ΠΑΝ/ΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

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

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

Ευρωπαϊκό Πανεπιστήμιο Κύπρου
Τμήμα Διοίκησης, Διαχείρισης και Μάρκετινγκ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

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

Μεταπτυχιακός φοιτητής:
Νικολόπουλος Γεώργιος

Επιβλέπων Καθηγητής:
Καθηγητής κ. Σινιόρος Παναγιώτης

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κύριο Σινιόρο Παναγιώτη και τον Επίκουρο Καθηγητή κύριο Μανουσάκη Νικόλαο για τις οδηγίες που μου παρείχαν καθώς και τη στήριξή τους με τις γνώσεις που μου μετέδωσαν καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που μας συμπαραστάθηκε ώστε να ολοκληρώσω τις σπουδές μου σε μεταπτυχιακό επίπεδο και τελικά να ολοκληρώσω και τη διπλωματική μου εργασία.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες i

Περιεχόμενα iii

Γραφήματα vii

Περίληψη xi

Abstract xiii

1 Ηλεκτρική ενέργεια και επιπτώσεις στο περιβάλλον 1

1.1 Εισαγωγή 1

1.2 Εκπομπές CO_2 2

1.2.1 Η συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 3

1.2.2 Υφιστάμενη κατάσταση εκπομπών CO_2 στην Ελλάδα 4

2 Συμβατικές μορφές ενέργειας 7

2.1 Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί 8

2.1.1 Μηχανολογικό μέρος 8

2.1.2 Εγκατάσταση σταθμού 9

2.1.3 Μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) 9

2.2 Πυρηνικοί Σταθμοί 10

2.2.1 Αντιδραστήρες ύδατος 11

2.2.2 Αεριόψυκτος αντιδραστήρας 12

2.2.3 Αναπαραγωγικοί αντιδραστήρες 13

2.3 Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (μεγάλα υδροηλεκτρικά) 15

2.3.1 Τύποι σταθμών υδροηλεκτρικής ενέργειας 15

2.3.2 Χωροθέτηση ενός υδροηλεκτρικού σταθμού 16

2.3.3 Η δομή ενός φράγματος 17

2.3.4 Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός....20
3 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)....25
3.1 Αιολική ενέργεια....25
3.1.1 Ανεμογεννήτριες (Α/Τ)....25
3.1.2 Μηχανολογικός εξοπλισμός ανεμογεννήτριας....26
3.2 Ηλιακή ενέργεια....28
3.2.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία (ΦΒ)....29
3.2.2 Είδη φωτοβολταϊκών πλαισίων....29
3.2.3 Χρήση των φωτοβολταϊκών πλαισίων....30
3.3 Γεωθερμία....30
3.3.1 Γεωθερμικά πεδία....31
3.3.2 Χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας....33
3.3.3 Τεχνικές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία....35
3.4 Βιομάζα....38
3.4.1 Παραγωγή ενέργειας με χρήση βιομάζας....41
3.4.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης της βιομάζας....43
3.5 Θαλάσσια ενέργεια....43
3.5.1 Ενέργεια όσμωσης....44
3.5.2 Θερμική ενέργεια των ωκεανών....44
3.5.3 Παλιρροϊκή ενέργεια....45
3.5.4 Κυματική ενέργεια....46
4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας 51
4.1 Εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας....51
4.2 Εκμετάλλευση της υδροενέργειας....51

4.3 Εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.....53

4.4 Εκμετάλλευση της γεωθερμίας.....53

4.5 Εκμετάλλευση της θαλάσσιας ενέργειας.....54

5 Εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....55

5.1 Εγκατάσταση μονάδας εισαγωγής και επεξεργασίας φυσικού αερίου στην περιοχή Βασιλικού, Κύπρος.....55

5.2 Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην κοινότητα Βορόκληνης, Κύπρος.....56

5.2.1 Περιβαλλοντικά οφέλη και αρνητικές επιπτώσεις.....57

5.2.2 Μέτρα αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.....59

5.3 Μονάδα παραγωγής ενέργειας με φωτοβολταϊκά στην κοινότητα Παρεκκλησίας, επαρχία Λεμεσού, Κύπρος.....63

5.3.1 Συνοπτική περιγραφή του φωτοβολταϊκού συστήματος.....65

5.3.2 Συνοπτική παρουσίαση επιπτώσεων.....65

6 Συμπεράσματα.....69

Βιβλιογραφία.....71

Γραφήματα

Εικόνα 1 Εκπομπές CO_2 ανά χώρα (2018) 3

Εικόνα 2 Εκπομπές CO_2 ανά έτος, ανά γεωγραφική περιοχή και εκτιμώμενη πηγή εκπομπής παγκοσμίως (33% πετρέλαιο, 44% άνθρακας, 23% φυσικό αέριο) (2018) .. 3

Εικόνα 3 Ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ανά έτος, ανά γεωγραφική περιοχή (26% ΑΠΕ, 74% συμβατικές μορφές 2018) 4

Εικόνα 4 Ποσοστό συμμετοχής ανά τύπο ΑΠΕ, ανά ήπειρο, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (αιολική 6%, ηλιακή 3%) (2018) 4

Εικόνα 5 Εγκατεστημένη ισχύς μονάδων ΑΠΕ στον Ελλαδικό χώρο (2017-2019) 5

Εικόνα 6 Εγκατεστημένη Ισχύς και Κατανάλωση Ενέργειας ανά τεχνολογία (2017) .. 6

Εικόνα 7 Σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΗ) 7

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

Εικόνα 9 Απλοποιημένο διάγραμμα δικτύου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πυρηνικού σταθμού 11

Εικόνα 10 Αντιδραστήρας CANDU – τύπος PHWR 12

Εικόνα 11 Αεριόψυκτος Αντιδραστήρας (MAGNOX) 13

Εικόνα 12 Αναπαραγωγικός αντιδραστήρας 14

Εικόνα 13 Σχηματικό διάγραμμα τυπικού υδροηλεκτρικού εργοστασίου 15

Εικόνα 14 Διατάξεις υδροηλεκτρικού σταθμού χαμηλού ύψους πτώσης 16

Εικόνα 15 Μονάδα ηλεκτροπαραγωγής σε υπάρχον συμβατικό φράγμα 17

Εικόνα 16 Βέλτιστος προσανατολισμός της εισόδου της υδροληψίας 18

Εικόνα 17 Στρόβιλος τύπου Kaplan (οδηγά πτερύγια – guide vane, δρομέας – runner) 21

Εικόνα 18 Στρόβιλος τύπου Francis 22

Εικόνα 19 Κατακόρυφος στρόβιλος τύπου Pelton 22

Εικόνα 20 Τέσσερις βασικοί τύποι ανεμογεννητριών 26

Εικόνα 21 Σχηματική παρουσίαση μίας ανεμογεννήτριας με άτρακτο 27

Εικόνα 22 Διάγραμμα στοιχείων και ροή σημάτων ελέγχου μιας ανεμογεννήτριας... 28

Εικόνα 23 Αναπαράσταση υβριδικού πλαισίου 30

Εικόνα 24 Σχηματική παράσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία 31

Εικόνα 25 Χρήσεις γεωθερμικής ενέργειας ανάλογα με τη θερμοκρασία του διαθέσιμου πεδίου 34

Εικόνα 26 Περιοχές γεωθερμικού ενδιαφέροντος στην Ελλάδα 35

Εικόνα 27 Διάγραμμα T-s του κύκλου Rankine 36

Εικόνα 28 Διάγραμμα κύκλου ξηρού ατμού με συμπυκνωτή 37

Εικόνα 29 Διάγραμμα κύκλου με εκτόνωση διφασικού γεωθερμικού ρευστού και συμπυκνωτή 37

Εικόνα 30 Διάγραμμα κύκλου με χρήση οργανικού ρευστού. 38

Εικόνα 31 Στόχοι για την ανάπτυξη της βιομάζας στην Ελλάδα 40

Εικόνα 32 Σχηματική απεικόνιση μεθόδων εκμετάλλευσης της θαλάσσιας ενέργειας 44

Εικόνα 33 Πλωτή εγκατάσταση εκμετάλλευσης κυματικής ενέργειας 47

Εικόνα 34 Διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό της θάλασσας 48

Εικόνα 35 Ηλιακή ενέργεια που δέχονται οι περιοχές της ανατολικής Μεσογείου 65

Πίνακες

Πίνακας 1 Διάκριση τεχνολογιών εκμετάλλευσης της γεωθερμίας 33

Πίνακας 2 Στόχοι για την ανάπτυξη της βιομάζας στην Ελλάδα (ΤΙΠ = Τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου) 39

Πίνακας 3 Δεδομένα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΗΚ 64

Πίνακας 4 Επιπτώσεις από την κατασκευή και λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος Παρεκκλησίας, Κύπρος 67

Περίληψη

Η ευρεία κατανάλωση ενέργειας στην καθημερινότητα, μέσω προϊόντων, για τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου, έχει οδηγήσει σε ανάπτυξη ποικίλων τεχνικών και μεθόδων παραγωγής της. Σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό της παγκόσμιας ζήτησης καλύπτεται από ορυκτά καύσιμα τα οποία όμως καταναλώνονται πολύ ταχύτερα από το χρόνο που απαιτείται για να ξαναδημιουργηθούν στη φύση. Οι συμβατικές αυτές πηγές ενέργειας επιφέρουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, αφού εκλύουν σημαντικές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά των συμβατικών πηγών ενέργειας οδηγούν σταδιακά στην ολοένα και μεγαλύτερη αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), των πηγών δηλαδή που δεν καταναλώνουν φυσικούς πόρους από το περιβάλλον και δεν παράγουν ρύπους κατά την παραγωγή ενέργειας.

Η παρούσα εργασία σκοπό έχει να παρουσιάσει από μηχανολογικής και ηλεκτρολογικής πλευράς τις μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με έμφαση στις ΑΠΕ με παράλληλη παρουσίαση του περιβαλλοντικού αντίκτυπού τους.

Λέξεις κλειδιά

ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ηλεκτρική ενέργεια, ηλεκτρογεννήτριες

Abstract

The use of energy in everyday life to improve the human society standard of living has led to the development of a variety of production techniques and methods. Today, most of the world's energy needs are covered by fossil fuels which are consumed much faster than the time it takes for them to be recreated in nature. These conventional energy sources also have adverse effects on the environment, since they emit significant amounts of carbon dioxide (CO_2) which intensify the greenhouse effect. These two characteristics of the conventional energy sources are gradually leading to the increasing use of Renewable Energy Sources (RES), which do not consume natural resources from the environment for energy production and do not produce pollutants during the production process.

The current study aims to present the methods used to produce electric energy emphasizing on the mechanical and electrical parts of them as well as their environmental impact. Special attention is given to the RES.

Keywords

electricity, renewable energy, power generators

1 Ηλεκτρική ενέργεια και επιπτώσεις στο περιβάλλον

1.1 Εισαγωγή

Ο άνθρωπος από την εποχή ακόμη της ανακάλυψης της φωτιάς, χρησιμοποιεί την ενέργεια στις καθημερινές του δραστηριότητες με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας ζωής του. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας στην πορεία του χρόνου συνετέλεσε στη χρήση εργαλείων που επέτρεψαν την παραγωγή ενέργειας, τη μεταφορά της ή την αποθήκευσή της και τελικά τη βελτιστοποίηση της χρήσης της. Πλέον, η ευημερία της ανθρωπότητας έχει συνδεθεί με την κατανάλωση ενέργειας οπότε καταβάλλεται συνεχώς προσπάθεια να είναι άφθονη και διαθέσιμη σε όλους με το μικρότερο δυνατό κόστος. Λόγω της άρρηκτης σχέσης της με τις καθημερινές δραστηριότητες του ανθρώπου η διαθεσιμότητά της ή το κόστος της μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην οικονομία και στην ποιότητα ζωής κάθε χώρας.

Η σχέση αυτή του ανθρώπου με την ενέργεια δυστυχώς έχει αρνητικές επιπτώσεις στην οικολογική ισορροπία. Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί η εξόρυξη μεταλλευμάτων για την κατασκευή των μηχανών ή των ορυκτών που καταναλώνονται για την παραγωγή ενέργειας. Παράλληλα, κατά την παραγωγή ενέργειας δημιουργούνται ανεπιθύμητα προϊόντα με αποτέλεσμα την εμφάνιση φαινομένων όπως η «τρύπα του όζοντος». Τα τελευταία χρόνια καταβάλλονται προσπάθειες για να περιοριστεί αυτός ο αρνητικός αντίκτυπος με την αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, με ταυτόχρονη χρήση μεθόδων εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και βελτιστοποίησης των μεθόδων παραγωγής. Τα συστήματα αυτά άλλωστε αποτελούν και την σημαντική εναλλακτική επιλογή ώστε να υπάρχει ενεργειακή ασφάλεια λόγω των δύο πετρελαϊκών κρίσεων που έχουν προηγηθεί (1973, 1979-1980) και την εξάρτηση χωρών από άλλα κράτη.

Οι συμβατικές μορφές βασίζονται στην κατανάλωση άνθρακα, πετρελαίου, φυσικού αερίου ή στη χρήση πυρηνικής τεχνολογίας (Μπέτζιος, 1988) και έχουν ως αποτέλεσμα των παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) ή μονοξειδίου του άνθρακα (CO). Άλλα ανεπιθύμητα χημικά προϊόντα είναι τα νιτρικά, θειικά ή ανθρακικά οξέα ή ειδικά στην περίπτωση της πυρηνικής τεχνολογίας ραδιενεργά

παραπροϊόντα καύσης με αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον για αρκετές εκατοντάδες έτη (Gilberti / Schwaller, 1999).

Στον αντίποδα λοιπόν των συμβατικών μορφών ενέργειας σύμφωνα με το άρθρο 2 της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ, έχουμε τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) που ορίζονται ως οι μη ορυκτές περιβαλλοντικές πηγές ενέργειας, όπως η αιολική, η ηλιακή, η κυματική, η παλιρροϊκή ενέργεια, η ενέργεια από βιομάζα ή άλλα αέρια που εκλύονται από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, τα βιοαέρια, η γεωθερμική και η υδραυλική ενέργεια, η οποία αξιοποιείται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Στην Ελλάδα το αντίστοιχο θεσμικό πλαίσιο εξαίρει από τίς ΑΠΕ τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα.

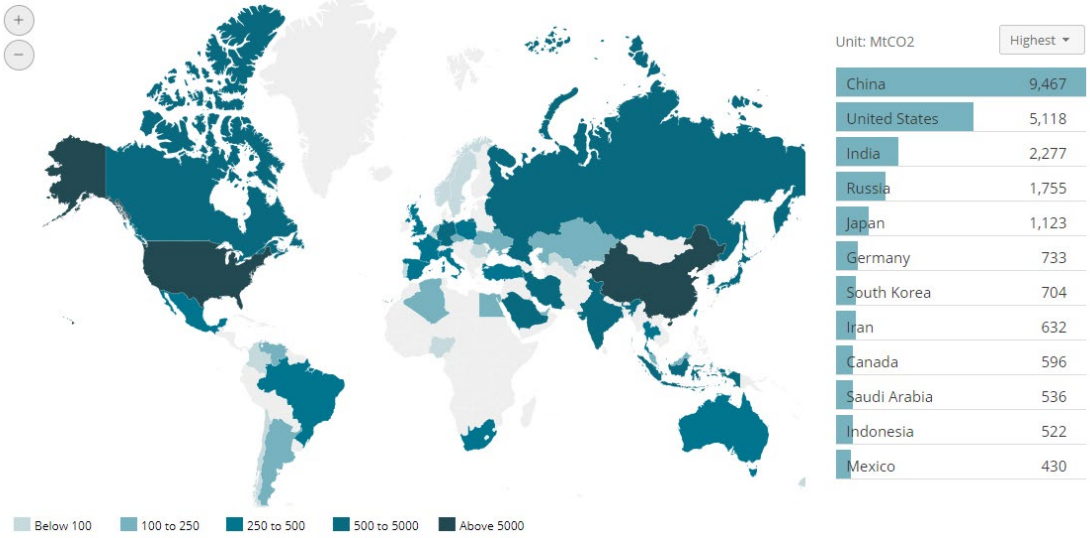
Ο χαρακτηρισμός των ΑΠΕ και ως ήπιες μορφές οφείλεται στη βασική τους ιδιότητα να μην επιβαρύνουν το περιβάλλον κατά την χρήση τους, ενώ πρόκειται για μέσα που υπάρχουν διαχρονικά και δε μπορούν να εξαντληθούν. Η υψηλή τους διαθεσιμότητα άλλωστε ανά την υφήλιο τα καθιστά εύκολα στον εντοπισμό και χρήση. Από ενεργειακής πλευράς χρησιμοποιείται επίσης η ονομασία Εναλλακτικές Μορφές Ενέργειας, καθώς πρόκειται για εναλλακτικές λύσεις παραγωγής ενέργειας σε σχέση με τις συμβατικές μορφές.

1.2 Εκπομπές CO_2

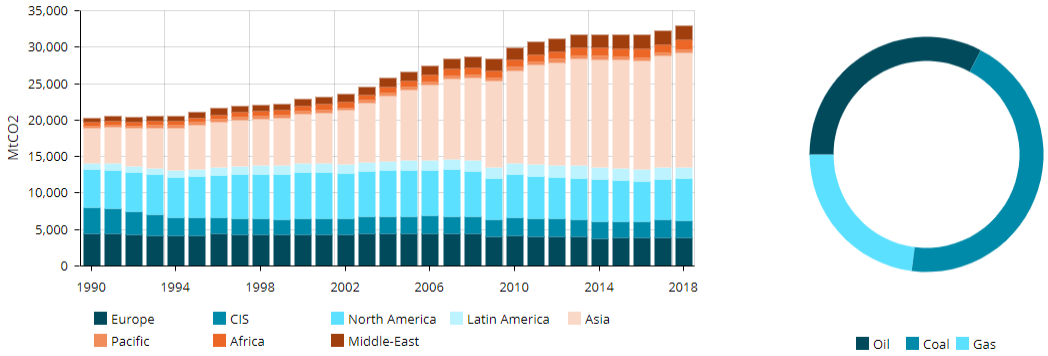
Ως βασικό δείκτη επιπτώσεων της παραγωγής ενέργειας στο περιβάλλον, εξετάζουμε τον όγκο εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Την πρωτοκαθεδρία στις εκπομπές παγκοσμίως εκτιμάται ότι την έχει η Κίνα με υπερδιπλάσιες εκπομπές από την αμέσως επόμενη χώρα, την Αμερική. Η Αμερική επίσης εμφανίζει υπερδιπλάσιες εκπομπές από την τρίτη χώρα σε σειρά, την Ινδία.

Ενώ οι εκπομπές παρατηρήθηκε ότι παρέμειναν σταθερές για μία περίπου πενταετία, φαίνεται ότι από το 2017 αυξάνονται σε ένα ποσοστό της ταξης του 1,5 με 2 % ανά έτος. Η στασιμότητα οφειλόταν κυρίως στην οικονομική κρίση που υπήρξε σε παγκόσμιο επίπεδο, η οποία επιρρέασε τις επενδύσεις Αξιοσημείωτη είναι η μείωση που παρατηρείται στην Ευρωπαϊκή Ένωση (-2.1%) λόγω της χρησιμοποίησης περισσότερων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην αγορά της Γερμανίας και των ήπιων θερμοκρασιών που εμφανίστηκαν το 2018 στη συγκεκριμένη ήπειρο. Αντίστοιχα στην

Ιαπωνία παρατηρείται μείωση των εκπομπών για πέμπτο συνεχές έτος λόγω των συστημάτων ηλιακής ενέργειας και των πυρηνικών εργοστασίων που διαθέτει η χώρα.



Εικόνα 1 Εκπομπές CO_2 ανά χώρα (2018)

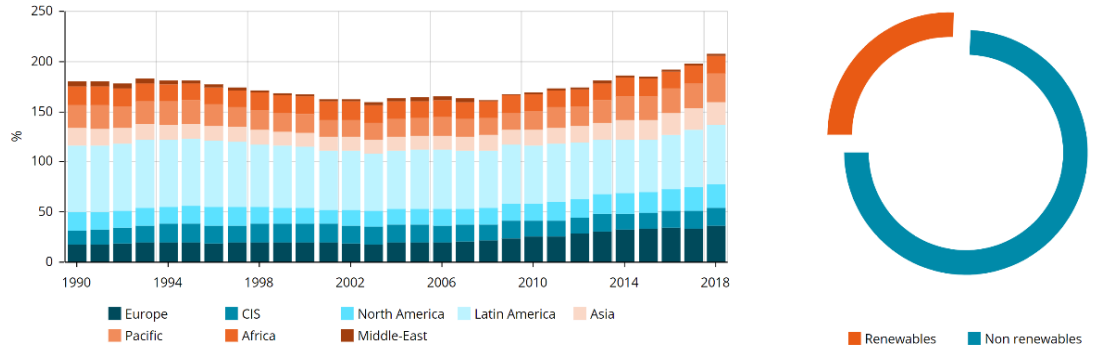


Εικόνα 2 Εκπομπές CO_2 ανά έτος, ανά γεωγραφική περιοχή και εκτιμώμενη πηγή εκπομπής παγκοσμίως (33% πετρέλαιο, 44% άνθρακας, 23% φυσικό αέριο) (2018)

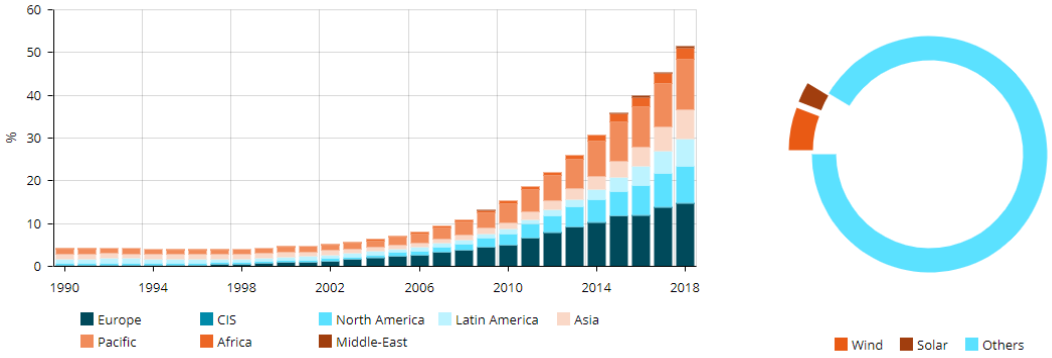
1.2.1 Η συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Το μερίδιο συμμετοχής των ΑΠΕ (συμπεριλαμβανομένης της υδροηλεκτρικής ενέργειας) στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως έφτασε το 26% για το 2018, ένα ποσοστό που αυξάνεται σταδιακά από το 2000. Σε αυτό έχουν συμβάλει πολιτικές χρήσης των ΑΠΕ που εφαρμόζουν πολλές χώρες, όπως στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Κίνα, την Ινδία, την Ιαπωνία και την Αυστραλία, καθώς και από η δραματική αύξηση των τεχνολογικών εξελίξεων στην ηλιακή και αιολική ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια.

Οι βασικές ΑΠΕ που εμφανίζονται ως σημαντικές στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι η ηλιακή ενέργεια με ποσοστό 3% και η αιολική με 6%.



Εικόνα 3 Ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ανά έτος, ανά γεωγραφική περιοχή (26% ΑΠΕ, 74% συμβατικές μορφές 2018)



Εικόνα 4 Ποσοστό συμμετοχής ανά τύπο ΑΠΕ, ανά ήπειρο, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (αιολική 6%, ηλιακή 3%) (2018)

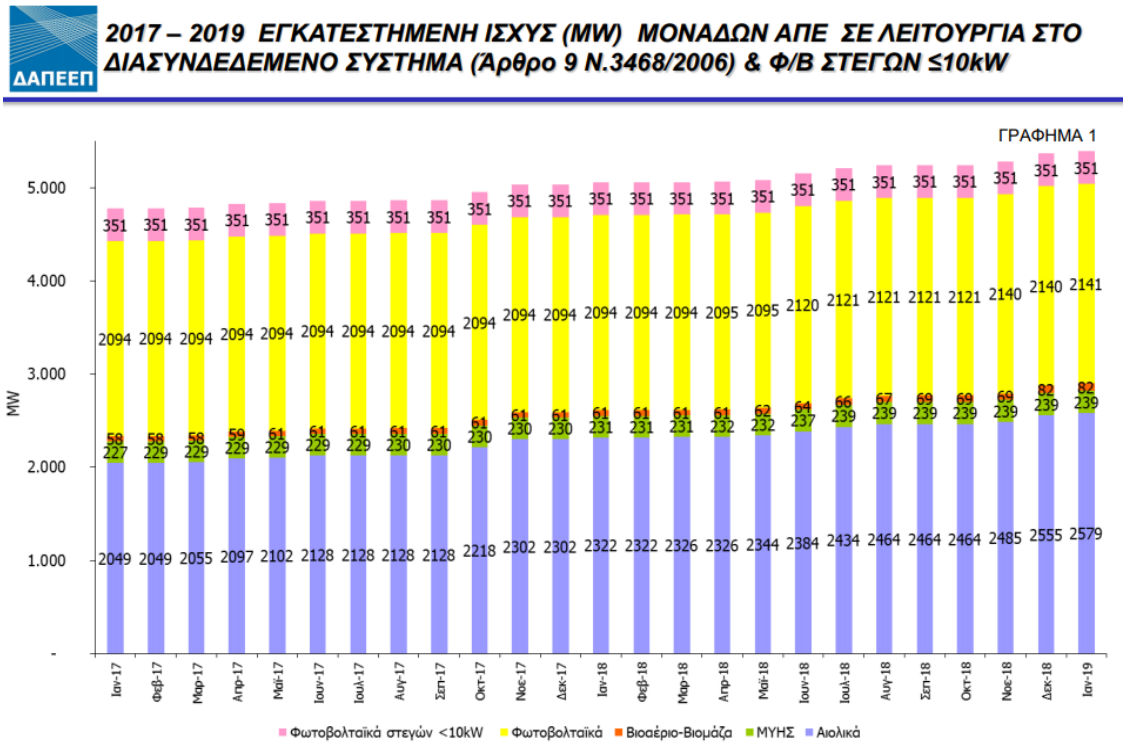
1.2.2 Υφιστάμενη κατάσταση εκπομπών CO_2 στην Ελλάδα

Σύμφωνα με την Έκθεση για την Παγκόσμια Κατάσταση στον τομέα των Ανανεώσιμων Πηγών του δικτύου REN21 (GSR) (2019) η Ελλάδα είναι μία από τις εννέα χώρες που παράγουν περισσότερο από 20% της ηλεκτρικής τους ενέργειας από ηλιακή και αιολική ενέργεια (στην προηγούμενη παράγραφο το 15-16% αφορά τη συνολική παραγωγή ενέργειας).

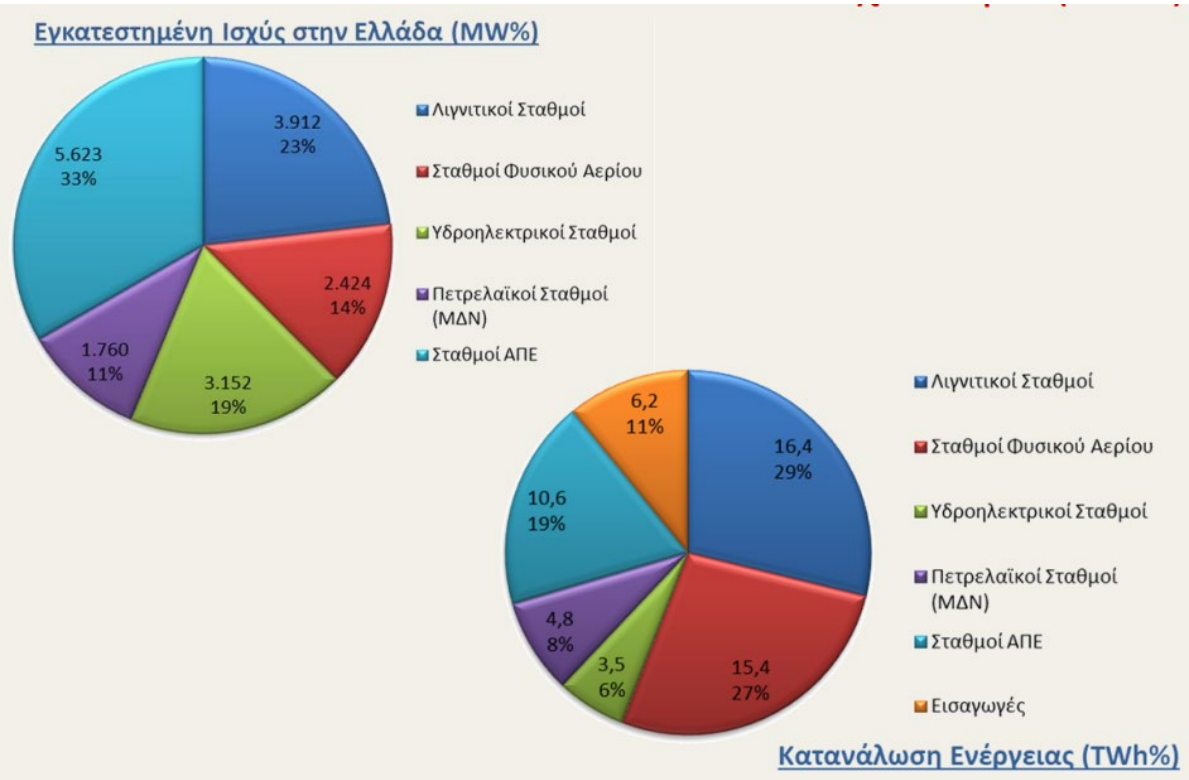
Όσον αφορά τις εκπομπές ρύπων, σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat του 2018 (με ημερομηνία δημοσίευσης 8 Μαΐου 2019), η Ελλάδα κατόρθωσε να μειώσει κατά 3,6% τις εκπομπές κατακτώντας την $7^{η}$ θέση για το συγκεκριμένο έτος σε σχέση με όλα τα

υπόλοιπα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι ρύποι CO2 που εκπέμπονται στην Ελλάδα, αποτελούν το 2,1% του συνόλου που εκπέμπεται στην ΕΕ, ενώ πάνω από τις μισές εκπομπές αφορούν στις 4 μεγαλύτερες χώρες (Γερμανία, Γαλλία, Βρετανία και Ιταλία).

Συνολικά παρατηρείται στη χώρα αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ για την περίοδο 2017-2019 (Εικόνα 5) ενώ το μερίδιο των συμβατικών μορφών βρίσκεται κάτω από το 50% (Εικόνα 6)



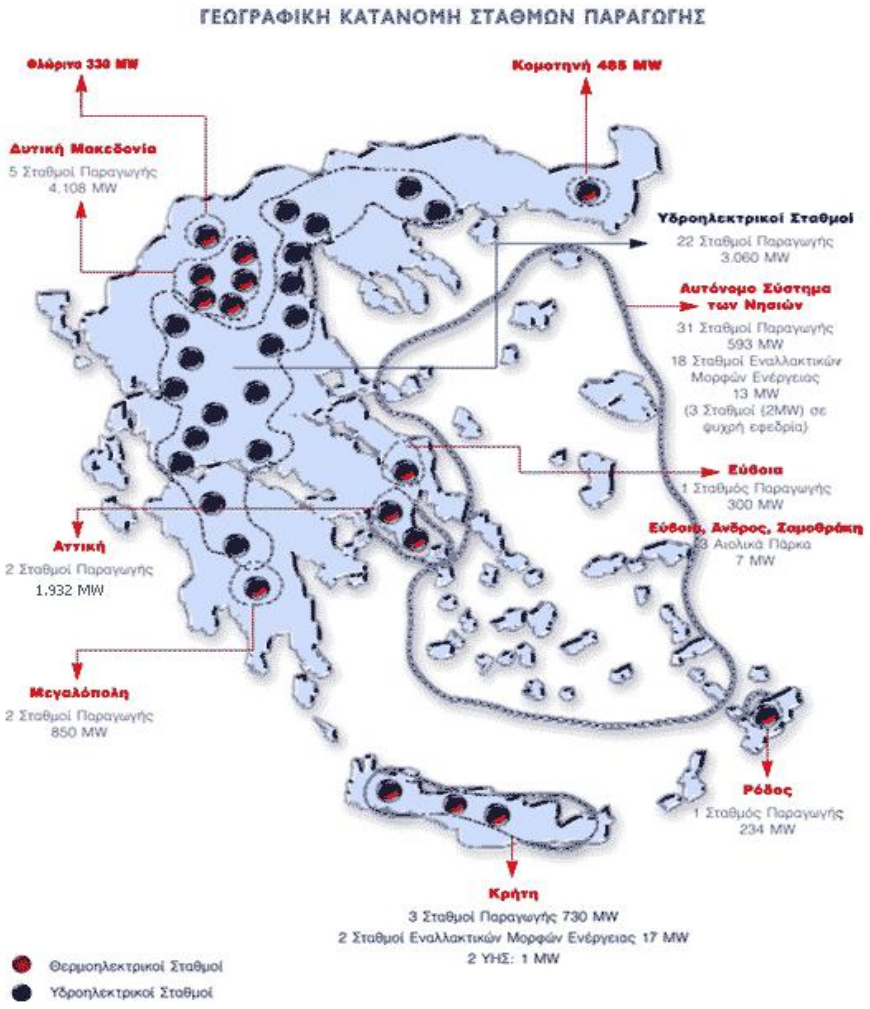
Εικόνα 5 Εγκατεστημένη ισχύς μονάδων ΑΠΕ στον Ελλαδικό χώρο (2017-2019)



Εικόνα 6 Εγκατεστημένη Ισχύς και Κατανάλωση Ενέργειας ανά τεχνολογία (2017)

2 Συμβατικές μορφές ενέργειας

Τα θερμικά εργοστάσια ή συμβατικοί σταθμοί μετατρέπουν τη θερμική ενέργεια - με ενδιάμεσο μέσο συνήθως το νερό - από την καύση των πρώτων υλών, σε μηχανική και τελικά σε ηλεκτρική, ενώ τα υδροηλεκτρικά εκμεταλλεύονται την κίνηση του νερού μέσω υδροστροβίλων για μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Στην πρώτη κατηγορία αναφερόμαστε σε ατμοηλεκτρικούς σταθμούς, λόγω της χρήσης ατμού ως ενδιάμεσο στάδιο κατά τη μετατροπή της μηχανικής ενέργειας και σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς για τη δεύτερη κατηγορία. Θερμικοί σταθμοί είναι τόσο οι ατμοηλεκτρικοί που αφορούν κυρίως την καύση λιγνίτη στην Ελλάδα, καθώς και οι πυρηνικοί που χρησιμοποιούν ως καύσιμο το ουράνιο.



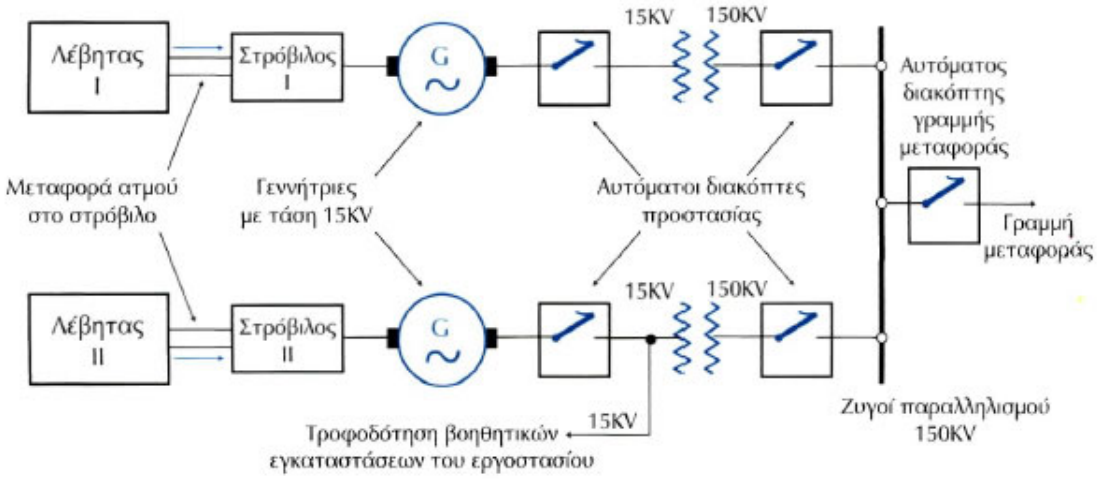
Εικόνα 7 Σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΗ)

2.1 Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί

Οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής χρησιμοποιούνται ως σταθμοί βάσης για το δίκτυο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Παράγουν ή είναι σε θέση να παράξουν δηλαδή στρατηγικά το μεγαλύτερο μέρος της ισχύος που πρόκειται να ζητηθεί από το δίκτυο. Στη χώρα μας οι σταθμοί αυτοί αφορούν κυρίως λιγνιτικές μονάδες αφού η χρήση του πετρελαίου σταδιακά έχει εγκαταλειφθεί τόσο λόγω υψηλού κόστους αλλά κυρίως λόγω της σταδιακής διασύνδεσης των νησιών της χώρας στο δίκτυο κορμού της κεντρικής Ελλάδας (Πολυζάκης, 2017).

2.1.1 Μηχανολογικό μέρος

Το μηχανολογικό τους μέρος 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 ατμοστρόβιλο, 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. Στην Εικόνα 8, φαίνεται όλη η διαδικασία μετατροπής της χημικής ενέργειας από την καύση σε ηλεκτρική.



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

Η κάθε ατμοηλεκτρική μονάδα εμφανίζει υψηλές καταναλώσεις για τις ανάγκες λειτουργίας της που πλησιάζει συνήθως το 10% της παραγόμενης ενέργειας (κίνηση αντλιών, κινητήρων, φωτισμός κ.λπ.) (Κάλφας, 1997).

2.1.2 Εγκατάσταση σταθμού

Μεταξύ των περιορισμών για τη δημιουργία ενός ατμοηλεκτρικού σταθμού είναι η επιλογή του σωστού σημείου εγκατάστασης, ώστε να υπάρχει δυνατότητα επέκτασης σε περίπτωση μεγαλύτερης ζήτησης ηλεκτρικού ρεύματος στο μέλλον, να μην υπάρχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και να περιορίζεται το κόστος μεταφοράς του υλικού που χρησιμοποιείται ως καύσιμο. Παράλληλα πρέπει να προβλεφθεί η επαρκής παροχή του σταθμού με νερό λόγω των μεγάλων ποσοτήτων που χρειάζονται για την ψύξη των εγκαταστάσεων (συμπύκνωση ατμού). Αυτό το τελευταίο στοιχείο αποτελεί και πρόβλημα κατά την υπερθέρμανση των υδάτων που απορρίπτονται τελικά πάλι στη πηγή νερού (λίμνη ή θάλασσα) με αποτέλεσμα να διαταράσσεται η οικολογία των φυσικών υδάτων. Για τον περιορισμό αυτού του φαινομένου συνήθως γίνεται εγκατάσταση πύργου ψύξης με επακόλουθο όμως την αύξηση το κόστους των εγκαταστάσεων και τη μείωση της απόδοσης του σταθμού.

2.1.3 Μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ)

Για την κάλυψη μικρών σχετικά αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται αυτόνομοι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ ή μηχανές diesel). Οι συγκεκριμένοι σταθμοί είναι μικρής ισχύος και εγκαθίστανται όπου η εγκατάσταση ατμοστροβίλων θα ήταν οικονομικά ασύμφορη.

Οι σταθμοί ΜΕΚ μπορούν να τεθούν σε λειτουργία εύκολα και φορτίζονται αμέσως, ενώ η εγκατάστασή τους είναι απλή απαιτώντας περιορισμένο χώρο. Ο βαθμός απόδοσής τους είναι υψηλός για μικρή και μέση ισχύ και το προσωπικό που χρειάζεται για τη λειτουργία τους είναι μικρό. Τα βασικά τους προβλήματα από την άλλη είναι ότι παρουσιάζουν συχνά βλάβες οι οποίες περιορίζονται με συχνή συντήρηση και εξειδικευμένο προσωπικό.

Ο βαθμός απόδοσής τους είναι ικανοποιητικός όταν λειτουργούν στα 75-80% της ονομαστικής τους ισχύος, ενώ για λειτουργία κάτω του 50% πέφτει σημαντικά. Η λειτουργία τους βασίζεται στην καύση μίγματος καυσίμου και αέρα το οποίο συμπιέζεται με τη χρήση 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 οι ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες που βασίζονται σε αυτόν τον τύπο των μηχανών εντάσσονται στην κατηγορία των θερμοηλεκτρικών μαζί με τους ατμοηλεκτρικούς.

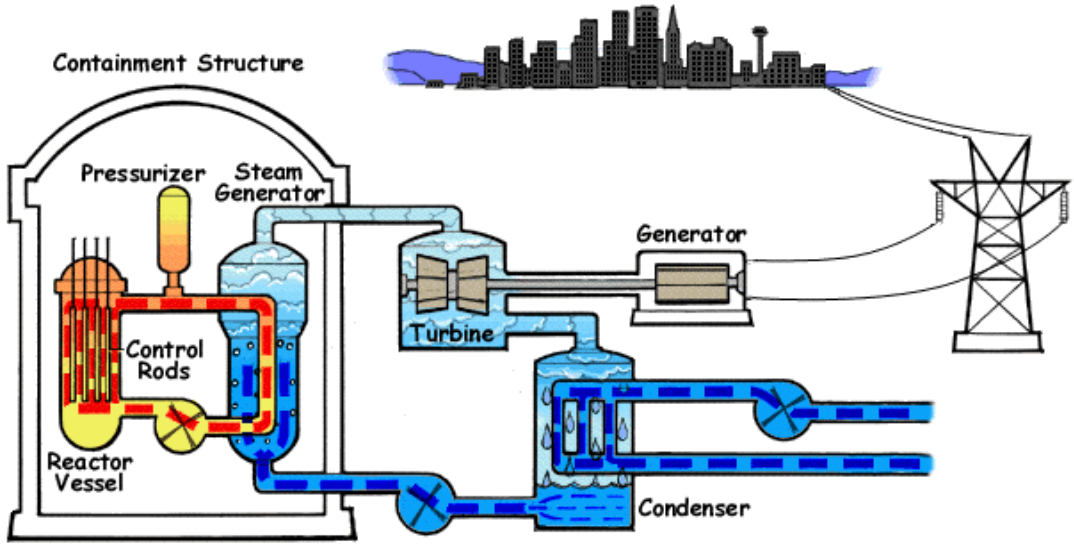
Η παραγόμενη τάση από τη λειτουργία τέτοιων σταθμών είναι χαμηλή, τριφασική, με ουδέτερο, 220/380V, 50Hz. Οι γεννήτριες παραγωγής του ρεύματος είναι σύγχρονες και το ρεύμα της διέγερσής τους είναι συνεχές. Επειδή το ρεύμα που παράγεται είναι χαμηλής τάσης, δεν απαιτούνται μετασχηματιστές ούτε μεγάλοι 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. Πρέπει όμως να ελέγχεται η λειτουργία της μηχανής, δηλαδή να ελέγχεται η θερμοκρασία του λαδιού λίπανσης, η πίεση λαδιού, το νερό ψύξης κ.λπ. Η μονάδα χρειάζεται επίσης συχνά συντήρηση με πρόβλεψη σημαντικού αριθμού εφεδρικών μηχανών που τίθενται σε λειτουργία σε περίπτωση βλάβης.

2.2 Πυρηνικοί Σταθμοί

Οι πυρηνικοί σταθμοί, χρησιμοποιούν ως καύσιμο το ουράνιο, με γενικότερη αρχή τη σχάση του ατόμου. Η μεγάλη αυτή ποσότητα ενέργειας φαντάζει περισσότερο από ικανοποιητική για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών παγκοσμίως, αντίθετα όμως οι επενδύσεις σε πυρηνικούς σταθμούς έχουν περιοριστεί σημαντικά μετά τα ατυχήματα που έχουν σημειωθεί, ειδικότερα το πιο πρόσφατο σε σταθμό της Ιαπωνίας (Φουκουσίμα, 11 Μαρτίου 2011). Παρά τα μέτρα ασφαλείας που ακολουθούνται και τα ειδικά συστήματα παρακολούθησης των διαδικασιών παραγωγής οι κίνδυνοι είναι εξαιρετικά μεγάλοι σε περίπτωση ατυχήματος με επιπτώσεις που θα συναντώνται σε παγκόσμια κλίμακα για αρκετές εκατοντάδες χρόνια (λόγω της περιόδου ημιζωής των ραδιενεργών παραγώγων της σχάσης).

Κατά τη λειτουργία του σταθμού, 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 (Εικόνα 9).



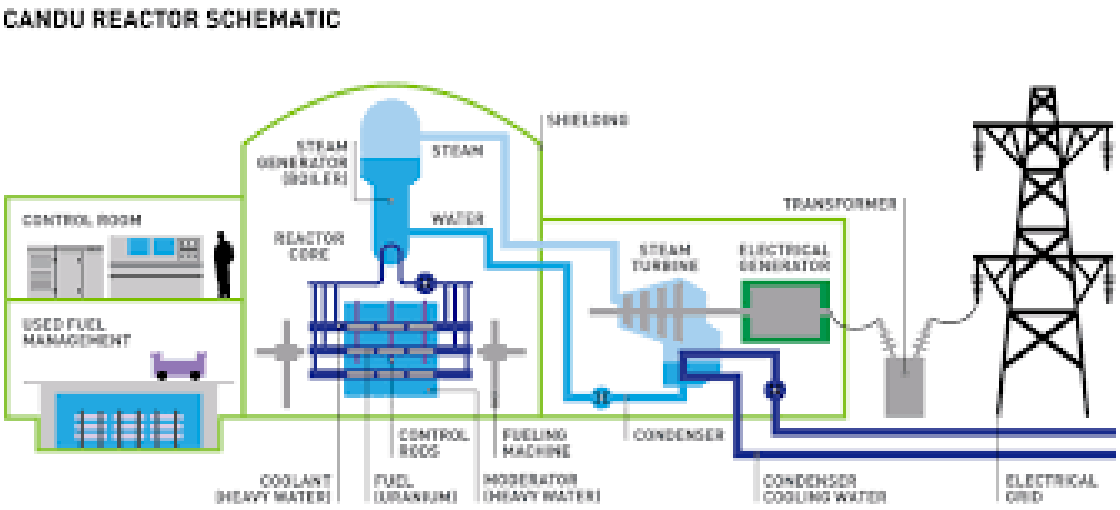
Εικόνα 9 Απλοποιημένο διάγραμμα δικτύου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πυρηνικού σταθμού

2.2.1 Αντιδραστήρες ύδατος

Στους αντιδραστήρες στους οποίους χρησιμοποιείται ως μέσο ψύξης το νερό - αντιδραστήρες ύδατος - το νερό 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^{o}C.

Σε 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^{o}Cγια την τροφοδοσία του στροβίλου.

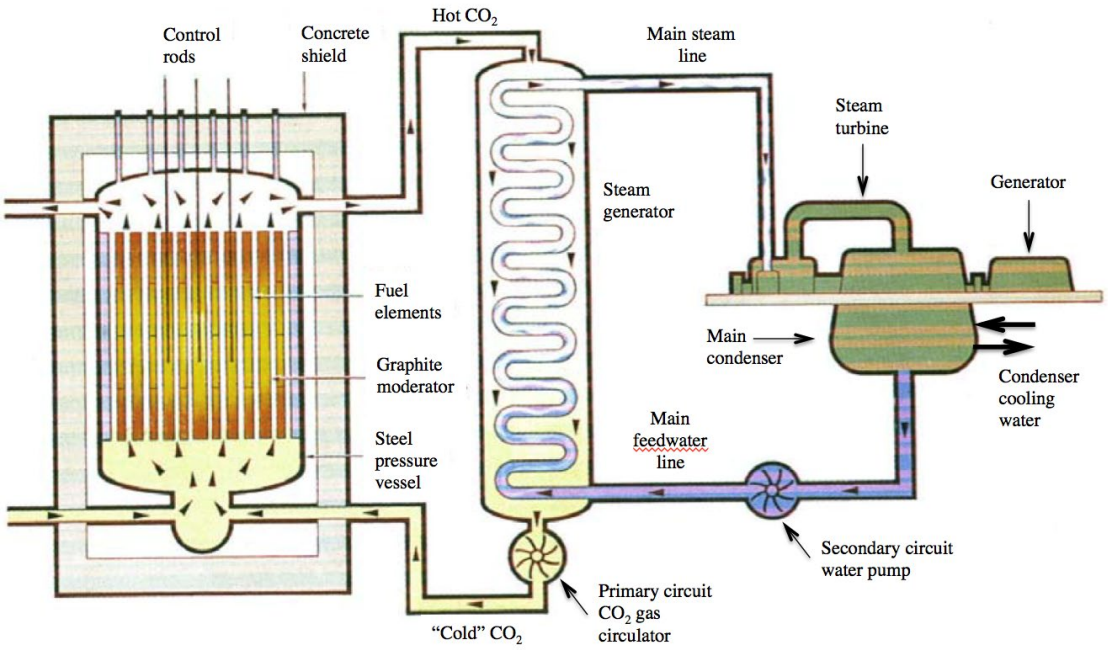
Σε αυτή την κατηγορία αντιδραστήρων συναντούμε δύο επιμέρους τεχνολογίες, αυτή της χρήσης βαρέως ύδατος (D_2O) σαν ψυκτικό και επιβραδυντή νετρονίων (αντιδραστήρας πεπεισμένου βαρέως ύδατος – PHWR ή Heavy Water Reactor, τύποι CANDU και SGHWR) και απλού νερού σε υψηλή πίεση (αντιδραστήρας πεπιεσμένου νερού – PWR ή Light Water Reactor).



Εικόνα 10 Αντιδραστήρας CANDU – τύπος PHWR

2.2.2 Αεριόψυκτος αντιδραστήρας

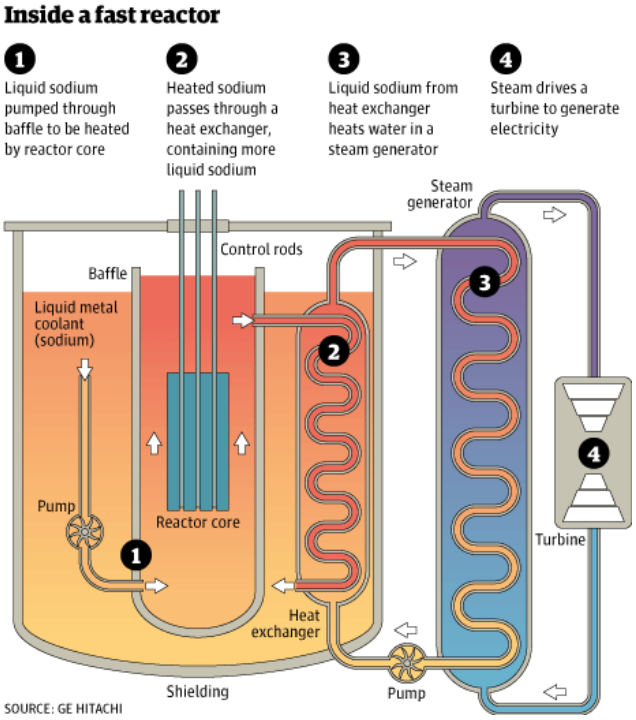
Αντί του βαρέως νερού ή του νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί το αέριο ήλιο ή το διοξείδιο του άνθρακα ως μέσο ψύξης στα 5 MPa. Αντιδραστήρες αυτού του τύπου συναντώνται στις ΗΠΑ ή στη Μεγάλη Βρετάνια αλλά και σε κάποιες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (πχ MAGNOX, oAGR) (Παπαδιάς, 1985).



Εικόνα 11 Αεριόψυκτος Αντιδραστήρας (MAGNOX)

2.2.3 Αναπαραγωγικοί αντιδραστήρες

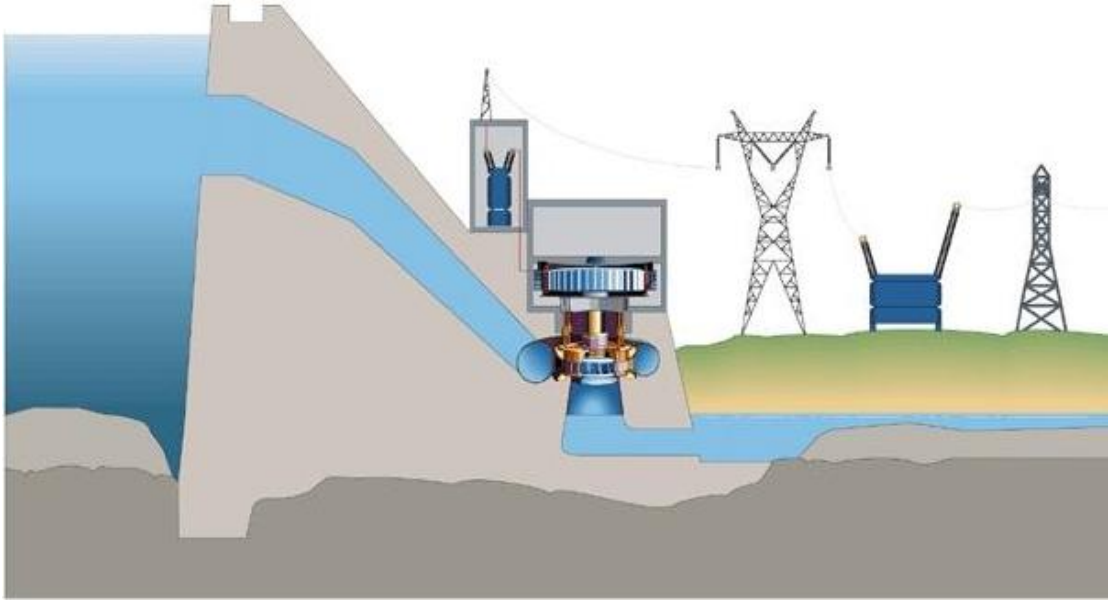
Οι αντιδραστήρες αυτής της κατηγορίας ονομάζονται και αντιδραστήρες ταχέων νετρονίων (FBR, Fast Breeder Reactor). Βασίζονται σε διαδικασία κατά την οποία το αρχικό καύσιμο (πλουτώνιο ή ουράνιο) βομβαρδίζεται με νετρόνια με αποτέλεσμα τη δημιουργία πλουτωνίου. Αναπαράγεται δηλαδή καύσιμο πλουτωνίου από ουράνιο.



Εικόνα 12 Αναπαραγωγικός αντιδραστήρας

2.3 Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (μεγάλα υδροηλεκτρικά)

Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί (ΥΗΣ) βασίζονται στην εκμετάλλευση της υδροενέργειας. Ανάλογα με τις ανάγκες ισχύος ή τον τόπο εγκατάστασης ενός υδροηλεκτρικού σταθμού μπορεί να χρησιμοποιείται φράγμα ή όχι. Οι τρεις τύποι εγκαταστάσεων που υπάρχουν είναι με συγκράτηση, με εκτροπή και με άντληση.



Εικόνα 13 Σχηματικό διάγραμμα τυπικού υδροηλεκτρικού εργοστασίου

2.3.1 Τύποι σταθμών υδροηλεκτρικής ενέργειας

2.3.1.1 Συγκράτησης νερού

Η τεχνική της συγκράτησης, ή αλλιώς της εγκατάστασης κατακράτησης, βασίζεται στη χρήση φράγματος, όπου αποθηκεύεται το νερό (ταμιευτήρας). Το νερό οδηγείται από τον ταμιευτήρα σταδιακά με ελεγχόμενη ροή προς το στρόβιλο, ώστε να κινηθεί η γεννήτρια και να παραχθεί το ηλεκτρικό ρεύμα (Εικόνα 13). Σε περιπτώσεις κάλυψης άλλων αναγκών της περιοχής εγκατάστασης (π.χ. πότισμα καλλιεργειών) η ροή του νερού μπορεί να υπάρξει χωρίς να περνά από το στρόβιλο.

2.3.1.2 Εκτροπής νερού

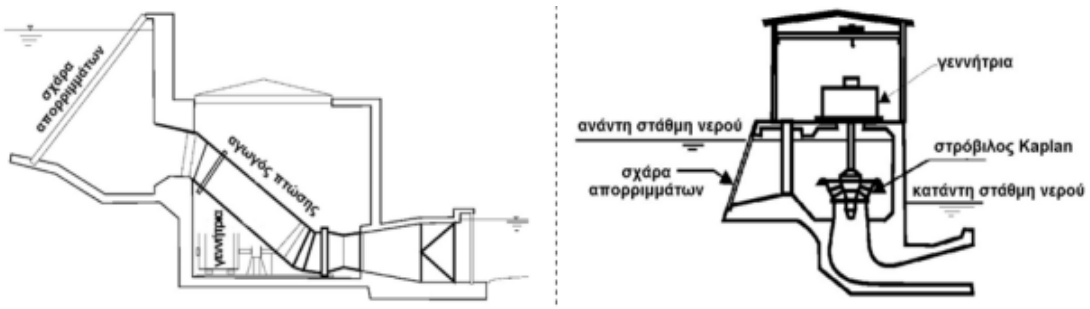
Η τεχνική της ανακατεύθυνσης τμήματος ενός ποταμού αφορά την εκτροπή του νερού (run-of-river) με χρήση καναλιού ή στύλου, χωρίς να χρησιμοποιείται απαραίτητα φράγμα.

2.3.1.3 Αντλίας αποθήκευσης

Οι σταθμοί αποθήκευσης νερού με άντληση σε αντίθεση με τους συμβατικούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς αποθήκευσης, επαναχρησιμοποιούν το νερό, ενώ διαθέτουν σύστημα δύο ταμιευτήρων. Ο δεύτερος ταμιευτήρας βρίσκεται χαμηλότερα και χρησιμοποιείται για να αποθηκεύεται προσωρινά το νερό έως ότου το δίκτυο παρουσιάσει πλεόνασμα ενέργειας. Το πλεόνασμα χρησιμοποιείται για να δουλέψουν οι στρόβιλοι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ως αντλίες και να μεταφέρουν αυτό το νερό πάλι στον αρχικό ταμιευτήρα που βρίσκεται ψηλότερα. Με αυτό τον τρόπο το ίδιο νερό χρησιμοποιείται πολλαπλές φορές για την παραγωγή ενέργειας.

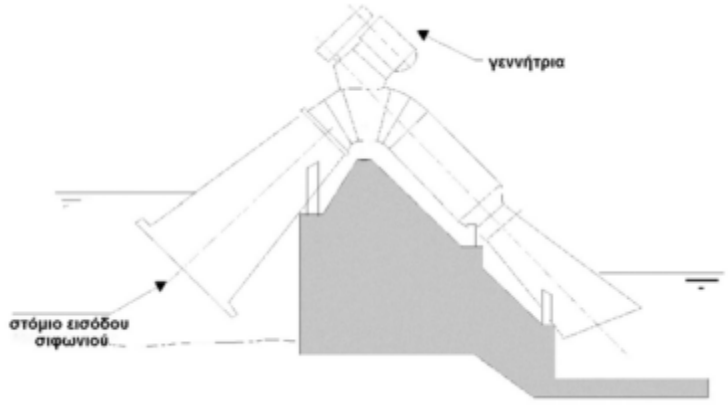
2.3.2 Χωροθέτηση ενός υδροηλεκτρικού σταθμού

Το αρχικό στάδιο μελέτης για την εξεύρεση του κατάλληλου σημείου εγκατάστασης ενός υδροηλεκτρικού σταθμού συμπεριλαμβάνει την ανάλυση των αρχείων βροχόπτωσης και της ροής του ρεύματος στη συγκεκριμένη περιοχή και λεκάνη απορροής για όσο το δυνατό μεγαλύτερη χρονική περίοδο. Σε αυτό το στάδιο υπολογίζονται το δυναμικό παραγωγής, γίνεται εκτίμηση της παραγόμενης ισχύος, αναγνώριση των απαιτούμενων εργασιών στο χώρο, προσδιορισμός των κρίσιμων ζητημάτων (περιβαλλοντικοί και κοινωνικοί περιορισμοί) και μια προκαταρκτική μελέτη της οικονομικής βιωσιμότητας.



Εικόνα 14 Διατάξεις υδροηλεκτρικού σταθμού χαμηλού ύψους πτώσης

Η μελέτη θα αποκαλύψει την απαραίτητη για τη λειτουργία του σταθμού υψομετρική διαφορά που μπορεί να υπάρξει για τη ροή του νερού (κλίση ποταμού). Έτσι εντοπίζεται το κατάλληλο σημείο του ποταμού που θα αξιοποιηθεί, ώστε να εκτραπεί το νερό και να επιστρέψει πάλι στην κανονική του ροή. Το νερό μπορεί να μεταφερθεί από την υδροληψία απευθείας στο στρόβιλο μέσω ενός σωλήνα κατάθλιψης ή σωλήνα υποπίεσης. Σε περιπτώσεις διατάξεων χαμηλού ύψους πτώσης χρησιμοποιείται ένας υδροφράκτης εκτροπής ή διάταξη φράγματος με ενσωματωμένο στόμιο εισόδου και σταθμό ισχύος (Εικόνα 14).



Εικόνα 15 Μονάδα ηλεκτροπαραγωγής σε υπάρχον συμβατικό φράγμα

Στην περίπτωση που υπάρχει ήδη κάποιο φράγμα που καλύπτει άλλες ανάγκες εκτός της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί να γίνει επιπλέον εγκατάσταση σταθμού ηλεκτροπαραγωγής. Στην Εικόνα 15 παρουσιάζεται η επιπρόσθετη εγκατάσταση. Πρόκειται για μία κατασκευή που αποτελείται από ένα σιφώνι εισόδου, τη γεννήτρια και το υπόλοιπο του αγωγού που ελευθερώνει πάλι το νερό στο ποτάμι ή ταμιευτήρα. Αν η κλίση το ύψος του φράγματος είναι μικρό μπορεί να ακολουθηθεί η διάταξη που φαίνεται στην Εικόνα 14.

2.3.3 Η δομή ενός φράγματος

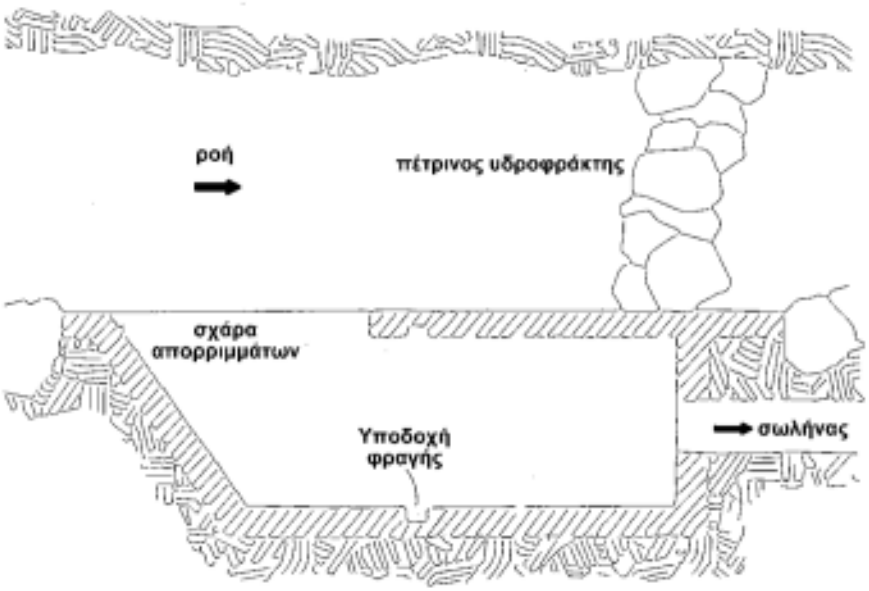
Τα φράγματα συναντώνται πολύ συχνά και είναι απαραίτητα σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς μεγάλης κλίμακας. Σκοπός τους είναι η αποθήκευση του νερού και η δημιουργία του απαιτούμενου ύψους πτώσης. Λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής τους δε χρησιμοποιούνται σε έργα μικρής κλίμακας (Τσόγκα, 1982).

Τα κύρια μέρη ενός φράγματος είναι τα στόμια εισόδου, τα κανάλια, οι αγωγοί πτώσης και τα αυλάκια απαγωγής.

2.3.3.1 Στόμια εισόδου

Το στόμιο εισόδου λειτουργεί ως μέσο κατεύθυνσης του νερού στον αγωγό πτώσης ή το κανάλι προσαγωγής, προσφέροντας ελεγχόμενη ποιότητα και ποσότητα ροής. Η σχεδίαση του, βασιζόμενη σε γεωλογικές, υδραυλικές, δομικές και οικονομικές μελέτες, απαιτεί ειδική προσοχή για να αποφευχθεί η περιττή συντήρηση κατά τη λειτουργία του φράγματος και λειτουργικά θέματα που δεν μπορούν να διορθωθούν εύκολα κατά τη διάρκεια ζωής του έργου.

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 σημαντικών διαστημάτων διακοπής της λειτουργίας και δαπανηρής συντήρησης. Η κεντρική γραμμή της εισόδου του στομίου θεωρείται σωστό να κείται παράλληλα ή υπό μικρή γωνία ως προς τον άξονα του υπερχειλιστή, ώστε να απομακρύνονται αυτόματα τα απορρίμματα (φερτές ύλες, ιζήματα) μέσω των συχνών πλημμυρίδων που δημιουργούνται (Εικόνα 16).



Εικόνα 16 Βέλτιστος προσανατολισμός της εισόδου της υδροληψίας

2.3.3.2 Κανάλια

Τα κανάλια χρησιμοποιούνται για να μεταφέρεται το νερό από τα στόμια εισόδου προς τους στροβίλους. Μέσω της κατάλληλης κλίσης, διατομής και τραχύτητας του καναλιού επιτυγχάνεται η επιθυμητή ροή του νερού ώστε να αποτρέπεται η ιζηματαπόθεση και η ανάπτυξη υδρόβιων φυτών (μικρή ροή). Μεγάλη ροή βέβαια του νερού οδηγεί σε διάβρωση, ειδικά στα μη επενδεδυμένα κανάλια.

Μέρος του καναλιού αποτελεί και η περιοχή υδροληψίας που βρίσκεται αμέσως πριν από την είσοδο του αγωγού πτώσης. Η συγκεκριμένη περιοχή χρησιμοποιείται για την επαρκή παροχή νερού κατά την εκκίνηση του στροβίλου, ενώ πιο σπάνια για αποταμίευση νερού. Άλλα μέρη του καναλιού μπορεί να είναι ένας υπερχειλιστής, ένα στόμιο αποστράγγισης, μια σχάρα απορριμμάτων και ένας εξαεριστήρας.

2.3.3.3 Αγωγοί πτώσης

Οι αγωγοί πτώσης βοηθούν στην μεταφορά του νερού από τη περιοχή υδροληψίας στο στρόβιλο. Ένας αγωγός πτώσης χαρακτηρίζεται από τα υλικά, τη διάμετρο του, το πάχος του τοιχώματος και τον τύπο των αρμών. Η διάμετρος επηρεάζει τις απώλειες τριβής, τα υλικά συντελούν στο βάρος, το σύστημα των αρμών και το κόστος ενώ το πάχος του τοιχώματος πρέπει να αντέχει τη μέγιστη υδραυλική πίεση όχλησης και τη μεταβατική πίεση κυματισμού που εμφανίζεται κατά την ταχεία αύξηση ή μείωση της παροχής.

2.3.3.4 Αυλάκια απαγωγής

Τα αυλάκια απαγωγής επιτρέπουν την επιστροφή του νερού στον ποταμό. Πρόκειται για ένα μικρό κανάλι που σχεδιάζεται με ειδικό τρόπο ώστε να μην υποσκάπτεται ο σταθμός από τους στροβίλους ώσης που δημιουργούνται από τις υψηλές ταχύτητες εξόδου του νερού. Σύμφωνα με τη σχεδίαση του εξασφαλίζεται επίσης ότι το νερό δεν θα ανέλθει κατά τη λειτουργία σε επίπεδο που να παρεμποδίσει τον δρομέα του στροβίλου.

2.3.4 Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός

Τα μέρη αυτής της κατηγορίας εξοπλισμού είναι ο υδροστρόβιλος και το κιβώτιο ταχυτήτων.

2.3.4.1 Υδροστρόβιλοι

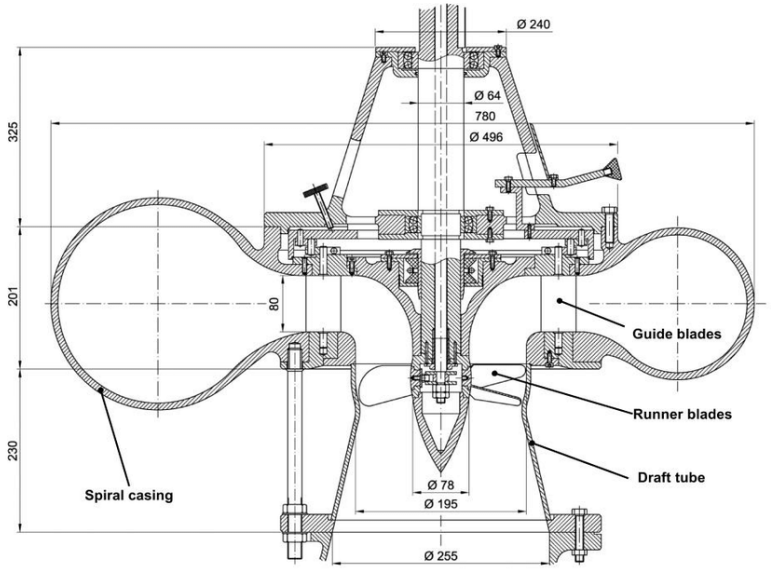
Στόχος της εγκατάστασης του σταθμού είναι η ροή του νερού να φτάσει στον υδροστρόβιλο ώστε να μετατραπεί η δυναμική ενέργεια σε μηχανική. Οι δύο βασικοί τύποι στροβίλων που συναντώνται σε εγκαταστάσεις είναι οι στρόβιλοι «ώσης» και «αντίδρασης».

- Ο «στρόβιλος ώσης» ακολουθεί την τεχνική μετατροπής της δυναμικής ενέργειας του νερού σε κινητική ενέργεια μέσω μίας 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.

Σε επίπεδο τεχνικής λειτουργίας οι στρόβιλοι μπορούν να διακριθούν σε τρεις διαφορετικούς τύπους, τύπου Kaplan και έλικας, τύπου Francis και τύπου Pelton/άλλοι στρόβιλοι ώσης

2.3.4.1.1 Στρόβιλοι τύπου Kaplan

Οι στρόβιλοι τύπου Kaplan και έλικας χρησιμοποιούνται για μικρά ύψη (έως 16cm) πτώσης και βασίζονται στη χρήση άξονα που περιστρέφεται από τη ροή του νερού. Διαθέτει ρυθμιζόμενα πτερύγια δρομέα και συνήθως ρυθμιζόμενα οδηγά πτερύγια (Εικόνα 17). Αν ο στρόβιλος διαθέτει ταυτόχρονα ρυθμιζόμενα πτερύγια δρομέα και οδηγά πτερύγια, τότε περιγράφεται ως «διπλής ρύθμισης», ενώ εάν τα οδηγά πτερύγια είναι σταθερά λέγεται «απλής ρύθμισης».

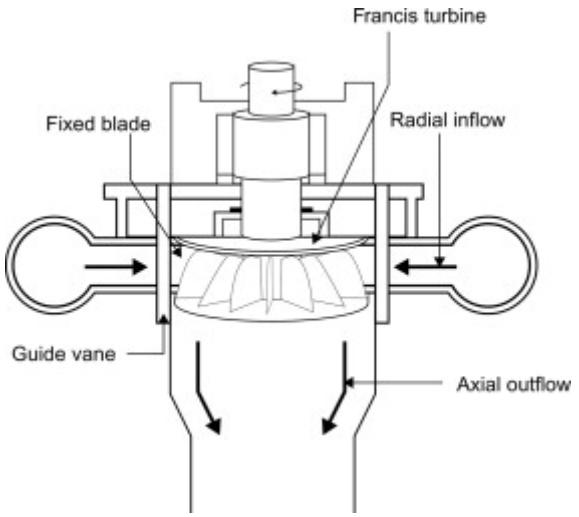


Εικόνα 17 Στρόβιλος τύπου Kaplan (οδηγά πτερύγια – guide vane, δρομέας – runner)

Το σπειροδειδές περίβλημα του στροβίλου στη συμβατική έκδοση είναι από χάλυβα ή σιδηροπαγές σκυρόδεμα και αν ο δρομέας του διαθέτει σταθερά πτερύγια αποκαλείται τύπου έλικας. Οι στρόβιλοι έλικας μπορούν να έχουν κινητά ή σταθερά οδηγά πτερύγια. Οι μη ρυθμιζόμενοι στρόβιλοι τύπου έλικας χρησιμοποιούνται μόνο όταν τόσο η παροχή όσο και το ύψος πτώσης παραμένουν πρακτικώς σταθερά. Η ροή εισάγεται ακτινικά προς το εσωτερικό και εκτελεί μια στροφή ορθής γωνίας προτου εισέλθει στον δρομέα με αξονική κατευθυνση.

2.3.4.1.2 Στρόβιλοι τύπου Francis

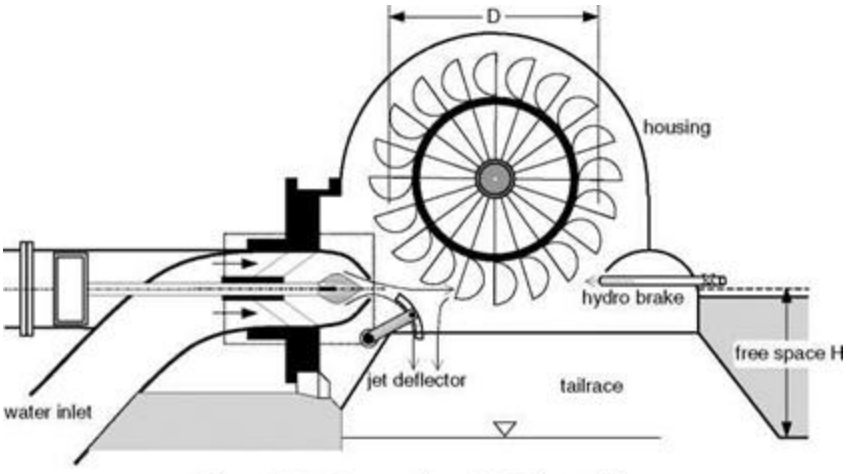
Οι στρόβιλοι τύπου Francis χρησιμοποιούνται για μεσαία ύψη πτώσης και είναι στρόβιλοι αντίδρασης ακτινικής ροής με σταθερά πτερύγια δρομέα και ρυθμιζόμενα οδηγά πτερύγια. Το σπειροδειδές περίβλημά του είναι συνήθως από χυτοσίδηρο ή για τη διανομή του νερού γύρω από ολόκληρη την περίμετρο του δρομέα και αρκετές σειρές πτερυγίων που καθοδηγούν και ρυθμίζουν την ροή του νερού (Εικόνα 18). Ο δρομέας αποτελείται από κάδους που διαμορφώνονται από σύνθετες καμπύλες.



Εικόνα 18 Στρόβιλος τύπου Francis

2.3.4.1.3 Στρόβιλοι τύπου Pelton

Οι στρόβιλοι Pelton χρησιμοποιούνται για μεσαία και μεγάλα ύψη πτώσης. 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 (Εικόνα 19).



Εικόνα 19 Κατακόρυφος στρόβιλος τύπου Pelton

2.3.4.2 Κιβώτια ταχυτήτων

Τα κιβώτια ταχυτήτων ή πολλαπλασιαστές ταχύτητας μπορεί να είναι τύπου παράλληλου άξονα, επικυκλικά, ορθής γωνίας με κωνικά γρανάζια ή μετάδοση κίνησης με ιμάντα. Η απλούστερη και οικονομά συμφέρουσα εγκατάσταση είναι οι ιμάντες επίπεδου τύπου ή V. Το χαρακτηριστικό όλων των διαθέσιμων τύπων είναι ότι

χρειάζονται συχνή συντήρηση, είναι αρκετά θορυβώδη κατά τη λειτουργία και απορροφούν περίπου το 2% της παραγόμενης ισχύος λόγω απωλειών τριβής.

3 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούμε στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας που βασίζονται στον άνεμο (αιολική ενέργεια), τον ήλιο (ηλιακή ενέργεια), τη βιομάζα (βιοενέργεια), τη γεωθερμία (γεωθερμική ενέργεια) και την κυκλοφορία του νερού (θαλάσσια ενέργεια και η δυναμική ενέργεια του νερού).

3.1 Αιολική ενέργεια

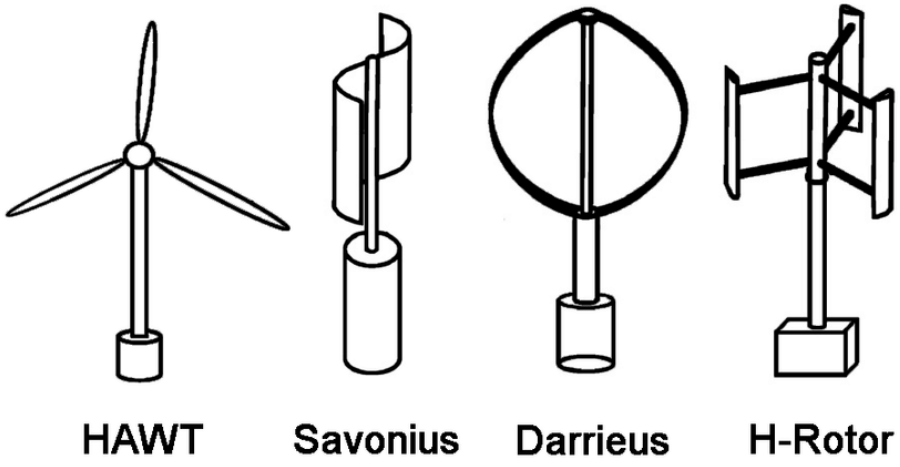
Στην ατμόσφαιρα της γης δημιουργείται κίνηση των αέριων μαζών που εντοπίζονται σε αυτή κυρίως λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ διαφορετικών σημείων. Η κίνηση του αέρα μπορεί να είναι πλευρική, προς κάποια κατεύθυνση οριζόντια δηλαδή, ή κάθετη, ανοδική ή καθοδική. Η διαφορά της θερμοκρασίας σε σημεία της ατμόσφαιρας οφείλεται στην ανομοιογένεια της, τη μορφολογία του εδάφους και την ενέργεια που μεταφέρεται σε αυτή από τον ήλιο. Αυτές οι διαφορές οδηγούν ουσιαστικά σε διαφορετική ατμοσφαιρική πίεση σε αυτά τα σημεία, οπότε οι αέριες μάζες κινούνται προσπαθώντας συνεχώς να αποκαταστήσουν ισορροπία πίεσης, χωρίς αυτό να είναι βέβαια δυνατό λόγω των νέων αλλαγών θερμοκρασίας που δημιουργούνται. Την ενέργεια αυτή εκμεταλλευόμαστε με τη χρήση ανεμογεννητριών.

3.1.1 Ανεμογεννήτριες (Α/Τ)

Οι μηχανές που μετατρέπουν την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Διακρίνονται τόσο για τα ειδικά τεχνικά χαρακτηριστικά (κατεύθυνση του άξονα περιστροφής και ο αριθμός των πτερυγίων που διαθέτουν) αλλά και από την ισχύ τους. Οι κατηγορίες ισχύος που υπάρχουν είναι, μικρής ισχύος (μέχρι 20KW), μέσης ισχύος (20-250KW), μεγάλης ισχύος (πάνω από 250KW). Κάθε κατηγορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαφορετικό σκοπό, όπως για εξοικονόμηση καυσίμου – δηλαδή σε περιοχές που υπάρχει μεγάλο κόστος παραγόμενης ισχύος από άλλες πηγές, ως σταθμός βάσης – η εγκατεστημένη ισχύς της συμβατικής μονάδας μειώνεται αναλογικά με την ισχύ της ανεμογεννήτριας, ή για αντλητικό σταθμό – χρησιμοποιείται δηλαδή για αποθήκευση ενέργειας με χρήση νερού/αντλίας. Ο βασικός τύπος ανεμογεννήτριας που εντοπίζεται σε δίκτυα μέσης ισχύος είναι αυτός της μέσης ισχύος.

Τα πτερύγια είναι αυτά που δέχονται την πίεση του ανέμου και την μετατρέπουν σε περιστροφική. Ανάλογα με τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με τη ροή του ανέμου μπορούν να ταξινομηθούν, στις εξής επιμέρους κατηγορίες:

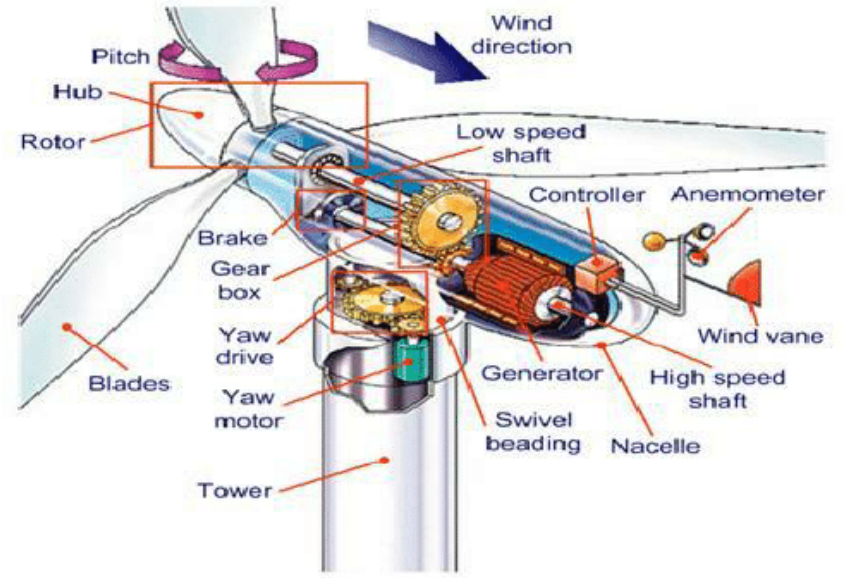
- Οριζοντίου άξονα, στις οποίες ο άξονας περιστροφής του δρομέα είναι παράλληλος προς την κατεύθυνση του ανέμου.
- Οριζοντίου άξονα (Crosswind), στις οποίες ο άξονας περιστροφής είναι παράλληλος προς την επιφάνεια της γης, αλλά κάθετος στην κατεύθυνση της ροής του ανέμου.
- Κάθετου άξονα, στις οποίες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



Εικόνα 20 Τέσσερις βασικοί τύποι ανεμογεννητριών

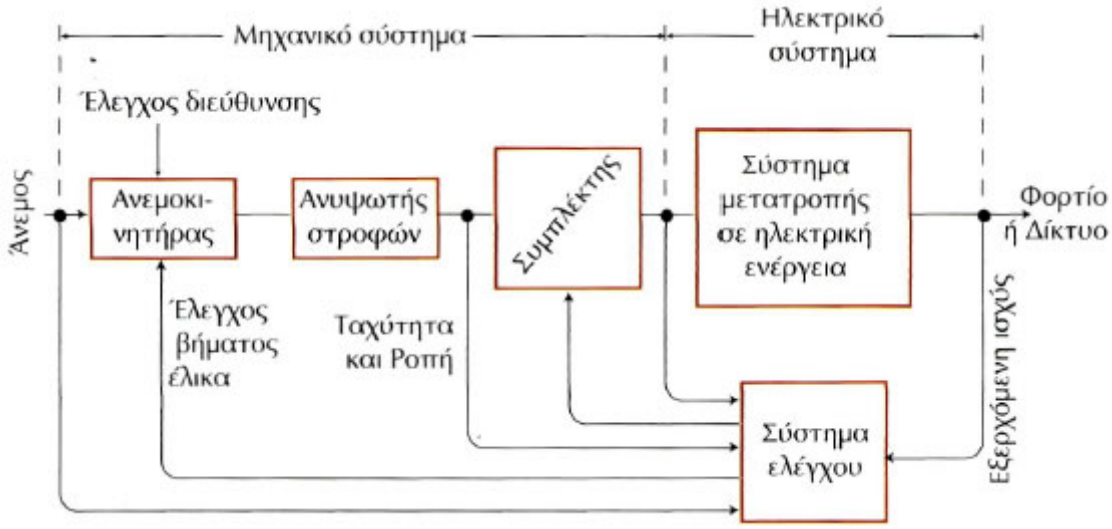
3.1.2 Μηχανολογικός εξοπλισμός ανεμογεννήτριας

Σε μία ανεμογεννήτρια συναντούμε ως βασικά ηλεκτρομηχανολογικά στοιχεία τον ανεμοκινητήρα (έλικα), τον ανυψωτή των στροφών, το συμπλέκτη, το σύστημα ελέγχου και την ηλεκτρογεννήτρια.



Εικόνα 21 Σχηματική παρουσίαση μίας ανεμογεννήτριας με άτρακτο

Η κινητική ενέργεια του ανέμου μεταφέρεται μέσω της κίνησης των πτερυγίων στο δρομέα, που με τη σειρά του κινεί με τη ροπή του στη γεννήτρια. Η ταχύτητα περιστροφής του άξονα της γεννήτριας παραμένει σταθερή με ειδική διάταξη κιβωτίου ταχυτήτων. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την γεννήτρια διέρχεται μέσω του συστήματος ελέγχου και των αποζευκτών της ανεμογεννήτριας και ενισχύεται σε μια τάση από το μετασχηματιστή. Το 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.



Εικόνα 22 Διάγραμμα στοιχείων και ροή σημάτων ελέγχου μιας ανεμογεννήτριας

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. Ο κύριος λόγος είναι ότι λειτουργούν παράλληλα με το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας οπότε 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.

3.2 Ηλιακή ενέργεια

Την ηλιακή ακτινοβολία δηλαδή την ενέργεια που εμπεριέχεται στο φως του ήλιου μπορούμε να την εκμεταλλευτούμε με τη χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων (Φ/Β). Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μετατρέπουν μέρος της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας σε συνεχές ρεύμα (DC) που με ειδική διάταξη τελικά μπορεί λαμβάνεται ως εναλλασσόμενο ρεύμα (AC).

3.2.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία (ΦΒ)

Οι ιδιότητες των ημιαγωγών αποτελούν το βασικό στοιχείο λειτουργίας των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Χρησιμοποιείται δηλαδή το φαινόμενο της ανάκλασης/διάθλασης του φωτός κατά την πρόσπτωση του σε μία επιφάνεια ημιαγωγού Η ενέργεια που τελικά απορροφάται από το υλικό είναι αυτή που εκμεταλλευόμαστε καθώς μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω ιδιοτήτων των ημιαγωγών.

3.2.2 Είδη φωτοβολταϊκών πλαισίων

Οι βασικοί τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι μονοκρυσταλλικού πυριτίου (c-Si), πολυκρυσταλλικού πυριτίου (m-Si), άμορφου πυριτίου (a-Si) και υβριδικά – υψηλής απόδοσης.

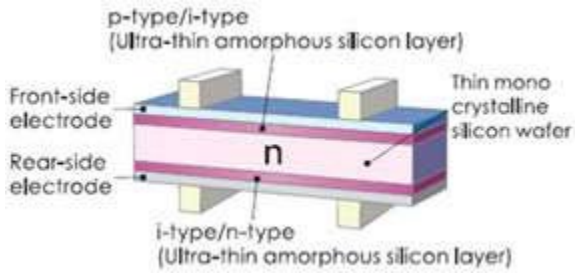
Ο τύπος μονοκρυσταλλικού πυριτίου αποτελείται από μεγάλους κρυστάλλους, με σχετικά μεγάλο πάχος (περίπου 300μm) και σκούρο μπλε χρώμα. Η απόδοσή του είναι 13-16% και η απαιτούμενη επιφάνεια για 1kWp είναι 7-8 m^2. Πλεονέκτημά τους η λίγο μεγαλύτερη απόδοση (στο ίδιο εμβαδό μπορούν να τοποθετηθούν σχετικά 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.

Ο τύπος πολυκρυσταλλικού πυριτίου έχει γαλάζιο χρώμα και στην επιφάνεια του στοιχείου διακρίνονται μονοκρυσταλλικές περιοχές. Η απόδοση είναι περίπου 12.5-15.5% και απαιτούνται 8-9 m^2 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.

Αντίθετα ο τύπος άμορφου πυριτίου δε χρησιμοποιείται σε στέγες ή ταράτσες καθώς υπάρχει πρόβλημα χώρου, παρά την υψηλή απόδοσή του (6-10%). Το μεγάλο πλεονέκτημα από την άλλη του 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.

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. Πλεονέκτημά τους αποτελεί η ιδιαιτέρως 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.



Εικόνα 23 Αναπαράσταση υβριδικού πλαισίου

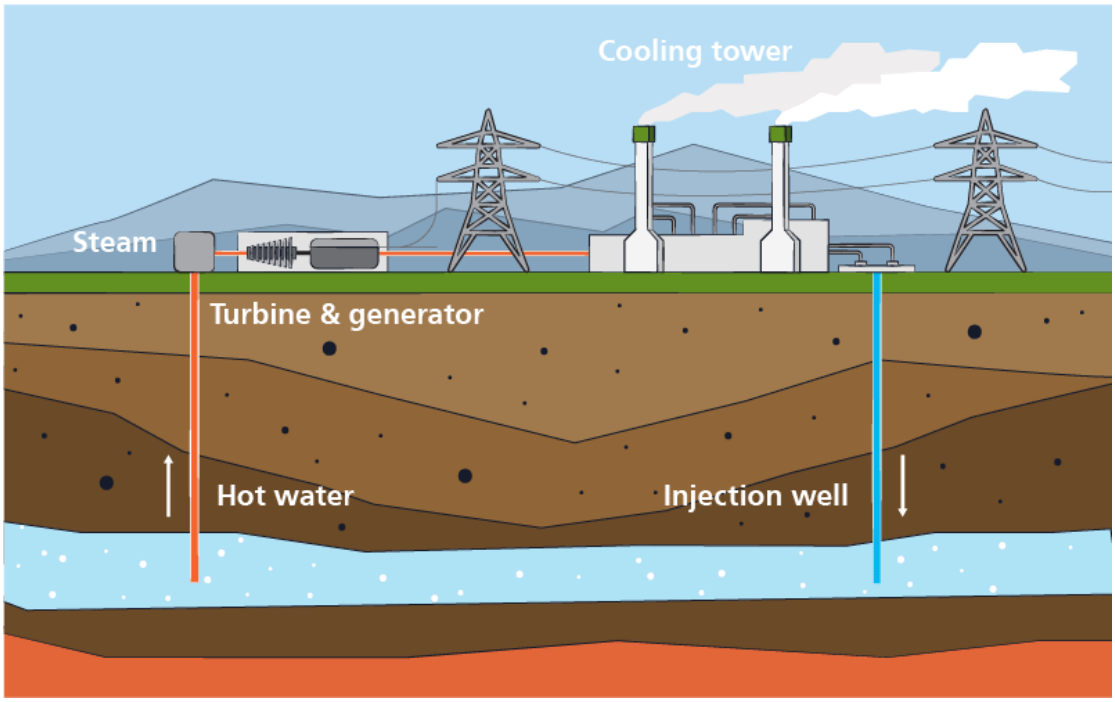
3.2.3 Χρήση των φωτοβολταϊκών πλαισίων

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

3.3 Γεωθερμία

Γεωθερμία ή γεωθερμική ενέργεια ονομάζουμε τη θερμική ενέργεια της Γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια. Εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε υπόγεια ή επιφανειακά ζεστά νερά και σε θερμά, ξηρά πετρώματα. Πρόκειται για μία ουσιαστικά ανεξάντλητη μορφή ενέργειας. 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' ότι στη συνηθισμένη γεωλογική βαθμίδα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις είναι εύκολη η χρησιμοποίηση της θερμότητας του υπεδάφους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η εκμετάλλευση της συγκεκριμένης ενέργειας είναι σχετικά πιο εύκολη κοντά σε τεκτονικές πλάκες.



Εικόνα 24 Σχηματική παράσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία

3.3.1 Γεωθερμικά πεδία

Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλη κλίμακα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (500KW - 5MW), αλλά και σε μικρότερη για απλή θέρμανση νερού. Η απόδοση της εκμετάλλευσής εξαρτάται από τις ιδιότητες (δυναμικό) που φέρει το γεωθερμικό πεδίο που πρόκειται να γίνει η εγκατάσταση. Τα γεωθερμικά πεδία διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- **Θερμά ξηρά πετρώματα:** Τα θερμά ξηρά πετρώματα προϋποθέτουν τη δημιουργία τεχνικών συνθηκών κυκλοφορίας ενδιάμεσου ρευστού, καθώς δεν υπάρχει ήδη φυσικό ρευστό για να γίνει απευθείας η εκμετάλλευση. Αυτός είναι ένας από τους λόγους που η εκμετάλλευση αυτών των πεδίων είναι πιο περίπλοκη και δύσκολη. 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 η ανίχνευση ζωνών υψηλής ειδικής αντίστασης υποδεικνύει ύπαρξη χαμηλής υδραυλικής διαπερατότητας.

- **Υγρά πορώδη πετρώματα / Υδροθερμικά μεταφορικά συστήματα:** Τα υγρά πορώδη πετρώματα διαθέτουν ήδη κάποιο ρευστό, οπότε το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας μεταφέρεται από τα ρευστά και μικρό ποσοστό άγεται μέσω της μάζας των πετρωμάτων.

Η ύπαρξη πορωδών πετρωμάτων επιτρέπει τη σχετικά εύκολη εκμετάλλευση της διαθέσιμης γεωθερμίας μέσω γεώτρησης για την εξαγωγή του ρευστού. Ακόμη και σε αυτή την περίπτωση όμως διακρίνονται περιορισμοί για τη χρήση του πεδίου σε συγκεκριμένες εφαρμογές ανάλογα με τη θερμοκρασία που εντοπίζεται. Οι κατηγορίες σύμφωνα με τη θερμοκρασία του ρευστού είναι τρεις (Πίνακας 1) με αυτή της υψηλής ενθαλπίας να είναι η κύρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

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

	• Εναλλάκτες θερμότητας • Αντλίες θερμότητας

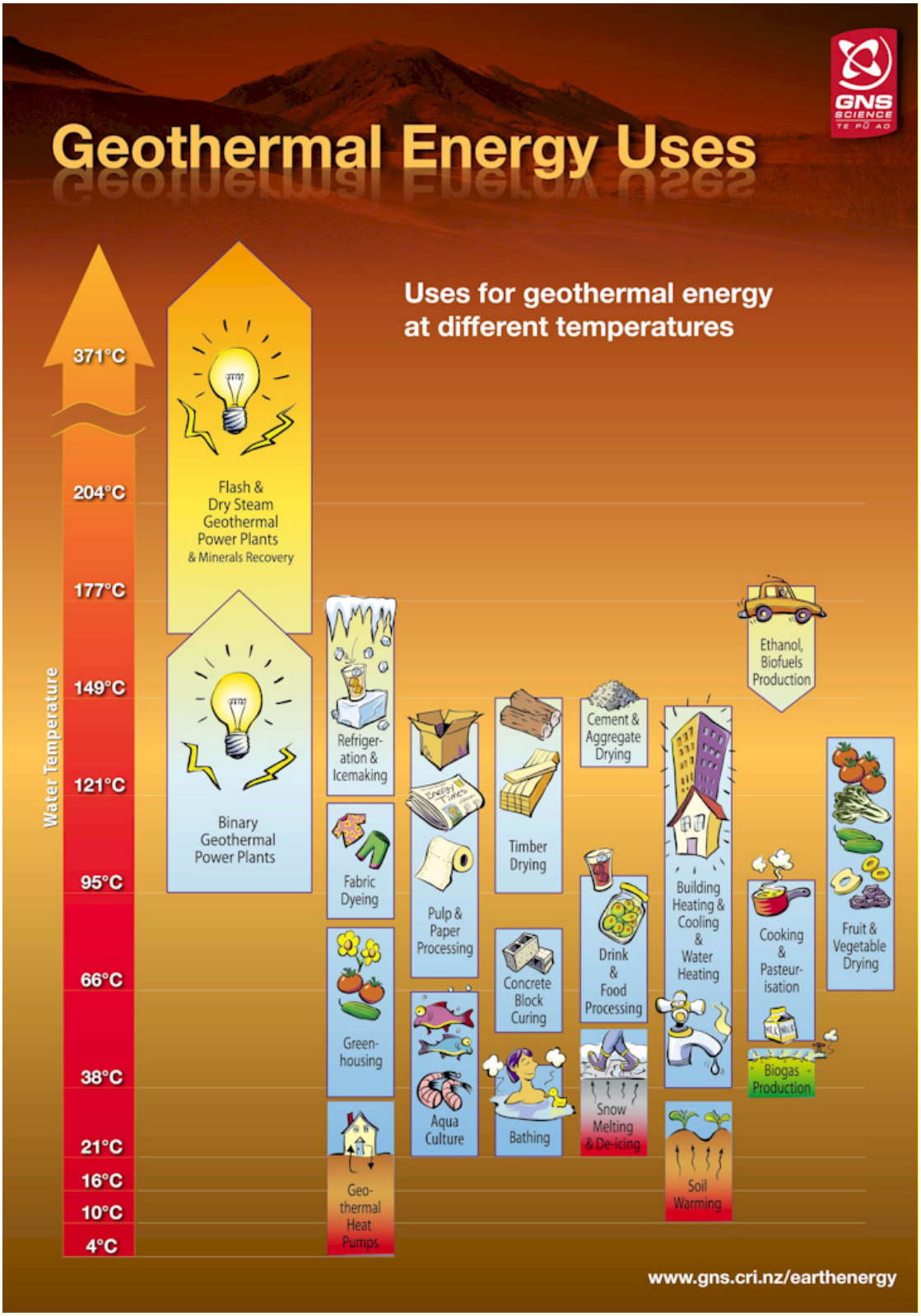
Πίνακας 1 Διάκριση τεχνολογιών εκμετάλλευσης της γεωθερμίας

3.3.2 Χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας

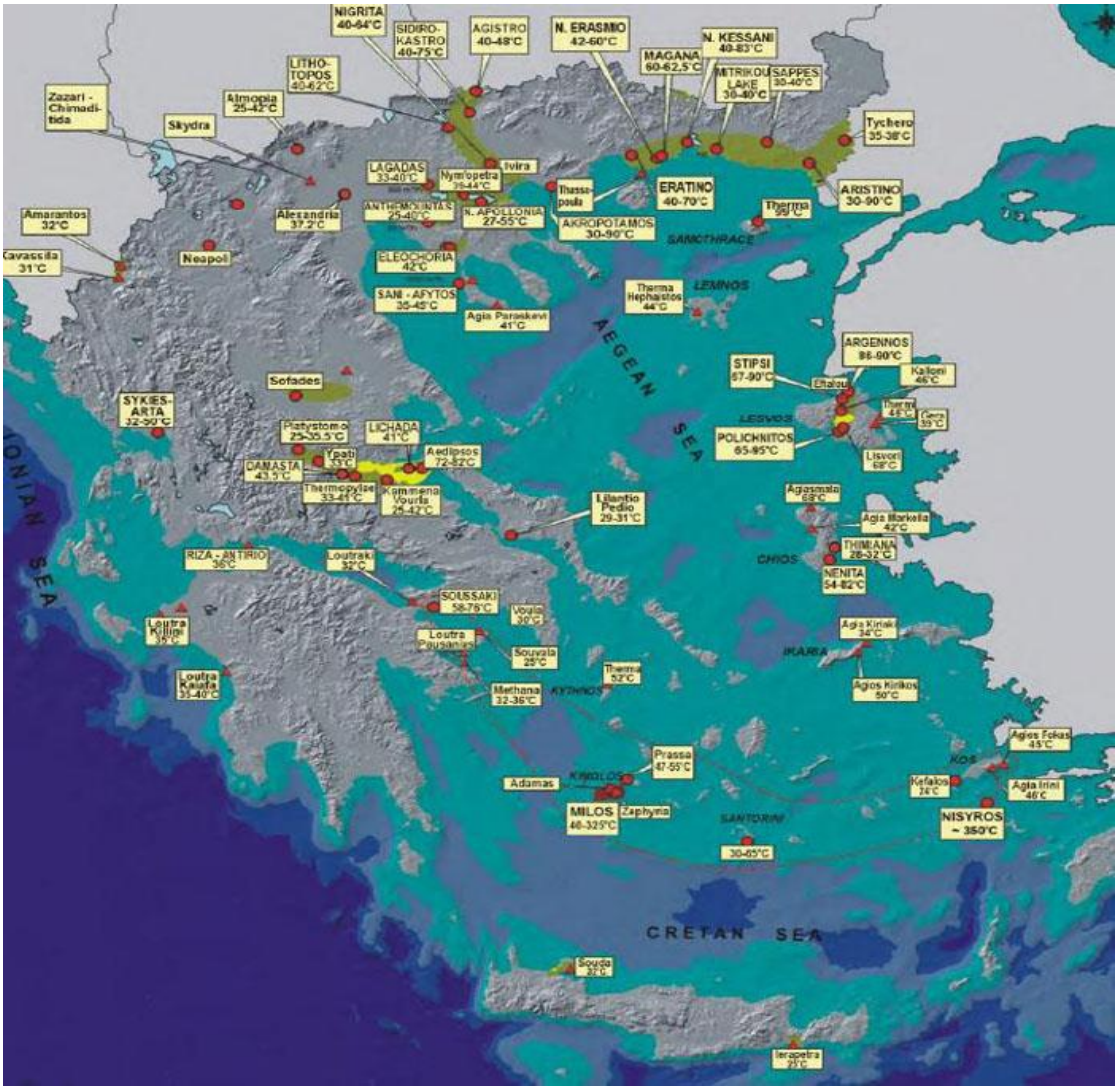
Οι χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας είναι πολλές με βασικούς τομείς αξιοποίησης την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τη βιομηχανία, τη γεωργία ή την αλιεία και τη θέρμανση/ψύξη κτιρίων.

Τα πεδία που διαθέτουν χαμηλή ενθαλπία μπορούν να αξιοποιηθούν σε τομείς που χρειάζεται θέρμανση, όπως σε θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες, θέρμανση κτιρίων. Ο λόγος είναι ότι η θερμοκρασία των 50 ^{o}C που εντοπίζεται σε αυτά είναι αρκετή, ενώ τέτοια πεδία είναι διαθέσιμα σε πολλές περιοχές και σε μικρά βάθη.

Αν το πεδίο διαθέτει θερμές πηγές ή έστω αν μπορεί να γίνει άντληση του διαθέσιμου ρευστού από βάθη έως 200-1800m, τότε το γεωθερμικό πεδίο με ρευστό μέσης ενθαλπίας κρίνεται επιφανειακό. Η ενέργεια αυτή αποδίδεται μέσω εναλλάκτη σε οργανικό ρευστό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (μικρή ισχύ της τάξης μέχρι περίπου 20MW). Το γεωθερμικό πεδίο με διαθέσιμο ρευστό υψηλής ενθαλπίας κρίνεται ως το ιδανικό για εκμετάλλευση σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Εικόνα 25).



Εικόνα 25 Χρήσεις γεωθερμικής ενέργειας ανάλογα με τη θερμοκρασία του διαθέσιμου πεδίου

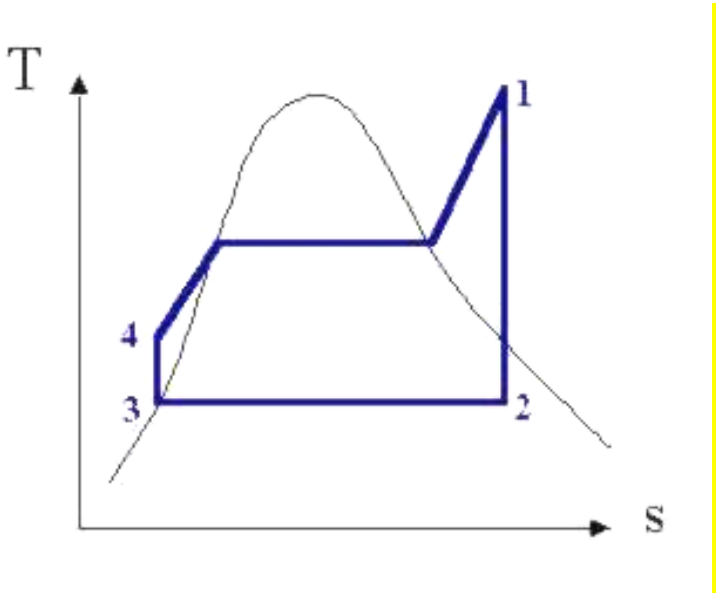


Εικόνα 26 Περιοχές γεωθερμικού ενδιαφέροντος στην Ελλάδα

3.3.3 Τεχνικές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία

Η τεχνική παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία εξαρτάται από τα ειδικότερα χαρακτηριστικά του διαθέσιμου γεωθερμικού πεδίου. Τα βασικά γεωθερμικά πεδία που χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο είναι αυτά που φέρουν ρευστό υψηλής ενθαλπίας. Εάν η θερμοκρασία της πηγής είναι κάτω από 204 ^{o}C το γεωθερμικό φρέαρ εξοπλίζεται με αντλία που δημιουργεί ικανή πίεση στην γεωθερμική άλμη έτσι ώστε να διατηρείται ως ζεστό νερό υπό πίεση. Για τις πηγές άνω των 204 ^{o}C η καταλληλότερη μέθοδος παραγωγής είναι η φυσική ροή από το φρέαρ η οποία αποφέρει ένα ακαριαία ατμοποιούμενο μίγμα άλμης και ατμού.

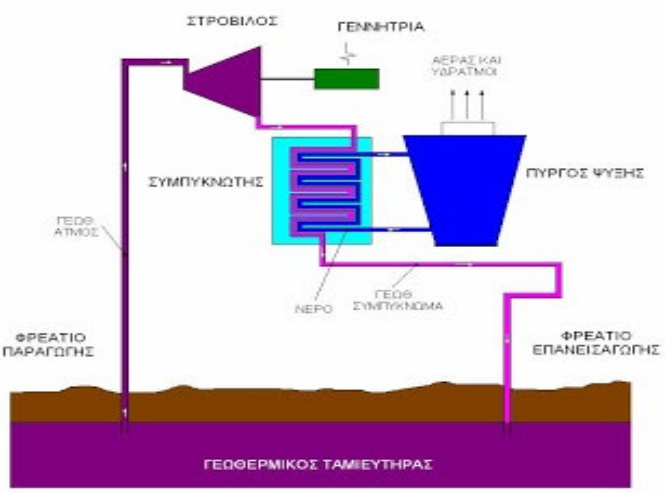
Ο γενικός κύκλος διεργασίας που ακολουθείται για να υπάρξει παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ατμό της πηγής καλείται κύκλος Rankine. Ο κύκλος αυτός περιλαμβάνει ένα λέβητα, στρόβιλο, γεννήτρια, συμπυκνωτή, υδραντλία τροφοδοσίας, πύργο ψύξης και υδραντλία ψύξης (Εικόνα 27).



Εικόνα 27 Διάγραμμα T-s του κύκλου Rankine

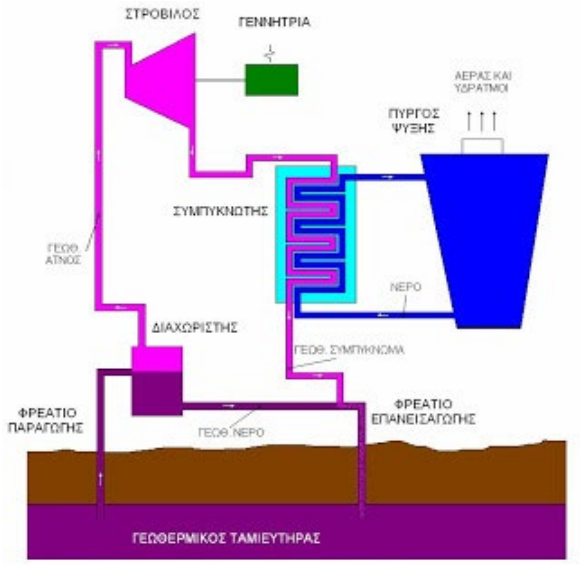
Οι ειδικότερες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται ανάλογα με την κατάσταση του διαθέσιμου ρευστού είναι τρεις.

- ***Ξηρού ατμού*** (θερμοκρασία ατμού > 180 ºC) Σε αυτή την τεχνολογία η μονάδα μπορεί να λειτουργεί με συμπυκνωτές, όπου η πίεση διατηρείται συνεχώς σε χαμηλά επίπεδα (condensingtype) ή χωρίς (backpressuretype), οπότε γίνεται διάθεση του ατμού στην ατμόσφαιρα. 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 ατμοστρόβιλοι 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).



Εικόνα 28 Διάγραμμα κύκλου ξηρού ατμού με συμπυκνωτή

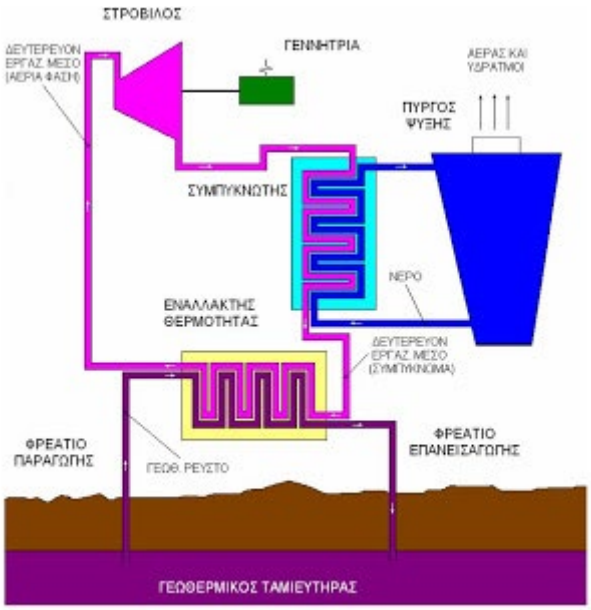
- ***Στρόβιλοι υγρού ατμού*** (θερμοκρασία ατμού > 150 ºC) Οι μονάδες με συμπυκνωτές, εξαιτίας του ότι συνοδεύονται από περισσότερο βοηθητικό εξοπλισμό, είναι πιο περίπλοκες στο σχεδιασμό τους από τις προηγούμενες, και αυτές που είναι μεγαλύτερης ισχύος χρειάζονται διπλάσιο χρόνο κατασκευής και εγκατάστασης. Όμως, η κατανάλωση ατμού είναι περίπου μισή σε σχέση με την περίπτωση των ατμοστροβίλων ατμοσφαιρικής εκτόνωσης.



Εικόνα 29 Διάγραμμα κύκλου με εκτόνωση διφασικού γεωθερμικού ρευστού και συμπυκνωτή

- ***Δυαδικός κύκλος με πτητικό ρευστό ή κύκλος Rankine με οργανικό ρευστό*** (θερμοκρασία ρευστών > 90 ºC) 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 (Βουρδουμπά).



Εικόνα 30 Διάγραμμα κύκλου με χρήση οργανικού ρευστού.

3.4 Βιομάζα

Ο όρος βιομάζα αναφέρεται στην οργανική ύλη που προέρχεται από τα φυτά όπως τα άλγη, τα δέντρα και τις φυτείες. Τυπικά με την φωτοσύνθεση μετατρέπεται λιγότερο από το 1% της διαθέσιμης αποθηκευμένης ηλιακής ενέργειας σε χημική ενέργεια. Η διαδικασία είναι κυκλική καθώς το CO_2 που πάραγεται από την πιθανή εκμετάλλευση της συγκεκριμένης ενέργειας είναι πάλι διαθέσιμο για να παραχθεί καινούρια βιομάζα.

Υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο παράγονται παγκοσμίως 172 δισεκατομμύρια τόνοι ξηρού υλικού (βιομάζα), 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.

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

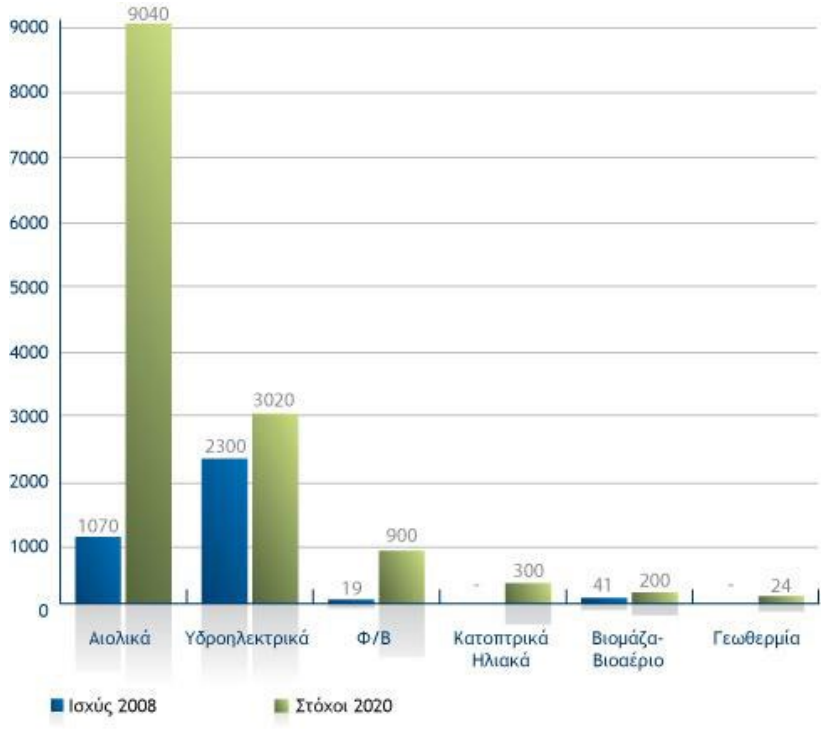
εκ των οποίων τα 7.500.000 αποτελούν γεωργικά υπολείμματα (σιτηρών, αραβοσίτου, βαμβακιού, ελαιοπυρήνα, πυρηνόξυλο, κλαδοδέματα, κ.α.) και τα 2.700.000 αποτελούν δασικά υπολείμματα υλοτομίας. Στον παρακάτω πίνακα μπορούμε να δούμε την ετήσια παραγωγή βιομάζας ανά κατηγορία υπολείμματος

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/ΕC) όπως ενημερώθηκε βάσει της ΥΑ «Α.Υ./Φ1/οικ.19598» της 01.10.2010.

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

Πίνακας 2 Στόχοι για την ανάπτυξη της βιομάζας στην Ελλάδα (ΤΙΠ = Τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου)



Εικόνα 31 Στόχοι για την ανάπτυξη της βιομάζας στην Ελλάδα

Η βιομάζα μπορεί να καταταχθεί στις ακόλουθες κατηγορίες:

- **Φυτικές ύλες:** Φυτικά οικοσυστήματα όπως τα αυτοφυή φυτά και τα δάση.
- **Ενεργειακές καλλιέργειες:** Γεωργικά και δασικά είδη που καλλιεργούνται με σκοπό τη παραγωγή βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας. Οι συγκεκριμένες καλλιέργειες μπορούν να διακριθούν στις επιμέρους ακόλουθες κατηγορίες:
    - παραδοσιακές καλλιέργειες (πχ σιτάρι, κριθάρι, αραβόσιτος, ζαχαρότευτλα, ηλίανθος).
    - δασικές καλλιέργειες (πχ ευκάλυπτος, ψευδακακία)
    - γεωργικές καλλιέργειες (πχ καλάμι, μίσχανθος, αγριαγκινάρα, γλυκό και κυτταρινούχο σόργο, κενάφ, ελαιοκράμβη)
- **Υποπροϊόντα και κατάλοιπα φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής**: Σε αυτή την κατηγορία εντάσσεται φυτική ύλη όπως τα άχυρα, στελέχη αραβοσίτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα.
- **Βιολογικής προέλευσης**: Βιομάζα που παράγεται από αστικά λύματα και σκουπίδια.

Κάθε ειδικότερο είδος βιομάζας διαθέτει διαφορετικά (φυσιοχημικά) χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τη μέθοδο εκμετάλλευσής του. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι η περιεκτικότητα σε υγρασία, τέφρα, πτητικά στερεά, αλκαλικά μέταλλα, η θερμογόνος δύναμη που διαθέτει καθώς και η πυκνότητά του.

3.4.1 Παραγωγή ενέργειας με χρήση βιομάζας

Η καύση της βιομάζας ή η επεξεργασία της μπορεί να παράξει αέρια και στερεά καύσιμα σε εφαρμογές όπως οι ακόλουθες:

- **Θέρμανση θερμοκηπίων**: Σε αρκετές περιοχές της χώρας, περίπου το 10% των θερμαινόμενων θερμοκηπίων, η θέρμανση τους πραγματοποιείται με την καύση της βιομάζας σε λέβητες.
- **Τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών**: 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**: Αφορά κυρίως συστήματα συμπαραγωγής 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. 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 τεχνοτροπίες 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.
- **Ενεργειακές καλλιέργειες:** Ενεργειακές ονομάζονται όσες καλλιέργειες προορίζονται για την παραγωγή βιομάζας η οποία στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας. 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.

3.4.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης της βιομάζας

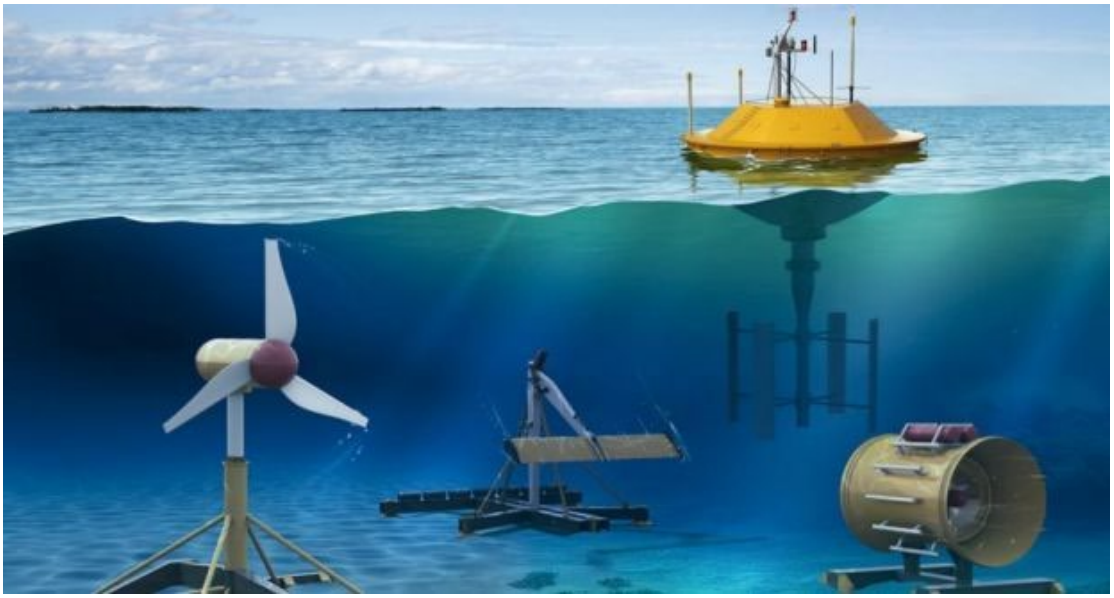
Η αξιοποίηση της βιομάζας περιορίζει το φαινόμενο του θερμοκηπίου καθώς δεν είναι αναγκαία η καύση ορυκτών καυσίμων, που επιφέρει την απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), το οποίο είναι η κύρια πηγή εμφάνισης του. Επίσης δεν παράγεται διοξείδιο του θείου, (SO_2). Παράλληλα μειώνεται η ενεργειακή εξάρτιση της χώρας από άλλες, καθώς μειώνονται οι εισαγωγές καυσίμων (πετρελαίου) και συμβάλει στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας, καθώς βοηθά τη διατήρηση των αγροτικών πληθυσμών και του εργατικού δυναμικού στις ελληνικές περιφέρειες.

Τα μειονεκτήματα εντοπίζονται στο μεγάλος όγκο της και το μεγάλο ποσοστό της σε υγρασία που δυσκολεύει την επεξεργασία της, τη δυσκολία συλλογής, μεταφοράς και την αποθήκευσή της και τον ακριβό εξοπλισμό που απαιτείται για την εκμετάλλευσή της.

Το κόστος της αξιοποίησης της βιομάζας λόγω των μειονεκτημάτων που αναφέρθηκαν βιομάζας παραμένει ακόμα υψηλό σε σύγκριση με το πετρέλαιο. Παρατηρείται βέβαια βαθμιαία μείωση λόγω της αύξησης της τιμής του πετρελαίου αλλά και λόγω της βελτιστοποίησης των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών.

3.5 Θαλάσσια ενέργεια

Η θαλάσσια ενέργεια συχνά αποκαλείται και θαλάσσια δύναμη, ενέργεια των ωκεανών ή υδροκινητική ενέργεια. Ο όρος θαλάσσια ενέργεια όμως 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. Λόγω των διαφορετικών μορφών που διαθέτει η θαλάσσια ενέργεια, υπάρχουν διαφορετικές μέθοδοι εκμετάλλευσής της ανάλογα με την πηγή που εντοπίζεται αυτή.



Εικόνα 32 Σχηματική απεικόνιση μεθόδων εκμετάλλευσης της θαλάσσιας ενέργειας

3.5.1 Ενέργεια όσμωσης

Η διαφορά αλατότητας που συναντάται συνήθως στις εκβολές των ποταμών προς τη θάλασσα, στο σημείο δηλαδή που το γλυκό συναντά το αλμυρό νερό, δημιουργεί αυτό που αποκαλείται ενέργεια όσμωσης. Η ενέργεια αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί χρησιμοποιώντας καθυστερημένης πίεσης αντίστροφη όσμωση και συναφείς τεχνολογίες μετατροπής (αντίστροφη ηλεκτροδιάλυση - RED και επιβραδυνόμενη πίεση όσμωσης - PRO).

3.5.2 Θερμική ενέργεια των ωκεανών

Σε συγκεντρωμένο όγκο νερού παρατηρούνται θερμοκρασιακές διαφορές, η θερμοκρασία του νερού δηλαδή δεν είναι η ίδια σε μία έκταση νερού. Η επιφάνεια συνήθως θερμαίνεται από το άμεσο ηλιακό φως, σε αντίθεση με τα μεγαλύτερα βάθη που το ηλιακό φως δε 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 επίσης, 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.

3.5.3 Παλιρροϊκή ενέργεια

Οι κινούμενοι όγκοι νερού στο θαλάσσιο χώρο φέρουν την παλιρροϊκή ενέργεια που και αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η παλιρροϊκή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να γίνει μέσω τριών διαφορετικών μορφών συστημάτων, της παλιρροϊκής ενέργειας ρεύματος, της παλιρροϊκής ενέργειας φράγματος και της δυναμικής παλιρροϊκής ενέργειας.

Οι παλιρροϊκές γεννήτριες ρεύματος εκμεταλλεύονται την κινητική ενέργεια του νερού, για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Ως βάση εγκατάστασης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμη και υφιστάμενες γέφυρες του οδικού δικτύου (βάσεις της γέφυρας). Τα σημεία μάλιστα που υπάρχουν συνήθως γέφυρες είναι ιδανικά καθώς πρόκειται για περιοχές που υπάρχει στένωση της ροής των υδάτων άρα και μεγαλύτερη κινητική ενέργεια του νερού. Γενικά οι υδατογεννήτριες μπορεί να είναι οριζόντιες, κάθετες, ανοικτές και συνήθως τοποθετούνται κοντά στο κάτω μέρος της στήλης του νερού.

Τα παλιρροϊκά φράγματα σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνεται χρήση της υψομετρικής διαφοράς (ή υδραυλικής κεφαλής) μεταξύ υψηλών και χαμηλών παλιρροιών. Η εγκατάσταση φραγμάτων επιτρέπει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη δυναμική ενέργεια του νερού που παγιδεύεται σε αυτά. 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. Όταν η παλίρροια υποχωρεί, η αποθηκευμένη ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική διοχετεύοντας το νερό σε μεγάλου στροβίλους που συνδέονται με γεννήτριες.

Η δυναμική παλιρροϊκή ενέργεια (ή DTP) βασίζεται στη χρήση πολύ μεγάλων φραγμάτων (30-50km) κατασκευασμένα παράλληλα με τις ακτές της θάλασσας.. Οι παλιρροϊκές διαφορές φάσης, που εισέρχονται κατά μήκος του φράγματος, οδηγούν σε μια σημαντική διαφορά της στάθμης του νερού στα ρηχά παράκτια ύδατα, που διαθέτουν ισχυρά παλιρροιακά ρεύματα ταλάντωσης παράλληλα στην ακτή, όπως διαπιστώθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο, την Κίνα και την Κορέα. Η συγκεκριμένη τεχνική είναι ακόμη υπό διερεύνηση, ώστε να ελεγχθεί αν μπορεί όντως να υλοποιηθεί,

αλλά είναι μία πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που θα μπορούσε να εκμεταλλευτεί την αλληλεπίδραση μεταξύ της δυναμικής και κινητικής ενέργειας των παλιρροϊκών ρευμάτων.

3.5.4 Κυματική ενέργεια

Η κυματική ενέργεια βασίζεται στον άνεμο που δημιουργείται στην επιφάνεια της θάλασσας από τις θερμοκρασιακές διαφορές της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας. Ο άνεμος δημιουργεί κύματα τα οποία είναι μεγαλύτερα όταν υπάρχει το κατάλληλο βάθος και σχετικά μεγάλη απόσταση. Το γεωγραφικό πλάτος που εντοπίζεται η μεγαλύτερη δυναμική ενέργεια των κυμάτων είναι μεταξύ 30° και 60° στα δύο ημισφαίρια, λόγω της παγκόσμιας κατεύθυνσης (κυκλικής/ελλειπτικής κίνησης) του ανέμου.

Τα κύματα παράγονται από το πέρασμα του άνεμου πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. 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.

Σε ένα απλοποιημένο επίπεδο, η ενεργειακή τεχνολογία των κυμάτων μπορεί να βρίσκεται τόσο κοντά στην ακτή, όσο και στη θάλασσα. Η κυματική ενέργεια

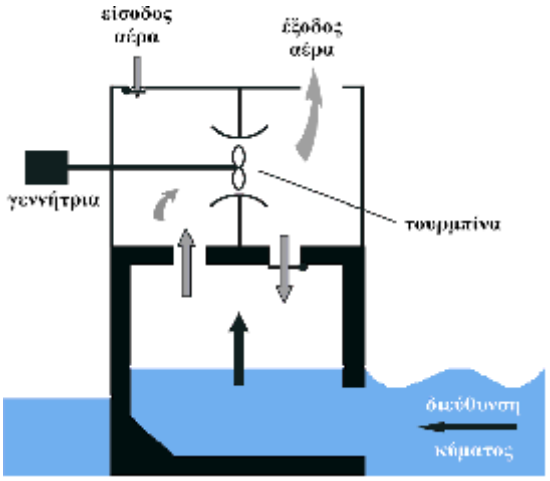
μετατροπέων μπορεί επίσης να σχεδιαστεί για λειτουργία σε συγκεκριμένες συνθήκες βάθους νερού, οπότε και αυτά χαρακτηρίζονται ως βαθιά νερά, ενδιάμεσα νερά ή ρηχά νερά. Τα θεμελιώδη κριτήρια για το σχεδιασμό της συσκευής εξαρτώνται από την θέση της και τα επιδιωκόμενα χαρακτηριστικά των πόρων.

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). Οι πιο κοινές τεχνικές λύσεις εκμετάλλευσης της κυματικής ενέργειας είναι οι σημαδούρες στο σημείο του απορροφητήρα, οι εξασθενητές επιφανείας, οι στήλες παλλόμενου νερού και οι συσκευές υπερπήδησης των κυμάτων.

Οι μηχανισμοί μετατροπής κυματικής ενέργειας εντάσσονται σε δυο κύριες κατηγορίες: στους σταθερούς και στους πλωτούς. Οι σταθεροί μηχανισμοί ή μηχανισμοί ακτογραμμής (fixed orshore line devices) εγκαθίσταται είτε στο βυθό είτε στην ακτή και βασικό τους πλεονέκτημα έναντι των πλωτών είναι η εύκολη εγκατάσταση και συντήρησή τους.



Εικόνα 33 Πλωτή εγκατάσταση εκμετάλλευσης κυματικής ενέργειας



Εικόνα 34 Διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό της θάλασσας

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

- **Σύστημα 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.
- **Σύστημα Clam:** 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. Υπολογίζεται ότι το Clam μπορεί να παραγάγει ενέργεια περίπου 0.06 KWh.
- **Σύστημα Pelamis:** Μια ημιβυθισμένη κατασκευή αποτελούμενη από κυλινδρικά ατσάλινα κομμάτια ενωμένα σε αρθρώσεις, Το σύστημα παραμένει δεμένο στην ακτή/βυθό στη μία του άκρη μόνο ώστε να ευθυγραμμίζεται με

την κατεύθυνση του ισχυρότερου κύματος, πραγματοποιώντας μια σπαστή στις αρθρώσεις του 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 33).

4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

4.1 Εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας

Η οπτική όχληση από τις εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας είναι κάτι το 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. Αν γίνει σύγκριση με την οπτική όχληση που δημιουργείται από τους θερμικούς σταθμούς είναι αντικειμενικό ότι στη δεύτερη περίπτωση είναι πολύ μεγαλύτερη.

Όσον αφορά το φυσικό περιβάλλον, δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι τα αιολικά πάρκα επιβαρύνουν τη γεωργία ή την κτηνοτροφία άρα και την άγρια ζωή.

Ο θόρυβος από τα εσωτερικά μηχανικά τμήματα (κιβώτιο ταχυτήτων, ηλεκτρογεννήτρια, έδρανα κλπ.) ή από την περιστροφή των πτερυγίων είναι περιορισμένος ειδικά στις σύγχρονες ανεμογεννήτριες όπου γίνονται συνεχείς βελτιώσεις από τους κατασκευαστές. Ο μηχανικός θόρυβος αντιμετωπίζεται στη διαδρομή του με ηχομονωτικά πετάσματα και αντικραδασμικά πέλματα στήριξης. Αντίστοιχα ο αεροδυναμικός θόρυβος αντιμετωπίζεται με προσεκτική αεροδυναμική σχεδίαση των πτερυγίων.

Οι ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές σε σταθμούς τηλεόρασης ή ραδιοφώνου λόγω της θέσης εγκατάστασής τους είναι πλέον περιορισμένες καθώς οι ανεμογεννήτριες κατασκευάζονται αποκλειστικά από συνθετικά υλικά, τα οποία έχουν ελάχιστη επίπτωση στη μετάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

4.2 Εκμετάλλευση της υδροενέργειας

Τα έργα εκμετάλλευσης της υδροενέργειας οφείλουν να ακολουθούν κάποιους κανόνες ώστε να περιοριστούν οι επιπτώσεις τους στο φυσικό περιβάλλον:

- Να μην αλλοιώνεται το φυσικό τοπίο με έργα μικρού ύψους.

- Αποφεύγεται η εκχέρσωση μεγάλου αριθμού δέντρων για την κατασκευή της υδροληψίας και των οδών προσπέλασης.
- Γίνεται εγκατάσταση ειδικής τεχνικής κατασκευής (ιχθυόδρομος), που να επιτρέπει την ελεύθερη κίνηση της ιχθυοπανίδας.
- Προβλέπεται κατάλληλη χάραξη των δρόμων προσπέλασης και κατάλληλη δενδροφύτευση και αντιστήριξη των πρανών, για την αντιμετώπιση σχετικά μεγάλων εκσκαφών.
- Εξασφαλίζεται ότι γίνεται χρήση της κατάλληλης ποσότητας νερού (οικολογική παροχή), για τη διατήρηση της ισορροπίας της χλωρίδας και πανίδας.
- Προβλέπεται ειδική διάταξη για τη διάθεση (περιοδική, μέσω εκκενωτή πυθμένα ή συνεχής, σε υδροληψία ορεινού τύπου) των λεπτόκοκκων φερτών, λόγω του έργου. Στην περίπτωση ορεινής υδροληψίας, θα πρέπει να σχεδιάζεται η περιοδική διάθεση των χονδρόκοκκων υλικών σε συγκεκριμένο χώρο.

4.3 Εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας

Ο μόνος πιθανός κίνδυνος εντοπίζεται κατά την παραγωγή των φωτοβολταϊκών πλαισίων και ειδικότερα του τελλουρούχου καδμίου και του δισεληνιούχου ινδικού χαλκού, που περιέχουν μικρές ποσότητες σουλφιδίου του καδμίου. Η διαδικασία παραγωγής των πρώτων φωτοβολταϊκών συστημάτων επίσης ήταν τόσο ενεργοβόρα ώστε να καταναλώνεται περισσότερη ενέργεια από ότι θα παρήγαγε το σύστημα κατά τη διάρκεια ζωής του. Με τις βελτιωμένες διαδικασίες παραγωγής αυτό δεν ισχύει πλέον σήμερα.

4.4 Εκμετάλλευση της γεωθερμίας

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

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 σεχαμηλές 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 των 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.

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 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.

Η χρήση της γεωθερμίας δε συνδέεται βέβαια με παραγωγή τέφρας, καπνού (αιθάλη) ούτε αιωρούμενων σωματιδίων, ενώ διαθέτει οι περιορισμένες εκπομπές CO_2.

4.5 Εκμετάλλευση της θαλάσσιας ενέργειας

Η εκμετάλλευση της θαλάσσιας ενέργειας συνδέεται με αρκετές πιθανές επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον ή σε άλλες υπάρχουσες χρήσεις από τον άνθρωπο. Εκτός των θαλάσσιων οργανισμών και κατ' επέκταση την αλιεία, πιθανές επιπτώσεις μπορούμε να εντοπίσουμε στην εμπορική ναυτιλία και ναυσιπλοΐα, σε γεωτρήσεις και εξαγωγή ορυκτών, τη ναυσιπλοΐα αναψυχής, τον τουρισμό, κτλ.

5 Εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Στη συνέχεια θα γίνει σύντομη παρουσίαση του στρατηγικού σχεδιασμού περιβαλλοντικών επιπτώσεων για τις εγκαταστάσεις φυσικού αερίου και δύο παραδείγματα εγκατάστασης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

5.1 Εγκατάσταση μονάδας εισαγωγής και επεξεργασίας φυσικού αερίου στην περιοχή Βασιλικού, Κύπρος

Η ανακάλυψη κοιτασμάτων φυσικού αερίου στο οικόπεδο 12 της Κυπριακής ΑΟΖ το 2011 οδήγησε την Κυπριακή κυβέρνηση στην απόφαση μεταφοράς των εγκαταστάσεων εισαγωγής και αποθήκευσης πετρελαιοειδών από τη Λάρνακα στην περιοχή Βασιλικού της Κύπρου. 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». Το 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.

Το έργο, σύμφωνα με τη μελέτη, θα έχει κάποιες επιπτώσεις στην περιοχή. 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 σειρά 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.

Συνολικά, 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 καύσιμων σε πιο καθαρές πηγές ενέργειας θα μειώσει σημαντικά τι αέριες εκπομπές και θα οδηγήσει σε μια συνολική θετική επίδραση στην ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, σε εθνική κλίμακα

5.2 Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην κοινότητα Βορόκληνης, Κύπρος

Το προτεινόμενο έργο, αποσκοπεί στην παραγωγή συσσωματωμάτων βιομάζας ξυλώδους μορφής, γνωστά και με τον όρο wood pellets. Η εγκατάσταση θα αξιοποιεί τα ξυλώδη υπολείμματα που παράγονται από την αστική και γεωργική δραστηριότητα στα όρια του κοινοτικού συμβουλίου Βορόκληνης (και 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, τα συσσωματώματα βιομάζας (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.

5.2.1 Περιβαλλοντικά οφέλη και αρνητικές επιπτώσεις

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 συγκεκριμένη εγκατάσταση, 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.

Οι πιθανές επιπτώσεις του έργου εντοπίζονται σε διάφορους τομείς της κατασκευής αλλά και της λειτουργίας. Κατά την κατασκευή θα υπάρξουν επιπτώσεις στην τοπογραφία και εδαφολογία, στην ατμοσφαιρική ποιότητα της περιοχής, θα υπάρξει θόρυβος και δημιουργία υγρών και στερεών αποβλήτων καθώς και αντίκτυπος στο βιολογικό περιβάλλον της περιοχής. Αντίστοιχα στο στάδιο λειτουργίας θα υπάρξει επίσης αύξηση θορύβου και αέριας ρύπανσης (Η/Μ εγκαταστάσεις, σύστημα κλιματισμού και Η/Γ), επιπτώσεις την υδρολογία/υδρογεωλογία της περιοχής και παραγωγή υγρών και στερεών αποβλήτων.

5.2.2 Μέτρα αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων

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 ασφαλτοστρωμένες επιφάνειες στο εργοτάξιο.
- Τοποθέτηση περίφραξης γύρω από το πεδίο των εργασιών (πυκνό δίκτυο).

Εκτός της σκόνης προβλέπεται ότι κατά την κατασκευή του έργου 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%). Σχετικές μικρές παρεμβάσεις μπορούν να βελτιώσουν και τα επίπεδα θορύβου την περίοδο κατασκευής του έργου, όπως:

- 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).
- 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.

Όσον αφορά τα υγρά απόβλητα που θα παράγονται στο εργοτάξιο κατά το κατασκευαστικό στάδιο του προτεινόμενου έργου, θα προβλεφθεί 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 χωματουργικές 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 συγκέντρωση 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 θα φροντίσει για την τοποθέτηση των οικοδομικών υλικών σε κατάλληλες θέσεις, τη συσσώρευση και την απομάκρυνση των στερεών απορριμμάτων και των πλεοναζόντων υλικών και 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.

Τέλος, κατά την κατασκευαστική φάση του έργου ο θόρυβος και η σκόνη που θα δημιουργηθεί από τις εκσκαφές και της χωματουργικές εργασίες αλλά και την λειτουργία των βαρέων οχημάτων και μηχανημάτων πιθανώς 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.

Όταν η μονάδα τεθεί σε λειτουργία 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 νύχτας, 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.

Η υδρολογία/υδάτινοι πόροι δεν προβλέπεται ότι θα επηρεαστούν αρνητικά κατά τη λειτουργία των εγκαταστάσεων. Τα 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, να λάβουν χώρα χημικές αναλύσεις των νερών του Αργακιού και στο έδαφος του εν λόγο τεμαχίου για να εντοπιστούν τυχόν προβλήματα. Οποιοδήποτε πρόβλημα θα μπορεί να λυθεί με τη σωστή διαχείριση των όμβριων υδάτων που απορρέουν από το τεμάχιο.

Τα υγρά απόβλητα επίσης περιλαμβάνουν κυρίως τη χρήση των χώρων υγιεινής (τουαλέτες) και τις δραστηριότητες καθαρισμού των εγκαταστάσεων. Με βάση γενικώς αποδεκτά πρότυπα για τα κυπριακά δεδομένα υπολογίζεται ότι 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 συγκεκριμένα 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.

Τέλος, ο ακριβής όγκος των στερεών αποβλήτων δε μπορεί να υπολογισθεί κατά το στάδιο σχεδιασμού, 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.

Εν κατακλείδι, σύμφωνα με την μελέτη και όσα ήδη αναφέρθηκαν για τις δύο φάσεις 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.

5.3 Μονάδα παραγωγής ενέργειας με φωτοβολταϊκά στην κοινότητα Παρεκκλησίας, επαρχία Λεμεσού, Κύπρος

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 (CO_2) είναι 9 τόνοι 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.

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	-

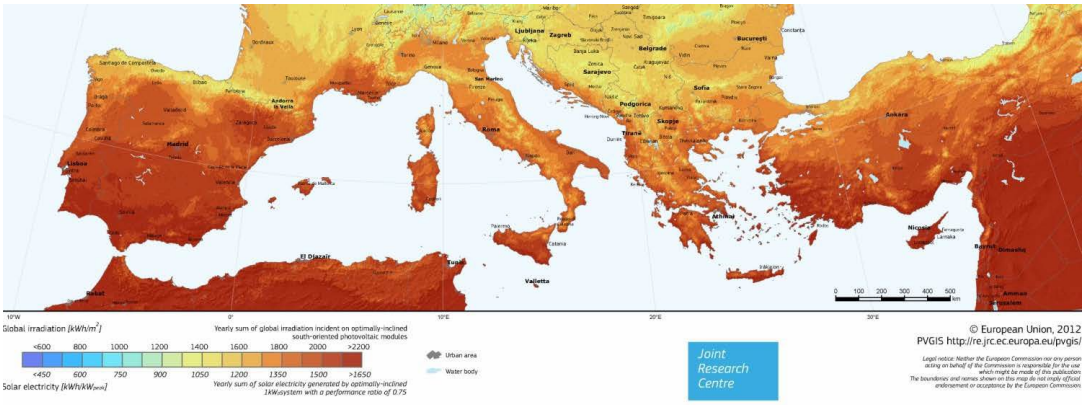
Φορτίο Αιχμής (MW)	968	939	+1,5
Θερμική αποδοτικότητα παραγωγής (%)	36,3	36,5	-0,5
Κατανάλωση καυσίμων –μαζούτ (μετρικοί τόνοι)	882,677	857,868	+2,89
Κατανάλωση καυσίμων-ακάθαρτο πετρέλαιο (μετρικοί τόνοι)	149,967	89,358	+67,83

Πίνακας 3 Δεδομένα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΗΚ

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



Εικόνα 35 Ηλιακή ενέργεια που δέχονται οι περιοχές της ανατολικής Μεσογείου

5.3.1 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 πολυκρυασταλικές κυψέλες πυριτίου και θα έχει διαστάσεις 1640 x 992 x 35 mm και θα έχει δυναμική παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ίση με 275 W. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις θα τοποθετηθούν σε σταθερές βάσεις επί εδάφους με τη μέθοδο της μπετόμπηξης. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα μεταφέρεται πρώτα σε μετατροπείς δικτύου όπου το συνεχές ρεύμα θα μετατρέπετε σε εναλλασσόμενο και ακολούθως θα διοχετεύεται στο υφιστάμενο δίκτυο της ΑΗΚ για κατανάλωση.

5.3.2 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, χλωρίδα & 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 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.

Το προτεινόμενο έργο σύμφωνα με την μελέτη θα φιλοξενηθεί εντός γεωργικής ζώνης τα οποία αποτελούν αναξιοποίητη γη. Η εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού 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 λειτουργίας δεν προκύπτουν οποιεσδήποτε σημαντικές επιπτώσεις ενώ σημαντική θεωρείται θετική επίπτωση είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που θα καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες του νησιού καθώς και την υλοποίηση των Εθνικών στόχων της Κύπρου.

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.

Περιβαλλοντική Πτυχή	**Επιπτώσεις**	**Θετική/ Αρνητική**	**Διάρκεια Επίπτωσης**	**Άμεση - Έμμεση**	**Σημαντικότητα**	**Μέγεθος Επίπτωσης**	**Αναστρεψιμότητα / Δυνατότητα απάμβλυνσης**
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

Πίνακας 4 Επιπτώσεις από την κατασκευή και λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος Παρεκκλησίας, Κύπρος

6 Συμπεράσματα

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας έγινε παρουσίαση των μεθόδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με έμφαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Παράλληλα με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις κάθε μεθόδου προέκυψε έμμεση σύγκριση και τεχνικές μηχανολογικές λεπτομέρειες κάθε λύσης ώστε να υπάρχει ουσιαστικότερη κατανόηση της έκτασης των ευρύτερων επιπτώσεων των εγκαταστάσεων.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση του ορυκτού πλούτου του εδάφους φαντάζει πλέον μη επιθυμητή. Η παρουσίαση των εγκαταστάσεων παραγωγής συμβατικών μορφών δείχνει την πολυπλοκότητα σχεδιασμού και τις επιπτώσεις τους στο ευρύτερο περιβάλλον τους παρά τα μέτρα που λαμβάνονται στο στάδιο σχεδιασμού και συντήρησης λειτουργίας. Παρατηρούνται επιπτώσεις επικίνδυνες για την υγεία των ανθρώπων,, ραδιενεργά απόβλητα ή καθολικές αλλοιώσεις στο περιβάλλοντα χώρο (μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα). Η βασική παράμετρος σχεδιασμού και εγκατάστασης τέτοιων μονάδων είναι η αύξηση της εγκαταστημένης ισχύος με δευτερεύοντες παραμέτρους συνήθως την προστασία βιοποικιλότητας, στην ανθρώπινη υγεία και την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Οι παράμετροι αυτοί είναι διαφορετικοί στην περίπτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 3. Είναι εμφανείς οι μεγάλες διαφορές στην απλότητα των λύσεων σε σχέση με τις εγκαταστάσεις συμβατικών μορφών, ενώ σε κάθε μέθοδο εγκατάσταση αρχική παράμετρος σχεδιασμού είναι το αποτύπωμα της εγκατάστασης στο περιβάλλον, με δευτερεύουσα αλλά αλληλένδετη παράμετρο την ισχύ παραγωγής. Το κόστος κατασκευής εγκαταστάσεων ΑΠΕ είναι προφανώς πολύ μικρότερο, ειδικά σε σχέση με τούς πυρηνικούς σταθμούς, ο χρόνος κατασκευής τους κατά πολύ μικρότερος και η περιβαλλοντική αλλοίωση της περιοχής του έργου (συμπεριλαμβανομένων της γεωμορφολογίας, της πανίδας και της χλωρίδας) εξαιρετικά περιορισμένη. Δεν υφίστανται καν επιπτώσεις όπως ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών ή αλλαγές χρήσης γης όπως παρατηρείται στα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα. Σε κάποιες περιπτώσεις μάλιστα εγκαταστάσεων συμβατικών μορφών παρατηρούνται ακόμη και αλλαγές του

μικροκλίματος ή αύξηση της σεισμικής επικινδυνότητας περιοχών (μόνο στην περίπτωση της γεωθερμίας υπάρχει πιθανότητα δημιουργίας περιορισμένης σεισμικής δραστηριότητας).

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

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

Βιβλιογραφία

Gilberti / Schwaller, A. E. (1999). *Ηλεκτρικές πηγές ενέργειας και Περιβάλλον-Τεχνολογία Ισχύος.* Αθήνα: εκδόσεις Ίων.

Global Energy Statistical Yearbook 2019 – Enerdata. (2019, July 18). Ανάκτηση από https://yearbook.enerdata.net/renewables/

International Hydropower Association: Homepage. (2019, July 21). Ανάκτηση από http://www.hydropower.org

Renewable energy statistics. (2019, July 18). Ανάκτηση από Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics

Sustainable Energy in 2019. (2019, July 20). Ανάκτηση από REN21 Global Status Report: https://www.ren21.net/gsr-2019/chapters/chapter_01/chapter_01/

US Department of energy. (2019, July 11). Ανάκτηση από https://energy.gov/eere/water/types-hydropower-plants

Αναλυτικός Χάρτης Σταθμών. (2019, July 28). Ανάκτηση από ΔΕΗ Α.Ε.: https://www.dei.gr/Default.aspx?id=146&nt=123&lang=1

Βουρδουμπά, Γ. (χ.χ.). *Εισαγωγή στις τεχνολογίες της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας» «Χρήση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας.*

Βουρνάς, Κ., Παπαδιάς, Β., & Ντέλκης, Κ. (2011). *Παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας Έλεγχος και ευστάθεια Συστήματος.* Αθήνα: Συμμετρία.

ΔΕΗ Ανανεώσιμες. (2019, July 12). Ανάκτηση από https://www.ppcr.gr/el/projects/current-projects

Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε. (2019, July 11). Ανάκτηση από http://www.desmie.gr/ape-sithya/

ΕΥΔΑΠ-ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ. (2019, July 12). Ανάκτηση από https://www.eydap.gr/TheCompany/Energy/HydroProjects/

Κάλφας, Μ. (1997). *Παραγωγή-μεταφορά & Διανομή Ηλεκτρικής ενέργειας.* Περιστέρι: εκδόσεις ΙΩΝ.

Λειτουργός της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΕ (ΛΑΓΗΕ ΑΕ). (2019, June 30). Ανάκτηση από http://www.lagie.gr

Μπέτζιος, Γ. (1988). *Δυνατότητες και προοπτικές για την αξιοποίηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα.* Αθήνα: ΚΕΒΕ.

Παπαδιάς, Β. (1985). *Παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας και οικονομική λειτουργία συστήματος.* Αθήνα.

Παπαντώνης, Δ. Ε. (2008). *Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα.* εκδόσεις Συμεών.

Πολυζάκης, Α. (2017). *Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ισχύος.*

Τσόγκα, Χ. (1982). *Φράγματα-Τεχνικές λίμνες-Υδραυλικά Έργα.* Αθήνα: ΟΕΔΒ.

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας. (2019, July 5). Ανάκτηση από http://www.ypeka.gr/

Φραγκιαδάκης, Ι. (2009). *Φωτοβολταϊκά Συστήματα.* εκδόσεις Ζήτη.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος… Νικολόπουλος Γεώργιος …,του….Νικολάου…

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

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

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

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

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

Ο Δηλών



Ημερομηνία

Δευτέρα 13 Απριλίου 2020