



ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Εφαρμογές θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης

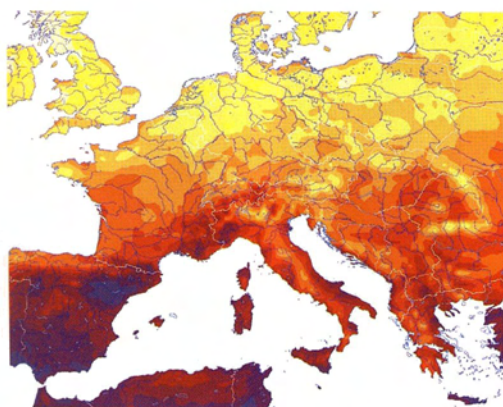
Των: Ανδρέα Γαβριελάτου, Μηχανολόγου & Αεροναυπηγού Μηχανικού, MSc
& Δημήτρη Τσιάτσου, Χημικού Μηχανικού ΕΜΠ



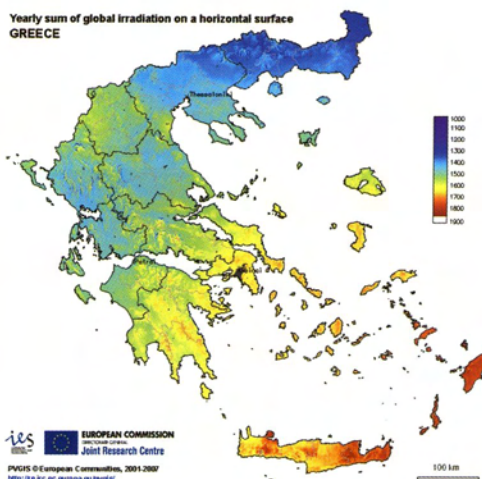
Ως Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο. Τέτοιες είναι η φωτεινή ενέργεια, η θερμική ενέργεια και η ενέργεια ακτινοβολίας. Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, καθαρή, ήπια και ανανεώσιμη.

Όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, αυτή χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.



Εικ. 1: Μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία στην Ευρώπη.



Εικ. 2: Ετήσιο ποσό συνολικής ακτινοβολίας σε οριζόντια επιφάνεια στην Ελλάδα.

Η Ελλάδα, είναι χώρα με ιδιαίτερα μεγάλη ηλιοφάνεια και προσφέρεται για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η μέση ετήσια ηλιοφάνεια στη χώρα μας είναι περίπου 3.000 ώρες τον χρόνο.

Η επιφάνεια των εγκαταστημένων συλλεκτών στη χώρα μας ανέρχεται περίπου σε 3.000.000 m². Με τη σημερινή χρήση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων στην Ελλάδα αποφεύγεται η εκπομπή περισσότερων από 800 χιλιάδων τόνων CO₂ κάθε χρόνο και εξοικονομούνται περίπου 265.000 τόνοι πετρελαίου. Αντίστοιχα στην Ευρώπη υπάρχουν 16.000.000 m² συλλεκτών, αποφεύγεται η εκπομπή 4 εκατομμυρίων τόνων CO₂ κάθε χρόνο και εξοικονομούνται περίπου 1,4 εκατομμύρια τόνοι πετρελαίου.

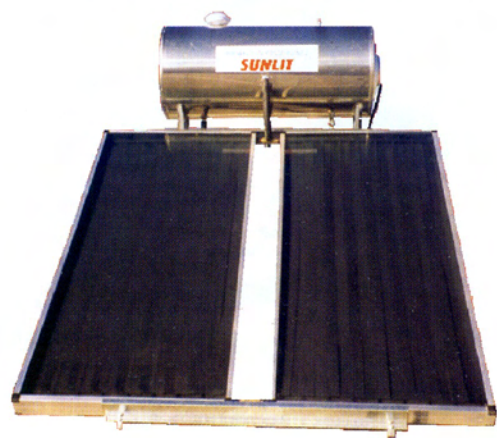
Η εγκατάσταση ενός συλλέκτη 1m² μπορεί να εξοικονομήσει 500-650 Kwh τον χρόνο.

ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

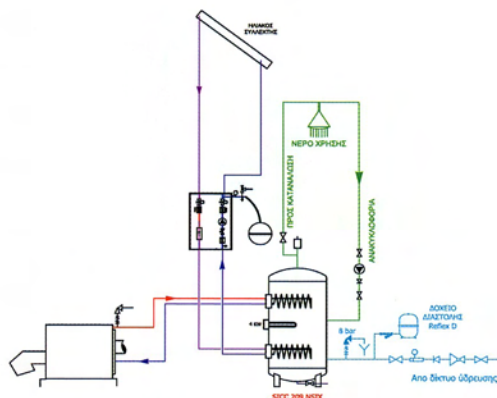
Τα δύο βασικά μέρη του ηλιακού συστήματος για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης είναι: ο ηλιακός συλλέκτης ή το σύστημα ηλιακών συλλεκτών και η δεξαμενή αποθήκευσης του ζεστού νερού

Η θέση της δεξαμενής αποθήκευσης σε σχέση με τον ηλιακό συλλέκτη, καθορίζει αν θα γίνεται φυσική ή εξαναγκασμένη κυκλοφορία του νερού ανάμεσα στο συλλέκτη και τη δεξαμενή.

Τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας είναι γνωστά και ως ηλιακοί θερμοσίφωνες. Στα συστήματα αυτά η δεξαμενή αποθήκευσης βρίσκεται ψηλότερα από τον συλλέκτη, έτσι ώστε το νερό που θερμαίνεται στον συλλέκτη να ανεβαίνει (λόγω μικρότερου ειδικού βάρους) στην δεξαμενή, ενώ το ψυχρότερο νερό της δεξαμενής κατεβαίνει για θέρμανση στον συλλέκτη. Τα απλά αυτά συστήματα είναι τα πιο διαδεδομένα στην Ελλάδα, κατασκευάζονται σε χωρη-



Εικ. 3: Ηλιακός Θερμοσίφοντας SUNLIT.



Εικ. 4: Σχέδιο εγκατάστασης συστήματος βεβαισμένης κυκλοφορίας

τικότητες 150-300 λίτρα και μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες μιας οικίας σε ζεστό νερό χρήσης.

Για την κάλυψη μεγαλύτερων αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης (π.χ μεγάλες μονοκατοικίες, πολυκατοικίες, ξενοδοχεία, σχολεία, γυμναστήρια κ.α) ή σε εφαρμογές όπου η φυσική κυκλοφορία δεν επαρκεί, κατασκευάζονται πιο πολύπλοκες εγκαταστάσεις που συνήθως περιλαμβάνουν: μια συστοιχία συλλεκτών, δίκτυο/α σωληνώσεων, μια ή περισσότερες δεξαμενές αποθήκευσης, κυκλοφορητή/ες και σύστημα αυτοματισμών.

Τα συστήματα αυτά ονομάζονται συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας. Στα συστήματα αυτά η δεξαμενή μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιαδήποτε θέση (συνήθως στο λεβητοστάσιο) και η κυκλοφορία του θερμικού υγρού εξασφαλίζεται μέσω κυκλοφορητή, ο οποίος τίθεται σε λειτουργία αυτόματα όταν



Εικ. 5: Θερμοδοχείο Styleboiler, τριπλής ενέργειας με δύο σταθερούς εναλλάκτες. Στον κάτω εναλλάκτη γίνεται η σύνδεση με τους ηλιακούς συλλέκτες και στον πάνω εναλλάκτη η σύνδεση με την βοηθητική πηγή ενέργειας.

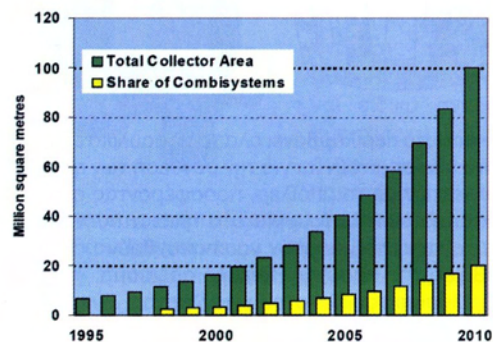
η θερμοκρασία του νερού στον συλλέκτη είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του νερού στο κάτω μέρος της δεξαμενής. Στα συστήματα αυτά υπάρχει και η δυνατότητα σύνδεσης και μιας εφεδρικής πηγής ενέργειας π.χ λέβητα ή /και ηλεκτρική αντίσταση για τις ώρες ή και ημέρες που η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί.

Παράλληλα δίδεται έμφαση και στην αισθητικά αποδεκτή τοποθέτηση των ηλιακών συστημάτων στο κτίριο. Οι συλλέκτες τοποθετούνται στην τάρταρο ή ακόμα και στην κεραμοσκεπή ενώ το μπόιλερ "κρύβεται" στον χώρο του λεβητοστασίου.

Τα συστήματα αυτά είναι πλήρως αυτοματοποιημένα, απαιτούν ελάχιστη συντήρηση και όταν συνδυαστούν με εφεδρική πηγή ενέργειας καλύπτουν έως και 100% τις ανάγκες για ζεστό νερό ετησίως.

ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Τα ηλιακά συστήματα υποβοήθησης θέρμανσης χώρων και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (Combi solar systems) είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα εδώ και 10 τουλάχιστον χρόνια σε αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες όπως η Αυστρία, η Γερμανία, η Ιταλία, η Γαλλία, η Δανία κ.α. Στην Ευρώπη περίπου το 20% των εγκαταστημένων συλλεκτών είναι σε συστήματα Combi (περίπου 20.000.000 m²)



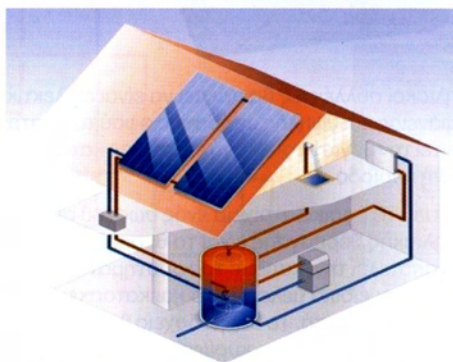
Εικ. 6: Εγκατεστημένη επιφάνεια συλλεκτών στην Ευρώπη.

Στην χώρα μας, αν και είναι ιδιαίτερα ευνοημένη από τις καιρικές συνθήκες, τα συστήματα αυτά δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα και μόνο τα τελευταία χρόνια, γίνονται κάποια αξιολογικά βήματα για την αξιοποίηση αυτής της ιδιαίτερα φιλικής προς το περιβάλλον τεχνολογίας.

Τα ηλιοθερμικά συστήματα συνδυασμένης λειτουργίας για παραγωγή ΖΝΧ και θέρμανση χώρων μπορούν να καλύψουν σε ετήσια βάση από 10% - 50% τις ανάγκες μιας κατοικίας σε θέρμανση και σε ζεστό νερό χρήσης, ανάλογα με το μέγεθος της συλλεκτικής επιφάνειας που θα εγκατασταθεί, τον όγκο

του θερμοδοχείου, τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής και τα χαρακτηριστικά της κατοικίας (μέγεθος, ποιότητα μόνωσης, θερμικές ανάγκες).

Η ιδανική εφαρμογή του συστήματος είναι σε κατοικίες με καλή μόνωση και σε θέρμανση χαμηλών θερμοκρασιών (ενδοδαπέδια, fan coils), ενώ για θέρμανση με θερμαντικά σώματα αναμένεται μια μείωση της απόδοσης κατά 10%-15%. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα των συστημάτων αυτών, είναι το ότι μπορούν να εγκατασταθούν τόσο σε νέες όσο και σε υπάρχουσες κατοικίες χωρίς ιδιαίτερες μετατροπές.



Γενικά τα συστήματα αυτά αποτελούνται από το κύκλωμα των ηλιακών συλλεκτών (παραγωγή ενέργειας), το θερμοδοχείο αδρανείας (αποθήκευση ενέργειας), ένα σύστημα βοηθητικής ενέργειας (ηλεκτρικός λέβητας, λέβητας πετρελαίου, λέβητας βιομάζας, αντλία θερμότητας), ένα σύστημα θέρμανσης (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια, fan coils) και ένα σύστημα ελέγχου.

Η αρχή λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος είναι ιδιαίτερα απλή και παρόμοια με αυτή ενός κεντρικού συστήματος ηλιακών για θέρμανση ζεστού νερού.

Η ηλιακή ενέργεια που συλλέγεται στους ηλιακούς συλλέκτες, μετατρέπεται σε θερμική και μεταφέρεται σε ένα ειδικά μελετημένο και κατασκευασμένο για το σκοπό αυτό θερμοδοχείο, όπου θερμαίνει αρχικά το νερό της κεντρικής θέρμανσης και στη συνέχεια το ζεστό νερό χρήσης. Εάν η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί, τότε μόνο τίθεται σε λειτουργία ο λέβητας και συμπληρώνει την απαιτούμενη ενέργεια. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται μεγάλη εξοικονόμηση καυσίμων και η θέρμανση των χώρων και του νερού χρήσης επιτυγχάνεται με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον και ιδιαίτερα σε μια χώρα όπως η Ελλάδα, όπου η ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας και περιορισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική.

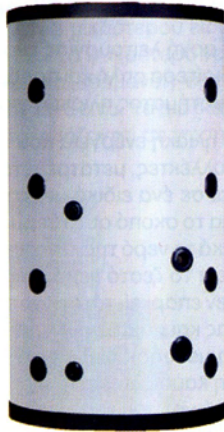
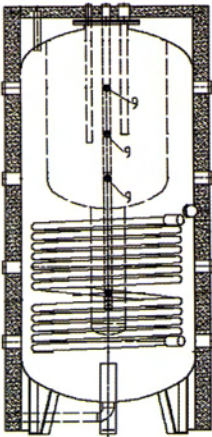
Για την σωστή λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος και για την μεγιστοποίηση της εξοικονομούμενης ενέργειας απαιτείται αφενός η σωστή διαστασιολόγηση του όλου συστήματος και αφετέρου η επιλογή των κατάλληλων υλικών.



Οι ηλιακοί συλλέκτες θα πρέπει να είναι επιλεκτικής επιφάνειας και υψηλής απόδοσης αφού το σύστημα απαιτεί την μέγιστη συλλογή ενέργειας κατά την χειμερινή περίοδο.

Ένα από τα βασικά στοιχεία ενός σωστού συστήματος ηλιακής θέρμανσης είναι το θερμοδοχείο, το οποίο αποτελεί την "καρδιά" του συστήματος και πρέπει να είναι ειδικά μελετημένο και κατασκευασμένο για τον σκοπό αυτό. Το θερμοδοχείο θα πρέπει να είναι καλά μονωμένο και κυρίως να βοηθά στην διαστρωμάτωση της θερμοκρασίας του νερού στο εσωτερικό του.

Η διαστρωμάτωση του δοχείου έχει ως αποτέλεσμα την μέγιστη απόδοση του συστήματος, τον περιορισμό των θερμικών απωλειών και την μέγιστη συλλογή ενέργειας από τους ηλιακούς συλλέκτες.

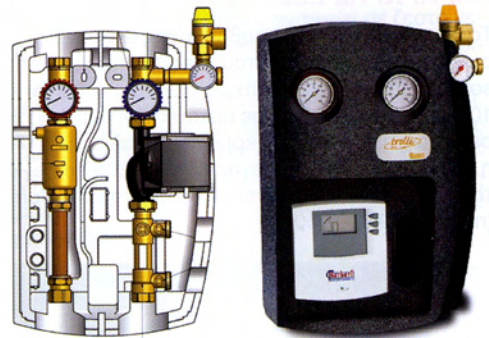


Το θερμοδοχείο COMBI του Ιταλικού εργοστασίου SICC spa, είναι ειδικά σχεδιασμένο και κατασκευασμένο για τον σκοπό αυτό. Αποτελείται από δυο ξεχωριστά δοχεία το ένα μέσα στο άλλο (tank in tank). Στο εξωτερικό δοχείο, δοχείο αδρανείας, κυκλοφορεί το νερό του συστήματος της κεντρικής θέρμανσης. Στο εσωτερικό του δοχείου αδρανείας υπάρχει ένα δεύτερο δοχείο, το δοχείο ζεστού νερού χρή-

σης, το οποίο είναι επεξεργασμένο με το υψηλής τεχνολογίας υλικό VITROFLEX HI-TECH 2, που το καθιστά κατάλληλο για πόσιμο νερό. Στο εσωτερικό του δοχείου αδρανείας βρίσκεται εμβαπτισμένος ένας σταθερός εναλλάκτης για σύνδεση του δοχείου με τους ηλιακούς συλλέκτες. Διαθέτει ισχυρή μόνωση από σκληρή πολυουρεθάνη 70mm για την ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών.

Το εσωτερικό δοχείο του ζεστού νερού χρήσης είναι εξοπλισμένο με ηλεκτρονικό σύστημα ανοδικής προστασίας με ανόδιο τιτανίου. Το σύστημα αυτό εξασφαλίζει την προστασία του δοχείου από διάβρωση, δεν χρειάζεται καμμία συντήρηση, είναι απολύτως αδιάβρωτο, αποδοτικό και χαρακτηρίζεται από μικρή κατανάλωση ρεύματος.

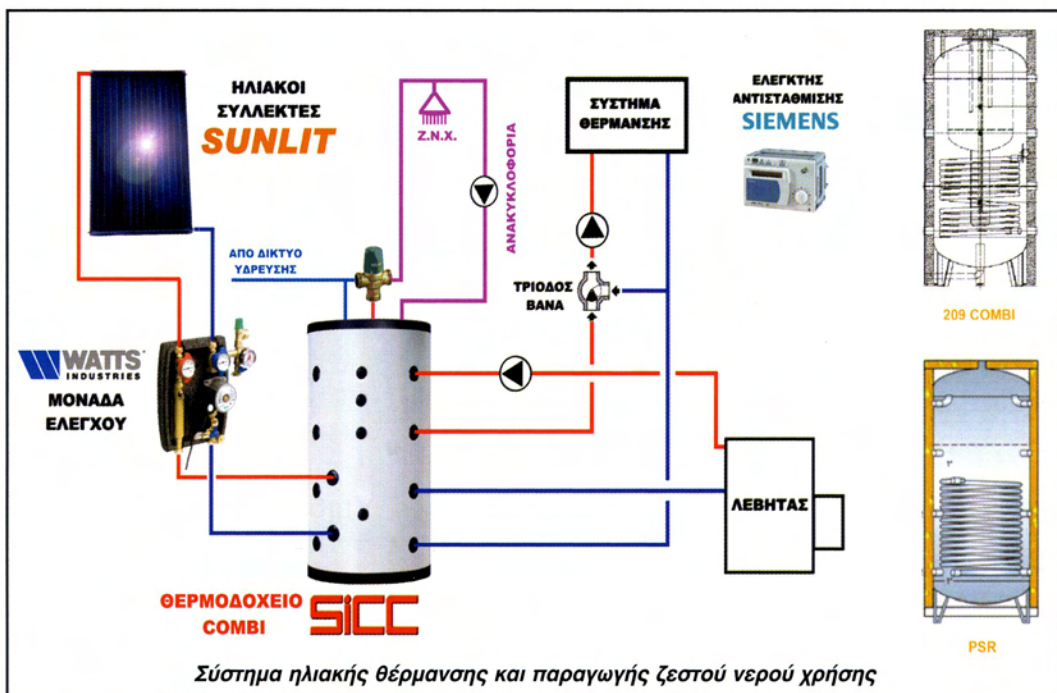
Η μεταφορά του θερμικού υγρού (μίγμα νερού και προπυλενογλυκόλης) από τους συλλέκτες προς το θερμοδοχείο γίνεται μέσω ενός κιτ υδραυλικής σύνδεσης.



Το κιτ αυτό περιλαμβάνει όλα τα υδραυλικά εξαρτήματα που απαιτούνται για την σύνδεση των ηλιακών συλλεκτών με το μπούιερ, προσφέροντας ασφαλή και αποδοτική λειτουργία στα ηλιακά συστήματα. Με το κιτ αυτό μπορούν να επιτευχθούν : ακριβής ρύθμιση της παροχής. Εύκολο άδειασμα, γέμισμα και πλύσιμο του κλειστού κυκλώματος. Εύκολη αλλαγή κυκλοφορητή, χωρίς να απαιτείται το άδειασμα όλου του κυκλώματος. Έλεγχος θερμοκρασίας και πίεσης του κυκλώματος. Αποφυγή αντίστροφων ροών και ασφαλής εξαέρωση.

Όλα τα εξαρτήματα είναι προσαρμοσμένα από το εργοστάσιο και τοποθετημένα μέσα σε μονωτικό κάλυμμα, συνδυάζοντας έτσι υψηλή απόδοση, ασφάλεια, αισθητική και εξοικονόμηση χώρου στο λεβητοστάσιο και χρόνου κατά τη συναρμολόγηση του ηλιακού συστήματος.

Ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες είναι πιθανό η θερμοκρασία του ζεστού νερού χρήσης στο εσωτερικό δοχείο να φτάσει σε τόσο υψηλές τιμές ώστε η άμεση χρήση του να είναι επικίνδυνη για την πρόκληση εγκαυμάτων στον τελικό χρήστη.



Για το λόγο αυτό απαιτείται η χρήση της ειδικής θερμοστατικής βαλβίδας ανάμιξης MMV-SOLAR, η οποία είναι ειδικά σχεδιασμένη για ηλιακά συστήματα με μεγάλες παροχές και υψηλές θερμοκρασίες νερού. Εξασφαλίζει σταθερή θερμοκρασία του ζεστού νερού χρήσης στο σημείο εξόδου της, η οποία μπορεί να ρυθμιστεί από 30 έως 60°C, για προστασία του τελικού χρήστη.



Ο ψηφιακός ελεγκτής SIEMENS RVP 540 αποτελεί τον εγκέφαλο του συστήματος. Ελέγχει το κύκλωμα της θέρμανσης με τρίοδο βάνα προοδευτικής λειτουργίας και το κύκλωμα του ζεστού νερού χρήσης. Ελέγχει επίσης και τις δυο πηγές ενέργειας: τον λέ-

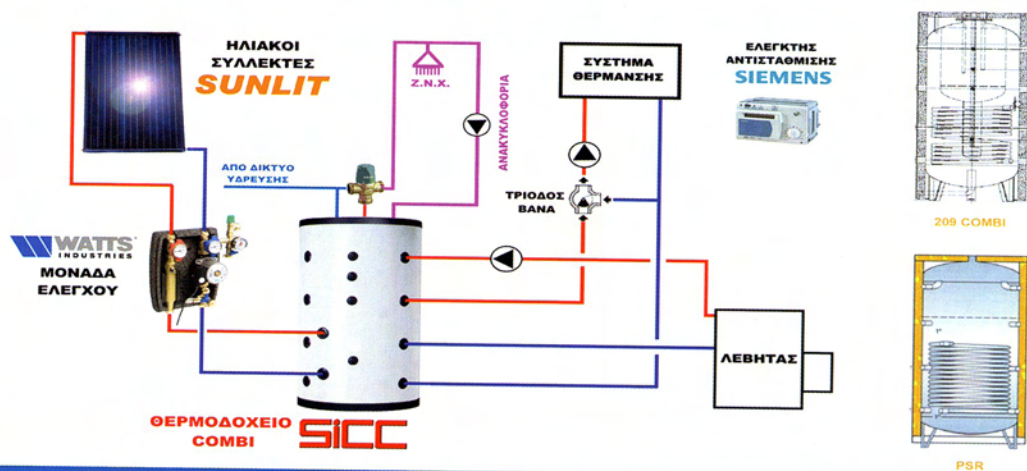
βητα και τα ηλιακά. Εφ' όσον υπάρχει διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια, ο ελεγκτής φορτίζει το δοχείο ζεστού νερού χρήσης και το θερμοδοχείο που χρησιμοποιείται για το κύκλωμα θέρμανσης.

Εάν δεν υπάρχει αρκετή διαθέσιμη ενέργεια από τον ήλιο, τότε ο λέβητας παράγει ζεστό νερό για το κύκλωμα θέρμανσης και το ζεστό νερό χρήσης. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα για θέρμανση πισίνας. Διαθέτει ψηφιακή οθόνη για ένδειξη όλων των θερμοκρασιών και του τρόπου λειτουργίας και δυνατότητα σύνδεσης σε δίκτυο LPB για έλεγχο πιο σύνθετων εφαρμογών.

**"Στρέψου προς στον ήλιο
και θα αφήσεις πίσω σου τις σκιές"**

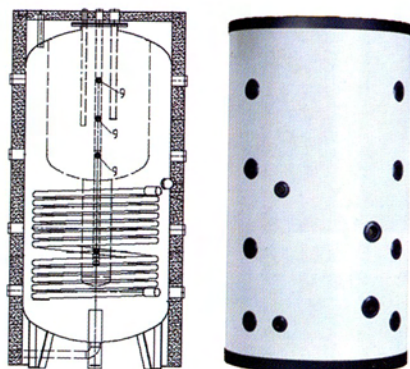
(Γερμανική παροιμία)

Η εταιρεία **ΥΔΡΟΕΝΕΡΓΕΙΑ**, που εδρεύει στο Νέο Λιμάνι, πρωτοπόρος στα συστήματα που αφορούν ανανεώσιμες και εναλλακτικές πηγές ενέργειας αναλαμβάνει να μελετήσει, να προμηθεύσει και να εγκαταστήσει το κατάλληλο σύστημα θέρμανσης για κάθε εφαρμογή.



κυρίως να ευνοεί την διαστρωμάτωση της θερμοκρασίας του νερού στο εσωτερικό του.

Η διαστρωμάτωση του δοχείου έχει ως αποτέλεσμα την μέγιστη απόδοση του συστήματος, τον περιορισμό των θερμικών απωλειών και την μέγιστη συλλογή ενέργειας από τους ηλιακούς συλλέκτες.



Το θερμοδοχείο COMBI του Ιταλικού εργοστασίου SICC είναι ειδικά σχεδιασμένο και κατασκευασμένο για τον σκοπό αυτό. Αποτελείται από δυο ξεχωριστά δοχεία, το ένα μέσα στο άλλο. Στο εξωτερικό δοχείο, (δοχείο αδρανείας), κυκλοφορεί το νερό του συστήματος της κεντρικής θέρμανσης. Στο εσωτερικό του δοχείου αδρανείας υπάρχει ένα δεύτερο δοχείο, (δοχείο ζεστού νερού χρήσης), το οποίο είναι επεξεργασμένο με το υψηλής τεχνολογίας υλικό VITROFLEX, που το καθιστά κατάλληλο για πόσιμο νερό.

Στο εσωτερικό του δοχείου αδρανείας βρίσκεται εμβυπτισμένος ένας σταθερός εναλλάκτης για σύνδεση του δοχείου με τους ηλιακούς συλλέκτες.



Εικόνα 6

Διαθέτει ισχυρή μόνωση από σκληρή πολυουρεθάνη 70mm για ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών

Το εσωτερικό δοχείο του ζεστού νερού χρήσης είναι εξοπλισμένο με ηλεκτρονικό σύστημα ανοδικής προστασίας με ανόδιο τιτανίου. Το σύστημα αυτό εξασφαλίζει την προστασία του δοχείου από διάβρωση, δεν χρειάζεται καμία συντήρηση, είναι απολύτως αδιάβρωτο, αποδοτικό και χαρακτηρίζεται από μικρή κατανάλωση ρεύματος.

Η εταιρεία **ΥΔΡΟΕΝΕΡΓΕΙΑ**, που εδρεύει στο Νέο Λιμάνι, πρωτοπόρος στα συστήματα που αφορούν ανανεώσιμες και εναλλακτικές πηγές ενέργειας αναλαμβάνει να μελετήσει, να προμηθεύσει και να εγκαταστήσει το κατάλληλο σύστημα θέρμανσης για κάθε εφαρμογή.