

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ



ΔΑΥΙΔ ΠΑΤΟΥΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΑΜ.2568

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΙΝΑΙ Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΗΣ ΓΗΣ ΜΕ ΜΟΡΦΗ ΝΕΡΩΝ, ΑΤΜΩΝ, ΑΕΡΙΩΝ Η' ΜΕΙΓΜΑΤΩΝ ΑΥΤΩΝ Η' ΑΚΟΜΗ ΚΑΙ ΩΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΙ ΜΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΑΠΕ). ΟΙ ΕΚΡΗΞΕΙΣ ΤΩΝ ΗΦΑΙΣΤΕΙΩΝ, ΟΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ, ΟΙ ΘΕΡΜΟΠΙΔΑΚΕΣ, ΟΙ ΑΤΜΙΔΕΣ ΕΙΝΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ ΠΟΥ ΔΕΙΧΝΟΥΝ ΟΤΙ Η ΓΗ ΕΙΝΑΙ ΘΕΡΜΗ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΗΣ. ΟΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΓΗΣ ΟΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ ΣΕ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ, ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ Κ ΒΑΘΟΣ ΟΝΟΜΑΖΟΝΤΑΙ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΠΕΔΙΑ

Κατηγορίες γεωθερμικών πεδίων :

1. **Ομαλή γεωθερμία:** $T < 25$ C, (ψύξη – θέρμανση κτιρίων)
2. **Χαμηλής ενθαλπίας:** $T = 25 - 100$ C, (νερό οικιακής χρήσης)
3. **Μέσης ενθαλπίας:** $T = 100 - 150$ C, (ηλεκτροπαραγωγή με πτητικό ρευστο)
4. **Υψηλής ενθαλπίας:** $T > 150$ C, (ηλεκτροπαραγωγή)
Ξηρού ατμού: $H > 1.5$ MJ/kg,
Υγρής φάσης: $H > 2.5$ MJ/kg
5. **Θερμά ξηρά πετρώματα**

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

- ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ($T > 85$)
 - ΑΜΕΣΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ
- ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

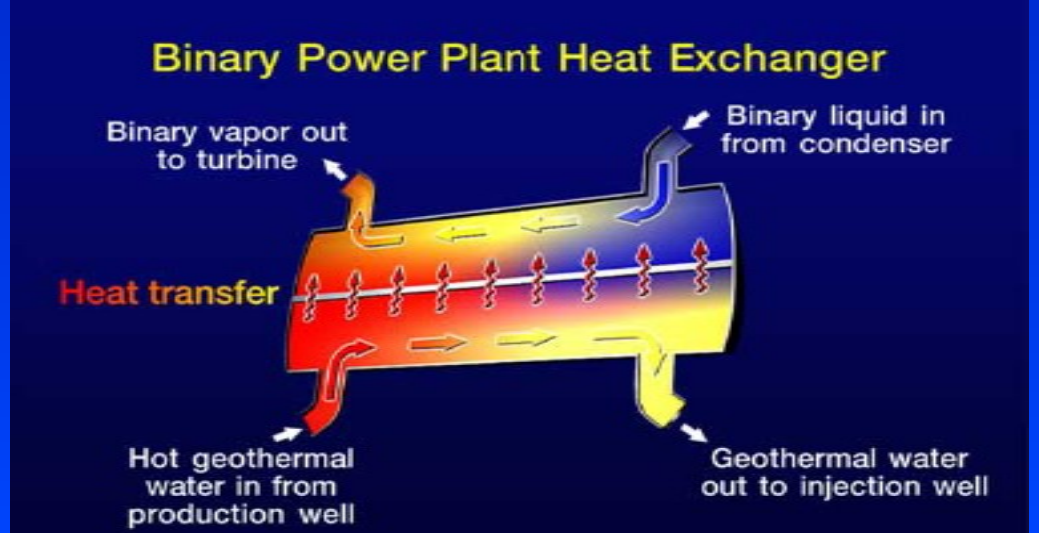
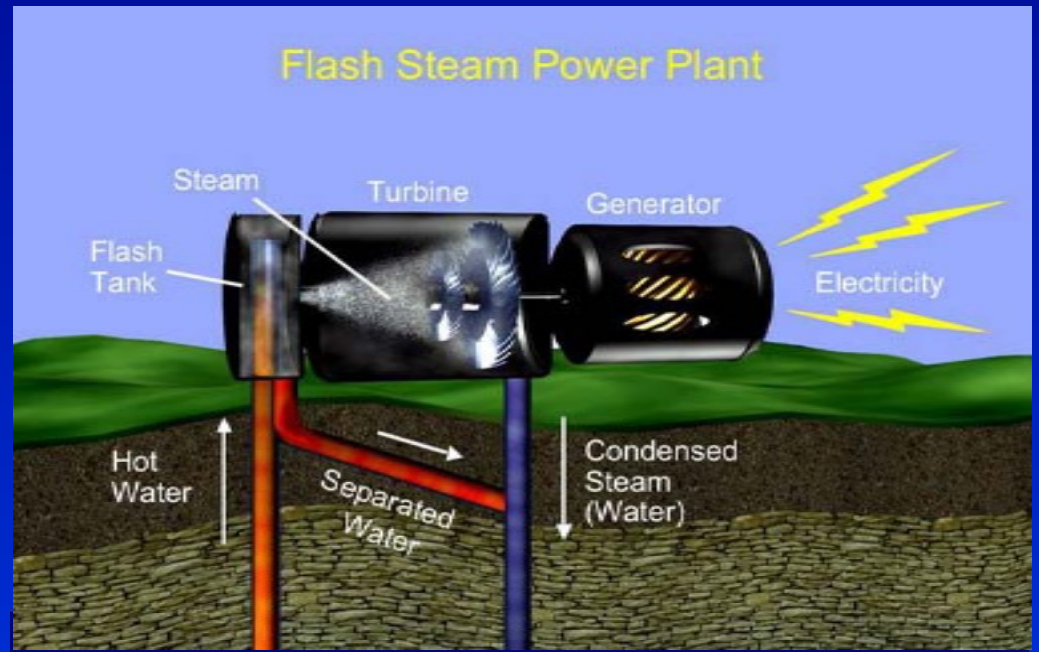
Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

1) Μονάδα διαχωρισμού του ατμού από γεωτρήσεις υψηλής Ενθαλπίας

Λειτουργία τέτοιων μονάδων σε Ιαπωνία και Νέα Ζηλανδία

2) Μονάδα δυαδικού κύκλου

Λειτουργία τέτοιων μονάδων σε Χαβάη και Ταϊλάνδη



Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Εγκατεστημένη δυναμικότητα γεωθερμικής ενέργειας και γεωθερμικής ηλεκτροπαραγωγής στις κορυφαίες 20 χώρες, 2007

Χώρα	Δυναμικότητα Γεωθερμικής Ενέργειας	Γεωθερμική ηλεκτροπαραγωγή	Χώρα	Δυναμικότητα Γεωθερμικής Ενέργειας	Γεωθερμική ηλεκτροπαραγωγή
	Μεγαβάτ	Εκατομμύρια κιλοβάτ ανά ώρα		Μεγαβάτ	Εκατομμύρια κιλοβάτ ανά ώρα
ΗΠΑ	2,923,5	15,883	Κίνα	128,8	824
Φιλιππίνες	1,069,7	12,595	Νικαράγουα	87,4	559
Ινδονησία	992,0	6,344	Ρωσία	79,0	505
Μεξικό	953,0	6,094	Νέα Γουινέα	56,0	358
Ιταλία	810,5	5,183	Γουατεμάλα	53,0	339
Ιαπωνία	535,2	3,422	Τουρκία	38,0	243
Νέα Ζηλανδία	471,6	3,015	Κίνα	27,8	178
Ισλανδία	421,2	2,693	Πορτογαλία	23,0	147
Ελ Σαλβαδόρ	204,2	1,306	Γαλλία	14,7	91
Κόστα Ρίκα	162,5	1,039	Γερμανία	8,4	51

Πηγή: Earth Policy Institute

ΑΜΕΣΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΧΩΡΩΝ

- ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

2.ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

- ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ
- ΞΗΡΑΝΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ
- ΥΠΕΔΑΦΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ
- ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΩΝ Κ ΠΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

3.ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

4.ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

- ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΝΕΡΟΥ,
- ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ
- ΧΩΝΕΥΣΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΑΣΠΗΣ
- ΞΗΡΑΝΣΗ ΓΗΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΞΥΛΕΙΑΣ
- ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΩΝ ΑΛΑΤΩΝ Κ CO_2

5.ΛΟΥΤΡΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

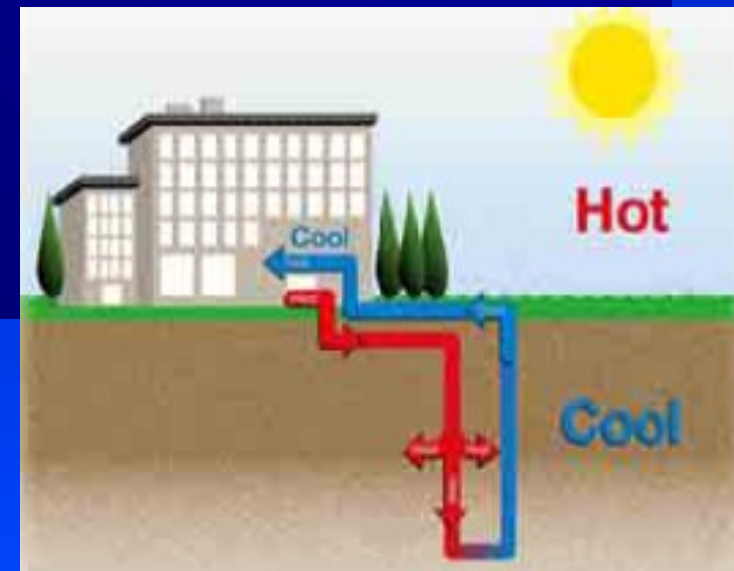
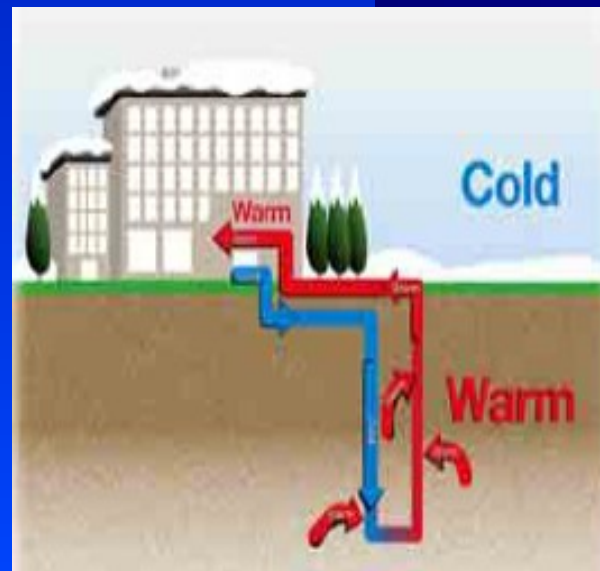
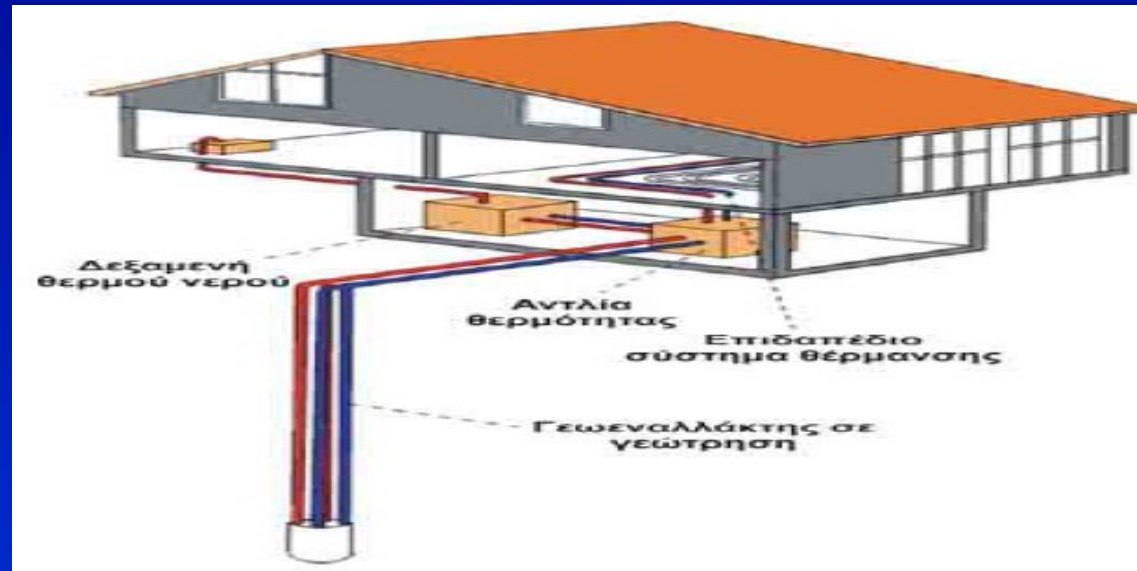
- ΙΑΜΑΤΙΚΑ ΛΟΥΤΡΑ,
- ΠΙΣΙΝΕΣ ΑΝΑΨΥΧΗΣ

Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας

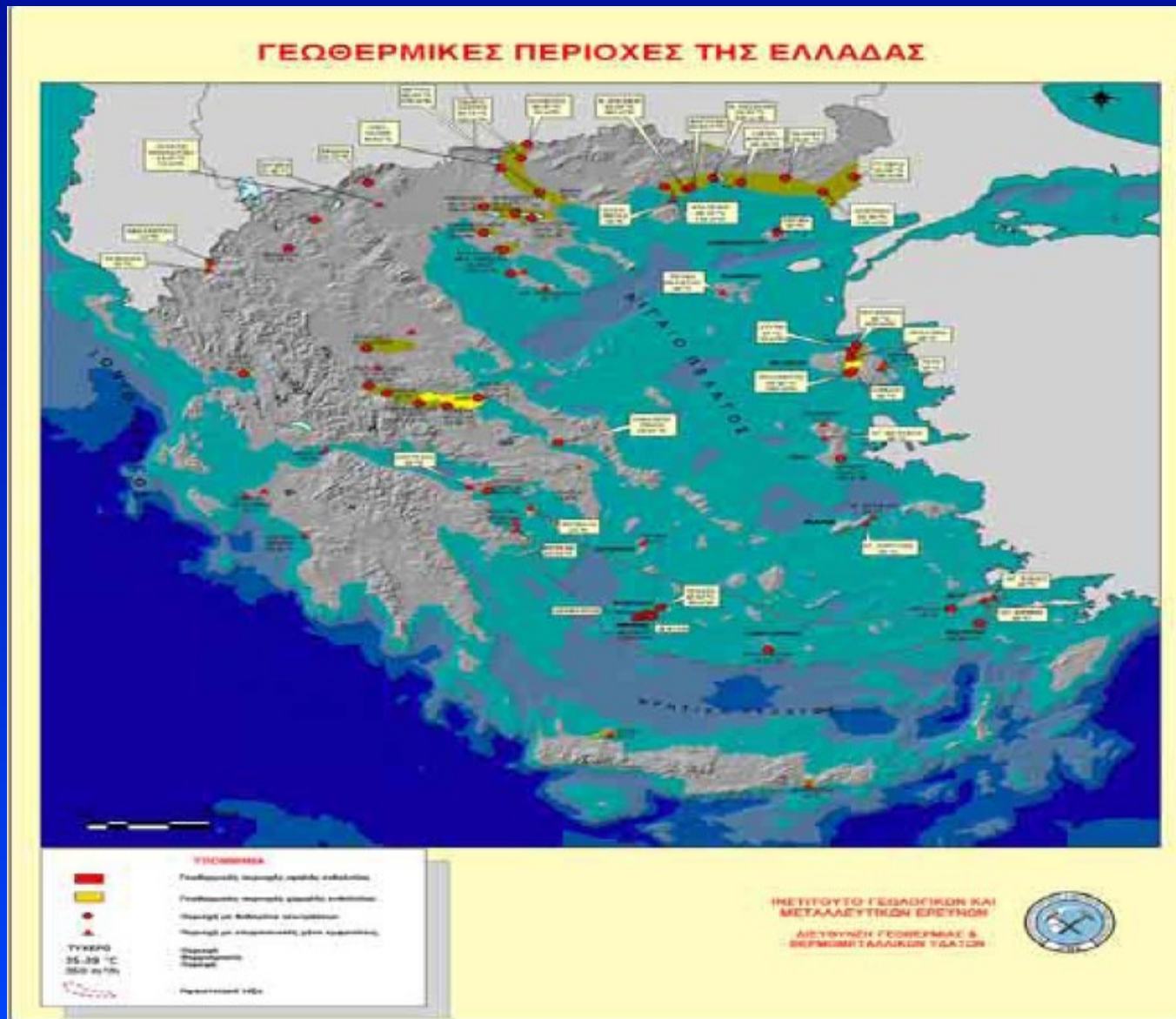
Αντλία Θερμότητας (heat pump) είναι μια συσκευή που έχει την ικανότητα να μεταφέρει θερμότητα από ένα μέσο με χαμηλή θερμ. σε ένα άλλο μέσο με υψηλότερη θερμοκρασία.

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

Συντελεστής απόδοσης (COP)



ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ



ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

- Πολύ αξιόλογα γεωθερμικά κοιτάσματα, από τα σημαντικότερα της Ευρώπης.
 - Γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας: Μήλος – Νίσυρος
- Στη Βόρεια Ελλάδα εντοπίστηκαν σημαντικά γεωθερμικά πεδία $T \leq 95^{\circ}\text{C}$, στις περιοχές: (α) της Δυτικής Μακεδονίας (Φλώρινα – Πτολεμαΐδα), β) της Λεκάνης Θεσσαλονίκης (Νομοί Πέλλας, Ημαθίας, Πιερίας, Θεσ/νίκης), (γ) της Λεκάνης Ανθεμούντα, (δ) της Λεκάνης Μυγδονίας (γεωθερμικά πεδία Λαγκαδά, Νυμφόπετρας, Νέας Απολλωνίας) Ν. Θεσ/νίκης, (ε) του Δήμου Τρίγλιας και της Χερσονήσου Κασσάνδρας Ν. Χαλκιδικής, (στ) της Λεκάνης Στρυμόνα (γεωθερμικά πεδία Νιγρίτας, Σιδηροκάστρου, Ηράκλειας, Αγκίστρου, Αχινού – Ιβήρων του Ν. Σερρών), (ζ) του Στρυμονικού Κόλπου (πεδίο Ακροποτάμου Ν. Καβάλας), (η) του Δέλτα του Ποτ. Νέστου (γεωθερμικά πεδία Ερατεινού Χρυσούπολης και Ν. Εράσμιου Ν. Ξάνθης), (θ) της Λεκάνης Ξάνθης – Κομοτηνής (γεωθερμικά πεδία Ν. Κεσσάνης, Λίμνης Μητρικού και Σαππών) και (ι) της Λεκάνης Αλεξανδρούπολης – Έβρου (γεωθερμικά πεδία Αρίστηνου και Τυχερού).
- Στην υπόλοιπη χώρα αξιόλογα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας έχουν εντοπισθεί στη Λέσβο (Άργενος, Πολιχνίτος, Στύψη - Καλλονή), στη Χίο, στη Βόρεια Εύβοια (Αιδηψός – Γιάλτρα), στη Λεκάνη του Σπερχειού (Θερμοπέδες, Καμμένα Βούρλα, Υπάτη), στο Σουσάκι Κορινθίας, στα Μέθανα, στην Κίμωλο, στην Κύθνο, στη Σαντορίνη, στο Πλατύστομο Φθιώτιδας, στο Σμόκοβο Καρδίτσας, στις Συκιές Άρτας, στην Κόνιτσα (Καβάσιλα, Αμάραντος), στο Αντίρριο, κ.ά.

Οφέλη από τη Γεωθερμική Ηλεκτροπαραγωγή

- **Μικρή ή και μηδενική ρύπανση:** δεν εκπέμπονται ετησίως (αναφορικά με το πετρέλαιο)
 - (1) 22 εκατ. τόνοι CO_2
 - (2) 200 χιλιάδες τόνοι SO_2
 - (3) 80 χιλιάδες τόνοι NO_x
 - (4) 110 χιλιάδες τόνοι σωματιδίων
- **Εξοικονόμηση 30 εκατ. τόνοι πετρελαίου**
 - **Αξιοπιστία (>90% διαθεσιμότητα)**
 - **Μικρή χρήση γης**
- **Συνεχής και σταθερή παροχή ενέργειας,** ευελιξία, δεν επηρεάζεται από καιρικές συνθήκες, όπως η ηλιακή ή η αιολική ενέργεια.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

(1)Θόρυβος

Μικρός, εκτός από τη φάση της ανόρυξης των γεωτρήσεων και της κατασκευής της μονάδας

(2)Δημιουργία Μικροσεισμικότητας

Με την επανεισαγωγή του υγρού στον ταμιευτήρα υπάρχει πιθανότητα πρόκλησης μικροσεισμών (<2 της κλιμακας Richter) στην περιοχή, αν και γενικά εκεί που υπάρχει γεωθερμία υπάρχουν και σεισμοί

(3)Καθιζήσεις

Η αφαίρεση ποσοτήτων νερού από ένα γ/θ πεδίο μπορεί να προκαλέσει καθίζηση του εδάφους. Μπορεί να αποφευχθεί ή να μειωθεί με την επανεισαγωγή των γ/θ ρευστών

Κόστος Γεωθερμικής Ενέργειας & άλλων ΑΠΕ

Ενέργεια	Δυναμικότητα	Κόστος κατασκευής Κόστος παραγωγής	
		(US\$/kW)	(Uscents/kWh)
Γεωθερμική	20 MW δισαδικό	4100	6,7
	50 MW εκτόνωση	2500	4,3
Φωτοβολταϊκά	5 MW	7000	41,0
Ηλιακά-θερμικά	30 MW (χωρίς απτ. Θερ.)	2500	17,4
	30 MW (με αποθ. Θερμ.)	4850	13
Μικρά Υ/Η	5 MW	2400	7
Diesel	5 MW	600	9,5*

* Τιμή πετρελαίου
2005: ~50 US\$/bbl

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΕΡΑΤΕΙΝΟΥ-ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗΣ

300 m³/h 70°C
ΔT=40°C

1000 m³/h 70°C
ΔT=40°C

Έχουμε στη διάθεση μας ένα ενεργειακό σύστημα ισχύος:
14 MWt

46 MWt

Που μπορεί να προσφέρει:

12.000.000 kcal/h

40.000.000 kcal/h

Ένα στρέμμα θερμοκηπίου χρειάζεται

150.000 kcal/h

Έτσι μπορούμε να θερμάνουμε:

80 στρέμματα

265 στρέμματα

Η εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων είναι:

1,5 τόνοι/h

5 τόνοι/h

Στη διάρκεια ενός έτους με συντελεστή χρήσης 80%

Μπορούμε να εξοικονομήσουμε:

10.500 τόνοι/έτος

35.000 τόνοι/έτος

Αξία ενεργειακού προϊόντος:

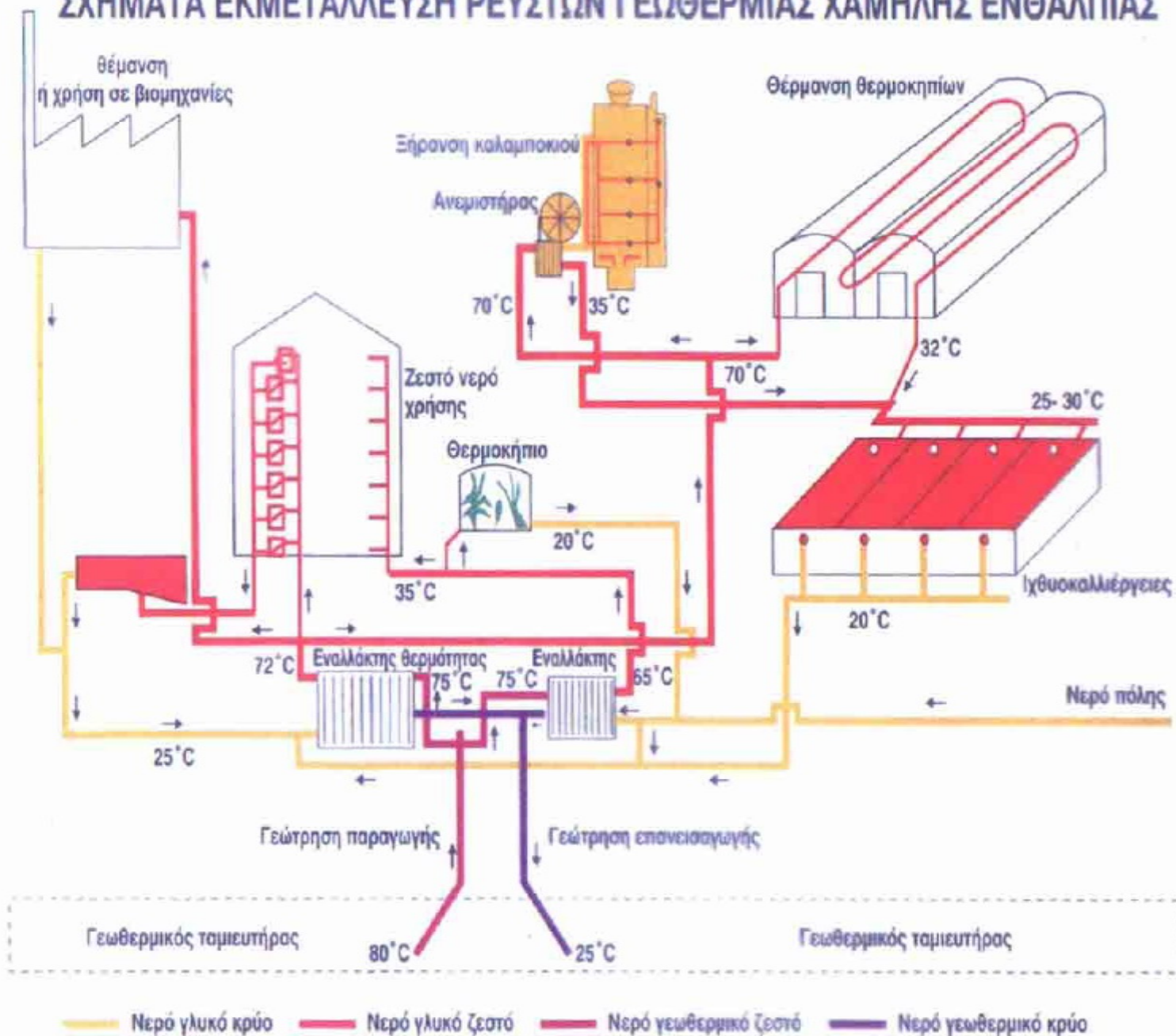
€ 950.000 / έτος

€ 3.200.000 / έτος

ΠΟΛΥ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ είναι η προστιθέμενη αξία από την επιχειρηματική δραστηριότητα και την αξιοποίηση της Γ/Θ ενέργειας σε αγροτικούς, αγροτο-βιομηχανικούς, ιχθυοκαλλιεργητικούς τομείς.

Αξιοποίηση της Γεωθερμίας

ΣΧΗΜΑΤΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΡΕΥΣΤΩΝ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ



*Φωτογραφία του Reykjavik το 1932, όταν τα κτίρια
θερμαίνονταν με συμβατικά καύσιμα.*



Reykjavik Using Fossil Fuels

*Σήμερα, το Reykjavik είναι η πιο καθαρή πόλη στον κόσμο,
αφού το σύνολο των κτιρίων θερμαίνεται από τα γεωθερμικά
νερά.*



Reykjavik Using Geothermal

A photograph of a geyser erupting in a forested area. The geyser is a large, conical plume of white steam and water rising from a rocky vent. The background is a dense forest of tall evergreen trees under a clear blue sky. The foreground shows a rocky, mineral-rich landscape with some steam rising from the ground.

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ**