

2012

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Αριθμός 1214

Πειραματική μελέτη απόδοσης ηλιακών
θερμοσιφώνων παραγωγής ζεστού νερού.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:
ΚΕΠΕΝΟΣ ΘΕΟΦΑΝΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:
ΣΤΑΘΑΤΟΣ ΗΛΙΑΣ

ΠΑΤΡΑ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2013

16/6/2012





ΤΕΙ ΠΑΤΡΩΝ

ΣΤΕΦ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Πειραματική μελέτη απόδοσης ηλιακών θερμοσιφώνων παραγωγής ζεστού νερού.



Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας. Συγκεκριμένα τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Σταθάτο Ηλία, Αν. καθηγητή Α.Τ.Ε.Ι. Πάτρας, για την ανάθεση του θέματος, τις πληροφορίες που μου παρείχε σχετικά με το συγκεκριμένο θέμα, την εποπτεία της εργασίας, την καθοδήγησή, την ενθάρρυνση και τον χρόνο που μου προσέφερε για την επιτυχή ολοκλήρωσή της.

Επιπλέον, ευχαριστώ θερμά τον κύριο Γιώργο Λαμπέτη ιδιοκτήτη της βιοτεχνίας ηλιακών θερμοσίφωνων Sol Glass καθώς και τον κύριο Κων/νο Κεπενό για τις πληροφορίες που μου παρείχαν για το θέμα της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ την Μαρία-Αγγελική Κατσιδήμα για την κατανόηση που έδειξε το διάστημα αυτό.

Πρόλογος

Στην παρούσα πτυχιακή ,αρχικά θα γίνει η περιγραφή του ηλιακού θερμοσίφωνα, ο τρόπος- αρχή λειτουργίας και διάδοση στην χώρα μας. Ανάπτυξη ορισμού “ηλιακή θέρμανση” και “ήλιος”. Είδη ηλιακού θερμοσίφωνα (ανοικτού- κλειστού κυκλώματος) και κατηγοριοποίηση βάσει τον αριθμό των ενεργειακών πηγών (διπλής – τριπλής ενέργειας). Στην συνέχεια θα γίνει περιγραφή των μερών που αποτελείται ένας ηλιακός θερμοσίφωνα (συλλογής, αποθήκευσης). Διαδικασία εγκατάστασης και προσανατολισμός του συστήματος. Επίσης θα μελετηθεί ο ηλιακός θερμοσίφωνα ως οικολογική συσκευή, πλεονεκτήματα (αυτονομία, εξοικονόμηση ενέργειας κ.α.). Διάφορες φωτογραφίες, καμπύλη ετήσιας απόδοσης, κόστος αγοράς κάποιων τύπων που κυκλοφορούν στο εμπόριο. Τέλος, θα γίνει περιγραφή του Νομικού πλαισίου, θα επισημανθούν οι διαφορές και οι ομοιότητες του επίπεδου συλλέκτη και του συλλέκτη κενού καθώς και μεταξύ χάλκινων και πλαστικών σωληνώσεων.

Thanks

At this point I would like to thank everyone who contributed to the completion of my thesis. Namely my supervisor, Mr. Stathatos Hlias, Associate Professor TEI Patras, the instruction of the information he gave me about this issue, supervision of work, guidance, encouragement and when I offered to successful completion.

In addition, I thank Mr. George Lambeti owner craft solar water heaters Sol Glass and Mr. Kon/no Kepeno only for the information they gave me on the topic of my dissertation work.

Finally, thanks to Maria Angelica Katsidima for understanding he showed this time.

Prologue

In this thesis, first we will describe the solar water heater, the way-start function and proliferation in our country. Developing solar heating" definition" and" sun". Kinds of solar water heater (open-closed circuit) and categorization based on the number of energy sources (double - triple energy). Then it will be a description of the parts is a solar water heater (collection, storage). Installation process and orientation of the device. We will also study the solar water heater as an ecological unit, advantages (autonomy, energy saving, etc.). Additional photos, annual yield curve, cost of purchase of some kind on the market. Finally, we will describe the legal framework, highlighting the differences and similarities of the flat panel and the vacuum manifold and between copper and plastic piping.

Περιεχόμενα:

✚ Ηλιακή ενέργεια.....	6
✚ Ενεργητική ηλιακή θέρμανση.....	6-7
✚ Θερμότητα από τον ήλιο.....	8
✚ Ηλιακή θέρμανση (ενεργητικά ηλιακά συστήματα).....	8-10
✚ Ηλιακός θερμοσίφωνα.....	11
✚ Είδη ηλιακού θερμοσίφωνα.....	12
✚ Μέρη ηλιακού θερμοσίφωνα.....	12-14
✚ Ηλιακοί συλλέκτες.....	14
✚ Λειτουργία ηλιακών συλλεκτών.....	14
✚ Δεξαμενή αποθήκευσης.....	15
✚ Αρχή λειτουργίας.....	16
✚ Εγκατάσταση.....	16-17
✚ Ο ηλιακός θερμοσίφωνα ως οικολογική συσκευή.....	17
✚ Πλεονεκτήματα ηλιακού θερμοσίφωνα.....	17
✚ Χρήσιμοι αριθμοί.....	18
✚ Μέθοδος των καμπύλων F.....	18-21
✚ Διάφορες φωτογραφίες.....	22-26
✚ Θεσμικό πλαίσιο.....	27-28
✚ Μακροχρόνια ενεργειακή απόδοση ηλιακού συλλέκτη.....	28-30
✚ Συλλέκτες με σωλήνες κενού.....	31-33
✚ Περιγραφή.....	31
✚ Αρχή λειτουργίας.....	32
✚ Πλεονεκτήματα.....	32-33
✚ Συγκριτικός πίνακας απόδοσης κανονικού και κενού συλλέκτη για την ίδια χρονιά.....	34
✚ Μακροχρόνια ενεργειακή απόδοση ηλιακού συλλέκτη κενού...35-38	
✚ Σωλήνωση ηλιακού θερμοσίφωνα.....	39
✚ Παραλληλισμός άνω του ενός συστήματος.....	40
✚ Βιβλιογραφία.....	41

Ηλιακή Ενέργεια

Σήμερα αξιοποιούμε με πολλούς τρόπους την ευεργετική δράση της ηλιακής ακτινοβολίας:

Αρχικά με τη χρήση των θερμικών ηλιακών συστημάτων που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε θερμότητα σε κάποια θερμομονωμένη δεξαμενή, όπου την αποθηκεύουν και ονομάζονται ενεργητικά ηλιακά συστήματα.

Με τα παθητικά ηλιακά συστήματα, δηλαδή όλα τα κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα δομικά στοιχεία των οικοδομικών κατασκευών(κτιρίων) που υποβοηθούν την καλύτερη άμεση ή έμμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είτε για τη θέρμανση των κτιρίων το χειμώνα είτε για το δρόσισμα τους το καλοκαίρι.

Με την κατευθείαν μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική με τη χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. 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.

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ηλιακών συστημάτων θέρμανσης: παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης και ενεργητικά ηλιακά συστήματα (ενεργητική ηλιακή θέρμανση).

Ενεργητική Ηλιακή Θέρμανση

Η ενεργητική ηλιακή θέρμανση είναι παρόμοια με την παθητική ηλιακή θέρμανση, αλλά είναι μια πολύ πιο περίπλοκη διαδικασία και παράγει πολύ περισσότερη θερμότητα από ότι τα παθητικά συστήματα.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούν τους συλλέκτες και τη δεξαμενή αποθήκευσης ως χωριστές συνιστώσες και η μεταφορά της ενέργειας γίνεται με τη βοήθεια κάποιας αντλίας συστήματος.

Τα ενεργητικά συστήματα θέρμανσης μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: τα συστήματα αέρα και τα συστήματα υγρού.

Ένα θερμικό ηλιακό σύστημα συλλέγει, αποθηκεύει και διανέμει την ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιώντας είτε κάποιο υγρό, είτε αέρα, ως ρευστό μεταφοράς της θερμότητας των συλλεκτών.

Οι διαφορές στα συστήματα θέρμανσης βρίσκονται στον τρόπο, με τον οποίο η ηλιακή ενέργεια συσσωρεύεται στον ηλιακό συλλέκτη.

Τα συστήματα υγρού χρησιμοποιούν ένα υγρό για να συλλέγουν την ενέργεια στον

ηλιακό συλλέκτη. Υπόψη ότι τα συστήματα αέρα απορροφούν την ενέργεια μέσω του αέρα. Δεδομένου ότι οι ηλιακοί συλλέκτες συνήθως εγκαθίστανται στην οροφή του κτιρίου που θερμαίνεται, το καλύτερο είναι να τοποθετηθεί η ζεστή έξοδος του αέρα στην οροφή, για να συντομεύσει την πορεία του αγωγού.

Ένα σύστημα που εγκαθίσταται με αυτόν τον τρόπο, αναμιγνύει τον αέρα σε ένα κτίριο, σαν ένα ανεμιστήρα οροφής, εκτός από την παροχή ηλιακής θερμότητας.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση νερού οικιακής χρήσης, για τη θέρμανση και ψύξη χώρων(μπόιλερ), για βιομηχανικές διεργασίες, για αφαλάτωση, για διάφορες αγροτικές εφαρμογές, για θέρμανση πισίνων και τα λοιπά.

Η επιφάνεια ηλιακών συστημάτων, που βρίσκονται σε λειτουργία στη χώρα μας, είναι περίπου 3.587.200 m² (στοιχεία 2007). Ήδη, περισσότερες από 1.000.000 ελληνικές οικογένειες καλύπτουν περίπου 80% των ετήσιων αναγκών τους σε ζεστό νερό χρήσης με ηλιακό θερμοσίφωνα και περίπου 60% των ετήσιων αναγκών θέρμανσης του σπιτιού τους. Η απόδοση των ηλιακών συλλεκτών και η ποιότητα τους γενικά έχουν βελτιωθεί τα τελευταία χρόνια. Η Ελλάδα κατέχει αυτή τη στιγμή την Τρίτη θέση (μετά την Αυστρία) στην ευρωπαϊκή αγορά ως προς την εγκατεστημένη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών. Η Ελλάδα είναι ο μεγαλύτερος εξαγωγέας σε όλη την Ευρώπη και μάλιστα σε χώρες με ιδιαίτερη βιομηχανική παράδοση, όπως η Γερμανία.

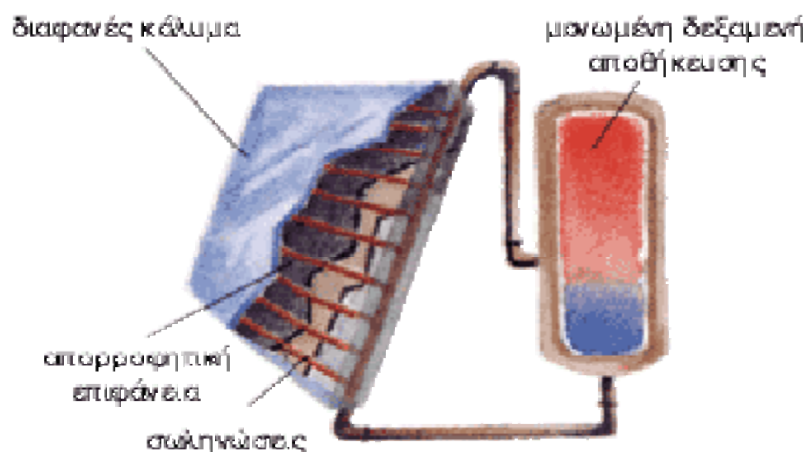
Θερμότητα από τον Ήλιο

Η πρώτη άμεση χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι η θέρμανση των ίδιων των ανθρώπων, των χώρων που κατοικούν και εργάζονται, του νερού που χρησιμοποιούν, αλλά και φούρνων για την παρασκευή φαγητού. Αυτές είναι παλιές, παραδοσιακές πρακτικές που σήμερα χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο, μαζί με νέες τεχνολογικά προηγμένες πρακτικές. Ολόκληρα νοικοκυριά μπορούν να πάρουν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που χρειάζονται για θέρμανση, ζεστό νερό αλλά και δροσισμό, από τη θερμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας. Η θερμότητα που προσφέρει ο ήλιος αξιοποιείται επίσης στα θερμοκήπια, καθώς και για την ξήρανση γεωργικών προϊόντων. Ο άνθρωπος εκμεταλλεύεται τη θερμότητα του ήλιου με τη χρήση των θερμικών ηλιακών συστημάτων. Τα συστήματα αυτά συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε θερμότητα. Διακρίνονται σε ενεργητικά και παθητικά συστήματα.

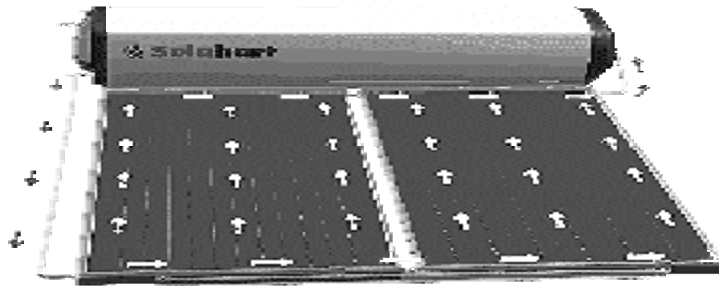
Ηλιακή θέρμανση (ενεργητικά ηλιακά συστήματα)

Η "καρδιά" ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης που είναι συνήθως τοποθετημένος στην ταράτσα ή στη στέγη ενός σπιτιού.

Τυπικό ενεργητικό ηλιακό σύστημα



Συλλέκτης



Η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στη μαύρη, μεταλλική συνήθως, επίπεδη επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από την απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται ένα διαφανές κάλυμμα, συνήθως από γυαλί ή πλαστικό, που αφήνει τις ακτίνες του ήλιου να περάσουν αλλά εμποδίζει τη θερμότητα να ξεφύγει (φαινόμενο θερμοκηπίου). Αν τοποθετήσουμε σωληνώσεις μέσα στις οποίες κυκλοφορεί νερό, σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια, μπορούμε να της αποσπάσουμε την πολύτιμη, συγκεντρωμένη ενέργεια. Αυτή την ενέργεια τη μεταφέρουμε, με τη μορφή ζεστού νερού, σε μια μονωμένη δεξαμενή αποθήκευσης, απ' όπου θα την πάρουμε όταν τη χρειαστούμε. Το πιο απλό και διαδεδομένο σήμερα ενεργητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού είναι ο γνωστός μας ηλιακός θερμοσίφωνας. Το θερμό νερό που μας δίνει ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε, στη συνέχεια, για τις καθημερινές μας ανάγκες, δηλαδή για τη θέρμανση χώρων κατοικίας ή εργασίας, τη θέρμανση κολυμβητικών δεξαμενών, γεωργικών εγκαταστάσεων και τα λοιπά.

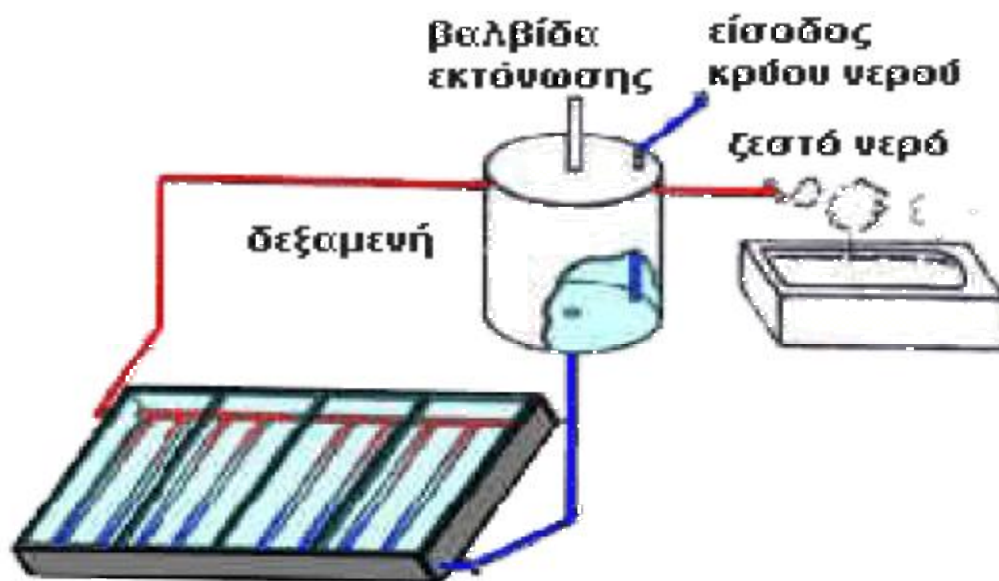
Με τη βοήθεια παραβολικών ανακλαστικών δίσκων, η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να συγκεντρωθεί στο εστιακό σημείο 600 ως 2000 φορές περισσότερο από τη συνήθη και η θερμοκρασία να ανέλθει στους 800 ως 1500 οC. Η θερμότητα που συλλέγεται με τις παραπάνω μεθόδους χρησιμοποιείται για την παραγωγή υπέρθερμου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

Γενικά, μια μαύρη επιφάνεια όταν εκτεθεί στον ήλιο, θερμαίνεται πιο εύκολα (έντονη απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας) απ' ό,τι μια ανοιχτόχρωμη επιφάνεια (ανάκλαση ηλιακής ακτινοβολίας).

Οι ηλιακοί συλλέκτες των θερμοσιφώνων έχουν πάντα νότιο προσανατολισμό στη χώρα μας και κλίση 30° - 60°, γιατί έτσι συλλέγουν περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία στη διάρκεια της μέρας και στη διάρκεια του έτους. Ένας ηλιακός θερμοσίφωνας

μπορεί να δώσει όσο ζεστό νερό χρειάζεται καθημερινά μια οικογένεια (τις μέρες βέβαια που έχουμε ήλιο). Μπορούμε, όμως, να παράγουμε μεγάλη ποσότητα ζεστού νερού αν συνδέσουμε μεταξύ τους πολλούς ηλιακούς συλλέκτες και αποθηκεύσουμε το ζεστό νερό σε μεγάλες μονωμένες δεξαμενές. Ακόμα, με τη χρήση κοίλων κατόπτρων, είναι δυνατό να συγκεντρώσουμε τις ακτίνες του ήλιου σε μικρή επιφάνεια ή σε ένα μόνο σημείο και έτσι να επιτύχουμε υψηλές θερμοκρασίες για βιομηχανική χρήση ή για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Διάγραμμα ηλιακού θερμοσίφωνα



Ηλιακός θερμοσίφωνας



Ο **ηλιακός θερμοσίφωνας** είναι ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα που ζεσταίνει νερό χρησιμοποιώντας την ηλιακή ακτινοβολία. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στις χώρες που έχουν μεγάλη ηλιοφάνεια, όπως για παράδειγμα στις χώρες της Μεσογείου και στην Κύπρο.

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η απλούστερη και η γνωστότερη ηλιακή συσκευή. Κατά την λειτουργία του γίνεται εκμετάλλευση δυο φυσικών φαινομένων. Με την αρχή του θερμοσίφωνα επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του νερού με φυσικό τρόπο χωρίς μηχανικά μέρη (αντλίες κλπ.) ενώ η θέρμανση του νερού γίνεται με την εκμετάλλευση του φαινομένου του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στους συλλέκτες του.

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας άρχισε να χρησιμοποιείται εξηλεκτρισμού. Μετά την πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70 και ιδιαίτερα τη δεκαετία του '80 άρχισε να χρησιμοποιείται ευρύτατα στις χώρες με ηλιοφάνεια. Στην Κύπρο αναλογεί ένας ηλιακός θερμοσίφωνας για κάθε πέντε κατοίκους, ενώ στο Ισραήλ η χρήση τους είναι υποχρεωτική στις καινούργιες οικοδομές. Σε πολλές άλλες χώρες η χρήση τους επιδοτείται.

Στην Ελλάδα η διάδοση των ηλιακών συσκευών είναι πολύ εντυπωσιακή: το πρώτο μοντέλο λανσαρίστηκε το 1974, το 1980 υπήρχαν εγκατεστημένα περίπου εκατόν πενήντα χιλιάδες τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών και το 2004 περίπου τρία εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών. Μέρος της επιτυχίας αυτής των ηλιακών θερμοσιφώνων στην Ελλάδα οφείλεται στα φορολογικά κίνητρα που είχε θεσπίσει το Ελληνικό κράτος. Σήμερα οι ηλιακοί θερμοσίφωνες χρησιμοποιούνται από περισσότερους από ένα εκατομμύριο καταναλωτές. Μέχρι και τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα ήταν απ' τις κύριες κατασκευάστριες χώρες ηλιακών θερμοσιφώνων.

Είδη ηλιακού θερμοσίφωνα

Διακρίνουμε δύο είδη ηλιακών θερμοσίφωνων ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου:

- **Ανοικτού κυκλώματος:** απευθείας θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε).
- **Κλειστού κυκλώματος:** έμμεση θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο κυκλοφορεί σε ιδιαίτερο κύκλωμα το οποίο θερμαίνει το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε χωρίς να γίνεται ανάμιξή τους, μέσω εναλλακτικής θερμότητας).

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες ανοικτού κυκλώματος είναι απλούστεροι και φθηνότεροι, έχουν όμως προβλήματα σε χαμηλές θερμοκρασίες (παγετούς) γιατί δεν μπορούμε να τους προσθέσουμε αντιψυκτικά μίγματα (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό χρήσης). Στους ηλιακούς θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος μπορεί το θερμαινόμενο μέσο να είναι και άλλο ρευστό (πχ. λάδι). Αν είναι μόνο νερό, έχει αντιψυκτικά και αντιδιαβρωτικά πρόσθετα για προστασία της συσκευής.

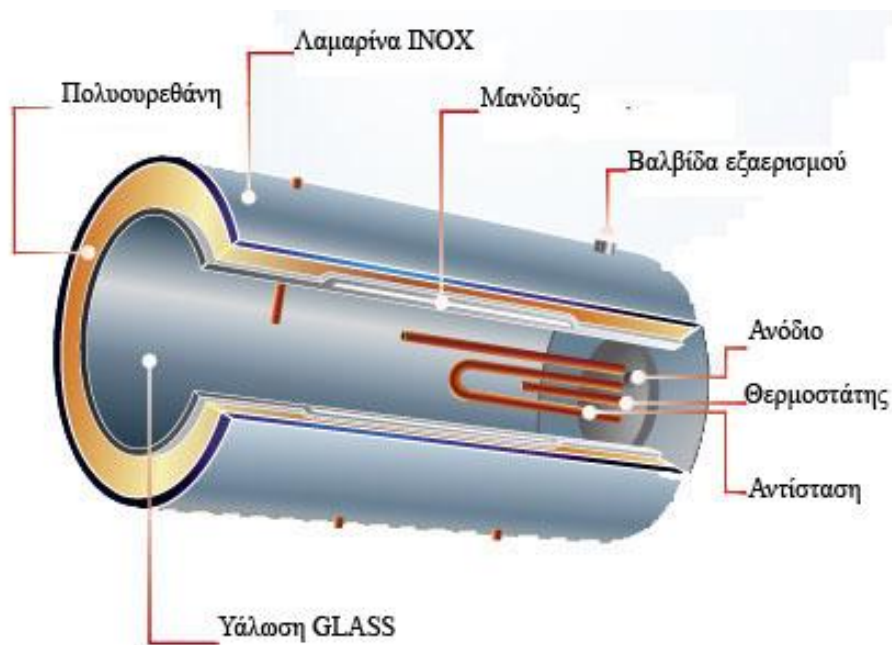
Επίσης μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τους ηλιακούς θερμοσίφωνες ανάλογα με τον αριθμό ενεργειακών πηγών που μπορούν να εκμεταλλευτούν σε:

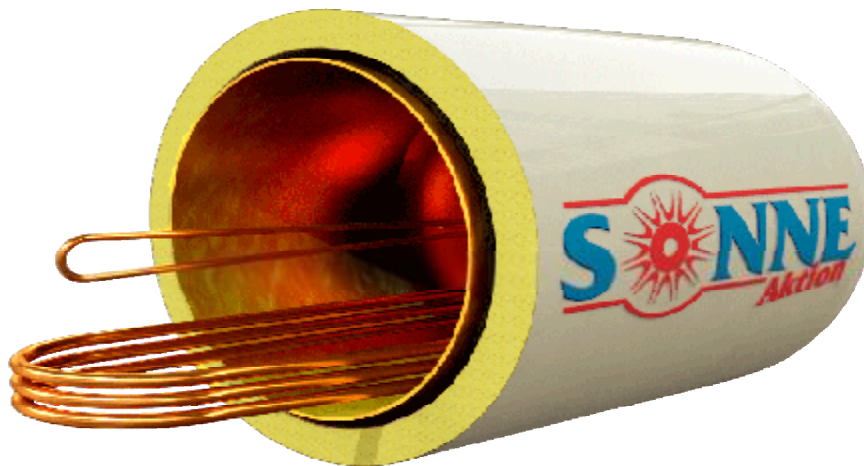
- **Διπλής ενέργειας:** Ο θερμοσίφοντας λειτουργεί εκμεταλλευόμενος είτε την ηλιακή ενέργεια είτε το ηλεκτρικό ρεύμα (π.χ. κατά την διάρκεια συννεφιάς οπότε η ηλιακή ενέργεια δεν είναι αρκετή για να ζεστάνει το νερό). Για τον σκοπό αυτό, υπάρχει ηλεκτρική αντίσταση τοποθετημένη εντός του τμήματος αποθήκευσης.
- **Τριπλής ενέργειας:** Λειτουργεί όπως ο ηλιακός θερμοσίφοντας διπλής ενέργειας αλλά έχει επιπλέον μια είσοδο για να εκμεταλλευτεί ως θερμαντικό μέσο το ζεστό νερό του καλοριφέρ που παράγεται από τον λέβητα κεντρικής θέρμανσης. Προϋπόθεση για την εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα τριπλής ενέργειας είναι να υπάρχει η κατάλληλη υποδομή στο οίκημα υπό την μορφή ξεχωριστών σωληνώσεων (ανά διαμέρισμα εάν πρόκειται για πολυκατοικία) που να συνδέουν το λεβητοστάσιο με τον χώρο εγκατάστασης του ηλιακού θερμοσίφωνα (ταράτσα ή σκεπή).

Μέρη ηλιακού θερμοσίφωνα

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, ανεξάρτητα από το είδος τους, αποτελούνται από δύο βασικά μέρη:

- Το *τιμήμα συλλογής* (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας)
- Το *τιμήμα αποθήκευσης* (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού)





Τα δύο αυτά μέρη είναι συναρμολογημένα μαζί και συνδέονται με σωληνώσεις, αλλά σε μεγαλύτερα συστήματα μπορούν να είναι και χωριστά και να χρησιμοποιούνται αντλίες για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου, ειδικά όταν το τμήμα αποθήκευσης δεν βρίσκεται στον ίδιο χώρο με το τμήμα συλλογής. Το τμήμα αποθήκευσης διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με θερμοστάτη, για να μπορεί να παράγεται ζεστό νερό και σε άσχημες καιρικές συνθήκες. Οι ακριβότεροι ηλιακοί θερμοσίφωνες διαθέτουν και κάποια λίγα εξαρτήματα ελέγχου όπως βαλβίδα υπερπίεσης ή αυτόματα εξαεριστικά.

Ηλιακοί συλλέκτες

Το κυριότερο μέρος ενός ηλιακού θερμοσίφωνα είναι οι ηλιακοί συλλέκτες (ή καθρέπτες), που είναι η επιφάνεια συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτή αποτελείται από τέσσερα μέρη:

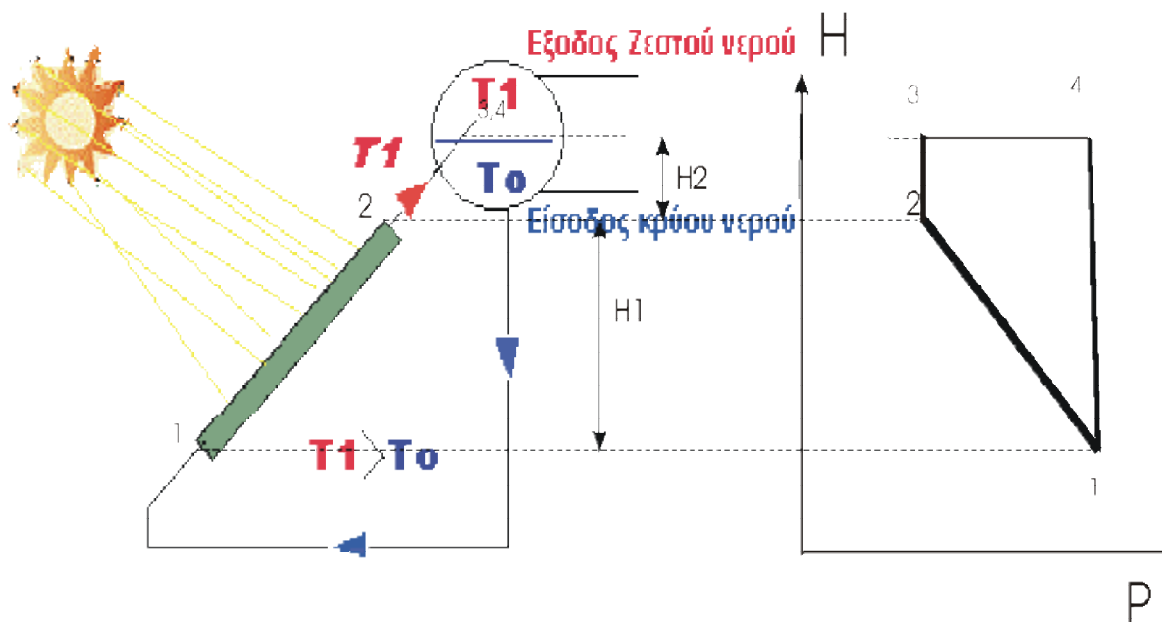
- Την πλάκα συλλογής της ακτινοβολίας
- Τους σωλήνες ροής του νερού
- Την κάλυψη (κρύσταλλο) της πλάκας απορρόφησης και
- Το θερμικά μονωμένο πλαίσιο πάνω στο οποίο στερεώνονται τα υπόλοιπα εξαρτήματα.

Λειτουργία ηλιακών συλλεκτών

Η λειτουργία των συλλεκτών του ηλιακού θερμοσίφωνα βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στο χώρο ανάμεσα στην πλάκα απορρόφησης και τη γυάλινη επικάλυψη. Καταρχήν η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στην (συνήθως μαύρη) απορροφητική πλάκα, ανεβάζοντας της θερμοκρασία της. Η πλάκα με τη

σειρά της εκπέμπει μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (θερμική ακτινοβολία) για την οποία το τζάμι που καλύπτει την πλάκα είναι σχεδόν αδιαφανές. Έτσι η μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (η ζέστη) παγιδεύεται ανάμεσα στην πλάκα και το τζάμι, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόδοση όσον αφορά τη θέρμανση του νερού (που κυκλοφορεί σε σωλήνες που είναι σ' επαφή με την πλάκα στο πίσω μέρος της ή ενσωματωμένοι σ' αυτή).

Οι κρίσιμοι παράγοντες για την καλή απόδοση του συστήματος είναι η μεγάλη απορροφητικότητα της πλάκας στην ηλιακή ακτινοβολία, ο μικρός συντελεστής εκπομπής της πλάκας στη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία και η μεγάλη αδιαφάνεια του κρυστάλλου για τη δεύτερη. Τα υλικά που προσφέρουν την καλύτερη σχέση απόδοσης-τιμής είναι γυαλί και επιφάνεια από αλουμίνιο ή χαλκό, χρωματισμένη μαύρη.



Δεξαμενή αποθήκευσης

Η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού χρήσης έχει χωρητικότητα που κυμαίνεται από 100 έως 200 λίτρα για συνήθεις οικιακές εφαρμογές. Η χωρητικότητά της είναι συνάρτηση της συλλεκτικής επιφάνειας που διαθέτει. Είναι συνήθως χαλύβδινη, με εσωτερική επίστρωση για προστασία από την διάβρωση. Η επίστρωση αυτή είναι συνήθως από ειδικά πλαστικά ή εποξειδικά χρώματα ή εμαγιέ (υαλόκραμα). Εναλλακτικά και για ακριβότερα συστήματα η δεξαμενή αποθήκευσης μπορεί να είναι χάλκινη ή ανοξείδωτη. Εξωτερικά έχει πολύ καλή μόνωση συνήθως από πολυαιρεθάνη ή υαλοβάμβακα.

Συνήθως έχει ενσωματωμένη κάποια ηλεκτρική αντίσταση. Στα συστήματα κλειστού κυκλώματος έχει επιπλέον ενσωματωμένο εναλλακτή (σερπαντίνα) για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου ή σε πιο ακριβά συστήματα είναι διπλών τοιχωμάτων (ανάμεσα στα δύο τοιχώματα κυκλοφορεί το θερμαινόμενο μέσο).

Αρχή λειτουργίας

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας κατά την λειτουργία του εκμεταλλεύεται το φυσικό φαινόμενο της ροής των ρευστών λόγω διαφοράς θερμοκρασίας (διαφοράς πυκνότητας), γνωστό και σαν αρχή του θερμοσιφώνου. Έτσι πετυχαίνεται με φυσικό τρόπο χωρίς κυκλοφορητή (αντλία) συνεχής ροή του θερμαινόμενου μέσου, από το θερμότερο σημείο (ηλιακοί συλλέκτες) προς το ψυχρότερο (δεξαμενή νερού), μέχρις ότου τα δύο σημεία να αποκτήσουν παρόμοιες θερμοκρασίες. Για να είναι αυτό δυνατό πρέπει το ψυχρότερο σημείο να είναι ψηλότερα από το θερμότερο σημείο και για τον λόγο αυτό σε όλους τους ηλιακούς θερμοσίφωνες η δεξαμενή αποθήκευσης είναι πάντα ψηλότερα από τους ηλιακούς συλλέκτες.

Η συνολική απόδοση του ηλιακού θερμοσίφωνα εξαρτάται κι απ' τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τη νεφοκάλυψη και την αποτελεσματικότητα της θερμικής μόνωσης του συστήματος.

Εγκατάσταση

Ο καλύτερος προσανατολισμός για την τοποθέτηση των ηλιακών θερμοσιφώνων (ακριβέστερα των ηλιακών συλλεκτών) είναι ο νότιος, για να εκμεταλλεύεται ο θερμοσίφωνας όσο περισσότερες ώρες ηλιοφάνειας γίνεται. Απόκλιση μέχρι 15 μοίρες από τον νότο δεν έχει μεγάλη επίπτωση στην απόδοσή του. Σε μεγαλύτερη απόκλιση παρατηρείται μείωση της απόδοσης. Ακόμα η κλίση του ηλιακού συλλέκτη πρέπει να είναι 20-50 μοίρες. Μεγαλύτερη ή μικρότερη κλίση μειώνει την απόδοση.

Οι προβλεπόμενες συνδέσεις για την λειτουργία του είναι δύο υδραυλικές (είσοδος κρύου νερού, έξοδος ζεστού νερού χρήσης) και μία ηλεκτρική (ηλεκτρική αντίσταση). Στην είσοδο του κρύου νερού πρέπει να τοποθετηθεί βάνο για να είναι δυνατή η απομόνωσή του από το δίκτυο σε περίπτωση συντήρησης ή επισκευής. Καλό είναι στις υδραυλικές σωληνώσεις να τοποθετηθεί βαλβίδα ασφαλείας έναντι υπερπίεσης και αυτόματο εξαεριστικό, αν δεν υπάρχουν ήδη ενσωματωμένα από τον κατασκευαστή. Καλό είναι επίσης στην σωλήνωση εξόδου του ζεστού νερού χρήσης να τοποθετηθεί εξωτερικό μονωτικό περίβλημα καλής ποιότητας.

Χρειάζεται στοιχειώδης συντήρηση, κυρίως καθαρισμός των πλακών επιφανειακά, αντικατάσταση της αντιδιαβρωτικής προστασίας όποτε αυτό απαιτείται σύμφωνα με τον κατασκευαστή και συμπλήρωση με αντιψυκτικό υγρό τον χειμώνα (μόνο στους ηλιακούς θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος). Ακόμα σε περιπτώσεις ισχυρού ψύχους (χιόνι, παγετός κλπ) συνιστάται η κάλυψη των κρυστάλλων με πανί ή χαρτόνι για να αποφευχθεί η καταστροφή τους (θραύση). Σημειώνεται ότι η κάλυψη των κρυστάλλων δεν προσφέρει καμία προστασία σε περίπτωση θερμοσιφώνων ανοικτού

κυκλώματος. Το μόνο αποτελεσματικό μέτρο σε τέτοιες περιπτώσεις είναι το πλήρες άδειασμα του θερμοσίφωνα από το νερό μέχρι να αυξηθεί η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πάνω από το μηδέν εκτός εάν τοποθετηθούν ειδικές θερμορυθμιστικές βάνες που επιτρέπουν ελάχιστη διαφυγή νερού, ικανή να αποτρέψει την δημιουργία πάγου στο κύκλωμα .

Ο ηλιακός θερμοσίφοντας ως οικολογική συσκευή

Ο ηλιακός θερμοσίφοντας είναι μια απ' τις "καθαρότερες" και πιο αποδοτικές συσκευές που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στη διάρκεια ζωής του ο ηλιακός θερμοσίφοντας εξοικονομεί περίπου δυο χιλιάδες ευρώ απ' τους λογαριασμούς ρεύματος σε τιμές 2005, ενώ αποφεύγεται η έκλυση περίπου τριάντα τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Κάθε ντους με νερό από ηλιακό θερμοσίφωνα ισοδυναμεί με τρία κιλά διοξειδίου του άνθρακα λιγότερα στην ατμόσφαιρα.

Πλεονεκτήματα ηλιακού θερμοσίφωνα

- Αξιοπιστία: Η χρήση ηλιακών συστημάτων είναι μια δοκιμασμένη τεχνολογία και ασφαλής ως προς το τελικό αποτέλεσμα.
- Αποκέντρωση: Η θερμική ενέργεια παράγεται και ρυθμίζεται στα σημεία ζήτησης της. Αποφεύγονται έτσι οι τεράστιες απώλειες μεταφοράς ενέργειας μέσω του ηλεκτρικού δικτύου.
- Αυτονομία: Αποτρέπονται οι δαπάνες για εισαγωγή ενέργειας, τη στιγμή που ο ήλιος παρέχεται δωρεάν, υπάρχει παντού και δεν εξαντλείται.
- Ευκολία: Η τοποθέτηση ενός ηλιακού συστήματος είναι απλή, η δε συντήρηση του ελάχιστη, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται και μεγαλύτερη εξοικονόμηση χρημάτων.
- Εξοικονόμηση ενέργειας: Με τη χρήση ηλιακών συστημάτων εξοικονομείται ένας πολύ σημαντικός αριθμός ισχύος ηλεκτρικής ενέργειας, αποφεύγοντας με αυτό τον τρόπο τις συχνές διακοπές ρεύματος υπερφορτωμένων δικτύων.
- Προστασία του περιβάλλοντος: Αποτρέπεται η έκλυση μεγάλων ποσοτήτων ρύπων που επιβαρύνουν το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία.

Χρήσιμοι αριθμοί

- Για να κάνουμε ένα μπάνιο με ζεστό νερό, καταναλώνουμε ενέργεια περίπου ίση με την ηλεκτρική ενέργεια μιας ημέρας για το φωτισμό και τις άλλες χαμηλής ενέργειας συσκευές του σπιτιού.
- Για να ζεσταθεί 1 κ.μ. νερού στους 37 βαθμούς Κελσίου, απαιτούνται περίπου 30 κιλοβατώρες.
- Για 3 λεπτά στο ντους, όταν δεν κάνουμε και την ανάμειξη του ζεστού νερού με τον αέρα, ώστε να μας «φαίνεται» η ροή αρκετή, χρειάζονται 20 λίτρα νερού και, σε όλη τη χρονιά, η κατανάλωση μπορεί να είναι συνολικά 20 κυβικά μέτρα, άρα απαιτείται ενέργεια ίση με 600 κιλοβατώρες.

Η μέθοδος των καμπύλων f

Η μέθοδος των καμπύλων f (f-chart) αναπτύχθηκε από τον Klein et al. (1976,1977) στο εργαστήριο ηλιακής ενέργειας του πανεπιστημίου Wisconsin του Madison. Με την μέθοδο αυτή μπορούν να υπολογισθούν τα μηνιαία και τα ετήσια ποσοστά ηλιακής κάλυψης. Οι καμπύλες f έχουν υπολογιστεί για τρεις βασικές διατάξεις: συστήματα για θέρμανση χώρων και νερού χρήσης και συστήματα αποκλειστικά προορισμένα για θέρμανση νερού χρήσης. Πρόκειται για μια μέθοδο εύχρηστη, ευρέως διαδεδομένη που χρησιμοποιείται διεθνώς ως αναφορά για συγκρίσεις εγκαταστάσεων. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών έχουν ικανοποιητικό βαθμό ακριβείας, όταν βέβαια οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται εντός των επιτρεπόμενων ορίων.

Κύρια μεταβλητή στους υπολογισμούς είναι η επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών, ενώ δευτερεύουσες μεταβλητές είναι:

- Ο τύπος του συλλέκτη
- Η χωρητικότητα της δεξαμενής
- Οι παροχές στο πρωτεύον και δευτερεύον κύκλωμα του εναλλακτή
- Τα χαρακτηριστικά των εναλλακτών θερμότητας.

Παραδοχές της f-chart:

- Η δεξαμενή αποθήκευσης της θερμότητας βρίσκεται εντός του κτιρίου και οι απώλειές της αποτελούν τμήμα του προς κάλυψη θερμικού φορτίου.
- Η βοηθητική πηγή ενέργειας για τη θέρμανση χώρων και για το ζεστό νερό προβλέπεται να παρέχει ενέργεια στο σύστημα όταν εξαντληθεί η ενέργεια

της δεξαμενής αποθήκευσης ή όταν το θερμικό φορτίο της εγκατάστασης γίνει μεγαλύτερο από αυτό που δίνει το ηλιακό σύστημα.

- Το νερό στους συλλέκτες κυκλοφορεί μόνο όταν υπάρχει κέρδος ηλιακής ενέργειας (ο κυκλοφορητής του συλλέκτη συνδέεται με διαφορετικό θερμοστάτη).

Κατά τη μέθοδο των καμπυλών f το ποσοστό f του μηνιαίου θερμικού φορτίου που καλύπτεται από την ηλιακή ενέργεια (ή απλά η κάλυψη) εκφράζεται εμπειρικά με τη βοήθεια δυο αδιάστατων συντελεστών X και Y .

$$X = FRUL \times (F'R/FR) \times (T_{ref} - T_a) \times \Delta t \times (AC/L) \times K2 \times K3$$

$$Y = FR(\tau_a)_n \times (F'R/FR) \times (\tau_a) / (\tau_a)_n \times HT \times (AC/L) \times K4$$

όπου:

- A_C : η επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών (m^2)
- F'_R/FR : ο διορθωτικός συντελεστής συλλέκτη εναλλάκτη.
- $F_R U_L, F_R \tau_{a(n)}$: χαρακτηριστικά μεγέθη του συλλέκτη, που προκύπτουν από την καμπύλη απόδοσης του.
- T_{ref} : θερμοκρασία αναφοράς που ορίζεται ίση με 100 βαθμούς $^{\circ}C$
- T_a : η μέση μηνιαία θερμοκρασία ημέρας
- Δt : η χρονική περίοδος κάθε μήνα (s)
- L : το μέσο μηνιαίο φορτίο (J)
- H_T : η μέση μηνιαία ακτινοβολία που προσπίπτει στο επίπεδο του συλλέκτη ($J/m^2 \cdot mo$)
- $(\tau_a)/(\tau_a)_n$: διορθωτικός συντελεστής
- $K2$: συντελεστής χωρητικότητας δεξαμενής
- $K3$: συντελεστής ζεστού νερού
- $K4$: συντελεστής εναλλακτική θερμότητας φορτίου

Οι αδιάστατοι συντελεστές X και Y έχουν την εξής φυσική έννοια. Το Y αντιστοιχεί με το πηλίκο της ολικής ενέργειας που απορροφάται από την επιφάνεια των συλλεκτών προς το ολικό θερμικό φορτίο του μήνα. Το X αντιστοιχεί με το πηλίκο των απωλειών του συλλέκτη προς το ολικό θερμικό φορτίο του μήνα.

Για τον προσδιορισμό της κάλυψης f , δηλαδή του ποσοστού του θερμικού φορτίου που καλύπτεται από την ηλιακή ενέργεια, πρέπει πρώτα να προσδιορισθούν οι συντελεστές X και Y . Η τιμή του f προκύπτει από την εξίσωση:

$$f = 1.029Y - 0.065X - 0.245Y^2 + 0.0018X^2 + 0.0215Y^3$$

για $0 < Y < 3$ και $0 < X < 18$

Το f βρίσκεται χωριστά για κάθε μήνα του χρόνου. Η μέση μηνιαία ωφέλιμη ενέργεια είναι γινόμενο του f επί το μέσο μηνιαίο θερμικό φορτίο L , για κάθε μήνα. Η μέση ετήσια κάλυψη είναι το άθροισμα των $f \times L$ διαιρεμένο με το μέσο ετήσιο φορτίο.

Συντελεστές διόρθωσης:

Συντελεστής χωρητικότητας δεξαμενής

Αποδεικνύεται ότι αύξηση του όγκου της δεξαμενής πάνω από 50 λίτρα νερού ανά τετραγωνικό μέτρο συλλεκτικής επιφάνειας βελτιώνει ελαφρά την ετήσια απόδοση του συστήματος. Αν ληφθεί υπόψη και το κόστος της δεξαμενής αποδεικνύεται ότι η βέλτιστη χωρητικότητα βρίσκεται μεταξύ 50 και 100 λίτρων νερού ανά τετραγωνικό μέτρο συλλεκτικής επιφάνειας. Οι καμπύλες f έχουν αναπτυχθεί για χωρητικότητα δεξαμενής 75 l/m^2 , μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν και για τον υπολογισμό συστημάτων με άλλη χωρητικότητα δεξαμενής με τη βοήθεια του συντελεστή K_2 , που δίνεται από την εξίσωση:

$$K_2 = \left(\frac{M}{75}\right)^{-0.25}$$

όπου M είναι η χωρητικότητα της αποθήκης σε λίτρα ανά τετραγωνικό μέτρο συλλεκτών. Για $M = 75$ είναι φανερό ότι $K_2 = 1$.

Συντελεστής ζεστού νερού.

Η μέθοδος των καμπυλών f έχει αναπτυχθεί για ηλιακά συστήματα που καλύπτουν ανάγκες θέρμανσης και ζεστού νερού, με την προϋπόθεση όμως ότι το φορτίο για τη θέρμανση νερού είναι μικρό ποσοστό του φορτίου για θέρμανση χώρου. Στην περίπτωση αυτή είναι $K_3 = 1$. Όταν το θερμικό φορτίο οφείλεται κυρίως ή αποκλειστικά στη θέρμανση νερού, τότε υπολογίζεται ο συντελεστής K_3 , που εξαρτάται από τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του κρύου νερού T_m , και την επιθυμητή θερμοκρασία του ζεστού νερού T_w . Ο συντελεστής ζεστού νερού K_3 υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$K_3 = (11,6 + 1,18T_w + 3,86T_m - 2,32 T_a)/(100 - T_a)$$

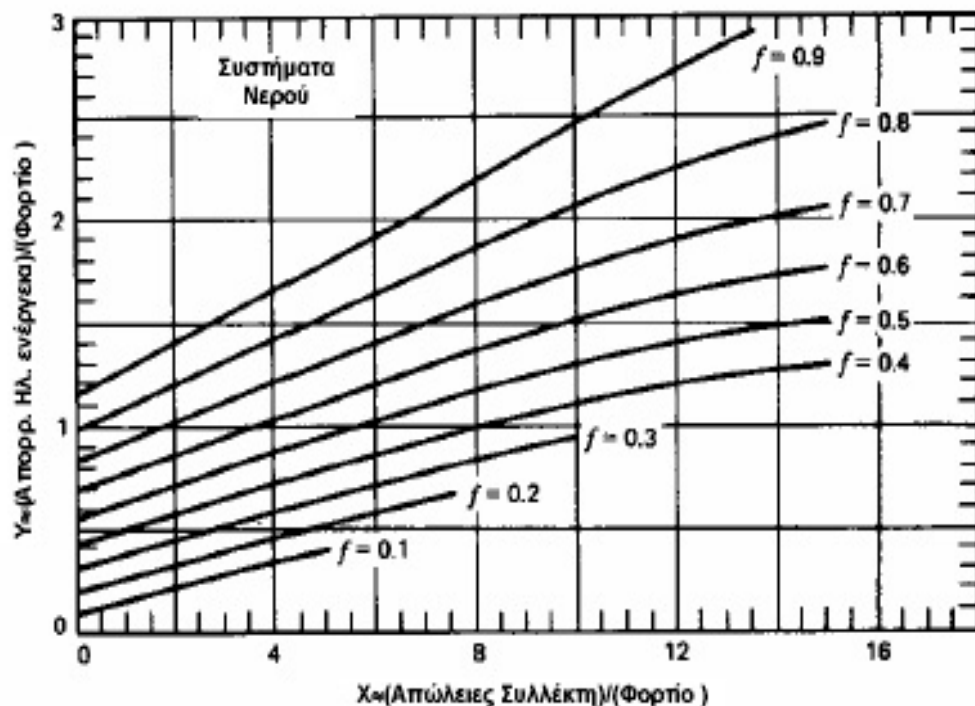
Η μέθοδος των καμπυλών f , για τον υπολογισμό εγκαταστάσεων ζεστού νερού ισχύει υπό ορισμένες προϋποθέσεις: Πρώτα απ' όλα η κατανομή κατανάλωσης κατά τη διάρκεια του 24ώρου παρουσιάζει αιχμές στις 9πμ και στις 8μμ. Η κατανομή αυτή κατανάλωσης είναι η μέση για κατοικίες. Η κατανομή του θερμικού φορτίου στη διάρκεια της μέρας δεν έχει σοβαρή επίδραση στην απόδοση του ηλιακού συστήματος, όταν η δεξαμενή αποθήκευσης είναι γύρω στα 75 l/m^2 ή μεγαλύτερη. Άλλη προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου είναι ότι θεωρείται χαμένη η ηλιακή ενέργεια, που χρησιμοποιείται για να θερμανθεί το νερό της δεξαμενής πάνω από τη θερμοκρασία T_w . Στην πραγματικότητα βέβαια κάτι τέτοιο δεν είναι απόλυτα σωστό, διότι μία ποσότητα ζεστού νερού θερμοκρασίας υψηλότερης από την T_w , αναμειγνύομενη με κρύο νερό δίνει μεγαλύτερη ποσότητα νερού θερμοκρασίας T_w . Παρά τους περιορισμούς αυτούς όμως η μέθοδος των καμπυλών f παραμένει πολύ χρήσιμη για τον υπολογισμό της απόδοσης συστημάτων των συνδεσμολογιών που είδαμε πιο πάνω.

Συντελεστής εναλλάκτη φορτίου

Το μέγεθος του εναλλάκτη φορτίου επηρεάζει σημαντικά την απόδοση του ηλιακού συστήματος. Όταν μειώνεται το μέγεθος του εναλλάκτη η θερμοκρασία της δεξαμενής πρέπει να αυξηθεί για να μπορεί να παρέχει το ίδιο ποσό ενέργειας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα υψηλότερη θερμοκρασία εισόδου στους συλλέκτες πράγμα που μειώνει την απόδοσή τους. Ένα μέτρο του μεγέθους του εναλλάκτη που απαιτείται για ένα συγκεκριμένο κτίριο δίνεται από τον αδιάστατο παράγοντα $\varepsilon_L C_{min}/(UA)_b$. Όπου ε_L είναι ο συντελεστής εκμετάλλευσης του εναλλάκτη του φορτίου. C_{min} είναι η ελάχιστη θερμοχωρητική παροχή στον εναλλάκτη, που συμπίπτει συνήθως με αυτή του αέρα. Το $(UA)_b$ είναι το γινόμενο του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας επί την εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου. Η βέλτιστη τιμή του συντελεστή $\varepsilon_L C_{min}/(UA)_b$ από θερμικής σκοπιάς είναι απεριόριστα μεγάλη. Αν λάβουμε όμως υπόψη το κόστος του εναλλάκτη, οι πιο οικονομικές τιμές του συντελεστή πρακτικά κυμαίνονται μεταξύ 1 και 3. Η μέθοδος f έχει αναπτυχθεί για $\varepsilon_L C_{min}/(UA)_b = 2$. Για άλλες τιμές του συντελεστή η απόδοση του συστήματος υπολογίζεται με τη βοήθεια του παράγοντα K_4 (για θέρμανση νερού ο συντελεστής K_4 παίρνει τιμή 1).

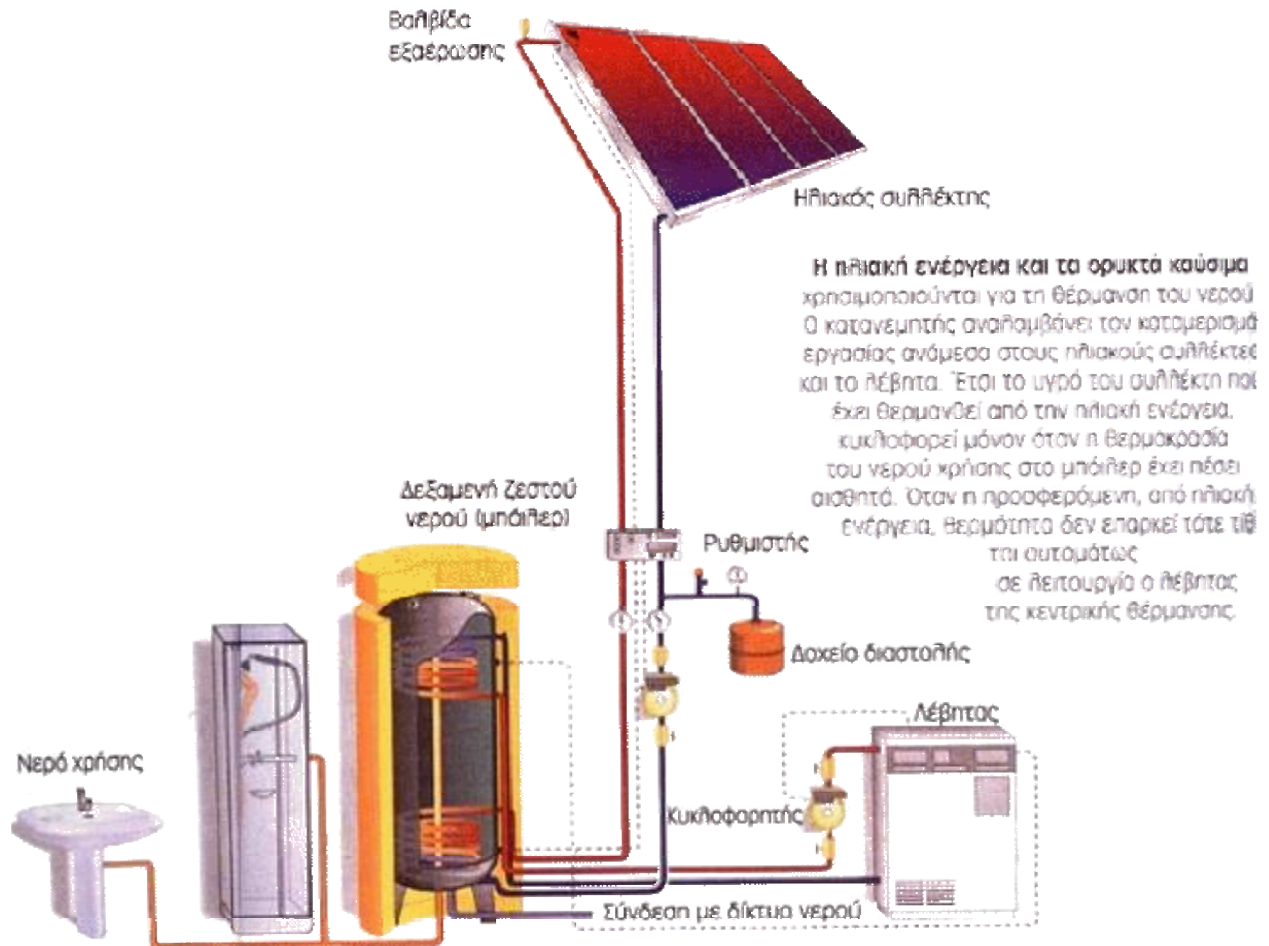
$$K_4 = 0,39 + 0,65 \exp(-0,139/(\varepsilon_L C_{min}/(UA)_b))$$

Ο βαθμός εκμετάλλευσης ενός εναλλάκτη είναι το πηλίκο της ισχύος που μεταφέρει, προς τη μέγιστη ισχύ που θα μπορούσε να μεταφέρει. Η μέγιστη αυτή ισχύς ισούται με το γινόμενο της μικρότερης από τις θερμοχωρητικές παροχές των δύο ρευμάτων με την διαφορά των θερμοκρασιών εισόδου των δύο ρευμάτων, δηλαδή ίση με $C_{min} \times (T_h - T_c)$.



Καμπύλες f για συστήματα με εργαζόμενο μέσο νερό

Διάφορες φωτογραφίες





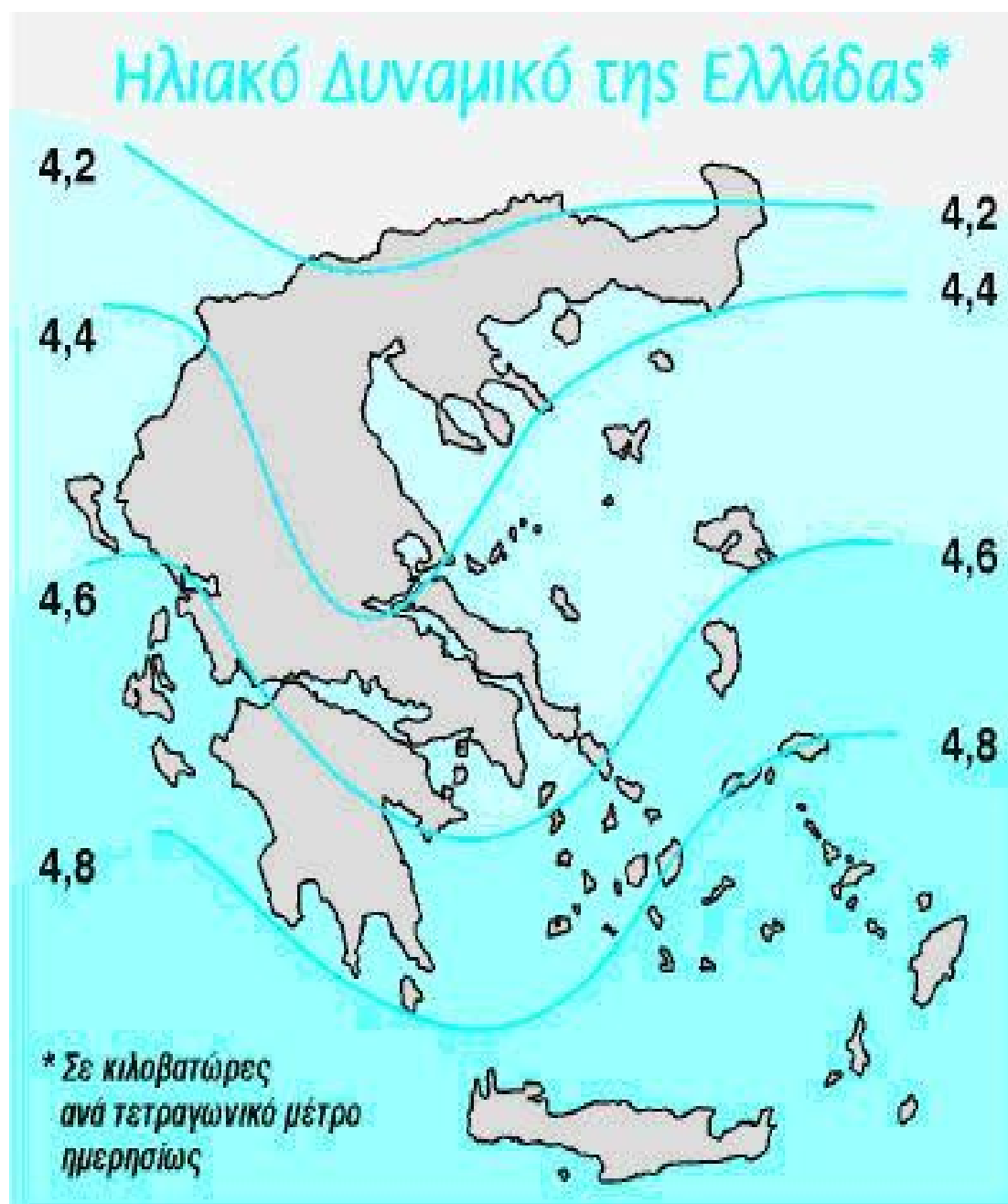


ΤΥΠΟΙ ΗΛΙΑΚΩΝ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΩΝ

Τύπος	Περιεκτικότητα	Συλλέκτες	Άτομα
120/2m ²	120 lt	1 	
160/3m ²	160 lt	2  	
200/4m ²	200 lt	2  	
250/4,5m ²	250 lt	3   	
300/6m ²	300 lt	3   	

Το κόστος ηλιακών (με σύνδεση και ΦΠΑ) με βάση πηγές της αγοράς είναι:

120Lit	:	700	–	850	ευρώ
160Lit	:	800	–	1.400	ευρώ
200Lit	:	1.100	–	1.850	ευρώ



Θεσμικό πλαίσιο

Υποχρεωτικοί οι ηλιακοί θερμοσίφωνες στις νέες κατασκευές.



Υποχρεωτική καθίσταται για όλα τα καινούρια κτίρια η εγκατάσταση ηλιοθερμικών συστημάτων, με βάση το προτεινόμενο σ/ν του υπουργείου περιβάλλοντος ενέργειας και κλιματικής αλλαγής για τις ΑΠΕ. Συγκεκριμένα με την ψήφιση του νέου νόμου, το σχέδιο του οποίου τίθεται σε διαβούλευση για ένα μήνα, προβλέπεται να καταστεί υποχρεωτική η τοποθέτηση στις στέγες όλων των νέων κτιρίων, ηλιακών θερμοσιφώνων και άλλων ηλιοθερμικών συστημάτων, προκειμένου ένα μέρος των αναγκών τους σε ζεστό νερό ή ακόμη και για θέρμανση ή ψύξη ανάλογα με το σύστημα, να καλύπτεται από ΑΠΕ.

Το μέτρο που ανακοινώθηκε χθες αναμένεται να εξειδικευτεί με την παρουσίαση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων. Σημειώνεται ότι υπέρ της προώθησης των ηλιοθερμικών συστημάτων έχουν ταχθεί τόσο οι εκπρόσωποι της βιομηχανίας, όσο και περιβαλλοντικές οργανώσεις όπως η Greenpeace.

Στα υπέρ του μέτρου καταγράφεται το γεγονός ότι σήμερα στην ελληνική ηλιοθερμική βιομηχανία απασχολούνται πάνω από 3000 εργαζόμενοι. Ο κλάδος μετά την κατάργηση των επιδοτήσεων αρχικά και πρόσφατα των φορολογικών κινήτρων είχε γνωρίσει κάμψη, ενώ πιθανή θέσπιση υποχρεωτικής εγκατάστασης στα νέα κτίρια αναμένεται να αναζωπυρώσει την αγορά.

Πηγές της αγοράς σημειώνουν ότι η υποχρεωτική εγκατάσταση ηλιοθερμικών σε νέα κτίρια στην Ελλάδα, σημαίνει κατ' ελάχιστον την εγκατάσταση 100.000 m² ηλιακών συλλεκτών ετησίως. Με βάση τις πρώτες εκτιμήσεις αυτός ο ρυθμός εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών σημαίνει εξοικονόμηση 45 εκατ. κιλοβατωρών και αποφυγή εκπομπών 45.000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα ετησίως. Σε επίπεδο απασχόλησης πηγές της αγοράς εκτιμούν ότι το μέτρο της υποχρεωτικής εγκατάστασης ηλιοθερμικών θα αποφέρει τουλάχιστον 1.150 νέες θέσεις πλήρους απασχόλησης και θα τονώσει την εγχώρια βιομηχανία. Παράλληλα, θα δημιουργηθούν 1.850 επιπλέον θέσεις εργασίας σε άλλους κλάδους λόγω τόνωσης της κατανάλωσης.

Στον αντίποδα, βεβαίως υπάρχουν οι ενστάσεις που αφορούν στο επιπλέον κόστος για την οικοδομή. Επί του παρόντος δεν έχει διευκρινιστεί εάν η εφαρμογή του μέτρου θα συνδυαστεί με ενισχύσεις μέσω προγραμμάτων. Τα κονδύλια πάντως που

έχουν προβλεφθεί για την εξοικονόμηση ενέργειας ήδη βαίνουν προς εξάντληση και σε κάθε περίπτωση αναμένεται να χρησιμοποιηθούν κατά προτεραιότητα στο πρόγραμμα εξοικονομώ κατ' οίκον.

Μακρογρόνια ενεργειακή απόδοση ηλιακού συλλέκτη

Μελέτη

Με την βοήθεια του προγράμματος retscreen κάναμε την παρακάτω μελέτη για κατοικία 4 ατόμων, για θέρμανση ζεστού νερού από ηλιακό θερμοσίφωνα.

Πρόέκυψαν τα εξής:

Αριθμός κατοίκων, ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
Τύπος φορτίου		Κατοικία	
Αριθμός μονάδων	Κάτοικος	4	
Ποσοστό κατοίκησης	%	100%	
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού - εκτίμηση	L/ημ	240	
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού	L/ημ	160	160
Θερμοκρασία	°C	60	60
Ωρες λειτουργίας ανά βδομάδα	ημ	6	6

Οικονομικοί Παράμετροι

Γενικά

Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%	2,5%
Τιμή πληθωρισμού	%	3,0%
Επιτόκιο αναγωγής	%	6,0%
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	25

Σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων

Αρχικά κόστη

Μελέτη σκοπιμότητας	3,7%	€	50
Ανάπτυξη	11,1%	€	150
Μηχανολογικά	3,7%	€	50
Σύστημα θέρμανσης	73,9%	€	1.000
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα	7,6%	€	103
Συνολικά αρχικά κόστη	100,0%	€	1.353

Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους

Λειτουργία & Συντήρηση	€	0
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση	€	49
Συνολικά ετήσια κόστη	€	49

Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)

ΑΝΟΔΙΟ - 5 έτη	€	70
----------------	---	----

Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα

Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	€	245
------------------------------------	---	-----

Ετήσια χρηματορροή

Ετος #	Προ-φόρων €	Μετά-φόρων €	Αθροιστικά €
0	-1.353	-1.353	-1.353
1	201	201	-1.151
2	206	206	-945
3	211	211	-734
4	217	217	-517
5	141	141	-376
6	228	228	-148
7	233	233	85
8	239	239	324
9	245	245	569
10	157	157	726
11	258	258	984
12	264	264	1.248
13	271	271	1.519
14	277	277	1.796
15	175	175	1.971
16	291	291	2.262
17	299	299	2.561
18	306	306	2.867
19	314	314	3.181
20	195	195	3.376
21	330	330	3.706
22	338	338	4.044
23	346	346	4.390
24	355	355	4.745
25	217	217	4.963

Συλλέκτες με σωλήνες κενού

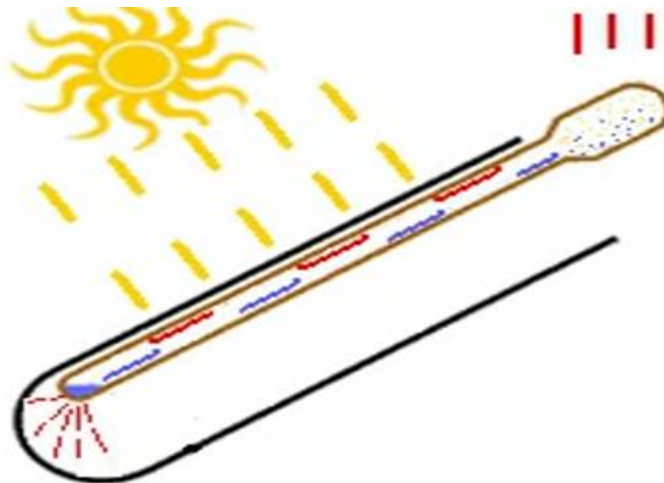


Περιγραφή

Οι υαλοσωλήνες κενού αέρος διαθέτουν 12 ειδικές επιστρώσεις, τεχνολογία εναπόθεσης με ιοντικό βομβαρδισμό γνωστή ως sputtering. Κάθε υαλοσωλήνας αποτελείται από δύο σωλήνες κατασκευασμένους από βιοπυριτικό γυαλί υψηλής αντοχής (pyrex). Ο εσωτερικός σωλήνας διαθέτει ειδική επιλεκτική επιστρωση (ALN/ALN-SS-CU) που έχει τις ιδιότητες της άριστης απορρόφησης ηλιακής θερμότητας και ελάχιστης θερμικής αντανάκλασης. Με την διαστρωμάτωση και το κενό αέρος, επιτρέπει τη θερμοκρασία να φθάσει μέχρι τους 400°C όταν έχει ηλιοφάνεια, δηλαδή εξαιρετικές θερμαντικές επιδόσεις.

Αρχή λειτουργίας

Η επιλεκτική κάλυψη στο εσωτερικό των υαλοσωλήνων μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε θερμική και μεταφέρει την θερμότητα στον θερμαντικό αυλό με τη βοήθεια αλουμινένιων πτερυγίων. Το ειδικό μη πηκτικό υγρό που βρίσκεται μέσα στον θερμαντικό αυλό εξατμίζεται και ανεβαίνει προς τον πυκνωτή μεταφέροντας με τη σειρά του τη θερμότητα μέσω του εναλλακτή θερμότητας. Στη συνέχεια υγροποιείται και επιστρέφει. Με τον τρόπο αυτό και εφόσον ο συλλέκτης θερμαίνεται από τον ήλιο γίνεται συνεχώς μεταφορά θερμότητας.



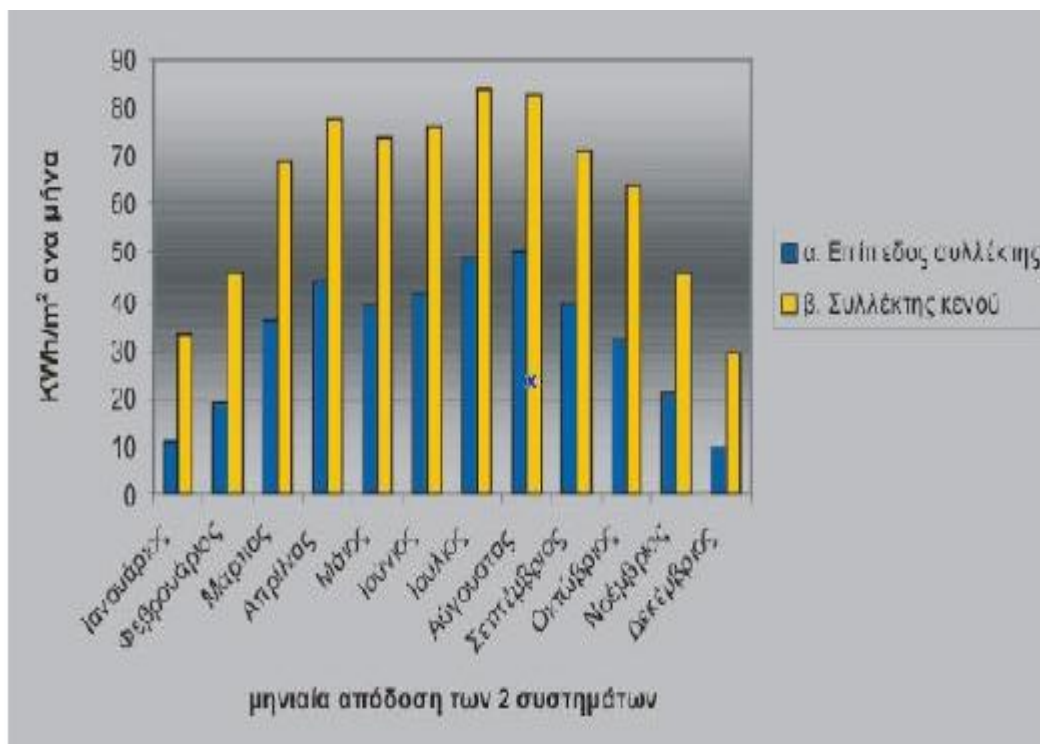
Πλεονεκτήματα

- Οι συλλέκτες κενού εκτιμούμε ότι θα αντικαταστήσουν σταδιακά μέσα στα επόμενα χρόνια τους απλούς ηλιακούς συλλέκτες. Το κενό μεταξύ του συλλέκτη και του γυάλινου περιβλήματος προσφέρει σχεδόν τέλεια μόνωση. Ο συλλέκτης μπορεί να έχει θερμοκρασία 95°C και το τζάμι θερμοκρασία περιβάλλοντος (μηδενικές απώλειες θερμότητας αγωγής και μεταφοράς).
- Επιπλέον το υλικό επικάλυψης του συλλέκτη είναι τέτοιο ώστε να προκαλεί μέγιστη απορρόφηση των ηλιακών ακτινών και ελάχιστες απώλειες επανεκπομπής (2-3% απώλειες ακτινοβολίας). Οι μηδενικές σχεδόν θερμικές απώλειες εκτοξεύουν την απόδοση στο 3πλάσιο ή 4πλάσιο σε σχέση με τους απλούς επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες. Αυτό συνεπάγεται ότι οι ηλιακοί συλλέκτες κενού μπορούν να αποδώσουν 4 φορές μεγαλύτερη ποσότητα ζεστού νερού χρήσης (ZNX) από τους απλούς ηλιακούς χρησιμοποιώντας την ίδια επιφάνεια συλλογής. Αντίστοιχα οι συλλέκτες κενού μπορούν να αποδώσουν την ίδια ποσότητα ZNX με τους επίπεδους συλλέκτες καταλαμβάνοντας πολύ λιγότερο χώρο (το 1/4).
- Οι ηλιακοί συλλέκτες κενού αποδίδουν 4 φορές περισσότερο σε σχέση με τους κλασικούς επίπεδους συλλέκτες. Λόγω του χαμηλού τους ύψους οι ηλιακοί συλλέκτες κενού μπορούν να γίνουν "αθέατοι" με τη χρήση στηθαίου, ύψους μόλις 0,45 μέτρων περιμετρικά του χώρου εγκατάστασης (δώμα). Το χαμηλό ύψος τους επιτρέπει την νόμιμη εγκατάσταση σε παραδοσιακούς οικισμούς ή άλλες κατασκευές χωρίς να

επηρεάζεται η αισθητική των κτηρίων αφού καλύπτονται από το στηθαίο και δεν φαίνονται. Μεγαλύτερη απόδοση θερμότητας, μεταφορά θερμότητας με τον προηγμένης τεχνολογίας θερμαντικό αυλό σε συνδυασμό με την μεγάλη απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας μέσω της επιλεκτικής επικάλυψης των υαλοσωλήνων και τέλειος συνδυασμός διατήρησης της θερμότητας. Ο θερμαντικός σωλήνας έχει λιγότερες απαιτήσεις σε θερμότητα αποδίδει γρήγορα ακόμη και σε ημέρες χωρίς ηλιοφάνεια· λειτουργεί κανονικά σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των -30°C . Καθώς δεν υπάρχει νερό στους υαλοσωλήνες δεν απειλούνται από θραύση λόγω παγετού και αντέχουν έως -40°C .

- Κάθε υαλοσωλήνας λειτουργεί ανεξάρτητα και επομένως το όλο σύστημα λειτουργεί κανονικά ακόμα και αν κάποιοι υαλοσωλήνες καταστραφούν.
- Λειτουργούν αποδοτικά ακόμα και αν τοποθετηθούν σε δυτική ή βόρεια πλευρά.

Συγκριτικός πίνακας απόδοσης κανονικού και κενού συλλέκτη για την ίδια χρονιά



Μακρογρόνια ενεργειακή απόδοση ηλιακού συλλέκτη κενού

Μελέτη

Με την βοήθεια του προγράμματος retscreen κάναμε την παρακάτω μελέτη για κατοικία 4 ατόμων, για θέρμανση ζεστού νερού από ηλιακό θερμοσίφωνα.

Προέκυψαν τα εξής:

Αριθμός κατοίκων, ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
Τύπος φορτίου		Κατοικία	
Αριθμός μονάδων	Κάτοικος	4	
Ποσοστό κατοίκησης	%	100%	
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού - εκτίμηση	L/ημ	240	
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού	L/ημ	160	160
Θερμοκρασία	°C	60	60
Ωρες λειτουργίας ανά βδομάδα	ημ	6	6

Οικονομικοί Παράμετροι**Γενικά**

Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%	2,5%
Τιμή πληθωρισμού	%	3,0%
Επιτόκιο αναγωγής	%	6,0%
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	25

Σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων			
Αρχικά κόστη			
Μελέτη σκοπιμότητας	2,1%	€	50
Ανάπτυξη	8,4%	€	200
Μηχανολογικά	2,1%	€	50
Σύστημα θέρμανσης	75,9%	€	1.800
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα	11,4%	€	271
Συνολικά αρχικά κόστη	100,0%	€	2.371
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
Λειτουργία & Συντήρηση		€	100
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση		€	169
Συνολικά ετήσια κόστη		€	269
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)			
ΑΝΟΔΙΟ - 5 έτη		€	50
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση		€	351
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα		€	351

Ετήσια χρηματοροή				
Ετος	Προ-φόρων	Μετά-φόρων	Αθροιστικά	
#	€	€		€
0	-2.371	-2.371		-2.371
1	83	83		-2.288
2	84	84		-2.204
3	86	86		-2.118
4	87	87		-2.031
5	31	31		-2.000
6	90	90		-1.910
7	92	92		-1.818
8	94	94		-1.724
9	95	95		-1.628
10	30	30		-1.599
11	99	99		-1.500
12	101	101		-1.399
13	102	102		-1.297
14	104	104		-1.193
15	28	28		-1.165
16	108	108		-1.057
17	110	110		-948
18	111	111		-836
19	113	113		-723
20	24	24		-699
21	117	117		-582
22	119	119		-462
23	121	121		-341
24	123	123		-218
25	20	20		-199

Σωλήνωση ηλιακού θερμοσίφωνα

Υπάρχουν δυο τύποι σωλήνωσης του συστήματος μας (πλαστικοί σωλήνες- πολυαιθυλενίου και σωλήνες από χαλκό).

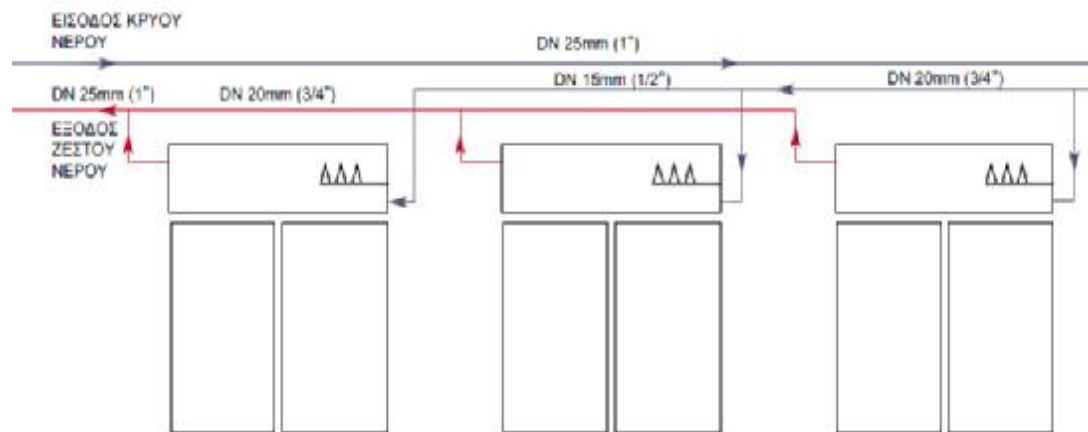
Σύμφωνα με έρευνα του τμήματος Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών της οποίας οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν το χρονικό διάστημα 31/5/2010 - 20/6/2010, με ολική ηλιακή ακτινοβολία στο συλλέκτη, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και κλειστό κύκλωμα στην είσοδο και έξοδο νερού στο συλλέκτη, συμπεραίνουμε τα εξής:

- Το σύστημα με τους πλαστικούς (πολυαιθυλενίου) σωλήνες υπερτερεί κατά τέσσερις ποσοστιαίες μονάδες στο μέσο συντελεστή απόδοσης
- Το σύστημα με τους χαλκοσωλήνες σημειώνει μεγαλύτερες θερμοκρασίες στον συλλέκτη σε σχέση με τους πλαστικούς σωλήνες. Αυτό μεταφράζεται ως μεγαλύτερες απώλειες και μεγαλύτερη φθορά στο σύστημα
- Επιπλέον οι πλαστικοί σωλήνες είναι πιο εύκολοι στην χρήση κατά την εγκατάσταση και πιο οικονομικοί

Οι μετρήσεις έγιναν με θερμοσίφωνικά συστήματα φυσικής κυκλοφορίας, έμμεσης θέρμανσης και ίδιου τύπου. Η δεξαμενή ήταν τύπου μανδύα 125 λίτρων και ο συλλέκτης τύπου sandwich (επίπεδος συλλέκτης).

	Θερμοσίφοντας με ΧΑΛΚΟΣΩΛΗ ΝΕΣ	Θερμοσίφοντας με ΠΛΑΣΤΙΚΟΥΣ ΣΩΛΗΝΕΣ
$H_{\text{σολ}}$ (στην επιφάνεια συλλέκτη)	43,50 MJ	
H_{max} (στην επιφάνεια συλλέκτη)	52,61 MJ	
$T_{\text{max(av)}}$ συλλέκτη	76,13 °C	70,09 °C
$T_{\text{max(av)}}$ νερού χρήσης	52,9 °C	51,95 °C
N_{min} (ελάχιστη απόδοση)	27,59 %	28,46%
N_{max} (μέγιστη απόδοση)	38,14 %	43,76%
N_{av} (μέση απόδοση)	33 %	37,08 %

Σωστός παραλληλισμός άνω του ενός συστήματος



Όλοι οι κλάδοι προς τις δεξαμενές πρέπει να έχουν το ίδιο μήκος και την ίδια γεωμετρία (διάμετρο σωλήνα, καμπύλες και άλλα).

Η πτώση πίεσης θα πρέπει να είναι περίπου ίδια στους σωλήνες κρύου και ζεστού νερού.

Στην περίπτωση που χρειαστεί να τοποθετηθεί άλλο ένα ηλιακό σύστημα η διάμετρος του σωλήνα θα πρέπει να αυξηθεί στο επόμενο μέγεθος.

Βιβλιογραφία

Εγκυκλοπαίδεια ‘‘ΔΟΜΗ’’

<http://www.eac.com.cy/GR/Pages/solarenergygr.aspx>

<http://www.helioakmi.com/el/products/forced-circulation-systems.html>

http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CF%83%CE%AF%CF%86%CF%89%CE%BD%CE%B1%CF%82

http://www.maltezos.gr/stainless_solar_heaters.html

<http://alkotech.blogspot.gr/2011/03/f.html>

http://www.ydravlikos.gr/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=2368:maxenergy-----&catid=146:2011-06-03-10-48-33&Itemid=69

<http://www.enet.gr/?i=news.el.article&id=67958>