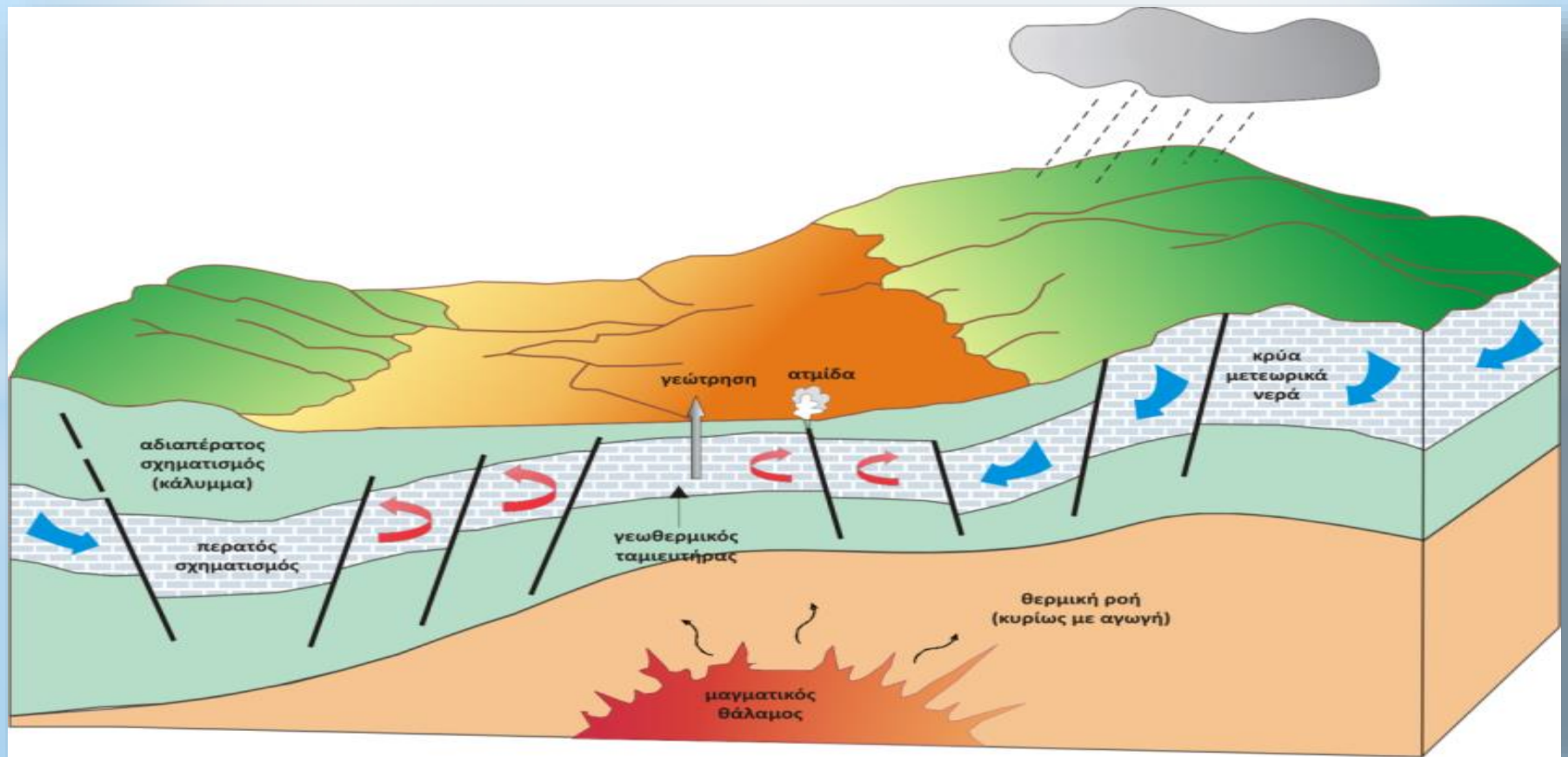


**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ**  
**ΗΜΕΡΙΔΑ «Κλιματική Αλλαγή, Ενέργεια και Ελληνικό περιβάλλον»**  
**Αθήνα, 28 Ιανουαρίου 2020**

**Το γεωθερμικό δυναμικό της Ελλάδας**

**Μιχ. Φυτίκας, Ομότιμος Καθηγητής Γεωθερμίας Α.Π.Θ.**

**Γεωθερμική ενέργεια:** φυσική, ήπια και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, από το εσωτερικό της γης, τεχνικά ανακτήσιμη και οικονομικά εκμεταλλεύσιμη, συνήθως με τη μορφή θερμών ατμών και νερών. Διαθέσιμη μέρα-νύχτα, χειμώνα-καλοκαίρι, 365 ημέρες το χρόνο (φέτος 366).



Ενδιαφέρουσα είναι και η **αβαθής γεωθερμία** ( $T < 25 - 30^{\circ}\text{C}$ )

# Γεωθερμικό δυναμικό της Ελλάδας

## ✓ Υψηλή θερμοκρασία (>150 °C):

- Βεβαιωμένο δυναμικό **Μήλος** και **Νίσυρος (150+50 Mwe)**
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγική ηλεκτρικής ισχύος.

## ✓ Μέσες θερμοκρασίες (90-150 °C):

- Σημαντικές και σοβαρές ενδείξεις σε λεκάνες της **Βόρειας Ελλάδας** και σε πολλά μεγάλα νησιά του **Κεντρικού και Βόρειου Αιγαίου**
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρώτα για ηλεκτροπαραγωγή, και αμέσως μετά σε διάφορες άμεσες θερμικές χρήσεις

## ✓ Χαμηλή θερμοκρασία (30-90 °C):

- Πολύ μεγάλο δυναμικό, με τα κυριότερα γεωθερμικά πεδία (>40) να είναι εντοπισμένα στη **Βόρεια και Κεντρ.Ελλάδα, και σε πολλά νησιά του Αιγαίου**
- Χρησιμοποιείται άμεσα σε πολλές αλλά και ετεροχρονισμ. θερμικές χρήσεις

## ✓ Αβαθής Γεωθερμία(<30 °C): Πρακτικά υπάρχει **οπουδήποτε**, και χρησιμοποιείται για τη θέρμανση, δροσισμό και παροχή ζεστού νερού χρήσης.

## Περιοχές γεωθερμικού ενδιαφέροντος στην Ελλάδα

Πεδία εθνικού ενδιαφέροντος :  
Μήλος, Νίσυρος (βεβαιωμένα)

Πεδία τοπικού ενδιαφέροντος :  
διάσπαρτα σε όλη την Ελλάδα  
(κυρίως κεντρική, ανατολική, Αιγαίο  
(επίσης βεβαιωμένα)

Πεδία μέσης θερμοκρασίας  
εθν. & τοπ. ενδιαφέροντος :  
Σαντορίνη, Χίος, Λέσβος,  
Σαμοθράκη, Ιζηματογενείς  
λεκάνες Κεντρικής & Ανατολικής  
Μακεδονίας και Θράκης, μέχρι τον  
Έβρο (πιθανά έως Βέβαια)



# Χίος-Σαμοθράκη-Λέσβος

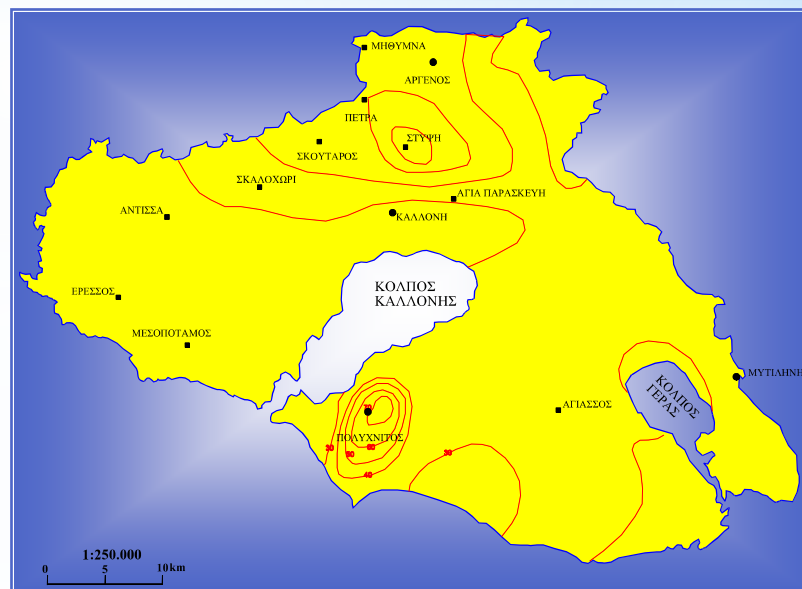


Γεωθερμικό Πεδίο	Θερμοκρασία (°C)
Πολιχνίτος	<b>67-92</b>
Λισβόρι	68
Άργενος	<b>86</b>
Στύψη-Νάπη	42-67
Καλλονή	25-30
Θερμή-Γέρας	40
Θερμή	60
Μυτιλήνη	30-35
Πέτρα-Μύθημα	35-60

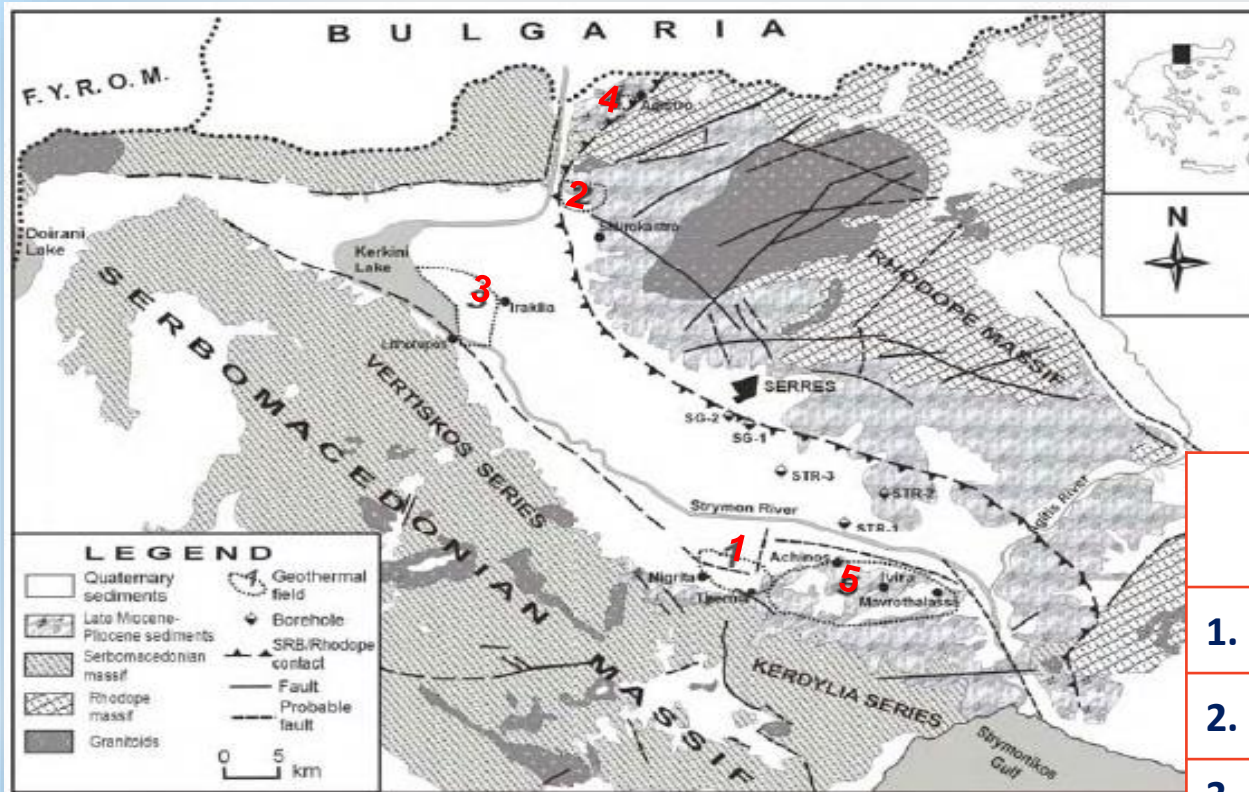
Θερμ  
5 ερ



**3 ρηχές ερευνητικές γεωτρήσεις (μέχρι 120m): 80-100°C, 150m<sup>3</sup>/h**

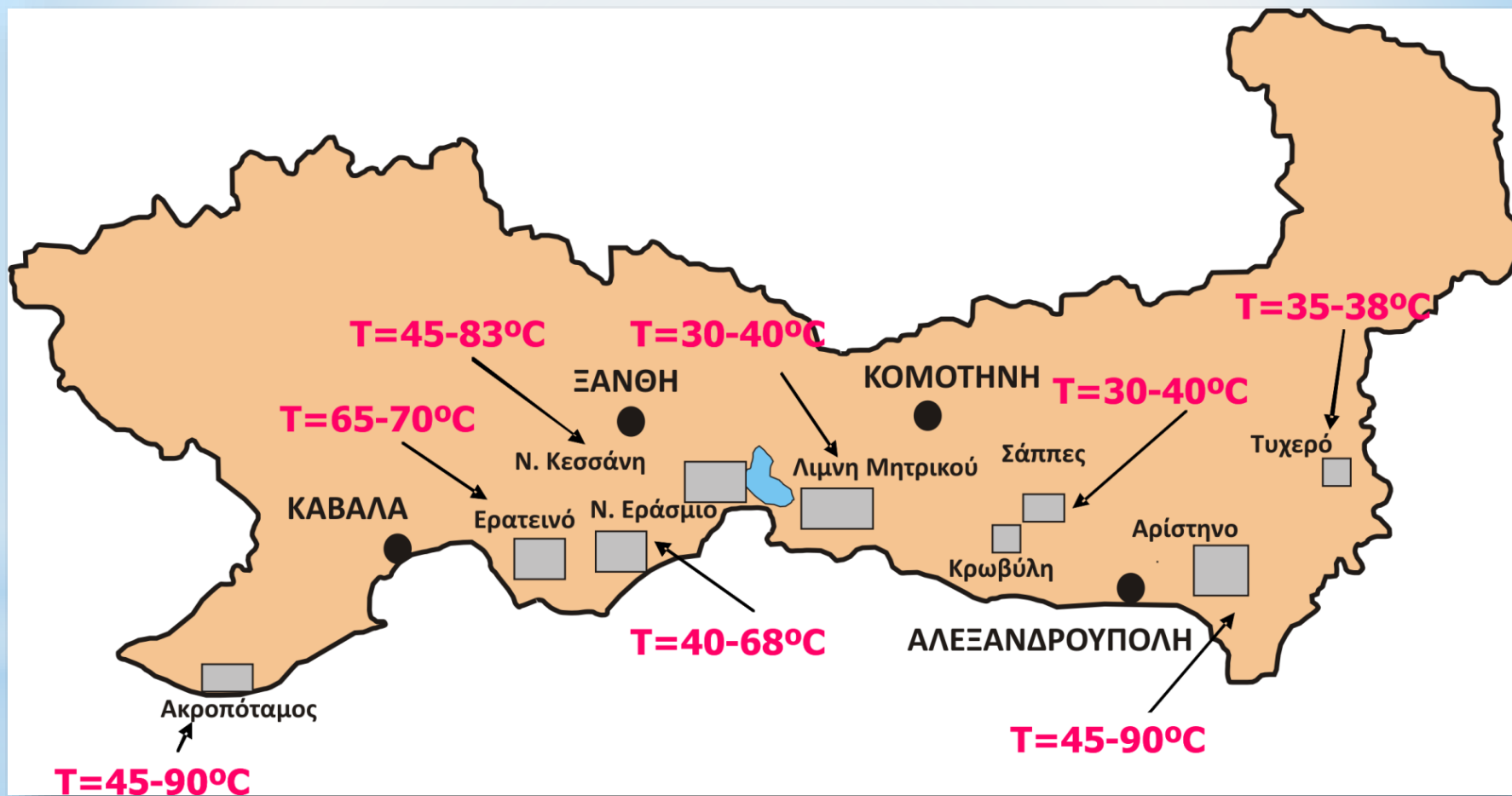


# Κεντρική Μακεδονία (λεκάνη Στρυμόνα)



Γεωθερμικό πεδίο	T (°C)
1. Θερμά Νιγρίτας	40-64
2. Σιδηρόκαστρο	40-75
3. Λιθότοπος-Ηράκλεια	40-70
4. Άγκιστρο	40-68
5. Ίβηρα-Αχινός-Μαυροθάλασσα	42.4 (460m) 51.0 (560m) 60.0 (648m)

# Ανατολική Μακεδονία και Θράκη



## Άλλες ενδιαφέρουσες γεωθερμικές περιοχές

**Βόλβη** (Μυγδονία λεκάνη):  $T=31-58^{\circ}\text{C}$  στα 200m (400m<sup>3</sup>/h)

**Νίκαια** (Θεσσαλία, Λάρισα):  $T=40^{\circ}\text{C}$  στα 350m

**Σοφάδες** ( “ , Καρδίτσα):  $T=75^{\circ}\text{C}$  στα 900m

**Δαμάστα** (Κοιλάδα Σπερχειού):  $T=42^{\circ}\text{C}$  στα 150m

**Αιδηψός** (Εύβοια):  $T=80^{\circ}\text{C}$  στα 350m

**Γιάλτρα** (Εύβοια):  $T=36-42^{\circ}\text{C}$  στα 70-250m

**Αντίρριο** (Δυτική Ελλάδα):  $T=35^{\circ}\text{C}$  στα 200m (>90m<sup>3</sup>/h)

**Συκιές** (Άρτα):  $T=48^{\circ}\text{C}$  στα 250-300m (100m<sup>3</sup>/h)

Πρώτη γεωθερμική  
γεώτρηση, Αδάμας  
Μήλου, 1972

Βάθος 72 m

Θερμοκρασία = 138°C

Πίεση = 2.8 atm



Πιλοτική μονάδα γεωθερμικής  
ηλεκτροπαραγωγής 2MW-Μήλος 1985

# Γεωθερμικές γεωτρήσεις ( $T < 90^{\circ}\text{C}$ ) Ι.Γ.Μ.Ε.

**Θερμά Νιγρίτας**



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

**Νέα Κεσσάνη Ξάνθης**



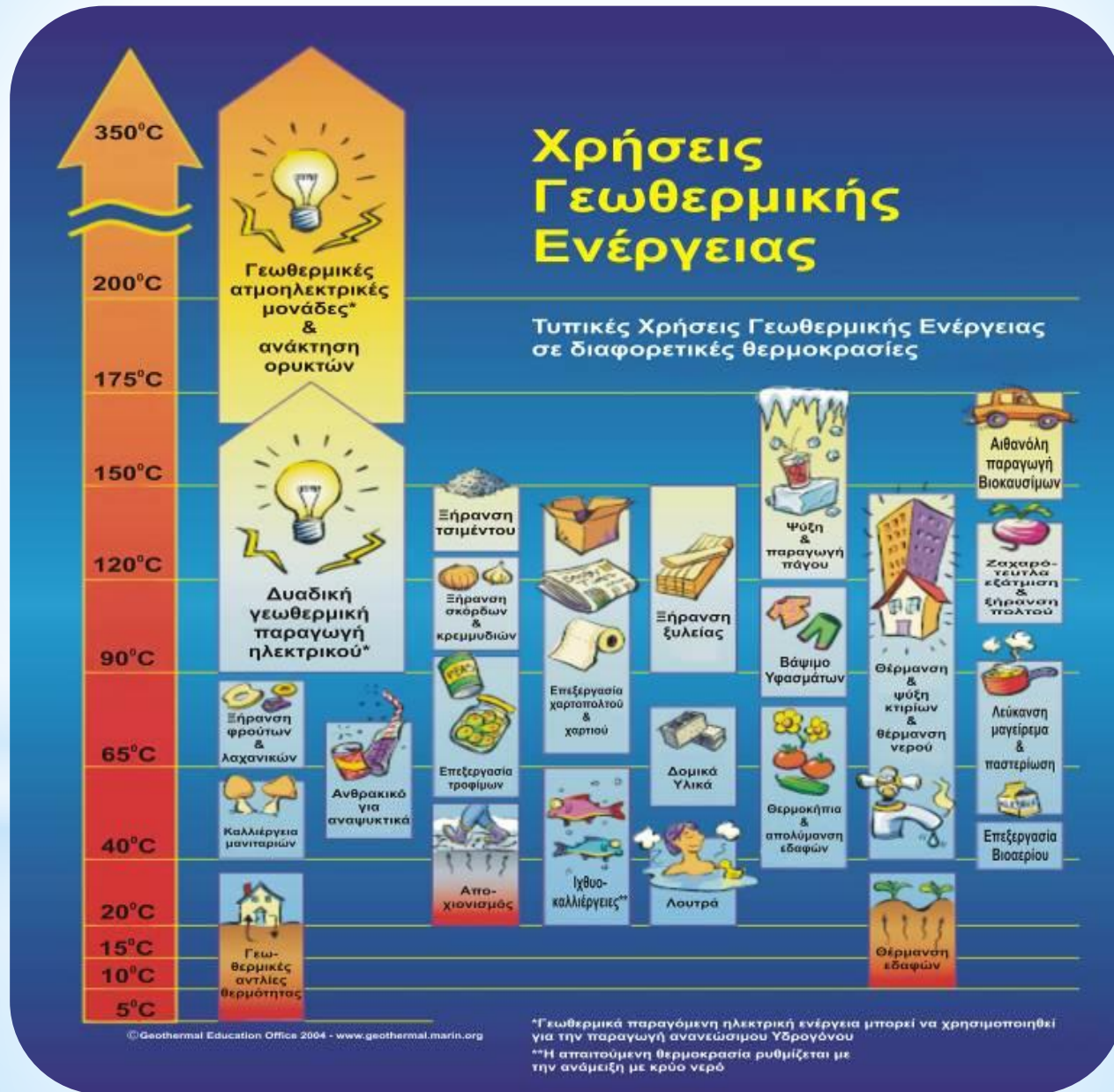
**Σωσάνδρα Αλωπτίας**



**Αλεξάνδρεια Ημαθίας**



# ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ



Η γεωθερμία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε **συνδυαστικές εφαρμογές**, όπως η **συμπαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας**

*Altheim (Austria)*



# Λουτροθεραπεία με γεωθερμικά ιαματικά νερά στην Ελλάδα

- Περισσότερες από 700 θερμές πηγές στην Ελλάδα
- 56 θεραπευτικά κέντρα στην Ελλάδα, με συνολική παροχή νερού  $>3600 \text{ m}^3/\text{h}$  και θερμοκρασίες νερών μέχρι  $90^\circ \text{C}$ . Ενεργειακή χρήση ελάχιστη
- Ανακαίνιση και αναβάθμιση των υπηρεσιών (Αιδηψός, Αριδαία, Καμένα Βούρλα, Πλατύστομο, Σιδηρόκαστρο, Άγκιστρο κ.ά.)



Πόζαρ



Λουτράκι

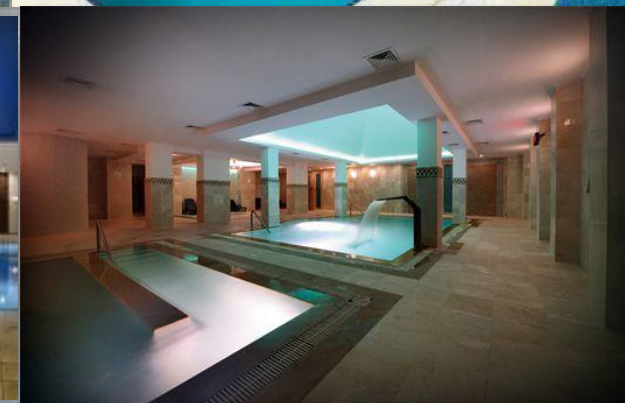


*Τα γεωθερμικά ρευστά ΔΕΝ χρησιμοποιούνται ενεργειακά σε καμία σχεδόν μονάδα λουτροθεραπείας στην Ελλάδα*



**Λουτρά Ν. Απολλωνίας Βόλβης Θεσσαλονίκης. Εγκατάλειψη!!!**

## Σύγχρονες εγκαταστάσεις λουτροθεραπείας και αναψυχής στην Τουρκία



### *Afyon Karahisar:*

*Στο θέρετρο χρησιμοποιούν τη γεωθερμική ενέργεια τόσο για λουτροθεραπεία όσο και για τη θέρμανση ολόκληρου του ξενοδοχείου και των άλλων χώρων (οι θερμοκρασίες γεωθερμικών νερών είναι 49°C).*

*Cesme: Ξενοδοχείο Ilıca, που χρησιμοποιεί τα γεωθερμικά ρευστά. Μεταξύ των άλλων γίνεται και θαλασσοθεραπεία: άντληση θαλασσινού νερού και στη συνέχεια γεωθερμική θέρμανσή του μέχρι τους 35°C.*

# Γεωθερμικά θερμοκήπια στη Βόρεια Ελλάδα





# Ξήρανση-Αφυδάτωση Αγροτικών Προϊόντων



# Ξήρανση-Αφυδάτωση Αγροτικών Προϊόντων



## Θέρμανση εδάφους για πρωίμιση λαχανικών



1996: η πρώτη στον κόσμο εφαρμογή υπεδάφιας θέρμανσης σε ανοικτή καλλιέργεια σπαραγγιών στο Νέο Εράσμιο Ξάνθης (60°C)

## Καλλιέργεια σπιρουλίνας με τη βοήθεια της γεωθερμίας



2019: λειτουργία 3 μονάδων (9 στρ.) στα  
Θερμά Νιγρίτας Σερρών



## Αφαλάτωση νερού στην Κίμωλο



- ❖ Η πρωτοποριακή πιλοτική μονάδα, που κατασκευάστηκε κατά την περίοδο 1998-99, χρησιμοποιούσε γεωθερμικό νερό 61 °C.
- ❖ Κατά τη δοκιμαστική περίοδο λειτουργίας παράγονταν 3,2 m<sup>3</sup>/h σχεδόν απεσταγμένου νερού με τη χρήση 50 m<sup>3</sup>/h γεωθερμικού.
- ❖ Η μονάδα δεν λειτουργεί πια για λόγους ανεξάρτητους της γεωθερμίας (χρειάζεται δίκτυο μεταφοράς του παραγόμενου νερού).

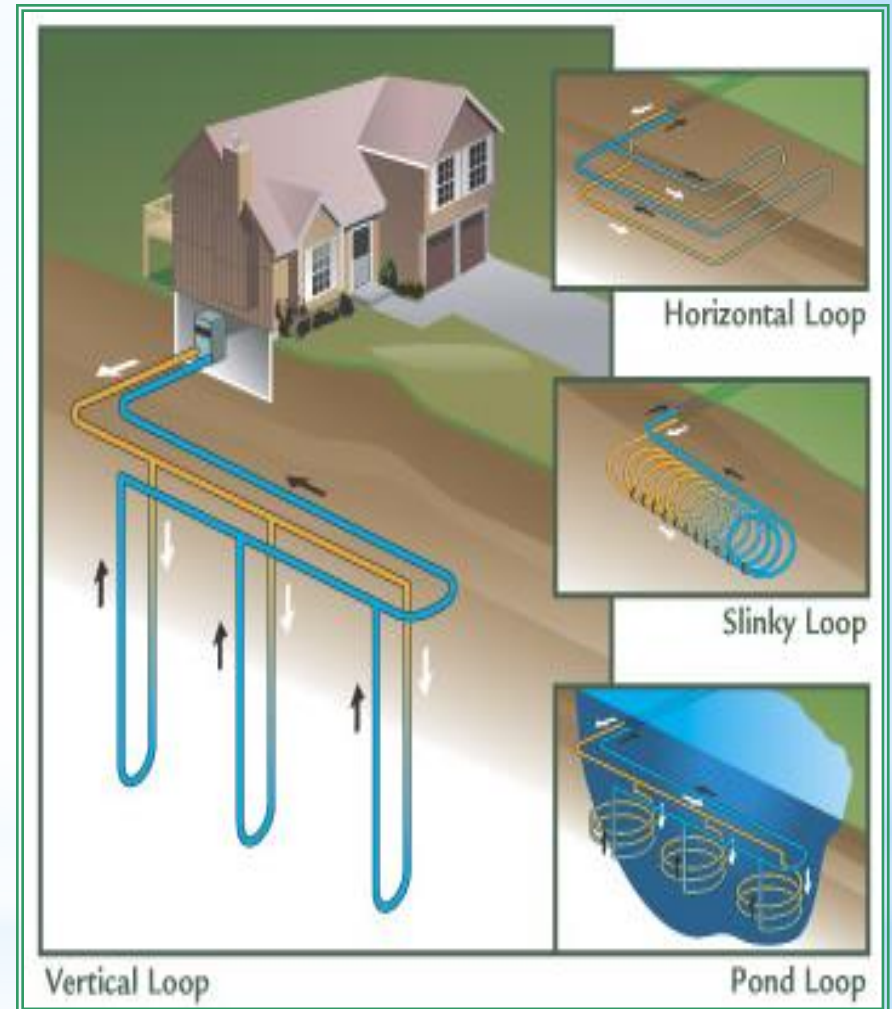
## Θέρμανση μεμονωμένων χώρων



Θέρμανση ξενοδοχείου και πισίνας  
στον Αδάμαντα Μήλου ( $T = 59^{\circ}\text{C}$ )

*Εκμετάλλευση της αποθηκευμένης ενέργειας του εδάφους, που έχει σταθερή θερμοκρασία, στα πετρώματα και στο υπόγειο νερό, ανεξαρτήτως εποχής*

- > 3500 εγκαταστάσεις στην Ελλάδα
- > 175 MWth
- 200 μονάδες ~ 350 kW



**ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ**

## Νεότερες Εξελίξεις στη γεωθερμική έρευνα στη χώρα μας

- ✓ Αναγνωριστική έρευνα ΕΑΓΜΕ στην περιοχή πόλης **Μυτιλήνης**  
→ νερά 30-33°C
- ✓ Αναγν. έρευνα ΕΑΓΜΕ στην **ΝΑ Λήμνο** → 24-30°C σε μικρά βάθη
- ✓ Αναγνωριστική έρευνα ΕΑΓΜΕ στην **Ανατολική Θεσσαλία** (Φάρος-Παλιούρι, Χάλκη-Κιλελέρ, Μικροθήβες-Αλμυρός, Κρήνη-Άγ.Γεώργιος, Αμπελιά-Φάρσαλα) → μετρήθηκαν έως 41.3°C)
- ✓ **Σαντορίνη**, ερευνητικές γεωτρήσεις και θερμομετρήσεις εντόπισαν δυο νέες γεωθερμικές περιοχές ΝΑ των Φηρών και στο Μεγαλοχώρι, νερά 60-80°C, βαθύτερα πιθανολογούνται >150°C
- ✓ **Λιθότοπος-Ηράκλεια Σερρών**: 4 νέες γεωτρήσεις στα 353-520m. Θερμοκρασίες από 37.5 έως 74.5°C

## Νέες Εξελίξεις σε εφαρμογές γεωθερμίας στη χώρα μας

- ✓ Νέο Εράσμιο Ξάνθης: 4 νέες γεωτρήσεις παραγωγής, η τελευταία βάθους 230m, δίνει > 200 m<sup>3</sup>/ώρα με 72°C, με εκμεταλλεύσιμο  $\Delta T = 72 - 32 = 40^\circ C$ , και ισοδύναμη ισχύ 10 MW<sub>th</sub>  
180 στρέμματα θερμοκήπια τομάτας και αγγουριών  
→ 2020 : 200 στρέμματα  
230 εργαζόμενοι διαφόρων ειδικοτήτων
- ✓ Ερατεινό Καβάλας: 35 + 25 = 60 στρέμματα υπερσύγχρονα γεωθερμικά θερμοκήπια, με σπορόφυτα λουλουδιών, 100% εξαγωγή
- ✓ Αρίστηνο Έβρου: 1 γεώτρηση που βρήκε ρευστά υψηλής θερμοκρασίας (>90°). Υπάρχει άδεια για διανομή θερμικής ενέργειας, με σκοπό την τηλεθέρμανση δημόσιων κτιρίων και κτιρίων SOS Αλεξανδρούπολης

# Νέα Γεωθερμικά Θερμοκήπια στη Βόρεια Ελλάδα



Νέο Εράσμιο Ξάνθης: 180 στρέματα  
θερμοκηπίων τομάτας και αγγουριού,  
θερμοκρασία ρευστών ~ **70°C**



Ερατεινό-Χρυσούπολη Καβάλας: Θερμοκρασία **65-78°C (35+25 στρ.)**

## \* Οφέλη από την Αξιοποίηση της Γεωθερμίας

- \* -Ηλεκτροπαραγωγή στα νησιά αντί του ακριβού diesel
- \* -Εξοικονόμηση Εισαγόμενων Υδρογονανθράκων
- \* -Μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>
- \* -Ανάπτυξη Απομακρυσμένων Περιοχών
- \* -Νέες Αγροτικές και Βιομηχανικές Εφαρμογές
- \* -Απασχόληση Τοπικού Πληθυσμού
- \* -Ανάπτυξη Ειδικού Τουρισμού (π.χ. ιαματικός)
- \* -Ανανεώσιμη πηγή, μέρα-νύχτα, όλο το χρόνο



*Ας γνωρίσουμε και ας αναπτύξουμε επιτέλους τη  
Γεωθερμία, τη μεγάλη αγνοούμενη ΑΠΕ στην  
Ελλάδα !*

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ!**

# ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (EGS) στην Ευρώπη

Λειτουργεί από το 2007

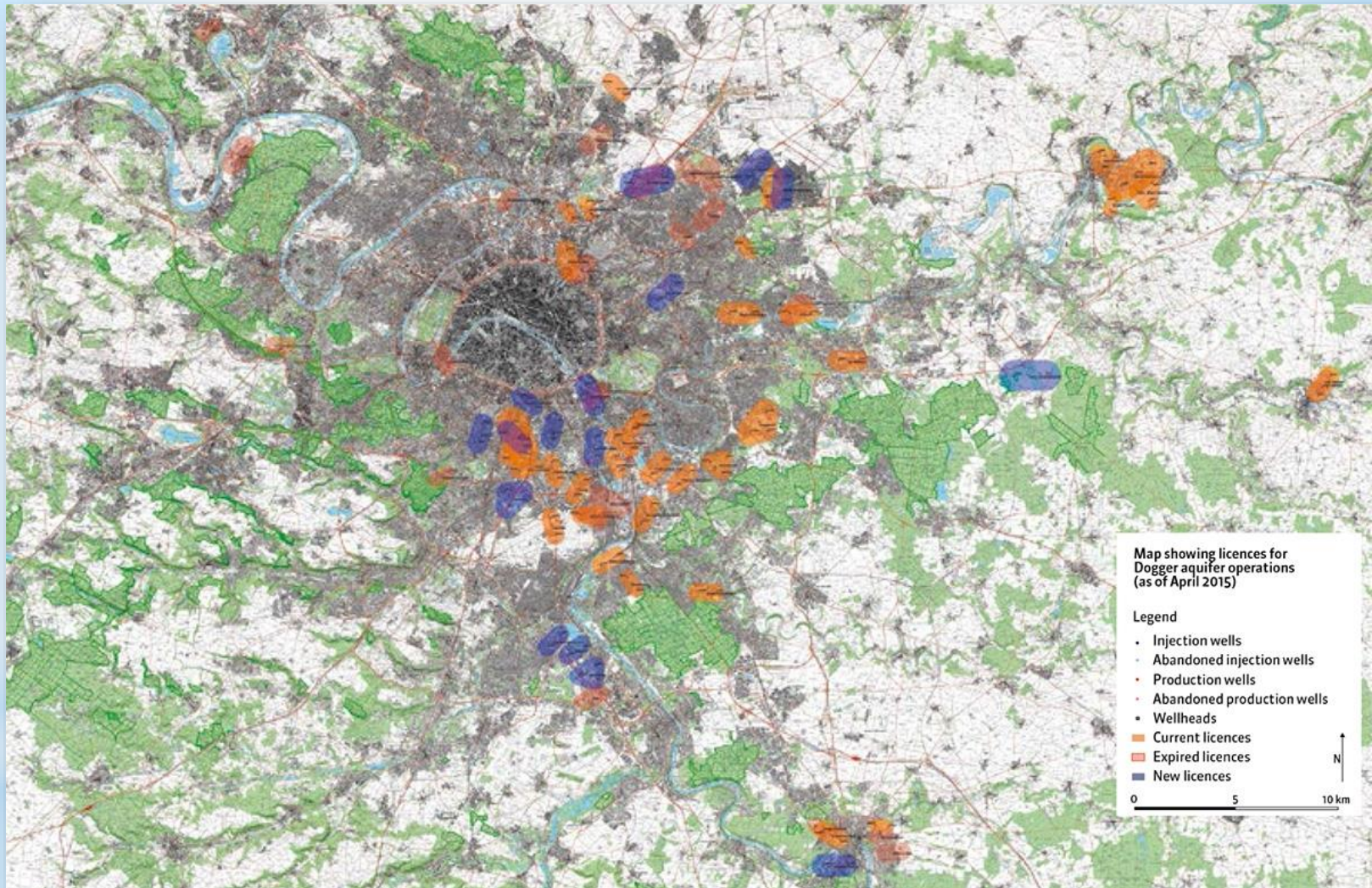
3 Km, 160°C, 70-80 l/s

2.9 MWe + 3 MWth

~6.000 κατοικίες



Landau



**Τηλεθέρμανση από γεωθερμία στο πολεοδομικό συγκρότημα  
Παρισιού**



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

Ιχθυοκαλλιέργειες διακοσμητικών ψαριών (Νέο Εράσμιο Ξάνθης)



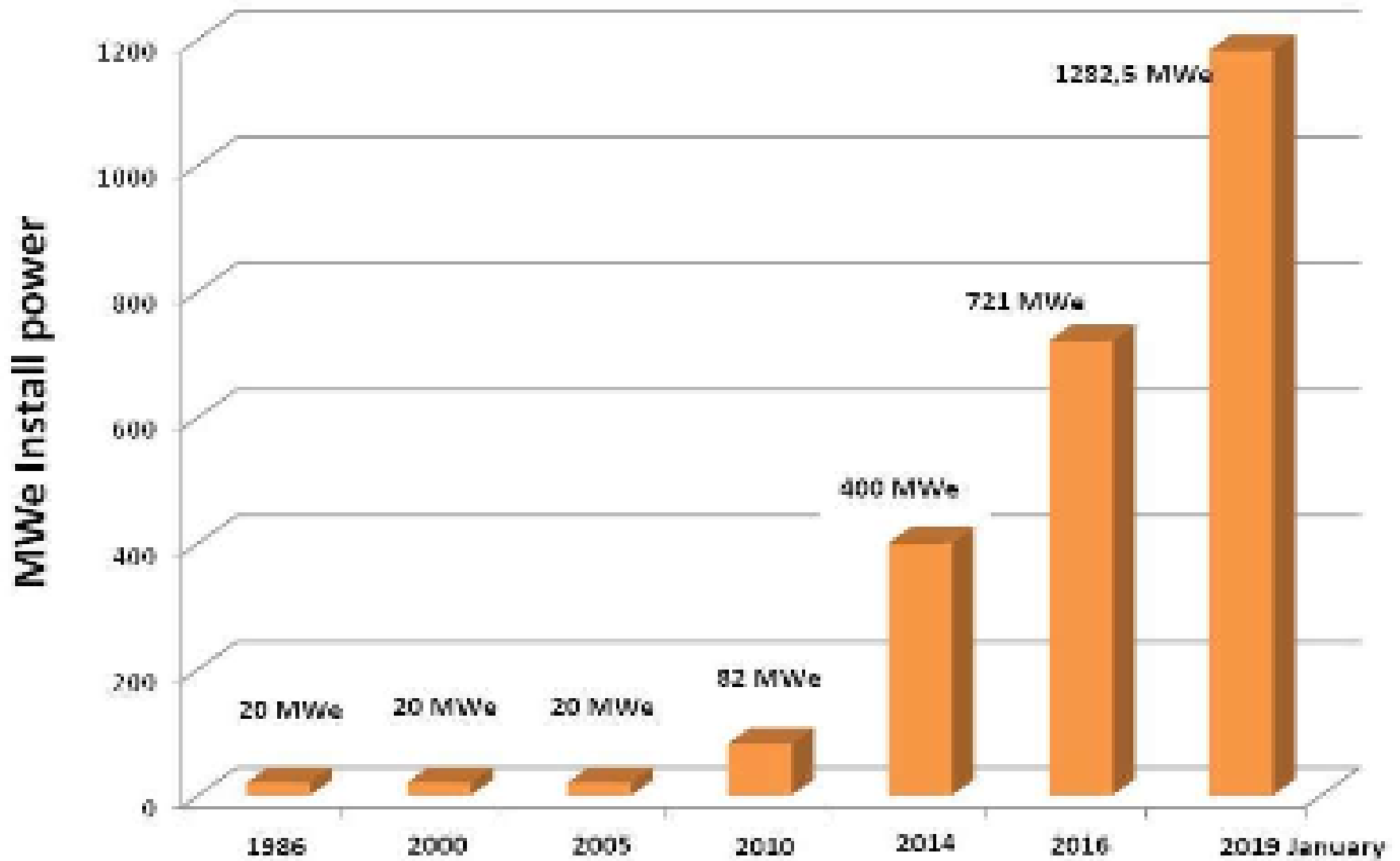
## Γεωθερμία και γαστρονομία...



- ❖ Το μαγείρεμα με πήλινα δοχεία σε βάθος περίπου 20 cm σε ένα πολύ θερμό τμήμα (επιφάνειας περίπου 2 m<sup>2</sup>) σε ένα σημείο της αμμώδους ακτής στο Παλιοχώρι Μήλου
- ❖ Η θερμοκρασία της άμμου φτάνει τους 100 °C σε βάθος μόλις 10cm.
- ❖ Φαγητό στη χόβολη του ταβερνιάρη!



# GEOHERMAL ELECTRICITY PRODUCTION INCREASE IN TURKEY



Η Τουρκία είναι 4<sup>η</sup> χώρα παγκοσμίως στη γεωθερμική ηλεκτροπαραγωγή