



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Διπλωματική Εργασία

Αδάμης Βασίλειος

Επιβλέπων Καθηγητής:

Τσουκαλάς Ελευθέριος, Καθηγητής Π.Θ.

Βόλος 2018



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Διπλωματική Εργασία

Αδάμης Βασίλειος

Επιβλέπων Καθηγητής:

Τσουκαλάς Ελευθέριος, Καθηγητής Π.Θ.

Βόλος 2018



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

**DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND
COMPUTER ENGINEERING**

**INTRODUCTION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES
IN THE GREEK POWER SYSTEM**

Diploma Thesis

Adamis Vasileios

Supervisor:

Tsoukalas Eleutherios, Professor UTH

Volos 2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναλύονται οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και ο ρόλος που διακατέχουν στο Ελληνικό Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Συγκεκριμένα, το πρώτο κεφάλαιο αρχίζει με μια ιστορική ανασκόπηση για την ηλεκτρική ενέργεια και στη συνέχεια γίνεται εισαγωγή στις έννοιες του Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΗΕ) και των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).

Στο Δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά η λειτουργία ενός ΣΗΕ στα στάδια της παραγωγής, της μεταφοράς και της διανομής. Επίσης γίνεται ανάλυση της ζήτησης ισχύος σε ένα ΣΗΕ.

Στο τρίτο κεφάλαιο, αναλύονται όλες οι μορφές ΑΠΕ και περιγράφονται αναλυτικά όλα τα συστήματα ηλιακής και αιολικής ενέργειας, βιομάζας, γεωθερμίας, υδροηλεκτρικής ενέργειας και ενέργειας των κυμάτων.

Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή του ελληνικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας σε όλα του τα στάδια από την παραγωγή, στην μεταφορά και την διανομή. Τέλος, περιγράφονται όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που υπάρχουν στον ελλαδικό χώρο, καθώς επίσης και ο ρόλος τους στο ελληνικό ΣΗΕ.

ABSTRACT

The present diploma thesis is analyzing the Energy Sources and their role in the Greek Power System.

To make it more specific, the first chapter starts with a historical review of electricity and then presents an introduction to the concepts of the Power System and Renewable Energy Sources.

The second chapter describes in detail the operation of a Power System in the stages of production, transfer and distribution of energy. An analysis of power demand in a Power System is also made.

The third chapter analyzes all Renewable Energy Sources forms and all solar, wind, biomass, geothermal, hydropower and wave energy systems.

Last but not least, the fourth chapter of the thesis describes the Greek Power System in all the stages, from the production until the transfer and distribution of energy. Finally, all the renewable sources of energy in Greece are being described, as well as their role in the Greek Power System.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ABSTRACT.....	v
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	vi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Ιστορική ανασκόπηση	1
1.2 Το ιστορικό της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα	4
1.3 Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας	5
1.4 Εισαγωγή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	11
ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	11
2.1 Εισαγωγή	11
2.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	12
2.3 Μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας	18
2.4 Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας	24
2.5 Ζήτηση ισχύος σε ΣΗΕ	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	33
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	33
3.1 Εισαγωγή	33
3.2 Ηλιακή Ενέργεια	33
3.3 Βιομάζα	42
3.4 Γεωθερμία	44
3.5 Αιολική Ενέργεια	47
3.6 Μικρής Κλίμακας Υδροηλεκτρική Ενέργεια.....	50
3.7 Ενέργεια Ωκεανών	53

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	61
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΗΕ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	61
4.1 Εισαγωγή.....	61
4.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.....	63
4.3 Μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.....	71
4.4 Διανομή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.....	76
4.5 Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα.....	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	88
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	88
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	89

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

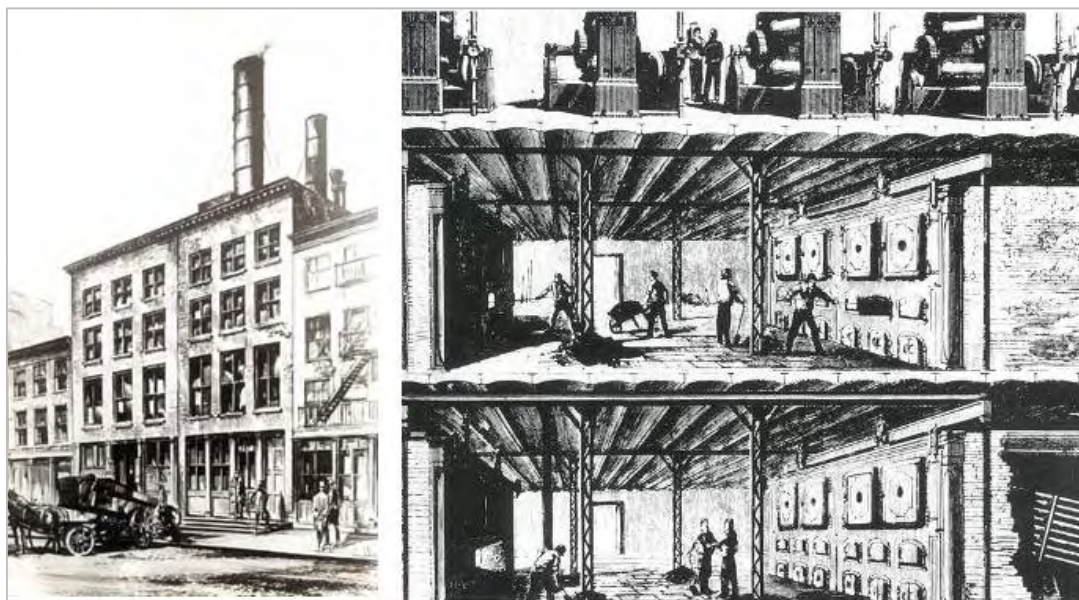
1.1 Ιστορική ανασκόπηση

Μέχρι τον 17^ο αιώνα η γνώση γύρω από τον ηλεκτρισμό περιοριζόταν κυρίως σε ηλεκτρικά και μαγνητικά φαινόμενα. Η εισαγωγή του ηλεκτρισμού στην αγορά έγινε γύρω στο 1870 όταν χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά οι λαμπτήρες τόξου για τον φωτισμό των δρόμων και των σπιτιών. Ο κύριος λόγος για τον οποίο οι λαμπτήρες τόξου δεν είχαν μεγάλη χρήση μέχρι εκείνη τη στιγμή, είναι επειδή χρειαζόταν ένα αξιόπιστο δυναμό για την παραγωγή συνεχούς ρεύματος (dc). Πριν από το 1870, για να τροφοδοτήσουν τους λαμπτήρες τόξου, οι περισσότεροι χρησιμοποιούσαν μπαταρίες, οι οποίες όμως ήταν αναξιόπιστες, πολύ ακριβές και είχαν μικρή διάρκεια ζωής. [1]

Το πρώτο πλήρες ηλεκτρικό σύστημα ήταν ο ιστορικός σταθμός της Pearl Street που φαίνεται στην Εικόνα 1.1. Ο σταθμός της Pearl Street εγκαταστάθηκε από τον Thomas Edison (Εικόνα 1.2) στο Μανχάταν της Νέας Υόρκης και ξεκίνησε τη λειτουργία του το 1882. Ο σταθμός αυτός ήταν ένα σύστημα συνεχούς ρεύματος, αποτελούμενο από μια ατμομηχανή που κινούσε μια γεννήτρια και μέσω υπόγειου καλωδίου τροφοδοτούσε λαμπτήρες πυρακτώσεως για 59 καταναλωτές, σε μια τάση 110V και σε ακτίνα 1.5km. [2]

Πολλά τέτοια συστήματα άρχισαν σιγά σιγά να χρησιμοποιούνται στις μεγαλουπόλεις όλου του κόσμου. Ωστόσο υπήρχε χαμηλή ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό κατά τη διάρκεια της ημέρας με αποτέλεσμα τα συστήματα αυτά να υπολειτουργούν. Η λύση στο πρόβλημα αυτό ήρθε με την ανάπτυξη των ηλεκτρικών

κινητήρων, που κάλυψαν την έλλειψη ζήτησης και βοήθησαν στην ανάπτυξη πολλών εφαρμογών.

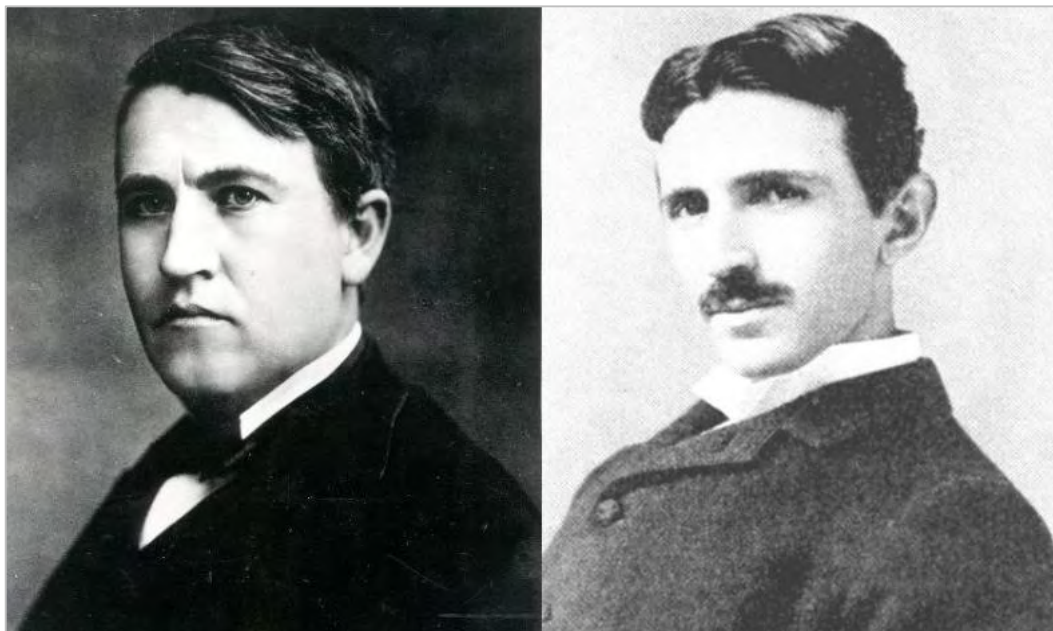


Εικόνα 1.1: Εξωτερικό και εσωτερικό σκίτσο του σταθμού του Pearl Street [1]

Το σύστημα του Edison δημιούργησε απαιτήσεις για μεταφορά ισχύς σε μεγάλες αποστάσεις, το οποίο όμως ήταν πρακτικά αδύνατο λόγω του πολύ μεγάλου κόστους. Υπήρχε επίσης αυξανόμενη ζήτηση από τη βιομηχανία για ισχύ σε τάσεις διαφορετικές των 110V που χρησιμοποιούνταν για τον φωτισμό. Το σύστημα Edison, το οποίο χρησιμοποιούσε το συνεχές ρεύμα (dc), ήταν ακατάλληλο για να ικανοποιήσει αυτές τις νέες απαιτήσεις. Η λύση για αυτές τις απαιτήσεις ήρθε από τον Nikola Tesla (Εικόνα 1.2), ο οποίος ήταν υποστηρικτής του εναλλασσόμενου ρεύματος (ac). Έτσι, παρά την ευρεία χρήση των συστημάτων συνεχούς ρεύματος, αυτά σύντομα αντικαταστάθηκαν πλήρως από τα συστήματα εναλλασσόμενου ρεύματος.

Η ανάπτυξη του μετασχηματιστή και η εφεύρεση των πολυφασικών συστημάτων από τον Nicola Tesla οδήγησαν στην ραγδαία ανάπτυξη των ηλεκτρικών δικτύων εναλλασσόμενου ρεύματος, τα οποία υπερίσχυσαν έναντι των δικτύων συνεχούς ρεύματος, καθώς για το εναλλασσόμενο ρεύμα οι γεννήτριες ήταν απλούστερες και οι κινητήρες πολύ πιο οικονομικοί. Εκτός αυτού, ο μετασχηματιστής έδωσε τη δυνατότητα για εύκολη μεταβολή των επιπέδων τάσης και έτσι

χρησιμοποιούνται διαφορετικά επίπεδα τάσης για την παραγωγή, τη μεταφορά και τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 1.2: Thomas Edison (αριστερά) και Nikola Tesla (δεξιά) [3]

Στη συνέχεια ξεκίνησε η ανάπτυξη των τοπικών ηλεκτρο-παραγωγικών σταθμών, οι οποίοι είχαν τη δυνατότητα να συνδέονται μεταξύ τους και να ανταλλάσσουν ενέργεια εκμεταλλευόμενοι έτσι τον εξοπλισμό κάθε συστήματος. Για να γίνει όμως η διασύνδεση, έπρεπε πρώτα να λυθεί το θέμα της τυποποίησης της συχνότητας, καθώς υπήρχαν συστήματα που λειτουργούσαν σε διαφορετικές συχνότητες. Έτσι, στις Ηνωμένες Πολιτείες η συχνότητα τυποποιήθηκε στα 50Hz, ενώ στην Ευρώπη και στη χώρα μας η τυποποίηση έγινε στα 60Hz.

Τέλος, η αυξανόμενη ανάγκη για μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγαλύτερες αποστάσεις, οδήγησε στη χρήση όλο και πιο υψηλών επιπέδων τάσης. Στα πρώτα συστήματα εναλλασσόμενου ρεύματος τα επίπεδα τάσης ήταν 12, 44 και 60kV και σταδιακά έφτασαν μέχρι 765kV το 1966. Για να μην υπάρξουν απεριόριστα επίπεδα τάσης και ως αποτέλεσμα, προβλήματα στην τυποποίηση του εξοπλισμού, η βιομηχανία επέλεξε κάποιες συγκεκριμένες τιμές. Για τη βαθμίδα των υψηλών τάσεων αυτές είναι 115, 132, 138, 150, 161, 220, 230 και 275kV και για τη βαθμίδα των υπερυψηλών τάσεων 345, 400, 500 και 765kV. [3]

1.2 Το ιστορικό της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα

Ο ηλεκτρισμός ήρθε στην Ελλάδα το 1889. Σύμφωνα με ιστορικά στοιχεία της ΔΕΗ Α.Ε., η «Γενική Εταιρεία Εργοληψιών» κατασκεύασε στην οδό Αριστείδου της Αθήνας, την πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος και το πρώτο κτίριο που φωτίστηκε ήταν τα Ανάκτορα. Πολύ σύντομα ο ηλεκτροφωτισμός επεκτάθηκε στο ιστορικό κέντρο της Πρωτεύουσας. Τον ίδιο χρόνο ηλεκτροδοτήθηκε και η Θεσσαλονίκη, η οποία ανήκε ακόμα στην Οθωμανική Αυτοκρατορία. Η «Βελγική Εταιρεία» κατασκεύασε εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αναλαμβάνοντας έτσι από τις τουρκικές αρχές το φωτισμό της πόλης. [4]

Στη συνέχεια, άρχισαν να κάνουν την εμφάνισή τους στην Ελλάδα οι πολυεθνικές εταιρείες ηλεκτρισμού, όπως η αμερικανική εταιρεία «Thomson-Houston» η οποία με τη συμμετοχή της Εθνικής Τράπεζας ίδρυσε την «Ελληνική Ηλεκτρική Εταιρεία» που ανέλαβε την ηλεκτροδότηση μεγάλων ελληνικών πόλεων. Μέχρι το 1929 τροφοδοτήθηκαν με ηλεκτρισμό περίπου 250 πόλεις με πληθυσμό άνω των 5.000 κατοίκων. Στις πιο απομακρυσμένες περιοχές, που ήταν αδύνατο για τις μεγάλες εταιρείες να κατασκευάσουν μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, την ηλεκτροδότηση αναλάμβαναν ιδιώτες κατασκευάζοντας μικρά εργοστάσια.

Το 1950 υπήρχαν στην Ελλάδα περίπου 400 εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούσαν ως πρωτογενή καύσιμα πετρέλαιο και γαιάνθρακα. Τα καύσιμα αυτά ήταν εισαγόμενα από το εξωτερικό και γι' αυτό το λόγο η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας ήταν στα ύψη, σε σχέση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες.

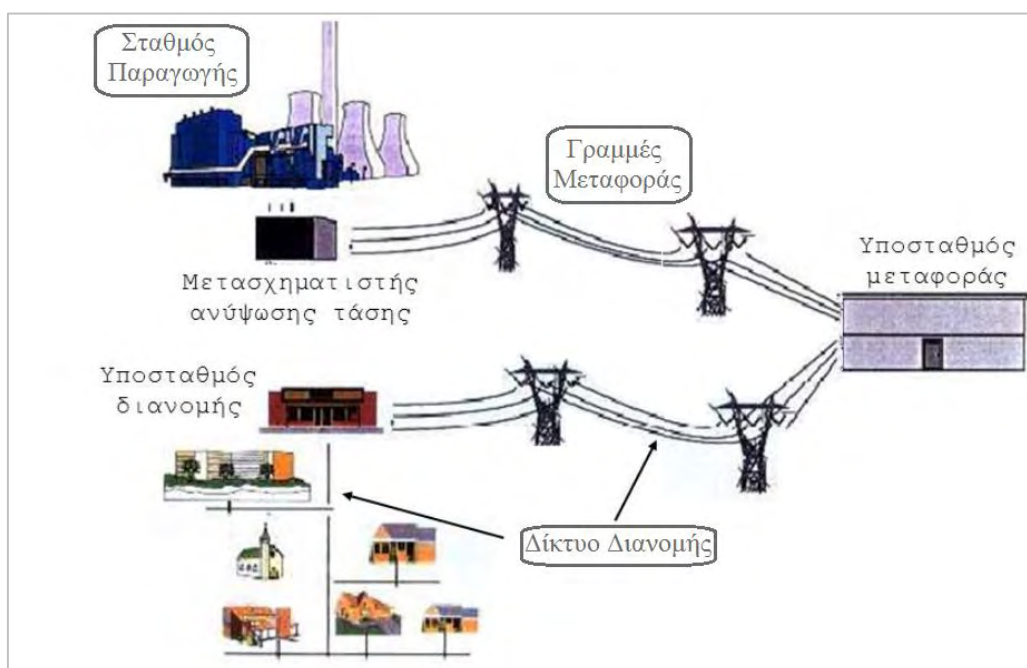
Το 1950 ιδρύθηκε και η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ), η οποία ανέλαβε όλες τις δραστηριότητες παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας, αξιοποιώντας παράλληλα την εγχώρια πηγή ενέργειας, τον λιγνίτη. Παράλληλα, η ΔΕΗ ξεκίνησε την αξιοποίηση της δύναμης των υδάτων με την κατασκευή υδροηλεκτρικών σταθμών στα μεγάλα ποτάμια της χώρας. Βασικός σύμβουλος της ΔΕΗ ήταν η αμερικανική εταιρία EBASCO, η οποία είχε την ευθύνη οργάνωσης, λειτουργίας και εκτέλεσης του ενεργειακού προγράμματος. Με βάση το πρόγραμμα αυτό ξεκίνησε η κατασκευή του πρώτου ατμοηλεκτρικού σταθμού (ΑΗΣ) Αλιβερίου το 1953, των υδροηλεκτρικών σταθμών (ΥΗΣ) Λούρου και Άγρα το 1954, του υδροηλεκτρικού σταθμού (ΥΗΣ) Λάδωνα το 1955, καθώς και η κατασκευή

γραμμών μεταφοράς για τη διασύνδεση όλων των παραπάνω σταθμών. Το 1957 σχεδόν όλοι αυτοί οι σταθμοί λειτουργούσαν. [3]

1.3 Εισαγωγή στο Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας

Ως Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΗΕ) ορίζεται το σύνολο των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων και εξοπλισμού όπως για παράδειγμα μετασχηματιστές, γεννήτριες, γραμμές μεταφοράς, που χρησιμοποιούνται για να τροφοδοτηθεί με ηλεκτρική ενέργεια ένα σύνολο καταναλωτών. [3]

Για να είναι πρακτικό ένα ΣΗΕ θα πρέπει να λειτουργεί με αξιοπιστία και ασφάλεια, να είναι φιλικό προς το περιβάλλον και να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια καλής ποιότητας στη δυνατότερη χαμηλή τιμή. Οι τρεις βασικές λειτουργίες ενός ΣΗΕ είναι η παραγωγή, η μεταφορά και η διανομή ηλεκτρικής ενέργειας. (Σχήμα 1.1)



Σχήμα 1.1: Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας [5]

Σε κάθε χώρα είναι δυνατόν να υπάρχουν πολλά ξεχωριστά ΣΗΕ, τα οποία όμως πλέον έχουν ενοποιηθεί σε ένα κοινό ΣΗΕ που ονομάζεται Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα (ΕΔΣ). Το ΕΔΣ αποτελείται από το σύνολο των γεννητριών των σταθμών παραγωγής, των δικτύων των γραμμών μεταφοράς υψηλής και υπερυψηλής τάσης, των γραμμών διανομής μέσης και χαμηλής τάσης, καθώς και των υποσταθμών ανύψωσης και υποβιβασμού της τάσης.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πραγματοποιείται στους σταθμούς παραγωγής που είναι εγκατεστημένοι στις πιο πρόσφορες περιοχές. Ανάλογα με την πηγή πρωτογενούς ενέργειας που χρησιμοποιούν οι σταθμοί παραγωγής αυτοί διακρίνονται σε ατμοηλεκτρικούς (ΑΗΣ), υδροηλεκτρικούς (ΥΗΣ) και πυρηνικούς (ΠΣ). Οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα όπως άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο, η καύση των οποίων παράγει ατμό σε έναν λέβητα. Ο ατμός στη συνέχεια διοχετεύεται σε έναν ατμοστρόβιλο ο οποίος με τη σειρά του περιστρέφει μια γεννήτρια και έτσι παράγεται ηλεκτρική ενέργεια. Στους πυρηνικούς σταθμούς ο συμβατικός λέβητας αντικαθίσταται από έναν ελεγχόμενο πυρηνικό αντιδραστήρα, όπου η διαδικασία της σχάσης χρησιμοποιείται για την κίνηση μιας ηλεκτρικής γεννήτριας ατμού. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί αποθηκεύουν μεγάλες ποσότητες νερού πίσω από τεράστια φράγματα και το νερό αυτό ρέει μέσα από τουρμπίνες παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια. Ηλεκτρική ενέργεια μπορεί επίσης να παραχθεί και από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να ενισχύουν την ενεργειακή ασφάλεια, να βελτιώνουν την ποιότητα του περιβάλλοντος και να συμβάλουν σε μια ισχυρή ενεργειακή οικονομία. Οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παράγουν βιώσιμη, καθαρή ενέργεια από πηγές όπως ο ήλιος, ο άνεμος, τα φυτά και το νερό.

Για την μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας από τους σταθμούς παραγωγής προς τα κέντρα κατανάλωσης χρησιμοποιούνται γραμμές μεταφοράς, οι οποίες μπορεί να είναι εναέριες ή σπανιότερα υπόγειες και υποβρύχιες όταν το επιβάλουν ειδικοί λόγοι, όπως για παράδειγμα πυκνοκατοικημένες περιοχές και νησιά αντίστοιχα. Το επίπεδο τάσης των γραμμών μεταφοράς καθορίζει το όριο της ηλεκτρικής ενέργειας που μπορούν αυτές να μεταφέρουν. Επομένως, για τη μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις απαιτείται υψηλό επίπεδο τάσης.

Τέλος, για τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας στους επιμέρους καταναλωτές υπάρχει δίκτυο διανομής μέσης και χαμηλής τάσης, το οποίο διανέμει την ηλεκτρική ενέργεια μέχρι και τον πιο απομακρυσμένο καταναλωτή.

Οι απαιτήσεις σε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργεια έχουν αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια, η κατανάλωση αυξάνεται ταχύρρυθμα και οι μελλοντικές απαιτήσεις αναμένονται ακόμα μεγαλύτερες. Παρουσιάζεται επομένως η ανάγκη να γίνει πληρέστερη εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και παράλληλα να αναζητηθούν νέες πηγές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

1.4 Εισαγωγή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Τα ορυκτά καύσιμα και οι υπόλοιπες μη ανανεώσιμες μορφές ενέργειας καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας. Τα προηγούμενα χρόνια η κατανάλωσή τους αυξανόταν ανάλογα με την συνολική κατανάλωση ενέργειας, όμως στο μέλλον αναμένεται ότι η χρήση τους θα αυξηθεί με υψηλότερο ρυθμό από ό,τι η συνολική κατανάλωση. Οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούνται από τα στερεά καύσιμα (λιθάνθρακας, γαιάνθρακας, λιγνίτης, τύρφη), τους υδρογονάνθρακες (πετρέλαιο αργό, πετρέλαιο πισσούχων άμμων, πετρέλαιο πισσούχων σχιστόλιθων, φυσικό αέριο, υγρά φυσικού αερίου), το ουράνιο 235 και το ουράνιο 238. [6]

Οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν αρκετά πλεονεκτήματα, κάποια από τα οποία είναι η σχετικά φθηνή εξόρυξη, η εύκολη χρήση τους και η ευρύτερη διαθεσιμότητά τους. Επίσης, αποτελούν «πυκνές» μορφές ενέργειας με πλήθος εφαρμογών και η υποδομή για την παροχή τους υπάρχει ήδη. Εκτός αυτού, οι κλάδοι εφοδιασμού με ορυκτά καύσιμα είναι καλά οργανωμένοι και η προσφορά τους καλύπτει τα περισσότερα μέρη του κόσμου.

Ωστόσο υπάρχουν δύο κύρια μειονεκτήματα. Το πρώτο είναι ότι οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι εξαντλήσιμες και το δεύτερο ότι έχουν αρνητικές

επιπτώσεις για το περιβάλλον, καθώς κατά την καύση τους εκπέμπονται ρύποι και αέρια θερμοκηπίου που οδηγούν σε κλιματική αλλαγή.

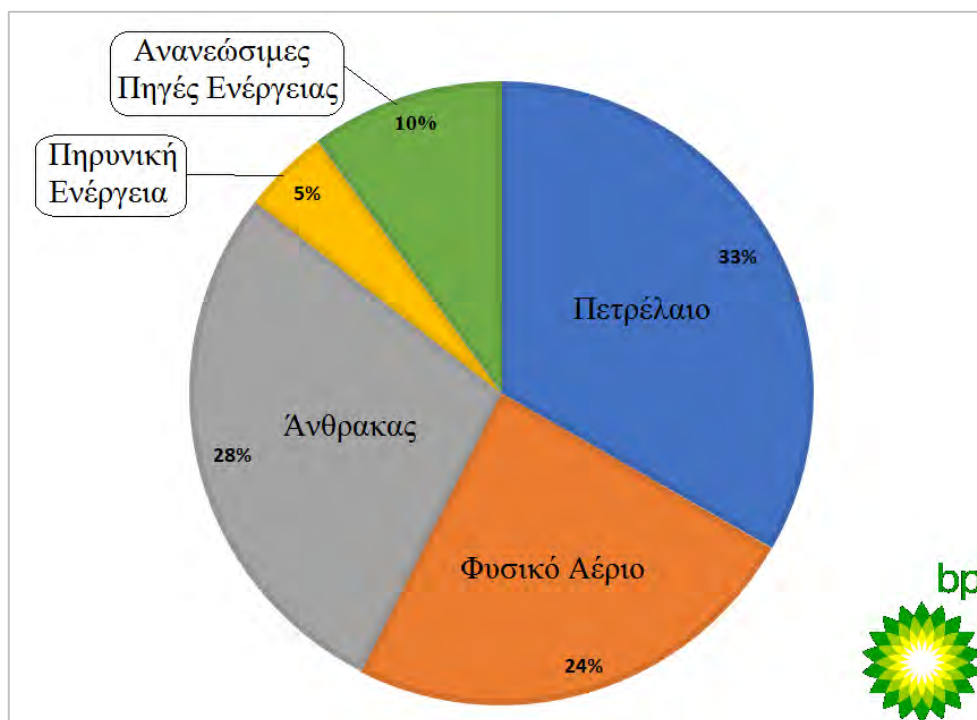
Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, να συμβάλλουν στην προστασία του ατμοσφαιρικού αέρα και να δημιουργήσουν νέες θέσεις εργασίας. Το σύνολο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελείται από την ηλιακή ακτινοβολία, τον άνεμο, τη βιομάζα, τη γεωθερμία, την υδροηλεκτρική ενέργεια και την ενέργεια της θάλασσας (κύματα, παλίρροια, θερμοκρασιακή διαφορά).

Το κυριότερο πλεονέκτημα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ότι είναι ανεξάντλητες σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, των οποίων τα αποθέματα του πλανήτη αναμένεται να εξαντληθούν στο μέλλον. Εκτός αυτού, αποτελούν μια καθαρή μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον και η χρήση τους δεν επιβαρύνει τα οικοσυστήματα των περιοχών. Οι περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες χρησιμοποιούν σε μεγάλο βαθμό τις ΑΠΕ για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα των ΑΠΕ είναι ότι απαιτούν σχετικά υψηλό κόστος εγκατάστασης και αποτελούν «αραιές» μορφές ενέργειας. Οι ανεμογεννήτριες για παράδειγμα, για να παράγουν την επιθυμητή ποσότητα ενέργειας πρέπει είτε να υπάρχει μεγάλος αριθμός από αυτές είτε να χρησιμοποιούν μηχανές μεγάλων διαστάσεων. Υπάρχει επίσης αδυναμία ακριβούς πρόβλεψης της κατάστασης της ατμόσφαιρας, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα οι ΑΠΕ να χρησιμοποιούνται περισσότερο σαν εφεδρικές πηγές ενέργειας, σε συνδυασμό με κάποια άλλη πηγή ενέργειας όπως για παράδειγμα με μια μονάδα πετρελαίου. Σε περιπτώσεις διασύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο η παραγόμενη ενέργεια μπορεί να μην πληροί τις τεχνικές απαιτήσεις του δικτύου με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η τοποθέτηση επιπλέον μηχανισμών.

Σύμφωνα με έρευνα της BP σχετικά με τις πηγές που χρησιμοποιούνται για την παγκόσμια ενέργεια, την τελευταία δεκαετία η παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αυξήθηκε κατά 17%, αλλά το Ενεργειακό Μείγμα μετατοπίζεται αργά. (Σχήμα 1.2) Το πετρέλαιο συνεχίζει να κυριαρχεί με 33% της παγκόσμιας κατανάλωσης, έναντι των υπολοίπων μορφών ενέργειας. Στη δεύτερη θέση βρίσκεται ο άνθρακας με 28% και στην τρίτη θέση είναι το φυσικό αέριο με 24%. Τα ορυκτά καύσιμα δηλαδή αποτελούν το 85% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας. Η

πυρηνική ενέργεια αποτελεί το 5%, ενώ οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική, η ηλιακή, η γεωθερμική ενέργεια, και η βιομάζα αποτελούν το 3%. Μαζί με την υδροηλεκτρική ενέργεια, όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας βρίσκονται στο 10% της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. [7]

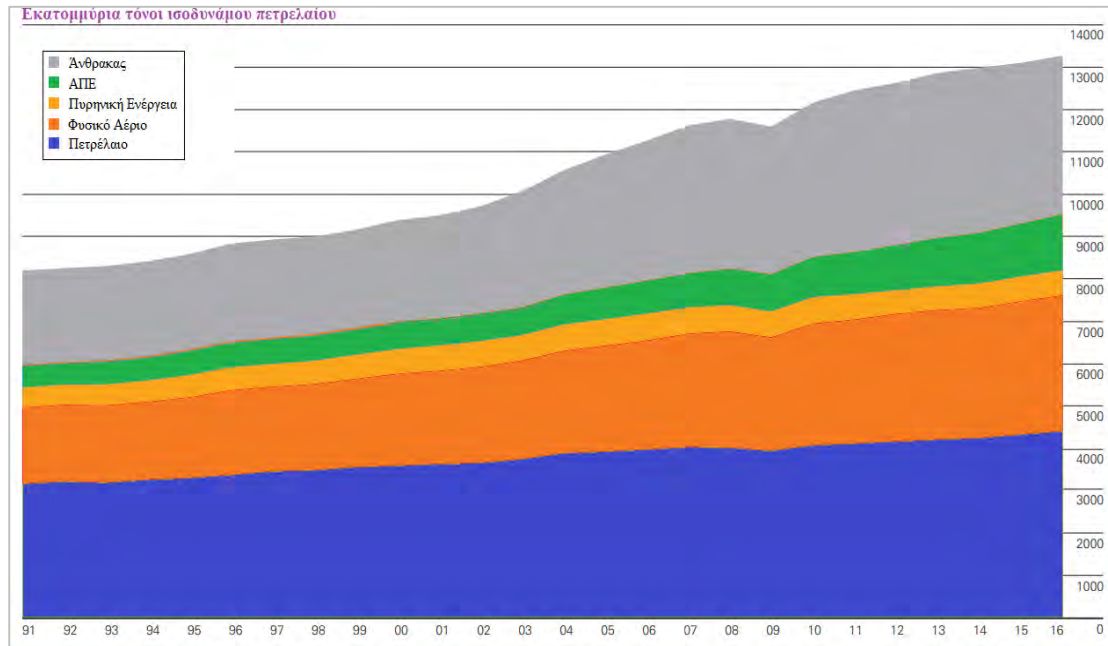


Σχήμα 1.2: Ενεργειακό Μείγμα για το έτος 2017 [7]

Αξίζει να σημειώσουμε ότι το 2010 οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούσαν το 1,3% της κατανάλωσης και τα ορυκτά καύσιμα το 86,9%. Το συμπέρασμα λοιπόν είναι ότι τα παγκόσμια ενεργειακά συστήματα μετατοπίζονται, αν και αργά λόγω του μεγάλου μεριδίου των ορυκτών καυσίμων και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πιθανότατα θα συνεχίσουν να αυξάνονται με εκθετικούς ρυθμούς στο άμεσο μέλλον.

Η παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αυξήθηκε κατά 1%, αρκετά κάτω του μέσου όρου των τελευταίων 10 ετών. Όπως και το 2015, η ανάπτυξη ήταν κάτω από το μέσο όρο σε όλες τις περιοχές εκτός από την Ευρώπη και την Ευρασία. Όλα τα καύσιμα εκτός από το πετρέλαιο και την πυρηνική ενέργεια αυξήθηκαν με ρυθμούς κάτω του μέσου όρου. Το πετρέλαιο έδωσε τη μεγαλύτερη αύξηση στην

κατανάλωση ενέργειας με 77 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (mtoe), και ακολούθησαν το φυσικό αέριο με 57mtoe και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (χωρίς την υδροηλεκτρική ενέργεια) με 53mtoe. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για το έτος 2017.



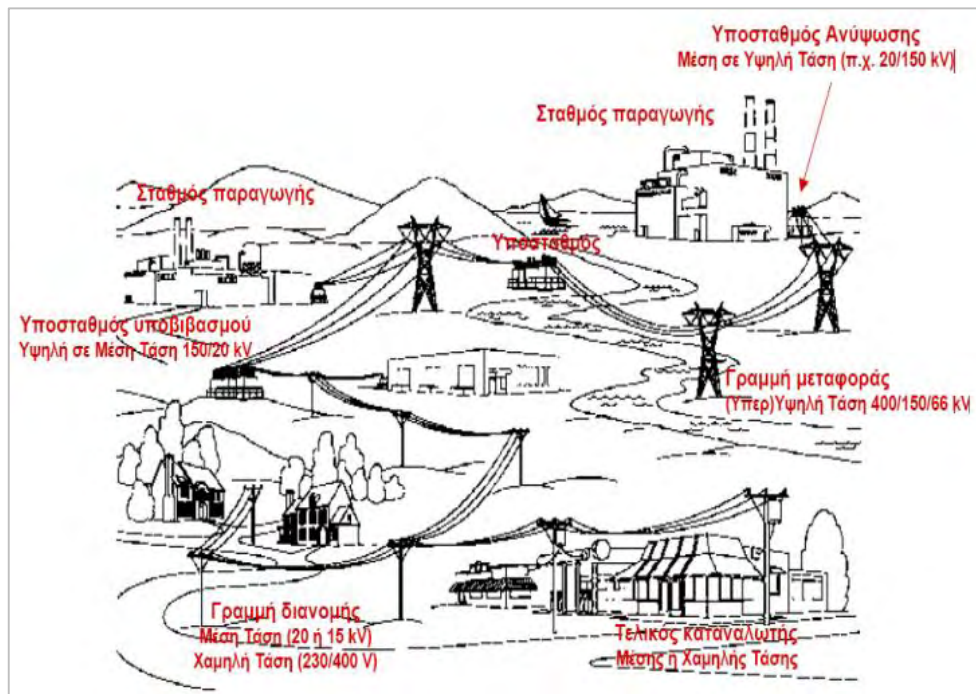
Σχήμα 1.3: Παγκόσμια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [7]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 Εισαγωγή

Ως Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας (Σχήμα 2.1) ορίζεται το σύνολο των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων και εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται για να τροφοδοτηθεί με ηλεκτρική ενέργεια ένα σύνολο καταναλωτών.



Σχήμα 2.1: Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας [5]

Οι κύριοι σκοποί ενός ΣΗΕ είναι να τροφοδοτεί όλους τους καταναλωτές όποτε αυτοί το ζητήσουν, να λειτουργεί με αξιοπιστία και ασφάλεια, να είναι φιλικό προς το περιβάλλον και να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια καλής ποιότητας στη δυνατότερη χαμηλή τιμή. Οι τρεις βασικές λειτουργίες ενός ΣΗΕ είναι η παραγωγή, η μεταφορά και η διανομή ηλεκτρικής ενέργειας.

2.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με την εκμετάλλευση των πρωτογενών πηγών ενέργειας. Οι πηγές παραγωγής ενέργειας διακρίνονται στις συμβατικές (στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα, πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο, πυρηνική ενέργεια) και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) που χρησιμοποιούν ανεξάντλητες πηγές όπως ο άνεμος, ο ήλιος, το νερό κλπ και δεν καταναλώνουν τα περιορισμένα ενεργειακά ορυκτά αποθέματα. [8]

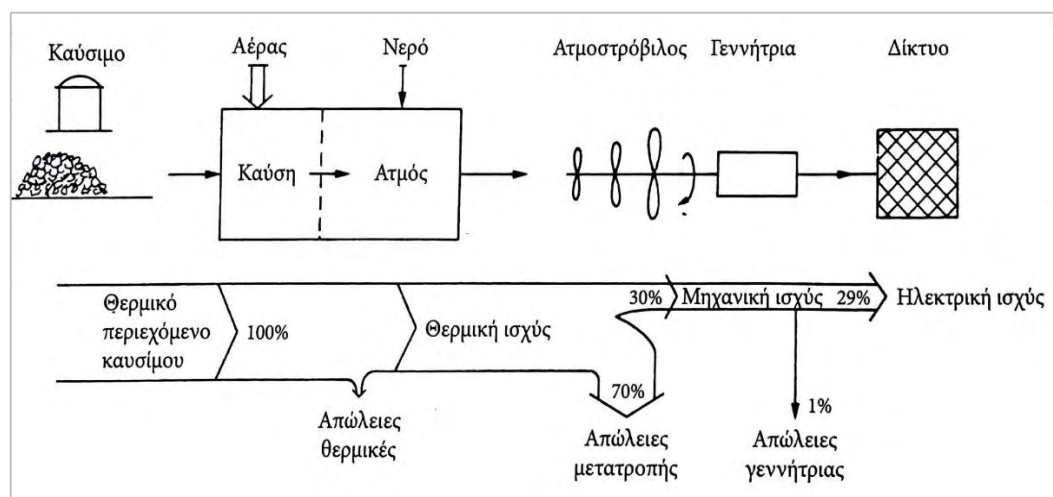
Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πραγματοποιείται στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ανάλογα με την πηγή πρωτογενούς ενέργειας που χρησιμοποιούν οι σταθμοί παραγωγής αυτοί διακρίνονται σε θερμοηλεκτρικούς, υδροηλεκτρικούς και σταθμούς που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια μετατρέπουν την θερμική ενέργεια σε μηχανική και στη συνέχεια σε ηλεκτρική. Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια μετατρέπουν την ενέργεια του νερού σε μηχανική και μετά σε ηλεκτρική. Τέλος οι σταθμοί ΑΠΕ μετατρέπουν την ενέργεια του ήλιου, του αέρα, του νερού κτλ σε ηλεκτρική ενέργεια.

Θερμοηλεκτρικοί σταθμοί

Οι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί (Σχήμα 2.2) παραγωγής διακρίνονται σε ατμοηλεκτρικούς, αεριοστροβιλικούς και ντιζελοηλεκτρικούς.

Οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί χρησιμοποιούνται ως σταθμοί βάσης και είναι οι οικονομικότεροι σταθμοί παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας. Επειδή χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες νερού για ψύξη, οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί

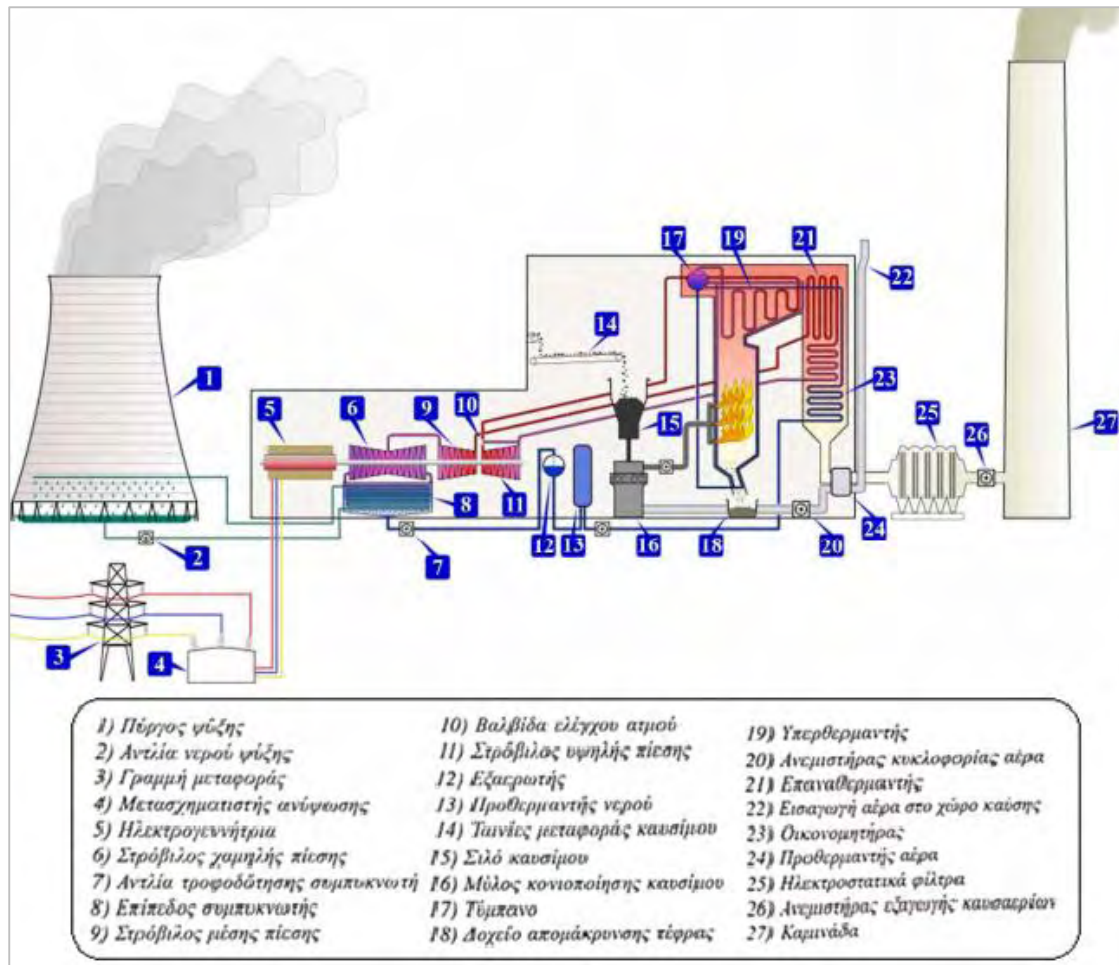
εγκαθίστανται κοντά σε λίμνες ή θάλασσες. Το κυριότερο πλεονέκτημά τους είναι ότι μπορούν να λειτουργούν για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να σταματούν για συντήρηση.



Σχήμα 2.2: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς [9]

Ένας ατμοηλεκτρικός σταθμός αποτελείται από δύο κύρια μέρη, το μηχανολογικό και το ηλεκτρολογικό. Τα βασικά στοιχεία του μηχανολογικού μέρους είναι ο λέβητας όπου γίνεται η καύση, ο στρόβιλος και ο συμπυκνωτής, ενώ τα βασικά στοιχεία του ηλεκτρολογικού μέρους είναι η ηλεκτρογεννήτρια και ο μετασχηματιστής. [10]

Το καύσιμο καίγεται στο λέβητα και έτσι παράγονται τα θερμά αέρια της καύσης, τα οποία απελευθερώνουν θερμότητα με αποτέλεσμα να μετατρέπουν το νερό σε ατμό. Ο υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης ατμός στη συνέχεια πηγαίνει στον ατμοστρόβιλο όπου, λόγω της πτώσης της πίεσής του, αυξάνεται η ταχύτητα του. Η κινητική του ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια από τα περιστρεφόμενα πτερύγια του άξονα του ατμοστροβίλου. Κατόπιν, το ζεστό νερό οδηγείται στο λέβητα για την εκ νέου θέρμανση και ατμοποίησή του. Με την περιστροφή του ατμοστροβίλου κινείται η ηλεκτρογεννήτρια, η οποία είναι συνδεδεμένη στον άξονα του στροβίλου και έτσι παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα. Σε αυτό το στάδιο, η μηχανική ενέργεια του στροβίλου μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Η λειτουργία ενός ατμοηλεκτρικού σταθμού φαίνεται αναλυτικά στο Σχήμα 2.3.



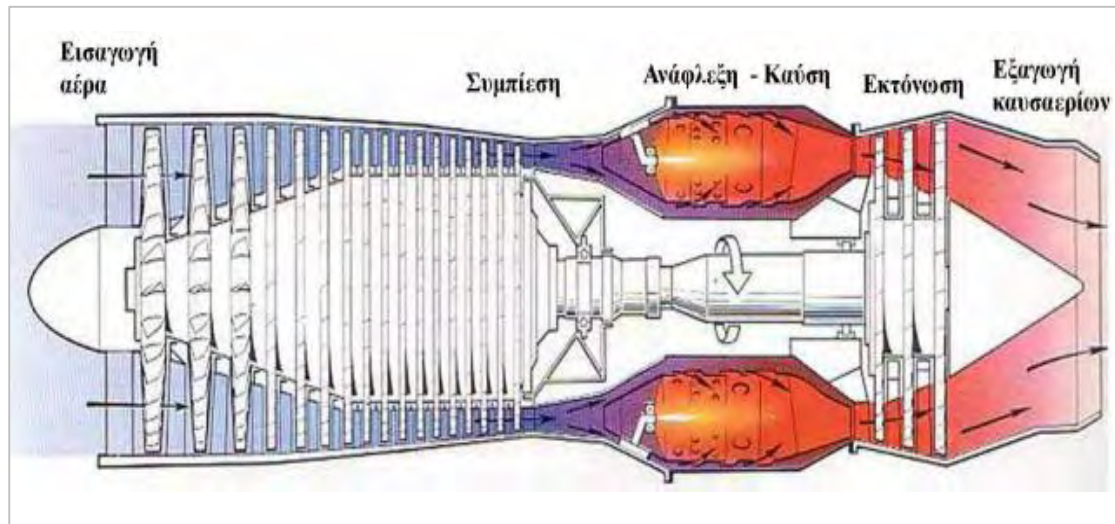
Σχήμα 2.3: Σχηματική διάταξη ενός ατμοηλεκτρικού σταθμού [5]

Οι περισσότεροι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί έχουν πολλές μονάδες οι οποίες λειτουργούν παράλληλα. Κάθε μονάδα έχει το δικό της μετασχηματιστή, ο οποίος προστατεύεται από αυτόματους διακόπτες, όπως και οι γεννήτριες.

Τα αεριοστροβιλικά εργοστάσια από την άλλη χρησιμοποιούν καυσαέρια και αεριοστρόβιλους. Το κόστος εγκατάστασής τους είναι αρκετά μικρό και έχουν το πλεονέκτημα της γρήγορης εκκίνησης καθώς σε 3-5 λεπτά μπορούν να ξεκινήσουν. Ωστόσο έχουν σχετικά μικρό βαθμό απόδοσης και δεν προτιμώνται για συνεχή λειτουργία σε διασυνδεδεμένο δίκτυο. Η χρήση τους γίνεται κυρίως σε μικρά ή νησιωτικά δίκτυα.

Ο αεριοστρόβιλος αποτελείται από έναν κύριο άξονα με την περιστροφή του οποίου αναρροφάται αέρας από το περιβάλλον, ο οποίος συμπιέζεται και οδηγείται στο θάλαμο καύσης, όπου γίνεται ψεκασμός καυσίμου. Το μίγμα αέρα και καυσίμου υψηλής πίεσης αναφλέγεται και τα παραγόμενα καυσαέρια υψηλής πίεσης και

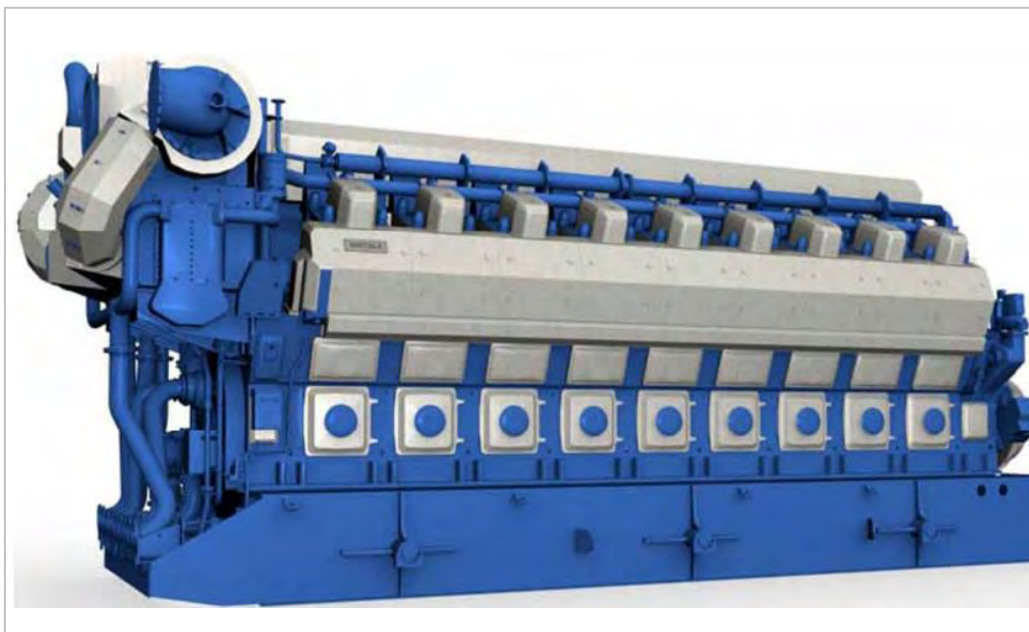
θερμοκρασίας εκτονώνονται, αποδίδοντας μηχανική ισχύ. Ένα μέρος από την παραγόμενη μηχανική ισχύ χρησιμοποιείται για την περιστροφή του άξονα του στροβίλου και την τροφοδοσία της απαιτούμενης μηχανικής ισχύος στο συμπιεστή. Η λειτουργία ενός αεριοστροβίλου φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. [5]



Σχήμα 2.4: Σχηματική αντιστοίχιση χρόνων λειτουργίας αεριοστροβίλου [5]

Σε νησιά εγκαθίστανται επίσης και οι θερμικοί σταθμοί που χρησιμοποιούν μηχανές εσωτερικής καύσης (μηχανές Diesel). Τα κυριότερα πλεονεκτήματά τους είναι ότι λειτουργούν εύκολα με μικρό αριθμό προσωπικού, φορτίζονται αμέσως, έχουν υψηλό βαθμό απόδοσης, οι εγκαταστάσεις τους είναι απλές και απαιτούν λιγότερο χώρο. Τα μειονεκτήματά τους είναι ότι απαιτούν εξειδικευμένο προσωπικό για συντήρηση και παρουσιάζουν συχνά βλάβες. [10]

Στις μηχανές εσωτερικής καύσης το μίγμα καυσίμου και αέρα συμπιέζεται από κάποιο κύλινδρο με τη βοήθεια εμβόλων και αναφλέγεται. Η καύση του μίγματος κάνει τα έμβολα να κινηθούν σε αντίθετη κατεύθυνση δημιουργώντας παλινδρομική κίνηση, η οποία με τη βοήθεια κατάλληλου μηχανισμού μετατρέπεται σε περιστροφική και μεταδίδεται στον άξονα της γεννήτριας. Η τάση που παράγουν αυτοί οι σταθμοί είναι χαμηλή και για αυτό το λόγο δεν απαιτούνται μετασχηματιστές ούτε μεγάλοι αυτόματοι διακόπτες. Στην Εικόνα 2.1 φαίνεται μια Ντιζελογεννήτρια κατασκευής Wartsila.

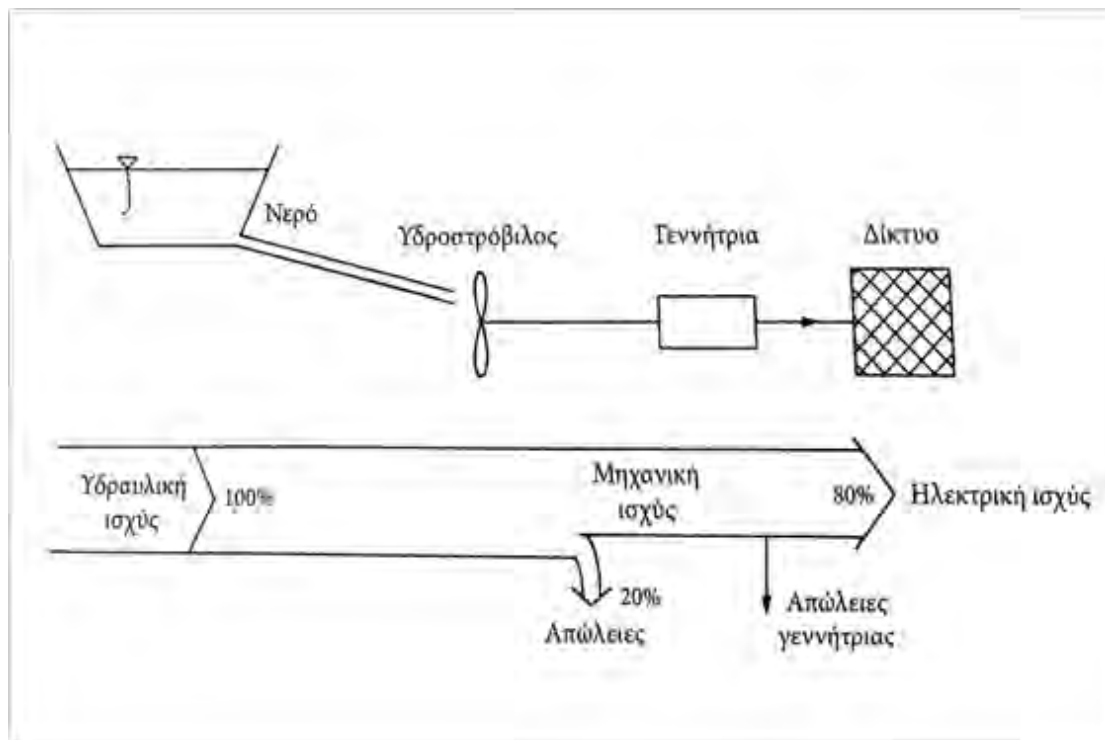


Εικόνα 2.1: Ντιζελογεννήτρια 18MW κατασκευής Wartsila [5]

Υδροηλεκτρικοί σταθμοί

Από την άλλη πλευρά, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί τοποθετούνται σε σημεία όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες νερού με όσο το δυνατόν μεγάλες υψομετρικές διαφορές. Το κόστος κατασκευής τους είναι πολύ μεγάλο σε σχέση με τους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς και η παραγωγή τους εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα του νερού. Τα κυριότερα πλεονεκτήματά τους είναι το πολύ μικρό κόστος λειτουργίας, καθώς δεν υπάρχει καύσιμο, η γρήγορη και απλή διαδικασία εκκίνησης, η γρήγορη ρύθμιση ισχύος και το γεγονός ότι είναι φιλικά προς το περιβάλλον.

Ο τρόπος λειτουργίας ενός υδροηλεκτρικού σταθμού φαίνεται στο Σχήμα 2.5. Το ηλεκτρολογικό μέρος του περιλαμβάνει τη γεννήτρια, τη διεγέρτρια και τα διάφορα βοηθητικά κυκλώματα ζεύξης και προστασίας. Οι πίνακες ελέγχου των υδροηλεκτρικών σταθμών αποτελούνται από πολύ λιγότερα όργανα απ' ό,τι, αυτοί των θερμοηλεκτρικών. Οι υδροστροβίλοι είναι οι μηχανές μέσω των οποίων μετατρέπεται η ενέργεια του υγρού σε μηχανική ενέργεια. Κατά τη φυσική αυτή ροή του νερού, η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα και μηχανικό έργο.



Σχήμα 2.5: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς [9]

Σταθμοί ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Τέλος, υπάρχουν και οι σταθμοί ανανεώσιμων πηγών ενέργειας οι οποίοι παράγουν βιώσιμη, καθαρή ενέργεια από πηγές όπως ο ήλιος, ο άνεμος, τα φυτά, και το νερό. Τα κυριότερα πλεονεκτήματά τους είναι ότι είναι φιλικό προς το περιβάλλον και ότι χρησιμοποιούν ανεξάντλητες πηγές ενέργειας.

Οι σταθμοί με ΑΠΕ χρησιμοποιούν την Ηλιακή Ενέργεια (φωτοβολταϊκά και συγκεντρωτική ηλιακή ενέργεια) , την Αιολική Ενέργεια (ανεμογεννήτριες), την Βιομάζα (άμεση καύση, ταυτόχρονη καύση αεριοποίηση και αναερόβια χώνευση), την Μικρής Κλίμακας Υδροηλεκτρική Ενέργεια (σταθμοί κατακράτησης, σταθμοί εκτροπής και αντλιοστάσια), την Γεωθερμία (μονάδες ξηρού ατμού, μονάδες ατμού ανάφλεξης, μονάδες δυαδικού κύκλου) και την Ενέργεια της Θάλασσας (παλίρροια, ενέργεια κυμάτων και μετατροπή θερμικής ενέργειας από ωκεανούς).

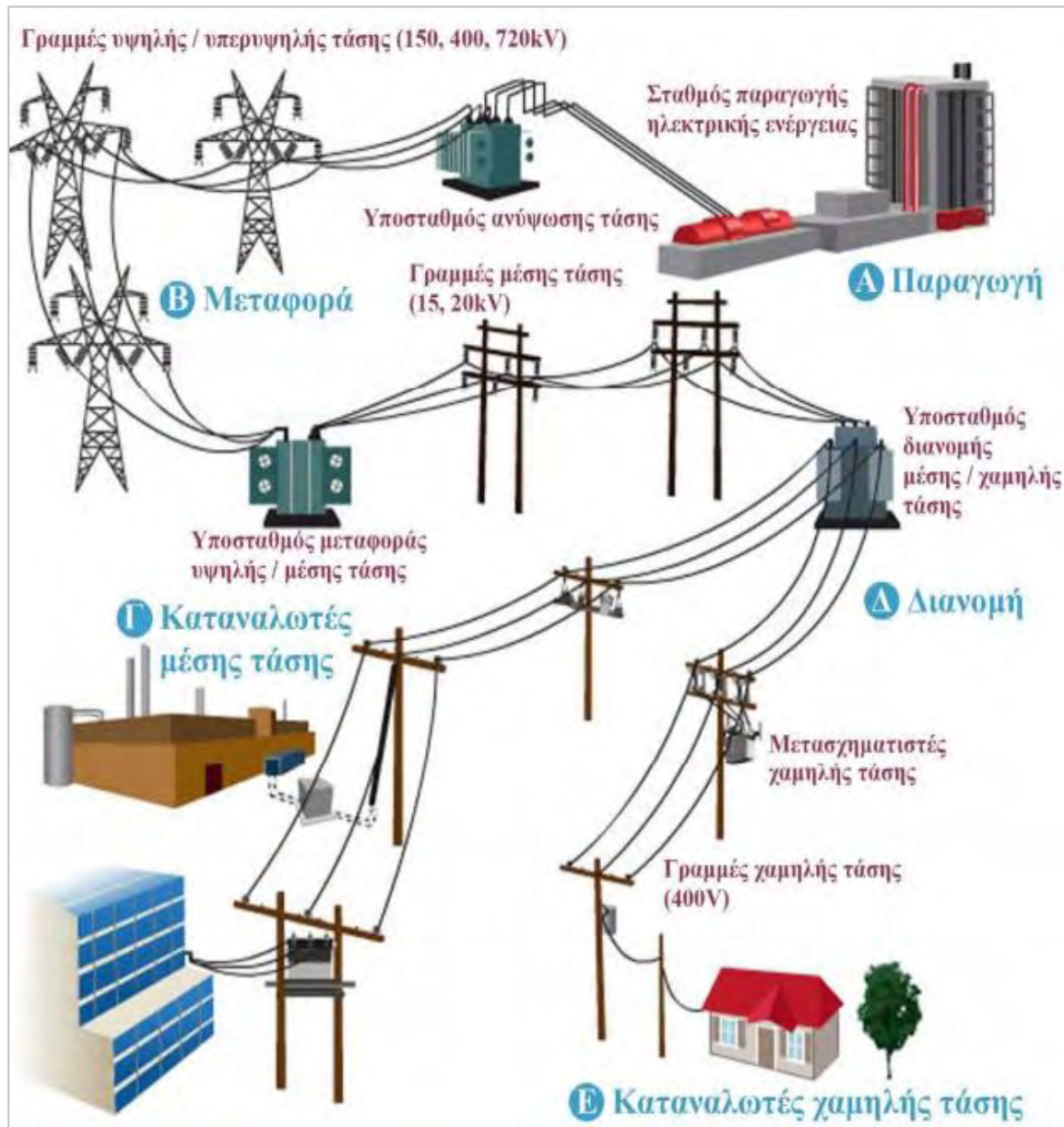
2.3 Μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της ηλεκτρικής ενέργειας είναι ότι μπορεί να μεταφέρεται εύκολα σε μεγάλες αποστάσεις με μικρές απώλειες. Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας είναι απαραίτητη καθώς οι σταθμοί παραγωγής βρίσκονται συνήθως αρκετά χιλιόμετρα μακριά από τα κέντρα κατανάλωσης.

Ως μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας ορίζεται το σύνολο των διαδικασιών λειτουργίας και ελέγχου των εγκαταστάσεων και των μέσων που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από τους σταθμούς παραγωγής προς τους υποσταθμούς που τροφοδοτούν τα κέντρα κατανάλωσης, από όπου ξεκινούν τα δίκτυα διανομής. [11]

Για την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από τα σημεία παραγωγής προς τα σημεία κατανάλωσης χρησιμοποιούνται οι γραμμές μεταφοράς. Οι γραμμές αυτές, εκτός από την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας, χρησιμοποιούνται και για την σύνδεση των σταθμών παραγωγής μεταξύ τους, έτσι ώστε σε περίπτωση βλάβης, συντήρησης ή έλλειψης καυσίμου οι υπόλοιπες μονάδες να μπορούν να καλύψουν τη ζήτηση ενέργειας.

Τα δίκτυα που μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να λειτουργούν με υψηλή τάση, δηλαδή 150kV και υπερυψηλή τάση, δηλαδή 400kV έτσι ώστε να μειώνονται οι απώλειες, το ρεύμα μεταφοράς και η πτώση τάσης στις γραμμές. Οι γραμμές μεταφοράς δεν μπορούν να τροφοδοτήσουν άμεσα τους καταναλωτές οι οποίοι χρησιμοποιούν χαμηλή τάση 220/380V. Για αυτό το λόγο φτάνουν μέχρι ορισμένα σημεία που ονομάζονται υποσταθμοί μεταφοράς και εκεί γίνεται υποβιβασμός της τάσης στη μέση τάση του δικτύου που είναι 20kV. Από αυτά τα σημεία αρχίζουν κι οι γραμμές διανομής, που καταλήγουν στους υποσταθμούς διανομής όπου γίνεται υποβιβασμός της μέσης τάσης στη χαμηλή τάση που χρησιμοποιούν οι περισσότεροι καταναλωτές. Στο Σχήμα 2.6 που ακολουθεί φαίνεται αναλυτικά η δομή του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 2.6: Δομή συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας [5]

Οι κυριότερες εγκαταστάσεις και συσκευές είναι οι αγωγοί οι οποίοι μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια, οι πυλώνες/πύργοι από τους οποίους αναρτώνται οι αγωγοί, οι μονωτήρες που συγκρατούν τους αγωγούς και εξασφαλίζουν την τάση ως προς τη γη, οι υποσταθμοί γραμμών μεταφοράς που χρησιμοποιούνται για τον υποβιβασμό τάσης και τη ζεύξη του δικτύου και τέλος τα συστήματα ελέγχου και προστασίας που προστατεύουν τις γραμμές από βλάβες.

Αγωγοί

Οι αγωγοί αποτελούνται από χαλκό και αλουμίνιο και είναι το μέσο με το οποίο μεταφέρεται η ηλεκτρική ενέργεια (Εικόνα 2.2). Ο χαλκός λόγω του μεγάλου βάρους του χρησιμοποιείται κυρίως στις γραμμές διανομής, ενώ το αλουμίνιο που είναι πολύ ελαφρύτερο, έχει μικρότερο κόστος και είναι ευκολότερα διαθέσιμο και για αυτό το λόγο χρησιμοποιείται στις εναέριες γραμμές μεταφοράς. Οι αγωγοί κατασκευάζονται σε κομμάτια ορισμένου μήκους. Έτσι, για να δημιουργηθούν γραμμές μεγάλου μήκους οι αγωγοί συνδέονται μεταξύ τους με συνδετήρες και σφικκτήρες. Τέλος, οι γραμμές υψηλής τάσης αποτελούνται συνήθως από τρεις αγωγούς, ενώ οι γραμμές διπλού κυκλώματος από έξι.



Εικόνα 2.2: Αγωγοί αλουμινίου (αριστερά) και αγωγός χαλκού (δεξιά)

Πυλώνες/Πύργοι

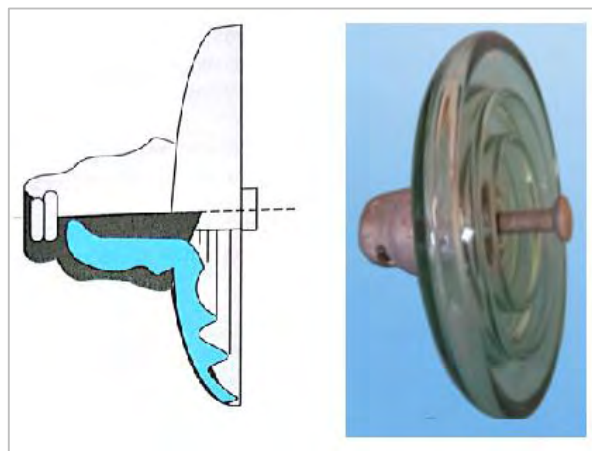
Οι αγωγοί των γραμμών αναρτώνται από πυλώνες/πύργους οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι από μεταλλικά τμήματα. Οι πυλώνες πρέπει να έχουν μεγάλο ύψος έτσι ώστε να αγωγοί να επέχουν αρκετά μέτρα από το έδαφος. Η απόσταση μεταξύ δυο πυλώνων εξαρτάται από το επιτρεπόμενο κατακόρυφο βέλος του τόξου (κοιλιά) και συνήθως είναι μεταξύ 330 και 400 μέτρα. Υπάρχουν τρία είδη πυλώνων: Οι πυλώνες ευθύγραμμου πορείας, οι πυλώνες αλλαγής κατεύθυνσης και οι τερματικοί πυλώνες οι οποίοι τοποθετούνται στο τέλος της γραμμής. Στην Εικόνα 2.3 φαίνονται η θέσεις των κυρίων εξαρτημάτων ενός πυλώνα της ΔΕΗ. [12]



Εικόνα 2.3: Πυλώνας ΔΕΗ

Μονωτήρες

Οι μονωτήρες (Εικόνα 2.4) είναι τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για την στήριξη των αγωγών στις εναέριες γραμμές μεταφοράς. Οι μονωτήρες κατασκευάζονται από πορσελάνη ή γυαλί και πρέπει να έχουν ηλεκτρική και μηχανική αντοχή έτσι ώστε να εξασφαλίζουν τέλεια μόνωση μεταξύ των αγωγών και των στύλων/πυλώνων και να αντέχουν το βάρος του αγωγού μαζί με όλες τις καταπονήσεις. [12]

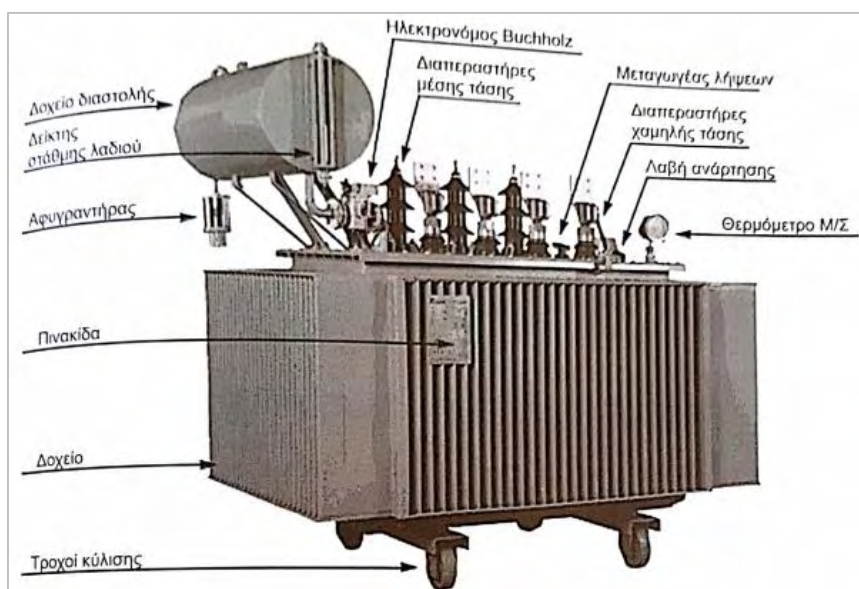


Εικόνα 2.4: Μονωτήρας [12]

Η ηλεκτρική αντοχή του μονωτήρα μπορεί να μειωθεί σημαντικά από ακαθαρσίες, ραγίσματα, σπασίματα ή σκόνη πάνω στην επιφάνειά του. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημά του είναι ότι μπορεί να διατηρεί τις ικανότητές του για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να χρειάζεται συντήρηση. Οι μονωτήρες που αναρτώνται από τους πυλώνες έχουν μορφή αλυσίδας, καθώς συνδέονται σε σειρά μεταξύ τους με μεταλλικούς συνδετήρες. Ο αριθμός των μονωτήρων εξαρτάται από την τάση της γραμμής. Για παράδειγμα για μια γραμμή 150kV χρησιμοποιούνται 10 μονωτήρες.

Υποσταθμοί γραμμών μεταφοράς

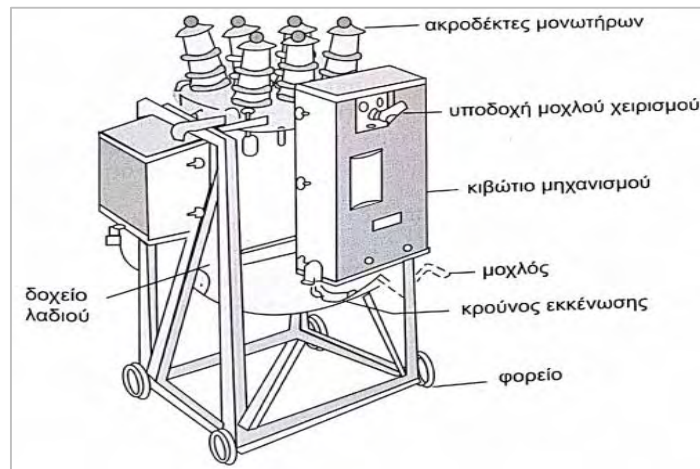
Οι γραμμές μεταφοράς καταλήγουν σε υποσταθμούς, οι οποίοι αποτελούν τους κόμβους του δικτύου. Υπάρχουν οι υποσταθμοί ζεύξεως ή διασυνδέσεως στους οποίους συνδέονται απλώς γραμμές χωρίς απαραίτητα να γίνεται μετασχηματισμός της τάσης και οι υποσταθμοί μετασχηματισμού ή υποβιβασμού στους οποίους πραγματοποιείται μετασχηματισμός τάσης από μια βαθμίδα τάσης μεταφοράς σε άλλη χαμηλότερη. Τα στοιχεία σύνδεσης των γραμμών στους υποσταθμούς ονομάζονται ζυγοί και συνδέονται σε αυτούς μέσω διακοπών. Τα σημαντικότερα μηχανήματα ενός υποσταθμού είναι οι μετασχηματιστές ισχύος (Εικόνα 2.5), οι διακόπτες προστασίας (διακόπτες ισχύος) και οι αποζεύκτες (μαχαιρωτοί διακόπτες). [12]



Εικόνα 2.5: Μετασχηματιστής ισχύος [12]

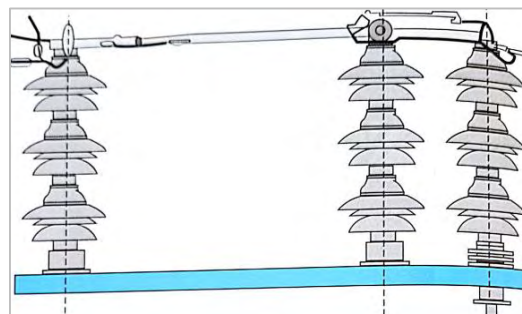
Οι μετασχηματιστές ισχύος μετασχηματίζουν την υψηλή τάση σε μέση. Τα τυλίγματά τους προστατεύονται από τα βραχυκυκλώματα λόγω του λαδιού που είναι γύρω τους και η θερμότητα που δημιουργείται μειώνεται με ανεμιστήρες ή πτερύγια.

Οι διακόπτες προστασίας (Σχήμα 2.7) λειτουργούν αυτόματα όταν η ένταση περάσει μια οριακή τιμή. Το βασικό κριτήριο επιλογής ενός διακόπτη είναι η ένταση και η ισχύς διακοπής που είναι οι αντίστοιχες τιμές των μεγεθών της στιγμής λειτουργίας του.



Σχήμα 2.7: Τριπολικός αυτόματος ελαιοδιακόπτης μέσης τάσης [12]

Οι αποζεύκτες (Σχήμα 2.8) ή αλλιώς μαχαιρωτοί διακόπτες είναι διακόπτες χωρίς φορτίο και αποτελούν συμπλήρωμα των αυτόματων διακοπών προστασίας. Η χρησιμότητά τους είναι να δείχνουν με οπτικό έλεγχο εάν μια γραμμή είναι ανοιχτή ή κλειστή.



Σχήμα 2.8: Μονοπολικός αποζεύκτης υψηλής τάσης [12]

Συστήματα ελέγχου και προστασίας

Τέλος, τα συστήματα ελέγχου και προστασίας προστατεύουν τις γραμμές από τον σημαντικότερο κίνδυνο, ο οποίος είναι οι υπερτάσεις. Οι υπερτάσεις αντιμετωπίζονται με τα αλεξικέραυνα, τους αυτόματους διακόπτες, τους ρυθμιστές τάσης και τους αγωγούς γείωσης οι οποίοι μπορούν να διοχετεύουν τα φορτία των κεραυνών στη γη με αποτελεσματικότητα 99%.

2.4 Διανομή ηλεκτρικής ενέργειας

Ως διανομή ηλεκτρικής ενέργειας ορίζεται το σύνολο των διαδικασιών λειτουργίας και ελέγχου με τις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται στους καταναλωτές.

Στα δίκτυα διανομής περιλαμβάνονται οι γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας που μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια στους καταναλωτές και οι υποσταθμοί υποβιβασμού τάσης οι οποίοι συνδέουν τις γραμμές με το σύστημα μεταφοράς. Τα δίκτυα διανομής καταλήγουν στους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας των καταναλωτών και στη συνέχεια στις εσωτερικές ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις και στις συσκευές κατανάλωσης. [11]

Τα δίκτυα διανομής αποτελούνται από δυο δίκτυα, το δίκτυο διανομής μέσης τάσης (MT) που μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια από τους υποσταθμούς μεταφοράς στους υποσταθμούς διανομής και παίρνει τιμές από 6,6kV έως 20kV και το δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης (XT) που μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια από τους υποσταθμούς διανομής στους καταναλωτές και παίρνει τιμές 200/380V.

Οι υποσταθμοί υποβιβασμού YT/MT (από υψηλή τάση σε μέση τάση) τροφοδοτούν το δίκτυο διανομής μέσης τάσης και αυτό με τη σειρά του τροφοδοτεί τους υποσταθμούς διανομής MT/XT (από μέση τάση σε χαμηλή τάση) και τους καταναλωτές μέσης τάσης. Τα δίκτυα είναι κατά κύριο λόγο εναέρια, με εξαίρεση περιοχές με μεγάλη πυκνότητα φορτίου (π.χ. κέντρα πόλεων) όπου τα δίκτυα είναι υπόγεια.

Ο υποβιβασμός τάσης γίνεται στους μετασχηματιστές τάσης οι οποίοι αποτελούν τον κύριο εξοπλισμό των υποσταθμών. Οι υποσταθμοί διακρίνονται σε υποσταθμούς εσωτερικού, υπογείου και εναέριου τύπου.

Εναέρια δίκτυα μέσης τάσης

Τα εναέρια δίκτυα μέσης τάσης εγκαθίστανται κυρίως σε μεγάλες οδικές αρτηρίες για να είναι εύκολη η πρόσβαση σε αυτά και αποτελούνται από δύο κύρια μέρη. Το πρώτο μέρος είναι ο κορμός, δηλαδή η κύρια γραμμή που είναι κατασκευασμένη από αγωγούς μεγάλης διατομής και το δεύτερο οι διακλαδώσεις που είναι κατασκευασμένες από αγωγούς μικρότερης διατομής. Πάνω στις διακλαδώσεις συνδέονται οι υποσταθμοί ΜΤ/ΧΤ. [12]

Όλες οι γραμμές από τις οποίες αποτελείται ένα εναέριο δίκτυο ΜΤ τροφοδοτούνται από το ένα μόνο άκρο τους. Η τροφοδότηση αυτή γίνεται από τους ζυγούς ΜΤ του υποσταθμού ΥΤ/ΜΤ μέσω ενός διακόπτη ισχύος, ενώ στο άλλο άκρο μπορεί να συνδέεται με μια γραμμή του ίδιου υποσταθμού ή και άλλου υποσταθμού ΥΤ/ΜΤ. Κατά μήκος του κορμού μπορούν να εγκατασταθούν αποζεύκτες και διακόπτες φορτίου για να είναι δυνατή η διακοπή του κορμού κατά τμήματα για συντήρηση. Στην Εικόνα 2.6 φαίνεται ένας ξύλινος στύλος μέσης τάσης ΔΕΗ.



Εικόνα 2.6: Ξύλινος στύλος μέσης τάσης ΔΕΗ

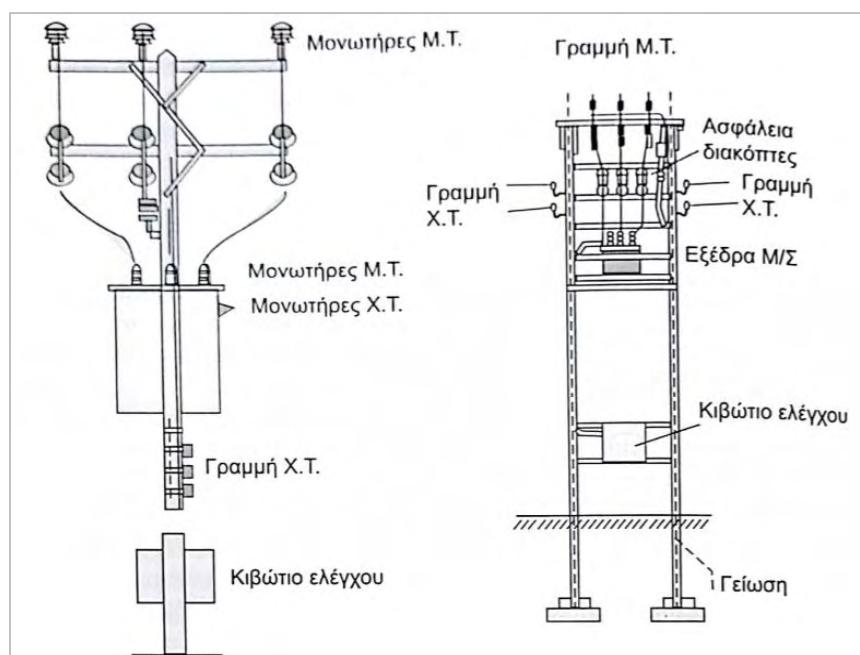
Υπόγεια δίκτυα μέσης τάσης

Στα υπόγεια δίκτυα οι γραμμές τοποθετούνται μέσα στη γη σε βάθος 50-70cm και το κόστος είναι περίπου τριπλάσιο από το κόστος μιας αντίστοιχης εναέριας γραμμής. Αυτό συμβαίνει επειδή η γραμμές πρέπει να τοποθετούνται σε ειδικό περίβλημα. Ακόμα ένα μειονέκτημα των υπόγειων γραμμών είναι ότι ο εντοπισμός της θέσης μιας βλάβης είναι μια χρονοβόρα διαδικασία. [12]

Υποσταθμοί διανομής MT/XT

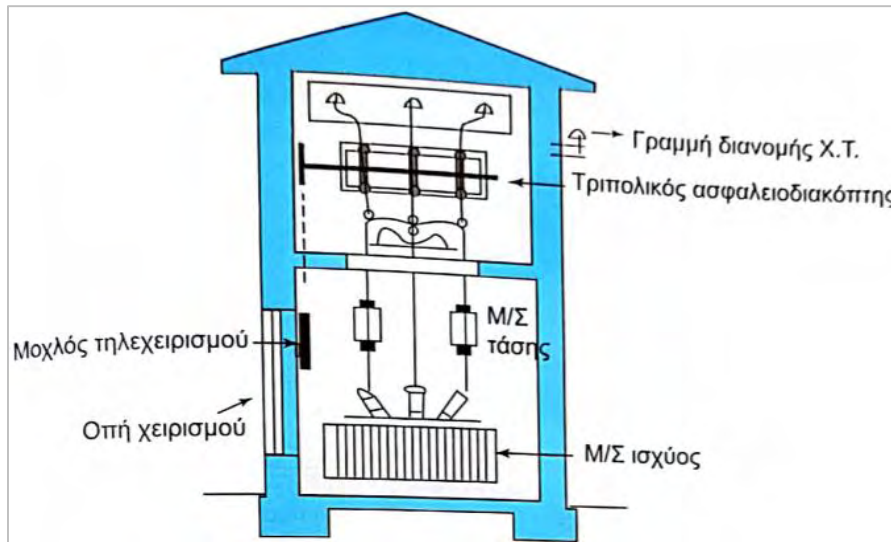
Οι γραμμές μέσης τάσης καταλήγουν στους υποσταθμούς διανομής όπου η μέση τάση μετατρέπεται σε χαμηλή. Από τους υποσταθμούς ξεκινούν οι γραμμές χαμηλής τάσης που καταλήγουν στους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας των καταναλωτών. Οι υποσταθμοί διακρίνονται σε εναέριους, επίγειους και υπόγειους.

Οι εναέριοι υποσταθμοί βρίσκονται πάνω σε στύλους και χρησιμοποιούνται για εναέρια δίκτυα μέσης και χαμηλής τάσης (Σχήμα 2.9). Αποτελούν τους οικονομικότερους υποσταθμούς, ωστόσο παρουσιάζουν πιο συχνά βλάβες λόγω της έκθεσής τους στις έντονες καιρικές συνθήκες.



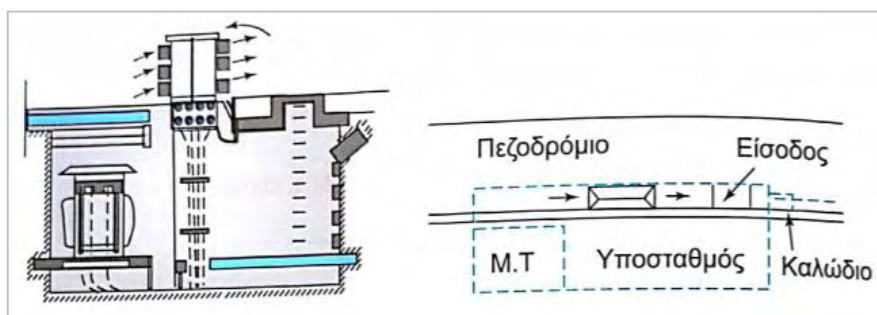
Σχήμα 2.9: Εναέριοι υποσταθμοί διανομής [12]

Οι επίγειοι υποσταθμοί κατασκευάζονται κυρίως για εξυπηρέτηση μεγάλων ισχύων και τοποθετούνται συνήθως σε ειδικά κτήρια και σε χώρους οικοδομών (Σχήμα 2.10). Ωστόσο υπάρχουν και σε εξωτερικούς χώρους. Οι εγκαταστάσεις των υποσταθμών περιλαμβάνουν τους μετασχηματιστές, τα όργανα μέτρησης, τα αλεξικέρανα τους αυτόματους διακόπτες και τις ασφάλειες.



Σχήμα 2.10: Κλειστός επίγειος υποσταθμός σε ειδικό κτήριο [12]

Τέλος, οι υπόγειοι υποσταθμοί κατασκευάζονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, συνήθως κάτω από πεζοδρόμια και πλατείες (Σχήμα 2.11). Τα κυριότερα προβλήματα τους είναι η ψύξη και η στεγανότητα.



Σχήμα 2.11: Υπόγειος υποσταθμός διανομής [12]

Εναέρια δίκτυα χαμηλής τάσης

Στις γραμμές των εναέριων δικτύων χρησιμοποιούνται γυμνά χάλκινα σύρματα τριών φάσεων και ουδέτερος (Εικόνα 2.7). Πολλές φορές υπάρχει και πέμπτος αγωγός που είναι ο αγωγός του δημοτικού φωτισμού. Οι στύλοι είναι συνήθως ξύλινοι, αλλά πολλές φορές και τσιμεντένιοι και μπορεί να βρίσκονται κοντά σε κατοικίες λόγω της χαμηλής τάσης. Στα σημεία διακλάδωσης χρησιμοποιούνται ασφάλειες ως στοιχείο προστασίας.



Εικόνα 2.7: Ξύλινος στύλος χαμηλής τάσης

Υπόγεια δίκτυα χαμηλής τάσης

Ένα υπόγειο δίκτυο χαμηλής τάσης μπορεί να σχεδιαστεί είτε χρησιμοποιώντας καλώδια ενιαίας διατομής με δυνατότητα διπλής τροφοδότησης με σχηματισμό βρόγχων, είτε διαμορφώνοντας κύριους βρόγχους με ακτινική τροφοδότηση και καλώδια μικρότερης διατομής, είτε χωρίς κλειστούς βρόγχους με καλώδια πολλών διατομών χωρίς τη δυνατότητα διπλής τροφοδότησης σε περίπτωση βλάβης. [12]

2.5 Ζήτηση ισχύος σε ΣΗΕ

Με την αδυναμία της συστηματικής αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας επιβάλλεται σε κάθε χρονική στιγμή η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς να είναι ίση με το φορτίο του συστήματος. Οι επιχειρήσεις ηλεκτρισμού βασίζόμενες στην πρόβλεψη κατανάλωσης, το επιτυγχάνουν αυτό χρησιμοποιώντας κατάλληλο προγραμματισμό της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Χρησιμοποιώντας στατιστικά στοιχεία και κατάλληλο λογισμικό μπορούν να ελαχιστοποιήσουν το κόστος παραγωγής. Τα προγράμματα αυτά βασίζονται σε κατάλληλες γραφικές παραστάσεις που απεικονίζουν την χρονική μεταβολή της ζήτησης της ηλεκτρικής ισχύος στη διάρκεια ενός καθορισμένου διαστήματος. Οι καμπύλες αυτές ονομάζονται καμπύλες φορτίου και διαφέρουν ανάλογα με το αν είναι εργάσιμη ημέρα ή αργία, αν είναι καλοκαίρι ή χειμώνας, αν έχει καλό καιρό ή όχι κτλ. (Σχήμα 2.12) Σε μια καμπύλη φορτίου διακρίνονται τα παρακάτω μεγέθη:

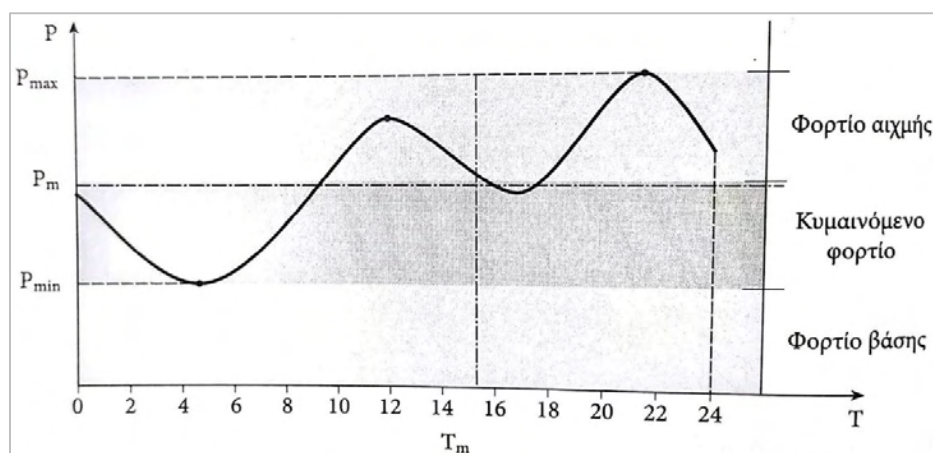
$$P(t) = \text{Ισχύς}$$

$$T = \text{Χρόνος παράστασης}$$

$$P_{\max} = \text{Μέγιστο φορτίο}$$

$$P_{\min} = \text{Ελάχιστο φορτίο}$$

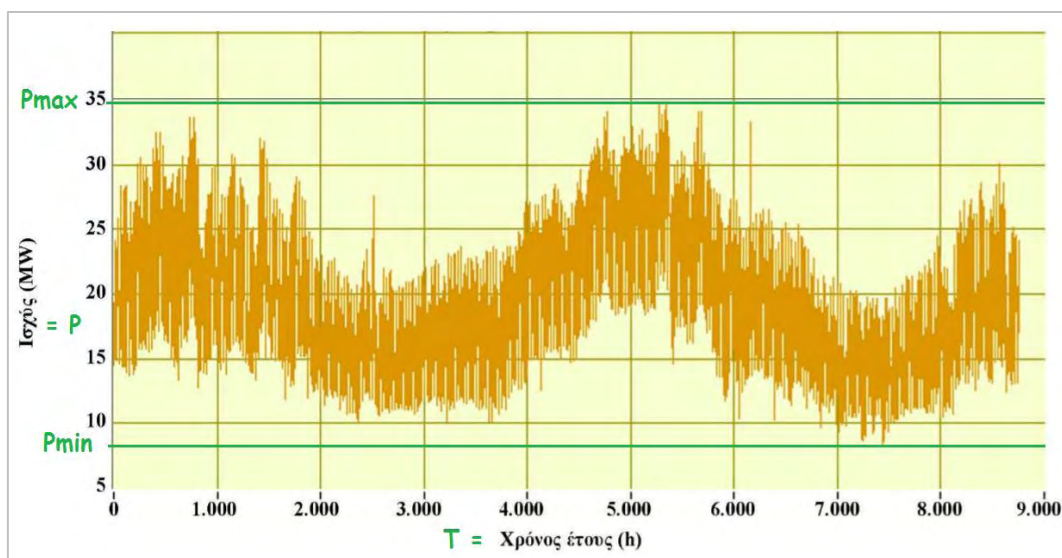
$$P_m = \text{Μέσο φορτίο}$$



Σχήμα 2.12: Τυπική καμπύλη ημερήσιου φορτίου [9]

Το εμβαδόν που περικλείεται από την ημερήσια καμπύλη φορτίου στο παραπάνω σχήμα εκφράζει την ημερήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η μεταβαλλόμενη ισχύς παρουσιάζει τοπικά μέγιστα που λέγονται αιχμές και τοπικά ελάχιστα που λέγονται βυθίσεις. Η καμπύλη του φορτίου μπορεί να χωριστεί σε τρεις ζώνες. Η κάτω ζώνη ονομάζεται φορτίο βάσης και αποτελεί την ισχύ που απορροφά το σύστημα σχεδόν σταθερά σε όλη τη χρονική διάρκεια. Η ενδιάμεση ζώνη είναι το κυμαινόμενο φορτίο και η πάνω ζώνη το φορτίο αιχμής. Η μέγιστη ισχύς προσδιορίζει την απαίτηση για εγκατεστημένη ισχύ στο σύστημα, ενώ η ελάχιστη ισχύς το μέγιστο της εγκατεστημένης ισχύος των σταθμών βάσης.

Στο Σχήμα 2.13 παρουσιάζεται η ετήσια ζήτηση ισχύος στο αυτόνομο σύστημα της Σάμου, καταγεγραμμένη με μέσες ωριαίες τιμές. Παρατηρούμε ότι η ζήτηση ισχύος μεγιστοποιείται σε ετήσια βάση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και ελαχιστοποιείται κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου. Η ετήσια μέγιστη ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος σε ένα ΣΗΕ ονομάζεται ετήσια αιχμή συστήματος. Κατά τη χειμερινή περίοδο, η ζήτηση ισχύος αυξάνεται επίσης χωρίς να φθάνει όμως τα επίπεδα του καλοκαιριού. Επίσης, την άνοιξη μειώνεται, χωρίς να φτάνει το επίπεδο του φθινοπώρου.

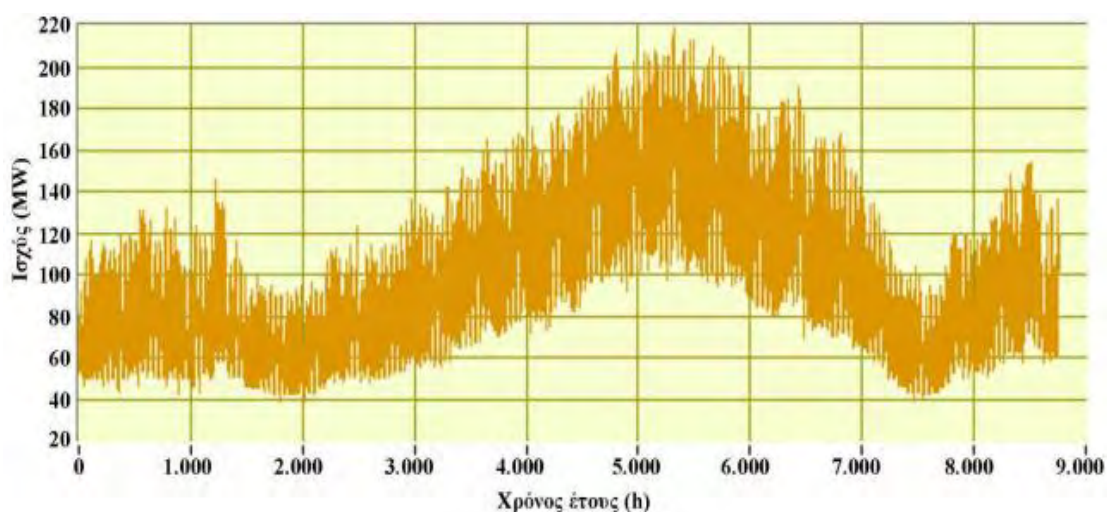


Σχήμα 2.13: Ετήσια διακύμανση ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος στο ΣΗΕ Σάμου [5]

Η ετήσια διακύμανση της ζήτησης ισχύος που εμφανίζεται στο παραπάνω σχήμα δεν είναι χαρακτηριστική μόνο για τα ελληνικά συστήματα, αλλά επίσης για

αρκετές περιοχές στον κόσμο. Η μεγιστοποίηση της ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος συνήθως συμπίπτει με την περίοδο αύξησης των επαγγελματικών δραστηριοτήτων μιας περιοχής. Για την Ελλάδα για παράδειγμα η περίοδος αυτή είναι η θερινή περίοδος, κατά τη διάρκεια της οποίας αναπτύσσεται ο τουρισμός. Αντίθετα, η ζήτηση ισχύος ελαχιστοποιείται στις περιόδους που δεν υπάρχουν σημαντικές επαγγελματικές δραστηριότητες και οι καιρικές συνθήκες ευνοούν την κατανάλωση ενέργειας με κλιματισμό. Αυτές οι εποχές είναι το φθινόπωρο και η άνοιξη. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, λόγω της αυξημένης ανάγκης για κλιματισμό και των επαγγελματικών δραστηριοτήτων παρατηρείται αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος. Ωστόσο η κατανάλωση αυτή είναι μικρότερη από αυτή της θερινής περιόδου.

Στο σχήμα 2.13 παρατηρείται ότι η διαφορά στη ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος μεταξύ της χειμερινής και της καλοκαιρινής περιόδου στο ΣΗΕ Σάμου δεν είναι ιδιαίτερα έντονη. Αυτό δεν συμβαίνει όμως και στην περίπτωση του ΣΗΕ Ρόδου όπως φαίνεται στο σχήμα 2.14. Στο σχήμα αυτό φαίνεται ότι η ζήτηση ισχύος κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού είναι αρκετά μεγαλύτερη από το χειμώνα, πράγμα που οφείλεται στην έντονη τουριστική δραστηριότητα που αναπτύσσεται στη Ρόδο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Στο σχήμα αυτό παρατηρείται επίσης ότι η ζήτηση ισχύος στη Ρόδο παρουσιάζεται περίπου έξι φορές υψηλότερη από την αντίστοιχη στη Σάμο, εκφράζοντας έτσι τη διαφορά μεγέθους ανάμεσα στα δύο συστήματα.



Σχήμα 2.14: Ετήσια διακύμανση ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος στο ΣΗΕ Ρόδου [5]

Συνοψίζοντας, είναι φανερό ότι μέσω της ετήσιας διακύμανσης της ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος σε ένα γεωγραφικό χώρο μπορεί κάποιος να πάρει χρήσιμες πληροφορίες που αφορούν το βιοτικό επίπεδο του γεωγραφικού χώρου, τις εποχιακές αλλαγές στις δραστηριότητες και την περίοδο έξαρσης επαγγελματικών και κοινωνικών δραστηριοτήτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 Εισαγωγή

Η διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας και η επιδείνωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, σε συνδυασμό με την εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων του πλανήτη οδήγησε τις σύγχρονες κοινωνίες να στραφούν στην αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παράγουν βιώσιμη, καθαρή ενέργεια από πηγές όπως ο ήλιος, ο άνεμος, τα φυτά, και το νερό. Τα κυριότερα πλεονεκτήματά τους είναι ότι αποτελούν ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και έχουν τη δυνατότητα να ενισχύουν την ενεργειακή ασφάλεια, να βελτιώνουν την ποιότητα του περιβάλλοντος, καθώς και να συμβάλουν σε μια ισχυρή ενεργειακή οικονομία. Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ορίζονται οι ακόλουθες πηγές ενέργειας: Ηλιακή Ενέργεια, Αιολική Ενέργεια, Βιομάζα, Μικρής Κλίμακας Υδροηλεκτρική Ενέργεια, Γεωθερμία και Ενέργεια της Θάλασσας. [13] [14]

3.2 Ηλιακή Ενέργεια

Η Ηλιακή Ενέργεια έχει τη δυνατότητα να τροφοδοτεί όλο και περισσότερο την καθημερινή μας ζωή, χάρη στην συνεχή βελτίωση των τεχνολογιών. Υπολογίζεται ότι η ποσότητα του φωτός του ήλιου που χτυπά την επιφάνεια της γης μέσα σε μιάμιση

ώρα, είναι αρκετό για να καλύψει την κατανάλωση ενέργειας ολόκληρου του κόσμου, για ένα πλήρες έτος.

Το κυριότερο χαρακτηριστικό της ηλιακής ενέργειας είναι ότι παρουσιάζει μια μεγάλη χρονική διακύμανση μεταξύ μιας μέγιστης τιμής κατά τη διάρκεια της ημέρας και της μηδενικής τιμής που αποκτά τη νύχτα. Επιπλέον υπάρχει μια σημαντική διακύμανση ανάλογα με την εποχή του χρόνου, καθώς επίσης και ανάλογα με τη γεωγραφική θέση. Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό είναι ότι η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στη γη αποτελεί μια αραιή μορφή ενέργειας. Τα δυο αυτά μειονεκτήματα είναι οι κύριες αιτίες για τη δημιουργία προβλημάτων που εμφανίζονται στις εφαρμογές της μετατροπής ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια.

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι τεχνολογίας ηλιακής ενέργειας: τα Φωτοβολταϊκά (PV) και η Συγκεντρωτική Ηλιακή Ενέργεια (CSP).

Η πρώτη τεχνολογία (PV) συνήθως έχει οικιακή χρήση (Εικόνα 3.1) και λειτουργεί ο εξής: Όταν ο ήλιος λάμπει επάνω σε ένα ηλιακό πάνελ, τα φωτόνια απορροφώνται από τα κύτταρα του πίνακα και έτσι δημιουργείται ένα ηλεκτρικό πεδίο κατά μήκος των στρωμάτων, το οποίο δημιουργεί ηλεκτρική ενέργεια.



Εικόνα 3.1: Φωτοβολταϊκά για οικιακή χρήση – Τεχνολογία PV

Η δεύτερη τεχνολογία (CSP) χρησιμοποιείται κυρίως σε πολύ μεγάλες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και δεν είναι κατάλληλη για οικιακή χρήση (Εικόνα

3.2). Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιεί καθρέφτες για να αντανακλά το φως του ήλιου και να το συγκεντρώνει σε δέκτες που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν σε θερμότητα, η οποία μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

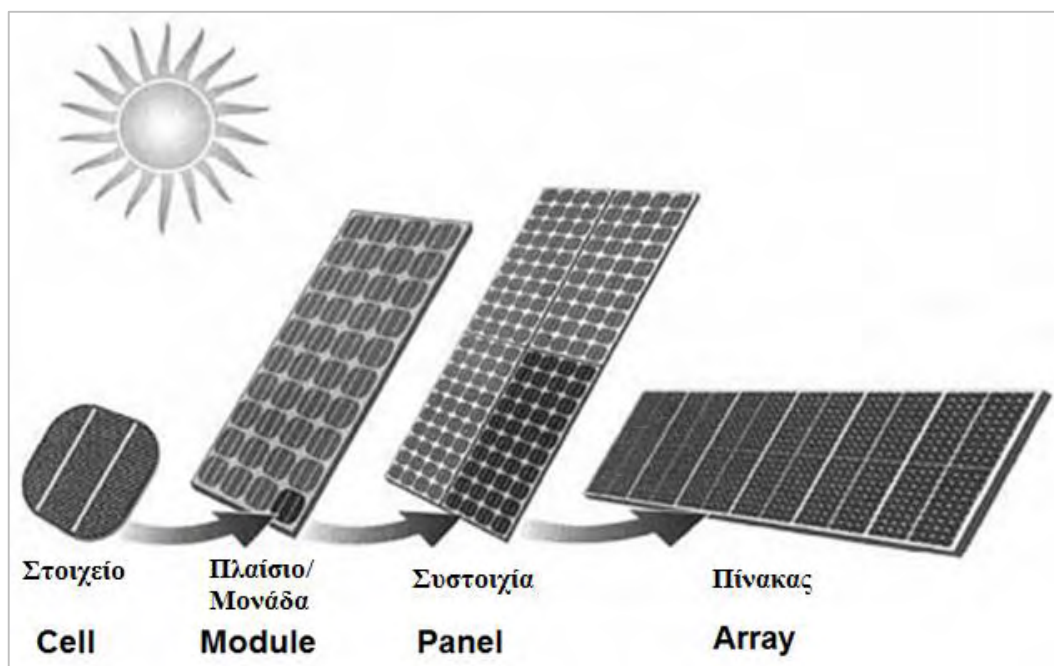


Εικόνα 3.2: Μονάδα Παραγωγής – Τεχνολογία CSP

Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία (PV)

Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία αποτελείται από τα φωτοβολταϊκά υλικά/συσκευές τα οποία μετατρέπουν το φως του ήλιου σε ηλεκτρική ενέργεια. Μια ενιαία φωτοβολταϊκή συσκευή είναι γνωστή και ως φωτοβολταϊκό κύτταρο/στοιχείο (PV cell), είναι μικρή και συνήθως παράγει 1-2 Watts ισχύ. Για να ενισχυθεί η ισχύς εξόδου των φωτοβολταϊκών κυττάρων, συνδέονται μεταξύ τους σε αλυσίδες για να σχηματίσουν μεγαλύτερες μονάδες/πλαίσια (Modules). Μια τυπική λειτουργική μονάδα πριν από λίγα χρόνια είχε 36 φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα σε σειρά και ήταν σχεδιασμένα για να φορτίζουν συσσωρευτές 12V. Πλέον είναι αρκετά διαδεδομένα πλαίσια των 72, των 96 και των 128 στοιχείων. Οι μονάδες αυτές μπορούν να συνδεθούν σε σειρά έτσι ώστε να αυξηθεί το ρεύμα ή/και παράλληλα για να αυξηθεί η τάση, το γινόμενο των οποίων είναι η ισχύς. Είναι πολύ σημαντικός ο τρόπος που θα συνδεθούν μεταξύ τους έτσι ώστε να είναι ικανά να παράγουν την απαιτούμενη

ενέργεια. Αυτός ο συνδυασμός των πλαισίων ονομάζεται συστοιχία (Panel). Τέλος, οι συστοιχίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα ή να συνδεθούν μεταξύ τους για να δημιουργήσουν πίνακες (Arrays). Στο Σχήμα 3.1 που ακολουθεί φαίνεται η παραπάνω δομή των φωτοβολταϊκών συστημάτων.



Σχήμα 3.1: Η δομή των φωτοβολταϊκών συστημάτων

Μια ή περισσότερες συστοιχίες μπορούν να συνδεθούν με το ηλεκτρικό δίκτυο ως μέρος ενός πλήρους φωτοβολταϊκού συστήματος. Λόγω αυτής της δομής, τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να κατασκευαστούν για την κάλυψη σχεδόν οποιασδήποτε ανάγκης ηλεκτρικού ρεύματος, μικρής ή μεγάλης. Τα φωτοβολταϊκά έχουν πολλά πλεονεκτήματα, το κυριότερο από τα οποία είναι η παραγωγή καθαρής ενέργειας. Επίσης δεν υπάρχουν εκπομπές ρύπων, είναι αθόρυβα και δεν χρειάζονται νερό ή ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

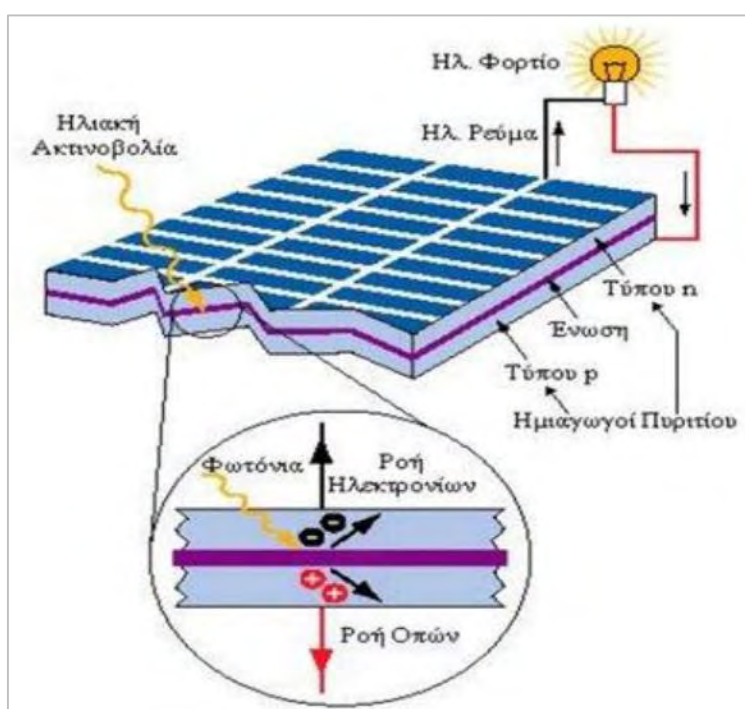
Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Κύτταρα/Στοιχεία (PV Cells)

Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα είναι κατασκευασμένα από διαφορετικά υλικά ημιαγωγών και υπάρχουν σε διάφορα σχήματα. Το μέγεθός τους ποικίλει, και μπορεί να είναι από

λίγα εκατοστά έως και πολλά μέτρα. Το πάχος τους συχνά είναι μικρότερο από το πάχος τεσσάρων ανθρώπινων τριχών και για να αντέχουν στις υπαίθριες συνθήκες πολλά χρόνια, τα κύτταρα τοποθετούνται ανάμεσα σε προστατευτικά υλικά τα οποία συνήθως αποτελούνται από ένα συνδυασμό γυαλιού και πλαστικού. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται μια φωτοβολταϊκή μονάδα.

Όταν τα φωτόνια μιας ακτινοβολίας πέσουν στην επιφάνεια ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου, άλλα ανακλώνται, άλλα διαπερνούν το ημιαγωγικό υλικό και άλλα απορροφώνται από αυτό. Τα φωτόνια αυτά, με την ενέργεια που δίνουν, αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του ημιαγωγού να μετακινηθούν, οπότε δημιουργείται μια κίνηση ηλεκτρονίων και ηλεκτρικό ρεύμα.

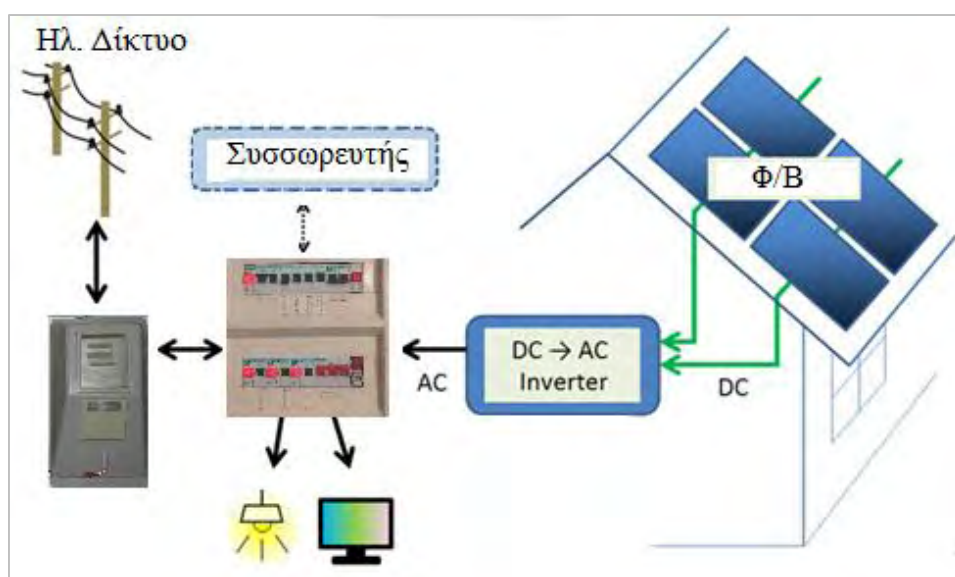
Η αποτελεσματικότητα ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου είναι απλά η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ένα στοιχείο διαιρεμένη με την ενέργεια από το φως του ήλιου που εισέρχεται σε αυτό. Το μέγεθος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά κύτταρα εξαρτάται από την ποιότητα (ένταση και μήκη κύματος) του διαθέσιμου φωτός καθώς επίσης και από τα διάφορα χαρακτηριστικά απόδοσης του κυττάρου. Η δομή ενός φωτοβολταϊκού κυττάρου φαίνεται στο Σχήμα 3.2.



Σχήμα 3.2: Η δομή ενός φωτοβολταϊκού κυττάρου

Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Οι φωτοβολταϊκές μονάδες και οι συστοιχίες είναι απλά ένα μέρος ενός φωτοβολταϊκού συστήματος. Ως εκ τούτου, το σύστημα περιλαμβάνει την τοποθέτηση πάνελ σε σημείο που κοιτάει προς τον ήλιο (π.χ. σκεπή ενός σπιτιού) και τα εξαρτήματα (Inverters) τα οποία παίρνουν την ηλεκτρική ενέργεια συνεχούς ρεύματος (DC) και την μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια εναλλασσόμενου ρεύματος (AC), η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται προκειμένου να τροφοδοτήσει τις συσκευές ενός σπιτιού. Κάποιες φορές χρησιμοποιούνται μπαταρίες για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας. Καθώς οι πελάτες τροφοδοτούν την ηλιακή ενέργεια στο δίκτυο, οι μπαταρίες μπορούν να αποθηκεύσουν ηλεκτρική ενέργεια, έτσι ώστε να μπορεί να επιστραφεί στους πελάτες σε μεταγενέστερο χρόνο. Στο Σχήμα 3.3 φαίνεται η μορφή ενός φωτοβολταϊκού συστήματος.



Σχήμα 3.3: Φωτοβολταϊκό σύστημα σπιτιού

Τεχνολογία Συγκεντρωτικής Ηλιακής Ενέργειας (CSP)

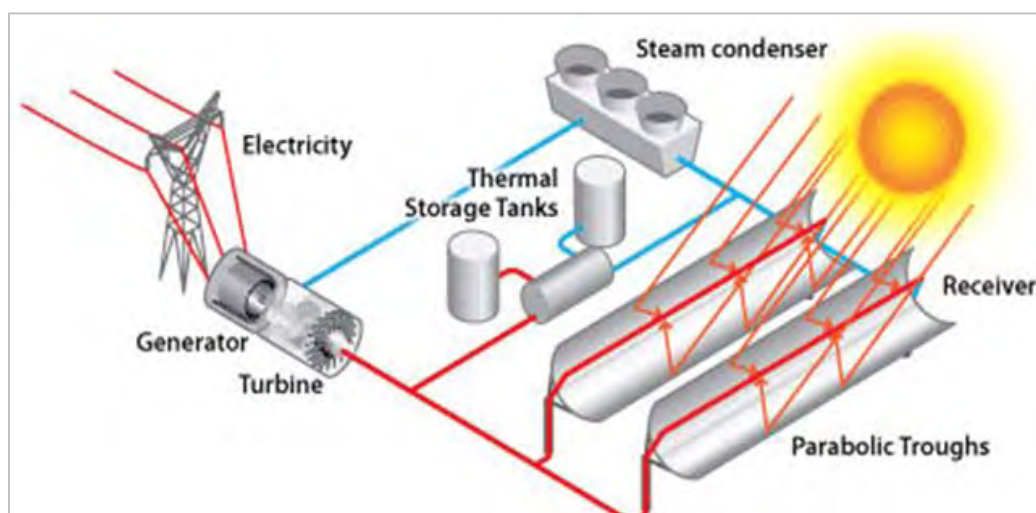
Οι τεχνολογίες CSP χρησιμοποιούν καθρέφτες για να αντανakλούν το φως του ήλιου και να το συγκεντρώνουν σε ένα σημείο, το οποίο ονομάζεται δέκτης (Receiver). Ο δέκτης θερμαίνει ένα ρευστό υψηλής θερμοκρασίας, το οποίο χρησιμοποιείται για να γυρίσει μια τουρμπίνα ή να τροφοδοτήσει μια μηχανή που κινεί μια γεννήτρια. Με αυτό τον τρόπο το φως του ήλιου μετατρέπεται σε θερμότητα και η θερμότητα σε ηλεκτρική

ενέργεια. Υπάρχουν πολλά είδη συστημάτων CSP, τα κυριότερα από τα οποία είναι τα Συστήματα Γραμμικής Συμπύκνωσης, τα Συστήματα-Πιάτα και τα Συστήματα-Πύργοι.

Συστήματα Γραμμικής Συμπύκνωσης

Στα συστήματα γραμμικής συμπύκνωσης οι συλλέκτες λαμβάνουν την ενέργεια του ήλιου με μεγάλους καθρέφτες που αντανakλούν για να επικεντρωθεί το φως του ήλιου πάνω σε έναν γραμμικό σωλήνοειδή δέκτη (Σχήμα 3.4). Ο δέκτης περιέχει ένα ρευστό που θερμαίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία και στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να περιστρέφει μια τουρμπίνα που κινεί μια γεννήτρια και έτσι παράγεται ηλεκτρική ενέργεια. Εναλλακτικά, ατμός μπορεί να δημιουργηθεί απ' ευθείας στο ηλιακό πεδίο, το οποίο εξαλείφει την ανάγκη για δαπανηρούς εναλλάκτες θερμότητας.

Ο συλλέκτης στην πραγματικότητα αποτελείται από ένα μεγάλο αριθμό παράλληλων ευθυγραμμισμένων συλλεκτών σε σειρές, που τυπικά είναι σε προσανατολισμό βορρά-νότου, με σκοπό τη μεγιστοποίηση της ετήσιας συλλογής ενέργειας. Το σύστημα διαθέτει περιστρεφόμενο άξονα που εντοπίζει τον ήλιο και έτσι υπάρχει δυνατότητα, οι καθρέφτες να κοιτούν τον ήλιο από την ανατολή έως τη δύση καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται ότι ο ήλιος αντανakλά συνεχώς πάνω από τους σωλήνες του δέκτη.



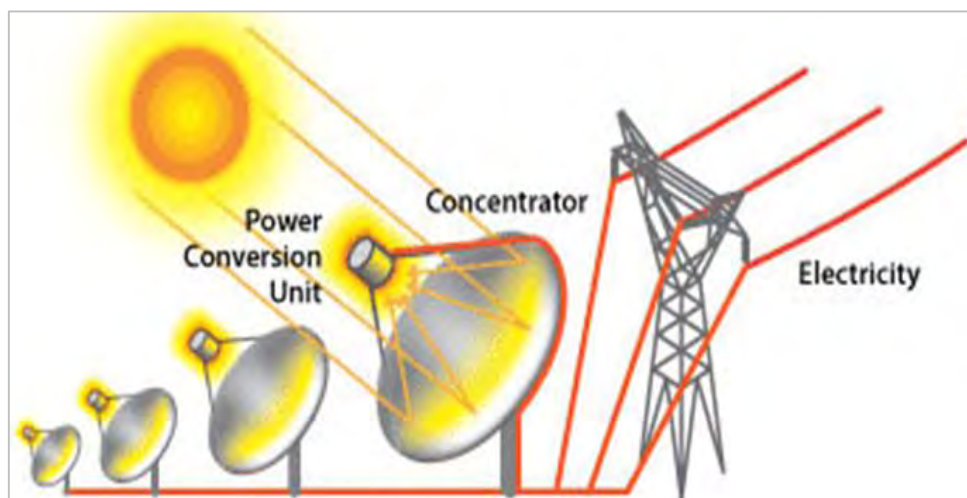
Σχήμα 3.4: Σύστημα Γραμμικής Συμπύκνωσης [14]

Τα συστήματα αυτά μπορούν να διαθέτουν επίσης μέσα θερμικής αποθήκευσης, έτσι ώστε ο πρόσθετος ατμός που παράγεται να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας το βράδυ ή κατά τη διάρκεια συννεφιάς. Μπορούν επίσης να σχεδιαστούν και ως υβριδικά, δηλαδή να χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα (π.χ. αέριο) για τη συμπλήρωση της ηλιακής παραγωγής κατά τη διάρκεια περιόδων χαμηλής ηλιακής ακτινοβολίας.

Συστήματα-Πιάτα

Τα συστήματα-πιάτα χρησιμοποιούν ένα παραβολικό πιάτο με κάτοπτρα που κατευθύνουν το φως του ήλιου πάνω σε ένα κεντρικό κινητήρα ο οποίος παράγει ηλεκτρισμό (Σχήμα 3.5). Σε γενικές γραμμές παράγουν μικρότερες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με άλλες τεχνολογίες CSP (από 3 έως 25kW). Τα δύο κύρια μέρη του συστήματος είναι ο Ηλιακός Συλλέκτης (Solar Concentrator) και η Μονάδα Μετατροπής Ενέργειας (Power Conversion Unit).

Το πιάτο συγκεντρώνει την ηλιακή ενέργεια που προέρχεται απευθείας από τον ήλιο. Η δέσμη συμπυκνωμένου ηλιακού φωτός ανακλάται πάνω σε ένα θερμικό δέκτη που συλλέγει την ηλιακή θερμότητα. Στο πιάτο είναι τοποθετημένη μια δομή που παρακολουθεί τον ήλιο καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, για να αντανakλά όσο το δυνατό υψηλότερο ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας.



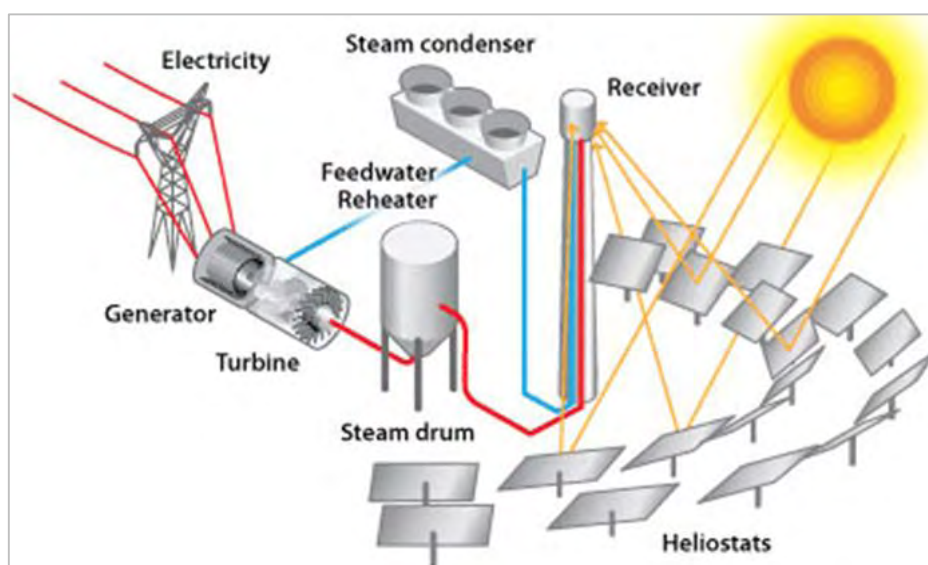
Σχήμα 3.5: Σύστημα-Πιάτο [14]

Η μονάδα μετατροπής ενέργειας περιλαμβάνει το θερμικό δέκτη και τον κινητήρα/γεννήτρια. Ο θερμικός δέκτης είναι η διασύνδεση μεταξύ του πιάτου και του κινητήρα/γεννήτριας. Απορροφά τις συμπυκνωμένες ακτίνες της ηλιακής ενέργειας, μετατρέπει την ενέργεια αυτή σε θερμότητα, και στη συνέχεια μεταφέρει τη θερμότητα στον κινητήρα/γεννήτρια. Ένας θερμικός δέκτης μπορεί να αποτελείται από πολλές σωλήνες με ψυκτικό ρευστό (συνήθως υδρογόνο ή ήλιο) που είναι το μέσο μεταφοράς θερμότητας, αλλά και το ρευστό λειτουργίας του κινητήρα.

Ο πιο κοινός τύπος κινητήρα θερμότητας που χρησιμοποιείται σε συστήματα πιάτων είναι η μηχανή Stirling. Αυτή η μηχανή χρησιμοποιεί το θερμαινόμενο ρευστό για να κινήσει έμβολα και να δημιουργήσει μηχανική ισχύ. Η μηχανική αυτή εργασία, με τη μορφή της περιστροφής του άξονα του κινητήρα, κινεί μια γεννήτρια και παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

Συστήματα-Πύργοι

Τα συστήματα-πύργοι λειτουργούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως τα συστήματα γραμμικής συμπύκνωσης, με τη μόνη διαφορά ότι υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός καθρεφτών, γνωστοί ως ηλιοστάτες, οι οποίοι εστιάζουν το φως του ήλιου σε ένα δέκτη στην κορυφή ενός ψηλού πύργου. (Σχήμα 3.6)



Σχήμα 3.6: Σύστημα-Πύργος [14]

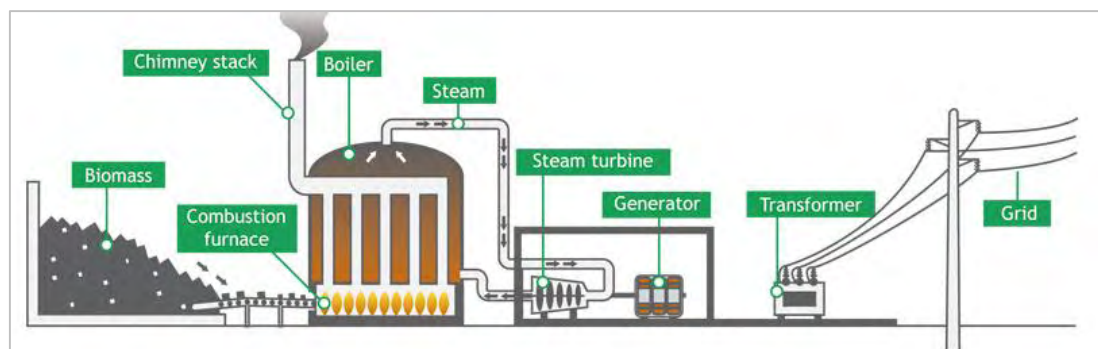
3.3 Βιομάζα

Τα συστήματα βιοενέργειας χρησιμοποιούν ηλιακή ενέργεια που έχει ληφθεί και αποθηκευτεί σε φυτά κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης. Βιομάζα ονομάζεται οποιοδήποτε οργανικό υλικό το οποίο έχει αποθηκευμένη χημική ενέργεια προερχόμενη από τον ήλιο. Η βιομάζα χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους εδώ και χιλιάδες χρόνια. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα βιομάζας είναι το ξύλο.

Πολλοί τύποι βιομάζας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για καύσιμα, όπως για παράδειγμα φυτά, φύκια, γεωργικά και δασικά υπολείμματα, οργανικά συστατικά απορριμμάτων/αποβλήτων, γεωπονικά, δασικά και ζωικά υπολείμματα. Επίσης υπάρχουν εξειδικευμένες καλλιέργειες ενέργειας οι οποίες αποτελούνται από μη φαγώσιμα προϊόντα όπως χόρτα, μίσχανθος, μπαμπού κ.α. και έχουν ως κύριο σκοπό την παραγωγή βιομάζας. Οι τέσσερις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα είναι η Άμεση Καύση, η Ταυτόχρονη Καύση, η Αεριοποίηση και η Αναερόβια Χώνευση.

Άμεση Καύση

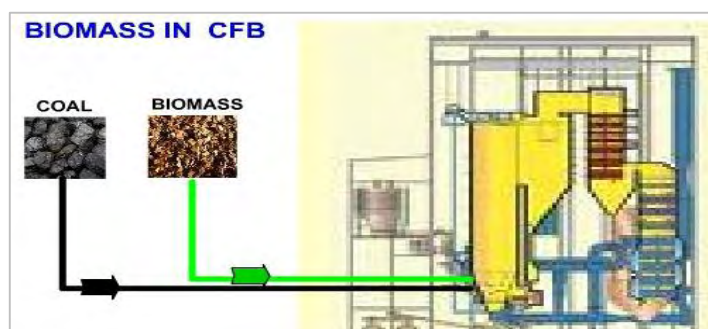
Η περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από βιομάζα παράγεται με άμεση καύση από συμβατικούς λέβητες (Σχήμα 3.7). Οι λέβητες καίνε κυρίως απόβλητα ξύλου. Κατά την καύση, η θερμότητα από το ξύλο παράγει ατμό, ο οποίος περιστρέφει μια τουρμπίνα και στη συνέχεια, ενεργοποιείται μια γεννήτρια που παράγει ηλεκτρισμό.



Σχήμα 3.7: Μονάδα Παραγωγής με Άμεση Καύση [14]

Ταυτόχρονη Καύση

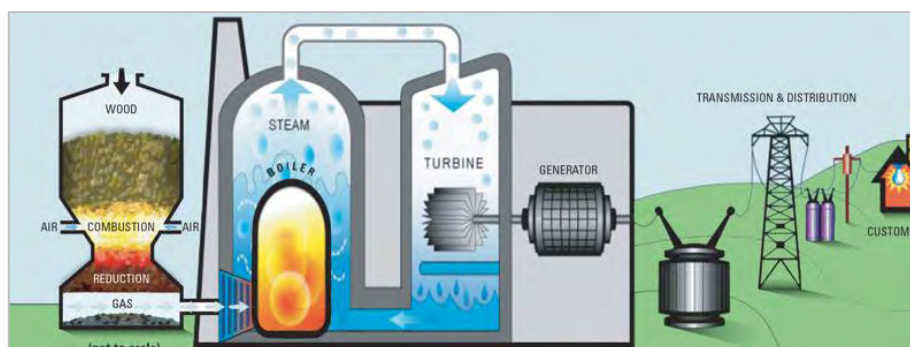
Η ταυτόχρονη καύση περιλαμβάνει την μερική αντικατάσταση ενός μέρους των ορυκτών καυσίμων στο λέβητα, από βιομάζα (Σχήμα 3.8). Η χρήση αυτού του είδους τεχνολογίας σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με άνθρακα, μπορεί να μειώσει σημαντικά τις εκπομπές θειούχων αερίων, όπως το διοξείδιο του θείου και έτσι να μειωθεί η όξινη βροχή. Επίσης υπάρχει πολύ χαμηλότερο κόστος για τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 3.8: Ταυτόχρονη Καύση

Αεριοποίηση

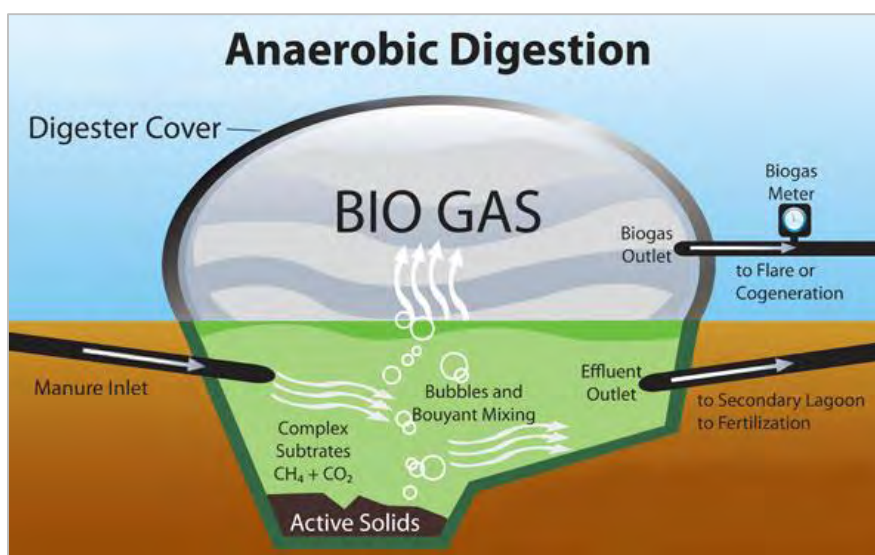
Μέσω της αεριοποίησης, η βιομάζα θερμαίνεται σε ένα περιβάλλον το οποίο επιτρέπει στα στερεά να μετατρέπονται σε αέριο σύνθεσης, το οποίο μπορεί στη συνέχεια να καεί σε συμβατικούς λέβητες ή να χρησιμοποιηθεί σε στροβίλους για την παραγωγή ηλεκτρισμού. (Σχήμα 3.9)



Σχήμα 3.9: Μονάδα Παραγωγής με Αεριοποίηση [14]

Αναερόβια Χώνευση

Η αναερόβια χώνευση είναι η φυσική διαδικασία κατά την οποία οι μικροοργανισμοί διασπώνται (Σχήμα 3.10). Η οργανική ύλη αποσυντίθεται από βακτήρια εν απουσία οξυγόνου και έτσι παράγεται μεθάνιο και άλλες ουσίες που σχηματίζουν ένα ανανεώσιμο φυσικό αέριο. Η αναερόβια χώνευση γίνεται σε κλειστούς χώρους όπου δεν υπάρχει αέρας. Όλα τα συστήματα αναερόβιας χώνευσης τηρούν τις ίδιες βασικές αρχές οποιαδήποτε και αν είναι η πρώτη ύλη. Τα συστήματα μπορεί να έχουν μερικές διαφορές στο σχεδιασμό αλλά η διαδικασία είναι η ίδια για όλα και φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

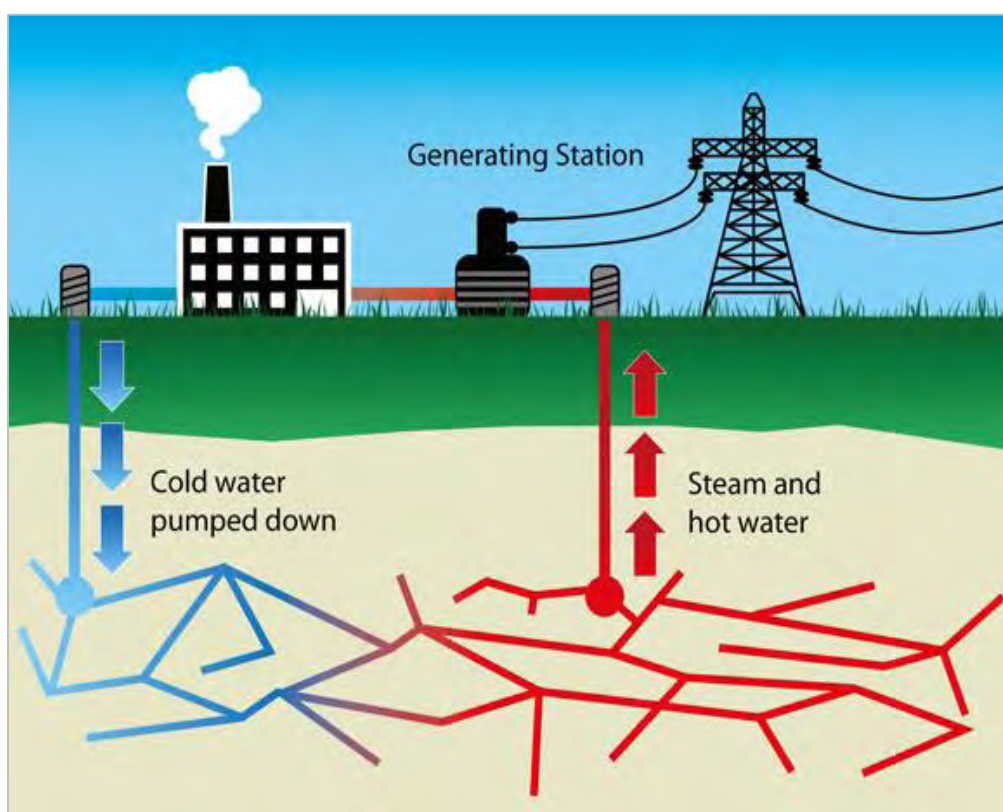


Σχήμα 3.10: Αναερόβια Χώνευση [14]

3.4 Γεωθερμία

Οι γεωθερμικές τεχνολογίες χρησιμοποιούν την καθαρή θερμότητα του εσωτερικού της Γης. Στους γεωθερμικούς πόρους περιλαμβάνεται η θερμότητα που διατηρείται σε ρηχό έδαφος, στο ζεστό νερό και στους βράχους, μερικά χιλιόμετρα κάτω από την επιφάνεια της γης και το εξαιρετικά υψηλής θερμοκρασίας λιωμένο πέτρωμα που ονομάζεται μάγμα και βρίσκεται βαθιά στη γη.

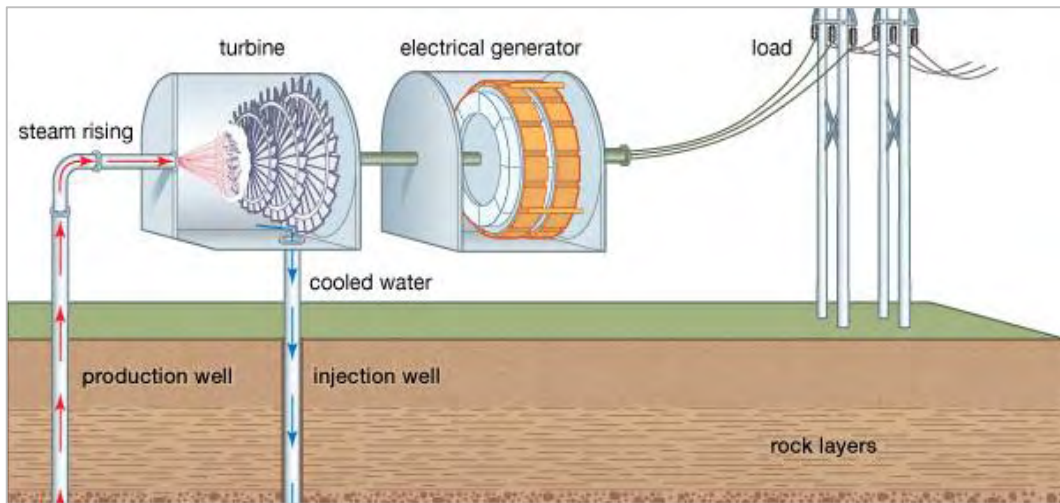
Η γεωθερμική ενέργεια θερμαίνει το νερό που υπάρχει σε υπόγειες δεξαμενές. Αυτές οι δεξαμενές μπορούν να αξιοποιηθούν για ποικίλες χρήσεις, ανάλογα με τη θερμοκρασία του νερού. Η ενέργεια από δεξαμενές υψηλής θερμοκρασίας (108°C - 315°C) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Σήμερα υπάρχουν τρεις τύποι γεωθερμικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Αυτοί είναι οι σταθμοί Ξηρού Ατμού, οι σταθμοί Ατμού Ανάφλεξης και οι σταθμοί Δυαδικού Κύκλου. Στο Σχήμα 3.11 φαίνεται ο γενικός τρόπος λειτουργίας ενός γεωθερμικού σταθμού.



Σχήμα 3.11: Γενικός τρόπος λειτουργίας ενός γεωθερμικού σταθμού [14]

Μονάδες Ξηρού Ατμού

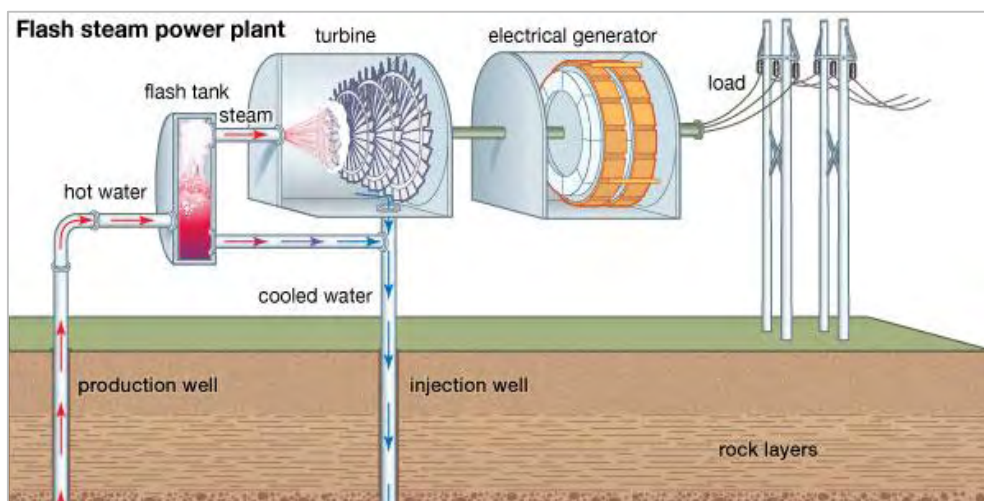
Οι μονάδες ξηρού ατμού χρησιμοποιούν ατμό που εξάγεται από τις δεξαμενές μέσω των φρεατίων παραγωγής και στη συνέχεια αποστέλλεται απευθείας στον στρόβιλο που ενεργοποιεί μια γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η λειτουργία τους φαίνεται στο Σχήμα 3.12.



Σχήμα 3.12: Μονάδα Ξηρού Ατμού [14]

Μονάδες Ατμού Ανάφλεξης

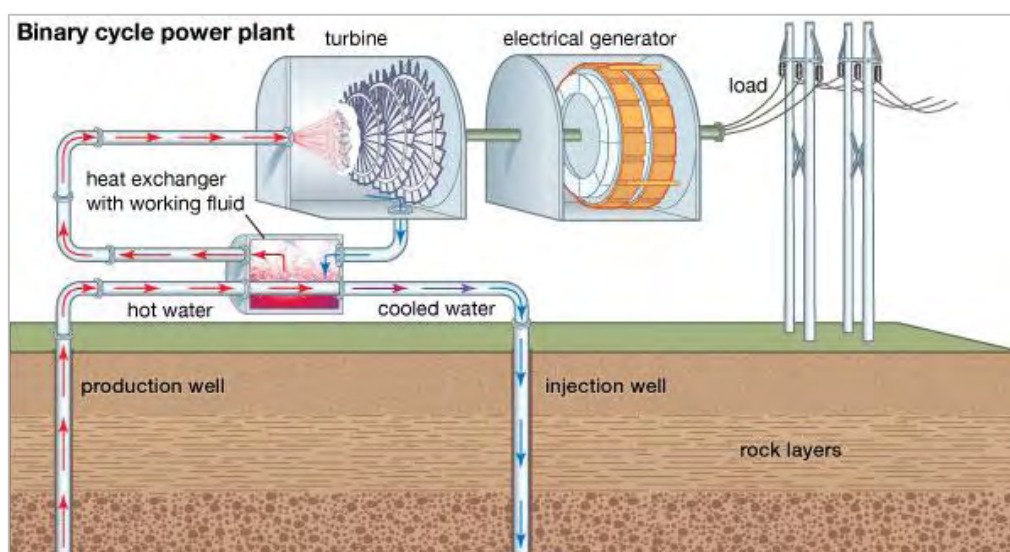
Οι μονάδες ατμού ανάφλεξης αποτελούν τον πιο κοινό τύπο γεωθερμικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Χρησιμοποιούν το νερό σε θερμοκρασίες άνω των 183°C. Δεδομένου ότι αυτό το ζεστό νερό ρέει μέσα από τα φρεάτια στο έδαφος, η μείωση στην πίεση προκαλεί μερικό από το νερό να βράσει και να γίνει ατμός. Ο ατμός στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει μια γεννήτρια. Το νερό που απομένει και ο συμπυκνωμένος ατμός επιστρέφουν στη δεξαμενή. Στο Σχήμα 3.13 φαίνεται ο τρόπος που λειτουργεί μια μονάδα ατμού ανάφλεξης.



Σχήμα 3.13: Μονάδα Ατμού Ανάφλεξης [14]

Μονάδες Δυαδικού Κύκλου

Οι μονάδες δυαδικού κύκλου χρησιμοποιούν θερμότητα από δεξαμενές σχετικά χαμηλότερης θερμοκρασίας (108°C - 182°C) για να βράσουν το εργαζόμενο ρευστό, το οποίο στη συνέχεια εξατμίζεται σε έναν εναλλάκτη θερμότητας και χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει μια γεννήτρια. Το νερό, το οποίο δεν έρχεται ποτέ σε άμεση επαφή με το εργαζόμενο ρευστό, στη συνέχεια επιστρέφει στο έδαφος όπου πρέπει να ξαναξεσταθεί. Η λειτουργία μιας μονάδας δυαδικού κύκλου φαίνεται στο Σχήμα 3.14.



Σχήμα 3.14: Μονάδα Δυαδικού Κύκλου [14]

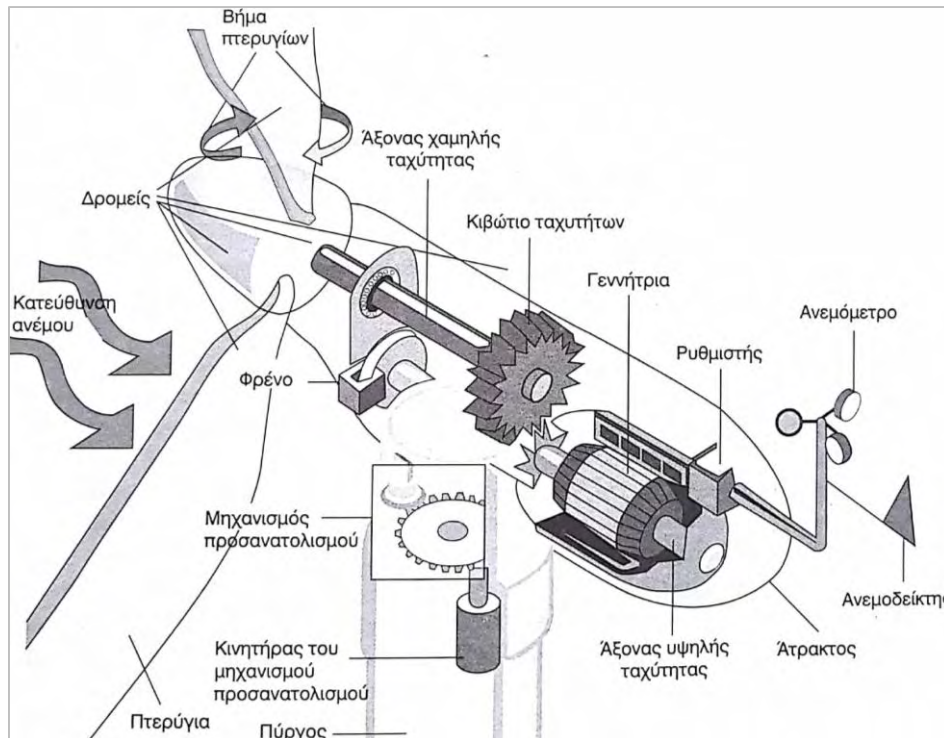
3.5 Αιολική ενέργεια

Οι τεχνολογίες αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούν την ενέργεια του ανέμου για πρακτικούς σκοπούς, όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η φόρτιση μπαταριών, η άντληση νερού και η άλεση σιτηρών. Οι περισσότερες ανεμογεννήτριες στην αρχή χρησιμοποιούνταν για το άλεσμα σιτηρών σε αλεύρι. Η πρώτη ανεμογεννήτρια που χρησιμοποιήθηκε παγκοσμίως για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια κατασκευάστηκε από τον Δανό Paul la Cour το 1891.

Οι περισσότερες τεχνολογίες αιολικής ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αυτόνομες εφαρμογές, συνδεδεμένες με ένα δίκτυο ισχύος, ή ακόμη και σε συνδυασμό με ένα φωτοβολταϊκό σύστημα. Για πηγές πολλών μεγαβάτ αιολικής ενέργειας, χρησιμοποιείται ένας μεγάλος αριθμός ανεμογεννητριών, οι οποίες είναι συνήθως κοντά μεταξύ τους και σχηματίζουν ένα αιολικό πάρκο που παρέχει ισχύ στο δίκτυο. Αρκετοί πάροχοι ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούν αιολικά πάρκα για την παροχή ενέργειας.

Τρόπος Λειτουργίας Ανεμογεννητριών

Μια ανεμογεννήτρια λειτουργεί με τον αντίθετο τρόπο από έναν ανεμιστήρα. Αντί να χρησιμοποιεί ηλεκτρισμό για να δημιουργήσει άνεμο, χρησιμοποιεί αιολική ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Ο άνεμος γυρίζει τα πτερύγια, τα οποία περιστρέφουν έναν άξονα, ο οποίος συνδέεται με μια γεννήτρια και δημιουργεί ηλεκτρική ενέργεια. Στο Σχήμα 3.15 φαίνονται όλα τα εξαρτήματα μιας τυπικής ανεμογεννήτριας.



Σχήμα 3.15: Το εσωτερικό μιας ανεμογεννήτριας [15]

Τύποι Ανεμογεννητριών

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες εμπίπτουν σε δύο βασικές κατηγορίες: αυτές με κάθετο άξονα που δέχονται τον άνεμο από οποιαδήποτε κατεύθυνση και αυτές με οριζόντιο άξονα όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.2.



Εικόνα 3.2: Ανεμογεννήτριες κάθετου και οριζόντιου άξονα

Μεγέθη Ανεμογεννητριών

Οι μεγάλες ανεμογεννήτριες κυμαίνονται στην κλίμακα των 100kW έως μερικών MW. Όσο πιο μεγάλες, τόσο πιο αποδοτικές και ομαδοποιούνται σε αιολικά πάρκα τα οποία παρέχουν μεγαλύτερο μέρος ρεύματος στο ηλεκτρικό δίκτυο.

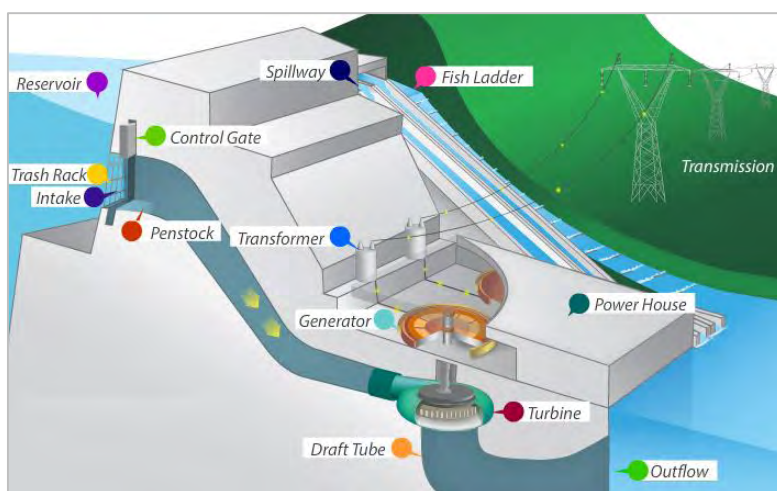
Οι μικρές ανεμογεννήτριες έχουν μέγεθος κάτω από 100kW και χρησιμοποιούνται συνήθως για σπίτια. Μερικές φορές χρησιμοποιούνται και σε σύνδεση με γεννήτριες ντίζελ, μπαταρίες και φωτοβολταϊκά συστήματα. Αυτά τα συστήματα ονομάζονται υβριδικά συστήματα αιολικής ενέργειας και χρησιμοποιούνται συνήθως σε απομακρυσμένες, εκτός δικτύου περιοχές, όπου η σύνδεση με το δίκτυο δεν είναι διαθέσιμη.

3.6 Μικρής Κλίμακας Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Οι τεχνολογίες υδροηλεκτρικής ενέργειας έχουν μια μεγάλη ιστορία λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων τους, όπως η υψηλή διαθεσιμότητα και η έλλειψη των εκπομπών. Χρησιμοποιούν τρεχούμενο νερό για να δημιουργήσουν ενέργεια που μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια. Τόσο οι μεγάλης όσο και οι μικρής κλίμακας παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας, μπορούν να χρησιμοποιήσουν τεχνολογίες υδροηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας.

Τρόπος Λειτουργίας

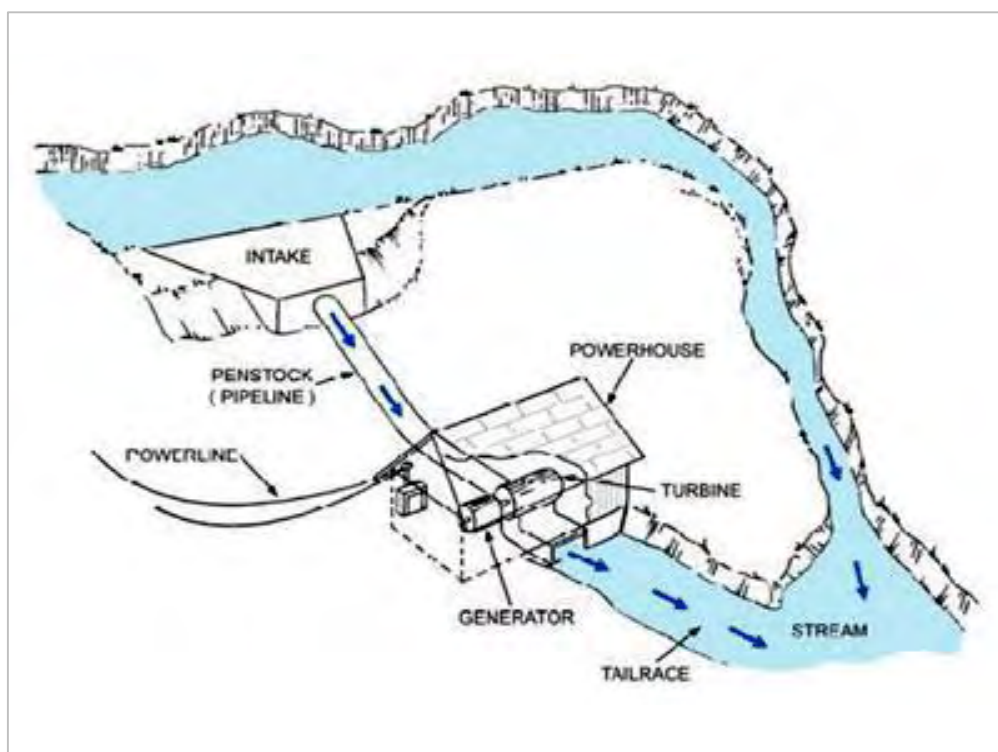
Με τη βοήθεια του ήλιου, το νερό κάνει συνεχώς έναν τεράστιο κύκλο: εξατμίζεται από τις λίμνες και τους ωκεανούς, σχηματίζοντας σύννεφα, ξαναπέφτει ως βροχή ή χιόνι και στη συνέχεια ρέει πίσω στον ωκεανό. Ο κύκλος αυτός μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής. Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων, οι σταθμοί εκτροπής, οι σταθμοί κατακράτησης και τα αντλιοστάσια. Όλοι τροφοδοτούνται από την κινητική ενέργεια του νερού καθώς κινείται προς τα κάτω. Οι στρόβιλοι και οι γεννήτριες μετατρέπουν την ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία στη συνέχεια τροφοδοτείται στο ηλεκτρικό δίκτυο. Στο Σχήμα 3.16 φαίνεται ο τρόπος λειτουργίας ενός υδροηλεκτρικού σταθμού.



Σχήμα 3.16: Τρόπος λειτουργίας ενός υδροηλεκτρικού σταθμού [14]

Σταθμός εκτροπής

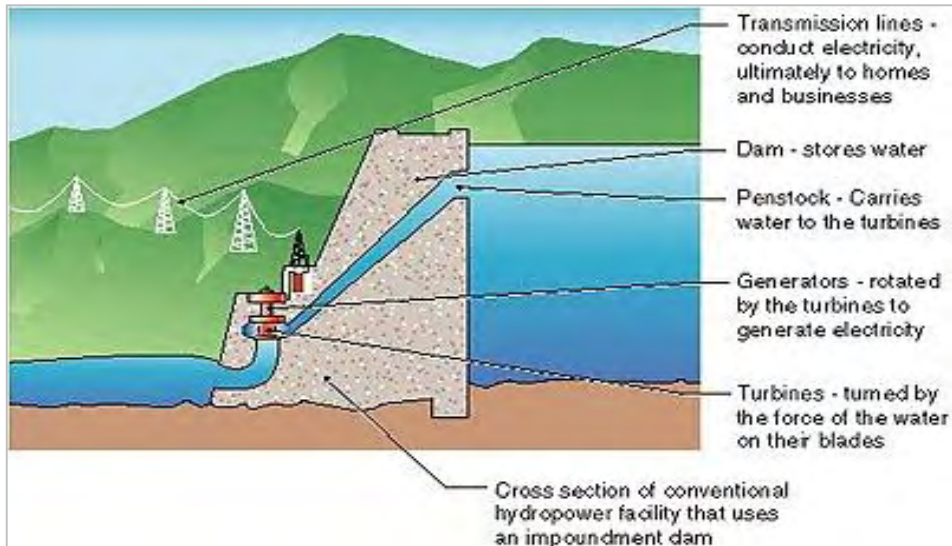
Οι εγκαταστάσεις εκτροπής παίρνουν ένα τμήμα της ροής του ποταμού και το οδηγούν μέσα από μια εγκατάσταση στην οποία υπάρχει στρόβιλος για τη δημιουργία ηλεκτρικής ενέργειας. Ο τρόπος λειτουργίας ενός σταθμού εκτροπής φαίνεται στο Σχήμα 3.17.



Σχήμα 3.17: Σταθμός εκτροπής

Σταθμός Κατακράτησης

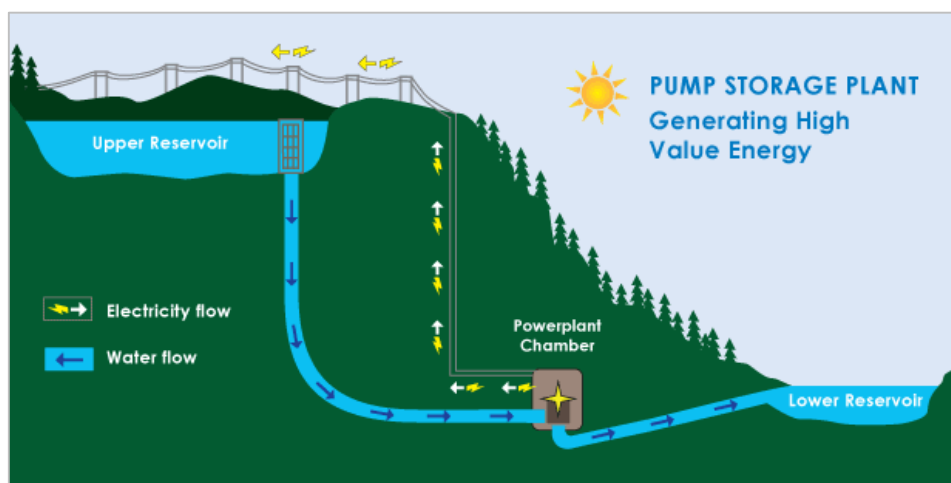
Είναι ο πιο κοινός τύπος του υδροηλεκτρικού σταθμού. Μια εγκατάσταση κατακράτησης είναι ένα μεγάλο σύστημα υδροηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο χρησιμοποιεί ένα φράγμα για την αποθήκευση νερού του ποταμού σε μια τεράστια δεξαμενή. Το νερό που απελευθερώνεται από τη δεξαμενή ρέει μέσω ενός στρόβιλου, γυρίζοντάς τον, ο οποίος με τη σειρά του ενεργοποιεί μία γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στο Σχήμα 3.18 που ακολουθεί φαίνεται η μορφή ενός σταθμού κατακράτησης.



Σχήμα 3.18: Σταθμός Κατακράτησης

Αντλιοστάσιο

Το αντλιοστάσιο λειτουργεί σαν μια μπαταρία και αποθηκεύει την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από άλλες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή, η αιολική και η πυρηνική, για μελλοντική χρήση (Σχήμα 3.19). Αντλεί νερό από μια δεξαμενή χαμηλού υψομέτρου προς μια δεύτερη δεξαμενή σε υψηλότερο υψόμετρο. Σε περιόδους υψηλής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, το νερό απελευθερώνεται προς την κάτω δεξαμενή και περνά μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια.



Σχήμα 3.19: Αντλιοστάσιο [14]

3.7 Ενέργεια Ωκεανών

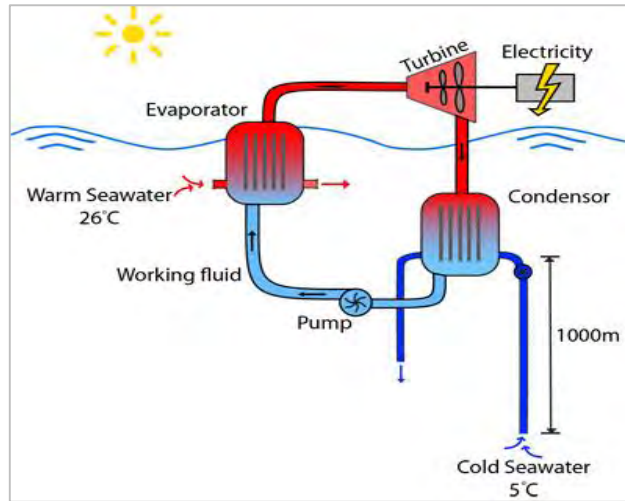
Οι ωκεανοί καλύπτουν πάνω από το 70% της επιφάνειας της Γης και αποτελούν τους μεγαλύτερους ηλιακούς συλλέκτες του κόσμου, καθώς περιέχουν θερμική ενέργεια από τον ήλιο και παράγουν μηχανική ενέργεια από τις παλίρροιες και τα κύματα. Ακόμα κι αν ο ήλιος επηρεάζει όλες τις δραστηριότητες των ωκεανών, η βαρυτική έλξη της Σελήνης οδηγεί κατά κύριο λόγο στις παλίρροιες και στα κύματα. Υπάρχουν τρεις κύριοι τρόποι παραγωγής ενέργειας από Ωκεανούς: η Μετατροπή Θερμικής Ενέργειας από Ωκεανούς, η Παλίρροια και η Ενέργεια Κυμάτων.

Μετατροπή Θερμικής Ενέργειας Από Ωκεανούς

Η διαδικασία μετατροπής θερμικής ενέργειας χρησιμοποιεί την θερμική ενέργεια που αποθηκεύεται στους ωκεανούς της Γης για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Λειτουργεί καλύτερα όταν η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο θερμότερο ανώτερο στρώμα του ωκεανού και στο πιο κρύο, μεγάλου βάθους είναι περίπου 20°C. Υπάρχουν τρεις τεχνολογίες Μετατροπής Θερμικής Ενέργειας: η Τεχνολογία Κλειστού Κύκλου, η Τεχνολογία Ανοικτού Κύκλου και τα Υβριδικά Συστήματα.

Τεχνολογία Κλειστού Κύκλου

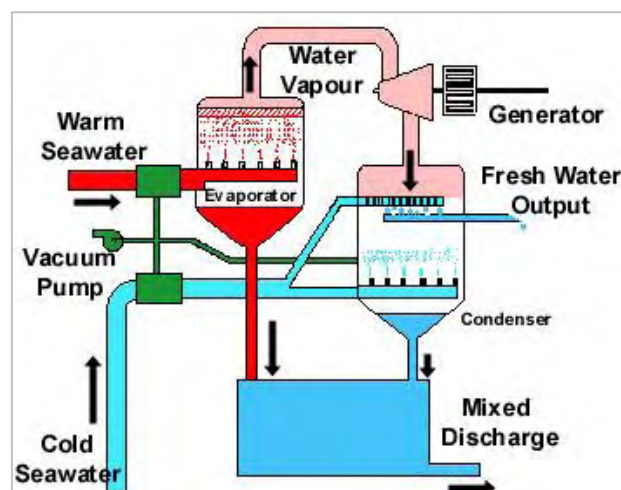
Τα συστήματα με τεχνολογία κλειστού κύκλου χρησιμοποιούν υγρά με χαμηλό σημείο βρασμού, όπως αμμωνία, για να περιστρέφουν μια τουρμπίνα για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Το ζεστό θαλασσινό νερό της επιφάνειας αντλείται μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας, όπου εξατμίζεται το ρευστό με χαμηλό σημείο βρασμού, και στη συνέχεια ο ατμός κινεί μια γεννήτρια. Το κρύο νερό αντλείται από βάθος, μέσω ενός δεύτερου εναλλάκτη, όπου ο ατμός μετατρέπεται ξανά σε νερό το οποίο στη συνέχεια ανακυκλώνεται μέσω του συστήματος. Ο τρόπος λειτουργίας ενός συστήματος κλειστού κύκλου φαίνεται στο Σχήμα 3.20.



Σχήμα 3.20: Τεχνολογία Κλειστού Κύκλου

Τεχνολογία Ανοιχτού Κύκλου

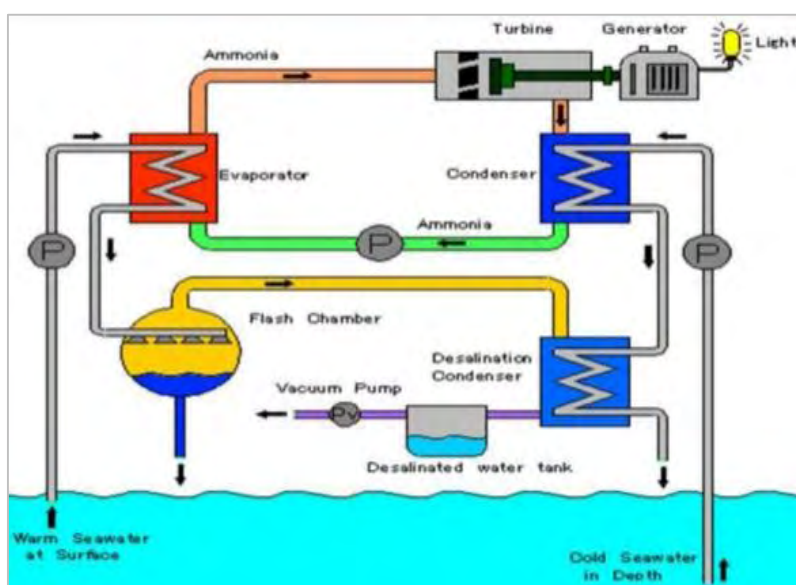
Τα συστήματα με τεχνολογία ανοικτού κύκλου χρησιμοποιούν το ζεστό νερό από την επιφάνεια των τροπικών ωκεανών για την παραγωγή ηλεκτρισμού (Σχήμα 3.21). Όταν το ζεστό θαλασσινό νερό τοποθετείται σε ένα δοχείο χαμηλής πίεσης, βράζει. Το ατμός κινεί έναν στρόβιλο χαμηλής πίεσης που συνδέεται με μια ηλεκτρική γεννήτρια. Ο ατμός, ο οποίος έχει αφήσει το αλάτι του πίσω στο δοχείο χαμηλής πίεσης, γίνεται σχεδόν καθαρό, φρέσκο νερό. Στη συνέχεια συμπυκνώνεται πάλι σε υγρό με έκθεση σε χαμηλές θερμοκρασίες από παγωμένο νερό προερχόμενο από το βάθος του ωκεανού.



Σχήμα 3.21: Τεχνολογία Ανοιχτού Κύκλου

Υβριδικά Συστήματα

Τα υβριδικά συστήματα συνδυάζουν τα χαρακτηριστικά των συστημάτων κλειστού και ανοικτού κύκλου (Σχήμα 3.22). Σε ένα υβριδικό σύστημα, το ζεστό θαλασσινό νερό εισέρχεται σε ένα θάλαμο κενού, όπου εξατμίζεται, παρόμοια με τη διαδικασία εξατμησης ανοικτού κύκλου και ο ατμός εξατμίζει ένα υγρό χαμηλού σημείου ζέσεως (σε βρόχο κλειστού κύκλου) και έτσι κινεί μια τουρμπίνα για την παραγωγή ηλεκτρισμού.



Σχήμα 3.22: Υβριδικά Συστήματα

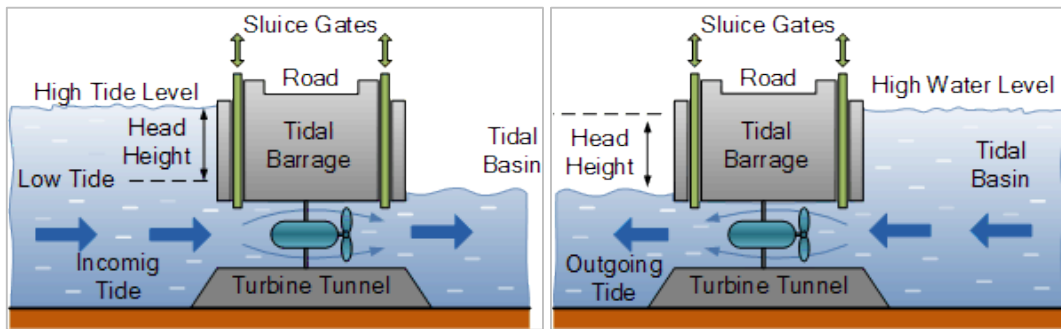
Παλίρροια

Υπάρχουν τρεις τεχνολογίες Παλίρροιας: τα Φράγματα, οι Παλιρροιακοί Φράκτες και οι Παλιρροιακές Γεννήτριες.

Παλιρροιακά Φράγματα

Ένα τέτοιο φράγμα (Σχήμα 3.23) συνήθως χρησιμοποιείται για να μετατρέψει παλιρροιακή ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια με το να αναγκάζει το νερό να περάσει μέσα από στροβίλους, που ενεργοποιούν μια γεννήτρια. Πύλες και γεννήτριες είναι εγκατεστημένες κατά μήκος του φράγματος. Όταν η παλίρροια δημιουργεί επαρκή

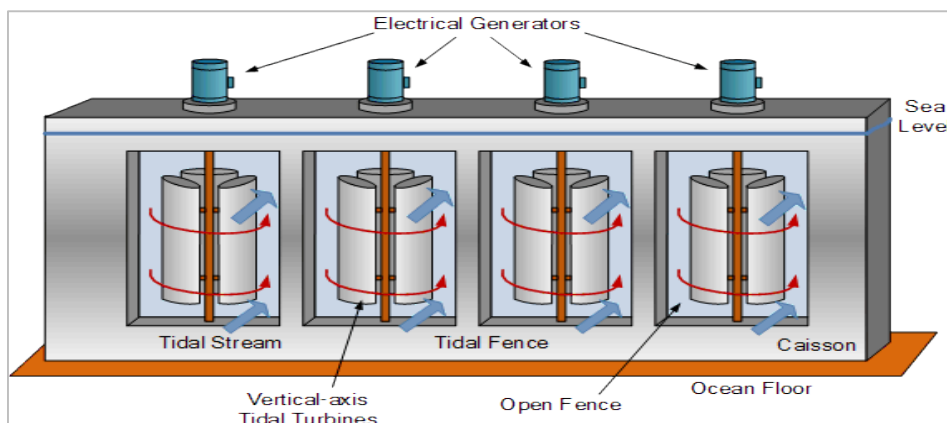
διαφορά στο επίπεδο του νερού στις απέναντι πλευρές του φράγματος, οι πύλες ανοίγουν. Το νερό στη συνέχεια ρέει διαμέσου των στροβίλων οι οποίοι κινούν μια ηλεκτρική γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 3.23: Παλιρροιακά Φράγματα [14]

Παλιρροιακοί Φράκτες

Οι παλιρροιακοί φράκτες μοιάζουν με γιγαντιαία τουρνικέ (Σχήμα 3.24). Τα τουρνικέ αυτά περιστρέφονται μέσω παλιρροιακών ρευμάτων. Μερικά από αυτά τα ρεύματα μπορούν να παράγουν τόση ενέργεια όση παράγει ένας άνεμος με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα. Επειδή το θαλασσινό νερό έχει πολύ μεγαλύτερη πυκνότητα από τον αέρα, τα ωκεάνια ρεύματα μεταφέρουν σημαντικά περισσότερη ενέργεια από τα ρεύματα αέρα.



Σχήμα 3.24: Παλιρροιακοί Φράκτες [14]

Παλιρροιακές Γεννήτριες

Οι παλιρροιακές γεννήτριες μοιάζουν με τις ανεμογεννήτριες (Εικόνα 3.4). Αυτές διατάσσονται υποβρύχια σε σειρές, όπως στα αιολικά πάρκα. Οι γεννήτριες αυτές λειτουργούν καλύτερα όταν τα ρεύματα έχουν ταχύτητα μεταξύ 6,5 και 8,9kmh. Σε ρεύματα τέτοιας ταχύτητας, μία παλιρροιακή γεννήτρια διαμέτρου 15 μέτρων μπορεί να παράγει τόση ενέργεια όση μια ανεμογεννήτρια διαμέτρου 60 μέτρων. Ιδανικές τοποθεσίες για αυτά τα συστήματα είναι κοντά στην ακτή σε 20-30 μέτρα βάθος.



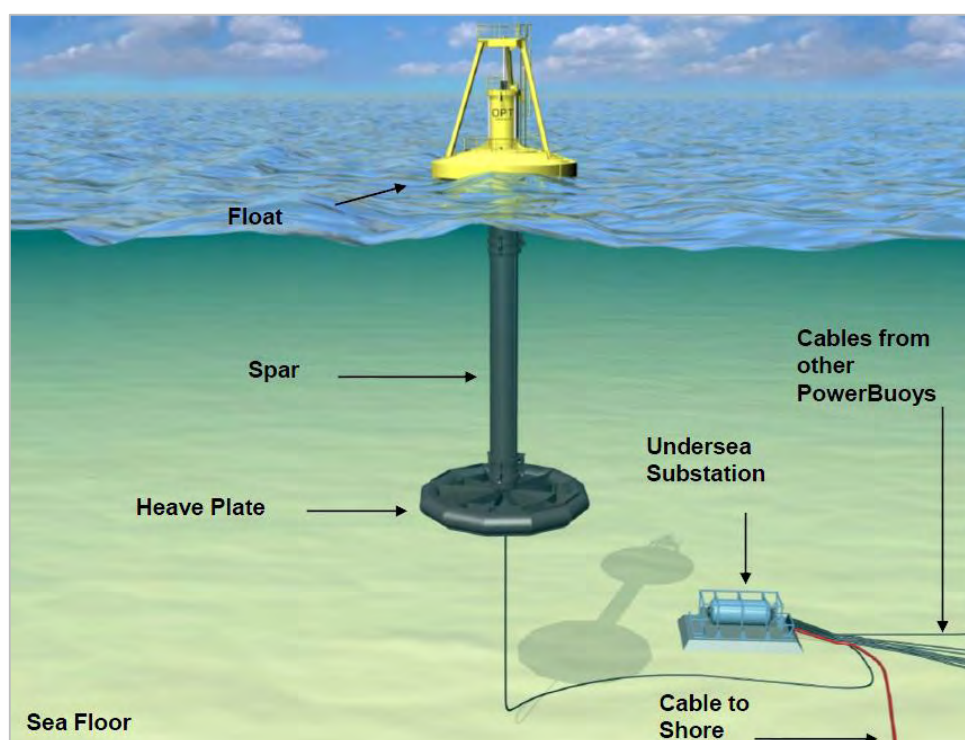
Εικόνα 3.4: Παλιρροιακές Γεννήτριες

Ενέργεια Κυμάτων

Οι τεχνολογίες ενέργειας κυμάτων εξάγουν ενέργεια είτε απευθείας από τα κύματα στην επιφάνεια, είτε από τις διακυμάνσεις της πίεσης κάτω από την επιφάνεια. Υπάρχουν δυο τεχνολογίες Ενέργειας Κυμάτων. Αυτές είναι τα Υπεράκτια Συστήματα και τα Χερσαία Συστήματα.

Υπεράκτια Συστήματα

Τα υπεράκτια συστήματα βρίσκονται σε βάθος περίπου 40 μέτρων. Εξελιγμένοι μηχανισμοί χρησιμοποιούν την κίνηση των κυμάτων για να τροφοδοτήσουν μια αντλία που δημιουργεί ηλεκτρικό ρεύμα (Σχήμα 3.5). Άλλες υπεράκτιες συσκευές χρησιμοποιούν σωλήνες που συνδέονται με πλωτήρες που οδηγούν τα κύματα. Η άνοδος και η πτώση του πλωτήρα τεντώνει και χαλαρώνει το σωλήνα, ο οποίος πιέζει το νερό, το οποίο, με τη σειρά του, περιστρέφει μια τουρμπίνα.



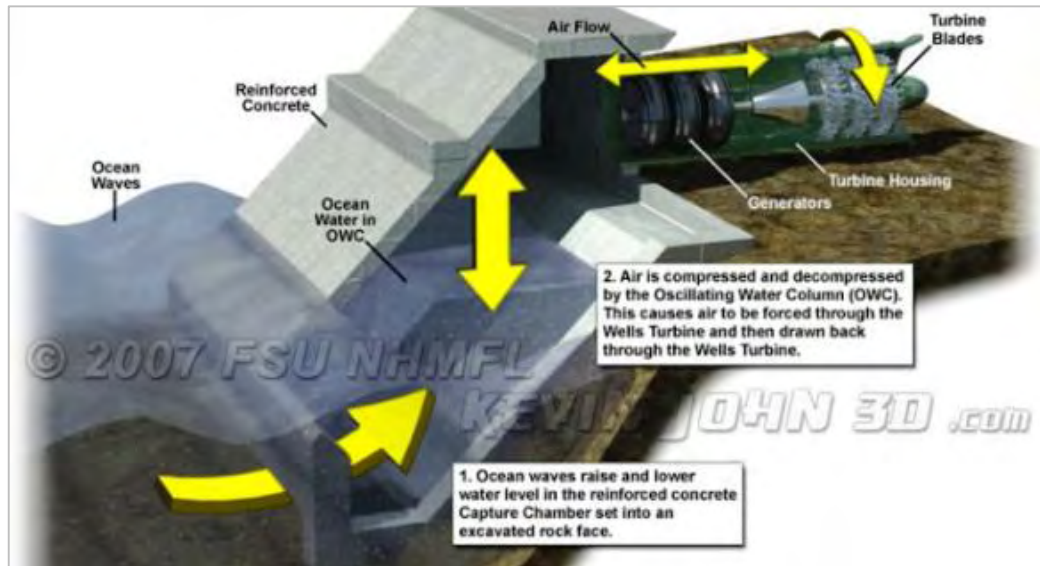
Εικόνα 3.5: Υπεράκτιο Σύστημα

Χερσαία Συστήματα

Τα χερσαία συστήματα είναι χτισμένα κατά μήκος των ακτών και παίρνουν την ενέργεια των κυμάτων. Τέτοια συστήματα είναι οι Ταλαντούμενες Στήλες Ύδατος, τα Tarchans και οι Συσκευές Pendulor.

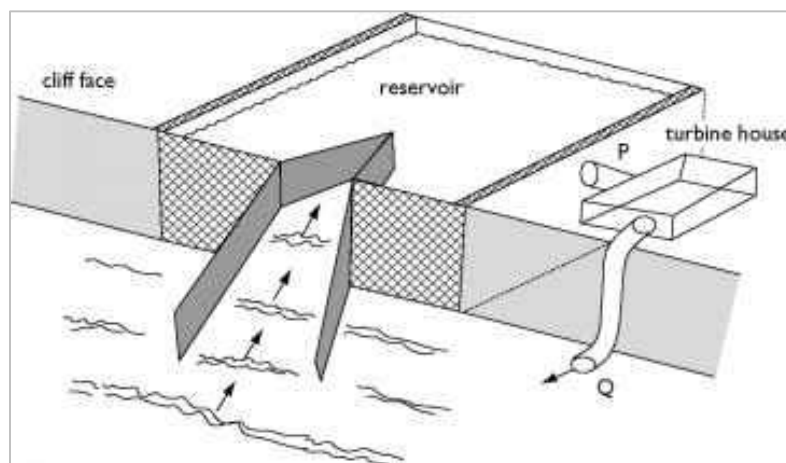
Οι ταλαντούμενες στήλες ύδατος είναι ένα σύστημα το οποίο αποτελείται από μια μερικώς βυθισμένη δομή σκυροδέματος ή χάλυβα, που έχει ένα άνοιγμα το οποίο

βρίσκεται κάτω από την γραμμή της θάλασσας. Ο τρόπος λειτουργίας του φαίνεται στην Εικόνα 3.25.



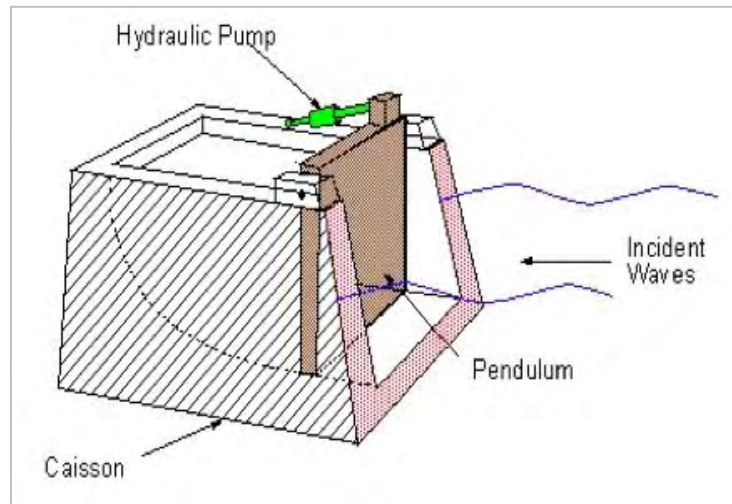
Σχήμα 3.25: Παλιρροιακοί Φράκτες

Τα Turchans αποτελούνται από ένα κωνικό κανάλι που τροφοδοτεί μια δεξαμενή κατασκευασμένη στα βράχια, πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας (Σχήμα 3.26). Το στένωμα του καναλιού προκαλεί τα κύματα να αυξάνουν το ύψος τους καθώς κινούνται μπροστά. Τα κύματα χύνονται πάνω από τα τοιχώματα του καναλιού μέσα στη δεξαμενή και το αποθηκευμένο νερό στη συνέχεια τροφοδοτεί έναν στρόβιλο.



Σχήμα 3.26: Turchans

Τέλος, οι συσκευές Pendulor αποτελούνται από ένα ορθογώνιο κουτί που είναι ανοιχτό προς τη θάλασσα στο ένα άκρο (Σχήμα 3.27). Ένα περύγιο είναι αρθρωμένο πάνω από το άνοιγμα και η κίνηση των κυμάτων προκαλεί το περύγιο να ταλαντεύεται εμπρός και πίσω. Η κίνηση ενεργοποιεί μια υδραυλική αντλία και μια γεννήτρια.



Σχήμα 3.27: Συσκευή Pendulor

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΗΕ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

4.1 Εισαγωγή

Οι πρώτες εγκαταστάσεις ηλεκτρικής ισχύς εμφανίστηκαν στην Ελλάδα το 1889, και συγκεκριμένα στην Αθήνα όπου η Γενική Εταιρία Εργοληψιών τροφοδοτούσε κάποιους χώρους με ισχύ κυρίως για ανάγκες φωτισμού. Το 1896 η Ελληνική Ηλεκτρική Εταιρία αγόρασε την επιχείρηση ηλεκτρισμού από την Γενική Εταιρία Εργοληψιών και ίδρυσε εργοστάσιο στο Νέο Φάληρο. Το 1925 ιδρύθηκε η Γενική Ηλεκτρική Εταιρία ή αλλιώς POWER. Στη συνέχεια δημιούργησε την Ηλεκτρική Εταιρία Παραγωγής και την Ηλεκτρική Εταιρία Διανομής που συγχωνεύτηκαν για να δημιουργηθεί η Ηλεκτρική Εταιρία Αθηνών-Πειραιά (HEΑΠ-POWER). [9]

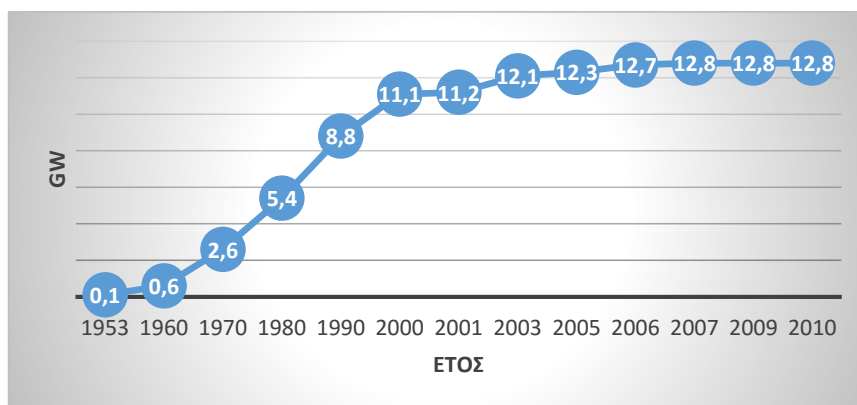
Τον Αύγουστο του 1950 ιδρύθηκε με τον Νόμο 1468 η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) η οποία απέκτησε σταδιακά με αναγκαστική εξαγορά όλες τις επιχειρήσεις παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Οι στόχοι της ΔΕΗ ήταν εξ αρχής να αυξήσει την παραγωγή σε βαθμό που να ανταποκρίνεται στην αυξανόμενη ζήτηση, να επεκτείνει και να βελτιώσει τα δίκτυα έτσι ώστε να τροφοδοτούνται με ισχύ όλοι οι οικισμοί στην Ελλάδα και τέλος να οργανώσει σε όλους τους τομείς το δίκτυο διανομής.

Εκτός από τις εταιρίες που προαναφέρθηκαν, μέχρι την ίδρυση της ΔΕΗ, υπήρχαν και περίπου 400 άλλες επιχειρήσεις που εξυπηρετούσαν πόλεις και κομοπόλεις σε όλη την Ελλάδα. Τα πρώτα χρόνια η διανομή γινόταν με συνεχές ρεύμα και η μεταφορά ήταν δύσκολη. Το εναλλασσόμενο ρεύμα άρχισε να χρησιμοποιείται μετά το 1945. Επειδή οι επιχειρήσεις είχαν μεγάλες δαπάνες και η κατανάλωση ήταν

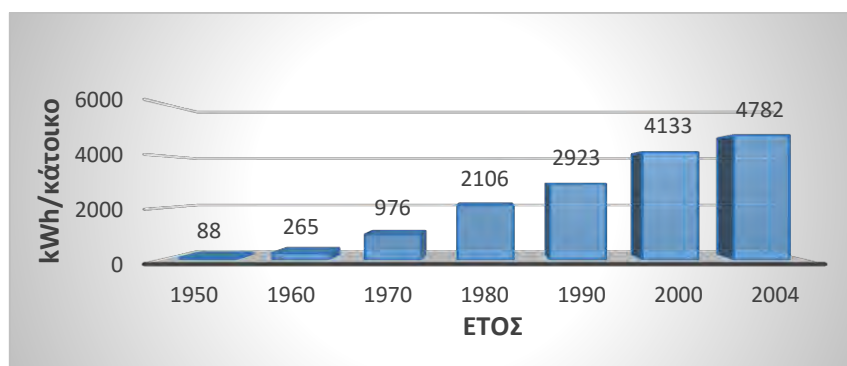
μικρή, οι τιμές για εκείνη την εποχή ήταν πολύ μεγάλες. Με λίγα λόγια ο ηλεκτρισμός αποτελούσε είδος πολυτελείας.

Το 1956 με τον Νόμο 3523 το ελληνικό κράτος σταμάτησε την λειτουργία όλων των ηλεκτρικών επιχειρήσεων. Παράλληλα η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας ολόκληρης της χώρας έγινε αποκλειστικό προνόμιο της ΔΕΗ και ταυτόχρονα εξαγοράστηκαν όλες οι ηλεκτρικές επιχειρήσεις από αυτήν. Ο ίδιος νόμος καθόριζε και ενιαία τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ισχύος σε όλη την επικράτεια.

Το ελληνικό σύστημα σήμερα αποτελείται από το διασυνδεδεμένο δίκτυο και μικρά αυτόνομα δίκτυα. Στα ακόλουθα σχήματα φαίνονται η ανάπτυξη της συνολικής ηλεκτρικής ισχύος στο ελληνικό ΣΗΕ και η εξέλιξη της μέσης κατανάλωσης.



Σχήμα 4.1: Εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος στο ελληνικό ΣΗΕ [16]



Σχήμα 4.2: Εξέλιξη μέσης ετήσιας κατά κεφαλή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στο ελληνικό ΣΗΕ [9]

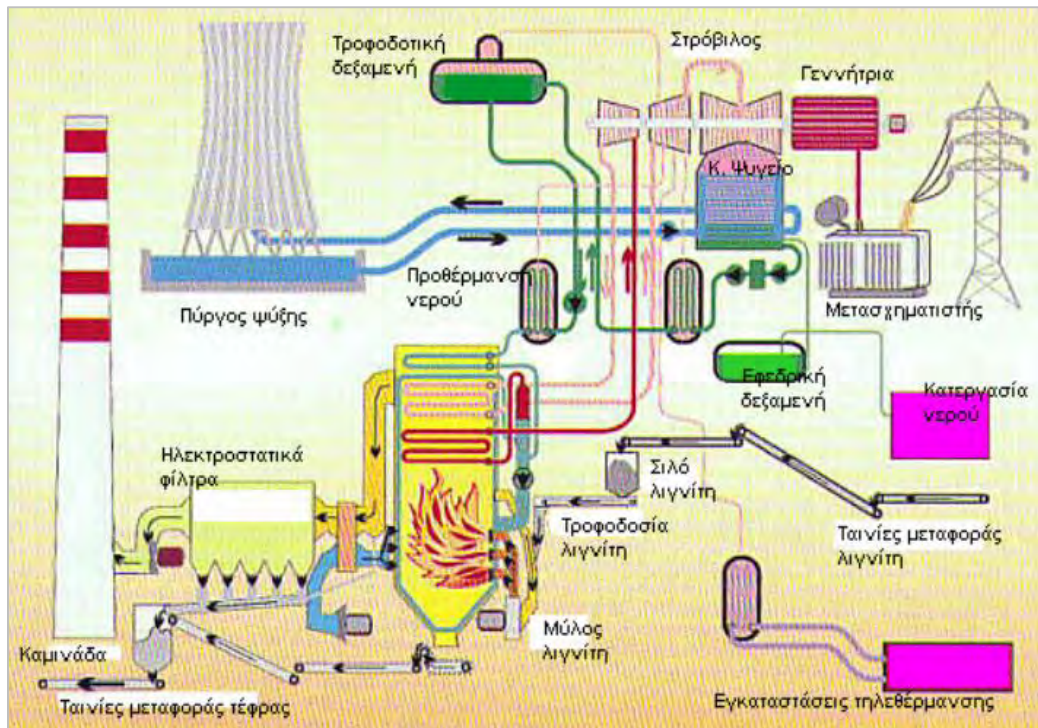
4.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα

Η μισή περίπου από τη συνολική ηλεκτρική ενέργεια της χώρας μας παράγεται στη Δυτική Μακεδονία, όπου υπάρχουν πλούσια κοιτάσματα λιγνίτη, ο οποίος αποτελεί και την καύσιμη πρώτη ύλη για τους σταθμούς παραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα προέρχεται κατά κύριο λόγο από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς, οι περισσότεροι από τους οποίους βρίσκονται στο Βορρά της χώρας με αποτέλεσμα να υπάρχουν αυξημένες απώλειες κατά τη διάρκεια της μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στα κέντρα κατανάλωσης. [10]

Ο λιγνίτης και το φυσικό αέριο αποτελούν τις σημαντικότερες ενεργειακές πηγές της χώρας μας. Το έτος 2011 αποτελούσαν περίπου στο 80% της εγχώριας παραγωγής. Ωστόσο, η Ελληνική πολιτεία, εκτός από την επιτάχυνση της διεύθυνσης του φυσικού αερίου στο ενεργειακό ισοζύγιο, έχει θέσει ως προτεραιότητα την προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, με στόχο την αύξηση συμμετοχής τους στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο 34% μέχρι το 2020.

Λιγνιτικοί θερμοηλεκτρικοί σταθμοί

Οι λιγνιτικοί θερμοηλεκτρικοί σταθμοί καλύπτουν το φορτίο βάσης του ελληνικού συστήματος. Η λειτουργία τους φαίνεται στο Σχήμα 4.3 που ακολουθεί. Ο λιγνίτης οδηγείται στους μύλους όπου αλέθεται και γίνεται σκόνη. Στη συνέχεια οδηγείται για καύση σε ειδικούς καυστήρες που θερμαίνουν τους ατμολέβητες για ατμοποίηση του νερού. Ο ατμολέβητας λειτουργεί σε θερμοκρασία 540 βαθμούς Κελσίου και πίεση 170 ατμόσφαιρες και παράγει υπέρθερμο ατμό. Ο ατμός αυτός οδηγείται στο στρόβιλο ο οποίος στρέφεται με 3000 στροφές το λεπτό. Στη συνέχεια ο ατμός συμπυκνώνεται στον συμπυκνωτή και μετά οδηγείται ξανά στο λέβητα για να επαναληφθεί η ίδια διαδικασία. Ο ατμοστρόβιλος περιστρέφει μια γεννήτρια η οποία παράγει ηλεκτρικό ρεύμα με τάση 20kV το οποίο ανυψώνεται μέσω του μετασχηματιστή ανύψωσης στα 400kV και καταλήγει στο Εθνικό Δίκτυο μέσω των Κέντρων Υψηλής Τάσης.



Σχήμα 4.3: Σχηματική λειτουργία λιγνιτικής μονάδας

Η σύνθεση της παραγωγής

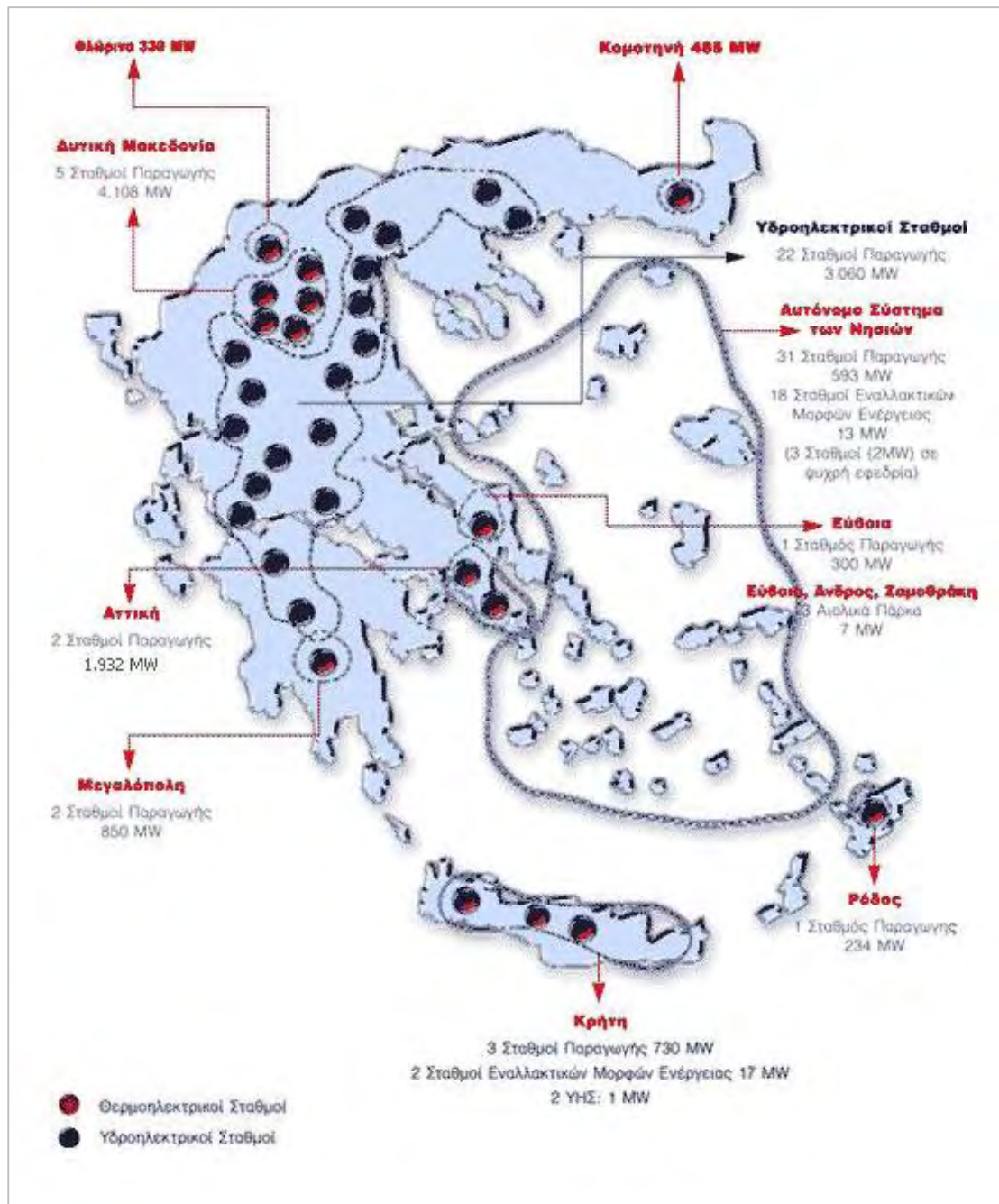
Σήμερα, η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) εξασφαλίζει την επάρκεια της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια με 34 μεγάλους θερμικούς και υδροηλεκτρικούς σταθμούς, 3 αιολικά πάρκα του διασυνδεδεμένου συστήματος της ηπειρωτικής χώρας καθώς και με 61 αυτόνομους σταθμούς σε Κρήτη, Ρόδο και άλλα νησιά. Η ΔΕΗ αποτελεί την ενεργειακή βάση κάθε οικονομικής δραστηριότητας στη χώρα μας. [17]

Τα τελευταία χρόνια η ΔΕΗ στρέφεται προς την αξιοποίηση των εναλλακτικών μορφών ενέργειας (άνεμος, ήλιος, γεωθερμία κτλ). Επίσης, επειδή η χρονική διάρκεια ζωής του λιγνίτη είναι περίπου 35 χρόνια, έχει διατυπωθεί η άποψη ότι θα πρέπει να μπουν στο ελληνικό ισοζύγιο ηλεκτρισμού νέα καύσιμα, όπως π.χ ο λιθάνθρακας.

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των 98 συνολικά σταθμών της ΔΕΗ φτάνει τα 12.760 MW και η καθαρή παραγωγή το 2007 έφτασε τις 53,09 TWh. Στα νησιά υπάρχουν 39 θερμικοί, 2 υδροηλεκτρικοί, 5 φωτοβολταϊκοί σταθμοί και 15 αιολικά πάρκα. Οι θερμικοί σταθμοί τροφοδοτούνται κυρίως με μαζούτ ή πετρέλαιο.

Στο Σχήμα 4.4 που ακολουθεί φαίνεται ο αναλυτικός χάρτης με τους σταθμούς παραγωγής της χώρας μας. Στην Δυτική Μακεδονία παράγεται περίπου το 50% της

συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας. Εκεί υπάρχουν 5 σταθμοί παραγωγής που έχουν συνολική εγκατεστημένη ισχύ 4108MW. Μεγάλο άθροισμα εγκατεστημένης ισχύος έχουν και οι 22 Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί της χώρας (3060MW). Ακολουθούν οι δυο σταθμοί παραγωγής της Αττικής με 1932MW, η Μεγαλόπολη με 850MW και η Κρήτη με 730MW.



Σχήμα 4.4: Αναλυτικός χάρτης με τους σταθμούς παραγωγής της Ελλάδας [17]

Η εισαγωγή του φυσικού αερίου στην Ευρώπη και οι απαιτήσεις περιορισμού των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα οδήγησαν σταδιακά στην αύξηση της συμμετοχής του φυσικού αερίου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Από την άλλη πλευρά, η συμμετοχή των υδροηλεκτρικών σταθμών περιορίζεται από τα διαθέσιμα υδάτινα αποθέματα.

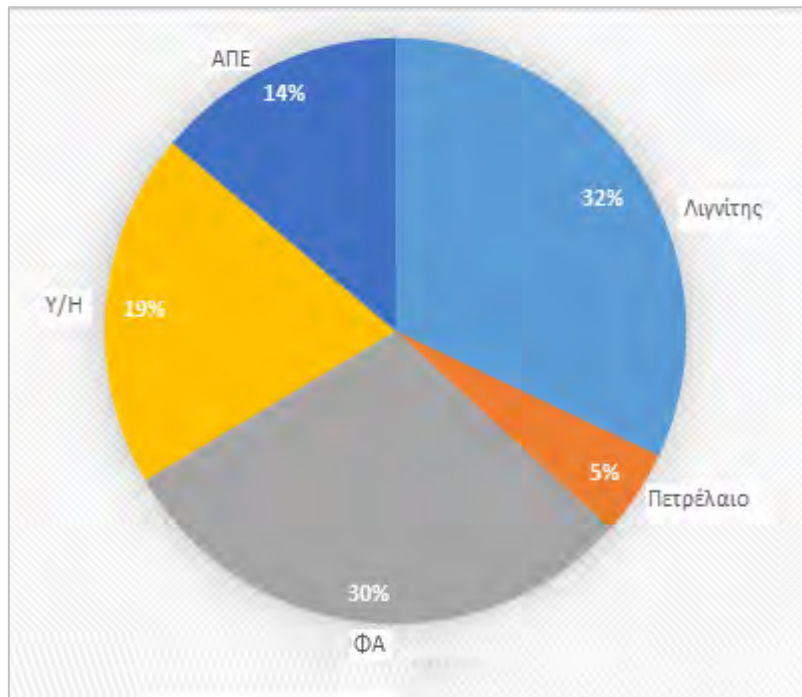
Η πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70 έστρεψε επίσης το ενδιαφέρον της ηλεκτροπαραγωγής προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι πρώτες προσπάθειες έγιναν με την εκμετάλλευση της ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Τα συστήματα εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν φτάσει σήμερα σε αρκετά υψηλό επίπεδο.

Όσον αφορά την ηλεκτροπαραγωγή στη χώρα μας, αυτή χωρίζεται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το είδος των πηγών ενέργειας που χρησιμοποιεί. Οι κατηγορίες αυτές είναι ηλεκτροπαραγωγή από συμβατικά καύσιμα και ηλεκτροπαραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η ηλεκτροπαραγωγή από συμβατικά καύσιμα χρησιμοποιεί σαν πηγή ενέργειας μη ανανεώσιμα ορυκτά στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα, που βρίσκονται στο υπέδαφος, σε μικρότερα ή μεγαλύτερα βάθη. Χαρακτηριστικά παραδείγματα των σταθμών αυτών είναι οι ατμοηλεκτρικοί και οι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί.

Από την άλλη πλευρά, η ηλεκτροπαραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιεί διαχρονικές και ανεξάντλητες πηγές όπως ήλιος, αέρας και νερό. Η ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ είναι άμεσα συνδεδεμένη με τον ήλιο και τα φυσικά φαινόμενα, επομένως εξαρτάται από αυτά. Για παράδειγμα τα φωτοβολταϊκά υπολειπόμενα όταν έχει συννεφιά και τα αιολικά πάρκα όταν δεν υπάρχει άνεμος.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.5 που ακολουθεί, σύμφωνα με την ΡΑΕ, στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα του 2012 το 32% της εγκατεστημένης ισχύος των ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων ήταν θερμικοί σταθμοί με λιγνίτη (4930 MW), το 5% με πετρέλαιο (730 MW) και το 30% με φυσικό αέριο (4579 MW), ενώ το 19% ήταν μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί (3018 MW) και το 17% μονάδες ΑΠΕ (2140 MW).



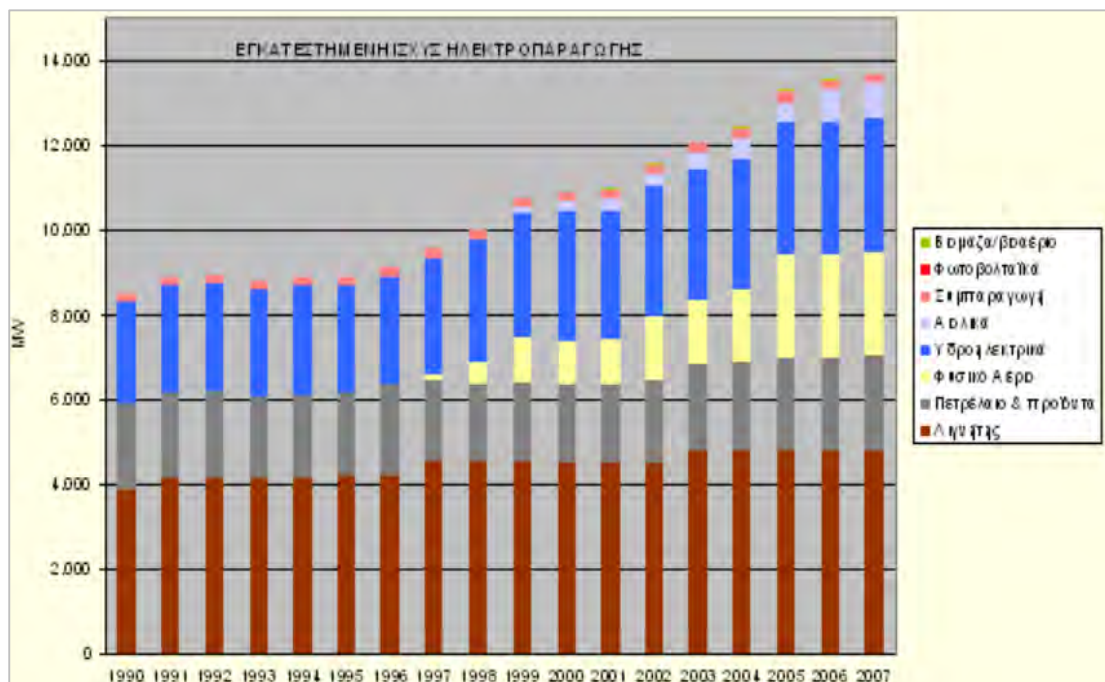
Σχήμα 4.5: Εγκατεστημένη ισχύς στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα [18]

Εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτροπαραγωγής

Όσον αφορά την εγκατεστημένη ισχύς της ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα έχει διαπιστωθεί ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της εγκατεστημένης ηλεκτροπαραγωγικής ισχύος είναι βασισμένο στον λιγνίτη, πράγμα που είναι λογικό καθώς ο λιγνίτης αποτελεί εγχώριο προϊόν και βρίσκεται σε αφθονία. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.6, το ποσοστό της εγκατεστημένης ηλεκτροπαραγωγικής ισχύος που βασίζεται στο πετρέλαιο και τα προϊόντα του είναι σχετικά μεγάλο και παραμένει σταθερό με το πέρασμα των χρόνων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στην Ελλάδα υπάρχουν πολλά νησιά και υπάρχει δυσκολία στη διασύνδεσή τους. Επίσης, μετά την κατασκευή του αγωγού μεταφοράς φυσικού αερίου στη χώρα μας, οι μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Φυσικού Αερίου άρχισαν να αυξάνονται σταδιακά χρόνο με τον χρόνο.

Στην Ελλάδα υπάρχουν επίσης πολλές υδροηλεκτρικές μονάδες με αποτέλεσμα να κατέχουν ένα σημαντικό μερίδιο στην εγκατεστημένη ισχύ της ηλεκτροπαραγωγής. Δεν θα έπρεπε ωστόσο να παραλείψουμε το γεγονός ότι για την κατασκευή τους απαιτούνται πολύ μεγάλες περιβαλλοντικές παρεμβάσεις για να δημιουργηθούν τα φράγματα. Τέλος, το σημαντικότερο γεγονός από όλα πρέπει να θεωρηθεί ότι υπάρχει

συνεχής αύξηση των εγκατεστημένων μονάδων αιολικής ενέργειας και αυτό σηματοδοτεί μια νέα εποχή για τη διείσδυση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή .



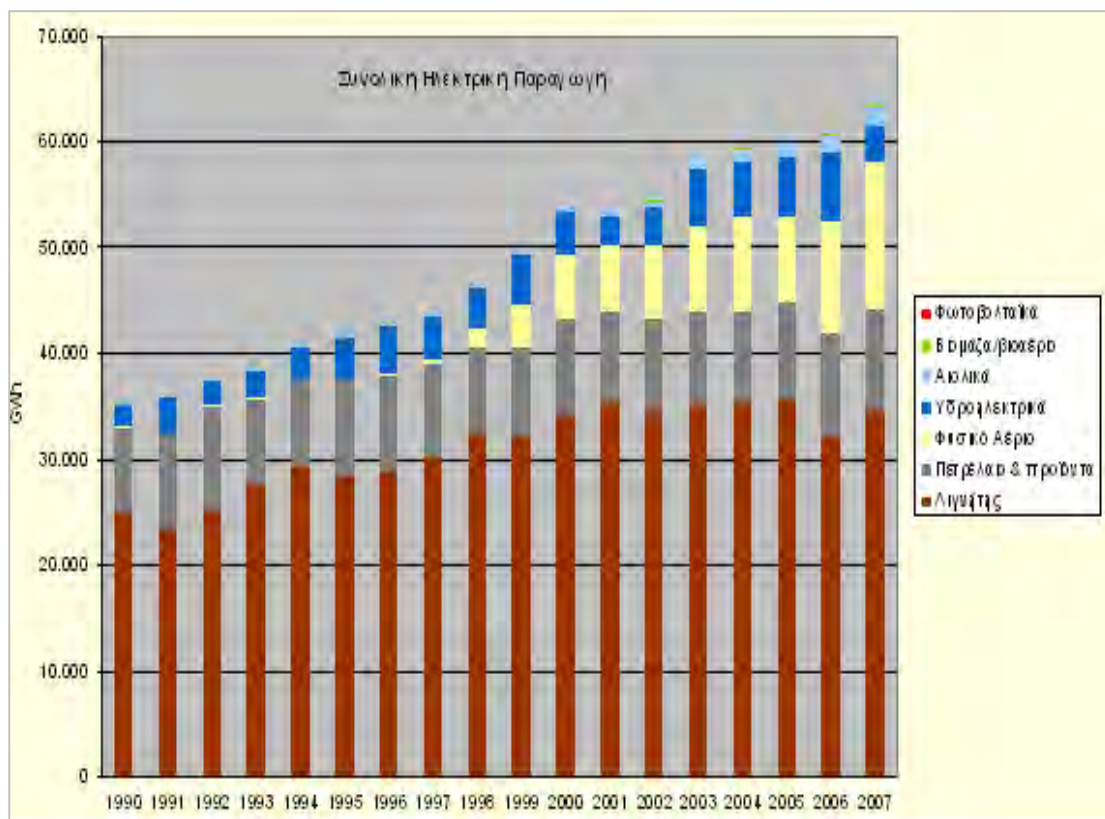
Σχήμα 4.6: Εγκατεστημένη Ισχύς Ηλεκτροπαραγωγής [19]

Συνολική Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια

Στο σχήμα 4.7 φαίνεται η εξέλιξη της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας για το χρονικό διάστημα από το 1990 μέχρι και το 2007. Η αυξανόμενη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια έχει οδηγήσει στην συνεχή αύξηση στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την πάροδο του χρόνου.

Το μεγαλύτερο μερίδιο στην ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια κατέχει ο λιγνίτης, αλλά όσο περνούν τα χρόνια φαίνεται πως κατέχει όλο και μικρότερο ποσοστό στην ετήσια συνολική παραγωγή. Το πετρέλαιο διατηρεί την ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια του, αλλά με την πάροδο του χρόνου επίσης υπάρχει μείωση στο ποσοστό επί της ετήσιας παραγωγής. Από την άλλη πλευρά, η εγκατάσταση νέων σταθμών παραγωγής φυσικού αερίου στην Ελλάδα έχει οδηγήσει στην ετήσια σταδιακή αύξηση της παραγόμενης από αυτό ηλεκτρικής ενέργειας.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από υδροηλεκτρικούς σταθμούς παρουσιάζει πολλές αυξομειώσεις όπως φαίνεται στο σχήμα, πράγμα που οφείλεται στις ετήσιες βροχοπτώσεις των περιοχών εγκατάστασης των σταθμών. Τέλος, η αύξηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας τα τελευταία χρόνια έχουν οδηγήσει στην διείσδυση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή.

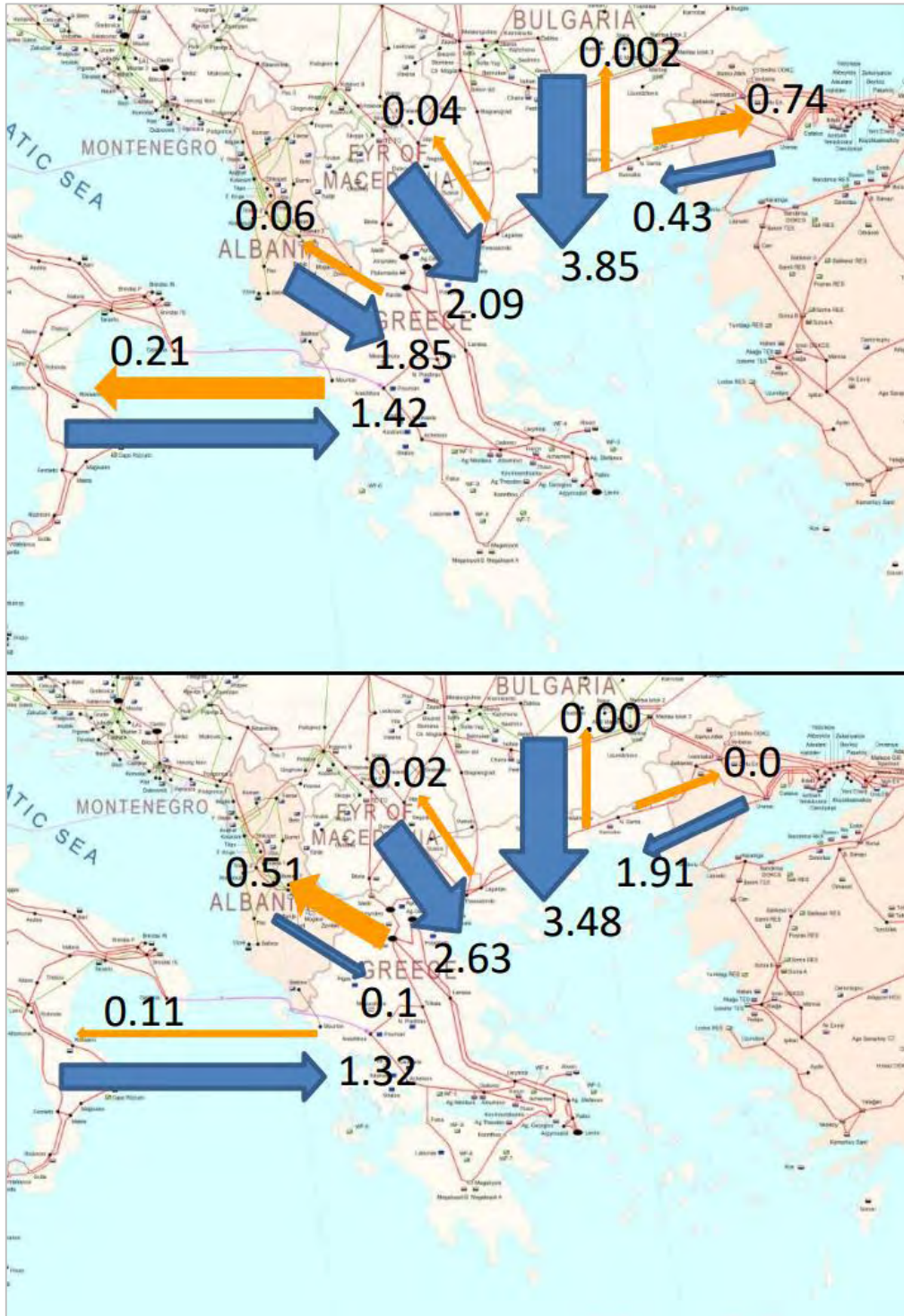


Σχήμα 4.7: Συνολική Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια [19]

Ανταλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας

Η μέγιστη αιχμή της ζήτησης του διασυνδεδεμένου συστήματος της χώρας μας παρατηρείται το καλοκαίρι και συγκεκριμένα από τον μήνα Ιούλιο μέχρι τις αρχές Αυγούστου. Αυτό οφείλεται κυρίως στην χρήση των κλιματιστικών. Σε περίπτωση που η ισχύς παραγωγής του διασυνδεδεμένου εθνικού συστήματος δεν καλύπτει τη ζήτηση που υπάρχει, τότε γίνεται εισαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις γειτονικές χώρες όπως η Αλβανία, η Ιταλία και η Βουλγαρία. Παράλληλα γίνονται και προγραμματισμένες απορρίψεις φορτίου. Στο Σχήμα 4.8 που ακολουθεί φαίνονται

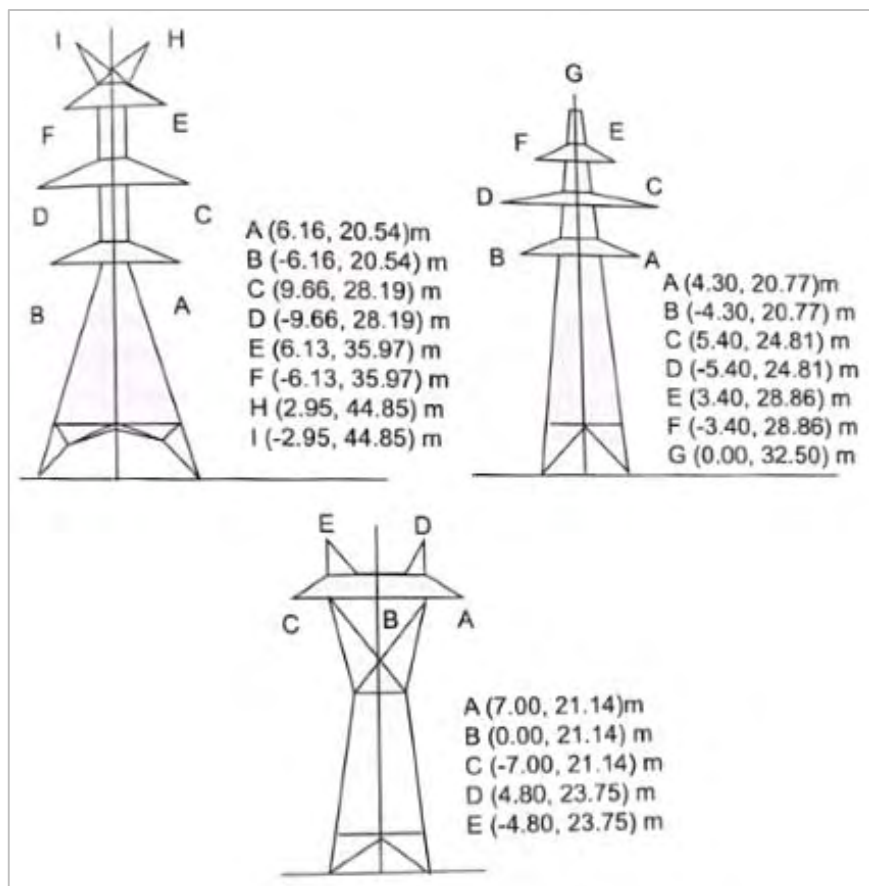
αρχικά τα συμβόλαια για τις ανταλλαγές του έτους 2014 και στη συνέχεια οι πραγματικές ροές του ίδιου έτους.



Σχήμα 4.8: Ανταλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας, συμβόλαια και πραγματικές ροές (έτος 2014)

4.3 Μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα

Από τότε που ο άνθρωπος άρχισε να χρησιμοποιεί την ηλεκτρική ενέργεια έγινε άμεσα κατανοητό ότι δεν μπορεί να την αποθηκεύσει αποτελεσματικά για μελλοντική χρήση και για αυτό το λόγο θα πρέπει να καταναλώνεται αμέσως μετά την παραγωγή της, με αποτέλεσμα να πρέπει να μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις. Για την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας απαιτούνται σύγχρονοι μετασχηματιστές, γεννήτριες και κατάλληλες γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης. Το δίκτυο μεταφοράς μεταφέρει την ηλεκτρική ισχύ από τους σταθμούς παραγωγής στους υποσταθμούς μεταφοράς. Η μεταφορά γίνεται σε υψηλή και υπερυψηλή τάση. Τα στοιχεία που είναι απαραίτητα για τις γραμμές μεταφοράς είναι οι πυλώνες (Σχήμα 4.9) για την στήριξη των αγωγών μεταφοράς, οι μονωτήρες για την απομόνωση των πυλώνων από τις γραμμές μεταφοράς και οι αγωγοί που είναι κατασκευασμένοι από χαλκό ή αλουμίνιο.

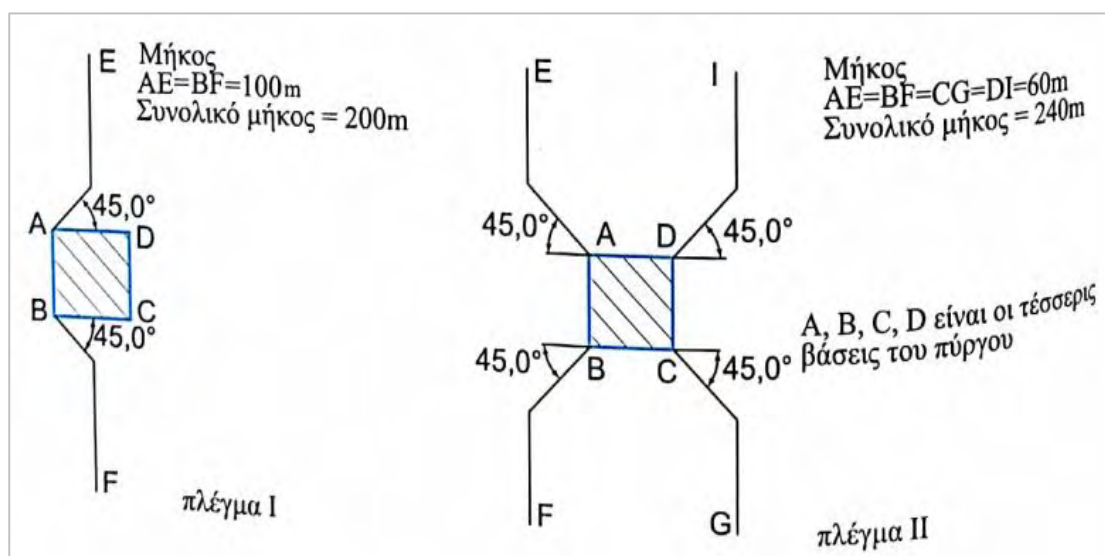


Σχήμα 4.9: Πυλώνες Ελληνικού συστήματος μεταφοράς της ΔΕΗ [12]

Το ηλεκτρικό σύστημα της Ελλάδας διακρίνεται στο Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα (Ε.Δ.Σ.) και στο Νησιωτικό Σύστημα. Το σύστημα μεταφοράς του Εθνικού Διασυνδεδεμένου Συστήματος αποτελείται από τις γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης με 150kV και τις γραμμές μεταφοράς υπερυψηλής τάσης 400kV.

Οι εναέριες γραμμές αναρτώνται από μονωτήρες οι οποίοι με τη σειρά τους αναρτώνται από πύργους/πυλώνες. Οι απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών πυλώνων κυμαίνεται μεταξύ 330 και 400 μέτρων. Υπάρχουν πύργοι ευθύγραμμου πορείας και πύργοι αλλαγής πορείας. Οι τρεις τύποι πυλώνων που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα παρουσιάζονται στο σχήμα 4.9.

Στις γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης το μέσο ύψος των αγωγών φάσης είναι 22 μέτρα, η μέση οριζόντια απόσταση ανάμεσα στους αγωγούς φάσης με μονό κύκλωμα είναι 7 μέτρα, ενώ με διπλό κύκλωμα 8,5 μέτρα. Από την άλλη πλευρά, στις γραμμές μεταφοράς υπερυψηλής τάσης το μέσο ύψος των αγωγών φάσης είναι 28 μέτρα, η μέση οριζόντια απόσταση ανάμεσα στους αγωγούς φάσης με μονό κύκλωμα είναι 8,5 μέτρα, ενώ με διπλό κύκλωμα φτάνουν μέχρι και τα 13 μέτρα. Για την προστασία από τους κεραυνούς χρησιμοποιούνται γειωμένοι αγωγοί προστασίας (Σχήμα 4.10).



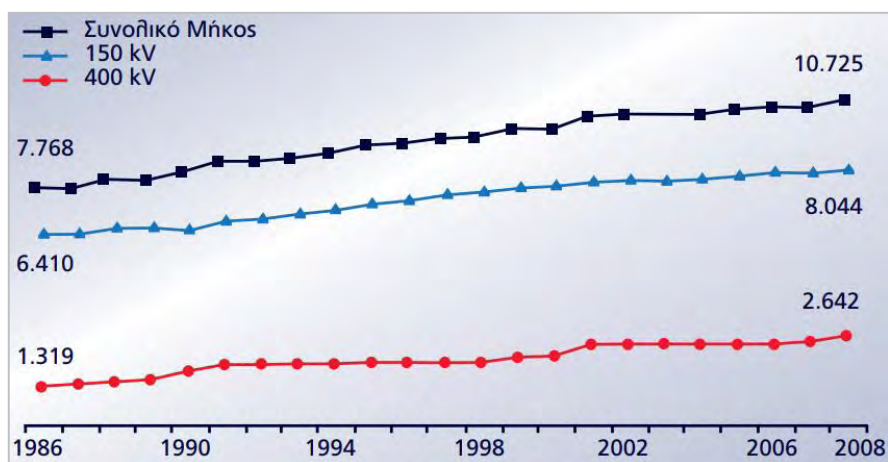
Σχήμα 4.10: Συστήματα γείωσης για τους πύργους υψηλής τάσης του Ελληνικού συστήματος [12]

Οι γραμμές μεταφοράς των 150kV έχουν μέγιστη τάση αντοχής ίση με 750kV, ενώ οι γραμμές μεταφοράς των 400kV έχουν 1425 kV και 1550 kV. Για την γείωση των πύργων στο Ελληνικό σύστημα χρησιμοποιούνται τα δύο πλέγματα του σχήματος 4.10. Το πρώτο πλέγμα έχει μήκος 200 μέτρα χρησιμοποιείται στην περίπτωση που η ειδική αντίσταση του εδάφους παρουσιάζει χαμηλές τιμές ενώ το δεύτερο έχει μήκος 240 μέτρα και χρησιμοποιείται όταν η ειδική αντίσταση του εδάφους παρουσιάζει υψηλές τιμές.

Τεχνικά Στοιχεία του Συστήματος Μεταφοράς

Η λειτουργία του Διασυνδεδεμένου Συστήματος Μεταφοράς καθώς και των διασυνδέσεων με τα γειτονικά δίκτυα στην χώρα μας γίνεται από τον ΑΔΜΗΕ ο οποίος αποτελεί τον Ανεξάρτητο Διαχειριστή Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας. Ο ΑΔΜΗΕ δημιουργήθηκε μετά τον διαχωρισμό της ΔΕΗ και αποτελεί 100% θυγατρική εταιρία.

Το Διασυνδεδεμένο Σύστημα Μεταφοράς αποτελείται από τις τρεις εναέριες γραμμές διπλού κυκλώματος των 400kV που μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια από το κέντρο παραγωγής της Δυτικής Μακεδονίας, εναέριες και υπόγειες γραμμές των 400kV και 150kV και υποβρύχια καλώδια των 66kV και 150kV που συνδέουν την Άνδρο και τα Επτάνησα. Στο Σχήμα 4.11 φαίνεται η εξέλιξη του μήκους οδευσης των εναέριων γραμμών μεταφοράς του διασυνδεδεμένου συστήματος και στο Σχήμα 4.12 ο χάρτης του διασυνδεδεμένου συστήματος μεταφοράς. [20]



Σχήμα 4.11: Εξέλιξη Μήκους Όδευσης Εναέριων Γραμμών Μεταφοράς Διασυνδεδεμένου Συστήματος (km) [20]

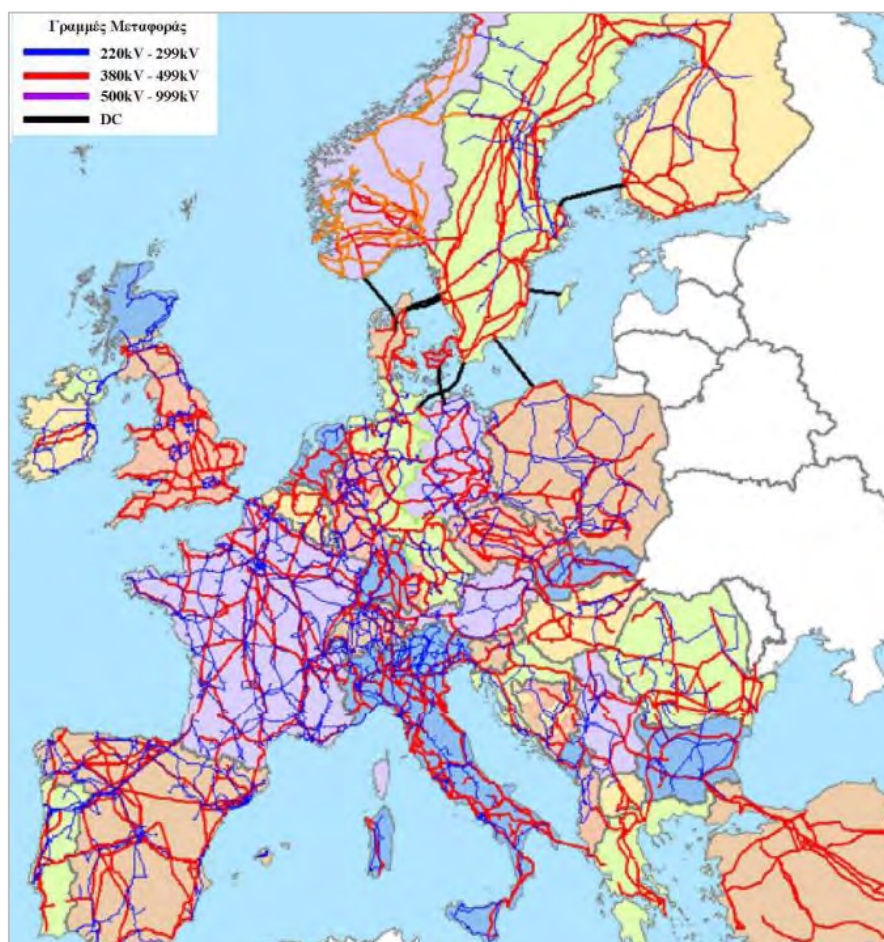


Σχήμα 4.12: Χάρτης Διασυνδεδεμένου Συστήματος Μεταφοράς [20]

Διεθνείς Διασυνδέσεις

Το Διασυνδεδεμένο Σύστημα Μεταφοράς συνδέεται με τα συστήματα Μεταφοράς κάποιων γειτονικών χωρών. Αυτές οι χώρες είναι η Ιταλία, η Αλβανία, η ΠΓΔΜ, η Βουλγαρία και η Τουρκία. Οι διασυνδέσεις αυτές συμβάλλουν σημαντικά στην ασφάλεια λειτουργίας του Συστήματος Μεταφοράς και στην ανάπτυξη των εμπορικών ανταλλαγών ηλεκτρικής ενέργειας με τις χώρες αυτές.

Η διασύνδεση με την Ιταλία αποτελείται από υποβρύχιο καλώδιο και γραμμή μεταφοράς συνεχούς ρεύματος ισχύος 500MW. Η διασύνδεση με την Αλβανία γίνεται με μία γραμμή των 150kV και μία των 400kV. Η διασύνδεση με την ΠΓΔΜ γίνεται με δύο γραμμές των 400kV, ενώ με τη Βουλγαρία με μία γραμμή των 400kV. Τέλος, η διασύνδεση με την Τουρκία ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2008 με την κατασκευή γραμμής μεταφοράς. Παρακάτω φαίνονται όλες οι διασυνδέσεις εθνικών συστημάτων μεταφοράς στην Ευρώπη

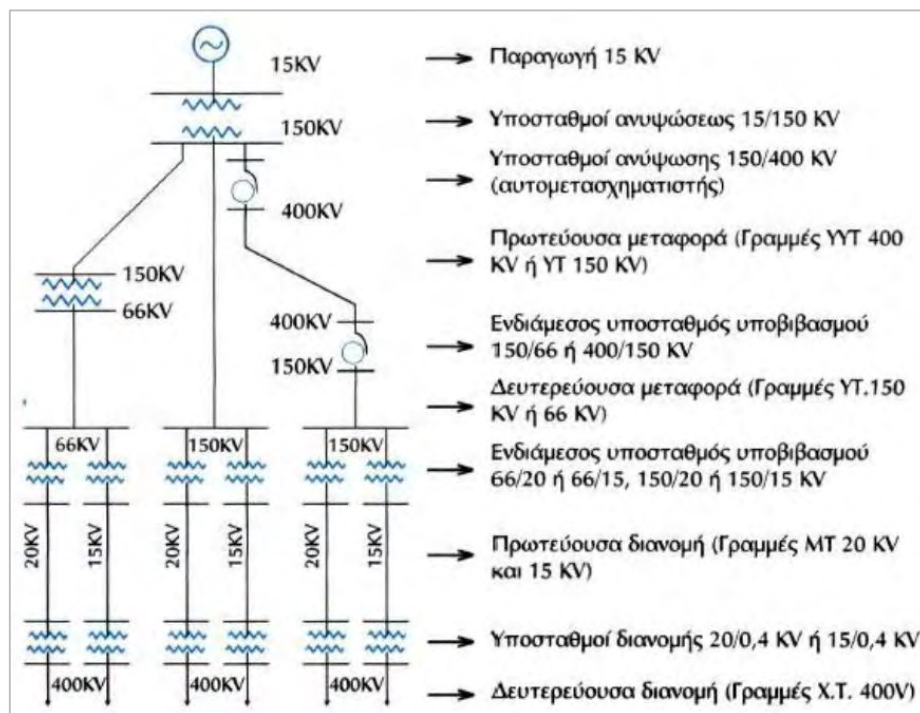


Σχήμα 4.13: Διασυνδέσεις εθνικών συστημάτων μεταφοράς στην Ευρώπη

4.4 Διανομή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα

Οι καταναλωτές χρησιμοποιούν χαμηλή τάση (220/380V) με αποτέλεσμα οι γραμμές μεταφοράς να μην μπορούν να τους τροφοδοτήσουν άμεσα. Το δίκτυο διανομής ηλεκτρικού ρεύματος είναι η συνέχεια του δικτύου μεταφοράς. Οι γραμμές μεταφοράς φθάνουν μέχρι ορισμένα σημεία, τους υποσταθμούς μεταφοράς, όπου γίνεται υποβιβασμός της τάσης στη μέση τάση, δηλαδή στα 20kV του δικτύου. (Σχήμα 4.14)

Το δίκτυο διανομής αποτελείται από το δίκτυο διανομής μέσης τάσης (20kV) που μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια από τους υποσταθμούς μεταφοράς στους υποσταθμούς διανομής και το δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης (220/380V) που μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια από τους υποσταθμούς διανομής στους καταναλωτές.



Σχήμα 4.14: Η μορφή του σημερινού δικτύου

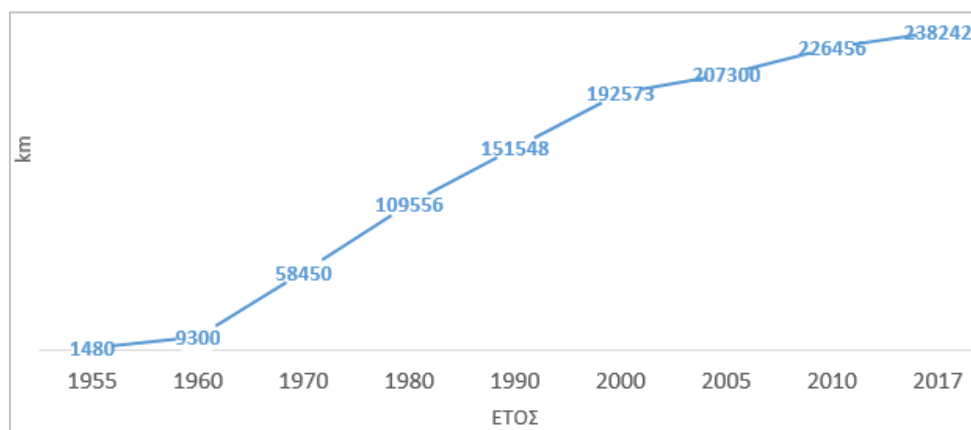
Τα βασικά στοιχεία ενός δικτύου διανομής είναι οι γραμμές διανομής που διανέμουν την ενέργεια από το ένα σημείο στο άλλο, οι μετασχηματιστές που

χρησιμοποιούνται για την αλλαγή του μεγέθους της τάσης, ο εξοπλισμός ασφάλειας που παρέχει λειτουργία σε περίπτωση βλάβης και ο εξοπλισμός ρύθμισης της τάσης που χρησιμεύει στην διατήρηση του επιπέδου τάσης στα καθορισμένα επιτρεπτά όρια.

Σύμφωνα με επίσημα στοιχεία του ΔΕΔΔΗΕ τα βασικά μεγέθη του δικτύου διανομής για το έτος 2017 ήταν:

- 162.614 Υποσταθμοί Μέσης Τάσης προς Χαμηλή Τάση (Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ).
 - 989km Δίκτυο Υψηλής Τάσης (Υ.Τ.) εκ των οποίων 218km στην Αττική και 771km στα μη διασυνδεδεμένα νησιά.
 - 232 Υποσταθμοί Υψηλής Τάσης προς Μέση Τάση (Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ), εκ των οποίων 20 κλειστού τύπου, κατανεμημένοι 202 στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα και 27 στα μη Διασυνδεδεμένα νησιά.
 - 111.865 χλμ. Δίκτυο Μέσης Τάσης (Μ.Τ.).
 - 126.377 χλμ. Δίκτυο Χαμηλής Τάσης (Χ.Τ.).
- Συνολικά 238.242 χλμ. Δικτύου.
- 7.486.139 Πελάτες (11.536 ΜΤ & 7.474.603 ΧΤ).
 - 43.918 GWH Καταναλώσεις Πελατών (11.557 στη ΜΤ & 32.361 στη ΧΤ). [21]

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται και η εξέλιξη του μήκους των γραμμών μέσης και χαμηλής τάσης του δικτύου διανομής.



Σχήμα 4.15: Δίκτυο διανομής μέσης και χαμηλής τάσης (km) [16]

4.5 Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα

Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι οι μη ορυκτές πηγές ενέργειας, δηλαδή η αιολική, η ηλιακή, η γεωθερμική, η παλιρροϊκή, η υδραυλική ενέργεια, η ενέργεια των κυμάτων, τα αέρια που εκλύονται από χώρους υγειονομικής ταφής ή από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και τα βιοαέρια.

Ο νόμος 2773/1999 ορίζει ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η ηλεκτρική ενέργεια η οποία προέρχεται από:

- Την εκμετάλλευση αιολικής ή ηλιακής ενέργειας, βιομάζας ή αερίου
- Την εκμετάλλευση της Ενέργειας από την Θάλασσα.
- Την εκμετάλλευση Υδάτινου Δυναμικού με Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς μέχρι 10 MW
- Την εκμετάλλευση γεωθερμικής ενέργειας, εφόσον το δικαίωμα εκμετάλλευσης του σχετικού γεωθερμικού δυναμικού έχει παραχωρηθεί στον ενδιαφερόμενο σύμφωνα με τις ισχύουσες κάθε φορά διατάξεις.
- Συνδυασμό των ανωτέρω
- Τη Συμπαράγωγή, με χρήση των Πηγών Ενέργειας.

Τα πλεονεκτήματα που έχουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την χώρα μας είναι τα ακόλουθα:

- Έχουν πολύ χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
- Βοηθούν στην απεξάρτηση της Ελλάδας από το αργό πετρέλαιο και το φυσικό αέριο τα οποία είναι εισαγόμενα και επιβαρύνουν τον εθνικό προϋπολογισμό.
- Έχουν χαμηλό λειτουργικό κόστος, καθώς η πρώτη ύλη παρέχεται δωρεάν.
- Είναι ανεξάντλητες, καθώς η κινητήρια δύναμή τους είναι κατά βάση η ηλιακή ακτινοβολία.

- Είναι ευέλικτες στη διαχείριση τους.
- Συμβάλουν στην περιφερειακή ανάπτυξη.
- Συμβάλουν στην μείωση των κινδύνων για τον άνθρωπο και τα οικοσυστήματα, καθώς περιορίζουν τον κίνδυνο για ατυχήματα όπως του Τσερνόμπιλ.
- Δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας και βοηθούν την τοπική ανάπτυξη

Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν και κάποια στοιχεία που κάνουν δύσκολη την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτά είναι:

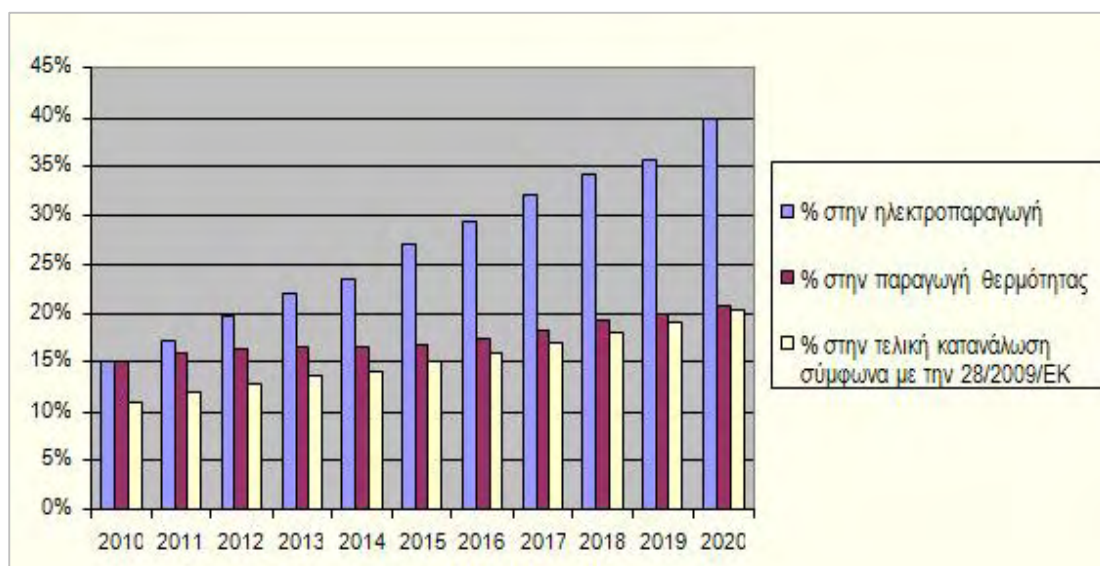
- Η χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας.
- Το δυναμικό τους που είναι διάσπαρτο σε μικρές μονάδες.
- Η χαμηλή διαθεσιμότητά τους.
- Το κόστος ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύς που είναι πολύ υψηλό.

Εθνικό Σχέδιο Δράσης 20-20-20

Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, εκπονήθηκε στο πλαίσιο εφαρμογής της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής για την διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, την Εξοικονόμηση Ενέργειας και τον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Για το σύνολο των Κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης προβλέπονται μέχρι το 2020: 20% μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 σύμφωνα με την Οδηγία 2009/29/ΕΚ, 20% διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ και 20% εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας. [19]

Για την Ελλάδα, ο στόχος για τις εκπομπές αερίων ρύπων του θερμοκηπίου είναι μείωση κατά 4% στους τομείς εκτός εμπορίας σε σχέση με τα επίπεδα του 2005, και 18% διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση. Στο Σχήμα 4.16 φαίνεται η διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό ισοζύγιο.



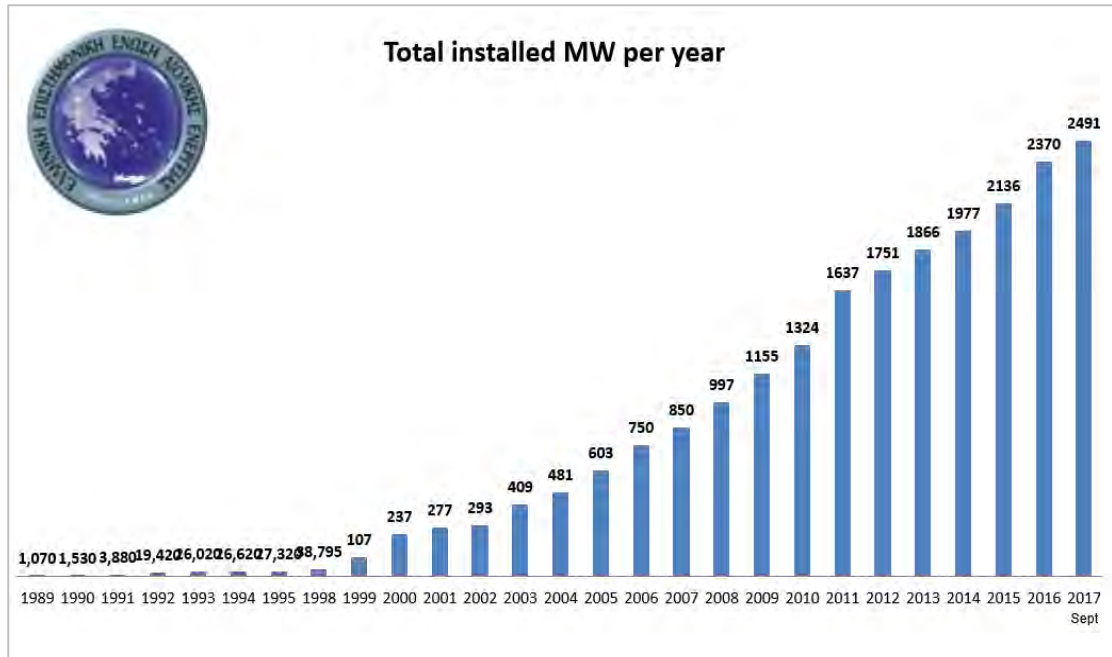
Σχήμα 4.16: Διείσδυση ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο [19]

Αιολική ενέργεια στην Ελλάδα

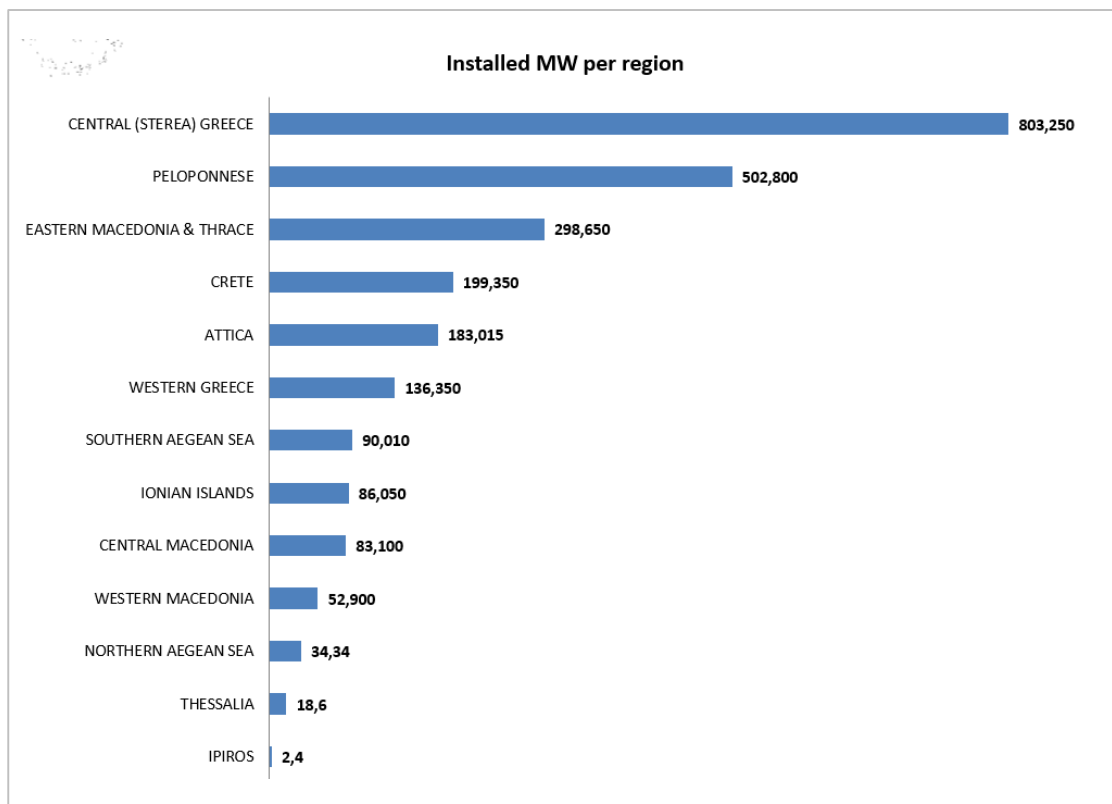
Η αιολική ενέργεια είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Η εκμετάλλευση του υψηλού της δυναμικού στη χώρα μας, σε συνδυασμό με τη ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών που ενσωματώνεται στις σύγχρονες ανεμογεννήτριες, έχει τεράστια σημασία για την εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων, τη βιώσιμη ανάπτυξη, την προστασία του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Η Ελλάδα διαθέτει πλούσιο αιολικό δυναμικό σε αρκετές περιοχές της Κρήτης, της Πελοποννήσου, της Ευβοίας και στα νησιά του Αιγαίου. Σε αυτές τις περιοχές υπάρχουν και τα περισσότερα αιολικά πάρκα, τα οποία αποτελούνται από συστοιχίες ανεμογεννητριών σε βέλτιστη διάταξη για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού.

Σύμφωνα με την Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας, το σύνολο της αιολικής ισχύος τον Σεπτέμβριο του 2017 ήταν 2.490,8 MW, αυξημένη κατά 5,10% σε σχέση με το τέλος του 2016. Στο σχήμα 4.17 είναι το χρονοδιάγραμμα αιολικής ισχύς στην Ελλάδα, ενώ στο σχήμα 4.18 η αιολική ισχύς ανά περιοχή. [22]



Σχήμα 4.17: Χρονοδιάγραμμα Αιολικής ισχύς στην Ελλάδα [22]



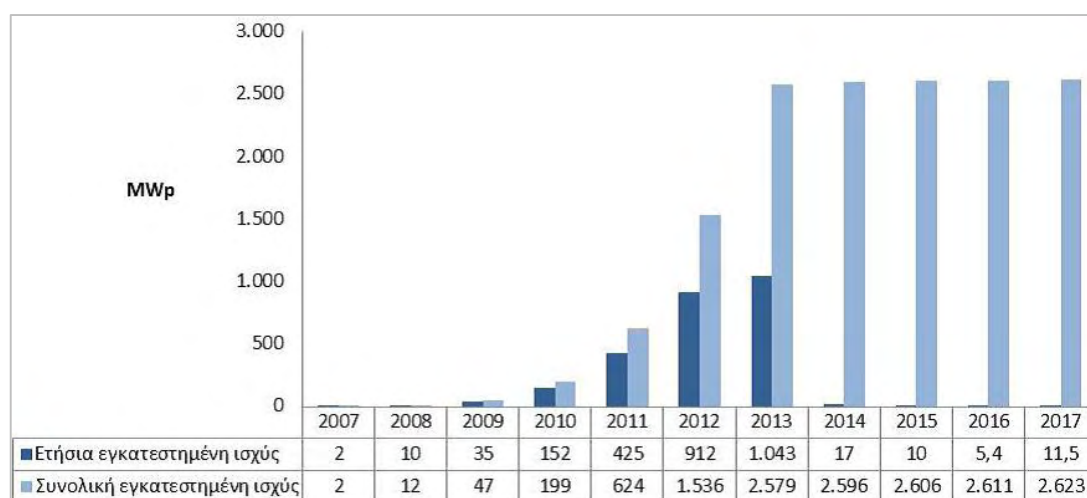
Σχήμα 4.18: Αιολική ισχύ ανά περιοχή [22]

Ηλιακή ενέργεια και Φωτοβολταϊκά

Στην Ελλάδα, η προοπτική ανάπτυξης και εφαρμογής των Φ/Β συστημάτων είναι τεράστια, λόγω του ιδιαίτερα υψηλού δυναμικού ηλιακής ενέργειας. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της ηλεκτροπαραγωγής από φωτοβολταϊκά είναι ότι αποδίδει την μέγιστη ισχύ της κατά τη διάρκεια της ημέρας που παρουσιάζεται η μέγιστη ζήτηση.

Ανάλογα με τη χρήση του παραγόμενου ρεύματος, τα φωτοβολταϊκά κατατάσσονται σε αυτόνομα και διασυνδεδεμένα συστήματα. Στα αυτόνομα συστήματα η παραγόμενη ενέργεια καταναλώνεται επιτόπου και εξολοκλήρου από την παραγωγή στην κατανάλωση, ενώ στα διασυνδεδεμένα, η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να μεταφερθεί και να καταναλωθεί αλλού.

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία της ελληνικής αγοράς φωτοβολταϊκών (Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών) το 2017, η εγκατεστημένη ισχύς διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών της Ελλάδας ανήλθε σε μόλις 11,5 MWp, με τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ αυτών να φθάνει τα 2.623 MWp. (Σχήμα 4.19)



Σχήμα 4.19: Εγκατεστημένη ισχύς από φωτοβολταϊκά στην Ελλάδα [23]

Πρόγραμμα «Ηλιος»

Τέλος, το σχέδιο «Ηλιος» είναι ένα ενεργειακό επενδυτικό σχέδιο που προβλέπει την εξαγωγή καθαρής ενέργειας από την Ελλάδα προς τις χώρες της Κεντρικής Ευρώπης. Το σχέδιο αυτό στηρίζεται στην ευρωπαϊκή οδηγία 2009/28 για την προώθηση της

χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και συγκεκριμένα στους προβλεπόμενους μηχανισμούς συνεργασίας μεταξύ των κρατών μελών. [19]

Η Βιομάζα στην Ελλάδα

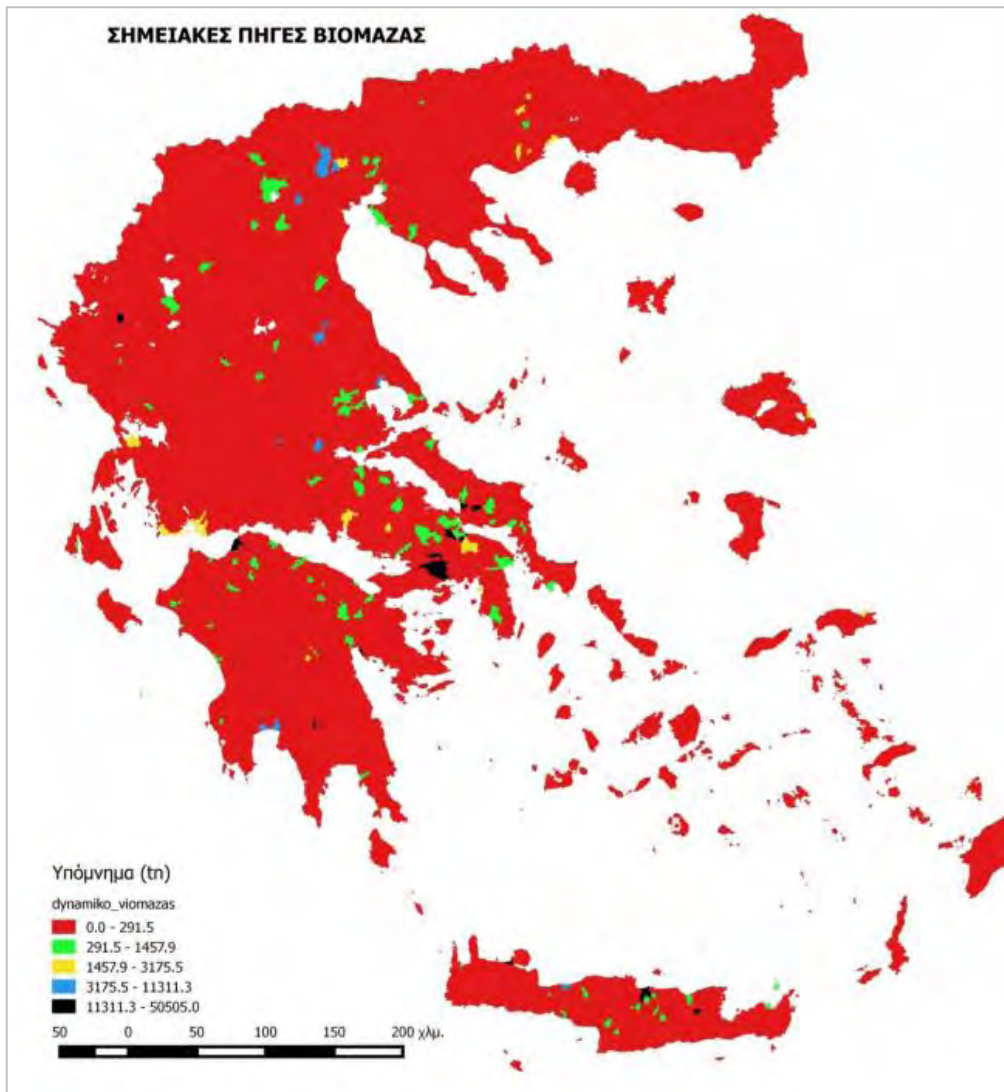
Όπως ορίζει η ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/ΕΚ, βιομάζα είναι το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων τα οποία προέρχονται από τη γεωργία (φυτικές και ζωικές ουσίες), τη δασοκομία και τις συναφείς βιομηχανίες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων.

Η βιομάζα περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από τον φυτικό κόσμο. Τέτοια υλικά είναι τα φυτικά και δασικά υπολείμματα όπως καυσόξυλα, άχυρα, πριονίδια, κουκούτσια και ελαιοπυρήνες, τα ζωικά απόβλητα όπως κοπριά, τα αστικά απορρίμματα και τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων, καθώς επίσης και τα αστικά απορρίμματα και τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων.

Στην Ελλάδα γίνονται προσπάθειες για την ανάπτυξη προγραμμάτων με σκοπό την αξιοποίησή της Βιομάζας. Μια περιοχή με σημαντικό ενεργειακό δυναμικό βιομάζας είναι η Ήπειρος, όπου τα διαθέσιμα υπολείμματα θα μπορούσαν να καλύψουν μεγάλο μέρος των αναγκών της.

Οι ξηροθερμικές και άγονες συνθήκες καθώς και το ευαίσθητο περιβάλλον του γεωργικού τομέα στην Ελλάδα καθιστά δύσκολη την αξιοποίηση της βιομάζας σε μεγάλη κλίμακα. Ωστόσο το δυναμικό της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα δύσκολη την αξιοποίηση της βιομάζας σε μεγάλη κλίμακα. Ωστόσο το δυναμικό της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα είναι αρκετά ενθαρρυντικό.

Η βιομάζα στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή θερμότητας στον οικιακό τομέα, για τη θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργεία, καθώς και στη βιομηχανία σε περιορισμένη, όμως, κλίμακα. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για την κάλυψη αναγκών ψύξης και ηλεκτρισμού, καθώς επίσης και για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων όπως βιοντίζελ, βιοαιθανόλη, βιοαέριο, βιομεθανόλη κτλ. Στον χάρτη που ακολουθεί (Σχήμα 4.20) φαίνονται οι σημειακές πηγές βιομάζας στη χώρα μας.



Σχήμα 4.20: Σημειακές πηγές βιομάζας – Διαθέσιμοι τόνοι υπολειμμάτων

Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια είναι η ενέργεια που στηρίζεται στην μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια και αποτελεί μια πολύ σημαντική εναλλακτική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας.

Η μετατροπή αυτή γίνεται αρχικά, μέσω του στροβίλου όπου η κινητική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια και στη συνέχεια, μέσω της γεννήτριας όπου η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Ένας υδροηλεκτρικός σταθμός μπορεί να «αποταμιεύσει» ηλεκτρική ενέργεια, αποθηκεύοντας μεγάλες ποσότητες νερού σε φυσικές ή τεχνητές λίμνες. Η

αποδέσμευση αυτών των ποσοτήτων νερού οδηγεί στην ελεγχόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το κυριότερο πλεονέκτημα της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι ο περιορισμός χρήσης των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων.

Τα Μικρής κλίμακας Υδροηλεκτρικά έργα (ΜΥΗΕ) είναι κυρίως «συνεχούς ροής», δηλαδή δεν περιλαμβάνουν κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και ταμιευτήρων. Γι' αυτό το λόγο γίνεται συνήθως και ο διαχωρισμός μεταξύ μικρών και μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών. Ένας μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός αποτελεί ένα έργο απόλυτα συμβατό με το περιβάλλον.

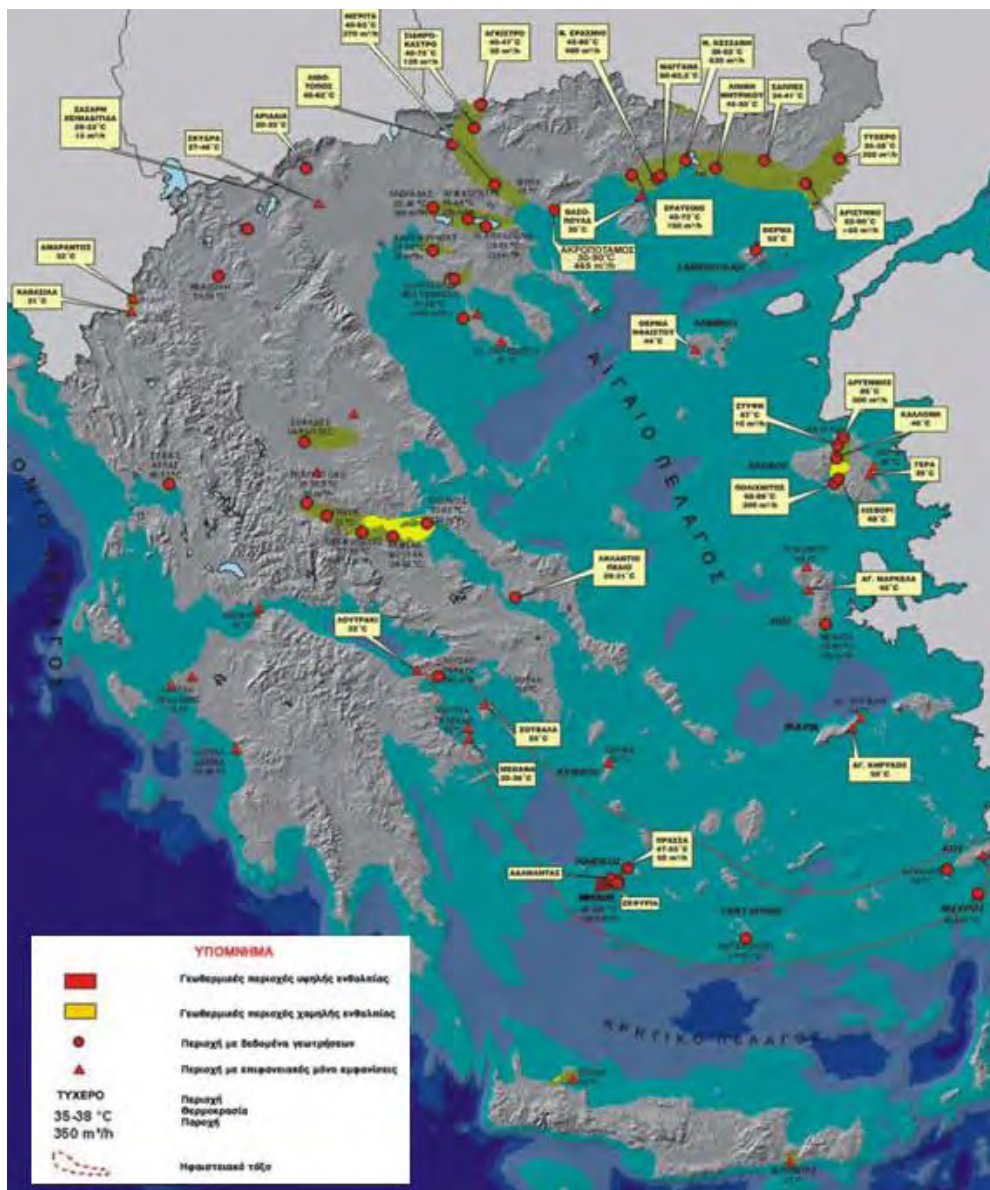
Στην Ελλάδα υπάρχουν 16 μεγάλοι και 8 μικροί σταθμοί. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς τους ανέρχεται περίπου στα 3.000MW και η συνολική μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας είναι περίπου 5000Gwh. Η ενέργεια που προέρχεται από ΥΗΣ καλύπτει ηλεκτρικά φορτία αιχμής. Στη Δυτική και Βόρεια Ελλάδα υπάρχει ιδιαίτερα πλούσιο δυναμικό υδατοπτώσεων, λόγω της διαμόρφωσης λεκανών απορροής με έντονες κλίσεις και των σημαντικών βροχοπτώσεων. Τα τρία μεγαλύτερα υδροηλεκτρικά έργα είναι στα Κρεμαστά (437 MW), στο Θησαυρό (384 MW) και στο Πολύφυτο (375 MW). (Σχήμα 4.21)



Σχήμα 4.21: Μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα της ΔΕΗ

Γεωθερμία

Τέλος, η γεωθερμία αποτελεί μια ήπια και ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, που μπορεί να καλύψει ανάγκες θέρμανσης και ψύξης, αλλά και να παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Στην Ελλάδα, η εκμετάλλευση της γεωθερμίας γίνεται κυρίως για χρήση της σε θερμικές εφαρμογές, οι οποίες είναι εξίσου σημαντικές με την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Στην Σχήμα 4.22 παρουσιάζονται οι γεωθερμικές περιοχές της Ελλάδας, σύμφωνα με το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών.



Σχήμα 4.22: Γεωθερμικός χάρτης Ελλάδας

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της γεωθερμίας είναι ότι προσφέρει ενέργεια σε χαμηλό κόστος και δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με εκπομπές βλαβερών ρύπων. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού ή ατμού κυμαίνεται από 25 μέχρι 360 βαθμούς Κελσίου και διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Στις περιπτώσεις που τα γεωθερμικά ρευστά έχουν θερμοκρασία πάνω από 150 βαθμούς Κελσίου, η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο Ελλαδικός χώρος διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας). Στη Μήλο και τη Νίσυρο έχουν βρεθεί σπουδαία γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας, με θερμοκρασίες ρευστών μεγαλύτερες από 150°C και έχουν γίνει γεωτρήσεις παραγωγής. Πεδία υψηλής και μέσης ενθαλπίας έχουν προκύψει επίσης σε Κίμωλο, Σαντορίνη, Κω και Λέσβο. Μεγάλες δυνατότητες για μέση ενθαλπία (90-150°C) υπάρχουν σε λεκάνες της Β. Ελλάδας και σε πολλά μεγάλα νησιά του Κ. και Β. Αιγαίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η Ελλάδα είναι μια χώρα που διαθέτει μεγάλη ποικιλία Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Ωστόσο η αξιοποίηση τους βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο. Μέχρι πριν λίγα χρόνια ο λιγνίτης ήταν το βασικό καύσιμο για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, μαζί με το μαζούτ και το ντίζελ. Σήμερα τα πράγματα όμως έχουν αρχίσει να αλλάζουν, καθώς η διεθνής τάση οδηγεί στη σταδιακή υποχώρηση του άνθρακα και του λιγνίτη στο ενεργειακό μείγμα. Εκτός αυτού, έχουν γίνει πολλές διασυνδέσεις με αγωγούς φυσικού αερίου. Συνεπώς υπάρχει μια στροφή προς τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και το Φυσικό Αέριο.

Η ενέργεια που παράγεται από τις ανανεώσιμες πηγές αποδεικνύεται φιλικότερη προς το περιβάλλον συγκριτικά με τα συμβατικά καύσιμα. Οι ΑΠΕ είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και βοηθούν στη μείωση της εξάρτησης από τους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους, όπως είναι το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και ο άνθρακας. Αποτελούν την καλύτερη λύση για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο. Τέλος, οι επενδύσεις των ΑΠΕ μπορούν να δημιουργήσουν σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας και να βοηθήσουν την τοπική ανάπτυξη.

Σήμερα η χρησιμοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι πιο ακριβή από τη χρησιμοποίηση των υδρογονανθράκων, όμως το κόστος μειώνεται όσο αυξάνονται οι επενδύσεις πάνω σε αυτές. Στην Ελλάδα η τάση της στροφής σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συμβάλλει δυναμικά στο πράσινο αποτύπωμα της χώρας και μπορεί να αποτελέσει μεγαλύτερο πεδίο επενδυτικών ευκαιριών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Edison Tech Center - Arc Lamps - 2016:
<http://www.edisontechcenter.org/ArcLamps.html>
- [2] Engineering and Technology History Wiki - Pearl Street Station - 2017:
http://ethw.org/Pearl_Street_Station
- [3] Γαβριήλ Β. Γιαννακόπουλος & Νικόλαος Α. Βοβός - Εισαγωγή στα ΣΗΕ - Εκδόσεις ΖΗΤΗ - 2008
- [4] ΡΑΕ - Το ιστορικό της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα - 2018:
http://www.rae.gr/site/categories_new/consumers/know_about/electricity/history.csp
- [5] Δημήτρης Αλ. Κατσαπρακάκης - Σύνθεση Ενεργειακών Συστημάτων - Ε.Α.Η.Σ.Β(Κάλλιπος) - 2015
- [6] Χριστοφής Ι. Κορωναίος - Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - ΕΜΠ – 2012
- [7] BP - Statistical Review of World Energy - 2017:
<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- [8] ΡΑΕ - Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας - 2018:
http://www.rae.gr/site/categories_new/consumers/know_about/electricity/production.csp
- [9] Δ. Λαμπιρίδης, Π. Ντοκόπουλος & Γ. Παπαγιάννης - Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας - Εκδόσεις ΖΗΤΗ - 2006
- [10] Α. Βιδιαδάκης, Χ. Κανελλόπουλος, Α. Μπινιάρης & Γ. Χατζαράκης - Ηλεκτρολογία - Ο.Ε.Δ.Β. - 1999
- [11] ΡΑΕ - Μεταφορά και Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας - 2018:
http://www.rae.gr/site/categories_new/consumers/know_about/electricity/distribution.csp
- [12] Γ. Κονταξής & Κ. Βουρνάς - Εισαγωγή στα ΣΗΕ - Εκδόσεις Συμμετρία - 2010

- [13] International Energy Agency – Renewables - 2017:
<http://www.iea.org/topics/renewables/>
- [14] Department of Energy - Renewables - 2013:
<https://www.energy.gov/eere/renewables>
- [15] Συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος από ΑΠΕ - Gilbert M. Masters - Εκδόσεις Πεδίο - 2016
- [16] ΔΕΗ Α.Ε. - Στατιστικά στοιχεία / Εξέλιξη βασικών μεγεθών - 2013:
<https://www.dei.gr/el/i-dei/i-etairia/statistika-stoixeia-ekseliksi-vasikwn-megethwn>
- [17] ΔΕΗ Α.Ε. – Παραγωγή - 2013:
<https://www.dei.gr/el/i-dei/i-etairia/tomeis-drastiriotitas/paragwgi>
- [18] ΡΑΕ – Στοιχεία Ενεργειακού Συστήματος - 2001:
<http://www.rae.gr/old/sub3/3B/3b3.htm>
- [19] Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας - 2013:
<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=285&language=el-GR>
- [20] ΑΔΜΗΕ – Το Σύστημα Μεταφοράς - 2013:
<http://www.admie.gr/to-systima-metaforas/dedomena-stoicheia-systimatos/chartis/>
- [21] ΔΕΔΔΗΕ – Βασικά μεγέθη του δικτύου διανομής ηλεκτρισμού - 2017:
<https://www.deddie.gr/el/to-diktuo-ilektrismou/vasika-megethi-tou-diktuou-ilektrismou>
- [22] Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας - Στατιστικά - 2017:
<https://energypress.gr/news/i-statistiki-tis-aiolikis-energeias-sto-enniamino-2017-roiioi-omiioi-kai-roiioi-kataskeyastes>
- [23] Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών – Στατιστικά - 2017:
<http://helapco.gr/>
- [24] ΚΑΠΕ - Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - 2017:
<http://www.cres.gr/cres/index.html>