

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ - ΟΜΑΔΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΟ: «ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΒΑΘΟΥΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΣΧΕΔΟΝ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ,
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ»

Επιτρέψτε στη γη να εργαστεί για εσάς
Allow the earth to work for you

Μάιος 2015

Φανταστείτε ένα σπίτι στο οποίο η θερμοκρασία θα ήταν ευχάριστη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους αλλά το σύστημα θέρμανσης και ψύξης δεν είναι ορατό στους ενοίκους. Το σύστημα εργάζεται αποτελεσματικά, αλλά δεν απαιτεί εκτεταμένη και ακριβή συντήρηση και η ενασχόληση των ιδιοκτητών με αυτό είναι μηδαμινή.

Ο αέρας στο εσωτερικό του σπιτιού αποπνέει την αίσθηση της φρεσκάδας και οι ένοικοι μπορούν να ακούσουν τα πουλιά που κελαηδούν και το νωχελικό θρόισμα του ανέμου μέσα από τα δέντρα. Αυτό το σπίτι εναλλάσσει ενέργεια με τη γη με τρόπο παρόμοιο με αυτόν που τα δέντρα και τα φυτά αντλούν με τις ρίζες τους τα βασικά στοιχεία από τη γη που τα επιτρέπει να διατηρούνται υγιή. Αν αυτό ακούγεται όμορφα και ευχάριστα, τότε ο μύθος αυτού του σπιτιού δύναται να πραγματοποιηθεί αν και εμείς δώσουμε τη δυνατότητα στη γη να μας προσφέρει ένα ακόμα αγαθό.

Η θέρμανση και η ψύξη με τη χρήση της αβαθούς γεωθερμίας δύναται να κάνει το όνειρο αυτό πραγματικότητα. Η αξιοποίηση των συστημάτων αβαθούς γεωθερμίας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, παρέχει τη δυνατότητα της αξιοποίησης ενός ακόμα γήινου πόρου από την ανθρώπινη κοινωνία, η οποία εκμεταλλεύομενη τη σταθερή θερμοκρασία του υπεδάφους επωφελείται εκμεταλλεύομενη τη δυνατότητα θέρμανσης το χειμώνα και ψύξης το καλοκαίρι.

Τι είναι η αβαθής γεωθερμία

Η αβαθής γεωθερμία είναι η αποθηκευμένη (σε μορφή θερμότητας) ενέργεια του φλοιού της γης, σε βάθη έως 200 μέτρα και με θερμοκρασία του γεωλογικού σχηματισμού έως 25 °C. Η ενέργεια αυτή προέρχεται από την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από τη γήινη επιφάνεια. Από τη μελέτη του ισοζυγίου της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας στην ατμόσφαιρα της γης, προκύπτει πως το 51% απορροφάται από το έδαφος και τους υδρολογικούς σχηματισμούς (θάλασσες, λίμνες κτλ.). Το κύριο πλεονέκτημα της αβαθούς γεωθερμίας είναι ότι στο γεωγραφικό πλάτος της εύκρατης ζώνης, όπου κατοικεί η πλειονότητα των κατοίκων της γης, η θερμοκρασία του εδάφους, από κάποιο βάθος και κάτω, κυμαίνεται από 10 °C ως 25 °C και παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια του έτους. Αν και από πολλούς χαρακτηρίζεται ως ο φτωχός συγγενής της γεωθερμίας, η οποία αφορά γεωθερμικά πεδία χαμηλής και υψηλής θερμοκρασίας με θερμοκρασίες που φτάνουν έως και μερικές εκατοντάδες βαθμούς Κελσίου, η αβαθής γεωθερμία είναι διαθέσιμη και εκμεταλλεύσιμη παντού, και μπορεί να συνδυαστεί και με άλλες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας π.χ. την ηλιακή.

Στη Κύπρο οι συνθήκες για την ανάπτυξη των συστημάτων αβαθούς γεωθερμίας κρίνονται ως ιδιαίτερα ευνοϊκές. Με τη θερμοκρασία του υπεδάφους να κυμαίνεται από 17 °C έως και 20 °C ανάλογα με την περιοχή, και τους πυκνούς υδροφόρους ορίζοντες των παράκτιων περιοχών όπου αναπτύσσονται και τα σημαντικότερα οικιστικά κέντρα, η αβαθής γεωθερμία αποτελεί μια ακόμα εναλλακτική πρόταση για την απεξάρτηση του κτιριακού τομέα από τη χρήση των συμβατικών και μη ανανεώσιμων καυσίμων.

Κείμενο και επιμέλεια: Απόστολος Μιχόπουλος και Θεόδωρος Ζαχαριάδης. Το ερευνητικό πρόγραμμα χρηματοδοτείται από το από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερικής Ανάπτυξης και το Ίδρυμα Προώθησης Έρευνας της Κύπρου στο πλαίσιο των προγραμμάτων της ΔΕΣΜΗΣ 2009-2010, δράση ΔΙΔΑΚΤΩΡ.

Επικοινωνία: τηλ. 25245026, email: a.michopoulos@cut.ac.cy.

Πώς εργάζεται ένα σύστημα αβαθούς γεωθερμίας

Η εκμετάλλευση της αβαθούς γεωθερμικής ενέργειας γίνεται συνήθως με αντλίες θερμότητας (heat pumps) για τον πλήρη κλιματισμό και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κτήρια οικιών, σχολικά κτήρια, νοσοκομεία, και λοιπά δημόσια και ιδιωτικά οικοδομήματα. Οι αντλίες θερμότητας που συνήθως χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές αυτών των συστημάτων είναι μονάδες νερού/νερού (water-to-water) ή σπανιότερα μονάδες νερού/αέρα (water-to-air).

Στην περίπτωση που το κλιματιζόμενο κτίριο έχει σύστημα κλιματισμού με νερό, οι αντλίες θερμότητας νερού/νερού συνδυάζονται με θερμαντικά σώματα ανεμιστήρα/στοιχείου (fan-coil units), τα οποία τοποθετούνται στους κλιματιζόμενους χώρους. Το θερμό ή ψυχρό νερό που παράγεται στην αντλία θερμότητας, διοχετεύεται απευθείας στα θερμαντικά σώματα για την θέρμανση ή την ψύξη των χώρων. Εάν το κλιματιζόμενο κτίριο έχει σύστημα κλιματισμού με αέρα, οι αντλίες θερμότητας συνδυάζονται με κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (air handling units). Στην περίπτωση αυτή το θερμό ή ψυχρό νερό οδηγείται στα θερμαντικά και ψυκτικά στοιχεία των μονάδων κλιματισμού, όπου γίνεται η θέρμανση ή η ψύξη του αέρα για τον κλιματισμό των χώρων. Ο αέρας διοχετεύεται στους κλιματιζόμενους χώρους μέσα από κατάλληλο δίκτυο αεραγωγών. Φυσικά υπάρχει και η δυνατότητα συνδυασμού των δύο συστημάτων, σε συστήματα κλιματισμού αέρα-νερού.

Η επιλογή του συστήματος κλιματισμού το οποίο θα συνδυαστεί με την αντλία θερμότητας, εξαρτάται από τις απαιτήσεις και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κτιρίου αλλά και από την έμπνευση του σχεδιαστή μηχανικού. Σε κάθε όμως περίπτωση, η επιλογή της αβαθούς γεωθερμικής ενέργειας για τον πλήρη κλιματισμό κτιρίων βελτιώνει τον συνολικό βαθμό απόδοσης των προαναφερθέντων συστημάτων.

Ποιες είναι οι κατηγορίες των συστημάτων αβαθούς γεωθερμίας και πώς επιτυγχάνεται η εναλλαγή θερμότητας με τη γη

Τα συστήματα αβαθούς γεωθερμίας χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

- στα συστήματα ανοικτού κύκλου (open loop) και
- στα συστήματα κλειστού κύκλου (closed loop)

Ως συστήματα ανοικτού κύκλου χαρακτηρίζονται τα συστήματα που αντλούν νερό από υδροφόρο σχηματισμό. Το νερό χρησιμοποιείται για την απόδοση θερμότητας στο κύκλωμα θέρμανσης-κλιματισμού κτιρίου κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου ή για την απόρριψη θερμότητας από το κύκλωμα ψύξης-κλιματισμού κατά τη διάρκεια της θερινής λειτουργίας. Το νερό στη συνέχεια απορρίπτεται είτε στην πηγή προέλευσής του είτε σε όμορο υδροφόρο στρώμα της περιοχής. Για την απρόσκοπτη λειτουργία αυτών των συστημάτων, πρέπει το νερό να είναι διαθέσιμο σε κατάλληλη ποσότητα και ποιότητα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Η δεύτερη κατηγορία συστημάτων αβαθούς γεωθερμίας όπως προαναφέρθηκε είναι τα συστήματα κλειστού κύκλου. Είναι γνωστά και ως συστήματα γεωεναλλακτών (ground heat exchangers, GHE), λόγω ακριβώς της ύπαρξης εναλλάκτη θερμότητας που είναι τοποθετημένος μέσα στο έδαφος. Με τη χρήση του εναλλάκτη επιτυγχάνεται η μεταφορά θερμότητας από το έδαφος προς την αντλία θερμότητας και το κύκλωμα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού του κτιρίου, με τη βοήθεια ρευστού (ως επί το πλείστον νερού) που κυκλοφορεί μέσα σε αυτόν. Ο γεωεναλλάκτης κατασκευάζεται συνήθως από σωλήνες πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας (HDPE) διαμέτρου 19 ως 40 mm, και σπανιότερα από πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE). Σπανιότερα και σε ειδικές εφαρμογές ο γεωεναλλάκτης δύναται να κατασκευαστεί από σωλήνες χαλκού με κατάλληλη αντιδιαβρωτική προστασία. Ανάλογα με το είδος του εναλλάκτη, τα συστήματα κλειστού κύκλου χωρίζονται σε:

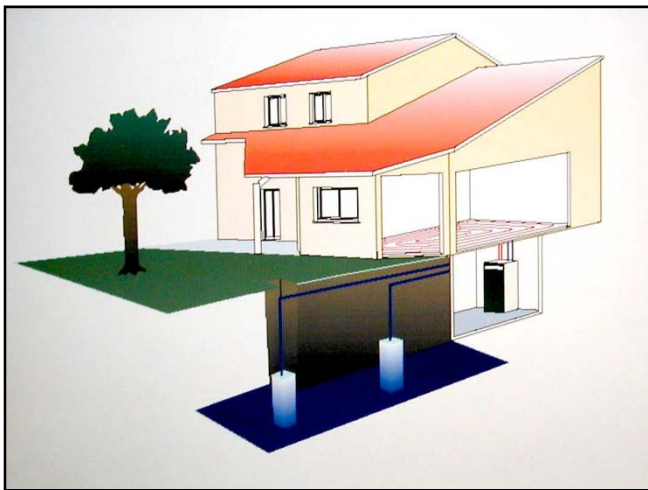
- οριζόντια συστήματα
- κατακόρυφα συστήματα

Οριζόντια ονομάζονται τα συστήματα στα οποία ο γεωεναλλάκτης οδεύει παράλληλα με την επιφάνεια του εδάφους και σε βάθη από 1,2 έως 2,5 m. Για την κατασκευή των συστημάτων αυτών διανοίγεται στο έδαφος όρυγμα κατάλληλων διαστάσεων μέσα στο οποίο τοποθετείται ο γεωεναλλάκτης.

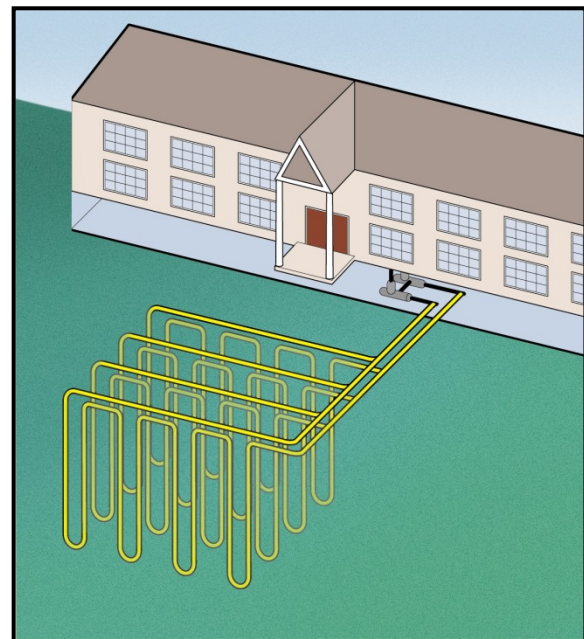
Η κατασκευή του γεωεναλλάκτη ξεκινά με την επίστρωση του πυθμένα του ορύγματος με λεπτόκοκκη άμμο ικανού πάχους με σκοπό την προστασία του από τραυματισμούς που μπορούν να τον καταστρέψουν λόγω της επαφής του με αιχμηρές επιφάνειες του ορύγματος. Στη συνέχεια τοποθετείται ο σωλήνας, γίνονται οι απαραίτητες συνδέσεις-κολλήσεις των επιμέρους τμημάτων του και πραγματοποιούνται οι απαραίτητες δοκιμές και έλεγχοι για τυχόν διαρροές. Ο γεωεναλλάκτης για λόγους προστασίας καλύπτεται και πάλι με στρώμα λεπτόκοκκης άμμου, ενώ το υπόλοιπο του ορύγματος πληρώνεται με τα υλικά της εκσκαφής.

Κατακόρυφα ονομάζονται τα συστήματα, στα οποία ο γεωεναλλάκτης τοποθετείται κάθετα στην επιφάνεια του εδάφους και σε μήκη που συνήθως κυμαίνονται από 50 έως 150 m. Τα συστήματα αυτά αποτελούν τη συνήθη μορφή εγκατάστασης των συστημάτων αβαθούς γεωθερμίας. Η κατασκευή ενός κατακόρυφου συστήματος ξεκινά με τη διάνοιξη γεωτρήσεων στο επιθυμητό βάθος σχεδιασμού με τη μεταξύ τους απόσταση να κυμαίνεται από 3 ως 6 m. Στην κάθε γεώτρηση τοποθετείται σωλήνωση τύπου φουρκέτας (U-tube) με πυκνότητα μεταξύ ενός έως και τεσσάρων βρόγχων. Η πυκνότητα των βρόγχων κάθε γεώτρησης εξαρτάται τόσο από τα φορτία σχεδιασμού, τα οποία θα κληθεί να αντιμετωπίσει ο γεωεναλλάκτης, όσο και από την έκταση εδάφους που είναι διαθέσιμη για την εγκατάσταση του συστήματος. Εναλλακτική σωλήνωση για την κατασκευή του γεωεναλλάκτη αποτελεί ο διπλός ομοαξονικός σωλήνας, με μικρής όμως έκτασης χρήση.

Μετά την τοποθέτηση της σωλήνωσης, η γεώτρηση γεμίζεται με συμπαγές υλικό, μίγμα τσιμέντου μετονίτη και χαλαζιακής άμμου σε διάφορες αναλογίες. Σκοπός του υλικού πλήρωσης είναι να προστατέψει τη σωλήνωση από πιθανές καθιζήσεις του εδάφους, αλλά παράλληλα και να βελτιώσει τη μετάδοση θερμότητας μεταξύ του εδάφους και του υδατικού διαλύματος του γεωεναλλάκτη.



Ανοικτό σύστημα αβαθούς γεωθερμίας διπλού φρέατος

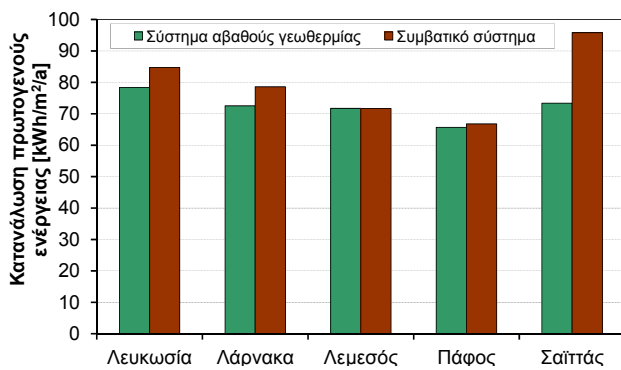


Κλειστό σύστημα αβαθούς γεωθερμίας με κατακόρυφο γεωεναλλάκτη

Ποιο το ενεργειακό όφελος από τη χρήση συστημάτων αβαθούς γεωθερμίας

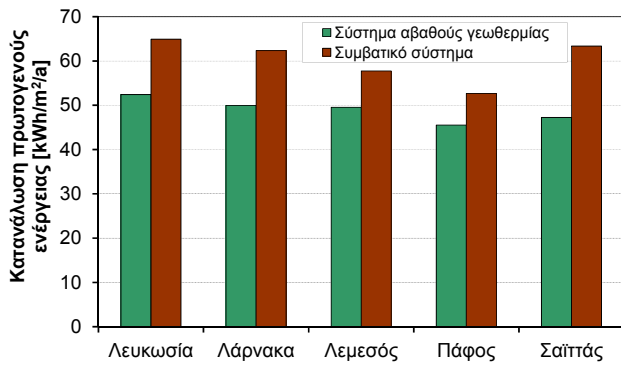
Στο πλαίσιο του ερευνητικού μας έργου, αξιολογήθηκε η χρήση συστημάτων αβαθούς γεωθερμίας με κατακόρυφο γεωεναλλάκτη έναντι του συμβατικού συστήματος με λέβητα πετρελαίου/υγραερίου και αερόψυκτη αντλία θερμότητας, σε τρία τυπικά κτίρια της Κύπρου: μία μονοκατοικία, μία πολυκατοικία και ένα κτίριο γραφείων. Τα κτίρια σχεδιάστηκαν ώστε να ακολουθούν την τυπολογία του κτιριακού αποθέματος με τη συγκεκριμένη χρήση της Κύπρου και να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας σύμφωνα με τον Κυπριακό Οδηγό Θερμομόνωσης των Κτιρίων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ενεργειακής αξιολόγησης, που παρουσιάζονται στα διαγράμματα της αριστερής στήλης πιο κάτω, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του αβαθούς γεωθερμικού συστήματος παρουσιάζεται χαμηλότερη από την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του συμβατικού συστήματος και στα τρία τυπικά κτίρια που εξετάστηκαν.



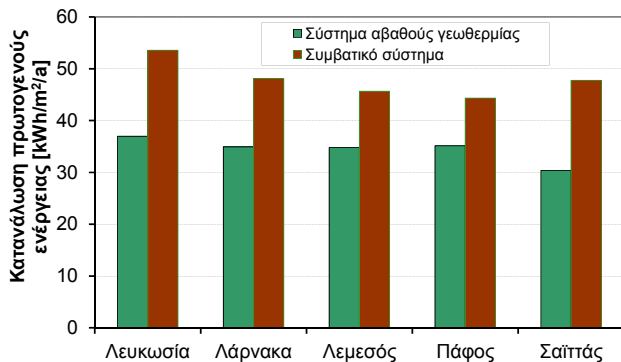
Ενεργειακό όφελος από την εγκατάσταση συστήματος αβαθούς γεωθερμίας στο τυπικό κτίριο μονοκατοικίας

Ειδικότερα, στο κτίριο της μονοκατοικίας, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας παρουσιάζεται υψηλότερη στις βορειότερες και ψυχρότερες περιοχές (περιοχή Σαϊττά 23,4%), ενώ στις υπόλοιπες περιοχές (νότιες και κεντρικές πόλεις) η διαφοροποίηση κυμαίνεται μεταξύ 7% και 1,6%, με εξαίρεση την περιοχή της Λεμεσού όπου δεν παρατηρείται καμία διαφοροποίηση.



Ενεργειακό όφελος από την εγκατάσταση συστήματος αβαθούς γεωθερμίας στο τυπικό κτίριο πολυκατοικίας

Στο κτίριο της πολυκατοικίας, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας παρουσιάζεται υψηλότερη στις βορειότερες και ψυχρότερες περιοχές, στο Σαϊττά και στη Λευκωσία με 25,4% και 19,3% αντίστοιχα, ενώ στις περιοχές με θερμότερο κλίμα (νότιες πόλεις) η διαφοροποίηση κυμαίνεται μεταξύ 13% και 14%.



Ενεργειακό όφελος από την εγκατάσταση συστήματος αβαθούς γεωθερμίας στο τυπικό κτίριο γραφείων

Τέλος, στο κτίριο γραφείων, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας παρουσιάζεται υψηλότερη στις βορειότερες και ψυχρότερες περιοχές, στο Σαϊττά και στη Λευκωσία με 36,4% και 31% αντίστοιχα, ενώ στις περιοχές με θερμότερο κλίμα (νότιες πόλεις) η διαφοροποίηση κυμαίνεται μεταξύ 20,8% και 27,8%.