



**ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

# **Σχεδιασμός και Λειτουργία Συστημάτων ΑΠΕ**

**ΔΙΑΛΕΞΗ 01: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ**

**Δρ. Τριανταφυλλιά Νικολάου**

# Εισαγωγικές έννοιες

- **Ενέργεια:** ζωτικός ρόλος για τη διαβίωση, την τροφή, τη μεταποίηση, τη μεταφορά
- **Ενέργεια & Τεχνολογία:** σύμπλεγμα που χαρακτηρίζει την οικονομία και παραγωγική ικανότητα κάθε εποχής
- **Ενεργειακές Κρίσεις:** η ενέργεια ως εξαντλούμενος πόρος ζωτικής σημασίας αποτελεί αιτία γεωπολιτικών και οικονομικών κρίσεων
- **Ενέργεια & Κεφάλαιο-Υποδομή:** η μεγάλη ένταση κεφαλαίου και η σημασία της ενέργειας εξηγούν τη σημασία της οικονομικής βελτιστοποίησης και του μακροχρόνιου σχεδιασμού
- **Ενέργεια & Περιβάλλον:** οι σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, τοπικό και πλανητικό, περαιτέρω δικαιολογούν την ενεργειακή πολιτική, οικονομική βελτιστοποίηση και το μακροχρόνιο σχεδιασμό.

# Ορισμοί ενέργειας

- Ορισμός από τη Φυσική: πρωταρχική έννοια
- Τεχνολογικός Ορισμός: θερμικό ισοδύναμο – μετατροπή από μία ενεργειακή μορφή σε άλλη
  - Α' Θερμοδυναμικό Αξίωμα: διατήρηση ενέργειας στο κλειστό σύστημα (ποσότητα ενέργειας – μετατροπή)
    - Απόδοση ενεργειακού συστήματος: Έξοδος προς Είσοδο
  - Β' Θερμοδυναμικό Αξίωμα: κατά τις μετατροπές η ενέργεια υποβαθμίζεται και η εντροπία αυξάνει
    - Διαθέσιμη ενέργεια: μέγιστο μέρος της ενέργειας που μπορεί να μετατραπεί σε χρήσιμο έργο
- Οικονομικός Ορισμός: προϊόν με ανταλλακτική αξία ή θέληση για πληρωμή
- Ενεργειακό Προϊόν:
  - Ενσωματώνει ενέργεια προς διάθεση σε χρήση: αξία χρήσης και υποκατάστασης
  - Η χρήση αυτή, δηλαδή η μετατροπή ενέργειας, απαιτεί τεχνολογικό εξοπλισμό: κεφάλαιο

# Ενέργεια

- Η ενέργεια υπάρχει και συναντάται σε κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα και αποτελεί καθοριστικό παράγοντα της επιβίωσης και της ανάπτυξης του ανθρώπινου γένους, σ' όλη την ιστορική διαδρομή του πάνω στη γη
- Γίνεται κυρίως αισθητή εκ του αποτελέσματός της, που είναι γνωστό ως έργο και ευθύνεται για τις διάφορες μεταβολές που παρατηρούνται στον υλικό κόσμο
- Εμφανίζεται και χρησιμοποιείται με διάφορες μορφές όπως: κινητική, δυναμική, θερμική, χημική, φωτεινή, ηλεκτρική κ.λπ.
- Ο ενεργειακός τομέας της οικονομίας ασχολείται με μετατροπές της ενέργειας από τη μια μορφή στην άλλη

# Ταξινόμηση μορφών ενέργειας

- **Μηχανική (mechanical):** η ενέργεια της ελεύθερης κίνησης ενός σωματιδίου ή ενός σώματος σε ένα σύστημα
- **Θερμότητα (heat):** η ενέργεια της χαοτικής κίνησης και της αλληλεπίδρασης σωματιδίων σε μακροσυστήματα
- **Θερμική (thermal):** το ποσοστό της θερμότητας που μπορεί να απελευθερωθεί και να μετατραπεί σε άλλες μορφές ενέργειας δίνοντας θερμοκρασιακές μεταβολές
- **Ηλεκτρική ή ηλεκτροδυναμική (electric or electrodynamic):** η ενέργεια κάθε μορφής τακτικής κίνησης των ηλεκτρονίων στην ύλη
- **Βαρυτική (gravitational):** η δυναμική ενέργεια εντατικών καταστάσεων που προκύπτει από δυνάμεις αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα υλικά σώματα, οι οποίες οφείλονται στο μαγνητικό πεδίο της γης

- **Πυρηνική (nuclear):** η δεσμευμένη ενέργεια των πυρήνων που απελευθερώνεται κατά τη σχάση βαρέων πυρήνων και τη σύνθεση ελαφρότερων
- **Χημική (chemical):** η ενέργεια που εκλύεται κατά τις χημικές αντιδράσεις, σαν αποτέλεσμα της ανακατανομής των στοιβάδων ηλεκτρονίων στα μόρια
- **Ηλεκτροστατική-μαγνητική (electrostatic-magnetic):** η δυναμική ενέργεια ηλεκτρικά φορτισμένων ή μαγνητισμένων σωμάτων σε ηλεκτρικό ή μαγνητικό πεδίο
- **Ελαστική (elastic):** η ενέργεια ενός εντεταμένου ελατηρίου ή ενός συμπιεσμένου ρευστού σε σταθερή θερμοκρασία που οδηγεί σε αποθήκευση ενέργειας. Η ενέργεια αυτή απορρέει από ηλεκτρομαγνητικές, θερμικές και βαρυτικές αλληλεπιδράσεις.
- **Ηλεκτρομαγνητική (electromagnetic):** η ενέργεια που μεταφέρεται μέσω ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών

# Αξιολόγηση μορφών ενέργειας

- **Οι ανωτέρω μορφές ενέργειας διαφέρουν και αξιολογούνται σύμφωνα με τα παρακάτω κριτήρια:**
- τη διαθεσιμότητά τους και το ποσοστό των αποθεμάτων τους στη Γη
- την ικανότητα να ανανεώνονται τα αποθέματα αυτά
- την ικανότητα των αποθεμάτων αυτών (πρώτων υλών) να παράγουν ενέργεια (συγκέντρωση ισχύος)
- τη δυνατότητα να τις χρησιμοποιήσουμε απευθείας
- τη δυνατότητα να συσσωρευτούν (αποθηκευτούν) και να διατηρηθούν
- την ικανότητα να μεταφερθούν αποδοτικά σε μεγάλες αποστάσεις
- τη δυνατότητα να μετατραπούν σε μορφές που πρακτικά χρησιμοποιούνται
- τις κάθε είδους επιπτώσεις από τη χρήση τους

## Φυσικές πηγές ενέργειας και οι τιμές των αποθεμάτων τους (kWh)

Μη ανανεώσιμες πηγές  
(συνολικές ποσότητες αποθεμάτων στη γη)

Πυρηνική σύντηξη	$100.000.000 \times 10^{12}$
Πυρηνική σχάση	$547.000 \times 10^{12}$
Χημική ενέργεια οργανικών καυσίμων	$5.000 \times 10^{12}$
Εσωτερική θερμότητα γης	$134 \times 10^{12}$

## Φυσικές πηγές ενέργειας και οι τιμές των αποθεμάτων τους (kWh)

### Ανανεώσιμες πηγές (ετήσια ποσά)

Ηλιακή ενέργεια	$580.000 \times 10^{12}$
Ενέργεια κυμάτων	$70.000 \times 10^{12}$
Αιολική ενέργεια	$1.700 \times 10^{12}$
Ενέργεια ποταμών	$18 \times 10^{12}$
Ηλιακή ενέργεια συγκεντρωμένη στα ανώτερα ατμοσφαιρικά στρώματα (150 με 200 km) με τη μορφή ατομικού οξυγόνου και αζώτου	$0,012 \times 10^{12}$

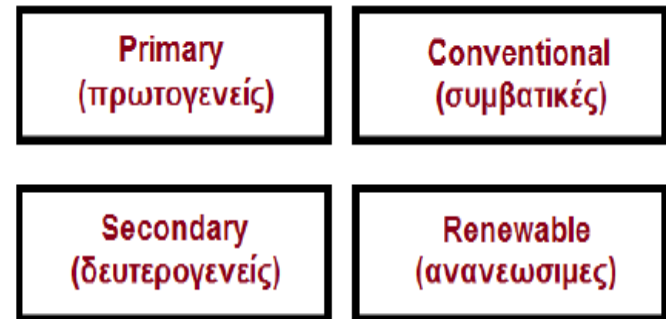
# Ομαδοποίηση μορφών ενέργειας

- **Οι παραπάνω μορφές ενέργειας μπορούν αν ομαδοποιηθούν ως εξής:**
- Μορφές φυσικών πηγών ενέργειας στη γη: πυρηνική, χημική, μηχανική, θερμική και ηλεκτρομαγνητική
- Πρακτικά χρησιμοποιούμενες μορφές ενέργειας: θερμική, μηχανική, ηλεκτρομαγνητική και ηλεκτρική
- Μορφές συσσώρευσης ενέργειας: βαρυτική, ηλεκτροστατική, μαγνητική, ελαστική

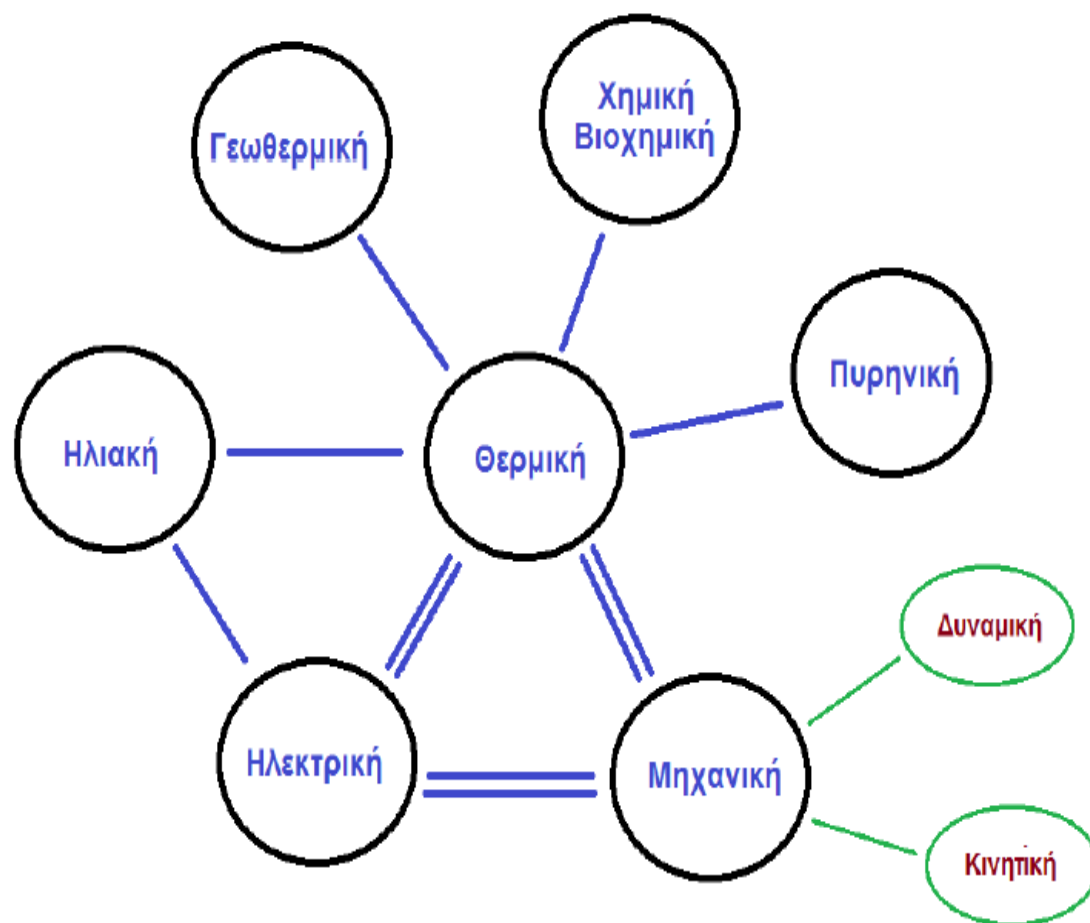
# Κατηγοριοποίηση πηγών ενέργειας

- **Fossil fuels (ορυκτά καύσιμα)**
- coal (γαιάνθρακες)
- petroleum (πετρέλαιο)
- natural gas (φυσικό αέριο)
- **Nuclear (πυρηνική)**
- fission (σχάση)
- fusion (σύντηξη)
- **Renewables (ΑΠΕ)**
- hydropower (υδροδυναμική)
- wind (άνεμος)
- sun (ήλιος)
- biofuels (βιοκαύσιμα)
- geothermal (γεωθερμία)

## Classification



# Μετατροπές μορφών ενέργειας (συνοπτικό διάγραμμα)



## Σχόλια

- Οι δυνατότητες για μετατροπές ενέργειας έχουν εξαντληθεί. Δεν είναι εύκολο να φανταστούμε άλλες μετατροπές από αυτές που φαίνονται παραπάνω
- Οι βασικότερες, απλούστερες, ασφαλέστερες και πιο αποδοτικές μέθοδοι μετατροπής μορφών ενέργειας έχουν ήδη δοκιμαστεί. Περαιτέρω έρευνα ή βελτιώσεις αποσκοπούν μόνο στην αύξηση της ικανότητας μετατροπής και παραγωγής ισχύος των παραπάνω μετατροπών.

## Βασικές έννοιες ενέργειας

- Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τους σταθμούς παραγωγής, διακρίνονται ανάλογα με την πρώτη ύλη που χρησιμοποιούν για την παραγωγή:
  - Οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη τον ατμό με ότι σημαίνει για την δημιουργία του δηλαδή χρήση άνθρακος, πετρελαίου και άλλων συμβατικών καυσίμων,
  - Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη το νερό,
  - Οι αεριοστροβιλο-ηλεκτρικοί σταθμοί χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη φυσικά αέρια,
  - Οι πυρηνικοί σταθμοί χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη την πυρηνική ενέργεια
  - Χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (αέρας, ήλιος, θάλασσα) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
  - Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στην πατρίδα μας είναι τριφασική συχνότητας 50 Hz 240/400 V.

## Σύνθεση παραγωγής

- Η τροφοδοσία στο δίκτυο γίνεται με συνδεδεμένες μονάδες ως εξής:
  - Μεγάλη ισχύς για επίπεδα υψηλής τάσης
  - Μικρή ισχύς για δίκτυα διανομής και
  - Τοπικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις 240/400 V.
- Η Διασύνδεση μας παρέχει την δυνατότητα να κατασκευάζουμε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πολύ μεγάλης ισχύος και την ελάττωση του αριθμού εφεδρικών εγκαταστάσεων. Οι καταναλωτές είναι διασυνδεδεμένοι έτσι εξομαλύνονται οι αιχμές ισχύος, γιατί η πιθανότητα ταυτόχρονης ζήτησης μειώνεται.

# Σύνθεση παραγωγής

- Η θέση των σταθμών παραγωγής προσδιορίζετε από τα εξής κριτήρια:
  - Περιοχές με νερό συνήθως προτιμώνται για την κατασκευή θερμοηλεκτρικών σταθμών για λόγους ψύξης. Επίσης πυρηνικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατασκευάζονται σε περιοχές με νερό.
  - Περιοχές με λιγνίτη και υδατοπτώσεις χρησιμοποιούνται για τοπική κατασκευή σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ενώ οι σταθμοί ψύξης αν δεν υπάρχει νερό γίνετε με ψυκτικούς πύργους.
  - Περιοχές πλούσιες σε λιθάνθρακα, πετρέλαιο και φυσικά αέρια είναι καλύτερα να μεταφερθεί η καύσιμη ύλη σε μεγάλες αποστάσεις ώστε να εξυπηρετηθούν άλλοι παράγοντες όπως η σύνδεση του σταθμού με το δίκτυο και η ψύξη.
  - Οικολογικοί λόγοι ενδέχεται να απορρίψουν την θέση εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

## Σύνθεση καταναλωτών

- Η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από τον βαθμό τεχνολογικής ανάπτυξης της περιοχής.
- Τα είδη των καταναλωτών μπορούν να διαχωριστούν σε κατηγορίες σύμφωνα με την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνουν:
- Βιομηχανική κατανάλωση
- Κατανάλωση από τα μέσα μεταφοράς
- Οικιακή κατανάλωση
- Γεωργική κατανάλωση

## Σύνθεση καταναλωτών

- Οι βασικές απαιτήσεις των καταναλωτών είναι:
- Αξιοπιστία και ποιότητα της παρεχόμενης ενέργειας.
- Ο πάροχος της ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να ανταποκρίνεται στην συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση.
- Η τιμολογιακή πολιτική του παρόχου πρέπει να δείχνει μία συνέχεια και να μη συμβαίνουν αυθαίρετες αυξήσεις.

# Ενέργεια + Οικονομία

- Μετά την πετρελαϊκή κρίση του 1973 αναδείχθηκε ο ιδιαίτερος οικονομικός ρόλος της ενέργειας και αναπτύχθηκε η επιστήμη της Ενεργειακής Οικονομίας, που περιλαμβάνει
  - Ενεργειακή Ανάλυση, Στατιστική και Σύστημα
  - Τεχνική-οικονομική βελτιστοποίηση ενεργειακών συστημάτων
  - Ανάλυση Ενεργειακής Πολιτικής και Στρατηγικής
  - Ενέργεια και Περιβάλλον: οικονομική ανάλυση και πολιτική
  - Οικονομικά για την ενέργεια σε ανταγωνιστικές αγορές
- Πώς γίνεται ένας κλάδος που παριστάνει 3-4% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος ή 5-8% της καταναλωτικής δαπάνης να δημιουργεί κρίση τέτοιας έκτασης και έντασης;
- Πώς γίνεται η τεχνολογία χρήσης και μετατροπής της ενέργειας να χαρακτηρίζει τεχνολογικά οικονομίες και εποχές;
- Πώς γίνεται το περιβάλλον της γης να κινδυνεύει από ολική καταστροφή λόγω της ενέργειας και η αποτροπή αυτής της εξέλιξης να απαιτεί τεράστιους οικονομικούς πόρους και τόσο μεγάλη αλλαγή;
- Γιατί πολιτικά και γεωπολιτικά είναι τόσο σημαντική η ενέργεια;

- Τριπλός ρόλος της ενέργειας: προϊόν για εμπόριο και κατανάλωση, κλάδος παραγωγής, συντελεστής παραγωγής και μάλιστα πρωταρχικός
- Δεν γίνεται απεριόριστη υποκατάσταση της ενέργειας με άλλα αγαθά ή υπηρεσίες, άρα η τυχόν σπανιότητα ή ακρίβεια της ενέργειας αφαιρεί οικονομικούς πόρους από τυχόν άλλη πιο αποδοτική χρήση (οικονομική κρίση)
- Η παραγωγή και χρήση της ενέργειας απαιτεί κεφάλαιο μεγάλης έντασης, άρα και υψηλές επενδύσεις
  - Μακροχρόνια δέσμευση στο κεφάλαιο – ρίσκο
  - Χαμηλές οικονομικές αποδόσεις
  - Μέρος του κεφαλαίου σε υποδομή κοινής χρήσης
- Η τεχνολογική εξέλιξη είναι αργή και μακροχρόνια, η ελαστικότητα εισοδήματος χαμηλή ενώ οι επιπτώσεις από τις ενεργειακές κρίσεις είναι άμεσες

# Ενέργεια ως Κοινή Ωφέλεια

- **Διπλή φύση της ενέργειας**
  - Αντικείμενο ανταγωνισμού επιχειρήσεων και κερδοσκοπίας
  - Υπηρεσία ζωτικής σημασίας για τη διαβίωση και την οικονομία, άρα η αδιάλειπτη παροχή σε ανταγωνιστικές τιμές είναι προς όφελος του δημοσίου συμφέροντος
- **Κοινή υποδομή –φυσικό μονοπώλιο**
  - Όταν δεν συμφέρει η ανάπτυξη παράλληλων και ανταγωνιστικών υποδομών
  - Παράδειγμα κοινά δίκτυα ηλεκτρισμού, αγωγοί φυσικού αερίου
- **Εξωτερικά κόστη σχετικά με την ενέργεια**
  - Περιβάλλον (τοπικό και πλανητικό)
  - Τεχνολογική πρόοδος
  - Δημόσιο αγαθό από διασφάλιση διαθεσιμότητας
  - Γεωπολιτική

# 3 Πυλώνες της Ενεργειακής Πολιτικής

## 1. Οικονομική ανταγωνιστικότητα

- Χαμηλό κόστος για την κατανάλωση σε επιχειρήσεις και νοικοκυριά
- Χαμηλό έμμεσο κόστος (π.χ. περιβάλλον) από τη χρήση και μετατροπή της ενέργειας
- Χαμηλό έμμεσο κόστος σχετικά με τεχνολογία και κεφάλαιο
- Χαμηλό έμμεσο κόστος ασφάλειας για την ενεργειακή παροχή

## 2. Ασφάλεια εφοδιασμού

- Αδιάλειπτη παροχή – αξιοπιστία
- Διασφάλιση επενδύσεων για μακρόχρονη διαθεσιμότητα προσφοράς
- Αποφυγή εμπάργκο
- Διατήρηση κοστοστρεφών τιμών ενέργειας
- Αποφυγή υπερτιμολογήσεων λόγω σπανιότητας

## 3. Προστασία περιβάλλοντος

- Τοπικό περιβάλλον: όξινη βροχή, σωματίδια, ποιότητα αέρα (π.χ. Πόλεις)
- Πλανητικό περιβάλλον: αέρια του θερμοκηπίου – κλιματική αλλαγή

# Οι Ενεργειακές Μορφές

- ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

- Όπως στη φύση (αργό πετρέλαιο, άνθρακας, λιγνίτης, ουράνιο, ήλιος, αέρας κτλ.)

- ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

- Ενέργεια ως αποτέλεσμα κάποιας μετατροπής πριν όμως την κατανάλωση.

- ΤΕΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ–ΠΡΟΪΟΝΤΑ-ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΦΟΡΕΙΣ

- Ενέργεια ενσωματωμένη στα προϊόντα όπως διανέμονται στους καταναλωτές.

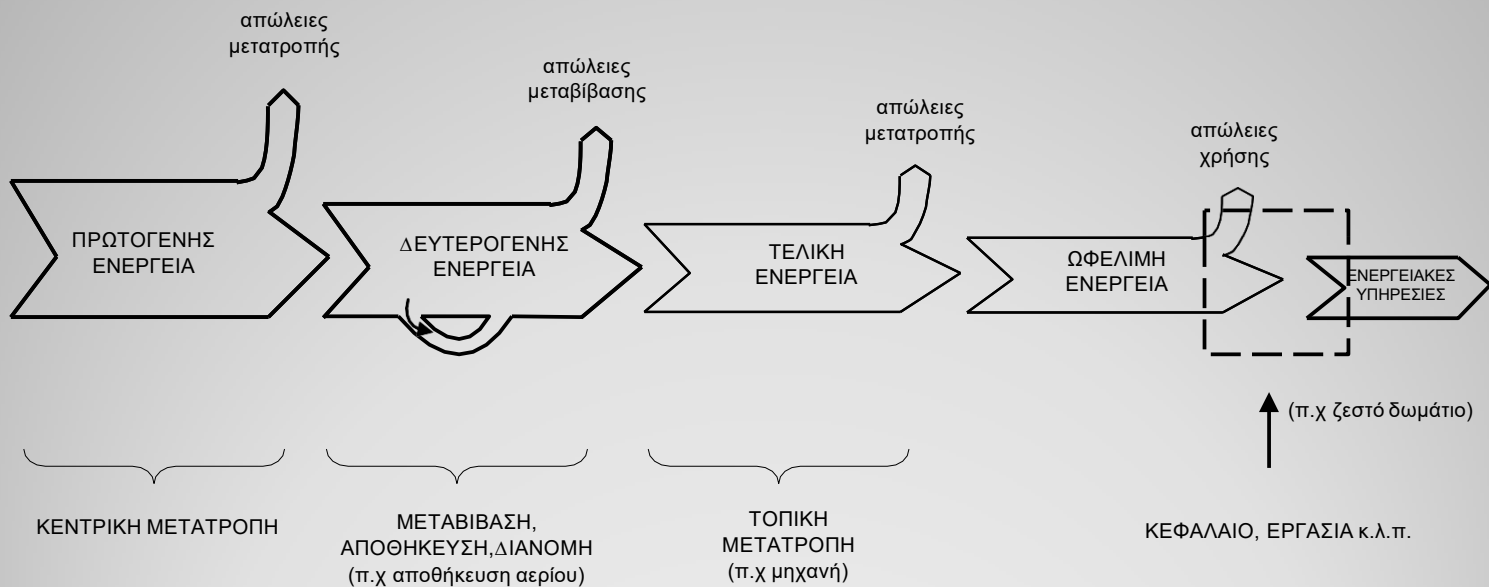
- ΩΦΕΛΙΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

- Μορφή της ενέργειας τελικά χρήσιμη στον καταναλωτή (μηχανική, θερμική κτλ.)

- ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

- Σειρά μετατροπών από την πρωτογενή έως την ωφέλιμη, κατά είδος.

# ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

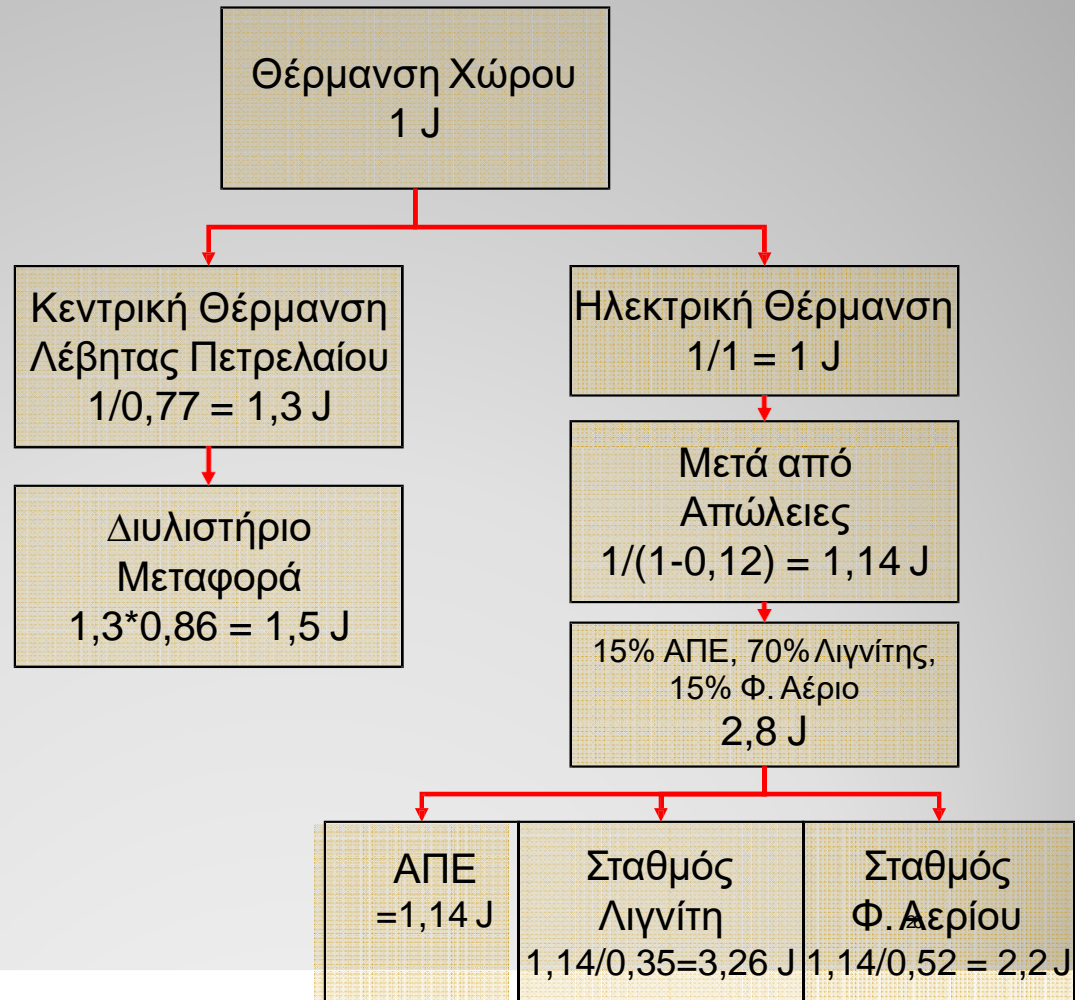


# Ενεργειακή Ανάλυση

Παραδείγματα Έννοιες	Προετοιμασία φαγητού	Μεταφορά με αυτοκίνητο	Θέρμανση σπιτιού
Ενεργειακή υπηρεσία	μαγειρεμένο φαγητό	Απόσταση μεταφοράς επιβάτη	ζεστό σπίτι
	θέρμανση δοχείου	κίνηση αυτοκινήτου	θέρμανση χώρου
Ωφέλιμη ενέργεια	απαιτούμενη θερμότητα	απαιτούμενη κινητήρια δύναμη	απαιτούμενη θερμότητα
	ηλεκτρική κουζίνα	μηχανή	κλίβανος
Τελική ενέργεια	απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια	απαιτούμενη βενζίνη	απαιτούμενο πετρέλαιο
	ηλεκτροπαραγωγή	δυλιστήριο	δυλιστήριο
Πρωτογενής ενέργεια	απαιτούμενος λιγνίτης	απαιτούμενο αργό πετρέλαιο	απαιτούμενο αργό πετρέλαιο

# Παράδειγμα Ενεργειακής Ανάλυσης

- Στην τελική χρήση η ηλεκτρική θέρμανση είναι ενεργειακά πιο αποδοτική
- Όμως στο συνολικό ενεργειακό σύστημα, η ηλεκτρική θέρμανση είναι σχεδόν διπλάσιας ενεργειακής σπατάλης
- Η συνολική απόδοση της ηλεκτρικής θέρμανσης βελτιώνεται με αντλία θερμότητας ή με συμπαραγωγή



# ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΠΡΩΤΟΓΕΝΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΗΓΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	
	ΦΥΣΙΚΑ	ΤΕΧΝΙΚΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ
<u>ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΕΣ &amp; ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΜΕΝΕΣ</u> (πετρέλαιο, κάρβουνο, ουράνιο, φυσικό αέριο)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• πυκνές</li> <li>• διαιρετές</li> <li>• εξαντλούμενες</li> <li>• γεωγραφικά συγκεντρωμένες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• οργάνωση σε δίκτυα και αγορές</li> <li>• συγκεντρωμένη μετατροπή και επεξεργασία</li> <li>• γενικής χρήσεως</li> <li>• χαμηλό σχετικά ύψος επενδύσεων</li> <li>• υψηλό κόστος χρησιμοποίησης (καύσιμα)</li> </ul>
<u>ΕΝΔΙΑΜΕΣΕΣ</u> (ξύλο, βιομάζα, γεωθερμία)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• λίγο πυκνές</li> <li>• λίγο συγκεντρωμένες</li> <li>• ανανεώσιμες μόνο βραχυπρόθεσμα ή μεσοπρόθεσμα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• τοπική χρήση και επεξεργασία</li> <li>• ειδικές χρήσεις εκτός από την παραγωγή ηλεκτρισμού</li> <li>• σημαντικές επενδύσεις</li> <li>• χαμηλό κόστος χρησιμοποίησης</li> </ul>
<u>ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΥΠΟ ΜΟΡΦΗ ΡΟΗΣ</u> (ήλιος, άνεμος)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• διάχυτες και μη ομαλής παροχής</li> <li>• ανανεώσιμες</li> <li>• δύσκολα αποθηκεύσιμες</li> <li>• ισοκατανεμημένες γεωγραφικά</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• τοπική χρήση και επεξεργασία εκτός από την παραγωγή ηλεκτρισμού</li> <li>• δωρεάν συλλογή αλλά ακριβή συγκέντρωση και αποθήκευση</li> <li>• υψηλό κόστος επενδύσεων αλλά χαμηλό κόστος χρησιμοποίησης</li> <li>• διακοπτόμενη παροχή ενεργείας</li> </ul>

## ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

### ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΙΜΟΙ:

καύσιμα, υδρογόνο

ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΙ: ζεστό

νερό σε δίκτυο ΜΗ

### ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΙΜΟΙ:

ηλεκτρισμός

# Μονάδες Μέτρησης Ενέργειας

- Από το Έργο στην Ενέργεια
  - 1 Joule: έργο δύναμης 1 Newton για μετακίνηση 1 m
  - $1 \text{ J} = 1 \text{ N}\cdot\text{m}$
  - 1 Joule: ενέργεια ηλεκτρικής ισχύος 1 W σε ένα δευτερόλεπτο
  - $1 \text{ J} = 1 \text{ W}\cdot\text{sec}$     ①     $1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$
  - $1 \text{ BTU} = 1,055 \times 10^3 \text{ J}$     (1 therm or th = 0,1 MBTU)
- Το calorie ορίζεται σαν το ποσό θερμότητας που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας ενός γραμμαρίου νερού από 14,5 °C σε 15,5 °C με κανονική ατμοσφαιρική πίεση.
- Η Βρετανική θερμική μονάδα ορίζεται σαν το ποσό θερμότητας που απαιτείται για την αύξηση μιας λίμπρας νερού κατά ένα βαθμό της κλίμακας Fahrenheit, όταν η θερμοκρασία είναι 39,2 °F.
- Οι μετατροπές μεταξύ των δύο γίνονται βάσει των σχέσεων
  - $1 \text{ Btu} = 252 \text{ cal}$      $1 \text{ cal} = 3.96825 \cdot 10^{-3} \text{ Btu}$

# Μονάδες Μέτρησης Ενέργειας

- Μετατροπή Ενέργειας – Θερμικό Ισοδύναμο
  - 1 cal: θερμότητα από 1° Celsius 1 cm<sup>3</sup> νερού
  - 1 kWh = 860 kcal
  - 3600 kJ = 860 kcal @      1 cal = 4,186 J
  - 1 BTU = 1,055 x 860 / 3600 kcal = 0,252 kcal
- Τόνος ισοδυνάμου πετρελαίου (τιπ ή toe)
  - 1 toe = 10<sup>10</sup> cal = 10 Gcal
  - 1 MWh = 0,086 toe ή 1 GWh = 0,086 ktoe
  - 1 toe = 41,86 GJ ή 1 Mtoe = 41,86 PJ
  - 1 toe = 39,678 MBTU
- Τόνος ισοδυνάμου άνθρακα (τια ή tce)
  - 1 toe = 7\*10<sup>10</sup> cal = 7 Gcal

Kilo 10<sup>3</sup>, Mega 10<sup>6</sup>, Giga 10<sup>9</sup>, Tera 10<sup>12</sup>, Peta 10<sup>15</sup>, Exa 10<sup>18</sup>

# Οι Ενεργειακοί Πόροι

- Οι ανανεώσιμες μορφές είναι ελάχιστα αξιοποιημένες ενώ οι μη-ανανεώσιμες μορφές εξαντλούνται σε ορατό χρονικό ορίζοντα.
- Τα αποθέματα επεκτείνονται αλλά ολοένα και σε υψηλότερη τιμή. Τα βεβαιωμένα αποθέματα είναι
  - άνθρακας (74%), πετρέλαιο (13%), αέριο (13%), ενώ η κατανάλωση είναι πετρέλαιο (47%), άνθρακας (32%), αέριο(17%)
  - **Άνθρακας**
    - αποθέματα  $40000 \times 10^{18} \text{ J}$  -  $60000 \times 10^{18} \text{ J}$
    - κατανάλωση  $140 \times 10^{18} \text{ J}$
    - RP ratio: 300 έτη – 450 έτη
  - **Πετρέλαιο**
    - αποθέματα  $10000 \times 10^{18} \text{ J}$  -  $26000 \times 10^{18} \text{ J}$
    - κατανάλωση  $200 \times 10^{18} \text{ J}$
    - RP ratio: 50 έτη – 130 έτη
  - **Φυσικό Αέριο**
    - αποθέματα  $12000 \times 10^{18} \text{ J}$  -  $30000 \times 10^{18} \text{ J}$
    - κατανάλωση  $120 \times 10^{18} \text{ J}$
    - RP ratio: 100 έτη – 250 έτη

# Οι Ενεργειακοί Πόροι

- Κατανάλωση:  $500 \times 10^{18}$  J/χρόνο ©      800 EJ το θ
- Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας
  - Ήλιος:  $1000 \times 10^{18}$  J/χρόνο
  - Γεωθερμία:  $1000 \times 10^{18}$  J/χρόνο
  - Άνεμος:  $1 \times 10^{18}$  J/χρόνο
  - Άλλα:  $1-2 \times 10^{18}$  J/χρόνο

Σενάριο εξέλιξης σημερινών τάσεων – Διεθνής Επιτροπή Ενέργειας του ΟΟΣΑ (IEA/OECD), World Energy Outlook 2005

Πλανήτης -σε EJ	2001	2010	2020	2030	% ετήσια μεταβολή	% Διάθρωση άρθρωση το 2001	% Δι το 2030
Σύνολο Πρωτογενούς Ενέργειας	422.4	532.0	661.5	784.6	2.16%	100%	100%
Άνθρακας και Λιγνίτης	100.8	132.9	150.4	183.6	2.09%	24%	23%
Πετρέλαιο	146.0	182.9	242.2	281.7	2.29%	35%	36%
Φυσικό Αέριο	80.7	120.9	165.3	197.9	3.14%	19%	25%
Πυρηνική ενέργεια	28.1	30.8	34.9	47.4	1.82%	7%	6%
Υδροηλεκτρική ενέργεια	9.7	11.5	13.1	14.5	1.39%	2%	2%
Βιομάζα και απόβλητα	56.8	52.0	53.5	54.3	-0.15%	13%	7%
Ηλιακή και Αιολική ενέργεια	0.3	0.8	2.1	5.1	10.36%	0%	1%

# Τα Ενεργειακά Προϊόντα

## • ΣΤΕΡΕΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

- Άνθρακας, λιθάνθρακας κ.τ.λ.
- Συσσωματώματα άνθρακα
  - Κωκ
  - Μπρικήττες
- Λιγνίτης

## • ΑΕΡΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

- Φυσικό αέριο
- Αέριο κωκεριών
- Αέριο υψικαμίνων
- Φωταέριο – Αέριο Πόλης

## • ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΦΟΡΕΙΣ

- Ηλεκτρισμός
- Διανεμόμενη Θερμότητα
- Υδρογόνο

## • ΥΓΡΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

- Αργό πετρέλαιο
- Αέριο διυλιστηρίων
- Υγραέριο LPG
- Diesel
- Βενζίνη
- Κηροζίνη
- Νάφθα
- Μαζούτ
- Νέφτι
- Λιπαντικά
- Άσφαλτος
- Κώκ πετρελαίου

## • ΥΓΡΑ αλλά μη ΠΕΤΡΕΛΑΪΚΑ

- Μεθανόλη
- Εθανόλη

# Το Ενεργειακό Ισοζύγιο

- Στατιστικό εργαλείο καταγραφής των ενεργειακών μεγεθών ενός συστήματος εντός ορισμένης χρονικής περιόδου
  - Μέτρηση των μεγεθών βάσει του θερμικού ισοδυνάμου
  - Σύστημα, π.χ. χώρα, βιομηχανία, κτίριο
  - Χρονική Περίοδος, π.χ. Ένα έτος
- Καταγραφή των ενεργειακών μεγεθών σε όλα τα στάδια μετατροπής της ενέργειας από την πρωτογενή της μορφή μέχρι την ωφέλιμη χρήση της
- Καταγραφή του τρόπου ισοσκελισμού των αναγκών με τις προμήθειες ενέργειας, ή της ζήτησης με την προσφορά ενέργειας © **Ισοζύγιο (ανάλογο του ισολογισμού)**
  - Το ισοζύγιο καταγράφεται χωριστά για κάθε μορφή ενέργειας
  - Κάθε μετατροπή ενέργειας καταγράφεται ως προς την ποσότητα εισόδου και την ποσότητα εξόδου της μετατροπής
  - Καταγράφονται και οι ανταλλαγές του συστήματος με άλλα συστήματα

# Ενεργειακό Ισοζύγιο Χώρας

ΕΝΤΕΡΓΕ ΑΚΘ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Χώρα..... Περιοχή..... Έτος.....	Στερεά Καύσιμα	Υγρά Καυσιμα	Αέρια Καύσιμα	Άλλα	Θερμότης	Ηλεκτρισμός
1. Ακαθάριστη Εγχώρια Παραγωγή	6081	11015	71	0	0	305
2. Δευτερογενής Μετατροπή-Εργαστ.						
2.1 Είσοδος	4855	12163+1635=13798				
2.2 Έξοδος	48	12043	12			2144
2.3 Απώλεια	0	421	35			399
<b>ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>						
3. Κατανάλωση Ενέργειας (τελική) (κλάδοι)	1274	8839 (73%)	48	0 <small>2006ΕΜΠ-ΣΗΜΜΗΥ</small>	0	2050 (17%)

# Προσφορά πρωτογενούς ενέργειας

- ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΗ ΕΓΧΩΡΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

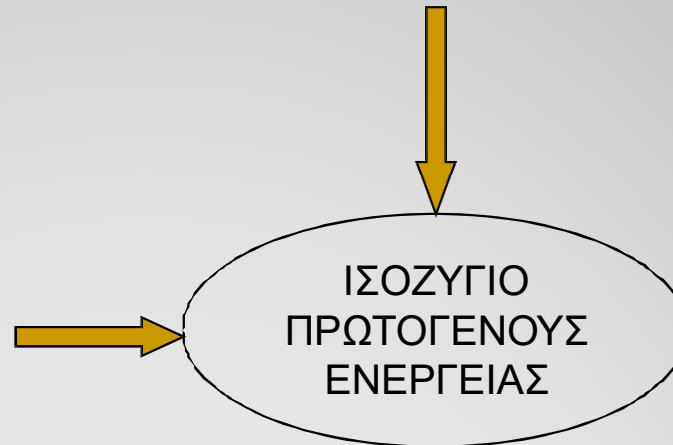
1. Παραγωγή πρωτογενών πηγών.
2. Προϊόντα ανάκτησης.
3. Εισαγωγές.
4. Εξαγωγές.
5. Μεταβολή αποθεμάτων.
6. Bunkers.

- ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΗ ΕΓΧΩΡΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

- Κατανάλωση συστημάτων μετατροπής ενέργειας
- Απώλειες Μεταφοράς και Διανομής της Ενέργειας
- Τελική Κατανάλωση Ενέργειας

1. Ακαθάριστη εγχώρια παραγωγή  
Προσφορά πρωτεγενούς ενέργειας - σύνολο

$$X_1 = X_{1.1} + X_{1.2} - X_{1.3} - X_{1.4} + X_{1.5} - X_{1.6}$$



# ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ

## 1. ΕΙΣΟΔΟΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΩΝ

1. Σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς.
2. Σε πυρηνικούς σταθμούς.
3. Σε εργοστάσια παραγωγής συσσωματωμάτων παραγωγής.
4. Σε κωκερίες.
5. Σε υψικαμίους.
6. Σε εργοστάσια φωταερίου.
7. Σε διυλιστήρια.
8. Σε σταθμούς οικιακής θέρμανσης.
9. Σε σταθμούς παραγωγής υδρογόνου.
10. Σε σταθμούς υγροποίησης άνθρακα.
11. Σε σταθμούς αεριοποίησης άνθρακα.

$$X_{2,1} = \sum_{i=1}^{11} X_{2,1,i}$$

## 2. ΕΚΡΟΕΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΩΝ

1. Θερμοηλεκτρικών σταθμών.
2. Πυρηνικών σταθμών.
3. Συσσωματωμάτων και μπρικεττών.
4. Κωκεριών.
5. Υψικαμίνων.
6. Εργοστάσια Φωταερίου.
7. Διυλιστηρίων.
8. Σταθμών οικιακής θέρμανσης.
9. Σταθμών παραγωγής υδρογόνου.
10. Σταθμών υγροποίησης άνθρακα.
11. Σταθμών αεριοποίησης άνθρακα.

$$X_{2,2} = \sum_{i=1}^{11} X_{2,2,i}$$

# Αώλειες Ενέργειας και σύνολο Δευτερογενούς

## 3. ΑΠΩΛΕΙΕΣ

1. Ιδιο-κατανάλωση ενεργειακού συστήματος
2. Απώλειες μεταφοράς και διανομής ενέργειας
3. Στατιστικές Ανταλλαγές

$$X_{2.3} = X_{2.3.1} + X_{2.3.2} - X_{2.3.3}$$

## 2. Σύνολο Δευτερογενούς Ενέργειας

1. Είσοδος Εργοστασίων Δευτερογενούς Μετατροπής
2. Έξοδος Εργοστασίων Δευτερογενούς Μετατροπής
3. Απώλειες

$$X_2 = X_{2.2} - X_{2.1} - X_{2.3}$$

# ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

## 1. ΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

1. Πετροχημεία
2. Άλλες μη-ενεργειακές χρήσεις (π.χ. άσφαλτος, λιπαντικά)

$$X_3 = X_{3.1} + X_{3.2}$$

$$X_{3.2} = X_{3.2.1} + X_{3.2.2} + X_{3.2.3}$$

## 2. ΤΕΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

### 1. Βιομηχανία

1. Σιδηρουργία.
2. Μη-σιδηρούχα.
3. Υλικά κατασκευαστών.
4. Χημική Βιομηχανία.
5. Χαρτί και πολτός.
6. Άλλες βιομηχανίες.

### 2. Μεταφορές

1. Αεροπορικές.
2. Οδικές.
3. Σιδηροδρομικές
4. Ναυτιλιακές.

### 3. Οικιακή και άλλα

1. Νοικοκυριά.
2. Γεωργία.
3. Αλιεία
4. Κτίρια Υπηρεσιών
5. Λοιπές Υπηρεσίες

# ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΖΗΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Διαθέσιμη Ενέργεια  
Κατανάλωση

$$X_3 = X_1 + X_{2.2} - X_{2.1} - X_{2.3}$$

$$X_3 = X_{3.1} + X_{3.2.1} + X_{3.2.2} + X_{3.2.3}$$

ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ

$$\begin{aligned} & X_{1.1} + X_{1.2} + X_{1.3} - X_{1.4} + X_{1.5} - X_{1.6} \\ & + \sum_i X_{2.2.i} - \sum_i X_{2.1.i} - X_{2.3.1} - X_{2.3.2} + X_{2.3.3} = \\ & X_3 + X_{3.2.1} + X_{3.2.2} + X_{3.2.3} \end{aligned}$$

Αυτή η σχέση ισχύει για  
κάθε ενεργειακό προϊόν.

Λύεται είτε ως προς:

εισαγωγές

πρωτογενή παραγωγή

δευτερογενή παραγωγή

Πολλαπλά

Παράγοντες  
Πολλαπλασιασμού

Πρόθεμα

Όνομα

Σύμβολο

$10^{18}$

exa

E

$10^{15}$

peta

P

$10^{12}$

tera

T

$10^9$

giga

G

$10^6$

mega

M

$10^3$

kilo

k

$10^2$

hecto

h

10

deca

da

$10^{-1}$

deci

d

$10^{-2}$

centi

c

$10^{-3}$

mili

m

$10^{-6}$

micro

μ

$10^{-9}$

nano

n

$10^{-12}$

pico

p

$10^{-15}$

femto

f

$10^{-18}$

atto

a

a μονάδων

# Μονάδες ενέργειας

- Go to Statistics Portal
- TONNE OF OIL EQUIVALENT (TOE)

	<b>kJ</b>	<b>Btu</b>	<b>kcal</b>	<b>kWh</b>	<b>toe</b>
<b>kJ</b>	1	0,9478	0,2388	$2,778 \times 10^{-4}$	$2,38 \times 10^{-8}$
<b>Btu</b>	1,0551	1	0,252	$2,931 \times 10^{-4}$	$2,52 \times 10^{-8}$
<b>kcal</b>	4,1868	3,9683	1	$1,163 \times 10^{-3}$	$10^{-7}$
<b>kWh</b>	3.600	3.411	859,84	1	$0.86 \times 10^{-4}$
<b>toe</b>	$4,187 \times 10^7$	$3,9683 \times 10^7$	$10^7$	11.630	1

Tonne of oil equivalent (toe) = ΤΙΠ  
Τόνος Ισοδύναμου Πετρελαίου

## Μονάδες ισχύος

	<b>KW</b>	<b>Btu/hr</b>	<b>Kcal/hr</b>	<b>HP</b>
<b>kW</b>	1	3.412	860	1,341
<b>Btu/hr</b>	$2,93 \times 10^{-4}$	1	0,252	$3,93 \times 10^{-4}$
<b>Kcal/hr</b>	$1,163 \times 10^{-3}$	3,9683	1	$1,56 \times 10^{-3}$
<b>HP</b>	0,7457	2.544	641,19	1

## Ενεργειακοί συντελεστές

Γαιάνθρακας	0,600 – 0,700 ΤΙΠ/τόνο
Λιγνίτης	0,140 – 0,380 ΤΙΠ/τόνο
Ντίζελ	1,032 ΤΙΠ/τόνο
Μαζούτ	0,956 ΤΙΠ/τόνο
Βενζίνη	1,051 ΤΙΠ/τόνο
Κηροζίνη	1,032 ΤΙΠ/τόνο
Υγραέριο	1,099 ΤΙΠ/τόνο
1 Βαρέλι Πετρελαίου (bl)	158,987 λίτρα
1000 m <sup>3</sup> Φυσικού Αερίου	0,8 – 0,9 ΤΙΠ

## B ΜΕΡΟΣ: ΑΣΚΗΣΕΙΣ

- **Άσκηση 1: Να γίνουν οι παρακάτω μετατροπές μονάδων:**

- α) 800 Mcal σε toe
- β) 0,6 toe σε J
- γ) 900 kcal σε kWh

- **Λύση**

- α)  $800 \text{ Mcal} = 800 * 10^3 \text{ kcal} = 800 * 10^3 * 10^{(-7)} = 0,08 \text{ toe}.$
- β)  $0,6 \text{ toe} = 0,6 * 4,187 * 10^7 \text{ kJ} = 0,6 * 4,187 * 10^7 * 10^3 \text{ J} = 2,51 * 10^{10}$
- γ)  $900 \text{ kcal} = 900 * 1,163 * 10^{(-3)} \text{ kWh} = 10,467 \text{ kWh}.$

## **B ΜΕΡΟΣ: ΑΣΚΗΣΕΙΣ**

- **Άσκηση 2: Μια αντλία θερμότητας καταναλώνει 18000 BTU ανά ώρα. Πόσων kW είναι;**
- **Λύση:**
- **$18000 \text{ BTU/h} = 18000 * 2,93 * 10^{-4}$   
 $\text{kW} = 5,274 \text{ kW}$**

## **B ΜΕΡΟΣ: ΑΣΚΗΣΕΙΣ**

**Άσκηση 3: Ένας καυστήρας δίνει 50.000 kcal/h. Αν ο λέβητας λειτουργεί 3 ώρες την ημέρα για 1 μήνα (30 ημέρες). Πόση θερμική ενέργεια σε kWh παράγει;**

**Λύση:**

$$50.000 \text{ kcal/h} = 50 \cdot 10^3 * 1,163 \cdot 10^{(-3)}$$

$$\text{kW} = 58,15 \text{ kW}$$

$$t_{\text{λειτουργία}} = 3 \text{ (h/d)} * 30 \text{ d/month} = 90 \text{ h/month}$$

$$E \text{ (kWh/month)} = 58,15 \text{ kW} * 90 \text{ h/month} = 5233,5 \text{ kWh/month.}$$