



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



ΠΑΝΙΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ
ΑΤΤΙΚΗΣ
Τμήμα Πολιτικών
Μηχανικών



Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

Ευρωπαϊκό
Πανεπιστήμιο Κύπρου
Τμήμα Διοίκησης,
Διαχείρισης και
Μάρκετινγκ



ΘΕΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

«Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας»

Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια:
Καλτζίδου Κυριακή
email:kaltzkyr@gmail.com

Επιβλέπων καθηγητής :
ΣΙΝΙΟΡΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ



Εφαρμοσμένες Πολιτικές και Τεχνικές Προστασίας Περιβάλλοντος (Ε.Π.Τ.Ε.Π.Π.)



Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόψυχα τον κύριο Παναγιώτη Σινιόρο, Καθηγητή του Τμήματος Ηλεκτρολόγων & Ηλεκτρονικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ένα αξιόλογο καθηγητή, και πάνω από όλα «ΑΝΘΡΩΠΟ», που δίνει απλόχερα την στήριξη του στο κάθε συνεργάτη του. Τον ευχαριστώ γιατί με την δική του ηθική βοήθεια, ολοκληρώνω αισίως τις μεταπτυχιακές σπουδές μου. Εύχομαι πάντα χαμόγελα στην ζωή του και στην οικογένειά του.

Τον κύριο Μανουσάκη Νικόλαο, επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Ηλεκτρολόγων & Ηλεκτρονικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Με την συμπαράστασή του, την καθοδήγησή του, την ηρεμία του, την γνώση του με βοήθησε στο να σταθώ σε ευθεία πορεία. Η στήριξη του ήταν ανεκτίμητη για εμένα. Σ' ευχαριστώ Νίκο μέσα από την καρδιά μου.

Στους συναδέλφους μου στο εργαστήριο για την υπομονή τους και την αμέριστη βοήθεια που μου έδωσαν καθ' όλη την διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών.

Την φίλη Αθηνά Παντελιά, φιλόλογο και επιμελήτρια κειμένων για την στήριξη της.

Τέλος την οικογένεια μου, τον σύζυγο μου, και τις τρεις υπέροχες κόρες μου, όπου με την υπομονή, επιμονή, με ενθάρρυναν να τελειώσω τις σπουδές μου.

Σας ευχαριστώ

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1

Υφιστάμενη κατάσταση Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας & Επιπτώσεις 11

Εισαγωγή.....	11
1.1 Ποια είναι τα θερμοκηπικά αέρια	12
1.1.2 Πηγές Εκπομπής	13
1.2 Παγκόσμια Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας	14
1.2.1 Εκπομπές CO ₂ σε παγκόσμιο επίπεδο	15
1.2.2 Αυξητική τάση της συμμετοχής των ΑΠΕ	16
1.3 Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα	17
1.3.1 Πολιτικές και μέτρα για την προώθηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα	19
1.4 Διεθνής κινητοποίηση και φαινόμενο του θερμοκηπίου	20
1.4.1 Η διάσκεψη του Ρίο και η Ατζέντα 21	20
1.4.2 Η Σύμβαση-πλαίσιο για το κλίμα	20
1.4.3 Το Πρωτόκολλο του Κιότο	21

Κεφάλαιο 2

Ορυκτά Συμβατικά Καύσιμα 23

Γενικά	23
2.1 Ενεργειακά Ορυκτά καύσιμα	23
2.2 Γαιάνθρακες ή ορυκτοί άνθρακες	24
2.2.1 Κατανομή των γαιανθράκων της γης	26
2.2.2 Κατανομή γαιανθράκων της Ελλάδας	27
2.3 Υγρά ορυκτά καύσιμα	31
2.3.1 Καύση πετρελαίου	33
2.4 Αέρια ορυκτά καύσιμα	34
2.5 Πυρηνικά καύσιμα	36
2.5.1 Εξόρυξη και κατεργασία του ορυκτού ουρανίου	37
2.5.2 Καθαρισμός και Μετατροπή	37

Κεφάλαιο 3

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά ορυκτά καύσιμα 38

Γενικά	38
3.1 Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής	40
3.1.2 Θέση σταθμού παραγωγής	42
3.1.3 Θερμικοί Σταθμοί με Μηχανές Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ)	42
3.2 Πυρηνικοί Αντιδραστήρες	43
3.2.2 Τύποι αντιδραστήρων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	44
3.2.2.1 Αντιδραστήρες ύδατος	45
3.2.2.2 Αεριοψυκτος αντιδραστήρας	45
3.2.2.3 Αναπαραγωγικοί αντιδραστήρες	46
3.3 Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί Μεγάλα υδροηλεκτρικά (ΜΥΗΣ)	46
3.3.1 Υδρολογία	47
3.3.2 Αρχή λειτουργίας ενός τυπικού ΥΗΣ	48

3.3.3	Επιλογή θέσης ενός τυπικού ΜΗΥΣ	49
3.3.4	Τύποι σταθμών υδροηλεκτρικής ενέργειας	52
3.3.5	Δομή ενός Φράγματος	54
3.3.6	Στόμια εισόδου	54
3.3.7	Κανάλια	55
3.3.8	Αγωγοί πτώσης	56
3.3.9	Αυλάκια απαγωγής	56
3.3.10	Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός	56
3.3.10.1	Υδροστρόβιλοι	57
3.3.10.2	Κιβώτια ταχυτήτων και άλλοι πολλαπλασιαστές της ταχύτητας	59
3.3.10.3	Γεννήτριες	60
3.3.10.4	Εξοπλισμός ελέγχου	60
3.3.10.5	Πίνακας οργάνων του εξοπλισμού διανομής και εξοπλισμός προστασίας	61
3.3.10.6	Αυτόματος έλεγχος	62
3.3.10.7	Βοηθητικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός του σταθμού παραγωγής	63

Κεφάλαιο 4

<i>Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συμβατών μορφών</i>	64
--	----

4.1	Επιπτώσεις από Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς & τρόποι αντιμετώπισής τους	64
4.1.2	Ηλεκτροστατικά φίλτρα	64
4.2	Επιπτώσεις από ΜΗΥΣ και τρόποι αντιμετώπισής τους	65
4.3.1	Πυρηνικοί Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας	66
4.3.2	Τρόποι Αποθήκευσης των αποβλήτων	68
4.3.2.1	Υπέργεια διάθεση πυρηνικών αποβλήτων	68
4.3.2.2	Υπόγεια διάθεση πυρηνικών αποβλήτων	69
4.3.3	Επαναχρησιμοποίηση των πυρηνικών καυσίμων	70
4.3.4	Μέτρα για την ασφαλή διάθεση των πυρηνικών αποβλήτων	70

Κεφάλαιο 5

<i>Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)</i>	71
--	----

5.1	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια	71
5.1.1	Ανεμογεννήτριες	72
5.1.2	Διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτρια (Α/Γ)	74
5.1.3	Αιολικό δυναμικό	76
5.2	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ηλεκτρική ενέργεια	76
5.2.1	Λειτουργία Φωτοβολταϊκών στοιχείων (ΦΒ)	77
5.2.1.1	Χαρακτηριστικά Ημιαγωγών	78
5.2.1.2	Δημιουργία ηλεκτρικά φορτισμένων ημιαγωγών	79
5.2.1.3	Δημιουργία της επαφής (του ηλεκτρικού πεδίου)	80
5.2.1.4	Η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας	80
5.2.2	Είδη φωτοβολταϊκών πλαισίων	81
5.2.2.1	Μονοκρυσταλλικού πυριτίου (c-Si)	81
5.2.2.2	Πολυκρυσταλλικού πυριτίου (m-Si)	81
5.2.2.3	Αμορφου πυριτίου (a-Si)	82

5.2.2.4 Υβριδικά – υψηλής απόδοσης	82
5.2.3 Συνδεσμολογία ΦΒ	82
5.2.4 Συνδεσμολογία ΦΒ στο δίκτυο	84
5.2.5 Χρήση των ΦΒ πλαισίων	85
5.2.5.1 Εφαρμογές με διαδραστικά/διασυνδεδεμένα συστήματα κοινής ωφελείας	86
5.2.5.2 Φωτισμός	87
5.2.5.3 Επικοινωνίες	88
5.2.5.4 Γεωργία	89
5.2.5.5 Οχήματα	89
5.2.6 Περιβαλλοντικά Οφέλη	90
5.3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Βιομάζα	90
5.3.1 Τύποι Βιομάζας	91
5.3.2 Βασικά Χαρακτηριστικά Βιομάζας	92
5.3.3 Η βιομάζα στον παγκόσμιο και ελληνικό χώρο	92
5.3.4 Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας	95
5.3.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της Βιομάζας	98
5.4 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Γεωθερμία	99
5.4.1 Διάκριση γεωθερμικών πεδίων	99
5.4.2 Αξιοποίηση γεωθερμικής ενέργειας	101
5.4.3 Μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	104
5.4.4 Τεχνολογίες μετατροπής της γεωθερμίας σε ηλεκτρική ενέργεια	106
5.5 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από θαλάσσια ενέργεια	108
5.5.1 Μορφές της Ενέργειας των Ωκεανών	109
5.5.2 Θαλάσσια παραγωγή ρεύματος	109
5.5.3 Ενέργεια όσμωσης	110
5.5.4 Θερμική ενέργεια των ωκεανών	110
5.5.5 Παλιρροϊκή ενέργεια	111
5.5.5.1 Παλιρροϊκή γεννήτρια ρεύματος	111
5.5.5.2 Παλιρροϊκά φράγματα	111
5.5.5.3 Δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια	112
5.5.6 Κυματική ενέργεια	112

Κεφάλαιο 6

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις ΑΠΕ	116
6.1 Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από αιολική ενέργεια	116
6.1.1 Προβλήματα θορύβου	116
6.1.2 Προβλήματα ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών	117
6.1.3 Αισθητικά προβλήματα και προσβολή του φυσικού τοπίου	118
6.1.4 Επίδραση στις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες	119
6.1.5 Επιπτώσεις στον πληθυσμό των πουλιών	119
6.2 Επιπτώσεις Μ.Υ.Η.Ε. στο περιβάλλον	120
6.2.1 Οπτική όχληση – αισθητική ένταξη	121
6.2.2 Φυσικό περιβάλλον, γλωρίδα – πανίδα (κυρίως ιχθυοπανίδα)	121
6.2.3 Έδαφος, επιφανειακά και υπόγεια νερά	122
6.2.4 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από την υδροληψία και συναφή έργα	124

6.3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή	124
6.4 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την γεωθερμία	125
6.5 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από θαλάσσια ενέργεια	126
Κεφάλαιο 7	
Παραδείγματα	128
Εισαγωγή	128
7.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις δεκαετούς προγράμματος ανάπτυξης συστήματος μεταφοράς 2017-2026 του ΑΔΜΗΕ	128
7.1.1 Ενεργειακοί και κλιματικοί στόχοι της ΕΕ	129
7.1.2 Ενεργειακός Χάρτης πορείας για το 2050	129
7.1.3 Εθνικός οδικός ενεργειακός χάρτης πορείας για το 2050	131
7.1.4 Βασικά έργα ανάπτυξης του Προγράμματος	132
7.1.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του ΔΠΑ	133
7.1.6 Μέτρα αντιμετώπισης των επιπτώσεων στο Περιβάλλον	136
7.2 Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας Pellets στην κοινότητα Βορόκληνης, Κύπρου	137
7.2.1 Περιβαλλοντικά οφέλη του έργου	137
7.2.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μέτρα μετριασμού	138
7.2.2.1 Μέτρα μετριασμού κατά το στάδιο κατασκευής	139
7.2.2.2 Μέτρα μετριασμού κατά το στάδιο λειτουργίας	141
7.2.3 Συμπεράσματα	142
7.3 Μονάδας παραγωγής ενέργειας με φωτοβολταϊκά δυναμικότητας μέχρι 1,05 MWp στην κοινότητα Παρεκκλησίας, επαρχία Λεμεσού	142
7.3.1 Συνοπτική περιγραφή του φωτοβολταϊκού συστήματος	144
7.3.2 Συνοπτική παρουσίαση επιπτώσεων	144
7.3.3 Συμπεράσματα	145
7.4 Στρατηγική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων για το χωροταξικό σχέδιο ανάπτυξης περιοχής Βασιλικού, Κύπρου	146
7.4.1 Βασικοί στόχοι του χωροταξικού σχεδίου	146
7.4.2 Σύνοψη επιπτώσεων από το προτεινόμενο έργο	146
7.4.3 Συμπεράσματα	147
7.5 Επιλογή ενεργειακής τεχνολογίας-Περίπτωση Λέσβου	147
7.5.1 Ανάπτυξη μεθοδολογικού πλαισίου	148
7.5.2 Μελέτη περίπτωσης του ηλεκτρικού συστήματος της Λέσβου	152
7.5.3 Συμπεράσματα	154
Κεφάλαιο 8	
Συμπεράσματα	155
Βιβλιογραφία	159
Ιστοσελίδες	160

Περίληψη

Είναι ευρέως γνωστό ότι οι συμβατικές πηγές ενέργειας (άνθρακας, πετρέλαιο, πυρηνική ενέργεια και φυσικό αέριο) επιφέρουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, αφού εκλύουν σημαντικές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Προκειμένου η κατανάλωση του αποθεματικού σε παγκόσμιο και εγχώριο επίπεδο, σε ορυκτά καύσιμα να περιοριστεί, με συνακόλουθη τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, υπάρχει ανάγκη να ενισχυθεί συνολικά η αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Στην παρούσα εργασία εξετάζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που απορρέουν από την χρήση συμβατικών καυσίμων και από την χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης αναφέρονται παραδείγματα έργων ανάπτυξης όπου βασική παράμετρο είναι η εφαρμογή της λεγόμενης «βιώσιμης ανάπτυξης» και η προστασία του περιβάλλοντος

Λέξεις κλειδιά

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις, συμβατικά καύσιμα, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ηλεκτρική ενέργεια, ηλεκτρογεννήτριες,

Abstract

It is well known that conventional energy sources (coal, oil, nuclear and natural gas) have adverse effects on the environment, since they emit significant amounts of carbon dioxide (CO₂) and intensify the greenhouse effect. In order to reduce the consumption of the reserve at global and domestic level in fossil fuels, with the consequent reduction of pollutants emitted, there is a need to reinforce the overall use of Renewable Energy Sources.

This paper examines the environmental impacts of using conventional fuels and the use of renewable energy sources for the production of electricity. Examples are examples of development projects where the main parameter is the implementation of so-called "sustainable development" and environmental protection

Key words

Environmental impacts, conventional fuels, renewable energy, electricity, power generators,



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



Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Κεφάλαιο 1

Υφιστάμενη κατάσταση Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας & Επιπτώσεις

Εισαγωγή

Σχεδόν κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα εξαρτάται από την ενέργεια. Το επίπεδο ευημερίας που έχουμε σήμερα κατακτήθηκε χάρη στην άφθονη και φθηνή ενέργεια που απολαμβάνει σημαντικό (αλλά δυστυχώς όχι όλο) τμήμα της ανθρωπότητας. Η ενέργεια μάς ζεσταίνει, μας δίνει φως, κινεί τα αυτοκίνητά μας, τα αεροπλάνα, τα εργοστάσια. Μεταβολές στην προσφορά της ενέργειας ή της τιμής της μπορεί να έχουν τεράστιες επιπτώσεις στην οικονομία και στην ποιότητα ζωής κάθε χώρας. Αυτό έγινε αντιληπτό με το σκληρότερο τρόπο στη δεκαετία του '70 με τις δύο ενεργειακές κρίσεις (όταν η ανθρωπότητα έμαθε με οδυνηρό τρόπο τη λέξη «ενέργεια»), αλλά και μέχρι πρόσφατα (2015) με την αλματώδη αύξηση της τιμής του πετρελαίου, που άγγιξε τα 140 δολάρια το βαρέλι.

Συγχρόνως, η ενεργειακή κατανάλωση συνδέεται άμεσα με την οικολογική ισορροπία του πλανήτη μας. Η παραγωγή ενέργειας σε όλα τα στάδιά της προκαλεί αναμφίβολα υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Η «όξινη βροχή», «το φαινόμενο του θερμοκηπίου» και η «τρύπα του όζοντος» μας απασχολούν όλους, προβάλλονται από τα μαζικά μέσα ενημέρωσης και τα συζητάμε. Οι παραπάνω βέβαια επιπτώσεις από τη χρήση της ενέργειας μπορούν να περιοριστούν με την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη λήψη μέτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας, θέματα που αποτελούν τον κορμό αυτής της εργασίας.

Το πρόβλημα της ενέργειας, εκτός από τις συνιστώσες της τιμής της (*ανάγκη για φθηνότερη ενέργεια και ενέργεια για όλους*) και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (*ανάγκη για ενέργεια με το μικρότερο περιβαλλοντικό κόστος*), έχει και μια τρίτη, σημαντική επίσης, συνιστώσα: την εξαντλησιμότητα των συμβατικών καυσίμων, δηλαδή του γαιάνθρακα, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, αλλά και των πυρηνικών καυσίμων.

Είναι ευρέως γνωστό ότι οι συμβατικές πηγές ενέργειας (άνθρακας, πετρέλαιο, πυρηνική ενέργεια και φυσικό αέριο) επιφέρουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, αφού εκλύουν σημαντικές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Προκειμένου η κατανάλωση του αποθεματικού της χώρας σε ορυκτά καύσιμα να περιοριστεί, με συνακόλουθη τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, υπάρχει ανάγκη να ενισχυθεί συνολικά η αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

1.1 Ποια είναι τα θερμοκηπικά αέρια

Οι υδρατμοί έχουν τη μεγαλύτερη συνεισφορά στο φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου. Παρ' όλα αυτά, η παρουσία τους στην ατμόσφαιρα επηρεάζεται σε μικρότερο βαθμό από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Γι' αυτό το λόγο, η ανάλυση θα περιορισθεί στα αέρια εκείνα των οποίων οι συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα αυξάνονται σημαντικά λόγω της ανθρώπινης παρέμβασης.

Τα κυριότερα αέρια της ατμόσφαιρας που ευθύνονται για την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου (ανθρωπογενής συνιστώσα), καθώς και ο βαθμός συνεισφοράς τους φαίνονται στον Πίνακα 1.1, ενώ πληροφορίες για το κάθε αέριο ξεχωριστά δίνονται στις παραγράφους που ακολουθούν.

Πίνακας 1.1 Θερμοκηπικά αέρια και ο βαθμός συνεισφοράς τους (%)

•Διοξείδιο του Άνθρακα	50-60
•Χλωροφθοράνθρακες	15-25
•Μεθάνιο	12-20
•Υποξείδιο του Αζώτου	5
•Οζον και Άλλα αέρια	11

Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Η συνεισφορά του διοξειδίου του άνθρακα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι καταλυτική. Εκλύεται άμεσα στην ατμόσφαιρα από τη χρήση ορυκτών καυσίμων και έμμεσα από την εκχέρσωση δασικών εκτάσεων. Τα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα εκτιμάται ότι αυξάνονται κατά 3-4% κάθε δεκαετία και κατά 0,4-0,5% περίπου κάθε χρόνο.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις, αν συνεχίσει ο ίδιος ρυθμός αύξησης των καύσεων πάνω στον πλανήτη, η συγκέντρωση του CO₂ το έτος 2030 θα έχει διπλασιαστεί. Μια τέτοια αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ πιθανολογείται ότι θα προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας κατά 3-5°C. Όμως ακόμη και αν σταματήσει η αυξανόμενη εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, η αποκατάστασή του στα επιθυμητά επίπεδα θα καθυστερήσει πολύ. Σημειώνουμε ότι το διοξείδιο του άνθρακα έχει χρόνο ζωής στην ατμόσφαιρα 5-7 χρόνια.

Οι συγκεντρώσεις του CO₂ στην ατμόσφαιρα είναι γνωστές με ακρίβεια από το 1958, αλλά με βάση μετρήσεις στον πάγο και των ισοτόπων του άνθρακα στους δακτυλίους των δέντρων έχουν υπολογιστεί και για τις τελευταίες χιλιετίες. Κατά τη διάρκεια της τελευταίας περιόδου των παγετώνων, οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα προσδιορίστηκαν στα 200 ppm (μέρη στο εκατομμύριο), αλλά στο τέλος της περιόδου, πριν περίπου 15.000 χρόνια, βρέθηκε ότι εκτοξεύτηκαν στα 280 ppm. Ήταν η περίοδος που η γη άρχισε να ζεσταίνεται και, σε λιγότερο από 10.000 χρόνια, εξελίχθηκε από ένα πλανήτη, στον οποίο πολύ μεγάλα ποσοστά της επιφάνειάς του ήταν καλυμμένα με πάγο, στον σημερινό, που ουσιαστικά είναι ελεύθερος από πάγους.

Μεθάνιο (CH₄)

Αυξάνεται κάθε χρόνο κατά 1-2%, ως αποτέλεσμα της ολοένα αυξανόμενης κατανάλωσης τροφίμων από τους κατοίκους των ανεπτυγμένων περιοχών του πλανήτη. Το μεθάνιο έχει χρόνο ζωής 10 χρόνια και το ποσοστό συνεισφοράς του στο φαινόμενο του θερμοκηπίου εκτιμάται ότι είναι 12-20%.

Υποξείδιο του αζώτου (N₂O)

Παράγεται από βακτηριακή δράση στο νερό και το χώμα, από τη διάσπαση αζωτούχων λιπασμάτων και από την καύση των ορυκτών καυσίμων ως υποπροϊόν. Κάθε χρόνο τα επίπεδά του αυξάνονται κατά 0,25-0,4%, ενώ μπορεί να παραμείνει στην ατμόσφαιρα μέχρι και 170 χρόνια. Είναι μη τοξικό αέριο, αλλά η συνεισφορά του στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι περίπου 4-6%.

Τροποσφαιρικό όζον (O₃)

Το 75% σχεδόν του τροποσφαιρικού όζοντος παράγεται με τη φωτοχημική δράση του ηλιακού φωτός σε αέριους ρύπους όπως τα οξειδία του αζώτου και οι υδρογονάνθρακες. Η ετήσια αύξησή του φτάνει το 2%, ενώ ο χρόνος παραμονής του στην ατμόσφαιρα δεν ξεπερνάει τις 3 εβδομάδες. Το ποσοστό συνεισφοράς του στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι 10-12%.

1.1.2 Πηγές Εκπομπής

Τα αέρια, που ευθύνονται για την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου, εκλύονται από ανθρώπινες δραστηριότητες που αφορούν κυρίως:

1. Τον ενεργειακό τομέα (συμπεριλαμβανομένων και των μεταφορών), που με τη χρήση ορυκτών καυσίμων (κάρβουνο, πετρέλαιο, βενζίνη κ.λπ.) ευθύνεται για το 50% των συνολικών εκπομπών. Από τις εκπομπές αυτές, το 40% αφορά το διοξείδιο του άνθρακα, ενώ το υπόλοιπο 10% περιλαμβάνει άλλα αέρια, με κυριότερα το μεθάνιο, το τροποσφαιρικό όζον, το μονοξείδιο του άνθρακα και άλλες ενώσεις.
2. Την αποψίλωση δασικών εκτάσεων, που συνεισφέρει στην παραγωγή επιπλέον αερίων του θερμοκηπίου κατά 15%. Από τα αέρια αυτά κυριότερο είναι το διοξείδιο του

άνθρακα – που αποτελεί περίπου το 10% – ενώ η καύση και η αποσύνθεση των δασών αποτελούν πηγές υποξειδίου του αζώτου, μονοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου, που καλύπτουν το υπόλοιπο 5%.

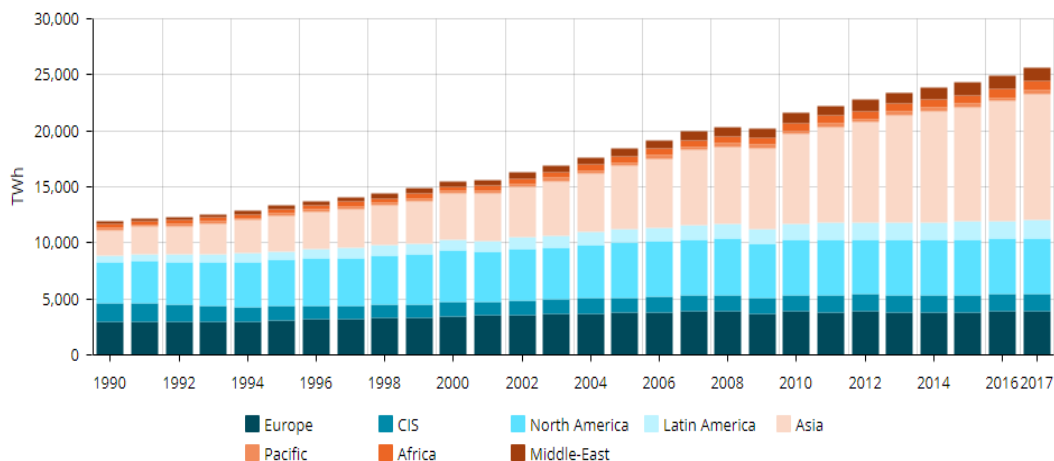
3. Την γεωργία, που ευθύνεται για το 15% των εκπομπών, με κυριότερα αέρια το μεθάνιο, που προέρχεται από την εκτροφή βοοειδών και τις καλλιέργειες ρυζιού, το υποξείδιο του αζώτου, που απελευθερώνεται λόγω της χρήσης λιπασμάτων και το διοξείδιο του άνθρακα, που εκλύεται από γεωργικές βιομηχανίες. [Schwaller & cliberti, 1999]

1.2 Παγκόσμια Παραγωγή Ηλεκτρική Ενέργειας

Η Κίνα, η Ινδία και η Ιαπωνία αντιπροσώπευαν το 3/4 της παγκόσμιας αύξησης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας το 2017

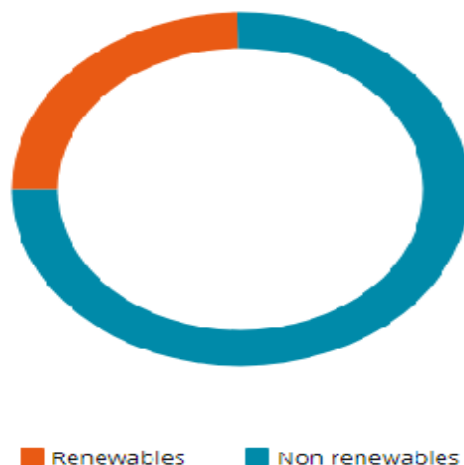
Το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το 2017, σημειώθηκε στην Ασία, με την Κίνα να συνεισφέρει στο ήμισυ της αύξησης λόγω της μεγάλης ζήτησης σε συνδυασμό με την ταχεία ανάπτυξη των παραγωγικών δυνατοτήτων, ακολουθούμενη από την Ινδία και την Ιαπωνία.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας συρρικνώθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες λόγω της χαμηλότερης ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά αυξήθηκε στον Καναδά και στην Ευρωπαϊκή Ένωση σε μικρότερο βαθμό. Στάσιμη στη Ρωσία, αλλά έπεσε στην Τουρκία και στη Μέση Ανατολή, λόγω της αυξανόμενης παραγωγής στο Ιράν.



Εικόνα 1.1 Αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

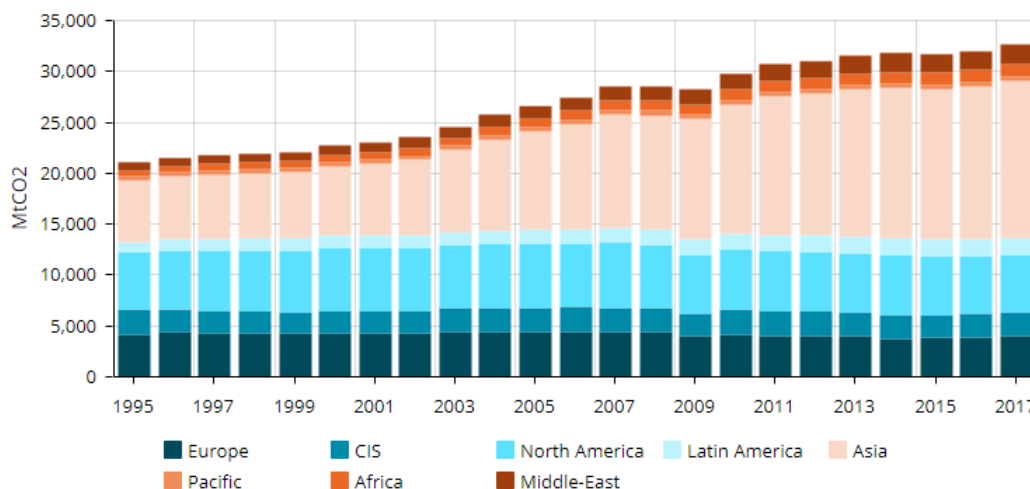
Από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η συμμετοχή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι το 25%, ενώ από Μη ΑΠΕ το 75%, σύμφωνα με την παγκόσμια ενεργειακή στατιστική, για το έτος 2017. [<https://yearbook.enerdata.net/>]



Εικόνα 1.2 Εκατοστιαία συμμετοχή στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (2017)

1.2.1 Εκπομπές CO₂ σε παγκόσμιο επίπεδο

Σύμφωνα με την Παγκόσμια Ενεργειακή Στατιστική Επετηρίδα (Global Energy Statistical Yearbook) για το 2018, καταγράφηκε αύξηση των εκπομπών του CO₂ από τη χρήση συμβατικών καυσίμων.



Εικόνα 1.3 Νέα αύξηση των εκπομπών CO₂ (+ 2,1%) μετά από τρία χρόνια σταθεροποίησης

Μετά από τρία έτη στασιμότητας που συνδέονται με την εξασθένιση της οικονομικής ανάπτυξης, τη μείωση της ενεργειακής έντασης και τις αλλαγές στο μείγμα καυσίμων, οι παγκόσμιες εκπομπές CO₂ αυξήθηκαν κατά 2,1% το 2017. Οι εκπομπές CO₂ παρέμειναν σταθερές στις Ηνωμένες Πολιτείες, ενώ η ισχυρή οικονομική ανάπτυξη της Κίνας ώθησε την κατανάλωση άνθρακα και τις εκπομπές CO₂ προς τα πάνω,

παρά την πολιτική αντικατάστασης του άνθρακα από φυσικό αέριο που είχε διατηρήσει τις εκπομπές σταθερές από το 2014.

Η παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη συνέβαλε στην αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO₂ σε πολλές χώρες, όπως η Ινδία, η Ρωσία, η Ιαπωνία, η Νότια Κορέα, ο Καναδάς ή το Ιράν. Οι αρνητικές συνθήκες υδροηλεκτρικής ενέργειας συνέβαλαν επίσης στην αύξηση κατανάλωσης της Βραζιλίας και της Ευρώπης (σημαντική αύξηση κατά 1,9% το 2017 σε σύγκριση με μέση μείωση της τάξης του 1,9% την τελευταία δεκαετία). Οι εκπομπές αυξήθηκαν ιδιαίτερα στην Τουρκία (υψηλότερη χρήση άνθρακα), Γερμανία και Ισπανία. Η κατανάλωση της Γαλλίας, όμως, έπεσε σε σύγκριση με το Ηνωμένο Βασίλειο λόγω της υψηλότερης παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές.

Αντιστρόφως, οι εκπομπές CO₂ μειώθηκαν στο Μεξικό και στην Ουκρανία, όπου η κατανάλωση άνθρακα μειώθηκε λόγω υψηλότερης πυρηνικής παραγωγής.

Η παραγωγή άνθρακα επιταχύνθηκε (+3,2%), σύμφωνα με την ανάκαμψη της παραγωγής της Κίνας (+3,3%). Η Κίνα, ο μεγαλύτερος παγκόσμιος παραγωγός άνθρακα και λιγνίτη (45%), χαλάρωσε τους περιορισμούς παραγωγής το 2017 και αύξησε την εγχώρια παραγωγή της μετά από τρία χρόνια πτώσης, συμβάλλοντας στο ήμισυ της παγκόσμιας αύξησης της παραγωγής άνθρακα.

Η χαλάρωση των περιορισμών στις εισαγωγές λιθάνθρακα στην Κίνα τόνωσαν την παγκόσμια παραγωγή άνθρακα, ιδίως στην Ινδονησία και τις Ηνωμένες Πολιτείες, ενώ οι κακές καιρικές συνθήκες και τα βιομηχανικά προβλήματα μείωσαν την αυστραλιανή παραγωγή.

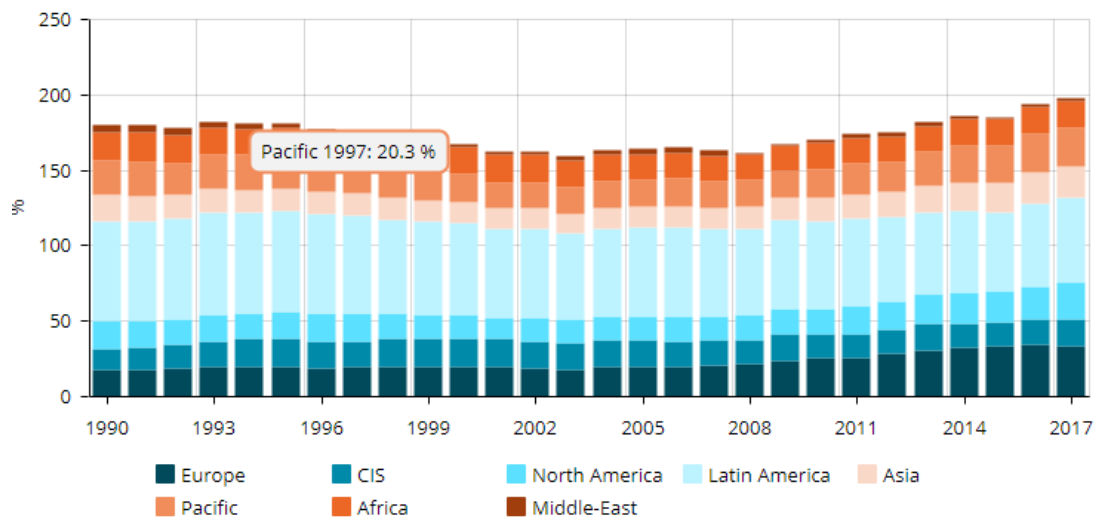
Η παραγωγή άνθρακα αυξήθηκε επίσης στην Ινδία, λόγω της επιθυμίας της κυβέρνησης να μειώσει την εξάρτησή της από τις εισαγωγές, όπως και στη Ρωσία.

1.2.2 Αυξητική τάση της συμμετοχής των ΑΠΕ

Το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ, συμπεριλαμβανομένης της υδροηλεκτρικής ενέργειας) στο παγκόσμιο μίγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο αυξάνεται γρήγορα από τα τέλη της δεκαετίας του 2000, αυξήθηκε σχεδόν κατά μία εκατοστιαία μονάδα το 2017 και έφτασε σχεδόν στο 25%. Η παραγωγή αιολικής και ηλιακής ενέργειας έχει ενταθεί, ενθαρρυμένη από τις φιλόδοξες πολιτικές για το κλίμα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Κίνα, την Ινδία, την Ιαπωνία και την Αυστραλία, καθώς και από τη δραματική πτώση των τεχνολογικών εξελίξεων στην ηλιακή και αιολική ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια.

Η ηλιακή ενέργεια ήταν υπεύθυνη για το 20% της πρόσθετης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας το 2017, ενώ για τον άνεμο προσέγγιζε το 30%. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καλύπτουν πλέον το 1/3 του μείγματος ενέργειας στην Ευρώπη, το 1/4 στην Κίνα και το 1/6 στις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ινδία και την Ιαπωνία.

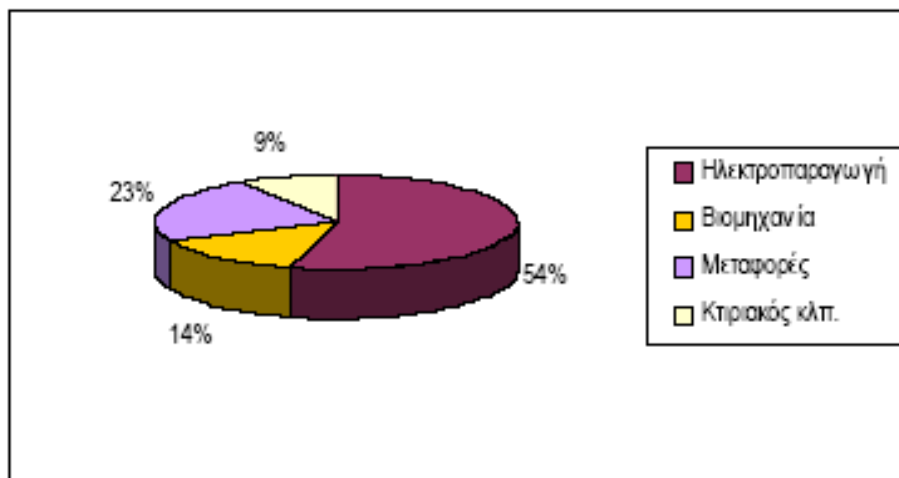
Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παρέμεινε σταθερό το 2017, καθώς η ισχυρή αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στη Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο αντισταθμίστηκε από δυσμενείς υδροηλεκτρικές συνθήκες στη νότια Ευρώπη (Γαλλία, Ιταλία, Ισπανία).



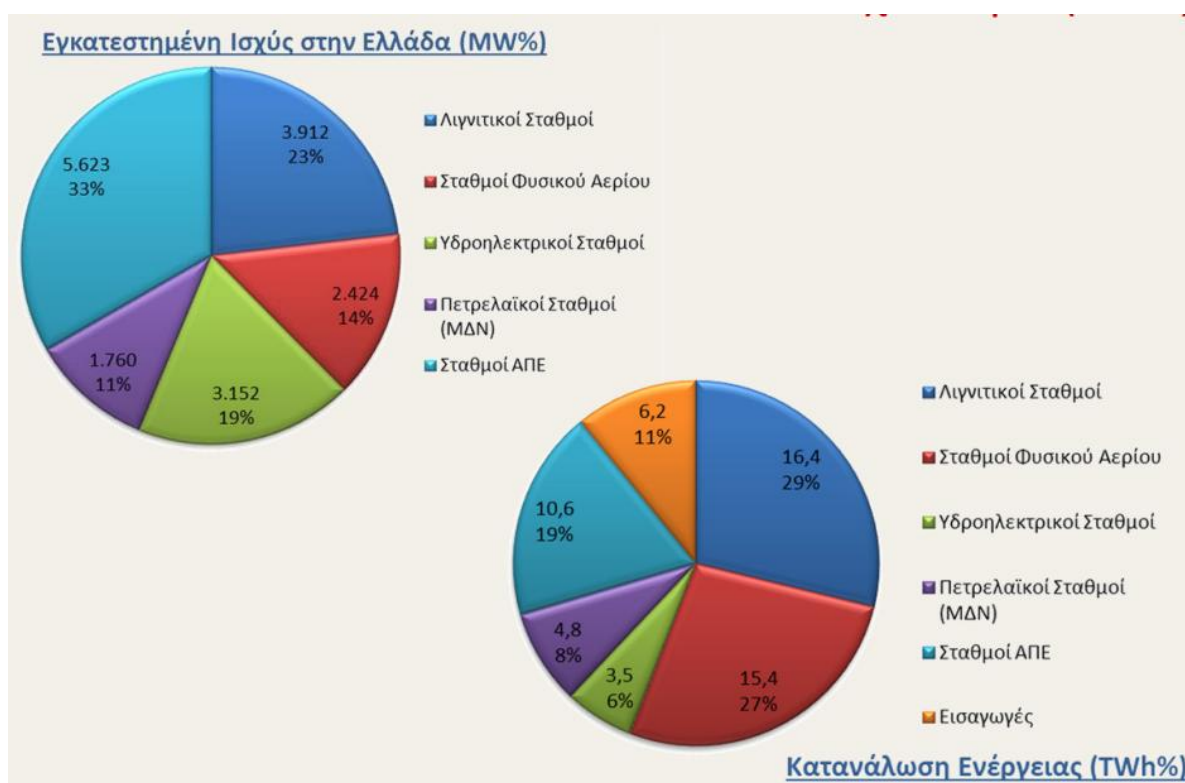
Εικόνα 1.4. Αύξηση της τάσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

1.3 Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα

Οι καταγραφές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της Ελλάδας παρέχουν πληροφορίες για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου και άλλων αερίων που προέρχονται από την παραγωγή ενέργειας και τις μεταφορές, τις βιομηχανικές διεργασίες, τη χρήση διαλυτών και άλλων προϊόντων, τη γεωργία, τα απόβλητα και τις αλλαγές χρήσεων γης και τη δασοπονία. Στις καταγραφές περιγράφονται οι μέθοδοι υπολογισμού των εκπομπών, παρουσιάζονται τα δεδομένα δραστηριότητας και οι συντελεστές εκπομπής που χρησιμοποιήθηκαν, ενώ υπολογίζεται και η αβεβαιότητα κατά την εκτίμηση των εκπομπών.



Εικόνα 1.5 Συνεισφορά τομέων ενεργειακής ζήτησης στις εκπομπές CO₂ στην Ελλάδα. Υψηλό μερίδιο ευθύνης της ηλεκτροπαραγωγής και δευτερευόντως των μεταφορών



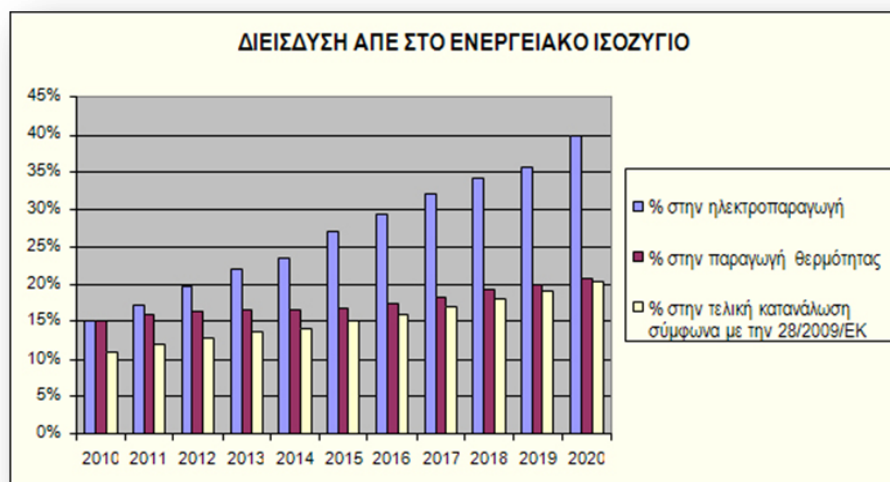
Εικόνα 1.6: Εγκατεστημένη Ισχύς και Κατανάλωση Ενέργειας ανά τεχνολογία σύμφωνα με την ΔΕΔΜΗΕ(2017)

1.3.1 Πολιτικές και μέτρα για την προώθηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα

Οι πολιτικές και τα μέτρα για την προώθηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα περιλαμβάνουν:

- **Εθνικό Σχέδιο Δράσης 20-20-20**
- Η Έκθεση του Εθνικού Σχεδίου Δράσης για την επίτευξη της συμβολής των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό **20% έως το 2020**, απορρέει από την Οδηγία 2009/28/ΕΚ, και περιλαμβάνει εκτιμήσεις για την εξέλιξη του ενεργειακού τομέα και τη διείσδυση των τεχνολογιών των ΑΠΕ έως το 2020. Οι εκτιμήσεις αυτές εξειδικεύονται στη συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας και ψύξης κυρίως για τον οικιακό τομέα, αλλά και στη χρήση βιοκαυσίμων στις μεταφορές. Αναφέρονται επίσης μέτρα για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και την αύξηση της αξιοποίησης των ΑΠΕ, καθώς και στοιχεία για τις βασικές διοικητικές δομές που θα επιταχύνουν τη διείσδυση αυτή.
- Θεσμικά, οικονομικά, τεχνικά μέτρα, μέτρα ενημέρωσης / ευαισθητοποίησης
- Οδικό χάρτη έως το 2020
- 18% διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ
- 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.

Πίνακας 1.2 Με το Νόμο 3851, ορίζονται Εθνικοί Δεσμευτικοί Στόχοι για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην καταναλισκόμενη ενέργεια.



Πίνακας 1.3 Μείωση εκπομπών ΑΘ λόγω χρήσης ΑΠΕ για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

	2010	2015	2020	2025	2030
GWh	8,838	17. 86	23,644	35,008	39,887
MtCO ₂ eq	10.24	14,503	20.32	20.50	22.56

1.4 Διεθνής κινητοποίηση και φαινόμενο του θερμοκηπίου

1.4.1 Η διάσκεψη του Ρίο και η Ατζέντα 21

Η διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη έλαβε χώρα στο Ρίο ντε Τζανέιρο τον Ιούνιο του 1992. Είναι γνωστή και σαν Διάσκεψη Κορυφής της Γης (Earth Summit).

Η συμμετοχή ήταν εντυπωσιακή, 172 κυβερνήσεις, 108 από τις οποίες αντιπροσωπεύτηκαν από τον αρχηγό του κράτους ή της κυβέρνησης. Ακόμη, την παρακολούθησαν 2400 εκπρόσωποι μη κυβερνητικών οργανώσεων η παρουσία των οποίων ενίσχυσε και ανύψωσε το όλο πνεύμα της διάσκεψης.

Ένα σημαντικό επίτευγμα της διάσκεψης ήταν η συμφωνία για μια σύμβαση πλαίσιο για το κλίμα, η οποία αργότερα οδήγησε στο πρωτόκολλο του Κιότο. Ακόμη, στη διάσκεψη του Ρίο, 154 χώρες, συμπεριλαμβανομένης της Ε.Ε., δεσμεύτηκαν σε ένα σχέδιο το οποίο απαιτεί οι χώρες να αναπτύξουν μια πολυσήμαντη στρατηγική για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Αυτό το σχέδιο ονομάστηκε Ατζέντα 21. Περίπου 3000 πόλεις σε όλο τον κόσμο υιοθέτησαν τη δική τους τοπική Ατζέντα 21 βασισμένη στις αρχές της παγκόσμιας Ατζέντας 21. Παράλληλα πολλές επιχειρηματικές ενώσεις και εταιρίες υιοθέτησαν την δική τους εκδοχή της Ατζέντας 21.

1.4.2 Η Σύμβαση-πλαίσιο για το κλίμα

Η Ελλάδα επικύρωσε τη Σύμβαση αυτή τον Απρίλιο του 1994. Μετά την επικύρωσή της από 50 κράτη, η Σύμβαση τέθηκε σε ισχύ στις 21 Μαρτίου 1994. Στις 12 Οκτωβρίου 1999, 181 κράτη, συμπεριλαμβανομένης της Ε.Ε., είχαν επικυρώσει τη Σύμβαση.

Η Σύμβαση αναγνωρίζει, μεταξύ άλλων, ότι το μεγαλύτερο μερίδιο των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, κατά το παρελθόν και επί του παρόντος, προέρχεται από τις ανεπτυγμένες χώρες, ότι οι κατά κεφαλήν εκπομπές των αναπτυσσομένων 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 αποτελεί η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε ένα επίπεδο που να αποτρέπει τις επικίνδυνες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο κλιματικό σύστημα. Η Σύμβαση δεν καθορίζει τις εν λόγω συγκεντρώσεις αλλά αναφέρει ότι πρέπει να είναι σε ένα επίπεδο που να μην είναι επικίνδυνο και θεωρεί ότι το επίπεδο αυτό «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).

Η Σύμβαση προβλέπει επίσης, μεταξύ άλλων, τις ακόλουθες ειδικότερες δεσμεύσεις 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.

Επιπλέον η Σύμβαση υποστηρίζει την έννοια της «βιώσιμης ανάπτυξης», καλεί για ανάπτυξη και διανομή καθαρών τεχνολογιών και τεχνογνωσίας και δίνει έμφαση στην εκπαίδευση των πολιτών στις κλιματικές αλλαγές.

1.4.3 Το Πρωτόκολλο του Κιότο

Το Πρωτόκολλο του Κιότο τέθηκε σε ισχύ στις 7 το πρωί της 16ης Φεβρουαρίου 2005. Πρόκειται για μια φιλόδοξη όσο και περίπλοκη συμφωνία 141 χωρών, με

δεσμευτικό χαρακτήρα, που στοχεύει στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου και των κλιματικών αλλαγών. Πήρε το όνομά του από την παλιά πρωτεύουσα της Ιαπωνίας, το Κιότο, όπου υπογράφηκε το 1997 και προέκυψε από τη Διεθνή Σύμβαση για τις κλιματικές αλλαγές, που είχε υπογραφεί στη Διάσκεψη του Ρίο το 1992.

Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο:

- Το βάρος έπεσε κυρίως στις βιομηχανικές χώρες, οι οποίες 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.
- Όσες χώρες δεν μπορούσαν να πραγματοποιήσουν τους στόχους του Πρωτοκόλλου, είχαν τη δυνατότητα να συμμετάσχουν σ' ένα ιδιότυπο «χρηματιστήριο ρύπων». 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.

Για την Ελλάδα, αντίθετα με τις βιομηχανικές χώρες, η συμφωνία προέβλεπε αύξηση των ρύπων κατά 25%, ως το 2010. Όμως, η χώρα μας ξεπέρασε το πλαφόν αυτό ήδη από το 2002 και σύμφωνα με μελέτη του Εθνικού Αστεροσκοπείου η αύξηση ως το 2010 προσέγγιζε το 39% .

Κεφάλαιο 2 Ορυκτά Συμβατικά Καύσιμα

Γενικά

Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από τη μετατροπή κάποιας άλλης μορφής ενέργειας πρώτα σε μηχανική μέσω των κινητήρων και στη συνέχεια σε ηλεκτρική μέσω των γεννητριών. Το σύνολο της ηλεκτρικής ενέργειας που διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο ανά τον κόσμο, προέρχεται από τη καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο), τη ροή ή την πτώση υδάτων, από την πυρηνική σχάση και τα τελευταία χρόνια από τις εναλλακτικές πηγές ενέργειας, όπως είναι ο άνεμος, ύδατα κ.α..

Συμβατικά καύσιμα ονομάζονται οι ουσίες οι οποίες μετά την ένωσή τους με το οξυγόνο του αέρα παράγουν θερμότητα.

Διακρίνονται σε **στερεά, υγρά και αέρια** ανάλογα με την φυσική τους κατάσταση.

- Στα στερεά ανήκουν οι διάφορες κατηγορίες γαιανθράκων όπως ο λιγνίτης.
- Στα υγρά ανήκουν το φωτιστικό πετρέλαιο, το πετρέλαιο ντίζελ κ.ά.
- Στα αέρια καύσιμα είναι το υγραέριο, το φωταέριο, το φυσικό αέριο κ.ά.

Όλα τα παραπάνω ονομάζονται ορυκτά καύσιμα, γιατί εξορύσσονται από το θαλάσσιο έδαφος ή το υπέδαφος.

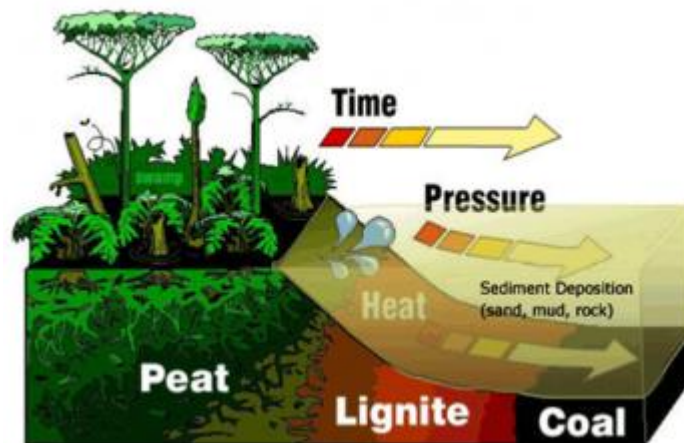
2.1 Ενεργειακά Ορυκτά καύσιμα

Υπολογίζεται ότι, η **οργανική ύλη** που σχηματίστηκε στην επιφάνεια της γης προ της εμφάνισης της ζωής επάνω της, πριν από 3 δισεκατομμύρια χρόνια, έχει ίσο βάρος με το βάρος της ίδιας της γης. Το μεγαλύτερο τμήμα από αυτήν την οργανική ύλη αποσυντέθηκε. Κατά την **αποσύνθεσή** της ακολουθήθηκαν οι αντίθετες, ακριβώς, διαδικασίες από εκείνες της **σύνθεσής** της. Ενώ, δηλ. το φυτό, κατά την **φωτοσύνθεση**, παίρνει το CO_2 της ατμόσφαιρας, και το H_2O , από τις ρίζες και με τη βοήθεια της **ηλιακής ενέργειας** συνθέτει **υδρογονάνθρακες, πρωτεΐνες και λίπη**, κατά την **αποσύνθεση** οι υδρογονάνθρακες κ.λπ. **διασπώνται**, με τη βοήθεια αερόβιων βακτηριδίων σε CO_2 και H_2O .

Σε ορισμένες, εντούτοις, περιπτώσεις, η **οργανική ύλη** ενταφιάζεται στο εσωτερικό της γης, όπου, υπό την επίδραση **αναερόβιων** βακτηριδίων, αλλά και των υψηλών πιέσεων και θερμοκρασιών που επικρατούν στο εσωτερικό της γης, δίδει **ορυκτά καύσιμα**. Τα ορυκτά καύσιμα διακρίνονται σε τρεις, κύρια, κατηγορίες: τους **γαιάνθρακες**, το **πετρέλαιο** και το **φυσικό αέριο**. Οι **βιτουμενιούχοι σχιστόλιθοι**

(σχιστόλιθοι πλούσιοι σε βιτουμένα) είναι “εν δυνάμει” πηγές ενέργειας, για μελλοντική εκμετάλλευση. [<http://www.orykta.gr/>]

Το είδος του ορυκτού καύσιμου που θα σχηματιστεί, εξαρτάται από τον τύπο της αρχικής οργανικής ύλης. Έτσι, οι γαιάνθρακες δημιουργούνται από τη μερική αποσύνθεση φυτικών λειψάνων, χερσαίας προέλευσης (φύλλων, σπόρων, βλαστών κ.λπ.), ενώ το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο από την αποσύνθεση, κύρια, του **φυτοπλαγκτόν**, των θαλάσσιων λεκανών.



Εικόνα 2.1 Περιβάλλον σχηματισμού γαιανθράκων
Τύρφης (peat), λιγνίτης (lignite), ανθρακίτες (coal)

2.2 Γαιάνθρακες ή ορυκτοί άνθρακες

Οι γαιάνθρακες ή ορυκτοί άνθρακες είναι **ιζηματογενή κοιτάσματα, βιογενούς προέλευσης, τα οποία είναι πλούσια σε άνθρακα**. Δημιουργήθηκαν από, διαφόρων μορφών, φυτικά λείψανα (φυτοκλάστες), όταν αυτά συγκεντρώθηκαν σε κάποια λεκάνη και, στη συνέχεια, ενταφιάστηκαν στο εσωτερικό της γης.

Η συγκέντρωση της φυτικής ύλης έγινε, είτε “*insitu*” (αυτόχθονοι άνθρακες), όπως είναι η συγκέντρωση ποωδών φυτών σε ελώδεις περιοχές, είτε μετά από τη μεταφορά της σε ενδοηπειρωτικές λεκάνες, τάφρους, ή παράκτιες περιοχές, όπου και αποτέθηκε (ετερόχθονοι άνθρακες).

Στη συνέχεια, υπό την επίδραση της θερμοκρασίας και της πίεσης που επικρατούν στο εσωτερικό της γης η φυτική ύλη ενανθρακώθηκε, με τη βοήθεια αναερόβιων βακτηριδίων.

Η πορεία ενανθράκωσης οδήγησε σε διάφορους τύπους ανθράκων, οι οποίοι είναι οι ακόλουθοι: **τύρφη, λιγνίτης, υποβιτουμεχιούχοι και βιτουμενιούχοι άνθρακες,**

ανθρακίτης και γραφίτης. Από την τύρφη στον ανθρακίτη, η περιεκτικότητα σε άνθρακα (C) αυξάνει, ενώ, αντίθετα, ελαττώνονται η υγρασία (H₂O) και τα πτητικά συστατικά (CO₂, CH₄, NH₃).



Εικόνα 2.2 Τύρφης (Γερμανία)

Η τύρφη έχει προκύψει από μικρή ενανθράκωση ποωδών φυτών, ελωδών περιοχών. Το χρώμα της ποικίλλει, ανάλογα με το pH του περιβάλλοντος ενανθράκωσης.

Ο λιγνίτης περιέχει μέχρι και 30% άνθρακα. Είναι καστανόμαυρος, με ξυλώδη υφή και στερείται λάμψης. Καίγεται παράγοντας καπνό.

Οι «βιτουμενιούχου» άνθρακες περιέχουν μέχρι και 85% άνθρακα. Το χρώμα τους είναι μαύρο, με υαλώδη λάμψη και αποβάφουν στα δάκτυλα.

Οι ανθρακίτες περιέχουν 92-95% άνθρακα και 5-8% πτητικά συστατικά. Έχουν λάμψη, κογχοειδή θραύση και δεν αποβάφουν στα δάκτυλα.

Ο γραφίτης είναι σχεδόν καθαρός άνθρακας και προέρχεται από διαδικασίες μεταμόρφωσης. Έχει μικρή σκληρότητα (H=2, στην κλίμακα Mohs), λιπαρώδη υφή και γκριζόμαυρο χρώμα. Τα πτητικά του συστατικά <5%.

Στους λιγνίτες και υποβιτουμενιούχους άνθρακες τα “macerals” διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, τους χουμινίτες, τους λιπτινίτες και τους ινερτινίτες και σε πολλές υποκατηγορίες

Τα «macerals» στους βιτουμενιούχους άνθρακες και ανθρακίτες διακρίνονται, με τη σειρά τους, σε βιτρινίτες, λιπτινίτες και ινερτινίτες.

Οι άνθρακες με χαμηλό βαθμό ενανθράκωσης, άρα πλούσιοι σε πτητικά συστατικά, καίγονται με καπνογόνο φλόγα. Οι άνθρακες με υψηλό βαθμό ενανθράκωσης, καίγονται με φλόγα δίχως καπνό.



Εικόνα 2.3 Στους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς της ΔΕΗ στην Κοζάνη, την Πτολεμαΐδα και τη Μεγαλόπολη παράγονται 12 εκατ. τόνοι τέφρας ετησίως

Ως **τέφρα** ορίζουμε το υλικό που μένει μετά την πλήρη καύση των ανθράκων και οφείλεται στα διάφορα ανόργανα συστατικά που ευρίσκονται μαζί με τους άνθρακες, αλλά και στους, συνοδευόντες τους άνθρακες, αργίλο/μαργο/ψαμμιτικούς ορίζοντες.

Μία χαρακτηριστική ιδιότητα των ανθράκων είναι η **θερμογόνος τους δύναμη** και εκφράζεται σε **kcal / kg**. Η θερμογόνος δύναμη διακρίνεται σε ανώτερη (Α.Θ.Δ.) και κατώτερη (Κ.Θ.Δ.) και μετράται σε δείγματα «ως έχουν» και σε δείγματα «επί ξηρού».

Ενδεικτικά, για το κοιτάσμα “Αμύνταιο” της Πτολεμαΐδας, η ΑΘΔ, σε δείγματα «ως έχουν» είναι 2.000 kcal / kg. Η ανώτερη «επί ξηρού» είναι 4.500 kcal / kg.

2.2.1 Κατανομή των γαιανθράκων της γης

Τα μεγαλύτερα κοιτάσματα γαιανθράκων στη γη δημιουργήθηκαν κατά το Λιθανθρακοφόρο και το Πέρμιο και στη, συνέχεια, κατά το Ιουρασικό και Παλαιογενές. Τα μεγαλύτερα αποθέματα απαντούν στη Δυτική, Βόρεια Αφρική και

στη Σιβηρία. Μικρότερες συγκεντρώσεις απαντούν στην Ευρώπη, Ν.Α. Ασία, Αυστραλία.



Εικόνα 2.4 Παγκόσμια κατανομή γαιανθράκων

2.2.2 Κατανομή γαιανθράκων της Ελλάδας

Η πρώτη δειλή εκμετάλλευση λιγνίτη στην χώρα μας άρχισε στο Αλιβέρι (Ευβοία) το 1873, αλλά μόνο μετά το 1950 εντατική εκμετάλλευσή του για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών. **Σήμερα, το 75%, περίπου, των ενεργειακών αναγκών της χώρας καλύπτονται από το λιγνίτη.** Έτσι, το 85% του λιγνίτη χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ το υπόλοιπο 15% χρησιμοποιείται για την παραγωγή πλίνθων (~1%), λιγνιτόσκονης για μεταλλουργικούς σκοπούς (3,6%), για καύσιμη ύλη (~1%), για αζωτούχα λιπάσματα κ.λπ.

Οι σπουδαιότερες λεκάνες είναι εκείνες της **Πτολεμαΐδας** (Πτολεμαΐδα, Κομνηνά, Αγ.Χριστόφορος, Περδίκια), Πλειοκαινικής ηλικίας, της **Μεγαλόπολης** και **Δράμας** (Πλειστοκαινικής ηλικίας) και της **Φλώρινας** (Μειοκαινικής ηλικίας). Ο λιγνίτης διακρίνεται σε τυρφώδη λιγνίτη (το 25% των αποθεμάτων της χώρας), σε λιγνίτη (το 64%) και σε υποβιτουμενιούχο λιγνίτη (το 11%).

Υποβιτουμενιούχοι άνθρακες, Ηωκαινικής/Ολιγοκαινικής ηλικίας, απαντούν στην Αλεξανδρούπολη, Κοζάνη, Γρεβενά και είναι πολύ καλής ποιότητας, αλλά μικρής

οικονομικής σημασίας. Το κοίτασμα τύρφης των Φιλίππων, με $4,3 \times 10^9$ τον. αποθέματα, είναι Πλειστοκαινικής ηλικίας.

Τα συνολικά αποθέματα, της χώρας, σε λιγνίτη εκτιμώνται στους 10×10^9 t. περίπου, από τους οποίους, τα βέβαια είναι $6,8 \times 10^9$ t, τα πιθανά είναι $0,31 \times 10^9$ t, τα δυνατά είναι $1,95 \times 10^9$ t, και τα υποθετικά είναι $0,86 \times 10^9$ t. Από τους $6,8 \times 10^9$ t, τα βέβαια αποθέματα είναι $3,26 \times 10^9$ t και απαντούν στην Πτολεμαΐδα, $0,4 \times 10^9$ t στη Μεγαλόπολη, $1,55 \times 10^9$ t στη Δράμα, $1,15 \times 10^9$ t στην Ελασσόνα και $0,47 \times 10^9$ t στη Φλώρινα. Η εκμετάλλευση είναι υπαίθρια, με κύριες λεκάνες εκμετάλλευσης, την Πτολεμαΐδα και το Αμύνταιο (ετήσια παραγωγή 43,6 εκ. t) και τη Μεγαλόπολη (8,9 εκ. t).

Η κατώτερη θερμογόνος δύναμη (Κ.Θ.Δ.) των λιγνιτών της Ελλάδας κυμαίνεται από 840 kcal/kg (Ιωάννινα) έως 7.000 kcal/kg (Κοτύλη Ξάνθης). Στις περισσότερες περιπτώσεις η Κ.Θ.Δ. κυμαίνεται από 1800 - 2600 kcal/kg, για τους, Μειοκαινικής ηλικίας, 1000 - 1800 kcal/kg, για τους, Πλειοκαινικής και <1000 kcal/kg, για τους, Πλειστοκαινικής ηλικίας, λιγνίτες. Λιγνίτες με Κ.Θ.Δ. >2600 kcal/kg είναι ελάχιστοι (<0,4% των αποθεμάτων).

Στην ευρύτερη περιοχή της Πτολεμαΐδας η θερμογόνος δύναμη ποικίλλει, από 1.400 kcal/kg, έως 2.300 kcal/kg, ενώ στη Μεγαλόπολη ανέρχεται στις 950 kcal/kg.

Το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας, έχουν οι λιγνίτες Μεγαλόπολης (62%, περίπου), Ιωαννίνων (61%) και Πτολεμαΐδας (60%), ενώ το μικρότερο, οι υποβιτουμενιούχοι άνθρακες της Αλεξανδρούπολης (8,9%).

Γενικά, αυξανόμενης της ηλικίας του λιγνίτη, αυξάνεται η θερμογόνος του δύναμη και η περιεκτικότητά του σε πτητικά συστατικά, ενώ, αντίθετα, ελαττώνεται η περιεκτικότητά του σε υγρασία. Η περιεκτικότητα των λιγνιτών σε τέφρα ποικίλλει, ακόμη και στο ίδιο το κοίτασμα, δεδομένου ότι εξαρτάται από το ποσοστό των αργίλο-μαργο-ψαμμιτικών ιζημάτων που συμμετέχουν στο εξεταζόμενο δείγμα. Συνήθως, εντούτοις, τιμή είναι 15-20% (δυνατή διακύμανση 8-30%).

Στους Ελληνικούς λιγνίτες ανευρίσκονται και οι τρεις τύποι «macerals» [χουμινίτες (> 75%), λιπτινίτες (4-17%) και ινερτινίτες (< 4%)]. Μαζί με τα «macerals», μπορεί να ανευρεθούν και ορυκτά όπως ο σιδηροπυρίτης (υπό μορφή framboids ή ως υλικό πλήρωσης πόρων), ο ασβεστίτης, ο σιδηρίτης (FeCO_3), ο καολινίτης [$\text{Al}_4 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_8$], κλπ. **Στην τέφρα έχουν ανιχνευτεί βαρέα μέταλλα όπως Pb, Zn, U, Ba, κ.λπ.**



Εικόνα 2.5



Εικόνα 2.6

Εικόνες 2.5,2.6: Από το λιγνιτικό πεδίο της Πτολεμαΐδας. Διακρίνονται οι χαρακτηριστικές ενστρώσεις λιγνιτών, ποικίλου πάχους, οποίες εναλλάσσονται με ενστρώσεις, πλούσιες σε αργιλικά ιζήματα, ψαμμίτες και μάργες.

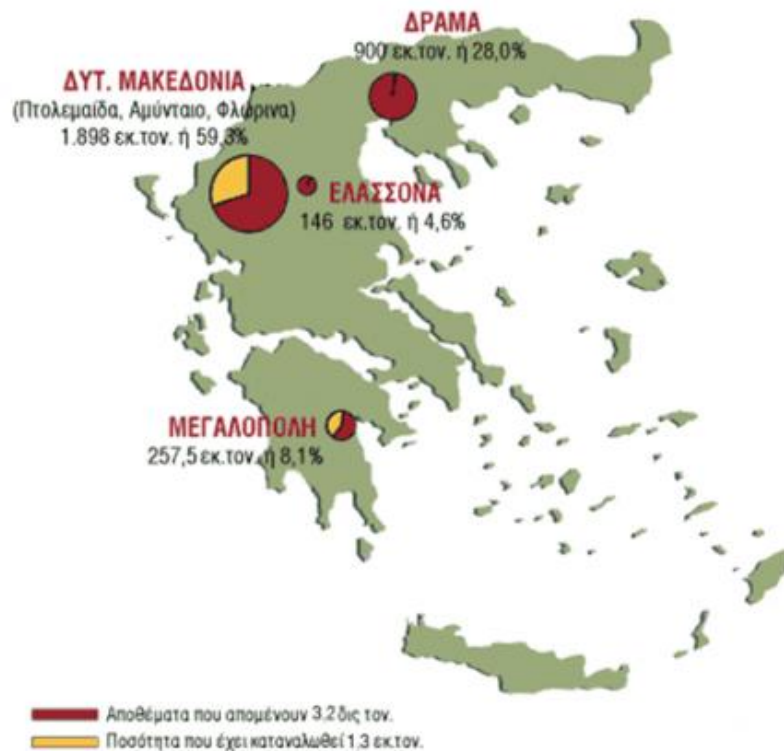
Η πρώτη σοβαρή προσπάθεια για την εκμετάλλευση λιγνιτικών κοιτασμάτων στη χώρα μας άρχισε στο Αλιβέρι (Εύβοια) το 1873. Δυστυχώς μια φοβερή πλημμύρα το 1897 κατέστρεψε όλες τις επιφανειακές και υπόγειες εγκαταστάσεις εξόρυξης. Η εκμετάλλευση ξανάρχισε μετά τον πρώτο Παγκόσμιο πόλεμο. Το 1922 η ετήσια παραγωγή έφθασε τους 23.000 τόνους και διατηρήθηκε μέχρι το 1927. Το επόμενο έτος, η εκμετάλλευση σταμάτησε για οικονομικούς λόγους.

Μετά το δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, η ανάγκη εξηλεκτρισμού της χώρας οδήγησε στην απόφαση κατασκευής ατμοηλεκτρικού σταθμού στο Αλιβέρι, που θα λειτουργούσε αποκλειστικά με λιγνίτη.

Το 1951 ανέλαβε η ΔΕΗ την υπόγεια εκμετάλλευση των Ορυχείων στο Αλιβέρι, κατορθώνοντας να αυξήσει την παραγωγή σε 750 χιλιάδες τόνους το χρόνο και να τροφοδοτήσει μονάδες συνολικής ισχύος 230 MW. Στις αρχές της δεκαετίας του 1980 σταμάτησε η λειτουργία του λιγνιτωρυχείου Αλιβερίου.

Το λιγνιτικό κοιτάσμα Μεγαλόπολης μελετήθηκε επιστημονικά για πρώτη φορά το 1957 και τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά. Το 1969, άρχισε από τη ΔΕΗ η εκμετάλλευση του λιγνίτη. Το γεγονός αυτό ήταν μία ιδιαίτερη περίπτωση σε παγκόσμιο επίπεδο, επειδή για πρώτη φορά τόσο φτωχός λιγνίτης εξορύσσεται και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το λιγνιτωρυχείο Μεγαλόπολης ξεκίνησε με μία ετήσια παραγωγή 1 εκ. τόνους και έφθασε, το 2006, τους 13,5 εκ. τόνους.

Σήμερα η ΔΕΗ παράγει συνολικά περίπου 63 εκ. τόνους λιγνίτη σε ετήσια βάση. Η εντοπωσιακή ανάπτυξη των Λιγνιτωρυχείων της ΔΕΗ επιτρέπει στη χώρα μας να κατέχει τη δεύτερη θέση στην παραγωγή λιγνίτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση, την πέμπτη θέση στην Ευρώπη και την έκτη στον κόσμο.



Εικόνα 2.7 Αποθέματα λιγνίτη στη χώρα μας

Με βάση τα συνολικά αποθέματα και τον προγραμματιζόμενο ρυθμό κατανάλωσης στο μέλλον, υπολογίζεται ότι **στην Ελλάδα οι υπάρχουσες ποσότητες λιγνίτη επαρκούν για τα επόμενα 45 χρόνια**. Μέχρι σήμερα έχουν εξορυχθεί συνολικά 1,3 δις. τόνοι λιγνίτη ενώ τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα ανέρχονται σε 3,1 δις. τόνους περίπου. Το 2006, εξορύχθησαν συνολικά 62,5 εκ. τόνοι. Σήμερα, οι 8 λιγνιτικοί σταθμοί της ΔΕΗ αποτελούν το 42% της εγκατεστημένης ισχύος της και παράγουν το 45% περίπου της καθαρής ηλεκτρικής παραγωγής της ΔΕΗ.

Με τα σημερινά τεχνικο-οικονομικά δεδομένα τα κοιτάσματα που είναι κατάλληλα για ενεργειακή εκμετάλλευση, ανέρχονται σε περίπου 3,2 δις τόνους και ισοδυναμούν με 450 εκ. τόνους πετρελαίου.

Το σύνολο της ετήσιας εθνικής παραγωγής λιγνίτη, μαζί με τα ορυχεία (εκτός ΔΕΗ) που δίνουν πρώτη ύλη στους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς, τα τελευταία χρόνια υπερβαίνει τους 55εκ τόνους.

Μέχρι σήμερα οι εξορυχθείσες ποσότητες λιγνίτη φτάνουν περίπου στο 29% των συνολικών αποθεμάτων.

Εκτός από λιγνίτη η Ελλάδα διαθέτει και ένα μεγάλο κοιτάσμα Τύρφης στην περιοχή των Φιλιππων (Ανατολική Μακεδονία). Τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα στο κοιτάσμα αυτό εκτιμώνται σε 4 δις κυβικά μέτρα και ισοδυναμούν περίπου με 125 εκατ. τόνους πετρελαίου.

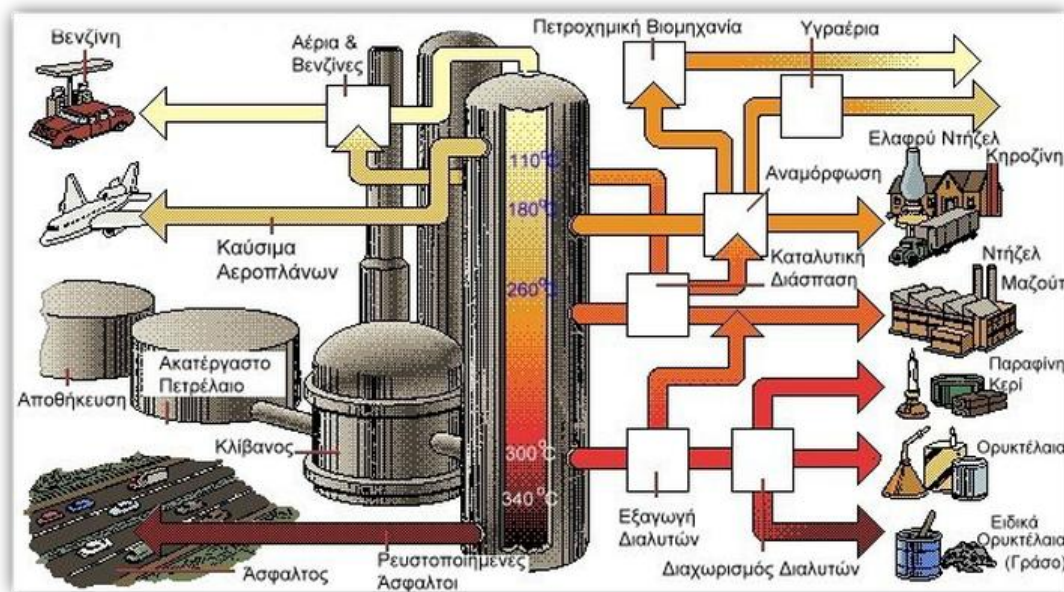
Η χρήση του λιγνίτη, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αποφέρει στην Ελλάδα τεράστια εξοικονόμηση συναλλάγματος (περίπου 1 δις. δολάρια ετησίως). Ο λιγνίτης είναι καύσιμο στρατηγικής σημασίας, γιατί έχει χαμηλό κόστος εξόρυξης, σταθερή και άμεσα ελέγξιμη τιμή και παρέχει σταθερότητα και ασφάλεια στον ανεφοδιασμό καυσίμου. Συγχρόνως, προσφέρει χιλιάδες θέσεις εργασίας στην ελληνική περιφέρεια, ιδιαίτερα σε περιοχές που εμφανίζουν μεγάλα ποσοστά ανεργίας. Ο λιγνίτης έχει συντελέσει τα μέγιστα στην αύξηση του εθνικού προϊόντος.

2.3 Υγρά ορυκτά καύσιμα

Το πετρέλαιο βρίσκεται στο υπέδαφος σε υγρή μορφή, μέσα σε κοιλότητες, σχηματίστηκε εκεί από ζωικούς και φυτικούς μικροοργανισμούς, κυρίως θαλάσσιους, οι οποίοι συγκεντρώθηκαν από τα θαλάσσια ρεύματα στο βάθος λεκανών, όπου και καταπλακώθηκαν λόγω επιχωματώσεων ή άλλων διαδικασιών. Εκεί, χωρίς την παρουσία αέρα, μετατράπηκαν σε πετρέλαιο κατά την διάρκεια χιλιάδων ετών. Η

ενέργεια του πετρελαίου προέρχεται από την ενέργεια που είχαν συγκεντρώσει από τον ήλιο και την τροφή τους οι μικροοργανισμοί που το δημιούργησαν.

Σήμερα, αντλούμε το πετρέλαιο από τα υπόγεια κοιτάσματά του, ακόμα και αν αυτά βρίσκονται κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας. Τα κύρια συστατικά του είναι **αλκάνια**(παραφίνες), **κυκλοεξάνια** (ναφθένια) και **αρωματικοί υδρογονάνθρακες** και σε μικρότερες ποσότητες οξυγονούχες, αζωτούχες και θειούχες ενώσεις.



Εικόνα 2.8. Επεξεργασία ακατέργαστου πετρελαίου και παράγωγά του

Το πετρέλαιο αποτελεί το σημαντικότερο ορυκτό για την παγκόσμια οικονομία, καθώς αποτελεί την κύρια πρωτογενή πηγή ενέργειας και την πρώτη ύλη από την οποία παράγεται ένας τεράστιος αριθμός προϊόντων (πλαστικά, φάρμακα, καλλυντικά, απορρυπαντικά, φιλμ, μαγνητοταινίες, εκρηκτικά κ.λπ.)

Οι βασικές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν το πετρέλαιο diesel αλλά και όλα τα πετρελαιοειδή, είναι:

Ειδικό βάρος: Εκφράζεται με βάση μια αυθαίρετη κλίμακα σε βαθμούς ARI (American Petroleum Institute) σε βαθμούς Baume.

Θερμογόνα δύναμη : Μετρείται σε kcal/kg και για τον προσδιορισμό της χρησιμοποιούνται εμπειρικοί τύποι που έχουν συνήθως σαν παράμετρο το ειδικό βάρος. [Βουρνάς, 2011]

Σημείο ανάφλεξης: Η χαμηλότερη θερμοκρασία όπου οι ατμοί του πετρελαίου, που συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του, αναφλέγονται στιγμιαία με την προσέγγιση φλόγας.

Σημείο ροής: Η ελάχιστη θερμοκρασία όπου το πετρέλαιο ρέει. Χρήσιμη παράμετρος για τη μελέτη αντλιών και σωληνώσεων.

Ιξώδες: εκφράζεται σε οποιαδήποτε από τις μονάδες που ισχύουν για τα άλλα ρευστά.

Περιεκτικότητα σε θείο: Εκφράζεται σε ποσοστιαία αναλογία βάρους και επιδρά στη διαδικασία διάβρωσης των διατάξεων διακίνησης του πετρελαίου. Ακόμα επιδρά στη μόλυνση του περιβάλλοντος.

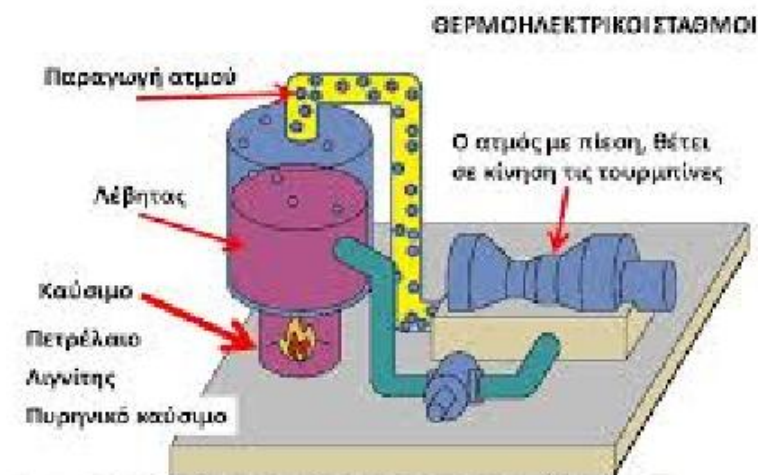
Ειδική θερμότητα: Μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία και συνήθως κυμαίνεται από 0,4 μέχρι 0,6 Btu ανά lb και °F.

Συντελεστής διαστολής όγκου: Μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία, με συνηθισμένη τιμή 0,0004 ανά °F.

2.3.1 Καύση πετρελαίου

Το πετρέλαιο οδηγείται στο θάλαμο καύσης με μορφή πολύ μικρών σταγονιδίων με τη βοήθεια αναλόγων διατάξεων και κατασκευών. Ο λεπτός αυτός καταμερισμός γίνεται είτε με εξαέρωση με τη βοήθεια θερμότητας, είτε με μηχανική εκτόξευση. Η τελευταία μέθοδος είναι πιο οικονομική, προϋποθέτει χρησιμοποίηση συμπιεσμένου αέρα ή ατμού ή εξαναγκασμό του καυσίμου να περάσει από μικρής διατομής ακροφύσια.

Για να φθάσει στη διάταξη καύσης, το πετρέλαιο ξεκινά από τις δεξαμενές όπου αποθηκεύεται σε ποσότητες ανάλογες με τις ανάγκες και τον τρόπο ανεφοδιασμού του σταθμού παραγωγής Η.Ε, οδηγείται σε αντλίες, στη συνέχεια θερμαίνεται για να αποκτήσει θερμοκρασία κατάλληλη για την καύση και τέλος, αφαιρείται από αυτό η υγρασία που ενδεχόμενα περιέχει.



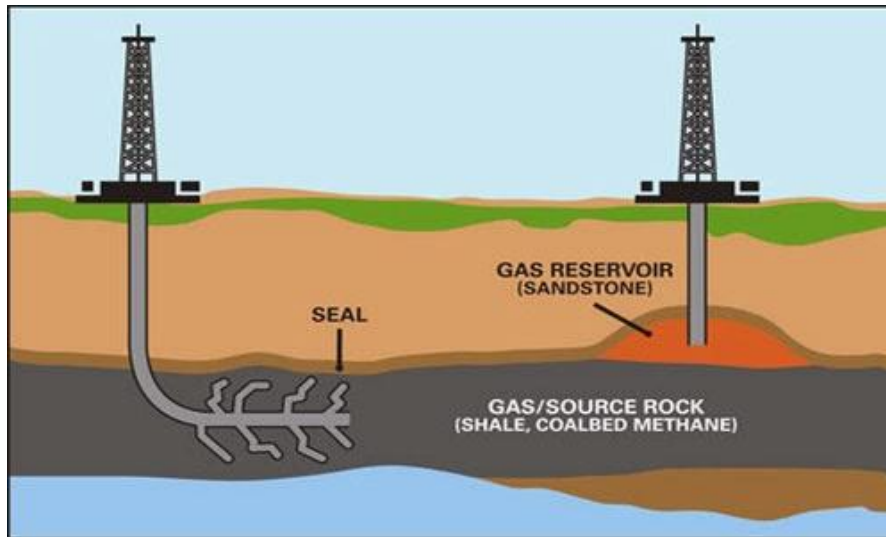
Εικόνα 2.8 Απλοποιημένα σχηματικό διάγραμμα καύσης ορυκτών καυσίμων

2.4 Αέρια ορυκτά καύσιμα

Βασικό συστατικό του φυσικού αερίου είναι το μεθάνιο, συνυπάρχουν όμως σε αυτό και σημαντικές ποσότητες αιθανίου, προπανίου και βουτανίου καθώς και διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, ήλιο και υδρόθειο.

Το φυσικό αέριο που είναι απαλλαγμένο από υδρογονάνθρακες, πέραν του μεθανίου «καθαρό μεθάνιο», συχνά, αποκαλείται και ξηρό φυσικό αέριο. Αντίστοιχα, το φυσικό αέριο που συμπεριλαμβάνει και άλλους υδρογονάνθρακες εκτός από το μεθάνιο, αποκαλείται και υγρό φυσικό αέριο.

Το φυσικό αέριο είναι άχρωμο και άοσμο, ενώ η χαρακτηριστική του οσμή δίνεται τεχνικά ώστε να γίνεται αντιληπτό σε περίπτωση διαρροής. Ανήκει στη δεύτερη οικογένεια των αέριων καυσίμων και είναι ελαφρύτερο από τον αέρα με ειδικό βάρος 0,59, το οποίο αποτελεί και μεγάλο πλεονέκτημά του έναντι του υγραερίου LPG.



Εικόνα 2.9 Εξόρυξη πετρελαίου-αερίου από το υπέδαφος

Η καύση του σε σχέση με αυτή άλλων καυσίμων έχει λιγότερο επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον, παράγοντας μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα για κάθε μονάδα παραγόμενης ενέργειας. Αποτελεί την καθαρότερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας μετά τις ανανεώσιμες μορφές. Τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης μειώνει τη συνολική κατανάλωση καυσίμου περιορίζοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση. [Βουρνάς, 2011]

Πίνακας 2.1: Χημική σύσταση του Φυσικού Αερίου

Συστατικά	% κατά όγκο σύσταση
Μεθάνιο (CH ₄)	70-90
Αιθάνιο (C ₂ H ₆)	5-15
Προπάνιο (C ₃ H ₈) και Βουτάνιο (C ₄ H ₁₀)	< 5
CO ₂ , N ₂ , H ₂ S, κτλ.	μικρότερες ποσότητες

Τα χαρακτηριστικά του το κάνουν συμβατό με τους υφιστάμενους εναλλακτικούς κινητήρες εσωτερικής καύσης (δείκτης οκτανίου υψηλότερος του 110, θερμιδική δύναμη 10% μεγαλύτερη του πετρελαίου).

Στο βιομηχανικό τομέα υπάγονται οι καταναλωτές με ετήσια κατανάλωση ίση ή μεγαλύτερη των 2.200.000 KWh Ανωτέρας Θερμογόνου Δυνάμεως φυσικού αερίου (περίπου 200.000 Nm³ ετησίως), που έχουν ως δραστηριότητα παραγωγή ή μεταποίηση προϊόντος.

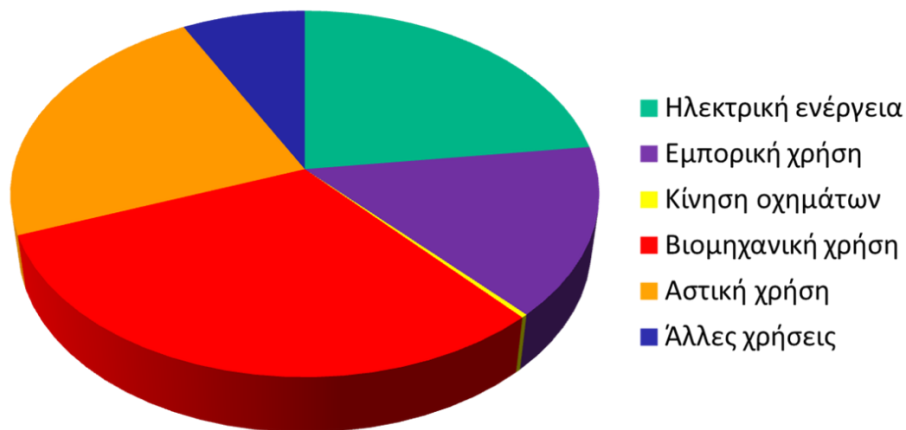
Στη βιομηχανία το φυσικό αέριο προσφέρει αυξημένη απόδοση, με λιγότερες εκπομπές ρύπων, ενώ πλήθος μικρών και μεγάλων επιχειρήσεων αποκτούν με το φυσικό αέριο ένα αποτελεσματικό μέσο για να μειώσουν το κόστος λειτουργίας τους και να αναβαθμίσουν την παραγωγική διαδικασία και μέσω αυτής την ποιότητα των τελικών προϊόντων τους.

Το φυσικό αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για θερμική είτε για χημική χρήση (ως πρώτη ύλη για τη βιομηχανία), είτε σε συστήματα **Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας**, τα οποία παράγουν ταυτόχρονα αξιοποιήσιμη ηλεκτρική και θερμική ενέργεια. Η παραγόμενη ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για θερμική χρήση όσο και για ψύξη ή κλιματισμό.

Το φυσικό αέριο σήμερα χρησιμοποιείται για συμπαγωγή σε βιομηχανίες των κλάδων τροφίμων, μεταλλουργίας και υφαντουργίας, σε μεγάλα θερμοκήπια καθώς και στο μεγάλο εμπορικό τομέα (νοσοκομεία, ξενοδοχεία).

Σήμερα, το συνολικό ποσοστό χρήσης του φυσικού αερίου στη βιομηχανία, στις περιοχές όπου υπάρχει δίκτυο, αγγίζει ή και ξεπερνά το 90%. Η ΔΕΠΑ έχει υπογράψει συμβάσεις πώλησης φυσικού αερίου με 150 περίπου βιομηχανικές μονάδες, εκ των οποίων οι 10 με ετήσια κατανάλωση μεγαλύτερη των 100 GWh.

Η χρήση του φυσικού αερίου



Εικόνα 2.11 Κατανομή της χρήσης του Φυσικού αερίου

2.5 Πυρηνικά καύσιμα

Πυρηνικά καύσιμα ονομάζονται τα στοιχεία εκείνα που με τη διάσπαση του πυρήνα τους κατά τον τρόπο ελεγχόμενο παράγουν ενέργεια σε μορφή θερμότητας. Τέτοια στοιχεία είναι το ουράνιο (U) και κατά δεύτερο λόγο το θόριο (Th). Είναι φανερό πως τα καύσιμα αυτά, δεν έχουμε καύση με τη συμβατική έννοια του όρου, αλλά μια εξώθερμη πυρηνική αντίδραση.



Εικόνα 2.12 Ορυκτά: Ουράνιο - Πλουτώνιο- Θόριο

2.5.1 Εξόρυξη και κατεργασία του ορυκτού ουρανίου

Το ουράνιο είναι ένα ελαφρώς ραδιενεργό υλικό, το οποίο βρίσκεται κυρίως στη Βόρεια Αμερική, στην Αυστραλία, στη Νότια Αφρική και στην Ανατολική Ευρώπη. Η μέση τιμή της συγκέντρωσης του ορυκτού στα εν λειτουργία ορυχεία είναι περίπου 1%. Γενικά, υπάρχουν τα επιφανειακά ορυχεία για κοίτες ουρανίου κοντά στην επιφάνεια της γης και τα υπόγεια ορυχεία, όταν το ουράνιο βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο από 120 m. Οι εγκαταστάσεις κατεργασίας είναι συνήθως κοντά στα ορυχεία, όπου πραγματοποιείται η κατεργασία του ορυκτού ουρανίου, ώστε να πάρει τη μορφή μιας στερεάς ένωσης ουρανίου με οξυγόνο (U^{308}). [Βασιλαρά, Καλτζίδου, 2001]

2.5.2 Καθαρισμός και Μετατροπή

Το προϊόν της κατεργασίας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατευθείαν ως καύσιμο του πυρηνικού αντιδραστήρα. Το U^{308} καθαρίζεται από τις ακαθαρσίες που μπορεί να περιέχει από τη διάσπαση του ουρανίου και από άλλα υλικά (NO_2 , HF , CaF) και μετατρέπεται σε UF_6 . Το UF_6 είναι αέριο σχετικά χαμηλών θερμοκρασιών και βρίσκεται σε μορφή κατάλληλη για εμπλουτισμό, επειδή οι περισσότεροι αντιδραστήρες χρησιμοποιούν ως καύσιμο ουράνιο εμπλουτισμένο με U^{235} . Για τους αντιδραστήρες που δε χρησιμοποιούν ως καύσιμο εμπλουτισμένο ουράνιο, το U^{308} μετατρέπεται απευθείας σε UO_2 , για να κατασκευαστεί το καύσιμό τους.

Κεφάλαιο 3

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά ορυκτά καύσιμα

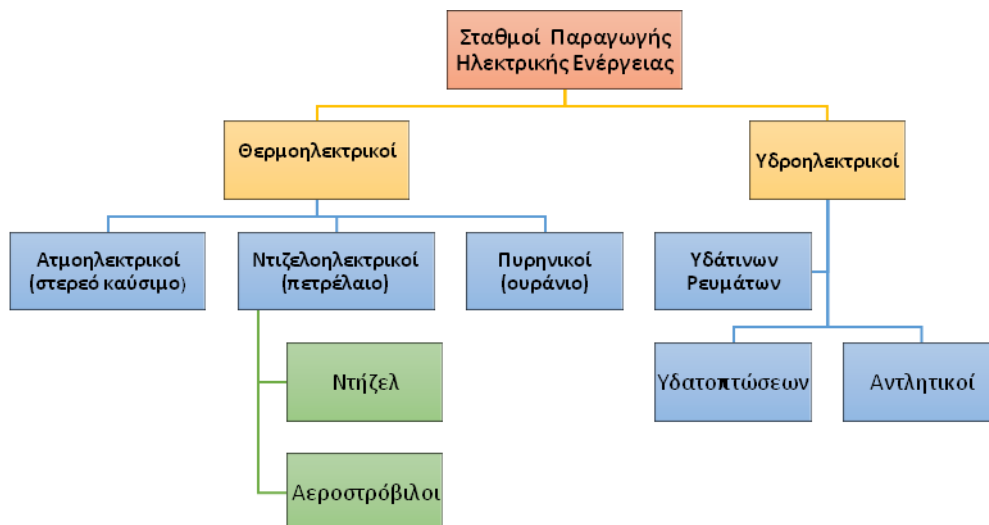
Γενικά

Έως και λίγες δεκαετίες πριν, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πραγματοποιούνταν κυρίως χρησιμοποιώντας τον ορυκτό πλούτο του εδάφους. Λόγω της δυσκολίας ανανέωσης του από την ίδια τη φύση που τα προσφέρει, συνηθίζεται να τα αποκαλούμε συμβατικές μορφές, δεν είναι δηλαδή απεριόριστη η διάθεση τους. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, τέτοιες πηγές είναι ο λιγνίτης, το πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ουράνιο, το νερό. Οι σταθμοί που αξιοποιούν τις συμβατικές μορφές καυσίμων ονομάζονται συμβατικοί σταθμοί ή σταθμοί παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύς παράγεται σε θερμικά ή υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα υδροηλεκτρικά μετατρέπουν την μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια, ενώ οι θερμικοί μετατρέπουν την θερμική σε μηχανική και ακολούθως σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι μονάδες που αξιοποιούν την πρώτη τεχνολογία ονομάζονται υδροηλεκτρικοί σταθμοί, ενώ την δεύτερη ατμοηλεκτρικοί σταθμοί. Θερμικοί σταθμοί είναι οι ατμοηλεκτρικοί, όπου το στερεό καύσιμο είναι κυρίως λιγνίτης και οι πυρηνικοί όπου το ουράνιο είναι το καύσιμο.

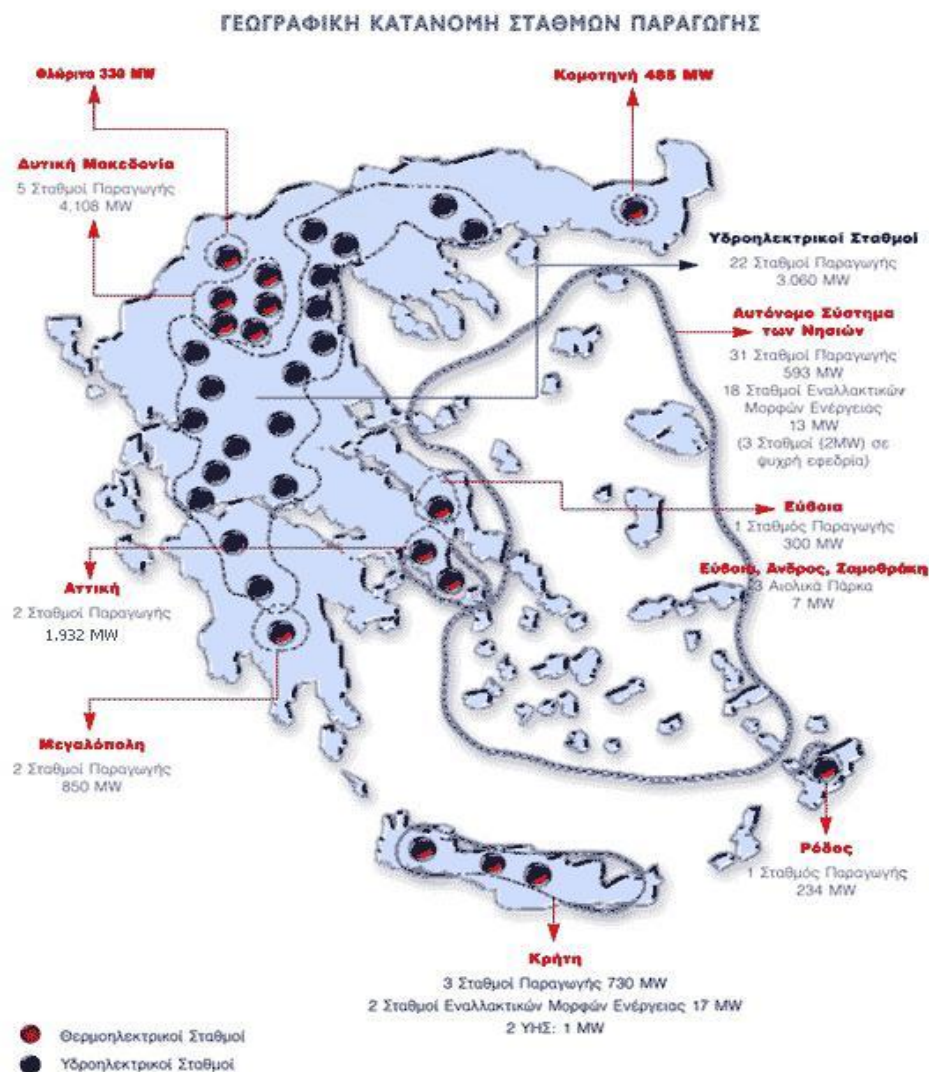
Η βασική διαφορά μεταξύ ατμοηλεκτρικών και πυρηνικών σταθμών παραγωγής έγκειται στον τρόπο παραγωγής του ατμού ο οποίος κινεί τους ατμοστρόβιλους. Στον ατμοηλεκτρικό σταθμό αυτό επιτυγχάνεται με την καύση άνθρακα, πετρέλαιο ή φυσικό αέριο στη εστία του αμοπαραγωγού, ενώ στον πυρηνικό σταθμό η καύση γίνεται στο πυρηνικό αντιδραστήρα

Ένα σχηματικό διάγραμμα των διάφορων τύπων σταθμών φαίνεται παρακάτω:



Σχήμα 3.1 Σχηματικό Διάγραμμα

Παρακάτω, παρατηρούμε ένα χάρτη της ΔΕΗ με τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας.



Εικόνα 3.1 Χάρτης της ΔΕΗ με σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

3.1. Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής

Οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής χρησιμοποιούνται ως σταθμοί βάσης και είναι οι πλέον οικονομικοί σταθμοί παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας. Στη χώρα μας αυτοί οι σταθμοί χρησιμοποιούν ως καύσιμο κυρίως το λιγνίτη και λιγότερο το πετρέλαιο μεγάλο πλεονέκτημά τους είναι ότι μπορούν να εργάζονται για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να σταματούν για συντήρηση.

Οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί αποτελούνται από δύο βασικά μέρη:

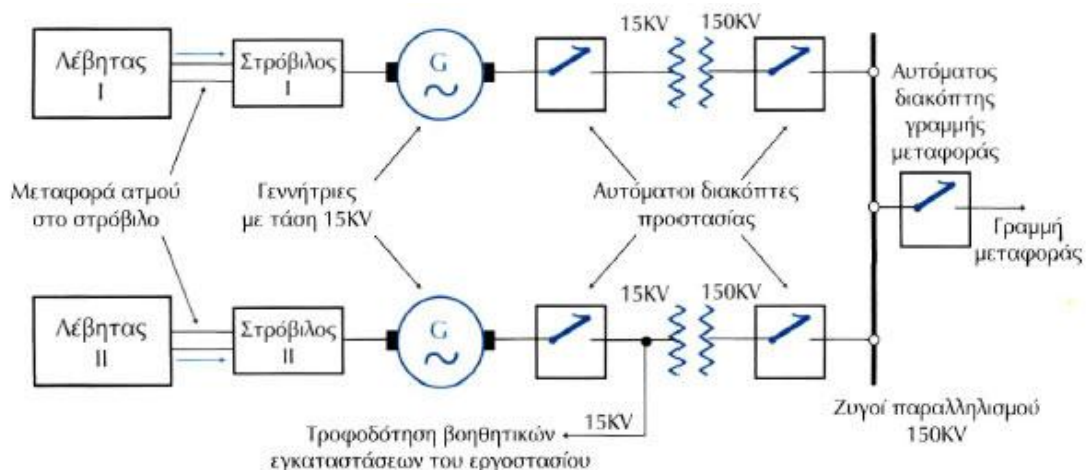
- το μηχανολογικό και
- το ηλεκτρολογικό

Τα βασικά στοιχεία του μηχανολογικού μέρους είναι ο λέβητας (καζάνι), όπου γίνεται η καύση, ο στρόβιλος και ο συμπυκνωτής (ψυγείο). Από την καύση του καυσίμου στο λέβητα ζεσταίνεται κάποια ποσότητα νερού έως ότου ατμοποιηθεί. Στη συνέχεια, ο ατμός εκτονώνεται θέτοντας σε κίνηση τον αμοστρόβιλο, και ακολούθως υγροποιείται. Κατόπιν, το ζεστό νερό που προκύπτει από την υγροποίηση οδηγείται στο λέβητα για την εκ νέου θέρμανση και ατμοποίησή του. Σ' αυτό το στάδιο η χημική ενέργεια του καυσίμου μετατρέπεται σε μηχανική.

Τα βασικά στοιχεία του ηλεκτρολογικού μέρους είναι η ηλεκτρογεννήτρια και ο μετασχηματιστής. Με την περιστροφή του αμοστρόβιλου 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. Κατά το στάδιο αυτό, η μηχανική ενέργεια του στροβίλου μετατρέπεται σε ηλεκτρική.

Οι περισσότεροι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί έχουν περισσότερες από μια μονάδες 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. Στο σχήμα 3.5, φαίνεται όλη η πορεία του ρεύματος από τη γεννήτρια μέχρι τη γραμμή μεταφοράς.



Σχήμα 3.2 Πορεία ρεύματος από τη γεννήτρια μέχρι τη γραμμή μεταφοράς.

Οι καταναλώσεις μιας ατμοηλεκτρικής μονάδας είναι μεγάλες και πλησιάζουν το 10% της παραγωγής της. Έτσι, για την κίνηση των αντλιών του σταθμού, για την κίνηση των κινητήρων, για το φωτισμό κ.λπ., χρησιμοποιείται το 10% περίπου της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το σταθμό. [Κάλφας, 1977]

3.1.2 Θέση σταθμού παραγωγής

Η επιλογή της θέσης ενός ατμοηλεκτρικού σταθμού παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα. Τα κυριότερα απ' αυτά αφορούν:

- ✓ Τη δυνατότητα αύξησης του μεγέθους του σταθμού λόγω αύξησης της ζήτησης.
- ✓ Τις επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- ✓ Το κόστος μεταφοράς του καυσίμου.

Οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες νερού για ψύξη (συμπύκνωση ατμού), και ως εκ τούτου εγκαθίστανται κοντά σε επαρκή ποσότητα νερού. Καθώς το νερό από το εργοστάσιο ρίχνεται πάλι στη λίμνη ή τη θάλασσα από την οποία προέρχεται, η θερμοκρασία της λίμνης ή της θάλασσας αυξάνεται με συνέπεια να διαταράσσεται η οικολογία των φυσικών υδάτων. Από την άλλη, η χρησιμοποίηση πύργου ψύξης αυξάνει τις δαπάνες κεφαλαίου και μειώνει την απόδοση του σταθμού.

Οι μεταφορές του καυσίμου ανάλογα με το είδος του και τον τόπο προμήθειας του επηρεάζουν επίσης την επιλογή της θέσεως του σταθμού.

3.1.3 Θερμικοί Σταθμοί με Μηχανές Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ)

Υπό ορισμένες συνθήκες και για μικρή ισχύ εγκαθίστανται αυτόνομοι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούν μηχανές εσωτερικής καύσης (μηχανές diesel). Τέτοιοι σταθμοί εγκαθίστανται στα νησιά μας όπου η ζήτηση είναι μικρή και η εγκατάσταση ατμοστρόβιλων με μικρή ισχύ είναι ασύμφορη.

Τα πλεονεκτήματα των μηχανών diesel είναι:

- Τίθενται σε λειτουργία εύκολα και φορτίζονται αμέσως.
- Δεν απαιτούν πολύπλοκες εγκαταστάσεις.
- Έχουν υψηλότερο βαθμό απόδοσης για μικρή και μέση ισχύ.
- Χρειάζονται λιγότερο χώρο για τις εγκαταστάσεις.
- Δεν απαιτούν πολύ προσωπικό.

Τα μειονεκτήματα των μηχανών diesel είναι:

- Παρουσιάζουν συχνά βλάβες.
- Χρειάζονται συχνά συντήρηση και απαιτούν εξειδικευμένο προσωπικό.

Οι μηχανές diesel γενικά έχουν ικανοποιητικό βαθμό απόδοσης, όταν λειτουργούν στα 75-80% της ονομαστικής τους ισχύος, ενώ για λειτουργία κάτω του 50% της ονομαστικής τους ισχύος ο βαθμός απόδοσής τους πέφτει σημαντικά. Στις μηχανές

εσωτερικής καύσης μίγμα καυσίμου και αέρα συμπιέζεται από κάποιο κύλινδρο με τη βοήθεια εμβόλων και αναφλέγεται.

Η καύση του μίγματος δημιουργεί πιέσεις που αναγκάζουν τα έμβολα να κινηθούν σε αντίθετη κατεύθυνση δημιουργώντας παλινδρομική κίνηση. Η κίνηση αυτή με τη βοήθεια κατάλληλου μηχανισμού μετατρέπεται σε περιστροφική και μεταδίδεται στον άξονα της γεννήτριας.

Στις μηχανές αυτές η θερμότητα εμφανίζεται ως ενδιάμεση ενεργειακή μορφή και για το λόγο αυτό και οι ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες που βασίζονται σε αυτόν τον τύπο των μηχανών εντάσσονται στην κατηγορία των θερμοηλεκτρικών μαζί με τους ατμοηλεκτρικούς.

Η παραγόμενη τάση από τη λειτουργία τέτοιων σταθμών είναι χαμηλή, τριφασική, με ουδέτερο, 220/380V, 50Hz. Οι γεννήτριες παραγωγής του ρεύματος είναι σύγχρονες και το ρεύμα της διέγερσής τους είναι συνεχές. Επειδή το ρεύμα που παράγεται είναι χαμηλής τάσης, δεν απαιτούνται μετασχηματιστές ούτε μεγάλοι αυτόματοι διακόπτες. Οι απαιτούμενοι αυτοματισμοί και τα όργανα ελέγχου είναι ελάχιστα και περιορίζονται σε βαττόμετρα, αμπερόμετρα, βολτόμετρα και μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Επομένως, δεν απαιτείται πολύ προσωπικό για την παρακολούθηση του σταθμού. [Βασιλείου, 2011]

Το προσωπικό πάντως εκτός από την παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος θα πρέπει να ελέγχει και τη λειτουργία της μηχανής, δηλαδή να ελέγχει τη θερμοκρασία λαδιού λίπανσης, την πίεση λαδιού, το νερό ψύξης κ.λπ.

Επειδή η μονάδα χρειάζεται συχνά συντήρηση αλλά και επειδή παθαίνει συχνά βλάβες, θα πρέπει να έχει προβλεφθεί σημαντικός αριθμός εφεδρικών μηχανών.

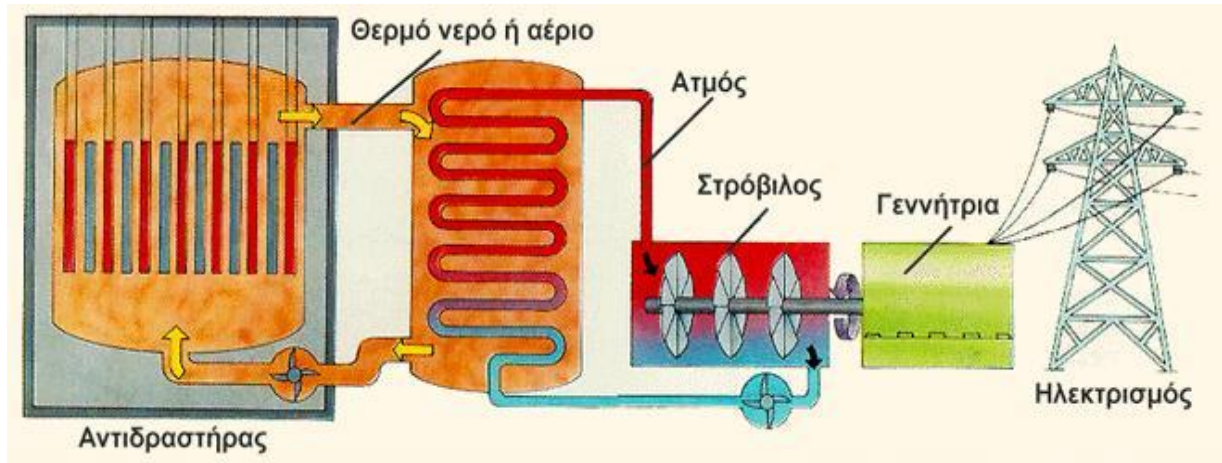
3.2 Πυρηνικοί Αντιδραστήρες

Γενικά

Η ενέργεια που αποδίδεται από μια και μόνο σχάση ενός πυρήνα ουρανίου είναι περίπου 200 MeV. Δηλαδή, ενέργεια 50 εκατομμύρια φορές μεγαλύτερη που μας δίνει η καύση ενός ατόμου άνθρακα. Το εντυπωσιακό αυτό γεγονός έκανε τον κόσμο να πιστέψει πως έλυσε για πάντα το ενεργειακό ζήτημα, εστιάζοντας όλες τις προσπάθειες του στην αξιοποίηση της εντυπωσιακής αυτής ενέργειας.

Όπως αναφέρθηκε, η διαφορά μεταξύ ενός ατμοηλεκτρικού σταθμού παραγωγής ενέργειας και ενός πυρηνικού, πέρα από το καύσιμο φυσικά, είναι ο τρόπος παραγωγής του ατμού.

Σε όλα τα πυρηνικά δίκτυα ισχύος, η θερμότητα σχάσης που εκλύεται στον πυρηνικό αντιδραστήρα, χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού κατευθείαν μέσα από τον ίδιο τον αντιδραστήρα ή σε βοηθητικούς εναλλάκτες θερμότητας. Η μονάδα παραγωγής ατμού λέγεται Πυρηνικό Σύστημα Παροχής Ατμού και είναι αυτό που αντικαθιστά το λέβητα ατμού που υπάρχουν στα συστήματα που λειτουργούν με συμβατικά καύσιμα.



Σχήμα 3.3 Απλοποιημένο διάγραμμα δικτύου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πυρηνικού σταθμού

Από το σχήμα παρακολουθούμε το στάδιο που παράγεται ο ατμός, το στάδιο που φεύγει από τον αντιδραστήρα ή τον εναλλάκτη θερμότητας έως και το στάδιο της επιστροφής του με την μορφή νερού ώστε να μετασχηματιστεί και πάλι σε ατμό από τον αντιδραστήρα. Όπως παρατηρούμε, ο ατμός χρησιμοποιείται για την περιστροφή των αμοστροβίλων, που συνδέονται με γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

3.2.2 Τύποι αντιδραστήρων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

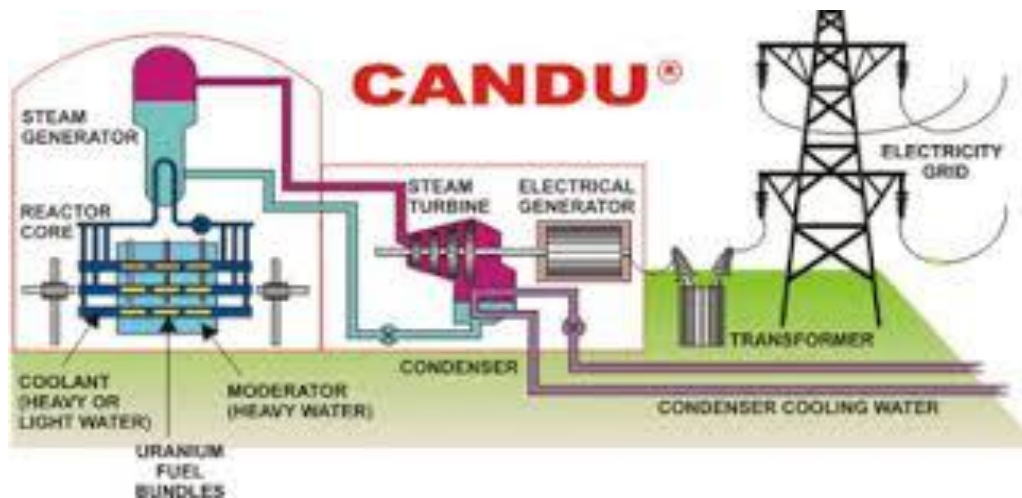
Οι πυρηνικοί αντιδραστήρες είναι εγκαταστάσεις μέσα στις οποίες τα άτομα του σχάσιμου υλικού που χρησιμοποιείται σαν πυρηνικό καύσιμο αποσυντίθενται με βομβαρδισμό νετρονίων σε μια αυτοσυντηρούμενη αλυσιδωτή αντίδραση κατά την οποία εκλύεται ενέργεια. Οι αντιδραστήρες διακρίνονται σε θερμικούς, επιθερμικούς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

3.2.2.1 Αντιδραστήρες ύδατος

Στους αντιδραστήρες ύδατος, το ύδωρ θερμαίνεται μέσα στον αντιδραστήρα και ο δημιουργούμενος ατμός διοχετεύεται απευθείας στο στρόβιλο. Ο ατμός στη συνέχεια συμπυκνώνεται και επιστρέφει στο αντιδραστήρα. Στους αντιδραστήρες πεπιεσμένου το δοχείο του αντιδραστήρα διατηρείται υπό πίεση 15,4MPa περίπου και η θερμοκρασία του επιβραδυντή παραμένει περί στους 315°C.

Σ' αυτή τη θερμοκρασία και πίεση το νερό δεν φθάνει στο σημείο βρασμού, οδηγείται στο εναλλάκτη θερμότητας και κατόπιν επιστρέφει πάλι στο αντιδραστήρα. Η δευτερεύουσα πλευρά του εναλλάκτη θερμότητας διατηρείται σε χαμηλότερη πίεση, περίπου 5 MPa και χρησιμοποιείται για να ανυψώνει ατμό στους 260°C για την τροφοδοσία του στροβίλου.

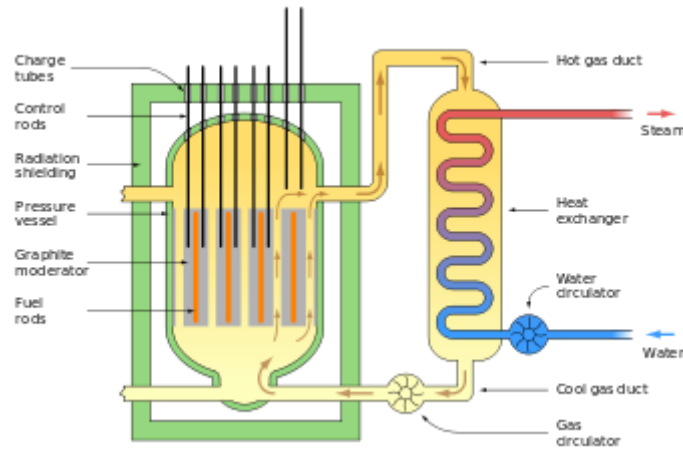
Στον αντιδραστήρα Candu το βαρύ ύδωρ που χρησιμοποιείται ως επιβραδυντής διατηρείται ασυμπιεστο σε μια δεξαμενή και το πυρηνικό καύσιμο περιέχεται σε σωλήνες που περνούν τη δεξαμενή.



Εικόνα 3.2 Αντιδραστήρας CANDU

3.2.2.2 Αερίψυκτος αντιδραστήρας

Στον αντιδραστήρα αυτόν ο πυρήνας ψύχεται από ήλιο υψηλής πίεσεως περίπου στα 5 MPa.



Εικόνα 3.3 Αεριοψυκτος Αντιδραστήρας

Η χρήση του ήλιου χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ καθώς σε κάποιες χώρες τις Ε.Ε. Υπάρχουν οι αντιδραστήρες όπως ο MAGNOX και οAGR στην Βρετανία, που χρησιμοποιούν πεπιεσμένο CO₂ ως ψυκτικό μέσο. [Παπαδιάς 1985]

3.2.2.3 Αναπαραγωγικοί αντιδραστήρες

Ανήκει στην κατηγορία των αντιδραστήρων ταχέων νετρονίων. Σ' αυτούς τους αντιδραστήρες λαμβάνουν χώρα δυο διαδικασίες: η έκλυση θερμότητας προς παραγωγή ατμού και η αναπαραγωγή ενός σχάσιμου προϊόντος (πλουτώνιο), σε ρυθμό ταχύτερο από την κατανάλωση ενός άλλου σχάσιμου προϊόντος (ουράνιο). Παρακάτω εικονίζεται μια τέτοια διάταξη.

3.3.Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί Μεγάλα υδροηλεκτρικά (ΜΥΗΣ)

Εισαγωγή (Ορισμός)

Μία από τις παλαιότερες μεθόδους εξαγωγής ενέργειας από τα αποθέματα της γης είναι η υδροενέργεια. Η ενέργεια αυτή είναι κινητική και χρησιμοποιεί τις βαρυτικές δυνάμεις των υδατοπτώσεων, για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας. Σήμερα, η μηχανική αυτή ενέργεια χρησιμοποιείται για την περιστροφή υδροστρόβιλων και την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η ενέργεια αυτή είναι αποτέλεσμα του υδρολογικού κύκλου. Η υδροενέργεια αποτελεί έμμεση μορφή ηλιακής ενέργειας, επειδή εξαρτάται από τον υδρολογικό κύκλο. Κατά τον κύκλο αυτό, ο ήλιος εξατμίζει το νερό, το οποίο μεταφέρεται υπό μορφή βροχής ή χιονιού και καταλήγει στη θάλασσα μέσω ποταμών ή χειμάρρων. Αυτός ο διαρκής κύκλος παρέχει τα διάφορα καιρικά φαινόμενα και την ανάπτυξη των ποταμών. [Παπαντώνης, 2008]



Εικόνα 3.4 Υδροηλεκτρικό Φράγμα

3.3.1 Υδρολογία

Το ουσιαστικό προαπαιτούμενο για την υδροηλεκτρική παραγωγή είναι ένα ρεύμα με ένα συνδυασμό επαρκούς παροχής και ύψους πτώσης (η κάθετη απόσταση της Υδατόπτωσης για ηλεκτροπαραγωγή, δηλ. μεταξύ ανώτερης και κατώτερης στάθμης). Η ισχύς που παράγεται είναι ανάλογη του γινομένου αυτών των δύο μεταβλητών. Το ύψος της πτώσης μπορεί να μεταβληθεί εύκολα με μια τοπογραφική στάθμη και έναν ιστό, η ακόμη και με ένα ταχύμετρο ή ένα κλισίμετρο, και αφότου καθοριστεί να υποτεθεί ότι παραμένει αμετάβλητο ως προς το χρόνο. [Τσόγκα, 1982]

Η παροχή, από την άλλη, επηρεάζεται από παράγοντες όπως:

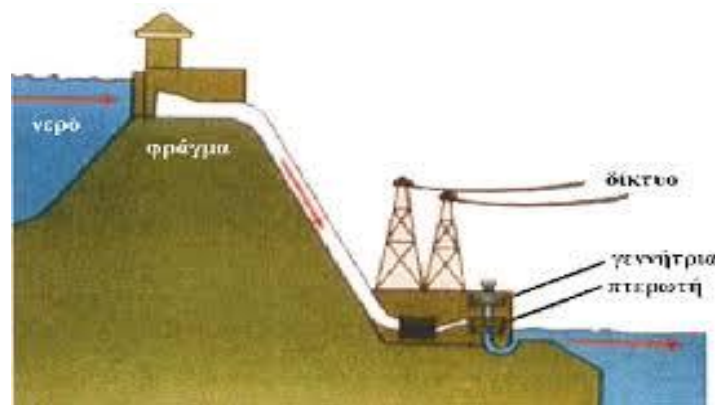
- οι βροχοπτώσεις,
- η φύση του εδάφους,
- η κάλυψη της βλάστησης,
- η θερμοκρασία
- η διάρθρωση της χρήσης των γαιών στην περιοχή απορροής.

Στην πραγματικότητα, η μέτρηση της παροχής σε ένα σημείο κάθε φορά έχει μικρή χρησιμότητα στη σχεδίαση, αφού η παροχή αυτή δεν θα είναι αντιπροσωπευτική της διαθέσιμης τον περισσότερο χρόνο παροχής. Έτσι, στη μελέτη οποιουδήποτε πιθανού υδροηλεκτρικού έργου εμπλέκεται η επιστήμη της υδρολογίας, δηλαδή η μελέτη της βροχόπτωσης και της ροής των ρευμάτων, η μέτρηση των λεκανών και των επιφανειών απορροής, της ικανότητας εξάτμισης και της επιφανειακής γεωλογίας, παράγοντες οι οποίοι στο σύνολο τους επηρεάζουν την ποσότητα της ροής και τη μεταβλητότητα της.

Οι κύριοι τύποι υδροληψίας είναι η **ορεινή** (tyroleanintake), η **πλευρική** (sideintake) και η υδροληψία **τύπου σίφωνα** (siphonintake). Οι δυο πρώτοι εφαρμόζονται συνήθως όταν το νερό προέρχεται από φυσικό υδατόρευμα, ενώ ο τρίτος εφαρμόζεται σε περιπτώσεις αξιοποίησης νερού από υφιστάμενο ταμιευτήρα ή κανάλι.

3.3.2 Αρχή λειτουργίας ενός τυπικού ΥΗΣ

Στο παρακάτω σχήμα, απεικονίζονται τα κυριότερα τμήματα ενός τυπικού υδροηλεκτρικού εργοστασίου. Κατά τη λειτουργία, το νερό αποστέλλεται μέσω μεγάλων σωλήνων, γνωστών ως αγωγών πίεσης, στον υδροστρόβιλο του εργοστασίου. Πριν από την είσοδο του στους αγωγούς πίεσης, το νερό της δεξαμενής φιλτράρεται από ένα διάφραγμα για τη συγκράτηση τυχόν ξένων αντικειμένων (σκουπιδιών).



Εικόνα 3.5. Σχηματικό διάγραμμα τυπικού υδροηλεκτρικού εργοστασίου

Στο τέλος του αγωγού πίεσης, το κινούμενο νερό έχει αναπτύξει μεγάλη ταχύτητα και 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.

Ο περιστρεφόμενος άξονας του στροβίλου χρησιμοποιείται για τη λειτουργία κάποιας ηλεκτρικής ενέργειας. Ανεξάρτητα του τύπου του χρησιμοποιούμενου στροβίλου, τα περισσότερα υδροηλεκτρικά εργοστάσια κατά τη μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική επιτυγχάνουν βαθμό απόδοσης 92%.

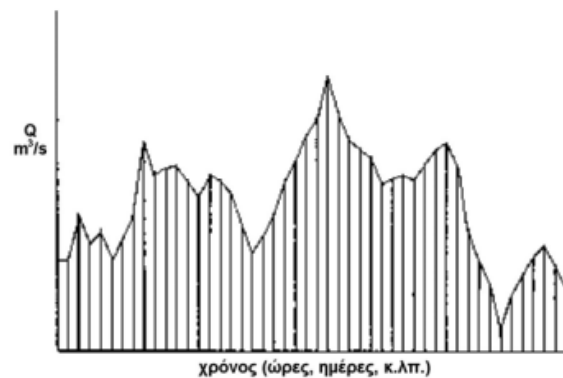
Μετά την έξοδο από το στρόβιλο το νερό αποδίδεται στη φυσική ροή του υδατορεύματος, μέσω της διώρυγας διαφυγής (outletchannel). Η διώρυγα διαφυγής είναι σχεδιασμένη, ώστε να διατηρούνται ομαλές συνθήκες ελεύθερης ροής και να

αποφεύγεται το φαινόμενο της σπηλαιώσης, όταν πρόκειται για στροβίλους αντίδρασης.

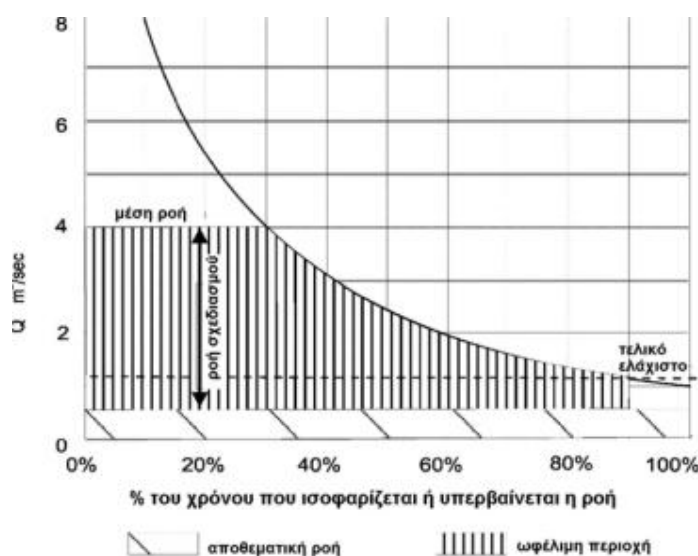
3.3.3 Επιλογή θέσης ενός τυπικού ΜΗΥΣ

Το πρώτο ουσιαστικό βήμα για τη διαμόρφωση ενός ΜΥΗΣ είναι η εξεύρεση αρχείων της βροχόπτωσης και της ροής του ρεύματος στη συγκεκριμένη επιφάνεια και λεκάνη απορροής για όσο το δυνατό μεγαλύτερη χρονική περίοδο. Στοιχεία σχετικά με τα επιφανειακά ύδατα και τη βροχόπτωση συλλέγονται σε κάθε χώρα και δημοσιεύονται ετησίως, αν και συχνά με σημαντική καθυστέρηση, από μια ή περισσότερες δημόσιες υπηρεσίες.

Με τη βοήθεια ενός υδρογράφηματος που παρέχεται από την αρμόδια υπηρεσία, μπορεί να εξαχθεί μια Καμπύλη Διάρκειας της Ροής (ΚΔΡ) σχήμα 3.5, όπως αυτή που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.4, με την κατάταξη των δεδομένων κατά μέγεθος αντί χρονολογικά. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να εκτιμηθεί το δυναμικό της θέσης.



Σχήμα 3.4 Τυπικό υδρογράφημα



Σχήμα 3.5. Τυπική καμπύλη διάρκειας της ροής

Δεδομένου ότι αναγκαίες απαιτήσεις για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι οι επαρκείς τιμές **ύψους πτώσης** και **παροχής**, η επιλογή της θέσης καθορίζεται από την ύπαρξη και των δύο αυτών χαρακτηριστικών. Καθόσον υπάρχουν τόσο πολλοί αλληλοσχετιζόμενοι παράγοντες, είναι δύσκολο να καθοριστεί μια σαφής διαδικασία για την επιλογή μιας θέσης. [Βουρνάς, 2011]

Μια προκαταρκτική αναγνωριστική μελέτη θα πρέπει να παραλάβει τον καθορισμό του δυναμικού παραγωγής, την εκτίμηση της παραγόμενης ισχύος, την αναγνώριση των απαιτούμενων εργασιών στο χώρο, τον προσδιορισμό των κρίσιμων ζητημάτων (περιβαλλοντικοί και κοινωνικοί περιορισμοί) και μια προκαταρκτική μελέτη της οικονομικής βιωσιμότητας.

Σ' έναν ποταμό με μια συγκριτικά απότομη κλίση σ' ένα μέρος του ρου του, η υψομετρική διαφορά μπορεί να αξιοποιηθεί εκτρέποντας το σύνολο ή μέρος της ροής, και επιστρέφοντας το στον ποταμό αφότου διέλθει από το στρόβιλο.

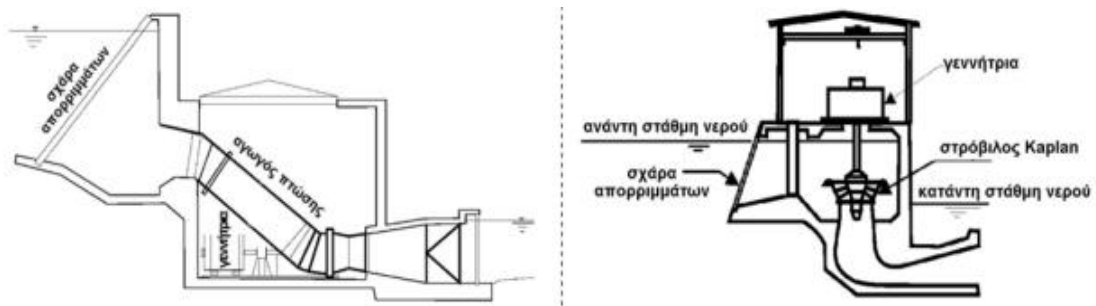
Το νερό μπορεί να μεταφερθεί από την υδροληψία απευθείας στο στρόβιλο μέσω ενός σωλήνα κατάθλιψης.

Να σημειωθεί πως οι καταθλιπτικοί σωλήνες είναι ακριβοί, έτσι μια φθηνότερη εναλλακτική λύση παρουσιάζεται στην εικόνα 3.6. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει ένα φράγμα ή έναν υδροφράκτη, ένα στόμιο εισόδου από τον ποταμό, και ένα ισοθιμές ανοικτό κανάλι που εκτείνεται κατά μήκος της κοιλάδας του ποταμού καταλήγοντας σε μια περιοχή υδροληψίας, από όπου ένας σωλήνας κατάθλιψης άγει το νερό στο στρόβιλο στο σταθμό ισχύος. Εάν τα τοπογραφικά ή τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του εδάφους είναι δυσμενή, το ανοικτό κανάλι μπορεί να μην αποτελεί την καλύτερη λύση. Σ' αυτές τις συνθήκες, ένας σωλήνας υποπίεσης μπορεί να αποτελέσει μια οικονομικότερη λύση.



Εικόνα 3.6 Παράσταση ενός ΜΥΗ μεγάλου ύψους πτώσης

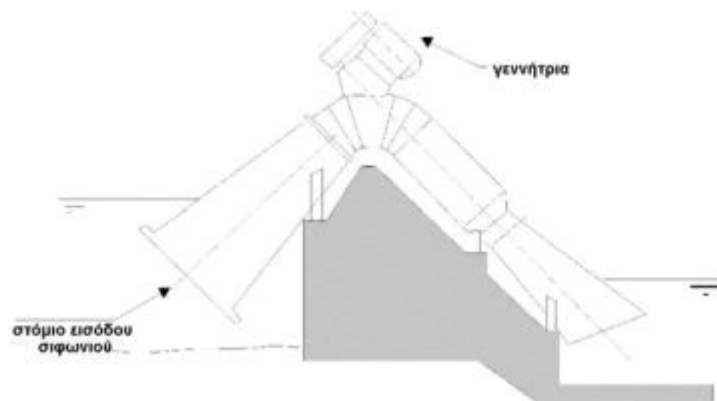
Για περιπτώσεις διατάξεων χαμηλού ύψους πτώσης χρησιμοποιείται ένας υδροφράκτης εκτροπής και η δομή της διάταξης αυτής (σχήμα 3.6, αριστερά) είναι παρόμοια με την προαναφερθείσα για τα μεγάλη τιμή πτώσης, παρόλο που το κανάλι είναι συνήθως μικρού μήκους όπως και ο αγωγός πτώσης (ή δεν υπάρχει καθόλου). Η άλλη διάταξη περιλαμβάνει ένα φράγμα με ενσωματωμένο στόμιο εισόδου και σταθμό ισχύος (σχήμα 3.6, δεξιά).



Σχήμα 3.6. Διατάξεις ΜΥΗ χαμηλού ύψους πτώσης

Μια άλλη δυνατότητα είναι να εγκατασταθεί ένας σταθμός ηλεκτροπαραγωγής σε ένα υπάρχον συμβατικό φράγμα που έχει κατασκευαστεί για ποικίλες χρήσεις (έλεγχος ροής, άρδευση, απόσπαση ύδατος κ.λπ.). Το νερό εισάγεται στο στρόβιλο μέσω του προκατασκευασμένου ως ενιαίο τμήμα της δομής του φράγματος αγωγού πτώσης ή, εάν το φράγμα δεν είναι πολύ υψηλό, μέσω ενός σιφωνικού στομίου εισόδου (σχήμα 3.7).

Στη δεύτερη περίπτωση, ο αγωγός πτώσης φέρεται επάνω από το φράγμα πριν πάρει κλίση προς τον στρόβιλο, ο οποίος μπορεί να εδράζεται είτε στην κορυφή του φράγματος είτε, συνθηθέστερα, στην κατάντη πλευρά. Στις περισσότερες σιφωνικές εγκαταστάσεις το ύψος πτώσης κυμαίνεται από 1,8 έως 11 m, αν και υπάρχουν κάποια παραδείγματα με ύψη πτώσης έως και 30 m.



Σχήμα 3.7. Μονάδα ηλεκτροπαραγωγής σε υπάρχον συμβατικό φράγμα

3.3.4 Τύποι σταθμών υδροηλεκτρικής ενέργειας

Υπάρχουν τρεις τύποι υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων:

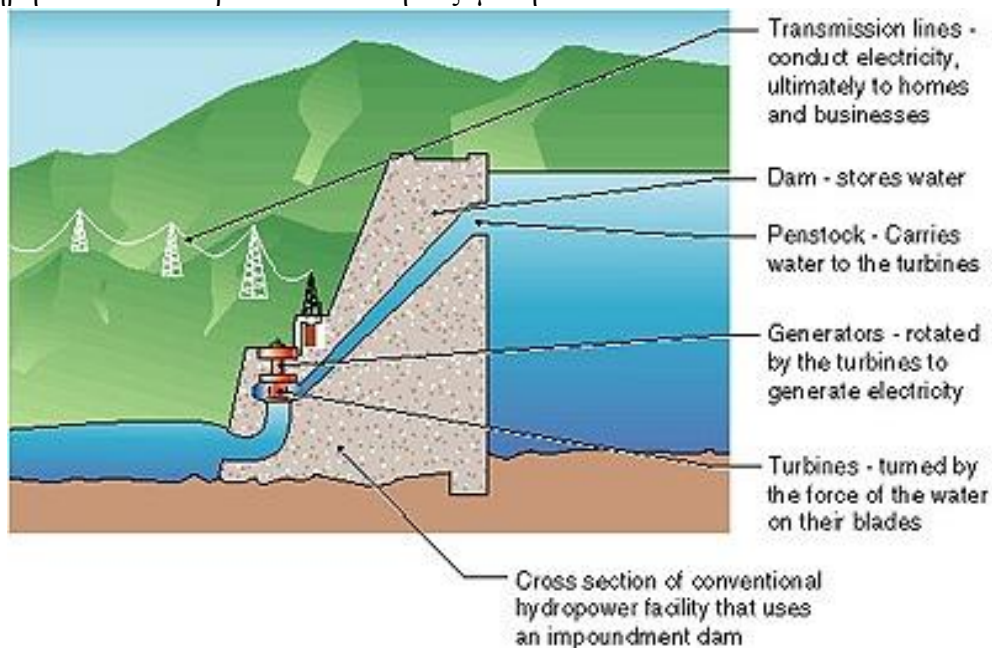
- ✓ με συγκράτηση
- ✓ με εκτροπή και
- ✓ με άντληση

Ορισμένα υδροηλεκτρικά εργοστάσια χρησιμοποιούν φράγματα και άλλα όχι. Πολλά φράγματα χτίστηκαν για διαφορετικό σκοπό όπως αναψυχή, λιμνοθάλασσες / ιχθυοτροφεία, έλεγχο πλημμυρών, παροχή νερού και άρδευση και η παραγωγή ενέργειας προστέθηκε αργότερα.

Οι υδροηλεκτρικές μονάδες κυμαίνονται σε μέγεθος από μικρά συστήματα για ένα σπίτι ή χωριό έως μεγάλα έργα που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια για επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας.

Συγκράτηση νερού

Ο πιο συνηθισμένος τύπος υδροηλεκτρικού σταθμού είναι μια εγκατάσταση κατακράτησης. Μια εγκατάσταση κατακράτησης, συνήθως ένα μεγάλο σύστημα υδροηλεκτρικής ενέργειας, χρησιμοποιεί ένα φράγμα για την αποθήκευση του νερού του ποταμού σε ένα ταμιευτήρα. Το νερό που απελευθερώνεται από τον ταμιευτήρα ρέει μέσω του στροβίλου, το περιστρέφει, το οποίο με τη σειρά του ενεργοποιεί μια γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το νερό μπορεί να απελευθερωθεί είτε για να ανταποκριθεί στις μεταβαλλόμενες ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας είτε για να διατηρήσει ένα σταθερό επίπεδο στη δεξαμενή.



Σχήμα 3.8.Υδροηλεκτρική εγκατάσταση συγκράτησης νερού

Εκτροπή

Μια εκτροπή, που μερικές φορές ονομάζεται run-of-river, κατευθύνει ένα τμήμα ενός ποταμού μέσω ενός καναλιού ή ενός στύλου. Δεν απαιτείται η χρήση φράγματος.



Εικόνα3.7.Εκτροπή νερού ποταμού

Στα σχήματα εκτροπής, ένας υδροφράκτης από σκυρόδεμα ή λιθοδομή με στέψη ένα μέτρο ή περισσότερο επάνω από την κοίτη του ποταμού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.7, αρκεί για τη δημιουργία ενός επαρκούς βάθους νερού στο στόμιο εισόδου του καναλιού ή της σωλήνωσης.



Εικόνα 3.8 : Υδροφράκτης ενός μικρού υδροηλεκτρικού σχήματος εκτροπής

Αντλία αποθήκευσης

Οι σταθμοί αποθήκευσης νερού με άντληση σε αντίθεση με τους συμβατικούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς αποθήκευσης, επαναχρησιμοποιούν το νερό. Διαθέτουν σύστημα δύο ταμιευτήρων.

Κατά τη διάρκεια περιόδων υψηλής ηλεκτρικής ζήτησης, το νερό απελευθερώνεται από τον πρώτο ταμιευτήρα (υψηλά) στην κάτω δεξαμενή και στρέφει έναν στρόβιλο, που παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Όταν η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια είναι χαμηλή, μέρος του νερού αντλείται από τον ταμιευτήρα που ευρίσκεται χαμηλά (με αναστροφή της λειτουργίας των στροβίλων που λειτουργούν ως αντλίες) στον υψηλότερο ταμιευτήρα και μπορεί συνεπώς να επαναληφθεί ο κύκλος παραγωγής ηλεκτρισμού [Τσόγκα, 1982]

3.3.5 Δομή ενός Φράγματος

Τα φράγματα αποτελούν αναπόσπαστο μέρος των υδροηλεκτρικών έργων μεγάλης κλίμακας και χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν το διαθέσιμο ύψος πτώσης ή και για να δημιουργήσουν μια δεξαμενή αποθήκευσης νερού. Όταν το έδαφος είναι σχετικά επίπεδο, ένα φράγμα που ανυψώνει τη στάθμη του νερού πίσω από αυτό μπορεί να παράσχει επαρκές ύψος πτώσης για την παραγωγή της απαιτούμενης ισχύος. Ένα φράγμα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση νερού σε περιόδους υψηλής ροής και τη διάθεσή του σε περιόδους χαμηλής ροής. Λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής τους, στα σχήματα μικρής κλίμακας σπανίως χρησιμοποιούνται φράγματα.

Τα κύρια μέρη που αποτελούν ένα φράγμα είναι:

- ✓ Στόμια εισόδου
- ✓ Κανάλια
- ✓ Αγωγοί πτώσης
- ✓ Αυλάκια απαγωγής

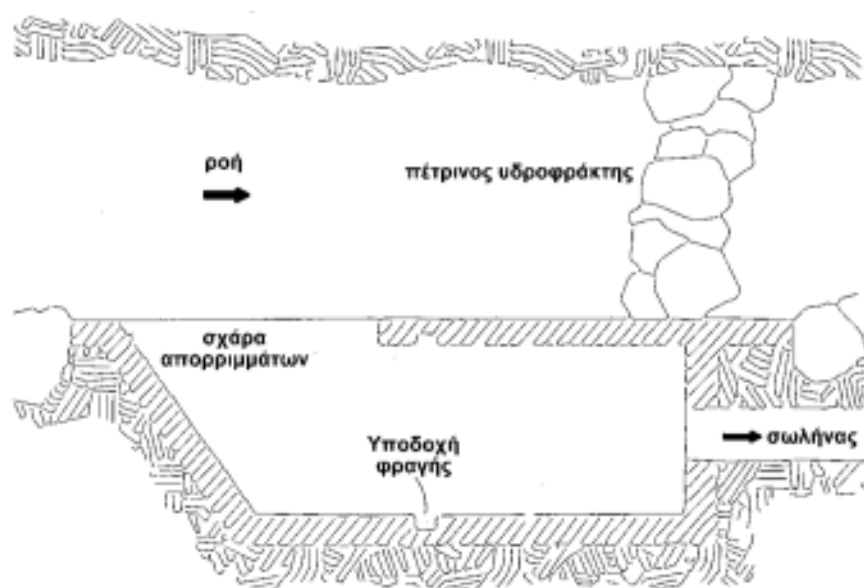
3.3.6 Στόμια εισόδου

Η λειτουργία της δομής του στομίου εισόδου είναι να κατευθύνει υπό ελεγχόμενες συνθήκες το νερό στον αγωγό πτώσης ή το κανάλι προσαγωγής. Το στόμιο εισόδου λειτουργεί ως μετάβαση μεταξύ ενός ρεύματος, που μπορεί να είναι από ένα ρυάκι μέχρι ένας ορμητικός χείμαρρος, και μιας ελεγχόμενης ως προς την ποιότητα και την ποσότητα ροής νερού.

Η σχεδίαση του, βασιζόμενη σε γεωλογικές, υδραυλικές, δομικές και οικονομικές θεωρήσεις, απαιτεί ειδική προσοχή για να αποφευχθούν η περιττή συντήρηση και λειτουργικά προβλήματα που δεν μπορούν να διορθωθούν εύκολα και θα πρέπει να υπομένονται καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου.

Το βασικότερο κριτήριο στη σχεδίαση ενός στομίου εισόδου είναι ο προσανατολισμός του ως προς το ρεύμα, ως ένας τρόπος ελέγχου της ποσότητας και της ποιότητας του εισερχόμενου νερού.

Ο προσανατολισμός της εισόδου του στομίου ως προς το ρεύμα έχει μια καθοριστική επίδραση στη συσσώρευση απορριμμάτων μπροστά από τη σχάρα, η οποία μπορεί να αποτελέσει την αιτία για σημαντικά διαστήματα διακοπής της λειτουργίας και για δαπανηρή συντήρηση. Ο καλύτερος προσανατολισμός είναι η κεντρική γραμμή της εισόδου του στομίου να κείται παράλληλα ή υπό μικρή γωνία ως προς τον άξονα του υπερχειλιστή, ώστε να απομακρύνονται αυτόματα τα απορρίμματα από τις συχνές πλημμυρίδες που αντιπαρέρχονται τον υπερχειλιστή (σχήμα 3.9).



Σχήμα 3.9. Βέλτιστος προσανατολισμός της εισόδου της υδροληψίας

Μια από τις βασικές λειτουργίες του στομίου εισόδου είναι η ελαχιστοποίηση της ποσότητας των φερτών υλών και ιζημάτων που μεταφέρονται από το εισερχόμενο νερό, οπότε στην είσοδο του στομίου τοποθετούνται σχάρες απορριμμάτων για την αποτροπή της εισόδου πλωτών φερτών υλών και μεγάλων λίθων.

3.3.7 Κανάλια

Από το στόμιο εισόδου το νερό μεταφέρεται είτε κατευθείαν στο στρόβιλο μέσω ενός σωλήνα κατάθλιψης είτε με ένα κανάλι. Σε ένα κανάλι η παροχή είναι συνάρτηση της κατατομής της εγκάρσιας διατομής του, της κλίσης του, και της τραχύτητας του. Η ταχύτητα του νερού σ' ένα κανάλι πρέπει να διατηρείται επάνω από μια ελάχιστη τιμή για να αποτραπεί η ιζηματοπόθεση και η ανάπτυξη υδρόβιων φυτών, αλλά κάτω από μια μέγιστη τιμή ώστε να αποφευχθεί η διάβρωση, ειδικά στα μη επενδεδυμένα κανάλια.

Στο τέλος του καναλιού, αμέσως πριν από την είσοδο του αγωγού πτώσης, υπάρχει η περιοχή υδροληψίας. Αυτή, αν και μπορεί να σχεδιαστεί ώστε να προσφέρει αποταμίευση νερού, συνήθως προσφέρει μόνο επαρκή αποταμίευση για την παροχή του πρόσθετου όγκου του νερού που απαιτείται κατά την εκκίνηση του στρόβιλου.

Είναι απαραίτητο να περιλαμβάνεται ένας υπερχειλιστής, ένα στόμιο αποστράγγισης, μια σχάρα απορριμμάτων και έναν εξαεριστήρα.

3.3.8 Αγωγοί πτώσης

Από τη περιοχή υδροληψίας το νερό μεταφέρεται στο στρόβιλο μέσω ενός σωλήνα κατάθλιψης ή ενός αγωγού πτώσης. Οι αγωγοί πτώσης μπορούν να εγκατασταθούν επάνω ή κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, ανάλογα με παράγοντες, όπως είναι η φύση του εδάφους, το υλικό του αγωγού, οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος και οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις.

Ένας αγωγός πτώσης χαρακτηρίζεται από τα υλικά, τη διάμετρο του, το πάχος του τοιχώματος και τον τύπο των αρμών.

Συγκεκριμένα:

- ✓ Το υλικό επιλέγεται σύμφωνα με τις συνθήκες του εδάφους, την προσιτότητα, το βάρος, το σύστημα των αρμών και το κόστος.
- ✓ Η διάμετρος επιλέγεται ώστε να μειώνονται οι απώλειες τριβής μέσα στον αγωγό πτώσης σε ένα αποδεκτό επίπεδο.
- ✓ Το πάχος του τοιχώματος επιλέγεται ώστε να αντέχει στη μέγιστη υδραυλική πίεση όχλησης, συμπεριλαμβανομένης της μεταβατικής πίεσης κυματισμού που εμφανίζεται κατά την ταχεία αύξηση ή μείωση της παροχής.

3.3.9 Αυλάκια απαγωγής

Εφόσον το νερό περάσει μέσα από το στρόβιλο, επιστρέφει στον ποταμό μέσω ενός μικρού καναλιού που αποκαλείται αυλάκι απαγωγής. Οι στρόβιλοι ώσης μπορούν να έχουν σχετικά υψηλές ταχύτητες εξόδου, οπότε το αυλάκι απαγωγής πρέπει να είναι σχεδιασμένο με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν θα υποσκαφθεί ο σταθμός ηλεκτροπαραγωγής.

Μεταξύ του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής και του ρεύματος πρέπει να παρέχεται προστασία με ποδιές από άθραυστους λίθους ή σκυρόδεμα. Η σχεδίαση θα πρέπει επίσης να εξασφαλίζει ότι κατά τη διάρκεια σχετικά υψηλών παροχών, το νερό στο αυλάκι απαγωγής δεν θα ανέλθει τόσο ώστε να παρεμποδίσει τον δρομέα του στρόβιλου.

3.3.10 Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός

Στον ηλεκτρομηχανολογικό περιλαμβάνονται τα εξής μέρη που θα αναπτυχθούν στη συνέχεια:

- ✓ Υδροστρόβιλοι,

- ✓ Κιβώτιο ταχυτήτων
- ✓ Γεννήτρια
- ✓ Εξοπλισμός ελέγχου
- ✓ Πίνακας οργάνων εξοπλισμού διανομής και προστασίας
- ✓ Αυτόματος έλεγχος
- ✓ βοηθητικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός του σταθμού παραγωγής

3.3.10.1 Υδροστρόβιλοι

Όλες οι δομές που αναφέρθηκαν πιο πάνω σχεδιάζονται για να μεταβιβάσουν το νερό στους στρόβιλους, όπου τιθασεύεται η μεταφερόμενη από το νερό ισχύς. Ένας υδροστρόβιλος είναι μια περιστρεφόμενη μηχανή που μετατρέπει τη δυναμική ενέργεια του νερού σε μηχανική ενέργεια. Υπάρχουν δυο βασικοί τύποι στρόβιλων, γνωστοί ως στρόβιλοι «ώσης» και «αντίδρασης».

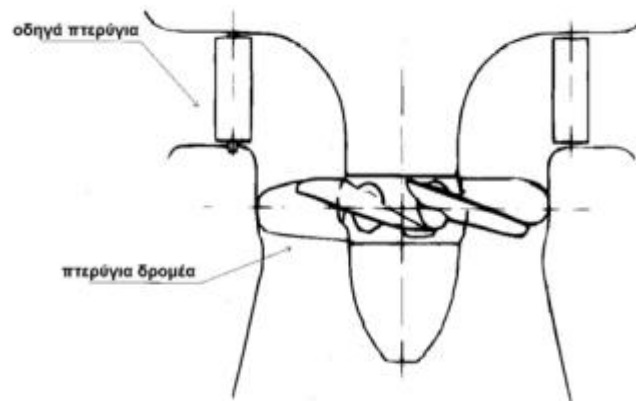
- ✓ Ο «στρόβιλος ώσης» μετατρέπει την δυναμική ενέργεια του νερού σε κινητική ενέργεια μιας δέσμης νερού η οποία εκρέει από ένα ακούσιο και προσπίπτει επάνω στους κοίλους ή τα πτερύγια του δρομέα.
- ✓ Ο «στρόβιλος αντίδρασης» χρησιμοποιεί την πίεση άλλα και την ταχύτητα του νερού για να αναπτύξει μηχανική ισχύ. Ο δρομέας κατακλύζεται πλήρως και τόσο η πίεση όσο και η ταχύτητα μειώνονται από την είσοδο προς την έξοδο.

Οι περισσότεροι υφιστάμενοι στρόβιλοι μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

1. στρόβιλοι τύπου Kaplan και έλικας,
2. στρόβιλοι τύπου Francis,
3. στρόβιλοι τύπου Pelton και άλλοι στρόβιλοι ώσης

1. Στρόβιλοι Kaplan

Οι στρόβιλοι Kaplan και οι τύπου έλικας, είναι αξονικής ροής στρόβιλοι αντίδρασης που γενικά χρησιμοποιούνται για μικρά ύψη πτώσης (συνήθως κάτω από 16m). Ο στρόβιλος Kaplan έχει ρυθμιζόμενα πτερύγια δρομέα και μπορεί να διαθέτει ή όχι ρυθμιζόμενα οδηγία πτερύγια (σχήμα 3.10). Εάν είναι ρυθμιζόμενα και τα πτερύγια του δρομέα και τα οδηγία πτερύγια, ο στρόβιλος περιγράφεται ως «διπλής ρύθμισης», ενώ εάν είναι σταθερό τα «οδηγία πτερύγια» τότε λέγεται «απλής ρύθμισης».

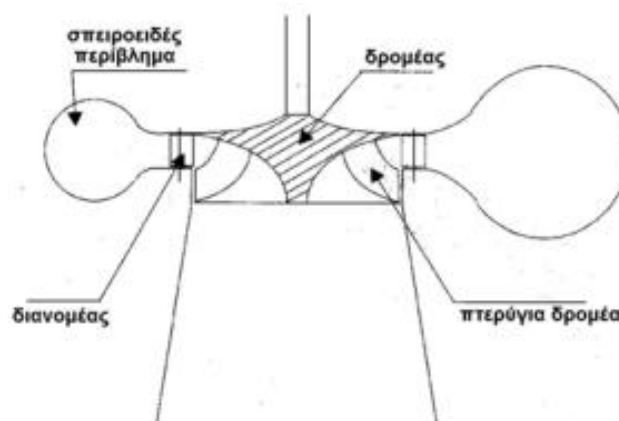


Σχήμα 3.10. Στρόβιλος τύπου Kaplan

Στη συμβατική του έκδοση ο στρόβιλος Kaplan έχει ένα σπειροειδές περίβλημα (είτε από χάλυβα είτε από σιδηροπαγές σκυρόδεμα). Η ροή εισάγεται ακτινικά προς το εσωτερικό και εκτελεί μια στροφή ορθής γωνίας προτού εισέλθει στον δρομέα με αξονική κατεύθυνση. Όταν ο δρομέας έχει σταθερά πτερόγια, ο στρόβιλος είναι γνωστός ως τύπου έλικας. Οι στρόβιλοι έλικας μπορούν να έχουν κινητά ή σταθερά οδηγά πτερόγια. Οι μη ρυθμιζόμενοι στρόβιλοι τύπου έλικας χρησιμοποιούνται μόνο όταν τόσο η παροχή όσο και το ύψος πτώσης παραμένουν πρακτικώς σταθερά.

2. Στρόβιλοι Francis

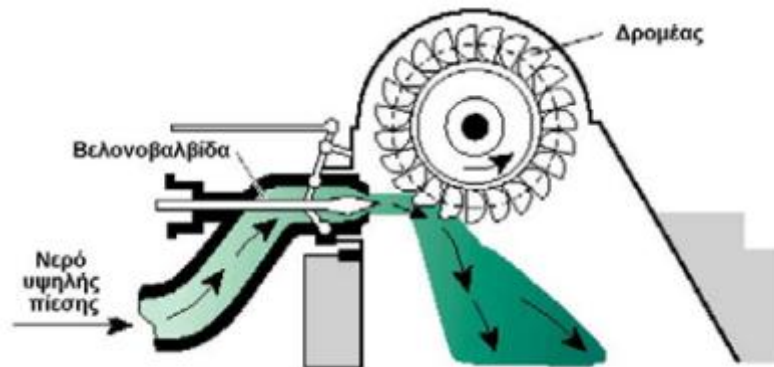
Οι στρόβιλοι Francis είναι στρόβιλοι αντίδρασης ακτινικής ροής με σταθερά πτερόγια δρομέα και ρυθμιζόμενα οδηγά πτερόγια, που χρησιμοποιούνται για μεσαία ύψη πτώσης. Ο δρομέας αποτελείται από κάδους που διαμορφώνονται από σύνθετες καμπύλες. Ένας στρόβιλος Francis περιλαμβάνει συνήθως ένα χυτοσιδηρό ή χαλύβδινο σπειροειδές περίβλημα για τη διανομή του νερού γύρω από ολόκληρη την περίμετρο του δρομέα, και αρκετές σειρές πτερυγίων που καθοδηγούν και ρυθμίζουν την ροή του νερού προς το δρομέα. Στο σχήμα 3.11 δίνεται η σχηματική παράσταση του στρόβιλου αυτού του τύπου.



Σχήμα 3.11. Σχηματική παράσταση ενός στρόβιλου Francis

3. Στρόβιλοι Pelton

Οι στρόβιλοι Pelton είναι στρόβιλοι ώσης με μία ή πολλαπλές δέσμες, καθεμία από τις οποίες εκρέει μέσα από ένα ακροφύσιο με μια βελονοβαλβίδα για τον έλεγχο της ροής. Αυτοί χρησιμοποιούνται για μεσαία και μεγάλα ύψη πτώσης. Το σχήμα 3.12 απεικονίζει έναν κατακόρυφο στρόβιλο Pelton και το σχήμα 3.13 τους άξονες των ακροφυσίων που κείνται στο ίδιο επίπεδο με τον δρομέα. Ορισμένοι κατασκευαστές έχουν αναπτύξει ειδικούς τύπους μηχανών, με περιορισμένο εύρος παροχής και ισχύος, οι οποίοι όμως μπορεί να είναι συμφέροντες υπό ορισμένες συνθήκες.



Σχήμα 3.12. Κατακόρυφος στρόβιλος Pelton



Σχήμα 3.13. Η μορφή του κάδου ενός στροβίλου Pelton η και ο άξονας του ακροφυσίου

3.3.10.2 Κιβώτια ταχύτητων και άλλοι πολλαπλασιαστές της ταχύτητας

Ο πολλαπλασιαστής ταχύτητας μπορεί να επιλεγεί από τους κάτωθι εμπορικά διαθέσιμους τύπους:

- ✓ κιβώτιο ταχυτήτων παραλλήλου άξονα,
- ✓ επικυκλικό κιβώτιο ταχυτήτων,
- ✓ κιβώτιο ταχυτήτων ορθής γωνίας με κωνικά γρανάζια,
- ✓ μετάδοση κίνησης με ιμάντα.

Τα κιβώτια ταχυτήτων απαιτούν πρόσθετη συντήρηση και αυξάνουν αισθητά το επίπεδο θορύβου στο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής. Επιπλέον, οι απώλειες τριβής μπορεί να ανέλθουν στο 2% της παραγόμενης ισχύος. Οι επίπεδοι ή οι σχήματος V ιμάντες αποτελούν την απλούστερη και φθηνότερη λύση.

3.3.10.3 Γεννήτριες

Οι γεννήτριες μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική. Αν και οι πρώτοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί ήταν συνεχούς ρεύματος (ΣΡ) ώστε να συνδυάζονται με τα πρώιμα εμπορικά ηλεκτρικά συστήματα, σήμερα χρησιμοποιούνται στην πράξη μόνο τριφασικές γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος.

Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του υφιστάμενου δικτύου, ο παραγωγός έχει δύο επιλογές:

- ✓ Σύγχρονες γεννήτριες ΣΡ, εξοπλισμένες με σύστημα διέγερσης ΣΡ (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. Με τη διακοπή της παράλληλης σύνδεσης, η σύγχρονη γεννήτρια θα συνεχίσει να παράγει σε τάση και συχνότητα που καθορίζονται από τον εξοπλισμό ελέγχου της. Οι σύγχρονες γεννήτριες μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα από το δίκτυο και να παράγουν ισχύ δεδομένου ότι η ισχύς διέγερσης δεν εξαρτάται από το δίκτυο.
- ✓ Ασύγχρονες γεννήτριες ΣΡ, που είναι απλοί ηλεκτρικοί επαγωγικοί κινητήρες κλωβού, χωρίς δυνατότητα ρύθμισης της τάσης, οι οποίες λειτουργούν σε ταχύτητα άμεσα σχετιζόμενη με τη συχνότητα του συστήματος. Αντλούν το ρεύμα διέγερσής τους από το δίκτυο, απορροφώντας άεργο ισχύ. Αυτή μπορεί να αντισταθμιστεί με την προσθήκη συστοιχίας πυκνωτών. Δεν μπορούν να παράγουν όταν αποσυνδέονται από το δίκτυο, αφού δεν είναι ικανές να παρέχουν το δικό τους ρεύμα διέγερσης.

Οι σύγχρονες γεννήτριες ΕΡ είναι ακριβότερες από τις ασύγχρονες, τουλάχιστον για τις ισχύς μέχρι περίπου 2 MW, και χρησιμοποιούνται σε συστήματα ισχύος όπου η παραγωγή της γεννήτριας αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό ποσοστό του φορτίου του συστήματος ισχύος.

Οι ασύγχρονες γεννήτριες ΕΡ χρησιμοποιούνται σε μεγάλα δίκτυα όπου η παραγωγή τους είναι ένα αμελητέο ποσοστό του φορτίου του συστήματος ισχύος. Η αποδοτικότητα τους είναι 2 έως 4% μικρότερη από την αποδοτικότητα των σύγχρονων γεννητριών σε όλο το εύρος λειτουργίας τους.

3.3.10.4 Εξοπλισμός ελέγχου

Ο στρόβιλος συνήθως ελέγχεται από ένα ρυθμιστή στροφών, ο οποίος είναι ένας συνδυασμός συσκευών και μηχανισμών που ανιχνεύουν την απόκλιση της ταχύτητας και τη μετατρέπουν σε μια μεταβολή της θέσης του σερβοκινητήρα.

Οι ρυθμιστές στροφών 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.

3.3.10.5 Πίνακας οργάνων του εξοπλισμού διανομής και εξοπλισμός προστασίας

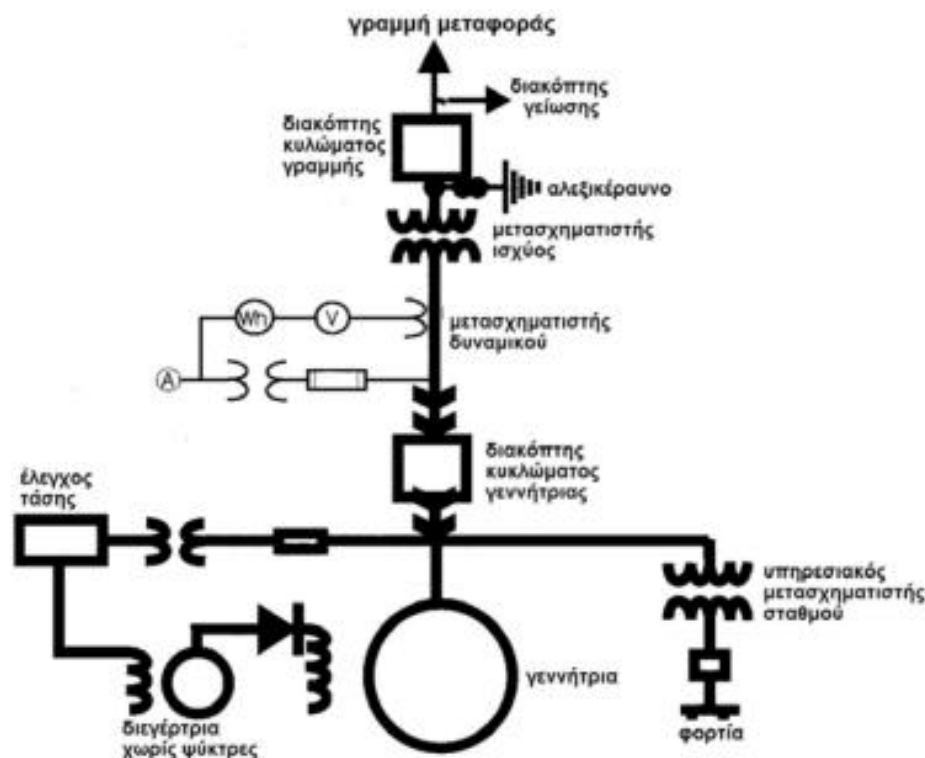
Σε κάθε χώρα, οι κανονισμοί της ηλεκτρικής τροφοδοσίας θέτουν μια θεσμοθετημένη υποχρέωση στις δημόσιες επιχειρήσεις ηλεκτρισμού να διατηρούν την ασφάλεια και την ποιότητα της ηλεκτρικής τροφοδοσίας εντός κάποιων προκαθορισμένων ορίων. Ο ανεξάρτητος παραγωγός πρέπει να λειτουργεί την εγκατάσταση του κατά τέτοιο τρόπο ώστε η επιχείρηση ηλεκτρισμού να μπορεί να εκπληρώνει τις υποχρεώσεις της. Επομένως, για την ασφάλεια και την προστασία του εξοπλισμού απαιτείται η ύπαρξη διαφόρων σχετικών ηλεκτρικών διατάξεων μέσα στο σταθμό ισχύος.

Ο εξοπλισμός διανομής είναι αναγκαίος για τον έλεγχο των γεννητριών και για τη σύζευξη τους με το δίκτυο ή το απομονωμένο φορτίο. Πρέπει να παρέχει προστασία για τις γεννήτριες, τον κύριο μετασχηματιστή και τον υπηρεσιακό μετασχηματιστή του σταθμού.

Ο πίνακας οργάνων του εξοπλισμού διανομής συνήθως περιλαμβάνει:

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

Στο σχήμα 3.14 απεικονίζεται το διάγραμμα ενός σταθμού παραγωγής με μια μονάδα, όπου διακρίνεται ο αποζεύκτης της γραμμής μεταφοράς στην πλευρά υψηλής τάσης, μαζί με τον αποζεύκτη της γεννήτριας και τις μετρητικές διατάξεις στην πλευρά χαμηλής τάσης. Πιο περίπλοκα αναμένονται τα πράγματα σε σταθμούς πολλαπλών μονάδων, όπου η ευελιξία και η συνέχεια των υπηρεσιών αποτελούν σημαντικές απαιτήσεις.



Σχήμα 3.14 Σχηματικό διάγραμμα ενός σταθμού ηλεκτροπαραγωγής με μια μονάδα

3.3.10.6 Αυτόματος έλεγχος

Τα μικρά υδροηλεκτρικά σχήματα συνήθως δεν επιτηρούνται και λειτουργούν μέσω συστήματος αυτομάτου ελέγχου. Επειδή κάθε εγκατάσταση ηλεκτροπαραγωγής είναι διαφορετική, είναι σχεδόν αδύνατο να καθοριστεί γενικά ο βαθμός αυτοματοποίησης που θα πρέπει να περιλαμβάνει ένα δεδομένο σύστημα. Πάντως, μερικές απαιτήσεις είναι αποδεκτές γενικώς:

- ✓ Όλος ο εξοπλισμός πρέπει να διαθέτει χειροκίνητους ελεγκτές και μετρητές εντελώς ανεξαρτήτους από τον προγραμματιζόμενο ελεγκτή (PLC), για χρήση τους μόνο κατά την αρχική εκκίνηση και τις διαδικασίες συντήρησης.
- ✓ Το σύστημα πρέπει να περιλαμβάνει τους απαραίτητους ηλεκτρονόμους και διατάξεις για την ανίχνευση δυσλειτουργιών σοβαρής φύσης και, στη συνέχεια, για τη λήψη δράσεων ώστε να επανέλθει η μονάδα ή ολόκληρη η εγκατάσταση σε μια ασφαλή απενεργοποιημένη κατάσταση.
- ✓ Πρέπει να συλλέγονται και να είναι άμεσα διαθέσιμα για τη λήψη αποφάσεων δεδομένα σχετικά με τη λειτουργία της εγκατάστασης, και να αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων για τη μετέπειτα αξιολόγηση της απόδοσης του σταθμού.
- ✓ Πρέπει να συμπεριληφθεί ένα ευφύες σύστημα ελέγχου που να επιτρέπει τη λειτουργία της πλήρους εγκατάστασης σε ένα μη επιτηρούμενο περιβάλλον.

- ✓ Διευκολύνει, παρότι δεν απαιτείται, η εξ αποστάσεως πρόσβαση στο σύστημα ελέγχου και η παράκαμψη των αυτόματων αποφάσεων, με την προϋπόθεση ότι διακόπτεται ασφαλώς η λειτουργία του σταθμού σε περίπτωση δυσλειτουργίας.
- ✓ Κανονικά, το σύστημα πρέπει να μπορεί να επικοινωνεί με αντίστοιχες μονάδες ανάντη και κατόντη με σκοπό τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών λειτουργίας.
- ✓ Η πρόβλεψη των βλαβών συνιστά βελτίωση του συστήματος ελέγχου. Με τη χρήση ενός έμπειρου συστήματος, τροφοδοτούμενου με τα βασικά λειτουργικά δεδομένα, είναι δυνατό να παραβλεφθούν κάποιες βλάβες προτού συμβούν και να ληφθούν διορθωτικά μέτρα έτσι ώστε να μην συμβεί η βλάβη.

Τα συστήματα αυτομάτου ελέγχου μπορούν να μειώσουν σημαντικά το κόστος της παραγωγής ενέργειας μειώνοντας τη συντήρηση και βελτιώνοντας την αξιοπιστία, λειτουργώντας παράλληλα πιο αποτελεσματικά τους στρόβιλους και παράγοντας περισσότερα KW από το διαθέσιμο νερό.

3.3.10.7 Βοηθητικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός του σταθμού παραγωγής

Η παραγωγή βοηθητικών φορτίων, ο φωτισμός και ο επικουρικός μηχανολογικός εξοπλισμός του σταθμού είναι δυνατό να απαιτούν από 1 έως 3% του δυναμικού του, όπου το μεγαλύτερο ποσοστό ισχύει για τα μικρό-υδροηλεκτρικά (κάτω από 500 KW). Εάν ήταν διαθέσιμες, δυο εναλλακτικές τροφοδοσίες με αυτόματη εναλλαγή θα εξασφάλιζαν την κάλυψη σε μια μη επιτηρούμενη μονάδα.

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.

Κεφάλαιο 4

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συμβατικών μορφών

4.1 Επιπτώσεις από Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς και τρόποι αντιμετώπισής τους

Η καύση του άνθρακα, του πετρελαίου ή του αερίου προκαλεί ρύπανση της ατμόσφαιρας. Και τα τρία εκλύουν οξείδια του αζώτου, ενώ το κάρβουνο και το πετρέλαιο εκλύουν και οξείδια του θείου SO_x . Το κάρβουνο δε εκτός των άλλων αποβάλλει και ορισμένα σωματίδια. Το 90-95% του θείου (S) που περιέχουν τα καύσιμα ορυκτά οξειδώνεται στα βλαβερά οξείδια του θείου, ενώ θείο περιέχει επίσης και η ιπτάμενη τέφρα που πιθανόν να εξέρχεται από την καμινάδα του σταθμού.

Πίνακας 4.1

Εκπεμπόμενοι Ρύποι	
Διοξείδιο Άνθρακα	CO_2
Οξείδια του Αζώτου	NO_2
Μονοξείδιο του Άνθρακα	CO
Διοξείδιο του Θείου	SO_2

Η μείωση της εκπομπής σωματιδίων επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση μηχανικών αλλά και **ηλεκτροστατικών φίλτρων**.

Ο σχηματισμός οξειδίων του αζώτου NO_x εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία της φλόγας καύσης της εστίας, από την περιεκτικότητα του καυσίμου σε άζωτο, από τη σχέση καυσίμου - αέρος αλλά και από τη διαμόρφωση του χώρου καύσης.

Πάντως εκτός αυτά τα πρωτογενή στοιχεία ρύπανσης, ο συνδυασμός οξειδίων του αζώτου με άκαυστους υδρογονάνθρακες σχηματίζει υπό κατάλληλες ατμοσφαιρικές συνθήκες δευτερογενή στοιχεία ρύπανσης, καλούμενα **φωτοχημική καπνομίχλη**.

4.1.2 Ηλεκτροστατικά φίλτρα

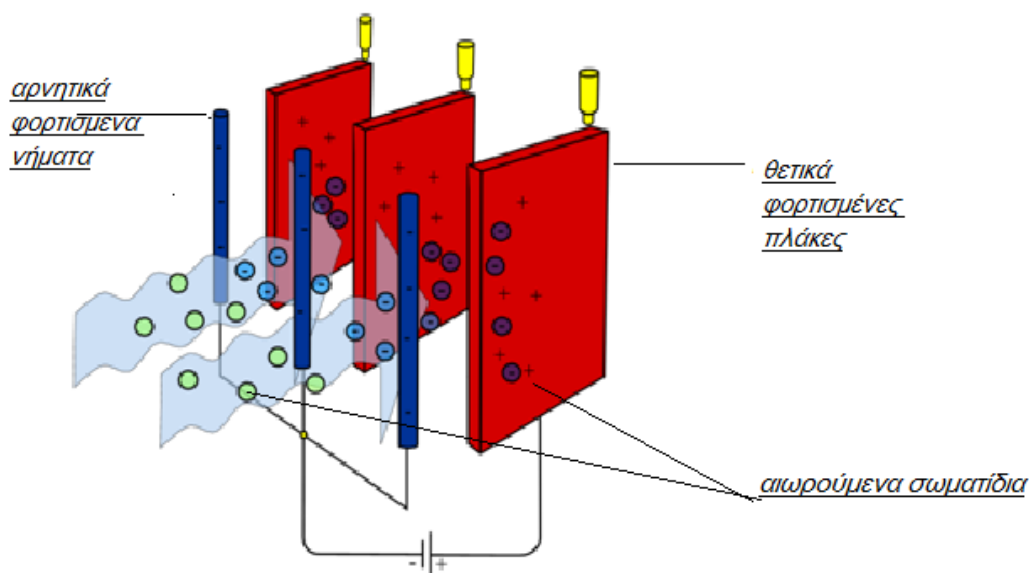
Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα χρησιμοποιούν τη θεωρία του ηλεκτροστατικού φορτίου, η οποία περιγράφει την φόρτιση, με θετικό (περίσσια ηλεκτρονίων) ή αρνητικό (έλλειμμα ηλεκτρονίων) φορτίο, μιας επιφάνειας. Η έννοια που περιγράφει το

στατικό του φορτίο, αφήνει να εννοηθεί ότι ηλεκτρόνια δεν μπορούν να μεταφερθούν από το θετικό στο αρνητικό μέρος μέσω κλειστού ηλεκτρικού κυκλώματος. Η συσσώρευση ηλεκτρικού φορτίου σε μια περιοχή δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας ηλεκτρομαγνητικού πεδίου.

Την ελκτική δύναμη σε ετερόνυμα φορτία από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο εκμεταλλεύονται τα ηλεκτροστατικά φίλτρα προκειμένου να παγιδεύσουν μικροσωματίδια σκόνης. Για να μπορέσουν όμως τα σωματίδια αυτά να επηρεαστούν από ηλεκτρομαγνητικό πεδίο θα πρέπει να αποκτήσουν τα ίδια ένα φορτίο.

Έτσι η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής: Αρχικά τα σωματίδια της σκόνης διέρχονται από αρνητικά φορτισμένα νήματα, με αποτέλεσμα να φορτιστούν αρνητικά. Στη συνέχεια, διέρχονται ανάμεσα από θετικά φορτισμένες πλάκες όπου, λόγω του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, η αρνητικά φορτισμένη σκόνη προσκολλάται στις θετικά φορτισμένες πλάκες. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ο εγκλωβισμός σκόνης μεγέθους που μπορεί να πλησιάσει ακόμα και το $1\mu\text{m}$ (1 μικρό) δηλαδή σε ιδανικές συνθήκες μεγέθους καπνού.

Παρόλα αυτά, το ηλεκτροστατικό φίλτρο για να λειτουργήσει απαιτεί κατάλληλα προφίλτρα τα οποία θα συγκρατήσουν την μεγαλύτερη ποσότητα των αερομεταφερόμενων σωματιδίων.[ΚΕΠΕ, 1988]



Σχήμα 4.1. Αναπαράσταση ενός τυπικού ηλεκτροστατικού φίλτρο

4.2 Επιπτώσεις από ΜΗΥΣ και τρόποι αντιμετώπισής τους

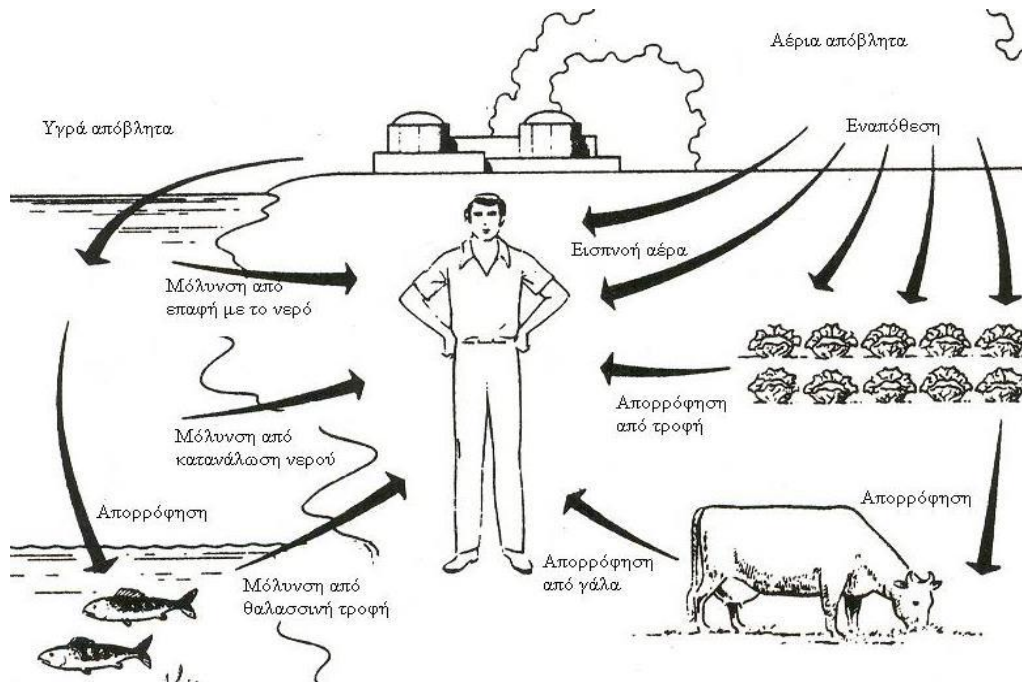
Το κόστος κατασκευής φραγμάτων και εγκατάστασης εξοπλισμού είναι μεγάλο, επίσης συνήθως είναι μεγάλος και ο χρόνος που απαιτείται για την αποπεράτωση του

έργου. Η περιοχή του έργου υφίσταται έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση (συμπεριλαμβανομένων της γεωμορφολογίας, της πανίδας και της χλωρίδας), όπως επίσης υπάρχει και ενδεχόμενο μετακίνησης πληθυσμών, υποβάθμισης περιοχών, απαιτούμενων αλλαγών χρήσης γης. Επιπλέον, σε περιοχές δημιουργίας μεγάλων έργων παρατηρήθηκαν αλλαγές του μικροκλίματος, αλλά και αύξηση της σεισμικής επικινδυνότητας τους.

4.3.1 Πυρηνικοί Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Ο κυριότερος κίνδυνος της πυρηνικής ενέργειας προκαλείται από την έκθεση σε ραδιενέργεια. Τα αποτελέσματα αυτής της έκθεσης στον άνθρωπο μπορούν να διακριθούν σε χρονικά, άμεσα και έμμεσα και σε τοπικά, σωματικά και γενετικά. Άμεσα αποτελέσματα εμφανίζονται μέσα σε μερικές μέρες ή το πολύ εβδομάδες μετά τη έκθεση μεγάλης δόσης ραδιενέργειας. Τέτοιες δόσεις μπορούν να προκύψουν μετά από μεγάλα ατυχήματα. Τα έμμεσα παρουσιάζονται μετά από χρόνια και μπορεί να οφείλονται ή σε μεγάλες για μικρά διαστήματα δόσεις ή σε μικρές μεν δε δόσεις, αλλά για μεγάλα διαστήματα. Οι επιπτώσεις στο άτομο που εκτέθηκε σε ραδιενέργεια είναι η λευχαιμία, καρκίνος του πνεύμονα, του θυρεοειδή, του δέρματος κ.α. Τα γενετικά αποτελέσματα εμφανίζονται στους απογόνους του ατόμου .

Στην περίπτωση πυρηνικού ατυχήματος τα ραδιενεργά προϊόντα, που έχουν παραχθεί στο καύσιμο κατά την παραμονή τους στον αντιδραστήρα, είναι διαθέσιμα για απελευθέρωση στο περιβάλλον. Η έκλυση αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί στην ατμόσφαιρα ή στο υδάτινο περιβάλλον, όπως η θάλασσα ή οι ποταμοί, όταν δέχονται τις εκροές του ψυκτικού από τον πυρηνικό σταθμό. Οι δίοδοι μέσω των οποίων ο άνθρωπος μπορεί να δεχτεί μια δόση ακτινοβολίας μετά την απελευθέρωση του ραδιενεργού υλικού δίνονται παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 4.2. Διαδρομές ραδιενεργών προϊόντων προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο

Τα πυρηνικά απόβλητα παράγονται σε διάφορα σημεία του κύκλου του καυσίμου ενός πυρηνικού δικτύου παραγωγής ισχύος. Κατά την εξόρυξη του ουρανίου, στη συσκευασία του καυσίμου, στη λειτουργία του αντιδραστήρα και στην επεξεργασία και ανακύκλωση του καυσίμου. Απόβλητα είναι όλα εκείνα τα μέρη του πυρηνικού αντιδραστήρα, που αφού έχουν περάσει το χρόνο ζωής του (περίπου 40 χρόνια), διαλύεται λόγω της μεγάλης ραδιενέργειας που εκπέμπει. Πυρηνικά απόβλητα συσσωρεύονται και στις εγκαταστάσεις παραγωγής πυρηνικών όπλων.

Τα πυρηνικά απόβλητα ανάλογα με το βαθμό ραδιενέργειας διακρίνονται:

Πίνακας 4.1. Είδη πυρηνικών αποβλήτων

Υψηλής στάθμης	Παράγωγα του καυσίμου που καταναλώνεται στους αντιδραστήρες καθώς και από κάθε απόβλητο που δημιουργείται στο στάδιο επεξεργασίας του καυσίμου
Υπερ-ουράνια	Αποτελούνται κυρίως από ισότοπα του πλουτωνίου με ενεργότητες $> 10^{-9}$ ci/γραμ. και δημιουργούνται στη επεξεργασία του καυσίμου, στην κατασκευή ράβδων καυσίμου πλουτωνίου και στην κατασκευή όπλων.
Χαμηλής στάθμης	Περιέχουν υπερ-ουράνια στοιχεία με ενεργότητες $< 10^{-9}$ ci/γραμ.. απαιτείται μικρότερη θωράκιση αλλά θεωρούνται επικίνδυνα.
Παράγωγα -Κατάλοιπα	Τα όποια παράγωγα που δημιουργούνται κατά τη εξόρυξη, επεξεργασία του ουρανίου και αποτελούν τα κατάλοιπα σε μικρές ποσότητες ραδιενεργών στοιχείων

Η ποσότητα της ραδιενέργειας που εκπέμπουν τα ραδιενεργά στοιχεία είναι συνδυασμός και με την διάρκεια ζωής των αποβλήτων. Μερικές εκατοντάδες έχουν σχετικά μικρή διάρκεια ζωής. Το πλουτώνιο έχει χρόνο μισής ζωής 24.000 χρόνια. Η μεγαλύτερη διαφυγή ραδιενεργών εντοπίζεται στη φάση της αντικατάστασης του καυσίμου, που έχει καταναλωθεί μέσα στους αντιδραστήρες με νέο καύσιμο. Η αντικατάσταση γίνεται σταδιακά ώστε να μη χρειαστεί να κλείσει ο αντιδραστήρας.

4.3.2 Τρόποι Αποθήκευσης των αποβλήτων

Ένα δίκτυο ισχύος 1000MW με αντιδραστήρα ελαφρού νερού, παράγει 100m³/έτος στερεά απόβλητα υψηλής και χαμηλής στάθμης σφραγίζονται σε δοχεία και στη συνέχεια θάβονται. Τα χαμηλής στάθμης υγρά απόβλητα παραμένουν στο χώρο του αντιδραστήρα για ένα διάστημα ώστε να μειωθεί η ενεργότητά τους, στη συνέχεια αραιώνονται και εξατμίζονται στην ατμόσφαιρα.

Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται και τη μεταφορά του πλουτωνίου από τους αντιδραστήρες αναμόρφωσης, όπου ανακτάται μέχρι και τους πυρηνικούς αντιδραστήρες που θα σταλθεί ως καύσιμο, λόγω της έντονης τοξικότητάς του και αρκούν ελάχιστες ποσότητες εισπνοής για να προκληθεί θάνατος.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα συναντιέται στη φύλαξη του πλουτωνίου δεδομένου ότι και μετά τη έλευση των 24.000 χρόνων μισής ζωής εκπέμπει το 50% της αρχικής του τιμής. Για τη φύλαξη του πλουτωνίου (Pu) έχουν προταθεί διάφορες λύσεις, όπως η απομόνωση του σε δεξαμενές κατασκευασμένες από μπετόν, χάλυβα ή γυαλί και η αποστολή του σε ορυχεία. Το γυαλί όμως σε εκατό χρόνια γίνεται πορώδες και τυχόν διαρροές νερού στο χώρο φύλαξης του μπορεί να προκαλέσει απελευθέρωση του πλουτωνίου. Επίσης λύσεις όπως η αποστολή τους στο διάστημα σε παραβολικές τροχιές του πλουτωνίου, εκτός από οικονομικά είναι αδύνατες δεν παρέχουν καμιά ασφάλεια κατά τη διάρκεια της εκτόξευσής τους και μέχρι ν' απομακρυνθούν από τη γη.[Βασιλαρα, Καλτζίδου, 2001]

4.3.2.1 Υπέργεια διάθεση πυρηνικών αποβλήτων

Η ξηρά αποθήκευση βαρελιών με πυρηνικά απόβλητα περιλαμβάνει απομάκρυνση των χρησιμοποιούμενων πυρηνικών από τους αντιδραστήρες, την σφράγιση τους σε κατάλληλα κυλινδρικά βαρέλια από χάλυβα, αφού πρώτα τοποθετηθούν σε τσιμέντο το οποίο λειτουργεί σαν ασπίδα για την ραδιενεργή ακτινοβολία. Η μέθοδος αυτή είναι σχετικά οικονομική και μπορεί να πραγματοποιείται στις κεντρικές εγκαταστάσεις όπου βρίσκονται οι αντιδραστήρες. Τα απόβλητα μπορούν εύκολα να ανακτηθούν και να επανεπεξεργαστούν.



Εικόνα 4.1. Αποθήκευση πυρηνικών αποβλήτων σε βαρέλια

4.3.2.2 Υπόγεια διάθεση πυρηνικών αποβλήτων

Πριν τα απόβλητα τοποθετηθούν μέσα στη γη γίνεται προεργασία (συμπύκνωση, συμπίεση, αφυδάτωση κ.λπ.), ώστε να μικρύνει έντονα ο όγκος τους. Στη συνέχεια, κλείνονται σε βαρέλια από μολύβι και τοποθετούνται, σε βάθος 500 περίπου μέτρων μέσα στη γη.



Εικόνα 4.2. Τοποθέτηση πυρηνικών αποβλήτων στη γη

4.3.3 Επαναχρησιμοποίηση των πυρηνικών καυσίμων

Η σκέψη της επαναχρησιμοποίησης κάποιων ισotόπων είναι σε εφαρμογή. Ήδη το καίσιο-137 και το στρόντιο-90 καθώς και μερικά άλλα αποσπώνται για συγκεκριμένες βιομηχανικές εφαρμογές, όπως θερμοηλεκτρικές γεννήτριες ραδιοϊσότοπου και ακτινοβολίες τροφίμων. Η επαναχρησιμοποίηση τους δεν μειώνει την ανάγκη διαχείρισης των ραδιοϊσότοπα αλλά μειώνει κατά κάποιον τρόπο την ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται..

Έχουν δημιουργηθεί κάποια κέντρα επανεπεξεργασίας, λίγα σε αριθμό. Ένα τέτοιο κέντρο αναλαμβάνει να απαλλάξει 40 περίπου εργοστάσια από τα πυρηνικά απόβλητα τους.

4.3.4 Μέτρα για την ασφαλή διάθεση των πυρηνικών αποβλήτων

Η συγκέντρωση ραδιενεργού υλικού η οποία ελευθερώνεται στο περιβάλλον, υπόγεια, επιφανειακά ύδατα, στον αέρα, στο έδαφος, στα φυτά και στα ζώα θα πρέπει να περιορίζεται ετησίως στα 25 millirems στο σύνολο του σώματος, στα 75 millirems στο θυρεοειδή και 25 millirems σε κάθε άλλο όργανο του οποιουδήποτε οργανισμού. Η εκπομπή ραδιενέργειας στο περιβάλλον θα πρέπει να ακολουθεί τα όρια που επιβάλλει η διεθνής κοινότητα και να τηρούνται τα ισχύοντα πρότυπα.

Η διαδικασία για την εύρεση ασφαλής τοποθεσίας για την δημιουργία αποθηκευτικών υποδομών για τα πυρηνικά απόβλητα ξεκινά αποκλείοντας αρχικά τις ακατάλληλες περιοχές, όπως περιοχές με έντονη σεισμογενή δραστηριότητα. Κατόπιν επανεξετάζονται συγκριτικά οι υπόλοιπες περιοχές για τη δημιουργία αποθηκευτικών χώρων όπου επιλέγονται οι καταλληλότερες και προτιμητέες περιοχές έκτασης 500 στρεμμάτων η κάθε μία. Κατά τη δεύτερη φάση μελετώνται με λεπτομέρεια και συγκριτικά οι περιοχές αυτές.

- Κριτήρια αξιολόγησης κατά την επιλογή κατάλληλων περιοχών.
- Δημογραφικά κριτήρια και κριτήρια ως προς τη χρήση του εδάφους
- Οδικά δίκτυα που υπάρχουν ή ενδέχεται να δημιουργηθούν
- Αξιολόγηση των μετεωρολογικών και κλιματικών συνθηκών.
- Σεισμοτεκτονικά στοιχεία
- Επιφανειακές γεωλογικές, γεωτεχνικές και υδρολογικές συνθήκες.
- Λιθολογικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά.
- Φυσικοί πόροι (νερό, δάση κ.ά.)

Κεφάλαιο 5

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Γενικά

Με τον όρο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας, εννοούμε φυσικές διαθέσιμες μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που υπάρχουν στο φυσικό περιβάλλον και προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες οι οποίες ανανεώνεται συνεχώς. Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική.

Οι ΑΠΕ ουσιαστικά έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της εξάντλησης των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων επειδή είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Τα τελευταία χρόνια που το ενεργειακό πρόβλημα ολοένα και αυξάνεται, πολλές γνωστές εταιρίες στο τομέα του περιβάλλοντος και των βιομηχανικών ηλεκτρονικών στράφηκαν στην εκμετάλλευση των ΑΠΕ για την εξοικονόμηση της ενέργειας.

Οι τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χαρακτηρίζονται σαν ήπιες ή αλλιώς ΑΠΕ περιλαμβάνουν την:

- Αιολική Ενέργεια (εκμετάλλευση του ανέμου)
- Ηλιακή Ενέργεια (έμμεση ή άμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας)
- Γεωθερμική Ενέργεια (εκμετάλλευση του γεωθερμικού πεδίου)
- Βιομάζα (εκμετάλλευση γεωργικών, ζωικών, δασικών υπολειμμάτων, αστικών λυμάτων)
- Μικρά Υδροηλεκτρικά (εκμετάλλευση των υδάτινων πόρων)
- Θαλάσσια Ενέργεια (εκμετάλλευση της κίνησης των κυμάτων και ρευμάτων της θάλασσας)

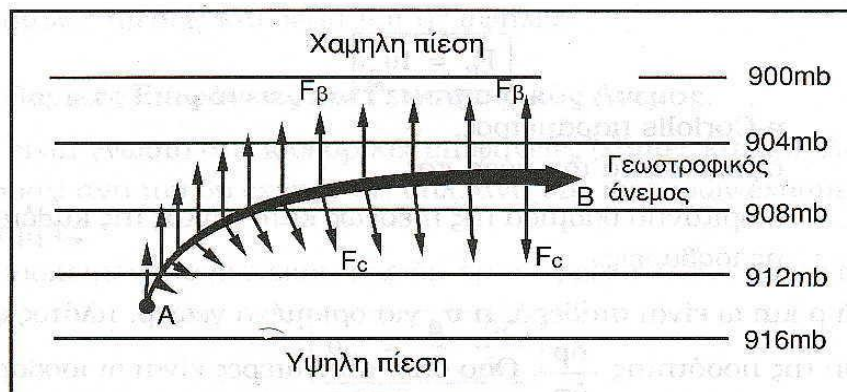
5.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια

Ο ατμοσφαιρικός αέρας κινείται προς διάφορες κατευθύνσεις. Η μετακίνηση αυτή αποκαλείται άνεμος. Δηλαδή με τον όρο αυτό εννοείται η κάθε κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα ως προς το έδαφος. Ο αέρας χαρακτηρίζεται από τη διεύθυνση και τη ταχύτητα του. Η διεύθυνση του ανέμου σε έναν τόπο ορίζεται ως το σημείο του ορίζοντα από το οποίο πνέει ο άνεμος. Ο ατμοσφαιρικός αέρας κινείται και κατά την κατακόρυφη συνιστώσα. Αν η κίνηση είναι προς τα επάνω, η κίνηση αυτή ονομάζεται ανοδική και ο άνεμος ανοδικός, ενώ όταν η κίνηση είναι προς τα κάτω, η κίνηση ονομάζεται καθοδική και ο άνεμος καθοδικός.

Ο άνεμος δημιουργείται λόγω των διαφορών πιέσεων των διαφόρων σημείων του πλανήτη. Το αίτιο το οποίο προκαλεί αυτές τις διαφορές πίεσης είναι η ανομοιογενής θέρμανση του πλανήτη από τον ήλιο. Η επιφάνεια της γης απορροφά μεγαλύτερα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας στην περιοχή του ισημερινού από τους πόλους. Το γεγονός αυτό προκαλεί διάφορες θερμοκρασίες με αποτέλεσμα τη μετάδοση θερμότητας με μεταφορά (κίνηση του αέρα) στο χαμηλότερο στρώμα της ατμόσφαιρας, την τροπόσφαιρα. Επιπλέον η περιστροφή της γης περί τον άξονα της περιπλέκει τη μεταφορά αυτή. [Schwaller & Climberty, 1999]

Στην Συνοπτική Μετεωρολογία, ονομάζουμε «συνοπτικούς ανέμους» εκείνους που απλά τους υπολογίζουμε με βάση τη συνοπτική εικόνα των χαρτών καιρού. Δηλαδή, οι συνοπτικοί άνεμοι δεν είναι υπαρκτοί άνεμοι, δεν μετριοούνται με ανεμόμετρα και απλά η θεώρησή τους βοηθάει στην πληρέστερη εικόνα του πεδίου του ανέμου σε μια ευρεία γεωγραφική περιοχή.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας **γεωστροφικός άνεμος**. Ο άνεμος αυτός θεωρείται, με βάση το χάρτη καιρού επιφάνειας, μόνο στις γεωγραφικές περιοχές που το πεδίο των ισοβαρών καμπύλων είναι «ομογενές»



Εικόνα 5.1.Γεωστροφικός άνεμος

5.1.1 Ανεμογεννήτριες

Οι μηχανές που μετατρέπουν την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Κατά τις διάφορες φάσεις της ιστορικής εξέλιξης τους αναπτύχθηκαν διάφοροι τύποι αιολικών μηχανών. Τα χαρακτηριστικά τα οποία τις διαφοροποιούν είναι η κατεύθυνση του άξονα περιστροφής και ο αριθμός των πτερυγίων.

Οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται ανάλογα με την ισχύ τους στις παρακάτω κατηγορίες:

- Ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος μέχρι 20KW.
- Ανεμογεννήτριες μέσης ισχύος από 20KW μέχρι 250KW.
- Ανεμογεννήτριες μεγάλης ισχύος πάνω από 250KW.

Οι ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος χρησιμοποιούνται σε απομονωμένες περιοχές για κάλυψη αγροτικών ή κτηνοτροφικών αναγκών, ιδιαίτερα για άντληση ή θέρμανση νερού, για θέρμανση αγροτικών κατοικιών, για φωτισμό και άλλες εφαρμογές. Οι ανεμογεννήτριες του τύπου αυτού είναι ανεξάρτητες, μη συνδεδεμένες με το υπόλοιπο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και χρησιμοποιούν γεννήτρια συνεχούς ρεύματος που φορτίζει κάποιους συσσωρευτές.

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας με ανεμογεννήτριες μέσης και μεγάλης ισχύος μπορεί να γίνεται σε συνεργασία με το υπόλοιπο δίκτυο μεταφοράς και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Σ' αυτήν την περίπτωση διακρίνουμε τις παρακάτω σκοπιμότητες:

α) 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.

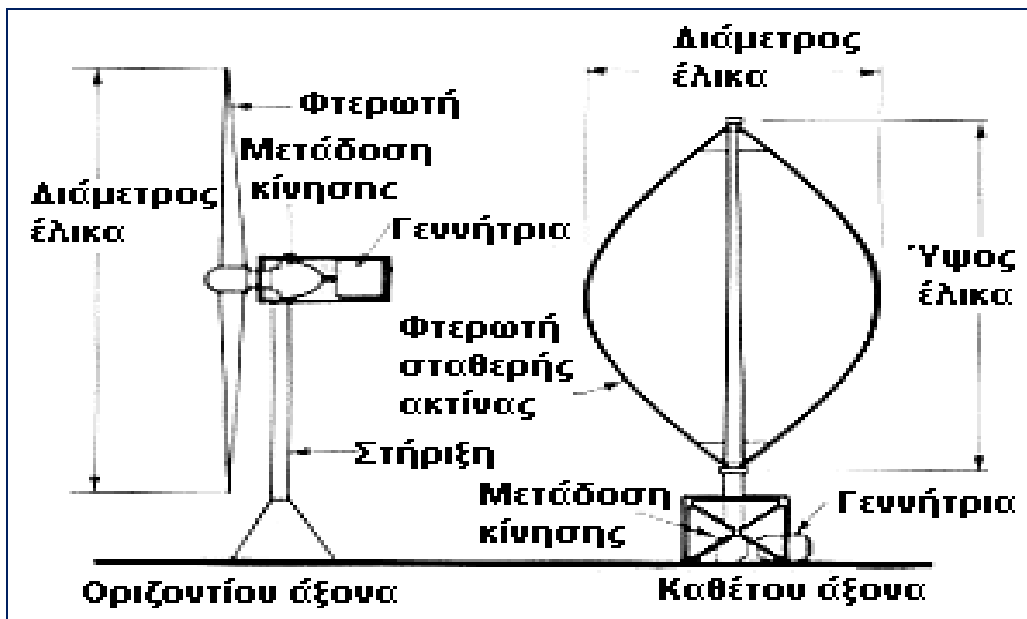
β) Λειτουργία ανεμογεννήτριας ως σταθμού βάσης. Στην περίπτωση αυτή, η εγκατεστημένη ισχύς της συμβατικής μονάδας παραγωγής μειώνεται κατά το ποσοστό ονομαστικής ισχύος της ανεμογεννήτριας.

γ) Λειτουργία ως αντλητικού σταθμού για αποθήκευση νερού και τη χρησιμοποίησή του στη συνέχεια στην υδροηλεκτρική εκμετάλλευση.

Ο τύπος ανεμογεννήτριας που κυρίως μας ενδιαφέρει είναι αυτός της μέσης ισχύος, ο οποίος λειτουργεί παράλληλα με το υπόλοιπο ηλεκτρικό δίκτυο. Βασικό πρόβλημα είναι η **μορφή**, το **υλικό** και ο **τρόπος κατασκευής των πτερυγίων** της ανεμογεννήτριας που δέχονται την πίεση του ανέμου και την μετατρέπουν σε περιστροφική. Υπάρχουν μάλιστα πολλές απόψεις, που ξεκινούν από διατάξεις με δύο πτερύγια και καταλήγουν σε κατασκευή μεγάλου αριθμού πτερυγίων σε κυκλική διάταξη γύρω από έναν άξονα. [Μπαλάρας, 2006]

Γενικά οι ανεμογεννήτριες μπορούν να ταξινομηθούν, **ανάλογα** με τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με τη ροή του ανέμου, στις εξής κατηγορίες:

1. Οριζοντίου άξονα, στις οποίες ο άξονας περιστροφής του δρομέα είναι παράλληλος προς την κατεύθυνση του ανέμου.
2. Οριζοντίου άξονα (Crosswind), στις οποίες ο άξονας περιστροφής είναι παράλληλος προς την επιφάνεια της γης, αλλά κάθετος στην κατεύθυνση της ροής του ανέμου.
3. Κάθετου άξονα, στις οποίες ο άξονας περιστροφής είναι κάθετος στην επιφάνεια της γης και κάθετος στη ροή του ανέμου.

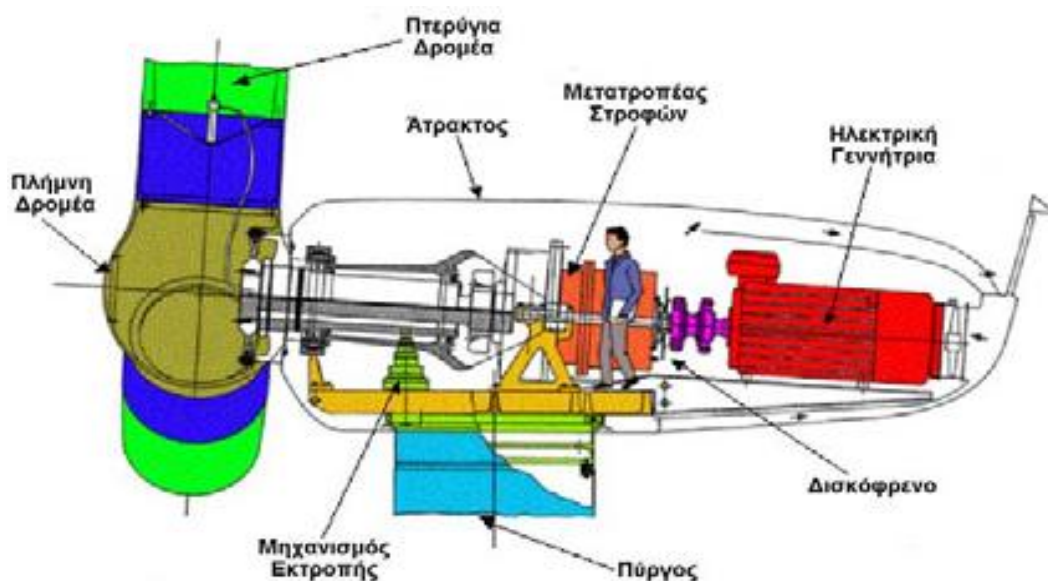


Εικόνα 5.2 Ανεμογεννήτριες των δύο κυρίως κατηγοριών

5.1.2 Διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτρια (Α/Γ)

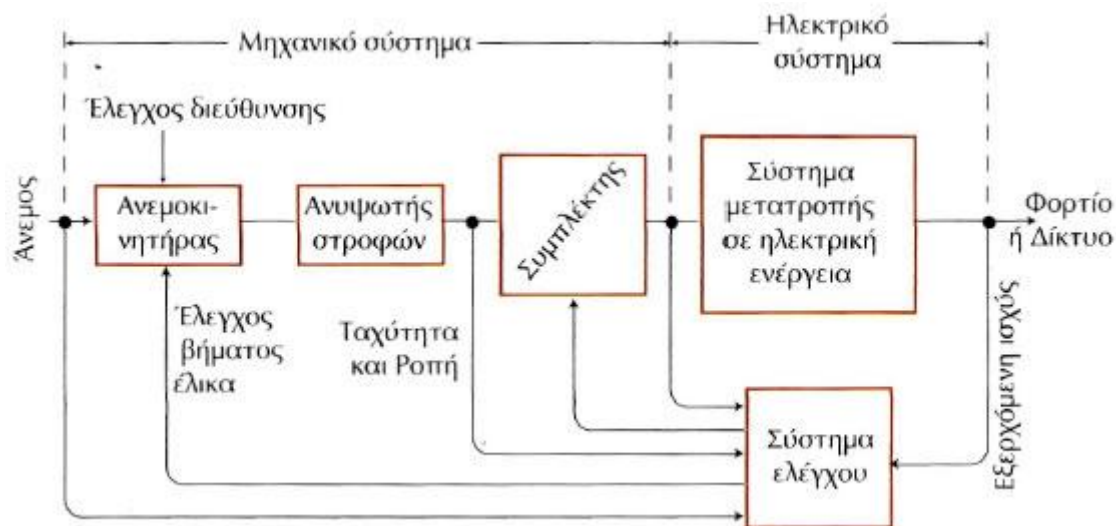
Οι ανεμογεννήτριες αποτελούνται από δύο βασικά μέρη:

- Α. Το μηχανικό σύστημα όπου περιλαμβάνονται ο ανεμοκινητήρας (έλικας), ο ανυψωτής των στροφών και τον συμπλέκτη
- Β. Το ηλεκτρικό σύστημα όπου αποτελείται από το σύστημα ελέγχου και την ηλεκτρογεννήτρια



Εικόνα 5.3. Σχηματική παράσταση της ατράκτου μιας Α/Γ

Τα στάδια παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να συνοψιστούν στην ακόλουθη διαδικασία. Καθώς ο άνεμος αλληλεπιδρά με τον δρομέα της Α/Γ παράγεται μια ροπή. Η σχετικά χαμηλή συχνότητα περιστροφής του δρομέα αυξάνεται μέσω ενός μετατροπέα στροφών, του οποίου ο άξονας εξόδου περιστρέφει μια γεννήτρια. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την γεννήτρια διέρχεται μέσω του συστήματος ελέγχου και των αποζευκτών της Α/Γ 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. Το δίκτυο ισχύος μεταβιβάζει τον ηλεκτρισμό στην περιοχή τελικής χρήσης του. Υποσταθμοί μετασχηματιστών μειώνουν την τάση στις οικιακές ή βιομηχανικές τιμές και τα τοπικά δίκτυα χαμηλής τάσης μεταβιβάζουν την ηλεκτρική ενέργεια στους καταναλωτές.



Σχήμα 5.1. Διάγραμμα στοιχείων και ροή σημάτων ελέγχου μιας Α/Γ

Ο ρυθμιστής των στροφών είναι πολύ σημαντικό κομμάτι του συστήματος και επιδρά τόσο στον ανεμοκινητήρα για τον έλεγχο του βήματος του έλικα όσο και στο συμπλέκτη. Οι ανεμογεννήτριες θα πρέπει να επιτυγχάνουν την παραγωγή σταθερής (εντός ορίων) τάσης και συχνότητας παρά τη μεταβλητότητα της ταχύτητας του ανέμου, δηλαδή της ισχύος που διατίθεται για μετατροπή.

Επίσης οι περισσότερες ανεμογεννήτριες λειτουργούν αφού συνδεθούν παράλληλα με το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Για το λόγο αυτό δεν επιτρέπεται να δημιουργούνται διαταραχές στην παραγόμενη τάση και συχνότητα. Με τον έλεγχο του βήματος του έλικα γίνεται προσπάθεια να επιτευχθεί η σταθερότητα στη συχνότητα της παραγόμενης τάσης, ενώ συγχρόνως οι στροφές να προσαρμόζονται, ώστε να είναι δυνατή η κατά το δυνατό μεγαλύτερη μετατροπή της ενέργειας που διατίθεται από τον άνεμο.

5.1.3 Αιολικό δυναμικό

Η ονομασία αιολικό δυναμικό μιας περιοχής χρησιμοποιείται στην βιβλιογραφία για να δηλώσει τα ακόλουθα τρία μεγέθη:

1. **Το φυσικό διαθέσιμο αιολικό δυναμικό:** είναι η κινητική ενέργεια των αέριων μαζών οι οποίες κινούνται κάθε χρόνο επάνω από την περιοχή. Η αξία αυτού του δυναμικού είναι μόνο θεωρητική.
2. **Το τεχνικώς αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό:** είναι το μέρος του φυσικώς διαθέσιμου αιολικού δυναμικού, το οποίο είναι τεχνικώς δυνατόν να δεσμευτεί από τις αιολικές μηχανές (Α/Γ), χωρίς οικονομικό περιορισμό.
3. **Το οικονομικώς αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό:** είναι το μέρος του τεχνικώς αξιοποιήσιμου δυναμικού, του οποίου το κόστος αξιοποίησης είναι οικονομικώς συμφέρον. Αυτό το δυναμικό μεταβάλλεται, δεδομένου ότι εξαρτάται από την εκάστοτε τεχνολογία και τις εκάστοτε οικονομικές συνθήκες. Μια Α/Γ πρακτικά μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε ανοιχτό χώρο.

Διάφορες μεθοδολογίες έχουν αναπτυχθεί για την επιλογή των θέσεων των αιολικών πάρκων. Βασικά σημεία τα οποία πρέπει να έχει κανείς υπόψη είναι:

- ✓ Στις κορυφογραμμές, η ταχύτητα του ανέμου είναι μεγαλύτερη
- ✓ Σε κοιλάδες ή περάσματα μεταξύ υψωμάτων, η ταχύτητα του ανέμου ενδέχεται να είναι μεγαλύτερη
- ✓ Στα οροπέδια, ειδικά σε όσα βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο, η ταχύτητα του ανέμου είναι μεγαλύτερη
- ✓ Μεγάλες ταχύτητες ανέμου εμφανίζονται επίσης σε πολλές παράκτιες περιοχές.

Εκτός από την ταχύτητα του ανέμου, διάφορες άλλες παράμετροι επηρεάζουν την τελική επιλογή εγκατάστασης των αιολικών μηχανών όπως:

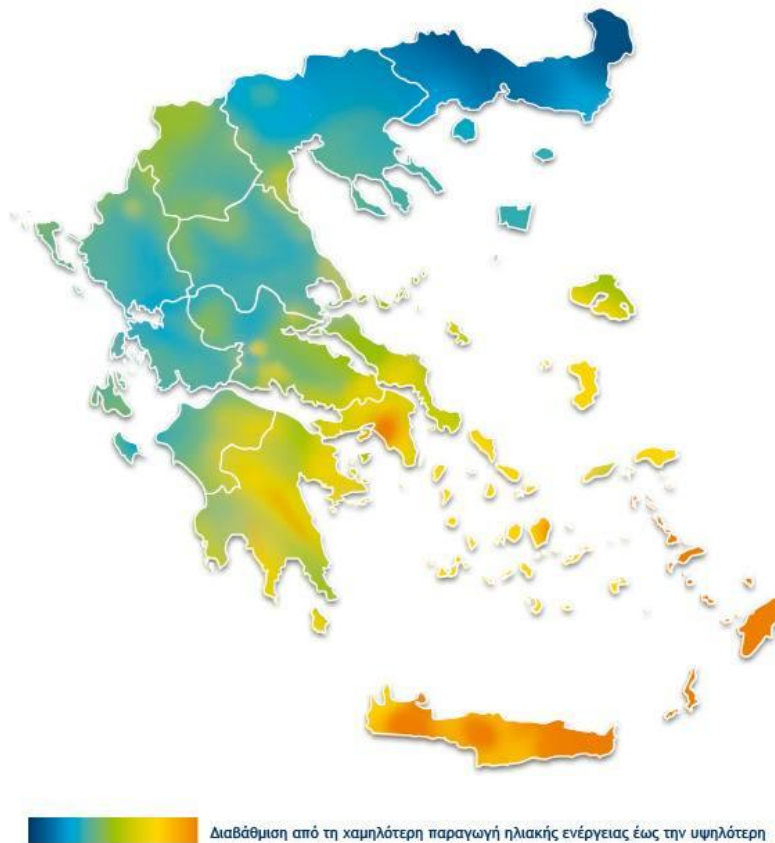
- Πρόσβαση στο δίκτυο διανομής ηλεκτρισμού.
- Τοπικές περιβαλλοντικές επιδράσεις
- Οδική πρόσβαση
- Απόσταση από κατοικημένες περιοχές
- Επίδραση του θορύβου
- Παράσιτα σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ραδιοφωνικών- τηλεοπτικών σταθμών κ.λπ.)

5.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακή ενέργεια

Η ηλιακή ακτινοβολία παρέχει ένα τεράστιο ποσό ενέργειας στη Γη. Το συνολικό ποσό ενέργειας που ακτινοβολείται από τον ήλιο στην επιφάνεια της γης είναι ίσο με 10.000 φορές περίπου την ετήσια παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση. Κατά μέσο

όρο, προσπίπτουν 1700KWh σε κάθε τετραγωνικό μέτρο κάθε χρόνο. Το φως του ήλιου που φθάνει στην επιφάνεια της γης αποτελείται κυρίως από δυο συνιστώσες, συγκεκριμένα το άμεσο φως και το έμμεσο ή διάχυτο φως, το οποίο είναι το φως που έχει διασκορπιστεί από τα μόρια της σκόνης και του νερού στην ατμόσφαιρα.

Άμεση μορφή εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού είναι η εφαρμογή των φωτοβολταϊκών στοιχείων (Φ/Β). Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μετατρέπουν μέρος της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας σε συνεχές ρεύμα (DC). Όπου μέσω ενός μετατροπέα μπορεί να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο ρεύμα (AC). Αυτή η άμεση εκμετάλλευση, καθιστά τα ΦΒ σαν μια από τις κατάλληλες τεχνολογίες, για την κάλυψη των αναγκών απομονωμένων περιοχών. Η ηλεκτρική αυτή ενέργεια μπορεί είτε να χρησιμοποιηθεί άμεσα είτε να αποθηκευτεί σε μπαταρίες.



Εικόνα 5.4. Διαβάθμιση ηλιακής ακτινοβολίας στη χώρα μας

5.2.1 Λειτουργία Φωτοβολταϊκών στοιχείων (ΦΒ)

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο και η λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος στηρίζεται στις βασικές ιδιότητες των ημιαγωγών υλικών σε ατομικό επίπεδο. Όταν το φως προσπίπτει σε μια επιφάνεια είτε ανακλάται είτε την διαπερνά(διαπερατότητα)

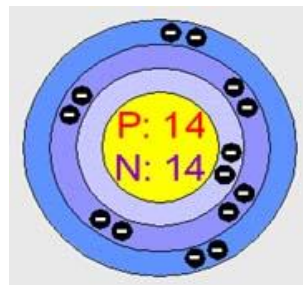
είτε απορροφάται από το υλικό της επιφάνειας. Η απορρόφηση του φωτός ουσιαστικά σημαίνει την μετατροπή του σε μια άλλη μορφή ενέργειας (σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας) η οποία συνήθως είναι η θερμότητα.

Παρόλα αυτά όμως, υπάρχουν κάποια υλικά τα οποία έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν την ενέργεια των προσπιπτόντων φωτονίων (πακέτα ενέργειας) σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτά τα υλικά είναι οι ημιαγωγοί και σε αυτά οφείλεται επίσης η τεράστια τεχνολογική πρόοδος που έχει συντελεστεί στον τομέα της ηλεκτρονικής και συνεπακόλουθα στον ευρύτερο χώρο της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών.

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**. Ένας ημιαγωγός έχει την ιδιότητα να μπορεί να ελεγχθεί η ηλεκτρική του αγωγιμότητα είτε μόνιμα είτε δυναμικά.

5.2.1.1 Χαρακτηριστικά Ημιαγωγών

Το χαρακτηριστικό στοιχείο ενός ημιαγωγού που το διαφοροποιεί από τα υπόλοιπα υλικά είναι ο αριθμός των ηλεκτρονίων ενός ατόμου που βρίσκεται στην **εξωτερική του στοιβάδα** (σθένους). Ο περισσότερο γνωστός ημιαγωγός είναι το πυρίτιο (Si).



Εικόνα 5.5. Πυρίτιο (Si)

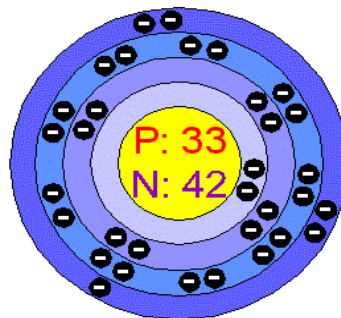
Το πυρίτιο έχει **ατομικό αριθμό 14** και έχει στην εξωτερική του στοιβάδα 4 ηλεκτρόνια. Όλα τα άτομα που έχουν λιγότερα ή περισσότερα ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα (είναι «γενικά» συμπληρωμένη με 8 e) ψάχνουν άλλα άτομα με τα οποία μπορούν να ανταλλάξουν ηλεκτρόνια ή να μοιραστούν κάποια με σκοπό 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. [Μπαλάρας, 2006]

5.2.1.2 Δημιουργία ηλεκτρικά φορτισμένων ημιαγωγών

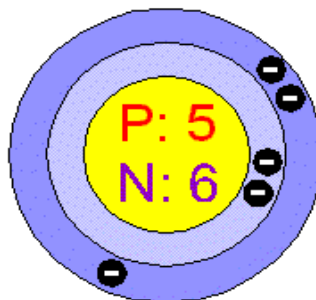
Τις ημιαγωγές ιδιότητες του το πυρίτιο τις αποκτά με τεχνικό τρόπο. Αυτό πρακτικά γίνεται με την πρόσμειξη με άλλα στοιχεία τα οποία είτε έχουν ένα ηλεκτρόνιο περισσότερο είτε ένα λιγότερο στην στοιβάδα σθένους των. Αυτή η πρόσμειξη τελικά κάνει τον κρύσταλλο δεκτικό είτε σε θετικά φορτία (υλικό τύπου 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 5e στην εξωτερική του στοιβάδα όπως για παράδειγμα το Αρσενικό (As).



Εικόνα 5.6. Αρσενικό (As)

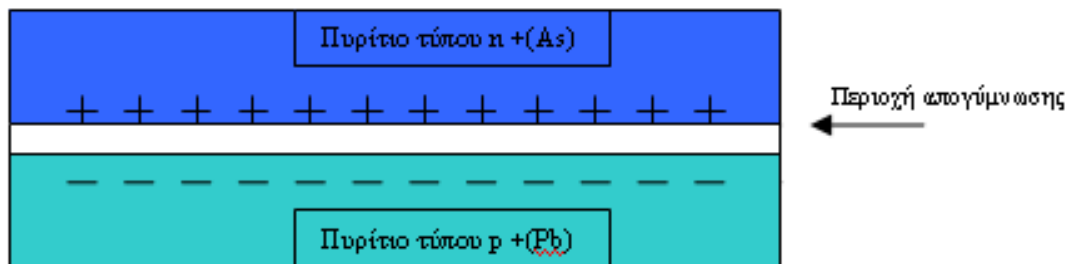
Αντίστοιχα για να δημιουργήσουμε έναν ημιαγωγό τύπου p ή αλλιώς θετικά φορτισμένος κρύσταλλος πυριτίου χρειάζεται να γίνει πρόσμειξη στον κρύσταλλο κάποιου υλικού όπως το βόριο(B) που έχει 3e στην εξωτερική του στοιβάδα.



Εικόνα 5.7. Βόριο (B)

5.2.1.3 Δημιουργία της επαφής (του ηλεκτρικού πεδίου)

Εάν φέρουμε σε επαφή δύο κομμάτια πυριτίου τύπου n και τύπου p το ένα απέναντι από το άλλο δημιουργείται μια διόδος ή αλλιώς ένα ηλεκτρικό πεδίο στην επαφή των δύο υλικών το οποίο επιτρέπει την κίνηση ηλεκτρονίων προς μια κατεύθυνση μόνο.



Εικόνα 5.8. Τα επιπλέον ηλεκτρόνια της επαφής n έλκονται από τις «οπές» της επαφής p .

Αυτό το ζευγάρι των δύο υλικών 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.

5.2.1.4 Η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας

Η ηλιακή ακτινοβολία έρχεται με την μορφή πακέτων ενέργειας ή φωτονίων. Τα φωτόνια όταν προσπίπτουν σε μια διάταξη ΦΒ κελιού περνούν αδιατάραχτα 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 παράγει ένα ΦΒ είναι ανάλογο της ποιότητας 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.

5.2.2 Είδη φωτοβολταϊκών πλαισίων

Το πυρίτιο (Si) είναι το υλικό που έχει κυριαρχήσει μέχρι σήμερα. Οι βασικοί τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι:

5.2.2.1 Μονοκρυσταλλικού πυριτίου (c-Si)



Εικόνα 5.9. Μονοκρυσταλλικό πάνελ τύπου πυριτίου

Αποτελούνται από μεγάλους κρυστάλλους, το πάχος του υλικού είναι σχετικά μεγάλο (περίπου 300μm) και έχουν χρώμα σκούρο μπλε. Η απόδοσή του είναι 13-16% και η απαιτούμενη επιφάνεια για 1kWp είναι 7-8 m². Πλεονέκτημά τους η λίγο μεγαλύτερη απόδοση (στο ίδιο εμβαδό μπορούν να τοποθετηθούν σχετικά μεγαλύτερη ισχύς σε σύγκριση με τα πλαίσια πολυκρυσταλλικού πυριτίου) και συνήθως χρησιμοποιούνται όταν υπάρχει πρόβλημα χώρου. Αν δεν υπάρχει πρόβλημα χώρου δεν υπάρχει κανένα κέρδος από τη χρήση τους. Αποτελεί ξεπερασμένη άποψη (η οποία εδράζεται σε δεδομένα της προηγούμενης δεκαετίας) ότι τα μονοκρυσταλλικά πάνελ είναι καλύτερα. [ΚΕΠΕ, 1988]

5.2.2.2 Πολυκρυσταλλικού πυριτίου (m-Si)

Έχουν χρώμα γαλάζιο και στην επιφάνεια του στοιχείου διακρίνονται μονοκρυσταλλικές περιοχές. Η απόδοση είναι περίπου 12.5-15.5% και απαιτούνται 8-9 m² για 1kWp (συνεπώς για την ίδια ισχύ απαιτείται λίγο μεγαλύτερη επιφάνεια σε

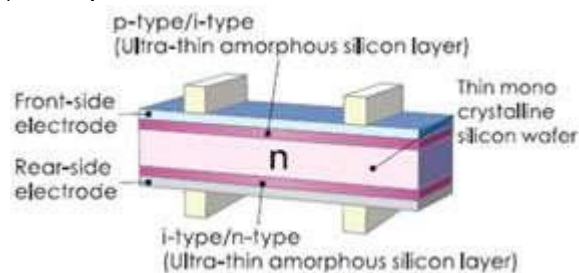
σύγκριση με τα μονοκρυσταλλικού). Κόβονται σε στοιχεία τετραγωνικής μορφής πάχους 10-50μm. Χρησιμοποιούνται κατά κόρον σε φωτοβολταϊκά σε στέγες και ταράτσες.

5.2.2.3 Άμορφου πυριτίου (a-Si)

Το μεγάλο πλεονέκτημα είναι ότι έχει πολύ μεγαλύτερο συντελεστή απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας με αποτέλεσμα να αρκεί ένα στρώμα πάχους λίγων μm για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Η απόδοση κυμαίνεται μεταξύ 6-10%. (Δε χρησιμοποιείται σε στέγες ή ταράτσες καθώς υπάρχει πρόβλημα χώρου).

5.2.2.4 Υβριδικά - υψηλής απόδοσης

Τα πλαίσια με υβριδική τεχνολογία έχουν λάβει σημαντικό μερίδιο της αγοράς τα τελευταία χρόνια. Αποτελούνται από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο καλυμμένο από μια λεπτή στρώση άμορφου πυριτίου



Εικόνα 5.10. Αναπαράσταση υβριδικού πλαισίου

Πλεονέκτημα αποτελεί η ιδιαίτερως μεγάλη απόδοση (+18%), χαρακτηριστικό το οποίο δίνει τη δυνατότητα στο ίδιο εμβαδό να τοποθετείται μεγαλύτερη ισχύ. Το ισχυρότερο όμως θετικό χαρακτηριστικό αποτελεί ο χαμηλός θερμοκρασιακός συντελεστής σε σύγκριση με τα υπόλοιπα πλαίσια. Το χαρακτηριστικό αυτό έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή περισσότερης ενέργειας από ένα σύστημα ίδιας ισχύος με διαφορετικά πλαίσια. Μειονέκτημα αποτελεί η υψηλότερη τιμή η οποία όμως αποσβένει σε αντίστοιχο χρονικό διάστημα με την όλη επένδυση, προσφέροντας μεγαλύτερα έσοδα 25ετίας.

5.2.3 Συνδεσμολογία ΦΒ

Τα ΦΒ αποτελούνται από στοιχεία. Το μέγεθός τους ποικίλλει από 1cm μέχρι 10cm. Κάθε ένα στοιχείο μπορεί να καλύψει 1 έως 2W τα οποία δεν είναι αρκετά για τις περισσότερες εφαρμογές.



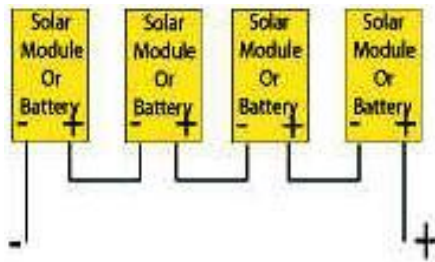
Εικόνα 5.11. Στοιχείο ΦΒ

Με την σύνδεση πολλών ΦΒ στοιχείων, σε σειρά ή παράλληλα, δημιουργείται μία επιφάνεια, **πάνελ**, που μοιάζει με αυτή των ηλιακών συλλεκτών.



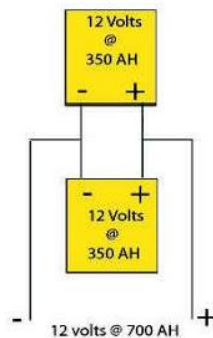
Εικόνα 5.12. Φωτοβολταϊκό πάνελ

Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται κατάλληλου μεγέθους επιφάνειες ώστε να καλυφτούν οι συγκεκριμένες ανάγκες.



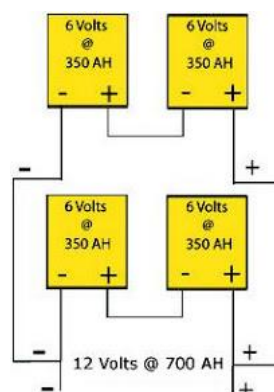
<http://4.bp.blogspot.com/-v-8n1UbLSAc/TuIlnkILOI/AAAAAAAAAFu0/zvKPPI4miz4/s1600/2+%25281%2529.jpg>

<http://4.bp.blogspot.com/-v-8n1UbLSAc/TuIlnkILOI/AAAAAAAAAFu0/zvKPPI4miz4/s1600/2+%25281%2529.jpg>



Σχήμα 5.2. Συνδεσμολογία πάνελ σε σειρά Σχήμα 5.4. Παράλληλη συνδεσμολογία πάνελ

Στη εν σειρά σύνδεση, σε αντίθεση με την παράλληλη, οι ονομαστικές τιμές ρεύματος προστίθενται ενώ η ονομαστική τάση του ενός είναι η συνολική τάση του κυκλώματος. Για παράδειγμα στη παράλληλη συνδεσμολογία, 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.

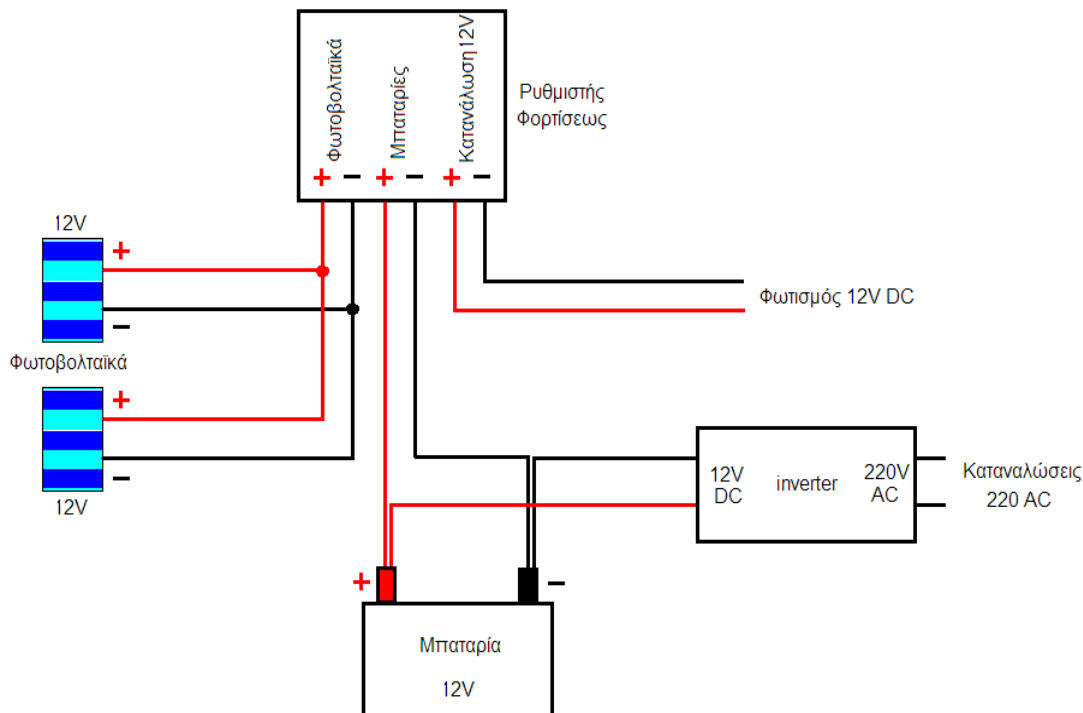


Σχήμα 5.5. Μεικτή συνδεσμολογία πλαισίων (πάνελ)

5.2.4 Συνδεσμολογία ΦΒ στο δίκτυο

Στη συνδεσμολογία των ΦΒ 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 δίοδοι. Οι δίοδοι εμποδίζουν τη ροή του ρεύματος προς την αντίθετη κατεύθυνση από την επιθυμητή. Η επιθυμητή κατεύθυνση είναι από τα ΦΒ προς τις μπαταρίες. Στις περιπτώσεις σκίασης ή στη διάρκεια της νύχτας θα πρέπει να εξασφαλιστεί να μην υπάρχει περίπτωση να αποφορτιστούν οι μπαταρίες μέσω των ΦΒ, να μην υπάρξει δηλαδή αντίθετη ροή ρεύματος



Σχήμα 5.6. Σχεδιάγραμμα σύνδεσης ΦΒ στο δίκτυο

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 κατευθύνονται ρεύμα προς το σκιασμένο στοιχείο το οποίο δεν παράγει ρεύμα αλλά το απορροφά. Η πολικότητα του σκιασμένου στοιχείου αντιστρέφεται. Και θα απορροφήσει το σημαντική ποσότητα ρεύματος. Από τα στοιχεία που είναι ήδη συνδεδεμένα σε σειρά. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του στοιχείου, συνέπεια την καταστροφή του. Μια δίοδος συνδέεται παράλληλα με το στοιχείο ώστε να αποτρέψει τέτοιου είδους προβλήματα.

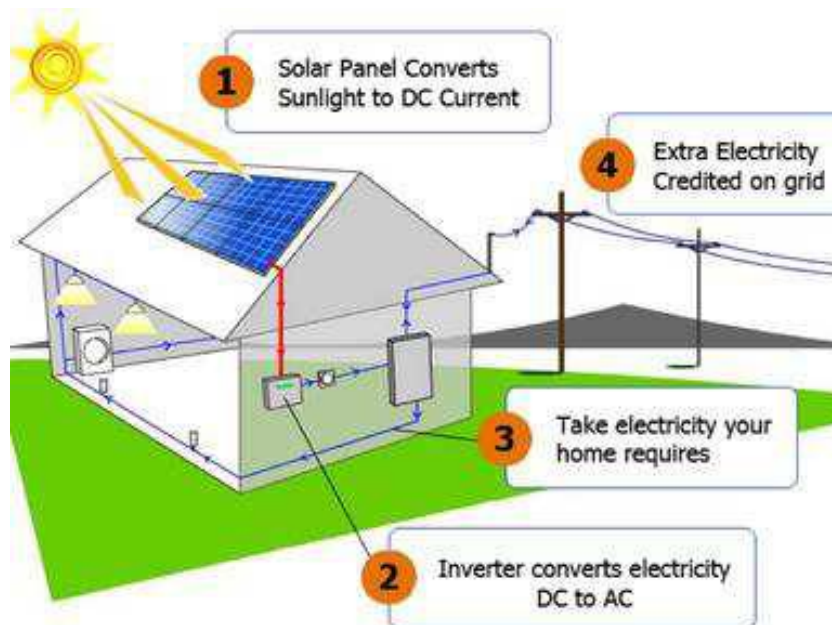
5.2.5 Χρήση των ΦΒ πλαισίων

Οι εφαρμογές των φωτοβολταϊκών καλύπτουν μικροσυσκευές, όπως υπολογιστές τσέπης και ρολόγια μέχρι και οι ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια μίας κατοικίας ή ενός κτιρίου ή και για την παροχή ενέργειας σε ανεξάρτητες ή απομονωμένες περιοχές.

5.2.5.1 Εφαρμογές με διαδραστικά /διασυνδεδεμένα συστήματα κοινής ωφέλειας

Στα διαδραστικά (ή διασυνδεδεμένα) φωτοβολταϊκά συστήματα, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια συνδέονται με αντιστροφείς που μετατρέπουν το συνεχές ρεύμα που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια σε εναλλασσόμενο. Αυτή η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί στη συνέχεια να τροφοδοτήσει οικιακές συσκευές ή μπορεί να πουληθεί απευθείας στο δίκτυο. Καθώς ένα κτήριο που λαμβάνει αυτήν την ενέργεια, αυτή διανέμεται σε συσκευές και φωτισμό, ή, όπου αλλού χρειάζεται. 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 κτήρια για την αντιστάθμιση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας.

Ένα καλά σχεδιασμένο σύστημα φωτοβολταϊκών με μια σωστή εγκατάσταση αποθήκευσης μπορεί να είναι ελκυστικό για τη μετατόπιση ισχύος κατά τις ώρες αιχμής.



Εικόνα 5.13. Σχηματική αναπαράσταση διαδραστικού (ή διασυνδεδεμένου) φωτοβολταϊκού συστήματος.



Εικόνα 5.14. Φωτοβολταϊκά στη στέγη ενός σπιτιού στο Ηνωμένο Βασίλειο

5.2.5.2 Φωτισμός

Με την εφεύρεση των LED (δίοδος εκπομπής φωτός) ως πηγή φωτισμού χαμηλής ισχύος, τα φωτοβολταϊκά συστήματα βρήκαν μια ιδανική εφαρμογή σε απομακρυσμένα ή κινητά συστήματα φωτισμού. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα σε συνδυασμό με εγκαταστάσεις αποθήκευσης μπαταριών ως επί το πλείστον χρησιμοποιούνται για να παρέχουν φωτισμό σε διαφημιστικές πινακίδες, πινακίδες οδικής κυκλοφορίας, εγκαταστάσεις δημόσιας χρήσης, χώρους στάθμευσης, καμπίνες διακοπών, και φωτισμού για τρένα.



(α)



(β)

Εικόνα 5.15. (α) Ένα φως δρόμου που τροφοδοτείται από φωτοβολταϊκά /
(β) ηλιακές κολώνες οδών

5.2.5.3 Επικοινωνίες

Τα σήματα που απαιτούνται από τα συστήματα επικοινωνίας χρειάζονται ενίσχυση μετά από συγκεκριμένα διαστήματα απόστασης. Διάφοροι πύργοι αναμετάδοσης τοποθετούνται για να ενισχύσουν το ραδιόφωνο, την τηλεόραση, και τα σήματα του τηλεφώνου. Υψηλές υψομετρικά τοποθεσίες είναι κυρίως ευνοϊκοί χώροι για τους σταθμούς αναμετάδοσης. Αυτές οι περιοχές είναι μακριά από τα ηλεκτροφόρα καλώδια. Για να μειωθεί η δυσκολία και το κόστος των γεννητριών, τα φωτοβολταϊκά συστήματα εγκαθίστανται ως μια βιώσιμη εναλλακτική λύση.



Εικόνα 5.16. Οι δορυφόροι που χρησιμοποιούνται για τηλεπικοινωνίες τροφοδοτούνται από φωτοβολταϊκά

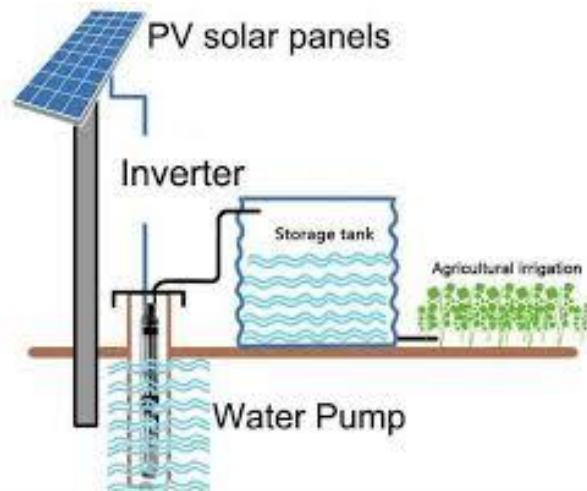
Επίσης συστήματα πλοήγησης, όπως φάροι, σήματα οδικής κυκλοφορίας και προειδοποιητικά σήματα αεροσκαφών μπορεί να είναι μακριά από το ηλεκτρικό δίκτυο. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορεί να είναι μια αξιόπιστη πηγή ενέργειας για αυτές τις σημαντικές εφαρμογές. Ακόμη και φορητά φανάρια μπορεί να τροφοδοτηθούν από φωτοβολταϊκά συστήματα.



Εικόνα 5.17. Φορητό φανάρι που τροφοδοτείται από φωτοβολταϊκά

5.2.5.4 Γεωργία

Τα φωτοβολταϊκά είναι ένας τέλειος υποψήφιος για γεωργικούς και κτηνοτροφικούς σκοπούς λόγω της ανάγκης για νερό κατά τη διάρκεια των περιόδων με έντονη ηλιοφάνεια. Αυτά τα συστήματα άντλησης μπορούν να παρέχουν νερό για ώρα ανάγκης. Τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμα και για την παροχή νερού σε απομακρυσμένες περιοχές και χωριά.



Σχήμα 5.7. Σχηματική παράσταση εγκατάστασης ηλιακής αντλίας νερού

5.2.5.5 Οχήματα

Οχήματα που λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια μπορούν να φορτιστούν από σταθμούς παροχής ηλεκτρικής ενέργειας με φωτοβολταϊκά πλαίσια. Τέτοια οχήματα μπορούν επίσης να διατηρούν κρίσιμες τιμές της μπαταρίας τους με τη χρήση πηγών τροφοδοτούμενων από φωτοβολταϊκά. Βάρκες και άλλα οχήματα αναψυχής μπορούν να φορτιστούν άμεσα με τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων.



Εικόνα 5.18. Ηλεκτρικά οχήματα στο φωτοβολταϊκό σταθμό φόρτισης

5.2.6 Περιβαλλοντικά Οφέλη

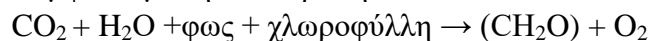
Αν θεωρήσουμε ότι ένα φωτοβολταϊκό σύστημα 10kWp αποδίδει περίπου 7.700€ ετησίως, το ποσό αυτό αποτελεί μόνο το 50% της απόσβεσης και ονομάζεται άμεσο όφελος, καθώς το υπόλοιπο 50% είναι έμμεσο και αποδίδεται στο περιβάλλον, στην κοινωνία, στα παιδιά μας.

Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα 1kWp αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν 2 στρέμματα δάσους (ή αντίστοιχα 100 δέντρα). Για να παραχθεί η ίδια ηλεκτρική ενέργεια με πετρέλαιο απαιτούνται 2,2 βαρέλια και ισοδυναμεί με την ετήσια μείωση 7.000χλμ. ενός μέσου αυτοκινήτου.

Η τεράστια έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί κατά την τελευταία δεκαετία έχει οδηγήσει σε αυξημένο ενδιαφέρον για την χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων στην ικανοποίηση ενεργειακών αναγκών. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα δύναται να τοποθετηθούν απευθείας στο κτήριο αντί να τοποθετούνται σε ξεχωριστέςδομές/αναρτήσεις, μειώνοντας έτσι τις απαιτήσεις χώρου. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι διαθέσιμα σε ευλύγιστα πλαίσια και μπορούν να τοποθετηθούν σχεδόν σε κάθε επιφάνεια για την αξιοποίηση ηλιακής ενέργειας. Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι, με την πρόοδο της τεχνολογίας, διαφανή και φορητά φωτοβολταϊκά συστήματα δεν είναι μακριά.

5.3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Βιομάζα

Με τον όρο **βιομάζα** εννοούμε όλη την οργανική ύλη που προέρχεται από τα φυτά συμπεριλαμβάνοντας τα άλγη, τα δέντρα και τις φυτείες. Βιομάζα είναι η φυτική ύλη που προέρχεται από τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης όταν συντελείται η αντίδραση μεταξύ CO₂, νερού και ηλιακού φωτός και παρουσία χλωροφύλλης ώστε να παραχθούν υδατάνθρακες που είναι το βασικό δομικό στοιχείο της βιομάζας. Η παραγωγή της γίνεται σύμφωνα με την αντίδραση:



Τυπικά με την φωτοσύνθεση μετατρέπεται λιγότερο από το 1% της διαθέσιμης αποθηκευμένης ηλιακής ενέργειας σε χημική ενέργεια. 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. Η διαδικασία είναι κυκλική καθώς το CO₂ είναι τότε διαθέσιμο να παράγει καινούρια βιομάζα.

Η ενεργειακή αξία ενός συγκεκριμένου τύπου βιομάζας εξαρτάται από τις χημικές και φυσικές ιδιότητες των μορίων απ' τα οποία συντίθεται. Το ανθρώπινο είδος επί χιλιετίες εκμεταλλευόταν την ενέργεια που είναι αποθηκευμένη σ' αυτούς τους χημικούς δεσμούς με το να χρησιμοποιεί τη βιομάζα ως καύσιμο και τρεφόμενος από τα φυτά για το θρεπτικό τους περιεχόμενο σε σάκχαρα και άμυλο. Στη πιο πρόσφατη ιστορία η απολιθωμένη βιομάζα εξορύχθηκε για να χρησιμοποιηθεί ως κάρβουνο και πετρέλαιο. Ωστόσο, χρειάζονται εκατομμύρια χρόνια για να μετατραπεί η βιομάζα σε ορυκτά καύσιμα, τα οποία δεν ανανεώνονται στα πλαίσια μιας χρονικής κλίμακας που το ανθρώπινο είδος θα μπορούσε να αξιοποιήσει. Με τη καύση των ορυκτών καυσίμων χρησιμοποιείται η απολιθωμένη βιομάζα που μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο με τη σειρά του συμβάλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου κι έτσι εξαντλείται ένας μη ανανεώσιμος φυσικός πόρος.

Με τη καύση της «πρόσφατης» βιομάζας δεν προστίθεται καινούριο διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα διότι η αναφύτευση και συγκομιδή της εξασφαλίζει την απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα και την επιστροφή του σ' ένα νέο κύκλο ανάπτυξης.

Ένας σημαντικός παράγοντας που συχνά παραβλέπεται σε σχέση με τη χρήση της βιομάζας ως μέσο εξάλειψης της παγκόσμιας υπερθέρμανσης είναι ο χρόνος υστέρησης μεταξύ της στιγμιαίας απελευθέρωσης διοξειδίου του άνθρακα από την καύση ορυκτών καυσίμων και της τελικής του πρόσληψης ως βιομάζα, γεγονός που απαιτεί αρκετά χρόνια. Ένα από τα διλήμματα του αναπτυσσόμενου κόσμου είναι η ανάγκη να αναγνωρίσει αυτό το χρόνο υστέρησης και να λάβει την ανάλογη δράση ώστε να τον μετριάσει.

Τέλος η κατανάλωση των πόρων βιομάζας ως καύσιμο χρήζει και τα ανάλογα προγράμματα αναφύτευσής της ώστε να αποτελεί έναν ανανεώσιμο φυσικό πόρο.

5.3.1 Τύποι Βιομάζας

Στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό εμπεριέχεται άμεσα ή έμμεσα από τον φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα σ' αυτήν περιλαμβάνονται:

- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται από τα φυτικά οικοσυστήματα όπως τα αυτοφυή φυτά και τα δάση.
- Οι ενεργειακές καλλιέργειες γεωργικών και δασικών ειδών δηλαδή τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά με σκοπό τη παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας. Οι ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται σε:

- α) παραδοσιακές καλλιέργειες συμπεριλαμβάνονται το σιτάρι, το κριθάρι, ο αραβόσιτος, τα ζαχαρότευτλα και ο ηλίανθος για τη παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων (βιοαιθανόλης και βιοντίζελ).
- β) δασικές ενεργειακές καλλιέργειες περιλαμβάνονται ο ευκάλυπτος και η ψευδακακία.
- γ) γεωργικές αντίστοιχα είναι το καλάμι, ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα, το γλυκό και κυτταρινούχο σόργο, το κενάφ και η ελαιοκράμβη.
- Υποπροϊόντα και κατάλοιπα φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής όπως τα άχυρα, στελέχη αραβοσίτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα.
 - Βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.



Εικόνα 5.19. Καλλιέργεια αγριαγκινάρας

5.3.2 Βασικά Χαρακτηριστικά Βιομάζας

Ανεξαρτήτως της πηγής προέλευσής της, οι διεργασίες μετατροπής της βιομάζας σε ενέργεια επηρεάζονται από τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της.

Οι ιδιότητες που θεωρούνται περισσότερο καθοριστικές είναι:

- Η περιεκτικότητα σε υγρασία
- Η περιεκτικότητα σε τέφρα
- Η περιεκτικότητα σε πτητικά στερεά
- Η περιεκτικότητα σε αλκαλικά μέταλλα
- Η θερμογόνο δύναμη
- Η πυκνότητα

5.3.3 Η βιομάζα στον παγκόσμιο και ελλαδικό χώρο

Υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο παράγονται παγκοσμίως 172 δισεκατομμύρια τόνοι ξηρού υλικού, με ενεργειακό περιεχόμενο το δεκαπλάσιο από αυτό που καταναλώνεται. Όμως, φαίνεται ότι μόνο το 1/7 της ενέργειας που καταναλώνεται παγκοσμίως προέρχεται από την εκμετάλλευση της βιομάζας.

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. [Βουρδουμπάς, 2002]

Παράλληλα, η ενέργεια που μπορεί να δημιουργηθεί από την αξιοποίηση της βιομάζας είναι πολλές φορές ανταγωνιστική εκείνης των συμβατικών πηγών ενέργειας. Εκτιμάται ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα ανέρχεται στα 10.200.000 τόνους εκ των οποίων τα 7.500.000 αποτελούν γεωργικά υπολείμματα (σιτηρών, αραβοσίτου, βαμβακιού, ελαιοπυρήνα, πυρηνόξυλο, κλαδοδέματα, κ.α.) και τα 2.700.000 αποτελούν δασικά υπολείμματα υλοτομίας. Στον παρακάτω πίνακα μπορούμε να δούμε την ετήσια παραγωγή βιομάζας ανά κατηγορία υπολείμματος

Πίνακας 5.1

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (ΤΟΝΟΙ)
Βαμβάκι	1.352.653
Άχυρο	1.179.555
Κλαδέματα ελιών	995.324
Αποψίλωση δασών	705.889
Αραβόσιτος	512.426
Κλαδέματα άμπελών	320.348
Πυρήνες ελιών	300.480

Το σημαντικό πλεονέκτημα των παραπάνω αγροτικών και δασικών υπολειμμάτων είναι πως είναι άμεσο διαθέσιμο, δεν χρειάζεται δύσκολες μεθόδους συλλογής και

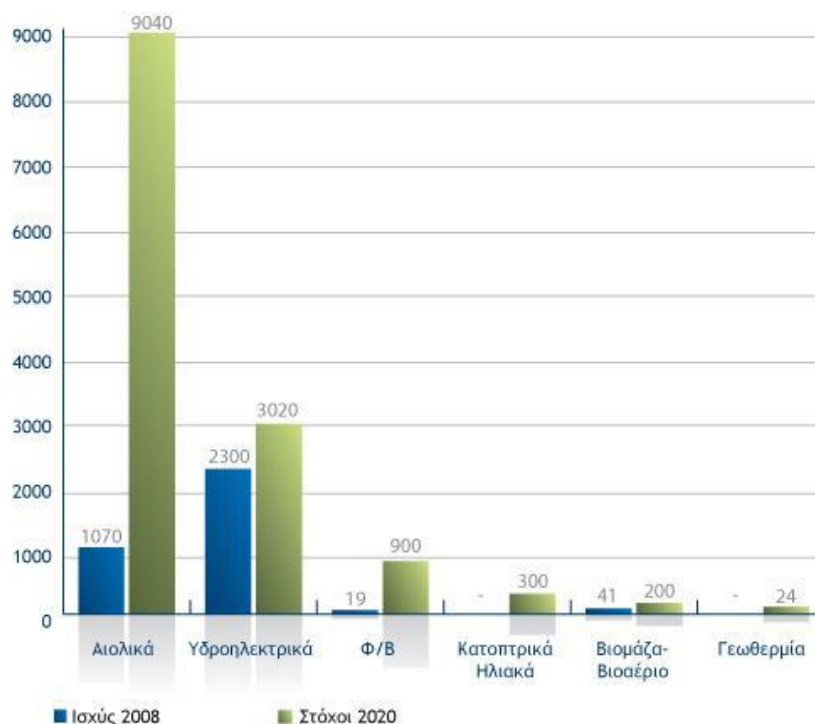
μεταφοράς και μπορεί να τροφοδοτήσει άμεσα τα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Έτσι αποτελεί μια οικονομικά συμφέρουσα λύση.

Πρόσθετα, τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται στην Ελλάδα οι ενεργειακές καλλιέργειες, και προσφέρουν λύσεις όχι μόνο ενεργειακές αλλά και οικονομικές καθώς περιορίζουν το πρόβλημα των γεωργικών πλεονασμάτων. Λόγω αυτού του προβλήματος και της μη δυνατότητας χορήγησης επιδοτήσεων στην γεωργική δραστηριότητα πολλά στρέμματα μένουν ανεκμετάλλευτα τα οποία θα μπορούσαν κάλλιστα να αποτελέσουν νέες ενεργειακές καλλιέργειες. Στην Ελλάδα έχουν ήδη εγκαταλειφθεί ή πρόκειται να περιθωριοποιηθούν 10 εκατομμύρια στρέμματα που αν αξιοποιηθούν με ενεργειακές καλλιέργειες θα είναι ένα μεγάλο ενεργειακό όφελος. Υπολογίζεται περίπου ότι ενεργειακά οι καλλιέργειες αντιστοιχούν σε 5-6 εκατομμύρια τόνους πετρελαίου. Είναι πολύ σημαντικό να αξιοποιήσουμε όσο περισσότερο μπορούμε τις πηγές βιομάζας που διαθέτουμε για ενεργειακή ανάπτυξη στη χώρα μας.

Στον παρακάτω πίνακα μπορούμε να δούμε τους στόχους για την ανάπτυξη της βιομάζας στην Ελλάδα έως το 2020 βάσει του βάσει του «Εθνικού Σχεδίου Δράσης για τις ΑΠΕ» (Κοινοτική Οδηγία 2009/28/EC) όπως ενημερώθηκε βάσει της ΥΑ «Α.Υ./Φ1/οικ.19598» της 01.10.2010.

Πίνακας 5.2
(ΤΠΠ = Τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου)

Έτος	2014		2020	
	Ισχύς	Ενέργεια	Ισχύς	Ενέργεια
Ηλεκτροπαραγωγή	200 MW	997 GWh	350 MW	1.745 GWh
Θέρμανση-Ψύξη		1.105.000 ΤΠΠ		1.222.000 ΤΠΠ
Μεταφορές		339.000 ΤΠΠ		617.000 ΤΠΠ



Σχήμα 5.8. Στόχοι για την ισχύ στην Ελλάδα.

5.3.4 Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας

Η βιομάζα δύναται να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή παραγωγή θερμότητας με διάφορους τρόπους όπως είναι η απευθείας καύση της, ή η μετατροπή της σε αέρια υγρά ή και στερεά καύσιμα.

Παρακάτω θα δούμε τους τομείς στους οποίους δύναται να εφαρμοστεί η παραγόμενη ενέργεια από τη βιομάζα.

- **Θέρμανση θερμοκηπίων:** Σε αρκετές περιοχές της χώρας, περίπου το 10% των θερμαινόμενων θερμοκηπίων, η θέρμανση τους πραγματοποιείται με την καύση της βιομάζας σε λέβητες. 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. Η μέθοδος της τηλεθέρμανσης προσελκύει ολοένα και περισσότερο το ενδιαφέρον της κοινής γνώμης αφού παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως ο μεγάλος βαθμός απόδοσης, η μη χρησιμοποίηση συμβατικών καυσίμων και η μικρότερη ρύπανση του περιβάλλοντος σε σύγκριση με τη χρησιμοποίηση των συμβατικών καυσίμων. Υπάρχει στη

χώρα μας μια μονάδα τηλεθέρμανσης και συγκεκριμένα βρίσκεται στο νομό Αρκαδίας, στην κοινότητα Νυμφασίας. Η μονάδα αυτή έχει τη δυνατότητα κάλυψης των αναγκών θέρμανσης 80 κατοικιών και 600m² κοινοτικών χώρων με την ονομαστική ισχύ της των 1.200.000 kcal/h. Το καύσιμο υλικό που χρησιμοποιείται είναι τρίμματα ξύλου τα οποία προέρχονται από την κοπή ξύλων ελατοδάσους. Η μονάδα αυτή αποτελεί πρότυπο και για άλλες εφαρμογές ίδιων μονάδων ενέργειας καθώς παρέχει εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων και αξιοποιεί τους ενεργειακούς πόρους της περιοχής.

- **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:** Η θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας περιλαμβάνει κυρίως τις μεθόδους της πυρόλυσης της καύσης και της αεριοποίησης. 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. Κατά τη διαδικασία της πυρόλυσης ή της αστραπιαίας πυρόλυσης όπως είναι επίσης γνωστή, τα δασικά και γεωργικά υπολείμματα αφού τεμαχισθούν καταλλήλως τοποθετούνται σε ειδικούς αντιδραστήρες οι οποίοι παράγουν το βιοέλαιο, ένα υγρό καύσιμο υψηλής ενεργειακής πυκνότητας. Το βιοέλαιο έχει περίπου τη μισή θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας (σε λέβητες, κ.ά) και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την τοποθέτηση του σε μηχανές εσωτερικής καύσης. Με τη μέθοδο της αεριοποίησης παράγεται αέριο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές αερίου για την παραγωγή ενέργειας, όμως οι τεχνολογίες της μεθόδου χρειάζονται ακόμα βελτίωση, ώστε τα πιλοτικά προγράμματα να

φθάσουν να είναι οικονομικά ωφέλιμα για ευρεία κλίμακα χρήσης τους και όχι μόνο για περιορισμένη χρήση.

- 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). Η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κινητήρες οχημάτων μόνη της ή σε συνδυασμό με τη χρησιμοποίηση και βενζίνης για καύσιμο κίνησης. Υπολογίζεται ότι 3λίτρα βιοαιθανόλης αντιστοιχούν ενεργειακά σε 2 λίτρα βενζίνης. Η χρησιμοποίηση της βιοαιθανόλης δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στην Ευρώπη όπως αντίθετα συμβαίνει σε Η.Π.Α και Βραζιλία. Παρ' όλα αυτά και υπολογίζοντας ότι το κόστος της βιοαιθανόλης είναι μεγαλύτερο από αυτό της βενζίνης, τα τελευταία χρόνια η χρησιμοποίηση 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.

Πίνακας 5.3. Σχέδιο υποκατάστασης βενζίνης από την ΕΕ

Σχέδιο δράσης ΕΕ για τα βιοκαύσιμα		
ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ	2010	2020
Στόχος υποκατάστασης	5,75 %	10%
Ζήτηση για βενζίνη ¹	4,17 εκ. τον.	5 εκ. τον.
Αιθανόλη που απαιτείται ¹	389.425 τον.	812.257 τον.

- 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. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι σημαντικότερες παγκοσμίως χρήσεις της βιομάζας που προέρχονται από ενεργειακές καλλιέργειες.

5.3.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της

Βιομάζας

Τα **πλεονεκτήματα** της αξιοποίησης της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας παρουσιάζονται παρακάτω:

- Εμποδίζεται 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.
- Ακόμα, η ατμόσφαιρα δεν επιβαρύνεται από ένα επίσης βλαβερό αέριο, το διοξείδιο του θείου, (SO_2) το οποίο παράγεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων και συμβάλει στη δημιουργία της όξινης βροχής.
- Πρόσθετα, μειώνεται η ενεργειακή εξάρτηση της χώρας από άλλες, καθώς μειώνονται οι εισαγωγές καυσίμων (πετρελαίου) άρα έχουμε εξοικονόμηση εθνικού συναλλάγματος.
- Επίσης, συμβάλει στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας, καθώς βοηθά τη διατήρηση των αγροτικών πληθυσμών και του εργατικού δυναμικού στις ελληνικές περιφέρειες.

Τα **μειονεκτήματα** της αξιοποίησης της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας παρουσιάζονται παρακάτω:

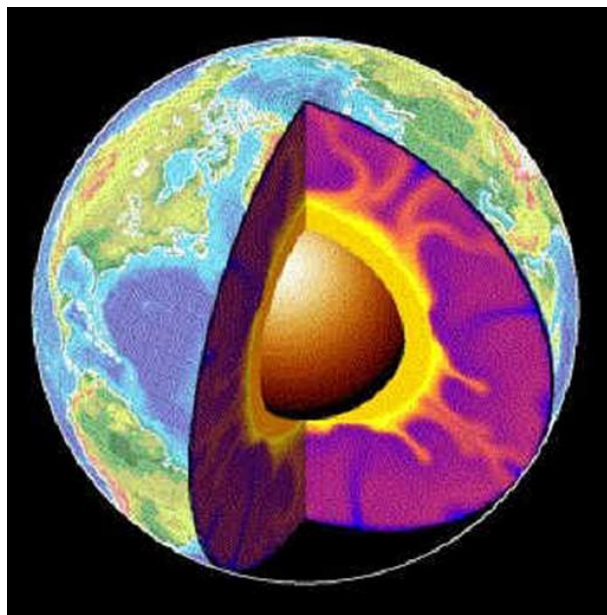
- Ένα βασικό μειονέκτημα της βιομάζας είναι ο μεγάλος όγκος της και το μεγάλο ποσοστό της σε υγρασία που δυσκολεύει την επεξεργασία της.
- Συγκριτικά με τα ορυκτά καύσιμα η βιομάζα παρουσιάζει δυσκολία στην συλλογή την μεταφορά και την αποθήκευσή της.
- Επιπρόσθετα, η επεξεργασία της βιομάζας απαιτεί ακριβότερους εξοπλισμούς και πιο δαπανηρές εγκαταστάσεις σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.
- Τέλος, πρόβλημα είναι η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας.

Για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω αλλά και για την πλειοψηφία των εφαρμογών της το κόστος της βιομάζας παραμένει ακόμα υψηλό σε σύγκριση με το πετρέλαιο. Παρατηρείται όμως τα τελευταία χρόνια μια βαθμιαία μείωση του φαινομένου αυτού λόγω της αύξησης της τιμής του πετρελαίου αλλά και λόγω της βελτιστοποίησης των τεχνολογιών της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας. Όμως πέραν του οικονομικού, πρέπει να υπολογίζουμε το περιβαλλοντικό όφελος που προσφέρει η αξιοποίηση της βιομάζας, που είναι πολύ σημαντικό για την ποιότητα ζωής των οργανισμών του πλανήτη.

5.4 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Γεωθερμία

Γεωθερμική ενέργεια είναι η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε υπόγεια ή επιφανειακά ζεστά νερά και σε θερμά, ξηρά πετρώματα. Η γεωθερμική ενέργεια είναι μία ήπια μορφή ενέργειας, πρακτικά ανεξάντλητη και με την έννοια αυτή ανανεώσιμη. Είναι συνδεδεμένη με την ηφαιστειότητα και την γενικότερη γεωδυναμική κατάσταση της περιοχής, χαρακτηριστικά που στην Ελληνική επικράτεια παρουσιάζονται έντονα.

Είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία του υπεδάφους αυξάνεται κατά 1 °C ανά 33 μέτρα βάθους. Πολλές φορές όμως λόγω γεωλογικών ανωμαλιών η αύξηση της θερμοκρασίας του υπεδάφους είναι πιο γρήγορη απ' ό,τι στη συνηθισμένη γεωλογική βαθμίδα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις είναι εύκολη η χρησιμοποίηση της θερμότητας του υπεδάφους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 5.20. Τομή του εσωτερικού της Γης

5.4.1 Διάκριση γεωθερμικών πεδίων

Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Σε μεγάλη κλίμακα, χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από 500KW μέχρι 5MW, αλλά ακόμη και για θέρμανση νερού, ανάλογα με το δυναμικό γεωθερμικό του πεδίου. Τα γεωθερμικά πεδία χωρίζονται σε δυο κατηγορίες στα:

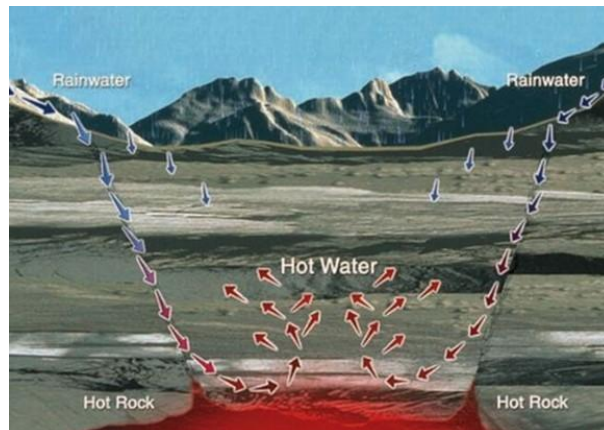
1. Θερμά ξηρά πετρώματα

Στα βάθη αυτά τα φυσικά ενδιάμεσα ρευστά απουσιάζουν λόγω της μικρής διαπερατότητας και η εξαγωγή ενέργειας απαιτεί την δημιουργία τεχνητών συνθηκών κυκλοφορίας ενδιάμεσου ρευστού. Ο προσδιορισμός της φυσικής

διαπερατότητας συναρτήσει του βάθους από επιφανειακές μετρήσεις γίνεται με σεισμικές και βαθιές ηλεκτρικές και ηλεκτρομαγνητικές διασκοπήσεις. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των στερεών εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά από το κλάσμα ύδατος που περιέχουν οπότε ανίχνευση περιέχουν, οπότε η ανίχνευση ζωνών υψηλής ειδικής αντίστασης υποδεικνύει ύπαρξη χαμηλής υδραυλικής διαπερατότητας. Η εκμετάλλευση τέτοιων πεδίων είναι πιο περίπλοκη και δύσκολη

2. Υγρά πορώδη πετρώματα- Υδροθερμικά μεταφορικά συστήματα

Χαρακτηρίζονται από φυσική κυκλοφορία του ενδιάμεσου ρευστού, το πλείστο της θερμότητας μεταφέρεται από τα ρευστά και μικρό ποσοστό άγεται μέσω της μάζας των πετρωμάτων. Τα υδροθερμικά συστήματα εντός πετρωμάτων υψηλού πορώδους και διαπερατότητας περιλαμβάνουν σχεδόν όλα τα γεωθερμικά συστήματα υπό εκμετάλλευση για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 5.21. Αναπαράσταση γεωθερμικού πεδίου

Στην περίπτωση που το γεωθερμικό πεδίο προέρχεται από τα υγρά πορώδη πετρώματα, με την κατάλληλη γεώτρηση μπορεί να απελευθερωθεί το γεωθερμικό ρευστό. Ανάλογα με τη θερμοκρασία του μπορεί να είναι ζεστό νερό ή ατμός και χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες:

- α) Υψηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 220°C)
- β) Μέσης ενθαλπίας (για θερμοκρασίες από 100°C έως 220°C)
- γ) Χαμηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασίες από 50°C έως 150°C)

Η εκμετάλλευση της χαμηλής και μέσης ενθαλπίας γεωθερμικών ρευστών προσφέρεται για διάφορες χρήσεις, εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα υψηλής ενθαλπίας γεωθερμικά ρευστά χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στην ηλεκτροπαραγωγή [Μπαλαρας, κ.ά, 2006]

Πίνακας 5.4 Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση της γεωθερμίας

Θερμοκρασία ταμιευτήρα	Ρευστό ταμιευτήρα	Συνήθης χρήση	Τεχνολογία που συνήθως επιλέγεται
Υψηλή ενθαλπία (>220°C)	Νερό ή ατμός	Ηλεκτροπαραγωγή	-Ακαριαίος ατμός -Συνδυασμένος κύκλος (ακαριαία ατμοποίηση ή δυαδικός)
		Άμεση Χρήση	-Άμεση χρήση ρευστού -Εναλλάκτες θερμότητας -Αντλίες θερμότητας
Ενδιάμεση ενθαλπία (100 °C -220°C)	Νερό	Ηλεκτροπαραγωγή	-Συνδυασμένος κύκλος
		Άμεση Χρήση	-Άμεση χρήση ρευστού -Εναλλάκτες θερμότητας -Αντλίες θερμότητας
Χαμηλή ενθαλπία (50 °C -150°C)	Νερό	Άμεση Χρήση	-Άμεση χρήση ρευστού -Εναλλάκτες θερμότητας -Αντλίες θερμότητας

5.4.2 Αξιοποίηση γεωθερμικής ενέργειας

Οι βασικότεροι τομείς στους οποίους αξιοποιείται η γεωθερμική ενέργεια είναι:

- 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.)

Για τις ανάγκες θέρμανσης σε θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες θέρμανσης με αντλίες θερμότητας ή ακόμη και για άμεση θέρμανση κτιρίων, η χρήση γεωθερμικών ρευστών **χαμηλής ενθάλπιας** (θερμοκρασίας), μπορεί να τις καλύψει. Τα ρευστά αυτά έχουν θερμοκρασίες μικρότερες των 50 °C, είναι άφθονα σε πάρα πολλές περιοχές υπό την μορφή πηγών σταθερής θερμοκρασίας. και βρίσκονται συνήθως σε μικρά βάθη, μέχρι 300m.

Το γεωθερμικό ρευστό **μέσης ενθάλπιας** είναι επιφανειακό, παρέχεται από θερμές πηγές ή υπόγειο που αντλείται με γεωτρήσεις βάθους 200-1800m. Η ενέργεια αυτή αποδίδεται μέσω εναλλάκτη σε οργανικό ρευστό. Το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχουν τυποποιημένες μονάδες 1-20MW.

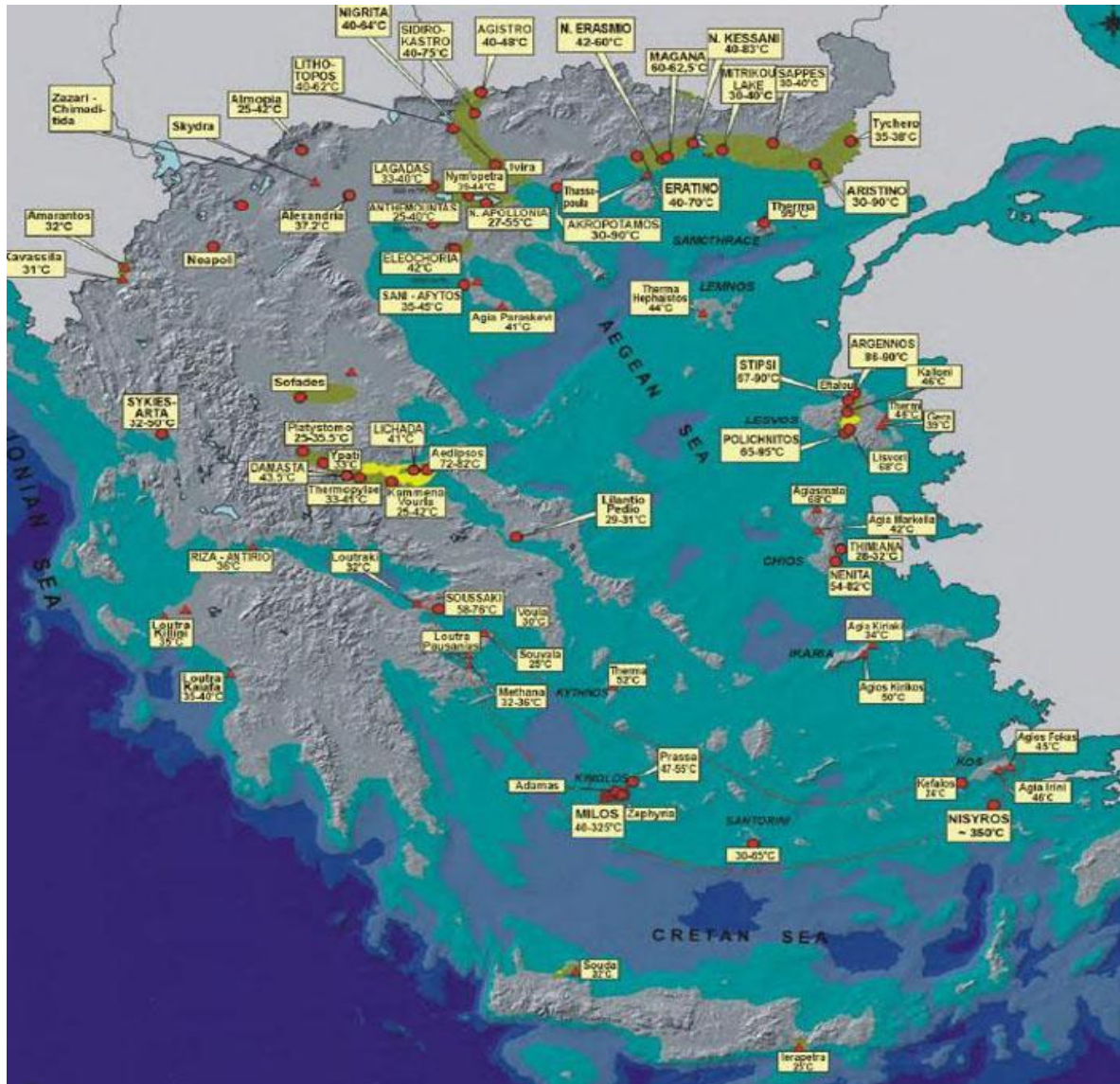


Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας **υψηλής ενθάλπιας** χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Παρακάτω παρουσιάζεται σχηματικά οι χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας:

Πίνακας 5.5. Χρήσεις γεωθερμικής ενέργειας





Εικόνα 5.22. Γεωθερμικές περιοχές στην Ελλάδα 2009

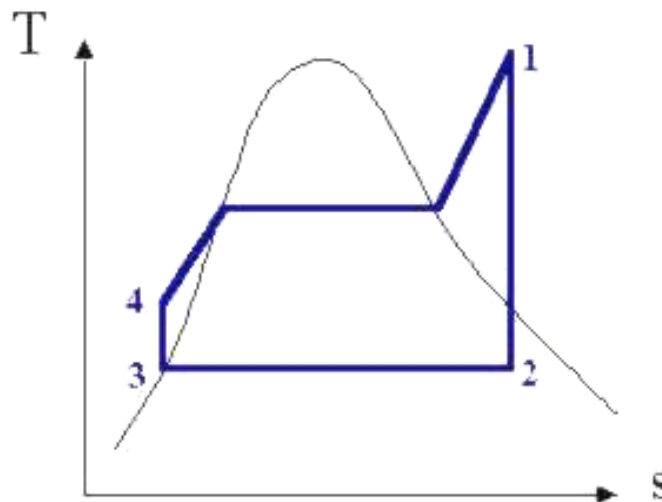
5.4.3 Μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Η χρήση γεωθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχει διαδοθεί λόγω διαφόρων παραγόντων. Οι χώρες όπου επικρατούν οι γεωθερμικές πηγές επιθυμούν να αναπτύξουν τους ίδιους πόρους αντί του να εισάγουν καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Σε χώρες όπου διατίθενται πολλές εναλλακτικές πηγές για την παραγωγή ηλεκτρισμού περιλαμβανομένης της γεωθερμίας αυτή προτιμάται καθώς δεν μπορεί να μεταφερθεί προς πώληση, ενώ μέσω αυτής επιτρέπεται η χρήση των συμβατικών καυσίμων για ανώτερους και καλύτερους σκοπούς από την παραγωγή ηλεκτρισμού. Ο πλέον συνήθης και (τεχνοοικονομικά συμφέρον) τρόπος αξιοποίησης

των γεωθερμικών ρευστών υψηλής ενθαλπίας είναι η χρήση τους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η διεργασία που χρησιμοποιείται για την ηλεκτροπαραγωγή ποικίλλει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της γεωθερμικής πηγής. Σχεδόν όλες οι πηγές που έχουν ήδη εξερευνηθεί είναι του υδροθερμικού τύπου (ζεστό νερό υπό πίεση), η εκμετάλλευση των οποίων μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Εάν η θερμοκρασία της πηγής είναι κάτω από 204 βαθμούς Κελσίου 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 βαθμών Κελσίου η καταλληλότερη μέθοδος παραγωγής είναι η φυσική ροή από το φρέαρ η οποία αποφέρει ένα ακαριαία ατμοποιούμενο μίγμα άλμης και ατμού.

Η διαδικασία ηλεκτροπαραγωγής από μια γεωθερμική πηγή (ή από ατμό σε μια συμβατική εγκατάσταση ηλεκτροπαραγωγής) περιλαμβάνει μια διεργασία γνωστή ως κύκλο Rankine. Ο κύκλος αυτός περιλαμβάνει ένα λέβητα, στρόβιλο, γεννήτρια, συμπυκνωτή, υδραντλία τροφοδοσίας, πύργο ψύξης και υδραντλία ψύξης.



Σχήμα 5.9. Το διάγραμμα T-s του κύκλου Rankine

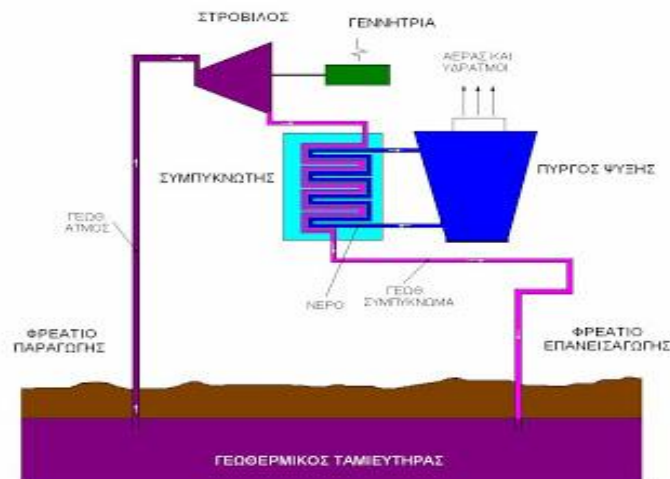
Κορεσμένος ή υπέρθερμος ατμός εισάγεται στο στρόβιλο (στάδιο 1) και εκτονώνεται ισεντροπικά μέχρι την πίεση εξόδου στο στάδιο 2. Έπειτα, ο ατμός συμπυκνώνεται υπό σταθερή πίεση και θερμοκρασία σε κεκορεσμένο υγρό (στάδιο 3). Η θερμότητα που απάγεται από τον ατμό στο συμπυκνωτή συνήθως μεταφέρεται στο 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. Επαναλαμβάνεται ολόκληρος ο κύκλος μετά το στάδιο 1.

5.4.4 Τεχνολογίες μετατροπής της γεωθερμίας σε ηλεκτρική ενέργεια

Ο τύπος μετατροπής της γεωθερμίας που χρησιμοποιείται εξαρτάται από την κατάσταση του ρευστού (είτε είναι ατμός είτε νερό), την θερμοκρασία του, την πίεση και την παροχή. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται είναι τρεις.

α) Ξηρού ατμού (θερμοκρασία ατμού > 180 βαθμών Κελσίου)

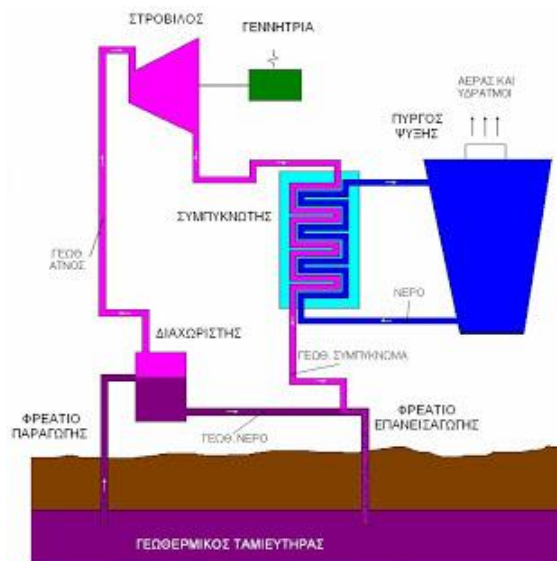
Οι συμβατικοί αμοστρόβιλοι απαιτούν ρευστά που έχουν θερμοκρασίες τουλάχιστον 150°C. Η μονάδα μπορεί να λειτουργεί με συμπυκνωτές, όπου η πίεση διατηρείται συνεχώς σε χαμηλά επίπεδα (condensing type) ή χωρίς (backpressure type), οπότε γίνεται διάθεση του ατμού στην ατμόσφαιρα. Ο τύπος με αμοστρόβιλους 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. Σε μια τέτοια μονάδα, η κατανάλωση ατμού (με ίδια πίεση εισόδου) ανά παραγόμενη κιλοβατώρα είναι περίπου διπλάσια από αυτήν σε μια μονάδα με συμπυκνωτές. Όμως, οι αμοστρόβιλοι ατμοσφαιρικής εκτόνωσης είναι εξαιρετικά χρήσιμοι σε πιλοτικές ή εφεδρικές μονάδες, σε περιπτώσεις μικρών παροχών από μεμονωμένες γεωτρήσεις, καθώς και στην παραγωγή ηλεκτρισμού στη φάση των δοκιμών παραγωγής των γεωτρήσεων κατά την ανάπτυξη του πεδίου. Χρησιμοποιούνται επίσης στις περιπτώσεις όπου ο ατμός περιέχει μεγάλες ποσότητες μη συμπυκνώσιμων αερίων (>12% κατά βάρος). 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.



Σχήμα 5.10. Διάταξη κύκλου ξηρού ατμού με συμπυκνωτή

β) Στρόβιλοι υγρού ατμού (θερμοκρασία ατμού > 150 βαθμών Κελσίου)

Οι μονάδες με συμπυκνωτές, εξαιτίας του ότι συνοδεύονται από περισσότερο βοηθητικό εξοπλισμό, είναι πιο περίπλοκες στο σχεδιασμό τους από τις προηγούμενες, και αυτές που είναι μεγαλύτερης ισχύος χρειάζονται διπλάσιο χρόνο κατασκευής και εγκατάστασης. Όμως, η κατανάλωση ατμού είναι περίπου μισή σε σχέση με την περίπτωση των ατμοστροβίλων ατμοσφαιρικής εκτόνωσης. Οι πιο συνηθισμένες εγκαταστάσεις με 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.[Βουρδουμπά, 2002]



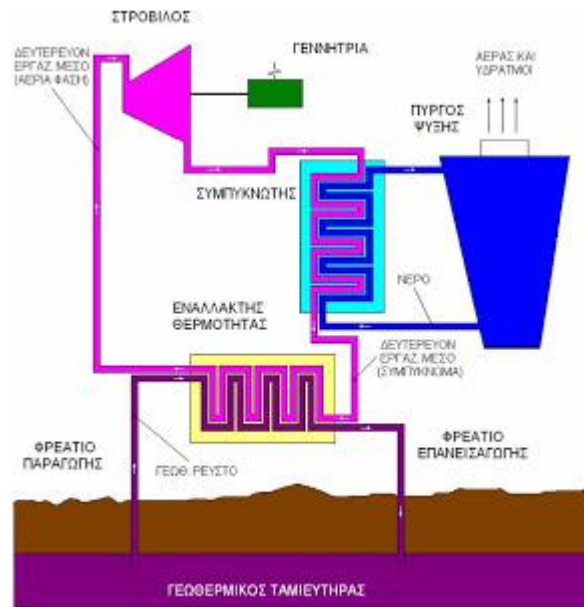
Σχήμα 5.11. Διάταξη παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος με εκτόνωση διφασικού γεωθερμικού ρευστού και συμπυκνωτή

γ) Δυναδικός κύκλος με πτητικό ρευστό ή κύκλος Rankine με οργανικό ρευστό

(θερμοκρασία ρευστών > 90 βαθμών Κελσίου)

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 δυναδικών ρευστών. Σε τέτοιου τύπου εγκαταστάσεις χρησιμοποιείται ένα δευτερεύον –συνήθως οργανικό-

ρευστό (ισο-πεντάνιο), το οποίο έχει χαμηλό σημείο ζέσεως και υψηλή τάση ατμών σε χαμηλές θερμοκρασίες, αν συγκριθεί με τον υδάτινο ατμό. Το δευτερεύον ρευστό χρησιμοποιείται μέσα σε ένα συμβατικό οργανικό κύκλο Rankine (OCR) ως εξής: το γεωθερμικό ρευστό προσφέρει θερμότητα στο δευτερεύον υγρό μέσω εναλλακτών θερμότητας, οπότε το τελευταίο εξατμίζεται. 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.



Σχήμα 5.12. Διάγραμμα παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος με τη χρήση οργανικού ρευστού.

5.5 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από θαλάσσια ενέργεια

Η θαλάσσια ενέργεια ή θαλάσσια δύναμη (επίσης μερικές φορές αναφέρεται ως ενέργεια των ωκεανών, δύναμη των ωκεανών ή θάλασσα, και υδροκινητική ενέργεια) αναφέρεται στην ενέργεια που μεταφέρεται από τα κύματα του ωκεανού, τις παλίρροιες, την αλατότητα και τις διαφορές της θερμοκρασίας των ωκεανών. Η κίνηση του νερού στους ωκεανούς του κόσμου δημιουργεί ένα τεράστιο απόθεμα κινητικής ενέργειας, ή ενέργειας σε κίνηση. Αυτή η ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να ηλεκτροδοτήσει τα σπίτια, τις μεταφορές και τις βιομηχανίες. [Τσάκαλης, Αθανάσιος, 2015]

Ο όρος θαλάσσια ενέργεια περιλαμβάνει τόσο την κυματική ενέργεια - ενέργεια από επιφανειακά κύματα, όσο και την παλιρροϊκή ενέργεια - που έχει αποκτηθεί από την κινητική ενέργεια των μεγάλων κινούμενων σωμάτων του νερού. Η υπεράκτια αιολική ενέργεια δεν είναι μια μορφή θαλάσσιας ενέργειας, καθώς η αιολική ενέργεια

προέρχεται από τον άνεμο, ακόμη και αν οι ανεμογεννήτριες τοποθετούνται εντός των θαλάσσιων περιοχών.

Οι ωκεανοί έχουν ένα τεράστιο ποσό ενέργειας και βρίσκονται κοντά σε πολλούς, αν και όχι πληθυσμούς με μεγάλη πυκνότητα. Η ωκεάνια ενέργεια έχει τη δυνατότητα να παρέχει ένα σημαντικό ποσό των νέων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε όλο τον κόσμο.

5.5.1 Μορφές της Ενέργειας των Ωκεανών

Η θαλάσσια ενέργεια που αξιοποιείται στα παγκόσμια ύδατα, περιλαμβάνει έργα που χρησιμοποιούν τις ακόλουθες διατάξεις:

- ✓ Μετατροπείς της ενέργειας των κυμάτων στις ανοικτές παράκτιες περιοχές με σημαντικά κύματα.
- ✓ Γεννήτριες 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.

5.5.2 Θαλάσσια παραγωγή ρεύματος

Τα ισχυρά ρεύματα των ωκεανών παράγονται από ένα συνδυασμό της θερμοκρασίας, του ανέμου, της αλατότητας, της βαθυμετρίας, και της περιστροφής της γης. Ο ήλιος ενεργεί ως πρωταρχική κινητήρια δύναμη, προκαλώντας ανέμους και διαφορές θερμοκρασίας. Επειδή υπάρχουν μόνο μικρές διακυμάνσεις στην τρέχουσα ταχύτητα και τη θέση των ρευμάτων, χωρίς αλλαγές κατεύθυνσης, τα ωκεάνια ρεύματα μπορεί να είναι κατάλληλες τοποθεσίες για εγκαταστάσεις απαγωγής ενέργειας, όπως οι υδατογεννήτριες.

Τα ωκεάνια ρεύματα είναι καθοριστικής σημασίας για τον καθορισμό του κλίματος σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο. Ενώ λίγα είναι γνωστά σχετικά με τις επιπτώσεις της κατάργησης των ωκεάνιων ρευμάτων ενέργειας, οι επιπτώσεις της απελευθέρωσης της τρέχουσας ενέργειας στο περιβάλλον μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Τα προβλήματα των τουρμπίνων με κοφτερή λεπίδα, της εμπλοκής των θαλάσσιων οργανισμών και των επιπέδων ηχορύπανσης, είναι από τα σημαντικότερα που υπάρχουν και εξακολουθούν να υφίστανται. Αυτά τα προβλήματα, γίνονται ακόμη πιο αισθητά λόγω της παρουσίας μιας μεγάλης ποικιλίας διαφορετικών πληθυσμών θαλάσσιων οργανισμών που χρησιμοποιούν τα ωκεάνια

ρεύματα με σκοπό να μεταναστεύσουν. Οι τοποθεσίες εγκατάστασης μπορεί να είναι ακόμη και στην ανοιχτή θάλασσα, επιβάλλοντας την απαίτηση για καλώδια τροφοδοσίας που θα μπορούσαν να επηρεάσουν το θαλάσσιο περιβάλλον με εκπομπή ηλεκτρομαγνητισμού.

5.5.3 Ενέργεια όσμωσης

Στις εκβολές των ποταμών όπου το γλυκό νερό σμίγει με το αλμυρό νερό, η ενέργεια που δημιουργείται με την κλίση της αλατότητας μπορεί να αξιοποιηθεί χρησιμοποιώντας καθυστερημένης πίεσης αντίστροφη όσμωση και συναφείς τεχνολογίες μετατροπής.

Ένα άλλο σύστημα που βασίζεται στη χρήση του γλυκού νερού ανάβλυσης, μέσω ενός στροβίλου βυθισμένου στο θαλασσινό νερό και με τη συμμετοχή ηλεκτροχημικών αντιδράσεων, είναι επίσης σε εξέλιξη.

Η σημαντική έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το 1975 έως το 1985 έδωσε διάφορα αποτελέσματα που αφορούν την οικονομία της αντίστροφης ηλεκτροδιάλυσης (RED) και η επιβραδυνόμενης πίεσης όσμωσης (PRO) παραγωγής. Έρευνες, μικρής κλίμακας, με αξιοποίηση της αλατότητας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έχουν, επίσης, πραγματοποιηθεί σε πολλές χώρες όπως η Ιαπωνία, το Ισραήλ και τις Ηνωμένες Πολιτείες.

Στην Ευρώπη, η έρευνα επικεντρώνεται στη Νορβηγία και τις Κάτω Χώρες, όπου και στα δύο μέρη έχουν δοκιμαστεί σε μικρά πιλοτικά προγράμματα. Η ενέργεια από την κλίση της αλατότητας οφείλεται στη διαφορά συγκέντρωσης άλατος μεταξύ γλυκού και θαλασσινού νερού. Αυτή η πηγή ενέργειας δεν γίνεται εύκολα αντιληπτή, δεδομένου ότι δεν απαντάται άμεσα στη φύση σε διάφορες μορφές όπως η θερμότητα, οι καταρράκτες, ο άνεμος, τα κύματα ή η ακτινοβολία.

5.5.4 Θερμική ενέργεια των ωκεανών

Το νερό τυπικά ποικίλλει με την θερμοκρασία. Στην επιφάνεια, θερμαίνεται από το άμεσο ηλιακό φως, εν αντιθέσει με τα μεγαλύτερα βάθη όπου το ηλιακό φως δεν μπορεί να διεισδύσει. Αυτή η θερμοκρασιακή απόκλιση είναι μεγαλύτερη στα τροπικά νερά, καθιστώντας την τεχνολογία αυτή καταλληλότερη για εφαρμογή σε τέτοιες γεωγραφικές θέσεις. Ένα υγρό που εξατμίζεται, δύναται να οδηγείται συχνά σε ένα στρόβιλο με σκοπό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή αφαλατωμένου νερού.

Τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι είτε ανοικτού κύκλου, είτε κλειστού κύκλου, είτε υβριδικά τα οποία τα αναλύουμε παρακάτω.

5.5.5 Παλιρροϊκή ενέργεια

Η ενέργεια από τις κινούμενες μάζες νερού είναι μια δημοφιλής μορφή παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας. Η παλιρροϊκή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει τρεις κύριες μορφές, και συγκεκριμένα: **τη παλιρροϊκή ενέργεια από ρεύματα, την παλιρροϊκή ενέργεια φράγματος, και τη δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια**

5.5.5.1 Παλιρροϊκή γεννήτρια ρεύματος

Οι παλιρροϊκές γεννήτριες ρεύματος εκμεταλλεύονται την κινητική ενέργεια, μέσω της κίνησης του νερού, για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος, όπως οι ανεμογεννήτριες εκμεταλλεύονται την αιολική ενέργεια στις γεννήτριες ισχύος. Μερικές παλιρροϊκές γεννήτριες, μπορεί να κατασκευαστούν στις δομές των υφιστάμενων γεφυρών, χωρίς, ουσιαστικά, κανένα αισθητικό πρόβλημα. Οι γεωλογικές στενώσεις, όπως τα στενά ή οι είσοδοι, μπορούν να δημιουργήσουν υψηλές ταχύτητες σε συγκεκριμένες τοποθεσίες, οι οποίες μπορεί να καταστούν εκμεταλλεύσιμες με τη χρήση υδατογεννητριών. Αυτές οι υδατογεννήτριες μπορεί να είναι οριζόντιες, κάθετες, ανοικτές, ή να οδηγούνται, και τυπικά τοποθετούνται κοντά στο κάτω μέρος της στήλης του νερού.

5.5.5.2 Παλιρροϊκά φράγματα

Τα παλιρροϊκά φράγματα κάνουν χρήση του ενεργειακού δυναμικού λόγω της υψομετρικής διαφοράς (ή υδραυλικής κεφαλής) μεταξύ υψηλών και χαμηλών παλιρροϊών. Όταν χρησιμοποιούνται παλιρροϊκά φράγματα για την παραγωγή ενέργειας, η δυναμική ενέργεια από την παλίρροια καθίσταται εκμεταλλεύσιμη μέσω της στρατηγικής τοποθέτησης εξειδικευμένων φραγμάτων. Όταν η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει και η παλίρροια αρχίζει να ανέρχεται, η προσωρινή αύξηση της παλιρροϊκής ενέργειας διοχετεύεται σε μια μεγάλη λεκάνη πίσω από το φράγμα, κρατώντας ένα μεγάλο ποσό του ενεργειακού δυναμικού. Με την παλίρροια να υποχωρεί, αυτή η ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική, όπως το νερό απελευθερώνεται μέσω μεγάλων στροβίλων που δημιουργούν ηλεκτρική ενέργεια μέσω της χρήσης

των γεννητριών. Τα φράγματα, ουσιαστικά, τοποθετούνται σε όλο το πλάτος μιας παλιρροιακής εκβολής.

5.5.5.3 Δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια

Η δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια (ή DTP) είναι μια μη δοκιμασμένη, αλλά πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που θα μπορούσε να εκμεταλλευτεί την αλληλεπίδραση μεταξύ της δυναμικής και κινητικής ενέργειας των παλιρροϊκών ρευμάτων. Προτείνονται πολύ μεγάλα φράγματα, μήκους 30 έως 50 km, τα οποία θα κατασκευαστούν σε νοητές ευθείες με κατεύθυνση από τις ακτές τη θάλασσα ή στον ωκεανό, χωρίς να περικλείουν μια περιοχή. Οι παλιρροϊκές διαφορές φάσης, που εισέρχονται κατά μήκος του φράγματος, οδηγούν σε μια σημαντική διαφορά της στάθμης του νερού στα ρηγά παράκτια ύδατα, που διαθέτουν ισχυρά παλιρροιακά ρεύματα ταλάντωσης παράλληλα στην ακτή, όπως διαπιστώθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο, την Κίνα και την Κορέα

5.5.6 Κυματική ενέργεια

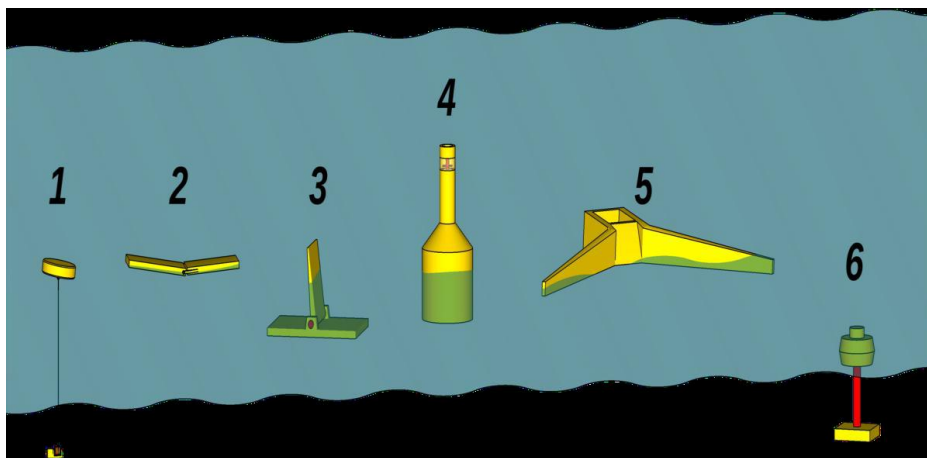
Η ηλιακή ενέργεια από τον ήλιο δημιουργεί διαφορές θερμοκρασίας που οδηγούν σε άνεμο. Η αλληλεπίδραση μεταξύ του ανέμου και της επιφάνειας του νερού δημιουργεί κύματα, τα οποία είναι μεγαλύτερα όταν υπάρχει μια μεγαλύτερη απόσταση για να δημιουργηθούν. Η δυναμική ενέργεια των κυμάτων είναι μεγαλύτερη μεταξύ 30° και 60° γεωγραφικού πλάτους, και στα δύο ημισφαίρια, λόγω της παγκόσμιας κατεύθυνσης του ανέμου. Κατά την αξιολόγηση της ενέργειας των κυμάτων ως είδους τεχνολογίας, είναι σημαντικό να γίνει διάκριση μεταξύ των τεσσάρων πιο κοινών προσεγγίσεων: σημαδούρες στο σημείο του απορροφητήρα, εξασθενητές επιφανείας, στήλες παλλόμενου νερού, και συσκευές υπερπήδησης των κυμάτων.

Ο τομέας της ενέργειας των κυμάτων, σταδιακά, φθάνει σε ένα σημαντικό ορόσημο για την ανάπτυξη της βιομηχανίας, με στόχο την εμπορική βιωσιμότητα. Η υποστήριξη των μεγάλων εταιρειών κοινής ωφελείας εκδηλώνεται μέσω εταιρικών σχέσεων στο πλαίσιο της διαδικασίας ανάπτυξης, ξεκλείδωμα περαιτέρω επενδύσεων και, σε ορισμένες περιπτώσεις, διεθνών συνεργασιών.

Σε ένα απλοποιημένο επίπεδο, η ενεργειακή τεχνολογία των κυμάτων μπορεί να βρίσκεται τόσο κοντά στην ακτή, όσο και στη θάλασσα. Η κυματική ενέργεια μετατροπέων μπορεί επίσης να σχεδιαστεί για λειτουργία σε συγκεκριμένες συνθήκες βάθους νερού, οπότε και αυτά χαρακτηρίζονται ως βαθιά νερά, ενδιάμεσα νερά ή

ρηγά νερά. Τα θεμελιώδη κριτήρια για το σχεδιασμό της συσκευής εξαρτώνται από την θέση της και τα επιδιωκόμενα χαρακτηριστικά των πόρων.

Τα θαλάσσια κύματα είναι η μεταφορά ενέργειας από τα επιφανειακά κύματα του ωκεανού, και η σύλληψη της εν λόγω ενέργειας για να γίνει χρήσιμο το έργο - για παράδειγμα, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και αφαλάτωσης ύδατος, ή την άντληση του νερού (σε δεξαμενές). Μια μηχανή που μπορεί να εκμεταλλευτεί την ενέργεια των κυμάτων είναι γενικά γνωστή ως μετατροπέας κυματικής ενέργειας (WEC).



Εικόνα 5.23. Διάφοροι τύποι γεννητριών από την ενέργεια των κυμάτων

Οι μηχανισμοί μετατροπής κυματικής ενέργειας εντάσσονται σε δυο κύριες κατηγορίες: α) στους σταθερούς και β) στους πλωτούς.

Οι σταθεροί μηχανισμοί ή μηχανισμοί ακτογραμμής (fixed or shore lined devices) εγκαθίσταται είτε στο βυθό είτε στην ακτή και βασικό τους πλεονέκτημα έναντι των πλωτών είναι η εύκολη εγκατάσταση και συντήρησή τους.

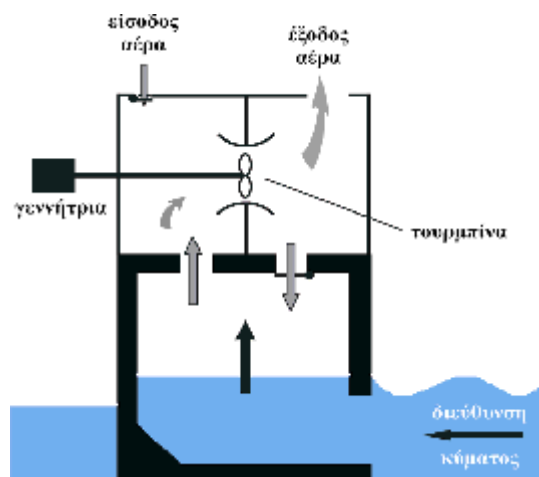
Τα κύματα παράγονται από το πέρασμα του ανέμου πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Όσο τα κύματα διαδίδονται πιο αργά από την ταχύτητα του ανέμου, ακριβώς πάνω από τα κύματα, υπάρχει μια μεταφορά ενέργειας από τον άνεμο προς τα κύματα. Αμφότερες οι διαφορές πίεσης αέρα, μεταξύ του ανάντη και της υπήνεμης 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.

Το ύψος κύματος καθορίζεται από την ταχύτητα του ανέμου, κατά τη διάρκεια του χρόνου που ο άνεμος φυσάει, από την απόσταση στην οποία ο άνεμος διεγείρει τα κύματα και από το βάθος και την τοπογραφία του πυθμένα (η οποία μπορεί να εστιάσει ή να διασπείρει την ενέργεια των κυμάτων). Η δεδομένη ταχύτητα του

ανέμου που έχει ένα αντίστοιχο πρακτικό όριο άνω του χρόνου ή της απόστασης, δεν θα παράγει μεγαλύτερα κύματα. Όταν έχει φτάσει αυτό το όριο, η θάλασσα λέγεται ότι είναι «πλήρως ανεπτυγμένη».

Σε γενικές γραμμές, τα μεγαλύτερα κύματα είναι πιο ισχυρά, αλλά η ενέργεια των κυμάτων καθορίζεται, επίσης, από την ταχύτητα του κύματος, το μήκος του κύματος και τη πυκνότητα του νερού.

Η ταλαντευτική κίνηση είναι υψηλότερη στην επιφάνεια και μειώνεται εκθετικά με το βάθος. Τα κύματα διαδίδονται στην επιφάνεια του ωκεανού και η κυματική ενέργεια μεταφέρεται επίσης οριζόντια με την ταχύτητα τους. Ο μέσος ρυθμός μεταφοράς της ενέργειας των κυμάτων, μέσω ενός κατακόρυφου επιπέδου της μονάδας πλάτους, παράλληλα σε μία κορυφή κύματος, καλείται ροή της ενέργειας των κυμάτων ή κυματική ενέργεια, η οποία δεν πρέπει να συγχέεται με την πραγματική ενέργεια που παράγεται από μια συσκευή κυματικής ενέργειας.



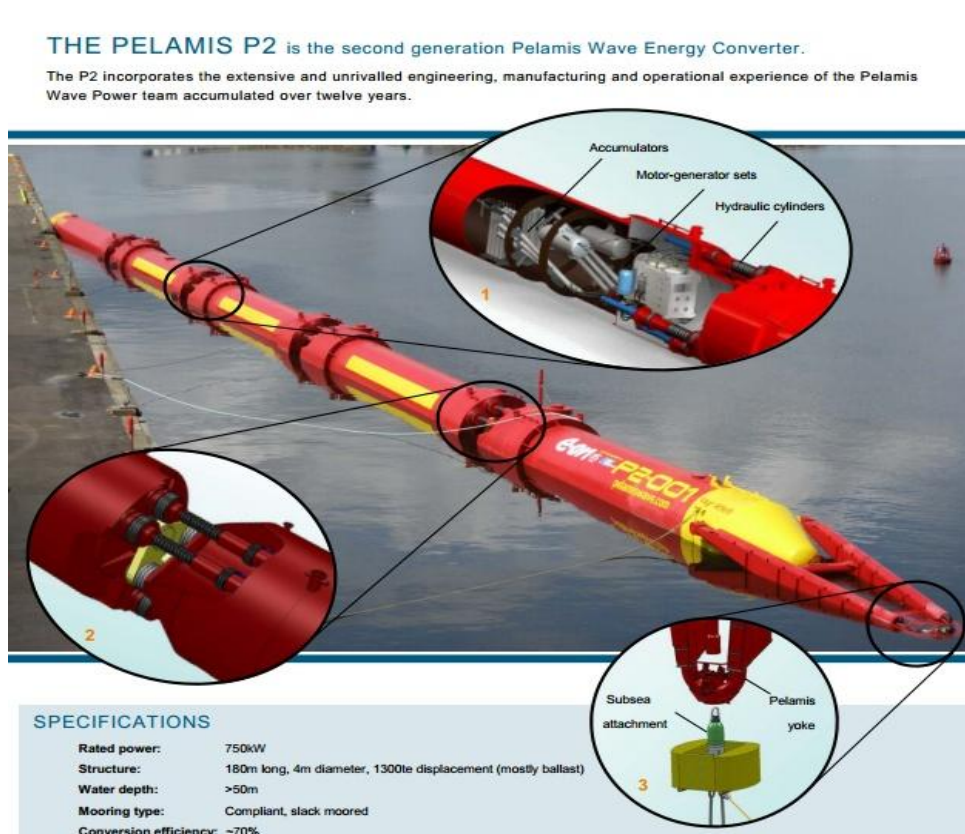
Σχήμα 5.13. Διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό της θάλασσας

Οι πλωτοί μηχανισμοί μετατρέπουν την κυματική ενέργεια σε ηλεκτρική μέσω της αρμονικής κίνησης (ανύψωση και πτώση συγχρόνως με την κίνηση του κύματος) του επιπλέοντος τμήματός του. Γνωστότεροι είναι:

- SalterDuck: ο κυλινδρικός SalterDuck, σταθεροποιείται γυροσκοπικά και μπορεί να μετατρέπει τόσο την κινητική όσο και τη δυναμική ενέργεια του κύματος, επιτυγχάνοντας υψηλή απόδοση ενεργειακής απορρόφησης. Αν και μπορεί να παραγάγει την ενέργεια εξαιρετικά αποτελεσματικά η χρήση της απομακρύνθηκε στα μέσα της δεκαετίας του '80 όταν υπολογίστηκε λανθασμένα από μια έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που παρήγαγε από έναν παράγοντα 10. Τα τελευταία χρόνια, το λάθος έχει διορθωθεί και το ενδιαφέρον για την Salterduck γίνεται όλο και μεγαλύτερο.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

- Το Clam: Είναι μια άλλη συσκευή που, όπως η SalterDuck μπορεί να παράγει η ενέργεια από τη θάλασσα. Το Clam είναι μια ρύθμιση έξι αερόσακων που τοποθετούνται γύρω από μια κοίλη κυκλική σπονδυλική στήλη. Καθώς τα κύματα προσκρούουν στη δομή της εγκατάστασης ο αέρας ωθείται μεταξύ των έξι αερόσακων της κοίλης σπονδυλικής στήλης που είναι εξοπλισμένη με τους επαναφερόμενους στροβίλους. Ακόμη και επιτρέποντας την καλωδίωση στην ακτή, υπολογίζεται ότι το Clam μπορεί να παραγάγει ενέργεια περίπου 0.06 KWh.
- Το σύστημα Pelamis, το οποίο είναι μια ημιβυθισμένη κατασκευή αποτελούμενη από κυλινδρικά ατσάλινα κομμάτια ενωμένα σε αρθρώσεις, Πρυμοδεμένο έτσι ώστε να ευθυγραμμίζεται με την κατεύθυνση του ισχυρότερου κύματος, το σύστημα δέχεται τον κυματισμό σ' όλο το μήκος (150μέτρα), πραγματοποιώντας μια σπαστή στις αρθρώσεις κίνηση. Υδραυλικά έμβολα σε κάθε άρθρωση αντιδρούν στην κίνηση αυτή και αντλούν υψηλής πίεσης υγρό σε υδραυλικούς κινητήρες, οι οποίοι με τη σειρά τους ενεργοποιούν τις ηλεκτρογεννήτριες.



Εικόνα 5.24. Σύστημα Pelamis

Κεφάλαιο 6

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις ΑΠΕ

6.1 Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από αιολική ενέργεια

Οι επιπτώσεως που προκαλούνται από την κατασκευή και λειτουργία των αιολικών πάρκων θα δύναται να της κατατάξουμε κυρίως σε τρεις κατηγορίες: οπτική όχληση, η αλλοίωση του τοπικού φυσικού χώρου από την κατασκευή και την λειτουργία του και ο θόρυβος.

Παρακάτω παρουσιάζονται και αναλύονται οι επιπτώσεις αλλά και οι εικασίες, φόβοι από των λειτουργία αυτών και εξετάζοντας τις πιο διαδεδομένες ανησυχίες για τις αρνητικές επιπτώσεις που θα μπορούσε να έχει η εγκατάσταση και χρήση των ανεμογεννητριών σε αιολικά πάρκα.

6.1.1 Προβλήματα θορύβου

Πρόκειται για το μόνο ουσιαστικό πρόβλημα, αλλά συγχρόνως και το ευκολότερο να ελεγχθεί και να προληφθεί. Στις ανεμογεννήτριες ο εκπεμπόμενος θόρυβος μπορεί να υπαχθεί σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με την προέλευση του: δηλαδή μηχανικός και αεροδυναμικός.

- Ο πρώτος προέρχεται από τα περιστρεφόμενα μηχανικά τμήματα (κιβώτιο ταχυτήτων, ηλεκτρογεννήτρια, έδρανα κλπ.)
- Ο δεύτερος προέρχεται από την περιστροφή των πτερυγίων.

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. Επίσης ο μηχανικός θόρυβος αντιμετωπίζεται στη διαδρομή του με ηχομονωτικά πετάσματα και αντικραδασμικά πέλματα στήριξης. Αντίστοιχα ο αεροδυναμικός θόρυβος αντιμετωπίζεται με προσεκτική σχεδίαση των πτερυγίων από τους κατασκευαστές, που δίνουν άμεση προτεραιότητα στην ελάττωση του.

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. [<http://www.cres.gr/kape/education.htm>]

6.1.2 Προβλήματα ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών

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 αντανακλάσεων. 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.

6.1.3 Αισθητικά προβλήματα και προσβολή του φυσικού τοπίου

Η οπτική όχληση είναι κάτι υποκειμενικό και δύσκολα μπορούν να τεθούν κοινά αποδεκτοί κανόνες. Από έρευνες σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης προκύπτει ότι κάποιος που είναι ευνοϊκά διατεθειμένος απέναντι στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας, αποδέχεται τις ανεμογεννήτριες και οπτικά πολύ πιο εύκολα από κάποιον που είναι αρνητικός εξαρχής. Από τις ίδιες μελέτες, προκύπτει ότι τα αιολικά πάρκα είναι πιο αποδεκτά από αισθητικής άποψης σε ανθρώπους που είναι ενημερωμένοι για τα οφέλη που προέρχονται από την χρήση τους.

Αν κάνουμε μια απλή σύγκριση μεταξύ ενός θερμικού σταθμού παραγωγής (π.χ. λιγνιτικού), και ενός αιολικού πάρκου είναι φανερό ότι η οπτική όχληση που προκύπτει από το πρώτο είναι εμφανώς και αντικειμενικά πολύ μεγαλύτερη. Δεδομένου βεβαίως ότι οι ανεμογεννήτριες είναι κατ' ανάγκη ορατές από απόσταση, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες κάθε τόπου εγκατάστασης και να γίνεται προσπάθεια ενσωμάτωσής τους στο τοπίο.

6.1.4 Επίδραση στις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες

Δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι τα αιολικά πάρκα επιβαρύνουν τη γεωργία ή την κτηνοτροφία. 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. Οι συνήθεις θέσεις αιολικών πάρκων είναι σε ορεινές περιοχές με θαμνώδη βλάστηση ακριβώς λόγω των υψηλών ταχυτήτων του ανέμου που ευνοούν 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.

6.1.5 Επιπτώσεις στον πληθυσμό των πουλιών

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 κυνηγούς 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.

Συνοψίζοντας, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε, ότι οι οποιοσδήποτε επιπτώσεις από τις ανεμογεννήτριες, αφενός είναι άμεσα «ορατές» και αφετέρου είναι δυνατόν να ελαχιστοποιηθούν με σωστή αντιμετώπιση και προσχεδιασμό. Αντίθετα, οι επιπτώσεις της θερμικής ή πυρηνικής παραγωγής ενέργειας αργούν να φανούν, είναι μακροπρόθεσμες και όση προσπάθεια και κόστος να δαπανηθούν είναι αδύνατον να ελαχιστοποιηθούν. Εν τέλει θα πρέπει να αποφασίσουμε ότι εφόσον πρέπει να παράγουμε ηλεκτρική ενέργεια, είναι σίγουρα προτιμότερο να την παράγουμε με τρόπο που να έχει την μικρότερη δυνατή επιβάρυνση για το περιβάλλον. Από τεχνολογική και οικονομική πλευρά, η πιο ώριμη μορφή ανανεώσιμης και «καθαρής» ενέργειας είναι σήμερα η αιολική. Αυτή μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στην αποτροπή των κλιματικών αλλαγών προσφέροντας συγχρόνως ποικίλα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη.

6.2 Επιπτώσεις Μ.Υ.Η.Ε. στο περιβάλλον

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός έργου σχετίζονται συνήθως με τη λειτουργία των οικοσυστημάτων και τη ρύπανση. Γενικότερα όμως μπορούν να αναφέρονται και σε θέματα αισθητικά, πολιτιστικά, κοινωνικά ή οικονομικά. Οι κύριες περιβαλλοντικές παράμετροι που συνδέονται με τη λειτουργία των Μ.Υ.Η.Ε. είναι οι ακόλουθες:

- Οπτική όχληση και αισθητική ένταξη.
- Φυσικό περιβάλλον, δηλαδή χλωρίδα και πανίδα (κυρίως ιχθυοπανίδα) και οικολογική παροχή.
- Έδαφος (επιφανειακά και υπόγεια νερά).

Είναι φανερό, ότι όλα τα ανωτέρω δεν επηρεάζονται στον ίδιο βαθμό από όλα τα έργα που πραγματοποιούνται. Παράγοντες, όπως 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.

Εξ' ορισμού, ένας Μικρός Υδροηλεκτρικός Σταθμός (Μ.Υ.Η.Σ.) αποτελεί ένα έργο απόλυτα συμβατό με το περιβάλλον. Το σύνολο των επιμέρους παρεμβάσεων του έργου μπορεί να ενταχθεί αισθητικά και λειτουργικά στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας τοπικούς πόρους.

Ακόμα, η πλήρης αυτοματοποίηση των Μ.Υ.Η.Ε. οδηγεί στην ελαχιστοποίηση των λειτουργικών εξόδων και περιορίζει τις ανάγκες σε προσωπικό και σε απλές περιοδικές επισκέψεις ελέγχου. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των Μ.Υ.Η.Ε., ακόμη και στην περίπτωση της δημιουργίας μικρών ταμιευτήρων, δεν 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). [<http://www.hydropower.org>]

Στη συνέχεια, παρατίθενται και σχολιάζονται κάποια βασικά ζητήματα που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την εγκατάσταση και λειτουργία Μ.Υ.Η.Ε. και που επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα την περιβαλλοντική τους «συμβατότητα». Τονίζεται ότι τα σημεία αυτά αποτελούν τα βασικά σημεία των επιπτώσεων που μπορούν να επέλθουν από ένα Μ.Υ.Η.Ε. και ενδέχεται να διαφοροποιούνται ως προς την έκταση και την έντασή τους, ανάλογα με την περίπτωση.

6.2.1 Οπτική όχληση – αισθητική ένταξη

Η οπτική όχληση προκαλείται κυρίως από τα έργα οδοποιίας (σύνοδο έργο του Μ.Υ.Η.Ε.), τα οποία, εάν δεν σχεδιαστούν και εκτελεστούν προσεκτικά, μπορεί να δημιουργήσουν μεγάλα πρηνή, τα οποία έχουν μια έντονη επίπτωση στην αισθητική του τοπίου. Επίσης, μπορεί να επιφέρουν κατολισθήσεις σε ασταθή εδάφη. Μια έμμεση αλλά σοβαρή επίπτωση 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 εκτρεπόμενο νερό σε κανάλι ή αγωγό 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 μια μικρή οπτική υποβάθμιση είναι τα πρηνή που διαμορφώνονται κατά μήκος των καναλιών, τα οποία όμως καλύπτονται με αυτοφυή βλάστηση μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ένα δεύτερο πρόβλημα μπορεί να είναι η αλλαγή της εμφάνισης κάποιου καταρράκτη, στο εκτρεπόμενο τμήμα των νερών.

Στην περίπτωση δημιουργίας ταμιευτήρων, οι πιθανές οπτικές επιπτώσεις προέρχονται από την κατάκλιση της γης, που μπορεί να επηρεάσει τη γεωργία της περιοχής, τις τοπικές υποδομές, τους αρχαιολογικούς χώρους και τις προστατευόμενες περιοχές. Θα προκληθεί οπτική όχληση, λόγω της αλλαγής του τοπίου και πιθανώς να προκληθούν αλλαγές στον τοπικό υδροφόρο ορίζοντα, οι οποίες με τη σειρά τους θα προκαλέσουν αλλαγές στο υδάτινο και στο χερσαίο φυσικό περιβάλλον. Βέβαια, στις περισσότερες των περιπτώσεων, ο ταμιευτήρας (όταν επιλέγεται η κατασκευή φράγματος) μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία υγροτόπου και σε ένα καθ' όλα αποδεκτό αισθητικό αποτέλεσμα.

6.2.2 Φυσικό περιβάλλον, γλωρίδα- πανίδα (κυρίως ιχθυοπανίδα)

Οι περιοχές αξιοποίησης υδάτινου δυναμικού εντοπίζονται κυρίως σε ημιορεινές-ορεινές περιοχές (δασικές ή χέρσες εκτάσεις), όπου η ύπαρξη του φυσικού πόρου (νερό) σε συνδυασμό με την υψομετρική διαφορά που επιτυγχάνεται από το σημείο υδροληψίας μέχρι τον σταθμό παραγωγής ενέργειας, εξασφαλίζουν τη σκοπιμότητα και βιωσιμότητα του έργου. Κατηφορικά της ορεινής υδροληψίας ή του φράγματος, η παροχή στη φυσική κοίτη του ποταμού μπορεί να μηδενιστεί, για μμεγάλα χρονικά διαστήματα. Το γεγονός αυτό μπορεί να επιφέρει μη αντιστρέψιμες συνέπειες στη γλωρίδα 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).

6.2.3 Έδαφος, επιφανειακά και υπόγεια νερά

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 μμακροπρόθεσμα 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.

Η λειτουργία των Μ.Υ.Η.Ε. επηρεάζει σημαντικά τα επιφανειακά ύδατα της περιοχής και συγκεκριμένα, από το σημείο του φράγματος/υδροληψίας μέχρι την έξοδο των υδάτων στην κοίτη του ποταμού, στο ύψος του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στο τμήμα αυτό, αν και θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα ελάχιστης παροχής για τη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας (οικολογική παροχή), θα μειωθεί δραστικά η υδατική δίαιτα του ποταμού, με την αξιοποίηση του υδάτινου δυναμικού. Παράλληλα, κατά τον σχεδιασμό και τη χωροθέτηση ενός Μ.Υ.Η.Ε., θα πρέπει να εξασφαλίζονται οι υφιστάμενες χρήσεις του νερού κατάντη του έργου υδροληψίας και μέχρι τον σταθμό παραγωγής ή να εξετάζονται εναλλακτικές λύσεις. Θα πρέπει να σημειωθεί το γεγονός, ότι μετά την αξιοποίηση του νερού, δεν επέρχεται καμιά μεταβολή στην ποιότητά του.

Τέλος, στην περίπτωση κατασκευής φράγματος και δημιουργίας ταμιευτήρα, σημειώνεται ανύψωση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας του νερού, με αποτέλεσμα την ανύψωση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.

Στον πίνακα 5.6 που ακολουθεί, παρατίθενται κωδικοποιημένα τα περιβαλλοντικά θέματα που σχετίζονται με τα Μ.Υ.Η.Ε. και τα μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν για την αντιμετώπιση ανεπιθύμητων καταστάσεων.

Πίνακας 5.6. Περιβαλλοντικά θέματα Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων

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 πρηνών και φυσικής βλάστησης, συντήρηση του οδικού δικτύου)

6.2.4 Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από την υδροληψία και συναφή έργα

Στην περίπτωση της επιλογής υδροληψίας ορεινού τύπου και την κατασκευή οδών προσπέλασης, δεν αναμένονται σημαντικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον, με την προϋπόθεση ότι:

- ✓ Εξασφαλίζεται η προσαρμογή της υδροληψίας στην κοίτη του ποταμού, με έργα χαμηλού ύψους, ώστε να μην αλλοιώνεται η φυσιογνωμία του χώρου.
- ✓ Γίνεται προσπάθεια, ιδιαίτερα σε περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους ή προστατευόμενες περιοχές (NATURA 2000), να αποφεύγεται η εκχέρσωση σημαντικού αριθμού δέντρων, για την κατασκευή της υδροληψίας και των οδών προσπέλασης.
- ✓ Προβλέπεται ειδική τεχνική κατασκευή (ιχθυόδρομος), που να επιτρέπει την ελεύθερη κίνηση της ιχθυοπανίδας (εφόσον υπάρχει).
- ✓ Προβλέπεται κατάλληλη χάραξη των δρόμων προσπέλασης και κατάλληλη δενδροφύτευση και αντιστήριξη των πρανών, για την αντιμετώπιση σχετικά μεγάλων εκσκαφών.
- ✓ Εξασφαλίζεται η κατάλληλη ποσότητα νερού κατάντη της υδροληψίας (οικολογική παροχή), για τη διατήρηση της ισορροπίας της χλωρίδας και πανίδας.
- ✓ Εξασφαλίζονται οι υφιστάμενες χρήσεις νερού κατάντη του έργου υδροληψίας και μέχρι τον σταθμό παραγωγής ή εξετάζονται εναλλακτικές.
- ✓ Κατασκευάζεται ειδική διάταξη για τη διάθεση (περιοδική, μέσω εκκενωτή πυθμένα ή συνεχής, σε υδροληψία ορεινού τύπου) των λεπτόκοκκων φερτών, κατάντη του έργου. Στην περίπτωση ορεινής υδροληψίας, θα πρέπει να σχεδιάζεται η περιοδική διάθεση των χονδρόκοκκων υλικών κατάντη.

6.3. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή

Η αναφορά των επιπτώσεων όσο αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή αφορά την χρησιμοποίηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Τα Φ/Β συστήματα προκαλούν ελάχιστα περιβαλλοντικά προβλήματα. Ο εξοπλισμός παραγωγής παράγει ηλεκτρισμό αθόρυβα και δεν εκπέμπει κανενός είδους επιβλαβή αέρια κατά την λειτουργία του.

Το βασικό υλικό για πιο συνήθη πλαίσια (πυρίτιο) είναι εντελώς αβλαβές και διατίθεται σε αφθονία. Πιθανοί κίνδυνοι εντοπίζονται σχετιζόμενοι με την παραγωγή ορισμένων από τις λιγότερε συνήθεις τεχνολογίες λεπτής μεμβράνης.

Δυο υλικά, τα οποία τείνουν να χρησιμοποιηθούν, το τελλουρούχο κάδμιο και ο δισεληνιούχος ινδικός χαλκός,, περιέχουν μικρές ποσότητες σουλφιδίου του καδμίου, το οποίο θέτει ενδεχομένους κινδύνους από κάδμιο κατά την παραγωγή πλαισίων.

Τα πρώτα φ/β πλαίσια καταναλώναν περισσότερη ενέργεια κατά την παραγωγή τους από όση παρήγαγαν κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Με τις σύγχρονες μεθόδους παραγωγής και τις βελτιωμένες αποδοτικότητες λειτουργίας, αυτός ο ισχυρισμός δεν ευσταθεί πλέον.

Έτσι η ακριβής ενεργειακή απολαβή εξαρτάται προφανώς από τον διαθέσιμο ηλιακό πόρο και τον βαθμό στον οποίο το σύστημα είναι λειτουργικό. Τα υψηλά επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας και ένας υψηλός συντελεστής αξιοποίησης αποφέρουν πιο γρήγορες ενεργειακές απολαβές απ' ό,τι ένα υπάρχει λιγότερο φως και λιγότερη χρήση και συνήθως η απόσβεση επιτυγχάνεται εντός δυο ετών

6.4. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την γεωθερμία

Οι κυριότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την χρησιμοποίηση της γεωθερμίας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι:

- α. Στην αέρια φάση** του γεωθερμικού ρευστού-ατμός, υδρόθειο (H_2S) ή πυριτικό άλας,
- β. Στην υγρή φάση** του διφασικού ρευστού-αλμόλοιπος (π.χ. αρσενικό), διάφορες ρυπογόνες ουσίες

α. Αέρια φάση: Τα γεωθερμικά ρευστά υψηλής ενθάλπιας αποτελούνται από μίγμα φυσικού ατμού και αερίων με ή χωρίς νερό. Μέσα σ' αυτά περιέχονται μη συμπυκνωμένα αέρια, όπως διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το υδρόθειο (H_2S), το ραδόνιο (Rn), την αμμωνία (NH_3), ατμούς βορίου κ.ά.

- **Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)**, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βιομηχανικό παραπροϊόν ή διαλύεται στο θερμό αλμόλοιπο και επανεισάγεται στον ταμιευτήρα με κατάλληλης γεωτρήσεις (υγρή επανεισαγωγή των αερίων στον ταμιευτήρα)
- **Το υδρόθειο (H_2S)**, λόγω της έντονης οσμής του, γίνεται αντιληπτό ακόμη και σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Μπορεί να δεσμευθεί με διάφορες τεχνικές (διεργασία Stretford, καύση και έκπλυση του παραγόμενου SO_2 , χρήση χημικών ενώσεων του σιδήρου, καταλυτική οξείδωση με H_2O_2 κ.α).
- **Το ραδόνιο (Rn)**, βρίσκεται σε χαμηλές ή μηδαμινές συγκεντρώσεις.

Τα προβλήματα αυτά μπορούν να αντιμετωπιστούν με επιτυχία εάν υπάρξει η σωστή μέριμνα και σχεδιασμός των συστημάτων. Μπορεί να γίνει επεξεργασία απ' αερίων με μεγάλο όγκο αέρα χρησιμοποιώντας πύργο ψύξεως φυσικής ροής, ολική επανεισαγωγή του απορριπτόμενου αλμόλοιπου στον ταμιευτήρα, ελαχιστοποίηση του θορύβου της απόρριψης των γεωθερμικών ρευστών κ.α.

β. Υγρή Φάση: Τα γεωθερμικά ρευστά περιέχουν επίσης διαλυτά στερεά που προσδιορίζουν την λεγόμενη αλατότητα. Τα στερεά κατάλοιπα προκύπτουν μετά τον καθαρισμό των δικτύων διανομής των γεωθερμικών ρευστών και των τοιχωμάτων

των γεωτρήσεων από τις διάφορες επικαθίσεις αλάτων. Λάσπη επίσης προκύπτει κατά την επεξεργασία της υγρής ή της αέριας φάσης των γεωθερμικών ρευστών.

Τα απόβλητα των γεωθερμικών ρευστών σε υγρή μορφή που προκύπτουν από τον διαχωρισμό των δυο φάσεων (νερού ατμού), καθώς και από τους πύργους συμπύκνωσης του ατμού μετά την εκτόνωση του στο στρόβιλο.

Η απόρριψη των γεωθερμικών αποβλήτων πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές διάθεσης των αποβλήτων και ανάλογα με το είδος και τα επίπεδα των ρύπων. Η διάθεση τους μπορεί να γίνει με την :

- Επαναφορά των γεωθερμικών αποβλήτων στον ταμιευτήρα
- Διάθεση αποβλήτων στη θάλασσα ή ποτάμι
- Χημική επεξεργασία.

Να σημειώσουμε πως :

- ✓ Τα γεωθερμικά ρευστά δεν παράγουν τέφρα, καπνό (αιθάλη) ούτε αιωρούμενα σωματίδια.
- ✓ Ο περιορισμός των εκπομπών CO₂ και η απουσία των παραπάνω, καθιστούν ελκυστική τη χρήση της γεωθερμίας στην τηλεθέρμανση προκειμένου να αναβαθμιστεί το αστικό περιβάλλον καθώς και η ποιότητα ζωής των ανθρώπων.

6.5 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από θαλάσσια ενέργεια

Η κύρια περιβαλλοντική ανησυχία για την παλιρροϊκή ενέργεια σχετίζεται με τις λεπίδες και την εμπλοκή των θαλάσσιων οργανισμών σε αυτές, καθώς το νερό υψηλής ταχύτητας αυξάνει τον κίνδυνο οι οργανισμοί να ωθούνται κοντά ή εντός των συσκευών αυτών.

Όπως συμβαίνει με όλες τις υπεράκτιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, υπάρχει επίσης μια ανησυχία για πιθανή δημιουργία ηλεκτρομαγνητικού παλμού (ΗΜΠ) και ηχητικών σημάτων που μπορεί να επηρεάσουν τους θαλάσσιους οργανισμούς. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, επειδή αυτές οι συσκευές είναι μέσα στο νερό, η ακουστική ισχύς μπορεί να είναι μεγαλύτερη από εκείνη που δημιουργείται από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα. 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.

Η εγκατάσταση ενός φράγματος μπορεί να αλλάξει την ακτογραμμή μέσα στον κόλπο ή τις εκβολές ενός ποταμού, τα οποία επηρεάζουν σε ένα 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.

Γενικότερα στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις περιλαμβάνονται και οι συγκρούσεις με άλλους χρήστες του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Στους άλλους χρήστες του θαλάσσιου περιβάλλοντος συμπεριλαμβάνονται η εμπορική αλιεία, η εμπορική ναυτιλία και ναυσιπλοΐα, οι γεωτρήσεις και η εξαγωγή ορυκτών, οι δραστηριότητες του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας, η Βιομηχανία Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου, μια άλλη παράκτια ή υπεράκτια ανανεώσιμη ενέργεια, η αιολική, τα λιμάνια, η αλιεία αναψυχής, η ναυσιπλοΐα αναψυχής, ο τουρισμός, τα υποθαλάσσια καλώδια και οι αγωγοί και άλλα.

Κεφάλαιο 7 Παραδείγματα

Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρατίθενται παραδείγματα προτεινόμενων έργων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τα μέτρα αποκατάστασης που προτείνονται από τους μελετητές των προτεινόμενων έργων.

Τα παραδείγματα που θα αναφερθούν είναι:

1. Στρατηγική μελέτη Περιβαλλοντικών επιπτώσεων Δεκαετούς προγράμματος Ανάπτυξης συστήματος Μεταφοράς 2017-2026 του ΑΔΜΗΕ
2. Μονάδα Παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας Pellets στην Κοινότητα Βορόκληνης, Κύπρου
3. Μονάδας Παραγωγής Ενέργειας με Φωτοβολταϊκά Δυναμικότητας μέχρι 1.05 MWp στην Κοινότητα Παρεκκλησίας, Επαρχία Λεμεσού
4. Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για το χωροταξικό σχέδιο ανάπτυξης περιοχής Βασιλικού, Κύπρου
5. Αιολικό Πάρκο περίπτωση Λέσβου

7.1. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις δεκαετούς προγράμματος ανάπτυξης συστήματος μεταφοράς 2017-2026 του ΑΔΜΗΕ

Ο Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ) κατάρτισε και παρουσίασε ένα δεκαετές πρόγραμμα ανάπτυξης του Συστήματος Μεταφοράς που αφορά το χρονικό διάστημα 2017-2026.

Το Δεκαετές Πρόγραμμα Ανάπτυξης (ΔΠΑ) 2017-2026 περιλαμβάνει τα έργα ανάπτυξης του Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΣΜΗΕ) για την αντίστοιχη περίοδο, καθώς και τη βασική φιλοσοφία που ακολουθείται για το σχεδιασμό, τη διαμόρφωση και τον προγραμματισμό τους. Περιλαμβάνει πίνακες με λεπτομερή χρονοδιαγράμματα υλοποίησης των έργων, καθώς και πίνακες με τις εκτιμώμενες αντίστοιχες ετήσιες χρηματικές ροές για τα έργα αυτά. Περιγράφει το χρονικό προγραμματισμό των έργων ανάπτυξης του Συστήματος Μεταφοράς που αφορούν:

- 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.

7.1.1 Ενεργειακοί και κλιματικοί στόχοι της ΕΕ

Συγκεκριμένα, η ΕΕ έχει θέσει **ενεργειακούς και κλιματικούς στόχους για το 2020, το 2030 και το 2050** και είναι:

Στόχοι για το 2020:

- ✓ 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%**.

Στόχοι για το 2030:

- ✓ 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).

Στόχος για το 2050:

- ✓ Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά **80-95%** σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.

7.1.2 Ενεργειακός Χάρτης πορείας για το 2050

Στον Ενεργειακό Χάρτη Πορείας (EXPI) 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 μερίδιο των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (75% το 2050) και μερίδιο των ΑΠΕ 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 αλληλοεξαρτώνται, 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).

7.1.3 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.

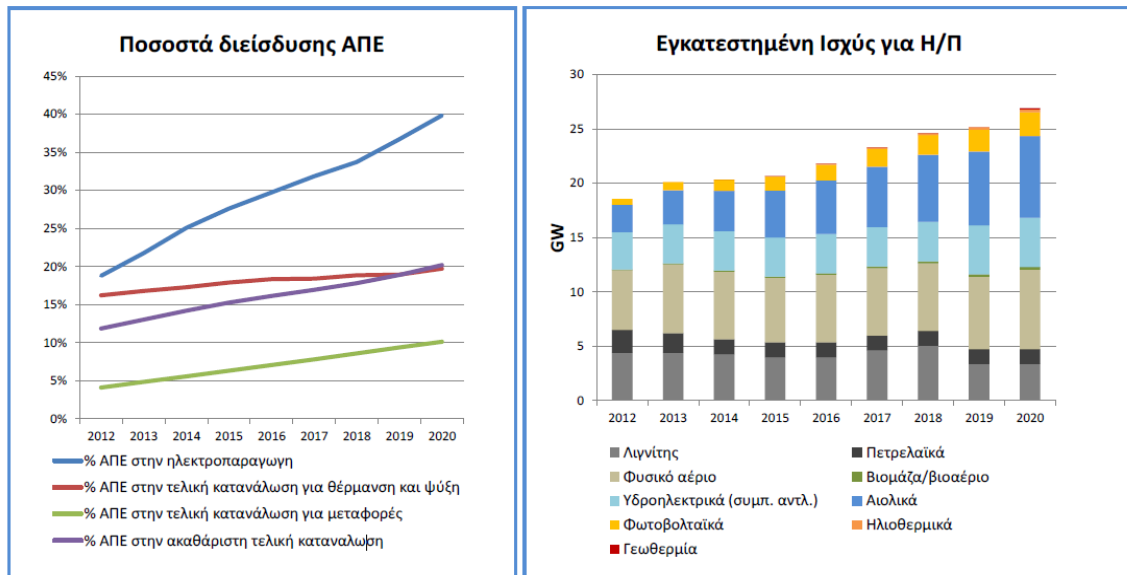
Η μελλοντική εικόνα του ενεργειακού συστήματος όπως προκύπτει από τα σενάρια ενεργειακής πολιτικής που αναφέρονται στον Οδικό Ενεργειακό Χάρτη Πορείας της Ελλάδας, μπορεί να συνοψισθεί στα παρακάτω δέκα (10) σημεία:

1. **Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 60%-70% έως το 2050** ως 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 εξηλεκτρισμού 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 (βλ Σχήμα 7.1.Α) 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 (βλ. Σχήμα 7.1.Β).



Σχήμα 7.1 Διάγραμμα ποσοστών διείσδυσης των ΑΠΕ ως το 2020 (Σχήμα Α) και ενεργειακό μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Σχήμα Β).

7.1.4 Βασικά έργα ανάπτυξης του Προγράμματος

Για την επίτευξη του Προγράμματος τα βασικά έργα (αναφορά στις γεωγραφικές περιοχές) που προτείνονται να υλοποιηθούν είναι τα εξής:

1. Έργα ανάπτυξης στην περιοχή της Θεσσαλονίκης
2. Ανάπτυξη Νέων ΚΥΤ στην περιοχή της Αθήνας
3. Έργα ανάπτυξης στην ευρύτερη περιοχή της Πελοποννήσου.
4. Διασύνδεση Κυκλάδων
5. Διασύνδεση της Κρήτης με το Ηπειρωτικό Σύστημα
6. Έργα για την Εξυπηρέτηση του Δικτύου

7. Ικανότητα Διακίνησης Ισχύος από Μονάδες ΑΠΕ στο Σύστημα – Έργα Ανάπτυξης σε κρίσιμες περιοχές
8. Ανάπτυξη Διεθνών Διασυνδέσεων

7.1.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του ΔΠΑ

Σε κάθε έργο οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την κατασκευή του και τη λειτουργία του μπορεί να είναι σημαντικές. Αυτές μπορούν να αποφευχθούν, να μετριαστούν, και να αντιμετωπιστούν.

Τα έργα υποδομής αφορούν:

- στις εναέριες γραμμές μεταφοράς,
- στις υπόγειες γραμμές μεταφοράς,
- στις υποβρύχιες γραμμές μεταφοράς,
- στην 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 αποδειχθούν 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 συνοδευόμενα 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).

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

- 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 υπογειοποιησείς 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 επαναώρηση 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 ενδιαιτήματος 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.

7.1.6 Μέτρα αντιμετώπισης των επιπτώσεων στο Περιβάλλον

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 ενδιαίτηματα 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.

7.2 Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας Pellets στην κοινότητα Βορόκληνης, Κύπρου

Το προτεινόμενο έργο, αποσκοπεί στην παραγωγή συσσωματωμάτων βιομάζας ξυλώδους μορφής, γνωστά και με τον όρο woodpellets. Η προτεινόμενη Μονάδα Παραγωγής, θα αξιοποιεί τα ξυλώδη υπολείμματα που παράγονται από την αστική και γεωργική δραστηριότητα στα όρια του Κοινοτικού Συμβουλίου Βορόκληνης (αλλάκαι πιθανόν γειτονικών κοινοτήτων) και συγκεκριμένα τα υπολείμματα από δημόσια πάρκα και δεντροστοιχίες, ιδιωτικούς κήπους, από το κλάδεμα της ελιάς κοκ, και θα τα μετατρέπει σε στερεό βιοκαύσιμο (pellets) για τη θέρμανση δημόσιων ή / και ιδιωτικών κτιρίων.

Το τελικό προϊόν της προτεινόμενης Μονάδας Παραγωγής, τα συσσωματώματα ιομάζας (pellets), είναι βιολογικό καύσιμο που παρασκευάζεται από συμπίεση τεμαχιδίων από υπολείμματα ξύλου. Για την παραγωγή τους δεν χρησιμοποιούνται καθόλου χημικά προϊόντα, παρά μόνο υψηλή πίεση και ατμός. Επίσης, έχουν υψηλή ενεργειακή πυκνότητα και είναι απαλλαγμένα από υγρασία. Το γεγονός ότι συμπιέζονται σημαίνει ότι καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο, άρα αποδίδουν περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα όγκου. Είναι κυλινδρικά και έχουν διάμετρο 6-8 mm και μήκος έως και 40 mm, ενώ το χρώμα τους εξαρτάται από την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή τους. Το ενεργειακό τους περιεχόμενο ισούται με 4,5-5,2 kWh/kg, δηλαδή, 2 Kgpellets αποδίδουν όσο 1 L πετρελαίου. Τα pellets έχουν αποδειχθεί ως το πιο καθαρό καύσιμο σε σχέση με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και τα αιωρούμενα σωματίδια.

Τα pellets, αποτελούν ένα ανταγωνιστικό προϊόν του πετρελαίου, του φυσικού αερίου και του ηλεκτρισμού, καθώς χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση επαγγελματικών και οικιακών χώρων, με την καύση τους σε ειδικές σόμπες, θερμάστρες και καυστήρες.

7.2.1 Περιβαλλοντικά οφέλη του έργου

Η σκοπιμότητα μιας επένδυσης σε ένα χώρο όπως αυτόν της παραγωγής εναλλακτικών μορφών καυσίμων είναι πολύ σημαντική, λαμβάνοντας υπόψη τις παγκόσμιες εξελίξεις στον τομέα του περιβάλλοντος και της ενέργειας, οι οποίες έχουν αναδείξει τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), ως ένα από τα σημαντικότερα μέσα για την εξοικονόμηση φυσικών πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος.

Επίσης, τα οικονομικά δεδομένα του κλάδου στην ελληνική πραγματικότητα αλλά και τα ειδικά χαρακτηριστικά της περιοχής υλοποίησης της επένδυσης δημιουργούν τις προϋποθέσεις μιας επιχειρηματικής ευκαιρίας. Έτσι λοιπόν η σκοπιμότητα της επένδυσης τεκμηριώνεται σε δύο επίπεδα, τόσο με κριτήρια περιβαλλοντικά, κοινωνικά, όσο και οικονομικά.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη από τη διάδοση της χρήσης των pellets, στην οποία θα συμβάλλει η προτεινόμενη Μονάδα, αλλά και των βιοκαυσίμων γενικότερα, είναι πολλαπλά:

- ✓ Τα pellets θεωρούνται οικολογικό καύσιμο (για την παραγωγή τους δεν απαιτείται η κοπή δέντρων), γιατί παράγονται από απορριφθέντα ή ανακυκλώσιμα-ανανεώσιμα υλικά και η τέλεια καύση τους (ελάχιστο ποσοστό υγρασίας και απουσία χημικών) εκμηδενίζει την ποσότητα της παραχθείσας τέφρας,
- ✓ Αποτελούν άμεσο υποκατάστατο του πετρελαίου, το οποίο ως ορυκτό καύσιμο θεωρείται συμβατικό, μη ανανεώσιμο και ρυπογόνο. Υποκαθιστούν επίσης, τη χρήση καυσόξυλων, τα οποία έχουν σημαντικά μικρότερη ενεργειακή απόδοση και απαιτούν την κοπή δέντρων, με άμεσες επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον,
- ✓ Η χρήση των pellets βοηθά ουσιαστικά στη μείωση των δασικών και γεωργικών υπολειμμάτων από την παραγωγή ξυλείας και τις αγροτικές καλλιέργειες,
- ✓ Τα pellets δεν εκλύουν επικίνδυνα αέρια κατά την καύση τους. Επιπλέον η καύση τους γίνεται σε έναν “κλειστό κύκλο άνθρακα”, αφού η εκπεμπόμενη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) κατά την καύση τους είναι ίση με την ποσότητα που απορροφήθηκε κατά την ανάπτυξη των φυτών από τα οποία παρήχθησαν.

Εξετάζοντας τη λειτουργία της προτεινόμενης μονάδας με οικονομικά κριτήρια, διαπιστώνεται η ύπαρξη σημαντικών λόγων σκοπιμότητας υπέρ της υλοποίησής της, οι οποίοι συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Στα πλείστα ευρωπαϊκά κράτη, δραστηριοποιείται ήδη ένας μεγάλος αριθμός μονάδων παραγωγής και εμπορίας pellets με διαρκώς αναπτυσσόμενα μεγέθη.
- Η διαρκώς αυξανόμενη τιμή του πετρελαίου και κυρίως η εξίσωση της τιμής πετρελαίου θέρμανσης και κίνησης, η οποία θα εκτινάξει το κόστος θέρμανσης με πετρέλαιο, αναμένεται να προκαλέσει στροφή των καταναλωτών σε εναλλακτικούς τρόπους θέρμανσης και σημαντική αύξηση της ζήτησης των pellets.

7.2.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μέτρα μετριασμού

Οι πιθανές επιπτώσεις του έργου διακρίνονται τόσο στο στάδιο κατασκευής όσο και στο στάδιο της λειτουργίας του.

Κατά το **στάδιο κατασκευής** οι επιπτώσεις θα είναι:

- Στην τοπογραφία και εδαφολογία
- Στην ατμοσφαιρική ποιότητα
- Από θόρυβο
- Από τα υγρά και στερεά απόβλητα
- Στο βιολογικό περιβάλλον

Κατά το **στάδιο λειτουργίας** της προτεινόμενης μονάδας, δεν αναμένονται να προκύψουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον της περιοχής. Εντούτοις, αναμένεται ότι θα υπάρξουν οι παρακάτω επιπτώσεις, οι οποίες όμως δεν θα έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην περιοχή ή στην υγεία του πληθυσμού:

- Αύξηση του θορύβου και αέριας ρύπανσης (H/M εγκαταστάσεις, σύστημα κλιματισμού και Η/Τ)
- Στην υδρολογία/υδρογεωλογία
- Από τα υγρά και στερεά απόβλητα

7.2.2.1 Μέτρα μετριασμού κατά το στάδιο κατασκευής

➤ **Από Παραγωγή Σκόνης από τις κατασκευαστικές εργασίες**

Οι ποσότητες σκόνης που θα προκληθούν κατά τη διαδικασία κατασκευής της προτεινόμενης μονάδας, μπορούν να μειωθούν μέχρι και 90% με την εφαρμογή απλών μέτρων ελέγχου στην πηγή. Συγκεκριμένα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για:

- Συνεχή διαβροχή (καταιονισμό) των υλικών που συγκεντρώνονται σε σωρούς, των μετώπων εκσκαφής και των διαδρόμων κίνησης των οχημάτων του εργοταξίου.
- Μείωση κατά το δυνατόν των αποθέσεων/αποσπάσεων υλικών σε/από σωρούς και εναπόθεση των υλικών σε σωρούς από το ελάχιστο δυνατό ύψος.
- Αποφυγή της υπερπλήρωσης των φορτηγών που μεταφέρουν χύδην υλικά από/προς το εργοτάξιο και κάλυψη του φορτίου τους.
- Τοποθέτηση τεχνητής περίφραξης ή κάλυψη των σωρών.
- Θέσπιση μεγίστων ορίων ταχύτητας σε όλες τις μη ασφαλοστρωμένες επιφάνειες στο εργοτάξιο.
- Τοποθέτηση περίφραξης γύρω από το πεδίο των εργασιών (πυκνό δίκτυο).

➤ **Εκπομπές από καυσαέρια**

Τα εργοταξιακά οχήματα και μηχανήματα που θα χρησιμοποιηθούν, αναμένεται να είναι πετρελαιοκίνητα και επομένως θα παρουσιάζουν αυξημένες εκπομπές αιθάλης, διοξειδίου του θείου και οξειδίων του αζώτου. Οι εκπομπές αυτές, μπορούν να μειωθούν εάν τα οχήματα αυτά χρησιμοποιούν Euro-Diesel LS (με περιεχόμενο θείο: 0,035%).

➤ **Εκπεμπόμενος Θόρυβος από τις κατασκευαστικές εργασίες**

Τα δυνατά μέτρα για ελαχιστοποίηση του θορύβου, που θα πρέπει να ληφθούν προτείνονται να είναι:

- Ελάττωση του θορύβου των μηχανημάτων και οχημάτων εργοταξίου με χρήση νέων μοντέλων.
- Συχνή συντήρηση και λειτουργία όλων των μηχανημάτων / οχημάτων του εργοταξίου.
- Χρησιμοποίηση αντιδονητικών βάσεων και αποσβεστών στα πλαίσια των μηχανών μπορεί να επιφέρει μείωση από 0 μέχρι 10 dB(A).
- Χρησιμοποίηση πλευρικού παραπετάσματος μπορεί να επιφέρει μείωση από 0 μέχρι 10dB(A).

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

- Χρησιμοποίηση σιγαστήρων και καλυμμάτων όπου είναι δυνατόν. Ολική κάλυψη μιας μηχανής μπορεί να επιφέρει μείωση από 10 μέχρι και 20 dB(A). Μερική κάλυψη, τοποθέτηση προσωρινών ηχοπετασμάτων σε κατάλληλες θέσεις, ιδίως προς τα νότια που γειτνιάζει το υπό μελέτη τεμάχιο με οικία, αν προκύψουν παράπονα εκ μέρους των περιοίκων.
- Προγραμματισμός των εργασιών κατασκευής και αποφυγή κατά το δυνατόν συγκέντρωσης και ταυτόχρονης λειτουργίας πολλών μηχανημάτων στο εργοτάξιο.
- Τήρηση του ωραρίου εργασίας.

Να σημειωθεί πως η περίοδος των εκσκαφών που προκαλεί τη μεγαλύτερη πηγή θορύβου περιορίζεται στα αρχικά στάδια των κατασκευαστικών εργασιών, ενώ ο θόρυβος που θα προκύψει κατά τη διάρκεια της κατασκευής του έργου χαρακτηρίζεται ως προσωρινή επίπτωση.

➤ **Από τα υγρά και στερεά απόβλητα**

Όσον αφορά τα υγρά απόβλητα που θα παράγονται στο εργοτάξιο κατά το κατασκευαστικό στάδιο του προτεινόμενου έργου, θα προνοηθεί η εγκατάσταση αυτοκαθαριζόμενων συστημάτων αποχέτευσης, όπου θα εστιάζονται τα υγρά απόβλητα που θα προέρχονται από τους εργαζόμενους στο εργοτάξιο. Επίσης, θα πρέπει να γίνεται συστηματική συντήρηση των μηχανημάτων και παρακολούθησή τους, ώστε να αποφεύγονται μεγάλες διαρροές καυσίμων ή λαδιών. Προκειμένου να μειωθούν οι μεγάλες ποσότητες εκπλυμάτων, θα πρέπει να αποφεύγονται οι χωματοουργικές εργασίες κατά τη διάρκεια των υψηλών βροχοπτώσεων.

Οι συνέπειες από την παραγωγή στερεών αποβλήτων κατά το κατασκευαστικό στάδιο του έργου αναμένεται να περιοριστούν στο ελάχιστο, με τη συγκέντρωσή τους σε ειδικούς κάδους των 2 τόνων (που θα προμηθευτεί ο υπεύθυνος του εργοταξίου) και την τακτική περισυλλογή τους.

Είναι ευθύνη του ανάδοχου εργολάβου να τοποθετηθούν τα κατασκευαστικά υλικά τα οποία περισσεύουν ή δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε απόμερο σημείο του εργοταξίου, ούτως ώστε να μην εμποδίζεται η διεξαγωγή των εργασιών και ακολούθως θα περισυλλέγονται από τους ίδιους τους προμηθευτές.

Με την ολοκλήρωση του έργου και πριν την παράδοση, ο εργολάβος είναι υπόχρεος να καθαρίσει και να απομακρύνει τα άχρηστα υλικά από το χώρο των εργασιών με δική του ευθύνη.

Ο υπεύθυνος του εργοταξίου θα φροντίσει για την τοποθέτηση των οικοδομικών υλικών σε κατάλληλες θέσεις, τη συσσώρευση και την απομάκρυνση των στερεών απορριμμάτων και των πλεοναζόντων υλικών, καθώς επίσης για τον καθαρισμό του χώρου των εργασιών μετά το πέρας των κατασκευαστικών εργασιών. Επίσης, ο εργολάβος του έργου θα πρέπει να εξασφαλίσει έγκαιρα τις σχετικές άδειες απόρριψης των μπαζών στους εγκεκριμένους χώρους.

➤ **Στο Βιολογικό περιβάλλον κατά το Στάδιο Κατασκευής**

Ο θόρυβος και η σκόνη που θα δημιουργηθεί από τις εκσκαφές και της χωματουργικές εργασίες αλλά και την λειτουργία των βαρέων οχημάτων και μηχανημάτων ενδεχόμενος να επηρεάσει σε κάποιο βαθμό τη ΖΕΠ. Οι συνέπειες αναμένεται να είναι εντονότερες σε περιόδους αιχμής των εργασιών και όταν επικρατούν συνθήκες με δυνατούς ανέμους. Εντούτοις, οι επιδράσεις μπορούν να μετριαστούν σημαντικά με την υλοποίηση του Σχεδίου Διαχείρισης του Εργοταξίου και την εφαρμογή των μέτρων μετριασμού του θορύβου και της σκόνης που αναφέρονται παραπάνω. Σημειώνεται επίσης πως οι πιο πάνω επιπτώσεις είναι προσωρινές και θα παύσουν να υφίστανται μετά την ολοκλήρωση των εργασιών.

7.2.2.2 Μέτρα μετριασμού κατά το στάδιο λειτουργίας

➤ **Αύξηση του θορύβου και αέριας ρύπανσης (Η/Μ εγκαταστάσεις, σύστημα κλιματισμού και Η/Γ)**

Οι εγκαταστάσεις δεν αναμένεται να προκαλέσουν στάθμες θορύβου, οι οποίες θα υπερβαίνουν το όριο των 55dB(A) κατά τη διάρκεια της ημέρας και 45dB(A) κατά τη διάρκεια της νύκτας, στο σύνορο της πιο κοντινής κατοικίας (νότια, στο διπλανό τεμάχιο και σε απόσταση 60 m περίπου από το νότιο όριο του υπό μελέτη τεμαχίου), ενώ η παροδική λειτουργία των ηλεκτρογεννητριών δεν δικαιολογεί οποιαδήποτε σημαντική επιβάρυνση στην ποιότητα της ατμόσφαιρας.

Με το νόμο του αντιστρόφου του τετραγώνου (inversesquarelaw), υπολογίζεται ότι σε απόσταση 60 m περίπου το επίπεδο θορύβου θα μειωθεί στα 35 dB περίπου. Τα επίπεδα αυτά δεν αναμένεται να επηρεάσουν την πανίδα την περιοχή ΖΕΠ που βρίσκεται σε περίπου 350 μέτρα απόσταση.

➤ **Στην υδρολογία/υδρογεωλογία**

Δεν αναμένονται επιπτώσεις στην Υδρολογία/Υδάτινους Πόρους κατά τη Λειτουργία του Προτεινόμενου Έργου. Νερά που θα απορρέουν προς το Αργάκι, που βρίσκεται δυτικά του προτεινόμενου χώρου ανάπτυξης, δεν αναμένεται να έχουν παρόμοια χημική ποιότητα με αυτά που απορρέουν τώρα, λόγω του ότι τα απόβλητα που θα βρίσκονται στον χώρο θα αποτελούνται κυρίως από κλαδέματα η άλλα στερεά οργανικά υλικά ξυλώδους μορφής.

Προτείνεται όμως, κατά στο αρχικό στάδιο της λειτουργίας του έργου, ολοκληρωθούν χημικές αναλύσεις των νερών του Αργακιού και στο έδαφος του εν λόγω τεμαχίου για να εντοπιστούν τυχών προβλήματα. Οποιοδήποτε πρόβλημα θα μπορεί να λυθεί με τη σωστή διαχείριση των όμβριων υδάτων που απορρέουν από το τεμάχιο.

➤ **Από τα υγρά και στερεά απόβλητα**

Η προτεινόμενη ανάπτυξη, αφορά Μονάδα Παραγωγής Pellets και βοηθητικούς χώρους, έτσι η ποιότητα των υγρών αποβλήτων από αυτή, αναμένεται να είναι αποκλειστικά οικιστικού χαρακτήρα.

Οι πηγές υγρών αποβλήτων από το προτεινόμενο έργο, περιλαμβάνουν κυρίως τη χρήση των χώρων υγιεινής (τουαλέτες) και τις δραστηριότητες καθαρισμού των διαφόρων χρήσεων της Μονάδας. Με βάση γενικώς αποδεκτά πρότυπα για τα κυπριακά δεδομένα υπολογίζεται ότι από την προτεινόμενη Μονάδα Παραγωγής Pellets θα δημιουργούνται ημερησίως 15-30 λίτρα υγρών αποβλήτων ανά εργαζόμενο. Συνεπώς, για πέντε (5) εργαζόμενους (στις περιόδους αυξημένου φόρτου εργασίας) υπολογίζεται ότι θα δημιουργούνται περίπου 112,5 λίτρα υγρά απόβλητα ημερησίως (με μέση τιμή 22,5 λίτρα ανά εργαζόμενο).

Τα παραπάνω υγρά απόβλητα θα καταλήγουν σε σηπτικό / στεγανό βόθρο, που θα εξυπηρετείται με σχετικό όχημα σε τακτά χρονικά διαστήματα, καθώς η περιοχή δεν έχει συνδεθεί ακόμη στο κεντρικό αποχετευτικό σύστημα της Λάρνακας. Σημειώνεται ότι, θεωρείται απαραίτητη η στεγανοποίησή του, ώστε τα λύματα να μη διαφεύγουν στο περιβάλλον.

Για τα στερεά απόβλητα σημειώνεται ότι, δεν μπορεί να υπολογισθεί ο ακριβής όγκος τους που θα παράγονται, στο παρόν στάδιο, καθώς εξαρτάται κυρίως από τις ποσότητες της πρώτης ύλης που θα εισέρχεται στη μονάδα. Τα απόβλητα αυτά, θα συλλέγονται σε τακτά χρονικά διαστήματα (2 φορές την εβδομάδα) και δεν αναμένεται να εκλύουν οποιεσδήποτε δυσάρεστες οσμές, καθώς θα αποτελούνται κυρίως από στερεά οργανικά υλικά ξυλώδους μορφής.

7.2.3 Συμπεράσματα

Σύμφωνα με την μελέτη του έργου οι σημαντικότερες επιπτώσεις θα προκύψουν κατά το στάδιο κατασκευής και αφορούν το θόρυβο και τη σκόνη από τις εκσκαφές, της χωματουργικές εργασίες, τη διακίνηση των βαρέων οχημάτων και τη χρήση εξοπλισμού.

Ως εκ τούτου, οι πιο πάνω επιπτώσεις, αλλά και οποιεσδήποτε αρνητικές επιδράσεις που ενδεχομένως να προκύψουν κατά την κατασκευή και λειτουργία του έργου, μπορούν να εξαλειφθούν πλήρως, ή να περιοριστούν σε μεγάλο βαθμό με την εφαρμογή των προτεινόμενων μέτρων μετριασμού και βέλτιστων μεθόδων διαχείρισης

7.3 Μονάδας παραγωγής ενέργειας με φωτοβολταϊκά δυναμικότητας μέχρι 1.05 MWp στην κοινότητα Παρεκκλησίας, επαρχία Λεμεσού

Το ενεργειακό σύστημα της Κύπρου είναι ένα απομονωμένο ενεργειακό σύστημα χωρίς γηγενείς πηγές ενέργειας εκτός από την ανανεώσιμη δυνατότητα και εξαρτάται, σχεδόν εξ ολοκλήρου, από τα εισαγόμενα καύσιμα. Συγκεκριμένα, το 96% όλης της ενέργειας που καταναλώνεται στην Κύπρο παράγεται από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα, χρησιμοποιώντας μέχρι και το 62% των εσόδων από τις εξαγωγές της χώρας. Συνεπώς, οι ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) είναι 9 τόννοι κατά κεφαλήν, ένα από τα υψηλότερα ποσοστά ανά τον κόσμο.

Η κατανάλωση ενέργειας στην Κύπρο παρουσιάζει συνεχή άνοδο τα τελευταία χρόνια. Συγκεκριμένα το σύνολο της παραγωγής και από τους τρεις Ηλεκτροπαραγωγούς Σταθμούς της Αρχής Ηλεκτρισμού για το 2016 ήταν 4,455 GWh έναντι 4,128 GWh το 2015, παρουσίασε δηλαδή αύξηση 7,9% σε σύγκριση με το 2015. Για τα έτη αυτά παρουσιάστηκε αύξηση στην κατανάλωση καυσίμων μαζούτ και ακάθαρτου πετρελαίου σε περίπου 3% και 68% αντίστοιχα. Το γεγονός αυτό αναδεικνύει την ανάγκη αξιοποίησης εναλλακτικών πηγών ενέργειας για εξυπηρέτηση των αυξημένων ενεργειακών αναγκών της χώρας.

Πίνακας 7.1. Δεδομένα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΗΚ

Περιγραφή	2016	2015	Increase (Decrease) %
Συνολική Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας (GWh)	4.455,3	4.127,9	+ 7,9
Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	1.478,0	1.478,0	-
Φορτίο Αιχμής (MW)	968	939	+1,5
Θερμική αποδοτικότητα παραγωγής (%)	36,3	36,5	-0,5
Κατανάλωση καυσίμων –μαζούτ (μετρικοί τόνοι)	882,677	857,868	+2,89
Κατανάλωση καυσίμων-ακάθαρτο πετρέλαιο (μετρικοί τόνοι)	149,967	89,358	+67,83

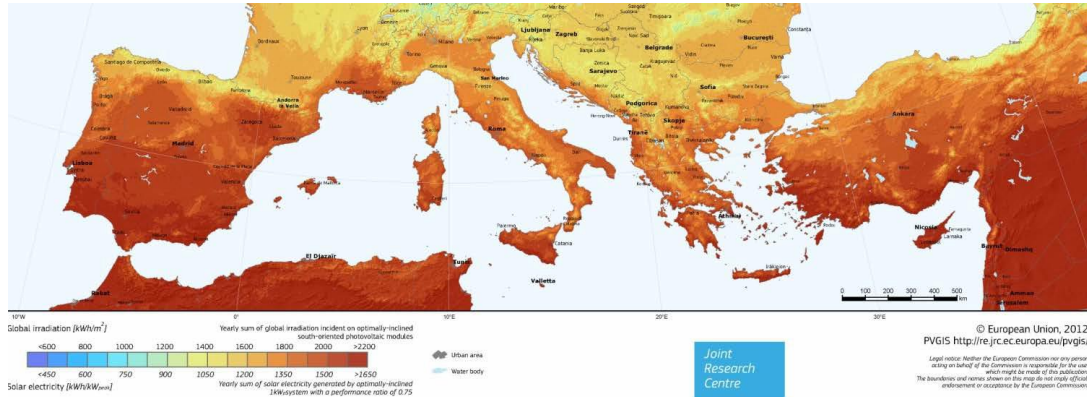
Διαπίστωση της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και της Κυπριακής Δημοκρατίας είναι ότι οι δυνατότητες της εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν αξιοποιούνται επαρκώς και για το λόγο αυτό αναγνωρίζεται η ανάγκη προαγωγής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως μέτρο προτεραιότητας.

Το παρόν έργο θα συμβάλει στην ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών της περιοχής ενώ παράλληλα θα συμβάλει στη μείωση της εξάρτησης της χώρας σε εισαγόμενες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως το πετρέλαιο, αλλά και στην άμβλυνση των οικονομικών επιπτώσεων από τυχόν αυξομειώσεις στην τιμή των ορυκτών καυσίμων.

Η θέση της Κύπρου εξασφαλίζει σημαντικά πλεονεκτήματα για την αξιοποίηση ηλιακών συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η μεγάλης διάρκειας ηλιοφάνεια που εμφανίζει η Κύπρος θεωρείται αρκετή για εκμετάλλευσή και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στις κεντρικές και ανατολικές πεδινές περιοχές ο μέσος όρος των ωρών ηλιοφάνειας, όπου ο ήλιος βρίσκεται πάνω από τον ορίζοντα, για το σύνολο του έτους ανέρχεται στο 75%. Η μέση ημερήσια ακτινοβολία που

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

δέχεται η Κύπρος ανέρχεται στα 2,3 kWh/m² κατά τους χειμερινούς μήνες (Δεκέμβριο – Ιανουάριο) και περίπου 7,2 kWh/m² τον Ιούλιο. Η μέση ετήσια ακτινοβολία ανέρχεται στα 2200 kWh/m².



Εικόνα 7.1. Ηλιακή ενέργεια που δέχονται οι περιοχές της ανατολικής Μεσογείου

7.3.1 Συνοπτική περιγραφή του φωτοβολταϊκού συστήματος

Το φωτοβολταϊκό σύστημα αναμένεται να λειτουργήσει ως ανεξάρτητη μονάδα ηλεκτροπαραγωγής και αποτελεί κλασσική εφαρμογή μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω της ενεργοποίησης των στοιχείων που δομούν τους φωτοβολταϊκούς πίνακες και μετατροπής τους σε ηλεκτρική ενέργεια. Η ιδιαιτερότητα της εγκατάστασης έγκειται στο γεγονός ότι το ΠΕ τροφοδοτείται με ενέργεια αποκλειστικά από τον ήλιο, χωρίς τη διεξαγωγή καμιάς άλλης λειτουργίας που θα μπορούσε να αποτελέσει πηγή ρύπανσης. Το φωτοβολταϊκό σύστημα θα αποτελείται από περίπου 3821 φωτοβολταϊκούς πίνακες με συνολική ισχύ περίπου 1.05 MWp. Πιο συγκεκριμένα, κάθε φωτοβολταϊκός πίνακας θα αποτελείται από 60 πολυκρυσταλλικές κυψέλες πυριτίου και θα έχει διαστάσεις 1640 x 992 x 35 mm και θα έχει δυναμική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ίση με 275 W. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις θα τοποθετηθούν σε σταθερές βάσεις επί εδάφους με τη μέθοδο της μετόμπηξης. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα μεταφέρεται πρώτα σε μετατροπείς δικτύου όπου το συνεχές ρεύμα θα μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο και ακολούθως θα διοχετεύεται στο υφιστάμενο δίκτυο της ΑΗΚ για κατανάλωση.

7.3.2 Συνοπτική παρουσίαση επιπτώσεων

Οι επιπτώσεις αναφέρονται κυρίως σε χωροταξικούς παράγοντες, σε παράγοντες που διαμορφώνουν το τοπικό περιβάλλον στην εξεταζόμενη θέση (αέρας, έδαφος, επιφανειακά & υπόγεια νερά, γλωρίδα & πανίδα, θόρυβος, κυκλοφορία, αισθητική, κ.λπ.), καθώς και στα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής της θέσης.

Οι κυριότερες επιπτώσεις κατά τη διάρκεια των κατασκευαστικών εργασιών υλοποίησης του προτεινόμενου έργου αναμένεται να είναι μικρές και περιλαμβάνουν την αύξηση των επιπέδων θορύβου και δημιουργία στερεών αποβλήτων. Θα πρέπει

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

όμως να σημειωθεί, ότι η μικρή χρονική διάρκεια και η σχετικά μικρής έκτασης κατασκευαστικές εργασίες θα προκαλέσουν βραχυπρόθεσμες και μικρής έκτασης αρνητικές επιπτώσεις στα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής. Η λειτουργία του ΠΕ θα εξυπηρετήσει σημαντικά τις ενεργειακές ανάγκες του νησιού καθώς και την υλοποίηση των Εθνικών στόχων για ΑΠΕ.

Πίνακας 7.2. Επιπτώσεις από την κατασκευή και λειτουργία του Προτεινόμενου Έργου

Περιβαλλοντική Πτυχή	Επιπτώσεις	Θετική/Αρνητική	Διάρκεια Επίπτωσης	Άμεση - Έμμεση	Σημαντικότητα	Μέγεθος Επίπτωσης	Αναστρέψιμότητα / Δυνατότητα απόμβλυνσης
Συναθροιστικές	Αύξηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων	----	Μακροπρόθεσμη	Έμμεση	Ασήμαντη	Μικρό	Αναστρέψιμη
Βιολογικό Περιβάλλον	Απώλεια χλωρίδας / πανίδας	Αρνητική	Μακροπρόθεσμη	Άμεση	Ασήμαντη	Μικρό	-----
Γεωλογία - Τοπογραφία	Αλλαγή στην Τοπογραφία	Αρνητική	Μακροπρόθεσμη	Άμεση	Ασήμαντη	Μικρό	-----
Στερεά Απόβλητα	Δημιουργία στερεών αποβλήτων	Αρνητική	Βραχυπρόθεσμη	Άμεση	Ασήμαντη	Μικρό	Αναστρέψιμη
Υγρά Απόβλητα	Δημιουργία υγρών αποβλήτων	Αρνητική	Βραχυπρόθεσμη	Άμεση	Ασήμαντη	Μικρό	Αναστρέψιμη
Υδρολογία	Καμία επίπτωση	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Ποιότητα Ατμόσφαιρας	Μείωση Αέριων ρύπων	Θετική	Μακροπρόθεσμη	Έμμεση	Σημαντική	Μέτριο	-----
Δημιουργία Σκόνης	Δημιουργία σκόνης	Αρνητική	Βραχυπρόθεσμη	Άμεση	Ασήμαντη	Μικρό	Αναστρέψιμη
Θόρυβος - Δονήσεις	Αύξηση επιπέδων θορύβου	Αρνητική	Βραχυπρόθεσμη	Άμεση	Ασήμαντη	Μικρό	Αναστρέψιμη
Πολεοδομικά Χαρακτηριστικά	Αλλαγή πολεοδομικών δεδομένων	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Δημόσια Υποδομή	Καμία επίπτωση	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Χρήσεις Γης	Αλλαγή Χρήσης	Ουδέτερη	Μακροπρόθεσμη	Άμεση	Ασήμαντη	-----	Αναστρέψιμη
Αρχαιολογικοί Χώροι	Καμία επίπτωση	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Αισθητική Τοπίου	Αλλαγή στο Τοπίο	Θετική	Μακροπρόθεσμη	Άμεση	Μέτριας Σημασία	Μικρό	Μη Αναστρέψιμη
Ανακλάσεις	Ανακλάσεις ακτίνων ήλιου	Αρνητική	Μακροπρόθεσμη	Άμεση	Ασήμαντη	Μικρό	Μη Αναστρέψιμη

7.3.3 Συμπεράσματα

Το προτεινόμενο έργο σύμφωνα με την μελέτη θα φιλοξενηθεί εντός γεωργικής ζώνης τα οποία αποτελούν αναξιοποίητη γη. Η εγκατάσταση του ΦΒ πάρκου στην περιοχή αποτελεί επένδυση για τον ιδιοκτήτη, η οποία δεν θα επηρεάσει τις χρήσεις γης στις γειτονικές περιοχές και δεν απαιτεί ιδιαίτερα λειτουργικά κόστη.

Κατά τη φάση κατασκευής του έργου θα υπάρξουν λίγες και ασθενείς αρνητικές επιπτώσεις. Κατά τη φάση λειτουργίας δεν προκύπτουν οποιεσδήποτε σημαντικές επιπτώσεις ενώ σημαντική θεωρείται θετική επίπτωση που θα έχει η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ.

Εν κατακλείδι, το παρόν έργο είναι περιβαλλοντικά αποδεκτό και βιώσιμο με την προϋπόθεση της τήρησης όλων των προτεινόμενων μέτρων, για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον.

7.4 Στρατηγική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων για το χωροταξικό σχέδιο ανάπτυξης περιοχής Βασιλικού, Κύπρου

Στα τέλη του 2011 στην περιοχή Βασιλικού ανακαλύφθηκαν σημαντικές ποσότητες φυσικού αερίου, στο Οικόπεδο 12 της Κυπριακής ΑΟΖ. Η κυβερνητική επιλογή είναι να γίνει μεταφορά των εγκαταστάσεων εισαγωγής και αποθήκευσης πετρελαιοειδών από τη Λάρνακα στο Βασιλικό.

Σύμφωνα με τους Όρους Εντολής του Χωροταξικού Σχεδίου Ανάπτυξης, ο γενικός στόχος είναι «να προσφέρει μια ολοκληρωμένη εικόνα της περιοχής και να εξετάσει κατά πόσον οι υφιστάμενες και οι προτεινόμενες μελλοντικές αναπτύξεις για τα επόμενα 30 χρόνια θα είναι συμβατές με τις σημερινές εγκαταστάσεις λαμβάνοντας υπόψη την προστασία, το περιβάλλον και την κοινωνική εκτίμηση»

7.4.1 Βασικοί στόχοι του χωροταξικού σχεδίου

Το Χωροταξικό σχέδιο περιλαμβάνει τους εξής στόχους:

- ✓ Την παροχή ενός πλαισίου που θα επιτρέπει τη βέλτιστη βιομηχανική ανάπτυξη της περιοχής
- ✓ Την κατανομή της γης και την παροχή ενός πλαισίου για την αποθήκευση υδρογονανθράκων και άλλων βιομηχανιών που σχετίζονται με το φυσικό αέριο και συναφών υποδομών.
- ✓ Διάθεση γης –Ζώνη Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου- για τις εγκαταστάσεις λαμβάνοντας υπόψη ανακάλυψη σημαντικών επιπλέον αποθεμάτων φυσικού αερίου
- ✓ Την παροχή ενός πλαισίου για την αναβάθμιση ή την ανάπτυξη νέων εγκαταστάσεων στην προτεινόμενη περιοχή
- ✓ Ανάπτυξη της περιοχής δίνοντας ιδιαίτερη σημασία στις κοινωνικές και περιβαλλοντικές πτυχές καθώς και στα θέματα ασφάλειας, προστασίας και επικινδυνότητας.

7.4.2 Σύνοψη επιπτώσεων από το προτεινόμενο έργο

Σύμφωνα με την μελέτη που διενεργήθηκε για το προτεινόμενο έργο οι εκτιμήσεις των κύριων επιπτώσεων συνοψίζονται για το κάθε περιβαλλοντικό θέμα ξεχωριστά

Θέματα όπως η αποδοτικότητα των πόρων, τα υλικά αγαθά, το κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον, το Δομημένο Περιβάλλον και ο χωροταξικός σχεδιασμός έχουν σημαντική έως μέτρια θετική επίπτωση.

Οι επιπτώσεις στον αέρα και στους κλιματικούς παράγοντες θα είναι αρνητικές στο βραχυπρόθεσμο μέλλον, ωστόσο, μακροπρόθεσμα οι επιπτώσεις θα είναι θετικές, δεδομένου ότι το Σχέδιο διευκολύνει τη μετάβαση από ένα καθεστώς παραγωγής ενέργειας με βάση το πετρέλαιο σε ένα νέο με βάση το φυσικό αέριο.

Η χλωρίδα, η πανίδα και η βιοποικιλότητα, το φυσικό και θαλάσσιο τοπίο, ο πληθυσμός, η ανθρώπινη υγεία και η πολιτιστική, η αρχαιολογική και η αρχιτεκτονική κληρονομιά θα επηρεαστούν αρνητικά. Οι επιπτώσεις μπορούν να θεωρηθούν μικρές και να διαχειριστούν εύκολα μέσω της εφαρμογής μιας σειράς μέτρων μετριασμού, τα οποία και περιλαμβάνονται στο χωροταξικό σχέδιο.

Οι πιο σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις αφορούν το νερό, το έδαφος, την αποδοτικότητα των πόρων και τα απόβλητα. Αν και είναι αναμενόμενα λόγω της εκβιομηχάνισης της περιοχής, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στον τομέα του περιβάλλοντος μιας και αυτά τα θέματα είναι αλληλένδετα και τυχόν σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στο ένα μπορεί να επηρεάσουν ένα άλλο.

7.4.3 Συμπεράσματα

Οι αρνητικές επιπτώσεις του προτεινόμενου έργου, θεωρούνται εξαιρετικά διαχειρίσιμες μέσω της εφαρμογής των μέτρων μετριασμού που προτείνεται από την στρατηγική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η εισαγωγή του φυσικού αερίου στη Κύπρο και η μετάβαση από την χρήση ορυκτών καυσίμων σε πιο καθαρές πηγές ενέργειας θα μειώσει σημαντικά τις αέριες εκπομπές και θα οδηγήσει σε μια συνολική θετική επίδραση στην ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, σε εθνική κλίμακα.

7.5 Αιολικό πάρκο περίπτωση Λέσβου

Κατά την επιλογή της κατάλληλης ενεργειακής τεχνολογίας ώστε να καλυφθούν οι ενεργειακές/ηλεκτρικές ανάγκες, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και μια σειρά από άλλες, σημαντικές διαστάσεις όπως είναι η περιβαλλοντική, η γεωπολιτική, η οικονομική και η κοινωνική διάσταση.

Το πρόβλημα επιλογής ενεργειακής τεχνολογίας μπορεί να αφορά μια συγκεκριμένη περιοχή, όμως τόσο η κλιματική αλλαγή και οι δεσμεύσεις της χώρας για μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (Πρωτόκολλο του Κιότο), όσο και η ανάγκη εξασφάλισης της ενεργειακής προμήθειας, κυρίως πετρέλαιο και φυσικό αέριο, από χώρες με προβληματικό πολιτικό ορίζοντα, του προσδίνουν μια δυναμική η οποία υπερβαίνει τον απλό, τοπικό χαρακτήρα μιας επένδυσης.

Η ενεργειακή ζήτηση εξαρτάται κυρίως από το επίπεδο ζωής, το ακαθάριστο προϊόν, την τιμή του καυσίμου και άλλους δευτερογενείς παράγοντες. Κατά την διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών με την συνεχή αύξηση του επιπέδου ζωής, παρουσιάστηκε μια σταθερή, ετήσια αύξηση της ζήτησης ηλεκτρισμού της τάξεως του 4% και θεωρείται ότι αυτή θα διατηρηθεί και στο αμέσως επόμενο χρονικό διάστημα.

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 καταναμημένης παραγωγής, αποτελεί έναν επίσης σημαντικό παράγοντα που μεταξύ άλλων, δίνει τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των υποψήφιων τεχνολογιών καταναμημένης 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.

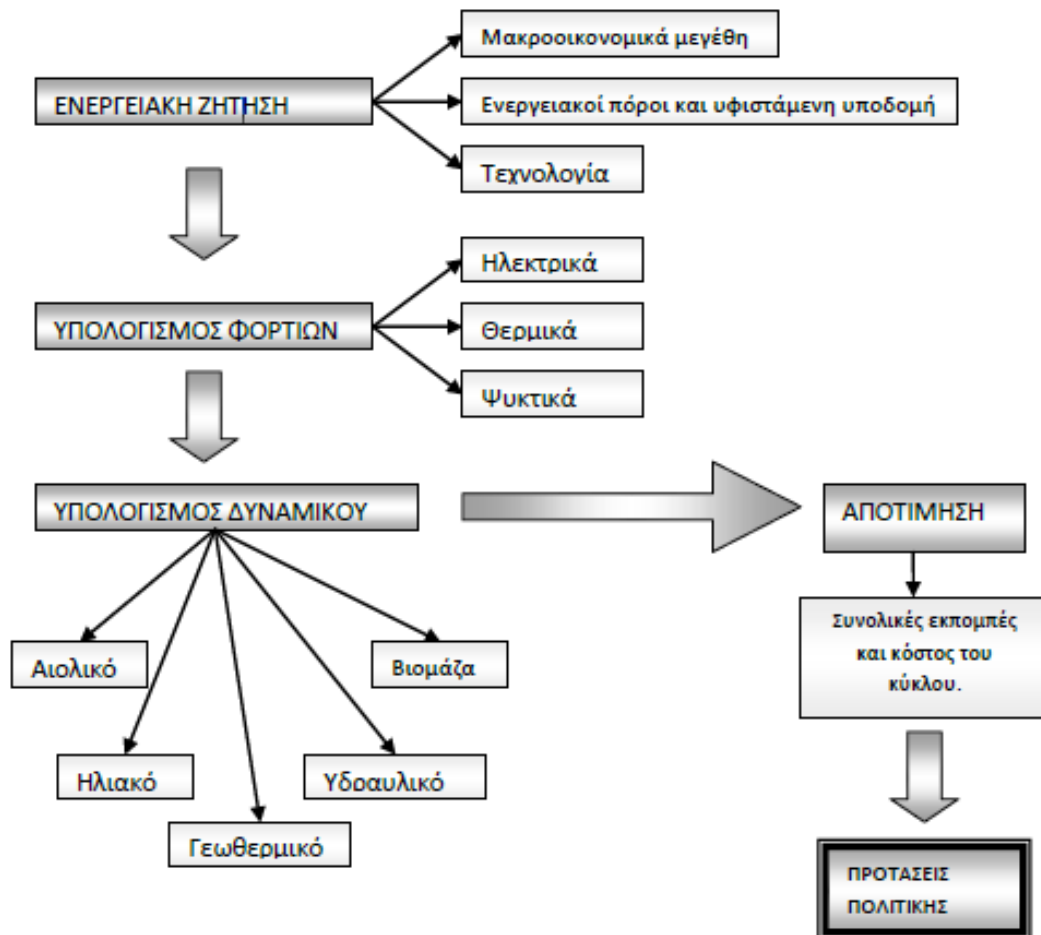
7.5.1 Ανάπτυξη μεθοδολογικού πλαισίου

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.

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 ενεργειακή ζήτηση.
- Ο υπολογισμός των φορτίων.
- Ο υπολογισμός του δυναμικού των ΑΠΕ.
- Η συνολική αποτίμηση.



Σχήμα 7.2 Στάδια του μεθοδολογικού πλαισίου.

Η ενεργειακή ζήτηση μιας περιοχής, θα υπολογιστεί βάσει των μακροοικονομικών μεγεθών, της ενεργειακής υποδομής και ενεργειακών πόρων και τέλος, βάσει της τεχνολογικής κατάστασης. Τα μακροοικονομικά μεγέθη θα καθορίζονται από τις παρακάτω παραμέτρους:

- **Τα φυσικογεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής.** Αυτά περιλαμβάνουν:
 - 1) την γεωγραφική κατανομή της περιοχής, το πληθυσμιακό μέγεθος αυτής, την κατανομή του πληθυσμού στην ευρύτερη περιοχή και την πληθυσμιακή πυκνότητα εκάστης περιοχής.
 - 2) Τις γεωγραφικές ενότητες και τα διοικητικά διαμερίσματα.
 - 3) Τη γεωγραφική συνοχή των υποπεριοχών και τη διάταξη αυτών στο χώρο απ' όπου καθορίζεται και η γεωγραφική φυσιογνωμία της συνολικής περιοχής.
 - 4) Το ανάγλυφο του εδάφους, και τη κατανομή της γεωλογικής, υδρογεωλογικής και εδαφολογικής σύστασής του.
 - 5) Τη μορφή των ακτογραμμών (εφόσον υπάρχουν).
 - 6) Τις ιδιαιτερότητες της περιοχής, ή των υποπεριοχών αυτής.
- **Την οικονομική φυσιογνωμία της περιοχής.** Αυτή περιλαμβάνει:
 - 7) Τα στοιχεία του πρωτογενούς τομέα (παραγόμενα προϊόντα, αγροτική-κτηνοτροφική ανάπτυξη, παραγωγικότητα κλπ).
 - 8) Τα στοιχεία του δευτερογενούς τομέα (αριθμός επιχειρήσεων, μέγεθος αυτών, τελικά προϊόντα).
 - 9) Τα στοιχεία του τριτογενούς τομέα (εξειδικευμένο προσωπικό, ανάπτυξη τριτογενών δραστηριοτήτων, ανάπτυξη πολιτιστικών πόρων κλπ).
- **Τα κοινωνικά χαρακτηριστικά της περιοχής.** Αυτά, θα 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.

Το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει τον τόπο, και κυρίως τις 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.

- **Η ενεργειακή υποδομή και οι ενεργειακοί πόροι,** είναι η δεύτερη παράμετρος κλειδί και κρίνεται μείζονος σημασίας, αφού με βάση τα στοιχεία που προκύπτουν από αυτήν, καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό το σχέδιο δράσης. Η ενεργειακή υποδομή σε γενικές γραμμές περιλαμβάνει:

Το είδος του ενεργειακού συστήματος (Εθνικό διασυνδεδεμένο σύστημα ή αυτόνομοι σταθμοί παραγωγής).

Τις υφιστάμενες μονάδες παραγωγής ενέργειας.

- Τη δυναμικότητα και το είδος των μονάδων παραγωγής.
- Το είδος των καυσίμων που χρησιμοποιούν, την ποσότητα αυτών και τη μέθοδο μεταφοράς και αποθήκευσης (μέθοδος εφοδιασμού).
- Τους 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.
- Την ετήσια συνολική παραγωγή ενέργειας.
- Την ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.
- Τις ετήσιες εκπομπές αερίων ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου ένεκα της παραγωγής ενέργειας.

Η τεχνολογική κατάσταση, αναφέρεται στις παρούσες τεχνολογίες καταναμημένης παραγωγής, στις υφιστάμενες τεχνολογίες διασύνδεσης και στο οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος αυτών. Οι παρούσες τεχνολογίες που υπάρχουν στο εμπόριο (όπως έχει προαναφερθεί), και εφαρμόζονται στην καταναμημένη παραγωγή, είναι σε γενικές γραμμές οι παρακάτω:

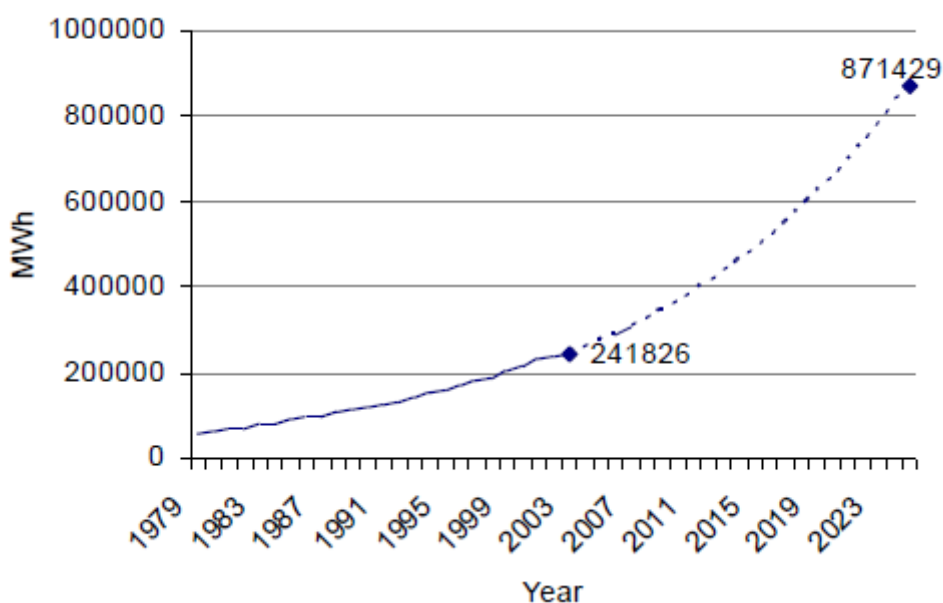
Οι συμβατικοί ατμοστρόβιλοι,

- Οι αεριοστρόβιλοι,
- Οι μηχανές εσωτερικής καύσης,
- Οι μικροτουρμίνες,
- Οι κυψέλες καυσίμου,
- Οι μηχανές Stirling,
- Τα 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 καταναμημένης παραγωγής. Σχετίζεται με τη σύνδεση των μονάδων καταναμημένης 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 καταναμημένων 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.

7.5.2 Μελέτη περίπτωσης του ηλεκτρικού συστήματος της Λέσβου

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.)



Σχήμα 7.3. 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

Πίνακας 7.3. Εναλλακτικά σενάρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο νησί Λέσβο

	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

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.

7.5.3 Συμπεράσματα

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.

Κεφάλαιο 8 Συμπεράσματα

Έως και λίγες δεκαετίες πριν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πραγματοποιούνταν κυρίως χρησιμοποιώντας τον ορυκτό πλούτο του εδάφους. Τέτοιες πηγές είναι ο λιγνίτης, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, το ουράνιο, το νερό.

Κάποιες από αυτές τις πηγές δεν είναι απεριόριστες, εξαντλούνται τα αποθέματά τους (πετρέλαιο, φυσικό αέριο,). Άλλες είναι επικίνδυνες για την υγεία των ανθρώπων, τα ραδιενεργά ορυκτά (ουράνιο, πλουτόνιο) και άλλα απαιτούν εγκαταστάσεις τέτοιες που προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις ως και καθολικές αλλοιώσεις στο περιβάλλοντα χώρο (μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα).

Κάθε βιομηχανία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κρίνεται συμφέρουσα ή όχι έχοντας ως κριτήριο όχι μόνο την εγκαταστημένη ισχύ αλλά και το τι επιπτώσεις έχει στην βιοποικιλότητα, στην ανθρώπινη υγεία, στην ατμοσφαιρική ρύπανση.

Οι συμβατικές μορφές ενέργειας όπως έχει αναφερθεί και στο κεφ.4 δεν εκλύουν τους ίδιους ρύπους. Η καύση του άνθρακα, του πετρελαίου ή του αερίου προκαλεί ρύπανση της ατμόσφαιρας. Και τα τρία εκλύουν οξείδια του αζώτου, ενώ το κάρβουνο και το πετρέλαιο εκλύουν και οξείδια του θείου SO_x . Το κάρβουνο δε εκτός των άλλων αποβάλλει και ορισμένα σωματίδια. Το 90 - 95% του θείου (SO) που περιέχουν τα καύσιμα ορυκτά οξειδώνεται στα βλαβερά οξείδια του θείου, ενώ θείο περιέχει επίσης και η ιπτάμενη τέφρα που πιθανόν να εξέρχεται από την καμινάδα του σταθμού.

Ο κυριότερος κίνδυνος της πυρηνικής ενέργειας προκαλείται από την έκθεση σε ραδιενέργεια. Τα αποτελέσματα αυτής της έκθεσης στον άνθρωπο μπορούν να διακριθούν σε χρονικά, άμεσα και έμμεσα και σε τοπικά, σωματικά και γενετικά.

Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εγκατάστασης εξοπλισμού, καθώς και ο συνήθως μεγάλος χρόνος που απαιτείται για την αποπεράτωση του έργου, η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση της περιοχής του έργου (συμπεριλαμβανομένων της γεωμορφολογίας, της πανίδας και της χλωρίδας), καθώς και η ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, η υποβάθμιση περιοχών, οι απαιτούμενες αλλαγές χρήσης γης είναι κάποιες από τις επιπτώσεις που προκαλούν τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα. Επιπλέον, σε περιοχές δημιουργίας μεγάλων έργων παρατηρήθηκαν αλλαγές του μικροκλίματος, αλλά και αύξηση της σεισμικής επικινδυνότητας τους.

Προκειμένου η κατανάλωση των αποθεματικών σε ορυκτά να περιοριστεί, με συνακόλουθη τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, υπάρχει ανάγκη να ενισχυθεί η αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Συγκεκριμένα, η ΕΕ έχει θέσει ενεργειακούς και κλιματικούς στόχους για το 2020, το 2030 και το 2050 όπως αναφέρθηκε και στο κεφ.7. Η σταδιακή μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 80-95% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, η αύξηση του

ποσοστό συμμετοχής 85-100 % της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ κ.ά. είναι από τους κύριους στόχους έως το 2050 που έχει θέσει η Ε.Ε.

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 γεια (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)

Κατά την επιλογή της κατάλληλης ενεργειακής τεχνολογίας ώστε να καλυφθούν οι ενεργειακές/ηλεκτρικές ανάγκες, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και μια σειρά από άλλες, σημαντικές διαστάσεις όπως είναι η περιβαλλοντική, η γεωπολιτική, η οικονομική και η κοινωνική διάσταση.

Το πρόβλημα επιλογής ενεργειακής τεχνολογίας μπορεί να αφορά μια συγκεκριμένη περιοχή, όμως τόσο η κλιματική αλλαγή και οι δεσμεύσεις της χώρας για μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (Πρωτόκολλο του Κιότο), όσο και η ανάγκη εξασφάλισης της ενεργειακής προμήθειας, κυρίως πετρέλαιο και φυσικό αέριο, από χώρες με προβληματικό πολιτικό ορίζοντα, του προσδίνουν μια δυναμική η οποία υπερβαίνει τον απλό, τοπικό χαρακτήρα μιας επένδυσης.

Η ενεργειακή ζήτηση εξαρτάται κυρίως από το επίπεδο ζωής, το ακαθάριστο προϊόν, την τιμή του καυσίμου και άλλους δευτερογενείς παράγοντες. Κατά την διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών με την συνεχή αύξηση του επιπέδου ζωής, παρουσιάστηκε μια σταθερή, ετήσια αύξηση της ζήτησης ηλεκτρισμού της τάξεως του 4% και θεωρείται ότι αυτή θα διατηρηθεί και στο αμέσως επόμενο χρονικό διάστημα.

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

Το κόστος των τεχνολογιών καταναμημένης παραγωγής, αποτελεί έναν επίσης σημαντικό παράγοντα που μεταξύ άλλων, δίνει τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των υποψήφιων τεχνολογιών καταναμημένης 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.

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.



Εφαρμοσμένες Πολιτικές και Τεχνικές Προστασίας Περιβάλλοντος (Ε.Π.Τ.Ε.Π.Π.)



Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Βιβλιογραφία

- Βασιλείου Κ. Παπαδιά, «Παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας και οικονομική λειτουργία συστήματος», Αθήνα 1985 σελ.48.
- Βουρνάς Κ, Β. Κ. Παπαδιάς, Ντέλκης Κ. «Παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας Έλεγχος και ευστάθεια Συστήματος», εκδόσεις Συμμετρία Αθήνα 2011 σελ.339.
- Κάλφας Μανώλης, «Παραγωγή-μεταφορά & Διανομή Ηλεκτρικής ενέργειας», εκδόσεις ΙΩΝ, 4^η έκδοση, Περιστέρι 1997.
- Πολυζάκης Απόστολος, «Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ισχύος», Πτολεμαΐδα 2017.
- Πτυχιακή εργασία «Αντιμετώπιση της περιβαλλοντολογικής ρύπανσης από τα στερεά ραδιενεργά απορρίμματα», Βασιλαρά Μ.-Καλτζίδου Κ, ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, Αιγάλεω 2001.
- Πτυχιακή εργασία «Ηλεκτρική ενέργεια με θαλάσσια κύματα», Τσάκαλης Β.-Αθανασούλας Α., Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ. Αιγάλεω 2015.
- «Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα». Παπαντώνης, εκδ. Συμμετών, Αθήνα 2008.
- «Φράγματα-Τεχνικές λίμνες-Υδραυλικά Έργα» Τσόγκα Χ., ΟΕΔΒ, Αθήνα 1982.
- «Ηλεκτρικές πηγές ενέργειας και Περιβάλλον-Τεχνολογία Ισχύος», Schwaller & Gilberti, Αθήνα «Ιων», 1999.
- «Δυνατότητες και προοπτικές για την αξιοποίηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα», Αθήνα, ΚΕΠΕ, 1988.
- Νόμος 3468/2006 (27/6/2006) Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ Μπαλαράς Α. Κωνσταντίνος, Αργυρίου Α. Αθανάσιος, Καραγιάννης Ε. Φώτης. Συμβατικές και ήπιες μορφές ενέργειας'.
- Γ. Βουρδουμπά, ΜΑΙΧ 2002 «Εισαγωγή στις τεχνολογίες της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας» «Χρήση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας», Γ. Βουρδουμπά «ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – Συμβατικές και Ανανεώσιμες» Ι.Ι. ΓΕΛΕΓΕΝΗΣ .Ι.ΑΞΑΟΠΟΥΛΟΣ

Ιστοσελίδες

- <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C123/487/3182,12829/>
- <http://www.orykta.gr/oryktes-protos-yles-tis-ellados/energeiaka-orykta>
- <https://www.eydap.gr/TheCompany/Energy/HydroProjects/>
- <https://www.ppcr.gr/el/projects/current-projects>
- <http://www.desmie.gr/ape-sithya/>
- <http://www.ypeka.gr/>
- <https://ec.europa.eu>
- <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/>
- <http://www.lagie.gr>
- <http://www.hydropower.org>
- <http://www.cres.gr/kape/education.htm>
- <https://www.mpnenergy.gr/%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%B%CF%84%CE%B1%CE%B9%CE%BA%CE%B1/%CE%B2%CE%BF%CE%B7%CE%B8%CE%B5%CE%B9%CE%B1/%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CE%B9%CE%BA%CE%B1-%CE%BC%CE%B5-%CE%B1%CF%80%CE%BB%CE%B1-%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%B1.html>
- <https://yearbook.enerdata.net/renewables/renewable-in-electricity-oductionshare.html>
- <http://www.depa.gr/content/article/002002001002/65.html>
- <https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/TMA345/ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ.pdf>
- <https://www.dei.gr/Default.aspx?id=146&nt=123&lang=1> (ανακτήθηκε 20.02.18)
- <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C123/487/3182,12857/>
- <https://energy.gov/eere/water/types-hydropower-plants>,
- https://mke.aegean.gr/files/2014/09/14-Meleti_Haralampopoulos.pdf