

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ – ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας χωρίζονται συνήθως σε ηλεκτρικές και σε άμεσες χρήσεις

□ Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι η πιο σημαντική μορφή αξιοποίησης των γεωθερμικών πόρων υψηλής θερμοκρασίας ($>150^{\circ}\text{C}$).

□ Οι μέσης και χαμηλής θερμοκρασίας πόροι ($<150^{\circ}$) είναι κατάλληλοι για πολλούς διαφορετικούς τύπους εφαρμογών και χρησιμοποιούνται επίσης σε συνδυασμένες μονάδες παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας,

□ Άμεσες χρήσεις της γεωθερμίας

➤ Γεωθερμική Άμεση χρήση, είναι η χρήση γεωθερμικών ρευστών, των οποίων οι θερμοκρασίες είναι $<90^{\circ}\text{C}$) / ή οι παροχές είναι πολύ μικρές για να τροφοδοτήσουν οικονομικά μια βιώσιμη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας,

➤ Γίνεται εκμετάλλευση της θερμότητας των ρευστών χωρίς να παραχθεί ενδιάμεσα ηλεκτρική ενέργεια.

Χρήσεις γεωθερμικής ενέργειας

Θερμοκρασία ρευστών

Υψηλής ενθαλπίας

Παραγωγή ηλεκτρικής
ενέργειας

Χαμηλής ενθαλπίας

Άμεσες χρήσεις

Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας

Άμεση θέρμανση - ψύξη χώρων

Θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών

Υδατοκαλλιέργειες

Βιομηχανικές εφαρμογές

Θέρμανση πισινών και
Ιατρικές εφαρμογές

ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ

Ένα τυπικό γεωθερμικό σύστημα χαμηλής ενθαλπίας, ανεξάρτητα από το είδος της εφαρμογής, αποτελείται συνήθως

από τέσσερα τυπικά υποσυστήματα:

(1) Το σύστημα παραγωγής, που περιλαμβάνει

- ✓ τη παραγωγική γεώτρηση,
- ✓ την αντλία παραγωγής και
- ✓ τις συσκευές στην κεφαλή της γεώτρησης.

Αρχικά, μπορεί να υπάρχει μία μονή γεώτρηση παραγωγής («μονοσωλήνιο» σύστημα).

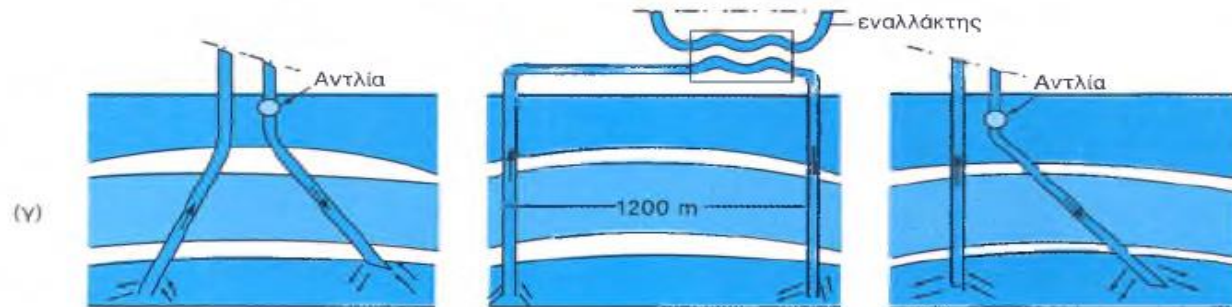
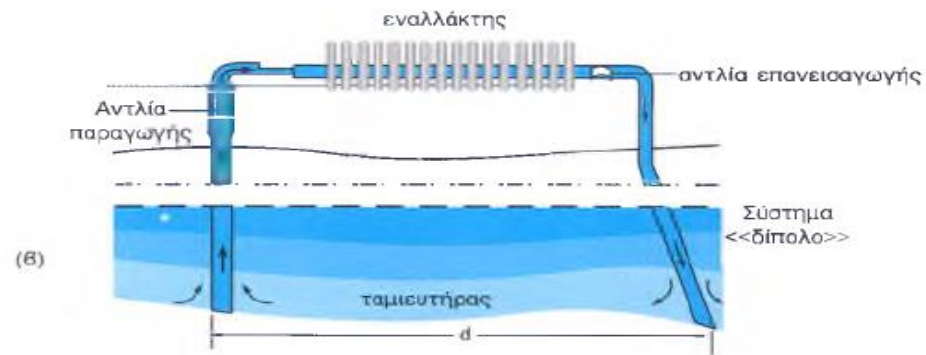
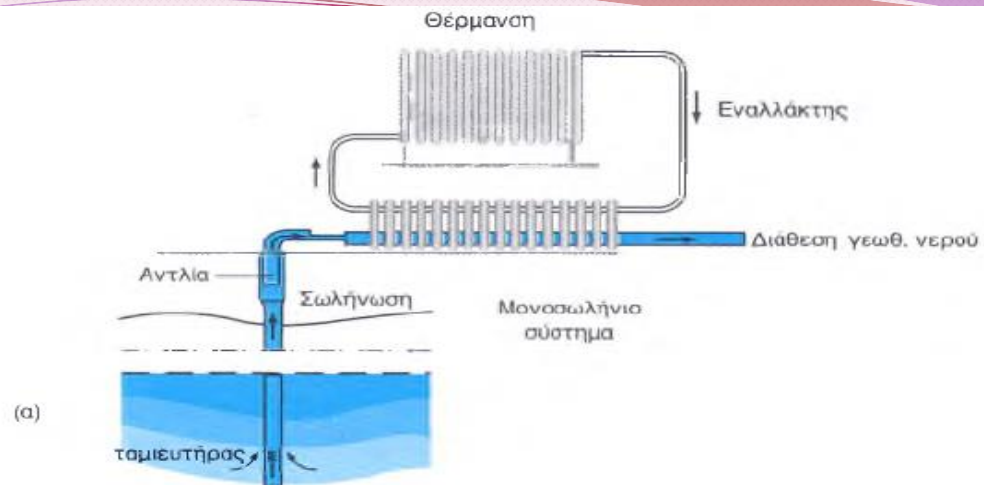
Το πλέον συνηθισμένο σχήμα αξιοποίησης είναι το σύστημα των διπλών γεωτρήσεων («δίπολο»), στο οποίο το σύνολο του γεωθερμικού ρευστού επανεισάγεται στον ταμιευτήρα.

Αρχικά, μπορεί να υπάρχει μία μονή γεώτρηση παραγωγής «μονοσωλήνιο» σύστημα, (α), το νερό της οποίας οδηγείται για επιφανειακή διάθεση, άρδευση ή ακόμη και ύδρευση. Το οικονομικό πλεονέκτημα του σχήματος αυτού είναι προφανές, αφού η κατασκευή της γεώτρησης αντιπροσωπεύει ποσοστό σχεδόν 70% του συνολικού κόστους ενός γεωθερμικού εγχειρήματος. Με αυτό το σχήμα αξιοποιούνται νερά χαμηλής αλατότητας, τα οποία πληρούν τις προδιαγραφές ποσιμότητας, άρδευσης ή επιφανειακής διάθεσης..

Το πλέον συνηθισμένο σχήμα αξιοποίησης είναι το σύστημα των διπλών γεωτρήσεων (σύστημα «δίπολο»), (β, γ), στο οποίο το σύνολο του γεωθερμικού ρευστού επανεισάγεται στον ταμιευτήρα μέσω της γεώτρησης επανεισαγωγής.

Οι κεφαλές των δύο γεωτρήσεων μπορεί να βρίσκονται στον ίδιο χώρο (για λόγους ευκολίας στη λειτουργία της μονάδας και μείωσης της δέσμευσης επιφανειακών χώρων), με τη μία ή και τις δύο γεωτρήσεις να κατασκευάζονται κεκλιμένες και όχι κατακόρυφες. Η απόσταση μεταξύ των τμημάτων των δύο γεωτρήσεων μέσα στον ταμιευτήρα είναι συνήθως της τάξης των 1000 m. Με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιείται η πιθανότητα για άμεση επίδραση του «ψυχρού» νερού επανεισαγωγής στη θερμοκρασία των παραγόμενων ρευστών. Συχνά, μία μόνο αντλία είναι αρκετή για τη διακίνηση των ρευστών.

Τα μειονεκτήματα του μονοσωλήνιου σχήματος γίνονται πλεονεκτήματα στο σχήμα των διπλών γεωτρήσεων (μηδενικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, επανατροφοδοσία του ταμιευτήρα) και το πλεονέκτημα του κόστους μετατρέπεται σε μειονέκτημα.



Διαφορετικά είδη δίπολων

Αντλίες παραγωγής

Η άντληση του γεωθερμικού νερού σε παροχές που μπορεί να φτάσουν τα 250 m³/h (70 kg/s) είναι σχεδόν πάντα αναγκαία, είτε για να μεταφερθεί το νερό στην επιφάνεια, είτε για να μεταφερθεί από την πηγή ή τη γεώτρηση στο σημείο της χρήσης.

Υπάρχουν βεβαίως και οι σπανιότερες περιπτώσεις γεωτρήσεων που παρουσιάζουν ικανή αρτεσιανή ροή.

Οι αντλίες παραγωγής χρησιμοποιούνται και για την αύξηση της πίεσης των νερών, ώστε να μην είναι δυνατόν να διαχωριστεί το διοξείδιο του άνθρακα και να προκληθούν προβλήματα σχηματισμού επικαθίσεων.

Δύο είδη αντλιών είναι περισσότερο διαδεδομένα:

✓ **Στροβιλαντλία με άξονα** («πομόνα»), Ο κινητήρας της αντλίας αυτής βρίσκεται στην επιφάνεια και είναι συνδεδεμένα με κατακόρυφο άξονα για την περιστροφή των στροβίλων

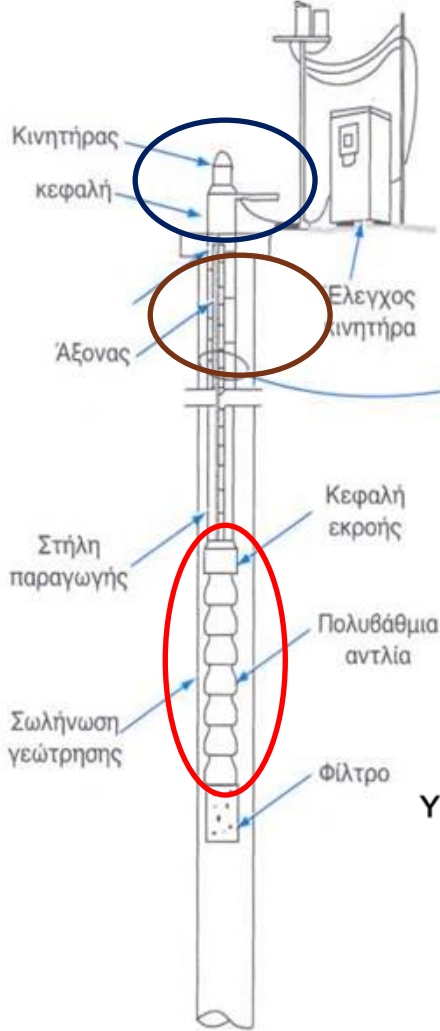
✓ **Ηλεκτρική υποβρύχια αντλία**. Ο κινητήρας της αντλίας αυτής βρίσκεται ενσωματωμένος με το σώμα και τοποθετείται σε ορισμένο βάθος, που μπορεί να υπερβαίνει τα 250 m

➤ Η επιλογή του τύπου της αντλίας γίνεται με βάση **το βάθος** από το οποίο πρέπει να αντλούνται τα ρευστά, τη **θερμοκρασία** και τη **χημική σύσταση** των νερών, τις χαρακτηριστικές **καμπύλες της αντλίας** και, βεβαίως, **το κόστος**.

➤ Επιπλέον, το βάθος στο οποίο θα τοποθετηθεί η αντλία, θα πρέπει να επιλεγεί με προσοχή για δύο λόγους:

α) για να βρίσκεται η αντλία μέσα στο νερό σε περίπτωση πτώσης της στάθμης του νερού ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα άντλησης και

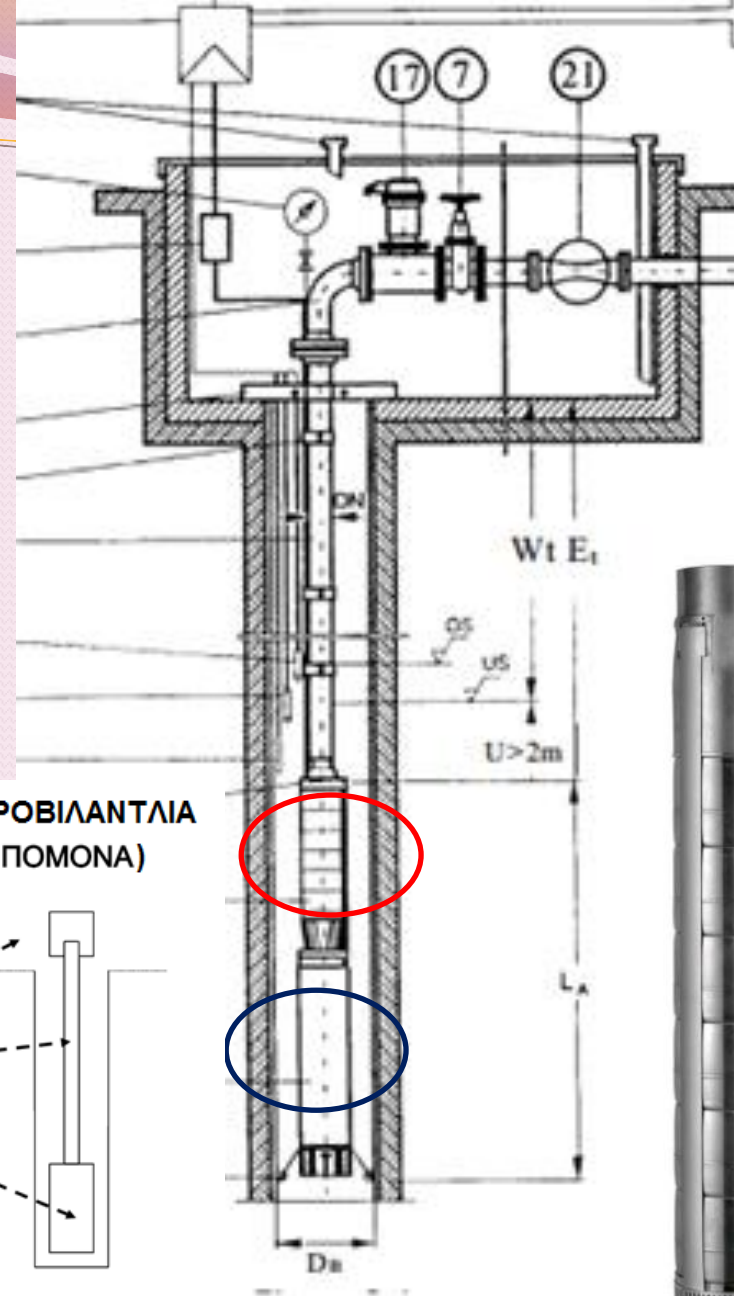
β) για να μην επιτραπεί να γίνει ο διαχωρισμός των δύο φάσεων μέσα στη γεώτρηση, Δηλαδή το βάθος θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το σημείο φυσαλίδας του ρευστού και της στάθμης κατά τη μέγιστη άντληση.



ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΑΝΤΛΙΑ



ΣΤΡΟΒΙΛΑΝΤΛΙΑ (ΠΟΜΟΝΑ)



Στροβιλαντλία με άξονα (lineshaft pump, «πομόνα).

Προφανώς, ο τύπος αυτός αντλίας απαιτεί σχεδόν απόλυτα κατακόρυφη γεώτρηση για την αποφυγή φθοράς του άξονα.

Οι στροβιλαντλίες αποτελούνται βασικά από το σώμα της αντλίας, τον άξονα στο κέντρο και τον ηλεκτροκινητήρα στην κεφαλή της γεώτρησης..

Η παροχή τους μπορεί να κανονίζεται με τη ρύθμιση των στροφών του κινητήρα.

Η στροβιλαντλία μπορεί να αντλήσει και θολό νερό (που περιέχει ιλύ), αλλά απαιτεί μεγαλύτερη διάμετρο του αγωγού της γεώτρησης σε σχέση με την υποβρύχια αντλία.

Οι στροβιλαντλίες έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε γεωθερμικές εφαρμογές σε βάθος μικρότερο από 250 m και για θερμοκρασίες ρευστών μέχρι 200°C.

Κύρια μειονεκτήματά τους είναι ο περιορισμός στο βάθος, η ανάγκη για σχεδόν απόλυτη κατακορυφότητα της γεώτρησης και ο θόρυβος στην κεφαλή της γεώτρησης.

Ηλεκτρική υποβρύχια αντλία (submersible pump).

Λόγω της αξιοπιστίας τους, οι υποβρύχιες αντλίες χρησιμοποιούνται συχνά και για τη διακίνηση θερμών ή ψυχρών νερών στις επιφανειακές εγκαταστάσεις.

Αποτελούνται από τον ηλεκτροκινητήρα, το σώμα της αντλίας, το σύστημα στεγανοποίησης, το σωλήνα κατάθλιψης και τις απαραίτητες καλωδιώσεις.

Ολόκληρη η αντλία είναι εμβαπτισμένη στο γεωθερμικό νερό.

Πλεονεκτήματα της υποβρύχιας αντλίας είναι ότι, μπορεί να τοποθετηθεί σε γεώτρηση με οποιαδήποτε κλίση και να χρησιμοποιηθεί σε βάθη που δεν καλύπτονται από τις στροβιλαντλίες.

Το κόστος μιας υποβρύχιας αντλίας είναι αρκετά υψηλότερο από το κόστος μιας στροβιλαντλίας και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το υλικό των διαφόρων τμημάτων.

Σημαντικό μειονέκτημα της αντλίας είναι ότι, σε περίπτωση βλάβης, θα πρέπει να αφαιρείται από τη γεώτρηση, να επισκευάζεται και να επανατοποθετείται.

Τέλος, υπάρχει περιορισμός της μέγιστης θερμοκρασίας των ρευστών ($\sim 120^{\circ}\text{C}$), θερμοκρασία όμως αρκετά υψηλή για τις περισσότερες άμεσες χρήσεις.

(2) Το σύστημα μεταφοράς

Περιλαμβάνει τη μεταφορά των γεωθερμικών ρευστών από τη κεφαλή της γεώτρησης μέχρι το σύστημα εφαρμογής, μαζί με το σύστημα διανομής της γεωθερμικής ενέργειας.

Σχεδόν πάντα η θέση μιας γεωθερμικής γεώτρησης χαμηλής ενθαλπίας βρίσκεται σε ορισμένη απόσταση από τη θέση χρήσης των θερμών νερών.

Κατά συνέπεια, απαιτείται σύστημα μεταφοράς του νερού, το οποίο σχεδιαστικά μοιάζει αρκετά με τα συστήματα μεταφοράς πόσιμου νερού.

Για τα συστήματα θέρμανσης χώρων και για άλλες χρήσεις γεωθερμικών νερών χαμηλής ενθαλπίας, το κόστος μεταφοράς των νερών αποτελεί μαζί με το κόστος της γεώτρησης τη σημαντικότερη επιβάρυνση στο πάγιο κεφάλαιο της εγκατάστασης και συχνά φτάνει στο 60% της συνολικής επένδυσης (Rafferty, 1990).

Για αυτόν το λόγο, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να επιλεγθεί το καταλληλότερο υλικό σωληνώσεων και θερμομόνωσης με το μικρότερο κόστος.

Σημαντικό ρόλο στην οικονομικότητα μιας εγκατάστασης παίζει και η διάμετρος των αγωγών. Αγωγοί μικρής διαμέτρου είναι προφανώς φθηνότεροι από αγωγούς μεγαλύτερης διαμέτρου και με μικρότερο κόστος εγκατάστασης, από την άλλη μεριά όμως αυξάνουν σημαντικά τις αντλητικές απαιτήσεις του συστήματος.

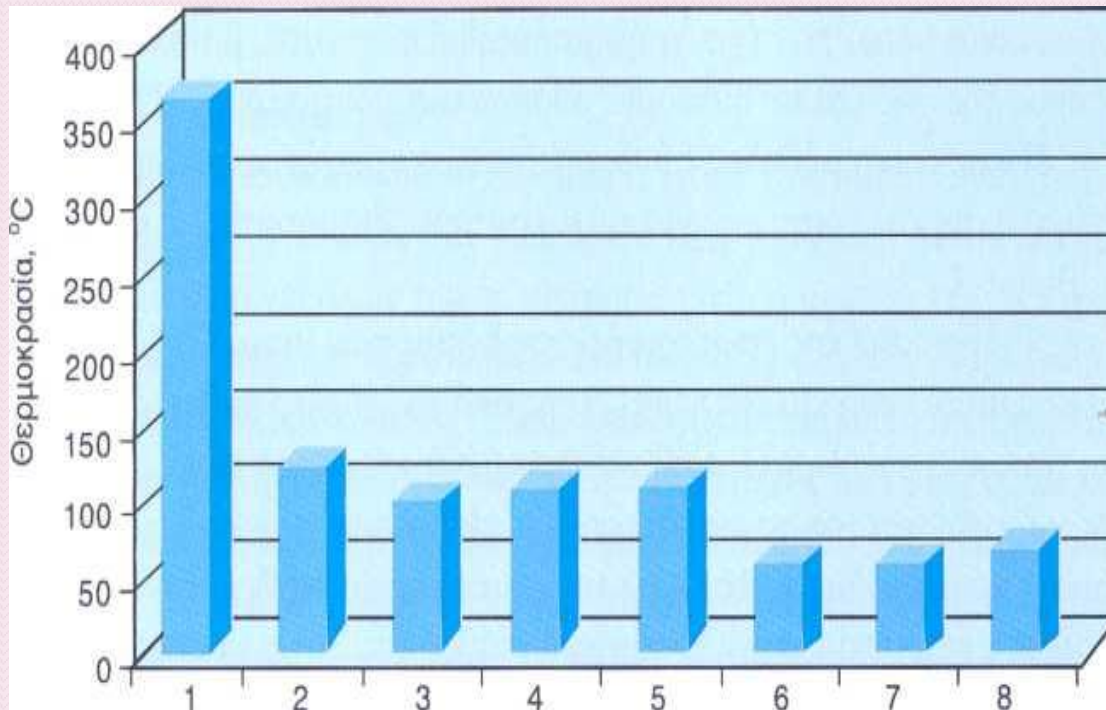
Πολυάριθμοι είναι οι παράγοντες που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στον τελικό σχεδιασμό του συστήματος μεταφοράς του γεωθερμικού νερού, αν και ο πλέον σημαντικός παράγοντας είναι η ασφάλεια, ιδιαίτερα όταν στους αγωγούς μεταφέρεται γεωθερμικό ρευστό υψηλής θερμοκρασίας.

Κυριότεροι παράγοντες είναι το υλικό των σωληνώσεων,

- ✓ η διάμετρος των σωληνώσεων,
- ✓ η παροχή
- ✓ η θερμοκρασία του νερού,
- ✓ η αντοχή σε εφελκυσμό, η έκθεση σε ακτινοβολία UV,
- ✓ η μόνωση ή όχι των σωληνώσεων,
- ✓ η μέθοδος σύνδεσης των σωληνώσεων,
- ✓ η τοποθέτηση των σωληνώσεων υπόγεια ή επιφανειακά,
- ✓ η χημική σύσταση του νερού και
- ✓ οι αντλητικές απαιτήσεις (πτώση πίεσης στο σύστημα).

Μεγάλος αριθμός υλικών, με ευρεία διαφοροποίηση στο κόστος και την αντοχή, έχουν χρησιμοποιηθεί ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μεταφορά των γεωθερμικών νερών. Η θερμοκρασία των νερών και η χημική σύστασή τους είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες για την επιλογή του υλικού των σωληνώσεων, αν και το κόστος θεωρείται ο κρίσιμότερος. Πάντως, ο γενικός κανόνας είναι ότι το κόστος των υλικών γίνεται υψηλότερο, όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία των νερών. Στο Σχήμα δίνεται η ανώτερη θερμοκρασία στην οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε υλικό.

Για εφαρμογές με θερμοκρασία νερού μικρότερη από 70°C κυριαρχούν οι πλαστικοί σωλήνες.



1. Κοινός Χάλκός
2. FRP
3. Αμιαντ/νες
4. CPVC
5. PB
6. PVC
7. PE
8. Χυτοσίδηρος

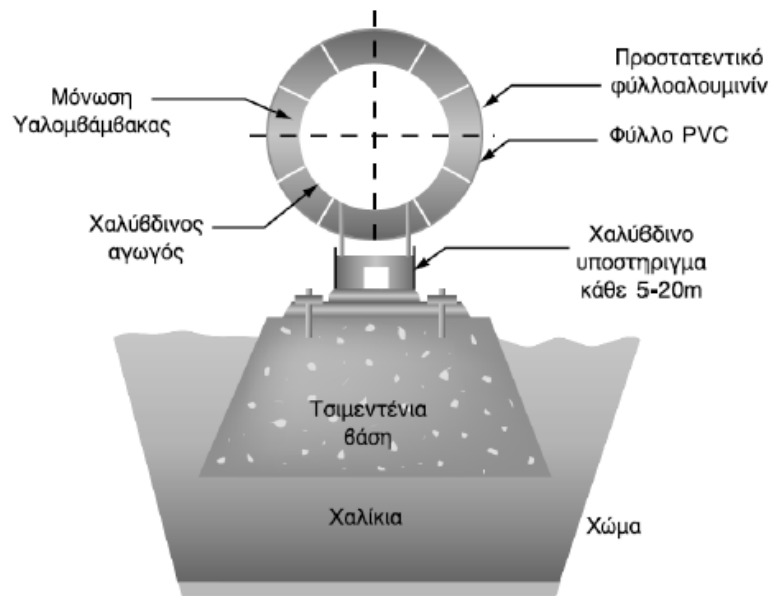
(FRP: θερμοσκληρυνόμενη ρητίνη, CPVC: χλωριωμένο PVC, PB: πολυβουτυλένιο, PVC: πολυβιλυνοχλωρίδιο, PE: πολυαιθυλένιο).

Τρόποι τοποθέτησης των σωληνώσεων μεταφοράς

➤ Έχουν εφαρμοστεί διάφοροι τρόποι τοποθέτησης και στήριξης των σωληνώσεων μεταφοράς του γεωθερμικού νερού, με επικρατέστερους τους δύο:

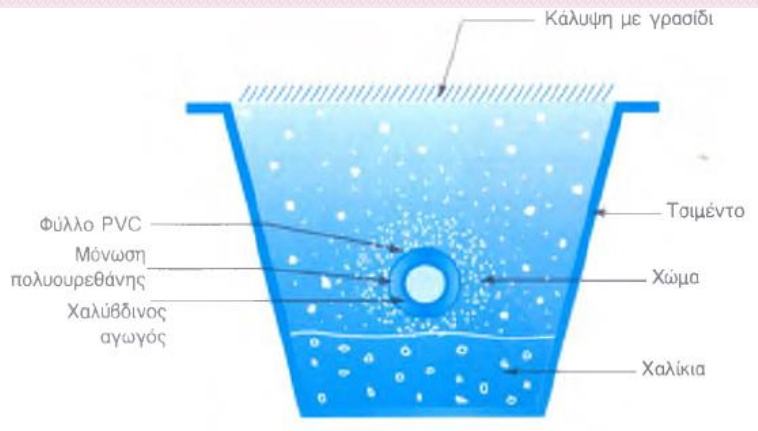
✓ Στην υπέργεια τοποθέτηση όπου συνήθως οι σωληνώσεις στηρίζονται μέσω χαλύβδινων υποστηριγμάτων επάνω σε μικρές εξέδρες από οπλισμένο σκυρόδεμα. Μετά την τοποθέτηση και τη συγκόλληση των χαλύβδινων αγωγών, ακολουθεί η τοποθέτηση του μονωτικού υλικού (συνήθως υαλοβάμβακας) και η προστασία του με μεταλλικό φύλλο (χαλύβδινο ή αλουμινίου).

Ο τρόπος αυτός μεταφοράς των ρευστών έχει χρησιμοποιηθεί συστηματικά στην Ισλανδία στις εφαρμογές τηλεθέρμανσης οικισμών



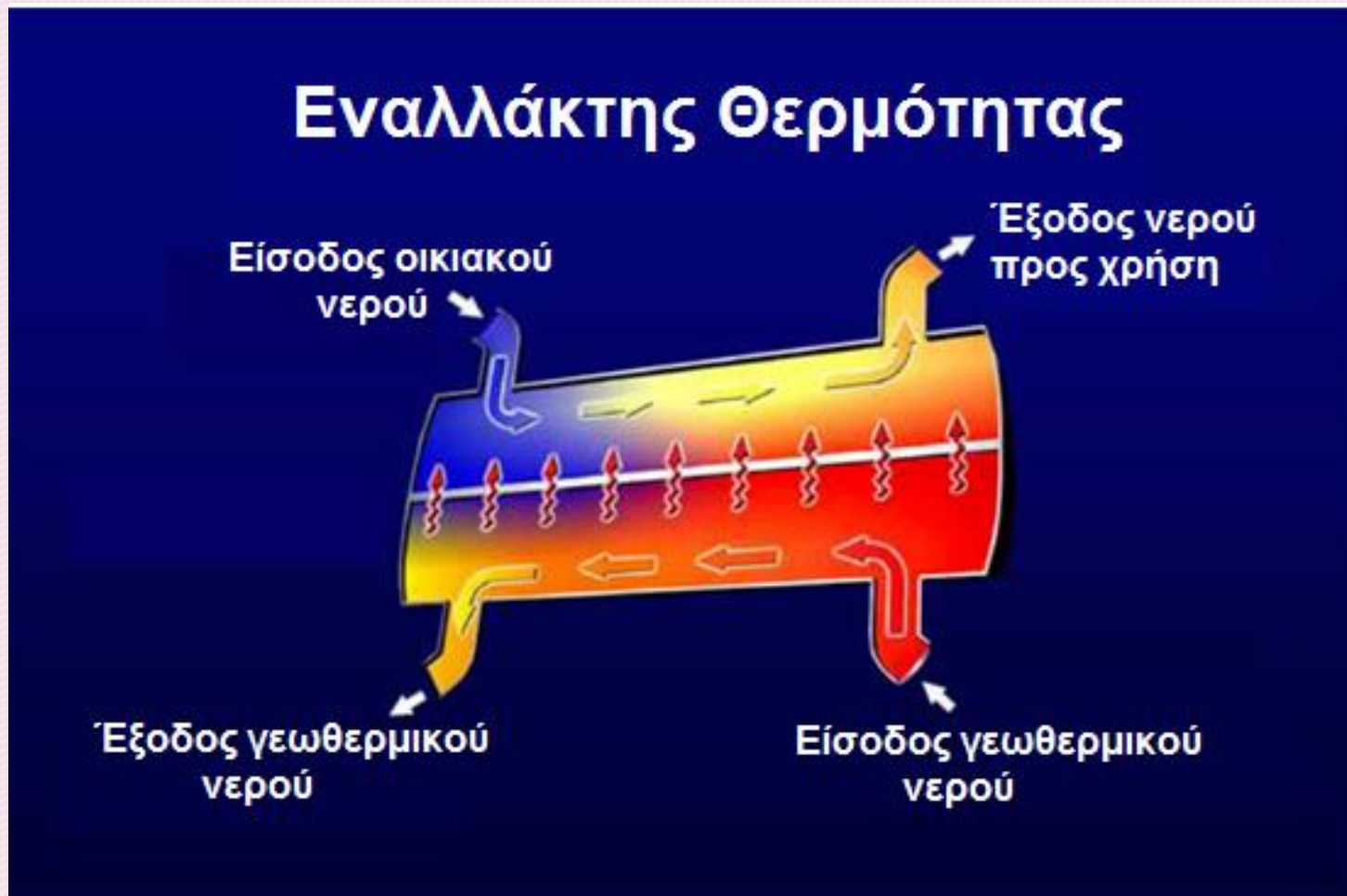
Τρόποι τοποθέτησης των σωληνώσεων μεταφοράς

✓ Στην υπόγεια τοποθέτηση των σωληνώσεων, προ-μονωμένοι χαλύβδινοι αγωγοί τοποθετούνται σε βάθος περίπου 50-100 cm, πάνω σε στρώμα από χαλίκια και κάλυψη με το χώμα εκσκαφής. Ως μονωτικό υλικό χρησιμοποιείται συνήθως η πολυουρεθάνη, προστατευμένη από φύλλο πολυαιθυλενίου. Αντί για χαλύβδινους αγωγούς μπορούν να χρησιμοποιηθούν και πλαστικοί. Ο τύπος αυτός τοποθέτησης των σωληνώσεων είναι ευαίσθητος σε εξωτερική φθορά, ιδιαίτερα όταν τοποθετείται κάτω από δρόμους. Σε αυτή την περίπτωση είναι προτιμότερη η τοποθέτηση των αγωγών σε τσιμεντένιο χαντάκι.



(3) Το σύστημα εφαρμογής

Σε πολλές εφαρμογές απαιτείται η μετάδοση θερμότητας μεταξύ δύο ρευστών (κυρίως γλυκό νερό) μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας. Βεβαίως, το ρευστό λειτουργίας μπορεί να είναι ο αέρας, όπως στα αερόθερμα. Οι διεργασίες αυτές λαμβάνουν χώρα σε συσκευές που αποκαλούνται **εναλλάκτες θερμότητας** (heat exchangers).



Εναλλάκτες Θερμότητας

Ένας εναλλάκτης θερμότητας είναι μια συσκευή που διευκολύνει την μετάδοση του θερμικού φορτίου από ένα ρευστό σε ένα άλλο ρευστό

Οι εναλλάκτες είναι οι κατ' εξοχήν που χρησιμοποιούνται στα γεωθερμικά συστήματα θέρμανσης όταν η χημεία των νερών δεν επιτρέπει την απ' ευθείας εφαρμογή.

Οι εναλλάκτες θερμότητας αποτελούν το σπουδαιότερο τμήμα μιας μονάδας χαμηλής ενθαλπίας μετά τη γεώτρηση.

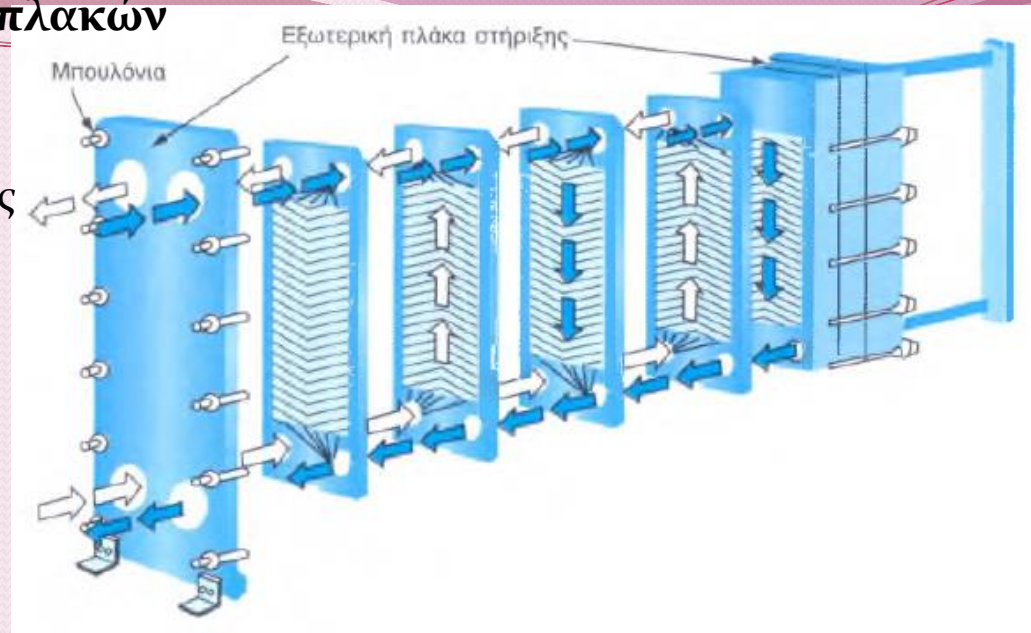
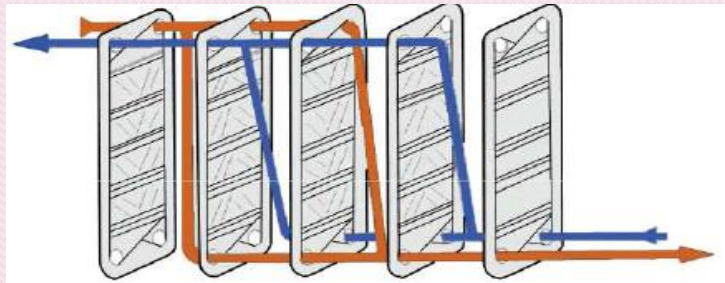
Οι εναλλάκτες θερμότητας μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τη μορφή της ροής των ρευστών ή με βάση τις κατασκευαστικές ιδιαιτερότητες τους.

Οι κυριότεροι τύποι εναλλακτών που χρησιμοποιούνται στα γεωθερμικά συστήματα είναι:

- ο εναλλάκτης πλακών,
- ο εναλλάκτης αυλών και κελύφους,
- ο εναλλάκτης ρευστοστερεάς κλίνης και
- ο υπόγειος εναλλάκτης.

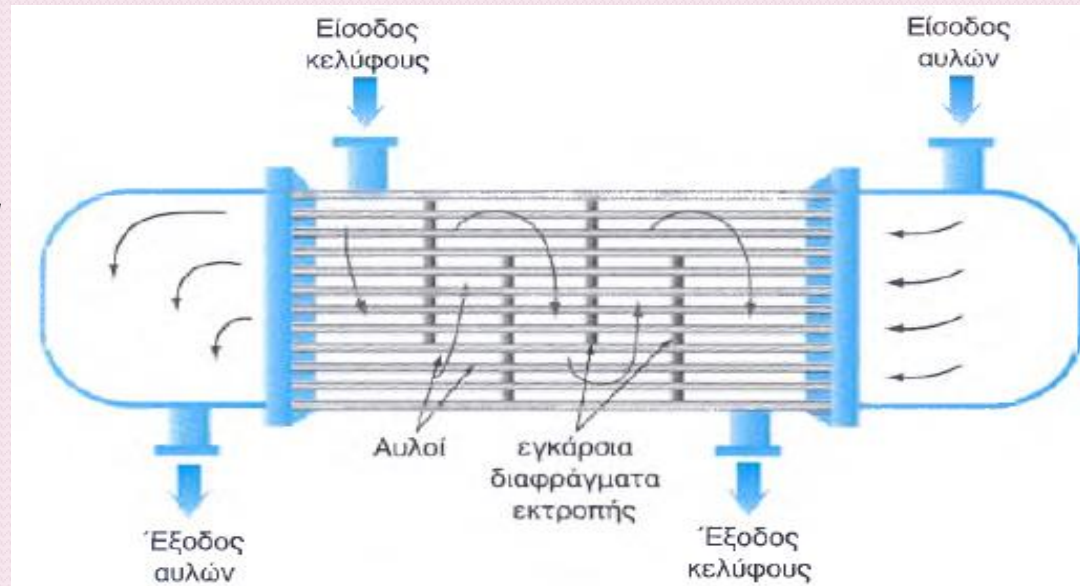
Εναλλάκτης πλακών

Αυτοί οι εναλλάκτες αποτελούνται από πολλές λεπτές, ελαφρώς διαχωρισμένες πλάκες που έχουν πολύ μεγάλες επιφάνειες και μικρές διόδους ροής ρευστού για μεταφορά θερμότητας

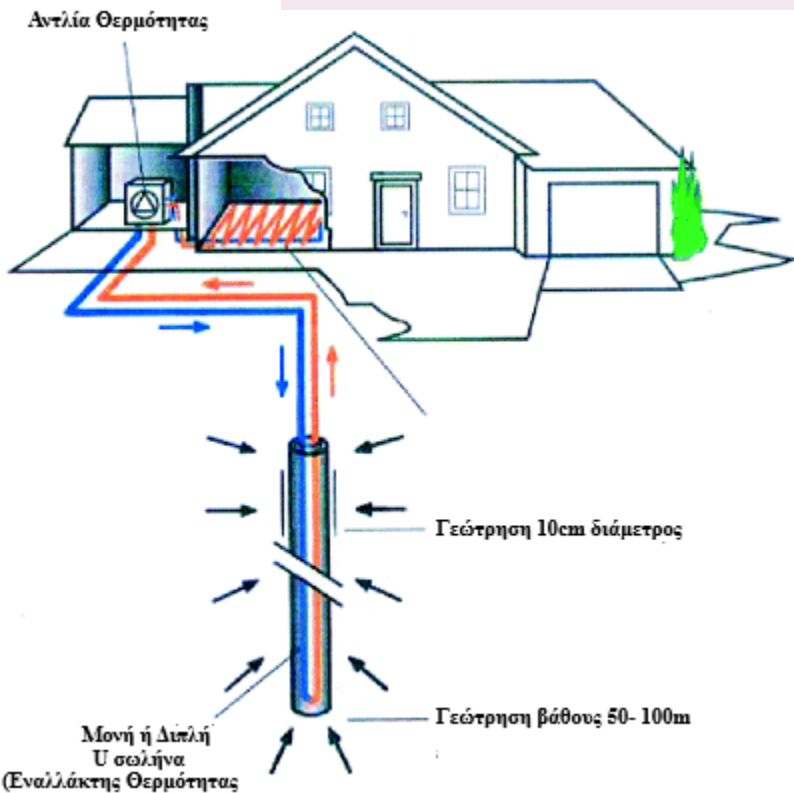


Εναλλάκτης αυλών και κελύφους

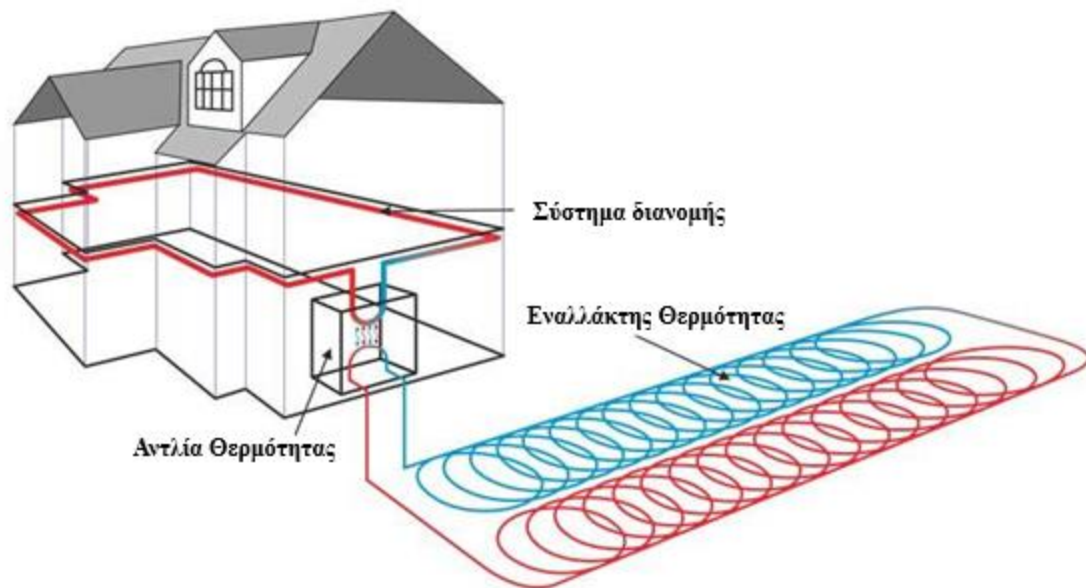
Αυτός αποτελείται ουσιαστικά από μια σειρά παράλληλων αγωγών (αυλών), στους οποίους κυκλοφορεί το ένα ρευστό (το γεωθερμικό συνήθως) σε μονή ή διπλή διαδρομή. Ένα δεύτερο υγρό περνά πάνω στο μεταλλικό κέλυφος που περικλείει τους σωλήνες που θερμαίνονται, έτσι ώστε να μπορεί είτε να παρέχει τη θερμότητα είτε να απορροφά την απαιτούμενη θερμότητα.



Υπόγειος κατακόρυφος εναλλάκτης.



Υπόγειος οριζόντιος εναλλάκτης.





(4) Το σύστημα διάθεσης των ρευστών μετά τη χρήση

ΤΟΜΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΧΑΜΗΛΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

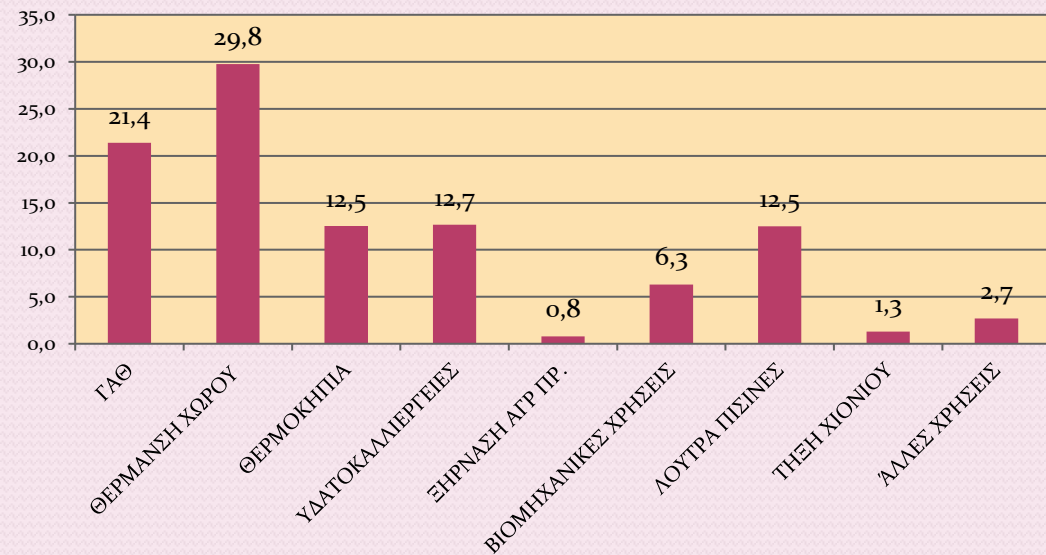
Άμεσες χρήσεις

Οι κυριότερες άμεσες εφαρμογές τις γεωθερμίας μπορούν να ταξινομηθούν στις κατηγορίες:

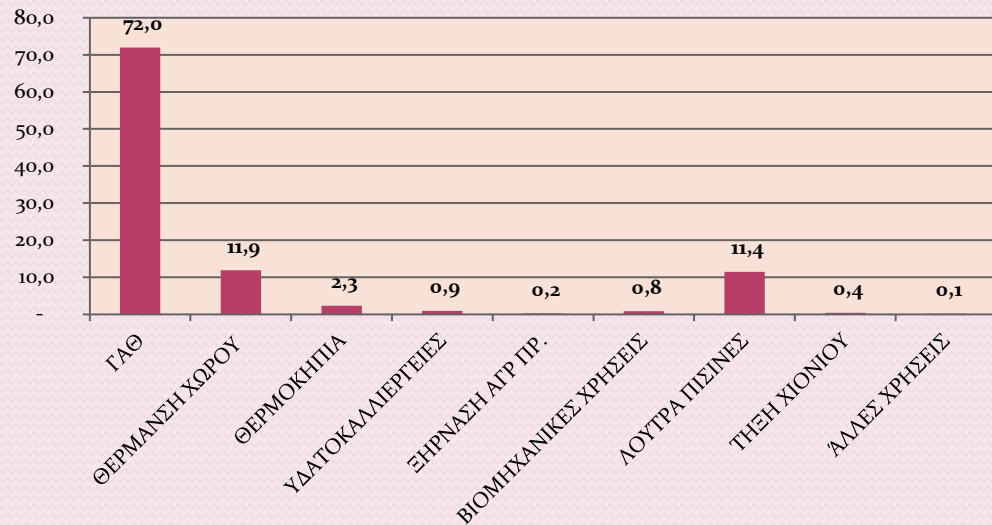
- θέρμανση χώρων,
- αγροτικές χρήσεις (θερμοκήπια, θέρμανση εδάφους, ξήρανση προϊόντων,
- υδατοκαλλιέργειες,
- βιομηχανικές χρήσεις,
- λουτροθεραπεία (και θέρμανση πισινών και θεραπευτικών μονάδων
- αντλίες θερμότητας.
- και μια πληθώρα άλλων σημαντικών εφαρμογών λιγότερο ή περισσότερο γνωστών

Παγκόσμια ποσοστιαία συμμετοχή της εγκατεστημένης ισχύς των διαφόρων εφαρμογών άμεσης χρήσης

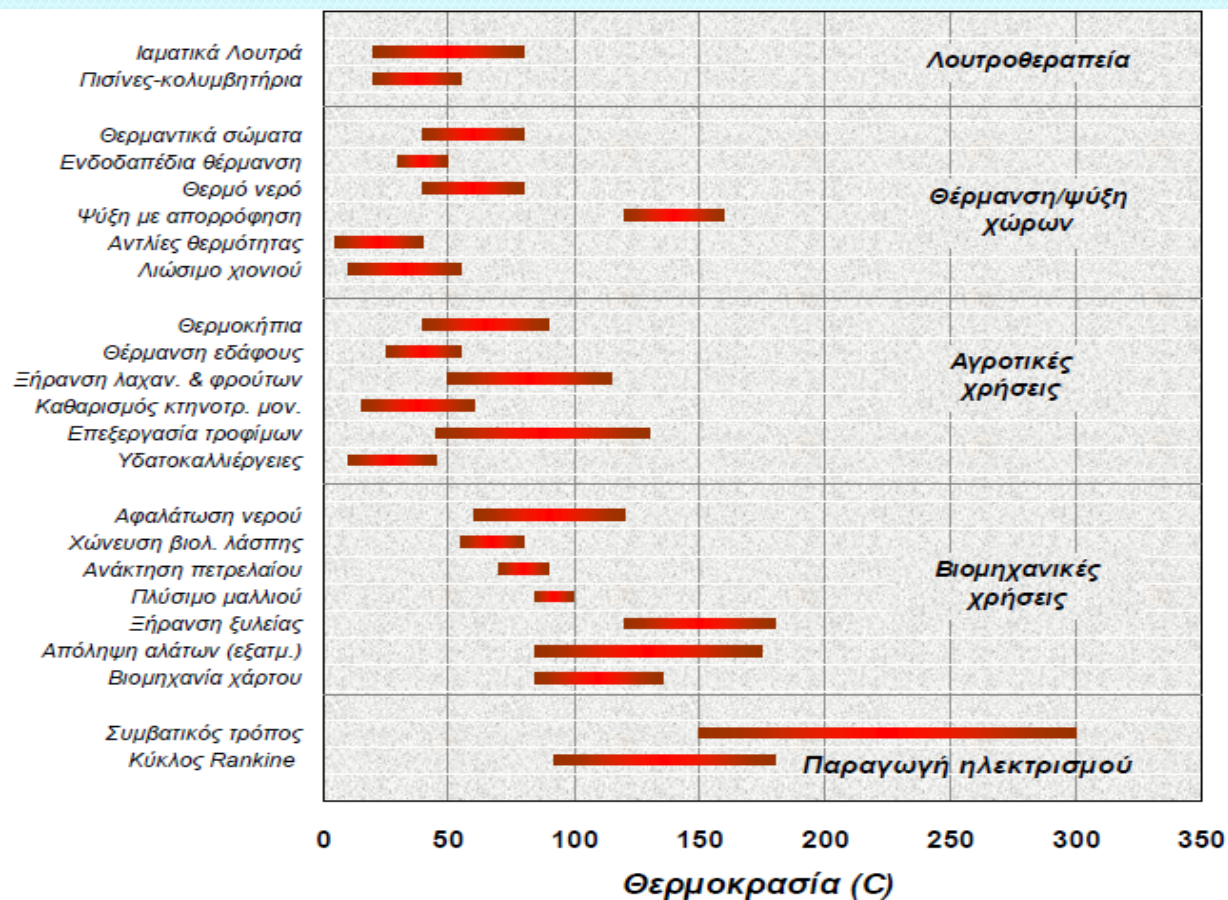
1995- % MWt (8.664)



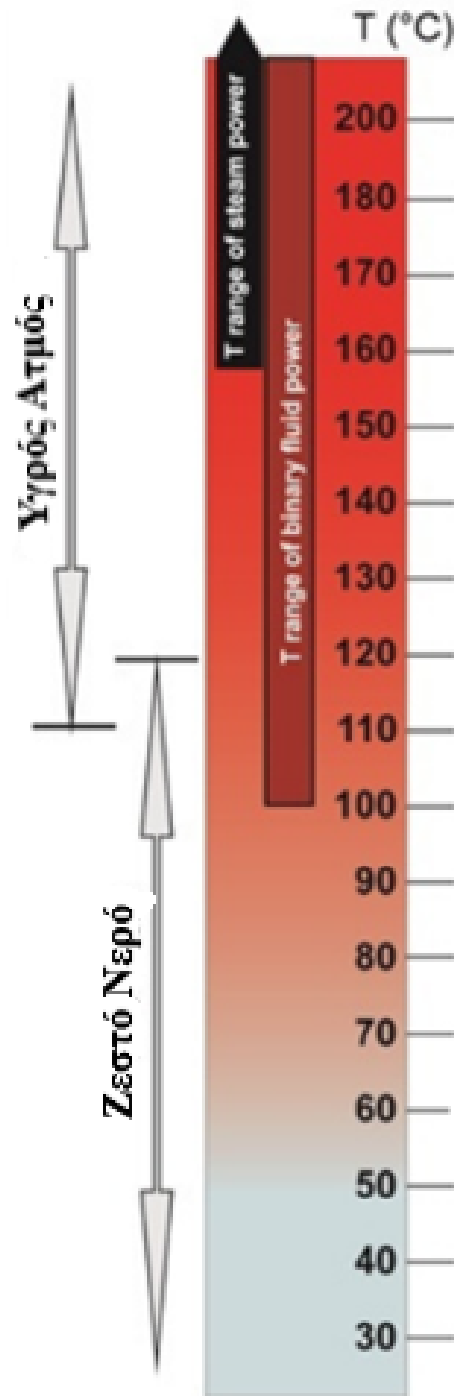
2020 - % MWt (107.725)



ΤΟΜΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΧΑΜΗΛΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ



Άμεσες χρήσεις



Στην καταργασία χαρτομάζας, στην εξάτμιση συμπυκνωμένων διαλυμάτων και στην ψύξη με απορρόφηση αμμωνίας

Στην καταργασία χαρτομάζας, στην εξάτμιση συμπυκνωμένων διαλυμάτων και στην ψύξη με απορρόφηση αμμωνίας

Στην παραγωγή βαρέως ύδατος και στην ξήρανση διατόμων

Στην ξήρανση ιχθύων και ξυλείας.

Στην παραγωγή αλουμίνας με την μέθοδο Bayer

Στην ξήρανση αγροτικών προϊόντων και στην βιομηχανία της κονσερβοποίησης.

Στην εξάτμιση για την παραγωγή ζάχαρης και στην ανάκτηση ελάτων με εξάτμιση και κρυστάλλωση.

Στην συγκέντρωση αλατούχου διαλύματος, στην ψύξη και στην παραγωγή γλυκού νερού με απόσταξη.

Στην ξήρανση τσιμεντόλιθων

Στην ξήρανση οργανικών ουσιών (φύκια, λαχανικά) και στην ξήρανση και το πλύσιμο μαλλιού.

Στην ξήρανση ιχθύων και σε έντονες λειτουργίες απόψυξης

Στην θέρμανση κατοικιών και θερμοκηπίων.

Στην ψύξη (στο κατώτερο όριο)

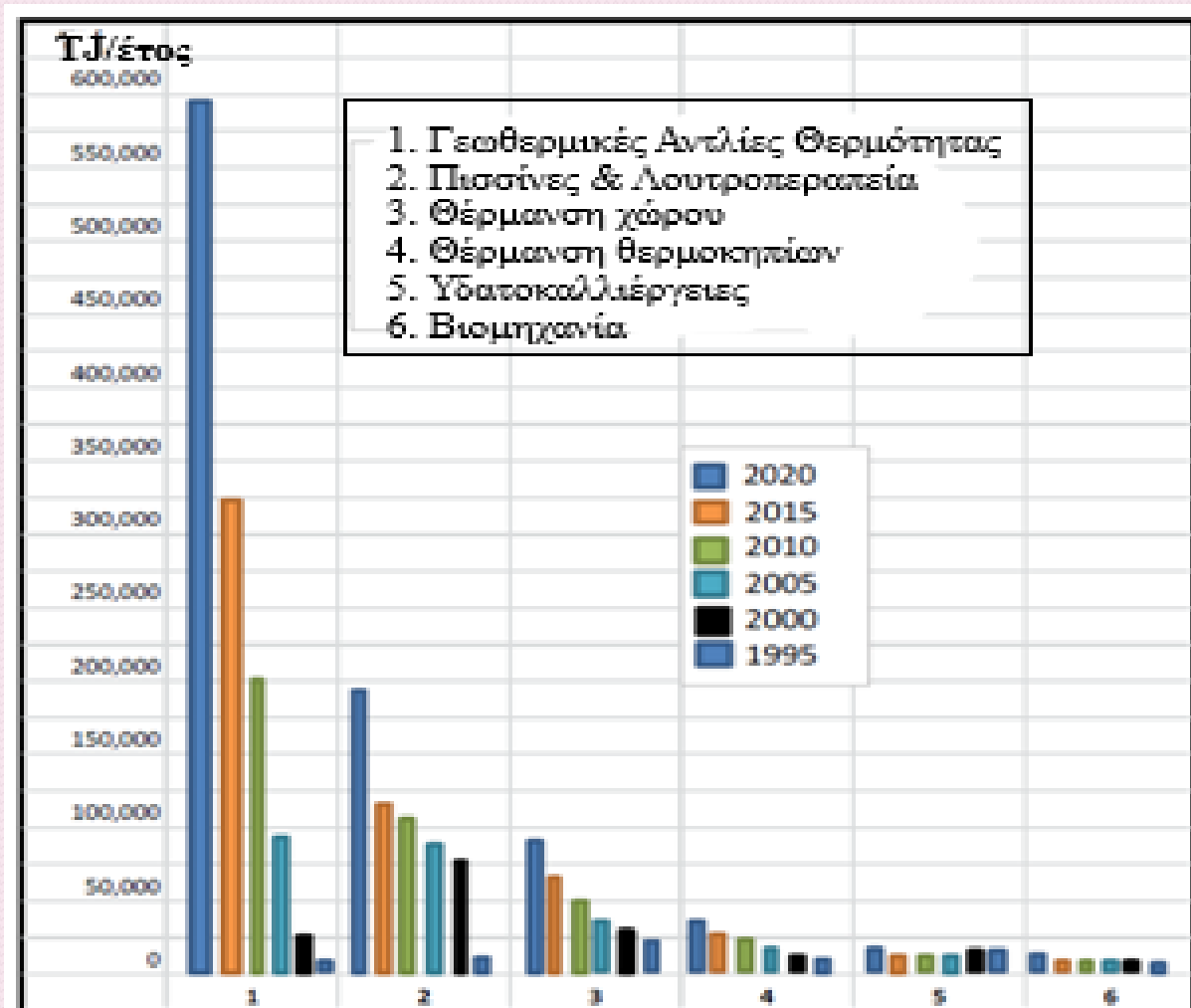
Στα θερμοκήπια και στην εκτροφή ζώων

Στην καλλιέργεια μανιταριών και στα ιαματικά λουτρά.

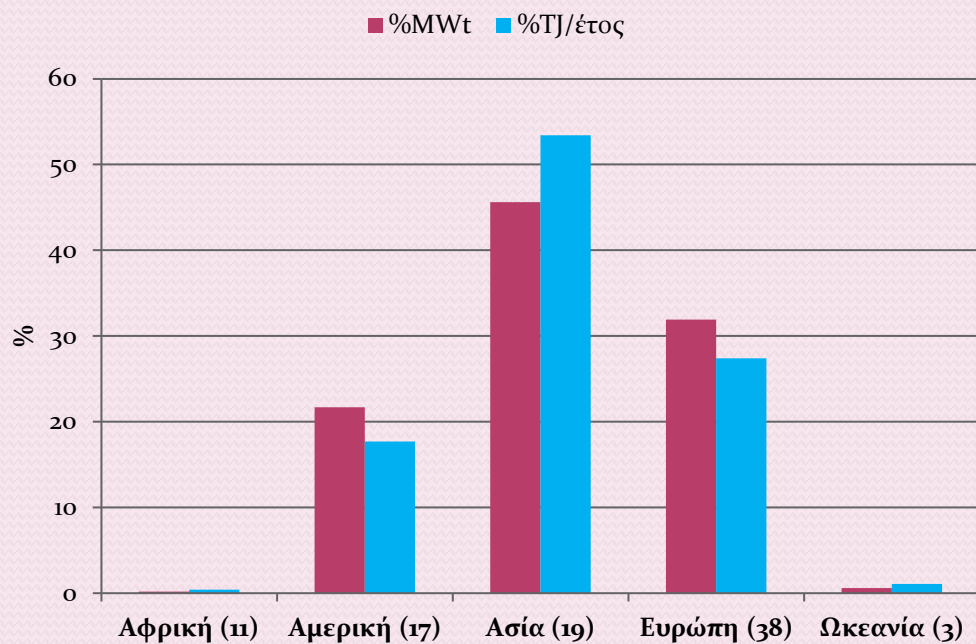
Σε πισίνες, στην θέρμανση εδάφους, στην βιοαποικοδόμηση, στην ζύμωση

Στις ιχθυοκαλλιέργειες, στην αποπαγοποίηση, θέρμανση νερού, στην εξόρυξη περιοχών με κρύα κλίματα όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Σύγκριση της παγκόσμιας άμεσης χρήσης γεωθερμικής ενέργειας σε TJ/έτος από το 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 και 2020 σε διάφορες χρήσεις. (πηγή Lund and Toth 2020)

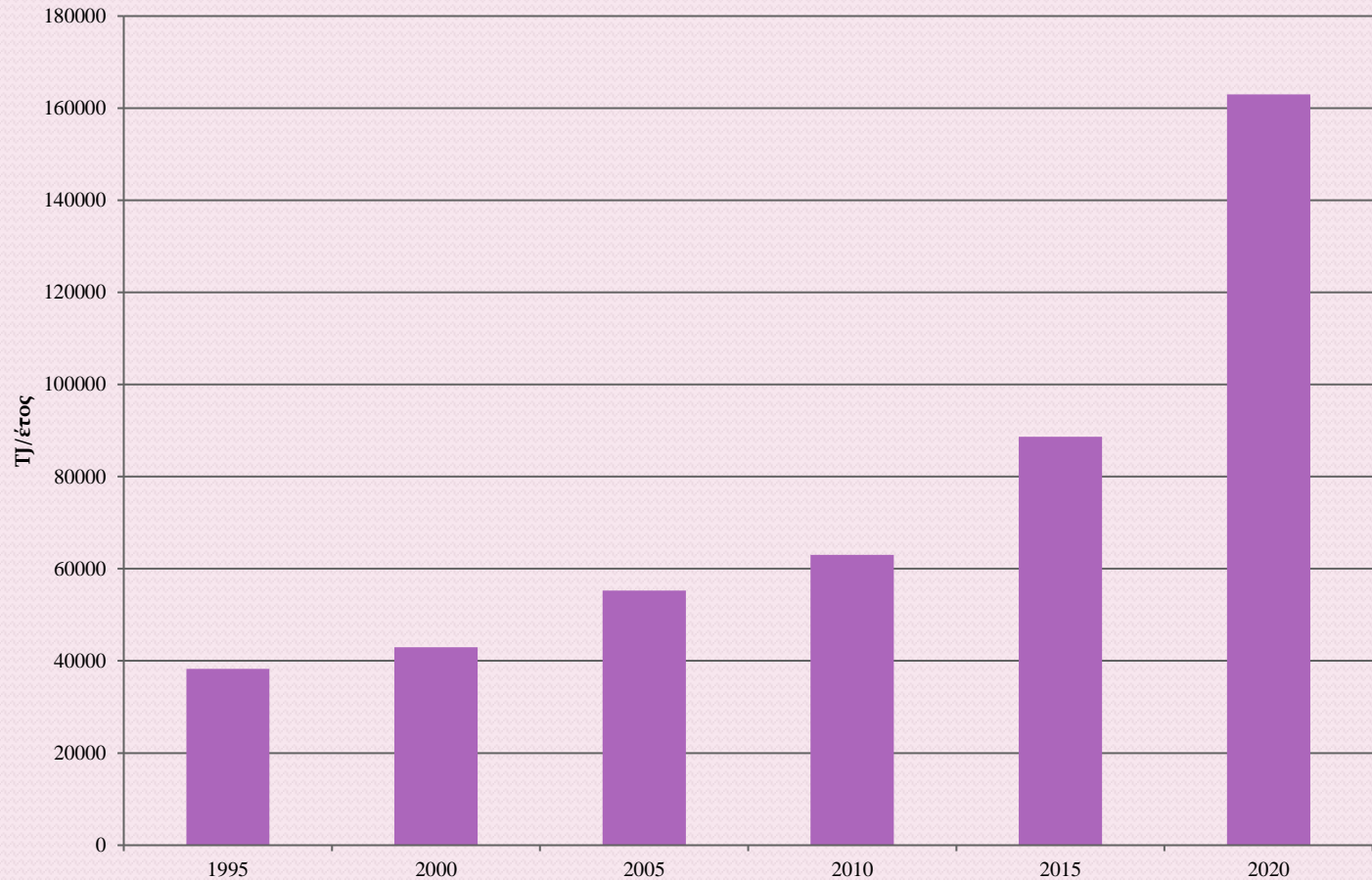


Αριθμός χωρών και ποσοστιαία κατανομή της παγκόσμιας εγκατεστημένης ισχύς και της κατανάλωσης ενέργειας σε Άμεσες Χρήσεις ανά Ήπειρο (2019)



ΗΠΕΙΡΟΣ	ΧΩΡΕΣ	%MWt	%TJ/έτος
Αφρική	11	0,2	0,4
Αμερική	17	21,7	17,7
Ασία	19	45,6	53,4
Ευρώπη	38	31,9	27,4
Ωκεανία	3	0,6	1,1

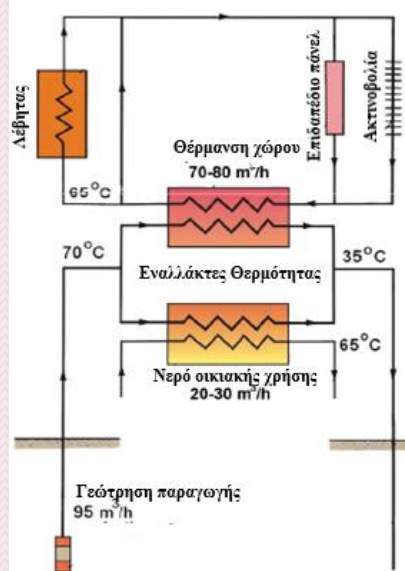
Θέρμανση χώρου, Τηλεθέρμανση



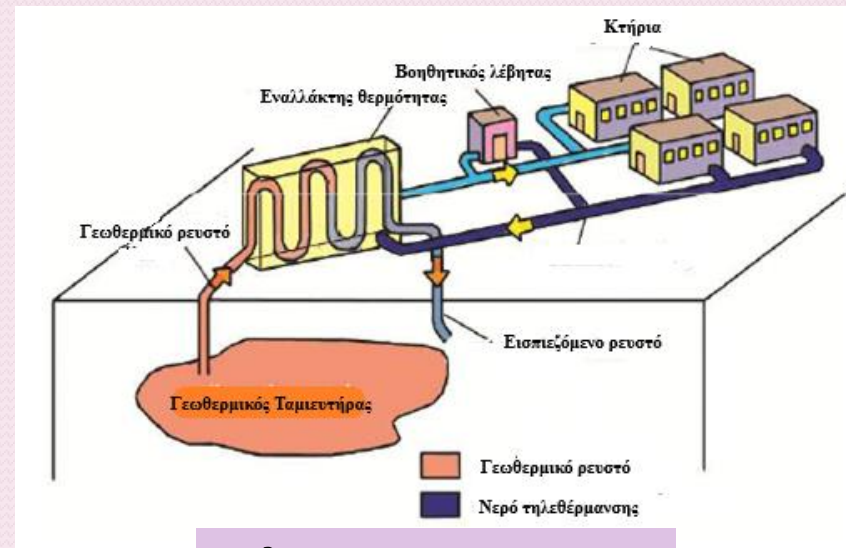
Παγκόσμια παραγόμενη ενέργεια για θέρμανση χώρου - τηλεθέρμανση για τη περίοδο 1995-2020

Θέρμανση χώρου, Τηλεθέρμανση

- ✓ Η θέρμανση χώρου για μεμονωμένα κτίρια μπορεί να παρέχεται χρησιμοποιώντας το γεωθερμικό νερό απευθείας ή έμμεσα χρησιμοποιώντας εναλλάκτες θερμότητας ή μέσω συστημάτων γεωθερμικής αντλίας θερμότητας.
- ✓ Ο τύπος του συστήματος θέρμανσης εξαρτάται από τη θερμοκρασία του ρευστού.
- ✓ Η τηλεθέρμανση ορίζεται ως η θέρμανση δύο ή περισσότερων κατασκευών από μια κεντρική πηγή.
- ✓ Η θερμότητα μπορεί να παρέχεται με τη μορφή είτε ατμού είτε ζεστού νερού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη τόσο της θέρμανσης χώρου όσο και των απαιτήσεων σε ζεστό νερό οικιακής χρήσης, καθώς επίσης και να χρησιμοποιείται για να καλύπτει τις απαιτήσεις και άλλων χρήσεων (θερμοκηπίων, υδατοκαλλιεργειών ή / και για λιώσιμο του χιονιού στο πεζοδρομίου).

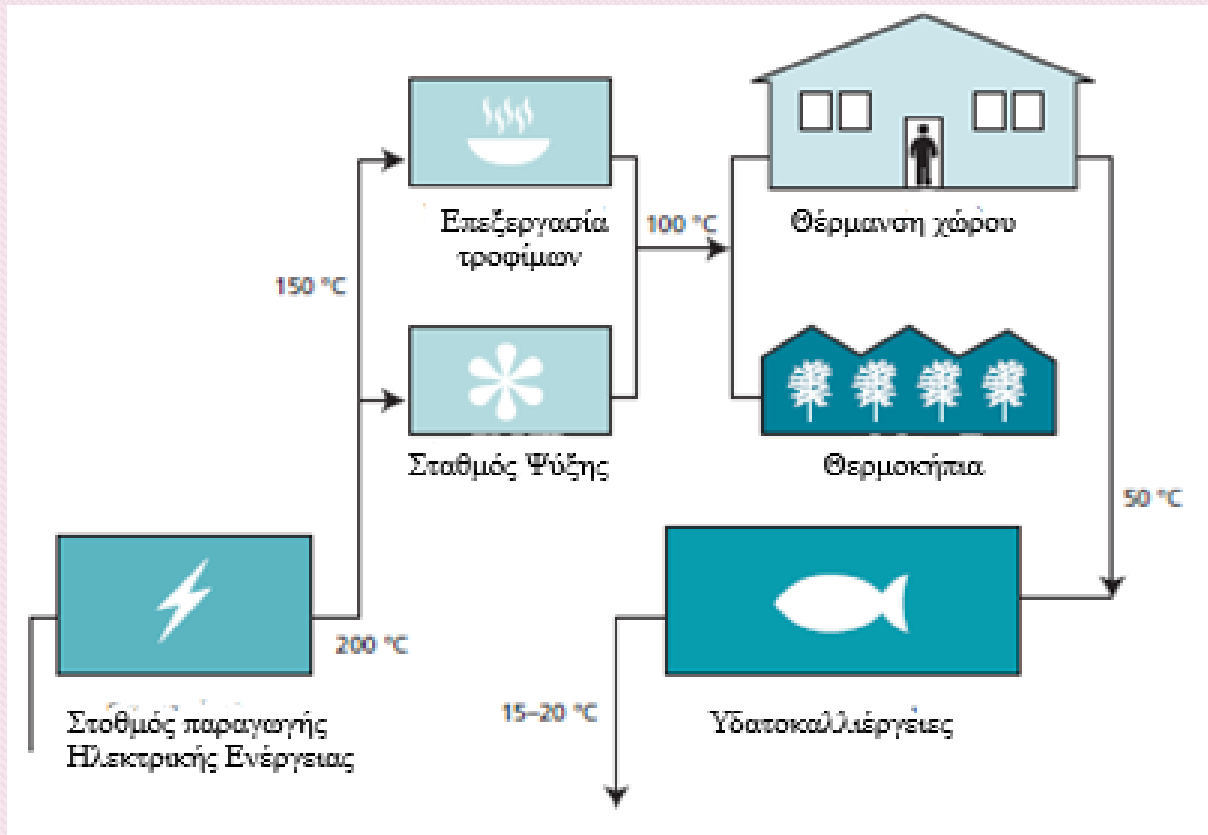


θέρμανση χώρου για μεμονωμένου κτιρίου



Τηλεθέρμανση

Συνδυασμένη χρήση Γεωθερμικής Ενέργειας



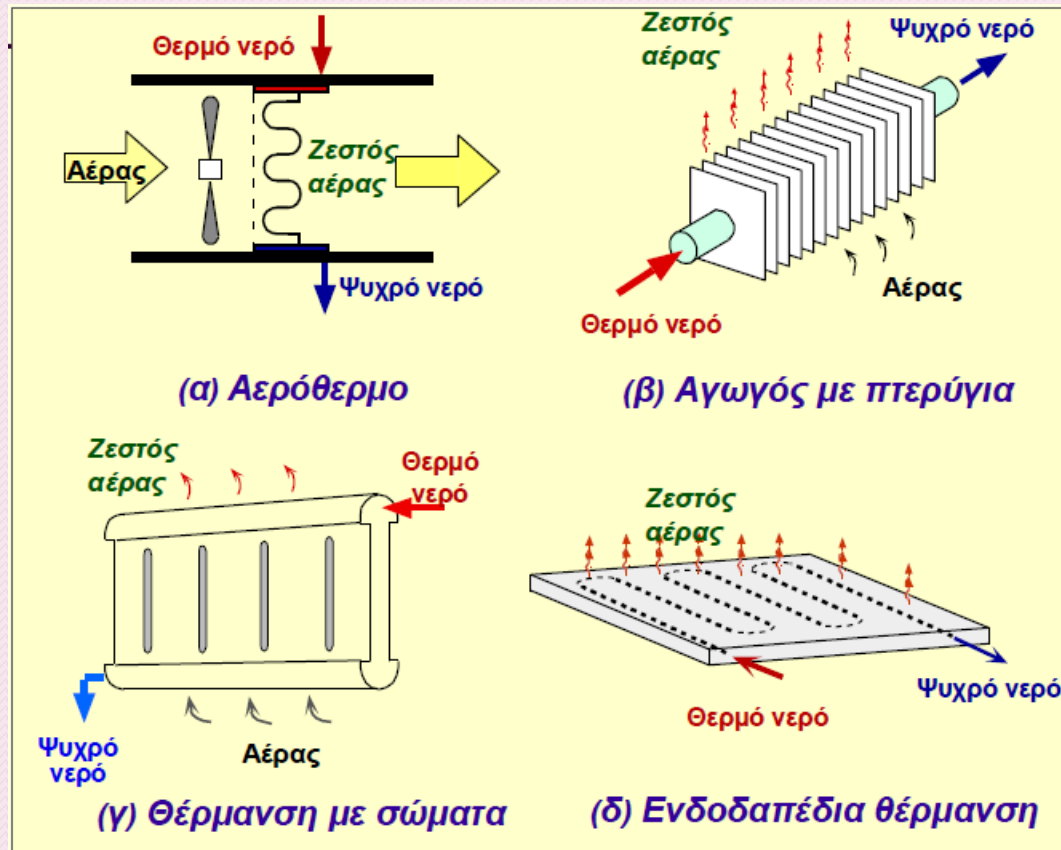
Θέρμανση χώρων

- ❑ Η χρήση γεωθερμικών ρευστών για τηλεθέρμανση αποτελεί ένα κοινό αντικείμενο άμεσης χρήσης, με ή χωρίς εναλλάκτες θερμότητας ή με συμπληρωματικούς λέβητες.
- ❑ 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.
- ❑ Η θέρμανση των χώρων στα κτήρια επιτελείται με τη διέλευση του γεωθερμικού νερού μέσω των εναλλακτών θερμότητας αέρα-υγρού,

Θέρμανση χώρων

- ❑ Χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι τέτοιων εναλλακτών
- ❑ Οι κυριότεροι των οποίων είναι:

(α) οι εναλλάκτες που λειτουργούν με ροή αέρα (εξαναγκασμένη συναγωγή),
(β) οι εναλλάκτες που λειτουργούν με φυσική συναγωγή, και
(γ,δ) οι εναλλάκτες που λειτουργούν με ακτινοβολία (σωλήνες τοποθετημένοι στο πάτωμα, σε τοίχους ή στην οροφή).



Τα πλεονεκτήματα μιας γεωθερμικής τηλεθέρμανσης / ψύξης είναι:

1. Μειωμένη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων (μείωση άνθρακα)
2. Μειωμένο κόστος θέρμανσης
3. Βελτιωμένη ποιότητα αέρα
4. Μειωμένος κίνδυνος πυρκαγιάς στα κτίρια

Μια άλλη επιλογή που πρέπει να ληφθεί υπόψη, ειδικά όταν οι θερμοκρασίες ρευστού είναι χαμηλές (ας υποθέσουμε κάτω από 40°C) είναι η φροντίδα για γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (πηγή εδάφους) (ΓΑΘ).

Αυτές έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε στην περιοχή, καθώς απαιτούν μόνο θερμοκρασίες υπεδάφους ή υπόγειου νερού μεταξύ 5 και 30°C .

Η γεωθερμική τηλεθέρμανση υπήρξε επιτυχής σε αρκετές οικιακές τοποθεσίες και διεθνώς.



Η παλαιότερη συνοικία, στο Chaudes Cantal της Γαλλίας, μετέφερε γεωθερμικό νερό ως στις αρχές του 14ου αιώνα μέσω ξύλινων σωλήνων. Είναι μια κοινότητα (Λουτρόπολη) στο **διαμέρισμα Cantal** στη νότια κεντρική Γαλλία, διάσημη για τα ζεστά νερά της. υπάρχουν τριάντα φυσικές πηγές ζεστού νερού με θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 45° έως περισσότερες από 80°.

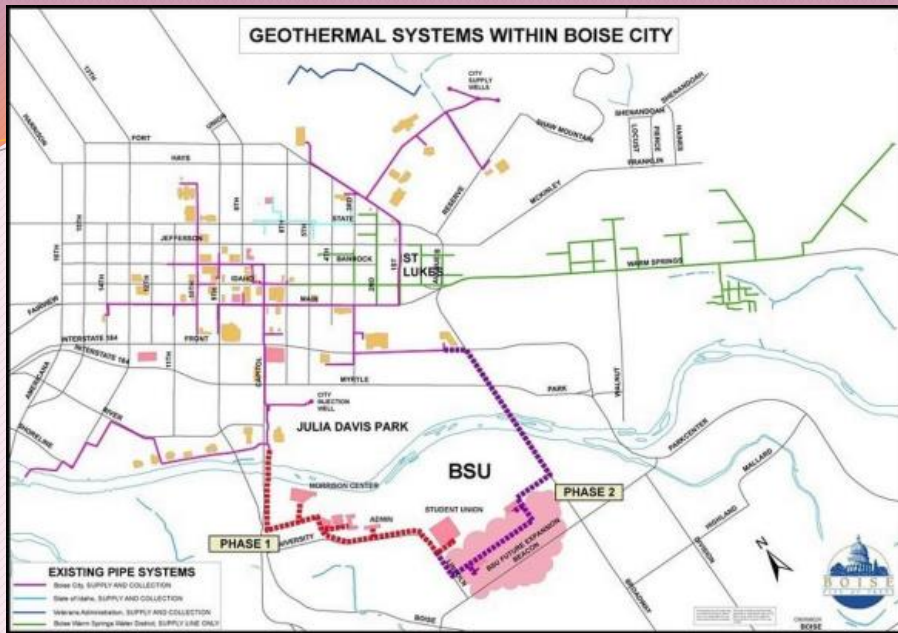
Το γεωθερμικό σύστημά της είναι αρχαίο. Χρονολογείται από το 1332 Το Χειμώνα, παρέχουν θερμότητα για τα σπίτια και την εκκλησία ως τηλεθέρμανση από τον 14° αιώνα.

Το πρώτο γεωθερμικό σύστημα τηλεθέρμανσης στις ΗΠΑ



Η πιο διάσημη περιοχή στις ΗΠΑ (Boise, Idaho) ξεκίνησε το 1892 και παρείχε γεωθερμική θερμότητα σε 450 μεγάλες κατοικίες, σπίτια της βικτοριανής εποχής.

Λειτουργεί ακόμα και σήμερα παρέχοντας θερμότητα σε ένα μεγάλο μέρος του Downtown Boise, ή σε 92 κτίρια με περίπου 0,6 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα)



Είναι το μεγαλύτερο σύστημα γεωθερμικής θέρμανσης στις ΗΠΑ και θέρμανσης εκτός από κτίρια και σε πισίνες και πεζοδρόμια.



Χρήση γεωθερμικής ενέργειας

Στην Ισλανδία το Reykjavik άρχισε το 1932 και τώρα παρέχει το 99% των απαιτήσεων θέρμανσης χώρου για την πόλη, άνω των 200.000 ατόμων που ζουν σε 58.000 σπίτια.

Από «Καπνούπολις» μετατράπηκε σε «άκαπνη» με τη γεωθερμία

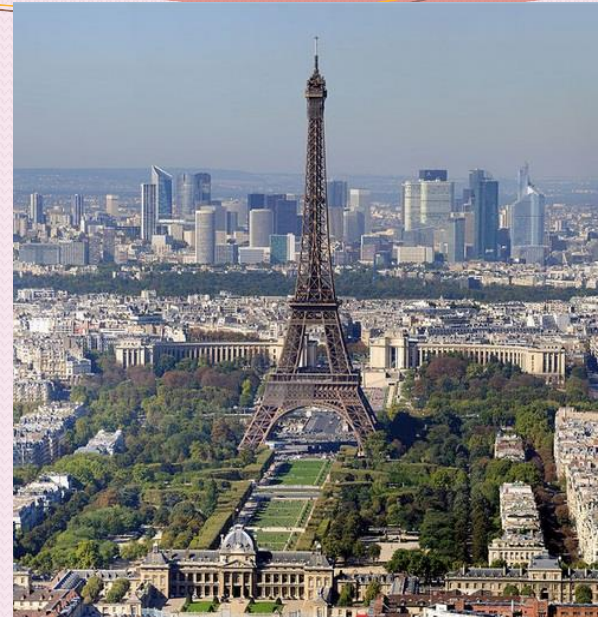
1932



Σήμερα



Άλλα αξιοσημείωτα γεωθερμικά συστήματα τηλεθέρμανσης βρίσκονται στο Παρίσι



Γεώτρηση σε βάθος 1600m, μέσα σε κατοικημένη περιοχή στο Παρίσι

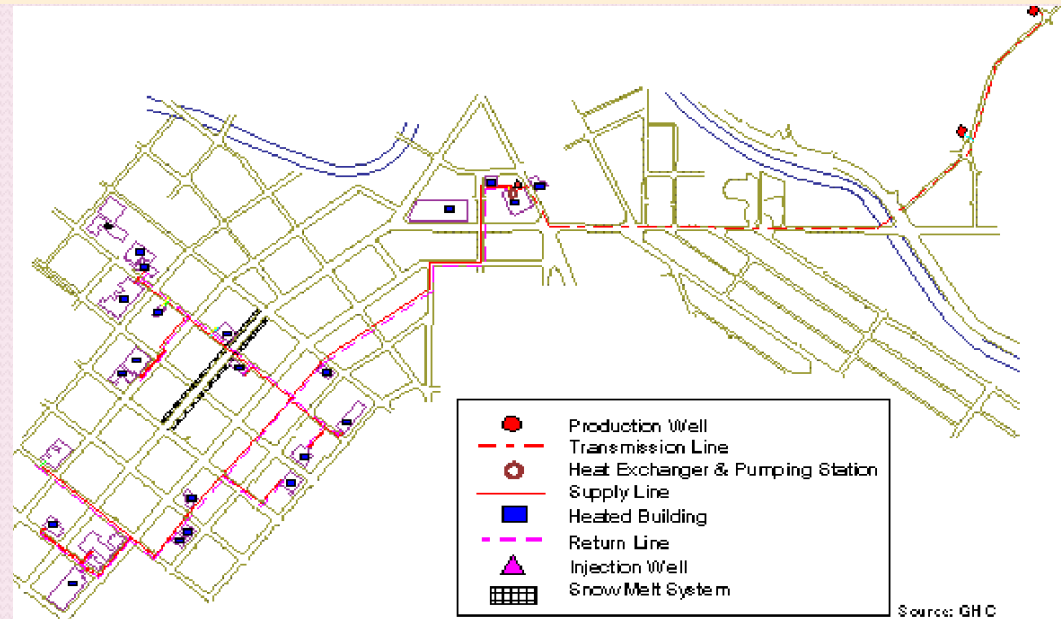
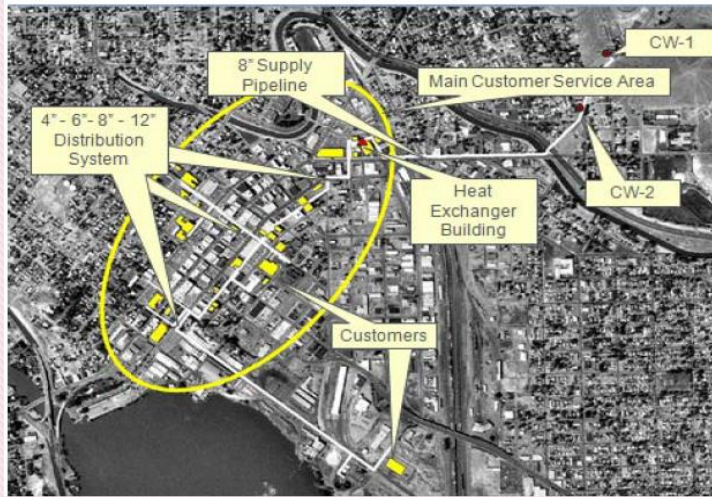
Η γεωθερμική ενέργεια τροφοδοτείται από δυο γεωθερμικούς ταμιευτήρες στην ευρύτερη περιοχή του Παρισιού στη Γαλλία από το 1969, παρέχοντας σήμερα γεωθερμική θερμότητα σε 250.000 νοικοκυριά με 50 δίκτυα θέρμανσης.

Βρίσκονται σε βάθος **μεταξύ 1.500 και 2.000 μέτρων**, και θεωρούνται οι πιο παραγωγικοί στην Ευρώπη όσον αφορά το γεωθερμικό δυναμικό.

Εντοπίζονται σε ένα **ασβεστολιθικό γεωλογικό σχηματισμό**, μεγάλης ηλικίας (εκατομμυρίων ετών),

Η θερμοκρασία κυμαίνεται **μεταξύ 60 και 80 βαθμών Κελσίου**. Είναι πράγματι μια ανανεώσιμη ενέργεια, η οποία αφού παραδώσει τις θερμίδες του σε έναν εναλλάκτη, το νερό εγχέεται ξανά στον ταμιευτήρα, όπου και θερμαίνεται.

Άλλα αξιοσημείωτα επίσης γεωθερμικά συστήματα τηλεθέρμανσης βρίσκονται στη Νεβάδα, και Klamath Falls του Όρεγκον των ΗΠΑ.



Στη πόλη του **Klamath Falls** ο Δήμος λειτουργεί ένα γεωθερμικό σύστημα κοινής ωφέλειας που παρέχει υπηρεσίες θέρμανσης σε 24 εμπορικές, μη κερδοσκοπικές και κρατικές εγκαταστάσεις (συμπεριλαμβανομένων σχολείων, νοσοκομείων και κατοικιών), (περίπου 5600m² τήξης χιονιού στα πεζοδρόμια και σε γέφυρες και έως και 40.000m² θερμότητας επιφάνειας δαπέδου και περίπου 12000 θερμοκήπια), σε όλη την περιοχή του πυρήνα του κέντρου της πόλης,

Επίσης χρησιμοποιείται στη διαδικασία παρασκευής μύρας και διοχετεύεται σε περίπου δύο εκτάρια θερμοκηπίων που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια δενδρυλλίων για την εμπορική αγορά.

Τα συστήματα τήξης χιονιού στο πεζοδρόμιο και τη γέφυρα παρέχουν ασφάλεια και ευκολία κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών που δεν θα ήταν δυνατή χωρίς γεωθερμική ενέργεια χαμηλού κόστους.



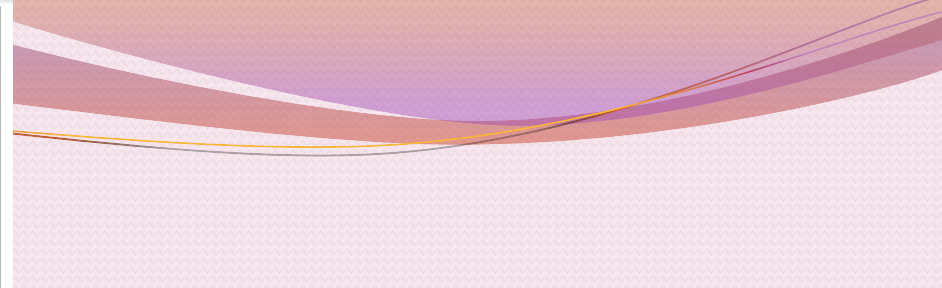
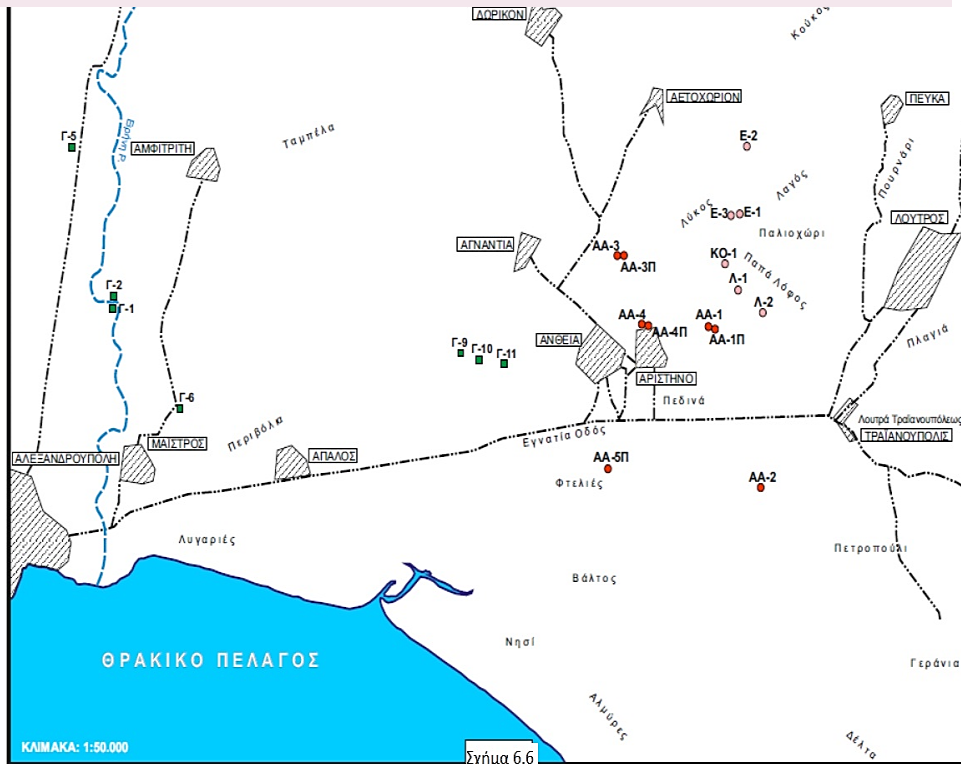
Θέρμανση χώρων στην Ελλάδα

Η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας για θέρμανση χώρου είναι πολύ περιορισμένη. Τα τελευταία χρόνια, ένα μικρό σχολικό κτίριο, δύο κέντρα ΣΠΑ, 2000 m² επιφάνεια γραφείων και εγκαταστάσεων επεξεργασίας σε μονάδα θερμοκηπίου, και μερικά σπίτια στη Βόρεια Ελλάδα θερμάνθηκαν από χαμηλής θερμοκρασίας γεωθερμικά ρευστά

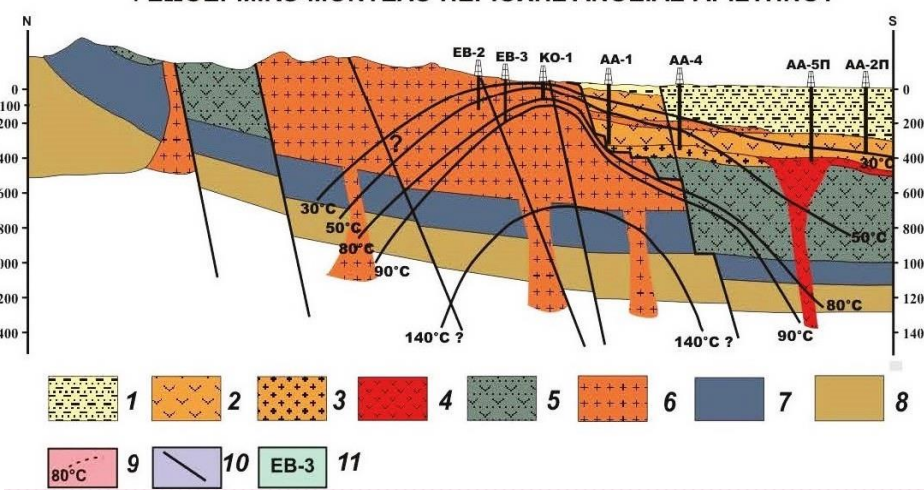
Τραϊανούπολη Αλεξανδρούπολης



Περιοχή Άνθειας- Αρίστηνου Αλεξ/πολης



ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΝΘΕΙΑΣ-ΑΡΙΣΤΗΝΟΥ



Ονομασία Γεώτρησης:	AA-1	AA-1Π	AA-2	AA-3	AA-3Π	AA-4	AA-4Π	AA-5Π	AA-6Π
Μέση Γεωθερμική Βαθμίδα	16°C/ /100 m	18,5°C /100 m	4,5°C /100 m	21°C /100 m	21°C /100 m	12,5°C /100 m	11,5°C /100 m	4,5°C /100 m	21°C /100 m

Έχει ανορυχθεί ένας αριθμός ερευνητικών και ένας αριθμός παραγωγικών γεωτρήσεων στην περιοχή Αρίστηνου – Άνθειας Αλεξ/πολης. Με βάσει των δεδομένων των γεωτρήσεων, στην περιοχή υφίστανται δύο ανεξάρτητοι ταμιευτήρες. Ο πρώτος είναι επιφανειακός, περιορισμένης έκτασης, σε βάθη 100-170 μ. (T=52 °C) και ο κύριος σε βάθη 250-400 μ. (T= 32 °C - 92,5 °C) (Δαλαμπάκης Π.& Φαλέκας Ι., 2015). Η θερμότητα μεταφέρεται στους ταμιευτήρες μέσω συναγωγής

Στο Δήμο Αλεξ/πολης έχουν μισθωθεί από το 2013 τα δικαιώματα διαχείρισης του πεδίου και χρόνο υλοποίησης τους 18 μήνες

Μετά από μακροχρόνιες προσπάθειες όλων των εμπλεκόμενων, υπεγράφη στις **10 Απριλίου του έτους 2020** η σύμβαση κατασκευής του έργου *‘Αξιοποίηση τμήματος γεωθερμικού πεδίου Αρίστηνου «Κατασκευή θερμικού σταθμού και δικτύων τηλεθέρμανσης αγροτικών θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων και κτηρίων.*

Πρόκειται για την αξιοποίηση του γεωθερμικού πεδίου Αρίστηνο - Άνθεια χρησιμοποιώντας το γεωθερμικό προϊόν των **δύο παραγωγικών γεωτρήσεων ΑΑ-3Π και ΑΑ-6Π, στα** πλαίσια του οποίου θα κατασκευασθεί δίκτυο τηλεθέρμανσης των δημοτικών κτηρίων Αρίστηνου και Άνθειας και του παιδικού χωριού SOS καθώς και θερμοκηπίων.

Το θερμοενεργειακό φορτίο θα μεταφέρεται μέσω πρωτεύοντος υπόγειου δικτύου συνολικού μήκους 2.530 μ., σε έναν κεντρικό σταθμό που κατασκευάζεται εντός του οικισμού Άνθειας.

Στον κεντρικό σταθμό η ενέργεια θα αποδίδεται με εναλλάκτες θερμότητας σε ένα δευτερεύον δίκτυο διανομής, εκ του οποίου θα υφίσταται δίκτυο μήκους 6.230 μ. για την αγροτική χρήση, 2.710 μ. περίπου για την τηλεθέρμανση των δημοτικών κτηρίων του οικισμού Άνθειας και 2.830 μ. θα είναι το υπόλοιπο δίκτυο που θα εξυπηρετεί τα δημοτικά κτήρια του οικισμού Αρίστηνο και το παιδικό χωριό SOS.

Το αξιοποιημένο ρευστό θα επανεισάγεται στον ταμιευτήρα με δύο γεωτρήσεις επανεισαγωγής, που πρόκειται να κατασκευαστούν.

Οι χρήσεις του δικτύου θα είναι

- ✓ η θέρμανση 11 δημοτικών κτηρίων των οικισμών Αρίστηνου και Άνθειας συνολικής επιφάνειας 6.215 τμ,
- ✓ τα κτήρια του Παιδικού Χωριού SOS (5 λεβητοστάσια) συνολικής επιφάνειας 1750 τμ,
- ✓ δύο υφιστάμενες ιδιωτικές θερμοκηπιακές μονάδες 5 και 10 στρεμμάτων έκαστη και
- ✓ μια δημοτική έκταση 30 περίπου στρεμμάτων, όπου θα εγκατασταθούν θερμοκήπια ιδιωτών που θα αγοράζουν τη γεωθερμική ενέργεια από το Δήμο Αλεξανδρούπολης.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

	ΑΑ-3Π	ΑΑ-6Π
Όνομασία Γεώτρησης:		
Παροχή [m ³ /h]:	90	60
Θερμοκρασία νερού °C	89,5	89,5
Θερμοκρασία απόρριψης νερού °C	33	33
Πυκνότητα νερού στη μέση θερμοκρασία [kg/m ³]	983,2	983,2
Ειδική θερμοχωρητικότητα νερού στη μέση θερμοκρασία [kJ/kgK]	4,180	4,180
Δt °C	57	57
Θερμοενεργειακό Φορτίο Q [kcal/h]	4.994.792	3.329.862
Παραγόμενη ισχύς [MWt] (1 kcal = 0,001163 kWh)	5,8	3,9
Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου [Τ.Ι.Π./h]	0,50	0,33
Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου [Τ.Ι.Π./έτος]	4.375,44	2.916,96

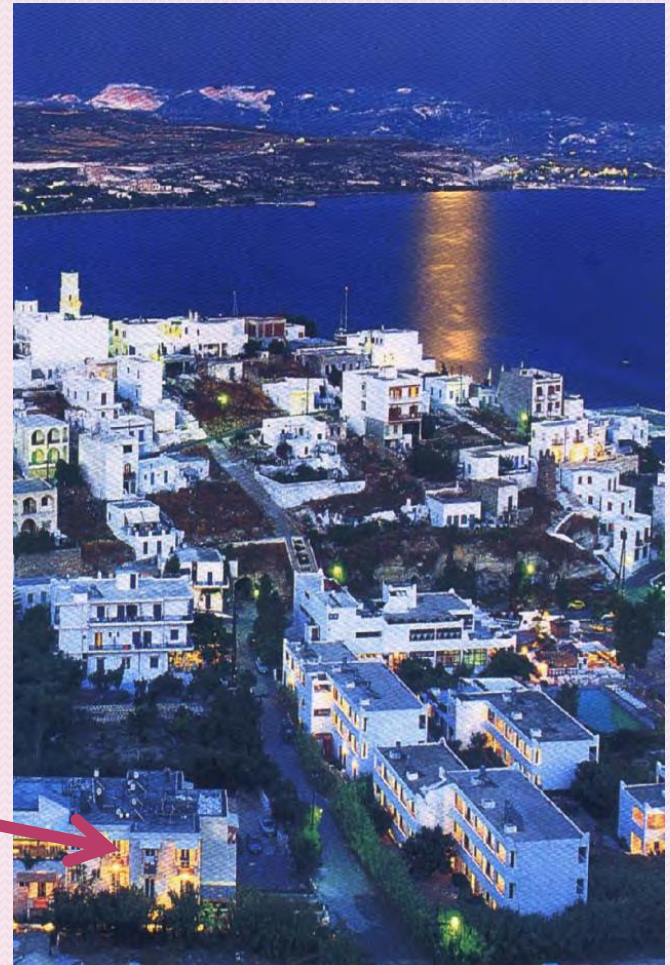
Ένα σημαντικό σημείο στην έρευνα του γεωθερμικού πεδίου, είναι οι πρόσφατες δοκιμαστικές αντλήσεις που ανατέθηκαν το 2019 από το Δήμο Αλεξανδρούπολης, οι οποίες έδωσαν νέα στοιχεία όσον αφορά στη θερμοκρασία του ρευστού της παραγωγικής γεώτρησης ΑΑ-6Π.

Συγκεκριμένα, η θερμοκρασία του γεωθερμικού προϊόντος που μετρήθηκε βρίσκεται στο επίπεδο των 99 °C, δηλαδή το ρευστό είναι **μέσης ενθαλπίας και εθνικού ενδιαφέροντος** σύμφωνα με το Ν. 4602/2019 (ΦΕΚ 45/Α/9-3-2019), σε αντίθεση με ότι είχε ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό του έργου, με ότι αυτό συνεπάγεται για την ορθή διαδικασία και λειτουργία του έργου, όπως για παράδειγμα για το υλικό των δικτύων που θα πρέπει να αναπροσαρμοστεί στα καινούρια δεδομένα της θερμοκρασίας.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	
Όνομασία Γεώτρησης:	ΑΑ-6Π
Παροχή [m ³ /h]:	60
Θερμοκρασία νερού °C	99
Θερμοκρασία απόρριψης νερού °C	33
Πυκνότητα νερού στη μέση θερμοκρασία [kg/m ³]	983,2
Ειδική θερμοχωρητικότητα νερού στη μέση θερμοκρασία [kJ/kgK]	4,188
Δt °C	66
Θερμοενεργειακό Φορτίο Q [kcal/h]	3.897.194 (3.329.862)
Παραγόμενη ισχύς [MWt] (1 kcal = 0,001163 kWh)	4,5 (3,9)
Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου [Τ.Ι.Π./h]	0,39 (0,33)
Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου [Τ.Ι.Π./έτος]	3.413,94 (2.916,96)

Θέρμανση χώρων

Θέρμανση ξενοδοχείο στον Αδάμαντα Μήλου (T= 59°C)



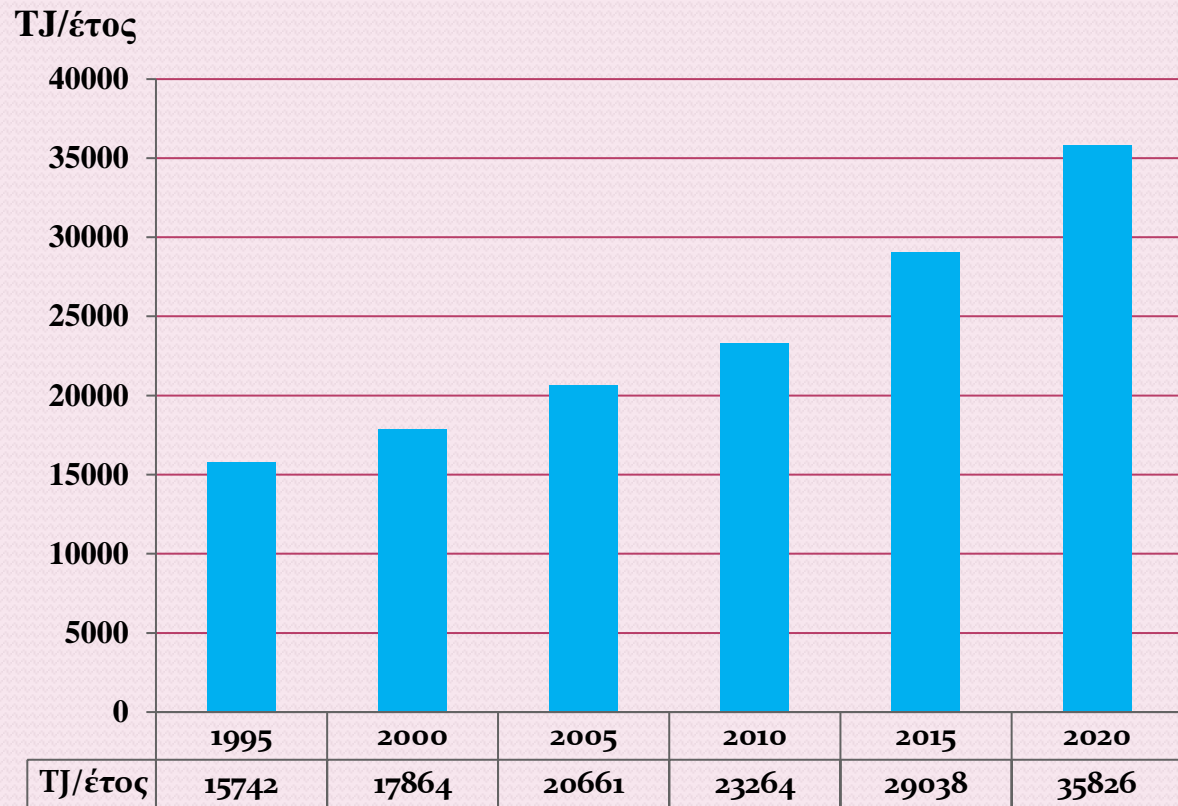
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ

- ✓ Θέρμανση χώρων όπως θερμοκηπίων
- ✓ Θέρμανση (εδάφους) φυτειών χαμηλής κάλυψης (σπαράγγια, κ.λπ.)
- ✓ Αντιπαγετική προστασία σε δενδρώδεις καλλιέργειες
- ✓ Αντιπαγετική προστασία αλλά και καλλιέργεια ιχθυοπαραγωγικών και ιχθυογενετικών μονάδων
- ✓ Καλλιέργεια φυκιών υψηλής διατροφικής αξίας, αλλά και ελαιούχων για παραγωγή βιοκαυσίμων + CO₂
- ✓ Θέρμανση – κλιματισμό σταβλικών εγκαταστάσεων και ορνιθοτροφείων
- ✓ Ξήρανση – αφυδάτωση αγροτικών προϊόντων
- ✓ Ξήρανση και παραγωγή βιοαιθανόλης και βιοκαυσίμων

Τα καλύτερα αποτελέσματα αξιοποίησης της γεωθερμίας σε αγροτικές χρήσεις έχουν επιτευχθεί στη θέρμανση θερμοκηπίων και στις υδατοκαλλιέργειες, και σε μικρότερο βαθμό, στην ξήρανση αγροτικών προϊόντων

Θερμοκήπια

Η χρήση γεωθερμικών ρευστών σε θερμοκήπια είναι κοινή και πολύ πρακτική. Στην Ισλανδία για παράδειγμα, με το αιώνια δροσερό κλίμα, η πόλη του Hveragerdi είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου αφιερωμένη σε θερμοκήπια στα οποία καλλιεργείται μεγάλο μέρος των λαχανικών της χώρας.



Παγκόσμια παραγόμενη ενέργεια για θερμοκήπια για τη περίοδο 1995-2020

Θερμοκήπια

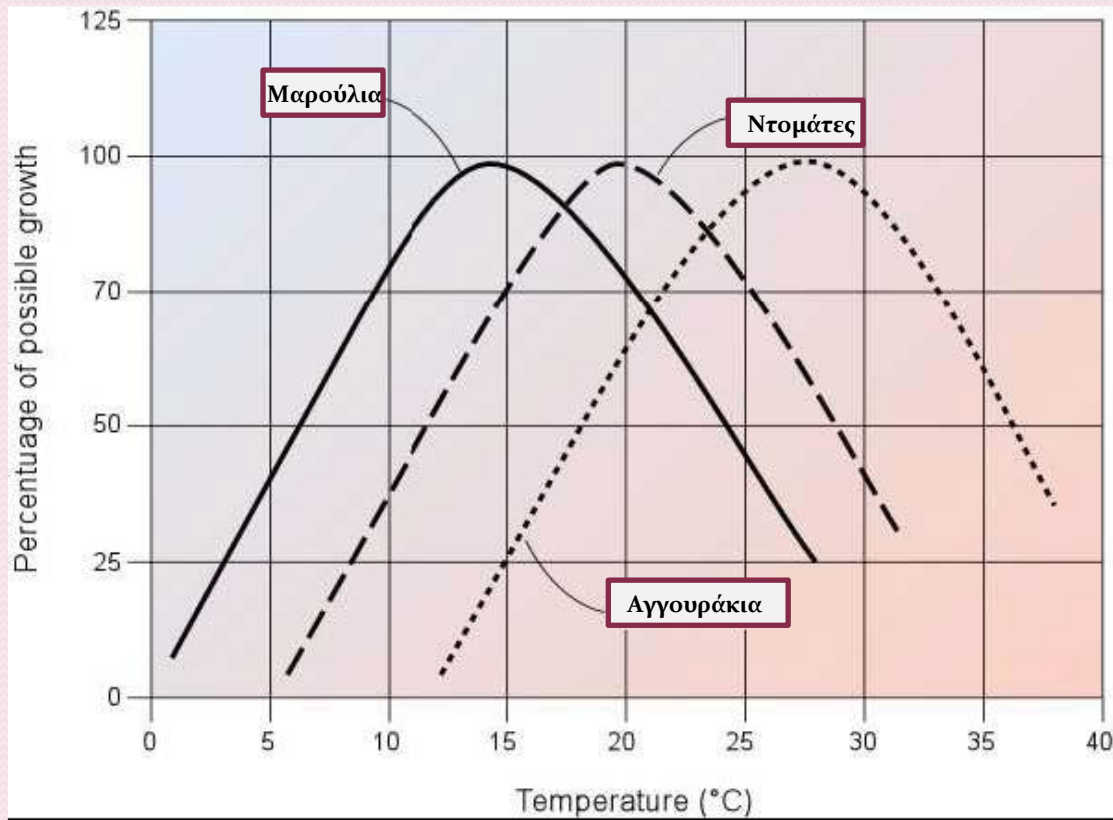
. Μερικά πλεονεκτήματα από τη χρήση γεωθερμικών ρευστών σε θερμοκήπια αναφέρονται στη συνέχεια:

1. Βελτιστοποίηση της ανάπτυξης, μειώνοντας τον χρόνο ωρίμανσης των φυτών για σχεδόν όλα τα είδη.
2. Έως και 25% μείωση του λειτουργικού κόστους σε σύγκριση με τις εγκαταστάσεις με ορυκτά καύσιμα. Αυτό, φυσικά, μετά την απόσβεση του κόστους της εγκατάστασης
3. Το κόστος των ορυκτών καυσίμων για τη θέρμανση των θερμοκηπίων κατά τη διάρκεια του χειμώνα είναι συχνά αρκετά υψηλό για να επιβαρύνει τα οικονομικά μιας κατά τα άλλα επικερδούς επιχείρησης. Η χρήση γεωθερμικών ρευστών για θερμική ενέργεια συνήθως επιτρέπει οικονομικές λειτουργίες σε ψυχρές συνθήκες.
4. Επειδή τα θερμοκήπια μπορούν να χρησιμοποιούν νερά χαμηλής θερμοκρασίας, μπορούν εύκολα να δεχτούν τα αποβαλλόμενα νερά από διαδοχικά συστήματα τα οποία αρχικά απαιτούν θερμότερα ρευστά, όπως οι βιομηχανικές εφαρμογές ή η τηλεθέρμανση.

Σημασία της θερμοκρασίας στις καλλιέργειες

5. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας στις καλλιέργειες συμβάλλει στην αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης των φυτών, ενώ επιτρέπει την καλλιέργεια φυτών και την παραγωγή αγροτικών προϊόντων «εκτός εποχής», καθώς και τον ορθολογικό προγραμματισμό της παραγωγής.
6. Επίσης, η ρύθμιση της θερμοκρασίας είναι απαραίτητη και για την προστασία των φυτών από τον παγετό

Επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη ορισμένων κηπευτικών (Beal and Samuels, 1971).



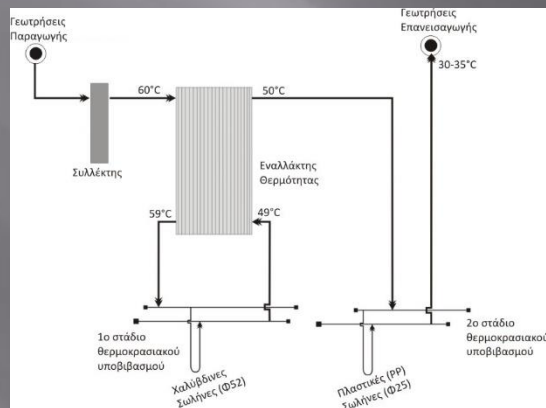
ΚΥΚΛΟΣ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ



Γεώτρηση Παραγωγής(1)



Κεντρικός Συλλέκτης(2)



Σύστημα Εναλλαγής(3)



Συστήματα Επιδαπέδιας Θέρμανσης(4)

Θερμοκήπια- θέρμανση εδάφους

Οι ανάγκες θέρμανσης ενός θερμοκηπίου εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, οι οποίοι, εκτός από τις κλιματικές συνθήκες και την επιθυμητή θερμοκρασία, είναι: η επιφάνεια και ο όγκος του θερμοκηπίου, το υλικό κάλυψης (π.χ. γυαλί, πολυαιθυλένιο, πολυκαρβονικά φύλλα), εάν τα τοιχώματα είναι διπλά ή μονά, η συχνότητα εναλλαγής του αέρα.

Ο σκελετός των θερμοκηπίων συνήθως είναι από ξύλο ή γαλβανισμένες σωλήνες ή από αλουμίνιο



Ξύλο



Γαλβανισμένος χάλυβας



Αλουμίνιο

Θερμοκήπια

Τα διαφανή υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων διακρίνονται σε τρεις γενικές κατηγορίες και ειδικότερα: • μαλακό (εύκαμπτο) πλαστικό, • σκληρό πλαστικό, και γυαλί

Γυαλί Είναι πολύ διαδεδομένο κυρίως στα υψηλής τεχνολογίας θερμοκήπια.

Μειονεκτήματα: Σχετικά υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης: i) λόγω αυξημένου κόστους αγοράς του γυαλιού, ii) επειδή το σχετικά υψηλό ειδικό βάρος του απαιτεί ενισχυμένο σκελετό, ο οποίος επίσης έχει υψηλό κόστος

Πλεονεκτήματα: • Πολύ μεγάλη περατότητα στην φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία, • Διατήρηση της περατότητάς του στο φώς για θεωρητικά άπειρο χρόνο, • Πρακτικά μηδενική περατότητά του στην υπέρυθρη ακτινοβολία μήκους κύματος πάνω από 3000 nm • Υψηλή αντίσταση στον άνεμο • Σχετικά αποδεκτό κόστος

Εξοπλισμός θερμοκηπίων

- Συστήματα εξαερισμού
- Συστήματα θέρμανσης & εξοικονόμησης ενέργειας
- Συστήματα αφύγρανσης
- Συστήματα σκίασης
- Συστήματα δροσισμού
- Συστήματα εμπλουτισμού με CO₂
- Συστήματα τεχνητού φωτισμού

Θερμοκήπια και θέρμανση εδάφους

Στην Ελλάδα περίπου 18 γεωθερμικά θερμοκήπια θερμαίνονται με Γεωθερμική ενέργεια. Από αυτά τα περισσότερα βρίσκονται στο βορρά (Μακεδονία και Θράκη). Η συνολική Η επιφάνεια των θερμοκηπίων είναι πάνω από το 400 στρέμματα (στοιχεία του 2019).

Υαλόφρακτη Θερμοκηπιακή Μονάδα 100 στρεμμάτων υδροπονική - βιολογική καλλιέργεια, γεωθερμική ενέργεια

Ετήσια παραγωγή: 6.000 τόνοι ντομάτα
Ετήσια ανάγκη θέρμανσης: 30.000 MWh

Εργαζόμενοι: 60

Αποφυγή καύσης: 4 εκ. λίτρα πετρέλαιο θέρμανσης



Πανοραμική εικόνα του υαλόφρακτη Δραμας





Εσωτερικό θερμοκηπίου

ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΜΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ (Οι Υπερκατασκευές)



- Υλικό Κάλυψης: Γυαλί - Πλαστικό
- Ύψος Οροφής: 6,0 – 7,0 μ.
- Λίπανση – Θρέψη: Υδροπονία
- Φυτοπροστασία: Ελεγχόμενη

Μονάδα 185 στρμ. τομάτας και αγγουριών λειτουργεί από τις αρχές του 2014 στο Νέο Εράσμιο Ξάνθης με αξιοποίηση γεωθερμικής ενέργειας κατά 100%.

Μακράν η πιο σημαντική γεωθερμική επένδυση που έγινε ποτέ στην Ελλάδα (προϋπολογισμός 11.000.000 €).

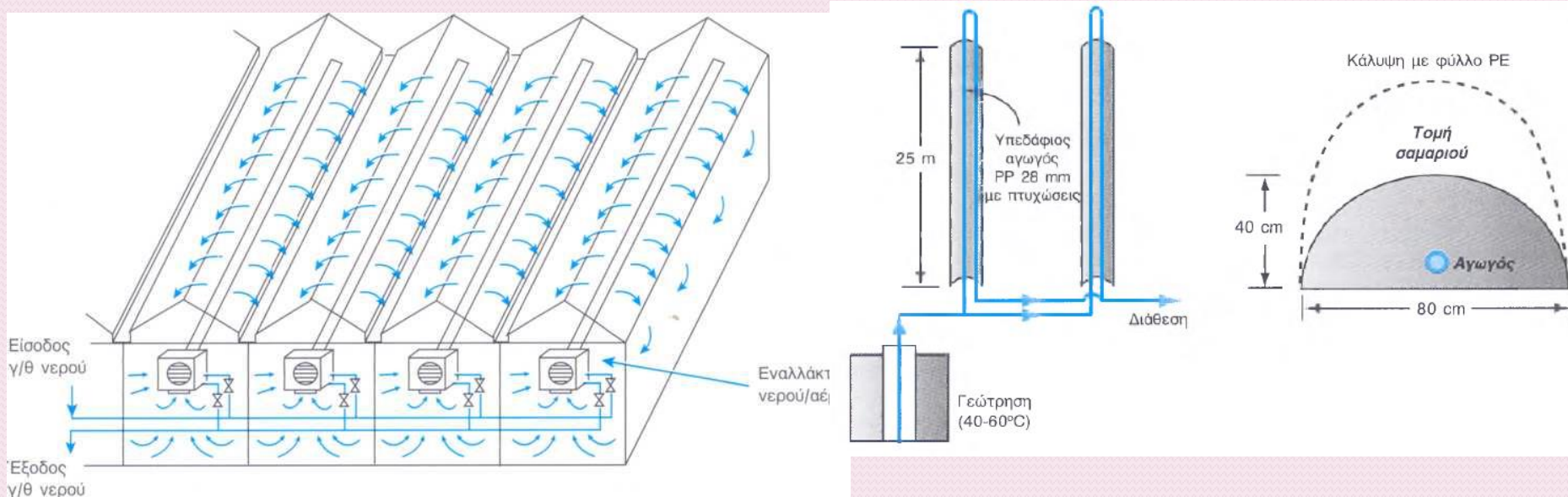
230 εργαζόμενοι διαφόρων ειδικοτήτων

- Περίοδος Παραγωγής: 10-11 μήνες/έτος
- Παραγωγικότητα: 40.000 Kg/στρμ./έτος (περίπτωση ντομάτας)
- Κόστος Κατασκευής: >100.000 €/στρμ.
- CO₂: Ελεγχόμενη Ατμόσφαιρα

Θερμοκήπια και θέρμανση

Ο χώρος ενός θερμοκηπίου μπορεί να θερμανθεί με τους παρακάτω τρόπους ανάλογα με τη θερμοκρασία και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του ρευστού, με θέρμανση του χώρου, του εδάφους ή/και των ριζών των φυτών με

- εναέριους σωλήνες,
- επιδαπέδιους σωλήνες
- ή με σωλήνες που είναι τοποθετημένοι μέσα στο χώμα



Από τους σωλήνες αυτούς διέρχεται είτε απευθείας το γεωθερμικό ρευστό (εάν το επιτρέπει ο χημισμός του) είτε το νερό λειτουργίας, το οποίο θερμαίνεται από γεωθερμικά ρευστά και χρησιμοποιείται με τους εξής τρόπους

➤ Θερμοκήπια και τρόποι θέρμανσης

Σχήμα με τα συστήματα θέρμανσης σε γεωθερμικά θερμοκήπια. : (von Zabeltitz, 1986)

Εγκαταστάσεις θέρμανσης με φυσική κίνηση του αέρα (φυσική συναγωγή)

(α) εναέριοι σωλήνες θέρμανσης

(β) θέρμανση πάγκων

(γ) σωλήνες θέρμανσης που είναι τοποθετημένοι χαμηλά

(δ) θέρμανση εδάφους

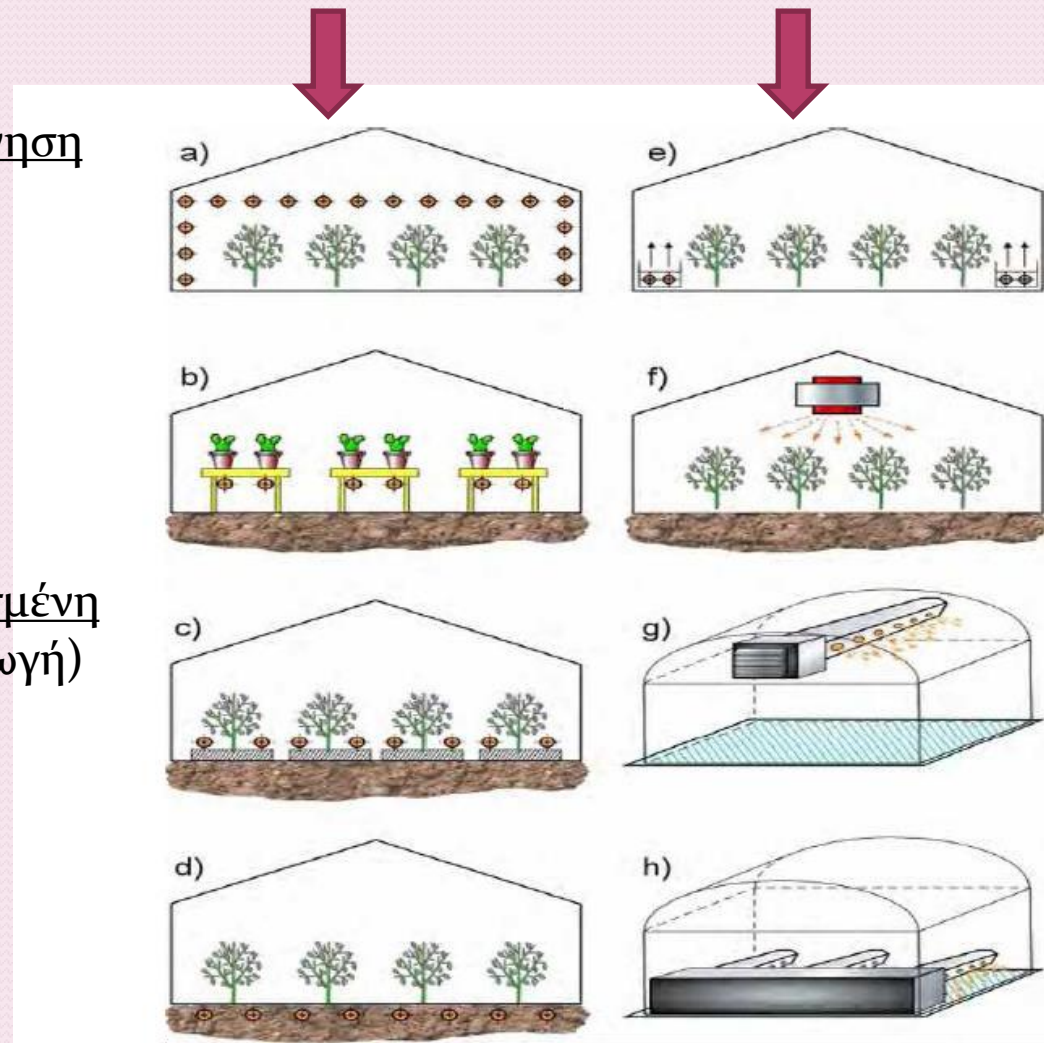
Εγκαταστάσεις θέρμανσης με εξαναγκασμένη κίνηση του αέρα (εξαναγκασμένη συναγωγή)

(ε) πλευρική τοποθέτηση σωλήνων

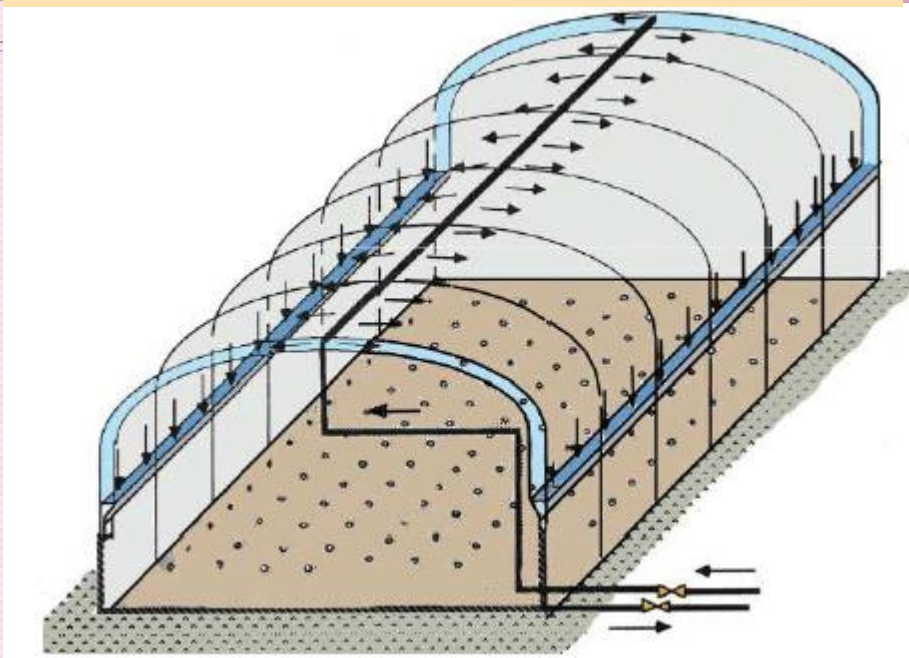
(στ) εναέρια αερόθερμα

(ζ) αγωγοί τοποθετημένοι ψηλά

(η) αγωγοί τοποθετημένοι χαμηλά

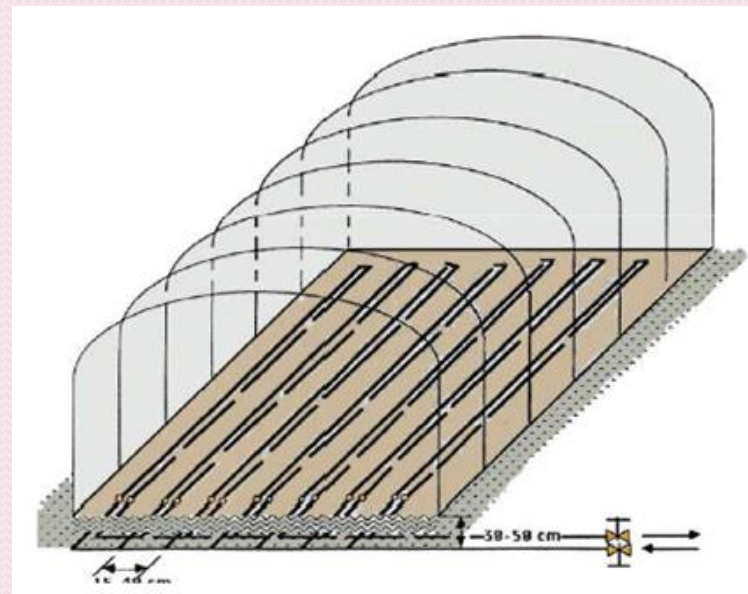
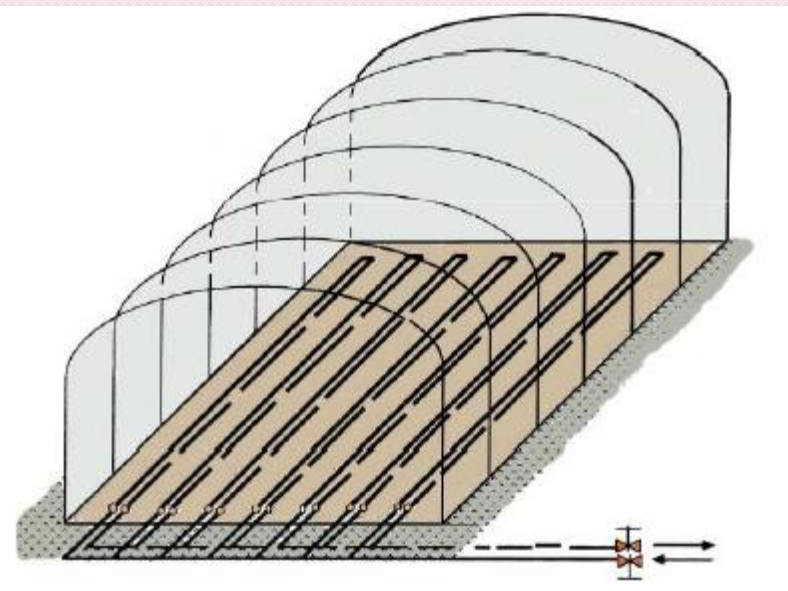


κλιμακωτή θέρμανση θερμοκηπίου



Σωλήνες θέρμανσης Πάνω στο έδαφος

Σωλήνες θέρμανσης ενταφιασμένες στο έδαφος



Θέρμανση με Σακούλες» PE



Θέρμανση με μεταλλικούς αγωγούς με πτερύγια



Εναέριες σωλήνες θέρμανσης



Τρόποι θέρμανσης

➤ Με τη θέρμανση του αέρα του θερμοκηπίου με εναλλάκτη αέρα-γεωθερμικού νερού ή νερού λειτουργίας. Ο θερμός αέρας διοχετεύεται σε όλο το θερμοκήπιο, συνήθως με διάτρητο πλαστικό αγωγό,.

Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι η ανομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο, με τη θερμοκρασία να είναι υψηλότερη στο ανώτερο μέρος του, δηλαδή μακριά από τα φυτά.

➤ Με τοποθέτηση θερμαντικών σωμάτων στα πλευρικά τοιχώματα του θερμοκηπίου.

➤ Με ψεκασμό της οροφής του θερμοκηπίου με γεωθερμικό υγρό ή διέλευση υγρού στα διπλά τοιχώματα της οροφής (κυρίως για αντιπαγετική προστασία). Χρησιμοποιούνται σπάνια και μόνο με γεωθερμικά νερά με πολύ χαμηλή αλατότητα.

➤ Με συνδυασμό των προηγούμενων τρόπων.