



---

**Μελέτη, εγκατάσταση και αξιολόγηση  
ηλιακών συλλεκτών θέρμανσης νερού.**

---

**ΚΟΓΧΥΛΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ**

**Επιβλέπων Καθηγητές  
Ιωάννης Κατσιγιαννης  
Εμμανουήλ Καραπιδάκης**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ευχαριστώ την εταιρία MALTEZOS, εταιρία κατασκευής ηλιακών θερμοσιφώνων, και τους υδραυλικούς για την βοήθεια τους.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>7</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Τα θερμικά ηλιακά</b>	<b>8</b>
1.1 Εισαγωγή	9
1.2 Τα θερμικά ηλιακά στο διεθνές περιβάλλον	10
1.3 Η γεωπολιτική διάσταση	11
1.4 Η περιβαλλοντική διάσταση	11
1.5 Τα θερμικά ηλιακά και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	13
1.6 Η αγορά θερμικών ηλιακών	14
1.7 Προς μια νέα ευρωπαϊκή προσέγγιση	18
1.8 Εκτιμήσεις για το μέλλον της αγοράς θερμικών ηλιακών	19
1.9 Τεχνολογικές εξελίξεις	20
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ηλιακός θερμοσίφωνας</b>	<b>22</b>
2.1 Ηλιακός θερμοσίφωνας ζεστού νερού	22
2.1.1 Είδη ηλιακών θερμοσιφώνων	23
2.1.2 Αποτελούμενα τμήματα	24
2.2 Ηλιακοί συλλέκτες	24
2.2.1 Λειτουργία ηλιακών συλλεκτών	25
2.2.2 Δεξαμενή αποθήκευσης	25
2.2.3 Αρχή λειτουργίας	26
2.3 Ο ηλιακός θερμοσίφωνας σαν οικολογική συσκευή	27
2.4 Η μέθοδος καμπύλων f	28
2 2.5 Επιδότηση από την πολιτεία και φοροαπαλλαγές	31
2.5.1 Οι άλλες χώρες	31
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη- Γενικές οδηγίες</b>	
3.1 Εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη	33
3.2 Γενικές οδηγίες	33

3.3	Τοποθέτηση συλλέκτη	33
3.3	Σύνδεση ηλεκτρικής αντίστασης	34
3.4	Ηλιακός συλλέκτης κλειστού κυκλώματος	34
3.4.1.	Τοποθέτηση συλλέκτη	34
3.4..2	Τοποθέτηση δοχείου	35
3.5	Τεχνικές λεπτομέρειες συνδέσεως κλειστού κυκλώματος	36
3.5.1	Πιθανά προβλήματα	36
3.5..2	Ηλεκτρολυτική διάβρωση	36
3.5.3	Καθοδική προστασία	36
3.5..4	Προστασία από υπερβολική πίεση	39
3.6	Ο χαλκός στις εγκαταστάσεις	40
3.7	Χαλκός και ηλεκτρόλυση	40
3.8	Οι επιμέρους εγκαταστάσεις σωληνώσεων	43
3.8.1	Χαλκοσωλήνες εγκαταστάσεων επενδυμένοι	45
3.8.2	Θερμική μόνωση σωληνώσεων	46
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα της εταιρίας MALTEZOS</b>		<b>47</b>
4.1	Εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα τριπλής ενέργειας 160 λίτρων της εταιρίας MALTEZOS	47
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Θέρμανση πισίνας με ηλιακούς συλλέκτες</b>		<b>66</b>
5.1	Περιγραφή της τεχνολογίας	66
5.2	Πλεονεκτήματα	67
5.3	Οικονομικά κίνητρα	67
5.4	Τεχνική περιγραφή	68
5.5	Οδηγίες συντήρησης	69
5.6	Απαιτήσεις για τα ηλιακά συστήματα	69
5.7	Περιβαλλοντικά οφέλη	70
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Σωλήνες κενού</b>		<b>71</b>
6.1	Θέρμανση με σωλήνες κενού	71
6.2	Βασικά πλεονεκτήματα	71
6.3	Αρχή λειτουργίας σωλήνα κενού με διπλό τοίχωμα	73



<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Οικονομοτεχνική μελέτη ηλιακών συλλεκτών με το πρόγραμμα RET Screen.</b>	<b>75</b>
7.1 Θέρμανση νερού με σωλήνες κενού(διαμέρισμα)	75
7.2 Θέρμανση νερού με ηλιακό συλλέκτη-υαλοκάλυπτου(διαμέρισμα)	78
7.3 Θέρμανση νερού με ηλιακό συλλέκτη-χωρίς υαλοκάλυψη (πισίνα ξενοδοχείου)	81
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>84</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>85</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία γίνεται αρχικά μια προσπάθεια σκιαγράφησης των σημαντικότερων παραμέτρων που θα έπρεπε να αξιολογηθούν στα πλαίσια της επεξεργασίας μιας εθνικής στρατηγικής στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γενικά και της θερμικής ηλιακής ενέργειας ειδικότερα. Εξετάζεται η κατάσταση στην αγορά των θερμικών ηλιακών σε εθνικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο και αξιολογούνται οι τάσεις και οι προβλέψεις για το μέλλον, σε συνάρτηση βέβαια με τις επικρατούσες αντιλήψεις σχετικά με το ποιες θα μπορούσαν να είναι οι πολιτικές υποστήριξης των καθαρών μορφών ενέργειας. Στη συνέχεια αξιολογούνται οι σύγχρονες τάσεις σε τεχνολογικό επίπεδο, με αναφορά στις δυνητικές εφαρμογές αξιοποίησης της θερμικής ηλιακής ενέργειας.

Η παρούσα εργασία διαπραγματεύεται επιπλέον τη χρησιμοποίηση μίας μορφής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και πιο συγκεκριμένα τον ηλιακό θερμοσίφωνα για θέρμανση νερού.

Παρά τις όποιες προσπάθειες ανάπτυξης νέων τύπων, ο επίπεδος ηλιακός συλλέκτης εξακολουθεί να κυριαρχεί στην αγορά. Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να μας δώσει ζεστό νερό, θέρμανση και ψύξη χώρου.

Συγκεκριμένα εξετάζονται οι φοροελαφρύνσεις από το κράτος ,το κόστος εγκατάστασης για έναν ηλιακό θερμοσίφωνα και τα είδη ηλιακών θερμοσιφώνων ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου. Γίνεται αναλυτική τεχνική αναφορά στην λειτουργία, την τοποθέτηση, τις επιμέρους σωληνώσεις και την προστασία ενός επίπεδου ηλιακού συλλέκτη. Αναφορά γίνεται και στην θέρμανση πισίνας με ηλιακούς συλλέκτες και στους σωλήνες κενού.

Επίσης, στην παρούσα εργασία μελετώνται τρεις περιπτώσεις ανάλυσης έργων με ηλιακή θέρμανση νερού με το πρόγραμμα RETSCEEN.

1. Θέρμανση νερού με σωλήνες κενού(κατοικία)
2. Θέρμανση νερού με ηλιακό συλλέκτη-υαλοκάλυπτου(κατοικία)
3. Θέρμανση νερού με ηλιακό συλλέκτη-χωρίς υαλοκάλυψη (πισίνα)

## ABSTRACT

This thesis presents an effort of analyzing the most important parameters that should be evaluated in the national strategy of renewable energy sources in general, and more specifically with solar thermal energy. Initially, the state of the solar thermal market in the national, regional and worldwide level is examined, and the tendencies and forecasts for the future are evaluated, in interrelation with the kind of support policies of renewable sources of energy that can be applied. Moreover, the new tendencies in a technological level are evaluated, in relation to the potential applications of solar thermal energy.

Additionally, in this thesis, the utilization of renewable sources technologies, and more specifically of solar heaters, is analyzed. Despite the efforts of developing new types of solar heaters, the flat plate solar collector continues to dominate in the market. In general, solar energy can give hot water, heating and refrigeration of space, as well as electricity. This thesis also examines the incentives and grants that are provided, the cost of installation for a solar heater, as well as the types of solar heaters according to the circulation circuit of the heated mean. Moreover, an analytical technical report for the operation, the placement, the installation of the piping system and the protection of the solar collector is presented. Finally, the swimming-pool heating by solar collectors and the technology of evacuated tube solar collectors is also examined.

Also, in this thesis are studied three cases of project analysis with solar collectors are examined with the help of RETSCEEN software:

1. Heating of water by evacuated tubes (residential)
2. Heating of water by glazed solar collectors (residential)
3. Heating of water by unglazed solar collectors (hotel swimming-pool)

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

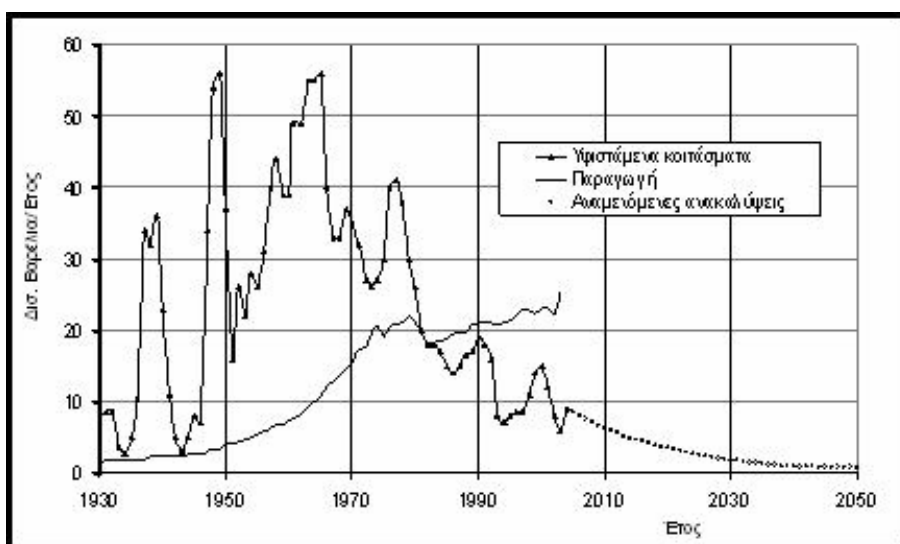
Οι τελευταίες εξελίξεις στον τομέα της ενεργειακής τροφοδοσίας, τόσο σε εθνικό, όσο και - κυρίως - σε διεθνές επίπεδο, επαναφέρουν επιτακτικά στην επικαιρότητα τη συζήτηση για το ενεργειακό πρόβλημα γενικότερα, εάν υποθεθεί ότι η ένταση της συζήτησης αυτής μειώθηκε ποτέ κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών. Επιπλέον, ο διαρκώς εντεινόμενος προβληματισμός για το περιβάλλον γενικά και για τις κλιματικές αλλαγές ειδικότερα, με την έντονη ενεργειακή του διάσταση, προσθέτει αναμφίβολα στοιχεία πολυπλοκότητας και κατεπείγοντος σε ένα ήδη οξύ πρόβλημα.

Για την Ελλάδα, όπως άλλωστε για κάθε χώρα, η σχετική συζήτηση οφείλει να συνοπολογίσει ορισμένα ειδικά χαρακτηριστικά. Από την μια υπάρχει η έντονη εξάρτηση από τις εισαγόμενες συμβατικές πηγές ενέργειας η οποία, σε συνδυασμό με τον εξαιρετικά ενεργειακό παραγωγικό ιστό, επιτείνουν τις εντάσεις στο ενεργειακό ισοζύγιο με πολλαπλές κοινωνικές, οικονομικές και γεωπολιτικές συνέπειες. Από την άλλη, η αξιοποίηση του πολύ σημαντικού δυναμικού ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να αποτελέσει βασική συνιστώσα μια εθνικής ενεργειακής στρατηγικής, εάν μάλιστα παρθεί υπόψη ο κατακερματισμός του γεωγραφικού χώρου που επιβάλλει εκ των πραγμάτων ένα αποκεντρωμένο ενεργειακό σύστημα. Από μια άποψη, το "πετρέλαιο" της Ελλάδας είναι ο ήλιος και, δευτερευόντως, ο άνεμος (με εξαίρεση τα νησιά του Αιγαίου).

Στην παραγράφους που ακολουθούν γίνεται μια προσπάθεια σκιαγράφησης των σημαντικότερων παραμέτρων που θα έπρεπε να αξιολογηθούν στα πλαίσια της επεξεργασίας μιας εθνικής στρατηγικής στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γενικά και της θερμικής ηλιακής ενέργειας ειδικότερα. Εξετάζεται αρχικά η κατάσταση στην αγορά των θερμικών ηλιακών σε εθνικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο και αξιολογούνται οι τάσεις και οι προβλέψεις για το μέλλον, σε συνάρτηση βέβαια με τις επικρατούσες αντιλήψεις σχετικά με το ποιες θα μπορούσαν να είναι οι πολιτικές υποστήριξης των καθαρών μορφών ενέργειας. Αξιολογούνται στη συνέχεια οι σύγχρονες τάσεις σε τεχνολογικό επίπεδο, με αναφορά στις δυναμικές εφαρμογές αξιοποίησης της θερμικής ηλιακής ενέργειας, καθώς και όσον αφορά το ειδικότερο πρόβλημα της πιστοποίησης, με αναφορά στις τελευταίες εξελίξεις σε εθνικό και κυρίως σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Διατυπώνονται τέλος ορισμένες σκέψεις και προτάσεις για μια επιθετική πολιτικής προώθησης των σχετικών εφαρμογών, αποσκοπώντας στην αποφασιστική ενίσχυση της συμβολής των θερμικών ηλιακών συστημάτων στο εγχώριο ενεργειακό ισοζύγιο.

## 1.2 ΤΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΤΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Είναι κοινή διαπίστωση σήμερα ότι, παρά το ότι η ενέργεια αποτέλεσε και εξακολουθεί να αποτελεί βασική συνιστώσα οικονομική και κοινωνικής ανάπτυξης, η ανθρωπότητα έχει εισέλθει σε μια μακροχρόνια περίοδο ενεργειακής κρίσης. Στην πραγματικότητα, η ενεργειακή κρίση που ήρθε στο προσκήνιο της επικαιρότητας με τους πρώτους αραβο-ισραηλινούς πολέμους δεν επλήθηκε ουσιαστικά ποτέ, παρά τις όποιες αυξομειώσεις σε ένταση και διάρκεια. Απέκτησε αντίθετα στοιχεία πρόσθετης πολυπλοκότητας, με την εισαγωγή επιπλέον παραμέτρων γεωπολιτικού και περιβαλλοντικού χαρακτήρα.

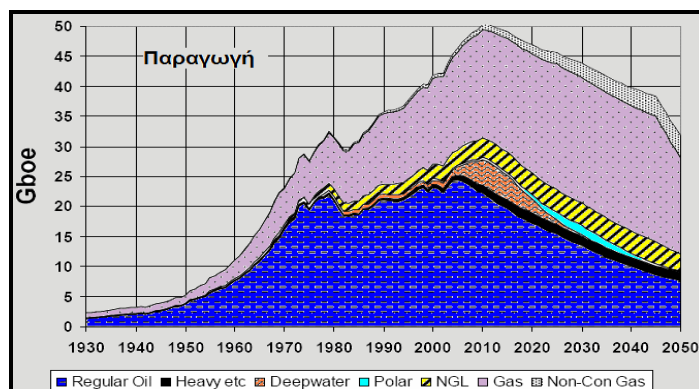


Σχήμα 1.1: Ανακαλύψεις νέων κοιτασμάτων και συνολική παραγωγή πετρελαίου.

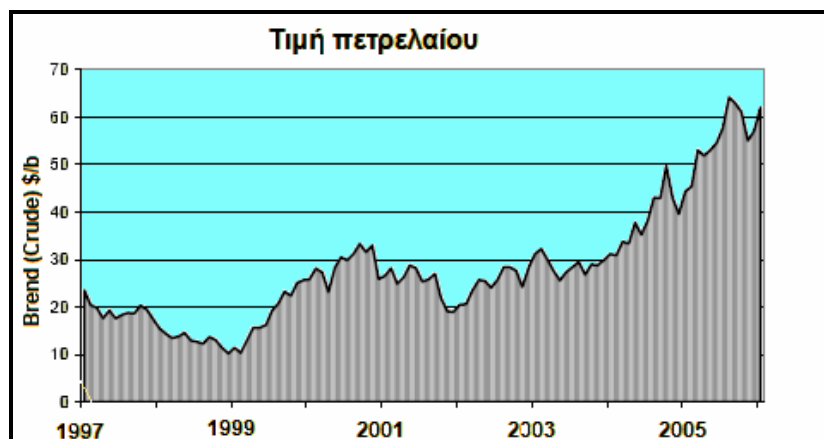
Η ενεργειακή κρίση είναι κατ' αρχήν μια κρίση ενεργειακής τροφοδοσίας, με τα αποθέματα συμβατικών καυσίμων να αδυνατούν να καλύψουν την διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση. Είναι αδιαμφισβήτητη η διαπίστωση ότι παρατηρείται τις τελευταίες δεκαετίες μια μείωση των ανακαλύψεων νέων κοιτασμάτων, συνοδευόμενη από μια σαφής επιβράδυνση στο ρυθμό αύξησης της παγκόσμιας παραγωγής (σχήματα 1.1 και 1.2). Η συνολική πετρελαϊκή παραγωγή εκτιμάται ότι θα φτάσει στο μέγιστό της μέχρι το 2010, συνυπολογίζοντας όλες τις μορφές ορυκτών συμβατικών καυσίμων. Στη συνέχεια προβλέπεται μια σταθερή μείωση της παραγωγής, η οποία, σε συνδυασμό με το ότι τα κυρίαρχα μοντέλα ενεργειακής κατανάλωσης εξακολουθούν να βασίζονται στο πετρέλαιο και τα συναφή προϊόντα, τροφοδοτεί την παγκόσμια ενεργειακή κρίση.

Βεβαίως, η σε βάθος και με ποσοτικές λεπτομέρειες συζήτηση του ζητήματος αυτού ξεφεύγει από τα όρια της εργασίας αυτής. Είναι επίσης γνωστό ότι η αξιοπιστία ορισμένων από τα αριθμητικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται κατά καιρούς στην συζήτηση αυτή αμφισβητείται από πολλούς, είτε επειδή

δεν είναι γνωστά με ακρίβεια, είτε γιατί υπαγορεύονται σε πολιτικές ή οικονομικές σκοπιμότητες.



Σχήμα 1.2: Συνολική παραγωγή ορυκτών συμβατικών καυσίμων (ιστορικά στοιχεία και προβλέψεις)



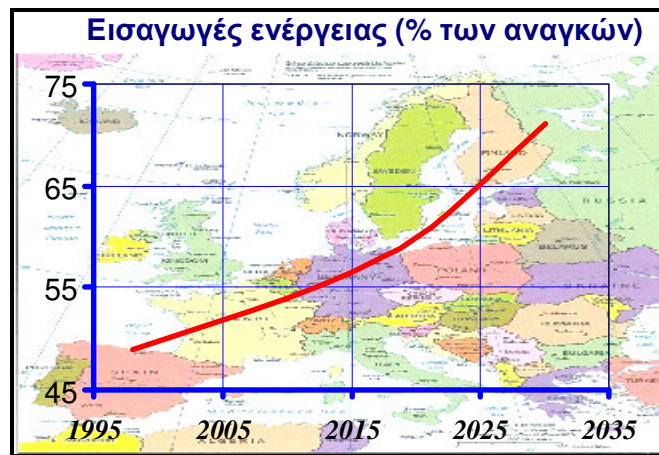
Σχήμα 1. 3: Εξέλιξη των τιμών του πετρελαίου

Χαρακτηριστικά μπορούν να αναφερθούν τα εντόνως αμφισβητούμενα στοιχεία για τα πραγματικά διαθέσιμα κοιτάσματα της αραβικής χερσονήσου ή αυτά σχετικά με την οικονομικοτεχνική βιωσιμότητα πολλών από τα κοιτάσματα βαρέως πετρελαίου που ανακαλύφθηκαν πρόσφατα.

Όμως, όποια και αν είναι τα ακριβή ποσοτικά δεδομένα, υπάρχουν ορισμένα αδιαμφισβήτητα δεδομένα που συνηγορούν υπέρ της άποψης ότι η κρίση ενεργειακής τροφοδοσίας υπάρχει και εντείνεται διαρκώς, με κυριότερο από αυτά τη διαχρονικά αυξητική πορεία των τιμών του πετρελαίου (σχήμα 1.3). Το τελευταίο μάλιστα διάστημα η τάση αυτή έχει προσλάβει χαρακτηριστικά μονιμότητας τα οποία δύσκολα μπορούν να αποδοθούν αποκλειστικά σε κερδοσκοπικές συμπεριφορές. Είναι επίσης σημαντικό να τονιστεί ότι η αξιοποίηση των λεγόμενων "δύσκολων" κοιτασμάτων (βαρύ πετρέλαιο, αμμώδη κοιτάσματα κλπ) δεν μπορεί να γίνει παρά με τις τιμές σε υψηλά επίπεδα, πολύ περισσότερο που η ζήτηση αναμένεται να παραμείνει σταθερά αυξανόμενη, λόγω κυρίως των εκρηκτικών ρυθμών ανάπτυξης σημαντικών οικονομικών δυνάμεων όπως η Κίνα ή η Ινδία.

### 1.3 Η ΓΕΩΠΟΛΙΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ

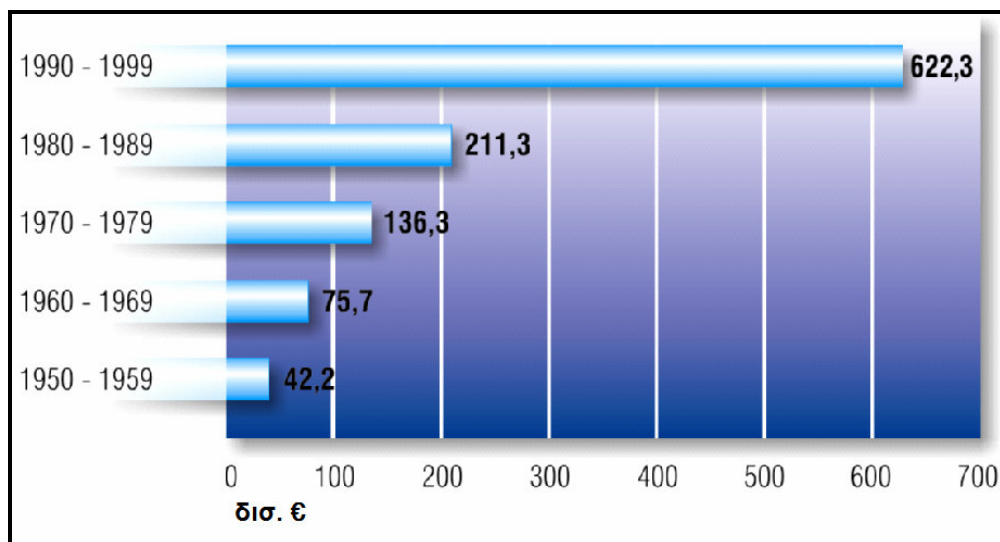
Η εμπειρία των τελευταίων ετών έχει δείξει ότι το πρόβλημα της ενεργειακής τροφοδοσίας δεν πρέπει να αναλύεται αποκλειστικά και μόνοι ως ένα πρόβλημα προσφοράς-ζήτησης. Είναι αρκετά χαρακτηριστικό ότι τα 2/3 της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου είναι συγκεντρωμένα σε 7 χώρες του Κόλπου, οι οποίες επιπλέον διαπερνώνται από τις γνωστές σε όλους γεωπολιτικές και κοινωνικές αστάθειες. Όλες σχεδόν οι εξάρσεις της ενεργειακής κρίσεις των τελευταίων δεκαετιών είχαν ως σημείο εκκίνησης βίαιες μετατοπίσεις στις γεωπολιτικές ισορροπίες, ενώ πολλές από τις μετατοπίσεις αυτές είχαν ως πραγματική αιτία την δρομολόγηση συγκεκριμένων σεναρίων διαχείρισης των ενεργειακών πόρων της περιοχής. Για την Ευρώπη ειδικότερα, το πρόβλημα είναι ακόμα οξύτερο εάν αναλογιστεί κανείς ότι το 50% της ενεργειακής ζήτησης καλύπτεται σήμερα από εισαγωγές, ποσοστό που προβλέπεται να φτάσει το 70% το 2030 (σχήμα 1.4), κυρίως λόγω της σταδιακής εξάντλησης των κοιτασμάτων στις βόρειες θάλασσες. Είναι άλλωστε κοινά αποδεκτό ότι η ενεργειακή εξάρτηση συνιστά σήμερα, ιδιαίτερα για τα Ευρωπαϊκά κράτη, σημαντική παράμετρο διαμόρφωσης της γενικότερης πολιτικής της συμπεριφοράς, καθορίζοντας σε μεγάλο βαθμό τις στρατηγικές επιλογές τους.



Σχήμα 1. 4: Ενεργειακή εξάρτηση της Ευρώπης.

### 1.4 Η ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ

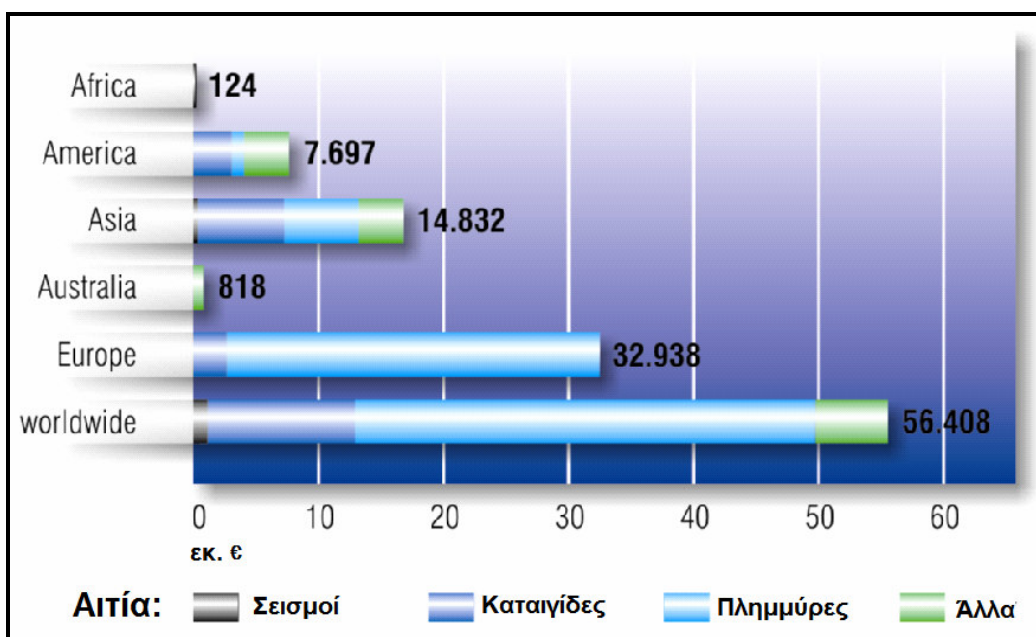
Η ενεργειακή κρίση δεν περιορίζεται όμως σε μια κρίση τροφοδοσίας, αλλά έχει και μια έντονα περιβαλλοντική διάσταση. Σήμερα γίνεται όλο και ευρύτερα αποδεκτό από τη διεθνή επιστημονική κοινότητα ότι η κατανάλωση συμβατικών καυσίμων συνιστά την κύρια επιβαρυντική παράμετρο για το περιβάλλον και την ποιότητα ζωής γενικότερα.



Σχήμα 1.5: Οικονομική επιβάρυνση λόγω κλιματικών αλλαγών.

Η επίδραση αυτή δεν περιορίζεται πια στις άμεσες συνέπειες όπως η μόλυνση από τις εκπομπές καυσαερίων, αλλά έχει πάρει σαφώς σοβαρότερες διαστάσεις με την παραγωγή CO<sub>2</sub> η οποία θεωρείται ως η βασική αιτία για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τις αποδιδόμενες σε αυτό φυσικές καταστροφές.

Πολλοί ερευνητές σήμερα επιχειρούν να αποτιμήσουν συγκεκριμένα τις επιπτώσεις από τις ευρύτερες κλιματικές αλλαγές, και πιο συγκεκριμένα τις οικονομικές τους επιπτώσεις (σχήμα 1.5). Όλες οι μελέτες δείχνουν εξάλλου ότι οι επιπτώσεις αυτές έχουν ξεπεράσει αισθητά άλλες φυσικές καταστροφές που δεν αποδίδονται στις κλιματικές αλλαγές (σχήμα 1.6) .



Σχήμα 1.6: Επιβάρυνση λόγω φυσικών καταστροφών (Ιαν. - Σεπ. 2002) .

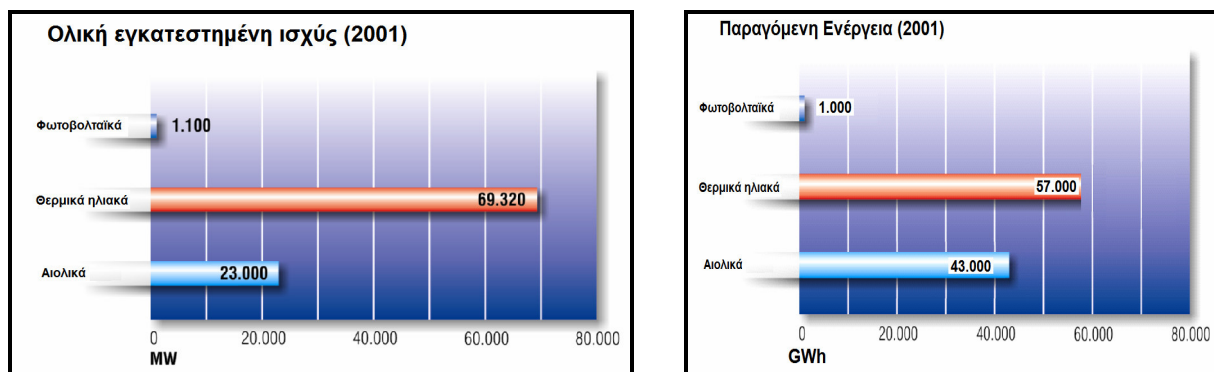


Πρόκειται στην πραγματικότητα για μια "κρυφή" παράμετρο κόστους που θα έπρεπε να επιβαρύνει τις συμβατικές μορφές ενέργειας, μαζί με άλλες παρόμοιες επιβαρύνσεις (π.χ. το κόστος για το σύστημα υγείας από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις).

## 1.5 ΤΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΚΑΙ ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΩΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ

Με δεδομένα τα δυσεπίλυτα προβλήματα της πυρηνικής ενέργειας (ασφάλεια, διάθεση αποβλήτων), οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) και η εξοικονόμηση ενέργειας μπορούν σήμερα να αποτελέσουν τις βασικές συνιστώσες μιας εναλλακτικής ενεργειακής στρατηγικής που δεν θα περιορίζεται στις συμβατικές πηγές. Το ήδη αξιοποιούμενο δυναμικό ΑΠΕ είναι σε πολλές περιπτώσεις σημαντικό, αν και απέχει πολύ από την πλήρη εκμετάλλευσή του.

Σε αντίθεση με άλλες ΑΠΕ, η συμβολή της θερμικής ηλιακής ενέργειας παρουσιάζονταν συχνά υποτιμημένη, παρότι κατά πολύ σημαντικότερη, για παράδειγμα συγκρινόμενη με την αιολική ενέργεια ή τα Φ/Β συστήματα (σχήμα 1.7). Στους λόγους της υποτίμησης αυτής συμπεριλαμβάνονται το μικρό μέγεθος των εγκαταστάσεων, το ότι δεν παραπέμπει ευθέως σε κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και, κυρίως, ότι μετρούμενο σε  $m^2$ , το εγκατεστημένο θερμικό ηλιακό δυναμικό δεν συμπεριλαμβάνονταν συνήθως στις ενεργειακές στατιστικές λόγω ανομοιογένειας των μονάδων μέτρησης. Για το λόγο αυτό, μετά από σχετική διερεύνηση και πρόταση της ESTIF που έγινε αποδεκτή από πολλούς φορείς (IEA, ESTIF, BSi, SEIA,...), υιοθετήθηκε ένας συντελεστής μετατροπής του  $m^2$  σε θερμικό kW ( $kW_{th}$ ) ο οποίος ορίστηκε ίσος με 0.7. Έτσι, επιφάνεια συλλέκτη ίση με ένα  $m^2$  αντιστοιχεί σε  $0.7 kW_{th}$ , με την ίδια λογική που ορίζεται η ονομαστική ισχύς στις ανεμογεννήτριες ή η ισχύς αιχμής (Peak power) για τα φωτοβολταϊκά.



Σχήμα 1.7: Εγκατεστημένη ισχύς και παραγόμενη ετήσια ενέργεια από διάφορες ΑΠΕ

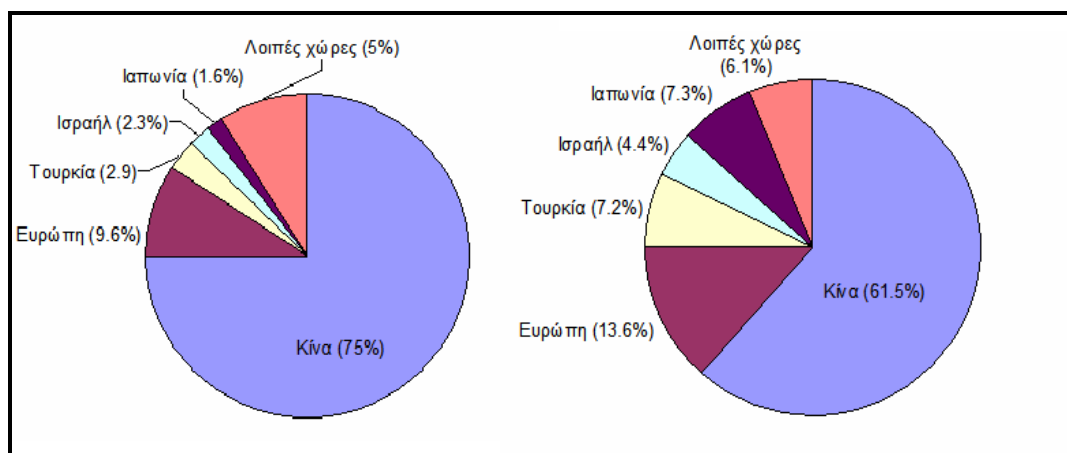
Στην Ευρώπη ειδικότερα υπολογίζεται ότι είναι σήμερα σε λειτουργία πάνω από 16 εκ.  $m^2$  θερμικού ηλιακού συλλέκτης οι οποίοι αντιστοιχούν σε μείωση

εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 4 εκ. τόνους ετησίως, ενώ το συνολικό εκμεταλλεύσιμο δυναμικό της θερμικής ηλιακής ενέργειας φτάνει τα 58 εκ.

## 1.6 Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ

Υπολογίζεται ότι είναι σε λειτουργία σήμερα στον κόσμο περίπου 115 εκ. m<sup>2</sup> θερμικού ηλιακού συλλέκτης, κατανομημένοι όπως φαίνεται στο σχήμα 1.8, ενώ η αγορά εκτιμάται ότι ανέρχεται σε 18 εκ m<sup>2</sup> το χρόνο με ετήσιο ρυθμό αύξησης για την περίοδο 2003-2004 περίπου 20%.

Τα στοιχεία αναδεικνύουν μεγάλες διαφορές από χώρα σε χώρα με την Ευρώπη να μην αποτελεί σημαντική αγορά, σε σύγκριση με χώρες όπως η Κίνα, το Ισραήλ ή ακόμα η Τουρκία. Η Κίνα αποτελεί μια ιδιότυπη περίπτωση με μια πολύ μεγάλη αγορά που εξηγείται από το μέγεθος του πληθυσμού της αλλά και από την διαρκώς αυξανόμενη διείσδυση των θερμικών ηλιακών.



Σχήμα 1.8 : Η παγκόσμια αγορά θερμικών ηλιακών.

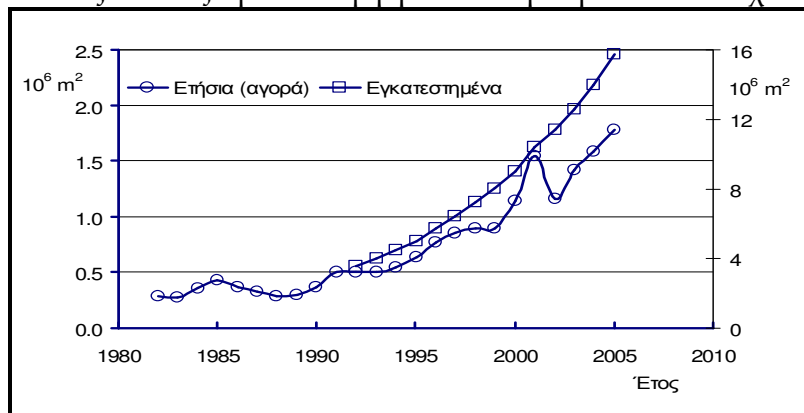
Αναγόμενα στο μέγεθος του πληθυσμού (σχήμα 1.8), τα στοιχεία δείχνουν τις πολύ μεγάλες αποκλίσεις από χώρα σε χώρα, αποκλίσεις που δεν εξηγούνται πάντα από κλιματολογικές συνθήκες. Οι διαφορές όμως αυτές καταδεικνύουν από την άλλη ότι υπάρχει ένα τεράστιο δυναμικό για τα θερμικά ηλιακά το οποίο παραμένει ανεκμετάλλευτο.



Σχήμα 1.9 : Διείσδυση των θερμικών ηλιακών σε διάφορες χώρες.

Στην Ευρώπη, στα τέλη του 2004, υπήρχαν σε λειτουργία περίπου 14 εκ. m<sup>2</sup> θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες οι οποίοι αντιστοιχούν σε 9.525 MW<sub>th</sub> και παράγουν πάνω από 8 GWh το χρόνο (σχήμα 1.9). Και στην Ευρώπη παρατηρήθηκε μια σημαντική ανάκαμψη της αγοράς τα τελευταία χρόνια (αύξηση κατά 12% την περίοδο 2003-2004).

Πρέπει να τονιστεί ότι το μέγεθος της αγοράς των θερμικών ηλιακών στην Ευρώπη, παρά την αύξησή του, παραμένει πολύ χαμηλό σε σχέση με το στόχο που είχε τεθεί από την «Λευκή Βίβλο» (100 εκ. m<sup>2</sup> ή 70.000 MW<sub>th</sub> για το 2010), στόχος ο οποίος είναι εξαιρετικά αμφίβολο εάν μπορεί να επιτευχθεί.



Σχήμα 1.10 : Η αγορά των θερμικών ηλιακών στην Ευρώπη.

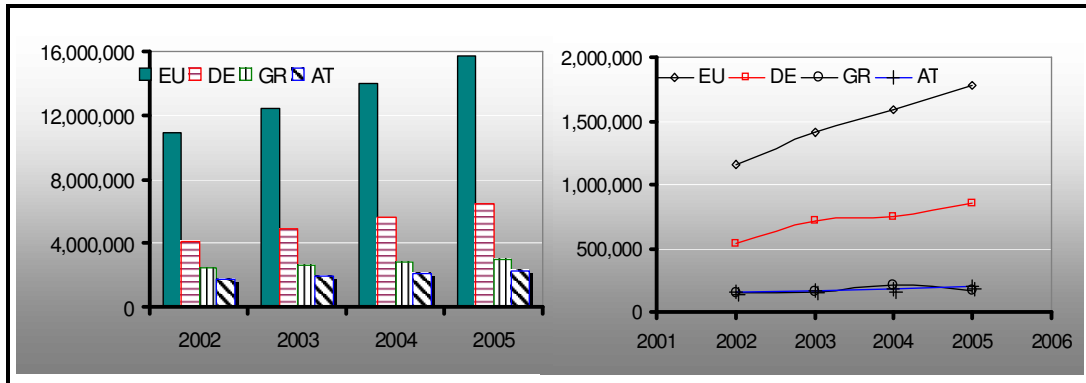
Πίνακας 1.1 : Η ευρωπαϊκή αγορά θερμικών ηλιακών ανά χώρα.

	2004	2002	2003	2004	2005	2004 Επίπεδοι	2004 Σωλ.Κενού	2003- 2004
AT	2,085,488	153,050	166,920	182,594	200,000	180,000	2,594	9%
BE	48,249	4,943	9,047	14,700	18,000	-	-	62%
CH	352,460	26,431	26,820	31,067	35,000	29,903	1,164	16%
CY	450,200	30,000	30,000	30,000	30,000	-	-	0%
CZ	43,400	6,000	7,000	8,500	10,000	8,100	400	21%
DE	5,604,000	540,000	720,000	750,000	850,000	675,000	75,000	4%
DK	315,730	13,000	19,000	20,000	22,000	19,000	1,000	5%
EE	570	50	150	250	300	-	-	67%
ES	420,366	66,000	70,000	90,000	150,000	-	-	29%
FI	11,980	1,110	2,000	2,000	2,000	-	-	0%
FR	274,100	27,000	38,900	52,000	75,000	-	-	34%
GR	2,826,700	152,000	161,000	215,000	170,000	-	-	34%
HU	4,250	500	1,000	1,500	1,500	-	-	50%
IE	7,290	875	1,200	2,000	3,000	1,200	800	67%
IT	444,285	45,000	50,000	58,000	70,000	-	-	16%
LT	1,650	300	400	500	600	-	-	25%
LU	11,500	1,200	1,500	1,700	2,000	-	-	13%
LV	1,650	300	400	500	600	-	-	25%
MT	15,360	2,500	3,000	4,215	5,700	4,083	132	41%
NL	283,508	30,000	27,686	26,300	27,000	-	-	-5%
PL	102,520	18,000	26,220	33,000	35,000	-	-	26%
PT	144,950	5,500	6,000	10,000	13,500	-	-	67%
SE	185,769	15,260	19,255	20,058	25,000	17,498	2,560	4%
SI	97,600	1,200	1,100	1,800	2,000	-	-	64%
SK	56,750	4,500	5,000	5,500	6,000	4,950	550	10%
UK	168,920	17,500	22,000	25,000	30,000	-	-	14%
<b>EU</b>	<b>13,959,245</b>	<b>1,162,219</b>	<b>1,415,598</b>	<b>1,586,184</b>	<b>1,784,200</b>	<b>939,734</b>	<b>84,200</b>	<b>12%</b>

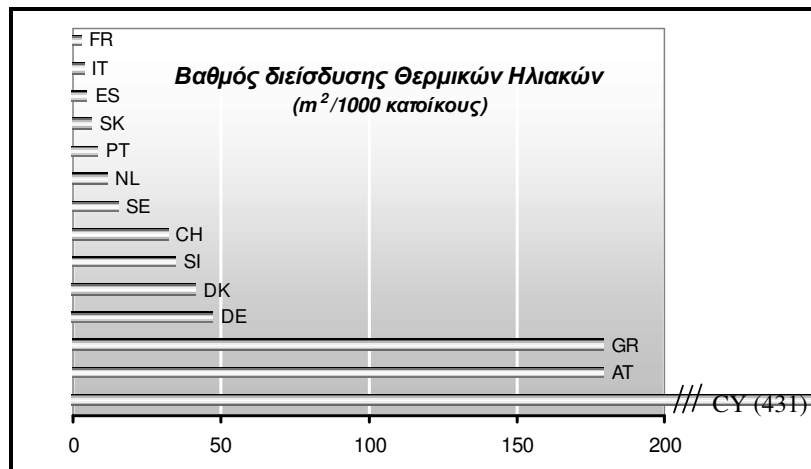
Πιο συγκεκριμένα αναλυτικά στοιχεία ανά ευρωπαϊκή χώρα δίδονται στον Πίνακα 1.1. Από τα στοιχεία αυτά προκύπτουν τα ακόλουθα βασικά συμπεράσματα:

- Υπάρχουν πολύ μεγάλες διαφορές από χώρα σε χώρα, διαφορές που δεν μπορούν να εξηγηθούν μόνο από τις κλιματικές συνθήκες (χαρακτηριστική είναι η σύγκριση μεταξύ Ιταλίας και Γερμανίας ή Αυστρίας)
- Οι διαφορές από χώρα σε χώρα δείχνουν επίσης ότι υπάρχουν μεγάλα περιθώρια για περαιτέρω διείσδυση των θερμικών ηλιακών (ειδικότερα στις χώρες όπου αυτή παραμένει χαμηλή). Το ίδιο συμπέρασμα προκύπτει και από την παρουσίαση των στοιχείων ανά μέγεθος πληθυσμού (σχήμα 11).
- Καθοριστικός παράγοντας είναι η επίδραση των εθνικών πολιτικών, με χαρακτηριστικότερα παραδείγματα τη Γερμανία (ενισχυτικά μέσα εδώ και πολλά χρόνια) και, πρόσφατα, την Ισπανία (αναθέρμανση της αγοράς λόγω μιας πιο επιθετικής πολιτικής τα τελευταία χρόνια).
- Παρατηρείται μια δυναμική είσοδος νέων αγορών (Γαλλία, Ισπανία), παράλληλα με ένα κορεσμό πιο παραδοσιακών αγορών, όπως για

παράδειγμα η Ελλάδα ή η Αυστρία (για διαφορετικούς λόγους η κάθε μια).



Σχήμα 1.11: Οι τρεις μεγαλύτεροι «παίκτες» στην ευρωπαϊκή αγορά (αριστερά) εν λειτουργία συλλέκτες, δεξιά ετήσιες πωλήσεις, σε m<sup>2</sup>).



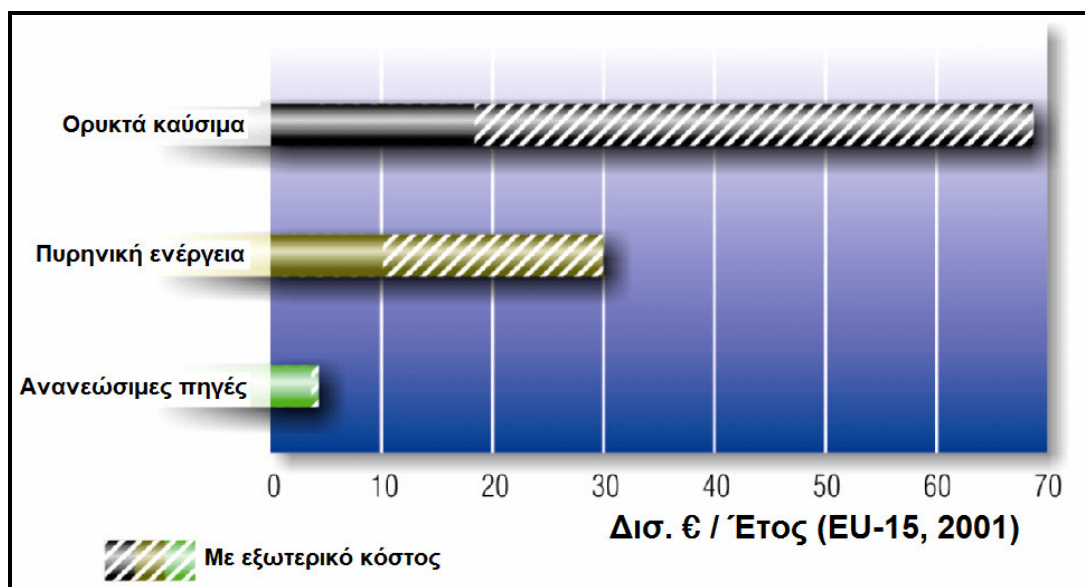
Σχήμα 1.12: Βαθμός διείσδυσης θερμικών ηλιακών στις ευρωπαϊκές χώρες (m<sup>2</sup> ανά 1000 κατοίκους).

Μια πιο προσεκτική ανάγνωση των στοιχείων αναδεικνύει ότι τρεις χώρες (Ελλάδα, Γερμανία, Αυστρία) κυριαρχούν στην ευρωπαϊκή αγορά (σχήμα 1.12). 3 χώρες (Ελλάδα, Αυστρία, Γερμανία), συγκεντρώνοντας το 68% των νέων εγκαταστάσεων και το 75% των εν λειτουργία συστημάτων. Η στασιμότητα που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια σε Ελλάδα, Αυστρία αντισταθμίζεται από την αύξηση στη Γερμανία και τις άλλες αναδυόμενες αγορές. Έτσι η Ελλάδα με 20% των εγκατεστημένων εν λειτουργία συλλεκτών έχει μόνο το 9,5% της αγοράς (εκτιμήσεις για 2005), ενώ αντίστροφα η Ισπανία με μόλις 3% των ήδη εγκατεστημένων έχει αναπτύξει μια πολύ δυναμική αγορά (8,5% των ετησίων πωλήσεων).

## 1.7 ΠΡΟΣ ΜΙΑ ΝΕΑ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Η διαφαινόμενη αδυναμία επίτευξης των στόχων της Λευκής Βίβλου σε σχέση με τη διείσδυση των ΑΠΕ γενικά και των θερμικών ηλιακών ειδικότερα, σε συνδυασμό με την όξυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και την εισαγωγή επιπλέον υποχρεώσεων από το Πρωτόκολλο του Κιότο, οδήγησαν πρόσφατα σε κινήσεις αναθεώρησης της ευρωπαϊκής προσέγγισης με χαρακτηριστικότερες:

- Την εισαγωγή και ενεργοποίηση της εθελοντικής Ευρωπαϊκής Πιστοποίησης (Solar Keymark) στη βάση των νέων Ευρωπαϊκών Προτύπων
- Η «πρόταση Rothe» (από το όνομα της ευρωβουλευτού για μια Ευρωπαϊκή οδηγία «Θέρμανση - ψύξη με ΑΠΕ» η οποία εγκρίθηκε πρόσφατα από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο.
- Η απόφαση της ΕΕ να προχωρήσει σε νομοθετική παρέμβαση για την «ενθάρρυνση της χρήσης ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη» (7 Δεκεμβρίου 2005).



Σχήμα 1.13: Συσσωρευτικές ενισχύσεις στις διάφορες ενεργειακές τεχνολογίες.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η πρόθεση ένταξης των υποχρεώσεων των κρατών-μελών σε Οδηγία υποχρεωτικής εφαρμογής. Αν και δεν είναι ακόμα γνωστές οι λεπτομέρειες, οι γενικές κατευθύνσεις της υπό επεξεργασία Οδηγίας θα είναι:

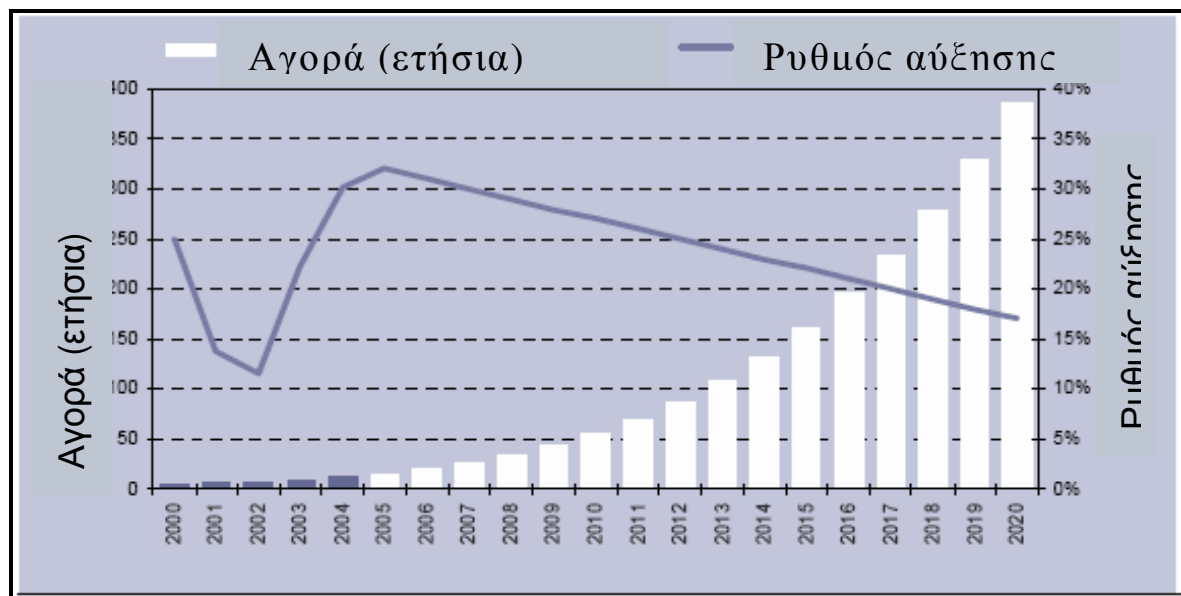
- Η διατύπωση ενός συγκεκριμένου στόχου όσον αφορά την αύξηση της συμβολής των ΑΠΕ για θέρμανση-ψύξη από 10% σε 20 % μέχρι το 2020.
- Ο καθορισμός συγκεκριμένων εθνικών στόχων.

- Ο σχεδιασμός και υλοποίησης συγκεκριμένου action plan για την επίτευξη των εθνικών στόχων.
- Η κατάργηση των διοικητικών εμποδίων.
- Η ενθάρρυνση συνεκτικών και αποτελεσματικών εργαλείων χρηματοδότησης (επιδότησεις, ενισχύσεις κλπ).

Βεβαίως, τα κρίσιμα σημεία για την επιτυχία της προσπάθειας αυτής εντοπίζεται στον υποχρεωτικό χαρακτήρα των μέτρων που θα ληφθούν και στο βαθμό ενίσχυσης των ΑΠΕ. Για το τελευταίο αυτό ζήτημα δεν είναι άσκοπη η αναφορά στις κάθε είδους ενισχύσεις που έχουν δοθεί στις διάφορες ενεργειακές τεχνολογίες (σχήμα 1.13), από την οποία προκύπτει ότι οι ΑΠΕ είναι τελικά οι λιγότερο ευνοημένες, αντίθετα με ότι πιστεύεται από πολλούς.

## 1.8 ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ

Τόσο τα τελευταία στοιχεία για την εξέλιξη των αγορών, όσο και οι εκτιμήσεις διαφόρων φορέων που ασχολούνται με την διερεύνηση των τάσεων στις αγορές, συγκλίνουν στο ότι τα επόμενα χρόνια η αγορά θα συνεχίσει να κινείται σε μάλλον υψηλούς ρυθμούς. Σε παγκόσμιο επίπεδο προβλέπεται οι ετήσιες πωλήσεις να περάσουν από 22 εκ. m<sup>2</sup>/έτος το 2005 σε 80 εκ m<sup>2</sup> /έτος το 2010 (σχήμα 1.14).



Σχήμα 1.14: Προβλέψεις για την εξέλιξη της αγοράς θερμικών ηλιακών παγκόσμια.

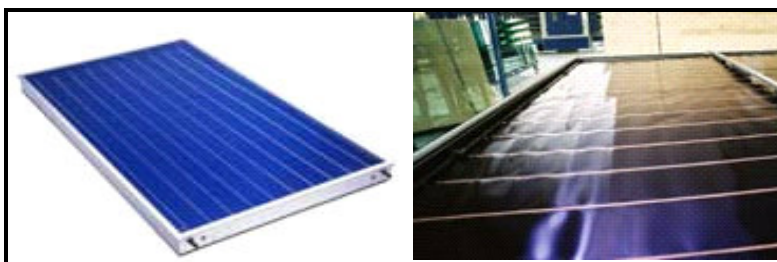
Οι προβλέψεις για την Ευρώπη, εάν δεν εφαρμοστούν πιο επιθετικές πολιτικές υποστήριξης, προβλέπεται μια μέση αύξηση τα επόμενα χρόνια της τάξης του 13%. Είναι όμως προφανές ότι ο ρυθμός αυτός αύξησης είναι

ανεπαρκής σε σχέση τόσο με τους διακηρυγμένους στόχους της ΕΕ, όσο και με τις τεράστιες δυνατότητες που παραμένουν ακόμα ανεκμετάλλευτες.

## **1.9 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ**

Παρά τις όποιες προσπάθειες ανάπτυξης νέων τύπων, ο επίπεδος ηλιακός συλλέκτης εξακολουθεί να κυριαρχεί στην αγορά. Στην Ευρώπη για παράδειγμα το 95% των συλλεκτών που τοποθετήθηκαν το 2004 είναι επίπεδοι. Το γεγονός αυτό δεν είναι βέβαιο σε αντίφαση με τις συνεχείς προσπάθειες βελτίωσης της ποιότητας και της απόδοσης του. Οι προσπάθειες αυτές εστιάζονται κατά κύριο λόγο στα παρακάτω σημεία, τα οποία χαρακτηρίζουν και τις σημερινές τεχνολογικές τάσεις:

- Στη γενίκευση της χρήσης της επιλεκτικής επιφάνειας η οποία αποτελεί προϋπόθεση για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων σε γενικής φύσης εφαρμογές.
- Στη σταδιακή επικράτηση των ενιαίων απορροφητικών επιφανειών (full face absorber) οι οποίες, όταν ο συλλέκτης είναι σωστά σχεδιασμένος, επιτρέπουν σημαντική μείωση των θερμικών απωλειών λόγω της μείωσης της κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό του συλλέκτη και της καλύτερης εκμετάλλευσης της διαθέσιμης επιφάνειας παραθύρου (εικόνα 1.1).
- Στην εισαγωγή νέων τεχνολογιών συγκόλλησης με διαφορετικούς βαθμούς αποτελεσματικότητας (soldering, laser).
- Στη βελτίωση της εν γένει ποιότητας του συλλέκτη, συμπεριλαμβανομένης της αισθητικής του.
- Στη χρήση μονωτικών υλικών που είναι φιλικά προς το περιβάλλον και ικανοποιούν τις σχετικές νομοθετικές απαιτήσεις.



Εικόνα 1.1: Συλλέκτης με ενιαία απορροφητική επιφάνεια (full face absorber).

Θα ήταν όμως λάθος να θεωρηθεί ότι δεν υπάρχει πια ανάγκη για Ε&Α στον τομέα των ηλιακών συλλεκτών. Παραμένουν αρκετά σημεία για τα οποία οι λύσεις δεν είναι δεδομένες, όπως για παράδειγμα η αναζήτηση λύσεων για την προστασία από τον παγετό ή η δυνατότητα εύκολης ένταξης σε μεγάλα ηλιακά πεδία. Η μεγαλύτερη όμως πρόκληση συνίσταται στο σχεδιασμό του προϊόντος ώστε να αξιοποιούνται στο μέγιστο δυνατό βαθμό οι δυνατότητες που παρέχει η χρήση των πιο αποδοτικών υλικών.



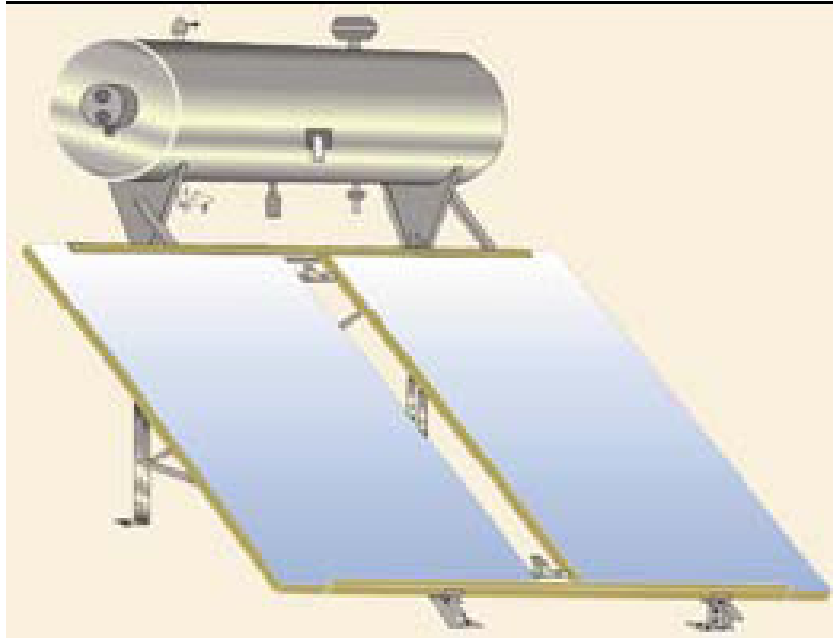
Τα κρίσιμα σημεία τα οποία πρέπει να απαντηθούν κατά το σχεδιασμό εστιάζονται κυρίως στο να αποφευχθούν οι θερμογέφυρες, στην επιλογή του πλήθους (ή της απόστασης) και της διαμέτρου των σωληνώσεων και στην κατάλληλη τοποθέτηση της απορροφητικής επιφάνειας ώστε να μειωθούν κατά το δυνατόν οι εσωτερικές κυκλοφορίες του αέρα οι οποίες αυξάνουν τις απώλειες.

Οι συλλέκτες με σωλήνες κενού είναι η μόνη ουσιαστική εναλλακτική πρόταση στον επίπεδο συλλέκτη. Η πιο γνωστή εκδοχή τους ήταν παλαιότερα οι σωλήνες κενού μονού τοιχώματος οι οποίοι, παρά τις αναμφίβολα μεγαλύτερες επιδόσεις τους στις υψηλές θερμοκρασίες, δεν κατάφεραν ποτέ να επικρατήσουν, κυρίως λόγω συχνών προβλημάτων αξιοπιστίας (π.χ. η μη διατήρηση του κενού) και υψηλού κόστους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

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 Ελλάδα.



Εικόνα 2.1 Τυπικός ηλιακός συλλέκτης για θέρμανση νερού.

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η απλούστερη και η γνωστότερη ηλιακή συσκευή. Κατά την λειτουργία του γίνεται εκμετάλλευση δυο φυσικών φαινομένων. Με την αρχή του θερμοσίφωνου 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 στην Καλιφόρνια γύρω στο 1880 και σχεδιάστηκε για πρώτη φορά απ' τον Κλάρενς Κεμπ το 1891. Έφτασε να χρησιμοποιείται στο 30% των σπιτιών της Καλιφόρνιας, αλλά η χρήση του ατόνησε με το γύρισμα του αιώνα, λόγω της χρήσης του άφθονου τότε πετρελαίου και του 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.

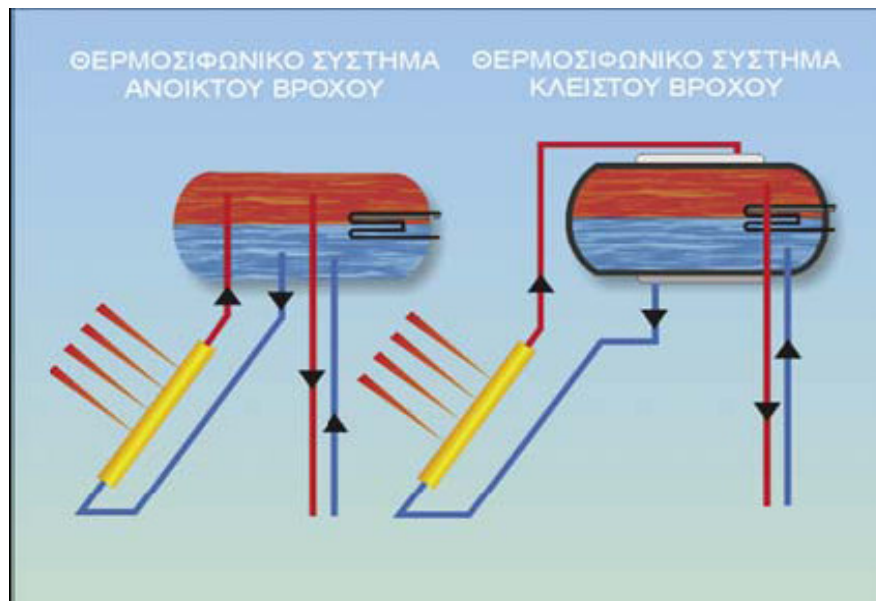
Στην Ελλάδα η διάδοση των ηλιακών συσκευών είναι πολύ εντυπωσιακή: το πρώτο μοντέλο λανσαρίστηκε το 1974, το 1980 υπήρχαν εγκατεστημένα περίπου εκατόν πενήντα χιλιάδες τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών και το 2004 περίπου τρία εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών. Μέρος της επιτυχίας αυτής των ηλιακών θερμοσιφώνων 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.

### 2.1.1 ΕΙΔΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΩΝ

Διακρίνουμε δύο είδη ηλιακών θερμοσιφώνων 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 ανάμιξη τους, μέσω εναλλάκτη θερμότητας).

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες ανοικτού κυκλώματος είναι απλούστεροι και φθηνότεροι, έχουν όμως προβλήματα σε χαμηλές θερμοκρασίες (παγετούς) γιατί δεν εμπεριέχουν 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 νερό, έχει αντιψυκτικά και αντιδιαβρωτικά πρόσθετα για προστασία της συσκευής.



Σχήμα 2.1 Οι δύο κατηγορίες ηλιακών συλλεκτών.

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, ανάλογα με τον αριθμό ενεργειακών πηγών που μπορούν να εκμεταλλευτούν κατηγοριοποιούνται 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).

## **2.1.2 ΑΠΟΤΕΛΟΥΜΕΝΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΗΛΙΑΚΟΥ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΩΝ**

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

1. Το τμήμα συλλογής (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας).
2. Το τμήμα αποθήκευσης (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού).

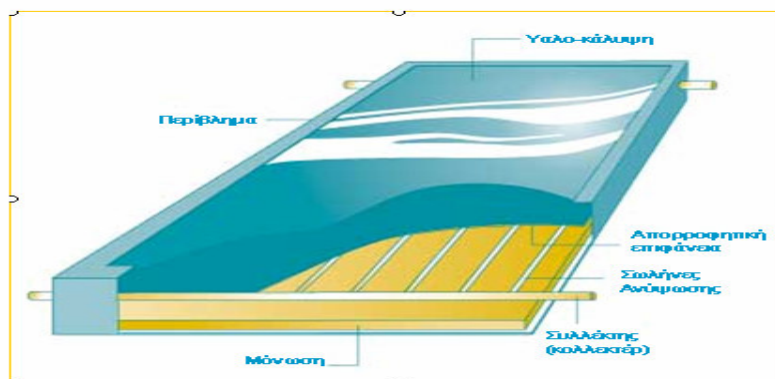
Τα δύο αυτά μέρη είναι συναρμολογημένα μαζί και συνδέονται με σωληνώσεις, αλλά σε μεγαλύτερα συστήματα μπορούν να είναι και χωριστά και να χρησιμοποιούνται αντλίες για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου, ειδικά όταν το τμήμα αποθήκευσης δεν βρίσκεται στον ίδιο χώρο με το τμήμα συλλογής. Το τμήμα 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.

## **2.2 ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ**

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.

- Το θερμικά μονωμένο πλαίσιο πάνω στο οποίο στερεώνονται τα υπόλοιπα εξαρτήματα.



Εικόνα 2.2 Εσωτερική δομή ηλιακού συλλέκτη.

## 2.2.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

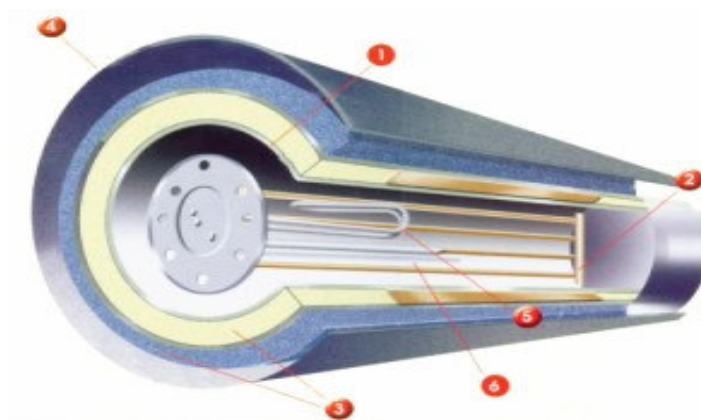
Η λειτουργία των συλλεκτών του ηλιακού θερμοσίφωνα βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στο χώρο ανάμεσα στην πλάκα απορρόφησης και τη γυάλινη επικάλυψη. Καταρχήν η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στην (συνήθως μαύρη) απορροφητική πλάκα, ανεβάζοντας της θερμοκρασία της. Η πλάκα με τη σειρά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

## 2.2.2 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

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 πολυουρεθάνη ή υαλοβάμβακα.



Εικόνα 2.3 Εσωτερική δομή δεξαμενής αποθήκευσης.

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

### 2.2.3 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

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 θερμοσίφωνου. Έτσι επιτυγχάνεται 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.

Ο καλύτερος προσανατολισμός για την τοποθέτηση των ηλιακών θερμοσίφωνων (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 συλλεκτή 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 βάνα για να είναι δυνατή η απομόνωσή του από το δίκτυο σε περίπτωση συντήρησης ή επισκευής. Είναι σημαντικό να τοποθετηθεί στις υδραυλικές σωληνώσεις βαλβίδα ασφαλείας έναντι υπερπίεσης και αυτόματο εξαεριστικό, αν δεν υπάρχουν ήδη ενσωματωμένα από τον κατασκευαστή. Επίσης χρήσιμη είναι στην σωλήνωση εξόδου του ζεστού νερού χρήσης να τοποθετηθεί εξωτερικό μονωτικό περίβλημα καλής ποιότητας.

Στον ηλιακό θερμοσίφωνα σημαντικοί παράγοντες είναι η συντήρηση (κυρίως καθαρισμός των πλακών επιφανειακά), η αντικατάσταση της αντιδιαβρωτικής προστασίας όποτε αυτό απαιτείται σύμφωνα με τον κατασκευαστή και η συμπλήρωση με αντιψυκτικό υγρό τον χειμώνα (μόνο στους ηλιακούς θερμοσίφωνα κλειστού κυκλώματος). Επιπλέον 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 θερμοσίφωνων 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.

### **2.3 Ο ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ ΣΑΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΗ**

Ο ηλιακός θερμοσίφοντας είναι μια απ' τις "καθαρότερες" και πιο αποδοτικές συσκευές που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στη διάρκεια ζωής του ένας οικιακός 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.

## 2.4 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ F

Η μέθοδος καμπυλών  $f$  χρησιμοποιείται για να αξιολογηθεί η μακροχρόνια ενεργειακή απόδοση ενός συστήματος ηλιακού συλλέκτη. Αναπτύχθηκε από τους S. Klein, W.A. Beckman και J.A. Duffie το 1976. Με την εν λόγω μέθοδο αναλύονται συστήματα θέρμανσης χώρων, καθώς και συστήματα παροχής ζεστού νερού χρήσης.

Στα συστήματα αυτά χρησιμοποιείται υγρό (νερό ή αντιπηκτικό διάλυμα) σαν μέσο μεταφοράς της θερμότητας, και νερό σαν μέσο αποθήκευσης της ενέργειας. Για τη μετατροπή της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε θερμική ενέργεια χρησιμοποιούνται επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται αντιπηκτικό διάλυμα, μεταξύ των επιπέδων ηλιακών συλλεκτών και της δεξαμενής χρησιμοποιείται ένας εναλλάκτης (εναλλάκτης συλλέκτη-δεξαμενής). Για τη μεταφορά θερμότητας από τη δεξαμενή αποθήκευσης στο κτίριο χρησιμοποιείται ένας εναλλάκτης υγρού-αέρα, που ονομάζεται εναλλάκτης φορτίου. Κατά τη μέθοδο καμπυλών  $f$ , προσδιορίζεται το ποσοστό  $f$  του μηνιαίου θερμικού φορτίου που καλύπτεται από την ηλιακή ενέργεια. Το ποσοστό  $f$  αναφέρεται και ως κάλυψη, και εκφράζεται εμπειρικά με τη βοήθεια δύο αδιάστατων συντελεστών  $X$  και  $Y$ . Ο συντελεστής  $X$  εκφράζει το πηλίκο του ποσού των ενεργειακών απωλειών προς το συνολικό θερμικό φορτίο του μήνα, ενώ ο συντελεστής  $Y$  εκφράζει το πηλίκο της ενέργειας που μπορεί να αξιοποιήσει ο ηλιακός συλλέκτης προς το συνολικό θερμικό φορτίο του μήνα. Οι συντελεστές  $X$  και  $Y$  υπολογίζονται ως εξής:

$$X = F_R \cdot U_L \cdot \frac{F'_R}{F_R} \cdot (T_{ref} - \bar{T}_a) \cdot \Delta t \cdot \left( \frac{A_C}{L} \right) \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (2.1)$$

$$Y = F_R \cdot (\tau\alpha)_n \cdot \frac{F'_R}{F_R} \cdot \frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n} \cdot \bar{H}_T \cdot N \cdot \left( \frac{A_C}{L} \right) \cdot K_4 \quad (2.2)$$

όπου:

$F_R$  είναι ο συντελεστής θερμικής απολαβής του συλλέκτη.

$U_L$  είναι ο συνολικός ισοδύναμος συντελεστής θερμικών απωλειών του συλλέκτη (σε  $W/m^2\text{°C}$ ).

$\frac{F'_R}{F_R}$  είναι ο διορθωτικός συντελεστής εναλλάκτη συλλέκτη-δεξαμενής. Σε περίπτωση απουσίας εναλλάκτη συλλέκτη-δεξαμενής (ανοιχτό σύστημα),

ισχύει  $\frac{F'_R}{F_R} = 1$ .

$T_{ref}$  είναι η θερμοκρασία αναφοράς που λαμβάνεται ίση με  $100\text{°C}$ .

$\bar{T}_a$  είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία ημέρας για τον εκάστοτε μήνα (σε  $\text{°C}$ ).

$\Delta t$  είναι η χρονική περίοδος του μήνα (σε sec).



Ο συντελεστής  $(\tau\alpha)_n$  προκύπτει από το γινόμενο του συντελεστή διαπερατότητας  $\tau$  του διαφανούς καλύμματος στην ηλιακή ακτινοβολία, και του συντελεστή απορρόφησης  $\alpha$  της ηλιακής ακτινοβολίας από την απορροφητική επιφάνεια. Ο συντελεστής  $(\tau\alpha)_n$  καθορίζεται σε πειραματικές συνθήκες που είναι παρόμοιες με τις συνθήκες στις οποίες οι συλλέκτες παράγουν τη μεγαλύτερη ωφέλιμη αποδιδόμενη ισχύ, όταν δηλαδή η ηλιακή ακτινοβολία είναι υψηλή, κάθετη στην επιφάνεια του συλλέκτη, και το μεγαλύτερο τμήμα της αποτελείται από άμεση ακτινοβολία.

$\frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n}$  είναι ο διορθωτικός συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την κλίση του συλλέκτη. Ο συντελεστής αυτός χρησιμοποιείται γιατί η ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ημέρας δεν προσπίπτει πάντα κάθετα στην επιφάνεια του συλλέκτη, με αποτέλεσμα η έντασή της πάνω στην απορροφητική επιφάνεια να είναι μικρότερη.

$\bar{H}_T$  είναι η μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία του μήνα που προσπίπτει στην επιφάνεια του συλλέκτη (σε J/m<sup>2</sup>).

$N$  είναι το πλήθος ημερών του μήνα.

$A_c$  είναι η επιφάνεια του συλλέκτη (σε m<sup>2</sup>).

$L$  είναι το μέσο μηνιαίο θερμικό φορτίο για θέρμανση χώρων και παροχή ζεστού νερού σε Joule.

$K_2$  είναι ο διορθωτικός συντελεστής χωρητικότητας της δεξαμενής. Η μέθοδος καμπυλών  $f$  έχει αναπτυχθεί για ανηγμένη (στη συλλεκτική επιφάνεια)

χωρητικότητα δεξαμενής 75 lt/m<sup>2</sup> συλλεκτικής επιφάνειας, οπότε και  $K_2=1$ . Στην περίπτωση που δεν ισχύει η αναλογία αυτή, ο συντελεστής  $K_2$  υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$K_2 = \left( \frac{M}{75} \right)^{-0.25} \quad (2.3)$$

όπου  $M$  είναι ο ανηγμένος όγκος της δεξαμενής ανά τετραγωνικό μέτρο συλλεκτικής επιφάνειας (σε lt/ m<sup>2</sup>).

$K_3$  είναι ο διορθωτικός συντελεστής ζεστού νερού. Η αρχική μέθοδος καμπυλών  $f$  έχει αναπτυχθεί θεωρώντας ότι το φορτίο για τη θέρμανση νερού χρήσης αποτελεί μικρό ποσοστό σε σχέση με το θερμικό φορτίο θέρμανσης

$\frac{L_w}{L_p} \ll 1$  χώρου, δηλαδή  $\frac{L_w}{L_p}$ . Στην περίπτωση αυτή  $K_3=1$ . Εάν το θερμικό φορτίο οφείλεται κυρίως στη θέρμανση νερού, τότε ο συντελεστής  $K_3$  υπολογίζεται ως

$$K_3 = \frac{11.6 + 1.18 \cdot T_w + 3.86 \cdot T_m - 2.32 \cdot \bar{T}_a}{100 - \bar{T}_a} \quad (2.4)$$

όπου  $T_w$  είναι η επιθυμητή θερμοκρασία του ζεστού νερού (σε °C),  $T_m$  είναι η μέση θερμοκρασία προσαγωγής του νερού από το δίκτυο (σε °C), και  $\bar{T}_a$  είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος (σε °C).  $K_4$  είναι ο διορθωτικός συντελεστής για τον εναλλάκτη φορτίου. Η μέθοδος καμπυλών  $f$  έχει αναπτυχθεί για τιμή του αδιάστατου παράγοντα

$$\frac{\varepsilon_L \cdot C_{\min}}{(U \cdot A)_b} = 2 \quad (2.5)$$

όπου  $\varepsilon_L$  ο βαθμός εκμετάλλευσης του εναλλάκτη φορτίου,  $C_{\min}$  η μικρότερη θερμική παροχή μεταξύ του εργαζόμενου μέσου στο συλλέκτη και του νερού του κυκλώματος θέρμανσης-σύστημα δεξαμενής, και  $(U \cdot A)_b$  το γινόμενο του συντελεστή θερμότητας και της περιβάλλουσας επιφάνειας του συλλέκτη. Σε περίπτωση διαφορετικής τιμής του παραπάνω παράγοντα, ο συντελεστής  $K_4$  υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$K_4 = 0.39 + 0.65 \cdot \exp\left[-0.139 \left/ \left( \frac{\varepsilon_L \cdot C_{\min}}{(U \cdot A)_b} \right) \right.\right] \quad (2.6)$$

$$\text{για } 0.5 \leq \frac{\varepsilon_L \cdot C_{\min}}{(U \cdot A)_b} \leq 50 .$$

Η κάλυψη  $f$  υπολογίζεται ως εξής:

$$f = 1.029 \cdot Y - 0.065 \cdot X - 0.245 \cdot Y^2 + 0.0018 \cdot X^2 + 0.0215 \cdot Y^3 \quad (2.7)$$

για  $0 < Y < 3$  και  $0 < X < 18$ .

Το ποσοστό  $F$  του ετήσιου θερμικού φορτίου που καλύπτεται από την ηλιακή ενέργεια υπολογίζεται από τη σχέση:

$$F = \frac{\sum (f_i \cdot L_i)}{\sum L_i} \quad (2.8)$$

όπου  $f_i$  είναι η κάλυψη του μήνα  $i$ , και  $L_i$  είναι το φορτίο του μήνα  $i$ .

## 2.5 ΕΠΙΔΟΤΗΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΟΛΙΤΕΙΑ ΚΑΙ ΦΟΡΟΑΠΑΛΛΑΓΕΣ

Σύμφωνα με το άρθρο 2 του Ν3296/2004, στις εκπτώσεις δαπανών από το εισόδημα φορολογούμενου συμπεριλαμβάνεται «Ποσοστό είκοσι τοις εκατό (20%) της δαπάνης για νέα εγκατάσταση ηλιοθερμικών και φωτοβολταϊκών συστημάτων».

Η τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα δεν είναι υποχρεωτική στη χώρα μας. Επιπλέον, η επιδότηση από την πολιτεία ελάχιστη. Πριν από το 2000 εξαιρούνταν από το φορολογητέο εισόδημα το 75% του κόστους. Η φοροελάφρυνση αυτή αποκόπηκε, για να επανέλθει πρόσφατα, αλλά μειωμένη και αφορά μόλις το 20%. Το πραγματικό όφελος για τον αγοραστή δεν ξεπερνά τα 30-40 €. Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να δώσει ζεστό νερό, θέρμανση και ψύξη χώρου, καθώς και ηλεκτρισμό. Αλλά και στον συγκεκριμένο τομέα, παρά τη δεύτερη θέση που κατέχει η Ελλάδα στην Ευρώπη, οι ρυθμοί μεγέθυνσης είναι μειωμένοι (περίπου 150 MWth κάθε χρόνο). Τα περιθώρια είναι πολύ μεγάλα. Στην Κύπρο το 93% των οικοδομών έχουν ηλιακό θερμοσίφωνα, ποσοστό υπερδιπλάσιο από την Ελλάδα. Επιπλέον στην Κύπρο υπάρχουν 642,2 m<sup>2</sup> ηλιακών συλλεκτών για θερμοσίφωνες ανά 1.000 κατοίκους, έναντι 274,3 m<sup>2</sup> ανά 1.000 κατοίκους στην Ελλάδα.

### 2.5.1 ΟΙ ΑΛΛΕΣ ΧΩΡΕΣ

Η εντυπωσιακή κατά τ' άλλα αύξηση των ηλιακών συλλεκτών είναι απόρροια κυρίως της δυναμικής ανάπτυξης που γνώρισαν τρεις χώρες: η Γερμανία, η Αυστρία και η Ελλάδα. Η Γερμανία π.χ. είχε εγκατεστημένα 4,4 εκατ. m<sup>2</sup> συλλεκτών στα τέλη του 2002, ενώ η Ελλάδα είχε κάτι λιγότερο από 3 εκατ. τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών (με ποσοστό διείσδυσης περί το 30% και τον υψηλότερο δείκτη χρήσης ηλιακών ανά κάτοικο, περίπου 265 m<sup>2</sup> ανά 1.000 κατοίκους), ενώ η Αυστρία με περίπου 2,5 εκατ. m<sup>2</sup> συλλεκτών αποτελεί πια τη δεύτερη αγορά στην ΕΕ με βάση τις ετήσιες εγχώριες πωλήσεις συστημάτων. Η εντυπωσιακή ανάπτυξη στη Γερμανία και την Αυστρία είναι απόρροια κυρίως των ισχυρών κινήτρων που δίνονται από πλευράς κυβερνήσεων (125 € ανά m<sup>2</sup> στη Γερμανία, 1.100 € ανά σύστημα συν 100-140 € ανά m<sup>2</sup> στην Άνω Αυστρία). Η πρόσφατη άρση των φοροαπαλλαγών για εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων σε κατοικίες, αποτελεί πλήγμα για την ελληνική αγορά ηλιοθερμικών συστημάτων. Στις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες, τα εγκατεστημένα συστήματα είναι σχετικά λίγα, κάποιες όμως αρχίζουν σιγά-σιγά να ξυπνούν από τον επενδυτικό λήθαργο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η Ισπανία, όπου το λεγόμενο "μοντέλο της Βαρκελώνης" αυξάνει την αγορά. Στη Βαρκελώνη (και σύντομα και σε άλλες ισπανικές πόλεις), η νομοθεσία επιβάλλει τη χρήση ηλιακών συστημάτων σε νέα κτίρια καθώς και σε μεγάλα κτίρια στη φάση της ανακαίνισης, ενώ δίνεται και επιδότηση 210 € m<sup>2</sup> συλλέκτη.

Την περίοδο 1990-2001, η μέση ετήσια αύξηση της ευρωπαϊκής αγοράς ηλιοθερμικών συστημάτων ήταν 13,6%. Κάθε χρόνο, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) εγκαθίστανται πάνω από 1 εκατ. m<sup>2</sup>, ενώ τα συνολικά εγκατεστημένα συστήματα (επίπεδοι συλλέκτες με κάλυμα) ανέρχονται σε 11 εκατ. m<sup>2</sup> περίπου. Αν μάλιστα προσθέσει κανείς και τα μικρότερα μερίδια των συλλεκτών με σωλήνες κενού και τους συλλέκτες χωρίς κάλυμα, τότε φτάνει στα 12,8 m<sup>2</sup> ηλιακών συλλεκτών ή αλλιώς σε 34 m<sup>2</sup> ανά 1.000 ευρωπαίους. Η Μαδρίτη προχώρησε σε άμεσα μέτρα, οποιοδήποτε κτίριο στην Ισπανία κατασκευάζεται ή ανακαινίζεται δραστικά, πρέπει υποχρεωτικά να καλύπτει μεγάλο μέρος των ενεργειακών και θερμικών αναγκών του από τον ήλιο. Ο νόμος που τίθεται σε εφαρμογή προβλέπει ότι ιδιωτικές κατοικίες, πολυκατοικίες, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, δημόσια κτίρια, καθώς και εμπορικές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις πρέπει να παίρνουν το 30% - 70% του ζεστού νερού από ηλιακή θερμική ενέργεια. Είναι η πρώτη φορά στην Ευρώπη που θεσπίζεται ανάλογη υποχρέωση για το σύνολο των κτιρίων.

### Παραδείγματα για το κόστος εγκατάστασης

Το κόστος εγκατάστασης για έναν ηλιακό θερμοσίφωνα ανέρχεται κατά μέσον όρο στα 800 €. Με την έκπτωση της δαπάνης του 20%, δηλαδή των 160€, αν ο φορολογούμενος αυτός ανήκει στην υψηλή κλίμακα του 40%, γλιτώνει από τον φόρο 64€. Αν ανήκει στην κλίμακα του 25%, κερδίζει μόλις 40 €. Στην περίπτωση ενός μικρού φωτοβολταϊκού συστήματος, ισχύος 1 κιλοβάτ, το κόστος της εγκατάστασής του είναι 8.500€. Εκπίπτει το 20%, δηλαδή τα 1.700 €, άρα αν ο αγοραστής φορολογείται με 40%, κερδίζει 680 €. Εφόσον το πλαφόν αυξηθεί από τα 500 στα 700 €, τότε ο φορολογούμενος στο παράδειγμά μας θα ωφεληθεί κατά 180 €.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.0 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΗΛΙΑΚΟΥ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑ

#### 3.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ:

Ο Θερμοσίφοντας παραδίδεται στον πελάτη σε χωριστά κομμάτια τα οποία είναι:

- Το δοχείο αποθήκευσης ζεστού νερού (boiler).
- Ο συλλέκτης (τεμάχια ανάλογα με το μέγεθος του θερμοσίφωνα).
- Η βάση στήριξης του ηλιακού.
- Τα εξαρτήματα σύνδεσης του ηλιακού (σωλήνας χαλκού, διαμέτρου Φ22 και παρελκόμενα).

Πριν αρχίσει η τοποθέτηση να μην χτυπάει ο ήλιος το κρύσταλλο του καθρέπτη, σκεπάζοντας το κατά την διάρκεια της τοποθέτησης.

#### 3.2 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ:

Επιλέγεται ο χώρος που θα τοποθετηθεί ο ηλιακός έτσι ώστε:

- Η επιφάνεια του συλλέκτη να βλέπει προς τον νότο.
- Να μην σκιάζεται από δέντρα ή άλλες παρακείμενες οικοδομές.
- Να υπάρχει δυνατότητα σωστής στήριξης στο δάπεδο.
- Η απόσταση του Ηλιακού από το σημείο κατανάλωσης του ζεστού νερού (μπάνιο, κουζίνα) να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη.

Καταρχήν βιδώνεται ο συλλέκτης και στήριζεται στο δάπεδο χρησιμοποιώντας τα ποδαράκια στήριξης. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και όταν έχουμε δύο συλλέκτες οι οποίοι ενώνονται μεταξύ τους με ρακόρ. Η βάση και ο συλλέκτης βιδώνονται καλά κάτω με ούπα Νο 12 και βίδες.

Στην συνέχεια τοποθετείται το δοχείο πάνω στην βάση όπως φαίνεται στο σχέδιο με την ηλεκτρική αντίσταση να βλέπει δεξιά. Ακολουθεί η εξής διαδικασία σύνδεσης:

Ύστερα τοποθετείται ο σωλήνας προσαγωγής νερού από το δεξιό μέρος του δοχείου στο κάτω δεξιό μέρος του συλλέκτη. Τοποθετείται ο σωλήνας του κρύου νερού στο σημείο που βρίσκεται η ασφαλιστική βαλβίδα. Αν ο ηλιακός συνδεθεί με ντεπόζιτο τότε αφαιρείται το ελατήριο που υπάρχει στο εσωτερικό της. Επιπλέον τοποθετείται ένα βανάκι για να μπορούμε να απομονώνουμε την είσοδο του κρύου νερού στον ηλιακό. Αν ο ηλιακός συνδεθεί κατευθείαν με το κεντρικό δίκτυο τότε θα τοποθετηθεί απαραίτητα μειωτής πίεσης και ασφαλιστική βαλβίδα 4 ή 6 bar. Ο μειωτής πίεσης ρυθμίζεται (πάντα κατά την διάρκεια της νύκτας όπου η κατανάλωση του νερού είναι χαμηλή και η πίεση ανεβαίνει) στα 3 bar. Επίσης συνιστάται η χρήση αντισταθμιστικής βαλβίδας για να είναι πλήρως η εγκατάσταση προστατευμένη από τα υδραυλικά πλήγματα.

Κατά το επόμενο στάδιο ανοίγεται η βάννα προσαγωγής κρύου νερού και γεμίζει το δοχείο και ο συλλέκτης έως ότου βγει καθαρό νερό χωρίς φυσαλίδες αέρος από το πάνω δεξιό μέρος του συλλέκτη. Τότε κλείνεται η βάννα και συνδέεται το πάνω αριστερό μέρος του συλλέκτη με το δοχείο καθώς και την κατανάλωση του ζεστού νερού με το υπόλοιπο δίκτυο. Επιπλέον φροντίζεται η καλή μόνωση των σωληνώσεων του ζεστού νερού.

Όταν τελειώσουν οι εργασίες ανοίγεται η βάννα και ο ηλιακός είναι πλέον έτοιμος να δουλέψει. Ανοίγεται μία βρύση ζεστού νερού στο σπίτι και απογεμίζεται ο ηλιακός.

### **3.3 ΣΥΝΔΕΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ :**

Τοποθετείται καλώδιο 3 X 4 mm<sup>2</sup> και συνδέεται σύμφωνα με το σχέδιο που υπάρχει ανηρτημένο στον ηλιακό. Ποτέ δεν δίνεται ρεύμα στην αντίσταση αν δεν βεβαιώνεται η ύπαρξη νερού στο δοχείο.

- **ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΑΓΕΤΟΥ:** Στο κάτω αριστερό μέρος του συλλέκτη, προσαρμόζεται συσκευή προστασίας από τον παγετό. Υπάρχουν απλές βαλβίδες προστασίας παγετού καθώς και πιο ακριβείς συσκευές. Αυτές τις λίγες μέρες όπου η θερμοκρασία θα πέσει κάτω από 0 °C μπορεί να διατηρηθεί το νερό στο δοχείο ζεστό χρησιμοποιώντας την ηλεκτρική αντίσταση. Σε μέρη όπου η θερμοκρασία πέφτει κάτω από το 0 °C για μεγάλα χρονικά διαστήματα πρέπει να προτιμάται ο ηλιακός θερμοσίφωνας κλειστού κυκλώματος.

### **3.4 ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ**

Πριν αρχίσει η τοποθέτηση να μην χτυπάει ο ήλιος το κρύσταλλο του συλλέκτη, σκεπάζοντας το κατά την διάρκεια της τοποθέτησης.

#### **3.4.1 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ:**

Επιλέγεται ο χώρος που θα τοποθετηθεί ο ηλιακός ώστε η επιφάνεια του συλλέκτη να βλέπει προς τον νότο και να μην σκιάζεται από δέντρα ή άλλες παρακαίμενες οικοδομές. Σημαντικό είναι να υπάρχει δυνατότητα σωστής στήριξης στο δάπεδο. Η απόσταση του ηλιακού από το σημείο κατανάλωσης του ζεστού νερού (μπάνιο, κουζίνα) να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη. Ο συλλέκτης τοποθετείται όπως στο σχέδιο και στηρίζεται στο δάπεδο χρησιμοποιώντας τα ποδαράκια στήριξης. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και όταν υπάρχουν δύο συλλέκτες οι οποίοι ενώνονται μεταξύ τους με ρακόρ. Η βάση και ο συλλέκτης βιδώνονται καλά στο δάπεδο με ούπα και βίδες.

### 3.4.2 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΔΟΧΕΙΟΥ (BOILER):

Το δοχείο τοποθετείται πάνω στην βάση με την ηλεκτρική αντίσταση να είναι δεξιά. Ακολουθείται η εξής διαδικασία σύνδεσης: Αφού γίνουν οι συνδέσεις γεμίζεται το δοχείο του κλειστού κυκλώματος με αντιψυκτικό υγρό μαζί με νερό έως ότου υπερχειλίσει από τις δύο σωλήνες στο πάνω μέρος του δοχείου. Η μία σωλήνα ταπώνεται και στην άλλη τοποθετείται η ασφαλιστική βαλβίδα 1,5 bar. Προσοχή πρέπει να δίνεται ώστε να μην δημιουργούνται σιφωνισμοί στα λάστιχα πολυαιθυλενίου και να γίνεται εξαέρωση της εγκατάστασης. Τοποθετείται ο σωλήνας του κρύου νερού στο σημείο που βρίσκεται η ασφαλιστική βαλβίδα. Αν ο ηλιακός συνδέεται με νεπόζιτο τότε αφαιρείται το ελατήριο που υπάρχει στο εσωτερικό του. Στην συνέχεια τοποθετείται ένα βανάκι για να μπορεί να απομονωθεί η είσοδος του κρύου νερού στον ηλιακό. Αν ο ηλιακός συνδεθεί κατευθείαν με το κεντρικό δίκτυο τότε θα τοποθετηθεί απαραίτητα μειωτής πίεσης και ασφαλιστική βαλβίδα 4 ή 6 bar. Ο μειωτής πίεσης ρυθμίζεται (πάντα κατά την διάρκεια της νύκτας όπου η κατανάλωση του νερού είναι χαμηλή και η πίεση ανεβαίνει ) στα 3 bar. Επίσης συνιστάται η χρήση αντιπλημμυρικής βαλβίδας για να είναι πλήρως η εγκατάσταση προστατευμένη από τα υδραυλικά πλήγματα.

Στην συνέχεια ανοίγεται η βάννα προσαγωγής κρύου νερού και γεμίζει το δοχείο και ο συλλέκτης έως ότου βγει καθαρό νερό χωρίς φυσαλίδες αέρος από το πάνω δεξιό μέρος του συλλέκτη. Τότε κλείνεται η βάννα και συνδέεται το πάνω αριστερό μέρος του συλλέκτη με το δοχείο καθώς και την κατανάλωση του ζεστού νερού με το υπόλοιπο δίκτυο. Ιδιαίτερη φροντίδα πρέπει να υπάρξει για την καλή μόνωση των σωληνώσεων του ζεστού νερού. Όταν τελειώσουν οι εργασίες ανοίγεται η βάννα και ο ηλιακός είναι πλέον έτοιμος προς χρήση. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την απογέμιση και το άνοιγμα μίας βρύσης ζεστού νερού στην οικία. Η ηλεκτρολογική σύνδεση γίνεται από αδειούχο ηλεκτρολόγο.

Για την τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα κλειστού κυκλώματος ακολουθείται η ίδια διαδικασία με το ανοικτό κύκλωμα. Αφού γίνουν οι συνδέσεις γεμίζεται το δοχείο του κλειστού κυκλώματος με αντιψυκτικό υγρό μαζί με νερό έως ότου υπερχειλίσει από τις δύο σωλήνες στο πάνω μέρος του δοχείου. Η μία σωλήνα ταπώνεται και στην άλλη όπως φαίνεται τοποθετείται η ασφαλιστική βαλβίδα 1,5 bar.

## **3.5 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ**

### **3.5.1 ΠΙΘΑΝΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ**

Όταν δεν υπάρχει ζεστό νερό χρειάζεται να δοθεί προσοχή στα ακόλουθα:

- Να μην σκιάζεται ο συλλέκτης.
- Στην λανθασμένη σύνδεση ζεστού - κρύου.
- Στην ύπαρξη αέρα στο συλλέκτη. Εάν υπάρχει η εξαέρωση γίνεται από την πάνω δεξιά και αριστερή μεριά του συλλέκτη.
- Στον κακό προσανατολισμός συλλέκτη.
- Στις τυχόν διαρροές στις συνδέσεις.
- Στην ύπαρξη αλάτων ή ξένων σωμάτων που έχουν φράξει τον συλλέκτη.
- Στην σωστή μόνωση σωληνώσεων ζεστού.
- Στην τήρηση των οδηγιών συντήρησης.
- Στον έλεγχο της ποσότητας του νερού στο κλειστό κύκλωμα.

### **3.5.2 ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ( ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ ) ΚΑΙ ΕΠΙΚΑΘΙΣΗ ΑΛΑΤΩΝ (ΠΟΥΡΙ)**

Η ηλεκτρόλυση έχει απασχολήσει τον τεχνικό κόσμο ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια με την εξάπλωση των μικτών δικτύων σωληνώσεων. Για να υπάρξει ηλεκτρόλυση είναι απαραίτητο να υπάρχουν δύο διαφορετικά μέταλλα (συνήθως χαλκός-σίδηρος) σε επαφή ή συνδεδεμένα μεταξύ τους με αγώγιμο υλικό και να διαβρέχονται από έναν ηλεκτρολύτη (ακόμα και το νερό του δικτύου με τα εν διαλύσει άλατά του ή το επιφανειακό στρώμα υγρασίας που διαποτίζει την σκόνη που αφήνει η ατμόσφαιρα είναι ηλεκτρολύτες).

### **3.5.3 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΚΑΘΟΔΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ**

Η καθοδική προστασία είναι μια μέθοδος προστασίας για την διάβρωση των μετάλλων τα οποία είναι σε επαφή με διαβρωτικά υλικά (νερό). Αυτό επιτυγχάνεται με την προσθήκη κατάλληλου υλικού ανόδου το οποίο διαβρώνεται στην θέση των προστατευομένων μετάλλων. Η χρησιμοποίηση του ανοδίου μαγνησίου είναι η πιο ενδεδειγμένη μέθοδος προστασίας των εγκαταστάσεων ύδρευσης-θέρμανσης και ηλιακών τόσο, από άποψη τεχνολογίας όσο και υγιεινής.

Η διάρκεια ζωής του ανοδίου μαγνησίου εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- 1) Ποιότητα νερού ( σκληρά-μαλακά).
- 2) θερμοκρασία λειτουργίας.
- 3) Ποσότητα νερού.
- 4) Παρεμβολές στο κύκλωμα χάλκινων εξαρτημάτων.





Εικόνα 3.1 Το αποτέλεσμα μη συντήρησης της δεξαμενής αποθήκευσης(μπόιλερ) και μη αλλαγής του ανόδιου μαγνησίου.

Τα σκληρά νερά (σκληρότητα μεγαλύτερη από 20 Γαλλικούς Βαθμούς) έχουν την τάση δημιουργίας μεγαλύτερων και δυνατοτέρων γαλβανικών ρευμάτων καθώς και σχηματισμό από πουρί στις σωληνώσεις, εναλλάκτες και Μπόιλερ. Σε τέτοιες περιοχές όπως το Ρέθυμνο όπου η σκληρότητα του νερού φθάνει ακόμα και τους 40 με 50 Γαλλικούς Βαθμούς η ράβδος μαγνησίου πρέπει να αλλάζεται απαραίτητως κάθε έτος. Επίσης υπάρχουν συσκευές αποσκλήρυνσης του νερού, φίλτρα πολυφωσφορικών αλάτων καθώς και πιο εξειδικευμένες συσκευές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με την χρήση και το κόστος τους. Αυτές οι συσκευές προστασίας κατά της ηλεκτρόλυσης προβλέπονται και από την ΤΟΤΕΕ 2411/86 § 8.1.3 & 13.3.

(Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος).

Πρέπει να αναφερθεί ότι οι αποσκλήρυντές νερού πρέπει να χρησιμοποιούνται για την αποσκλήρυνση μόνο των ζεστών και κρύων νερών χρήσης και όχι για το πόσιμο νερό.

Ο λόγος είναι ότι το φυσικό νερό περιέχει μεταλλικά άλατα τα οποία είναι απαραίτητα για την σωστή λειτουργία του οργανισμού. Έλλειψη ασβεστίου και μαγνησίου από τον οργανισμό μπορεί να προκαλέσει σοβαρά καρδιολογικά προβλήματα υγείας.

Πίνακας 3.1 Διεθνείς Μονάδες Σκληρότητας Νερού

*Πίνακας Διεθνών Μονάδων Σκληρότητας Νερού*

Μονάδα Σκληρότητας ιππίς	1 mval/l	Γερμανικός βαθμός 1 dH	Γαλλικός βαθμός 1 fH	Αγγλική μονάδα 1 eH	Αμερικάνικο σύστημα 1 ppm	Διεθνής μονάδα 1 mmol/l
	28 mg CaO or 50 mg CaCO <sub>3</sub> each 1 l H <sub>2</sub> O	10 mg CaO each 1 l H <sub>2</sub> O	10 mg CaCO <sub>3</sub> each 1 l H <sub>2</sub> O	1 grain CaCO <sub>3</sub> per gallon 14,3 mg CaCO <sub>3</sub> each 1 l H <sub>2</sub> O	1 part per million  1 mg CaCO <sub>3</sub> each 1 l H <sub>2</sub> O	100 mg CaCO <sub>3</sub> each 1 l H <sub>2</sub> O
1 mval/l	<b>1</b>	2,8	5	3,51	50	0,5
1 °dH	0,357	<b>1</b>	1,786	1,25	17,86	0,1786
1 °fH	0,2	0,5599	<b>1</b>	0,7	10	0,1
1 °eH	0,285	0,7999	1,429	<b>1</b>	14,29	0,1429
1 ppm	0,02	0,056	0,1	0,07	<b>1</b>	0,01
1 mmol/l	2	5,6	10	7	100	<b>1</b>

Η βασική μονάδα υπολογισμού της σκληρότητας του νερού είναι η εξής:  
1 mmol/l 100 mg/l CaCO<sub>3</sub> και η βασική μονάδα υπολογισμού της ηλεκτρικής αγωγιμότητας: 1 m S/cm 1 mg/l CaCO<sub>3</sub>.

Σημειώνεται ότι στην Ελλάδα έχει επικρατήσει η Γαλλική μονάδα σκληρότητας που τον ονομάζουμε Γαλλικό βαθμό. Πιο σπάνια χρησιμοποιείτε και ο Γερμανικός βαθμός.

Στον πίνακα 3.2 που ακολουθεί βλέπουμε την σκληρότητα του νερού δηλαδή ποια νερά είναι μαλακά και ποια σκληρά. Νερό που περιέχει ασβεστίτη (CaCO<sub>3</sub>) σε αναλογία 145 μέρη στο εκατομμύριο και ρέει με 5000 λίτρα ημερησίως (συνήθως σε ξενοδοχείο) μπορεί να παράγει 4 έως 8 κιλά πουρί τον χρόνο στους 60 Βαθμούς Κελσίου. Στους 80 βαθμούς παράγει 29 έως 90 κιλά. Συσσώρευση αλάτων πάχους 2 χιλιοστών αυξάνει την κατανάλωση ενέργειας κατά 27%.

Πίνακας 3.2 Σκληρότητας Νερού

Σκληρότητα	μέρη ανά εκατομμύριο (ppm)	Γερμανικοί βαθμοί	Γαλλικοί βαθμοί
Πολύ μαλακό	0 έως 70	0 - 4 dH	0 - 7 fH
Μαλακό	70 έως 140	4 - 8 dH	7 - 14 fH
Ημισκληρό	140 έως 210	8 - 12 dH	14 - 22 fH
Σκληρό	210 έως 320	12 - 18 dH	22 - 32 fH
Πάρα πολύ σκληρό	320 έως 530	18 - 30 dH	32 - 53 fH

Επίσης έχει υπολογιστεί ότι ρεύμα εντάσεως 1 Ampere μπορεί σε διάστημα ενός έτους να διαβρώσει περίπου 10 κιλά σίδηρο. Η πρακτική κατανάλωση ανοδίου ανέρχεται σε 6.8 κιλά μαγνήσιο ανά Ampere ανά έτος. Η παρεμβολή χάλκινων εξαρτημάτων και σωλήνων στα δίκτυα αυξάνει κατά πολύ την συνήθη διαβρωτική δράση του νερού με συνέπεια να τρωθούν ταχύτερα τόσο οι σιδηροσωλήνες όσο και οι λέβητες, τα σώματα της κεντρικής θέρμανσης καθώς και τα μπόιλερ των ηλιακών.

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες προστατεύονται από την ηλεκτρόλυση με ράβδο μαγνησίου Φ22x35 cm η οποία είναι πλήρως επισκεψιμη και αλλάζει πολύ εύκολα. Το κράμα μαγνησίου που χρησιμοποιείται είναι το GA321 και είναι σύμφωνο με του Γαλλικούς κανονισμούς NF A65-V72 & AIR 9052. Καλύπτει δε τις ανάγκες του Ηλιακού θερμοσίφωνα για δύο έτη σε περιοχές με μαλακό νερό (πόλη των Χανίων) και ένα έτος σε περιοχές με σκληρά νερά (Ρέθυμνο, Ηράκλειο).

Η ηλεκτρόλυση μπορεί να λάβει μέρος ακόμα και μεταξύ όμοιων μετάλλων. Για παράδειγμα όταν σε μία παλιά εγκατάσταση αλλαχθεί μέρος της τότε το καινούργιο μέταλλο τείνει να διαβρωθεί. Αυτό φαίνεται άλλωστε και από τον πίνακα 3.3 ( Ηλεκτροχημικού Δυναμικού Μετάλλων ) όπου φαίνεται η σειρά με την οποία διαβρώνονται τα μέταλλα μεταξύ τους. Στον πίνακα 3.3 τα μέταλλα που βρίσκονται χαμηλά έχουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην ηλεκτρόλυση.

Πίνακας 3.3 Ηλεκτροχημικού Δυναμικού Μετάλλων

ΜΕΤΑΛΛΟ	VOLTS*
Καθαρό Μαγνήσιο	-1.75
Κράμα Μαγνησίου( Mn)	-1.60 (6% Al, 3% Zn, 0.15%
Ψευδάργυρος	-1.10
Κράμα Αλουμινίου (5% Zn)	-1.05
Καθαρό Αλουμίνιο	-0.80
Σίδηρος (καινούργιος)	-0.5 to -0.8
Σίδηρος (σκοουριασμένος)	-0.4 to -0.55
Χυτοσίδηρος	-0.50
Μόλυβδος	-0.50
Σίδηρος σε τσιμέντο	-0.20
Χαλκός - Ορείχαλκος	-0.20

### 3.5.4 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

Η πίεση στο δίκτυο του νερού σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 6 ατμόσφαιρες. Για αυτό τον λόγο συνιστάτε η τοποθέτηση μειωτή πίεσης όπως προβλέπεται και από την ΤΟΤΕΕ 2411/86 § 11.1.3 & 8,3,2. Επίσης συνιστάται η χρήση αντιπλημμυρικής βαλβίδας για να είναι πλήρως η εγκατάσταση προστατευμένη από τα υδραυλικά πλήγματα.

### 3.6 Ο ΧΑΛΚΟΣ ΣΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Ο χαλκός, άγνωστος σχεδόν μέχρι την δεκαετία του '80, ήδη καλύπτει το μεγαλύτερο ποσοστό στις σωληνώσεις, τουλάχιστον στις μικρές διαμέτρους (έως 50 mm). Αυτό οφείλεται στις τεχνολογικές εξελίξεις που προηγήθηκαν.

Σαν υλικό ο χαλκός είναι ένα ακριβό μέταλλο. Η μεταλλουργία του μπορεί εύκολα να μας δώσει ένα προϊόν καθαρότητας 99% σε χαλκό. Ο χαλκός είναι ένα υλικό ιδανικό για καλώδια μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, κατασκευή ηλεκτροκινητήρων κ.λπ. Η παραγωγή όμως έγινε μεγαλύτερη της ζήτησης και έτσι χρειαζόταν η εξεύρεση νέων πελατών. Ως νέα εφαρμογή βρέθηκε η κατασκευή χαλκοσωλήνων. Πρώτον παρήχθησαν σωλήνες, απόλυτα σχεδόν κυλινδρικοί με ελάχιστες ανοχές τόσο στην κυκλικότητα της διατομής (διαφορά μέγιστης και ελάχιστης διαμέτρου στην ίδια τη διατομή) όσο και στη διάμετρό της. Ίδιες ελάχιστες ανοχές πέτυχε η τεχνολογία και στην κατασκευή εξαρτημάτων (γωνιών, τάφ, μουφών). Τώρα πλέον ήταν εύκολο να αναπτυχθεί η τεχνολογία της τριχοειδής συγκόλλησης είτε με μαλακές είτε με σκληρές κολλήσεις.

Δεύτερον, παρήχθησαν σωλήνες μικρού πάχους (1 mm για εξωτερική διάμετρο έως 22 mm αντί για 2,65 mm του χαλυβδοσωλήνα) μειώνοντας έτσι τη διαφορά κόστους υλικού ανά m σωλήνας. Το μικρό αυτό όμως πάχος δεν είναι εις βάρος της ποιότητας γιατί ο χαλκοσωλήνας παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στην οξείδωση. Αυτή την αντοχή του χαλκού στην οξείδωση προβάλλουν οι εταιρείες κατασκευής χαλκοσωλήνων και προσπαθούν να μας πείσουν ότι ο χαλκός είναι ένα αιώνιο υλικό.

Όλα τα μέταλλα οξειδώνονται. Το σίδηρο όταν σκουριάζει δημιουργεί ένα οξείδιο που έχει πολλαπλάσιο όγκο από τον αρχικό σίδηρο. Λόγω της αύξησης του όγκου η σκουριά ξεφλουδίζει και η οξείδωση προχωρά σε βάθος.

Ο χαλκός οξειδώνεται επιφανειακά αλλά το οξείδιό του μένει προσκολλημένο πάνω στο μέταλλο. Ταυτόχρονα είναι ένα οξείδιο που δεν διαλύεται σε ουδέτερο νερό. Διαλύεται όμως σε όξινο περιβάλλον και μάλιστα με ορισμένα οξέα δημιουργεί δηλητηριώδεις ενώσεις. Χάλκινα σκεύη που χρησιμοποιούνται στο μαγείρεμα και έρχονται σε επαφή με λίπη και άλλα οργανικά οξέα και μάλιστα σε υψηλές θερμοκρασίες επικασσιτερώνονται (γανώνονται).

### 3.7 ΧΑΛΚΟΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ

Όταν δύο διαφορετικά μέταλλα, ή ένα μέταλλο και ένα άλας αυτού του μετάλλου βυθίζονται σε έναν ηλεκτρολύτη (ένα διάλυμα σε νερό) κάποιας χημικής ένωσης (συνήθως οξέος) που με τη διάλυσή του διασπάται σε ιόντα.

Το νερό ύδρευσης, το μη απεσταγμένο, είναι ήδη ένας ελαφρός ηλεκτρολύτης. Εάν στη διαδρομή μιας σωληνώσης υπάρχουν δύο διαφορετικά μέταλλα τότε δημιουργούμε ένα είδος μπαταρίας που φθείρει τον ένα πόλο. Έτσι δεν επιτρέπεται σε μια γαλβανισμένη σωληνώση να παρεμβάλλεται ένα μαύρο

κομμάτι γιατί η επιψευδαργύρωση φθείρεται πολύ γρήγορα. Ίδια φαινόμενα παρουσιάζονται όταν υπάρχουν μεικτές γραμμές χαλκού - σιδήρου κ.λπ. Το φαινόμενο αυτό δεν περιορίζεται μόνο σε δύο διαφορετικά υλικά αλλά και μέσα στο ίδιο το κράμα ενός εξαρτήματος. Ο ορείχαλκος π.χ. είναι ένα κράμα χαλκού - ψευδαργύρου. Σε ορισμένη αναλογία έχει παρουσιασθεί το φαινόμενο της ψωρίασης η αποψευδαργύρωσης.

Με ηλεκτρολυτική εξήγηση ο ψευδάργυρος των κρυστάλλων του ορείχαλκου διαλύεται στο νερό, παραμένει ο χαλκός ο οποίος όμως επειδή λείπουν τα άτομα του ψευδάργυρου αποκτά πόρους, γίνεται ένα είδος σουρωτήρι και το νερό περνάει από μέσα του.

Τώρα, όσο πιο όξινα η αλκαλικά είναι τα νερά, τόσο το φαινόμενο αυτό επιτείνεται. Αντίθετα σε κλειστά κυκλώματα όπως αυτό της κεντρικής θέρμανσης που δεν προστίθεται νέο νερό, το σύστημα κάπου ισορροπεί και το φαινόμενο μειώνεται.

Ακόμα και το βρόχινο νερό, σε φυσιολογικές συνθήκες, σε ατμόσφαιρα χωρίς ρύπους, είναι ελαφρά όξινο, αφού διαλύει κατά την πτώση του CO<sub>2</sub>, που υπάρχει και στην καθαρότερη ατμόσφαιρα και γίνεται πολύ αραιό διάλυμα ανθρακικού οξέος. Αυτό που επηρεάζει μια ηλεκτρολυτική διάβρωση, είναι η θερμοκρασία, που επιταχύνει διάφορες χημικές αντιδράσεις. Αποτέλεσμα αυτού παρατηρείται ότι στις οικοδομές πρώτα καταστρέφονται οι σωληνώσεις του ζεστού νερού και αργότερα του κρύου. Σημαντική είναι η συνεισφορά κάποιων παράλληλων καθαρά χημικών αντιδράσεων. Το νερό αφού πέσει σαν βροχή διαλύει διάφορες ουσίες που συναντά στο έδαφος.

Το διαλυμένο ήδη στο βρόχινο νερό CO<sub>2</sub> διευκολύνει τη διάλυση διαφόρων ουσιών. Το νερό των ποταμών που τροφοδοτούνται απ' ευθείας από τη βροχή ή το λιώσιμο των πάγων έχει λιγότερες. Τέτοιες ουσίες από ότι το νερό των φυσικών πηγών ή και των γεωτρήσεων που έχει νερά που διέσχισαν υπόγεια μεγάλα στρώματα υπεδάφους. Το βρόχινο τώρα νερό που πέφτει σε περιοχές με μολυσμένη ατμόσφαιρα δεν διαλύει μόνο CO<sub>2</sub> αλλά και οξείδια του θείου και του αζώτου, είναι δηλαδή και ένα αραιό θειικό και νιτρικό οξύ. Το νερό αυτό εξαρτάται από το πού και πώς τροφοδοτείται το δίκτυο μπορεί να διοχετευτεί στην κατανάλωση. Ανάλογα τώρα με το τι ουσίες έχει διαλύσει το νερό αυτό μπορεί να μην καταστρέφει μια μεταλλική σωλήνα, μπορεί όμως και να διαλύει το μέταλλο.

Γενικά τα μέταλλα που παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στην οξείδωση, όπως ο ψευδάργυρος, το αλουμίνιο η ο χαλκός, οφείλουν τη μεγάλη αυτή αντοχή τους στο γεγονός ότι σχηματίζουν ένα επιφανειακό στρώμα οξειδίου που προστατεύει το υπόλοιπο υλικό. Ήδη το οξείδιο του ψευδαργύρου διαλύεται σε νερό θερμοκρασίας άνω των 65°C και γι' αυτό ποτέ δεν χρησιμοποιούνται γαλβανισμένοι σωλήνες σε δίκτυα ατμού η κεντρικής θέρμανσης κ.λπ. Ορισμένες όμως ουσίες διαλύουν και το προστατευτικό στρώμα του χαλκού. Η ΤΟΤΕΕ αναφέρει (ΤΟΤΕΕ 2411/86 άρθρο 4.7 .2.1 «Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται (οι χαλκοσωλήνες) σε εγκαταστάσεις για χαλκοδιαλύοντα

νερά, οπότε η περιεκτικότητα του χαλκού στο νερό, μπορεί να γίνει βλαπτική για την υγεία».

Το κεντρικό συμβούλιο υγείας αναφέρει ότι για λόγους ασφαλείας αν σε σπίτι υπάρχουν σωληνώσεις χάλκινες και που δεν έχουν ανοίξει μια βρύση για πάνω από 6 ώρες (προσοχή όχι ένα μήνα ή 6 μέρες, 6 ώρες μόνον), πρέπει να αφήνετε να τρέξει 2 με 3 λεπτά νερό πριν από την χρήση για πόση.

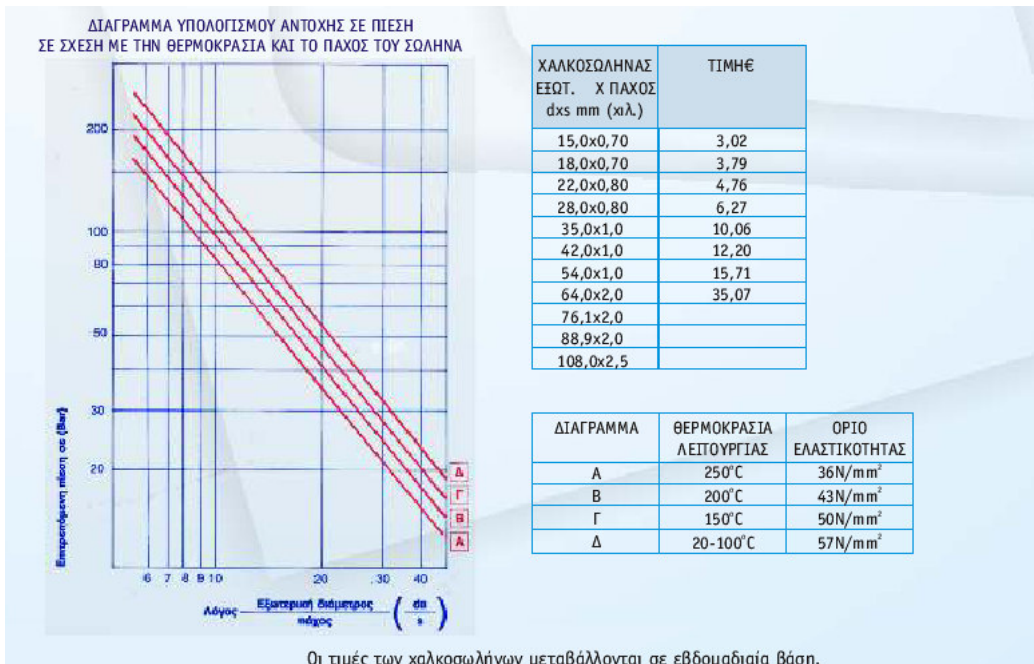
Άλλος ένας παράγοντας που επηρεάζει τις ηλεκτροχημικές διαβρώσεις είναι η διέλευση μέσω των σωλήνων διαφόρων ασθενών ρευμάτων. Παλιά, στις οικοδομές μέχρι και τη δεκαετία του '50, στα μπάνια, τους νεροχύτες κ.λπ. υπήρχαν κολάρα στις σωληνώσεις κρύου - ζεστού νερού και αποχέτευσης, βέβαια οι αποχετεύσεις ήταν μολύβδινες. Τα κολάρα αυτά συνδέονταν μεταξύ τους με χάλκινους αγωγούς.

Η ΤΟΤΕΕ 2411/86 αναφέρει στην παράγραφο 12.3. ότι όλα τα μεταλλικά μέρη που συνιστούν την εγκατάσταση υδροδιανομής και αποχέτευσης μέσα σε ένα χώρο υγιεινή πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους ηλεκτρικά αγωγίμα με χαλκό διατομής τουλάχιστον 4 mm<sup>2</sup> για εξισορρόπηση ηλεκτρικού δυναμικού. Συνιστάται η σύνδεση των βρόγχων εξισορρόπησης μεταξύ τους και η ανεξάρτητη γείωση τους με χαλκό της αυτής διατομής. Στις καινούργιες εγκαταστάσεις τέτοιοι βρόγχοι εξισορρόπησης δεν υπάρχουν.

Η ΤΟΤΕΕ 2411 στο κεφ. 13) ζητά κατ' αρχήν δυνατόν να χρησιμοποιείται σε όλο το δίκτυο, συσκευές κ.λπ., το ίδιο υλικό. Σε περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατόν να γίνει (και σχεδόν πάντα δεν είναι) συνιστά τις ακόλουθες λύσεις «που όμως καμία δεν παρέχει πλήρη ασφάλεια για την αποφυγή των διαβρωτικών φαινομένων».

1. Την διακοπή της αγωγίμης σύνδεσης δύο διαφορετικών μεταλλικών υλικών με την παρεμβολή μονωτικού (ηλεκτρικά) υλικού.
2. Την τοποθέτηση ανοδίου Mg προστατεύοντας το πιο ηλεκτραρνητικό μέταλλο, μέθοδο που προϋποθέτει τον τακτικό έλεγχο και αντικατάσταση του ανοδίου.
3. Την καθοδική προστασία της εγκατάστασης, μέθοδο που με ειδική συσκευή διοχετεύεται ασφαλές για τον άνθρωπο συνεχές ρεύμα (χαμηλής τάσης) στο νερό.

Τέλος ας σημειωθεί ότι υπάρχουν και μεταλλοβόρα μικρόβια. Είναι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται σε υγρά εδάφη ορισμένης χημικής σύνθεσης και έχουμε αποχωρήματα εξόχως διαβρωτικά. Σε ένα αντλιοστάσιο της Κρήτης τα χυτοσιδερένια πέδιλα αγκύρωσης των αντλιών και οι βίδες αγκύρωσής τους, εξαφανίστηκαν σε λιγότερο από 12 μήνες.



Διάγραμμα 3.1 Ανάλογα με το πάχος και την διάμετρο του χαλκού κατανέμεται η χρήση, η τιμή και η αντοχή του.

### 3.8 ΟΙ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

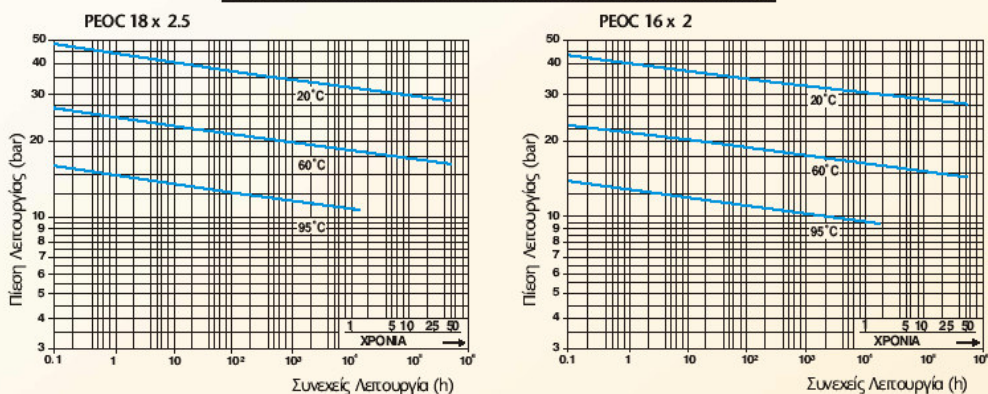
Ανάλογα τα χρήματα που ο ενδιαφερόμενος θέλει να δαπανήσει υπάρχουν επιμέρους λύσεις για την εγκατάσταση του δικτύου μετά δηλαδή τον ηλιακό θερμοσίφωνα. Αυτή η λύση είναι οι σύγχρονοι σωλήνες πολυαιθυλενίου (λάστιχα) εικόνα 3.2 που προστατεύονται εξωτερικά από προστατευτικό πλαστικό σπιράλ. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα σε σχέση με το χαλκό είναι ότι δεν έχει το πρόβλημα της ηλεκτρόλυσης. Επίσης μπορεί εάν τοποθετηθεί σωστά μελλοντικά να επέλθει αλλαγή ακόμα και όταν έχει επικαλυφθεί από μπετόν ή μόνωση. Στην παροχή του ζεστού νερού τοποθετείται μόνωση και όχι σπιράλ προστασίας. Υπάρχουν δυο ειδών μονώσεις, μαύρου χρώματος χωρίς προστασία και η ίδια με επικάλυψη (άσπρου χρώματος) για απόλυτη προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία.



Εικόνα 3.2 Λάστιχο πολυαιθυλενίου που με εξωτερικό προστατευτικό πλαστικό σπιράλ.



## ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΠΙΕΣΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ



Φυσικές Ιδιότητες	Μέθοδος Δοκιμής	Τιμές
Σημείο τήξης	ISO 1133-4	0.7 g/10 min
Σημείο τήξης	ISO 1133-5	2.2 g/10 min
Πυκνότητα	ISO 1183	0.933 g/cm <sup>3</sup>
Τάση εφελκυσμού	ISO 527	16.5 MPa
Τάση επιμήκυνσης	ISO 527	14%
Όριο θραύσης εφελκυσμού	ISO 527	26 MPa
Όριο θραύσης επιμήκυνσης	ISO 527	>1000 %
Όριο ελαστικότητας	ISO 178	540 MPa
Σκληρότητα	ISO 868	55 Shore D
Όριο κρούσης	ISO 180	n.b.

Διάγραμμα 3.1 Μέθοδος δοκιμών για σωλήνες πολυαιθυλενίου και τιμές αντοχής πίεσης και θερμοκρασίας.



### 3.8.1 ΧΑΛΚΟΣΩΛΗΝΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΝΔΥΜΕΝΟΙ



WICU<sup>®</sup> ROHR



Χαλκοσωλήνας με μανδύα από συνθετικό υλικό

Οι WICU, οι χαλκοσωλήνες με το μανδύα από συνθετικό υλικό, χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς των κτιριακών εγκαταστάσεων, και κυρίως όπου απαιτείται καλή εξωτερική προστασία - όπως επί παραδείγματι, στην τοποθέτηση κάτω από επικρίσματα, σε χώρους με επιθετική ατμόσφαιρα καθώς επίσης ως ελεύθεροι ή υπόγειοι εξωτερικοί σωλήνες.

Χαλκοσωλήνας κατά EN 1057  
Με σήμα ποιότητας RAL  
Cu-DHP, R220 (μαλακός) σε κουλούρες των 25 και 50m  
Cu-DHP, R290 (σκληρός) σε μήκη 5m  
Για κάθε εφαρμογή σύμφωνα με τη διάταξη εξοικονόμησης ενέργειας (EnEV)  
Χρώμα: Φωτεινό γκρι

Μορφή παράδοσης  
Σε κουλούρες 6X1,0mm  
Σε μήκη 12X1,0mm μέχρι 54X2,0mm

ΔΙΑΣΤΑΣΗ	ΤΙΜΗ€
15X1,0	4.64
16X1,0	4.96
18X1,0	5.93
22X1,0	7.47
28X1,5	-
35X1,5	-
42X1,5	-
54X2,0	-



WICU<sup>®</sup> FLEX



Εύκαμπτος χαλκοσωλήνας με μανδύα

Οι WICU Flex, είναι εξοπλισμένοι με έναν εύκαμπο μανδύα PE, ο οποίος μειώνει την μετάδοση του θορύβου, τον σχηματισμό υδρατμών και την απώλεια θερμότητας. Ο μανδύας προστατεύει τον σωλήνα τον σωλήνα ιδανικά κατά την μεταφορά, την τοποθέτηση και το χειρισμό στα σημεία τοποθέτησης.

Χαλκοσωλήνας κατά EN 1057  
Με σήμα ποιότητας RAL  
Cu-DHP, R 220 (μαλακός) σε σπείρες  
Με θερμομόνωση από 100% FCKW/άνευ FKW αφρώδες πολυαιθυλένιο (PE) και μεμβράνη PE  
Μονωτική στρώση: 6mm  
Για κάθε εφαρμογή σύμφωνα με τη διάταξη εξοικονόμησης ενέργειας (EnEV)  
Χρώμα: φωτεινό γκρι

Μορφή παράδοσης:  
12X1,0 μέχρι 18X1,0mm σε κουλούρες των 25m και 50m  
22X1,0mm σε κουλούρες των 25m.

ΔΙΑΣΤΑΣΗ	ΤΙΜΗ€
15X1,0	4.64
16X1,0	4.96
18X1,0	5.93
22X1,0	7.47
28X1,5	-
35X1,5	-
42X1,5	-
54X2,0	-



WICU<sup>®</sup> EXTRA



Θερμομονωτικός χαλκοσωλήνας

Οι WICU Extra, είναι θερμομονωμένοι μέσω ενός ειδικού μανδύα PUR. Η μόνωση έχει ιδιαίτερα χαμηλή θερμική αγωγιμότητα (WLG 025) και είναι τόσο αποδοτική, ώστε η συνολική διάμετρος να είναι ελάχιστη και ως εκ τούτου η εγκατάσταση ιδιαίτερα απλή και ιδανική για εξοικονόμηση χώρου.

Οι WICU Extra, είναι ιδανικοί για την μεταφορά ζεστού νερού, τον τομέα υγιεινής καθώς επίσης τα συστήματα θέρμανσης. Οι σωλήνες αυτοί πληρούν τις απαιτήσεις της διάταξης περί εξοικονόμησης ενέργειας (EnEV) απεριόριστα.

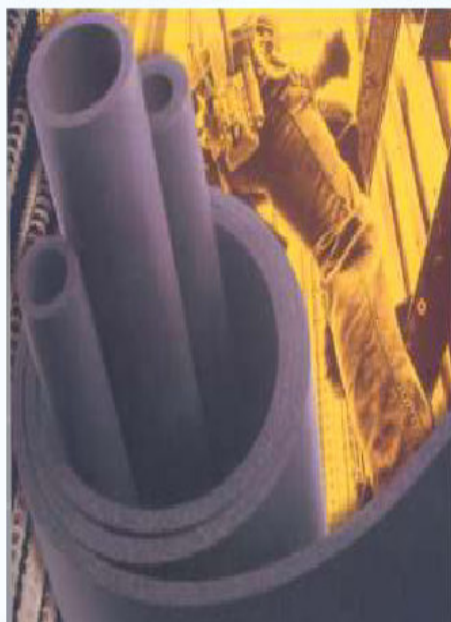
Χαλκοσωλήνας κατά EN 1057  
Με σήμα ποιότητας RAL  
Cu-DHP, R220 (μαλακός) σε κουλούρες των 25  
Cu-DHP, R290 (σκληρός) σε μήκη 5m

Ράβδοι & σπείρες  
Με μονωτική στρώση από αφρώδη πολυουρεθάνη (PUR) 100% FCKW/άνευ FKW και προστατευτικό περίβλημα από PVC  
Χρώμα: Φωτεινό γκρι  
Η θερμομόνωση ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του EnEV  
Θερμική αγωγιμότητα:  $\lambda=0,025W/mk$

ΔΙΑΣΤΑΣΗ	ΤΙΜΗ€
15X1,0	6.87
16X1,0	-
18X1,0	8.33
22X1,0	10.30
28X1,5	19.54
35X1,5	24.30
42X1,5	29.45
54X2,0	50.68

\*οι τιμές είναι ενδεικτικές και χωρίς ΦΠΑ και μεταβάλλονται εβδομαδιαίως.

### 3.8.2 ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ



ΠΑΧΟΣ 6mm

ΙΝΤΖΕΣ	mm	Μ/ΚΙΒ	ΤΙΜΗ/Μ
	6	396	0.20
	8	320	0.21
	10	290	0.22
1/8	12	250	0.21
1/4	15	200	0.22
3/8	18	180	0.24
1/2	22	130	0.29
3/4	27	100	0.35
1	34	80	0.41
1 1/4	42	60	0.51

ΠΑΧΟΣ 9mm

ΙΝΤΖΕΣ	mm	Μ/ΚΙΒ	ΤΙΜΗ/Μ
1/8	12		
1/4	15	140	0.35
3/8	18	130	0.39
1/2	22	100	0.40
3/4	27	80	0.51
1	34	60	0.56
1 1/4	42	50	0.69
1 1/2	48	36	0.71
1 1/2	54	36	0.94
2	60	32	1.07
2 1/2	76	20	1.37
3	89	16	1.75
3	102		-
4	114	12	3.20

ΠΑΧΟΣ 13mm

ΙΝΤΖΕΣ	mm	Μ/ΚΙΒ	ΤΙΜΗ/Μ
1/8	12		
1/4	15	100	0.64
3/8	18	90	0.66
1/2	22	70	0.66
3/4	27	60	0.88
1	34	44	1.05
1 1/4	42	36	1.11
1 1/2	48	30	1.21
1 1/2	54	26	1.53
2	60	24	1.75
2 1/2	76	16	1.91
3	89	16	2.56
3	102		-
4	108		-
4	114	10	4.18

\*οι τιμές είναι ενδεικτικές και χωρίς ΦΠΑ και μεταβάλλονται εβδομαδιαίως.  
 Η μόνωση είναι βασικής σημασίας σε μια εγκατάσταση αφού μειώνονται οι απώλειες κατά την μεταφορά του ζεστού νερού στο δίκτυο κατανάλωσης.  
 (Για καλύτερη ποιότητα και ασφάλεια επιλέγονται πιστοποιημένα προϊόντα.)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΙΚΙΑΚΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑ ΤΡΙΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 160 ΛΙΤΡΩΝ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ ΜΑΛΤΕΖΟΣ

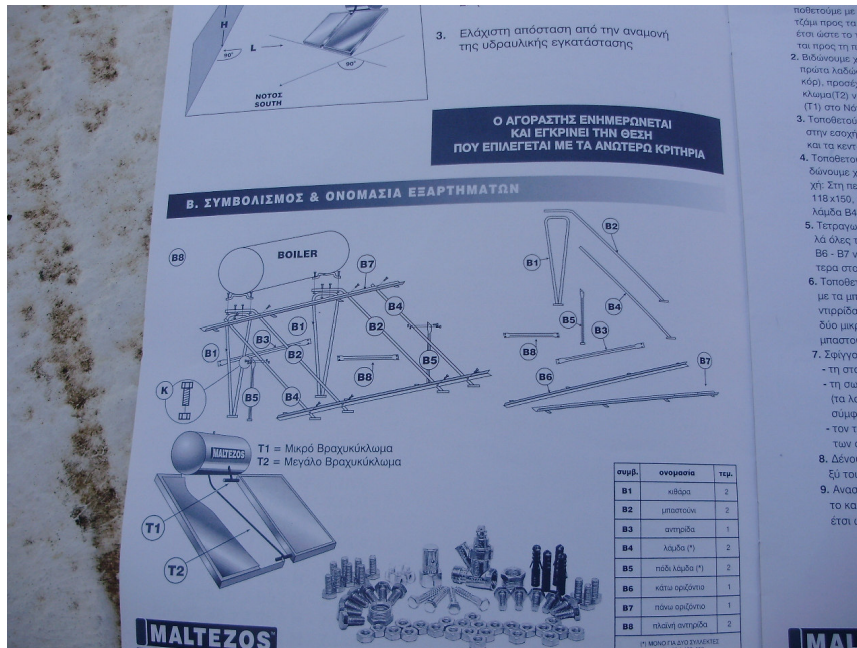
Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται λεπτομερώς με αναλυτικές φωτογραφίες η διαδικασία εγκατάστασης και τοποθέτησης ενός οικιακού ηλιακού συλλέκτη. Τα στάδια που πρέπει να ακολουθηθούν είναι τα εξής

1. Ανάγνωση οδηγιών τοποθέτησης (εικόνες 4.1 έως 4.11).
2. Η βάση στήριξης, οι επιμέρους σωληνώσεις και οι μονώσεις (εικόνα 4.12).
3. Κοχλίες και περικόχλια (εικόνα 4.13).
4. Συναρμολόγηση βάσης (εικόνα 4.14).
5. Τοποθέτηση κοχλιών με περικόχλια (εικόνα 4.15).
6. Προστασία συλλέκτη κατά την τοποθέτηση (εικόνα 4.16-4.17).
7. Στριφωσία και ούπα (εικόνα 4.18).
8. Στήριξη της βάσης (εικόνα 4.19).
9. Άνοιγμα της δεξαμενής αποθήκευσης (εικόνα 4.20).
10. Τεφλον στεγανοποίησης (εικόνα 4.21).
11. Στεγανοποίηση σπειρωμάτων δεξαμενής αποθήκευσης (εικόνα 4.22).
12. Στεγανοποίηση σπειρωμάτων εναλλάκτη (εικόνα 4.23).
13. Θέση της δεξαμενής αποθήκευσης (εικόνα 4.24).
14. Τοποθέτηση της δεξαμενής αποθήκευσης (εικόνα 4.25).
15. Επικάλυψη σπειρωμάτων συλλέκτη (εικόνα 4.26).
16. Τοποθέτηση μονώσεων (εικόνα 4.27).
17. Σύνδεση ρεύματος (εικόνα 4.28).
18. Σύνδεση λάστιχων πολυαιθυλενίου στην κεντρική θέρμανση (εικόνα 4.29).

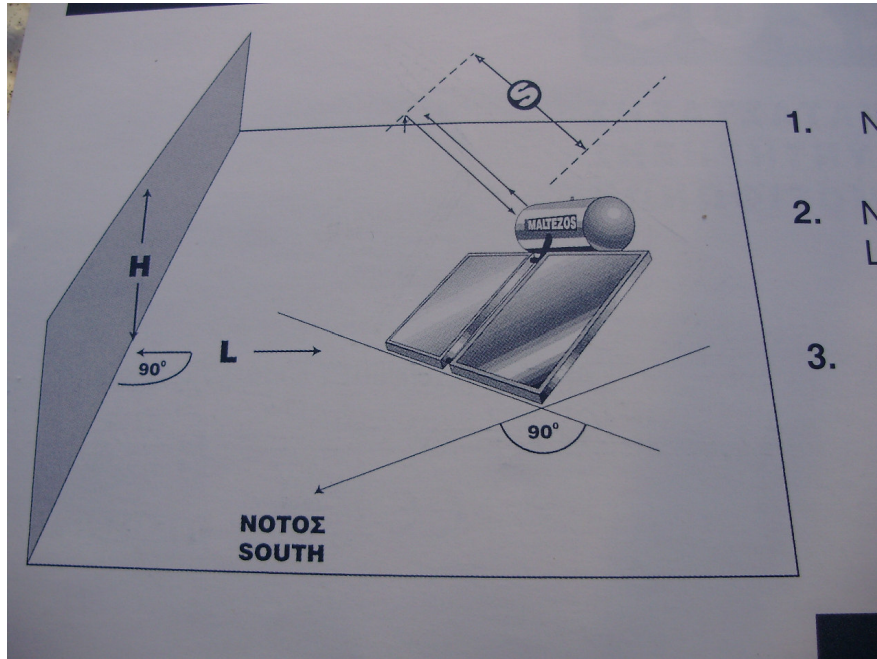




Εικόνα 4.1 Διαβάζονται προσεκτικά της οδηγίες τοποθέτησης.



Εικόνα 4.2 Έλεγχος στο σχέδιο του κατασκευαστή εάν περιλαμβάνονται όλα τα εξαρτήματα.

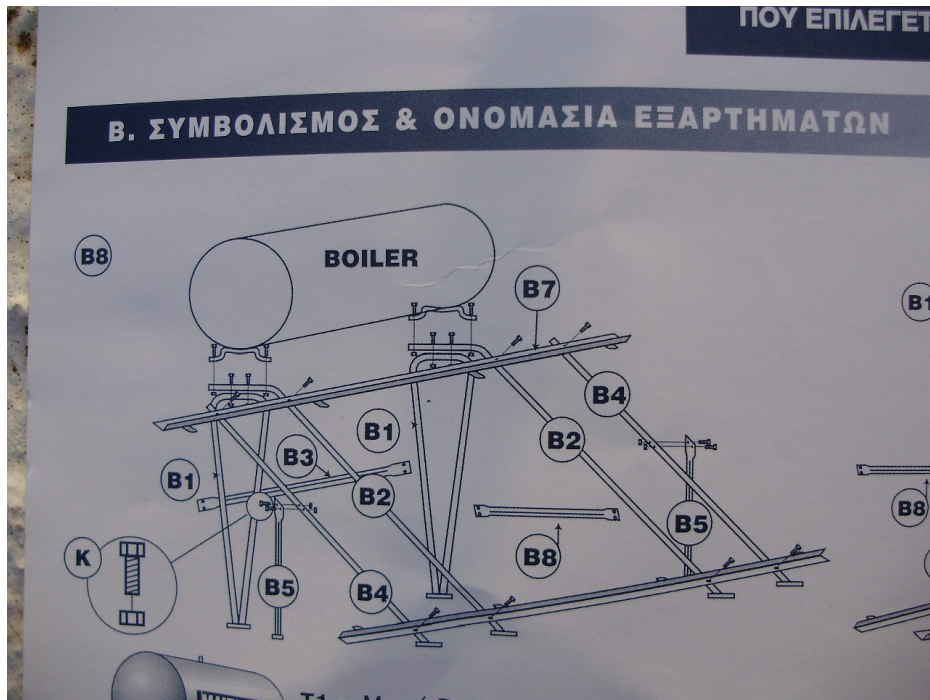


Εικόνα 4.3 Επιλογή της κατάλληλης θέσης με βάση την μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του ηλίου.

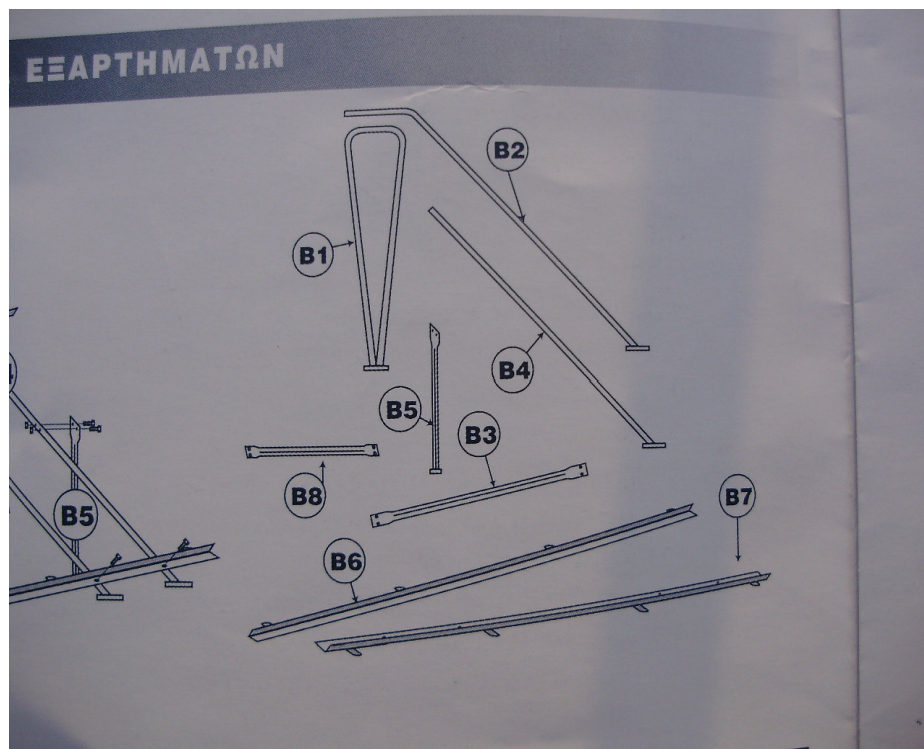
1. Νότιος προσανατολισμός
2. Να μην σκιάζεται από γειτονικά αντικείμενα  $L > (1.5 \times H)$
3. Ελάχιστη απόσταση από την αναμονή της υδραυλικής εγκατάστασης

Εικόνα 4.4 Οι τρεις βασικές παράμετροι στην επιλογή της θέσης.





Εικόνα 4.5 Συμβολισμός και ονομασία κάθε τμήματος.



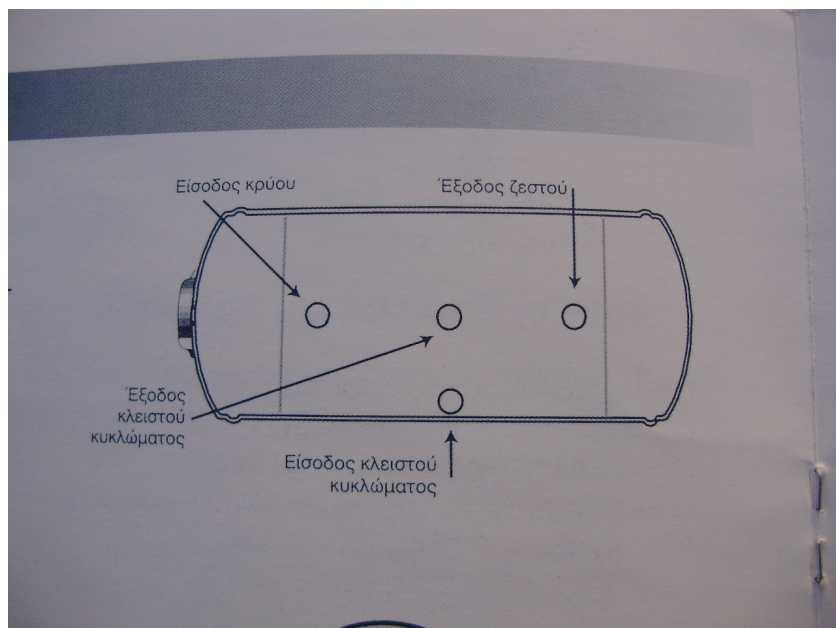
Εικόνα 4.6 Συμβολισμοί της βάσης στήριξης του συλλέκτη.

συμβ.	ονομασία	τεμ.
<b>B1</b>	κιθάρα	2
<b>B2</b>	μπαστούνι	2
<b>B3</b>	αντηρίδα	1
<b>B4</b>	λάμδα (*)	2
<b>B5</b>	πόδι λάμδα (*)	2
<b>B6</b>	κάτω οριζόντιο	1
<b>B7</b>	πάνω οριζόντιο	1
<b>B8</b>	πλαϊνή αντηρίδα	2

(\*) ΜΟΝΟ ΓΙΑ ΔΥΟ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ  
118x150 ή 130x150

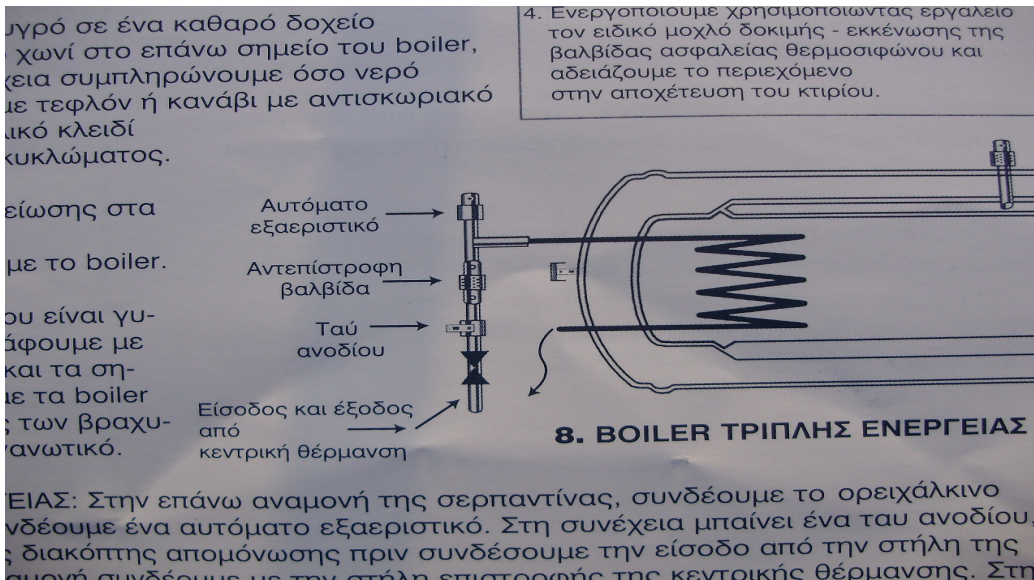
**Από το 1977**

Εικόνα 4.7 Συμβολισμός ,ονομασία, και αριθμός τεμαχίων των εξαρτημάτων.

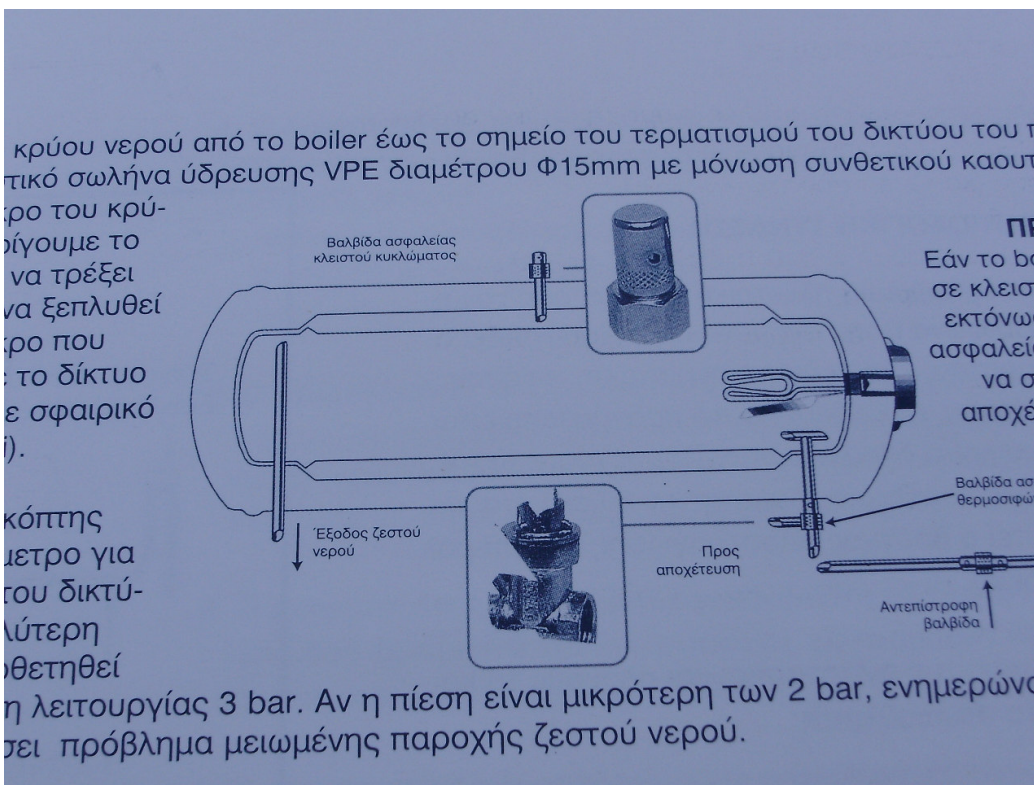


Εικόνα 4.8 Το μπολερ ή δοχείο αποθήκευσης με την συνδεσμολογία του.



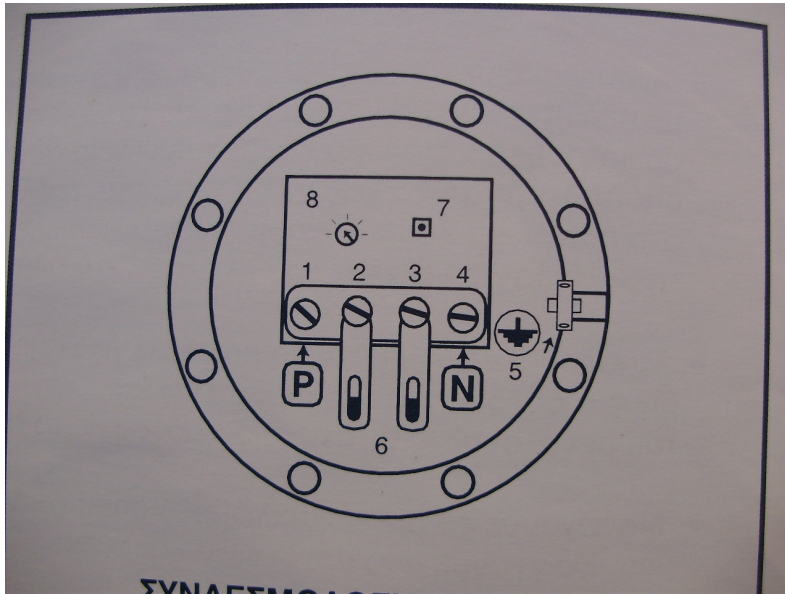


Εικόνα 4.9 Η εσωτερική πλευρά της δεξαμενής αποθήκευσης(μπόιλερ) και η συνδεσμολογία του για την κεντρική θέρμανση.

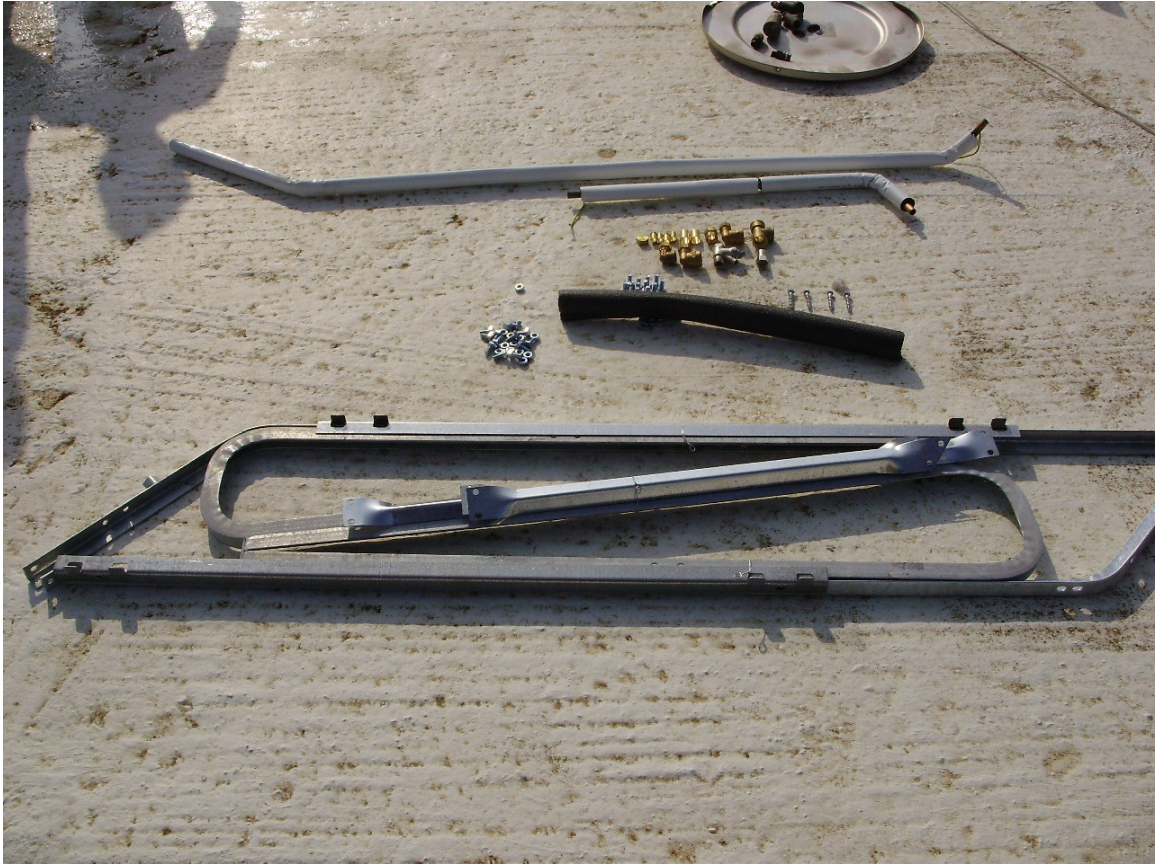


Εικόνα 4.10 Τα εξωτερικά εξαρτήματα της δεξαμενής αποθήκευσης(μπόιλερ).





Εικόνα 4.11 Η συνδεσμολογία της ηλεκτρικής αντίστασης του μπουλερ.



Εικόνα 4.12 Η βάση στήριξης, οι σωλήνες χαλκού με τις μονώσεις και τα απαιτούμενα εξαρτήματα. (περιλαμβάνονται στην συσκευασία του ηλιακού θερμοσίφωνα.)



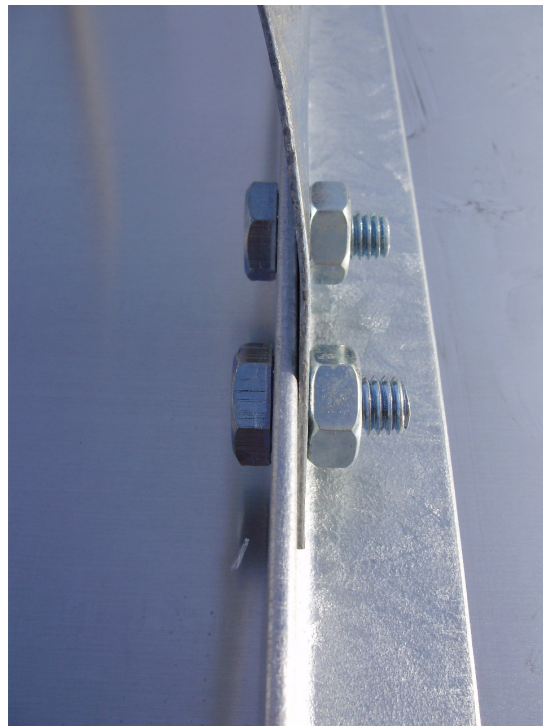


Εικόνα 4.13 Κοχλίες και περικόχλια(παξιμάδια) που απαιτούνται για την συναρμολόγηση της βάσης(διαμπερές οπές) και στήριξης και του καθρέφτη πάνω στη βάση. (4 τυφλές οπές με σπείρωμα).





Εικόνα 4.14 Συναρμολόγηση της βάσης



Εικόνα 4.15 Η σωστή τοποθέτηση των κοχλιών με τα περικόχλια(παξιμάδια) είναι καθοριστικής σημασίας αφού στηρίζεται όλο το βάρος του ηλιακού συλλέκτη.



Εικόνα 4.16 Ο συλλέκτης σε όλη την διάρκεια της τοποθέτησης πρέπει να είναι σε σκιερό μέρος και να σκεπάζεται όταν τοποθετείται στη βάση του, έως να γίνει η πλήρωση του με νερό.





Εικόνα 4.17 Τοποθέτηση του συλλέκτη(4 τυφλές οπές με σπείρωμα) πάνω στην βάση, ένωση μεταξύ τους (4 κοχλίες) και αλφάδιασμα της βάσης.



Εικόνα 4.18 Στριφόνια και ούπα(12mm) για την στήριξη της βάσης στο μπετόν της ταράτσας.



Εικόνα 4.19 Στήριξη της βάσης στο μπετόν της τaráτσας και στην συνέχεια επικάλυψη με μονωτικό υλικό για την αποφυγή εισροής υγρασίας.





Εικόνα 4.20 Άνοιγμα της δεξαμενής αποθήκευσης(μπόιλερ) και έλεγχος για τυχόν χτυπήματα.



Εικόνα 4.21 Κατάλληλο τεφλόν για στεγανοποίηση των σπειρωμάτων.





Εικόνα 4. 22 Επικάλυψη των σπειρωμάτων με κανάβι και τεφλόν και τοποθέτηση των εξαρτημάτων(η στεγανοποίηση των σπειρωμάτων μπορεί να γίνει και με υγρό τεφλόν).

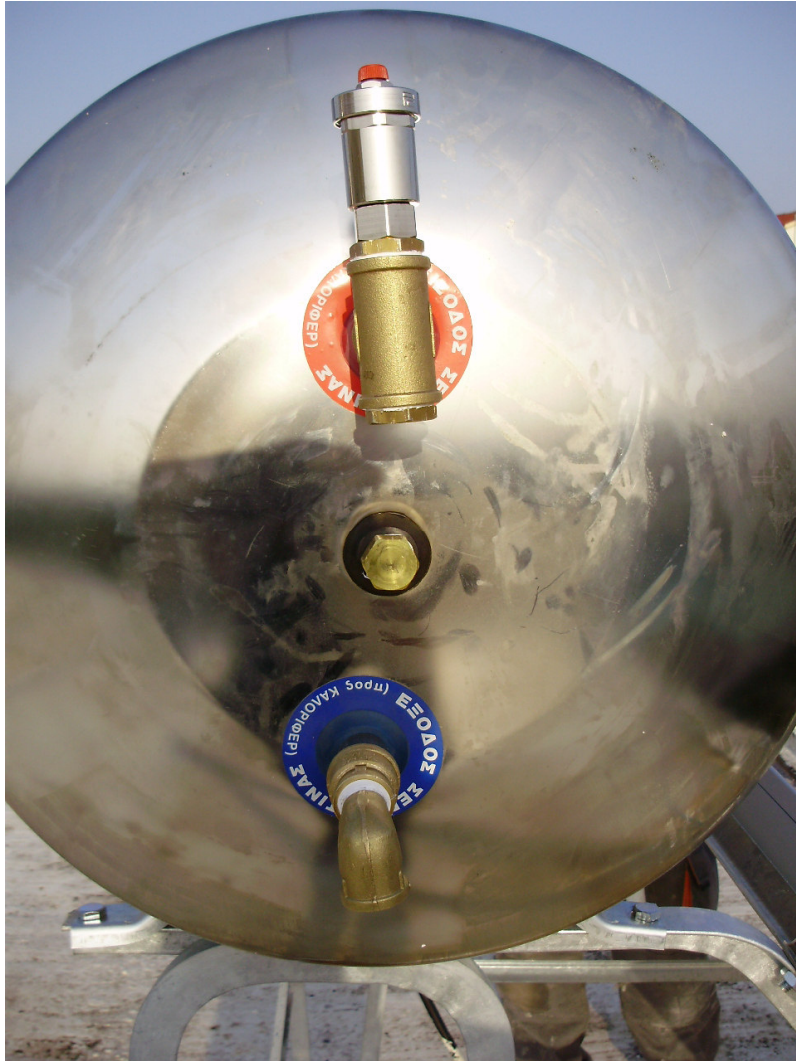


Εικόνα 4.23 Επικάλυψη των σπειρωμάτων με κανάβι και τεφλόν στον εναλλάκτη.(η στεγανοποίηση των σπειρωμάτων μπορεί να γίνει και με υγρό τεφλόν)



Εικόνα 4.24 Η θέση που τοποθετείται η δεξαμενή αποθήκευσης(μπόιλερ) .





Εικόνα 4.25 Τοποθέτηση της δεξαμενής αποθήκευσης(μπόιλερ) στη βάση(4 κοχλίες και περικόχλια) και τοποθέτηση των εξαρτημάτων.



Εικόνα 4.26 Επικάλυψη των σπειρωμάτων του καθρέπτη με κανάβι και τεφλόν τεφλόν (η στεγανοποίηση των σπειρωμάτων μπορεί να γίνει και με υγρό τεφλόν).



Εικόνα 4.27 Τοποθέτηση μονώσεων.

<b>ELECTRICAL CONNECTION DIAGRAM</b> <b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ</b> 	<b>MALTEZOS™</b> 	
	SOLAR ELECTRIC WATER HEATER CLOSED LOOP TYPE	ΗΛΙΑΚΟΣ-ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ
TYPE <b>MALT - H 160L/3E</b>	ΤΥΠΟΣ <b>MALT - H 160L/3E</b>	SERIAL NUMBER <b>No: 03357</b>
HORIZONTAL	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ	
NOMINAL CAPACITY ΟΝΟΜ. ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	<b>160l</b>	VOLTAGE ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ
EFFECTIVE CAPACITY ΟΦΕΛΙΜΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	<b>152l</b>	ELECTRIC POWER ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ
CAP. OF HEAT EXCHANGER ΧΩΡΗΤΗΤΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ	<b>10l</b>	NOMINAL PRESSURE ΟΝΟΜ. ΠΙΕΣΗ
PROTECTION - <b>IP X4</b> - ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ HELLENIC PRODUCT - ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ		
<b>ΠΡΟΣΟΧΗ !</b> <small>ΔΙΑΒΑΣΤΕ ΠΡΟΣΕΚΤΙΚΑ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗΣ. ΚΑΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ ΜΕΓΙΣΤΗΝ ΑΠΟΧΩΣΗ % ΑΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΒΛΑΒΗ ΠΟΥ ΔΕΝ ΚΑΛΥΠΤΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΓΓΥΗΧΗ.</small>		<b>ATTENTION !</b> <small>READ CAREFULLY THE INSTALLATION, MAINTENANCE AND USE INSTRUCTIONS. IMPROPER INSTALLATION MAY CAUSE LOW EFFICIENCY AND/OR DAMAGE THAT IS NOT COVERED BY GUARANTEE.</small>

Εικόνα 4.28 Από ηλεκτρολόγο γίνεται η σύνδεση του ρεύματος για να λειτουργεί ως ηλεκτρικός θερμοσίφωνας τις μέρες που δεν υπάρχει αρκετή ηλιοφάνεια.





Εικόνα 4.29 Σύνδεση λάστιχων πολυαιθυλενίου με μόνωση στην κεντρική θέρμανση και πλήρωση του μπόιλερ με αντιπηκτικό υγρό και νερό, και έτοιμο προς δοκιμή και χρήση.

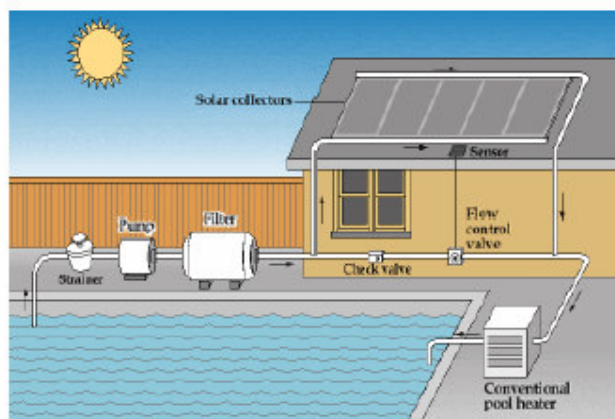
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΠΙΣΙΝΑΣ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟΥΣ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

#### 5.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Η ηλιακή ενέργεια εξασφαλίζει τον περιβαλλοντικά πιο συμφέροντα τρόπο για τη θέρμανση του νερού της πισίνας. Στις κλασικές περιπτώσεις η ηλιακή ενέργεια συγκεντρώνεται από ηλιακούς συλλέκτες οι οποίοι μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα. Οι ηλιακοί συλλέκτες σε ορισμένες περιπτώσεις αντικαθίστανται από άλλες κατασκευές ή από συστήματα ελαστικών σωλήνων μαύρου χρώματος στους οποίους κυκλοφορεί το νερό των κολυμβητικών δεξαμενών. Στην εικόνα 5.1 απεικονίζεται μια τυπική συνδεσμολογία με τις επιμέρους εγκαταστάσεις.

Solar collectors: ηλιακοί συλλέκτες  
Strainer, filter: φίλτρο  
Pump: αντλία  
Sensor: αισθητήρας  
Flow control valve: βαλβίδα ελέγχου ροής  
Conventional pool heater: συμβατική θέρμανση πισίνας



Εικόνα 5.1 Τυπική συνδεσμολογία για τη θέρμανση πισίνας με ηλιακά.

Για την επιφάνεια των συλλεκτών υπάρχει η αρχή της αναλογικότητας και του επιμερισμού, όπως φαίνεται και στον πίνακα 5.1 ανάλογα την εγκατάσταση που επιλέγεται προκύπτει και το κόστος ανά  $m^2$  και η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα έτος, όπως και ο χρόνος απόσβεσης της εγκατάστασης. Για κάθε  $10 m^2$  ηλιακών συλλεκτών που εγκαθίστανται, προκύπτει ανά έτος εξοικονόμηση πετρελαίου άνω των 0,5 tn.

Πίνακας 5.1: Ενδεικτικό κόστος διαφόρων ειδών θερμικών ηλιακών συστημάτων για θέρμανση πισίνας, η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει και η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης.

Περιγραφή	Κόστος συστήματος (€/τ.μ.)	Εξοικονόμηση Ενέργειας (kWh/τ.μ./έτος)	Περίοδος απόσβεσης (έτη)
Κεντρικά συστήματα Επίπεδοι συλλέκτες (μαύρης βαφής)	235	600	4,5
Κεντρικά συστήματα- Επίπεδοι συλλέκτες (επιλεκτικής βαφής)	323	700	5,5
Κεντρικά συστήματα Πλαστικοί συλλέκτες	100	300	4

## 5.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα πλεονεκτήματα που της εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση πισίνας είναι τα ακόλουθα

- Απλότητα κατασκευής και εγκατάστασής τους
- Σχετικά φτηνά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους
- Αποδοτική μετατροπή της ενέργειας, που επιτυγχάνεται με αυτά.



Εικόνα 5.2 Μοντέρνος σχεδιασμός πισίνας σε κατοικία των ΗΠΑ.

## 5.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΙΝΗΤΡΑ

Σύμφωνα με το άρθρο 2 του Ν3296/2004, στις εκπτώσεις δαπανών από το εισόδημα φορολογούμενου συμπεριλαμβάνεται «Ποσοστό είκοσι τοις εκατό (20%) της δαπάνης για νέα εγκατάσταση ηλιοθερμικών και φωτοβολταϊκών συστημάτων».



Εικόνα 5.3 Ηλιακή θέρμανση πισίνας στη Σκαφιδιά Ηλείας.

Η θέρμανση της πισίνας απαιτεί μεγάλα ποσά ενέργειας. Όμως, η επιλογή της θέσης της πισίνας, η κατάλληλη στέγασή της και η επιλογή του υλικού και του χρώματος των επιφανειών που την περιβάλλουν μπορεί να εξοικονομήσει ενέργεια για τη θέρμανση του νερού. Επίσης οι νέοι συλλέκτες έχουν διακριτική εμφάνιση και ανάλογα με την περίπτωση υπάρχει η δυνατότητα να τοποθετηθούν σε ταράτσες (εικόνα 5.2) και κεραμοσκεπές (εικόνες 5.3 , 5.4), με διπλό όφελος την εξοικονόμηση χώρου και αισθητικής.

#### **5.4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**

Στο σύστημα αυτό η συστοιχία των ηλιακών συλλεκτών τροφοδοτεί με θερμό νερό το κάτω μέρος της πισίνας. Με κυκλοφορητή, το νερό από το πάνω μέρος της πισίνας περνά από το φίλτρο και μέσω μιας βαλβίδας ελέγχου κινείται είτε προς τους ηλιακούς συλλέκτες, είτε προς το κάτω μέρος της πισίνας, είτε προς αμφότερες τις κατευθύνσεις. Η λειτουργία ελέγχεται με αισθητήρια που μετρούν τη θερμοκρασία του ζεστού νερού των συλλεκτών και του πάνω μέρους της πισίνας. Το σύστημα ελέγχου, με τις πληροφορίες που παίρνει από τα αισθητήρια, δίνει αντίστοιχα εντολές λειτουργίας τόσο στον κυκλοφορητή όσο και στην βαλβίδα ελέγχου. Σε περίπτωση που το θερμό νερό των συλλεκτών δεν έχει επαρκή θερμοκρασία, παρέχεται πρόσθετη θερμότητα από τη συμβατική θέρμανση.





Εικόνα 5.4 Κατοικία στη Χαλκιδική η οποία χρησιμοποιεί ηλιακούς συλλέκτες για την θέρμανση της πισίνας.

## 5.5 ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Είναι σκόπιμο να πραγματοποιείται επιθεώρηση στο ηλιακό σύστημα μια φορά το τρίμηνο. Οι ηλιακοί συλλέκτες πρέπει να επιθεωρούνται για τυχόν διαρροές από τα ρακόρ των σωληνώσεων, ραγίσματα των υαλοπινάκων, βλάβες των αυτόματων εξαεριστικών βαλβίδων και γήρανση των πλαστικών υλικών. Το υδραυλικό σύστημα πρέπει επίσης να επιθεωρείται . επιπλέον τα ανόδια στη δεξαμενή αποθήκευσης κρίνεται σκόπιμο να επιθεωρούνται και να αλλάζονται όταν φθείρονται. Οι πλαστικοί συλλέκτες πρέπει να ελέγχονται μια φορά το τρίμηνο για διαρροές, διάτρηση και διάβρωση. Τον χειμώνα δεν έχουμε επηρεασμό των πλαστικών εύκαμπτων σωλήνων από τυχόν πάγωμα του θερμικού ρευστού. Οι άκαμπτοι πλαστικοί συλλέκτες πρέπει να στραγγίζονται.

## 5.6 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η αποτελεσματικότητα των ηλιακών συλλεκτών εξαρτάται σε κάθε περίπτωση

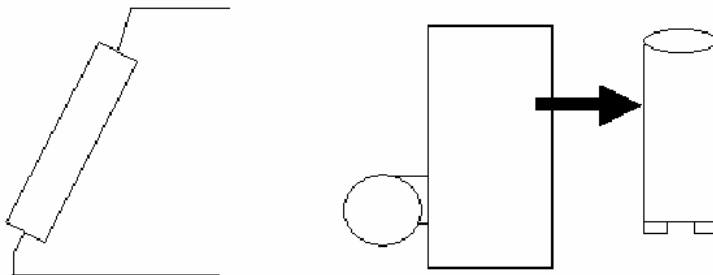
- Τη σχετική θέση ήλιου - πισίνας.
- Περιβαλλοντικούς παράγοντες που μπορεί να ελαττώσουν τη μετάδοση της ακτινοβολίας, όπως είναι τα σύννεφα, η σκόνη, η ατμοσφαιρική ρύπανση κτλ.
- Την κλίση, τον προσανατολισμό και την απορροφητικότητα της επιφάνειας του συλλέκτη.
- Τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και το είδος των εμποδίων που περιβάλλουν την πισίνα.
- Τη μόνωση ή το κάλυμμα της πισίνας.

## 5.7 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

Η μέση ημερήσια ενέργεια που δίνεται από τον ήλιο στην Ελλάδα είναι 4,6 kWh/m<sup>2</sup>. Η εγκατάσταση ενός συλλέκτη 1m<sup>2</sup> μπορεί να εξοικονομήσει σχεδόν 500kWh τον χρόνο (Πίνακας 5.1). Για περίπου 1 τ.μ. ηλιακού συλλέκτη μειώνεται η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και άλλων ρύπων σχεδόν κατά 155 kg ετησίως.

Αυτό φαίνεται και στο επόμενο πίνακα:

**Πισίνα με λέβητα με χρήση μπόϊλερ**



Σχήμα 5.1 Διάταξη συνδεσμολογία πισίνας με λέβητα με χρήση μπόϊλερ.

Πίνακας 5.1 Εξοικονόμηση πετρελαίου και ρύπων από 1 τ.μ. ηλιακού συλλέκτη.

Απόδοση λέβητα %	Diesel (kg/έτος)	Θερμική Ενέργεια (kWh/έτος)	Ρύποι (CO <sub>2</sub> ,....) (kg/έτος)
100	1	11,92	3.15
85	1	10.13	3.15
<b>85</b>	<b>50</b>	<b>500</b>	<b>155.5</b>
<b>1m<sup>2</sup> Ηλιακού Συλλέκτη</b>	<b>---</b>	<b>500</b>	<b>---</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΣΩΛΗΝΕΣ ΚΕΝΟΥ

Οι συλλέκτες κενού είναι η τελευταία τεχνολογία στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση του νερού. Αποτελούνται από σωλήνες κενού μέσα στους οποίους κυκλοφορεί ειδικό υγρό για την μεταφορά της θερμότητας στον συλλέκτη.



Εικόνα 6.1 Συλλέκτης κενού.

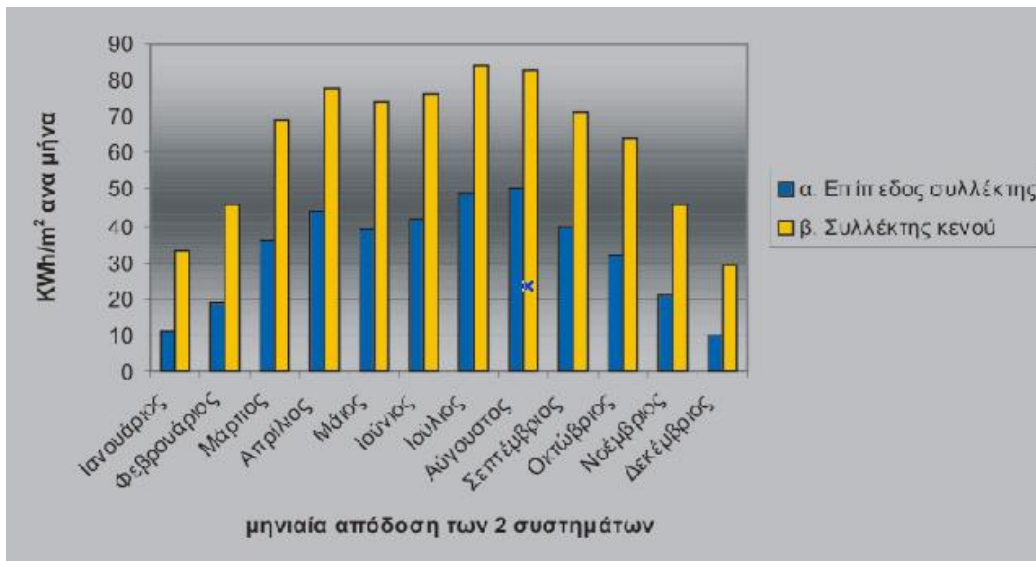
Οι περισσότεροι ηλιακοί θερμοσίφωνες χρησιμοποιούν μέχρι σήμερα την τεχνολογία του επίπεδου συλλέκτη, υπάρχει όμως αποδοτικότερη και ανθεκτικότερη στο χρόνο εναλλακτική λύση, η οποία βασίζεται στην νέα τεχνολογία συλλογής της ηλιακής ενέργειας με σωλήνες κενού. Οι επίπεδοι συλλέκτες παράγουν θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας που είναι κατάλληλη για θέρμανση χώρων ή για παραγωγή ζεστού νερού (Εικόνα 6.1). Η ανάγκη για επίτευξη μεγαλύτερων θερμοκρασιών 100-150 °C ή για χρήση σε Βόρειες χώρες με μικρή ηλιοφάνεια και χαμηλή θερμοκρασία οδήγησε στην επινόηση των συλλεκτών σωλήνων κενού.

#### 6.1 ΒΑΣΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Τα πλεονεκτήματα των σωλήνων κενού είναι τα ακόλουθα

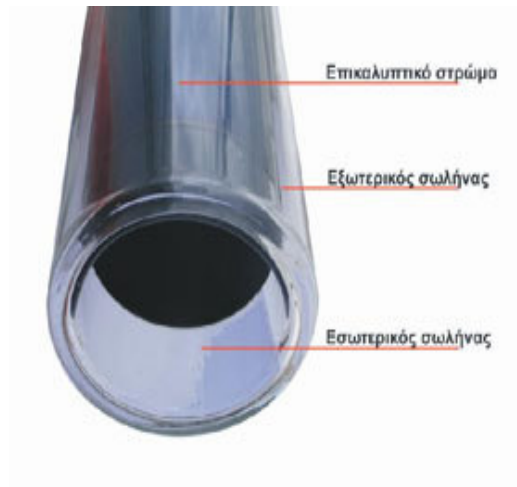
- Μέχρι 80% εξοικονόμηση ηλεκτρικού ρεύματος και πετρελαίου για θέρμανση ζεστού νερού σε κατοικίες, βιοτεχνίες, ξενοδοχεία, πισίνες κλπ.
- Δυνατότητα χρησιμοποίησής τους και για θέρμανση χώρων συνδυασμένο και με άλλες μορφές ενέργειας.

- Αντοχή σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και ακραίες καιρικές συνθήκες. (Όταν χρησιμοποιούνται ποιοτικά υλικά και κατασκευή για μεγάλη διάρκεια ζωής).
- Λειτουργούν αποδοτικά ακόμα και αν τοποθετηθούν σε ανατολική, δυτική ή βόρεια πλευρά.
- Αποδίδουν ικανοποιητικά σε όλες τις κλίσεις κάθετα, πλάγια ή οριζόντια.
- Ο χρόνος εκκίνησης δεν είναι πάνω από 2 λεπτά με κανονικές συνθήκες ηλιοφάνειας.
- Άριστη αισθητική για αρχιτεκτονικές εφαρμογές.
- Οι κοινοί ηλιακοί θερμοσίφωνες έχουν μέγιστη απόδοση στο μέσο της ημέρας, συνεπώς μια μεγάλη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας αντανακλάται από τη γυάλινη επιφάνεια τους, ειδικά της πρωινές και απογευματινές ώρες.
- Οι σωλήνες κενού είναι κυλινδρικοί, έτσι ώστε να έρχονται σε επαφή με τον ήλιο σε όλη τη διάρκεια της ημέρας και να απορροφούν τη μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία.



Σχήμα 6.1 Σχεδιάγραμμα επίπεδου ηλιακού συλλέκτη με σωλήνες κενού.

## 6.2 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΩΛΗΝΑ ΚΕΝΟΥ ΜΕ ΔΙΠΛΟ ΤΟΙΧΩΜΑ

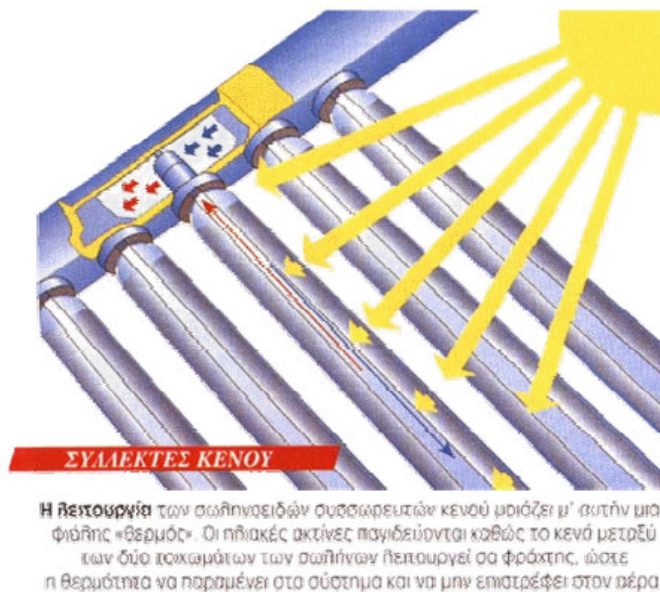


Εικόνα 6.2 Λεπτομερείς περιγραφή σωλήνας κενού.

Το βασικό εξάρτημα του ηλιακού συσσωρευτή είναι ο σωλήνας κενού διπλού τοιχώματος. Αποτελείται από δύο ομόκεντρους διαφανείς σωλήνες γυαλιού borosilicate (Pyrex) ικανούς να αντισταθούν σε ακραίες καιρικές συνθήκες,

όπως χαλάζι, διαμέτρου μέχρι 25mm. Ο εσωτερικός σωλήνας γυαλιού είναι ντυμένος με ένα ειδικό επίστρωμα AI-N/AI, το οποίο απορροφά και μετατρέπει τη μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα, μειώνοντας ταυτόχρονα την εκπομπή. στο κατώτατο σημείο του εσωτερικού του σωλήνα κενού χρησιμοποιείται βάριο. Ο σωλήνας είναι ένα συνεχές γυάλινο κομμάτι χωρίς καμία προσθήκη μετάλλου, κάτι που αυξάνει κατά πολύ τη διάρκεια ζωής του.

Η ιδέα της δημιουργίας κενού μεταξύ του γυάλινου καλύμματος και της απορροφητικής επιφάνειας είναι πολύ εντυπωσιακή αφού μειώνονται οι απώλειες μετάδοσης θερμότητας με μεταγωγή στο μηδέν. Ωστόσο στους επίπεδους συλλέκτες είναι τεχνικά δύσκολο η δημιουργία κενού μεταξύ της επίπεδης απορροφητικής επιφάνειας και του καλύμματος. Αντίθετα υπάρχει αρκετή τεχνολογία για την δημιουργία κενού στους λαμπτήρες φθορισμού η οποία και χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία των συλλεκτών σωληνών κενού. Στην πίσω επιφάνεια των σωληνών κενού υπάρχει ένας καθρέπτης ο οποίος εστιάζει την διάχυτη ακτινοβολία του ήλιου και στη πίσω επιλεκτική απορροφητική επιφάνεια του σωλήνα κενού (εικόνα 6.2).



Σχέδιο 6.1 Η λειτουργία των σωληνοειδών συσσωρευτών κενού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RETScreen.

#### 7.1 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΣΩΛΗΝΕΣ ΚΕΝΟΥ (ΚΑΤΟΙΚΙΑ).

Από την μελέτη και την υλοποίηση με το πρόγραμμα RETScreen σε κατοικία 4 κατοίκων, με ανάγκες ζεστού νερού από σωλήνες κενού προέκυψαν τα παρακάτω. Για κάλυψη 160 λίτρων ζεστού νερού 6 ημέρες την εβδομάδα και αντικατάσταση του ηλεκτρικού ρεύματος με σωλήνες κενού προέκυψε ότι τα συνολικά κόστη για μελέτη, εγκατάσταση και συντήρηση είναι 2.371€. Ο ηλιακός λόγος, η κάλυψη δηλαδή των αναγκών είναι 52% από τους σωλήνες κενού και οι υπόλοιπες ανάγκες καλύπτονται από ηλεκτρική ενέργεια με τωρινό κόστος 0,100 €/Kwh (Εικόνες 7.1-7.3). Στη Εικόνα 7.4 παρουσιάζονται οι τιμές για τις χρηματοοικονομικές παραμέτρους που χρησιμοποιούνται, ενώ στην Εικόνα 7.5 αναφέρονται τα κόστη του συστήματος. Τα τελικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στις Εικόνες 7.6-7.7. Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων διαπιστώνεται ότι με τα τρέχοντα επιτόκια και την συγκεκριμένη εγκατάσταση δεν υπάρχει απόσβεση της κατασκευής στη διάρκεια ζωής των 25 ετών.

	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
Ώρες λειτουργίας ανά βδομάδα	ημ	6	6

Εικόνα 7.1 Αριθμός κατοίκων, ημερησία κατανάλωση ζεστού νερού και επιθυμητή θερμοκρασία στην δεξαμενή αποθήκευσης.

Περίληψη		
Ηλεκτρική ζήτηση - αντλία	MWh	0,0
Αποδιδόμενη θερμότητα	MWh	1,3
Ηλιακός λόγος	%	52%

Εικόνα 7.2 Αποδιδόμενη θερμότητα σε MWh και ο ηλιακός λόγος (κάλυψη των αναγκών της εγκατάστασης).

<b>Σύστημα θέρμανσης</b>		<b>Βασική περίπτωση</b>	<b>Προτεινόμενη</b>
Διακρίβωση έργου			
Τύπος Καυσίμου		Ηλεκτρική ενέργεια	Ηλεκτρική ενέργεια
Εποχιακή απόδοση		70%	70%
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια	MWh	3,5	1,7
Τιμή Καυσίμου	€/kWh	0,100	0,100
Κόστος καυσίμου	€	351	169

Εικόνα 7.1.3 Κόστος εναλλακτικού καυσίμου και κόστος που επωφελείται ο ιδιοκτήτης.

<b>Οικονομικοί Παράμετροι</b>		
<b>Γενικά</b>		
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%	2,5%
Τιμή πληθωρισμού	%	3,0%
Επιτόκιο αναγωγής	%	6,0%
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	25

Εικόνα 7.4 Οικονομικές παράμετροι (2009) και διάρκεια ζωής εγκατάστασης.

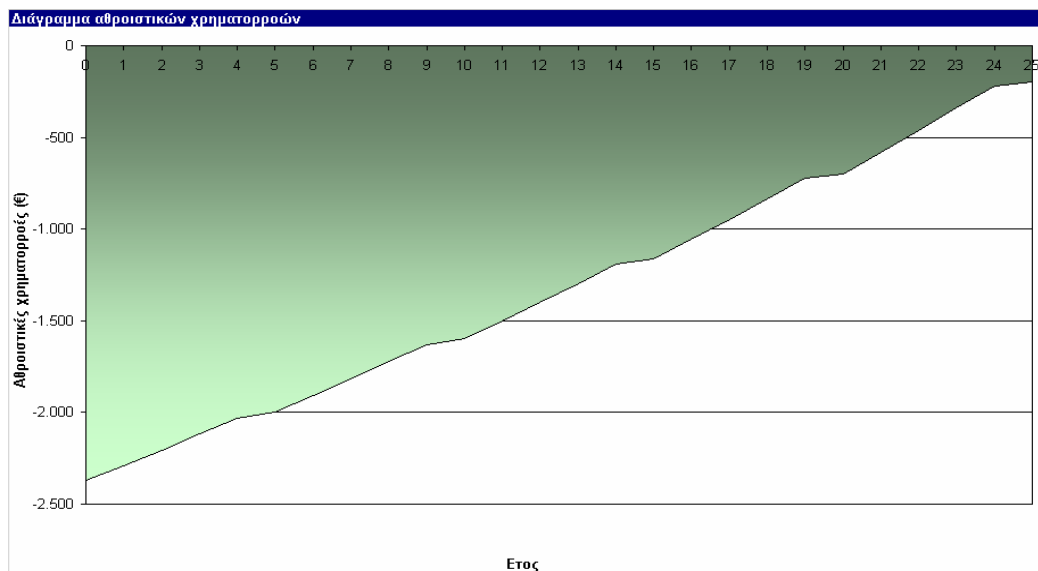
<b>Σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων</b>			
<b>Αρχικά κόστη</b>			
Μελέτη σκοπιμότητας	2,1%	€	50
Ανάπτυξη	8,4%	€	200
Μηχανολογικά	2,1%	€	50
Σύστημα θέρμανσης	75,9%	€	1.800
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα	11,4%	€	271
<b>Συνολικά αρχικά κόστη</b>	<b>100,0%</b>	<b>€</b>	<b>2.371</b>
<b>Ετήσια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

Εικόνα 7.5 Αρχικά και περιοδικά κόστη, και οι ετήσιες αποταμιεύσεις που προκύπτουν από την εγκατάσταση σωλήνων κενού.



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

Εικόνα 7.6 Ετήσια χρηματοροή για το σύνολο της διάρκειας ζωής των 25 ετών.



Εικόνα 7.7 Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών, για διάρκεια ζωής 25 έτη.

## 7.2 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΛΛΕΚΤΗ ΥΑΛΟΚΑΛΥΠΤΟΥ (ΚΑΤΟΙΚΙΑ).

Από την μελέτη και την υλοποίηση με το πρόγραμμα RET Screen σε κατοικία 4 κατοίκων, με ανάγκες ζεστού νερού από ηλιακό θερμοσίφωνα προέκυψαν τα παρακάτω. Για κάλυψη 160 λίτρων ζεστού νερού 6 ημέρες την εβδομάδα και αντικατάσταση του ηλεκτρικού ρεύματος με ηλιακό θερμοσίφωνα προέκυψε ότι τα συνολικά κόστη για μελέτη, εγκατάστασης και συντήρηση είναι 1.353€. Ο ηλιακός λόγος, η κάλυψη δηλαδή των αναγκών είναι 80% από ηλιακό θερμοσίφωνα και οι υπόλοιπες ανάγκες καλύπτονται από ηλεκτρική ενέργεια με τωρινό κόστος 0,100 €/Kwh (Εικόνες 7.8-7.10). Στη Εικόνα 7.11 παρουσιάζονται οι τιμές για τις χρηματοοικονομικές παραμέτρους που χρησιμοποιούνται, ενώ στην Εικόνα 7.12 αναφέρονται τα κόστη του συστήματος. Τα τελικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στις Εικόνες 7.13-7.14. Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων διαπιστώνεται ότι με τα τρέχοντα επιτόκια και την συγκεκριμένη εγκατάσταση υπάρχει απόσβεση της εγκατάστασης στα 6.5 χρόνια λειτουργίας της.

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

Εικόνα 7.8 Αριθμός κατοίκων, ημερησία κατανάλωση ζεστού νερού και επιθυμητή θερμοκρασία στην δεξαμενή αποθήκευσης.

<b>Περίληψη</b>		
Ηλεκτρική ζήτηση - αντλία	MWh	0,0
Αποδιδόμενη θερμότητα	MWh	2,0
Ηλιακός λόγος	%	80%

Εικόνα 7.9 Αποδιδόμενη θερμότητα σε MWh και ο ηλιακός λόγος(η κάλυψη των αναγκών της εγκατάστασης).

<b>Σύστημα θέρμανσης</b>		<b>Βασική περίπτωση</b>	<b>Προτεινόμενη</b>
Διακρίβωση έργου		Ηλεκτρική ενέργεια	Ηλεκτρική ενέργεια
Τύπος Καυσίμου		100%	100%
Εποχιακή απόδοση			
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια	MWh	2,5	0,5
Τιμή Καυσίμου	€/kWh	0,100	0,100
Κόστος καυσίμου	€	245	49

Εικόνα 7.10 Κόστος εναλλακτικού καυσίμου και κόστος που επωφελείται ο ιδιοκτήτης.

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

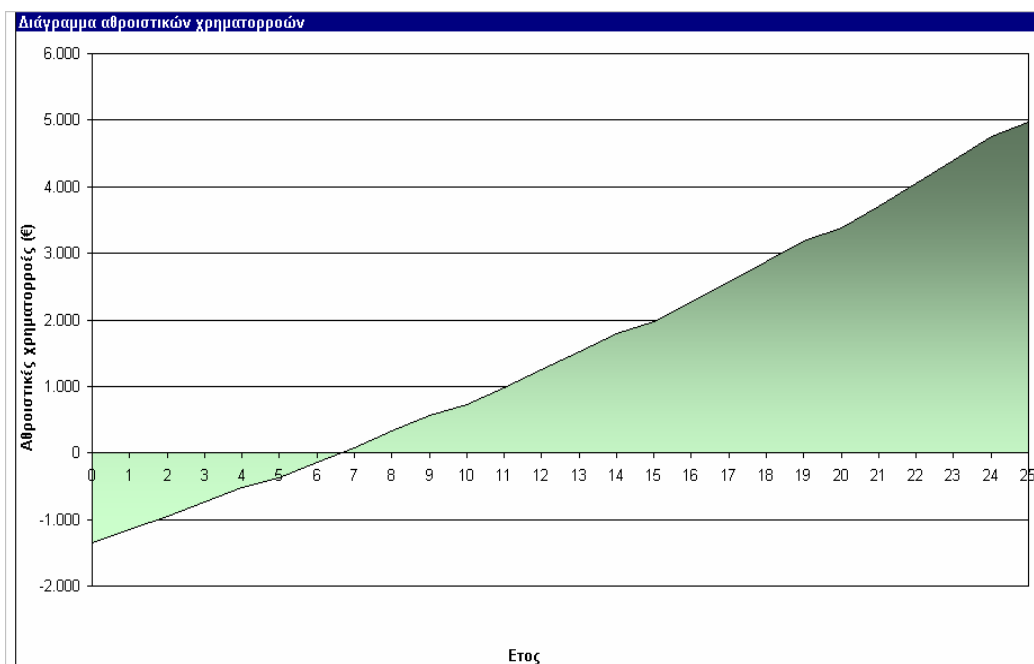
Εικόνα 7.11 Οικονομικοί παράμετροι(2009) και διάρκεια ζωής εγκατάστασης.

<b>Αρχικά κόστη</b>			
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
<b>Συνολικά αρχικά κόστη</b>	<b>100,0%</b>	<b>€</b>	<b>1.353</b>
<b>Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους</b>			
Λειτουργία & Συντήρηση		€	0
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση		€	49
<b>Συνολικά ετήσια κόστη</b>		<b>€</b>	<b>49</b>
<b>Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)</b>			
ΑΝΟΔΙΟ - 5 έτη		€	70
<b>Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα</b>			
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση		€	245

Εικόνα 7.12 Αρχικά και περιοδικά κόστη, και οι ετήσιες αποταμιεύσεις που προκύπτουν από την εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα(υαλοκάλυπτου).

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

Εικόνα 7.13 Ετήσια χρηματοροή για το σύνολο της διάρκειας ζωής των 25 ετών.



Εικόνα 7.14 Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών για διάρκεια ζωής 25 έτη.

### 7.3 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΛΛΕΚΤΗ-ΧΩΡΙΣ ΥΑΛΟΚΑΛΥΨΗ (ΠΙΣΙΝΑ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ).

Από την μελέτη και την υλοποίηση με το πρόγραμμα RET Screen σε ξενοδοχείο, με ανάγκες ζεστού νερού πισίνας από ηλιακό θερμοσίφωνα χωρίς υαλοκάλυψη προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα. Για κάλυψη 200 m<sup>2</sup> πισίνας και επιθυμητό όριο θερμοκρασίας 25 C<sup>0</sup> προέκυψε ότι τα συνολικά κόστη για μελέτη, εγκατάστασης και συντήρηση είναι 106.488€. Ο ηλιακός λόγος, η κάλυψη δηλαδή των αναγκών είναι 41% από ηλιακό θερμοσίφωνα χωρίς υαλοκάλυψη, και οι υπόλοιπες ανάγκες καλύπτονται από πετρέλαιο με τωρινό κόστος 1€/L (Εικόνες 7.15-7.17). Στη Εικόνα 7.18 παρουσιάζονται οι τιμές για τις χρηματοοικονομικές παραμέτρους που χρησιμοποιούνται, ενώ στην Εικόνα 7.19 αναφέρονται τα κόστη του συστήματος. Τα τελικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στις Εικόνες 7.20-7.21. Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων διαπιστώνεται ότι με τα τρέχοντα επιτόκια και την συγκεκριμένη εγκατάσταση υπάρχει απόσβεση της εγκατάστασης στα 5.5 χρόνια λειτουργίας της.

Τύπος	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
		Εξωτερικά	
Επιφάνεια	m <sup>2</sup>	200,0	200,0
Χρήση καλύμματος	ώρες/ημ	8,0	8,0
Θερμοκρασία	°C	25,0	25,0
Νερό αναπλήρωσης	%εβδ	10%	10%
Καταφύγιο από άνεμο - εποχή χρήσης	%	10%	10%
Σκίαση - εποχή χρησιμοποίησης	%	10%	10%

Εικόνα 7.15 Τύπος πισίνας και επιφάνεια ,επιθυμητή θερμοκρασία και απώλειες.

Περίληψη		
Ηλεκτρική ζήτηση - αντλία	MWh	0,0
Αποδιδόμενη θερμότητα	MWh	127,2
Ηλιακός λόγος	%	41%

Εικόνα 7.16 Αποδιδόμενη θερμότητα σε MWh και ο ηλιακός λόγος(η κάλυψη των αναγκών της εγκατάστασης).

Σύστημα θέρμανσης	Διακρίβωση έργου	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη
		Ντίζελ (#2 πετρέλαιο) - L	Ντίζελ (#2 πετρέλαιο) - L
Τύπος Καυσίμου		75%	75%
Εποχιακή απόδοση			
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια	L	40.784,4	23.957,7
Τιμή Καυσίμου	€/L	1,000	1,000
Κόστος καυσίμου	€	40.784	23.958

Εικόνα 7.17 Κόστος εναλλακτικού καυσίμου και κόστος που επωφελείται ο ιδιοκτήτης.



<b>Οικονομικοί Παράμετροι</b>			
<b>Γενικά</b>			
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%		5,0%
Τιμή πληθωρισμού	%		3,0%
Επιτόκιο αναγωγής	%		6,0%
Διάρκεια ζωής έργου	έτος		20

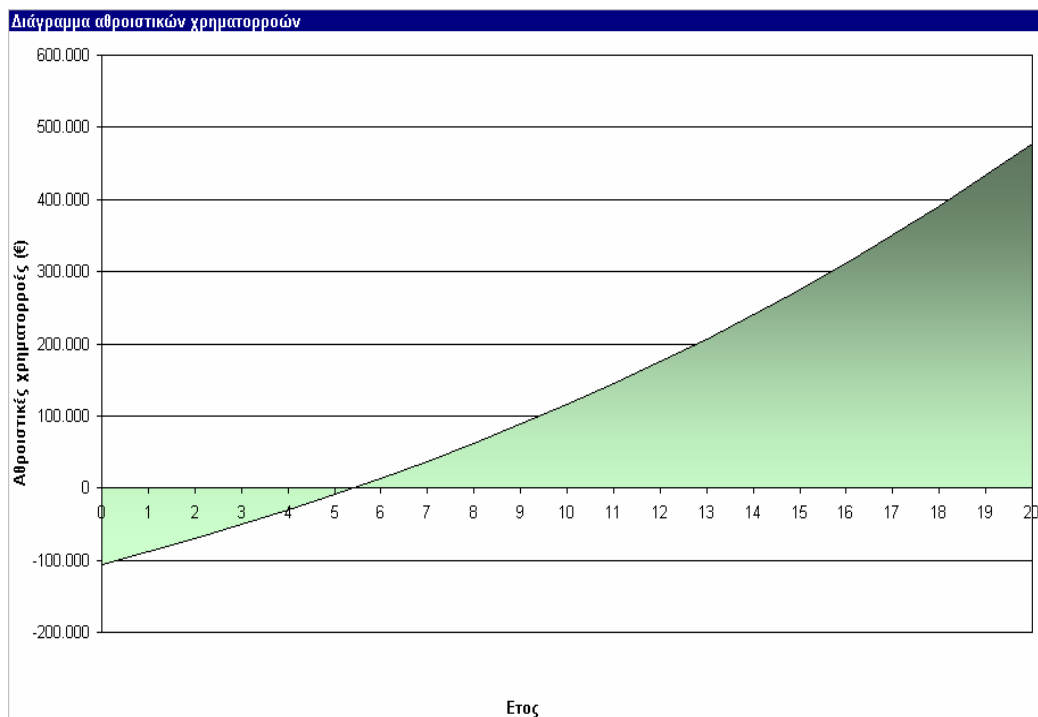
Εικόνα 7.18 Οικονομικοί παράμετροι(2009) και διάρκεια ζωής εγκατάστασης.

<b>Σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων</b>			
<b>Αρχικά κόστη</b>			
Μελέτη σκοπιμότητας	0,1%	€	100
Ανάπτυξη	2,8%	€	3.000
Μηχανολογικά	0,5%	€	500
Σύστημα θέρμανσης	93,9%	€	100.000
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα	2,7%	€	2.888
<b>Συνολικά αρχικά κόστη</b>	<b>100,0%</b>	<b>€</b>	<b>106.488</b>
<b>Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους</b>			
Λειτουργία & Συντήρηση		€	0
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση		€	23.958
<b>Συνολικά ετήσια κόστη</b>		<b>€</b>	<b>23.958</b>
<b>Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)</b>			
<hr/>			
<b>Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα</b>			
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση		€	40.784
<b>Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα</b>		<b>€</b>	<b>40.784</b>

Εικόνα 7.19 Αρχικά και περιοδικά κόστη, και οι ετήσιες αποταμιεύσεις που προκύπτουν από την εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη (χωρίς υαλοκάλυψη).

Ετήσια χρηματοροή			
Ετος #	Προ-φόρων €	Μετά-φόρων €	Αθροιστικά €
0	-106.488	-106.488	-106.488
1	17.668	17.668	-88.820
2	18.551	18.551	-70.269
3	19.479	19.479	-50.790
4	20.453	20.453	-30.337
5	21.476	21.476	-8.861
6	22.549	22.549	13.688
7	23.677	23.677	37.365
8	24.861	24.861	62.226
9	26.104	26.104	88.329
10	27.409	27.409	115.738
11	28.779	28.779	144.518
12	30.218	30.218	174.736
13	31.729	31.729	206.465
14	33.316	33.316	239.781
15	34.981	34.981	274.762
16	36.731	36.731	311.493
17	38.567	38.567	350.060
18	40.495	40.495	390.555
19	42.520	42.520	433.075
20	44.646	44.646	477.722

Εικόνα 7.20 Ετήσια χρηματοροή για το σύνολο της διάρκειας ζωής των 20 ετών.



Εικόνα 7.21 Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών για διάρκεια ζωής του έργου ίση με 20 έτη.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την εργασία αυτή προκύπτουν τα ακόλουθα βασικά σημεία και συμπεράσματα:

- Υπάρχουν πολύ μεγάλες διαφορές από χώρα σε χώρα στην εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών που δεν αφορούν μόνο τις κλιματικές συνθήκες αλλά τα οικονομικά και περιβαλλοντικά κίνητρα που η κάθε μια προσφέρει.
- Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η απλούστερη και η πιο γνωστή οικολογική συσκευή, αφού επιτυγχάνει την κυκλοφορία του νερού χωρίς κυκλοφορητή, εκμεταλλευόμενο το φαινόμενο της ροής των ρευστών (την διαφορά πυκνότητας ζεστού και κρύου νερού).
- Οι κρίσιμοι παράγοντες για την καλή απόδοση ενός ηλιακού θερμοσίφωνα είναι η μεγάλη απορροφητικότητα της πλάκας του συλλέκτη στη ηλιακή ακτινοβολία, ο μικρός συντελεστής εκπομπής στη μεγάλη μήκους κύματος ακτινοβολία και η σωστή μόνωση της δεξαμενής αποθήκευσης και των επιμέρους σωληνώσεων.
- Η προστασία των μετάλλων από διαβρωτικά υλικά όπως το νερό γίνεται με την προσθήκη ράβδου μαγνησίου (ανόδιο) και αντικαθίσταται ανάλογα με την σκληρότητα του νερού της κάθε περιοχής.
- Για θέρμανση νερού οικιακής χρήσης αν και οι σωλήνες κενού αποδίδουν ανεξαρτήτως κλίσης, προσανατολισμού και εποχής δεν αποσβένουν τα χρήματα που δαπανώνται εντός της διάρκειας ζωής τους. Σε αντίθεση οι ηλιακοί θερμοσίφωνες αποσβένουν το κόστος αγοράς και συντήρησης στα 6.5 έτη λειτουργίας τους.
- Για θέρμανση νερού πισίνας με ηλιακό συλλέκτη χωρίς υαλοκάλυψη η εγκατάσταση αποδίδει θετικά μόνο για μεγάλες πισίνες (πάνω από 100 m<sup>2</sup>). Απόσβεση από τα κόστη εγκατάστασης και συντήρησης πραγματοποιείται στα 5.5 έτη λειτουργίας τους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. [www.demokritos.gr](http://www.demokritos.gr) Accessed on 18/02/09
2. [www.iliaka.gr](http://www.iliaka.gr) Accessed on 19/02/09
3. [www.OLYMPIC SUN.gr](http://www.OLYMPIC SUN.gr) accessed on 20/02/09
4. [www.EBHE.gr](http://www.EBHE.gr) Accessed on 22/02/09
5. [www.kathimerini.gr](http://www.kathimerini.gr) (Thursday, December 07, 2006) Accessed on 25/02/09
6. [www.heating.gr](http://www.heating.gr) Accessed on 11/03/09
7. Εργαστηριακές σημειώσεις «Ήπιες μορφές ενέργειας»
8. [www.SolarPraxis.de](http://www.SolarPraxis.de) Accessed on 17/04/09
9. MALTEZOS εταιρία κατασκευής ηλιακών θερμοσιφώνων