



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# Εισαγωγή στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας

Ενότητα 1: Εισαγωγή

Γαβριήλ Γιαννακόπουλος, Νικόλαος Βοβός

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιον Πατρών, **Γαβριήλ  
Γιαννακόπουλος, Νικόλαος Βοβός, 2015.** «Εισαγωγή στα  
Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας. Εισαγωγή». Έκδοση:  
**1.0.** Πάτρα **2015.** Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<https://eclass.upatras.gr/courses/EE695/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

- Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. 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».



1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο
- Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



# Διατήρηση Σημειωμάτων

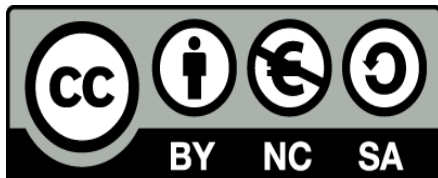
Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
  - το Σημείωμα Αδειοδότησης
  - τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
  - το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)
- μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



# Άδειες Χρήσης

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



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1. Εισαγωγή*
- 2. Βασικές έννοιες*
- 3. Σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας*
- 4. Η σύγχρονη μηχανή*
- 5. Ο μετασχηματιστής ισχύος*
- 6. Παράμετροι γραμμής μεταφοράς*
- 7. Παράσταση και συμπεριφορά γραμμών μεταφοράς*
- 8. Μοντέλο του συστήματος*
- 9. Ανάλυση Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας*



# ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

<http://eclass.upatras.gr/EE695/>



# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

*1.1 Ιστορική ανασκόπηση*

*1.2 Βασικές λειτουργίες συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας*

*1.3 Δομή συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας*

*1.4 Παράσταση συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας*

*1.5 Το ελληνικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας*

*1.6 Απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας*





# ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

**Πριν το 1800 : Μελέτες ηλεκτρικών και μαγνητικών φαινομένων**

**1870 : Πρώτη εμπορική χρήση ηλεκτρισμού**

**1882 : Πρώτο πλήρες ηλεκτρικό σύστημα**

- Γεννήτρια: συνεχούς
- Καταναλωτές : 59
- Ακτίνα δράσης: 1.5 km
- Φορτία: λαμπτήρες πυρακτώσεως
- Τάση: 110 V
- Μεταφορά: με υπόγειο καλώδιο

**1900 : Συστήματα εναλλασσόμενου ρεύματος –  
Τριφασικά συστήματα**

**λίγο αργότερα : Ανάπτυξη τοπικών ηλεκτροπαραγωγών  
σταθμών - Διασύνδεσή τους**



# ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΤΑΣΗΣ

*Πρώτα συστήματα: 12, 44 και 60 kV*

*1922: 165 kV*

*1923: 220 kV*

*1935: 287 kV*

*1953: 350 kV*

*1965: 500 kV*

*1966: 765 kV*

## ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΑΣΗΣ

*Βαθμίδα υψηλών τάσεων: 115, 134, 138, 150, 161, 220, 230 και 275 kV*

*Βαθμίδα υπερυψηλών τάσεων: 345, 400, 500 και 765 kV*



# **ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΣΗΕ**

- ***ΠΑΡΑΓΩΓΗ***
- ***ΜΕΤΑΦΟΡΑ***
- ***ΔΙΑΝΟΜΗ***



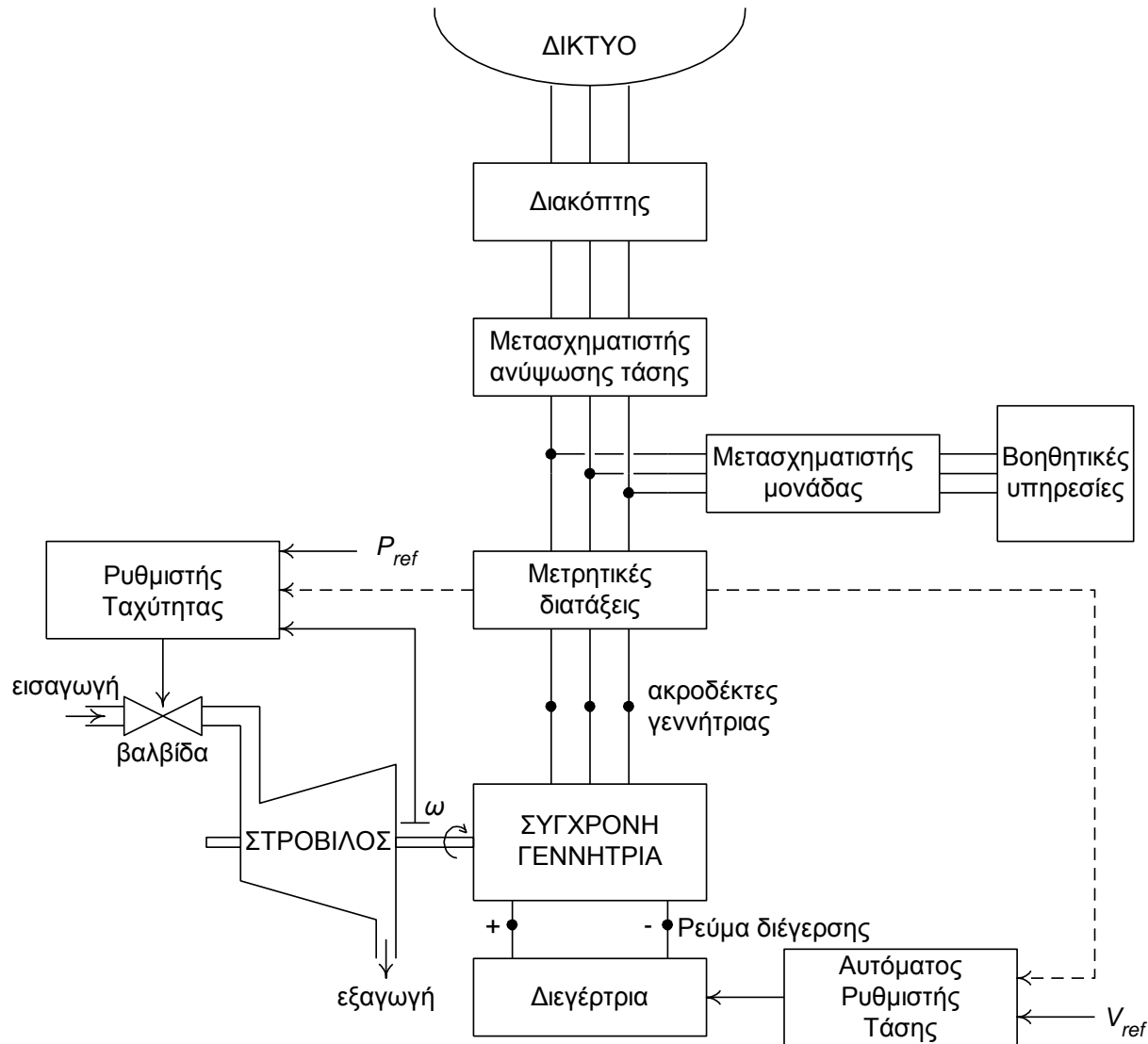
# **ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

- ***ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ (ΑΗΣ)***
- ***ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ (ΥΗΣ)***
- ***ΠΥΡΗΝΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ (ΠΣ)***





# ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

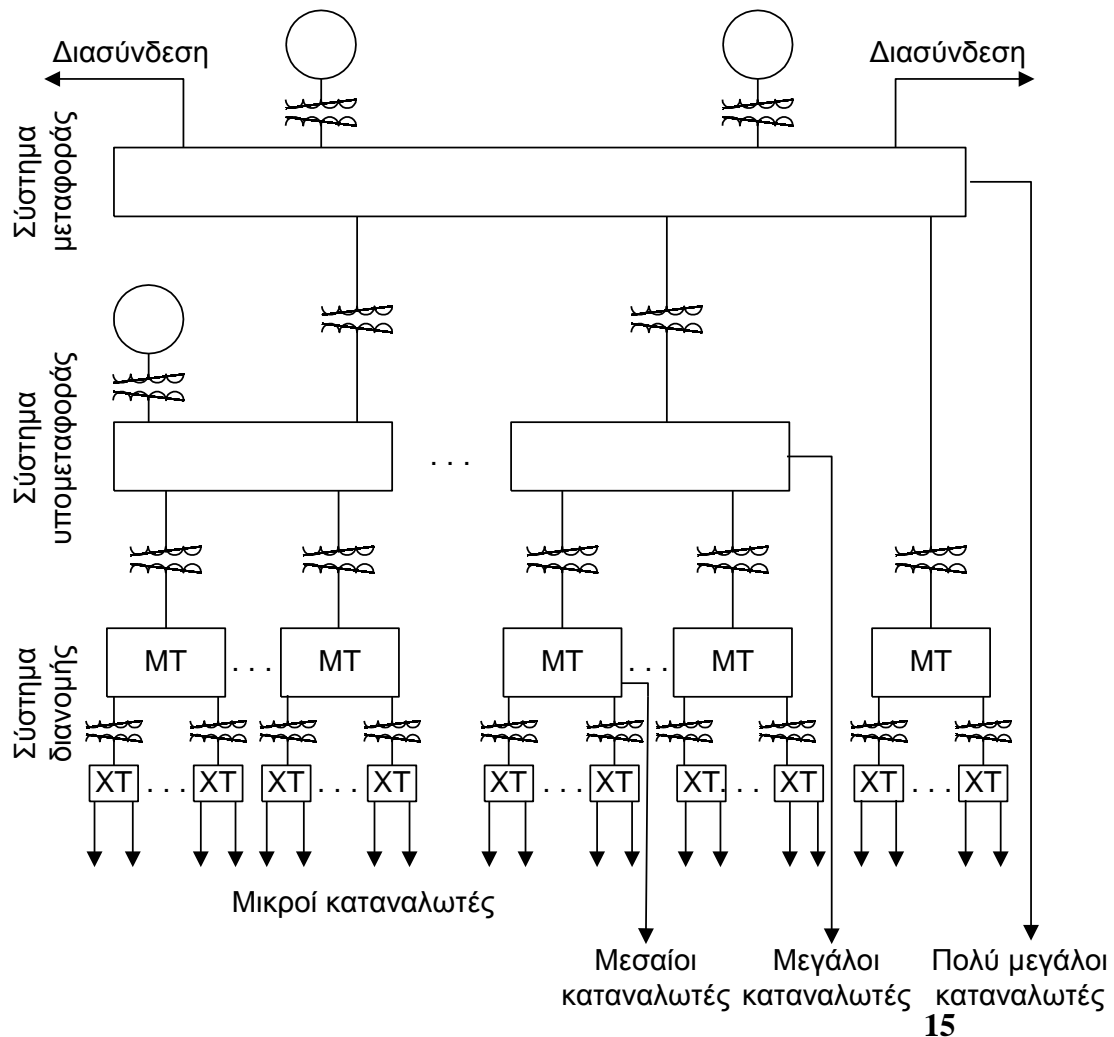


# ΔΟΜΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

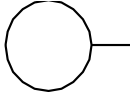
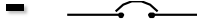


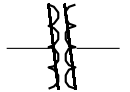

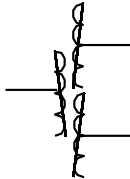


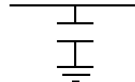







3. Σύστημα μεταφοράς

2. Σύστημα υπομεταφοράς

1. Σύστημα διανομής



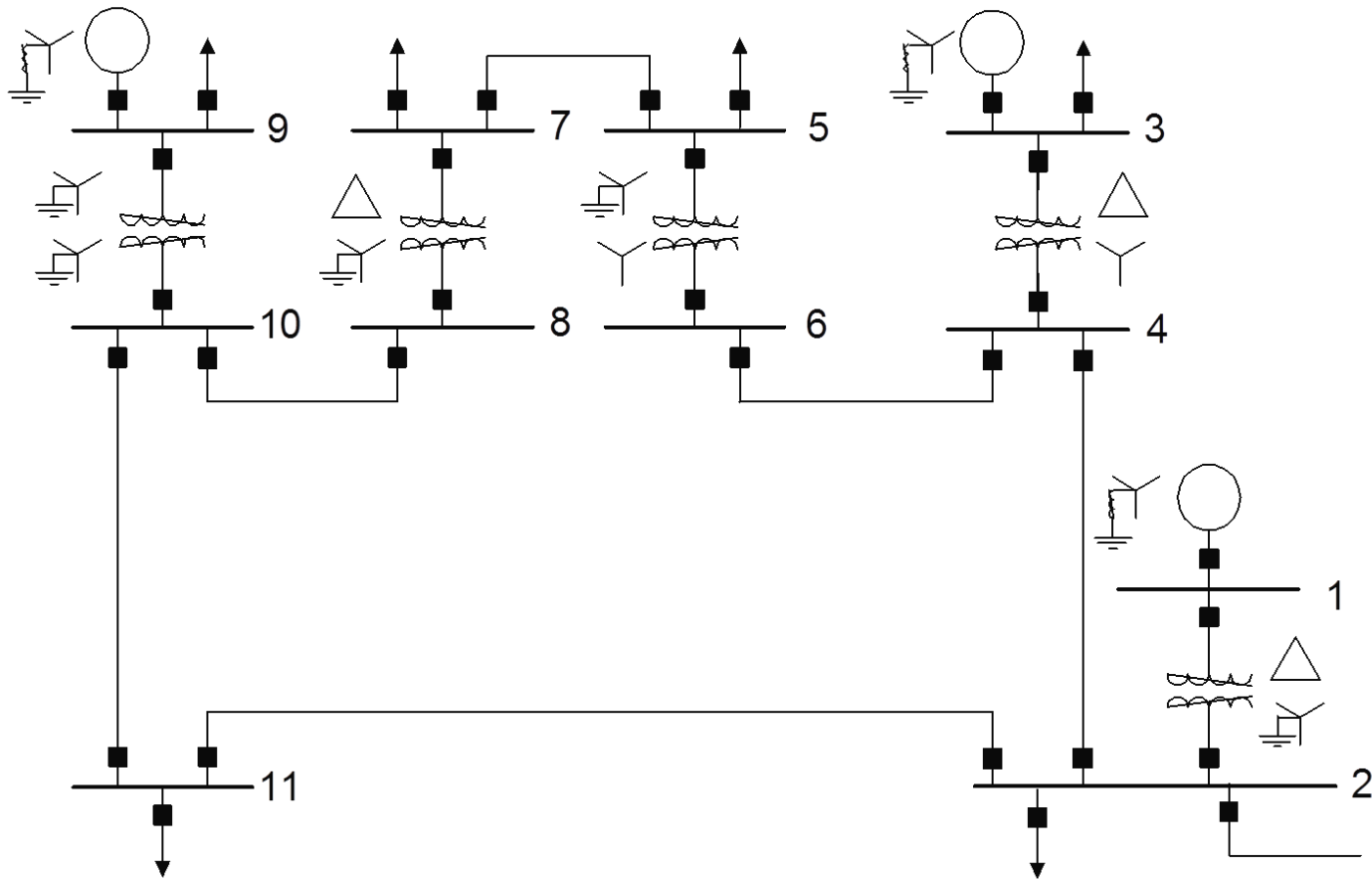
# ΣΥΜΒΟΛΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ ΕΝΟΣ ΣΗΕ

	Περιστρεφόμενη μηχανή		Αποζεύκτης
	Ζυγός		Ασφάλεια
	Μετασχηματιστής ισχύος 2 τυλιγμάτων		Αποσύνδεση
	Μετασχηματιστής ισχύος 3 τυλιγμάτων		Διακόπτης ισχύος
	Φορτίο		Πυκνωτής
	Μετασχηματιστής έντασης		Τύλιγμα συνδεσμολογίας αστέρα
	Μετασχηματιστής τάσης		Τύλιγμα συνδεσμολογίας τριγώνου
			Γη
			Τύλιγμα συνδεσμολογίας γειωμένου αστέρα
			Γραμμή μεταφοράς





# ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



# ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

## ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ-ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (Στοιχεία 31/12/05)

Είδος σταθμών Παραγωγής	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Ποσοστό	Καθαρή παραγωγή (GWh)	Ποσοστό
Λιγνιτικοί	5288	43.1%	32798	62.0%
Υδροηλεκτρικοί	3020	24.9%	6189	11.7%
Πετρελαϊκοί	2406	18.8%	9046	17.1%
Φυσ. Αερίου	1966	12.9%	4761	9.0%
Α.Π.Ε.	80	0.3%	106	0.2%
Σύνολο	12760	100%	52900	100%



# ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΣΤΑΘΜΟΙ	ΜΟΝΑΔΕΣ	MW
Πολύφυτο	3	375
Κρεμαστά	4	437.2
Καστράκι	4	320
Πλαστήρα	3	129.9
Λάδωνας	2	70
Άγρας	2	50
Εδεσσαίος	1	19
Λούρος	3	10.3
Πουρνάρι	6	333.6
Ασώματα	2	108
Σφηκιά	3	315
Στράτος	4	156.2
Γκιώνα	1	8.5
Πηγές Αώου	2	210
Μακροχώρι	3	10.8
Θησαυρός	3	300
Πλατανόβρυση	2	100
Μικροί ΥΗΣ	8	6.8
Σύνολο	56	2960.3



# ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

## ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΣΤΑΘΜΟΙ	ΜΟΝΑΔΕΣ	MW	Τύπος Καυσίμου
Αγ. Γεώργιος	2	360	Φυσ. Αέριο
Αλιβέρι	4	380	Μαζούτ
Πτολεμαΐδα	4	620	Λιγνίτης
Καρδιά	4	1200	Λιγνίτης
Αγ. Δημήτριος	5	1587	Λιγνίτης
Μεγαλόπολη	4	850	Λιγνίτης
Λαύριο	4	1197	Μζ./Φ. Αέριο
ΛΙΠΤΟΛ	2	43	Λιγνίτης
Αμύνταιο	2	600	Λιγνίτης
Μελιτης- Αχλαδας	1	330	Λιγνίτης
Ζάκυνθος	1	27	Diesel
<b>ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΚΡΗΤΗΣ</b>			
Λινοπεράματα	12	192.8	Μζ./Diesel
Χανιά	6	328.4	Μζ./Diesel
<b>ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΡΟΔΟΥ</b>			
Ρόδος	10	206	Μζ./Diesel
Σύνολο	60	7385.2	

Μζ: Μαζούτ



# ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (km)

## (Στοιχεία 31/12/07)

Δίκτυο	400 kV	150 kV	66 kV	DC 400 kV	Σύνολο
Εναέριο	2535	8043	39	107	10724
Υπόγειο	5	40.5	-	-	53
Υποθαλάσσιο	-	140	15	160	315
Σύνολο	2540	8231.5	54	267	11092



# ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ (km)

## (Στοιχεία 31/12/07)

Δίκτυο	22 kV, 20 kV, 15 kV, 6.6 kV	220 V	Σύνολο
Εναέριο	89706	98738	188444
Υπόγειο	7715	10082	17797
Υποθαλάσσιο	1056	2	1058
Σύνολο	98477	108822	207299



# ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΑΓΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (I)

## Ο φιλόδοξος στόχος:

*Να δώσει τη δυνατότητα σε κάθε καταναλωτή ηλεκτρικής ενέργειας να επιλέγει τον προμηθευτή του.*

## Προσδοκώμενα αποτελέσματα:

- *Βελτίωση ποιότητας ηλεκτρικής ενέργειας*
- *Ελάττωση κόστους ηλεκτρικής ενέργειας.*

## Τα προβλήματα:

- *Για να γίνει δυνατή η επιλογή του προμηθευτή από τον καταναλωτή απαιτείται η εξεύρεση και η εφαρμογή συμπληρωματικών λειτουργιών στην αγορά ηλ. ενέργειας.*
- *Η ποιότητα της ηλεκτρικής ενέργειας και οι φυσικοί περιορισμοί του συστήματος επιβάλλουν αυστηρές προδιαγραφές για την ασφαλή λειτουργία του.*



# ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΑΓΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (II)

## Ευρωπαϊκή οδηγία για την ενέργεια-Βασικές αρχές

- *Κάθετα οργανωμένες ηλεκτρικές εταιρείες, δηλ. εταιρείες που καλύπτουν και τους τρεις τομείς παραγωγής, μεταφοράς και διανομής, να καταστήσουν αυτούς τους τομείς ανεξάρτητους .*
- *Αποκλειστικά δικαιώματα εταιρειών να καταργηθούν.*
- *Όλοι οι πελάτες, ανεξάρτητοι παραγωγοί και οποιοσδήποτε παράγει ή εμπορεύεται ηλεκτρική ενέργεια να έχει πρόσβαση στο δίκτυο μεταφοράς.*





# ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΑΓΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (III)

Το ελληνικό θεσμικό πλαίσιο:

**ΡΑΕ :**

*Ανεξάρτητη αρχή που φροντίζει, εισηγείται και προωθεί την ύπαρξη συνθηκών ίσων ευκαιριών και υγιούς ανταγωνισμού και παρέχει άδεια λειτουργίας σε παραγωγούς, προμηθευτές και λοιπούς φορείς της αγοράς*

**ΔΕΣΜΗΕ:**

- *Διαχειριζόταν το σύστημα μεταφοράς και είχε την ευθύνη λειτουργίας, συντήρησης και ανάπτυξης του καθώς και πρόσβασης τρίτων σε αυτό*
- *Εκκαθάριζε την αγορά λειτουργώντας σαν ένα είδος χρηματιστηρίου που υπολόγιζε καθημερινά ποιος οφείλει σε ποιον.*



# **ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΑΓΟΡΑΣ** **ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (IV)**

**Το πρόσφατο ελληνικό θεσμικό πλαίσιο (N. 4001/2011):**

**ΑΔΜΗΕ:**

***Αναλαμβάνει τα καθήκοντα του διαχειριστή του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας.***

**ΔΕΔΗΕ:**

***Αναλαμβάνει τα καθήκοντα του διαχειριστή του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας.***

**ΛΑΓΗΕ:**

***Ο Λειτουργός Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας που ασκεί τις δραστηριότητες που ασκούσε ο ΔΕΣΜΗΕ εκτός εκείνων που μεταφέρθηκαν στον ΑΔΜΗΕ.***



# Βιβλιογραφία

- Όλα τα σχήματα, οι εικόνες και τα γραφήματα που παρουσιάστηκαν σε αυτή την ενότητα είναι από το βιβλίο «Εισαγωγή στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας», Γ.Β. Γιαννακόπουλος, Ν.Α. Βοβός, Εκδόσεις ΖΗΤΗ.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την 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.

