

Χρήσεις γεωθερμίας,
προβλήματα, λύσεις και
προοπτικές

























Νικόλαος Ανδρίτσος

Επίκουρος Καθηγητής

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας,

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας



ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΣΥΝΔΥΝΟΝΤΑΙ ΜΕΤΑΤΡΟΦΗ		ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΣΥΝΔΥΝΟΝΤΑΙ ΜΕΤΑΤΡΟΦΗ	
Ρ 	Οκάντες τάροϋ		Νοιάτες τα ρά
Ρ 	Νοιάτες τάροϋ		Κοκκί τα ρά
	Οκάντες τάροϋ		Οκάντες τάροϋ
	Οκάντες τάροϋ		Επώθ τα ρά
	Οκάντες τάροϋ		Επώθ τα ρά
	Οκάντες τάροϋ		Επώθ τα ρά
	Οκάντες τάροϋ		Επώθ τα ρά
	Οκάντες τάροϋ		Επώθ τα ρά
	Οκάντες τάροϋ		Επώθ τα ρά
	Οκάντες τάροϋ		Επώθ τα ρά
	Οκάντες τάροϋ		Επώθ τα ρά
	Οκάντες τάροϋ		Επώθ τα ρά
	Οκάντες τάροϋ		Επώθ τα ρά
	Οκάντες τάροϋ		Επώθ τα ρά
	Οκάντες τάροϋ		Επώθ τα ρά

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

«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας», 11/12 Θεσσαλονίκη

2/24

Ανασκόπηση των γεωθερμικών χρήσεων

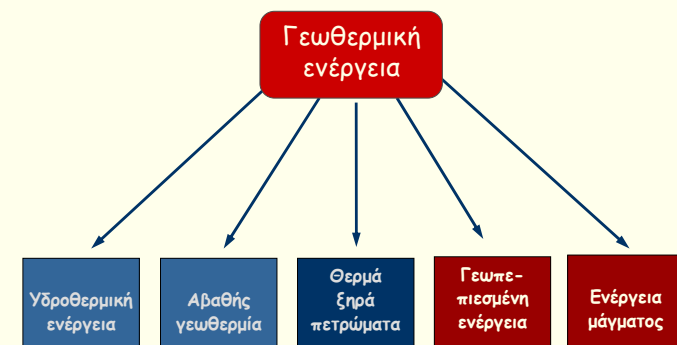
- Η χρήση των θερμών νερών πηγαίνει 10000 χρόνια πίσω
- **Αρχές 1800:** απόληψη βορικού οξέος στο Larderello στην Ιταλία
- **1864:** Θέρμανση ξενοδοχείου στο Oregon
- **1904:** πρώτη προσπάθεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Larderello από τον Κόμη Ginori
- **1930:** Θέρμανση χώρων στην Ισλανδία. 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.



«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας». 11/12 Θεσσαλονίκη

3/24

Ταξινόμηση Γεωθερμικών Συστημάτων



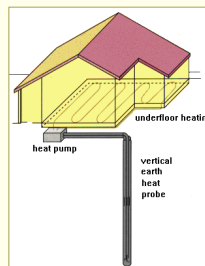
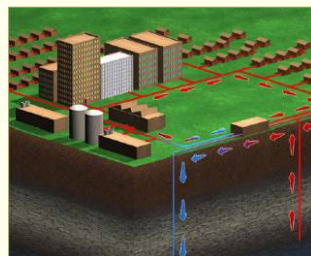
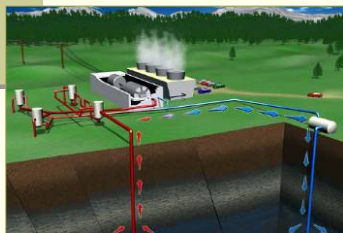
Μορφές γεωθερμικής ενέργειας κατά σειρά ενδιαφέροντος χρήσεων σήμερα και προοπτικής στο εγγύς μέλος, από αριστερά προς τα δεξιά.

«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας», 11/12 Θεσσαλονίκη

4/24

Κατηγορίες Γεωθερμικών Χρήσεων

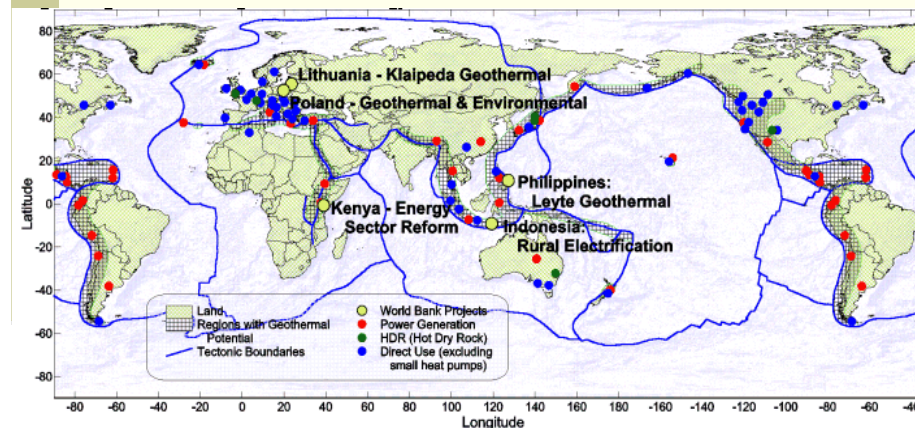
- Παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος ($T > 100^{\circ}\text{C}$)
- Άμεσες Χρήσεις
- Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας



«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας», 11/12 Θεσσαλονίκη

5/24

Γεωθερμικές Εφαρμογές στον κόσμο



«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας», 11/12 Θεσσαλονίκη

6/24

Άμεσες Χρήσεις στον κόσμο το 2005

- Αξιοποίηση σε **71 χώρες**
- Εγκατεστημένη θερμική ισχύς των μονάδων μέσης-χαμηλής θερμοκρασίας το έτος 2005: **>28000 MW†**
- Αύξηση 75% σε σχέση με το 2000, μέση ετήσια αύξηση 12%
- Αντιστοιχεί σε **>6 εκατ. TIT†** το χρόνο



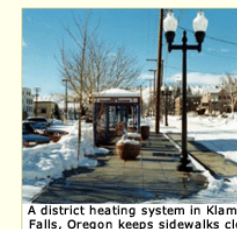
«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας», 11/12 Θεσσαλονίκη

7/24

Άμεσες Χρήσεις στον κόσμο το 2005

Ως προς την ενεργειακή χρήση

- Θέρμανση χώρων (20%*, από τα οποία 83% τηλεθέρμανση)
- αγροτικές χρήσεις (8%)
- υδατοκαλλιέργειες (4%)
- βιομηχανικές χρήσεις (4%)
- λουτροθεραπεία (+ πισίνες) (30%)
- αντλίες θερμότητας (32%)



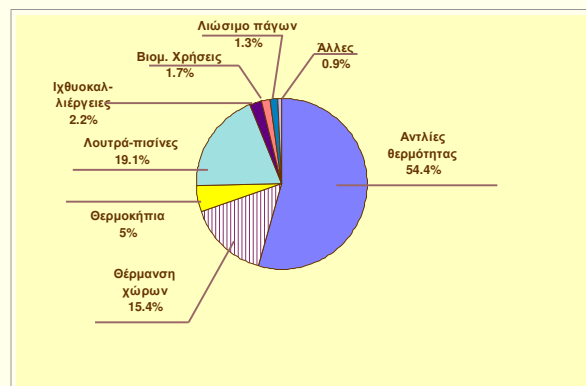
Ξήρανση διατομιτών στην Ισλανδία

«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας», 11/12 Θεσσαλονίκη

8/24

Άμεσες Χρήσεις στον κόσμο το 2005

Ως προς την εγκατεστημένη ισχύ

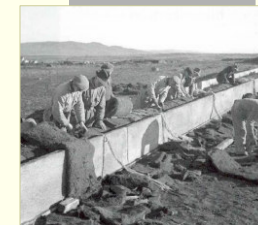


«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας», 11/12 Θεσσαλονίκη

9/24

Άμεσες Χρήσεις: άλλες χρήσεις

- Λουτροθεραπεία και θέρμανση πισινών 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.



«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας», 11/12 Θεσσαλονίκη

10/24

Παραδείγματα γεωθερμικών χωρών

- **Ισλανδία:** 86% των αναγκών σε θέρμανση
- **Ιαπωνία:** περισσότερα από 2.000 λουτροθεραπευτικά κέντρα (25000 θερμές πηγές και γεωτρήσεις για τα λουτρά)
- **Τунησία:** αύξηση των γεωθερμικών θερμοκηπίων από 100 σε 1100 στρέμματα μεταξύ 1990 και 2005
- **Τουρκία:** η εγκατεστημένη ισχύς από 140 MWt το 1995 σε 1500 MWt το 2005 (κυρίως τηλεθέρμανση). Εκτιμάται για το 2010: 3500 MWt
- **Ελβετία:** ένα σύστημα ΓΑΘ ανά 2 km² (δηλ. >30.000 συστήματα ΓΑΘ)

«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας», 11/12 Θεσσαλονίκη

11/24

Παραδείγματα γεωθερμικών χωρών

- 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

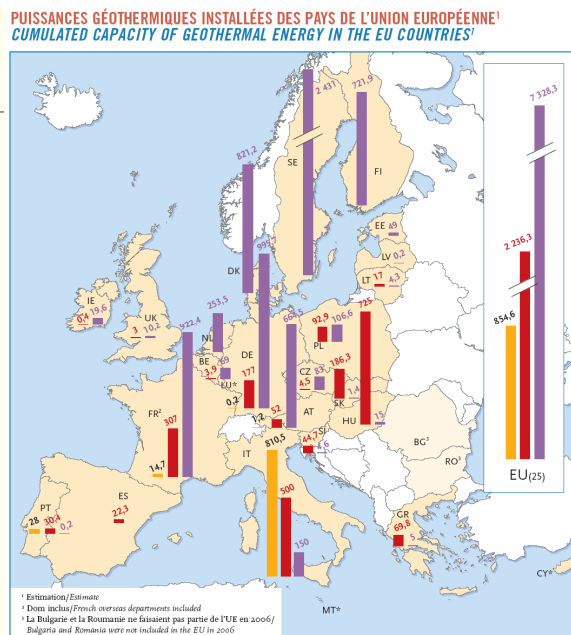
«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας», 11/12 Θεσσαλονίκη

12/24

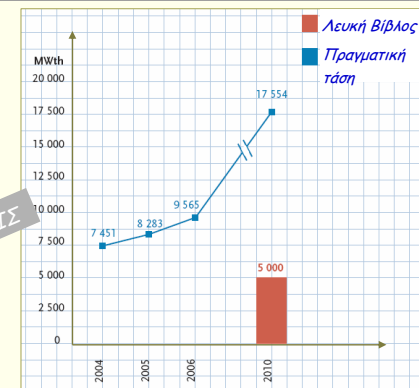
Η Γεωθερμική ενέργεια στην Ε.Ε.

Εγκατεστημένη ισχύς ανά χώρα

- Ηλεκτρ. Ενερ.
- άμεση θερμोट.
- ΓΑΘ



Η Γεωθερμική ενέργεια στην Ε.Ε. (2007)



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.

Το Γεωθερμικό Δυναμικό της Χώρας

- 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 MWt**.
- Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας: **παντού**

Το Γεωθερμικό Δυναμικό της Χώρας



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

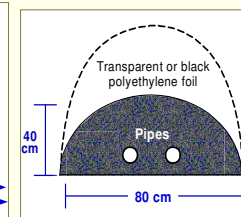
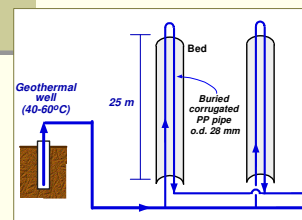
Σύνοψη των Γεωθερμικών Εφαρμογών στην Ελλάδα (2007)

Χρήση	Εγκατεστημένη ισχύς (MWt) 2007	Εγκατεστημένη ισχύς (MWt) - 2000	Ετήσια χρήση ενέργειας (10^{12} J) -2007
Θέρμανση χώρων	1.4	1.1	16
Θέρμανση θερμοκηπίων	26.5	20.6	248
Ξήρανση αγροτικών προϊόντων	0.8	-	4
Υδατοκαλλιέργειες	9.3	4.0	76
Λουτροθεραπευτικές μονάδες	36	35	182
Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας	20	0.4	114
Σύνολο	94	60.4	640

* Γχθυοκαλλιέργεια & καλλιέργεια σπρουλίνας

Σύνοψη των Γεωθερμικών Εφαρμογών στην Ελλάδα (2007)

- Εγκατεστημένη ισχύς άμεσων εφαρμογών τέλος του 2007: 94 MWt, 25% αύξηση σε σχέση με το 2004
- Η αύξηση κυρίως στην αύξηση των ΓΑΘ.
- Καλυμμένη επιφάνεια γεωθερμικών θερμοκηπίων: 18.2 ha
- Επιφάνεια για πρωίμηση σπαραγγίων κατά το 2007: 20 ha με άμεση χρήση γεωθερμικού νερού και 1 ha με ΓΑΘ



«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας», 11/12 Θεσσαλονίκη

18/24

Εφαρμογές Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας

- Γνωστές, περισσότερες από 200 εφαρμογές
- Εγκατεστημένη ισχύς: > 9 MW
- Ο ακριβής αριθμός τουλάχιστον διπλός
- Δεν έχει καταγραφεί άλλη εφαρμογή εκτός των κτιρίων

	Αρ. Εφαρμ.	Τύπος συστήματος (kW)		
		Κλειστό, οριζόντιο	Κλειστό, κατακόρυφο	Ανοικτό
Μεγάλες εφαρμογές (>100 kW)	18	-	1900	3000
Μικρές εφαρμογές (<100 kW)	>200	1700	1850	1200
ΣΥΝΟΛΟ	>220	1700	3750	4200

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

Προβλήματα για την αξιοποίηση της Γεωθερμίας

Τεχνικά Προβλήματα:

- Για τις **άμεσες χρήσεις** τα περισσότερα έχουν αντιμετωπιστεί με την κατάλληλη επιλογή υλικών (ευρεία χρήση πολυμερικών υλικών), την επανεισαγωγή των ρευστών, τη χρήση αντικαθαλατωτικών κτλ.
- Στις **ηλεκτρικές χρήσεις** επίσης αρκετά τεχνικά προβλήματα έχουν αντιμετωπιστεί και οι τεχνολογικές εξελίξεις επιτρέπουν αύξηση του βαθμού απόδοσης (π.χ. συνδυασμένος κύκλος - εκτόνωσης και δυαδικός, κύκλος KALINA κτλ.)
- Σε άλλες τεχνολογίες ακόμη σημαντικά προβλήματα (π.χ. Hot Dry Rocks).
- Μείωση της θερμοκρασίας του εδάφους με το χρόνο στα συστήματα ΓΑΘ.

Περιβαλλοντικά Προβλήματα:

- Σχεδόν μηδενίζονται με την επανεισαγωγή των ρευστών

«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας», 11/12 Θεσσαλονίκη

20/24

«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας», 11/12 Θεσσαλονίκη

17/24

«Αξιοποίηση γεωθερμικών εφαρμογών θέρμανσης-ψύξης και εξοικονόμησης ενέργειας», 11/12 Θεσσαλονίκη

19/24

Προβλήματα για την αξιοποίηση της Γεωθερμίας

Νομοθετικό πλαίσιο:

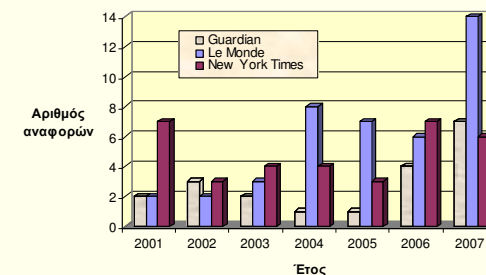
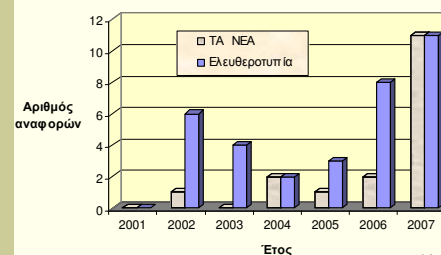
- Ν.3175/2003:
 - Τι γίνεται αν δεν έχει προχωρήσει η εκμίσθωση και διαχείριση ενός πεδίου και κάποιο ιδιώτης θέλει να χρησιμοποιήσει γεωθερμική Ενέργεια;
 - Τι γίνεται με τις μισθώσεις της ΔΕΗ;
 - Ποια θα είναι η τιμολογιακή πολιτική του διαχειριστή;

Οικονομικά Προβλήματα:

- Το υψηλό κόστος εγκατάστασης μιας γ/θ είναι το σημαντικότερο πρόβλημα στην ανάπτυξη της γ/θ ενέργειας είτε πρόκειται για ΓΑΘ ή για μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- Μεταλλευτικό «ρίσκο» σε περίπτωση που το πεδίο δεν είναι καλά ερευνημένο
- Απουσία οικονομικών κινήτρων για τα φυσικά πρόσωπα για εγκατάσταση ΓΑΘ.

Προβλήματα πολιτικής βούλησης, ενημέρωσης, διαφήμισης...

Προβολή της λέξης «γεωθερμία» στον τύπο



Τάσεις - Προοπτικές

- Εκτός από τις ΓΑΘ, οι άλλες άμεσες εφαρμογές δεν αυξήθηκαν τα τελευταία χρόνια τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς.
- Η ανάγκη για μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, μαζί με τη δυνατότητα πώλησης δικαιωμάτων άνθρακα από γ/θ μονάδες αναμένεται να βοηθήσει σε μια γρηγορότερη ανάπτυξη της γ/θ ενέργειας, ιδιαίτερα στον αναπτυσσόμενο κόσμο.
- Τόσο για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος όσο και την παραγωγή θερμότητας (ΓΑΘ) παρατηρείται μία τάση για μείωση των θερμοκρασιών των ρευστών που αξιοποιούνται.
- Πολλοί παράγοντες για την «έκρηξη» των ΓΑΘ: τιμή πετρελαίου, ευκολία αδειοδότησης, ενδιαφέρον της βιομηχανίας κλιματισμού, διαφήμιση κτλ.

Ευχαριστώ για την
προσοχή σας!



Ας αναπτύξουμε τις τοπικές
μορφές ενέργειας