

Γ. ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

1. Ο ΉΛΙΟΣ, ΜΙΑ ΑΣΤΕΙΡΕΥΤΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Μια τεράστια ενέργεια ακτινοβολείται από τον ήλιο συνέχεια, χωρίς καμιά διακοπή. Αυτή η ενέργεια που αποτελείται από φως, θερμότητα και διάφορα μήκη κύματος, ακτινοβολείται στο διάστημα και η ισχύς της φθάνει εκατοντάδες χιλιάδες δισεκατομμύρια κιλοβάτ. Ο ήλιος, μια μεγάλη ενεργειακή πηγή του σύμπαντος, είναι ένας πυρηνικός αντιδραστήρας, όπου εκρήγνυνται αδιάκοπα τεράστιες ποσότητες — με την πυρηνική διάσπαση, όπου μετατρέπεται η μάζα τους σε ενέργεια — κάθε δευτερόλεπτο 657 εκατομμύρια τόνοι υδρογόνου και μεταβάλλονται σε 653 τόνους ηλίου. Η καύση αυτή είναι τόσο ισχυρή, ώστε κάθε τετραγωνικό μέτρο του ήλιου εκπέμπει περίπου 70000 ίππους (Hp) ενέργεια. Για να παραχθεί ενέργεια σ' αυτή την κλίμακα, θα πρέπει να κάψουμε κάθε δευτερόλεπτο περίπου 11 δισεκατομμύρια φορές την ετήσια παραγωγή της γης σε κάρβουνο.

Λόγω της περιστροφής της γης, η ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζει μια ιδιομορφία: η ενέργεια της παρουσιάζει μια μεγάλη χρονική διακύμανση, μεταξύ μιας μέγιστης τιμής κατά τη διάρκεια της ημέρας και της μηδενικής τιμής που προσλαμβάνει τη νύχτα. Επιπλέον, υπάρχει και μια σημαντική διακύμανση ανάλογα όχι μόνο με τη γεωγραφική θέση, αλλά και με την εποχή του έτους. Η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στη γη, είναι διάχυτη και αραιή. Η συγκεντρωμένη ακτινοβολία που πέφτει σε 1 τετραγωνικό μέτρο έχει ισχύ 1 ίππο ή 750 Watt. Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά, η χρονική διακύμανση και η αραιή πυκνότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, είναι οι κύριες αιτίες για τη δημιουργία των προβλημάτων που εμφανίζονται στις πρακτικές εφαρμογές της μετατροπής — είτε σε απευθείας ηλεκτρική ενέργεια, είτε σε θερμική ή και σε άλλες χρήσιμες μορφές.

Το μεγάλο πρόβλημα που σήμερα πρέπει να λυθεί, είναι η μεγιστοποίηση του ποσοστού των ενεργειακών αναγκών που μπορούν να καλυφθούν από τον ήλιο. Και γι' αυτό το σκοπό, οι ερευνητές στρέφονται σε δύο μεγάλους τομείς.

α. Τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (φωτοβολταϊκή μέθοδος ή μέσω παραγωγής υπέρθερμου ατμού ή μέσω θερμοηλεκτρικών στοιχείων).

β. Παραγωγή ζεστού νερού και γενικά θερμότητας χαμηλών θερμοκρασιών από τον ήλιο

Οι μέθοδοι αξιοποίησης της ηλεκτρικής ενέργειας διακρίνονται σε παθητικές και ενεργητικές.

2. ΠΑΘΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Με παθητικά συστήματα θέρμανσης (σωστός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, προσανατολισμός, θερμική μόνωση, διάταξη των δομικών όγκων, κατάλληλα δομικά υλικά) ένα σπίτι μπορεί να καλύπτει μεγάλο μέρος (ακόμη και 80-100%) των αναγκών του. Τα πιο βασικά στοιχεία στη δομή του ηλιακού παθητικού συστήματος είναι: (α) νότια προσανατολισμένο υαλοστάσιο, για συλλογή και παγίδευση της ηλιακής ακτινοβολίας, (β) συμπαγείς όγκοι υλικών με σχετικά μεγάλη θερμοχωρητικότητα για την αποθήκευση της θερμότητας που παγιδεύτηκε. Ένας άλλος τρόπος είναι η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στα θερμοκήπια

3. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν μηχανικές κατασκευές ικανές να συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, να τη μετατρέπουν σε αξιοποιήσιμη (θερμική, ψυκτική ή ηλεκτρική), να αποθηκεύουν τμήμα αυτής και να τη διανέμουν προς χρήση. Τα πλέον διαδεδομένα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι οι Ηλιακοί Συλλέκτες για παραγωγή θερμού νερού χρήσης και τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια (είδος ηλιακού συλλέκτη) για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μικρής ισχύος. Επίσης, στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι Ηλιακοί Συλλέκτες Κενού, ο συνδυασμός τους με ψύκτες Προσρόφησης (Absorption Chillers) για κάλυψη ψυκτικών αναγκών και τα Ηλιακά Υψηλής Ενθαλπίας για άμεση παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ατμοστροβίλων ή Οργανικών Κύκλων.

Η πιο διαδεδομένη χρήση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι για θέρμανση χώρων ή νερού, με το να συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία σε χαμηλή θερμοκρασία (μικρότερη των 1000C). Μετατρέπουν δηλαδή την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε απαιτείται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης. Έτσι, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ψύξης, για τον κλιματισμό χώρων και άλλες εφαρμογές, εμφανίζεται ως μία από τις πολλά υποσχόμενες προοπτικές, λόγω της αυξημένης ηλιακής ακτινοβολίας ακριβώς την εποχή που απαιτούνται τα ψυκτικά φορτία.

Μια άλλη εφαρμογή που έχει εξαπλωθεί στην Ευρωπαϊκή αγορά είναι ο συνδυασμός παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης χώρων με ενεργητικά ηλιακά συστήματα. Η χρήση των συστημάτων αυτών στις ελληνικές κλιματικές συνθήκες για τη θέρμανση χώρων, θεωρείται τεχνικά αλλά και οικονομικά αποδοτική, αν συνδυαστεί με την κατάλληλη μελέτη/κατασκευή του κτιρίου (καλή μόνωση, εκμετάλλευση των παθητικών ηλιακών ωφελειών, κ.λπ.) και τη συνεργασία του χρήστη. Μπορεί να εξοικονομήσει συμβατική ενέργεια σε νέα ή παλιά κτίρια, στα οποία έχουν ληφθεί όλα τα εφικτά μέτρα για την ελαχιστοποίηση των απωλειών και τη μεγιστοποίηση της οικονομικότητας της εγκατάστασης. Είναι πάντως, πολύ σημαντικός ο σωστός σχεδιασμός του ηλιακού συστήματος και η προσεκτική εξέταση της οικονομικότητας της εγκατάστασης για την αποφυγή λανθασμένων επιλογών και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης.

Με τη βοήθεια παραβολικών ανακλαστικών δίσκων, η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να συγκεντρωθεί στο εστιακό σημείο 600 ως 2000 φορές περισσότερο από τη συνήθη και η θερμοκρασία να ανέλθει στους 800 ως 1500 °C. Η θερμότητα που συλλέγεται με τις παραπάνω μεθόδους χρησιμοποιείται για την παραγωγή υπέρθερμου ατμού, ο οποίος κινεί μια ηλεκτρογεννήτρια. Έτσι με τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούμε να παράγουμε και ηλεκτρική ενέργεια.

Το βασικό δομικό στοιχείο των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι οι συλλέκτες.

3.1 Ηλιακοί Συλλέκτες

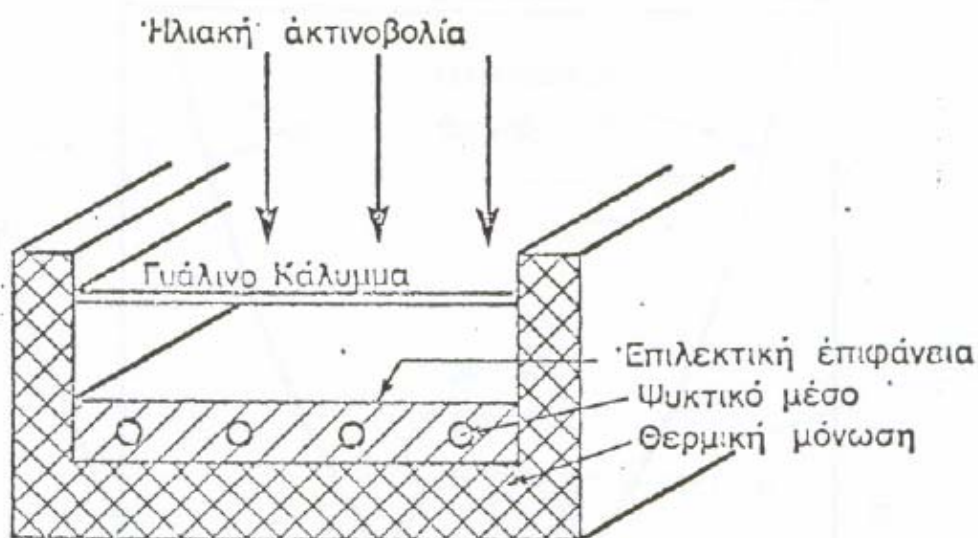
Κατά την δίοδο της ηλιακής ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα, ένα μέρος ανακλάται στο διάστημα ή απορροφάται, ένα μέρος διαχέεται και χαρακτηρίζεται σαν διάχυτη ακτινοβολία, ενώ το υπόλοιπο χαρακτηρίζεται σαν άμεση ακτινοβολία. Το άθροισμα των δύο (διάχυτης και άμεσης) χαρακτηρίζεται σαν ολική ακτινοβολία.

Οι επίπεδοι συλλέκτες εκμεταλλεύονται την ολική ακτινοβολία ενώ οι συγκεντρωτικοί μόνο την άμεση. Στους επίπεδους συλλέκτες η επιφάνεια συλλογής συμπίπτει με την επιφάνεια μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε θερμική ενέργεια. Στους συλλέκτες αυτούς, επιδιώκεται βελτίωση του βαθμού απόδοσης η_R με μείωση των απωλειών (προσθήκη ενός ή περισσότερων διαφανών καλυμμάτων) ή με αύξηση του λόγου α/ϵ , δηλ. του λόγου της απορροφητικότητας προς την

ικανότητα εκπομπής. Στους συγκεντρωτικούς συλλέκτες επιδιώκεται αύξηση του βαθμού απόδοσης με την συγκέντρωση της ηλιακής ακτινοβολίας από την επιφάνεια συλλογής (συγκέντρωσης) στον δέκτη με πολλαπλάσια ένταση IC και με αύξηση του λόγου α/ε. Παρακάτω περιγράφονται οι κυριότεροι τύποι συλλεκτών και δίνονται τεχνικά στοιχεία και τα χαρακτηριστικά της λειτουργίας τους.

3.1.1 Επίπεδοι Συλλέκτες

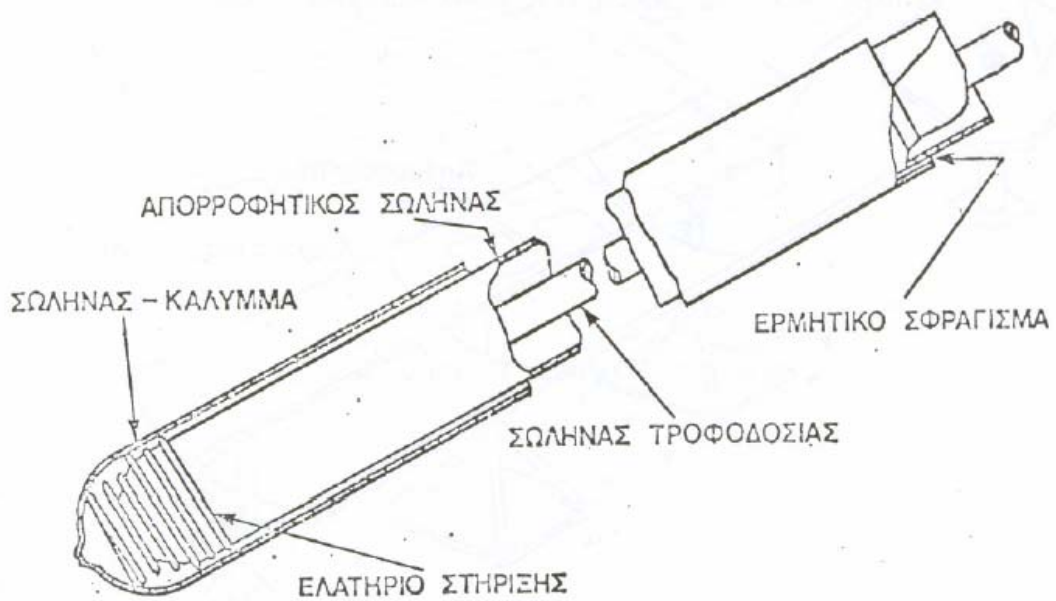
Χωρίζονται ανάλογα με το εργαζόμενο μέσο σε συλλέκτες αέρα και υγρού. Η συντριπτική πλειοψηφία των σήμερα διαθέσιμων συλλεκτών είναι υγρού, ενώ οι συλλέκτες αέρα είναι ακόμη στο στάδιο ανάπτυξης. Ένας τυπικός συλλέκτης υγρού φαίνεται στο Σχήμα 1. Παραλλαγές των συλλεκτών προκύπτουν ανάλογα με τον αριθμό των διαφανών καλυμμάτων (0,1,2) και το είδος της απορροφητικής επιφάνειας (απλή, με ειδική βάρφει, επικάλυψη με επιλεκτική ουσία).



Σχημα.1.Επίπεδος ηλιακός συλλέκτης

3.1.2 Σωλήνες Κενού

Αποτελούνται από κυλινδρικό μαύρο γυαλί, τοποθετημένο στο εσωτερικό άλλου προστατευτικού γυαλιού. Μεταξύ τους δημιουργείται κενό για την εξάλειψη των απωλειών αγωγιμότητας και συναγωγής, ενώ με κατάλληλο εξωτερικό κάλυμμα περιορίζονται οι απώλειες ακτινοβολίας. Οι συλλέκτες αυτοί αξιοποιούν την ολική ακτινοβολία. Στο Σχήμα 2 δίνεται η τομή ενός σωλήνα κενού



Σχήμα.2. Τομή σωλήνα κενού

3.1.3 Συγκεντρωτικοί Συλλέκτες

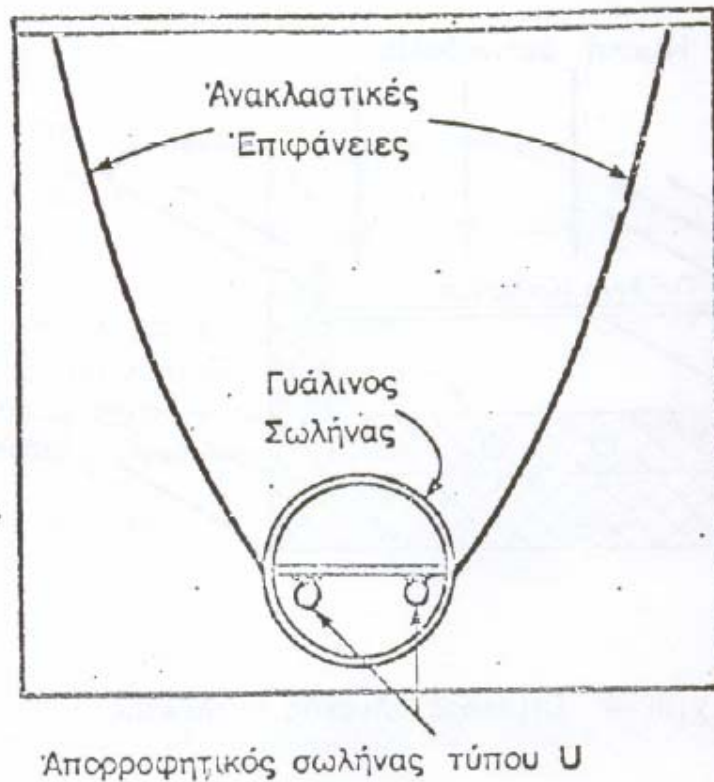
Διακρίνονται σε γραμμικής και σημειακής εστίας και αξιοποιούν μόνο την άμεση ακτινοβολία, γεγονός που τους καθιστά ακατάλληλους για τα βόρεια κλίματα. Στους συλλέκτες αυτούς η ηλιακή ακτινοβολία συγκεντρώνεται στον δέκτη που έχει κατάλληλο σχήμα και διαστάσεις και τοποθετείται στην εστία. Όσο ισχυρότερη η συγκεντρωτικότητα του συλλέκτη σε τόσο μικρότερη επιφάνεια συγκεντρώνεται δοσμένη ισχύς και άρα απαιτείται δέκτης μικρότερων διαστάσεων. Αυτό συνεπάγεται μικρότερες απώλειες ακτινοβολίας και συναγωγής για ορισμένη θερμοκρασία, άρα καλύτερο βαθμό απόδοσης. Έτσι άλλωστε μπορεί εύγλωττα να διατυπωθεί το πλεονέκτημα των συγκεντρωτικών συλλεκτών: λειτουργούν με καλό βαθμό απόδοσης παρέχοντας ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας (>300 °C). Οι γραμμικής εστίας εργάζονται ικανοποιητικά μέχρι περίπου 300 °C, ενώ για μεγαλύτερες θερμοκρασίες απαιτείται σημειακή συγκέντρωση.

Γενικά οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες πρέπει να παρακολουθούν την κίνηση του ήλιου, ώστε ο οπτικός τους άξονας να στοχεύει τον ήλιο. Οι σημειακής εστίας απαιτούν οδήγηση γύρω από δύο άξονες ενώ οι γραμμικής εστίας γύρω από τουλάχιστον έναν άξονα. Γι' αυτό υπάρχουν δύο δυνατότητες: (α) διάταξη του συλλέκτη με τον άξονα στην διεύθυνση Α-Δ και (β) διάταξη του συλλέκτη στην διεύθυνση Β-Ν με κλίση προς νότο. Με την πρώτη δυνατότητα έχουμε πολύ λιγότερες σωληνώσεις, η ενεργειακή τους όμως απόδοση είναι χαμηλότερη λόγω κυρίως των μεγάλων γωνιών πρόσπτωσης το πρωί και το απόγευμα.

Ανάλογα με το είδος εστίας (γραμμική-σημειακή) την κίνηση τους (ένας ή δύο άξονες) το είδος του δέκτη (κινητός-ακίνητος) κλπ. προκύπτει μια μεγάλη ποικιλία λύσεων που βρίσκονται στο στάδιο ανάπτυξης, πειραματικού ελέγχου ή στα πρώτα στάδια της βιομηχανικής παραγωγής. Οι κυριότερες λύσεις περιγράφονται παρακάτω σύντομα.

α. Σύνθετος παραβολικός συγκεντρωτικός συλλέκτης (Compound parabolic concentrating collector).

Αποτελείται από παραβολικές επιφάνειες (Σχήμα 3) σχεδιασμένες να συλλαμβάνουν την μέγιστη ακτινοβολία που συγκεντρώνουν σε έναν σωλήνα κενού. Οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται από 1,8 - 6,0 ενώ για μεγαλύτερες συγκεντρώσεις απαιτείται προσανατολισμός τουλάχιστον μια φορά τον μήνα.



Σχήμα.3. Σύνθετος παραβολικός συγκεντρωτικός συλλέκτης

β. Οδηγούμενος σε έναν άξονα παραβολικός συλλέκτης (Tracking parabolic collector)

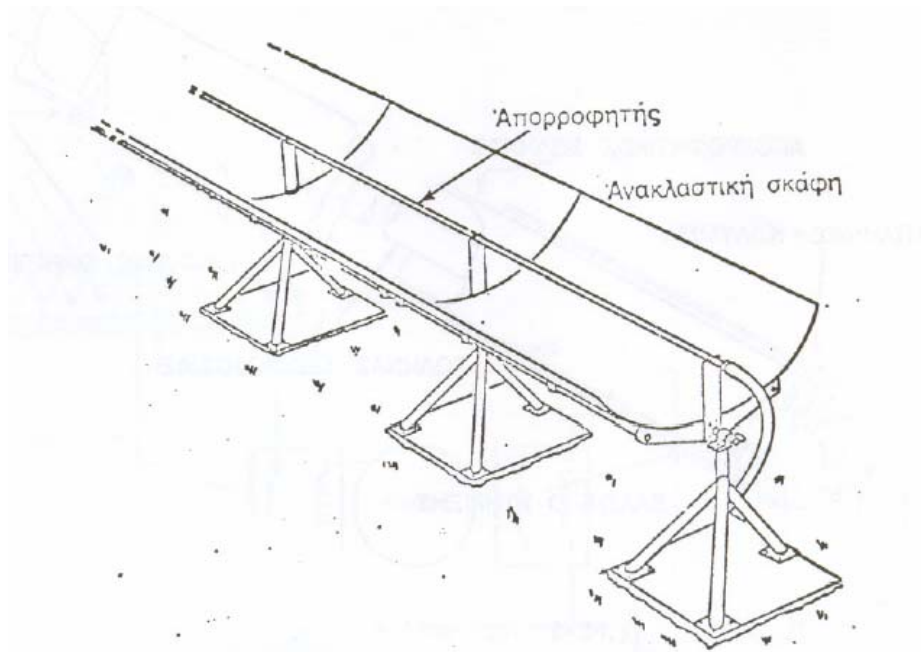
Αποτελείται από έναν κυλινδρικό παραβολικό ανακλαστήρα (parabolic trough) που συγκεντρώνει την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στον δέκτη που είναι ένας γυάλινος σωλήνας κενού ή απλός με μόνωση στην πάνω πλευρά (Σχήμα 4). Το μήκος ποικίλει από 4-10 ft, ενώ το άνοιγμα από 1-6 ft, αν και οι διαστάσεις αυτές δεν ενέχουν κάποιο είδος βελτιστοποίησης. Αντίθετα υπάρχει πρόβλημα βελτιστοποίησης της επιτυγχανόμενης συγκέντρωσης, που η θεωρητική βέλτιστη τιμή της προκύπτει περίπου 35, τιμή για την οποία έχουμε τον μέγιστο θερμικό βαθμό απόδοσης."

Το κόστος των συλλεκτών αυτών φαίνεται πως έχει δυνατότητες σημαντικών μειώσεων καθώς απαιτούνται σημαντικά λιγότερα υλικά από ότι στους επίπεδους συλλέκτες (γυαλιά, απορροφητικές επιφάνειες, μονώσεις). Τα κύρια στοιχεία κόστους του συλλέκτη αυτού είναι ο ανακλαστήρας και ο μηχανισμός οδήγησης.

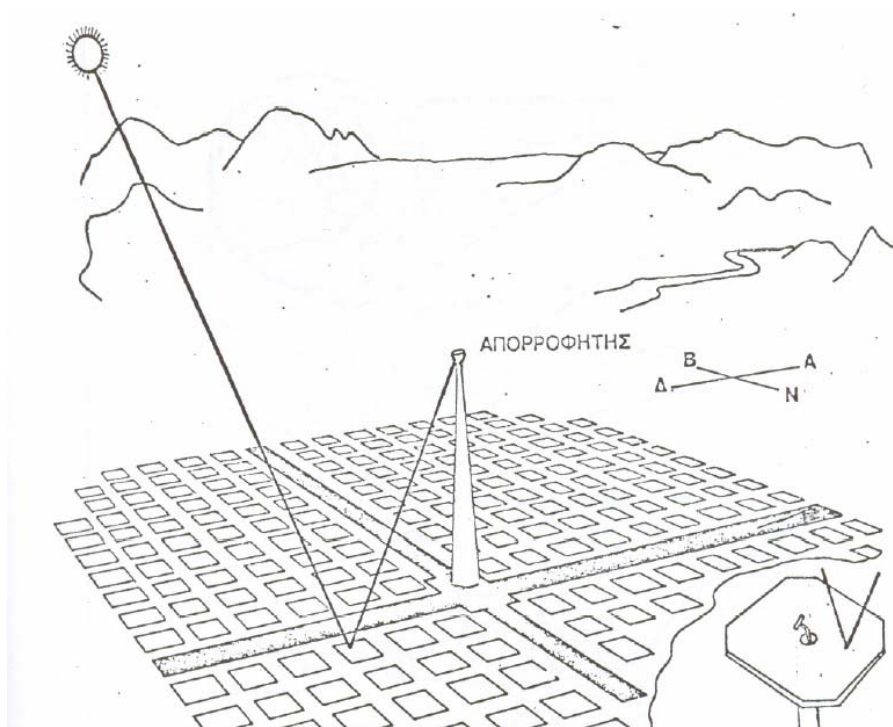
Οι καλές προοπτικές κόστους αυτών των συλλεκτών ενδεχομένως θα έθεταν ζήτημα εγκατάλειψης των επίπεδων συλλεκτών αν δεν υπήρχε το μειονέκτημα της μη αξιοποίησης της διάχυτης ακτινοβολίας, που μπορεί να είναι κρίσιμο για βόρεια κλίματα. Και πάλι όμως σύμφωνα με αναφορές το θέμα θέλει μελέτη για να προκύψει βάσιμη οικονομική σύγκριση των δύο τύπων συλλεκτών.

γ. Το σύστημα κεντρικού πύργου

Για την παραγωγή ατμού ή αέρα υψηλών θερμοκρασιών (>300 C ή και 500 C) σε μεγάλη κλίμακα φαίνεται πως πρακτική λύση δίνει μόνο το σύστημα κεντρικού πύργου (Σχήμα 5). Στο σύστημα αυτό ένα πεδίο ανεξάρτητα οδηγούμενων ανακλαστήρων (ηλιοστάτες) κατευθύνει την ανακλώμενη ακτινοβολία σε έναν κεντρικό δέκτη τοποθετημένο στην κορυφή ενός πύργου. Οι επιτυγχανόμενες συγκεντρώσεις είναι > 1.000 και οι θερμοκρασίες μέχρι 1.100 C.



Σχήμα.4.Οδηγούμενος σε άξονα παραβολικός συλλέκτης



Σχήμα.5.Σύστημα κεντρικού πύργου

Στον πίνακα που ακολουθεί βλέπουμε συνοπτικά την σύγκριση των επίπεδων και των συγκεντρωτικών ηλιακών συστημάτων.

ΕΠΙΠΕΔΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
1.επιφάνεια συλλογής των ηλιακών ακτίνων ίση με την επιφάνεια απορρόφησης των.	1.επιφάνεια συλλογής των ακτίνων πολύ μεγαλύτερη από την επιφάνεια απορρόφησης (συγκέντρωση των ακτίνων)
2.λειτουργία σε χαμηλές θερμοκρασίες (>150 C)	2.λειτουργία σε υψηλότερες θερμοκρασίες (<200C)
3.μεγάλο ποσοστό απώλειων, χαμηλή θερμική απόδοση.	3. μικρότερες απώλειες υψηλότερη Θερμική απόδοση.
4.αξιοποίηση άμεσης και διάχυτης ακτινοβολίας	4.αξιοποίηση μόνο της άμεσης ακτινοβολίας
5.όχι ιδιαίτερες απαιτήσεις για την αντοχή ποιότητα των υλικών	5.απαιτούνται υλικά ανθεκτικά σε υψηλές θερμοκρασίες.
6.απλουστευμένη τεχνολογία και κατασκευή.	6.υψηλή τεχνολογία και πολύπλοκη Κατασκευή
7.όχι κινούμενα μέρη παρακολούθησης του ήλιου	7.απαιτούνται πολύπλοκοι και ακριβείς μηχανισμοί ώστε το σύστημα να παρακολουθεί τον ήλιο κατά την κίνησή του
8.χαμηλό κόστος κατασκευής	8.υψηλό κόστος κατασκευής.
9.μικρό κόστος συντήρησης	9.μεγάλο κόστος συντήρησης.
10.όχι μεγάλη ευπάθεια σε καιρικές συνθήκες	10.ευπάθεια των μεγάλων εγκαταστάσεων στους ανέμους, χαλάζι κλπ.

4. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Εφαρμογές υψηλής θερμοκρασίας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Για το σκοπό αυτόν χρησιμοποιούνται συστήματα με συγκεντρωτικά, επίπεδα κάτοπτρα που κατευθύνουν σε μια εστία (Σχήμα 6).

Όλες αυτές οι μέθοδοι σκοπό έχουν τη δημιουργία υψηλών θερμοκρασιών, μέσω ενός θερμοδυναμικού κύκλου. Στο σημείο της συγκέντρωσης των ακτίνων, η θερμοκρασία ανέρχεται στους 700C ενώ σε ορισμένα συστήματα (ηλιοστάτες) φθάνει στους 2000C. Από εκεί, η θερμότητα μεταφέρεται μέσω υγρού, αέρα, χημικών ουσιών ή, τέλος, αερίων όπως το τριοξείδιο του θείου (SO₃) (Σχήμα 7). Από εκεί, το μέσον αυτό μεταφέρεται σε μια άλλη μονάδα όπου μετατρέπει τη θερμότητα του σε κίνηση, συνήθως σε αεροστρόβιλο (τουρμπίνα), η οποία με τη σειρά της κινεί τη συνδεδεμένη ηλεκτρογεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

Οι εγκαταστάσεις για την παραγωγή ηλεκτρισμού με τις δύο αυτές περιπτώσεις των παραβολικών κατόπτρων και του συγκεντρωτικού ηλιοστάτη είναι μεγάλης ισχύος, και λειτουργούν με μηχανισμό κίνησης των κατόπτρων. Η τεχνολογική προσφορά της εξέλιξης εδώ, είναι κυρίως η κατασκευή της πολύ καλής ανακλαστικής επιφάνειας. Συνήθως, τα κάτοπτρα που

χρησιμοποιούνται είναι από καθαρό αλουμίνιο, ή γυαλί που έχει υποστεί κατοπτρική επεξεργασία στην επιφάνεια του. Η επεξεργασία αυτή γίνεται σε πλακίδια γυαλιού μικρών επιφανειών, 10 cm² περίπου, με τοποθέτηση ατμών διαφόρων μετάλλων, αργύρου, αλουμινίου, χρωμίου κ.ά. η οποία γίνεται υπό ελαττωμένη ατμοσφαιρική πίεση. Ένας ηλιακός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής με κάτοπτρα από καθαρό αλουμίνιο, καταλαμβάνει έκταση 1.5 τετραγωνικά χιλιόμετρα και παράγει ηλεκτρισμό ισχύος 100.000 κ\ν. Για την ίδια παραγωγή ενέργειας θα χρειαζόταν κατανάλωση 175 kg ουρανίου το χρόνο, σ' έναν πυρηνικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Στην περίπτωση των συγκεντρωτικών κατόπτρων, προτείνονται μια σειρά κωνικών κατόπτρων που συγκεντρώνουν τις ακτίνες του ήλιου, κάθε ένας κώνος στο κέντρο του. Ένας αριθμός τέτοιων κώνων προτείνεται συνήθως για αύξηση της ισχύος του καθενός χωριστά. Για παράδειγμα, 12 κώνοι διαστάσεων 3 μέτρων διαμέτρου και ύψους 160, αποδίδουν μαζί 300 kw ισχύ. Σ' όλες τις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται συγκεντρωτικά κάτοπτρα (παραβολικά), συνδέεται παράλληλα ένας αριθμός τέτοιων μονάδων ώστε να αθροίζεται όλη η ισχύς που λαμβάνεται από καθένα χωριστά. Είναι διατεταγμένα σε παράλληλες σειρές και αποτελούν συνολικά 12 ή 24 και 36 από τέτοια στοιχεία μονάδες. Με ειδικό μηχανισμό κινούνται όλα μαζί για την παρακολούθηση του ήλιου.

Σε μια άλλη μορφή συγκεντρωτικού συστήματος, γίνεται το εξής:

Το ηλιακό φως συγκεντρώνεται σ' ένα γυάλινο σωλήνα κενού, με τη βοήθεια ενός κυλινδρικού φακού Φρένσελ. Μέσα σ' αυτόν βρίσκεται ένας σωλήνας από χάλυβα με επιλεκτική επίστρωση, για τη δημιουργία απορροφητικής επιφάνειας. Η αναπτυσσόμενη θερμότητα απάγεται με μια χημική ουσία (υγρό νάτριο). Η θερμότητα στον σωλήνα-εστία φθάνει τους 550° C. Στη συνέχεια διοχετεύεται σ' ένα δοχείο αποθήκευσης θερμότητας, όπου διατηρείται η θερμοκρασία σταθερή με τη βοήθεια ενός μείγματος λιωμένων αλάτων, που βρίσκεται μέσα στο δοχείο.

Και εδώ, φυσικά, υπάρχει μηχανισμός για την κίνηση του συστήματος των φακών.

Εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται στις εστίες των συγκεντρωτικών κατόπτρων, είχε προβληματίσει κατά καιρούς τους ειδικούς ο τρόπος μεταφοράς αυτών, στο χώρο όπου πρόκειται να γίνει η παραλαβή ή μετατροπή των θερμοκρασιών αυτών σε έργο.

Θα πρέπει ίσως εδώ να κάνουμε έναν παραλληλισμό, για να γίνει πιο κατανοητό το πώς η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται για βιομηχανική παραγωγή ή παραγωγή μεγάλης ισχύος έργου. Για τη βιομηχανική της εκμετάλλευση επιτυγχάνονται υψηλές θερμοκρασίες, 1000° C- 2000° C, όπου η υψηλή αυτή θερμοκρασία αντικαθιστά το ορυκτό καύσιμο για να δώσει κίνηση σε μηχανές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι πως αυτή η υψηλή θερμότητα διοχετεύεται στην παραγωγή υπέρθερμου ατμού, ο οποίος με τη σειρά του κινεί μια σειρά ατμολεβητών (τουρμπίνες) και οι οποίες θέτουν σε κίνηση τις γεννήτριες της ηλεκτροπαραγωγής.

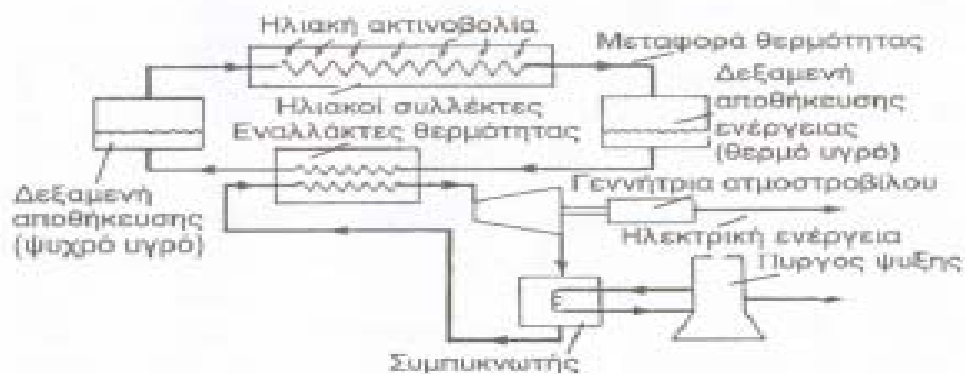
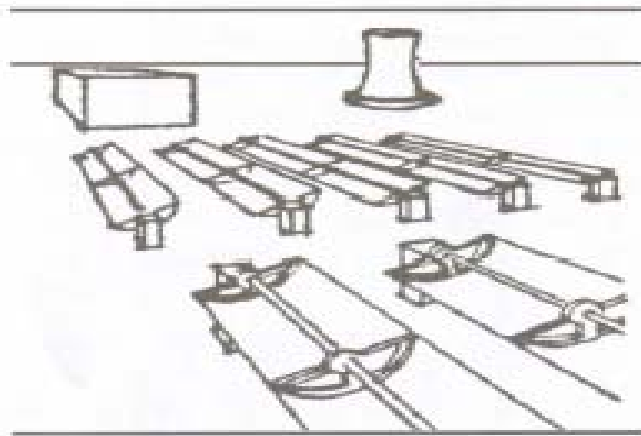
Για τη μεταφορά της υψηλής αυτής θερμοκρασίας στους θαλάμους της ατμοποίησης, οι ειδικοί προβληματίστηκαν κατά καιρούς για το πώς θα μπορούσε να επιτευχθεί με μικρότερη δυνατόν απώλεια. Δεδομένου ότι οι εστίες στα μεγάλα συγκροτήματα της ηλιακής ενέργειας είναι πολύ ισχυρές σε θερμοκρασία, το νερό (υδρατμοί) σαν μέσον μεταφοράς, προβληματίζει. Η λύση στο πρόβλημα δόθηκε με τη βοήθεια διαφόρων χημικών ενώσεων οι οποίες βρίσκονται στην κατάσταση αερίων, και παραμένουν στην αέρια φάση και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Ένα απ' αυτά τα αέρια είναι το τριοξείδιο του θείου (SO₃) το οποίο μάλιστα αποδίδει και παραλαμβάνει θερμότητα κατά τη στιγμή της διάσπασης του, όπου δίνει οξυγόνο, και της επανένωσης του πάλι με οξυγόνο. Η αντίδραση αυτή, όπου δημιουργείται το τριοξείδιο από το

διοξειδίο και το οξυγόνο, είναι θα λέγαμε πολύ εξυπηρετική και μάλιστα ευνοϊκή για τη χρήση του σε διάταξη μεταφοράς της θερμότητας τέτοιων υψηλών θερμοκρασιών.

Η υψηλή θερμοκρασία που συγκεντρώνεται στην εστία του κατόπτρου προκαλεί την αντίδραση διάσπασης του αερίου τριοξειδίου του θείου σε διοξειδίο του θείου και οξυγόνο. Το μείγμα αυτό μεταφέρεται σε αρκετή απόσταση, σε σωληνώσεις μονωμένες, όπου διατηρείται η θερμοκρασία.

Σε έναν αντιδραστήρα, με τη βοήθεια καταλύτη, επανασυνδέονται τα προϊόντα διάσπασης και συνθέτουν εκ νέου το αέριο τριοξειδίο του θείου (SO_3). Η αντίδραση για την ένωση αποδίδει θερμότητα η οποία φθάνει τους 1040° Κέλβιν. Στη συνέχεια, το αέριο SO_3 επανέρχεται στο κάτοπτρο για να ακολουθήσει η ίδια διαδικασία. Η θερμοκρασία αυτή της χημικής αντίδρασης είναι από τις πιο μεγάλες και ευνοεί, όπως αναφέρθηκε, τη μεταφορά της θερμότητας από το ηλιακό συγκεντρωτικό κάτοπτρο στο χώρο όπου μπορεί να αξιοποιηθεί



Σχήμα 6. Σύστημα παραβολικών κατόπτρων κυλινδρικής εστίας. Τα κάτοπτρα κινούνται ως προς έναν άξονα κατά μήκος της κύριας εστίας τους. Το υγρό που κινείται στο σωλήνα είναι νερό όπου μετατρέπεται σε ατμό και διοχετεύεται στον εναλλάκτη θερμότητας. Από εκεί ο ατμός διοχετεύεται στον ατμοστρόβιλο ο οποίος με τη σειρά του κινεί μία ηλεκτρική γεννήτρια.

κάτοπτρο, του οποίου τα σημεία ανάκλασης είναι τεμάχια κατόπτρων όπου αυτά τα τεμάχια κινούνται για την εστίαση των ακτίνων.

Υπάρχουν διάφοροι σχεδιασμοί επίπεδων ηλιοστατών,* οι οποίοι διαφοροποιούνται ως προς την κατασκευή της εστίας ένεκα του προς θέρμανση υλικού, του τρόπου κατανομής του και του προορισμού τους. Κυρίως, οι εστίες διακρίνονται σε ακάλυπτες κοίλες και σε εστίες των οποίων ο χώρος είναι κλειστός. Στην ακάλυπτη εστία, οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν κατευθείαν στις σωληνώσεις που περιέχουν το προς θέρμανση ρευστό.

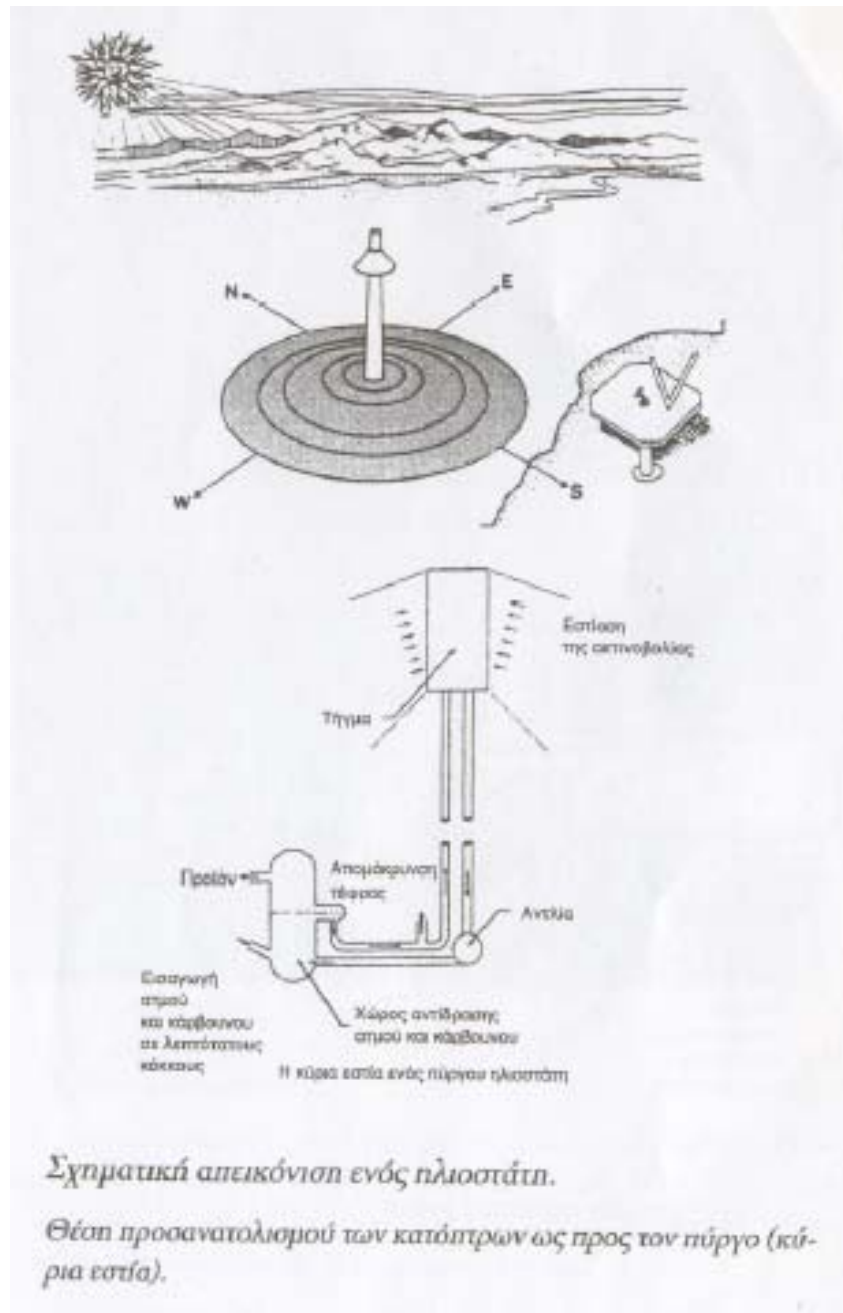
Η εστία με τις κοιλότητες δέχεται την ακτινοβολία μέσα από ένα ή περισσότερα ανοίγματα. Εκεί, η ακτινοβολία εγκλωβίζεται και απορροφάται από τις διαδοχικές ανακλάσεις στο εσωτερικό της. Στις εστίες κοιλότητας αναπτύσσονται μεγαλύτερες θερμοκρασίες, λόγω της τεχνικής των ανακλάσεων. Έχουν μεγαλύτερη απόδοση και παρέχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Επειδή οι ηλιοστάτες, όσο υψηλή παροχή ενέργειας κι αν προσφέρουν, εργάζονται μόνο τις ώρες της ηλιοφάνειας, το ανώτατο όριο είναι μόλις 8-10 ώρες την ημέρα. Ένα μεγάλο μέρος των ερευνητικών εργασιών έχει στραφεί στο πώς να βρεθεί τρόπος ώστε να είναι δυνατή η αποταμίευση αυτού του τόσο μεγάλου έργου που προσφέρουν.

Έχουν προταθεί και μελετηθεί διάφορα υλικά και τρόποι που μπορούν να συγκρατήσουν τη θερμότητα και να την αποβάλουν κατά τις νυχτερινές ώρες, όπως είναι τα ευθηκτικά άλατα, πετρώματα κ.λπ.

Όμως, η όλη φιλοσοφία της αρχής αυτής είναι περιοριστική, επειδή καταλήγει στο συμπέρασμα να χρησιμοποιείται ο ηλιοστάτης αποκλειστικά και μόνο για την παραγωγή ατμού, και μετά για την ηλεκτροπαραγωγή. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τη φύλαξη της θερμότητας το βράδυ, ενισχύουν αυτήν ακριβώς την τεχνική. Κινούνται στο ίδιο πλαίσιο, δηλαδή θα πρέπει να διαφυλάξουν τη θερμότητα για να χρησιμοποιηθεί πάλι στην παραγωγή ατμού, τις νυχτερινές ώρες. Το κόστος των υλικών παραμένει υψηλό, και η όλη εγκατάσταση είναι ασύμφορη οικονομικά. Μια άλλη λύση που έχει προταθεί και η οποία εφαρμόζεται, είναι η παράλληλη λειτουργία των ηλιοστατών με χρήση καυσίμων υγρών ή πυρηνικού εργοστασίου. Ο ηλιοστάτης λειτουργεί εδώ επικουρικά και βοηθά στην εξοικονόμηση ενέργειας από τις άλλες δύο περιπτώσεις.

Ηλιοστάτες (Σχήμα 8)) που λειτουργούν σήμερα είναι 1 στην Σάντια στις ΗΠΑ με 5 Mw, 2 στο Νέο Μεξικό, 1 στη Γαλλία, 1 στη Γεωργία (κατασκευασμένος από το Τεχνολογικό Ινστιτούτο, αποδίδει 400 kw), στην Ατλάντα της Γεωργίας, επίσης 1, στη Γαλλία, στην περιοχή Οντέιλο 1, και στο Μπάρστοου της Καλιφόρνιας που αποδίδει 10 Mw. Οι περισσότεροι χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη της τεχνολογικής γνώσης και όχι για την πραγματική λύση των αναγκών. Η αλήθεια είναι πως για πολλές τεχνολογικές επιτυχίες δίνεται προτεραιότητα στην ανάγκη της απόκτησης γνώσης για το αντικείμενο, ακολουθεί η απλοποίηση και ο σχεδιασμός της εξέλιξης του, και τελευταία έρχεται η εφαρμογή στην υπόθεση των ενεργειακών αναγκών, επειδή ο ήλιος είναι η λύση που απαιτεί γνώση τόσο τεχνολογικών εφαρμογών όσο και το συνδυασμό πολλών επιστημονικών κλάδων όπως είναι η μηχανική, η χημεία, η φυσική, η μηχανολογία, η μεταλλουργία κ.ά. Οι πλούσιες προηγμένες τεχνολογικά χώρες, δημιουργούν τέτοιες ευκαιρίες για προϋποθέσεις μελέτης πολλών κατευθύνσεων επάνω σ' αυτό το είδος, ώστε να αποκτάται μια αρκετά καλή τεχνολογία για το αντικείμενο. Αυτή παραμένει όμως ανεφάρμοστη τις περισσότερες φορές (φυλάσσεται) έως ότου έρθει η κατάλληλη στιγμή για να παρουσιαστεί πλέον και να λύσει το πρόβλημα. Μια τελευταία εφαρμογή στο χώρο ηλιοστασίων ήρθε να προσθέσει μια νέα εξέλιξη και να λύσει σημαντικά το πρόβλημα της χρήσης του ηλιοστατή και την επέκτασή του στις ώρες μη ηλιοφάνειας. Η ιδέα ήρθε από το ότι δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται ο ηλιοστάτης για να δώσει ατμό για την κίνηση ηλεκτρογεννήτριας, αφού αυτό πια δημιουργεί το πρόβλημα του πώς να κρατηθεί η θερμότητα του και να δουλέψει η ηλεκτρογεννήτρια τις νυχτερινές ώρες.



Σχήμα 8. Σχηματική απεικόνιση ενός ηλιοστάτη

Η λύση που δόθηκε ήταν η εξής:

Να παράγεται ένα αέριο καύσιμο — το οποίο αυτό καθαυτό μπορεί να αποθηκευτεί — είναι πολύ πιο εύκολο από το να αποθηκεύεται η θερμότητα, και να διοχετεύεται πλέον το αέριο αυτό σε οποιαδήποτε χρήση και φυσικά όλες τις ώρες. Με λίγα λόγια, προτάθηκε η σκέψη ο ηλιοστάτης να φτιάχνει ένα αέριο καύσιμο (σαν το φυσικό γαιαέριο), το οποίο να τροφοδοτεί τις βιομηχανικές ανάγκες ενός τόπου είτε για ηλεκτροπαραγωγή, είτε για τεχνική θερμική ενέργεια. Όταν διαβιβάζεται υδρατμός σε κάρβουνο, παράγεται ένα καύσιμο μείγμα αερίων που ονομάζεται υδατάεριο. Η χημική του σύσταση είναι άνθρακας, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και μεθάνιο. Απ' αυτά, το μονοξείδιο του άνθρακα, το υδρογόνο και το μεθάνιο είναι καύσιμα αέρια. Το μείγμα αυτών των αερίων αποτελεί το καύσιμο αέριο.

Αυτός ο χημικός τρόπος παραγωγής του αερίου καυσίμου, το «υδαταέριο» όπως λέγεται, είναι γνωστός από πολύ παλιά. Για την παραγωγή του χρησιμοποιούταν κάρβουνο διάπυρο, θερμοκρασίας άνω των 1000° C, στο οποίο διαβιβαζόταν υδρατμός. Το προκύπτον αέριο ήταν χρήσιμο ως καύσιμο και διοχετευόταν από τη βιομηχανία σε οικισμούς για θέρμανση. Με τον ηλιοστάτη επανήλθε αυτή η ιδέα και με μελέτες που έχουν γίνει, παράγονται διάφορα αέρια καύσιμα προϊόντα από πρώτη ύλη που προέρχεται ακόμη και από βιομάζα (τα σκουπίδια) ή άλλα αέρια.

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η γερμανική εταιρία Messerschmit-bolkow-blohm, που έχει ως βασική δραστηριότητα τους αεροδιαστημικούς σχεδιασμούς και κατασκευές, δέχτηκε μια παραγγελία για την εγκατάσταση στο Κουβέιτ ενός συγκροτήματος συλλογής και αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας, συνολικού κόστους 3.5 εκατομμυρίων δολαρίων.

Οι εγκαταστάσεις (Σχήματα 9&10) εκτείνονται σε επιφάνεια δύο εκταρίων (20000 τετραγωνικών μέτρων) ερημικού εδάφους, με μεγάλη ηλιοφάνεια. Περιλαμβάνουν 75 γιγαντιαίους κατοπτρικούς ανακλαστήρες τοποθετημένους με τρόπο ώστε να είναι πάντα στραμμένοι προς τον ήλιο. Στο σημείο που κάθε ανακλαστήρας εστιάζει το ηλιακό φως, είναι τοποθετημένη μια χάλκινη σφαίρα σε μέγεθος πορτοκαλιού, που χρησιμοποιείται για την απορρόφηση της προσπίπτουσας ενέργειας. Το όλο συγκρότημα των 75 ανακλαστήρων θέτει σε κίνηση μια ηλεκτρογεννήτρια ισχύος 100 kw, η οποία στο διάστημα μιας ημέρας παράγει κατά μέσο όρο 800 kwh ενέργειας.

Το ηλιακό συγκρότημα του Κουβέιτ θα χρησιμοποιηθεί αρχικά για την κίνηση αρδευτικών αντλιών και εργοστασίων αφαλάτωσης. Σε δεύτερη φάση όμως, θα ενταχθεί στο εθνικό ενεργειακό δίκτυο ως συμπληρωματική μονάδα για τις ανάγκες της βιομηχανίας.

Η κατασκευή της χάλκινης σφαίρας που χρησιμοποιείται για την απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας, βασίζεται στο σχεδιασμό των θαλάμων καύσης των πυραυλοκινητήρων. Όλη η ηλιακή ενέργεια που συγκεντρώνεται από τον ανακλαστήρα, εστιάζεται πάνω στη διαμέτρου 14 εκατοστών χάλκινη σφαίρα. Η σφαίρα αυτή είναι κοίλη και στο εσωτερικό της κυκλοφορεί ένα ρευστό που παραλαμβάνει τη θερμότητα και ψύχει το μεταλλικό περίβλημα. Διαγράφοντας μια σπειροειδή διαδρομή μέσα σ' ένα ειδικό "κανάλι" που έχει χαραχθεί στο τοίχωμα της χάλκινης σφαίρας, το υγρό φτάνει σε θερμοκρασία 345° C, αποδίδοντας έτσι 15 kwh θερμικής ισχύος.

Το ρευστό κυκλοφορεί μέσα σ' ένα κλειστό σύστημα σωληνώσεων, που συνδέει μεταξύ τους συλλέκτες και παραλαμβάνει απ' όλους θερμότητα. Στη συνέχεια οδηγείται σ' έναν ειδικό χώρο, όπου εξατμίζεται και εκτονώνεται στο εσωτερικό ενός στρόβιλου, ο οποίος κινεί με τη σειρά του μια ηλεκτρογεννήτρια. Το εκτονωμένο πλέον αέριο συμπυκνώνεται και οδηγείται ξανά με αντλίες στο σύστημα απορρόφησης.

Σε περίπτωση νέφωσης, το συγκρότημα διαθέτει ένα μονωμένο δοχείο, στο οποίο αποθηκεύεται αρκετό θερμό ρευστό που είναι σε θέση να κινεί τον στρόβιλο επί δύο ώρες, έτσι ώστε η ηλεκτρογεννήτρια να λειτουργεί με πλήρη απόδοση ακόμα και κάτω από συνεφιασμένο ουρανό.

Οι ηλιακοί συλλέκτες είναι ικανοί να παρακολουθούν τη διαδρομή του ήλιου χάρη σ' ένα αυτόματο σύστημα περιστροφής, που παίρνει εντολές από ειδικά προγραμματισμένο ηλεκτρονικό υπολογιστή. Το σύστημα αυτό, που χρησιμοποιείται και στη διαστημική τεχνολογία για την παρακολούθηση των τεχνητών δορυφόρων, βελτιώνει σημαντικά τη συλλογή ενέργειας, ακόμα και στις περιπτώσεις πρόσκαιρης κάλυψης του ήλιου από σύννεφα.

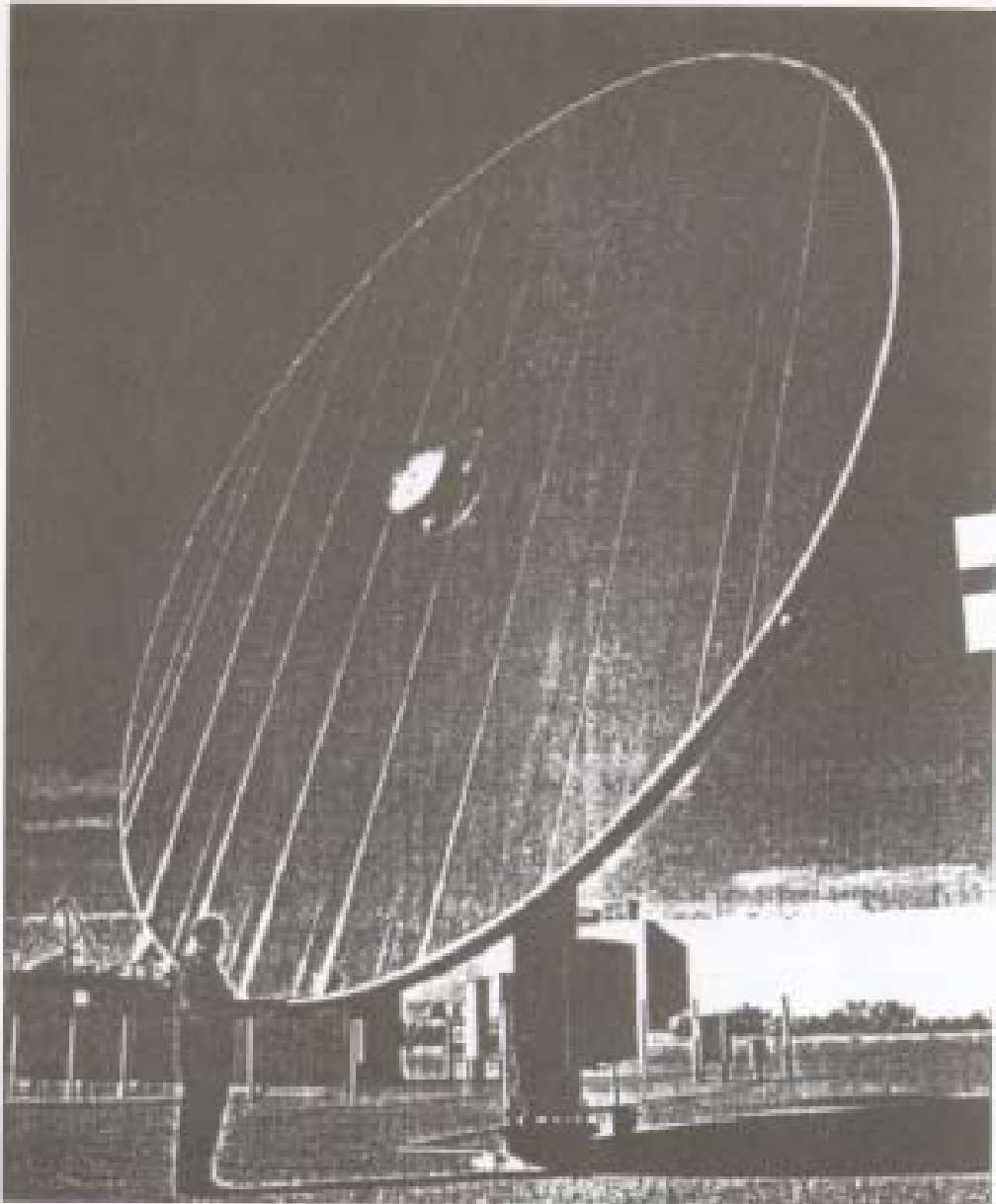


Μία άποψη ενός σταθμού ηλιοστάτη. Παράγει ενέργεια 10 MWe



Διάγραμμα των εγκαταστάσεων

Σχήμα 9. Διάγραμμα των εγκαταστάσεων



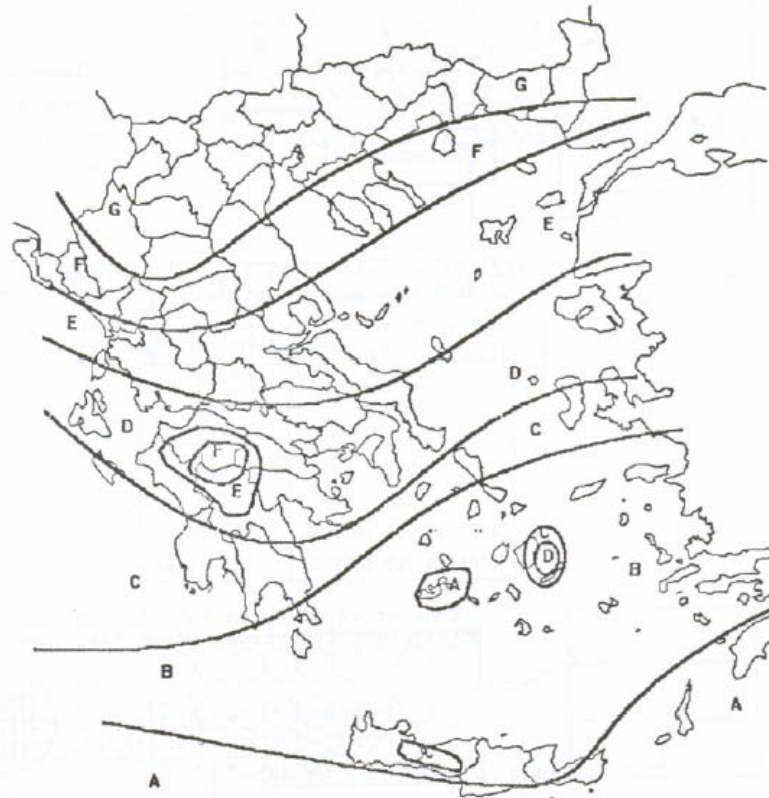
Κάτοπτρο ηλιοστάτη

Η ανακλωστική επιφάνεια αποτελείται από μια μεμβράνη ειδικής κατασκευής η οποία αντικαθιστά τον γυάλινο καθρέφτη. Με τον τρόπο αυτόν, η συσκευή ζυγίζει ελαφρότερα και το κόστος κατασκευής είναι το 1/3 συγκριτικά με το συνηθισμένο γυαλί.

Πηγή: Solar Energy Vol. 24, 1985.

Σχήμα 10. Κάτοπτρο ηλιοστάτη

Επίσης παρουσιάζουμε ενδεικτικά έναν πίνακα (Πίνακας 1) με τα επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας στην Ελλάδα.



Πίν.ΗΕ-3: Επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας στην Ελλάδα	
Ζώνη	Μέση ηλιακή ακτινοβολία, GJ/m ² /a
A	> 5,94
B	5,76 - 5,94
C	5,58 - 5,76
D	5,40 - 5,58
E	5,22 - 5,40
F	5,04 - 5,22
G	< 5,22

Πίνακας 1. Επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας στην Ελλάδα

6. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ .

Τέλος θα ήταν σκόπιμο να αναφέρουμε συνοπτικά τα **πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα** της ηλιακής ενέργειας.

Τα κυριότερα **πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας** είναι.

- Ανανεώσιμη και ελεύθερα διαθέσιμη πηγή
- Ικανοποιητική απόδοση μετατροπής
- Δεν ρυπαίνεται το περιβάλλον

Και τα **κυριότερα μειονεκτήματα** είναι.

- Υψηλό κόστος κατασκευής των ηλιακών στοιχείων
- Δαπανηρή αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας
- Απαιτείται η χρήση μεγάλων επιφανειών

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .

1. Αλέξανδρος Σ.Αλεξάκης. Ηλιακή ενέργεια.
2. Γιώργος Τσιλιγκιρίδης. Διαχείριση ενεργειακών πόρων.
3. Καλημέρης, Λιάκος, 2005, «Ενέργεια από Κύματα», Εργασία στα πλαίσια του μαθήματος Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας Ι του τμ. ΗΜΜΥ ΑΠΘ, υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Ντοκόπουλου και τη συνεπικουρία των υπ. Δρ κκ. Νταγκούμα Αθ. , Μαρινόπουλο Αν.