



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
Τ. Ε. Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

Επιβλέπων: ΠΕΤΡΟΣ Γ. ΒΕΡΝΑΛΟΣ,

Καθηγητής

H/Γ
570

68

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΑΝΤΩΝΑΚΑΚΗ Ι. ΣΤΥΛΙΑΝΗ (Α.Μ. 26065)
&
ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΥ Ι. ΔΗΜΗΤΡΑ (Α.Μ. 26027)

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ενέργεια μπήκε στη ζωή του ανθρώπου σαν οικονομικό αγαθό ταυτόχρονα με τη Βιομηχανική επανάσταση και κατέλαβε εξέχουσα θέση στη λίστα των πρώτων υλών. Μαζί δε με την εργατική δύναμη αποτέλεσε την απαραίτητη προσθήκη σε κάθε μορφή παραγωγικής και μεταποιητικής διαδικασίας.

Με την γρήγορη όμως ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας μετατράπηκε σε άμεσο καταναλωτικό αγαθό, από τα βασικότερα για την ποιότητα ζωής του ανθρώπου. Το ύψος της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας αποτέλεσε και αποτελεί τον χαρακτηριστικό δείκτη του βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού κάθε χώρας.

Παρά ταύτα, η παγκόσμια κοινότητα έμελλε να αντιμετωπίσει ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα στην ιστορία της, την ενεργειακή κρίση που χαρακτηρίζει το τελευταίο τέταρτο του προηγούμενου αιώνα και μετά. Το σύνθημα για να αντιληφθεί ο κόσμος την απλή αλήθεια του πεπερασμένου χαρακτήρα των φυσικών πόρων, το έδωσαν οι χώρες του OPEC με την θεαματική αύξηση της τιμής (τετραπλασιασμός) του πετρελαίου το 1973.

Έτσι, η μια μετά την άλλη, όλες οι χώρες μηδενός εξαιρουμένων των αναπτυγμένων και πλούσιων σε ενεργειακά αποθέματα, άρχισαν να σχεδιάζουν σοβαρά προγράμματα για να αντιμετωπίσουν την κρίση.

Στην πλειοψηφία τους, τα προτεινόμενα προγράμματα εστιάζονται σε τρεις ταυτόχρονα σκοπούς:

Ο πρώτος ήταν η ραγδαία αύξηση των εγχώριων ενεργειακών πηγών (συμβατικών και μη).

Ο δεύτερος απέβλεπε στην περιστολή της κατανάλωσης ενέργειας και την αποδοτική χρησιμοποίησή της.

Ο τρίτος στόχος ήταν η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών με την εφαρμογή εκτεταμένων προγραμμάτων έρευνας και ανάπτυξης.

Έτσι η εξοικονόμηση ενέργειας αποτέλεσε την απαραίτητη κατεύθυνση, τόσο για την αύξηση του απαραίτητου χρόνου, που θα είχε στη διάθεσή της η τεχνολογία, να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά το πρόβλημα, όσο και για τη διαφύλαξη των μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων για τις επόμενες γενιές.

Τα προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας στα υφιστάμενα κτίρια, μεταξύ των άλλων μέτρων, απέβλεπαν στην μείωση του εξαερισμού και γενικότερα στην στεγανότητα του κτιρίου με στόχο την μείωση της διείσδυσης του αέρα μέσα στο κτίριο.

Για τα ανεγειρόμενα κτίρια, εκτός των παραπάνω, προτάθηκαν μέτρα υψηλής μονώσεως και για τα συνήθη θερμικά συστήματα συμπληρωματικά μέτρα με εναλλακτική χρησιμοποίηση της παθητικής ή ενεργητικής ηλιακής θέρμανσης.

Συγκεκριμένα στην πτυχιακή εργασία η παρουσίαση κατά κεφάλαιο έχει ως εξής:

Στο **κεφάλαιο 1** μελετάται η αξιοποίηση των θετικών παραμέτρων του κλίματος κάθε περιοχής με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων. Καθώς επίσης και τα παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού και φωτισμού, τα οποία είναι αναπόσπαστα κομμάτια – δομικά στοιχεία ενός βιοκλιματικού κτηρίου.

Στο **κεφάλαιο 2** μελετάται η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτήρια και οι τρόποι με τους οποίους μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα βιοκλιματικό κτήριο.

Στο **κεφάλαιο 3** συνοψίζονται τα μειονεκτήματα αλλά και τα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που ουσιαστικά είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες. Είναι οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας που δίνουν λύση στο παγκόσμιο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στο **κεφάλαιο 4** παρουσιάζεται το γενικό συμπέρασμα αυτής της μελέτης και το κατά πόσο η εφαρμογή όλων αυτών των μεθόδων θα επιλύσει το ενεργειακό πρόβλημα του πλανήτη και το πόσο φιλική είναι προς το περιβάλλον.

Σε αυτό το σημείο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή μας κ.Βερναδο Πετρο για την υποστήριξη και την βοήθεια που μας προσφέρει για να φέρουμε εις πέρας αυτήν την μελέτη. Επίσης τον καθηγητή μας κ.Ιωαννίδη Γεώργιο για τις βάσεις που μας πρόσφερε μέσω της διδασκαλίας του, οι οποίες μας έδωσαν ώθηση στον να γραφτεί και να παρουσιαστεί σωστά η πτυχιακή μας άσκηση. Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογενειές μας για την αμέριστη κατανόηση και συμπαράστασή τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΠΕΡΙΛΗΨΗ</u>	σελ.1-3
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 :</u>	
ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ	σελ.7-56
1.1. Βιοκλιματικός σχεδιασμός	σελ.8-10
1.1.1. Το κτίριο ως «φυσικός ηλιακός συλλέκτης»	σελ.10-16
1.1.2. Το κτίριο ως «αποθήκη θερμότητας»	σελ.16-18
1.1.3. Το κτίριο ως «παγίδα θερμότητας»	σελ.18-21
1.1.4. Το κτίριο ως «φυσικός συλλέκτης δροσισμού και ψύξης»	σελ.21-24
1.2. Παθητικά Συστήματα Θέρμανσης - Δροσισμού Φωτισμού	σελ.24-28
1.3. Βασικά στοιχεία φυσικής για τη λειτουργία των Παθητικών συστημάτων	σελ.29-30
1.3.1. Οι βασικοί τρόποι μετάδοσης της θερμότητας	σελ.30-32
1.3.2. Τα πέντε στοιχεία των παθητικών συστημάτων για την αξιοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας	σελ.33-36
1.4. Άμεσα Παθητικά Συστήματα εκμετάλλευσης της Ηλ. Ενέργειας	σελ.36-40
1.4.1. Νότιο υαλοστάσιο	σελ.40-41
1.4.2. Θερμοκήπιο προσαρτημένο στο κτίριο	σελ.42
1.5 Παθητικά συστήματα ενσωματωμένα στο κτιριακό Κέλυφος	σελ.42-43
1.5.1. Νότιος τοίχος από μπετόν (τοίχος Trombe-michel)	σελ 43-45
1.5.2. Νότιος υδάτινος τοίχος (τοίχος Baer)	σελ.45-47
1.5.3. Υδάτινη θερμαινόμενη οροφή (οροφή Skytherm)	σελ.47-50
1.5.4. Σύγκριση συλλεκτών τοίχου και οροφής	σελ.50

1.5.5. Συνδυασμένα παθητικά συστήματα εκμετάλλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας	σελ.50-51
1.5.6. Συνδυασμένα παθητικά και ενεργητικά συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας	σελ.51-52
1.5.7. Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης	σελ.52
1.5.8. Παθητικά συστήματα και τεχνικές δροσισμού	σελ.52
1.6. Βασικές έννοιες και αρχές λειτουργίας – Υλικά Παθητικών Συστημάτων	σελ.52
1.6.1. Βασικά συστήματα	σελ.52
1.6.2. Βασικές αρχές λειτουργίας	σελ.53
1.6.3. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου	σελ.53
1.6.4. Η θερμοχωρητικότητα των υλικών	σελ.54
1.6.5. Οι νόμοι της θερμοδυναμικής	σελ.54
1.6.6. Υλικά παθητικών συστημάτων	σελ.55-56
1.6.7. Κατάταξη παθητικών συστημάτων	σελ.56

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 :

Η ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ	σελ.57-86
2.1. Ηλιακή ενέργεια	σελ.58-61
2.1.1. Ηλιακός συλλέκτης	σελ.61-67
2.1.2. Φωτοβολταϊκά συστήματα	σελ.67-70
2.2. Αιολική ενέργεια	σελ.70-71
2.2.1. Ανεμογεννήτριες	σελ.72-74
2.3. Βιομάζα	σελ.75-77
2.3.1. Υπολειμματικές μορφές βιομάζας	σελ.77-78
2.3.2. Ενεργειακές καλλιέργειες	σελ.79
2.3.3. Υγρά βιοκαύσιμα	σελ.80
2.4. Γεωθερμία	σελ.80-83
2.5. Φυσικό αέριο	σελ.83-85

2.6. Υδρογόνο	σελ.85-86
---------------	-----------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	σελ.87-90
--	-----------

3.1. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα	σελ.88
3.1.1. Πλεονεκτηματα	σελ.88-89
3.1.2. Μειονεκτηματα	σελ.89-90

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:

ΤΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ	σελ.91-97
-----------------------------	-----------

4.1. Συμφέρει η ηλιακή ενέργεια;	σελ.94-96
	σελ.96-97
4.2. Πως λειτουργεί;	

<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ INTERNET</u>	σελ .98
--	---------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

Ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή, είτε σε μορφή θερμικής (κυρίως πετρέλαιο) είτε σε μορφή ηλεκτρικής ενέργειας, έχει ως αποτέλεσμα, εκτός της σημαντικής οικονομικής επιβάρυνσης λόγω του υψηλού κόστους της ενέργειας, και τη μεγάλη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με ρύπους, κυρίως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στα κτίρια επιτυγχάνεται με απλές μεθόδους και τεχνικές, με τον κατάλληλο σχεδιασμό των κτιρίων (βιοκλιματική αρχιτεκτονική) και με συστήματα και τεχνολογίες, όπως τα παθητικά ηλιακά συστήματα.

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

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εξαρτάται από το τοπικό κλίμα και βασίζεται στις παρακάτω αρχές:

- ☀ Θερμική προστασία των κτιρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.
- ☀ Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον προσανατολισμό των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων (ο νότιος προσανατολισμός είναι ο καταλληλότερος) και την διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες και με τα παθητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την

ηλιακή ακτινοβολία και αποτελούν «φυσικά» συστήματα θέρμανσης, αλλά και φωτισμού.

- Προστασία των κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της σκίασης, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- Απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός, κυρίως με τον φυσικό αερισμό τις νυχτερινές ώρες.
- Βελτίωση - ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα στους χώρους έτσι ώστε οι άνθρωποι να νιώθουν άνετα και ευχάριστα
- Εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού και ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας για φυσικό φωτισμό των κτιρίων, ο οποίος θα πρέπει να εξασφαλίζει επάρκεια και ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.
- Βελτίωση του κλίματος έξω και γύρω από τα κτίρια, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των χώρων γύρω και έξω από τα κτίρια και εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές.

1.1. Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός (όρος διεθνώς αποδεκτός) θεωρεί και αντιμετωπίζει το κτίριο ή τα οικιστικά σύνολα / αστικό χώρο και το κλίμα του τόπου ως μια ενότητα αλληλεξαρτώμενη, με αμοιβαίες επιδράσεις, θέτει ως πρωταρχικό στόχο τη διασφάλιση συνθηκών βιολογικής άνεσης (θερμικής, οπτικής, κ.λ.π.) για τον άνθρωπο. Αυτή η συλλογιστική του σχεδιασμού, η βιοκλιματική, θεωρεί αναγκαία την αξιοποίηση των θετικών παραμέτρων του κλίματος, όπως την διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση των κτηρίων, τους δροσερούς ανέμους για τη φυσική τους ψύξη, την βλάστηση για την σκίαση των κτιρίων ή του περιβάλλοντος χώρου, το φυσικό φως για το φωτισμό του κτιρίου. Έτσι εξασφαλίζονται άνετες συνθήκες κατοικησιμότητας τόσο μέσα στα κτίρια όσο και στο αστικό περιβάλλον, με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση συμβατικής ενέργειας.



Εικόνα 1.1 : Βιοκλιματικός σχεδιασμός στα κτίρια

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός χρησιμοποιεί τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, περιορίζει την κατανάλωση συμβατικών καυσίμων και αποφεύγει την χρήση κλιματιστικών για την ψύξη του κτιρίου. Συνεπώς η βιοκλιματική λογική, μέσα από την διαδικασία σχεδιασμού του δομημένου χώρου, στοχεύει άμεσα στην εξοικονόμηση ενέργειας και την προσαρμογή των κτιρίων στο περιβάλλον τους, συμβάλλοντας έτσι στα μέγιστα στην απορρύπανση της ατμόσφαιρας και στη συνεπαγόμενη ισορροπία των οικοσυστημάτων του πλανήτη.

Για να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι πρέπει να εφαρμόζονται κάποιες αρχές όπως:

- Εξασφάλιση ηλιασμού το χειμώνα
- Εξασφάλιση προστασίας από τον ήλιο το καλοκαίρι
- Προστασία από τον άνεμο τον χειμώνα και εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων το καλοκαίρι
- Εξασφάλιση Φυσικού αερισμού
- Εκμετάλλευση των δομικών στοιχείων του κτιρίου για την θέρμανση και το δροσισμό του
- Εξασφάλιση Φυσικού Φωτισμού

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

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

Για την εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής χρησιμοποιούνται μέθοδοι και συστήματα "παθητικά", που οι ένθερμοι υποστηρικτές τους περιγράφουν ως τεχνολογία χαμηλής επίδρασης, "ήπιας" ή "παθητικής". Προκειμένου το κτίριο να λειτουργήσει βιοκλιματικά, θα πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω προϋποθέσεις - βασικές αρχές συνολικής ανταπόκρισης στις κλιματικές συνθήκες.

Να λειτουργεί:

- ως «φυσικός ηλιακός συλλέκτης» .
- ως «αποθήκη θερμότητας» .
- ως «παγίδα θερμότητας» .
- ως «παγίδα φυσικού δροσισμού και αποθήκη Ψύξης».

1.1.1. Το κτίριο ως «φυσικός ηλιακός συλλέκτης»

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

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

- με την κατάλληλη χωροθέτηση του.
- με το σχήμα του.
- με τον προσανατολισμό του.

- ➔ με τον προσανατολισμό και το μέγεθος των ανοιγμάτων του.
- ➔ με τη λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών του χώρων.
- ➔ με το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών του.

- Η κατάλληλη χωροθέτηση του κτιρίου

Ο επαρκής ηλιασμός του κτιρίου στη διάρκεια του χειμώνα, από τις ώρες 09:00 π.μ. - 15:00 μ.μ., προσφέρει την αναγκαία ηλιακή, θερμική ενέργεια, για τη λειτουργία του ως συλλέκτη θερμότητας.

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

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

- Το σχήμα του κτιρίου

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

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

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

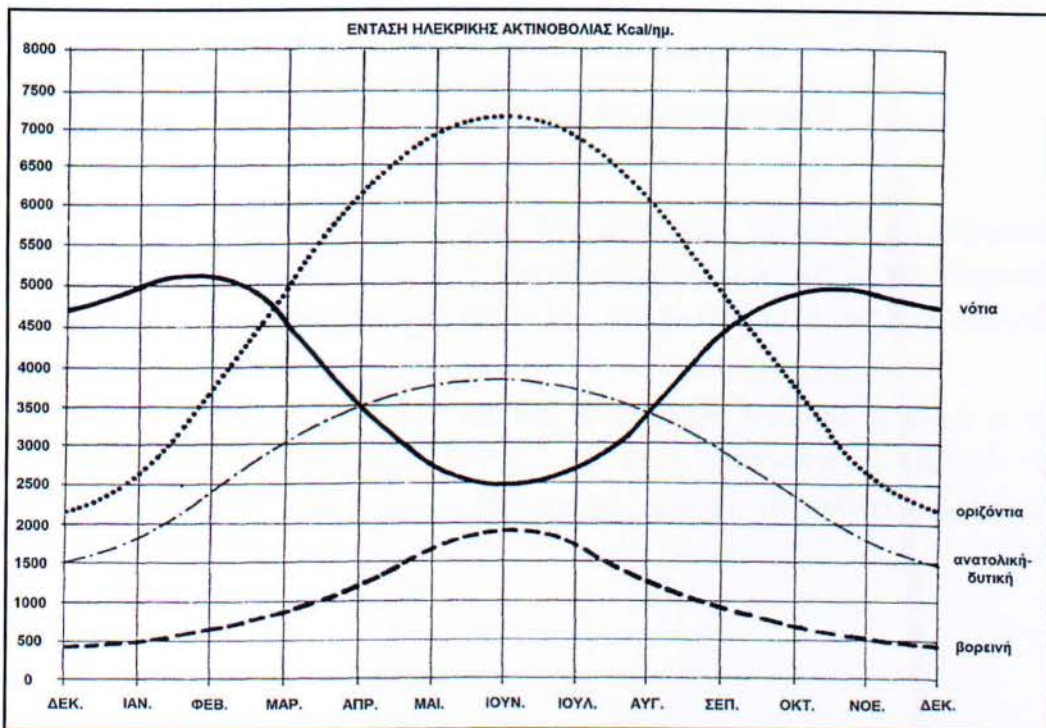
➔ Η άριστη μορφή, για οποιεσδήποτε κλιματικές συνθήκες είναι η επιμήκης, κατά τον άξονα ανατολής - δύσης, αλλά με διαφορετικές αναλογίες στις διαστάσεις της.

• Ο προσανατολισμός του κτιρίου

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

- ➔ την τοπογραφία της περιοχής.
- ➔ το φυσικό τοπίο.
- ➔ τις απαιτήσεις ιδιωτικότητας.
- ➔ τη μείωση του θορύβου.
- ➔ κλιματικές παραμέτρους, άνεμο και ηλιακή ακτινοβολία.

Για την εύκρατη ζώνη, όσον αφορά τις κλιματικές παραμέτρους, ο καταλληλότερος προσανατολισμός είναι ο νότιος, γιατί η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν τριπλάσια, σε σχέση με την ανατολή και τη δύση, για την περίοδο του χειμώνα. Ενώ μειώνεται σχεδόν στο μισό, για τη νότια προσανατολισμένη επιφάνεια, απ' ό,τι για την ανατολική και τη δυτική, για το καλοκαίρι (σχ. 1.1).



Σχ. 1.1 : Η ένταση της θερμικής, ηλιακής ακτινοβολίας, για διαφορετικούς προσανατολισμούς, σε συνθήκες ανέφελου ουρανού

Το μεγαλύτερο θερμικό κέρδος, για την 21^η Ιανουαρίου, συμβαίνει όταν το κτίριο έχει τον μεγάλο άξονα του στη διεύθυνση ανατολής - δύσης και προσανατολισμό (+,-) 25° ανατολικό ή δυτικό του νότου. Για προσανατολισμούς ανατολικότερους ή δυτικότερους το ηλιακό, θερμικό κέρδος μειώνεται.

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

- Ο προσανατολισμός και το μέγεθος των ανοιγμάτων

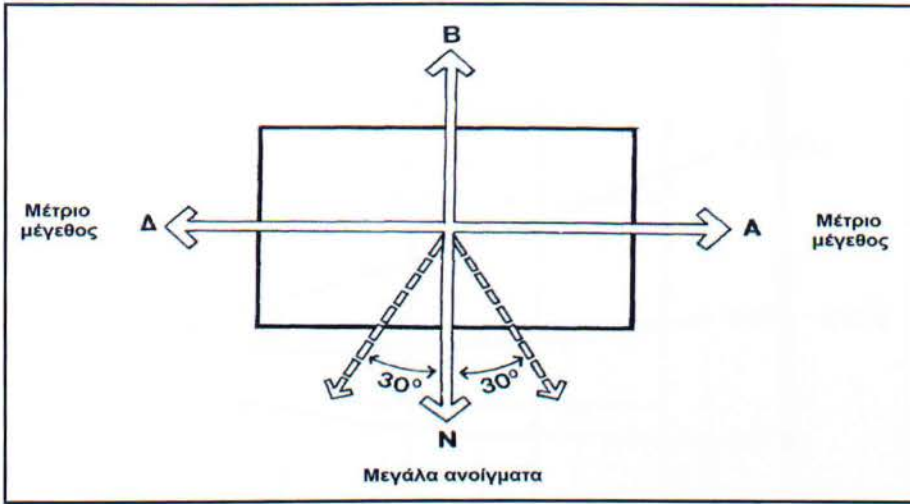
Ο προσανατολισμός και το μέγεθος των ανοιγμάτων του κτιρίου αποτελούν βασικό παράγοντα για τη λειτουργία του ως φυσικού, ηλιακού συλλέκτη.

Το γυαλί είναι υλικό πολύ λίγο θερμομονωτικό. Για παράδειγμα, όταν η θερμοκρασία του χώρου είναι 20⁰ C και η εξωτερική 0⁰ C, οι θερμικές απώλειες του γυαλιού, σε σύγκριση με μια τοιχοποιία καλά θερμομονωμένη, είναι:

- 116 Watts/cm² για μονό υαλοπίνακα,
- 60 Watts/cm² για διπλό υαλοπίνακα, και μόνο
- 7 Watts/cm² για τοιχοποιία καλά θερμομονωμένη.

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

Η πιο πρόσφατη άποψη είναι ότι, η γυάλινη επιφάνεια είναι ο πιο οικονομικός, ηλιακός συλλέκτης, ο πιο αποδοτικός, αρκεί να προσανατολίζεται στο νότο, με ανοχή (+,-) 30° ανατολικότερα ή δυτικότερα (σχ. 1.2).



Σχ. 1.2 Το μέγεθος των ανοιγμάτων σε σχέση με τον προσανατολισμό τους.

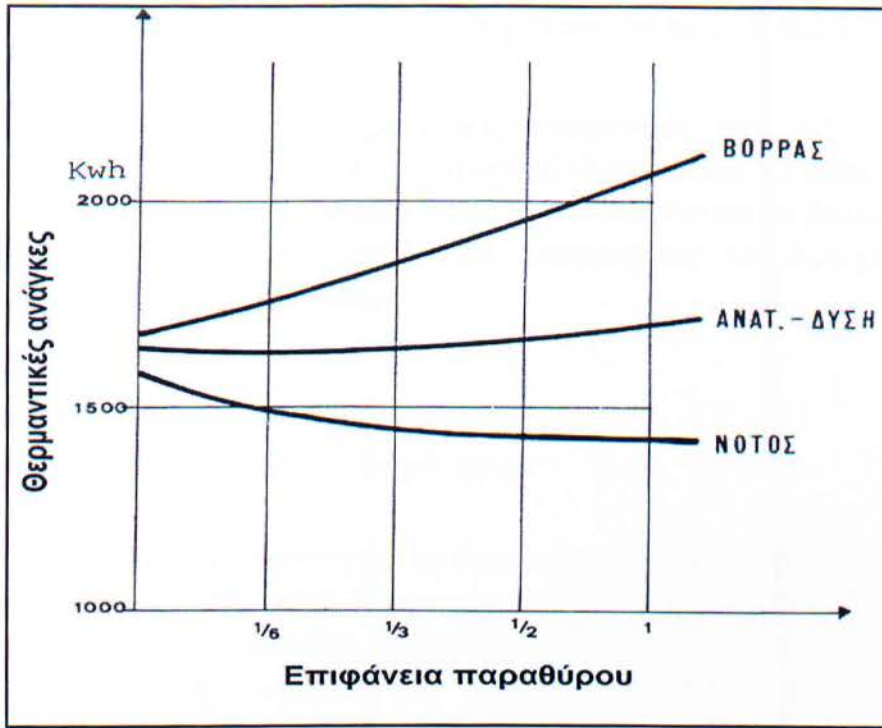
Προτείνονται μεγάλα ανοίγματα στο νότο, με μονό ή διπλό τζάμι, ανοίγματα μέτριων διαστάσεων ανατολικά και δυτικά και μικρά ανοίγματα στη βορινή πλευρά του κτιρίου, με διπλό τζάμι.

Τα αποτελέσματα του πίνακα για το θερμικό ισοζύγιο του νότιου γυάλινου ανοίγματος είναι σημαντικά:

- α. στην περίπτωση του διπλού υαλοπίνακα, τα κέρδη από την ηλιακή ενέργεια είναι μεγαλύτερα από τις θερμικές απώλειες, και η συμβολή του θετική, κατά 23%, για την περίοδο του χειμώνα.
- β. στην περίπτωση του διπλού υαλοπίνακα με εξώφυλλα, η θετική συμβολή του είναι ακόμη μεγαλύτερη, περίπου 56%, σε σχέση με τις θερμικές απώλειες.

Συμπεραίνεται, λοιπόν, ότι, προκειμένου να λειτουργήσει το άνοιγμα σαν ηλιακός συλλέκτης, δηλαδή να κερδίζει περισσότερη θερμική ενέργεια απ' όση χάνει, θα πρέπει να έχει τα καλύτερα θερμικά χαρακτηριστικά όπως, διπλό τζάμι, εξώφυλλα μονωτικό και καλή συναρμογή των κουφωμάτων.

Από μελέτη, που έγινε στο ερευνητικό κέντρο C.S.T.B., προέκυψε το διάγραμμα του σχήματος 1.3, όπου απεικονίζεται η συμβολή του νότια προσανατολισμένου παράθυρου στη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας για θέρμανση.



Σχ. 1.3. Μεταβολή των ετήσιων θερμαντικών αναγκών σε σχέση με το μέγεθος και τον προσανατολισμό του γυάλινου ανοίγματος.

- Η λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου

Η μορφή της διάρθρωσης των εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου παραμένει θεμελιώδες χαρακτηριστικό, για την προσαρμογή του στις κλιματικές συνθήκες κάθε τόπου.

Η βορινή πλευρά του κτιρίου είναι η ψυχρότερη, η πιο σκοτεινή και η λιγότερο ευνοϊκή από τη σκοπιά του ηλιασμού. Η ανατολική και η δυτική πλευρά δέχονται ίσα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας, μεγαλύτερα το καλοκαίρι και μικρότερα τον χειμώνα. Ωστόσο η δυτική πλευρά είναι πιο επιβαρημένη, γιατί στην ήδη υψηλή θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τις μεταμεσημβρινές ώρες, προστίθεται και η ηλιακή θερμότητα. Η νότια πλευρά δέχεται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία, τον χειμώνα, και τη μικρότερη το καλοκαίρι. Είναι η φωτεινότερη περιοχή και κατά συνέπεια η προσφορότερη για χώρους που χρησιμοποιούνται όλη την ημέρα.

- Το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου

Το χρώμα των εξωτερικών συμπαγών, δομικών στοιχείων, επηρεάζει την ποσότητα της θερμικής ενέργειας, που μπαίνει μέσα στο κτίριο, μια

και τα σκούρα χρώματα απορροφούν περισσότερη ηλιακή θερμότητα απ' ότι τ' ανοιχτά χρώματα.

Για κλίματα ζεστά, οι εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων, που αντιμετωπίζουν την έντονη ηλιακή ακτινοβολία, πρέπει να βάφονται σε χρώματα ανοιχτά. Ενώ για ψυχρά κλίματα, ενδείκνυνται οι βαμμένες σε σκούρο χρώμα επιφάνειες, γιατί έτσι απορροφούν μεγαλύτερα ποσά ηλιακής, θερμικής ακτινοβολίας.

1.1.2. Το κτίριο ως «αποθήκη θερμότητας»

Ένας ζωτικός παράγοντας για τη βιοκλιματική λειτουργία του κτιρίου είναι η αποθήκευση της θερμότητας, που προέρχεται από την δεσμευμένη ηλιακή ενέργεια. Όταν το κτίριο λειτουργεί ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης, σύμφωνα με όσα αναπτύχθηκαν προηγούμενα, χρειάζεται ένα τρόπο για να συγκρατήσει αυτή τη θερμότητα, να την αποθηκεύσει, για να την επαναποδώσει στη διάρκεια της νύχτας.

Ο πιο αποτελεσματικός "αποθηκευτής" θερμότητας είναι η ίδια η κατασκευή του κτιρίου, δηλαδή οι τοιχοποιίες, τα δάπεδα, οι οροφές, τα εσωτερικά χωρίσματα .

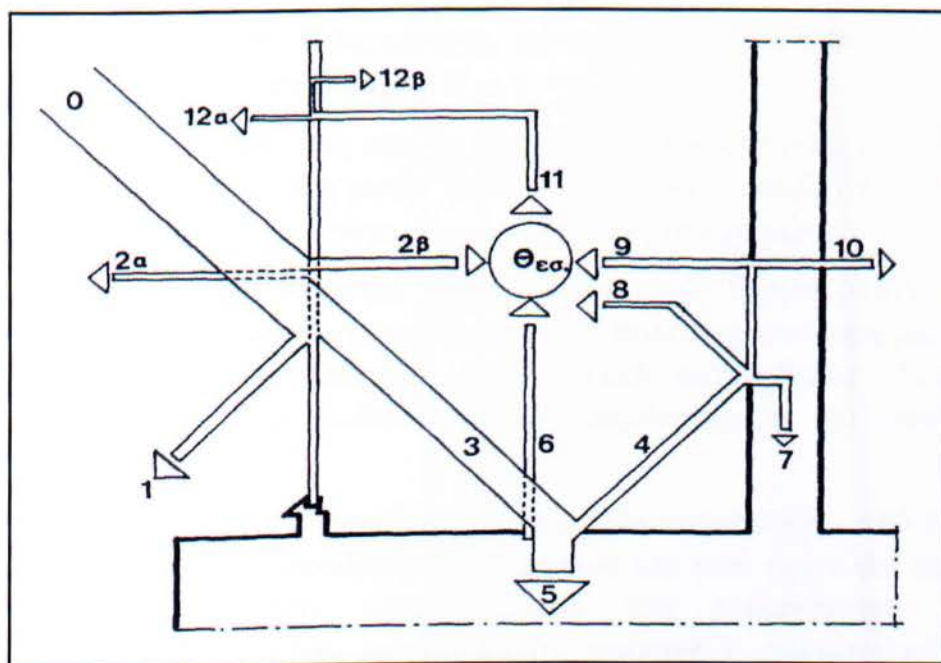
Όλα τα δομικά υλικά απορροφούν και αποθηκεύουν θερμότητα, καθώς θερμαίνονται, το καθένα όμως σε διαφορετικό βαθμό και ποσότητα, ανάλογα με την πυκνότητα (ρ) της μάζας του και την ειδική θερμότητα (c). Τα βαριά υλικά έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα και κατά συνέπεια μεγαλύτερη ικανότητα για θερμική αποθήκευση.

Η ηλιακή ενέργεια, την ημέρα, περνά μέσα από τ' ανοίγματα (κυρίως) στον εσωτερικό χώρο, όπου παγιδεύεται, μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια - φαινόμενο θερμοκηπίου - και απορροφάται από τα υλικά της κατασκευής και τα αντικείμενα του χώρου, μέχρις ότου η ικανότητά τους για θερμική αποθήκευση κορεστεί. Η διαδικασία αποθήκευσης της θερμικής ενέργειας πραγματοποιείται με τον αέρα, που θερμαίνεται γρηγορότερα και με την κίνηση του μεταφέρει τη θερμότητα στα συμπαγή υλικά.

Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (0) σ' ένα γυάλινο άνοιγμα ακολουθεί την εξής πορεία (σχ.1.4):

1. ένα τμήμα της ακτινοβολίας ανακλάται.
2. ένα τμήμα απορροφάται από το γυαλί και αποδίδεται προς τα έξω (2α) και προς τα μέσα (2β).

3. η ηλιακή ενέργεια, που μπαίνει μέσα, μετατρέπεται σε θερμότητα.
4. ένα τμήμα της θερμικής ενέργειας ανακλάται από το δάπεδο.
5. η μεγαλύτερη ποσότητα απορροφάται και αποθηκεύεται στο δάπεδο.
6. η αποθηκευμένη θερμότητα επαναποδίδεται σταδιακά στο χώρο.
7. η θερμότητα, που ανακλάται από το δάπεδο, κατά ένα τμήμα της απορροφάται και αποθηκεύεται στον τοίχο.
8. ένα άλλο τμήμα της ανακλάται από τον τοίχο προς το χώρο.
9. μια ποσότητα της θερμότητας, που απορροφήθηκε από τον τοίχο, μεταφέρεται στο χώρο, ενώ,
10. μια άλλη ποσότητα μεταβιβάζεται προς άλλη κατεύθυνση, με χαμηλότερη θερμοκρασία.
11. αποτελεί το ποσό της θερμότητας, που συγκεντρώνεται στον εσωτερικό χώρο, ενώ,
12. ένα τμήμα της (12α) χάνεται μέσα από τον υαλοπίνακα, με τη μορφή θερμικών απωλειών, και μια ποσότητα (12β) παραμένει μέσα στο χώρο. Αυτή αποτελεί και το "χρήσιμο" ηλιακό κέρδος, που μετατρέπεται σε θερμότητα.



Σχ. 1.4 Ανάλυση της πορείας της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σ' ένα υάλινο άνοιγμα, διανομή και αποθήκευση στον εσωτερικό χώρο.

Όσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα θερμικής αποθήκευσης των υλικών της κατασκευής, τόσο η θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό περιβάλλον παραμένει σε άνετα θερμικά επίπεδα, για πολλές ώρες, ακόμη και για ημέρες, χωρίς να χρειάζεται βοηθητική θέρμανση από άλλες πηγές ενέργειας ή να προκαλείται υπερθέρμανση και δυσφορία.

Τα βασικά χαρακτηριστικά, για να λειτουργήσει αποτελεσματικά ένα κτίριο ως αποθήκη ηλιακής θερμότητας, είναι:

- η αυξημένη θερμοχωρητική ικανότητα των υλικών της κατασκευής,
- η σωστή, ποσοτικά, διανομή των υλικών αυτών, στο σύνολο της κατασκευής.
- οι βαθμοημέρες της περιοχής.

1.1.3. Το κτίριο ως «παγίδα θερμότητας»

Γνωρίσαμε τα χαρακτηριστικά του κτιρίου και τις βασικές βιοκλιματικές αρχές λειτουργίας του ως φυσικού, ηλιακού συλλέκτη και ως αποθήκης θερμότητας. Ωστόσο, για ν' αποδώσουν αποτελεσματικά οι δυνατότητες αυτές, το κτίριο πρέπει να λειτουργεί ταυτόχρονα και ως "παγίδα θερμότητας".

Αυτό σημαίνει ότι, η θερμότητα, που μάζεψε και αποθήκευσε, δεν πρέπει να διασκορπίζεται προς τα έξω.

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

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

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

- Οι θερμικές απώλειες του κτιρίου.

Τα κτίρια χάνουν θερμότητα με τρεις βασικούς τρόπους:

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

Οι συνολικές θερμικές απώλειες εξαρτώνται από τους παρακάτω παράγοντες:

- από το λόγο της συνολικής εξωτερικής επιφάνειας προς τον όγκο του κτιρίου $F_{\text{συν}}/V_{\text{συν}}$. Όσο μικρότερη είναι η εξωτερική επιφάνεια, τόσο μικρότερος είναι ο λόγος και τόσο λιγότερες οι θερμικές απώλειες, ανά μονάδα επιφάνειας.
- από τη μείωση των εκτεθειμένων πλευρών προς βορρά, όπου δεν υπάρχει ηλιασμός, καλύπτοντας ακόμη και με χώμα τμήμα ή και το σύνολο της βορινής όψης.
- από την προστασία των εκτεθειμένων πλευρών του κτιρίου στους επικρατούντες ψυχρούς ανέμους.

Το σύνολο των θερμικών απωλειών ενός κτιρίου από αγωγιμότητα

$$Q_{\theta\alpha} = K \times A \times \Delta_t \times h \text{ (Kcal)} \quad (I)$$

- όπου:
- K = συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (Kcal/m²)
 - A = συνολική εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου (m²)
 - Δ_t = διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικής - εξωτερικής (°C)
 - h = ώρες, συνήθως ένα 24ώρο
 - $Q_{\theta\alpha}$ = σύνολο θερμικών απωλειών του δομικού στοιχείου (Kcal)

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

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

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

➔ να προβλέπεται κινητή θερμική μόνωση των ανοιγμάτων, για τη νυχτερινή προστασία.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι, η θερμική μόνωση του κελύφους είναι προτιμότερο να βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά, έτσι που να διασφαλίζεται η θερμική αποθήκευση της δεσμευμένης, ηλιακής ενέργειας στα συμπαγή στοιχεία της κατασκευής και η αποτελεσματική βιοκλιματική λειτουργία του κτιρίου.

- Οι θερμικές απώλειες από την "εναλλαγή" του αέρα ή από "αερισμό"

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

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

Η εναλλαγή του αέρα είναι αναγκαία για, λόγους υγιεινής, για την ανανέωση της ποιότητας του, για την απομάκρυνση των οσμών, του καπνού και άλλων παράγωγων, που προέρχονται από τις δραστηριότητες των ενοίκων.

Ο αέρας, που κινείται προς τα έξω, μεταφέρει θερμότητα που χάνεται. Το ποσό αυτής της θερμότητας μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$Q_a = \alpha_{\theta} \times V \times \Delta_t \times h \times n \text{ (Kcal)} \quad (\text{II})$$

όπου: Q_a = οι συνολικές απώλειες από αερισμό (Kcal)

α_{θ} = η θερμοχωρητικότητα του αέρα ίση με 0,29(Kcal/m³/°C)

V = ο όγκος του χώρου (m³)

Δ_t = η διαφορά θερμοκρασίας (°C)

h = ο χρόνος απωλειών σε ώρες

n = ο αριθμός των αλλαγών αέρα/ώρα

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

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

1. με τη στεγάνωση των αρμών των κουφωμάτων
2. με τη μείωση των ανοιγμάτων στη βορεινή πλευρά, που είναι εκτεθειμένη στους ψυχρούς ανέμους
3. με την τοποθέτηση βλάστησης ή δέντρων για προστασία και εκτροπή των Ψυχρών ανέμων.

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

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

- Τα κύρια χαρακτηριστικά του βιοκλιματικού κελύφους είναι:
 1. νότια προσανατολισμένα μεγάλα ανοίγματα, για ηλιακό κέρδος
 2. μεγάλη θερμική μάζα, για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας
 3. θερμική προστασία, τόσο των συμπαγών δομικών στοιχείων, όσο και κυρίως των γυάλινων επιφανειών, στη διάρκεια της νύχτας.

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

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

1. ο σκιασμός του κτιρίου και η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων, έτσι ώστε να αποκλείεται η ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία.
2. η θερμική αδράνεια της κατασκευής, με την χρησιμοποίηση υλικών μεγάλης θερμοχωρητικότητας.
3. η εξασφάλιση επαρκούς φυσικού αερισμού, ιδιαίτερα τη νύχτα που οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες, έτσι ώστε ν' απομακρύνεται το επί πλέον θερμικό φορτίο του εσωτερικού χώρου.
4. το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών.

5. η φυσική ψύξη με εξάτμιση, κυρίως για ξηρές - ζεστές περιοχές, όπου η σχετική υγρασία είναι χαμηλή.

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

- Ο σκιασμός του κτιρίου και η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων

Ο σκιασμός του κτιρίου, συνολικά, πετυχαίνεται με την τοποθέτηση βλάστησης ή φυλλοβόλων δέντρων στην κατάλληλη θέση, όπως προκύπτει από τη "μάσκα σκιάς", ώστε να διακόπτεται αποτελεσματικά ο άμεσος ηλιασμός του κτιρίου. Ταυτόχρονα μετριάζονται οι θερμοκρασίες κοντά στο έδαφος λόγω της σκιάς που δημιουργείται.

Βασικά κριτήρια για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος ηλιοπροστασίας αποτελούν:

- α) το σχήμα του χώρου,
- β) η χρήση του χώρου,
- γ) ο προσανατολισμός του,
- δ) η διαμόρφωση των ανοιγμάτων του,
- ε) η αισθητική του κτιρίου.

Σε σχέση με τον προσανατολισμό, από μελέτες, προέκυψε ότι:

➤ για τον ανατολικό και το δυτικό προσανατολισμό ο κατακόρυφος σκιασμός είναι πιο αποτελεσματικός, λόγω του ύψους του ήλιου (βρίσκεται χαμηλά στον ορίζοντα). Αποκόβει, όμως, κάθε δυνατότητα ηλιασμού και τον χειμώνα, που είναι απαραίτητος. Ικανοποιητικότερο και πιο αποτελεσματικό σκιασμό δίνουν ηλιοπροστατευτικά στοιχεία σε μορφή σχάρας, με κλίση 45° σε σχέση με το νότο, και μάλιστα κινητά στοιχεία, έτσι ώστε τον χειμώνα να επιτρέπουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας.

➤ για το νότιο, νοτιανατολικό, νοτιοδυτικό προσανατολισμό τα οριζόντια ηλιοπροστατευτικά στοιχεία είναι πιο αποτελεσματικά. Το κρίσιμο σημείο είναι το πλάτος της προεξοχής, έτσι ώστε το καλοκαίρι να διασφαλίζεται πλήρης σκιασμός των ανοιγμάτων, ενώ τον χειμώνα η σκιά να μειώνεται στο ελάχιστο, αξιοποιώντας το ύψος του ήλιου, που μεταβάλλεται στη διάρκεια της ημέρας.

Τα μόνιμα προστεγάσματα, ανεξάρτητα από προσανατολισμό, παρουσιάζουν ανελαστικότητα στην αποτελεσματικότητά τους.

Για παράδειγμα, στο ηλιακό διάγραμμα του σχήματος 1.1, η τροχιά του ήλιου είναι η ίδια για το μήνα Αύγουστο και τον Απρίλιο ωστόσο, τον μεν Αύγουστο η ηλιοπροστασία αποτελεί κρίσιμο ζήτημα για την αποφυγή της υπερθέρμανσης, τον δε Απρίλιο η ηλιακή ακτινοβολία είναι ευεργετική και αναγκαία.

Η κινητή ηλιοπροστασία παρουσιάζει, πλεονεκτήματα, λόγω της ευελιξίας της και της δυνατότητας ρύθμισης, ανάλογα με τις προσωπικές ανάγκες.

Η επιλογή του ηλιοπροστατευτικού συστήματος εξαρτάται άμεσα από την χρήση του κτιρίου και την προσαρμοστικότητά του στις ανάγκες λειτουργίας του ως παγίδα φυσικού δροσισμού και ψύξης.

Η επιλογή του καθορίζεται ακόμη από κριτήρια οικονομικά, κατασκευαστικά και αισθητικά.

- Η θερμική αδράνεια της κατασκευής

Η χρησιμοποίηση υλικών μεγάλης θερμοχωρητικότητας προσφέρει τις προϋποθέσεις για να λειτουργήσει το κτίριο ως αποθήκη θερμότητας.

Αλλά και το καλοκαίρι, με τις μεγάλες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις ανάμεσα σε ημέρα και νύχτα, η σημασία της θερμικής αδράνειας είναι πολύ σημαντική, για την αποφυγή της ζέστης και τη διατήρηση της νυχτερινής δροσιάς στο εσωτερικό του κτιρίου.

Πρακτικά, η θερμική αδράνεια της κατασκευής επιβραδύνει τη μεταφορά θερμότητας στον εσωτερικό χώρο, μέσα από τα συμπαγή στοιχεία, τοιχοποιίες - οροφή, για αρκετές ώρες, μέχρις ότου η εξωτερική θερμοκρασία αρχίσει να μειώνεται. Τότε το κτίριο μπορεί να αποβάλλει το επί πλέον θερμικό φορτίο με φυσικό αερισμό και με ακτινοβολία θερμότητας προς την ατμόσφαιρα.

- Ο φυσικός αερισμός του κτιρίου

Ο φυσικός αερισμός έχει άμεση επίδραση στην υγεία, στην θερμική άνεση και στην ευεξία των ανθρώπων. Διευκολύνει την ανταλλαγή θερμότητας του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον του και συμβάλλει στη φυσική ψύξη της κατασκευής, κυρίως όταν η εσωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από την εξωτερική.

Οι παράμετροι, που επηρεάζουν τις συνθήκες του φυσικού αερισμού είναι:

- α. οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες

- β. ο προσανατολισμός, η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων,
- γ. η χρήση του κτιρίου και η δραστηριότητα των ενοίκων,
- δ. το χρώμα και η υφή των εξωτερικών επιφανειών,
- ε. η φυσική ψύξη του κτιρίου, με εξάτμιση νερού.

Η ροή του αέρα μέσα από το κέλυφος του κτιρίου προκαλείται με δυο κυρίως τρόπους:

➤ με τη διανομή του ανέμου και τη διαφοροποίηση των πιέσεων, που δημιουργούνται γύρω από το κτίριο. Οι πλευρές, που είναι μέσα αντιμέτωπες με τον άνεμο, παρουσιάζουν υψηλές πιέσεις, ενώ οι απάνεμες πλευρές βρίσκονται σε ζώνες χαμηλής πίεσης, δημιουργώντας έτσι "κενό αέρα" ή "σκιά ανέμου"

➤ με τις θερμικές δυνάμεις που αναπτύσσονται, λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας ανάμεσα στον εσωτερικό χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον. Ο θερμότερος αέρας, λιγότερο πυκνός, πιο ελαφρύς, μεταφέρεται προς τα πάνω· το κενό που δημιουργείται έρχεται να καλύψει βαρύτερος όγκος αέρα και πιο ψυχρός. Η φυσική αυτή ροή δημιουργεί ρεύμα και φυσικό αερισμό με εναλλαγή .

1.2. Παθητικά Συστήματα Θέρμανσης - Δροσισμού Φωτισμού

Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα είναι αναπόσπαστα κομμάτια – δομικά στοιχεία ενός κτιρίου που λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια. Τα Παθητικά Συστήματα χωρίζονται σε 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 συστημάτων, ώστε να συνδυάζουν θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

- Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα στα κτίρια αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα, καθώς και για παροχή φυσικού φωτισμού.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο.

Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα.

Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού, σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα, χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά), η οποία απορροφά μέρος της θερμότητας και την «προσφέρει» στο χώρο αργότερα και έτσι διατηρείται ο χώρος θερμός για πολλές ώρες. Ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορεί να εμποδίσει τον καλοκαιρινό ήλιο που έρχεται από πιο ψηλά να μπει απ' ευθείας στο χώρο.

Τα υπόλοιπα παθητικά συστήματα είναι συστήματα έμμεσου κέρδους και ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Ηλιακοί τοίχοι :** Έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία τζάμι (υαλοπίνακα) και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου (τοίχος θερμικής αποθήκευσης), είτε μέσω θυρίδων (θερμοσιφωνικό πανέλο) στον εσωτερικό χώρο. Συνδυασμός των δύο λειτουργιών είναι ο τοίχος μάζας με θυρίδες τοίχος Trombe - Michel .

- **Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι) :** Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο.

➤ **Ηλιακά αίθρια:** είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια.

Όλα τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα 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 θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού



Εικόνα 1.2.1 : Τεχνικές φυσικού δροσισμού

Οι πιο συνηθισμένες και απλές μέθοδοι φυσικού δροσισμού είναι:

➤ Η ηλιοπροστασία (σκίαση) του κτιρίου, η οποία επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους και μέσα, όπως η φυσική βλάστηση, τα γεωμετρικά στοιχεία (προεξοχές) του κτιρίου, σκίαστρα μόνιμα ή κινητά, εξωτερικά ή εσωτερικά των ανοιγμάτων, υαλοπίνακες με ειδικές επιστρώσεις ή ειδικής επεξεργασίας (ανακλαστικοί, επιλεκτικοί, ηλεκτροχρωμικοί, κ.λ.π.).

Ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, με αποτέλεσμα την μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα.

➤ Η χρήση ανεμιστήρων, ιδιαίτερα ανεμιστήρων οροφής, ενισχύει το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής

ενέργειας. Επί πλέον, συνεισφέρει στην επίτευξη θερμικής άνεσης σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις συνήθειες (περίπου 2-3°C), καθώς με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα.

➔ Η χρήση της θερμικής μάζας για τη μείωση των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου.

➔ Μείωση των εσωτερικών κερδών του κτιρίου (θερμότητα που παράγεται από τις ηλεκτρικές, κυρίως συσκευές).

➔ Άλλες μέθοδοι παθητικού δροσισμού πιο σύνθετες και όχι τόσο ευρείας εφαρμογής, επιφέρουν επιπρόσθετα οφέλη ψύξης, και είναι:

➔ Θερμική προστασία του κτιριακού περιβλήματος με τεχνικές όπως φυτεμένο δώμα, αεριζόμενο κέλυφος, ανακλαστικά επιχρίσματα εξωτερικών επιφανειών, φράγμα ακτινοβολίας.

➔ Ενίσχυση του φυσικού εξαερισμού με πύργους αερισμού ή ηλιακές καμινάδες

➔ Δροσισμός με εξάτμιση νερού με τεχνικές όπως: επιφάνειες νερού, πύργος δροσισμού, ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης), ή και βλάστηση (μέσω της εξατμισοδιαπνοής των φυτών)

➔ Δροσισμός με απόρριψη της θερμότητας στην ατμόσφαιρα με ακτινοβολία στο νυχτερινό ουρανό

➔ Δροσισμός με απόρριψη της θερμότητας από το κτίριο στη γη με αγωγή, (υπόσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτίρια, ή υπεδάφιο σύστημα αγωγών και εναλλάκτες εδάφους-αέρα).

• Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού

Ο φυσικός φωτισμός στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας. Ιδιαίτερη

σημασία κατά το σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού έχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό από το φυσικό φως, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους.



Εικόνα 1.2.2 : Τεχνικές φυσικού φωτισμού

Μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο «θάμβωσης».

Τα συστήματα φυσικού φωτισμού διακρίνονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες:

1. Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
2. Ανοίγματα οροφής
3. Αίθρια
4. Φωταγωγοί

Τα συστήματα αυτά συνδυάζονται με συγκεκριμένες τεχνικές που αφορούν στο σχεδιασμό των ανοιγμάτων, στις οπτικές ιδιότητες των υαλοπινάκων, στα φωτομετρικά χαρακτηριστικά επιφανειών του χώρου και των ανοιγμάτων του (υφή, χρώμα, φωτοδιαπερατότητα υλικών) και στη χρήση ανακλαστήρων, για την εξασφάλιση επάρκειας και ομαλής κατανομής του φυσικού φωτός. Οι συνηθέστερες τεχνολογίες φυσικού φωτισμού αφορούν υ αλοπίνακες με συγκεκριμένες ιδιότητες, πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία, διαφανή μονωτικά υλικά και ανακλαστήρες (ράφια φωτισμού ή ανακλαστικές περσίδες).

1.3. Βασικά στοιχεία φυσικής για τη λειτουργία των παθητικών συστημάτων

Ένας από τους καλύτερους τρόπους για να χρησιμοποιηθεί η ηλιακή ενέργεια για θέρμανση, είναι να σχεδιαστεί ένα κτίριο που από μόνο του να μαζεύει και να αποθηκεύει ενέργεια. Για να γίνει αυτό πρέπει να ικανοποιούνται τα ακόλουθα τρία κριτήρια:

- Πρέπει να αφήνει τον ήλιο να μπαίνει μέσα όταν χρειάζεται το σπίτι θέρμανση, να τον εμποδίζει όταν δεν χρειάζεται και να εξασφαλίζει κάποιο δροσισμό στα διαστήματα που υπερθερμαίνεται το σπίτι.
- Πρέπει να αποθηκεύει τη θερμότητα για τις εποχές που δεν υπάρχει ηλιοφάνεια και να την απορροφά από το χώρο (δημιουργώντας δροσισμό), σε περιπτώσεις υπερβολικής ηλιοφάνειας.
- Πρέπει να παγιδεύει αυτή τη θερμότητα, αφήνοντάς τη να διαφεύγει σιγά-σιγά και να τη διανέμει ομοιόμορφα στο κτίριο.

Ο πρώτος στόχος ικανοποιείται με τον προσανατολισμό και το σχεδιασμό του κτιρίου, έτσι ώστε να επιτρέπει στον ήλιο να εισχωρεί δια μέσου των τοίχων και των παραθύρων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και με τη χρησιμοποίηση σκιαδίων να τον εμποδίζουν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Ο δεύτερος και τρίτος στόχος επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση βαρέων υλικών, όπως πέτρα, μπετόν που αποθηκεύουν (ή απορροφούν) την θερμότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Τα καλά μονωμένα κτίρια, με πολύ μικρή διεισδυτικότητα του αέρα μέσω των ανοιγμάτων και με ανοικτή εσωτερική διάταξη μπορούν να διατηρούν ευχάριστες εσωτερικές συνθήκες σε όλο τον χώρο.

Οι απ' ευθείας ακτίνες του ήλιου κτυπούν τις διαφορετικά προσανατολισμένες επιφάνειες με ποικιλία έντασης, γι' αυτό ένα κτίριο πρέπει να έχει τέτοιο προσανατολισμό ώστε να μπορεί να παίρνει αυτή τη θερμότητα το χειμώνα και να την απομακρύνει το καλοκαίρι.

Είναι γνωστό ότι οι τοίχοι που βλέπουν προς το νότο απορροφούν τη μεγαλύτερη ακτινοβολία από τον ήλιο του χειμώνα ενώ η οροφή παίρνει το μεγαλύτερο μέρος της έντονης καλοκαιρινής ακτινοβολίας.

Αν και ο προσανατολισμός και το σχήμα ενός κτιρίου είναι σημαντικά στοιχεία, εν τούτοις το μέγεθος και η τοποθέτηση των παραθύρων του είναι οι πλέον σημαντικοί παράγοντες για να συλλέξουμε την ηλιακή ενέργεια.

Η ηλιακή θερμότητα που συλλέγεται από τζάμι τοποθετημένο προς το νότο είναι πολύ ουσιαστική το χειμώνα. Στον πίνακα 1.1 φαίνεται το ηλιακό θερμικό φορτίο για διάφορους προσανατολισμούς.

Σ' όλες τις περιπτώσεις που μελετήθηκαν το ηλιακό θερμικό φορτίο μέσω διπλού υαλοστασίου προσανατολισμένοι προς νότο ήταν περισσότερο από αρκετό για να αντισταθμίσει τις απώλειες θερμότητας λόγω αγωγιμότητας μέσω του υαλοστασίου.

Αλλά υπάρχουν και μερικά μειονεκτήματα. Μεγάλες επιφάνειες τζαμιού στο νότο μπορούν να υπερθερμάνουν τα δωμάτια στα μέσα του χειμώνα που ο ήλιος είναι χαμηλά στον ορίζοντα. Η ηλιακή ενέργεια τότε πρέπει να απορροφηθεί και να αποθηκευθεί σε ογκώδεις εσωτερικές κατασκευές για να αποδοθεί τη νύχτα και να διατηρήσει ευχάριστες εσωτερικές συνθήκες. Τα μονωμένα «πετάσματα» και τα παραθυρόφυλλα βοηθούν στο να διατηρείται περισσότερο η αποθηκευμένη θερμότητα.

Η κινητή μόνωση είναι μία από τις προχωρημένες τεχνικές που κάνουν πραγματοποιήσιμη την παθητική ηλιακή θέρμανση.

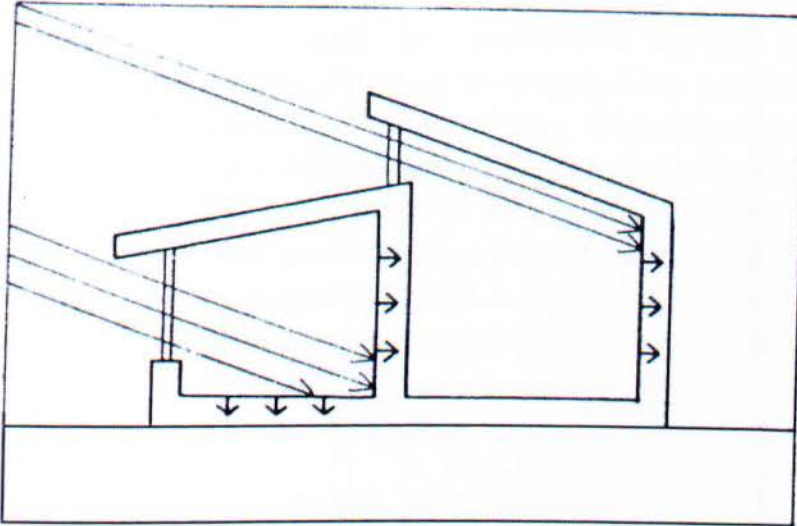
Σήμερα για "παθητικό" σύστημα θέρμανσης με ηλιακή ενέργεια μπορούμε να μιλάμε όταν τα φέροντα στοιχεία ενός κτιρίου χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα για την συγκέντρωση και την εναποθήκευση της ηλιακής ενέργειας. Μια σημαντική διαφορά από τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι το γεγονός ότι δεν υπάρχουν κάποιες αξίες αναφοράς τεχνικές και μηχανολογικές εγκαταστάσεις. Για τη θέρμανση ενός χώρου από την ηλιακή ακτινοβολία απαιτείται απλά να μη σκιάζεται η νότια πλευρά του κτιρίου κατά τις ώρες της ηλιοφάνειας. Έτσι η ηλιακή ακτινοβολία μπαίνει στο Κτίριο από μεγάλες επιφάνειες με υαλοστάσια και η θερμότητα αποθηκεύεται στους χοντρούς πέτρινους τοίχους και στα δάπεδα είτε σε ειδικές δεξαμενές νερού.

Ένα παθητικό σύστημα θέρμανσης με ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιεί για την θέρμανση του χώρου κατοικίας τους τρεις τρόπους φυσικής διάδοσης (αγωγής) της θερμότητας; μέσω στερεών, μέσω αερίων και με ακτινοβολία.

1.3.1. Οι βασικοί τρόποι μετάδοσης της θερμότητας

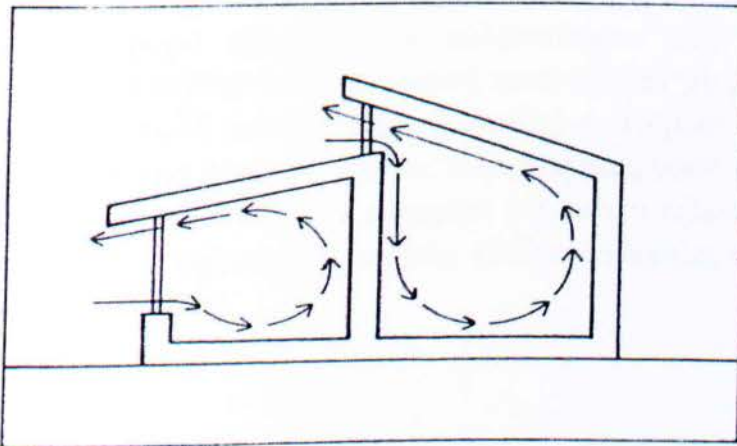
Η θέρμανση ενός σώματος από την ηλιακή ακτινοβολία ακολουθείται από μια διαδικασία εξισορρόπησης της θερμότητας ανάμεσα στο σώμα αυτό και το άμεσο περιβάλλον του. Η θερμότητα μεταδίδεται από ένα θερμό σημείο προς ένα ψυχρό μέχρι να μην υπάρχει διαφορά

θερμοκρασίας ανάμεσα στα δύο αυτά σημεία. Στη διαδικασία αυτή διακρίνουμε τρεις βασικούς τρόπους μετάδοσης της θερμότητας που όλοι χρησιμοποιούνται σε ένα σύστημα παθητικής αξιοποίησης της θερμότητας.



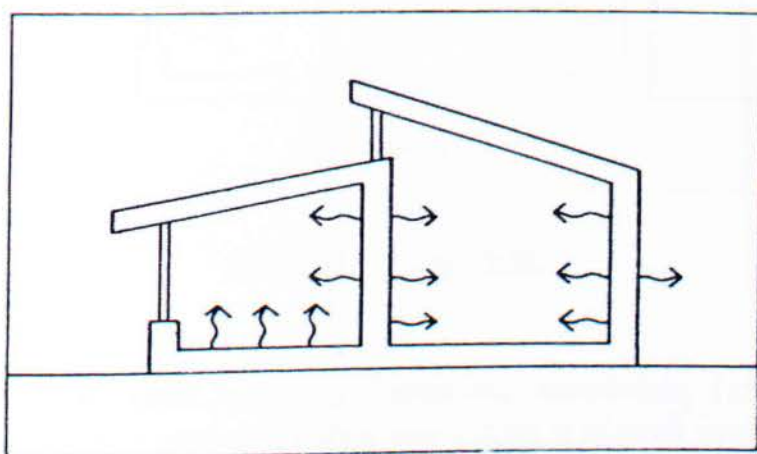
Σχ.1.3.1.1 : Μετάδοση της θερμότητας μέσω στερεών

Η ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται από ένα σώμα μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια που κατανέμεται μέσα σ' αυτό ανάλογα με την θερμό. αγωγιμότητα του υλικού. Η εσωτερική αυτή διάδοση - κατανομή της θερμότητας είναι μια φυσική διαδικασία που βασίζεται στην μοριακή κίνηση. Η θερμότητα μεταδίδεται πάντα από τα θερμά προς τα ψυχρά σημεία. Τα μόρια της επιφάνειας του σώματος που θερμαίνεται μεταδίδουν τη θερμότητα στα αμέσως επόμενα γειτονικά τους κ.ο.κ. μέχρις ότου το σώμα αποκτήσει μια ενιαία θερμοκρασία.



Σχ.1.3.1.2: Μετάδοση της θερμότητας μέσω αερίων

Ένα σώμα μεταδίδει τη δικιά του θερμότητα στα μόρια ενός αερίου ή υγρού με το οποίο βρίσκεται σε επαφή. Η μετάδοση της θερμότητας μέσω αερίων περιλαμβάνει τις δύο διαδικασίες της μετάδοσης με επαφή και της διάχυσης της θερμότητας με την κίνηση των μορίων μέσα στο αέριο ή το υγρό. Και σ' αυτή την περίπτωση έχουμε κίνηση της θερμότητας από τα θερμά σημεία προς τα ψυχρά. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας τόσο περισσότερη θερμότητα μεταδίδεται. Λόγω της διαστολής, μια θερμαινόμενη μάζα αέρα αποκτά-μικρότερο ειδικό βάρος και κινείται προς τα πάνω. Η αναπλήρωση του κενού από ψυχρό αέρα δημιουργεί ένα φυσικό ρεύμα αερισμού. Η επιτάχυνση αυτής της φυσικής κίνησης με ανεμιστήρες κ.λ.π. είναι αυτό που ονομάζουμε τεχνητό αερισμό. Η διαδικασία που περιγράψαμε ισχύει και αντίστροφα.

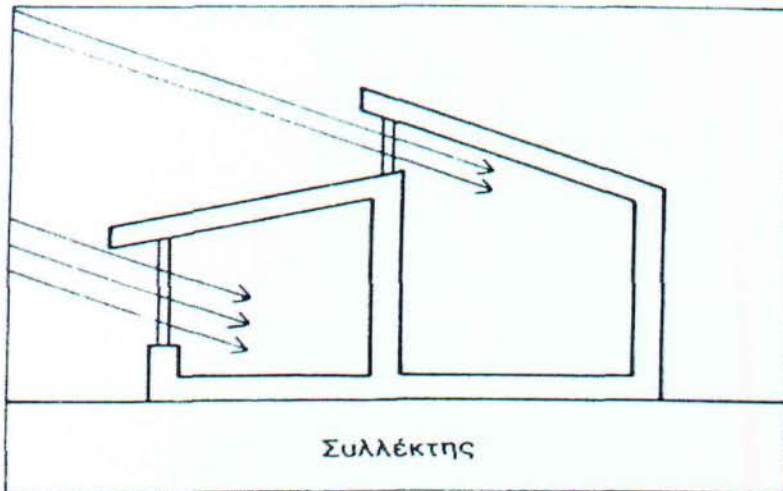


Σχ.1.3.1.3: Μετάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία

Η ακτινοβολία είναι η πιο ενδιαφέρουσα - από φυσική άποψη μέθοδος μετάδοσης της θερμότητας. Κάθε σώμα ακτινοβολεί ενέργεια (θερμότητα) στο χώρο εξαιτίας των ταλαντώσεων των μορίων της επιφάνειάς του. Σε αντίθεση με την ηλιακή ακτινοβολία μικρού κύματος, που εκπέμπεται σε πολύ μεγάλες θερμοκρασίες, η θερμική ακτινοβολία (η θερμότητα) είναι μια μεγάλου μήκους κύματος υπέρυθη ακτινοβολία. Η ποσότητα της ακτινοβολίας που εκπέμπει ένα σώμα εξαρτάται βασικά από την θερμοκρασία της επιφάνειάς του. Η ίδια καθορίζει και το μήκος κύματος της ακτινοβολίας.

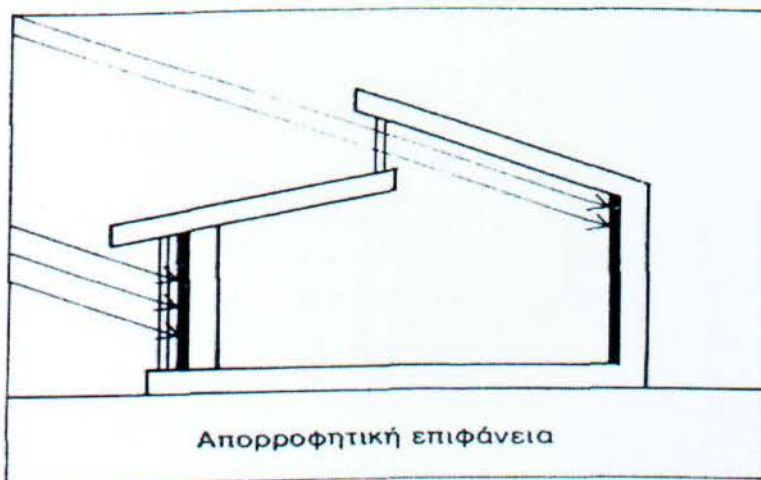
1.3.2. Τα πέντε στοιχεία των παθητικών συστημάτων για την αξιοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας

Ένα πλήρες παθητικό σύστημα αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας αποτελείται από πέντε βασικά στοιχεία. Κάθε ένα από αυτά εκπληρώνει μια διαφορετική λειτουργία, αλλά και τα πέντε πρέπει να συνεργάζονται για την σωστή λειτουργία του συστήματος.



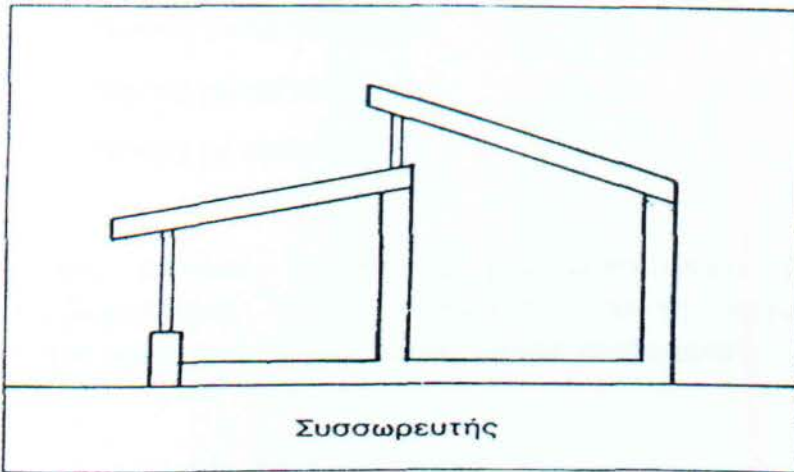
Σχ.1.3.2.1: Συλλέκτης

Οι συλλέκτες είναι μεγάλες, διαφανείς επιφάνειες (από τζάμι ή πλαστικό) μέσω των οποίων μπαίνει στο κτίριο η ηλιακή ακτινοβολία. Ο προσανατολισμός αυτών των επιφανειών πρέπει να είναι προς τον νότο (με μια απόκλιση όχι μεγαλύτερη από +/- 30 μοίρες) και πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε να μην σκιάζονται από δέντρα ή άλλα κτίρια τις ώρες της ηλιοφάνειας.



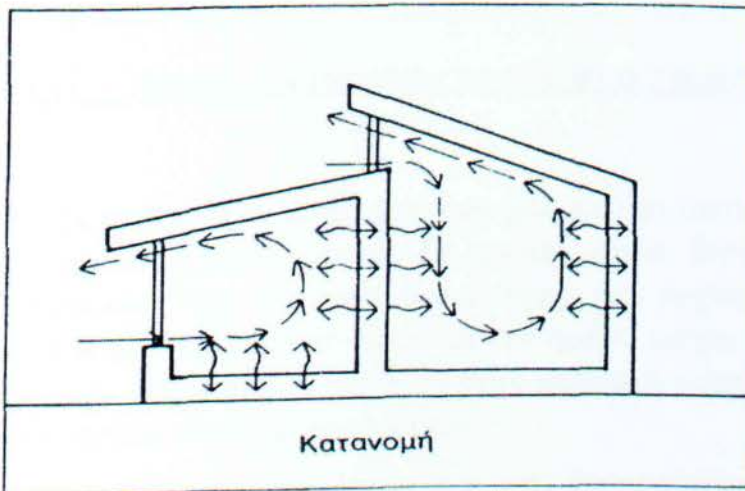
Σχ.1.3.2.2: Απορροφητική επιφάνεια

Πρόκειται για μια σκούρου χρώματος επιφάνεια του υλικού που χρησιμεύει σαν συσσωρευτής θερμότητας. Η επιφάνεια αυτή - που μπορεί να είναι ένας τοίχος, το δάπεδο ή το τοίχωμα μιας δεξαμενής νερού - βρίσκεται στην πορεία των ηλιακών ακτινών. Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια αυτή μετατρέπεται σε θερμότητα.



Σχ.1.3.2.3 : Συσσωρευτές

Σαν συσσωρευτές της παγιδευμένης θερμότητας λειτουργούν εκείνα τα δομικά στοιχεία ή υλικά που μπορούν να αποθηκεύσουν λόγω του μεγάλου ειδικού τους βάρους, την θερμότητα που παράγεται από την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας πάνω στην απορροφητική επιφάνεια. Τα υλικά αυτά περιγράφονται ως μάζα αποθήκευσης θερμότητας.

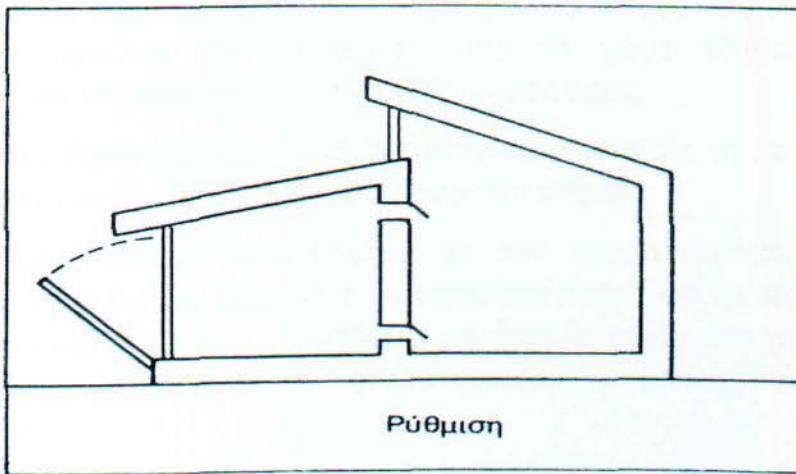


Σχ.1.3.2.4 : Κατανομή της θερμότητας στο χώρο

Πρόκειται για την διαδικασία με την οποία η θερμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας μεταδίδεται στα διάφορα τμήματα της κατοικίας. Ένα "καθαρό" σύστημα παθητικής αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας βασίζεται απόλυτα στους τρεις φυσικούς τρόπους διάδοσης της θερμότητας:

- μετάδοση μέσω στερεών
- μετάδοση μέσω αερίων
- μετάδοση με ακτινοβολία

Σε μερικές ωστόσο εφαρμογές χρησιμοποιούνται βοηθητικά συστήματα εξαεριστήρων, σωληνώσεων κ.λ.π. για την κατανομή της θερμότητας στο εσωτερικό της κατοικίας (μικτά συστήματα).



Σχ.1.3.2.5 : *Ρύθμιση (εγκαταστάσεις για ρύθμιση της θερμότητας)*

Βασίζεται σε κινητά θερμομονωτικά στοιχεία από τα οποία εξαρτάται η απόδοση του όλου συστήματος. Τα κινητά αυτά θερμομονωτικά στοιχεία εμποδίζουν την απώλεια θερμότητας τις νυχτερινές ώρες, κυρίως μέσω των ανοιγμάτων από τα οποία την ημέρα εισχωρεί η ηλιακή ακτινοβολία. Άλλα στοιχείο που βοηθούν στην αποφυγή χαμηλών ή πολύ ψηλών θερμοκρασιών είναι για παράδειγμα:

- κάποιος ηλεκτρονικός διακόπτης, λ.χ. ένας θερμοστάτης, που θέτει αυτόματα σε λειτουργία έναν εξαεριστήρα.

- κινητά ανοίγματα η στόρια που διευκολύνουν ή παρεμποδίζουν την κίνηση του θερμού αέρα.
- γείσα και μαρκίζες που σκιάζουν τα ανοίγματα - τις επιφάνειες συλλογής της ηλιακής ενέργειας - κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

1.4. Άμεσα Παθητικά Συστήματα εκμετάλλευσης της Ηλιακής Ενέργειας

Ένας από τους καλύτερους τρόπους για να χρησιμοποιηθεί η ηλιακή ενέργεια για θέρμανση, είναι να σχεδιαστεί ένα κτίριο που από μόνο του να μαζεύει και να αποθηκεύει ενέργεια. Για να γίνει αυτό πρέπει να ικανοποιούνται τα ακόλουθα τρία κριτήρια:

- Πρέπει να αφήνει τον ήλιο να μπαίνει μέσα όταν χρειάζεται το σπίτι θέρμανση, να τον εμποδίζει όταν δεν χρειάζεται και να εξασφαλίζει κάποιο δροσισμό στα διαστήματα που υπερθερμαίνεται το σπίτι.
- Πρέπει να αποθηκεύει τη θερμότητα για τις εποχές που δεν υπάρχει ηλιοφάνεια και να την απορροφά από το χώρο (δημιουργώντας δροσισμό), σε περιπτώσεις υπερβολικής ηλιοφάνειας.
- Πρέπει να παγιδεύει αυτή τη θερμότητα, αφήνοντάς τη να διαφεύγει σιγά-σιγά και να τη διανέμει ομοιόμορφα στο κτίριο.

Ο πρώτος στόχος ικανοποιείται με τον προσανατολισμό και το σχεδιασμό του κτιρίου, έτσι ώστε να επιτρέπει στον ήλιο να εισχωρεί δια μέσου των τοίχων και των παραθύρων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και με τη χρησιμοποίηση σκιαδιών να τον εμποδίζουν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Ο δεύτερος και τρίτος στόχος επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση βαρέων υλικών, όπως πέτρα, μπετόν που αποθηκεύουν (ή απορροφούν) την θερμότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα,

Τα καλά μονωμένα κτίρια, με πολύ μικρή διεισδυτικότητα του αέρα μέσω των ανοιγμάτων και με ανοικτή εσωτερική διάταξη μπορούν να διατηρούν ευχάριστες εσωτερικές συνθήκες σε όλο τον χώρο.

Οι απ' ευθείας ακτίνες του ήλιου κτυπούν τις διαφορετικά προσανατολισμένες επιφάνειες με ποικιλία έντασης, γι' αυτό ένα κτίριο πρέπει να έχει τέτοιο προσανατολισμό ώστε να μπορεί να παίρνει αυτή τη θερμότητα το χειμώνα και να την απομακρύνει το καλοκαίρι.

Είναι γνωστό ότι οι τοίχοι που βλέπουν προς το νότο απορροφούν τη μεγαλύτερη ακτινοβολία από τον ήλιο του χειμώνα ενώ η οροφή παίρνει το μεγαλύτερο μέρος της έντονης καλοκαιρινής ακτινοβολίας.

Αν και ο προσανατολισμός και το σχήμα ενός κτιρίου είναι σημαντικά στοιχεία, εν τούτοις το μέγεθος και η τοποθέτηση των παραθύρων του είναι οι πλέον σημαντικοί παράγοντες για να συλλέξουμε την ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή θερμότητα που συλλέγεται από τζάμι τοποθετημένο προς το νότο είναι πολύ ουσιαστική το χειμώνα. Στον πίνακα 1.1 φαίνεται το ηλιακό θερμικό φορτίο για διάφορους προσανατολισμούς.

Προσανατολισμός Παραθύρου						
	Οριζόντιο	Κάθετο				Βόρειο
		Νότιο	Νοτιοανατολικό	Ανατολικό	Βορειοανατολικό	
			Νοτιοδυτικό	Δυτικό	Βορειοδυτικά	
21 ^η Ιανουαρίου	1506	4400*	3170	1371	343	318
21 ^η Φεβρουαρίου	2346	4390*	3469	1930	607	437
21 ^η Μαρτίου	3440	3736*	3558	2594	1139	605
21 ^η Απριλίου	4560	2640	3237*	3010	1765	826
21 ^η Μαΐου	5448	1922	2883	3167*	2195	1096
21 ^η Ιουνίου	6053	1679	2719	3240*	2413	1307
21 ^η Ιουλίου	5800	1874	2827	3140*	2216	1139
21 ^η Αυγούστου	5103	2543	3140*	2943	1771	869
21 ^η Σεπτεμβρίου	3985	3629*	3418	2484	1123	626
21 ^η Οκτωβρίου	2890	4228*	3332	1874	610	448
21 ^η Νοεμβρίου	1906	4309*	3107	1361	356	329
21 ^η Δεκεμβρίου	1523	4000	2980	1161	278	264

* Ο προσανατολισμός που συλλέγει το μεγαλύτερο ηλιακό θερμικό φορτίο για κάθε μήνα

Πίνακας 1.1 Ηλιακό θερμικό φορτίο για διάφορους προσανατολισμούς.

Σ' όλες τις περιπτώσεις που μελετήθηκαν το ηλιακό θερμικό φορτίο μέσω διπλού υαλοστασίου προσανατολισμένοι προς νότο ήταν περισσότερο από αρκετό για να αντισταθμίσει τις απώλειες θερμότητας λόγω αγωγιμότητας μέσω του υαλοστασίου.

Αλλά υπάρχουν και μερικά μειονεκτήματα. Μεγάλες επιφάνειες τζαμιού στο νότο μπορούν να υπερθερμάνουν τα δωμάτια στα μέσα του χειμώνα που ο ήλιος είναι χαμηλά στον ορίζοντα. Η ηλιακή ενέργεια τότε

πρέπει να απορροφηθεί και να αποθηκευθεί σε ογκώδεις εσωτερικές κατασκευές για να αποδοθεί τη νύχτα και να διατηρήσει ευχάριστες εσωτερικές συνθήκες. Τα μονωμένα «πετάσματα» και τα παραθυρόφυλλα βοηθούν στο να διατηρείται περισσότερο η αποθηκευμένη θερμότητα.

Η κινητή μόνωση είναι μία από τις προχωρημένες τεχνικές που κάνουν πραγματοποιήσιμη την παθητική ηλιακή θέρμανση.

Μπορεί επίσης να ελαττωθεί το καλοκαιρινό ηλιακό φορτίο με κατάλληλες κατασκευές και σκιάσεις των παραθύρων.

Το νότιο τζάμι μπορεί εύκολα να σκιαστεί με ένα στέγαστρο ή μία κινητή τέντα.

Τα ανατολικά και δυτικά παράθυρα είναι πολύ δύσκολο να σκιαστούν με στέγαστρα γιατί ο ήλιος είναι χαμηλά στον ορίζοντα και στις δύο περιπτώσεις. Τα φυλλοβόλα δένδρα και οι θάμνοι είναι μία καλή λύση γι' αυτές τις πλευρές ειδικά προς δυτικά όπου το καλοκαιρινό ηλιακό φορτίο μπορεί να γίνει πολύ έντονο.

Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί το αντανakλαστικό και το απορροφητικό τζάμι. Πάντως οπωσδήποτε το σύνολο του τζαμιού στις βόρειες, ανατολικές και δυτικές πλευρές πρέπει να κρατηθεί στο ελάχιστο όριο για φυσικό φωτισμό. Τα παράθυρα σ' αυτές τις πλευρές ενώ δεν παρέχουν μεγάλη ηλιακή θερμότητα τον χειμώνα, μπορούν να γίνουν πηγή μιας μεγάλης απώλειας θερμότητας.

Ένα κτίριο με μεγάλης επιφάνειας νότια υαλοστάσια χρειάζεται υλικά αποθήκευσης της θερμότητας, έτσι ώστε ενώ τα δωμάτια να μην υπερθερμαίνονται τις ηλιόλουστες μέρες του χειμώνα, να παραμένουν ζεστά τη νύχτα.

Τα υλικά των κτιρίων από μόνα τους - η οροφή, οι τοίχοι και τα πατώματα - μπορούν να αποθηκεύσουν ικανή ποσότητα θερμότητας. Ειδικά, τα βαριά υλικά των κτιρίων μπορούν να αποθηκεύσουν μεγάλες ποσότητες θερμότητας χωρίς να ζεσταθούν πολύ. Καθώς ο εσωτερικός αέρας κρύνει τα ζεσταμένα υλικά αντικαθιστούν τη θερμότητα που χάνεται, διατηρώντας τα δωμάτια ζεστά. Τα καλά μονωμένα κτίρια με πραγματικό ογκώδεις εσωτερικές μάζες μπορούν να παραμείνουν ζεστά για μερικές μέρες χωρίς να χρειαστεί συμπληρωματική θέρμανση από φωτιά ή τζάκια. Στη διάρκεια του καλοκαιριού, ένα κτίριο με ογκώδεις εσωτερικές μάζες, όταν γίνει καλός εξαερισμός με τον κρύο αέρα της νύχτας και επομένως κρύνουν τα διάφορα υλικά, θα διατηρήσει την επόμενη μέρα ευχάριστες εσωτερικές συνθήκες, διότι θα απορροφά τη θερμότητα του θερμού αέρα του δωματίου.

Για να αποθηκεύσουμε μεγάλες ποσότητες θερμότητας σε ένα καθορισμένο όγκο, χρησιμοποιούμε υλικά που έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Γενικά, τα βαριά υλικά όπως το μπετόν και η πέτρα είναι η καλύτερη λύση. Για μία ανύψωση της θερμοκρασίας κατά 1°C ένα κυβικό μέτρο μπετόν απορροφά και αποθηκεύει 506 Kcal ενώ ένα κυβικό μέτρο ξυλείας πεύκου αποθηκεύει μόνο 288 Kcal. Το τσιμέντο, η πέτρα και οι πλινθόκτιστοι τοίχοι, μονωμένοι εξωτερικά, είναι πολύ καλύτεροι από τις ξύλινες κατασκευές τοίχων.

Ένας άλλος καλός συλλέκτης και αποταμιευτής της θερμότητας είναι η τσιμεντένια πλάκα δαπέδου με μόνωση από κάτω. Οι εσωτερικοί τοίχοι και δάπεδα μπορούν να αποδώσουν πολύ με τη μέγιστη έκθεσή τους στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό προϋποθέτει κτίρια που είναι διατεταγμένα κατά τον άξονα Β-Ν ή μεγάλου ύψους σε σχέση με το βάθος τους. Δηλαδή η ακτινοβολία κατά το χειμώνα να μπορεί να εισχωρεί μέσα από τα νότια παράθυρα σε όλο το χώρο του κτιρίου.

Ένα ανοικτό εσωτερικό σχέδιο ελεύθερο από δωμάτια κλειστά στη νότια πλευρά, διευκολύνει αυτή τη φυσική κυκλοφορία. Πέραν αυτού οι κλειστές επιφάνειες που είναι κοντά στις επιφάνειες του τζαμιού θα αισθάνονται τις μεγαλύτερες ημερήσιες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας. Αυτές οι περιοχές χρησιμοποιούνται καλύτερα για ενεργές λειτουργίες όπως η εργασία και το παιχνίδι. Οι περισσότερο παθητικές λειτουργίες όπως το διάβασμα ή ο ύπνος μπορούν να γίνουν στο βόρειο μέρος του σπιτιού.

Σ' ένα διώροφο σπίτι προφανώς θα τοποθετηθούν οι κρεβατοκάμαρες στο δεύτερο όροφο ή στη σοφίτα για να επωφεληθούν από το ζεστό νερό αέρα που ανεβαίνει προς τα εκεί.

υλικό	ειδική θερμότητα Kcal/Kg C°	πυκνότητα Kg/m ³	θερμοχωρητικότητα Kcal/m ³ C°
Νερό	1	1000	1000
Χάλυβας	0,12	7800	936
Χυτοσίδηρος	0,12	7250	870
Χαλκός	0,092	8930	820
Αλουμίνιο	0,214	2700	578
Μελανόλιθος	0,2	2900	580
Μάρμαρο	0,21	2600	546
Μπετόν	0,22	2300	506
Άσφαλτος	0,22	2110	464
Πάγος	0,487	920	448
Γυαλί	0,18	2500	450
Λευκή Δρυς	0,57	750	427
Τούβλα	0,2	1970	394

Ασβεστόλιθος	0,217	1650	358
Γύψος	0,26	1250	325
Άμμος	0,191	1500	286
Λευκή Πεύκη	0,67	430	288
Λευκή Ελάτη	0,65	430	280
Πηλός	0,22	1000	220
Αμίαντος	0,2	575	115
Υαλόμμαλο	0,157	52	8,16
Αέρας	0,24	1,29	0,31

Πίνακας 1.2 Ειδική θερμότητα, πυκνότητα και θερμοχωρητικότητα διάφορων υλικών.

1.4.1. Νότιο υαλοστάσιο

Εφαρμογή των άμεσων παθητικών συστημάτων έχει το Νότιο υαλοστάσιο.

Εξετάζουμε ένα σπίτι επιφάνειας 110m^2 , που εικονίζεται παρακάτω. Αυτό το σπίτι είναι σωστά μονωμένο και όλα τα παράθυρά του από διπλά υαλοστάσια, έχουν τοποθετηθεί προς το νότο για να μεγιστοποιήσουν το ηλιακό θερμικό φορτίο. Διαφοροποιώντας τη θέση παραθύρων δεν μεταβάλλονται αισθητά οι θερμικές απώλειες του χώρου.

Βάσει των προδιαγραφών σχεδιασμού, οι θερμικές απώλειες του σπιτιού ανέρχονται σε 2.250 Kcal/h ή 54000 Kcal/ημέρα . Μια καθαρή χειμωνιάτικη μέρα, το ηλιακό θερμικό φορτίο μέσω του νότιου υαλοστασίου επιφάνειας 14.8 m^2 μπορεί να αντικαταστήσει αυτές τις απώλειες ($4000\text{ Kcal/m}^2\text{ ημέρα} * 14,8 = 59000\text{ Kcal/ημέρα}$).

Αλλά αυτό όμως είναι το μισό του προβλήματος. Το σπίτι χρειάζεται ένα ωριαίο ηλιακό φορτίο ανερχόμενο σε 2.250 Kcal υπό τις χειρότερες καιρικές συνθήκες. Κατά μέσο όρο όμως εισέρχεται ωριαίως από το νότιο υαλοστάσιο, μια καθαρή ημέρα, ηλιακό φορτίο ανερχόμενο σε 7400 Kcal ($59200 * 8\text{ ώρες}$). Δηλαδή υπάρχει μια περίσσεια 5.150 Kcal/h .

Για να απορροφηθεί όλη αυτή η περισσευούμενη θερμότητα πρέπει να γίνει μία επί πλέον σχεδιαστική αλλαγή. Τοποθετείται τσιμεντένιο δάπεδο πάχους, 10 εκ. μονωμένο από το κάτω μέρος. Μέρος του περισσευούμενου φορτίου των 41.200 Kcal ($5.150 * 8\text{ ώρες}$) απορροφάται από τους εσωτερικούς τοίχους και τα έπιπλα. Αλλά το μεγαλύτερο μέρος απορροφάται από το τσιμεντένιο δάπεδο, ανεβάζοντας τη θερμοκρασία του κατά 6°C περίπου, από 18°C το πρωί στους 24°C το βράδυ. Μέχρι την ανατολή του ήλιου το επόμενο πρωί, όλο το φορτίο των 41.200 Kcal

(5.150*8 ώρες), θα έχει αποδοθεί στον χώρο. Η θερμοκρασία του δωματίου και της πλάκας θα επανέλθει στους 18°C.

Έτσι αν υποθέσουμε ότι υπάρχει μία συνέχεια ηλιόλουστων ημερών, η θερμοκρασία του σπιτιού μπορεί να διατηρηθεί στα επιθυμητά επίπεδα χρησιμοποιώντας μόνο την άμεση ηλιακή θερμότητα, χωρίς άλλη βοηθητική πηγή θέρμανσης.

Στην πραγματικότητα βέβαια δεν συμβαίνει αυτό. Υπάρχουν μεγάλα διαστήματα με νεφοσκεπείς ημέρες και δυνατό κρύο, οπότε είναι αναπόφευκτος ένας τύπος συμβατικής θέρμανσης, όπως σόμπα υγραερίου, τζάκι, ηλεκτρική θέρμανση κ.λ.π.

Γενικά το ποσοστό που καλύπτεται από την άμεση αυτή ηλιακή θέρμανση ανέρχεται σε 50 -80%.

Λαμβάνοντας υπόψη και τις εσωτερικές πηγές θέρμανσης (φώτα, άτομα, κουζίνα μαγειρέματος κ.λ.π.) το παραπάνω ποσοστό ανεβαίνει σημαντικά. Αυτό το σημαντικό αποτέλεσμα επιτυγχάνεται με 4 βασικές αλλαγές σχεδιασμού.

- α) Σωστές μονώσεις
- β) Μετατόπιση όλων των παραθύρων στο νότο
- γ) Χρήση υλικών μεγάλης θερμοχωρητικότητας στο εσωτερικό του σπιτιού
- δ) Χρήση κινητών μονωτικών περασμάτων, για την κάλυψη των υαλοστασίων τη νύχτα και τις νεφοσκεπείς ημέρες. Η χρήση των κινητών μονωτικών περασμάτων είναι απαραίτητη για την ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών του υαλοστασίου, που ως γνωστόν είναι σημαντικές, κατά τη νύχτα και τις νεφοσκεπείς ημέρες.

Μία κλίση του σπιτιού κατά 20-25 μοίρες ανατολικότερα ή δυτικότερα του νότου, δεν δυσχεραίνει σημαντικά τα πράγματα, διότι και πάλι εισέρχεται σ' αυτό το 90% του μεγίστου ηλιακού θερμικού φορτίου (Πίνακας 1.1).

Το παραπάνω παράδειγμα δείχνει ότι η άμεση ηλιακή θέρμανση μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος - σίγουρα περισσότερο από το μισό - της απαιτούμενης χειμερινής θέρμανσης ενός καλοσχεδιασμένου σπιτιού.

1.4.2. Θερμοκήπιο προσαρτημένο στο κτίριο

Η χρήση του θερμοκηπίου σαν παγίδα θερμότητας είναι πάρα πέρα εξέλιξη της ιδέας του νότιου ναλοστασίου. Εκθέτει μεγαλύτερη επιφάνεια γυαλιού στην ηλιακή ακτινοβολία, αλλά έχει μεγαλύτερες θερμικές απώλειες εάν δεν προβλεφθεί μόνωση. Για τη μη υπερθέρμανση του χώρου είναι αναγκαία η αποθήκευση της θερμότητας σε μία συμπαγή μάζα (πέτρες, μπετόν) κάτω από το θερμοκήπιο.

Από κτιριολογικής πλευράς μπορεί να χρησιμεύει σαν συμπληρωματικός χώρος του σπιτιού, όπως αίθριο, κήπος κ.λ.π. Ένα καλοσχεδιασμένο θερμοκήπιο μπορεί να συνεισφέρει από 10 μέχρι 50% των αναγκών σε θέρμανση του σπιτιού.

Ο θερμαινόμενος από τον ήλιο αέρας σε θερμοκρασίες πάνω από 32°C, μαζεύεται στην κορυφή του θερμοκηπίου και εισέρχεται στο σπίτι μέσω ανοίγματος στον ενδιάμεσο τοίχο. Η καλοκαιρινή θερμότητα αφήνεται να διαφεύγει μέσω ενός ανοίγματος ψηλά στον ανατολικό τοίχο. Ένα χαμηλό άνοιγμα στο δυτικό τοίχο υποβοηθάει αυτό τον αερισμό, ιδίως όταν φυσάει νοτιοδυτικός άνεμος. Η περισσότερη από τη θερμική μάζα σκιάζεται από τον καλοκαιρινό ήλιο που είναι ψηλά στον ορίζοντα, από ένα τμήμα οροφής του θερμοκηπίου.

Ένα ουσιώδες μέρος επίσης της έντονης ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι αντανάκλαται από την προς νότο προσανατολισμένη πλευρά λόγω της μεγάλης κλίσης της.

1.5. Παθητικά συστήματα ενσωματωμένα στο κτιριακό κέλυφος

Σε ένα ενσωματωμένο στο κτιριακό κέλυφος, σύστημα ηλιακής θέρμανσης, η ηλιακή ακτινοβολία δεν εισχωρεί στο εσωτερικό του κτιρίου. Αυτή απορροφάται από μία συμπαγή εξωτερική κατασκευή η οποία αντικαθιστά την οροφή ή το νότιο τοίχο, Μερικοί τύποι διαφανών υλικών επικαλύπτουν αυτή τη συμπαγή μάζα ώστε να επιβραδύνουν τις απώλειες θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον. Η απορροφούμενη θερμότητα ρέει προς τους εσωτερικούς χώρους με φυσικά μέσα, δηλαδή με θερμική ακτινοβολία ή φυσική μεταφορά του αέρα.

Μερικές φορές χρησιμοποιείται ένας ανεμιστήρας για να υποβοηθήσει αυτή τη ροή, Σ' αυτές τις περιπτώσεις η ηλιακή «συσκευή» είναι ένα ενδογενές μέρος του κελύφους του σπιτιού γι' αυτό και τα συστήματα αυτά αποκαλούνται ενσωματωμένα στο κτιριακό κέλυφος, Τα

υλικά είναι συνήθως απλά. Μερικές φορές μία μικρή ηλεκτρική ισχύς χρησιμοποιείται για να διανέμει την ηλιακή θέρμανση.

Τα ενσωματωμένα συστήματα είναι συνήθως φτηνά και αξιόπιστα. Τα τρία συνηθέστερα παραδείγματα παθητικών συστημάτων ενσωματωμένων στο κτιριακό κέλυφος είναι τα ακόλουθα:

- Ο τσιμεντένιος νότιος τοίχος-συλλέκτης που επινοήθηκε από τους Trombe - Michel
- Ο «υδάτινος τοίχος» συλλέκτης του Baer.
- Η θερμαινόμενη υδάτινη οροφή Sky therm.

Αυτές οι τρεις περιπτώσεις φέρνουν καμία φορά σύγχυση όσον αφορά την επιλογή του βέλτιστου τύπου, αναλόγως του κλίματος και του σκοπού.

Εξετάζοντας όμως επί μέρους τις ιδιομορφίες των συστημάτων και τις συνθήκες προσαρμογής τους στο κτίριο, μπορεί να επιλεγεί ο κατάλληλος τύπος για το βέλτιστο αποτέλεσμα.

1.5.1. Νότιος τοίχος από μπετόν (τοίχος Trombe-michel)

Η πρώτη εφαρμογή του νότιου τοίχου από μπετόν σαν συλλέκτη, έγινε στο Odeillo της Γαλλίας το 1967 από τον καθηγητή Trombe και τον αρχιτέκτονα Michel. Η κατασκευή και λειτουργία αυτού του τοίχου φαίνεται στο σχήμα. Ο νότιος τοίχος είναι από μπετόν και μπορεί να είναι φέρον στοιχείο αλλά και αποθήκη θερμότητας. Η εξωτερική επιφάνειά του είναι τραχεία, βαμμένη μαύρη και καλύπτεται εξωτερικά με απλό, διπλό ή τριπλό υαλοστάσιο.

Η μικρού μήκους κύματος ηλιακή ακτινοβολία περνά το υαλοστάσιο και απορροφάται από τον τοίχο ο οποίος θερμαίνεται και εκπέμπει ακτινοβολία μακριότερου μήκους κύματος. Η ακτινοβολία αυτή δεν διαπερνά το πρώτο γυάλινο φύλλο αλλά απορροφάται από αυτό και στη συνέχεια ακτινοβολείται. Η μισή περίπου από αυτή την ακτινοβολία κατευθύνεται προς τα έξω και η υπόλοιπη προς τα μέσα.

Αν τοποθετήσουμε ένα δεύτερο φύλλο γυαλιού έξω από το πρώτο, για να σταματήσουμε το ποσό της ακτινοβολίας που κατευθύνεται προς τα έξω, τότε μόνο το 1/4 της ακτινοβολίας διαφεύγει ενώ τα υπόλοιπα 3/4 μένουν στο εσωτερικό και ζεσταίνουν τον αέρα που βρίσκεται ανάμεσα στο υαλοστάσιο και τον τοίχο.

Φαίνεται κατ' αρχήν ότι όσο περισσότερα φύλλα γυαλιού χρησιμοποιηθούν τόσο μεγαλύτερη θα είναι η απόδοση. Πρακτικά όμως

αποδείχτηκε ότι επειδή κάθε φύλλο αντανακλά ένα ποσό από την εισερχόμενη ακτινοβολία, σαν βέλτιστο θεωρείται το διπλό υαλοστάσιο.

Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσβάλλει την τραχεία μαυρισμένη επιφάνεια, το μπετόν ζεσταίνεται και θερμαίνει τον αέρα μεταξύ του τοίχου και του γυαλιού. Μέρος της ηλιακής θερμότητας μεταφέρεται με τον αέρα ο οποίος ανυψώνεται και εισέρχεται στο δωμάτιο μέσω ανοίγματος στο πάνω μέρος, ενώ το μεγαλύτερο μέρος αυτής της θερμότητας εισέρχεται βραδέως στο μπετόν. Ο τοίχος αφού θερμανθεί, ακτινοβολεί θερμότητα μέσα στο σπίτι.



Εικόνα 1.5.1 : Τοίχος Trombe-michel

Το κάτω άνοιγμα στον τοίχο τοποθετείται λίγο ψηλότερα από το χαμηλότερο σημείο του συλλέκτη, ώστε νωρίς το πρωί και τις συννεφιασμένες ημέρες να μην επιτρέπει αναστροφή του κυκλώματος του αέρα. Έτσι ο βαρύς κρύος αέρας συγκεντρώνεται στο κάτω μέρος του συλλέκτη και δεν μπαίνει στο χώρο.

Το καλοκαίρι, με την κατάλληλη τοποθέτηση και χειρισμό Dampers, μπορεί να αντιστραφεί η λειτουργία και ο θερμός αέρας στο κενό μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου, να κατευθύνεται προς τα έξω παρασύροντας μαζί και τον αέρα του δωματίου. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να υπάρξει άνοιγμα στο βόρειο τοίχο για τη δημιουργία του ρεύματος. Πολλές φορές για την ενίσχυση αυτού του ρεύματος τοποθετείται και ανεμιστήρας στο άνοιγμα του βόρειου τοίχου. Ακόμη, για ΝΑ είναι ψυχρότερος ο αέρας που μπαίνει στο χώρο, μπορεί να τοποθετηθεί αεραγωγός μεταφοράς του αέρα στο άνοιγμα του βόρειου τοίχου από κάποιο δροσερό μέρος (υπόγειο χώμα κ.λ.π.).

Όσον αφορά στις αποδόσεις του συστήματος, από μετρήσεις στα πειραματικά σπίτια του Odeillo αποδείχτηκε ότι ο τοίχος-συλλέκτης από

μπετόν παρέχει το 60-70% της απαιτούμενης θερμότητας κατά τη διάρκεια ενός μέσου χειμώνα στο Odeillo, όπου οι συνήθεις θερμοκρασίες είναι -18°C .

Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι πολύ εύκολα τοποθετείται μία ηλεκτρική αντίσταση στο διάκενο μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου σαν συμπληρωματική θέρμανση σε περιπτώσεις που δεν αρκεί. Για μία τυπική χειμερινή σαιζόν αυτής της περιοχής το παθητικό αυτό σύστημα δίδει περίπου 540.000 Kcal ανά m^2 συλλέκτη.

Οι Trombe - Michel δίνουν ενδεικτικά ορισμένα μεγέθη συλλεκτών για Β.Γ.Π. $42^{\circ} 37'$ και για κάλυψη θερμικών αναγκών κατά 60-75% ως ακολούθως:

α) Για σχετικά καλή μόνωση σπιτιού ($K = 0,9-1,0$)

$$S/V = 0,16$$

όπου S = επιφάνεια συλλέκτη

V = όγκος του προς θέρμανση κτιρίου

β) Για καλή μόνωση ($K = 0,5$)

$$S/V = 0,1$$

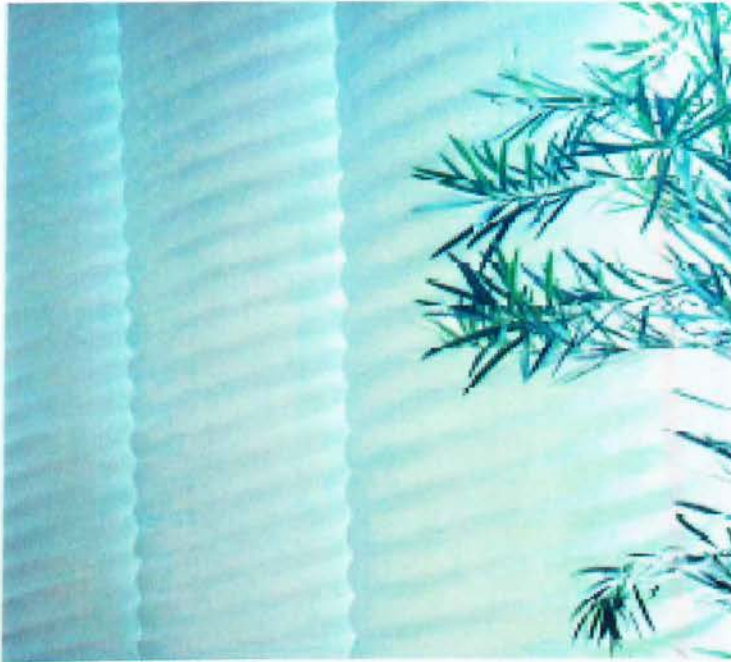
Ο υπολογισμός της απόδοσης ενός τοίχου Trombe - Michel θα λάβει υπ' όψη τον όγκο του τοίχου, το συντελεστή θερμοχωρητικότητας (πίνακας 2) και την πιθανή ανύψωση της θερμοκρασίας του από την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας. Από στοιχεία των σπιτιών του Odeillo η θερμοκρασία αυτή μπορεί να φθάσει μέχρι τούς 65°C .

Για τον κατά προσέγγιση υπολογισμό του κόστους ενός σπιτιού που θερμαίνεται κατ' αυτό τον τρόπο λαμβάνεται υπ' όψη ότι όλη η κατασκευή, πλην αυτής της νότιας πλευράς, είναι η ίδια με μία συμβατική κατασκευή. Με αυτό το δεδομένο, το επί πλέον κόστος του σπιτιού, εκτιμάται σε 10-15%.

1.5.2. Νότιος υδάτινος τοίχος (τοίχος Baer)

Το νερό είναι ένα ακόμη καλύτερο αποθηκευτικό υλικό της θερμότητας, από το μπετόν. Ένα κυβικό μέτρο νερού αποθηκεύει 1.000 Kcal για μία ανύψωση της θερμοκρασίας κατά 1°C , ενώ ένα κυβικό μέτρο μπετόν 506 Kcal. Τα ρεύματα μεταφοράς στο νερό, μεταφέρουν ταχέως την ηλιακή θερμότητα από την επιφάνεια συλλογής στον

υπόλοιπο όγκο του νερού και από εκεί στα δωμάτια. Η επιφάνεια συλλογής παραμένει δροσερή και ένας υδάτινος τοίχος-συλλέκτης χάνει λιγότερη θερμότητα προς το εξωτερικό περιβάλλον από ένα τοίχο από μπετόν.



Εικόνα 1.5.2.1 : Υδάτινος τοίχος

Το μεγάλο πρόβλημα με το νερό είναι ότι αυτό είναι υγρό. Οι απαιτούμενες κατασκευές για τη συγκράτηση του νερού είναι συχνά δύσκολες και δαπανηρές. Ένα καλό παράδειγμα υδάτινου τοίχου-συλλέκτη είναι ένας τοίχος από βαρέλια που εγκαταστάθηκε από τον Steve Baer στο Νέο Μεξικό. Αποτελείται από οριζόντια τοποθετημένα βαρέλια των 55 γαλονιών γεμάτα με νερό όπως φαίνεται στο σχήμα. Τη νύχτα ή τις νεφοσκεπείς ημέρες οι συλλέκτες αυτοί καλύπτονται από κινούμενες περί οριζόντιο άξονα μονωμένες πόρτες.

Κατά τις ηλιόλουστες χειμωνιάτικες ημέρες οι πόρτες ανοίγουν μέχρι το έδαφος και η αλουμινένια εσωτερική επιφάνειά τους αντανακλά επιπροσθέτως ηλιακή ακτινοβολία στα βαρέλια με το νερό. Οι πόρτες χρησιμοποιούνται ανάλογα για να ζεσταίνουν ή να δροσίζουν το σπίτι.

Αν και το σπίτι έχει μόνο 37 m² επιφάνεια συλλογής για 185 m² επιφάνειας δαπέδου, η εσωτερική θερμοκρασία παραμένει συνήθως μεταξύ 17°C και 21°C κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Τα 5.000 γαλόνια νερού στα βαρέλια, το μπετόν του δαπέδου, και οι εξωτερικοί τοίχοι αποσοβούν τις μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας. Κατά τη διάρκεια των νεφοσκεπών χειμωνιάτικων ημερών η εσωτερική

θερμοκρασία πέφτει κατά 1,5 έως 2°C την ημέρα. Ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας περισσότερο από 3°C είναι σπάνια. Με τις παραπάνω συνθήκες το σπίτι κάλυψε το 75% των θερμικών αναγκών του.

Βέβαια πρέπει να ομολογηθεί ότι τόσο ο όγκος των βαρελιών όσο και η εμφάνισή τους, δύσκολα θα μπορέσουν να πείσουν κάποιον να προβεί σε μια κατασκευή.



Εικόνα 1.5.2.2 : Υδάτινος τοίχος σε κτίριο

1.5.3. Υδάτινη θερμαινόμενη οροφή (οροφή Skytherm)



Εικόνα 1.5.3.1 : Υδάτινη θερμαινόμενη οροφή σε κτίριο

Παρά το πλεονεκτήματα των καθέτων τοίχων-συλλεκτών, έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για συλλογή και αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας, σε δοχεία νερού στις στέγες των κτιρίων.

Ένα δοχείο με κλίση 45-60 μοίρες θα είχε την καλύτερη έκθεση στον χειμερινό ήλιο, αλλά δεν είναι εύκολη υπόθεση η στήριξη και η συγκράτηση μεγάλης μάζας νερού σε τέτοια γωνία. Πιο εύκολοι είναι οριζόντιοι συλλέκτες στην ταράτσα που συγκρατούν το νερό αξιοποιώντας την ιδιότητά του να ισορροπεί οριζόντια. Το νερό μπορεί να φυλαχτεί σε ρηχά χωρίσματα ή πλαστικούς σάκους πάνω σε πυθμένα από μεταλλικά φύλλα και υποστηριζόμενο από τοιχάκια μπετόν ή χοντρές ξύλινες δοκούς. Η ηλιακή θερμότητα που μαζεύεται σε τέτοιες τεχνητές λιμνούλες ακτινοβολείται απ' ευθείας προς τα δωμάτια από κάτω. Η θέρμανση επιτυγχάνεται πολύ γρήγορα και θερμοκρασίες νερού χαμηλές έως και 21 °C μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ζεστάνουν το σπίτι.



Εικόνα 1.5.3.2 : Υδάτινοι συλλέκτες οροφής

Δυστυχώς, οι υδάτινοι συλλέκτες οροφής έχουν και έναν αριθμό από μειονεκτήματα. Καθώς ο ήλιος είναι χαμηλά στον ορίζοντα τον χειμώνα η ημερήσια πρόσπτωση σε οριζόντια επιφάνεια που τότε χρειάζεται είναι η ελάχιστη. Για να ξεπεραστεί το μειονέκτημα αυτό, οι συλλέκτες οροφής πρέπει να καλύψουν το μεγαλύτερο μέρος της ταράτσας. Η στρωμάτωση της θερμότητας μέσα στο ίδιο το νερό είναι ένα άλλο πρόβλημα - αν και υποδεέστερο. Το θερμότερο και ελαφρότερο νερό παραμένει στο πάνω μέρος της λιμνούλας την νύχτα χάνοντας θερμότητα στον εξωτερικό αέρα. Το ψυχρότερο και πυκνότερο νερό πέφτει στον πυθμένα, ακριβώς όπου υπάρχει και η μεγαλύτερη ανάγκη θερμότητας. Η

μεγάλη συγκέντρωση πάγου επίσης περιορίζει την δυνατότητα χρήσης υδάτινων συλλεκτών σε ψυχρά κλίματα.

Οι υδάτινοι συλλέκτες οροφής ταιριάζουν καλύτερα σε μικρότερα πλάτη, μεταξύ 35B και 35N. Σε τέτοια πλάτη ο ήλιος ανεβαίνει στον ουρανό ψηλότερα κατά τις χειμερινές μέρες και ο σχηματισμός πάγου δεν είναι πρόβλημα. Επίσης, ταιριάζουν εξαιρετα στον στόχο της καλοκαιρινής ψύξης, που έχουν τη δυνατότητα να την επιτύχουν και που είναι πιο σπουδαίας σημασίας από τη θέρμανση τον χειμώνα, σε τέτοια κλίματα.

Μονωμένες επιφάνειες χρησιμοποιούνται για να καλύψουν τις τεχνητές λιμνούλες τις καλοκαιρινές μέρες. Το νερό απορροφά πλεονάζουσα θερμότητα από τα δωμάτια κάτω και ακτινοβολεί αυτή τη θερμότητα στην ατμόσφαιρα το βράδυ, όταν αυτές οι επιφάνειες έχουν μετακινηθεί.

Η θερμική στρωμάτωση μέσα στη λιμνούλα βοηθό την ψύξη αυτή, γιατί το πιο κρύο νερό βρίσκεται ακριβώς πάνω από τα δωμάτια. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα η κινητή μόνωση λειτουργεί αντίστροφα. Μετακινείται τις ηλιόλουστες μέρες για να επιτρέψει την συλλογή ηλιακής ενέργειας και επανατοποθετείται το βράδυ ή κατά τις συννεφιασμένες μέρες για να παγιδεύσει την συλλέγεις θερμότητα.

Κατά το μεγαλύτερο μέρος η βελτίωση της ηλιακής συλλογής με υδάτινες οροφές και των σχετικών συστημάτων ψύξης είναι δουλειά του Harold Hay. Ειδικός σε χημικά και οικοδομικά υλικά, ο Hay συνέλαβε την ιδέα στην Ινδία, όταν παρέστη μάρτυρας της ανθρώπινης δυσθυμίας που συνέβαινε όταν οι πρωτόγονες πλεχτές στέγες αντικαθίστανται με μεταλλικά φύλλα. Απογυμνωμένες από το φυσικό τους μονωτικό στρώμα, τα σπίτια αυτά ανάγκαζαν τους φτωχούς ενοίκους να υποφέρουν τη θερμότητα του καλοκαιριού και το τσουχτερό κρύο του χειμώνα. Χωρίς καμιά δυνατότητα εφαρμογής δυτικών μεθόδων θέρμανσης και ψύξης, έτρεμαν τις νύχτες του χειμώνα και ίδρωναν τις καλοκαιρινές μέρες. Κατόπιν αυτού ο Hay κατασκεύασε ένα τέτοιο σύστημα στο Phoenix της Αριζόνας σε Β.Γ.Π. 32° 26'. Μεταξύ των ανεστραμμένων δοκαριών τοποθετήθηκαν πλαστικοί σάκοι με 15-17,5 εκ. νερό.

Η λειτουργία της κατασκευής βασίζεται στις αρχές που αναφέρθηκαν. Το νερό ζεσταίνεται με αργό ρυθμό και μπορεί να φθάσει στους 29,4°C μέχρι να δύσει ο ήλιος. Η θερμική ακτινοβολία της οροφής κρατούσε το δωμάτιο σε θερμοκρασία 19-23°C ενώ η εξωτερική θερμοκρασία κατέβαινε στους 0°C. Στην περίπτωση της ψύξης επιτυγχάνονταν θερμοκρασίες χώρου 23°C-25°C με μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία 38°C και μέση 29°C.

Υπάρχουν περιπτώσεις που είναι αδύνατον ολόκληρος ο νότιος τοίχος ενός κτιρίου να κλειστεί από μια συμπαγή μαύρη μάζα μετόν, με ελάχιστα ανοίγματα και με μικρό αερισμό είτε για λόγους κατασκευαστικούς είτε για αισθητικούς είτε για λειτουργικούς. Σε όλες περιπτώσεις είναι αδύνατο να καλυφθεί ολόκληρη η στέγη από λιμνούλες με νερό είτε διότι είναι ζωτικής σημασίας η χρήση της είτε διότι παρουσιάζει κατασκευαστικά προβλήματα.

Προβλήματα επίσης παρουσιάζονται στην προσπάθεια κάλυψης των θερμικών αναγκών ενός δώροφου κτιρίου από υδάτινες θερμαινόμενες οροφές, ή της κάλυψης των θερμικών αναγκών ενός ισογείου κτιρίου με σύστημα Trombe - Michel, πού όμως η κτιριολογική του διάταξη δεν φέρνει σε επαφή με το νότιο τοίχο όλα τα δωμάτια.

Στις περιπτώσεις αυτές γίνεται στο ίδιο κτίριο, συνδυασμός των δύο μεθόδων ακόμη και του τρίτου του άμεσου παθητικού συστήματος. Έτσι σε ένα δώροφο κτίριο, μπορεί ο επάνω όροφος να θερμανθεί με οροφή Skytherm, ενώ ο κάτω όροφος με τοίχο Trombe - Michel. Μπορεί επίσης σε ένα μονώροφο κτίριο, ορισμένοι χώροι του που αντικρίζουν το νότο να θερμανθούν με τοίχο Trombe - Michel ενώ άλλοι με βόρειο προσανατολισμό να θερμανθούν με οροφή Skytherm.

1.5.6. Συνδυασμένα παθητικά και ενεργητικά συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας

Σε περιπτώσεις που η χρησιμοποίηση ενός παθητικού συστήματος θέρμανσης ή και συνδυασμού παθητικών συστημάτων, δεν αρκούν για να καλύψουν το επιθυμητό ποσοστό κάλυψης των θερμικών αναγκών ενός κτιρίου από τον ήλιο και βασική επιδίωξη παραμένει η εξ ολοκλήρου κάλυψη των αναγκών από τον ήλιο, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί συμπληρωματικά και ένα ενεργητικό σύστημα θέρμανσης.

Στις περιπτώσεις αυτές υπάρχει πρόβλημα τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών, δεδομένου ότι τόσον η οροφή όσο και οι νότιοι τοίχοι ή μέρος αυτών, θα καλύπτονται από τα παθητικά συστήματα

Επειδή όμως το ενεργητικό σύστημα, όπως ήδη αναφέρθηκε, θα είναι συμπληρωματικό σημαίνει ότι και η απαιτούμενη επιφάνεια συλλεκτών θα είναι σχετικώς μικρή. Έτσι υπάρχει σχετική ευχέρεια στην εξεύρεσή του κατάλληλου χώρου τοποθέτησής τους, πέραν του ότι μπορούν να τοποθετηθούν και μακριά από το σπίτι.

Η συνδυασμένη λειτουργία όλων αυτών των συστημάτων, για να επιτύχει το βέλτιστο αποτέλεσμα όσον αφορά τη συλλογή, την

αποθήκευση και την απόδοση της ηλιακής θερμότητας, απαιτεί ένα σωστό αλλά και απλό σύστημα αυτοματισμού.

1.5.7. Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

- Άμεσο Ηλιακό κέρδος
- Ηλιακό τοίχος
- Τοίχος Trombe
- Μη θερμοσιφωνικής ροής
- Τοίχος νερού

1.5.8. Παθητικά συστήματα και τεχνικές δροσισμού

- Ηλιοπροστατευτικά στοιχεία (σκιάχτρα, βλάστηση)
- Ανακλαστικά επιχρίσματα
- Υδάτινες επιφάνειες
- Φράγμα ακτινοβολίας
- Κτιριακή μάζα υψηλής θερμοχωρητικότητας
- Διαμπερές αερισμός
- Αεριζόμενο δώμα
- Ηλιακή καμινάδα
- Καμινάδα αερισμού
- Μεταλλικός ακτινοβολητής
- Πύργος δροσισμού
- Ψυκτική μονάδα εξάτμισης
- Υπεδάφιο σύστημα αγωγών

1.6. Βασικές έννοιες και αρχές λειτουργίας – Υλικά Παθητικών Συστημάτων

1.6.1. Βασικά συστήματα

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο έχουν αναπτυχθεί δύο κυρίως τεχνολογικά συστήματα για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση και ψύξη των κτιρίων τα ενεργητικά και τα παθητικά συστήματα καθώς και ένα τρίτο, τα υβριδικά.

1.6.2. Βασικές αρχές λειτουργίας

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας προϋποθέτει ένα σωστά ενεργειακά σχεδιασμένο κτίριο, σύμφωνα με τις αρχές που ήδη αναπτύχθηκαν. Ιδιαίτερα η διαμόρφωση του κελύφους του κτιρίου πρέπει να είναι τέτοια, που να επιτρέπει τη μέγιστη συλλογή της ηλιακής ενέργειας, τη μέγιστη δυνατότητα για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας και τις ελάχιστες θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων στηρίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας, στη θερμοχωρητικότητα των υλικών για την αποθήκευση της θερμότητας και στους βασικούς νόμους της θερμοδυναμικής για τη μεταφορά της θερμότητας από τη συλλογή στην αποθήκη και στο χώρο που θα θερμανθεί.

1.6.3. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αναφέρεται στη δέσμευση της προσπίπτουσας στη γυάλινη επιφάνεια ηλιακής ακτινοβολίας στο μεγαλύτερο ποσοστό και στη μετατροπή της στον εσωτερικό χώρο σε θερμική ακτινοβολία. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου στηρίζεται στην ιδιότητα που έχει το γυαλί να είναι διαπερατό στη μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία (0,4-2,5 μικρά), ενώ είναι αδιαπέραστο στη θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα σώματα και που συνήθως έχει μήκος κύματος γύρω στα 10 μικρά.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, όταν η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στο γυαλί, ένα ποσοστό αντανακλάται, ένα ποσοστό απορροφάται από το γυαλί - από το οποίο ένα μέρος ξαναακτινοβολείται προς το εξωτερικό και ένα μέρος προς το εσωτερικό-, και το μεγαλύτερο ποσοστό (ανάλογα με τη διαπερατότητα του γυαλιού), που είναι η φωτεινή ακτινοβολία (0,4-0,8μ.) περνά μέσα από το γυαλί στον εσωτερικό χώρο. Αυτό το ποσοστό -της ηλιακής ακτινοβολίας που πέρασε μέσα από το γυαλί απορροφάται από τα αντικείμενα που βρίσκονται στο κτίριο και αλλάζοντας μήκος κύματος μετατρέπεται σε θερμική ακτινοβολία, για την οποία το γυαλί είναι σχεδόν αδιαπέραστο. Η μ' αυτό τον τρόπο προερχόμενη θερμότητα παγιδεύεται στο εσωτερικό του κτιρίου.

1.6.4. Η θερμοχωρητικότητα των υλικών

Η θερμότητα που μπορεί να αποθηκεύσουν τα δομικά υλικά και τα δομικά στοιχεία αντίστοιχα- είναι ανάλογη με το μέγεθος της θερμοχωρητικότητας τους.

Ο συντελεστής θερμοχωρητικότητας των υλικών (W) προσδιορίζει την ποσότητα θερμότητας που αποταμιεύεται σε 1 m² ενός δομικού στοιχείου, όταν η θερμοκρασιακή διαφορά τού αέρα μέσα και έξω από το στοιχείο είναι 1°C. Σε δομικά στοιχεία μιας στρώσης ο συντελεστής αυτός W υπολογίζεται από τη σχέση:

$$W = d \cdot \rho_0 \cdot c \cdot K \cdot [(1/\alpha_a) + (d/2\lambda)] \quad (\text{III})$$

Σε στοιχεία με περισσότερες (η αρίθμηση των στρώσεων αρχίζει απ, έξω, προκύπτει από τη σχέση:

$$W = K \cdot d_1 \cdot P_1 \cdot c_1 \cdot [(1/\alpha_a) + (d_1/2\lambda_1)] + d_2 \cdot P_2 \cdot C_2 \cdot [(1/\alpha_a) + (d_1/\lambda_1) + (d_2/\lambda_2)] + \dots + d_n \cdot P_n \cdot c_n \cdot [(1/\alpha_a) + (d_1/\lambda_1) + (d_2/\lambda_2) + \dots + (d_{n-1}/\lambda_{n-1})] (d_n/2\lambda_n) \quad (2)$$

όπου: P = φαινόμενη πυκνότητα

C = συντελεστής ειδικής θερμότητας

d = πάχος της στρώσης

K = συντελεστής θερμοπερατότητας

1.6.5. Οι νόμοι της θερμοδυναμικής

Η μετάδοση της θερμότητας, που δεσμεύτηκε από την ηλιακή ακτινοβολία, προς την αποθήκη θερμότητας και προς τον εσωτερικό χώρο καθορίζεται από τους νόμους της θερμοδυναμικής που εκφράζουν την αρχή διατήρησης της ενέργειας και την ιδιότητα της θερμότητας να μεταφέρεται από ένα θερμό σώμα σε ένα κρύο, ώσπου να εξισωθούν οι θερμοκρασίες τους.

Η θερμότητα μπορεί να μεταδοθεί:

- με αγωγιμότητα
- με μεταφορά (με τη βοήθεια κάποιου ρευστού, αερίου η υγρού)

- με ακτινοβολία.

1.6.6. Υλικά παθητικών συστημάτων

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα παθητικά συστήματα διακρίνονται σε υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας και σε υλικά αποθήκευσης της θερμότητας.

- Διαφανή υλικά συλλογής

Τα πιο σημαντικά κριτήρια για την εκλογή του διαφανούς υλικού συλλογής σ' ένα παθητικό σύστημα είναι:

- η εμφάνιση του που είναι καθοριστική για τις εξωτερικές όψεις του κτιρίου
- η αντοχή του που πρέπει να είναι μεγάλη ώστε να αντέχει στις αλλαγές της εξωτερικής θερμοκρασίας και στις μεταβολές του καιρού.
- η απόδοση του που εξαρτάται από τη διαπερατότητα του στη μικρού η μεγάλου μήκους ακτινοβολία, την ανακλαστικότητα και την απορροφητικότητα του
- το αρχικό κόστος αγοράς και το κόστος τοποθέτησης που πρέπει να είναι όσο το δυνατό μικρότερα ώστε να μην επιβαρύνεται η κατασκευή.

Το γυαλί είναι από τα πιο ακριβά διαφανή υλικά, είναι άκαμπτο, παρουσιάζει αντοχή στις καιρικές μεταβολές, στο φως και στις χημικές αντιδράσεις και έχει καλή εμφάνιση. Μειονεκτήματα του είναι το μεγάλο σχετικά βάρος και η μικρή αντοχή του σε μηχανική κρούση.

Τα σκληρά πλαστικά έχουν μεγάλη αντοχή σε μηχανική κρούση, δεν σπάζουν, έχουν μικρότερο βάρος από το κοινό γυαλί, είναι εύκολα στην τοποθέτησή τους, και έχουν καλή εμφάνιση. Μειονεκτήματα τους είναι ότι δεν είναι τελείως αδιαφανή στη θερμική ακτινοβολία όπως το γυαλί, και έχουν χαμηλή αντίσταση στη φωτιά. Διακρίνονται σε ακρυλικά πλαστικά και πολυανθρακούχα.

Οι πλαστικές μεμβράνες έχουν μεγάλη διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία αλλά συγχρόνως είναι διαπερατές και από τη μεγάλου μήκους ακτινοβολία, τη θερμική. Αυτή η ιδιότητα μειώνει την αποτελεσματικότητά τους επειδή αυξάνονται οι θερμικές απώλειες μέσα από αυτές. Άλλο μειονέκτημα τους είναι ότι επειδή έχουν μεγάλο συντελεστή διαστολής παραμορφώνονται στις υψηλές θερμοκρασίες και επειδή είναι εύπλαστες και κυρτώνουν μεταξύ των στηριγμάτων, παρουσιάζουν δυσκολίες στην τοποθέτηση και τη στήριξη τους.

Τα μονωτικά πανό είναι προκατασκευασμένα μονωτικά πανό που αποτελούνται από διπλά διαφανή φύλλα από γυαλί, πλαστικό με κενό αέρα μεταξύ τους. Έχουν μεγάλο αρχικό κόστος αλλά μικρότερα έξοδα εγκατάστασης και γ' αυτό η απόσβεση τους γίνεται σε μικρό χρονικό διάστημα.

- Υλικά αποθήκευσης θερμότητας

Τα δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας είναι υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα όπως το νερό, το μπετόν, το τούβλο και η πέτρα.

1.6.7. Κατάταξη παθητικών συστημάτων

Αναφέρονται διάφοροι τρόποι κατάταξης των παθητικών συστημάτων αυτοί που κυρίως χρησιμοποιούνται είναι δύο:

- η κατάταξη σε σχέση με τον τρόπο λειτουργίας και
- η κατάταξη σε σχέση με τη φυσική διαμόρφωση του συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Η ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

Η Ελλάδα παρά το γεγονός ότι είναι πτωχή σε καύσιμα έχει τεράστιο πλούτο σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η συμμετοχή τους όμως στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο είναι πάρα πολύ μικρή με εξαίρεση τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα από τα οποία οι ηλιακοί θερμοσίφωνες συμμετέχουν με υψηλό ποσοστό στην παραγωγή θερμικής ενέργειας για την θέρμανση νερού χρήσης. Οι εγκατεστημένες μονάδες ηλιακών συλλεκτών στην χώρα ανέρχονται στο 50% του συνόλου των εγκαταστάσεων στην Ευρώπη.

Η σημερινή διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ανέρχεται στο 3% της πρωτογενούς ενέργειας που καταναλώνεται σε εθνικό επίπεδο η οποία είναι περίπου 22 εκατ W. Εάν συμπεριληφθούν οι υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις τότε το ποσοστό αυτό ανέρχεται σε 6%.

Οι τεχνολογίες των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν φτάσει σε επίπεδο ωριμότητας που θα επιτρέπει την διείσδυση τους στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας. Οι λόγοι που την αναχαιτίζουν είναι μη τεχνολογικοί με κυριότερους το κόστος και την κοινωνική τους αποδοχή.

Η ευρεία χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον οικιστικό τομέα θα έχει σημαντική επίδραση στην διείσδυση τους στον ενεργειακό ισοζύγιο. Μια νέα αντιμετώπιση στον πολεοδομικό σχεδιασμό θα δώσει ώθηση σε μία νέα λογική τόσο των καταναλωτικών προτύπων όσο και της χρήσης της ενέργειας χωρίς αυτό να σημαίνει την μείωση του βιοτικού επιπέδου που είναι άμεσα συνυφασμένο με την ενέργεια.

Περνώντας από τον σχεδιασμό της μονάδας, δηλαδή το κτίριο, στο σχεδιασμό των οικοδομικών τετραγώνων ή μεγαλύτερων οικιστικών μονάδων, η δυνατότητα χρήσης των απαιτούμενων πηγών ενέργειας διευρύνεται.

Αυτό απαιτεί μια νέα αντιμετώπιση στον πολεοδομικό σχεδιασμό. Αρχίζοντας από την επιλογή θέσης την ανέγερση των νέων οικιστικών συνόλων την διάταξη των χώρων και οικοπέδων, την χωροθέτηση των κοινοχρήστων χώρων με κυρίαρχη παράμετρο την κατεύθυνση των δρόμων, φθάνει στην διαμόρφωση ενός πολεοδομικού κανονισμού που θα διασφαλίζει, στο μέγιστο δυνατό, τον ηλιασμό των κτιρίων, την εξασφάλιση ροής ανέμου για τον δροσισμό των χώρων και περνάει σε επίπεδα κεντρικά σχεδιάζοντας το σύστημα παροχής της ενέργειας. Στο κεντρικό αυτό επίπεδο οι επιλογές που μπορούν να γίνουν εξαρτώνται

από το τοπικά διαθέσιμο δυναμικό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά και τις ενεργειακές απαιτήσεις του οικιστικού συνόλου, την κοινωνική σύνθεση και τις δραστηριότητες του κοινωνικού συνόλου.

Η επιλογή χρήσης μίας ή περισσότερων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βασίζεται στο τεχνικά και οικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό τους για να καλύψουν τις ενεργειακές απαιτήσεις σε θερμική και ηλεκτρική ενέργεια. Στις περισσότερες περιπτώσεις όμως ο σύνδεσμος των πηγών εξασφαλίζει ασφάλεια στην παροχή παρ' όλο που μπορεί να απαιτεί πολυπλοκότερα συστήματα διαχείρισης.

Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω επιλογές:

- Η συμπαραγωγή με βιομάζα ως πρώτο καύσιμο εγκαθιστώντας κεντρική ή κεντρικές μονάδες.
- Η εγκατάσταση αιολικών μηχανών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η κεντρική εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων.
- Τα μικρά υδροηλεκτρικά για την παραγωγή ηλεκτρισμού.
- Η γεωθερμική ενέργεια εφ' όσον υπάρχει η δυνατότητα αλλά και σε επίπεδο κτιρίου η γεωθερμική ενέργεια των ρηχών επιφανειών του υπεδάφους.

Προϋπόθεση για την χρήση των ανανεώσιμων πηγών σε επίπεδο οικιστικών συνόλων είναι η γνώση των φορτίων και η κατανομή τους στην διάρκεια χρονικών περιόδων όπως ημερήσια, εποχιακή και ετήσια.

Παρακάτω δίνεται μια συνοπτική εικόνα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της δυνατότητας χρήσης τους στον οικιστικό τομέα.

2.1. Ηλιακή ενέργεια

Το μεγαλύτερο δυναμικό εφαρμογής της ηλιακής ενέργειας βρίσκεται στον κτιριακό τομέα. Τα περισσότερα συστήματα αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας εντάσσονται στο κτίριο ή αποτελούν δομικά στοιχεία του κτιριακού περιβλήματος.



Εικόνα 2.1: Η ενέργεια του ηλιου

Η χρήση κεντρικών εγκαταστάσεων ηλιακών συστημάτων (ενεργητικών ή Φ/Β) παρουσιάζει επίσης μία εναλλακτική ή συνδυασμένη λύση σε οικιστικά σύνολα και στους παραδοσιακούς οικισμούς.

Η εγκατάσταση ηλιακών μονάδων γίνεται ολοένα και πιο συμφέρουσα, γιατί μπορεί να μειώσει την ετήσια δαπάνη για παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως έως 90%. Και φυσικά η χώρα μας είναι ο ιδανικός τόπος για τη χρησιμοποίηση συστημάτων ηλιακής ενέργειας, γιατί έχει κυριολεκτικά χιλιάδες ώρες ηλιοφάνεια τον χρόνο.

Η ηλιακή ενέργεια έχει δύο μειονεκτήματα και τρία σημαντικά πλεονεκτήματα.

Μειονεκτήματα : Είναι διάχυτη σε όλη την επιφάνεια της γης και για να συγκεντρωθούν αξιόλογες ποσότητες, χρειάζονται δαπανηρές εγκαταστάσεις και δεν είναι πάντα διαθέσιμη όταν χρειάζεται.

Πλεονεκτήματα : Είναι απεριόριστη σε ποσότητα, έχει μηδαμινά έξοδα λειτουργίας και δεν υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης από την εκμετάλλευσή της.

- Κυριότερες από τις εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας
 - ☛ Θέρμανση νερού : Η πλέον αδάπανη και χωρίς δομικές τροποποιήσεις ακόμη και σε υπάρχοντα κτίρια, εφαρμογή, είναι η θέρμανση του νερού με ηλιακή ενέργεια αντί της ηλεκτρικής. Αντικατάσταση δηλαδή του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα με ηλιακό.

➤ Θέρμανση και ψύξη χώρων : Μπορούμε με μια σωστά μελετημένη βιοκλιματική κατασκευή στις εύκρατες ζώνες μας, να διατηρούμε σε ένα σπίτι θαυμάσια θερμοκρασία οποιαδήποτε εποχή του έτους με πολύ μικρή κατανάλωση συμβατικής ενέργειας.

➤ Παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος : Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται με δύο τρόπους.

A) Με τη μετατροπή διαδοχικά της ηλιακής ενέργειας σε θερμική – μηχανική – ηλεκτρική

B) Με την άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική με τη χρησιμοποίηση φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Με τον πρώτο τρόπο η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική, που θερμαίνει σε υψηλή θερμοκρασία νερό ή άλλο υγρό και στη συνέχεια δίνει κίνηση σε μια γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Με το δεύτερο τρόπο μετατροπής η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται απευθείας σε ηλεκτρική με τη βοήθεια των φωτοβολταϊκών κυττάρων πυριτίου.

➤ Αφαλάτωση νερού : Η εφαρμογή αυτή, ενδείκνυται σε παραλιακές περιοχές ή σε νησιά που δεν υπάρχει άφθονο πόσιμο νερό. Μια ηλιακή συσκευή αφαλάτωσης αποτελείται βασικά από ένα αεροστεγή χώρο, όπου γίνεται η εξάτμιση και η συμπύκνωση του αλμυρού νερού. Η ηλιακή ενέργεια εισχωρεί μέσα στον αεροστεγή χώρο από μια κεκλιμένη διάφανη επιφάνεια και απορροφάται εν μέρει από το αλμυρό νερό που βρίσκεται στη λεκάνη.

➤ Άντληση νερού : Γίνεται απευθείας μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε μηχανική, μέσω ηλιακών αντλιών, οι οποίοι δεν χρειάζονται μεγάλες θερμοκρασίες. Ένα τέτοιο κύκλωμα άντλησης περιλαμβάνει

A) επίπεδους συλλέκτες που θερμαίνουν το νερό που κυκλοφορεί σε ένα κλειστό κύκλωμα

B) ένα ηλιακό κινητήρα που μετατρέπει τη θερμική ηλιακή ενέργεια σε μηχανική

Γ) μία υδραντλία που περιέχει ένα υδραυλικό πιεστήριο τοποθετημένο κοντά στον ηλιακό κινητήρα και μια αντλία που τοποθετείται μέσα στο φρέαρ

Δ) μια δεξαμενή αποθήκευσης του αντλούμενου νερού

➤ Ξήρανση γεωργικών προϊόντων : Η ηλιακή ενέργεια βοηθάει στη γρήγορη ανάπτυξη και την προστασία των φυτών (θερμοκήπιο) αλλά χρησιμοποιείται και για την ξήρανση γεωργικών προϊόντων με σκοπό τη διατήρησή τους ή την παρά πέρα επεξεργασία τους.

- Ηλιακές δεξαμενές : Είναι εφαρμογή μεγάλης κλίμακας. Η ηλιακή δεξαμενή απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία και θερμαίνει το νερό της δεξαμενής.
- Ηλιακές εστίες : Είναι συσκευές για τη συγκέντρωση της ηλιακής ακτινοβολίας σε ένα σημείο ή σε μια περιοχή.
- Βιολογικός καθαρισμός λυμάτων : Η μέθοδος στηρίζεται στη βασική δράση του ήλιου πάνω στη γη, στη φωτοσύνθεση. Τα υδρόβια φυτά που χρησιμοποιούνται (άλγες), αναπτύσσονται γρήγορα, αποσυνθέτουν τα λύματα και από τις δεξαμενές βγαίνει νερό, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση. Μετά την βιο-ηλιο-ενεργειακή σύνθεση γίνεται αλγομεθανική ζύμωση με τη βοήθεια βακτηριδίων. Έτσι η ενέργεια των φυτικών ιστών μετατρέπεται μέσω ζυμώνσεων, στη χημική ενέργεια του μεθανίου το οποίο καίγεται και τροφοδοτεί γεννήτριες που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα ή χρησιμοποιείται σαν καύσιμο αέριο.

Για να μπορέσει κανείς να υπολογίσει την απόδοση ενός συστήματος ενέργειας και να αξιολογήσει τις υπάρχουσες εναλλακτικές ενεργειακές λύσεις, θα πρέπει να είναι σε θέση να υπολογίσει για τη μακροχρόνια μελέτη, θερμικά φορτία, απώλειες, προσφερόμενη ενέργεια.

2.1.1. Ηλιακός Συλλέκτης

Η τελευταία ενεργειακή κρίση έστρεψε τον επιστημονικό κόσμο στην εξεύρεση εναλλακτικών μορφών ενέργειας, όπως είναι η ηλιακή, η αιολική κλπ.

Η ηλιακή ενέργεια για να καταστεί εκμεταλλεύσιμη χρειάζεται κάποιο σύστημα που θα είναι ικανό να τη μετατρέψει, να την αποθηκεύσει και να τη μεταφέρει.

Κάθε ηλιακό σύστημα αποτελείται από τρία μέρη:

- τον ηλιακό συλλέκτη
- τον συσσωρευτή
- το σύστημα διανομής ή μετατροπής

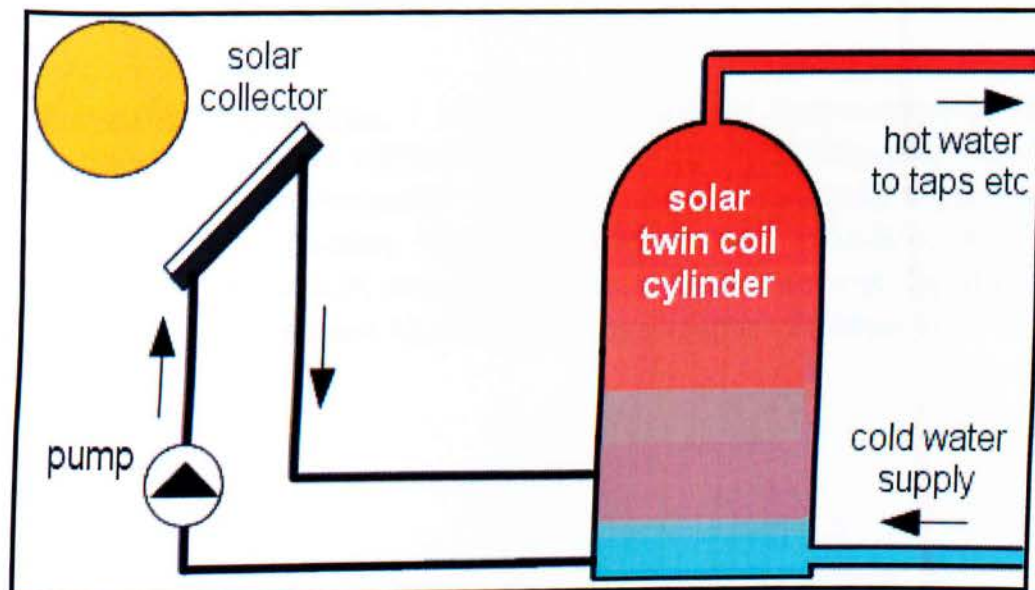
Ο ηλιακός συλλέκτης είναι το τμήμα εκείνο του συστήματος όπου η ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπεται σε άλλη μορφή ενέργειας.

Ο συσσωρευτής είναι το τμήμα εκείνο του συστήματος, στο οποίο αποθηκεύεται η θερμότητα ή η νέα μορφή ενέργειας.

Το σύστημα διανομής είναι το τμήμα εκείνο από το οποίο είναι δυνατόν να διανεμιστεί ή αν χρειάζεται να μετατραπεί η ενέργεια σε άλλη μορφή.

Ο συλλέκτης μόνος του αποτελεί το στοιχείο που μαζεύει την ηλιακή ακτινοβολία και την μετατρέπει σε θερμότητα, ζεσταίνοντας κάποιο μέσο που είναι είτε νερό είτε άλλο υγρό. Για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε αυτή τη θερμότητα πρέπει ο συλλέκτης να συνδυαστεί με άλλα στοιχεία μιας εγκατάστασης. Ο απλούστερος ίσως συνδυασμός για χρησιμοποίησή του, ότι ώρα θέλουμε, για μπάνιο, κουζίνα, πλύσιμο ρούχων κλπ, είναι με ένα δοχείο αποθήκευσης ζεστού νερού. Τον συνδυασμό αυτό, συλλέκτη - δοχείο αποθήκευσης, τον ονομάζουμε ηλιακό θερμοσίφωνα.

Ο ηλιακός θερμοσίφοντας δεν περιλαμβάνει αντλία κυκλοφορίας, ούτε άλλους αυτοματισμούς όπως θερμοστάτες, τριόδους βάνες κλπ. Είναι ένα σύστημα φυσικής κυκλοφορίας όπως λέμε, δηλαδή η απαραίτητη ανακυκλοφορία νερού (ή υγρού) από το δοχείο αποθήκευσης στον συλλέκτη γίνεται με βαρύτητα.



Σχ.2.1.1 Ηλιακός θερμοσίφοντας

Στο σχήμα 2.1.1 παρατηρούμε τα εξής : Η ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει το νερό (ή υγρό) που βρίσκεται μέσα στο συλλέκτη. Λόγω της θερμότητας δημιουργείται ανοδική τάση και μεταφέρεται το νερό αυτό (ή

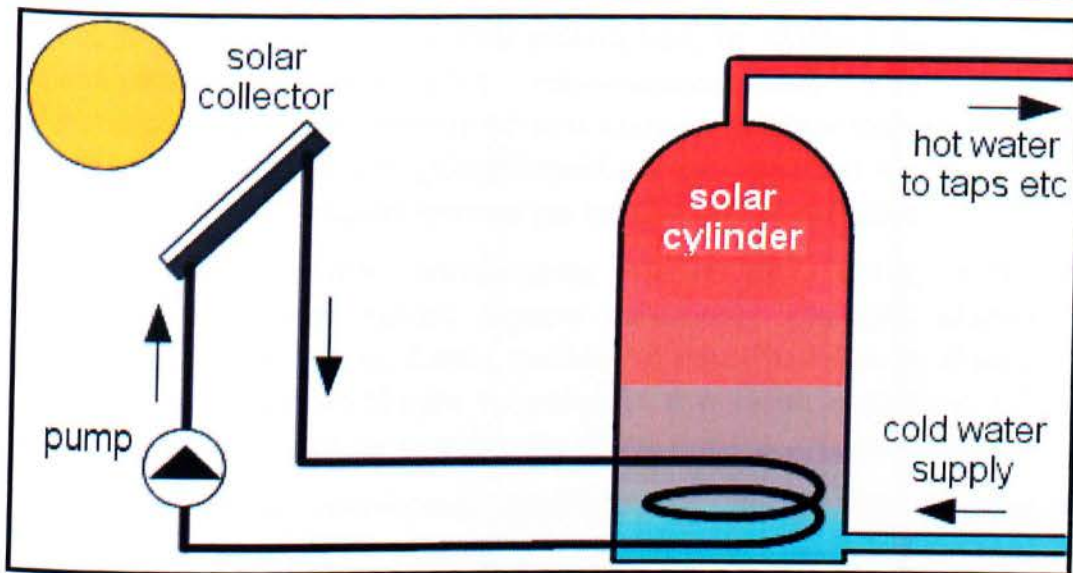
το υγρό) στο άνω μέρος του κυλίνδρου αποθηκείσεως. Από το κάτω μέρος του κυλίνδρου που υπάρχει το πιο κρύο νερό, αντίστοιχη ποσότητα μετακινείται για να συμπληρώσει το συλλέκτη. Κι έτσι, εφόσον έχουμε ήλιο, ο οποίος συνεχίζει να θερμαίνει το συλλέκτη, έχουμε και μια ανακυκλοφορία του νερού (ή του υγρού) από το συλλέκτη στο δοχείο. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη λειτουργία αυτής της ροής είναι το δοχείο αποθήκευσης να βρίσκεται υψηλότερα από το συλλέκτη. Από πλευράς δικτύου, έχουμε στο χαμηλότερο σημείο του κυλίνδρου είσοδο νερού από το δίκτυο πόλεως και από το υψηλότερο σημείο σύνδεση του δικτύου κατανάλωσης ζεστού νερού.

- Είδη θερμοσίφωνα

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά, χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες. Την κατηγορία του ανοιχτού κυκλώματος και την κατηγορία του κλειστού κυκλώματος.

- Ανοιχτού κυκλώματος : Λέγονται οι ηλιακοί θερμοσίφωνες όπου μέσα από το συλλέκτη περνά το ίδιο το νερό που στη συνέχεια θα αποθηκευθεί και μετά θα καταναλωθεί. Δηλαδή ο συλλέκτης ζεσταίνει απ ευθείας το νερό χρήσεως.

- Κλειστού κυκλώματος : Λέγονται οι ηλιακοί θερμοσίφωνες όπου μέσα από το συλλέκτη περνά άλλο νερό (ή υγρό) αλλά όχι αυτό που θα καταναλωθεί. Χρησιμοποιείται απλώς ως μέσο μεταφοράς θερμότητας προς το νερό της χρήσεως. Στην περίπτωση αυτή ο κύλινδρος περιέχει μέσα του και εναλλάκτη θερμότητας για τη μετάδοση της θερμότητας από το κλειστό κύκλωμα (πρωτεύον) στο ανοιχτό κύκλωμα του νερού χρήσεως (δευτερεύον).



Σχ.2.1.2 Ηλιακός θερμοσίφωνας με εναλλάκτη

- Διαφορά στα σχήματα 2.1.1 και 2.1.2

Η σωλήνα μεταφοράς του ζεστού νερού στο σχήμα 2.1.2 (ή υγρού) από το συλλέκτη στον κύλινδρο είναι ενωμένη με μία σερπαντίνα (τον εναλλάκτη), η οποία στο κάτω άκρο της συνδέεται με τη σωλήνα εισαγωγής στους συλλέκτες. Βέβαια το σύστημα αυτό δημιουργεί ορισμένα τεχνικά προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν για να δουλέψει. Για παράδειγμα οι πιέσεις που θα αναπτυχθούν στο κλειστό κύκλωμα λόγω της διαστολής του νερού, όταν ζεσταθεί. Έτσι μπαίνει και δοχείο διαστολής στο κύκλωμα αυτό. Ακόμη ένα πρόβλημα είναι οι φυσαλίδες αέρος που μπορεί να υπάρχουν ή να δημιουργηθούν στο κύκλωμα αυτό, οι οποίες εμποδίζουν την ανακυκλοφορία. Έτσι προστίθεται βαλβίδα εξαερισμού. Ένα άλλο μειονέκτημα του κλειστού κυκλώματος, είναι ότι αν δεν έχει γίνει προσεκτικά η εγκατάσταση και έχουμε μία μικρή διαρροή σε κάποιο σημείο σύνδεσης του κλειστού κυκλώματος τότε χάνουμε το νερό (ή το υγρό) και χρειάζεται ξανά συμπλήρωση για να δουλεύει.

- Πλεονεκτήματα θερμοσίφωνα

Μπορεί να εγκατασταθεί άνετα σε περιοχές που κάνει πολύ κρύο το χειμώνα, χωρίς κανένα κίνδυνο παγώματος γιατί στο νερό του κλειστού κυκλώματος μπορεί θαυμάσια να προστεθεί αντιψυκτικό ή αν χρησιμοποιείται αντί νερό, άλλο υγρό τότε οπωσδήποτε το υγρό είναι και αντιψυκτικό.

Ο συλλέκτης προστατεύεται αποτελεσματικά από κατακάθιση αλάτων που ως γνωστόν δημιουργούν με τον καιρό προβλήματα.

Ως προς την κατασκευή των συλλεκτών, οι ηλιακοί θερμοσίφωνες εμφανίζονται με συλλέκτες κατασκευασμένους από σωλήνες γαλβανισμένους ή χαλκοσωλήνες που κυρίως χρησιμοποιούνται για τα ανοιχτά κυκλώματα ή από χαλυβδόφυλλα διαμορφωμένα και κολλημένα μεταξύ τους που χρησιμοποιούνται για τα κλειστά κυκλώματα.

Ανεξαρτήτως τύπου κατασκευής συλλεκτών στους ηλιακούς θερμοσίφωνες βρίσκει κανείς σήμερα συλλέκτες σταθερής κλίσεως ή μεταβαλλόμενης κλίσεως. Στους συλλέκτες μεταβαλλόμενης κλίσεως ο ιδιοκτήτης έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζει την κλίση αναλόγως εποχής για να έχει όσο γίνεται τις ακτίνες του ηλίου κάθετες στο συλλέκτη.

Ως προς τους κυλίνδρους αποθήκευσης, χωρίζονται οι ηλιακοί θερμοσίφωνες σε κάθετους ή οριζόντιους αναλόγως αν έχουν κυλινδρικό δοχείο αποθηκείσεως κάθετο ή οριζόντιο. Τα δοχεία αυτά αποτελούνται από τον εσωτερικό κύλινδρο που συνήθως κατασκευάζεται από χάλυβα γαλβανισμένο ή από ανοξείδωτο ατσάλι ή από φύλλο χαλκού. Ο κύλινδρος αυτός είναι εξοπλισμένος επίσης με ηλεκτρική αντίσταση και θερμοστάτη, σαν εφεδρική πηγή ενέργειας σε περίπτωση συνεχόμενων συννεφιασμένων ημερών. Εξωτερικώς ο κύλινδρος έχει πολύ καλή μόνωση συνήθως από πολυουρεθάνη ή υαλοβάμβακα και εξωτερικώς της μόνωσης υπάρχει το προστατευτικό κάλυμμα που είναι είτε φύλλο αλουμινίου, είτε πολυεστέρα, είτε χαλυβδόφυλλο βαμμένο.

Το ύψος των ηλιακών θερμοσίφωνων κυμαίνεται αναλόγως του τύπου τους από 1,20μ έως 2,20μ ή και 2,70μ αν έχουν και ντεπόζιτο. Από πλευράς εμβαδού καταλαμβάνουν συνήθως 2 – 4 τετραγωνικά μέτρα.

• Απόδοση

Η ολική απόδοση του ηλιακού θερμοσίφωνα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες:

- ο βαθμός απόδοσης του συλλέκτη
- οι απώλειες των σωλήνων που μεταφέρουν το νερό (ή το υγρό) από το συλλέκτη στον κύλινδρο
- οι απώλειες από την μόνωση του κυλίνδρου
- η ύπαρξη και σε ποιο βαθμό αντίστροφης ροής από τον κύλινδρο στους συλλέκτες τις βραδινές ώρες
- ο βαθμός ανάμιξης του εισερχόμενου κρύου νερού με το ζεστό που βρίσκεται μέσα στον κύλινδρο.

- **Εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα**

Η εγκατάσταση του ηλιακού θερμοσίφωνα είναι πολύ απλή. Ο συνηθέστερος τόπος εγκατάστασης είναι η ταράτσα. Μπορεί όμως να τοποθετηθεί και σε κεκλιμένη στέγη ή στη βεράντα, ακόμα και στον κήπο. Το μόνο που πρέπει να προσέξουμε είναι το μέρος που θα τοποθετηθεί να μη σκιάζεται από άλλες οικοδομές ή δέντρα. Ο προσανατολισμός του είναι πάντοτε νότιος. Χρειάζεται μια παροχή κρύου νερού και η εξαγωγή του ζεστού να συνδεθεί με το δίκτυο κατανάλωσης ζεστού του σπιτιού. Επίσης μία ηλεκτρική παροχή από τον πίνακα για τη λειτουργία της ηλεκτρικής αντίστασης όταν χρειαστεί. Αν το σπίτι έχει ηλεκτρικό θερμοσίφωνα ήδη, τότε παίρνουμε τις δύο παροχές του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα και τις επεκτείνουμε μέχρι την ταράτσα. Αν το σπίτι έχει boiler, τότε μπορούμε να συνδέσουμε την παροχή του ζεστού του ηλιακού κατ ευθείαν με το δίκτυο για το καλοκαίρι. Το χειμώνα, κλείνοντας τη βάνα της απ ευθείας τροφοδοσίας, μπορούμε να διοχετεύσουμε το ζεστό του ηλιακού ως εισαγωγή στο boiler, οπότε αν χρειάζεται περισσότερη θέρμανση, θα συμπληρώσει ο καυστήρας πετρελαίου.

- **Λειτουργία και βλάβες ηλιακού θερμοσίφωνα**

Στη λειτουργία τους οι ηλιακοί θερμοσίφωνες δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερα προβλήματα. Οι πιθανές βλάβες τους είναι όπως σε όλες τις υδραυλικές εγκαταστάσεις τυχόν σταξίματα στις ενώσεις των σωληνώσεων και σπανιότερα διαρροές στους κυλίνδρους ή στους συλλέκτες. Υπάρχει φυσικά το φαινόμενο της διάβρωσης με την πάροδο του χρόνου που μπορεί να συμβεί στους κυλίνδρους ή και στους συλλέκτες στα ανοιχτά κυκλώματα και προκαλείται είτε από τα άλατα του νερού είτε από ηλεκτρολυτικά φαινόμενα. Το πρόβλημα αυτό έχει σχέση με το υλικό και το πάχος του μετάλλου του κυλίνδρου και την ποιότητα του νερού της περιοχής. ένα άλλο θέμα που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ο κίνδυνος παγώματος του συλλέκτη. Αν είναι κλειστού κυκλώματος με αντιψυκτικό, δεν υπάρχει θέμα. Αν είναι ανοιχτού όμως, δεν πρέπει να εγκαθίσταται σε περιοχές που η θερμοκρασία κατεβαίνει κάτω του μηδενός. Σε ασυνήθη μεγάλη παγωνιά, ο ιδιοκτήτης θα πρέπει να αφήσει μία βρύση ανοιχτή του ζεστού να τρέχει συνεχώς. Αν παγώσουν και τα δίκτυα και δεν τρέχει νερό, τότε η μόνη λύση είναι να θέσει σε λειτουργία την ηλεκτρική αντίσταση και αν ο ηλιακός δεν είναι τόσο καλής ποιότητας ώστε να μην έχει αντίστροφο ροή, τότε θα θερμανθούν και οι συλλέκτες και θα γλιτώσουν το σπάσιμο.

- Συντήρηση ηλιακού θερμοσίφωνα
Από πλευράς τακτικής ή προληπτικής συντήρησης οι ηλιακοί θερμοσίφωνες δεν χρειάζονται τίποτα.

2.1.2. Φωτοβολταϊκά Συστήματα



Εικόνα 2.1.2: Φωτοβολταϊκοί Συλλέκτες

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839 και χρησιμοποιήθηκε για πρακτικούς σκοπούς στα τέλη της δεκαετίας του '50 σε διαστημικές εφαρμογές. Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από το Φ/Β πλαίσιο ή ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη Φ/Β συστοιχία. Για αυτόνομα συστήματα υπάρχει επίσης το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες.

Μία τυπική Φ/Β συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όταν τα Φ/Β πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ποσοστό 14% περίπου της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται αθόρυβα, αξιόπιστα και χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

- **Κατηγορίες Φ/Β Συστημάτων**

Σαν κυριότερες κατηγορίες εφαρμογών Φ/Β συστημάτων μπορούν να θεωρηθούν οι εξής:

Καταναλωτικά προϊόντα (1mW–100 Wp)

Τα συστήματα της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές μικρής κλίμακας ισχύος όπως τροχόσπιτα, σκάφη αναψυχής, εξωτερικός φωτισμός κήπων, ψύξη και προϊόντα όπως μικροί φορητοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές, φανοί κ.ά.

Αυτόνομα ή απομονωμένα συστήματα (100 Wp –200k Wp)

Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για κατοικίες και μικρούς οικισμούς που δεν είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο. Ακόμη χρησιμοποιούνται για:

- Ηλεκτροδότηση Ιερών Μονών.
- Αφαλάτωση / άντληση / καθαρισμό νερού.
- Συστήματα εξωτερικού φωτισμού δρόμων, πάρκων, αεροδρομίων κλπ.
- Συστήματα τηλεπικοινωνιών, τηλεμετρήσεων και συναγερμού.
- Συστήματα σηματοδότησης οδικής κυκλοφορίας, ναυτιλίας, αεροναυτιλίας κλπ.
- Αγροτικές εφαρμογές όπως άντληση νερού, ιχθυοκαλλιέργειες, ψύξη αγροτικών προϊόντων, φαρμάκων κλπ.

Μεγάλα Διασυνδεδεμένα στο Δίκτυο Φ/Β Συστήματα

Η κατηγορία αυτή αφορά Φ/Β σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μεγέθους 50kWp έως μερικά MWp, στους οποίους η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο.

Διασυνδεδεμένα Φ/Β Συστήματα – Οικιακός Τομέας

Στην κατηγορία αυτή εμπίπτουν Φ/Β συστήματα τυπικού μεγέθους 1,5kWp έως 20kW, τα οποία έχουν εγκατασταθεί σε στέγες ή προσόψεις κατοικιών και τροφοδοτούν άμεσα τις καταναλώσεις του κτιρίου, η δε πλεονάζουσα ενέργεια διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο. Όπως

προαναφέρθηκε, η κατηγορία αυτή αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας αγοράς Φ/Β συστημάτων.

- Οφέλη που προκύπτουν από την ενσωμάτωση Φ/Β σε κτίρια:
 - Συγχρονισμός ψυκτικών φορτίων κτιρίων κατά τη θερινή περίοδο με τη μέγιστη παραγόμενη ισχύ από τα Φ/Β.
 - Αποφυγή χρήσης γης για την εγκατάσταση.
 - Αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και επιτόπου κατανάλωση της παραγόμενης ενέργειας.

Επίσης, οι Φ/Β συστοιχίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως δομικά στοιχεία των κτιρίων, εφόσον γίνει σωστός σχεδιασμός. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται η οικονομική απόδοση του συστήματος, λόγω αποφυγής κόστους συμβατικών οικοδομικών υλικών.

- Χαρακτηριστικά Φ/Β Συστημάτων

Τα βασικά χαρακτηριστικά των Φ/Β συστημάτων, που τα διαφοροποιούν από τις άλλες μορφές ΑΠΕ είναι:

- Απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα, π.χ. σε επίπεδο μερικών δεκάδων W ή και mW.
- Είναι εύχρηστα. Τα μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες.
- Μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στις πόλεις, ενσωματωμένα σε κτίρια και δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον.
- Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα).
- Είναι βαθμωτά συστήματα, δηλ. μπορούν να επεκταθούν σε μεταγενέστερη φάση για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών, χωρίς μετατροπή του αρχικού συστήματος.
- Λειτουργούν αθόρυβα, εκπέμπουν μηδενικούς ρύπους, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον.

- ❖ Οι απαιτήσεις συντήρησης είναι σχεδόν μηδενικές.
- ❖ Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία κατά τη λειτουργία. Οι εγγυήσεις που δίνονται από τους κατασκευαστές για τις Φ/Β γεννήτριες είναι περισσότερο από 25 χρόνια καλής λειτουργίας.

Η ενεργειακή ανεξαρτησία του χρήστη είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των Φ/Β συστημάτων. Το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συστήματα είναι σήμερα συγκρίσιμο με το κόστος αιχμής ισχύος, που χρεώνει η εταιρεία ηλεκτρισμού τους πελάτες της.

Τα Φ/Β συστήματα μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη λεγόμενη «Διάσπαρτη Παραγωγή Ενέργειας» (Distributed Power Generation), η οποία αποτελεί το νέο μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαφοροποίηση στην παραγωγή ενέργειας, που προσφέρεται από τα Φ/Β συστήματα, σε συνδυασμό με την κατά μεγάλο ποσοστό απεξάρτηση από το πετρέλαιο και την αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης του περιβάλλοντος, μπορούν να δημιουργήσουν συνθήκες οικονομικής ανάπτυξης σε ένα νέο ενεργειακό τοπίο που αυτή τη στιγμή διαμορφώνεται στις αναπτυγμένες χώρες.

2.2. Αιολική ενέργεια



Εικόνα 2.2: Αιολικό πάρκο

Η χρήση της αιολικής ενέργειας σε οικιστικά σύνολα μπορεί να βοηθήσει αφ' ενός στην ηλεκτροδότηση και αφ' ετέρου στην χρήση της

ηλεκτρικής ενέργειας για τον κλιματισμό των χώρων εφ' όσον η ίδια η αρχιτεκτονική και οι κλιματικές συνθήκες το επιβάλλουν.

Το αιολικό δυναμικό της χώρας είναι υψηλό αλλά δεν υπάρχει παντού και κυρίως στην ηπειρωτική Ελλάδα. Σήμερα το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό είναι της τάξης 6 TWh/έτος.

Με την δυνατότητα που παρέχει το νομοθετικό πλαίσιο για ιδιοπαραγωγή, οικισμοί σε περιοχές χωρίς αιολικό δυναμικό μπορούν να επικαρπώνονται τα οφέλη της παραγωγής ηλεκτρισμού από αιολική ενέργεια εγκαθιστώντας αντίστοιχες μηχανές σε περιοχές με αιολικό δυναμικό.

Παρά το γεγονός ότι η τεχνολογία των αιολικών μηχανών (ανεμογεννήτριες) στην κλίμακα έως και 750 KW είναι ώριμη με καλή απόδοση η διείσδυση της είναι πολύ μικρή.

Αυτό οφείλεται σε κοινωνικούς παράγοντες και κύρια στην μη αποδοχή τους από το κοινό λόγω κακής πληροφόρησης σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών μηχανών. Οι κυριότερες αντιδράσεις για την χρήση των αιολικών μηχανών είναι:

- Ο θόρυβος ο οποίος μπορεί να επιλυθεί από την τοποθέτηση τους σε σωστή απόσταση και
- Η οπτική επίδραση στην αισθητική του περιβάλλοντος η οποία όμως συγκρινόμενη με την σημερινή πρακτική θα μπορούσε να πει κανείς πως έχει μάλλον καλύτερη επίπτωση.
- Απαιτείται ορθός σχεδιασμός και ορθή διαστασιοποίηση του συστήματος καθώς και εγκατάσταση του για να εξασφαλισθεί τόσο η περιβαλλοντική ένταξη όσο και η αποφυγή των προβλημάτων θορύβου, ασφαλείας κ.λ.π..
- Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η συνδυασμένη χρήση γης με καλλιέργειες ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις αυξάνει την οικονομικότητα των εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας και συμβάλλει στην αύξηση της αποκεντρωμένης προσφοράς εργασίας.

2.2.1: Ανεμογεννήτριες



Εικόνα 2.2.1: Ανεμογεννήτρια

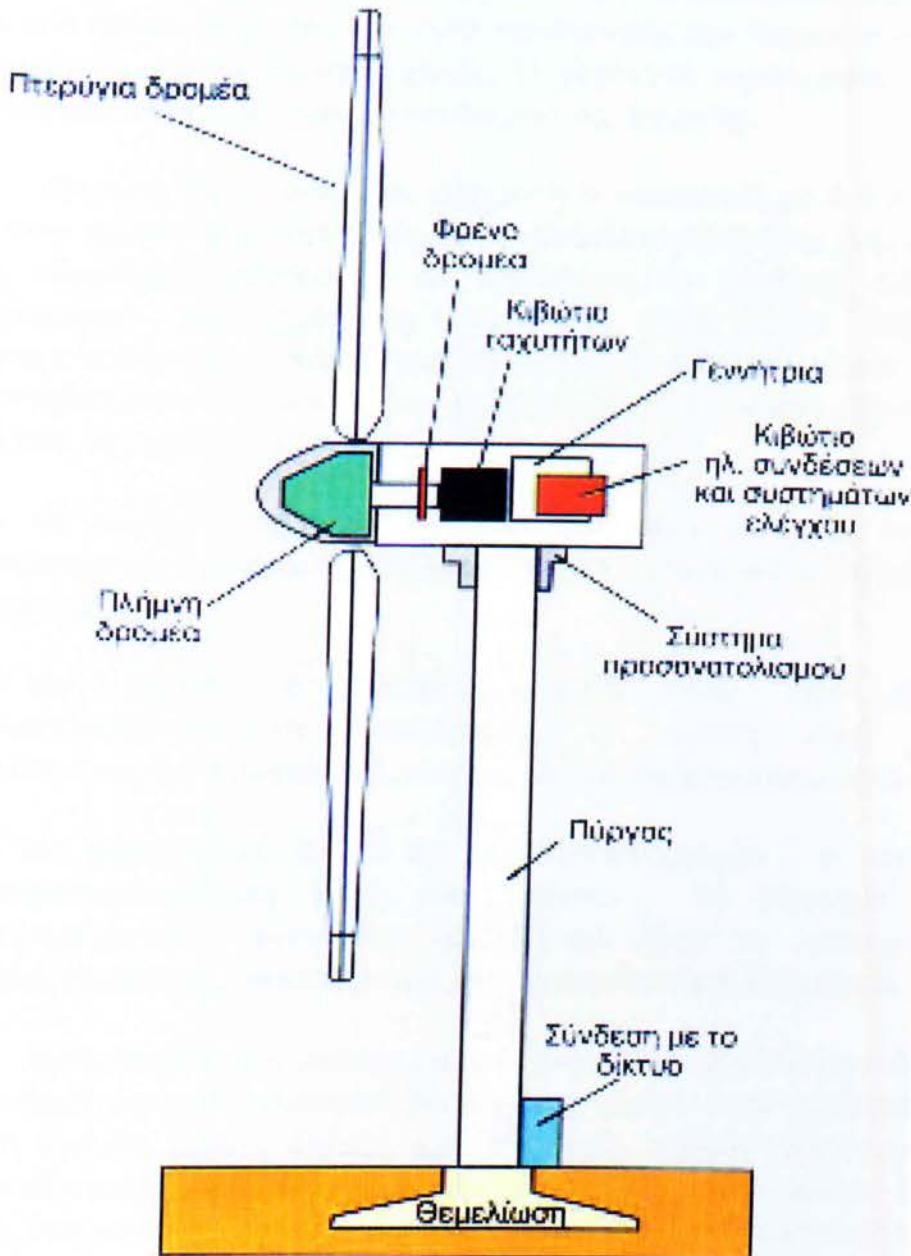
Υπάρχουν πολλών ειδών ανεμογεννήτριες οι οποίες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

- Οριζοντίου άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικά και βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους
- Κατακόρυφου άξονα, ο οποίος παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους

Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της και την ταχύτητα του ανέμου . Το μέγεθος είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει και ποικίλει από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικά εκατομμύρια Watt.

Οι τυπικές διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 500 kW είναι : Διάμετρος δρομέα, 40 μέτρα και ύψος 40-50 μέτρα , ενώ αυτής των τριών MW οι διαστάσεις είναι 80 και 80–100 μέτρα αντίστοιχα.

Παρόλο που δεν υφίσταται κανένας καθοριστικός λόγος, εκτός ίσως από την εμφάνιση, στην αγορά έχουν επικρατήσει αποκλειστικά οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα , με δύο ή τρία πτερύγια. Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα αποτελείται από τα εξής μέρη :



Εικόνα 2.2.2: Τα μέρη μιας ανεμογεννήτριας

☛ το δρομέα, που αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια από ενισχυμένο πολυεστέρα . Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη είτε σταθερά , είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονα τους μεταβάλλοντας το βήμα

- το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, αποτελούμενο από τον κύριε άξονα, τα έδρανα του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών , το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής.
- την ηλεκτρική γεννήτρια, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους η οποία συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου και μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας. Υπάρχει και το σύστημα πέδης το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας.
- το σύστημα προσανατολισμού, αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου.
- τον πύργο, ο οποίος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Ο πύργος είναι συνήθως σωληνωτός ή δικτυωτός και σπανίως από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου , οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου . Το σύστημα ελέγχου παρακολουθεί , συντονίζει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας , φροντίζοντας για την απρόσκοπτη λειτουργία της.

Η σημαντικότερη οικονομικά εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η σύνδεσή τους στο ηλεκτρικό δίκτυο μιας χώρας. Στην περίπτωση αυτή, ένα αιολικό πάρκο, δηλαδή μία συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μία περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύει το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό σύστημα. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται, μηχανικής ενέργειας για χρήση σε αντλιοστάσια, καθώς και θερμότητας. Όμως, η ισχύς που παράγεται σε εφαρμογές αυτού του είδους είναι περιορισμένη, το ίδιο και η οικονομική τους σημασία.

2.3. Βιομάζα



Εικόνα 2.3 : Βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς

Η βιομάζα με την ευρύτερη έννοια του όρου περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς. Ειδικότερα, η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς, περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών και/ ή αέριων καυσίμων. Στην πράξη υπάρχουν δύο τύποι βιομάζας. Πρώτον, οι υπολειμματικές μορφές (τα κάθε είδους φυτικά υπολείμματα και ζωικά απόβλητα και τα απορρίμματα) και δεύτερον η βιομάζα που παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες.

Τα βιοκαύσιμα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον από τα συμβατικά καύσιμα γιατί έχουν λιγότερες εκπομπές και χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πρώτες ύλες. Συμβάλλουν στη μείωση των εισαγωγών και στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας.

- Κύριες εφαρμογές με καύσιμο βιομάζα :
 - Θέρμανση θερμοκηπίων : Σε περιοχές της χώρας όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες διαθέσιμης βιομάζας, χρησιμοποιείται η βιομάζα σαν καύσιμο σε κατάλληλους λέβητες για τη θέρμανση θερμοκηπίων.
 - Θέρμανση κτιρίων με καύση βιομάζας σε ατομικούς/κεντρικούς λέβητες : Σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση κτιρίων ατομικοί/κεντρικοί λέβητες πυρηνόξυλου.

- Παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες : Βιομάζα για παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιείται από γεωργικές βιομηχανίες στις οποίες η βιομάζα προκύπτει σε σημαντικές ποσότητες σαν υπόλειμμα ή υποπροϊόν της παραγωγικής διαδικασίας και έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα. Εκκοκκιστήρια, πυρηνελαιουργεία, βιομηχανίες ρυζιού καθώς και βιοτεχνίες κονσερβοποίησης καίνε τα υπολείμματά τους (υπολείμματα εκκοκκισμού, πυρηνόξυλο, φλοιοί και κουκούτσια, αντίστοιχα) για την κάλυψη των θερμικών τους αναγκών ή/και μέρος των αναγκών τους σε ηλεκτρική ενέργεια.
- Παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες ξύλου : Τα υπολείμματα βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου (πριονίδι, πούδρα, ξακρίδια κλπ) χρησιμοποιούνται για τη κάλυψη των θερμικών αναγκών της διεργασίας καθώς και για την θέρμανση των κτιρίων.
- Τηλεθέρμανση : είναι η προμήθεια θέρμανσης χώρων καθώς και θερμού νερού χρήσης σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η θερμότητα μεταφέρεται με προ-μονωμένο δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια .
- Παραγωγή ενέργειας σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ): Το βιοαέριο που παράγεται από την αναερόβια χώνευση των υγρών αποβλήτων σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού, και των απορριμμάτων σε ΧΥΤΑ καίγεται σε μηχανές εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα μπορεί να αξιοποιείται η θερμική ενέργεια των καυσαερίων και του ψυκτικού μέσου των μηχανών για να καλυφθούν ανάγκες τις διεργασίας ή/και άλλες ανάγκες θέρμανσης (πχ θέρμανση κτιρίων).

Το δυναμικό της διαθέσιμης ενεργειακά βιομάζας στην χώρα ανέρχεται σε 10 εκατ. τόνους περίπου σε μορφή δασικών και γεωργικών υπολειμμάτων. Το θερμικό ισοδύναμο τους είναι 3-4 εκατ. ΤΠΠ. Η χρήση της βιομάζας σήμερα με την τεχνολογική εξέλιξη μπορεί να έχει μεγάλες αποδόσεις. Η χρήση της σε κεντρικές εγκαταστάσεις μπορεί να προσφέρει την καύσιμη ύλη για συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η βιομάζα μπορεί να είναι εκμεταλλεύσιμη τόσο σε επίπεδο κτιρίου όσο και σε επίπεδο οικιστικού συνόλου. Η αντίστοιχη τεχνολογία και στα δύο επίπεδα είναι ώριμη με πολλά παραδείγματα σύγχρονων εφαρμογών θέρμανσης κτιρίων η οικιστικών συνόλων μέσω τηλεθέρμανσης.

Επίσης η βιομάζα ως καύσιμη ύλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την συμπαραγωγή. Το νέο νομοθετικό πλαίσιο διαμορφώνει ευνοϊκές

προϋποθέσεις για την συμπαραγωγή τόσο στην περίπτωση συμβατικού καυσίμου όσο και στην περίπτωση χρήση ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.

Η λύση της συμπαραγωγής φαίνεται αρκετά δελεαστική ειδικά σε τοπικό επίπεδο.

Οι εγκαταστάσεις συμπαραγωγής στον οικιστικό τομέα για την παροχή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας δεν έχουν εφαρμοστεί στην Ελλάδα λόγω προηγούμενου νόμου ο οποίος δεν επέτρεπε τη χρήση της εκτός σε βιομηχανικές περιοχές. Μόνο δύο παραδείγματα συμπαραγωγής υπάρχουν στην Ελλάδα τα οποία έχουν λειτουργήσει ως πιλοτικά. Προβλέπεται ότι η εισαγωγή φυσικού αερίου καθώς και ο νέος νόμος θα δώσουν ώθηση στην συμπαραγωγή.

Οι αντιρρήσεις που κατά καιρούς έχουν εκφραστεί ως προς τις αρνητικές επιπτώσεις της συμπαραγωγής στο περιβάλλον, αναιρούνται εφ' όσον στα μεγάλα αστικά κέντρα χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη το φυσικό αέριο. Στις μικρές πόλεις ή αγροτικές περιοχές η βιομάζα εφ' όσον διατίθεται τοπικά θα πρέπει να έχει προτεραιότητα. Πρέπει να σημειωθεί ότι η τεχνολογική εξέλιξη των καυστήρων βιομάζας μειώνουν την εκπομπή των ρυπογόνων ουσιών στο περιβάλλον.

2.3.1. Υπολειμματικές μορφές βιομάζας



Εικόνα 2.3.1:Μορφή βιομάζας

- Βιομάζα γεωργικής προέλευσης

Η γεωργική βιομάζα που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας διακρίνεται στη βιομάζα των υπολειμμάτων των γεωργικών καλλιεργειών (στελέχη, κλαδιά, φύλλα, άχυρο, κλαδοδέματα κ.λπ.) και στη βιομάζα των υπολειμμάτων επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων (υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, πυρηνόξυλο, πυρήνες φρούτων κ.λ.π.).

- Βιομάζα ζωϊκής προέλευσης

Το διαθέσιμο δυναμικό βιομάζας ζωϊκής προέλευσης, περιλαμβάνει κυρίως απόβλητα εντατικής κτηνοτροφίας από πτηνοτροφεία, χοιροστάσια, βουστάσια και σφαγεία.

Η εκτροφή προβάτων, αιγών κι αρνιών είναι εκτατική (η οποία είναι επί το πλείστον ποιμενικής μορφής) και τα παραγόμενα απόβλητα διασκορπίζονται σε όλο το βοσκότοπο.

- Βιομάζα δασικής προέλευσης

Η βιομάζα δασικής προέλευσης που αξιοποιείται ή μπορεί να αξιοποιηθεί για ενεργειακούς σκοπούς συνίσταται στα καυσόξυλα, στα υπολείμματα καλλιέργειας των δασών (αραιώσεων, υλοτομιών), στα προϊόντα καθαρισμών για την προστασία τους από πυρκαγιές καθώς και στα υπολείμματα επεξεργασίας του ξύλου.

- Αστικά απόβλητα

Το οργανικό τμήμα των αστικών αποβλήτων.

2.3.2. Ενεργειακές καλλιέργειες



Εικόνα 2.3.2: Ενεργειακές καλλιέργειες

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι παραδοσιακές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων είτε φυτά που δεν καλλιεργούνται, προς το παρόν, εμπορικά όπως ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα και το καλάμι που το τελικό προϊόν τους προορίζεται για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων. Οι ενεργειακές καλλιέργειες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες οι οποίες είναι:

✦ Ετήσιες: σακχαρούχο ή γλυκό σόργο (*Sorghum bicolor* L . Moench), ινώδες σόργο (*Sorghum bicolor* L. Moench), κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.), ελαιοκράμβη (*Brassica napus* L), βρασσική η αιθίοπια (*Brassica carinata* L . Braun).

✦ Πολυετείς: α)Γεωργικές : Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*), καλάμι (*Arundo donax* L.), μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus*), switchgrass (*Panicum virgatum*) β)Δασικές : Ευκάλυπτος (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. & *E. globulus* Labill.), ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia*).

2.3.3. Υγρά βιοκαύσιμα



Εικόνα 2.3.3: Υγρά καύσιμα

Σήμερα, ο όρος βιοκαύσιμα χρησιμοποιείται συνήθως για υγρά καύσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των μεταφορών. Τα πιο συνηθισμένα στο εμπόριο είναι το βιοντήζελ, μεθυλεστέρας ο οποίος παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ηλίανθος, ελαιοκράμβη, κ.ά) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μόνο του ή σε μίγμα με πετρέλαιο κίνησης σε πετρελαιοκινητήρες και η βιοαιθανόλη η οποία παράγεται από σακχαρούχα, κυταρινούχα κι αμυλούχα φυτά (σιτάρι, καλαμπόκι, σόργο, τεύτλα, κ.ά.) και χρησιμοποιείται είτε ως έχει σε βενζινοκινητήρες που έχουν υποστεί μετατροπή είτε σε μίγμα με βενζίνη σε κανονικούς βενζινοκινητήρες είτε τέλος να μετατραπεί σε ΕΤΒΕ (πρόσθετο βενζίνης).

2.4. Γεωθερμία

Όπως προκύπτει από τα ηφαίστεια, τις θερμές πηγές και από μετρήσεις σε γεωτρήσεις, το εσωτερικό της γης βρίσκεται σε υψηλή θερμοκρασία, η οποία υπερβαίνει τους 5000 °C στον πυρήνα. Η θερμότητα αυτή που περιέχεται στο εσωτερικό της γης αποτελεί την γεωθερμική ενέργεια και είναι τόσο μεγάλη, ώστε μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά ανεξάντλητη μορφή ενέργειας για τα ανθρώπινα μέτρα.



Εικόνα 2.4 : Γεωθερμική ενέργεια

Όσο προχωράμε βαθύτερα από την επιφάνεια της γης προς τον πυρήνα, παρατηρούμε αύξηση της θερμοκρασίας με το βάθος η οποία ονομάζεται γεωθερμική βαθμίδα. Κοντά στην επιφάνεια της γης η γεωθερμική βαθμίδα έχει μέση τιμή περίπου $30\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{k m}$. Σε μερικές περιοχές, είτε λόγω ηφαιστειότητας σε πρόσφατη γεωλογική περίοδο, είτε λόγω ανόδου ζεστού νερού από μεγάλα βάθη μέσω ρηγμάτων, η γεωθερμική βαθμίδα είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη μέση γήινη, με αποτέλεσμα σε μικρό σχετικά βάθος να απαντώνται υδροφόροι ορίζοντες που περιέχουν νερό ή ατμό υψηλής θερμοκρασίας. Οι περιοχές αυτές ονομάζονται γεωθερμικά πεδία, και εκεί η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας είναι εξαιρετικά συμφέρουσα.

Τέτοιες περιοχές στη χώρα μας είναι τα ηφαιστειακά νησιά του Αιγαίου (Μήλος, Νίσυρος, Σαντορίνη, Λέσβος, Σαμοθράκη, κ.ά.), πολλές περιοχές στη Μακεδονία και τη Θράκη (Νιγρίτα, Σιδηρόκαστρο, Νέο Εράσμιο, Νέα Κεσσάνη, Τυχρό Έβρου κ.α), καθώς και στη γειτονιά κάθε μιας από τις 56 θερμές πηγές που υπάρχουν στη χώρα μας.

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία και περιλαμβάνουν:

- ➔ ηλεκτροπαραγωγή ($\theta > 90\text{ }^{\circ}\text{C}$),
- ➔ θέρμανση χώρων (με καλοριφέρ για $\theta > 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, με αερόθερμα για $\theta > 40\text{ }^{\circ}\text{C}$, με ενδοδαπέδιο σύστημα ($\theta > 25\text{ }^{\circ}\text{C}$),

- ψύξη και κλιματισμό (με αντλίες θερμότητας απορρόφησης για $\theta > 60$ °C, ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας για $\theta < 30$ °C)
- θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών επειδή τα φυτά αναπτύσσονται γρηγορότερα και γίνονται μεγαλύτερα με τη θερμότητα ($\theta > 25$ °C), ή και για αντιπαγετική προστασία
- ιχθυοκαλλιέργειες ($\theta > 15$ °C) επειδή τα ψάρια χρειάζονται ορισμένη θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους
- βιομηχανικές εφαρμογές όπως αφαλάτωση θαλασσινού νερού ($\theta > 60$ °C), ξήρανση αγροτικών προϊόντων, κλπ
- θερμά λουτρά για $\theta = 25-40$ °C

Εκτός από τα γεωθερμικά πεδία, η σημερινή τεχνολογία επιτρέπει την εκμετάλλευση της θερμότητας πετρωμάτων μικρού βάθους, καθώς και υπόγειων ή και επιφανειακών υδάτων χαμηλής θερμοκρασίας για θέρμανση και κλιματισμό. Η τεχνολογία αυτή περιλαμβάνει σωλήνα μεγάλου μήκους και μικρής διαμέτρου τοποθετημένης εντός του εδάφους, είτε εντός γεωτρήσεων και η οποία αποτελεί τον υπόγειο εναλλάκτη θερμότητας, σε συνδυασμό με υδρόψυκτη αντλία θερμότητας η οποία παρέχει θέρμανση ή ψύξη στο κτήριο. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας καταναλώνουν το 1/4 του ηλεκτρικού ρεύματος από μια ηλεκτρική αντίσταση και το 1/2 από ένα κλιματιστικό. Εάν υπολογιστεί το κόστος ενέργειας καθόλη τη διάρκεια ζωής του συστήματος, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας στοιχίζουν λιγότερο από ένα σύστημα που καταναλώνει πετρέλαιο ή φυσικό αέριο. Μελλοντικά, η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας θα γίνεται από θερμά ξηρά πετρώματα, τα οποία βρίσκονται παντού σε βάθη από 3-5 km, μέσω τεχνητής κυκλοφορίας νερού θερμοκρασίας έως 150 °C.

Το γεωθερμικό δυναμικό της χώρας είναι από τα πιο υψηλά. Τα βεβαιωμένα αποθέματα γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής (θερμά νερά μέχρι 100°C), μέσης (θερμά νερά και ατμοί από 100°C έως 150°C) και υψηλής ενθαλπίας (κυρίως ατμοί από 150°C και άνω) στην χώρα προσδιορίζονται στα 1800 MWh (1993). Συγκεκριμένα τα πεδία χαμηλής ενθαλπίας μπορούν να αποδώσουν τουλάχιστον 800MW θερμικής ενέργειας και αυτά της μέσης και υψηλής τουλάχιστον 300MW ηλεκτρικής ενέργειας ή ισοδύναμα 1000MW θερμικής ενέργειας.

Στον οικιστικό τομέα η γεωθερμική ενέργεια χαμηλής ενθαλπίας μπορεί να παράσχει την απαραίτητη θερμότητα για τηλεθέρμανση ενώ τα

πεδία υψηλής ενθαλπίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η χρήση του γεωθερμικού υγρού είναι δυνατή σε μία μικρή σχετικά απόσταση από το γεωθερμικό πεδίο. Έτσι η αποδοτική χρήση της π.χ. για τηλεθέρμανση περιορίζεται σε κάποια ακτίνα γύρω από το πεδίο.

Ευρύτερης εφαρμογής είναι οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας οι οποίες εκμεταλλεύονται την αβαθή γεωθερμική ενέργεια και χρησιμοποιούνται σε επίπεδο κτιρίου τόσο για την θέρμανση και ψύξη χώρων όσο την θέρμανση νερού χρήσης.

2.5. Φυσικό αέριο



Εικόνα 2.5 : Φυσικό αέριο

Το φυσικό αέριο είναι η νέα μορφή ενέργειας του 21ου αιώνα. Πρόκειται για «φυσικό καύσιμο».

Είναι μια πηγή ενέργειας που προσφέρει η ίδια η φύση και γι' αυτό είναι προτιμότερη από άλλες, οι οποίες για να αξιοποιηθούν, απαιτούν δαπανηρές και σύνθετες διαδικασίες παραγωγής.

Είναι το πιο φιλικό προς το περιβάλλον καύσιμο που χρησιμοποιείται από εκατομμύρια νοικοκυριά και επιχειρήσεις στην Ευρώπη και την Αμερική για ευκολία και άνεση.

Το φυσικό αέριο είναι μίγμα μεθανίου (δηλαδή τον ελαφρύτερο υδρογονάνθρακα) με περιεκτικότητα μεταβαλλόμενη από 83% έως 99% και από άλλα αέρια μικρότερης περιεκτικότητας (αιθάνιο, προπάνιο κλπ), είναι πολύ καθαρό, χωρίς προσμίξεις και θειούχα συστατικά, και κάνει τέλεια καύση στις κατάλληλες συσκευές. Για να μπορεί να γίνει

αντιληπτό, είναι ανάγκη να αναμιχθεί με κατάλληλες οσμητικές ουσίες.

- Βασικές ιδιότητες του φυσικού αερίου

- Είναι ελαφρύτερο του αέρα: Αυτό σημαίνει ότι αν υπάρξει διαφυγή απελευθερώνεται προς τον εξωτερικό χώρο και ανεβαίνει προς τα υψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας, σε αντίθεση με το υγραέριο.
- Δεν είναι τοξικό: Αυτό σημαίνει ότι σε περίπτωση εισπνοής του δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος σε αντίθεση με το παλιό φωταέριο που περιείχε μεγάλες ποσότητες ενός τοξικού αερίου, του μονοξειδίου του άνθρακα. Αποτελείται κατά το μεγαλύτερο μέρος του από μεθάνιο, κορεσμένους υδρογονάνθρακες και αβλαβή αδρανή αέρια.
- Έχει χαρακτηριστική οσμή: Μέσω μίας τεχνητής ουσίας, προσδίδεται οσμή στο φυσικό αέριο έτσι ώστε να είναι δυνατή η ανίχνευση από τον καταναλωτή σε περίπτωση διαρροής.
- Όρια αναφλεξιμότητας: Για να υπάρξει ανάφλεξη του φυσικού αερίου πρέπει οι συνθήκες να είναι πολύ συγκεκριμένες δηλαδή το εύρος περιεκτικότητας του μίγματος σε φυσικό αέριο στα οποία μπορεί να ξεκινά και να μεταδίδεται η καύση, εφόσον υπάρχει σπινθήρας, είναι για το φυσικό αέριο 5% έως 14%.
- Είναι άφθονο: Τα παγκόσμια αποθέματα φυσικού αερίου είναι μεγάλα και αρκούν για την κάλυψη των μακροπρόθεσμων ενεργειακών αναγκών.
- Είναι εύχρηστο και ευπροσάρμοστο: Το φυσικό αέριο εξυπηρετεί όλες τις οικιακές ανάγκες: από το μαγείρεμα και την παραγωγή ζεστού νερού μέχρι τη θέρμανση. Μάλιστα, οι πλέον πρόσφατες τεχνολογίες έχουν καταστήσει δυνατή τη χρήση του φυσικού αερίου στον κλιματισμό κατά τη θερινή περίοδο.
- Είναι οικονομικό: Το φυσικό αέριο καταργεί την ανάγκη ανεφοδιασμού και αποθήκευσης καυσίμων. Αρκεί το γύρισμα ενός κουμπιού και η ενέργειά του είναι εκεί, έτοιμη να αξιοποιηθεί. Πληρώνετε μόνο για την ποσότητα του αερίου που έχετε χρησιμοποιήσει και μόνο αφού τη χρησιμοποιήσετε, ενώ η κατανάλωση ελέγχεται εύκολα με τη βοήθεια του μετρητή.
- Είναι καύσιμο με περιορισμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις: Το φυσικό αέριο διανέμεται μέσω ειδικών αγωγών, έτσι όπως εξάγεται από τις φυσικές κοιλάτες απόθεσης: από την εξαγωγή μέχρι την κατανάλωση χωρίς επεξεργασία. Το φυσικό αέριο διακρίνεται για την υψηλή ενεργειακή του απόδοση και, χάρη στην απουσία θείου, για τις περιορισμένες επιπτώσεις του στο περιβάλλον.
- Είναι ασφαλές: Η εγκατάσταση του φυσικού αερίου στο σπίτι γίνεται εύκολα και γρήγορα και, σύμφωνα με το νόμο, πρέπει να ανατίθεται σε αδειούχους εγκαταστάτες, οι οποίοι οφείλουν να τηρούν αυστηρά τους

ισχύοντες κανονισμούς ασφαλείας.

2.6. Υδρογόνο



Εικόνα 2.6 : Υδρογόνο

Το υδρογόνο αποτελεί το 90% του σύμπαντος και είναι το ελαφρύτερο αέριο στην φύση. Στη Γη βρίσκεται κυρίως σε ενώσεις όπως το νερό, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο κ.α.

Εκτιμάται ότι το υδρογόνο θα αποτελέσει ένα νέο καύσιμο που θα χρησιμοποιούμε στο μέλλον, τόσο στα σπίτια όσο και στα αυτοκίνητα μας. Έχει το πλεονέκτημα όταν «καίγεται» να μην ρυπαίνει την ατμόσφαιρα, αφού παράγει μόνο θερμότητα και νερό.

Το υδρογόνο στο μέλλον θα παράγεται σε μεγάλο ποσοστό από την ηλεκτρόλυση του νερού, δηλ. μια διαδικασία κατά την οποία το νερό διασπάται με χρήση ηλεκτρικού ρεύματος σε υδρογόνο και οξυγόνο. Επομένως, αφού θα παράγεται από το νερό και η χρήση του θα εκλύει νερό, το υδρογόνο θεωρείται πρακτικά ανεξάντλητο.

Ο ηλεκτρισμός που απαιτείται για την παραγωγή υδρογόνου από νερό ιδανικά μπορεί να προέρχεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (κυρίως άνεμο και ήλιο), ώστε να είναι απόλυτα φιλική προς το περιβάλλον.

Συγκεκριμένα, το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγει μια ανεμογεννήτρια ή ένα φωτοβολταϊκό θα τροφοδοτεί μία συσκευή ηλεκτρόλυσης που διασπά το νερό σε υδρογόνο και οξυγόνο. Στη συνέχεια το υδρογόνο θα αποθηκεύεται σε κατάλληλες δεξαμενές για να χρησιμοποιηθεί όποτε προκύψει ανάγκη.

Το υδρογόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κατάλληλα τροποποιημένους καυστήρες, λέβητες και κινητήρες εσωτερικής καύσης. Ιδανική ενεργειακή του εφαρμογή είναι όμως οι κυψέλες καυσίμου που αποτελούν μια νέα τεχνολογία που επιτρέπει την παραγωγή ηλεκτρισμού από την ένωση υδρογόνου και οξυγόνου που υπάρχει στον αέρα. Οι κυψέλες καυσίμου μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα σπίτια για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, αλλά και στην κίνηση των αυτοκινήτων. Θα χρειαστεί όμως να περάσουν κάποια χρόνια για να βελτιωθεί η απόδοση τους και να πέσει το κόστος τους, μέχρι να τις δούμε και στα δικά μας σπίτια και αυτοκίνητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Εικόνα 3.1: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), ή νέες πηγές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες.

Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους.

- ✪ Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση.
- ✪ Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα.

Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα),

όπως η ηλιακή και η αιολική. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων.

3.1 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Αρκεί να εκμεταλλευτούμε τον ήλιο και τον άνεμο, ώστε με απλές κατασκευές και παρεμβάσεις στα νέα κτίρια να απαλλαγούμε από τα έξοδα θέρμανσης τον χειμώνα και κλιματισμού το καλοκαίρι.

Η θερμότητα εγκλωβίζεται κατά τη διάρκεια της ημέρας μεταξύ του τζαμιού και του τοίχου, ενώ τη νύχτα διοχετεύεται στο εσωτερικό του κτιρίου μέσω αεραγωγών.

Παρέχεται ενισχυμένη τιμή της πωλούμενης ηλιακής κιλοβατώρας (όπως ισχύει πλέον και στη χώρα μας), τότε ο καταναλωτής όχι μόνο κάνει απόσβεση της επένδυσης αλλά έχει και ένα λογικό κέρδος από την παραγωγή και τροφοδοσία πράσινης ενέργειας στο δίκτυο.

Στις περιπτώσεις πάλι των αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων σε εφαρμογές εκτός δικτύου, η ανταγωνιστική τεχνολογία είναι οι πανάκριβες στη λειτουργία τους, θορυβώδεις και ρυπογόνες ηλεκτρογεννήτριες, οπότε τα φωτοβολταϊκά είναι μια συμφέρουσα εναλλακτική λύση.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επίπεδο κατοικίας ή επιχείρησης περιλαμβάνουν τις εξής τεχνολογίες:

1. Βιομάζα για θέρμανση
2. Γεωθερμία για θέρμανση
3. Ηλιακά συστήματα για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό
4. Φωτοβολταϊκά συστήματα για παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού

3.1.1 Πλεονεκτήματα

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την

ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.

➤ Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.

➤ Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις.

3.1.2 Μειονεκτήματα

➤ Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.

➤ Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.

➤ Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.

➤ Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.

➤ Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Το ρεύμα που παράγεται είναι συνεχές γι' αυτό και η εγκατάσταση απαιτεί έναν μετατροπέα ισχύος, αφού όλες οι συσκευές του σπιτιού λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα. Βασικό πλεονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι ότι παράγουν φθινό ρεύμα, φιλικό προς το περιβάλλον. Μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος εγκατάστασής τους και οι μεγάλες επιφάνειες που απαιτούνται για την ανάπτυξή τους. Υψηλό κόστος έχουν επίσης και οι μπαταρίες αποθήκευσης ενέργειας. Σε περίπτωση όμως που επιτευχθεί η συμπαραγωγή με τη ΔΕΗ, οι μπαταρίες καταργούνται και το κόστος μειώνεται στο μισό. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας όμως, το κόστος έχει ούτως ή άλλως περιοριστεί αισθητά. Ο χρόνος απόσβεσης των

δαπανών εγκατάστασης, για συστήματα συνδεδεμένα στο ηλεκτρικό δίκτυο, είναι περίπου 10 χρόνια.

Τα φωτοβολταϊκά, όπως άλλωστε και όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), έχουν υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης και ασήμαντο λειτουργικό κόστος, αντίθετα με τις συμβατικές ενεργειακές τεχνολογίες που συνήθως έχουν σχετικά μικρότερο αρχικό επενδυτικό κόστος και υψηλά λειτουργικά κόστη.

Το κλίμα αυτό όμως τώρα αλλάζει δραματικά. Πολλές χώρες έχουν ξεκινήσει τα τελευταία χρόνια σημαντικά προγράμματα ενίσχυσης των φωτοβολταϊκών, με γενναίες επιδοτήσεις τόσο της αγοράς και εγκατάστασης φωτοβολταϊκών, όσο και της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ



Εικόνα 4.1: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Θα μπορούσαμε να πούμε πώς οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, είναι οι φυσικοί διαθέσιμοι πόροι - πηγές ενέργειας, που υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον, που δεν εξαντλούνται αλλά διαρκώς ανανεώνονται και που δύνανται να μετατρέπονται σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια, όπως είναι ο ήλιος, ο άνεμος, η βιομάζα, η γεωθερμία, οι υδατοπτώσεις, η θαλάσσια κίνηση.

Το παγκόσμιο ενδιαφέρον προς την κατεύθυνση της αξιοποίησης τους οφείλεται σε δύο λόγους

- ➔ την επίλυση του ενεργειακού προβλήματος, αφού τα αποθέματα συμβατικών πηγών ενέργειας εξαντλούνται και
- ➔ πρόκειται για φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις.

Η στροφή στις καθαρές πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, αποτελεί τη μόνη διέξοδο για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών που απειλούν σήμερα τον πλανήτη. Επιπλέον, η χρήση της ηλιακής ενέργειας συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα καρκινογόνα μικροσωματίδια, τα οξειδία του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ). Οι ρύποι αυτοί επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία και το περιβάλλον.



Εικόνα 4.2 : Βιοκλιματικό σπίτι.

Βιοκλιματικός σχεδιασμός και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι οι δύο λύσεις που προτείνουν οι ειδικοί για τη σωτηρία του περιβάλλοντος, μια ανάγκη που μοιάζει περισσότερο επείγουσα από ποτέ.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτιρίων υπόσχεται κτίρια φιλικά στο περιβάλλον και στην τσέπη μας καθώς και μηδενική επιβάρυνση στο κόστος της κατασκευής του, ενώ παράλληλα πολύ ωραία ακούγεται και η εφαρμογή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στον οικιακό τομέα ειδικά σήμερα που οι τιμές του πετρελαίου ολοένα και αυξάνονται.

Και εάν ο δρόμος για την δημιουργία ενός σπιτιού που θα χρησιμοποιεί μόνο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ακόμα μακρινός, δεν ισχύει το ίδιο για την κατασκευή ενός σπιτιού με βιοκλιματικό σχεδιασμό. Και αυτό γιατί κάτι τέτοιο μπορεί να γίνει εύκολα και χωρίς σημαντικές επιβαρύνσεις.

Σύμφωνα με έρευνες, μια ολοκληρωμένη ενεργειακή προσέγγιση μπορεί να μειώσει τις ενεργειακές απαιτήσεις ενός κτιρίου με τέτοιο σχεδιασμό το λιγότερο κατά 20%-30%, λόγω του ότι στη χώρα μας επικρατούν ιδανικές συνθήκες, όπως για παράδειγμα η αυξημένη ηλιοφάνεια και οι δροσεροί καλοκαιρινοί άνεμοι.

Η κατασκευή δηλαδή βιοκλιματικών σπιτιών θα βοηθούσε στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, τίθεται εύλογα το ερώτημα γιατί στην Ελλάδα δεν κατασκευάζονται βιοκλιματικά σχεδιασμένα κτίρια, αφού οι συνθήκες επιτρέπουν τη δημιουργία κτιρίων τέτοιων προδιαγραφών.

Η απάντηση είναι ότι πολλοί ιδιώτες είναι προσκολλημένοι σε ιδεοληψίες του παρελθόντος (π.χ. σε παρωχημένα σχήματα περί γυάλινων τερατωδών κτιρίων ή ακριβών κατασκευών). Με βάση τα παραπάνω δεδομένα λοιπόν, η κατασκευή βιοκλιματικά σχεδιασμένων κτιρίων μάλλον θα καθυστερήσει να αναπτυχθεί στη χώρα μας.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορεί να «κάνουν τη διαφορά», στην προστασία του περιβάλλοντος. Και αυτό γιατί :

- Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί, είτε για τη θέρμανση νερού (ηλιακοί θερμοσίφωνες), είτε για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος (φωτοβολταϊκά κ.λπ.)
- Η ενέργεια του ανέμου μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, με τη χρήση ανεμογεννήτριων.
- Το τρεχούμενο νερό, μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί, για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, με τη χρήση υδατογεννήτριας.
- Η καύση της βιομάζας (υπολείμματα φυτών και ζώων) μπορεί να ζεστάνει το σπίτι μας ή το νερό μας. Το πιο συχνό καύσιμο αυτού του είδους είναι το ξύλο, αλλά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και υπολείμματα άλλων καλλιεργειών, όπως ζαχαροκάλαμου κ.λπ.
- Γεωθερμική ενέργεια, χρησιμοποιείται, σε πολλές περιοχές του πλανήτη μας, για τη θέρμανση σπιτιού και νερού.
- Η ενέργεια των θαλασσών μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί, ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

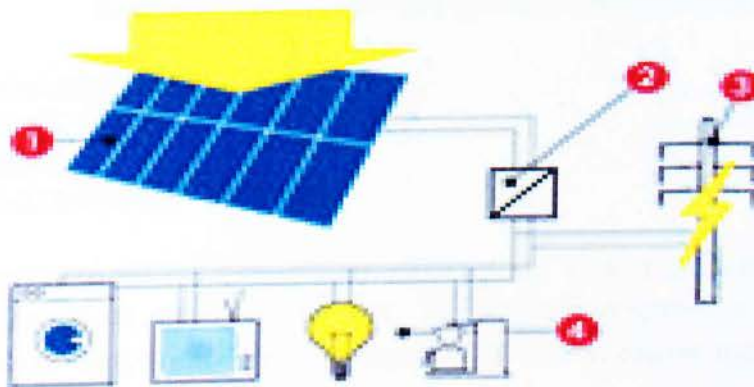


Εικόνα 4.3 : Η Κυκλοφορία του αέρα μέσα σε ένα βιοκλιματικό σπίτι.

4.1 Συμφέρει η ηλιακή ενέργεια;

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι συμφέρει για τρεις παράγοντες :

A) Διανσυνδεδεμένα φ/β συστήματα



Εικόνα 4.1.1 : Διανσυνδεδεμένα φ/β συστήματα

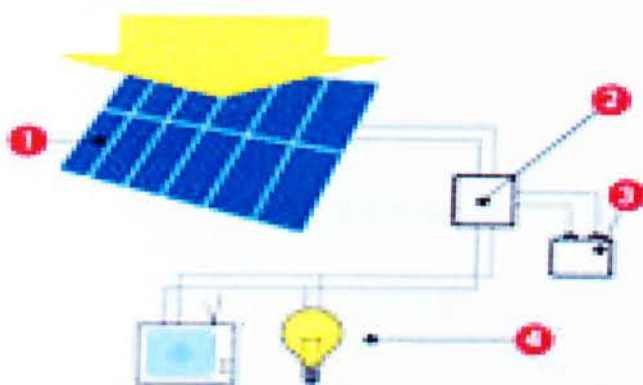
- 1- Φωτοβολταϊκά στοιχεία
- 2- Inverter DC/AC
- 3- Δίκτυο ΔΕΗ
- 4- Οικιακές ηλεκτρικές συσκευές

Με την εφαρμογή των νέων μέτρων επιχορήγησης της

παραγόμενης kWh από φ/β η απάντηση είναι ότι συμφέρει για φ/β συστήματα οικιακής χρήσης λίγων kWp ως και για μεγάλες φ/β εγκαταστάσεις αρκετών MWp. Μετά από 6-7 έτη η επένδυση αποσβένεται και συσσωρεύει κέρδη από την πώληση της kWh στο δίκτυο της ΔΕΗ (20 χρόνια εγγυημένη τιμή πώλησης 0,4-0,5 kWh αντί των 0,07 της τιμής αγοράς).

Επομένως συμφέρει να μην καταναλώνουμε την παραγόμενη ποσότητα ρεύματος αλλά να την επιστρέφουμε στο δίκτυο στην επιχορηγημένη τιμή της.

Β) Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα



Εικόνα 4.1.2 : Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα

- 1- Φωτοβολταϊκά στοιχεία
- 2- Ρυθμιστής φορτίου
- 3- Μπαταρίες
- 4- Οικιακές ηλεκτρικές συσκευές

Αν το κριτήριο είναι αυστηρά οικονομικό, τότε η απάντηση είναι πως άλλοτε συμφέρει και άλλοτε όχι. Η ηλιακή ενέργεια είναι π.χ. πιο συμφέρουσα στα νησιά όπου η παραγωγή ηλεκτρισμού από συμβατικές πηγές είναι ιδιαίτερα ακριβή.

Γ) Άλλα κριτήρια

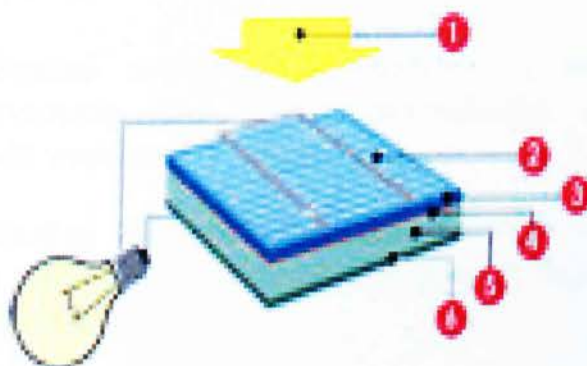
Όμως προφανώς τα κριτήρια δεν πρέπει να είναι μόνο οικονομικά. Στην καθημερινή μας ζωή κάνουμε επιλογές που δεν υπολογίζουν ούτε το κόστος ούτε το χρόνο απόσβεσης. Όταν επιλέγουμε π.χ. ένα ακριβότερο καναπέ σε σχέση με ένα φθηνότερο που δεν ικανοποιεί το

γούστο μας, προφανώς το κριτήριο είναι αισθητικό και όχι οικονομικό.

Τα φωτοβολταϊκά, όπως και όλα σχεδόν τα προϊόντα, πέρα από ενεργειακές υπηρεσίες, προσφέρουν και μία "προστιθέμενη αξία", η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν όταν υπολογίζουμε το κόστος τους. Την προστιθέμενη αξία των προϊόντων την αναζητά και την εκτιμά σχεδόν πάντα ο καταναλωτής. Επιλέγουμε ένα ακριβό καναπέ ή ένα ακριβό αυτοκίνητο σε σχέση με ένα φθηνότερο που κάνει πρακτικά την ίδια δουλειά, γιατί μας αρέσει περισσότερο, γιατί μας παρέχει περισσότερη ασφάλεια ή κύρος, γιατί απλά έχει για μας μια προστιθέμενη αξία. Και όχι μόνο πληρώνουμε αδιαμαρτύρητα το υπερβάλλον κόστος, αλλά ουδέποτε αναρωτιόμαστε αν και τότε κάνουμε απόσβεση της επένδυσής μας. Το ίδιο θα έπρεπε να ισχύει και για τα φωτοβολταϊκά. Έτσι δεν είναι;

4.2. Πώς λειτουργεί;

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο



Εικόνα 4.2 : Φωτοβολταϊκό στοιχείο

- 1- Φως (φωτόνια)
- 2- Επαφή (πάνω επιφάνεια)
- 3- Στρώμα με αρνητικό φορτίο
- 4- Ενδιάμεσο στρώμα
- 5- Στρώμα με θετικό φορτίο
- 6- Επαφή (κάτω επιφάνεια)

Το ηλιακό φως είναι ουσιαστικά μικρά πακέτα ενέργειας που

λέγονται φωτόνια. Τα φωτόνια περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Το γαλάζιο χρώμα ή το υπεριώδες π.χ. έχουν περισσότερη ενέργεια από το κόκκινο ή το υπέρυθρο. Όταν λοιπόν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο (που είναι ουσιαστικά ένας "ημιαγωγός"), άλλα ανακλώνται, άλλα διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό. Αυτά τα τελευταία φωτόνια είναι που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Τα φωτόνια αυτά αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού να μετακινηθούν σε άλλη θέση και ως γνωστόν ο ηλεκτρισμός δεν είναι τίποτε άλλο παρά κίνηση ηλεκτρονίων. Σ' αυτή την απλή αρχή της φυσικής λοιπόν βασίζεται μια από τις πιο εξελιγμένες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού στις μέρες μας.

Εξοικείωση με την ορολογία

- **Φωτοβολταϊκό φαινόμενο** ονομάζεται η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση. Για ευκολία, συνήθως χρησιμοποιούμε τη σύντμηση Φ/Β για τη λέξη "φωτοβολταϊκό" (photovoltaic PV).
- **Φωτοβολταϊκό στοιχείο.** Η ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία. Λέγεται ακόμα Φ/Β κύτταρο ή Φ/Β κυψέλη (PV cell).
- **Φωτοβολταϊκό πλαίσιο.** Ένα σύνολο Φ/Β στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της Φ/Β γεννήτριας (PV module).
- **Φωτοβολταϊκό πανέλο.** Ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή, έτοιμη για να εγκατασταθεί σε Φ/Β εγκατάσταση (PV panel).
- **Φωτοβολταϊκή συστοιχία.** Μια ομάδα από Φ/Β πλαίσια ή πανέλα με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση, τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης (PV array).
- **Φωτοβολταϊκή γεννήτρια.** Το τμήμα μιας Φ/Β εγκατάστασης που περιέχει Φ/Β στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα (PV generator).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και περιβάλλοντος χώρου
Ευαγγελινός, Ευάγγελος (2001)
- [2] Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων
Κώστας Στεφ. Τσίππρας (2000)
- [3] Βιοκλιματικός σχεδιασμός και καθαρές τεχνολογίες δόμησης
Γεωργιάδου Ελλη, Ανδρεαδάκη-Χρονάκη Ελένη,
Ζήσης Ξενοφών (1996)
- [4] Bioclimatic skyscrapers
Ken Yeang (1994)
- [5] Ηπιες μορφές ενέργειας
Σωκράτης Ν. Καπλάνης (2003-2004)
- [6] Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε οικιστικά σύνολα
Μπάτρα Εύη, Κέντρο Ανανεωσίμων Πηγών Ενέργειας (2002)

ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ INTERNET

- [1] <http://www.eugenfound.edu.gr>
- [2] <http://www.ntua.gr>
- [3] <http://www.smartkit.gr>
- [4] <http://www.greenpeace.gr>
- [5] <http://www.msa.ac.uk/colleges/bioclimatic>
- [6] <http://www.bioclimatic.com>
- [7] <http://www.rio6.com>
- [8] <http://www.adoss.com>
- [9] <http://www.cres.gr>
- [10] <http://www.passivehouse.org.nz>
- [11] <http://www.passivehouse.co.uk>
- [12] <http://www.passive-on.org>
- [13] <http://www.azsolarcenter.com>
- [14] <http://www.eie.gr>
- [15] <http://www.prosolar.gr>
- [16] <http://www.sunera.gr>