

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Εφαρμογές θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης

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

Το μέσο κτίριο στην Ελλάδα καλύπτει τις ανάγκες του σε θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης με κάποιο λέβητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου και τις υπόλοιπες ενεργειακές ανάγκες (π.χ. ψύξη) με ηλεκτρική ενέργεια. Γι' αυτό θεωρείται σήμερα ότι ο κτιριακός τομέας συμβάλλει κατά πολύ στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Η τεχνολογία τα τελευταία χρόνια έχει κάνει μεγάλα άλματα στον τομέα αυτό και σήμερα υπάρχει μία πλειάδα επιλογών για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μιας οικίας σε θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό, με εφαρμογές οι οποίες είναι εύκολες στη χρήση, φιλικές προς το περιβάλλον και οικονομικά αποδοτικές.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επίπεδο κατοικίας είναι:

- Βιομάζα.
- Γεωθερμία.
- Ηλιακή ενέργεια.

ΒΙΟΜΑΖΑ

Με τον όρο βιομάζα ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Σε αυτήν περιλαμβάνονται: ύλες που προέρχονται από φυσικά οικοσυστήματα (ξύλο από τα δάση), υπολείμματα από γεωργικές και δασικές διαδικασίες (ελαιοπυρήνες, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, πριονίδι, άχυρα, στελέχη αραβόσιπου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδιά δένδρων, ζωικά απόβλητα), καθώς και το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.

Η ενέργεια της βιομάζας είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια και είναι το αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα καθώς και νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος. Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου - επειδή οι ποσότητες του CO₂ που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας είναι ίδιες με αυτές που απορροφήθηκαν από τα φυτά στη διάρκεια της ζωής τους. Επίσης η μηδαμινή ύπαρξη θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η βιομάζα θα μπορούσε να αποδώσει το 9% της παγκόσμιας πρωτογενούς ενέργειας και το 24% των ενεργειακών αναγκών μέχρι το 2020.

Στις εφαρμογές θέρμανσης εκτός από τα γνωστά καυσόξυλα, χρησιμοποιούνται επίσης θρύμματα ξύλου (wood chips), πυρήνες ελιάς, πριονίδι και συσσωματώματα (pellets).



Εικ.όνα 1: Ξυλόσομπες και ενεργειακά τζάκια.

Η καύση βιομάζας γίνεται σε σύγχρονους λέβητες υψηλής τεχνολογίας με δυνατότητα αυτόματης τροφοδοσίας καυσίμου και ηλεκτρονικά ελεγχόμενη παροχή αέρα, οι οποίοι είναι σε θέση να αποδώσουν περισσότερο από το 90% της ενέργειας που περιέχεται στην βιομάζα. Επίσης χρησιμοποιούνται ενεργειακά τζάκια και ξυλόσομπες, με δυνατότητες παραγωγής θερμού νερού ή και αέρα.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

Γεωθερμική ενέργεια ονομάζουμε τη φυσική θερμική ενέργεια της Γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια. Το κέντρο της Γης έχει, σύμφωνα με πρόσφατους υπολογισμούς, θερμοκρασία 5.500°C στον πυρήνα της. Δηλαδή, είναι περίπου το ίδιο θερμό με την επιφάνεια του Ηλίου. Ακόμα και τα ανώτερα 3 μέτρα της επιφάνειας της Γης παραμένουν σε σχεδόν σταθερή θερμοκρασία $10-16^{\circ}\text{C}$ καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Κατά μέσο όρο, η θερμοκρασία κάτω από την επιφάνεια ανεβαίνει κατά 3°C κάθε 100 μέτρα βάθους.

Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας έχει μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο για την κάλυψη αναγκών του, καθώς είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας.

Με τον όρο "γεωθερμικό κλιματισμό" ορίζουμε την εκμετάλλευση της σταθερής θερμοκρασίας και θερμοχωρητικότητας του υπεδάφους από όπου με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας επιτρέπεται η μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος με στόχο την παραγωγή ενέργειας για θέρμανση ή ψύξη χώρων αλλά και ζεστού νερού χρήσης.

Στην Ελλάδα, ανάλογα βέβαια και με την περιοχή, μπορεί να υπάρχουν ισχυρές διακυμάνσεις στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, από καύσωνα το καλοκαίρι ($40-42^{\circ}\text{C}$), έως και σε θερμοκρασίες υπό του μηδενός τον χειμώνα (-15°C). Μερικά μόλις μέτρα όμως κάτω από την επιφάνεια της γης το έδαφος παραμένει σε μια σχετικά σταθερή θερμοκρασία, ανεξάρτητη από την θερμοκρασία της ατμόσφαιρας, καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Στην Ελλάδα η μέση ετήσια τιμή της θερμοκρασίας του υπεδάφους σε βάθος >2 μέτρων, είναι της τάξης των $16-20^{\circ}\text{C}$, εξαρτώμενη πάντα και από το γεωγραφικό πλάτος της κάθε περιοχής

Αυτή ακριβώς τη διαφορά θερμοκρασίας, μεταξύ του εξωτερικού αέρα του περιβάλλοντος και του υπεδάφους εκμεταλλευόμαστε με τη χρήση του γεωθερμικού συστήματος κλιματισμού. Τα συστήματα κλιματισμού που αξιοποιούν την "αβαθή γεωθερμία" μπορούν να αντλούν θερμότητα από το υπέδαφος και να την αξιοποιούν για τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων ή το καλοκαίρι, να αφαιρούν θερμότητα από το κτίριο αποδίδοντάς την στο υπέδαφος. Έτσι, με τη γεωθερμία ε-

πιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας έως και 40% για τη θέρμανση και 50% - 70% για την ψύξη.



Εικόνα 2:

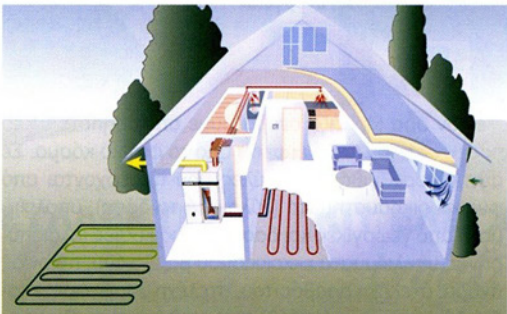
Οι μέθοδοι εγκατάστασης ενός γεωθερμικού συστήματος ποικίλουν ανάλογα με τη μορφολογία του εδάφους, τον διαθέσιμο χώρο του οικοπέδου, την ύπαρξη ή όχι υπογείων υδάτων, τις απαιτήσεις των χώρων κλιματισμού και άλλων παραγόντων και κατά συνέπεια θα πρέπει να καθορίζεται και να σχεδιάζεται κάθε περίπτωση ξεχωριστά. Ο βασικός διαχωρισμός των γεωθερμικών συστημάτων γίνεται σε γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού ή κλειστού τύπου :

Συστήματα κλειστού κυκλώματος

Το κλειστό κύκλωμα γεωεναλλάκτη αποτελείται από ένα δίκτυο θαμμένων σωλήνων πολυαιθυλενίου. Το κύκλωμα μπορεί να είναι οριζόντιο ή κατακόρυφο ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησης των σωλήνων. Το μέγεθος του διαθέσιμου ελεύθερου χώρου και η σύσταση του υπεδάφους καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τον τύπο του γεωθερμικού εναλλάκτη.

Οριζόντιο γεωθερμικό σύστημα

Ο οριζόντιος τύπος της εγκατάστασης ενδείκνυται για οικιακές εφαρμογές όπου είναι διαθέσιμη επαρκής έ-



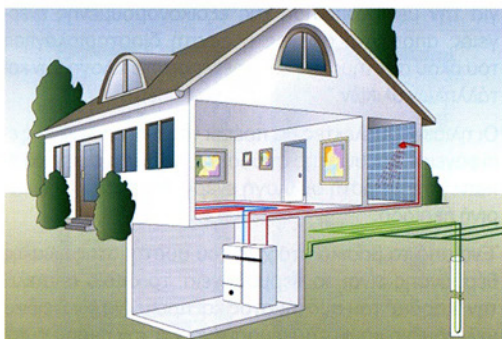
Εικόνα 3: Οριζόντιο γεωθερμικό σύστημα (Πηγή: Dimplex)

κταση γης. Απαιτεί σκάψιμο του εδάφους στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου σε βάθος 0,80-1m. Οι οριζόντιοι γεωεναλλάκτες είναι συνήθως σωλήνες δικτυωμένου πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας που στρώνονται στο σκάμμα σε κυκλώματα όμοια με την ενδοδαπέδια θέρμανση, τα οποία μέσω των συλλεκτών οδηγούνται στην αντλία θερμότητας. Το υπέδαφος λειτουργεί ως αποθήκη θερμικής ενέργειας γεγονός που συμβάλλει σημαντικά στην υψηλότερη απόδοση της εγκατάστασης.

Η απαιτούμενη έκταση γης είναι συνάρτηση των θερμικών και ψυκτικών απαιτήσεων του κτιρίου. Για την διαστασιολόγηση του γεωθερμικού εναλλάκτη, απαιτείται η γνώση των θερμοκρασιών του εδάφους και των θερμικών αποκρίσεων στο βάθος εγκατάστασης.

Κατακόρυφο γεωθερμικό σύστημα

Τα κατακόρυφα συστήματα εφαρμόζονται σε εγκαταστάσεις με περιορισμένο περιβάλλοντα χώρο και με αδυναμία πρόσληψης νερού από τον υδροφόρο ορίζοντα. Για ένα κατακόρυφο σύστημα ανοίγονται γεωτρήσεις σε απόσταση περίπου 10μ. η μία από την άλλη. Μέσα σε αυτές τοποθετείται σωλήνωση σχήματος U και στη συνέχεια γίνεται πλήρωση των γεωτρήσεων με θερμοαγωγίμο μίγμα (τσιμέντο, μπετονίτης ή με το πα-



Εικόνα 4: Κατακόρυφο γεωθερμικό σύστημα
(Πηγή: Dimplex)

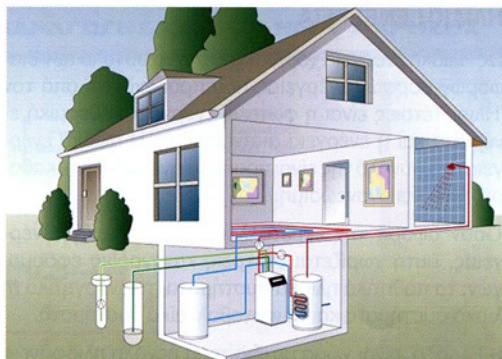
ράγωγο διάνοιξης της ίδιας της γεώτρησης).

Το πλήθος των απαιτούμενων γεωτρήσεων είναι συνάρτηση κυρίως της συνολικής ισχύος της εγκατάστασης και το βάθος τους κυμαίνεται μεταξύ 60-120m.

Πλεονέκτημα των κατακόρυφων συστημάτων είναι το γεγονός ότι η απόδοσή τους είναι σχεδόν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους

Συστήματα ανοιχτού κυκλώματος

Χαρακτηριστικό του συστήματος είναι η άντληση και επαναφορά υδάτων - υπογείων ή επιφανειακών - και η



Εικόνα 5: Συστήματα ανοιχτού κυκλώματος
(Πηγή: Dimplex)

θερμική εκμετάλλευση τους. Ο σχεδιασμός του ανοιχτού κυκλώματος περιλαμβάνει συνήθως δύο γεωτρήσεις. Την παραγωγική γεώτρηση, στην οποία εμβαπτίζεται η υποβρύχια αντλία και την γεώτρηση απόρριψης. Το νερό αντλείται από τον υδροφόρο (υδροφόρο ορίζοντα, υπέδαφος, θάλασσα, λίμνη ή ποτάμι), διέρχεται από την αντλία θερμότητας όπου απορροφά ή αποδίδει θερμότητα και κατόπιν επανεισάγεται στον υδροφόρο. Το γεωθερμικό σύστημα ανοιχτού τύπου είναι οικονομικότερο από τους κλειστούς γεωεναλλάκτες, αλλά ενδείκνυται μόνο για περιοχές με πλούσιο υδροφόρο ορίζοντα και μόνο όταν η κατώτερη στάθμη άντλησης από την γεώτρηση δεν υπερβαίνει τα 50 μέτρα.

Επειδή τα υπόγεια νερά έχουν σχετικά σταθερή θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, αποτελούν μια άριστη πηγή θερμότητας.

Το νερό της γεώτρησης μετά την θερμική αξιοποίηση του από την αντλία θερμότητας πρέπει, σύμφωνα με την υφιστάμενη νομοθεσία, να επιστραφεί στο ακέραιο στον υδροφόρο από τον οποίο αντλήθηκε. Η γεώτρηση απόρριψης πρέπει να έχει την ικανότητα να δέχεται όλη την ποσότητα νερού που πέρασε από την αντλία θερμότητας.

Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας

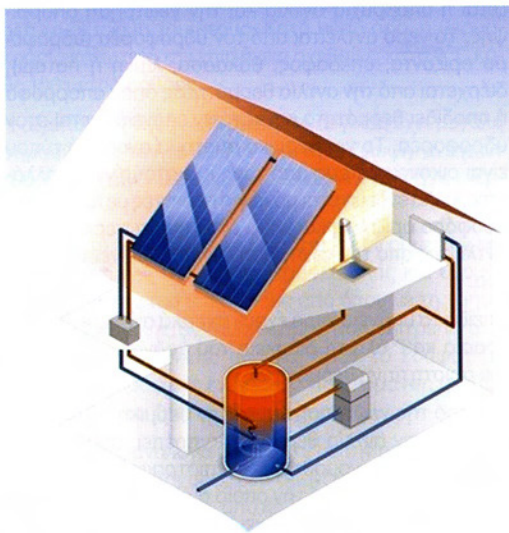
Η μεταφορά των ενεργειακών φορτίων από το κτίριο στο έδαφος ή στα υπόγεια ύδατα πραγματοποιείται μέσω της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, η οποία παράγει ψύξη, θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης. Οι Αντλίες Θερμότητας εδάφους/νερού για θέρμανση και ψύξη μπορούν να εγκατασταθούν σε νέα ή παλιά κτίρια. Μπορούν να συνδεθούν με ενδοδαπέδια συστήματα για θέρμανση και δροσισμό καθώς και με σώματα τύπου Fan Coil για θέρμανση και ψύξη. Επίσης μπορούν να συνδυαστούν και με το ήδη υπάρχον λεβητοστάσιο ή και με άλλες ανανεώσιμες πηγές όπως για παράδειγμα τα ηλιακά συστήματα για υποστήριξη θέρμανσης.

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

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.

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



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 15%-20%. 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.

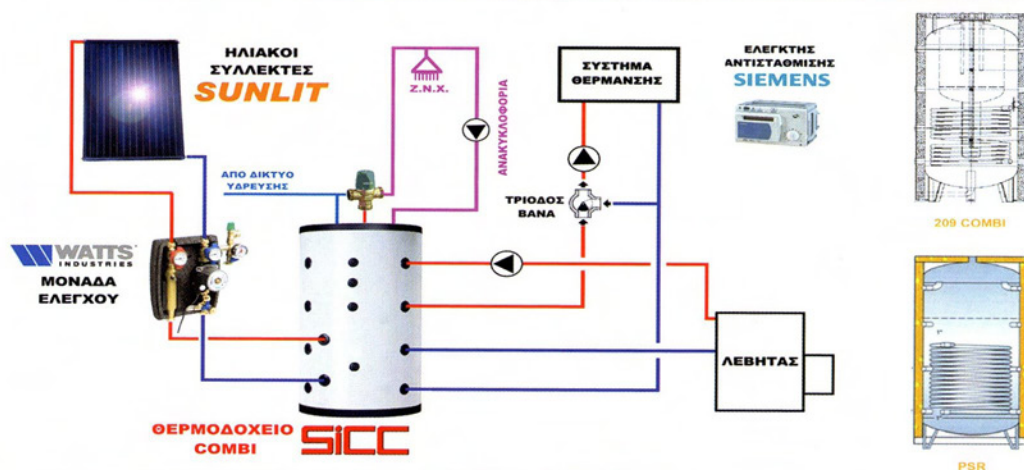
Η ηλιακή ενέργεια που συλλέγεται στους ηλιακούς συλλέκτες, μετατρέπεται σε θερμική και μεταφέρεται σε ένα ειδικά μελετημένο και κατασκευασμένο για το σκοπό αυτό θερμοδοχείο, όπου θερμαίνει αρχικά το νερό της κεντρικής θέρμανσης και στη συνέχεια το ζεστό νερό χρήσης. Εάν η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί, 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.

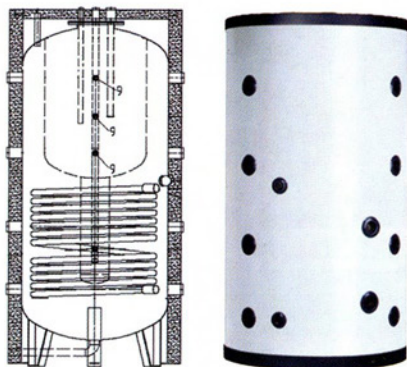
Ένα από τα βασικά στοιχεία του συστήματος ηλιακής θέρμανσης είναι το θερμοδοχείο, το οποίο αποτελεί την **"καρδιά" του συστήματος και πρέπει να είναι ειδικά μελετημένο και κατασκευασμένο για τον σκοπό αυτό.** Το θερμοδοχείο θα πρέπει να είναι καλά μονωμένο και





κυρίως να ενυποεί 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 εμβαπτισμένος 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.