

Γεωθερμικές εφαρμογές σε Ελλάδα και κόσμο

Ν. Ανδρίτσος

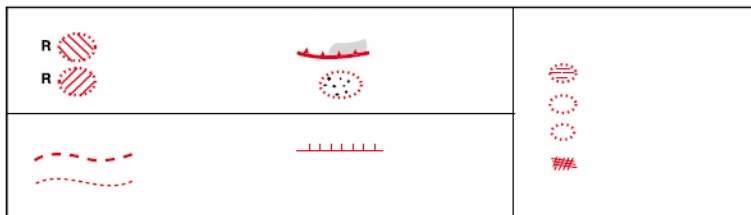
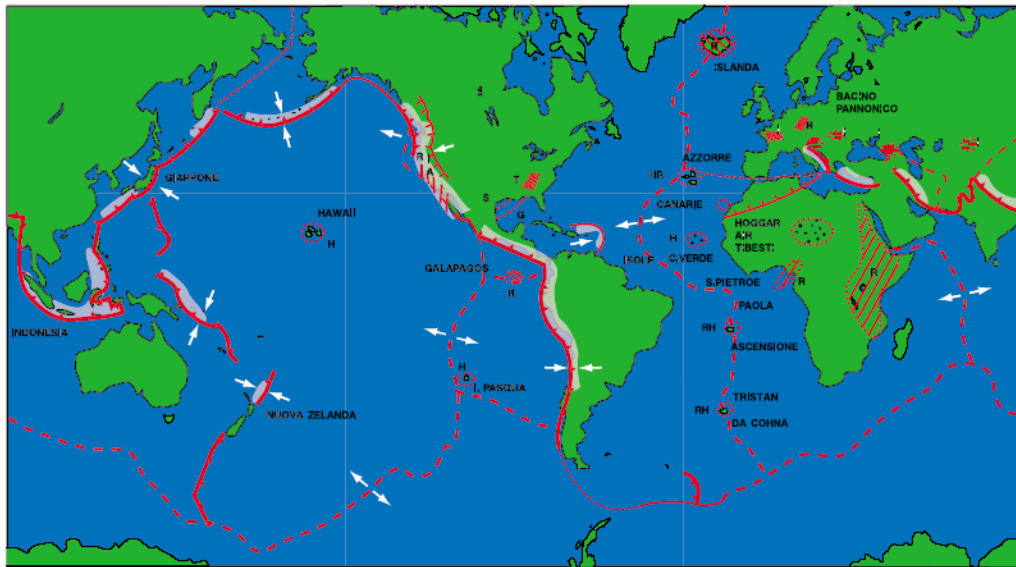
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Γεωθερμική Ενέργεια

- Γεωθερμική ενέργεια είναι στην κυριολεξία η θερμότητα που εμπεριέχεται στη γη, είναι τεράστια σε μέγεθος και η οποία δημιουργεί διάφορα γεωλογικά φαινόμενα.
- Συνήθως με τον όρο «γεωθερμική ενέργεια», εννοούμε το τμήμα της γήινης θερμότητας που βρίσκεται αποθηκευμένο με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού σε ευνοϊκές γεωλογικές συνθήκες (< 3 km)
- Η ενέργεια αυτή βρίσκεται συνήθως περιορισμένη σε μία γεωθερμική περιοχή ή πεδίο (geothermal area ή field) με συγκεκριμένα επιφανειακά όρια.

Γεωθερμική βαθμίδα: ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας της γης με το βάθος. Μέση τιμή: 30°C ανά km



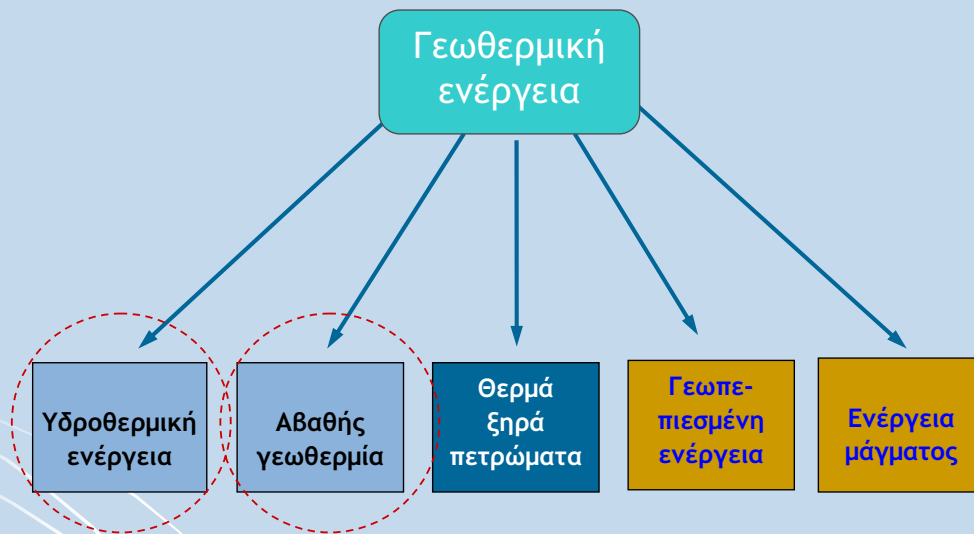
Τα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών, στα οποία απαντούν τα περισσότερα γεωθερμικά συστήματα.

Ανασκόπηση των γεωθερμικών χρήσεων

- Η χρήση των θερμών νερών πηγαίνει 10000 χρόνια πίσω
- **Αρχές 1800:** απόληψη βορικού οξέος στο Larderello στην Ιταλία
- **1864:** θέρμανση ξενοδοχείου στο Oregon
- **1904:** πρώτη προσπάθεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Larderello από τον Κόμη Ginori
- **1930:** θέρμανση χώρων στην Ισλανδία. Το Reykjavik από «Καπνούπολις» μετατράπηκε σε «άκαπνη» με τη γεωθερμία.
- **Μέσα 1940:** οι πρώτες γ/θ αντλίες θερμότητας
- **1958:** η μονάδα στο Wairakei της Νέας Ζηλανδίας και δύο χρόνια αργότερα η πρώτη μονάδα στο πεδίο The Geysers.



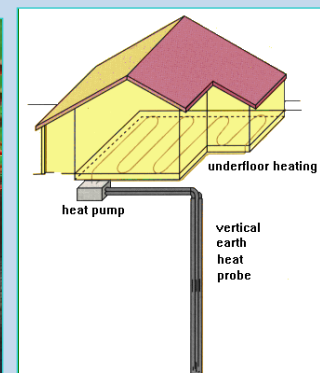
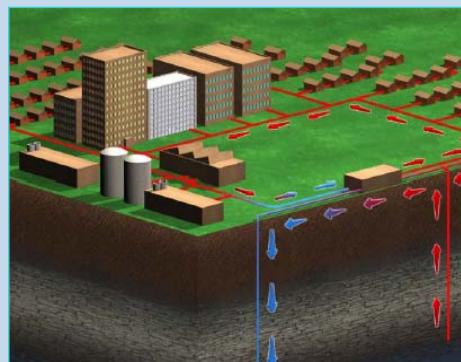
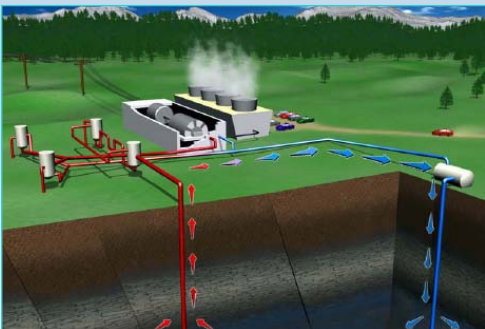
Ταξινόμηση Γεωθερμικών Συστημάτων



Μορφές γεωθερμικής ενέργειας κατά σειρά ενδιαφέροντος χρήσεων σήμερα και προοπτικής στο εγγύς μέλος, από αριστερά προς τα δεξιά.

Κατηγορίες Γεωθερμικών Χρήσεων

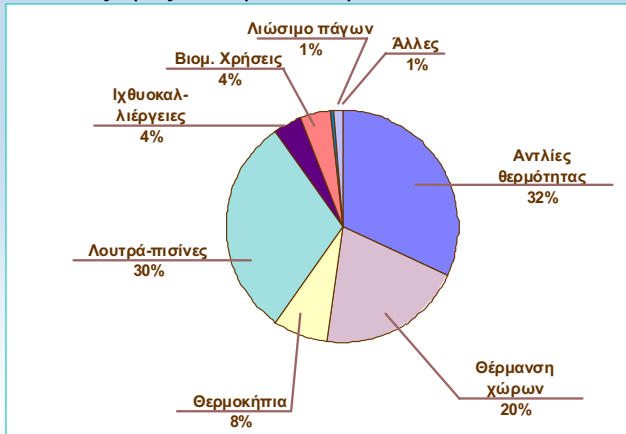
- Παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος ($T > 100^{\circ}\text{C}$)
- Άμεσες Χρήσεις
- Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας



Άμεσες Χρήσεις στον κόσμο το 2005

- θέρμανση χώρων (20%*)
- αγροτικές χρήσεις (8%)
- υδατοκαλλιέργειες (4%)
- βιομηχανικές χρήσεις (4%)
- λουτροθεραπεία (+ πισίνες) (29%)
- αντλίες θερμότητας (33%)

* ως προς την εγκατεστημένη ισχύ



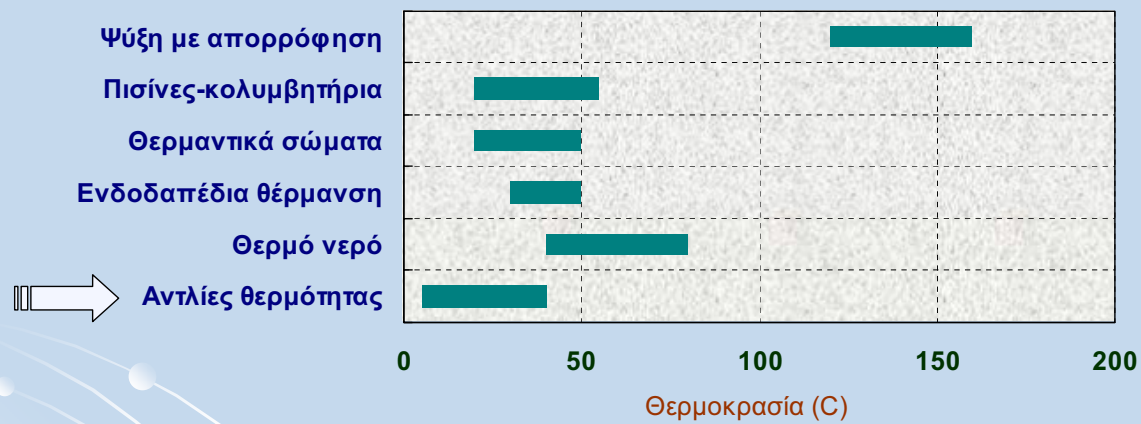
7/24

Άμεσες Χρήσεις στον κόσμο το 2005

- Αξιοποίηση σε 71 χώρες
- Εγκατεστημένη θερμική ισχύς των μονάδων μέσης-χαμηλής θερμοκρασίας το έτος 2005: >28000 MWt
- Αντιστοιχεί σε >6 εκατ. ΤΙΠ το χρόνο.

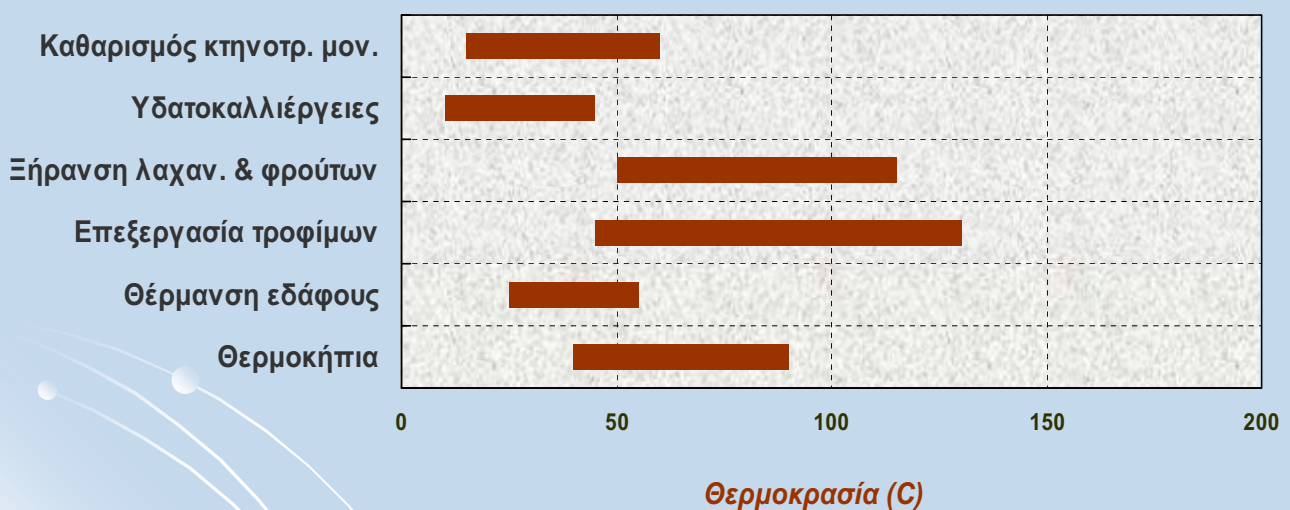


Άμεσες Χρήσεις: θέρμανση



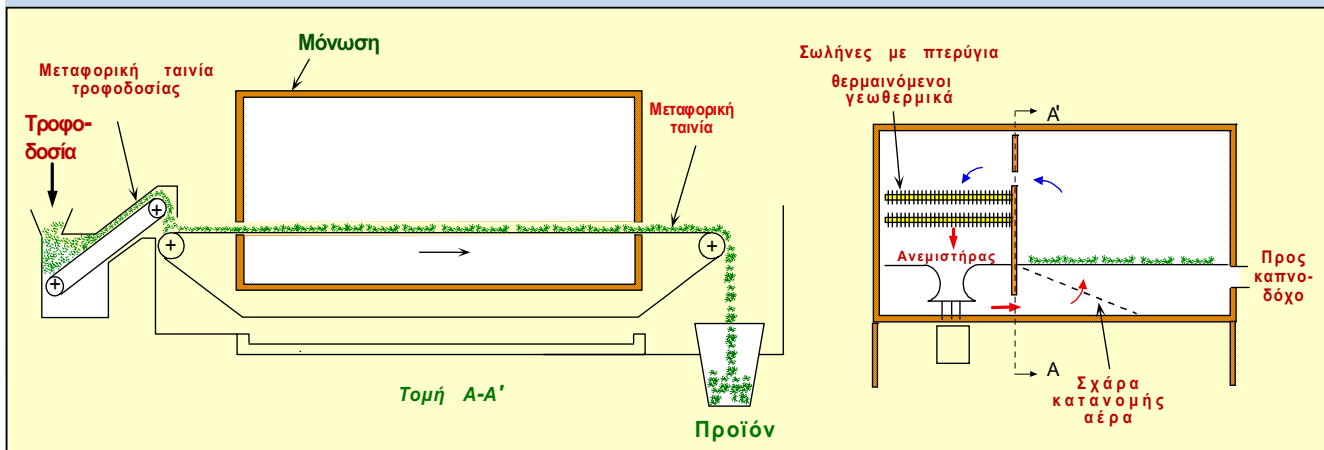
Απαιτούμενες περιοχές θερμοκρασιών για χρήσεις θέρμανσης

Άμεσες Χρήσεις: αγροτικές χρήσεις



Απαιτούμενες περιοχές θερμοκρασιών για αγροτικές χρήσεις

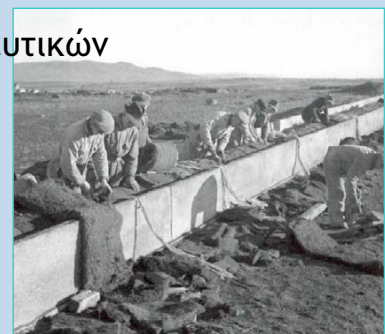
Αγροτικές Χρήσεις: ξήρανση



Σχηματικό διάγραμμα μονάδας γεωθερμικής ξήρανσης - συνεχής διεργασία με κυλιόμενη ταινία (Anderson and Lund, 1979)

Άμεσες Χρήσεις: άλλες χρήσεις

- Λουτροθεραπεία και θέρμανση πισίνων και θεραπευτικών μονάδων.
- Ανάκτηση διοξειδίου του άνθρακα
- Αφαλάτωση Νερού
- Παραγωγή αποσταγμένου νερού στη Ν. Ζηλανδία.
- Πλύσιμο και ξήρανση μαλλιού σε διάφορες χώρες.
- ■ Χρήση στην εξόρυξη ουρανίου, στην επεξεργασία χαλκού, στο διαχωρισμό χρυσού κ.ά.
- Εμπλουτισμός υπόγειων υδροφόρων οριζόντων.
- Αντιπαγετική προστασία δρόμων.



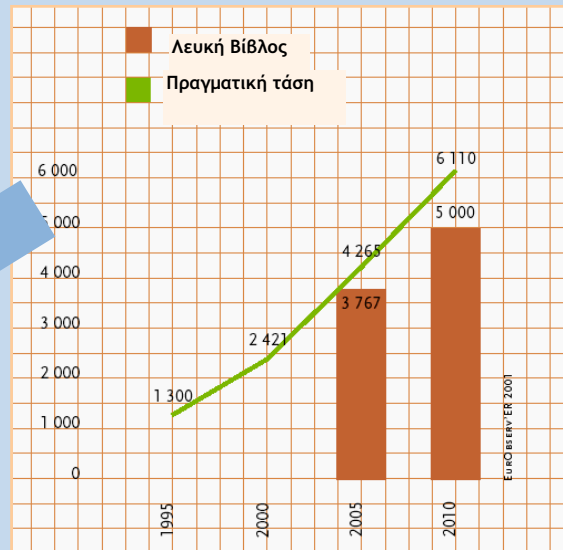
- Οι πέντε χώρες με την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ άμεσων χρήσεων στον κόσμο, την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ ανά πληθυσμό και τη μεγαλύτερη χρήση ενέργειας ανά πληθυσμό. Για σύγκριση και η χώρα μας.

Χώρα	Εγκατ. Ισχύς, MW	% παγκ.	Χώρα	MW/πλη-θυσμό (x10 ⁶)	Χώρα	GWh/πλη-θυσμό (x10 ⁶)
Η.Π.Α.	7817	27,8	Ισλανδία	6250	Ισλανδία	23070
Σουηδία	3840	13,6	Σουηδία	425	Σουηδία	1106
Κίνα	3787	13,4	Νορβηγία	130	Ν. Ζηλανδία	489
Ισλανδία	1844	6,5	Ουγγαρία	69	Γεωργία	392
Τουρκία	1495	5,3	Δανία	61	Δανία	225
Ελλάδα	75	0,3	Ελλάδα	6,8	Ελλάδα	14,5
Παγκόσμια	28268	100	Παγκόσμια	4,4	Παγκόσμια	11,7

Παραδείγματα γεωθερμικών χωρών

- **Ισλανδία:** 86% των αναγκών σε θέρμανση
- **Ιαπωνία:** περισσότερα από 2.000 λουτροθεραπευτικά κέντρα
- **Τυνησία:** αύξηση των γεωθερμικών θερμοκηπίων από 100 σε 1000 στρέμματα μεταξύ 1990 και 2000
- **Τουρκία:** η εγκατεστημένη ισχύς από 140 σε 820 MWt (κυρίως τηλεθέρμανση) σε διάστημα 5 χρόνων. Εκτιμάται για το 2010: 3500 MWt

Η Γεωθερμική ενέργεια στην Ε.Ε.



Ανάπτυξη των άμεσων χρήσεων στην Ε.Ε. και σύγκριση προβλέψεων με τις απαιτήσεις της «Λευκής Βίβλου».

Η αναμενόμενη υπερκάλυψη των στόχων που έχουν τεθεί οφείλεται στην ανάπτυξη των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

- Το αποδεδειγμένο δυναμικό για ηλεκτροπαραγωγή σε Μήλο και Νίσυρο : **>250 MWe**.
- Πολλές περιοχές με θερμοκρασίες μέχρι 120°C (Λέσβος, Χίος, Σαμοθράκη, Ανατολική Μακεδονία και Θράκη)
- Στο Ερατεινό Καβάλας, θερμοκρασία νερού 125°C σε βάθος 1350 m.
- Το δυναμικό των πόρων χαμηλής θερμοκρασίας > **1000 MWe**.
- Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας: **παντού**



Γεωθερμικός χάρτης της Βόρειας Ελλάδας που παρουσιάζει τις κυριότερες περιοχές εφαρμογών γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας.

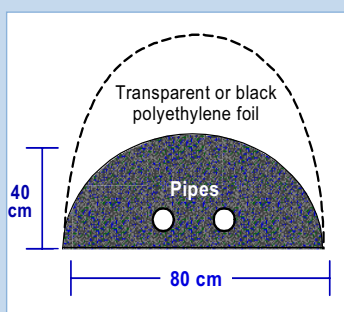
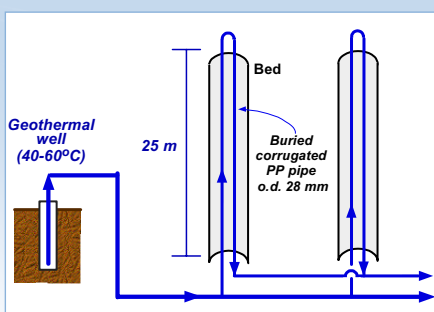
ΣΥΝΟΨΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ (Άνοιξη 2007)

Use	Installed Capacity (MWt) -2007	Installed Capacity (MWt) - 2000	Annual Energy Use (10^{12} J) - 2007
Space heating	1.4	1.1	16
Greenhouse & soil heating	26.5	20.6	248
Agricultural drying	0.8	-	4
Aquaculture*	9.3	4.0	76
Bathing and swimming	36	35	182
Geothermal heat pumps	14	0.4	80
Total	88	60.4	606

* Fish Farming & Spirulina Cultivation

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ (I)

- Εγκατεστημένη ισχύς άμεσων εφαρμογών κατά το 2007: **88 MWt**, 18% αύξηση σε σχέση με το 2004
- Η άυξηση κυρίως στην αύξηση των ΓΑΘ.
- Καλυμμένη επιφάνεια γεωθερμικών θερμοκηπίων: **18.2 ha**
- Επιφάνεια για πρωίμηση σπαραγγιών κατά το 2007: **20 ha** με άμεση χρήση γεωθερμικού νερού και **1 ha** με ΓΑΘ



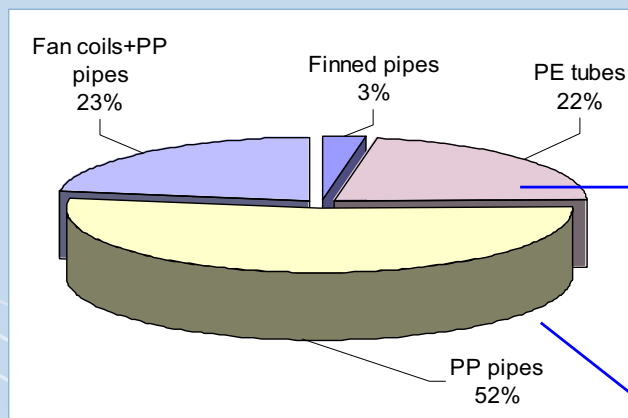
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ (II)

- Θέρμανση χώρων: λουτροθεραπευτήριο (>2000 m²) στην Τραϊανούπολη
- Ξήρανση ντομάτας στο Ν. Εράσμιο Ξάνθης από το 2001

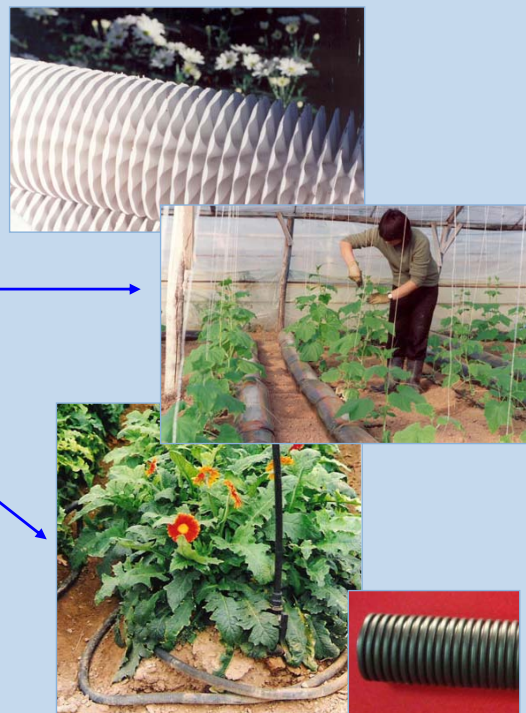


- Αντιπαγετική προστασία/θέρμανση ιχθυοκαλλιεργειών στο Πόρτο Λάγος και το Ν. Εράσμιο (~8 MWt)
- Καλλιέργεια σπιρουλίνας στη Νιγρίτα >1500 kg το 2006, 3000 kg το 2007

Τρόποι θέρμανσης Θερμοκηπίων



Distribution of the heating systems in geothermal greenhouses (total covered area 18.2 ha).



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

- Γνωστές, περισσότερες από 200 εφαρμογές
- Εγκατεστημένη ισχύς: > 7 MW
- Ο ακριβής αριθμός τουλάχιστον διπλός

	No of appl.	Type of pump system (kW)		
		Closed, horizontal	Closed, vertical	Open* groundwater
Large applications (>100 kW)	14	-	1580	1600
Small applications (<100 kW)	>150	1620	1530	550
Total	>170	1620	3110	2150

*mostly groundwater, but also sea-water and brackish water

Χαρακτηριστικά των εφαρμογών ΓΑΘ στη χώρα μας (Μάρτιος 2007).

3. Νομοθεσία

Νόμος 3175/2003 (Αρ. ΦΕΚ 207Α'/29.8.2003)

Κύριες διατάξεις:

- Η Γ/θ.Ε. χαρακτηρίζεται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας
- Για την αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού (Γ.Δ.) χρησιμοποιούνται οι διατάξεις του **Μεταλλευτικού Κώδικα** (Ν.Δ. 210/73).
- Για τα γ/θ πεδία χαμηλής θερμοκρασίας (25-90°C) η αρμοδιότητα ανήκει στις **Περιφέρειες**, ενώ για τα πεδία με $T > 90^\circ\text{C}$ αρμόδιο είναι το **Υπουργείο Ανάπτυξης**.
- Εισάγεται ο όρος της **διαχείρισης του γεωθερμικού πεδίου**.

Με την υπουργική απόφαση (1595/2004) καθορίζεται η διαδικασία **αδειοδότησης για τις εγκαταστάσεις γεωθερμικών αντλιών θερμότητας από τις Νομαρχίες**.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Το σημερινό επίπεδο αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα πολύ μικρό
- Η εγκατεστημένη ισχύς των άμεσων χρήσεων στη χώρα μας αυξήθηκε από 75 MWt στο τέλος του 2004 στα ~90 MWt σήμερα, κυρίως λόγω της «έκρηξης» των ΓΑΘ
- Θερμοκήπια και λουτροθεραπευτικές μονάδες σε στασιμότητα
- Πολλοί παράγοντες για την «έκρηξη» των ΓΑΘ: *τιμή πετρελαίου, ευκολία αδειοδότησης, ενδιαφέρον της βιομηχανίας κλιματισμού, διαφήμιση κτλ.*