

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**Εξαμηνιαία Εργασία στα πλαίσια του μαθήματος
Περιβαλλον και αναπτυξη**

**Θέμα: Απανθρακοποίηση του ενεργειακού
μείγματος**

Επιμέλεια: Γιαννακόπουλος Διονύσιος, Καρέλλας Σωτήριος

**Οικονόμου Βασίλειος
Σταλίκας Σπυρίδων
Τσιτούρης Δημήτριος
Αθήνα, 1 Ιουλίου 2019**

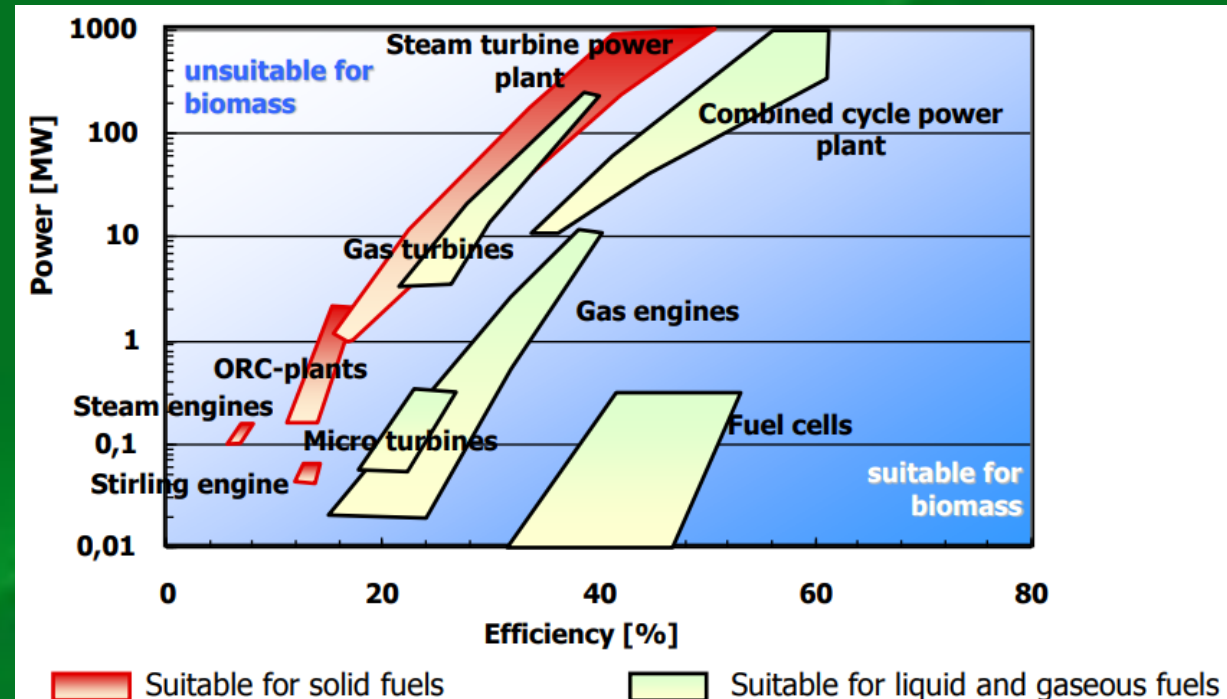
Περιεχόμενα

- Μέθοδοι παραγωγής ενέργειας
- Μέθοδοι αποθήκευσης ενέργειας
 - Εξοικονόμηση ενέργειας
 - Ανάπτυξη διασυνδέσεων
- Προβλήματα – προκλήσεις απανθρακοποίησης
- Απανθρακοποίηση στην Ελλάδα
 - Συμπεράσματα

Θερμική παραγωγή ισχύος

Καύσιμα

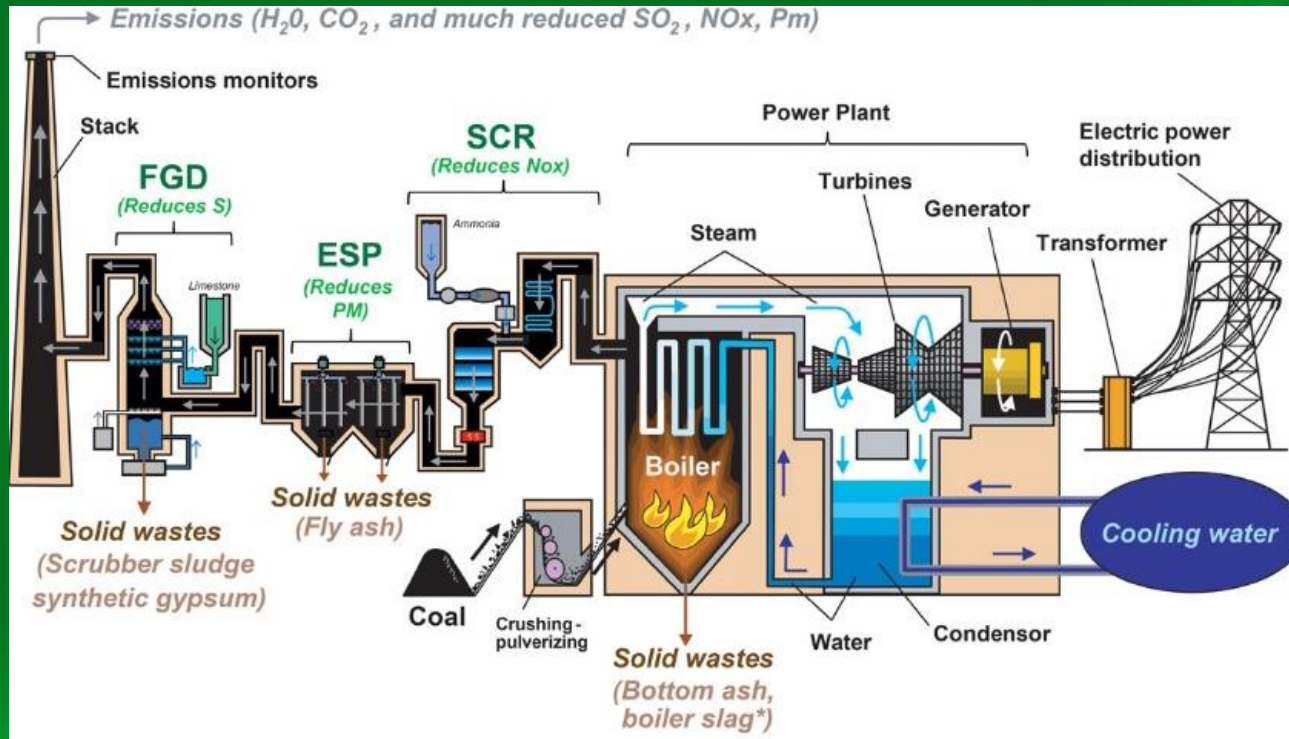
- Λιγνίτης
- Πετρέλαιο
- Φυσικό Αέριο
- Πυρηνική Ενέργεια
- Βιομάζα



- + Ρυθμιση παρεχομενης ισχυος
- + Υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο καυσίμου
- + Συγκεντρωμένες εγκαταστάσεις

- Παράγονται απόβλητα
- Απορρίπτεται θερμότητα στο περιβάλλον
- Συγκεκριμένα αποθέματα
- Σχετικά χαμηλός βαθμός απόδοσης

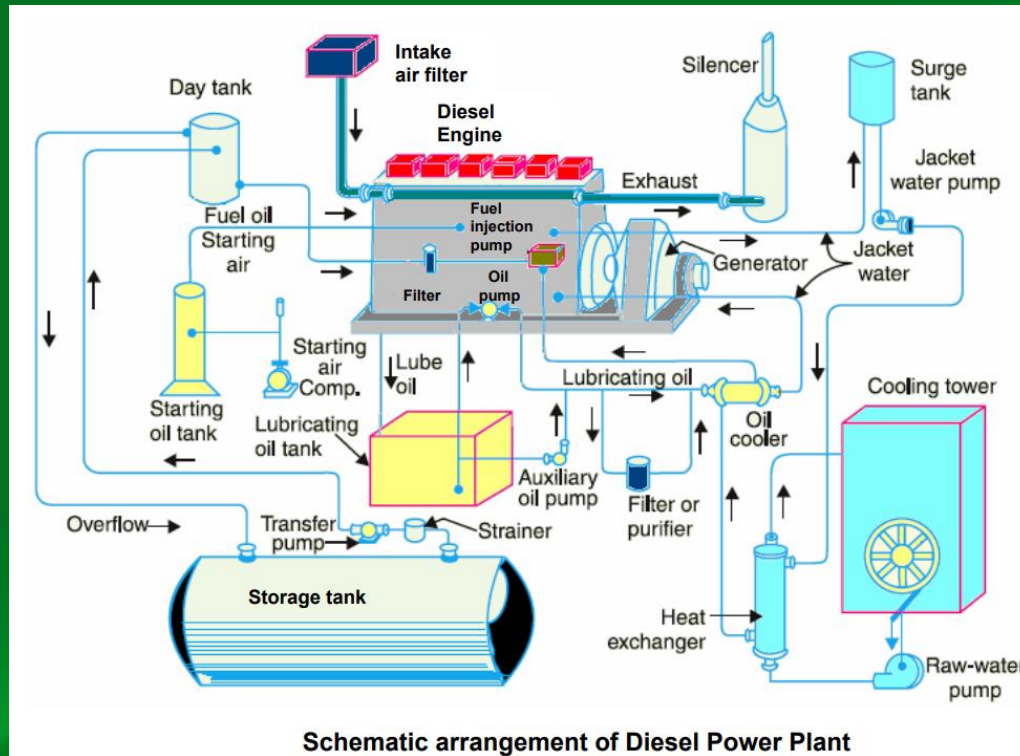
Λιγνιτικές Μονάδες



- + Οικονομικό καύσιμο
- + Μεγάλα αποθεματα

- Υψηλή εκπομπη ρυπων (CO_2 , NOx , SOx)
- Χημικα αποβλητα (τεφρα)
- Δεσμευση εκτασεων στα ορυχεια
- Μικρη ευελιξια – δυσκολος παραλληλισμος

Πετρελαϊκές μονάδες



- + Πολύ μεγάλη ευελιξία – Ευκολος παραλληλισμος
- + Περιορισμενη χρηση υδατινων πορων για ψυξη
- + Περιορισμένη έκταση

- Εκπομπη ρυπων (CO_2 , NO_x , SO_x)
- Υψηλό κόστος
- Περιορισμενα αποθεματα με αλλους τομεις να εχουν προτεραιοτητα

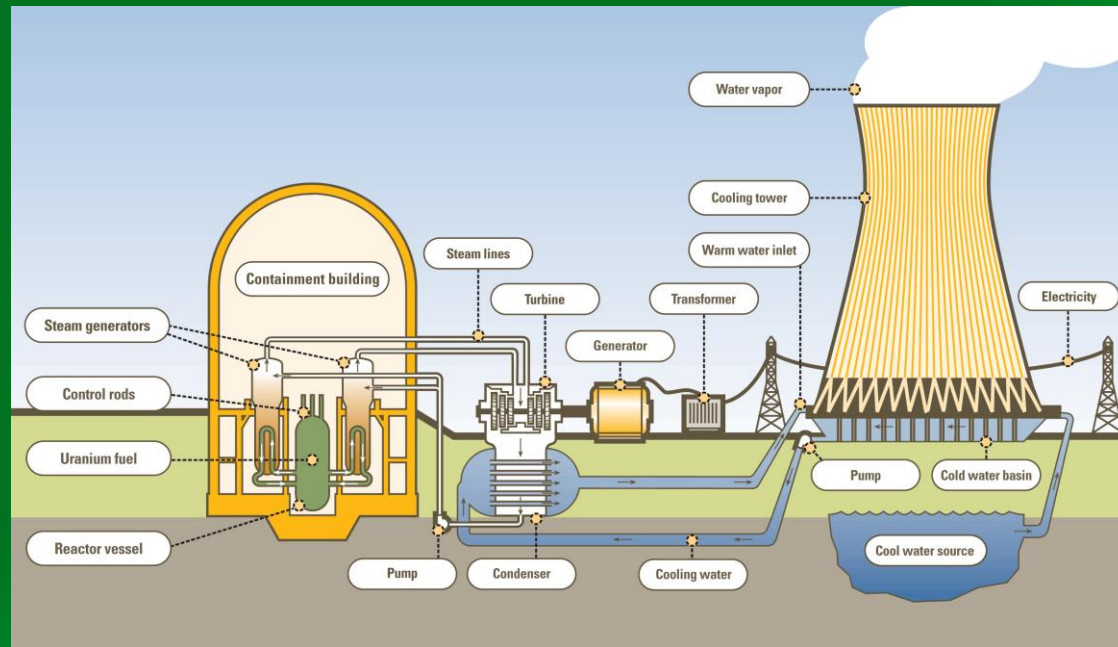
Μονάδες φυσικού αερίου



- + Ευελιξία – Ευκολος παραλληλισμος
- + Υψηλός βαθμός απόδοσης (50 – 60%)
- + Περιορισμένη έκταση
- + Χαμηλή εκπομπη ρυπων CO₂, καθολου εκπομπη SO_x

- Εκπομπη ρυπων

Πυρηνικοί σταθμοί



- + Πολυ μεγάλη παραγωγή ισχύος
- + Ελαχιστοι χημικοί ρυποι
- + Περιορισμένη έκταση
- + Χαμηλή εκπομπή ρυπων CO₂, καθόλου εκπομπή SO_x
- + Σπανία ανάγκη συντήρησης
- Υψηλοι θερμικοί ρυποι
- Μικρή ευελιξία
- Αδυναμία λειτουργίας σε χαμηλό φορτίο
- Φόβος ατυχήματος
- Παραγωγή πυρηνικών αποβλήτων

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

➤ Αιολική ενέργεια

➤ Ηλιακή ενέργεια

➤ Βιομάζα

➤ Υδροηλεκτρική ενέργεια

- + Φιλικές προς το περιβάλλον
- + Δεν εκπέμπουν ρύπους
- + Αυξάνουν την αυτονομία

- Στοχαστικότητα
- Χαμηλή διείσδυση
- Χαμηλή συγκέντρωση ισχύος
- Περιβαλλοντικό αποτύπωμα

Βιομάζα

- + Στερεά, Υγρά και Αέρια βιοκαύσιμα
- + Ελεγχόμενη Παραγωγή ενέργειας
- + Μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα κατά τον κύκλο ζωής
- + Ανάπτυξη αγροτικών περιοχών
- Χαμηλή ενεργειακή απόδοση
- Απαιτούνται κατάλληλες διαδικασίες για την βελτίωση των ενεργειακών τους χαρακτηριστικών
- Μεγάλη διασπορά και εποχιακή παραγωγή



Αιολική Ενέργεια



- + Εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας των ανέμων
- + Μηδενική ρύποι κατά την λειτουργία τους
- + Δοκιμασμένη και αξιόπιστη τεχνολογία
- + Πολύ χαμηλό κόστος παραγωγής ενέργειας (30-50€/MWh)
- + Βοηθάει στην αυτάρκεια μικρών αναπτυσσόμενων χωρών
- Στοχαστική παραγωγή ενέργειας
- Οπτικοαισθητική επίδραση
- Χαμηλή συγκέντρωση ισχύος
- Υψηλές απαιτήσεις χωροτάξιας στα αιολικά πάρκα

Ηλιακή Ενέργεια



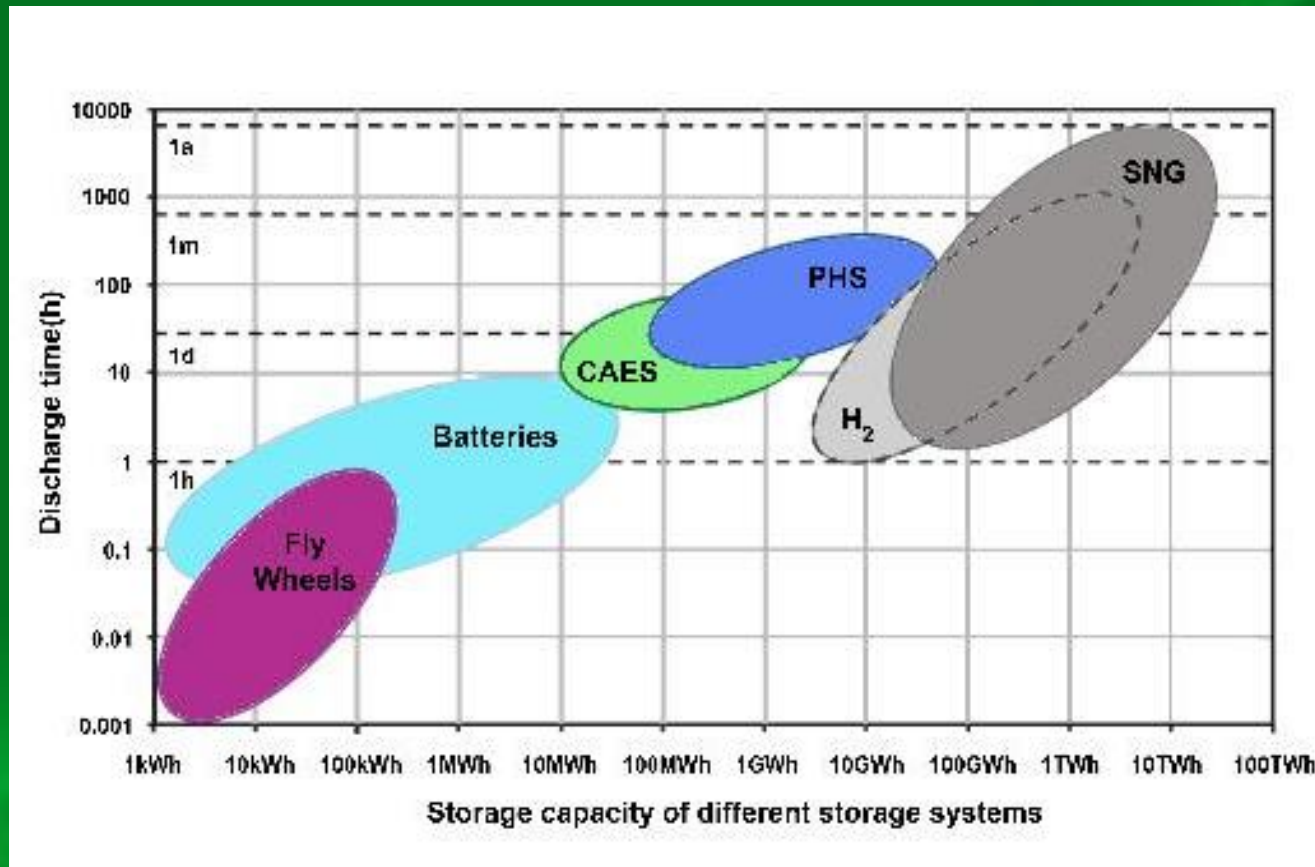
- + Φιλική προς το περιβάλλον
- + Ραγδαία ανάπτυξη
- + Αξιόπιστη και δοκιμασμένη τεχνολογία
- + Υψηλό δυναμικό στην Ελλάδα
- Στοχαστική παραγωγή ισχύος
- Δυσκολη προσαρμογή στο δίκτυο
- Χαμηλός συντελεστής εκμεταλλευσιμότητας

Υδροηλεκτρική Ενέργεια

- + Ελεγχόμενη παραγωγή ισχύος
- + Υψηλός βαθμός απόδοσης
- + Υψηλός συντελεστής εκμεταλλευσιμότητας
- Υψηλές γεωμορφολογικές απαιτήσεις
- Σημαντική αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος



Αποθήκευση ενέργειας

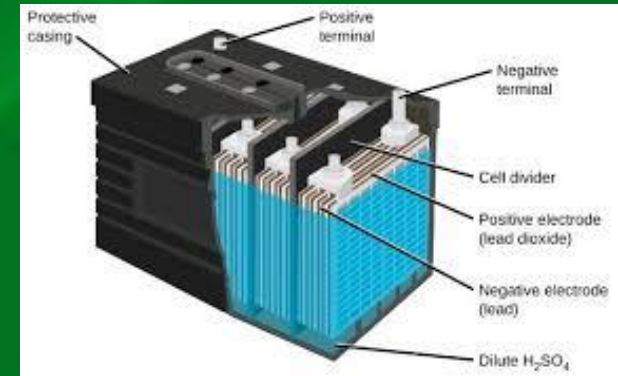


- Απαραίτητη λόγω της στοχαστικότητας των ΑΠΕ
- Η περίσσεια ενέργειας αποθηκεύεται και αποδίδεται σε περιόδους υψηλής ζήτησης
- Διακρίνεται σε ημερήσια και διεποχιακή
- Power to Power
- Power to Heat
- Power to Fuel

Power to Power

- Αποθήκευση ενέργειας σε άμεσα αξιοποιήσιμης μορφής (ηλεκτρικής, δυναμικής)
- Κυριότερες τεχνολογίες: Μπαταρίες, Αντλιοσταμείωση, Αποθήκευση με συμπιεσμένο αέρα και αποθήκευση με υγροποίηση αέρα
- Συνήθως μεγάλοι βαθμοί απόδοσης

Επαναφορτιζόμενες Μπαταρίες



Νικελίου – υβριδίου μετάλλου

Ιόντων λιθίου

Μολύβδου οξέος

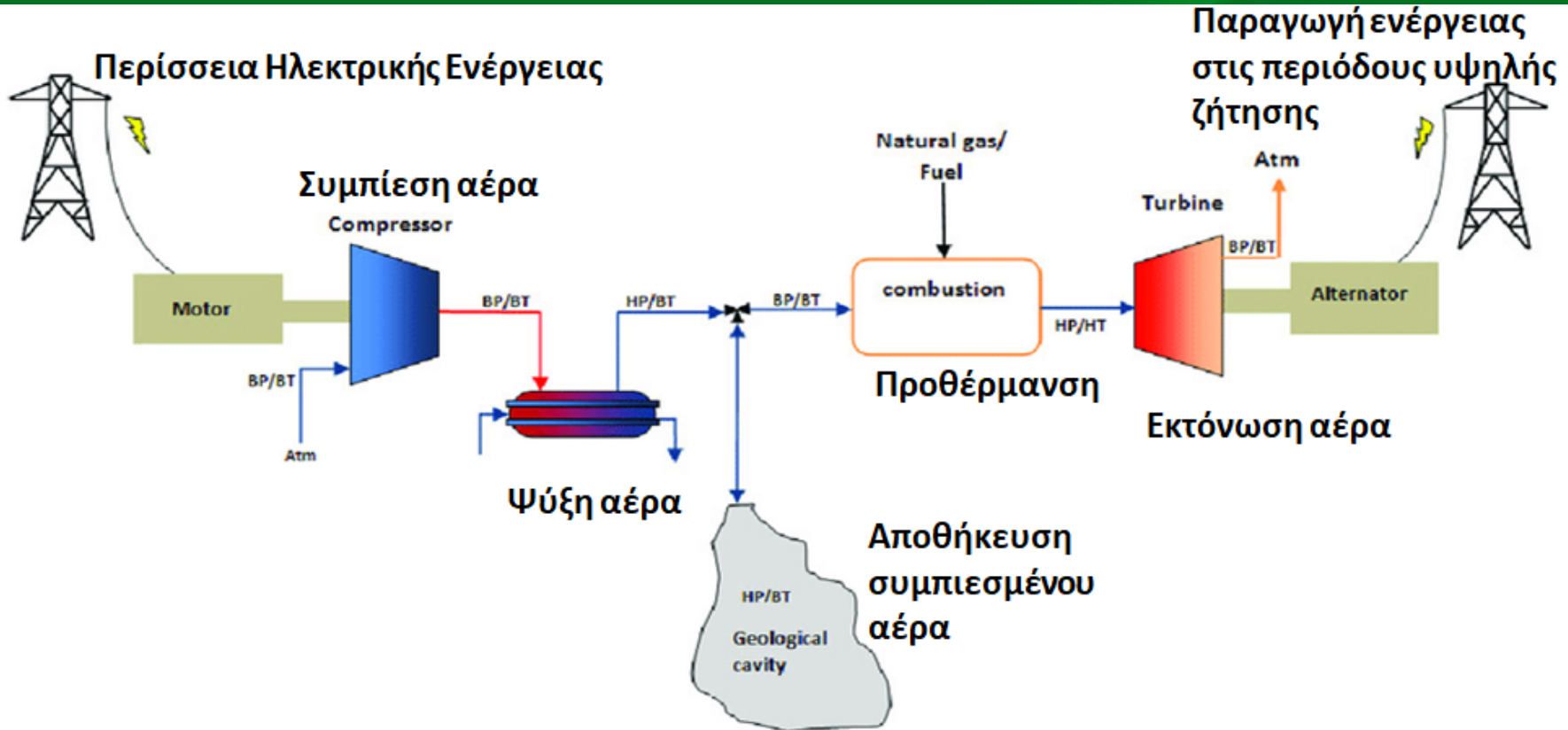
- + Υψηλός βαθμός απόδοσης
- + Άμεσα αξιοποιήσιμη ενέργεια
- Μεγάλο μέγεθος
- Υπέρογκο κόστος(ιόντων λιθίου, νικελίου – υβριδίου μετάλλου)
- Μικρή αποθηκευτική ικανότητα
- Παρουσιάζουν εσωτερική εκφόρτιση(κυρίως οι νικελίου – υβριδίου μετάλλου)
- Αποτελούν τοξικά απόβλητα(κυρίως οι Μολύβδου οξέος)

Αντλησιοταμίευση

- Δυο δεξαμενές νερού με μεγάλη υψομετρική διαφορά
- Ανύψωση νερού από την κάτω δεξαμενή όταν έχουμε περίσσεια ενέργειας μέσω αντλίας
- Στις περιόδους με ανάγκη παραγωγής ισχύος το νερό από την άνω δεξαμενή κατεβαίνει στην κάτω, διερχόμενο από έναν υδροστρόβιλο
- Υψηλός βαθμός απόδοσης
- Μεγάλες απαιτήσεις γεωμορφολογίας

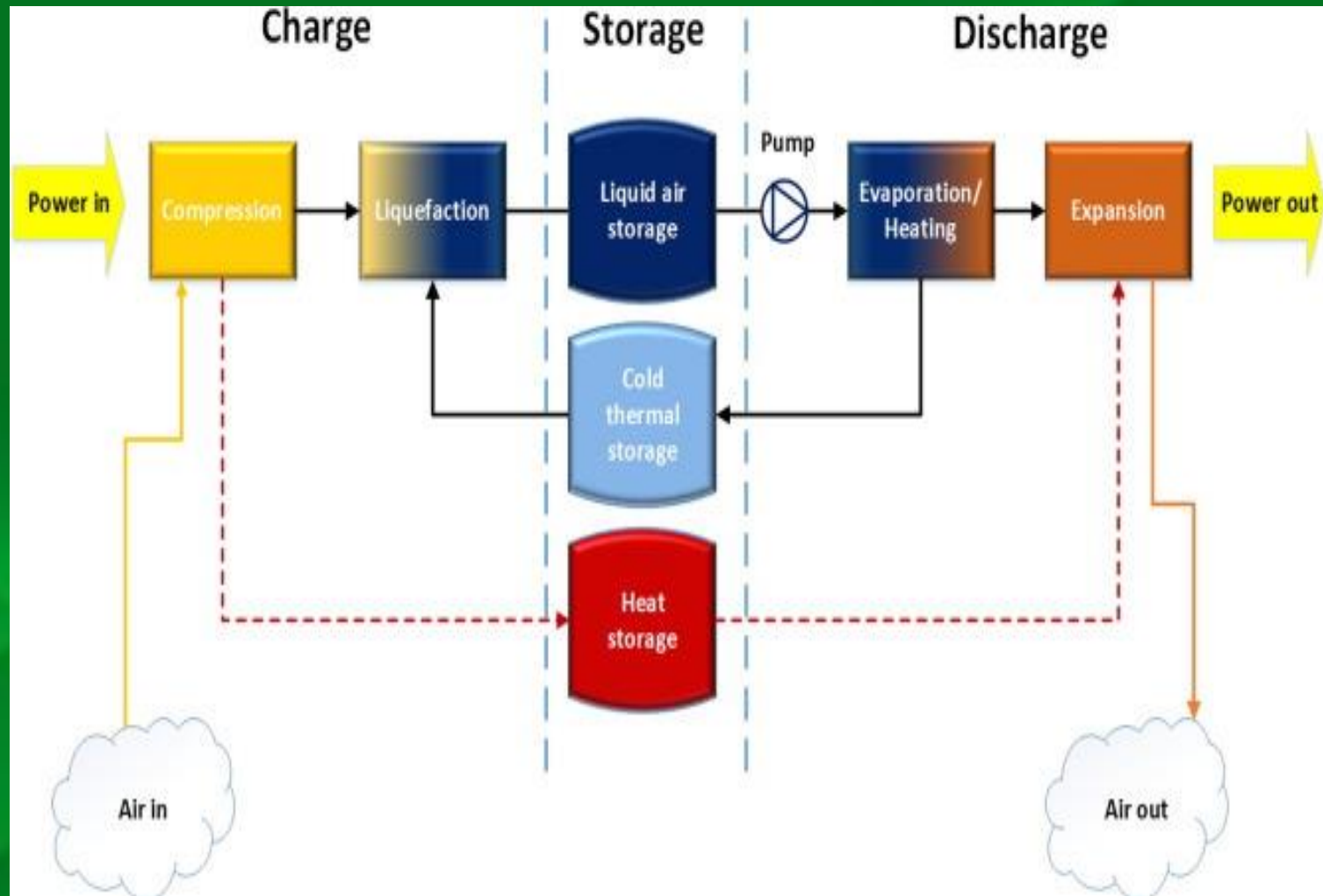


Αποθήκευση με Συμπιεσμένο αέρα



- Υψηλές πιέσεις : 70 - 100 bar
- Ικανοποιητικοί βαθμοί απόδοσης $\approx 70\%$
- Υψηλή αποθηκευτική ικανότητα έως και 1GWh
- Διάρκεια αποφόρτισης μερικές ημέρες

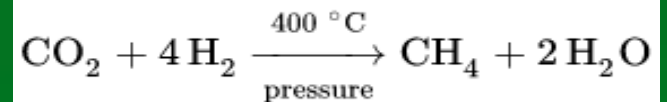
Αποθήκευση με υγροποίηση αέρα



Power to Fuel

- Αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας με παραγωγή καυσίμου
- Ηλεκτρόλυση: Παραγωγή υδρογόνου από νερό
- Μεθανοποίηση: Παραγωγή μεθανίου από διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο
- Αμφότερα αποτελούν καύσιμα και μπορούν να παράξουν ενέργεια μέσω καύσης
- Μπορούν να αποθηκευτούν και να μεταφερθούν με το υπάρχον δίκτυο
- Διεποχιακή αποθήκευση μεγάλων ποσών ενέργειας
- Χαμηλό βαθμός απόδοσης αποθήκευσης

Chemical formula: $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$



Power to Heat

- Αποθήκευση ενέργειας σε μορφή θερμότητας, αποθήκευση με τους εξής τρόπους:
 - Μέσω αισθητής θερμότητας
 - Μέσω λανθάνουσας θερμότητας
 - Μέσω θερμοχημικών αντιδράσεων
- + Διεποχιακή
- + Υψηλή αποθηκευτική ικανότητα
- Εκμεταλλεύσιμη μόνο ως θερμότητα, ασύμφορη η μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια

Εξοικονόμηση ενέργειας



- Αναβαθμίσεις σε κτίρια
- Αντικατάσταση λαμπτήρων με led
- Απαραίτητη έκδοση ενεργειακών πιστοποιητικών
- Κίνητρα προς της επιχειρήσεις για εξοικονόμηση
- Κονδύλια προς την ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών και επιχειρήσεων

Επέκταση διασυνδέσεων



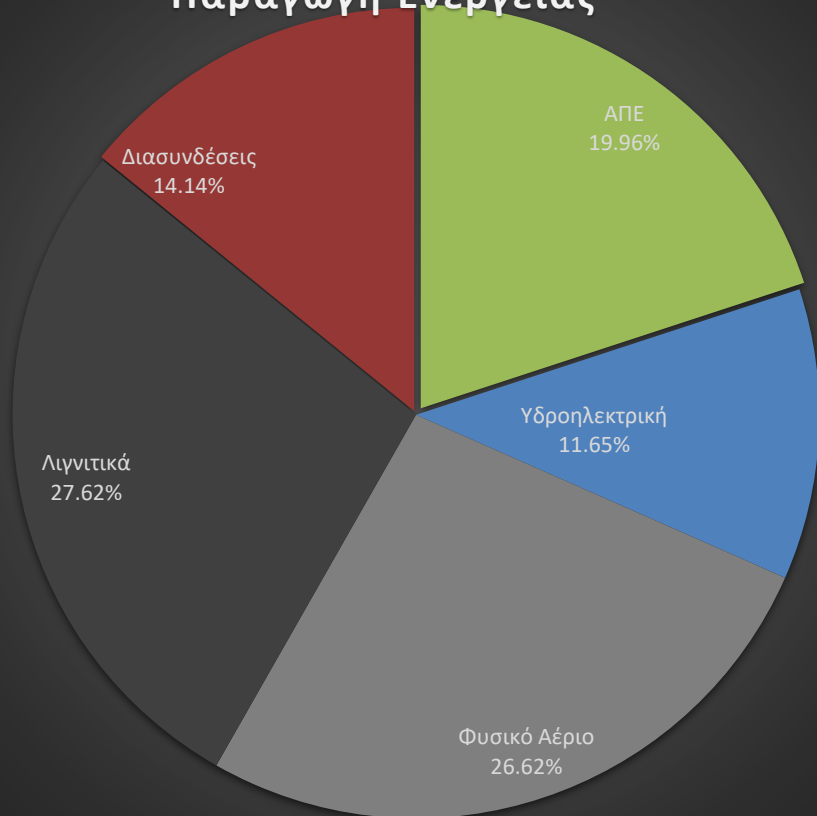
- Σοβαρό πρόβλημα στην Ελλάδα λόγω ανάγκης χρήσης πετρελαίου
- Σπουδαιότητα έργων διασύνδεσης των νησιών του Αιγαίου με την ηπειρωτική χώρα(κατά σειρά Κρήτη, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Βόρειο Αιγαίο)
- Ανάπτυξη διασυνδέσεων και με χώρες του εξωτερικού(Ελλάδα-Βουλγαρία υπό κατασκευή)

Προβλήματα – προκλήσεις απανθρακοποίησης

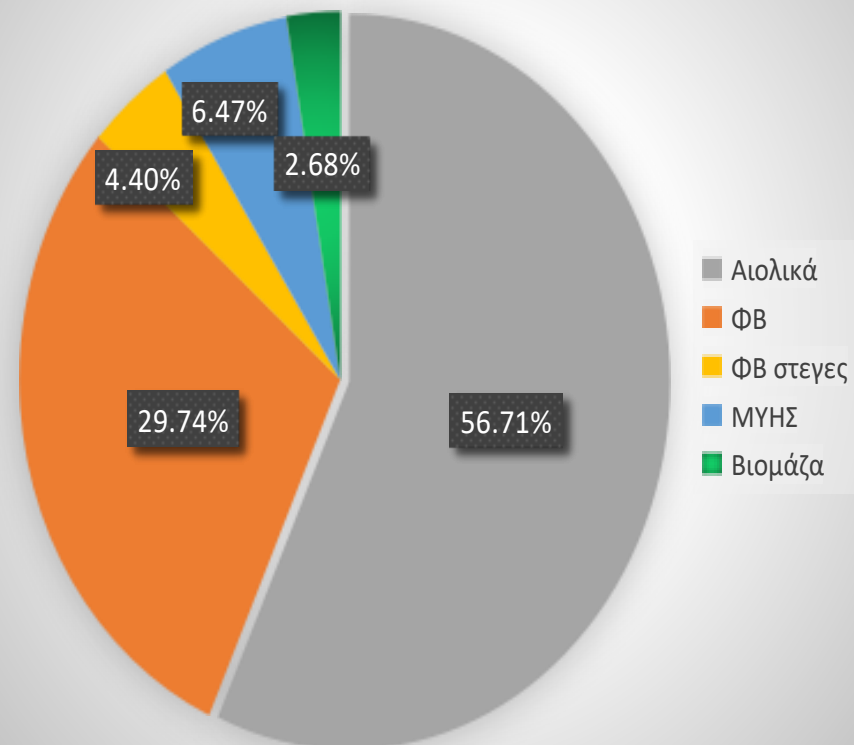
- Η τεχνολογία εξόρυξης και αξιοποίησης των ορυκτών καυσίμων έχει τελειοποιηθεί
- Καλύτερη ανανεώσιμη πηγή η υδροηλεκτρική
- Λύση μπορεί να αποτελέσει η πυρηνική ενέργεια (ιδιαίτερα δύσκολο στην Ελλάδα).
- Πιο κοντινοί στου συμβατικούς οι σταθμοί βιομάζας
- Σημαντικά προβλήματα από τα αιολικά και τα ηλιακά λόγω υψηλής στοχαστικότητας
 - Σχεδιασμός θερμικών μονάδων με κριτήριο την ευελιξία και όχι τον καλό βαθμό απόδοσης
 - Μη λειτουργία θερμικών μονάδων σε ονομαστικό φορτίο
 - Κακή αξιοποίηση καυσίμου
- Σημαντικό πρόβλημα η διασφάλιση της ενεργειακής αυτονομίας
- Λιγνίτης το μοναδικό εγχώριο παραγόμενο καύσιμο στην Ελλάδα
- Πετρέλαιο και φυσικό αέριο είναι εισαγόμενα καύσιμα.
- Η ανάπτυξη των ανανεώσιμων μελλοντικά δύναται να βελτιώσει την αυτονομία

Η κατάσταση στην Ελλάδα σήμερα

Παραγωγή Ενέργειας



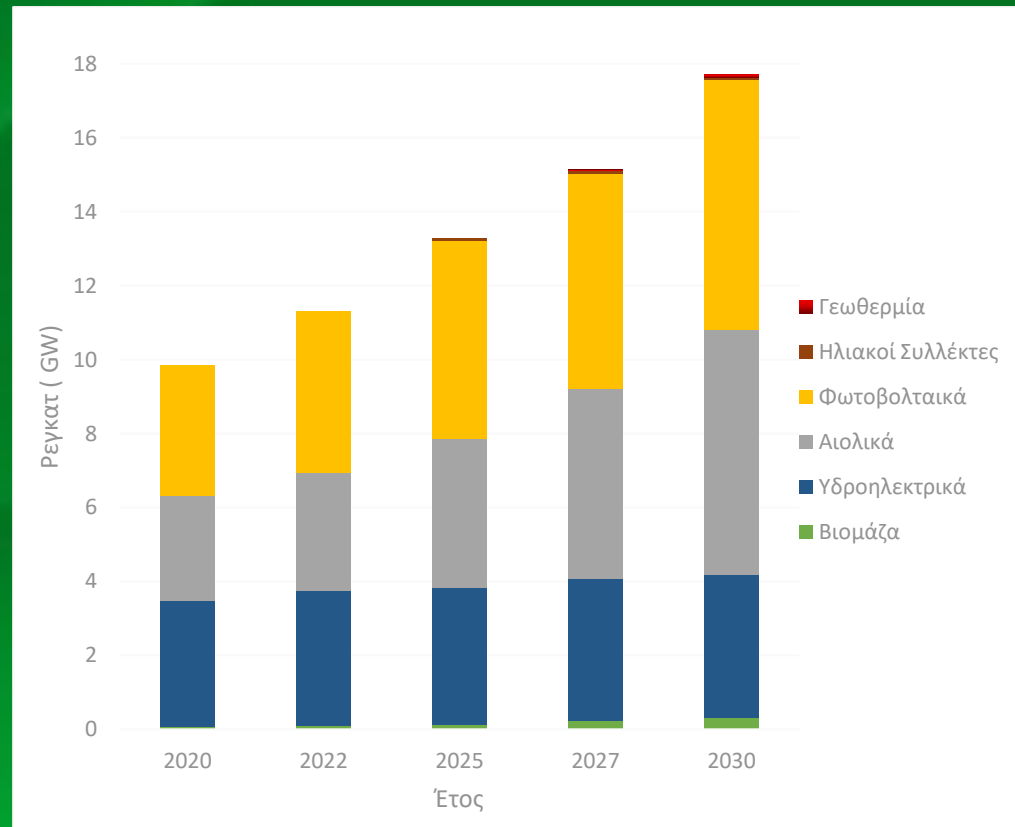
ΑΠΕ



Μελλοντικοί Στόχοι

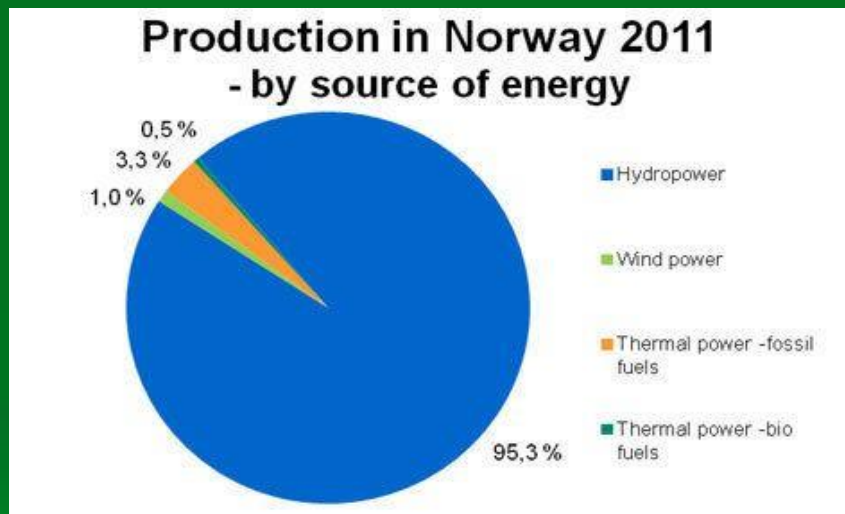
Έτος	2020	2022	2025	2027	2030
Ποσοστό RES	29,10%	34,60%	41,20%	48,70%	56,40%

Εγκατεστημένη Ισχύς (GW)	2020	2022	2025	2027	2030
Βιομάζα	0,07	0,09	0,12	0,23	0,32
Υδροηλεκτρικά	3,42	3,66	3,72	3,83	3,86
Αιολικά Πάρκα	2,83	3,19	4,04	5,16	6,62
Φωτοβολταικά	3,54	4,38	5,33	5,81	6,76
Ηλιακοί Συλλέκτες	0	0	0,07	0,07	0,07
Γεωθερμία	0	0	0	0,03	0,08
Σύνολο	9,86	11,32	13,28	15,13	17,71

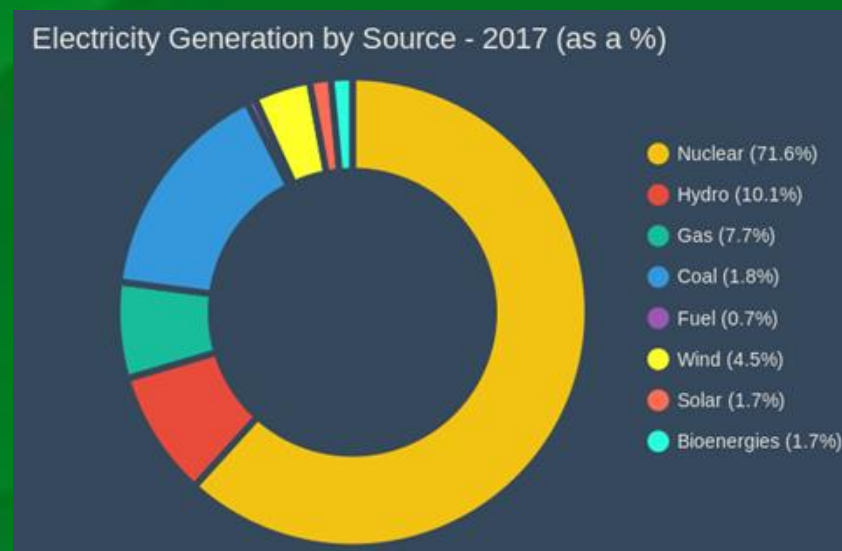


Απανθρακοποιημένες χώρες

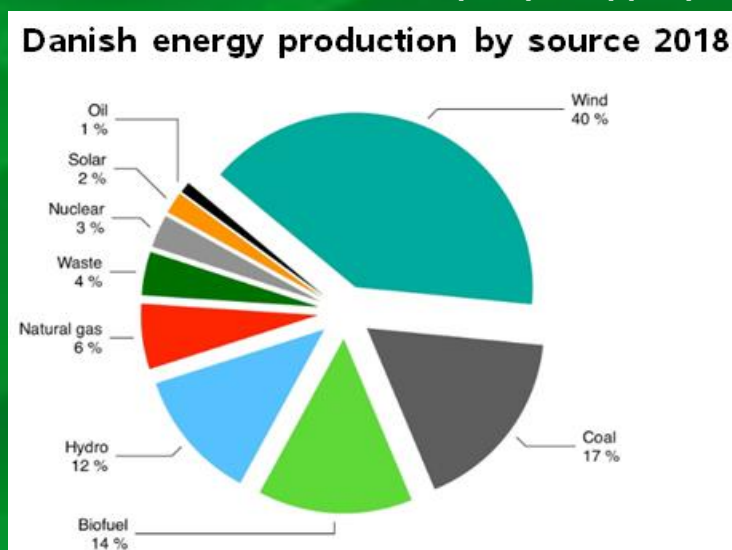
Νορβηγία – Υδροηλεκτρική Ενέργεια



Γαλλία – Πυρηνική Ενέργεια



Δανία – Ανανεωσιμες Πηγες



Συμπεράσματα

- Αναγκαία αλλά δύσκολη
 - Ανάγκη βελτίωσης διασυνδέσεων και εξοικονόμησης ενέργειας
 - Επενδύσεις στην κατασκευή εγκαταστάσεων αποθήκευσης ενέργειας
 - Επίλυση κοινωνικοπολιτικών προβλημάτων
-
- Ρεαλιστικός αλλά μακροπρόθεσμος στόχος για την Ελλάδα
 - Αντικατάσταση πετρελαϊκών και λιγνιτικών μονάδων από μονάδες φυσικού αερίου στο μεσοδιάστημα
-
- Αισιοδοξία για την επίτευξη της ολικής απανθρακοποίησης με τη συνεισφορά της Ευρωπαϊκής Ένωσης

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ**

Ερωτήσεις