



# Ανάλυση της Υπάρχουσας Κατάστασης στις ΑΠΕ: Γεωθερμία

**Μ. Χλαμπουτάκης**  
Δ/ντης Γεωθερμίας

**3<sup>ο</sup> Συμπόσιο Δελφών του IENE για τις ΑΠΕ**

7 – 8 Μαΐου 2010

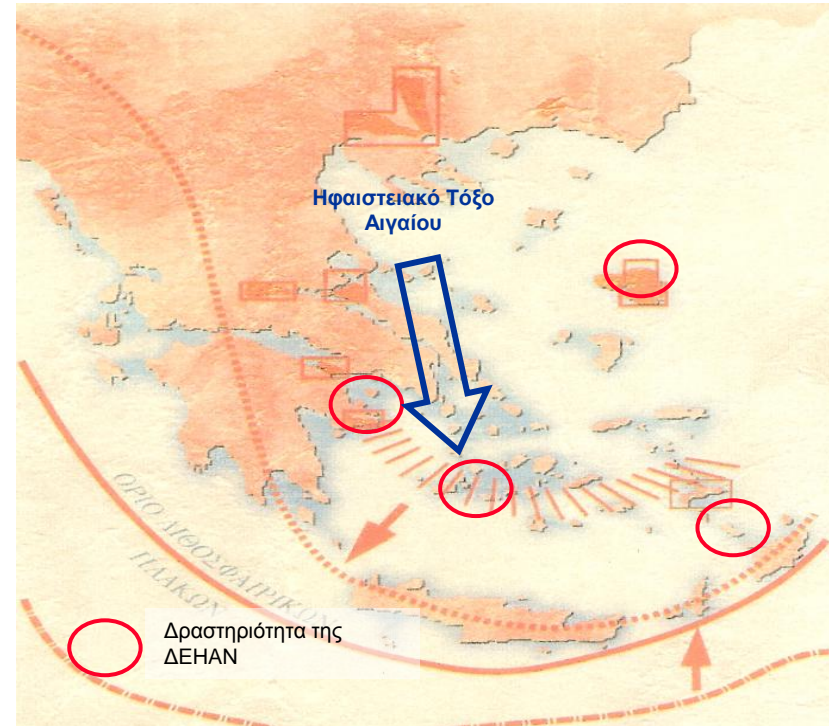


- **Η Γεωθερμία στην Ελλάδα**
  
- **ΔΕΗ Ανανεώσιμες και Γεωθερμία**
  - Γενικά
  - Νίσυρος
  - Λέσβος
  - Μήλος
  - Μέθανα
  
- **Η Τεχνολογία και Εφαρμογές στο Εξωτερικό**



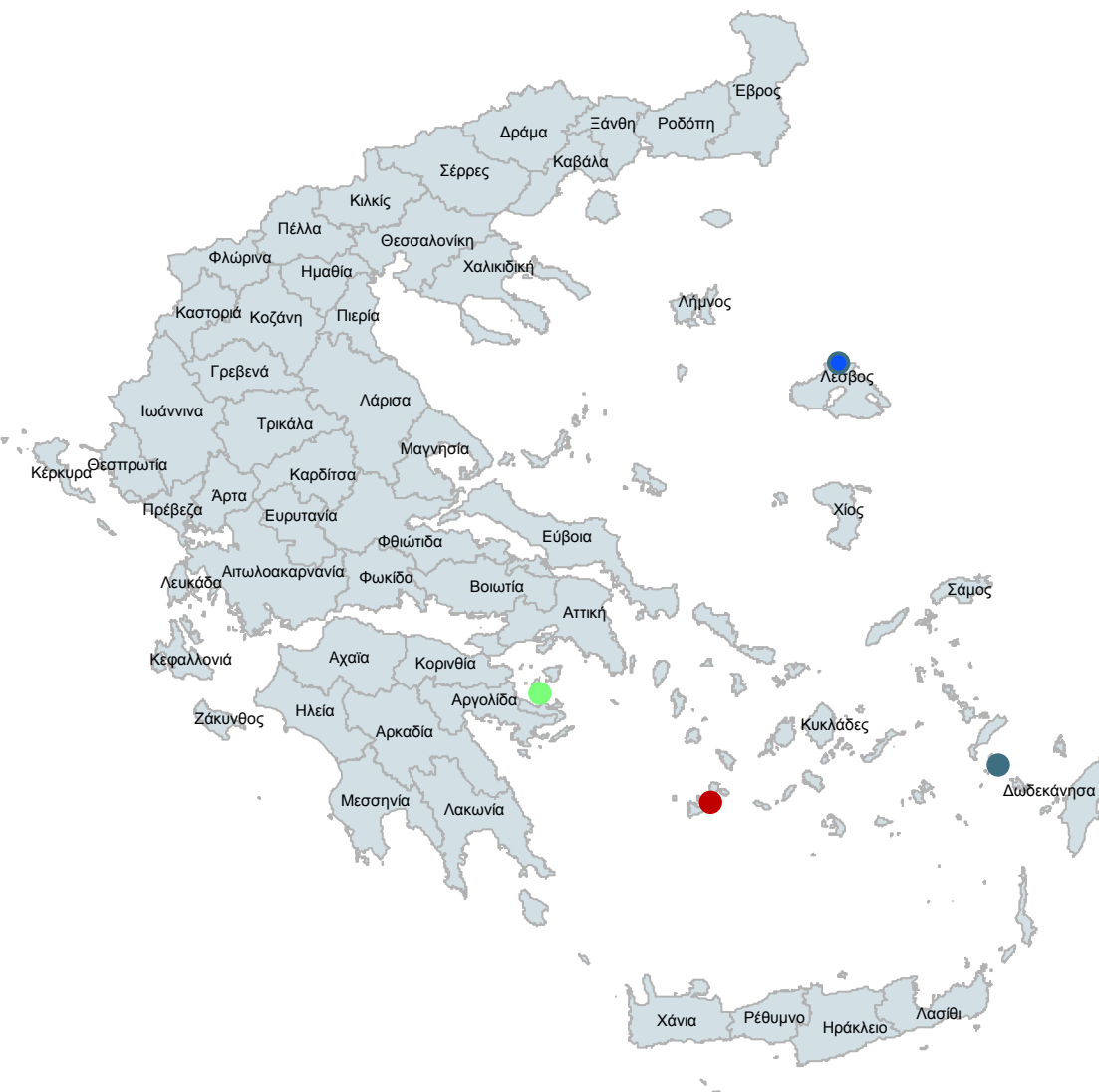
## Η ΔΕΗ διαθέτει μεγάλη ιστορία στον κλάδο της γεωθερμίας

- Η Ελλάδα διαθέτει σημαντικά αποθέματα απολήψιμου γεωθερμοηλεκτρικού δυναμικού στα γ/θ πεδία υψηλής θερμοκρασίας των νησιών του Νοτίου Αιγαίου καθώς και στα γ/θ πεδία χαμηλής θερμοκρασίας στη Μακεδονία, Λέσβο, Χίο και αλλού
- Το 1973 η ΔΕΗ και το ΙΓΜΕ αρχίζουν την έρευνα για την γεωθερμία
- Το 1986 εγκαθίσταται γ/θ μονάδα 2 MW της ΔΕΗ στη Μήλο
- Η ΔΕΗ Ανανεώσιμες επαναδραστηριοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρισμού σε πεδία υψηλής θερμοκρασίας στην Μήλο, στη Νίσυρο και μεσαίας στη Λέσβο





# Η Γεωθερμία στη ΔΕΗΑΝ – Περίληψη



- Νίσυρος 5 MW**
  - Απαιτείται ή κοινωνική συναίνεση για την ανάπτυξη του Έργου.
  - Έχει υποβληθεί στην ΡΑΕ γνωμοδοτημένη αίτηση για 5 MW στη Νίσυρο.
  - Δυνατότητα (σε πλήρη ανάπτυξη) **παροχής ισχύος βάσης (24/7)** για το **σύμπλεγμα 9 νησιών** Κως-Κάλυμνος-Νίσυρος-Τήλος-Τέλενδος-Γυαλί-Ψέριμος-Λέρος-Λειψοί.
- Λέσβος 8 MW**
  - Η ΔΕΗ.ΑΝ έχει εξασφαλίσει την κοινωνική συναίνεση για την ανάπτυξη του Έργου
  - Άδεια Παραγωγής 8 MW για Λέσβο.
  - Κατασκευή νέων ερευνητικών γεωτρήσεων (Στύψη και Άργενο).
- Μήλος 5 MW**
  - Απαιτείται ή κοινωνική συναίνεση για την ανάπτυξη του Έργου.
  - Δυνατότητα (σε πλήρη ανάπτυξη) **παροχής ισχύος βάσης (24/7)** για τις **ανατολικές διασυνδεδεμένες Κυκλάδες**.
- Λοιπές Δράσεις – Μέθانا**
  - Η ΔΕΗ.ΑΝ έχει εξασφαλίσει την κοινωνική συναίνεση για την ανάπτυξη του Έργου..
  - Συνεχίζουν οι μελέτες στα Μέθανα.



## Η γεωθερμία δημιουργεί τις περισσότερες θέσεις εργασίας ανά μονάδα ισχύος τόσο εν σχέση με το λιγνίτη όσο και με τις υπόλοιπες ΑΠΕ

Εργατοέτη σε σχέση με λιγνίτη (λιγνίτης = 1)	Ανά μονάδα ισχύος	Ανά μονάδα ενέργειας
Λιγνίτης (παραγωγή & ορυχεία)	1,00	1,00
Φωτοβολταϊκά	2,50	18,76
Αιολικά	0,90	3,75
Βιομάζα	2,40	2,50
Γεωθερμία	2,80	2,50
Ηλιοθερμικά	1,40	6,25
Υδροηλεκτρικά	1,20	6,88

**Και μάλιστα θέσεις εργασίας στη περιφέρεια**



# Γ/Θ Νισύρου: Με την πλήρη ανάπτυξη του πεδίου θα καλυφθεί η ισχύς βάσης των 9 διασυνδεδεμένων νησιών

## Κύρια Χαρακτηριστικά

### ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Απαιτείται η κοινωνική συναίνεση
- Η Νίσυρος έχει το δεύτερο μεγαλύτερο γ/θ πεδίο υψηλής ενθαλπίας
- Σε πρώτη φάση θα αναπτυχθεί μονάδα **5 MW** στη θέση **Αγία Ειρήνη**. Δεν θα γίνει **καμία επέμβαση στη καлдέρα του ηφαιστείου**.

### ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

- Είναι μακριά από μνημεία κα παραδοσιακούς οικισμούς
- **Μηδενική ατμοσφαιρική ρύπανση** λόγω τεχνολογίας διπλού κύκλου ολικής επανεισαγωγής του γεωθερμικού ρευστού
- **Μηδαμινή οπτική όχληση** λόγω χαμηλού ύψους (< 8μ) και απόστασης από οικισμούς. ΔΕΝ ΘΑ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ
- **Μηδενική οπτική όχληση από καλώδια** λόγω χρήσης υπόγειου ηλεκτρικού δικτύου

### ΟΦΕΛΗ

- **70 νέες θέσεις εργασίας** (κατά την κατασκευή) και **15 κατά την λειτουργία** (άμεση απασχόληση για 5 MW, επί τω πλείστον από Νισύριους).
- **Κατασκευή έργων υποδομής** (υπό συζήτηση με τον Δήμο) που θα λειτουργήσουν ως πλατφόρμα για την συνολική ανάπτυξη του νησιού
- Έσοδα για τον Δήμο από το Τέλος υπέρ ΟΤΑ (βάσει Ν.3468/06)
- Η Γεωθερμική Εκμετάλλευση μπορεί να αποτελεί παγκοσμίως **ισχυρό πόλο έλξης επισκεπτών υψηλής στάθμης**, αλλά και τόπο διεξαγωγής Συνεδρίων κλπ.. με άμεσο θετικό αντίκτυπο στην αύξηση του τουρισμού







## Κύρια Χαρακτηριστικά

### ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Αναμένεται υπουργική απόφαση (Υ.Π.Ε.Κ.Α.) μεταβίβασης των δικαιωμάτων από τη Δ.Ε.Η. στη Δ.Ε.Η.-Ανανεώσιμες για την έναρξη των εργασιών
- Η ΔΕΗ.ΑΝ έχει εξασφαλίσει την κοινωνική συναίνεση για την ανάπτυξη του Έργου
- Το γεωθερμικό πεδίο Λέσβου δεν έχει αξιολογηθεί πλήρως για τα θερμοδυναμικά του χαρακτηριστικά
- Σίγουρα είναι χαμηλότερης ενθαλπίας από τα πεδία της Μήλου και της Νισύρου
- Στόχος είναι η κάλυψη ισχύος βάσης του νησιού (8 MW),

### ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

- Από το 1974, έχουν γίνει άνω των 40 μελετών
- Η ΔΕΗ και ΔΕΗΑΝ έχουν κάνει πολύ σημαντικές επενδύσεις
- Η ΔΕΗ έχει κατασκευάσει 22 γεωτρήσεις βάθους 150 – 200 μ όπως και 4 βαθιές ερευνητικές γεωτρήσεις (βάθους 300, 550, 1.020 και 1.410 μ)





## Μήλος – Κίμωλος – Πολύαιγος

### Κύρια Χαρακτηριστικά

- **Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η κοινωνική συναίνεση για την ανάπτυξη του Έργου**
- Το σύμπλεγμα **Μήλου-Κιμώλου-Πολύαιγου (ΜΚΠ)** έχει βάσει των ερευνητικών γεωτρήσεων, πολύ υψηλό γ/θ δυναμικό.
- Με την πλήρη ανάπτυξη του πεδίου, και **μετά την διασύνδεση με τη Σύρο**, το ΜΚΠ θα μπορεί να καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της ενεργειακής ζήτησης των Κυκλάδων
- Σε **πρώτη φάση** θα αναπτυχθεί μονάδα **5 MW** έως ότου πραγματοποιηθεί η διασύνδεση και θα δημιουργηθούν **25-30 νέες θέσεις εργασίας** (άμεση απασχόληση)

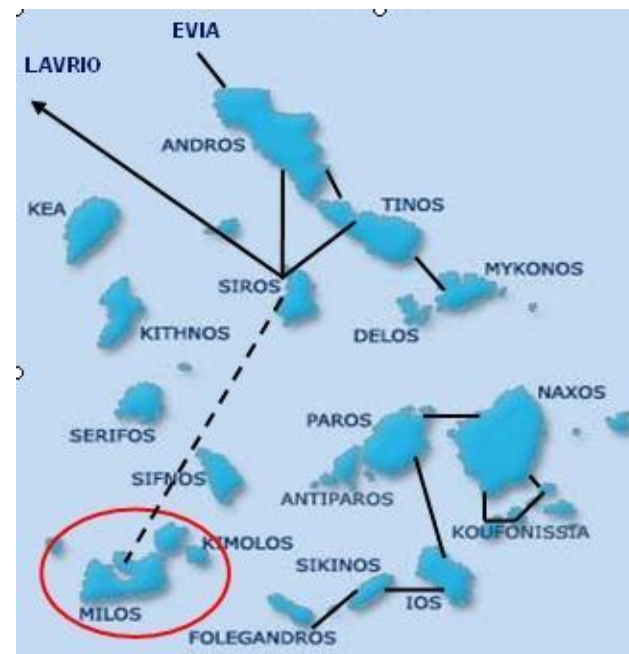
### Δραστηριότητες

**Από το 1973 έχουν πραγματοποιηθεί:**

- Πάνω από **130 μελέτες**
- Έχουν γίνει πολύ σημαντικές επενδύσεις έως το 2005
- **5 παραγωγικές γεωτρήσεις**, βάθους 1.000 – 1.800μ
- **Κατασκευή (το 1986) μιας μονάδας 2 MW**, η οποία δούλεψε ικανοποιητικά για 2 χρόνια (παραγωγή 6 TWh) καλύπτοντας πλήρως τις ανάγκες του νησιού προτού κλείσει για τεχνικούς λόγους

**Τρέχουσες Δραστηριότητες**

- Ενημέρωση τοπικής κοινωνίας και απόκτηση επίσημης κοινωνικής συναίνεσης







# Η γεωθερμική ισχύς των Μεθάνων πρέπει να εξερευνηθεί πλήρως

## Κύρια Χαρακτηριστικά

- Η Δ.Ε.Η. έχει εξασφαλίσει την κοινωνική συναίνεση
- Αναμένεται υπουργική απόφαση (Υ.Π.Ε.Κ.Α.) μεταβίβασης των δικαιωμάτων από τη Δ.Ε.Η. στη Δ.Ε.Η.-Ανανεώσιμες για την έναρξη των εργασιών
- Το Γ/Θ πεδίο Μεθάνων δεν είναι ακόμη πλήρως πιστοποιημένο ως προς τα θερμοδυναμικά του χαρακτηριστικά
- Η προοπτική είναι να ερευνηθεί πλήρως και η παραγόμενη ενέργεια να διασυνδεθεί με το Ηπειρωτικό σύστημα
- Ο χαρακτηρισμός ολόκληρου της χερσονήσου των Μεθάνων ως αρχαιολογική περιοχή δυσχεραίνει την έρευνα και την ανάπτυξη του γεωθερμικού πεδίου
- Αναμένουμε τη διευθέτηση του θέματος, δηλαδή την οριοθέτηση από το Υπουργείο Πολιτισμού της περιοχής αρχαιολογικού ενδιαφέροντος

## Ιστορικό Επενδύσεων

- Από το 2000 έως σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί 8 μελέτες
- ΔΕΗ έχει διασφαλίσει τη συναίνεση της Τοπικής Αυτοδιοίκησης και έχει λάβει την απαιτούμενη Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων
- Η ΔΕΗ έχει διανοίξει 11 γεωτρήσεις θερμοβαθμίδος βάθους 250 m.



Image © 2009 TerraMetrics  
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO  
© 2009 Cnes-Spot/Imaga  
Image © 2009 DigitalGlobe

©2009 Google

## Δραστηριότητες

- Θα εκτελεστούν 3-4 ερευνητικές γεωτρήσεις μεσαίου βάθους και ακολούθως
- Θα διεξαχθεί διαγωνισμός για την διάνοιξη μιας ερευνητικής γεωτρήσεων βάθους 2.000m



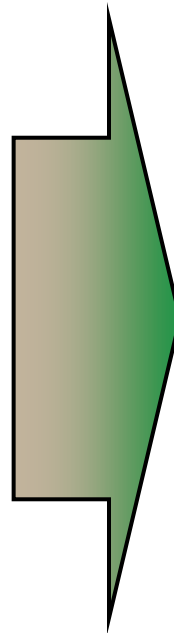
## Ο κλάδος της Γεωθερμίας έχει τρομερές δυνατότητες

- **Η Γεωθερμία διαθέτει τα καλύτερα χαρακτηριστικά από όλες τις ΑΠΕ**
  - Χρήση γης – μια μονάδα **30 MW** χρειάζεται **20 στρ.** σε σύγκριση με 70-100 στρ. για αιολικά και 600 στρ. για φωτοβολταϊκά)
  - **Συντελεστής απόδοσης >95%** – εφάμιλλος με συμβατικούς θερμοηλεκτρικούς σταθμούς (ΘΗΣ)
  - Χαμηλό μεταβλητό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
  - Παροχή τοπικής «καθαρής» ηλεκτρικής ενέργειας φορτίου βάσης όλο το 24ωρο
- **Η τεχνολογία συνεχώς εξελίσσεται για ελαχιστοποίηση του ρίσκου και βελτίωση της αποδοτικότητας του πεδίου**
  - Εξερεύνηση και ανάπτυξη πόρων
  - Βελτίωση διάνοιξης γεωτρήσεων, **Μονάδες ολικής επανεισαγωγής και μηδενικής ρύπανσης**
  - Αποδοτικότητα παραγωγής
  - Χρηματοοικονομικά εργαλεία
- **Ανάπτυξη αγοράς**
  - Ραγδαία αύξηση των παγκόσμιων επενδύσεων τα τελευταία χρόνια
  - Ανεκμετάλλευτη Ελληνική αγορά με σημαντική δυνατότητα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και εφαρμογές θερμικής ενέργειας
- **Αξιοποίηση και βελτίωση της κληρονομιάς της ΔΕΗ Ανανεώσιμες στην ανάπτυξη γεωθερμίας**
  - Ενδυνάμωση τοπικής οικονομίας
  - Μείωση και κατάργηση των απωλειών της ΔΕΗ από την Παραγωγή Ηλεκτρισμού σε κάποιες περιοχές (π.χ. Κυκλάδες, μέρος των Δωδεκανήσων)
  - Προώθηση αιεφόρου ανάπτυξης και σεβασμού του περιβάλλοντος



## Λαρντερέλο Ιταλίας

1904



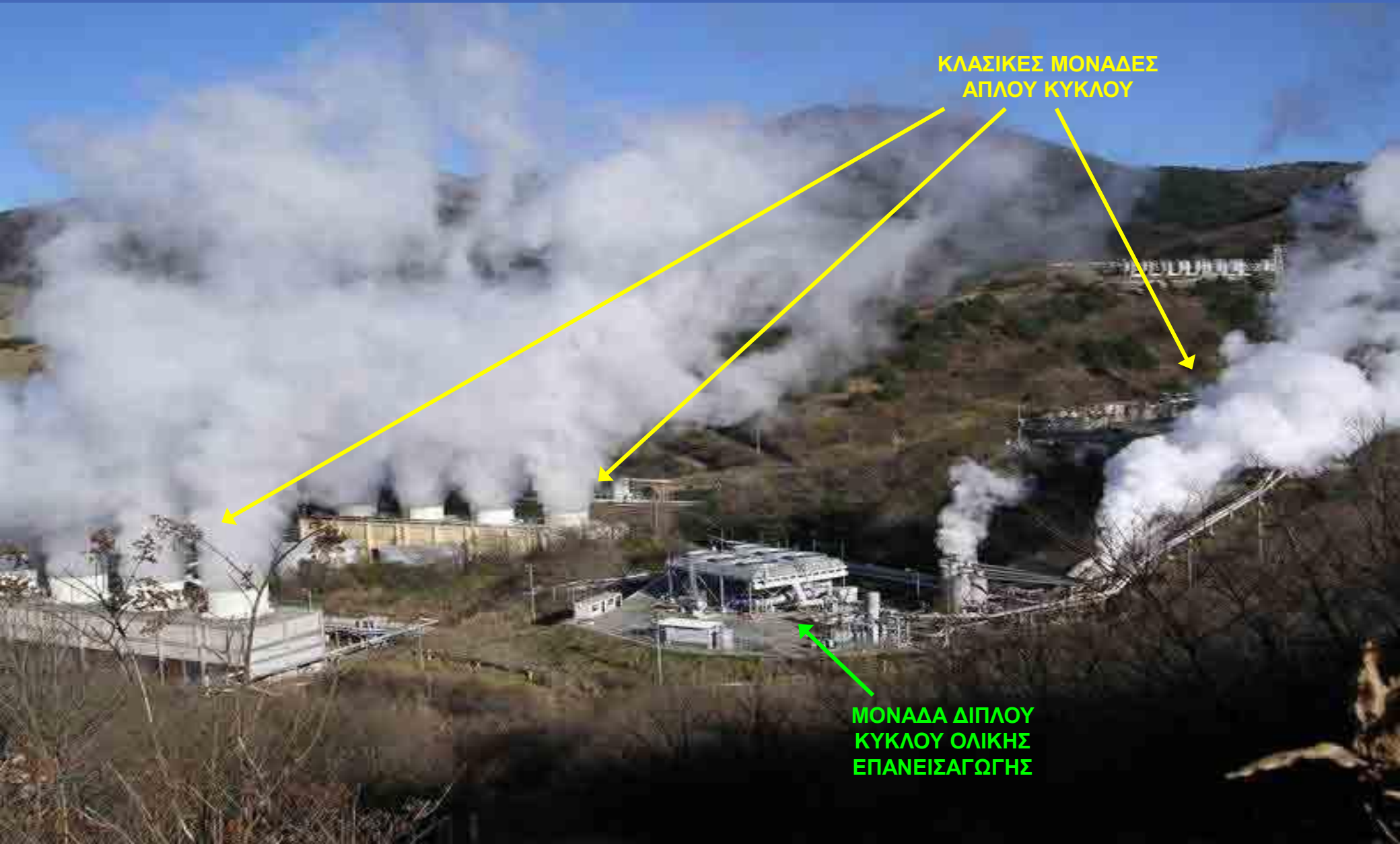
## Χαβάη

2004





## 2 MW HATCHOBARU Geothermal Power Plant (Kyushu Electric, Japan), 2003



ΚΛΑΣΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ  
ΑΠΛΟΥ ΚΥΚΛΟΥ

ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΠΛΟΥ  
ΚΥΚΛΟΥ ΟΛΙΚΗΣ  
ΕΠΑΝΕΙΣΑΓΩΓΗΣ





# Περιγραφή μονάδας παραγωγής - Αερόψυκτο Σύστημα Διπλού Κύκλου

## Τεχνική περιγραφή

Προτείνεται η κατασκευή μονάδος διπλού κύκλου (μέθοδος Organic Rankin Cycle). Ο στρόβιλος χρησιμοποιεί για τη στρέψη του υδροξύλιο αντί για νερό, το οποίο έχει χαμηλότερο σημείο ζέσεως από αυτό, με αποτέλεσμα οι απαιτήσεις για ενέργεια να μειώνονται σημαντικά, σε σύγκριση με συμβατικές μονάδες.

Σε όλες τις περιπτώσεις το χρησιμοποιούμενο **γεωθερμικό ρευστό θα επανεισάγεται 100% στον ταμιευτήρα** χωρίς έτσι να επιβαρύνεται το περιβάλλον.

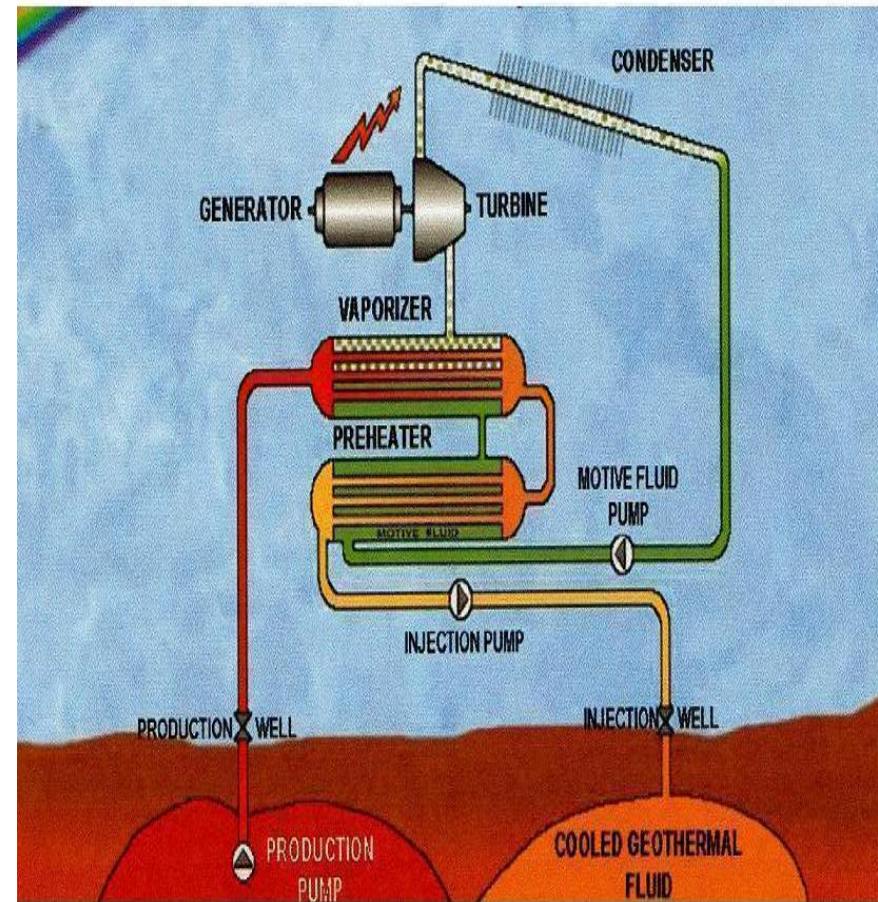
Η συμπύκνωση του οργανικού υλικού στους Σταθμούς θα γίνεται με **αερόψυκτο τρόπο** (χωρίς άμεση επαφή του αέρα με το συμπύκνωμα ατμού) και όχι με υδρόψυκτο (ανάγκη πύργων ψύξης – ατμός στην ατμόσφαιρα – ακαλαίσθητη και δυσάρεστη εικόνα για τους νησιώτες).

Λόγω των τεχνικών πλεονεκτημάτων του, το κλειστό κύκλωμα για τα γεωθερμικά ρευστά εφαρμόζεται ευρέως, εξασφαλίζοντας τη συναίνεση των τοπικών κοινωνιών, αφού δεν επιφέρει καμία αλλοίωση του περιβάλλοντος.

Ο σχεδιασμός και η εκμετάλλευση των γεωθερμικών πεδίων γίνεται με ορθολογικό τρόπο και εξαρτάται κύρια από τα χαρακτηριστικά των διάφορων ταμιευτήρων, ώστε να μπορεί να αποδώσει για χρονική περίοδο 30 ετών (όσος δηλ. ο συνήθης χρόνος ζωής των στρόβιλων ατμού).

## Γραφική απεικόνιση

ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΠΛΟΥ ΚΥΚΛΟΥ



ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΤΩΝ 140°C





# 15,7 MW Binary Geothermal Power Plant, Mak Ban, the Philippines

- Separated brine with pH modification

1994







## 30 MW Burdette Plant (Galena I) – Steamboat, NV - Brine

**Reno, Nevada**  
**Κάτοικοι: 300.000**  
**Απόσταση: 3 χλμ.**



*Υπάρχουν μονάδες συνολικής ισχύος άνω των  
100 MW σε ακτίνα 3 χλμ από την πόλη*



# 24 MW 2-phase Binary Geothermal Power Plant Zunil, Guatemala - 1999







# 11.5 MW Pico Vermelho Geothermal Power Plant Portugal, Azores Islands – 2006







# 12 MW 2-Phase Ngawha Binary Geothermal Power Plant New Zealand







**30 MW Puna Geothermal Power Plant**  
**Hawaii, USA – 1992**





- Είναι κρίμα μια Ήπια και Ανανεώσιμη μορφή ενέργειας, όπως είναι η ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ, να έχει δυσφημιστεί τόσο πολύ, ώστε να μην μπορεί να αναπτυχθεί στην Ελληνική επικράτεια.
- Για την επανέναρξη των έργων στις περιοχές Μήλου και Νισύρου πρέπει να εξασφαλιστεί η κοινωνική συναίνεση
- Για τη Λέσβο και τα Μέθανα υπάρχει η κοινωνική συναίνεση, αλλά πρέπει να ολοκληρωθεί η διαδικασία μεταβίβασης των δικαιωμάτων από τη ΔΕΗ στη ΔΕΗ Ανανεώσιμες (απαιτείται υπουργική απόφαση Υ.ΠΕ.Κ.Α.)
- Σημειώνουμε ότι η γεωθερμία, με την ολική επανεισαγωγή των ρευστών και αερίων, δεν επιφέρει καμία μόλυνση του περιβάλλοντος, και το πιο σημαντικό, δεν εκπέμπει καυσαέρια και ιδιαίτερα διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα (Φαινόμενο του θερμοκηπίου), καθόσον η παραγωγή της ενέργειας δεν προέρχεται από καύση αλλά συντελείται σε εναλλάκτη θερμότητας .