



η μεταβολή της θερμοκρασίας του εδάφους

είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με τις μεγάλες

διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του αέρα



Αντλίες Θερμότητας

Παναγιώτης Ε. Τόλιας

Ηλεκτρολόγος / Μηχανικός

Δ/νοντας της Τεχνικής Εταιρίας

Μελετών & Κατασκευών Η / Μ έργων ΑΝΑΔΡΑΣΗ

(Μέρος δεύτερο)

Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας

Στο παρόν άρθρο μας θα αναφερθούμε σε μία πολύ σημαντική κατηγορία αντλιών θερμότητας για τις οποίες γίνεται πολύς λόγος τελευταία, λόγω της πολύ σημαντικής εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται με αυτές. Η κατηγορία αυτή είναι οι αντλίες θερμότητας εδάφους - νερού και εδάφους - αέρα ή αλλιώς, όπως συνηθέστερα αναφέρονται, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας.

Βασικές αρχές

Η γεωθερμική αντλία θερμότητας είναι μία συσκευή που λειτουργεί με βάση την αντιστροφή του θερμοδυναμικού κύκλου και αποτελεί ένα πλήρες σύστημα κλιματισμού – θέρμανσης. Βασικό χαρακτηριστικό της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας είναι ότι αυτή μεταφέρει ενέργεια από και προς το έδαφος, σε αντίθεση με τις αντλίες θερμότητας αέρα-αέρα και αέρα νερού που μεταφέρουν ενέργεια από και προς τον αέρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η γεωθερμική αντλία θερμότητας να έχει πολύ καλύτερη απόδοση από τις άλλες αντλίες θερμότητας, μιας και η μεταβολή της θερμοκρασίας του εδάφους είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με τις μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του αέρα.

Η γεωθερμική αντλία θερμότητας αποτελείται από τρεις βρόγχους, οι οποίοι λειτουργούν κατά τη διάρκεια όλων των θερμοδυναμικών κύκλων της αντλίας (ψύξη – θέρμανση), καθώς και έναν τέταρτο προαιρετικό βρόγχο που λειτουργεί για την προθέρμανση του νερού χρήσης μιας εγκατάστασης.

Οι τέσσερις αυτοί βρόγχοι είναι οι κάτωθι:

1ο Βρόγχος αέρα ή βρόγχος νερού, ανάλογα με το αν έχουμε αντλία θερμότητας εδάφους-αέρα ή εδάφους-νερού.

Ο βρόγχος αέρα στις αντλίες θερμότητας αέρα – εδάφους χρησιμεύει για την μεταφορά του αέρα (θερμού ή ψυχρού) από την αντλία θερμότητας στους χώρους που πρόκειται να θερμανθούν ή να κλιματιστούν. Ο βρόγχος αυτός αποτελείται από έναν εναλλάκτη θερμότητας (εξατμιστή-συμπυκνωτή) αέρα-ψυκτικού μέσου και ένα φυγοκεντρικό συνήθως ανεμιστήρα, ο οποίος μεταφέρει τον θερμό ή ψυχρό αέρα μέσω αεραγωγών στους χώρους της εγκατάστασης. Ο βρόγχος νερού στις αντλίες θερμότητας νερού – εδάφους χρησιμεύει για τη μεταφορά του νερού (θερμού ή ψυχρού) από την αντλία θερμότητας στους χώρους που πρόκειται να θερμανθούν ή να κλιματιστούν. Αποτελείται από έναν εναλλάκτη θερμότητας (εξατμιστή - συμπυκνωτή) νερού-ψυκτικού μέσου και έναν κυκλοφορητή νερού, ο οποίος μεταφέρει το



θερμό ή ψυχρό νερό μέσω σωληνώσεων στα fan coils ή στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες ή ακόμα και στις σωληνώσεις ενδοδαπέδιας θέρμανσης μιας εγκατάστασης.

2ος Βρόγχος ψυκτικού μέσου

Είναι ένας κλειστός, καθαρά ψυκτικός βρόγχος, όπου το εξατμιζόμενο στον εκάστοτε εξατμιστή ψυκτικό μέσο αναρροφάται από έναν συμπιεστή, ο οποίος καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια συμπιέζει τον ψυκτικό ατμό, προκαλώντας έτσι αύξηση της θερμοκρασίας και της πίεσής του. Ο συγκεκριμένος βρόγχος περιλαμβάνει εκτός από τον συμπιεστή και μία ειδική τετράοδη βαλβίδα για την μεταγωγή της αντλίας θερμότητας από ψύξη σε θέρμανση και το αντίστροφο.

3ος Βρόγχος γεωεναλλάκτη

Είναι ένας κλειστός υπό πίεση βρόγχος νερού ή αντιψυκτικού διαλύματος. Ο βρόγχος αυτός περιλαμβάνει έναν εναλλάκτη θερμότητας (εξατμιστή – συμπυκνωτή) ψυκτικού μέσου – νερού, έναν κυκλοφορητή νερού και ένα δίκτυο σωληνώσεων θαμμένων στην γη (γεωεναλλάκτης), εντός των οποίων κυκλοφορεί νερό ή αντιψυκτικό διάλυμα, το οποίο απορροφά θερμότητα από την γη όταν η εγκατάσταση λειτουργεί σε θέρμανση και απορρίπτει θερμότητα σε αυτή όταν η εγκατάσταση λειτουργεί σε ψύξη.

4ος Βρόγχος (προθέρμανση του νερού χρήσης)

Είναι ένας προαιρετικός κλειστός υπό πίεση βρόγχος που κυκλοφορεί το νερό από την γεωθερμική αντλία θερμότητας προς ένα θερμαντήρα νερού (μπόιλερ). Ο βρόγχος αυτός περιλαμβάνει έναν πρόσθετο εναλλάκτη θερμότητας ψυκτικού μέσου – νερού και έναν κυκλοφορητή νερού. Στις αντλίες θερμότητας που διαθέτουν αυτό τον επιπλέον βρόγχο το θερμό αέριο από την κατάθλιψη του συμπιεστή, πριν απορριφτεί στον εκάστοτε συμπυκνωτή, περνά πρώτα από τον πρόσθετο εναλλάκτη θερμότητας νερού – ψυκτικού μέσου και αποδίδει ένα μέρος της θερμότητάς του με αποτέλεσμα να θερμαίνεται το νερό που κυκλοφορεί με τη βοήθεια ενός κυκλοφορητή που υπάρχει μεταξύ της αντλίας θερμότητας και





Καταναλώνουν την λιγότερη ενέργεια και κατά συνέπεια έχουν το

χαμηλότερο λειτουργικό κόστος για τον χρήστη

του μπόιλερ. Ειδικά όταν η αντλία θερμότητας λειτουργεί σε ψύξη, έχουμε μια επιπλέον αρκετά σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας καθώς, χωρίς να καταναλώνεται ενέργεια, μπορούμε να προθερμάνουμε σημαντικά το ζεστό νερό χρήσης.

Για τη λειτουργία των γεωθερμικών αντλιών απαιτείται υποχρεωτικά η ύπαρξη γεωεναλλάκτη. Ο γεωεναλλάκτης είναι ένα εκτεταμένο δίκτυο θαμμένων σωληνώσεων, εντός των οποίων κυκλοφορεί νερό ή αντιψυκτικό διάλυμα. Το έδαφος, λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης, αποτελεί μία αστείρευτη αποθήκη ενέργειας με όχι ιδιαίτερα μεταβαλλόμενη θερμοκρασία. Ο γεωεναλλάκτης με τη βοήθεια της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, κατά τον χειμώνα απορροφά θερμότητα από την γη και την μεταφέρει στον υπό θέρμανση χώρο, ενώ το καλοκαίρι αποδίδει την θερμότητα που αφαιρείται από τον χώρο, μέσω του συστήματος κλιματισμού, στην γη.

Τα περισσότερα διαδεδομένα συστήματα γεωεναλλατών είναι τα παρακάτω:

1. Συστήματα κλειστού βρόγχου

- Οριζόντιοι γεωεναλλάκτες (οριζόντιοι βρόγχοι σε χαντάκια). Στο σύστημα αυτό τοποθετούνται στον περιβάλλοντα χώρο, μέσα σε χαντάκια και σε βάθος περίπου 1.5-2m, δίκτυα κλειστών βρόγχων σωληνώσεων πολυαιθυλενίου PE με συγκολλητές συνδέσεις. Μπορεί να εφαρμοστεί σε κτίρια που διαθέτουν αρκετά μεγάλο περιβάλλοντα χώρο, ο οποίος δεν πρέπει να σκιάζεται με δέντρα και πυκνά φυτά.
- Κατακόρυφοι γεωεναλλάκτες. Στο σύστημα αυτό τοποθετούνται σε γεωτρήσεις μέχρι το βάθος των 100m δίκτυα κλειστών βρόγχων σωληνώσεων πολυαιθυλενίου PE με συγκολλητές συνδέσεις. Μπορεί να εφαρμοστεί σε κτίρια που δεν διαθέτουν αρκετά μεγάλο περιβάλλοντα χώρο.

2. Συστήματα ανοιχτού βρόγχου

- Γεωτρήσεις υπογείων υδάτων. Στο σύστημα αυτό, μέσω κατάλληλης υποβρύχιας αντλίας, αντλείται νερό από υπόγεια γεώτρηση. Το νερό αυτό μεταφέρεται μέσω κατάλληλου δικτύου σωληνώσεων στην γεωθερμική αντλία θερμότητας και αφού διέλθει από αυτήν, απορροφώντας ή προσδίδοντας θερμότητα, επανέρχεται σε δεύτερη γεώτρηση που βρίσκεται σε ικανή απόσταση από την πρώτη. Μπορεί να εφαρμοστεί όπου υπάρχουν ή πρόκειται να κατασκευασθούν μόνιμες γεωτρήσεις.
- Υφιστάμενα πηγάδια. Στο σύστημα αυτό, μέσω κατάλληλης υποβρύχιας αντλίας, αντλείται νερό από υφιστάμενα πηγάδια. Το νερό αυτό μεταφέρεται μέσω κατάλληλου δικτύου σωληνώσεων στην γεωθερμική αντλία θερμότητας και αφού διέλθει από αυτήν, απορροφώντας ή προσδίδοντας θερμότητα, επανέρχεται σε δεύτερο πηγάδι που είτε υφίσταται είτε κατασκευάζεται σε ικανή απόσταση από το πρώτο.

- Λίμνες – θάλασσα. Στο σύστημα αυτό, μέσω κατάλληλων αντλιών, αντλείται νερό από λίμνη ή θάλασσα που πιθανόν υπάρχει πλησίον. Το νερό μεταφέρεται μέσω κατάλληλου δικτύου σωληνώσεων (πρωτεύον κύκλωμα) σε έναν εναλλάκτη θερμότητας νερού – νερού και αφού διέλθει από αυτόν, απορροφώντας ή προσδίδοντας θερμότητα, επανέρχεται πάλι στη λίμνη ή στη θάλασσα. Ο εναλλάκτης νερού- νερού συνδέεται μέσω ενός κλειστού βρόγχου σωληνώσεων (δευτερεύον κύκλωμα) με την γεωθερμική αντλία θερμότητας ανταλλάσσοντας με αυτήν θερμότητα. Μπορεί να εφαρμοστεί μόνο όπου υπάρχει σε κοντινή απόσταση λίμνη ή θάλασσα, και φυσικά αν και εφόσον επιτρέπεται, σύμφωνα με το νόμο, η χρήση του για τον σκοπό αυτό.

Οι γεωθερμικές αντλίες έχουν έναν αρκετά υψηλό συντελεστή απόδοσης (COP), ο οποίος μπορεί να λάβει τις παρακάτω τιμές, ανάλογα με το είδος του γεωεναλλάκτη και τις συνθήκες λειτουργίας του:

ΕΙΔΟΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ	Κατακόρυφος γεωεναλλάκτης	Οριζόντιος γεωεναλλάκτης
COP ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΨΥΞΗΣ	4 έως 4.5	3 έως 3.5
COP ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	5 έως 6	4.5 έως 5

Συγκρινόμενες με άλλες ενεργειακές συσκευές, όπως ο λέβητας, που έχει συντελεστή απόδοσης 0.80 έως 0.90 και οι αντλίες θερμότητας αέρα-αέρα και αέρα-νερού, που έχουν συντελεστή απόδοσης περίπου 2.5 έως 3 το πολύ, διαπιστώνουμε ότι οι γεωθερμικές αντλίες καταναλώνουν την λιγότερη ενέργεια και κατά συνέπεια έχουν το χαμηλότερο λειτουργικό κόστος για τον χρήστη.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας δύναται να εγκατασταθούν σε οιαδήποτε νέο κτίριο, είτε πρόκειται για κατοικία είτε για επαγγελματικό κτίριο και μπορούν συνδυαστούν και να λειτουργήσουν με τους παρακάτω τύπους εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

- Εγκαταστάσεις ενδοδαπέδιας θέρμανσης και δροσισμού (αντλίες θερμότητας νερού – εδάφους)
- Εγκαταστάσεις θέρμανσης κλιματισμού με νερό και fan coil ή και κεντρικές κλιματιστικές μονάδες αέρα – νερού (αντλίες θερμότητας νερού – εδάφους)
- Εγκαταστάσεις θέρμανσης κλιματισμού με αέρα και αεραγωγούς (αντλίες θερμότητας αέρα – εδάφους)
- Εγκαταστάσεις παθητικής ψύξης (αντλίες θερμότητας νερού – εδάφους)
- Εγκαταστάσεις παραγωγής θερμού νερού χρήσης (κυρίως αντλίες θερμότητας νερού – εδάφους, αλλά και αντλίες θερμότητας αέρα-εδάφους)





τητας αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα σοβαρής μηχανολογικής μελέτης γεωθερμικής εγκατάστασης και γίνεται από τους καταλόγους και τους πίνακες απόδοσης, σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας, του εκάστοτε κατασκευαστή, αφού πρώτα προσδιορισθούν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και υπολογισθούν αναλυτικά τα ψυκτικά φορτία, οι θερμικές απώλειες και οι απαιτήσεις σε ζεστό νερό χρήσης του κτιρίου.

Για την κατασκευή της εγκατάστασης απαιτείται η έκδοση ειδικής άδειας

Για την κατασκευή μιας εγκατάστασης θέρμανσης – ψύξης με γεωθερμικές αντλίες θερμότητας απαιτείται υποχρεωτικά, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Υ.Α Δ9 Β,Δ/Φ166/οικ 13068/ΓΔΦΠ 2488/ΦΕΚ 1249/24-6-2009), η έκδοση ειδικής άδειας. Η άδεια αυτή εκδίδεται από την αρμόδια Δ/ση Ανάπτυξης της Νομαρχίας ή της Περιφέρειας, σύμφωνα με τα νέα δεδομένα του Καλλικράτη. Για να εκδοθεί η άδεια απαιτείται η υποβολή ειδικής μηχανολογικής μελέτης από αρμόδιο μηχανικό.

Επίσης μπορούν να εγκατασταθούν σε οιαδήποτε υφιστάμενο κτίριο αντικαθιστώντας τον υπάρχοντα λέβητα ή την υπάρχουσα αντλία θερμότητας αέρα-νερού ή αέρα-αέρα, με την προϋπόθεση φυσικά το παλαιό κτίριο να διαθέτει ένα από τα παραπάνω αναφερόμενα συστήματα θέρμανσης ή κλιματισμού.

Η κατασκευή μιας εγκατάστασης με γεωθερμικές αντλίες θερμότητας μπορεί να γίνει από συνεργείο ψυκτικών που έχουν μία σχετική εμπειρία σε εγκαταστάσεις κεντρικού κλιματισμού, σε συνεργασία φυσικά με συνεργείο υδραυλικών που γνωρίζουν από εγκαταστάσεις κεντρικού κλιματισμού και πάντα σύμφωνα με τα την μελέτη, τα κατασκευαστικά σχέδια και τις οδηγίες έμπειρου μηχανικού σε εγκαταστάσεις κεντρικού κλιματισμού και γεωθερμίας.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας μπορούν να τοποθετηθούν είτε στον περιβάλλοντα χώρο, είτε σε εσωτερικό χώρο μηχανοστασίου ανάλογα με τις δυνατότητες που υπάρχουν. Μία εγκατάσταση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας εκτός από τις ίδιες και τους γεωεναλλάτες μπορεί -ανάλογα με το τύπο της εγκατάστασης- να περιλαμβάνει δοχείο αποθήκευσης θερμού νερού για τη λειτουργία σε θέρμανση, δοχείο αδρανείας για τη λειτουργία της εγκατάστασης σε ψύξη, μπόιλερ παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, σταθμό καθαρού νερού ενσωματωμένο στο μπόιλερ, κυκλοφορητές, σωληνώσεις διασύνδεσης των διαφόρων συστημάτων, τρίοδες και τετράοδες βαλβίδες νερού, αυτοματισμούς κ.λ.π.

Επειδή το μέλλον πραγματικά ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που μία από τις πιο σημαντικές είναι και η εγκατάσταση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, καθήκον του σύγχρονου τεχνικού θέρμανσης και κλιματισμού είναι να εξετάζει με μεγάλη προσοχή και να προτείνει τέτοιου είδους εγκαταστάσεις, πάντα φυσικά αφού λάβει υπόψη του όλες αυτές τις παραμέτρους που θα καθιστούν την εγκατάσταση πραγματικά αποδοτική και ωφέλιμη για τον τελικό χρήστη.



Το κόστος μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας δεν διαφέρει και πολύ από το κόστος μιας απλής αντλίας θερμότητας αέρα-νερού. Όμως το κόστος κατασκευής του απαιτούμενου γεωεναλλάκτη, ανάλογα με τον εκάστοτε τύπο του, μπορεί να είναι αρκετά μεγάλο. Για τον λόγο αυτό, πριν ληφθεί απόφαση για την κατασκευή μιας εγκατάστασης με γεωθερμική αντλία, πρέπει οπωσδήποτε να προηγηθεί μια οικονομοτεχνική μελέτη στην οποία θα εξετασθούν οι τοπικές συνθήκες, οι εναλλακτικές λύσεις και προπαντός να υπολογισθεί με ακρίβεια ο ετήσιος βαθμός απόδοσης (JAZ ή SPF) και το κόστος κατασκευής. Ο ετήσιος βαθμός απόδοσης είναι ο λόγος της θερμικής ενέργειας που δύναται να αποδοθεί κατά τη διάρκεια ενός έτους προς την ηλεκτρική ενέργεια που θα απορροφηθεί από το σύστημα. Ποτέ δεν πρέπει να λαμβάνεται απόφαση για την εγκατάσταση συστήματος με γεωθερμική αντλία μόνο με βάση τον συντελεστή απόδοσης της (COP).



Η επιλογή του μεγέθους των γεωθερμικών αντλιών θερμό-