



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

# ΝΕΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Α. Αρβανίτης, Θ. Καβουρίδης & Γ. Χατζηγιάννης

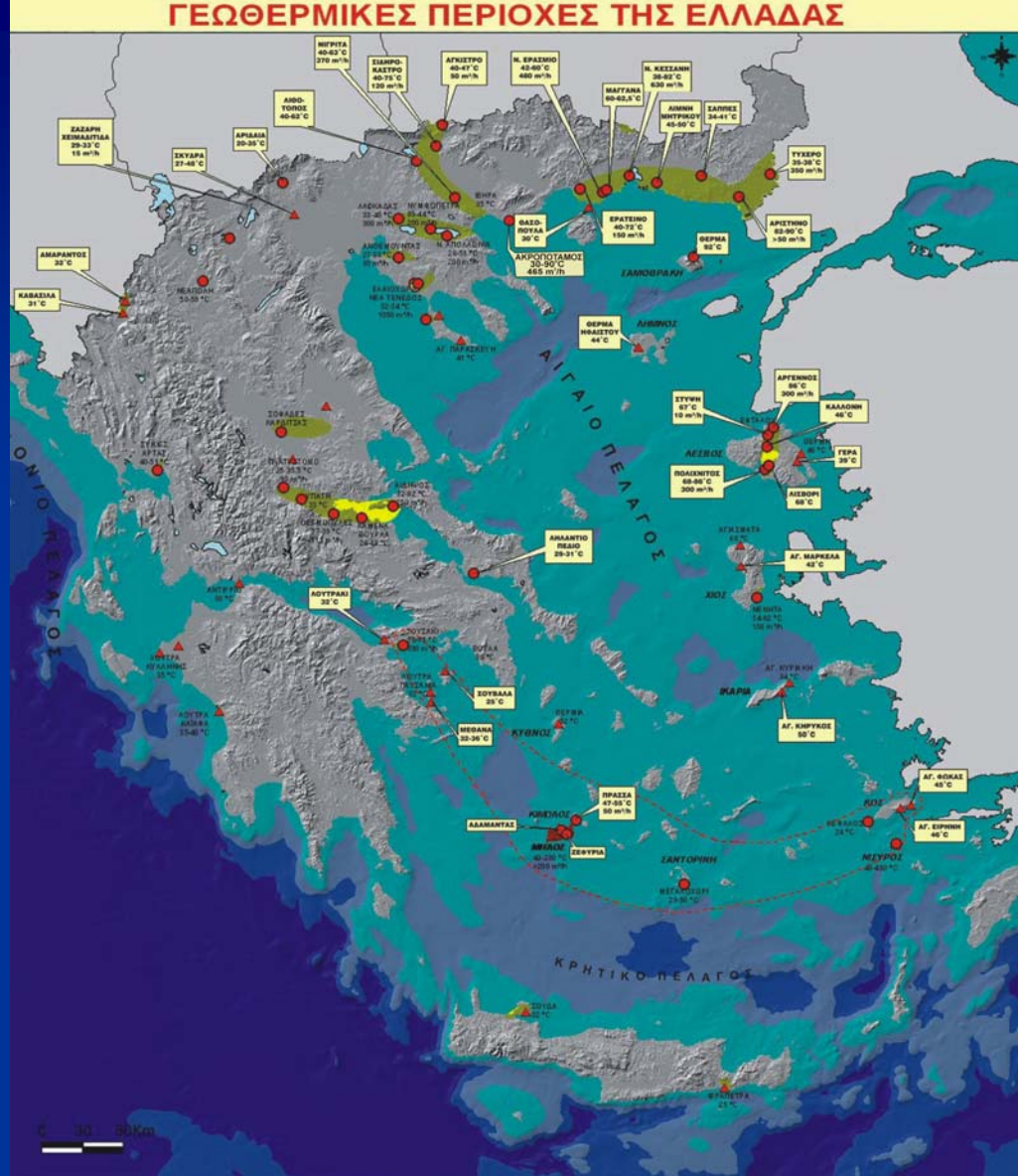
*Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.),  
Διεύθυνση Γεωθερμίας και Θερμομεταλλικών Υδάτων (ΔΙ.ΓΕ.ΘΜ.Υ.)  
Γ' Είσοδος, Ολυμπιακό Χωριό, Αχαρναί Αττικής, Τ.Κ.13677*

# ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ -

Ο ρόλος του Ι.Γ.Μ.Ε. στη γεωθερμική έρευνα

☑ Το Ι.Γ.Μ.Ε., ως σύμβουλος της Πολιτείας σε θέματα γεωεπιστημών και φυσικών πόρων, ερευνά και μελετά τη γεωθερμική κατάσταση της χώρας εδώ και πάνω από 30 χρόνια

☑ Αποτέλεσμα των ερευνών ήταν ο εντοπισμός και η μελέτη γεωθερμικών πεδίων σε όλη την Ελλάδα.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
<span style="color: red;">■</span>	Γεωθερμικές περιοχές υψηλής ενθαλπίας
<span style="color: yellow;">■</span>	Γεωθερμικές περιοχές χαμηλής ενθαλπίας
<span style="color: red;">●</span>	Περιοχή με δεδομένα γεωτρήσεων
<span style="color: red;">▲</span>	Περιοχή με επιφανειακές μόνο εμφανίσεις
ΤΥΧΕΡΟ 35-38 °C 350 m <sup>3</sup> /h	Περιοχή θερμοκρασία Παροχή
<span style="color: red;">---</span>	Ηφαιστειακό τόξο

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ & ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ



# ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

- ☑ Πολύ αξιόλογα γεωθερμικά κοιτάσματα, από τα σημαντικότερα της Ευρώπης.
- ☑ Γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας: Μήλος - Νίσυρος
- ☑ Στη Βόρεια Ελλάδα εντοπίστηκαν σημαντικά γεωθερμικά πεδία με  $T \leq 95^{\circ}\text{C}$ , στις περιοχές: (α) της Δυτικής Μακεδονίας (Φλώρινα - Πτολεμαΐδα), (β) της Λεκάνης Θεσσαλονίκης, (γ) της Λεκάνης Ανθεμούντα, (δ) της Λεκάνης Μυγδονίας (γεωθερμικά πεδία Λαγκαδά, Νυμφόπετρας, Νέας Απολλωνίας - Βόλβης) Ν. Θεσ/νίκης, (ε) του Δήμου Τρίγλιας και της Χερσονήσου Κασσάνδρας Ν. Χαλκιδικής, (στ) της Λεκάνης Στρυμόνα (γεωθερμικά πεδία Νιγρίτας, Σιδηροκάστρου, Ηράκλειας, Αγκίστρου και περιοχή 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 (γεωθερμικό πεδίο Αρίστηνου και περιοχή Τυχερού).
- ☑ Στην υπόλοιπη χώρα αξιόλογα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας και περιοχές σημαντικού γεωθερμικού ενδιαφέροντος έχουν εντοπισθεί στη Λέσβο (Άργενος, Πολιχνίτος, Στύψη - Καλλονή), στη Χίο (Νένητα, Θυμιανά), στη Βόρεια Εύβοια (Αιδηψός, Γιάλτρα - Χερσόνησος Λιχάδων), στη Λεκάνη του Σπερχειού (Θερμοπύλες, 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.

# ΒΕΒΑΙΑ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Τα γνωστά γεωθερμικά πεδία έχουν ταξινομηθεί σε **«βεβαιωμένα και πιθανά»** (σύμφωνα με το Ν. 3175/2003), με σχετικές Υπουργικές αποφάσεις:

ΦΕΚ 1012/τ.Β´/19-7-2005 &  
ΦΕΚ 161/τ.Β´/5-2-2008

25 περιοχές, 36 πεδία (βεβαιωμένα & πιθανά  
γ/θ πεδία στην ίδια περιοχή)

Πληροφορίες για τα όλα τα ήδη χαρακτηρισθέντα ως βεβαιωμένα και πιθανά γεωθερμικά πεδία υπάρχουν στην έκδοση του Ι.Γ.Μ.Ε. «**Τα Γεωθερμικά Πεδία της Χώρας (Χαρακτηρισμός σύμφωνα με το Ν. 3175/2003)**», που υπάρχει στην ιστοσελίδα του ΙΓΜΕ: [www.igme.gr](http://www.igme.gr)



# Νέα βεβαιωμένα και πιθανά γεωθερμικά πεδία

- ✓ Με την ολοκλήρωση των εργασιών του Γ' ΚΠΣ υλοποιήθηκαν οι στόχοι εντοπισμού και μελέτης **10 γεωθερμικών πεδίων (8 νέων & 2 παλαιότερων)**.
- ✓ «Βεβαιωμένο γ/θ πεδίο χαμηλής θερμοκρασίας **Ακροποτάμου Καβάλας**» με βάση ΦΕΚ 161/τ.Β' / 5-2-2008.
- ✓ Χαρακτηρισμός και άλλων γεωθερμικών περιοχών ως «**βεβαιωμένων ή / και πιθανών γεωθερμικών πεδίων**», όπως:
  - Αλμωπία Ν. Πέλλας
  - Αλεξάνδρεια Ημαθίας
  - Βόλβη Θεσσαλονίκης
  - Λεκάνη Σπερχειού
  - Χερσόνησος Λιχάδων Βορ. Εύβοιας
  - Ρίζα Αντιρρίου
  - Θυμιανά Χίου

## ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΝΑ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΘΕΝΤΩΝ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ



# ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ

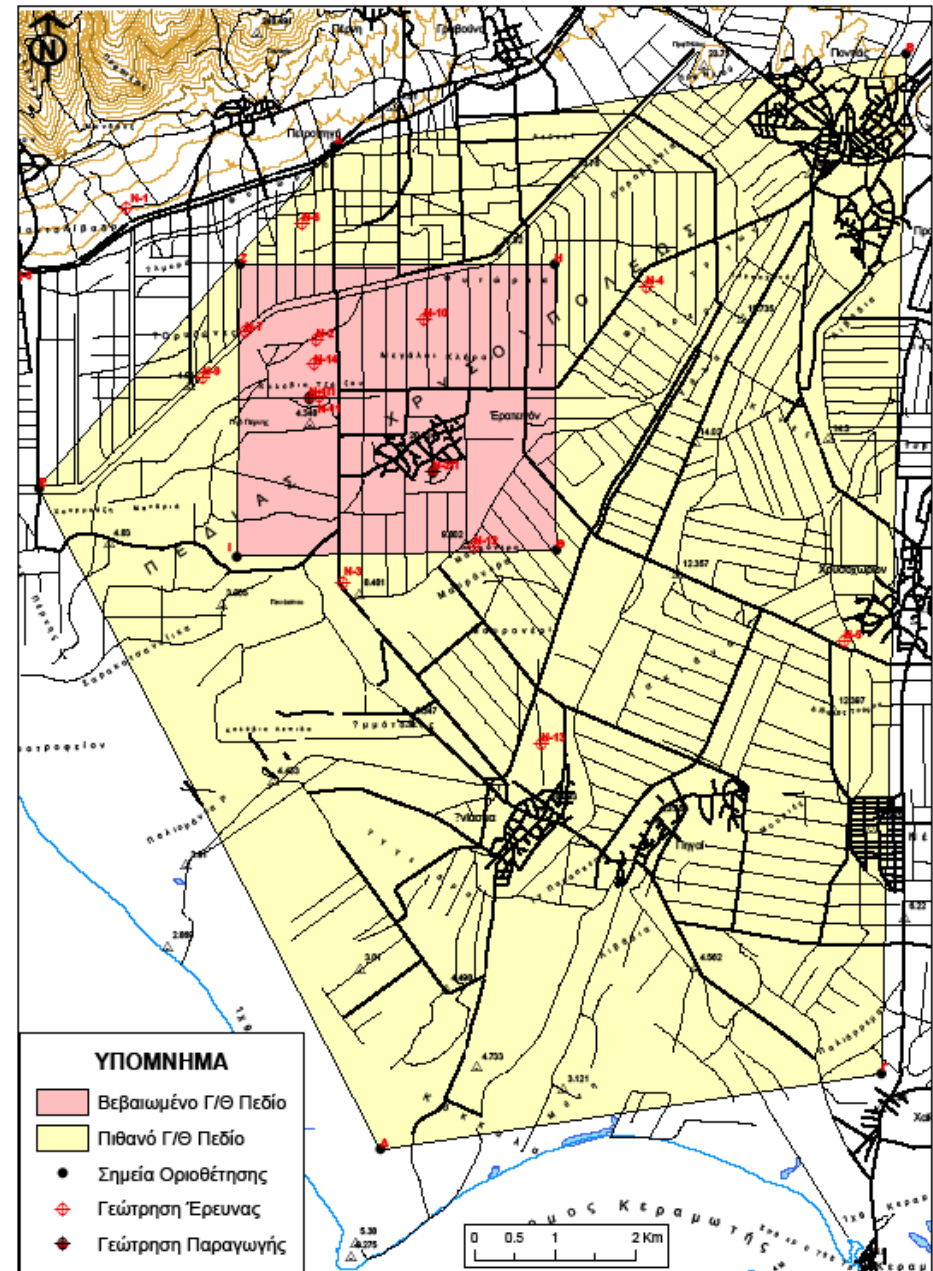
- ☑ Με την ολοκλήρωση των έργων του Γ΄ ΚΠΣ εντοπίστηκαν και μελετήθηκαν 8 νέα γεωθερμικά πεδία και περιχαράχθηκαν 2 ακόμη, με αύξηση του εκτιμώμενου συνολικού δυναμικού.
- ☑ Η αξιοποίηση των γ/θ πεδίων χαμηλής ενθαλπίας (ή θερμοκρασίας) βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα.
- ☑ Δύο προκηρύξεις για διαγωνισμούς μίσθωσης γεωθερμικών πεδίων:
  - (α) 2-8-2007: γ/θ πεδίο Ερατεινού Ν. Καβάλας → μίσθωση από Δήμο Χρυσούπολης (30-11-2007)
  - (β) 30-5-2008: γ/θ πεδίο Εράσμιου – Μαγγάνων → αναβολή διαγωνισμού (21-7-2008)
- ☑ Χαρακτηρισμός παράκτιας περιοχής Ακροποτάμου Ν. Καβάλας ως «βεβαιωμένου γεωθερμικού πεδίου χαμηλής θερμοκρασίας Ακροποτάμου Καβάλας» (ΦΕΚ 161/τ.Β/5-2-2008)
- ☑ Μεγάλες εταιρείες με εμπειρία σε χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας (γεωργικές, θέρμανσης χώρων) έχουν εκδηλώσει ενδιαφέρον για μίσθωση πεδίων.
- ☑ Στο τελικό στάδιο υλοποίησης βρίσκεται το έργο θέρμανσης δημοτικών κτιρίων στον Πολιχνίτο Λέσβου.

# Βεβαιωμένο και πιθανό γεωθερμικό πεδίο Ερατεινού Ν. Καβάλας

Χαρακτηρισμός ως «Βεβαιωμένου και πιθανού γ/θ πεδίου χαμηλής θερμοκρασίας» με βάση ΦΕΚ 1012/τ.Β' / 19-7-2005.

- ✓ Η διαχείριση του βεβαιωμένου πεδίου προκηρύχθηκε με την ΑΠ 2141/2-8-2007 διακήρυξη
- ✓ Η δημοπράτηση έγινε στις 3-10-2007
- ✓ Το πρακτικό της δημοπρασίας εγκρίθηκε με την 3136/23-10-2007 απόφαση, με την οποία πλειοδότης αναδείχθηκε ο Δήμος Χρυσούπολης
- ✓ Το σχετικό μισθωτήριο συμβόλαιο για το βεβαιωμένο γ/θ πεδίο υπογράφηκε στις 30-11-2007
- ✓ Η όλη διαδικασία έγινε σύμφωνα με την Υ.Α. Δ9Β/Φ.166/οικ.8411/ΓΔΦΠ2373/117 (ΦΕΚ 635/τ.Β/12-5-2005)

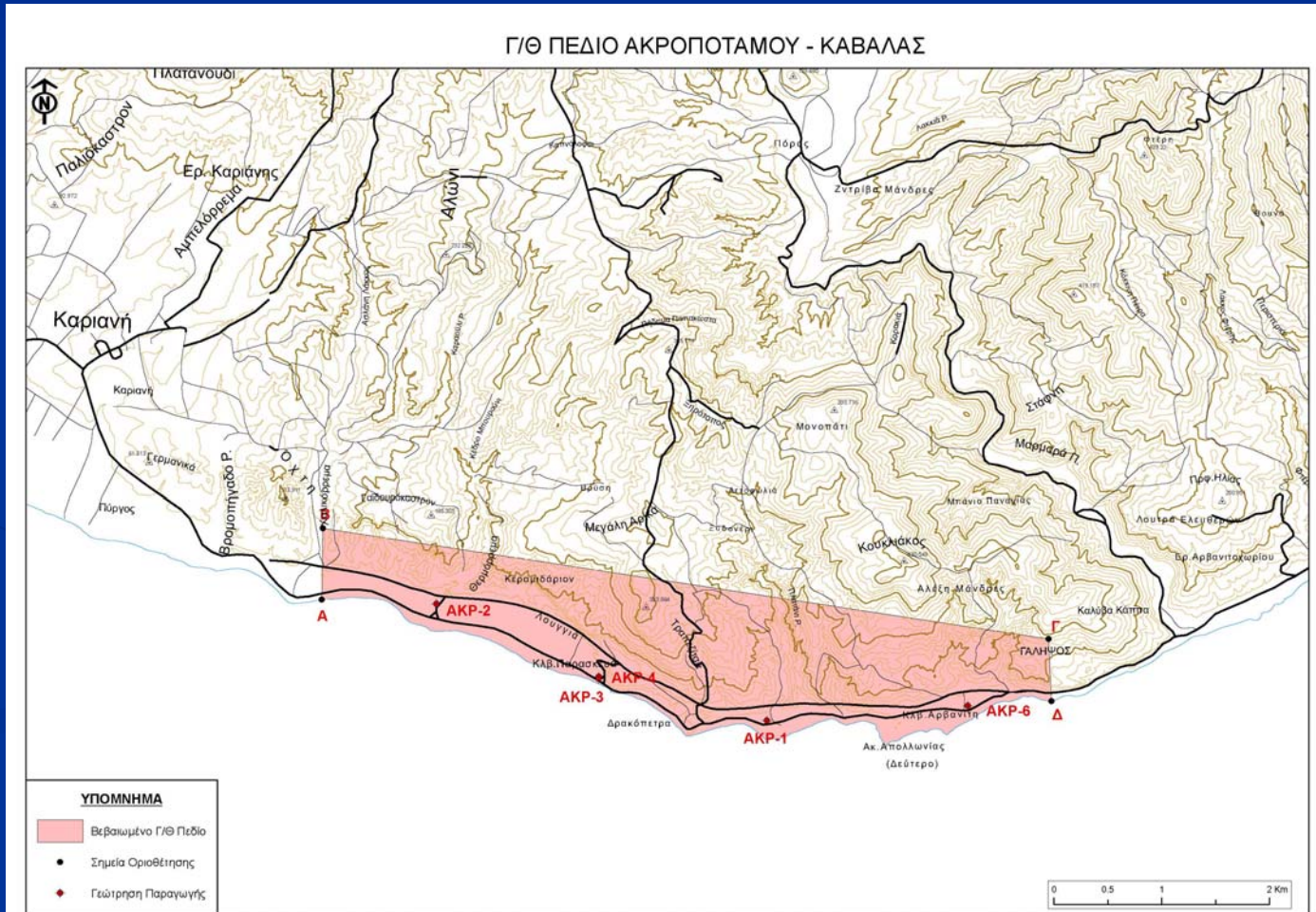
## Γ/Θ ΠΕΔΙΟ ΕΡΑΤΕΙΝΟ - ΚΑΒΑΛΑΣ



# Βεβαιωμένο γεωθερμικό πεδίο Ακροποτάμου Καβάλας

Χαρακτηρισμός ως «Βεβαιωμένο γ/θ πεδίο χαμηλής θερμοκρασίας» με σχετική Υπουργική απόφαση στο ΦΕΚ 161/τ.Β'5-2-2008.

- ✓ Γ/θ ρευστά θερμοκρασίας μέχρι 90°C
- ✓ Βάθη ταμιευτήρων: 100-185 m (ρηχός), 240-515 m (βαθύτερος)
- ✓ Παροχή: 415 m<sup>3</sup>/h
- ✓ Τα γεωθερμικά ρευστά περιέχουν σημαντικές ποσότητες CO<sub>2</sub> (διφασική ροή)
- ✓ Νερά τύπου Na-Cl με Σ.Δ.Α. 3,1 - 30,7 g/l.





# Έργο «ΘΕΡΜΟΠΟΛΙΣ»: Θέρμανση δημοτικών κτιρίων στον Πολιχνίτο Λέσβου

Χρησιμοποίηση νερού θερμοκρασίας 88°C  
από γεώτρηση βάθους 150 m

ΣΤΕΓΑΣΗΣ  
ΤΗΛ.: +30210/66.69.112/www.glassart.gr

ΠΕΠ Β. Αιγαίου 2000/2006  
Περιφερειακό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα

ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΕ ΤΟΜΕΙΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ

Ε.Π. ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ, ΜΕΤΡΟ 3.7, ΠΡΩΤΗΡΙΑ ΤΗΣ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ:	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΟΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ ΣΤΗ ΝΗΣΙΩΤΙΚΗ ΕΜΜΕΔΑ
ΑΚΡΟΝΥΜΙΟ ΕΡΓΟΥ:	ΘΕΡΜΟΠΟΛΙΣ
ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓΟΥ:	Β.ΑΙΓ_2
ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΕΡΓΟΥ:	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ / ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΜΟΝΤΟΣ
ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ ΦΟΡΕΙΣ:	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΔΟΜΙΚΗ ΑΝΕΜΟΣ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΧΑΛΚΙΔΑΣ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΥΠΕΡΓΟΛΑΒΟΙ:	ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΓΑΙΑΣ ΜΕΤΡΩΝ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΙΑ
ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ:	651.825 ΕΥΡΩ
ΔΗΜΟΣΙΑ ΔΑΠΑΝΗ:	391.095 ΕΥΡΩ
ΙΔΙΩΤΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ:	260.730 ΕΥΡΩ



# Φωτογραφίες από νέα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας, που εντοπίσθηκαν από το ΙΓΜΕ στα πλαίσια του Γ΄ ΚΠΣ

ΑΚΡΟΠΟΤΑΜΟΣ ΚΑΒΑΛΑΣ (ΑΚΡ-1)  
83°C H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> 150 m<sup>3</sup>/h  
Ισχύς 10 MWt 7500 ΤΙΠ/χρόνο



Ι.Γ.Μ.Ε. 2003

Ακροπόταμος Ν. Καβάλας



Σωσάνδρα Αλμοπίας (Ν. Πέλλας)



Χερσόνησος Λιχάδων (Βορ. Εύβοια)



Θυμιάνα Χίου



Αλεξάνδρεια Ημαθίας

## ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ (2007)

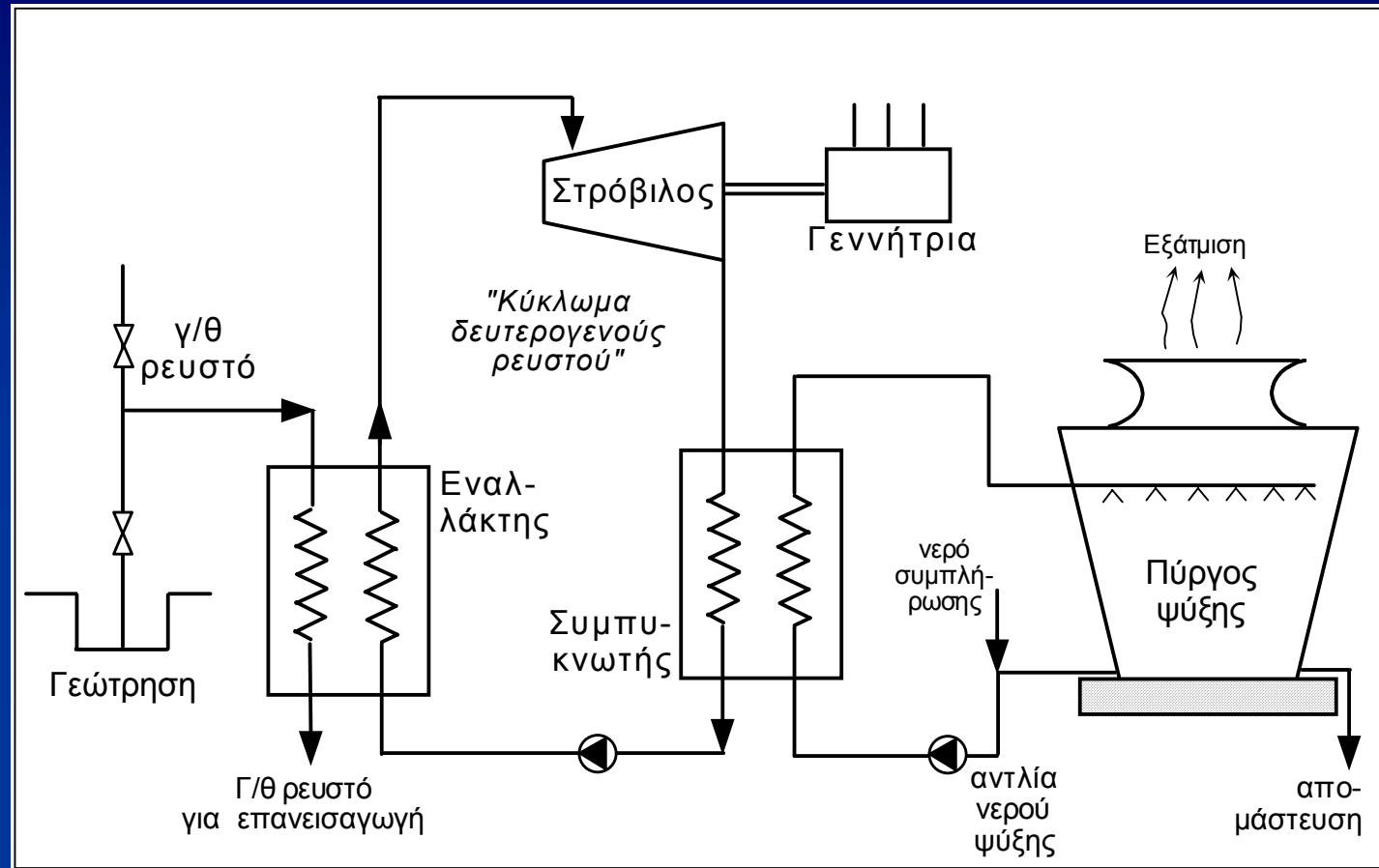
Χρήση	Εγκατεστημένη Ισχύς (MWt) - 2007	Εγκατεστημένη Ισχύς (MWt) - 2000	Ετήσια Χρήση ενέργειας ( $10^{12}$ J) - 2007
Θέρμανση χώρων	1,4	1,1	16
Θέρμανση θερμοκηπίων & θέρμανση εδάφους	26,5	20,6	248
Ξήρανση αγροτικών προϊόντων	0,8	0	4
Υδατοκαλλιέργειες *	9,3	4,0	76
Ιαματικός Τουρισμός και Λουτροθεραπεία	36,0	35,0	182
Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας	20,0	0,4	114
<b>Σύνολο</b>	<b>94,0</b>	<b>60,4</b>	<b>640</b>

\* Ιχθυοκαλλιέργειες & καλλιέργεια *Spirulina*

# *Πιθανοί γεωθερμικοί πόροι μέσης ενθαλπίας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με δυαδικό κύκλο (για γεωθερμικά ρευστά θερμοκρασίας 85-175° C)*

- *Λεκάνη Δέλτα Νέστου (γεωθερμικό πεδίο Ερατεινού)*
- *Λεκάνη Δέλτα Έβρου (γεωθερμικό πεδίο Αρίστηνου)*
- *Λεκάνη Στρουμόνα*
- *Νησιά Ανατολικού Αιγαίου (Σαμοθράκη, Λέσβος, Χίος)*
- *Γεωθερμικό πεδίο Αιχροποτάμου Καβάλας (ευρύτερη περιοχή λεκάνης Στρουμόνα)*

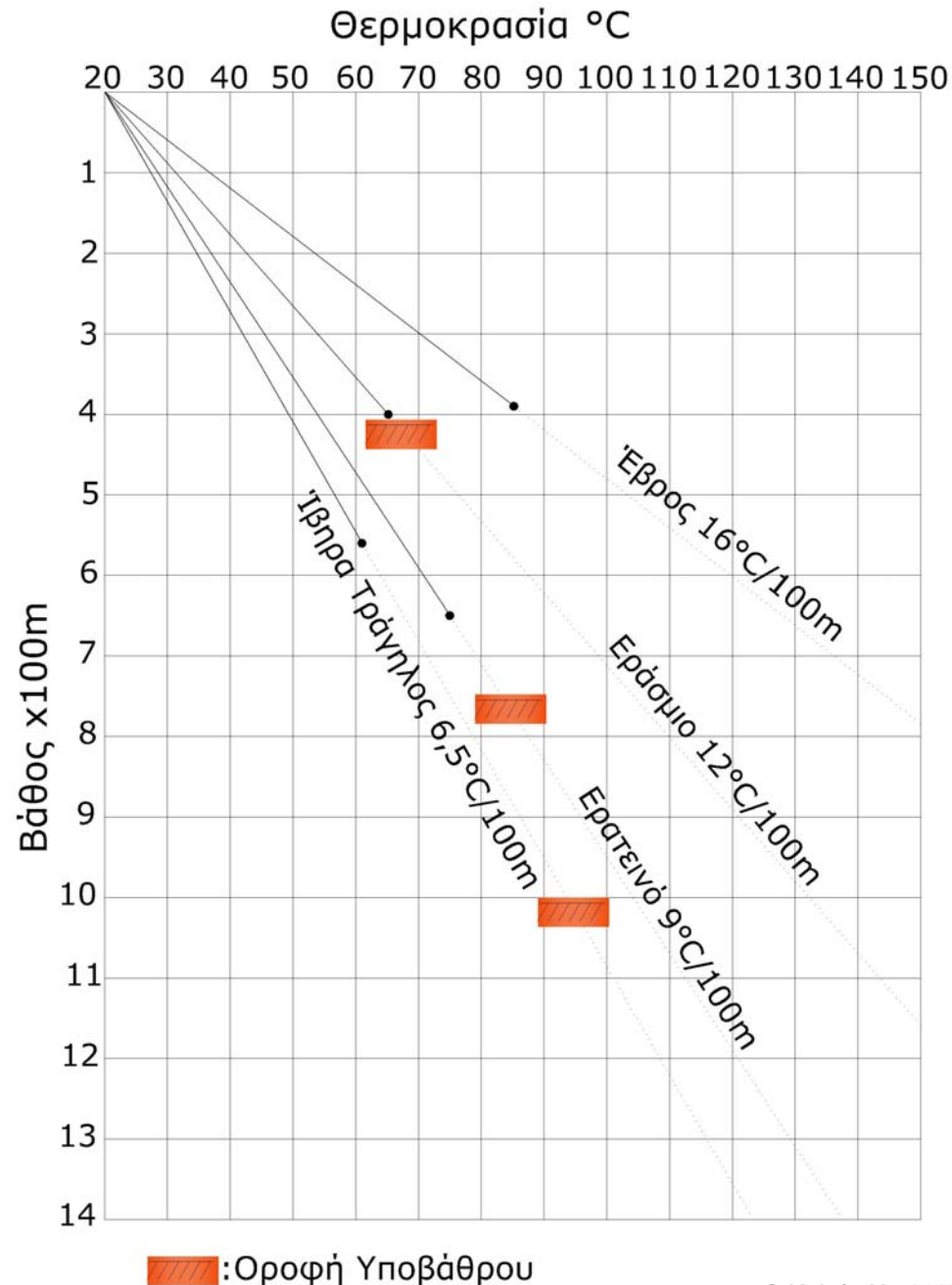
# Παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος με χρήση δευτερεύοντος ρευστού



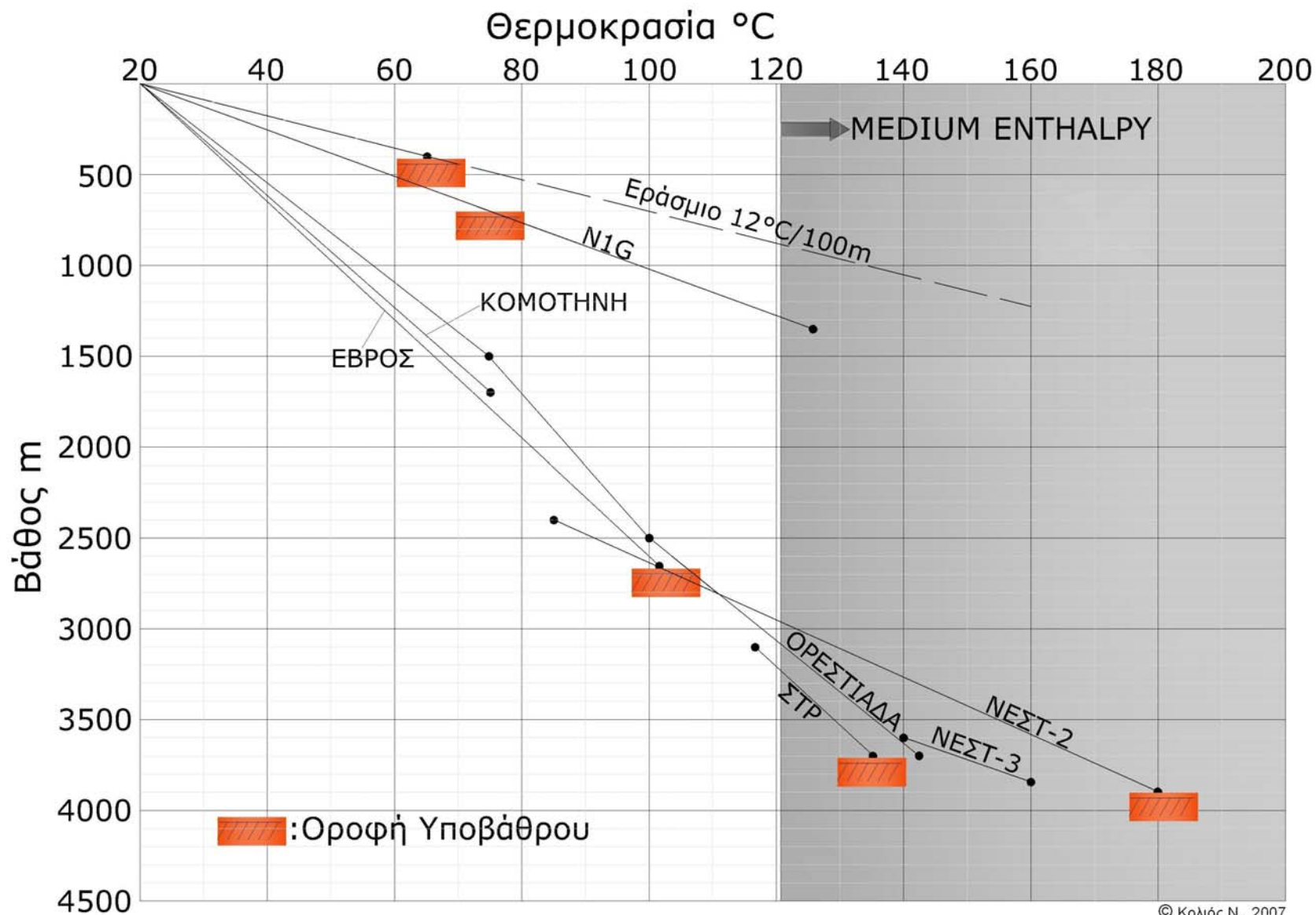
Το γ/θ ρευστό χρησιμοποιείται για τη θέρμανση (και εξάτμιση) σε έναν εναλλάκτη του δευτερεύοντος ρευστού (νερό + αμμωνία, ισοβουτάνιο, ισοπεντάνιο,  $CO_2$ , κλπ), το οποίο έχει χαμηλότερο σημείο ζέσης σε σχέση με το νερό. Οι ατμοί του δευτερεύοντος ρευστού οδηγούνται αρχικά στο στρόβιλο και στη συνέχεια στο συμπυκνωτή. Τέλος, το ρευστό από το συμπυκνωτή συμπιέζεται και επανεισάγεται πάλι στον εναλλάκτη θερμότητας.

# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΑΠΟ ΒΑΘΕΙΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ Ι.Γ.Μ.Ε.

- ⇒ Υπάρχουν τα εχέγγυα για ρευστά μέσων - υψηλών θερμοκρασιών; **ΝΑΙ**

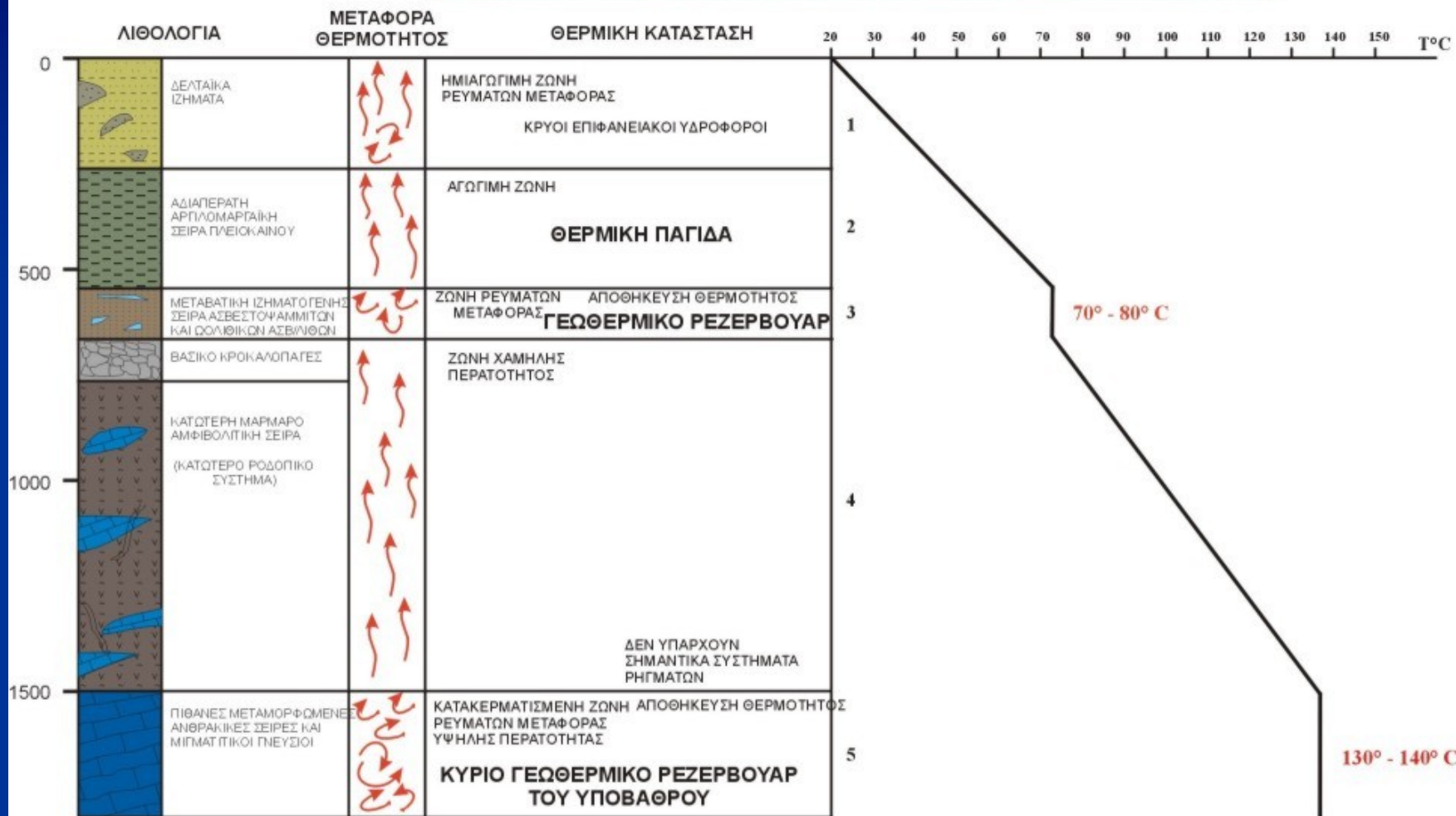


# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΑΠΟ ΒΑΘΕΙΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ Δ.Ε.Π. & ΤΟΥ Ι.Γ.Μ.Ε.



# Κατάσταση σε επιμέρους γεωθερμικές περιοχές - ΠΕΔΙΑΔΑ ΝΕΣΤΟΥ

## ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΔΕΛΤΑ ΝΕΣΤΟΥ

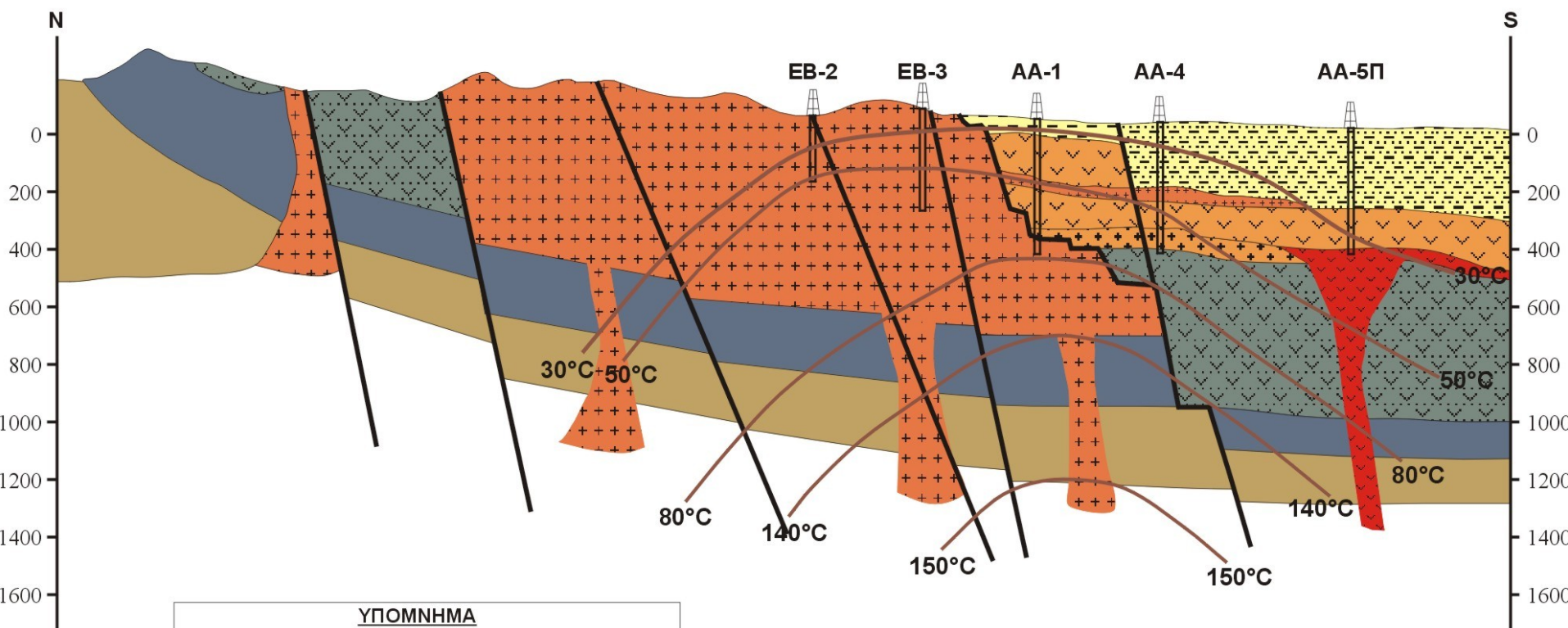


ΖΩΝΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ



# Κατάσταση σε επιμέρους γεωθερμικές περιοχές - ΛΕΚΑΝΗ ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗΣ

## ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΡΙΣΤΗΝΟΥ



### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Πλειστόκαινο: Αναβαθμίδες, ερυθρές άμμοι αργ.άμμοι, Κροκάλες, χαλίκια
- Μειόκαινο: Άργιλοι, κροκαλ. από ηφαιστίτες
- Ολιγόκαινο: Εναλλαγές αργίλων, μαργών και λεπτοψαμμιτών, όξινοι τόφφοι
- Ολιγόκαινο: Ρυόλιθοι
- Αν. Ηώκαινο: Ασβεστοψαμμιτική φάση Νίψας τόφφοι, τοφφίτες (300-400μ)
- Αν. Ηώκαινο: Ανδεσίτες (δόμοι)
- Μέσο Ηώκαινο: Νουμουλιτικοί ασβεστόλιθοι
- Μέσο Ηώκαινο: Αργιλομαργαϊκή σειρά

# Γεωθερμικό Πρόγραμμα CHP στο Unterhaching, περιοχή Μονάχου (Γερμανία), με 3,36 MWe και τηλεθέρμανση



Γεώτρηση βάθους 3350 m,  
που παράγει 540 m<sup>3</sup>/h γ/θ  
ρευστών T= 123°C (2004)



# Μονάδα Κύκλου Rankine στο Altheim της Αυστρίας



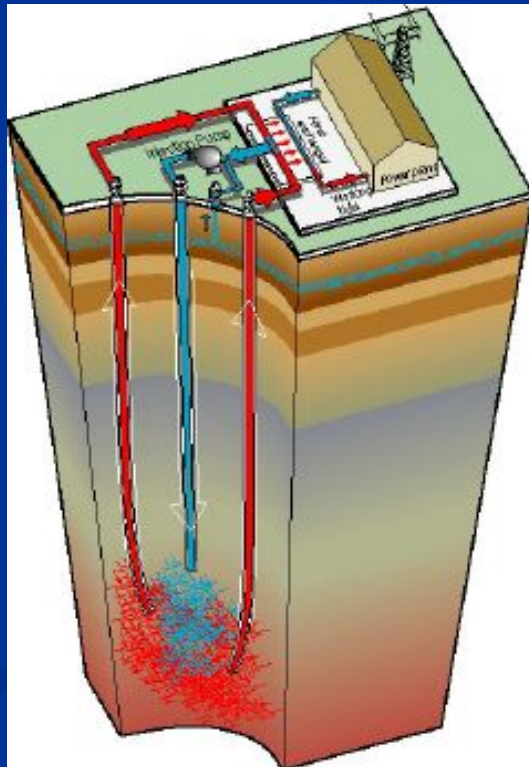
- ❖ Η κεφαλή της παραγωγικής γεώτρησης βάθους 2300 m, η οποία παράγει γ/θ ρευστά 104°C

- ❖ Ο εναλλάκτης θερμότητας γεωθερμικού - οργανικού ρευστού τύπου αυλών και κελύφους στο εσωτερικό της μονάδας



# Βελτιωμένα Γεωθερμικά Συστήματα (Enhanced Geothermal Systems, E.G.S.)

Τα συστήματα αυτά ορίζονται και ως θερμά ξηρά πετρώματα, στα οποία προκαλούνται διαρρήξεις και στη συνέχεια εισπνέζεται μέσω βαθιών γεωτρήσεων νερό, το οποίο αφού θερμανθεί ανακτάται με άλλες γεωτρήσεις και χρησιμοποιείται για συμπαραγωγή (ηλεκτροπαραγωγή & θέρμανση)



Εφαρμογή Τεχνολογίας E.G.S.  
σε συνδυασμό με ORC ή Kalina



Το Ευρωπαϊκό  
Πρόγραμμα στο  
Soultz της Ανατ.  
Γαλλίας (σύνορα  
με Γερμανία)  
σε γρανίτες

[Εγκαταστάσεις  
παραγωγής  
ηλεκτρικής  
ενέργειας 6 MWe].



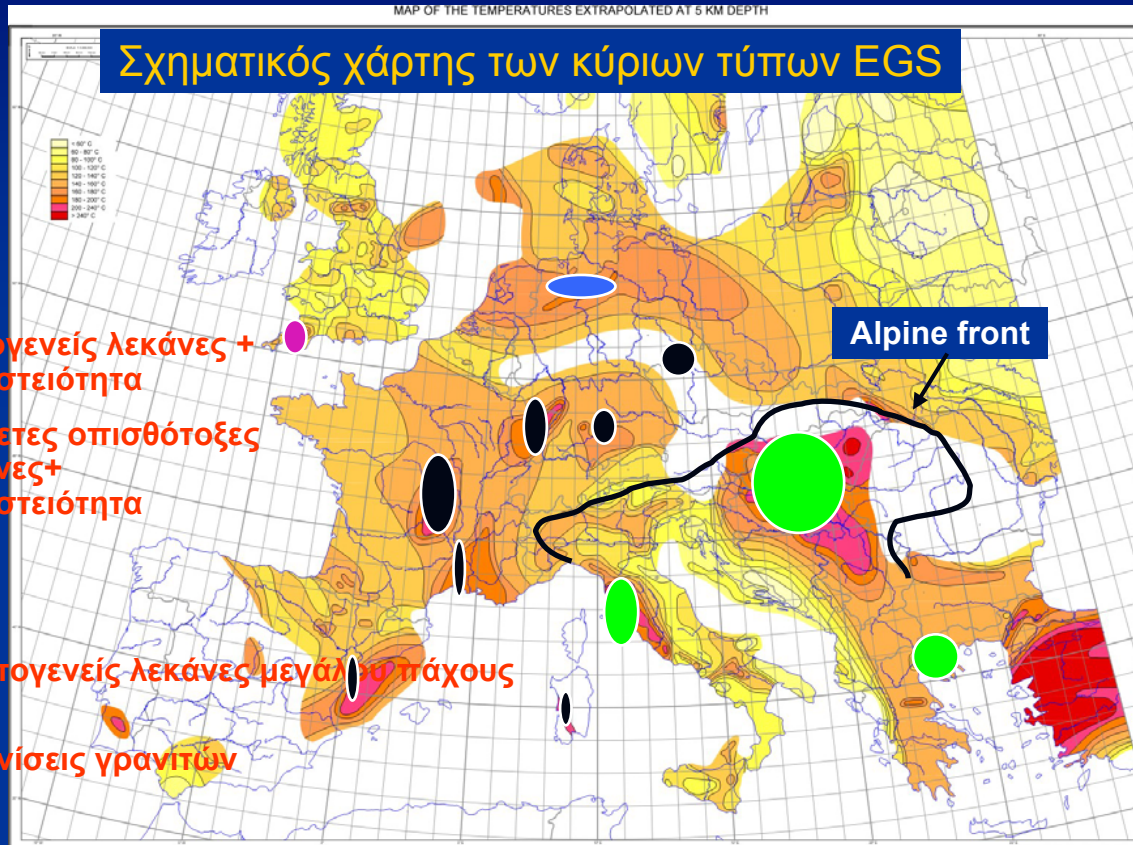
1997:  
Γεωτρήσεις βά-  
θους 3500-3890  
m → 140°C (90  
m<sup>3</sup>/h)

1999-2004:  
γεωτρήσεις  
βάθους 5000 m →  
200°C

Η ψύξη τεμάχους 1 km<sup>3</sup> θερμού διηρηγημένου πετρώματος από τους 200 στους 180°C απελευθερώνει αρκετή ενέργεια, που μπορεί να αντικαταστήσει 1.275.000 τόνους αργού πετρελαίου και να τροφοδοτήσει με ηλεκτρισμό μία πόλη 10.000 κατοίκων για 20 έτη!

# Ε.Γ.Σ. ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

## εντοπίζονται στα ακόλουθα περιβάλλοντα:



- Σε διαρρηγμένα πετρώματα που εντοπίζονται σε συνθήκες νέου τεκτονικού βυθίσματος (graben) με συνθήκες χαμηλής περατότητας των σχηματισμών (π.χ. Graben του Ανώτερου Ρήνου)
- Διαρρηγμένα πετρώματα γύρω από ενεργά υδροθερμικά συστήματα (π.χ. Bouillante, Larderello)
- Βαθιά σκληρά πετρώματα μέσα σε μία σύνθετη λεκάνη (π.χ. Παννονία λεκάνη)
- Βαθείς ιζηματογενείς σχηματισμούς (π.χ. λεκάνη της Βόρειας Γερμανίας)
- Γρανίτες με μεγάλη παραγωγή θερμότητας (π.χ. γρανίτες της Ερκύνιας / Βαρίσκιας ορογένεσης)
- Βαθείς ρηγματωμένοι γρανίτες μέσα σε σταθερές περιοχές (π.χ. λεκάνη Παρισίων)

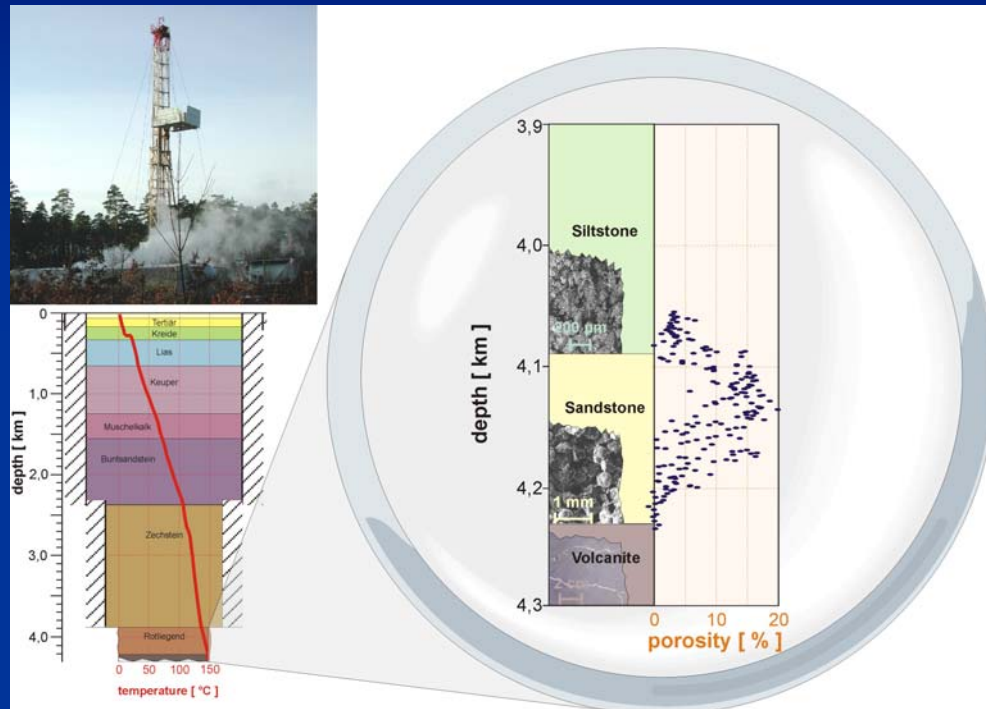
# Βελτιωμένα Γεωθερμικά Συστήματα (Enhanced Geothermal Systems, E.G.S.)

## Cornwall Μεγ. Βρετανίας



Δοκιμές - πειράματα σε γρανίτες στην περιοχή Rosemanowes Quarry στην Cornwall της Μεγ. Βρετανίας. Ανόρυξη γεωτρήσεων βάθους 2000-2600 m για τον εντοπισμό θερμοκρασιών 79-100°C ---- Εισπίεση νερού.

## EGS Groß Schönebeck project (Λεκάνη Βόρ. Γερμανίας)



- Ερευνητική γεώτρηση σε ιζηματογενή πετρώματα σε βάθος 4,3 km με διηγειρμένη θερμοκρασία ταμιευτήρα 150°C
- Στόχος του Project: η αύξηση της διαπερατότητας των βαθιών υδροφορέων βελτιώνοντας ή δημιουργώντας δευτερογενή περατότητα και διαδρομές ροής των ρευστών.
- 2<sup>η</sup> γεώτρηση: βελτίωση της ροής ρευστών από τον ταμιευτήρα με τη χρήση ζεύγους γεωτρήσεων (doublet)
- Επίδειξη αιεφόρου παραγωγής με κυκλοφορίας μακράς διάρκειας  
Δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

# Γεωθερμικά Projects στην Κοιλάδα του Άνω Ρήνου στη Γερμανία (Baumgärtner et al., 2006)

Στόχοι των projects και παράμετροι αυτών



PROJECT	ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ	ΒΑΘΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΠΑΡΟΧΗ	ΙΣΧΥΣ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
BRUCHSAL	Πολύχρωμος φαμμίτης	2000 m	130°C	> 20 l/s	500 kW	Εγκατάσταση μονάδας παραγωγής ηλ. ενέργειας
SPEYER	Πολύχρωμος φαμμίτης	2900 m	150°C	25 l/s/well	5.4 MW	9 γεωτρ. Σχεδιάσθηκαν 1 <sup>η</sup> γεώτρ. ολοκληρώθ
OFFENBACH	Απολιθ. ασβεστόλιθος	2800 m	150°C	100 l/s	4.8 MW	1 <sup>η</sup> γεώτρ. ολοκληρωθ
BELLHEIM	Απολιθωματοφόρος ασβεστόλιθος	ca. 2900 m, διάτρηση	?	80 - 100 l/s	ca. 5 MW	1 <sup>η</sup> γεώτρ. σε εξέλιξη
RIEDSTADT	Rotliegen des	2300 m	140°C	70 l/s	3 MW	Αρχική φάση προετοιμασίας
KARLSRUHE	Απολιθ. ασβεστόλιθος	3100 m	150°C	75 l/s	2.8 MW	Αρχική φάση προετοιμασίας
LANDAU	Απολιθ. ασβεστόλιθος Φαμμίτης Γρανίτης	3000 m	150°C	70 l/s	2.5 MW	1 <sup>η</sup> γεώτρ. ολοκληρώθ 2 <sup>η</sup> γεώτρ. σε εξέλιξη
KEHL	?	2500 - 3000 m	130°C	20 - 30 l/s	?	Αρχική φάση προετοιμασίας
ETTENHEIM	Υπόβαθρο	5000 m	170°C	?	3 - 5 MW	Μελέτη σκοπιμότητας

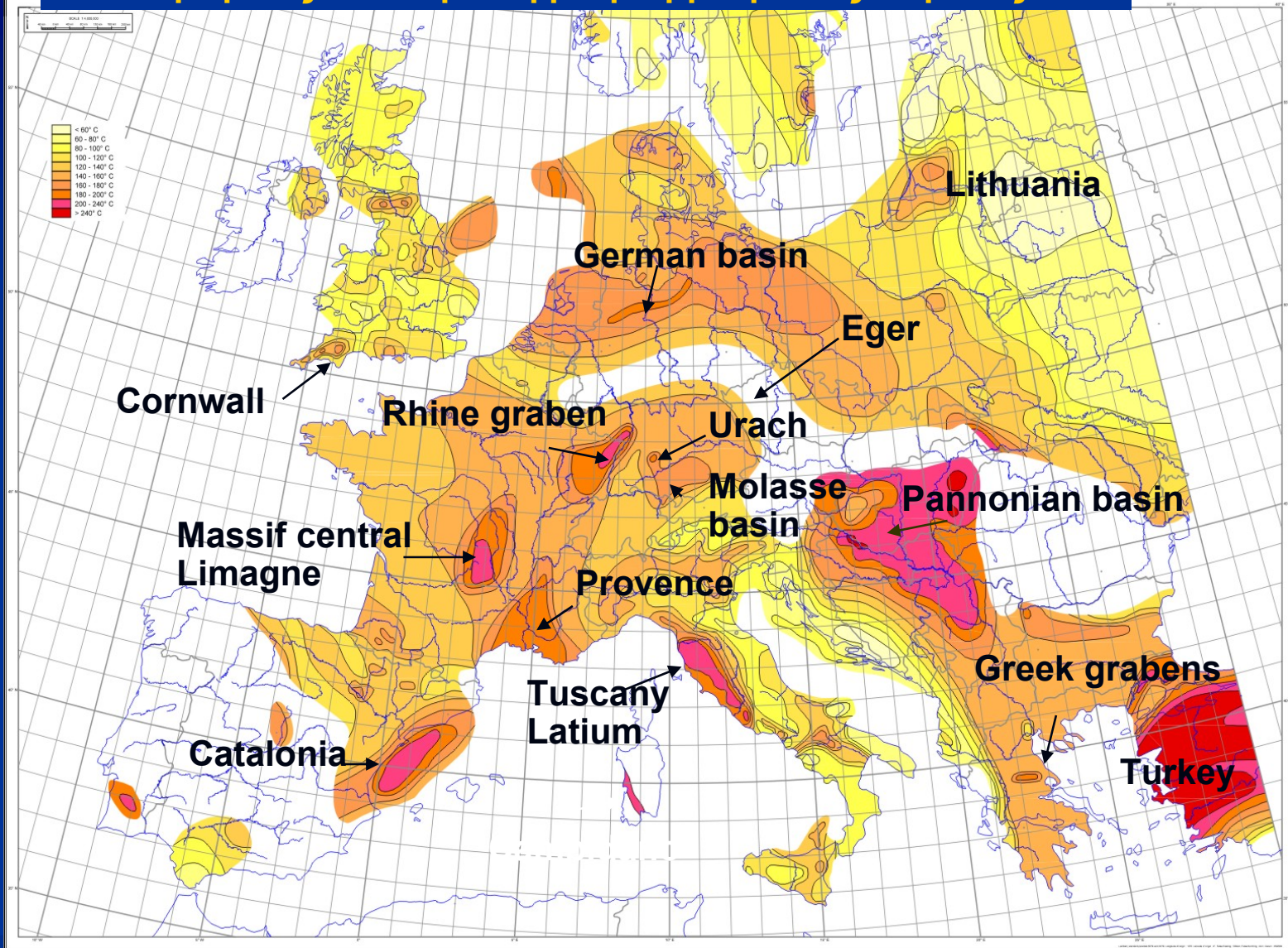
## Υδροθερμικά Projects

- σε εξέλιξη
- στάδιο σχεδιασμού

## HDR Projects

- στάδιο σχεδιασμού

# Υπολογισμένες κατά προσέγγιση θερμοκρασίες σε βάθος 5 km



# ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΓΡΑΝΙΤΙΚΩΝ ΔΙΕΙΣΔΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΓΝΕΥΣΙΑΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

*κυρίως σε περιοχές της*

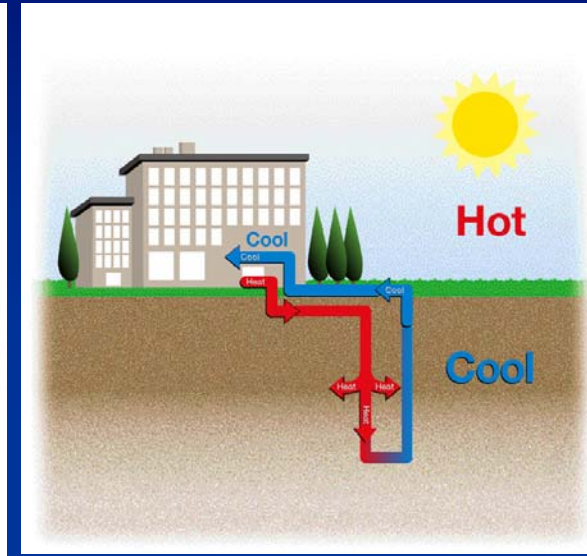
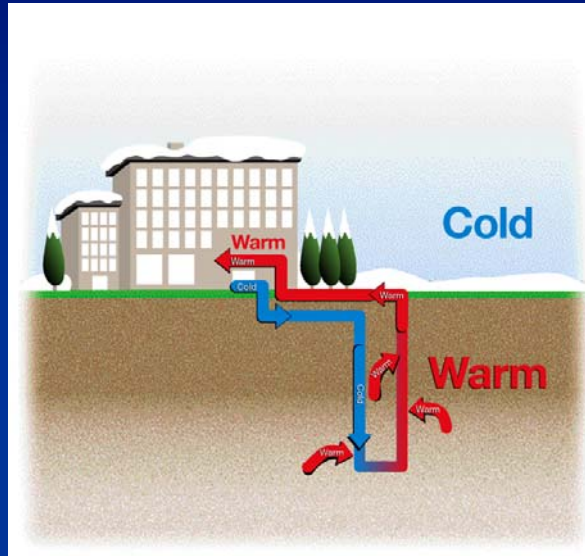
- *ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ - ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ,*
- *ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ,*
- *ΘΡΑΚΗΣ*
- *ΚΑΙ ΣΕ ΠΟΛΛΑ ΝΗΣΙΑ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ*

- ✓ *Ιδιαίτερα σε περιοχές που παρουσιάζουν αυξημένη θερμική ροή και ενδεχομένως να μην υπάρχει ικανοποιητική παροχή ρευστών*
- ✓ *Αξιοποίηση της υψηλής θερμικής ροής σε Νησιά του Ανατολικού Αιγαίου (Λέσβος, Χίος, Σαμοθράκη, Λήμνος), ακόμη και αν δεν υπάρχει επάρκεια γεωθερμικών ρευστών*
- ✓ *Εφαρμογή EGS σε βαθιές ιζηματογενείς λεκάνες και στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο αυτών*

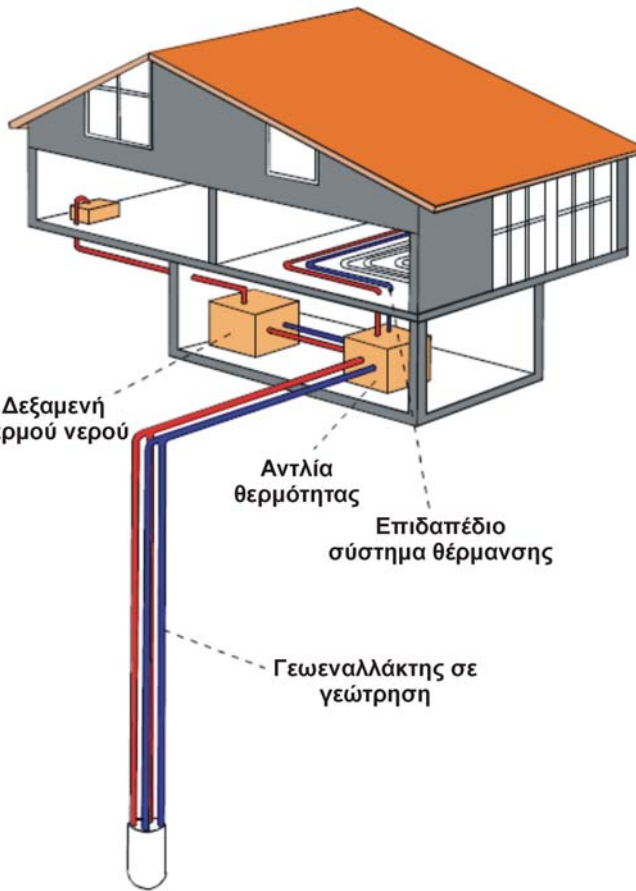


# ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (α)

Στην Ελλάδα οι συνθήκες είναι ιδιαίτερα ευνοϊκές λόγω και της υψηλής θερμοκρασίας στους γεωλογικούς σχηματισμούς, σε κλειστό ή ανοιχτό κύκλωμα



Αρχή λειτουργίας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας



Εσωτερικό γεωθερμικής αντλίας θερμότητας



# ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (β)



Ανοιχτό κύκλωμα

Οριζόντιο  
κλειστό  
κύκλωμα



Οριζόντιο  
κλειστό  
κύκλωμα σε  
λίμνη ή  
θάλασσα



Κατακόρυφο κλειστό κύκλωμα



# ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

σημαντική αύξηση στην Ελλάδα τελευταία



**Σκόπελος:** Οριζόντιο κλειστό κύκλωμα για εξοχική κατοικία 80 m<sup>2</sup>



**Δημαρχείο Πυλαίας Θεσ/νίκης:** Ανόρυξη γεωτρήσεων - αντλίες θερμότητας & σύστημα σωληνώσεων:  
Επιφάνεια 2500 m<sup>2</sup> - 21 τυφλές σωλήνες σε βάθος 80 m



**Λαγκαδάς Θεσ/νίκης:** Τριώροφη οικοδομή 350 m<sup>2</sup>, με κατακόρυφο κλειστό κύκλωμα γεωεναλλάκτη (με γεωτρήσεις στους ακάλυπτους χώρους πριν την κατασκευή της θεμελίωσης)



**Νέα Πεντέλη:** Τριώροφη κατοικία 400 m<sup>2</sup>, με κατακόρυφο κλειστό κύκλωμα (σε γεωτρήση), μέχρι βάθος 100 m (ισχύς 34 kW)



**Ελαιώνες Πανοράματος Θεσ/νίκης:** Είσοδος σωλήνων γεωεναλλάκτη στο εσωτερικό της γεώτρησης (κατακόρυφο κλειστό κύκλωμα) και η κεφαλή του γεωθερμικού βρόχου που εισάγεται

# ΕΠΙΚΕΙΜΕΝΕΣ ΤΡΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΟΥ Ν. 3175/2003

- **Ενδεχομένως να ανοίξουν το δρόμο για την αξιοποίηση της γεωθερμίας και από μικρούς επενδυτές - χρήστες (σε αγροτικές, κυρίως, εφαρμογές και θερμικές χρήσεις)**
- **Να επιλύσουν κάποια ανακλύψαντα προβλήματα και δυσχέρειες, π.χ. θέμα μίσθωσης του πιθανού γεωθερμικού πεδίου που περιβάλλει κάποιο βεβαιωμένο γ/θ πεδίο, τι μπορεί να γίνει και πώς μπορεί να γίνει για να προχωρήσει η όλη διαδικασία σύμφωνα με τον Ν. 3175/2003**
- **Να διαμορφώσουν το πλαίσιο για ενδεχόμενη μελλοντική θέσπιση οικονομικών κινήτρων για οικιακές χρήσεις θέρμανσης - ψύξης (γεωθερμικές αντλίες θερμότητας)**

Οι συγκεκριμένες τροποποιήσεις είναι στο τελικό στάδιο επεξεργασίας στο ΥΠ.ΑΝ. και πολύ σύντομα θα ανακοινωθούν επίσημα και θα περάσουν από τη Βουλή προς ψήφιση.

# Συνοψίζοντας, οι ΝΕΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ,

επικεντρώνονται στις ακόλουθες κατευθύνσεις:

- Τροποποίηση του υφιστάμενου Ν. 3175/2003
- Χαρακτηρισμός και νέων γεωθερμικών περιοχών της χώρας, που εντοπίστηκαν από ΙΓΜΕ, ως «βεβαιωμένων ή/και πιθανών γεωθερμικών πεδίων» με έκδοση σχετικής υπουργικής απόφασης και δημοσίευσης στο Φ.Ε.Κ. για δυνατότητα αξιοποίησης
- Προκήρυξη και νέων γεωθερμικών πεδίων από τις κατά τόπους αρμόδιες Περιφέρειες, για μίσθωση και διαχείριση
- Διερεύνηση των γεωθερμικών συνθηκών σε βαθιές ιζηματογενείς λειάνες του Ελλαδικού χώρου για εντοπισμό γ/θ ρευστών, με θερμοκρασίες 90-175°C, κατάλληλων για ηλεκτροπαραγωγή με δυαδικό κύκλο
- Διερεύνηση της δυνατότητας εφαρμογής της τεχνολογίας των Βελτιωμένων Γεωθερμικών Συστημάτων (E.G.S.) σε περιοχές αυξημένης θερμοικής ροής του Ελλαδικού χώρου, με χαμηλές διαπερατότητες σχηματισμών
- Περαιτέρω ανάπτυξη των συστημάτων θέρμανσης - ψύξης με χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, ενδεχομένως με την παροχή οικονομικών κινήτρων

Ευχαριστώ πολύ  
για την προσοχή σας!