



## ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ





## *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ):*

Είναι οι φυσικοί διαθέσιμοι πόροι - πηγές ενέργειας, που υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον, που δεν εξαντλούνται, αλλά διαρκώς **ανανεώνονται** και που μπορούν να μετατρέπονται σε **ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια**: ήλιος, άνεμος, βιομάζα, γεωθερμία, υδατοπτώσεις, θαλάσσια κίνηση.

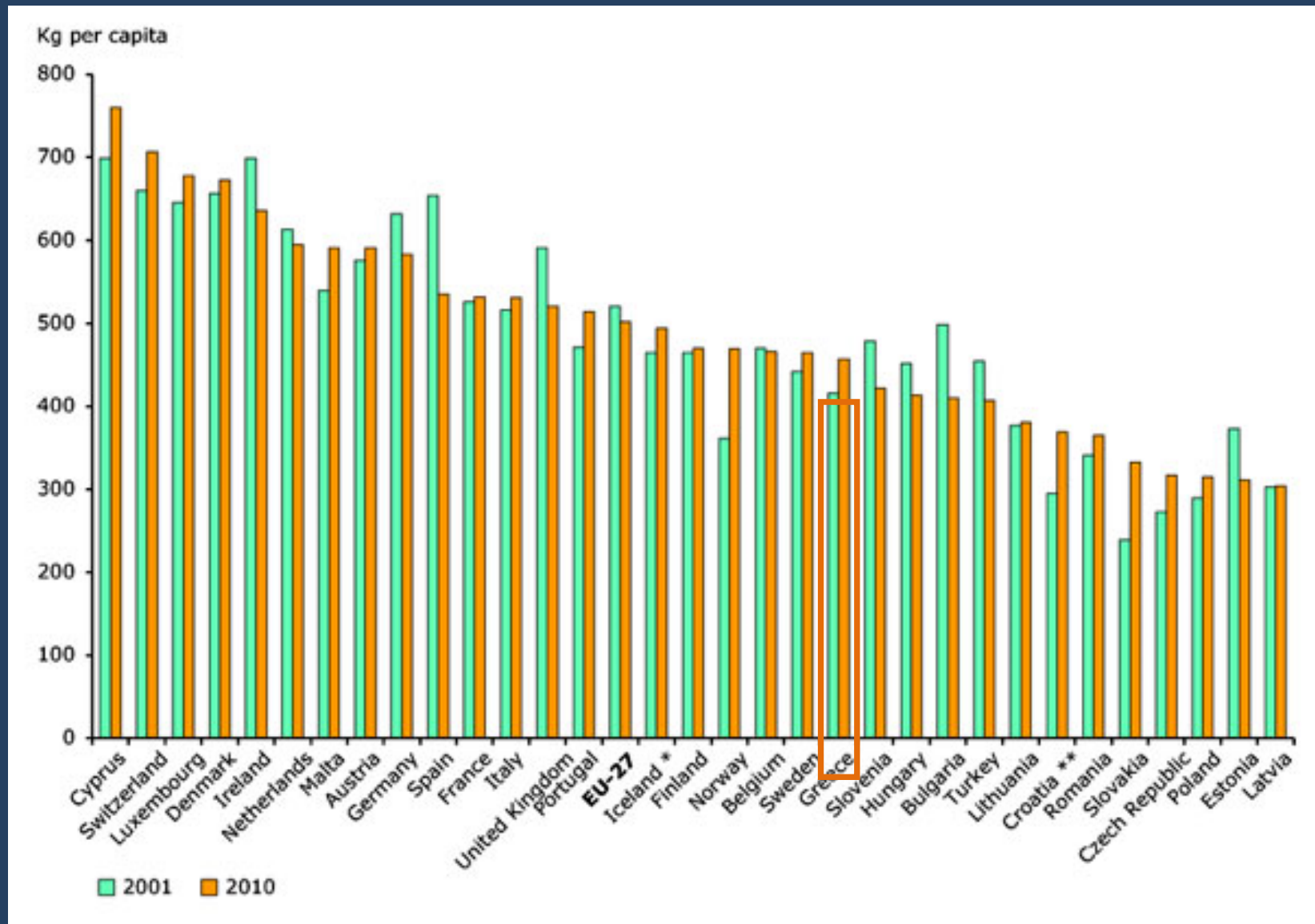
**Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ): [www.cres.gr](http://www.cres.gr)**

Εθνικός φορέας για την προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών, της Ορθολογικής Χρήσης και της **Εξοικονόμησης Ενέργειας**

**Νόμοι ΑΠΕ:** 3468/22-06-2006, 3851/2010 (ΦΕΚ Α 85/04.06.2010), 4046/2012, 4254/2014

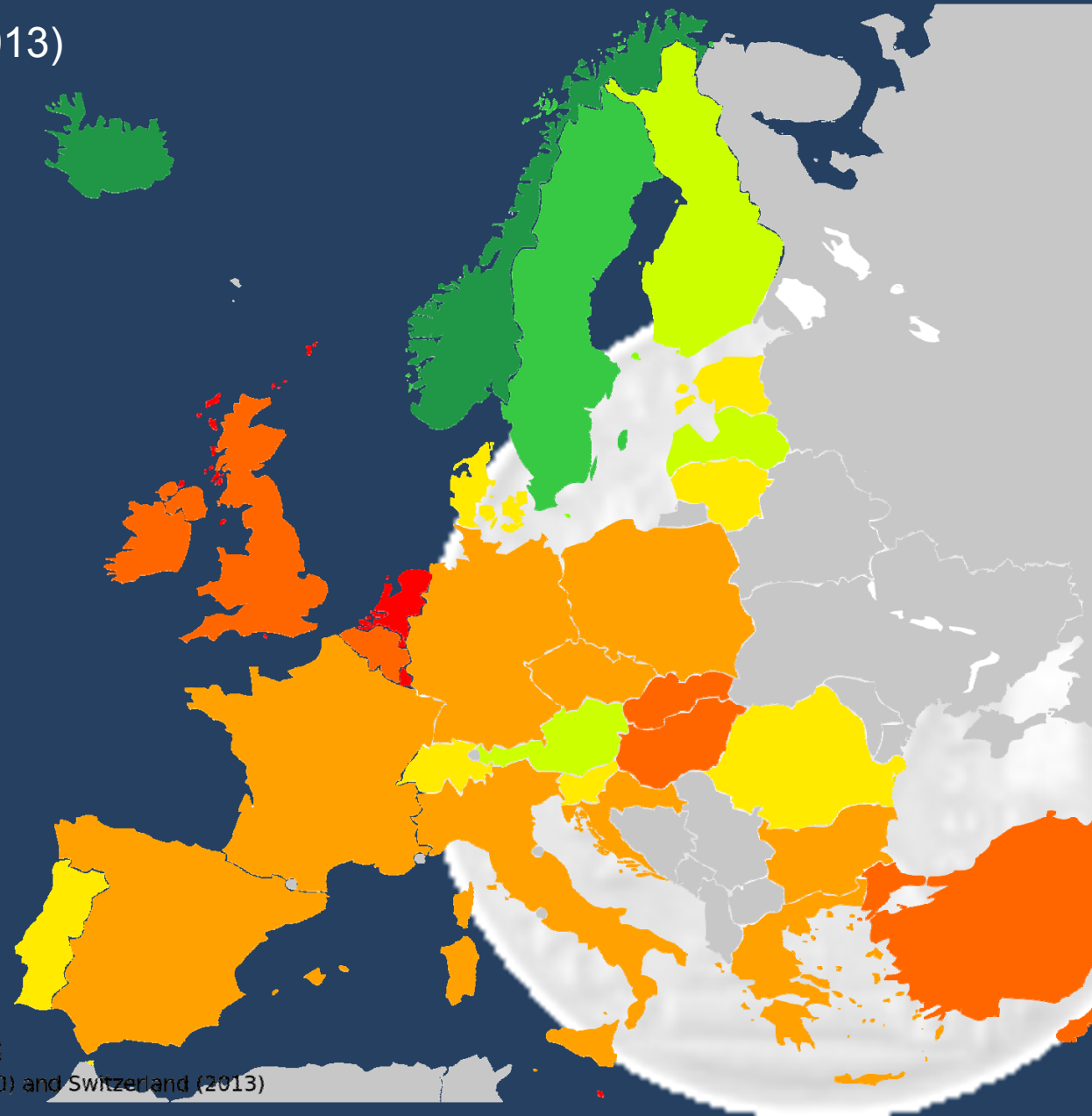
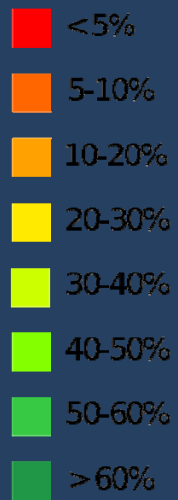


## Εκπομπές CO<sub>2</sub> ανά κάτοικο (ανά χώρα) – 2001 & 2010





## ΑΠΕ, ΕΥΡΩΠΗ (2013)



Eurostat, 2013  
Iceland, Turkey (2010) and Switzerland (2013)

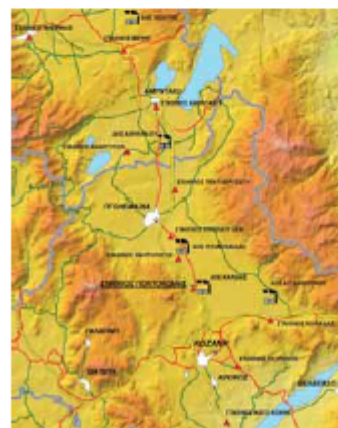
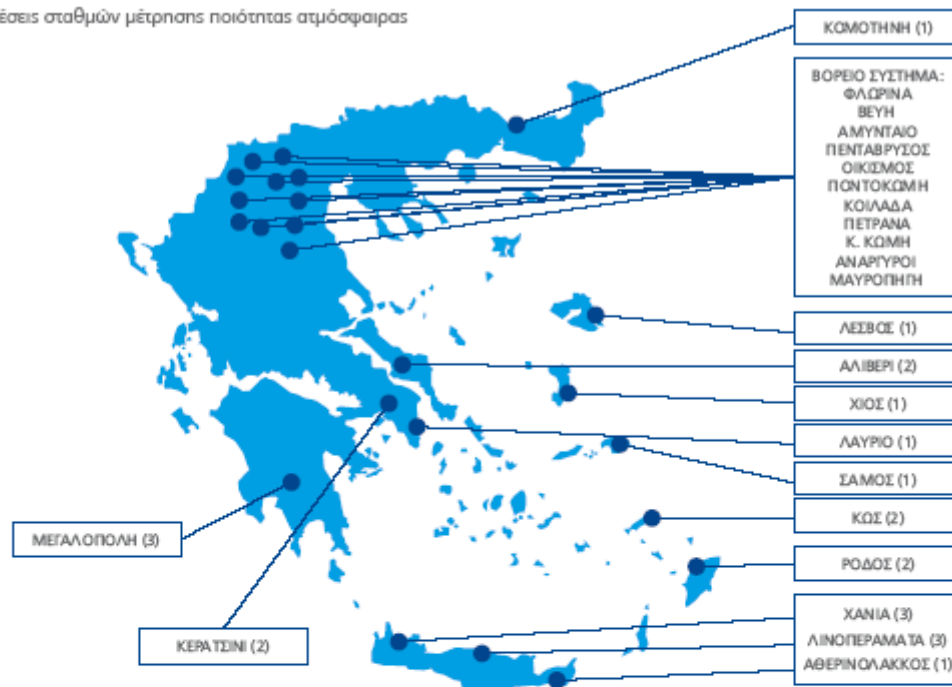


Θέση	Αριθμός σταθμών	Μετρούμενοι Ατμοσφαιρικοί Ρύποι
ΒΟΡΕΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	11	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM10, PM2,5
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	1	NO <sub>x</sub>
ΚΕΡΑΤΣΙΝΙ	2	NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>
ΧΑΝΙΑ	3	NO <sub>x</sub>
ΡΟΔΟΣ	2	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM10
ΛΑΥΡΙΟ	1	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM10
ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ	3	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM10
ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΑ	3	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM10
ΑΛΙΒΕΡΙ	2	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM10
ΣΑΜΟΣ	1	SO <sub>2</sub> , PM10
ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΣ	1	SO <sub>2</sub> , PM10
ΚΩΣ	2	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM10, PM2,5
ΧΙΟΣ	1	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM10, PM2,5
ΛΕΣΒΟΣ	1	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM10, PM2,5
ΣΥΝΟΛΟ	34	



Σταθμός Μέτρησης Ποιότητας της Ατμόσφαιρας - Οικισμός ΑΛΙΒΕΡΙΟΥ

Θέσεις σταθμών μέτρησης ποιότητας ατμόσφαιρας



Δίκτυο μέτρησης ποιότητας ατμόσφαιρας στην ευρύτερη περιοχή των Σταθμών Παραγωγής του ενεργειακού κέντρου της ΔΕΗ στη Δυτική Μακεδονία – Βόρειο Σύστημα.



Δίκτυο σταθμών μέτρησης ποιότητας ατμόσφαιρας στην ευρύτερη περιοχή του Σταθμού Παραγωγής στη Μεγαλόπολη



## Το σημερινό χαρτοφυλάκιο σταθμών παραγωγής της ΔΕΗ υπερβαίνει τα 12.7 GW σε ισχύ

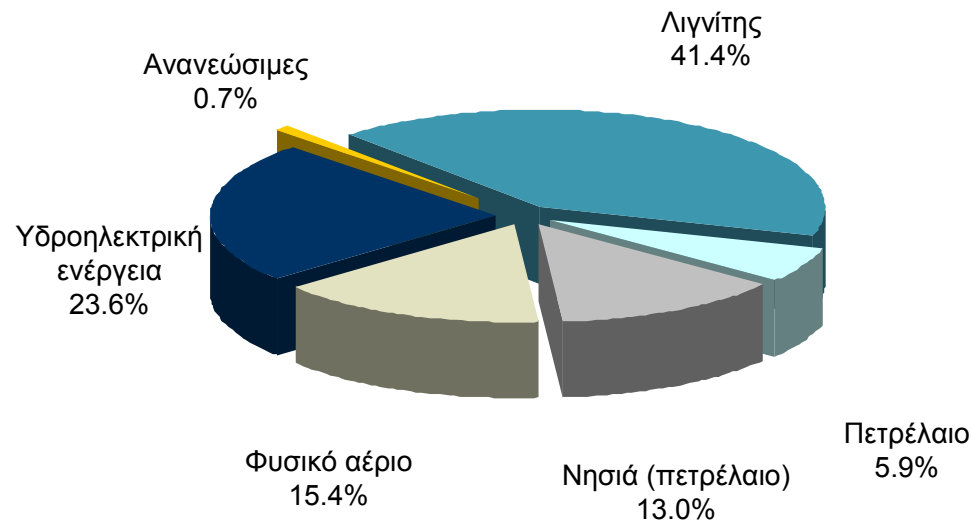
ΔΕΗ (2008)

	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Σταθμισμένη Ηλικία (έτη)
<b>Διασυνδεδεμένο Σύστημα</b>		
Υ/Η ενέργεια	3,017	28
Λιγνίτης	5,288	25
Πετρέλαιο	750	36
Φυσικό Αέριο	1,966	14
<b>Σύνολο</b>	<b>11,021</b>	

<b>Νησιά</b>		
Κρήτη	770	15
Ρόδος	234	14
Μικρά νησιά	650	36
<b>Σύνολο</b>	<b>1,654</b>	

<b>Ανανεώσιμες</b>	
<b>Σύνολο</b>	<b>91</b>

### Εγκατεστημένη ισχύς ανά τύπο καυσίμου



Πηγή: ΔΕΗ Α.Ε. (2008)  
3





# Χαρτοφυλάκιο σταθμών παραγωγής

2009-2010

	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Σταθμισμένη Ηλικία (έτη)
<b>Διασυνδεδεμένο Σύστημα</b>		
Υ/Η ενέργεια	3,017	29
Λιγνίτης	5,288	26
Πετρέλαιο	750	37
Φ. Αέριο ΔΕΗ	1,966	15
Φ. Αέριο Ιδιωτών	880	

Σύνολο 11,901

<b>Νησιά</b>		
Κρήτη	770	16
Ρόδος	234	15
Μικρά νησιά	650	37
Σύνολο	1,654	

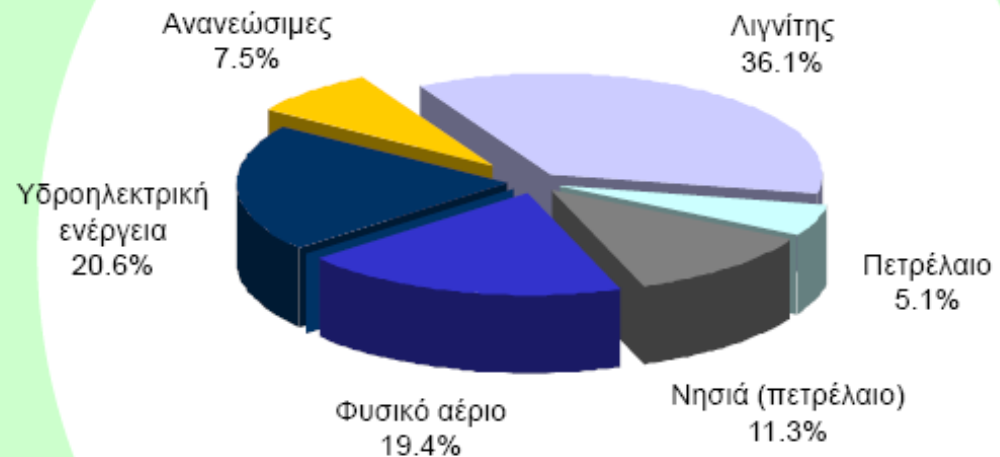
<b>Ανανεώσιμες</b>		
Σύνολο	1,100	

«Ζητήματα της Πράσινης Ενέργειας», Διεθνές Ι. 2009

**ΔΕΗ + Ιδιώτες (2010)**

**Εγκατεστημένη ισχύς ανά τύπο καυσίμου**

**ΑΠΕ: ~20% (2016)**



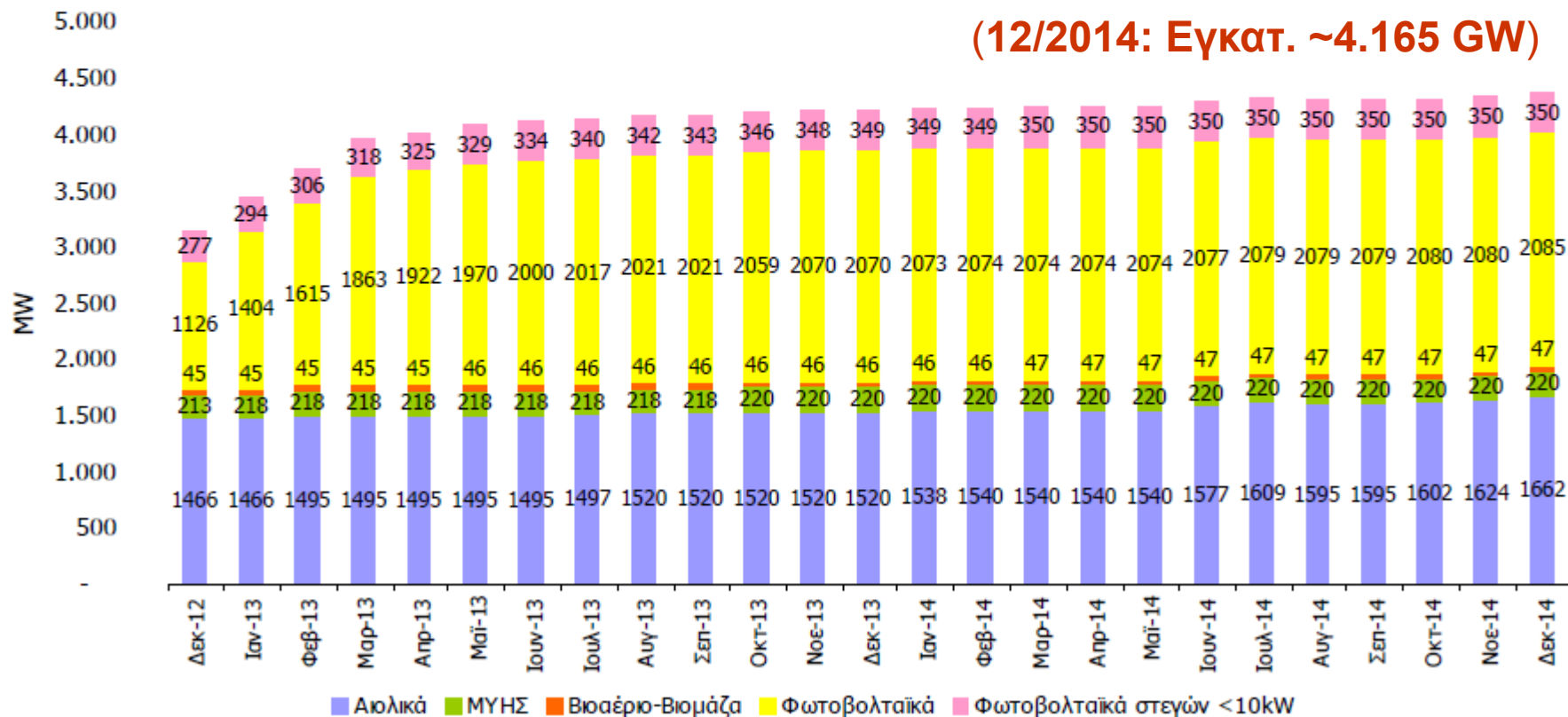
**ΔΕΗ: 12.7 GW**

**Τρίτοι: 1.9 GW**



## 2012 – 2014 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW) ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΤΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (Άρθρο 9 Ν.3468/2006) & Φ/Β ΣΤΕΓΩΝ ≤10kW

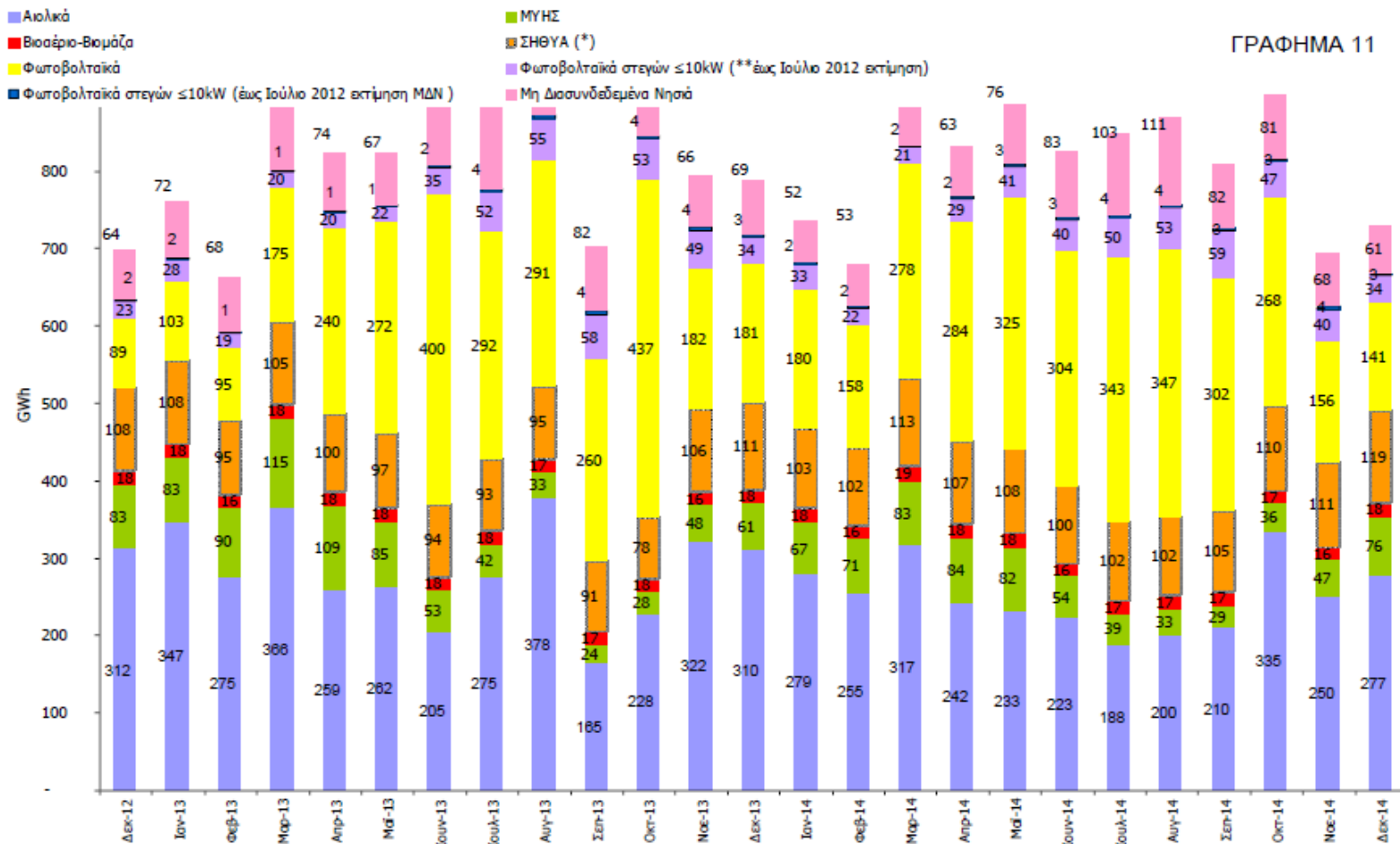
ΔΕΚ. 2012-ΔΕΚ. 2014







## 2012 – 2014 ΕΘΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (GWh) ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ (Άρθρα 9 & 10 Ν.3468/2006) & Φ/Β ΣΤΕΓΩΝ ≤ 10kW



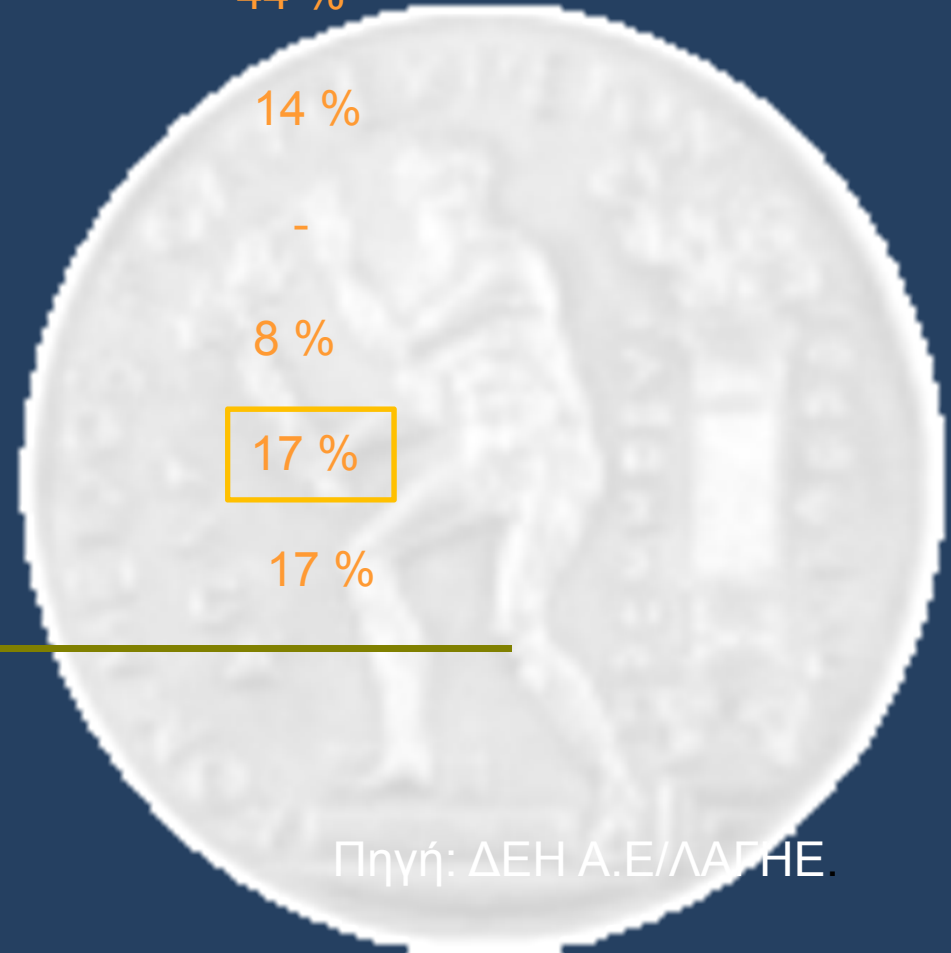
(\*) 28.11.2012 εντάχθηκε σε καθεστώς «δοκιμαστικής λειτουργίας» ως Κατανομή Μονάδα Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης ο σταθμός συμπαράγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας της «ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ». Στο Γράφημα 7 απεικονίζεται η αθροιστική ηλεκτρική ενέργεια ΣΗΘΥΑ.

(\*\*) Η εκτίμηση οφείλεται αφενός στο σπάσιμο της εγκατεστημένης ισχύος των ΦΒ Στεγών στο ΔΣΜ και στο ΜΔΝ και αφετέρου στην μικρή μεταβολή στην αθροιστική εγκατεστημένη ισχύ κατά τα έτη 2011 και 2012



## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΜΕΙΓΜΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

	12/2011-11/2012	2014
ΛΙΓΝΙΤΗΣ:	47.69 %	44 %
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ:	23.93 %	14 %
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ:	8.20 %	-
ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ:	6.21 %	8 %
ΑΠΕ:	10.55 %	17 %
ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΙΣ:	3.42 %	17 %
ΣΥΝΟΛΟ:	100 %	



Πηγή: ΔΕΗ Α.Ε./ΛΑΓΓΗΕ.



### Ηλεκτρική κατανάλωση

#### Αιχμή

2007 → 10.600 MW

2008 → 10.900 MW

2015 → 10.000 MW

#### Βασικό Κριτήριο

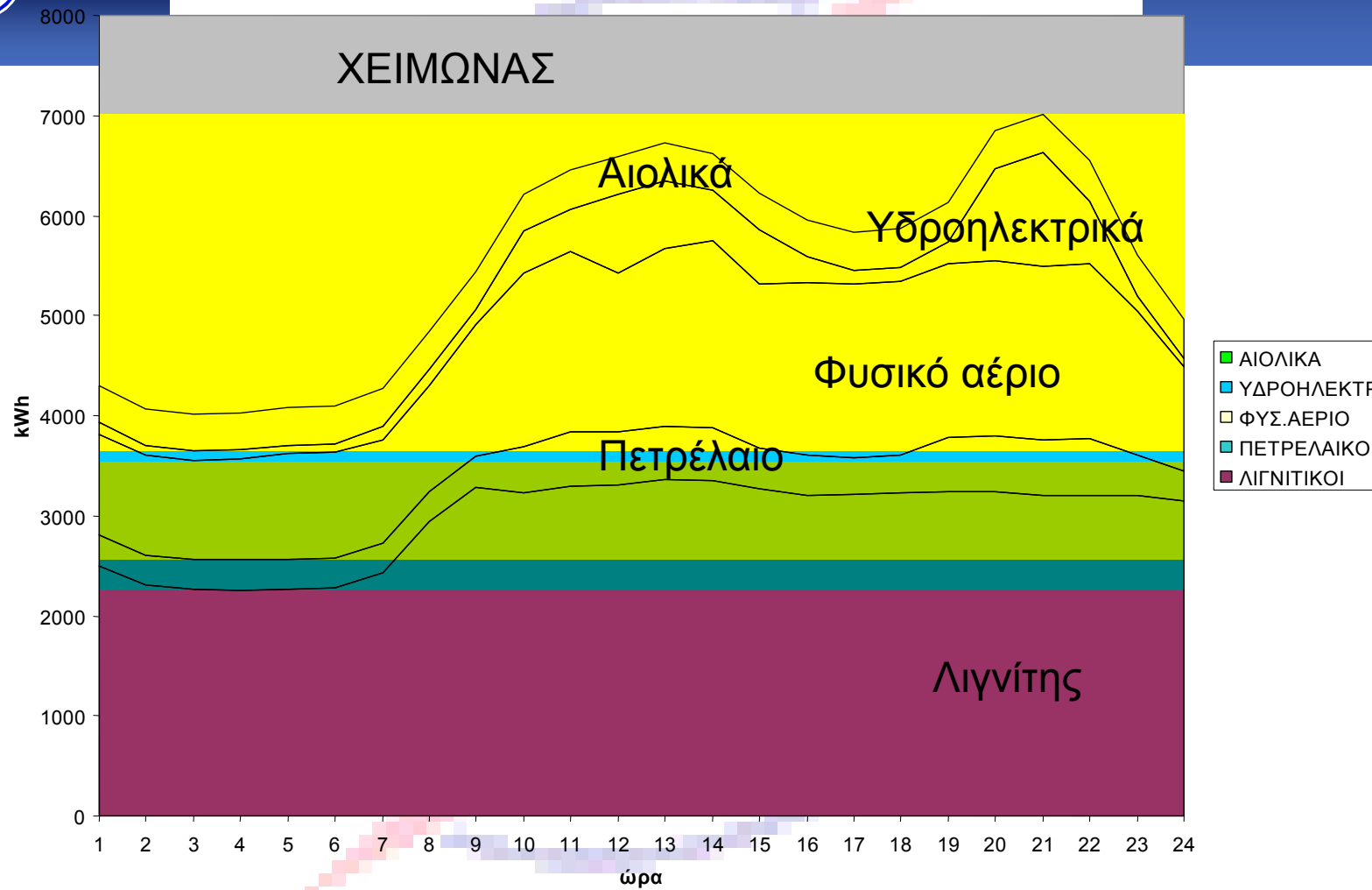
Η ευστάθεια του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας

**Απαιτείται διαθέσιμη ενέργεια βάσης**

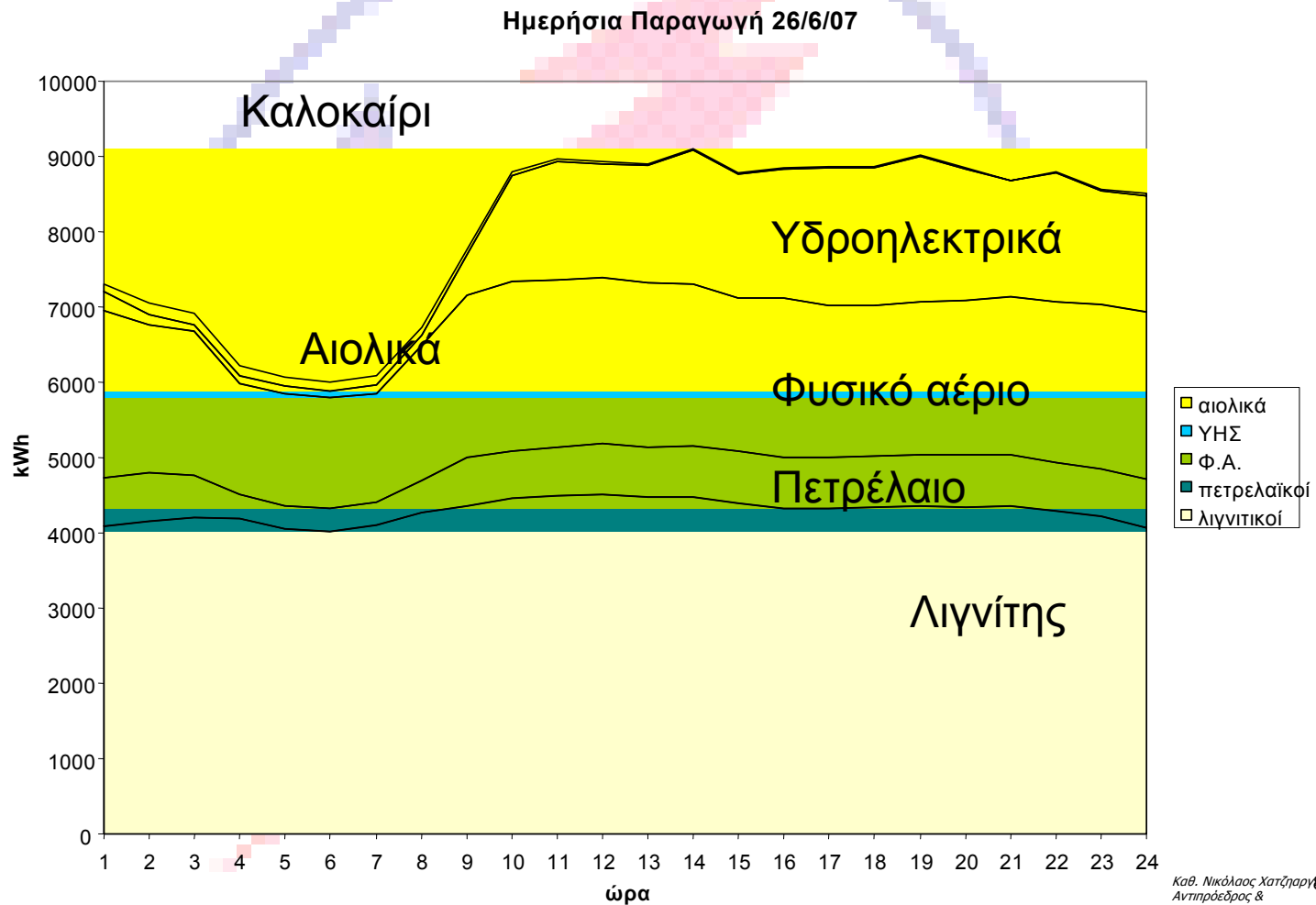




Ημερήσια Παραγωγή 10/10/2006



Καθ. Νικόλαος Χατζηαγγυρίου  
Αντιπρόεδρος &  
Αναπλ. Δ/νων Σύμβουλος ΔΕΗ

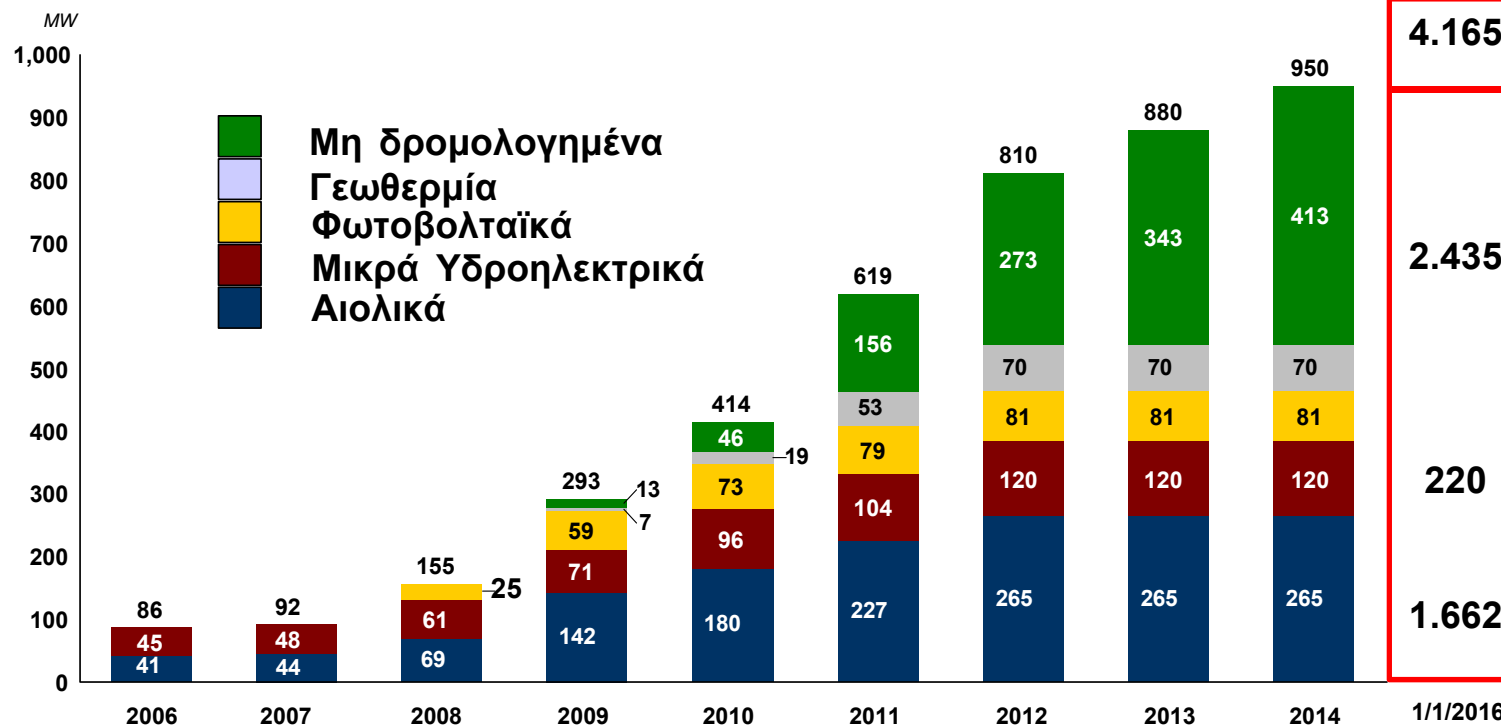




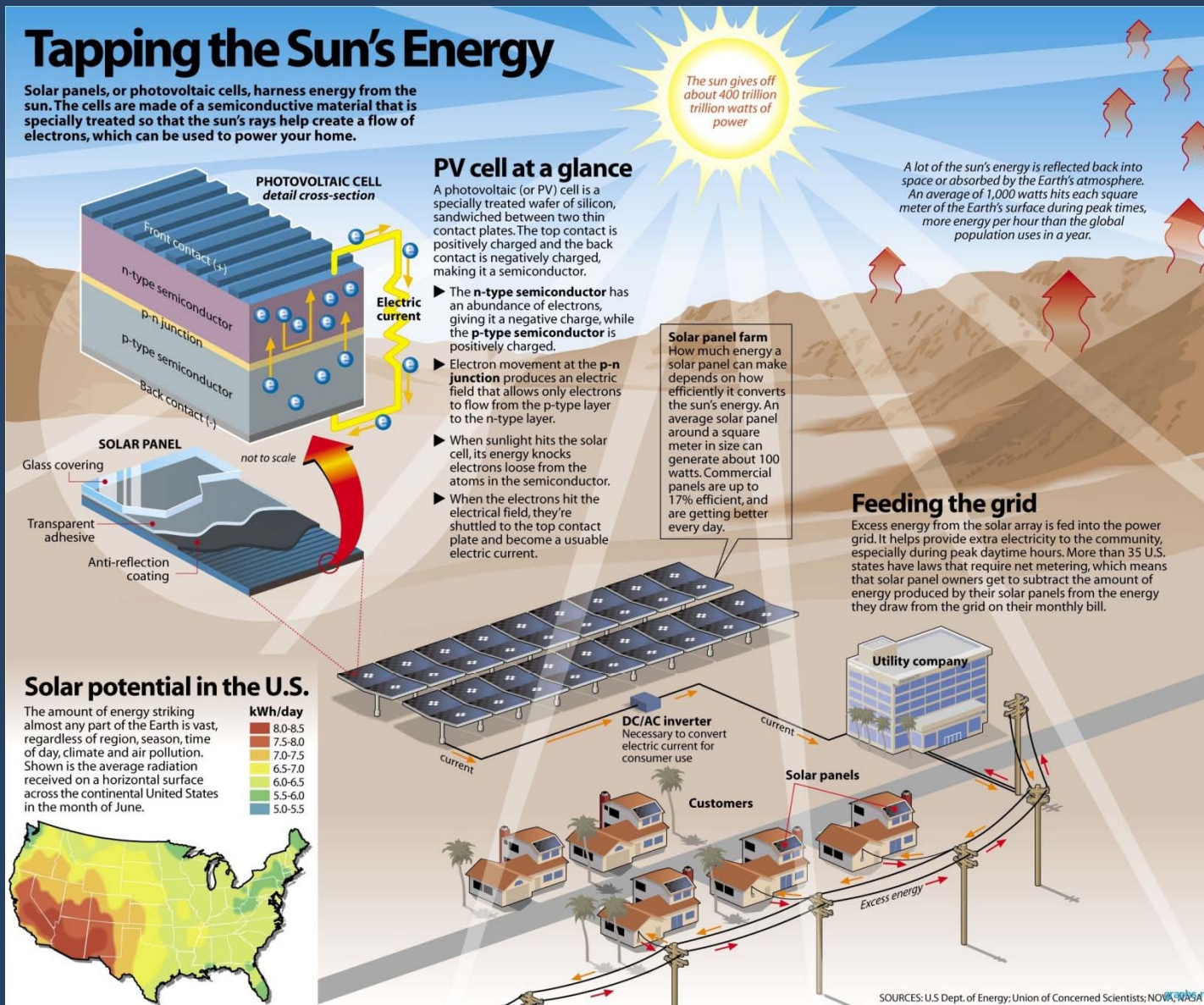
Με επενδύσεις ύψους €1,95 δισ., στόχος είναι η απόκτηση μεριδίου αγοράς 20% μέχρι το 2012



## Εξέλιξη εγκατεστημένης Ισχύος 2006-2014









### Αρχή Λειτουργίας

### Θεωρία Ημιαγωγών

Φ/Β Συστήματα μονοκρυσταλλικού ή πολυκρυσταλλικού πυριτίου (εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας κατά 15-20%)-  
Αντι-ανακλαστικές επιστρώσεις

### Προσανατολισμός

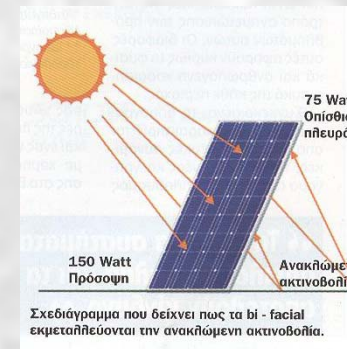
Σταθερά ή παρακολουθήση ηλίου (sun tracking)-2 άξονες περιστροφής  
(Περία: 100 kWp)

### Εξελιγμένα

Χρήση πλαϊνών κατόπτρων (διπλής όψης)

**Επόμενη γενιάς** (πολύ καλύτερες αποδόσεις έως και 30-35%)

- Φ/Β λεπτών υμενίων (CdTe, CIS, MJ cells) πάχους  $10^2$ - $10^3$  φορές < από εκείνο των κυψελίδων πυριτίου.
- Φ/Β συγκεντρωτικού τύπου (Si, multi-function cells)
- Φ/Β υβριδικού τύπου (θέρμανση-ενέργεια-ψύξη με αντλίες θερμότητας)





### Φωτοβολταϊκά συστήματα

#### ΚΑΤΑ

- Μεγάλο κόστος εγκατάστασης: **<4 κ€/kW**
- Μικρή ενεργειακή απόδοση
- Ύπαρξη τοξικών μετάλλων: Cd, κλπ. (κατασκευή-ανακύκλωση)

#### ΥΠΕΡ

- Ελκυστικές τιμές (επιδοτούμενης) kWh
- Χρόνος ζωής: ~25 έτη
- Υλοποίηση Φ/Β σταθμών έως 100kW χωρίς Άδεια Παραγωγής Ηλεκτ. Ενέργειας
- Στα νησιά επιτρέπει την δραστική μείωση του κόστους παραγωγής ενέργειας από τις υπάρχουσες Συμβατικές μονάδες Diesel (1kWh στοιχίζει 0,80-1 €, αλλά πωλείται για κοινωνικούς ρόλους 0,10-0,15 €)
- Αποκέντρωση παραγωγής (μείωση απωλειών μεταφοράς)
- Ανάπτυξη πολλών νέων και αποκεντρωμένων θέσεων εργασίας
- Αποφυγή εκπομπών CO<sub>2</sub> (1 kWh @2008 → εκπομπή 1 kg CO<sub>2</sub>) ~1.35 Mtn/έτος
- Μέγιστη παραγωγή το καλοκαίρι → Μέγιστη ζήτηση το μεσημέρι



# Περιβάλλον και Ανάπτυξη

## Ηλιακή Ενέργεια

Παραγωγή Θερμότητας (1500-3000°C)  
(Πύργοι Θερμότητας)  
(Γαλλικά Πυρηναία, 10 MW) – 2000  
Cestas-Bordeaux, 350 MW (2015-2016)

Απόδοση: >30%

Συνδυασμένη χρήση: Φ/Β συστήματα και Ηλιακοί πύργοι

Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας - Φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β)  
Ευρωπαϊκή Ένωση Εγκαταστημένη ισχύς Φ/Β: **87 GW (2014)**

Γερμανία: > 38.300 MW – 2014  
Ιταλία: > 18.450 MW - 2014  
Γαλλία: > 5.600 MW - 2014  
Ελλάδα: > 2.600 MW – 2014



Υπό κατασκευή(?) Φ/Β πάρκο 50 MW (Μεγαλόπολη με 225.000 Φ/Β πλαίσια), 35 MW (σε βιομηχανικά πάρκα), 200 MW (Κοζάνη).

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

# Περιβάλλον και Ανάπτυξη



Κύθνος (100 kW)



Φάρσαλα (10 MW)



Μεγαλόπολη (50 MW)

Αντιδράσεις των κατοίκων



## Αιολική Ενέργεια



50 μΧ. Ήρων (Αλεξάνδρεια) – Φτερωτή σε μουσικό όργανο (Αρχαιολογικό Μουσείο, Δίον)

### Εγκατεστημένη ισχύς

Ελλάδα: 2.15 GW (1/2016)

Γερμανία: >50 GW (2016)

Ισπανία: 23 GW (2016) [50% της ζητούμενης ενέργειας] (10.000.000 Νοικοκυριά)

Στην Ε.Ε: 142 GW (2016), Κίνα: 145 GW (2016)

### Τεχνικά χαρακτηριστικά Α/Γ

- 3-πτέρυγοι δρομείς (μείωση αεροδυναμικού θορύβου λόγω μικρότερων ταχυτήτων ακροπτερυγίων)
- Μεταβλητού βήματος (προσαρμογή απόδοσής τους στη ζήτηση ηλεκτ. ενέργειας)
- Ύψος πυλώνα (80-100 m)
- Διάμετρος ρότορα (50-70 m)
- Μέγιστο ύψος (80-100 m)
- Παραγόμενη ονομαστική ισχύς (0.5-3 MW) → 5-10 MW (άμεσο μέλλον)
- Εγκατάσταση σε θαλάσσια πάρκα

### Προοπτικές

Μεγαλύτερες Α/Γ (καλύτερη εκμετάλλευση αιολικού δυναμικού λόγω μείωση τύρβης καθ' ύψος)

Διαθεσιμότητα αιολικού πάρκου σε ενέργεια > 98% (Α/Γ: 500-1000 kW)

Διείσδυση σε τοπικά ηλεκτρικά δίκτυα: 15-20%





# ΚΥΡΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ Α/Γ



Γεννήτρια

## Αιολική Ενέργεια

### Κατά:

- Οπτική ρύπανση
- Θάνατοι πτηνών
- Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές (μεταφορά ΥΤ)
- Καταστροφή φυσικού περιβάλλοντος (δημιουργία οδικού δικτύου πρόσβασης)
- Δεν λειτουργούν συνεχώς

### Υπέρ:

- Δημιουργία πολλών νέων θέσεων εργασίας
- **Αποδίδει 80 φορές την ενέργεια που χρειάστηκε για κατασκευή**
- Μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> και όλων των άλλων ρύπων από συμβατικούς σταθμούς
- Εφαρμογή σε τοπικό επίπεδο

Διστάμενες απόψεις μεταξύ οικολογικών οργανώσεων σε ανάπτυξη αιολικών πάρκων σε περιοχές Natura



# Περιβάλλον και Ανάπτυξη

## Γεωθερμία

Γεωθερμική ενέργεια (θερμότητα της γης) - Γεωθερμική βαθμίδα:  $\sim 3.3^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$

Χρήση: Παραγωγή ενέργειας + Θέρμανση/Δροσισμός

Συνολική εγκαταστημένη ισχύς (E.E.): 2.3 GWe (έτος 2016)

Το έτος 2016: 0.95 GWe (Ιταλία), 0.60 GWe (Τουρκία)

Κόστος εγκατάστασης ηλεκτ. σταθμών:  $\sim 900\text{-}2000\text{ €/kWe}$

Κόστος παραγωγής:  $\sim 0,04\text{-}0,09\text{ €/kWh}$

Αξιοποίηση σε μικρό βάθος (1-100 m) ή μεγαλύτερο βάθος ( $\sim 1\text{-}3\text{ km}$ )

Γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας ( $150\text{-}350^{\circ}\text{C}$ )  $\rightarrow$  Γεωθερμικό δυναμικό 250 MWe

Γεωθερμικά πεδία χαμηλής-μέσης ενθαλπίας ( $90\text{-}120^{\circ}\text{C}$ )  $\rightarrow$  Γεωθερμικό δυναμικό 25 MWe

Χρήση αντλιών θερμότητας [αφαίρεση θερμότητας από το έδαφος (χειμώνας) – παροχή ψύξης ( $15\text{-}17^{\circ}\text{C}$ ) το καλοκαίρι].

100 κτίρια στην Ελλάδα (ΕΜΠ-Σχολή Μηχανολόγων) – Συνεργασία ΔΕΗ-S&B Βιομηχανικά Ορυκτά Α.Ε. (Μήλος)

### ΟΦΕΛΗ

Κοινωνικά (νέες θέσεις εργασίας), οικονομικά (μείωση εξάρτησης από τα συμβατικά καύσιμα), περιβαλλοντικά (μείωση κατά 40% των εκπομπών  $\text{CO}_2$ )

### Προοπτικές

$<1\%$  η συνολική εκμετάλευση έως τώρα στη χώρα μας  $\rightarrow$  παραγωγή έως 10 MWe  $\rightarrow$  αποφυγή 330.000 τόνων (tn)  $\text{CO}_2$  (π.χ.  $\times 30\text{ €/tn}$   $\rightarrow$  10 M€ εξοικονόμηση από πρόστιμα)

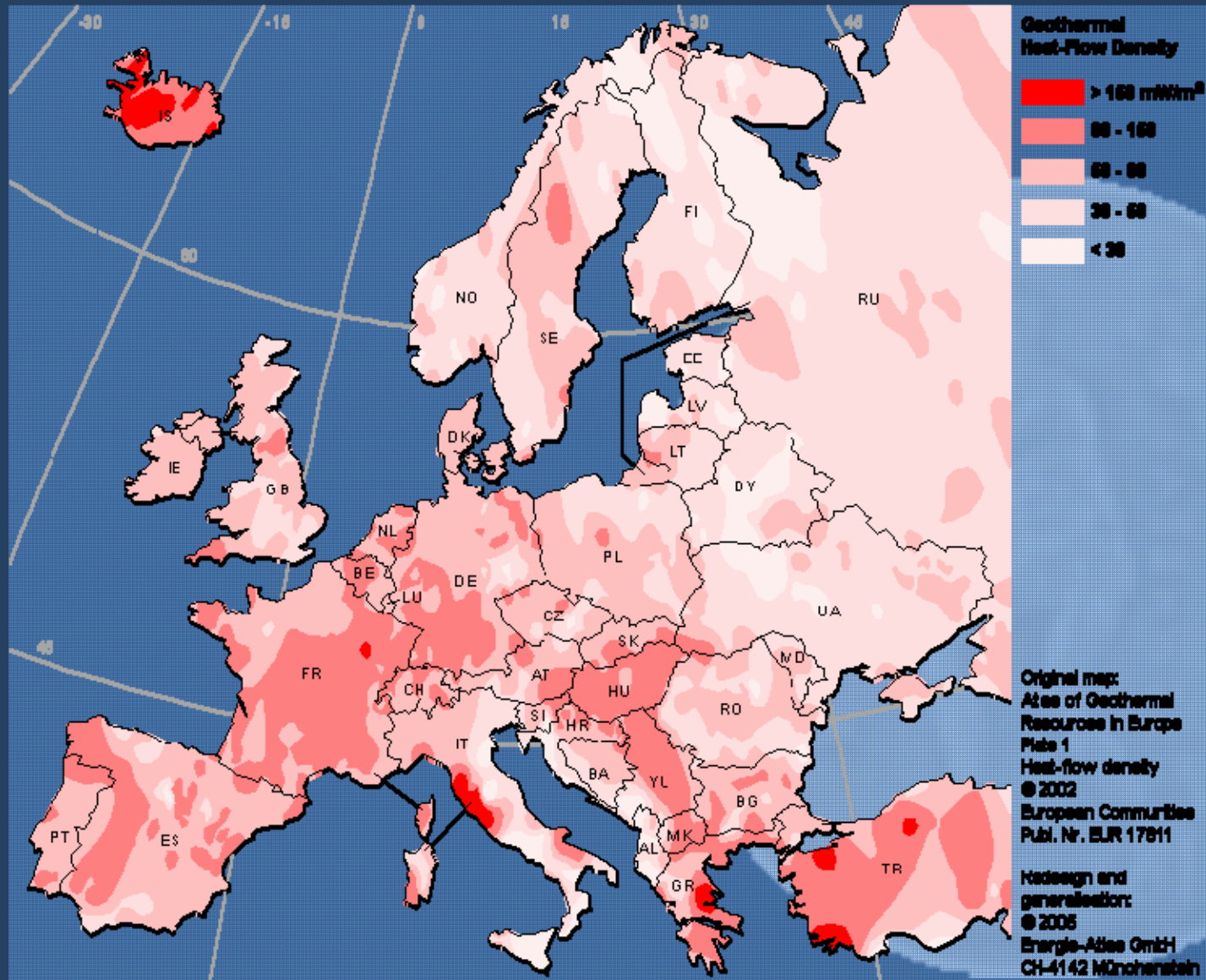


Συκιές, Άρτας ( $55^{\circ}\text{C}$ )





## Γεωθερμία





Γεωθερμία



# Hydrothermal system

Shallow to Medium depth Open-Loop

Shallow cool aquifer systems, Ireland

Medium hot aquifer systems, Iceland

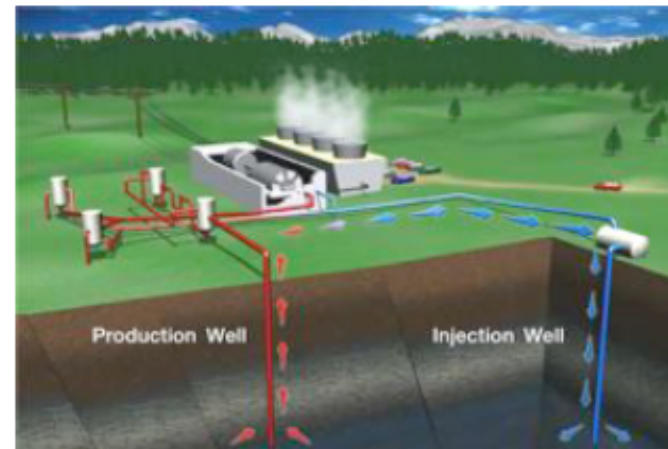
Glucksman Art  
Museum UCC,  
Cork, Ireland  
15m, 10l/s, 15°C  
190kW  
Gravel aquifer



Offaly Co. Co.  
Office, Ireland  
20m, 10l/s  
Karst aquifer



Nesjavellir Power  
Plant, Iceland  
1-2km, 190°C  
1,800 l/s  
120MW



Source: Geothermal Education office 3 IPGC Flagstaff 2008

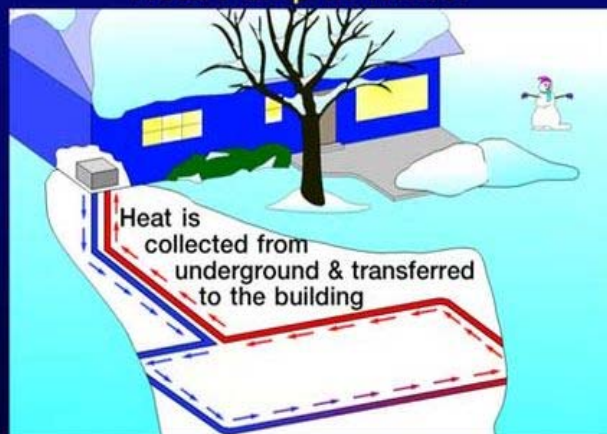


## Heating with heat pumps

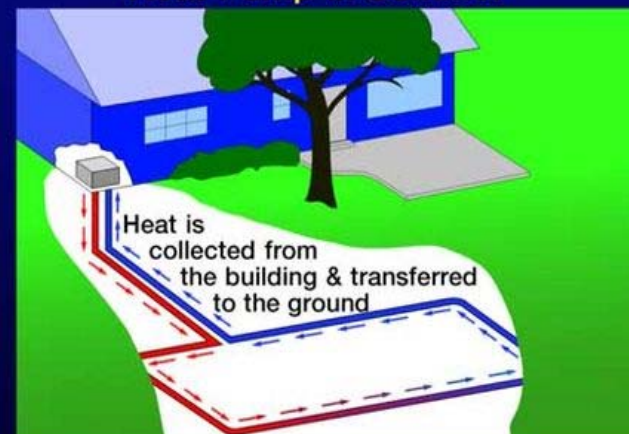
### Shallow geothermal system.

- Heat is collected from the ground and brought to the Heat Pump. **Συμπύεση**
- The heat pump concentrates the heat by a 'fridge working in reverse.'
- It supplies heat at 45°C to the building.
- It produces 3 to 4 units of heat for every unit of electricity used **Εκτόνωση**
- In the summer it is reversed to provide cooling to the building

Heat Pump in Winter



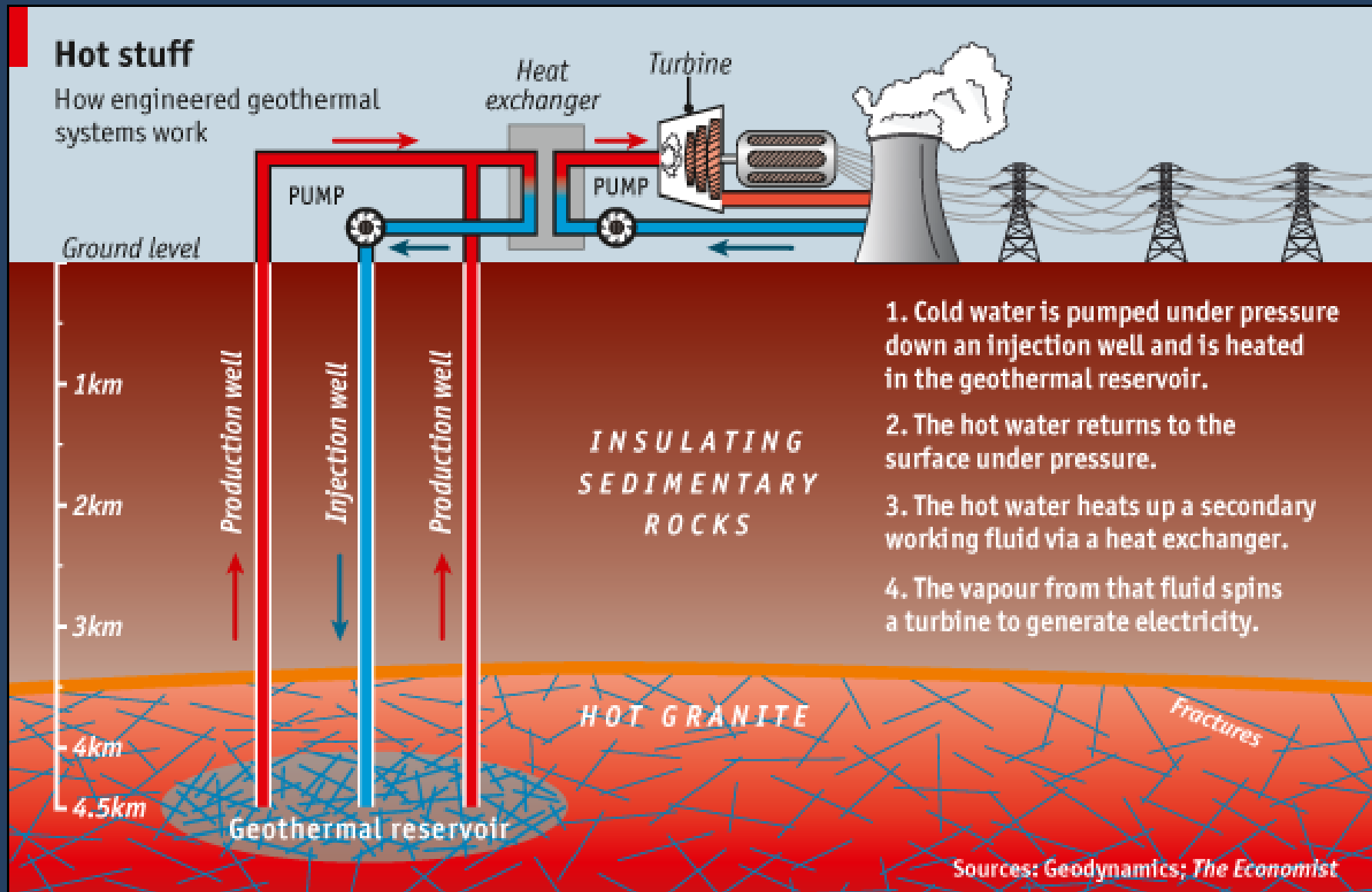
Heat Pump in Summer







## Γεωθερμία





Γεωθερμία (Larderello, Pisa) (772 MW)





Τα περιθώρια αξιοποίησης των ΑΠΕ είναι τεράστια...

Προέχει, βεβαίως, η **ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**:

- Στο σπίτι και στο γραφείο (έως και 60%)
- Στις μεταφορές (έως και 30%)
- Στη βιομηχανία (έως και 20-40%)
- Στη γεωργία (έως και 20-60%)

**Πληροφορίες**

→ **Δημόσιες Υπηρεσίες στη Γαλλία**

Φυλλάδιο Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ)  
(05/2008)

→ **ΗΜΕΡΑ ΑΝΕΜΟΥ 15 Ιουνίου**

*Συγκρατήστε ότι:*

Το 2005 η ΔΕΗ πλήρωσε **70 Μ€ για αγορά δικαιωμάτων ρύπων**  
(αντί επενδύσεων σε έρευνα και νέες τεχνολογίες).

Το 2011 η ΔΕΗ πούλησε δικαιώματα ρύπων (2008-2012) ~ 150 Μ€ (κάλυψη  
μαύρης τρύπας του ΔΕΣΜΗΕ).

**ΠΛΗΡΩΝΕΙ ΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΕ**







Αν η Ελλάδα ακολουθήσει το μέσο ρυθμό ανάπτυξης της αγοράς ΗΟ της Ευρώπης, που προβλέπει η ΕΕ και οι εταιρείες έρευνας αγοράς, εκτιμάται ότι το 2020 θα κυκλοφορούν περίπου 40.000 ΗΟ και το 2035 θα κυκλοφορούν 280.000.



**ΠΗΓΗ: ΔΕΔΔΗΕ**

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

Ενδιαφέρουν οι Αρχές Λειτουργίας και οι Εφαρμογές των ΑΠΕ

- 1) Φυτίκας Μ., και Ν. Ανδρίτσος, ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ, Εκδόσεις Τζιόλα, 2004
- 2) Μπιτζιώνης, Β., και Μπιτζιώνης, Δ., ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, Εκδόσεις Τζιόλα, 2011.

## Webpages:

- 1) ΔΕΗ Ανανεώσιμες: <http://www.ppcr.gr/Home.aspx?C=2>
- 2) ΚΑΠΕ:  
<http://www.cres.gr/services/istos.chtm;jsessionid=B1B7C7188632E7D427F5CE4935BB6065?prnbr=24761>
- 2) Herzog, A., et al., RENEWABLE ENERGY SOURCES, Univ. of California, Berkeley, 2001.  
[http://rael.berkeley.edu/old\\_drupal/sites/default/files/old-site-files/2001/Herzog-Lipman-Kammen-RenewableEnergy-2001.pdf](http://rael.berkeley.edu/old_drupal/sites/default/files/old-site-files/2001/Herzog-Lipman-Kammen-RenewableEnergy-2001.pdf)
- 3) Handbook on Renewable Energy Sources, ENER-SUPPLY, EU  
[http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER\\_handbook\\_en.pdf](http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_en.pdf)
- 4) Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, IPCC, 2011  
[https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/SRREN\\_FD\\_SPM\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/SRREN_FD_SPM_final.pdf)
- 5) <https://www.dmme.virginia.gov/DE/LinkDocuments/HandbookAlternativeEnergy.pdf>
- 6) <http://www.landartgenerator.org/LAGI-FieldGuideRenewableEnergy-ed1.pdf>
- 7) <http://kpe-kastr.ark.sch.gr/site/presentations/RenEnergy/RenEnergyLyk.pdf>
- 8) <http://www.hellasres.gr/Greek/giati-ape/giati-ape.htm>