



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα **ΠΠ**

ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΕΝΟΤΗΤΑ: 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΟΝΟΜΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ: Δ. ΚΑΡΑΜΑΝΗΣ

**ΤΜΗΜΑ: Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών
Πόρων**

ΑΓΡΙΝΙΟ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΚΑΡΑΜΑΝΗΣ

Αναπληρωτής Καθηγητής Εναλλακτικών Πηγών
Ενέργειας



Επικοινωνία: +30 264107-4210

Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο: dkaraman@upatras.gr



Βιβλιογραφία

Περιβάλλον & Ενέργεια, Εργαστηριακές Ασκήσεις, Σημειώσεις, Δ. Καραμάνης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 2010.

Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Κ. Μπαλαράς, Α. Αργυρίου, Φ. Καραγιάννης, Εκδόσεις ΕΚΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα 2006.

Υπολογιστικές εφαρμογές ήπιων μορφών ενέργειας, Αιολική ενέργεια: Μικρά υδροηλεκτρικά, Καλδέλλης Ι., Καββαδίας Κ., Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα 2005.

Υπολογιστικές εφαρμογές ήπιων μορφών ενέργειας, Ηλιακή ακτινοβολία, φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, ηλιακά θερμικά συστήματα, Καββαδίας Κ., Καλδέλλης Ι., Σπυρόπουλος Γ., Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα 2007.

Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Γ. Παπαιωάννου, Εκδόσεις Ίων, 2009.

Αιολική ενέργεια & Ανεμογεννήτριες, J.J. Walker, N. Jenkins, Εκδόσεις Ίων, 2008.

Renewable Energy, B. Sorensen, Elsevier Science & Technology, 2004.

Renewable Energy Conversion, Transmission, and Storage, B. Sorensen, Elsevier Science & Technology, 2007.

Renewable Energy Resources, J. Twidell, A.D. Weir, Taylor&Francis, 2005.

Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy, Συλλογή, Taylor&Francis, 2007.

Ιστοτόποι

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, www.cres.gr.

Φωτοβολταϊκά, greenenergia.gr

<http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Mechanical-Engineering/2-626Fall-2008/LectureNotes/index.htm>.

<http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/courses/av/index.htm>

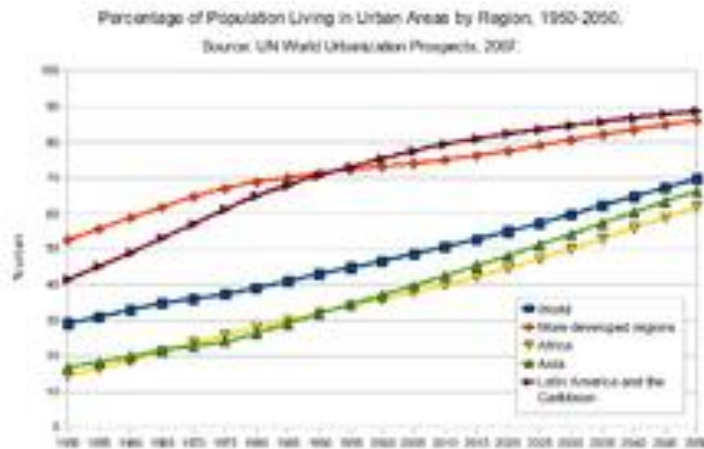
Learning about renewable energy, NREL, <http://www.nrel.gov/learning/>

Το Πρόβλημα της Μελλοντικής Παραγωγής Ενέργειας (1)

Η κατανάλωση ενέργειας θα αυξηθεί λόγω:

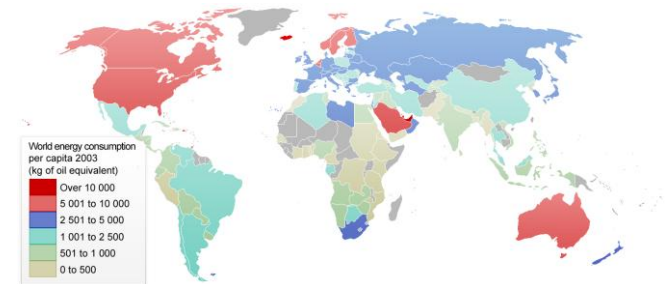
- της ραγδαίας αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες στις οποίες η οικονομική ανάπτυξη είναι μεγάλη

Παγκόσμια αύξηση πληθυσμού και αναπτυσσόμενων χωρών



<https://en.wikipedia.org/wiki/Urbanization>

Αύξηση κατανάλωσης ανά κάτοικο

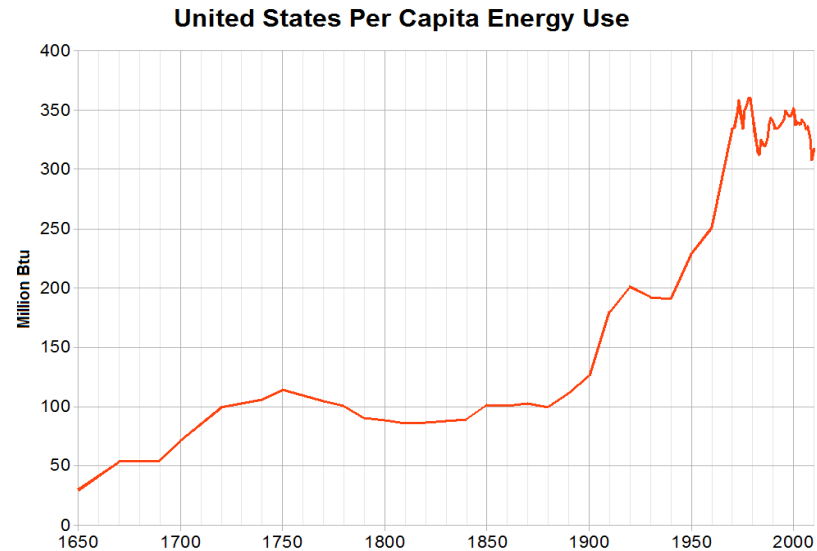


https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_energy_consumption_per_capita

- της αύξησης κατανάλωσης ενέργειας ανά κάτοικο με αναπόφευκτη μείωση της διαφοράς μεταξύ αναπτυσσόμενων και αναπτυγμένων χωρών

Το Πρόβλημα της Μελλοντικής Παραγωγής Ενέργειας (2)

☞ Κατανάλωση ενέργειας
(Gjoule/κάτοικο)
ως προς την αντίστοιχη
της Βόρειας Αμερικής



https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_in_the_United_States

☞ Αναμενόμενη αύξηση ζήτησης ενέργειας σε κάθε περιοχή

85% της αυξανόμενης ζήτησης μεταξύ 2002 και 2030
προέρχεται από αναπτυσσόμενες χώρες και κυρίως από την Ασία
(IEA, World Energy Outlook 2004)

Το Πρόβλημα της Μελλοντικής Παραγωγής Ενέργειας (3)

Σχεδόν όλη η αύξηση στην παραγωγή ενέργειας θα προέλθει από χώρες εκτός του OECD, σε αντίθεση με το 60% των 1971-2000

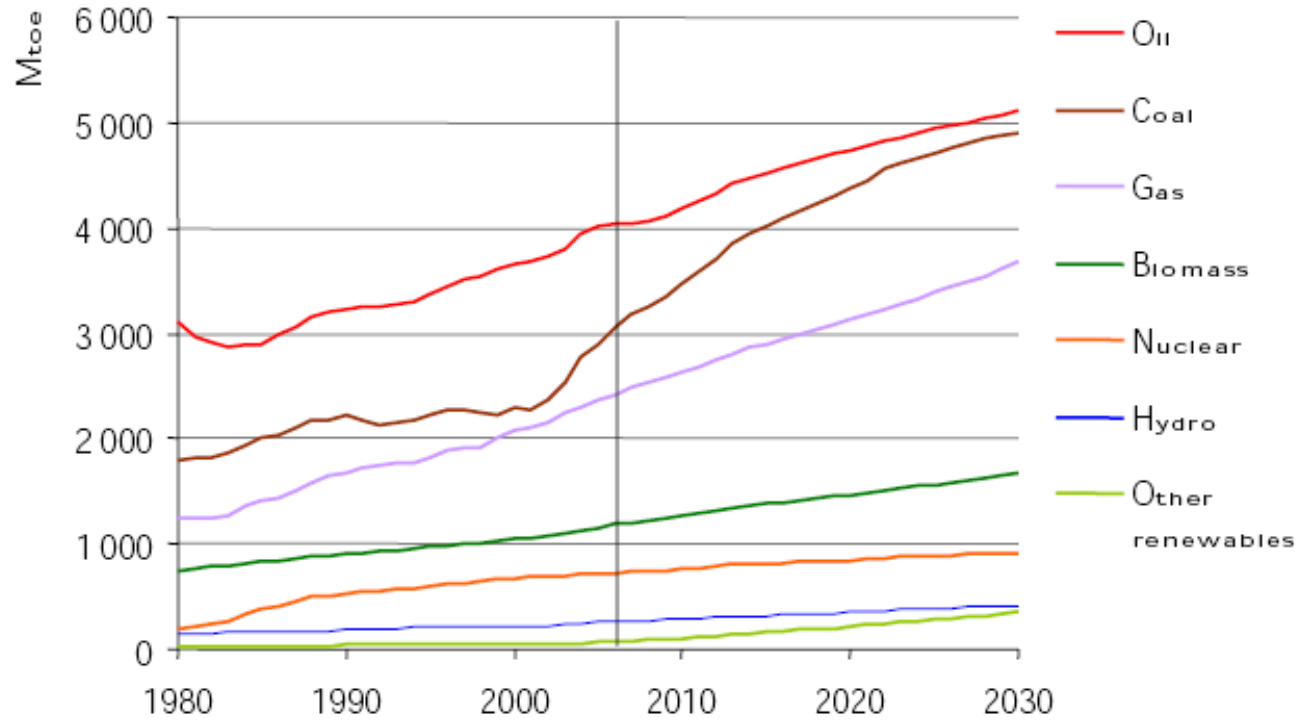
- ☞ Εάν οι αναπτυσσόμενες χώρες φτάσουν τα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας της Ευρώπης (45% της Αμερικής) στο έτος 2100, θα αυξήσουν την κατανάλωση κατά παράγοντα 6! από τη σημερινή 13TWatt-χρόνο.
- ☞ Η κυβέρνηση της Κίνας εκτιμά ότι η παραγωγή ηλεκτρισμού στην Κίνα πρέπει να αυξηθεί κατά παράγοντα 6-7 στα επόμενα 30 χρόνια. Το πρόβλημα είναι χειρότερο στην Ινδία. Πως θα πετύχουν τέτοια αύξηση;

Ενεργειακή Πρόκληση (1)

- ☞ Η σημερινή ετήσια παγκόσμια κατανάλωση:
~ 4×10^{20} Joule ~ 13 TW x year ~ 380 quad ~ 9.6 GTOE
(1 quad = 10^{15} btu = 1.06×10^{18} Joule)
- ☞ Το 2100 > 20 GTOE
- ☞ Πρόκληση: Πως θα συνεχιστεί η παραγωγή τόσο μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας και η απαιτούμενη αύξηση στο μέλλον;
- ☞ Η περίοδος 2000-2030 δε θεωρείται ως περίοδος των μεγάλων επενδύσεων αλλά ως περίοδος των μεγάλων αποφάσεων, ώστε
- ☞ Μετά το 2030: η μακρόχρονη αλλαγή

Ενεργειακή Πρόκληση (2)

Προς το παρόν δεν προβλέπεται καμία μείωση χρήσης των συμβατικών ορυκτών καυσίμων!

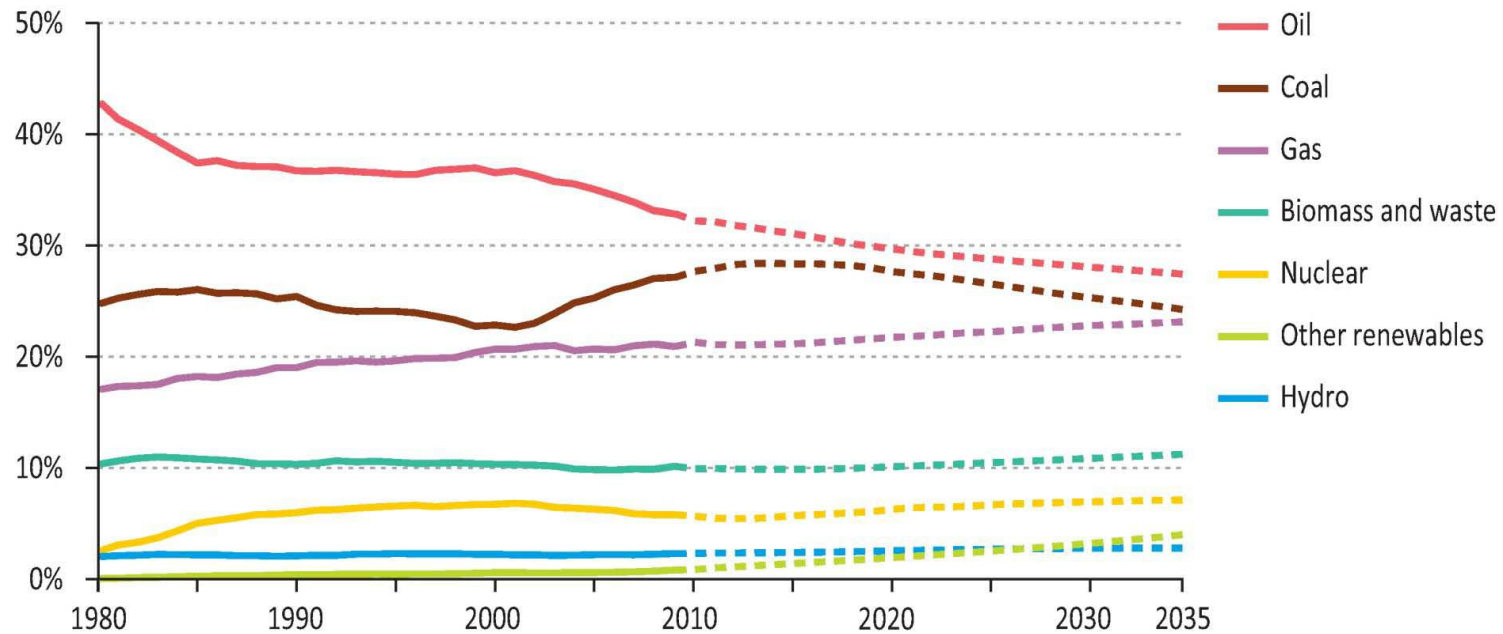


IEA, WEO 2008

Η χρήση του άνθρακα αυξάνει σε σχέση με εκτιμήσεις του 2003!

Ενεργειακή Πρόκληση (3)

Μεταξύ 2009 και 2035 προβλέπεται αύξηση της ζήτησης ενέργειας κατά 40%



Αν και μειώνεται το ποσοστό του πετρελαίου, η ζήτηση συνεχίζει να αυξάνει και προβλέπονται εξαιρετικά υψηλές τιμές (150 \$/βαρέλι)

Η χρήση του άνθρακα συνεχίζει να αυξάνει σε σχέση με εκτιμήσεις του 2003!

Ενεργειακή Πρόκληση (4)

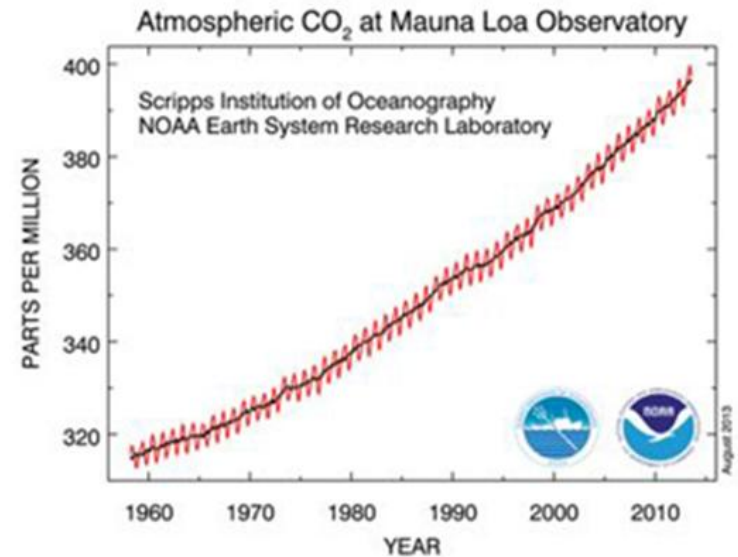
Η επαλήθευση της πρόβλεψης οδηγεί σε:

A. Αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης > 1.0 °C με απρόβλεπτες και μη αντιστρεπτές αλλαγές στον πλανήτη

B. Αύξηση της εκπομπής CO₂ κατά 1.8 % το χρόνο στην τιμή των 38 δισεκατομμυρίων τόνων το 2030 - 70% μεγαλύτερη των επιπέδων του 2000

Γ. Αύξηση της τιμής του πετρελαίου και του φυσικού αερίου

Δ. Εξάντληση των ορυκτών καυσίμων και ηθικό πρόβλημα για την παραχώρησή τους στις επόμενες γενιές



<http://research.noaa.gov>

Ελληνική Ενεργειακή Πρόκληση

Υπάρχουσες Πηγές Ενέργειας

- Κάρβουνο: Αποδεδειγμένα αποθέματα >2800 Mton
Παραγωγή 60 Mton

Έξι σταθμοί ισχύος (4850 MW) παράγουν περισσότερο από 2/3 της ηλεκτρικής ενέργειας

Δεύτερη χώρα σε παραγωγή λιγνίτη στην Ευρώπη
- Πετρέλαιο: Αποδεδειγμένα αποθέματα 1.4 Mton
➤ Παραγωγή 0.3 Mton
- Κύματα: Υπό μελέτη
- Ανανεώσιμες: Δέσμευση για κάλυψη 20% των αναγκών ως το 2020

Όμως:

- Το κύριο φορτίο προέρχεται από κάρβουνο, πετρέλαιο και φυσικό αέριο (εισαγωγή)
- Υδροηλεκτρικά εργοστάσια και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται σε ώρες αιχμής
- Μακροχρόνια η Ελλάδα θα βρεθεί αντιμέτωπη με την παγκόσμια ενεργειακή πρόκληση

Πως αντιμετωπίζεται η ενεργειακή πρόκληση (1);

- ☞ Ανακάλυψη νέων μεθόδων παραγωγής ενέργειας, ανταγωνιστικών, άφθονων, αποδεκτών και φιλικών προς το περιβάλλον
- ☞ Οι κυβερνήσεις προσανατολίζονται προς:
 - έλεγχο της ενεργειακής ζήτησης
 - αύξηση της υδροηλεκτρικής ενέργειας
 - ανάπτυξη ευρείας κλίμακας εφαρμογών ΑΠΕ

Ορισμένα συγκριτικά στοιχεία

Μέθοδος

Απαιτούνται για 1000 MWe:

Πυρηνική

<1 km²

Φωτοβολταική

100 km² @ 10% απόδοση

Αιολική

100 - 200 km² (3,000 τουρμπίνες @ 1250 kW) (π.χ. Εάν γίνει εκμετάλλευση του συνολικού αιολικού δυναμικού των Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας: 3.190 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 6.379 MWe))

Βιοαέριο

60 M χοίροι, 800 M κοτόπουλα, ή 6,200 km² κοκκινογούλια

Βιοαλκοόλη

7,400 km² πατάτες, 16,100 km² καλαμπόκι, ή 272,000 km² σιτάρι

Βιομάζα

30,000 km² καυσόξυλο

Πως αντιμετωπίζεται η ενεργειακή πρόκληση (2);

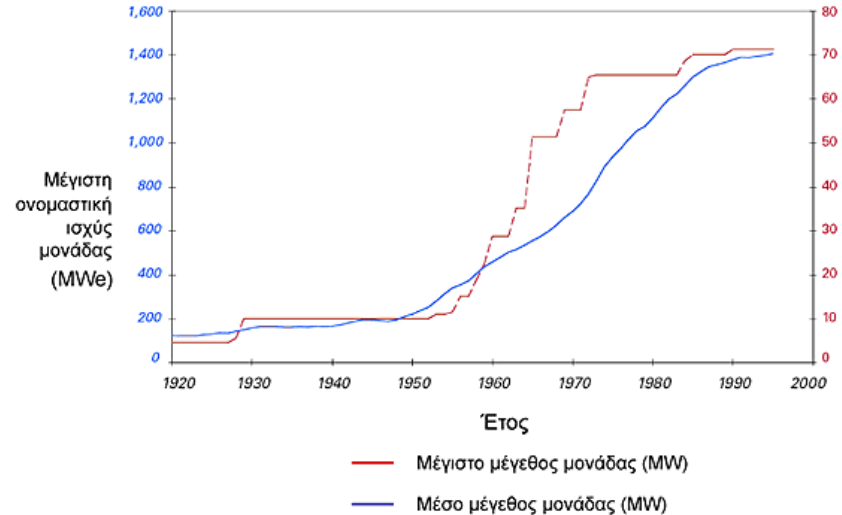
Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει ασφαλής λύση του προβλήματος!

Όμως:

Το συγκεντρωτικό μοντέλο παραγωγής ενέργειας είναι πλέον τα όριά του

Οι πραγματικές ανάγκες των οικιακών καταναλωτών είναι πολύ μικρότερες (<10 KW)

Οι βιομηχανικοί και μεγάλοι εμπορικοί καταναλωτές απαιτούν περισσότερη ισχύ οι οποίοι μπορούν να την παράγουν οι ίδιοι



Σ. Ψωμάς, Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος & Αειφόρου Ανάπτυξης, 2003
<http://docplayer.gr/307499-Energeia-perivallon-kai-epiheirimatikotita.html>

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Πυρηνικός αντιδραστήρας

Ανθρακικός σταθμός

Αεριοστρόβιλος συνδυασμένου κύκλου

Βιομηχανική μονάδα συμπαραγωγής

Ανεμογεννήτρια

Μικροσυστήματα ισχύος

Κυψέλες καυσίμου οικιακού τύπου

Φωτοβολταϊκά

ΤΥΠΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (KW)

1.000.000

600.000

250.000

50.000

1.000

50

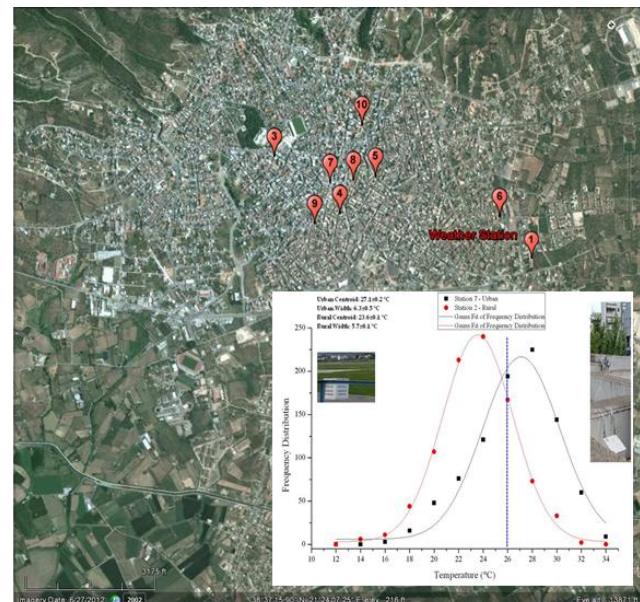
7

0,1

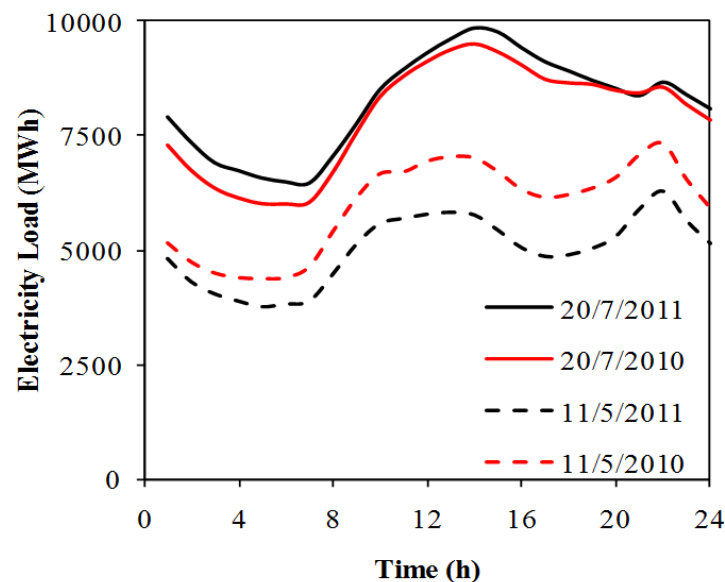
Έφτασε η στιγμή για τη μαζική μετάβαση στην αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας των Ανανεώσιμων Πηγών?

Μεταβολή μικροκλίματος-Φαινόμενο Αστικής Θερμικής Νησίδας (ΑΘΝ)

- Στις αστικές περιοχές εμφανίζονται θερμοκρασίες έως και 10 °C υψηλότερες από τις μη-αστικές περιοχές που τις περιβάλλουν
- Στο Αγρίνιο, την πιο ζεστή πόλη της Ελλάδας τον Αύγουστο, μετρήσαμε θερμοκρασίες στο κέντρο της πόλης μέχρι και 6 βαθμούς μεγαλύτερες από τα αγροτικά προάστια κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού του 2011.
- Η ΑΘΝ αυξάνει την απαίτηση ισχύος για δροσισμό και ηλεκτρισμό οδηγώντας σε υψηλότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου
- Αυξάνει τη χημική διάβρωση των κτιριακών υλικών
- Αυξάνει το δείκτη δυσφορίας, ακόμα και του ρυθμού θνησιμότητας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού



Ε. Βαρδουλάκης, Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών 2014



Πηγές Ενέργειας

Διάκριση των πηγών ενέργειας:

αυτογενείς (πυρήνες ατόμων, ήλιος, γαιάνθρακες ή πετρέλαιο) - **τεχνητές** (ταμιευτήρες, ηλεκτρικοί συσσωρευτές)

πρωτογενείς πηγές από τη δυναμική ενέργεια των πυρήνων και **δευτερογενείς** όλες οι υπόλοιπες μορφές/πηγές ενέργειας

οι αυτογενείς ή πρωταρχικές πηγές ενέργειας είναι αποθηκευμένες ή υπάρχουν στη φύση

συμβατικές ή μη ανανεώσιμες και **ανανεώσιμες** πηγές ενέργειας

Ο ήλιος είναι η πρωταρχική πηγή ενέργειας, μετασχηματισμένη και αποθηκευμένη σε άλλες πρωταρχικές πηγές, όπως στο κάρβουνο, στο πετρέλαιο, στο φυσικό αέριο, στη βιομάζα ενώ είναι υπεύθυνος για τον υδρολογικό κύκλο και την ενέργεια του ανέμου

Πηγές Ενέργειας

Από το φλοιό της γης: πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κάρβουνο, ουράνιο, θόριο

Από τον ήλιο: ηλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική, κυμάτων, βιομάζας Γεωθερμική

Πηγές Ενέργειας

Εκμεταλλεύσιμη πηγή ενέργειας:

- Άφθονη και Προσβάσιμη
- Εύκολη Μεταφορά και Αποθήκευση
- Αποδεδειγμένη Τεχνολογία Εκμετάλλευσης

Μη ανανεώσιμες πηγές

Δεν είναι δυνατό να ανανεώσουν σε εύλογο, για τον άνθρωπο, χρονικό διάστημα την αποθηκευμένη τους ενέργεια. Η διαδικασία σχηματισμού τους διήρκεσε εκατομμύρια χρόνια.

Ανανεώσιμες πηγές

Ως ανανεώσιμες ή ήπιες χαρακτηρίζονται οι πηγές που συνδέονται με συστήματα τα οποία λαμβάνουν διαρκώς ενέργεια από τις πρωτογενείς πηγές και μπορούν να τη διαθέσουν με κάποια άλλη μορφή.

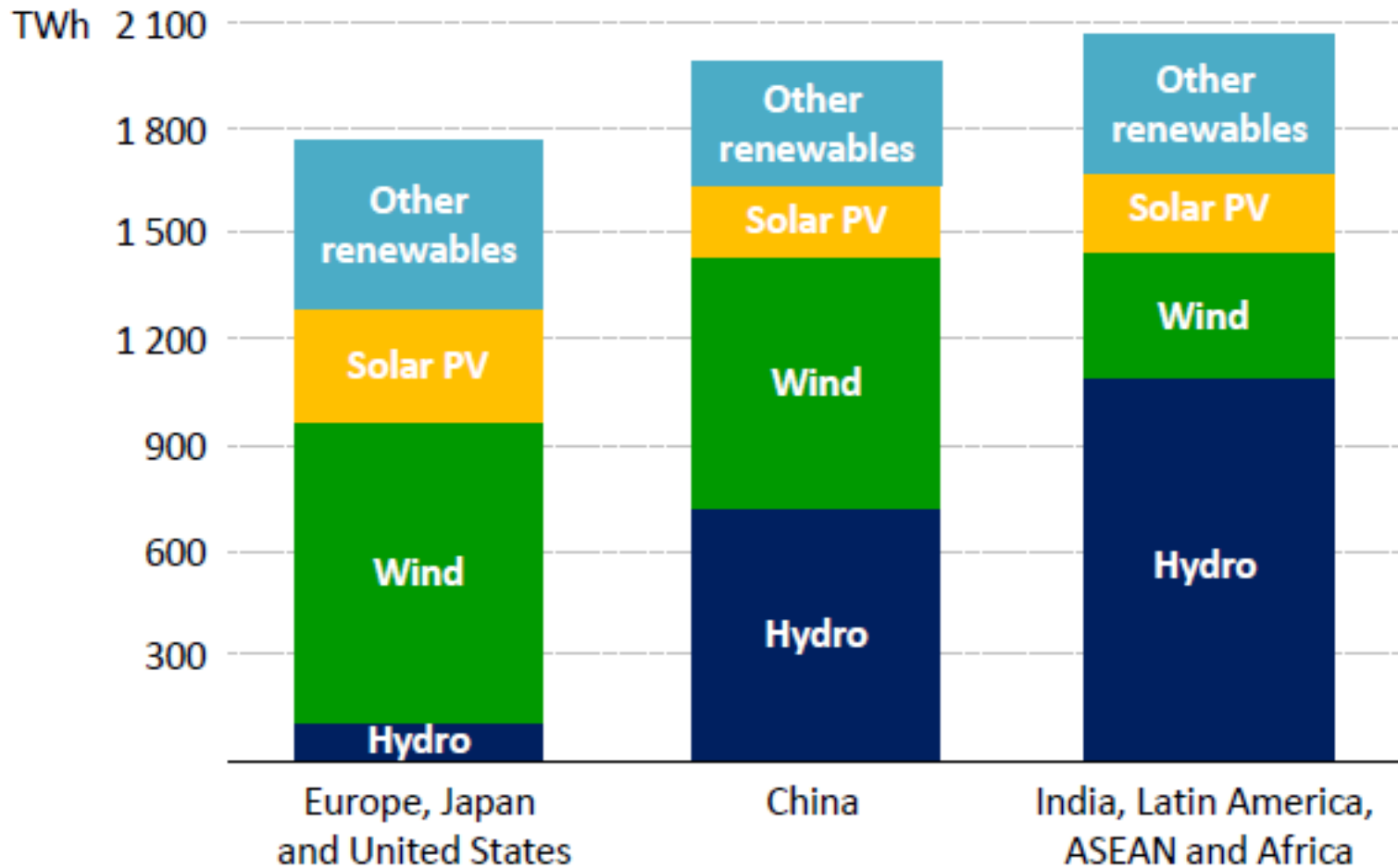
Κύρια χαρακτηριστικά τους:

1. Μικρής έντασης πηγής ($100-1000 \text{ W/m}^2$) σε αντίθεση με Συμβατικές (100 kW/m^2 ή και περισσότερο).

2. Ροές με μεταβλητή παροχή

(α) προσαρμογή ροής στο φορτίο ζήτησης και β) ενσωμάτωση αποθήκευσης

Προοπτικές παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ



IEA, 2013

Πλεονεκτήματα ΑΠΕ

- Άφθονες
- Εγχώριες
- Αποκεντρωμένες
- Προσαρμόσιμες
- Αποδεκτές από το κοινό
- Χαμηλό λειτουργικό κόστος
- Μικρές εγκαταστάσεις με δυνατότητα μεταφοράς
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Εντάσεως εργασίας σε τοπικό επίπεδο.
- Αειφόρες και φιλικές προς το περιβάλλον

Δυνατότητα ανάπτυξης σε επίπεδο ΤΟΠΙΚΩΝ
ΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ανάλογα με τις ανάγκες τους και
της διαθεσιμότητάς των ΑΠΕ

Ιδιαίτερα εφαρμοσμένο στη Βόρεια Ευρώπη

Μειονεκτήματα ΑΠΕ

- Δύσκολη μεταφορά λόγω διασποράς
- Απαίτηση αποθήκευσης
- Διακυμάνσεις ως ροές
- Κάλυψη μεγάλης επιφάνειας
- Μικροί συντελεστές μετατροπής
- Υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης

Τα μειονεκτήματα περιορίζονται με την αύξηση της ανάπτυξης των ΑΠΕ

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Πηγές που συνδέονται με συστήματα τα οποία λαμβάνουν διαρκώς ενέργεια από τις πρωτογενείς πηγές και μπορούν να τη διαθέσουν με κάποια άλλη μορφή

Ηλιακή Ενέργεια

Αιολική Ενέργεια

Ενέργεια Νερού

Γεωθερμική Ενέργεια

Ενέργεια Βιομάζας

Ενέργεια Υδρογόνου

Κοινό περιβαλλοντικό χαρακτηριστικό των ΑΠΕ

Οι περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις είναι ελάχιστες

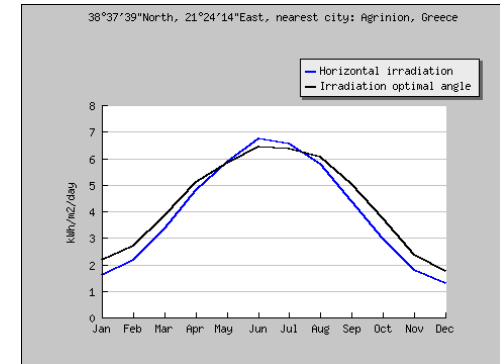
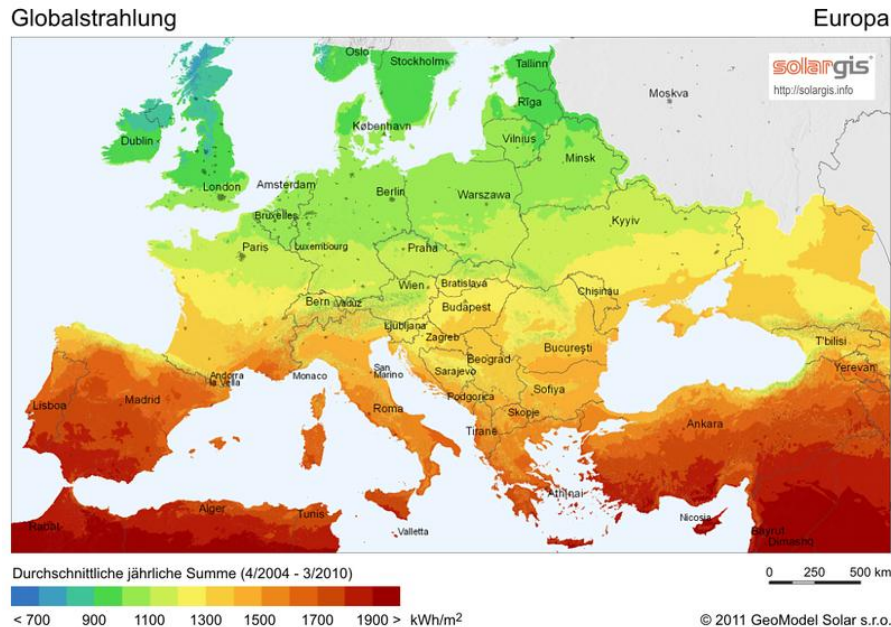
Ηλιακή Ενέργεια

Ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m^2)

Η Ελλάδα διαθέτει Υψηλό Ηλιακό Δυναμικό

Χρήση του για παραγωγή ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά κύτταρα

1 Wp ΦΒ = 800 ως 2.000 Wh ανά έτος



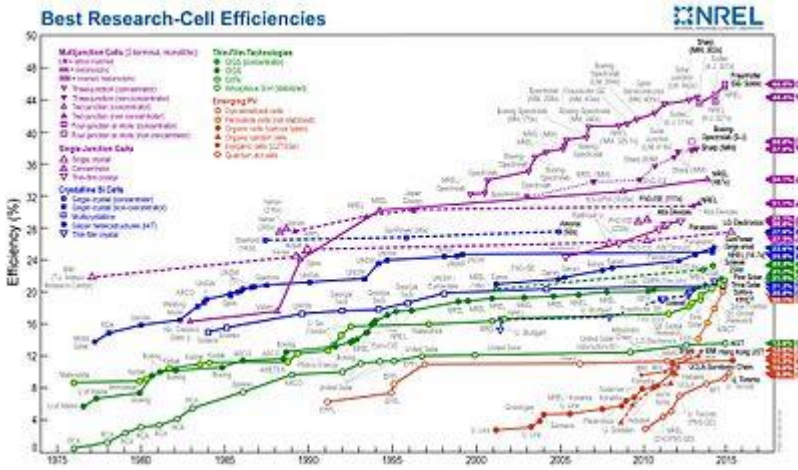
Περιοχή Αγρινίου (Ζώνη 4) 1.8
 kWh/m^2 τον Δεκέμβρη
 $6.6 kWh/m^2$ τον Ιούλιο

Εκτίμηση από PVGIS (JRC,
re.jrc.ec.europa.eu/pvgis)

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SolarGIS-Solar-map-Europe-de.png>

Φ/Β: Εξέλιξη και Κόστος

ΜΕΓΑΛΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ



Τεχνολογία

- Μονοκρυσταλλικό Si
- Πολυκρυσταλλικό Si
- Λεπτά υμένα άμορφου Si
- ΛΥ Ga-As
- ΛΥ CuInSe₂
- ΛΥ CdTe
- ΛΥ με οργανικά στοιχεία TiO₂
- ΛΥ GaInP-GaInAs

Απόδοση (%)

- 24.5 (15)
- 18 (12)
- 13 (6-8)
- 25.5
- 11-19 (6-8)
- 16
- >10
- 40.8

https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_cell_efficiency

Πολιτικές υποστήριξης ανάπτυξης

	2005	2010	2015	2020	2030	2050
	30.0		15.0		6.0	3.0
	45	30		10		
	R	18.0-25.1	10.2-14.1	6.3-7.8		
	C	12.5-17.3	7.1-9.4	4.7-6.3		
	U	10.2-17.3	7.8-11.8	3.9-5.5		
	27.47	15.41		9.38	4.69	

→ **Επιδότηση 30-55% της αρχικής επένδυσης στα πρώτα σχέδια**

→ **Στη συνέχεια, αγορά της παραγόμενης ενέργειας από την ΔΕΗ με 0,4-0,45 €/kWh (7900 αιτήσεις μέχρι το Μάρτιο 2008 για παραγωγή 3700 MW έναντι αρχικών σχεδίων για 850 MW!)**

**ΠΤΩΣΗ ΤΙΜΩΝ Φ/Β ΛΟΓΩ ΜΑΖΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΤΑ ΕΠΟΜΕΝΑ 30 ΧΡΟΝΙΑ**

Φ/Β: Η πλέον αναπτυσσόμενη ενεργειακή αγορά

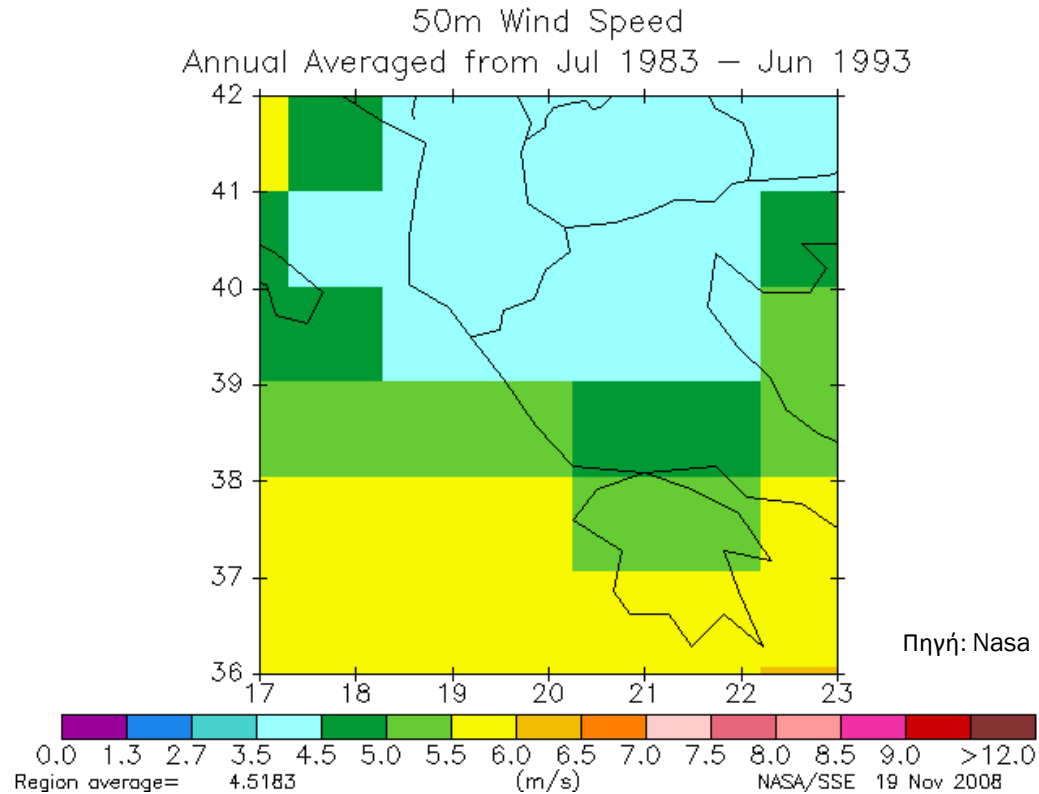
	2007 (GW)	2012 (GW)
Εγκατεστημένη Ισχύς Παγκοσμίως	7.8	45 (ισοδύναμο 45 πυρηνικών αντιδραστήρων)
Εγκατεστημένη Ισχύς Ελλάδα	0.007	0.3 (πρόβλεψη για λειτουργία του 1/15 των αιτήσεων)

Φ/Β: Αύξηση Θέσεων Εργασίας ανά MWp

(Μεγαλύτερη από όλες τις συμβατικές ή άλλες ανανεώσιμες πηγές)

Δραστηριότητα	Εργατοώρες ανά MWp	%
Πυρίτιο	5.650	8,1
Γυαλί	200	0,3
Πλαστικά	300	0,4
Παραγωγή κυψελών	3.200	4,6
Συναρμολόγηση πλαισίων	20.950	30,0
Καλωδιώσεις	1.850	2,7
Μετατροπείς τάσης	4.750	6,8
Βάση στήριξης	1.500	2,2
Συναρμολόγηση συστήματος	11.750	16,9
Διανομή	4.000	5,7
Εγκατάσταση	10.500	15,1
Συντήρηση	5.000	7,2
Σύνολο σε εργατοώρες	69.650	100
Σύνολο σε εργατοέτη	37,8	

Αιολική Ενέργεια – Αιολικό Δυναμικό



Η Ελλάδα διαθέτει πλούσιο αιολικό δυναμικό

Εάν γίνει εκμετάλλευση του συνολικού αιολικού δυναμικού των Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας: 3000 τυπικές Α/Γ (2 MW) (ενδεικτικά 6.000 MWe))

**Νομός Αιτωλοακαρνανίας: ΠΑΠ2
(Δήμοι Αποδοτίας, Πλατάνου, Θερμού)**

Αιολική Ενέργεια – Τεχνολογία ΑΓ& Εφαρμογές

Απομονωμένο Δίκτυο

Κεντρικό Δίκτυο

Εκτός Δικτύου

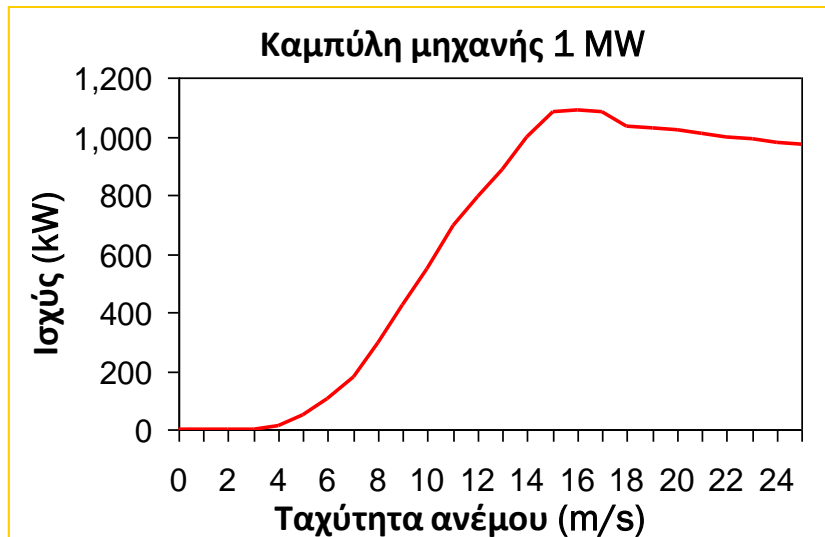
Η ισχύς των Α/Γ αυξήθηκε 100 φορές (50 kW σε 5 MW) τα τελευταία 20 έτη με σημαντική μείωση του κόστους

Α/Γ: 0.2 - 5 MW

10 - 200 kW

0.050 - 10 kW

- Απαιτούνται ευνοϊκοί άνεμοι
 - ▶ (>4-5 m/s στα 10 m)
 - ▶ Παραλιακές περιοχές, στρογγυλεμένες κορυφογραμμές, ανοιχτές πεδιάδες



Αιολική Ενέργεια – Κόστος & Εξέλιξη

Αιολικά Πάρκα

1.200 €/kW εγκατεστημένο

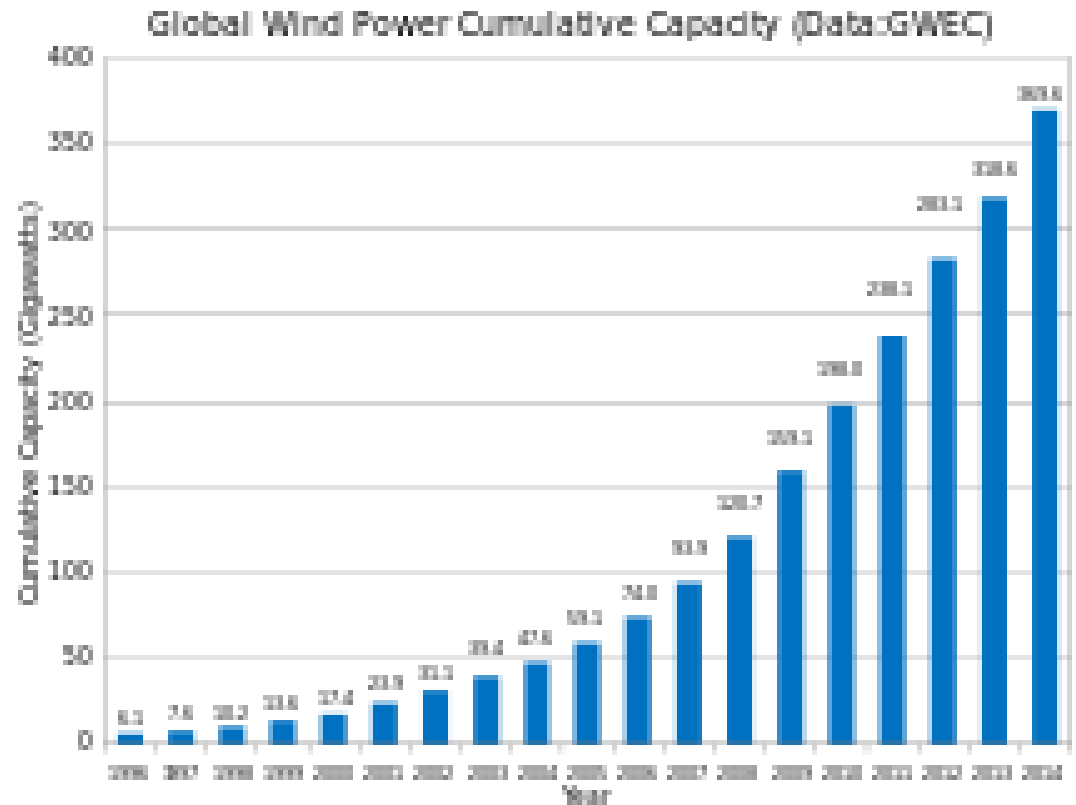
Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας:

1980 → 0,25 €/kWh

2007 → 0,06 €/kWh

Εργατοέτη ανά MW στη βιομηχανία αιολικών

Έτος	Εργατοέτη ανά MW
2005	17,7
2010	14,8
2015	13,1
2020	11,8



https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power

Πηγή: EWEA-Greenpeace

Αιολική Ενέργεια – Η Ελληνική Πραγματικότητα:

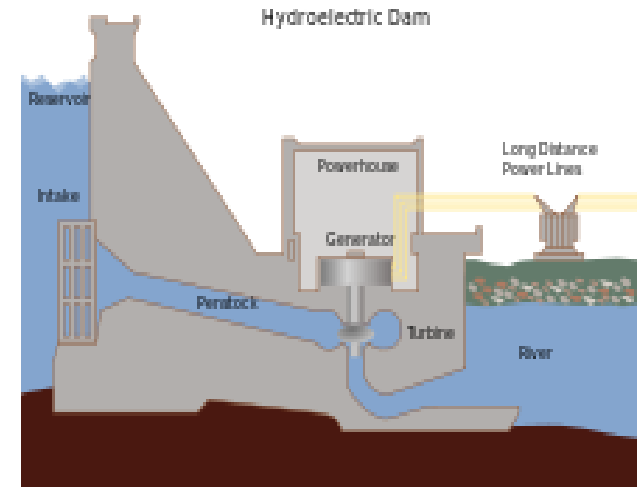
Αποκεντρωμένη και μη
μονοπωλιακή

Η αιολική ενέργεια είναι πια μια
τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά
ανταγωνιστική και φιλική προς το
περιβάλλον ενεργειακή επιλογή

Περιβαλλοντικό και κοινωνικό
κόστος λιγνιτικών σταθμών στην
Ελλάδα 4,6-8,4 λεπτά/kWh ενώ
αιολικών πάρκων 0,24-0,26
λεπτά/kWh
(Πρόγραμμα EXTERNE)

<i>ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ</i>	<i>ΙΣΧΥΣ (MW)</i>	<i>Αριθμ. Α/Γ</i>
ΡΟΚΑΣ ΑΒΕΕ	184,60	244
ΤΕΡΝΑ	117,97	114
EDF	75,35	33
ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗ	79,03	91
Eunice	40,00	20
ΔΕΗ ΑΕ	36,25	150
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝ. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ ΑΒΕΕ	36,00	12
ACCIONA	34,85	41
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΛΛΑΣ ΑΒΕΕ	30,00	10
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΔΟΜΙΚΗ	29,50	43
ENERCON ΕΛΛΑΣ ΑΕ	27,50	55
ENERGI E2	20,40	34
ΟΜΙΛΟΣ ΜΥΤΙΛΗΝΑΙΟΥ	17,00	20
IBERDROLA	17,00	20
ΠΟΛΥΠΟΤΑΜΟΣ ΑΕ	12,00	20
ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΡΗΤΗΣ	11,90	14
ΔΕΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ – Χ.ΡΟΚΑΣ ΑΒΕΕ	8,40	14
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΜΠΟΥΡΛΑΡΙ	7,80	13
WRE ΕΛΛΑΣ ΑΕ	6,60	9
ΔΟΜΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ	5,95	7
ΜΕΛΤΕΜΙ ΚΑΣΤΡΙ ΑΒΕΤΕ	5,00	10
ΚΑΠΕ	3,12	6
ΔΙΑΦΟΡΟΙ	64,70	116
ΣΥΝΟΛΟ	870,91	1096,00

Μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (<10 MW)



<https://en.wikipedia.org/wiki/Dam>

- Τύποι Έργων:
 - ▶ Δεξαμενές
 - ▶ Σε ροή ποταμού
- Εφαρμογές:
 - ▶ Διασυνδεδεμένο
 - ▶ Απομονωμένο δίκτυο
 - ▶ Εκτός δικτύου

Μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (<10 MW)

Τοπικό δυναμικό ΥΗΣ

- Εκτίμηση της καμπύλης ροής-διάρκειας
 - ▶ Μετρήσεις ροής στο χρόνο

www.retscreen.net

Ένα τυπικό μΥΗΕ των 5 MW (Τυπικό κόστος: 1.000 € ως 5.000 € ανά εγκατεστημένο kW, Διάρκεια ζωής > 50 χρόνια)

⇒ Εξαρτώμενο από την περιοχή μπορεί να παράγει μέχρι 30 GWh/γ και να καλύπτει τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό 10.000 οικογενειών

⇒ Στη φάση κατασκευής του απασχολεί περίπου 50 άτομα

⇒ Στη φάση λειτουργίας/ συντήρησης απασχολεί περίπου 6-10 άτομα

Περιορισμός Αρνητικών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

- Διαχείριση λεκάνης απορροής, διευθέτηση και αποκατάσταση υδάτινων συστημάτων
- Δίοδοι συνεχούς παροχής στην κοίτη για τη διατήρηση του οικοσυστήματος
- Ενίσχυση θερινών παροχών για βελτίωση περιβάλλοντος εκβολών και περιορισμό επιπτώσεων μείωσης στερεομεταφοράς
- Δημιουργία τεχνητών διόδων ψαριών και εμπλουτισμός ταμιευτήρα
- Φυσική ενσωμάτωση κτιριακών υποδομών και ηχομόνωση του σταθμού παραγωγής
- Χρήση συστημάτων υδροστροβίλων προηγμένης τεχνολογίας
- Διάσωση και ανάδειξη πολιτισμικής και περιβαλλοντικής κληρονομιάς
- Διαχείριση επιπτώσεων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων με επανάκτησή τους ή αποκατάσταση και αποζημίωση
- Επίβλεψη και βελτιστοποίηση ασφάλειας του υδροηλεκτρικού συστήματος
- Ανάπτυξη μΥΔΕ με ενσωμάτωση στο φυσικό περιβάλλον

Γεωθερμική Ενέργεια

Οι χαμηλής θερμοκρασίας πόροι (<150 °C) είναι κατάλληλοι για πολλούς και διαφορετικούς τύπους εφαρμογών

Η πιο συνηθισμένη μη-ηλεκτρική χρήση της γεωθερμίας παγκόσμια είναι οι αντλίες θερμότητας (heat-pumps) και λιγότερο η λουτροθεραπεία, η θέρμανση χώρων (η θέρμανση θερμοκηπίων, οι υδατοκαλλιέργειες και οι βιομηχανικές χρήσεις

Η Ελλάδα έχει εγκαταστήσει περίπου 60 MWt για μη-ηλεκτρική χρήση της γεωθερμίας

Μεταξύ των γεωθερμικών εφαρμογών στην Ελλάδα περιλαμβάνονται εγκαταστάσεις σε θερμοκήπια, σε ιχθυοτροφεία, σε μονάδες αφαλάτωσης, σε ξηραντήρια ενώ αρκετές εφαρμογές γεωθερμικών αντλιών θέρμανσης και ψύξης σε κτίρια

Ενέργεια Βιομάζας

Ως βιομάζα θεωρείται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το ζωικό ή το φυτικό κόσμο, όπως φυτικές ύλες από φυσικά οικοσυστήματα (π.χ. δάση) ή από ενεργειακές καλλιέργειες (φυτείες που προορίζονται για παραγωγή ενέργειας), τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της δασικής, αγροτικής (γεωργία και κτηνοτροφία) και αλιευτικής παραγωγής, αλλά και το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών

Ενεργειακή μετατροπή βιομάζας

Θερμο, - χημικές διεργασίες : πυρόλυση, καύση, αεριοποίηση, υδρογονοδιάσπαση, εκχύλιση, εστεροποίηση

Βιοχημικές διεργασίες: αερόβια ζύμωση, αναερόβια ζύμωση, αλκοολική ζύμωση

Βιοκαύσιμα

Στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα που προέρχονται από βιομάζα όπως:

- α) το βιοντίζελ από φυτικά έλαια και ζωϊκά λίπη
- β) η βιοαιθανόλη από φυτά με αλκοολική ζύμωση
- γ) το βιοαέριο από την αναερόβια χώνευση της βιομάζας
- δ) το βιο-υδρογόνο κυρίως από τη ζύμωση της βιομάζας
- ε) τα προϊόντα πυρόλυσης και αεριοποίησης της βιομάζας

Βιομάζα-Ενεργειακές Καλλιέργειες

Βιοκαύσιμο	Πρώτη Ύλη	Απόδοση (κιλά/στρ.)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (κιλά/στρ.)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (λίτρα/στρ.)
Βιοντήζελ	Ηλίανθος	120 - 250	40 - 70	43 - 75
	Ελαιοκράμβη	120 - 250	40 - 83	43 - 90
	Σόγια	160 - 240	27 - 41	29 - 44
Βιοαιθανόλη	Σιτάρι	150 - 800	36 - 190	45 - 240
	Αραβόσιτος	900	213	270
	Τεύτλα	6.000	475	600
	Σόργο	7.000 - 10.000	553 - 790	675 - 900

Πηγή: Ελευθεριάδης ΚΑΠΕ, <https://www.lignite.gr/events/eleftheriadis.pdf>

- Μέση τιμή πώλησης ηλίανθου- ελαιοκράμβης 200-400 ευρώ/τόνο
- Περιορισμένο ενδιαφέρον αγροτών λόγω χαμηλής επιδότησης και υψηλής τιμής άλλων καλλιεργειών

Ενέργεια Υδρογόνου

«Είναι δύσκολο να απορρίψεις μια τεχνολογία που υπόσχεται έναν τρόπο που θα μας απαλλάξει από τους σείχηδες», περιοδικό FORTUNE

ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

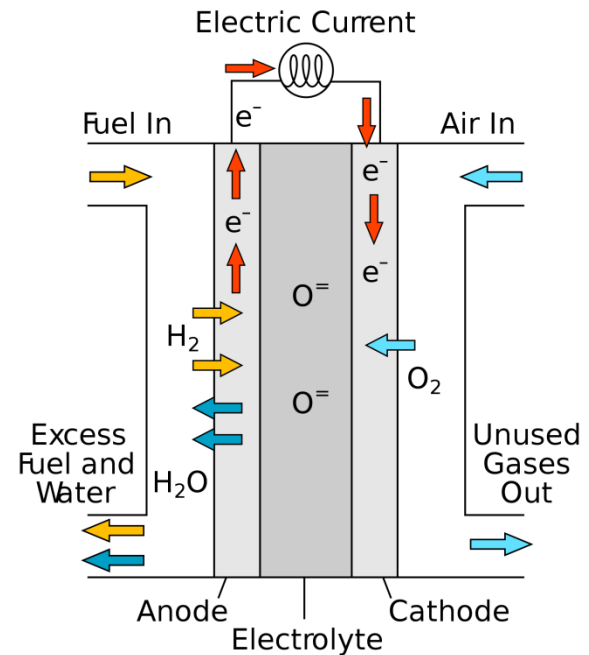
- Το υδρογόνο έχει το υψηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο/ μονάδα βάρους από οποιοδήποτε άλλο γνωστό καύσιμο, περίπου τρεις φορές μεγαλύτερο από αυτό της συμβατικής βενζίνης
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατευθείαν στις μηχανές εσωτερικής καύσης
- Κάνει καθαρή καύση και για το λόγο αυτό δεν επιβαρύνει το περιβάλλον
- Είναι ακίνδυνο όσο η βενζίνη, το πετρέλαιο diesel ή το φυσικό αέριο
- Μπορεί να παρασκευαστεί με πάρα πολλές μεθόδους σε οποιαδήποτε χώρα και σε οποιοδήποτε μέρος και να χρησιμοποιηθεί στις κυψέλες καυσίμων με λειτουργία παρόμοια των μπαταριών

Ενέργεια Υδρογόνου – Τεχνολογίες Παραγωγής

Παραγωγή Υδρογόνου

1. Φύκοι μέσω φωτοσύνθετικών μηχανισμών
2. Αέριο: Φυσικό ή βιο-αέριο με μερική οξείδωση ή καταλυτική αναμόρφωση
3. Έλαια με καταλυτική αναμόρφωση ή μερική οξείδωση από ορυκτά ή ανανεώσιμα καύσιμα
4. Ξύλο με τεχνολογία πυρόλυσης βιομάζας
5. Ηλεκτρόλυση νερού με ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές
6. Αλκοόλες όπως αιθανόλη και μεθανόλη από βιοαέριο ή βιομάζα
7. Κάρβουνο με τεχνολογίες αεριοποίησης

Κυψέλες Καυσίμων Λειτουργία παρόμοια με των μπαταριών



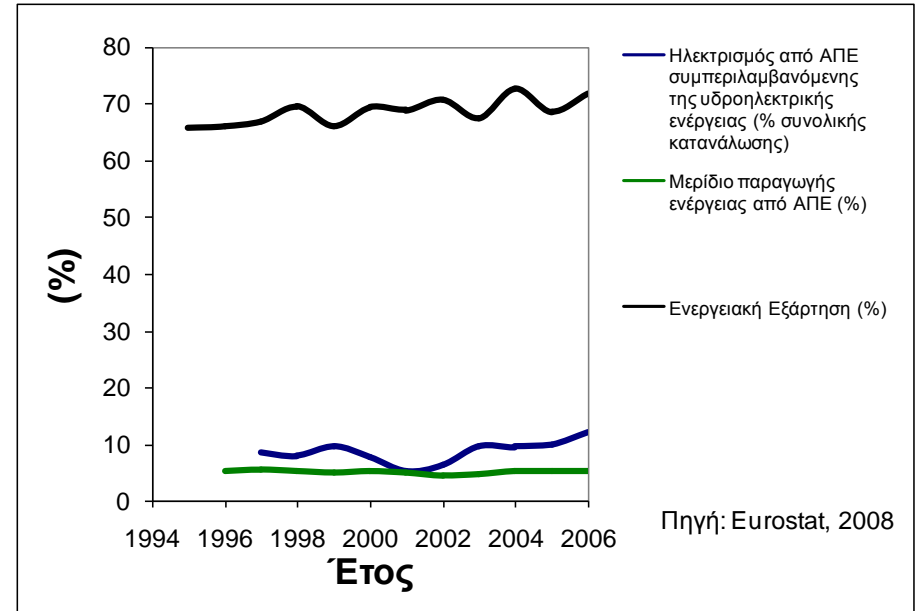
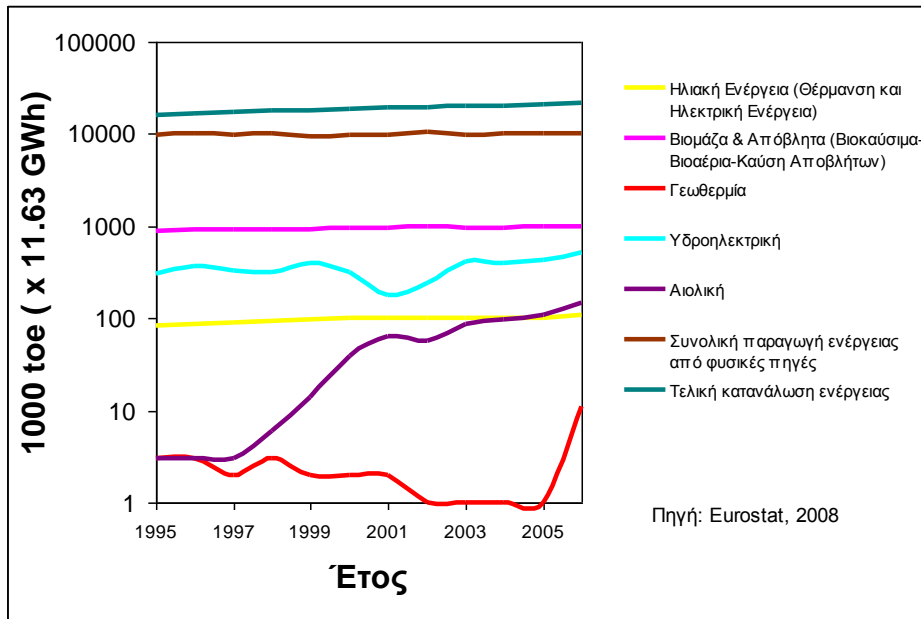
https://en.wikipedia.org/wiki/Solid_oxide_fuel_cell

Το κόστος ΚΚ διαφέρει ανάλογα με την ισχύ

Εξοικονόμηση της ενέργειας: Η πλέον καθαρή μορφή

- Αλλαγή της ανθρώπινης συμπεριφοράς με σκοπό ενεργειακά οφέλη (οικονομικά κίνητρα, ενημέρωση και οδηγίες, ευαισθητοποίηση σε τοπικό επίπεδο)
- Εξοικονόμηση στην Παραγωγή και Μεταφορά ενέργειας (αύξηση απόδοσης, κατανεμημένη ηλεκτροπαραγωγή, κανονιστικές ρυθμίσεις και πιστοποιητικά ενεργειακών αποδόσεων)
- Εξοικονόμηση στην Βιομηχανία (επισκευή διαρροών, συντήρηση, μόνωση, ενεργειακή διαχείριση)
- Εξοικονόμηση στις Μεταφορές (ιδιωτικά αυτοκίνητα και νέες τεχνολογίες, συλλογικές μετακινήσεις, πολεοδομικός σχεδιασμός και κυκλοφοριακές συνθήκες κλπ.)
- Εξοικονόμηση στα Κτίρια (κτιριακό κέλυφος με μόνωση, στεγανοποίηση, κουφώματα; αντικατάσταση εξοπλισμού όπως λέβητες, καυστήρες, κλιματιστικά; εγκατάσταση κεντρικών μονάδων υψηλής απόδοσης; αντικατάσταση λαμπτήρων φωτισμού, τοποθέτηση θερμοστατών; βιοκλιματικός σχεδιασμός; παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού, αερισμού και φωτισμού)

Η σημερινή συμμετοχή των ΑΠΕ στην Ελληνική Παραγωγή Ενέργειας



Ηλεκτρισμός από ΑΠΕ το 2006: 12.1 % (μαζί με ΜΥΗΕ) αλλά μερίδιο παραγωγής ενέργειας μόλις 5.2 %

⇒ Δέσμευση της Ελλάδας για συμμετοχή των ΑΠΕ στο 20% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης

ΟΔΗΓΙΑ 2006/32/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ
ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

της 5ης Απριλίου 2006

για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική
χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για
την

κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του
Συμβουλίου

«Ενέργεια»: όλες οι μορφές εμπορικώς διαθέσιμης ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων της ηλεκτρικής ενέργειας, του φυσικού αερίου (συμπεριλαμβανομένου του υγροποιημένου φυσικού αερίου και του υγραερίου), κάθε καυσίμου που χρησιμοποιείται για θέρμανση και ψύξη (συμπεριλαμβανομένης της τηλεθέρμανσης και της τηλεψύξης), του άνθρακα και του λιγνίτη, της τύρφης, των καυσίμων κίνησης (πλην των καυσίμων αεροσκαφών και των καυσίμων πλοίων), και της βιομάζας όπως ορίζεται με την οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 27ης Σεπτεμβρίου 2001, για την Προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την 1^η έκδοση.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Δημήτρης Καραμάνης, 2015.

Δημήτρης Καραμάνης, «Περιβάλλον - Ενέργεια». Έκδοση: 1.0. Αγρίνιο 2015.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/ENV110/index.php>

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού, Απαγόρευση Εμπορικής Χρήσης και Όχι Παράγωγα Έργα. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

« Το υλικό της παρουσίασης προέρχεται από τις πανεπιστημιακές παραδόσεις του καθηγητή Δ. Καραμάνη».



Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Διαφάνεια 6: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_energy_consumption_per_capita

<https://en.wikipedia.org/wiki/Urbanization>

Διαφάνεια 7: https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_in_the_United_States

Διαφάνεια 10-11: World energy outlook, 2008 & 2013

Διαφάνεια 12: <http://research.noaa.gov>

Διαφάνεια 15: Σ. Ψωμάς, Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος & Αειφόρου Ανάπτυξης, 2003

<http://docplayer.gr/307499-Energeia-perivallon-kai-epiheirimatikotita.html>

Διαφάνεια 18: https://en.wikipedia.org/wiki/World_energy_resources

Διαφάνεια 20: IEA, World energy outlook, 2013

Διαφάνεια 24: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SolarGIS-Solar-map-Europe-de.png>

JRC, re.jrc.ec.europa.eu/pvgis

Διαφάνεια 31: <https://en.wikipedia.org/wiki/Dam>

Διαφάνεια 36: Πηγή: Ελευθεριάδης ΚΑΠΕ, <https://www.lignite.gr/events/eleftheriadis.pdf>

Διαφάνεια 38: https://en.wikipedia.org/wiki/Solid_oxide_fuel_cell

Διαφάνεια 40: Eurostat

