

65ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ



ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ Ε. ΦΙΤΣΙΑΛΗΣ
ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ: ΕΥΘΑΛΙΑ ΣΠΥΡΙΔΑΚΗ

ΜΑΙΟΣ 2002

Σ' αυτή την εργασία καταγράφονται οι απόψεις και οι πληροφορίες που βρήκαν οι μαθητές της Γ' τάξης για την ηλιακή ενέργεια. Έγινε προσπάθεια να παρουσιαστούν όλες οι απόψεις των μαθητών που συμμετείχαν χωρίς ουσιαστικές αλλαγές από τους εποπτεύοντες καθηγητές. Σαν πηγές πληροφόρησης χρησιμοποιήθηκαν βιβλία από την βιβλιοθήκη του σχολείου μας και το διαδίκτυο.

BIBLIOΓΡΑΦΙΑ

1. Πάπυρος Λαρούς Μπριτάνικα
2. Υδρία
3. Διαχείριση Φυσικών Πόρων & Ενέργειας
4. Ο Κόσμος του Σήμερα (Ενέργεια & Φως)
5. Ενέργεια (ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ)

Συνδέσεις στο INTERNET

1. <http://users.otenet.gr/~6lyklar/activi.htm>
2. <http://physics4u.gr/energy/sunenergy.html>
3. <http://www.otenet.gr/energia/solarene.htm>

ΜΑΘΗΤΕΣ

1. ΑΜΠΑΝΤΖΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ (Γ₁)
2. ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (Γ₁)
3. ΒΑΣΙΛΑΚΗ ΠΗΝΕΛΟΠΗ (Γ₅)
4. ΒΛΑΣΤΑΡΑΣ ΝΩΝΤΑΣ (Γ₁)
5. ΓΙΑΝΝΕΛΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ (Γ₁)
6. ΔΕΛΗΣ ΑΧΙΛΛΕΑΣ (Γ₁)
7. ΔΟΥΚΑΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ (Γ₁)
8. ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ (Γ₁)
9. ΚΑΜΕΝΙΔΟΥ ΕΛΕΝΗ (Γ₅)
10. ΚΑΡΥΔΑ ΜΑΡΙΑ-ΕΛΕΝΗ (Γ₅)
11. ΛΥΓΙΖΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ (Γ₃)
12. ΜΕΤΑΛΛΙΝΟΥ ΜΑΡΙΑ (Γ₃)
13. ΣΠΑΝΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ (Γ₅)
14. ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ (Γ₅)

**ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΠΟΥ
ΣΥΜΜΕΤΕΙΧΑΝ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΟΥΣ
ΥΠΕΥΘΥΝΟΥΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ**





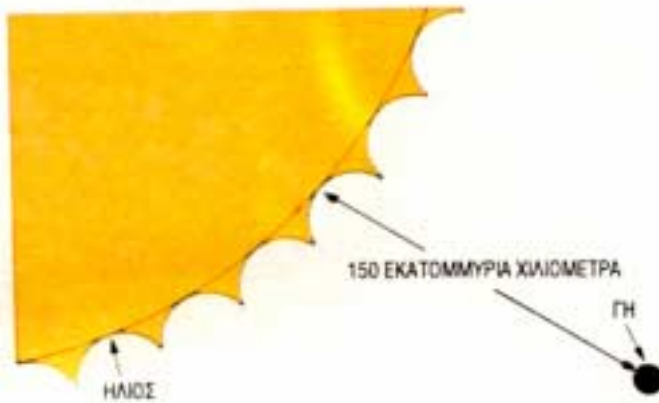
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας προέρχεται είτε άμεσα είτε έμμεσα από τον ήλιο. Η ενέργεια από τον ήλιο λέγεται ηλιακή ενέργεια. Όμως, πολύ λίγη από αυτήν χρησιμοποιείται άμεσα. Να το πούμε απλά: είναι πολύ δύσκολο να συλληχθεί το φως του ηλίου που είναι τόσο διεσπαρμένο. Ακόμη, είναι δαπανηρή η κατασκευή διατάξεων συλλογής και αξιοποίησής της ηλιακής ενέργειας.

Για να καταλάβετε τα προβλήματα συλλογής ηλιακών ακτίνων χρειάζεται να μάθουμε πιο πολλά για τη φύση του ηλίου. Επίσης, είναι χρήσιμο να καταλάβει κάποιος τη φύση της *ακτινοβόλου ενέργειας* (ακτινοβολίας). Αυτός είναι ο τρόπος, με τον οποίο ταξιδεύει η ηλιακή ενέργεια.

Ο ΗΛΙΟΣ

Ο ήλιος είναι ένα φωτοβόλο ουράνιο σώμα. Η γη και άλλοι πλανήτες περιφέρονται περί τον ήλιο και παίρνουν φως και θερμότητα από αυτόν. Επειδή αποτελείται από υδρογόνο, έχει τη μισή της πυκνότητας της γης και διπλάσια μάζα.



Σχ. 10-1. Ο ήλιος έχει 1/25 φορές το μέγεθος της γης. Αν ήλιος είχε διάμετρο 12 εκατοστά η γη θα είχε 1 εκατοστό.

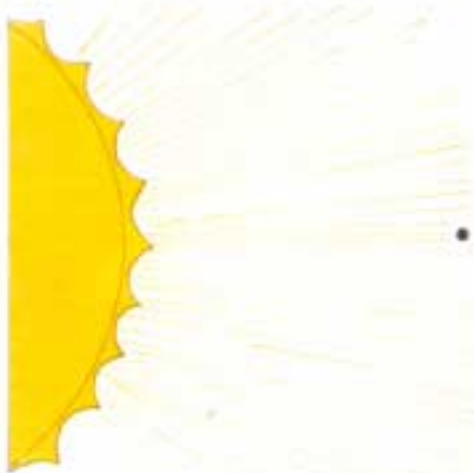
Το φως και η θερμότητα που ακτινοβολείται από τον ήλιο προέρχονται από θερμοπυρηνικές αντιδράσεις, που συντελούνται στον πυρήνα του. Η θερμοκρασία στο κέντρο του ηλίου είναι $15.000.000^{\circ}\text{C}$. Στην επιφάνεια του ηλίου, η θερμοκρασία είναι 5500°C .

Από απόσταση περίπου 150 εκατομμυρίων km στο διάστημα, ο ήλιος λούζει τη γη με τεράστιες ποσότητες ενέργειας. Είναι δύσκολο να φαντασθούμε πόση θερμότητα και φως παρέχει. Αν

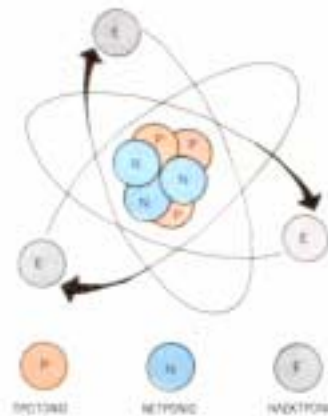
μπορούσε να συγκεντρωθεί το ηλιακό φως δύο ημερών επάνω στη γη, θα μπορούσε να δώσει περισσότερη ισχύ από ό,τι όλα τα αποθέματα καυσίμων απολιθωμάτων των ΗΠΑ και του Καναδά. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο ήλιος αναμένεται να λάμπει τουλάχιστον για τα επόμενα 5 δισεκατομμύρια χρόνια, αυτά τα αποθέματα είναι ανανεώσιμα.

Οι επιστήμονες εκτιμούν ότι ο ήλιος έχει ηλικία πάνω από 5 δισεκατομμύρια χρόνια. Σ' αυτό το χρονικό διάστημα μετατρέπει σε ακτινοβόλο ενέργεια τέσσερα εκατομμύρια τόνους ηλιακής ύλης ανά δευτερόλεπτο.

Μόνο ένα στα 2 δισεκατομμύρια από τις ακτίνες του ηλίου φθάνουν στη γη. Αυτό μπορεί να το καταλάβει κάποιος ευκολότερα, αν παρατηρήσει πόσο μικρότερη είναι η γη συγκρινόμενη με τον ήλιο. Η ακτινοβολία διαδίδεται προς τα έξω από τον ήλιο προς όλες τις κατευθύνσεις, όπως ακριβώς το φως από ένα λαμπτήρα φωτισμού, όταν δεν έχει ειδικό ανακλαστήρα. Η γη συλλαμβάνει μόνο ένα μικρό μέρος της ενέργειας.



Σχ. 10-2. Ο ήλιος είναι τόσο τεράστιος, ώστε μόνο το 1:2.000.000.000 (μια δισεκατομμυριοστή) των ακτίνων του πέφτουν στη γη.



Σχ. 10-3. Το άτομο έχει ένα πυρήνα (στο κέντρο του) που αποτελείται από σωματίδια, που λέγονται πρωτόνια και νετρόνια. Γύρω από αυτόν την πυρήνα περιστρέφονται σπασίως πολλά ηλεκτρόνια.

ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΣΥΝΤΗΞΗ

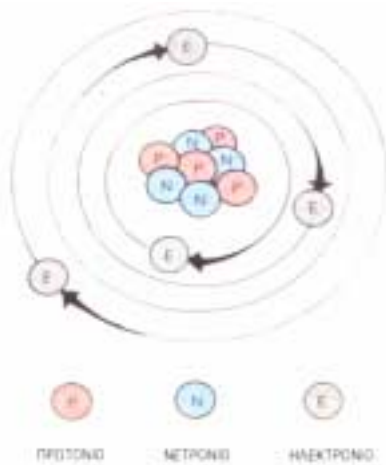
Η ένωση των πυρήνων των ατόμων είναι αυτό που παράγει τη θερμότητα και το φως που εκπέμπει ο ήλιος. Η διαδικασία λέγεται *πυρηνική σύντηξη*. Το υδρογόνο στο εσωτερικό του ηλίου βρίσκεται υπό μεγάλη πίεση και άρα μεγάλη πυκνότητα. Επίσης, οι θερμοκρασίες είναι μεγάλες, οπότε οι πυρήνες υδρογόνου κινούνται με πολύ μεγάλες ταχύτητες. Συγκρούονται μεταξύ τους τόσο δυνατά, ώστε οι πυρήνες τους συντήκονται. Καθώς συμβαίνει αυτό, μικρό ποσοστό της μάζας τους μετατρέπεται σε ενέργεια. Η ενέργεια ανέρχεται στην επιφάνεια του αστέρα και ακτινοβολείται προς τα έξω.

ΠΩΣ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ Η ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

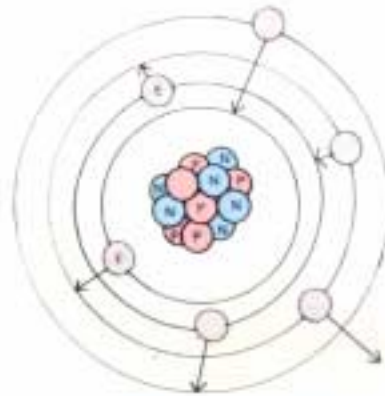
Πώς γίνεται και η ηλιακή ενέργεια μπορεί να ταξιδεύει 150 εκατομμύρια χιλιόμετρα στο διάστημα και να της απομένει αρκετή "δύναμη", ώστε να δίνει θερμότητα και φως στη γη; Η απάντηση βρίσκεται στον τρόπο που θερμότητα και φως πιστεύεται ότι ταξιδεύουν δια μέσου του κενού χώρου. Αυτή η θεωρία είναι γνωστή ως *θεωρία ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας*.

ΠΩΣ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ Η ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Το άτομο αποτελείται από ηλεκτρικώς φορτισμένα σωματίδια. Ένα συσσωμάτωμα από θετικώς φορτισμένα σωματίδια αποτελούν τον *πυρήνα*. Τα πρωτόνια έλκουν αρνητικώς φορτισμένα σωματίδια που λέγονται *ηλεκτρόνια*, τα οποία κινούνται γύρω από τον πυρήνα. Τα ηλεκτρόνια κινούνται σε (περίπου) κυκλικές ή ελλειπτικές τροχιές περί τον πυρήνα, βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις από αυτόν και έχουν διαφορετικές στάθμες ενέργειας. Όταν κάποιο περιφερόμενο ηλεκτρόνιο μεταβαίνει από μια ενεργειακή στάθμη σε μία άλλη, τότε ανταλλάσσεται ενέργεια με το περιβάλλον του, δηλαδή εκπέμπεται ή απορροφάται ενέργεια. Μπορεί ακόμη ηλεκτρόνια να μεταβούν σε άλλα άτομα.



Σχ. 10-4. Τα ηλεκτρόνια που κινούνται γύρω από τον πυρήνα δεν διαγράφουν ίδιες τροχιές και δεν απέχουν το ίδιο από τον πυρήνα.



Σχ. 10-5. Όταν περιφερειακά ηλεκτρόνια μεταβιβάσουν από μια ενεργειακή στάθμη σε άλλη, εκπέμπεται ή απορροφάται ενέργεια. Τότε και είναι και η ηλεκτρική ενέργεια. Μερικά ηλεκτρόνια μπορεί ακόμα να ξεφύγουν από το άτομο και να προσεγγίσουν ένα άλλο άτομο.

ΠΩΣ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια διαδίδεται ως ηλεκτρική και μαγνητική ενέργεια υπό μορφή κυμάτων. Τα κύματα έχουν διάφορα μήκη. Τα βραχέα κύματα έχουν μεγαλύτερες συχνότητες από ό,τι τα μακρά. Η συχνότητα είναι ο ρυθμός με τον οποίο τα κύματα φθάνουν στο δέκτη. Μπορείτε να φαντασθείτε το ηλεκτρομαγνητικό κύμα σαν μια κυματοειδή γραμμή, σαν μια σειρά από λόφους και κοιλάδες. Αυτό που διαφοροποιεί μεταξύ τους τα κύματα είναι το *μήκος κύματος*. Έτσι ονομάζεται η απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών κορυφών. Το σχήμα εικονίζει ένα μικρό και ένα μεγάλο μήκος κύματος.



Σχ. 10-6. Το μήκος κύματος κρούται με την απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών κορυφών ενός κύματος.



Σχ. 10-7. Το μεγαλύτερο μήκος κύματος ανήκει σε ηλεκτρικό κύμα και έχει μήκος 30 χιλιόμετρα ή και παραπάνω. Το μήκος κύματος του ραδιού είναι μόνο 7 μέτρα.

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μπορεί να είναι αόρατα ή ορατά. Αυτό εξαρτάται από το μήκος κύματος (ή καλύτερα από τη συχνότητα). Τα διάφορα κύματα, των οποίων το μήκος ποικίλλει (από το βραχύτερο έως το μεγαλύτερο) είναι:

- Ακτίνες γάμμα. Έχουν μήκη κύματος περίπου ένα εκατοντάκις τρισεκατομμυριοστό του εκατοστομέτρου (1/100.000.000.000.000).
- Ακτίνες - Χ.
- Υπεριώδεις ακτίνες.
- Ορατές ακτίνες.
- Μικροκύματα.
- Ραδιοφωνικά κύματα.
- Ηλεκτρικά κύματα χαμηλών συχνοτήτων.

Όπως δείχνει το σχήμα, μερικά μήκη κύματος είναι πολύ μεγάλα. Άλλα είναι πολύ μικρά. Μπορείτε επίσης να παραλληλίσετε τη διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με τη διάδοση κυμάτων, που παράγονται στην επιφάνεια νερού, όταν πέσει μέσα σε αυτό ένα βότσαλο. Οι ρυτιδώσεις της επιφάνειας του νερού, δηλαδή τα κύματα, απομακρύνονται από το σημείο, όπου έπεσε το βότσαλο, σε όλο και περισσότερο αυξανόμενους κύκλους. Τελικά, φθάνουν στην ακτή.

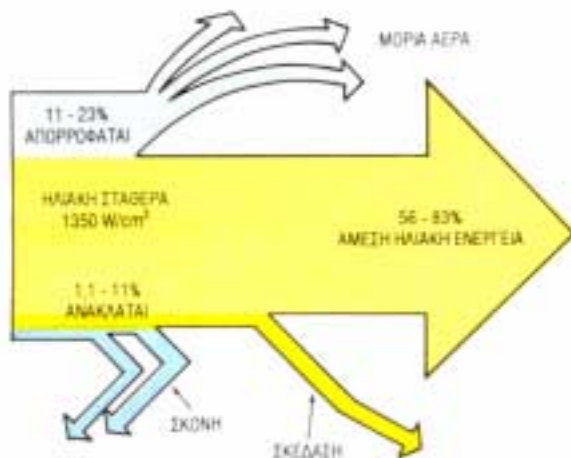


Σχ. 10-8. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ενέργειας διαδίδονται από την πηγή προς τα έξω, όπως γίνεται με τα υδατοκύματα (ρουτίζσεις), που κινούνται απομακρυνόμενα από το σημείο, όπου έπεσε μια πέτρα.

Η ενέργεια των ακτίνων σχετίζεται επίσης με τα μήκη κύματος. Όσο μικρότερο είναι το μήκος κύματος, τόσο πιο μεγάλη ενέργεια έχει η ακτινοβολία ανά πακέτο ενέργειας που λέγεται φωτόνιο (κβάντο ακτινοβολίας). Το μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ενέργειας αποτελείται από μικρά μήκη κύματος. Σαράντα έξι τοις εκατό της ηλιακής ακτινοβολίας είναι ορατό φως. Αυτά είναι τα μήκη κύματος, όπου είναι ευαίσθητο το ανθρώπινο μάτι. Σαράντα εννέα τοις εκατό είναι υπέρυθη ακτινοβολία. Την αισθανόμαστε από τη θέρμανση που προκαλεί. Η υπόλοιπη

ακτινοβολία του ηλίου αποτελείται από μήκη κύματος υπεριώδους. Αυτά τα κύματα έχουν μικρότερα μήκη κύματος από ό,τι το ορατό ιώδες φως. Όλα τα μήκη κύματος διαδίδονται στον κενό χώρο (στο διάστημα) με την ίδια ταχύτητα (ταχύτητα του φωτός).

ΠΡΟΣΠΙΠΤΟΥΣΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



Σχ. 10-10. Η ατμόσφαιρα της γης επενεργεί στην ηλιακή ενέργεια έτσι ώστε 17 με 44 τοις εκατό αυτής να μη φθάνει ποτέ στην επιφάνεια της γης.

Η **προσπίπτουσα ακτινοβολία** είναι όρος που χαρακτηρίζει το ποσό της ισχύος ακτινοβολίας, που φθάνει στην επιφάνεια της γης σε δεδομένη στιγμή, ανά επιφάνεια.

Δεν υπάρχει κάποια σταθερή ποσότητα για αυτό το μέγεθος. Συμβαίνουν διάφορα πράγματα καθώς η ηλιακή ενέργεια εισέρχεται στην ατμόσφαιρα.

Μερικές ακτίνες σκεδάζονται από την ατμόσφαιρα, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν σε αυτήν, και αποτελούν τη **διάχυτη ακτινοβολία**. Μόρια του αέρα σκόνη, υδρατμοί και λεπτά στρώματα νεφών απορροφούν μέρος της ακτινοβολίας. Όταν υπάρχει πυκνή νέφωση, όλη, εκτός

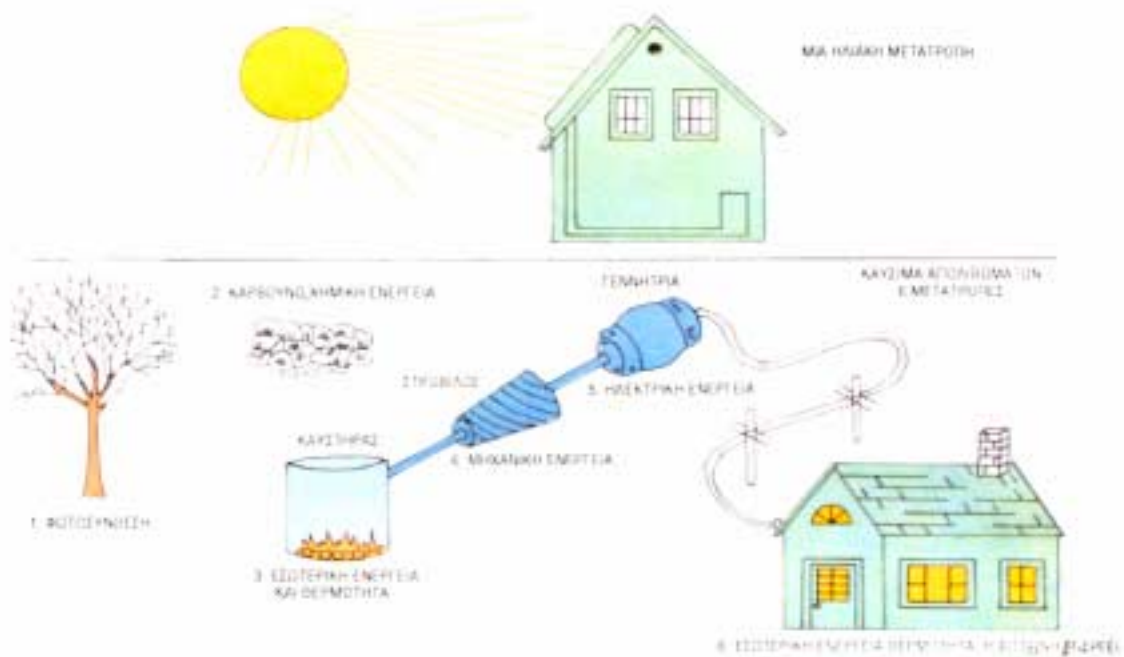
της διάχυτης ακτινοβολίας, απορροφάται ή ανακλάται από τα σύννεφα.

Σημαντικός παράγοντας είναι η γωνία των ακτίνων με το έδαφος. Αυτό εξαρτάται από την εποχή και το γεωγραφικό πλάτος. Όσο πιο λοξά πέφτουν οι ακτίνες, τόσο μικρότερο ποσό ακτινοβολίας φθάνει στο έδαφος ανά μονάδα χρόνου και μονάδα επιφάνειας εδάφους.

Περίπου το 15 τοις εκατό της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στη γη ανακλάται στην ατμόσφαιρα. Το 5,3 τοις εκατό απορροφάται από το έδαφος. Περίπου το 2 τοις εκατό απορροφάται από τα θαλάσσια φυτά, ενώ περίπου το 0.2 τοις εκατό απορροφάται από φυτά της ξηράς. Τεράστιες ποσότητες δαπανώνται κατά την εξάτμιση νερού, που ανέρχεται με τη μορφή υδρατμών στην ατμόσφαιρα.

ΕΝΤΡΟΠΙΑ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Κάθε φορά που ενέργεια μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη χάνει μέρος της ικανότητας της να παράγει έργο. Αυτό μειώνει την απόδοση του συστήματος παραγωγής ισχύος. Η άμεση ηλιακή ενέργεια έχει ένα προσόν: μετατρέπεται μία μόνο φορά από ενέργεια ακτινοβολίας σε χρήσιμη εσωτερική ενέργεια ή σε θερμότητα. Τα καύσιμα απολιθωμάτων πρέπει να περάσουν από πολλές διαφορετικές μετα-



Σχ. 10-12. Η ηλιακή ενέργεια είναι πολύ αποδοτική, διότι μετατρέπεται από ενέργεια ακτινοβολίας απευθείας σε εσωτερική ενέργεια. Η ενέργεια από καύσιμα απολιθωμάτων μπορεί να περάσει από έξι το πολύ μετατροπές, για να δώσει εσωτερική ενέργεια ή φως.

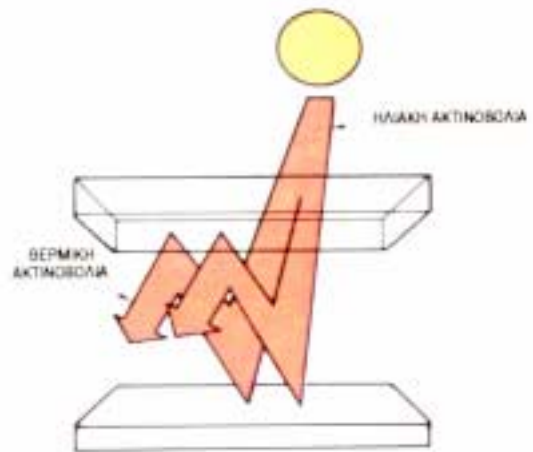
τροπές, πριν γίνουν χρησιμοποιήσιμο καύσιμο. Χρειάζονται πολλές επιπλέον μετατροπές για να μπορούν να παράγουν χρήσιμη ενέργεια.

Παρατηρήστε το φως που εκπέμπεται από κάποιον ηλεκτρικό λαμπτήρα. Η ενέργεια για την παραγωγή φωτός ήταν αρχικώς ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια μετατράπηκε σε χημική μέσα σε φυτά. Όταν ξεράθηκαν τα φυτά και διασπάσθηκαν έγιναν κάρβουνο. Το κάρβουνο δίνει την ενέργεια του εκλύοντας στο περιβάλλον θερμότητα, όταν καίγεται. Η θερμότητα παράγει ατμό, που κινεί στροβίλους. Η μηχανική ενέργεια του στροβίλου κινεί γεννήτρια, που παράγει ηλεκτρική ισχύ. Η ηλεκτρική ισχύς διανέμεται στον καταναλωτή, όπου μετατρέπεται σε φως, εσωτερική ενέργεια και στη συνέχεια σε θερμότητα, καθώς και σε μηχανική ενέργεια. Συνολικά σημειώθηκαν έξι μετατροπές, ξεκινώντας από την ηλιακή ενέργεια, πηγαίνοντας στο καύσιμο απολιθωμάτων και καταλήγοντας στο φως της ηλεκτρικής λάμπας. Η απόδοση του συστήματος, που έχει υποστεί τόσες πολλές μετατροπές, είναι πολύ χαμηλή.

ΔΙΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία κάποιου υλικού, μέρος της ενέργειας του διαδίδεται (διάδοση θερμότητας) στο περιβάλλον του. Δεν μεταβιβάζεται θερμότητα, κανονικά, από ψυχρά σε θερμότερα σώματα.

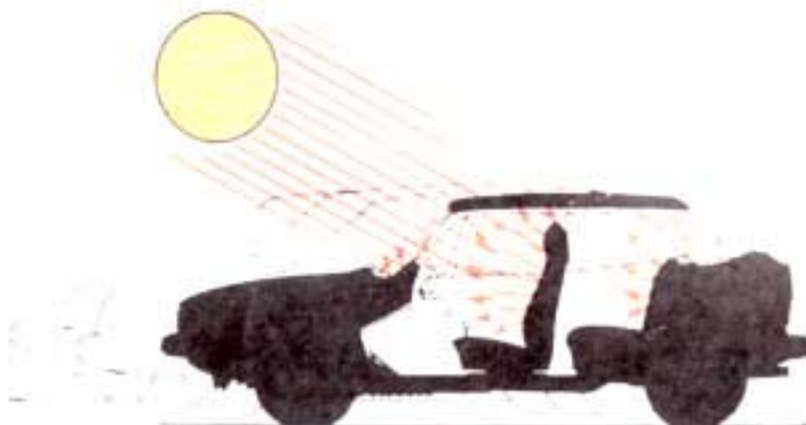
Αντιθέτως, πάντοτε θερμότητα μεταβιβάζεται από θερμό σώμα προς το ψυχρό περιβάλλον του. Αυτή η μεταβίβαση θα συνεχισθεί μέχρις ότου η θερμοκρασία του ψυχρότερου υλικού γίνει ίση με αυτήν του περιβάλλοντος. Τότε λέμε ότι το υλικό έχει φθάσει σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον. Θερμότητα είναι η μεταφερόμενη ενέργεια λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Ένα (θερμό) σώμα έχει εσωτερική ή θερμοδυναμική ενέργεια. Η μεταβίβαση θερμότητας γίνεται με τρεις φυσικούς τρόπους: με αγωγή, με μεταφορά (δηλ. με ρεύματα) και με ακτινοβολία. Αυτές οι διαδικασίες είναι σημαντικές για τη λειτουργία συστημάτων, που χρησιμοποιούν την ενέργεια από τον ήλιο.



Σχ. 10-16. Η ηλιακή ακτινοβολία διέρχεται εύκολα από το γυαλί. Όμως στο εσωτερικό υπάρχει κυρίως θερμική ακτινοβολία, που έχει μεγαλύτερα μήκη κύματος και δεν διέρχεται εύκολα από το γυαλί έτσι, παγιδεύεται στον εσωτερικό χώρο που περιβάλλεται από τις γυάλινες επιφάνειες.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Υλικά που επιτρέπουν να διέλθουν μέσω αυτών όλες, ή σχεδόν όλες, οι ορατές ακτίνες που πέφτουν επάνω τους λέγονται διαφανή. Το γυαλί είναι ένα παράδειγμα. Υλικά που είναι διαφανή σε ορατό φως δεν είναι διαφανή κατ' ανάγκη σε κύματα της θερμικής ακτινοβολίας. Το γυαλί απορροφά σχεδόν όλη τη θερμική ακτινοβολία. Όταν ηλιακό φως διέλθει δια μέσου γυαλιού και απορροφηθεί από σώματα, που βρίσκονται μέσα στον κλειστό χώρο που περιβάλλεται από το γυαλί, η θερμική ενέργεια που ακτινοβολείται από το εσωτερικό δεν περνά εύκολα από το γυαλί. Αυτή η παγίδευση θερμικής ακτινοβολίας λέγεται **φαινόμενο θερμοκηπίου**. Έχετε ίσως αισθανθεί τα αποτελέσματα του φαινομένου του θερμοκηπίου, όταν κάποιιο αυτοκίνητο αφήνεται στον ήλιο μερικές ώρες. Το εσωτερικό του γίνεται πολύ πιο ζεστό από ό,τι ο αέρας έξω από αυτό.



Σχ. 10-17. Στο φαινόμενο θερμοκηπίου (παγιδευμένη ακτινοβολία) αφαιρείται η θερμότητα αυτοκινήτων και οικιών κατά τρόπο φυσικό από το ηλιακό φως.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΙΣΧΥΟΣ

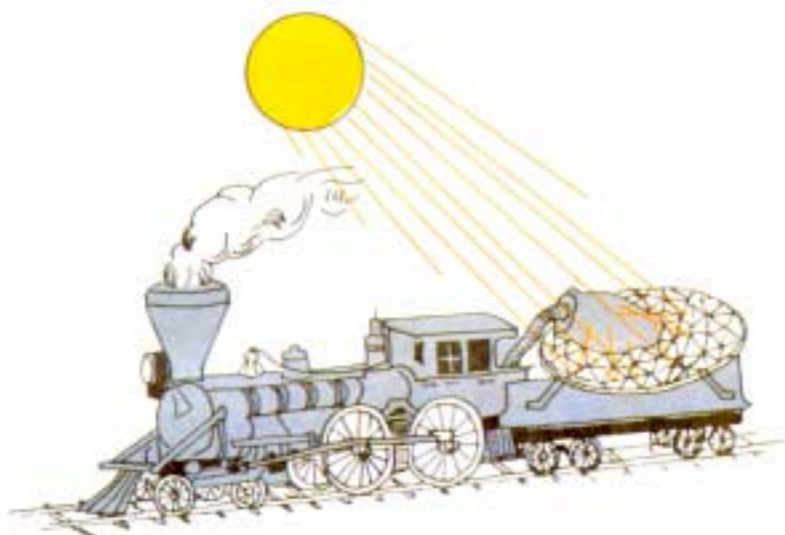
Οι προσπάθειες χρήσης της ακτινοβολίας του ηλίου για άμεση θέρμανση χώρων και κίνηση μηχανών δεν είναι καινούργιες. Σχεδόν 2200 χρόνια πριν, ο αρχαίος Έλληνας μαθηματικός Αρχιμήδης, λέγεται ότι έκαψε τα πλοία των επιτιθεμένων Ρωμαίων στις Συρακούσες. Σύμφωνα με μια παραλλαγή της ιστορίας αυτής ο Αρχιμήδης, για να πετύχει το σκοπό του, χρησιμοποίησε ένα μεγάλο εξαγωνικό καθρέπτη, που συγκέντρωνε τις ακτίνες του ηλίου στα πανιά των πλοίων. Κατά μια άλλη παραλλαγή, τοποθέτησε στρατιώτες στη σειρά, οι οποίοι κρατούσαν γυαλιστερές ασπίδες. Είναι προφανές ότι αυτό δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με ασπίδες, που ήταν κυρτές. Είναι αδύνατον να συγκεντρωθούν οι ηλιακές ακτίνες τόσο, ώστε να προκαλέσουν ανάφλεξη.

Ένας ειδικός πιστεύει, ότι θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με ένα πλήθος από κάτοπτρα, που τα κρατούσαν στα χέρια, ήταν πολύ γυαλισμένα και έτσι τοποθετημένα, ώστε όλα να κατευθύνουν τις ακτίνες σε ένα μοναδικό στόχο.

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΑΤΜΟ

Μερικοί από τους πρωτοπόρους εφευρέτες ήλπιζαν να πάρουν κάτι περισσότερο από θέρμανση απευθείας από τον ήλιο. Προσπάθησαν να χρησιμοποιήσουν την ηλιακή ακτινοβολία, για να κινήσουν ατμομηχανές. Μεταξύ των πρώτων που πειραματίζονταν για την παραγωγή ατμού με τη βοήθεια του ηλίου ήταν, στις ΗΠΑ, ο John Ericsson, ο σχεδιαστής του πολεμικού πλοίου Monitor. Το 1868 άρχισε να πειραματίζεται με νερό θερμαινόμενο με ηλιακή ενέργεια. Κατόπιν στράφηκε στο θερμαινόμενο αέρα, διότι ο ζεστός αέρας είναι ευκολότερο να περιορισθεί και είναι λιγότερο επικίνδυνος. Κατασκεύασε τη μεγαλύτερη ηλιακή μηχανή για την εποχή εκείνη. Είχε συλλέκτες με εμβαδόν περίπου 18 m^2 και ανέπτυξε ισχύ σχεδόν 2 ίππων (hp).

Εν τω μεταξύ, παρόμοιες ηλιακές μηχανές κατασκευάζονταν στην Ινδία και στη Γαλλία. Στα 1901, ο A.G. Eneas σχεδίασε έναν παραβολικό συλλέκτη που κατηύθυνε ανακλώμενο ηλιακό φως σε ένα λέβητα. Δημοσίευμα εφημερίδας της εποχής αναφέρει τα ακόλουθα: "*... έχει τη μορφή τεράστιας ομπρέλας, ανοιγμένης και ανεστραμμένης με τέτοια γωνία, ώστε να εκμεταλλεύεται πλήρως τις ακτίνες του ηλίου, έχοντας μικρούς καθρέπτες τοποθετημένους στην εσωτερική επιφάνεια. Ο λέβητας (της μηχανής) που έχει μήκος δεκατρία πόδια και τρεις ίντσες (περίπου 4 μέτρα), βρίσκεται εκεί που θα ήταν το χέρι της ομπρέλας... Από το λέβητα, ένας εύκαμπτος μεταλλικός σωλήνας κατευθύνεται στο βαγόνι της μηχανής που βρίσκεται δίπλα*".



Σχ. 10-19. Η ηλιακή μηχανή του Έπεια είχε έναν ηλιακό συλλέκτη με σχήμα αναπαδογυρισμένου αλεξήλιου (βιμπρέλας). Ένας λέβητας βρίσκονταν ακριβώς εκεί όπου θα ήταν το χέρι του αλεξήλιου. Ένας ειδικός σωλήνας μετέφερε τον ατμό στη μηχανή.

Στις αρχές του 20ου αιώνα αναζωπυρώθηκε το ενδιαφέρον για την παραγωγή ατμού με τη βοήθεια του ηλίου. Οι H.E Wilsie και John Boyle, Jr, πειραματίζονταν με διάφορους σχεδιασμούς. Χρησιμοποιήθηκαν αμμωνία, αιθέρες και διοξείδιο του θείου για την παραγωγή ατμού σε χαμηλότερη θερμοκρασία βρασμού. Οι δύο εφευρέτες σχεδίασαν και κατασκεύασαν μηχανές ισχύος 15 με 20 ίππων και επεξεργάστηκαν μεθόδους αποθηκείωσης ηλιακής ενέργειας συλλεγόμενης από συλλέκτη, για να χρησιμοποιηθεί ανάλογα με τις ανάγκες. Η προσπάθεια τους δεν οδήγησε πουθενά. Οι ηλιακές μηχανές, κόστους 164 δολαρίων ανά ίππο (hp), δεν ήταν τόσο φθηνές όσο οι συμβατικές ατμομηχανές.

Το 1911, ο Frank Shuman δοκίμασε μια μηχανή 100 hp (74,6 kW) με χαμηλή πίεση ατμού, που θερμαίνονταν με τη βοήθεια 92.000 dm² κυλινδρικής παραβολικής επιφάνειας καλυμμένης με ανακλαστήρες. Αργότερα, με τη βοήθεια του καθηγητή Πανεπιστημίου E.C. Boys, μετέφερε τη μηχανή στην Αίγυπτο, με σκοπό να τη χρησιμοποιήσει για άρδευση. Κατασκεύασε επτά επιπλέον τέτοιες επιφάνειες, καθεμιά από τις οποίες είχε εμβαδόν μεγαλύτερο από 125.000 dm². Το σύστημα δούλεψε, αναπτύσσοντας ισχύ 50 με 60 hp (37 με 48 kW). Εγκαταλείφθηκε, όμως, κατά τον πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο, διότι η ανθρώπινη εργασία ήταν φθηνότερη.

Στα επόμενα 60 χρόνια έγινε πολύ μικρή προσπάθεια, για να βρεθούν τρόποι χρησιμοποίησης της ηλιακής ενέργειας. Το αέριο και το πετρέλαιο ήταν τόσο φθηνά, ώστε πολύ λίγοι ενδιαφέρονταν. Υπήρχαν εντούτοις μερικές αξιοσημείωτες προσπάθειες. Κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, ο στρατός των ΗΠΑ χρησιμοποίησε ένα μικρό ηλιακό αποστακτήρα. Αναπτύχθηκε, για να αφαιρώνει (να αφαιρεί το αλάτι από) μικρές ποσότητες θαλάσσιου νερού και να καθαρίζει μολυσμένο νερό.

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ!

Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αποθηκευθεί με πολλούς τρόπους, για να χρησιμοποιηθεί αργότερα. Όλα τα συστήματα ηλιακής ενέργειας στηρίζονται στην παγίωση και συγκράτηση της ενέργειας μέσα σε ύλη για κάποια χρονική περίοδο. Ένας τρόπος να γίνει αυτό είναι να εκτεθεί στον ήλιο ένα μεγάλο κομμάτι ύλης, όπου μπορεί να θερμανθεί. Ένας άλλος τρόπος είναι η μεταφορά ζεστού αέρα στο υλικό. Ένας τρίτος είναι να μετατραπεί η ακτινοβολία του ηλίου σε ηλεκτρισμό. Μερικά υλικά μπορούν να αποθηκεύουν περισσότερη ενέργεια από ό,τι άλλα. Αυτά

τα υλικά έχουν μεγάλες ειδικές θερμότητες (θερμοχωρητικότητες). Επομένως, είναι περισσότερο κατάλληλα για αποθήκευση ενέργειας.

ΗΛΙΑΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΤΗΡΙΩΝ

Μία ηλιόλουστη μέρα, στην επιφάνεια της γης παρέχονται $2,3 \times 10^3$ kJ ακτινοβολίας ενέργειας ανά m^2 . Αυτή η ακτινοβολία αντιστοιχεί σε αρκετή ενέργεια, ώστε να θερμαίνει κτήριο.

Χρησιμοποιούνται δύο ηλιακά συστήματα θερμάνσεως:

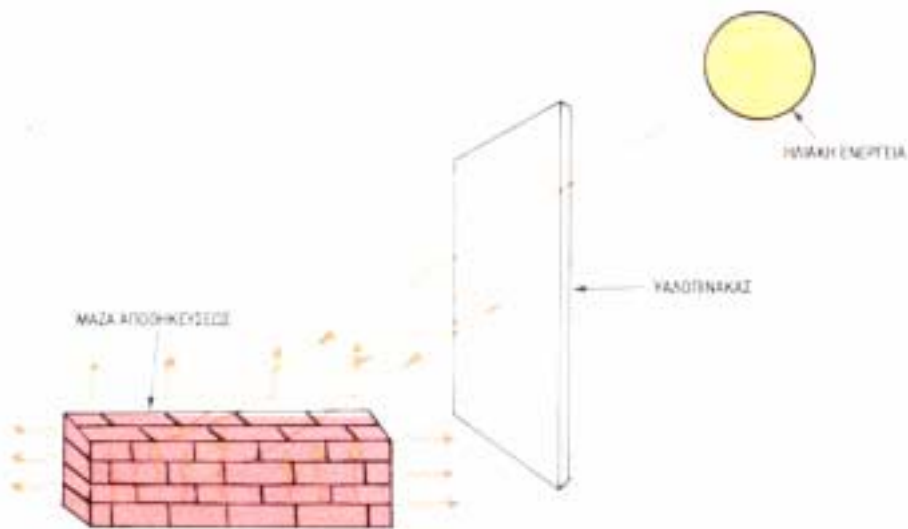
- Παθητικά ηλιακά συστήματα.
- Ενεργητικά ηλιακά συστήματα.

ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΗΛΙΑΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Τα παθητικά συστήματα δεν έχουν κινούμενα μέρη. Συλλέγουν ηλιακή ενέργεια και τη μεταφέρουν ως θερμότητα μέσα στο σπίτι χωρίς τη χρήση μηχανικών μέσων, όπως ανεμιστήρες, κινητήρες ή αντλίες. Η θερμότητα ρέει με ακτινοβολία, με αγωγή και δια ρευμάτων.

Δύο πράγματα είναι αναγκαία για τα παθητικά ηλιακά συστήματα:

- Υαλοπίνακες, δια των οποίων διέρχεται η ηλιακή ακτινοβολία. Έτσι παγιδεύεται η θερμότητα (ακτινοβολία) και εμποδίζεται η ανάκλαση της στην ατμόσφαιρα.
- Ένα υλικό, που θα απορροφήσει τη θερμότητα θα την αποθηκεύσει ως θερμοδυναμική (εσωτερική) ενέργεια και τέλος θα τη διοχετεύσει δια ακτινοβολίας στον αέρα, στο εσωτερικό του κτηρίου.



Σχ. 10-21. Η παθητική ηλιακή θέρμανση επιτυγχάνεται, όταν ο ήλιος "φωτίζει" μέσα από υαλοπίνακα ένα χώρο, οπότε η ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται σε κάποιο υλικό, όπως είναι οι πλάκες του πατώματος του δωματίου.

Υπάρχουν πολλά είδη παθητικών συστημάτων. Τα περισσότερα έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό. Τα στοιχεία του συστήματος είναι τμήματα του ίδιου του κτηρίου.

Το απλούστερο και λιγότερο δαπανηρό είναι **το ηλιακό σύστημα θερμάνσεως άμεσης δράσεως**. Ο θερμαινόμενος χώρος δέχεται άμεσα την ακτινοβολία του ηλίου. Ακτινοβολία, διερχόμενη δια μέσου μεγάλων παραθύρων με υαλοπίνακες, που "βλέπουν" προς το νοτιά, πέφτει στα πατώματα ή/και στους τοίχους.



Σχ. 10-22. Σε ηλιακό σύστημα άμεσης δράσεως, ηλιακή θερμότητα συλλέγεται και αποθηκεύεται ως εσωτερική ενέργεια άμεσα στο λειτουργικό χώρο του κτηρίου.

Αυτά τα τμήματα του σπιτιού πρέπει να είναι κατασκευασμένα από υλικά ενδεικμένα για την αποθήκευση ενέργειας (θερμοδυναμικής). Δομικά υλικά που ενδείκνυνται για το σκοπό αυτό είναι το σκυρόδεμα, τα τούβλα, η πέτρα και οι πλίνθοι (που έχουν ψηθεί στον ήλιο). Ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στη σκούρα επιφάνεια του δομικού υλικού που έχει μεγάλο πάχος. Η ακτινοβολία απορροφάται και το σώμα ζεσταίνεται. Η εσωτερική του ενέργεια αυξάνεται. Καθώς το δωμάτιο θα ψύχεται, η ενέργεια που αποθηκεύθηκε θα μειώνεται, θυμηθείτε ότι έχουμε φυσική ροή θερμότητας από ζεστό σε ψυχρό σώμα, Σύμφωνα με αυτήν την αρχή, τα θερμανθέντα άμεσα από τον ήλιο δομικά υλικά διαδίδουν θερμότητα προς τον ψυχρότερο από αυτά αέρα. Συνήθως, το πάχος τέτοιων τοίχων και πατωμάτων αποθηκείσεως είναι 20 με 30 cm, Η δομική επιφάνεια πρέπει να είναι εκτεθειμένη (ελεύθερη) ώστε να μπορεί εύκολα να απορροφά και να ακτινοβολεί ακτινοβολία (θερμότητα).

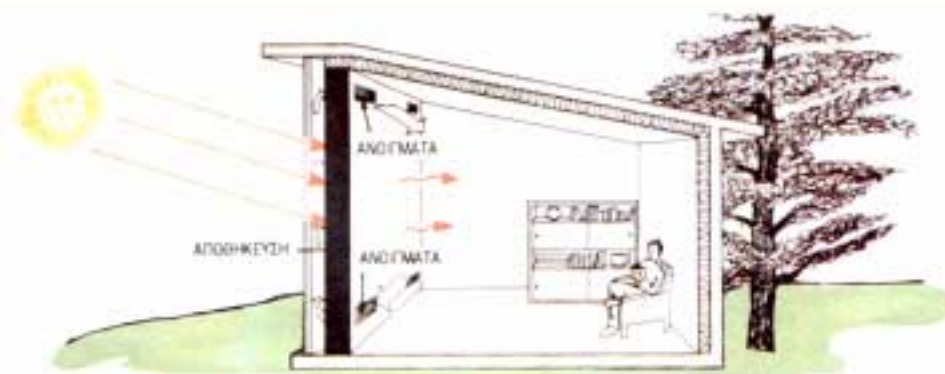
ΕΜΜΕΣΗ ΔΡΑΣΗ

Η έμμεση ηλιακή θέρμανση είναι ένας άλλος τύπος παθητικής ηλιακής θερμάνσεως. Κατ' αρχάς, το ηλιακό φως κτυπά κάποια μάζα. Δεν αποθηκεύεται ενέργεια στον ενεργό (λειτουργικό) χώρο του δωματίου. Πρώτα απορροφάται και αποθηκεύεται στη μάζα και κατόπιν μεταβιβάζεται στο λειτουργικό χώρο.

Ένας τρόπος είναι να τοποθετηθεί η μάζα αποθηκείσεως μέσα στα τοιχώματα. Μερικά έμμεσα συστήματα χρησιμοποιούν νερό για αποθήκευση ενέργειας. Μερικά χρησιμοποιούν πετρώδη υλικά. Ένας άλλος τρόπος είναι να αποθηκεύεται νερό στη σκεπή του κτηρίου, σε ένα είδος δεξαμενής. Το ηλιακό φως θερμαίνει το νερό κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τη νύκτα η εσωτερική ενέργεια του νερού θα μεταβιβασθεί ως θερμότητα στο χώρο των δωματίων κάτω από τη σκεπή.

Στο σχήμα παρακάτω εικονίζεται τοίχος αποθηκείσεως από πετρώδη υλικά, ο οποίος αποτελεί ένα σύστημα έμμεσης δράσεως. Λέγεται τοίχος Trombe, προς τιμή του σχεδιαστή του Felix Trombe, ενός Γάλλου επιστήμονα.

Οι τοίχοι Trombe είναι συνήθως κατασκευασμένοι από τούβλα, τσιμεντόλιθους ή είναι ένας συμπαγής τοίχος. Μπορεί σε μερικές περιπτώσεις να χρησιμοποιείται

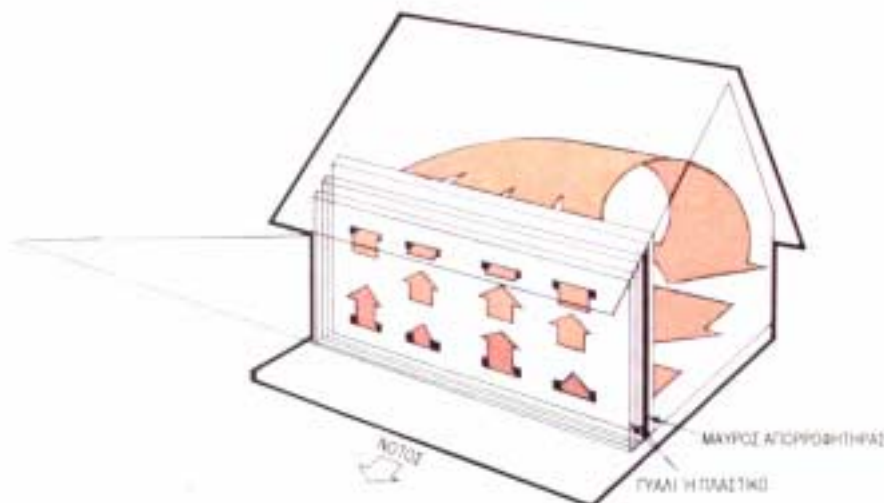


Σχ. 10-23. Σε ένα σύστημα έμμεσης δράσεως αποθηκεύεται ενέργεια σε κάποιο είδος μάζας πριν να εισαχθεί στο χώρο χρήσεως. Έδω ένας τοίχος Trombe (από δομικά υλικά) έχει τοποθετηθεί αμέσως πίσω από τον υαλοπίνακα.

ξύλο. Η πλευρά του τοίχου που "βλέπει" προς τον ήλιο βάφεται μαύρη ή σκούρα, ώστε να απορροφά καλύτερα την ηλιακή ακτινοβολία.

Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό του τοίχου Trombe είναι η ύπαρξη διαπερατής επιφάνειας (διαφανές γυαλί ή πλαστικό) μπροστά από τον τοίχο. Η διαφάνεια του υλικού είναι τέτοια, που να επιτρέπει στο μεγαλύτερο μέρος των ηλιακών ακτίνων να εισέρχεται, αλλά να μην επιτρέπει στην ακτινοβολία του ζεστού τοίχου να βγει έξω από το γυαλί. Ο υαλοπίνακας αυτός απέχει συνήθως 10 cm από τον τοίχο.

Καθώς η ακτινοβολία του ηλίου διέρχεται δια μέσου του υαλοπίνακα, ζεσταίνει και τον τοίχο και τον αέρα μεταξύ τοίχου και υαλοπίνακα. Μερικοί τοίχοι Trombe εκμεταλλεύονται το ζεστό αέρα, για να θερμάνουν άμεσα το εσωτερικό του δωματίου. Υπάρχουν ανοίγματα, που λέγονται ανοίγματα αερισμού, στο ύψος της οροφής και του δαπέδου. Αέρας που έχει θερμανθεί στο χώρο μεταξύ του υαλοπίνακα και του τοίχου διαστέλλεται και γίνεται ελαφρύτερος από τον ψυχρό αέρα. Ανέρχεται, περνά από τα ανοίγματα κοντά στην οροφή και ζεσταίνει το χώρο του δωματίου. Εν τω μεταξύ, ψυχρός αέρας αναρροφάται στο χώρο μεταξύ υαλοπίνακα και τοίχου δια μέσου των ανοιγμάτων κοντά στο πάτωμα. Αυτή η κίνηση αέρα λέγεται σιφωνισμός. Το σχήμα δείχνει αυτήν τη ροή αέρα.



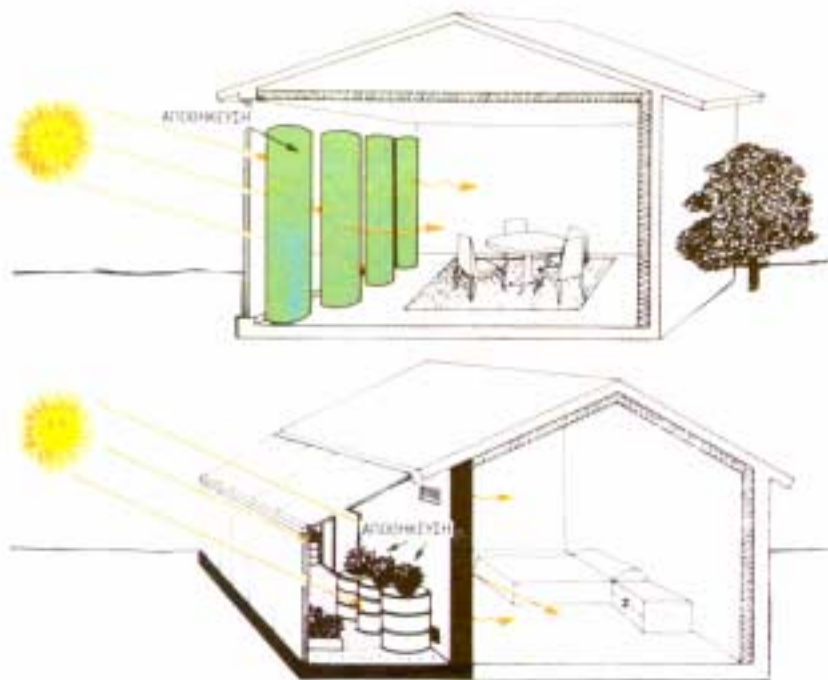
Σχ. 10-24. Ανοίγματα εξερισμού, μικρά τετραγώνια ανοίγματα στον τοίχο Trombe, επιτρέπουν την κυκλοφορία αέρα που θερμάνθηκε από τον ήλιο μέσα στο χώρο του δωματίου. Τα ανοίγματα μπορεί να κλείνουν το βράδυ ή όταν δεν χρειάζεται ζεστός αέρας.

Οι τοίχος Trombe μπορεί επίσης να ζεσταίνει το χώρο του δωματίου με έναν άλλο τρόπο. Η ηλιακή ακτινοβολία ζεσταίνει τον παχύ τοίχο κατά τη διάρκεια της η-

μέρας. Στην αρχή ζεσταίνεται η πλευρά που βλέπει προς τον ήλιο. Σιγά σιγά θερμότητα άγεται δια του τοίχου, ώσπου όλος ο τοίχος να αποκτήσει την ίδια θερμοκρασία. Όταν η πλευρά προς τη μεριά του εσωτερικού του δωματίου θερμανθεί, θα μεταβιβασθεί θερμότητα στο εσωτερικό του δωματίου που είναι ψυχρότερο.

Αν ο τοίχος είναι αρκετά παχύς, αυτό θα συμβεί αφού ο ήλιος βασιλέψει. Οι τοίχος θα συνεχίσει να δίνει θερμότητα, όσο είναι πιο ζεστός από το περιβάλλον του. Όσο παχύτερος είναι ο τοίχος, τόσο πιο μεγάλο χρονικό διάστημα θα περάσει για να θερμανθεί και τόσο μεγαλύτερο διάστημα θα εξακολουθεί να παρέχει θερμότητα στο περιβάλλον του.

Βλέπεται ότι το να έχετε το κατάλληλο πάχος τοίχου είναι σημαντικό. Αν είναι πολύ λεπτός ο τοίχος, θα αρχίσει να ζεσταίνει το χώρο πολύ γρήγορα. Το δωμάτιο μπορεί να γίνει ενοχλητικά ζεστό, ενώ ακόμη ο ήλιος λάμπει. Επίσης, μπορεί να μεταβιβάσει την ενέργεια του ως θερμότητα πολύ γρήγορα και έτσι ο χώρος του δωματίου να κρυώσει κατά τη διάρκεια της νύκτας. Τοίχος πολύ παχύς ίσως να μην μπορεί να δώσει την αποθηκευμένη ενέργεια του, παρά μόνο αφού νυκτώσει για τα καλά. Θα εξακολουθήσει να θερμαίνει κατά τη διάρκεια της ημέρας, όταν πια ο ήλιος θα αρχίσει να ζεσταίνει τον αέρα του δωματίου μέσω του συστήματος κυκλοφορίας. Το πάχος τοίχου τύπου Trombe μπορεί να ποικίλλει από 20 μέχρι 40 cm . Όπως γνωρίζουμε, το νερό είναι καλύτερο για την αποθήκευση ενέργειας από ό,τι αλλά δομικά υλικά. Το νερό μπορεί να αποθηκεύεται σε βαρέλια, στάμνες, στέρνες ή ελεύθερους κατακόρυφους σωλήνες. Ενώ το νερό αποθηκεύει περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα μάζας από ό,τι τα πετρώδη υλικά, είναι δύσκολο να το συγκρατήσει κάποιος κάπου. Αν το δοχείο στο οποίο έχει τοποθετηθεί έχει διαρροή, δεν θα προκληθεί μόνο απώλεια νερού, ίσως προκληθεί και καταστροφή επί-

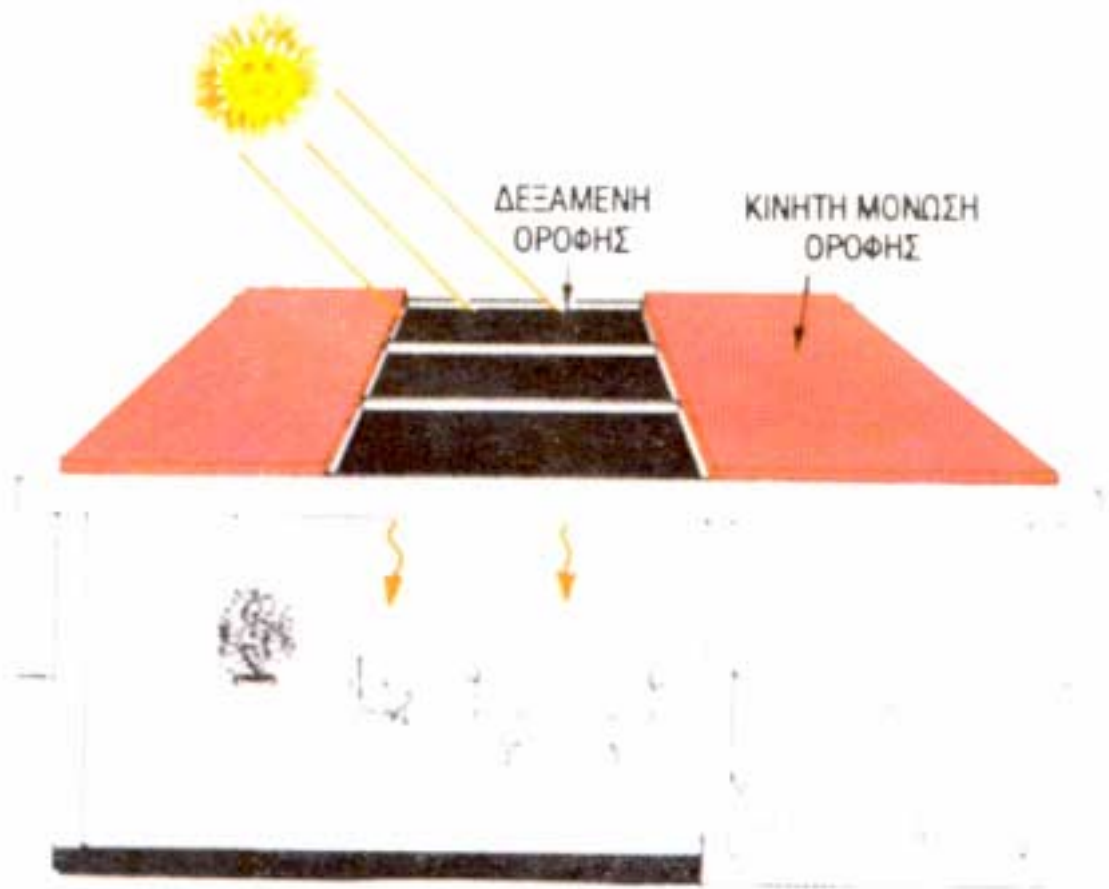


Σχ. 10.25. Τοίχος με νερό αποθηκεύει ενέργεια καθώς απορροφά θερμότητα και τη δίδει στο χώρο του δωματίου δια ραδιατίων. Το νερό έχει λεπτότερη ικανότητα αποθήκευσης από ό,τι άλλα δομικά υλικά. Επίσης, ένα τέτοιο τοίχισμα με νερό σε σωλήνες. Κάτω: Απομονωμένο σύστημα νερού για αποθήκευση. Η ήλια ενέργεια συλλέγεται και αποθηκεύεται σε ένα πηγάδι, σε ένα δοχείο, και σε βαρέλια με νερό, τα οποία βρισκονται εκτός δωματίου.

πλων και άλλων αντικειμένων του σπιτιού ή και των δομικών υλικών αυτού.

Είπαμε πριν ότι νερό μπορεί επίσης να αποθηκευθεί σε δεξαμενές στην οροφή κατασκευασμένες από ανθεκτικό πλαστικό. Κατά τη νύκτα, η δεξαμενή σκεπάζεται με κινητά καλύμματα. Κατά την ημέρα, η μόνωση μετακινείται και η δεξαμενή είναι

προσιτή στο ηλιακό φως, ώστε το νερό να απορροφά ηλιακή ενέργεια. Αργότερα,



Σχ. 10-26. Αποθήκευση ηλιακής ενέργειας στην οροφή, σε δεξαμενή νερού. Κινητή μόνωση καλύπτει την οροφή (δεξαμενή) τις νύκτες του χειμώνα.

μεταβιβάζεται θερμότητα στο χώρο των δωματίων.

ΕΝΕΡΓΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

Τα ενεργά ηλιακά συστήματα θέρμανσεως είναι πολύ διαφορετικά από τα παθητικά συστήματα. Τα παθητικά συστήματα στηρίζονται στη φυσική ακτινοβολία και μεταφορά για τη διανομή της ηλιακής θερμότητας. Τα ενεργά συστήματα στηρίζονται σε πολλούς μηχανισμούς για τη διανομή θερμότητας. Επιπλέον, ενώ οι παθητικές κατασκευές είναι συνήθως μέρος της αρχιτεκτονικής του κτηρίου, τα ενεργά συστήματα δεν εντάσσονται στο δομικό σκελετό του κτηρίου.

ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

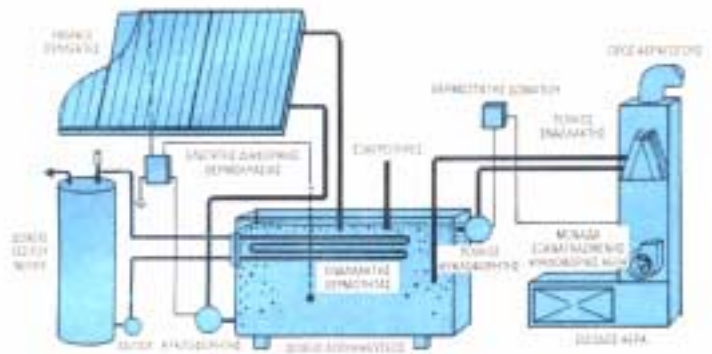
Το ενεργό ηλιακό σύστημα θέρμανσεως είναι σχεδιασμένο, ώστε να:

- Συλλέγει και παγιδεύει ηλιακή ακτινοβολία,

- Παίρνει θερμότητα από το συλλέκτη και να τη μεταφέρει εκεί όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί.
 - Να αποθηκεύει ενέργεια για να χρησιμοποιηθεί, όταν δεν λάμπει ο ήλιος.
- Στους διάφορους μηχανισμούς, δια των οποίων πραγματοποιούνται όλες αυτές οι λειτουργίες, περιλαμβάνονταν ηλιακοί συλλέκτες, σωληνώσεις ή αεραγωγοί ανεμιστήρες, αντλίες, κινητήρες, εναλλάκτες θερμότητας και δοχεία αποθηκείσεως με πέτρες.



Σχ. 10-26. Συλλέκτης ενός ενεργού ηλιακού συστήματος θερμότητας προσανατολισμένα προς τη Νότιο. Οι επίπεδοι συλλέκτες θερμαίνουν αέρα, ο οποίος μεταφέρεται από αγωγούς όπου χρειάζεται με αντλίες.

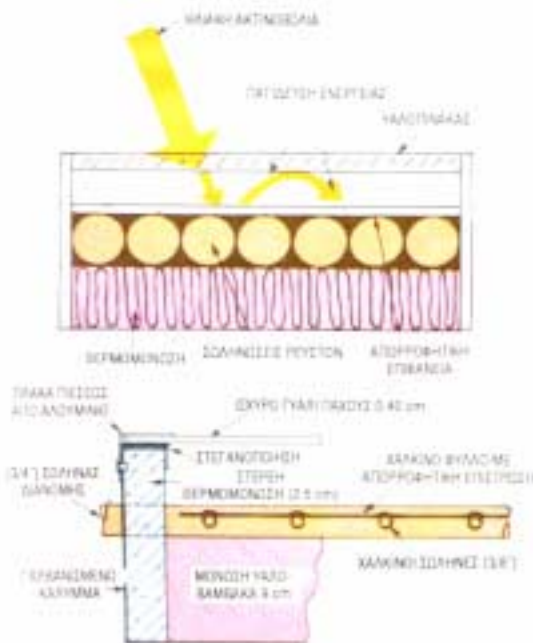


Σχ. 10-28. Σχηματικό διάγραμμα συστήματος θερμότητας γάρμας με αέρα (Department of Energy)

ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

Τα μέρη ενός ενεργού ηλιακού συστήματος θερμάνσεως που απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία, ονομάζονται ηλιακοί συλλέκτες. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι:

- **Επίπεδοι συλλέκτες.** Είναι πιο κατάλληλοι για χρήση σε κατοικίες.
- **Συλλέκτες σωλήνων κενού.** Είναι πιο ακριβοί και με αυτούς έχουμε υψηλότερες θερμοκρασίες.
- **Παραβολικοί συγκεντρωτές.** Με αυτόν τον τύπο μπορούμε να έχουμε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Βασικά, ένας επίπεδος συλλέκτης είναι ένα κλειστό, θερμομονωμένο κουτί με διαφανές σκέπασμα. Ο "ήλιος" μπορεί να εισέρχεται στο κουτί και να ζεσταίνει το μαύρο εσωτερικό.



Σχ. 10-27. Δύο τύποι συλλεκτών με αέρα. Επάνω: Πλακιδωτός και απορροφάει ηλιακή ενέργεια. Κάτω: Κιτσοκλαστικός λεπτομέρεια (W.L. Jackson Mfg. Co., Inc.)



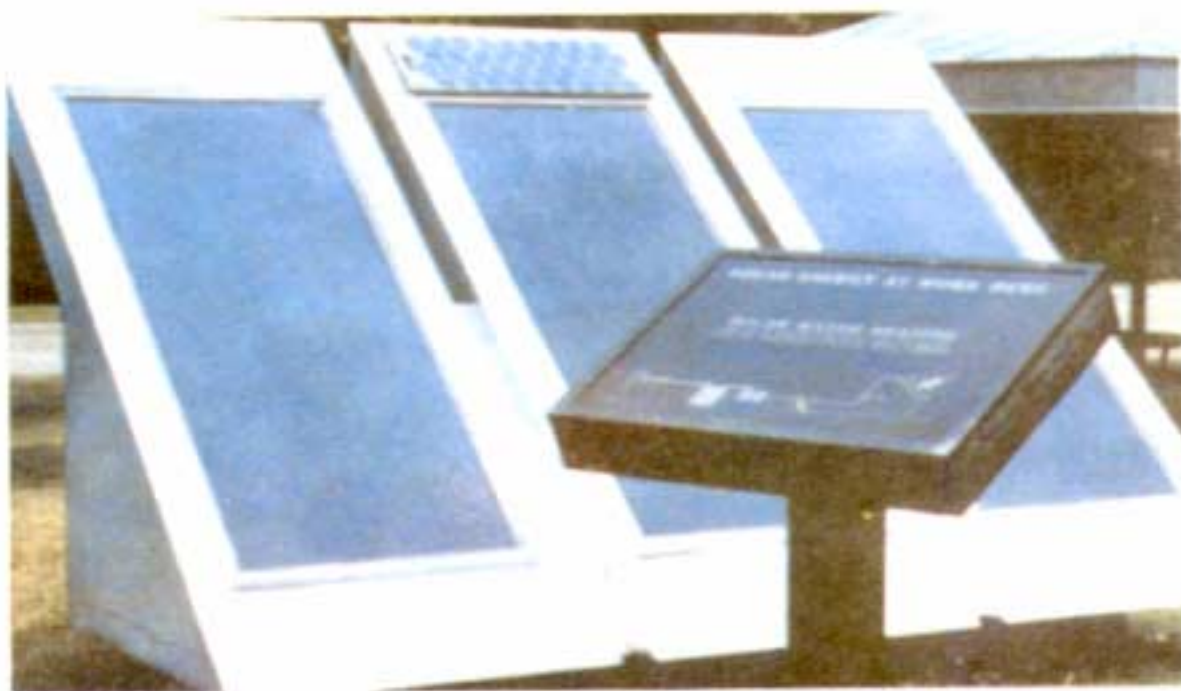
Σχ. 10-28. Δύο μέρη ενός ενεργού συστήματος θερμάνσεως αέρα. Επάνω: Ηλιακός συλλέκτης. Κάτω: Τύπος μεταφοράς Περαιώς τον εναλλάκτη θερμότητας και τις σωτρες για τη μεταφορά της θερμότητας που έχει συλλέξει στο δοχείο ζεστού νερού. Που είναι το τρίτο στοιχείο του συστήματος (Επινοη. Ιωάννης. Ησ.)

Η επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη που απορροφά θερμότητα από τον ήλιο λέγεται *απορροφητής*. Πρέπει να είναι μαύρη ή να έχει πολύ σκούρο χρώμα. Η υφή της επιφάνειας πρέπει να είναι κάπως πιο τραχιά από ό,τι το κέλυφος του αυγού.

Σε συστήματα που χρησιμοποιούν ρευστά, για να απορροφήσουν τη συλλεγόμενη θερμότητα, ο συλλέκτης έχει πολλούς σωλήνες με ρευστό, με κατεύθυνση κατά μήκος του συλλέκτη, όπως στο σχήμα. Ο ήλιος είτε ζεσταίνει κάποια πλάκα, που άγει θερμότητα προς τους σωλήνες, είτε θερμαίνει απευθείας τους σωλήνες. Υγρό, που ρέει δια των σωλήνων, μεταφέρει θερμότητα όπου χρειάζεται. Επικάλυψη με κατάλληλο μαύρο στρώμα, όπως από λεπτή σκόνη άνθρακα, βοηθά ώστε ο συλλέκτης - έχοντας πλέον σκούρα επιφάνεια - να απορροφά υπέρυθρες, υπεριώδεις και ορατές ακτινοβολίες από τον ήλιο. Αν εκτεθούν σκούρες επιφάνειες στον ήλιο, θα ζεσταθούν πολύ περισσότερο από ό,τι λευκές γυαλιστερές επιφάνειες. Σκούρα αντικείμενα μπορεί να ζεσταθούν μέχρι τους 123 °C.

Ένα διαφανές κάλυμμα λειτουργεί σαν παγίδα για τη θερμότητα (ενέργεια). Επειδή είναι διαφανές, επιτρέπει στην ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει δια αυτού, αλλά δεν αφήνει την ακτινοβολία του εσωτερικού χώρου να βγει έξω εύκολα. Δηλαδή παγιδεύει την ηλιακή ενέργεια.

Το κάλυμμα είναι συνήθως από γυαλί. Το γυαλί προτιμάται, γιατί επιτρέπει στο μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας να διέλθει δια μέσου αυτού πολύ πιο εύκολα από ό,τι οποιοδήποτε άλλο υλικό. Επίσης, το γυαλί παραμένει διαφανές επ' άπειρον. Αυτό είναι σημαντικό, γιατί ένα πολύ διαφανές υλικό επιτρέπει να διέρχεται δια μέσου αυτού περισσότερη ακτινοβολία. Αν οι συλλέκτες χρησιμοποιούνται σε περιοχές με ψυχρό κλίμα, ο υαλοπίνακας μπορεί να είναι διπλός.



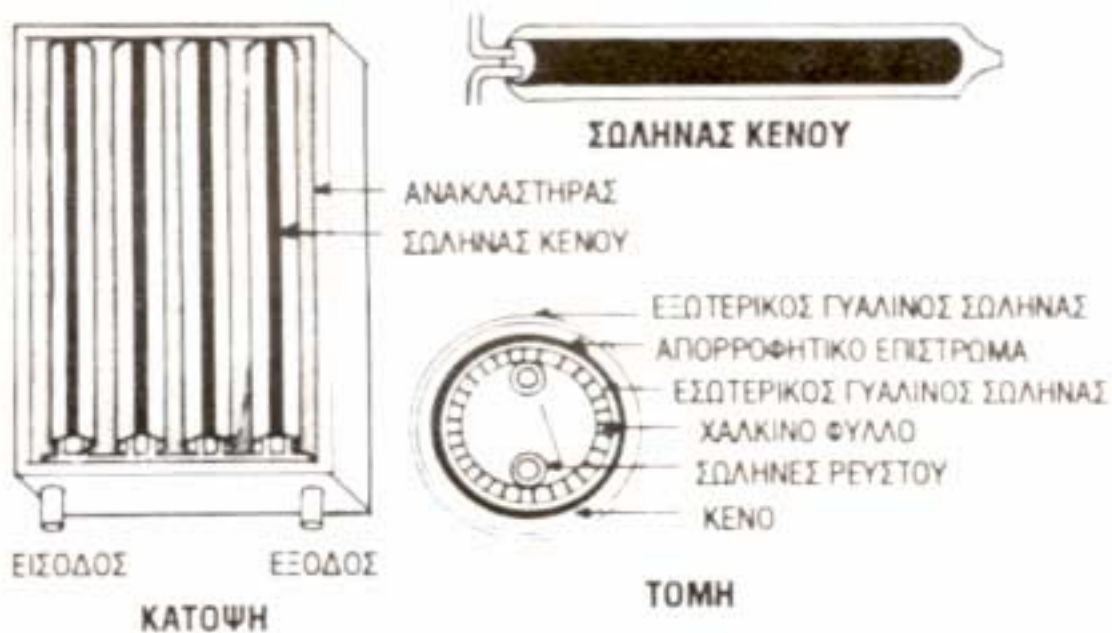
Σχ. 10-39. Αυτοί οι επίπεδοι συλλέκτες για ζεστό νερό βρίσκονται σε ένα χώρο για ξεκούραση, πλάι σε έναν εθνικό δρόμο των ΗΠΑ.

Ο επίπεδος συλλέκτης είναι ο συχνότερα χρησιμοποιούμενος. Το σχήμα παρουσιάζει ένα συλλέκτη (για την παραγωγή ζεστού νερού) εγκατεστημένο σε ένα χώρο για ξεκούραση, πλάι σε κάποιον εθνικό δρόμο των ΗΠΑ. Σημειώστε την ύ-

παρξη συστήματος φωτοβολταϊκών στοιχείων στο επάνω μέρος του κεντρικού συλλέκτη.

ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΚΕΝΟΥ

Στο συλλέκτη σωλήνων κενού, ο απορροφητής είναι σωλήνας μέσα σε άλλον σωλήνα. Οι δύο διαχωρίζονται με κενό. Σχεδόν δεν υπάρχει αέρας για να μεταφέρει θερμότητα από τον εσωτερικό γυάλινο στον εξωτερικό γυάλινο σωλήνα. Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να περάσει εύκολα το κενό και να ζεστάνει τον εσωτερικό σωλήνα, αλλά δεν γίνεται μεταφορά δια ρευμάτων θερμότητας από το ζεστό εσωτερικό σωλήνα προς τον εξωτερικό· έτσι οι απώλειες είναι πολύ μικρές (φυσικά λειτουργεί και το φαινόμενο του θερμοκηπίου). Αυτό το σύστημα, που έχει μεγάλη απόδοση, είναι ιδιαίτερα καλό για ψυχρά κλίματα, όπου οι διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ του απορροφητή και του αέρα στην ατμόσφαιρα είναι πιο μεγάλες.



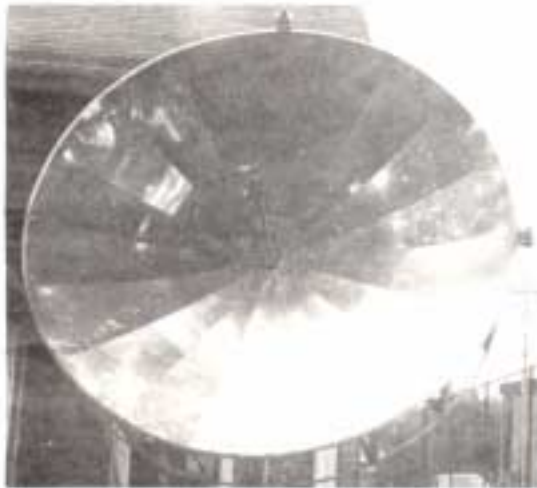
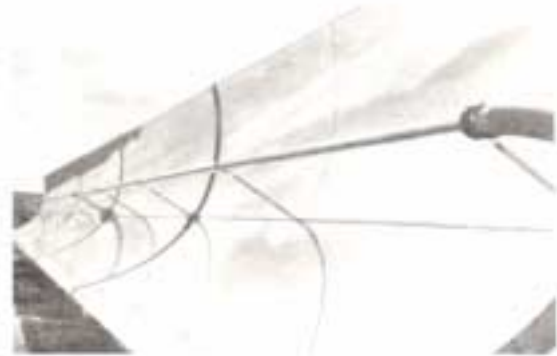
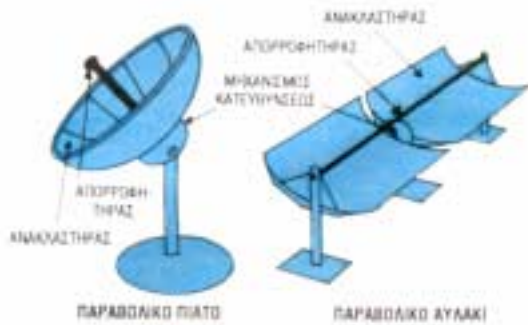
Σχ. 10-40. Συλλέκτης σωλήνων κενού. Ένας σωλήνας μέσα σε άλλον που περιβάλλεται από κενό. Αυτός ο σχεδιασμός είναι πολύ αποτελεσματικός. Η ακτινοβολία από τον ήλιο μπορεί να διέλθει διά του κενού προς τα μέσα. Όμως οι απώλειες θερμότητας προς τα έξω με αγωγή είναι μηδενικές λόγω του κενού (HUD).

Ο απορροφητικός σωλήνας είναι καλυμμένος με σκούρο υλικό, ώστε να απορροφά καλύτερα την ακτινοβολία. Στο εσωτερικό υπάρχει ένα φύλλο από χαλκό και σωλήνες για τη μεταφορά του θερμού ρευστού και επομένως της θερμότητας. Το σχήμα δείχνει ένα απλό διάγραμμα του συλλέκτη σωλήνων κενού. Είναι πιο κατάλληλος όπου χρειάζονται θερμοκρασίες 95°C ή και μεγαλύτερες.

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

Ο συγκεντρωτικός συλλέκτης παίρνει ηλιακή ακτινοβολία και την ανακλά σε πολύ μικρή απορροφητική επιφάνεια. Ο απορροφητής ζεσταίνεται γρηγορότερα και αποκτά πιο μεγάλη θερμοκρασία. Υπάρχουν πολύ λιγότερες απώλειες, διότι ο απορροφητής έχει μικρότερη επιφάνεια.

Εύκολα αναγνωρίζονται οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες. Ένας τύπος έχει σχήμα πιάτου.



Σχ. 10-41. Αυτός ο τύπος συγκεντρωτικού συλλέκτη λέγεται παραβολικό πιάτο. Έπάνω: Βασικός σχεδιασμός συλλέκτη με τις σφαιρικές των διαφόρων τμημάτων του (ΗΛΙΟΣ). Κάτω: Αποψη παραβολικού πιάτου, όπου φαίνεται η κατασκευή του ανακλαστήρα και του απορροφητήρα.



Σχ. 10-42. Δύο τύποι συλλέκτη παραβολικών αυλακίων. Έπάνω: Με αβαθές αυλάκι. Κάτω: Συλλέκτης με βαθύ αυλάκι. Σημειώστε ότι ο απορροφητήρας είναι στο δάπεδο του αυλακιού (ΗΛΙΟΣ).

Το σχήμα 10-42 παρουσιάζει δύο τύπους με σχήμα παραβολικών ημικυλίνδρων (αυλακίων). Και ο τύπος σχήματος πιάτου και ο τύπος με ημικύλινδρο είναι επικαλυμμένοι με πολύ ανακλαστικό μεταλλικό επίχρισμα. Στον τύπο με βαθύ αυλάκι η ακτινοβολία διαθλάται με τη βοήθεια φακού, που λειτουργεί περίπου σαν μεγεθυντικός φακός. Η ποσότητα ενέργειας που κατευθύνεται στον απορροφητήρα μπορεί να είναι μέχρι και 50 φορές αυτή που συλλέγεται με επίπεδο συλλέκτη. Το σχήμα 10-43 δείχνει ένα συλλέκτη με αυλάκι, που χρησιμοποιείται για θέρμανση νερού σε κατοικία. Υπάρχουν πολλά μειονεκτήματα στους συγκεντρωτικούς συλλέκτες:

- Λειτουργούν μόνο με άμεση ακτινοβολία.
- Ο προσανατολισμός τους πρέπει να είναι πολύ καλός. Αυτό απαιτεί ένα ακριβές κατευθυντικό σύστημα, που χρειάζεται και συντήρηση.
- Οι συγκεντρωτές χρειάζονται βαριά πλαίσια στηρίξεως για τον περιορισμό των ταλαντώσεων. Το μεγάλο βάρος του πλαισίου και του πιάτου ή του αυλακιού τους καθιστούν ακατάλληλους για πολλές εφαρμογές.



Σχ. 10-43. Συλλέκτες με παραβολικό αυλάκι τοποθετημένοι σε κάποιο σπίτι, "παρακολουθούν" τον ήλιο. Στερεωμένοι στη νότια πλευρά της αράχης παρέχουν ζεστό νερό.

Και ο τύπος με συγκεντρωτήρα και ο τύπος με σωλήνες κενού είναι πιο ακριβοί από ό,τι ο τύπος με επίπεδο συλλέκτη. Λίγοι από τους πρώτους έχουν κατασκευασθεί.

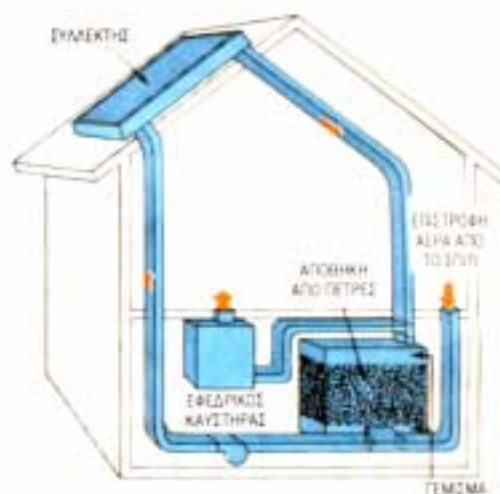
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Οι ενεργοί ηλιακοί συλλέκτες χρειάζονται συστήματα για τη μεταφορά θερμότητας. Χρησιμοποιούνται δύο συστήματα:

- Σύστημα με αέρα.
- Σύστημα με υγρό.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΑΕΡΑ

Τα συστήματα με αέρα διαθέτουν ανεμιστήρες και αεραγωγούς, για να κυκλοφορεί ο αέρας που έχει θερμανθεί με επίπεδο συλλέκτη. Ο συλλέκτης μπορεί να είναι τοποθετημένος σε δώμα, σε τοίχο ή στο έδαφος. Αεραγωγοί μεταφέρουν το θερμό αέρα από το συλλέκτη και ψυχρό αέρα σε αυτόν. Ένα βασικό σύστημα φαίνεται στο σχήμα.



Σχ. 10-45. Διάγραμμα ενεργού συστήματος ηλιακού συλλέκτη. Χρησιμοποιείται αέρας για τη μεταφορά θερμότητας (HVAC).

Ζεσταμένος αέρας, που δεν χρειάζεται άμεσα, αποθηκεύεται. Το υλικό αποθηκεύσεως είναι συνήθως στερεό, όπως κατασκευή (αποθήκη) από πέτρα. Ο ζεστός αέρας δίνει θερμότητα στην πέτρα. Στο επάνω και κάτω μέρος της πέτρινης κατασκευής υπάρχουν άδεια μέρη, για να μπορεί να ρέει ο αέρας. Αυτά λέγονται *γεμίσματα*. Ζεστός αέρας εισέρχεται στην αποθήκη από επάνω. Ψυχρός αέρας αναρροφάται από κάτω και επιστρέφει στο συλλέκτη. Κατά τις ημέρες που επικρατούν νεφώσεις και τη νύκτα, το σύστημα παίρνει θερμότητα από την πέτρινη αποθήκη.

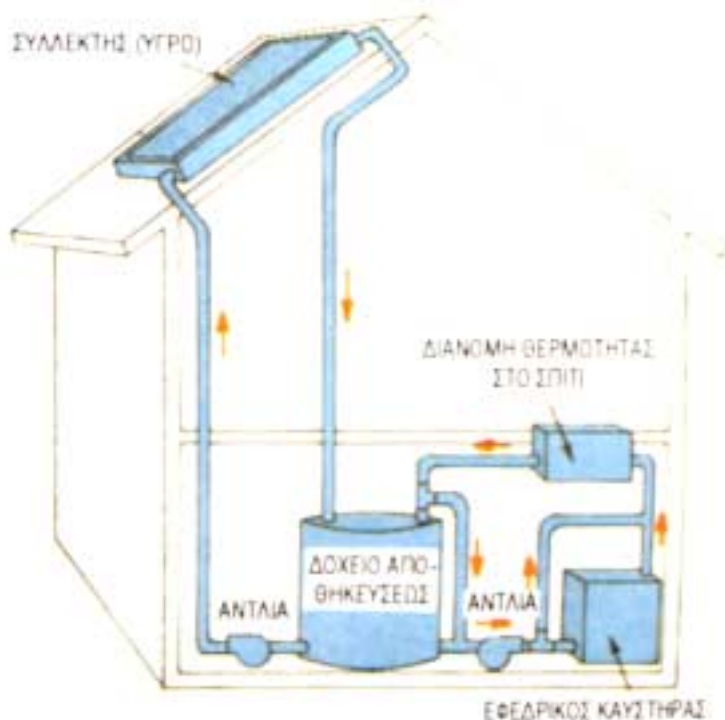
Οι αποθήκες από πέτρα κατασκευάζονται συνήθως μέσα στο σπίτι, στο ισόγειο ή στο υπόγειο. Μπορεί να είναι χωμένοι και στο έδαφος, έξω από το σπίτι. Αυτό όμως δεν συνιστάται. Μπορεί να εισέλθει νερό μέσα στην κατασκευή και να καταστρέψει τη θερμομόνωση. Μπορεί επίσης να εισαχθεί αέρας με πολύ υγρασία μέσα στο σπίτι.

Οι πέτρες που χρησιμοποιούνται για αυτήν την αποθήκη ενέργειας πρέπει να έχουν διάμετρο από 2 έως 4 cm. Τα χαλίκια των ποταμών (κροκάλες) είναι η συνήθης επιλογή. Χρησιμοποιούνται μερικές φορές και άλλα υλικά, όπως χυτοσίδηρος, τούβλα ή κεραμικά μπλοκ.

Ο οικίσκος με τις πέτρες μπορεί να είναι κατασκευασμένος είτε από πετρώδη υλικά είτε από ξύλο. Πρέπει να είναι αεροστεγής. Οι κατασκευές από ξύλο πρέπει να μειώνονται σε τιμή μόνωσης μεταξύ R-19 και R-44.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΥΓΡΟ

Στο σχήμα φαίνεται ένα τυπικό σύστημα με υγρό. Ενέργεια, που απορροφήθηκε από το συλλέκτη, μεταφέρεται ως θερμότητα από το νερό που κυκλοφορεί σε σωληνώσεις συνδεδεμένες με το στοιχείο απορροφήσεως ακτινοβολίας του συλλέκτη. Με τις σωληνώσεις απομακρύνεται από το συλλέκτη το ζεστό νερό και μεταφέρεται κρύο νερό σε αυτόν, για να θερμανθεί.



Σχ. 10-46. Αυτός ο ενεργός ηλιακός συλλέκτης χρησιμοποιεί υγρό ως μέσο μεταφοράς θερμότητας.

Οι σωληνώσεις συνδέονται με το σύστημα θερμάνσεως του χώρου και με το δοχείο αποθηκείσεως ζεστού νερού. Χρειάζονται 40 με 95 λίτρα (L) νερού στο σύστημα για κάθε τετραγωνικό μέτρο της επιφανείας του συλλέκτη. Το δοχείο αποθηκείσεως του νερού μπορεί να είναι από τσιμέντο, ασφάλι ή φάιμπεργκλας (fiberglass). Τα δοχεία από ασφάλι πρέπει να έχουν εσωτερική επένδυση από γυαλί ή ρητίνη. Λόγω του ότι το τσιμέντο είναι πορώδες, πρέπει να έχει επένδυση από λάστιχο.

Σε ψυχρά κλίματα, χρησιμοποιούνται αντιπηκτικά μίγματα αντί για σκέτο νερό. Τότε πρέπει να χρησιμοποιείται εναλλάκτης θερμότητας.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

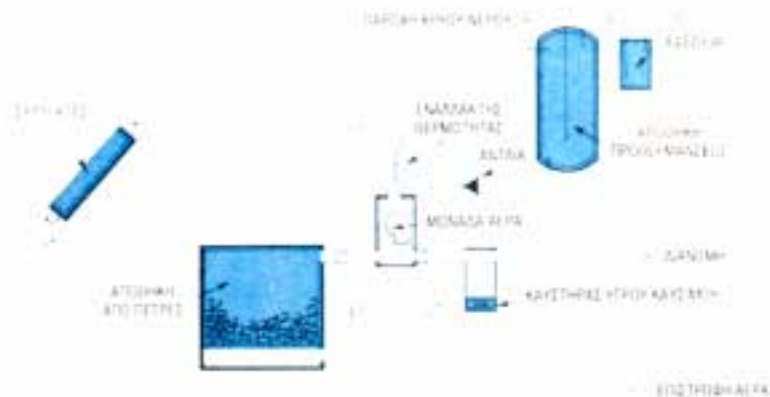
Ο *εναλλάκτης θερμότητας* είναι διάταξη, που χρησιμοποιείται σε συστήματα θερμάνσεως ή ψύξεως. Μετακινεί, δηλαδή μεταφέρει ενέργεια υπό μορφή θερμότητας από ένα μέσο σε άλλο.

Το ψυγείο του αυτοκινήτου είναι ένας τύπος εναλλάκτη θερμότητας, που είναι γνωστός σχεδόν στον καθένα. Εσωτερική ενέργεια που παράγεται κατά τη λειτουργία του κινητήρα μεταφέρεται ως θερμότητα στο νερό που κυκλοφορεί γύρω από τη μηχανή. Καθώς το νερό κυκλοφορεί δια μέσου του ψυγείου, μεταφέρεται θερμότητα στον αέρα που περνά μέσα από τις κυψέλες του ψυγείου. Έτσι το νερό ψύχεται.

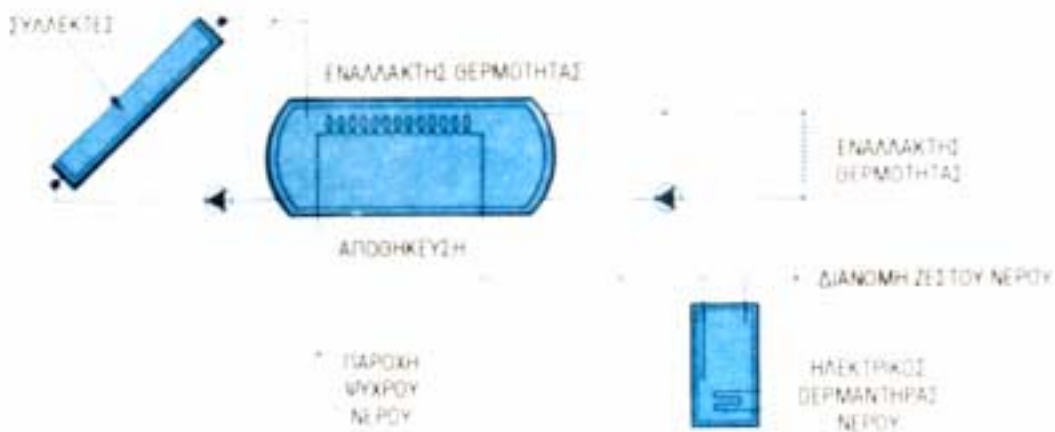
Οι εναλλάκτες θερμότητας στα ηλιακά συστήματα με υγρό λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο. Υπάρχουν πολλοί τύποι. Οι πιο συνηθισμένοι είναι από:

- Αέρα προς υγρό.
- Υγρό προς αέρα.
- Υγρό προς υγρό.

Το σχήμα 10-47 παρουσιάζει ένα απλό σχέδιο εναλλάκτη από υγρό σε αέρα και αέρα σε υγρό. Το σχήμα 10-48 δείχνει έναν εναλλάκτη υγρού προς υγρό.



Σχ. 10-47. Μερικά συστήματα με ηλιακούς συλλέκτες χρησιμοποιούν εναλλάκτες θερμότητας τετραπλής, που το υλικό μεταφοράς και το υλικό που θερμαίνεται να παραμένουν διαχωρισμένα. Αυτό είναι το διάγραμμα εναλλάκτη θερμότητας από αέρα προς υγρό (ΗΛΙΟΣ)



Σχ. 10-48. Σχηματικό διάγραμμα ενιαίας εναλλάκτη από υγρό προς υγρό.

ΗΛΙΑΚΟΙ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΕΣ

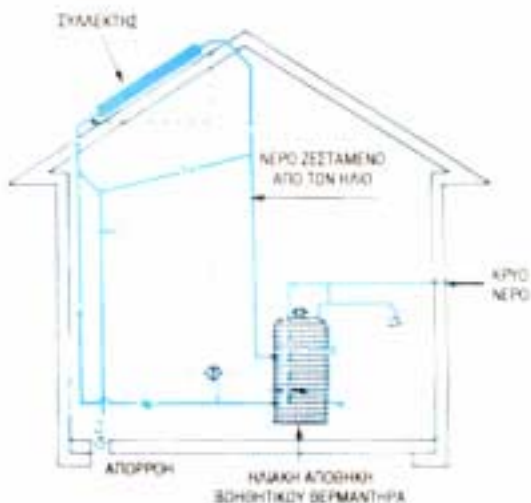
Τα πιο διαδεδομένα και απλούστερα ενεργειακά ηλιακά συστήματα είναι αυτά, που χρησιμοποιούνται για θέρμανση νερού. Οι αρχές του συστήματος είναι ίδιες με αυτές του συστήματος για θέρμανση χώρου, τις οποίες περιγράψαμε προηγουμένως.

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας όμως είναι πολύ πιο απλός. Υπάρχουν τρία συστήματα:

- Το σύστημα άμεσης κυκλοφορίας είναι παθητικό σύστημα και περιγράφεται παρακάτω με τίτλο παθητικά ηλιακά.

- Το άμεσο σύστημα με κυκλοφορητή.
- Το έμμεσο (κλειστού κύκλου) σύστημα.

Στο άμεσο σύστημα με κυκλοφορητή, το νερό που θερμάνθηκε με τον ήλιο πηγαίνει το ίδιο στο δοχείο ενός συνήθους θερμοσίφωνα νερού (θερμοσίφωνα). Ψυχρό νερό από την υδραυλική εγκατάσταση του σπιτιού συμπληρώνει το νερό του συστήματος στον ηλιακό συλλέκτη.



Σχ. 10-50. Σε άμεσο σύστημα με κυκλοφορητή, ο κυκλοφορητής κινεί νερό δια του συλλέκτη στην αραφή.

Τα έμμεσα συστήματα ονομάζονται έτσι, διότι ο ηλιακός συλλέκτης δεν



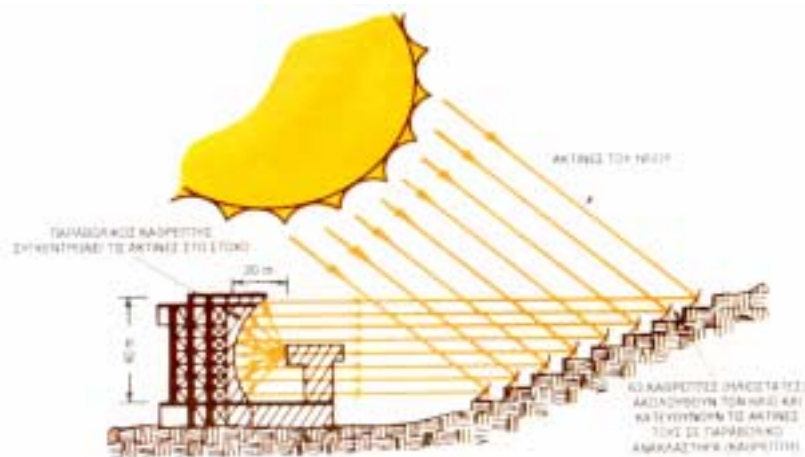
Σχ. 10-51. Σε αυτό το σύστημα, το ζεστό νερό που κινείται από το συλλέκτη στην αραφή αποδίδει θερμότητα στο σύστημα θέρμανσης ζεστού νερού με τη βοήθεια ενιαίας θερμότητας.

θερμαίνει άμεσα το νερό, που χρησιμοποιείται. Το υγρό που θερμαίνεται από τους συλλέκτες δεν έρχεται σε επαφή με το ζεστό νερό. Το διάλυμα-υγρό διέρχεται και από το συλλέκτη και από το δοχείο παροχής ή το θερμαντήρα (θερμοσίφωνα) νερού. Μεταφέρεται θερμότητα στο νερό δια του εναλλάκτη θερμότητας. Ο εναλλάκτης είναι συνήθως ένας σπειροειδής σωλήνας μέσα στο δοχείο παροχής νερού. Καθώς το ζεσταμένο υγρό διέρχεται δια του σπειροειδούς σωλήνα (κόιλ), μεταφέρει θερμότητα στο νερό του δοχείου.

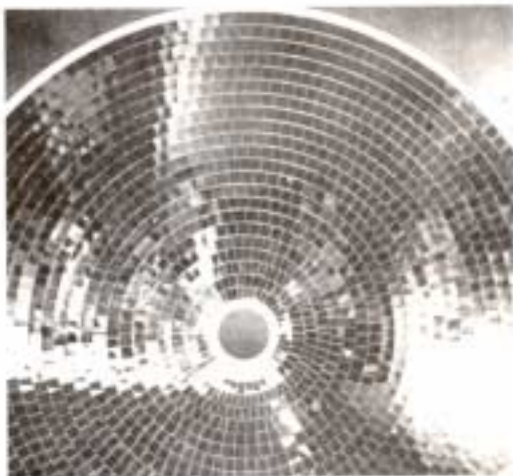
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Η θέρμανση κτηρίων γίνεται με ηλιακά συστήματα, που οδηγούν σε όχι πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Η ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών είναι κάτι δύσκολο, όχι όμως αδύνατο, με τη χρήση ηλιακής ακτινοβολίας. Απαιτείται η χρήση ηλιακού συγκεντρωτήρα. Ο συγκεντρωτήρας συλλέγει ηλιακή ενέργεια από μεγάλη επιφάνεια και τη συγκεντρώνει σε πολύ μικρή επιφάνεια. Αυτό επιτυγχάνεται με διάταξη από πολλούς καθρέπτες ή ηλιοστάτες, που παίρνουν το ηλιακό φως και το συγκεντρώνουν με ανάκλαση σε ειδικό συλλέκτη.

Η αρχή της συλλογής ηλιακής ενέργειας μεγάλης θερμοκρασίας είναι γνωστή από παλιά. Όμως, δεν επιχειρήθηκε να αναπτυχθούν ηλιακές εστίες, παρά μόνο τελευταία. Η πρώτη μεγάλη εστία σχεδιάσθηκε και κατασκευάσθηκε στο Μουντλουίς, στη Γαλλία, το 1952. Αργότερα, οι Γάλλοι κατασκεύασαν μια δεύτερη στο Οδείλλο. Στο σχήμα εικονίζεται ένα διάγραμμα αυτής της κατασκευής.



Μεταλλοειδής συλλέκτης ηλιακής ενέργειας με τον κεντρικό στο ηλιακό κέντρο φως (στο αριστερό που βρίσκεται ο βραστήρας).



Σχ. 10-54. Αυτό είναι το πρώτο είδος συλλέκτη ήλιου παραβολικού τύπου. Αυτός ο τύπος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ηλιακή εστία. Η καθήλγη επιφάνεια του πατακι είναι κατασκευασμένη από πολλούς μικρούς καθρέπτες.

Εξήντα τρεις καθρέπτες είναι διευθετημένοι απέναντι σε ένα στόχο. Οι καθρέπτες είναι κινητοί, ώστε να μπορούν να παρακολουθούν τον ήλιο, που κινείται στον ου-ρανό. Το φως κτυπά στους καθρέπτες και ανακλάται σε έναν παραβολικό συλλέκτη ύψους 45 μέτρων. Και αυτός είναι κατασκευασμένος από μικρούς καθρέπτες. Λόγω του σχήματος του συλλέκτη, το φως που ανακλάται κατευθύνεται σε ένα μικρό στόχο, όπου υπάρχει ο βραστήρας.

Οι 9500 καθρέπτες που σχηματίζουν το συγκεντρωτήρα είναι επίπεδοι. Ο καθένας πρέπει να ρυθμισθεί με το χέρι, ώστε η

επιφάνεια στην οποία συγκεντρώνεται το ανακλώμενο φως να είναι περίπου διαμέτρου μόνο 17 cm . Συγκεντρώνονται περί τα 270 kW σε αυτήν την επιφάνεια.

Δεν έχει γίνει ακόμη εμπορική χρήση ηλιακών εστιών. Είναι ακόμη στο στάδιο της αναπτύξεως. Η εστία του Mountlouis αποτέλεσε πρότυπο για τις άλλες. Αυτές κατασκευάστηκαν στα παρακάτω μέρη:

- Natick, Μασαχουσέτη, στις ΗΠΑ (αργότερα μεταφέρθηκε στα εργαστήρια Sandia στα White Sands, New Mexico των ΗΠΑ).

- Sendai, Ιαπωνία.

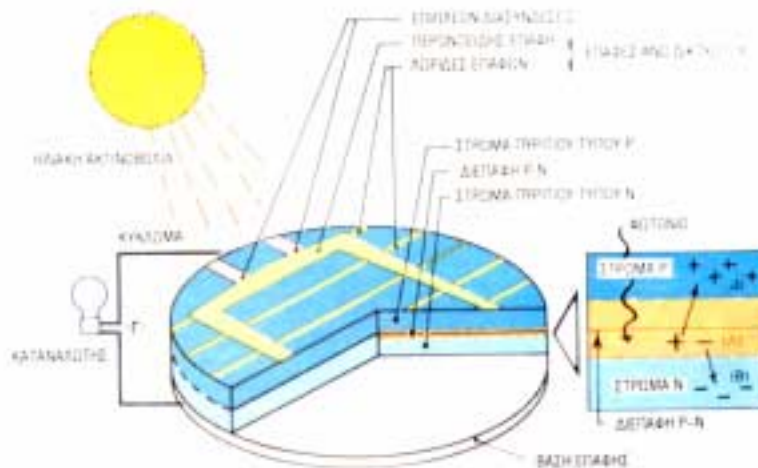
- Odeillo, Γαλλία.

Αν η ηλιακή εστία αποδειχθεί επιτυχής, θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ατμού με σκοπό την ηλεκτροπαραγωγή. Ο ατμός επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για βιομηχανική θερμότητα

Ένα από τα κύρια μειονεκτήματα της ηλιακής εστίας είναι η ανάγκη συλλογής ηλιακής ενέργειας από μεγάλη επιφάνεια. Αυτό απαιτεί εκατοντάδες ηλιοστάτες που καλύπτουν πολλά στρέμματα.

ΗΛΙΑΚΑ ΚΥΤΤΑΡΑ

H



Σχ. 10-55. Αυτό το απλοποιημένο σχήμα δείχνει πώς είναι κατασκευασμένο ένα ηλιακό στοιχείο - ή πώς λειτουργεί (Solar Power Corp.)

απευθείας παραγωγή ηλεκτρισμού από ηλιακή ενέργεια ήταν δυνατή από τον 19ο αιώνα. Έγινε, όμως, μικρή χρήση της τεχνολογίας αυτής, διότι με τις διατάξεις αυτές επιτυγχάνονταν παραγωγή ηλεκτρισμού σε μικρές μόνο ποσότητες. Γι αυτό το σκοπό χρησιμοποιείται το ηλιακό κύτταρο (στοιχείο). Επίσης είναι γνωστό (πιο σωστά) ως *φωτοβολταϊκό κύτταρο* ή κύτταρο PV (photovoltaic).

Το ηλιακό κύτταρο είναι μικρός κρύσταλλος πυριτίου, που έχει ως προσμίξεις άλλα στοιχεία, όπως το βόριο και ο φώσφορος. Τέτοια κύτταρα μπορούν να μετατρέψουν ενέργεια φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια. Η ηλεκτρική ενέργεια σχετίζεται με την κίνηση ηλεκτρονίων μέσα σε αγωγικά υλικά.

Το ηλιακό κύτταρο είναι βασικά μια κρυσταλλοδίοδος. Η δίοδος επιτρέπει στο ρεύμα να διέρχεται εύκολα κατά τη μία φορά, ενώ το εμποδίζει κατά την αντίθετη φορά. Η ηλιακή ακτινοβολία που "κτυπά" το κύτταρο, γενικώς, θερμαίνει το υλικό αυξάνοντας τη θερμική κίνηση των ατόμων του ημιαγωγού. Αν η ενεργεία του κάθε φωτονίου είναι αρκετή, ηλεκτρόνιο που την απορροφά μπορεί να μεταπηδήσει στη ζώνη αγωγιμότητας (από τη ζώνη σθένους). Εκεί τα ηλεκτρόνια είναι "ελευθέρως" να κινηθούν ως φορείς ρεύματος,

Αν συνδεθούν πολλά κύτταρα μαζί σε κλειστό κύκλωμα, έχουμε ροή ρεύματος, άρα δυνατότητα τροφοδοσίας ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών διατάξεων.

ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΤΑ ΗΛΙΑΚΑ ΚΥΤΤΑΡΑ

Το φως, που πέφτει στο κύτταρο είναι ροή *φωτονίων*. Καθώς τα φωτόνια το "κτυπούν" ελευθερώνουν ηλεκτρόνια, τα οποία κινούνται με τη βοήθεια του δικτύου αγωγών δια του κυκλώματος, που συνδέεται με το κύτταρο. Ένα φωτόνιο απορροφάται από ένα ηλεκτρόνιο.

Μικρή μόνο ποσότητα ρεύματος μπορεί να ληφθεί από ένα επιμέρους ηλιακό κύτταρο. Όταν όμως συνδεθούν πολλά μαζί, μπορεί να ληφθεί σημαντική ισχύς.

Μία συστοιχία ηλιακών κυττάρων λέγεται και ηλιακός συσσωρευτής (μπαταρία) ή ηλιακή συστοιχία. Λειτουργεί σαν συσσωρευτής, αλλά με μια μεγάλη διαφορά. Ο συσσωρευτής θα αδειάσει κάποτε, ενώ το κύτταρο θα δίνει συνέχεια ρεύμα, όσο φωτίζεται.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ



Σχ. 10-39 Ηλιακές συστοιχίες (συστήματα ηλεκτρικής ισχύος για τη λειτουργία των ηλεκτρονικών διατάξεων πειρατικών δορυφόρων) (NASA)

Καθώς η τιμή τους πέφτει, τα ηλιακά στοιχεία γίνονται αρκετά πρακτικά και η χρήση τους γενικεύεται. Η πρώτη τους χρήση, για να παρέχουν δηλαδή ηλεκτρική ισχύ σε απομακρυσμένες περιοχές, όπου δεν υπάρχουν άλλες πηγές, συνεχίζει να είναι σημαντική. Εκτός από τα διαστημικά προγράμματα, όπου ηλιακά κύτταρα παρέχουν ηλεκτρισμό 24 ώρες το 24ωρο για τις λειτουργίες δορυφόρων, αυτή η συναρπαστική πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται σήμερα για:

- Φορητά συστήματα καθαρισμού νερού.
- Λειτουργία φορτιστών μικρών (επαναφορτιζομένων) συσσωρευτών.
- Τηλεφωνικές επικοινωνίες.

Η άλλη δημοφιλής, παγκόσμια εφαρμογή του ηλιακού κυττάρου είναι στη λήψη φωτογραφιών. Μικρές τέτοιες μονάδες υπάρχουν σε

πολλά φωτόμετρα φωτογραφικών μηχανών, που δείχνουν ή ελέγχουν (ρυθμίζουν) την κατάλληλη έκθεση του φιλμ.

Λόγω της πτώσεως της τιμής των στοιχείων αυτών χρησιμοποιούνται σε καινούργιες εφαρμογές. Σε αυτές περιλαμβάνεται η τροφοδοσία:

- Αντλιών νερού.
- Σημάτων φωτισμού σε οδικές και σιδηροδρομικές αρτηρίες.
- Ελαφρών ηλεκτρογεννητριών που παρέχουν ηλεκτρισμό από τον ήλιο σε πλοία και επίγεια οχήματα, όπως καρότσια του γκολφ.

• Μία ενδιαφέρουσα και συναρπαστική πειραματική εφαρμογή του ηλιακού στοιχείου ήταν η επιτυχής χρήση του για να πετάξει ένα μικρό αεροπλάνο. Το Δεκέμβριο του 1980 το Solar Challenger, ένα ειδικό κατασκευασμένο μικρό αεροπλάνο με μάζα περίπου 84 Kg, μετέφερε έναν πιλότο σε μεγάλη απόσταση χρησιμοποιώντας μόνο ηλιακή ενέργεια για την κίνηση του. Το αεροπλάνο έκανε περίπου 45 πτήσεις. Η μακρύτερη ήταν περίπου 30 km. Η Northeast Sustainable Energy Association (Ένωση για την Ανάπτυξη Συντηρουμένων Πηγών Ενέργειας) με

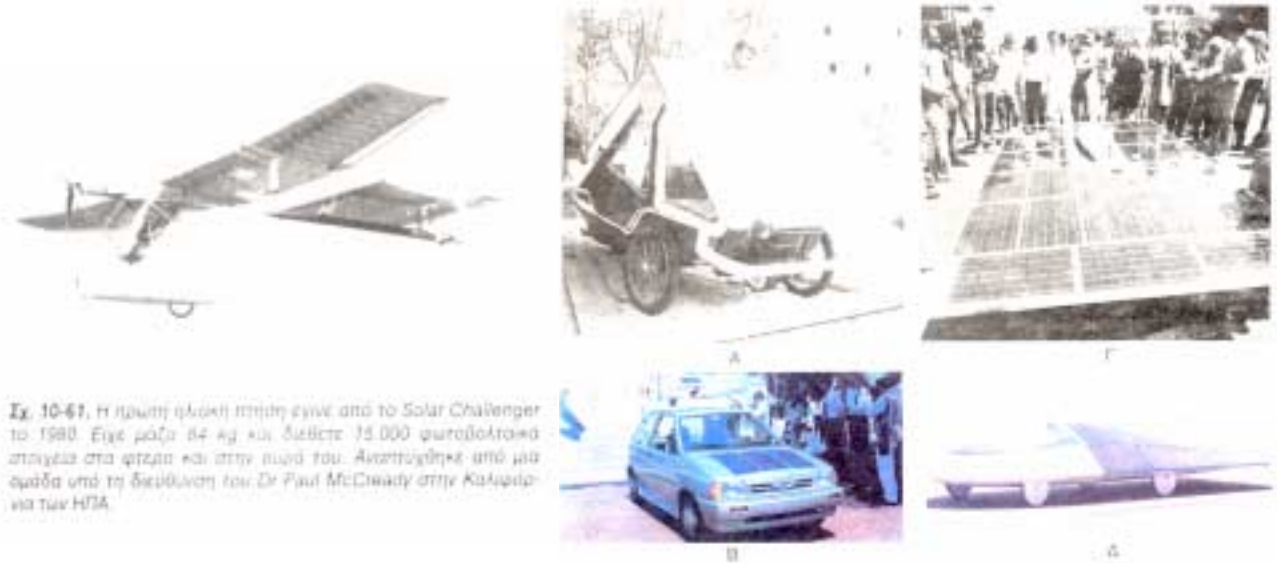
έδρα στο Greenfield της Μασσαχουσέτης στις ΗΠΑ, προπαγανδίζει υπέρ της ηλιακής ενέργειας με την οργάνωση ενός ετήσιου αγώνα δρόμου ηλιακών αυτοκινήτων. Οι ετήσιοι αγώνες στις ΗΠΑ με τον τίτλο American Tour de Sol, από το Albany της Νέας Υόρκης μέχρι το Plymouth της Μασσαχουσέτης, διοργανώνονται για να προσελκύσουν νέους ώστε να γίνουν μηχανικοί ηλιακών συστημάτων.

Ένας πειραματικός σταθμός φωτοβολταϊκών λειτουργεί στην Καλιφόρνια από



Σχ. 10-60. Τα ηλιόφωτο κυττάρια ληρούνται και χρησιμοποιούνται για παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε πολλές διαφορετικές εφαρμογές. Δοκίμασαν μεγάλες ποσότητες ηλεκτρισμού: Α - Διαφορετικός τύπος ηλιακών. Β - Σημείο τροφοδοσίας σε περπατητή κοπή σε οικόπεδο (Bob Hillman, Solar Electric Systems of Kansas City, Inc.). Γ - Φωτοηλεκτρική σε πολιτιστικό κέντρο στην Αριζόνα. Δ - Φωτοηλεκτρική τροφοδοσία.

το 1983. Τα στοιχεία είναι τοποθετημένα επάνω σε μηχανισμούς, που κινούνται με κινητήρες και με αυτόματο τρόπο παρακολουθούν τον ήλιο. Τίθενται σε λειτουργία το πρωί και σταματούν το βράδυ. Παρέχουν ηλεκτρισμό σε 10.000 ανθρώπους, όταν λειτουργούν όλες οι μονάδες.



Σχ. 10-61. Η πρώτη ηλιακή πτήση έγινε από το Solar Challenger το 1980. Είχε μάζα 84 kg και διέβητε 75.000 φωτοβολταϊκά στοιχεία στα φτερά και στην μύδα του. Αντικαταστάθηκε από μια ομάδα από τη διεύθυνση του Dr Paul McCreedy στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ.

Σχ. 10-62. Ένα ηλιακό αυτοκίνητο κινείται στο πρώτο στάδιο διαγωνισμού αυτοκινήτων. Α - Αυτοκίνητο με κλάση ενέργειας στην κατηγορία 1980 (1980). Β - Μία από τις φωτοηλεκτρικές ομάδες του 1982 για την κλάση με κλάση 1980 (1980). Γ - Μία από τις φωτοηλεκτρικές ομάδες του 1982 (1982) κλάσης 1980 (1980) με κλάση 1980 (1980) με κλάση 1980 (1980). Δ - Το ηλιακό αυτοκίνητο του 1982 (1982) κλάσης 1980 (1980) με κλάση 1980 (1980) με κλάση 1980 (1980).

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ

Από το 1968 επιστήμονες συζητούσαν τη δυνατότητα κατασκευής και χρήσεως ηλιακών συστημάτων ισχύος υπό μορφή τεχνητών δορυφόρων, που θα αποτελούνταν από τεράστιες συστοιχίες φωτοβολταϊκών κυττάρων για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Με τη βοήθεια μετατροπένων μικροκυμάτων και κεραιών θα κατηύθυναν την ηλεκτρική ισχύ σε σταθμούς στην επιφάνεια της γης. Οι δορυφόροι θα είναι σε γεωστατική τροχιά σε ύψος 35.800 και επάνω από τη γη. Επειδή θα περιστρέφονται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα, όπως η γη, θα βρίσκονται πάντα επάνω από τον ίδιο σταθμό συλλογής ενέργειας στην επιφάνεια της γης.

Από τη θέση τους - πολύ ψηλά - θα "βλέπουν" τον ήλιο 24 ώρες το 24ωρο. Πότε πότε οι ακτίνες θα εμποδίζονται λόγω εκλείψεων ηλίου, αλλά μόνο για μικρά χρονικά διαστήματα πριν και μετά τις ισημερίες.

Τα ηλιακά επίπεδα θα είναι διευθετημένα έτσι, ώστε να κατευθύνονται στον ήλιο συνέχεια. Οι κεραιές θα έχουν κατεύθυνση προς τη γη.

Κάθε πρόγραμμα που η εκτέλεσή του φαίνεται απίθανη ή αδύνατη, χαρακτηρίζεται αρχικά φανταστικό, ώσπου να περιληφθεί, μετά την πραγματοποίησή του, στα πολλά αυτονόητα γεγονότα της καθημερινής ζωής.

Αν οι πρόγονοί μας του 1600 και 1700 ξαναγύριζαν σε μας, θα εύρισκαν ασφαλώς πολλά "φανταστικά" στον αιώνα μας, όπως τους κινητήρες, το ηλεκτρικό φως, το ραδιόφωνο, την τηλεόραση, τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, τα ταξίδια με αυτοκίνητο, αεροπλάνο και σιδηρόδρομο, τις διαστημικές πτήσεις, κ.ά.

Όλα αυτά έχουν δημιουργηθεί με το ανθρώπινο μυαλό και επικρατεί σχεδόν η αντίληψη ότι η φύση μπορεί να δαμασθεί. Στην εξέλιξη αυτή, συντέλεσαν οι διάφορες τεχνικές μετατροπής της ενέργειας. Γνωρίζουμε τις φυσικές ενεργειακές πηγές, που κρύβονται στα σπλάχνα της γης, αλλά ελάχιστοι γνωρίζουν ότι ο ήλιος είναι βασικά η πρωταρχική πηγή ενέργειας. Καίμε κάρβουνο, ξύλα ή προϊόντα πετρελαίου και δεν σκεπτόμαστε ότι και αυτές οι ύλες προέρχονται από την ηλιακή ενέργεια.

Μέσα σε 100 μόνο χρόνια καταναλώθηκε μεγάλο μέρος των γνωστών αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων (άνθρακα, πετρελαίου, φυσικών αερίων) τα οποία σχηματίστηκαν σε εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια από φυτικές ύλες που απανθρακώθηκαν με τους γεωλογικούς μετασχηματισμούς. Ίσως κάποτε τα εγγόνια μας θα μας κατακρίνουν επειδή δεν φυλάξαμε κάτι και γι' αυτά!

Επίσης η χρησιμότερη υδροδυναμική ενέργεια οφείλεται στην επίδραση του ήλιου, γιατί με το φυσικό κύκλο εξάτμισης που εξαρτάται από την ηλιακή ακτινοβολία, το νερό οδηγείται στα υψηλότερα σημεία της γης, απ' όπου τρέχει στους ποταμούς και στις λίμνες και από εκεί στους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.

Η γη δέχεται από τον ήλιο μια ποσότητα ενέργειας ίση περίπου με 7×10^{17} KWh το χρόνο. Η ποσότητα ακτινοβολίας που φθάνει στη γη, κυμαίνεται μεταξύ 80 και 300 Watt/m^2 , ανάλογα με την ώρα της ημέρας και τις καιρικές συνθήκες. Αντίθετα ο άνθρωπος μπορεί να παράγει με τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και με άλλες διατάξεις μόνο 4×10^{13} KWh.

Η ενέργεια αυτή δε μας στοιχίζει τίποτα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά πολλούς τρόπους: για θέρμανση σπιτιών, για παραγωγή και αποθήκευση ζεστού νερού, για μαγείρεμα, για απόσταξη νερού και οιοπνεύματος, αφαλάτωση, κλιματισμό, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κ.λ.π

Η ύπαρξη ζωής στη γη οφείλεται στον ήλιο. Τα φυτά, για την φωτοσύνθεση, χρειάζονται ηλιακό φως. Τα φυτοφάγα ζώα τρέφονται με φυτά, τα σαρκοφάγα με φυτοφάγα, άρα όλα εξαρτώνται από τον ήλιο. Ο άνθρωπος εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιώντας ηλιακά ηλεκτρικά στοιχεία, πλαίσια ηλιακών κυψελίδων και γιγαντιαία κάτοπτρα. Έτσι θερμαίνεται νερό και παράγεται ηλεκτρική ενέργεια. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας έχει πάρα πολλά θετικά στοιχεία, γιατί θα υπάρχει για πάντα και δεν μολύνει καθόλου την ατμόσφαιρα της γης.

Η ενέργεια που στέλνει στη γη ο ήλιος, ισοδυναμεί με την ενέργεια που θα έπρεπε να παράγουν περισσότεροι από 150 εκατομμύρια μεγάλοι σταθμοί παραγωγής.

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο πρωτοανακαλύφθηκε το 1839 αλλά το πρώτο ηλιακό ηλεκτρικό στοιχείο κατασκευάστηκε το 1954 στα εργαστήρια Μπέλ στις Ηνωμένες Πολιτείες για διαστημικές εφαρμογές.

Καθώς το κόστος των Φ/Β πλαισίων συνεχίζει να μειώνεται , όλο και περισσότερα είδη εφαρμογών με Φ/β συστήματα γίνονται οικονομικά ανταγωνιστικά , έναντι της χρήσης συμβατικών μορφών ενέργειας .Παράλληλα , η αυξανόμενη ευαισθησία της κοινής γνώμης , λόγω των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής και χρήσης ενέργειας , σε συνδυασμό με τα πλεονεκτήματα των Φ/β συστημάτων , έχει σαν αποτέλεσμα αυτά να αποτελούν μια από τις πιο πολλά υποσχόμενες ενεργειακές τεχνολογίες

Το σοβαρότερο εμπόδιο , αυτή τη στιγμή , για τη σε μεγάλη κλίμακα διείσδυση των Φ/β θεωρείται μόνο το κόστος.

Η Ελλάδα παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις , ιδίως σχετικά με τις άλλες Ευρωπαϊκές χώρες, για ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/β συστημάτων

- Υψηλά επίπεδα ηλιοφάνειας
- Πλήθος-νησιωτικών κυρίως-περιοχών , μη συνδεδεμένων με το δίκτυο της ΔΕΗ.

Παρόλα αυτά , η Ελλάδα εμφανίζεται σε μία από τις χαμηλότερες θέσεις μεταξύ των χωρών μελών του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας από πλευράς εγκατεστημένων Φ/β συστημάτων.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

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

- Απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας , ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα , π.χ σε επίπεδο μερικών δεκάδων Watt ή και MWatt
- Είναι εύχρηστα . Σε μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες .
- Μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στις πόλεις και δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον
- Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα)
- Μπορούν να επεκταθούν ανά πάσα στιγμή για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών .
- Έχουν αθόρυβη λειτουργία και μηδενικές εκπομπές ρύπων
- Οι απαιτήσεις συντήρησης είναι σχεδόν μηδενικές
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία
- Υψηλό κόστος επένδυσης.

Η ενεργειακή ανεξαρτησία του χρήστη , όπου και να βρίσκεται αυτός είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των Φ/β συστημάτων.

Το κόστος των Φ/β πλαισίων είναι σήμερα το μεγαλύτερο μειονέκτημα των Φ/β συστημάτων. Όμως πρέπει να τονιστεί ότι υπάρχουν σήμερα αρκετοί χρήστες για τους οποίους το Φ/β σύστημα είναι η πλέον ενδεδειγμένη οικονομική λύση .

Πρέπει να τονιστεί ότι η Φ/β τεχνολογία , όπως άλλωστε και οι περισσότερες τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, παρουσιάζει ιδιαιτερότητες που κάνουν δύσκολη τη σύγκριση της με τις συμβατικές τεχνολογίες π.χ :

Δεν υπάρχει σαφής τρόπος αποτίμησης του περιβαλλοντικού κόστους των συμβατικών τεχνολογιών. Το κόστος της ενέργειας από Φ/β συστήματα εξαρτάται πάρα πολύ από το κόστος του χρήματος

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 ένα 10% περίπου της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Επιπλέον , η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται αθόρυβα , αξιόπιστα και δίχως καμία επιβάρυνση στο περιβάλλον. Δεδομένου ότι στην Ελλάδα η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι περίπου 1800 KWh ανά τετραγωνικό μέτρο το έτος , ένα Φ/β σύστημα 3 KWp εγκατεστημένο σε οροφή κατοικίας στη Κρήτη θα μπορούσε να παρέχει 4700 KWh/έτος , όση περίπου και η μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μιας τετραμελούς οικογένειας . Το κόστος ενός αυτόνομου οικιακού συστήματος με αποθήκευση σε μπαταρίες , είναι της τάξης των 2,5 με 3 εκατομμύρια δρχ /KWp συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ.

Επίσης από υπολογισμούς του ΚΑΠΕ φαίνεται ότι το επιπεδοποιημένο κόστος ενέργειας από Φ/β κυμαίνεται , από 150 δρχ/KWh (διασυνδεδεμένο σύστημα) έως 220 δρχ/KWh (Αυτόνομο σύστημα AC) για Φ/β συστήματα τάξεως μεγέθους ολίγων KWp.

Εφαρμογές

Τα Φ/β συστήματα απευθύνονται σε περιοχές εφαρμογών , όπου το σχετικά υψηλό κόστος τους δεν αποτελεί σημαντικό εμπόδιο. Οι εφαρμογές αυτές συνήθως χαρακτηρίζονται από:

- χαμηλές ενεργειακές ανάγκες
- έλλειψη εναλλακτικών τρόπων παροχής ενέργειας ή , όπου υπάρχουν, αυτοί είναι πολύ ακριβοί (π.χ. σύνδεση με ένα απομακρυσμένο δίκτυο)
- απαιτήσεις υψηλής αξιοπιστίας ή και χαμηλές ανάγκες συντήρησης

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

α) Καταναλωτικά προϊόντα (0.001-100Wp)

Τα συστήματα της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούνται σε περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο ή σε τροχόσπιτα, σκάφη αναψυχής, κλπ., για την εξυπηρέτηση αναγκών φωτισμού και ψύξης και για προϊόντα όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, φανοί κ.ά.

β) Αυτόνομα ή απομονωμένα συστήματα (100Wp –200KWp)

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

- αφαλάτωση / άντληση / καθαρισμό νερού

- φωτισμό (δρόμων , πάρκων , αεροδρομίων)
- συστήματα τηλεπικοινωνιών , τηλεμετρήσεων και συναγερμού
- συστήματα σηματοδότησης (οδικής κυκλοφορίας, ναυτιλίας, αεροναυτιλίας)
- ψύξη (αγροτικών προϊόντων , φαρμάκων κ.λπ.)

γ) Συστήματα συνδεδεμένα με το δίκτυο (200 KWp - αρκετά MWp)

Στην κατηγορία αυτή, που σύμφωνα με τις συμβατικές θεωρήσεις προς το παρόν δεν αξιολογείται σαν οικονομικά βιώσιμη , διακρίνονται δύο κατηγορίες συστημάτων.

- Φ/Β συστήματα μεγέθους έως μερικών εκατοντάδων KWp που τροφοδοτούν κατοικίες, συγκροτήματα κατοικιών ή άλλα κτίρια και όπου η τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια τροφοδοτείται (πωλείται) προς το δίκτυο
- Φ/Β σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπου η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο

Για τα Φ/Β συστήματα που αναρτώνται σε κτίρια (σε προσόψεις, οροφές , κλπ.), σε σύνδεση με το δίκτυο, τελευταία έχει εκδηλωθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον . Τα οφέλη που προκύπτουν είναι:

- συγχρονισμός Ψυκτικών φορτίων κτιρίων με μεγίστη παραγόμενη ισχύ από Φ/Β
- αποφυγή χρήσης γης
- αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Επίσης, γίνεται προσπάθεια για χρήση των Φ/Β και ως δομικών στοιχείων στα κτίρια, αυξάνοντας έτσι τα οικονομικά οφέλη, εκτός από αυτά που ήδη αναφέρθηκαν.

Η Κατάσταση στην Ελλάδα

Υπάρχουν πάνω από 550 KWp εγκατεστημένων Φ/Β συστημάτων σε όλη τη χώρα. Τα μεγαλύτερα συστήματα έχουν εγκατασταθεί από τη ΔΕΗ.

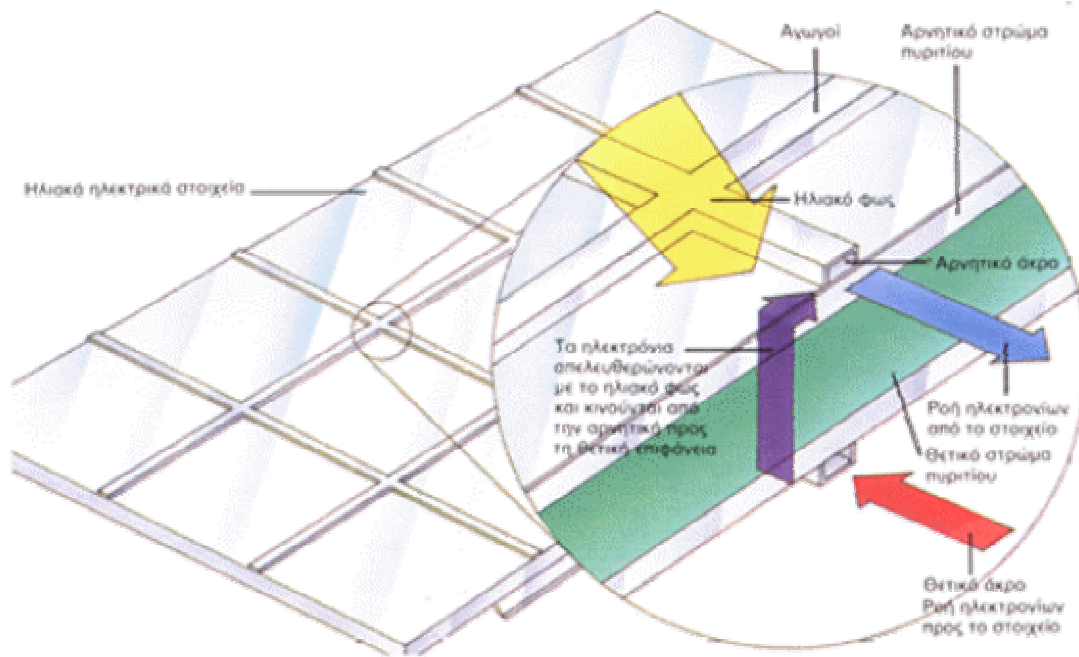
Οι εφαρμογές αυτές αφορούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για το δίκτυο των νησιών και την ηλεκτροδότηση μικρών χωριών. Μεγαλύτερο πλήθος συστημάτων , πάνω από 350 αλλά μικρότερης ισχύος , έχει εγκαταστήσει η Υπηρεσία Φάρων του Πολεμικού Ναυτικού. Ένα ακόμα μεγαλύτερο πλήθος έχει εγκατασταθεί από ιδιώτες για ηλεκτροδότηση εξοχικών κατοικιών , μικρών ξενοδοχειακών μονάδων , μοναστηριών κ.λπ. Οι εγκαταστάσεις αυτές έχουν γίνει χωρίς καμία οικονομική ενίσχυση από την Πολιτεία.

Εκτιμάται ότι το τρέχον μέγεθος της ελληνικής αγοράς κυμαίνεται ανάμεσα σε 20 και 40 KWp ανά έτος. Εκτίμηση για το αξιοποιήσιμο δυναμικό δεν είναι δυνατόν να δοθεί, γιατί η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να αξιοποιηθεί παντού , φθάνει να προσφέρει μια οικονομικά βιώσιμη λύση. Το μέσο κόστος παραγωγής της ΔΕΗ, σε τιμές του 1994 , για το διασυνδεδεμένο σύστημα (Ηπειρωτική Ελλάδα) ήταν 12,5 δρχ./KWp, ενώ το μέσο κόστος παραγωγής στα νησιά κυμάνθηκε από 23 μέχρι 100 δρχ./ KWp. Αν , συνεπώς, προστεθεί στην τιμή της KWh, το εξωτερικό κόστος που παράγεται νησιωτική χώρα, αυτή αυξάνεται και η ψαλίδα ανάμεσα στα Φ/Β και στα συμβατικά καύσιμα κλείνει. Όσο για ορισμένα από τα νησιά, η τιμή της τοπικά παραγόμενης ενέργειας είναι ήδη τέτοια, που η Φ/Β ενέργεια είναι σήμερα πιθανότατα

η πλέον συμφέρουσα λύση στις περιπτώσεις που προγραμματίζεται ενίσχυση του τοπικού δικτύου της ΔΕΗ. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί, ότι το κόστος ηλεκτροπαραγωγής κατά τη διάρκεια ωρών αιχμής, για πολλά από τα νησιά που παρουσιάζουν σχετικά χαμηλό μέσο κόστος, είναι δύο και τρεις φορές μεγαλύτερο από αυτό, γεγονός που σημαίνει, ότι και σε αυτά τα νησιά η χρήση Φ/Β συστημάτων πιθανόν να αποτελέσει μια ανταγωνιστική πρόταση στο μέλλον.

Ο πρόσφατος Νόμος 2244/94 δεν ευνοεί ιδιαίτερα τα Φ/Β συστήματα. Η προσφερόμενη τιμή αγοράς της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ (70-90% της τιμής πώλησης της KWh από τη ΔΕΗ) , δεν κάνει ελκυστικές τις σχετικές επενδύσεις για Φ/Β συστήματα. Τέλος, το Πρόγραμμα Επιδεικτικών Έργων (Π.ΕΠ.ΕΡ) της Γ.Γ.Ε.Τ , που προκηρύχτηκε πρόσφατα στα πλαίσια του ΕΠΕΤ II, περιλαμβάνει τα Φ/Β συστήματα σαν ιδιαίτερη περιοχή εφαρμογών και αναμένεται, στο βαθμό που εξασφαλιστεί η απαιτούμενη χρηματοδότηση (50%) από ιδιωτικούς φορείς, να συμβάλει στην περαιτέρω ανάπτυξη Φ/Β εφαρμογών στη χώρα.

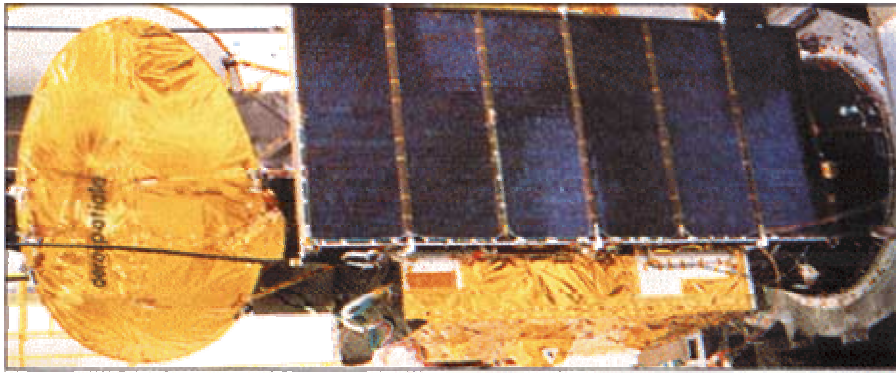
Με την εξέλιξη της τεχνολογίας μεγάλα ποσά ηλιακής ενέργειας μπορούν να μετατραπούν σε ηλεκτρική με την χρησιμοποίηση κατασκευών που αποτελούνται από φωτοβολταϊκά στοιχεία .



Όταν το ηλιακό φως προσπέσει στα φωτοβολταϊκά στοιχεία ελευθερώνει ηλεκτρικά φορτία στο εσωτερικό τους τα οποία με την ενέργεια που παίρνουν κινούνται ελεύθερα και μπορούν να περάσουν από έναν καταναλωτή όπως είναι μια λάμπα ή ένας κινητήρας και να τον θέσουν σε λειτουργία .

Τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία αναπτύχθηκαν από τη δεκαετία του πενήντα για να τροφοδοτήσουν τους διαστημικούς δορυφόρους με την απαραίτητη ηλεκτρική ενέργεια που χρειαζόνταν για την λειτουργία των συσκευών τους .

Από τότε μέχρι σήμερα τα φωτοβολταϊκά στοιχεία βρήκαν πολλές επίγειες εφαρμογές σε διάφορους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας για δύο βασικούς λόγους . Ο ένας είναι η ευκολία με την οποία παράγουν την ηλεκτρική ενέργεια και ο άλλος τα διάφορα δισεπίλυτα προβλήματα που παρουσιάζει ο κλασικός τρόπος παραγωγής και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας .



ΗΛΙΑΚΕΣ ΚΥΨΕΛΙΔΕΣ ΓΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΟ

Πραγματικά ο μεγάλος κεντρικός ηλεκτροπαραγωγικός σταθμός που παράγει τεράστια ποσά ηλεκτρικής ενέργειας με την καύση πετρελαίου, άνθρακα ή ακόμη και με τη διάσπαση ουρανίου και τα διανέμει με ένα εκτεταμένο ηλεκτρικό δίκτυο σε όλη τη χώρα, αντιμε-

τωπίζει πολλά ερωτηματικά και κριτικές . Ένα σοβαρό επιχείρημα κατά της κατασκευής τέτοιων μεγάλων σταθμών είναι οι καταστροφικές διακοπές παροχής ρεύματος που συμβαίνουν τακτικά και καλύπτουν συνήθως μεγάλες περιοχές προκαλώντας αναστάτωση και πολλά προβλήματα με σοβαρά οικονομικά επακόλουθα. Όλες αυτές οι διακοπές μπορούν να προέλθουν από βλάβη, κακή λειτουργία κάποιου συστήματος του σταθμού ή ακόμη και από δολιοφθορές ή θεομηνίες.

Άλλο επιχείρημα κατά της κατασκευής θερμοηλεκτρικών σταθμών είναι η πλήρης εξάρτηση της λειτουργίας τους από τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται. Κάθε καύσιμο έχει τα δικά του προβλήματα που με τη σειρά τους γίνονται και προβλήματα του σταθμού.

Σχετικά με το κάρβουνο, η ίδια η εξαγωγή του από το εσωτερικό της γης είναι επικίνδυνη. Το μεγάλο όμως πρόβλημα που προκαλεί είναι η ρύπανση του περιβάλλοντος . Κατά την καύση του τα οξείδια του θειαφίου που περιέχεται στο κάρβουνο προκαλούν την όξινη βροχή που θεωρείται η αιτία καταστροφής της βλάστησης και των δασών ακόμη και σε μεγάλη απόσταση από το σταθμό. Επί πλέον το διοξείδιο του άνθρακα που εκλύεται προκαλεί γενική υποβάθμιση του περιβάλλοντος με την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Για να αποφευχθούν τα καταστροφικά αυτά φαινόμενα απαιτείται τεράστια οικονομική δαπάνη κατά την κατασκευή του σταθμού για να αποκτήσει τη δυνατότητα να δεσμεύει όλα αυτά τα ανεπιθύμητα ελκυσόμενα αέρια .

Όσο αφορά το πετρέλαιο, αυτό παρουσιάζει εκτός των άλλων, το πρόβλημα ότι η προμήθεια του από τις διάφορες χώρες εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τις πολιτικές διαμάχες . Αυτό φάνηκε καθαρά από όσα συνέβησαν το φθινόπωρο του 1973 καθώς και την κρίση στην περιοχή του Περσικού κόλπου που άρχισε το καλοκαίρι του 1990.

Σχετικά με την ενέργεια που ελευθερώνεται με τη διάσπαση των πυρήνων ουρανίου, η εξάρτηση από αυτή είναι πολύ δύσκολη λόγω του είδους της πρώτης ύλης. Είναι όμως και εξαιρετικά επικίνδυνη αν κρίνει κανείς από το ατύχημα που έγινε στον πυρηνικό σταθμό του Three Mile Island στην Πενσυλβανία, το ατύχημα του Τσέρνομπιλ και τα τόσα άλλα γνωστά άγνωστα ατυχήματα που συνέβησαν στα διάφορα πυρηνικά εργοστάσια .

Άλλο μειονέκτημα του μεγάλου κεντρικού σταθμού είναι το τεράστιο οικονομικό κόστος που συνεπάγεται η κατασκευή του.

Τεράστια ποσά πρέπει να δαπανηθούν και μάλιστα ο προϋπολογισμός της δαπάνης πρέπει να γίνει πολλά χρόνια πριν την τελική κατασκευή του σταθμού. Το χειρότερο όμως είναι ότι το ποσό που υπολογίζεται είναι συνήθως πολύ μικρότερο συγκριτικά με το ποσό που τελικά χρειάζεται να ξοδευτεί για την πλήρη και σωστή αποπεράτωση του σταθμού, κατά τρόπο που να μην προκαλεί ρύπανση του περιβάλλοντος.

Για όλους αυτούς τους λόγους χρειάζεται μια διαφορετική αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος με τη χρησιμοποίηση νέων τεχνολογιών. Πραγματικά η λύση μπορεί να δοθεί με τη κατασκευή πολλών μικρών ηλεκτροπαραγωγών σταθμών σε περιοχές που γειτονεύουν με το ηλεκτρικό δίκτυο διανομής. Οι σταθμοί αυτοί μπορούν να λειτουργήσουν με εκείνες τις εναλλακτικές πηγές ενέργειας που υπάρχουν σε μεγάλο βαθμό στη χώρα .



Για την Ελλάδα και την Κύπρο η ηλιακή ενέργεια παρέχει απεριόριστες δυνατότητες. Ο εναλλακτικός τρόπος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη μέθοδο των φωτοβολταϊκών στοιχείων μπορεί να δώσει μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Τα ποσά αυτά είναι αρκετά για να αντικαταστήσουν εκείνα που δίνει ένας θερμοηλεκτρικός σταθμός καθιστώντας τον αχρείαστο ή περιορίζοντας κατά πολύ την λειτουργία του. Αυτό μπορεί να γίνει με την κατασκευή διαφόρων μικρών ηλεκτροπαραγωγών σταθμών ή ακόμη και τη σύγχρονη εγκατάσταση ανεξάρτητων αυτοτελών Φ/β συστημάτων σε διάφορες κτιριακές εγκαταστάσεις και οικιακές μονάδες .

Ένα τέτοιο Φ/β σύστημα αποτελείται βασικά από τα Φ/β στοιχεία, τη συσκευή μετατροπής της τάσης που δίδουν τα Φ/β στοιχεία, και την συσκευή αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας για να υπάρχει δυνατότητα συνεχούς κατανάλωσης .

Τα Φ/β στοιχεία κατασκευάζονται από διάφορα υλικά όπως είναι το δεύτερο στη σειρά διαδεδομένο στοιχείο Πυρίτιο, το στοιχείο Γερμάνιο, οι χημικές ενώσεις Αρσενιούχο Γάλλιο, Φωσφορούχο Γάλλιο, Φωσφορούχο , Ίνδιο και πολλά άλλα υλικά. Σε αυτά ενσωματώνονται τεχνητά, ίχνη διαφόρων άλλων στοιχείων (προσμίξεις) και έτσι αποκτούν την ιδιότητα να εμφανίζουν τάση στα άκρα τους όταν φωτίζονται. Η τάση αυτή που στην περίπτωση του Φ/β στοιχείου είναι της τάξης των 0,5 Volts, μπορεί να τροφοδοτήσει με ηλεκτρικό ρεύμα ένα καταναλωτή.

Επειδή οι διάφοροι καταναλωτές είναι να λειτουργούν με ορισμένη συνεχή ή εναλλασσόμενη τάση, είναι ανάγκη η συνεχής τάση των Φ/β στοιχείων να μετατραπεί στην κατάλληλη τάση λειτουργίας των καταναλωτών .

Το Φ/β σύστημα θα πρέπει να παρέχει επαρκή ηλεκτρική ενέργεια και στις περιόδους που δεν υπάρχει ηλιοφάνεια (νυκτερινές ώρες, συννεφιασμένες μέρες). Αυτό επιτυγχάνεται με τη συσκευή αποθήκευσης που αποτελείται από συσσωρευτές (μπαταρίες) πολύ καλής κατασκευής, ικανούς να αποθηκεύσουν το περίσσειμα της παραγόμενης από τα Φ/β στοιχεία ηλεκτρικής ενέργειας για να χρησιμοποιηθεί όταν η ζήτηση είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή .

Ένα Φ/β σύστημα μπορεί να είναι μικρό ώστε να ανάψει μόνο μια λάμπα ή να τροφοδοτήσει με ρεύμα την εγκατάσταση ενός σπιτιού ή συγκροτήματος κτιρίων. Είναι δυνατό όμως το σύστημα να είναι πιο μεγάλο ώστε να τροφοδοτεί ένα χωριό ή μια κοινότητα .

Τα Φ/β συστήματα μπορούν να λειτουργήσουν με δύο τρόπους. Με τον πρώτο τρόπο, το σύστημα λειτουργεί σαν ανεξάρτητο και αυτοτελές και τροφοδοτεί με ρεύμα που παράγει το οικοδόμημα ή σύμπλεγμα κτιρίων για το οποίο κατασκευάστηκε. Στην περίπτωση αυτή είναι απαραίτητη και η συσκευή αποθήκευσης των περισσευμάτων της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.



Με το δεύτερο τρόπο το σύστημα όπως είναι συνδεδεμένο με ένα σπίτι ή το συγκρότημα κτιρίων, συνδέεται συγχρόνως και με το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο διανομής. Με τον τρόπο αυτό, όταν το σύστημα παράγει περισσεύματα ηλεκτρικής ενέργειας αυτά διοχετεύονται σε άλλα κτιριακά συγκροτήματα που είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο. Στην περίπτωση αυτή που το σύστημα δεν παράγει την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται το συγκρότημα των κτιρίων , συμπληρώνει με ενέργεια που αντλεί από το δίκτυο.

Ένα μεγάλο Φ/β σύστημα μπορεί να κατασκευαστεί σε κάποια περιοχή κοντά στο δίκτυο και να συνδεθεί μόνο με αυτό, ώστε με την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει να το ενισχύει και έμμεσα να τροφοδοτεί κτιριακά συγκροτήματα. Είναι φανερό ότι ένα τέτοιο σύστημα αποτελεί στην ουσία ένα μικρό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής που λειτουργεί με ηλιακή ενέργεια.

Πολλοί τέτοιοι σταθμοί είναι δυνατόν να κατασκευαστούν σε άγονες υπαίθριες περιοχές κατά μήκος του δικτύου και να συνδεθούν με αυτό. Έτσι, με τη συνολική ενέργεια που θα παράγουν, θα μπορούν να αντικαταστήσουν ένα μεγάλο θερμοηλεκτρικό σταθμό πετρελαίου ή κάρβουνου.

Οι ηλιακοί σταθμοί Φ/β στοιχείων έχουν πολλά πλεονεκτήματα έναντι των συμβατικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Αυτά έχουν αποδειχθεί στην πράξη με την πείρα που αποκτήθηκε από την λειτουργία των σταθμών που κατασκευάστηκαν μέχρι σήμερα .

Το σπουδαιότερο πλεονέκτημά τους είναι ότι δεν προκαλούν ρύπανση στο περιβάλλον και δεν δημιουργούν απόβλητα. Επίσης δεν έχουν κινητά μέρη ώστε να προκαλούνται φθορές από την τριβή απώλειες ενέργειας σε θερμότητα αλλά και θόρυβο. Η λειτουργία τους είναι σίγουρη και συνεχής διότι είναι βασισμένη στην τεχνολογία της στερεάς κατάστασης της ύλης που έχει οδηγήσει στην κατασκευή πολλών άλλων ηλεκτρονικών συσκευών.

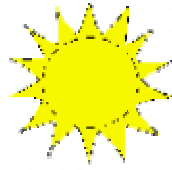
Δεν χρειάζονται τη συνεχή επιδιόρθωση και φροντίδα όπως γίνεται στους άλλους σταθμούς και έτσι τα έξοδα λειτουργίας είναι μηδαμινά διότι χρησιμοποιούν

σαν καύσιμο την αιώνια και χωρίς κόστος ηλιακή ακτινοβολία. με τα νέα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους τα τελευταία χρόνια, η διάρκεια ζωής των Φ/β σταθμών είναι πρακτικά απεριόριστη (γύρω στα 30 χρόνια).

Ο χρόνος που χρειάζεται να κατασκευαστεί ένας τέτοιος σταθμός είναι μόνο μερικοί μήνες και όχι μερικά χρόνια που απαιτούνται για την ανέγερση ενός θερμοηλεκτρικού σταθμού.

Γενικά η τεχνολογία της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/β στοιχεία είναι βασισμένη σε συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί μελετώντας τη φύση του φωτός και τη δομή της ύλης.

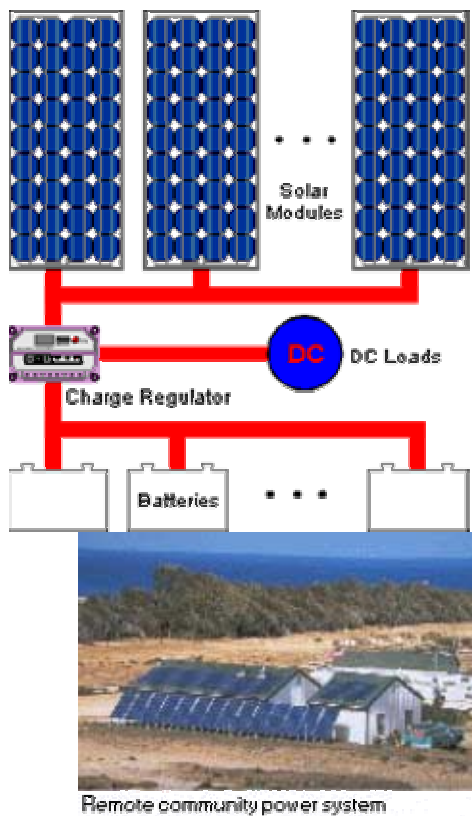
Ηλιακή Ενέργεια και ηλιακά συστήματα



Είναι η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο και αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τη θερμική και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου με χρήση μηχανικών μέσων για τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή της.

Ενας τομέας που αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια, είναι ο Τομέας Προώθησης των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις για θέρμανση και κλιματισμό. Το ΚΑΠΕ παρέχει την απαιτούμενη τεχνική βοήθεια και τεχνολογία, μελετά τη σκοπιμότητα και το όφελος της εγκατάστασης και πραγματοποιεί έρευνα με πολλές εφαρμογές.

Η Ελλάδα, χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια, προσφέρεται για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η μέση ημερήσια ενέργεια που δίνεται από τον ήλιο στην Ελλάδα είναι 4,6 KWh/m². Η επιφάνεια των εγκαταστημένων συλλεκτών στη χώρα μας ανέρχεται περίπου σε 2.000.000 m². Η τιμή αυτή αποτελεί ποσοστό 50% περίπου, της επιφάνειας συλλεκτών εγκατεστημένων σε ολόκληρη την Ευρώπη. Οι συλλέκτες αυτοί, κύρια αφορούν σε μικρά οικιακά συστήματα.



Η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τόσο σε απομακρυσμένες όσο και σε κατοικημένες περιοχές, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον, κάνει ελκυστική τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από :

- το Φ/Β πλαίσιο (είδος ηλιακού συλλέκτη)
- το σύστημα αποθήκευσης της ενέργειας (μπαταρίες)
- τα ηλεκτρονικά συστήματα που ελέγχουν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει η Φ/Β συστοιχία.

Μία τυπική συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όταν τα Φ/Β πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία τότε αυτά μετατρέπουν ένα 10% περίπου της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Επιπλέον, η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται αθόρυβα, αξιόπιστα και δίχως καμιά επιβάρυνση για το περιβάλλον.



Τα Φ/Β πλαίσια αποτελούνται από κατάλληλα επεξεργασμένους δίσκους πυριτίου (ηλιακά στοιχεία = solar cells) που βρίσκονται ερμητικά σφραγισμένοι μέσα σε πλαστική ύλη για να προστατεύονται από τις καιρικές συνθήκες (π.χ. υγρασία). Η μπροστινή όψη του πλαισίου προστατεύεται από ανθεκτικό γυαλί. Η κατασκευή αυτή, που δεν ξεπερνά σε πάχος τα 4 με 5 χιλιοστά του μέτρου, τοποθετείται συνήθως σε πλαίσιο αλουμινίου, όπως στους υαλοπίνακες των κτιρίων. Τα εσωτερικά είναι διασυνδεδεμένα εν σειρά και παράλληλα ανάλογα με την εφαρμογή.

Στις περισσότερες εφαρμογές στο δικό μας παράλληλο, πολλά πλεονεκτήματα παρέχει το σταθερό μοντάρισμα των Φ/Β, με κατεύθυνση προς το νότο και φυσικά με την προϋπόθεση ότι η προσαρμογή γίνεται κάτω από την κατάλληλη γωνία ροπής. Τα πλεονεκτήματα είναι τα εξής:

- Εύκολο και ολιγοδάπανο μοντάρισμα με το μικρότερο κόστος.
- Καλή μηχανική σταθερότητα της εγκατάστασης ακόμα και κάτω από ισχυρούς ανέμους.
- Ποικιλία δυνατοτήτων για μια αισθητικά ικανοποιητική ενσωμάτωση στις υφιστάμενες κτιριακές δομές.

Από την άλλη πλευρά, η απόδοση των Φ/Β σε ενέργεια μπορεί να βελτιωθεί με την κατάλληλη κατεύθυνση τους προς τον ήλιο και μάλιστα παρατηρείται μεγαλύτερη βελτίωση όσο μεγαλύτερο είναι το εύρος της ευθείας ακτινοβολίας στο σύνολο της ακτινοβολίας.

Τεχνικά η συνεχής στροφή προς τον ήλιο απαιτεί μια σταθερή κατασκευή με κίνηση και ρύθμιση της κατεύθυνσης.

Αυτό βέβαια συνδέεται πάντα με μεγαλύτερο κόστος σε σχέση με το σταθερό μοντάρισμα, αλλά και με την κατανάλωση πρόσθετου ρεύματος. Η διεξαγωγή με δύο άξονες λειτουργεί με δύο προωστήρες, ώστε να προσαρμοστεί και η κατεύθυνση (δηλ. η περιστροφή γύρω από κάθετο άξονα) και η κλίση (ροπή γύρω από οριζόντιο άξονα) των Φ/Β στη θέση του ήλιου και να φέρει την καλύτερη δυνατή απόδοση.

Αντίθετα, στην μονοαξονική διεξαγωγή χρησιμοποιείται ένας κυρτός, πολικός (δηλ. κατευθυνόμενος προς το βορρά) άξονας με έναν μόνο προωστήρα. Αυτού του είδους η διεξαγωγή έχει μικρότερη απόδοση σε ενέργεια, σε σχέση με τη διεξαγωγή των δύο αξόνων.

Η ηλιακή ακτινοβολία πάνω στην ηλιακή γεννήτρια ενισχύεται, κατά κύριο λόγο και με έναν καθρέφτη, δηλαδή μέσω της συγκέντρωσης του ηλιακού φωτός. Βέβαια η χρήση ανακλαστήρων έχει νόημα μόνο στην κινούμενη εγκατάσταση. Η μορφή αυτή δεν μπόρεσε να επικρατήσει στην χώρα μας γιατί:

- Η συγκέντρωση του ηλιακού φωτός αξίζει μόνο υπό συνθήκες κινούμενου μονταρίσματος και υψηλού μέρους ευθείας ακτινοβολίας.
- Οι φωτοκυψέλες θερμαίνονται έντονα μέσω της συγκέντρωσης της ακτινοβολίας, έτσι ώστε όταν ο βαθμός συγκέντρωσης είναι μεγαλύτερος του 2, χωρίς ενεργή ψύξη σε κυψέλες από Silicon, προξενούνται ζημιές στις κυψέλες.
- Η παραγωγή καθρεφτών είναι φθηνότερη από ό,τι η παραγωγή Φ/Β, αλλά δε φέρνουν τόσο μεγάλη πρόσθετη απόδοση. Επίσης, εκτός αυτού, απαιτούν πολύ χώρο στο μοντάρισμα όταν είναι σε κινούμενη εγκατάσταση.

Στο δικό μας παράλληλο, θα ενισχυόταν ακόμη περισσότερο το μειονέκτημα του κινούμενου μονταρίσματος. Όταν η ύπαρξη ευθείας (άμεσης) ακτινοβολίας είναι μεγάλη, δηλ. κυρίως το καλοκαίρι, παράγεται πολύ ρεύμα, ενώ όταν είναι χαμηλή η ακτινοβολία με μεγάλο ποσοστό σε διάχυτη ακτινοβολία το χειμώνα, δεν επιτυγχάνεται η πρόσθετη απόδοση.

Η ενσωμάτωση των Φ/Β πλαισίων στα κτίρια μπορεί να έχει πολλαπλά οφέλη. Εκτός από την παραγωγή ηλεκτρισμού τα Φ/Β πλαίσια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως δομικά στοιχεία για την κάλυψη της οροφής, για την επένδυση της πρόσοψης ή και ως σκίαστρα. Το νέο αυτό στοιχείο στην αρχιτεκτονική, θα μπορούσε να οδηγήσει σε πρωτότυπες λύσεις για την εμφάνιση των κτιρίων.

Για την κατάλληλη τοποθέτηση ενός ηλιακού συστήματος, υπολογίζεται πρώτα το μέγεθος της

γεννήτριας ρεύματος, ανάλογα με την υφιστάμενη ανάγκη για ενέργεια σε κάθε περίπτωση. Το ηλιακό σύστημα θα πρέπει να προμηθεύει ενέργεια σε επαρκή ποσότητα, ώστε να καλύπτει το ρεύμα που καταναλώνουν στη διάρκεια της ημέρας λάμπες, συσκευές, καθώς επίσης και την ενέργεια που καταναλώνει η ίδια η εγκατάσταση.

Παθητικά ηλιακά συστήματα:

Με τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων μπορούμε να πετύχουμε παραγωγή ζεστού νερού:



- Σε βιομηχανίες που απαιτούν ζεστό νερό κατά τη διάρκεια της παραγωγικής τους διαδικασίας, όπως σαπωνοποιεία, βυρσοδεψεία, παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων, βαφεία, ζυθοποιεία κ.λ.π.
- Σε θερμοκήπια για θέρμανση χώρου και εδάφους.
- Σε μεγάλα κτίρια ιδιωτικά και δημόσια, όπως νοσοκομεία, πολυκατοικίες, κ.λ.π.



Ενώ το δυναμικό των παθητικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης είναι πολύ μεγάλο, οι εφαρμογές στην Ελλάδα είναι πολύ λίγες. Μέχρι σήμερα αριθμούν λίγο παραπάνω από 250. Το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελείται από ιδιωτικά κτίρια του οικιακού τομέα ενώ σε δεύτερη βαθμίδα μεγέθους ακολουθούν τα εκπαιδευτικά κτίρια. Οι υπόλοιπες εφαρμογές καλύπτουν άλλες χρήσεις. Τα περισσότερα κτίρια έχουν κτισθεί στη Ζώνη Α (όπως ορίζεται από τον ισχύοντα Κανονισμό Θερμομόνωσης) και το μεγαλύτερο ποσοστό τους στην Κρήτη. Τα υπόλοιπα εντοπίζονται στη Μακεδονία και κυριότερα στη Θεσσαλονίκη και τα περίχωρά της και στην Αττική.

Τα συστήματα που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι στο μεγαλύτερο ποσοστό τους πολύ απλά. Δεν έχουν χρησιμοποιηθεί υλικά ή δομικά στοιχεία προηγμένης τεχνολογίας ακόμη και σε κτίρια που έτυχαν χρηματοδότησης από τα επιδεικτικά προγράμματα της 17ης Γ.Δ. της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Οι βασικοί παράγοντες αναχαίτισης της εφαρμογής των είναι οι ακόλουθοι:

- Έλλειψη γνώσεων μεταξύ των αρχιτεκτόνων και των μηχανικών γενικότερα.
- Έλλειψη ενημέρωσης του κοινού.
- Έλλειψη βιομηχανοποιημένων προϊόντων απαραίτητων για την κατασκευή και ορθή λειτουργία των παθητικών συστημάτων καθώς και τυποποίησης των δομικών στοιχείων.
- Γενική τάση των ιδιωτών αλλά και του Δημοσίου στην τοποθέτηση όσο το δυνατόν μικρότερου αρχικού κεφαλαίου με συνέπεια το αυξημένο κόστος λειτουργίας των κτιρίων.

Η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα αποτελεί το 30% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης σε εθνικό επίπεδο. Υπάρχει δε, σοβαρή αυξητική τάση η οποία οφείλεται κατά κύριο λόγο στο μεγάλο ρυθμό εγκατάστασης κλιματιστικών συσκευών. Συγχρόνως πρέπει να σημειωθεί ότι ο κτιριακός τομέας συμμετέχει με 40% στην εκπομπή του CO₂ σε εθνικό επίπεδο. Συνεπώς μια πολιτική μείωσης του CO₂ από πλευράς πολιτείας έτσι ώστε να ακολουθήσει τις δεσμεύσεις της Συνδιάσκεψης του Ρίο, θα πρέπει να αντιμετωπίσει κατά κύριο λόγο τον κτιριακό τομέα. Μία τέτοια πολιτική δημιουργεί συνεπώς πολύ θετικές προϋποθέσεις για τη διεύρυνση της εφαρμογής τους.

Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα αριθμεί περίπου 3.500.000 κτίρια (στοιχεία 1988, Εθνική Στατιστική Υπηρεσία). Από αυτά μόλις το 3% οικοδομήθηκε μετά το 1981 που ίσχυε ο Κανονισμός Θερμομόνωσης. Από τα στοιχεία αυτά συνεπάγεται αφ' ενός ότι υπάρχει μεγάλη δυνατότητα μείωσης της καταναλισκόμενης ενέργειας σε θέρμανση και ψύξη και αφ' ετέρου συνάγεται ότι ο ρυθμός

επιβεβλημένης αντικατάστασης ή ανακαίνισης του κτιριακού αποθέματος αυξάνεται.

Έχετε βρεθεί ποτέ μέσα σε αυτοκίνητο που έχει αφεθεί κλειστό μια ηλιόλουστη μέρα; Παρατηρήσατε πόσο ζέστη έκανε εκεί μέσα; Αυτή η ζέστη είναι ένα απλό παράδειγμα της ηλιακής θέρμανσης. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον ήλιο για να θερμάνουμε και άλλα πράγματα, όπως το σπίτι μας. Πολλά σπίτια χρησιμοποιούν παθητικά ηλιακά συστήματα, τα οποία δεν απαιτούν αντλίες ανεμιστήρες ή άλλο μηχανολογικό εξοπλισμό για τη συσσώρευση και τη διάθεση των ηλιακής ενέργειας. Σε αντίθεση τα ενεργά ηλιακά συστήματα χρειάζονται πρόσθετα μηχανολογικά εξαρτήματα.

ΗΛΙΑΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ

Ο ήλιος μπορεί ακόμα να θερμάνει νερό. Τα περισσότερα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού αποτελούνται από δύο κύρια μέρη: τον ηλιακό συλλέκτη και τη δεξαμενή αποθήκευσης. Ο συλλέκτης θερμαίνει το νερό που στη συνέχεια ρέει στη δεξαμενή. Η δεξαμενή αποθήκευσης μπορεί αν είναι ένας τροποποιημένος θερμοσίφωνας, αλλά, ιδανικά, πρέπει αν είναι μια πιο μεγάλη καλά μονωμένη δεξαμενή. Το νερό παραμένει στη δεξαμενή μέχρις ότου χρειαστεί για κάτι π.χ. ένα ντους ή για να λειτουργήσει το πλυντήριο των πιάτων.

Ο συνήθης συλλέκτης ονομάζεται επίπεδος συλλέκτης και συνήθως τοποθετείται στην οροφή. Αυτός ο συλλέκτης είναι ένα ορθογώνιο κουτί με ένα διαπερατό κάλυμμα που βλέπει τον ήλιο. Μικροί σωλήνες βρίσκονται μέσα στο κουτί και μεταφέρουν το νερό ή κάποιο άλλο ρευστό, όπως αντιπηκτικό, για να θερμανθεί. Οι σωλήνες συναρμολογούνται πάνω σε μια μεταλλική απορροφητική πλάκα, το οποίο βάφεται μαύρο για να απορροφά την ηλιακή θερμότητα. Το πίσω μέρος και τα πλαϊνά του κουτιού μονώνονται, ώστε να συγκρατούν την θερμότητα. Η θερμότητα συσσωρεύεται στον συλλέκτη και όπως περνά το ρευστό μέσα στους σωλήνες το θερμαίνει.

Όπως και στους σχεδιασμούς ηλιακών κτιρίων, έτσι και τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού μπορούν να ενεργά ή παθητικά. Τα πιο συνηθισμένα συστήματα είναι ενεργά, πράγμα που σημαίνει ότι χρησιμοποιούν αντλίες για τη κίνηση του θερμού ρευστού από τον συλλέκτη στη δεξαμενή αποθήκευσης.

Ενώ το ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού λειτουργεί ικανοποιητικά, δεν θερμαίνει σωστά όταν ο ήλιος δεν λάμπει. Γι' αυτό το λόγο, τα σπίτια έχουν κι ένα συμβατικό σύστημα που χρησιμοποιεί ορυκτά καύσιμα.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας φυσικής κυκλοφορίας είναι η πιο διαδεδομένη στη χώρα μας συσκευή εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού. Η λειτουργία του βασίζεται στις κάτωθι βασικές αρχές :

1. ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αναφέρεται στη δέσμευση της προσπίπτουσας , στη γυάλινη επιφάνεια , ηλιακή ακτινοβολίας στο μεγαλύτερο ποσοστό και στη μετατροπή της στο εσωτερικό χώρο του συλλέκτη σε θερμική ακτινοβολία. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου στηρίζεται στη ιδιότητα που έχει το γυαλί να είναι αδια-

πέραστο στη θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα σώματα και που συνήθως έχει μήκος κύματος γύρω στα 10 μικρά.

2. ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΟΥ (Θερμοσιφωνική ροή)

Με βάση την αρχή του θερμοσιφώνου λειτουργεί ο ηλιακός θερμοσίφοντας δηλ. αυξάνοντας η θερμοκρασία στο συλλέκτη ζεστές μάζες νερού γίνονται ελαφρύτερες ανεβαίνουν προς τα επάνω λόγω της διαφοράς πυκνότητας ζεστού και κρύου νερού και αντίστοιχα κρύες μάζες νερού οδηγούνται προς την είσοδο του συλλέκτη. Έτσι έχουμε ένα σύστημα φυσικής κυκλοφορίας με τη δεξαμενή αποθήκευσης υψηλότερα από τη συλλεκτική επιφάνεια. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται συνήθως για οικιακή χρήση και είναι απλά σε κατασκευή. Σε αντίθεση με τα ηλιακά συστήματα βεβιασμένης κυκλοφορίας στα οποία η δεξαμενή αποθήκευσης βρίσκεται χαμηλότερα και είναι απαραίτητη η χρήση κυκλοφορητή και διαφορικού διακόπτη και χρησιμοποιούνται σε μεγάλες εγκαταστάσεις εκτός από παραγωγή ζεστού νερού αλλά και για θέρμανση χώρων. Στο σχ2. Φαίνεται η διάταξη ενός συστήματος εξαναγκασμένης κυκλοφορίας με διαφορικό διακόπτη.

3. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΥ ΔΙΑΚΟΠΤΗ

Στα συστήματα βεβιασμένης κυκλοφορίας είναι προφανής η ανάγκη ενός αυτοματισμού που θα θέτει σε λειτουργία ή θα θέτει εκτός λειτουργίας τον κυκλοφορητή ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες θερμοκρασίας και ακτινοβολίας. Ο διαφορικός διακόπτης δίνει εντολή στην αντλία να λειτουργήσει όταν η θερμοκρασία στην έξοδο από τους συλλέκτες είναι μερικούς βαθμούς υψηλότερη από τη θερμοκρασία μέσα στη δεξαμενή. Η θερμοκρασιακή διαφορά είναι ικανή ώστε ο κυκλοφορητής να τεθεί σε λειτουργία καλείται ΔT_{on} . ΔT_{off} καλείται η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των ιδίων σημείων ικανή να θέσει τον κυκλοφορητή εκτός. Η ΔT_{on} είναι μεγαλύτερη από την ΔT_{off} .

Ο κυκλοφορητής στην αρχή δεν λειτουργεί. Μετά την ανατολή του ήλιου η θερμοκρασία του συλλέκτη αυξάνει σύντομα πάνω από τη θερμοκρασία της δεξαμενής. Όταν η διαφορά θερμοκρασίας γίνει ΔT_{on} ο κυκλοφορητής αρχίζει να λειτουργεί. Επειδή το κρύο νερό των σωληνώσεων και της δεξαμενής αφαιρεί θερμότητα από τους συλλέκτες δημιουργείται μία πτώση θερμοκρασίας (Σημείο.2) Η ΔT όμως στο σημείο 2 είναι όμως μεγαλύτερη από την ΔT_{off} και έτσι ο κυκλοφορητής εξακολουθεί να λειτουργεί.

Το απόγευμα η θερμοκρασία του συλλέκτη αρχίζει να πέφτει έως ότου η ΔT γίνεται μικρότερη από την ΔT_{off} . Ο κυκλοφορητής σβήνει και η θερμοκρασία του συλλέκτη υψώνεται πάλι. Εφόσον όμως η ΔT_{on} έχει προκαθοριστεί αρκετά υψηλότερη από την ΔT_{off} ο κυκλοφορητής θα παραμείνει σβηστός. Με αυτό τον τρόπο προλαμβάνεται μία ασταθής λειτουργία του κυκλώματος και πολλά άχρηστα αναβοσβησθήματα του κυκλοφορητή που φθείρουν και το κυκλοφορητή και τον διαφορικό διακόπτη.

Όπως είναι φανερό υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της παροχής και των διαφορικών ΔT_{on} και ΔT_{off} . Για την παροχή ίση προς 50 Lt/hm^2 συνιστάται $\Delta T_{on} = 4 \text{ }^\circ\text{C}$ και $\Delta T_{off} = 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Οι διαφορικοί διακόπτες που υπάρχουν στο εμπόριο είτε έχουν προκαθορισμένα αυτά τα διαφορικά, είτε έχουν δυνατότητα ρύθμισης ανάλογα με τις συνθήκες.

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ο ήλιος είναι μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας και γι αυτό η εκμετάλλευσή του αποτελεί πρωταρχικό στόχο της παγκόσμιας ενεργειακής πολιτικής.

Αρχικά, η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή θερμικής ενέργειας (πχ. θερμοσίφωνες), αλλά τα τελευταία χρόνια δίνεται όλο και περισσότερη βαρύτητα σε εφαρμογές με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ήδη στη Βόρειο Ευρώπη, κυρίως στη Γερμανία, παρατηρείται αξιόλογη ανάπτυξη φωτοβολταϊκών πάρκων, η οποία προβλέπεται να ενταθεί τα επόμενα χρόνια. Στο πλαίσιο αυτό η Χ. ΡΟΚΑΣ ΑΒΕΕ προγραμματίζει τη σταδιακή ανάπτυξη της ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα, ακολουθώντας πάντα την τεχνολογική ανάπτυξη παγκοσμίως.

Το πρώτο Φωτοβολταϊκό Πάρκο από τη Χ. ΡΟΚΑΣ ΑΒΕΕ

Στην Ελλάδα, η Χ. ΡΟΚΑΣ ΑΒΕΕ είναι πρωτοπόρος και στον τομέα της ηλιακής ενέργειας, αφού δραστηριοποιήθηκε πρώτη στην Ελλάδα, όπως και στην Αιολική. Η θυγατρική εταιρεία του ομίλου ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΒΕΕ ενέταξε στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας (ΕΠΕ) την επένδυσή της σε Φωτοβολταϊκό Πάρκο ισχύος 171,6 KW στην Κρήτη. Το συνολικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται σε 434.000.000 δρχ. και θα χρηματοδοτηθεί κατά 70% από το ΕΠΕ.

Η εγκατάσταση του Φ/Π περατώθηκε πρόσφατα. Το εν λόγω Φ/Π είναι το πρώτο και μεγαλύτερο στη χώρα μας και θα αποτελέσει τον πιλότο για την ανάπτυξη επενδύσεων στην ηλιακή ενέργεια στην Ελλάδα.



Ηλιακή Ενέργεια

Η ενέργεια που παράγεται από την ακτινοβολία του ήλιου είτε σαν θερμότητα (θερμικά ηλιακά συστήματα) είτε σαν ηλεκτρικό ρεύμα (φωτοβολταϊκά συστήματα).

- Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ηλιακός θερμοσίφωνας)
- Παραγωγή ζεστού νερού για θέρμανση χώρων κατοικίας ή εργασίας, κολυμβητικών δεξαμενών, γεωργικών εγκαταστάσεων (θερμοκήπια, ξηραντήρια κλπ).
- Παραγωγή ζεστού νερού σε βιομηχανίες (εμφιαλωτήρια, βαφεία κλπ).
- Παραγωγή ρεύματος για την ηλεκτροδότηση σε απομονωμένα κτίρια ή εγκαταστάσεις σε περιοχές απομακρυσμένες από το δίκτυο της ΔΕΗ όπως εγκαταστάσεις αφαλάτωσης, άντλησης και καθαρισμού του νερού, συστημάτων τηλεπικοινωνιών κλπ.
- Ο σχεδιασμός των κτιρίων ακολουθώντας τις αρχές της **Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής** και η χρήση Παθητικών Υβριδικών και Ενεργητικών Ηλιακών Συστημάτων έχει σαν αποτέλεσμα την αναβάθμιση του αισθηματός άνεσης στο εσωτερικό των κτιρίων και την εξοικονόμηση ενέργειας για την θέρμανση, την ψύξη και τον φωτισμό τους.

Ηλιακοί σταθμοί

Η ηλιακή ενέργεια έχει δύο βασικά πλεονεκτήματα: Είναι ανεξάντλητη και δε μολύνει το περιβάλλον.

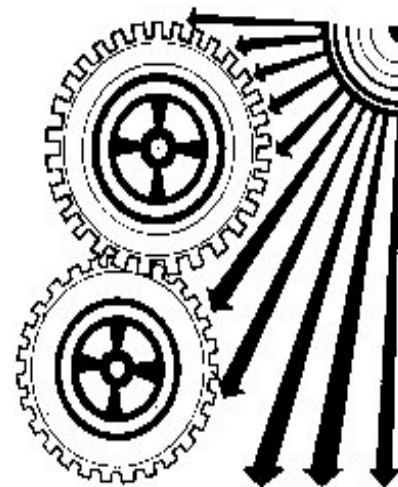
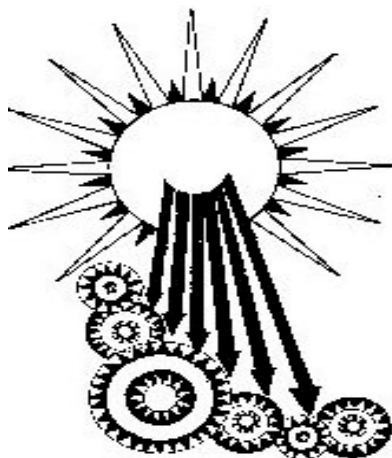
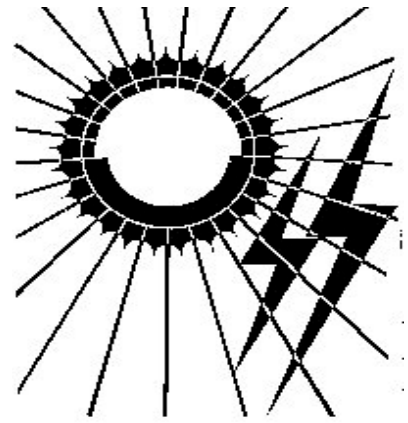
Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες εκμετάλλευσης της. Κατ' αρχήν υπάρχει το φωτοβολταϊκό στοιχείο. Αυτό είναι μια συσκευή, η οποία μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια απευθείας σε ηλεκτρικό ρεύμα. Όμως το ηλεκτρικό ρεύμα που μας δίνει, έχει χαμηλή τάση και δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθεί.

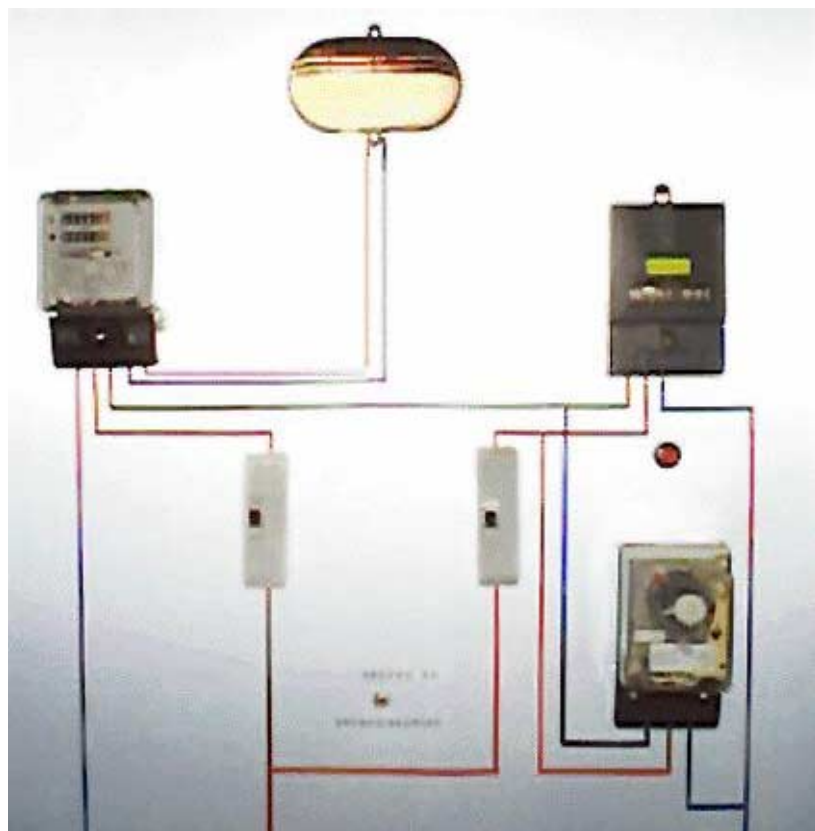
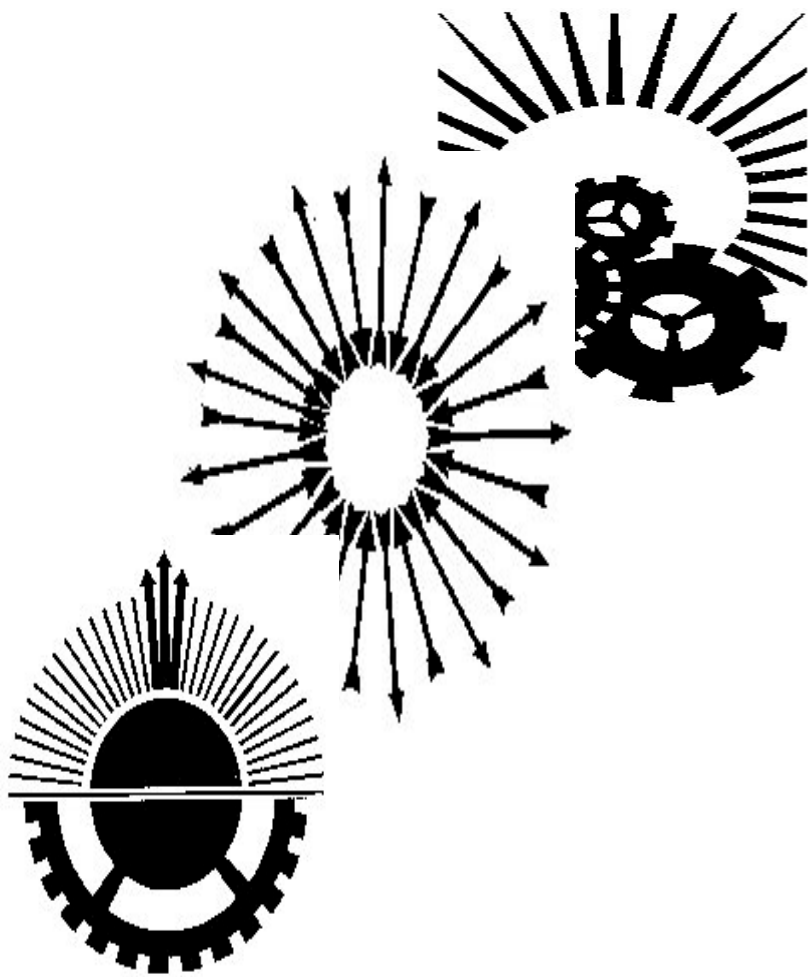
Έτσι η σύγχρονη τεχνολογία προσπάθησε να εκμεταλλευθεί τη θερμότητα που μας δίνει ο ήλιος για να παράγουμε ηλεκτρισμό.

Σήμερα υπάρχουν ορισμένοι σταθμοί, όπως αυτός της φωτογραφίας, στους οποίους έχουμε κάτοπτρα που στρέφονται συνεχώς προς τον ήλιο, ανακλούν τις ακτίνες του και τις εστιάζουν σε σωλήνες με λάδι ειδικού τύπου. Το λάδι υπερθερμαίνεται και βράζει ποσότητες νερού. Ο ατμός που παράγεται κινεί τις τουρμπίνες, οι οποίες με τη σειρά τους μεταδίδουν την κίνηση σε γεννήτριες, παράγοντας έτσι ηλεκτρικό ρεύμα.



**Ηλιακός σταθμός
Συγκρότημα ηλιακής ενέργειας στην έρημο Μοχάμπε των
Η.Π.Α. Παράγει ηλεκτρισμό με κάτοπτρα που ελέγχονται με
ηλεκτρονικό υπολογιστή.**







Photovoltaic (solar) panel on Tobi Island, Belau Islands, Pacific. These panels produce all the electricity used on Tobi Island.

(c) Noble, Jack/Greenpeace

**NO REPRODUCTION WITHOUT PERMISSION,
CREDITLINE COMPULSORY.**



Solar and wind farm. Rostock, Germany Accession
(c)Nimtsch, Bernhard/Greenpeace

NO REPRODUCTION WITHOUT PERMISSION,
CREDITLINE COMPULSORY.







Ηλιακή ενέργεια & Ηλιακά συστήματα

Είναι η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο και αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τη θερμική και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου με χρήση μηχανικών μέσων για τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή της.

Ένας τομέας που αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια, είναι ο τομέας προώθησης των παθητικών ηλιακών συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις για θέρμανση και κλιματισμό. Το ΚΑΠΕ παρέχει την απαιτούμενη τεχνική βοήθεια και τεχνολογία, μελετά τη σκοπιμότητα και το όφελος της εγκατάστασης και πραγματοποιεί έρευνα με **πολλές εφαρμογές.**

Η Ελλάδα, χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια προσφέρεται για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, η μέση ημερήσια ενέργεια που δίνεται από τον ήλιο στην Ελλάδα είναι 4,6 kWh/m. Η επιφάνεια των εγκαταστημένων συλλεκτών στη χώρα μας ανέρχεται περίπου σε 2.000.000 m. Η τιμή αυτή αποτελεί ποσοστό 50% περίπου, της επιφάνειας συλλεκτών εγκατεστημένων σε ολόκληρη την Ευρώπη. Οι συλλέκτες αυτοί, κύρια αφορούν σε μικρά οικιακά συστήματα.

Η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τόσο σε απομακρυσμένες όσο και σε κατοικημένες περιοχές, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον, κάνει ελκυστική τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από:

- 1.το Φ/Β πλαίσιο(είδος ηλιακού συλλέκτη)
- 2.το σύστημα αποθήκευσης της ενέργειας (μπαταρίες) και
- 3.τα ηλεκτρονικά συστήματα που ελέγχουν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει η Φ/β συστοιχία.

Μία τυπική συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όταν τα Φ/Β πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία τότε αυτά μετατρέπουν ένα 10% περίπου της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Επιπλέον, η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται αθόρυβα, αξιοπιστία και δίχως καμία επιβάρυνση για το περιβάλλον.

Τα Φ/Β πλαίσια αποτελούνται από κατάλληλα επεξεργασμένους δίσκους πυριτίου (ηλιακά στοιχεία= solar cells) που βρίσκονται ερμητικά σφραγισμένοι μέσα σε πλαστική ύλη για να προστατεύονται από τις καιρικές συνθήκες (π.χ. υγρασία). Η μπροστινή όψη του πλαισίου προστατεύεται από ανθεκτικό γυαλί. Η κατασκευή αυτή, που δεν ξεπερνά σε πάχος τα 4 με 5 χιλιοστά του μέτρου, τοποθετείται συνήθως σε πλαίσιο αλουμινίου, όπως στους υαλοπίνακες των κτιρίων. Τα εσωτερικά είναι διασυνδεδεμένα εν σειρά και παράλληλα με την εφαρμογή.

Στις περισσότερες εφαρμογές στο δικό μας παράλληλο, πολλά πλεονεκτήματα παρέχει το σταθερό μοντάρισμα των Φ/Β, με κατεύθυνση προς το νότο και φυσικά με την προϋπόθεση ότι η προσαρμογή γίνεται κάτω από την κατάλληλη γωνία ροής. Τα πλεονεκτήματα είναι τα εξής:

- Εύκολο και ολιγοδάπανο μοντάρισμα με το μικρότερο κόστος.
- Καλή μηχανική σταθερότητα της εγκατάστασης ακόμα και κάτω από ισχυρούς ανέμους.
- Ποικιλία δυνατοτήτων για μια αισθητικά ικανοποιητική ενσωμάτωση στις υφιστάμενες κτιριακές δομές.

Από την άλλη πλευρά, η απόδοση των Φ/Β σε ενέργεια μπορεί να βελτιωθεί με την κατάλληλη κατεύθυνση τους προς τον ήλιο και μάλιστα παρατηρείται μεγαλύτερη βελτίωση όσο μεγαλύτερο είναι το εύρος της ευθείας ακτινοβολίας στο σύνολο της ακτινοβολίας.

Τεχνικά η συνεχής στροφή προς τον ήλιο απαιτεί μια σταθερή κατασκευή με κίνηση και ρύθμιση της κατεύθυνσης.

Αυτό βέβαια συνδέεται πάντα με μεγαλύτερο κόστος σε σχέση με το σταθερό μοντάρισμα, αλλά και με την κατανάλωση πρόσθετου ρεύματος. Η διεξαγωγή με δύο άξονες λειτουργεί με δύο προωστήρες, ώστε να προσαρμοστεί και η κατεύθυνση (δηλ. η περιστροφή γύρω από κάθετο άξονα) και η κλίση (ροπή γύρω από οριζόντιο άξονα) των Φ/Β στη θέση του ήλιου και να φέρει την καλύτερη δυνατή απόδοση.

Αντίθετα, στην μονοαξονική διεξαγωγή χρησιμοποιείται ένας κυρτός, πολικός (δηλ. κατευθυνόμενος προς το βορρά) άξονας με έναν μόνο προωστήρα. Αυτού του είδους η διεξαγωγή έχει μικρότερη απόδοση σε ενέργεια, σε σχέση με τη διεξαγωγή των δύο αξόνων.

Η ηλιακή ακτινοβολία πάνω στην ηλιακή γεννήτρια ενισχύεται, κατά κύριο λόγο και με έναν καθρέφτη, δηλαδή μέσω της συγκέντρωσης του ηλιακού φωτός. Βέβαια η χρήση ανακλαστήρων έχει νόημα μόνο στην κινούμενη εγκατάσταση. Η μορφή αυτή δεν μπόρεσε να επικρατήσει στην χώρα μας γιατί:

- Η συγκέντρωση του ηλιακού φωτός αξίζει μόνο υπό συνθήκες κινούμενου μονταρίσματος και υψηλού μέρους ευθείας ακτινοβολίας.
- Οι φωτοκυψέλες θερμαίνονται έντονα μέσω της συγκέντρωσης της ακτινοβολίας, έτσι ώστε όταν ο βαθμός συγκέντρωσης είναι μεγαλύτερος του 2, χωρίς ενεργή ψύξη σε κυψέλες από silicium, προξενούνται ζημιές στις κυψέλες.
- Η παραγωγή καθρεφτών είναι φθηνότερη από ό,τι η παραγωγή Φ/Β, αλλά δε φέρνουν τόσο μεγάλη πρόσθετη απόδοση. Επίσης, εκτός αυτού, απαιτούν πολύ χώρο στο μοντάρισμα όταν είναι σε κινούμενη εγκατάσταση.

Στο δικό μας παράλληλο, θα ενισχυόταν ακόμη περισσότερο το μειονέκτημα του κινούμενου μονταρίσματος. Όταν η ύπαρξη ευθείας (άμεσης) ακτινοβολίας είναι μεγάλη, δηλ. κυρίως το καλοκαίρι παράγεται πολύ ρεύμα, ενώ όταν είναι χαμηλή η ακτινοβολία με μεγάλο ποσοστό σε διάχυτη ακτινοβολία το χειμώνα, δεν επιτυγχάνεται η πρόσθετη απόδοση.

Η ενσωμάτωση των Φ/Β πλαισίων στα κτίρια μπορεί να έχει πολλαπλά οφέλη. Εκτός από την παραγωγή ηλεκτρισμού τα Φ/Β πλαίσια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως δομικά στοιχεία για την κάλυψη της οροφής, για την επένδυση της πρόσοψης ή και ως σκίαστρα. Το νέο αυτό στοιχείο στην αρχιτεκτονική, θα μπορούσε να οδηγήσει σε πρωτότυπες λύσεις για την εμφάνιση των κτιρίων.

Για την κατάλληλη τοποθέτηση ενός ηλιακού συστήματος, υπολογίζεται πρώτα το μέγεθος της γεννήτριας ρεύματος, ανάλογα με την υφιστάμενη ανάγκη για ενέργεια σε κάθε περίπτωση. Το ηλιακό σύστημα θα πρέπει να προμηθεύει ενέργεια σε επαρκή ποσότητα, ώστε να καλύπτει το ρεύμα που καταναλώνουν στη διάρκεια της ημέρας λάμπες, συσκευές, καθώς επίσης και την ενέργεια που καταναλώνει η ίδια η εγκατάσταση.

Ηλιακή Ενέργεια

Η ενέργεια που παράγεται από την ακτινοβολία του ήλιου είτε σαν θερμότητα (θερμικά ηλιακά συστήματα) είτε σαν ηλεκτρικό ρεύμα (φωτοβολταϊκά συστήματα).

- Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης(ηλιακός θερμοσίφωνας)
- Παραγωγή ζεστού νερού για θέρμανση χώρων κατοικίας ή εργασίας, κολυμβητικών δεξαμενών γεωργικών εγκαταστάσεων (θερμοκήπια, ξηραντήρια κλπ).
- Παραγωγή ζεστού νερού σε βιομηχανίες (εμφιαλωτήρια, βαφεία κλπ).
- Παραγωγή ρεύματος για την ηλεκτροδότηση σε απομονωμένα κτίρια ή εγκαταστάσεις σε περιοχές απομακρυσμένες από το δίκτυο της ΔΕΗ όπως εγκαταστάσεις αφαλάτωσης, άντλησης και καθαρισμού του νερού, συστημάτων τηλεπικοινωνιών κλπ.
- Ο σχεδιασμός των κτιρίων ακολουθώντας τις αρχές της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής και η χρήση Παθητικών Υβριδικών και Ενεργητικών Ηλιακών Συστημάτων έχει σαν αποτέλεσμα τη αναβάθμιση του αισθήματος άνεσης στο εσωτερικό των κτιρίων και την εξοικονόμηση ενέργειας για την θέρμανση, την ψύξη και τον φωτισμό τους.

Ηλιακή Ενέργεια και Ολυμπιακά Έργα

Η χρήση Ηλιακών Συστημάτων στα Ολυμπιακά Έργα δεν αφορά μόνο τις επιχειρήσεις του κλάδου αλλά είναι ένα λογικό αίτημα που στηρίζεται σε περιβαλλοντικούς και οικονομικούς λόγους.

Όπως υποστηρίζει ο κ. Παραδεισιάδης σε συνέντευξή του στο Business2005.gr, το αίτημα της ΕΒΗΕ στηρίζεται στους εξής λόγους:

1. Περιβαλλοντικοί λόγοι

Η χρήση της Ηλιακών Συστημάτων βοηθάει άμεσα στον περιορισμό των ρύπων χρησιμοποιώντας την Ηλιακή Ενέργεια, η οποία στη χώρα μας είναι σημαντικότερη. Σύμφωνα με υπολογισμούς, αν επιλεγεί η χρήση ηλιακής ενέργειας αντί φυσικού αερίου, το οποίο σημειωτέον είναι ένα από τα καθαρότερα συμβατικά καύσιμα, οι ρύποι που θα εξοικονομηθούν ετησίως από ένα μεγάλο έργο όπως πχ είναι το Ολυμπιακό Χωριό θα είναι οι εξής:

4700 τόνοι CO₂

108 kg CO

540 kg NO

5,4kg SO₂

Για αυτό το λόγο η χρήση των Ήπιων μορφών Ηλιακής Ενέργειας έχει διακηρυχθεί και από την ΑΘΗΝΑ 2004, τόσο στην Περιβαλλοντική της στρατηγική (www.business2005.gr/eC_Pageltem.asp?id=802) όσο και στις διάφορες ανακοινώσεις της βλέπε: (www.athens.olympic.org/gr/news/pdf2.html)

2. Οικονομικοί λόγοι

Σύμφωνα με τον πρόεδρο της ΕΒΗΕ, τα συστήματα Ηλιακής Ενέργειας (Ηλιακοί Θερμοσίφωνες) έχουν χρόνο απόσβεσης 4-5 χρόνια. Για αυτό το λόγο, η επένδυση σε Ηλιακά Συστήματα συμφέρει, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει μακροπρόθεσμα οικονομική λειτουργία προς όφελος των ενοίκων αλλά και της Εθνικής Οικονομίας η οποία δεν χρειάζεται να σπαταλά συνάλλαγμα για εισαγωγή συμβατικών καυσίμων.

Οι Ηλιακές Εγκαταστάσεις είναι απλές και ασφαλείς κατασκευές που γνωρίζουμε πολύ καλά. Μια από τις πλέον διαδεδομένες εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας στη χώρα μας είναι η θέρμανση νερού για οικιακή χρήση καθώς 800.000 νοικοκυριά έχουν εγκατεστημένους ηλιακούς θερμοσίφωνες. Επίσης μεγάλη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας επιτυγχάνεται στον τουριστικό τομέα με χιλιάδες ξενοδοχεία και ενοικιαζόμενα δωμάτια να χρησιμοποιούν ηλιακούς συλλέκτες για την θέρμανση του νερού. Συνολικά από τα 2.700.000 τ.μ. συλλεκτών που είναι εγκατεστημένα στην χώρα μας εξοικονομούνται 1.400.000 MWh τον χρόνο και μειώνονται δραστικά οι εκπομπές ρύπων (πχ κατά 1.700.000 τόνους CO₂/έτος). Αν δεν υπήρχαν τα ηλιακά συστήματα, θα έπρεπε μεταξύ άλλων να υπήρχε πρόσθετη εγκατεστημένη ισχύς του δικτύου ηλεκτροδότησης ύψους 1000 MW (το οποίο ισοδυναμεί με δύο μεγάλους σταθμούς της ΔΕΗ), ενώ είναι γνωστή η ανεπάρκεια του δικτύου για την κάλυψη των αιχμών τους καλοκαιρινούς μήνες όταν λειτουργούν και οι κλιματιστικές μονάδες.

3. Αναπτυξιακοί Λόγοι

Όπως δήλωσε πρόσφατα ο υπουργός Ανάπτυξης Ν. Χριστοδουλάκης : "Με τους Ολυμπιακούς Αγώνες θα δημιουργηθούν νέοι όροι για την προώθηση των Ελληνικών προϊόντων στο εξωτερικό". Αυτή η διαπίστωση κατά τον κ. Παραδεισιάδη θα πρέπει να συνοδεύεται και από την ανάλογη βοήθεια. Η ελληνική βιομηχανία ηλιακών συστημάτων απασχολεί σήμερα περίπου 3700 εργαζόμενους και παράγει ετησίως 260.000 m² ηλιακών συλλεκτών, έχει δε ενεργό παρουσία τόσο στον Ελληνικό όσο και στον Διεθνή χώρο, όπου εξάγει το 40% της παραγωγής της. Ο κλάδος παραγωγής ηλιακών συστημάτων της χώρας μας θεωρείται από τους μεγαλύτερους, εάν όχι ο με-

γαλύτερος, στην Ευρώπη με σημαντικές εξαγωγικές επιδόσεις. Το κυριότερο πρόβλημα κατά τον κ. Παραδεισιάδη στην περίπτωση που δεν χρησιμοποιηθούν ηλιακά συστήματα δεν είναι τόσο αυτές καθ'αυτές οι πωλήσεις ηλιακών. Για παράδειγμα, αν χρησιμοποιηθούν Ηλιακοί Θερμοσίφωνες στο μεγαλύτερο Ολυμπιακό έργο όπως είναι το Ολυμπιακό Χωριό, ο πρόσθετος τζίρος δεν θα ξεπεράσει τα 625 εκατομμύρια δραχμές, ποσόν το οποίο αντιπροσωπεύει μόλις ένα 4% του συνολικού τζίρου της αγοράς Ηλιακών Θερμοσιφώνων. Ποιο όμως είναι το μήνυμα που θα δώσουμε στην Ελληνική αλλά και στις διεθνείς αγορές αν δεν χρησιμοποιήσουμε Ηλιακά Συστήματα στα έργα της Ολυμπιάδας;

Η ΕΒΗΕ (Ένωση Βιομηχανιών Ηλιακής Ενέργειας) (μέλη ΕΒΗΕ) ο επίσημος φορέας του κλάδου, έχει ξεκινήσει μια συστηματική προσπάθεια ενημέρωσης όλων των φορέων που εμπλέκονται με την κατασκευή των Ολυμπιακών εγκαταστάσεων αλλά και της κοινής γνώμης, ώστε να χρησιμοποιηθούν αξιόπιστα και βάσει των ισχυόντων διεθνών και ευρωπαϊκών προδιαγραφών ηλιακά συστήματα για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, την θέρμανση και τον κλιματισμό των χώρων.

ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΑΝΑ ΧΩΡΑ (1999)

Χώρα	Έκταση εγκαταστάσεων
	σε τμ
Γαλλία (κεντρική)	6.000
Βέλγιο	1.500
Μεγάλη Βρετανία	9.000
Ιταλία	24.000
Πορτογαλία	4.500
Ισπανία (μερίδιο Ανδαλουσίας)	33.000 (25.000)
Σουηδία	9.000
Φιλανδία	7.000
Ολλανδία	30.000
Δανία	14.000
Ελβετία	31.000
Γερμανία	420.000
Ελλάδα	160.000
ΑΑυστρία	141.000
ΣΥΝΟΛΟ	890.000

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Είναι η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο και αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τη θερμική και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου με χρήση μηχανικών μέσων για τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή της.

Η Ελλάδα, χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια, προσφέρεται για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η μέση ημερήσια ενέργεια που δίνεται από τον ήλιο στην Ελλάδα είναι $4,6 \text{ kWh/m}^2$. Η επιφάνεια των εγκαταστημένων συλλεκτών στη χώρα μας ανέρχεται περίπου σε $2.000.000 \text{ m}^2$. Η τιμή αυτή αποτελεί ποσοστό 50% περίπου, της επιφάνειας συλλεκτών εγκατεστημένων σε ολόκληρη την Ευρώπη. Οι συλλέκτες αυτοί, κύρια αφορούν σε μικρά οικιακά συστήματα.

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Πολύ πριν οι ειδικοί αντιληφθούν την πραγματική σύσταση του Ήλιου και ανακαλύψουν την πηγή της ενέργειάς του, όλοι σχεδόν οι λαοί της γης είχαν πιστέψει ότι η ζωή πάνω στη γη δίνεται από την ευεργετική του ακτινοβολία. Γι' αυτό και τον λάτρεψαν σαν θεό. Αυτή η διαίσθηση που είχαν οι πρωτόγονοι άνθρωποι αποδείχτηκε απόλυτα σωστή, γιατί, πραγματικά, από όλα τα ουράνια σώματα, μόνο ο ήλιος είναι εκείνος που για εκατομμύρια αιώνες δίνει το ρυθμό της ζωής πάνω στον πλανήτη μας. Η ηλιακή ενέργεια, που φτάνει στη γη με τις ακτίνες του Ηλίου, είναι τεράστια. Σύμφωνα με μετρήσεις που έγιναν, η «ηλιακή σταθερά» δηλαδή η ποσότητα ενέργειας που πέφτει πάνω σε ένα τετραγωνικό εκατοστόμετρο στη γήινη επιφάνεια που φωτίζεται κάθετα από τον Ήλιο μέσα σε ένα λεπτό της ώρας φτάνει τις 1,94 θερμίδες. Αυτό σημαίνει ότι η συνολική ποσότητα θερμότητας που στέλνει ο ήλιος στη γη αντιστοιχεί με την καύση μέσα σε ένα χρόνο ενός στρώματος από γαιάνθρακες με πάχος 25 εκατοστά που θα σκέπαζε ολόκληρη την επιφάνεια της γης. Ακόμα πρέπει να υπολογίσουμε και την ενέργεια που στέλνει με αυτό τον τρόπο ο ήλιος και σε όλους τους άλλους πλανήτες, στο ηλιακό μας σύστημα. Τέλος πρέπει να υπολογίσουμε και την τεράστια ποσότητα της ενέργειας σε ακτινοβολία που χάνεται στο αστρικό χάος. Αυτή η ενέργεια είναι δύο δισεκατομμύρια φορές περισσότερη από εκείνη που δέχεται η Γη. Αυτή η τεράστια θερμότητα παράγεται στο εσωτερικό του Ήλιου με μια σειρά από διαδοχικές αντιδράσεις, που έχει σαν τελευταίο στάδιο την μετατροπή του υδρογόνου στον Ήλιο μετατρέπονται σε 560 εκατομμύρια τόνους ηλίου. Τα υπόλοιπα 4 εκατομμύρια τόνοι μετατρέπονται σε ακτινοβολία. Έτσι, λοιπόν, ο Ήλιος γίνεται σε κάθε δευτερόλεπτο κατά 4.000.000 ελαφρότερος. Οι διαστάσεις του, όμως, και το βάρος του είναι τόσο κολοσσιαία, ώστε αυτό το χάσιμο του βάρους του, που συνεχίζεται για εκατομμύρια χρόνια, παραμένει ανεπαίσθητο. Για πολλούς αιώνες, το μυστικό της τεράστιας ενέργειας την οποία ακτινοβολεί ο ήλιος συνέχεια ήταν ένα από τα μεγαλύτερα αινίγματα της φύσης. Γύρω στα μέσα του περασμένου αιώνα, οι χημικοί είχαν υπολογίσει ότι αν η ίδια ενέργεια προερχόταν από χημική καύση τότε ο ήλιος θα έπρεπε από καιρό να είχε ξοδέψει τα καύσιμά του και να έχει σβήσει. Για παράδειγμα, αν ο ήλιος ήταν από καθαρό άνθρακα με τη δαπάνη που έχει σήμερα στην ενέργεια του, το απόθεμα του θα ήταν αρκετό μόνο να καίει για 6000 χρόνια. Ο γερμανός φυσικός Χέλμχοντς διατύπωσε τη σχετική θεωρία ότι η θερμότητα του ήλιου προερχόταν από μια συνεχόμενη πτώση πάνω του από μετεωρίτες. Γνωρίζουμε

ότι αν ένα σώμα χτυπά πάνω σε κάποιο άλλο αναπτύσσει θερμότητα. Η δύναμη που υπάρχει στο πεδίο βαρύτητας είναι τόσο μεγάλη ώστε ένα σώμα που προέρχεται από το άπειρο, όπως γίνεται με προσέγγιση για ένα μετεωρίτη, αναπτύσσει κατά το τελευταίο δευτερόλεπτο της πτώσης του ταχύτητα 628 χιλιομέτρων. Κάτω από αυτές τις συνθήκες κάθε υλικό, ακόμα και αυτό που έχει τη μεγαλύτερη αδράνεια, μεταβάλλεται κατά την πρόσκρουση του με τον ήλιο, ή ακόμα και από το πέρασμά του μέσα από την ατμόσφαιρα του ήλιου, σε πυρωμένο ατμό. Αυτή η θεωρία του Γερμανού σοφού είναι στη βάση της σωστής, αλλά η πτώση των μετεωριτών πάνω στον ήλιο, αν και φαίνεται πολύ πιθανή, δεν μπορεί να είναι η κύρια πηγή της θερμότητας του. Υπολογίστηκε ότι, για να παραχθεί η τεράστια ποσότητα της ακτινοβολίας που στέλνει ο ήλιος από τους μετεωρίτες που θα έπεφταν πάνω του θα μεγάλωνε τόσο γρήγορα το βάρος του, από το αντίστοιχο μεγάλο βάρος που έχουν οι μετεωρίτες, ώστε το πράγμα τούτο θα γινόταν αμέσως αντιληπτό από τους αστρονόμους, γιατί τότε θα συνέβαιναν ανωμαλίες στην κίνηση των πλανητών.

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

•Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση 6ου Ενιαίου Λυκείου Λάρισας.

1. Φωτοβολταϊκή Γεννήτρια AP-1106 της astropower.

2. Ρυθμιστή-Ελεγκτή εγκατάστασης με fuzzy-logic Γερμανικής τεχνολογίας..

3.Συστοιχία μπαταριών.

4.Κατανάλωση με τέσσερα κυκλώματα:

1)κύκλωμα τριών ηλεκτρονικών πινάκων ένδειξης (ώρα- ημερομηνία-θερμοκρασία με led) συναρμολόγηση της ομάδας των μαθητών του σχολείου.

2)τροφοδοσία Εργαστηρίου Φυσικής, Χημείας, όπου έχει εγκατασταθεί πίνακας συνεχούς τάσης 12 volt dc για εκτέλεση πειραμάτων.

3)Τροφοδοσία inverter (μετατροπέας τάσης από 12 volt dc σε 220 volt ac) ο οποίος στη συνέχεια τροφοδοτεί πίνακα κατανομής ισχύος ac

4)τροφοδοσία φωτιστικών σημείων 121volt dc μέσω διακόπτη.

•Φωτοβολταϊκή Γεννήτρια AP-1106 της astropower.

Η ηλιακή μονάδα AP-1106 έχει τοποθετηθεί στην πρόσοψη του κτιρίου στο σταθμό της στέγης και σε ύψος περίπου 12m με κλίση μεταβλητή ως προς τον ορίζοντα, ορατή από τους μαθητές του σχολείου κατά την διάρκεια των διαλειμμάτων

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ο ελεγκτής χρησιμοποιείται στο σύστημα ρν μαζί με μπαταρίες για διάφορες χρήσεις.

Ο ελεγκτής τάσης επιβλέπει την κατάσταση της φόρτισης της μπαταρίας, ελέγχει την διαδικασία φόρτισης καθώς και το άνοιγμα και κλείσιμο από τους χρήστες.

•ΣΥΣΤΟΙΧΙΑ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ

Έχουν τοποθετηθεί τέσσερις μπαταρίες παράλληλα συνδεδεμένες με χαρακτηριστικά 12v,28 ah 4:112 ah

είναι κλειστού τύπου gel (dryfit a 2000 sonnenscheina2122866).

Οι παραπάνω μπαταρίες, όταν είναι πλήρως φορτισμένες διαθέτουν ενέργεια 1344 wh ή 1,344 kwh.

Το βάθος εκφόρτισης των μπαταριών είναι θεωρητικό

(μπαταρίες gel) 70%, άρα η διαθέσιμη ενέργεια ,όταν δεν έχει

ήλιο (νυχτερινές ώρες συννεφιά) είναι 940,8

wh ή 0,94 kwh περίπου.

•ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ:

Έχουν κατασκευαστεί τέσσερα παράλληλα

κυκλώματα, στη γραμμή τους επίσης υπάρχουν 2 ψηφιακά όργανα, βολτόμετρο και αμπερόμετρο, για να γίνονται μετρήσεις.

1ο ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΡΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ ώρα/ ημερομηνία/ θερμοκρασία ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ (ώρα/ ημερομηνία/ θερμοκρασία με led) συναρμολόγηση της ομάδας των μαθητών του σχολείου

(από kit ηλεκτρικών).Οι ηλεκτρονικοί πίνακες είναι τοποθετημένοι στους 3 ορόφους του σχολείου και οι ενδείξεις τους παρέχουν πληροφορίες στους μαθητές μας (ώρα /ημερομηνία/ θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{C}$)

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Είναι η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο και αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τη θερμική και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου με χρήση μηχανικών μέσων για τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή της.

Ένας τομέας που αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια, είναι ο Τομέας Προώθησης των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις για θέρμανση και κλιματισμό. Το ΚΑΠΕ παρέχει την απαιτούμενη τεχνική βοήθεια και τεχνολογία, μελετά τη σκοπιμότητα και το όφελος της εγκατάστασης και πραγματοποιεί έρευνα με πολλές εφαρμογές.

Η Ελλάδα, χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια, προσφέρεται για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η μέση ημερήσια ενέργεια που δίνεται από τον ήλιο στην Ελλάδα είναι 4,6 kWh τετραγωνικά μέτρα. Η επιφάνεια των εγκαταστημένων συλλεκτών στη χώρα μας ανέρχεται περίπου σε 2.000.000 τετραγωνικά μέτρα. Η τιμή αυτή αποτελεί ποσοστό 50% περίπου, της επιφάνειας συλλεκτών εγκατεστημένων σε ολόκληρη την Ευρώπη. Οι συλλέκτες αυτοί, κύρια αφορούν σε μικρά οικιακά συστήματα.

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

•Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση 6ου Ενιαίου Λυκείου Λάρισας.

1. Φωτοβολταϊκή Γεννήτρια AP-1106 της astropower.
2. Ρυθμιστή-Ελεγκτή εγκατάστασης με fuzzy-logic Γερμανικής τεχνολογίας..
- 3.Συστοιχία μπαταριών.
- 4.Κατανάλωση με τέσσερα κυκλώματα:
 - 1)κύκλωμα τριών ηλεκτρονικών πινάκων ένδειξης (ώρα -ημερομηνία-θερμοκρασία με led) συναρμολόγηση της ομάδας των μαθητών του σχολείου.
 - 2)τροφοδοσία Εργαστηρίου Φυσικής, Χημείας, όπου έχει εγκατασταθεί πίνακας συνεχούς τάσης 12 volt dc για εκτέλεση πειραμάτων.
 - 3)Τροφοδοσία inverter (μετατροπείας τάσης από 12 volt dc σε 220 volt ac) ο οποίος στη συνέχεια τροφοδοτεί πίνακα κατανομής ισχύος ac
 - 4)τροφοδοσία φωτιστικών σημείων 121volt dc μέσω διακόπτη.

•Φωτοβολταϊκή Γεννήτρια AP-1106 της astropower.

Η ηλιακή μονάδα AP-1106 έχει τοποθετηθεί στην πρόσοψη του κτιρίου στο ορίζοντα, ορατή από τους μαθητές του σχολείου κατά την διάρκεια των διαλειμμάτων, αλλά και από τους επισκέπτες του σχολικού χώρου. Με στόχο να προκαλέσει συζητήσεις μεταξύ των μαθητών και των επισκεπτών του σχολικού χώρου και να προβληματίζει γύρω από το ζήτημα παραγωγής ενέργειας, στόχος που κατά γενική ομολογία έχει επιτευχθεί. Η AP-1106 χρησιμοποιεί μονοκρυσταλλικά ηλιακά κύτταρα 15,68cm υψηλής απόδοσης, τα μεγαλύτερα ηλιακά κύτταρα που είναι διαθέσιμα στο εμπόριο σήμερα.

- Ρυθμιστής-Ελεγκτής εγκατάστασης με fuzzy-logic.

- Γενικές λειτουργίες του ελεγκτή στο σύστημα pv.

Ηλιακή Ενέργεια

Έχουν επιτευχθεί πλήρως. Έγινε χειροπιαστά γνωστό στους μαθητές μας, αλλά και στους επισκέπτες του σχολείου, ότι από τον ήλιο μπορούμε να παράγουμε ηλεκτρική ενέργεια.

Στα πλαίσια ημερίδας για το περιβάλλον επισκέφτηκαν το σχολείο και ξεναγήθηκαν στο χώρο της εγκατάστασης πολλοί μαθητές από διάφορα σχολεία της Λάρισας.

Στο πίνακα ελέγχου της εγκατάστασης μπορούν οι μαθητές να διαπιστώσουν την εφαρμογή των νόμων της Φυσικής.

Οργάνωση ημερίδων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στο σχολείο μας για μαθητές άλλων σχολείων, με αντικείμενο την παραγωγή ενέργειας από τον ήλιο.

Μετρήσεις σε καθημερινή βάση των δεδομένων του σταθμού παραγωγής από τις ομάδες εργασίας, σε συνδυασμό με τις καιρικές συνθήκες και την κλίση του συλλέκτη ως προς τον ορίζοντα.

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Είναι η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο και αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τη θερμική και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου με χρήση μηχανικών μέσων για τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή της.

Ένας τομέας που αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια, είναι ο Τομέας Προώθησης των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις για θέρμανση και κλιματισμό. Το ΚΑΠΕ παρέχει την απαιτούμενη τεχνική βοήθεια και τεχνολογία, μελετά τη σκοπιμότητα και το όφελος της εγκατάστασης και πραγματοποιεί έρευνα με πολλές εφαρμογές.

Η Ελλάδα, χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια, προσφέρεται για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η μέση ημερήσια ενέργεια που δίνεται από τον

ήλιο στην Ελλάδα είναι 4,6 kWh τετραγωνικά μέτρα. Η επιφάνεια των εγκαταστημένων συλλεκτών στη χώρα μας ανέρχεται περίπου σε 2.000.000 τετραγωνικά μέτρα. Η τιμή αυτή αποτελεί ποσοστό 50% περίπου, της επιφάνειας συλλεκτών εγκατεστημένων σε ολόκληρη την Ευρώπη. Οι συλλέκτες αυτοί, κύρια αφορούν σε μικρά οικιακά συστήματα.

Η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τόσο σε απομακρυσμένες όσο και σε κατοικημένες περιοχές, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον, κάνει ελκυστική τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα.

ΤΟ ΦΩΣ ΚΑΙ ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

Ο Ήλιος είναι ένα αστέρι, όπως όλα τα αστέρια που λάμπουν στον ουρανό. Είναι το πιο κοντινό αστέρι στη Γη και μας στέλνει φως και θερμότητα. Είναι **330.000** φορές μεγαλύτερος από τη Γη! Οι επιστήμονες, με συνεχείς παρατηρήσεις, διαπίστωσαν ότι ο Ήλιος αποτελείται από στρώματα. Αυτά είναι τα εξής:

1). **Πυρήνας:** Είναι στο κέντρο. Αποτελεί τα **0,9** της μάζας του και η θερμοκρασία φτάνει στα **15** με **20** εκατομμύρια βαθμούς Κελσίου.

2). **Φωτόσφαιρα:** Έχει πάχος **400** χιλιόμετρα και περίπου **5.500** βαθμούς Κελσίου θερμοκρασία.

3). **Χρωμόσφαιρα:** Το πάχος της είναι **7000-15000** χιλιόμετρα.

4). **Στέμμα:** Δεν έχει σταθερό πάχος και η έκτασή του είναι μεγάλη. Μελετάται κατά την έκλειψη Ήλιου.

Κάθε σώμα που στέλνει δικό του φως, όπως ο Ήλιος, λέγεται αυτόφωτο. Αυτά που δεν έχουν δικό τους φως, αντανακλούν το φως που δέχονται από άλλα φωτεινά σώματα λέγονται ετερόφωτα.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η μέση απόσταση του Ήλιου από την Γη κατά τις νεώτερες μετρήσεις, ανέρχεται σε **149.600.000** χλμ ως έγγιστα.

Το μήκος αυτό αποτελεί την αστρονομική μονάδα, και χρησιμοποιείται ως βασική μονάδα για την μέτρηση των αστρονομικών αποστάσεων. Στην αρχαιότητα η απόσταση του Ήλιου δεν ήταν γνωστή. Κατά τον **Αρίσταρχο** τον **Σάμιο**, ο Ήλιος βρισκόταν περίπου εσφαλμένη απόσταση. Πολύ αργότερα όμως ο **Κέπλερ** διατύπωσε την άποψη ότι ο Ήλιος απέχει από την Γη περί τις **3488** γήινες ακτίνες. Αργότερα ο **Χάλλευ** πρότεινε για τον υπολογισμό τις αποστάσεως του Ηλίου τη χρησιμοποίηση των διαβάσεων τις **Αφροδίτης** επί του ηλιακού δίσκου. Αλλά επειδή η τελευταία διάβαση παρατηρήθηκε το έτος **1882** και η επόμενη θα γινόταν το **2004**, ο υπολογισμός έμεινε απραγματοποίητος. Ο **Νιουκόμπ**, βασιζόμενος στις διάφορες τιμές των παραλλάξεων, βρήκε, το **1900**, ως απόσταση τον αριθμό των **148.820.000** χλμ. Η απόσταση αυτή με τις παρατηρήσεις της διαβάσεως του αστεροειδούς << Έρως >> στις **28** Φεβρουαρίου **1901**, ανέβηκε στα **149.501.000** χλμ. Οι υπολογισμοί που έγιναν με βάση τα στοιχεία του τεχνικού δορυφόρου **Μάρινερ 2** (Δεκέμβριος **1962**) έδωσαν, ακριβέστερα, ότι η απόσταση ανέρχεται σε **23.439,2** φορές το μήκος της ακτίνα της Γης, δηλαδή **149.600.000** χλμ. κατά προσέγγιση. Για να αποκτήσουμε μια συγκριτική εικόνα των διαστάσεων του Ηλίου. Θέτουμε σε παρένθεση σε κάθε διάστασή του και ένα αριθμό, δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη διάσταση της Γης. Διάμετρος **1.394.000** χλμ.(**109**)" επιφάνεια **6060** δισεκατομμύρια τ.χλμ.(**11.811**)" όγκος **1,41.10** κ.μ. (**1.295.029**) ίσον προς το **500**πλασιο περίπου του όγκου όλων μαζί των πλανητών" μάζα **1,98.10** g (**332.000**)δηλαδή περίπου **750** φορές μεγαλύτερη από το άθροισμα της μάζας όλων των πλανητών" μέση πυκνότητας **1,41** g/cm (**0,256**). Δεν είναι βέβαιο αν ο Ήλιος έχει σφαιρικό σχήμα, πάντως όμως δεν παρουσιάζει πλάτυνση. Πιθανόν να παρουσιάζει μια ελαφρύ επιμήκυνση κατά τη διεύθυνση του πολικού άξονα του. Η επιτάχυνση στην επιφάνεια του Ήλιου ανέρχεται σε **2,74.10** cm/sec, δηλαδή ένα σώμα ζυγίζει **27,874** φορές περισσότερο από όσο θα ζύγιζε επί της Γης και πέφτοντας, κατά το πρώτο δευτερόλεπτο, διανύει απόσταση **136** μ. περίπου επί της Γης μόλις **4,90** μ. Η θερμοκρασία ακτινοβολίας της ορατής ηλιακής επιφάνειας είναι **5740** βαθμούς Κελσίου **2%** ανάλογος του ενδεκαετούς κύκλου. Το φως του Ήλιου για να φθάσει στη Γη χρειάζεται **8** λεπτά και **18** δευτερόλεπτα. Ο Ήλιος παρουσιάζει περιστροφική κίνηση περί τον πολικό άξονα του, μεγαλύτερη στον ισημερινό και μι-

κρότερη στους πόλους. Την κίνηση αυτή τη διαπίστωσε ο **Γαλιλαίος** το **1611**. Στα μέσα πλάτη της φωτόσφαιρα (ζώνη των κηλίδων) η αστρική περίοδος περιστροφής είναι **25,27** ημέρες. Στις σημερινές ζώνες, ο χρόνος περιστροφής είναι κατά **9** ώρες μικρότερος ενώ στις ζώνες με ηλιογραφικό πλάτος **70** μοίρες είναι περίπου **4** ημέρες επί πλέον. Η ερμηνεία αυτής της διαφορικής κινήσεως είναι δυσεξηγήτη και η κίνηση καθίσταται περισσότερο αισθητή όσο ανώτερη είναι σε εξεταζόμενα στρώματα σε σχέση με τη φωτόσφαιρα. Η περιστροφική κίνηση του Ηλίου γίνεται κατά την αυτή διεύθυνση των πλανητών ο άξονας περιστροφής του παρουσιάζει κλίση **83** μοίρες ως προς το επίπεδο της εκλειπτικής. Ο Ήλιος παρουσιάζει επίσης και μια κίνηση μεταθέσεως στον χώρο μαζί με ολόκληρη την πλανητική οικογένειά του, και κατευθύνεται προς ένα σημείο του αστερισμού του **Ηρακλέους** που λέγεται << **Άπηξ** >> με ταχύτητα **19,5** χιλιόμετρα κατά δευτερόλεπτο.

Εξ αιτίας των κινήσεων της Γης, ο Ήλιος παρουσιάζει καθημερινώς μια καθυστέρηση κατά **3** λεπτά και **56** δευτερόλεπτα σε σχέση με τον μεσημβρινό ενός απλανούς αστέρα. Αν η καθυστέρηση αυτή αθροιστή στο διάστημα ενός έτους, ανέρχεται σε μια ολόκληρη ημέρα, δηλαδή παρουσιάζει φαινομενικά κίνηση αντίθετη προς την κίνηση των απλανών αστέρων. Ο χρόνος που απαιτεί ο Ήλιος για να επανέλθει στο αυτό σημείο του ουρανού λέγεται αστρικό έτος.

Η Γη δέχεται μόλις το ένα δισεκατομμυριοστό της θερμότητας που ακτινοβολεί ο Ήλιος και όλοι οι πλανήτες μαζί το **1|229.000.000**. Η υπόλοιπη θερμότητα χάνεται στο διάστημα. παρ' όλη τη μηδαμινότητα των τιμών αυτών η ηλιακή θερμότητα, εκτός του ότι προκαλεί την εξάτμιση **600** δισεκατομμυρίων κυβ. μ. από τα γήινα ύδατα, τα οποία μεταπίπτουν σε αέριο κατάσταση, είναι και το αίτιο όλων των μετεωρολογικών φαινομένων που συμβαίνουν στον πλανήτη μας. η ακτινοβολία της ηλιακής επιφάνειας ελάχιστα μεταβάλλεται κατά τον κύκλο των κηλίδων. Κατά μέσο όρο ανέρχεται περίπου σε **1490** θερμίδες κατά κυβικό εκατοστόμετρο το δευτερόλεπτο, μας δίνει δηλαδή μια ακτινοβολία που φθάνει ως **9.10** θερμίδες|δ. Από αυτό προκύπτει ότι κάθε γραμμάριο ηλιακής ύλης ακτινοβολεί ετήσιος κατά μέσον όρο ενέργεια **60.000.000** erg. Επειδή η ακτινοβολία αυτή χρονολογείται τουλάχιστον αφ' ότου υφίσταται επί της Γης η φυσική ζωή έγινε προσπάθεια ν' αναλυθεί η πηγή από την οποία ο Ήλιος προσλαμβάνει τόση ενέργεια. Οι θεωρίες της καύσεως του **Μάγερ** και της συστολής του **Χέλμχολστ** δεν δικαιολογούν την τεράστια αυτή θερμική ποσότητα, παρά μόνο για μια μικρή και περιορισμένη χρονική περίοδο. Όσο σημαντικές κι αν είναι οι πηγές της ενέργειας που οφείλονται σε χημικές αντιδράσεις η ως ραδιοηλεκτρικά φαινόμενα, δικαιολογούν την ηλιακή θερμότητα μόνο για μια δεκάδα εκατομμυρίων ετών. Επειδή όμως υπολογίζεται ότι ο Ήλιος όμως υπολογίζεται ότι ο Ήλιος έχει ηλικία τουλάχιστον μερικών δισεκατομμυρίων ετών, θα έπρεπε να είχε κρυώσει πριν από αρκετό χρόνο. Πιο πιστευτή είναι η νεώτερη θεωρία, σύμφωνα με την οποία ο Ήλιος, όπως άλλωστε συμβαίνει με όλα τα αστέρια, αποκτά την ενέργεια του από τις πυρηνικές αντιδράσεις και ιδιαίτερα από τη μετατροπή του υδρογόνου σε ήλιο. Αν οι αντιδράσεις αυτές ανταποκρίνονται προς την πραγματικότητα ο Ήλιος θα μπορέσει να ακτινοβολεί φως και θερμότητα για άλλα **20** δισεκατομμύρια έτη, πριν αρχίσει να κρυώσει.

ΦΥΣΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

Ο Ήλιος είναι μια μάζα σε αέριο κατάσταση με υψηλή θερμοκρασία. Αποτελείται από τον πυρήνα και ένα περίβλημα ορατό. Οι υπολογισμοί, που αφορούν το κεντρικό τμήμα του πυρήνα, αν και βασίζονται σε διαφορετικές υποθέσεις κατέληξαν όλοι στις αυτές περίπου κατά προσέγγιση τιμές: θερμοκρασία **20.000.000** βαθμούς Κελσίου, πυκνότης μεταξύ **45-115** g/cm (= **28** περίπου φορές μεγαλύτερη από την πυκνότητα του ύδατος), πίεση **100** δισεκατομμύρια ατμόσφαιρες. Από αυτές τις εξαιρετικές υψηλές τιμές, τις οποίες δεν μπορεί να φθάσει η φαντασία μας, εξαρτάται

αν τα αέρια υλικά που βρίσκονται στο εσωτερικό του Ηλίου μπορούν να παραβληθούν με τις ιδιότητες των υγρών και ίσως και των στερεών σωμάτων.

Η φωτεινή επιφάνεια που περιβάλλει τον Ήλιο λέγεται φωτόσφαιρα και αποτελεί το βαθύτερο στρώμα που μπορεί να παρατηρηθεί με το τηλεσκόπιο. Πάνω από τη φωτόσφαιρα εκτείνεται η χρωμόσφαιρα, που χωρίζεται από τη φωτόσφαιρα με μια λεπτή στρώση που λέγεται << ανατρεπτική στιβάδα >>. στο εξωτερικό και σε σημαντική έκταση παρατηρείται το στέμμα, το οποίο καθίσταται ιδιαίτερα ορατό κατά τις ολικές ηλιακές εκλείψεις. Οι υποδιαιρέσεις αυτές, αν και παρουσιάζουν και ιδιαίτερες ιδιότητες, δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους η εσωτερική δράση του Ήλιου παράγει φαινόμενα ποικίλης φύσεως, προ παντός εκρηκτικής, που επηρεάζουν συχνά το σύνολό τους. Στην πραγματικότητα, οι τρεις ζώνες μπορούν να θεωρηθούν ότι αποτελούν την ηλιακή ατμόσφαιρα, πρέπει όμως να έχουμε υπ' όψη, ότι, επειδή ο Ήλιος θεωρείται ότι βρίσκεται σε αέριο κατάσταση, δεν υπάρχει μια συγκεκριμένη ζώνη μεταβάσεως ανάμεσα στη μάζα του Ήλιου και στην ατμόσφαιρα του. Η φωτόσφαιρα είναι η επιφάνεια, σχεδόν σφαιρική, που προσδιορίζει την ηλιακή σφαίρα όταν την παρατηρούμε μ' ένα οπτικό όργανο. Είναι η ζώνη που διαχωρίζει τα αδιαφανή εσωτερικά αέρια από τα διαφανή εξωτερικά. Εκπέμπει σχεδόν ολόκληρο το φως που δεχόμαστε από τον Ήλιο και σχηματίζει τον ηλιακό δίσκο όπως τον βλέπουμε. Αν και το φως της φαίνεται σταθερό, στην πραγματικότητα η φωτόσφαιρα έχει άνιση λαμπρότητα. Ελαττώνεται συνεχώς προς το χείλος (επισκόπιση προς τις παρυφές) και συνεχώς μεταβλητή στις κεντρικές περιοχές. Αυτό συμβαίνει εξ αιτίας της κοκκώδους υφής της, η οποία οφείλεται σε εφήμερους σχηματισμούς του τύπου << κόκκων ορύζης >> που βρίσκονται σε συνεχή αναταραχή, σαν ανερχόμενοι κίονες αέριων, επάνω στους οποίους παρατηρούνται συχνά οι σκοτεινές κηλίδες. Το πάχος της φωτόσφαιρας υπολογίζεται σε **2000-3000** χλμ. Η χημική της σύσταση είναι η συνήθης της κοσμικής ύλης η πρόκειται δηλαδή περί διάπυρων μεταλλικών νεφών σε εξαιρετικά υψηλή θερμοκρασία.

Τις κηλίδες, γνώστες από την αρχαιότητα, τις περιέγραψε ως ηλιακό φαινόμενο ο **Γαλιλαίος**, ο οποίος τις παρατήρησε πρώτος με τηλεσκόπιο το **1610**. Από την κίνησή τους έγινε δυνατή η μέτρηση της περιστροφικής κινήσεως του Ήλιου. Οι κηλίδες αποτελούν το σπουδαιότερο φαινόμενο της φωτόσφαιρας. Η μεγαλύτερη κηλίδα που παρατηρήθηκε είναι του **1958**. Είχε μήκος **230.000** χλμ. δηλαδή **18** περίπου φορές τη διάμετρο της Γης. Στα χείλη των κηλίδων, και συχνά σε αρκετή απόσταση και άσχετα προς αυτές, διαμορφώνονται διακλαδιζόμενοι σχηματισμοί που ονομάζονται πυρσοί, εξαιρετικά φωτεινοί που ανέρχονται σε ύψη ανώτερα από τα κοκκοειδή και καθίστανται καλύτερα ορατοί προς τα σκοτεινά χείλη του ηλιακού δίσκου. Οι αστρονόμοι θεωρούν ότι οι πυρσοί είναι ανυψωμένες περιοχές της φωτόσφαιρας αντίθετα προς τις κηλίδες που είναι χαμηλώματα στο αυτό στρώμα.

Η μετάβαση από τη φωτόσφαιρα προς τη χρωμόσφαιρα γίνεται δια μέσου ενός στρώματος που λέγεται << ανατρεπτική στιβάδα >> και αποτελεί το ενδιάμεσο διάστημα των ζωνών, που έχουν ιδιότητες και φαινόμενα διαφορετικά. Έχει πάχος περίπου **700** χλμ. και θερμοκρασία κατώτερη της φωτόσφαιρας, περί τους **5000** μοίρες C, πίεση **1|1000** μικρότερη της ατμόσφαιρας της Γης στην επιφάνεια της θάλασσας. Η αραιότητα αυξάνεται γοργά με το ύψος. Αν και είναι τόσο αραιή, αποτελεί ωστόσο το πυκνότερο μέρος της ηλιακής ατμόσφαιρας. Με τις ιδιότητες της, επέτρεψε να διαπιστωθεί στον Ήλιο η παρουσία υδρογόνου και μερικών άλλων στοιχείων που ήταν ήδη γνωστά επί της Γης (οξυγόνο, πυρίτιο κλπ.) σε μικρότερη όμως ποσότητα. Η στιβάδα αυτή έλαβε το όνομα από το ερυθρό της χρώμα. Είναι ένα αέρινο περιβάλλει την ανατρεπτική στιβάδα, δεν έχει ομοιόμορφο πάχος και δείχνει όψη φλογισμένου λιβαδιού. Αποτελείται κυρίως διάπυρο υδρογόνο σε πολύ χαμηλή πίεση και η θερμοκρασία της είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία της φωτόσφαιρας. Η αραιότης είναι τόσο μεγάλη, ώστε για τα εργαστηριακά πειράματα

να θεωρηθεί ως απόλυτο κενό. Στη χρωμόσφαιρα ανακαλύφθηκε ένα στοιχείο που ήταν άγνωστο στη Γη και ονομάστηκε ήλιο*. Θεαματικά φαινόμενα της χρωμόσφαιρας είναι οι προεξοχές, με ερυθριώδες χρώμα, τεράστιοι πίδακες διαπύρων αερίων ποικίλης και συνεχώς μεταβαλλόμενης μορφής και σχήματος, που υψώνονται σε τεράστια ύψη. Σ' αυτές συναντάται άφθονο υδρογόνο σε διάπυρη κατάσταση, ασβέστιο και μεταλλικοί ατμοί. Πρόκειται πάντα περί εκρηχτικών φαινομένων που εξαρτώνται από την έντονη δράση του Ήλιου. Στις **19-11-1928** παρατηρήθηκε μια προεξοχή, της οποίας το ύψος έφθασε **929.000** χλμ., δηλαδή δύο περίπου φορές την απόσταση **Γης-Σελήνης**. Το στέμμα εκτείνεται πάνω από την χρωμόσφαιρα σε τεράστιο ύψος, που μπορεί να συγκριθεί με τη διάμετρο του Ήλιου. Έχει χρώμα λευκό-γαλακτώδες και είναι ορατό κατά τις ολικές εκλείψεις, οπότε εμφανίζεται σαν ένα λαμπρό φωτοστέφανο που το δακτυλιοειδές σχήμα του αποκτά, κατά τα μέγιστα της ηλιακής δράσεως, το σχήμα ακτινωτού στεφάνου, ενώ κατά τα ελάχιστα της ηλιακής δράσεως συμμαζεύεται το ισημερινό επίπεδο. Αν, από κάποια άποψη, η χρωμόσφαιρα, παρ' όλο το προχωρημένο κενό, μπορεί να θεωρηθεί ως αέρια στρώση, τουλάχιστον στα μέρη τα πλησιέστερα προς τη βάση της, το στέμμα βρίσκεται σε τέτοιο σημείο αραιώσεως, ώστε να μη μπορεί να διαπιστωθεί ούτε εργαστηριακώς, ούτε να γίνει αντιληπτό με της ανθρώπινες αισθήσεις. Αρκεί ν' αναφερθεί ότι μερικοί κομήτες που πλησίασαν πολύ κοντά στον Ήλιο πέρασαν μέσα από το στέμμα χωρίς να υποστούν καμιά επίδραση. Τούτο προκάλεσε την υπόθεση ότι συνιστάται από αέρια ελευθέρων ηλεκτρονίων, χωρίς η υπόθεση αυτή να είναι ακόμη βέβαιη.

ΗΛΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ

Η δράση εκδηλώνεται σε ολόκληρο τον ορατό Ήλιο. Το **1843**, ο Γερμανός αστρονόμος **Σβάμπε** διαπίστωσε την περιοδικότητα των φαινομένων της ηλιακής δράσεως. Το μέσο διάστημα μεταξύ δύο μέγιστων ηλιακών δράσεων είναι περίπου **11,1** έτη, το χρονικό διάστημα από ένα μέγιστο ως ένα ελάχιστο είναι **6,5** έτη, ενώ από ένα ελάχιστο ως ένα μέγιστο, είναι **4,6**. Αναφέρονται όμως τα μέσα χρονικά διαστήματα, γιατί σε μια περίπτωση η περίοδος ήταν περίπου **17** έτη (**1788-1805**) η **7,3** έτη (**1830-1837**). Αν υπολογίσουμε τις διαφορές μεταξύ μεγίστων και ελαχίστων, για τα οποία δεν έχουμε το ακριβές μέτρο της εντάσεως, φαίνεται βέβαιο ότι ανά **22** έτη έχουμε δύο διαφορετικούς κύκλους της ηλιακής δράσεως.

Κατά την περίοδο των μεγάλων μαγνητικών εκδηλώσεων, κατά τις οποίες εμφανίζονται μεγάλες κοιλάδες και ανυψώνονται από την επιφάνεια του φλεγόμενου άστρου τεράστιες προεξοχές, συμβαίνει, όχι σπάνια, η Γη να πληγεί από μια μαγνητική καταιγίδα, που να παραλύσει τις ραδιοεπικοινωνίες

και να εμφανισθεί με εξαιρετική ένταση το φαινόμενο του βορείου σέλαος. Αυτό αποδεικνύει ότι ο γήινος μαγνητισμός συνδέεται στενά με τα ηλιακά φαινόμενα. Πρόσφατες έρευνες απέδειξαν ότι το γενικό μαγνητικό πεδίο που οφείλεται στον Ήλιο παρουσιάζει μέγιστο εντάσεως **1 - 2** γκάους, αλλά ως τώρα δεν έγινε δυνατό να εξακριβωθεί αν στο φαινόμενο αυτό υφίσταται περιοδικότης.

Ο Αμερικάνος **Κόνγουαιου Σύνντερ** του εργαστηρίου πυραύλων, που κατασκεύασε τον **Μάρινερ 2**, υποστήριξε ότι διαπίστωσε στον διαπλανητικό χώρο και την ύπαρξη ηλιακών ανέμων, που αποτελούνται από ηλεκτρισμένα σωματίδια υπό θερμοκρασία **500.000** βαθμούς Κελσίου και μετακινούνται με ταχύτητα μεταξύ **300** και **800** χλμ/δ. Η αραιότης τους τάξεως του **1** ή **2** σωματιδίων ανά κυβικό εκατοστόμετρο.

ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Λέγεται και πλανητικό σύστημα και αποτελείται από τον ήλιο και το σύνολο των ουράνιων σωμάτων, πλανητών, δορυφόρων, αστεροειδών, κομητών και μετεωριτών που περιφέρονται γύρω από αυτόν σύμφωνα με τους νόμους της παγκόσμιας έλξεως και τους νόμους του **Κέπλερ**. Μετά τις πρόσφατες όμως ανακαλύψεις στην ηλιακή αυτή οικογένεια έχουν προστεθεί και άλλα σώματα πιο μικρά από αυτά που

αναφέραμε, όπως π.χ τα σωματίδια του ζωδιακού φωτός, τα ελεύθερα πρωτόνια και ηλεκτρόνια του ηλιακού πλάσματος και των κοσμικών ακτίνων, των οποίων η παρουσία στο διαπλανητικό διάστημα έχει πια πλήρως διαπιστωθεί. Πάρα πολλές υποθέσεις έχουν διατυπωθεί για την προέλευση του ηλιακού συστήματος, από τις οποίες τέσσερις είναι κυριότερες:

1) Η υπόθεση του **Κάντ(1755)**: από ένα πρωταρχικό νεφέλωμα, στο οποίο γίνονταν άτακτες εσωτερικές κινήσεις, σχηματίστηκε προοδευτικά ένας κεντρικός πυρήνας, ο ήλιος ως συνέπεια της συμπυκνώσεως της ύλης ένεκα της βαρύτητας. Αργότερα σε διάφορες αποστάσεις από το κέντρο, οι μεγαλύτεροι πυρήνες συμπυκνώσεως σχημάτισαν τους πλανήτες και τους δορυφόρους, που εξακολούθησαν να περιστρέφονται γύρω από το κεντρικό άστρο κατά τη φορά της αρχικής τους κινήσεως. Ο ήλιος, οι πλανήτες και οι δορυφόροι σχηματίστηκαν ως εκ τούτου σχεδόν ταυτόχρονα.

2) Η υπόθεση του **Λαπλάς(1796)**: το πρωταρχικό νεφέλωμα κατείχε μία ομαλή περιστροφική κίνηση. Λόγω της συστολής της ύλης, η διάμετρος του περιοριζόταν προοδευτικά και η ταχύτητα του αυξανόταν. Έτσι το νεφέλωμα γινόταν όλο και περισσότερο πεπλατυσμένο μέχρις ότου η φυγόκεντρος δύναμη κατανακλώντας τη δύναμη έλξεως, πέτυχε ν' αποσπάσει από τον ισημερινό ένα μέρος ύλης που σχημάτισε ένα πλανήτη. Το φαινόμενο αυτό επαναλήφθηκε πολλές φορές κι έτσι δημιουργήθηκε με την πάροδο του χρόνου ολόκληρο το σύστημα. Η υπόθεση αυτή έχει σήμερα οριστικά εγκαταλειφθεί.

3) Η υπόθεση των: **Τζήνς, Τσάμπερλιν, Μώλτος**, κ.α: η προέλευση των πλανητών και των δορυφόρων οφείλεται στη δράση παλιρροϊκών δυνάμεων που τις προκάλεσε η διάβαση κάποιου αστέρα πολύ κοντά από τον ήλιο.

4) Η υπόθεση του **Κώυπερ**, που θεωρείται σήμερα η πιο βάσιμη: το πρωταρχικό νεφέλωμα, αφού πήρε λόγω συμπυκνώσεως το σχήμα δίσκου θρυμματίστηκε, τα δε συντρίμια αποτέλεσαν τους πρωτοπλανήτες (πρωταρχικοί πλανήτες). Αυτοί πάλι, με τη σειρά τους και με ανάλογη διαδικασία, σχημάτισαν τους δορυφόρους. Η θεωρία αυτή, που έχει φάσεις αρκετά περίπλοκες για να εξηγήσει την απώλεια μεγάλου μέρους της περιστροφικής ταχύτητας του ήλιου και τον περιορισμό της μάζας του πρωταρχικού νεφελώματος συνέπεια διασποράς των ελαφρών αερίων, βρίσκει την επιβεβαίωση της στην ύπαρξη άλλων νεφελωμάτων, που σύμφωνα με τη δομή τους, μπορούν να δημιουργήσουν διπλούς αστέρες, πολλαπλά συστήματα και πλανητικά συστήματα.

Ο ήλιος, το κεντρικό άστρο και ζωοδότης του συστήματος, κινείται με τη συνοδεία του των ουρανίων σωμάτων με ταχύτητα **19,5** χιλιομέτρων το δευτερόλεπτο προς ένα σημείο του αστερισμού του Ηρακλέους, που λέγεται Άπηνξ. Από την άποψη της φυσικής του συστάσεως, είναι ένας αστέρας όπως όλοι οι άλλοι, οι λεγόμενοι απλανείς, και αποτελεί τμήμα του τεραστίου συστήματος του γαλαξία. Στο ηλιακό σύστημα είναι το μόνο αυτόφωτο σώμα, αποτελούμενο από μια αέρια μάζα πολύ πυκνή προς το κέντρο και έδρα μιας τεράστιας εσωτερικής δράσης, που σε μερικές περιόδους φθάνει σε εξαιρετικό παροξυσμό. Είναι επίσης σημαντική και ανεξάντλητη πηγή ενέργειας σε βαθμό που να καθορίζει τις συνθήκες περιβάλλοντος πολλών σωμάτων της μεγάλης αυτοκρατορίας του.

Τα κυριότερα σώματα του ηλιακού συστήματος είναι οι εννέα πλανήτες του: **Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Ζεός, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδών** και **Πλούτων**, που εδώ αναφέρονται κατά την τάξη της αποστάσεως τους από τον κεντρικό αστέρα. Οι πλανήτες διαγράφουν γύρω από τον ήλιο ελλειπτικές τροχιές, που προσεγγίζουν πολύ το κυκλικό σχήμα και των οποίων τα επίπεδα είναι κατά προσέγγιση συγκεντρωμένα επί του επιπέδου της εκλειπτικής. Την τροχιακή κίνηση των πλανητών υποστήριξε ο **Κοπέρνικος**, αλλά από την αρχαιότητα την είχαν προβλέψει ο **Αρίσταρχος**, ο **Σάμιος** και ο **Ηρακλείδης ο Ποντικός**. Η μάζα ολόκληρου του σύμπαντος των πλανητών υπολογίζεται σε **2,7 . 10^g**, περίπου το **750ο** μέρος της μάζας του η-

λίου που είναι **2 . 10** g. Οι ακτινοβολούμενη από τον ήλιο ενέργεια (φωτεινή, θερμική κλπ.), ελαττώνεται αναλόγως του τετραγώνου της αποστάσεως. Ο **Ερμής**, π.χ, δέχεται ενέργεια **7** φορές περισσότερη από τη Γη, ο **Κρόνος** **90** φορές λιγότερη και ο **Ποσειδών** μόνο το **1/900**. Από τους πλανήτες ο πιο ενδιαφέρον για τον άνθρωπο είναι η Γη, η μόνη για την οποία αυτός έχει άμεση γνώση και η οποία του επιτρέπει, παρά τους μεγάλους περιορισμούς που επιβάλλει στην επιθυμία του να γνωρίσει το σύμπαν, ν' αναπτύξει και να συμπληρώσει τον κύκλο της ζωής του. Όλοι οι πλανήτες, εκτός από τον **Ερμή**, την **Αφροδίτη** και τον **Πλούτωνα**, έχουν δορυφόρους οι σελήνες. Ο συνολικός αριθμός τους είναι για την ώρα **31(32** αν υπολογιστεί ο **Θέμης** δορυφόρος του **Κρόνου**, ο οποίος όμως δεν έχει εμφανιστεί από το **1905**) αλλά δεν είναι απίθανο ν' ανακαλυφθούν και άλλοι. Ο Κρόνος έχει επίσης έχει κι έναν δακτύλιο (στην πραγματικότητα πρόκειται περί τριών ομόκεντρων δακτυλίων) που περιστρέφεται γύρω του σε αντιστοιχία με το επίπεδο του Ισημερινού του και με ταχύτητα διάφορη από την ταχύτητα περιστροφής του ίδιου του πλανήτη. Οι πλανήτες και οι δορυφόροι περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους και περιφέρονται γύρω από τον ήλιο με ταχύτητες που ελαττώνονται όσο αυξάνει η μέση απόστασή τους απ' αυτόν.

Στον χώρο που περιλαμβάνεται μεταξύ των τροχιών του Άρεως και του **Διός** έχουν παρατηρηθεί **2000** μικροί πλανήτες λεγόμενοι και αστεροειδής, των οποίων τα επίπεδα τροχιάς είναι και αυτά συγκεντρωμένα στην εκλειπτική. Το σχήμα των ελλείψεων που διαγράφουν διαφέρει - σε μερικές περιπτώσεις σημαντικά - από το κυκλικό. Κατά τον Βέλγο αστρονόμο **Στρόομπατ** ο συνολικός αριθμός των μικρών αυτών πλανητών πιθανόν να ανέρχεται από **50.000** έως **100.000** και μόνο η ανάπτυξη των συστηματικών ερευνών και η αύξηση της ισχύος των μέσων παρατηρήσεων θα μπορέσουν να οδηγήσουν σ' έναν ακριβέστερο υπολογισμό του πραγματικού αριθμού τους. Εξαιτίας της τεράστιας ποικιλίας των τροχιών τους παρατηρούμε ότι υπάρχουν μικροί πλανήτες που φθάνουν πέρα από την τροχιά του **Διός** και άλλοι που πλησιάζουν τον ήλιο σε απόσταση μικρότεροι ακόμη και από την τροχιά της **Αφροδίτης**.

Οι κομήτες, τα πιο παράδοξα ουράνια σώματα, σχηματίζουν στο σύνολό τους ένα είδος γιγάντιου νέφους, που εξωτερικές παρυφές του επεκτείνονται πέρα από τα όριά του καθαυτό πλανητικού συστήματος. Η πρώτη παρατήρηση κομήτη χρονολογείται από το **2369** π.Χ και αναφέρεται στα κινέζικα αστρονομικά χρονικά. Από τότε έχουν παρατηρηθεί γύρω στους **1700** κομήτες, περιλαμβανομένων και των πολλαπλών εμφανίσεών τους, όταν επανέρχονται περιοδικά στο περιήλιο. Υπολογίζεται ότι συνολικά θα υπάρχουν περί τα **100** δισεκατομμύρια κομήτες, που μπορούν να ταξινομηθούν σε **2** ομάδες: κομήτες βραχείας περιόδου, με ελλειπτικές τροχιές εσωτερικές ως προς εκείνη του **Πλούτωνος**, έντονα συγκεντρωμένες προς την εκλειπτική, και κομήτες μακράς περιόδου μερικοί από τους οποίους διαγράφουν ελλειπτικές τροχιές και άλλοι παραβολικές ή καθ' ολοκληρίαν υπερβολικές. Οι κομήτες βρίσκονται κατανεμημένοι ακανόνιστα στον χώρο και πιστεύεται ότι μερικοί απ' αυτούς προέρχονται από τον κοσμικό χώρο. Μολονότι η φύση τους και η προέλευσή τους δεν είναι ακόμη πολύ γνωστές, οι κομήτες που βρίσκονται η φθάνουν στους μεσοπλανητικούς χώρους ακολουθούν τους ίδιους νόμους της ουράνιας μηχανικής που είναι κοινό και στα άλλα σώματα του ηλιακού συστήματος.

Όλα τα σώματα που περιγράψαμε ως τώρα έχουν το κοινό χαρακτηριστικό ότι είναι ψυχρά και λάμπουν ανακλώντας το φως που δέχονται από τον ήλιο. Μοναδικά εξαίρεση παρατηρείται στις ουρές των κομητών, στις οποίες τα αέρια που τις αποτελούν διεγείρονται μέχρι φωταύγειας από την ηλιακή ακτινοβολία.

Οι μετεωρίτες είναι θραύσματα στερεάς ύλης (πετρώματος ή πάγου), ποικίλης διαμέτρου, που διαγράφουν κλειστές τροχιές διάφορης εκκεντρότητας, κατά ένα μέρος κατανεμημένοι προς την εκλειπτική και κατά ένα άλλο μέρος περιπλανώμενοι ακανόνιστα. Αν όμως εισδύσουν στη γήινη ατμόσφαιρα αναφλέγονται έντονα

προκαλώντας το φαινόμενο των μετεωριτών ή διαπτόντων αστέρων. Μερικές φορές πρόκειται περί θραυσμάτων μεγάλων διαστάσεων που μπορούν να φθάσουν ως την επιφάνεια του πλανήτη μας. Δεν ανήκουν όλοι οι μετεωρίτες στο ηλιακό σύστημα. Αυτοί που έχουν ταχύτητες ανώτερες των **42** χιλιομέτρων κατά δευτερόλεπτο προέρχονται από τον διαστρικό χώρο. Διαπιστώθηκαν όμως και μετεωρίτες με ταχύτητα **300** χιλιομέτρων κατά δευτερόλεπτο. Στις περιπτώσεις αυτές πρόκειται για διαστρική μετεωρική ύλη που έλκεται από τον ήλιο.

Ο κοσμικός κονιορτός και τα ελεύθερα ηλεκτρόνια προκαλούν το φαινόμενο του ζωδιακού φωτός. Στο σύνολό τους σχηματίζουν ένα πολύ πεπλατυσμένο νεφέλωμα, που είναι συγκεντρωμένο περίπου στην εκλειπτική και έχει για κέντρο τον ήλιο. Το ζωδιακό φως δημιουργείται κατά πάσα πιθανότητα στο εξωτερικό μέρος του ηλιακού στέμματος και τα σωματίδια που το παράγουν διαγράφουν τροχιές σχεδόν κυκλικές γύρω από τον ήλιο. Υπάρχουν όμως και άλλες ερμηνείες του φαινομένου, που δεν μπορούμε να τις αγνοήσουμε. Πρόκειται δηλαδή γι' ακτινοβολία σωματιδίων από τον ήλιο ή για νέφη αερίων σε πολύ αραιή κατάσταση, για ελεύθερα ηλεκτρόνια, ή άλλα υλικά ικανά να διαχέουν το ηλιακό φως.

Η προσοχή των ειδικών επιστημόνων στρέφεται σήμερα και στην ύπαρξη άλλων συστατικών του ηλιακού συστήματος εν όψη των διαπλανητικών ταξιδιών και της δυνατότητας αποστολής του ανθρώπου έξω από τα όρια της γήινης ατμόσφαιρας ή κατευθείαν στη σελήνη. Πρόκειται για το ηλιακό πλάσμα και για τις κοσμικές ακτίνες. Με τα μη επανδρωμένα διαστημόπλοια που εξαπολύθηκαν για τον σκοπό αυτό - όπως π.χ ο **Μάρινερ 2** που εκτοξεύθηκε τον Αύγουστο **1962** προς την **Αφροδίτη** - διαπιστώθηκε ότι: 1) στον ήλιο παρατηρούνται συνεχείς εκρήξεις που απελευθερώνουν μια αδιάκοπη ροή ιονισμένων νεφών, η οποία καθίσταται εξαιρετικά έντονη κατά τις περιόδους της μέγιστης δραστηριότητας φαινομένων. 2) Ότι ο κοσμικός κονιορτός, που σχηματίζεται από τα κατάλοιπα της αποσυνθέσεως των κομητών και αστεροειδών, είναι **10.000** φορές πυκνότερος στη γειτνίαση της γης, παρά στο διάστημα. 3) Ότι στις περιοχές που είναι κοντά στη γη υπάρχουν ηλιακά σωματίδια κατά δισεκατομμύρια φορές περισσότερα από εκείνα των κοσμικών ακτίνων. Φυσικά όλα αυτά μας οδηγούν στη σκέψη ότι τα γεγονότα αυτά θα πρέπει να παρατηρούνται και στους άλλους πλανήτες ή τουλάχιστον σε μερικούς από αυτούς, αλλά δεν είναι ακόμη δυνατό να γίνουν άμεσοι έλεγχοι προς την κατεύθυνση αυτή με διαστημόπλοια.

Οι ειδικοί παραδέχτηκαν την ύπαρξη του << ηλιακού πλάσματος >> ή << ηλιακού ανέμου >>, για να εξηγήσουν την κίνηση των ουρών των κομητών και την δημιουργία μερικών μαγνητικών καταιγίδων επί της γης. Το <<ηλιακό πλάσμα >> ή <<ηλιακός άνεμος >> αποτελείται κυρίως από πρωτόνια και ηλεκτρόνια που φέρουν ηλεκτρικό φορτίο και πνέει συνεχώς λόγω της αναταραχής στην επιφάνεια του ηλίου, με ταχύτητες από **300** ως **800** χιλιόμετρα κατά δευτερόλεπτο και με θερμοκρασία της τάξεως μισού εκατομμυρίου βαθμών Κελσίου. Μολονότι χαρακτηρίζεται ως άνεμος στην πραγματικότητα πρόκειται για ένα πυρακτωμένο ρεύμα ηλεκτρισμένων αερίων, στο οποίο η ύλη είναι αραιότερη (από **165** έως **330** πρωτόνια - πυρήνες υδρογόνου κατά κυβικό εκατοστό). Τα ατομικά σωματίδια έχουν ενέργεια σχετικά χαμηλή, της τάξεως εκατοντάδων χιλιάδων ηλεκτρονιοβόλτ.

Οι κοσμικές ακτίνες προέρχονται από εξωτερικό του ηλιακού συστήματος, κανονικά από τον γαλαξία μας και κατ' εξαίρεση από τους άλλους γαλαξίες. Μερικές κοσμικές ακτίνες παράγονται και από τον ήλιο κατά την διάρκεια των εκρηκτικών του παροξυσμών.

ΕΦΕΥΡΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΟΔΟ

Ηλιακή ενέργεια

Ανάγκη για ενέργεια - Ο άνθρωπος έχει εφεύρει πολλές μηχανές κάθε τύπου, και θα εφεύρει και άλλες ακόμα. Όλες οι εφευρέσεις του, για να λειτουργήσουν, χρειάζονται ενέργεια. Το μεγάλο πρόβλημα του μέλλοντος θα είναι να βρεθούν καινούριες πηγές ενέργειας για τη λειτουργία των μηχανών, για την πρόοδο του πολιτισμού. Όλοι ξέρουμε ότι το πετρέλαιο, που είναι σήμερα η μεγαλύτερη πηγή ενέργειας, κάποια μέρα θα εξαντληθεί. Το ίδιο θα γίνει και με το κάρβουνο και το φυσικό αέριο. Η μόνη πηγή ενέργειας που δεν θα εξαντληθεί ποτέ είναι ο ήλιος. Να γιατί οι προσπάθειες των επιστημόνων τον

τελευταίο καιρό είναι όλες στραμμένες στο να βρεθεί ο τρόπος να χρησιμοποιηθεί η ηλιακή ενέργεια, αφού μετατραπεί πρώτα σε ηλεκτρική ενέργεια. Κατά ένα μέρος, το έχουν καταφέρει. Αυτό που βλέπουμε δεξιά, π.χ., είναι ένας μεγάλος ηλιακός κλίβανος, που μπορεί να φτάνει πολύ υψηλές θερμοκρασίες.



Οι καθρέφτες - Οι τεράστιοι αυτοί καθρέφτες, είναι φτιαγμένοι έτσι που να συγκεντρώνουν όλη τη θερμότητα σε ένα λέβητα. Εδώ το νερό ζεσταίνεται, βράζει, παράγει ατμό, και με την πίεση του ατμού λειτουργούν οι τουρμπίνες ενός ηλεκτρικού σταθμού.



Οι πίνακες - Οι δορυφόροι είναι εφοδιασμένοι με ειδικούς πίνακες που αποθηκεύουν τη θερμότητα του ήλιου, για να δίνουν ενέργεια στη διάρκεια του ταξιδιού.



Αποστολή Άρης - Οι διαστημικοί πίνακες θα μπορέσουν να παίρνουν από τον ήλιο αρκετή ενέργεια για να βάζουν σε λειτουργία ένα γιγαντιαίο διαστημόπλοιο σαν κι αυτό, που προορίζεται να φτάσει στον πλανήτη Άρη.

Συλλέκτες σε σειρά - Οι ηλιακοί αυτοί συλλέκτες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από οποιαδήποτε βιομηχανία για την παραγωγή ηλιακής



ενέργειας.

Στη στέγη - Υπάρχουν ήδη ολόκληρα χωριά με σπίτια που στη στέγη τους, αντί για κεραμίδια, έχουν όλα μια σειρά



από ηλιακούς συλλέκτες.

Στα κάμπινγκ - Ακόμα και εκείνοι που πηγαίνουν διακοπές με τα τροχόσπιτα, χρησιμοποιούν συχνά την ηλιακή ενέργεια.

Καινούριες πρόοδοι - Αυτό που οι επιστήμονες έχουν καταφέρει να πετύχουν χρησιμοποιώντας τη θερμότητα και το φως του ήλιου, είναι ήδη αξιοθαύμαστο, αλλά καινούριες πρόοδοι θα ακολουθήσουν ασφαλώς στον τομέα αυτόν στο μέλλον. Να, π.χ. ένας καινούριος τύπος ηλιακών συλλεκτών που μια μέρα θα μπορέσουν να τοποθετηθούν ακόμα και στα αυτοκίνητα, για να τα κινούν χωρίς βενζίνη.



ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ο ήλιος, η μεγαλύτερη ενεργειακή πηγή, ένας πυρηνικός αντιδραστήρας που μετατρέπει τη μάζα σε ενέργεια. Κάθε δευτερόλεπτο 657.000.000 τόνοι υδρογόνου μεταβάλλονται σε 653.000.000 τόνους αέριου ηλίου. Τα 4.000.000 τόνοι που λείπουν διαχέονται στο διάστημα σαν ενέργεια. Η Γη δέχεται μόνο 1:2.000.000 της ενέργειας αυτής, που είναι όμως αρκετή για να λιώσει, σε ένα έτος, ένα στρώμα πάγου ύψους 37μ. σε ολόκληρη την επιφάνειά της. Έχει υπολογιστεί ότι από τα 4.000 Q της ηλιακής ενέργειας το χρόνο που φθάνει στη Γη, τα 1.000 Q ανακλώνονται στα εξωτερικά στρώματα της ατμόσφαιρας και τα υπόλοιπα 3.000 Q είναι η αιτία του περίπλοκου μηχανισμού του κλίματος της γης.

Το 1/3 της ενέργειας αυτής απορροφάται από την ατμόσφαιρα και το υπόλοιπο θερμαίνει την επιφάνεια της γης και επιστρέφει στην ατμόσφαιρα είτε με ακτινοβολία είτε με εξάτμιση του νερού. Έτσι ο ήλιος δημιουργεί ανέμους και ωκεάνια ρεύματα, σύννεφα, βροχή και ακόμα και τα κύματα. Η ενέργειά του μετατρέπεται με το «κλίμα» από θερμότητα σε μηχανική ενέργεια και πάλι σε θερμότητα.

Από το τεράστιο ποσό ενέργειας των 4.000 Q που φθάνει από τον ήλιο στη Γη, έχει υπολογισθεί ότι μόνο το 1,2 Q αποταμιεύεται με τη φωτοσύνθεση και από αυτό πάλι μόνο το 7% χρησιμοποιείται σαν τροφή και καυσόξυλα ή αγροτικά κατάλοιπα. Επίσης, έχει υπολογισθεί ότι μόνο 0,1 Q θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σαν υδραυλική ενέργεια, αλλά σήμερα μόνο 5% αυτής της δυνατότητας εκμεταλλευόμαστε. Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι η ενέργεια του ήλιου σήμερα καλύπτει τις εξής ενεργειακές ανάγκες:

Τροφή 0,067 Q
Καυσόξυλα και αγροτικά κατάλοιπα 0,023 Q
Υδροηλεκτρική ενέργεια 0,004 Q
Σύνολο: 0,094 Q

Το μεγάλο πρόβλημα που σήμερα πρέπει να λυθεί είναι μεγιστοποίηση του ποσοστού των ενεργειακών μας αναγκών, που μπορούν να καλυφθούν από τον ήλιο. Και γι' αυτόν τον σκοπό οι έρευνες στρέφονται σε δυο μεγάλους τομείς: α) Μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (φωτοβολταϊκή παραγωγή) β) Παραγωγή ζεστού νερού και γενικά θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας από τον ήλιο.

- Φωτοβολταϊκή παραγωγή. Πριν γίνει δυνατή η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού σε ευρεία κλίμακα θα πρέπει προηγουμένως να επιλυθούν δυο σοβαρά Τεχνικά προβλήματα. Το πρώτο είναι το πρόβλημα της μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρισμό χωρίς μεγάλες απώλειες. Το δεύτερο αναφέρεται στο γεγονός ότι η ηλεκτρική ενέργεια θα πρέ-

πει να είναι διαθέσιμη όταν και όπου χρειάζεται, ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες, την εποχή ή τις ώρες της ημέρας. Πρέπει ακόμα να ληφθεί υπ' όψη ότι στην πρακτική ζωή και αυτοί οι δύο αντικειμενικοί σκοποί είναι ανάγκη να επιτευχθούν σε τιμές που να ανταγωνίζονται εκείνες των άλλων πηγών ενέργειας.

Ηλιακοί συλλέκτες. Η Τεχνική αυτή συνδέεται άμεσα με την παραγωγή ζεστού νερού και γενικότερα θερμότητα από τον ήλιο χαμηλής θερμοκρασίας, χρήση επίπεδων συλλεκτών και υψηλής θερμοκρασίας σε συνδυασμό κατόπτρων επιπέδων ή παρεκβολοϊδών. Μια εγκατάσταση παραγωγής θερμότητας από τον ήλιο αποτελείται ουσιαστικά από επίπεδους συλλέκτες, σωληνώσεις, δεξαμενή αποθήκευσης ενέργειας, κυκλοφορητές και διαφορικούς θερμοστάτες.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.

Ο όρος «εφαρμογές ηλιακής ενέργειας» αποτελεί γενικό χαρακτηριστικό του συνόλου των μεθόδων και διατάξεων μέσω των οποίων ο άνθρωπος μπορεί να εκμεταλλευτεί την ηλιακή ενέργεια.

Η μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε θερμότητα, μέσω ηλιακών συλλεκτών, βρίσκεται στη βάση πρώτης κατηγορίας εφαρμογών: θέρμανση νερού οικιακής χρήσης (ηλιακός θερμοσίφοντας), θέρμανση και κλιματισμός κατοικιών, ηλιακοί κλίβανοι. Η κατ' αυτόν τον τρόπο παραγόμενη θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω για την παραγωγή μηχανικής ή ηλεκτρικής ενέργειας. Μεταξύ των εφαρμογών αυτής της θερμοδυναμικής μετατροπής της ηλιακής ενέργειας συγκαταλέγονται στις εφαρμογές χαμηλής θερμοκρασίας (μέχρι 150° C), ορισμένα συστήματα άντλησης νερού και στις εφαρμογές μέσης και υψηλής θερμοκρασίας, οι ηλιακοί ενεργειακοί σταθμοί.

Είναι επίσης δυνατή η άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική: πρόκειται για το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, που βρίσκει εφαρμογή στα φωτοβολταϊκά στοιχεία. Αυτά τα τελευταία επινοήθηκαν αρχικά για την τροφοδοσία με ηλεκτρική ενέργεια των τεχνιτών δορυφόρων. Κατά τα τελευταία όμως χρόνια επεκτείνεται ταχύτατα η χρήση τους σε επίγειες εφαρμογές: τροφοδοσία φωτοσημαντήρων, ραδιοτηλεοπτικών αναμεταδοτών, ηχοφωτεινών εγκαταστάσεων προστασίας ισόπεδων διαβάσεων, υδραυλικών αντλιών, καθώς και στην πρόωση αεροσκαφών.

Τέλος, χάρη στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, η ηλιακή ενέργεια αποταμιεύεται στα φυτά, τα οποία στη συνέχεια με διάφορες μεθόδους μετατρέπονται σε στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα (βιομάζα).

- **Ηλιακή κατοικία.** Χαρακτηρισμός κατοικίας στην οποία η θερμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας συμβάλει στη θέρμανση ή γενικότερα στον κλιματισμό. Οι εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας για οικιακή χρήση αναμένεται να αναπτυχθούν με ταχύτατο ρυθμό στις ανεπτυγμένες χώρες μέσου γεωγραφικού πλάτους (Ευρώπη, ΗΠΑ). Πράγματι, οι απαιτούμενες για την οικιακή θέρμανση θερμοκρασίες της τάξης των 50° έως 80°C , είναι σχετικά χαμηλές και μπορούν εύκολα να επιτευχθούν με απλούς συλλέκτες ηλιακής ακτινοβολίας (επίπεδους συλλέκτες

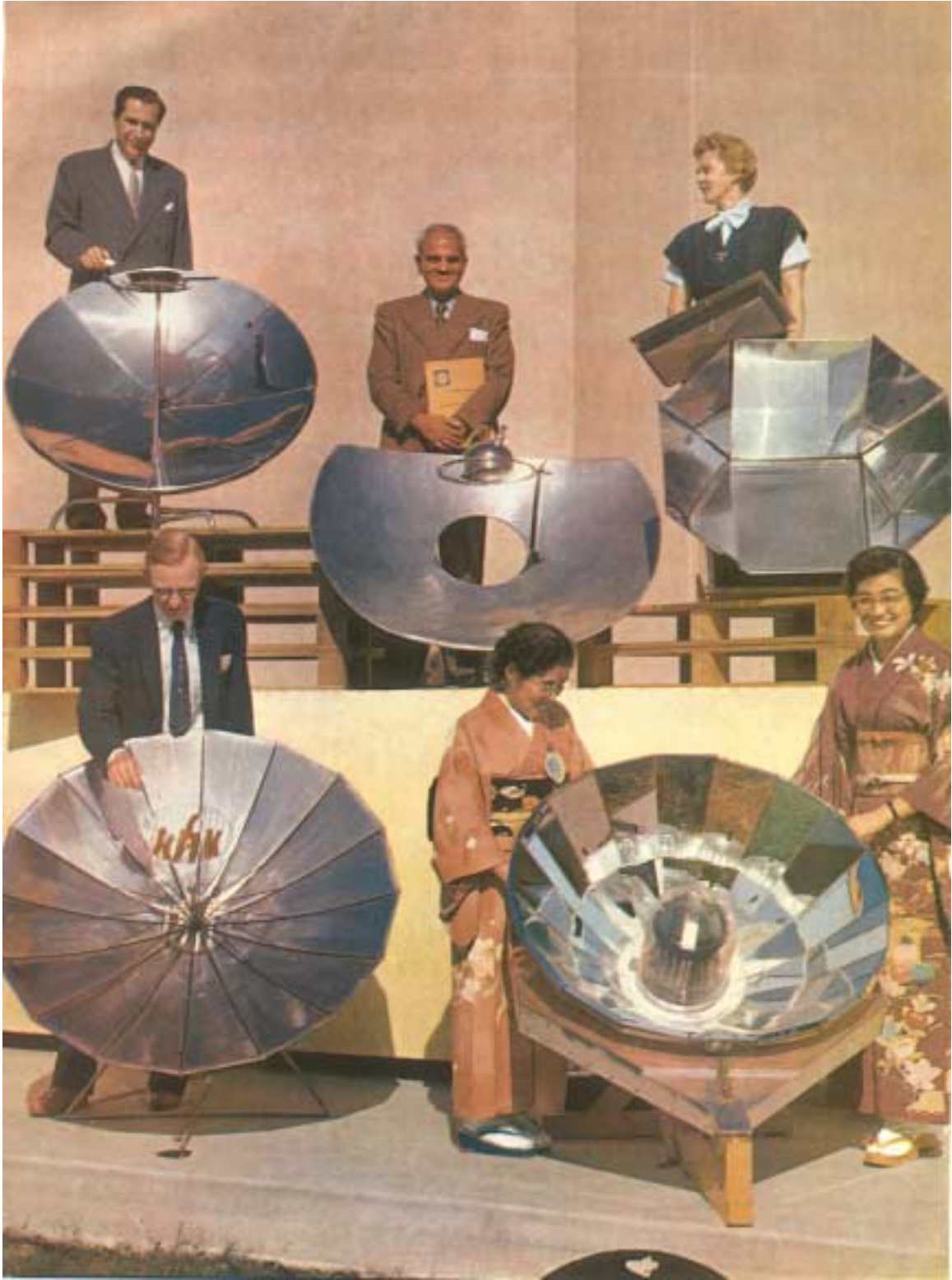
νερού ή αέρα). Επίσης πρέπει να ληφθούν υπ' όψη οι θερμικές ανάγκες μιας μέσης κατοικίας σε σύγκριση προς την ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει στην επιφάνειά της: π.χ. μια επιμελώς θερμομονωμένη μονοκατοικία 120 τετραγωνικών μέτρων στη Χάβρη της Γαλλίας καταναλώνει 12.500 περίπου κιλοβατώρες κατ' έτος για τη θέρμανση της, ενώ η προσπίπτουσα στην επιφάνειά της ηλιακή ενέργεια πλησιάζει τις 120.000 κιλοβατώρες κατ' έτος. Πολλά προβλήματα πρέπει ακόμα όμως να λυθούν: ενσωμάτωση των συλλεκτών στα αρχιτεκτονικά στοιχεία της οικοδομής, αποταμίευση της προσλαμβανόμενης θερμότητας επί μερικές μέρες ή, και περισσότερο κατά το δυνατόν, απόσβεση των επενδύσεων κ.λ.π.

- **Ενεργητικές μέθοδοι θέρμανσης.** Στην κλασική ηλιακή κατοικία εφαρμόζεται εξαναγκασμένη, συνεπώς «ενεργητική», κυκλοφορία ενός θερμιδοφόρου ρευστού μεταξύ ηλιακών συλλεκτών, ενός συστήματος αποταμίευση και ενός συστήματος διανομής της θερμότητας στους χώρους της κατοικίας.

- **Βιοκλιματική αρχιτεκτονική.** Παρά τη σημαντική ενεργειακή συνεισφορά της, η ενεργειακή ηλιακή θέρμανση εξακολουθεί να είναι υπερβολικά δαπανηρή και συνεπώς δε φαίνεται πιθανή για το άμεσο μέλλον η μαζική εμπορική εφαρμογή της στις κατασκευές οικοδομών. Αντιθέτως οι «παθητικές» μέθοδοι εκμετάλλευσης της ηλιακής θερμότητας παρουσιάζουν πολύ ευνοϊκότερες βραχυπρόθεσμες προοπτικές. Οι μέθοδοι αυτές συνίστανται στην παθητική εκμετάλλευση των θερμοσυσσωρευτών ιδιοτήτων των κοινών αρχιτεκτονικών στοιχείων της οικοδομής με διανομή της συλλεγόμενης θερμότητας μέσω φυσικής κυκλοφορίας του αέρα.

Ηλιακή κάμινος. Σύστημα που εκμεταλλεύεται την εστίαση της ηλιακής ακτινοβολίας για την επίτευξη στο εσωτερικό πυρίμαχου δοχείου εξαιρετικά υψηλών θερμοκρασιών, για πειραματικούς σκοπούς ή για βιομηχανικές εφαρμογές. Η εστίαση της ηλιακής ακτινοβολίας σε απορροφητικό σώμα επιτρέπει την αύξηση της θερμοκρασίας του, τόσο περισσότερο όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση της ακτινοβολίας.







ΦΩΤΙΑ ΧΩΡΙΣ ΣΠΙΡΤΑ

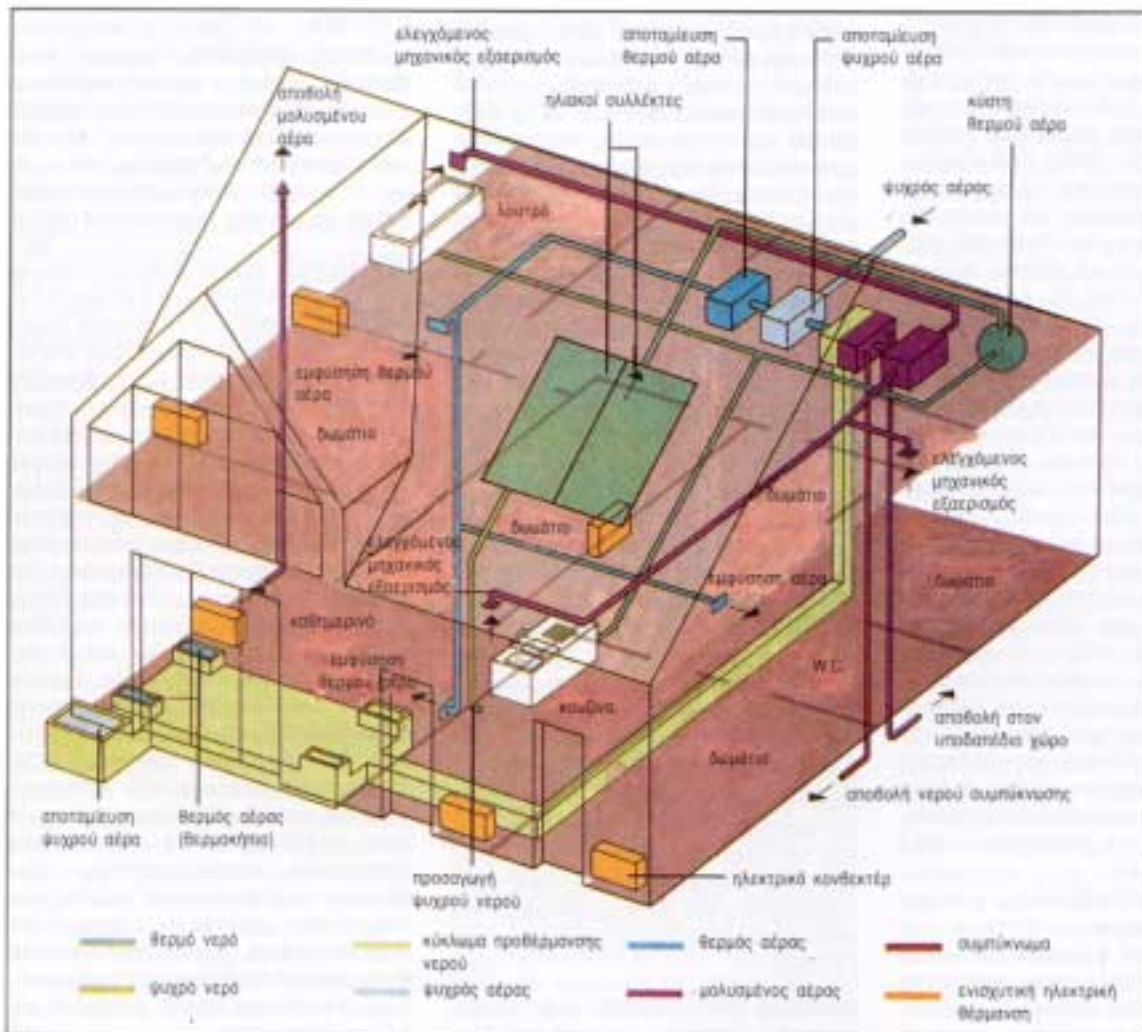
Ένθουσιώδης ζηλωτής της ηλιακής ενέργειας ο Χάρρυ Τόμαζον από την Ουάσιγκτον ανάβει το πούρο του με τον ήλιο. Μικρογραφία της ηλιακής εστίας της σελίδας 183 ή συσκευή Τόμαζον συγκεντρώνει το ηλιακό φως μ' έναν κοίλο παραβολικό καθρέφτη και εστιάζει τις ακτίνες στην άκρη του πούρου. Σε 30 δευτερόλεπτα το ανάβει.

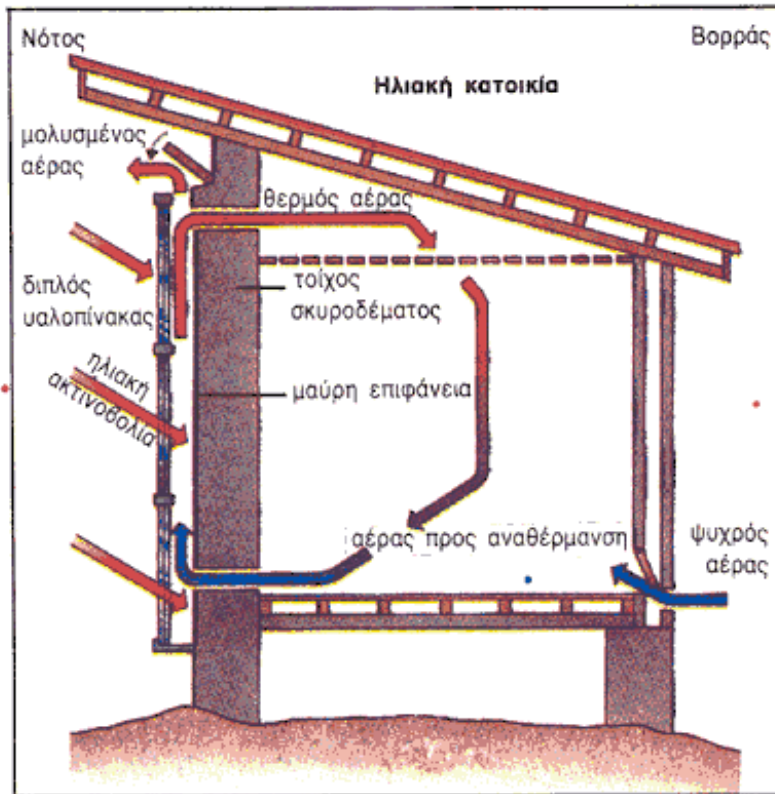


ΟΥΡΑΝΟΠΕΜΠΤΗ ΖΕΣΤΗ

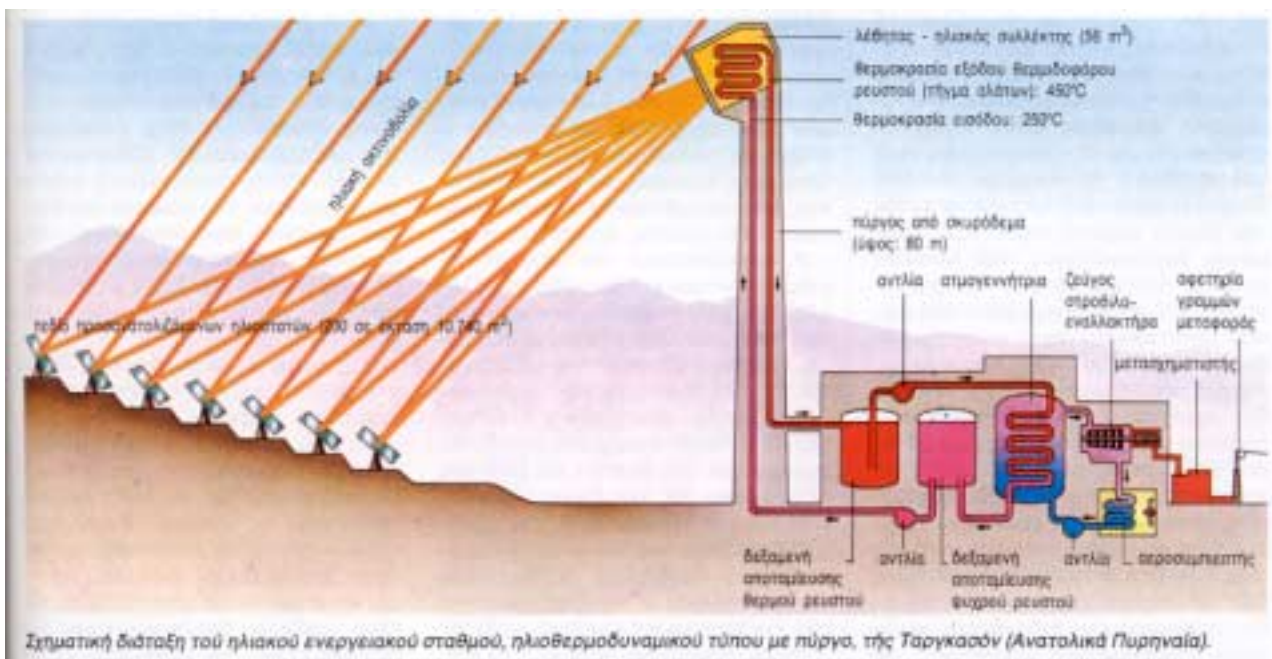
Οι ακτίνες του ήλιου καθρεφτίζονται στη γυάλινη σκεπή του ηλιακού σπιτιού, από επενδύσε ο Χάρρυ Τόμαζον (Εθνικ). Οι γυάλινες πλάκες έχουν επενδυθεί με μαύρες, αόρατες λαμαρίνες, τοποθετημένες έτσι που να συλλογάζονται τις ηλιακές ακτίνες και να ενεργούν σαν συλλέκτες θερμότητας. Ένα μικρό ηλεκτρικό καλοριφέρ τις αντικαθιστά τις συννεφιασμένες μέρες, ο έφευρέτης, όμως, ισχυρίζεται ότι η δαπάνη για την εγκατάστασή του ισοφαρίζεται μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα από την οικονομία που πραγματοποιείται στα καύσιμα.

Σχηματική διάταξη κατοικίας με εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας.





Απεικόνιση αρχής λειτουργίας τοίχου *Trombe*.



ΕΠΙΣΚΕΨΗ ΣΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΧΩΡΙΟ (ΠΕΥΚΗ ΑΤΤΙΚΗΣ)















