατά 17° C χαμηλότερη θερμοκρασία από ότι μια συμβατική πόλη.

3.4 Ο ρόλος του πρασίνου

Εικόνα 16

Τα δέντρα και το πράσινο εν γένει, συνεισφέρουν σημαντικά στην μείωση της θερμοκρασίας των πόλεων και στην εξοικονόμηση ενέργειας. Τα δέντρα προσφέρουν ηλιοπροστασία στα κτίρια, ενώ μέσω της εξατμισοδιαπνοής συμβάλλουν στη μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Παράλληλα, τα δέντρα απορροφούν τον ήχο και τον θόρυβο, εμποδίζουν την διάβρωση που προκαλούν οι βροχοπτώσεις, φιλτράρουν επικίνδυνους ρύπους, και μειώνουν την ταχύτητα του ανέμου. Η εξατμισοδιαπνοή είναι ο κύριος μηχανισμός μέσω του οποίου τα φυτά συνεισφέρουν στην μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Ως εξατμισοδιαπνοή ορίζεται ο μηχανισμός απώλειας νερού προς το περιβάλλον μέσω της αποβολής νερού από τα φύλλα των φυτών υπό μορφή υδρατμών. Η λανθάνουσα θερμότητα της εξατμισοδιαπνοής (δηλ. η θερμότητα που απαιτείται για την μετατροπή του νερού σε υδρατμούς) είναι πολύ μεγάλη. Η θερμότητα αυτή αντλείται από τον αέρα του περιβάλλοντος, με αποτέλεσμα την τοπική μείωση της θερμοκρασίας. Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα, ένα μεσαίουμεγέθους δέντρο εξατμίζει περί τα 1460 κιλά νερού κατά την διάρκεια μιας θερινής μέρας. Ο δροσισμός που επιτυγχάνεται είναι ισοδύναμος με την λειτουργία πέντε μικρών κλιματιστικών συσκευών Η σημασία των δέντρων και φυτών στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι επίσης σημαντική. Όπως αναφέρεται, σε ένα δρόμο με υγιή ψηλά δέντρα, μπορεί να μειωθεί η συγκέντρωση σωματιδίων σκόνης έως και 7000 σωματίδια ανά λίτρο αέρα. Παράλληλα, τα. δέντρα συνεισφέρουν στην μείωση του θορύβου. Μια συστάδα δέντρων μήκους 33μ. και πλάτους 15μ. μειώνει τον θόρυβο ενός αυτοκινητόδρομου έως και κατά 50 %. Επίσης, το αστικό πράσινο μέσω του μηχανισμού της εξατμισοδιαπνοής συνεισφέρει σημαντικά στην μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Εντούτοις η επιτυγχανόμενη μείωση είναι συνάρτηση των χαρακτηριστικών της αστικής περιοχής, του είδους της βλάστησης και των γενικών μετεωρολογικών συνθηκών. Μελέτες και έρευνες έχουν δείξει ότι η θερμοκρασία εντός αστικών πάρκων είναι έως και 8°C χαμηλότερη από ότι στους γειτονικούς δομημένους χώρους. Έχει υπολογιστεί ότι η αύξηση της θερμοκρασίας καθώς απομακρυνόμαστε από ένα πάρκο είναι περίπου 0.4-0.6° C ανά 100 μέτρα .

3.4.i Σχεδιασμός της τοποθεσίας

Ο σχεδιασμός του χώρου και της δεντροφύτευσης δίνει τη δυνατότητα να αξιοποιηθούν οι ηλιακές και τοπογραφικές συνθήκες της τοποθεσίας. Ο προσανατολισμός του ήλιου, οι συνθήκες του ουρανού (καθαρός-νεφώδης) και η τοπογραφία είναι αλληλένδετα. Το γεωγραφικό πλάτος μιας τοποθεσίας καθορίζει το ύψος και το αζιμούθιο του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας, κάθε μέρα του χρόνου. Η διαμόρφωση του χώρου καθώς και παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν εν μέρει την ηλιακή πρόσβαση, επηρεάζονται από τους πιο πάνω παράγοντες. Μπορεί να αξιοποιηθεί η υπάρχουσα βλάστηση στο χώρο ώστε να ελεγχθούν οι καιρικές συνθήκες στο χώρο. Η βλάστηση μπορεί να παρέχει σκιά και δροσερό αέρα το καλοκαίρι και να προστατεύει από τον άνεμο το χειμώνα.

3.5 Εφαρμογή Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων- Εισαγωγή.

Στο κέλυφος του κτιρίου γίνονται ανταλλαγές θερμότητας, ανάμεσα στο κτίριο και το εξωτερικό περιβάλλον του. Τα κύρια αρχιτεκτονικά στοιχεία τα οποία ρυθμίζουν τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου είναι:

- Τα ανοίγματα του
- Η μάζα (δομικά στοιχεία απορρόφησης και αποθήκευσης θερμότητας)
- Οι μονώσεις

3.5.i Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου

προσανατολισμού. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα απαιτούν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα. Επί πλέον, πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τέλος, θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

3.5.ii Τρόποι προσαρμογής κτιρίων στις περιβαλλοντικές συνθήκες

Από την άποψη του κλίματος μπορούμε να διαιρέσουμε την Ελλάδα σε τρεις ζώνες. Η πρώτη, η 'παράκτια', περιλαμβάνει τα νησιά και τις περιοχές των ακτών, η δεύτερη, η πεδινή 'μεσόγειος' ζώνη, περιλαμβάνει τις πεδιάδες αλλά και τα μικρού ύψους βουνά και η τρίτη, η 'ορεινή', αναφέρεται στις ορεινές περιοχές της Ελλάδας. Τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά κάθε ζώνης είναι τα εξής:

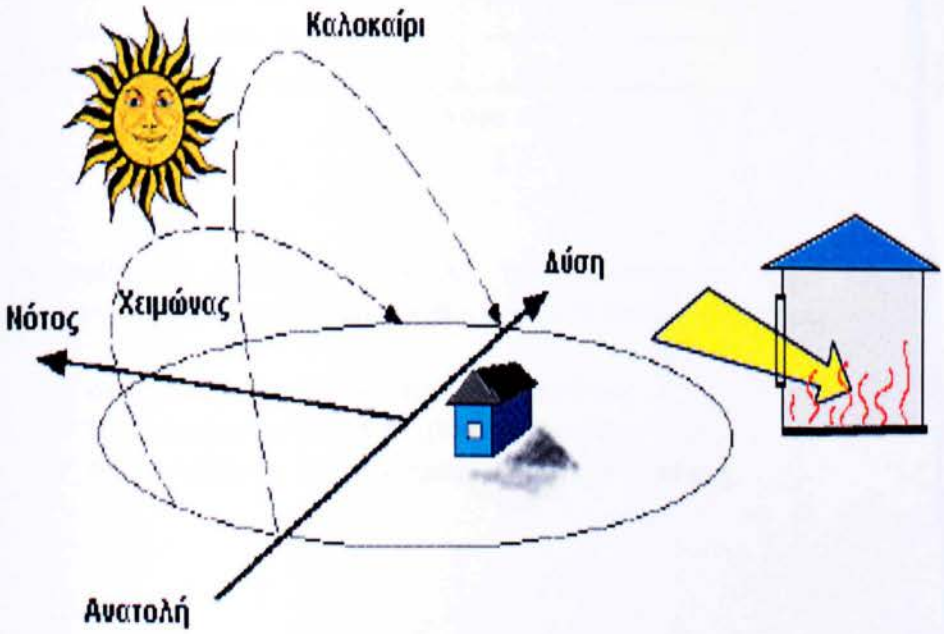
- **Πρώτη ζώνη:** ηλιοφάνεια στο μεγαλύτερο μέρος του έτους με παροδικές συννεφιές, συχνούς ψυχρούς βόρειους ανέμους το χειμώνα αλλά και το καλοκαίρι, μεγάλη εαρινή περίοδο με υψηλές θερμοκρασίες, διαρκείς και έντονες θαλάσσιες απόγειες αύρες.
- **Δεύτερη ζώνη:** βροχές και μερικές χιονοπτώσεις το χειμώνα και συννεφιές με κάποια διάρκεια,

καθαροί ουρανοί το καλοκαίρι και κάποτε κύματα καύσωνα, αφού οι βόρειοι άνεμοι δεν έχουν μεγάλη συχνότητα.

- **Τρίτη ζώνη:** ψυχρός χειμώνας με βροχές, συχνές χιονοπτώσεις και βόρειους ανέμους αλλά και ενίοτε με μέρες ηλιόλουστες, σχετικά ψυχρά καλοκαίρια με ισχυρούς ανέμους

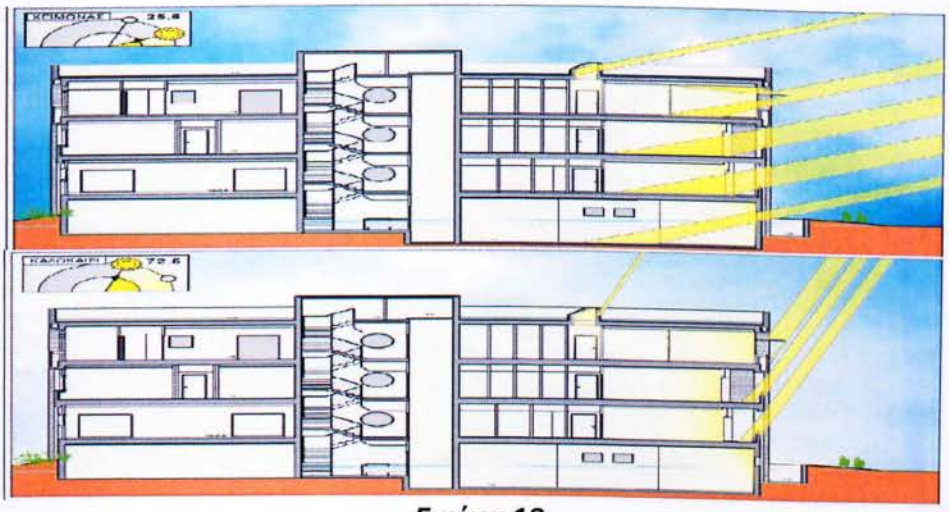
ΜΕΡΟΣ IV

Παθητικά Ηλιακά Συστήματα



Εικόνα 17

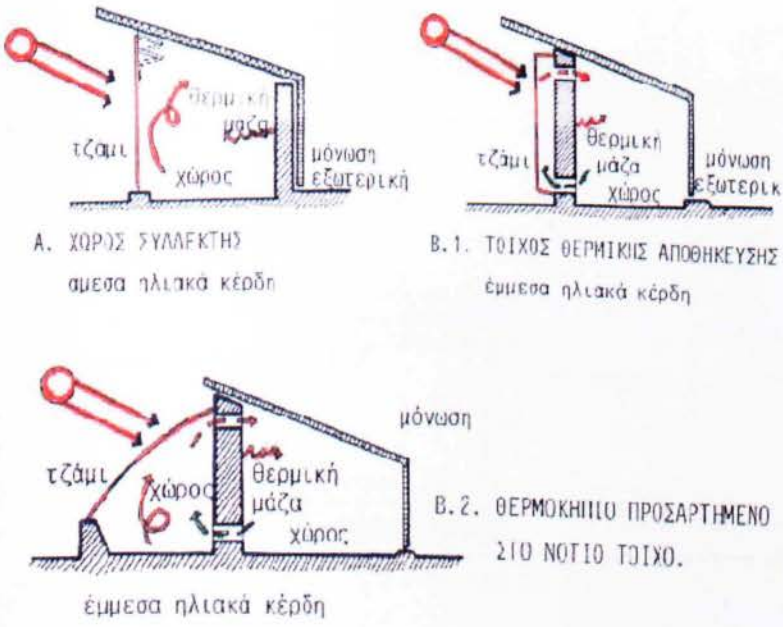
4.1 Τα παθητικά ηλιακά συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους



Εικόνα 18

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα ταξινομούνται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο θερμικής λειτουργίας τους:

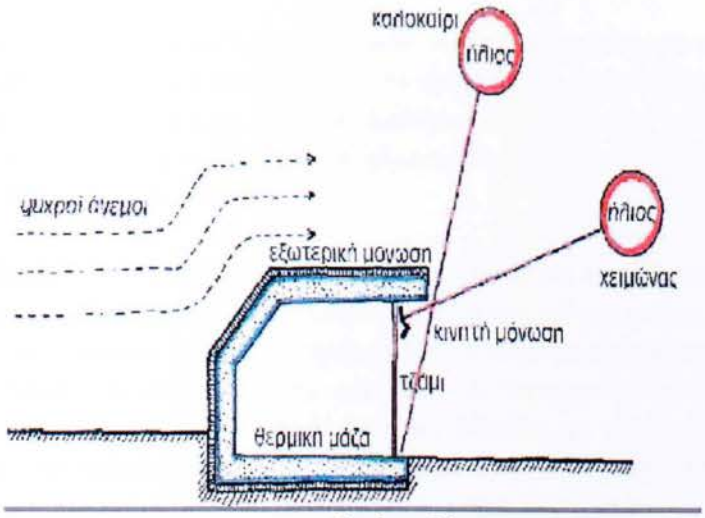
- **σε συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους**
- **σε συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους**
- **σε συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους**



Εικόνα 19

Το γυάλινο άνοιγμα αποτελεί χαρακτηριστικό στοιχείο του κελύφους, γιατί προσφέρει τη 'διαφάνεια', αναγκαίο στοιχείο για την επικοινωνία του εσωτερικού με τον έξω χώρο. Η εξέλιξη στην τεχνολογία του γυαλιού προσφέρει άπειρες δυνατότητες στη χρήση του είτε υπό την μορφή διάφανων κελυφών, είτε υπό μορφή επιλεκτικής διαφάνειας, ανάλογα με τις προθέσεις επικοινωνίας. Το γυάλινο άνοιγμα αποτελεί το απλούστερο σύστημα συλλογής της ηλιακής ενέργειας, αρκεί να είναι προσανατολισμένο προς το νότο (με αποκλίσεις ±6ο ανατολικά ή δυτικά του νότου. Τα νότια ανοίγματα συμμετέχουν πάντα θετικά στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου Οι παράγοντες που καθορίζουν την αποτελεσματική λειτουργία των συστημάτων με άμεσο κέρδος είναι:

- οι γυάλινες επιφάνειες να έχουν νότιο προσανατολισμό,
- η θερμική μάζα του κτιρίου να είναι επαρκής, έτσι ώστε να απορροφάται και να αποθηκεύεται η συλλεγείσα θερμότητα,
- το κέλυφος του κτιρίου να είναι θερμικά προστατευμένο στην εξωτερική πλευρά,
- τα ανοίγματα να είναι εξοπλισμένα με νυχτερινή μόνωση, δηλαδή κινητά εξώφυλλα μονωμένα ή έστω με εσωτερική θερμική προστασία.



Εικόνα 20

4.1.i Άμεσα ηλιακά κέρδη

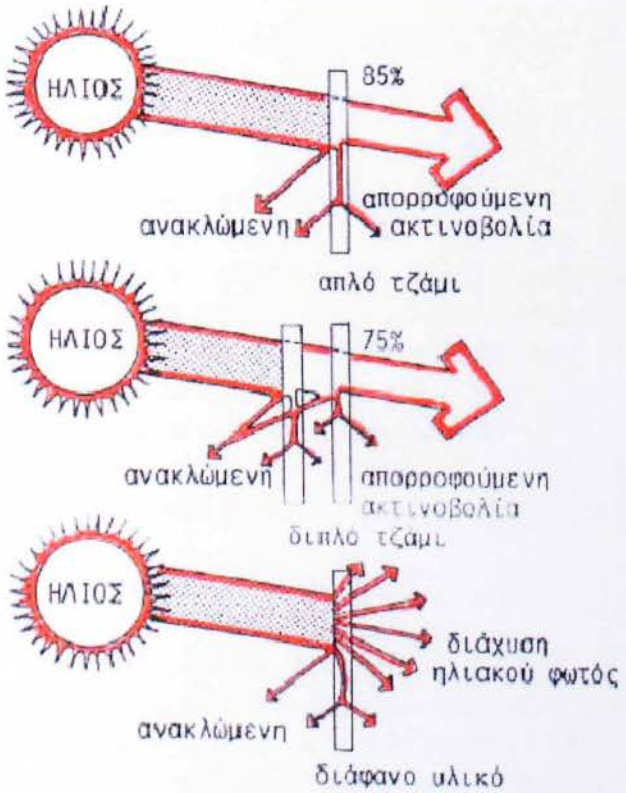
Το σύστημα του άμεσου ηλιακού κέρδους συνδέεται με τον προσδιορισμό των επιφανειών θερμικής αποθήκευσης, γιατί η ποσότητα της θερμότητας που αποθηκεύεται στην διάρκεια της ημέρας, αποδίδεται σταδιακά τη νύχτα, καθορίζοντας έτσι αφενός την απόδοση του συστήματος και αφετέρου τη διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας, άρα και τις συνθήκες θερμικής άνεσης. Με άλλα λόγια, αυτό που επιδιώκεται είναι, αφενός η επάρκεια θερμικής μάζας έτσι ώστε η αποθήκευση θερμότητας να καλύπτει τις ανάγκες του κτιρίου περισσότερες ώρες, επομένως η εφεδρική θέρμανση να λειτουργεί όσο το δυνατόν λιγότερες ώρες, αφετέρου η θερμοκρασία στο χώρο να μην παρουσιάζει μεγάλες αυξομειώσεις - πολύ υψηλή το μεσημέρι ή πολύ χαμηλή το βράδυ. Τα κριτήρια που ρυθμίζουν την αποθηκευτική ικανότητα των δομικών στοιχείων της κατασκευής είναι τα εξής:

- Η θέση της μάζας αποθήκευσης,

- Το μέγεθος της,

- Η κατανομή της στον εσωτερικό χώρο. Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, προέκυψε ότι η επιφάνεια της θερμικής αποθήκευσης πρέπει να είναι πολλαπλάσια σε σχέση με την γυάλινη επιφάνεια συλλογής της ηλιακής θερμότητας μέχρι και εννέα φορές μεγαλύτερη.

- Και, βεβαίως τα υλικά αυτής της μάζας πρέπει να έχουν μεγάλη θερμοχωρητική ικανότητα. Θεωρείται ότι ένας τοίχος πάχους 10εκ. αποθηκεύει επαρκή θερμότητα, ενώ το μεγαλύτερο από 20εκ. πάχος του τοίχου δεν προσφέρει καλύτερη απόδοση στο σύστημα. Επίσης, εφόσον πρόκειται για δάπεδο, το πάχος της πλάκας αποτελεί επαρκή μάζα για θερμική αποθήκευση, αρκεί η επίστρωση να γίνεται από υλικά βαριά, κεραμικά πλακάκια, μάρμαρο, ή πλάκες.



Εικόνα 21

Συμπεραίνοντας μπορεί να ειπωθεί ότι, το γυάλινο άνοιγμα αποτελεί τον πιο απλό και αποτελεσματικό συλλέκτη ηλιακής ενέργειας, υπό την προϋπόθεση ότι συνδυάζεται με σημαντική ποσότητα θερμικής μάζας και νυχτερινή θερμική προστασία των ανοιγμάτων με εξώφυλλά, ρολά ή παντζούρια, τα οποία είναι προτιμότερο να φέρουν περσίδες θερμομονωμένες.

Το μειονέκτημα του συστήματος του άμεσου ηλιακού κέρδους είναι ο κίνδυνος να παρουσιαστούν μέσα στο χώρο μεγάλες διακυμάνσεις θερμοκρασίες, μέγιστες και ελάχιστες, πράγμα που εξαρτάται από την ποσότητα της διαθέσιμης μάζας αποθήκευσης της θερμότητας.

4.1. ii Απόδοση του συστήματος

Η καλύτερη απόδοση του συστήματος άμεσου ηλιακού κέρδους, ως προς τη
θερμική του συμπεριφορά, εξαρτάται από τις εξής προϋποθέσεις:

- Ο προσανατολισμός των ανοιγμάτων να είναι νότιος, με αποκλίσεις $\pm 6^{\circ}$ ανατολικότερα ή δυτικότερα, γιατί έτσι δεσμεύεται το 90% περίπου της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα. Παράλληλα, το καλοκαίρι η ηλιοπροστασία αυτών των ανοιγμάτων είναι σχετικά πιο εύκολη με οριζόντια προστεγάσματα, σταθερά ή κινητά.
- Η κλίση του ανοίγματος ως προς τον ορίζοντα.
- Η κατακόρυφη θέση είναι προτιμότερη, γιατί δέχεται τον περισσότερο ήλιο τον χειμώνα, ενώ προστατεύεται εύκολα το καλοκαίρι.
- Το μέγεθος και η θέση του ανοίγματος

Το μέγεθος σχετίζεται άμεσα με το κλίμα της περιοχής και διαφοροποιείται ανάλογα με τον βαθμό θερμομόνωσης του κελύφους. Η θέση του ανοίγματος σχετίζεται με το βάθος του χώρου, έτσι ώστε η διανομή θερμότητας να είναι πιο ομοιόμορφη. Γενικά το βάθος του χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει την διάστασηπου ισούται με 2 ½ φορές το ύψος του ανοίγματος, μετρούμενο από το δάπεδο.

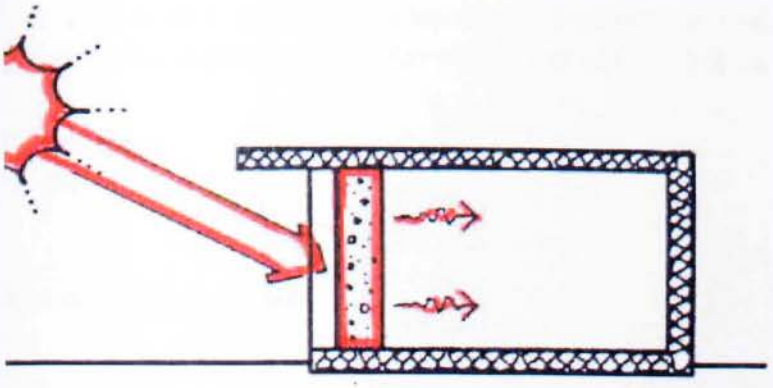
ΤΥΠΟΙ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ		
Π1		Απλό υαλοστάσιο - Πλαίσιο αλουμινίου
Π2		Απλό υαλοστάσιο - Πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή
Π3		Απλό υαλοστάσιο - Ξύλινο πλαίσιο
Π4		Διπλό υαλοστάσιο - Πλαίσιο αλουμινίου
Π5		Διπλό υαλοστάσιο - Πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή
Π6		Διπλό υαλοστάσιο - Ξύλινο πλαίσιο
Π7		Διπλό υαλοστάσιο χαμηλής εκπεμψιμότητας (Low-e) Πλαίσιο αλουμινίου
Π8		Διπλό υαλοστάσιο χαμηλής εκπεμψιμότητας (Low-e) Πλαίσια αλουμινίου με θερμοδιακοπή
Π9		Διπλό υαλοστάσιο χαμηλής εκπεμψιμότητας (Low-e) Ξύλινα πλαίσια

Εικόνα 22

Εικόνα 23

Την άμεση πρόσπτωση του ήλιου στα συμπαγή δομικά στοιχεία του κτιρίου - δάπεδο, τοίχους ή οροφή - γιατί έτσι αποθηκεύεται άμεσα η θερμότητα που συλλέγεται και επομένως το σύστημα λειτουργεί πιο αποδοτικά. Στην περίπτωση που η αποθήκευση της θερμότητας γίνεται έμμεσα, με την κίνηση του θερμού αέρα, απαιτείται μεγαλύτερη επιφάνεια θερμικής μάζας. Τον τύπο του γυαλιού - απλό διάφανο γυαλί ή γυαλί που διαχέει το φως προς όλες τις κατευθύνσεις του χώρου - και το οποίο συντελεί στην αποφυγή της θάμβωσης που προκαλείται από την άμεση πρόσπτωση των ακτινών του ήλιου στο επίπεδο εργασίας. Η επιλογή του κατάλληλου τύπου γυαλιού συναρτάται με τη χρήση του χώρου

4.2 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους



Εικόνα 24

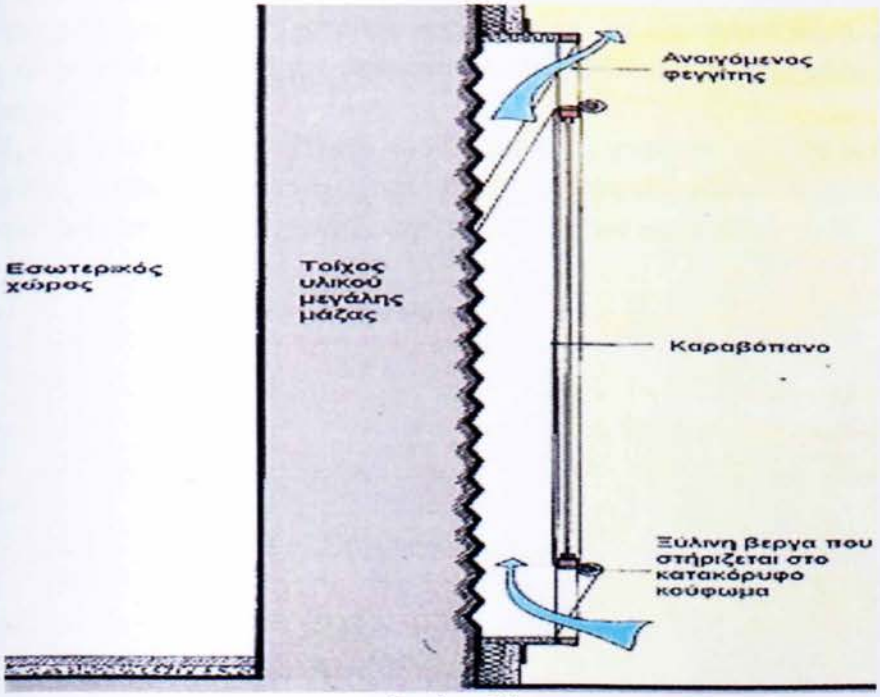
Τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους βασίζονται στην εξής αλληλουχίαθερμικής λειτουργίας: Ήλιος συλλογή (γυάλινη επιφάνεια) αποθήκευση (θερμική μάζα) θέρμανση (εσωτερικός χώρος). Τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους διακρίνονται σε :

- **ηλιακούς τοίχους μάζας**
- **ηλιακούς τοίχους ή τοίχους trombe και**
- **θερμοσιφωνικό πανέλο /Τοίχος Barra Constantini**

Είναι τοίχοι που φέρουν εξωτερικά γυάλινα ανοίγματα προσανατολισμένα στο νότο, γιατί αυτά εξασφαλίζουν τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο αέρας που βρίσκεται ανάμεσα στο γυαλί και στον τοίχο θερμαίνεται, οπότε αρχίζει και η απορρόφηση της θερμότητας, κατ' αρχήν από την εξωτερική επιφάνεια του τοίχου και κατόπιν από την υπόλοιπη μάζα του. Η αποθήκευση της ηλιακής θερμότητας στη μάζα του τοίχου γίνεται μέσω συναγωγής. Χαρακτηριστική ιδιότητα του τοίχου είναι η θερμοχωρητικότητα, η οποία εξασφαλίζει την αποθήκευση μεγάλης ποσότητας θερμότητας (αντίστοιχο φαινόμενο παρατηρείται στους θερμοσυσσωρευτές), πράγμα που συμβάλλει και στην χρονική υστέρηση ή διαφορά φάσης, έτσι ώστε η θερμότητα του τοίχου να αποδίδεται στον εσωτερικό χώρο αργά το βράδυ, παρατείνοντας, κατά κάποιο τρόπο, την απόδοση της

ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση του χώρου χωρίς τη χρήση συμπληρωματικής πηγής. Η επιλογή των υλικών και του πάχους των ηλιακών τοίχων μάζας πρέπει να γίνεται κατά τρόπο που να εξασφαλίζεται στην πράξη μια χρονική υστέρηση της τάξης των 6-8 ωρών, έτσι ώστε όταν ο αέρας στον εσωτερικό χώρο αρχίζει να ψύχεται, τότε να αποδίδεται θερμότητα από τον τοίχο μέσω ακτινοβολίας.

4.2.i Ηλιακοί τοίχοι μάζας



Εικόνα 25

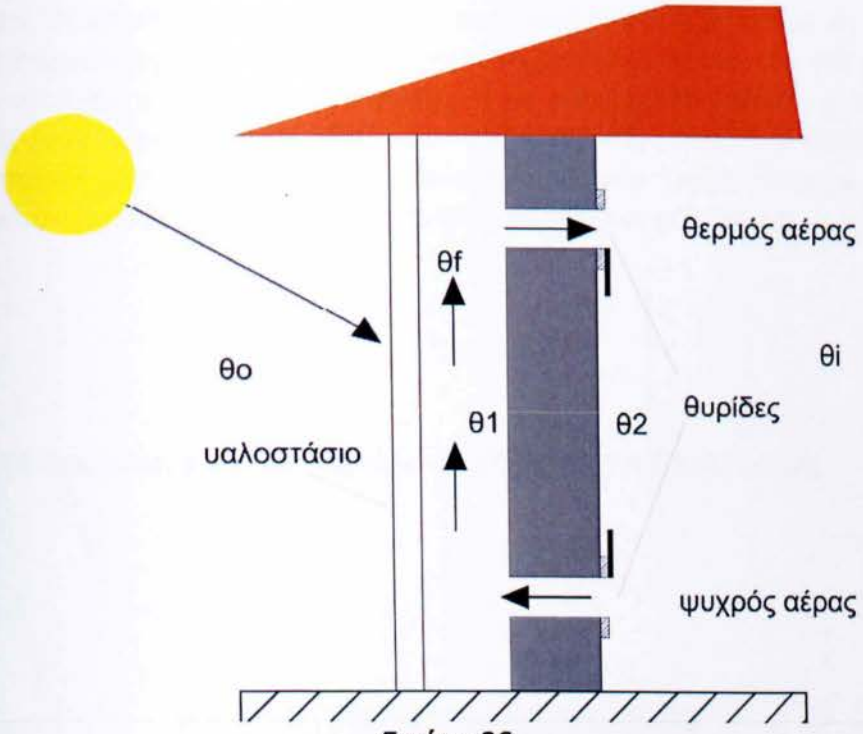
Το σύστημα του τοίχου Trombe αποτελείται επίσης από ένα τοίχο μάζας, ο οποίος συνδυάζεται με γυάλινη επιφάνεια σε απόσταση 4εκ. ως 10εκ. και με θυρίδες από επάνω προς τον εσωτερικό χώρο, που

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

διευκολύνουν την είσοδο του ψυχρού αέρα από κάτω και την έξοδο του ζεστού αέρα από πάνω προς τον εσωτερικό χώρο. Η ονομασία του τοίχου οφείλεται στο καθηγητή F. Trombe, του ερευνητικού κέντρου CNRS της Γαλλίας, ο οποίος μελέτησε και εφάρμοσε το σύστημα αυτό στα πρώτα ηλιακά σπίτια που κατασκευάστηκαν στο Odeillo της Γαλλίας το 1967. Η λειτουργία του τοίχου Trombe βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού και πραγματοποιείται με την κυκλοφορία του αέρα στο χώρο ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο, λόγω της άνωσης. Η λειτουργία του έχει ως εξής:

- Την ημέρα, όταν ο ήλιος προσπίπτει στο γυαλί, ο αέρας που βρίσκεται στο χώρο ανάμεσα στο τζάμι και τον τοίχο θερμαίνεται. Ο θερμός αυτός αέρας, λόγω ελαφρότητας, κινείται προς τα επάνω και φεύγει από την επάνω θυρίδα προς τον εσωτερικό χώρο. Ταυτόχρονα, το κενό που δημιουργείται καλύπτει ψυχρότερος αέρας που μπαίνει από την κάτω θυρίδα, ο οποίος ακολουθεί την ίδια διαδικασία. Έτσι, ζεστός αέρας, όχι υψηλής θερμοκρασίας, μπαίνει και ζεσταίνει τον εσωτερικό χώρο, ενώ παράλληλα ένα τμήμα της θερμότητας αποθηκεύεται και στη μάζα του τοίχου.
- Τη νύχτα, η λειτουργία αυτή προφανώς αντιστρέφεται, γι' αυτό οι δύο θυρίδες κλείνουν με καπάκια, οπότε η θέρμανση του χώρου συνεχίζεται μέσω της ακτινοβολούμενης θερμότητας από τον ζεστό τοίχο.

4.2.ii Ηλιακοί τοίχοι Trombe

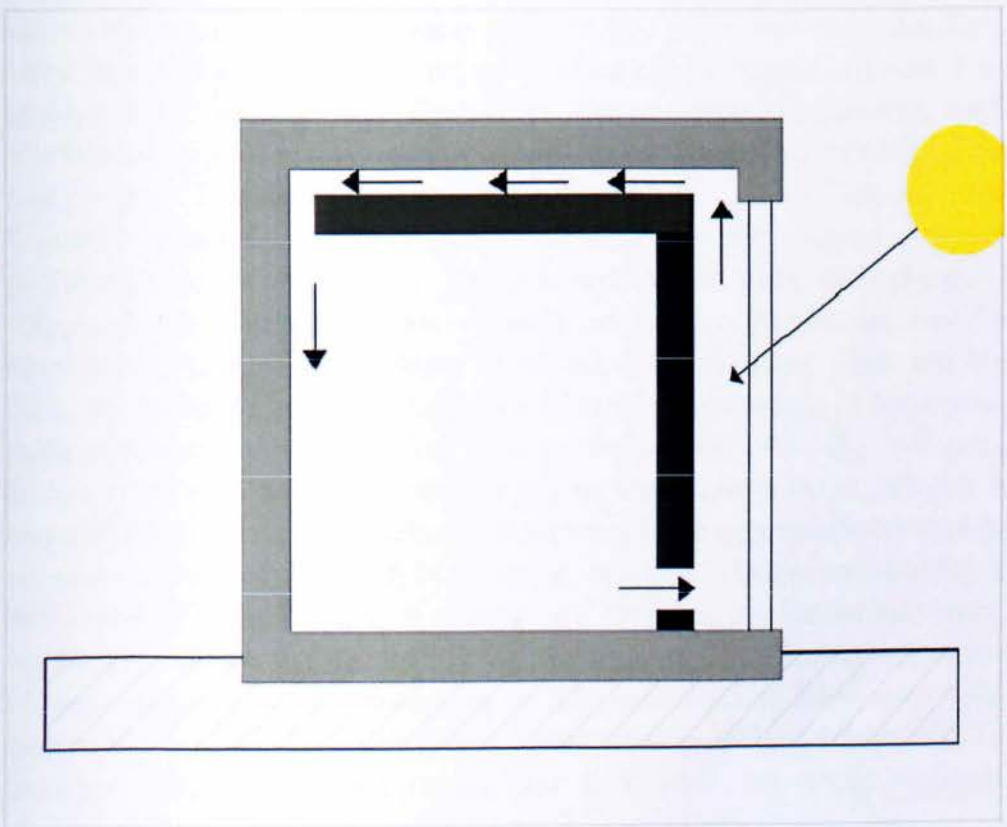


Εικόνα 26

Το σύστημα του ηλιακού τοίχου Trombe παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα, λόγω του απλού τρόπου κατασκευής του και της σχετικά σημαντικής απόδοσης του. Το γεγονός ότι μπορεί να θερμαίνει το χώρο άμεσα μέσω των θυρίδων τις πρωινές ώρες που παρατηρούνται και οι χαμηλότερες θερμοκρασίες, ενώ παράλληλα διατηρεί όλα τα πλεονεκτήματα της αποθήκευσης θερμότητας, άρα και της χρονικής υστέρησης, τον καθιστά πολύ αποτελεσματικό. Το μειονέκτημα του είναι ότι μπορεί να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης όταν η επιφάνεια του είναι πολύ μεγάλη, γιατί η είσοδος του ζεστού αέρα μέσω της θυρίδας δημιουργεί διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στο χώρο – δεν υπάρχει ομοιόμορφη κατανομή. Επίσης, παρά το γεγονός ότι εξωτερικά εμφανίζεται ως γυάλινη επιφάνεια, δεν επιτρέπει την διείσδυση του φωτός, τον αερισμό και την

οπτική επικοινωνία με τον έξω χώρο. Το καλοκαίρι η λειτουργία του τοίχου Trombe πρέπει να αντιστρέφεται. Δηλαδή, οι επάνω θυρίδες πρέπει να κλείνουν για να μην μπαίνει ζεστός αέρας στο χώρο, και ταυτόχρονα τμήμα του υαλοστασίου στο επάνω και στο κάτω μέρος, πρέπει να ανοίγει, ώστε να απομακρύνεται ο ζεστός αέρας προς τα έξω. Επίσης, η ηλιοπροστασία του είναι απαραίτητη για την αποφυγή της υπερθέρμανσης του. Αυτή μπορεί να γίνει στην εξωτερική πλευρά, έξω από το τζάμι με οριζόντια σκίαστρα ή με κατακόρυφη τέντα, ή στην περίπτωση που αυτή η λύση δεν είναι εφικτή, τότε τοποθετείται εσωτερικά στο κενό ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο κατακόρυφο σκίαστρο, προφανώς κινητό, για να απομακρύνεται το χειμώνα.

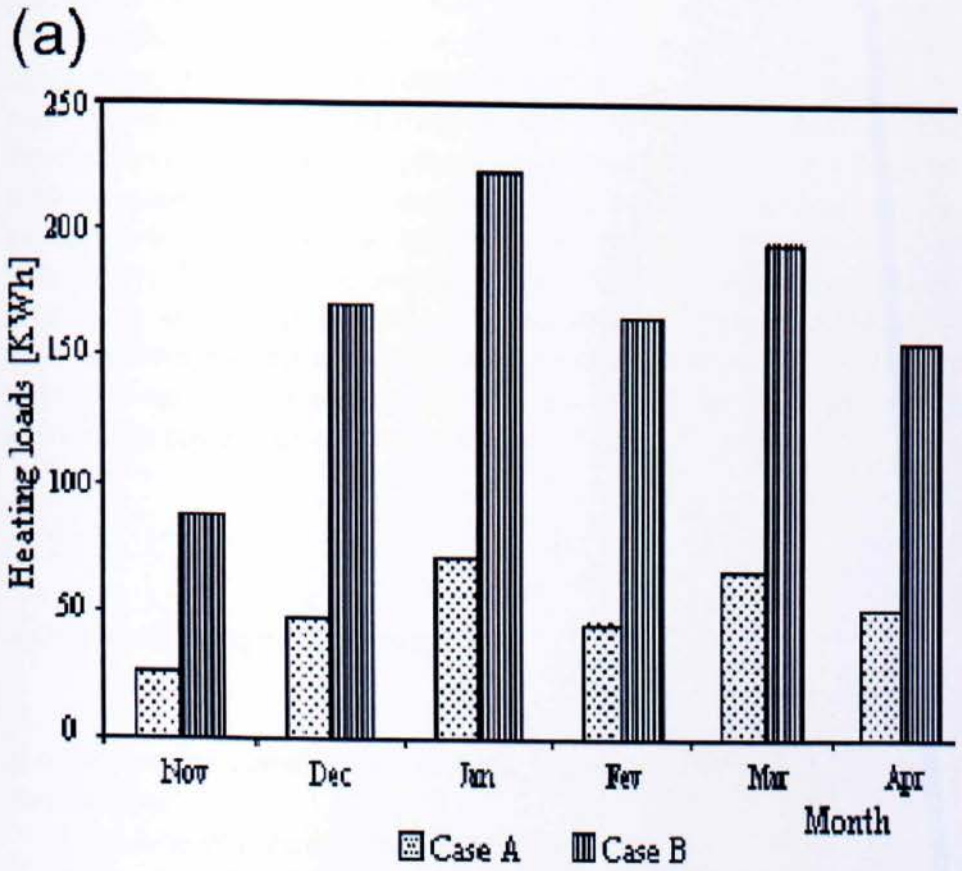
4.2.iii θερμοσιφωνικό πανέλο /Τοίχος Barra Constantini



Εικόνα 27

Αποτελεί σύστημα παρόμοιας κατασκευής και λειτουργίας με τον τοίχο Trombe Michel, αλλά **δίχως την ύπαρξη και λειτουργία της θερμικής μάζας**. Η βασική διαφορά από τον τοίχο μάζας θερμοσιφωνικής ροής είναι ότι ο τοίχος του θερμοσιφωνικού πανέλου απομονώνεται θερμικά από το διάκενο με χρήση θερμομονωτικής (συνήθως μεταλλικής) επικάλυψης και η μεταφορά θερμότητας γίνεται αποκλειστικά με συναγωγή (μεταφορά) από τον αέρα του διακένου και όχι με ακτινοβολία. Ο αέρας μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο, πάλι μέσω θυρίδων ή αγωγών. Σε αυτό το σύστημα, έχουμε ένα νότιο τοίχο από συμβατικά υλικά (μπετόν, τούβλα κ.λ.π.), σε συνδυασμό με υαλοστάσιο, ο οποίος πρέπει να είναι καλά μονωμένος εξωτερικά. Ένα στοιχείο ηλιακής συλλογής είναι τοποθετημένο μπροστά από τον τοίχο (μεταλλική επιφάνεια). Το χειμώνα , λόγω του μονωμένου τοίχου δεν έχουμε απώλειες θερμότητας, ενώ το καλοκαίρι αποφεύγουμε ηλιακά κέρδη. Ο ζεστός αέρας, εισρέει από άνω θυρίδες, κυκλοφορεί και διαπερνάει αρχικά οριζοντίως το κτήριο, μέσα από κανάλια ενσωματωμένα στο ταβάνι και έπειτα κυκλοφορεί γύρω από τοίχους και το πάτωμα, πριν επιστρέψει προς τα έξω μέσω των κάτω θυρίδων. Κατά αυτόν τον τρόπο θερμαίνονται ακόμα και τα βορινά δωμάτια. Έτσι έχουμε καλή διανομή θερμότητας σε όλο το κτήριο. Αντίστοιχα, κατά την θερινή περίοδο, ο κρύος νυχτερινός αέρας μπορεί να εισέλθει μέσω των κάτω θυρίδων, παρέχοντας δροσισμό . Από έρευνα του Πανεπιστημίου και του Κέντρου Ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών της Αλγερίας, διαπιστώθηκε ότι η εγκατάσταση ενός συστήματος – τοίχου Barra Constantini, σε συνδυασμό με μια βοηθητική μονάδα θέρμανσης, μπορεί να πετύχει εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι και 60-70%, σε σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης. Οι εκτιμήσεις πραγματοποιήθηκαν σε δύο όμοια σπίτια (Α) και (Β) σε τρεις διαφορετικές κλιματικές ζώνες της χώρας. Στην πρώτη (Α) περίπτωση, η παροχή θέρμανσης εξασφαλίστηκε από τον τοίχο θερμοσιφωνικής ροής και μια βοηθητική συσκευή θέρμανσης, ενώ στη δεύτερη κατοικία (Β), η θέρμανση εξασφαλίστηκε εξ ολοκλήρου από ένα συμβατικό σύστημα.. Αυτονόητο είναι ότι τα παθητικά συστήματα δεν επαρκούν για την κάλυψη των συνολικών αναγκών σε θέρμανση, για το λόγο αυτό είναι απαραίτητος ο συνδυασμός τους με βοηθητικές μονάδες θέρμανσης. Τα μηνιαία φορτία σε θέρμανση για μία από τις τρεις περιοχές

απεικονίζεται στο διάγραμμα 1, ενώ παρόμοια εικόνα παρουσιάζεται και για τις
άλλες κλιματικές ζώνες. Σε κάθε περίπτωση είναι προφανής η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται.



Εικόνα 28

4.2.iv Ηλιακοί τοίχοι και θερμική άνεση

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης και ο τοίχος Trombe εγγυώνται, σε μεγάλο βαθμό,

την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης. Η μέγιστη θερμοκρασία της εσωτερικής τους επιφάνειας, στην αρχή της νύχτας, φτάνει περίπου τους 25oC ενώ η αντίστοιχη ελάχιστη θερμοκρασία, η οποία παρατηρείται τις πρωινές ώρες, μπορεί να φτάσει ακόμη και στους 15 oC. Στην πράξη έχει διαπιστωθεί ότι, συνήθως, η ελάχιστη και η μέγιστη θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας του τοίχου κυμαίνεται από 18-22 oC, θερμοκρασίες οι οποίες βρίσκονται στα όρια της θερμικής άνεσης. Ο μόνος κίνδυνος που επισημαίνεται είναι η διακύμανση της θερμοκρασίας του τοίχου γύρω από μια χαμηλή μέση τιμή, κυρίως για περιοχές με κλίμα ψυχρό, όπου ενδεχομένως απαιτούνται πρόσθετα μέτρα θερμικής μόνωσης του τοίχου στη διάρκεια της νύχτας. Η καμπύλη της θερμοκρασίας στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου συγκρινόμενη με τη μέση ημερήσια θερμοκρασία του χώρου αλλά και του περιβάλλοντος, είναι αυξημένη μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στη λειτουργία του χώρου ως θερμοκηπίου.

Σχήμα 28. Ηλιακός τοίχος Trombe

4.2.v Απόδοση του συστήματος

Η απόδοση του συστήματος - ηλιακός τοίχος – εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

1. το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου,
2. το πάχος του τοίχου και τα υλικά της κατασκευής του,
3. το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του.

1) Το μέγεθος ένας επιφάνειας του τοίχου

Το μέγεθος ένας επιφάνειας του τοίχου καθορίζεται από τα εξής:

- το κλίμα ένας περιοχής, και κυρίως ένας θερμοκρασιακές διαφορές ανάμεσα σε ημέρα και νύχτα. Όσο η διαφορά αυτή μεγαλώνει τόσο πρέπει να αυξάνεται το μέγεθος ένας επιφάνειας του τοίχου, δηλαδή η δυνατότητα θερμικής αποθήκευσης.
- Το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, το οποίο καθορίζει την ποσότητα ένας προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Όσο το γεωγραφικό πλάτος μεγαλώνει τόσο μειώνεται η ένταση ένας ακτινοβολίας και συνεπώς πρέπει να αυξάνεται το μέγεθος ένας επιφάνειας του τοίχου συλλογής.

 Τον βαθμό θερμομόνωσης του κτιρίου, γιατί ένας χώρος καλά θερμομονωμένος έχει μικρότερες θερμικές απώλειες, άρα και λιγότερες απαιτήσεις σε θερμότητα για να διατηρηθεί η εσωτερική θερμοκρασία σε ανεκτά επίπεδα, επομένως απαιτείται μικρότερη επιφάνεια συλλογής θερμότητας.

2) Το πάχος του τοίχου και υλικά κατασκευής

Η διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας εξαρτάται και από το πάχος και τα υλικά κατασκευής του ηλιακού τοίχου. Όσο μεγαλύτερο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας έχει το υλικό κατασκευής, τόσο το πάχος του τοίχου πρέπει να αυξάνεται, για το λόγο ότι η θερμότητα διαπερνά ταχύτερα τη συλλεκτική
επιφάνεια και συνεπώς η χρονική υστέρηση μειώνεται. Από την πρακτική των εφαρμογών έχει προκύψει ότι:

 Για τοίχους κατασκευασμένους από μπετόν το βέλτιστο πάχος κυμαίνεται από 25-40 εκ., με χρονική υστέρηση 7-12 ώρες,

 Για τοίχους νερού το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται ανάμεσα στα 20-50 εκ., γιατί το νερό έχει μεγάλη θερμική αγωγιμότητα και θερμαίνεται ομοιόμορφα, ενώ παράλληλα αποβάλλει θερμότητα προς όλες τις κατευθύνσεις. Συνεπώς η απόδοση του συστήματος ελάχιστα επηρεάζεται από το πάχος του τοίχου,

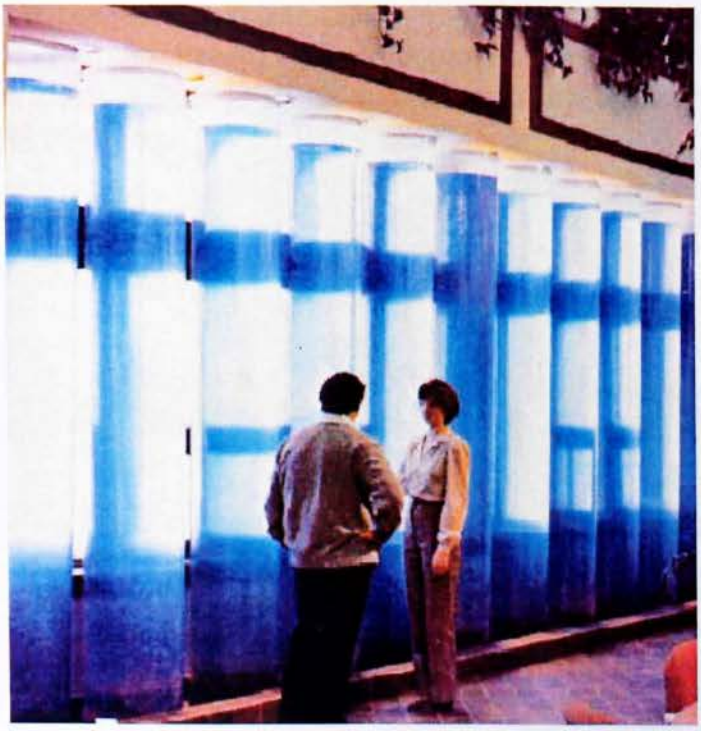
 Για τοίχους από τούβλο το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται γύρω στα 30 εκ. με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας γύρω στους 6 oC, και χρονική υστέρηση 8 ωρών περίπου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής τοίχου νερού αποτελεί η κατοικία του αρχιτέκτονα Steve Baer, που χτίστηκε στην Αλμπουκέρκη του Μεξικού. Η κατοικία είναι οργανωμένη σε πολυγωνικές κυψέλες, από τις οποίες η κάθε μια αποτελεί και ξεχωριστό χώρο. Οι τοίχοι νερού είναι προσανατολισμένοι στο νότο και προστατεύονται τη νύχτα με κινητά θερμομονωτικά πανέλα .

3) Τα χρώμα εξωτερικής επιφάνειας

Η ικανότητα απορρόφησης της θερμότητας από τον τοίχο – συλλέκτη επηρεάζεται και από το χρώμα της εξωτερικής του επιφάνειας. Τα σκούρα χρώματα απορροφούν γενικά περισσότερη θερμότητα. Το μαύρο χρώμα έχει τη μεγαλύτερη απορροφητικότητα, γι' αυτό και στις πρώτες εφαρμογές οι ηλιακοί τοίχοι είναι

βαμμένοι μαύροι. Αργότερα, χρησιμοποιήθηκαν και άλλα χρώματα: γκρι σκούρο, τούβλο κόκκινο, ακόμη και πέτρα.

4.3 Τοίχος νερού



Εικόνα 29

Ο τοίχος νερού μπορεί να θεωρηθεί ως αυτόνομο παθητικό σύστημα γιατί έχει ιδιαιτερότητα ως προς τη κατασκευή και το σύστημα. Είναι ένας τοίχος κατασκευασμένος από ένα πλαστικό ή μεταλλικό στεγανό δοχείο, σκούρου χρώματος που περιέχει νερό. Τοποθετείται στη θέση του τοίχου μάζας ή του τοίχου Trombe, και λειτουργεί κατά τον ίδιο τρόπο. Η διαφορά του από τον τοίχο μάζας και τον τοίχο Trombe οφείλεται στις θερμοδυναμικές ιδιότητες του νερού. Θερμαίνεται

γρηγορότερα, είναι μεγαλύτερη αποθήκη θερμότητας λόγω αυξημένης θερμοχωρητικότητας αλλά επίσης ψύχεται γρηγορότερα και γι' αυτό απαιτεί νυχτερινή προστασία του εσωτερικού χώρου. Πρόκειται για μια θερμοαπορροφητική επιφάνεια σκούρου χρώματος, τοποθετημένη στη νότια πλευρά του κτιρίου και καλυμμένη με υαλοστάσιο. Ο αεροσυλλέκτης δεν διαθέτει Σχήμα 29.Τοίχος νερού θερμική μάζα. Η θερμοαπορροφητική του επιφάνεια, ισχυρά μονωμένη στην πίσω της πλευρά μετατρέπει την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμική ενέργεια η οποία διοχετεύεται στον αέρα που κυκλοφορεί μεταξύ επιφάνειας και υαλοστασίου, θερμαίνοντας τον. Ο θερμός αέρας διοχετεύεται στο κτίριο με τον ίδιο τρόπο όπως στο θερμοκήπιο και στον τοίχο Trombe. Επειδή η λειτουργία του αεροσυλλέκτη δεν προϋποθέτει θερμική μάζα, μπορεί να τοποθετηθεί σε χώρο ανεξάρτητο από το κτίριο. Στην περίπτωση αυτή ο θερμός αέρας μεταφέρεται στο κτίριο μέσω καλά μονωμένων αγωγών.

Solar Components Water Wall

Εικόνα 30

4.4 Φυτεμένες στέγες-δώματα, φυτεμένοι τοίχοι

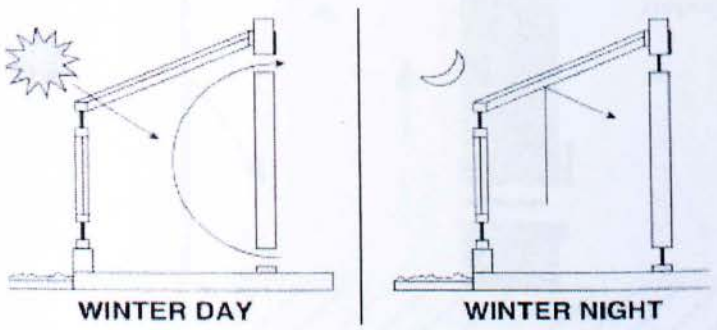
Στα κτίρια πόλεων υπάρχουν απέραντες επιφάνειες που δεν χρησιμοποιούνται ως λειτουργικοί χώροι, κυρίως οι στέγες και οι τοίχοι τους. Αυτές οι επιφάνειες θα μπορούσαν να καλυφθούν με τη βλάστηση (χλόη, πέργκολες, ή ακόμα και τα δέντρα) και θα άλλαζαν σημαντικά το μικροκλίμα γύρω τους. Εάν αυτό εφαρμοζόταν σε αστική κλίμακα, η θερμική επίδραση θα μπορούσε να είναι αξιοπρόσεχτη για μια ολόκληρη πόλη. Έτσι θα υπήρχε άμεση επίδραση στην εξοικονόμηση ενέργειας από κλιματισμό, θερμική άνεση στη πόλη, βελτίωση της ατμόσφαιρας, ψυχολογικά οφέλη στους κατοίκους της πόλης και εάν σχεδιάζεται κατάλληλα, και η αισθητική. Τα φυτά είναι ζωντανοί οργανισμοί που εκπνέουν υδρατμούς στον αέρα, ώστε να διατηρούν το μικροκλίμα γύρω τους σε αποδεκτές για εκείνα – και για εμάς – θερμοκρασίες. Για αυτή τη λειτουργία διαθέτουν αισθητήρια. Επίσης δεν αυξάνουν σημαντικά την επιφανειακή τους θερμοκρασία, στο βαθμό των δομικών υλικών το καλοκαίρι και σκιάζουν τις αστικές επιφάνειες. Στους τοίχους ο ρόλος του προσανατολισμού έχει ιδιαίτερη σημασία στην απόδοση του συστήματος. Όσο περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία λαμβάνουν οι επιφάνειες, τόσο μεγαλύτερο το θερμικό αποτέλεσμα των φυτεμένων τοίχων. Όταν και τα δώματα είναι φυτεμένα, ο ρόλος του προσανατολισμού είναι αμελητέος. Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο για την απόδοση του είναι ο ρόλος της αστικής γεωμετρίας. Όσο πιο πλατιοί είναι οι δρόμοι, τόσο εξασθενεί η θερμική επιρροή των φυτεμένων δωμάτων και τοίχων. Έτσι, σε αυτή τη περίπτωση ο συνδυασμός του αστικού κελύφους με φύτευση του δρόμου είναι πιο αποτελεσματικός. Όσο πιο ψηλά είναι τα κτίρια, τόσο πιο ισχυρή είναι η θερμική επιρροή των φυτεμένων τοίχων. Η εξοικονόμηση ενέργειας και η βελτίωση της θερμικής άνεσης είναι ξαιρετικά μετρήσιμες, γεγονός που καθιστά τα φυτεμένα κελύφη μία ποσχόμενη, ρεαλιστική λύση για το μετριασμό του φαινομένου ερμικής νήσου και τη βιωσιμότητα των πόλεων. Οι φυτεμένες στέγες αι τα δώματα βελτιώνουν σημαντικά τη θερμομόνωση της άνω πιφάνεια των κτιρίων τόσο για τη θερινή όσο και για τη χειμερινή ερίοδο.

4.5 Η ηλιοπροστασία ανοιγμάτων και ο φυσικός αερισμός/φωτισμόςΧώρων

Στα παραδοσιακά κτίσματα η θέση και οι διαστάσεις των ανοιγμάτων (παράθυρα, πόρτες) επιλέγονται με κριτήρια την ασφάλεια, τον νότι προσανατολισμό και σε αρκετές περιπτώσεις τη θέα προς μια κατεύθυνση, που βοηθά τον οπτικό έλεγχο μιας περιοχής είτε για λόγους λειτουργικούς Σχήμα 27. Απεικόνιση ηλιοπροστασίας ανοιγμάτων και φυσικού φωτισμού (άφιξη/αναχώρηση πλοίων) είτε για λόγους ασφάλειας (προσπέλαση). Είναι σχετικά περιορισμένων διαστάσεων και το σύνολο του εμβαδού τους σε μία όψη κυμαίνεται από το 1/5 έως το 1/10 της συνολικής επιφάνειας της συγκεκριμένης όψης. Έτσι δεν αυξάνονται οι θερμικές απώλειες. Από την άλλη πλευρά όμως, και ιδιαίτερα στις ορεινές περιοχές της χώρας, τα μικρά παράθυρα δεν εξασφαλίζουν στους χώρους επαρκή φυσικό φωτισμό, με αποτέλεσμα αυτοί να είναι σκοτεινοί και να φωτίζονται με τεχνητό τρόπο ή από τη φωτιά του τζακιού κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Κλιματικό στοιχείο αποτελούν τα συνεχή παράθυρα που παρουσιάζονται στους τελευταίους ορόφους των κτισμάτων της Κεντρικής και της Βόρειας Ελλάδας(Πήλιο, Αμπελάκια, Βέροια, Σιάτιστα κ.λπ.). Τα παράθυρα προέκυψαν από κλείσιμο του εξώστη που υπήρχε κατά το 17ο και 18ο αιώνα και εξυπηρετούσε το χώρο που χρησιμοποιούσε η οικογένεια το καλοκαίρι. Γι' αυτό και αρχικά δεν είχαν τζάμια, παρά μόνο απλά παντζούρια ('κανάτια', 'κεπέγκια', 'σκούρα') που προστατεύουντους χώρους από τον ήλιο και παράλληλα επέτρεπαν το συνεχή αερισμό τους. Θερμική μόνωση δεν απαιτούσε ο χώρος αυτός, οι τοίχοι του οποίου εξάλλου δεν ήταν από λιθοδομή ή πλινθοδομή, αλλά από λεπτά ξυλόπηκτα πετάσματα (τσατμάς, σαχνισί) στα οποία και εντάσσονται τα ανοίγματα. Όπως ήδη επισημάνθηκε, τα ανοίγματα, παράθυρα ή πόρτες στην ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική δεν ήταν γενικά μεγάλων διαστάσεων. Αυτό οφείλεται κυρίως στην προσπάθεια για προστασία του σπιτιού τόσο από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (ήλιο, ανέμους, βροχή) όσο και από τον κίνδυνο των παραβιάσεων. Οι μικρές σχετικά διαστάσεις τους περιόριζαν και τις θερμικές απώλειες το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι το σπίτι, έστω και όχι τόσο φωτεινό, ήταν δροσερό. Τζάμια στο 16ο, 17ο, και 18ο αιώνα δεν χρησιμοποιούνταν γιατί ήταν ακριβά και δυσεύρετα. Η προστασία των παραθύρων γινόταν με τα ξύλινα συμπαγή εξώφυλλα, που αργότερα εξελίχθηκαν και σε στοιχείο ηλιοπροστασίας. Όταν τα

τζαμιλίκια αρχίζουν να εμφανίζονται, τότε προκύπτει θέμα στήριξης τους στην υπάρχουσα κάσα. Στις περιοχές όπου υπήρχε τεχνογνωσία γύρω από τις ξύλινες κατασκευές η τοποθέτηση τους γίνεται εσωτερικά και τα εξώφυλλα ανοίγουν προς τα έξω. Σε άλλες όμως περιοχές, ιδιαίτερα στη νησιωτική Ελλάδα, υιοθετείται μια λύση απλούστερη, αλλά καθόλου πρακτική. Προστίθεται μια κάσα έξω από τα εξώφυλλα και εκεί αναρτώνται τα νέα υαλοστάσια. Έτσι μπορούν ν' ανοίγουν προς το εσωτερικό, όπως και τα παντζούρια, αλλά το παράθυρο δεν προστατεύεται από τον ήλιο, αφού τα εξώφυλλα είναι εσωτερικά. Γύρω στο 18ο αιώνα εμφανίζονται οι φεγγίτες, απομίμηση μορφών και στοιχείων της πρωτεύουσας του οθωμανικού κράτους της Κωνσταντινούπολης, που ανοίγονται πάνω από το παράθυρο στη ξύλινη κατασκευή του τοίχου (σαχνισί) και εξυπηρετούν τόσο τον αερισμό όσο και το φωτισμό του χώρου. Όμως πάνω σε αυτό το μάρμαρο ο τεχνίτης (π.χ. ο Τηνιακός) βρίσκει την ευκαιρία να εκδηλώσει όλο το ταλέντο το στη μαρμαρογλυφία.

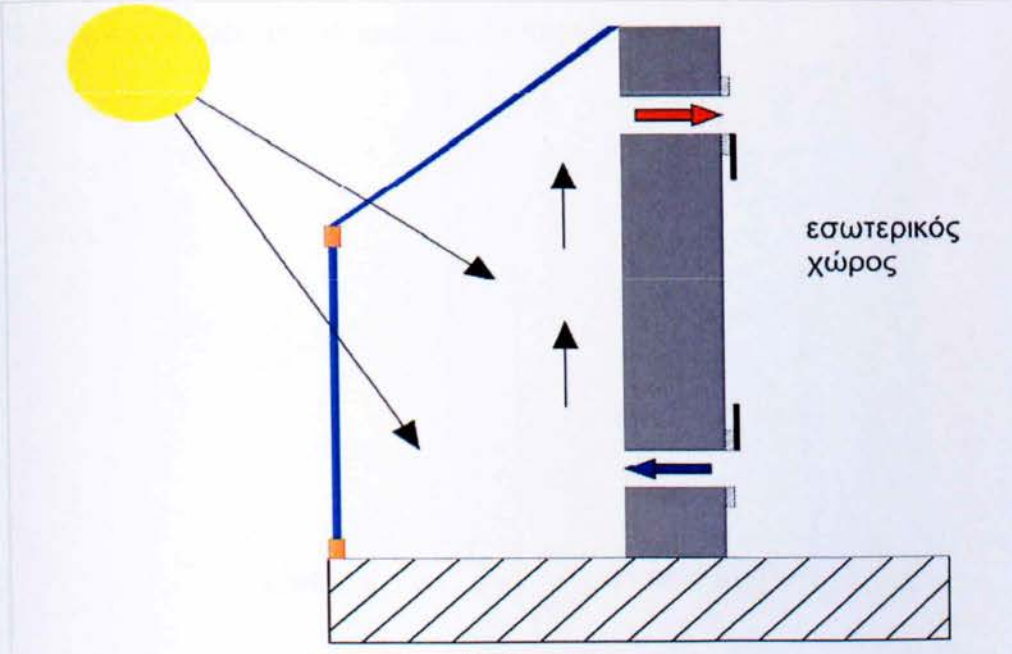
4.6 Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους



Εικόνα 31

Στα συστήματα αυτά ανήκουν οι ηλιακοί χώροι, τα θερμοκήπια και τα ηλιακά αίθρια. Οι ηλιακοί χώροι έκαναν την εμφάνιση τους τον 19ο αιώνα, κυρίως στην βόρεια και κεντρική Ευρώπη, υπό μορφή ημιυπαίθριων ή και κλειστών χώρων, ως συνέχεια της κατοικίας. Οι χώροι αυτοί, με πλούσια συνήθως βλάστηση, αποτελούσαν για το ψυχρό κλίμα της Β. Ευρώπης υποκατάστατο των υπαίθριων χώρων, οι οποίοι εμφανίζονται στην περιοχή της Μεσογείου. Σήμερα επανέρχονται στην αρχιτεκτονική, υπό μορφή ηλιακών χώρων ή θερμοκηπίων, συμβάλλοντας αποτελεσματικά στη συλλογή θερμότητας από τον ήλιο. Πρόκειται για χώρους λειτουργικά ενταγμένους στο κτίριο – για παράδειγμα στην κατοικία μπορεί να είναι συνέχεια και επέκταση του καθιστικού – και χρησιμοποιούνται ακόμη και το χειμώνα. Ο ηλιακός χώρος αποτελεί, κατά κάποιο τρόπο, ένα συνδυασμό παθητικού συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος και τοίχου θερμικής αποθήκευσης, ο οποίος μεταφέρει έμμεσα τη θερμότητα στον κατοικημένο χώρο.

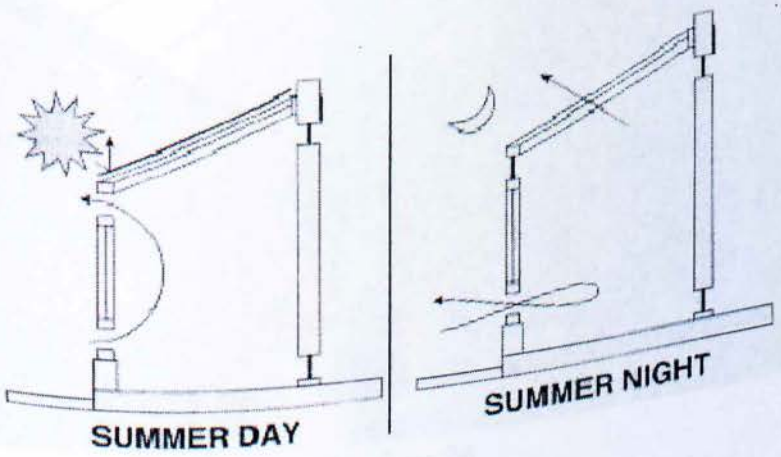
4.6.i Ηλιακός χώρος - Θερμική συμπεριφορά



Εικόνα 32

Στην διάρκεια της ημέρας, όταν υπάρχει ηλιοφάνεια, το υαλοστάσιο του θερμοκηπίου αφήνει την ηλιακή ακτινοβολία να περνά στο χώρο, να μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, η οποία απορροφάται από το δάπεδο ή τους διαχωριστικούς τοίχους που τυχόν υπάρχουν ανάμεσα στο κτίριο και το θερμοκήπιο. Το θερμικό ισοζύγιο την ημέρα είναι θετικό, δηλαδή τα κέρδη είναι μεγαλύτερα από τις θερμικές απώλειες. Τη νύχτα, όμως, ο ηλιακός χώρος αποβάλλει συνεχώς θερμότητα προς τα έξω, πολύ μεγαλύτερη μάλιστα ποσότητα όταν η οροφή του είναι γυάλινη και εκτεθειμένη στην ατμόσφαιρα. Έτσι, πολύ γρήγορα η θερμότητα που συγκεντρώθηκε την ημέρα αποβάλλεται και συνεπώς το θερμικό ισοζύγιο επίσης γρήγορα μετατρέπεται σε αρνητικό. Το συνολικό ημερήσιο θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου εκφράζεται από μια διακύμανση της θερμοκρασίας, όπου η μέγιστη είναι αρκετά υψηλότερη, ενώ η ελάχιστη είναι πολύ κοντά στην εξωτερική θερμοκρασία. Εάν μάλιστα παρθεί διάρκειας του 24ωρου, τότε παρατηρείται συχνά το θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου να είναι αρνητικό, κυρίως όταν δεν προβλέπεται καμιά νυχτερινή προστασία. Το καλοκαίρι η λειτουργία του θερμοκηπίου αντιστρέφεται. Το εσωτερικό του περνά από συνθήκες υπερθέρμανσης την ημέρα σε μια ανεπαρκή ψύξη τη νύχτα, διατηρώντας όλο το 24ωρο θετικό το θερμικό ισοζύγιο, το οποίο επιβαρύνει και το κτίριο .

4.6.ii Απόδοση συστήματος ηλιακού χώρου



Εικόνα 33

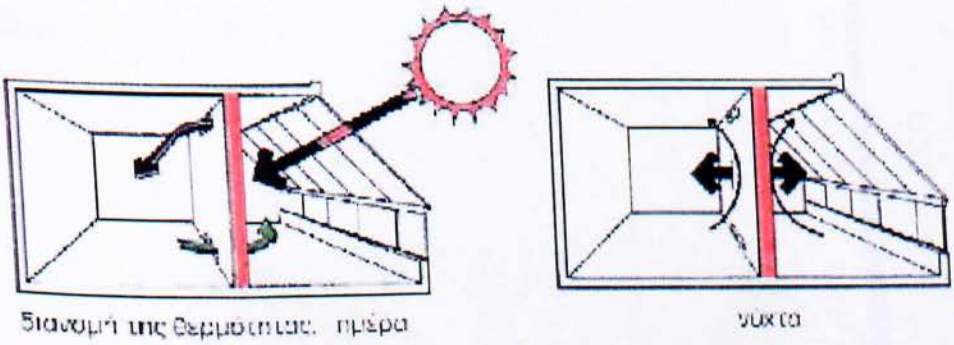
Ωστόσο, εάν προβλεφθούν κατάλληλες ρυθμίσεις στο κέλυφος του θερμοκηπίου, όπως νυχτερινή προστασία το χειμώνα για τη μείωση των θερμικών απωλειών κα ηλιοπροστασία συνδυασμένη με αερισμό το καλοκαίρι, τότε ο ηλιακός χώρος –θερμοκήπιο αποδεικνύεται ένα σύστημα παθητικό εξαιρετικά χρήσιμο και αποδοτικό ως προς τη συνεισφορά του σε ηλιακά κέρδη, ενώ παράλληλα αποτελεί ένα ενδιαφέρον αρχιτεκτονικό στοιχείο, τόσο ως προς την κάλυψη λειτουργικών αναγκών, όσο και ως προς την αισθητική του. Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την θερμική απόδοση του ηλιακού χώρου είναι:

- Ο προσανατολισμός και η σύνδεση του με το κτίριο,
- Το μέγεθος του,
- Τα υλικά κατασκευής και η κλίση του υαλοστασίου.

4.6 iii Προσανατολισμός και σύνδεση με το κτίριο

Εικόνα 34

Το θερμοκήπιο προσαρτάται στη νότια πλευρά του κτιρίου, καλύτερα σε σχήμα επίμηκες, με βάθος σχετικά μικρό (μικρότερο των 2,50 μ.). Η λειτουργία του καθίσταται πιο αποτελεσματική όταν συνδέεται άμεσα με τον τοίχο θερμικής αποθήκευσης, ο οποίος μπορεί να αποτελεί και τον διαχωριστικό τοίχο ανάμεσαστο θερμοκήπιο και το κυρίως κτίριο. Εάν μάλιστα, το θερμοκήπιο ενσωματώνεται στο κτίριο, έτσι ώστε να περικλείεται ανατολικά και δυτικά με τοίχους, τότε η απόδοση του είναι ακόμη μεγαλύτερη, γιατί μειώνονται οι θερμικές απώλειες, ενώ ταυτόχρονα μεταφέρεται θερμότητα από τους πλαϊνούς τοίχους προς τον εσωτερικό χώρο. Οι τοίχοι που αποθηκεύουν θερμότητα δεν πρέπει να είναι θερμομονωμένοι, γιατί παρεμποδίζεται η διείσδυση της θερμότητας που συλλέγεται από το θερμοκήπιο στον εσωτερικό χώρο. Επειδή ο χώρος του θερμοκηπίου χρησιμοποιείται και ως χώρος παραμονής από τους χρήστες, απαιτούνται ανοίγματα για την επικοινωνία του με το εσωτερικό του κτιρίου. Αυτό σημαίνει ότι ο διαχωριστικός τοίχος διακόπτεται από μπαλκονόπορτα ή παράθυρο, από τα οποία μπορεί να μεταφέρεται η ζέστη πιο άμεσα στον εσωτερικό χώρο. Σχήμα 30. Παράδειγμα προσαρτημένων θερμοκηπίων 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 κτίριο με επί πλέον θερμότητα. Τα θερμοκήπια που ενδεχομένως προσαρτώνται στους άλλους προσανατολισμούς, ανατολικά ή δυτικά, έχουν κάποια μικρή θετική συνεισφορά στο κτίριο, υπό τον όρο ότι συνδέονται με δομικά στοιχεία μεγάλης θερμοχωρητικότητας .Το μέγεθος του χώρου αποτελεί συνάρτηση των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου σε θέρμανση και των τοπικών κλιματικών συνθηκών. Επίσης, η διαστασιολόγηση του συστήματος εξαρτάται και από τον βαθμό θερμομόνωσης του κτιρίου, αλλά και την προστασία του ίδιου του θερμοκηπίου τις νυχτερινές ώρες το χειμώνα.



Διανομή της θερμότητας: μέρα νύχτα

Εικόνα 35

4.6.iv Υλικά κατασκευής και κλίση υαλοστασίου

Τα υλικά κατασκευής του ηλιακού χώρου πρέπει να είναι διαφανή, από καθαρό γυαλί, με διπλό τζάμι για καλύτερη θερμική προστασία. Τα στοιχεία στήριξης των τζαμιών μπορούν να είναι από ξύλο ή μέταλλο ανάλογα με τις επιλογές που έχουν γίνει και για τα υπόλοιπα ανοίγματα. Η κλίση του περιμετρικού υαλοστασίου επηρεάζει την απόδοση του συστήματος, γιατί καθορίζει την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στη γυάλινη επιφάνεια και την διαπερνά. Η καλύτερη κλίση είναι από 40-60ο, ως προς την οριζόντια, γιατί ο ήλιος προσπίπτει πιο κάθετα το χειμώνα. Ωστόσο, επειδή η κλίση αυτή δημιουργεί δυσκολίες για τη σκίαση των τζαμιών το καλοκαίρι, αποδεκτή είναι και η κατακόρυφη τοποθέτηση των γυάλινων στοιχείων του θερμοκηπίο .

4.7 Ηλιακό αίθριο

Εικόνα 36

Πρόκειται για ενδιάμεσο χώρο ο οποίος καλύπτεται με γυάλινη οροφή. Μπορεί να περιβάλλεται από κτίρια, οπότε καθίσταται κλειστός χώρος που επικοινωνεί μόνο μέσα από αυτά, ή μπορεί να αποτελεί και μεταβατικό χώρο, ανάμεσα στο ύπαιθρο και τα κτίρια, όπως συμβαίνει συχνά σε εμπορικές στοές ή διαδρομές σε δημόσιους χώρους. Το αίθριο συμβάλλει στην δημιουργία ενός ευχάριστου χώρου, θερμικά πιο άνετου, και λειτουργικά χρήσιμου, ο οποίος προστατεύεται από τη βροχή, αλλά και από τις χαμηλές θερμοκρασίες. Το ηλιακό αίθριο συναντάται σε χώρους με δημόσια δραστηριότητα ή κτίρια όπου συγκεντρώνεται μεγάλος αριθμός ατόμων, δημιουργώντας έτσι εσωτερικές μικρές πλατείες, οι οποίες φωτίζονται από ψηλά. Από εφαρμογή που έχει γίνει σε συγκρότημα κατοικιών στην Avignon της Γαλλίας προέκυψε ότι το ηλιακό αίθριο εξασφαλίζει μια θερμοκρασία στο χώρο γύρω στους 15oC, το χειμώνα. Παράλληλα προσφέρει στα

κτίρια της βορεινή τους πλευρά μια συνεισφορά σε ηλιακά κέρδη, αλλά και προστασία από τις εξωτερικές ψυχρές συνθήκες. Το καλοκαίρι η γυάλινη οροφή ανοίγει, εξασφαλίζοντας έτσι την απομάκρυνση του ζεστού αέρα και την δημιουργία ευχάριστων συνθηκών διαμονής. Οι κατοικίες, όπως περιγράφεται, είναι οικονομικές σε κατανάλωση ενέργειας, άνετες και υγιεινές. Σήμερα η χρήση του αίθριου αποτελεί επιλογή στην αρχιτεκτονική, γιατί διασφαλίζει τη φωτεινότητα τόσο του ίδιου του αίθριου, όσο και των χώρων που το περιβάλλουν. Ανάλογες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί για τους ακάλυπτους χώρους που δημιουργούνται στο εσωτερικό των οικοδομικών τετραγώνων, στον αστικό ιστό των ελληνικών πόλεων. Τα αποτελέσματα αυτών των μελετών είναι θετικά και καθιστούν φανερή την ανάγκη εξυγίανσης αυτών των χώρων και τη μετατροπή τους σε πυρήνες πρασίνου, θερμικά ευχάριστους και κοινωνικά χρήσιμους. Η ενοποίηση των εσωτερικών ακάλυπτων χώρων και η ενδεχόμενη μετατροπή τους σε ηλιακούς χώρους, συμβάλλει στη μείωση των θερμικών απωλειών των παρακείμενων πολυκατοικιών και επαυξάνει τα θερμικά κέρδη από τον ήλιο, ιδιαίτερα για τις βορεινές πολυκατοικίες. Παράλληλα αναβαθμίζεται αυτό, το υπό εγκατάλειψη περιβάλλον, που σήμερα αποτελεί εστία μόλυνσης λόγω συγκέντρωσης σκουπιδιών, προσφέροντας έτσι πολύτιμο ελεύθερο χώρο για κοινωνικές δραστηριότητες.

Εικόνα 37

4.8 Συστήματα αποθήκευσης ενέργειας

Τα φορτία για θέρμανση και κλιματισμό ενός κτιρίου δεν είναι σταθερά αλλά παρουσιάζουν μια εποχιακή και ημερήσια διακύμανση. Με τη χρήση συστημάτων αποθήκευσης θερμότητας τα φορτία αυτά μπορούν να διαχειριστούν και να μειωθεί η χρήση μηχανικών συστημάτων κατά τις περιόδους αιχμής. Σκοπός της αποθήκευσης της θερμότητας είναι η διατήρηση της πλεονάζουσας θερμότητας και η απελευθέρωση της όταν απαιτείται. Υπάρχουν δύο διαδικασίες αποθήκευσης της θερμότητας, η άμεση και η έμμεση αποθήκευση. Κατά την άμεση αποθήκευση, ένα μέρος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας σε ένα υλικό απορροφάται και αποθηκεύεται στη μάζα του στη μορφή θερμότητας. Στην περίπτωση της έμμεσης αποθήκευσης, όταν ο περιβάλλοντας αέρας γύρω από ένα σώμα ή η θερμοκρασία των γύρω σωμάτων είναι υψηλότερη τότε λόγω της αυθόρμητης τάσης των σωμάτων για θερμική ισορροπία το ψυχρότερο σώμα απορροφά θερμότητα από τα θερμότερα. Σχήμα 31.Σύστημα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας (Τοίχος μάζας) Τα συστήματα άμεσης αποθήκευσης θερμικής ενέργειας εμπίπτουν στον ευρύτερο σχεδιασμό για τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων για θέρμανση. Οι μεγάλοι υαλοπίνακες με νότιο προσανατολισμό, όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα, η μεγάλη θερμική μάζα για την αποθήκευση της πλεονάζουσας Θερμότητας (ξύλινα πατώματα κλπ) και η μείωση των θερμικών απωλειών είναι οι κυριότεροι παράγοντες οι οποίοι ευνοούν την άμεση αποθήκευση θερμότητας. Για την έμμεση αποθήκευση θερμότητας από τα πιο διαδεδομένα συστήματα είναι τα συστήματα τοίχου μάζας. Κατασκευασμένος από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και τοποθετημένος στην νότια πλευρά του κτιρίου, λειτουργεί ως μέσο συλλογής και αποθήκευσης της ηλιακής ακτινοβολίας. Η συλλογή της θερμικής ενέργειας πραγματοποιείται με τη συμβολή ενός υαλοστασίου πολύ κοντά τοποθετημένου στον τοίχο, το οποίο σε συνδυασμό με το ενδιάμεσο στρώμα αέρα την εμποδίζουν να ακτινοβοληθεί πίσω στο περιβάλλον. Η θερμική ενέργεια που συλλέγεται στη συνέχεια απορροφάται από τον τοίχο και μεταδίδεται σταδιακά με αγωγή προς τους υπόλοιπους χώρους. Γενικότερα, οι τοίχοι μάζας είναι σε θέση να παρέχουν ελεγχόμενα ηλιακή θερμότητα στον εσωτερικό χώρο χωρίς τη χρήση παραθύρων και άμεσου ηλιακού φωτός, αποφεύγοντας τα τιθανά προβλήματα από την θάμβωση και υπερθέρμανση. Μια γνωστή

παραλλαγή του τοίχου μάζας είναι ο τοίχος Trombe. Η υψηλή θερμοχωρητικότητα του νερού το καθιστά σημαντική εναλλακτική ως μέσο αποθήκευσης θερμότητας. Επιπλέον, λόγω της φύσης του νερού, η θερμότητα μεταδίδεται εξίσου σε όλο τον όγκο του μέσου, καθιστώντας το θερμικά ομοιογενές. Οι σχεδιαστές παθητικών ηλιακών συστημάτων έχουν πειραματιστεί με πλειάδα.θερμικών αποθηκευτικών δεξαμενών νερού και κυρίως με δεξαμενές εντός των τοίχων (SBTM). Καθώς το νερό θερμαίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία, η θερμότητα μεταδίδεται ταχύτατα σε όλο τον όγκο του μέσου με συναγωγή και ο εσωτερικός χώρος θερμαίνεται από την ακτινοβολούμενη θερμότητα μέσο του τοίχου, όπως φαίνεται και στο διπλανό σχήμα. Τέλος, δεν μπορεί κανείς να παραβλέψει τα οφέλη από την ανάκτηση θερμότητας από τα απορριπτόμενα θερμά ρεύματα, αέρια και υγρά, που προκύπτουν από τη λειτουργία ενός κτιρίου. Περιβαλλοντικά φιλικά, οικονομικά και ενεργειακά αποδοτικά σπίτια αλλά και άνετα, διαθέτουν ένα καλά μονωμένο κέλυφος, στεγανοποιημένο για την διατήρηση της θερμότητας εντός του κτιρίου. Για να μην υπάρχει συσσώρευση στάσιμου και μη ανανεωμένου αέρα στο κτίριο έχει προκύψει η ανάγκη για εξαερισμό. Η απλή εισαγωγή φρέσκου καθαρού αέρα και η απομάκρυνση του προηγούμενου παλαιού αέρα θα προκαλούσε τεράστιες θερμικές απώλειες στο κτίριο. Επομένως η λύση είναι η μεταφορά θερμότητας από το εξερχόμενο αέριο ρεύμα στο εισερχόμενο ρεύμα φρέσκου αέρα κατά τη διαδικασία του εξαερισμού.Η ανάκτηση θερμότητας μέσω του εξαερισμού, δηλαδή ουσιαστικά την εναλλαγή θερμότητας μεταξύ δύο αέριων ρευμάτων, απαιτεί την ύπαρξη ενός συστήματος εξαερισμού με ένα εναλλάκτη θερμότητας κατ' αντιρροή όπου τα δύο αέρια ρεύματα θα ανταλλάσουν θερμότητα. Υπάρχουν δύο τύποι συστημάτων ανάκτησης θερμότητας από τα αέρια ρεύματα του εξαερισμού. Το ένα αφορά την ανάκτηση απλώς της θερμότητας από το εξερχόμενο ρεύμα αέρα (heat-recovery ventilators (1) – HRV) και το άλλο την ανάκτηση τόσο της αισθητής όσο και της λανθάνουσας θερμότητας (enthalpy-recovery ventilators (2) - ERV). Η κύρια διαφορά ανάμεσα στα δύο συστήματα έγκειται στον τρόπο λειτουργίας του εναλλάκτη θερμότητας. Τα συστήματα ανάκτησης ενθαλπίας εκτός από τη θερμότητα ανακτούν και ένα μέρος της υγρασίας από τον εξερχόμενο αέρα . Κατά τους χειμερινούς μήνες όπου ο εισερχόμενος εξωτερικό αέρας είναι λιγότερο υγρός από τον εσωτερικό, τα συστήματα ανάκτησης ενθαλπίας βοηθούν στην διατήρηση σταθερών επιπέδων υγρασίας εντός του κτιρίου. Το καλοκαίρι συμβαίνει το αντίθετο, με τον εξερχόμενο αέρα να είναι,

θεωρητικά τουλάχιστον, ξηρότερος από τον εισερχόμενο και να απορροφά μέρος της υγρασία του, βοηθώντας και πάλι στον έλεγχο των επιπέδων υγρασίας στο κτίριο. Ανάκτηση θερμότητας μπορεί να πραγματοποιηθεί και από τα θερμά ρεύματα νερού τα οποία απορρίπτονται συνήθως στους υπονόμους χωρίς να αξιοποιούνται. Η θερμότητα που απορρίπτεται αντιπροσωπεύει περίπου το 80-90% της ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του νερού σε ένα σπίτι. Τα συστήματα ανάκτησης θερμότητας από τα ρεύματα των απόβλητων νερών (drainwater ή greywater) χρησιμοποιούν την ανακτώμενη θερμότητα για την προθέρμανση του νερού το οποίο εισέρχεται στον θερμοσίφωνα ή καταλήγει σε άλλες εφαρμογές. Οι τεχνικές ανάκτησης θερμότητας από τα απόβλητα νερά έχουν καλή εφαρμογή με όλους τους τύπους θερμοσιφώνων και ειδικά με τους ηλιακούς. Οι εναλλάκτες αυτοί μπορούν να ανακτούν θερμότητα και από το ζεστό νερό το οποίο χρησιμοποιείται σε μπάνια, ντους, νεροχύτες πλυντήρια πιάτων και ρούχων. Για τη χρήση τους με πλυντήρια πιάτων ή ρούχων θα πρέπει να υπάρχει και μια μονάδα με τη δυνατότητα αποθήκευσης της ανακτώμενης θερμότητας. Χωρίς τη μονάδα αυτή θα υπάρχει η δυνατότητα για ενεργειακά οφέλη μόνο όταν υπάρχει ταυτόχρονη ροή κρύου νερού και θερμού απόβλητου νερού, όπως όταν κάνει κανείς μπάνιο για παράδειγμα. Τα συστήματα χωρίς αποθηκευτικό μέσο, έχουν συνήθως ένα χάλκινο εναλλάκτη θερμότητας ο οποίος αντικαθιστά το κάθετο κομμάτι του κυρίως αγωγού αποχέτευσης, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Καθώς το ζεστό νερό κατέρχεται του εναλλάκτη, ένα ρεύμα κρύου νερού ανέρχεται μέσω ενός σπειροειδούς χάλκινου σωλήνα ο οποίος είναι στερεά τυλιγμένος γύρω από το χάλκινο κομμάτι του αποχετευτικού αγωγού. Με τη επαφή των δύο ρευμάτων μεταφέρεται θερμότητα από το ρεύμα του απόβλητου στο φρέσκο νερό, προθερμαίνοντας το πριν οδηγηθεί στο θερμοσίφωνα ή άλλη εφαρμογή όπως το ντους. Με την προθέρμανση του κρύου νερού, τα συστήματα ανάκτησης θερμότητας βοηθούν στην αύξηση της δυναμικότητας για θέρμανση νερού, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου ο θερμοσίφωνας είναι μικρότερος των αναγκών

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. IPPC, working Group II : Climate Change pp3-5 1990
2. Περιοδικό Ύλη και Κτήριο «Επανασχεδιάζοντας για Ενεργειακή Αυτονομία» σελ. 14-21
3. Άρθρο Χρήστου Ζερεφού, η τρύπα του όζοντος, εφημερίδα Ελευθεροτυπία, 2006
4. . Εθνικό Πρόγραμμα για την Κλιματική Αλλαγή 2000-2010
5. Ελένη Ανδρεαδάκη – Χρονάκη, βιοκλιματικός σχεδιασμός, περιβάλλον και βιωσιμότητα, εκδ. university studio press, 2006
6. Energy star, Labeling Energy Efficient Office Equipment, Available from: http://www.euenergystar.org/
7. US Department of Energy, Available from: http://www.eere.energy.gov/consumer/your_home/designing_remodelin g/index.cfm/mytopic=10270
8. Comfortable Low Energy Architecture (CLEAR), Available from: http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/ clear/interactive/matrix/leve l_10_building_orientation.html
9. Sustainable Energy Development Office, Available from: http://www1.sedo.energy.wa.gov.au/pages/orient.asp
10. Seattle Area Built Green Website, Available from: http://www.builtgreen.net/
11. Bansal N. Hauser G. Minke G. "Passive Building Design" Elsevier 1994
12. Γεωργιάδου Ε. «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός» Καθαρές Τεχνολογίες Δόμησης, Θεσσαλονίκη 1996
13. Μ.Παπαδόπουλος, Κ.Αξαρλή, "Ενεργειακός σχεδιασμός & παθητικά ηλιακά συστήματα κτιρίων, Αφοι Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη, 1989._
14. P.Achard, R.Gicquel, "European Passive Solar Handbook, CEC, Directorate XII for Science, Research & Development, Brussels, 1985.
15. National Renewable Energy Laboratory (NREL). Photographic Information Exchange http://www.nrel.gov
16. K.Gatz, G.Achterberg, 'Colour and architecture, B.T.Batsford LTD, London, -._S
17. M.Wigginton, 'Glass in architecture, Phaidon Press Ltd, London, 1996._
18. Moncef Krarti, "Energy Audit of building systems.
19. Herzog Thomas, with contribution by Kaiser N. and Volz M., Solar Energy in Architecture and Urban Planning, Prestel Vertag, Munich & New York 1996
20. ΚΑΠΕ – κατάλογος βιοκλιματικών κτιρίων στην Ελλάδα, 1999
21. ΚΑΠΕ – βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα, Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής, 2002
22. Ralph M. Lebens, Passive solar architecture in Europe, the commission of the European communities, 1981
23. Ενέργεια στην αρχιτεκτονική (Τοδιο ευρωπαϊκό εγχειρίδιο για τα παθητικά ηλιακά κτίρια

Web pages
http://architecture.mit.edu
http://erg.ucd.ie
http://www.ecoarchitects.gr
http://www.sellandbuild.com