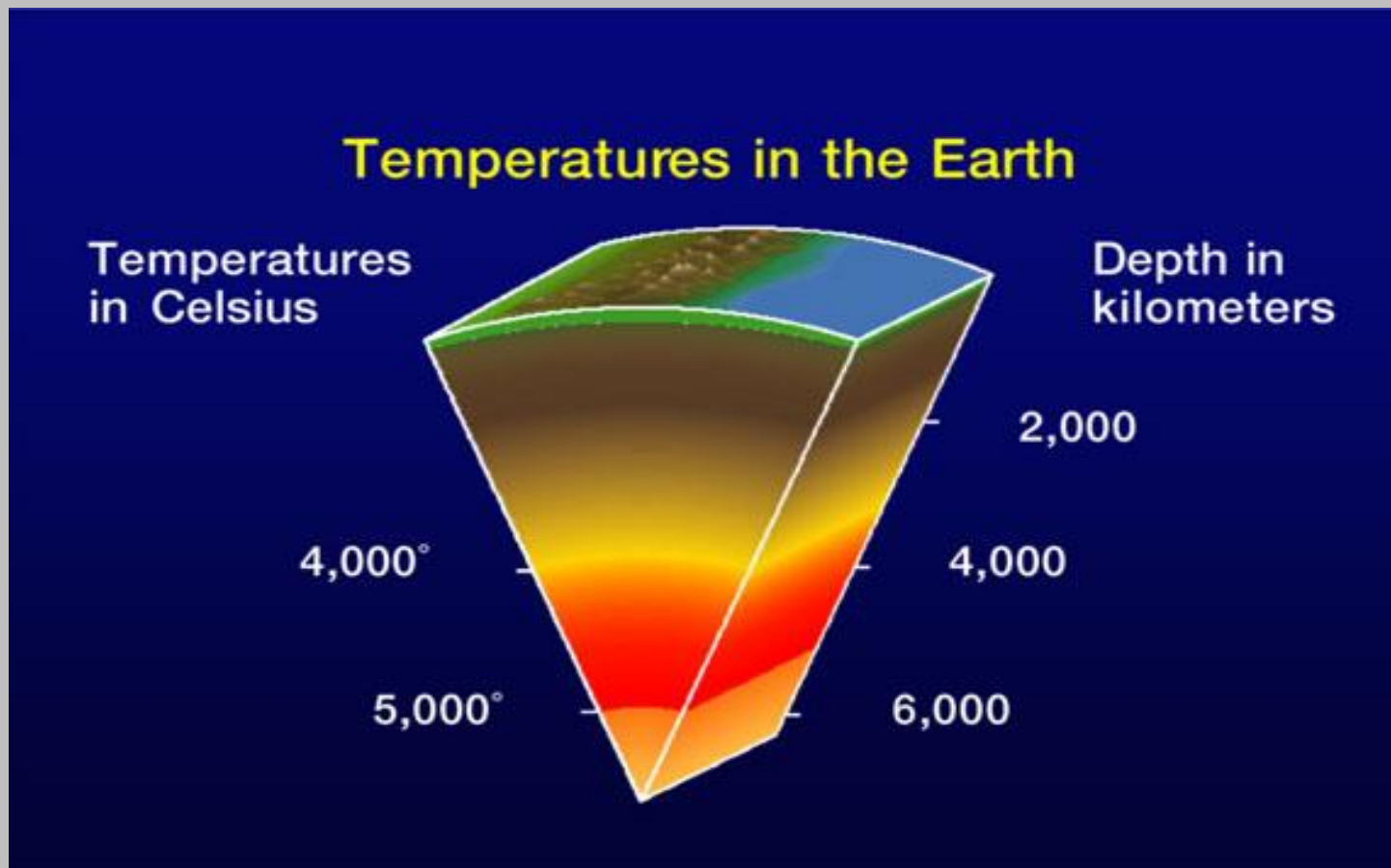


Ενότητα 2: Τεχνικές πτυχές και διαδικασίες εγκατάστασης συστημάτων αβαθούς γεθερμίας

«Συστήματα ΓΑΘ – Ταξινόμηση Συστημάτων ΓΑΘ και Εναλλαγή
Θερμότητας με το Έδαφος»

Ιωάννης Χωροπανίτης
Διπλ. Μηχανικός Ορυκτών Πόρων
Τμήμα Γεωθερμικής Ενέργειας - ΚΑΠΕ

Γεωθερμική Ενέργεια είναι η Θερμότητα της Γης



Μορφές Γεωθερμικής Ενέργειας

- Υψηλή Ενθαλπία:

Θερμότητα υπόγειων πετρωμάτων & υδάτων θερμοκρασίας $> 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$

- Χαμηλή Ενθαλπία:

Θερμότητα υπόγειων πετρωμάτων & υδάτων θερμοκρασίας $25\text{-}150 \text{ }^{\circ}\text{C}$

- Αβαθής Γεωθερμία:

Θερμότητα πετρωμάτων μικρού βάθους και επιφανειακών υδάτων $< 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Αβαθής Γεωθερμία ($T < 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

1. Εκμετάλλευση της σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους μέσω των Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (υδροψυκτες αντλίες θερμότητας) για Θέρμανση, Ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού
2. Εφαρμογή σε οποιοδήποτε χώρο: Οικίες, Ξενοδοχεία, Κτίρια Γραφείων, Κολυμβητήρια, Αθλητικές Εγκαταστάσεις, Θερμοκήπια, Τηλεθερμάνσεις/Τηλεψύξεις

Συστήματα ΓΑΘ

Μεγιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης σε σχέση με άλλα συστήματα ψύξης – θέρμανσης αντλιών θερμότητας



Υπέδαφος

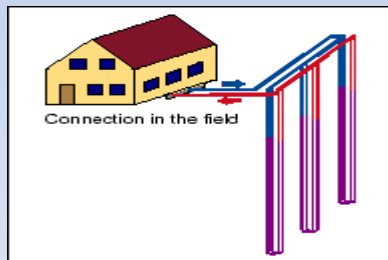
Αμετάβλητη η θερμοκρασία κατά την διάρκεια του έτους

Συστήματα ΓΑΘ

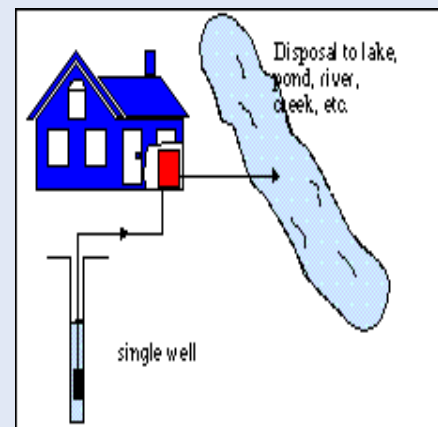
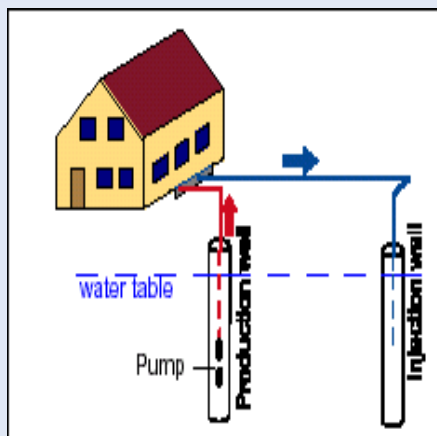
- Γήινος Εναλλάκτης Θερμότητας (ΓΕΘ) ΕΔΑΦΟΣ
- Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (ΓΑΘ)-Λοιπός Εξοπλισμός ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ
- Σύστημα θέρμανσης εντός του κτιρίου ή της εφαρμογής μας

ΔΙΑΤΑΞΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (ΓΕΘ)

Κλειστό σύστημα



Ανοιχτό σύστημα



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΑΘ

- Ανάγκες του κτιρίου (εφαρμογής) σε θέρμανση-ψύξη και ΖΝΧ

- Διαθέσιμος ελεύθερος χώρος (επιλογή οριζόντιου ή κατακόρυφου κλειστού ΓΕΘ) ή υδροφορία

Διαστασιολόγηση και
σχεδιασμός του συστήματος

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΓΗΙΝΟΥ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

- Γεωλογική Μελέτη
- Κατασκευή της Πρώτης Πιλοτικής Γεώτρησης
- Δοκιμαστική Άντληση (σε περίπτωση υδροφορίας)- Προσδιορισμός της παροχής
- Κατασκευή του πρώτου ΓΕΘ (αν δεν καλύπτει η παροχή)
- Μέτρηση Θερμικής Αγωγιμότητας και Θερμικής Αντίστασης του ΓΕΘ (TRT)

- Μήκος ΓΕΘ (αριθμός, βάθος γεωτρ.)
- Διάμετρος γεωτρήσεων
- Υλικό ενεμάτωσης
- Μονό ή διπλό U
- Διάμετρος σωληνώσεων Φ32 ή Φ40

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΓΗΙΝΟΥ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Γεωλογία

Κατά τη σχεδίαση μιας εγκατάστασης ΓΑΘ, η ακριβή γνώση των γεωλογικών σχηματισμών του **υπεδάφους** είναι πολύ σημαντική όπου αποτελούν **παραμέτρους κλειδιά** για την επιτυχή και αποδοτική έκβαση της εγκατάστασης.

Η ικανότητα του εδάφους να μεταφέρει και να αποθηκεύει θερμότητα εξαρτάται πρωταρχικά από έναν αριθμό παραγόντων:

Ορυκτολογία πετρωμάτων: Γενικά όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε χαλαζία, τόσο μεγαλύτερη η θερμική αγωγιμότητα.

Πυκνότητα: Υψηλή πυκνότητα πετρωμάτων σημαίνει συνεκτική δομή και απουσία κενών. Όσο υψηλότερη είναι η πυκνότητα τόσο υψηλότερη η αγωγιμότητα και η διάχυση του πετρώματος

Περιεκτικότητα νερού: Η παρουσία νερού βελτιώνει τη μετάδοση θερμότητας ακόμη και με απουσία ροής. Το νερό πληρώνει τους πόρους του πετρώματος με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμικής αγωγιμότητας.

Πιλοτική-Δοκιμαστική Γεώτρηση

Ένα αποτελεσματικό εργαλείο γεωλογικής έρευνας για κατακόρυφα κλειστά-ανοικτά συστήματα αβαθούς γεωθερμίας είναι η κατασκευή πιλοτικής γεώτρησης. Η διάνοιξη μιας πιλοτικής γεώτρησης μαζί με την γεωλογική μελέτη, παρέχει πλήρη και σημαντική πληροφορία γύρω από:

- Τη λιθολογική εξέλιξη του υπεδάφους
- Το βαθμό ρωγμάτωσης / κατακερματισμού του εδάφους
- Την υδρογεωλογία
- Τον υδροφόρο ορίζοντα
- Την παραγωγικότητα της γεώτρησης(παροχή, πτώση της στάθμης του ύδατος)
- Την χημική σύσταση του νερού

Η Πιλοτική γεώτρηση θα μας οδηγήσει στην κατασκευή ανοικτού ή κλειστού κατακόρυφου συστήματος ΓΑΘ.

ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ (TRT)

- Προσομοίωση λειτουργίας της ΓΑΘ σε ψύξη
- Πραγματοποίηση μετρήσεων- 48 h
- Μέτρηση θερμοκρασιών προσαγωγής και επιστροφής
- Μέτρηση παροχής
- Μέτρηση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας
- Υπολογισμός θερμικής αγωγιμότητα και θερμικής αντίστασης του ΓΕΘ
- Ασφαλή μέθοδος μετρήσεων για την ορθή διαστασιολόγηση του ΓΕΘ
- Προσδιορισμός πραγματικής τιμής θερμικής αγωγιμότητας.



Συστήματα γήινων εναλλακτών κλειστού κυκλώματος

1) Οριζόντιος κλειστός γήινος εναλλάκτης θερμότητας

- Τοποθετείται σε βάθος μεγαλύτερο του 1,50 m.
- Σωληνώσεις $\Phi 25$ ή $\Phi 32$ πολυαιθυλενίου PE ή ακτινοδικτυωμένου πολυαιθυλενίου
- Απόδοση $15-30 \text{ W/m}^2$ (απαιτούμενη επιφάνεια 2,50-3 φορές της κλιματιζόμενης επιφάνειας του κτιρίου)
- Ιδανικότερος νότιος προσανατολισμός (για θέρμανση)

Συστήματα γήινων εναλλακτών κλειστού κυκλώματος

1) Οριζόντιος κλειστός γήινος εναλλάκτης θερμότητας

- Μικρό κόστος κατασκευής
- Εύκολη κατασκευή
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Εκμεταλλεύσιμη η τελική επιφάνεια (π.χ χώρος στάθμευσης)
- Δυνατότητα φύτευσης (όχι φυτά με βαθύ ριζικό σύστημα)
- Μεγάλη ελεύθερη απαιτούμενη επιφάνεια



Συστήματα γήινων εναλλακτών κλειστού κυκλώματος

2) Κατακόρυφος κλειστός γήινος εναλλάκτης θερμότητας

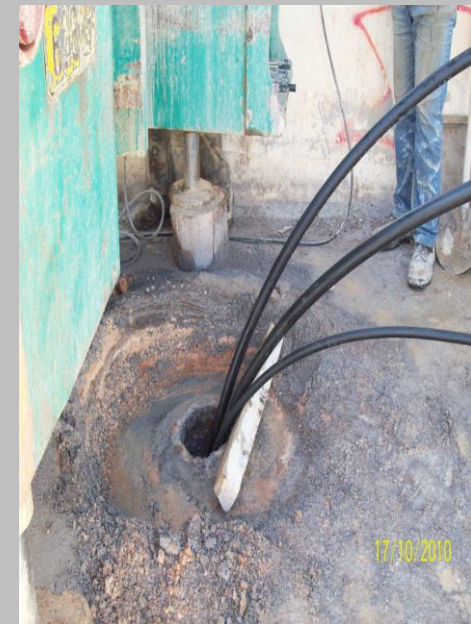
- Κατασκευή γεωτρήσεων
Βάθος 60-110 m
Διάμετρος 150-180 mm
- Σωληνώσεις
Πολυαιθυλενίου ή ακτινοδικτυωμένου πολυαιθυλενίου
Διαμέτρου Φ25 ή Φ32 ή Φ40
Μονού ή διπλού U
- Υλικό ενεμάτωσης
Μπεντονίτης - τσιμέντο - άμμος
Μπεντονίτης - τσιμέντο
Υλικό της διάτρησης της γεώτρησης μετά από επεξεργασία
Προπαρασκευασμένο υλικό υψηλής θερμικής αγωγιμότητας

Συστήματα γήινων εναλλακτών κλειστού κυκλώματος

2) Κατακόρυφος κλειστός γήινος εναλλάκτης θερμότητας

- Μικρή απαιτούμενη ελεύθερη επιφάνεια
- Αυξημένη απόδοση
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Αξιοπιστία
- Αθόρυβη λειτουργία

- Υψηλό αρχικό κόστος



Συστήματα γήινων εναλλακτών ανοικτού κυκλώματος

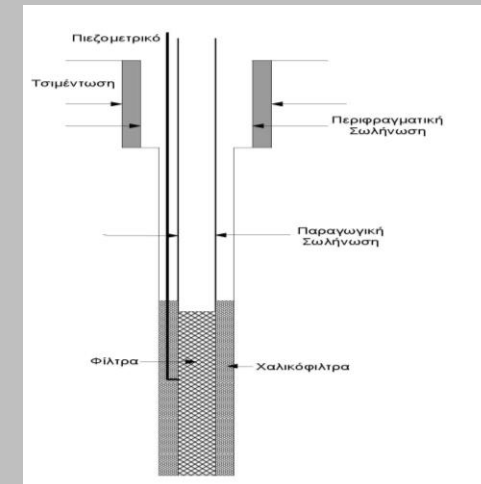
3) Κατακόρυφος ανοικτός γήινος εναλλάκτης θερμότητας

- Κατασκευή υδρογεωτρήσεων
Παραγωγική γεώτρηση
Γεώτρηση Επανεισαγωγής
Απόσταση μεταξύ τους >5 m
- Πλακοειδής Εναλλάκτης Θερμότητας
Ανοξείδωτος ή Τιτανίου αποσυναρμολογούμενος
- Άντληση ρευστού
Υποβρύχιο αντλητικό συγκρότημα

Συστήματα γήινων εναλλακτών ανοικτού κυκλώματος

3) Κατακόρυφος ανοικτός γήινος εναλλάκτης θερμότητας

- Μικρή απαιτούμενη ελεύθερη επιφάνεια
- Αυξημένη απόδοση
- Αξιοπιστία
- Αθόρυβη λειτουργία



Εφαρμογές Συστημάτων ΓΑΘ

Ξενοδοχείο Αμαλία Ναύπλιο

Στοιχεία Υδρογεώτρησης

3 υδρογεωτρήσεις με υφάλμυρο νερό
(1 παραγωγική 60 m³/h και
2 Επανεισαγωγής), Βάθος 60 m

Σύστημα θέρμανσης εντός του κτιρίου

Fan-Coils και κεντρικό σύστημα
αεραγωγών

Στοιχεία Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας

Συνολική Ισχύς σε θέρμανση 704 kWth

Συνολική Ισχύς σε ψύξη 566 kWc

SPF = 4,55 SEER = 3,85

Εξοικονόμηση ανά έτος

42% Πρωτογενούς Ενέργειας

121.000 lit Ισοδύναμου Πετρελαίου

Μείωση των εκπομπών 323 TCO₂



Εφαρμογές Συστημάτων ΓΑΘ

Δημοτικό Κολυμβητήριο Ήλιδας

Στοιχεία Υδρογεώτρησης

2 υδρογεωτρήσεις
(1 παραγωγική 70 m³/h και 1
Επανεισαγωγής), Βάθος 80 m

Εναλλάκτες

Πλακοειδής Εναλλάκτης Θερμότητας

Στοιχεία Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας

Συνολική Ισχύς σε θέρμανση 800 kWth,
SPF = 5,00

Εξοικονόμηση ανά έτος

44% Πρωτογενούς Ενέργειας

83% Εξοικονόμηση χρημάτων από την
λειτουργία

95.000 lit Ισοδύναμου Πετρελαίου

Μείωση των εκπομπών 253 TCO₂



Ευχαριστώ για την Προσοχή σας



3^η Εκπαιδευτική Ημερίδα Γεωθερμίας: «Αβαθής Γεωθερμία και Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας ΓΑΘ»
05 Ιουνίου 2015, Άρτα