



Γεωθερμικές Εφαρμογές Geo 101

Με την εγγύηση και υποστήριξη



Γεωθερμικές Εφαρμογές

- Ορολογία
- Τι είναι η Γεωθερμία?
- Τι είναι ένας βρόγχος (κύκλωμα) Γεωθερμίας ?
- Περί λειτουργικού κόστους / είναι οικονομικό ?
- Αποτελούμενα μέρη του συστήματος
(μηχανήματα – εξαρτήματα)

Ton

Left Return

Ορολογία

LWT

EER

Heat Exchanger

Btu

Evaporator

TXV

Reversing Valve

Downflow

kW

FWT

Water Source Heat Pump

Upflow

COP

Right Return

HVAC

Btu/hr

Condenser

GeoExchange

Btuh

ARI

CFM

Mbtuh

Geothermal

Ground Source Heat Pump

Electro-mechanical

Desuperheater

GPM

HWG



Συστήματα με
Γεωθερμικές
Αντλίες
Θερμότητας

Περιεχόμενα

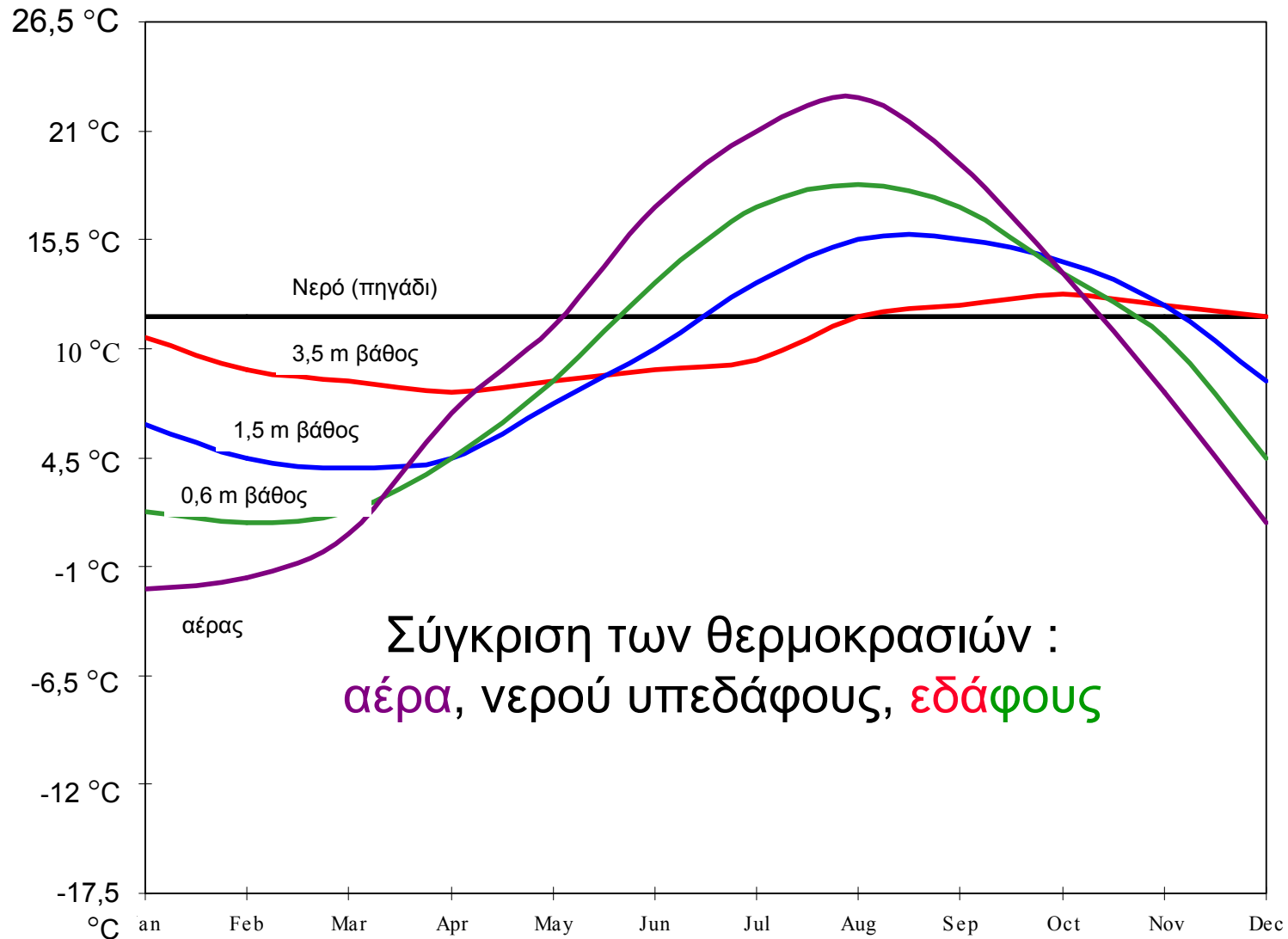
- Εισαγωγή στην τεχνολογία της Γεωθερμίας
- Παρουσίαση του εξοπλισμού
- Ψυκτικό κύκλωμα

Τι σημαίνει Γεωθερμία ?

- Η Γεωθερμία ορίζεται ως «θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης»
 - ➔ *Η Γεωθερμική Ενέργεια χρησιμοποιείται από τη δεκαετία του 1960 για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.*
- Αυτό το είδος της Γεωθερμικής Ενέργειας καλείται Γεωθερμία «Υψηλής θερμοκρασίας», με θερμοκρασίες νερού που μπορεί να υπερβαίνουν τους 150°C στο υπέδαφος.
 - ➔ *Δυστυχώς αυτά τα θερμικά αποθέματα βρίσκονται μόνο σε δυσπρόσιτα βάθη και έχουν περιορισμένη εκμετάλλευση.*

Τι σημαίνει Γεωθερμία ?

- Υπάρχει όμως και Γεωθερμία «Χαμηλής θερμοκρασίας», η οποία με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας επιτρέπει τη μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος για παραγωγή ψύξης, θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης για οικιακές αλλά και ευρύτερης κλίμακας εφαρμογές.
 - Εκμετάλλευση ενέργειας από το εσωτερικό της γης.
 - Απεριόριστη χρήση/εκμετάλλευση αυτής της γεωθερμικής ενέργειας, λόγω του ότι προέρχεται από το έδαφος.
- Η μεταβολή της θερμοκρασίας του εδάφους είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με τη μεταβολή της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του αέρα.



Τι σημαίνει Γεωθερμία?

→ Η Γεωθερμία είναι δοκιμασμένη.

- Το πρώτο Γεωθερμικό Σύστημα καταγράφεται το 1912 στην Ελβετία.
- Αντλίες θερμότητας που εκμεταλλεύονται νερό υπεδάφους (ανοιχτού βρόγχου) χρησιμοποιούνται με επιτυχία από τη δεκαετία του '30.
- Το Ινστιτούτο Edison Electric των ΗΠΑ χρηματοδότησε την έρευνα για κλειστά κυκλώματα στη δεκαετία του '40 και του '50 αν και η έλλειψη κατάλληλων υλικών για την κατασκευή των σωληνώσεων καθυστέρησε το ενδιαφέρον.
- Σουηδοί ερευνητές ξεκίνησαν και πάλι να μελετούν συστήματα κλειστού βρόγχου στη δεκαετία του '70 με τη χρήση του πλαστικού σωλήνα, ο οποίος ήταν κατάλληλος για αυτήν την εφαρμογή.

Τι είναι μια Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας ?

- Μια **Αντλία Θερμότητας** μεταφέρει ενέργεια από μία θέση σε μία άλλη όπως ένα ψυγείο, αντί να παράγει θερμότητα από καύσιμο όπως ένας λέβητας.
- Μια **Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας** μεταφέρει ενέργεια από/προς το έδαφος, ενώ μια κλασική αντλία θερμότητας από/προς τον αέρα.

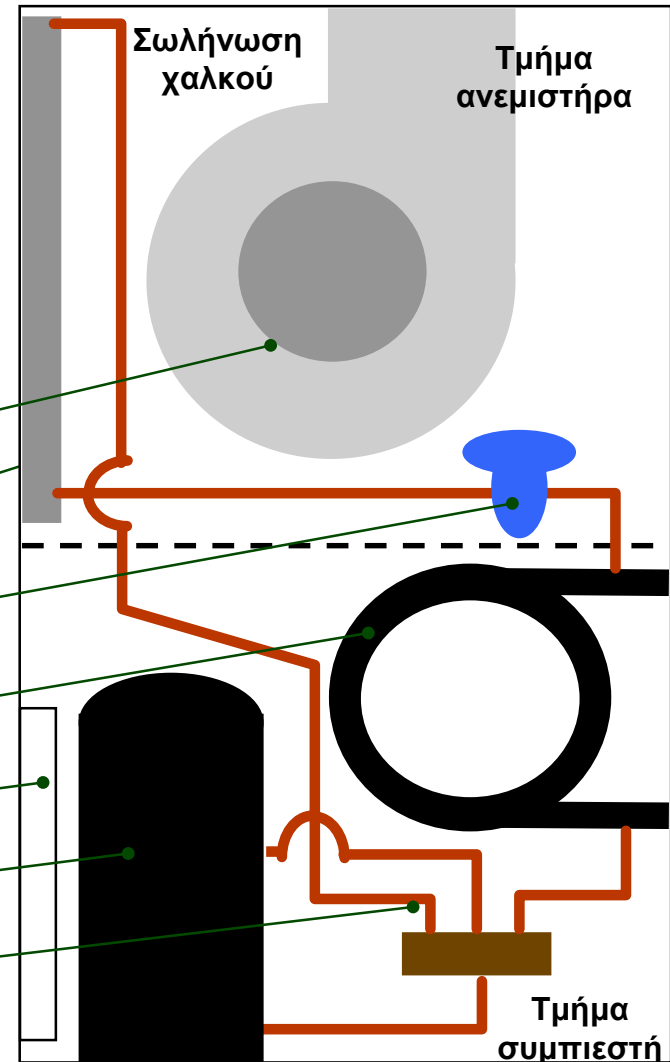
Τι είναι Γεωθερμία?

Γενικά τα Γεωθερμικά Συστήματα αποτελούνται από τα παρακάτω :

- α) Πηγή θερμότητας (μία από τις ακόλουθες ή συνδυασμός από):
 - Ανοιχτού βρόγχου-νερό υπεδάφους
 - Κλειστού βρόγχου
 - Κατακόρυφος βρόγχος στο υπέδαφος
 - Οριζόντιος βρόγχος στο υπέδαφος
 - Βρόγχος σε λίμνη ή σε επιφανειακή κοιλότητα
- β) Συστήματα διανομής
 - Σύστημα κυκλοφορίας αέρα με ανεμιστήρα και δίκτυο αεραγωγών.
 - Σύστημα νερού (ενδοδαπέδιο, fan coils)
- γ) Αντλία θερμότητας

Εσωτερικό Α.Θ.

➤ Υπάρχουν λιγότερα εξαρτήματα σε μια γεωθερμική αντλία θερμότητας σε σχέση με τις περισσότερες συμβατικές αντλίες θερμότητας



Ανεμιστήρας

Εναλλάκτης ψυκτ.μέσου-αέρα

Εκτονωτική βαλβίδα

Ομοαξονικός Εναλλάκτης θερμότητα
ψυκτικού μέσου-νερού

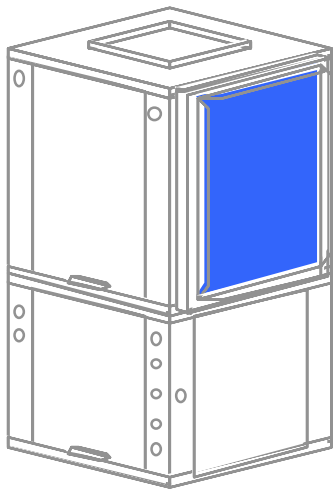
Ηλεκτρικός πίνακας

Συμπιεστής

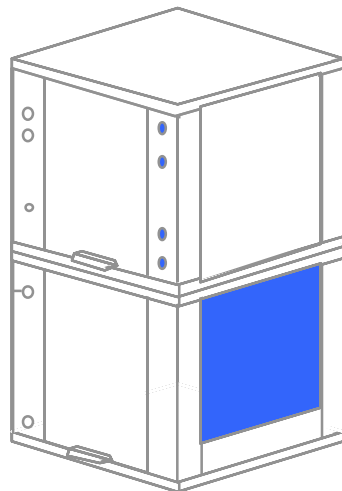
Τετράοδη βάννα αντιστροφής ψυκτ. κύκλου

Τμήμα
συμπιεστή

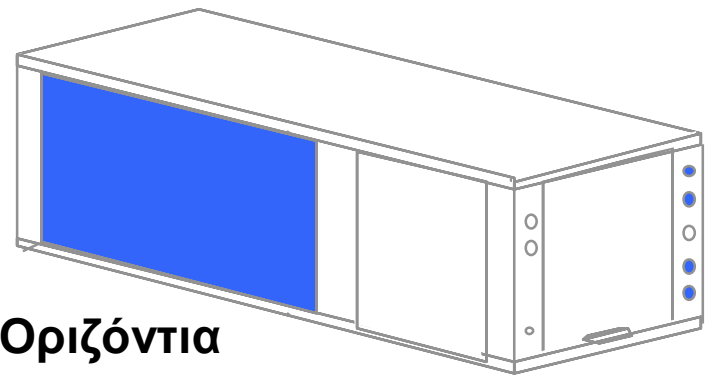
Διάφοροι τύποι Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας



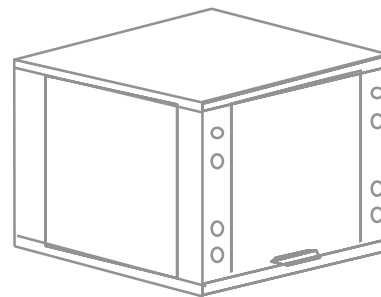
Κατακόρυφη
παροχή αέρα
προς τα πάνω



Κατακόρυφη
παροχή αέρα
προς τα κάτω



Οριζόντια



Νερού - Νερού

The background features a grid of fine lines in the top-left corner, transitioning into a light blue and green gradient. A large, stylized graphic of a sun or starburst is centered, composed of several overlapping triangles in shades of light blue and green. The text is overlaid on this graphic.

Γενικές Εφαρμογές

Περιεχόμενα

- Πώς γίνεται η διανομή της ψύξης ή της θέρμανσης ?
- Τι είναι ένας κλειστός βρόγχος ?
- Πώς μπορεί να σχεδιαστεί ο βρόγχος μέσα στο έδαφος ?
- Εργαλεία σχεδιασμού του συστήματος ?
- Περί κόστους λειτουργίας

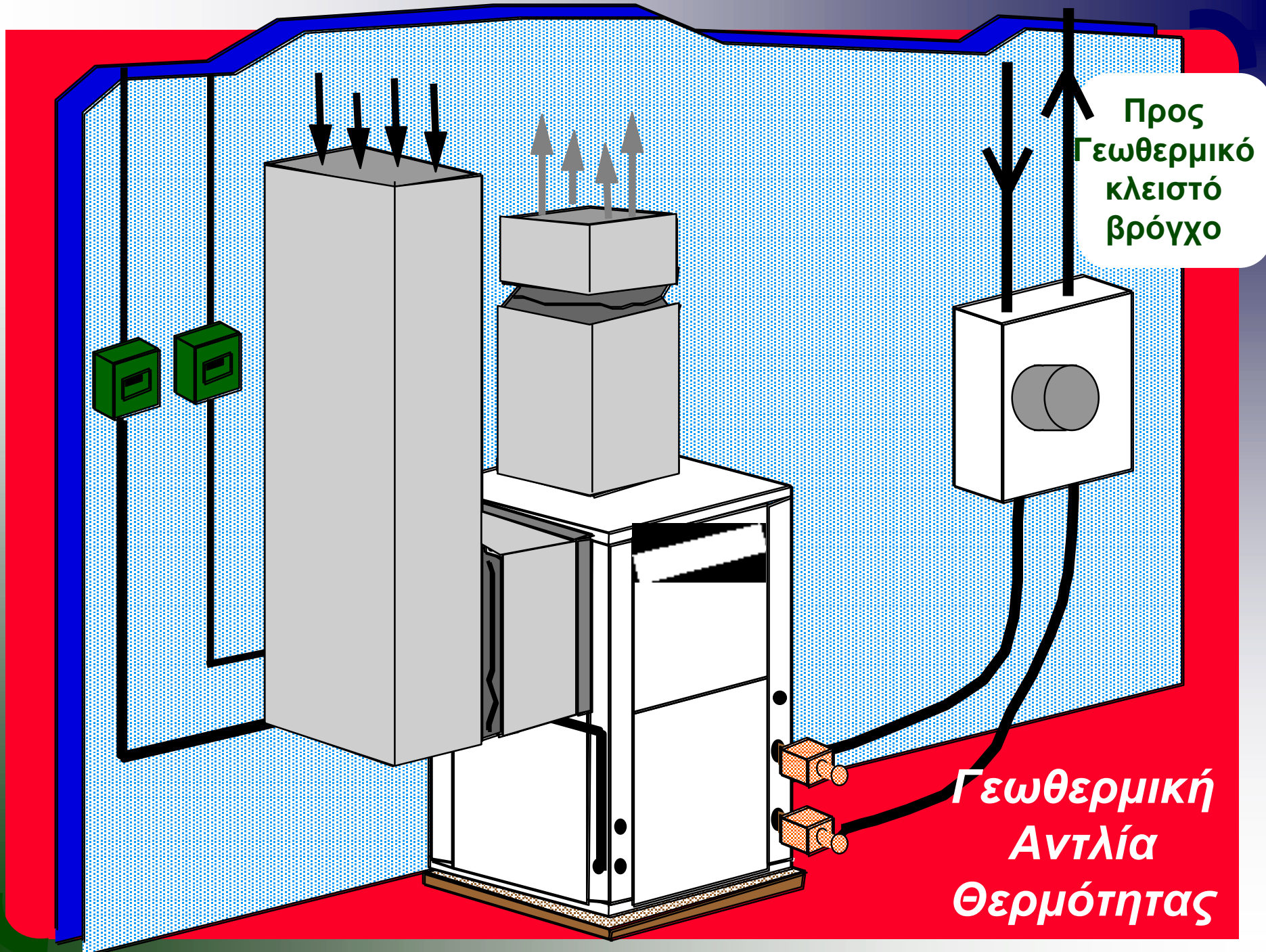
Πώς διανέμεται η ψύξη/θέρμανση ?

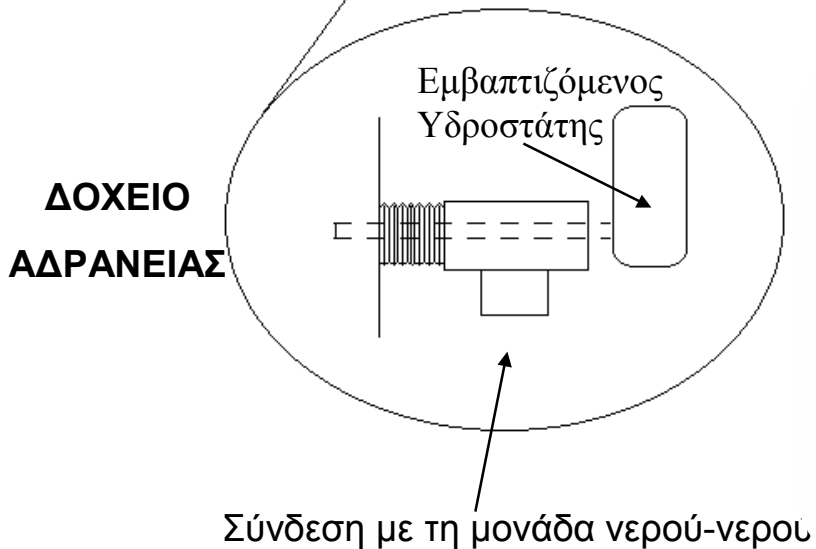
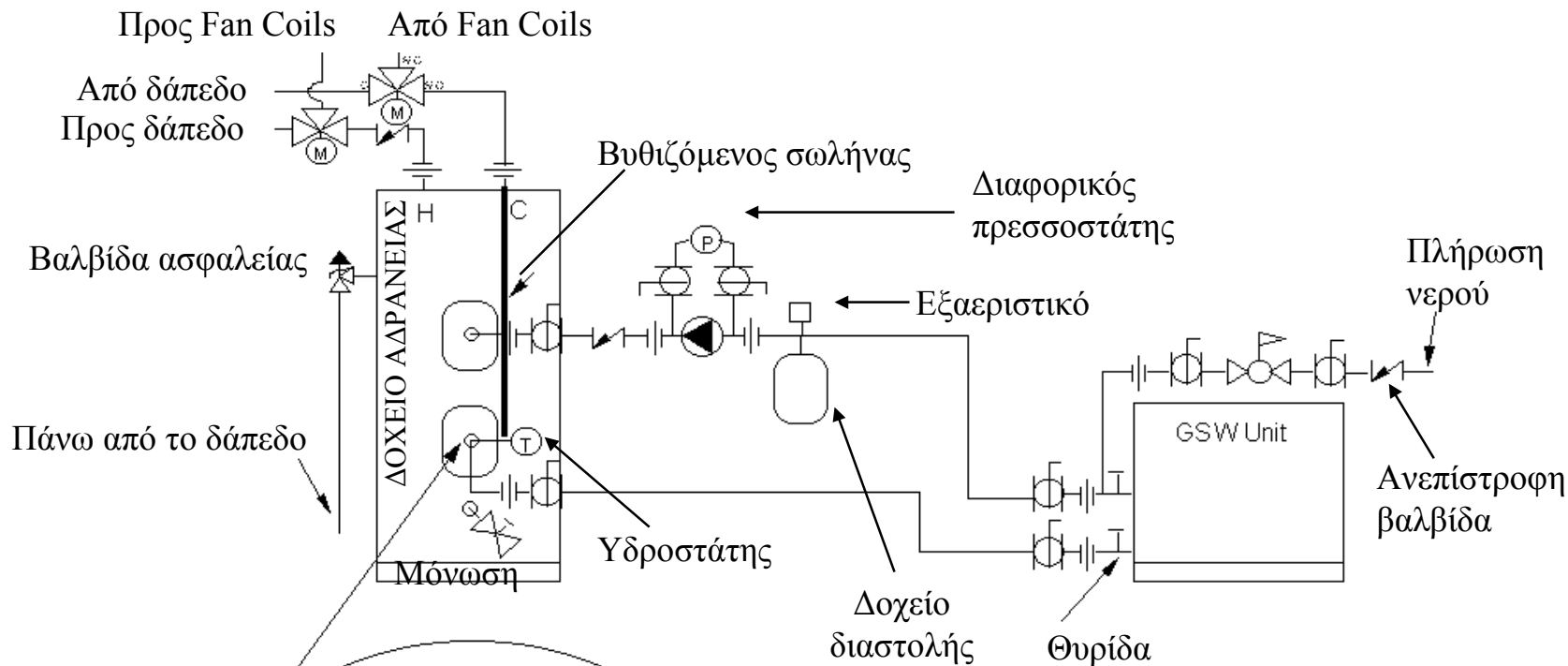
Τα συστήματα με γεωθερμική αντλία θερμότητας δουλεύουν πολύ καλά σε εφαρμογές νερού:

- Ενδοδαπέδια θέρμανση ή δροσισμός
- Ζεστό ή ψυχρό νερό σε Fan Coils
- Θέρμανση πισίνας/spa
- Ζεστό νερό χρήσης

Τα συστήματα με γεωθερμική αντλία θερμότητας μπορούν να εφαρμοστούν σε παραδοσιακά συστήματα κλιματισμού με αεραγωγούς:

- Συνήθως δεν είναι απαραίτητη η μεταβολή του δικτύου αεραγωγών για εφαρμογή Γεωθερμίας.
- Παραγωγή θερμότερου και πιο σταθερής θερμοκρασίας αέρα σε σχέση με αερόψυκτη αντλία θερμότητας.





**Υδραυλική Διάταξη εγκ/σης
Αντλίας Θερμότητας Νερού-Νερού
για ενδοδαπέδια θέρμανση και
κλιματισμό με Fan Coils με χρήση
δοχείου αδρανείας**

Τι είναι ένας Γεωθερμικός Κλειστός Βρόγχος?

- Η γη είναι ένας πελώριος «ηλιακός συλλέκτης»
- Ο κλειστός βρόγχος, αποτελούμενος από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE), επιτρέπει στη γεωθερμική ενέργεια του εδάφους να μεταφερθεί προς/από την αντλία θερμότητας μέσω ενός διαλύματος νερού/αντιψυκτικού που κυκλοφορεί μέσα στους σωλήνες.
- Συνεπώς, ο βρόγχος λειτουργεί ως «πηγή» και «κάδος απόρριψης» της θερμότητας.

Τι είναι ένας Γεωθερμικός Βρόγχος?

Πηγή θερμότητας

➔ Συστήματα ανοιχτού βρόγχου (νερό υπεδάφους)

- Πολύ οικονομικά, υπό τις παρακάτω προϋποθέσεις:
 - Η ποιότητα του νερού είναι καλή
 - Η ποσότητα του νερού είναι επαρκής (τυπικά απαιτούνται 5,7 lt - 7,6 lt ανά ψυκτικό τόνο)
 - Τηρούνται οι απαραίτητες προδιαγραφές/κανονισμοί
- Η δυνατότητα λειτουργίας τους εξαρτάται πάντα από τη συνεχή διαθεσιμότητα νερού.

➔ Συστήματα κλειστού βρόγχου

- Κατακόρυφοι βρόγχοι
 - Μικρός απαιτούμενος χώρος για το βρόγχο
 - Χρήση σωλήνων πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας με συγκολλητές συνδέσεις για μεγάλη διάρκεια ζωής.

Τι είναι ένας Γεωθερμικός Κλειστός Βρόγχος?

Πηγή θερμότητας

➔ Συστήματα κλειστού βρόγχου

- Οριζόντιοι βρόγχοι μέσα σε ορύγματα
 - Διάφοροι μέθοδοι εγκατάστασης και διευθέτησης σωληνώσεων, εξαρτώμενοι από το διαθέσιμο περιβάλλοντα χώρο.
 - Χρήση σωλήνας πολυαιθυλενίου (υψηλής πυκνότητας) PE με συγκολλητές συνδέσεις για μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Βρόγχοι κυκλικού τύπου μέσα σε λίμνες
 - Ελαχιστοποιεί την εκσκαφή όταν διαθέσιμο νερό βρίσκεται κοντά στην κατασκευή
 - Περίπου 92m σωλήνωσης για κάθε ψυκτικό τόνο
 - Χρήση σωλήνας πολυαιθυλενίου (υψηλής πυκνότητας) PE με συγκολλητές συνδέσεις για μεγάλη διάρκεια ζωής.

Ιδιότητες διαφόρων τύπων εδάφους

PROPERTIES FOR VARIOUS SOIL TYPES

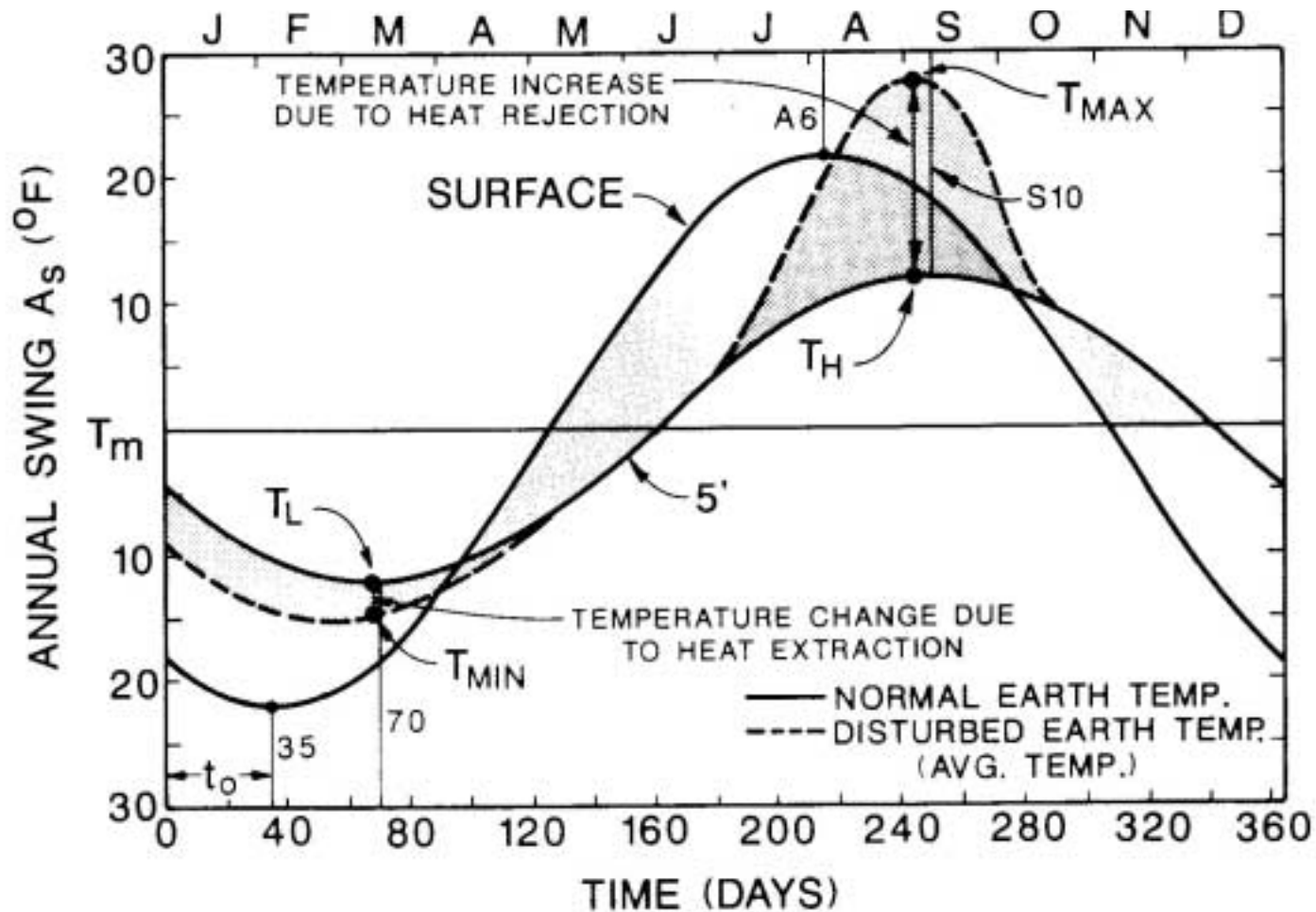
Select a soil by pressing its identification number.

Soil Description	Thermal Cond. Btu/hr*ft*F	Density lb/ft ³	Specific Heat Btu/lb*F	Volumetric Heat Capacity Btu/ft ³ *F
1 - Dense Rock	2.0	200	0.2	40.00
2 - Average Rock	1.4	175	0.2	35.00
3 - Heavy Soil, Sat.	1.4	200	0.2	40.00
4 - Heavy Soil, Damp	0.75	131	0.23	30.13
5 - Heavy Soil, Dry	0.5	100	0.25	25.00
6 - Light Soil, Damp	0.5	100	0.25	25.00
7 - Light Soil, Dry	0.2	90	0.20	18.00

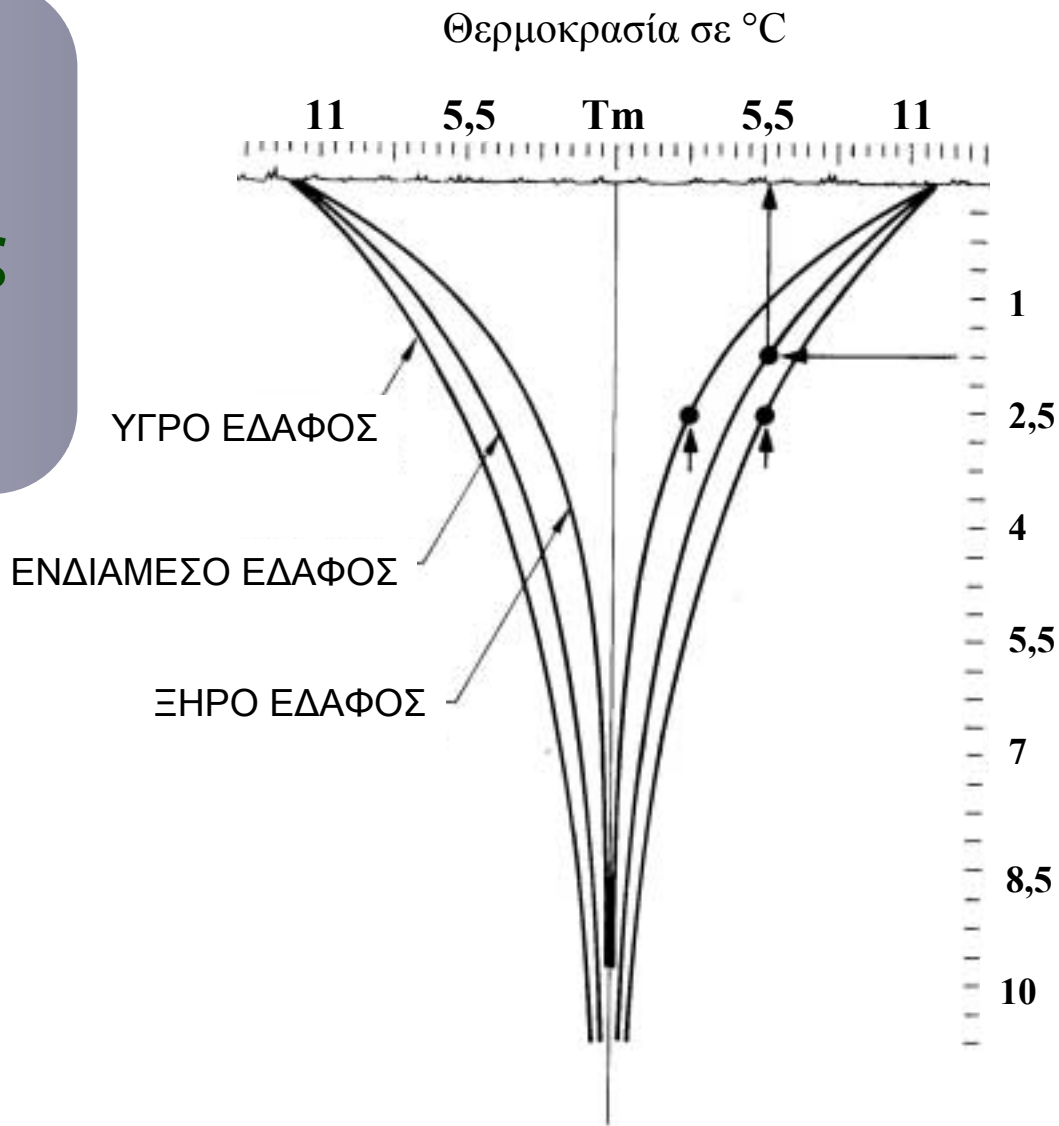
Η πυκνότητα & υγρασία του εδάφους είναι σημαντικά στοιχεία για τη σχεδίαση του βρόγχου

- όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα τόσο καλύτερη είναι η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους.
- όσο μεγαλύτερη είναι η υγρασία τόσο καλύτερα γίνεται η μεταφορά θερμότητας.

Οριζόντια μεταβολή της θερμοκρασίας εδάφους κατά τη διάρκεια του χρόνου

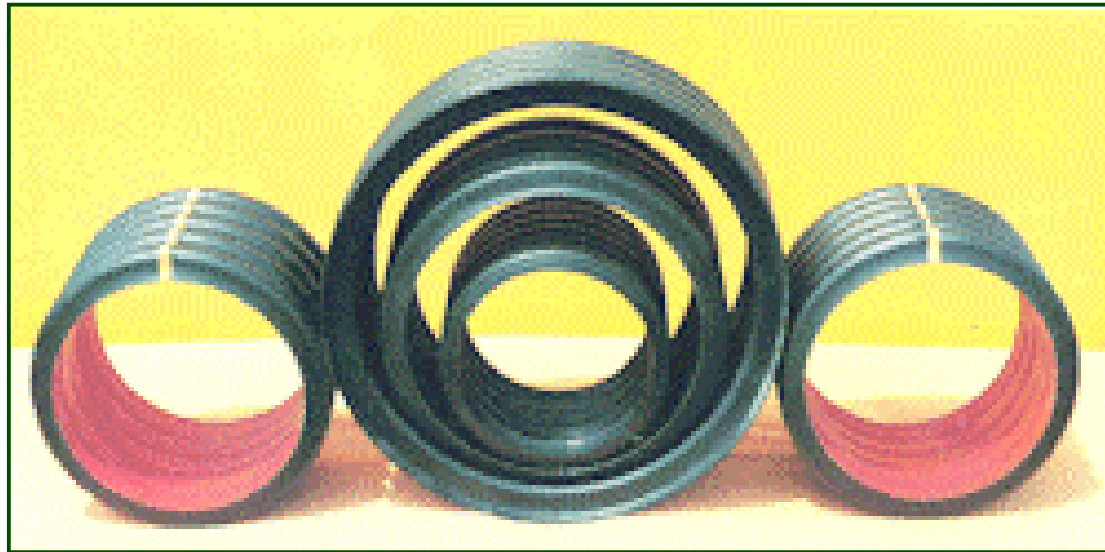


Κατακόρυφη μεταβολή της θερμοκρασίας εδάφους



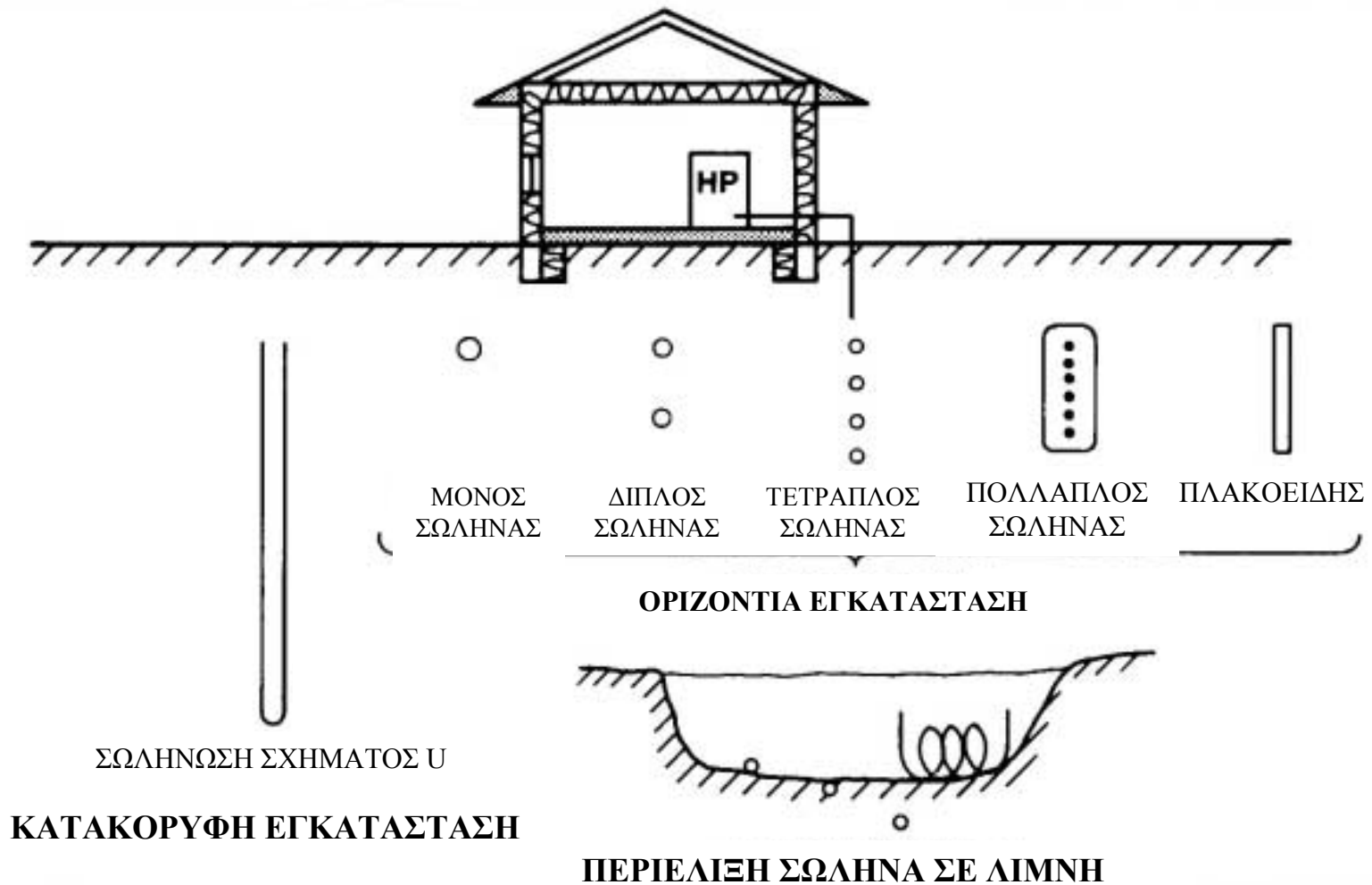
Σωλήνας HDPE

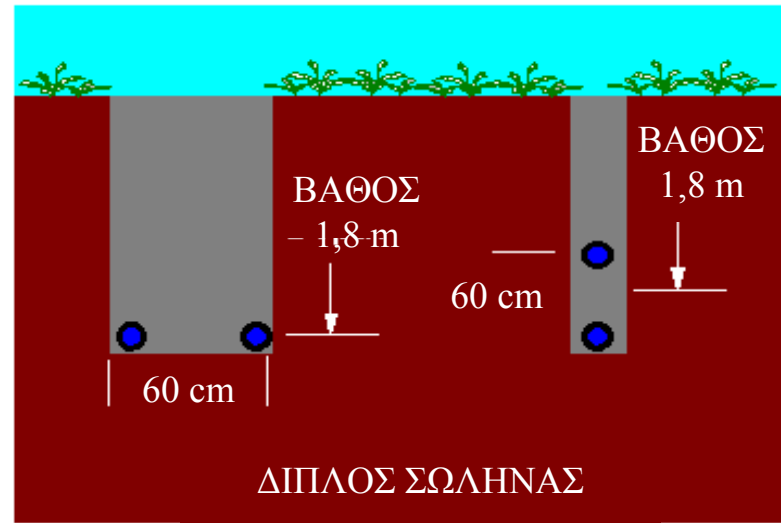
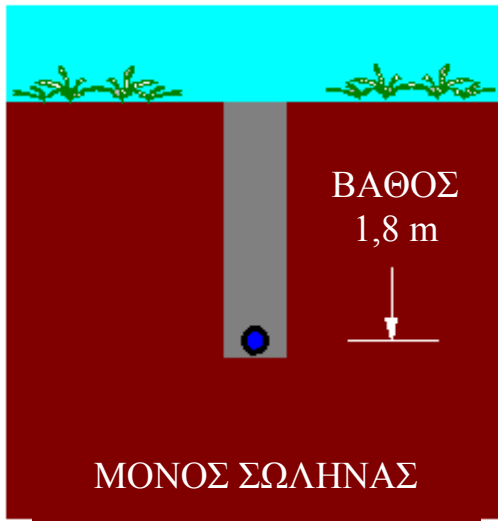
Υψηλής Πυκνότητας Πολυαιθυλένιο



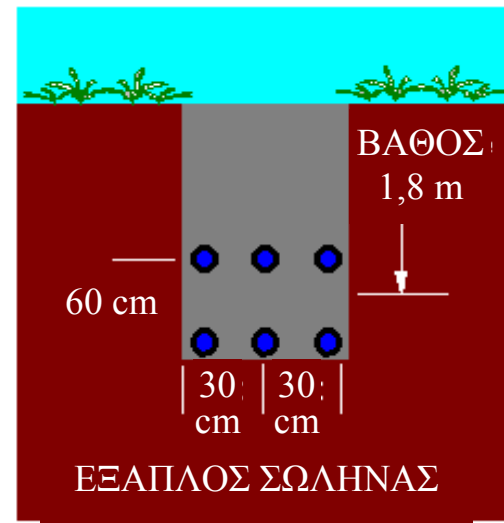
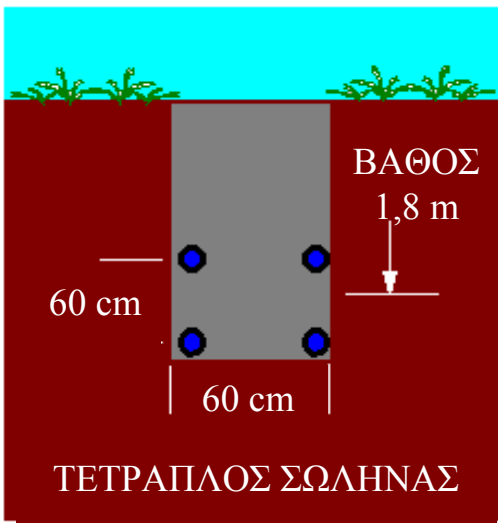
Οι εν λόγω σωλήνες και εξαρτήματα
διατίθενται ευρέως στην Ελληνική αγορά

Πως είναι ένας βρόγχος στο έδαφος ?

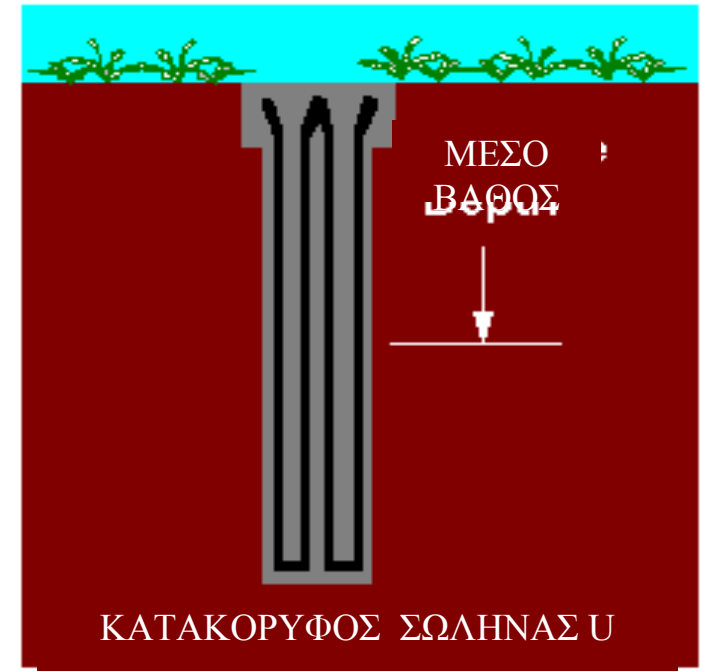
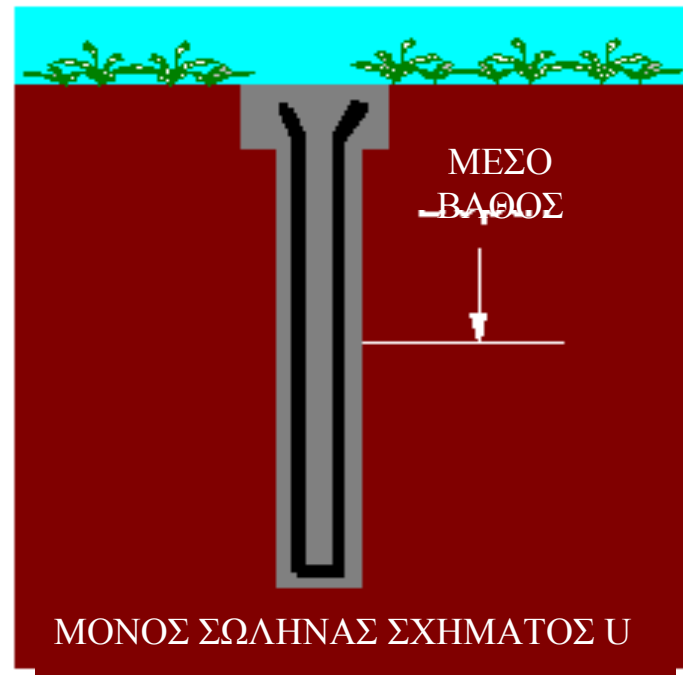




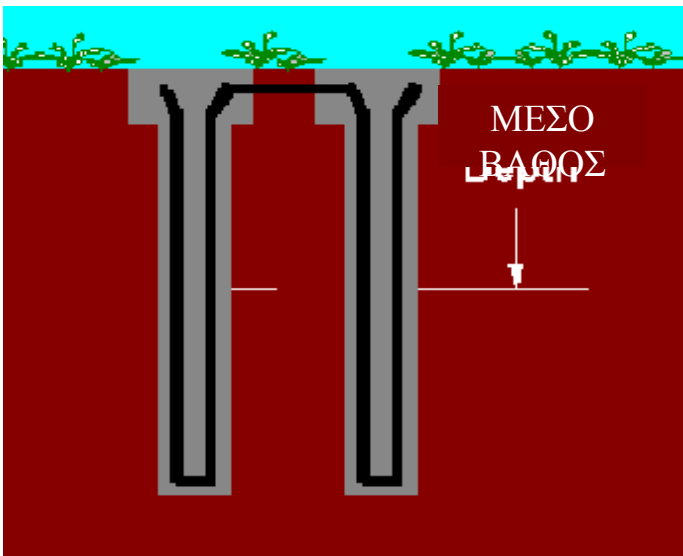
Οριζόντιοι Βρόγχοι



Κατακόρυφοι Βρόγχοι



2 ΖΕΥΓΗ ΣΤΗΝ ΙΔΙΑ ΤΡΥΠΙΑ



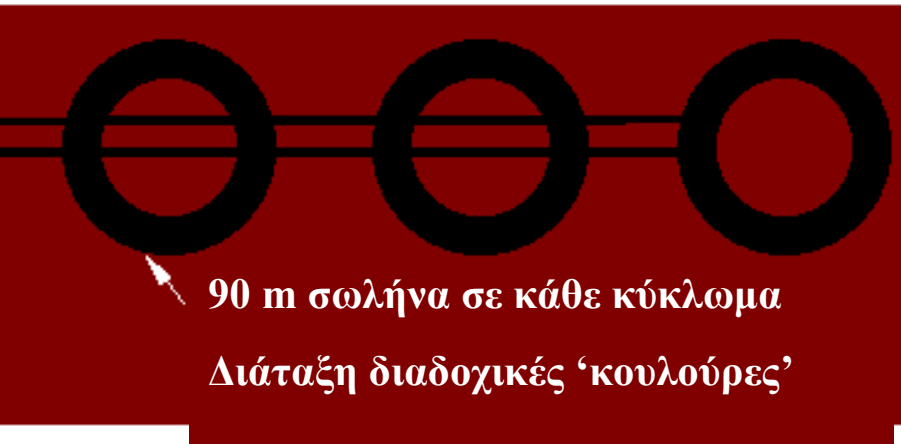
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ :

2 ΚΟΝΤΥΤΕΡΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ ΣΧΗΜΑΤΟΣ U

Βρόγχοι σε Λίμνη



2,5 m
κατ' ελάχιστο



90 m σωλήνα σε κάθε κύκλωμα
Διάταξη διαδοχικές 'κουλούρες'



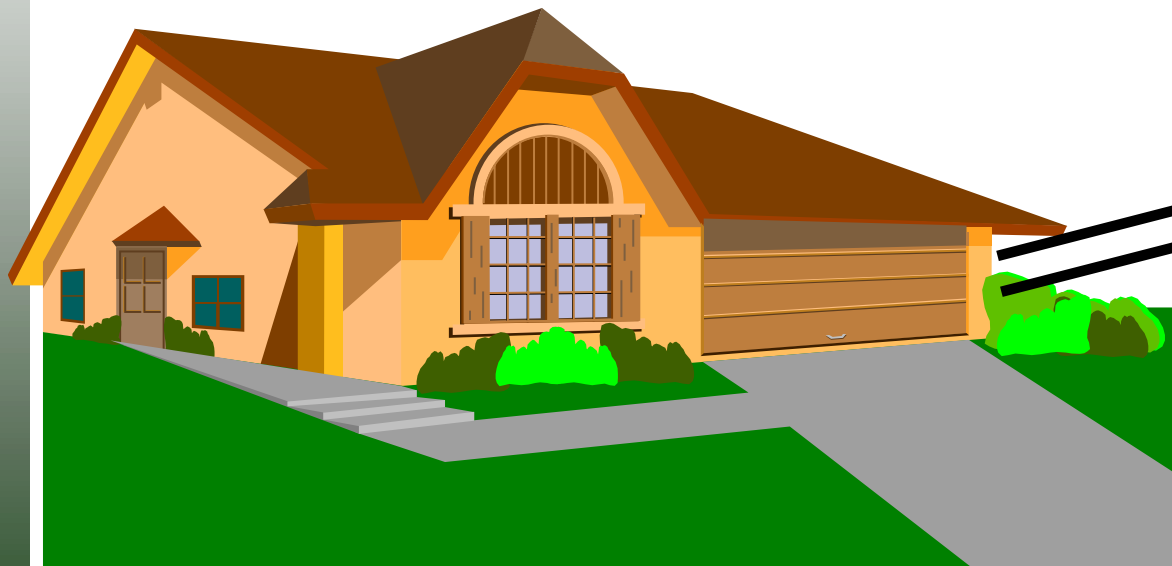
2,5 m
κατ' ελάχιστο



90 m σωλήνα σε κάθε κύκλωμα

Διάταξη 'Χαλάκι'

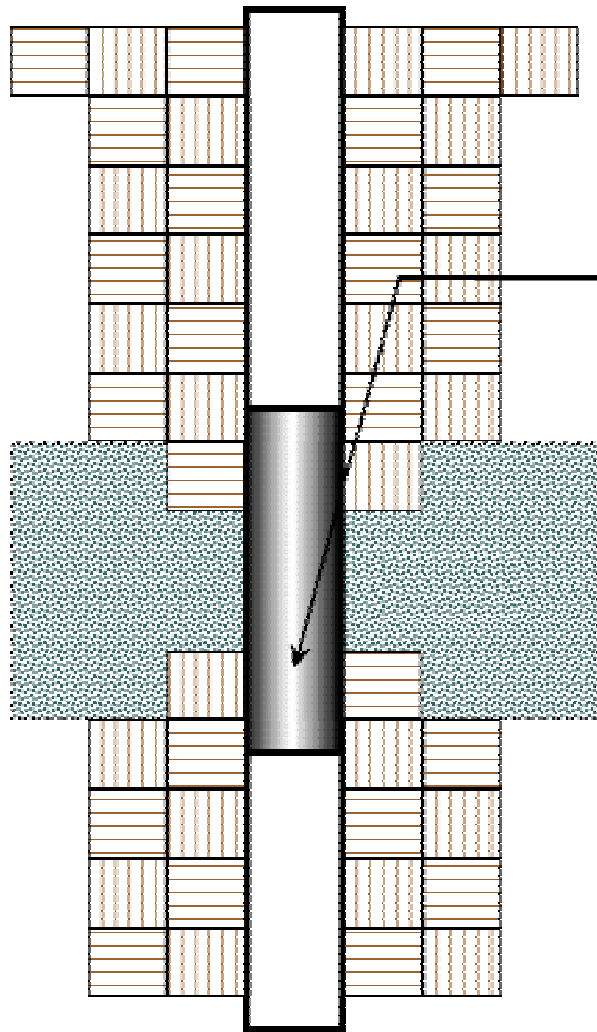
Βρόγχοι σε Λίμνη



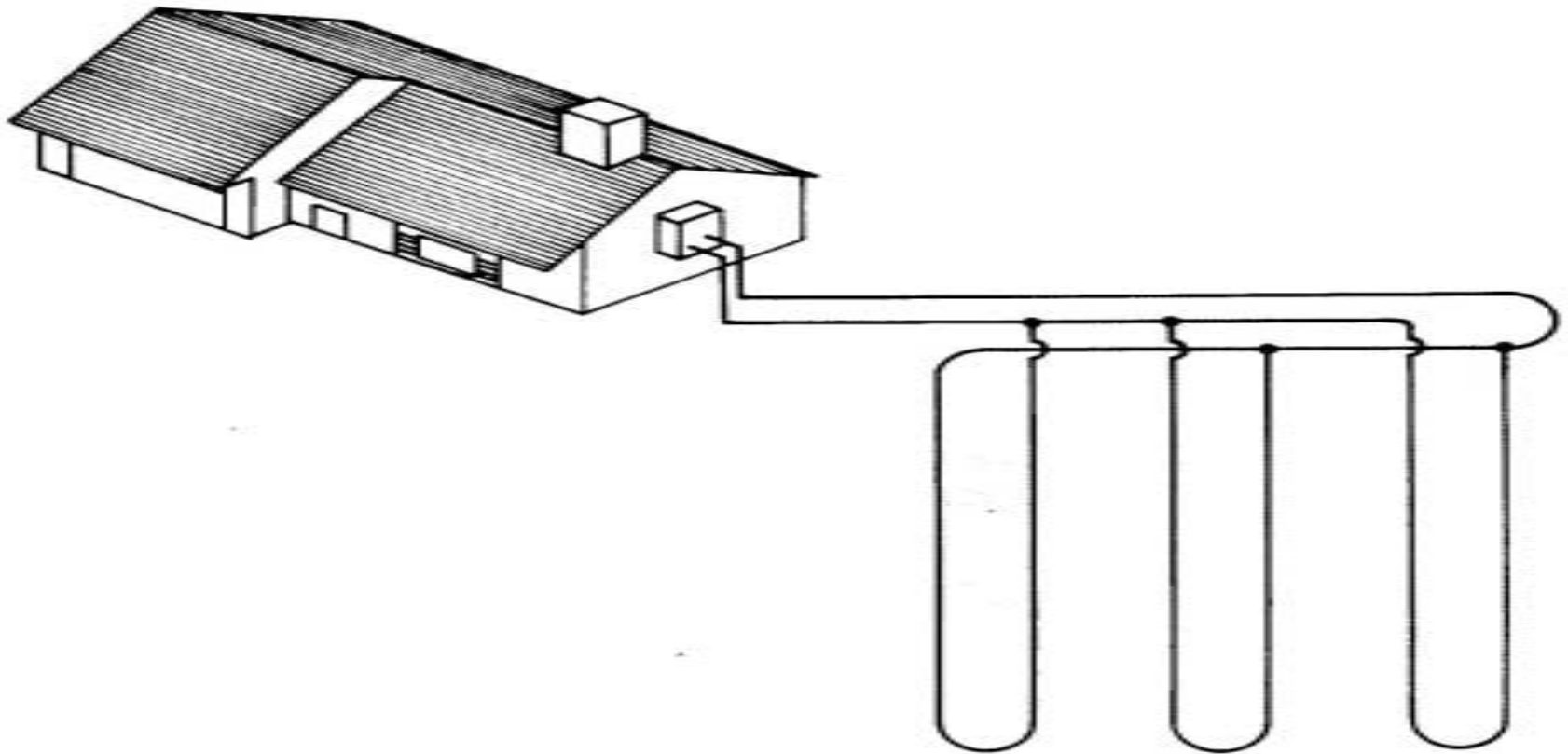
90 m σωλήνας σε κουλούρες
(μία κουλούρα για 3,5 kW)

Σωλήνες προσαγωγής
και επιστροφής

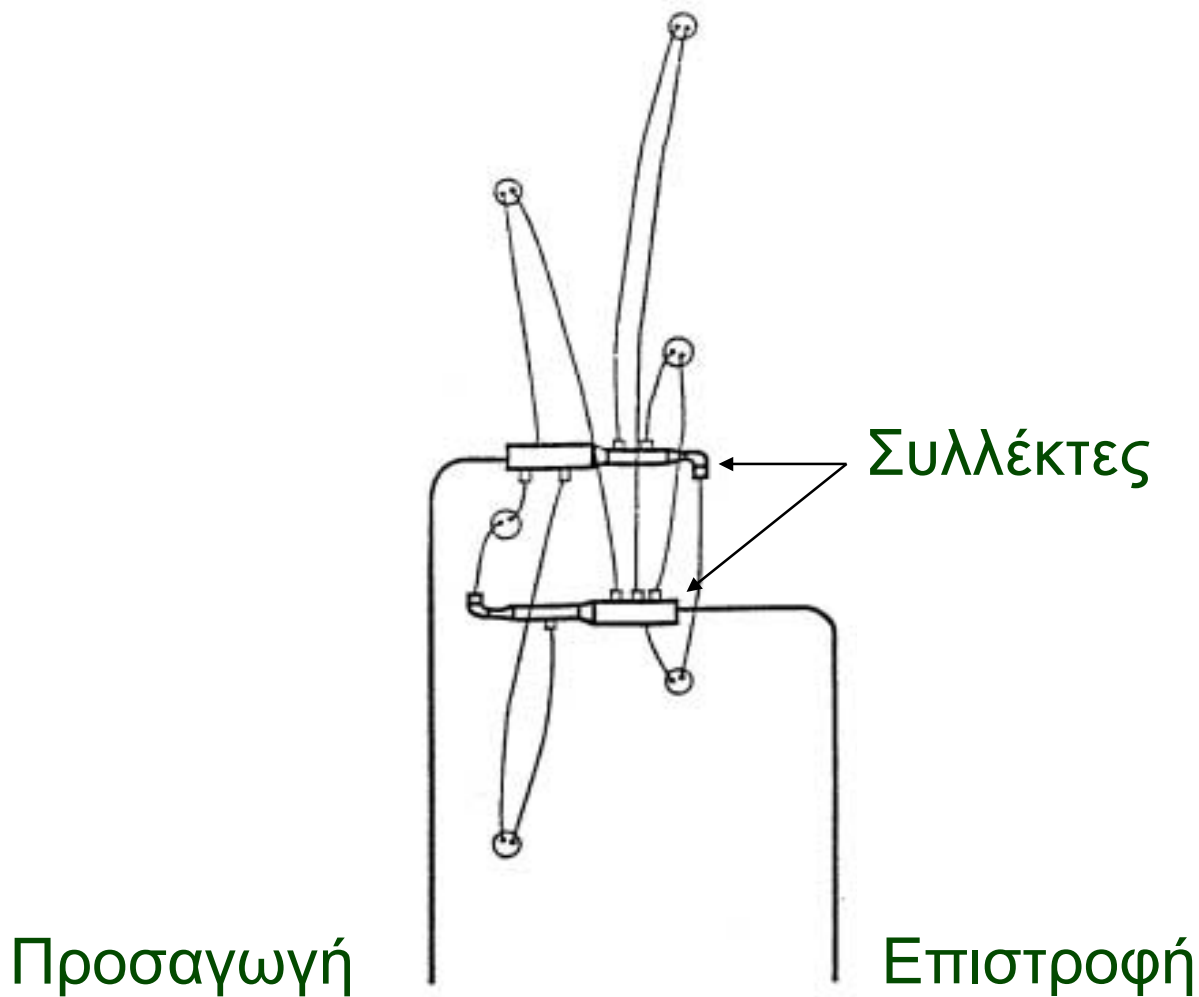
Περίβλημα Οπής



Παράδειγμα Γεωθερμικού Εναλλάκτη Εδάφους Κατακόρυφος σε Παράλληλη Διάταξη

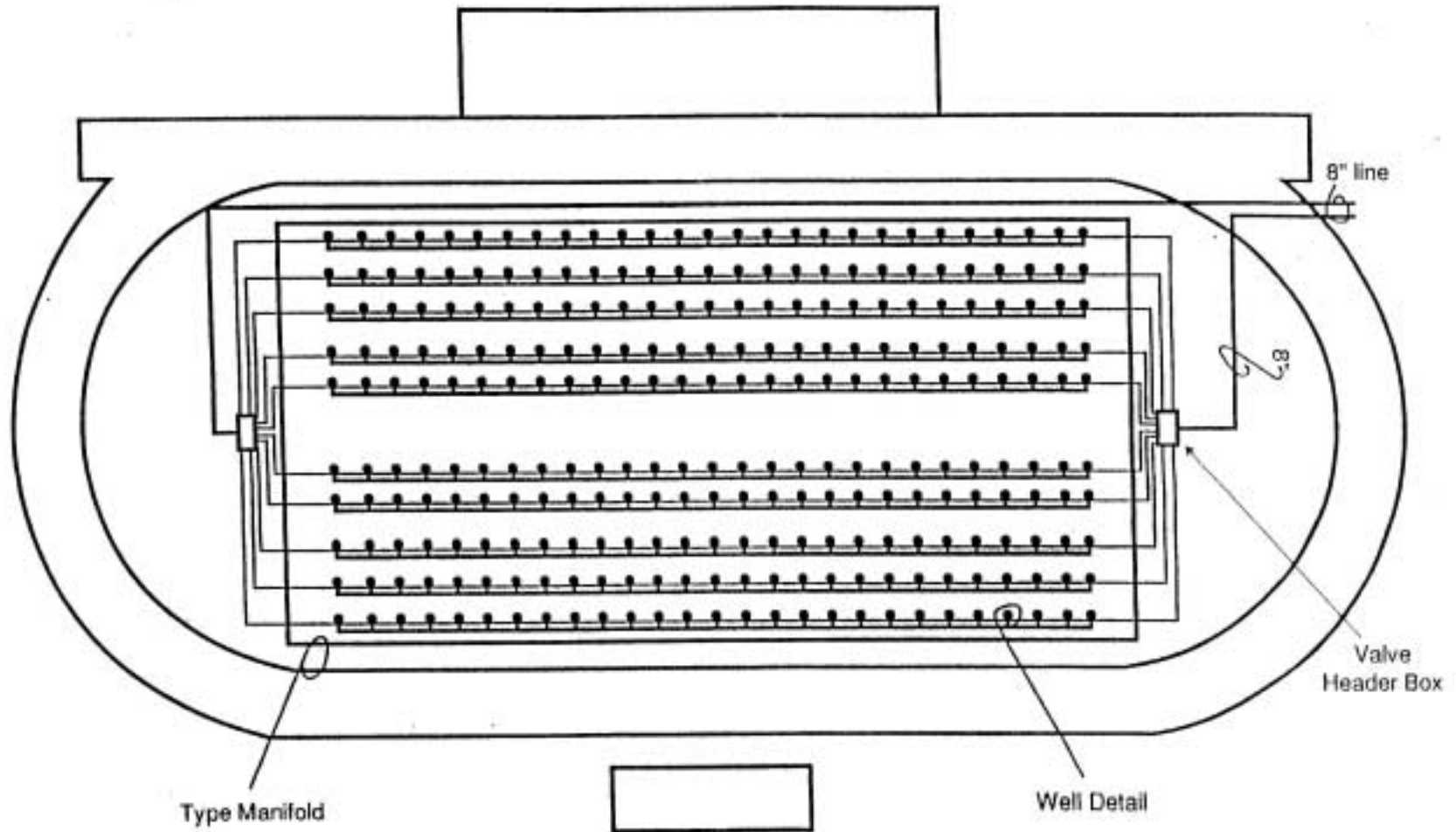


Κάτοψη Κατακόρυφου Βρόγχου με 6 Οπές

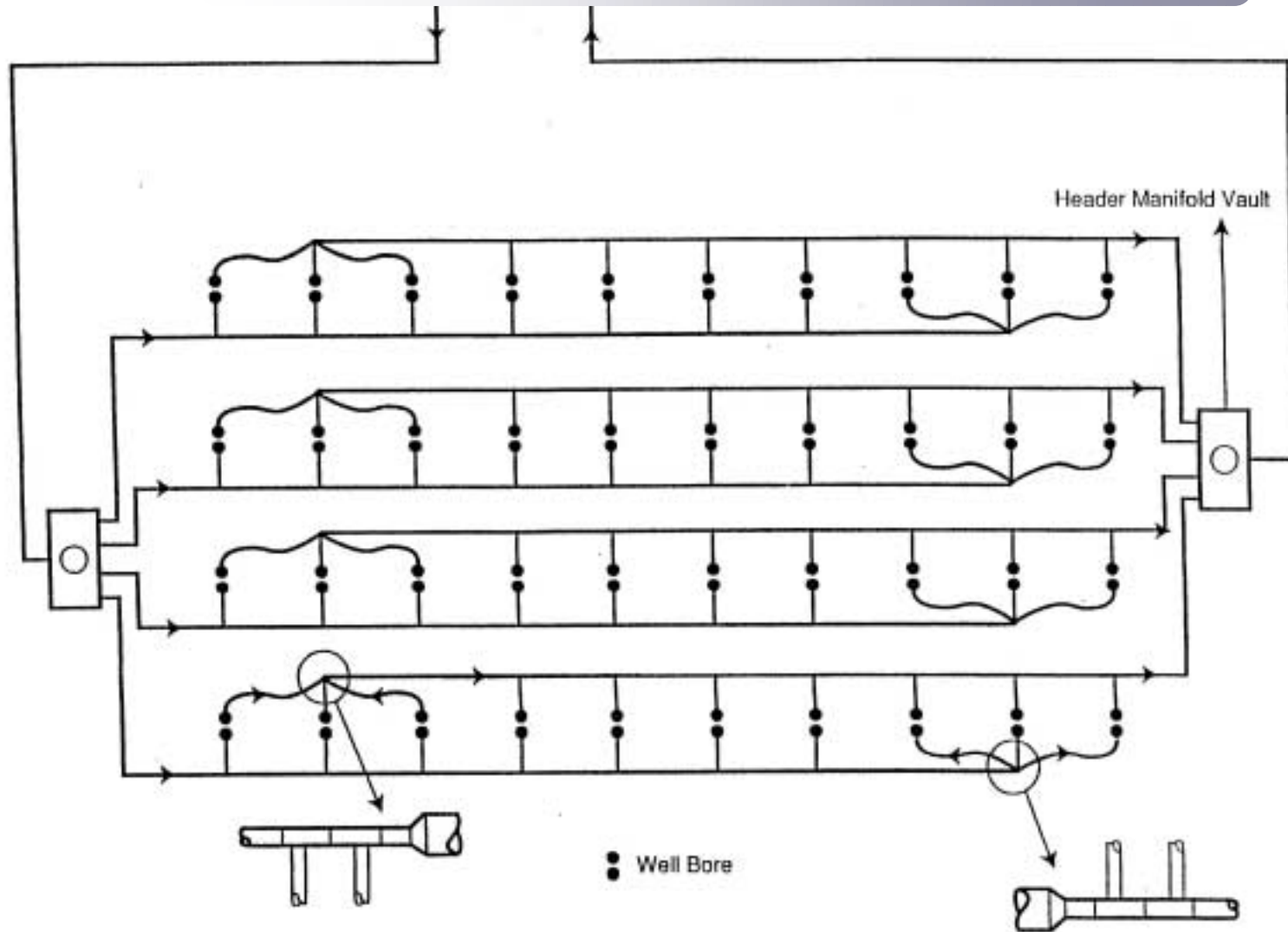


***Εφαρμογές μεγάλης κλίμακας
με κατακόρυφο γεωθερμικό
βρόγχο***

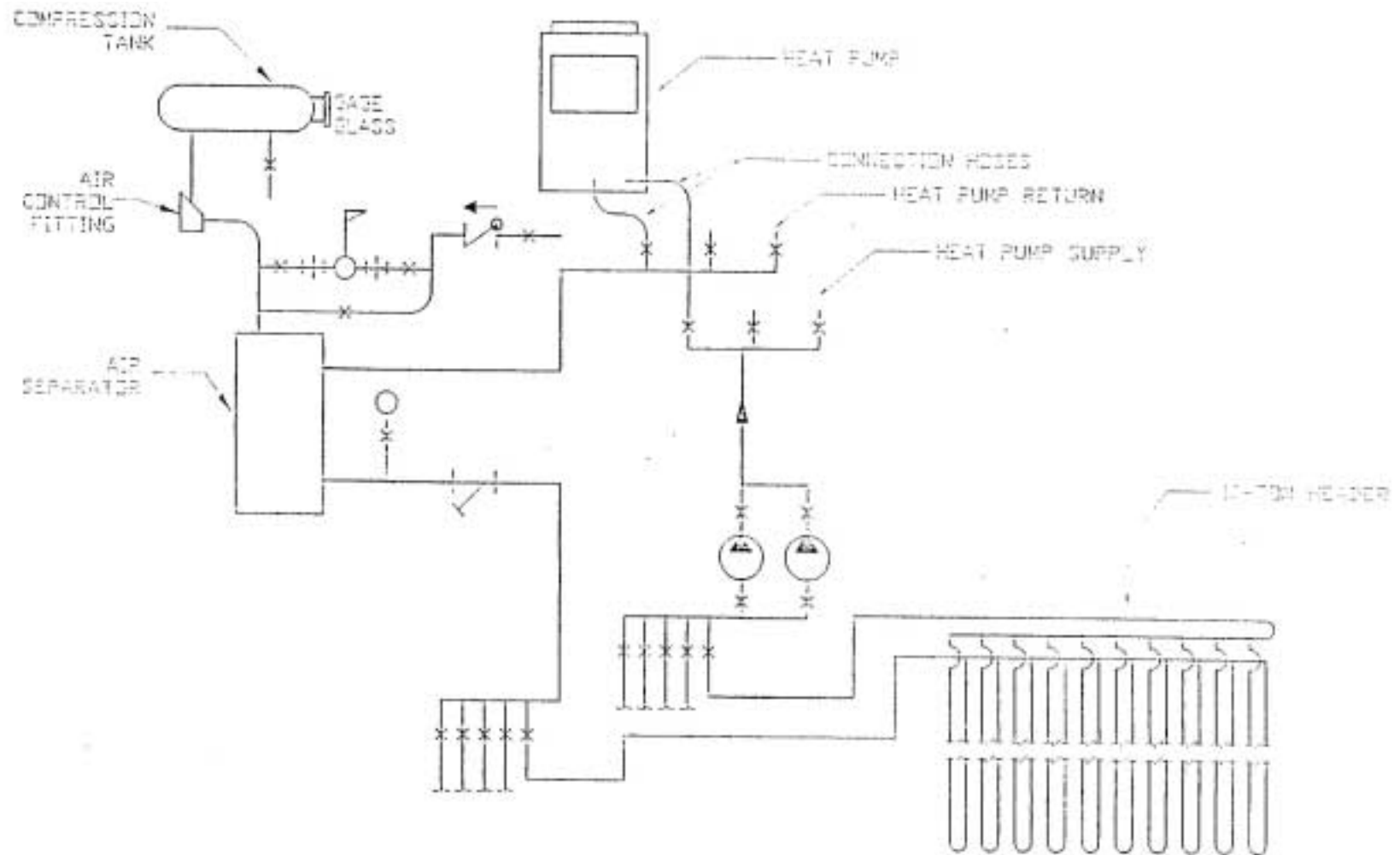
Κάτοψη Κατακόρυφου Βρόγχου



Λεπτομέρεια Δικτύου Σωληνώσεων

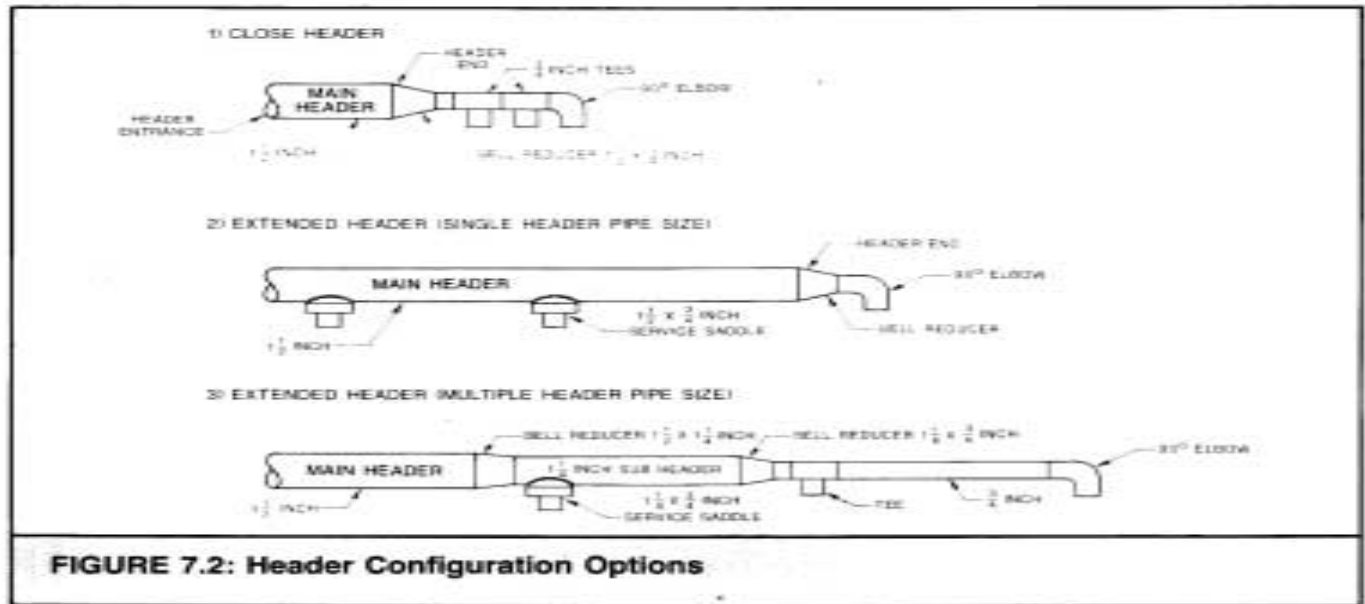


Συνολική Διάταξη Γεωθερμικού Κλιματισμού

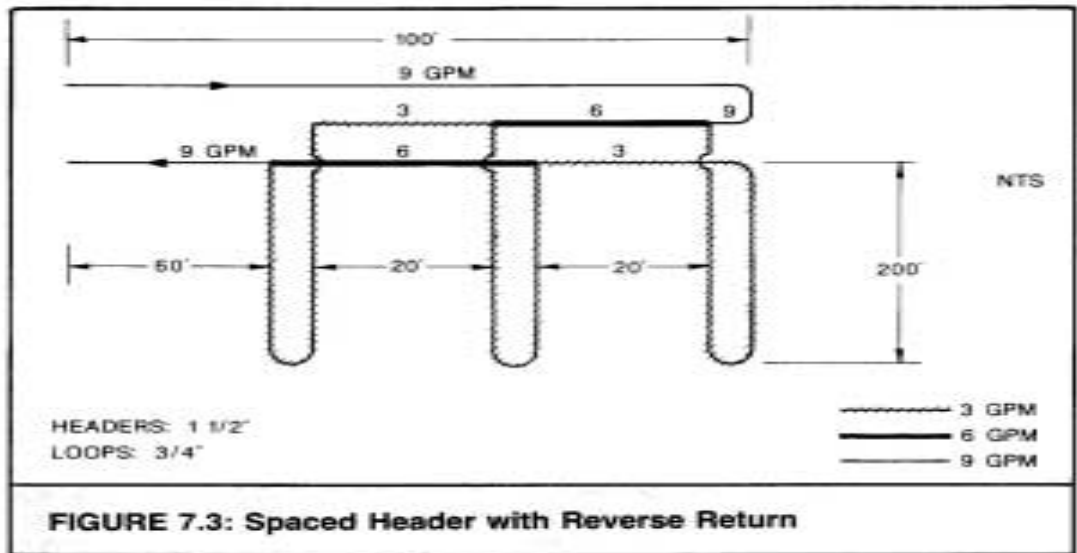


Σχεδίαση Συλλέκτη

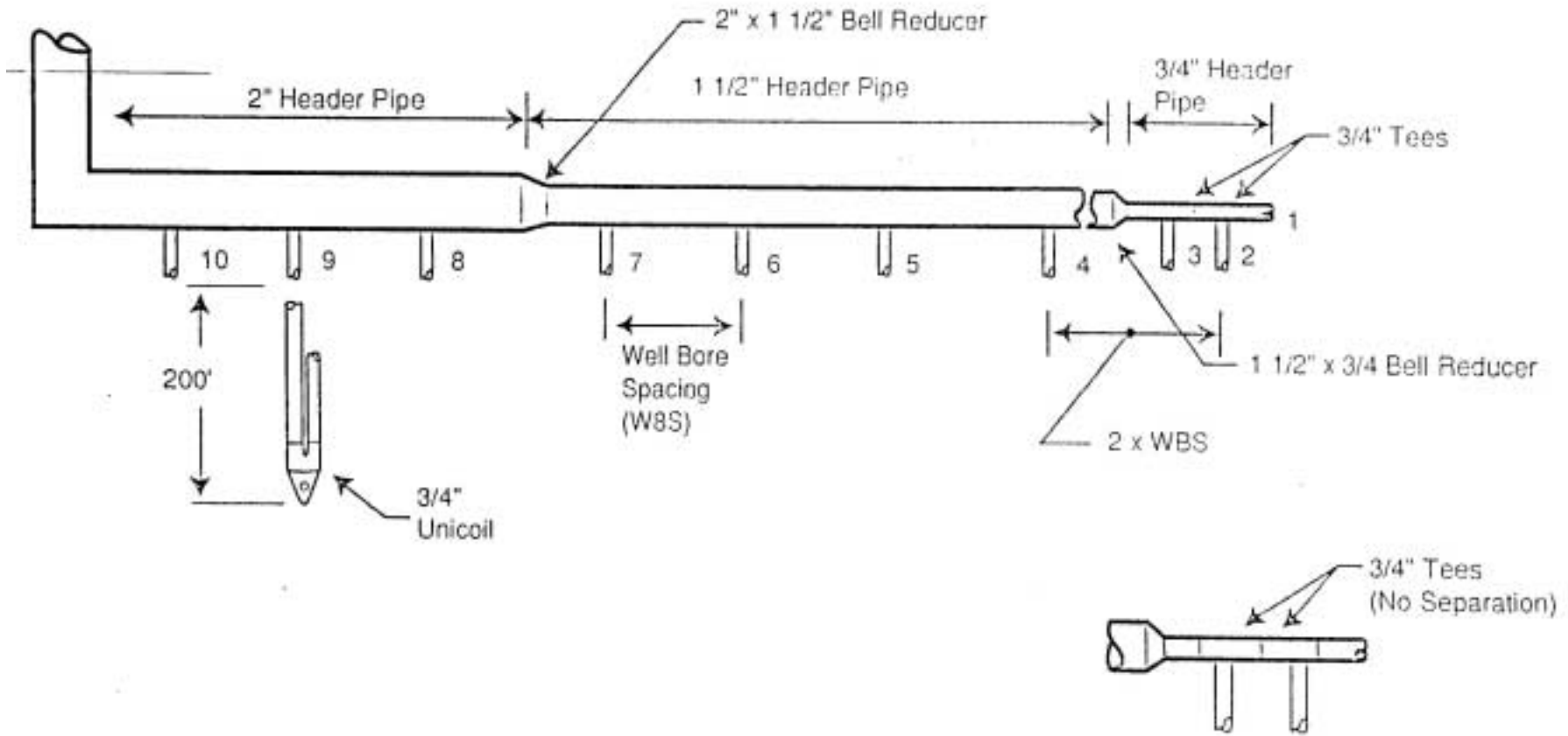
- Σημαντικό στοιχείο για τη σωστή εξαέρωση του συστήματος, άσχετα από τον τύπο του βρόγχου στο έδαφος
- Εξασφαλίζει ίση παροχή νερού σε κάθε κύκλωμα (μέγιστη διαφορά παροχής νερού 10% για ισομηκείς βρόγχους)



Σχεδίαση Συλλέκτη



Παράδειγμα Συλλέκτη Προσαγωγής/Επιστροφής Νερού για Σύστημα Κλιματισμού 10 RT



Σχεδίαση συλλέκτη μεταβαλλόμενης διατομής ανάλογα με τον αριθμό των βρόγχων

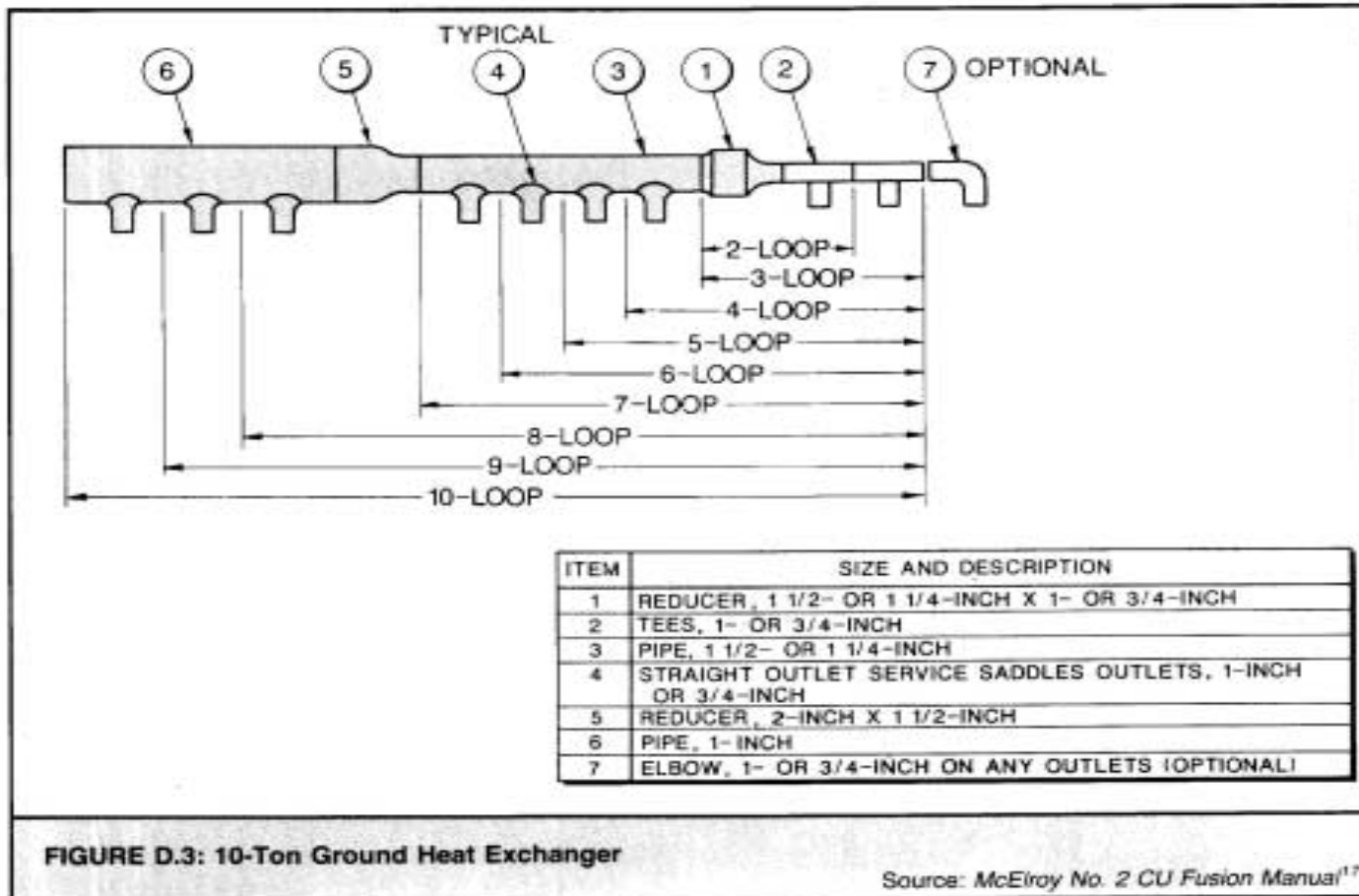


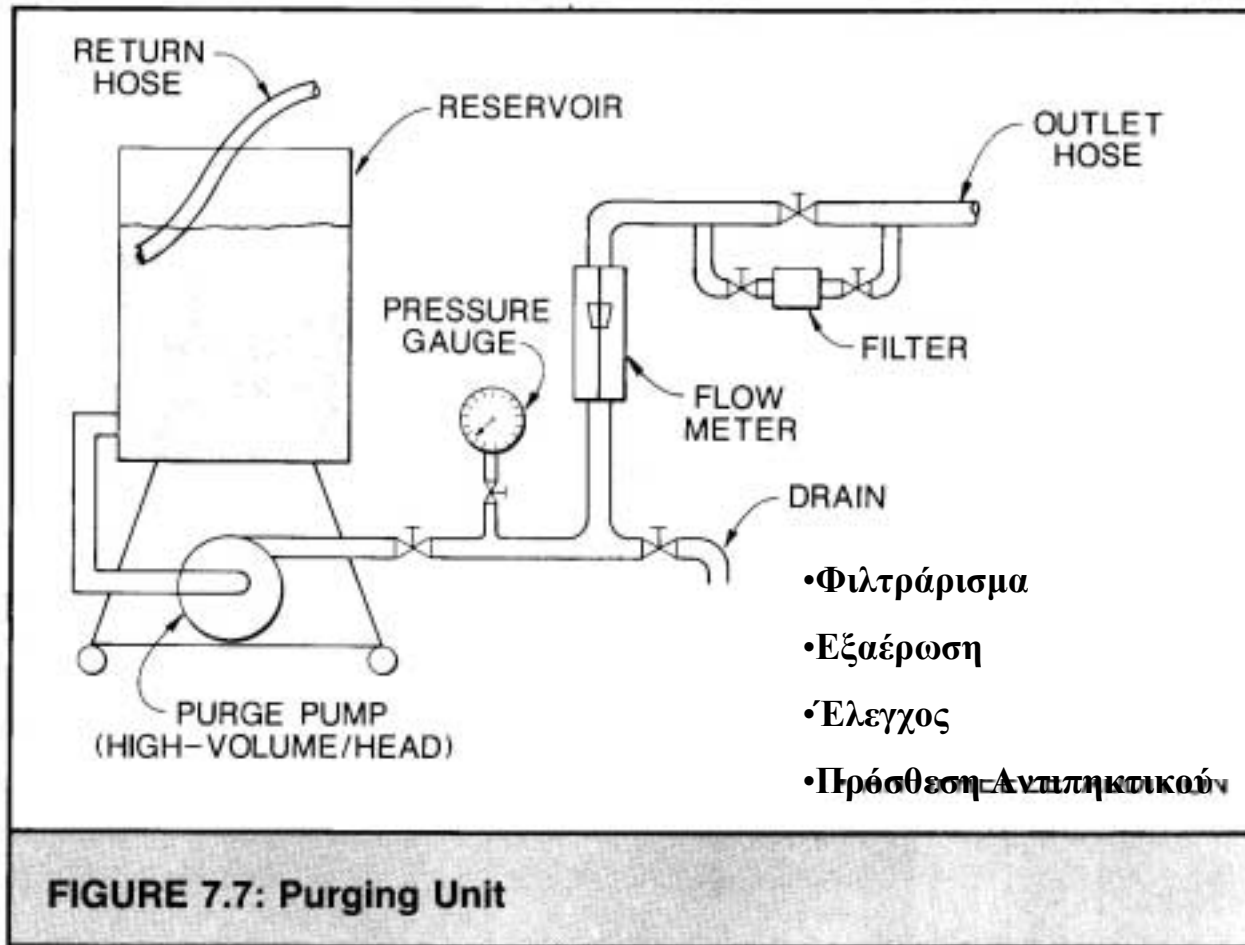
FIGURE D.3: 10-Ton Ground Heat Exchanger

Source: McEroy No. 2 CU Fusion Manual¹⁷

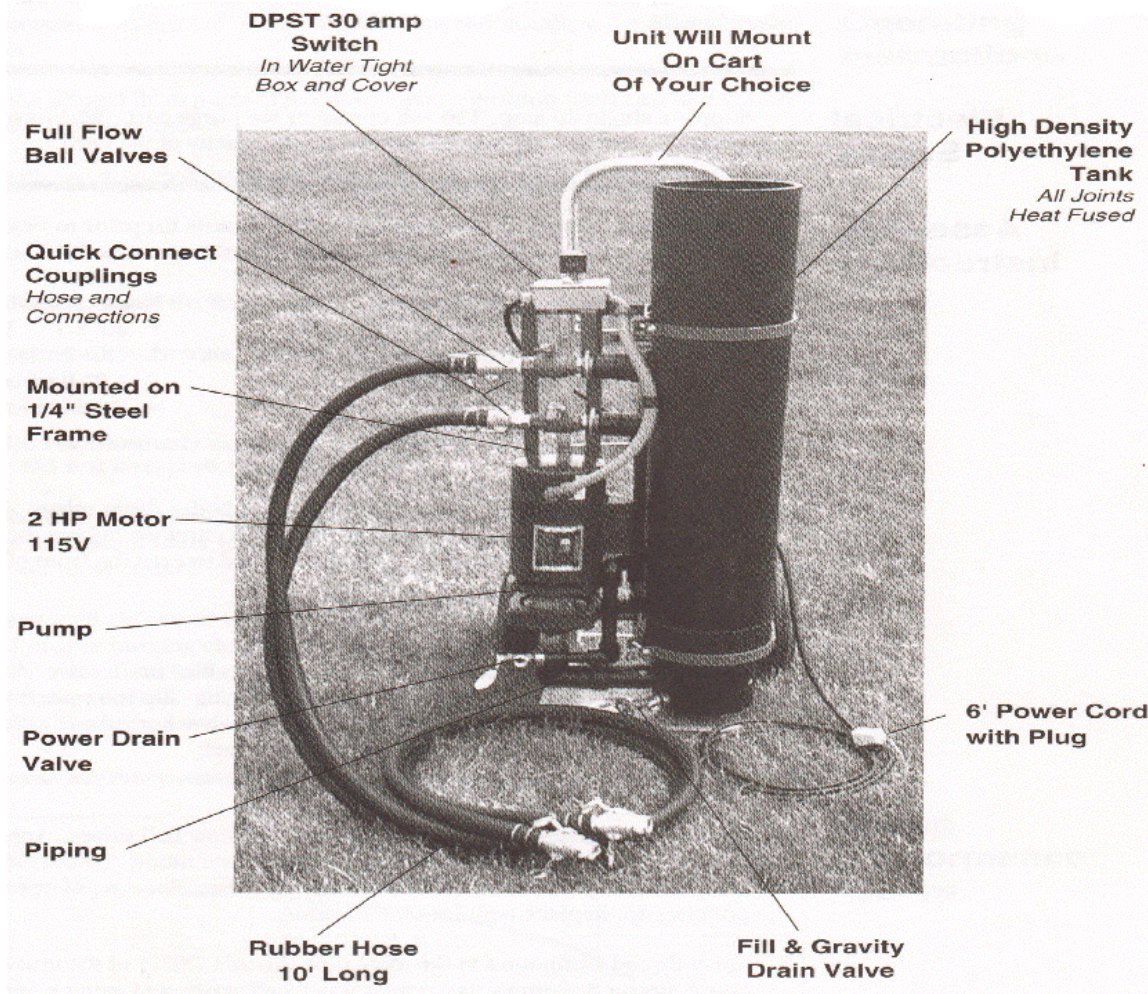
Αντιπαγωγική προστασία στο Γεωθερμικό Εναλλάκτη

- **Πολλές εναλλακτικές επιλογές**
- **Πρέπει να τηρείται η εθνική νομοθεσία**
- **Τα χαρακτηριστικά μεταφοράς θερμότητας μπορεί να διαφοροποιούνται**
 - **Αλκοόλες**
 - **Γλυκόλες**

Συσκευή Πλήρωσης, Εκκένωσης, Εξαέρωσης & Καθαρισμού Νερού του Κυκλώματος



Συσκευή Πλήρωσης, Εκκένωσης, Εξαέρωσης & Καθαρισμού Νερού του Κυκλώματος



Διαδικασίες δοκιμής και καθαρισμού



Κόστος Λειτουργίας ?

- Το κόστος εγκατάστασης διαφέρει σε κάθε περιοχή
 - Σύστημα νερού, σύστημα με αεραγωγούς, ή γεωθερμικές αντλίες θερμότητας
- Το κόστος λειτουργίας σχετίζεται με το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος / πετρελαίου / φ. αερίου
- Συντήρηση / Διάρκεια Ζωής
 - Με βάση τα στοιχεία της ASHRAE (ΗΠΑ), η διάρκεια ζωής γεωθερμικών συστημάτων πλησιάζει τα 30 χρόνια

Μελέτη για την Εξοικονόμηση Ενέργειας Γεωθερμικού Συστήματος έναντι Συμβατικού

Πραγματοποιήθηκε επί 2 χρόνια σε 20 Δημοτικά Σχολεία στις ΗΠΑ
4 σχολεία με Γεωθερμικό Σύστημα
16 σχολεία με Συμβατικό Σύστημα

	Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (κατακόρυφος Βρόγχος)	Αερόψυκτος ψύκτης με λέβητα ζεστού νερού που καταναλώνει αέριο	Υδροψυκτος ψύκτης με λέβητα αερίου	Υδροψυκτος ψύκτης ζεστού νερού που καταναλώνει αέριο
Ετήσιο κόστος συντήρησης ανά m ²	0,19 €	0,26 €	0,33 €	0,54 €
Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας ανά m ²	295 kWh -30%		418 kWh	

Κόστος Λειτουργίας ?

➔ Το κόστος λειτουργίας εξαρτάται σε απόλυτα νούμερα από την τιμολόγηση των διαφόρων μορφών ενέργειας

➔ Συγκριτικά όμως, σε γενικές γραμμές στη γεωθερμία είναι :
(για λειτουργίες θέρμανσης, ψύξης, ζεστό νερό)

- Περίπου 1/2 σε σχέση με λέβητα υψηλής απόδοσης που καταναλώνει πετρέλαιο & κεντρικό σύστημα κλιματισμού
- Περίπου τα 2/3 απ' ότι σε μία αερόψυκτη αντλία θερμότητας υψηλού βαθμού απόδοσης
- Περίπου το 1/3 απ' ότι σε ένα λέβητα υψηλής απόδοσης που καταναλώνει προπάνιο, πετρέλαιο ή ηλεκτρικό ρεύμα & κεντρικό σύστημα κλιματισμού

Συντήρηση / Διάρκεια ζωής

Κόστος συντήρησης για διάφορα συστήματα

* Σύμφωνα με δεδομένα της ASHRAE

Μέσο κόστος (€ / m²) ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο σύστημα

Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας	2,14
Αερόψυκτη Αντλία Θερμότητας	2,59
Κλιματιστικό / Λέβητας	2,48

**Η Εκτιμώμενη διάρκεια ζωής του βρόγχου είναι άνω των 50 ετών*

Ποια είναι τα πλεονεκτήματα των Γεωθερμικών Συστημάτων?

- **Οικονομία ενέργειας**

- Συνδυάζοντας την ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο έδαφος με την ασφαλή ηλεκτρική ενέργεια τα συστήματα Γεωθερμίας μπορούν να επιτύχουν οικονομία στο κόστος λειτουργίας από 30% έως 60%.

- **Άνεση**

- Τα Γεωθερμικά συστήματα ζεσταίνουν και ψύχουν κατοικίες και κάθε είδους κτίρια με τέτοιο τρόπο ώστε ελαχιστοποιούνται τα σημεία του κτιρίου όπου η θερμοκρασία διαφέρει της ιδανικής.

- **Ασφάλεια**

- Στη Γεωθερμία δεν υφίστανται φλόγα ή καπνός, παρά μόνο ασφαλής ηλεκτρισμός και η ενέργεια της γης.

Ποια είναι τα πλεονεκτήματα των Γεωθερμικών Συστημάτων?

- **Χαμηλός θόρυβος**
 - Με Γεωθερμικό σύστημα καταργείται η χρήση εξωτερικών ανεμιστήρων
- **Αξιοπιστία**
 - Λιγότερα κινούμενα μέρη οδηγούν σε μεγαλύτερη αξιοπιστία του συστήματος
- **Καθαρό Περιβάλλον**
 - Τα Γεωθερμικά συστήματα ελαχιστοποιούν τις επιπτώσεις στο περιβάλλον που προέρχονται από την ανάφλεξη καυσίμου, όπως η όξινη βροχή, η μόλυνση του αέρα και το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- **Ευελιξία**
 - Τα Γεωθερμικά συστήματα έχουν υψηλό βαθμό απόδοσης και είναι αξιόπιστα σε ακραίες συνθήκες θέρμανσης και ψύξης. Πολλές διαφορετικές εφαρμογές μπορούν να εκμεταλλευτούν την τεχνολογία των Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας.

*Ευχαριστούμε
για την Προσοχή σας !*

Διευκρινήσεις

Ερωτήσεις

