

## Ενεργειακή τεχνολογία

### Μονάδες:

Στον ηλεκτρισμό χρησιμοποιούνται:

$$\rightarrow \text{Joule (J)}: 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\text{με } 1 \text{ kcal} = 4,187 \text{ J}$$

$$\text{και } 1 \text{ Btu} = 0,252 \text{ kcal}$$

$$\rightarrow \text{Watt (W)}: 1 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} = 1 \text{ kg m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$$

$$\text{με } 1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$$

Προσόντες πως:

$$W = \text{J/s}, \quad Wh = 3600 \text{ J}$$

(δυνατότητα)

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ Mj} = 860 \text{ kcal} = 3412 \text{ Btu}$$

(ηπόψη)

Τα ορυτά καύσιμα μετρούνται σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ) ή toe.

$$\rightarrow 1 \text{ barrel} = 159 \text{ lt} = 136 \text{ kg}$$

$$\rightarrow 1 \text{ toe} \approx 10^6 \text{ kcal} = 42 \text{ GJ} = 40 \cdot 10^6 \text{ Btu} = 11,6 \text{ MWh}$$

### Ανανεώσιμες:

βιομάζα, αιολική, ηλιακή, υδραυλική, γεωθερμία, θαλάσσια

↓  
τελείωνει όταν  
περνάει η m

### Ορυτά:

πετρέλαιο, φυσικό αέριο, πυρηνική, άνθρακας

(ανανεώσιμες και μη με βάση τη χρονική υλίμαα)

Διτελεστής δυναμικότητας: (capacity factor).

$$\Sigma \Delta = CF = \frac{\text{ηλεκτρική ενέργεια που παραχθηκε σε μια χρονική περίοδο}}{\text{ηλεκτρική ενέργεια που θα παραγόταν αν το έργο δούλευε συνεχώς στη χρονική περίοδο με πλήρη ισχύ.}}$$

Παράδειγμα: -  $\rightarrow$  το πόσο χαλάσαμε πραγματικά

$$CF = \frac{5,5 \text{ MWh}}{1,7 \text{ kW} \times 8760 \text{ hr}} \approx 0,39$$

το μέγιστο δυνατό που θα μπορούσαμε να παραγάγουμε

## Βαθμοί απόδοσης:

$$P = (n) \text{ Ράδιοφωνο}$$

↓  
βαθμοί απόδοσης.

## Στο υψός μας:

1,7 kW/άτομο, στην αιχμή: 1,1 kW/άτομο

→ Για την Ελλάδα: 5,5 MW/άτομο

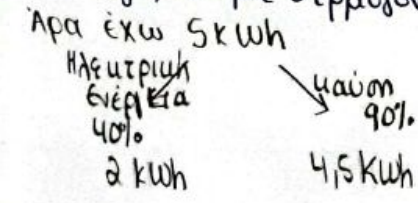
## Ηλεκτρική ενέργεια:

- Σε σταθμούς παραγωγής παράγεται ρεύμα από την ηλεκτρογεννήτρια με μια ορισμένη τιμή τάσης (66 kV).
- Η τιμή του ηλεκτρισμού ρεύματος για οικιακή χρήση ξεκινά από τα 0,09 € / kWh.
- Εκλύονται περίπου 0,875 kg CO<sub>2</sub> ανά παραγόμενη kWh.
- Η παραγωγή ενέργειας πρέπει να μεταβιβάζεται σωστά και να προσαρμόζεται στη ζήτηση.

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$$

## Παράδειγμα:

Έχω 1 kg φύλα με θερμικό δυνάμη 18 MJ



→ 1 kg πετρελαίου = 42 MJ

→ 1 toe = 42 GJ = 11,7 MWh

κάθε 2,5 kg φύλο ~ 1 kg πετρέλαιο σε θερμικό δυνάμη.

## Οικονομικά ηλεκτρικής ενέργειας:

1 kWh = 0,10 €

1 MWh = 100 € (αυτοί που την ζητούν πληρώνουν 40-50 € / MWh)

## Γεωθερμική:

1 MWh = 200 €

## Φωτοβολταϊκό:

1 MWh = 300 €

## Ανεμογεννήτρια:

1 MW → 3 GWh άρα θα βγάλει 300.000 € / MW

## Πετρέλαιο, Φ.Α., λιγνίτης:

1.000.000 € / MW

→ όσο μεγαλώνει το έργο, μικρότερο το κόστος

## Αιολική: (αιολική)

1.500.000 € / MW

→ το άνω όριο είναι 8,76 GWh το έτος (για οποιοδήποτε έργο)

**1 year = 8760h**

→ το φωτοβολταϊκό έχει άνω όριο 4,3 GWh το έτος.

Οι ανανεώσιμες πηγές έχουν μικρό σωτελεστή δυναμιότητας.

Βαθμοί απόδοσης:

Υδραυλικό:  $\eta = 0,85 - 0,94$

Άνεμος:  $\eta = 0,3 - 0,4$

Φωτοβολταϊκό:  $\eta = 0,15 - 0,20$

Λιγνίτης:  $\eta = 0,75 - 0,8$

Πυρηνικό:  $\eta = 0,9$ .

Πλεονέκτημα ηλεκτρισμού έρχω:

Μπορώ να αλλάζω πολύ εύκολα και βρήγορα μορφή.

Θερμομόνος δύναμη:

Λιγνίτη: 7

Ήλιου: 15

Ανθρακίτη: 40.

Με βάση τις χώρες:

Δανία => Αιολική

Ελλάδα => Λιγνίτης

Γαλλία => Πυρηνικά

Αλβανία / Νορβηγία => Υδροηλεκτρικά

Αλγερία => Φυσικό αέριο

Ιράν => Πετρέλαιο

Ισλανδία => Γεωθερμία.

Αιολική:

Άνεμος: (η ταχύτητα μεταβάλλεται σφαιρική του υψόμετρου).

Προαλείται από διαφορά θερμοκρασίας και από την περιστροφή της γης

→ 1<sup>η</sup> χρήση ναυσιπλοΐα.

→ 2<sup>ος</sup> ανεμόμυλος για παραγωγή ηλεκτρισμού κατασκευάστηκε το 1888 στο Οχάιο, απ' τον Charles Brush. Διάμετρος πτερωτής 17m και ιαύ 120w. (σήμερα 100-200 φορές μεγαλύτερης ισχύος)

## Beaufort:

Μετατροπή Beaufort σε μονάδες ταχύτητας (m/s)

$$V = 0,836 B^{3/2}$$

(τυπικό ύψος μέτρησης ταχύτητας ανέμου 2-10m).

→ τυπικό εύρος ταχυτήτων λειτουργίας ανεμογεννητριών: 3,5 - 25 m/s.

## Tunnel effect:

Όταν ο άνεμος βρει άνοιγμα, η ταχύτητα του αυτάνεται έως και 50 φορές.

## Hill effect:

Η ταχύτητα του ανέμου αυτάνεται στις κορυφές των λόφων.

## Θεωρητική ολική ισχύς:

$$P_0 = \frac{\rho \cdot L \cdot AV^2}{2t} = \frac{\rho AV^3}{2}$$

$\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$

## Ιδεατή ανεμογεννήτρια:

- 1) Άπειρο πλήθος πτερυγών, που δεν προκαλούν αντίσταση στη ροή του ανέμου.
- 2) Μηδενικές απώλειες κατά την μετατροπή της αεροδυναμικής ενέργειας σε ηλεκτρική.
- 3) Ομοιόμορφο πεδίο ροής ανέμου, οριζόντια διεύθυνση ταχυτήτων.

## Παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς:

με  $V_1$  ταχύτητα ανέμου που μειώνεται σε  $V_2$  μετά την ανεμογεννήτρια (ΑΓ)

$$P = \frac{dE}{dt} = \frac{\rho A \cdot V_A^3 (\alpha^2 - \beta^2)}{2}$$

και  $V_A$  η ταχύτητα στην ΑΓ

ισχύει  $V_1 = \alpha V_A$  και  $V_2 = \beta V_A$

$\alpha > 1$  και  $\beta \leq 1$  (αφού  $V_1 \geq V_A \geq V_2$ )

## Θεωρητικά παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς:

$$P = 2\rho A V_1^3 (\alpha^2 - \alpha^{-3})$$

## Συντελεστής ισχύος: (≤ όριο Betz)

$$c = \frac{P}{P_0} = 4(\alpha^2 - \alpha^{-3})$$

Ο μέγιστος συντελεστής ισχύος ονομάζεται όριο Betz:

$$c_{\max} = 2 \left(\frac{2}{3}\right)^3 = \frac{16}{27} = 0,593$$

## Μέγιστη παραγόμενη ισχύς:

$$P_{\max} = \left(\frac{2}{3}\right)^3 \cdot \rho \cdot A \cdot V_1^3 = 0,296 \rho A V_1^3$$

→ Μια ανεμογεννήτρια δεν λειτουργεί σε όλο το φάσμα ανέμου, για να αρχίσει να λειτουργεί θέλει τουλάχιστον 3,5m/s ταχύτητα ανέμου. Όριο ασφαλείας 25m/s, μετά κλείνει αυτόματα.

Πλεονεκτήματα αιολικής ενέργειας:

- 1) Τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική, χρήσιμη και τυποποιημένη, με χαμηλό λειτουργικό κόστος.
- 2) Αμελητέες επιδράσεις στην πανίδα και ελάχιστες απαιτήσεις γης.
- 3) Συμβάλλει στην αποεξάντρωση του ενεργειακού συστήματος και την μείωση των απωλειών μεταφοράς ενέργειας
- 4) Βασική συνιστώσα στα υβριδικά συστήματα.

Μειονεκτήματα αιολικής ενέργειας:

- 1) Απρόβλεπτη διακύμανση της παραγόμενης ενέργειας (μη διαχειρίσιμη πηγή ενέργειας).
- 2) Ευεμπόμενος θόρυβος από τα μηχανικά τμήματα και την περιστροφή των πτερυγίων.
- 3) Οπτική όχληση (όρατες από απόσταση).
- 4) Θάνατος πουλιών από πρόσκρουση σε ανεμογεννήτριες.
- 5) Αλλοίωση ορεινού τοπίου, λόγω της κατασκευής οδικών έργων σε απρόσιτες περιοχές.

Ηλιακή ενέργεια:

Ήλιος:

Είναι μια πυραυλωμένη αεριώδης μάζα που αποτελείται κυρίως από υδρογόνο και ήλιο. (τυπικό αστέρι του γαλαξία μας).

→ Βλέπουμε συμπεριμένα μήκη κύματος (οπτικό φάσμα) που εκπέμπονται απ'την φωτόσφαιρα. Ορατή είναι το 39% της ηλιακής ακτινοβολίας (400-700nm).

Ηλιακή σταθερά:

Το άνω όριο που μπορεί να πάρει κάποιος απ'τον ήλιο.

$I_r = 1367 \text{ W/m}^2$

(ισχύς ηλιακής ακτινοβολίας στη Γη)

Ακτίνα φωτόσφαιρας:

$R_{\phi} = 0,7 \cdot 10^6 \text{ km}$

⊗ Όλες οι χώρες του κόσμου ετήσιας έχουμε ίσο αριθμό ημέρας και νύχτας, απλά διαφορετικά καταγεγραμμένες.

Ίσημερίες:

γωνία πρόσπτωσης:  $\alpha = 90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$

Χειμερινό ηλιοστάσιο:

γωνία πρόσπτωσης:  $\alpha = 90^\circ - (40^\circ + 23,5^\circ) = 26,5^\circ$

Θερινό ηλιοστάσιο:

γωνία πρόσπτωσης:  $\alpha = 72^\circ$

## Παράδειγμα:

Τα  $0,2 \text{ kWh/m}^2$  ( $200 \text{ Wh/m}^2$ )  $\rightarrow$   $1 \text{ kWh/m}^2$  έτος

$$0,2 \text{ kWh/m}^2 \times 5760 = 1152 \text{ kWh/m}^2/\text{y}$$

Αυτό φτάνει  
σε κάθε  $1 \text{ m}^2$

ώρες που  
έχει ο  
χρόνος

## Άμεση ακτινοβολία:

Η ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της γης χωρίς να σκεδαστεί στην ατμόσφαιρα.

Εξαρτάται από:

- 1) την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα.
- 2) το ύψος του ήλιου.
- 3) την απόσταση του ήλιου.
- 4) το υψόμετρο της θέσης.
- 5) την κλίση της επιφάνειας.

## Διάχυτη ακτινοβολία:

Η ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της γης αφού έχει αλλάξει η διεύθυνσή της από ανάκλαση ή σκέδαση στην ατμόσφαιρα.

## Παθητικά συστήματα:

Ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση του ήλιου για θέρμανση και φωτισμό. Λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα και δεν παράγουν πρόσθετη ενέργεια. (τοιχος Trombe, θερμοκήπιο).

## Ενεργητικά συστήματα:

Χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για την θέρμανση αξιοποιώντας ηλιακή ενέργεια. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα ηλιακά πλαίσια.

ηλεκτρικό

φωτοβολταϊκό

θερμικό

ηλιακοί συλλέκτης  
(θερμοσίφωνας)

## Φωτοβολταϊκό φαινόμενο:

Η σιλικόνη, εμπορική τεχνολογία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας, βασίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο.

Αφορά την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (1839 Becquerel)

$\rightarrow$  Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι σιλικόνη από άμορφο ή κρυσταλλικό πυρίτιο.

Βαθμός απόδοσης: (άνω όριο το 0,31)

Δεν ξεπερνάει το 20%

$\rightarrow$  όσο περνάει τα χρόνια ο βαθμός απόδοσης μειώνεται.

## Κόστος:

$1000 \text{ €}/\text{kWh}$ , με  $90 \text{ €}/\text{MWh}$   $\rightarrow$   $13,5 \text{ €}/\text{year}$ .

Κόστος για τα φωτοβολταϊκά:

300€ / MWh και ισχύς 2,5GW

→  $2,5GW \cdot 1hr = 25GW \cdot (300-90) = 500.000 \text{ €/h}$

Φωτοβολταϊκά πλαίσια:

- Ονομαστική ισχύς: 250W
- Απόδοση ΦΒ γεννήτριας: 13,4%
- Θερμοκρασιακός συντελεστής ισχύος:  $-0,44\%/^{\circ}C$
- Διαστάσεις: (Μήκος x Πλάτος x Ύψος)
- Επιφάνεια πλαισίου: (Μήκος x Πλάτος)

Πρέπει  $A \cdot \eta = 1$

↑ επιφάνεια      ↓ βαθμός απόδοσης

→ Οι αμυδρές των φωτοβολταϊκών μειώνουν από το φ και φτάνουν στα 1000W/m<sup>2</sup> (από ξυδί και πάνω παραμένουν σταθερές).

⊕ Παραδείγματα ααθητη

Υδραυλική ενέργεια:

Υδροηλεκτρική ενέργεια = σύστημα διαδοχικών ενεργειακών μετασχηματισμών.

Δυναμική ενέργεια:

$E_{\Delta} = m \cdot g \cdot H = \rho \cdot g \cdot V \cdot H = \gamma \cdot V \cdot H$

↓  $10000 \text{ kg/m}^3$       ↓ ολικό ή αδροιστικό ύψος πτώσης.

Υδραυλική ενέργεια:

$E_{\text{υδρ}} = E_{\Delta} - \Delta E_{\text{υδρ}} = \gamma \cdot V \cdot (\Delta H)$

↑ υδραυλικές απώλειες κατά την προσαρμογή του Ηαθ στους στροβίλους.

με  $\Delta H = H - H_n$       ↓ καθαρό ύψος πτώσης

⇒  $E_{\text{υδρ}} = \gamma \cdot V \cdot H_n$

Κινητική στροβίλου και ηλεκτρική γεννήτριας:

$E = \eta \cdot E_{\text{υδρ}} = \eta \cdot \gamma \cdot V \cdot H_n$

↓ βαθμός απόδοσης στροβίλου.

## Απώλειες Ενέργειας:

Υδραυλικές απώλειες  $\Delta H = H - H_n$

με  $\Delta H = f \cdot L + h_f$

↓ Τοπικές απώλειες.

→ ο βαθμός απόδοσης μπορεί να φτάσει  $\eta = 90\%$ . (έτσι επιτυγχάνεται αξιοποίηση πολύ μεγάλου ποσοστού του διατιθέμενου υδροδιαμετρώ) )

## Παροχή λειτουργίας στροβίλων:

$Q = 1000 \cdot V / 3,6 \cdot T$

( $m^3/s$ )

## Μέση ετήσια παραγόμενη ενέργεια:

$E = n \cdot \gamma \cdot V \cdot H_n / 3600$

( $GWh$ )  $9,81 kN/m^3$

## Απαιτούμενη ισχύς υδροστροβίλου:

$P = 1000 \cdot E / T$

( $MW$ )

→ το επιλέξαμε εμείς με βάση τις ανάγκες μας

## Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα:

Τα υδροηλεκτρικά λειτουργούν λίγες ώρες τον χρόνο για να πουλήσω αμύδια σε ώρες αιχμής (μεγάλο κέρδος).

Θα έχω μεγάλη ισχύ, άρα ανάγκη για μεγάλη γεννήτρια  $\Rightarrow$  μεγάλο κόστος κατασκευής επίσης όταν έχω μεγάλη παροχή χρειάζομαι και μεγάλο διάμετρο και μεγαλύτερο αμψό πτώσης.

## Υδροηλεκτρικά έργα και φράγματα:

### Τύποι στροβίλων:

Ροή στην ατμόσφαιρα  
Pelton (HT) μεγάλη υψοπέδηση  
Cross flow

Ροή υπό πίεση  
Francis (QT) μεγάλο εύρος παροχών  
Kaplan



βαθμοί απόδοσης: (στροβίλου)

Δεν είναι σταθερός ούτε μπορεί να υπολογιστεί αναλυτικά. (εμβασηριαυέι μετρήσει)

Αντλησιοταμίευση:

Τα συστήματα αντλησιοταμίευσης αποθηκεύουν την περίσσεια ενέργειας, κάνοντας ποσοστό της τάξης του 30%

Μοναδική τεχνική αποθήκευσης ενέργειας στη μεγάλη κλίμακα.

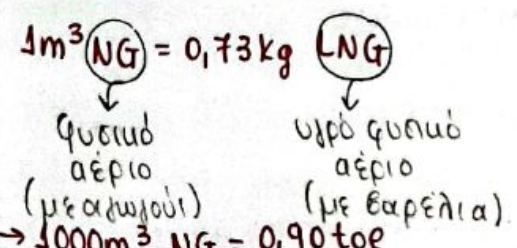
Ορυκτά καύσιμα:

→ 1 m<sup>3</sup> = 6,2898 barrels

1 barrel = 159 Jt (ορθού πετρελαίου)

→ 1 toe => 11,7 MWh ηλεκτρική ενέργειας (δεδομένου ότι η=40%)

1 toe => 4,4 MWh



Λιγνίτης:

Ο λιγνίτης μας δεν είναι καλός (δεν αξίζει να τον μεταφέρω) => μικρή θερμοδυναμική δύναμη.

→ Γι' αυτό φτιάχνουμε εργοστάσια δίπλα στο υάτασμα.

→ Η καύση του θα μας δώσει CO<sub>2</sub>

Φυσικό αέριο:

Το φυσικό αέριο έχει μεγάλη θερμοδυναμική δύναμη (54.400 kJ/kg).

→ Η καύση του θα μας δώσει CO<sub>2</sub>

Τέφρα:

→ Κάνω ενώσεις του ορείου και βγάξω κάποια στάκτη (τέφρα) => η Ε.Ε βάζει κάποια όρια.

Βαθμοί απόδοσης:

Ο μικρότερος βαθμός απόδοσης που θα βρούμε είναι 0,8  
↓  
στα ορυκτά καύσιμα

## Παραγωγή CO<sub>2</sub> απ' την καύση:

Για την καύση 1kg C απαιτούνται α  $\frac{16}{12}$  kg O<sub>2</sub> και φυλύνεται  $\frac{44}{12}$  kg CO<sub>2</sub>

Σε 10t πετρελαίου:

έχουμε

φυλύνονται

0,69 kg C

2,5 kg CO<sub>2</sub>

Είναι 1-1  
↓ αναλογία

0,7 kg CO<sub>2</sub>

ανά MWh

## Οικονομικά στοιχεία:

- Όταν παράβεις CO<sub>2</sub> πληρώνεις.
- Βάζουμε εμπόριο ρύπων 20€
- Καθημερινά φυλνέουμε 1kg CO<sub>2</sub> => Θα έπρεπε να πληρώναμε 8€

Το CO<sub>2</sub> δεν είναι ρύπος (δεν συοτώνει), αλλά αέριο του θερμοκηπίου.

↓  
υψίσειναι  
οι υδρατμοί

## Παιέτο 20-20-20:

Με στόχο την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής έδεσε 3 στόχους για το 2020.

- 1) Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 20%
- 2) Συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε 20%
- 3) Μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά τουλάχιστον 20% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.  
Δεν μπαίνουν τα μεγάλα υδροηλεκτρικά μας

## Γαϊάνθρακας:

Είναι συληρό οργανικό υλικό που σχηματίστηκε σε στρώματα μέσα σε αποθέσεις ιζημάτων.

↓  
οργανικό υλικό φυτών  
που στερεοποιήθηκαν

↓  
ανόργανα υλικά  
σε ποσοστό 10-30%

Με την θέρμανση του γαϊάνθρακα απελευθεώνονται CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> και υδρατμοί.

→ Παλαιότερος σχηματισμός: ανθρακίτης με θ.δ. 32 MJ/kg → 8,9 kWh/kg.

→ Νεότερος σχηματισμός: λιγνίτης με θ.δ. 19 MJ/kg → 5,3 kWh/kg.

## Σχηματισμός γαϊάνθρακα:

- 1) Πριν απ' τους δεινοσαύρους πολλά θιγάντια φυτά θάβηταν στις βάλτους
- 2) Για πολλά εκατομμύρια χρόνια τα φυτά ήταν θαμμένα κάτω από H<sub>2</sub>O και λάσπη
- 3) Η θερμότητα και η πίεση μετέτρεψαν τα θαμμένα φυτά σε άνθρακα.

Πετρέλαιο:

Πετρέλαιο ονομάζεται μια μεγάλη ποσότητα υδρογονανθράκων που περιλαμβάνει το πετρέλαιο, την πίσσα και την παραφίνη.

↓  
θαλάσσια φυτά που  
δάφτησαν σε αποθέσεις  
ιζημάτων.

→ Η άσφαλτος χρησιμοποιείται ως στεγανωτικό.

Το 1970 ξεκίνησε η πετρελαϊκή κρίση.

→ Το αρχικό πετρέλαιο που αυτλείται περιέχει μίγμα υδρογονανθράκων, λάσπη και διάφορες άλλες προσμίξεις (πχ. θείου) → Αυτά καθορίζουν την ποιότητα του.

Φυσικό αέριο:

Είναι μείγμα υδρογονανθράκων και άλλων αερίων και αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (85-95%). → Η σύστασή του διαφέρει στα διάφορα κοιτάσματα

Το φυσικό αέριο βρίσκεται:

- 1) στο πάνω μέρος κοιτασμάτων πετρελαίου.
- 2) διαλυμένο μέσα στο πετρέλαιο.
- 3) σε πολύ βαθιές αποθέσεις ανεξάρτητα από κοιτάσματα πετρελαίου.

Σχηματισμός φυσικού αερίου:

- 1) Μικρά θαλάσσια φυτά και ζώα δάφτησαν στον πυθμένα των ωκεανών. Σταδιακά καλύφθηκαν από στρώματα λάσπης και άμμου.
- 2) Με την πάροδο εκατομμυρίων ετών τα υπολείμματα θάβονται βαθύτερα. Η μεγάλη θερμότητα και πίεση τα μετέτρεξε σε πετρέλαιο και αέριο.
- 3) Διήμερα οι δεικνήσεις δίνονται διαμέσου στρωμάτων άμμου, λάσπης και θράκων για να φτάσουν στους θρακώδεις σχηματισμούς που περιέχουν πετρέλαιο και αέριο.

Φυσικό ουράνιο:

Βρίσκεται σε πυριδενή πετρώματα και ειδικότερα στο βρανίτη.  
→ Η σχέση 1kg ουρανίου ⇒ παράγει ενέργεια 80TJ ≈ 2000 toe. ⇒ 50€

Βρίσκονται σε 5 χώρες: (τα μισά απ' τα αποθέματα)

Αυστραλία, Καζακιστάν, Καναδάς, Ρωσία και νότια Αφρική.

→ Η συνολική εξημετέστημένη ισχύς των πυρηνικών σταθμών είναι περίπου 380 GW.  
→ Απόδοση: 33-36%.

Στα πυρηνικά το παιχνίδι είναι η τεχνολογία και όχι το καύσιμο  
Γρήγορα τα απόβλητα.

## Πόσους τόνους ισοδύναμου πετρελαίου θέλει να δέ μεγάλη τον χρόνο;

Ελλάδα: 3,31 toe (40% φυσικό, 25% ηλεκτρισμός)

Κόσμος: 1,61 toe

→ Η Ελλάδα την μέρα φοδεύει 400.000 βαρέλια πετρελαίου. (έχει στη θάλασσα)

→ Το ζύλο έχει διπλή θερμότητα δύναμη απ' τον λιγνίτη.

Πετρέλαιο: μέση αμεταβολή

Φυσικό αέριο: Ρωσία και Ολλανδία.

Υδροηλεκτρισμός: Αλβανία, Νορβηγία (δεν είναι ασφαλές πρέπει να έχεις ταμιευτήρες)

Ανεμογεννήτριες: Δανία

Γεωθερμία: Κόστα Ρίκα, Νέα Ζηλανδία, Ισλανδία.

## Παράδειγμα μαθητή:

Ισχύς 500 MW

Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας: 65% της δυναμικότητας του σταθμού.

Απόδοση μετατροπής σε ηλεκτρική ενέργεια: 36%

Θερμότητα δύναμη λιγνίτη: 8 MJ/kg ή 8 GJ/t

Περιεκτικότητα λιγνίτη σε άνθρακα, θείο, τέφρα: 15, 0,5, 5% αντίστοιχα.

(Νορματικά θάρη C, S, O: 12, 32, 16 αντίστοιχα)

1) Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας:

$$65\% \cdot 500 \text{ MW} \cdot 8760 \text{ h} = 2.847 \text{ GWh}$$

2) Ετήσια κατανάλωση λιγνίτη:

Βρίσκουμε την ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε GJ:

$$2.847 \text{ GWh} \cdot 3600 = 10.249.200 \text{ GJ}$$

Βρίσκουμε την εσωτερική ενέργεια καύσης λιγνίτη GJ:

$$10.249.200 \text{ GJ} / 0,36 = 28.470.000 \text{ GJ}$$

Τελικά βρίσκουμε τους απαιτούμενους τόνους λιγνίτη:

$$28.470.000 \text{ GJ} / 8 \text{ GJ/t} = 3.558.750 \text{ tn}$$

3) Επιπομπές CO<sub>2</sub> σε kg/MWh ηλεκτρικής ενέργειας:

Βρίσκουμε ποσότητα άνθρακα:

$$3.558.750 \text{ tn} \cdot 15\% = 533.812,5 \text{ tn C}$$

Απ' την εξίσωση καύσης του άνθρακα:  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 \Rightarrow 12 \text{ kg C παράγαν } 44 \text{ kg CO}_2$

Βρίσκουμε ποσότητα CO<sub>2</sub>:  $533.812,5 \text{ tn C} \cdot 44/12 = 1.957.312,5 \text{ tn}$

Τέλος επιπομπές ηλεκτρικής ενέργειας:  $1.957.312,5 \text{ tn} / 2.847 \text{ GWh} = 687,5 \text{ tn/GWh} \text{ ή } 687,5 \text{ kg/MWh}$

### Ευνομηές SO<sub>2</sub> και τέφρας:

Επίκουρη ποσότητα θείου

$$3.558.750 \text{ tn} \cdot 0,5\% = 17.793,75 \text{ tn S}$$

Επίκουρη ποσότητα τέφρας:

$$3.558.750 \text{ tn} \cdot 5\% = 177.937,5 \text{ tn τέφρας}$$

Από την αντίδραση καύσης του θείου:  $S + O_2 \rightarrow SO_2 \Rightarrow 32 \text{ kg θείου παραγών } 64 \text{ kg } SO_2$

Επίκουρη ποσότητα SO<sub>2</sub>:

$$17.793,75 \text{ tn S} \cdot 64/32 = 35587,5 \text{ tn}$$

Τέλος ευνομηές για ηλεκτρική ενέργεια:

$$35587,5 \text{ tn} / 28.470.000 \text{ GJ} = 1250 \text{ g } SO_2 / \text{GJ}$$

$$177.937,5 \text{ tn} / 28.470.000 \text{ GJ} = 6250 \text{ g τέφρας} / \text{GJ}$$

### Επιτρεπόμενες τιμές:

$$1250 \text{ g} / \text{GJ}$$

$$3300 \text{ g} / \text{GJ}$$

### Βιομάζα:

#### Βιομάζα:

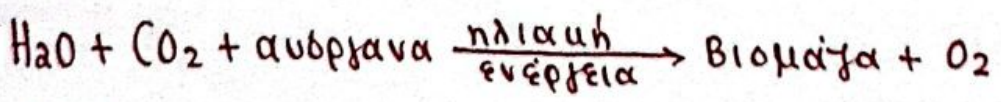
Είναι πύλη που έχει βιολογική προέλευση. Πρακτικά, στον όρο εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα απ' τον φυτικό κόσμο.

#### Παραδείγματα βιομάζας:

Άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη θαμναειδε, υλαδοδέματα, υλαδικά δέντρα, ψύνη, υτηνοτροφικά απόβλητα, ελαιονυρηνόφυλα, υπολείμματα θαμναειού, πριονίδι, καλάμι, φυκάλυπτος, αδριααμινάρα.

#### Βιοενέργεια:

Είναι η δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας, αποτελεί-σμα της φωτοσύνθεσης. (παραίεται σε υώυλο).



#### Αιωρούμενα:

Παράγονται όταν υαί με το τζάυι και δευ έχουμε φίλτρα (υάναυ και υό στην υγεία μας).

$$\rightarrow 1 \text{ tn ζήρης βιομάζας} \Rightarrow 0,4 \text{ tn TTP} \Rightarrow 12 \text{ MWh}$$

#### Πλεονεκτήματα βιομάζας:

- 1) Δευ παράγει CO<sub>2</sub>
- 2) Δευ παράγει SO<sub>2</sub>
- 3) Μείωση ενεργειακής εταύρτησης από εισαυώμενα καύσιμα
- 4) Ετασφάλιση θέσευ εργασίας και υυμράτηση των αγροτικυών ηληοσμάυ.

## Μειονεκτήματα βιομάζας: (υπόκεινται σε ανασκόπηση αυτή)

- 1) Μεγάλος όγκος και υψηλή περιεπιτιμότητα υγρασίας.
- 2) Δυσκολία συλλογής, μεταφοράς, απόθεσης
- 3) Δαπαναιρέι εξοπλισμούς και εξοπλισμούς
- 4) Χωριτή διασπορά και εποχιακή παραγωγή

## Άμεσα διαθέσιμη βιομάζα στην Ελλάδα:

- 1) Υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών (7.500.000 t/y)
- 2) Δασικά υπολείμματα υλοτομίας (2.700.000 t/y)
- 3) Ενεργειακές καλλιέργειες για στερεά ή υγρά βιοαέσιμα.
- 4) Βιοαποδομήσιμο υλικό αστικών απορριμμάτων (ζυμώσιμα και χαρτί).

## Ενεργειακές καλλιέργειες:

Ελαιουράμνη, ηλιανθος, μαλάμι, αβριοαμινάρα, κενάφ, μίσχανθος, σόρβο

→ Αβριοαμινάρα: 1-2 t/y στρέμμα → 18 Mj/kg θερμικό δυναμικό

## Απόβλητα:

- 1) Υπολείμματα από την βιομηχανία τροφίμων
- 2) Ζωικά απόβλητα.
- 3) Αστικά λύματα
- 4) Αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ).

## Δύμνητα:

Είναι μικρά κυλινδρικά τεμάχια συμπιεσμένης βιομάζας (από διάφορες καλλιέργειες) διαφόρων μεγεθών (διάμετρον 3-25mm και μήκος 5-40mm)

→ 1 t/y pellets ⇒ 0,43 TTP

→ Απόδοση παρόμοια με των υαυστήρων πετρελαίου (80-85%)

## Μετατροπή βιομάζας σε ενέργεια:

Μπορεί να μετατραπεί σε 2 υύρια προϊόντα:

- α) Ενέργεια με την μορφή ηλεκτρισμού και θερμότητας.
- β) αέσιμα μεταφοράς ή για αυτόνομη χρήση.

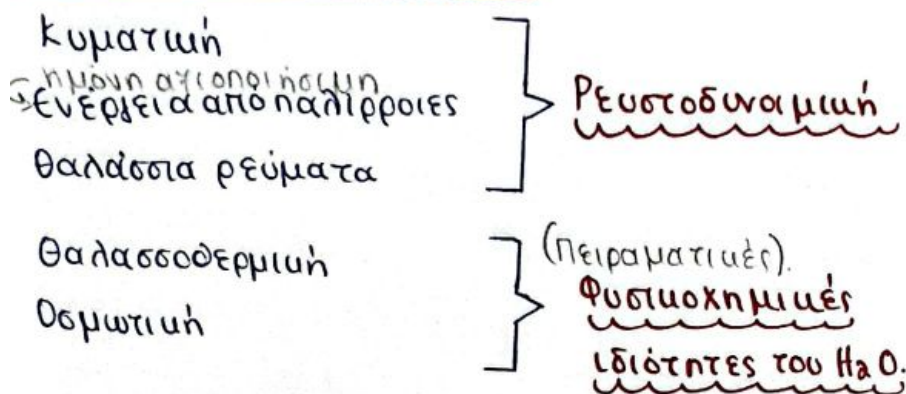
→ 3 t/y βιομάζας ⇒ 1 t/y πετρελαίου

θαλάσσια ενέργεια:

Θαλάσσια Ενέργεια:

Υπάρχει σε διάφορες μορφές στις θαλάσσες και τους ωκεανούς. Αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και μπορεί να αυτηηθεί με διάφορους τρόπους αξιοποιώντας την ρευστοδυναμική της περιστής και τις φυσιοχημικές ιδιότητες του Η<sub>2</sub>O.

Μορφές θαλάσσιας ενέργειας:



Κυματική ενέργεια:

Παράγεται απ' την κίνηση των κυμάτων που προκαλείται απ' τους ανέμους.

→ CF = 25 - 40%

Ενέργεια από παλίρροιες:

Ευμεταλλεύεται την άνοδο και την πτώση της στάθμης της θάλασσας, που οφείλεται στην αλληλεπίδραση των πεδίων βαρύτητας 'Ηλίου, Γης και Σελήνης.

Μέγιστο εύρος παλίρροιας ο Καναδάς με 16,2m.

Θαλασσοθερμική ενέργεια:

Μετατροπή της θερμικής ενέργειας των ωκεανών σε ηλεκτρική (διαφορά θερμοκρασίας).

Θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ 20 και 1000m

→ οσμωτική, πρόκειται για διαφορά πυκνότητας.

