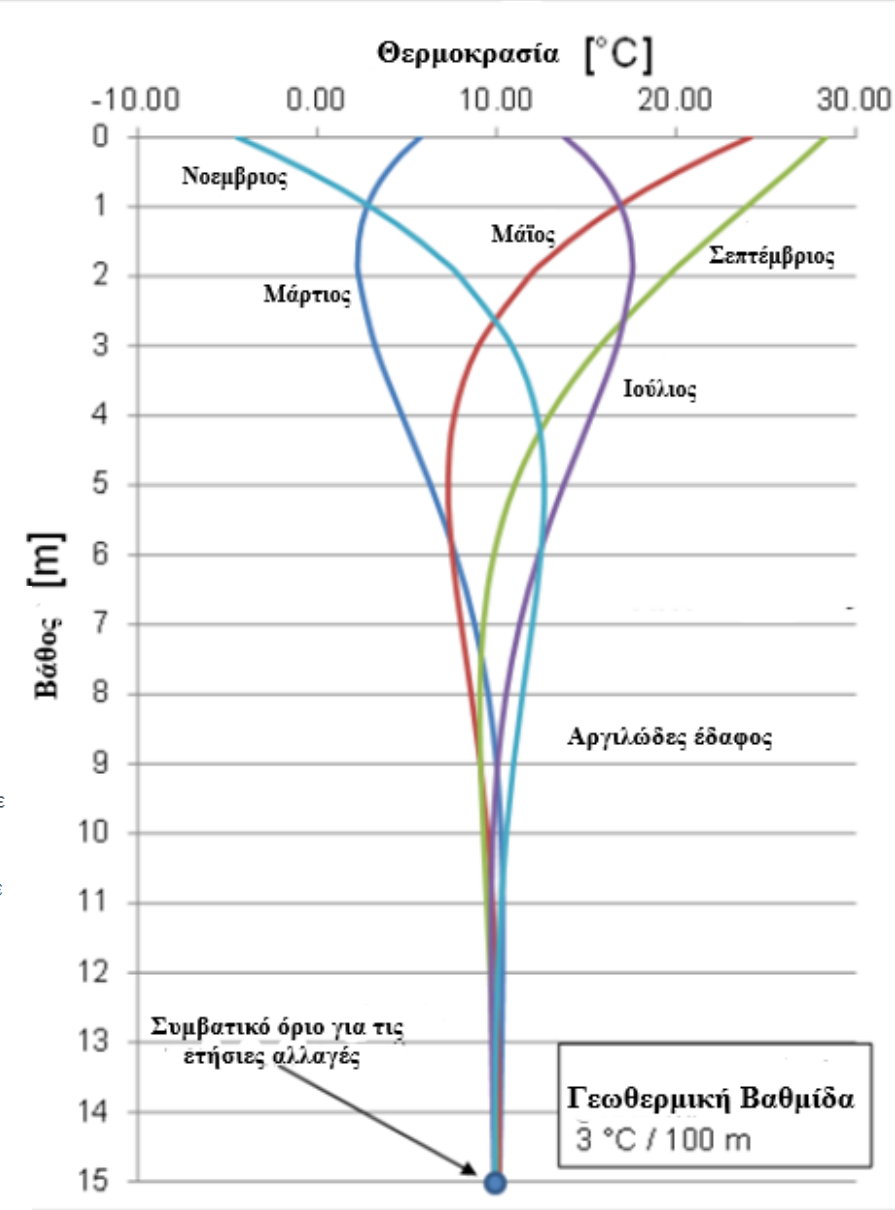
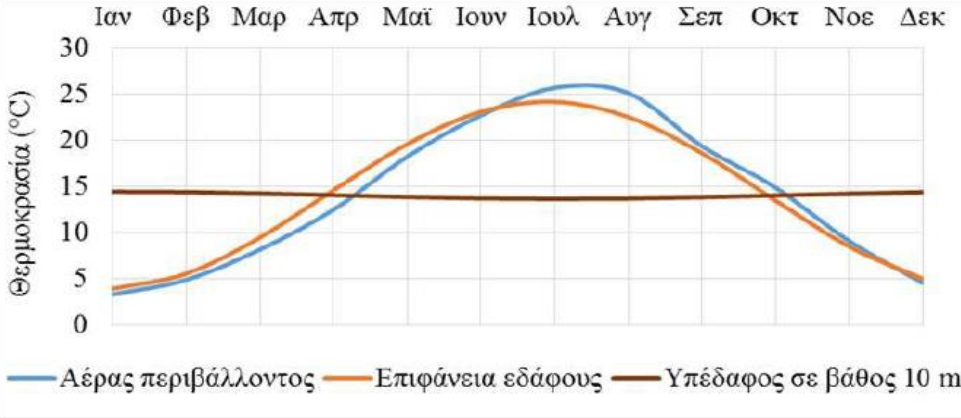


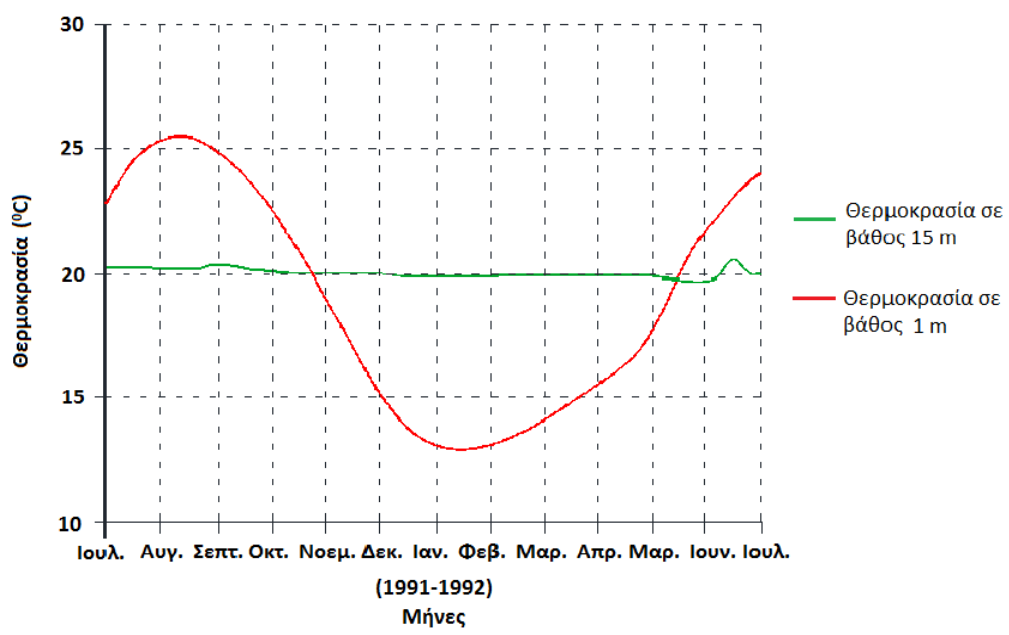
ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΒΑΘΟΥΣ Ή ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΑΝΤΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

- Αβαθής ή κανονική Γεωθερμία (Γεωθερμική ενέργεια), ορίζεται ως η θερμότητα του υπεδάφους και των νερών, επιφανειακών και υπόγειων, που δεν χαρακτηρίζονται ως γεωθερμικό δυναμικό, ή διαφορετικά «τα ρηχά γεωθερμικά ρευστά ή η θερμική ενέργεια των πετρωμάτων που βρίσκονται σε πολύ μικρά βάθη.
- Στο άρθρο 2 της ευρωπαϊκής οδηγίας 2009/28/Εκ η αβαθής γεωθερμική ενέργεια αναφέρεται κανονικά σε ένα βάθος μέχρι 400 m (και στις περισσότερες πραγματικές περιπτώσεις σε βάθη που δεν ξεπερνούν τα 100 m).
- Εναλλακτικά όπως στη χώρα μας, χαρακτηρίζεται ως η θερμότητα που παρουσιάζεται κάτω στο υπέδαφος, η θερμότητα των λιμνών, ποταμών και θαλασσών, το ύψος της θερμοκρασίας των οποίων είναι μικρότερο από τους 30°C.

- Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι σε βάθος από 6 - 100 m, η θερμοκρασία παραμένει σταθερή και είναι περίπου ίση με την μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα για τον συγκεκριμένο τόπο.
- Στην χώρα μας αυτό σημαίνει ότι σε τέτοιο βάθος, η θερμοκρασία βρίσκεται ανάμεσα στους 18-20°C καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.
- Η διατήρηση της θερμοκρασίας αυτής οφείλεται στο γεγονός ότι κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, ο ήλιος ζεσταίνει την επιφάνεια του εδάφους, το οποίο απορροφά στο βάθος την θερμότητα που του παρέχεται, ενώ στη διάρκεια του χειμώνα η ίδια επιφάνεια ψύχεται και αφαιρεί θερμότητα από εκείνη που είχε συσσωρευτεί στο υπέδαφος.
- Αυτό όμως γίνεται πολύ αργά και με μεγάλη διαφορά φάσης, έτσι ώστε ενώ στην επιφάνεια του εδάφους η θερμοκρασία παρουσιάζει σημαντική διακύμανση, όσο προχωρούμε σε βάθος η διακύμανση αυτή στη διάρκεια ενός έτους γίνεται μικρότερη και ουσιαστικά κάτω από τα 5 -10m σχεδόν εξαφανίζεται.
- Έτσι αποκαθίσταται μια κατάσταση ισορροπίας στο επίπεδο των 18-20°C
- Με βάση πολυάριθμες μετρήσεις που έχουν γίνει στο υπέδαφος διαφόρων σημείων του κόσμου, έχει διαπιστωθεί ότι οι ατμοσφαιρικές συνθήκες επηρεάζουν τη θερμοκρασία σε μικρό σχετικά βάθος, συνήθως μέχρι τα 15 m.



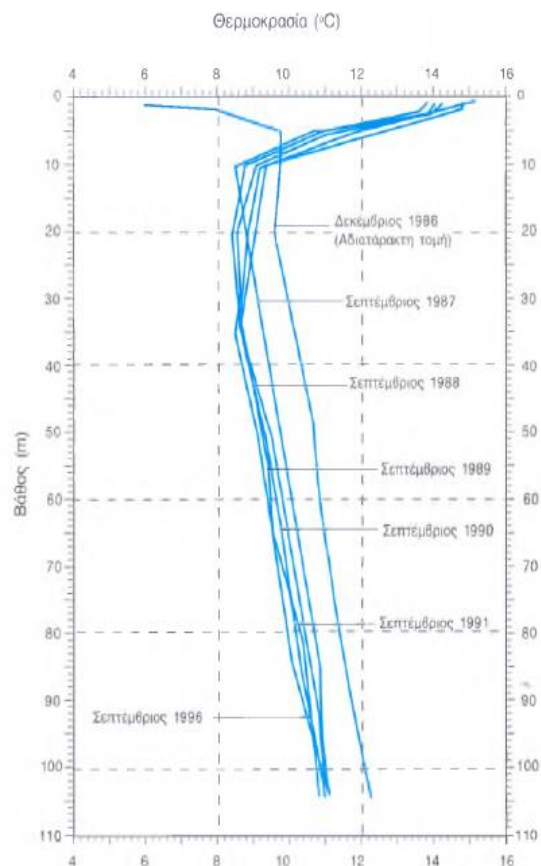
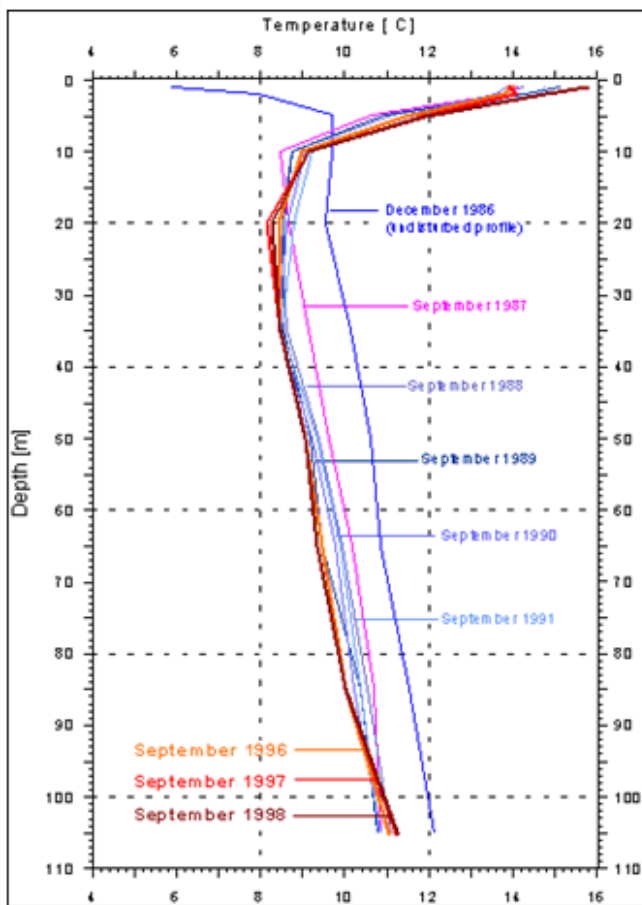
Πηγάδι σε Μεγ. Παναγιά Χαλκιδικής



Γεώτρηση σε Κορωπί Αττικής έδαφος

Μετρήσεις σε γεώτρηση σε αργιλώδες

➤ Από εκεί και κάτω, η μεταβολή της θερμοκρασίας υπακούει μόνο στους κανόνες της γεωθερμικής βαθμίδας, δηλαδή αυξάνεται σταθερά με το βάθος και με μέσο ρυθμό της τάξης του $1^{\circ}\text{C}/30\text{ m}$, που είναι η μέση ή ομαλή γεωθερμική βαθμίδα.



- Στην Ελλάδα θεωρείται η θερμοκρασία $<30^{\circ}\text{C}$ ανεξάρτητα του βάθους.
- Η εκμετάλλευση της αβαθούς γεωθερμίας αναπτύσσεται ραγδαία σε ορισμένες ανεπτυγμένες χώρες, με τη χρήση των αντλιών θερμότητας.

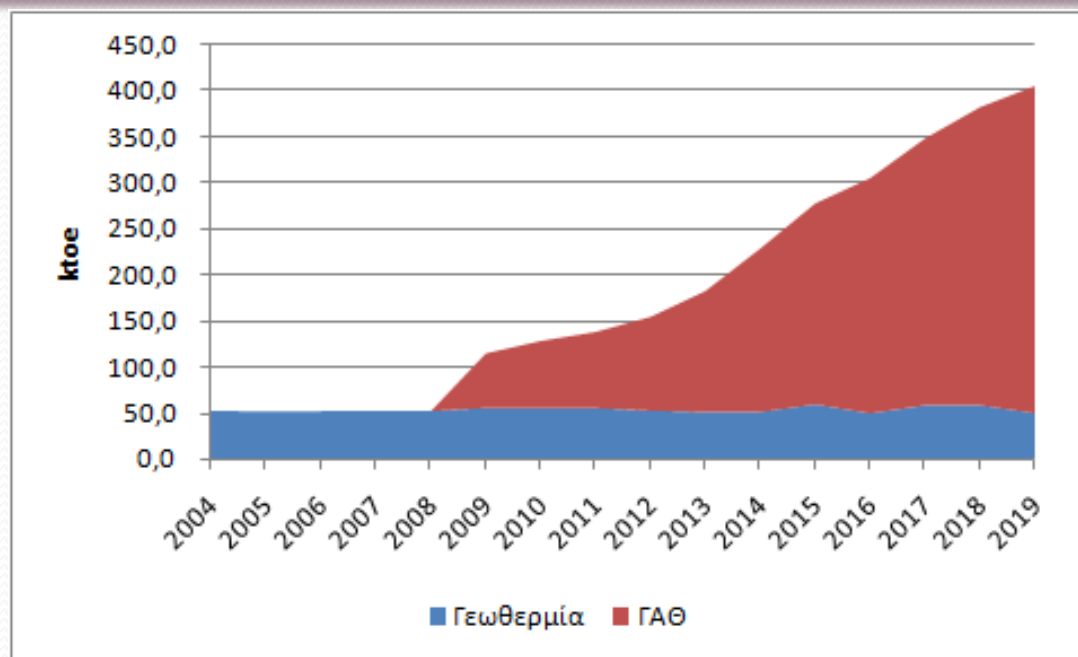
Αβαθής γεωθερμία- Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας

- Τελευταία, έχει διαδοθεί σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες η τεχνική της εκμετάλλευσης της θερμότητας των πετρωμάτων σε πολύ μικρά βάθη (1-100 m), με τη βοήθεια είτε γεωτρήσεων ή μικρών εκσκαφών στην «αυλή» του καταναλωτή και τη χρήση **Γεωθερμικών αντλιών θερμότητας (ΓΑΘ)**.
- Η μέθοδος αυτή της αξιοποίησης της **αβαθούς γεωθερμίας** μπορεί να εφαρμοστεί οπουδήποτε υπάρχει ανάγκη τόσο για θέρμανση το χειμώνα, όσο και κλιματισμό το καλοκαίρι, επειδή πρακτικά ακόμα σε πολύ μικρό βάθος, η θερμοκρασία του εδάφους είναι **σταθερή σχεδόν σε όλη τη διάρκεια του έτους**.
- Με την αβαθή γεωθερμία λαμβάνονται ή απορρίπτονται ποσότητες ενέργειας από μικρά βάθη με την ανακυκλοφορία νερού στα πρώτα 100m από την επιφάνεια της γης
- **Αποτελεί την ταχύτερα αναπτυσσόμενη μορφή της γεωθερμικής ενέργειας.**

✓ Οι Γ.Α.Θ. αποτελούν μια τυποποιημένη, φιλική προς το περιβάλλον και αξιόπιστη τεχνολογία θέρμανσης-ψύξης, η οποία μπορεί, υπό προϋποθέσεις, να εμφανίσει σημαντικά οικονομικά πλεονεκτήματα και να λειτουργήσει αποτελεσματικά και στον αγροτικό τομέα.

✓ κατά την τελευταία δεκαετία η εγκατάσταση συστημάτων Γ.Α.Θ. στην Ελλάδα κυρίως για αστική θέρμανση και ψύξη, εμφανίζει υψηλούς ρυθμούς αύξησης.

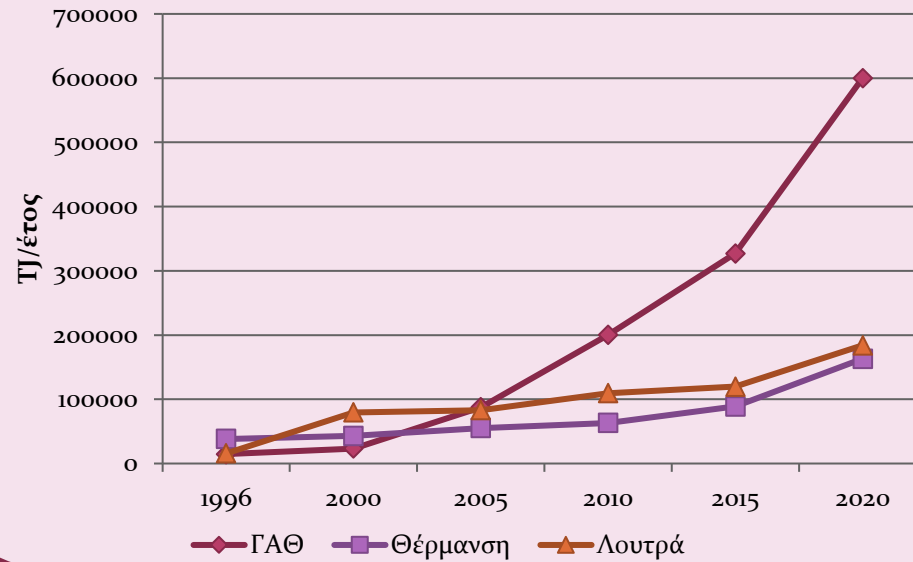
Εξέλιξη της γεωθερμίας και των ΓΑΘ στην Ελλάδα τα τελευταία 15 χρόνια



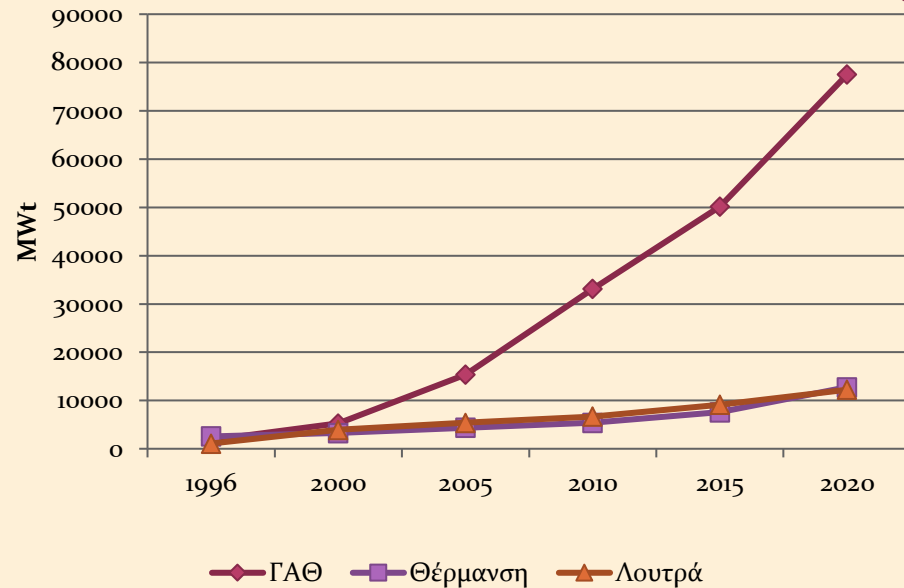
Λιγότερο από το 10% του βεβαιωμένου γ/θ δυναμικού της χώρας έχει αξιοποιηθεί μέχρι σήμερα

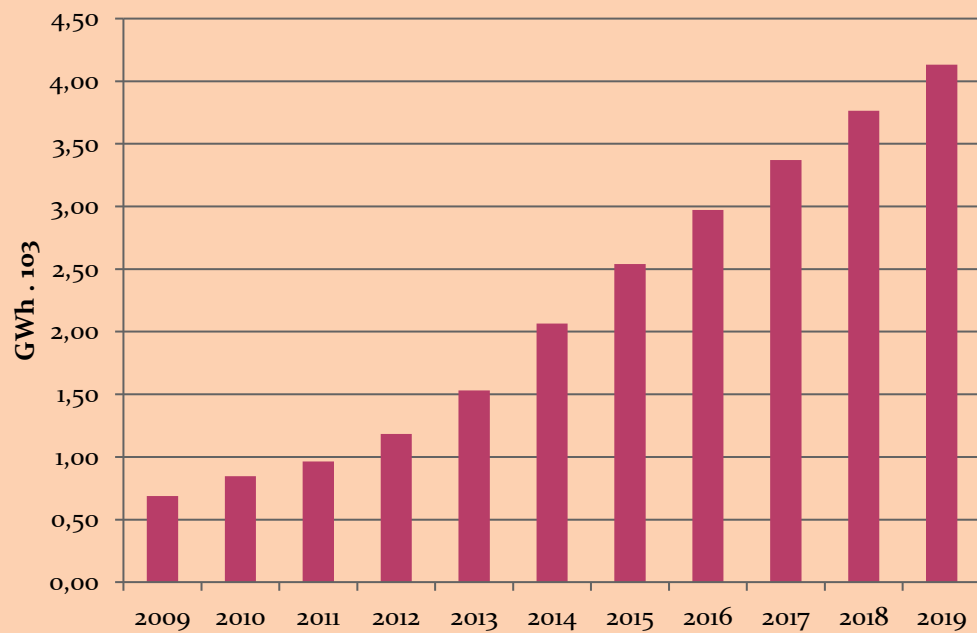
Παγκόσμια εξέλιξη της χρήσης αβαθούς γεωθερμίας

Παραγόμενη Ενέργεια



Εγκατεστημένη Ισχύς





Εξέλιξη της ενέργειας που καταναλώνεται ετησίως από ΓΑΘ

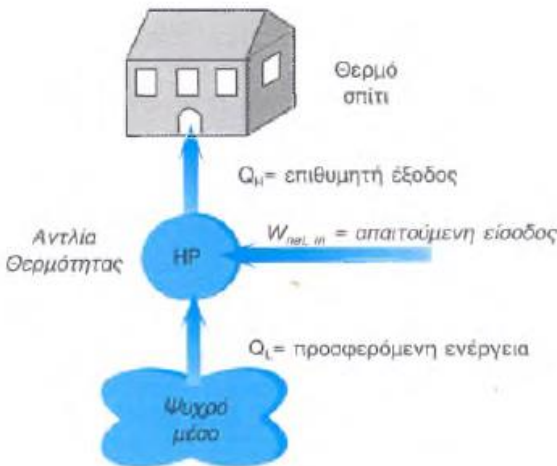
Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας.

- Είναι ο μηχανισμός με τον οποίο αξιοποιούμε την θερμοκρασία του εδάφους στις εφαρμογές αβαθούς γεωθερμίας.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για θέρμανση όσο και για κλιματισμό χώρων με αντιστροφή του κύκλου ψύξης.
- Η αντλία θερμότητας δημιουργεί τις συνθήκες για να μεταφέρει θερμότητα από ψυχρά σώματα ή περιβάλλοντα, σε θερμότερα, με μια επιπρόσθετη προσφορά ενέργειας στο σύστημα.
- Στις περισσότερες περιπτώσεις το έργο που παράγουμε θα είναι μικρότερο της ενέργειας που δίνουμε σε ένα σύστημα λόγω των απωλειών, με τις Γ.Α.Θ. επιτυγχάνουμε βαθμούς απόδοσης πολλαπλάσιους της προσδιδόμενης στο σύστημα ενέργειας. Ο βαθμός απόδοσης ονομάζεται COP (Coefficient Of Performance) και είναι το σημαντικότερο μέγεθος για μια αντλία θερμότητας.
- COP= ενέργεια που προσφέρεται / ενέργεια που καταναλώνεται

$$\text{COP} = \frac{\text{Επιθυμητή έξοδος}}{\text{Απαιτούμενη είσοδος}} = \frac{\text{Θερμό αποτέλεσμα}}{\text{Έργο εισόδου}} = \frac{Q_H}{W_{\text{net}}}$$

Στην αντλία θερμότητας, θερμότητα (Q_L) από το «ψυχρό» μέσο μεταφέρεται σε χαμηλή θερμοκρασία T_o . Μηχανικό έργο, W_{net} , προσφέρεται για τη μεταφορά της θερμότητας σε υψηλότερη θερμοκρασία T_H . Ισχύει λοιπόν η σχέση

$$Q_H = Q_L + W_{\text{net}}$$



Είδη αντλιών θερμότητας

- Αντλία αέρα-αέρα (air-condition) cop 2-2.5
- Αντλία αέρα-νερού cop 3-4
- Αντλία εδάφους-νερού (γεωθερμική) cop 4-8

Τρόπος λειτουργίας

Η λειτουργία των αντλιών θερμότητας βασίζεται στον ψυκτικό κύκλο συμπίεσης ατμών ενός ψυκτικού ρευστού. Για να λειτουργήσει μια αντλία θερμότητας είναι απαραίτητες οι παρακάτω συσκευές:

- 1) Ο συμπιεστής.
- 2) Ο συμπυκνωτής.
- 3) Η βαλβίδα εκτόνωσης .
- 4) Ο εξατμιστής.
- 5) Η τετράοδη βαλβίδα.

Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (ΓΑΘ)

Τα βασικά εξαρτήματα μίας αντλίας θερμότητας περιλαμβάνουν

Εξατμιστής
Συμπυκνωτής



Υπερθερμαντής



Βαλβίδα
εκτόνωσης

Πρεσοστάτες



Συμπιεστής



Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας (ΓΑΘ)

- ❖ Η πιο συνηθισμένη πηγή ενέργειας για τις αντλίες θερμότητας είναι ο **ατμοσφαιρικός αέρας** (συστήματα αέρα-αέρα, τα κοινά κλιματιστικά),.
- ❖ Τα τελευταία 30 χρόνια βρίσκουν όλο και περισσότερες εφαρμογές οι αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούν για πηγή θερμότητας **το έδαφος και το νερό (υπόγειο ή επιφανειακό)** και ονομάζονται **γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (ΓΑΘ)**,
- ❖ Η μορφή της ενέργειας αυτής καλείται **αβαθής γεωθερμία**.
- ❖ Οι ΓΑΘ δεν παρουσιάζουν προβλήματα, ακόμη και σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, όπως συμβαίνει με τις αντλίες θερμότητας αέρα-αέρα.
- ❖ Τα υπόγεια νερά και το έδαφος, ως πηγές θερμότητας, υπερτερούν σημαντικά σε σχέση με τον αέρα, επειδή έχουν καθόλη σχεδόν τη διάρκεια του έτους σταθερή θερμοκρασία.
- ❖ Μειονέκτημα των νερών είναι ότι η διαθεσιμότητά τους είναι συνήθως περιορισμένη.

Τρόποι αξιοποίησης της Αβαθούς Γεωθερμίας

Ένα σύστημα αβαθούς γεωθερμίας αποτελείται από τρία μέρη

1.Τον γεωεναλλάκτη

2.Την γεωθερμική
αντλία θερμότητας

3.Τα συστήματα
μεταφοράς
θερμότητας στον
χώρο.

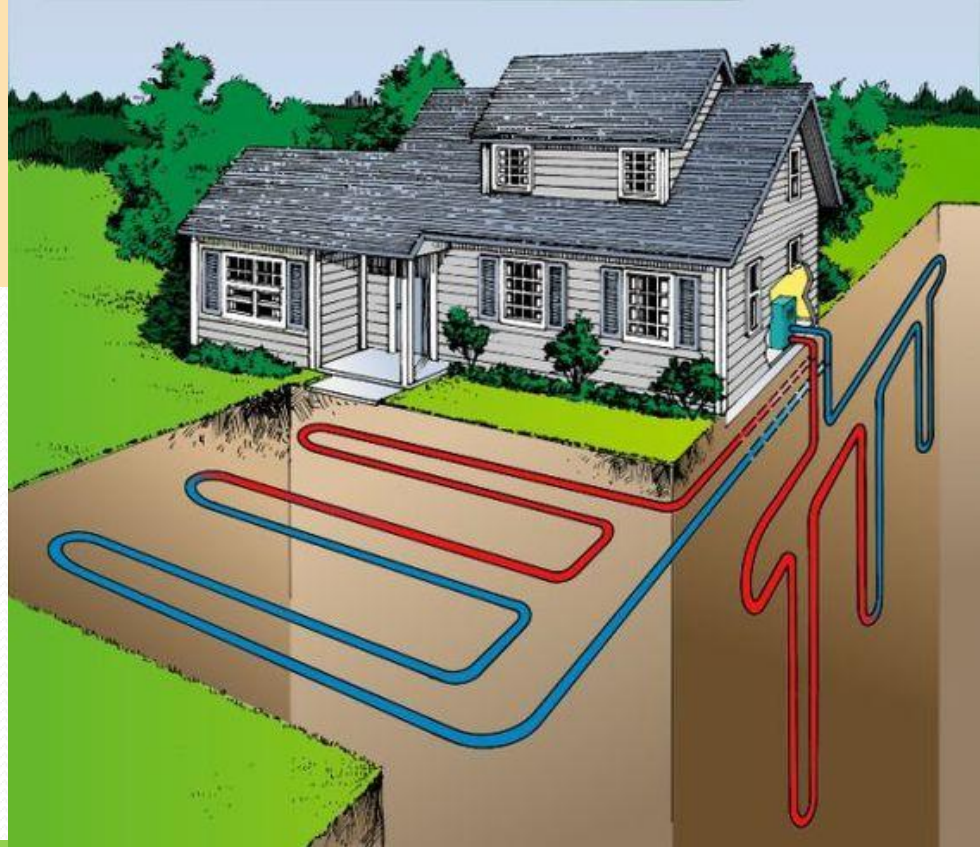
Τα κύρια σχήματα με βάση τον εναλλάκτη με τα οποία λειτουργούν οι ΓΑΘ είναι

➤ **Οι αντλίες που είναι συνδεδεμένες με το υπέδαφος.**

1. Εναλλάκτης κλειστού κυκλώματος

1.1, Οριζόντιας διάταξης

1.2, Κατακόρυφης διάταξης



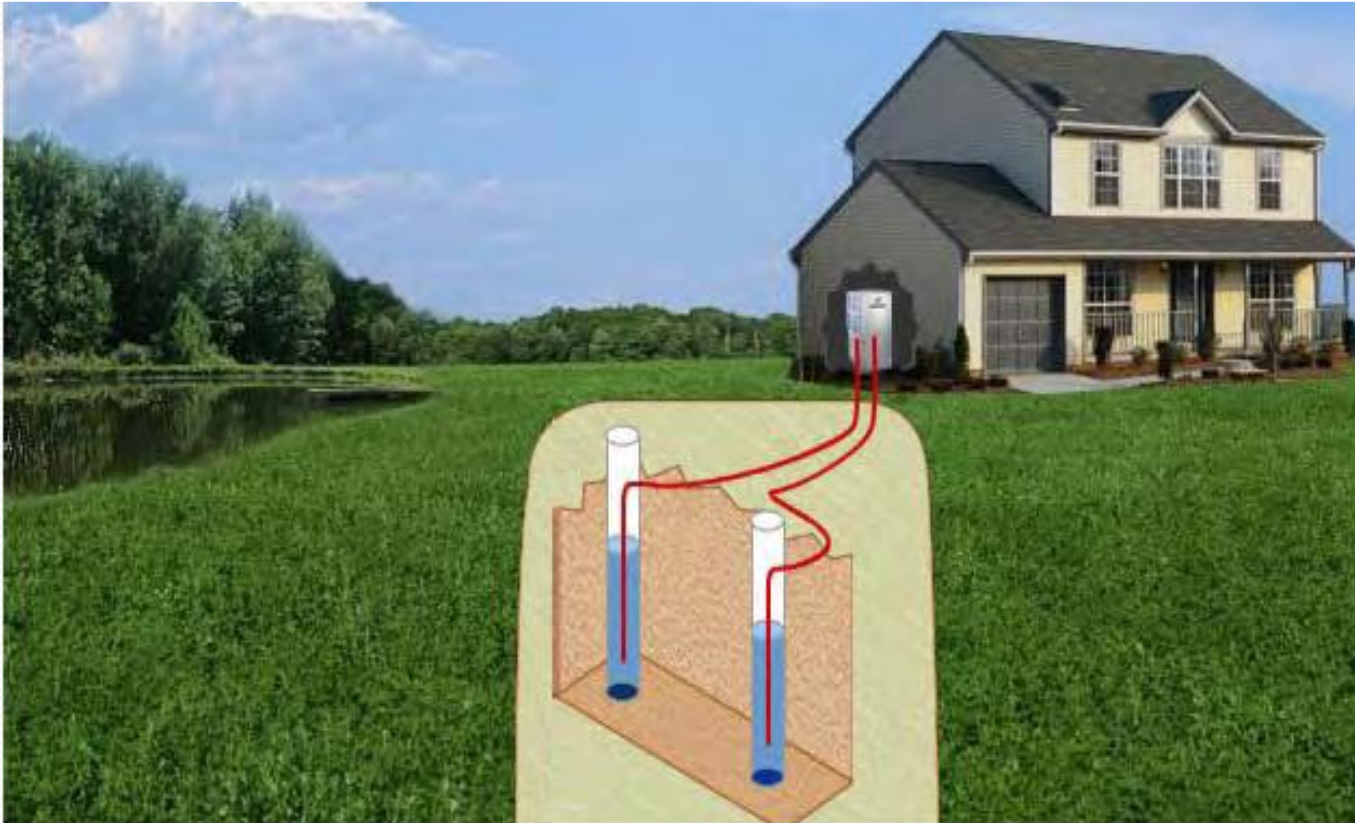
Οριζόντιος εναλλάκτης

Κατακόρυφος εναλλάκτης

Τα κύρια σχήματα με βάση τον εναλλάκτη με τα οποία λειτουργούν οι ΓΑΘ είναι

➤ οι αντλίες που λειτουργούν με υπόγεια νερά, σχετικά ψυχρά ($10-15^{\circ}\text{C}$), ή και κάπως θερμότερα ($20-35^{\circ}\text{C}$),

1. Εναλλάκτης ανοιχτού κυκλώματος
 - 1.1 Κατακόρυφης διάταξης

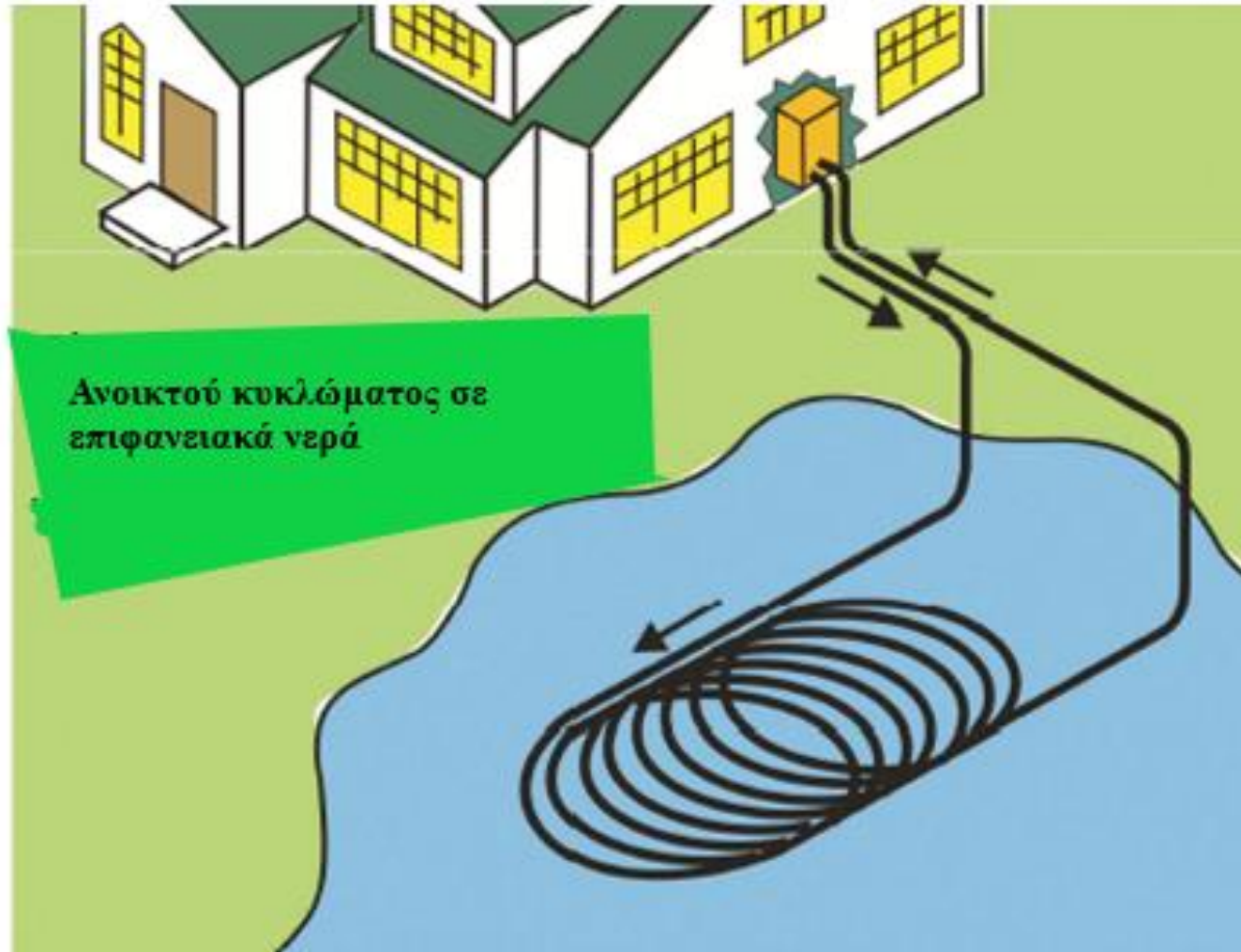


Τα κύρια σχήματα με βάση τον εναλλάκτη με τα οποία λειτουργούν οι ΓΑΘ είναι

➤ οι αντλίες που λειτουργούν με επιφανειακά νερά

1. Εναλλάκτης ανοιχτού ή κλειστού κυκλώματος/κυκλώματος

1.1 Οριζόντια διάταξης



οριζόντιο κύκλωμα

- Τα οριζόντια κυκλώματα, χρησιμοποιούνται συχνά όταν υπάρχει διαθέσιμη επαρκής επιφάνεια του εδάφους.
- οι σωλήνες τοποθετούνται σε τάφρους ή σε σκάμματα σε ένα βάθος 1,2 έως 3 m.
- ανάλογα με τον συγκεκριμένο σχεδιασμό μπορούν να τοποθετηθούν από έναν μέχρι έξι σωλήνες σε κάθε τάφρο

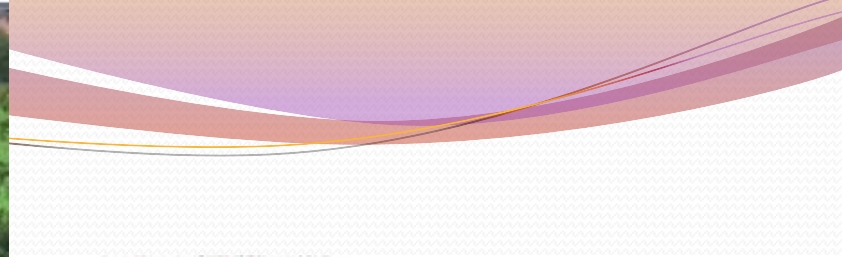


Εγκατάσταση κλειστού κυκλώματος με οριζόντιες σπείρες σωληνώσεων. Χρησιμοποιείται σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα όταν επαρκεί ο χώρος του οικοπέδου επειδή είναι η **πιο οικονομική λύση**



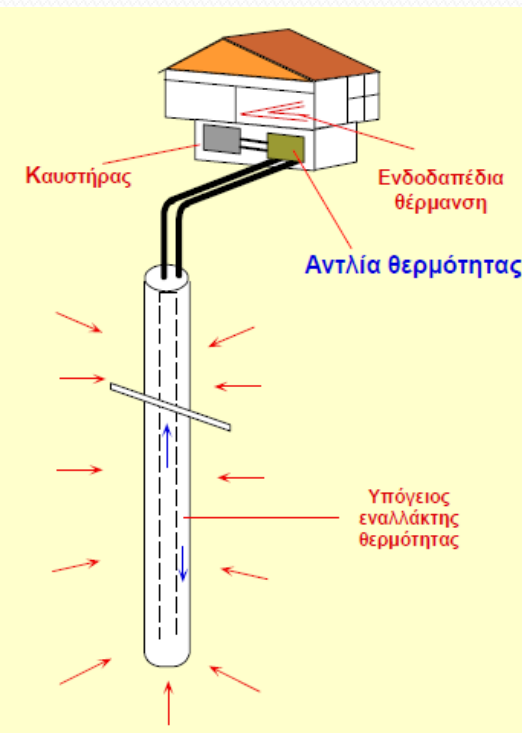
Εγκατάσταση κλειστού κυκλώματος με παράλληλες σειρές σωληνώσεων. Χρησιμοποιείται και αυτός σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα όταν επαρκεί ο χώρος του οικοπέδου επειδή είναι η πιο οικονομική λύση





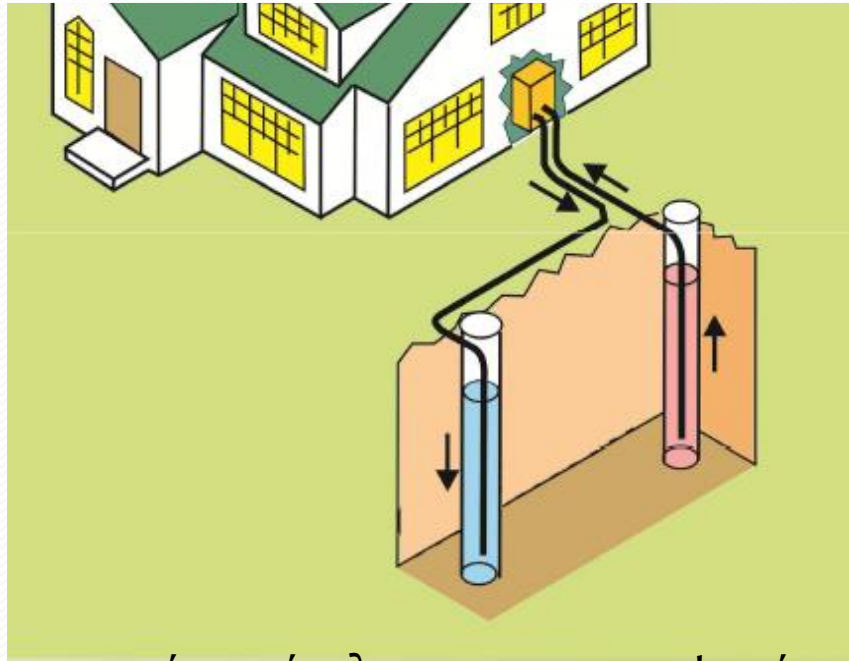
Κατακόρυφο κλειστό κύκλωμα

- Τα κατακόρυφα κυκλώματα χρησιμοποιούνται γενικά όταν η επιφάνεια του εδάφους είναι περιορισμένη.
- Διανοίγονται γεωτρήσεις σε τυπικά βάρη από 25 έως 100 m βάθος.
- Οι σωλήνες κλειστού κυκλώματος μονές ή διπλές σχήματος U εισάγονται μέσα στην κατακόρυφη γεώτρηση.



ΓΑΘ Κατακόρυφα ανοικτά κυκλώματα με υπόγεια νερά

Στα συστήματα αυτά (που καλούνται και συστήματα ανοικτού κυκλώματος), η συλλογή και η απόρριψη της θερμότητας επιτυγχάνεται με τη διέλευση υπόγειου νερού μέσω ενός εναλλάκτη. Το υπόγειο νερό μπορεί να προέρχεται από γεωτρήσεις, από πηγάδια ή και από εγκαταλειμμένα ορυχεία



Πρόκειται για εγκατάσταση με γεωτρήσεις άντλησης και επαναφοράς υπογείων νερών

Το νερό αντλείται από τον υδροφόρο ορίζοντα διέρχεται από την αντλία θερμότητας όπου απορροφά ή αποδίδει θερμότητα και κατόπιν επανεισάγεται στη γη.

Το σύστημα αυτό ενδείκνυται σε περιοχές με ρηχό βάθος υδροφόρου ορίζοντα.

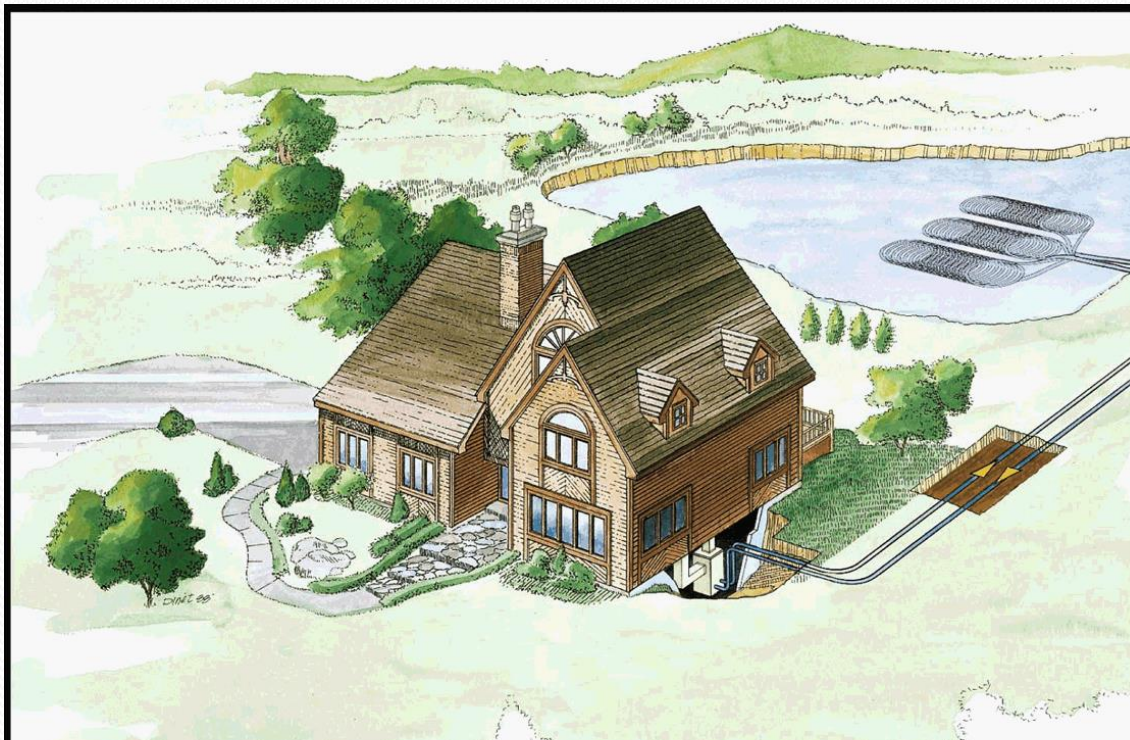
Βασικό του πλεονέκτημα είναι οι **ελάχιστες απαιτήσεις σε χώρο** στο οικόπεδο.

ΓΑΘ κυκλώματος με επιφανειακά νερά

Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνονται στις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας λόγω κυρίως της ομοιότητάς τους με τα συστήματα ΓΑΘ ανοικτού κυκλώματος.

Τα συστήματα με επιφανειακά νερά μπορεί να είναι είτε ανοικτού τύπου (χρήση των επιφανειακών νερών όπως στους πύργους ψύξης) είτε κλειστού τύπου, δηλαδή το δίκτυο των σωληνώσεων βρίσκεται εμβαπτισμένο στη λίμνη, το ποτάμι ή τη θάλασσα.

Τα δεύτερα συστήματα αποτελούν τη μοναδική βιώσιμη επιλογή σε περίπτωση που η θερμοκρασία των επιφανειακών νερών πέφτει κάτω από τους 7°C .



Εφαρμογές ΓΑΘ σε διάφορους τομείς

Οι εφαρμογές της αβαθούς γεωθερμίας, όπου γίνεται αξιοποίηση της θερμότητας των νερών, μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες:

α. Θέρμανση-Ψύξη χώρων (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια θέρμανση, θερμό νερό,

β. Λιώσιμο χιονιού.

γ. Αγροτικές χρήσεις:

- (1) Θερμοκήπια.
- (2) Θέρμανση Εδάφους.
- (3) Καθαρισμό κτηνοτροφικών μονάδων.
- (4) Επεξεργασία τροφίμων.
- (5) Υδατοκαλλιέργειες.

δ. Πισίνες-Κολυμβητήρια.

Θέρμανση χώρων με την χρήση αβαθούς γεωθερμίας

Οι τελικές συσκευές που χρησιμοποιούνται στα γεωθερμικά συστήματα θέρμανσης χώρων είναι ακριβώς ίδιες με τις συσκευές που χρησιμοποιούνται με άλλα συστήματα θέρμανσης, όπως φυσικό αέριο και πετρέλαιο.

Στην Ελλάδα ένας μεγάλος αριθμός Δημόσιων και Ιδιωτικών κτιρίων θερμαίνεται με τη βοήθεια της Αβαθούς Γεωθερμίας (ΓΑΘ) όπως επιλεκτικά

1. Το κτίριο της Περιφερειακής Ενότητας Κιλκίς με ανοικτό κύκλωμα με συνολική θερμική ισχύ 230kW
2. Συγκρότητα γραφείων στη Κομοτηνή . Κλειστό κατακόρυφο κύκλωμα θερμικής ισχύς 40kW
3. Γεωθερμία στο βιοκλιματικό κτίριο του ΚΑΠΕ Αθήνα Θερμική ισχύς 20kW
4. Το κτίριο της ΠΕ Σερρών Θερμική ισχύς 75kW
5. “Στο ΕΠΑΛ Γρεβενών με θερμική ισχύ 160kW
6. Και άλλες πολλές επιτυχημένες προσπάθειες σε δημόσια και Δημοτικά κτίρια

Θέρμανση χώρων με την χρήση αβαθούς γεωθερμίας

Θέρμανση Οικιών

1. στη Χαλκιδική (26kW)



2. Στη Θέρμη Θεσσαλονίκης (30kW)



Και άλλες πολλές επιτυχημένες προσπάθειες σε ιδιωτικές οικίες και γραφεία

ΑΠΟΠΑΓΟΠΟΙΗΣΗ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΩΝ με ΓΑΘ

Η περιοχή του **Καρπενησίου** βρίσκεται σε υψόμετρο **960m** και συχνά δέχεται σοβαρές χιονοπτώσεις με αποτέλεσμα τα πεζοδρόμια να είναι καλυμμένα με χιόνι για μεγάλα χρονικά διαστήματα

Χρησιμοποιήθηκε ΓΑΘ με κατακόρυφου γεωεναλλάκτη με **18 γεωτρήσεις** σε βάθος **100 m**. Το υποεπιφανειακό νερό θερμοκρασία **4 °C**, διοχετεύεται στα **100 m** και επιστρέφει με θερμοκρασία της τάξης των **15-16 °C**.

Στη συνέχεια με μια αντλία θερμότητας, όπου με τη βοήθεια και ηλιακών πάνελ, φτάνει στους **25 °C** για να καταλήξει σε **1.200 m πεζοδρομίου**.



Η χρήση των ΓΑΘ στον αγροτικό τομέα

α) *Θερμοκήπια*. Σε διάφορα έργα έχει δειχθεί ότι με τη χρήση ΓΑΘ το κόστος θέρμανσης (σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα) μειώνεται περίπου στο μισό. αυτό αναμένεται να συμβαίνει σε πολλές περιοχές της χώρας μας που διακρίνονται για το ήπιο σχετικά κλίμα και την ύπαρξη ζεστών νερών, σε συνδυασμό με τη χαμηλή τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας για τις αγροτικές εργασίες.

Μία χοντρική εκτίμηση της καταλληλότητας των ΓΑΘ δίνεται παρακάτω.

Παράδειγμα:

Σε αγροτική περιοχή της χώρας υπάρχει γεώτρηση με τα εξής δεδομένα:

Διαθέσιμη παροχή νερού **20 m³/h** και θερμοκρασία νερού **25°C**

Γεωθερμική αντλία θερμότητας που λειτουργεί με μέσο **COP=4**

Αν υποθεθεί ότι το νερό μετά την ανάκτηση μέρους της θερμότητάς του εξέρχεται από τη ΓΑΘ σε θερμοκρασία 20°C (δηλαδή $\Delta t=5^\circ\text{C}$), τότε η ισχύς της μονάδας υπολογίζεται σε

116 kW με βάση την εξίσωση ($Q = mc\Delta T$), με την ισχύ του συμπιεστή να είναι **39 kW**.

Συνεπώς, η ΓΑΘ θα αποδίδει προσεγγιστικά 155 kW (116+39kW),

Ποσό που μπορεί άνετα να καλύψει πλήρως τις ανάγκες θερμοκηπίου ενός στρέμματος, ακόμη και σε δύσκολες καιρικές συνθήκες.



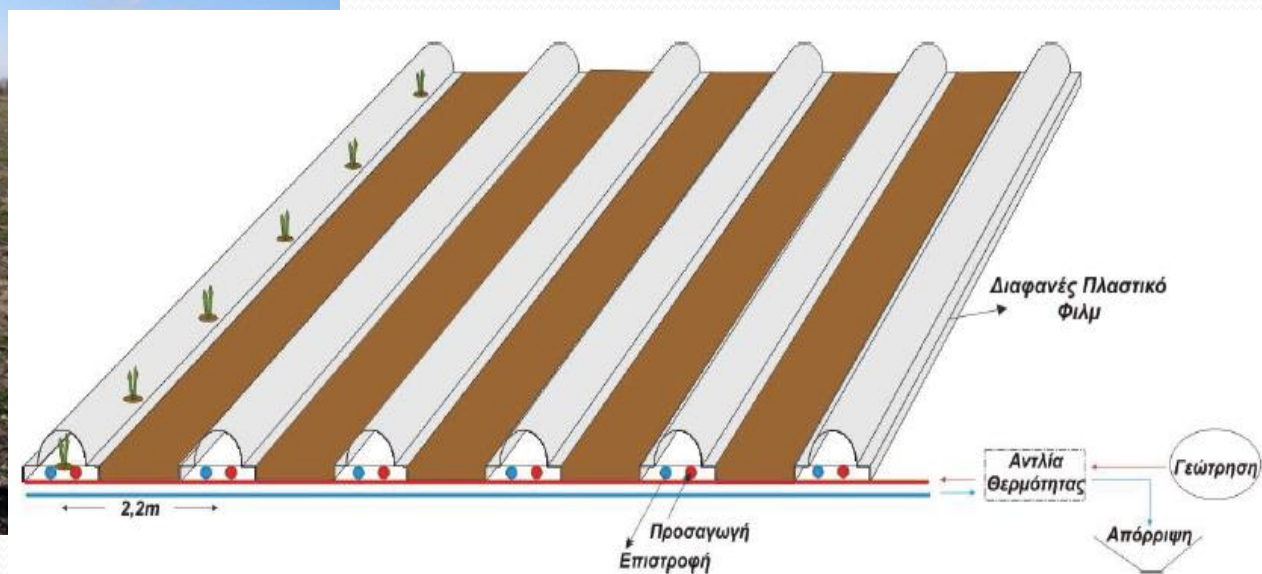
Θερμοκηπιακό συγκρότημα στο Quebec του Καναδά που χρησιμοποιεί σύστημα ΓΑΘ (Chiasson, 2006).

Η χρήση των ΓΑΘ στον αγροτικό τομέα

(γ) **Θέρμανση εδάφους.** Έχει καταγραφεί η χρήση ΓΑΘ στην απομάκρυνση μέρους της υγρασίας χώματος που χρησιμοποιείται σε γλάστρες.

✓ Με την εμπειρία που έχει αποκτηθεί στη χώρα μας στην πρωίμιση παραγγιών, πιστεύεται επίσης ότι η θέρμανση του εδάφους με ΓΑΘ για τέτοιους σκοπούς είναι οικονομικά εφικτή.

Κεντρικοί σωλήνες μεταφοράς του νερού για τη θέρμανση του εδάφους για την πρωίμιση σπαραγγιών και κατασκευή των απαραίτητων «σαμαριών»



Η χρήση των ΓΑΘ στον αγροτικό τομέα

Κεντρικοί σωλήνες μεταφοράς του νερού για τη θέρμανση του εδάφους για την πρωίμηση σπαραγγιών και κατασκευή των απαραίτητων «σαμαριών»



Το Σύστημα της Γεωθερμικής αντλίας Θερμότητας (ΓΑΘ) που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του εδάφους στη μονάδα πρωίμησης σπαραγγιών.



Παράδειγμα θέρμανσης σπαραγγιών με αβαθή γεωθερμία στο Χρυσοχώρι καβάλας

Σε μια γεωργική επιχείρηση 40 στρεμμάτων πρώιμων σπαραγγιών

➤ Υπάρχουσα γεώτρηση νερού άρδευσης με παροχή $45\text{m}^3/\text{h}$ και θερμοκρασία νερού 19°C

➤ Ισχύς άντλησης και κυκλοφορίας νερού 18kW

➤ εκμεταλλεύσιμη θερμοκρασία $\Delta T = 19 - 10,2 = 8,8^\circ\text{C}$

➤ ενεργειακή ισχύς θέρμανσης: $45.000\text{lt}/\text{h} \times 8,8^\circ\text{C} = 396.000\text{kcal}/\text{h} := 460,55\text{kW} + 65,7\text{kW}$ (απόδοση ΓΑΘ 1:7) = 526kWth

**Κόστος ηλεκτρικού ρεύματος $(66+18)\text{kWh} \times 1440\text{h}/\text{έτος} \times \text{€}0,055 = 6.570$
 $\text{€}/\text{έτος}$ Όφελος πρωίμησης $40\text{στρ} \times 800\text{kg} \times 3 = 96.000\text{€}/\text{έτος}$.**

Καθαρό όφελος $90.000\text{€}/\text{έτος}$

Κόστος ΓΑΘ και συστήματος θέρμανσης $\sim 70.000\text{ευρώ}$

Απόσβεση $< 1\text{έτος}$

Η χρήση των ΓΑΘ στον αγροτικό τομέα

(γ) **καλλιέργεια μανιταριών.** Στη περίπτωση αυτή, οι ΓΑΘ υποβοηθούν το σύστημα θέρμανσης ή κλιματισμού των αιθουσών όπου αναπτύσσονται τα μανιτάρια.

(δ) **Ξήρανση αγροτικών προϊόντων.** οι ΓΑΘ μπορούν να θερμάνουν αέρα σε θερμοκρασία 35-45°C, θερμοκρασία κατάλληλη για ξήρανση σειράς προϊόντων, όπως ρυζιού, σόγιας, καρπών, ξυλείας, ακόμη και λαχανικών. μάλιστα, η ξήρανση αγροτικών προϊόντων σε ήπιες θερμοκρασίες βελτιώνει σημαντικά την ποιότητα του αποξηραμένου προϊόντος.

(ε) Η εκτροφή κτηνοτροφικών ειδών και οι υδρόβιοι οργανισμοί, όπως ακριβώς και τα φυτά, επωφελούνται σημαντικά από τις άριστες συνθήκες της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος χώρου. τόσο ως προς την ποιότητα όσο και ως προς την ποσότητα παραγωγής τους. Η εκτροφή σε ένα περιβάλλον ελεγχόμενης θερμοκρασίας συνεισφέρει στη βελτίωση της υγείας τους, ενώ η χρήση των θερμών νερών θα μπορούσε να επεκταθεί στον καθαρισμό και την εξυγίανση των χώρων τους, αλλά και στην ξήρανση των αποβλήτων τους.

Σε πολλές περιπτώσεις τα νερά θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν ακόμη επικερδέστερα, μέσα από τη συνδυασμένη χρήση τους σε κτηνοτροφικές μονάδες και γεωθερμικά θερμοκήπια.

Η ενέργεια που χρειάζεται για τη θέρμανση μιας μονάδας εκτροφής ζώων είναι περίπου το 50% αυτής που απαιτείται για ένα θερμοκήπιο ίδιας επιφάνειας, οπότε η κλιμακωτή χρήση των νερών θεωρείται ενδεδειγμένη.



Πτηνοτροφική μονάδα στο Νομό Κοζάνης που θερμαίνεται με σύστημα ΓΑΘ (Ψαρράς, 2007).

Ζ) Υδατοκαλλιέργειες με χρήση αβαθούς γεωθερμίας

- ❑ Οι υδατοκαλλιέργειες, οι οποίες στην ουσία αποτελούν την ελεγχόμενη εκτροφή υδρόβιων οργανισμών, αποκτούν σήμερα ολοένα και μεγαλύτερη σπουδαιότητα σε παγκόσμιο επίπεδο, λόγω της αυξημένης ζήτησής τους στην αγορά.
- ❑ Ο έλεγχος της θερμοκρασίας εκτροφής των ειδών αυτών είναι πολύ πιο σημαντικός σε σχέση με τα είδη που αναπτύσσονται στην ξηρά (θηλαστικά και πτηνά)
- ❑ Τα είδη που κατά παράδοση εκτρέφονται σε τέτοιες μονάδες είναι: κυπρίνος, γατόψαρο, λαβράκια, κέφαλοι, χέλια, σολομοί, μουρούνες, γαρίδες, αστακοί, καραβίδες, κάβουρες, στρείδια, μύδια, χτένια κλπ.
- ❑ Οι θερμοκρασίες που απαιτούνται για τα υδρόβια είδη κυμαίνονται κατά βάση μεταξύ 20 και 30°C.
- ❑ Η θέρμανση πραγματοποιείται είτε άμεσα, με την απευθείας εισαγωγή του νερού στις δεξαμενές ή λιμνούλες ανάπτυξης, είτε έμμεσα, ύστερα από τη θέρμανση γλυκού ή θαλασσινού νερού.

η) Αβαθής γεωθερμία και πισίνες

Στο Δήμου Ηλιδας στην πόλη της Αμαλιάδας στο νομό Ηλείας σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε ανοικτό σύστημα Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας για τη θέρμανση της Δημοτικής κολυμβητικής δεξαμενής ολυμπιακών διαστάσεων συνολικής ισχύος 800 kWth



Το ανοικτό σύστημα απαιτεί συνολικά νερό $65 \text{ m}^3 / \text{h}$ και αποτελείται από 2 παραγωγικές γεωτρήσεις και 2 γεωτρήσεις επανεισαγωγής, οι οποίες καλύπτουν τις ανάγκες. Με βάση τα γεωλογικά δεδομένα, το βάθος των γεωτρήσεων είναι 100 m.

Ετήσια Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας με χρήση συστήματος ΓΑΘ (kWth)	828.334
Ποσοστό Εξοικονόμησης Ενέργειας από χρήση συστήματος ΓΑΘ σε σχέση με Συμβατικό Σύστημα (%)	44,01
Ετήσια Εξοικονόμηση Τόνων Ισοδύναμου Πετρελαίου (ΤΙΠ)	79,15
Μείωση Εκπομπών TCO_2	253,29
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας + Συντήρησης συστήματος ΓΑΘ (€)	44.539,13
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας + Συντήρησης Συμβατικών Συστημάτων (€)	263.011,67
Ετήσια Εξοικονόμηση Χρημάτων + Συντήρησης από την Λειτουργία συστήματος ΓΑΘ (€)	218.472,54
Ποσοστό Ετήσιας Εξοικονόμηση Χρημάτων από την Λειτουργία (%)	83,07

Αβαθής γεωθερμία και θαλασσινό νερό

Η χρήση της θαλάσσιας υδροφορίας για τον κλιματισμό κτιριακών εγκαταστάσεων αποτελεί έναν από τους οικονομικότερους τρόπους κλιματισμού.

Στο Δήμο Μούδρου της Ν. Λέσβου, σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε δίκτυο για την εξυπηρέτηση των αναγκών σε θέρμανση και δροσισμό των ακόλουθων κτηρίων του Δήμου • Κτήριο Λιμενικού Σταθμού • Νηπιαγωγείο Μούδρου • Δημοτικό Σχολείο Μούδρου • Δημαρχείο Μούδρου • Πρώην Δημαρχείο Μούδρου

Το δίκτυο τηλεκλιματισμού αποτελείται από δυο επιφανειακά πηγάδια στην παραλία, το ένα εκ των οποίων χρησιμοποιείται για την άντληση **θαλασσινού νερού**, ενώ το δεύτερο, κατασκευασμένο σε απόσταση 10m, δημιουργήθηκε για την επανέγχυσή του. Οι θερμοκρασίες άντλησης του νερού ανέρχονται σε 18 °C κατά το θέρος και 16 °C το χειμώνα.

Κατηγορία Σύγκρισης	Συμβατικό Υφιστάμενο Σύστημα	Σύστημα Γεωθερμικού Τηλεκλιματισμού	Διαφορά
Κατανάλωση ενέργειας θέρμανσης (kWh _{th})	94.665		
Κατανάλωση ενέργειας θέρμανσης (kWh _e)		20.116	
Ετήσιο Κόστος Θέρμανσης (Ευρώ)	5.829	2.212	- 3.617
Κατανάλωση ενέργειας ψύξης(kWh _e)	10.501	5.750	- 4.751
Ετήσιο Κόστος Ψύξης (Ευρώ)	1.155	632	- 523
Ετήσια Παραγωγή CO ₂ (tn) για Θέρμανση	25,9	15,7	- 10,2
Ετήσια Παραγωγή CO ₂ (tn) για Ψύξη	8,2	4,5	- 3,7
Συνολική Ετήσια Μείωση Κόστους Θέρμανσης & Ψύξης		4140 Ευρώ/έτος	
Συνολική Μείωση Παραγόμενου CO ₂ για Θέρμανση & Ψύξη		13,90 tn /έτος	

Αβαθής γεωθερμία και θαλασσινό νερό

Η αξιοποίηση του θαλασσινού νερού με αγωγούς ή μέσα από παραθαλάσσια πηγάδια ή γεωτρήσεις είναι μια σημαντικότερη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας σε όλες τις παράκτιες περιοχές και ειδικότερα της Μεσογείου όπου η θερμοκρασία της θάλασσας στις παράκτιες ζώνες κυμαίνεται από 16 – 22° C.

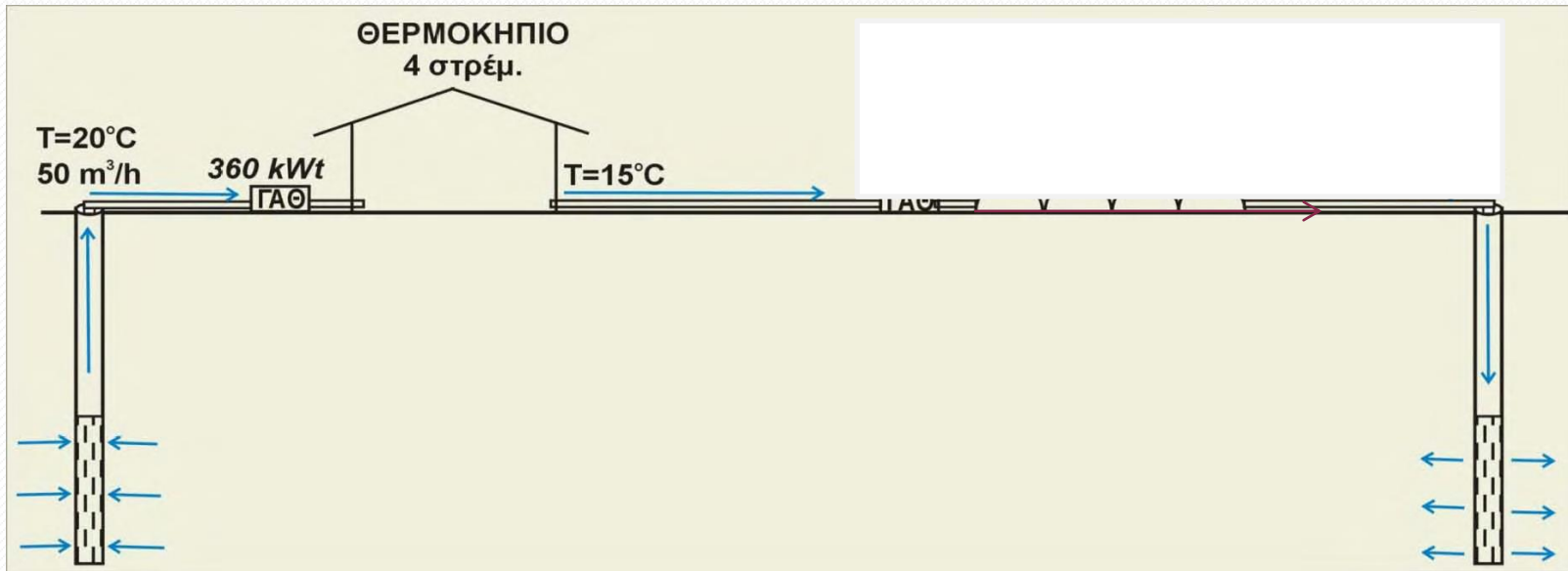
Γεωθερμια με θαλασσινό νερό στο κλειστό προθερμαντήριο του σταδίου του Δήμου Αλεξανδρούπολης

Τύπος γεωεναλλάκτη : Ανοικτού τύπου. Δυο γεωτρήσεις (άντλησης –επανέγχυσης)
βάθους 50 m έκαστη παροχής : 10 m³/h θερμοκρασία νερού γέωτρησης : 20° C θερμική ισχύς ΓΑΘ : 96 kW ψυκτική ισχύς : 82 kW



Εφαρμογή των ΓΑΘ σε αγροτικές χρήσεις - Παραδείγματα

Η ύπαρξη μεγάλου αριθμού αρδευτικών υδρογεωτρήσεων σε μια πεδινή περιοχή και η μικρή απόσταση μεταξύ τους δίνουν τη δυνατότητα ενεργειακής αξιοποίησης του αντλούμενου νερού με οικονομικό τρόπο σύμφωνα με το παράδειγμα εφαρμογής



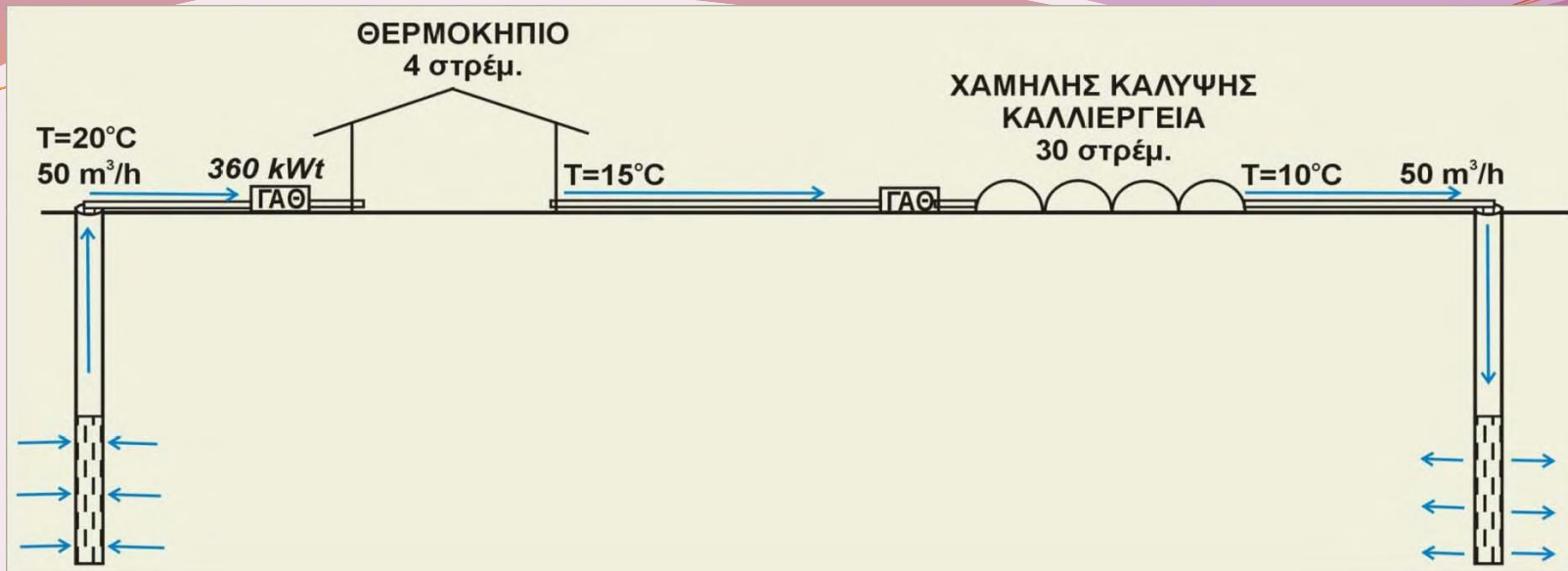
✓ Παροχή της γεώτρησης $Q = 50 \text{ m}^3/\text{h}$ ($=50.000 \text{ l/h}$) και $\Delta t=20-15=5\text{C}$

✓ Η ισχύς της μονάδας υπολογίζεται σε 290 kWt ,

✓ Ισχύ του συμπιεστή της ΓΑΘ να είναι 70 kWe .

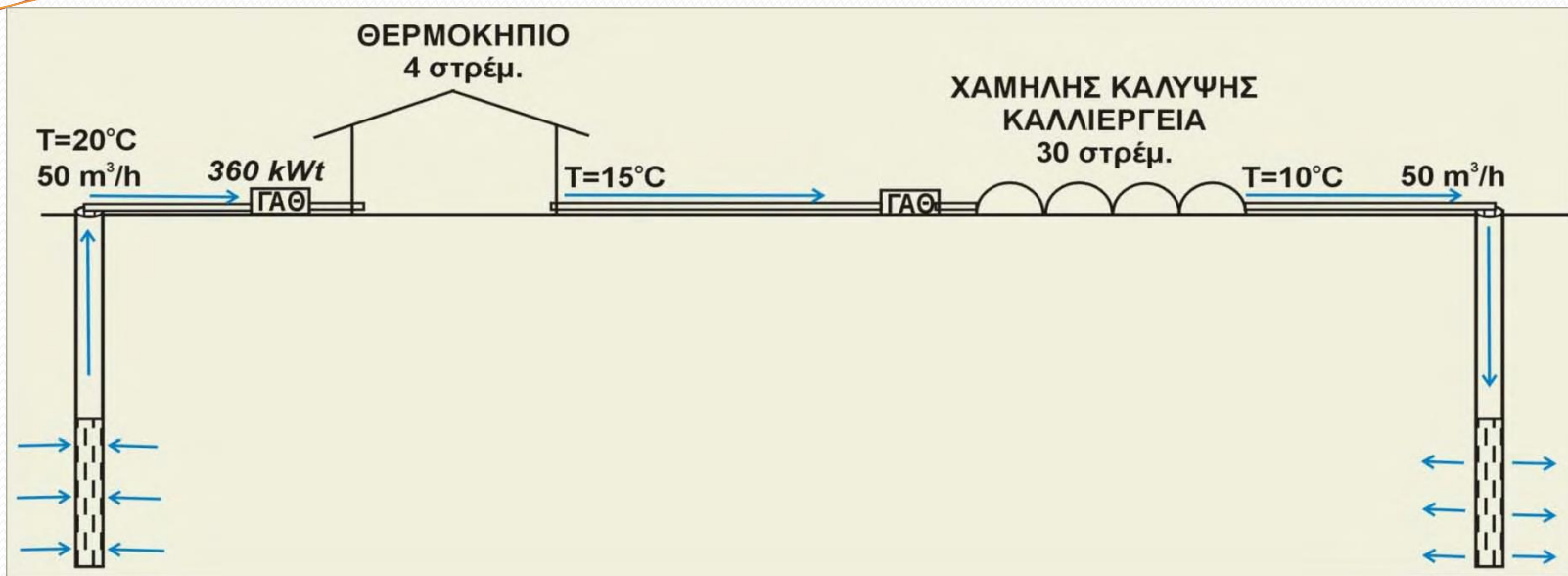
✓ Συνεπώς, η ΓΑΘ θα έχει θερμική ισχύ 360 kWt ($=290+70$).

Με την ισχύ των 360 kWt μπορούν να καλυφθούν ενεργειακά οι θερμικές ανάγκες 4 στρεμμάτων θερμοκηπίου



Η ίδια εξοικονόμηση μπορεί να γίνει και στο διπλανό αγρόκτημα πριν την απόρριψη με $\Delta t=15-10=5^{\circ}\text{C}$, ικανοποιώντας τη θέρμανση **30 στρεμμάτων** σύγχρονης καλλιέργειας χαμηλής κάλυψης πρωίμησης. δηλ. το νερό απομακρύνεται από τη ΓΑΘ του δευτέρου αγροκτήματος και επανεισάγεται στον υδροφορέα με θερμοκρασία 10°C .

Το σύστημα αυτό της άντλησης του νερού από τη μια αρδευτική γεώτρηση, της ενεργειακής αξιοποίησής του και στη συνέχεια της επανεισαγωγής του στον υδροφορέα μέσω της γειτονικής υπάρχουσας αρδευτικής γεώτρησης μπορεί να λειτουργεί και εναλλάξ ανά έτος. αυτό σημαίνει ότι η δεύτερη γεώτρηση που τη μια χρονιά χρησιμοποιείται για την επανεισαγωγή, την επόμενη χρονιά μπορεί να χρησιμοποιηθεί



Κόστος θέρμανσης των δυο θερμοκηπίων με πετρέλαιο 720 kWh : **€172.000/χρόνο**

Κόστος θέρμανσης και των δυο θερμοκηπίων με αντλίες θερμότητας : **€16.500/χρόνο**

Οι αρδευτικές γεωτρήσεις υπάρχουν και είναι αδρανείς σε όλη τη διάρκεια του χειμώνα. μόνο επί πλέον κόστος η αγορά των δυο αντλιών θερμότητας

Συμπεράσματα και Προτάσεις

Οι νέες τεχνολογίες στη γεωθερμία εξασφαλίζουν λύσεις με μηδαμινές έως μηδενικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, μαζί με πράσινη οικονομική ανάπτυξη

Στην Ευρώπη γίνεται σημαντική εκμετάλλευση του γεωθερμικού δυναμικού για παραγωγή ηλεκτρισμού, τηλεθέρμανση και άλλες άμεσες χρήσεις της θερμότητας στον αγροτικό τομέα, τη βιομηχανία, τις τουριστικές χρήσεις κλπ.

Η Ελλάδα και κυρίως η βόρεια, κεντρική και νότια-ανατολική, ως και τα νησιά του κεντρικού και βόρειου αιγαίου, είναι πολύ ευνοημένη από τη φύση και για το πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό της

Εκτός από την υψηλή ενθαλπία, οι ρηχοί και βαθύτεροι ταμιευτήρες μέσης και χαμηλής ενθαλπίας προσφέρονται για πολλαπλές και συνδυασμένες χρήσεις: ηλεκτροπαραγωγή, θέρμανση κτιρίων-πισίνων-θερμοκηπίων, αγροτο-βιομηχανικές, υδατο-καλλιεργητικές, κλπ.

Η αβαθής γεωθερμία είναι εφαρμόσιμη παντού, με πολύ φθηνές ενεργειακά χρήσεις, λόγω ευνοικών γεωλογικών συνθηκών σε πολλές περιοχές της χώρας

Χρειάζεται καλή γνώση, ενημέρωση, σωστός συνδυαστικός σχεδιασμός, ώστε να υπάρξουν μόνο και πολλαπλά οφέλη από τη γεωθερμία για την ανάπτυξη, την οικονομία και το περιβάλλον