

aid engineering ltd



...your Engineering Aid!

Γεωθερμία και κλιματισμός, βασικές αρχές.

*Μέρος 1ο: Θεωρητικό υπόβαθρο
γεωθερμικών συστημάτων*

*Μέρος 2ο: Υπολογιστική ανάλυση
γεωθερμικών συστημάτων*

Yr host 4 today:

Νικόλαος Ψαρράς

T./F.: 210-8003784

Γιατί ήρθαμε εδώ;

Ο Κ. Πουρλιώτης, εμπνευστής όλου του project της ενεργειακής αναβάθμισης των εκπαιδευτηρίων, ευελπιστεί το σχολικό αυτό κτιριακό συγκρότημα να βασίζει τη λειτουργία του μόνο στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Με γνώμονα το σεβασμό προς το περιβάλλον, πραγματοποιούνται τα κάτωθι:

- ❖ Επεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου.
- ❖ Φωτοβολταϊκό πάρκο 100 kW.
- ❖ Σύστημα ανεμογεννητριών ισχύος 20 kW.
- ❖ Ανοικτό γεωθερμικό σύστημα κλιματισμού.
- ❖ Ηλιακές κολώνες για φωτισμό.
- ❖ Τα σχολικά λεωφορεία λειτουργούν και με υδρογόνο.
- ❖ Υπόγεια δεξαμενή συλλογής όμβριων υδάτων.
- ❖ Σύστημα βιολογικού καθαρισμού λυμάτων.



ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Στοχεύοντας στην ενημέρωση περί γεωθερμικών εφαρμογών)



Περιεχόμενα:

- ❖ Γεωθερμία.... με μια ματιά (Ορισμός – διαχωρισμός)
- ❖ Επιλογή γεωθερμία
- ❖ Γεωθερμία χαμηλής, μέσης και υψηλής ενθαλπίας
- ❖ Ανοικτά γεωθερμικά συστήματα κλιματισμού
- ❖ Κλειστά γεωθερμικά συστήματα κλιματισμού
- ❖ Τεστ θερμικής απόκρισης
- ❖ Λειτουργικά συστήματα
- ❖ Παραγωγή του ζεστού νερού χρήσης
- ❖ Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από γεωθερμικά συστήματα
- ❖ Αποθήκευση θερμότητας (ATES - BTES)

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Τι ονομάζουμε)



Ο συνειρμός του μυαλού σε ταξιδεύει σε αναβλύζοντα θερμά επιφανειακά νερά, ιαματικά λουτρά κ.α.

Ορισμός:

Γεωθερμία ονομάζεται η εκμετάλλευση της θερμοκρασίας των γεωλογικών σχηματισμών και των νερών επιφανειακών ή υπογείων.

Πρόκειται για την ανταλλαγή θερμότητας με το έδαφος διαμέσου ενός υδάτινου διαλύματος.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Διαχωρισμός)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

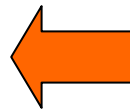
Σύμφωνα με τη νέα ισχύουσα νομοθεσία

25

Βασισμένη στην
ηλιακή ακτινοβολία
και ονομάζεται:

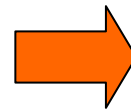
Αβαθής Γεωθερμία

Αφορά **ΟΛΟΚΛΗΡΗ** την Ελληνική
επικράτεια



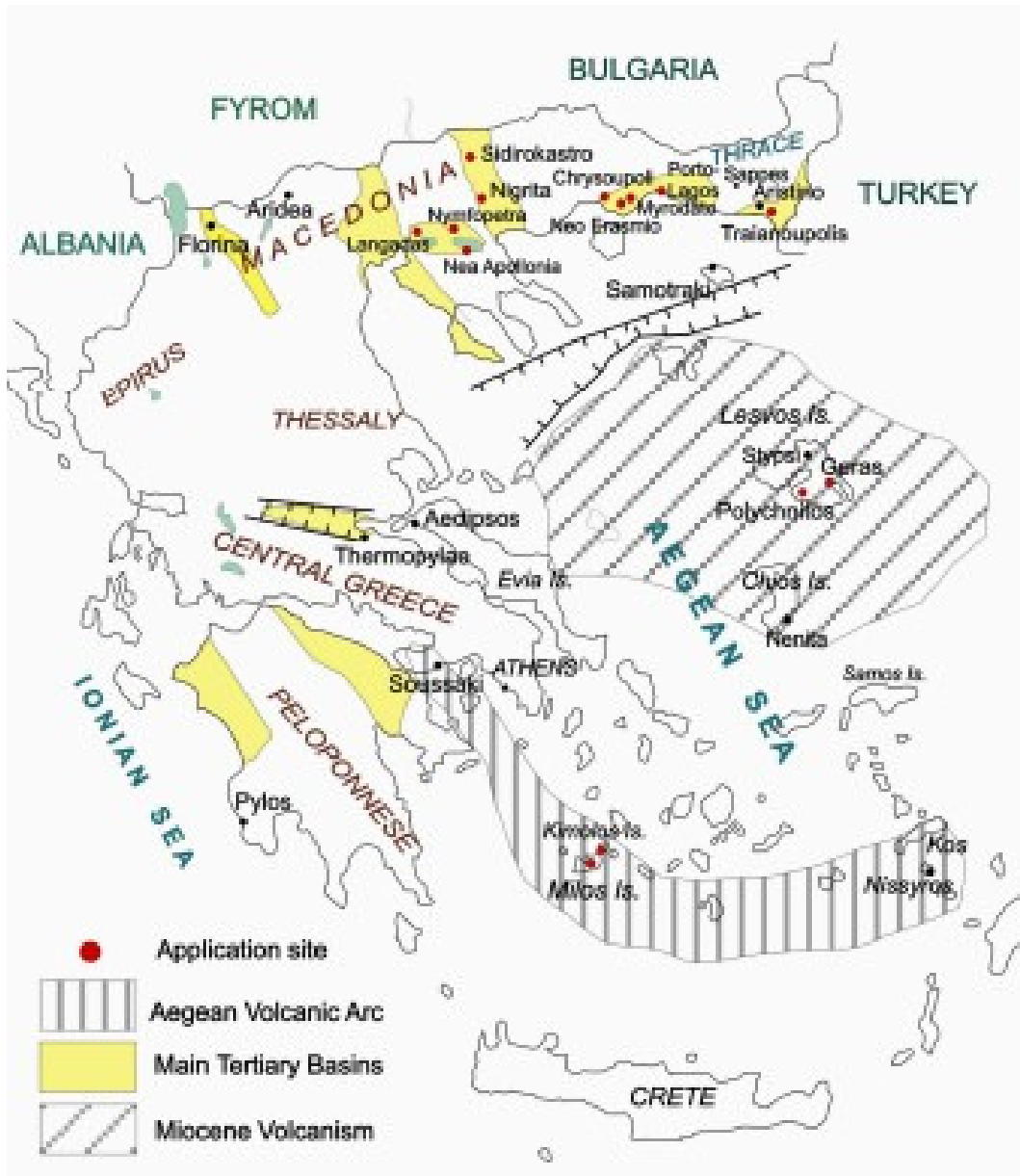
Μαγματική, βασισμένη στη
θερμότητα που προέρχεται
από τα έγκατα της γης και
ονομάζεται:

Γεωθερμία Μέσης & Υψηλής
Ενθαλπίας



Αφορά συγκεκριμένες περιοχές εν
Ελλάδι

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (εν Ελλάδι)



Γεωθερμικός χάρτης Ελλάδος



Υψηλή Ενθαλπία



Μέση – Υψηλή Ενθαλπία



Αβαθής Γεωθερμία



Σημεία απευθείας
χρήσης

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Γεωθερμία χαμηλής, μέσης και υψηλής ενθαλπίας)



❖ Γεωθερμία >25 Βαθμών Κελσίου

Παρουσιάζει τεράστιο ενδιαφέρον προς επενδυτές και ιδιωτικές εγκαταστάσεις οι οποίες βρίσκονται σε γεωθερμικό πεδίο.

Ωστόσο όμως, η χρήση του γεωθερμικού πεδίου μισθώνεται από την Ελληνικό δημόσιο διότι αποτελεί μεταλλευτικό προϊόν μετέπειτα από διαγωνισμό.

❖ Γεωθερμία Χαμηλής & Μέσης Ενθαλπίας <90 Βαθμών Κελσίου

Χρησιμοποιείτε για τη θέρμανση κτηρίων, λουτρών, θερμοκηπίων, ιχθυοκαλλιεργειών.

❖ Γεωθερμία Υψηλής Ενθαλπίας >90 Βαθμών Κελσίου

Χρησιμοποιείται για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας και μόνον.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Γεωθερμία χαμηλής, μέσης και υψηλής ενθαλπίας)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

TROUBLESHOOTING



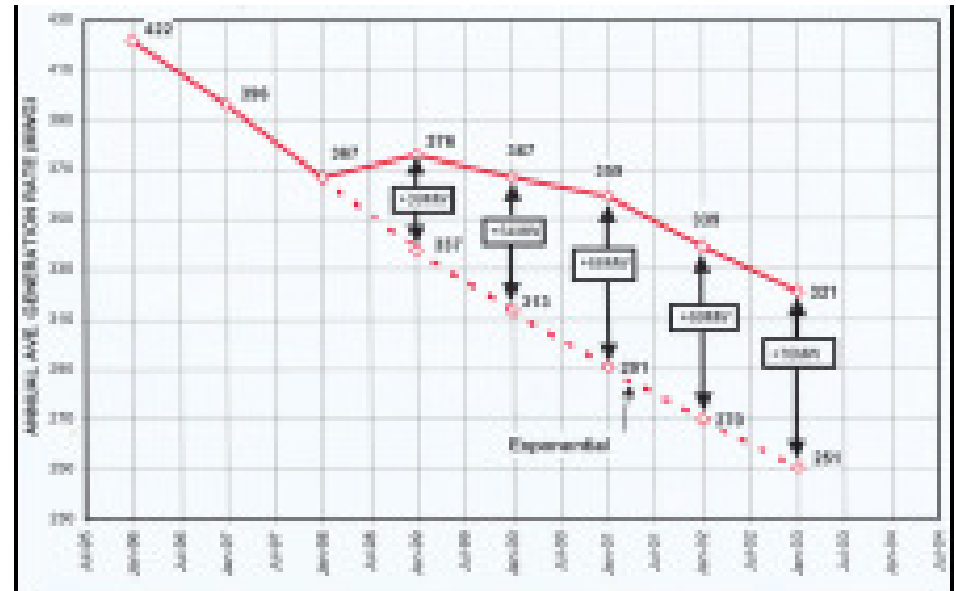
ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

Το γεωθερμικό πεδίο που παρουσιάζει
ΔΕΝ αποτελεί

ΑΝΕΞΑΝΤΛΗΤΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Αν σε οποιοδήποτε γεωθερμικό πεδίο
δεν γίνει επανεισαγωγή του
γεωθερμικού ρευστού η

ποσότητα – ποιότητα & θερμοκρασία
παρουσιάζει φθίνουσα πορεία



Επομένως τα οικονομικά του έργου θα πρέπει να εξεταστούν με προσοχή διότι το γεωθερμικό πεδίο μπορεί να αποτελέσει αντί – οικονομική επένδυση λόγω της μικρής χρονικής διάρκειας.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Αβαθής Γεωθερμίας)



Αβαθής Γεωθερμία <25 Βαθμών Κελσίου

Παρουσιάζει τεράστιο ενδιαφέρον προς τον πολίτη διότι αποτελεί έναν από τους φθηνότερους τρόπους κλιματισμού.

Προϋποθέτει την ιδιωτική εκμετάλλευση της εγκατάστασης και μόνον, απαγορεύει τη μίσθωση και τη πώληση της θερμικής παραγόμενης ενέργειας σε τρίτους & αναφέρεται στη χρήση των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας.

Τι σημαίνει αυτό;

Ένας επενδυτής αδυνατεί να πουλήσει τη θερμική ή ψυκτική ενέργεια που παράγει σε τρίτους, όπως πραγματοποιείται ήδη στο Μιλάνο της Ιταλίας

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Αβαθής Γεωθερμίας)



Επιλογή Γεωθερμίας

- ❖ Καταργεί το πετρέλαιο θέρμανσης & το φυσικό αέριο
- ❖ Καταργεί οποιοδήποτε άλλο σύστημα κλιματισμού [VRV | split κ.ο.κ.]
- ❖ Παράγει θέρμανση & ψύξη στην εγκατάσταση
- ❖ Εξοικονομεί ηλεκτρική ενέργεια τόσο στην θέρμανση όσο και στην ψύξη
- ❖ Ελάχιστη συντήρηση στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό
- ❖ “πράσινη” συμπεριφορά
- ❖ Συνθήκη Κιότο | Μείωση στην συνολική αέρια ρύπανση
- ❖ Κατανάλωση σχεδόν ανεπηρέαστη από τις κλιματολογικές συνθήκες
- ❖ Μικροί χώροι & εσωτερικές εγκαταστάσεις
- ❖ Η τιμή της KWhr δύσκολα επηρεάζεται από την εξωτερική πολιτική

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Αβαθής Γεωθερμίας)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

TROUBLESHOOTING

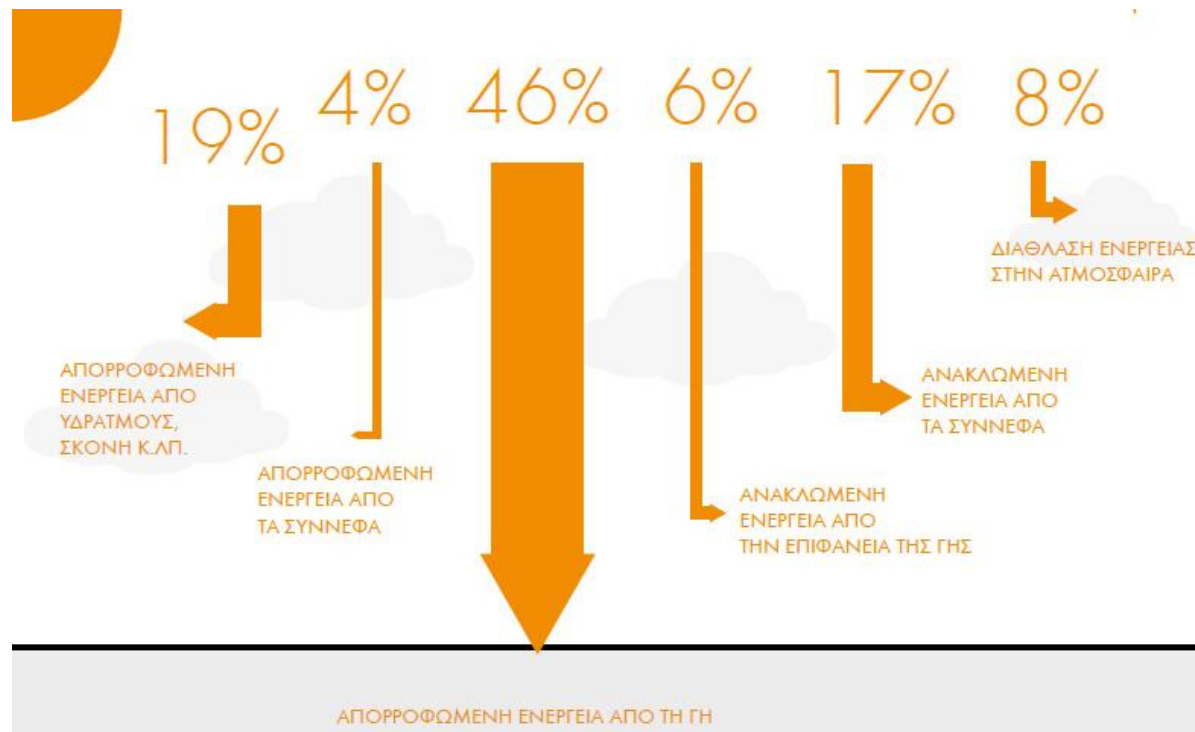


Μειονεκτήματα που διέπουν τα γεωθερμικά συστήματα:

- ❖ Υψηλότερο κόστος αρχικής επένδυσης σε σύγκριση με τον καυστήρα - λέβητα
- ❖ Απαιτεί εξουσιοδοτημένα συνεργεία για την εγκατάσταση του γεωσυλλέκτη
- ❖ Συντήρηση και επιδιόρθωση του γεωσυλλέκτη είναι σχεδόν ακατόρθωτη
- ❖ Δύσκολη απομάκρυνση του αέρα από το σύστημα
- ❖ Κίνδυνος διαφυγής των CFC στην ατμόσφαιρα

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Αβαθής Γεωθερμίας)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!



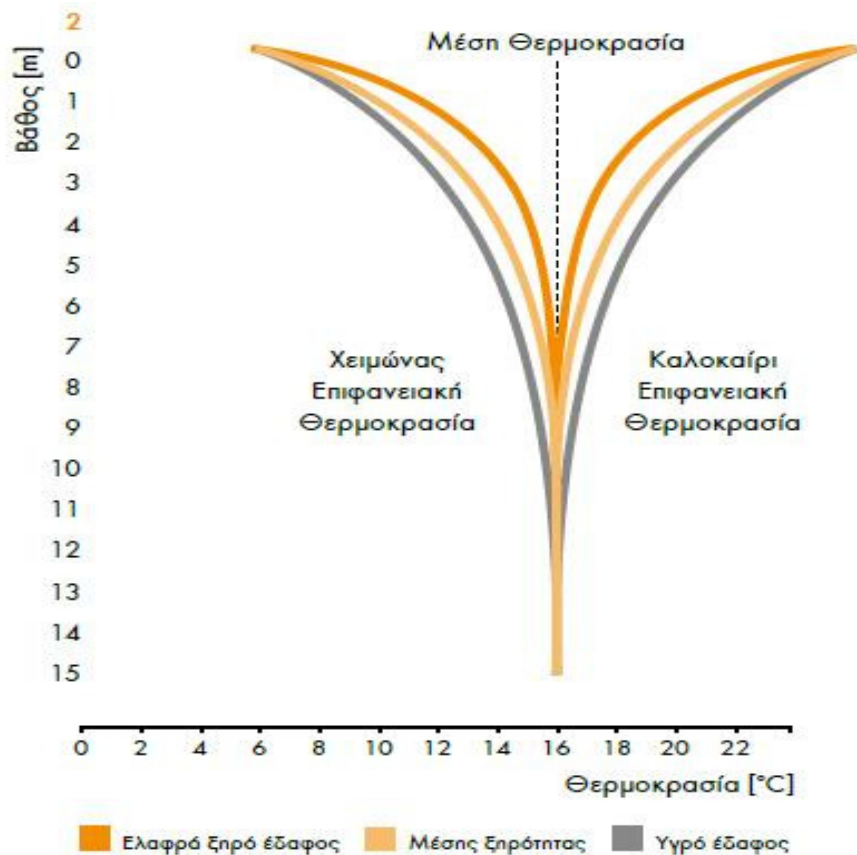
❖ Τα γεωθερμικά συστήματα κλιματισμού βασίζονται στην ηλιακή ενέργεια.

❖ Η ποσότητα της ενέργειας που φτάνει και αποθηκεύεται τελικά στο έδαφος αγγίζει το 50% της συνολικής ηλιακής ενέργειας.

❖ Η ποσότητα της ενέργειας αυτής υπάρχει πάντα διαθέσιμη στη θέση του εκάστοτε έργου και μάλιστα σε αφθονία.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Αβαθής Γεωθερμίας)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

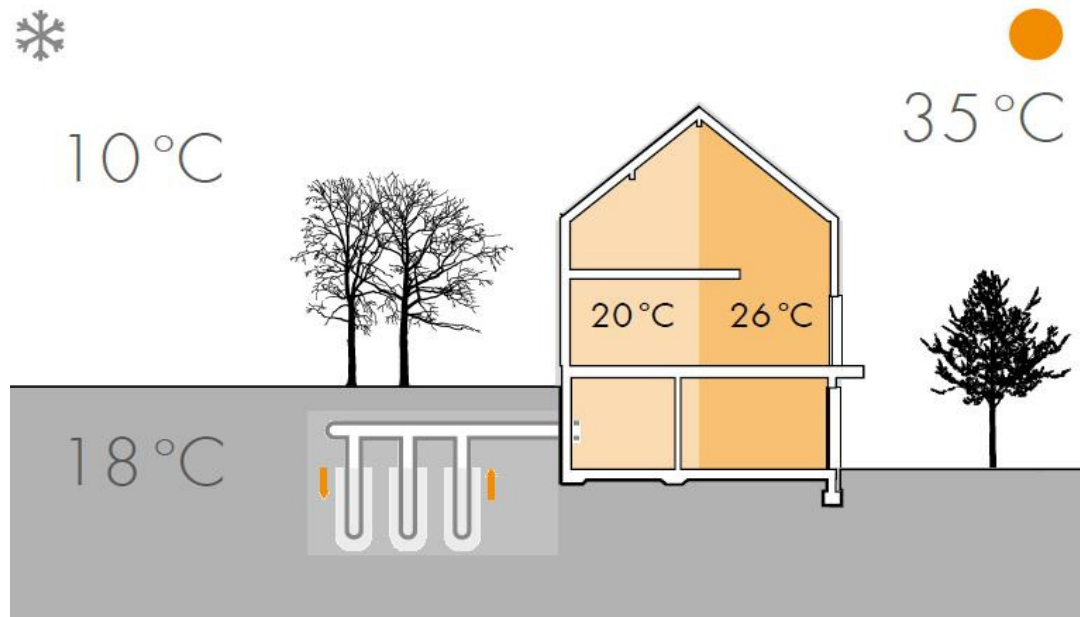


- ❖ Τα επιφανειακά στρώματα του φλοιού της γης επηρεάζονται από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην επιφάνεια
- ❖ Το έδαφος σε βαθύτερα στρώματα τείνει να διατηρεί πιο σταθερή θερμοκρασία.
- ❖ Η θερμοκρασία που επικρατεί στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους, ακολουθεί τη μέση ετήσια θερμοκρασία περιβάλλοντος.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Αβαθής Γεωθερμίας)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

Απαιτεί μικρή κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας, διότι:



- ❖ Η θερμότητα έχει την ιδιότητα να μεταφέρεται από ένα θερμότερο περιβάλλον προς το ψυχρότερο
- ❖ Το έδαφος αποτελεί μη κορεσμένο αποδέκτη.
- ❖ Η θερμοκρασία του εδάφους είναι πολύ κοντά στην επιθυμητή θερμοκρασία κλιματισμού του χώρου.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Αβαθής Γεωθερμίας)



Διαχωρισμός των γεωθερμικών συστημάτων κλιματισμού:

Ο **τρόπος** παραλαβής της ενέργειας από τα επιφανειακά στρώματα του φλοιού της γης είναι ένα οποιοδήποτε υδάτινο διάλυμα.

Η **μέθοδος** παραλαβής της ενέργειας αυτής, καθορίζει τον τύπο του γεωθερμικού συστήματος.

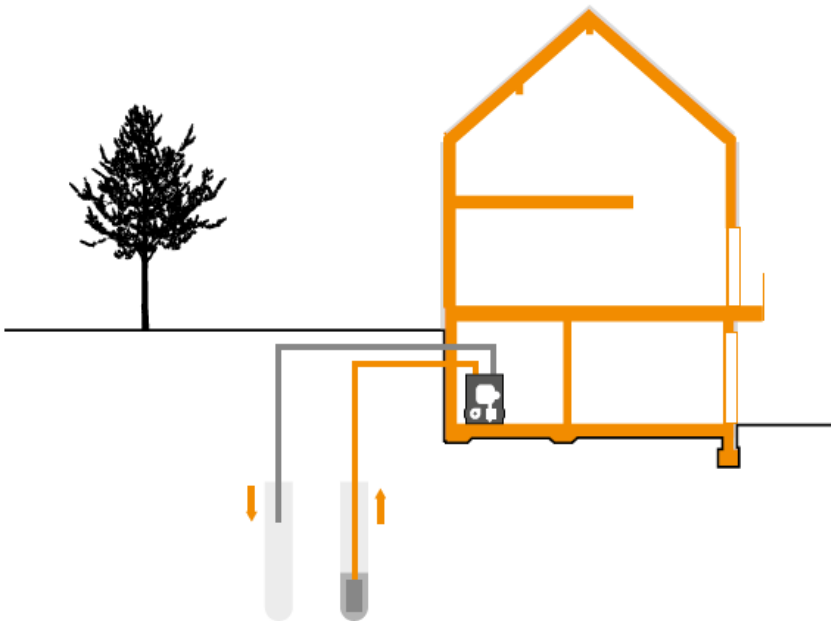
Όταν παραλαμβάνουμε την ενέργεια από το φλοιό της γης από έναν υπόγειο ή επιφανειακό υδροφόρο ορίζοντα τότε αναφερόμαστε στα Ανοικτά Γεωθερμικά Συστήματα κλιματισμού, ενώ

Όταν παραλαμβάνουμε την ενέργεια από το φλοιό της γης από τη θερμότητα γεωλογικών σχηματισμών και πετρωμάτων, τότε αναφερόμαστε στα Κλειστά Γεωθερμικά Συστήματα κλιματισμού

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Ανοικτά γεωθερμικά συστήματα)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

Χαρακτηριστικά των Ανοικτών γεωθερμικών συστημάτων:

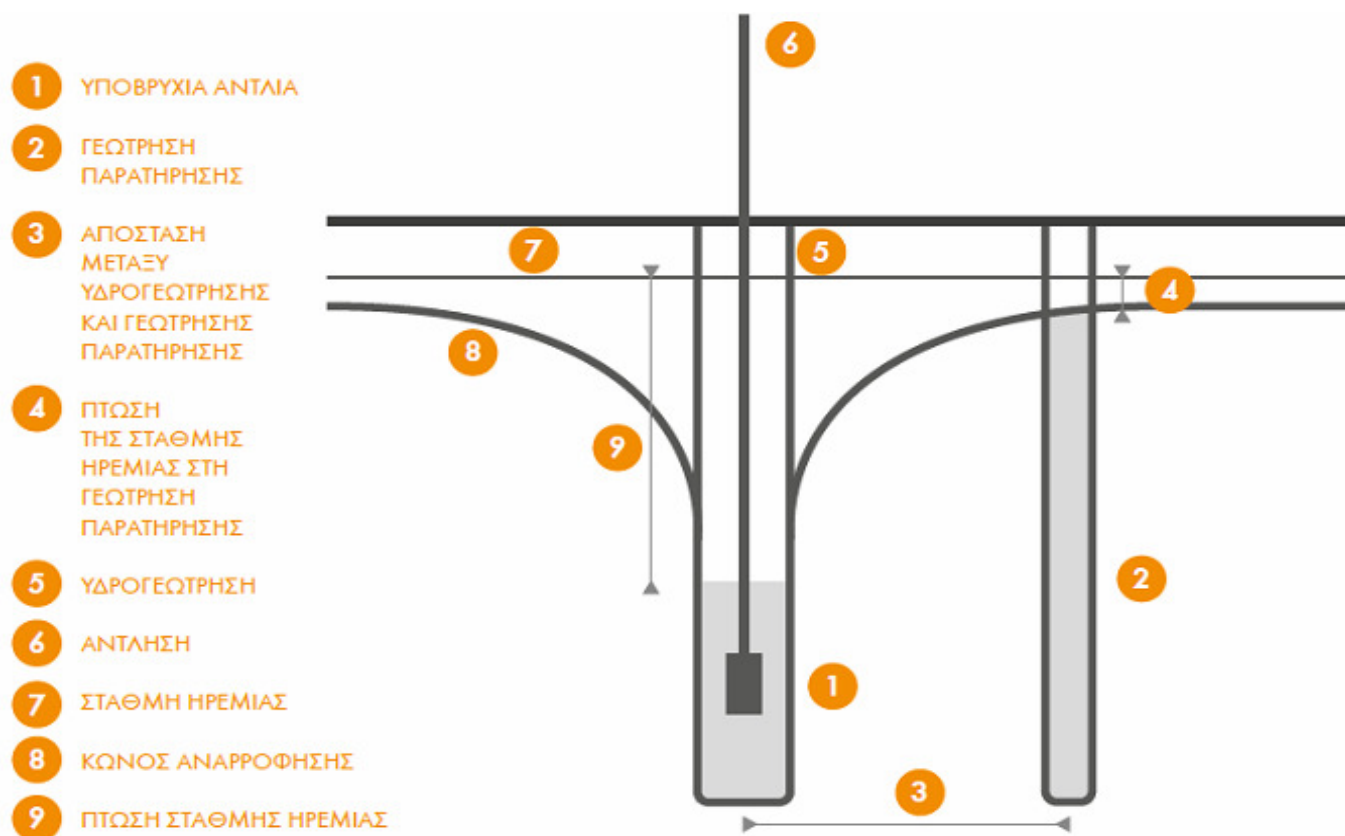


- ❖ Αποτελούνται από 2 ή περισσότερες Υ/Γ
- ❖ Βάθος των Υ/Γ εξαρτάται από το βάθος της υπόγειας υδροφορίας
- ❖ Μας ενδιαφέρει περισσότερο η ποσότητα του νερού και όχι η υφαλμυρότητα του
- ❖ Συνεχόμενη πλούσια υδροφορία χωρίς μεταβολές στη στάθμη της
- ❖ Κατάλληλα για μεγάλες εγκαταστάσεις διότι παρέχουν τη δυνατότητα κάλυψης υψηλών ενεργειακών φορτίων σε χαμηλό κόστος
- ❖ Καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια για την άντληση του νερού από τον υδροφόρο ορίζοντα

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Ανοικτά γεωθερμικά συστήματα)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

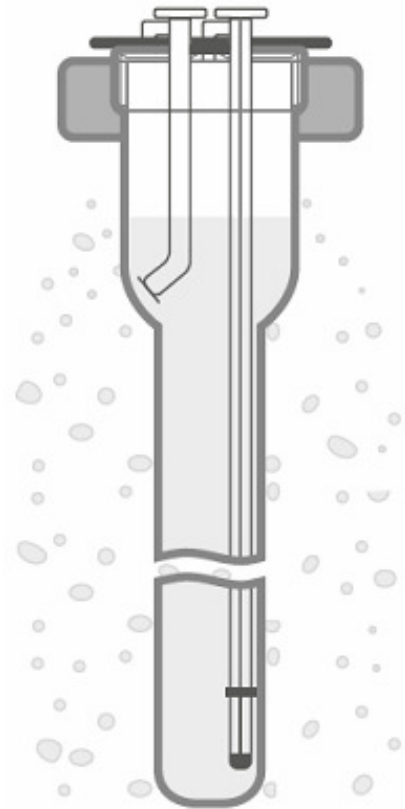
Υδρογεώτρηση παρατήρησης & γεώτρηση εμπλουτισμού



ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Ανοικτά γεωθερμικά συστήματα)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

Τηλεσκοπική υδρογεώτρηση

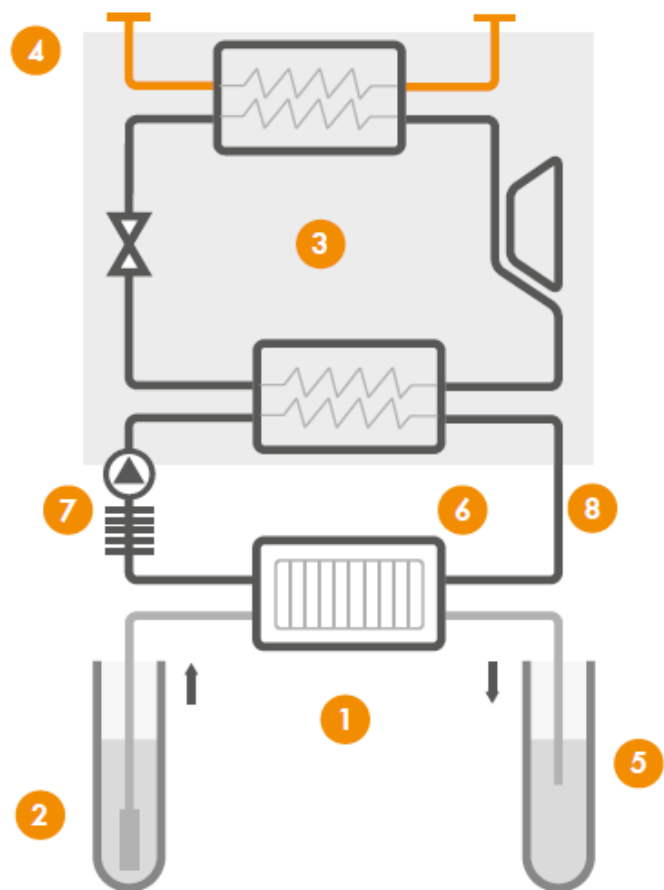
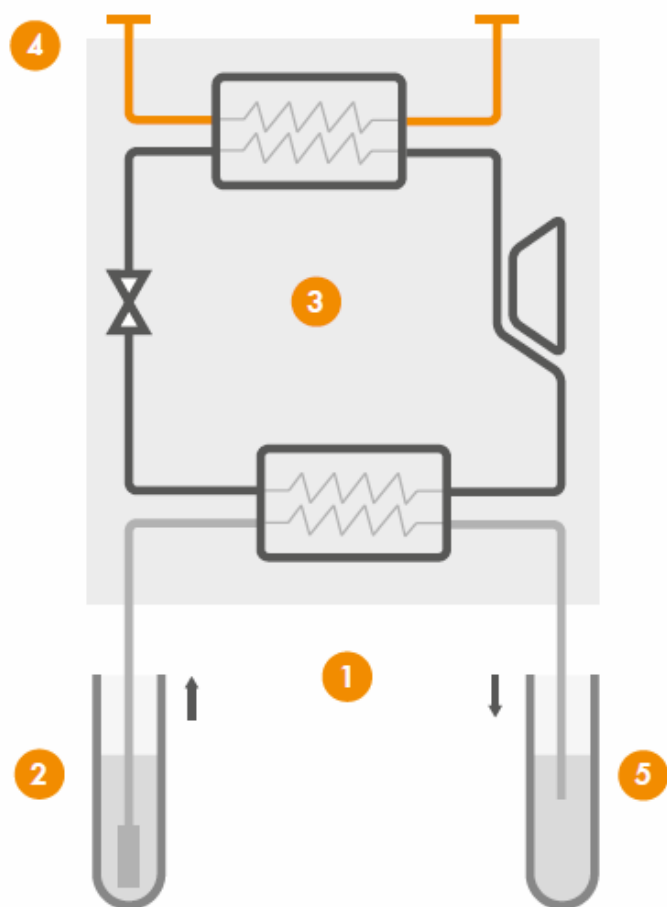
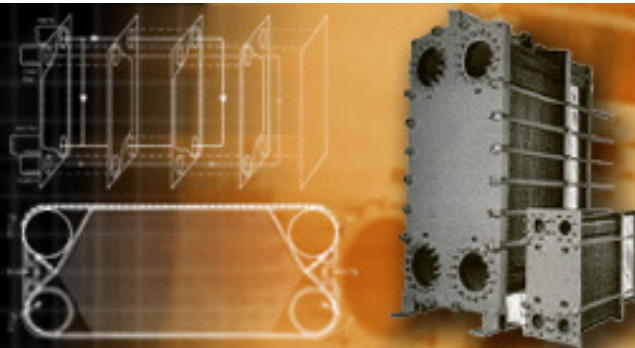


- ❖ Συνδυάζει την άντληση και τον εμπλουτισμό σε μια υδρογεώτρηση, όμως απαιτεί προϋποθέσεις!
- ❖ Συνήθως είναι βαθιές γεωτρήσεις και η ανόρυξη της στα αρχικά στρώματα είναι μεγαλύτερης διαμέτρου από ότι στα βαθύτερα.
- ❖ Η άντληση πραγματοποιείται από τα βαθύτερα στρώματα της υδρογεώτρησης ενώ ο εμπλουτισμός γίνεται στα επιφανειακά νερά της στήλης ηρεμίας.
- ❖ Με το πέρασμα όμως του χρόνου η θερμοκρασία του νερού αλλοιώνεται και το σύστημα φτάνει να καταναλώνει ελαφρώς περισσότερο ρεύμα από ότι θα κατανάλωνε στην περίπτωση δυο υδρογεωτρήσεων.

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ [Ανοικτά γεωθερμικά συστήματα (ανοικτού/κλειστού βρόχου)]

aid engineering ltd

...your Engineering Aid!



- 1 ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ
- 2 ΑΝΤΛΗΣΗ
- 3 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ
- 4 ΠΡΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
- 5 ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ
- 6 ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΤΙΤΑΝΙΟΥ
- 7 ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ
- 8 ΒΡΟΧΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ [Ανοικτά γεωθερμικά συστήματα (ανοικτού/κλειστού βρόχου)]

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

Ανοικτά γεωθερμικά συστήματα

- ❖ Καλύτερο βαθμό απόδοσης στις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας της πηγής
- ❖ Υψηλότερη συντήρηση εξοπλισμού
- ❖ Χαμηλότερο κόστος κατασκευής
- ❖ Κίνδυνος συσσώρευσης κόκκων στις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας λόγω άντλησης

Ανοικτά γεωθερμικά συστήματα με βρόχο ανακυκλοφορίας

- ❖ Χειρότερο βαθμό απόδοσης
- ❖ Μικρότερη συντήρηση εξοπλισμού
- ❖ Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής γεωθερμικού εξοπλισμού
- ❖ Υψηλότερο κόστος κατασκευής

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – γεωσυλλέκτης)



Για περιοχές με ανύπαρκτη υπόγεια υδροφορία:

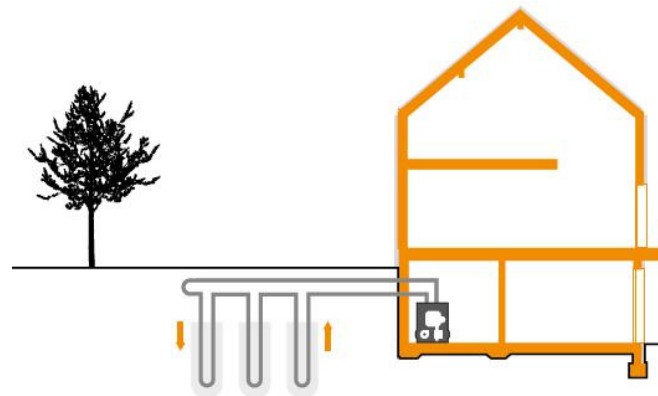
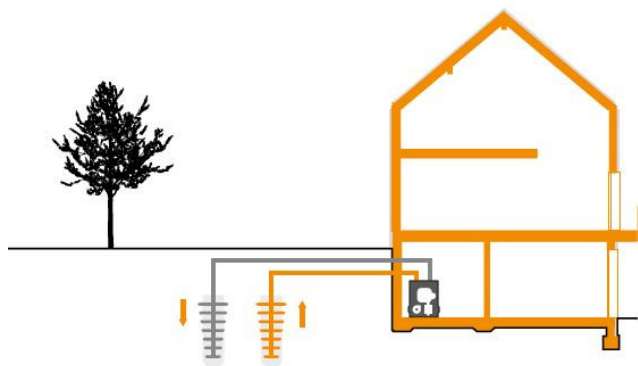
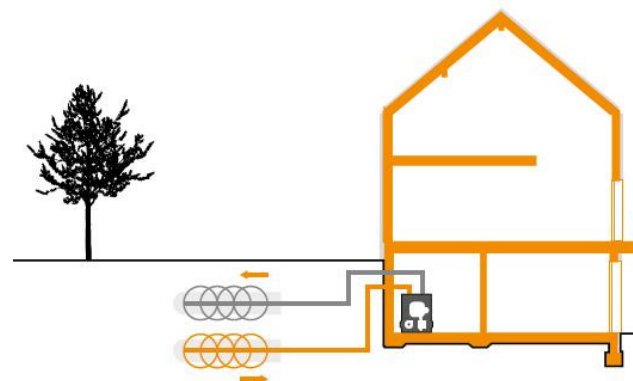
Για την παραλαβή της ενέργειας από το φλοιό της γης δηλαδή, τη θερμότητα των γεωλογικών σχηματισμών και πετρωμάτων:

Χρησιμοποιούμε ένα σύστημα ενταφιασμένων σωληνώσεων για τη μεταφορά της θερμότητας από και προς το έδαφος μέσω τεχνητής ανακυκλοφορίας ενός υδάτινου διαλύματος.

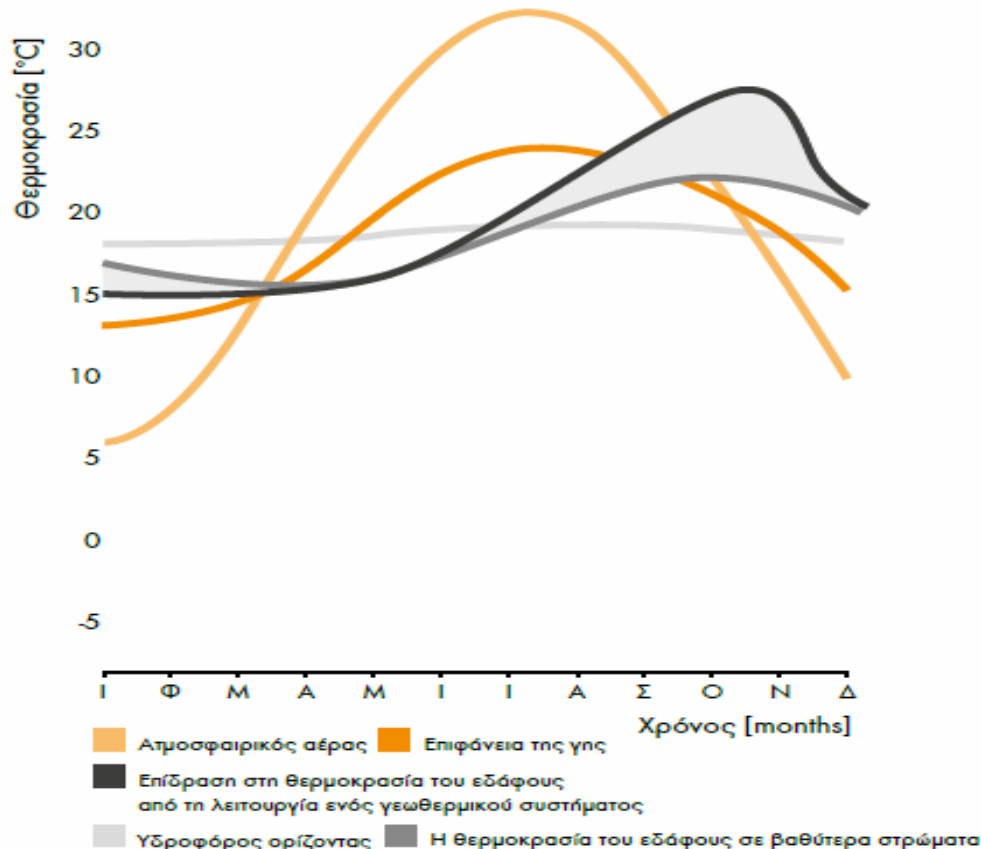
Το σύστημα των σωληνώσεων αυτών ονομάζεται γεωσυλλέκτης ή γεωεναλλάκτης και είναι χαρακτηριστικό των Κλειστών Γεωθερμικών Συστημάτων

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!



ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα)



- ❖ Η θερμοκρασία του φλοιού της γης ακολουθεί τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αλλά με θερμοκρασιακή χρόνο-καθυστέρηση
- ❖ Η θερμοκρασιακές μεταβολές στο έδαφος είναι μικρότερες από ότι στον ατμοσφαιρικό αέρα
- ❖ Η θερμοκρασιακές μεταβολές είναι σχεδόν ανύπαρκτες στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους
- ❖ Η επίδραση του γεωθερμικού συστήματος στο έδαφος είναι το A & το Ω για τον σωστό σχεδιασμό

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – Design Basis)



2nd parameter on Design Basis:

Επιλογή μεθόδου θέρμανσης ή/και ψύξης και του γεωθερμικού συστήματος

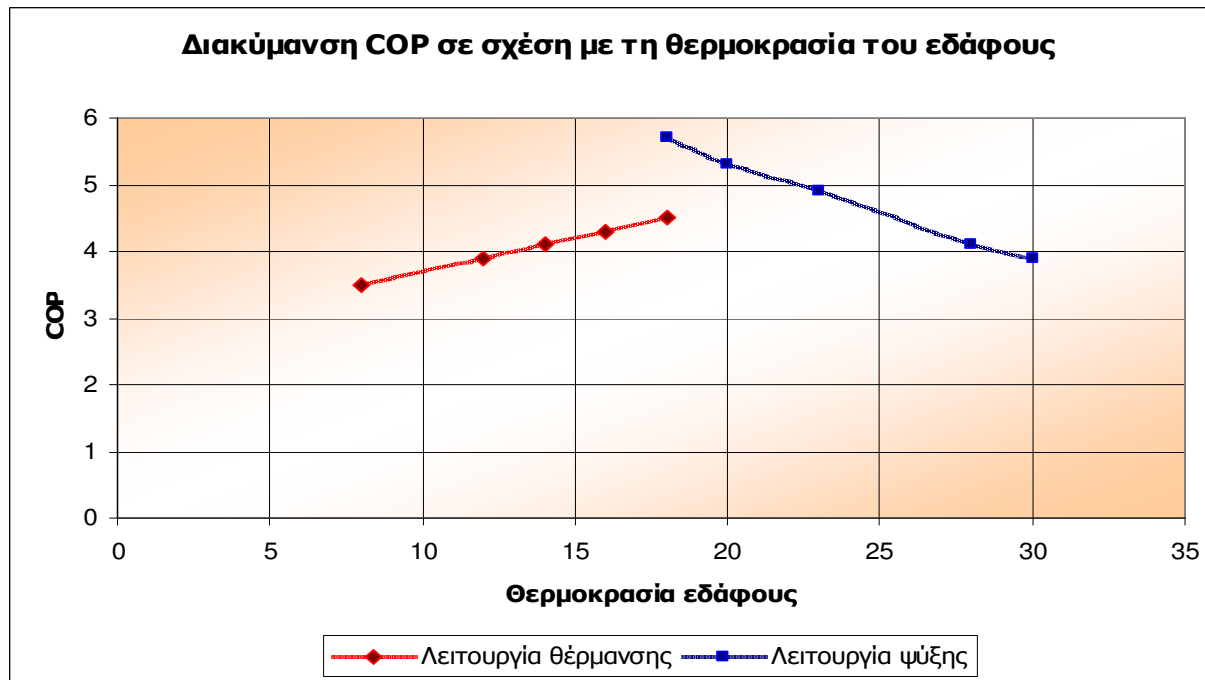
Επειδή όλα τα γεωθερμικά συστήματα επηρεάζονται από τη μέθοδο θέρμανσης ή/και ψύξης και από τον τύπο του γεωθερμικού συστήματος που θα επιλεγεί [ανοικτό – κλειστό (οριζόντιο | κωνικό | κατακόρυφο)] θα πρέπει να προσδιοριστεί από το πρωταρχικό στάδιο της μελέτης

Γιατί συμβαίνει αυτό όμως;

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – Design Basis)



1st parameter on Design Basis: COP VS TEMPERATURE ON SOURCE



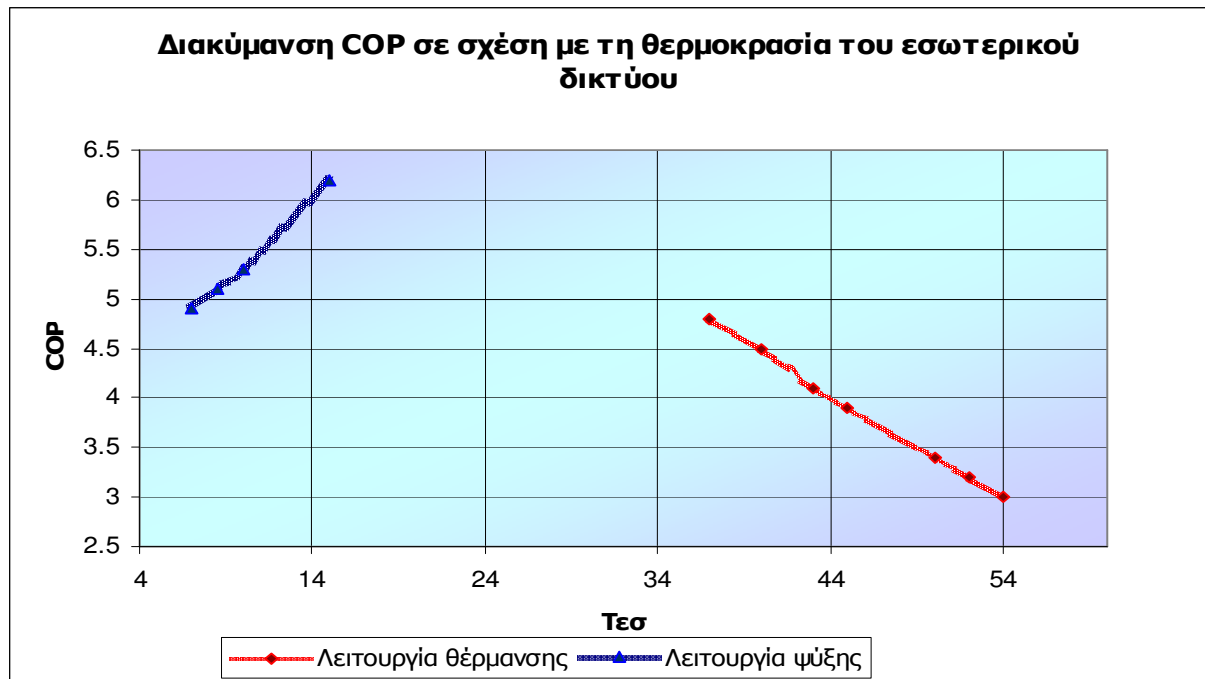
❖ Η θερμοκρασία του γεωσυλλέκτη επηρεάζει το συντελεστή απόδοσης του συστήματος τόσο στη ψύξη και στο δροσισμό όσο και στη θέρμανση

Ο συντελεστής απόδοσης οποιασδήποτε γεωθερμικής αντλίας θερμότητας είναι συνάρτηση των θερμοκρασιών και MONON! – Θεώρημα CARNOT

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – Design Basis)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

1st parameter on Design Basis: COP VS TEMPERATURE ON LOAD



❖ Η επιλογή του τύπου του εσωτερικού δικτύου επηρεάζει το συντελεστή απόδοσης τόσο στη θέρμανση όσο και στη ψύξη.

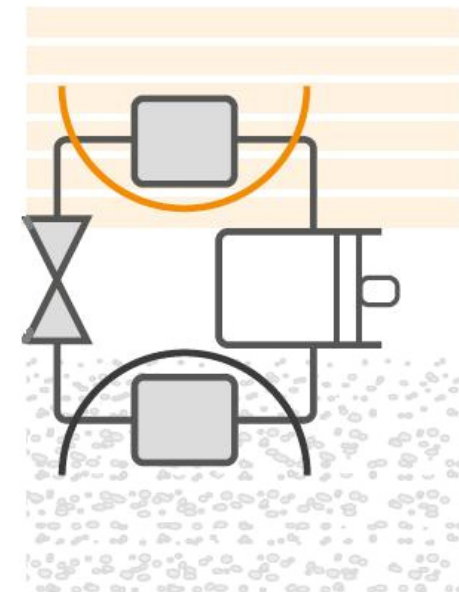
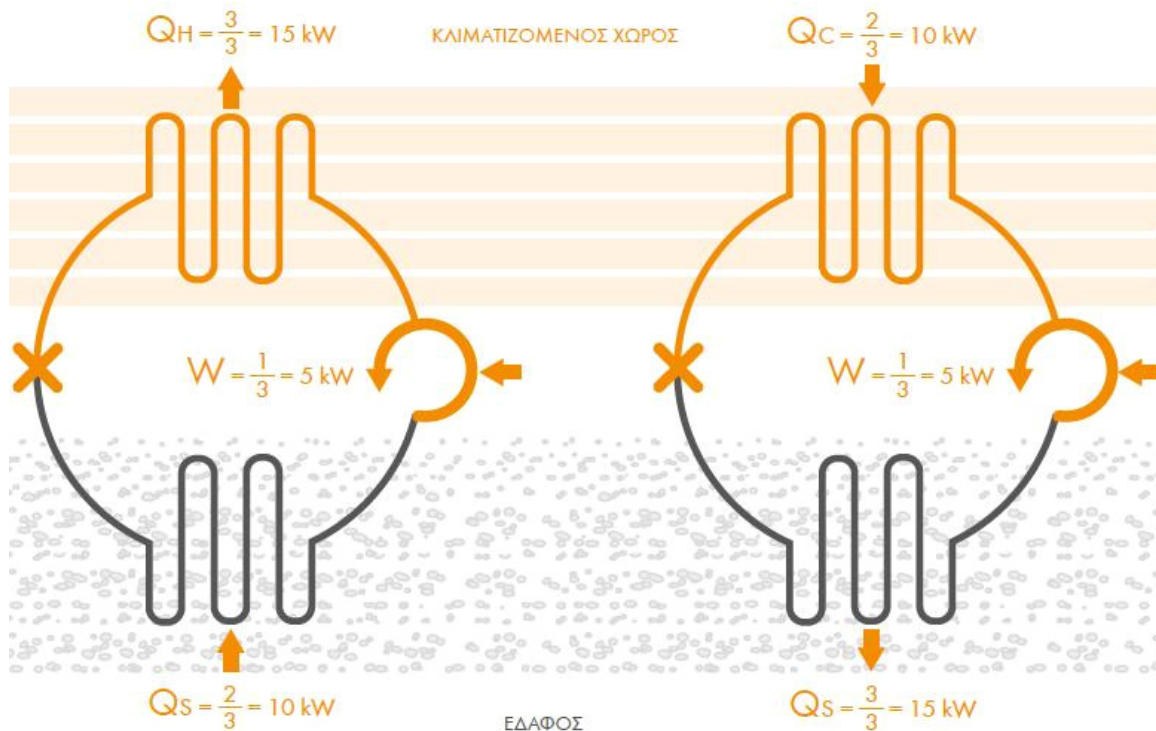
Ο συντελεστής απόδοσης οποιασδήποτε γεωθερμικής αντλίας θερμότητας είναι συνάρτηση των θερμοκρασιών και ΜΟΝΟΝ! – Θεώρημα CARNOT

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – Design Basis)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

2nd parameter on Design Basis:

Επιλογή Μελετητικού Μοντέλου: Βόρεια Ευρώπη ή Δύση



ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – design basis)



Υπολογισμός μήκος γεωσυλλέκτη: Η βασική εξίσωση υπολογισμού

$$L_h = q_{d,heat} \left[\frac{\frac{(COP_h - 1)(R_p + R_s F_h)}{COP_h}}{T_{g,min} - T_{ewt,min}} \right]$$

- Rs: soil / field thermal resistance (tabulated or analytical)

- Rp: pipe thermal resistance - tabulated

- F = Q/Qmax design month load - calculated

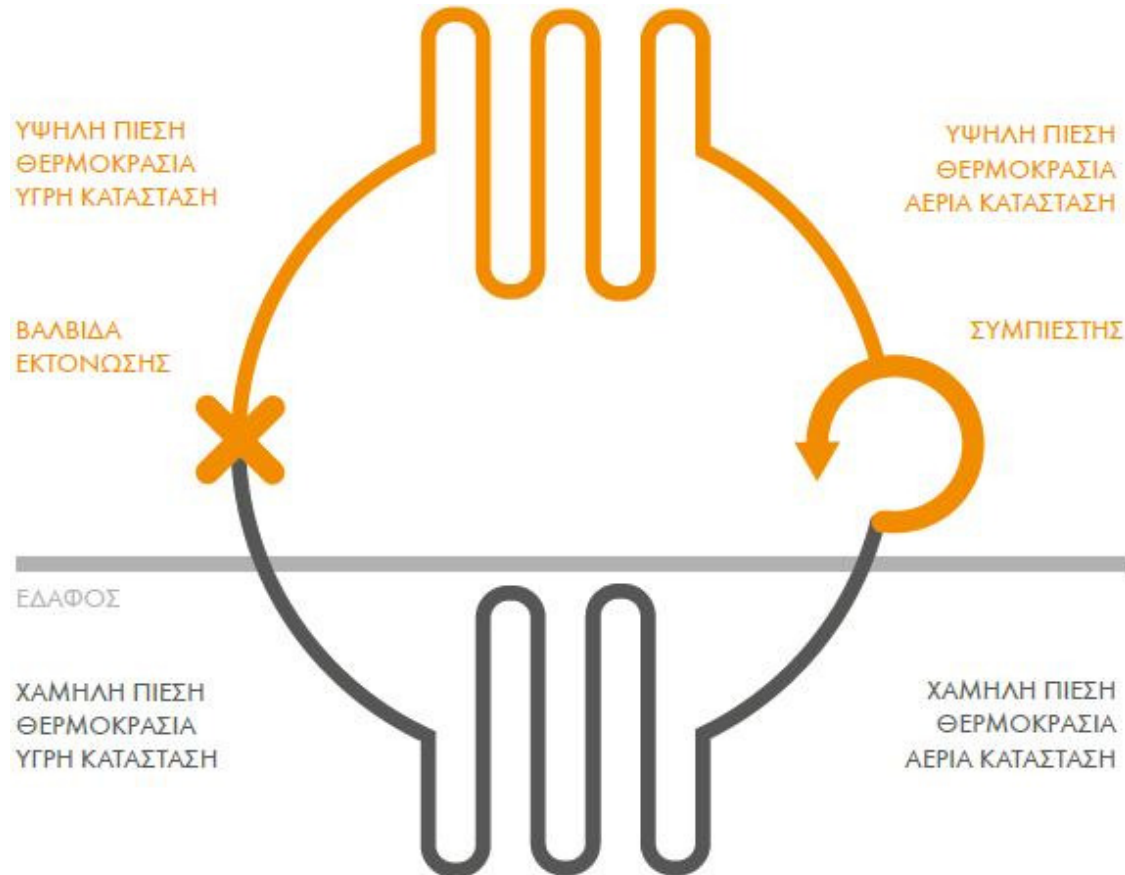
- Tgmin / Tgmax: Minimum & maximum undisturbed ground temperature - calculated

- Tewt,max / Tewt,min :Maximum & minimum entering water temperatures of the heat pump - manufacturer

$$L_c = q_{d,cool} \left[\frac{\frac{(COP_c + 1)(R_p + R_s F_c)}{COP_c}}{T_{ewt,max} - T_{g,max}} \right]$$

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Γεωθερμικά Συστήματα Άμεσης Εκτόνωσης)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!



- ❖ Στα γεωθερμικά συστήματα **άμεσης** εκτόνωσης το ψυκτικό υγρό της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας ανακυκλοφορεί στο γεωσυλλέκτη.
- ❖ Παρουσιάζουν καλύτερη συμπεριφορά και μεγαλύτερο συντελεστή απόδοσης.
- ❖ Μειωμένες θερμικές απώλειες στο κύκλωμα του γεωσυλλέκτη.
- ❖ Κίνδυνος δημιουργίας κρυστάλλων ή παγετού στην επιφάνεια του εδάφους.

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – τύποι συστημάτων)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

Οριζόντια Γεωθερμικά Συστήματα κλιματισμού τύπου Slinky Coils



- ❖ Τα οριζόντια γεωθερμικά συστήματα απαιτούν αρκετό περιβάλλοντα χώρο
- ❖ Τοποθετούνται σε βάθος 1μ αλλά είναι δυνατόν να τοποθετηθούν σε διάφορα βάθη και επίπεδα
- ❖ Οι διαστάσεις του εκάστοτε βρόγχου είναι 0.90μ φάρδος και 20μ μήκος
- ❖ Παρουσιάζουν μικρότερες καταναλώσεις της ηλεκτρικής ενέργειας από τα ανοικτά γεωθερμικά συστήματα
- ❖ Μπορούν να συνδυαστούν με άλλου τύπου κλειστά γεωθερμικά συστήματα άλλα δύσκολα συνδυάζονται με ανοικτά.

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – τύποι συστημάτων)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

Οριζόντιος γεωσυλλέκτης – Τοποθέτηση κάτω από το μπετόν καθαριότητας

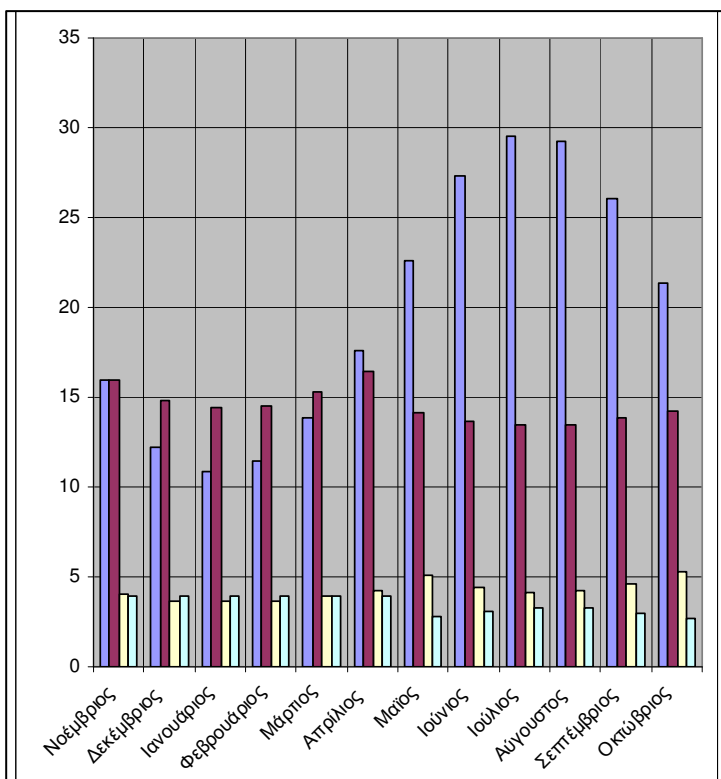


- ❖ Διακύμανση του συντελεστή απόδοσης λόγω έλλειψης της ηλιακής ακτινοβολίας
- ❖ Διακύμανση στα εκάστοτε παραγόμενα φορτία της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας – σύστημα θα πρέπει να διαστασιολογηθεί ώστε να καλύψει όλες τις ενεργειακές απαιτήσεις του κτηρίου.
- ❖ Το επιπλέον βάθος εκσκαφής ανέρχεται στους 10 πόντους.
- ❖ Οι επιπτώσεις στην ενεργειακή κατανάλωση με ένα σύστημα κλειστού τύπου με τοποθέτηση του γεωσυλλέκτη στον περιβάλλοντα χώρο ανέρχεται στα 10% επιπλέον.
- ❖ Η θερμική συμφόρηση του εδάφους είναι αναπόφευκτη λόγω της πυκνής συγκέντρωσης των σωληνώσεων

Μεταβολές στον συντελεστή απόδοσης της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας



Οριζόντιος γεωσυλλέκτης – Τοποθέτηση κάτω από το μπετόν καθαριότητας



- ❖ Τα παραγόμενα ενεργειακά φορτία ελαχιστοποιούνται βάσει των μεταβολών της θερμοκρασίας
- ❖ Ο συντελεστής απόδοσης παραμένει σχεδόν σταθερός
- ❖ Το πέναλτι στο COP ανέρχεται στο 9-12%
- ❖ Προσοχή χρειάζεται στην κάλυψη των ενεργειακών φορτίων

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – τύποι συστημάτων)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

TROUBLESHOOTING



Οριζόντιος γεωσυλλέκτης – Τοποθέτηση κάτω από το μπετόν καθαριότητας

Προβληματισμός



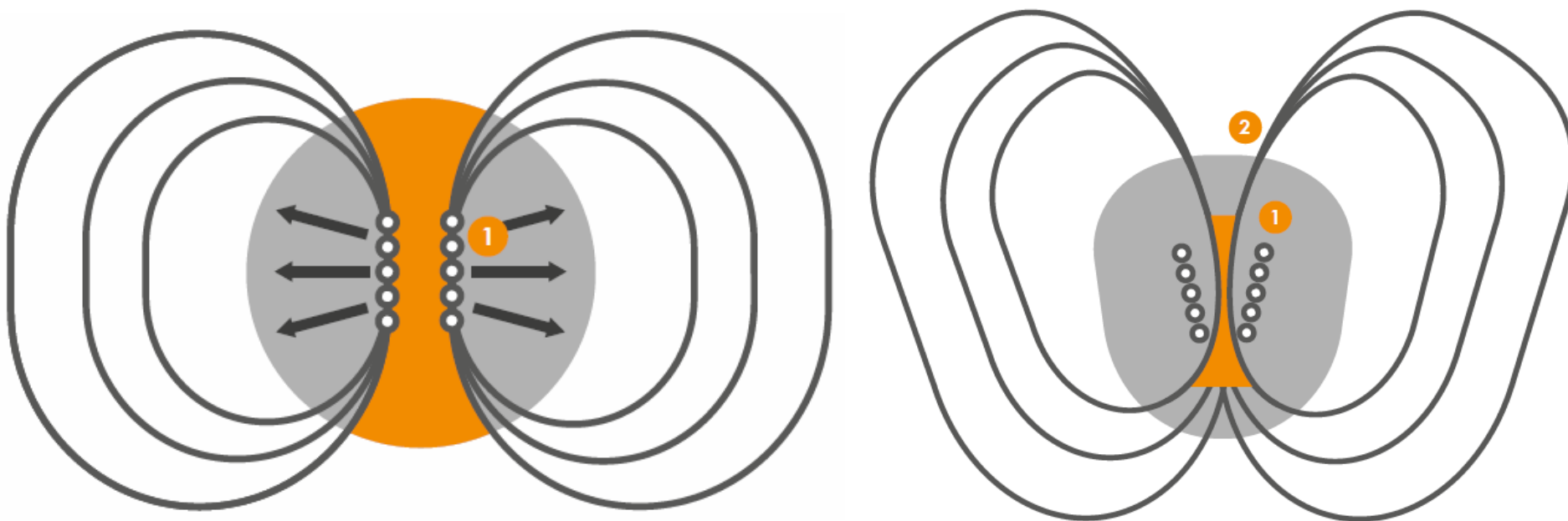
- ❖ Ακολουθεί το σενάριο μεταβολής του συντελεστή απόδοσης του συνολικού συστήματος
- ❖ Το κριτήριο επιλογής είναι το κόστος εκσκαφής και η διαθεσιμότητα του περιβάλλοντος χώρου
- ❖ Εάν η κάλυψη δεν είναι επαρκής τότε η χρήση περιβάλλοντος χώρου είναι αναγκαία
- ❖ Ρίσκο βλάβης λόγω εργασιών ανέγερσης οικοδομής
- ❖ Τοποθέτηση χωρίς επίσκεψη αργότερα!
- ❖ Πέναλτι 10% στην εξοικονόμηση χρημάτων εν συγκρίσει με οριζόντιο γεωθερμικό σύστημα που εγκαταστάθηκε στον περιβάλλοντα χώρο
- ❖ Χρησιμοποιείται κατά κόρον στην Ευρώπη
- ❖ Στην Αυστρία τοποθετείται ακόμα και στις κολώνες θεμελίωσης αλλά αυτό απαγορεύεται στην Ελλάδα

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – τύποι συστημάτων)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

Κωνικά / Κυλινδρικά Γεωθερμικά Συστήματα κλιματισμού

Γιατί κωνική διάταξη και όχι κυλινδρική



ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – τύποι συστημάτων)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

Κωνικά / Κυλινδρικά Γεωθερμικά Συστήματα κλιματισμού

Κυλινδρική διάταξη



- ❖ Κυλινδρική διάταξη απαιτεί μεγάλης διαμέτρου γεωτρήσεις και περιορίζεται σε βάθος – Υψηλό κόστος κατασκευής
- ❖ Μικρότερης διαμέτρου αλλά βαθύτερες γεωτρήσεις είναι εφικτές όμως περιορίζεται η διάχυση της θερμότητας στο κέντρο
- ❖ Κορεσμός εδάφους
- ❖ Εφαρμογές μονάχα στον κλιματισμό και όχι μόνον στην ψύξη
- ❖ Χαμηλό κόστος κατασκευής του συλλέκτη
- ❖ Όταν είναι βαθιά τοποθετημένες απαιτούν μικρότερα μέτρα σωλήνα αλλά η διαφορά είναι πολύ μικρή
- ❖ Ο σταθερός συντελεστής απόδοσης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους εξαρτάται από το ποσοστό μεταφοράς του ενεργειακού φορτίου
- ❖ Δύσκολη απομάκρυνση του αέρα από το σύστημα διότι τοποθετείται σε σειρά και παράλληλη διάταξη ταυτόχρονα

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – τύποι συστημάτων)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

Κωνικά / Κυλινδρικά Γεωθερμικά Συστήματα κλιματισμού

Κωνική διάταξη



- ❖ Απαιτεί μόνον εκσκαφή κι όχι γεώτρηση
- ❖ Χαμηλότερο κόστος τοποθέτησης – χωματουργικών εργασιών
- ❖ Υψηλότερο κόστος κατασκευής – σκελετός κώνου
- ❖ Κορεσμός εδάφους – αντιμετωπίζεται με πότισμα & μικρή παροχή νερού στο υπέδαφος
- ❖ Απαιτούν παρόμοια μέτρα σωλήνα όσο και το οριζόντιο σύστημα
- ❖ Παρουσιάζουν καλύτερη διάχυση της θερμότητας
- ❖ Δύσκολη απομάκρυνση του αέρα από το σύστημα διότι τοποθετείται σε σειρά και παράλληλη διάταξη ταυτόχρονα
- ❖ Οι διαστάσεις του κώνου δεν ξεπερνούν τα 2 μέτρα διάμετρο και 2.5 μέτρα ύψος
- ❖ Απαιτούν μικρότερο περιβάλλοντα χώρο από τα οριζόντια συστήματα, ενώ είναι οικονομικότερα από τα κάθετα συστήματα

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – τύποι συστημάτων)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

Κατακόρυφα Γεωθερμικά Συστήματα κλιματισμού



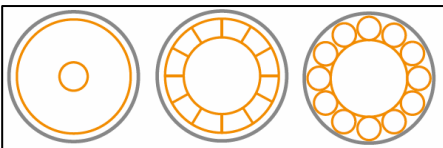
- ❖ Απαιτεί την ανόρυξη οπών στο υπέδαφος για την κάθετη ταφή του γεωσυλλέκτη
- ❖ Η χορήγηση άδειας είναι παρόμοια με αυτή των ανοικτών κυκλωμάτων όμως εκπίπτει από τα περιοριστικά μέτρα των ανοικτών συστημάτων
- ❖ Λόγω του βάθους, παρουσιάζουν τη σταθερότερη διακύμανση της θερμοκρασίας με αποτέλεσμα να έχουν τον υψηλότερο συντελεστή απόδοσης
- ❖ Παρουσιάζουν μικρότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από οποιοδήποτε ανοικτό γεωθερμικό σύστημα κλιματισμού.
- ❖ Συνδυάζεται με άλλα κλειστά γεωθερμικά συστήματα

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – τύποι συστημάτων)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

Κατακόρυφα Γεωθερμικά Συστήματα κλιματισμού τύπου Slinky Coils

Είδη κατακόρυφου γεωσυλλέκτη



- ❖ Ο τετραπλός γεωσυλλέκτης είναι οικονομικότερος διότι απαιτεί λιγότερες γεωτρήσεις για την ίδια ενεργειακή απόδοση από ότι ο διπλός
- ❖ Αποτελεί μία βέλτιστη λύση για εγκαταστάσεις με στόχο την θέρμανση μόνον και όχι την ψύξη
- ❖ Όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την ψύξη της εγκατάστασης εγκυμονεί κινδύνους δυσλειτουργίας του συστήματος και μόλυνση του περιβάλλοντος
- ❖ Ο διπλός γεωσυλλέκτης αποτελεί ακριβότερη λύση αρχικής επένδυσης αλλά εξυπηρετεί τόσο στην θέρμανση όσο και στην ψύξη και βοηθά στη διάχυση της θερμότητας
- ❖ Ομοαξονικοί εναλλάκτες δε χρησιμοποιούνται ευρέως

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – τύποι συστημάτων)

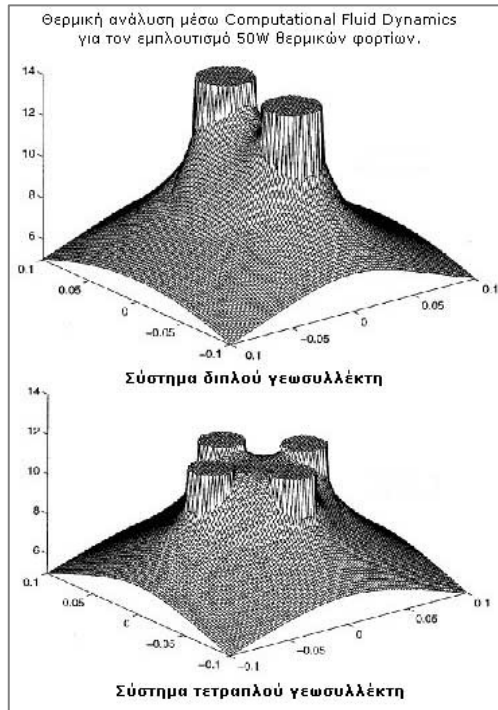
aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

TROUBLESHOOTING



Κατακόρυφα Γεωθερμικά Συστήματα κλιματισμού τύπου Slinky Coils

Θερμικός κορεσμός



- ❖ Η ενεργειακή ανάλυση με computational fluid dynamics αποδίδει το θερμικό προφίλ διάχυσης κάθετων γεωθερμικών συστημάτων
- ❖ Παρατηρείται θερμική συσσώρευση στο κέντρο του γεωσυλλέκτη και στα δύο συστήματα, ωστόσο είναι αρκετά πιο έντονο στον τετραπλό γεωσυλλέκτη.
- ❖ Οι μικρές οπές σε συνδυασμό με τη
- ❖ Όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την ψύξη της εγκατάστασης εγκυμονεί κινδύνους δυσλειτουργίας του συστήματος και περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- ❖ Ο διπλός γεωσυλλέκτης αποτελεί ακριβότερη λύση αρχικής επένδυσης αλλά εξυπηρετεί τόσο στην θέρμανση όσο και στην ψύξη και βοηθά στη διάχυση της θερμότητας

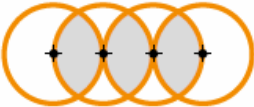
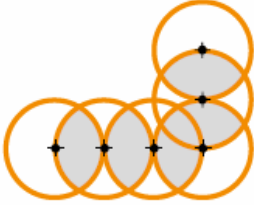
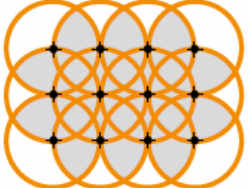
Προτιμήστε τον ...διπλό!

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – τύποι συστημάτων)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

Κατακόρυφα Γεωθερμικά Συστήματα κλιματισμού

Διατάξεις κατακόρυφων οπών

	Αποθήκευση	Διάχυση
	Κακή	Καλή
	Μέτρια	Μέτρια
	Καλή	Κακή

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – τύποι συστημάτων)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

Κατακόρυφα Γεωθερμικά Συστήματα κλιματισμού

Grouting



- ❖ Τσιμέντωση είναι η διαδικασία τοποθέτησης υλικού μικρής διαπερατότητας και καλών ιδιοτήτων μεταφοράς θερμότητας εντός της δακτυλιοειδούς περιοχής
- ❖ Η τσιμέντωση είναι ο αποκλεισμός του γεωθερμικού συστήματος από το γειτονικό έδαφος και την υδροφορία
- ❖ Η πλήρωση της οπής πραγματοποιείται από κάτω προς τα επάνω
- ❖ Μη ορθή πλήρωση οδηγεί στη μειωμένη μεταφορά της θερμότητας

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – τύποι συστημάτων)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

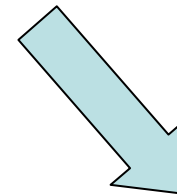
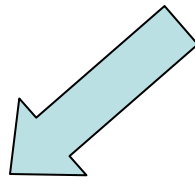
TROUBLESHOOTING



Κατακόρυφα Γεωθερμικά Συστήματα κλιματισμού

Grouting

Φιλοσοφίες γεμίσματος



Bentonite grouts

- ❖ Χαμηλή πυκνότητα
- ❖ Μη συρρίκνωση
- ❖ Υψηλό ποσοστό υγρασίας
- ❖ Μείγμα σε μορφή χυλού

Cement grouts

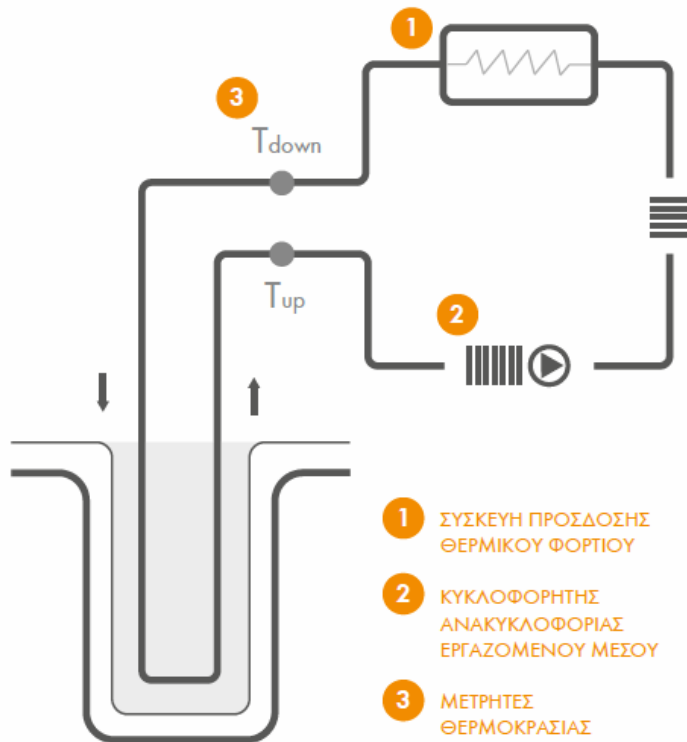
- ❖ Οδηγούν σε μη σταθερό δεσμό με τις πλαστικές σωληνώσεις
- ❖ Μείωση μεταφοράς θερμότητας
- ❖ Υψηλή πυκνότητα
- ❖ Δυσκαμψία

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – TRT)



TEST θερμικής απόκρισης

TRT



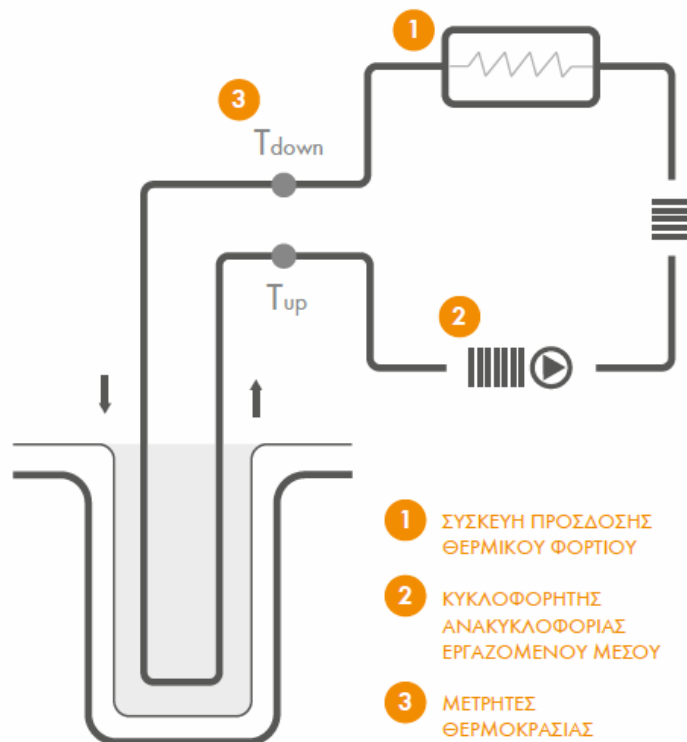
- ❖ Εφαρμόζεται κατά κόρον στα κλειστά κατακόρυφα γεωθερμικά συστήματα κλιματισμού
- ❖ Διεξάγεται κατά τη φάση του σχεδιασμού ή υλοποίησης του συστήματος για την πρόβλεψη της μελλοντικής του συμπεριφοράς και την αποφυγή τυχόν αστοχιών
- ❖ Δύναται να εξοικονομήσει χρήματα
- ❖ Δύναται να χρησιμοποιηθεί για την επιδιόρθωση υφιστάμενων συστημάτων

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – TRT)



TEST θερμικής απόκρισης - ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

TRT



❖ Σε υφιστάμενο κατακόρυφο γεωσυλλέκτη, συνδέεται ο εξοπλισμός TRT :

- ❖ Κυκλοφορητής
- ❖ Δοχείο διαστολής
- ❖ Ηλεκτρική αντίσταση
- ❖ Όργανα μέτρησης
- ❖ Πίνακας ελέγχου

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Κλειστά γεωθερμικά συστήματα – TRT)

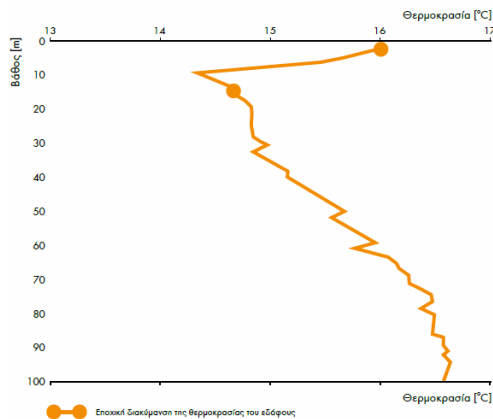


TEST θερμικής απόκρισης

TRT

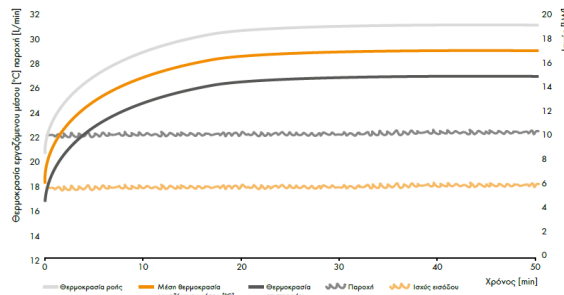
1ο Πείραμα

Μέτρηση αρχικής
θερμοκρασίας



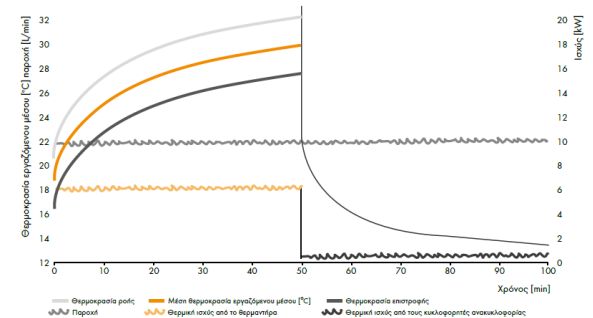
2ο Πείραμα

Συμπεριφορά της οπής
όταν αυτή υπόκειται σε
θερμικό στρες.



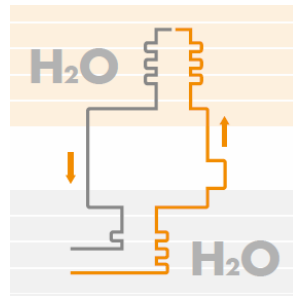
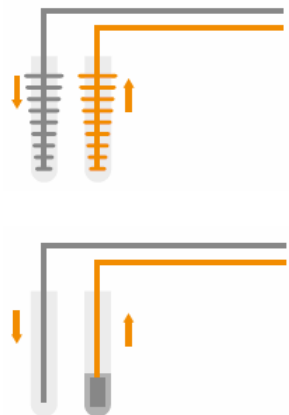
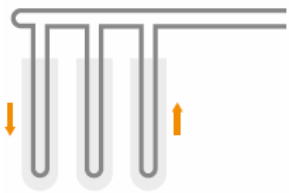
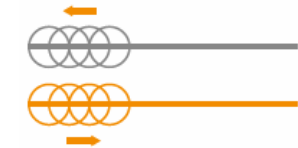
3ο Πείραμα

Θερμική ανάκτηση
της οπής μετά τη
διεξαγωγή του τεστ
θερμικής απόκρισης.

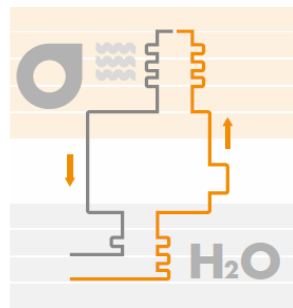


ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Λειτουργικά συστήματα)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!



Γεωθερμική αντλία
θερμότητας νερού-νερού



Γεωθερμική αντλία
θερμότητας νερού-αέρα



Fan coil units



Ενδοδαπέδια σωλήνωση



Σώματα καλοριφέρ

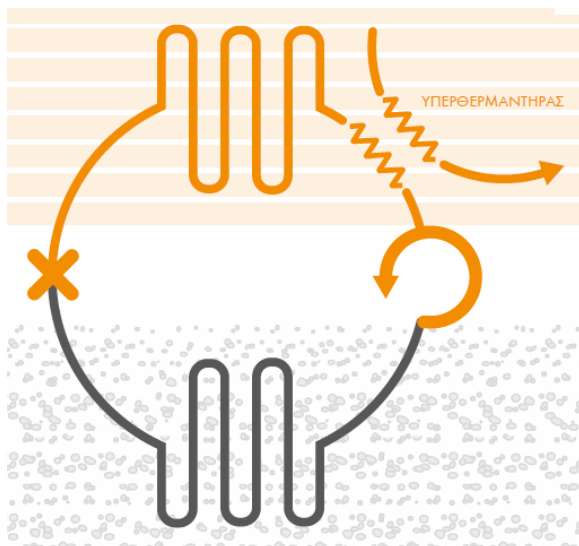


Κανάλια αέρα

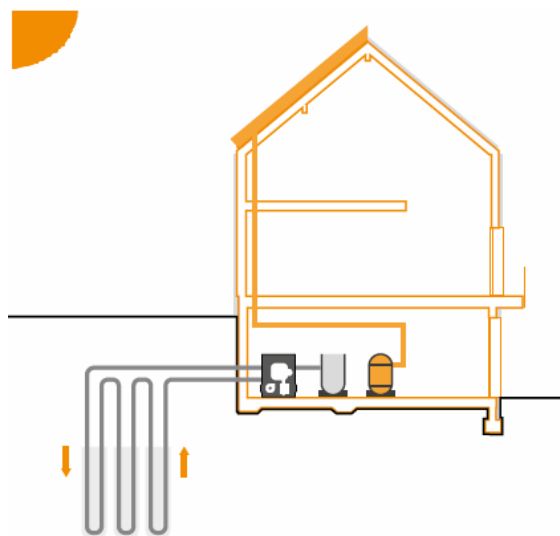
ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (ζεστό νερό χρήσης)

aid engineering ltd
...your Engineering Aid!

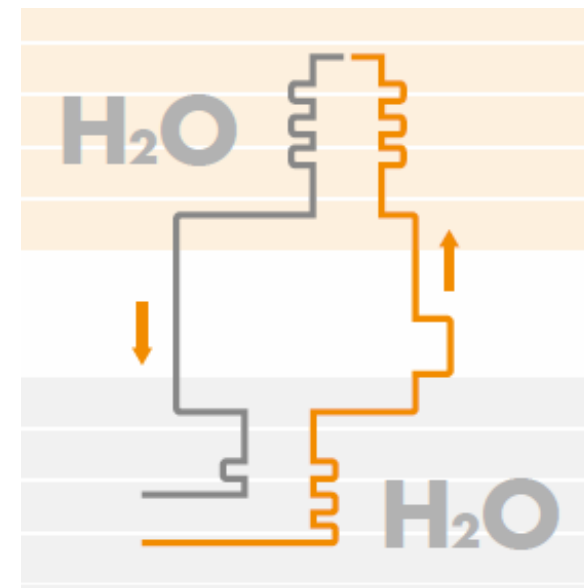
ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΤΗΡΑΣ



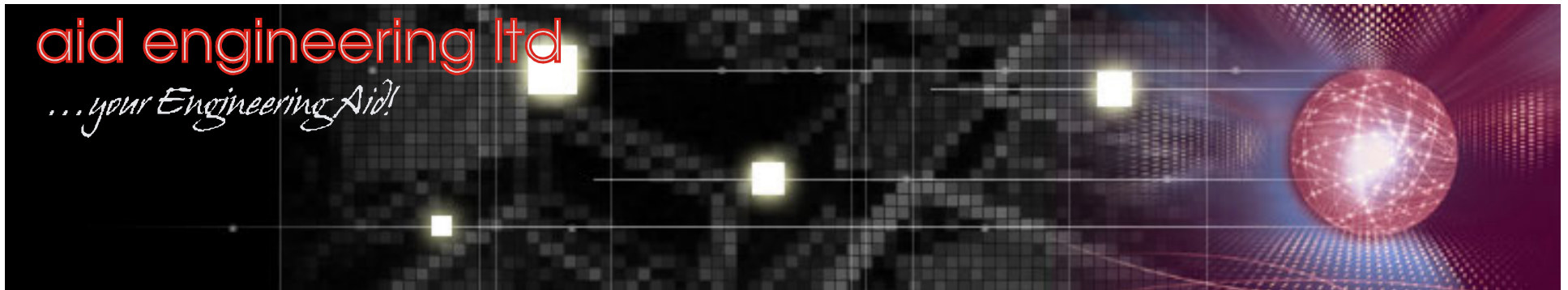
ΗΛΙΑΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ



ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΜΟΝΑΔΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ



Αβαθής Γεωθερμία



Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από γεωθερμικά συστήματα

- ❖ Υπεράντληση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα
- ❖ Ανοδική – καθοδική ροή του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα
- ❖ Θερμική συμφόρηση του εδάφους και προβλήματα έντονης ξηρασίας
- ❖ Διαφυγή φρέον στο περιβάλλον
- ❖ Διαφυγή αντιψυκτικού υγρού στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα
- ❖ Θερμική υπερφόρτωση του επιφανειακού υδροφόρου ορίζοντα

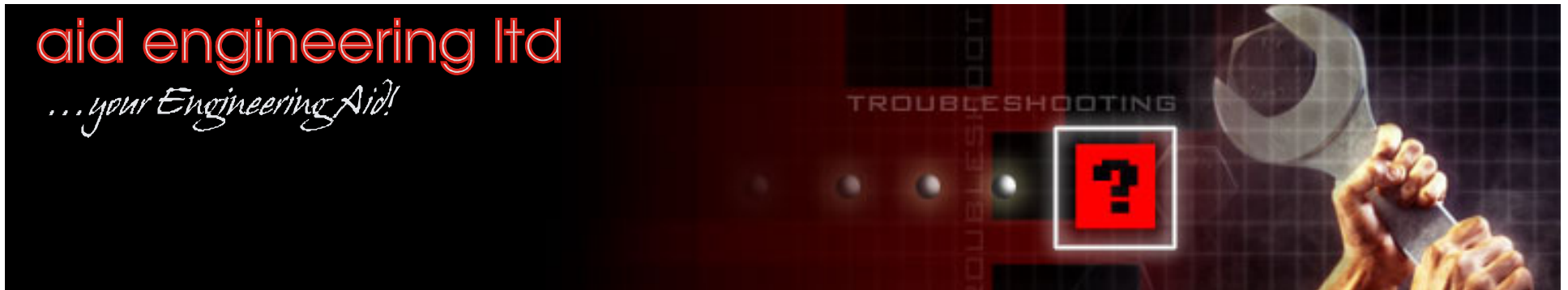
ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Αποθήκευση θερμότητας)



Thermal Energy Storage

- ❖ Η λειτουργία των συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας βασίζεται στην υψηλή θερμοχωρητικότητα του εδάφους και τις θερμομονωτικές του ικανότητες
- ❖ Ανάλογα με το τύπο του εξωτερικού κυκλώματος, διαχωρίζονται σε ATES και BTES
- ❖ Η αποθήκευση θερμότητας θεωρείται μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, εφόσον δε χρησιμοποιούνται συμβατικά καύσιμα, είναι άφθονη και καταναλώνει μικρό ποσό ενέργειας

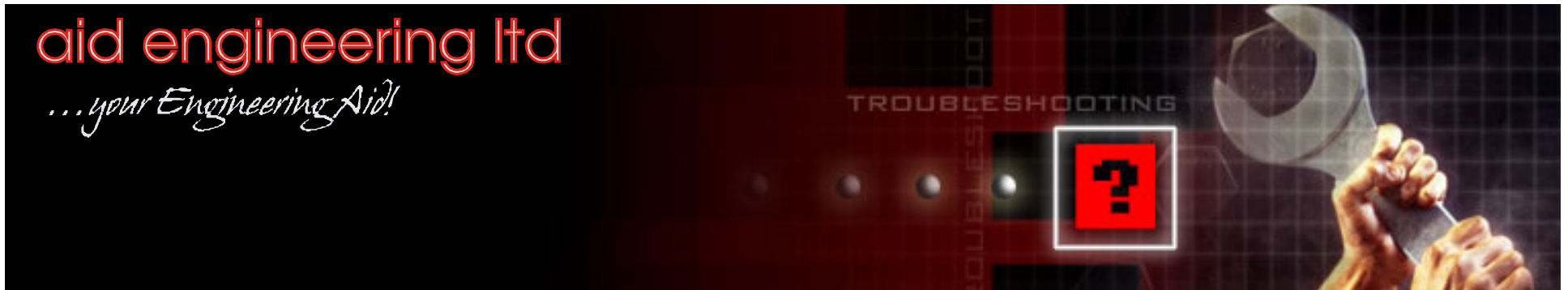
ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Αποθήκευση θερμότητας - ATES)



ATES (Aquifer Thermal Energy Storage)

- ❖ Τα συστήματα ATES (Aquifer Thermal Energy Storage) χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση ενέργειας στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, σε περιοχές όπου η υδροφορία είναι πλούσια και συνεχής.
- ❖ Δύναται να χρησιμοποιούνται τόσο για τη θέρμανση όσο για την ψύξη των εγκαταστάσεων ή συνδυασμένη λειτουργία θέρμανσης και ψύξης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.
- ❖ Τα βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία του συστήματος είναι οι υδρογεωτρήσεις.
- ❖ Το πιο συνηθισμένο σύστημα ATES παρέχει τόσο θέρμανση όσο και ψύξη στην εγκατάσταση.

ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ (Αποθήκευση θερμότητας - BTES)



BTES (Borehole Thermal Energy Storage)

- ❖ Τα συστήματα BTES (Borehole Thermal Energy Storage), αποθηκεύουν ενέργεια μέσω κάθετων οπών εντός των οποίων ανακυκλοφορεί διάλυμα νερού-αντιψυκτικού.
- ❖ Χρησιμοποιούνται κυρίως για θέρμανση εγκαταστάσεων και έχουν ιδιαίτερα απλό σχεδιασμό και έλεγχο.
- ❖ Εφαρμόζονται σε περιοχές όπου η υδροφορία είναι περιορισμένη και δεν μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις της εγκατάστασης.
- ❖ Τα βασικά συστατικά μέρη του συστήματος είναι οι κάθετες οπές και οι εναλλάκτες θερμότητας.
- ❖ Η πιο συνήθης εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος είναι η αποθήκευση της θερμικής ενέργειας στο υπέδαφος από ηλιακά πλαίσια και η απορρόφηση της αποθηκευμένης ενέργειας αυτή κατά τη χειμερινή περίοδο.



aid engineering ltd

Τέλος σεμιναρίου:

**Γεωθερμία και κλιματισμός,
βασικές αρχές.**

Σας ευχαριστώ πολύ

...your Engineering Aid!
