

# Ειδική Μόνιμη Επιτροπή Προστασίας Περιβάλλοντος Υποεπιτροπή Υδατικών Πόρων

26 Μαΐου 2016

Θέμα ημερήσιας διάταξης: Φράγματα και μικρά Υδροηλεκτρικά έργα

## Πτυχές της υδροηλεκτρικής παραγωγής



*Νίκος Μαμάσης*  
Επίκουρος Καθηγητής  
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος,  
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

# Ιστορικό της υδραυλικής ενέργειας

*Μία από τις πρώτες ανάγκες των οργανωμένων κοινωνιών ήταν η ανύψωση του νερού.*

Αρχικά επινοήθηκαν μηχανισμοί όπου η ανύψωση γινόταν με παροχή ενέργειας από ανθρώπους ή ζώα

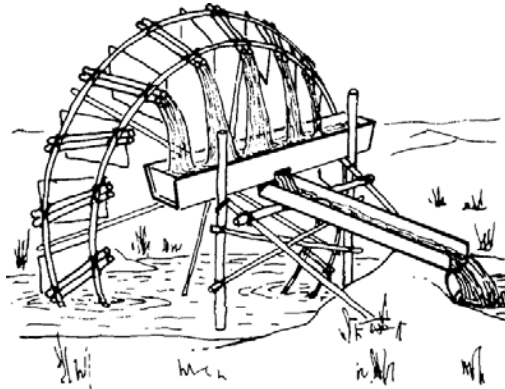
Στη συνέχεια επινοήθηκαν μηχανισμοί όπου η ανύψωση γινόταν με παροχή υδραυλικής ενέργειας

Παράλληλα έγινε αξιοποίηση της υδραυλικής ενέργειας για βιομηχανική χρήση

Shaduf (Κηλώνιο)



Noria (υδροτροχός)



Σπείρα Αρχιμήδη



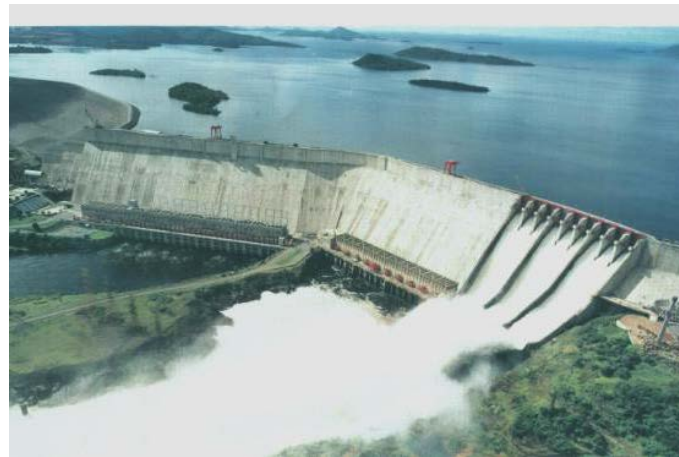


## Ιστορικό της υδροηλεκτρικής ενέργειας

Το πρώτο υδροηλεκτρικό έργο στον κόσμο (Vulcan Street) λειτούργησε το **1882** στο Wisconsin των ΗΠΑ, με εγκατεστημένη ισχύ **12.5 kW**



Σχεδόν 100 έτη αργότερα (**1986**) λειτούργησε το έργο Guri (Simón Bolívar) στη Βενεζουέλα με εγκατεστημένη ισχύ **10.2 GW** (περίπου 1.000.000 φορές μεγαλύτερη από αυτή του πρώτου)



Το **2011** λειτούργησε το μεγαλύτερο υδροηλεκτρικό έργο στον κόσμο, στη θέση Three Gorges της Κίνας με εγκατεστημένη ισχύ **22.5 GW**



*Η υδροηλεκτρική ενέργεια αναπτύχθηκε σημαντικά δεδομένων των σημαντικών πλεονεκτημάτων που έχει σε σχέση με τις άλλες μορφές ηλεκτροπαραγωγής*

- Γρήγορη παραλαβή και απόρριψη φορτίου και κάλυψη των αιχμών της ζήτησης
- Νερό και για άλλες χρήσεις (άρδευση, ύδρευση, αντιπλημμυρική προστασία, αναψυχή)
- Ανανεώσιμη πηγή με δυνατότητα αποθήκευσης χωρίς υποβάθμιση του φυσικού πόρου
- Δυνατότητα αποθήκευσης άλλων μορφών ενέργειας

# Η υδροηλεκτρική ενέργεια ως μοχλός ανάπτυξης

## Μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα της ΔΕΗ

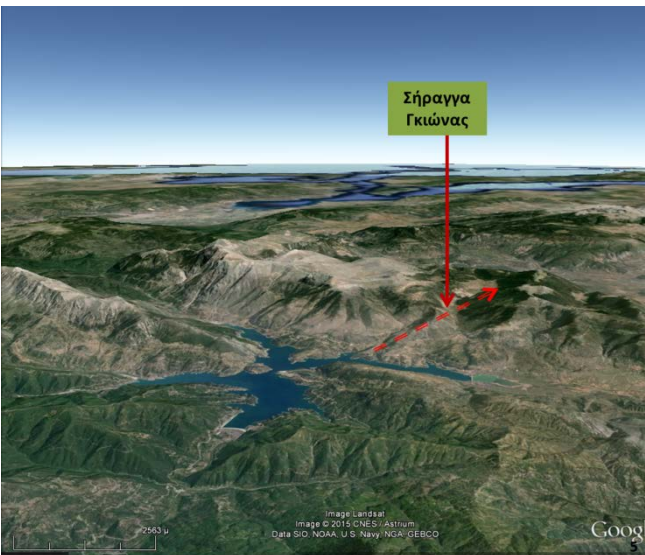


- Στη δυτική και βόρεια Ελλάδα υπάρχει ιδιαίτερα πλούσιο δυναμικό υδατοπτώσεων λόγω της διαμόρφωσης λεκανών απορροής και των σημαντικών βροχοπτώσεων
- Η κατασκευή μεγάλων υδροηλεκτρικών άρχισε από τη δεκαετία του 1950 και συνέβαλε καθοριστικά στην ανοικοδόμηση και ανάπτυξη της μεταπολεμικής Ελλάδας
- Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι περίπου 3 GW (<20% του συνόλου)
- Η μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας είναι 4-5 TWh (<10% του συνόλου)
- Η ενέργεια που προέρχεται από τους ΥΗΣ καλύπτει ηλεκτρικά φορτία αιχμής.
- Υπάρχει μεγάλη δυνατότητα περαιτέρω ανάπτυξης υδροηλεκτρικών σταθμών.



# Η υδροηλεκτρική ενέργεια ως προσθήκη σε άλλα έργα

Σε πολλές περιπτώσεις μπορούμε να εκμεταλλευτούμε την υδραυλική ενέργεια που προέρχεται από άλλες χρήσεις. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το υδραγωγείο που μεταφέρει το νερό από τον ταμιευτήρα Μόρνου για την ύδρευση της Αθήνας. Σε συγκεκριμένα σημεία υπάρχουν μικρά υδροηλεκτρικά έργα με σημαντικότερο τον ΥΗΣ Γκιώνας.



Ο ΥΗΣ Γκιώνας (ανήκει στη ΔΕΗ) βρίσκεται κοντά στην πόλη της Άμφισσας και αξιοποιεί μέρος της διερχόμενης παροχής νερού ύδρευσης της ΕΥΔΑΠ.

Η παροχή λειτουργίας του κυμαίνεται από 7.8 ως 14.5  $m^3/s$ , και το ύψος πτώσης του από 30.0 ως 66.1 m.

Το έργο έχει ονομαστική ισχύ 8.67 MW, είναι σε λειτουργία από το 1987 και έχει μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας 34 GWh

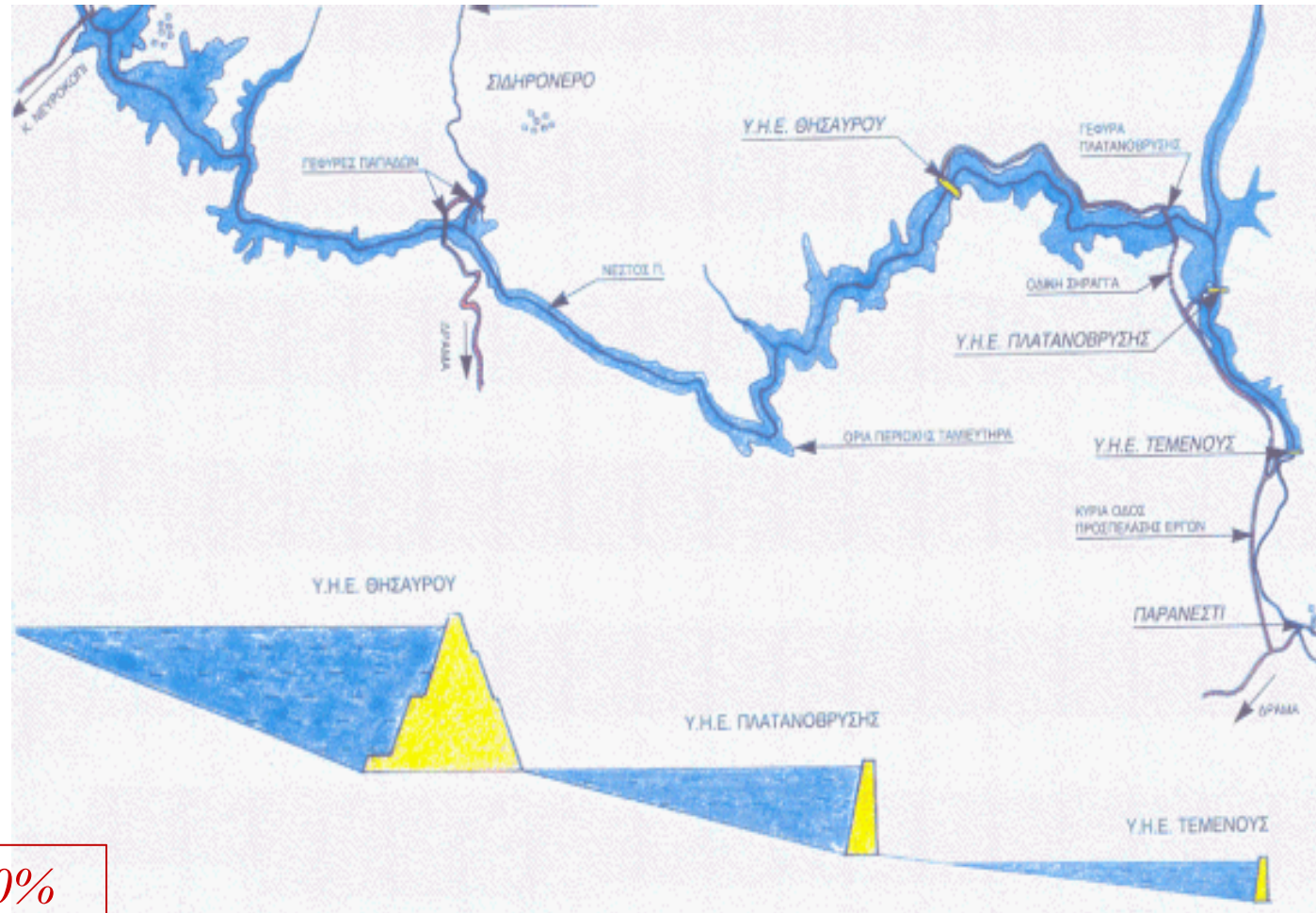
# Η υδροηλεκτρική ενέργεια ως μηχανισμός αποθήκευσης άλλων πηγών ενέργειας

## Συστήματα άντλησης ταμίευσης στην Ελλάδα- Αποθήκευση ενέργειας από θερμοηλεκτρικά

**Νέστος: Θησαυρός-Πλατανόβρυση (384 MW)**

Συμβατική Παραγωγή (από τα νερά του ποταμού) 440 GWh

Παραγωγή με την αναστρέψιμη λειτουργία 615 GWh



**Αλιακμονάς: Σφηκιά-  
Ασώματα (315 MW)**

Συμβατική Παραγωγή  
(από τα νερά του  
ποταμού) 266 GWh

Παραγωγή με την  
αναστρέψιμη  
λειτουργία 394 GWh

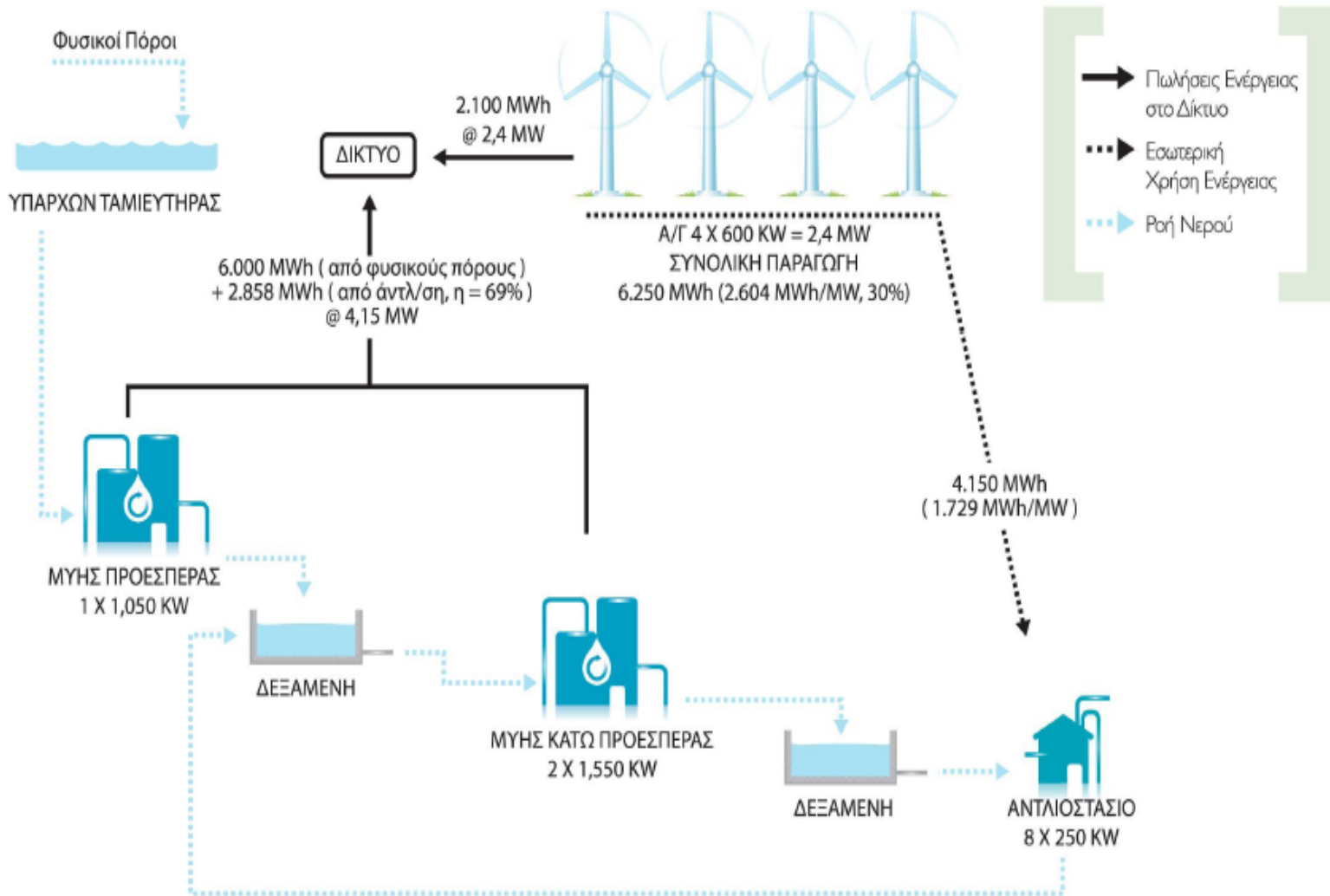
*Απόδοση κύκλου ~ 30%*



# Η υδροηλεκτρική ενέργεια ως μηχανισμός αποθήκευσης άλλων πηγών ενέργειας

## Συστήματα άντλησης ταμίευσης στην Ελλάδα- Αποθήκευση αιολικής ενέργειας

### Υβριδικό Έργο Ικαρίας (υπό κατασκευή)



# Η υδροηλεκτρική ενέργεια ως θύμα της παραπληροφόρησης

## Το φράγμα της Μεσοχώρας δεν είναι εκτροπή





# Η υδροηλεκτρική ενέργεια ως θύμα της παραπληροφόρησης

## Αυτή είναι η υπάρχουσα εκτροπή του Αχελώου

Με την κατασκευή του φράγματος Πλαστήρα το 1960 εκτρέπονται σε ετήσια βάση περίπου  $150 \text{ hm}^3$  νερού από την λεκάνη του Αχελώου στη Θεσσαλία.

Ο αρχικός σκοπός της εκτροπής ήταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά στη συνέχεια προστέθηκαν και άλλες χρήσεις όπως:

- (α) η άρδευση του θεσσαλικού κάμπου,
- (β) η ύδρευση της Καρδίτσας και
- (γ) η τουριστική αξιοποίηση της λίμνης Πλαστήρα





# Η υδροηλεκτρική ενέργεια ως θύμα της παραπληροφόρησης

## Η Οδύσσεια του φράγματος Μεσοχώρας

- Ο ΥΗΣ Μεσοχώρας έχει εγκατεστημένη ισχύ 161.6 MW (2 μονάδες των 80 MW και μία μονάδα των 1.6 MW) και η εκτιμώμενη μέση συνολική ετήσια παραγωγή ενέργειας εκτιμάται σε 384 GWh.
- Το έργο άρχισε να κατασκευάζεται το 1986 και μετά από πολλές καθυστερήσεις, περατώθηκε το 2001.
- Έχουν επενδυθεί μέχρι σήμερα περίπου 410 Μ€ σε σημερινές τιμές, τα οποία παραμένουν πλήρως ανενεργά για ήδη 15 έτη.
- Η ετήσια απώλεια από την μη παραγωγή της ενέργειας των **384 GWh** φτάνει τα **27 Μ€** (70 k€/GWh) ενώ άλλα τουλάχιστον **22 Μ€** είναι το ετήσιο κόστος για την εξυπηρέτηση των ανενεργών κεφαλαίων που έχουν επενδυθεί στο έργο.
- Η μη λειτουργία του έργου εγκυμονεί κινδύνους ειδικά σε περίπτωση πλημμύρας, ενώ χρειάζονται εργασίες συντήρησης

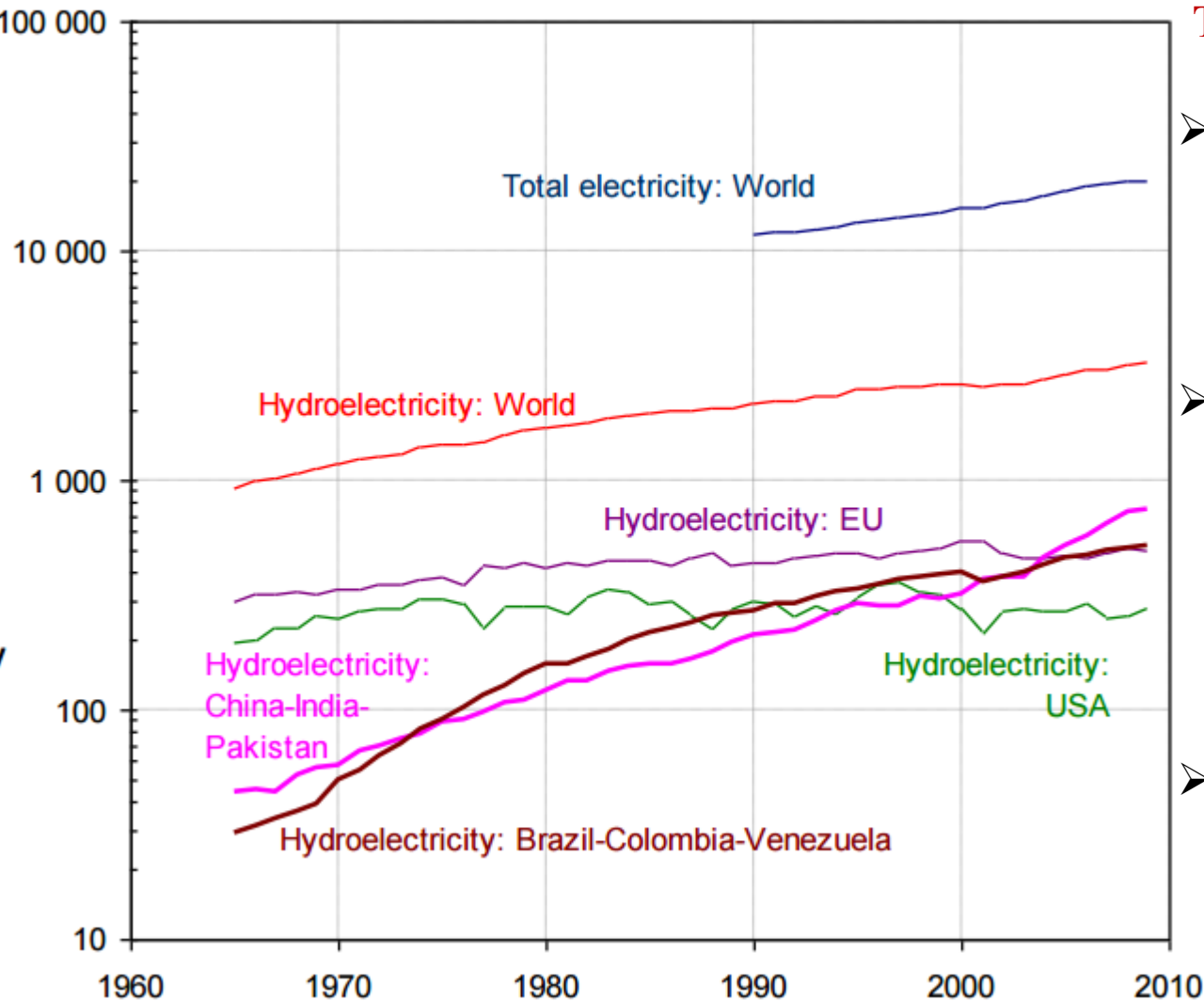




# Η υδροηλεκτρική ενέργεια στο μέλλον

Ενέργεια  
(TWh)

## Εξέλιξη παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας



## Η έκθεση της Παγκόσμιας Τράπεζας το 2013 επισημαίνει:

- Το 75% της δυνητικής υδροηλεκτρικής ενέργειας στον τρίτο κόσμο θα πρέπει να εξεταστεί για αξιοποίηση
- Σε πολλές χώρες η μεγαλύτερη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι η υδροηλεκτρική και μπορεί να συμβάλλει στην εισαγωγή και των υπόλοιπων ανανεώσιμων πηγών
- Είναι σημαντική η συμβολή των συστημάτων άντλησης – ταμίευσης στην αποθήκευση της ενέργειας άλλων ανανεώσιμων πηγών

Koutsoyiannis, D., Scale of water resources development and sustainability: Small is beautiful, large is great, Hydrological Sciences Journal, 56 (4), 553–575, 2011.

<http://www.itia.ntua.gr/en/docinfo/1108/>

## Η υδροηλεκτρική ενέργεια στο μέλλον

**Θα συνεχιστεί η αξιοποίηση της υδραυλικής ενέργειας της χώρας για ηλεκτροπαραγωγή;**

- Στην Ελλάδα έχει αξιοποιηθεί περίπου το 1/3 της διαθέσιμης και οικονομικά σκόπιμης υδραυλικής ενέργειας
- Το τελευταίο μεγάλο υδροηλεκτρικό έργο ήταν το αυτό του Ιλαρίωνα στον Αλιάκμονα ισχύος 159 MW. Η κατασκευή, ξεκίνησε το 1991, διακόπηκε το 1996, για να ξαναρχίσει το 2003. Το έργο λειτούργησε το 2014.

**Πολλά μικρά υδροηλεκτρικά η λίγα μεγάλα;**

**Μικρά υδροηλεκτρικά στην Ελλάδα (ισχύς <15 MW) τον Ιούλιο 2015**

**Λειτουργούν:** 106 έργα συνολικής ισχύος 222 MW

**Έχουν προσφορά σύνδεσης:** 67 έργα συνολικής ισχύος 228 MW

**Εκκρεμή Αιτήματα για έκδοση Προσφοράς Σύνδεσης:** 26 έργα συνολικής ισχύος 75 MW

**Χωρίς υδροηλεκτρικά έργα με ταμιευτήρα δεν μπορεί να υπάρξει σοβαρή αξιοποίηση άλλων ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, δεδομένου ότι:**

**(α) έχουν μοναδική δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας (και των άλλων «απρόβλεπτων» ανανεώσιμων πηγών) και**

**(β) έχουν γρήγορη παραλαβή και απόρριψη φορτίου και καλύπτουν άμεσα ακόμη και απρόβλεπτες αιχμές ζήτησης**



# Στρέβλωση ενεργειακού μίγματος

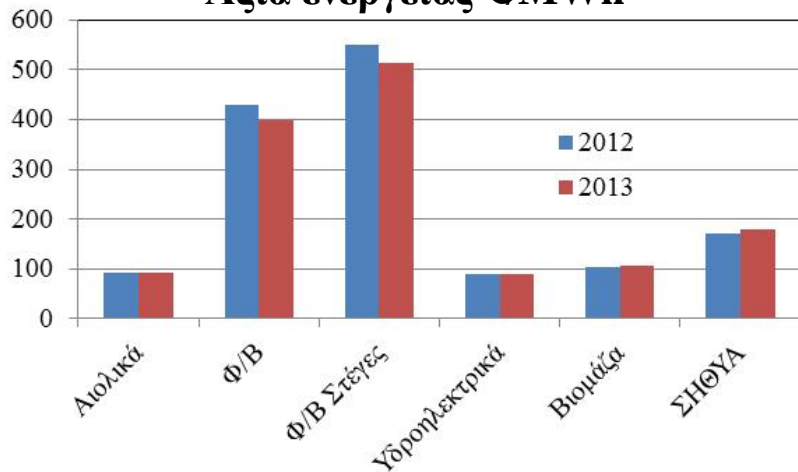
## Μονάδες παραγωγής διασυνδεδεμένου συστήματος (1/2015)

Είδος μονάδων	Ισχύς (MW)
Λιγνιτικές	4456
Πετρελαϊκές	698
Φυσικού αερίου	4906
Υδροηλεκτρικές	3172,7
ΑΠΕ	4465.8
<b>Σύνολο</b>	<b>17698.5</b>

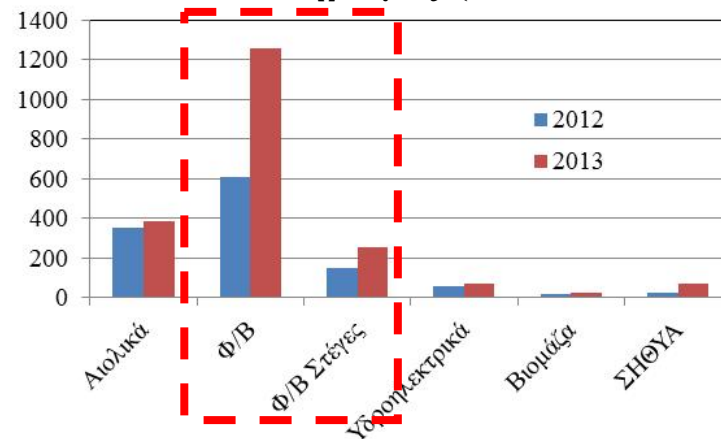
ΑΙΟΛΙΚΑ	1661,7
Φ/Β	2087,4
Φ/Β ΣΤΕΓΕΣ	350,4
ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ	219,7
ΒΙΟΜΑΖΑ	47,4
ΣΗΘΥΑ	99,1
<b>Σύνολο Μονάδων ΑΠΕ</b>	<b>4465,8</b>

## Στρέβλώσεις: Μεγάλες επιδοτήσεις σε οικονομικά ασύμφωρες ΑΠΕ

### Αξία ενέργειας €MWh



### Πληρωμές (Μ€)



Παρότι, η **τιμή της ενέργειας από Φ/Β κοστίζει 5 φορές περισσότερο από τις άλλες ΑΠΕ** η εγκατεστημένη ισχύς αυξήθηκε υπερβολικά τα τελευταία έτη. Μόνο το 2013 πληρώσαμε σχεδόν **1.5 G€** για ηλεκτρική ενέργεια 3.6 TWh από Φ/Β. Η ενέργεια αυτή θα στοίχιζε **0.32 G€** αν προερχόταν από **υδροηλεκτρικά** η αιολικά και μόλις **0.21 G€** αν προερχόταν από λιγνιτικά

# Στρέβλωση ενεργειακού μίγματος

Ανάλυση λογαριασμού ΔΕΗ (19/6-20/10/2015-124 ημέρες)

Ενέργεια (kWh)	1864	Ημερήσια: 1253 Νυχτερινή: 611
Χρέωση προμήθειας ρεύματος (€)	166 (49%)	Πάγιο: 5+2 Ημερήσια: 119 (0.095 €/kWh) Νυχτερινή: 40 (0.066 €/kWh)
Ρυθμιζόμενες χρεώσεις (€)	104 (31%)	Ελληνικό σύστημα μεταφοράς: 8 Ελληνικό σύστημα διανομής: 32 Υπηρεσίες κοινής ωφέλειας: 14 <b>Ειδικό τέλος ΑΠΕ: 49 (0.026 €/kWh)</b> Λοιπές χρεώσεις: 1
Χρεώσεις που αποδίδονται στο κράτος (€)	29 (9%)	Ειδικό τέλος 5%/οο: 1 ΕΦΚ:4 ΦΠΑ: 24
Άλλες χρεώσεις (€)	38 (11%)	Δήμος: 33 ΝΕΡΙΤ: 6 ΕΕΤΑ: 0
<b>Σύνολο λογαριασμού (€)</b>	<b>337</b>	