



ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ - ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ

Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Αλεξάνδρα Μπαρμπατζά
Επιμέλεια: Γεώργιος Ε. Αρναουτάκης



Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

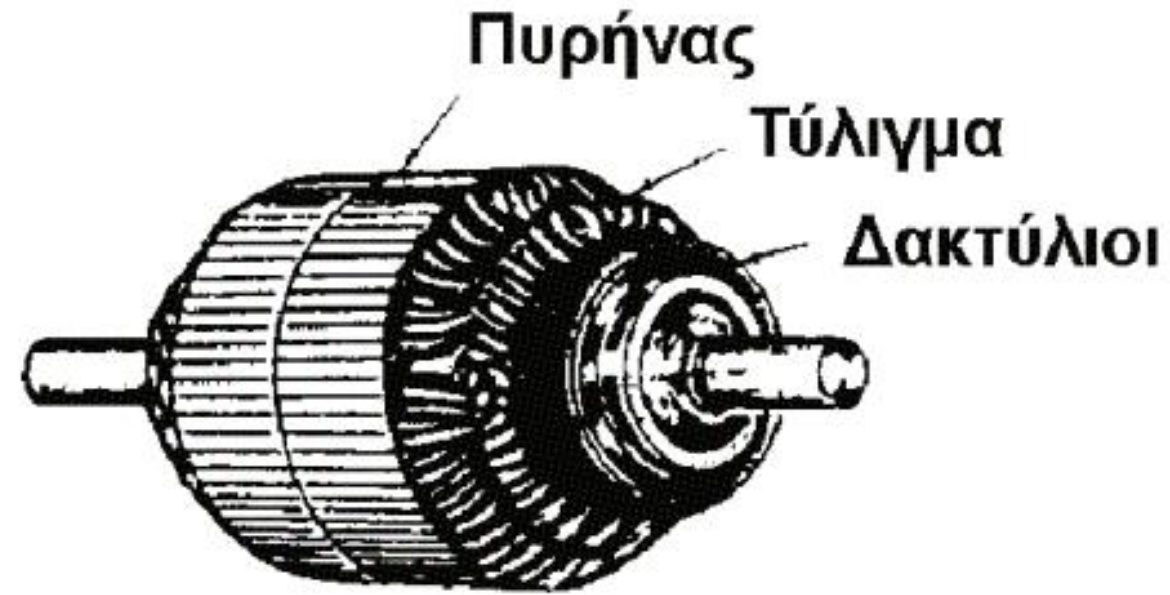
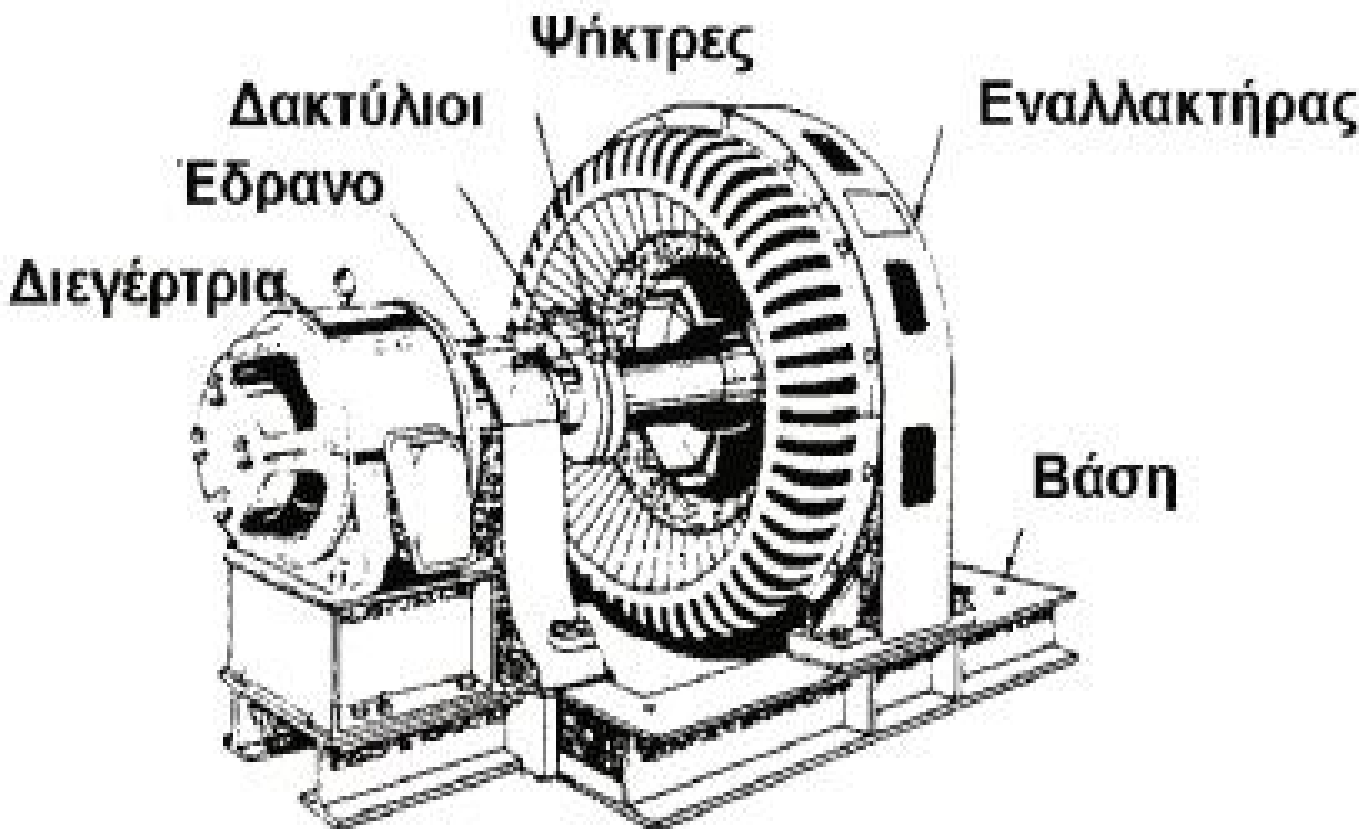
ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ?





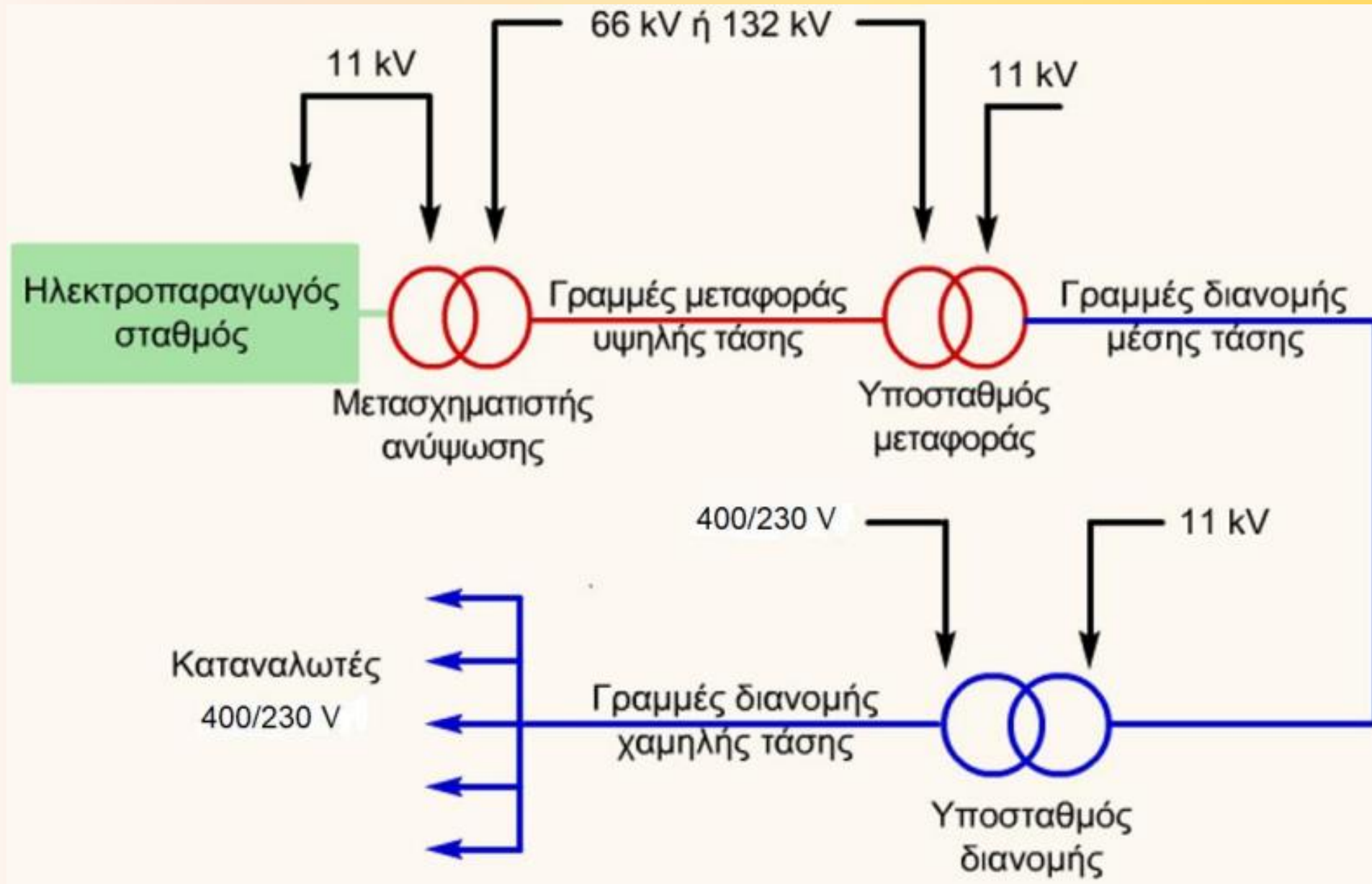
Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ





Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας





Ήπιες Μορφές Ενέργειας

- Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται από τα ορυκτά καύσιμα, μέσω της μετατροπής της χημικής ενέργειάς τους σε θερμότητα και στη συνέχεια στη μηχανική ενέργεια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ωστόσο ο ρυθμός κατανάλωσης τους σε σύγκριση με το ρυθμό παραγωγής τους είναι πολύ μεγαλύτερος ενώ παράλληλα η ανάπτυξη και η οικονομία κάθε χώρας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ηλεκτρική ενέργεια.
- Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με αποδοτικό και οικονομικό τρόπο είναι ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα που απασχολούν την επιστημονική κοινότητα σήμερα.
- Οι περισσότερες από τις εγκαταστάσεις ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτώνται από τα ορυκτά καύσιμα.
- Παρόλα αυτά η εξάντληση τους σε συνάρτηση με την περιβαλλοντική ανησυχία αναφορικά με την υπερθέρμανση του πλανήτη, εισήγαγαν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ως ένα νέο τρόπο για την αντιμετώπιση των ενεργειακών αναγκών της κοινωνίας.



Ήπιες Μορφές Ενέργειας

Ως Ήπιες Μορφές Ενέργειας καλούμε εκείνες τις πηγές ενέργειας που η ίδια η φύση συνεχώς δημιουργεί και που η μετατροπή τους σε χρήσιμη για τον άνθρωπο μορφή δεν έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Είδη Ήπιων Μορφών Ενέργειας:

- 1) Ηλιακή Ενέργεια
- 2) Αιολική Ενέργεια
- 3) Υδροδυναμική Ενέργεια / Υδατοπτώσεις
- 4) Βιομάζα - Βιοκαύσιμα
- 5) Γεωθερμική Ενέργεια
- 6) Ενέργεια από Παλίρροιες
- 7) Ενέργεια από Κύματα
- 8) Υδρογόνο



Ήπιες Μορφές Ενέργειας

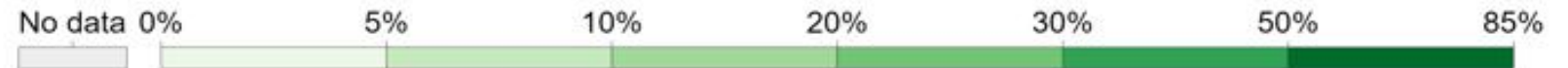
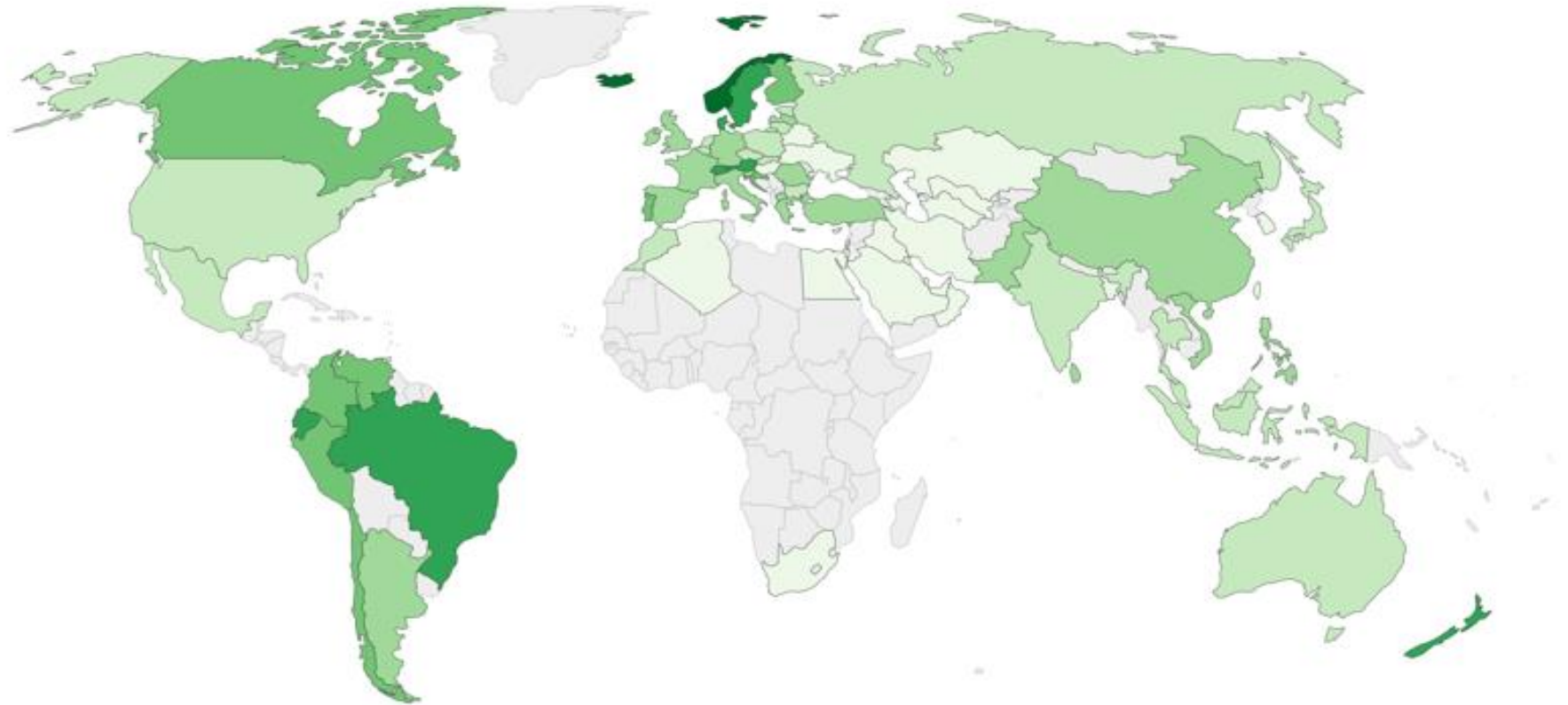
- Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα ορυκτά καύσιμα ευθύνεται για ένα από τα έξι αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου και κυρίως για το διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο είναι υπεύθυνο για τις κλιματικές αλλαγές, την αύξηση της θερμοκρασίας, τη μείωση των παγετώνων και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.
- Τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία είναι η κύρια πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σήμερα, περιέχουν άνθρακα σε ποσοστό 35%.
- Έτσι οι παραπάνω δυσμενείς επιπτώσεις σε συνάρτηση με άλλους παράγοντες, όπως η τάση εξάντλησης των συμβατικών μορφών ενέργειας, οδήγησαν τους επιστήμονες σε ανεύρεση νέων μεθόδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και συγκεκριμένα άνοιξαν το δρόμο στην έρευνα των ήπιων μορφών ενέργειας.



Ήπιες Μορφές Ενέργειας

Share of primary energy from renewable sources

Renewable energy sources includes hydropower, solar, wind, geothermal, bioenergy, wave and tidal. It does not include traditional biofuels, which can be a key energy source especially in lower-income settings.



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2020)

OurWorldInData.org/energy • CC BY

Note: Primary energy is calculated using the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies energy production from fossil fuels.

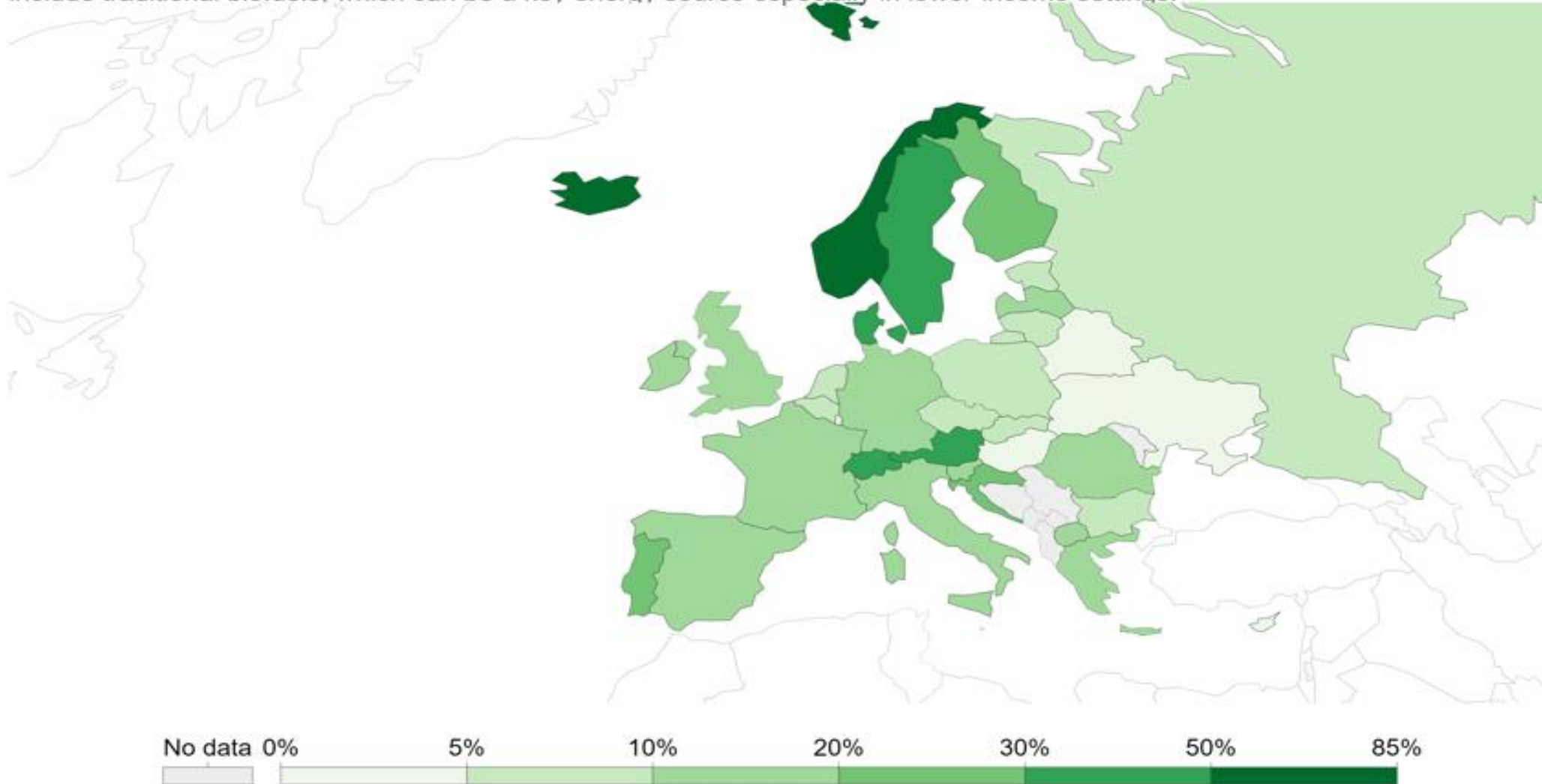


Ήπιες Μορφές Ενέργειας

Share of primary energy from renewable sources

Renewable energy sources includes hydropower, solar, wind, geothermal, bioenergy, wave and tidal. It does not include traditional biofuels, which can be a key energy source especially in lower-income settings.

Our World
in Data



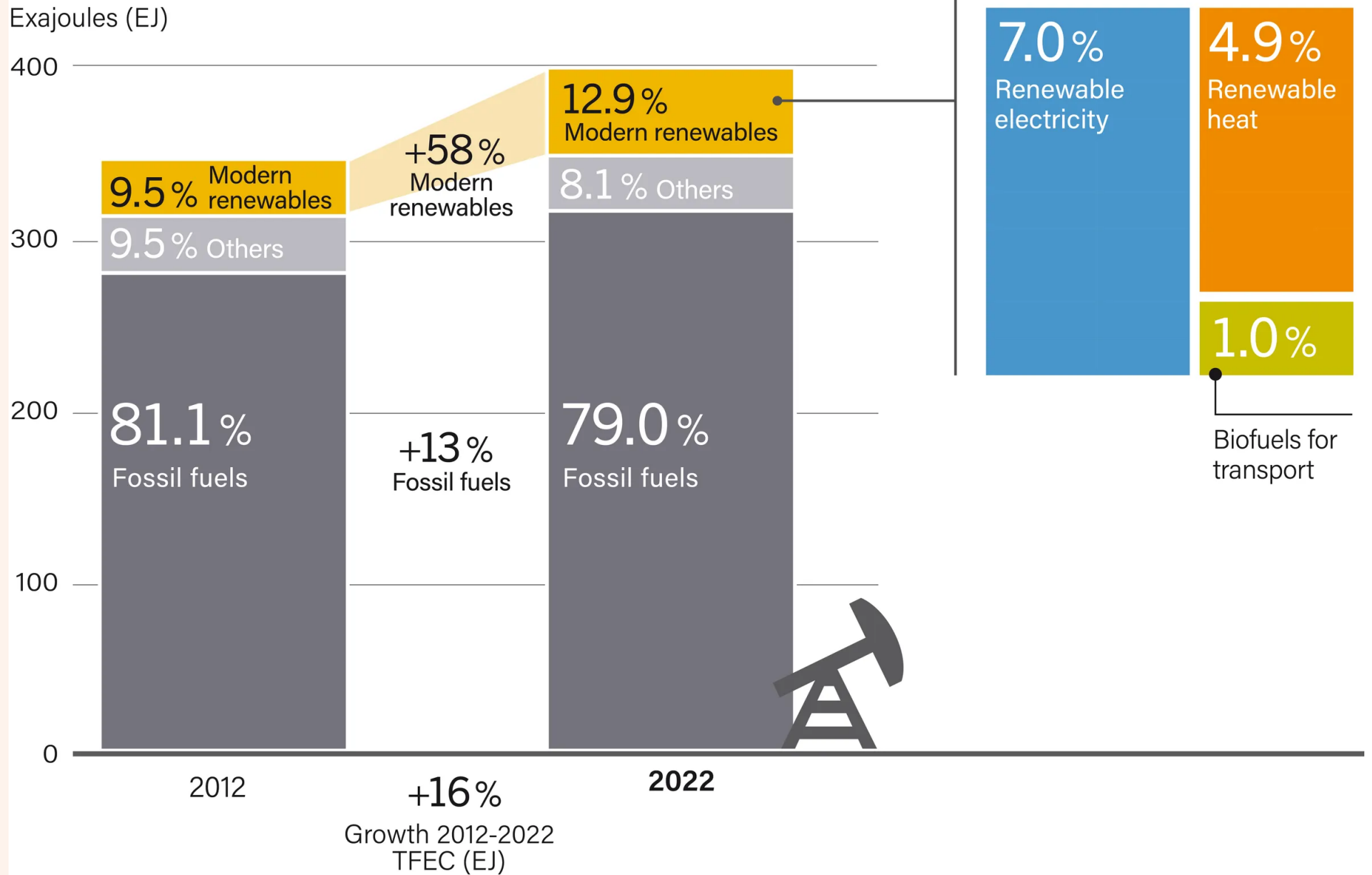
Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2020)

OurWorldInData.org/energy • CC BY

Note: Primary energy is calculated using the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies energy production from fossil fuels.



Ήπιες Μορφές Ενέργειας





Σκοπός του Μαθήματος

Στο μάθημα αυτό εξετάζονται μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας που δεν καλύπτονται από άλλα μαθήματα, όπως η **Γεωθερμία** και η **Βιοενέργεια**, ξηλώδης ή σε μορφή βιοκαυσίμων, καθώς επίσης και προηγμένα ενεργειακά συστήματα που συμβάλλουν στην ορθολογική παραγωγή ενέργειας και στη μεγιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης, όπως τα **Συστήματα συμπαραγωγής** και τα **Έξυπνα ενεργειακά δίκτυα**.



Διάρθρωση Θεωρίας & Εργασίας

- | | |
|--|--|
| 1) Γεωθερμία, διαστασιολόγηση συστήματος & εναλλάκτη | 1) Τεχνικές εκθέσεις: Συγγραφή & Επικοινωνία |
| 2) Βιοενέργεια, μορφές, μετατροπή & χρήση | 2) Εργασία: Βιβλιογραφία (στάδιο 1) |
| 3) Συμπαγωγή ηλεκτρισμού & θερμότητας | 3) Εργασία: Μεθοδολογία (στάδιο 2) |
| 4) Έξυπνα δίκτυα, διαχείριση ζήτησης & παραγωγής ενέργειας | 4) Οικονομοτεχνικά έργων |
| 5) Υδρογόνο: Τεχνολογίες παραγωγής και χρήσης | 5) Εργασία: (στάδιο 3) |



Γεωθερμία

- Είναι ο εφαρμοσμένος επιστημονικός κλάδος που πραγματεύεται:

- Τη μελέτη της ροής θερμότητας στη γη (γεωθερμικά ρευστά και πετρώματα)
- Τις συνθήκες κατανομής των θερμοκρασιών στο υπέδαφος
- Το μηχανισμό της κυκλοφορίας των υπόγειων θερμών ρευστών σε συνδυασμό με τις γεωλογικές συνθήκες, καθώς και τα φυσικό-χημικά χαρακτηριστικά τους
- Τον εντοπισμό και την αξιολόγηση των γεωθερμικών πεδίων με κατάλληλες παραγωγικές γεωτρήσεις
- Τις εφαρμογές χρήσης των γεωθερμικών ρευστών και κατ' επέκταση της γεωθερμίας



Γεωθερμία

- Αναλυτικά θα εξεταστούν:

- Γεωθερμία ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας
- Διακριτοποίηση των διαθέσιμων γεωθερμικών πεδίων
- Μεθοδολογίες διερεύνησης και εκτίμησης γεωθερμικού δυναμικού
- Βασικές γεωλογικές – γεωτεχνικές έννοιες
- Βασικές τεχνολογίες αξιοποίησης γεωθερμικών πεδίων για παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας
- Μέθοδοι σχεδίασης, χωροθέτησης και διαστασιολόγησης



Βιοενέργεια

Γενικά, ως βιοενέργεια ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, σε αυτήν περιλαμβάνονται:

- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως π.χ. τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τις ενεργειακές καλλιέργειες (έτσι ονομάζονται τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας) γεωργικών και δασικών ειδών, όπως π.χ. το σόργο το σακχαρούχο, το καλάμι, ο ευκάλυπτος κ.ά.,
- Τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως π.χ. τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα, οι κληματίδες κ.ά.,
- Τα υποπροϊόντα που προέρχονται από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως π.χ. τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, το πριονίδι κ.ά., καθώς και
- Το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.



Βιοενέργεια





Βιοενέργεια

- Αναλυτικά θα εξεταστούν:

- Βασικές πρώτες ύλες παραγωγής βιομάζας και βιοκαυσίμων
- Κατηγορίες των βιοκαυσίμων (στερεά, υγρά και αέρια)
- Βασικά χαρακτηριστικά των διαφόρων κατηγοριών βιοκαυσίμων (πυκνότητα, περιεχόμενο υγρασίας, κατώτατη θερμογόνο δύναμη)
- Βασικές διεργασίες παραγωγής βιοκαυσίμων (κομποστοποίηση, αεριοποίηση, μετεστεροποίηση, πυρόλυση, αναερόβια χώνευση)
- Χαρακτηριστικά μεγέθη διαδικασίας παραγωγής βιομάζας, αναφορικά με την απαιτούμενη πρώτη ύλη και το κόστος παραγωγής ανά μονάδα τελικού προϊόντος



Συστήματα Συμπαραγωγής

- Ορισμός

Συμπαραγωγή είναι η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας.

- Ποιο το πλεονέκτημα?

Με το συμβατικό τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μεγάλες ποσότητες θερμότητας απορρίπτονται στο περιβάλλον, είτε μέσω των ψυκτικών κυκλωμάτων (συμπυκνωτές, πύργοι ψύξης κλπ), είτε μέσω των καυσαερίων (αεροστρόβιλοι κλπ). Με τη μέθοδο της συμπαραγωγής, σημαντικό μέρος της θερμότητας αυτής ανακτάται και χρησιμοποιείται ωφέλιμα.



Συστήματα Συμπαραγωγής

- Οι κυριότερες τεχνολογίες συμπαραγωγής είναι:

- Συστήματα αεριοστροβίλου
 1. Ανοιχτού κύκλου
 2. Κλειστού κύκλου
- Συστήματα ατμοστροβίλου
 1. Με ατμοστρόβιλο αντίθλιψης
 2. Με ατμοστρόβιλο απομάστευσης
 3. Με ατμοστρόβιλο με κύκλο βάσης ατμού
- Συστήματα συνδυασμένου κύκλου
- Συστήματα με παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης
 1. Μονάδες μικρής κλίμακας με αεριομηχανή (15-1000kW) ή κινητήρα Diesel (75-1000kW)
 2. Μονάδες μέσης ισχύος (1-6MW) με αεριομηχανή ή κινητήρα Diesel
 3. Μονάδες μεγάλης ισχύος με αεριομηχανή (άνω των 6MW) με κινητήρα Diesel
- Κυψέλες καυσίμου
- Κύκλοι βάσης Rankine με οργανικά ρευστά
- Τυποποιημένες μονάδες συμπαραγωγής



Συστήματα Συμπαραγωγής

- Η τεχνολογία της συμπαραγωγής, προκειμένου να είναι οικονομικά βιώσιμη, εφαρμόζεται σε περιπτώσεις όπου υπάρχει ταυτόχρονη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας (ή ψύξης).
- Τα συστήματα συμπαραγωγής μπορούν να θεωρηθούν ολοκληρωμένα ενεργειακά συστήματα, με την έννοια ότι μπορούν να καλύψουν όλες τις τελικές ενεργειακές χρήσεις (ηλεκτρισμό, θερμό νερό, ατμό, θερμό αέρα, ψύξη). Ο βαθμός απόδοσης των συστημάτων συμπαραγωγής μπορεί να φθάνει το 85%.
- Η διαστασιολόγηση των μονάδων συμπαραγωγής εξαρτάται κυρίως από τις ανάγκες σε θερμικά φορτία. Σε περίπτωση που η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών, το έλλειμμα καλύπτεται από το δίκτυο της ΔΕΗ, ενώ σε αντίθετη περίπτωση η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας διοχετεύεται στο δίκτυο της ΔΕΗ.



Συστήματα Συμπαραγωγής Παράδειγμα Τηλεθέρμανσης στην Πτολεμαΐδα

Στην Πτολεμαΐδα η τηλεθέρμανση χρησιμοποιεί την θερμότητα που **συμ-παράγεται** από τους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς της ΔΕΗ.

«Συμπαραγωγή» σημαίνει την ταυτόχρονη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού στο πλαίσιο μιας μόνο διαδικασίας.

Η συμπαραγωγή συμβάλλει στην εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και στη μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων που επιδρούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, διότι :

Τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως αυτά της ΔΕΗ έχουν **βαθμό απόδοσης περίπου 35%**. Αυτό σημαίνει με απλά λόγια ότι καίγοντας 1 kg λιγνίτη, παίρνουμε ως ηλεκτρική ενέργεια τις 35 μονάδες. Οι υπόλοιπες 65 μονάδες **χάνονται** ως απώλειες της διαδικασίας ηλεκτροπαραγωγής.



Συστήματα Συμπαραγωγής Παράδειγμα Τηλεθέρμανσης στην Πτολεμαΐδα

Όταν εφαρμόζουμε την συμπαραγωγή, ο βαθμός απόδοσης αυξάνεται πάνω από **70%**. Έτσι εκμεταλλευόμαστε διπλάσια ενέργεια από αυτή που περιέχει το καύσιμο, δηλαδή ο λιγνίτης και πετυχαίνουμε :

1. την εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και
2. την μείωση των εκπομπών των αερίων όπως του CO₂, τα οποία είναι υπεύθυνα για το «φαινόμενο του θερμοκηπίου»

Όλες οι χώρες της Ε.Ε. εφαρμόζουν εκτεταμένα την Τηλεθέρμανση και την συμ-παραγωγή.



Συστήματα Συμπαραγωγής

- **Αναλυτικά θα εξεταστούν:**

- Θερμοηλεκτρικοί σταθμοί
- Αποκεντρωμένα συστήματα
- Μονάδες τριπαραγωγής
- Συστήματα τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης
- Βασικές συνιστώσες των συστημάτων τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης (δίκτυα, εναλλάκτες θερμότητας, εναλλακτικές συνδεσιμότητες κλπ)
- Χαρακτηριστικά παραδείγματα διαστασιολόγησης και σχεδίασης συστημάτων συμπαραγωγής και τηλε-κλιματισμού



Έξυπνα Δίκτυα

- Ορισμός:

Ένα έξυπνο δίκτυο (smart grid) ορίζεται σαν ένα δίκτυο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο διαθέτει ευφυΐα και περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

- i. Την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας
- ii. Τη μεταφορά της
- iii. Τη διανομή της
- iv. Τον έλεγχο της
- v. Την αμφίδρομη ροή πληροφοριών
- vi. Την παρακολούθηση κάθε σταδίου
- vii. Την προστασία της λειτουργίας κάθε σταδίου
- viii. Την αυτό-διόρθωση των λαθών που προκύπτουν
- ix. Τη βελτιστοποίηση κάθε σταδίου



Έξυπνα Δίκτυα

Για την αποτελεσματική λειτουργία ενός έξυπνου δικτύου, το σύστημα χωρίζεται σε 3 βασικά επιμέρους έξυπνα υποσυστήματα, τα οποία αποτελούνται και εκείνα από επιμέρους συστήματα:

- Υποσύστημα ενέργειας
 - ✓ Τομέας παραγωγής
 - ✓ Τομέας μεταφοράς
 - ✓ Τομέας διανομής
- Υποσύστημα πληροφορίας
- Υποσύστημα επικοινωνίας



Έξυπνα Δίκτυα

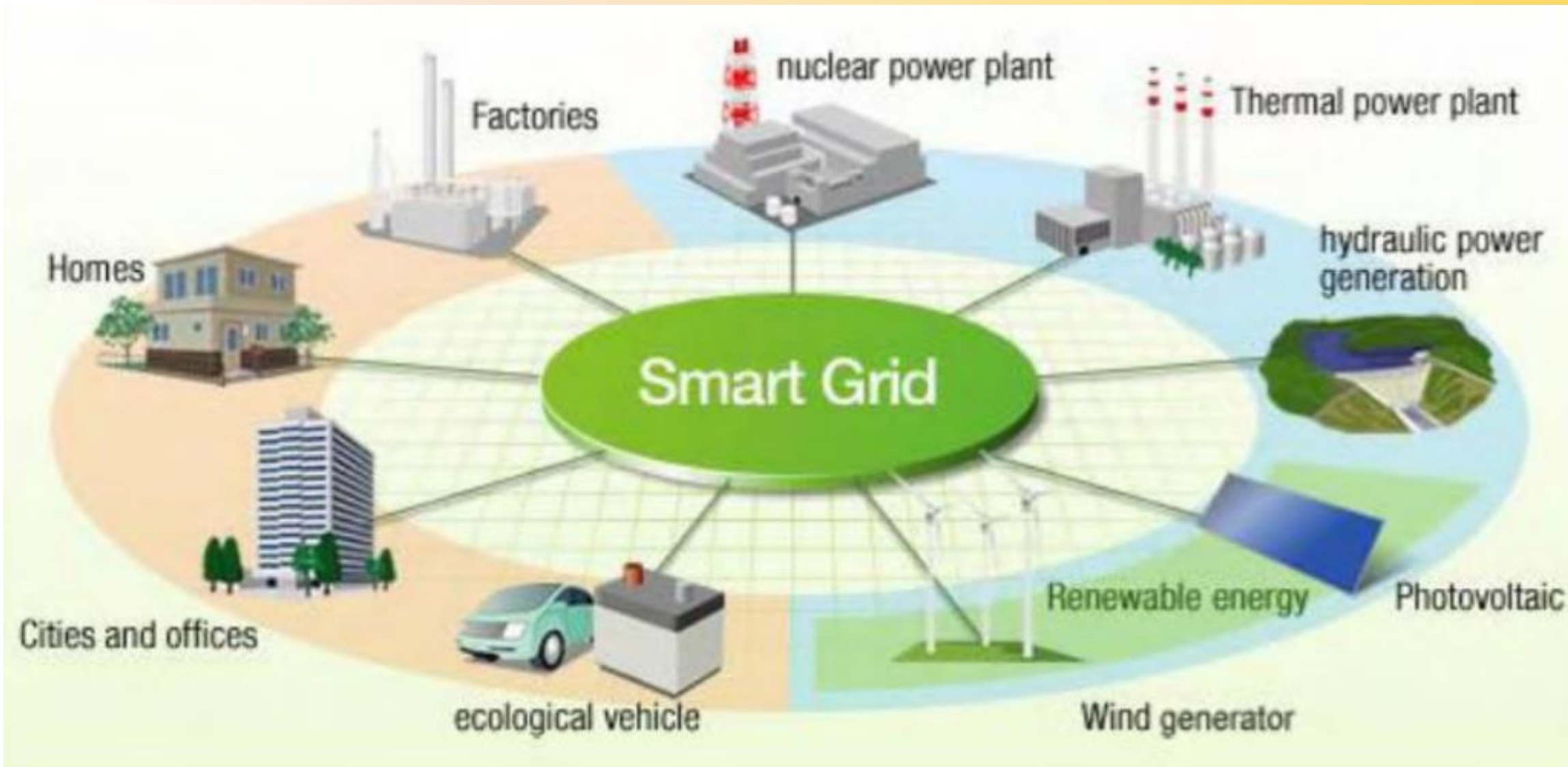
Ο παραδοσιακός τρόπος με τον οποίο παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια, διαφέρει σε αρκετά σημεία από ένα έξυπνο δίκτυο. Οι διαφορές δεν έγκεινται μόνο στον τρόπο λειτουργίας και διαχείρισης, αλλά και στο ποσοστό ρύπανσης του περιβάλλοντος, με το παρόν δίκτυο να χαρακτηρίζεται ως «βρώμικη» πηγή ενέργειας.

Παρόν Δίκτυο	Smart Grid
Ηλεκτρομηχανικό	Ψηφιακό
Μονής Κατεύθυνσης	Διπλής Κατεύθυνσης
Κεντρική Παραγωγή	Κατανεμημένη Παραγωγή
Ελάχιστοι Σένσορες	Παντού σένσορες
Manual monitoring	Self-monitoring
Manual restoration (χειροκίνητη αποκατάσταση δικτύου)	Self-healing (αυτο-άνοσο σύστημα)
Βλάβες και blackouts	Adaptive and islanding (αυτόνομη λειτουργία)
Περιορισμένος Έλεγχος	Διάχυτος Έλεγχος (Pervasive control)
Ελάχιστες επιλογές πελατών	Πολλές επιλογές πελατών



Έξυπνα Δίκτυα

Ένας αποτελεσματικός τρόπος για την καλύτερη εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι η διασύνδεση τους με ένα έξυπνο δίκτυο, κάτι το οποίο απεικονίζεται εικόνα που ακολουθεί.

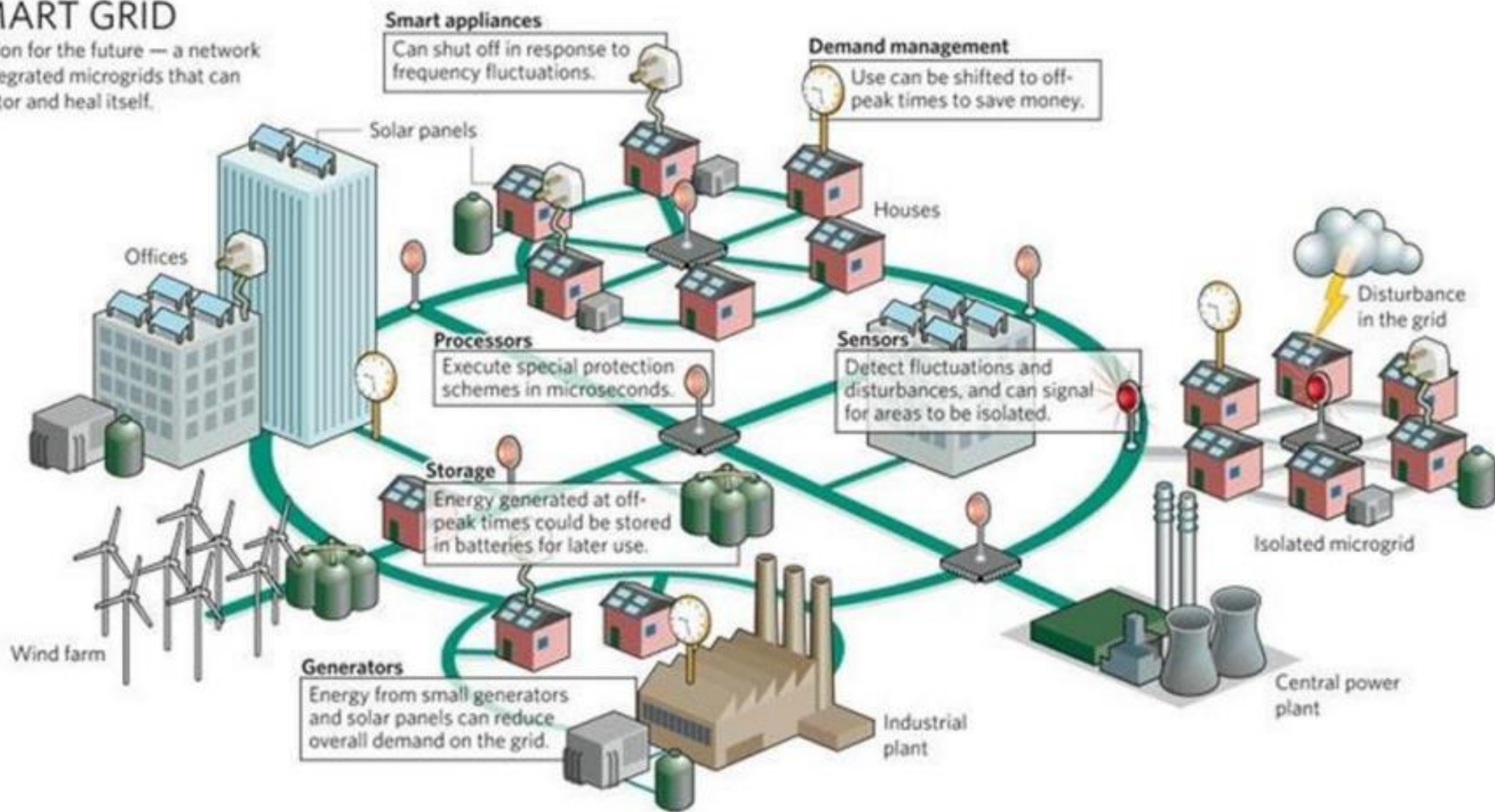




Έξυπνα Δίκτυα

SMART GRID

A vision for the future — a network of integrated microgrids that can monitor and heal itself.





Έξυπνα Δίκτυα

- Αναλυτικά θα εξεταστούν:

- Εννοιολογικό μοντέλο έξυπνων δικτύων
- Λειτουργικότητες των έξυπνων δικτύων
- Διαχείριση ζήτησης από την πλευρά των καταναλωτών και οι διαθέσιμες στρατηγικές υλοποίησής της
- Προγράμματα υλοποίησης διεργασιών έξυπνων δικτύων
- Απαιτούμενες τεχνολογίες (τηλεπικοινωνίες, ηλεκτρικά δίκτυα, τεχνολογίες και εφαρμογές διαχείρισης ζήτησης, συσκευές αποκεντρωμένης παραγωγής και αποθήκευσης ενέργειας)
- Αναμενόμενα οφέλη αλλά και δυσκολίες ανάπτυξης έξυπνων δικτύων



Υδρογόνο: Τεχνολογίες παραγωγής και χρήσης