



# ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

εφαρμογές στον οικιακό τομέα

[www.cea.org.cy](http://www.cea.org.cy)



# Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας Εφαρμογές στον οικιακό τομέα

## 1. Γεωθερμική Ενέργεια

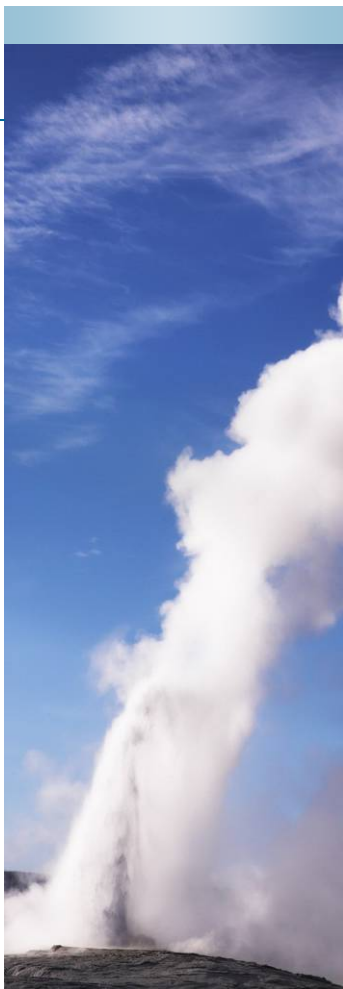
Γεωθερμική ενέργεια είναι η αποθηκευμένη ενέργεια, υπό μορφή θερμότητας, κάτω από την επιφάνεια της γης. Προέρχεται από το εσωτερικό της Γης σε μορφή νερών, ατμών, αερίων ή μειγμάτων αερίων ή ακόμα και ως ενέργεια από τα πετρώματα. Αποτελεί μια σημαντική Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας όσο αφορά την ψύξη και τη θέρμανση.

Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα μεγάλο αριθμό δραστηριοτήτων και εφαρμογών ανάλογα με τη θερμοκρασία και την ποιότητα των ρευστών (Εικ. 1), οι οποίες διακρίνονται σε ηλεκτρικές και άμεσες χρήσεις. Στις άμεσες χρήσεις όπου γίνεται αξιοποίηση της θερμότητας των ρευστών, χωρίς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

περιλαμβάνονται η θέρμανση χώρων (κτιρίων, εγκαταστάσεων), αγροτικές χρήσεις (θέρμανση θερμοκηπίων, ξήρανση αγροτικών προϊόντων, υπεδάφια θέρμανση, θέρμανση κτηνοτροφικών και πτηνοτροφικών μονάδων), υδατοκαλλιέργειες, βιομηχανικές χρήσεις (π.χ. αφαλάτωση νερού, επεξεργασία γάλακτος, χώνευση βιολογικής λάσπης, ανάκτηση πετρελαίου, ξήρανση ξυλείας) και λουτροθεραπεία (ιαματικά λουτρά, πισίνες).



Εικόνα 1. Χρήσεις Γεωθερμικής Ενέργειας  
[Πηγή: Geothermal Education Office 2004- [www.geothermal.marine.org](http://www.geothermal.marine.org)]



### Περιεχόμενα

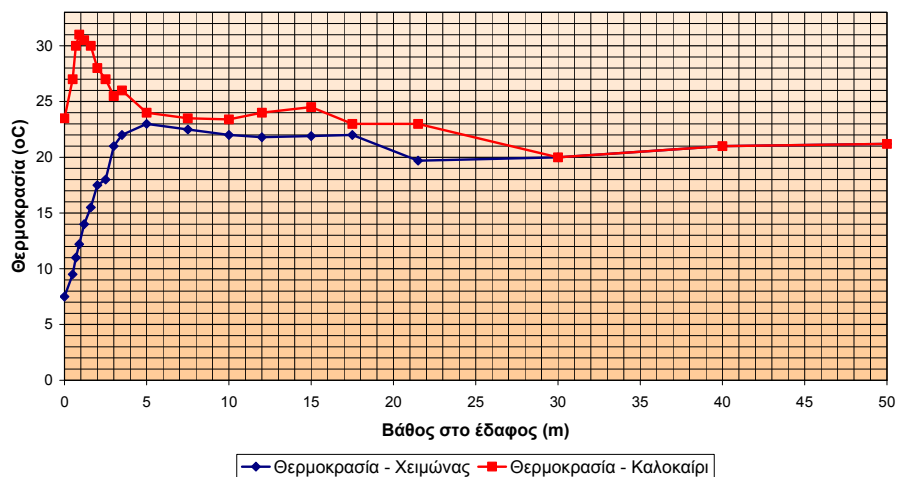
- Γεωθερμική Ενέργεια.....1
- Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας..2
- Λειτουργία και τύποι ΓΑΘ .....2
- Απόδοση.....4
- Προϋποθέσεις εγκατάστασης.....4
- Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα...5
- Η αγορά στην Κύπρο.....6
- Γεωθερμικό δυναμικό στην Κύπρο..6
- Κίνητρα και Σχέδια Χορηγίων.....7
- Κόστος αγοράς-εγκατάστασης.....7
- Οικονομική Βιωσιμότητα.....7
- Περιβαλλοντικό όφελος.....9
- Βιβλιογραφικές πηγές .....9

## 2.Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας

Η θερμοκρασία του υπεδάφους, σε βάθος από 5 έως 100 μέτρα, είναι σχεδόν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και κυμαίνεται από 18 έως 22°C (Εικ. 2). Η εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του υπεδάφους ή των υπογείων υδάτων και της επιφάνειας της γης μπορεί να γίνει με τη χρήση Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ), οι οποίες αξιοποιούν το ενεργειακό δυναμικό που ονομάζεται αβαθής γεωθερμική ενέργεια, κυρίως για θέρμανση χώρων το χειμώνα και ψύξη το καλοκαίρι αλλά και για παροχή ζεστού νερού χρήσης (Εικ. 3 και Εικ. 4).

Η αβαθής γεωθερμική ενέργεια είναι μία ανεξάντλητη και καθαρή πηγή ενέργειας και είναι διαθέσιμη όλο το χρόνο χωρίς να εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες. Η αξιοποίηση της ενέργειας αυτής επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ενός συνδυασμού αντλίας θερμότητας συζευγμένη με γεώτρηση. Το σημαντικότερο γεγονός είναι ότι η προσφερόμενη ενέργεια είναι περιβαλλοντικά καθαρή, ανανεώσιμη και εξοικονομεί το 50-70% της ενέργειας που θα καταλάωνε ένα υποστατικό που χρησιμοποιεί μόνο συμβατικά μέσα θέρμανσης (πετρέλαιο, υγραέριο, ηλεκτρισμός κ.λ.π.).

Μετρήσεις θερμοκρασίας - Κύπρος - Αθαλάσσια



Εικόνα 2. Μετρήσεις θερμοκρασίας εδάφους στην Κύπρο στην περιοχή Αθαλάσσια  
[Πηγή: G. Florides, S. Kalogirou / Renewable Energy 32 (2007) 2461-2478]

### 2.1 Λειτουργία και Τύποι Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ)

Ένα σύστημα ΓΑΘ αποτελείται από τρία κύρια μέρη:

Το Σύστημα εναλλαγής θερμότητας εντός εδάφους (γεωεναλλάκτη θερμότητας, κλειστό ή ανοικτό κύκλωμα), το οποίο απορροφά ή αποβάλλει θερμότητα στο έδαφος.

Την αντλία θερμότητας (heat pump) που λειτουργεί όπως οι αντλίες νερού μόνο που ανυψώνει, αντί για νερό, θερμική ενέργεια. Δηλαδή αντλεί ενέργεια από ένα χώρο (π.χ. θερμοκρασίας 5 °C) και τη μεταφέρει σε άλλο με υψηλότερη θερμοκρασία (π.χ. 25 °C).

Το Σύστημα θέρμανσης/ψύξης εντός του κτιρίου, που προσδίδει ή απορροφά θερμότητα από το σπίτι (αεραγωγοί ή ενδοδαπέδια ή fan coils). Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας λειτουργούν και με καλοριφέρ.

Ένα γεωθερμικό σύστημα, αξιοποιεί τις σταθερές θερμοκρασίες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους για να δεσμεύσει την "ελεύθερη" ενέργεια. Το χειμώνα, το ρευστό που κυκλοφορεί μέσα στο κύκλωμα του γεωεναλλάκτη απορροφά την αποθηκευμένη θερμότητα του εδάφους και τη φέρνει στη μονάδα εσωτερικά του κτιρίου, η οποία αντλεί τη θερμότητα αυτή σε μια υψηλότερη θερμοκρασία και την διανέμει στο κτίριο. Το καλοκαίρι, το σύστημα αντιστρέφεται, απάγει τη θερμότητα από το κτίριο, τη μεταφέρει στο κύκλωμα του γεωεναλλάκτη και την αποθέτει στην πιο δροσερή γη. Με άλλα λόγια, το σύστημα ΓΑΘ πραγματοποιεί εναλλαγή θερμότητας μεταξύ του εδάφους και των εσωτερικών χώρων.

Σε αντίθεση με τα συμβατικά συστήματα, τα ΓΑΘ δεν καίνε ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή θερμότητας. Ένα σωστά σχεδιασμένο και κατασκευασμένο σύστημα ΓΑΘ λειτουργεί με 30% υψηλότερη ενεργειακή απόδοση από αυτή του καλύτερου συστήματος αντλίας θερμότητας αέρα-αέρα.

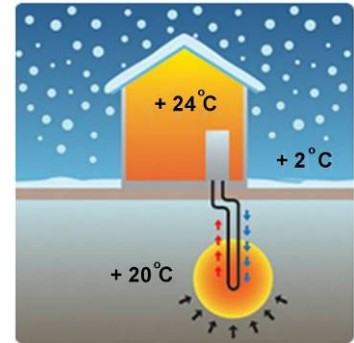
Τα γεωθερμικά συστήματα που εκμεταλλεύονται την αβαθή γεωθερμική ενέργεια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: α) κλειστού και β) ανοικτού κυκλώματος.

Οι γεωθερμικοί εναλλάκτες κλειστού κυκλώματος αποτελούνται από υπόγειο δίκτυο με πλαστικούς σωλήνες υψηλής αντοχής, που λειτουργεί ως εναλλάκτης θερμότητας. Οι σωλήνες συνδέονται με την αντλία θερμότητας όπου και ολοκληρώνεται κύκλωμα στο οποίο κυκλοφορεί διάλυμα νερού με φιλικό προς το περιβάλλον αντιψυκτικό. Ένα κλειστό κύκλωμα συνεχώς ανακυκλοφορεί, υπό πίεση, το διάλυμα που μεταφέρει την θερμότητα. Το κύκλωμα της γης και του σπιτιού, είναι κλειστό και κατά συνέπεια δεν παρουσιάζονται επικαθίσεις αλάτων, με αποτέλεσμα οι απαιτήσεις για συντήρηση του συστήματος να είναι μικρές.

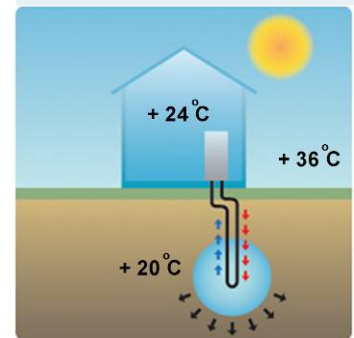
Το κύκλωμα μπορεί να είναι οριζόντιο ή κατακόρυφο ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησης των σωλήνων. Για την ομαλή τροφοδοσία της αντλίας θερμότητας είναι απαραίτητος κυκλοφορητής.

Υπάρχουν τρεις τύποι κλειστού κυκλώματος γεωεναλλακτών ανάλογα με τη διάταξη του δικτύου σωληνώσεων στο έδαφος: οριζόντιο (Εικ. 7 και 8), κάθετο (Εικ. 5 και 6) ή σπειροειδές σύστημα. Παρόλο που οι κατακόρυφοι γεωεναλλάκτες έχουν υψηλότερο κόστος χρησιμοποιούνται στις περισσότερες περιπτώσεις λόγω του ότι απαιτείται μικρότερος χώρος.

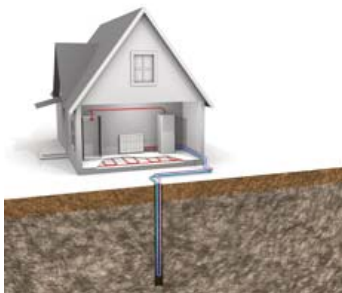
Οι Γεωθερμικοί Εναλλάκτες Ανοικτού Κυκλώματος (Εικ. 9) χρησιμοποιούν επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα (από λίμνη, πηγάδι, ποτάμι, γεώτρηση ή τη θάλασσα), ως πηγή θερμότητας - ψύξης και χώρους απόθεσης/επιστροφής του νερού. Αντλούν νερό από υπόγειο ταμιευτήρα με χρήση γεώτρησης και ενδιάμεσου εναλλάκτη νερού/νερού που παρεμβάλλεται μεταξύ της ΓΑΘ και του ανοικτού κυκλώματος, προσδίδουν ή απορροφούν ενέργεια στο σύστημα πριν το νερό επιστρέψει στον ταμιευτήρα. Το σύστημα αυτό ενδείκνυται σε περιοχές με ρηκό βάθος υδροφόρου ορίζοντα. Και σε αυτή την περίπτωση αξιοποιείται η ιδιότητα της σταθερής θερμοκρασίας που έχουν τα νερά



Εικόνα 3. Αξιοποίηση Γεωθερμικής Ενέργειας το Χειμώνα



Εικόνα 4. Αξιοποίηση Γεωθερμικής Ενέργειας το Καλοκαίρι



Εικόνα 5. Σχηματική απεικόνιση εγκατάστασης κατακόρυφου Γεωθερμικού κυκλώματος



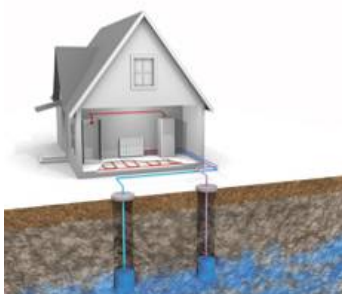
Εικόνα 6 Εγκατάσταση κατακόρυφου Γεωθερμικού κυκλώματος



Εικόνα 7. Σχηματική απεικόνιση εγκατάστασης οριζόντιου Γεωθερμικού κυκλώματος



Εικόνα 8. Εγκατάσταση οριζόντιου Γεωθερμικού κυκλώματος



Εικόνα 9. Σχηματική απεικόνιση εγκατάστασης κάθετου ανοικτού Γεωθερμικού κυκλώματος

του υπόγειου ταμιευτήρα καθ' όλο τον χρόνο ανεξάρτητα από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν.

Ενδεικτικά ένα σπίτι 280 m<sup>2</sup> απαιτεί περίπου 30- 50 λίτρα ανά λεπτό παροχής νερού.

Οι σωλήνες του εναλλάκτη τοποθετούνται είτε οριζόντια στο έδαφος σε μικρό βάθος (περίπου 2 m), όταν υπάρχει μεγάλη διαθέσιμη επιφάνεια οικοπέδου είτε κατακόρυφα σε μεγάλο βάθος (περίπου 80 με 100 m) όπου δεν απαιτείται μεγάλη διαθέσιμη επιφάνεια οικοπέδου.

## 2.2 Απόδοση

Ένα σύστημα γεωεναλλάκτη είναι τρεις έως πέντε φορές αποδοτικότερο από ένα συμβατικό σύστημα. Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του συστήματος είναι:

- ο σχεδιασμός συστήματος
- η αποδοτικότητα της αντλίας θερμότητας
- η ποιότητα εγκατάστασης
- το επίπεδο θερμοκρασίας στο σύστημα διανομής θερμότητας
- οι απώλειες θερμότητας από το κέλυφος του κτιρίου
- οι κλιματικές συνθήκες στο σημείο τοποθέτησης της αντλίας θερμότητας

Οι ΓΑΘ, όπως όλοι οι άλλοι τύποι αντλιών θερμότητας, βαθμονομούνται σύμφωνα με το συντελεστή απόδοσης (COP), ο οποίος προσδιορίζει την ενέργεια που το σύστημα παράγει σε σχέση με αυτή που χρησιμοποιεί. Τα περισσότερα συστήματα γεωθερμικών αντλιών θερμότητας έχουν COP 3-5. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε μία μονάδα ενέργειας που χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει το σύστημα, 3-5 μονάδες παρέχονται ως θερμότητα. Ένας καυστήρας ορυκτών καυσίμων μπορεί να είναι 78-95% αποδοτικός, ενώ μια γεωθερμική αντλία θερμότητας είναι 300% -500%.

Τα συστήματα γεωεναλλακτών πρακτικά δεν χρειάζονται συντήρηση. Με ορθή εγκατάσταση ο γεωεναλλάκτης θα λειτουργεί για πολλές δεκαετίες. Τα υπόλοιπα μέρη του συστήματος, η αντλία θερμότητας, οι κυκλοφορητές και το εσωτερικό σύστημα διανομής της θερμότητας βρίσκονται εντός του κτιρίου προστατευμένα από τις εξωτερικές συνθήκες. Συνήθως οι περιοδικοί έλεγχοι για τη σωστή λειτουργία είναι η μόνη απαραίτητη συντήρηση.

## 2.3 Προϋποθέσεις εγκατάστασης

Για να εγκατασταθεί ένα σύστημα κλιματισμού με Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας θα πρέπει να τηρούνται κάποιες προϋποθέσεις οι οποίες εξαρτώνται από τον τύπο του συστήματος.

Όσον αφορά τους εναλλάκτες κλειστού κυκλώματος, απαιτείται ελεύθερη έκταση ανάλογα με το μέγεθος του εναλλάκτη το οποίο καθορίζεται με βάση τις απαιτήσεις θέρμανσης/ψύξης του υποστατικού. Για εναλλάκτες ανοικτού τύπου χρειάζεται κάποια πηγή θερμότητας (π.χ. πηγάδι, λίμνη, γεώτρηση) και ένας χώρος απόρριψης/επιστροφής του

νερού μετά την ολοκλήρωση του κύκλου.

Οι θέσεις των κάθετων γεωτρήσεων συστήνεται να απέχουν τουλάχιστο 6 m μεταξύ τους και 3 m από το όριο του τεμαχίου.

Για την εγκατάσταση της αντλίας θερμότητας δεν υπάρχουν κάποιες αναγκαίες προϋποθέσεις, αφού το μέγεθος της αντλίας και των εξαρτημάτων της είναι αρκετά μικρότερο από αυτό των συμβατικών συστημάτων.

Για το σύστημα μεταφοράς θερμικής ενέργειας από και προς το κτίριο, υπάρχουν κατασκευαστικοί περιορισμοί, οι οποίοι όμως δεν διαφέρουν από οποιονδήποτε άλλο συμβατικό σύστημα.

Όταν επιλεγεί ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης - δροσισμού, η εγκατάσταση προτείνεται να υλοποιείται κατά την κατασκευή του κτιρίου, καθώς το σύστημα ενσωματώνεται στο δάπεδο.

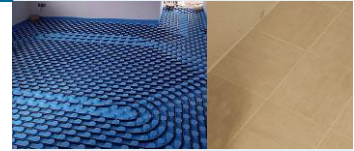
Όλες οι λύσεις θα πρέπει να γίνονται πάντοτε σε στενή συνεργασία με τον μελετητή του έργου για αποφυγή προβλημάτων, ειδικά στον ενδοδαπέδιο δροσισμό.

### 3. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας

Η γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη 24 ώρες τη μέρα, 365 μέρες το χρόνο. Οι ΓΑΘ αξιοποιούν τις ιδιότητες θερμοεναλλαγής του νερού και την ήπια θερμοκρασία του εδάφους, η οποία παραμένει σχεδόν σταθερή όλο το χρόνο - ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες- και παρέχουν αποδοτική θέρμανση, κλιματισμό και ζεστό νερό χρήσης στα κτίρια. Η χρήση ΓΑΘ για θέρμανση και κλιματισμό έχει σημαντικά οικονομικά πλεονεκτήματα από την εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων, 30% μικρότερο κόστος λειτουργίας από το καλύτερο αερόψυκτο σύστημα, κόστος συντήρησης μόλις το 1/3 από αυτό ενός συμβατικού συστήματος θέρμανσης – κλιματισμού και σημαντικά μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (25-30 έτη).

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ΓΑΘ είναι:

- + Αξιοπίστη τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον χωρίς εκπομπές αέριων ρύπων
- + Άντληση δωρεάν ενέργειας από το υπέδαφος για θέρμανση και ψύξη κτιρίων, ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες.
- + Εξοικονόμηση 75% της ενέργειας που απαιτείται για θέρμανση και 40% για δροσισμό-ψύξη ενός κτιρίου.
- + Μείωση των δαπανών της κατοικίας για θέρμανση και κλιματισμό από 25-75%
- + Χαμηλό κόστος συντήρησης εγκατάστασης και εξοπλισμού. Τα ΓΑΘ δεν παρουσιάζουν βλάβες μετά από παρατεταμένη χρήση όπως ορισμένα συμβατικά συστήματα.
- + Απουσία θορύβου κατά την λειτουργία της εγκατάστασης
- + Παρέχουν υψηλής ποιότητας άνεση στους εσωτερικούς χώρους
- + Απαιτείται μικρότερος χώρος για την εγκατάσταση του εξοπλισμού σε σχέση με το συμβατικό λεβητοστάσιο. Δεν απαιτείται λέβητας, δεξαμενή πετρελαίου, ή καπνοδόχος, ενώ δεν απαιτεί-



Εικόνα 10. Εγκατάσταση ενδοδαπέδιας θέρμανσης κατά τη φάση κατασκευής και μετά την ολοκλήρωση



Εικόνα 11. Σύστημα ψύξης με fan coils κατά τη φάση κατασκευής και μετά την ολοκλήρωση



Εικόνα 12. Ανόρυξη γεώτρησης κατακόρυφου γεωθερμικού κυκλώματος



Εικόνα 13. Παραγωγή λάσπης κατά την ανόρυξη γεώτρησης



Εικόνα 14. Το Γεωθερμικό κύκλωμα καταλήγει στο χώρο όπου θα κατασκευαστεί το μηχανοστάσιο. Δυνατότητα τοποθέτησης κυκλώματος μέσα στην πεδιλόπλακα



Εικόνα 15. Το Γεωθερμικό κύκλωμα (5 γεωτρήσεις) κατά τη φάση κατασκευής της οικίας.



Εικόνα 16. Το Γεωθερμικό κύκλωμα μετά την ολοκλήρωση της οικίας (δεν είναι ορατό).

ται αερόψυκτος ψύκτης για τον κλιματισμό του κτιρίου

- + Μεγαλύτερη ασφάλεια σε σχέση με μία εγκατάσταση πετρελαίου ή φυσικού αερίου.

Τα μειονεκτήματα ενός ΓΑΘ είναι:

- Το αρχικό κόστος ενός γεωθερμικού συστήματος είναι υψηλότερο από αυτό των συμβατικών συστημάτων, η αγορά του όμως μπορεί να ενισχυθεί από κρατική χορηγία.
- Σε κλειστά κυκλώματα υπάρχει δυσκολία επισκευής μιας διαρροής.
- Για τα ανοικτού κυκλώματος συστήματα απαιτείται μεγάλη παροχή καθαρού νερού
- Κατά την ανόρυξη των γεωτρήσεων δημιουργείται λάσπη, η οποία θα πρέπει να ξηρανθεί και να απομακρυνθεί από το χώρο ανέγερσης της κατοικίας

## 4. Η αγορά στην Κύπρο

Η αξιοποίηση της αβαθούς γεωθερμίας ξεκίνησε στην Κύπρο τα τελευταία χρόνια. Κατά την περίοδο 2006-2009, κατά την οποία ήταν σε ισχύ τα προηγούμενα και τα νέα σχέδια Χορηγιών για ΑΠΕ και ΕΞΕ, επιχορηγήθηκαν 59 αιτήσεις για εγκατάσταση αντλιών θερμότητας με γεωεναλλάκτη. Παρόλα αυτά, ο αριθμός κατοικιών που έχουν εγκατεστημένο σύστημα ΓΑΘ εκτιμάται ότι είναι αρκετά μεγαλύτερος αφού κατά το 2010 έχει εκδηλωθεί μεγάλο ενδιαφέρον με σημαντικό αριθμό αιτήσεων. Υπάρχουν εγκαταστάσεις γεωθερμικών αντλιών θερμότητας σε κατοικίες σε ολόκληρη την Κύπρο, αλλά και σε άλλες εγκαταστάσεις όπως είναι το κολυμβητήριο Γεροσκήπου, το Αμερικάνικο Καρδιολογικό Ινστιτούτο και η Αμερικάνικη Ακαδημία Λάρνακας. Εκτιμάται ότι τα επόμενα χρόνια θα αυξηθούν σημαντικά οι κατοικίες που θα καλύπτουν τις ανάγκες τους σε θέρμανση και ψύξη με γεωθερμικές αντλίες θερμότητας.

### 4.1 Γεωθερμικό δυναμικό στην Κύπρο

Το γεωθερμικό δυναμικό της Κύπρου έχει μελετηθεί παλαιότερα στην περιοχή Αθαλάσσης στη Λευκωσία και σύμφωνα με τις μετρήσεις ), η θερμοκρασία του υπεδάφους σε βάθος 5 - 100 m είναι σχεδόν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και κυμαίνεται από 18 έως 22 °C (Εικ. 1).

Περισσότερες απαντήσεις σχετικά με το γεωθερμικό δυναμικό της Κύπρου αναμένονται από τα αποτελέσματα του έργου GEOTHERMMAPCY που εκπονείται από το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, το τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης, την Υπηρεσία Ενέργειας, την εταιρεία First Elements Euroconsultant Ltd και την DRILCO C.K. LTD.

Το έργο, μεταξύ άλλων, στοχεύει στη μέτρηση της θερμοκρασίας του εδάφους σε βάθη μέχρι 200 m σε θαντιπροσωπευτικές αστικές και ημιορεινές περιοχές της Κύπρου και στη δημιουργία βάσης δεδομένων που θα διευκολύνουν τον αποδοτικότερο σχεδιασμό γεωθερμικών συστημάτων για το κλιματισμό κτιρίων, καθώς και τη μελέτη συστημά-

των αποθήκευσης θερμικής ενέργειας στο έδαφος. Με τη βοήθεια εξειδικευμένου λογισμικού θα γίνει πρόβλεψη της θερμοκρασίας του εδάφους σε διάφορα βάθη και σε άλλες περιοχές της Κύπρου.

#### 4.2 Κίνητρα και σχέδια χορηγιών

Οι γεωθερμικές αντλίες επιχορηγούνται με βάση το «Σχέδιο Χορηγιών για εξοικονόμηση ενέργειας και ενθάρρυνσης της χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας 2009-2013» του Υπουργείου Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού (Αναθεωρημένο Σχέδιο Ιούλιος 2010).

Για φυσικά πρόσωπα και φορείς που δεν ασκούν οικονομική δραστηριότητα, δίνεται επιχορήγηση ύψους 55% επί του επιλέξιμου προϋπολογισμού με μέγιστο ποσό χορηγίας τα 20.000€.

Επιλέξιμες δαπάνες είναι όλα τα αναγκαία μέρη/εξοπλισμός του συστήματος που χρειάζονται για τη μετατροπή της Γεωθερμικής Ενέργειας στην αναγκαία μορφή, έτσι ώστε να μπορεί να αντικαταστήσει τη συμβατική πηγή ενέργειας. Στις επιλέξιμες δαπάνες του συστήματος συμπεριλαμβάνεται εκτός από τον απαραίτητο εξοπλισμό και το κόστος της τεχνοικονομικής μελέτης, η οποία είναι απαραίτητο να υποβληθεί μαζί με την αίτηση. Ενδεικτικά περιλαμβάνονται:

- το κόστος της αντλίας θερμότητας
- το κόστος των γεωτρήσεων, της θωράκισης και του γεμίσματος τους
- το κόστος των διασωληνώσεων, του γεωεναλλάκτη, των αντλιών, των οργάνων ελέγχου από το έδαφος μέχρι και την αντλία θερμότητας
- το εργατικό κόστος για εγκατάσταση των πιο πάνω, και το κόστος της ενεργειακής/ τεχνοικονομικής μελέτης.

### 5. Οικονομικά στοιχεία

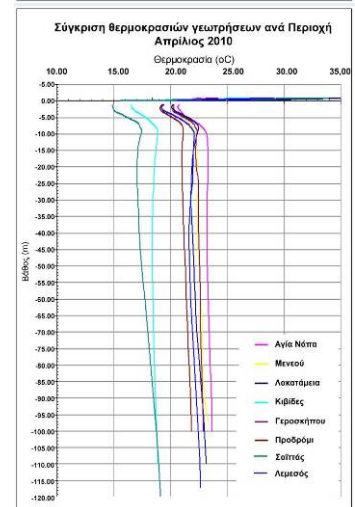
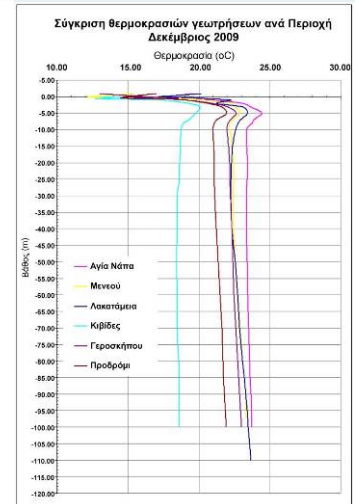
#### 5.1 Κόστος αγοράς και εγκατάστασης αντλιών θερμότητας με γεωεναλλάκτη

Σήμερα το κόστος αγοράς – εγκατάστασης ενός τυπικού συστήματος αντλίας θερμότητας με γεωεναλλάκτη για ψύξη και θέρμανση κατοικίας 220-250 m<sup>2</sup>, κυμαίνεται περίπου στα 25.000 €. Ένα τέτοιο σύστημα έχει απόδοση περίπου 30% σε ψύξη και 70% σε θερμότητα.

#### 5.2 Οικονομική βιωσιμότητα των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας είναι τεχνολογία εξοικονόμησης ενέργειας. Επομένως η οικονομική βιωσιμότητα τους, προκύπτει από τη σύγκριση της ενέργειας που καταναλώνει ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης και ψύξης με την ενέργεια που καταναλώνει ένα γεωθερμικό σύστημα.

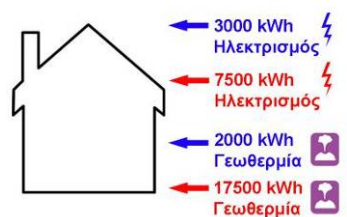
Για παράδειγμα, κατοικία 250 m<sup>2</sup> στη Λευκωσία -με ικανοποιητική θερμομόνωση- εκτιμάται ότι χρειάζεται ενέργεια περίπου 25.000 kWh για



Εικόνα 17. Μετρήσεις θερμοκρασίας εδάφους στην Κύπρο για τους μήνες Δεκέμβριο 2009 και Απρίλιο 2010 [Πηγή: [www.cuf.ac.cy/geothermapcy](http://www.cuf.ac.cy/geothermapcy)]



Εικόνα 17. Συμβατικός τρόπος θέρμανσης-ψύξης



Εικόνα 18. Κατανάλωσης ενέργειας θέρμανσης – ψύξης με ΓΑΘ

θέρμανση και 5.000 kWh για ψύξη, το χρόνο. Η μέση τιμή του ηλεκτρικού για τα επόμενα 10 χρόνια λαμβάνεται ίση με 0,12 €/kWh και η μέση τιμή του πετρελαίου θέρμανσης 0,80 €/L.

**Σενάριο 1. Θέρμανση-ψύξη με συμβατικό σύστημα** Για την απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης από ένα συμβατικό σύστημα κεντρικής θέρμανσης με πετρέλαιο -με τυπική απόδοση λέβητα- χρειάζονται περίπου 3.600 L πετρελαίου το χρόνο. Επομένως το ετήσιο κόστος για πετρέλαιο θέρμανσης είναι 2.880 €, ενώ το κόστος ψύξης με χρήση κλιματιστικού είναι 600 €.

#### **Σενάριο 2. Θέρμανση - ψύξη με γεωθερμική αντλία**

Με τη χρήση ΓΑΘ επιτυγχάνεται εξοικονόμηση 70% της απαιτούμενης ενέργειας θέρμανσης και 40% της ενέργειας ψύξης. Έτσι το ετήσιο κόστος από την κατανάλωση ηλεκτρισμού είναι 900 € ( $25.000 \cdot 70\% = 7.500 \text{ kWh} \cdot 0,12 \text{ €/kWh} = 900 \text{ €}$ ), ενώ το ετήσιο κόστος για ψύξη της οικίας υπολογίζεται σε 360 € ( $5.000 \cdot 40\% = 3.000 \text{ kWh} \cdot 0,12 \text{ €/kWh} = 360 \text{ €}$ ).

Στο παραπάνω παράδειγμα, η εξοικονόμηση κόστους που επιτυγχάνεται από τη χρήση ΓΑΘ για τη θέρμανση – ψύξη της συγκεκριμένης κατοικίας είναι 2.220 € το χρόνο.

Ο πίνακας 1 παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά και την οικονομική βιωσιμότητα του παραπάνω Γεωθερμικού συστήματος.

Πίνακας 1. Τεχνικά χαρακτηριστικά και οικονομικά στοιχεία Γεωθερμικού συστήματος με αντλία θερμότητας, σε οικία 250τ.μ. στη Λευκωσία

Ισχύς συστήματος	16kW
Αριθμός γεωτρήσεων	4
Βάθος γεωτρήσεων	95 m
Αρχικό κόστος	25.000 € +ΦΠΑ=28.750€
Χορηγία (55%)	13.750 €
Κόστος επιπρόσθετων χωματουργικών εργασιών και μετακίνησης της λάσπης	1.500 €
Καθαρό κόστος (Αρχ. Κόστος-χορηγία)	16.500 €
Εξοικονόμηση σε ενέργεια θέρμανσης	1.980 €/ έτος
Εξοικονόμηση σε ενέργεια ψύξης	240 €/ έτος
Εξοικονόμηση λόγω μειωμένου κόστους συντήρησης ΓΑΘ	100 €/έτος
Χρόνος αποπληρωμής (pay back period)	7 έτη

Ο χρόνος αποπληρωμής εξαρτάται σημαντικά από την τιμή του πετρελαίου και την περιοχή. Αν για παράδειγμα το ίδιο σπίτι βρισκόταν σε ορεινή περιοχή της Κύπρου, άρα με αυξημένες απαιτήσεις ενέργειας σε θέρμανση, τότε ο χρόνος αποπληρωμής μειώνεται στα 5-6χρόνια. Επίσης αν η τιμή του πετρελαίου αυξηθεί (π.χ. τα επόμενα χρόνια) σε σχέση με την τιμή του παραπάνω σεναρίου, τότε ο χρόνος απόσβεσης μπορεί να μειωθεί ακόμα και στα 4-5 χρόνια.

Επιπλέον, ο γεωεναλλάκτης δεν απαιτεί σημαντική συντήρηση, ενώ η αντλία θερμότητας και τα εσωτερικά συστήματα θέρμανσης ψύξης, έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από εκείνη των αντίστοιχων συμβατικών συστημάτων, ενώ απαιτούν ελάχιστη συντήρηση. Καθώς τα συ-

στήματα ΓΑΘ έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (μεγαλύτερη από 25 έτη) το οικονομικό όφελος είναι σημαντικό σε βάθος χρόνου.

## 5. Περιβαλλοντικό όφελος

Με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας, δεν απαιτείται κατανάλωση ορυκτών καυσίμων. Το περιβαλλοντικό όφελος από τη χρήση ΓΑΘ προκύπτει από την εξοικονόμηση ενέργειας και κατ' επέκταση τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Τα γεωθερμικά συστήματα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον από τα συμβατικά συστήματα (Πιν.2).

Πίνακας 2. Εκπομπές επιβλαβών αερίων από διάφορες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (σε Kg/kWh παραγόμενης ενέργειας)

Μορφή ενέργειας	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>
Άνθρακας	1.042	4,4	11,8
Πετρέλαιο	839	12,4	1.6
Φυσικό αέριο	453	1,4	0,0
Γεωθερμία*	95	0.3	0,1

\* μέση τιμή

Για την παραγωγή 10 kWh θέρμανσης μέσω Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας απελευθερώνονται 1,9 kg CO<sub>2</sub>, ενώ για να την ίδια ενέργεια με πετρέλαιο απελευθερώνονται 2,9 kg CO<sub>2</sub>.

## Βιβλιογραφικές Πηγές

European Geothermal Energy Council, [www.egec.org](http://www.egec.org)

European Heat Pump Association (ΕΗΠΑ), [www.ehpa.org](http://www.ehpa.org)

GEOTHERMMAPCY, [www.cut.ac.cy/geothermapcy/](http://www.cut.ac.cy/geothermapcy/)

G. Florides, S. Kalogirou, Renewable Energy 32 (2007), 2461–2478

Project GroundReach, Οι Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, [www.groundreach.eu](http://www.groundreach.eu)

National Renewable Energy Laboratory, [www.nrel.gov](http://www.nrel.gov)

Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, ΙΓΜΕ, [www.igme.gr](http://www.igme.gr)

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, [www.cres.gr](http://www.cres.gr)

Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου, [www.moa.gov.cy/ms](http://www.moa.gov.cy/ms)

Υπουργείο Ανάπτυξης, Ελλάδα, Περιβαλλοντικός Οδηγός Γεωθερμίας, [www.ypan.gr](http://www.ypan.gr), 2008

Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας & Τουρισμού, [www.mcit.gov.cy](http://www.mcit.gov.cy)



#### Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών

Λεύκωας 20, Μαρκίδης Court 13  
Γραφείο 403, 2064 Στρόβολος  
Λευκωσία, Κύπρος

Τηλ: 22667716 22667726  
Fax: 22667736  
Email: [info@cea.org.cy](mailto:info@cea.org.cy)  
Website: [www.cea.org.cy](http://www.cea.org.cy)

Energy Management Agency

Intelligent Energy  Europe

#### Το Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών

Το «Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών» είναι μη κερδοσκοπικός φορέας, του οποίου η λειτουργία συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (75%) και από την Ένωση Κοινοτήτων Κύπρου (25%). Στα πλαίσια της λειτουργίας του Ενεργειακού Γραφείου εξυπηρετούνται δράσεις που στοχεύουν την προώθηση: (α) των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, (β) της εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης ενέργειας και (γ) των βιώσιμων/ αειφορικών μέσων μεταφοράς.

Ο Οδηγός αυτός ετοιμάστηκε στα πλαίσια των δραστηριοτήτων του Ενεργειακού Γραφείου για την προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στον οικιακό τομέα. Απευθύνεται σε όσους ενδιαφέρονται να προχωρήσουν στην εγκατάσταση συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην οικία τους. Τα συστήματα αυτά εξασφαλίζουν στους ιδιοκτήτες σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και συνεισφέρουν στις προσπάθειες προστασίας του περιβάλλοντος περιορίζοντας τις εκπομπές αερίων από την καύση συμβατικών καυσίμων.

Ο Οδηγός ετοιμάστηκε από το Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών με την πολύτιμη συνεργασία και συνεισφορά του Εργαστηρίου Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης. Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον Αναπληρωτή Καθηγητή και Διευθυντή του Εργαστηρίου κ. Θεοκάρη Τσούτσο και στην κα. Σταυρούλα Τουρνάκη Ειδική Σύμβουλο του Εργαστηρίου για τη συμβολή τους.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες σε εκπροσώπους του Συνδέσμου Εταιρειών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΣΕΑΠΕΚ) για τις πληροφορίες που μας παραχώρησαν. Επίσης ευχαριστίες στην εταιρεία Ηνωμένα Τουβλοποιεία Κύπρου για τη συγχρηματοδότηση του Οδηγού αυτού και τον κ. Χρίστο Πογιατζή για την παρότρυνση και την στήριξη κατά την ετοιμασία του Οδηγού αυτού.

Η έκδοση αυτή είναι η 2η αναθεωρημένη έκδοση του Οδηγού (Οκτώβριος 2010) και ετοιμάστηκε με συγχρηματοδότηση από το Intelligent Energy Europe programme.

Φωτογραφία εξωφύλλου: <http://sunburyhaven.com/>

Απαγορεύεται η επανεκτύπωση ολόκληρου ή μέρους του οδηγού αυτού χωρίς την αναφορά στο Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών.

Χορηγός:

**ΗΝΩΜΕΝΑ  
ΤΟΥΒΛΟΠΟΙΕΙΑ  
ΛΤΔ**

ΤΗΛ.: 22481577. ΦΑΞ: 22485871  
[www.bricks.com.cy](http://www.bricks.com.cy)











Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών  
Λεύκωνος 20, Μαρκίδης Court 13  
Γραφείο 403, 2064 Στρόβολος  
Λευκωσία, Κύπρος  
Τηλ: 22667716, 22667726  
Fax: 22667736  
Email: [info@cea.org.cy](mailto:info@cea.org.cy)  
Website: [www.cea.org.cy](http://www.cea.org.cy)

Χορηγός:

**ΗΝΩΜΕΝΑ  
ΤΟΥΒΛΟΠΟΙΕΙΑ  
ΛΤΔ**

ΤΗΛ.: 22481577. ΦΑΞ: 22485871  
[www.bricks.com.cy](http://www.bricks.com.cy)