

# ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

## Νομοθετικό Πλαίσιο

### & Βασικές Αρχές Σχεδιασμού

ASHRAE - 17/02/2009

renewable

Kleanthis D. Kravvaritis & Partners  
Consulting Engineers

**ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

**ΚΛΕΑΝΘΗΣ Δ. ΚΡΑΒΒΑΡΙΤΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΟΕ**

ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Η/Μ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΜΠΟΥΣΓΟΥ 20 – Τ.Κ.11473 – ΑΘΗΝΑ

ΤΗΛ. 210 2234875 – FAX. 210 2117757

email: [main@renewable.gr](mailto:main@renewable.gr) - website: [www.renewable.gr](http://www.renewable.gr)

# ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

**ΝΔ 210/1973 – ΦΕΚ 277<sup>A</sup>**

«Περί Μεταλλευτικού Κώδικα»

**Νόμος 3175 – ΦΕΚ 207 – 29/8/2003**

Αξιοποίηση Γεωθερμικού Δυναμικού, Τηλεθέρμανση & άλλες διατάξεις.

**ΥΑ. Δ9Β, Δ/Φ166/ΟΙΚ18508/5552/207**

**ΦΕΚ 1595 – 25/10/2004**

Άδειες εγκατάστασης για ίδια χρήση ενεργειακών συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης χώρων μέσω της εκμετάλλευσης της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών και των νερών, επιφανειακών και υπόγειων, που δεν χαρακτηρίζονται γεωθερμικό δυναμικό.

**ΥΑ. Δ9Β/Φ166/οικ. 8411/ΓΔΦΠ 2373/117**  
**ΦΕΚ 635Β' – 6/5/2005**

Όροι και διαδικασία εκμίσθωσης του δικαιώματος του Δημοσίου για έρευνα και διαχείριση του Γεωθερμικού Δυναμικού και της εν γένει διαχείρισης των Γεωθερμικών πεδίων της Χώρας.

**ΥΑ. Δ9Β/Φ166/12647/ΓΔΦΠ 3557/193**  
**ΦΕΚ 1012Β' – 8/7/2005**

Χαρακτηρισμός και υπαγωγή σε κατηγορίες των Γεωθερμικών πεδίων της Χώρας.

# ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ

- **ΥΨΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ**  
 **$T > 90^{\circ}\text{C}$**
- **ΧΑΜΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ**  
 **$25^{\circ}\text{C} < T < 90^{\circ}\text{C}$**
- **ΜΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΖΟΜΕΝΑ ΩΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ**  
**ΔΥΝΑΜΙΚΟ –  $T < 25^{\circ}\text{C}$**

**ΥΑ. Δ9Β, Δ/Φ166/ΟΙΚ18508/5552/207**  
**ΦΕΚ 1595 – 25/10/2004**

Άδειες εγκατάστασης για ίδια χρήση ενεργειακών συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης χώρων μέσω της εκμετάλλευσης της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών και των νερών, επιφανειακών και υπόγειων, που δεν χαρακτηρίζονται γεωθερμικό δυναμικό

## **Περιεχόμενα Φακέλου Αδειοδότησης**

- 1 Γενικά Στοιχεία Ακινήτου, Υπ. Δηλ. μηχανικών & Αιτήσεις Ιδιοκτήτη
- 2 Τοπογραφικό Διάγραμμα και περιγραφή της περιοχής
- 3 Γεωλογικό Τμήμα Μελέτης
  - Γεωλογική χαρτογράφηση και περιγραφή των στοιχείων του υπεδάφους
- 4 Καθορισμός των θερμικών ιδιοτήτων του Υπεδάφους
- 5 Η/Μ Τμήμα Μελέτης
  - Υπολογισμός Γεωθερμικού Πεδίου
  - Τεχνική Περιγραφή
  - Προδιαγραφές Υλικών
  - Σχέδια Έργου & Υπολογισμοί Δικτύων
- 6 Προϋπολογισμός Έργου & Οικονομοτεχνική ανάλυση

# Περιοριστικοί Όροι ανόρυξης Γεωτρήσεων Γεωθερμικών Συστημάτων

1. **60m** από άξονα Αυτοκινητοδρόμου
2. **45m** από άξονα Εθνικού δρόμου
3. **20m** από άξονα Επαρχιακού δρόμου ή οδού εξυπηρέτησης
4. **6m** από τα όρια Δημοτικού, Κοινοτικού ή Αγροτικού δρόμου
5. **15m** από όριο απαλλοτριωμένης Ζώνης σιδηροδρομικής γραμμής
- 6\*. **20m** από κεντρικούς υπόγειους αγωγούς (ΦΑ, Ύδρευσης κλπ)
- 7\*. **20m** από γραμμές διανομής Μέσης Τάσης
- 8\*. **70m** από γραμμές διανομής Υψηλής Τάσης
- 9\*. **5m** από γειτονικό κτίσμα διαφορετικής ιδιοκτησίας

**Βασικές Αρχές Σχεδιασμού  
Γεωθερμικών Συστημάτων  
Χαμηλής Ενθαλπίας**

# Κύριες Μέθοδοι εκμετάλλευσης Υπεδαφικής – Γεωθερμικής Ενέργειας

- Δίκτυα Ανοικτού Κυκλώματος
- Δίκτυα Κλειστού Κυκλώματος
  - Οριζόντια
  - Κατακόρυφα

# Α. Δίκτυα Ανοικτού Κυκλώματος

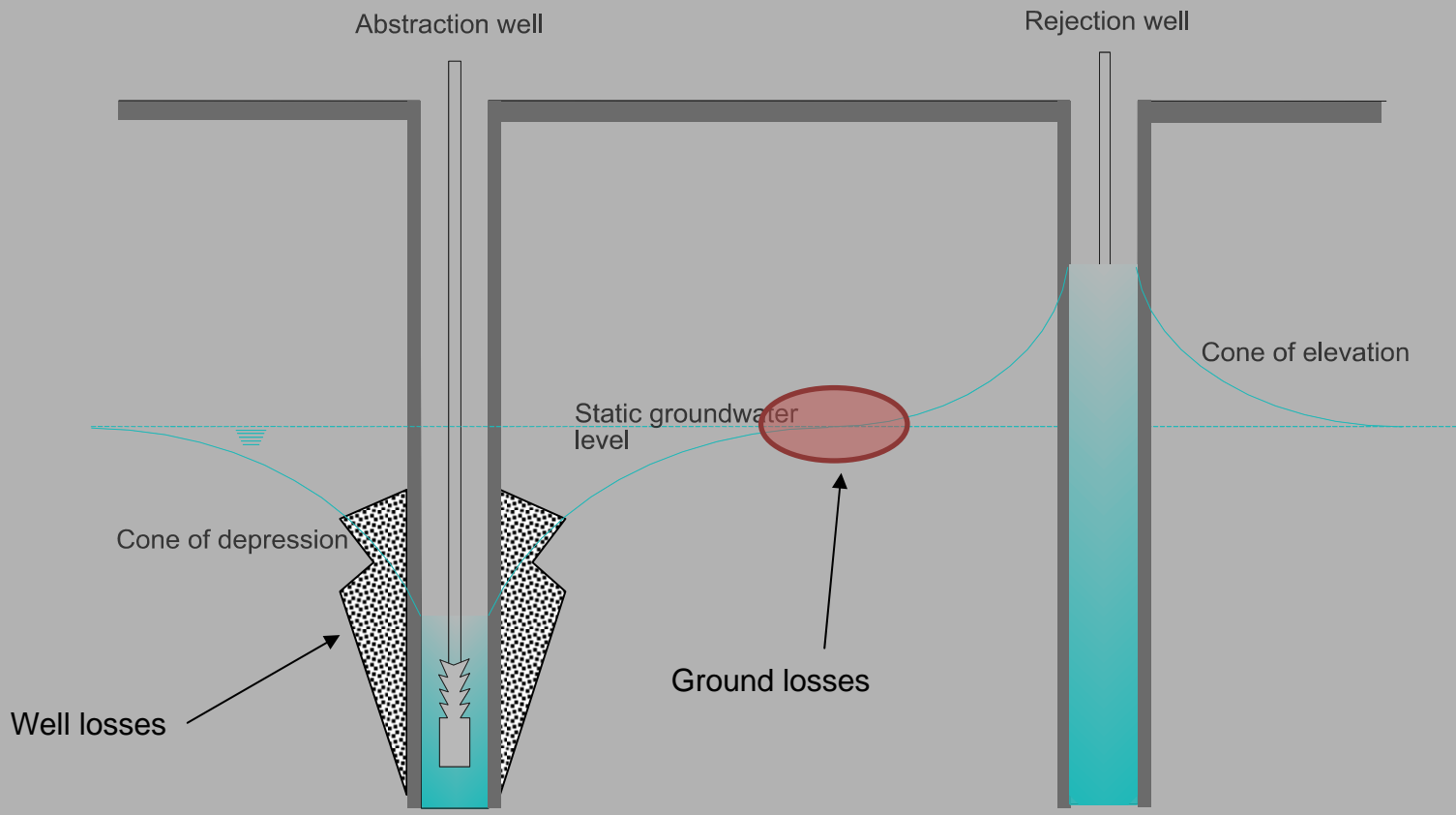
Βασίζονται στην άντληση υπεδαφικών υδάτων και στην επιστροφή τους, μετά τη θερμική τους εκμετάλλευση, στον Υδροφόρο ορίζοντα.

## Κύρια Στοιχεία του Συστήματος

- Α. Γεωτρήσεις Άντλησης & Επανεισαγωγής
- Β. Αντλία Υπεδαφικών Ρευστών
- Γ. Εναλλάκτης Θερμότητας
- Δ. Αντλία Θερμότητας (Heat Pump)



1	Γεώτρηση Άντλησης
2	Γεώτρηση Επανεισαγωγής
3	Εναλλάκτης Θερμότητας
4	Αντλία Θερμότητας & Δίκτυα Διανομής



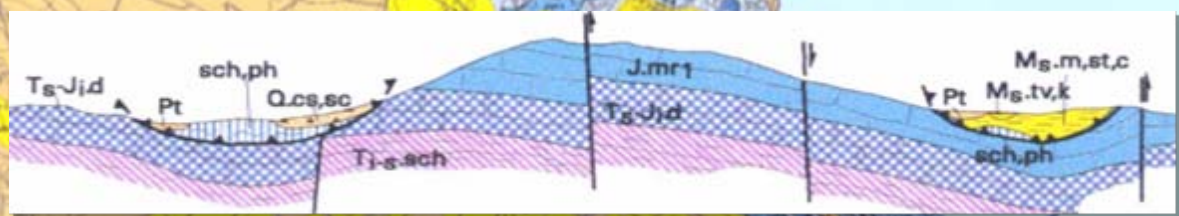
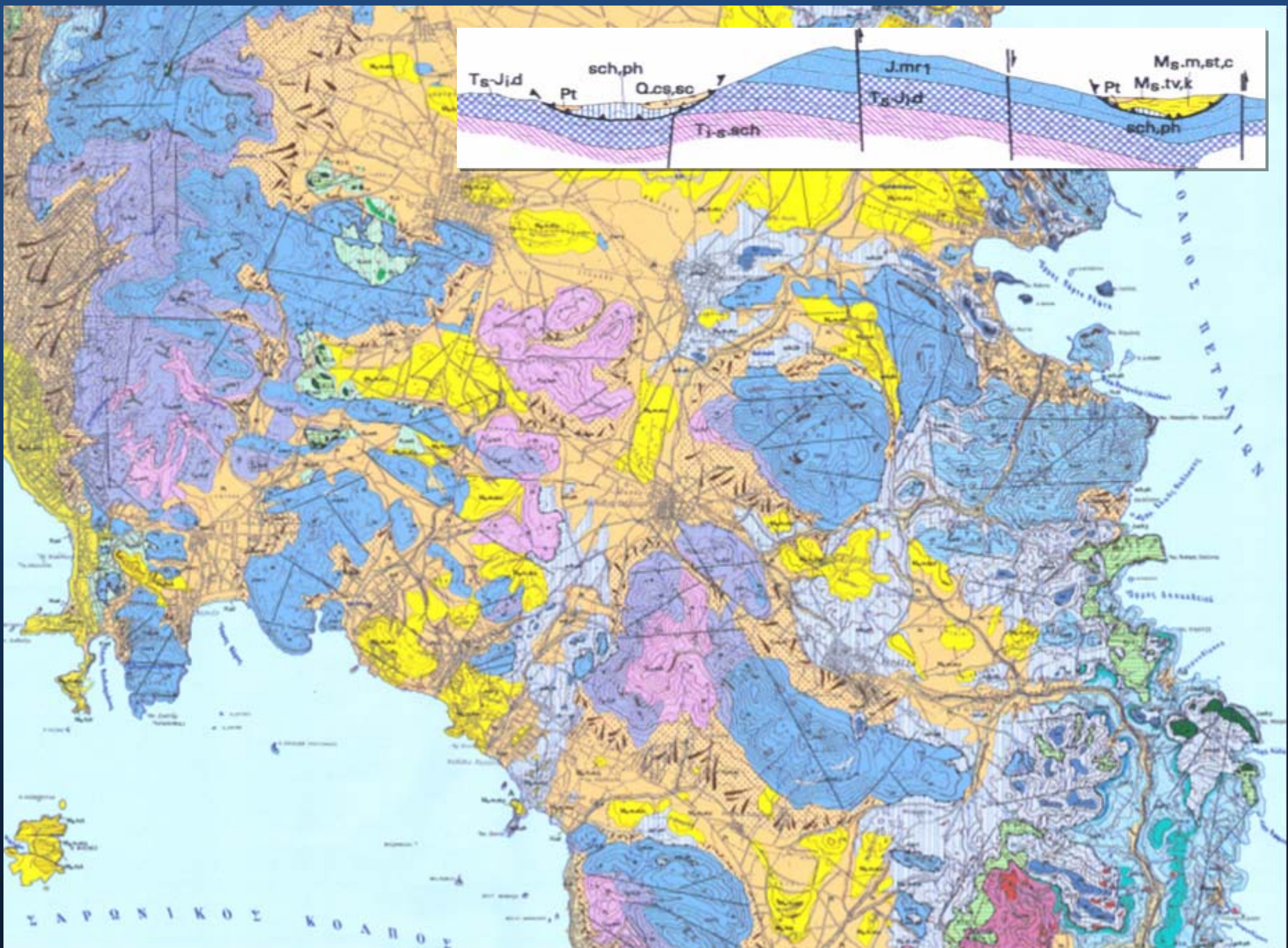
# Παρατηρήσεις

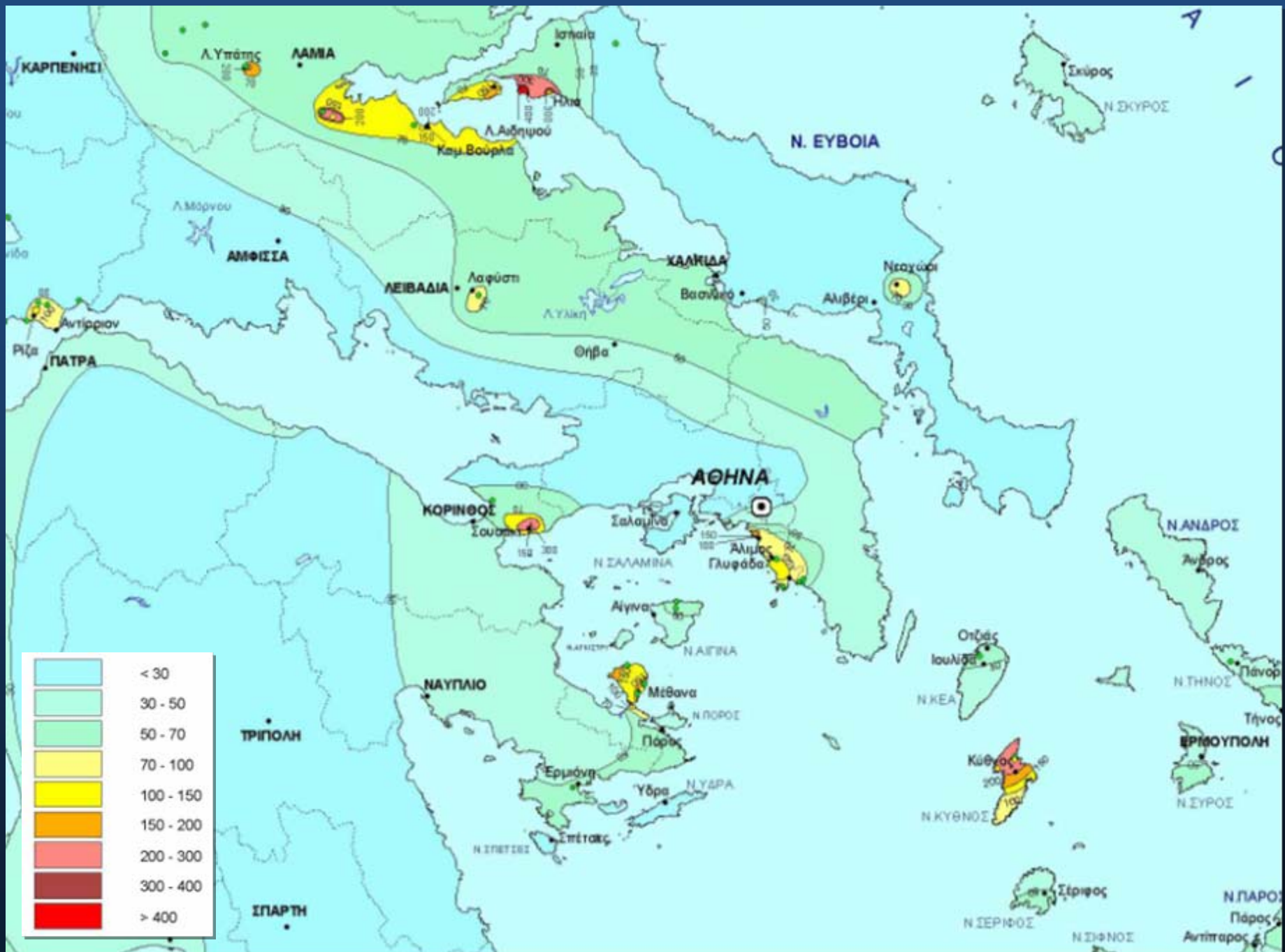
- α. Απαιτείται Υδρογεωλογική μελέτη για τον καθορισμό των Τεχνικών Στοιχείων των Γεωτρήσεων (διάμετρος σωλήνωσης, μέγεθος φίλτρων, μέγιστη ταχύτητα και ακτίνα δράσης άντλησης, βαθμός επίδρασης άντλησης / επανεισαγωγής κλπ).
- β. Για τη σύνταξη της Μελέτης Εφαρμογής προτείνεται η ανάπτυξη ερευνητικής γεώτρησης η διεξαγωγή δοκιμών άντλησης / επανεισαγωγής (τουλάχιστον 48h σε πλήρες φορτίο) καθώς και χημική ανάλυση των υπεδαφικών ρευστών.
- γ. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την ανάπτυξη συστημάτων ανοικτού κυκλώματος σε περιοχές με μη σταθερό ή άγνωστο υδροφόρο ορίζοντα.

# Β. Δίκτυα Κλειστού Κυκλώματος

## Βασικά Στοιχεία Σχεδιασμού

- α. Θερμική Αγωγιμότητα και Θερμοχωρητικότητα Γεωλογικών Σχηματισμών
- β. Μέση θερμοκρασία Επιφανείας
- γ. Πυκνότητα Θερμικής Ροής





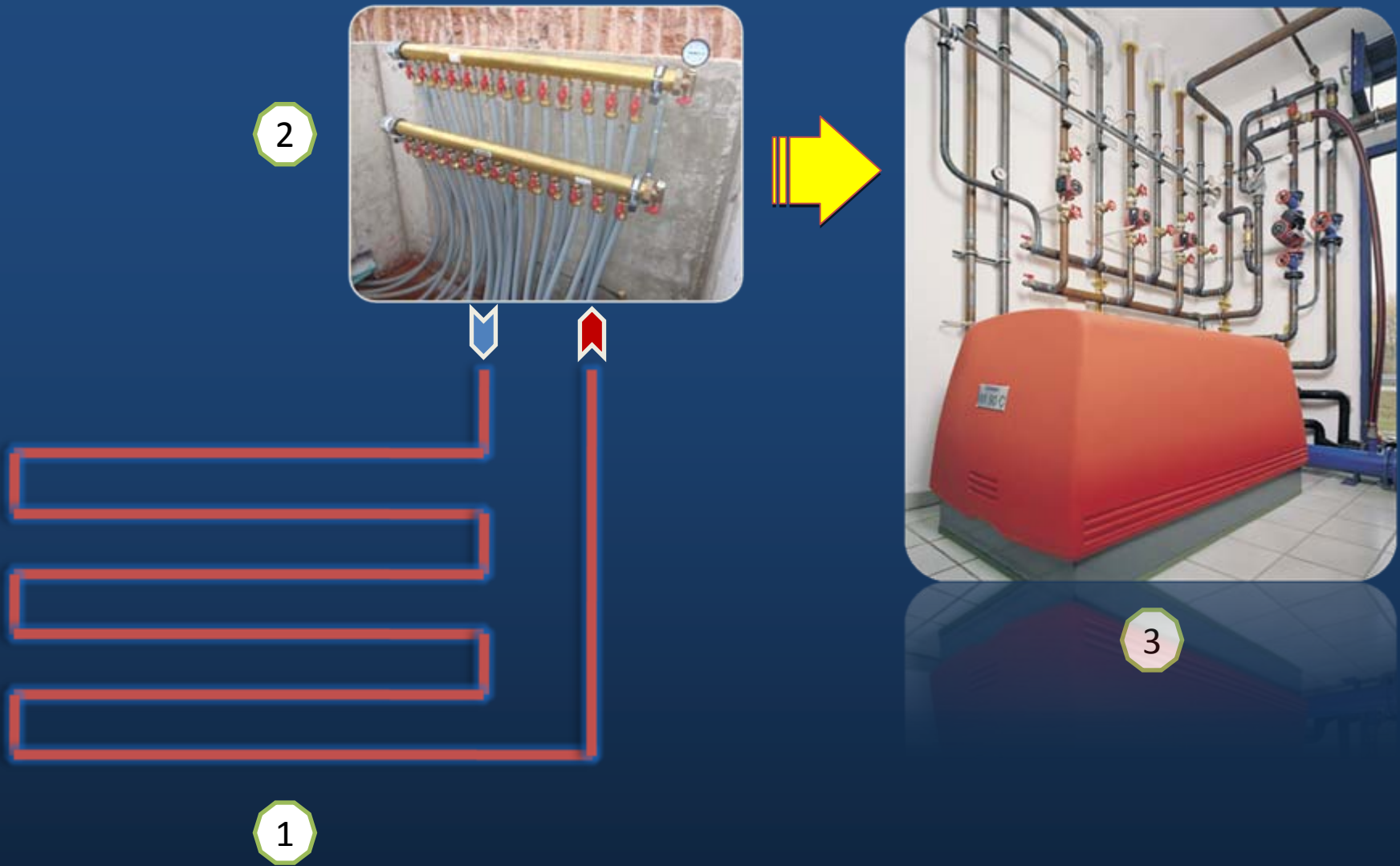
ΚΑΡΠΕΝΗΣΙ  
 Λ. Υπάτης  
 ΛΑΜΙΑ  
 Ισηρία  
 Ν. Ηλκιά  
 Λ. Αιδηψού  
 Καμ. Βούρλα  
 Ν. ΕΥΒΟΙΑ  
 Σκύρος  
 Ν. ΣΚΥΡΟΣ  
 Λ. Μόρνου  
 ΑΜΦΙΣΙΑ  
 ΚΑΛΚΙΔΑ  
 Βασάνο  
 Αλιβέρι  
 Νεαχώρι  
 Λαφύση  
 Λ. Υακίνθου  
 Οθηβα  
 Αντίρριον  
 ΡΙΖΑ  
 ΠΑΤΡΑ  
 ΑΘΗΝΑ  
 ΚΟΡΙΝΘΟΣ  
 Σουσιόνη  
 Σαλαμίνα  
 Αίγινα  
 Ν. ΣΑΛΑΜΙΝΑ  
 Αλμυρός  
 Γλυφάδα  
 Ν. ΑΙΓΙΝΑ  
 ΝΑΥΠΛΙΟ  
 ΤΡΙΠΟΛΗ  
 Μεθωνα  
 Ν. ΠΟΡΟΣ  
 Πάρος  
 Ερμιόνη  
 Υδρα  
 Ν. ΥΔΡΑ  
 Σπέτσες  
 Ν. ΣΠΕΤΣΕΣ  
 Οιθύς  
 Ιουλίδα  
 Ν. ΚΕΑ  
 Κύθρος  
 Ν. ΚΥΘΝΟΣ  
 Ν. ΑΝΔΡΟΣ  
 Άνδρος  
 Ν. ΤΗΝΟΣ  
 Πάνορ  
 Τήνος  
 ΕΡΙΘΟΥΠΟΛΗ  
 Ν. ΣΥΡΟΣ  
 Σίρφυς  
 Ν. ΣΕΡΦΩΣ  
 Ν. ΣΙΦΩΣ  
 Ν. ΠΑΡΟΣ  
 Πάρος  
 Αντίπαρος

## B.1 - Οριζόντιοι Γεωθερμικοί Εναλλάκτες

Βασίζονται στην εκμετάλλευση της θερμοχωρητικότητας των αβαθών γεωλογικών σχηματισμών.

### Κύρια Στοιχεία του Συστήματος

- A. Οριζόντιοι Γεωθερμικοί Εναλλάκτες
- B. Συλλέκτες υπεδαφικών δικτύων και Κεντρικά Δίκτυα
- Γ. Αντλία Θερμότητας (Heat Pump)



2

1

3

<b>1</b>	<b>Οριζόντιος Γεωθερμικός Εναλλάκτης</b>
<b>2</b>	<b>Συλλέκτης Δικτύων</b>
<b>3</b>	<b>Αντλία Θερμότητας &amp; Δίκτυα Διανομής</b>



# Παρατηρήσεις

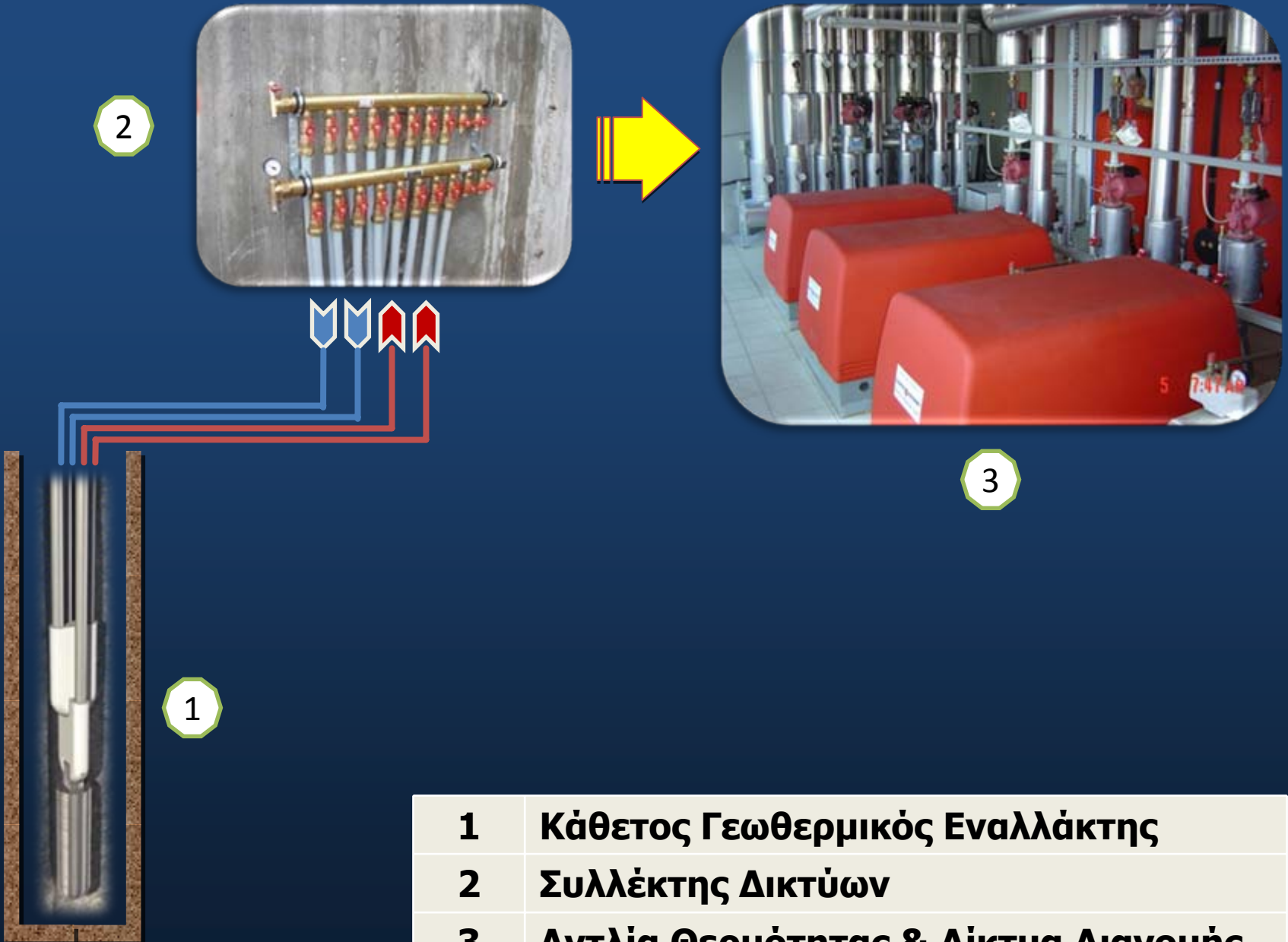
- α. Τοποθετούνται σε βάθος  $> 1,2$  m με πυκνότητα  $1,5 - 2,0$  m σωλήνα ανά  $m^2$  εκσκαφής.
- β. Το μήκος κάθε κυκλώματος δεν υπερβαίνει τα 200m (στην πλειονότητα των εγκαταστάσεων χρησιμοποιούνται δίκτυα μήκους 100m).
- γ. Η παροχή νερού εντός των δικτύων θα πρέπει να εξασφαλίζει τυρβώδη ροή.
- δ. Η απόδοσή τους κυμαίνεται μεταξύ  $20 - 35$  w/ $m^2$  ανάλογα με τα γεωλογικά στοιχεία του υπεδάφους και τη συνεχή απαίτηση σε μέγιστο φορτίο.
- ε. Προτείνεται η εργαστηριακή ανάλυση δειγμάτων του υπεδάφους, για τον καθορισμό της θερμικής του Αγωγιμότητας και Θερμοχωρητικότητας.

## Β.2 – Κάθετοι Γεωθερμικοί Εναλλάκτες

Βασίζονται στην εκμετάλλευση της θερμοχωρητικότητας των αβαθών γεωλογικών σχηματισμών.

### Κύρια Στοιχεία του Συστήματος

- A. Κάθετοι Γεωθερμικοί Εναλλάκτες
- B. Συλλέκτες υπεδαφικών δικτύων και Κεντρικά Δίκτυα
- Γ. Αντλία Θερμότητας (Heat Pump)



2

3

1

1	Κάθετος Γεωθερμικός Εναλλάκτης
2	Συλλέκτης Δικτύων
3	Αντλία Θερμότητας & Δίκτυα Διανομής



Αποστάτης Δικτύων  
από PE100



Ζεύγη σωληνώσεων  
α. PEX (DIN 16892/16893)  
β. PE100 (DIN 8074/75)



Χαλύβδινο Βαρίδιο  
10 – 25 kgr

# Παρατηρήσεις

- α. Το βάθος των γεωτρήσεων κυμαίνεται μεταξύ 60 – 120m η δε διάμετρος τους από 6 – 8"
- β. Η απόσταση μεταξύ των κάθετων εναλλακτών, για την αποφυγή θερμικού «βραχυκυκλώματος» προτείνεται να είναι μεγαλύτερη των 6m.
- γ. Η μέση απόδοση του κάθετου γεωθερμικού εναλλάκτη κυμαίνεται μεταξύ 35 – 65w/m<sup>2</sup> ανάλογα με τα γεωλογικά στοιχεία του υπεδάφους και τη συνεχή απαίτηση σε μέγιστο φορτίο.
- δ. Προτείνεται η εργαστηριακή ανάλυση δειγμάτων του υπεδάφους, για τον καθορισμό της θερμικής του Αγωγιμότητας και Θερμοχωρητικότητας.

ε. Η χρήση σωληνώσεων PE100 προτείνεται για την κατασκευή συστημάτων που καλύπτουν μόνο ανάγκες θέρμανσης.

Σε διαφορετική περίπτωση, για συστήματα ψύξης ή ψύξης / θέρμανσης, για την εξασφάλιση της λειτουργίας σε βάθος χρόνου, είναι απαραίτητη η εγκατάσταση Γεωθερμικών Εναλλακτών από ακτινοδικτυομένο πολυαιθυλένιο τύπου PEX.

στ. Η πλήρωση των γεωτρήσεων, μετά την τοποθέτηση των δικτύων, γίνεται με θερμοαγώγιμο μίγμα (π.χ. τσιμέντο, μπετονίτης, άμμος, νερό) ή με το προϊόν της ίδιας της γεώτρησης.

ζ. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται κατά το σχεδιασμό των δικτύων ώστε η προβλεπόμενη παροχή να εξασφαλίζει τυρβώδη ροή εντός του γεωθερμικού εναλλάκτη.

# Ενδεικτικά Έργα



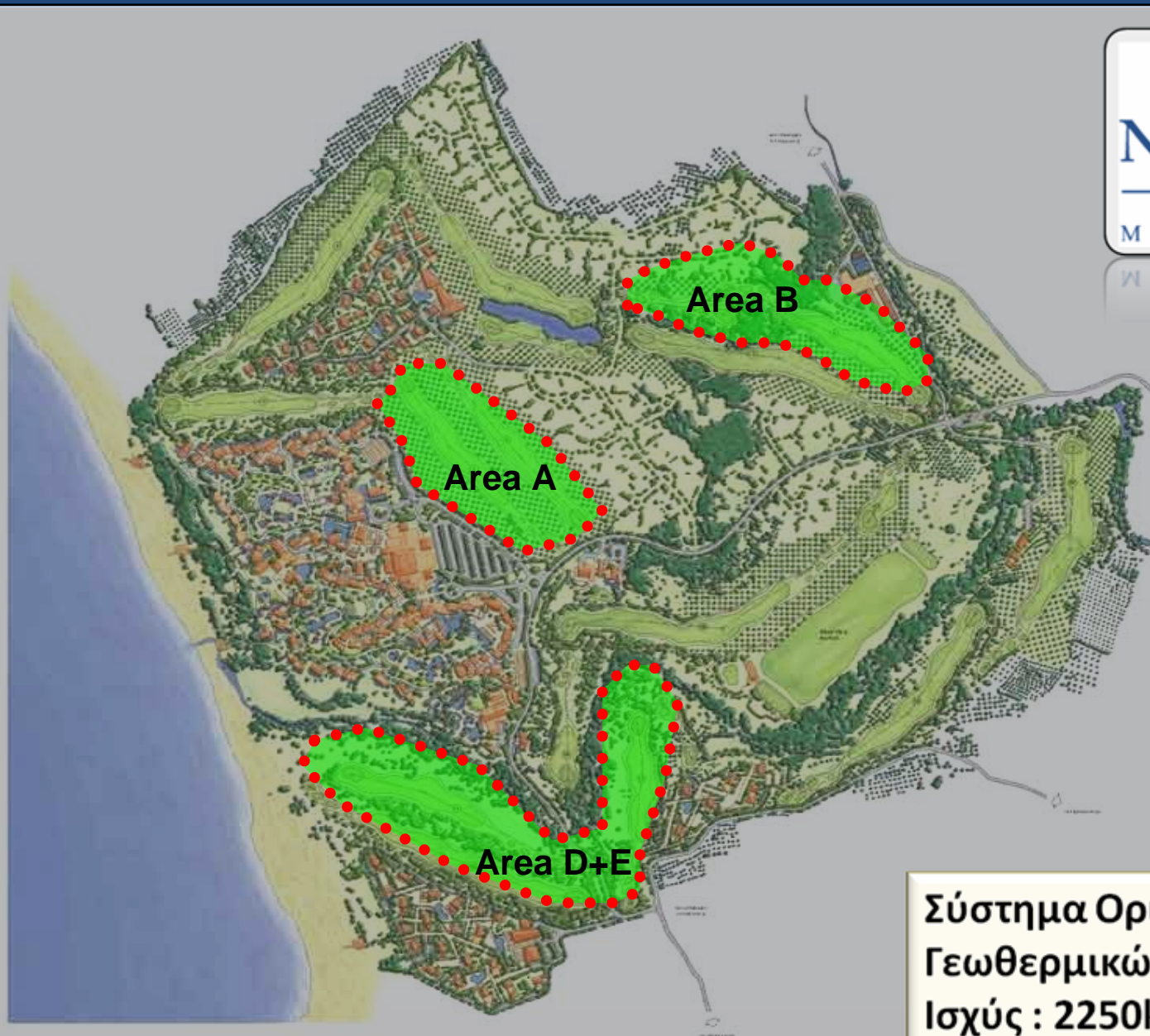
# Ayii Anargyri Spa Resort Miliou – Cyprus

Σύστημα Κάθετων Γεωθερμικών Εναλλακτών

Πλήθος Εναλλακτών : 110 τεμ

Ισχύς Συστήματος : 450kW-th





**Σύστημα Οριζόντιων  
Γεωθερμικών Εναλλακτών  
Ισχύς : 2250kW-th**

Ισχύς : 2250kW-th







**Ευχαριστώ για την  
προσοχή σας**

**renewable**

Kleanthis D. Kravvaritis & Partners  
Consulting Engineers

**ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

**ΚΛΕΑΝΘΗΣ Δ. ΚΡΑΒΒΑΡΙΤΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΟΕ**

ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Η/Μ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΜΠΟΥΣΓΟΥ 20 – Τ.Κ.11473 – ΑΘΗΝΑ

ΤΗΛ. 210 2234875 – FAX. 210 2117757

email: [main@renewable.gr](mailto:main@renewable.gr) - website: [www.renewable.gr](http://www.renewable.gr)