

# ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Δρ. Άγγελος Σ. Μπουχουράς

# ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



# Γεωθερμία

---

- **Γεωθερμία ή Γεωθερμική ενέργεια** ονομάζεται η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμφανίζεται με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού
- Είναι μια ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες
- Οι γεωθερμικές περιοχές συχνά εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές του φλοιού της γης ή από την παρουσία θερμών πηγών
- Για να υφίσταται διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμός σε μια περιοχή πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας αποθήκευσης του κοντά σε ένα θερμικό κέντρο
- Τα θερμικά αυτά ρευστά εμφανίζονται στην επιφάνεια είτε με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού όπως προαναφέρθηκε είτε αντλούνται με γεώτρηση και αφού χρησιμοποιηθεί η θερμική τους ενέργεια, γίνεται επανέγχυση του ρευστού στο έδαφος με δεύτερη γεώτρηση

# Η χρήση της Γεωθερμίας

---

- Μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο έχει η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για την κάλυψη αναγκών του, καθώς είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις:
  1. Η Υψηλής Ενθαλπίας (>150 °C) χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ισχύς τέτοιων εγκαταστάσεων το 1979 ήταν 1.916 MW με παραγόμενη ενέργεια  $12 \times 10^6$  kWh/yr.
  2. Η Μέσης Ενθαλπίας (80 έως 150 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων καθώς και μερικές φορές και για την παραγωγή ηλεκτρισμού (π.χ. με κλειστό κύκλωμα φρέον που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως).
  3. Η Χαμηλής Ενθαλπίας (25 έως 80 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες, για παραγωγή γλυκού νερού

# Η χρήση της Γεωθερμίας

---

- Παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος με γεωθερμική ενέργεια το 2008 γινόταν σε 24 χώρες. Το 2007 η εγκατεστημένη ισχύς των μονάδων παραγωγής ενέργειας στον κόσμο ανήλθε στα 9735 MWe, σημειώνοντας αύξηση περισσότερων από 800 MWe σε σχέση με το 2005
- Οι γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι ιδιαίτερα οικονομικές και η λειτουργία τους έχει μικρή περιβαλλοντική επίδραση. Παράγουν μόνο το 1/6 του CO<sub>2</sub> από ό,τι θα παρήγαγε μια μονάδα ίσης δυναμικότητας που λειτουργεί με φυσικό αέριο, ενώ το κόστος της παραγόμενης ενέργειας κυμαίνεται περίπου μεταξύ \$0.015/kW και \$0.35/kW
- Σε παγκόσμια κλίμακα η συνολική δυναμικότητα των γεωθερμικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής ξεπερνά τα 8000 MWe και η αντίστοιχη θερμική τα 4000 MWth

# Η χρήση της Γεωθερμίας

---

- Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία, κάθε ρευστό που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και έχει θερμοκρασία πάνω από 25°C χαρακτηρίζεται ως "γεωθερμικό ρευστό "
- Τα γεωθερμικά ρευστά είτε συλλέγονται καθώς εξέρχονται με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια της γης είτε αντλούνται με γεώτρηση από γεωθερμικά κοιτάσματα που βρίσκονται σε βάθος από μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης
- Υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας:
- Ο πρώτος συνίσταται στη χρήση της θερμότητας των γεωθερμικών ρευστών για την παραγωγή ηλεκτρισμού και τη θέρμανση νερού και χώρων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται διεργασίες τόσο ανοικτού όσο και κλειστού κυκλώματος

# Η χρήση της Γεωθερμίας

---

- Στην πρώτη περίπτωση το γεωθερμικό ρευστό εκτονώνεται σε δοχείο διαχωρισμού ατμού υγρού και ο παραγόμενος ατμός οδηγείται σε στρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρισμού, ενώ το θερμό υγρό σε εναλλάκτη θερμότητας.
- Στην περίπτωση της διεργασίας κλειστού κυκλώματος το γεωθερμικό ρευστό οδηγείται σε εναλλάκτη θερμότητας προσδίδοντας θερμική ενέργεια σε κατάλληλο ρευστό το οποίο ατμοποιείται και οδηγείται στον στρόβιλο. Την απαιτούμενη παραγόμενη θερμότητα του κυκλώματος την αποδίδει σε συμπυκνωτή προτού διέλθει εκ νέου από τον εναλλάκτη του γεωθερμικού ρευστού

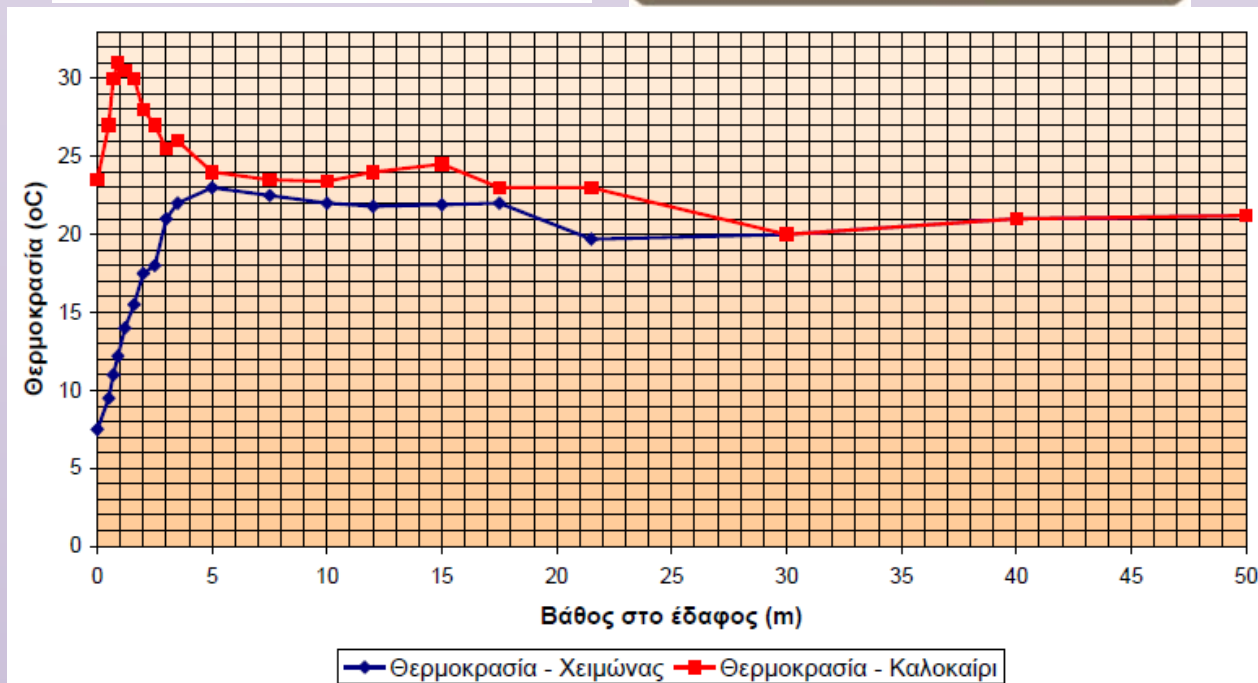
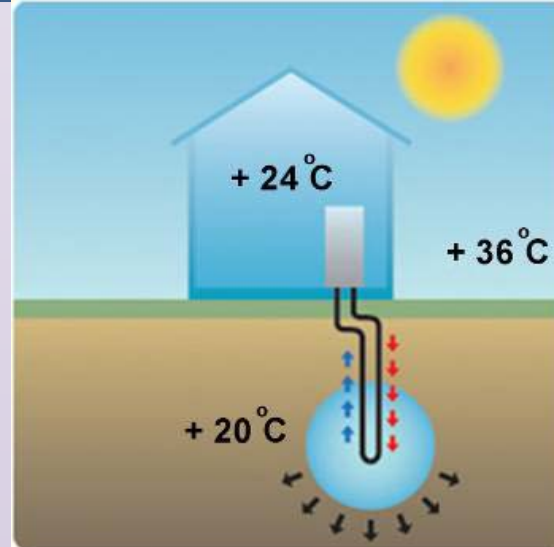
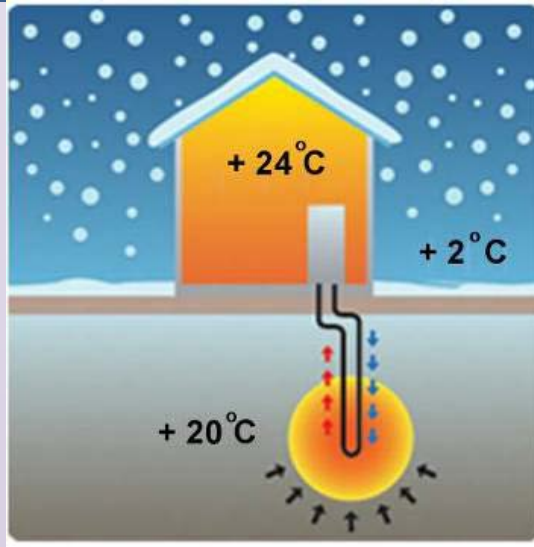
# Η χρήση της Γεωθερμίας

---

- Κατά τον δεύτερο γίνεται εκμετάλλευση των θερμών μαζών του υπεδάφους ή υπόγειων υδάτων για την κίνηση αντλιών θερμότητας (γεωθερμικές αντλίες) για εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης
- Οι γεωθερμικές αντλίες θεωρούνται ως από τις πλέον αποδοτικές ενεργητικές τεχνολογίες για τη θέρμανση και ψύξη χώρων. Χρησιμοποιούν τη φυσική θερμοκρασία του υπεδάφους εκμεταλλευόμενες το γεγονός ότι η τελευταία δεν ποικίλλει σημαντικά στη διάρκεια ενός έτους
- Κατά τη χειμερινή περίοδο λαμβάνει χώρα μεταφορά θερμότητας από τη γη στο κτίριο μέσω κλειστού κυκλώματος νερού, ενώ κατά τη θερινή περίοδο αντιστρέφεται η διαδικασία. Θεωρούνται πιο αποτελεσματικές από τα κοινά κλιματιστικά καθώς απλώς μεταφέρουν τη θερμότητα αντί να καταναλώνουν ενέργεια για να τη δημιουργήσουν



# Η χρήση της Γεωθερμίας



# Η Γεωθερμία στην Ελλάδα

---

- Λόγω κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών, ο Ελλαδικός χώρος διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) σε οικονομικά βάθη (100-1500 μ)
- Ο προκαταρκτικός χάρτης γεωθερμικής ροής του ελληνικού χώρου έδειξε ότι η γεωθερμική ροή στην Ελλάδα είναι σε πολλές περιοχές εντονότερη από τη μέση γήινη. Από το 1971 ερευνήθηκαν οι περιοχές: Μήλος, Νίσυρος, Λέσβος, Μέθανα, Σουσάκι Κορινθίας, Καμένα Βούρλα, Θερμοπύλες, Υπάτη, Αιδηψός, Κίμωλος, Πολύαιγος, Σαντορίνη, Κως, Νότια Θεσσαλία, Αλμωπία, περιοχή Στρυμόνα, περιοχή Ξάνθης, Σαμοθράκη και άλλες
- Η αυξημένη ροή θερμότητας, λόγω της έντονης τεκτονικής και μαγματικής δραστηριότητας, δημιούργησε εκτεταμένες θερμικές ανωμαλίες, με μέγιστες τιμές γεωθερμικής βαθμίδας που πολλές φορές ξεπερνούν του 100° C/km

# Η Γεωθερμία στην Ελλάδα

---

- Σε κατάλληλες γεωλογικές συνθήκες, η ενέργεια αυτή θερμαίνει «ρηχούς» υπόγειους ταμιευτήρες ρευστών σε θερμοκρασίες μέχρι 100 °C
- Τα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας είναι διάσπαρτα στη νησιωτική και ηπειρωτική Ελλάδα. Η συμβολή τους στο ενεργειακό ισοζύγιο μπορεί να γίνει σημαντική, καθόσον αποτελούν ενεργειακό πόρο φιλικό στο περιβάλλον, κοινωνικά αποδεκτό και παρουσιάζουν σημαντικό οικονομικό και αναπτυξιακό ενδιαφέρον
- Στην Μήλο και Νίσυρο έχουν ανακαλυφθεί σπουδαία γεωθερμικά πεδία και έχουν γίνει γεωτρήσεις παραγωγής (5 και 2 αντίστοιχα). Στην Μήλο μετρήθηκαν θερμοκρασίες μέχρι 325 °C σε βάθος 1000 m και στην Νίσυρο 350° C σε βάθος 1500 m. Οι γεωτρήσεις αυτές θα μπορούσαν να στηρίξουν μονάδες ηλεκτροπαραγωγής 20 και 5 MW, ενώ το πιθανό συνολικό δυναμικό υπολογίζεται να είναι την τάξης των 200 και 50 MW αντίστοιχα

# Εφαρμογές Γεωθερμίας

- Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία και περιλαμβάνουν:
  1. ηλεκτροπαραγωγή ( $\theta > 90 \text{ }^\circ\text{C}$ ),
  2. θέρμανση χώρων (με καλοριφέρ για  $\theta > 60 \text{ }^\circ\text{C}$ , με αερόθερμα για  $\theta > 40 \text{ }^\circ\text{C}$ , με ενδοδαπέδιο σύστημα ( $\theta > 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ),
  3. ψύξη και κλιματισμό (με αντλίες θερμότητας απορρόφησης για  $\theta > 60 \text{ }^\circ\text{C}$ , ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας για  $\theta < 30 \text{ }^\circ\text{C}$ )
  4. θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών επειδή τα φυτά αναπτύσσονται γρηγορότερα και γίνονται μεγαλύτερα με τη θερμότητα ( $\theta > 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ), ή και για αντιπαγετική προστασία
  5. ιχθυοκαλλιέργειες ( $\theta > 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ) επειδή τα ψάρια χρειάζονται ορισμένη θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους
  6. βιομηχανικές εφαρμογές όπως αφαλάτωση θαλασσινού νερού ( $\theta > 60 \text{ }^\circ\text{C}$ ), ξήρανση αγροτικών προϊόντων, κλπ
  7. θερμά λουτρά για  $\theta = 25\text{-}40 \text{ }^\circ\text{C}$

# Εφαρμογές Γεωθερμίας

---

- Υπάρχουν δυο κύριες εφαρμογές της γεωθερμική ενέργειας:
- Η πρώτη βασίζεται στη χρήση της θερμότητας της γης για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και άλλες χρήσεις (θέρμανση κτηρίων, θερμοκηπίων). Αυτή η θερμότητα μπορεί να προέρχεται από γεωθερμικά γκάζιερ που φθάνουν με φυσικό τρόπο ως την επιφάνεια της γης ή γεώτρηση στον φλοιό της γης σε περιοχές που η θερμότητα βρίσκεται αρκετά κοντά στην επιφάνεια. Αυτές οι πηγές είναι συνήθως από μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης
- Η δεύτερη εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας εκμεταλλεύεται τις θερμές μάζες εδάφους ή υπογείων υδάτων για να κινήσουν θερμικές αντλίες για εφαρμογές θέρμανση και ψύξης

# Θερμικές εφαρμογές

---

- Η κυριότερη θερμική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας σήμερα, τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκόσμια, αφορά στη θέρμανση θερμοκηπίων
- Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στις υδατοκαλλιέργειες, δεδομένου ότι πολλά είδη υδροβίων οργανισμών, όπως χέλια, γαρίδες ή φύκια αναπτύσσονται γρηγορότερα σε αυξημένες θερμοκρασίες (25 έως 30°C)
- Άλλη διαδεδομένη χρήση της γεωθερμίας είναι η θέρμανση οικισμών. Η θερμική ενέργεια που δεσμεύεται από τη γεωθερμική πηγή διοχετεύεται προς τους χρήστες με την βοήθεια ενός δικτύου αγωγών (τηλεθέρμανση)
- Στις άνυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές, μια άλλη εφαρμογή μπορεί να είναι θερμική αφαλάτωση θαλασσινού νερού, ενώ στις περιπτώσεις γεωθερμικών ρευστών υψηλής θερμοκρασίας (>150°C) μπορεί να γίνει παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με την εκτόνωση ατμού

# Παραδείγματα εφαρμογών

---

- Το Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Όρεγκον θερμαίνεται από το 1964 χρησιμοποιώντας άμεσα τη γεωθερμική ενέργεια. Τρεις γεωτρήσεις παρέχουν όλη τη θερμότητα που χρειάζονται 11 κτήρια εμβαδού 60.400 m<sup>2</sup>. Επίσης ένα μέρος του πανεπιστημίου χρησιμοποιεί ψύξη από γεωθερμικές πηγές
- Το ετήσιο κόστος λειτουργίας του συστήματος είναι \$35.000 συμπεριλαμβανομένων της συντήρησης (μισθοί και ανταλλακτικά) και το κόστος άντλησης. Αν χρησιμοποιούνταν φυσικό αέριο το κόστος θα ήταν \$250.000 - \$300.000
- ΙΣΛΑΝΔΙΑ - Η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των περισσότερων σπιτιών στην Ισλανδία. Υπάρχουν περίπου 30 δημοτικά συστήματα θέρμανσης και 200 ιδιωτικά σε αγροτικές περιοχές που καλύπτουν το 86% της θέρμανσης στη χώρα

# Χρησιμότητα γεωθερμικής ενέργειας

---

- Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας συμβάλει στην:
  1. Εξοικονόμηση συναλλάγματος, με μείωση των εισαγωγών πετρελαίου.
  2. Εξοικονόμηση φυσικών πόρων, κυρίως με την ελάττωση κατανάλωσης των εγχώριων αποθεμάτων λιγνίτη.
  3. Καθαρότερη ατμόσφαιρα
- Με την χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας που εκμεταλλεύεται την γεωθερμική ενέργεια έχουμε τα παρακάτω κέρδη:
  - Άντληση δωρεάν ενέργειας από το υπέδαφος για θέρμανση και ψύξη κτιρίων.
  - Ανεξαρτησία από το πετρέλαιο και την τιμή αυτού.
  - Δεν απαιτείται λέβητας, δεξαμενή πετρελαίου και καπνοδόχος στην εγκατάσταση μας.
  - Μηδενικό ετήσιο κόστος συντήρησης.
  - Προστασία του περιβάλλοντος από εκπομπές ρύπων (διοξείδιο του άνθρακα, αιθάλη, νιτρικά οξείδια κλπ.)



# Χρησιμότητα γεωθερμικής ενέργειας

---

- Απουσία θορύβου κατά την λειτουργία της εγκατάστασης.
- Εξοικονόμηση χρημάτων της τάξης 50 με 60 % στην λειτουργία της εγκατάστασης σε σχέση με εγκατάσταση λέβητα πετρελαίου στην θέρμανση (Τιμές 2008).
- Σταθερή απόδοση της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας σε ακραίες θερμοκρασιακές ατμοσφαιρικές συνθήκες κατά τον χειμώνα και το καλοκαίρι.
- Ασφάλεια σε σχέση με μία εγκατάσταση πετρελαίου ή φυσικού αερίου.
- Απαιτείται μικρότερος χώρος για την εγκατάσταση του εξοπλισμού σε σχέση με το συμβατικό λεβητοστάσιο

# Χρησιμότητα γεωθερμικής ενέργειας

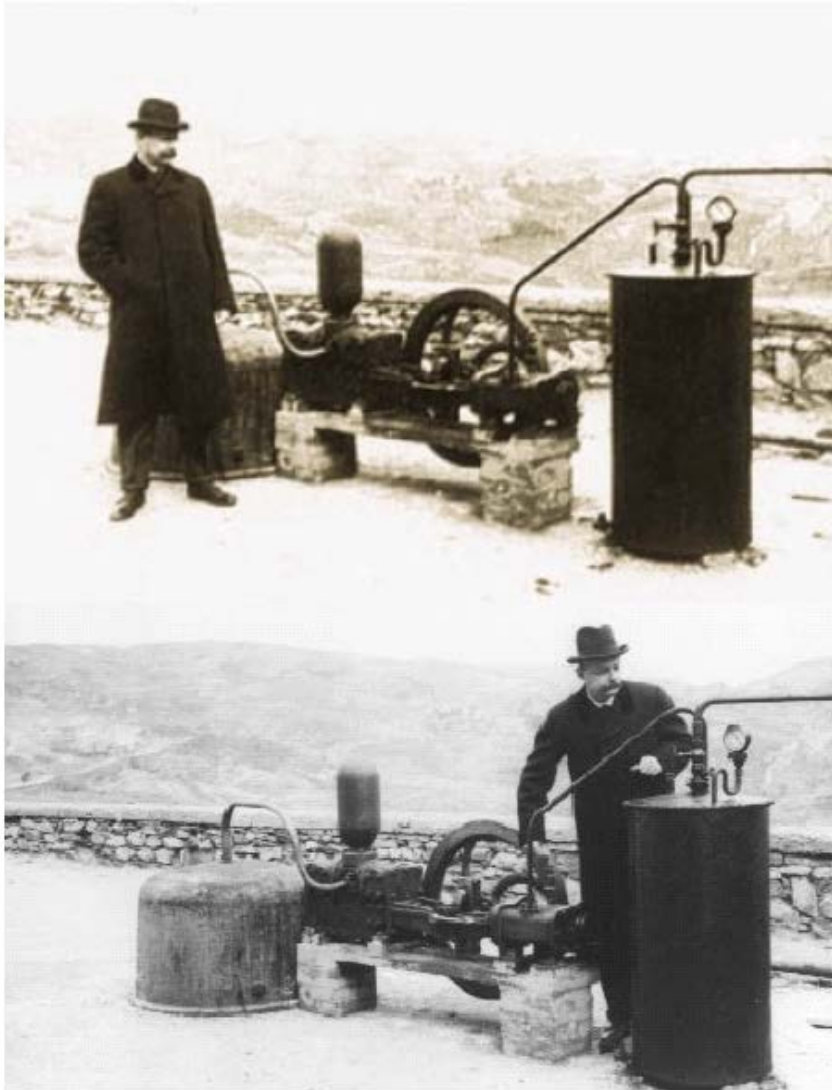
---

- Τα περιβαλλοντικά οφέλη της γεωθερμίας μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:
  1. Συνεχής παροχή ενέργειας, με υψηλό συντελεστή λειτουργίας (load factor), >90%.
  2. Μικρό λειτουργικό κόστος. Μηδενικές ή μικρές εκπομπές αερίων στο περιβάλλον.
  3. Μικρή απαίτηση γης.
  4. Συμβολή στην επίτευξη των στόχων της Λευκής Βίβλου της Ε.Ε. και του Πρωτοκόλλου του Κιότο.
  5. Αποτελεί τοπική μορφή ενέργειας με συνέπεια την οικονομική ανάπτυξη της γεωθερμικής περιοχής.
  6. Συμβολή στην μείωση της ενεργειακής εξάρτησης μιας χώρας, με τον περιορισμό των εισαγωγών ορυκτών καυσίμων

# Μύθος 1ος: Η γεωθερμική ενέργεια βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο και δεν είναι ευρύτερα διαδομένη

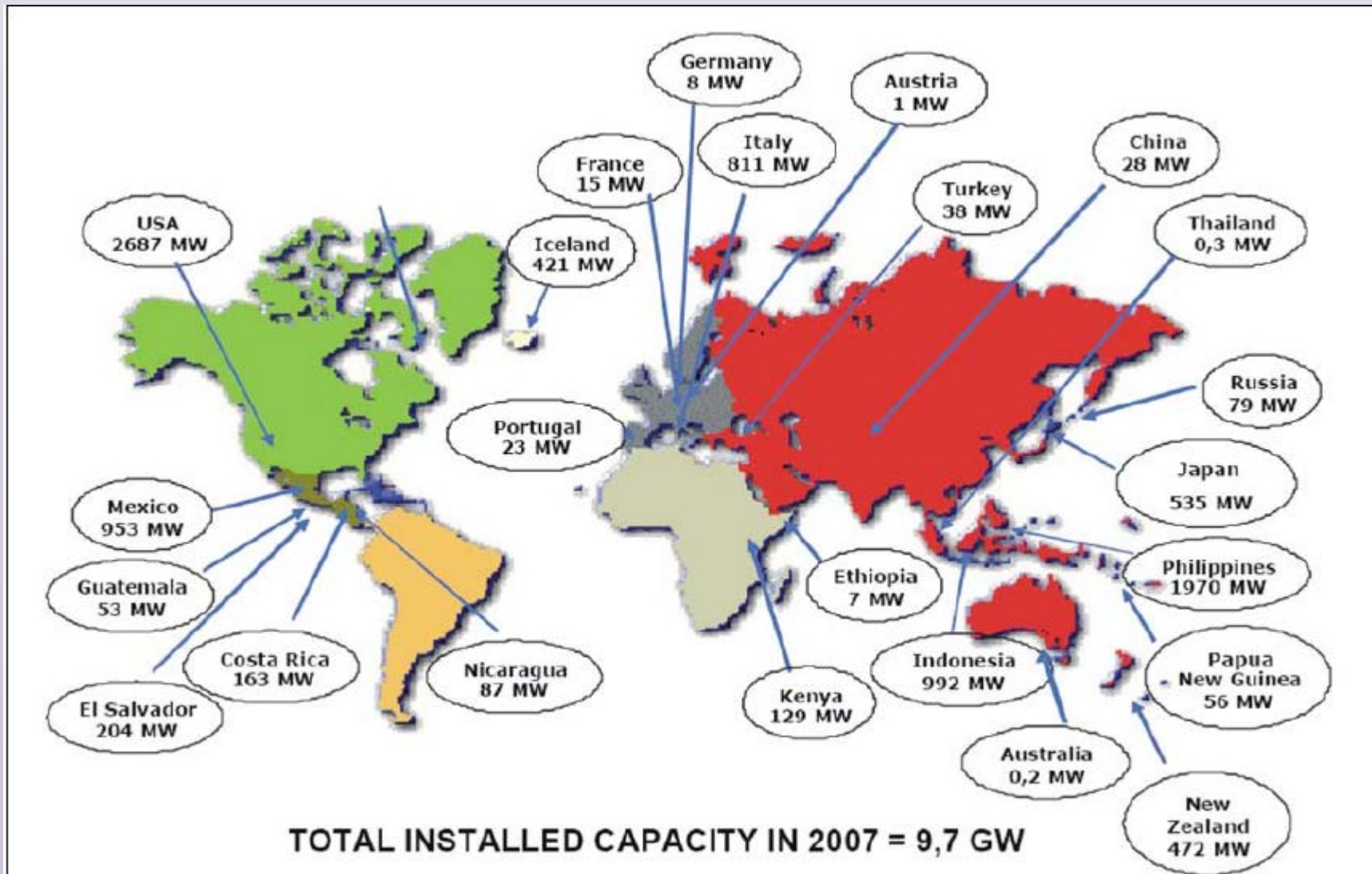
- Η γεωθερμική ενέργεια και τα θερμά νερά ήταν γνωστά και στην αρχαία Ελλάδα
- Στη σύγχρονη εποχή, η πρώτη βιομηχανική αξιοποίηση της γεωθερμίας πραγματοποιήθηκε στο Larderello της Ιταλίας, όπου από τις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα χρησιμοποιούνταν υπέρθερμος ατμός για την παραγωγή βορικού οξέος και για τη θέρμανση κτιρίων
- Στην ίδια περιοχή, το 1904, έγινε η πρώτη επιτυχημένη προσπάθεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με τη χρήση φυσικών ατμών, που έβγαιναν με πίεση
- Σήμερα, ο αριθμός των χωρών που έχουν εμπλακεί στη γεωθερμική ενέργεια με εκμετάλλευση της θερμότητας ξεπερνά τις 60. **Η συνολική παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς έφτασε το 2007 τα 9.732 MWe**
- Στην **Ελλάδα**, παρά το πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό, δεν λειτουργεί καμία εγκατάσταση ηλεκτροπαραγωγής, ενώ η συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε άμεσες χρήσεις είναι μόλις **94 MWt**, συμπεριλαμβανομένων και των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, οι οποίες έχουν εγκατεστημένη ισχύ 20 MWt

# Μύθος 1ος: Η γεωθερμική ενέργεια βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο και δεν είναι ευρύτερα διαδομένη



*Larderello (Ιταλία), 1904:  
Η πρώτη επιτυχημένη  
προσπάθεια παραγωγής  
ηλεκτρικής ενέργειας,  
με τη χρήση φυσικών ατμών,  
που έβγαιναν με πίεση*  
[Πηγές:  
Geothermal Education Office,  
([www.geothermal.marin.org](http://www.geothermal.marin.org))  
και International Geothermal  
Association ([iga.igg.cnr.it/geo/  
geoenergy.php](http://iga.igg.cnr.it/geo/geoenergy.php))]

# Μύθος 1ος: Η γεωθερμική ενέργεια βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο και δεν είναι ευρύτερα διαδομένη





# Μύθος 2ος: Η γεωθερμική ενέργεια δεν αποτελεί Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (Α.Π.Ε.)

---

- Η επιστημονική κοινότητα ταξινομεί συνήθως τη γεωθερμία στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.). Αν και αυτή η ταξινόμηση ισχύει από δεκαετίες, συχνά διατυπώνονται κάποια ερωτηματικά. Υπάρχει και η άποψη ότι με αυστηρά επιστημονικά κριτήρια η γεωθερμική ενέργεια δεν αποτελεί πάντα ανανεώσιμη πηγή ενέργειας
- Μία έννοια συνδεδεμένη με την «ανανεωσιμότητα» ενός ενεργειακού πόρου είναι η «αιφορία». Η ανανεωσιμότητα αποτελεί ιδιότητα του ενεργειακού πόρου, ενώ η αιφορία περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται οποιοσδήποτε φυσικός πόρος και σχετίζεται με την ορθολογική διαχείριση των πόρων, τη διάθεσή τους σε προσιτό κόστος στον άνθρωπο και χαρακτηρίζεται από κάποια μορφή ισορροπίας
- Ανανεωσιμότητα ενός ενεργειακού πόρου σημαίνει ότι η οποιαδήποτε ποσότητα που λαμβάνεται από το συγκεκριμένο πόρο, η ίδια ποσότητα αναπληρώνεται κατά το ίδιο χρονικό διάστημα

# Μύθος 2ος: Η γεωθερμική ενέργεια δεν αποτελεί Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (Α.Π.Ε.)

---

- Η γεωθερμική ενέργεια είναι η ενέργεια που προέρχεται από τη θερμότητα του εσωτερικού της Γης και αυτή η θερμότητα είναι βασικά απεριόριστη
- Σύμφωνα με τη σημερινή επιστημονική γνώση, το εσωτερικό της Γης είναι πάρα πολύ ζεστό (1.000-3.000°C στον μανδύα και > 4.000°C στον πυρήνα) και θα συνεχίσει να είναι και στο μέλλον
- Ο ρυθμός και η δυνατότητα πλήρους ενεργειακής επαναφόρτισης ενός γεωθερμικού συστήματος αποτελεί το κρίσιμο κριτήριο στην ταξινόμηση ενός πόρου ως ανανεώσιμου ή όχι
- Τα γεωθερμικά πεδία τροφοδοτούνται βασικά με μετεωρικά νερά (βροχή, χιόνι) ή άλλα επιφανειακής προέλευσης νερά (θαλάσσια, λιμναία, ποτάμια), που κατεισδύουν στο εσωτερικό της Γης και κυκλοφορούν υπογείως, θερμαίνονται, εμπλουτίζονται σε άλατα και αέρια και μπαίνουν στο διαρκή κύκλο μεταφοράς θερμότητας

# Μύθος 2ος: Η γεωθερμική ενέργεια δεν αποτελεί Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (Α.Π.Ε.)

---

- Μέσα στον ταμιευτήρα, όπου η κυκλοφορία είναι πιο γρήγορη και εύκολη, συγκεντρώνονται νερά κάτω από συνθήκες αυξημένης πίεσης και θερμοκρασίας, που θερμαίνονται με συναγωγή αλλά και αγωγή
- Ο ταμιευτήρας προστατεύεται από στεγανό γεωλογικό κάλυμμα, που εμποδίζει τη διάχυση της θερμικής ενέργειας στην επιφάνεια. Κάποιος βαθμός τοπικής εξάντλησης των πόρων στο συγκεκριμένο πεδίο/ταμιευτήρα μπορεί να συμβεί κατά την αξιοποίηση του πόρου, όταν ο ταμιευτήρας των γεωθερμικών ρευστών δεν «επικοινωνεί» με την επιφάνεια του εδάφους, παρά μόνο σε πολύ μακρινή απόσταση και ο ρυθμός επανατροφοδοσίας και θέρμανσης των ρευστών δεν είναι ίσος με το ρυθμό άντλησης αυτών.
- Τα πιο συνηθισμένα συστήματα είναι τα υδροθερμικά, όπου τα φυσικά υπόγεια θερμά ρευστά, τα οποία συγκεντρώνονται σε έναν ή περισσότερους ταμιευτήρες, θερμαίνονται από μία εστία θερμότητας και με τη βοήθεια γεωτρήσεων έρχονται στην επιφάνεια και γίνονται αντικείμενο αξιοποίησης

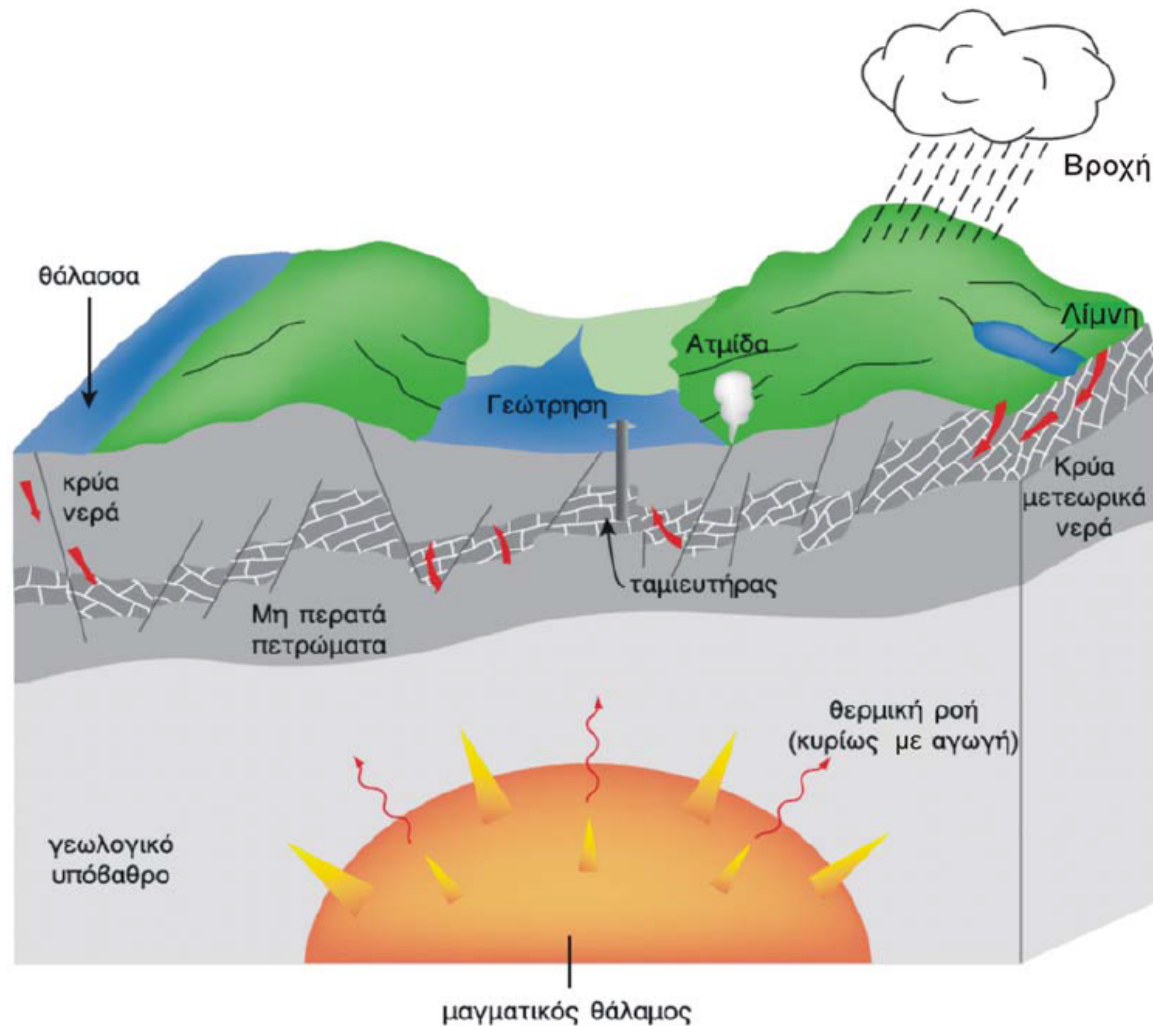


# Μύθος 2ος: Η γεωθερμική ενέργεια δεν αποτελεί Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (Α.Π.Ε.)

---

- Κατά την εκμετάλλευση των υδροθερμικών συστημάτων, η επανατροφοδοσία της ενέργειας επιτυγχάνεται με τη φυσική αναπλήρωση του νερού στον ταμιευτήρα, στο ίδιο περίπου χρονικό διάστημα στο οποίο γίνεται η παραγωγή των ρευστών
- Αυτό σημαίνει ότι το υπόγειο νερό ή ο ατμός που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή για την κάλυψη θερμικών αναγκών (άμεσες χρήσεις γεωθερμίας), **με την κατάλληλη διαχείριση**, δεν θα ελαττωθούν, επειδή η κατείδυση θα συνεχίσει να επανατροφοδοτεί τους γεωθερμικούς ταμιευτήρες
- **Αρκεί να μη γίνεται υπεράντληση. Η επαναδιοχέτευση των ρευστών, μετά τη χρήση τους, με άλλες γεωτρήσεις και σε ικανοποιητικές αποστάσεις μπορεί να αντικαταστήσει πλήρως την ποσότητα και την πίεση των ρευστών του ταμιευτήρα**
- Συνεπώς, **οι γεωθερμικοί πόροι μπορεί να θεωρηθούν ως ανανεώσιμοι** στην κλίμακα χρόνου των τεχνολογικών και κοινωνικών συστημάτων και δε χρειάζονται μεγάλους γεωλογικούς χρόνους (περιόδους) για αναγέννηση, όπως γίνεται με τα αποθέματα των συμβατικών καυσίμων

# Μύθος 2ος: Η γεωθερμική ενέργεια δεν αποτελεί Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (Α.Π.Ε.)



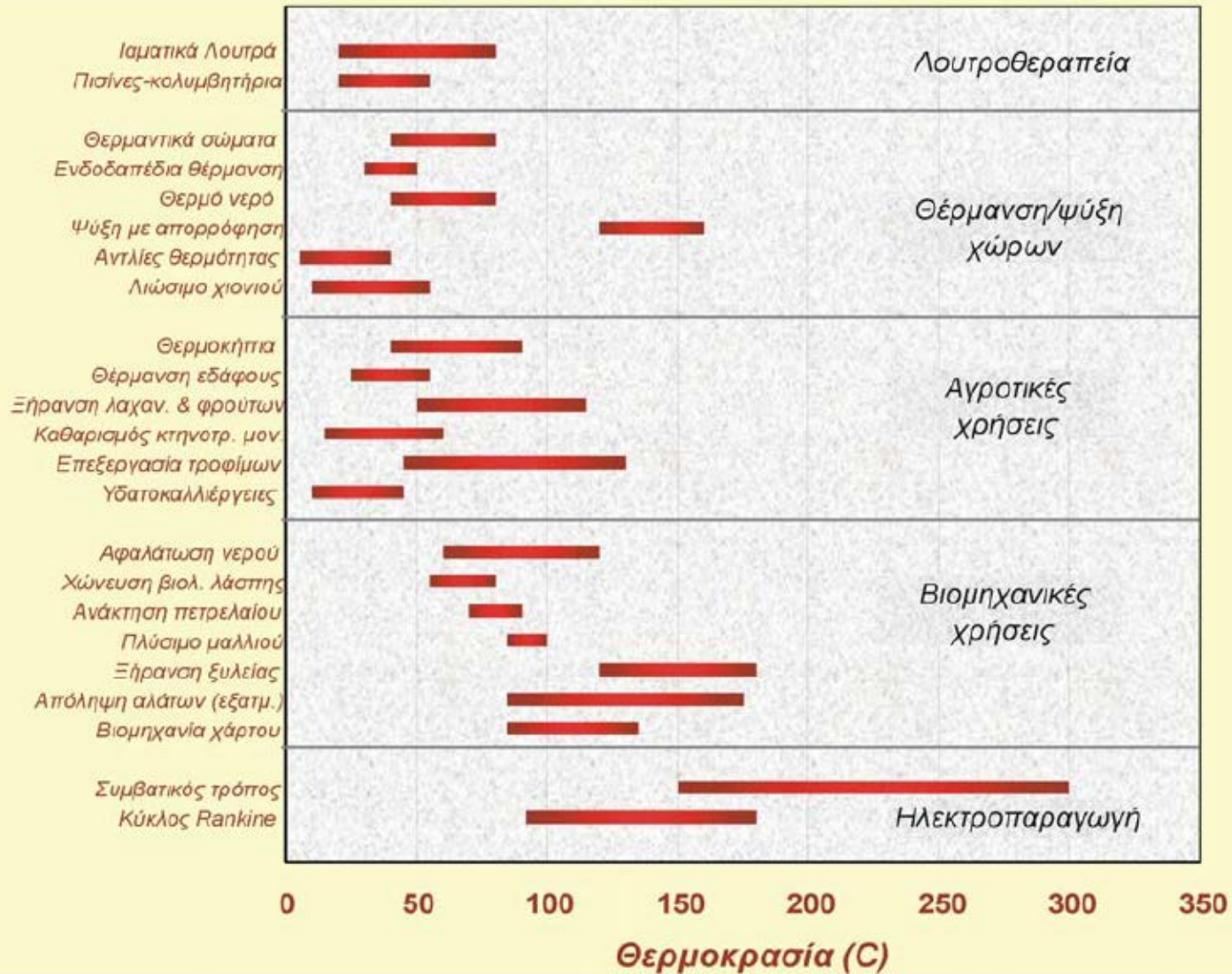
*Μοντέλο δημιουργίας ενός γεωθερμικού πεδίου, που παράγει ατμό, και τα κύρια γνωρίσματά του (από πάνω προς τα κάτω): η περιοχή επαναφόρτισης, το αδιαπέρατο κάλυμμα, ο ταμιευτήρας γεωθερμικών ρευστών και η πηγή ενέργειας. Διαπιστώνεται η ανανεωσιμότητα του γεωθερμικού συστήματος, αφού τροφοδοτείται συνεχώς από επιφανειακά νερά.*

## Μύθος 3ος: Η γεωθερμική ενέργεια έχει περιορισμένες δυνατότητες χρήσης (λουτρά, θερμοκήπια) και δεν προσφέρεται για ποικιλόμορφες επενδυτικές πρωτοβουλίες

---

- Οι χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα οικονομικών δραστηριοτήτων και εφαρμογών ανάλογα με τη θερμοκρασία και την ποιότητα των ρευστών. Μάλιστα μπορούν να διακριθούν σε ηλεκτρικές και άμεσες χρήσεις
- Στις άμεσες χρήσεις γίνεται απευθείας εκμετάλλευση της θερμότητας των ρευστών (χωρίς να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια)
- Γεωθερμικά ρευστά με θερμοκρασία  $> 150^{\circ}\text{C}$  (υψηλής ενθαλπίας) χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ οι άμεσες χρήσεις καλύπτουν όλη την κλίμακα των θερμοκρασιών
- Όμως, με κατάλληλη διαδικασία, όπως είναι ο λεγόμενος «δυναμικός κύκλος» (ή κύκλος Rankine με οργανικό ρευστό), είναι δυνατή η ηλεκτροπαραγωγή και με τη χρησιμοποίηση ρευστών χαμηλότερης θερμοκρασίας ( $85\text{-}150^{\circ}\text{C}$ ). Στην Ελλάδα υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τόσο με ρευστά υψηλής ενθαλπίας όσο και με τον δυναμικό κύκλο

**Μύθος 3ος: Η γεωθερμική ενέργεια έχει περιορισμένες δυνατότητες χρήσης (λουτρά, θερμοκήπια) και δεν προσφέρεται για ποικιλόμορφες επενδυτικές πρωτοβουλίες**



*Το τροποποιημένο διάγραμμα Lindal*



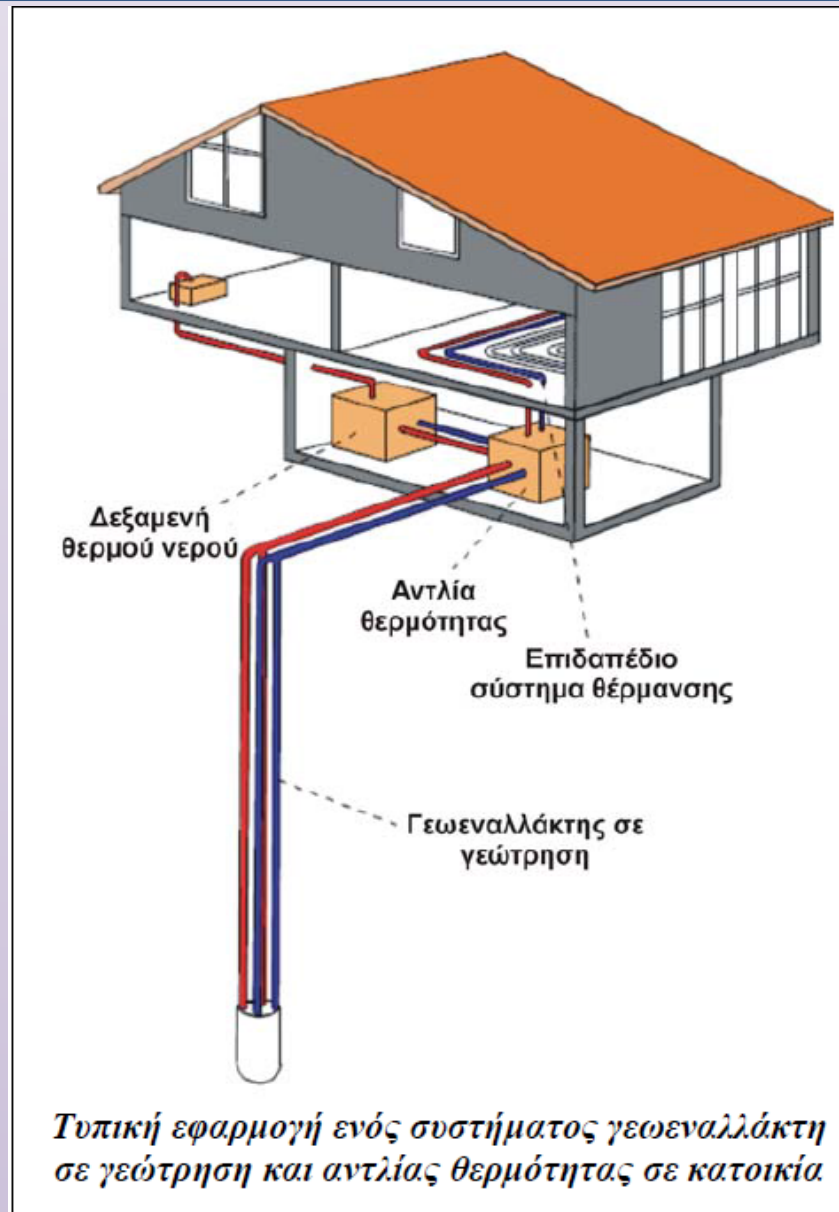
Μύθος 3ος: Η γεωθερμική ενέργεια έχει περιορισμένες δυνατότητες χρήσης (λουτρά, θερμοκήπια) και δεν προσφέρεται για ποικιλόμορφες επενδυτικές πρωτοβουλίες

---



*Σωλήνες γεωθερμικού νερού μπορούν να τοποθετηθούν κάτω από πεζοδρόμια και δρόμους για αντιπαγετική προστασία κατά τη διάρκεια του χειμώνα, όπως σ' αυτό το πεζοδρόμιο στο Klamath Falls (Oregon, Η.Π.Α.).*

Μύθος 3ος: Η γεωθερμική ενέργεια έχει περιορισμένες δυνατότητες χρήσης (λουτρά, θερμοκήπια) και δεν προσφέρεται για ποικιλόμορφες επενδυτικές πρωτοβουλίες



## Μύθος 4ος: Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έχει δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μπορεί να προκαλέσει μόλυνση του περιβάλλοντος

- Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται καθαρή μορφή ενέργειας, ιδιαίτερα όταν συγκρίνεται με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, με αμελητέες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εκμετάλλευσή της

*Μέσες εκπομπές επιβλαβών αερίων από διάφορες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (σε kg/MWh παραγόμενης ενέργειας)*

Μορφή ενέργειας	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>
Άνθρακας	1042	4,4	11,8
Πετρέλαιο	839	12,4	1,6
Φυσικό αέριο	453	1,4	0,0
Γεωθερμία*	95	0,3	0,1
Φωτοβολταϊκά	135	0,3	0,4
Βιομάζα	20	1,8	0,5

*Στα φωτοβολταϊκά περιλαμβάνονται και οι εκπομπές από τον κύκλο ζωής της τεχνολογίας*

*\* Για τη γεωθερμία είναι η μέση τιμή για τις κλασσικές μονάδες, ενώ οι μονάδες δυαδικού κύκλου έχουν μηδενικές εκπομπές*

## Μύθος 4ος: Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έχει δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μπορεί να προκαλέσει μόλυνση του περιβάλλοντος

- Τα γεωθερμικά ρευστά υψηλής ενθαλπίας (θερμοκρασία  $>150^{\circ}\text{C}$ ), που χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ανέρχονται υπό πίεση, μέσω βαθιών γεωτρήσεων και αποτελούνται από μίγμα φυσικού ατμού και αερίων, με ή χωρίς νερό. Ο ατμός περιέχει ουσιαστικά μόνο νερό στην αέρια φάση
- Τα μη συμπυκνώσιμα αέρια, που μπορεί να περιέχονται στα γεωθερμικά ρευστά υψηλής ενθαλπίας, είναι το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), το υδρόθειο ( $\text{H}_2\text{S}$ ), το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), το ραδόνιο (Rn), η αμμωνία ( $\text{NH}_3$ ), ενώ δεν εκπέμπονται σχεδόν καθόλου οξείδια του αζώτου ( $\text{NO}^x$ )
- Οι εκπομπές του  $\text{CO}_2$  από γεωθερμικές μονάδες είναι κατά πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες εκπομπές των ατμοηλεκτρικών μονάδων και συγκρίνονται ευνοϊκά με τις εκπομπές (έμμεσες ή άμεσες) από άλλες Α.Π.Ε
- Οι γεωθερμικές μονάδες νέας γενιάς εκπέμπουν λιγότερο από  $0,5 \text{ kg CO}_2$  ανά  $\text{MWh}$ , συγκρινόμενες με τα περίπου  $1.000 \text{ kg CO}_2$  ανά  $\text{MWh}$  που εκπέμπονται από ατμοηλεκτρικούς σταθμούς που χρησιμοποιούν άνθρακα



## Μύθος 4ος: Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έχει δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μπορεί να προκαλέσει μόλυνση του περιβάλλοντος

---

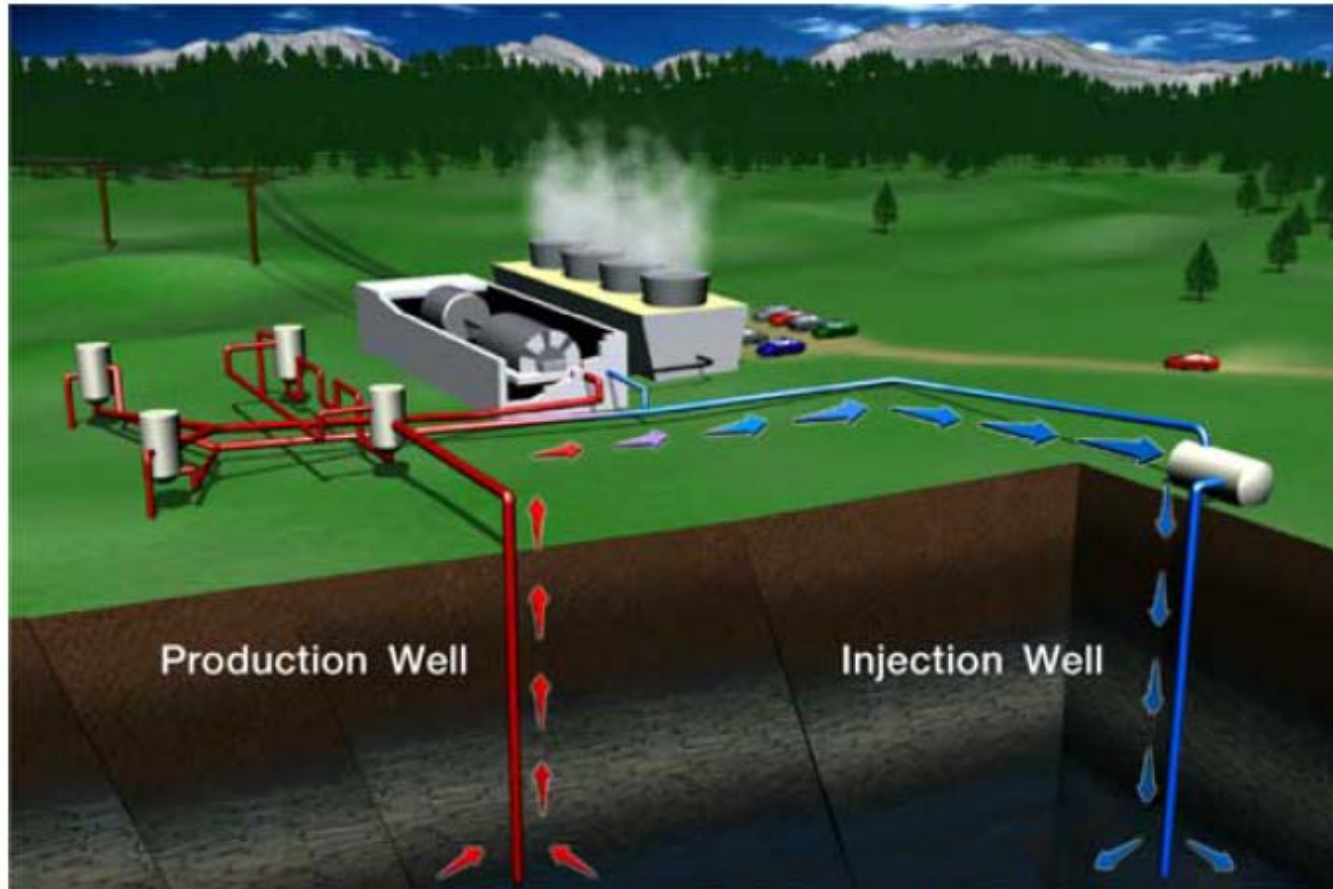
- Το υδρόθειο ( $H^2S$ ), λόγω της έντονης οσμής του (γίνεται αντιληπτό από τον άνθρωπο ακόμη και σε συγκεντρώσεις μικρότερες των 0,03 ppmv) και της σχετικής τοξικότητάς του, είναι υπεύθυνο για τις προκαταλήψεις που έχουν δημιουργηθεί κατά της γεωθερμίας
- Θα πρέπει όμως να τονισθεί ότι υπάρχει πληθώρα τεχνικών δέσμευσης του  $H^2S$  και σχετική τεχνολογία (διεργασία Stretford, καύση και έκπλυση του παραγόμενου  $SO^2$ , χρήση χημικών ενώσεων του σιδήρου, καταλυτική οξείδωση με  $H^2O^2$  κ.ά.) για την αντιμετώπιση του προβλήματος
- Το ραδόνιο βρίσκεται σε χαμηλές ή μηδαμινές συγκεντρώσεις και δεν παρουσιάζει κανένα πρόβλημα, αφού από φυσικές πηγές εκπέμπονται καθημερινά πολύ μεγαλύτερες ποσότητες

## Μύθος 4ος: Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έχει δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μπορεί να προκαλέσει μόλυνση του περιβάλλοντος

---

- Ως βέλτιστη πρακτική για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων από τις εκπομπές αερίων από μία γεωθερμική μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνιστάται η **ολική επανεισαγωγή** των γεωθερμικών ρευστών στον ταμιευτήρα. Πρέπει να τονισθεί ότι τα γεωθερμικά ρευστά δεν παράγουν αιωρούμενα σωματίδια, ούτε τέφρα, ούτε καπνό
- Μια άλλη ανησυχία από την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας υψηλής ενθαλπίας είναι η διάθεση των γεωθερμικών ρευστών μετά τη χρήση τους, τα οποία είναι επιβαρυμένα σε άλατα (γι' αυτό ονομάζονται και αλμόλοιπα) και θα μπορούσαν να προκαλέσουν χημική και θερμική ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων ταμιευτήρων, εδάφους-υπεδάφους κ.λπ
- Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται και αυτό ριζικά με την **ολική επανεισαγωγή** στον ταμιευτήρα ή εναλλακτικά με τη διαδοχική χρήση σε εφαρμογές μικρότερων θερμοκρασιακών απαιτήσεων για εξοικονόμηση ενέργειας και εκ-μετάλλευση του θερμικού φορτίου των ρευστών και στη συνέχεια επανεισαγωγή στον ταμιευτήρα

Μύθος 4ος: Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έχει δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μπορεί να προκαλέσει μόλυνση του περιβάλλοντος



*Το γεωθερμικό ρευστό από την παραγωγική γεώτρηση (production well) χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε στρόβιλο συνδεδεμένο με ηλεκτρογεννήτρια και στη συνέχεια ο ατμός, αφού συμπυκνωθεί με εξάτμιση στον πύργο ψύξης, επαναφέρεται στον ταμιευτήρα με γεώτρηση επανεισαγωγής (injection well)*

Μύθος 4ος: Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έχει δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μπορεί να προκαλέσει μόλυνση του περιβάλλοντος



*Blue Lagoon στην Ισλανδία: Δημιουργήθηκε από τα γεωθερμικά «απόβλητα», δηλ. τα θερμά νερά μιας γειτονικής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και αποτελεί έναν πολύ σημαντικό τουριστικό πόλο έλξης*

Μύθος 5ος: Δεν υπάρχουν ιδιαίτερα περιβαλλοντικά οφέλη από την αξιοποίηση της γεωθερμίας και γενικότερα η γεωθερμική ενέργεια υστερεί σημαντικά σε σχέση με τις άλλες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.).

- Συγκρινόμενη με τις άλλες Α.Π.Ε., η γεωθερμία δεν υστερεί σε περιβαλλοντικά οφέλη. Αυτό έρχεται σε προφανή αντίθεση με την εντύπωση που κυριαρχεί ότι ορισμένες Α.Π.Ε. (π.χ. φωτοβολταϊκά, αιολική ενέργεια) δεν επιβαρύνουν καθόλου το περιβάλλον
- Η εντύπωση αυτή μεταβάλλεται όταν κανείς συνυπολογίσει τις επιπτώσεις οποιασδήποτε μορφής ενέργειας σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής της τεχνολογίας καθώς και την επιβάρυνση στο περιβάλλον από τη λειτουργία των μονάδων
- Τα περιβαλλοντικά οφέλη της γεωθερμίας και τα πλεονεκτήματά της σε σχέση με άλλες Α.Π.Ε. συνοψίζονται στα ακόλουθα:



Μύθος 5ος: Δεν υπάρχουν ιδιαίτερα περιβαλλοντικά οφέλη από την αξιοποίηση της γεωθερμίας και γενικότερα η γεωθερμική ενέργεια υστερεί σημαντικά σε σχέση με τις άλλες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.).

- Συνεχής παροχή ενέργειας. Η γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη 24 ώρες την ημέρα, 365 ημέρες το χρόνο, σε αντίθεση με άλλες Α.Π.Ε. (αιολική, ηλιακή, κύματα), οι οποίες δεν μπορούν να παρέχουν συνεχώς ενέργεια και η χρήση τους προϋποθέτει αξιόπιστες τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας
- Οι γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχουν *συντελεστή αξιοποίησης μέχρι και 90%*, ενώ ο συντελεστής αξιοποίησης μιας υδροηλεκτρικής μονάδας ανέρχεται μέχρι 70% και για τις ηλιακές και αιολικές μονάδες κυμαίνεται μεταξύ 20 και 35%
- Η γεωθερμία παρουσιάζει και *υψηλό δείκτη διαθεσιμότητας* (ποσοστό του χρόνου στον οποίο λειτουργεί η μονάδα στην ονομαστική της ισχύ) της τάξης του 90%

Μύθος 5ος: Δεν υπάρχουν ιδιαίτερα περιβαλλοντικά οφέλη από την αξιοποίηση της γεωθερμίας και γενικότερα η γεωθερμική ενέργεια υστερεί σημαντικά σε σχέση με τις άλλες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.).

- Μικρό λειτουργικό κόστος. Αν και το κόστος παγίων είναι σημαντικά αυξημένο σε σχέση και με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, το λειτουργικό κόστος των γεωθερμικών μονάδων είναι σχεδόν μηδαμινό ή αρκετά μικρότερο από τις άλλες μορφές ενέργειας, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας
- Σπάνιες ή πολύ μικρές εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα. Είναι πολύ μικρότερες από αυτές που προκύπτουν από την καύση των συμβατικών καυσίμων. Δεν εκπέμπονται καθόλου σωματίδια
- Απαιτήση για μικρή χρήση γης, πολύ μικρότερης από αυτή που απαιτούν ηλιακά, φωτο-βολταϊκά και αιολικά συστήματα. Δεν απαιτούν αποθηκευτικούς χώρους, όπως συμβαίνει με άλλες Α.Π.Ε. (βιομάζα, υδροηλεκτρικά) και με τα συμβατικά καύσιμα

Μύθος 5ος: Δεν υπάρχουν ιδιαίτερα περιβαλλοντικά οφέλη από την αξιοποίηση της γεωθερμίας και γενικότερα η γεωθερμική ενέργεια υστερεί σημαντικά σε σχέση με τις άλλες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.).

- Μικρή κυκλοφοριακή επιβάρυνση. Από τη στιγμή αποπεράτωσης της κατασκευής της γεωθερμικής μονάδας δεν απαιτείται μεταφορά υλικών ή καυσίμων, σε αντίθεση με τις μονάδες συμβατικών καυσίμων, στις οποίες υπάρχει πάντα ο κίνδυνος ατυχημάτων (ανάφλεξη καυσίμων, διαρροές κλπ) και επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από την κίνηση των μεταφορικών μέσων
- Αξιόπιστη και ασφαλής ενεργειακή πηγή. Η γεωθερμική ενέργεια παράγεται 24 ώρες την ημέρα, με γνωστή και καθιερωμένη τεχνολογία
- Μείωση της ενεργειακής εξάρτησης μιας χώρας ή μιας περιοχής, με τον περιορισμό της εισαγωγής συμβατικών ορυκτών καυσίμων
- Τοπική παροχή ενέργειας. Η ανάπτυξη της γεωθερμικής ενέργειας σε μια περιοχή οδηγεί στην οικονομική ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής, αφού παρέχει φθηνή ενέργεια και δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας. Δημιουργούνται κατ' αυτόν τον τρόπο τοπικά, αυτόνομα, ενεργειακά κέντρα



Μύθος 5ος: Δεν υπάρχουν ιδιαίτερα περιβαλλοντικά οφέλη από την αξιοποίηση της γεωθερμίας και γενικότερα η γεωθερμική ενέργεια υστερεί σημαντικά σε σχέση με τις άλλες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.).



Reykjavik Using Fossil Fuels

Μύθος 5ος: Δεν υπάρχουν ιδιαίτερα περιβαλλοντικά οφέλη από την αξιοποίηση της γεωθερμίας και γενικότερα η γεωθερμική ενέργεια υστερεί σημαντικά σε σχέση με τις άλλες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.).



## Μύθος 6ος: Η εξόρυξη και επανεισαγωγή των γεωθερμικών ρευστών και αλμολοίπων, μετά τη χρήση τους, μπορεί να μολύνει το πόσιμο νερό

---

- Η μόλυνση των υπόγειων νερών μπορεί να αποφευχθεί απολύτως αν τα γεωθερμικά ρευστά, μετά την χρήση τους, επανεισάγονται στους ίδιους γεωθερμικούς ταμιευτήρες από όπου αντλήθηκαν, με κατάλληλες γεωτρήσεις που έχουν σημαντικό πάχος σωλήνωση και τσιμέντωση γύρω από αυτή, για την αποτροπή οποιασδήποτε μόλυνσης ενόσω τα γεωθερμικά ρευστά επανεισάγονται στον ταμιευτήρα
- Μόλις τα γεωθερμικά ρευστά επιστρέψουν στον ταμιευτήρα, θερμαίνονται ξανά και συνεπώς μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Σήμερα, όλες οι γεωθερμικές εκμεταλλεύσεις θέτουν ως αναγκαία προϋπόθεση την επανεισαγωγή των ρευστών στον ταμιευτήρα

Μύθος 7ος: Οι φυσικές γεωθερμικές εκδηλώσεις χρησιμοποιούνται κατά τη γεωθερμική αξιοποίηση και συνεπώς υπάρχει επέμβαση στο φυσικό περιβάλλον και διατάραξή του

- Οι φυσικές γεωθερμικές εκδηλώσεις, όπως πηγές, θερμοπίδακες κλπ., είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για την αναγνώριση και τη συστηματική έρευνα περιοχών γεωθερμικού ενδιαφέροντος
- Όμως συνήθως δεν αξιοποιούνται ενεργειακά, παρά μόνο για ιαματικούς και θεραπευτικούς σκοπούς
- Και σ' αυτήν την περίπτωση η ανάδειξη του χώρου των πηγών με την κατασκευή κατάλληλων έργων υποδομής μπορεί να αναβαθμίσει την περιοχή, με σεβασμό πάντα στη φυσιογνωμία και τα φυσικά χαρακτηριστικά της
- Για ενεργειακή εκμετάλλευση δεν χρησιμοποιούνται συνήθως οι φυσικές εκδηλώσεις αλλά κατασκευάζονται παραγωγικές γεωτρήσεις, οι οποίες φέρνουν στην επιφάνεια τα υπόγεια γεωθερμικά ρευστά για πολλαπλές χρήσεις

## Μύθος 8ος: Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας δεν είναι προσιτή για έναν μικροεπενδυτή και έχει πολύπλοκες, μεγάλες και χρονοβόρες γραφειοκρατικές διαδικασίες

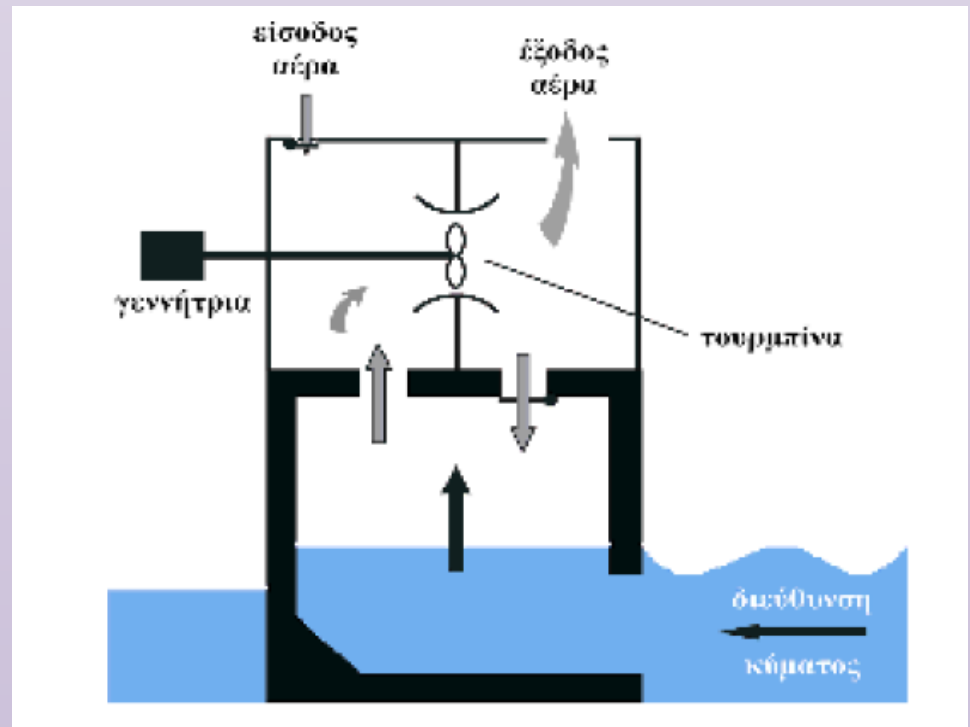
---

- Η αξιοποίηση και εκμετάλλευση των γεωθερμικών ρευστών σε μια περιοχή προϋποθέτει την αναγνώριση της περιοχής ως γεωθερμικού πεδίου (βεβαιωμένου ή πιθανού) και την εκμίσθωσή του, κατόπιν προκήρυξης διαγωνισμού και στη συνέχεια τη διαχείρισή του. Πράγματι, η όλη διαδικασία είναι πολύπλοκη και δεν προσφέρεται για έναν μικρό επενδυτή ή αγρότη
- Αντίθετα, ο επενδυτής - χρήστης μπορεί να αξιοποιήσει τη γήινη θερμότητα εύκολα, άμεσα, χωρίς πολύπλοκες διαδικασίες, χωρίς εκμισθώσεις, με τη χρήση και εφαρμογή των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας τόσο για την θέρμανση και ψύξη κατοικιών όσο και για αγροτικές εφαρμογές



# ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΜΑΤΑ

- Οι ωκεανοί μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας:
- από τα κύματα
- από τις παλίρροιες (μικρές και μεγάλες)
- από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού





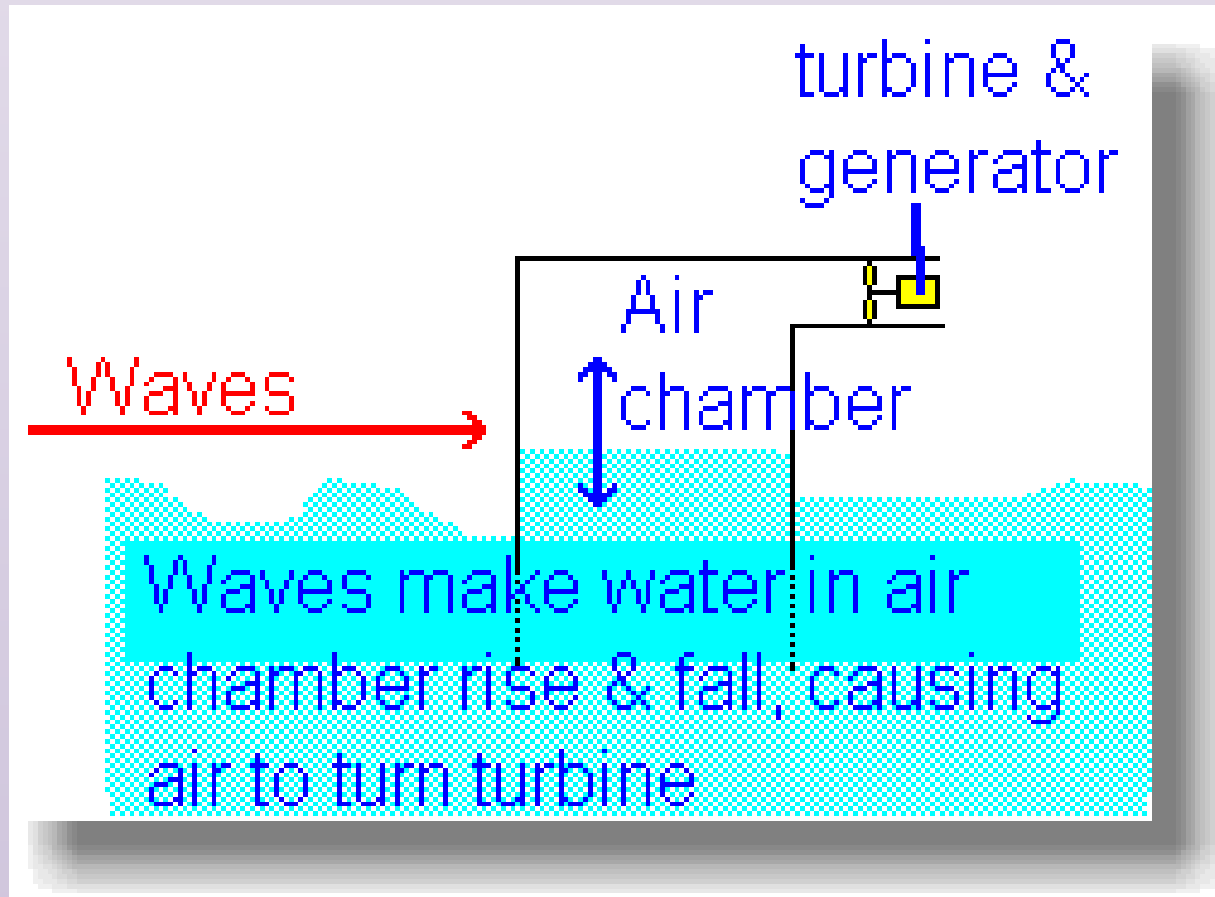
# ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΜΑΤΑ

---

- Τα κύματα είναι μια ισχυρή πηγή ενέργειας. Το πρόβλημα είναι ότι δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθεί αυτή η ενέργεια για να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια σε μεγάλα ποσά. κατά συνέπεια, οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος κυμάτων είναι σπάνιοι
- Σε έναν σταθμό παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος κυμάτων, η άφιξη των κυμάτων προκαλεί άνοδο και πτώση του νερού εντός του θαλάμου του σταθμού, το οποίο προκαλεί τον αέρα να κινείται μέσα και έξω από μια τρύπα στην κορυφή του θαλάμου
- Σε αυτή τη τρύπα τοποθετούμαι μία τουρμπίνα, η οποία γυρίζει με την κίνηση του αέρα μέσα-έξω, με αποτέλεσμα η τουρμπίνα να λειτουργεί ως γεννήτρια
- Το σύστημα εκμεταλλεύεται την ταχύτητα του κύματος, το ύψος, το βάθος και τη ροή κάτω από το πλησιάζον κύμα, παράγοντας κατά συνέπεια την ενέργεια αποτελεσματικότερα και φτηνότερα από άλλα θαλάσσια κύματα και τις υπόλοιπες συμβατικές τεχνολογίες

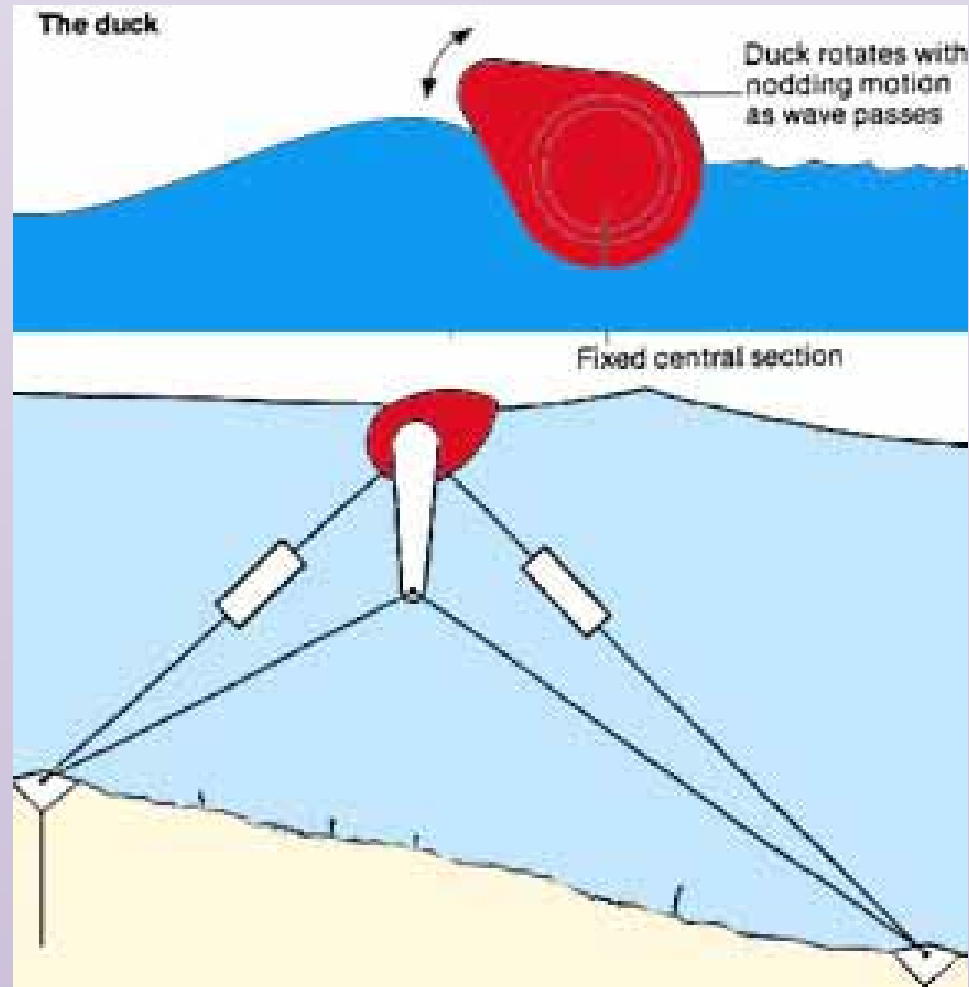
# ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΜΑΤΑ

---



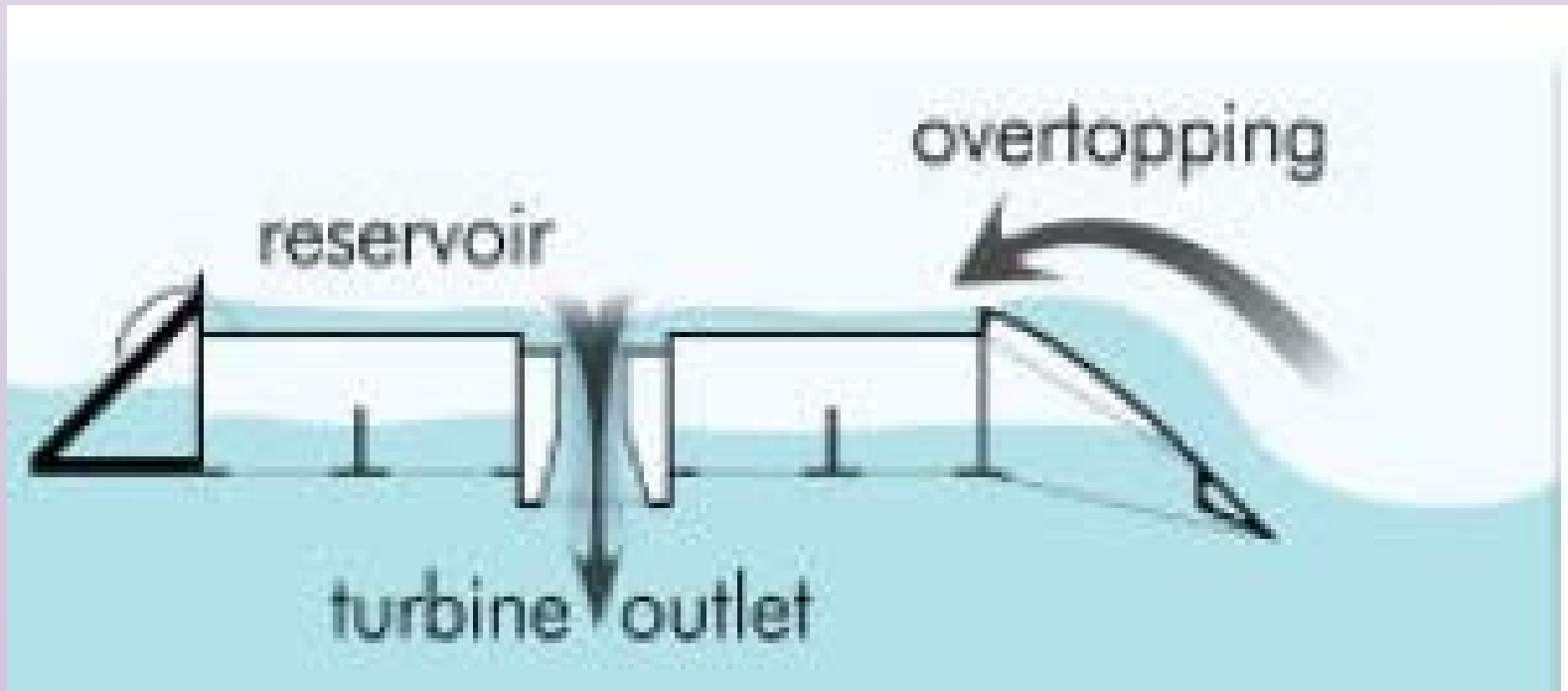
# Salter Duck

- Salter Duck αναπτύχθηκε στη δεκαετία του '70 από τον καθηγητή Sephen Salter του πανεπιστήμιου του Εδιμβούργου στη Σκωτία και παράγει την ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιώντας την κίνηση πάνω-κάτω των κυμάτων



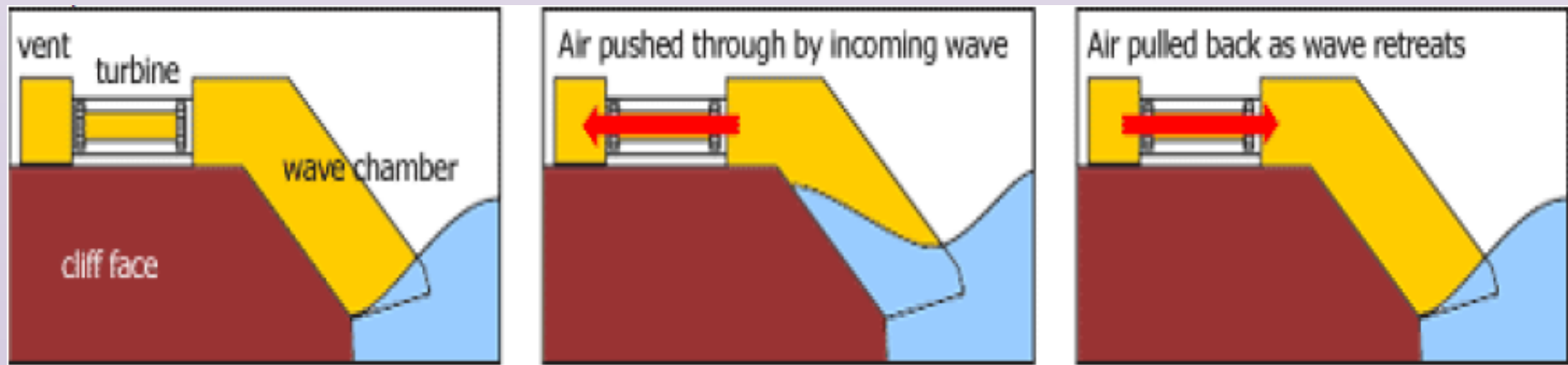
# Wave Dragon

- Η βασική ιδέα του ενεργειακού μετατροπέα κυμάτων Dragon είναι να χρησιμοποιηθούν γνωστές και καλά-αποδεδειγμένες αρχές από τις παραδοσιακές εγκαταστάσεις υδροενέργειας σε μια παράκτια επιπλέουσα πλατφόρμα

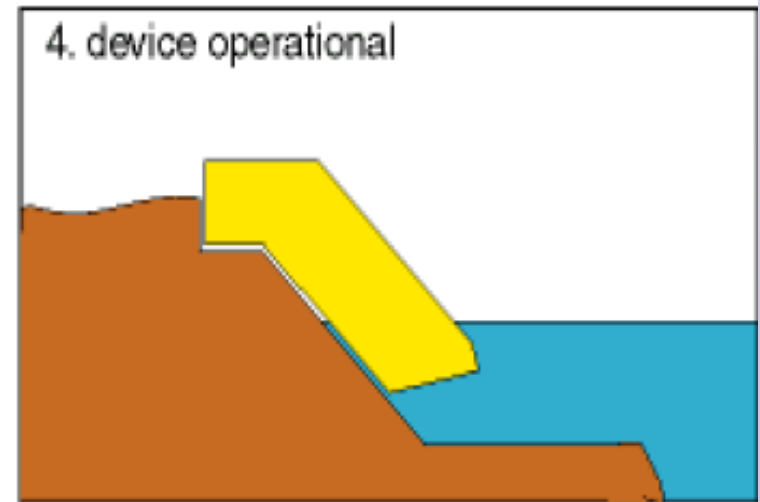
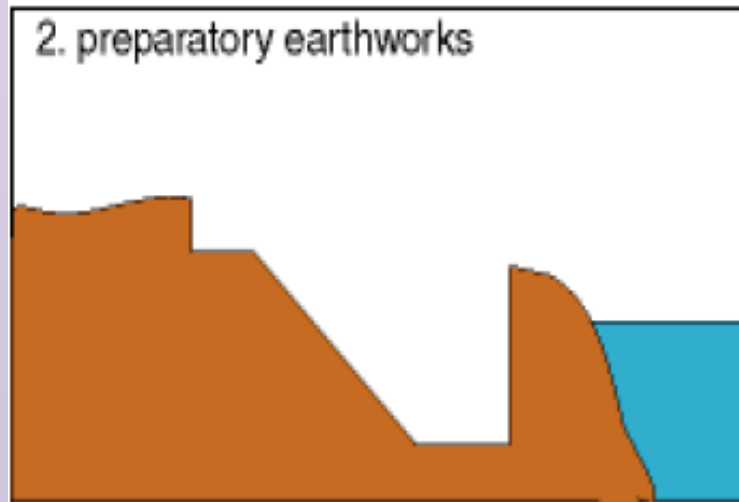
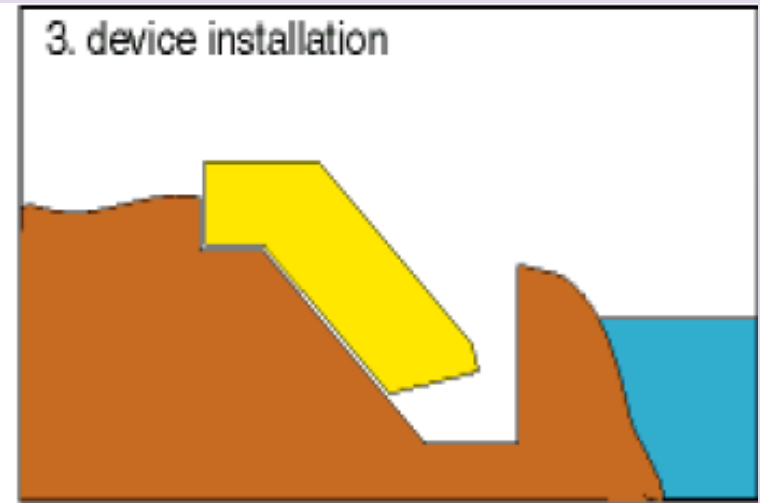
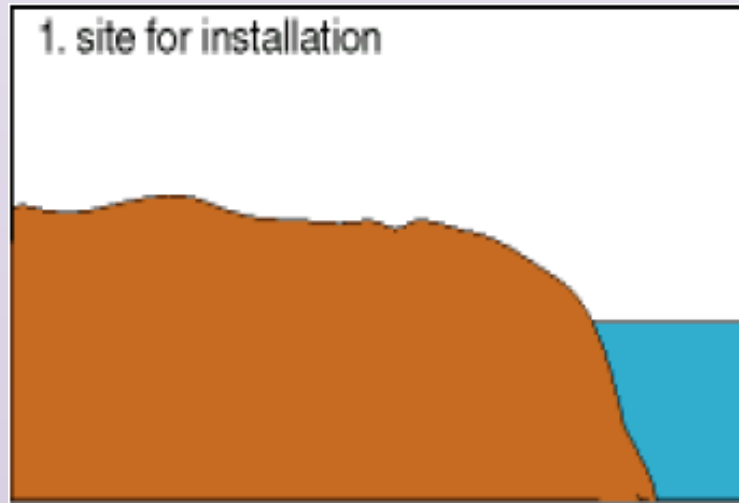


# Παράγωγή ενέργειας από κύματα - Βασισμένη σε παράκτιες εγκαταστάσεις

---



# Παράγωγή ενέργειας από κύματα - Βασισμένη σε παράκτιες εγκαταστάσεις





# Παλιρροϊκοί Στρόβιλοι



# Παλιρροϊκοί Στρόβιλοι

---

