



**ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΚΑΙ
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
(ΚΑΠΕ)**

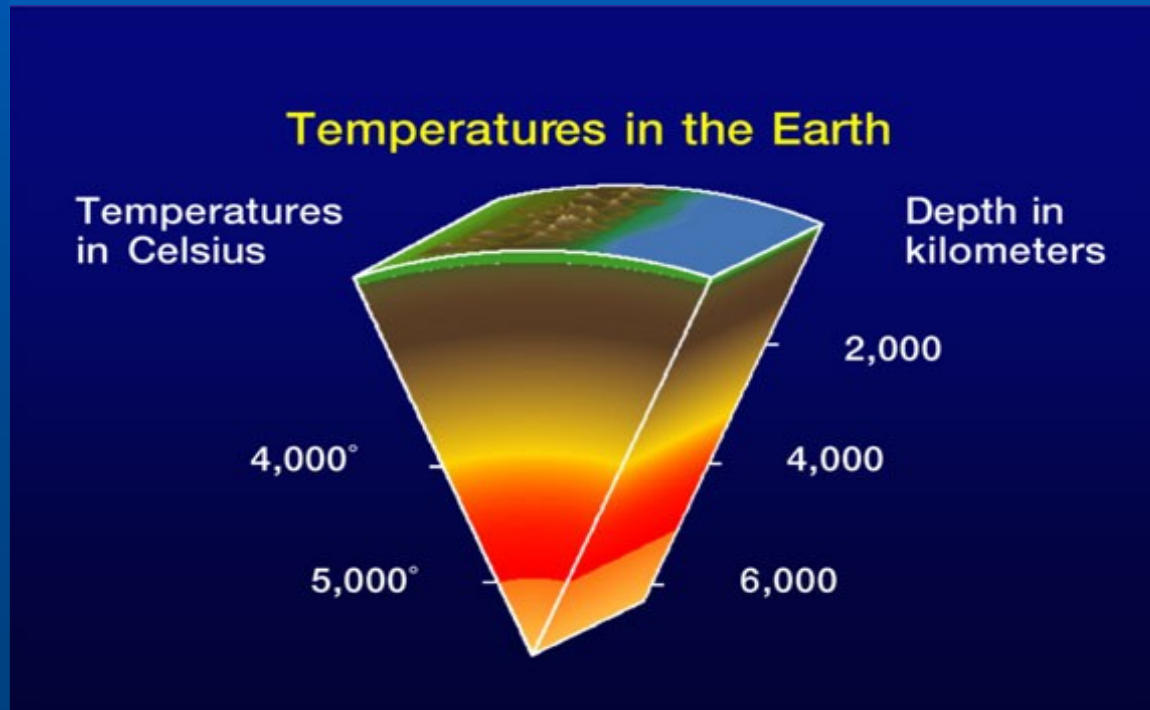
«Αβαθής Γεωθερμία-Αξιοποίηση για θέρμανση και ψύξη»

**Ι. Χωροπανίτης
Διπλ. Μηχανικός Ορυκτών Πόρων
Τμήμα Γεωθερμικής Ενέργειας
Διεύθυνση Α.Π.Ε.
ΚΑΠΕ**

Ιωάννινα 10 Μαρτίου 2015

Γεωθερμική Ενέργεια: είναι η Θερμότητα της Γης

Γεωθερμική βαθμίδα ονομάζεται η μεταβολή της θερμοκρασίας σε σχέση με το βάθος σε μία περιοχή και η τιμή της καθορίζει το ρυθμό αύξησης της θερμοκρασίας με την αύξηση του βάθους. Η μέση γεωθερμική βαθμίδα είναι $3,30\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$.



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 ή υπογείων υδάτων $< 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

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

Αβαθής γεωθερμία: θερμότητα πετρωμάτων μικρού βάθους και επιφανειακών/υπόγειων υδάτων θερμοκρασίας $< 25^{\circ}\text{C}$.

Θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης (ZNX) σε κτίρια και εγκαταστάσεις με αναστρέψιμη αντλία θερμότητας και με χρήση του υπεδάφους ή υπόγειων υδάτων ως πηγή ή αποδέκτη θερμότητας.

Αβαθής Γεωθερμία

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



Υπέδαφος

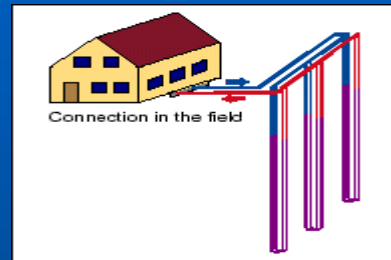
Αμετάβλητη η θερμοκρασία κατά την διάρκεια του έτους

ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΑΘ

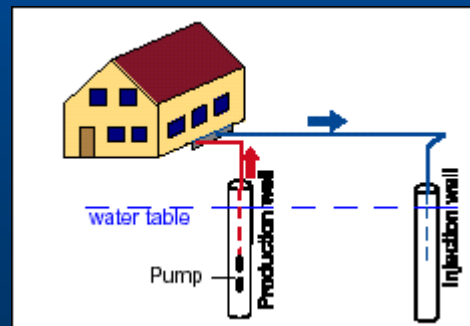
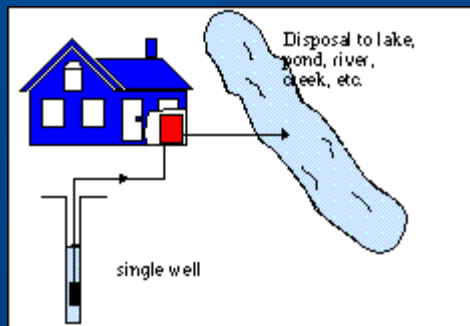
- Γήινος Εναλλάκτης Θερμότητας (ΓΕΘ) - ΕΔΑΦΟΣ
- Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (ΓΑΘ) - ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ
- Σύστημα θέρμανσης εντός του κτιρίου.

Διάταξη υπόγειων εναλλακτών θερμότητας για ΓΑΘ

Κλειστό σύστημα



Ανοιχτό σύστημα



Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (ΓΑΘ)

- Αναστρέψιμη αντλία θερμότητας – θέρμανση / ψύξη
- Αντλία θερμότητας νερού-νερού ή νερού ψυκτικού μέσου
- Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία του ψυκτικού κυκλώματος



Σύστημα θέρμανσης εντός του κτιρίου

- Ενδοδαπέδιο / επιτοίχιο σύστημα θέρμανσης και δροσισμού
- Μονάδες fan-coils για θέρμανση/ψύξη/αφύγρανση
- Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες
- Θερμαντικά σώματα για αντλίες υψηλών θερμοκρασιών



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΑΘ

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

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



**Διαστασιολόγηση
και σχεδιασμός
του συστήματος**

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΓΗΙΝΟΥ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

- ❖ Γεωλογική Μελέτη (υδροφορία ή όχι)
 - ❖ Κατασκευή της Πρώτης Γεώτρησης
 - ❖ Δοκιμαστική Άντληση (σε περίπτωση υδροφορίας)
 - ❖ 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

1) Οριζόντιος κλειστό 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)

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΗΙΝΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

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



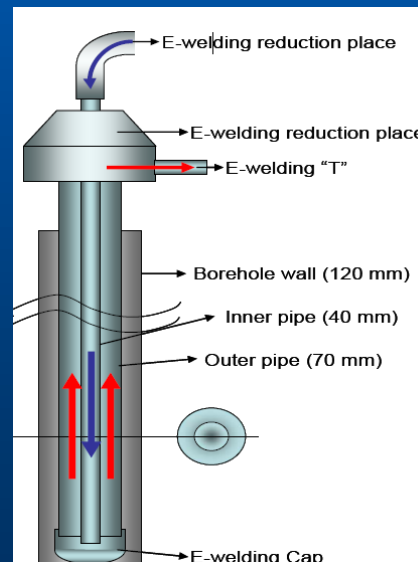
2) Κατακόρυφος κλειστός γήινος εναλλάκτης θερμότητας

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

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΗΙΝΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

2) Κατακόρυφος κλειστός γήινος εναλλάκτης θερμότητας

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



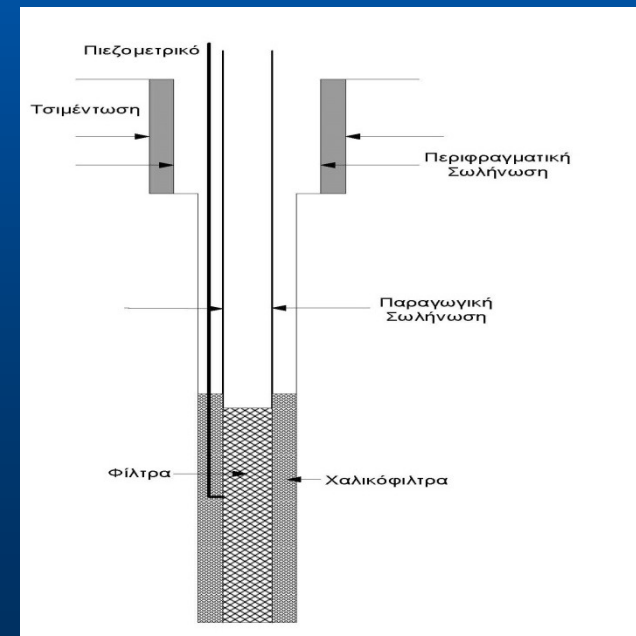
3) Ανοικτό σύστημα Γεωθερμικών Αντλιών

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

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

3) Ανοικτό σύστημα Γεωθερμικών Αντλιών

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



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.



Ιδιωτική οικία στο Πικέρμι (ανοικτό σύστημα ΓΑΘ)



Στοιχεία Υδρογεώτρησης

- 2 υδρογεωτρήσεις
(1 παραγωγική 1,40 m³/h και 1 Επανεισαγωγής)
- Βάθος 92 m

Σύστημα θέρμανσης εντός του κτιρίου

- Ενδοδαπέδια και χρήση αμφυγραντήρα

Στοιχεία Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας

- Συνολική Ισχύς σε θέρμανση 8,70 kWth
- SPF = 5,80
- SEER = 6,10

Εξοικονόμηση ανά έτος

- 78% Εξοικονόμηση χρημάτων από την λειτουργία
- 1.600 lit Ισοδύναμου Πετρελαίου
- Μείωση των εκπομπών 4,10 TCO₂

Κατοικία στην Μύκονο 151m²



Στοιχεία Γεωεναλλάκτη

- Οριζόντιος Γήινος Εναλλάκτης Θερμότητας
- Συνολική επιφάνεια γεωεναλλάκτη: 667 m²
- Συνολικό μήκος σωλήνα πολυαιθυλενίου διαμέτρου $\Phi 32$ mm: 1.660 m
- Βάθος τοποθέτησης: 1,20-1,50 m
- Υλικό επίχωσης 10 cm άμμος-1,40 m υλικά της εκσκαφής



Στοιχεία Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας

- Ισχύς σε θέρμανση 18 kWth
- Ισχύς σε ψύξη 12,95 kWc
- COP=4,5
- EER=4,0

Εξοικονόμηση ανά έτος

- 44,93% πρωτογενούς ενέργειας
- 1.870 lit Πετρελαίου
- Μείωση των εκπομπών 4,98 TCO₂

Δημαρχείο Πυλαίας-Θεσσαλονίκη (κλειστό κατακόρυφο σύστημα ΓΑΘ)



Στοιχεία Κατακόρυφων Γεωεναλλακτών

- 21 Κατακόρυφοι Γήινοι Εναλλάκτες Θερμότητας
- Βάθος 80 m

Σύστημα θέρμανσης εντός του κτιρίου

- Fan-Coils

Στοιχεία Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας

- 11 Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας Συνολική Ισχύς σε θέρμανση 265 kWth
- SPF = 4,00
- SEER = 3,50



Εξοικονόμηση ανά έτος

- 82% Εξοικονόμηση χρημάτων από την λειτουργία
- 40.000 lit Ισοδύναμου Πετρελαίου
- Μείωση των εκπομπών 107 TCO₂

Ξενοδοχείο Αμαλία-Ναύπλιο (ανοικτό σύστημα ΓΑΘ)



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

ΕΔΡΑΣΗ Χ. Ψαλίδας Α.Τ.Ε

(1 από τα 8 επιδεικτικές εφαρμογές του Ε.Ε. Ground-MED – Συντονιστής ΚΑΠΕ)

Στοιχεία Γεωεναλλάκτη

- 12 Κατακόρυφοι Γήινοι Εναλλάκτες Θερμότητας
- Βάθους 107 m ο καθένας διαμέτρου 6^{5/8}" (16,85 cm)
- Σωλήνωση Πολυαιθυλενίου διπλού U Φ32
- Υλικό ενεμάτωσης Τσιμέντο και Μπεντονίτης
- Θερμική αγωγιμότητα 2,945 W/mK μετρημένη με TRT

Στοιχεία Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας

- Συνολική ισχύ ΓΑΘ 57,8 kWth
- Απόδοση της ΓΑΘ COP=5,9

Εξοικονόμηση ανά έτος

- 47,80% πρωτογενούς ενέργειας
- 9.833 lit πετρέλαιο
- Μείωση των εκπομπών 27,34 TCO₂



Δήμος Ήλιδας-Δημοτικό Κολυμβητήριο (Ανοικτό σύστημα ΓΑΘ)



Στοιχεία Υδρογεώτρησης

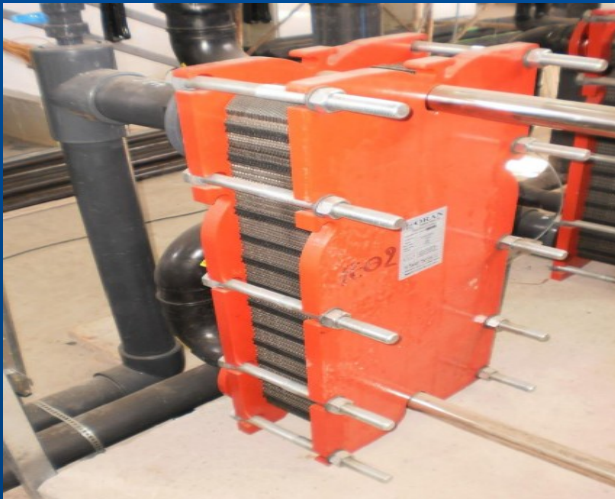
- 2 υδρογεωτρήσεις
(1 παραγωγική 70 m³/h και 1 Επανεισαγωγής)
- Βάθος 80 m

Εναλλάκτες

- Πλακοειδής Εναλλάκτης

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

Νέο Οικιστικό Συγκρότημα στο “De Teuge”, Zutphen, Ολλανδία

- 200 Οικίες
 - Θέρμανση
 - Ψύξη
 - Ζεστό Νερό Χρήσης
- Fan-coils / Ενδοδαπέδιο



2 παραγωγικές γεωτρήσεις με 200 m³/h
3 γεωτρήσεις επανεισαγωγής

$$SPF_h=4,5 \text{ and } SPF_c=4,0$$

Θερμοκήπιο 13.500 m² – Βέλγιο (ανοικτό σύστημα ΓΑΘ)



Στοιχεία Υδρογεώτρησης

- 2 υδρογεωτρήσεις
(1 παραγωγική 80 m³/h και 1 Επανεισαγωγής)
- Βάθος 140 m
- Απόσταση 200 m

Εναλλάκτες

- Πλακοειδής Εναλλάκτης

Στοιχεία Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας

- Συνολική Ισχύς σε θέρμανση 824 kWth
- Συνολική Ισχύς σε ψύξη 667 kWc
- SPF = 5,00

Εξοικονόμηση ανά έτος

- 46% Πρωτογενούς Ενέργειας
- 100.000 lit Ισοδύναμου Πετρελαίου
- Μείωση των εκπομπών 277 TCO₂



Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο για συστήματα Γ.Α.Θ.

Η Υπουργική απ. αριθμ. Δ9Β,Δ/Φ166/οικ13068/ΓΔΦΠ2488

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

Αρ. Φύλλου

1249

Τεύχος

2^ο

Ημ/νία δημοσ. Εφημ.
της Κυβερν.

24 Ιουνίου 2009

Αρ. Άρθρων

9

Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο για συστήματα ΓΑΘ.

Η Υπουργική απ. αριθμ. Δ9Β,Δ/Φ166/οικ13068/ΓΔΦΠ2488

- Άρθρο 1 « Σκοπός »
- Άρθρο 2 « Ορισμοί »
- Άρθρο 3 « Υπηρεσίες έκδοσης-δικαιούχοι αδειών »
- Άρθρο 4 « Περιοριστικοί όροι »
- Άρθρο 5 « Απαιτούμενα δικαιολογητικά »
- Άρθρο 6 « Διαδικασία χορήγησης άδειας»

Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο για συστήματα ΓΑΘ.

Η Υπουργική απ. αριθμ. Δ9Β,Δ/Φ166/οικ13068/ΓΔΦΠ2488

Άρθρο 7 « Τροποποίηση άδειας»

Άρθρο 8 « Ανάκληση άδειας - Πρόστιμα »

Άρθρο 9 Η υπ' αριθ. Δ9Β, Δ/Φ166/οικ18508 /5552 /207/19.10.2004 (ΦΕΚ 1595/Β' / 25.10/2004) απόφαση παύει να ισχύει και εις αντικατάστασή της εκδίδεται η παρούσα...

*Ευχαριστώ για
την προσοχή σας*