



**ΠΑΝ/ΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ
ΑΤΤΙΚΗΣ**
Τμήμα Πολιτικών
Μηχανικών

**Εφαρμοσμένες Πολιτικές και
Τεχνικές Προστασίας
Περιβάλλοντος (Ε.Π.ΤΕ.Π.Π.)**



**Πρόγραμμα
Μεταπτυχιακών Σπουδών**



**Ευρωπαϊκό
Πανεπιστήμιο Κύπρου**
Τμήμα Διοίκησης,
Διαχείρισης και
Μάρκετινγκ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**«Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και ηλεκτρολογικός
σχεδιασμός μέσων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με
έμφαση στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)»**

Μεταπτυχιακοί φοιτητές:

Κουδουνέλλη Ευστρατία

Επιβλέπων Καθηγητής:

Καθηγητής κ. Σινιόρος Παναγιώτης

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κύριο Σινιόρο Παναγιώτη και τον Επίκουρο Καθηγητή κύριο Μανουσάκη Νικόλαο για τη γνώση που μου μετέδωσαν καθώς και τις οδηγίες ώστε να μπορέσω να ολοκληρώσω αυτή τη διπλωματική μου εργασία.

Η οικογένειά μου επίσης μου συμπαράσταθηκε σημαντικά ώστε να ολοκληρώσω συνολικά τις σπουδές μου σε μεταπτυχιακό επίπεδο. Χωρίς αυτήν σίγουρα δε θα ήμουν σε θέση να γράψω αυτό το κείμενο οπότε την ευχαριστώ πολύ για αυτό.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	i
Περιεχόμενα.....	iii
Γραφήματα.....	vii
Πίνακες	ix
Περίληψη	xi
Abstract	xiii
1 Παραγωγή ενέργειας και επιπτώσεις στο περιβάλλον.....	1
1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Παραγωγή ηλεκτρική ενέργειας παγκοσμίως	2
1.2.1 Εκπομπές CO ₂	4
1.2.2 Προώθηση χρήσης των ΑΠΕ στην Ελλάδα.....	5
1.3 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και πολιτικές αντιμετώπισής του	6
2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές μορφές.....	11
2.1 Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί.....	11
2.2 Πυρηνικοί Σταθμοί	12
2.3 Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (μεγάλα υδροηλεκτρικά)	14
2.3.1 Λειτουργία ενός τυπικού ΥΗΣ.....	14
2.3.2 Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός.....	15
3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ...	21
3.1 Αιολική ενέργεια	21
3.2 Ηλιακή ενέργεια	23
3.2.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία (ΦΒ).....	23
3.2.2 Η συνδεσμολογία των φωτοβολταϊκών πλαισίων	26

3.2.3	Χρήση των φωτοβολταϊκών πλαισίων.....	28
3.3	Γεωθερμία.....	31
3.3.1	Γεωθερμικά πεδία	32
3.3.2	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της εκμετάλλευσης της γεωθερμίας.....	35
3.4	Βιομάζα	39
3.4.1	Κατηγορίες και ειδικά χαρακτηριστικά της βιομάζας.....	40
3.4.2	Αξιοποίηση της βιομάζας	40
3.5	Θαλάσσια ενέργεια.....	43
4	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	45
4.1	Επιπτώσεις της αιολικής ενέργειας.....	45
4.1.1	Αισθητικά προβλήματα και επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον	45
4.1.2	Θόρυβος από τη λειτουργία του εξοπλισμού.....	46
4.1.3	Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές	47
4.2	Επιπτώσεις της υδροενέργειας	48
4.2.1	Αισθητικά προβλήματα.....	49
4.2.2	Επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον	50
4.3	Επιπτώσεις της ηλιακής ενέργειας.....	52
4.4	Επιπτώσεις της γεωθερμίας.....	52
4.5	Επιπτώσεις της θαλάσσιας ενέργειας.....	52
5	Εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	53
5.1	Προγραμματισμός ανάπτυξης συστημάτων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας	53
5.1.1	Ενεργειακός Χάρτης Πορείας (EXΠ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	54

5.1.2	Εθνικός οδικός ενεργειακός χάρτης πορείας για το 2050.....	56
5.1.3	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του Δεκαετούς Προγράμματος Ανάπτυξης 58	
5.1.4	Επιπτώσεις στο περιβάλλον και μέτρα αντιμετώπισης.....	62
5.2	Μεθοδολογία σχεδιασμού μίας μονάδας παραγωγής.....	63
5.2.1	Μεθοδολογία.....	65
5.2.2	Εφαρμογή της μεθοδολογίας στη μονάδα παραγωγής με ανεμογεννήτριες στη Λέσβο, Ελλάδα.....	68
6	Συμπεράσματα	73
	Βιβλιογραφία	75

Γραφήματα

Εικόνα 1 Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανά χώρα (2018).....	3
Εικόνα 2 Ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε σχέση με το σύνολο των αναγκών της χώρας (2018)	3
Εικόνα 3 Ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά χώρα από αιολική ή ηλιακή ενέργεια (2018).	4
Εικόνα 4 Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως ανά έτος, ανά γεωγραφική περιοχή	4
Εικόνα 5 Εκπομπές CO ₂ ανά χώρα (2018)	5
Εικόνα 6 Αύξηση της μέσης θερμοκρασίας παγκοσμίως (1880-2020).....	7
Εικόνα 7 Τύποι σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	11
Εικόνα 8 Πορεία ρεύματος από τη γεννήτρια μέχρι τη γραμμή μεταφοράς.	12
Εικόνα 9 Απλοποιημένο διάγραμμα δικτύου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πυρηνικού σταθμού.....	13
Εικόνα 10 Σχηματικό διάγραμμα τυπικού υδροηλεκτρικού εργοστασίου	15
Εικόνα 11 Σχηματικό διάγραμμα ενός σταθμού ηλεκτροπαραγωγής με μια μονάδα .	18
Εικόνα 12 Σχηματική παρουσίαση μίας ανεμογεννήτριας με άτρακτο.....	22
Εικόνα 13 Άτομο πυριτίου (Si).....	24
Εικόνα 14 Δύο κομμάτια πυριτίου τύπου n και τύπου p	25
Εικόνα 15 Συνδεσμολογία πάνελ σε σειρά και παράλληλα	26
Εικόνα 16 Μεικτή συνδεσμολογία πάνελ.....	27
Εικόνα 17 Σχεδιάγραμμα σύνδεσης φωτοβολταϊκού στο δίκτυο	28
Εικόνα 18 Σχηματική αναπαράσταση διαδραστικού (ή διασυνδεδεμένα) φωτοβολταϊκού συστήματος.....	29
Εικόνα 19 Σχηματική παράσταση εγκατάστασης ηλιακής αντλίας νερού	30

Εικόνα 20 Το μοντέλο Sonata Hybrid της εταιρείας Hyundai (2019) φέρει ηλιακά πάνελ στην οροφή του.....	31
Εικόνα 21 Σχηματική παράσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία	32
Εικόνα 22 Χρήσεις γεωθερμικής ενέργειας ανάλογα με τη θερμοκρασία του διαθέσιμου πεδίου.....	34
Εικόνα 23 Διάγραμμα T-s του κύκλου Rankine.....	35
Εικόνα 24 Διάγραμμα κύκλου ξηρού ατμού με συμπυκνωτή.....	37
Εικόνα 25 Διάγραμμα κύκλου με εκτόνωση διαφασικού γεωθερμικού ρευστού και συμπυκνωτή.....	38
Εικόνα 26 Διάγραμμα κύκλου με χρήση οργανικού ρευστού.....	39
Εικόνα 27 Σχηματική απεικόνιση μεθόδων εκμετάλλευσης της θαλάσσιας ενέργειας.....	43
Εικόνα 28 Πλωτή εγκατάσταση εκμετάλλευσης κυματικής ενέργειας.....	44
Εικόνα 29 Διάγραμμα ποσοστών διείσδυσης των ΑΠΕ ως το 2020 και ενεργειακό μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	58
Εικόνα 30 Στάδια του μεθοδολογικού πλαισίου.....	65
Εικόνα 31 Ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και μελλοντική πρόβλεψη για το νησί της Λέσβου.....	68

Πίνακες

Πίνακας 1 Περιβαλλοντικά θέματα Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων	51
Πίνακας 2 Στρατηγικοί στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης έως το 2050	54
Πίνακας 3 Μακροοικονομικά μεγέθη κατά το σχεδιασμό μίας μονάδας παραγωγής.	66
Πίνακας 4 Εναλλακτικά σενάρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο νησί της Λέσβου.....	70

Περίληψη

Τα τελευταία εκατό χρόνια ή ανθρωπότητα έχει καταναλώσει πολλές φορές περισσότερη ενέργεια από ότι στην υπόλοιπη ιστορία της, με έναν ρυθμό που είναι ίσως εκθετικός και συνδέεται άμεσα και με την αύξηση του πληθυσμού. Οι αυξανόμενες αυτές ανάγκες στην καθημερινότητα για τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου, έχει οδηγήσει σε ανάπτυξη ποικίλων τεχνικών και μεθόδων παραγωγής της. Το μεγαλύτερο ποσοστό της παγκόσμιας ζήτησης καλύπτεται από ορυκτά καύσιμα που όμως καταναλώνονται γρήγορα και επιφέρουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, αφού εκλύουν σημαντικές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τη λύση έρχονται να δώσουν οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) που δεν καταναλώνουν φυσικούς πόρους από το περιβάλλον και δεν παράγουν ρύπους κατά την παραγωγή ενέργειας.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας θα γίνει παρουσίαση των ηλεκτρολογικών χαρακτηριστικών των μεθόδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με έμφαση στις ΑΠΕ. Παράλληλα θα σχολιαστεί ο σχετικός περιβαλλοντικός αντίκτυπος.

Λέξεις κλειδιά

ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ηλεκτρική ενέργεια, ηλεκτρογεννήτριες

Abstract

In the last hundred years or so, mankind has consumed many times the energy consumed in the rest of its history, at a pace that is perhaps exponential and directly related to population growth. These increasing needs in our everyday life related with improving the human living standards have led to the development of a variety of techniques and production methods. Most of the global demand is covered by fossil fuels, but the fossil fuels are quickly consumed and have an adverse impact on the environment, as they emit significant amounts of carbon dioxide (CO₂) and intensify the greenhouse effect. The Renewable Energy Sources (RES) have emerged as a solution because they do not consume natural resources from the environment and do not produce pollutants.

This study will present the electrical characteristics of electricity generation methods, with emphasis on RES. At the same time, the relevant environmental impact will be commented.

Keywords

electricity, renewable energy, power generators

1 Παραγωγή ενέργειας και επιπτώσεις στο περιβάλλον

1.1 Εισαγωγή

Η κατανάλωση ενέργειας συνδέεται άρρηκτα με τις καθημερινές δραστηριότητες του ανθρώπου και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής του. Η τεχνολογία Η ευημερία της ανθρωπότητας έχει συνδεθεί με την κατανάλωση ενέργειας οπότε καταβάλλεται συνεχώς προσπάθεια κυρίως με τη χρήση της τεχνολογίας να είναι άφθονη και διαθέσιμη σε όλους με το μικρότερο δυνατό κόστος. Κάποιες από τις ευρέως γνωστές χρήσεις της ενέργειας είναι η θέρμανση, ο φωτισμός, η κίνηση μηχανών (μηχανές εργοστασίων, αυτοκίνητα, κτλ.).

Η ανάπτυξη συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τόσο κατά το στάδιο της κατασκευής τους αλλά κυρίως κατά τη φάση λειτουργίας τους επιφέρει αναμφίβολα υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Τα ορυκτά καύσιμα μάλιστα καταναλώνονται με ρυθμούς πολύ μεγαλύτερους από αυτούς που η ίδια η φύση τα παράγει. Παράλληλα, κατά την παραγωγή ενέργειας δημιουργούνται ανεπιθύμητα προϊόντα με αποτέλεσμα την εμφάνιση φαινομένων όπως η «τρύπα του όζοντος». Η λύση στα προβλήματα χρήσης συμβατικών μορφών ενέργειας φέρεται να είναι η αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας αλλά και η χρήση μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας, και η βελτιστοποίηση των μεθόδων παραγωγής.

Οι παραδοσιακές μέθοδοι παραγωγής ενέργειας, ή αλλιώς συμβατικές μορφές, βασίζονται στην κατανάλωση άνθρακα, πετρελαίου, φυσικού αερίου ή στη χρήση πυρηνικής τεχνολογίας (Μπέτζιος, 1988). Η καύση των συγκεκριμένων πρώτων υλών έχει ως αποτέλεσμα των παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ή μονοξειδίου του άνθρακα (CO). Ανάλογα με την πρώτη ύλη μπορεί να υπάρξουν και άλλα ανεπιθύμητα χημικά προϊόντα όπως νιτρικά, θειικά ή ανθρακικά οξέα ή ειδικά στην περίπτωση της πυρηνικής τεχνολογίας ραδιενεργά παραπροϊόντα (Gilberti / Schwaller, 1999).

Οι αρνητικές επιπτώσεις των συμβατικών μορφών ενέργειας στο περιβάλλον καθώς και η πιθανή εξάντληση των αποθεμάτων πρώτων υλών έχει οδηγήσει σε μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας σε πολλούς τομείς της καθημερινότητάς μας (φωτισμός, ενεργειακή κλάση κατανάλωσης συσκευών, κτλ.) με ταυτόχρονη χρήση συστημάτων υψηλής τεχνολογίας βελτιωμένων αποδόσεων (ΑΠΕ) με χρήση αυτοματισμών.

Σύμφωνα με το άρθρο 2 της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ, ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ορίζονται οι μη ορυκτές περιβαλλοντικές πηγές ενέργειας, όπως η αιολική, η ηλιακή, η κυματική, η παλιρροϊκή ενέργεια, η ενέργεια από βιομάζα ή άλλα αέρια που εκλύονται από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, τα βιοαέρια, η γεωθερμική και η υδραυλική ενέργεια, η οποία αξιοποιείται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς.

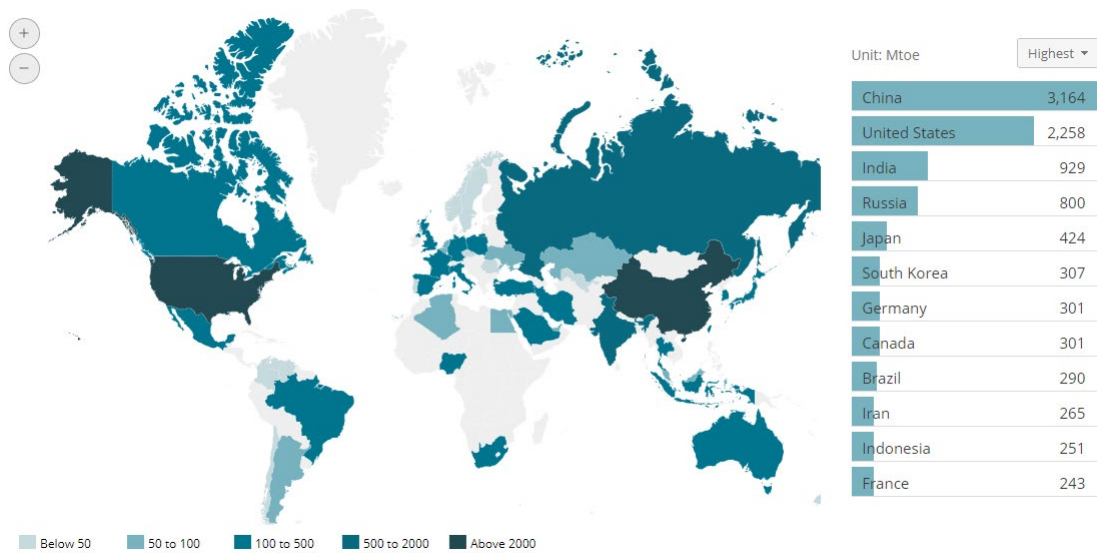
Στην Ελλάδα το αντίστοιχο θεσμικό πλαίσιο εξαιρεί από τις ΑΠΕ τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα. Σύμφωνα με τους ορισμούς του άρθρου 2 του Ν.2773/1999 όπως τροποποιήθηκαν με το Ν.3468/2006 και το άρθρο 17 και το άρθρο 17 του Ν.3468/2006, ως παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, νοείται η ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από:

- Την εκμετάλλευση αιολικής ή ηλιακής ενέργειας ή βιομάζας ή βιοαερίου.
- Την εκμετάλλευση γεωθερμικής ενέργειας.
- Την εκμετάλλευση ενέργειας από τη θάλασσα.
- Την εκμετάλλευση υδάτινου δυναμικού με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς ισχύος μέχρι 15 MW.
- Το συνδυασμό των παραπάνω.

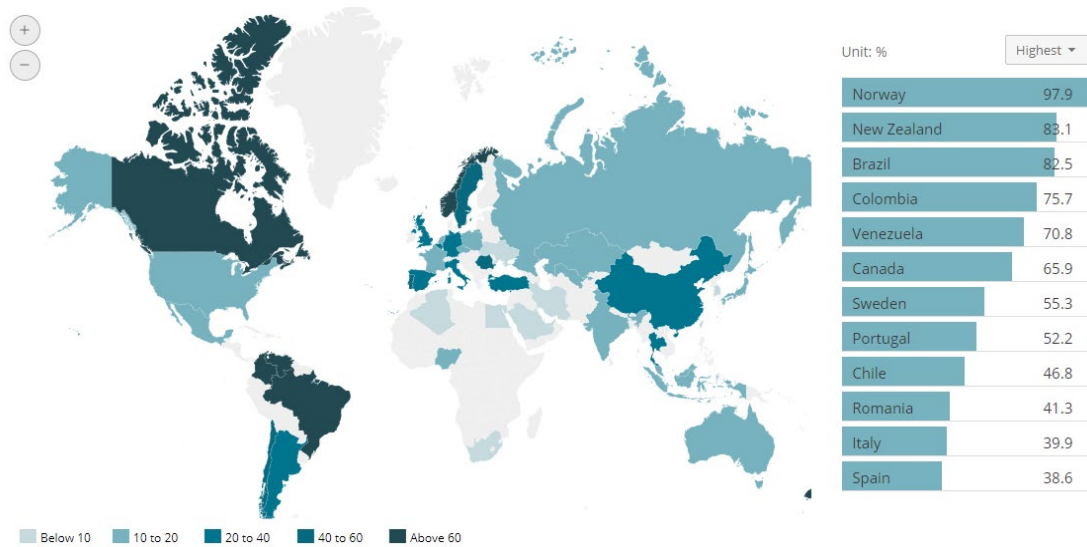
1.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως

Το μεγαλύτερο μερίδιο ενεργειακής κατανάλωσης παγκοσμίως εντοπίζεται στην Κίνα και ακολουθεί η Αμερική και η Ινδία. Η Κίνα και η Αμερική μάλιστα καταναλώνουν περίπου δύο με τρεις φορές την ενέργεια της Ινδίας σύμφωνα με τα στοιχεία που υπάρχουν διαθέσιμα για το 2018. Τα ίδια στοιχεία δείχνουν αναντιστοιχία του όγκου κατανάλωσης με το ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η παραγωγή βέβαια ηλεκτρικής ενέργειας από συστήματα ηλιακής ή

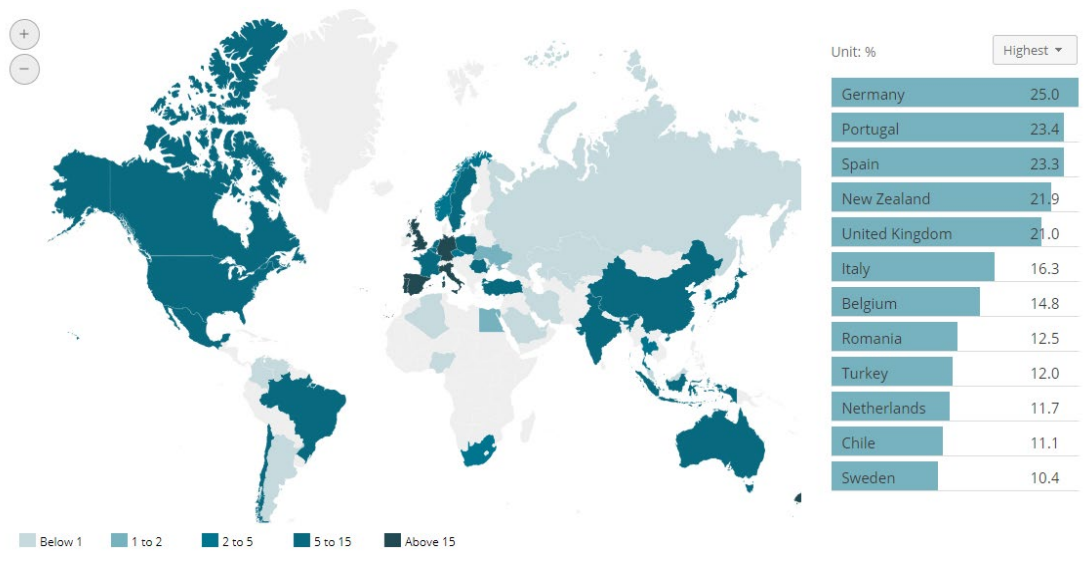
αιολικής ενέργειας αυξάνεται σταθερά κάθε έτος φτάνοντας το 7.5% παγκοσμίως για το 2018 (Εικόνα 1, Εικόνα 2, Εικόνα 3, Εικόνα 4).



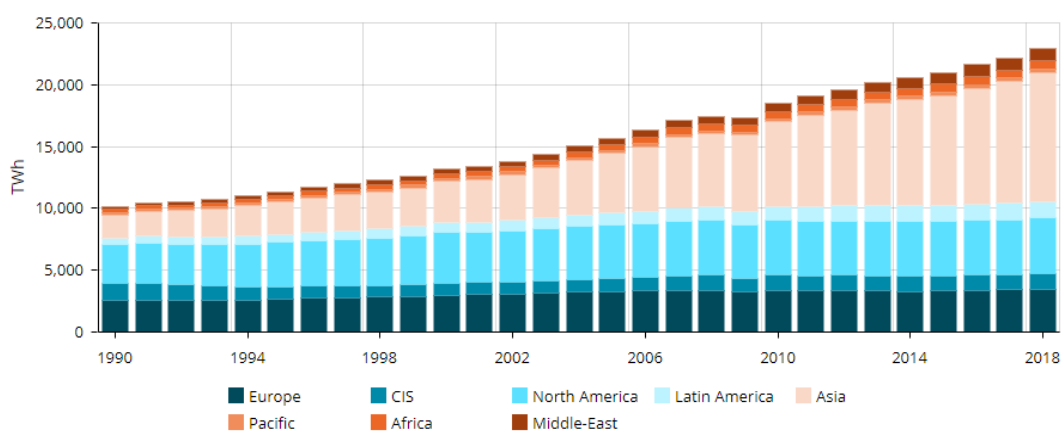
Εικόνα 1 Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανά χώρα (2018)



Εικόνα 2 Ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε σχέση με το σύνολο των αναγκών της χώρας (2018)



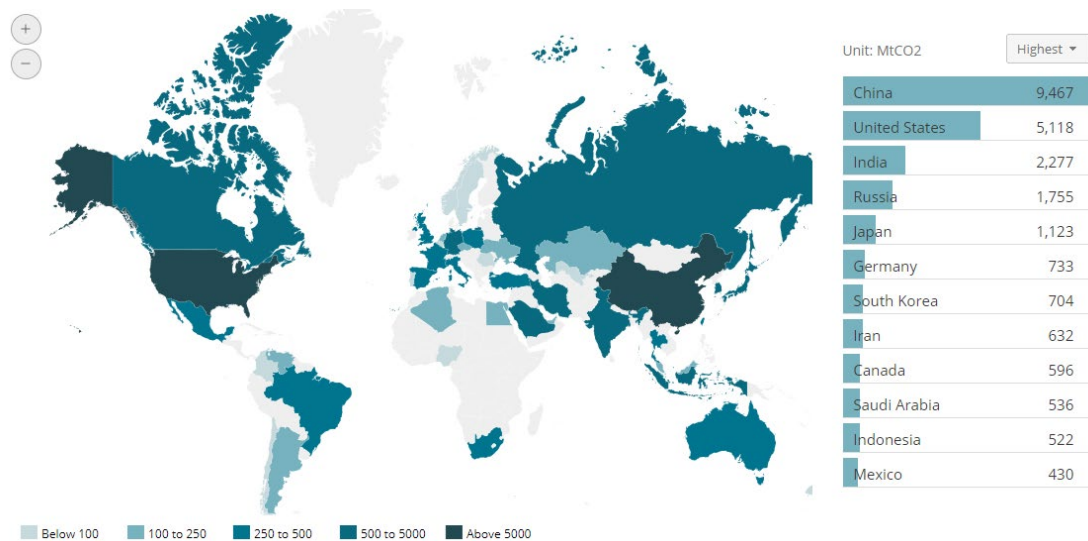
Εικόνα 3 Ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά χώρα από αιολική ή ηλιακή ενέργεια (2018).



Εικόνα 4 Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως ανά έτος, ανά γεωγραφική περιοχή

1.2.1 Εκπομπές CO₂

Οι εκπομπές CO₂, που χρησιμοποιούνται ως βασικός δείκτης αντίκτυπου στο περιβάλλον από το 2017 αυξάνονται σε ένα ποσοστό της τάξης του 1,5 με 2 % ανά έτος.



Εικόνα 5 Εκπομπές CO₂ ανά χώρα (2018)

1.2.2 Προώθηση χρήσης των ΑΠΕ στην Ελλάδα

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat το 17% της συνολικής παραγόμενης ενέργειας στην Ευρώπη προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με στόχο το 20% για το 2020, που αποτελεί στρατηγικό στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στην Ελλάδα εμφανίζεται ποσοστό περίπου στο 15-16% σύμφωνα με τα ίδια στοιχεία τα οποία χαρακτηρίζονται ελλιπή και αποτελούν εκτίμηση.

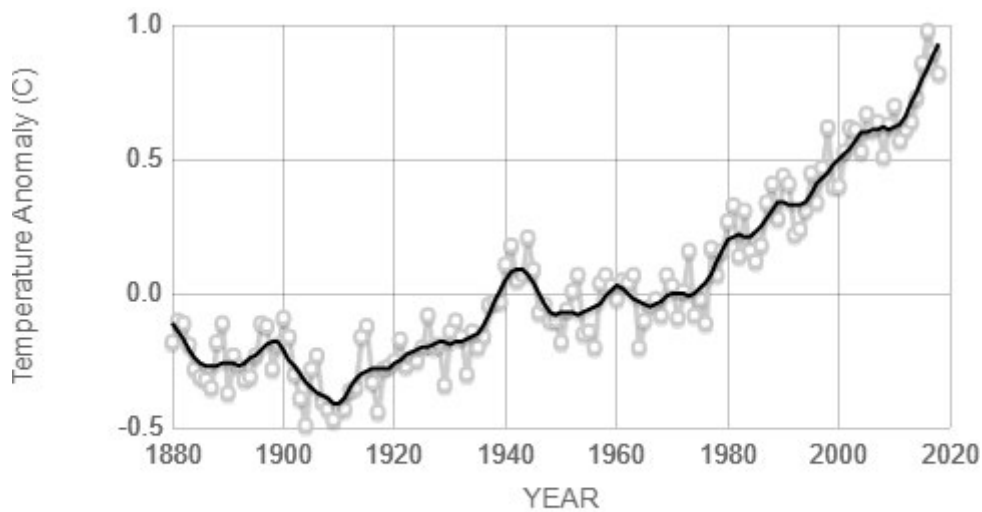
Η Ελλάδα ακολουθώντας το στρατηγικό στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης Οδηγία 2009/28/ΕΚ οφείλει και η ίδια να αυξήσει σημαντικά το ποσοστό των ΑΠΕ μέχρι το 2020, οπότε έχει διαμορφωθεί οδικός χάρτης με σκοπό να επιτευχθεί ο στόχος (Εθνικό Σχέδιο Δράσης 20-20-20). Η Ελληνική κυβέρνηση στο πλαίσιο υιοθέτησης συγκεκριμένων αναπτυξιακών και περιβαλλοντικών πολιτικών, με το Νόμο 3851/2010 προχώρησε στην αύξηση του εθνικού στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στο 20%, ο οποίος και εξειδικεύεται σε 40 % συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, 20 % σε ανάγκες θέρμανσης-ψύξης και 10 % στις μεταφορές.

1.3 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και πολιτικές αντιμετώπισής του

Όπως ήδη αναφέρθηκε στις προηγούμενες παραγράφους ένας από τους βασικούς λόγους της τάσης για μεγαλύτερη χρήση των ΑΠΕ είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Πρόκειται για ένα φαινόμενο που προκαλείται από συγκεκριμένα αέρια που διαθέτουν την ιδιότητα να απορροφούν μέρος της επανεκπεμπόμενης υπέρυθρης ακτινοβολίας από τη Γη προς το διάστημα, με αποτέλεσμα αυτή να εγκλωβίζεται στην ατμόσφαιρα. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η θέρμανση των κατώτερων στρωμάτων της επιφάνειας της Γης. Το φαινόμενο αυτό είναι επιθυμητό για τη διατήρηση της ζωής στον πλανήτη όπως τη γνωρίζουμε, αλλά όταν η συγκέντρωση αυτών των αερίων αυξάνεται σημαντικά, τότε παρατηρούνται υψηλότερες θερμοκρασίες από τις ιδανικές και ακραία καιρικά φαινόμενα.

Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι οι υδρατμοί (H_2O) που δημιουργούν το 36–70% του φαινομένου, το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που δημιουργεί το 9–26%, το μεθάνιο (CH_4) που δημιουργεί το 4–9%, τα οξείδια του αζώτου, οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) και το όζον (O_3) που δημιουργεί το 3–7%. Η καύση ορυκτών καυσίμων φέρεται να οφείλεται για τα $\frac{3}{4}$ της αύξησης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, με άλλες πηγές όπως τις γεωργικές δραστηριότητες κτλ. να προκαλούν την αύξηση των υπολοίπων αερίων. Τα αέρια αυτά συνήθως αναφέρονται στη βιβλιογραφία και ως αέρια του θερμοκηπίου.

Η αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων έχει οδηγήσει σε αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κατά 0,8 °C τα τελευταία 100 χρόνια αλλά η αύξηση των 0,6 περίπου βαθμών να έχει δημιουργηθεί μόνο εντός των τελευταίων 30 ετών. Τα αποτελέσματα αυτής της αύξησης είναι πλέον εμφανή στην καθημερινότητά μας (θερμότερα καλοκαίρια, ψυχρότεροι χειμώνες κτλ.), ενώ προβλέπεται ότι η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι μεγαλύτερη τα επόμενα χρόνια.



Source: climate.nasa.gov

Εικόνα 6 Αύξηση της μέσης θερμοκρασίας παγκοσμίως (1880-2020)

Τον Ιούνιο του 1992 έλαβε χώρα η διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη στο Ρίο ντε Τζανέιρο. Η συγκεκριμένη διάσκεψη είναι γνωστή και ως Διάσκεψη Κορυφής της Γης (Earth Summit). Με συνολική συμμετοχή 172 κυβερνήσεων και παρουσία 2.400 εκπροσώπων μη κυβερνητικών οργανώσεων η συγκεκριμένη διάσκεψη θεωρήθηκε εξαιρετικά πετυχημένη. Αποτέλεσμά της ήταν η συμφωνία για μια σύμβαση πλαίσιο για το κλίμα, η οποία αργότερα οδήγησε στο πρωτόκολλο του Κιότο. Στην ίδια διάσκεψη 154 χώρες, συμπεριλαμβανομένης της Ε.Ε., δεσμεύτηκαν σε ένα σχέδιο το οποίο απαιτείται για να αναπτυχθεί μια πολυσήμαντη στρατηγική για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Αυτό το σχέδιο ονομάστηκε Ατζέντα 21.

Η σύμβαση που προέκυψε από τη σύνοδο του Ρίο τέθηκε σε ισχύ στις 21 Μαρτίου 1994, μετά την επικύρωσή της από 50 κράτη. Έως τις 12 Οκτωβρίου 1999 181 κράτη συνολικά, συμπεριλαμβανομένης της Ε.Ε., την είχαν επικυρώσει, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας (Απρίλιος 1994). Βασικά στοιχεία της συγκεκριμένης σύμβασης είναι η αποδοχή ότι το μεγαλύτερο μερίδιο των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έχει προκύψει από τις ανεπτυγμένες χώρες, ότι οι κατά κεφαλήν εκπομπές των αναπτυσσόμενων χωρών είναι σχετικά χαμηλές και ότι το μερίδιο των συνολικών εκπομπών που προέρχονται από τις αναπτυσσόμενες χώρες θα αυξάνεται προκειμένου να καλυφθούν οι κοινωνικές και αναπτυξιακές τους ανάγκες.

Στόχος της σύμβασης είναι η σταθεροποίηση των «συγκεντρώσεων των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε ένα επίπεδο που να αποτρέπει τις επικίνδυνες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο κλιματικό σύστημα» χωρίς να καθορίζει συγκεκριμένες τιμές αλλά το επίπεδο το οποίο «θα πρέπει να επιτευχθεί εντός επαρκούς χρονικού διαστήματος ώστε να επιτρέψει στα οικοσυστήματα να προσαρμοστούν φυσικά στις κλιματικές αλλαγές, να διασφαλίσει ότι η παραγωγή τροφίμων δεν απειλείται και να ενδυναμώσει την οικονομική ανάπτυξη κατά βιώσιμο τρόπο» (άρθρο 2).

Άλλες ειδικότερες δεσμεύσεις που συμπεριλαμβάνονται για τις ανεπτυγμένες χώρες (κράτη μέλη του ΟΟΣΑ, πλην του Μεξικού και της Νοτίου Κορέας), μερικά κράτη της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης, που βρίσκονται στη διαδικασία μετάβασης στην οικονομία της αγοράς, και μερικά κράτη της πρώην Σοβιετικής Ένωσης:

- τη λήψη μέτρων για την επιβράδυνση της κλιματικής αλλαγής με στόχο τη μεταβολή των μακροπρόθεσμων τάσεων στις ανθρωπογενείς εκπομπές.
- την υποβολή, εντός εξαμήνου από την έναρξη ισχύος της και στη συνέχεια σε τακτά διαστήματα, λεπτομερών πληροφοριών για τις πολιτικές και τα ανωτέρω μέτρα με σκοπό να επαναφέρουν, το κάθε ένα χωριστά ή από κοινού, στα επίπεδα του 1990 τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα και των άλλων αερίων του θερμοκηπίου.
- τον συντονισμό, με άλλα ενδιαφερόμενα Συμβαλλόμενα Μέρη, των μέτρων και πολιτικών που εκπονούνται για την επίτευξη του σκοπού της, τον προσδιορισμό και την περιοδική επανεξέταση των πολιτικών αυτών.

Συμπληρωματικά, ορίζεται η έννοια της «βιώσιμης ανάπτυξης» στο πλαίσιο της ανάπτυξης και της διανομής καθαρών τεχνολογιών και τεχνογνωσίας και δίνεται έμφαση στην εκπαίδευση των πολιτών στις κλιματικές αλλαγές.

Η διάσκεψη του Ρίο οδήγησε τελικά το 1997 στην συμφωνία που αναφέρεται ως Πρωτόκολλο του Κιότο και τέθηκε σε ισχύ το Φεβρουάριο του 2005. Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο αφορά τη συμφωνία 141 χωρών, με δεσμευτικό χαρακτήρα, που στοχεύει στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου και των κλιματικών αλλαγών. Το πρωτόκολλο πήρε το όνομά του από την παλιά πρωτεύουσα της Ιαπωνίας, το Κιότο.

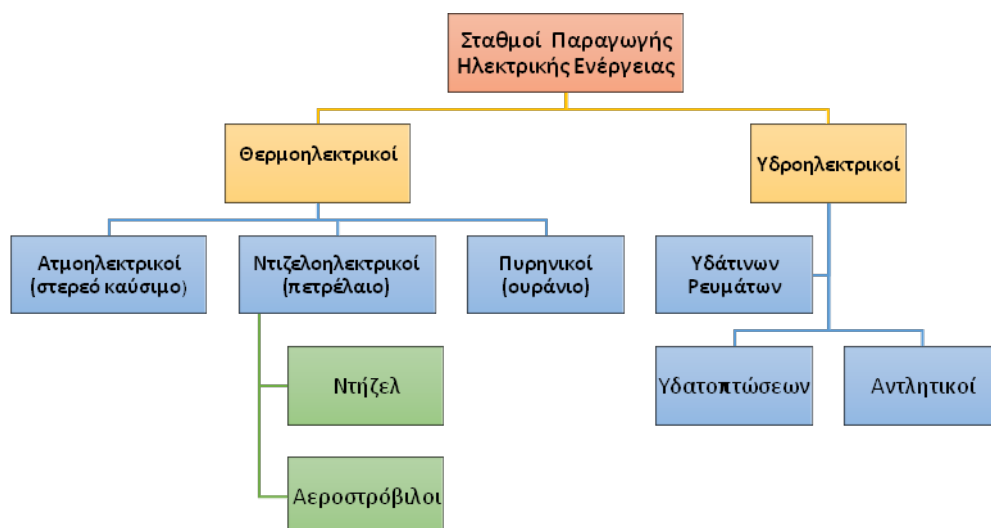
Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη συμφωνία:

- Οι χώρες με υψηλό επίπεδο βιομηχανίας θα έπρεπε να μειώσουν υποχρεωτικά τους 6 βασικούς ρύπους (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, πρωτοξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, υπερφθοριωμένοι υδρογονάνθρακες και εξαφθοριούχο θείο), που συνθέτουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και κυρίως το διοξείδιο του άνθρακα κατά 5,2% ως το 2012, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.
- Εγκαθίδρυση του ιδιότυπου «χρηματιστηρίου ρύπων» για όσες χώρες δε μπορούσαν να περιορίσουν τους ρύπους στα όρια που τέθηκαν. Οι συγκεκριμένες χώρες αντί να μειώσουν τις δικές τους εκπομπές, μπορούσαν να χρηματοδοτήσουν προγράμματα για τη μείωση των εκπομπών σε αναπτυσσόμενες χώρες ή εάν είχαν ξεπεράσει το όριο να «πουλήσουν» το επιπλέον δικαίωμα ρύπανσης σε άλλη χώρα.

Στοιχεία του Εθνικού Αστεροσκοπείου εμφανίζουν ότι η Ελλάδα δεν έχει καταφέρει να ακολουθήσει τις συγκεκριμένες δεσμεύσεις, ξεπερνώντας το όριο που τέθηκε για τη χώρα κατά το πρωτόκολλο το 2002 (39% αύξηση σε σχέση με το προβλεπόμενο 25% μέχρι το 2010).

2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές μορφές

Το βασικό μέσο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι πριν λίγες δεκαετίες υπήρξε η καύση/εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου προερχόμενου κυρίως από το έδαφος. Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, τέτοιες πηγές είναι ο λιγνίτης, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, το ουράνιο και το νερό. Οι σταθμοί που αξιοποιούν αυτές τις συμβατικές μορφές ονομάζονται συμβατικοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η ισχύς σε αυτούς τους σταθμούς παράγεται είτε σε θερμικά είτε σε υδροηλεκτρικά εργοστάσια.



Εικόνα 7 Τύποι σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

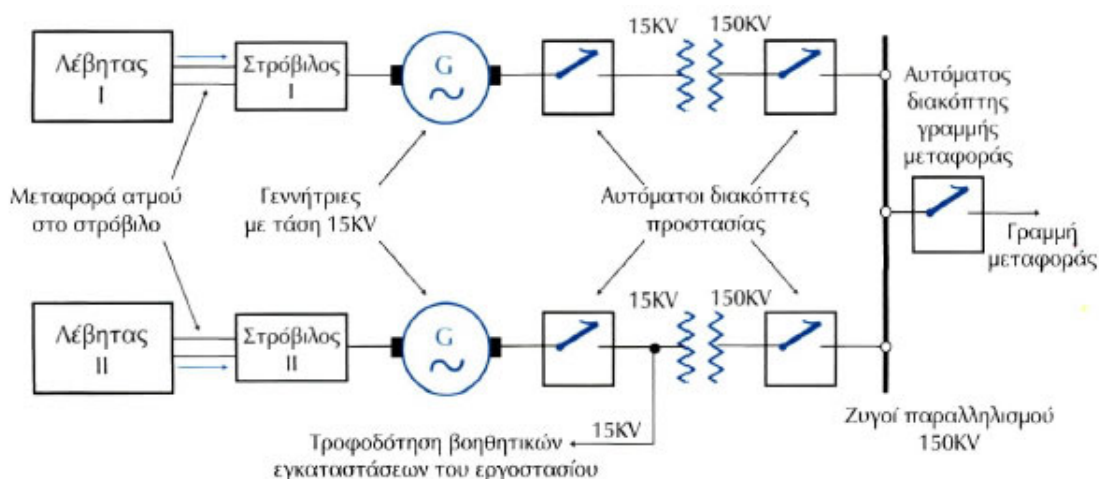
2.1 Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί

Ως μέρος της παλαιότερης εποχής παραγωγής ενέργειας, οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής χρησιμοποιούνται ως σταθμοί βάσης για το δίκτυο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το μεγάλο πλεονέκτημά των συγκεκριμένων μονάδων είναι ότι μπορούν να λειτουργούν για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να σταματούν για συντήρηση. Τα βασικά μέρη ενός ατμοηλεκτρικού σταθμού είναι το μηχανολογικό και το ηλεκτρολογικό (Πολυζάκης, 2017).

Το ηλεκτρολογικό μέρος που μετατρέπει την παραγόμενη από το μηχανολογικό μέρος μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική, αποτελείται από την ηλεκτρογεννήτρια και το

μετασχηματιστή. Με την περιστροφή του αμοστροβίλου τίθεται σε κίνηση η ηλεκτρογεννήτρια, η οποία είναι συνδεδεμένη στον άξονα του στροβίλου. Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται μ' αυτόν τον τρόπο μετασχηματίζεται από τα 15KV στην τάση εκείνη στην οποία θα πραγματοποιηθεί η μεταφορά του. Στους περισσότερους αμοηλεκτρικούς σταθμούς συναντώνται περισσότερες από μια μονάδες παραγωγής οι οποίες λειτουργούν παράλληλα και κάθε μονάδα έχει το δικό της μετασχηματιστή.

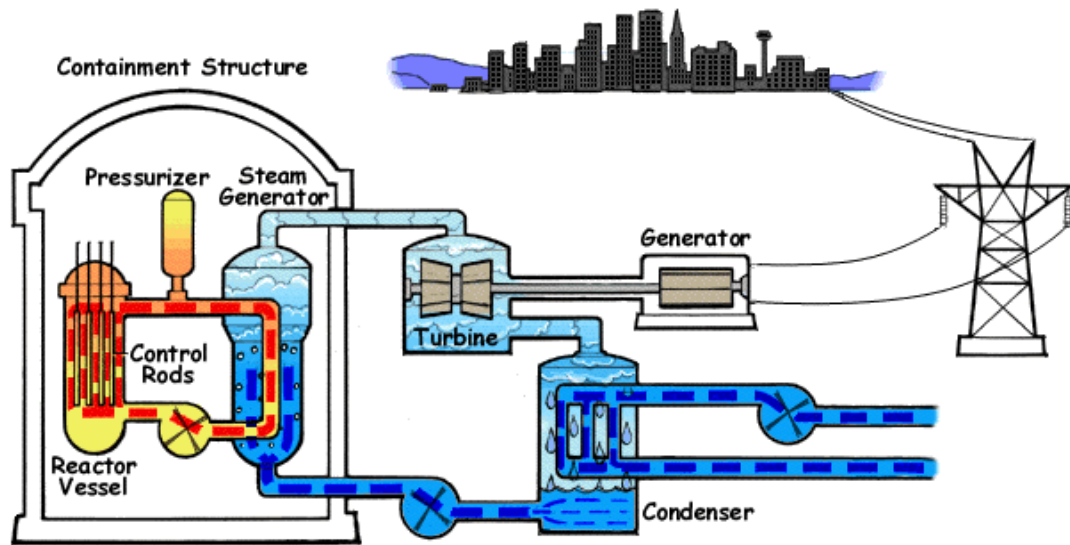
Η γεννήτρια και ο μετασχηματιστής προστατεύονται από αυτόματους διακόπτες, των οποίων το μέγεθος είναι ανάλογο της μεταφερόμενης ισχύος και της ανάγκης προστασίας από βραχυκυκλώματα και υπερεντάσεις. Στην Εικόνα 8, φαίνεται όλη η διαδικασία μετατροπής της χημικής ενέργειας από την καύση σε ηλεκτρική.



Εικόνα 8 Πορεία ρεύματος από τη γεννήτρια μέχρι τη γραμμή μεταφοράς.

2.2 Πυρηνικοί Σταθμοί

Οι πυρηνικοί σταθμοί βασίζονται στην αρχή της σχάσης του ατόμου του ουρανίου, όπου εκτός από τα υποπροϊόντα άλλων ισοτόπων που δημιουργούνται, εκλύεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας, συγκριτικά 50 εκατομμύρια φορές μεγαλύτερη για ένα μόνο άτομο ουρανίου σε σχέση με την καύση ενός ατόμου άνθρακα (200eV). Τα ατυχήματα που έχουν σημειωθεί σε τέτοιου τύπου σταθμούς, ειδικότερα το πιο πρόσφατο σε σταθμό της Ιαπωνίας (Φουκουσίμα, 11 Μαρτίου 2011) έχουν οδηγήσει σε περιορισμό της χρήσης τους.



Εικόνα 9 Απλοποιημένο διάγραμμα δικτύου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πυρηνικού σταθμού

Οι πυρηνικοί αντιδραστήρες είναι εγκαταστάσεις μέσα στις οποίες τα άτομα του σχάσιμου υλικού που χρησιμοποιείται σαν πυρηνικό καύσιμο αποσυντίθενται με βομβαρδισμό νετρονίων σε μια αυτοσυντηρούμενη αλυσιδωτή αντίδραση κατά την οποία εκλύεται ενέργεια (Εικόνα 9). Οι αντιδραστήρες διακρίνονται σε θερμικούς, επιθερμικούς (ημιταχείς) και ταχείς, ανάλογα με το αν η σχάση προκαλείται κυρίως με ενέργεια μικρότερη από 0,5eV, 0,5 eVμέχρι 0,1 MeVή μεγαλύτερη από 0,1 MeV.

2.3 Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (μεγάλα υδροηλεκτρικά)

Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί (ΥΗΣ) βασίζονται στην εκμετάλλευση της υδροενέργειας. Πρόκειται για τη μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού - προκαλούμενη από τη βαρυντική δύναμη της γης, σε μηχανική ενέργεια. Η μηχανική αυτή ενέργεια δημιουργείται μέσω της περιστροφής υδροστρόβιλων και τελικά την παραγωγή ηλεκτρισμού.

2.3.1 Λειτουργία ενός τυπικού ΥΗΣ

Τα κυριότερα τμήματα ενός τυπικού υδροηλεκτρικού εργοστασίου είναι η δεξαμενή νερού, το φράγμα που δημιουργεί συνήθως αυτή τη δεξαμενή καθώς και την απαιτούμενη κλίση πτώσης του νερού (αγωγοί πίεσης), η πτερωτή σύλληψης της κίνησης του νερού (υδροστρόβιλος) για τη μετατροπή της σε μηχανική και τελικά σε ηλεκτρική ενέργεια και τέλος ο υποσταθμός διανομής του ηλεκτρικού ρεύματος στο δίκτυο (Εικόνα 10). Πριν από την είσοδο του στους αγωγούς πίεσης, το νερό της δεξαμενής φιλτράρεται από ένα διάφραγμα για τη συγκράτηση τυχόν ξένων αντικειμένων (σκουπιδιών).

Η υψηλή ταχύτητα που αναπτύσσει το κινούμενο νερό κατά την πτώση του στρέφει ένα στρόβιλο αντίδρασης ή ένα στρόβιλο ώθησης. Στο στρόβιλο αντίδρασης, χρησιμοποιείται η συνολική επιφάνεια των πτερυγίων για την ανάπτυξη της πίεσης που περιστρέφει τον άξονα. Ωστόσο, στο στρόβιλο ώθησης η πίεση εφαρμόζεται στη μία μόνο πλευρά των πτερυγίων. Λόγω της διαφοράς αυτής, συνήθως οι στρόβιλοι αντίδρασης χρησιμοποιούνται σε φράγματα υψηλής κεφαλής.



Εικόνα 10 Σχηματικό διάγραμμα τυπικού υδροηλεκτρικού εργοστασίου

Μετά την έξοδο από το στρόβιλο το νερό αποδίδεται στη φυσική ροή του υδατορεύματος, μέσω της διώρυγας διαφυγής (outlet channel). Η διώρυγα διαφυγής είναι σχεδιασμένη, ώστε να διατηρούνται ομαλές συνθήκες ελεύθερης ροής και να αποφεύγεται το φαινόμενο της σπηλαίωσης, όταν πρόκειται για στρόβιλους αντίδρασης. Ο βαθμός απόδοσης της μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς είναι περίπου 92% (Παπαντώνης, 2008).

2.3.2 Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός

Τα μέρη αυτής της κατηγορίας εξοπλισμού είναι οι γεννήτριες, ο εξοπλισμός ελέγχου, ο πίνακας οργάνων εξοπλισμού διανομής και προστασίας, ο αυτόματος έλεγχος και ο βοηθητικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός.

2.3.2.1 Γεννήτριες

Η μηχανική ενέργεια που δημιουργείται από τη χρήση των στρόβιλων μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια με χρήση γεννητριών. Οι γεννήτριες σήμερα είναι είτε σύγχρονες είτε ασύγχρονες τριφασικές εναλλασσόμενου ρεύματος. Η επιλογή του τύπου (σύγχρονη ή ασύγχρονη) καθορίζεται από κατά το σχεδιασμό από τα χαρακτηριστικά του υφιστάμενου δικτύου ισχύος.

Οι σύγχρονες γεννήτριες είναι εξοπλισμένες με σύστημα διέγερσης (περιστρεφόμενο ή στατικό) συνδεδεμένο με ένα ρυθμιστή τάσης, για τον έλεγχο της τάσης, της συχνότητας και της γωνίας φάσης πριν από τη σύνδεση της γεννήτριας με το δίκτυο, και για την παροχή αμελητέου ποσοστού της άεργης ισχύος που απαιτείται από το σύστημα ισχύος όταν η γεννήτρια συνδέεται στο δίκτυο. Αν γίνει διακοπή της παράλληλης σύνδεσης, η γεννήτρια θα συνεχίσει να παράγει ενέργεια σε τάση και συχνότητα που καθορίζονται από τον εξοπλισμό ελέγχου της, οι σύγχρονες γεννήτριες είναι δηλαδή ανεξάρτητες από το δίκτυο καθώς η ισχύς διέγερσής τους δεν εξαρτάται από αυτό. Μέχρι περίπου τα 2 MW είναι ακριβότερες από τις ασύγχρονες, και χρησιμοποιούνται σε συστήματα ισχύος όπου η παραγωγή της γεννήτριας αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό ποσοστό του φορτίου του συστήματος.

Οι ασύγχρονες γεννήτριες είναι απλοί ηλεκτρικοί επαγωγικοί κινητήρες κλωβού, χωρίς δυνατότητα ρύθμισης της τάσης και λειτουργούν σε ταχύτητα άμεσα σχετιζόμενη με τη συχνότητα του συστήματος. Δε μπορούν να παράξουν ενέργεια όταν αποσυνδεθούν από το δίκτυο καθώς αντλούν το ρεύμα διέγερσής τους από αυτό, απορροφώντας άεργο ισχύ. Η άεργος ισχύς τους μπορεί να αντισταθμιστεί με την προσθήκη συστοιχίας πυκνωτών. Η απόδοσή τους είναι 2-4% μικρότερη από αυτή των σύγχρονων μηχανών και χρησιμοποιούνται σε μεγάλα δίκτυα όπου η παραγωγή τους είναι ένα αμελητέο ποσοστό του φορτίου του συστήματος ισχύος.

2.3.2.2 Εξοπλισμός ελέγχου

Η εύρυθμη λειτουργία της εγκατάστασης εξασφαλίζεται μέσω του εξοπλισμού ελέγχου. Εξοπλισμός ελέγχου είναι ο ρυθμιστής στροφών του στροβίλου, ο οποίος είναι ένας συνδυασμός συσκευών και μηχανισμών που ανιχνεύουν την απόκλιση της ταχύτητας και τη μετατρέπουν σε μια μεταβολή της θέσης του σερβοκινητήρα. Μπορεί να είναι μηχανικοί ή ηλεκτρονικοί. Στο μηχανικό τύπο, ο αισθητήρας ταχύτητας είναι ένας μηχανισμός βαριδιών σφονδύλου που ελέγχει ένα υδραυλικό σύστημα ελαίου για την ενεργοποίηση μέσω σερβοκινητήρων των οδηγών πτερυγίων ή και των πτερυγίων του δρομέα. Οι ηλεκτρονικοί ρυθμιστές στροφών ελέγχουν τον στρόβιλο μέσω σταδίων ενίσχυσης της ισχύος, τα οποία κανονικά περιλαμβάνουν μια υδραυλική

μονάδα ισχύος. Τα κύρια πλεονεκτήματα τους είναι η αυξημένη αξιοπιστία, η ακρίβεια του ελέγχου και η πολυχρηστικότητα.

Για μικρούς υδροστρόβιλους που τροφοδοτούν αυτόνομα συστήματα, η απλούστερη και πιο ανέξοδη λύση είναι η ρύθμιση των στροφών μέσω του φορτίου.

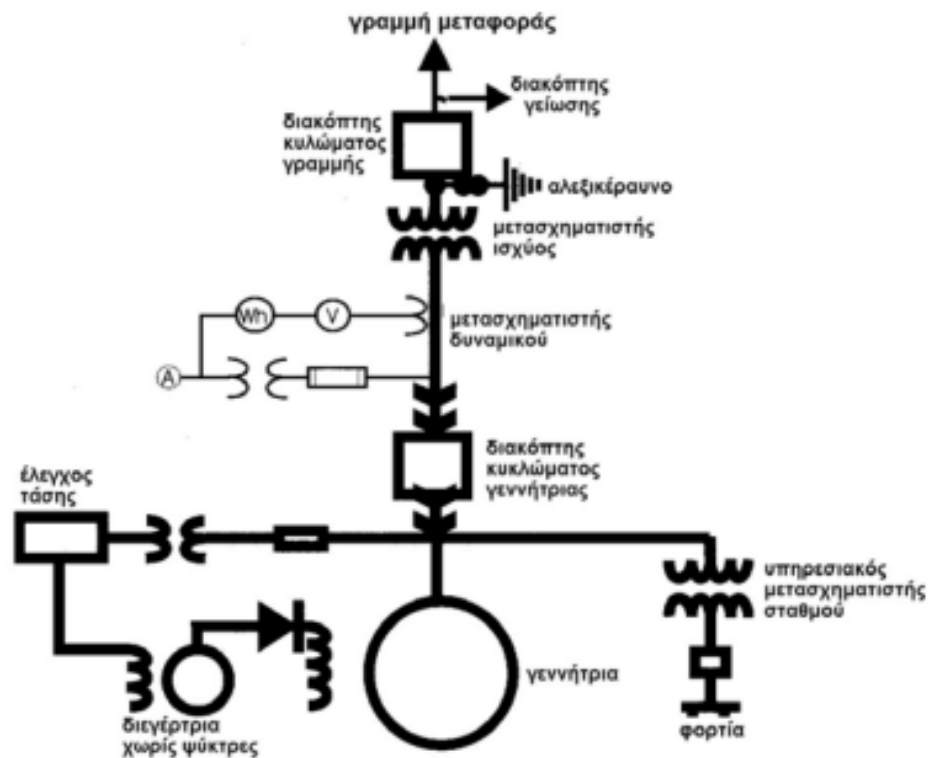
2.3.2.3 Πίνακας οργάνων του εξοπλισμού διανομής και εξοπλισμός προστασίας

Η ασφάλεια και η προστασία του εξοπλισμού του δικτύου διασφαλίζεται με τη χρήση ηλεκτρικών διατάξεων. Πρόκειται για διατάξεις (εξοπλισμός διανομής) που διατηρούν την ασφάλεια και την ποιότητα της ηλεκτρικής τροφοδοσίας του δικτύου εντός κάποιων προκαθορισμένων ορίων, ώστε να ακολουθούνται οι θεσμοθετημένοι κανονισμοί κάθε εταιρείας διανομής ηλεκτρικού ρεύματος. Μέσω αυτών των διατάξεων ελέγχονται οι γεννήτριες και η σύζευξή τους με το δίκτυο ή το απομονωμένο φορτίο. Ταυτόχρονα παρέχεται προστασία στις γεννήτριες, τον κύριο μετασχηματιστή και τον υπηρεσιακό μετασχηματιστή του σταθμού.

Ο πίνακας οργάνων του εξοπλισμού διανομής συνήθως περιλαμβάνει:

- έναν διακόπτη και διατάξεις ελέγχου για τη γεννήτρια,
- μετασχηματιστές δυναμικού, μετασχηματιστές ρεύματος,
- έναν αποζεύκτη τήξης για την υπηρεσιακή ισχύ του σταθμού
- χάλκινους διακόπτες κατανομής κυκλώματος.

Στην Εικόνα 11 διακρίνεται ο αποζεύκτης της γραμμής μεταφοράς στην πλευρά υψηλής τάσης, μαζί με τον αποζεύκτη της γεννήτριας και τις μετρητικές διατάξεις στην πλευρά χαμηλής τάσης.



Εικόνα 11 Σχηματικό διάγραμμα ενός σταθμού ηλεκτροπαραγωγής με μια μονάδα

2.3.2.4 Αυτόματος έλεγχος

Σε μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς δε χρειάζεται επιτήρηση λειτουργίας καθώς μπορούν να ελέγχονται μέσω συστημάτων αυτομάτου ελέγχου. Τα συγκεκριμένα συστήματα σχεδιάζονται ειδικά για τις ανάγκες κάθε σταθμού καθώς κάθε ένας έχει μοναδικό σχεδιασμό και διαφορετικές ανάγκες. Προσφέρουν τη δυνατότητα να μειωθεί σημαντικά το κόστος λειτουργίας του σταθμού με ταυτόχρονη βελτίωση της αξιοπιστίας. Κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά όμως αυτών των συστημάτων είναι:

- Επιτρέπουν την επικοινωνία με άλλες μονάδες για τη βελτιστοποίηση διαδικασιών λειτουργίας.
- Με χρήση ευφυούς συστήματος ελέγχου επιτρέπεται η λειτουργία χωρίς επιτήρηση.
- Συλλογή και αποθήκευση δεδομένων για τη λήψη αποφάσεων και την αξιολόγηση της απόδοσης του σταθμού.

- Αν το σύστημα διαθέτει τη δυνατότητα εισαγωγής λειτουργικών δεδομένων, μπορούν να αποφευχθούν βλάβες που έχουν εμφανιστεί στο παρελθόν ή να αποτραπούν νέες με αναγνώριση τους από τη διαθέσιμη εικόνα των συλλεγόμενων στοιχείων.
- Εξ' αποστάσεως πρόσβαση και παράκαμψη των αυτόματων αποφάσεων που διαθέτει το σύστημα.
- Πρόβλεψη χειροκίνητων ελεγκτών για όλο τον εξοπλισμό και μετρητές εντελώς ανεξαρτήτους από τον προγραμματιζόμενο ελεγκτή (PLC), για χρήση τους μόνο κατά την αρχική εκκίνηση και τις διαδικασίες συντήρησης.
- Εγκατάσταση απαραίτητων ηλεκτρονόμων και διατάξεων για την ανίχνευση δυσλειτουργιών ώστε να λαμβάνουν χώρα ενέργειες για επαναφορά της εγκατάστασης σε μια ασφαλή κατάσταση.

2.3.2.5 Βοηθητικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός

Ο βοηθητικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός, ο φωτισμός και ο επικουρικός μηχανολογικός εξοπλισμός του σταθμού μπορούν να αποτελούν το 1-3% του δυναμικού του, όπου το μεγαλύτερο ποσοστό ισχύει για τα μικρό-υδροηλεκτρικά (κάτω από 500 KW). Οι σταθμοί ισχύος πάνω από 500 KW, ειδικά εάν είναι τήλε-ελεγχόμενοι, απαιτούν ένα σύστημα ΣΡ που περιλαμβάνει ένα φορτιστή μπαταριών, τις μπαταρίες του σταθμού και ένα πίνακα ελέγχου της διανομής του ΣΡ. Η χωρητικότητα σε αμπάρια πρέπει να είναι τέτοια ώστε, σε μια απώλεια του ρεύματος φόρτισης, να εξασφαλίζεται ο πλήρης έλεγχος της εγκατάστασης για όσο διάστημα απαιτείται μέχρι να ληφθούν διορθωτικά μέτρα.

3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας είναι οι διαθέσιμες μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που υπάρχουν στο φυσικό περιβάλλον όπως ο άνεμος (αιολική ενέργεια), ο ήλιος (ηλιακή ενέργεια), η βιομάζα (βιοενέργεια), η γεωθερμία (γεωθερμική ενέργεια) και η κυκλοφορία του νερού (θαλάσσια ενέργεια και η δυναμική ενέργεια του νερού που αναλύθηκε σε προηγούμενη ενότητα).

3.1 Αιολική ενέργεια

Η κίνηση του αέρα λόγω κυρίως της διαφοράς θερμοκρασίας σε διαφορετικές περιοχές μπορεί να είναι πλευρική, προς κάποια κατεύθυνση οριζόντια δηλαδή, ή κάθετη, ανοδική ή καθοδική. Αυτή τη συνεχή κίνηση (κινητική ενέργεια) καλούνται να εκμεταλλευτούν ειδικές γεννήτριες που αποκαλούνται ανεμογεννήτριες.

Οι μηχανές που μετατρέπουν την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Διακρίνονται τόσο για τα ειδικά τεχνικά χαρακτηριστικά (κατεύθυνση του άξονα περιστροφής και ο αριθμός των πτερυγίων που διαθέτουν) αλλά και από την ισχύ τους. Οι κατηγορίες ισχύος που υπάρχουν είναι, μικρής ισχύος (μέχρι 20KW), μέσης ισχύος (20-250KW), μεγάλης ισχύος (πάνω από 250KW).

Οι ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος χρησιμοποιούνται για κάλυψη περιορισμένων αναγκών και είναι απομονωμένες από ένα κοινό δίκτυο. Φορτίζουν συνήθως συσσωρευτές για να είναι σε θέση να παρέχουν άντληση ή θέρμανση νερού, θέρμανση αγροτικών κατοικιών, φωτισμό και άλλες εφαρμογές. Οι κατηγορίες μέσης και μεγάλης ισχύος χρησιμοποιούνται συνήθως ως μέρος ενός ευρύτερου δικτύου μεταφοράς και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Σ' αυτήν την περίπτωση διακρίνουμε τις παρακάτω σκοπιμότητες:

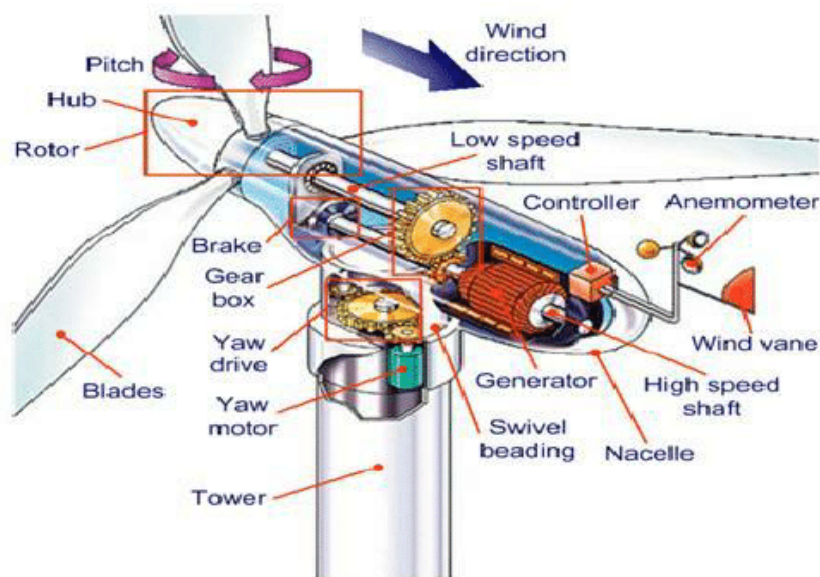
- **Λειτουργία ανεμογεννήτριας για την εξοικονόμηση καυσίμου.** Ο τρόπος αυτός παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη νησιωτική Ελλάδα, όπου σήμερα το κόστος της παραγόμενης KWH είναι πολύ υψηλό, λόγω του υψηλού κόστους

του χρησιμοποιούμενου καυσίμου, του μικρού μεγέθους των σταθμών και του επιπρόσθετου κόστους των θαλάσσιων μεταφορών.

- **Λειτουργία ανεμογεννήτριας ως σταθμού βάσης.** Στην περίπτωση αυτή, η εγκατεστημένη ισχύς της συμβατικής μονάδας παραγωγής μειώνεται κατά το ποσοστό ονομαστικής ισχύος της ανεμογεννήτριας.
- **Λειτουργία ως αντλητικού σταθμού** για αποθήκευση νερού και τη χρησιμοποίησή του στη συνέχεια στην υδροηλεκτρική εκμετάλλευση.

Η κύρια κατηγορία που εντοπίζεται σε ηλεκτρικά δίκτυα είναι αυτή της μέσης ισχύος. Τα βασικά τεχνικά στοιχεία αυτών των ανεμογεννητριών είναι η μορφή, το υλικό και ο τρόπος κατασκευής των πτερυγίων.

Ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός μίας ανεμογεννήτριας αποτελείται από τον ανεμοκινητήρα (έλικα), τον ανυψωτή των στροφών, το συμπλέκτη, το σύστημα ελέγχου και την ηλεκτρογεννήτρια. Τα δύο τελευταία στοιχεία αποτελούν το ηλεκτρικό σύστημα ενώ τα υπόλοιπα το μηχανικό.



Εικόνα 12 Σχηματική παρουσίαση μίας ανεμογεννήτριας με άτρακτο

Καθώς τα πτερύγια δέχονται την πίεση του ανέμου, περιστρέφονται θέτοντας σε κίνηση το δρομέα δημιουργώντας ροπή. Ανεξάρτητα από την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα μεταφέρεται αυτή η περιστροφή με συγκεκριμένη τελικά ταχύτητα, με χρήση μετατροπέα στροφών, στον άξονα της γεννήτριας. Η ηλεκτρική ενέργεια που

παράγεται από την γεννήτρια διέρχεται μέσω του συστήματος ελέγχου και των αποζευκτών της ανεμογεννήτριας και ενισχύεται σε μια τάση από το μετασχηματιστή. Το σύστημα καλωδίωσης της θέσης μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια στο μετασχηματιστή της θέσης μέσω του συστήματος ελέγχου και αποζευκτών της θέσης, ο οποίος ενισχύει την τάση στην τιμή του δικτύου.

3.2 Ηλιακή ενέργεια

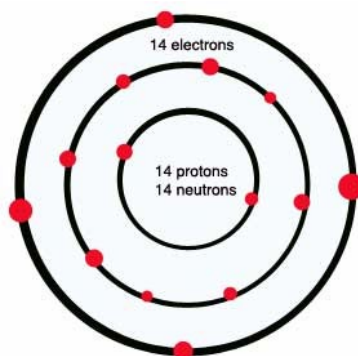
Η ηλιακή ακτινοβολία υπολογίζεται ότι μεταφέρει στην επιφάνεια της γης ενέργεια ίση με 10.000 φορές περίπου την ετήσια παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση. Κατά μέσο όρο, προσπίπτουν 1700KWh σε κάθε τετραγωνικό μέτρο κάθε χρόνο. Πρόκειται για την ενέργεια που εμπεριέχεται στο φως του ήλιου που όλοι γνωρίζουμε και διακρίνεται είτε σε άμεσο είτε σε έμμεσο ή διάχυτο φως, το οποίο είναι το φως που έχει διασκορπιστεί από τα μόρια της σκόνης και του νερού στην ατμόσφαιρα. Το μέσο που χρησιμοποιείται για την εκμετάλλευση του άμεσου φωτός είναι τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (Φ/Β). Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μετατρέπουν μέρος της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας σε συνεχές ρεύμα (DC) που με ειδική διάταξη τελικά μπορεί λαμβάνεται ως εναλλασσόμενο ρεύμα (AC).

3.2.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία (ΦΒ)

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία βασίζουν τη λειτουργία τους στις ιδιότητες συγκεκριμένων ημιαγωγών. Πιο συγκεκριμένα σε κάποιους ημιαγωγούς, όταν το ηλιακό φως προσπίπτει στην επιφάνεια τους, είτε ανακλάται, είτε απορροφάται, είτε τη διαπερνά. Η απορρόφηση του φωτός ουσιαστικά σημαίνει την μετατροπή της ενέργειάς του σε μια άλλη μορφή (σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας) η οποία συνήθως είναι η θερμότητα. Οι ημιαγωγοί έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν την ενέργεια των προσπιπτόντων φωτονίων (πακέτα ενέργειας) σε ηλεκτρική ενέργεια. Γενικότερα τα υλικά στην φύση σε σχέση με τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά τους εμπίπτουν σε τρεις κατηγορίες, τους αγωγούς του ηλεκτρισμού, τους μονωτές και τους ημιαγωγούς. Οι ημιαγωγοί έχουν την ιδιότητα να μπορεί να ελεγχθεί η ηλεκτρική τους αγωγιμότητα είτε μόνιμα είτε δυναμικά.

3.2.1.1 Ημιαγωγοί

Ο πιο γνωστός ημιαγωγός, χρησιμοποιούμενος ευρέως στις τηλεπικοινωνίες και την πληροφορική, είναι το πυρίτιο (Si). Σε ατομικό επίπεδο φέρει στην εξωτερική του στοιβάδα (σθένος) 14 ηλεκτρόνια και φέρει ατομικό αριθμό 14.

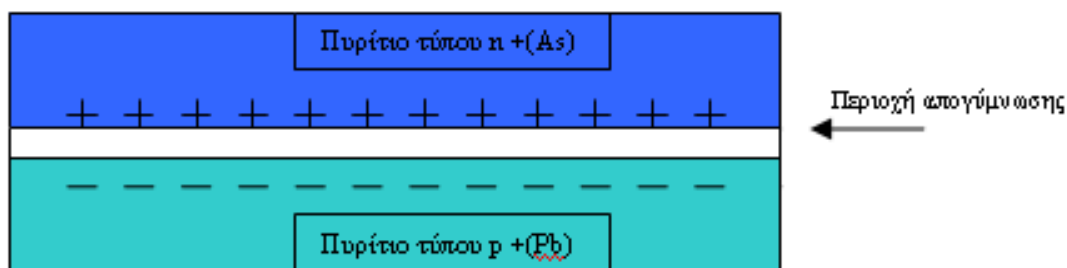


Εικόνα 13 Άτομο πυριτίου (Si)

Όλα τα άτομα που έχουν λιγότερα η περισσότερα ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα (είναι «γενικά» συμπληρωμένη με 8 e) ψάχνουν άλλα άτομα με τα οποία μπορούν να ανταλλάξουν ηλεκτρόνια ή να μοιραστούν κάποια με σκοπό τελικά να αποκτήσουν συμπληρωμένη εξωτερική στοιβάδα σθένους. Σε αυτήν την τάση οφείλεται και η κρυσταλλική δομή του πυριτίου αφού όταν συνυπάρχουν πολλά άτομα μαζί διατάσσονται με τέτοιο τρόπο ώστε να συνεισφέρουν ηλεκτρόνια με όλα τα γειτονικά τους άτομα και τελικά με αυτόν τον τρόπο να αποκτούν μια συμπληρωμένη εξωτερική στοιβάδα και κρυσταλλική δομή. Αυτή είναι και η καθοριστική ιδιότητα που έχουν τα κρυσταλλικά υλικά. Στην κρυσταλλική του μορφή όμως το πυρίτιο είναι σταθερό. Δεν έχει ανάγκη ούτε να προσθέσει ούτε να διώξει ηλεκτρόνια κάτι που ουσιαστικά του δίνει ηλεκτρικά χαρακτηριστικά πολύ κοντά σε αυτά ενός μονωτή αφού δεν υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια για την δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος στο εσωτερικό του.

Τις ημιαγωγές ιδιότητες του το πυρίτιο τις αποκτά με τεχνικό τρόπο. Αυτό πρακτικά γίνεται με την πρόσμειξη με άλλα στοιχεία τα οποία είτε έχουν ένα ηλεκτρόνιο περισσότερο είτε ένα λιγότερο στην στοιβάδα σθένους των. Αυτή η πρόσμειξη τελικά κάνει τον κρύσταλλο δεκτικό είτε σε θετικά φορτία (υλικό τύπου p) είτε σε αρνητικά φορτία (υλικό τύπου n).

Για να φτιαχτεί λοιπόν ένας ημιαγωγός τύπου n ή αλλιώς ένας αρνητικά φορτισμένος κρύσταλλος πυριτίου θα πρέπει να γίνει πρόσμειξη ενός υλικού με 5 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στοιβάδα όπως για παράδειγμα το Αρσενικό (As). Αντίστοιχα για να δημιουργήσουμε έναν ημιαγωγό τύπου p ή αλλιώς θετικά φορτισμένο κρύσταλλο πυριτίου χρειάζεται να γίνει πρόσμειξη στον κρύσταλλο κάποιου υλικού όπως το βόριο (B) που έχει 3 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στοιβάδα. Εάν έρθουν σε επαφή δύο κομμάτια πυριτίου τύπου n και τύπου p δημιουργείται μια δίοδος η αλλιώς ένα ηλεκτρικό πεδίο στην επαφή των δύο υλικών το οποίο επιτρέπει την κίνηση ηλεκτρονίων προς μια κατεύθυνση μόνο.



Εικόνα 14 Δύο κομμάτια πυριτίου τύπου n και τύπου p

Τα δύο αυτά υλικά είναι το δομικό στοιχείο του φωτοβολταϊκού κελιού και η βάση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Αρχικά οι δυο ημιαγωγοί είναι ουδέτεροι. Μόλις ενωθούν, μερικά ελεύθερα ηλεκτρόνια του ημιαγωγού n, που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια επαφής, λόγω της θερμικής κίνησης τους, διαχέονται μέσα στον ημιαγωγό τύπου p, οπότε επανασυνδέονται εκεί με ηλεκτρόνια. Η διάχυση αυτή έχει ως αποτέλεσμα στην περιοχή ελλείψεως φορέων ο ημιαγωγός τύπου p, να αποκτά αρνητικό φορτίο ενώ ο ημιαγωγός τύπου n, θετικό. Με τον τρόπο αυτό, στην περιοχή ελλείψεως φορτίου δημιουργείται ένα ηλεκτρικό πεδίο, το οποίο έχει φορά από τον ημιαγωγό -n προς τον ημιαγωγό -p. Το φορτίο το οποίο δημιουργεί το ηλεκτρικό αυτό πεδίο, ονομάζεται φορτίο χώρου.

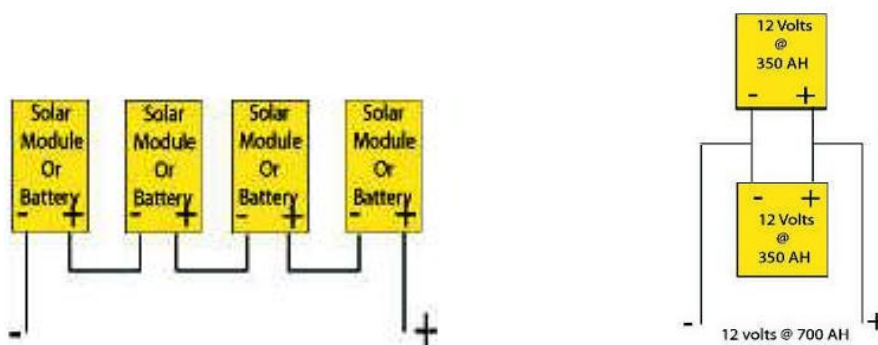
3.2.1.2 Η ηλιακή ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι το μέσο μεταφοράς της ενέργειας προς την κάθε επιφάνεια (φωτόνια). Τα φωτόνια όταν προσπίπτουν σε μια φωτοβολταϊκή διάταξη περνούν την επαφή τύπου n και χτυπούν τα άτομα της περιοχής τύπου p. Τα ηλεκτρόνια της

περιοχής τύπου p αρχίζουν και κινούνται μεταξύ των οπών ώσπου τελικά φτάνουν στην περιοχή της διόδου όπου και έλκονται πλέον από το θετικό πεδίο της εκεί περιοχής. Αφού ξεπεράσουν το ενεργειακό χάσμα αυτής της περιοχής μετά είναι αδύνατον να επιστρέψουν. Στο κομμάτι της επαφής -n πλέον έχουμε μια περίσσεια ηλεκτρονίων που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε. Αυτή η περίσσεια των ηλεκτρονίων μπορεί να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα εάν τοποθετήσουμε μια διάταξη όπως ένας μεταλλικός αγωγός στο πάνω μέρος της επαφής n και στο κάτω της επαφής -p και ένα φορτίο ενδιάμεσα με τέτοιο τρόπο ώστε να κλείσει ένας αγωγίμος δρόμος για το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται. Το ρεύμα που παράγεται είναι ανάλογο της ποιότητας της ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω στο στοιχείο (αριθμός φωτονίων που εισέρχονται). Έτσι το ρεύμα αυξάνεται με την επιφάνεια του στοιχείου καθώς και με την ένταση της ακτινοβολίας. Η τάση όμως εξαρτάται από το υλικό που χρησιμοποιείται. Όλα τα στοιχεία από πυρίτιο παράγουν περίπου 0.5V ανεξάρτητα από την επιφάνεια.

3.2.2 Η συνδεσμολογία των φωτοβολταϊκών πλαισίων

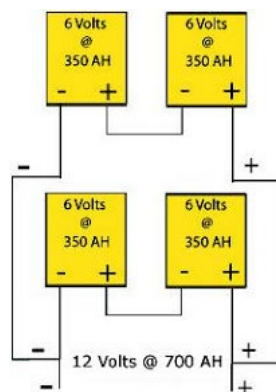
Τα φωτοβολταϊκά αποτελούνται από στοιχεία με μέγεθος που ποικίλλει από 1cm μέχρι 10cm. Κάθε ένα στοιχείο μπορεί να παράξει ενέργεια ισχύος 1 έως 2W που δεν είναι αρκετή για τις περισσότερες εφαρμογές. Σε πιο σύνθετες εφαρμογές ακολουθείται συγκεκριμένη συνδεσμολογία στοιχείων, σε σειρά, παράλληλη ή μεικτή, που δημιουργούν μία ενιαία επιφάνεια (πάνελ), ώστε να παραχθεί τελικά η επιθυμητή ισχύς.



Εικόνα 15 Συνδεσμολογία πάνελ σε σειρά και παράλληλα

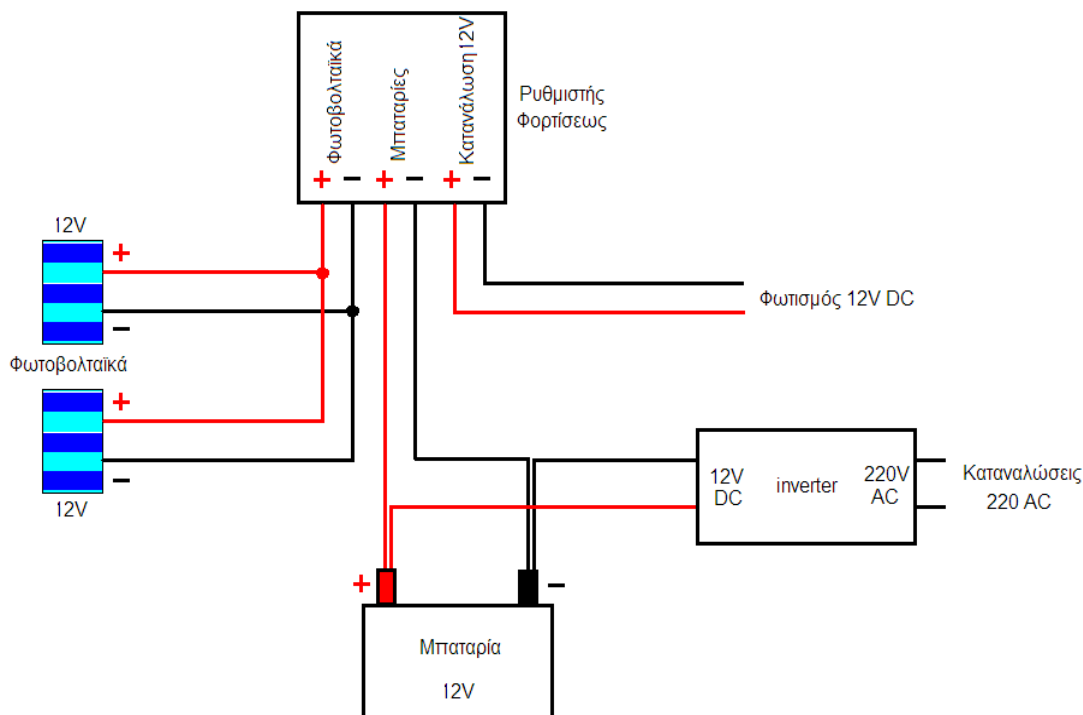
Στη εν σειρά σύνδεση, σε αντίθεση με την παράλληλη, οι ονομαστικές τιμές τάσης προστίθενται ενώ η ονομαστική τιμή ρεύματος του ενός προστίθεται στο συνολικό ρεύμα του κυκλώματος. Για παράδειγμα στη παράλληλη συνδεσμολογία δύο

συσκευών, εάν η κάθε συσκευή έχει ονομαστική τιμή τάσης 12 V και ονομαστική τιμή ρεύματος 350 A τότε το συνολικό ρεύμα του κυκλώματος είναι $350+350=700$ A, ενώ η συνολική τάση στα άκρα του είναι 12V. Στην εν σειρά συνδεσμολογία εάν η ονομαστική τιμή ρεύματος κάθε στοιχείου είναι πάλι 350 A και η τάση 12 V, τότε η συνολική τάση της διάταξης θα είναι $12+12=24$ V και το ρεύμα 350 A.



Εικόνα 16 Μεικτή συνδεσμολογία πάνελ.

Στη συνδεσμολογία των φωτοβολταϊκών στοιχείων παρεμβάλλονται κάποια επιμέρους ηλεκτρικά εξαρτήματα τα οποία εξασφαλίζουν την ροή του ρεύματος προς μια μόνο κατεύθυνση. Τέτοια εξαρτήματα είναι οι ρυθμιστικές και οι παρακαμπτήριες διόδους. Οι διόδους επιτρέπουν τη ροή του ρεύματος μόνο προς τις μπαταρίες και όχι από τις μπαταρίες προς το φωτοβολταϊκό πάνελ. Η αντίθετη ροή του ρεύματος που ανακόπτεται με τη χρήση διόδων θα μπορούσε να υπάρξει σε περίπτωση σκίασης των πάνελ ή κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η σκίαση είναι ένας κρίσιμος παράγοντας στην απόδοση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος. Όταν σκιάζεται ένα στοιχείο που είναι συνδεδεμένο σε σειρά, τα άλλα στοιχεία στη σειρά κατευθύνουν το ρεύμα προς το σκιασμένο στοιχείο το οποίο δεν παράγει ρεύμα αλλά απορροφά. Σε αυτή την περίπτωση το σκιασμένο στοιχείο αναστρέφει την πολικότητά του και απορροφά ρεύμα από τα υπόλοιπα στοιχεία με τα οποία βρίσκεται σε σειρά. Για να μην επιτρέπεται αυτό χρησιμοποιείται μια διάοδος παράλληλα με το κάθε στοιχείο.



Εικόνα 17 Σχεδιάγραμμα σύνδεσης φωτοβολταϊκού στο δίκτυο

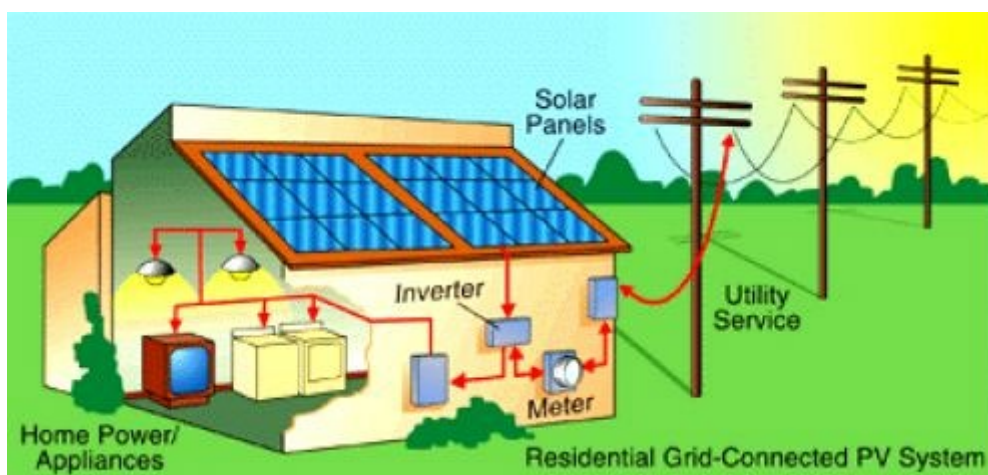
3.2.3 Χρήση των φωτοβολταϊκών πλαισίων

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλές εφαρμογές. Βρίσκονται πλέον ενσωματωμένα σε μικρές συσκευές, φωτιστικά εξωτερικού χώρου, υπολογιστές τσέπης, ρολόγια, ενώ μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες ενός σπιτιού ή την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ως μέρος ενός ευρύτερου δικτύου.

3.2.3.1 Διασύνδεση με υφιστάμενα δίκτυα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα που διασυνδέονται με υπάρχοντα δίκτυα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (δια δραστικά ή διασυνδεδεμένα) χρησιμοποιούν αντιστροφείς για την μετατροπή του παραγόμενου από αυτά συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Το εναλλασσόμενο ρεύμα που τελικά παράγεται φέρει τα χαρακτηριστικά που διαθέτει το υφιστάμενο δίκτυο διανομής ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες συσκευών εντός ενός κτιρίου ή να πωλείται η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Δεδομένου ότι τα φωτοβολταϊκά συστήματα περιορίζονται να λειτουργούν μόνο εκτεθειμένα στον ήλιο, ένα εφεδρικό σύστημα είναι συχνά απαραίτητο για να εξασφαλιστεί η συνεχής παροχή ηλεκτρικής ενέργειας ανεξάρτητα

από τις καιρικές συνθήκες. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται πιο συχνά σε σπίτια ή εμπορικά κτίρια για την αντιστάθμιση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας παράλληλα με χρήση συσσωρευτών για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας και χρήση αυτής σε περιόδους αιχμής ανάλογα με το σχεδιασμό της εγκατάστασης.



Εικόνα 18 Σχηματική αναπαράσταση διαδραστικού (ή διασυνδεδεμένα) φωτοβολταϊκού συστήματος.

3.2.3.2 Φωτισμός

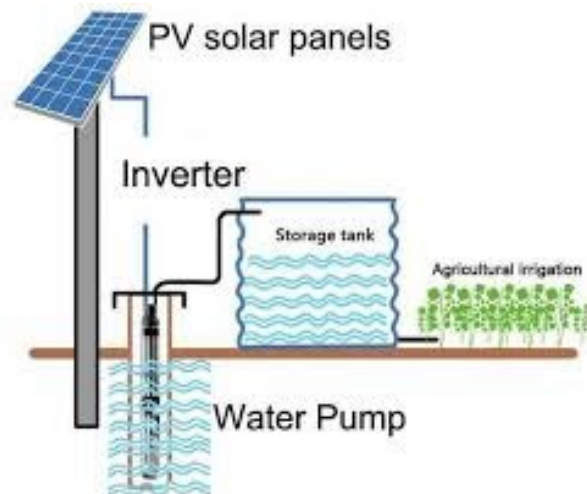
Η ευρεία πλέον χρήση των λαμπτήρων τεχνολογίας LED (δίοδος εκπομπής φωτός) επέτρεψε την ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών πλαισίων στην εγκατάστασή τους όταν ο φωτισμός χρειάζεται να καλύψει σημεία που δεν υπάρχει δυνατότητα άμεσης διασύνδεσης με ηλεκτρικό δίκτυο παροχής ισχύος. Οι συγκεκριμένες εγκαταστάσεις διαθέτουν συσσωρευτές μικρής χωρητικότητας καθώς η τεχνολογία LED είναι χαμηλής ισχύος.

3.2.3.3 Τηλεπικοινωνίες

Οι πύργοι αναμετάδοσης σημάτων είναι ένα σημείο στο οποίο χρησιμοποιούνται φωτοβολταϊκά πάνελ. Τα σημεία αυτά συνήθως βρίσκονται σε δυσπρόσιτα σημεία, πχ κορυφές λόφων, και τα ηλεκτρονικά συστήματα που υπάρχουν σε αυτά χρειάζονται συνεχή παροχή ρεύματος που παλαιότερα καλυπτόταν με τοπικές γεννήτριες μικρού μεγέθους. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ επιτρέπουν την κάλυψη της απαιτούμενης αυτής ισχύος για εγκαταστάσεις αναμετάδοσης ραδιοφώνου, τηλεόρασης, κινητής τηλεφωνίας κτλ.

3.2.3.4 Γεωργία

Η παροχή νερού σε απομονωμένες περιοχές ή σε απομακρυσμένες περιοχές καλλιέργειας και κτηνοτροφίας μπορεί να καλυφθεί από ηλιακά πάνελ που παρέχουν το απαραίτητο ηλεκτρικό ρεύμα για τις αντλίες νερού.



Εικόνα 19 Σχηματική παράσταση εγκατάστασης ηλιακής αντλίας νερού

3.2.3.5 Οχήματα

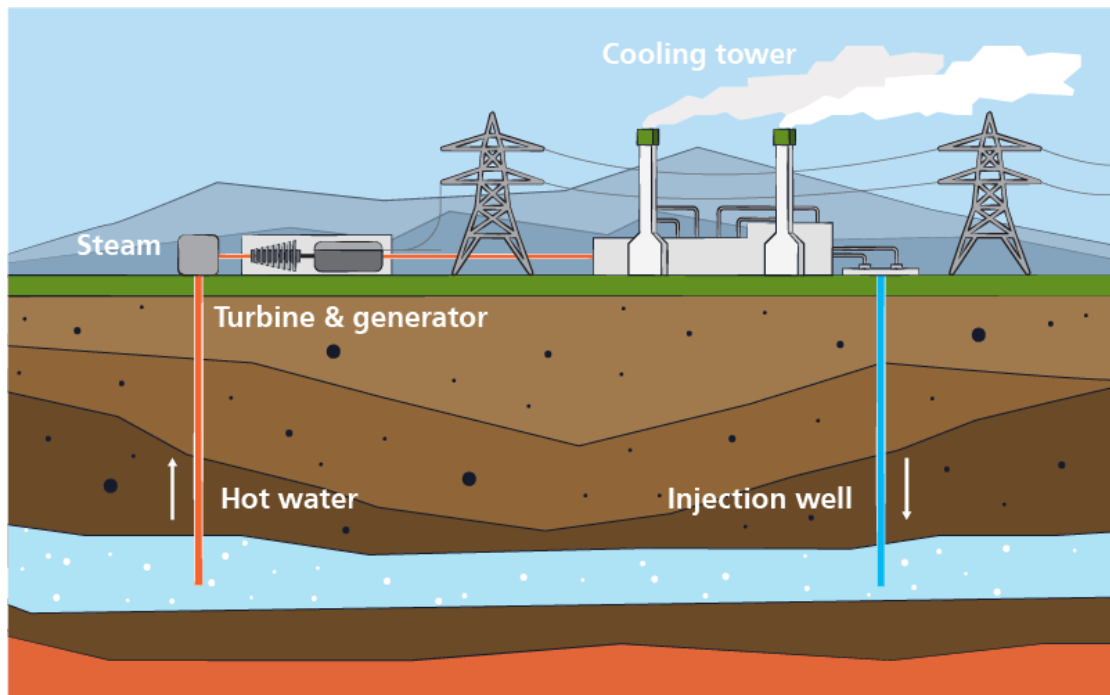
Η χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων τα τελευταία χρόνια προϋποθέτει την ύπαρξη σταθμών φόρτισης σε διάφορα σημεία του οδικού δικτύου. Τα σημεία αυτά μπορούν να λάβουν απευθείας την ισχύ που χρειάζονται από κάποιο υφιστάμενο δίκτυο ισχύος ή να υπάρξει εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ. Τα πάνελ μπορούν να καλύψουν πλήρως τις ανάγκες ισχύος ή να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια συμπληρωματικά. Δοκιμές γίνονται από μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες πλέον ώστε το πάνω μέρος οχημάτων να διαθέτει πάνελ για την άμεση φόρτιση των μπαταριών του, όταν αυτό κινείται ή όταν βρίσκεται παρκαρισμένο.



Εικόνα 20 Το μοντέλο Sonata Hybrid της εταιρείας Hyundai (2019) φέρει ηλιακά πάνελ στην οροφή του.

3.3 Γεωθερμία

Η γεωθερμική ενέργεια δηλαδή η θερμική ενέργεια της Γης που εκλύεται από το εσωτερικό του πλανήτη μας προς την επιφάνεια ονομάζεται γεωθερμία. Η συγκεκριμένη ενέργεια εμφανίζεται σε φυσικούς ατμούς, σε υπόγεια ή επιφανειακά ζεστά νερά και σε θερμά, ξηρά πετρώματα. Η διαφορά θερμοκρασίας που εντοπίζεται λόγω της έκλυσης αυτής της ενέργειας ανάλογα με το βάθος είναι περίπου $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ανά 33 μέτρα. Σε περιπτώσεις που υπάρχει μεγαλύτερη διαφορά θερμοκρασίας τότε το γεωθερμικό πεδίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Κοντά σε τεκτονικές πλάκες μάλιστα εντοπίζονται συχνά τέτοια αξιόλογα πεδία.



Εικόνα 21 Σχηματική παράσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία

3.3.1 Γεωθερμικά πεδία

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη γεωθερμική ενέργεια για διαφορετικές εφαρμογές ανάλογα με τη διαφορά θερμοκρασίας που εντοπίζεται σε αυτό, δηλαδή από την απλή θέρμανση νερού μέχρι και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (500KW - 5MW). Η διαφορά θερμοκρασίας ή αλλιώς απόδοση του πεδίου αναφέρεται συνήθως ως δυναμικό του γεωθερμικού πεδίου. Σύμφωνα με τις ιδιότητές τους μπορούμε να διακρίνουμε τα πεδία σε δύο κατηγορίες:

- **Θερμά ξηρά πετρώματα:** Αν υπάρχουν ξηρά πετρώματα στο πεδίο, τότε χρησιμοποιείται η κυκλοφορία ενδιάμεσου ρευστού για τη μεταφορά της ενέργειας στην εγκατάσταση εκμετάλλευσης. Για να γίνει προσδιορισμός της φυσικής διαπερατότητας συναρτήσει του βάθους γίνονται σεισμικές και βαθιές ηλεκτρικές και ηλεκτρομαγνητικές διασκοπήσεις. Γι' αυτό η κατηγορία αυτών των πεδίων θεωρείται και η πιο δύσκολη για εκμετάλλευση. Το κλάσμα του ύδατος που περιέχεται στα πετρώματα καθορίζει την ηλεκτρική αγωγιμότητα των στερεών, οπότε η ανίχνευση ζωνών υψηλής ειδικής αντίστασης υποδεικνύει ύπαρξη χαμηλής υδραυλικής διαπερατότητας.

- **Υγρά πορώδη πετρώματα / Υδροθερμικά μεταφορικά συστήματα:** Σε αυτά τα πετρώματα υπάρχει ήδη κάποιο ρευστό, οπότε πρόκειται για πορώδη πετρώματα. Η ενέργεια των πετρωμάτων μεταφέρεται μέσω του ρευστού που ήδη υπάρχει και μικρό ποσοστό άγεται μέσω της μάζας των πετρωμάτων.

Σε κάθε περίπτωση, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η εκμετάλλευση του κάθε πεδίου εξαρτάται από τη θερμοκρασία που εντοπίζεται. Οι κατηγορίες σύμφωνα με τη θερμοκρασία του ρευστού είναι τρεις:

- Χαμηλής ενθαλπίας (50°C - 150°C)
- Μέσης ενθαλπίας (100°C - 220°C)
- Υψηλής ενθαλπίας (>220°C)

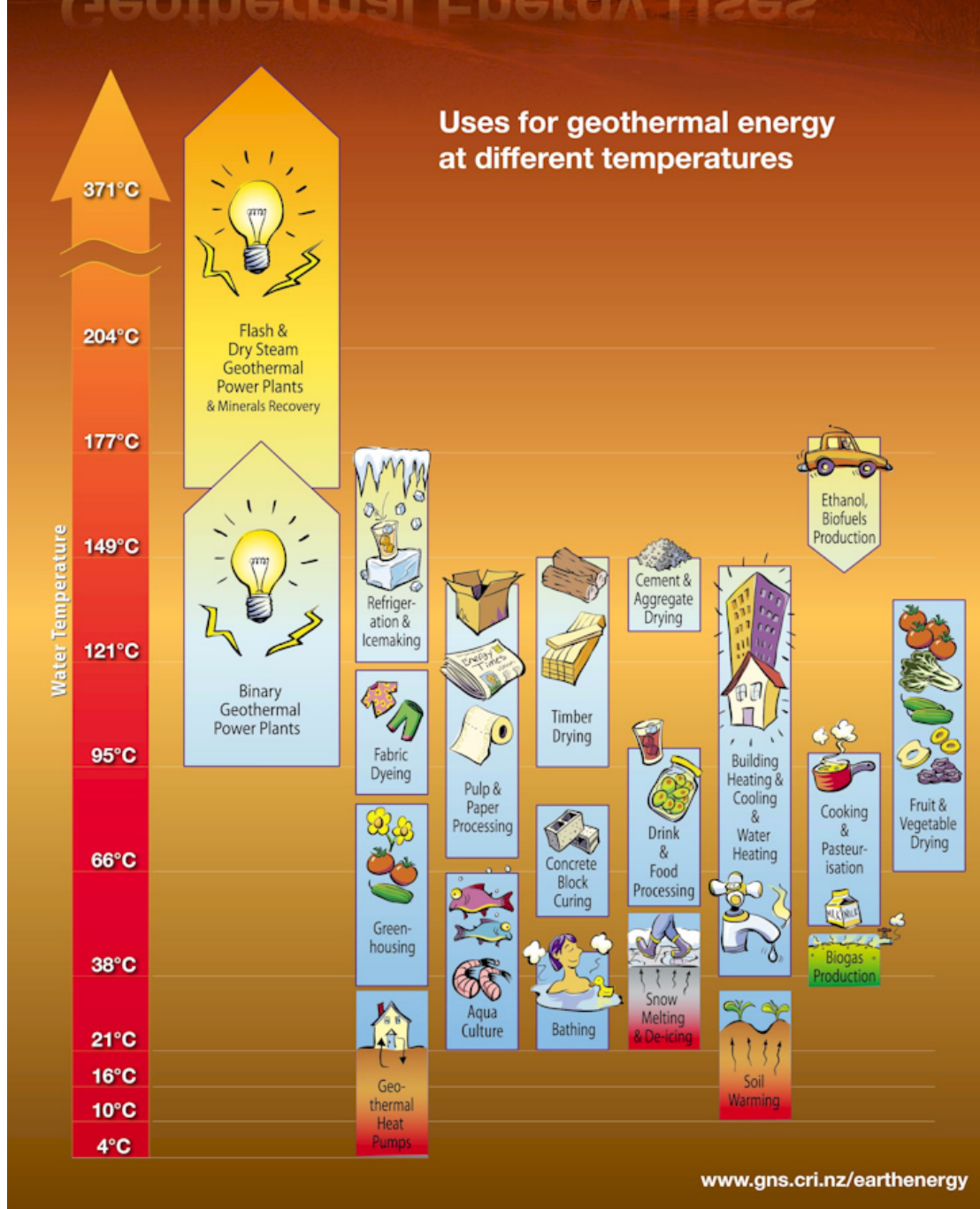
Η υψηλή ενθαλπία επιτρέπει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ οι υπόλοιπες δύο προσφέρονται για υπόλοιπες χρήσεις.

Οι βασικοί τομείς αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας είναι οι ακόλουθοι:

- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Βιομηχανικές χρήσεις (θέρμανση, λεβητοστάσια, μονάδες αφαλάτωσης και παραγωγής αλάτων κ.ά.)
- Γεωργία-αλιεία (θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργεια, ξηραντήρια κ.ά.)
- Κτίρια (θέρμανση χώρων και νερού, σε συνδυασμό με ψύκτες απορρόφησης ή αντλίες θερμότητας για ψύξη κ.ά.)

Η χαμηλή ενθαλπία, δηλαδή έως 50 °C μπορεί να αξιοποιηθεί για θέρμανση, όπως σε θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες, θέρμανση κτιρίων. Στις περιπτώσεις που το πεδίο διαθέτει θερμές πηγές ή έστω αν μπορεί να γίνει άντληση του διαθέσιμου ρευστού από βάθη έως 200-1800m, και εντοπίζεται ρευστό μέσης ενθαλπίας, τότε αυτό κρίνεται ως επιφανειακό. Σε αυτές τις περιπτώσεις μπορούμε να παράξουμε ηλεκτρική ενέργεια με εγκαταστάσεις μικρής ισχύος, της τάξης περίπου των 20MW. Προφανώς, αν το γεωθερμικό πεδίο διαθέτει ρευστό υψηλής ενθαλπίας τότε κρίνεται ως το ιδανικό για εκμετάλλευση σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Εικόνα 22).

Geothermal Energy Uses

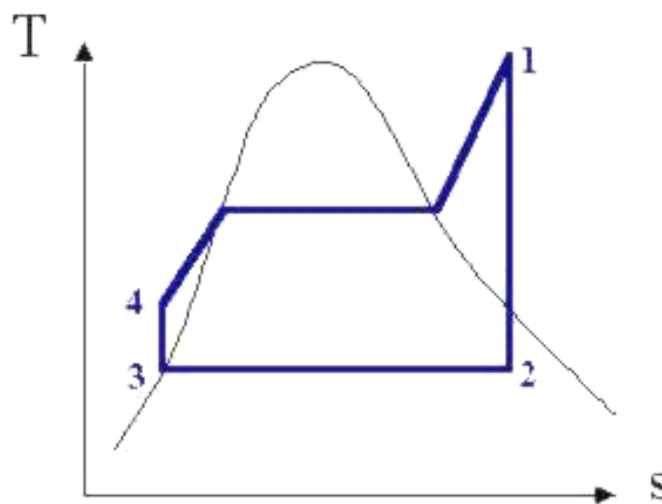


Εικόνα 22 Χρήσεις γεωθερμικής ενέργειας ανάλογα με τη θερμοκρασία του διαθέσιμου πεδίου

3.3.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της εκμετάλλευσης της γεωθερμίας

Τα ειδικότερα χαρακτηριστικά του γεωθερμικού πεδίου καθορίζουν το αν μπορεί αυτό να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο εντοπισμός γεωθερμικών πεδίων με υψηλή ενθαλπία κρίνεται ιδανικός. Αν η θερμοκρασία της πηγής είναι κάτω από 204 °C το γεωθερμικό φρέαρ εξοπλίζεται με αντλία που δημιουργεί ικανή πίεση στην γεωθερμική άλμη έτσι ώστε να διατηρείται ως ζεστό νερό υπό πίεση. Για τις πηγές άνω των 204 °C η καταλληλότερη μέθοδος παραγωγής είναι η φυσική ροή από το φρέαρ η οποία αποφέρει ένα ακαριαία ατμοποιούμενο μίγμα άλμης και ατμού.

Η παραγωγή ατμού από τις εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης ακολουθεί τον γενικό κύκλο διεργασίας που καλείται κύκλος Rankine. Στον κύκλο αυτό περιλαμβάνεται ένας λέβητας, στρόβιλος, γεννήτρια, συμπυκνωτής, υδραντλία τροφοδοσίας, πύργος ψύξης και υδραντλία ψύξης.



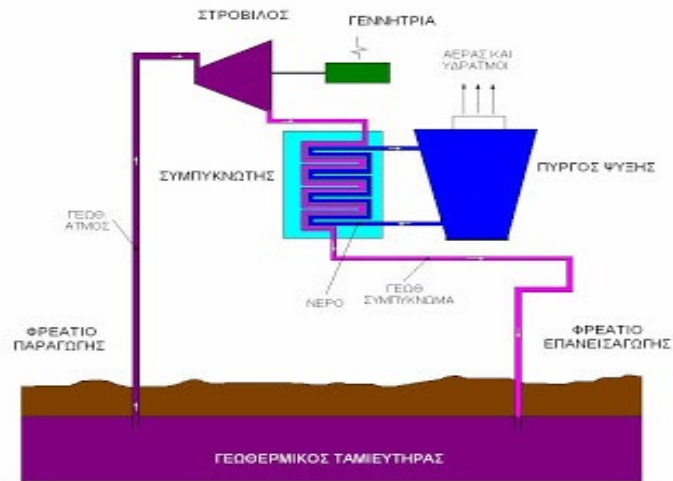
Εικόνα 23 Διάγραμμα T-s του κύκλου Rankine

Ο κύκλος Rankine χωρίζεται σε τέσσερα στάδια (Εικόνα 23). Στο πρώτο στάδιο (1) ο κορεσμένος ή υπέρθερμος ατμός εισάγεται στο στρόβιλο και εκτονώνεται ισεντροπικά μέχρι την πίεση εξόδου στο στάδιο 2. Έπειτα, ο ατμός συμπυκνώνεται υπό σταθερή πίεση και θερμοκρασία σε κεκορεσμένο υγρό (στάδιο 3). Η θερμότητα που απάγεται

από τον ατμό στο συμπυκνωτή συνήθως μεταφέρεται στο νερό ψύξης. Κατόπιν, το κεκορεσμένο υγρό ρέει μέσω αντλίας, η οποία αυξάνει την πίεση στην πίεση του λέβητα (στάδιο 4), όπου το νερό θερμαίνεται κατ' αρχήν στη θερμοκρασία κορεσμού, βράζει και υπερθερμαίνεται, μέχρι το στάδιο 1 οπότε και επαναλαμβάνεται ολόκληρος ο κύκλος από την αρχή.

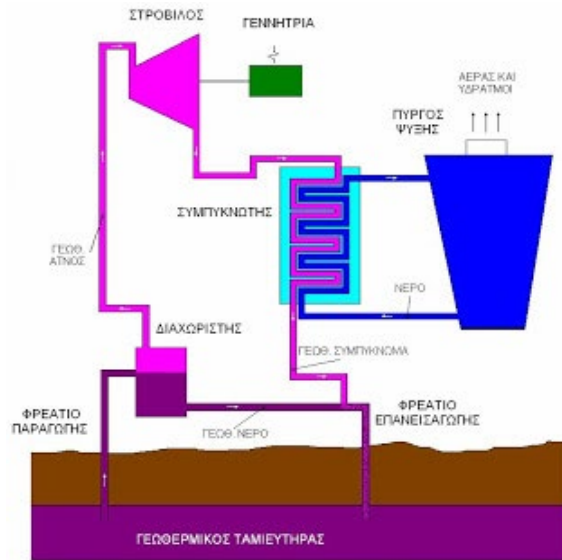
Οι ειδικότερες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται ανάλογα με την κατάσταση του διαθέσιμου ρευστού είναι τρεις.

- **Ξηρού ατμού** (θερμοκρασία ατμού > 180 °C) Οι συμβατικοί αμοστρόβιλοι απαιτούν ρευστά που έχουν θερμοκρασίες τουλάχιστον 150°C . Η μονάδα μπορεί να λειτουργεί με συμπυκνωτές, όπου η πίεση διατηρείται συνεχώς σε χαμηλά επίπεδα (condensingtype) ή χωρίς (backpressuretype), οπότε γίνεται διάθεση του ατμού στην ατμόσφαιρα. Ο τύπος με αμοστρόβιλους ατμοσφαιρικής εκτόνωσης είναι απλούστερος και φθηνότερος. Ο ατμός που έρχεται, είτε απευθείας από γεωτρήσεις που παράγουν ξηρό ατμό, είτε από γεωτρήσεις με υγρό ατμό αφού γίνει ο διαχωρισμός του νερού, περνά από τον αμοστρόβιλο και στη συνέχεια απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Οι μονάδες διάθεσης του ατμού στην ατμόσφαιρα κατασκευάζονται και εγκαθίστανται πολύ γρήγορα και μπορούν να τεθούν σε λειτουργία μέσα σε περίπου 13-14 μήνες από την ημερομηνία παραγγελίας τους. Τέτοιου είδους μονάδες είναι συνήθως διαθέσιμες σε μικρά μεγέθη (2,5-5 Mwe). Χρησιμοποιήθηκε αρχικά στο Larderello στην Ιταλία το 1904 και συνεχίζει να είναι πολύ αποτελεσματικός. Η τεχνολογία ατμού χρησιμοποιείται σήμερα σε γκέυζερ στην Βόρεια Καλιφόρνια που εξακολουθεί να παραμένει το μεγαλύτερο γεωθερμικό πεδίο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο.



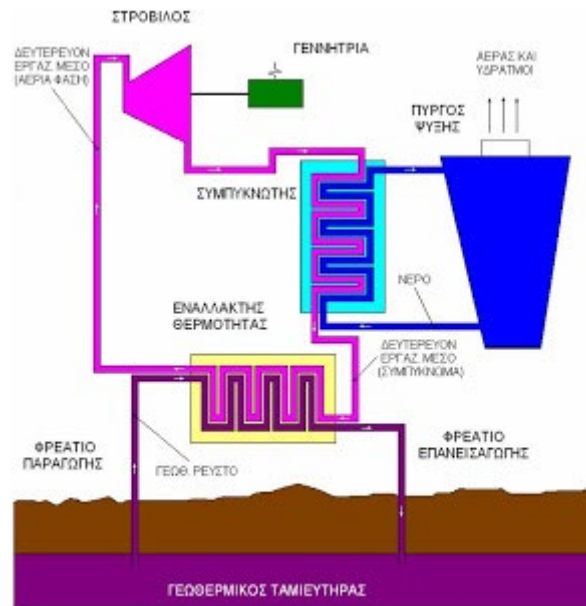
Εικόνα 24 Διάγραμμα κύκλου ξηρού ατμού με συμπυκνωτή

- Στρόβιλοι υγρού ατμού** (θερμοκρασία ατμού $> 150\text{ }^{\circ}\text{C}$) Οι πιο συνηθισμένες εγκαταστάσεις αυτής της τεχνολογίας διαθέτουν συμπυκνωτές έχουν ισχύ 55-60 Mwe, όμως πρόσφατα κατασκευάστηκαν και έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται μονάδες με ισχύ 110 Mwe. Το γεωθερμικό ρευστό είτε έρχεται ως διφασική ροή από την γεώτρηση είτε εκτονώνεται σε πίεση χαμηλότερη από την πίεση που επικρατεί στην κεφαλή της γεώτρησης και μετατρέπεται σε διφασικό μίγμα. Το μίγμα αυτό διαχωρίζεται σε κατακόρυφο διαχωριστή και ο ατμός οδηγείται στον στρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Εάν η θερμοκρασία και η πίεση του γεωθερμικού υγρού το επιτρέπουν, τότε το υγρό μπορεί να εκτονωθεί για δεύτερη φορά ή και περισσότερες φορές ώστε να παραχθεί επιπλέον ατμός που θα αυξήσει σοβαρά την απόδοση της μονάδας. Τέτοια εγκατάσταση λειτουργεί στο Imperial Valley στην Καλιφόρνια.



Εικόνα 25 Διάγραμμα κύκλου με εκτόνωση διφασικού γεωθερμικού ρευστού και συμπυκνωτή

- Διαδικός κύκλος με πτητικό ρευστό ή κύκλος Rankine με οργανικό ρευστό* (θερμοκρασία ρευστών $> 90\text{ }^{\circ}\text{C}$) Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ρευστά χαμηλής-μέσης θερμοκρασίας και από το υψηλής θερμοκρασίας νερό που εξέρχεται από τους διαχωριστές στα γεωθερμικά πεδία 20 υγρής φάσης, σημειώνει αξιόλογη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, κυρίως εξαιτίας της προόδου που επιτεύχθηκε στην τεχνολογία των δυαδικών ρευστών. Ο ατμός που παράγεται κινεί έναν κανονικό στρόβιλο αξονικής ροής, στη συνέχεια ψύχεται και συμπυκνώνεται, οπότε ο κύκλος αρχίζει ξανά. Μια τέτοια εγκατάσταση λειτουργεί στο Soda Lake στη Νεβάδα (Βουρδουμπά).



Εικόνα 26 Διάγραμμα κύκλου με χρήση οργανικού ρευστού.

3.4 Βιομάζα

Πρόκειται για τη φυτική ύλη που προέρχεται από τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης ώστε να παραχθούν υδατάνθρακες. Η ηλιακή ενέργεια μέσω της φωτοσύνθεσης αποθηκεύεται στους χημικούς δεσμούς των δομικών μερών της βιομάζας. Εάν η βιομάζα κατεργαστεί αποτελεσματικά, είτε χημικά, είτε βιολογικά αποσπώντας την ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στους χημικούς δεσμούς της και η προκύπτουσα ενέργεια αντιδράσει με το οξυγόνο, τότε συντελείται οξείδωση του άνθρακα και παράγεται CO₂ και νερό.

Στην Ελλάδα μόνο το 3% της απαιτούμενης καταναλισκόμενης ενέργειας καλύπτεται από την χρησιμοποίηση της βιομάζας. Πρόσθετα, τα γεωργικά και τα δασικά υπολείμματα της χώρας μας, ενεργειακά ισοδυναμούν με 3-4 εκατομμύρια τόνους πετρελαίου, ενώ το δυναμικό των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί άνετα να ξεπεράσει εκείνο των δασικών και γεωργικών υπολειμμάτων και αντιστοιχεί στο 30-40% της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου στη χώρα μας. Δυστυχώς, στη χώρα μας η βιομάζα χρησιμοποιείται κυρίως για οικιακές ανάγκες (θέρμανση, μαγειρική), για τη θέρμανση θερμοκηπίων και στη λειτουργία λιγοστών βιομηχανιών και σε περιορισμένη κλίμακα. Παρ' όλα αυτά, το σημαντικό δυναμικό βιομάζας της χώρας

μας, καθώς και το γεγονός ότι είναι άμεσα διαθέσιμο, δημιουργεί πρόσφορο έδαφος για την αξιοποίηση της.

Το σημαντικό πλεονέκτημα των αγροτικών και δασικών υπολειμμάτων είναι πως είναι άμεσο διαθέσιμο, δεν χρειάζεται δύσκολες μεθόδους συλλογής και μεταφοράς και μπορεί να τροφοδοτήσει άμεσα τα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Έτσι αποτελεί μια οικονομικά συμφέρουσα λύση.

3.4.1 Κατηγορίες και ειδικά χαρακτηριστικά της βιομάζας

Η βιομάζα γενικά μπορεί να προέρχεται από τέσσερις γενικές κατηγορίες. Αρχικά πρόκειται για τις φυτικές ύλες, όπως τα αυτοφυή φυτά και τα δάση. Οι ενεργειακές καλλιέργειες από την άλλη αφορούν συγκεκριμένες επιμέρους κατηγορίες όπως το σιτάρι, κριθάρι κτλ, δασικές καλλιέργειες ή γεωργικές. Τα υποπροϊόντα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής αποτελούν μία ξεχωριστή κατηγορία καθώς κάθε μία από τις υπόλοιπες κατηγορίες μπορεί να παράξει φυτική ύλη που από μόνη της μπορεί να αξιοποιηθεί στη συνέχεια. Άλλη κατηγορία επίσης αποτελούν τα αστικά λύματα και τα σκουπίδια αφού αυτά είναι κυρίως βιολογικής προέλευσης.

3.4.2 Αξιοποίηση της βιομάζας

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή διάφορων μορφών ενέργειας, όπως θερμική ή τελικά ηλεκτρική ενέργεια. Για αυτό το σκοπό μπορεί να γίνει καύση της ή να γίνει επεξεργασία της ώστε να παραχθούν αέρια και στερεά καύσιμα. Κάποιες από τις χρήσεις της βιομάζας είναι οι ακόλουθες:

- **Θέρμανση θερμοκηπίων:** Η μέθοδος αυτή αποτελεί μια ενδιαφέρουσα και οικονομικά συμφέρουσα προοπτική.
- **Τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών:** Τηλεθέρμανση είναι η εξασφάλιση ζεστού νερού σε ένα σύνολο κατοικιών, σε ένα χωριό, σε μια πόλη, τόσο για την απευθείας χρήση του, όσο και για τη χρησιμοποίησή του για τη θέρμανση των χώρων των κτιρίων. Για την εφαρμογή της μεθόδου της τηλεθέρμανσης υπάρχει ο κεντρικός σταθμός παραγωγής θερμότητας. Εκεί, μετά την καύση της βιομάζας, η παραγόμενη θερμότητα μεταφέρεται μέσω δικτύου αγωγών νερού στα κτίρια.

- Θέρμανση, ψύξη, ηλεκτρισμός σε γεωργικές και άλλες βιομηχανίες:** Η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των αγροτικών βιομηχανιών συνηθίζεται να γίνεται μέσω συμβατικών σταθμών παραγωγής ενέργειας. Όμως μέσω αυτών των σταθμών υπάρχουν αρκετά μεγάλες θερμικές απώλειες. Με τη μέθοδο της συμπαραγωγής όπως ονομάζεται η συνδυασμένη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την ίδια πηγή ενέργειας, το μεγαλύτερο μέρος της αποκλειόμενης θερμότητας ανακτάται και χρησιμοποιείται ξανά ως ωφέλιμη ενέργεια. Στα συστήματα συμπαραγωγής η απώλεια θερμότητας είναι πολύ μικρότερη από αυτή των συμβατικών μονάδων παραγωγής ενέργειας, καθώς οι μονάδες βρίσκονται πολύ πιο κοντά στους καταναλωτές. Σημειώνεται ότι ο βαθμός απόδοσης των συμβατικών μονάδων κυμαίνεται στο 15-40%, ενώ αυτός των σταθμών συμπαραγωγής ενέργειας φθάνει το 75-80%. Την παραγόμενη θερμότητα των σταθμών συμπαραγωγής, μπορούν να την καταναλώνουν κατοικίες, χωριά, πόλεις ή θερμοκήπια και άλλες αγροτικές βιομηχανικές μονάδες. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τους σταθμούς συμπαραγωγής, μπορεί είτε να καταναλωθεί από ιδιώτες είτε να πωληθεί στη Δ.Ε.Η, σύμφωνα με όσα ορίζει ο Ν.2244/94 (‘‘Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα).
- Παραγωγή καυσίμων μέσω θερμοχημικής μετατροπής της βιομάζας:** Πρόκειται για μεθόδους όπως την πυρόλυση, την καύση και την αεριοποίηση. Με την καύση λαμβάνουμε απ’ ευθείας την ενέργεια ενώ μπορούμε να παράξουμε και υγρό καύσιμο το οποίο θα το χρησιμοποιήσουμε αργότερα μόνο του και αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με την διαδικασία της πυρόλυσης.
- Παραγωγή υγρών καυσίμων μέσω βιοχημικής μετατροπής της βιομάζας:** Η πιο διαδεδομένη βιοχημική μετατροπή της βιομάζας σε υγρό καύσιμο είναι αυτή της τεχνολογίας ζύμωσης των σακχάρων με σκοπό την παραγωγή βιοαιθανόλης (οινοπνεύματος). Το κόστος της βιοαιθανόλης είναι μεγαλύτερο από αυτό της βενζίνης, τα τελευταία χρόνια η χρησιμοποίησή της αυξάνεται διότι αποτελεί ένα πολύ καθαρότερο καύσιμο από τη βενζίνη και το πετρέλαιο κίνησης. Τέλος, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ως στόχο την αύξηση της παραγωγής

και της εφαρμογής των βιοκαυσίμων με σκοπό τα περιβαλλοντικά οφέλη του πλανήτη από τη μείωση χρησιμοποίησης της βενζίνης και του πετρελαίου.

- **Ενεργειακές καλλιέργειες:** Ενεργειακές ονομάζονται όσες καλλιέργειες προορίζονται για την παραγωγή βιομάζας η οποία στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας. Στην Ελλάδα υπάρχουν οι κατάλληλες κλιματολογικές συνθήκες οι οποίες προσφέρουν και υψηλές ποσοτικές αποδόσεις βιομάζας αλλά ακόμα δεν είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένη η εφαρμογή των ενεργειακών καλλιεργειών. Οι πιο σημαντικές ενεργειακές καλλιέργειες είναι αυτές του καλαμιού, της αγριαγκινάρας, της ψευδοακακίας, του σόργου του σακχαρούχου και του ευκαλύπτου και γίνονται μελέτες για την απόδοση των καλλιεργειών αυτών στις ελληνικές συνθήκες.

Τα πλεονεκτήματα της αξιοποίησης της βιομάζας είναι:

- Περιορίζεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου καθώς δεν είναι αναγκαία η καύση ορυκτών καυσίμων, που επιφέρει την απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), το οποίο είναι η κύρια πηγή εμφάνισης του. Αν και από την καύση της βιομάζας παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, δεν παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα καθώς κατά την φωτοσύνθεση των φυτών προσλαμβάνεται από τα φυτά σημαντικό μέρος αυτού.
- Δεν παράγεται από την καύση της διοξείδιο του θείου, (SO_2) το οποίο παράγεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων και συμβάλει στη δημιουργία της όξινης βροχής.
- Μειώνεται η ενεργειακή εξάρτηση της χώρας από άλλες, καθώς μειώνονται οι εισαγωγές καυσίμων (πετρελαίου)
- Συμβάλει στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας, καθώς βοηθά τη διατήρηση των αγροτικών πληθυσμών και του εργατικού δυναμικού στις ελληνικές περιφέρειες.

Ενώ τα μειονεκτήματα τα ακόλουθα:

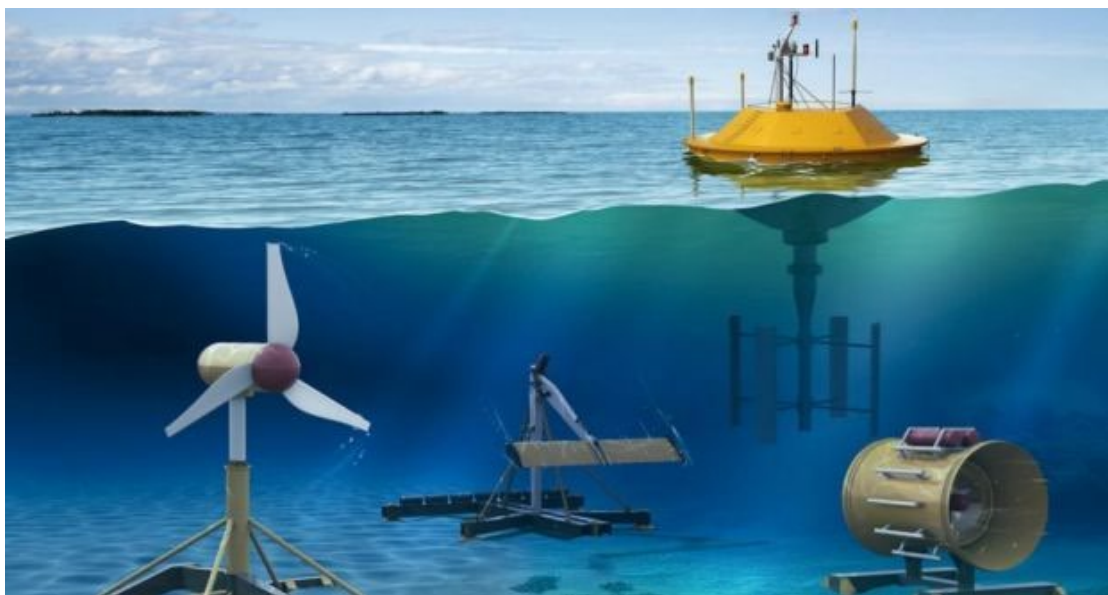
- Ο μεγάλος όγκος της και το μεγάλο ποσοστό της σε υγρασία που δυσκολεύει την επεξεργασία της.
- Παρουσιάζει δυσκολία στην συλλογή, την μεταφορά και την αποθήκευσή της.

- Η επεξεργασία της απαιτεί ακριβότερο εξοπλισμό και πιο δαπανηρές εγκαταστάσεις σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.
- Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας.

3.5 Θαλάσσια ενέργεια

Η θαλάσσια ενέργεια είναι η ενέργεια που μεταφέρεται από τα κύματα, τις παλίρροιες, την αλατότητα και τις διαφορές της θερμοκρασίας. Η αξιοποίηση της θαλάσσιας ενέργειας περιλαμβάνει:

- Μετατροπείς της ενέργειας των κυμάτων σε ανοικτές παράκτιες περιοχές.
- Γεννήτριες της παλιρροϊκής ενέργειας τοποθετημένες σε παράκτιες περιοχές και εκβολές ποταμών.
- Ατμοστρόβιλους σε ποτάμια με γρήγορη ροή.
- Γεννήτριες ωκεάνιων ρευμάτων σε περιοχές με ισχυρά θαλάσσια ρεύματα.
- Μετατροπείς θερμικής ενέργειας των ωκεανών σε βαθιά τροπικά ύδατα.



Εικόνα 27 Σχηματική απεικόνιση μεθόδων εκμετάλλευσης της θαλάσσιας ενέργειας

Μία μορφή ενέργειας που συναντάται στη θάλασσα και μπορεί να υπάρξει εκμετάλλευση της είναι η ενέργεια όσμωσης. Η συγκεκριμένη ενέργεια οφείλεται στη διαφορά αλατότητας του νερού κυρίως σε εκβολές ποταμών προς τη θάλασσα, στο σημείο δηλαδή που το γλυκό συναντά το αλμυρό νερό. Η θερμική ενέργεια των

ωκεανών επίσης οφείλεται στη διαφορά θερμοκρασίας ανάλογα με το βάθος, καθώς η επιφάνεια συνήθως θερμαίνεται από το άμεσο ηλιακό φως, σε αντίθεση με τα μεγαλύτερα βάθη που το ηλιακό φως δε μπορεί να διεισδύσει.

Η παλιρροϊκή ενέργεια οφείλεται στη μετακίνηση μεγάλων όγκων νερού λόγω του φαινομένου της παλίρροιας. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτή την περίπτωση μπορεί να γίνει μέσω τριών διαφορετικών μορφών συστημάτων, της παλιρροϊκής ενέργειας ρεύματος, της παλιρροϊκής ενέργειας φράγματος και της δυναμικής παλιρροϊκής ενέργειας.

Τα κύματα, δηλαδή η κινητική ενέργεια που περιέχεται σε αυτά, παράγονται από το πέρασμα του ανέμου πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Όσο τα κύματα διαδίδονται πιο αργά από την ταχύτητα του ανέμου, ακριβώς πάνω από τα κύματα, υπάρχει μια μεταφορά ενέργειας από τον άνεμο προς τα κύματα. Αμφότερες οι διαφορές πίεσης αέρα, μεταξύ του ανάντη και της υπήνεμης πλευράς, του κύματος κορυφής, καθώς και η τριβή στην επιφάνεια του νερού από τον άνεμο, αναγκάζουν το νερό να πάει στην τάση διάτμησης που προκαλεί την ανάπτυξη των κυμάτων.



Εικόνα 28 Πλωτή εγκατάσταση εκμετάλλευσης κυματικής ενέργειας

4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Όλες οι παρεμβάσεις που αφορούν ανθρώπινη παρέμβαση και εγκαταστάσεις φέρουν και επιπτώσεις στο ευρύτερο περιβάλλον. Παρότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καλούνται να βελτιώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση των συμβατικών μορφών ενέργειας εντοπίζονται επιπτώσεις και από τη χρήση των ίδιων.

4.1 Επιπτώσεις της αιολικής ενέργειας

Η εγκατάσταση ανεμογεννητριών, μεμονωμένα ή πολύ περισσότερο σε αιολικά πάρκα δημιουργεί προβλήματα στην κοντινή κυρίως περιοχή λειτουργίας του εξοπλισμού. Οι επιπτώσεως αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες, την οπτική όχληση, το φυσικό περιβάλλον και τον προκαλούμενο θόρυβο από τη λειτουργία του εξοπλισμού.

4.1.1 Αισθητικά προβλήματα και επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον

Τα αισθητικά προβλήματα προκύπτουν κυρίως από την εγκατάσταση του εξοπλισμού σε σημεία που υπάρχει συνεχή ροή αέρα. Αυτά τα σημεία είναι βέβαια συνήθως λόφοι ή βουνά, κάποια με ιδιαίτερο φυσικό κάλος. Τα σημεία εγκατάστασης των ανεμογεννητριών είναι εμφανή, πολλές φορές ορατά από πολλές δεκάδες χιλιόμετρα, γι' αυτό άλλωστε και γίνεται προσπάθεια ώστε ο σχεδιασμός τους να είναι καλαίσθητος, όσο βέβαια αυτό μπορεί να είναι δυνατό όταν πρόκειται για μία μηχανολογική εγκατάσταση.

Δεδομένου ότι περίπου το 99% της γης που φιλοξενεί ένα αιολικό πάρκο είναι διαθέσιμο για άλλες χρήσεις, μπορούμε να κατανοήσουμε ότι οι αγροτικές δραστηριότητες μπορούν να συνεχίζονται και μετά την εγκατάσταση του. Σε αυτές τις περιοχές, η χρήση γης είναι κυρίως για βοσκή αιγοπροβάτων οι οποία μπορεί να συνεχισθεί χωρίς κανένα πρόβλημα και μετά την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου. Χαρακτηριστικά, σε μερικά αιολικά πάρκα έχει παρατηρηθεί ότι οι ανεμογεννήτριες γίνονται πόλος έλξης αιγοπροβάτων που επωφελούνται από τη δροσιά της σκιάς που προσφέρουν οι πύργοι τους. Τα πουλιά καθώς πετούν μερικές φορές συγκρούονται με

κτίρια και άλλες σταθερές κατασκευές. Οι ανεμογεννήτριες όμως δεν προκαλούν ιδιαίτερο πρόβλημα όπως έχει φανεί από μελέτες που έχουν γίνει σε ευρωπαϊκές χώρες όπως η Γερμανία, η Ολλανδία, η Δανία και η Αγγλία. Συγκεκριμένα, υπολογίστηκε ότι στον συνολικό αριθμό πουλιών που σκοτώνονται ετησίως, μόνον 20 θάνατοι οφείλονται σε ανεμογεννήτριες (για εγκατεστημένη ισχύ 1000MW), ενώ αντίστοιχα 1.500 θάνατοι οφείλονται στους κνηηγούς και 2.000 σε πρόσκρουση με οχήματα και τις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (καθότι είναι σχεδόν «αόρατες» για τα πουλιά). Ασφαλώς βέβαια, το θέμα της προστασίας του πληθυσμού των πουλιών σε ευαίσθητες οικολογικά και προστατευόμενες περιοχές πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη φάση σχεδιασμού και χωροθέτησης του αιολικού πάρκου.

4.1.2 Θόρυβος από τη λειτουργία του εξοπλισμού

Ο θόρυβος από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών προέρχεται είτε από τα εσωτερικά μηχανικά τμήματα (κιβώτιο ταχυτήτων, ηλεκτρογεννήτρια, έδρανα κλπ.), είτε από την περιστροφή των πτερυγίων. Στην πρώτη περίπτωση είναι κυρίως μηχανικός ενώ στη δεύτερη αεροδυναμικός.

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι μηχανές πολύ ήσυχες συγκριτικά με την ισχύ τους και με συνεχείς βελτιώσεις από τους κατασκευαστές γίνονται όλο και πιο αθόρυβες. Η αντιμετώπιση του θορύβου γίνεται είτε στην πηγή είτε στη διαδρομή του. Οι μηχανικοί θόρυβοι έχουν ελαχιστοποιηθεί με εξαρχής σχεδίαση (γρανάζια πλάγιας οδόντωσης), ή με εσωτερική ηχομονωτική επένδυση στο κέλυφος της κατασκευής.

Το επίπεδο του αντιληπτού θορύβου από μία ανεμογεννήτρια σύγχρονων προδιαγραφών σε απόσταση 200 μέτρων, είναι μικρότερο από αυτό που αντιστοιχεί στο επίπεδο θορύβου περιβάλλοντος μιας μικρής επαρχιακής πόλης και βεβαίως δεν αποτελεί πηγή ενόχλησης. Με δεδομένη δε τη νομοθετημένη απαίτηση να εγκαθίστανται οι ανεμογεννήτριες σε ελάχιστη απόσταση 500 μέτρων από τους οικισμούς, το επίπεδο είναι ακόμη χαμηλότερο και αντιστοιχεί πλέον σε αυτό ενός ήσυχου καθιστικού δωματίου. Επιπλέον, στις ταχύτητες ανέμου που λειτουργούν οι ανεμογεννήτριες ο φυσικός θόρυβος (θόρυβος ανέμου σε δένδρα και θάμνους) υπερκαλύπτει οποιονδήποτε θόρυβο που προέρχεται από τις ίδιες.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω και σε συνδυασμό με τη θέση των «οικοπέδων» που συνήθως εγκαθίστανται τα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα για να έχουν καλύτερη απόδοση, μπορούμε να πούμε με σιγουριά ότι τα αιολικά πάρκα δεν προκαλούν αύξηση της υπάρχουσας στάθμης θορύβου εκτός των ορίων τους και ακόμη περισσότερο σε κατοικημένες περιοχές έκθεση ανθρώπων σε υψηλή στάθμη θορύβου.

4.1.3 Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές

Η ανησυχία αυτή συνήθως αναφέρεται αφενός σε προβλήματα που προκαλούν οι ανεμογεννήτριες λόγω της θέσης τους σε σχέση με ήδη υπάρχοντες σταθμούς τηλεόρασης ή ραδιοφώνου και αφετέρου σε πιθανές ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές από τις ίδιες.

Είναι γεγονός ότι η διάδοση των εκπομπών στις συχνότητες της τηλεόρασης ή και του ραδιοφώνου (κυρίως στις συχνότητες εκπομπών FM) επηρεάζεται από εμπόδια που παρεμβάλλονται μεταξύ πομπού και δέκτη. Το κυριότερο πρόβλημα από τις ανεμογεννήτριες προέρχεται από τα κινούμενα πτερύγια που μπορούν να προκαλέσουν αυξομείωση σήματος λόγω αντανάκλασεων. Αυτό ήταν πολύ εντονότερο στην πρώτη γενιά ανεμογεννητριών που έφερε μεταλλικά πτερύγια. Τα πτερύγια των συγχρόνων ανεμογεννητριών κατασκευάζονται αποκλειστικά από συνθετικά υλικά, τα οποία έχουν ελάχιστη επίπτωση στη μετάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Η Ελληνική νομοθεσία προβλέπει την προώθηση αδειοδότησης ενός αιολικού πάρκου μόνον εφόσον τηρούνται κάποιες ελάχιστες αποστάσεις από τηλεπικοινωνιακούς ή ραδιοτηλεοπτικούς σταθμούς. Οποιαδήποτε πιθανά προβλήματα παρεμβολών μπορούν να προληφθούν με σωστό σχεδιασμό και χωροθέτηση ή να διορθωθούν με μικρό σχετικά κόστος από τον κατασκευαστή του πάρκου με μια σειρά απλών τεχνικών μέτρων, όπως π.χ. η εγκατάσταση επιπλέον αναμεταδοτών. Σε σχέση με την συμβατότητα και τις παρεμβολές στις τηλεπικοινωνίες, αξίζει να αναφέρουμε, ότι σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες οι πύργοι των ανεμογεννητριών όχι μόνον δεν δημιουργούν εμπόδια, αλλά χρησιμοποιούνται ήδη για την εγκατάσταση κεραιών προς διευκόλυνση υπηρεσιών επικοινωνιών, όπως η κινητή τηλεφωνία.

Όσον αφορά τις εκπεμπόμενες ακτινοβολίες, όπως φαίνεται και από την περιγραφή των τμημάτων της ανεμογεννήτριας, τα μόνα υποσυστήματα που θα μπορούσαμε να πούμε

ότι «εκπέμπουν» ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χαμηλού επιπέδου, είναι η ηλεκτρογεννήτρια και ο μετασχηματιστής μέσης τάσης.

Το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο της ηλεκτρογεννήτριας είναι εξαιρετικά ασθενές και περιορίζεται σε μια πολύ μικρή απόσταση γύρω από το κέλυφος της που είναι τοποθετημένο τουλάχιστον 40-50 μέτρα πάνω από το έδαφος. Για το λόγο αυτό δεν υφίσταται πραγματικό θέμα έκθεσης στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ούτε καν στη βάση της ανεμογεννήτριας. Ο μετασχηματιστής, πάλι, περιβάλλεται πάντα από περίφραξη ασφαλείας ή είναι κλεισμένος σε μεταλλικό υπόστεγο. Η περίφραξη είναι τοποθετημένη σε τέτοια απόσταση που το επίπεδο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι αμελητέο. Μπορούμε λοιπόν να ισχυριστούμε με βεβαιότητα, ότι αυτά που ακούγονται για εκπομπή ραδιενέργειας η ακτινοβολιών άλλου τύπου από τις ανεμογεννήτριες δεν ευσταθούν.

4.2 Επιπτώσεις της υδροενέργειας

Οι πιο εμφανείς επιπτώσεις ίσως κατά την εκμετάλλευση της υδροενέργειας είναι από τα έργα Μικρών Υδροηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (Μ.Υ.Η.Ε.) (Πίνακας 1) Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός τέτοιου έργου σχετίζονται συνήθως με τη λειτουργία των οικοσυστημάτων και τη ρύπανση. Γενικότερα όμως μπορούν να αναφέρονται και σε θέματα αισθητικά, πολιτιστικά, κοινωνικά ή οικονομικά. Ειδικότερα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την πιθανή οπτική όχληση, την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, την πανίδα και την κατάλληλη υδροληψία, ενώ πρέπει να κρατείται ισορροπία στη χρήση και στις παρεμβάσεις σχετικά με τα επιφανειακά και υπόγεια νερά. Το μέγεθος, η φύση του Μ.Υ.Η.Ε. και τα χαρακτηριστικά του (π.χ. ύπαρξη ταμιευτήρα, εκτεταμένο οδικό δίκτυο κ.ά.), καθορίζουν σημαντικά τον βαθμό στον οποίο ασκείται πίεση στο περιβάλλον. Τα χαρακτηριστικά βέβαια ενός Μ.Υ.Η.Ε. είναι εκ των πραγμάτων φιλικά προς το περιβάλλον καθώς οφείλει να σχεδιαστεί σε ισορροπία με το περιβάλλον για να μπορεί να λειτουργεί.. Οι παρεμβάσεις αυτές δε σχετίζονται με αυτές των μεγάλων μονάδων παραγωγής, στις οποίες εντοπίζονται εδαφικές (π.χ. τραυματισμός του εδαφικού προφίλ από τις κατασκευές, αισθητική ένταξη του έργου), υδρολογικές (π.χ. δίαιτα του ποταμού, εμπλουτισμός υπόγειων νερών, χρήση του νερού), οικολογικές (π.χ. πανίδα και χλωρίδα), κοινωνικές (π.χ.

μετακίνηση οικισμών λόγω κατάκλισης, αλλαγή συνηθειών) ή οικονομικές διαφοροποιήσεις (π.χ. χρήση γης).

4.2.1 Αισθητικά προβλήματα

Τα αισθητικά προβλήματα ή η οπτική όχληση προκαλείται κυρίως από τα έργα οδοποιίας ενός Μ.Υ.Η.Ε., οπότε πρέπει να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μη δημιουργούν μεγάλα πρηνή, τα οποία έχουν έντονη επίπτωση στην αισθητική του τοπίου. Επίσης, μπορεί να επιφέρουν κατολισθήσεις σε ασταθή εδάφη. Μια έμμεση αλλά σοβαρή επίπτωση επίσης είναι η αλόγιστη διάθεση των μπαζών σε κοντινά ρέματα ή χαράδρες. Οι οπτικές επιπτώσεις από το φράγμα και το έργο υδροληψίας, τον αγωγό προσαγωγής, το κτίριο του σταθμού παραγωγής, το οποίο είναι σχετικά μικρό (περίπου 100 m²) και μπορεί να έχει τοπικό/παραδοσιακό χαρακτήρα (π.χ. πέτρα) και από τις γραμμές μεταφοράς μπορεί να είναι ελάχιστες, έως και μηδενικές, εάν το έργο σχεδιαστεί με κάποια βασική περιβαλλοντική ευαισθησία.

Στα Μ.Υ.Η.Ε. μεγάλης πτώσης, η απόσταση ανάμεσα στα έργα κεφαλής/υδροληψίας και στην έξοδο μπορεί να είναι έως και μερικά χιλιόμετρα, οπότε το κανάλι ή ο αγωγός του νερού που υπάρχει στην εγκατάσταση μπορεί να είναι ένα έντονο γραμμικό χαρακτηριστικό. Ωστόσο, η οπτική παρουσία των καναλιών δεν είναι απαραίτητα επιβλαβής στο τοπίο. Το μόνο που θα μπορούσε να προκαλέσει μικρή οπτική υποβάθμιση είναι τα πρηνή που διαμορφώνονται κατά μήκος των καναλιών, τα οποία όμως καλύπτονται με αυτοφυή βλάστηση μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Πρόβλημα επίσης μπορεί να υπάρξει σε περίπτωση ύπαρξης κάποιου υφιστάμενου καταρράκτη, οπότε μπορεί να αλλάξει η εμφάνισή του από την εκτροπή μέρους του νερού που τον δημιουργεί.

Οι ταμιευτήρες της εγκατάστασης μπορούν να δημιουργήσουν και αυτοί πιθανές οπτικές οχλήσεις από την κατάκλιση της γης, επηρεάζοντας τη γεωργία της περιοχής, τις τοπικές υποδομές, τους αρχαιολογικούς χώρους και τις προστατευόμενες περιοχές. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ο ταμιευτήρας (όταν επιλέγεται η κατασκευή φράγματος) μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία υγροτόπου και σε ένα καθ' όλα αποδεκτό αισθητικό αποτέλεσμα, διαφορετικό όμως από την πρότερη κατάσταση του τόπου.

4.2.2 Επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον

Λόγω του υψομέτρου της εγκατάστασης ενός Μ.Υ.Η.Ε. που βρίσκεται αναγκαστικά σε ορεινές ή ημιορεινές περιοχές, η υδροληψία μπορεί να οδηγήσει ακόμη και σε μηδενική ροή στη φυσική κοίτη του ποταμού, για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Το γεγονός αυτό μπορεί να επιφέρει μη αντιστρέψιμες συνέπειες στη χλωρίδα και την πανίδα, που συναντάται στην περιοχή μεταξύ της υδροληψίας και του σταθμού παραγωγής ενέργειας. Για τον λόγο αυτόν θα πρέπει να εξασφαλίζεται η κατάλληλη ποσότητα νερού κατηφορικά της υδροληψίας (οικολογική παροχή), για τη διατήρηση της ισορροπίας της χλωρίδας και πανίδας. Επίσης, κατά τη φάση των κατασκευών, η αποψίλωση της βλάστησης θα πρέπει να περιορίζεται στην απολύτως αναγκαία έκταση για τη δημιουργία των έργων.

Σε περιπτώσεις δημιουργίας ταμιευτήρα, μεταβάλλεται μόνιμα η χλωρίδα στη λεκάνη κατάκλισης, καθώς απαιτείται η εκχέρσωση της βλάστησης που βρίσκεται στη λεκάνη κατάληψης του δημιουργούμενου ταμιευτήρα. Τέλος, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην πανίδα που ζει ή χρησιμοποιεί την περιοχή και να εξασφαλίζεται η ελεύθερη κίνηση της ιχθυοπανίδας (εφόσον υπάρχει), έτσι ώστε να μη δημιουργούνται εμπόδια στα είδη ψαριών που διακινούνται κατά μήκος του ποταμού. Για τον λόγο αυτόν, θα πρέπει να προβλέπεται ειδική τεχνική κατασκευή (ιχθυόδρομος). Στην περίπτωση κατασκευής φράγματος και δημιουργίας ταμιευτήρα, σημειώνεται επίσης ανύψωση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας του νερού, με αποτέλεσμα την ανύψωση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.

Η υδροληψία/φράγμα διακόπτει τη συνεχή παροχή των φερτών υλικών κατά μήκος του ποταμού, με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται με την πάροδο του χρόνου στην υδροληψία ή στον δημιουργούμενο ταμιευτήρα. Οι φερτές ύλες αποτελούν πρόβλημα, που απαιτεί συνεχή αντιμετώπιση για τη σωστή λειτουργία του έργου. Η διακοπή της ροής των φερτών δημιουργεί μακροπρόθεσμα μεταβολή στην κοίτη και την εκβολή του ποταμού, ενώ αύξηση της διάβρωσης μπορεί να επέλθει και κατηφορικά του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αν δεν ληφθούν κατάλληλα μέτρα.

Θετικές επιδράσεις

Επιπτώσεις

Προτάσεις

Απουσία εκπομπών (CO ₂ , NO _x , SO ₂)	Οπτική όχληση / τοπίο	Χρήση υλικών και πρακτικών της περιοχής για κατασκευές. Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των στοιχείων του ΜΥΗΕ. Εγκιβωτισμός αγωγών, κατάλληλη χάραξη οδικού δικτύου, χρήση υφιστάμενων δρόμων
Συμβολή στην αύξηση οξυγόνωσης των υδατορευμάτων	Θνησιμότητα ιχθυοπανίδας	Κατάλληλος σχεδιασμός (π.χ. χρήση παγίδων ιχθυοπανίδας στην υδροληψία, χρήση ιχθυοδρόμων όπου απαιτείται).
Ο ταμιευτήρας (όταν χρησιμοποιείται) δημιουργεί νέους βιοτόπους	Σύνδεση με το δίκτυο	Περιορισμός επιπτώσεων (π.χ. αποκατάσταση περιοχής, επιλογής υπόγειων εργασιών)
	Χλωρίδα και υδατικοί πόροι	Μείωση της επέμβασης σε οικοσυστήματα και εκχέρσωση βλάστησης. Εξασφάλιση οικολογικής παροχής και χρήσεων νερού κατάντη.
	Οδικό δίκτυο	Περιορισμός επιπτώσεων (π.χ. χρήση του υφιστάμενου δικτύου όπου είναι εφικτό, κατάλληλη διάνοιξη δρόμων, αποκατάσταση πρανών και φυσικής βλάστησης, συντήρηση του οδικού δικτύου)

Πίνακας 1 Περιβαλλοντικά θέματα Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων

4.3 Επιπτώσεις της ηλιακής ενέργειας

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα προκαλούν ελάχιστα περιβαλλοντικά προβλήματα καθώς η λειτουργία τους είναι αθόρυβη και δεν εκπέμπει κανενός είδους επιβλαβές αέριο κατά την λειτουργία τους.

4.4 Επιπτώσεις της γεωθερμίας

Κατά την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας εντοπίζονται επιπτώσεις έκκλισης ανεπιθύμητων αερίων (υδρόθειο (H_2S) ή πυριτικό άλας) και στην υγρή φάση διφασικού ρευστού-αλμόλοιπος (π.χ. αρσενικό) και διάφορες άλλες ρυπογόνες ουσίες

4.5 Επιπτώσεις της θαλάσσιας ενέργειας

Η εκμετάλλευση της θαλάσσιας ενέργειας συνδέεται με αρκετές πιθανές επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον ή σε άλλες υπάρχουσες χρήσεις από τον άνθρωπο.

Αρχικά ο σχεδιασμός του εξοπλισμού πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να μην τραυματίζονται οι θαλάσσιοι οργανισμοί ενώ ο πιθανός θόρυβος από τη λειτουργία του ενδέχεται να δημιουργεί σε αυτούς προβλήματα. Ανάλογα με τη συχνότητα και το εύρος του ήχου που παράγεται από τις συσκευές παλιρροϊκής ενέργειας, αυτά τα ακουστικά σήματα μπορεί να έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στα θαλάσσια θηλαστικά. Σε περίπτωση εγκατάστασης φράγματος μπορεί επίσης να αλλάξει η ακτογραμμή μέσα στον κόλπο ή τις εκβολές ενός ποταμού, επηρεάζοντας σε μεγάλο βαθμό το οικοσύστημα που εξαρτάται από τα παλιρροιακά επίπεδα. Η αναστολή της ροής του νερού μέσα και έξω από τους κόλπους και τις εκβολές των ποταμών, προκαλεί πρόσθετη θολότητα (αιωρούμενα στερεά) και λιγότερο αλμυρό νερό, που μπορεί να οδηγήσει στο θάνατο των ψαριών που δρουν ως ζωτικής σημασίας πηγή τροφής για τα πτηνά και τα θηλαστικά.

5 Εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Τα έργα που αφορούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι πολλά, ειδικά τα τελευταία χρόνια. Στη συνέχεια θα γίνει σύντομη παρουσίαση του προγραμματισμού των συστημάτων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε Ελλάδα και Ευρώπη, ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες του δικτύου με λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον και η γενική μεθοδολογία σχεδιασμού μονάδων παραγωγής με εφαρμογή στη μονάδα παραγωγής με ανεμογεννήτριες στη Λέσβο.

5.1 Προγραμματισμός ανάπτυξης συστημάτων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Ο Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ), ως υπεύθυνος διαχειριστής του Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΣΜΗΕ) στην Ελλάδα, έχει καταρτίσει και διαθέτει δεκαετές πρόγραμμα ανάπτυξης του Συστήματος Μεταφοράς για το χρονικό διάστημα 2017-2026. Σε αυτό το πρόγραμμα περιλαμβάνονται τα έργα που πρέπει να υλοποιηθούν τη συγκεκριμένη περίοδο, ο σχεδιασμός, και ο προγραμματισμός τους. Πιο συγκεκριμένα αναφέρονται στοιχεία για:

- τις αναγκαίες σε βάθος ενισχύσεις του Συστήματος, όπως νέες Γραμμές Μεταφοράς (Γ.Μ.), αναβαθμίσεις Γ.Μ., νέα Κέντρα Υπερυψηλής Τάσης (ΚΥΤ) και Υποσταθμών (Υ/Σ), καθώς και επεκτάσεις υφισταμένων ΚΥΤ ή Υ/Σ που απαιτούνται για την ασφαλή διακίνηση ισχύος που προβλέπεται για την υπόψη χρονική περίοδο, τον εκσυγχρονισμό και την αναβάθμιση υφιστάμενων υποδομών Υ/Σ και ΚΥΤ, όπως και των αντίστοιχων υποδομών ελέγχου τους,
- τα αναγκαία έργα βελτίωσης της λειτουργίας και της οικονομικότητας του Συστήματος, όπως ενισχύσεις των υφισταμένων ΚΥΤ και κατασκευή νέων Γ.Μ. για τη βέλτιστη εξυπηρέτηση των αναγκών των Χρηστών του Συστήματος,
- την ένταξη στο Σύστημα ή/και την αναβάθμιση νέων διασυνδεδετικών Γ.Μ. με γειτονικές χώρες,

- τα έργα σύνδεσης στο Σύστημα (Γ.Μ. και Υποσταθμοί) που απαιτούνται για την ένταξη των νέων Σταθμών Παραγωγής (ΔΕΗ ή ιδιωτών) και των νέων Καταναλωτών Υ.Τ. (Πελάτες Υ.Τ. και Διαχειριστής Δικτύου), για τα οποία έχουν ήδη εκπονηθεί σχετικές μελέτες σύνδεσης,
- την ανάπτυξη των απαραίτητων υποδομών, όπως συστήματα συλλογής μετρήσεων (SCADA), τηλεπικοινωνιακές ζεύξεις μεταξύ Υ/Σ-ΚΥΤ και Κέντρων Ελέγχου Ενέργειας (ΚΕΕ), ανάπτυξη και εγκατάσταση εργαλείων λογισμικού (S/W), σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ασφαλέστερης και αποτελεσματικότερης λειτουργίας τόσο του Συστήματος, όσο και της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Παράλληλα και σε πιο ευρύτερο στρατηγικό πλαίσιο, η Ευρωπαϊκή Ένωση διαθέτει πλάνο ενεργειακών και κλιματικών στόχων έως το 2050 με ενδιάμεσα ορόσημα το 2020 και το 2030 (Πίνακας 2).

<i>Έτος ορόσημο</i>	<i>Στόχοι</i>
2020	<ul style="list-style-type: none"> • μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990 • άντληση του 20% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές • βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20%.
2030	<ul style="list-style-type: none"> • μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 40% • άντληση τουλάχιστον του 27% της ενέργειας στην ΕΕ από ανανεώσιμες πηγές • αύξηση της ενεργειακής απόδοσης κατά 27-30% • διασύνδεση της ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό 15% (δηλαδή το 15% της ενέργειας που παράγεται στην ΕΕ πρέπει να μπορεί να μεταφέρεται και προς άλλες χώρες της ΕΕ).
2050	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 80-95% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.

Πίνακας 2 Στρατηγικοί στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης έως το 2050

5.1.1 Ενεργειακός Χάρτης Πορείας (EXII) της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Στον Ενεργειακό Χάρτη Πορείας (EXII) για το 2050 (COM/2011/0885), η Ευρωπαϊκή Επιτροπή διερευνά τις προκλήσεις που θέτει η επίτευξη του στόχου της ΕΕ για την

απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και την ανταγωνιστικότητα. Μεταξύ των σεναρίων, συμπεριλαμβάνονται ισχυρά μέτρα στήριξης των ΑΠΕ που οδηγούν σε πολύ υψηλό μερίδιό τους στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (75% το 2050) και στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που φτάνει το 97%.

Σύμφωνα με όλα τα σενάρια του ΕΧΠ, η ηλεκτρική ενέργεια θα πρέπει να διαδραματίσει σπουδαιότερο ρόλο από ότι σήμερα (διπλασιάζοντας σχεδόν το μερίδιό της στην τελική ζήτηση ενέργειας σε ποσοστό 36-39% το 2050) και θα πρέπει να συμβάλει στην απαλλαγή του τομέα των μεταφορών και της θέρμανσης/ψύξης από τις ανθρακούχες εκπομπές. Για να επιτευχθεί αυτό, το σύστημα ηλεκτροπαραγωγής θα πρέπει να υποστεί διαρθρωτικές αλλαγές και να έχει απαλλαχθεί σε σημαντικό επίπεδο από τις ανθρακούχες εκπομπές ήδη το 2030 (57-65% το 2030 και 96-99% το 2050). Η αναδιάρθρωση του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής, συνεπάγεται και την παράλληλη προσαρμογή του δικτύου μεταφοράς ενέργειας, ώστε να ανταποκριθεί στις νέες απαιτήσεις. Προς αυτήν την κατεύθυνση κινείται ξεκάθαρα και το Δεκαετές Πρόγραμμα Ανάπτυξης του Συστήματος Μεταφοράς του ΑΔΜΗΕ.

Μια ακόμη σημαντική αλλαγή, που επισημαίνει ο ΕΧΠ, αφορά την εντεινόμενη αλληλεπίδραση μεταξύ αποκεντρωμένων και κεντρικών συστημάτων. Η αποκέντρωση του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής και παραγωγής θερμότητας αυξάνεται, όπως αναφέρεται και στο ΔΠΑ, λόγω της μεγαλύτερης παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ. Ωστόσο, αναμένεται να ενταθεί η συνεργασία των κεντρικών συστημάτων μεγάλης κλίμακας και των αποκεντρωμένων. Στο νέο ενεργειακό σύστημα θα πρέπει να διαμορφωθεί νέος σχηματισμός αποκεντρωμένων και κεντρικών, μεγάλης κλίμακας συστημάτων, τα οποία θα αλληλεξαρτώνται, για παράδειγμα, εάν οι τοπικοί πόροι δεν επαρκούν ή κυμαίνονται χρονικά. Η αλληλεξάρτηση αυτή θα βασίζεται στην καλή διασύνδεση των συστημάτων μεταξύ τους και με τους καταναλωτές, η οποία εξαρτάται τόσο από την ανάπτυξη και αναβάθμιση του Συστήματος Μεταφοράς, όσο από το Σύστημα Διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Με ορίζοντα τις εξελίξεις από το 2020 στο 2050, ο ΕΧΠ, αντιμετωπίζοντας σφαιρικότερα το ζήτημα της ένταξης των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα της Ευρώπης, σχετικά με τον κρίσιμο παράγοντα των τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας

παραγόμενης από ΑΠΕ, αναφέρει ότι για να επιτευχθεί μεγαλύτερη αποδοτικότητα χρήσης και ανταγωνιστικό κόστος των τεχνολογιών αυτών, απαιτούνται βελτιωμένες υποδομές για την ενοποίηση της διακίνησης ενέργειας σε όλη την Ευρώπη. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι: «Με επαρκείς δυνατότητες διασύνδεσης και ευφύστερο δίκτυο είναι δυνατόν να εξασφαλίζεται η εξισορρόπηση των διακυμάνσεων της ηλεκτροπαραγωγής από αιολική και ηλιακή ενέργεια σε ορισμένες περιοχές, μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε άλλο σημείο της Ευρώπης». Δεδομένου ότι «σημαντικές ποσότητες ηλεκτρισμού είναι δυνατόν να παράγονται από αιολική και ηλιακή ενέργεια σε χώρες της Μεσογείου» η ΕΕ θα εφαρμόσει στρατηγικές για την αξιοποίηση του συγκριτικού πλεονεκτήματος κρατών μελών, «π.χ. της Ελλάδας όπου αναπτύσσονται μεγάλης κλίμακας έργα ηλιακής ενέργειας», θα ενθαρρύνει και θα διευκολύνει την ανάπτυξη των πηγών ενέργειας από ανανεώσιμους πόρους και χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών στις χώρες της Νότιας Μεσογείου και των διασυνδέσεών τους με τα ευρωπαϊκά δίκτυα μεταφοράς και διανομής.

Το ΔΠΑ εμπεριέχει έναν αξιόλογο αριθμό έργων, προσανατολισμένων στην επέκταση των διεθνών διασυνδέσεων της Ελλάδας, με τις γείτονες χώρες, Βουλγαρία και Τουρκία. Μάλιστα, το Τουρκικό Σύστημα συνδέθηκε μόνιμα με το Ευρωπαϊκό, από το 2013, έπειτα από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των δοκιμών παράλληλης λειτουργίας τους από το 2010, από την περιφερειακή επιτροπή του ENTSO-E (Regional Group Continental Europe).

5.1.2 Εθνικός οδικός ενεργειακός χάρτης πορείας για το 2050

Οι βασικοί άξονες του εθνικού ενεργειακού σχεδιασμού είναι η μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενη ενέργεια, η μεγιστοποίηση της διείσδυσης των ΑΠΕ, η επίτευξη σημαντικής μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) μέχρι το 2050, καθώς και η προστασία του τελικού καταναλωτή.

Η μελλοντική εικόνα του ενεργειακού συστήματος όπως προκύπτει από τα σενάρια ενεργειακής πολιτικής που αναφέρονται στον Οδικό Ενεργειακό Χάρτη Πορείας της Ελλάδας, μπορεί να συνοψισθεί στα παρακάτω δέκα (10) σημεία:

1. Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 60%-70% έως το 2050ως προς το 2005.

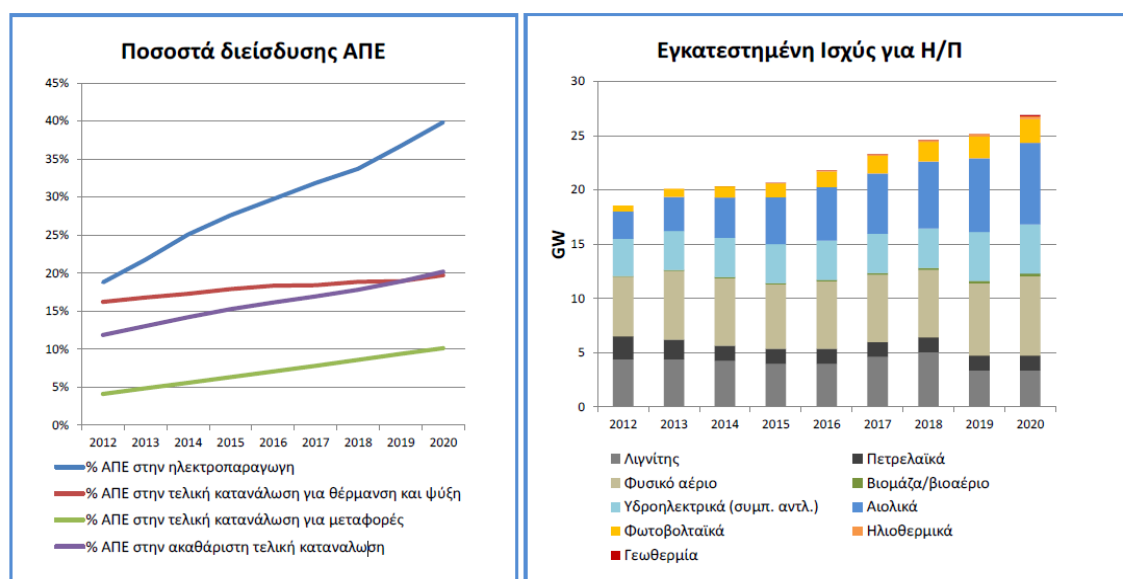
2. Ποσοστό 85-100 % ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, με την αξιοποίηση όλων των εμπορικά ώριμων τεχνολογιών.
3. Συνολική διείσδυση ΑΠΕ σε ποσοστό 60%-70% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας μέχρι το 2050.
4. Σταθεροποίηση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης λόγω των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
5. Σχετική αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας λόγω εξηλεκτισμού των μεταφορών και μεγαλύτερης χρήσης αντλιών θερμότητας στον οικιακό και τριτογενή τομέα.
6. Σημαντική μείωση της κατανάλωσης πετρελαιοειδών.
7. Αύξηση της χρήσης βιοκαυσίμων στο σύνολο των μεταφορών στο επίπεδο του 31% - 34% μέχρι το 2050.
8. Κυρίαρχο το μερίδιο του ηλεκτρισμού στις επιβατικές μεταφορές μικρής απόστασης (45%) και σημαντική αύξηση του μεριδίου των μέσων σταθερής τροχιάς.
9. Σημαντικά βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση για το σύνολο του κτιριακού αποθέματος και μεγάλη διείσδυση των εφαρμογών ΑΠΕ στον κτιριακό τομέα.
10. Ανάπτυξη μονάδων αποκεντρωμένης παραγωγής και έξυπνων δικτύων.

Σχετικά με τα νησιά, όπου η παραγωγή ηλεκτρισμού μέχρι σήμερα γίνεται κυρίως με πετρελαϊκούς σταθμούς, αναφέρεται ότι, στο δεύτερο μισό της τρέχουσας δεκαετίας, θα ολοκληρωθούν οι διασυνδέσεις των Κυκλάδων και της Κρήτης με το ηπειρωτικό σύστημα. Σκοπός των συνδέσεων αυτών, πέραν από τον περιορισμό της λειτουργίας των ΑΣΗ (αυτόνομοι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής), αποτελεί και η επέκταση των δυνατοτήτων αξιοποίησης του μεγάλου τοπικού δυναμικού ΑΠΕ, ενώ κατά την επόμενη δεκαετία, το πλάνο είναι η επέκταση των διασυνδέσεων ώστε να καλύψουν το σύνολο των νησιών του Αιγαίου καθώς και σημαντικό αριθμό υπεράκτιων αιολικών πάρκων που μπορεί να αναπτυχθούν.

Για την επίτευξη αυτών των ποσοστών συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή (Εικόνα 29) απαιτείται η ολοκλήρωση των αναγκαίων εργασιών επέκτασης και

αναβάθμισης του ηλεκτρικού δικτύου που αφορά τη διασύνδεση των νησιών και την ενίσχυση του ηπειρωτικού δικτύου, καθώς και τη βελτίωση του θεσμικού και κανονιστικού πλαισίου λειτουργίας των μονάδων ΑΠΕ. Η υλοποίηση του Εθνικού Σχεδίου για το 2020 θα έχει σαν αποτέλεσμα την δραστική αλλαγή του μείγματος στην παραγωγή της ενέργειας (Εικόνα 29). Η υλοποίηση του προγράμματος περιλαμβάνει τα εξής επιμέρους έργα: Έργα ανάπτυξης στην περιοχή της Θεσσαλονίκης

1. Ανάπτυξη Νέων ΚΥΤ στην περιοχή της Αθήνας
2. Έργα ανάπτυξης στην ευρύτερη περιοχή της Πελοποννήσου.
3. Διασύνδεση Κυκλάδων
4. Διασύνδεση της Κρήτης με το Ηπειρωτικό Σύστημα
5. Έργα για την Εξυπηρέτηση του Δικτύου
6. Ικανότητα Διακίνησης Ισχύος από Μονάδες ΑΠΕ στο Σύστημα – Έργα Ανάπτυξης σε κρίσιμες περιοχές
7. Ανάπτυξη Διεθνών Διασυνδέσεων



Εικόνα 29 Διάγραμμα ποσοστών διείσδυσης των ΑΠΕ ως το 2020 και ενεργειακό μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

5.1.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του Δεκαετούς Προγράμματος Ανάπτυξης

Το σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει έργα υποδομής που αφορούν τις εναέριες, υπόγειες και υποβρύχιες γραμμές μεταφοράς καθώς και την

κατασκευή ή επέκταση νέων Κέντρων Υπερύψηλης Τάσης (ΚΥΤ) και Υποσταθμών (Υ/Σ). Οι πιθανές επιπτώσεις, που ενδέχεται να προκληθούν από τις εναέριες Γραμμές Μεταφοράς (Γ.Μ.) περιλαμβάνουν επιπτώσεις στο τοπίο, οι οποίες προκύπτουν από την κατασκευή νέων πυλώνων κυρίως και δευτερευόντως εναερίων καλωδίων. Αυτές οι επιπτώσεις ενδέχεται να αποδειχτούν σημαντικές, ιδίως, όταν η σχεδίαση της γραμμής μεταφοράς δεν αξιοποιεί με ορθό τρόπο την τοπογραφία της περιοχής από την οποία διέρχεται.

Επιπροσθέτως, οι επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα μπορεί επίσης να είναι σημαντικές, ιδίως όταν τα έργα Γ.Μ. διέρχονται μέσα από ευαίσθητα ενδιαιτήματα. Οι επιπτώσεις, μπορεί να μην προκαλούνται από το έργο των Γ.Μ. αυτό καθαυτό, αλλά και από τα συναφή έργα του, όπως για παράδειγμα η διάνοιξη δρόμων για τη διευκόλυνση της πρόσβασης κατά την κατασκευή και τη συντήρηση του έργου.

Μεγάλης σημασίας είναι επίσης το αν οι γραμμές μεταφοράς διασχίζουν μεταναστευτικούς διαδρόμους των πτηνών, ή γειτνιάζουν με σημαντικούς βιοτόπους ειδών πτηνών που κινδυνεύουν με εξαφάνιση. Πέρα από την όχληση που μπορεί να δημιουργηθεί, κατά το στάδιο κατασκευής, η απώλεια ενδιαιτήματος, μεμονωμένα ή σωρευτικά, μπορεί να αποδειχθεί σπουδαιότερη επίπτωση ακόμη και από την άμεση θανάτωση των πουλιών από συμβάντα προσκρούσεων στις Γ.Μ.

Όσον αφορά τον άνθρωπο, η σημαντικότερη επίπτωση που εξετάζεται αφορά στην έκθεση στα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία που δημιουργούνται κάτω από και εκατέρωθεν των εναερίων Γ.Μ.. Είναι σημαντικό, κατά το σχεδιασμό των έργων, να εξασφαλίζεται ότι ο ανθρώπινος πληθυσμός δεν θα εκτίθεται στη Μη ιονίζουσα ακτινοβολία, σε τιμές μεγαλύτερες από αυτές που ορίζει η νομοθεσία (ΚΥΑ 53571/3839/2000, ΚΥΑ 3060(ΦΕΚ)238/2002 κλπ.)

Άλλες σημαντικές πιθανές επιπτώσεις μπορεί να είναι:

- Επιδείνωση της ποιότητας των υδάτινων πόρων.
- Δημιουργία Ακουστικής Ρύπανσης (κατά κύριο λόγο στην κατασκευή).
- Επιπτώσεις στην Πολιτιστική Κληρονομιά (παρεμβάσεις στις περιοχές αρχαιολογικής σημασίας κατά τη διάρκεια της κατασκευής ή και κατά τη λειτουργία).

- Επιπτώσεις στο Έδαφος και την Γεωλογία (συμπίεση του εδάφους, αποστράγγιση)
- Επιπτώσεις στα Υλικά περιουσιακά στοιχεία (όπως οι απαλλοτριώσεις της γης).

Στις περιπτώσεις κατασκευής υπόγειων Γ.Μ. η οπτική ρύπανση είναι σαφώς λιγότερο σημαντική και περιορίζεται στο στάδιο κατασκευής των έργων, εφόσον βέβαια μετά την ολοκλήρωσή τους πραγματοποιηθεί ικανοποιητική αποκατάσταση της περιοχής επέμβασης.

Ωστόσο, προκειμένου να κατασκευαστεί μια Γ.Μ. χρησιμοποιώντας υπόγειες μεθόδους σε μια περιοχή, θα υλοποιηθεί πρόσβαση των μηχανημάτων σε όλο το μήκος της εγκατάστασης, δημιουργώντας ένα εκτεταμένο γραμμικό εργοτάξιο. Αυτό επιφέρει τη διαταραχή της χρήσης\κάλυψης γης και της οικολογικής της λειτουργίας κατά μήκος της εγκατάστασης, η οποία συνοδεύεται από αφαίρεση της φυτικής γης ή βλάστησης, με ενδεχόμενο επίσης τη διατάραξη της δομής του εδάφους ή και των αποστραγγιστικών του ιδιοτήτων. Από την άλλη, όταν οι υπογειοποιήσεις καλωδίων σχεδιάζονται εντός αστικών περιοχών, ενδέχεται να δημιουργηθούν προβλήματα στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες που γειτνιάζουν με την περιοχή επέμβασης, κατά την διάρκεια κατασκευής του έργου.

Υπάρχουν, επίσης, πρακτικά προβλήματα με τη διαχείριση των υδατορευμάτων, εάν εντοπίζονται τέτοια στην περιοχή επέμβασης. Τέλος, τα υπόγεια καλώδια μπορεί να έχουν άμεσες και σημαντικές επιπτώσεις στην αρχαιολογική κληρονομιά, εάν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα.

Οι κύριες επιπτώσεις που προκαλούνται στο θαλάσσιο χώρο από τα υποθαλάσσια καλώδια τροφοδοσίας αφορούν στα ηλεκτρικά και μαγνητικά (H/M) πεδία που δημιουργούν κατά τη λειτουργία τους. Σύμφωνα με βιβλιογραφικές αναφορές, η έκθεση ειδών ιχθυοπανίδας σε H/M πεδία, μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις, να προκαλέσει διαταραχή στη συμπεριφορά τους ή και επιπτώσεις στην υγεία τους, ανάλογα φυσικά με το είδος και την ένταση των πεδίων. Τα πεδία που δημιουργούνται από καλώδια συνεχούς (DC) ή εναλλασσόμενου (AC) ρεύματος, ως παράδειγμα, διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την ένταση. Αναφέρεται επίσης ότι διαφορετικοί οργανισμοί έχουν διαφορετική ευαισθησία στην ένταση των πεδίων.

Από τα είδη που έχουν μελετηθεί μεγαλύτερη ευαισθησία έδειξαν τα ελασματοβράγχια και τα θαλάσσια θηλαστικά που χρησιμοποιούν το μαγνητικό πεδίο της γης για την μετακίνησή τους. Τα ευαίσθητα, στα ηλεκτρικά πεδία, είδη μπορεί για παράδειγμα να προσελκυστούν ή να απωθηθούν από τα ηλεκτρικά πεδία. Παρόλα αυτά, σχετικές έρευνες στην περιοχή της Βαλτικής σε υποθαλάσσια καλώδια Γ.Μ., έδειξαν ότι αν και η τροποποίηση του μαγνητικού πεδίου λίγα μέτρα εκατέρωθεν από το σημείο που διέρχεται το καλώδιο είναι σημαντική, σε απόσταση μεγαλύτερη των 20 μ., οι αλλαγές στο μαγνητικό πεδίο δεν υπερβαίνουν την τιμή των φυσικών αλλαγών του μαγνητικού πεδίου της γης.

Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα, αποτελεί το αν οι εγκαταστάσεις των υποθαλάσσιων καλωδίων, μπορεί να επηρεάσουν τους χρήστες των παράκτιων υδάτων. Κάτι τέτοιο, ενδεχομένως μπορεί να προκύψει εάν τα καλώδια τοποθετούνται κοντά σε κύριες γραμμές ναυσιπλοΐας, σε περιοχές που λαμβάνουν χώρα στρατιωτικές δραστηριότητες, αλλά και σε περιοχές σημαντικές για τη χλωρίδα και την πανίδα. Στο υπό μελέτη Πρόγραμμα, με την επιλεγμένη χάραξη και ταφή των καλωδίων, στον πυθμένα, όπου αυτό είναι δυνατόν βάσει των γεωλογικών και τοπογραφικών συνθηκών, καθώς και με την υπογειοποίησή τους στα σημεία προσαιγιάλωσης, αναμένεται να αμβλυνθούν ή και να εκμηδενιστούν οι επιπτώσεις στις υπάρχουσες χρήσεις γης.

Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελούν οι εγκαταστάσεις υποθαλάσσιων καλωδίων, κοντά σε περιοχές έντονης αλιευτικής δραστηριότητας. Η πιθανότητα, όμως να περνά η χαρτογραφημένη διαδρομή του καλωδίου μέσα από αλιευτικά πεδία, έχει ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό των υποβρύχιων διασυνδέσεων του Προγράμματος, καθώς σε εκείνα τα σημεία συνιστάται ενταφιασμός του καλωδίου για βάθη έως 400 μ.

Τέλος, μια πιθανή επίπτωση η οποία ίσως προκύψει μόνο κατά τη διάρκεια τοποθέτησης ή βλάβης μιας υποβρύχιας γραμμής, αποτελεί η επαναιώρηση ιζημάτων και η προσωρινή αύξηση της θολότητας των υδάτων, καθώς ο πυθμένας διαταράσσεται από την εκσκαφή. Η μετατόπιση του ιζήματος σχετίζεται με το μέγεθος των κόκκων των ιζημάτων, την πυκνότητα του υλικού και την ενέργεια που απαιτείται για τον μηχανισμό μεταφοράς. Η μετακίνηση των ιζημάτων μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια ενδαιτήματος και αύξηση στη θολότητα του νερού εξαιτίας των αιωρούμενων σωματιδίων. Παρόλα αυτά, με την ορθή αξιοποίηση νέων τεχνολογιών (πχ.

υπογειοποίηση καλωδίων με υδροβολή) μπορεί να επιτευχθεί η τοποθέτηση των καλωδίων στο επιθυμητό βάθος σχεδιασμού, με ελάχιστη διαταραχή του πυθμένα.

Βασικό στάδιο στην κατασκευή νέων ΚΥΤ και Υ/Σ αποτελεί η επιλογή του τόπου (screening) ώστε να διασφαλιστεί η αποφυγή, κατά το δυνατόν, χωροθέτησης εντός ευαίσθητων τοπίων και οικοτόπων. Κατά το στάδιο αυτό, ελέγχεται η τοπογραφία, η φύση των κατηγοριών χρήσεων γης, η ύπαρξη ή μη βλάστησης κ.α., ώστε η επιλεγόμενη θέση να εξασφαλίζει την, όσο το δυνατόν, πιο ομαλή ενσωμάτωση των εγκαταστάσεων στο υπάρχον τοπίο. Ακόμα, είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί ότι η νέα εγκατάσταση δεν βρίσκεται μέσα στην κοίτη πλημμυρών μεγάλων υδάτινων ρευμάτων, τα οποία θα μπορούσαν να επηρεάσουν την πρόσβαση και τη λειτουργία της εγκατάστασης, καθώς και ότι δεν βρίσκεται μέσα ή δίπλα σε καθορισμένες περιοχές διατήρησης και σε ευαίσθητα ενδιαιτήματα.

Όπου σχεδιάζεται επέκταση κάποιου υφιστάμενου ΚΥΤ ή Υ/Σ θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι αυτή δεν επηρεάζει κάποιο κοντινό δομημένο περιβάλλον και ότι η επέκταση έχει σχεδιαστεί κατάλληλα ώστε να εξασφαλιστεί επαρκής ενσωμάτωση με το υπάρχον περιβάλλον. Η κλίμακα της επέκτασης θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να ταιριάζει με τη γύρω περιοχή, δεδομένου του μεγέθους των υφιστάμενων εγκαταστάσεων και του περιβάλλοντος χώρου.

5.1.4 Επιπτώσεις στο περιβάλλον και μέτρα αντιμετώπισης

Η μελέτη του Προγράμματος καταρτίστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2001/42/ΕΚ και της ΚΥΑ οικ.107017/2006. Γενική κατεύθυνση για την εφαρμογή του Προγράμματος είναι η τήρηση της ισχύουσας νομοθεσίας σχετικά με την περιβαλλοντική αδειοδότηση των έργων και δραστηριοτήτων (Γραμμές Μεταφοράς, Υποσταθμοί, Σταθμοί Μετατροπής, Σταθμοί Παραγωγής, έργα ΑΠΕ κ.ά.) σύμφωνα με το άρθρο 1 του Ν. 4014/2011 και τη σχετική υπ' αρ. 1958/13-01-2012 ΥΑ περιβαλλοντικής κατάταξης έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες.

Ειδικότερα, ανάλογα με την περιβαλλοντική κατάταξη και το στάδιο περιβαλλοντικής αδειοδότησης θα πρέπει να εκπονούνται οι απαιτούμενες Περιβαλλοντικές Μελέτες σύμφωνα με το Ν. 4014/2011 (ΠΠΔ, ΠΠΠΑ, ΜΠΕ, ΤΕΠΕΜ, Φάκελος τροποποίησης

ΑΕΠΟ, Φάκελος Συμμόρφωσης) και την υπ' αρ. οικ. 170225/20-01-2014 ΥΑ, στις οποίες θα γίνεται εκτίμηση και αξιολόγηση των πιθανά σημαντικών επιπτώσεων από τις εργασίες κατασκευής και λειτουργίας των επιμέρους έργων και θα περιγράφονται με σαφήνεια και πληρότητα τα μέτρα, οι όροι και οι περιορισμοί που πρέπει να εφαρμοστούν για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων. Κατά την εκπόνηση των περιβαλλοντικών μελετών η επιλογή της βέλτιστης περιβαλλοντικά λύσης και η ενσωμάτωση μέτρων και όρων ελαχιστοποίησης των αναμενόμενων επιπτώσεων έχει ιδιαίτερη σημασία.

Επιπρόσθετα, για τα έργα και τις δραστηριότητες που χωροθετούνται εντός των ορίων προστατευόμενων περιοχών του δικτύου Natura 2000 θα πρέπει να εκπονείται Μελέτη Ειδικής Οικολογικής Αξιολόγησης (ΜΕΟΑ) σύμφωνα με το άρθρο 10 του Ν. 4014/2011 και τις προδιαγραφές της ΥΑ οικ. 170225/20-01-2014, η οποία θα εστιάζει στις πιθανά σημαντικές επιπτώσεις στα είδη και τα ενδιαιτήματα σύμφωνα με τους καθορισμένους στόχους διατήρησης της προστατευόμενης περιοχής. Τελικά, όλα τα έργα και οι δραστηριότητες θα πρέπει να είναι εφοδιασμένα με Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) σύμφωνα με το Ν.4014/2011. Για τα έργα για τα οποία έχουν ήδη εκδοθεί ΠΠΠΑ, ΠΠΔ και ΑΕΠΟ σημαντική προτεραιότητα αποτελεί ο έλεγχος και η παρακολούθηση της τήρησης των εγκεκριμένων περιβαλλοντικών όρων από τις αρμόδιες υπηρεσίες. Ειδικότερα, θα πρέπει να ακολουθούνται τα προβλεπόμενα όρια και οι προβλέψεις της ισχύουσας περιβαλλοντικής νομοθεσίας, όπως ενσωματώνονται στις περιβαλλοντικές μελέτες και τις αντίστοιχες εκδοθείσες εγκριτικές αποφάσεις (ΠΠΠΑ, ΠΠΔ, ΑΕΠΟ) και αφορούν τις εκπομπές αέριων ρύπων, θορύβου, ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, τη διαχείριση των παραγόμενων υγρών και στερεών αποβλήτων, την προστασία των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, του εδάφους, της βιοποικιλότητας, του τοπίου, κ.ά.

5.2 Μεθοδολογία σχεδιασμού μίας μονάδας παραγωγής

Μια ενεργειακή επένδυση απαιτεί περίπου μια δεκαετία από την στιγμή της σύλληψης της ιδέας, μέχρι την τελική υλοποίηση, καθώς περιλαμβάνει διάφορα στάδια όπως ο αρχικός σχεδιασμός, η αδειοδότηση, η κατασκευή και η έναρξη λειτουργίας. Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει επιλογή της τεχνολογίας, οικονομικοτεχνική αποτίμηση, και

τελική υποβολή του ολοκληρωμένου φακέλου μαζί με την μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Το στάδιο της αδειοδότησης περιλαμβάνει την έγκριση από τους διάφορους εντεταλμένους φορείς (Υπουργεία, Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Τοπική Αυτοδιοίκηση), ανάρτηση της πρότασης, και κοινωνική διαβούλευση για την διατύπωση αντιρρήσεων, επιφυλάξεων, αρνήσεων.

Καθώς οι επενδύσεις στην ενέργεια για την παραγωγή και χρήση απαιτούν μια περίοδο ωρίμανσης κάποιων ετών, είναι ουσιαστικό για τον ιδιωτικό και κρατικό τομέα να υπάρχει μια καθαρή προοπτική μελλοντικής προσφοράς και ζήτησης ενέργειας. Όλοι οι φορείς που συμμετέχουν σε μια πολιτική δράσης ενεργειακού σχεδιασμού, θα πρέπει να συμπεριλάβουν υπεύθυνα την παράμετρο της ενεργειακής ζήτησης ως παράγοντα στρατηγικής σημασίας. Σε αντίθετη περίπτωση, η ανεπιτυχής πρόβλεψη της ενεργειακής ζήτησης μπορεί να επιφέρει σημαντικά προβλήματα στην ανάπτυξη του τόπου.

Το κόστος των τεχνολογιών κατανεμημένης παραγωγής, αποτελεί έναν επίσης σημαντικό παράγοντα που μεταξύ άλλων, δίνει τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των υποψήφιων τεχνολογιών κατανεμημένης παραγωγής. Το κόστος αυτών των τεχνολογιών (όπως και κάθε προϊόντος), δεν είναι σταθερό στο πεδίο του χρόνου και αυτό με τη σειρά του καθορίζεται από τις τρέχουσες τεχνολογικές εξελίξεις, από το νόμο προσφοράς και ζήτησης, από τις οικονομίες κλίμακας, από τις τρέχουσες τιμές των συμβατικών καυσίμων κλπ. Σε γενικές γραμμές, το κόστος συνίσταται από:

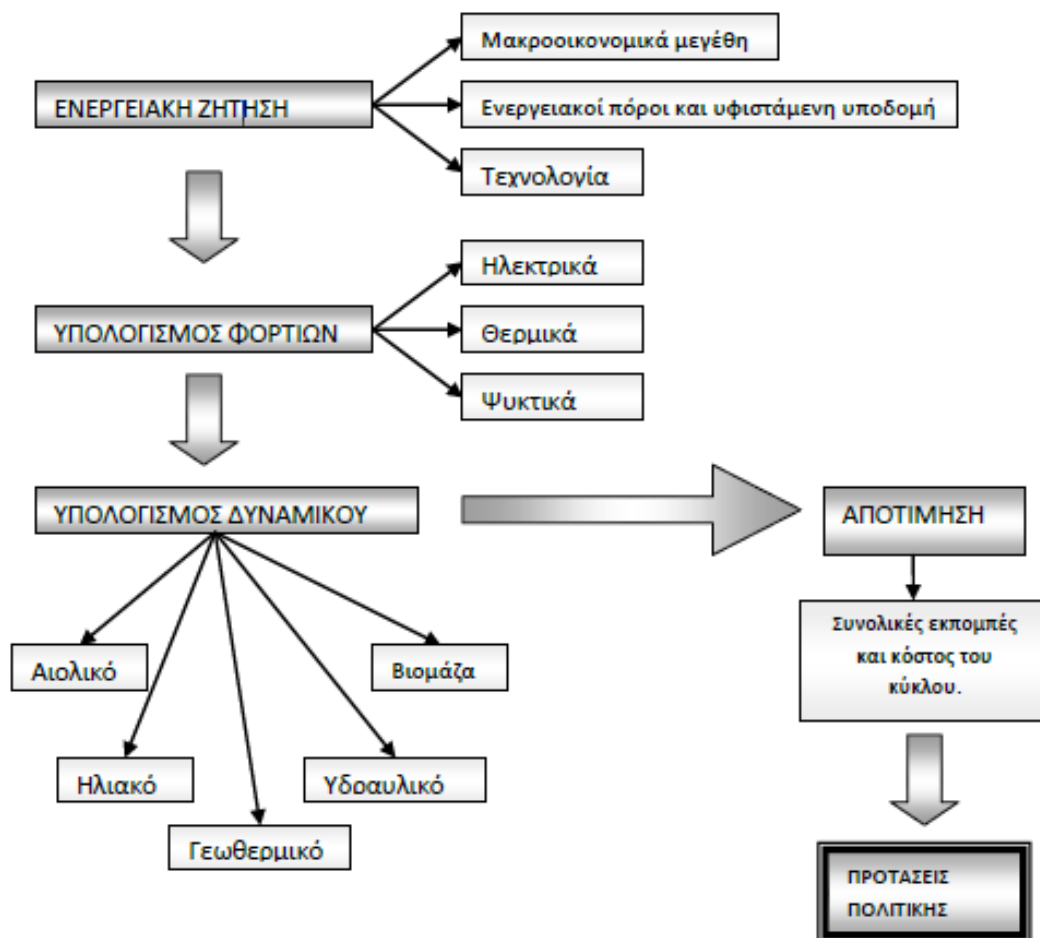
- το κόστος κτήσης και εγκατάστασης της μονάδας παραγωγής,
- το κόστος λειτουργίας και συντήρησης,
- το κόστος καυσίμου που καταναλώνεται ανά μονάδα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (€/kWh) και
- το χρόνο ζωής της μονάδας.

Η εγκατάσταση σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, με συμβατικά καύσιμα ή/και με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολικά πάρκα) σε μια περιοχή, απαιτεί μια μελέτη, η οποία θα λαμβάνει υπόψη παραμέτρους που σχετίζονται με οικονομικά, περιβαλλοντικά, τεχνικά, νομοθετικά και κοινωνικά θέματα.

5.2.1 Μεθοδολογία

Ένα βασικό μεθοδολογικό πλαίσιο αποτελείται από μια σειρά σταδίων που περιλαμβάνουν υπολογισμούς και αξιολογήσεις και οδηγούν σε ένα αποτέλεσμα, βάσει του οποίου κρίνεται κατά πόσο είναι δυνατή η εγκατάσταση ενός συστήματος σε μια περιοχή και κάτω από ποιες συγκεκριμένες συνθήκες. Τα στάδια αυτά είναι, η αποτύπωση/ανάλυση της ενεργειακής ζήτησης, ο υπολογισμός των φορτίων, ο υπολογισμός του δυναμικού των ΑΠΕ και τελικά η συνολική αποτίμηση.

Η ενεργειακή ζήτηση μιας περιοχής, θα υπολογιστεί βάσει των μακροοικονομικών μεγεθών, της ενεργειακής υποδομής και ενεργειακών πόρων και τέλος, βάσει της τεχνολογικής κατάστασης (Πίνακας 3).



Εικόνα 30 Στάδια του μεθοδολογικού πλαισίου

<p>Τα φυσικογεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Την γεωγραφική κατανομή της περιοχής, το πληθυσμιακό μέγεθος αυτής, την κατανομή του πληθυσμού στην ευρύτερη περιοχή και την πληθυσμιακή πυκνότητα εκάστης περιοχής. • Τις γεωγραφικές ενότητες και τα διοικητικά διαμερίσματα. • Τη γεωγραφική συνοχή των υποπεριοχών και τη διάταξη αυτών στο χώρο απ' όπου καθορίζεται και η γεωγραφική φυσιογνωμία της συνολικής περιοχής. • Το ανάγλυφο του εδάφους, και τη κατανομή της γεωλογικής, υδρογεωλογικής και εδαφολογικής σύστασής του. • Τη μορφή των ακτογραμμών (εφόσον υπάρχουν). • Τις ιδιαιτερότητες της περιοχής, ή των υποπεριοχών αυτής.
<p>Την οικονομική φυσιογνωμία της περιοχής</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Τα στοιχεία του πρωτογενούς τομέα (παραγόμενα προϊόντα, αγροτική- κτηνοτροφική ανάπτυξη, παραγωγικότητα κλπ). • Τα στοιχεία του δευτερογενούς τομέα (αριθμός επιχειρήσεων, μέγεθος αυτών, τελικά προϊόντα). • Τα στοιχεία του τριτογενούς τομέα (εξειδικευμένο προσωπικό, ανάπτυξη τριτογενών δραστηριοτήτων, ανάπτυξη πολιτιστικών πόρων κλπ).
<p>Τα κοινωνικά χαρακτηριστικά της περιοχής</p>	<p>Καθορίζονται αφενός από την ιστορία της περιοχής, που περιλαμβάνει την επιχειρηματική, πνευματική, πολιτιστική και πολιτική εξέλιξή της στο χρόνο, αφετέρου από την παρούσα οικονομική κατάσταση (π χ το ΑΕΠ). Τα υφιστάμενα προβλήματα και τις ιδιαιτερότητες που αντιμετωπίζει σήμερα η οικονομία και η κοινωνία της περιοχής.</p>

Πίνακας 3 Μακροοικονομικά μεγέθη κατά το σχεδιασμό μίας μονάδας παραγωγής

Μεγάλη σημασία έχει επίσης το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει τον τόπο και κυρίως οι ρυθμίσεις που αφορούν στην αγορά ενέργειας, όπως είναι τα υποστηρικτικά μέτρα που εφαρμόζονται (πχ feed in tariffs κλπ), οι γραφειοκρατικές διαδικασίες που απαιτούνται

για την ανάπτυξη και υλοποίηση κατανεμημένης παραγωγής, οι διεθνείς δεσμεύσεις για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας κ. ά.

Προφανώς βαρύτητα δίνεται και στη διάσταση της υπάρχουσας ενεργειακής υποδομής αφού με βάση τα στοιχεία που προκύπτουν από αυτήν, καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό το σχέδιο δράσης. Η ενεργειακή υποδομή περιλαμβάνει το είδος του ενεργειακού συστήματος (Εθνικό διασυνδεδεμένο σύστημα ή αυτόνομοι σταθμοί παραγωγής) αι τις υφιστάμενες μονάδες παραγωγής ενέργειας. Ειδικότερα για τις υφιστάμενες μονάδες παραγωγής ενέργειας λαμβάνεται υπόψη:

- Η δυναμικότητα και το είδος των μονάδων παραγωγής.
- Το είδος των καυσίμων που χρησιμοποιούν, την ποσότητα αυτών και τη μέθοδο μεταφοράς και αποθήκευσης (μέθοδος εφοδιασμού).
- Οι διαχειριστές των μονάδων παραγωγής (ΔΕΚΟ, ιδιωτικές εταιρίες κλπ).
- Το κόστος παραγωγής ενέργειας.
- Το δίκτυο μεταφοράς και διανομής ενέργειας.
- Το απόθεμα σε ανανεώσιμες μορφές ενέργειας και το βαθμό εκμετάλλευσης αυτών.
- Η ετήσια συνολική παραγωγή ενέργειας.
- Η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.
- Οι ετήσιες εκπομπές αερίων ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου ένεκα της παραγωγής ενέργειας.

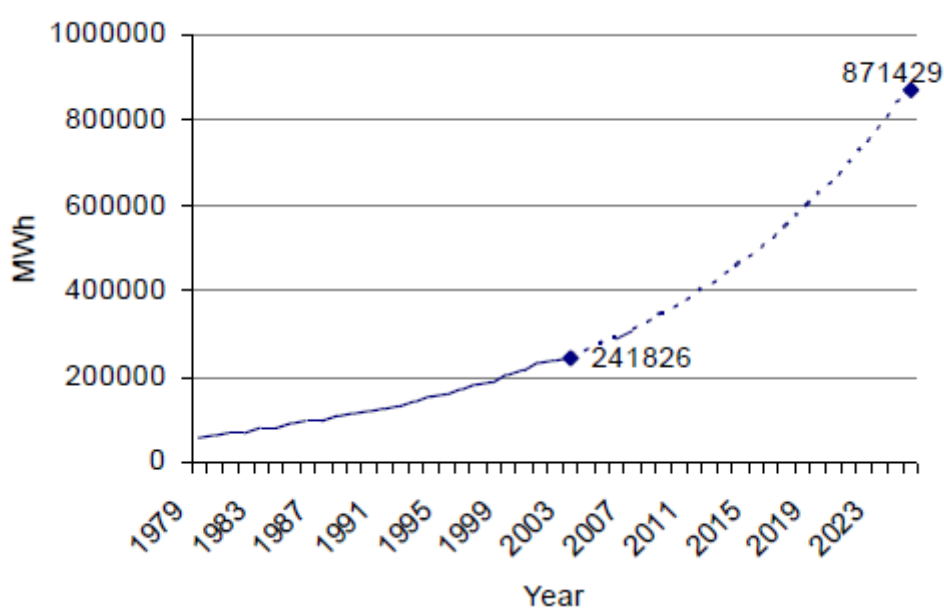
Η τεχνολογική κατάσταση, αναφέρεται στις υφιστάμενες τεχνολογίες διασύνδεσης και στο οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος αυτών. Οι τεχνολογίες που υπάρχουν στο εμπόριο και εφαρμόζονται στην κατανεμημένη παραγωγή, είναι οι συμβατικοί ατμοστρόβιλοι, οι αεριοστρόβιλοι, οι μηχανές εσωτερικής καύσης, οι μικροτουρμίνες, οι κυψέλες καυσίμου, οι μηχανές Stirling, οι φωτοβολταϊκά, οι ανεμογεννήτριες και τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.

Η διασύνδεση, είναι ένα καθαρά τεχνικό ζήτημα που πρέπει να ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό για την εγκατάσταση μιας μονάδας κατανεμημένης παραγωγής. Σχετίζεται με τη σύνδεση των μονάδων κατανεμημένης παραγωγής στο υφιστάμενο δίκτυο (ως

συνήθως στο δίκτυο διανομής), χωρίς να προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις στην ασφάλεια, στην αξιοπιστία και στη ποιότητα της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Η διασύνδεση των κατανεμημένων μονάδων απαιτεί κάποιες τροποποιήσεις στις διατάξεις ασφάλειας του δικτύου χαμηλής και μέσης τάσης προκειμένου να είναι δυνατή η αντίστροφη ροή ηλεκτρικής ενέργειας πίσω στο δίκτυο. Προφανώς, αυτή η απαίτηση ανεβάζει το κόστος και δημιουργεί ανακατατάξεις στην τοπολογία του δικτύου.

5.2.2 Εφαρμογή της μεθοδολογίας στη μονάδα παραγωγής με ανεμογεννήτριες στη Λέσβο, Ελλάδα

Ορίζεται ο χρονικός ορίζοντας του ενεργειακού σχεδιασμού, π.χ. έτος 2025, και αναζητείται η βάση δεδομένων για την ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας προηγούμενης χρονικής περιόδου 1979-2003. Επιλέγεται ο ρυθμός μεταβολής της ενεργειακής ζήτησης 6%, π.χ. ίσος με τον μέσον όρο της ετήσιας μεταβολής της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας τα τελευταία 20 χρόνια. Θεωρώντας ότι ο ρυθμός αυτός θα παραμείνει σταθερός, το σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να καλύψει την μελλοντική ζήτηση το έτος 2025 (βλ. Σχήμα 7.3.)



Εικόνα 31 Ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και μελλοντική πρόβλεψη για το νησί της Λέσβου

Λόγω της μεταβλητής φύσης των ΑΠΕ, η Υπουργική Απόφαση 8395/95 (ΦΕΚ Β' 385, 10.05.1995) απαγόρευε, μέχρι προσφάτως, τη χορήγηση αδειών για σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε ένα αυτόνομο σύστημα, όταν η συνολική εγκατεστημένη ισχύς από ΑΠΕ υπερέβαινε το 30% της μέγιστης ζήτησης του προηγούμενου έτους, προκειμένου να διασφαλιστεί η σταθερότητα του δικτύου. Αν και αυτός ο περιορισμός έχει καταργηθεί πλέον, ακόμα αντιπροσωπεύει ένα θεωρητικό όριο για τη μέγιστη διείσδυση των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρισμού σε ένα αυτόνομο σύστημα. Για το νησί της Λέσβου το όριο αυτό ισούται με 54.05 MW για το έτος 2025.

Από την άλλη πλευρά, το νέο ειδικό χωροταξικό πλαίσιο για τη χωροθέτηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008) ορίζει πως *«η συνολική ισχύς των αιολικών σταθμών ανά νησί (μη διασυνδεδεμένο) δεν πρέπει να ξεπερνά το διπλάσιο του επιπέδου αιχμής της ζήτησης, που αυτό εμφανίζει σε μεσο-μακροπρόθεσμο ορίζοντα (δεκαετία)»*. Για το νησί της Λέσβου το όριο αυτό ισούται με 266.87 MW.

Λαμβάνοντας υπόψη τους ανωτέρω περιορισμούς, τα 80 MW θεωρούνται μια λογική τιμή για τη μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ, για το έτος 2025, για την περιοχή μελέτης. Εν συνεχεία, τα εναλλακτικά Σενάρια διαμορφώνονται όπως φαίνονται στον Πίνακα 7.3. Η ονομαστική ισχύς κάθε σταθμού παραγωγής ενέργειας υπολογίζεται με τη χρήση του συντελεστή χρησιμοποίησης.

	Χαρακτηριστικά	Φυσικό Αέριο	Αιολικά
ΣΕΝ 1	συντελεστής χρησιμοποίησης (%)	40.0	
	εγκατεστημένη ισχύς (MW)	250	0
	παραγωγή ενέργειας (MWh)	900,000	0
ΣΕΝ 2	συντελεστής χρησιμοποίησης (%)	38.0	28
	εγκατεστημένη ισχύς (MW)	200	80
	παραγωγή ενέργειας (MWh)	700,000	200,000
ΣΕΝ 3	συντελεστής χρησιμοποίησης (%)	36.0	28
	εγκατεστημένη ισχύς (MW)	200	70
	παραγωγή ενέργειας (MWh)	650,000	250,000
ΣΕΝ 4	συντελεστής χρησιμοποίησης (%)	35.0	28
	εγκατεστημένη ισχύς (MW)	230	50
	παραγωγή ενέργειας (MWh)	715,000	185,000
ΣΕΝ 5	συντελεστής χρησιμοποίησης (%)	35.0	28
	εγκατεστημένη ισχύς (MW)	245	40
	παραγωγή ενέργειας (MWh)	750,000	150,000
ΣΕΝ 6	συντελεστής χρησιμοποίησης (%)	35.0	28
	εγκατεστημένη ισχύς (MW)	250	30
	παραγωγή ενέργειας (MWh)	780,000	120,000

Πίνακας 4 Εναλλακτικά σενάρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο νησί της Λέσβου

Για το συμβατικό σταθμό παραγωγής (ΣΣΠ) (καύσιμο φυσικό αέριο) ο συντελεστής δυναμικότητας (CF) εκτιμάται από τα πρωτογενή δεδομένα του ΑΣΠ της Λέσβου. Επιπροσθέτως, ένα αιολικό πάρκο σε ένα απομονωμένο δίκτυο θεωρείται οικονομικά βιώσιμο εφόσον, έχει CF μεγαλύτερο από 27.5%, ο οποίος κατά προσέγγιση αντιστοιχεί σε μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου 8.5 m/sec (P.A.E.). Όλα τα αιολικά

πάρκα, που εξετάζονται, βρίσκονται σε περιοχές με μέση ταχύτητα ανέμου τουλάχιστον 8.5 m/sec.

Για την μελέτη περίπτωσης επιλέγονται οι ανεμογεννήτριες (Α/Γ) τύπου Vestas V52-850 kW, ύψους (H) = 44m και διαμέτρου ρότορα (D) = 52m. Για μεγαλύτερες ανεμογεννήτριες θα πρέπει να προβλεφθεί επέκταση του οδικού δικτύου, λιμενικές εγκαταστάσεις και άλλα έργα που θα επέτρεπαν την αποβίβαση, μεταφορά και εγκατάσταση. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008), η ελάχιστη επιτρεπόμενη απόσταση μεταξύ δύο Α/Γ ισούται με το τριπλάσιο της διαμέτρου του ρότορά τους.

6 Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να παρουσιάσει εν συντομία τις μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με έμφαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Ιδιαίτερη βαρύτητα κατά την παρουσίαση δόθηκε στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις κάθε μεθόδου ώστε να προκύπτει καλύτερα η σύγκριση μεταξύ τους. Οι τεχνικές λεπτομέρειες επίσης των χρησιμοποιούμενων λύσεων που παρατίθενται σε ηλεκτρολογικό επίπεδο βοηθούν περαιτέρω στην κατανόηση λειτουργίας καθώς και στην έκταση των ευρύτερων επιπτώσεων των εγκαταστάσεων.

Η αρχική σύντομη παρουσίαση των εκπομπών αερίων κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δείχνει την αναγκαιότητα χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τον ταυτόχρονο περιορισμό παραγωγής μέσω συμβατικών μορφών. Παρατηρούνται επιπτώσεις επικίνδυνες για την υγεία των ανθρώπων,, ραδιενεργά απόβλητα ή καθολικές αλλοιώσεις στο περιβάλλοντα χώρο (μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα). Η βασική παράμετρος σχεδιασμού και εγκατάστασης τέτοιων μονάδων είναι η αύξηση της εγκαταστημένης ισχύος με δευτερεύοντες παραμέτρους συνήθως την προστασία βιοποικιλότητας, στην ανθρώπινη υγεία και την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Είναι εμφανές ότι δεν ισχύει το ίδιο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 3 όπου οι λύσεις είναι πιο απλές και περιορισμένης έκτασης συγκριτικά με τις συμβατικές μορφές. Το κόστος κατασκευής εγκαταστάσεων ΑΠΕ είναι προφανώς πολύ μικρότερο, ειδικά σε σχέση με τους πυρηνικούς σταθμούς, ο χρόνος κατασκευής τους κατά πολύ μικρότερος και η περιβαλλοντική αλλοίωση της περιοχής του έργου (συμπεριλαμβανομένων της γεωμορφολογίας, της πανίδας και της χλωρίδας) εξαιρετικά περιορισμένη. Δεν υφίστανται καν επιπτώσεις όπως ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών ή αλλαγές χρήσης γης όπως παρατηρείται στα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα. Σε κάποιες περιπτώσεις μάλιστα εγκαταστάσεων συμβατικών μορφών παρατηρούνται ακόμη και αλλαγές του μικροκλίματος ή αύξηση της σεισμικής επικινδυνότητας περιοχών (μόνο στην περίπτωση της γεωθερμίας υπάρχει πιθανότητα δημιουργίας περιορισμένης σεισμικής δραστηριότητας).

Οι στόχοι που έχουν τεθεί από την ΕΕ για το 2020, το 2030 και το 2050 για σταδιακή μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 80-95% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, η αύξηση του ποσοστού συμμετοχής 85-100 % της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ κ.ά. θα βοηθήσουν ώστε να μεταλλαχθούν ή να αντικατασταθούν οι υπάρχουσες εγκαταστάσεις..

Οι τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χαρακτηρίζονται σαν ήπιες ή αλλιώς ΑΠΕ περιλαμβάνουν την: αιολική ενέργεια (εκμετάλλευση του ανέμου), την ηλιακή ενέργεια (έμμεση ή άμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας), την γεωθερμική ενέργεια (εκμετάλλευση του γεωθερμικού πεδίου), την βιομάζα (εκμετάλλευση γεωργικών, ζωικών, δασικών υπολειμμάτων, αστικών λυμάτων), τα μικρά υδροηλεκτρικά (εκμετάλλευση των υδάτινων πόρων), την θαλάσσια ενέργεια (εκμετάλλευση της κίνησης των κυμάτων και ρευμάτων της θάλασσας). Κάθε μία από αυτές τις τεχνολογίες προσφέρει λύσεις για παραγωγή ενέργειας σε συγκεκριμένες περιοχές ανάλογα με τη μορφολογία και τα ειδικότερα χαρακτηριστικά τους με ταυτόχρονη μέριμνα για τις περιβαλλοντικές, η γεωπολιτικές, η οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις κατά την εγκατάσταση και λειτουργία των μονάδων.

Μια ενεργειακή επένδυση απαιτεί περίπου μια δεκαετία από την στιγμή της σύλληψης της ιδέας, μέχρι την τελική υλοποίηση, καθώς περιλαμβάνει διάφορα στάδια όπως ο αρχικός σχεδιασμός, η αδειοδότηση, η κατασκευή και η έναρξη λειτουργίας. Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει επιλογή της τεχνολογίας, οικονομικοτεχνική αποτίμηση, και τελική υποβολή του ολοκληρωμένου φακέλου μαζί με την μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Το στάδιο της αδειοδότησης περιλαμβάνει την έγκριση από τους διάφορους εντεταλμένους φορείς (Υπουργεία, Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, Τοπική Αυτοδιοίκηση), ανάρτηση της πρότασης, και κοινωνική διαβούλευση για την διατύπωση αντιρρήσεων, επιφυλάξεων, αρνήσεων.

Οι περιορισμοί σχεδιασμού και λειτουργίας των ΑΠΕ παρουσιάζονται καλύτερα στο 5^ο κεφάλαιο όπου παρατίθεται ο προγραμματισμός ανάπτυξης συστημάτων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και συγκεκριμένα παραδείγματα σχεδιασμού μονάδων παραγωγής σε Ελλάδα και την Κύπρο.

Βιβλιογραφία

- Gilberti / Schwaller, A. E. (1999). *Ηλεκτρικές πηγές ενέργειας και Περιβάλλον-Τεχνολογία Ισχύος*. Αθήνα: εκδόσεις Ίων.
- Global Energy Statistical Yearbook 2019 – Enerdata*. (2019, July 18). Ανάκτηση από <https://yearbook.enerdata.net/renewables/>
- International Hydropower Association: Homepage*. (2019, July 21). Ανάκτηση από <http://www.hydropower.org>
- Renewable energy statistics*. (2019, July 18). Ανάκτηση από Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics
- Sustainable Energy in 2019*. (2019, July 20). Ανάκτηση από REN21 Global Status Report: https://www.ren21.net/gsr-2019/chapters/chapter_01/chapter_01/
- US Department of energy*. (2019, July 11). Ανάκτηση από <https://energy.gov/eere/water/types-hydropower-plants>
- Αναλυτικός Χάρτης Σταθμών*. (2019, July 28). Ανάκτηση από ΔΕΗ Α.Ε.: <https://www.dei.gr/Default.aspx?id=146&nt=123&lang=1>
- Βουρδουμπά, Γ. (χ.χ.). *Εισαγωγή στις τεχνολογίες της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας» «Χρήση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας*.
- Βουρνάς, Κ., Παπαδιάς, Β., & Ντέλκης, Κ. (2011). *Παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας Έλεγχος και ευστάθεια Συστήματος*. Αθήνα: Συμμετρία.
- ΔΕΗ Ανανεώσιμες*. (2019, July 12). Ανάκτηση από <https://www.ppcr.gr/el/projects/current-projects>
- Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε.* (2019, July 11). Ανάκτηση από <http://www.desmie.gr/ape-sithya/>
- ΕΥΔΑΠ-ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ*. (2019, July 12). Ανάκτηση από <https://www.eydap.gr/TheCompany/Energy/HydroProjects/>

- Κάλφας, Μ. (1997). *Παραγωγή-μεταφορά & Διανομή Ηλεκτρικής ενέργειας*. Περιστέρι: εκδόσεις ΙΩΝ.
- Λειτουργός της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΕ (ΛΑΓΗΕ ΑΕ)*. (2019, June 30).
Ανάκτηση από <http://www.lagie.gr>
- Μπέτζιος, Γ. (1988). *Δυνατότητες και προοπτικές για την αξιοποίηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα*. Αθήνα: ΚΕΒΕ.
- Παπαδιάς, Β. (1985). *Παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας και οικονομική λειτουργία συστήματος*. Αθήνα.
- Παπαντώνης, Δ. Ε. (2008). *Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα*. εκδόσεις Συμμεών.
- Πολυζάκης, Α. (2017). *Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ισχύος*.
- Τσόγκα, Χ. (1982). *Φράγματα-Τεχνικές λίμνες-Υδραυλικά Έργα*. Αθήνα: ΟΕΔΒ.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας*. (2019, July 5). Ανάκτηση από <http://www.ypeka.gr/>
- Φραγκιαδάκης, Ι. (2009). *Φωτοβολταϊκά Συστήματα*. εκδόσεις Ζήτη.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη... Κουδουνέλλη Ευστρατία ...,του....Παναγιώτη...

.....φοιτήτρια του ΠΜΣ...Εφαρμοσμένες Πολιτικές και Τεχνικές Προστασίας Περιβάλλοντος (Ε.Π.ΤΕ.Π.Π.).....

του Α.Ε.Ι Πειραιά Τ.Τ, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Διπλωματική Εργασία (Δ.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρώσει εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18. παρ.5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού».

Ο Δηλών

Ημερομηνία



Δευτέρα 13 Απριλίου 2020