

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Δεδομένου ότι το κόστος της ενέργειας συνεχίζει να αυξάνεται, καθίσταται απαραίτητη η ανάγκη για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη βελτίωση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων κλιματισμού. Για το λόγο αυτό, η γεωθερμική αντλία θερμότητας γίνεται ολοένα και περισσότερο ένα από τα βασικότερα στοιχεία για την εξοικονόμηση ενέργειας στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Οι αντλίες θερμότητας επιτυγχάνουν υψηλότερες αποδόσεις όταν συνδυάζονται με τους γεωθερμικούς εναλλάκτες (Γ.Ε.). Υπάρχουν δύο διαδεδομένα είδη Γ.Ε. οι κατακόρυφοι και οι οριζόντιοι Γ.Ε.

Στη παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε η μοντελοποίηση των οριζόντιων Γ.Ε. κτίζοντας πάνω στους ήδη μοντελοποιημένους κατακόρυφους Γ.Ε. και προσθέτοντας νέα στοιχεία. Η μοντελοποίηση χρησιμοποιεί το λογισμικό προσομοίωσης FlexPDE6.30 και περιγράφει την απόδοση των οριζόντιων Γ.Ε. καθώς μεταβάλλονται διάφορα χαρακτηριστικά τους.

Οι οριζόντιοι Γ.Ε. συνήθως είναι θαμμένοι σε ένα βάθος περίπου 1-2 m με μια σειρά από σωλήνες που συνδέονται μεταξύ τους. Αυτοί οι εναλλάκτες θεωρείται ότι επηρεάζονται από τις εποχιακές καιρικές συνθήκες αφού τοποθετούνται ρηχά στο έδαφος σε αντίθεση με τους κατακόρυφους γεωεναλλάκτες θερμότητας οι οποίοι τοποθετούνται συνήθως σε ένα βάθος μέχρι 100 m. Ο οριζόντιος γεωεναλλάκτης θερμότητας που μοντελοποιήθηκε, αποτελείται από τέσσερις σωλήνες μήκους 50 m ο κάθε ένας, ενσωματωμένους σε τρία στρώματα εδάφους. Η αρχική θερμοκρασία του εδάφους ταιριάζει με μία πραγματική περίπτωση θερμοκρασίας του εδάφους το μήνα Ιούνιο σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία στην Κύπρο, με τα κορυφαία στρώματα να βρίσκονται στην υψηλότερη θερμοκρασία.

Αρχικά μελετήθηκε η επίδραση της διαχυτότητας του εδάφους (μέσω της χρήσης διαφορετικών υλικών στρώσης) στη θερμοκρασία εισόδου και εξόδου του υγρού που ρέει μέσα στους σωλήνες του Γ.Ε. και φάνηκε ότι για τιμές διαχυτότητας πάνω από $16 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (κρίσιμη τιμή) δεν είναι επιπρόσθετα αποτελεσματικές για τον οριζόντιο Γ.Ε. Κάτω απ' αυτή τη τιμή η επίδραση της διαχυτότητας του εδάφους είναι πολύ σημαντική αφού όσο χαμηλότερη είναι, τόσο ψηλότερη είναι η θερμοκρασία εισόδου και εξόδου του υγρού που ρέει μέσα στους σωλήνες του οριζόντιου Γ.Ε.

Έπειτα, μεταβάλλοντας την απόσταση από κέντρο σε κέντρο μεταξύ των σωλήνων του οριζόντιου Γ.Ε. παρατηρήθηκε ότι η θερμοκρασία εισόδου και εξόδου του υγρού που ρέει μέσα στους σωλήνες του Γ.Ε. μειώνεται μέχρι μια κρίσιμη απόσταση (στη περίπτωση αυτή 0.4 m) μετά την οποία δεν παρατηρείται καμία αλλαγή στη θερμοκρασία εισόδου και εξόδου του υγρού (παραμένει περίπου σταθερή).

Στη συνέχεια εξετάστηκε σε πόσο βάθος μπορεί να διεισδύσει η θερμοκρασία στο έδαφος λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας για ναδειχθεί αν επηρεάζεται η απόδοση του οριζόντιου Γ.Ε. και παράλληλα, συγκρίθηκε η θερμοκρασία στην επιφάνεια του εδάφους με τη θερμοκρασία του αέρα κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης μέρας σε μια τοποθεσία της Κύπρου (Προδρόμι), όπου υπήρχαν ήδη τιμές της θερμοκρασίας του αέρα για κάποιες ώρες της ημέρας.

Τέλος, καταγράφηκαν και σχολιάστηκαν τα αποτελέσματα και διατυπώθηκαν τα κατάλληλα συμπεράσματα.

ABSTRACT

As the cost of energy continues to rise, the need to save energy and improve the overall energy efficiency of air conditioning systems becomes important. For this reason, the geothermal heat pump is becoming one of the most essential elements for energy savings in heating and cooling systems. Heat pumps achieve higher yields when they are coupled to ground heat exchangers (GHEs). There are two common types of GHEs the vertical and horizontal GHE.

The present study models the horizontal GHEs, building on the already modeled vertical GHEs and adding new elements. The modeling is performed with the simulation software FlexPDE6.30 and describes the performance of horizontal GHEs when various characteristics change.

The horizontal GHEs usually are buried at a depth of about 1-2 m with a series of tubes connected together. These exchangers are affected by seasonal weather conditions since they are placed in shallow ground in contrast to the vertical GHEs which usually are placed at a depth of up to 100 m. The modeled horizontal heat exchanger is constructed with four tube lines, 50 m in length each, embedded in three ground layers. The initial ground temperature matches a real case ground temperature in June at a certain location in Cyprus, with the top layer being at a higher temperature.

Initially, we study the effect of diffusivity of the soil (through the use of different material layers) on the inlet and outlet temperature of the fluid flowing through the tubes of GHE. It is shown that values of diffusivity greater than $16 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$ (critical value) do not decrease further the horizontal GHE temperature. Below this value, the effect of the diffusivity of the soil is very important, since the lower it is, the higher is the inlet and outlet temperature of the fluid flowing through the tubes of the horizontal GHE.

Thereafter, by varying the center to center distance between the horizontal tubes of GHE it is observed that the inlet and outlet temperature of the fluid flowing through the tubes of the GHE, is not reduced further after a critical distance of 0.4 m.

Then, we examine the depth that the solar heat can penetrate into the soil and how the performance of the horizontal GHE is affected. The calculated temperature of the ground during the course of a given day in a location in Cyprus (Prodromi), is then compared to measured values.

Finally, conclusions are drawn.