



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

" Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οι
περιβαλλοντικές επιπτώσεις"



Καρράς Ηρακλής Α.Μ. : 12122

Κουρμπέλη Κωνσταντίνα Α.Μ. : 12099

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια : Καυγά Αγγελική

Αμαλιάδα 2022

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητών:

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι Φοιτητές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι Φοιτητές

Καρράς Ηρακλής

Κουρμπέλη Κωνσταντίνα

.....

.....

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT.....	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1 Οι φυσικοί πόροι.....	8
1.2 Κλιματική αλλαγή.....	9
1.3 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	11
1.4 Η στροφή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	13
2. ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	17
2.1 Αιολική ενέργεια.....	17
2.2 Ηλιακή ενέργεια.....	21
2.2.1 Λειτουργία Φωτοβολταϊκών στοιχείων (ΦΒ).....	23
2.2.2 Είδη φωτοβολταϊκών πλαισίων	23
2.2.3 Εφαρμογές Φ/Β μονάδων	25
2.3 Βιομάζα.....	26
2.3.1 Τύποι βιομάζας	27
2.3.2 Χαρακτηριστικά Βιομάζας	28
2.3.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της Βιομάζας ..	29
2.4 Γεωθερμία	30
2.5 Θαλάσσια ενέργεια	33
2.6 Ενέργεια υδάτινου δυναμικού.....	35
3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΠΕ	37
3.1 Αιολικά πάρκα	37
3.1.1 Πρόκληση θορύβου	37
3.1.2 Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές	38

3.1.3 Αισθητικά προβλήματα και προσβολή του φυσικού τοπίου	39
3.1.4 Επίδραση στις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες.....	40
3.1.5 Επιπτώσεις στον πληθυσμό των πουλιών.....	40
3.1.6 Επιπτώσεις στον υδροφόρο ορίζοντα	43
3.1.7 Συμπεράσματα Επιπτώσεων αιολικών πάρκων.....	44
3.2 Επιπτώσεις συστημάτων αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας.....	45
3.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις συστημάτων αξιοποίησης βιομάζας.....	49
3.4 Γεωθερμία.....	50
3.5 Θαλάσσια ενέργεια	52
3.6 Υδροηλεκτρική ενέργεια	55
3.6.1 Οπτική όχληση.....	57
3.6.2 Φυσικό περιβάλλον, χλωρίδα- πανίδα (κυρίως ιχθυοπανίδα)	58
3.6.3 Έδαφος, επιφανειακά και υπόγεια νερά.....	58
3.6.4 Υδροληψία.....	60
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	61
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	63

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει γίνει γενικά αποδεκτές οι αρνητικές συνέπειες των συμβατικών πηγών ενέργειας, όπως του πετρελαίου, του άνθρακα, του φυσικού αερίου, αλλά και της πυρηνικής ενέργειας, στο περιβάλλον, λόγω της εκπομπής σημαντικών ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Οι υψηλές αυτές συγκεντρώσεις έχουν ως αποτέλεσμα την ένταση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Με σκοπό τον περιορισμό των ορυκτών καυσίμων ως πηγή ενέργειας και την μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, αποφασίστηκε να ληφθεί σοβαρά υπόψη η μεγαλύτερη αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Μετά από χρόνια προσπαθειών σε παγκόσμιο επίπεδο και μετά την υπογραφή σημαντικών διακρατικών συμφωνιών, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν πλέον μπει στην ζωή μας και σταδιακά αντικαθιστούν τις συμβατικές σε όλο και μεγαλύτερο ποσοστό. Τα τελευταία χρόνια όμως έχει ανοίξει μία νέα συζήτηση, σχετικά με τις πιθανές αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ίδιων των ΑΠΕ. Στην παρούσα εργασία μελετιούνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που οφείλονται στην χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης γίνεται μία προσπάθεια να σταθμιστούν οι επιπτώσεις αυτές αναφορικά με τις συμβατικές πηγές ενέργειας για να απαντηθεί το ερώτημα αν πράγματι οι ΑΠΕ είναι η λύση που θα μας οδηγήσει σε βιώσιμη ανάπτυξη και πραγματική προστασία του περιβάλλοντος.

ABSTRACT

In recent decades, the negative effects of conventional energy sources, such as oil, coal, natural gas, and nuclear energy, on the environment have been generally accepted due to the emission of significant amounts of carbon dioxide (CO₂). These high concentrations result in the intensity of the greenhouse effect. To reduce fossil fuels as an energy source and reduce emissions, it was decided to take seriously the greater use of Renewable Energy Sources (RES). After years of global efforts and the signing of major transnational agreements, renewable energy sources have now entered our lives and are gradually replacing conventional ones at an ever-increasing rate. In recent years, however, a new debate has opened up about the potential negative environmental impact of the RES themselves. In the present work, the environmental effects due to the use of renewable energy sources for electricity generation are studied. An effort is also being made to weigh these effects on conventional energy sources to answer the question of whether RES is indeed the solution that will lead us to sustainable development and real environmental protection.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Οι φυσικοί πόροι

Η κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου, τόσο σε υλικά, όσο και σε ενέργεια μπορεί να επέλθει μέσω των ανανεώσιμων πηγών, όπως η ηλιακή ακτινοβολία, ο άνεμος, το νερό, το έδαφος, κ.ά., αλλά και μέσω των μη ανανεώσιμων πηγών, όπως τα ορυκτά καύσιμα (π.χ. πετρέλαιο), τα ραδιενεργά ορυκτά (π.χ. ουράνιο) και τα μεταλλεύματα. Τα παραπάνω συνθέτουν ένα ευρύτερο σύνολο που ονομάζεται φυσικοί πόροι.

Σημαντικό χαρακτηριστικό της τεχνολογικής και βιομηχανικής ανάπτυξης του 20ου αιώνα ήταν η χρήση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ο τρόπος κατανάλωσης αυτών επέφερε την μείωση των αποθεμάτων, γεγονός που οδήγησε στην δημιουργία προβλημάτων ανεπάρκειας των φυσικών πόρων. Σήμερα, εκτός του ζητήματος για αειφορική διαχείριση των φυσικών πόρων, γίνεται συζήτηση με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλούνται, όπως η ρύπανση και η μόλυνση του νερού, του εδάφους, αλλά και του αέρα.

Η αντιμετώπιση των ζητημάτων αυτών βασίζεται σε τρεις πυλώνες:

- a) την εξερεύνηση παρθένων αποθεμάτων ορυκτού πλούτου,
- b) την χρήση της πυρηνικής ενέργειας (διάσπαση, σύντηξη), και,
- c) την χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας (ανανεώσιμες πηγές)

Από τις παραπάνω τρεις επιλογές, οι δύο πρώτες δεν αποτελούν ιδανικές λύσεις για διαφορετικούς λόγους, καθώς από την μία υπάρχει σημαντική μείωση των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων, ενώ από την άλλη η πυρηνική ενέργεια ενέχει σημαντικούς κινδύνους για το περιβάλλον. Το παράθυρο της πυρηνικής σύντηξης παρουσιάζεται ως μία πιθανή λύση, ωστόσο, η τεχνολογία της ελεγχόμενης σύντηξης για την παραγωγή ενέργειας βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο. Συνεπώς, η λύση για την κάλυψη των ανθρωπίνων αναγκών βρίσκεται στις ΑΠΕ, όπου η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική, η γεωθερμική ενέργεια, αλλά και η βιομάζα, μπορούν είτε ξεχωριστά είτε σε συνδυασμός να αποδώσουν ικανά ποσά ενέργειας, αποτρέποντας ταυτόχρονα την καταστροφή του περιβάλλοντος.

Οι ανάγκες της σημερινής κοινωνίας αφορούν την θέρμανση χώρων, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τα μέσα μεταφοράς, την αγροτική παραγωγή κ.ά., με τις ανάγκες αυτές να απαιτούν

πολύ σημαντικά ποσά ενέργειας. Η ενέργεια αυτή σε ένα μεγάλο ποσοστό προέρχεται από συμβατικές πηγές, με την φυσική παρουσία των υδρογονανθράκων, όπως το πετρέλαιο, να είναι έντονη. Ωστόσο, η ποσοτική και χρονική επάρκειά τους παρουσιάζει σοβαρά ερωτηματικά. Οι σημερινές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος λειτουργούν με βάση τον άνθρακα και παράγουν την μεγαλύτερη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας σε όλο τον κόσμο. Η εκπομπή, όμως, τοξικών αερίων μέσω της φθηνής αυτής μεθόδου προκαλεί την μεγαλύτερη καταστροφή στο περιβάλλον. Παραδείγματα, αποτελούν ο σχηματισμός της όξινης βροχής, από τον συνδυασμό τους με το βρόχινο νερό, η συμβολή τους στην αύξηση της θερμοκρασίας, που αναφέρεται ως φαινόμενο του θερμοκηπίου, αλλά και το γεγονός ότι το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται, ακριβώς στο ότι τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βασίζονται σε συμβατικά καύσιμα.

Η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αποτελεί πλέον ουσιαστικό ζήτημα που χρήζει άμεσης λύσης, με τις κυβερνήσεις πολλών κρατών να προχωρούν σε αυστηρότερες νομοθεσίες, όσον αφορά την συνολική περιβαλλοντική πολιτική. (Γιαννακουδάκης, 1986)

1.2 Κλιματική αλλαγή

Η μέση θερμοκρασία του πλανήτη, τα τελευταία 100 έτη, παρουσίασε αύξηση 0,74°C παγκοσμίως, ενώ σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, η αύξηση αυτή ανήλθε στον 1°C, γεγονός που θεωρήθηκε ως ασυνήθιστα γρήγορη θέρμανση. Ο 20^{ος} αιώνας χαρακτηρίστηκε ως ο θερμότερος, ενώ η δεκαετία του '90 ως η θερμότερη δεκαετία των τελευταίων 10 αιώνων. Παράλληλα, τα έντεκα τελευταία χρόνια της περασμένης δωδεκαετίας καταγράφηκαν ως τα θερμότερα.

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (ΔΕΑΚ) του ΟΗΕ εξέφρασε την επίσημη θέση πως η μέση θερμοκρασία του πλανήτη αυξήθηκε κατά $0,6 \pm 0,2$ °C από τα τέλη του 19ου αιώνα, με την αύξηση αυτή να οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην ανθρώπινη δραστηριότητα των τελευταίων 50 ετών.

Στην θέση αυτή, υπάρχει διαφοροποίηση μίας μικρής ομάδας επιστημόνων, η οποία αμφισβητεί την καταλυτική επίδραση της ανθρώπινης δραστηριότητας σε σχέση με την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Οι πολίτες της ΕΕ ιεραρχούν το περιβάλλον ως πρωταρχική προτεραιότητα δράσης του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου.

Ποιο περιβαλλοντικό ζήτημα θεωρείτε πιο σημαντικό;
(μέχρι 4 απαντήσεις)



Το 59%

των πολιτών της ΕΕ πιστεύει ότι οι διαμαρτυρίες με πρωτοβουλία των νέων για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής είχαν αντίκτυπο στην πολιτική της ΕΕ.

Πηγή: Parlemeter 2019 (EB 92.2)



Εικόνα 1. Η κλιματική αλλαγή θεωρείται πλέον το βασικό περιβαλλοντικό ζήτημα της εποχής μας

Σημαντική παρουσιάζεται η αβεβαιότητα σε επιστημονικό επίπεδο για τις αναμενόμενες μελλοντικές μεταβολές, ενώ σε πολιτικό επίπεδο το θέμα αυτό είναι αρκετά αμφιλεγόμενο, καθώς σχετίζεται με την ανάγκη λήψης μέτρων για την διεκπεραίωση του ζητήματος της παγκόσμιας υπερθέρμανσης.

Κατά την χρονική περίοδο 1990 με 2100, αύξηση της θερμοκρασίας της Γης ενδέχεται να φτάσει τους 1,4 με 5,8°C, σύμφωνα με έρευνες της ΔΕΑΚ. (Kerr 2005) Αποτελέσματα της αύξησης αυτής, ενδέχεται να είναι η αύξηση της στάθμης της θάλασσας, η εξαφάνιση ζώντων οργανισμών, και η εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων (π.χ. πλημμύρες, τυφώνες κ.ά.). Ωστόσο, η σύνδεση των τελευταίων άμεση συνέπεια θεωρείται αρκετά δύσκολη με την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Εκτός των παραπάνω αιτιών της κλιματικής αλλαγής, υπάρχουν και φυσικές αιτίες που μπορούν να προκληθούν από μικρές μεταβολές της ηλιακής ακτινοβολίας, από ηφαιστειακές εκρήξεις, με αντανάκλαση της ηλιακής θερμότητας στο διάστημα λόγω ηφαιστειακής σκόνης, αλλά και από

αποκλίσεις του ίδιου του κλιματικού συστήματος. Ωστόσο, οι παραπάνω αιτίες εξηγούν ένα μικρό ποσοστό της υπερθέρμανσης. Βάσει της πλειοψηφίας των επιστημόνων, η αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, που μπλοκάρουν την θερμότητα οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες, οι οποίες συντελούν ιδιαίτερα στην αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), του μεθανίου (CH_4) και του μονοξειδίου του αζώτου (NO), τα οποία συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αυξάνοντας της θερμοκρασία. (Bodansky 1998)

1.3 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στο όριο της ατμόσφαιρας της Γης αντιστοιχεί σε περίπου 1366W/m^2 . Ένα μέρος της ακτινοβολίας αυτής (περίπου το 30%) επιστρέφει στο διάστημα και είναι αποτέλεσμα ανάκλασης, σε ποσοστό 6% από την ατμόσφαιρα, 3% από τα νέφη και 4% από την επιφάνεια της γης.

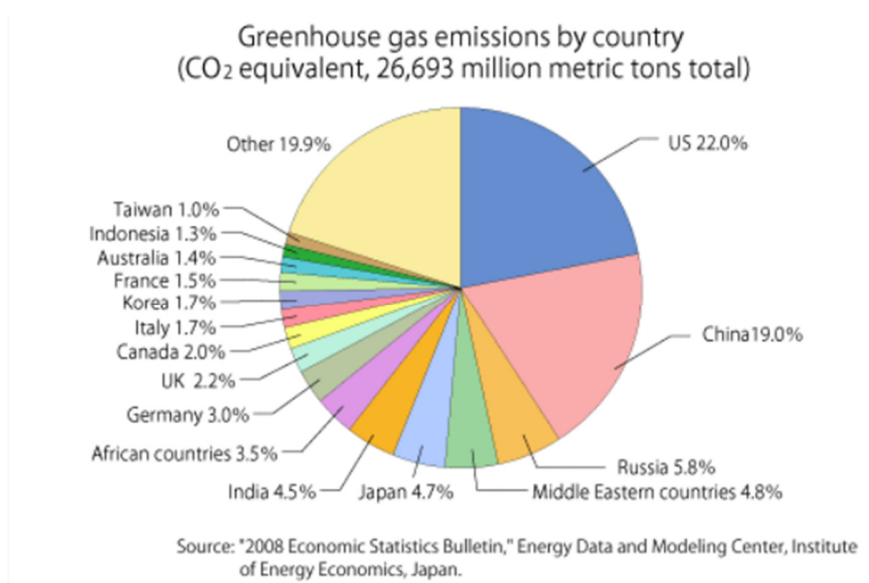
Το υπόλοιπο 70% της ακτινοβολίας διαδίδεται εντός της ατμόσφαιρας, όπου το 16% απορροφάται από την ατμόσφαιρα (συμπεριλαμβανομένου και του στρατοσφαιρικού στρώματος του όζοντος), το 3% απορροφάται από τα νέφη και το υπόλοιπο 51% από την επιφάνεια της Γης και του ωκεανούς.

Συνεπώς, ένα τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας διέρχεται αναλλοίωτο από την ατμόσφαιρα, καταλήγει στην επιφάνεια του εδάφους και από εκεί επιστρέφει προς τα επάνω με ένα σε μήκος κύματος του φάσματος του υπερύθρου. Η κινούμενη προς τα πάνω ακτινοβολία απορροφάται από την ατμόσφαιρα, αυξάνοντας την θερμοκρασία της και επανεκπέμπεται προς την επιφάνεια. Τα αέρια του θερμοκηπίου, που όπως προαναφέρθηκε εκπέμπονται από τις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες, έχουν την ικανότητα να απορροφούν την ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος και να την εγκλωβίζουν συνεπώς στο διάστημα μεταξύ επιφάνειας και κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας. Το φαινόμενο αυτό προσεγγίζει την λειτουργία ενός θερμοκηπίου, με τον Γάλλο μαθηματικό Fourier να το δίνει το όνομα “Φαινόμενο του Θερμοκηπίου” ήδη από το 1822. Το στρώμα των αερίων αυτών απέχει περίπου 25 χιλιόμετρα από την επιφάνεια, είναι σχετικά λεπτό, ενώ οι συγκεντρώσεις των αερίων διατηρούνται σε σχετικά σταθερή αναλογία.

Τα αέρια με την μεγαλύτερη ικανότητα απορρόφησης είναι η υδρατμοί (H_2O), με ποσοστό απορρόφησης 36 – 70%, το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), με ποσοστό 9-26% αλλά και τα νέφη.

Παράλληλη συνεισφορά έχει το υποξείδιο του αζώτου (N_2O) και το όζον (O_3), με ποσοστά 4-9% και 3-7%, αντίστοιχα. Το σύνολο αυτών απορροφά το 86% περίπου της γήινης ακτινοβολίας, ενώ στην απορρόφηση συμβάλλουν και άλλα αέρια όπως τα φθοριούχα.

Η διαμόρφωση του κλίματος της Γης γίνεται βάσει μιας συνεχούς ενεργειακής ροής από τον ήλιο. Με την θερμική από τον ήλιο ενέργεια, η οποία διέρχεται από την ατμόσφαιρα και θερμαίνει την επιφάνεια της Γης, η θερμοκρασία στην επιφάνεια διατηρείται περίπου στους $15^{\circ}C$, θερμοκρασία που χαρακτηρίζεται ως η κατάλληλη για την διατήρηση της ζωής στην Γη.



Εικόνα 2. Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ανά χώρα

Αναφερόμενοι σήμερα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, δεν εννοούμε την φυσική διεργασία, αλλά την έξαρση αυτής, λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Η αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου, και πιο συγκεκριμένα του CO_2 , αλλά και η απελευθέρωση ιχνοστοιχείων προκαλείται σε μεγάλο βαθμό από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Αποτέλεσμα είναι η συγκράτηση όλο και περισσότερης ακτινοβολίας που οδηγεί σε θερμοκρασιακή αύξηση, που υποστηρίζεται πως στα επόμενα 100 χρόνια θα είναι της τάξης του 1 έως $4^{\circ}C$. Ειδικότερα το διοξείδιο του άνθρακα αυξήθηκε κατά 31% κατά την περίοδο 1750-1998. Η καύση ορυκτών καυσίμων προκαλεί την απελευθέρωση των $\frac{3}{4}$ του CO_2 από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, με το υπόλοιπο $\frac{1}{4}$ να οφείλεται σε αλλαγές που πραγματοποιούνται στο έδαφος, με την βασική αιτία να είναι η καταστροφή των δασών. (Μαυράκης, Κονιδάρη 2008)

1.4 Η στροφή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ήδη από τις αρχές του '70, η διεθνής κοινότητα άρχισε να ασχολείται πιο έντονα με την καταστροφή του περιβάλλοντος. Μέχρι τότε η οικονομική ανάπτυξη βρισκόταν σε πρώτο πλάνο, ενώ οι γρήγοροι ρυθμοί άντλησης των φυσικών πόρων και η ρύπανση του περιβάλλοντος δεν απασχολούσαν όσο θα έπρεπε. Τα περιβαλλοντικά προβλήματα απασχολούσαν κυρίως σε τοπικό η περιφερειακό επίπεδο, με τις περιοχές Ευρώπης και της Βόρειας Αμερικής με έντονη βιομηχανοποίηση, να αντιμετωπίζουν το πρόβλημα. Μέλημα της εποχής ήταν η διαφύλαξη της επάρκειας φυσικών πόρων με αποτέλεσμα τα περιβαλλοντικά προβλήματα να εξαπλώνονται σταθερά και ανελλιπώς σε παγκόσμια κλίμακα.

Στα πρώτα περιβαλλοντικά προβλήματα δόθηκε σημασία κατά τα τέλη του '60 και στην Διάσκεψη για την Βιόσφαιρα, που πραγματοποιήθηκε στο Παρίσι το 1968. Εκεί, συζητήθηκαν τα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα και η επιστημονική βάση της ορθολογικής χρήσης και διαφύλαξης των φυσικών πόρων.

Καθοριστικό παράγοντα για την αντιμετώπιση των προβλημάτων ρύπανσης και την δημιουργία από τις κυβερνήσεις εξειδικευμένων θεσμικών οργάνων, αποτέλεσε η κοινή γνώμη της Δυτικής Ευρώπης και της Βόρειας Αμερικής, η οποία υποκίνησε την διαμόρφωση περιβαλλοντικής εθνικής νομοθεσίας. Ωστόσο, η ρύπανση του περιβάλλοντος δεν αφορά μεμονωμένες περιοχές και μη αναγνωρίζοντας σύνορα, μια περιβαλλοντική καταστροφή σε ένα μόνο κράτος έχει την δυνατότητα επέκτασης σε περιοχές εκτός εθνικής δικαιοδοσίας, όπως είναι η ανοικτή θάλασσα και η Ανταρκτική. Συνεπώς, δεν αρκούσαν μεμονωμένες προσπάθειες για την προστασία του περιβάλλοντος.

Με την Σουηδία να προτείνει τη διοργάνωση μιας παγκόσμιας διάσκεψης για το περιβάλλον, ώστε να αναληφθεί άμεση δράση και να διευκολυνθεί ο συντονισμός της κοινής προσπάθειας για την προστασία του περιβάλλοντος, ορίστηκε η Διάσκεψη της Στοκχόλμης, με αυτή να ξεκινά στις 5 Ιουνίου του 1972. Η μέρα αυτή, έκτοτε, έχει καθιερωθεί ως Ημέρα Περιβάλλοντος. Η ημέρα αυτή έχει ως σκοπό την υπενθύμιση της υποχρέωσης απέναντι στο περιβάλλον και της προστασίας αυτού. Στην Διάσκεψη της Στοκχόλμης συμμετείχαν αντιπροσωπείες από 113 κράτη με το θέμα της συζήτησης να είναι η ανάγκη διορθωτικών μέτρων για την αντιμετώπιση των οικονομικών, κοινωνικών, αλλά και πολιτικών προβλημάτων που αφορούν το παγκόσμιο περιβάλλον. Η Διάσκεψη συνολικά κράτησε 11 ημέρες, ενώ μετά από έντονες διαπραγματεύσεις, οι

συμμετέχοντες κατέληξαν σε μια Διακήρυξη 26 αρχών. Βάσει αυτής, αναγνωρίζεται η προστασία του περιβάλλοντος ως ζήτημα διεθνούς ενδιαφέροντος και εμπεριέχει τις βασικές αρχές, οι οποίες θα κατευθύνουν τα επόμενα διεθνή βήματα προς την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Με βάση το κείμενο της Διακήρυξης, διαμορφώθηκε ένα αρκετά μεγάλο πλέγμα διεθνών περιβαλλοντικών κανόνων, όντας, ωστόσο, μη δεσμευτικό. Εκτός από το προαναφερθέν κείμενο, υιοθετήθηκε παράλληλα ένα σχέδιο δράσης 106 συστάσεων, ενώ ένα θεσμικό όργανο ιδρύθηκε υπό την αιγίδα του ΟΗΕ, με σκοπό την υλοποίησή του. Το Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (United Nations Environmental Programme UNEP) εγκαταστάθηκε στην Κένυα και ήταν η πρώτη υπηρεσία του ΟΗΕ με έδρα σε αναπτυσσόμενη χώρα. Η κίνηση αυτή αποσκοπούσε στο να περάσει ένα μήνυμα ότι στην παγκόσμια περιβαλλοντική ατζέντα, έχουν πλέον φωνή και οι αναπτυσσόμενες χώρες

Το 1983, στην Γενεύη ιδρύθηκε η Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, ενώ τον Ιούνιο του 1992, 20 χρόνια μετά την Διάσκεψη της Στοκχόλμης, στο Ρίο ντε Τζανέιρο έγινε η δεύτερη συνάντηση διεθνούς κοινότητας στην οποία συμμετείχαν οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων 172 χωρών της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη. Σκοπός της Διάσκεψη Κορυφής του 1992 ήταν η εξέταση των αναπτυξιακών και περιβαλλοντικών αναγκών, ενώ ήταν καθοριστική καθώς εισήχθησαν στον δημόσιο διάλογο θέματα που αφορούν το περιβάλλον και την ανάπτυξη. Η «Συνάντηση Κορυφής της Γης» έπαιξε ουσιαστικό ρόλο σε βασικές διεθνείς συμφωνίες σχετικά με το περιβάλλον:

- Ατζέντα 21 — Σχέδιο δράσης για τη βιώσιμη ανάπτυξη,
- Διακήρυξη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη,
- Δήλωση Αρχών για τα Δάση,
- Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές,
- Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για τη Βιοποικιλότητα,
- Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης.

Έπειτα από την Διάσκεψη του Ρίο, το 2002, συντελέστηκε η Παγκόσμια Συνδιάσκεψη για την Αειφόρο Ανάπτυξη στον Γιοχάνεσμπουργκ. Στην Συνδιάσκεψη αυτή επήλθε συμφωνία, ώστε τα εξαντλημένα αποθέματα αλιείας να αποκατασταθούν για το 2015, ενώ ταυτόχρονα οδήγησε στην υιοθέτηση του Προγράμματος Δράσης του Γιοχάνεσμπουργκ (Johannesburg Plan of

Implementation) και του 15ετούς Προγράμματος Εργασιών της Επιτροπής Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ (2003-2017).

Ακολούθησαν άλλες τρεις Διασκέψεις, στην Κοπεγχάγη (2009), στο Κανκούν (2010), και στο Ντέρμπαν (2011). Στην Διάσκεψη της Κοπεγχάγης, επονομαζόμενη και ως «Συμφωνία της Κοπεγχάγης έγινε η παραδοχή της απαίτησης για μεγάλη μείωση των παγκόσμιων εκπομπών ρύπων. Στην Διάσκεψη του Κανκούν συμφωνήθηκε η διατήρηση της παγκόσμιας θερμοκρασιακής αύξησης υπό τους 2°C, αλλά και η δημιουργία ενός ετήσιου “πράσινου ταμείου”. Το «Πράσινο Ταμείο» είχε ως στόχο την οικονομική ενίσχυση του αναπτυσσόμενου κόσμου για τα επόμενα τρία έτη, για να μπορέσουν τα φτωχά κράτη να προσαρμοστούν στην πράσινη τεχνολογία, αλλά και να ικανοποιήσουν το Πρωτόκολλο του Κιότο. Το Πρωτόκολλο αυτό ορίζει την επιβολή περιορισμών εκπομπών ρύπων από τα πιο πλούσια κράτη. Στην Διάσκεψη του Ντέρμπαν, η οποία ονομάστηκε Πλατφόρμα του Ντέρμπαν, ορίστηκε μία παγκόσμια πολιτική για το κλίμα, που στόχευε στην επιπλέον μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αλλά και την μείωση της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2 επιπλέον βαθμού Κελσίου, αναφορικά με το 1990.

Το 2012 ακολούθησε η τέταρτη διάσκεψη της «Συνάντησης Κορυφής της Γης», η οποία θα αποτελούσε συνάντηση συζήτησης και λήψης αποφάσεων για τις επόμενες κινήσεις στα πλαίσια της διεθνούς προσπάθειας, με στόχο την βιώσιμη ανάπτυξη. Η πράσινη οικονομία και η παγκόσμια περιβαλλοντική διακυβέρνηση ήταν το βασικό θέμα συζήτησης. Με το πέρας της διάσκεψης ανανεώθηκαν οι πολιτικές δεσμεύσεις των 192 κρατών που συμμετείχαν για την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης.

Τον Δεκέμβριο του 2012, έγινε Διάσκεψη της Ντόχα (Κατάρ), που αποσκοπούσε στην παράταση του Πρωτοκόλλου του Κιότο έως το 2020, χρονιά που είναι οριστεί η υπογραφή μίας νέας δεσμευτικής συμφωνίας για την Κλιματική Αλλαγή. Η συμμετοχή έφτασε τις 38 ανεπτυγμένες χώρες, μεταξύ των οποίων συμμετείχαν και τα 28 μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα μέλη της ΕΕ, δεσμεύτηκαν ως προς την μείωση των εκπομπών του κατά 18% από τις τιμές του 1990.

Στις 23 Νοεμβρίου του 2013 διετελέσθη η Διάσκεψη της Βαρσοβίας μεταξύ 195 κρατών, με σκοπό την επίλυση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής έως το 2015. Ζητούμενο της συνδιάσκεψης ήταν η επίτευξη μιας παγκόσμιας συμφωνίας για την εφαρμογή της πλατφόρμας του Ντέρμπαν, η οποία θα αντικαθιστούσε το Πρωτόκολλο του Κιότο.

Τελευταία, έως και σήμερα, ήταν η Διάσκεψη του Παρισίου το 2015, όπου και μετά από πολυετείς διαπραγματεύσεις, επετεύχθη μια νέα παγκόσμια συμφωνία για την κλιματική αλλαγή. Η συμφωνία αυτή είναι νομικά απόλυτα δεσμευτική και παγκόσμια, ακολουθεί καθορισμένο σχέδιο δράσης που αφορά την ελάττωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη σε επίπεδα πολύ χαμηλότερα των 2 βαθμών Κελσίου. Από την πλευρά της ΕΕ, αυτή δεσμεύτηκε για την εγχώρια μείωση των εκπομπών κατά 40% έως το 2030, σε σύγκριση με το 1990. Η Συμφωνία των Παρισίων για την κλιματική αλλαγή αντικατέστησε το Πρωτόκολλο του Κιότο του 1997.

Συμπερασματικά, ο δρόμος προς την βιωσιμότητα είναι τόσο περίπλοκος, όσο και αργός. Η μετάβαση σε μία εποχή καλύτερη για το περιβάλλον απαιτεί προσπάθεια από κάθε κατεύθυνσης υπευθύνους χάραξης πολιτικών, επιχειρήσεων και πολιτών. Οι πρώτοι καλούνται να προσφέρουν επιπλέον κίνητρα με σκοπό την προώθηση της καινοτομίας, αλλά και να παρέχουν στήριξη σε αυτούς που δραστηριοποιούνται με το τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον. Η προσοχή, πλέον, έχει στραφεί σε πιο βιώσιμα προϊόντα, με τις εταιρείες να πρέπει να αναπτύξουν πιο καθαρά παραγωγικές διαδικασίες. (Τσιλιγκιρίδης Γ. 2007)

2. ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας (ΑΠΕ), επονομαζόμενες και ως ήπιες μορφές ενέργειας (ή νέες πηγές ενέργειας ή πράσινη ενέργεια) είναι μορφές ενέργειας που παράγεται προς εκμετάλλευση, από φυσικές πηγές, όπως ο άνεμος, η ήλιος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. «Ήπιες» χαρακτηρίζονται λόγω δύο βασικών χαρακτηριστικών:

1. Η εκμετάλλευσή τους δεν απαιτεί ενεργητικές παρεμβάσεις, όπως καύση, άντληση ή εξόρυξη, παρεμβάσεις δηλαδή που ήταν απαραίτητες για τις μέχρι τώρα συμβατικές πηγές ενέργειας. Η εκμετάλλευση των ήπιων πηγών ενέργειας γίνεται βάσει της υπάρχουσας φυσικής ροής ενέργειας.
2. Οι ήπιες μορφές ενέργειας δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, όπως οι συμβατικές πηγές που χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα, με αποτέλεσμα να χαρακτηρίζονται ως «καθαρές» και «φιλικές» προς το περιβάλλον.

Βάσει των παραπάνω, μπορούμε να πούμε ότι οι ΑΠΕ θεωρούνται μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη. Παρακάτω θα παρουσιαστούν συνοπτικά τα διάφορα είδη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και οι βασικές αρχές λειτουργίας τους, ώστε στο επόμενο κεφάλαιο να καταγραφούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που κάθε μία από αυτές μπορεί να προκαλέσει και να γίνει μία προσπάθεια αποτίμησής τους.

2.1 Αιολική ενέργεια

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται ως ανανεώσιμη και καθαρή. Η εκμετάλλευση του ανέμου προς παραγωγή ενέργειας δεν είναι νέα αλλά την βρίσκουμε ήδη από τα αρχαία χρόνια στην χρήση των ιστίων των πρώτων πλοίων. Έπειτα ακολούθησε η εκμετάλλευσή του στους ανεμόμυλους της ξηράς. Το όνομά της «Αιολική» προήλθε προς τιμήν του θεού του ανέμου, Αιόλου, της αρχαίας ελληνική μυθολογίας.

Η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής. Το «καύσιμο» είναι άφθονο, αποκεντρωμένο και δωρεάν. Η έκλυση των αερίων του θερμοκηπίου και άλλων ρύπων είναι μηδενική, ενώ συγκριτικά με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής που κάνουν χρήση συμβατικών καυσίμων, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι μηδαμινές. Σημαντικά

είναι τα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν για διάφορες περιοχές λόγω της ανάπτυξης της αιολικής βιομηχανίας. Με τον εντοπισμό μια περιοχής με αξιοσημείωτες ταχύτητες ανέμου, γίνονται οι απαραίτητες μετρήσεις και μελέτες. Εάν κριθεί ότι μπορεί να γίνει μία αξιόλογη αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού της περιοχής, γίνεται η τοποθέτηση μερικών δεκάδων ανεμογεννητριών, δημιουργώντας με την σειρά τους ένα αιολικό πάρκο.

Αποδεδειγμένα, οι ανεμογεννήτριες (Α/Γ) αποτελούν μία ώριμη τεχνολογία που μπορεί να παράξει ικανοποιητικά ποσά μηχανικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Τα είδη των Α/Γ ποικίλουν και κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες:

1. τις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα, που μπορεί να περιστρέφεται για να είναι συνεχώς παράλληλα με την κατεύθυνση του ανέμου,
2. τις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα, ο οποίος διατηρείται σταθερός.

Σήμερα, οι Α/Γ οριζόντιου άξονα έχουν επικρατήσει στην παγκόσμια αγορά λόγω της μεγαλύτερης αποδοτικότητάς τους, αλλά και της απλής λειτουργίας τους. Η περιστροφή των πτερυγίων που γίνεται λόγω της πίεσης του ανέμου οδηγεί σε μία περιστροφική κίνηση που μεταφέρεται μέσω ενός κεντρικού άξονα και έπειτα μέσω ενός πολλαπλασιαστή (κιβώτιο ταχυτήτων) σε μία ηλεκτρογεννήτρια. Στο σημείο αυτό η κινητική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Οι σημερινές ανεμογεννήτριες αποτελούνται από τον πυλώνα, τον ρότορα και τα πτερύγια, με τον αριθμό των τελευταίων να είναι ίσος με 2 ή 3. Η εγκατάσταση των τμημάτων κάθε ανεμογεννήτριας διαρκεί 1-3 μέρες.

Βασικά πλεονεκτήματα των σύγχρονων Α/Γ είναι η συνεχής λειτουργία τους χωρίς ανθρώπινη επιτήρηση και με ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης. Η διάρκεια ζωής τους προβλέπεται περί τα 20 χρόνια, προσφέροντας 120 χιλιάδες ώρες ενεργού λειτουργίας. Αξιοσημείωτη είναι η θεαματική αύξηση της παραγόμενης ισχύος μιας σύγχρονης Α/Γ, σχετικά με τις αντίστοιχες της δεκαετίας του '80. Η παραγωγή από ανεμογεννήτριες μπορεί να είναι είτε μεγάλης κλίμακας, με δημιουργία αιολικών πάρκων από ανεμογεννήτριες μεγάλης ισχύος για απευθείας τροφοδότηση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, είτε μικρής κλίμακας με εγκατάσταση μικρών ανεμογεννητριών χαμηλής ισχύος, για οικιακή κυρίως χρήση. Το γεγονός της προσέγγισης της ταχύτητας του ανέμου της υπαίθρου από την αντίστοιχη στις οροφές των κτηρίων εντός του

αστικού ιστού, ευνοεί την εγκατάσταση μικρών ανεμογεννητριών στις οροφές των κτιρίων, αλλά και σε αστικούς υπαίθριους χώρους, με την προϋπόθεση της μη ύπαρξης κοντινών εμποδίων. Η τοποθέτηση των Α/Γ στον αστικό ιστό οδήγησε στην εξέλιξη της τεχνολογίας και στην δημιουργία Α/Γ διαφόρων σχημάτων, χρωμάτων και μεγεθών για την πιο άμεση ενσωμάτωσή τους στο αστικό περιβάλλον. Τέτοιες εφαρμογές αρχίζουν να εμφανίζονται συχνά, και πρέπει να προωθηθούν και στη χώρα μας. Οι μικρές Α/Γ που προορίζονται για εγκατάσταση εντός του αστικού ιστού, μπορεί να είναι αυτόνομες, αποθηκεύοντας την παραγόμενη ενέργεια σε μπαταρίες, είναι συνδεδεμένες στο δημόσιο δίκτυο ηλεκτροδότησης. Οι αυτόνομες Α/Γ που είναι εγκατεστημένες σε κατοικίες, συνδυαζόμενες, παράλληλα, με φωτοβολταϊκές μονάδες, μπορούν να αποδώσουν σημαντικά ενεργειακά οφέλη. Αυτό, ωστόσο, απαιτεί την εφαρμογή βασικών αρχών εξοικονόμησης ενέργειας, όπως την μη χρήση ενεργοβόρων συσκευών και την ορθολογική ενεργειακή συμπεριφορά του χρήστη.

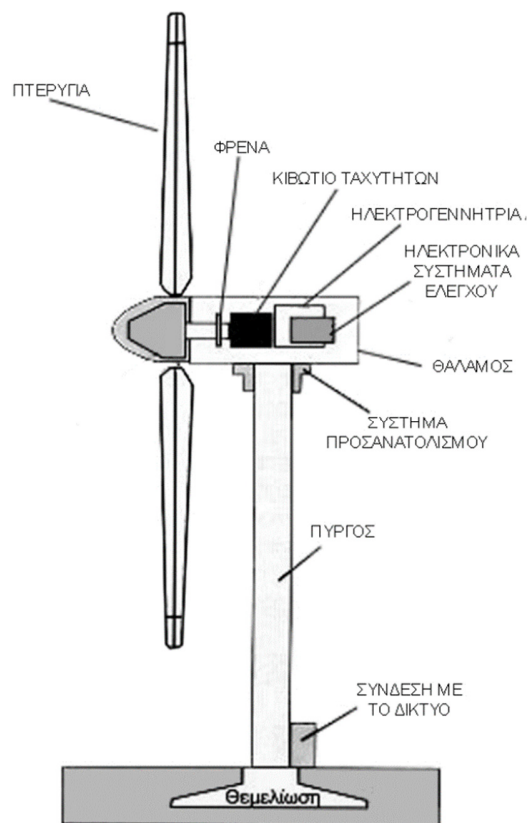
Η θεαματική άνοδος της ηλεκτρικής ισχύος από ανεμογεννήτριες είναι φανερό τα τελευταία χρόνια στην χώρα μας. Το γεγονός αυτό έχει οδηγήσει στην έκφραση ανησυχιών όχι μόνο από τις άμεσα εμπλεκόμενες τοπικές κοινωνίες, αλλά από ένα ευρύτερο μέρος της κοινωνίας, για τις πιθανές επιπτώσεις των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον. Αν και σε ορισμένες περιπτώσεις οι εκφραζόμενοι φόβοι δείχνουν υπερβολικοί, σε κάποιες ακόμη, οι ενστάσεις απέναντι στην εγκατάσταση ανεμογεννητριών και πιο συγκεκριμένα αιολικών πάρκων έχουν κάποια βάση και χρειάζονται επιπλέον διερεύνηση. Σε κάθε περίπτωση, η αξιολόγηση και αποδοχή ή μη της αιολικής ενέργειας προϋποθέτει την αντικειμενική τους πληροφόρηση πάνω στα οφέλη, αλλά και τις επιπτώσεις αυτής της επιπλέον ανθρώπινης επέμβασης στο φυσικό περιβάλλον. (Τσιλιγκιρίδης 2007)

Γενικά, η κατηγοριοποίηση των ανεμογεννητριών γίνεται βάσει του προσανατολισμού των αξόνων τους ως προς την κατεύθυνση του ανέμου, στις παρακάτω κατηγορίες:

1. Οριζοντίου άξονα, με τον άξονα περιστροφής του δρομέα να είναι παράλληλος προς την κατεύθυνση του ανέμου.
2. Οριζοντίου άξονα (Crosswind), με τον άξονα περιστροφής να είναι παράλληλος προς την επιφάνεια της γης, αλλά και κάθετος στην κατεύθυνση της ροής του ανέμου.
3. Κάθετου άξονα, με τον άξονα περιστροφής να είναι κάθετος στην επιφάνεια της γης και κάθετος προς την ροή του ανέμου.



Εικόνα 3: Ανεμογεννήτρια οριζόντιου και κάθετου άξονα



Εικόνα 4. Τμήματα τυπικής ανεμογεννήτριας: (α) πύργος, (β) θάλαμος ή άτρακτος, (γ) κύριος άξονας, (δ) κιβώτιο ταχυτήτων, (ε) ηλεκτρογεννήτρια, (στ) ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου και ασφαλούς λειτουργίας, (ζ) ανεμόμετρο και ανεμοδείκτης, (η) πτερύγια ή δρομέας, (θ) φρένα, (ι) σύστημα.

Βασικό σημείο στην εγκατάσταση των αιολικών πάρκων είναι η επιλογή της θέσης τοποθέτησης αυτών. Για τον σκοπό αυτό, έχουν αναπτυχθεί αρκετές μεθοδολογίες με τα βασικά σημεία αυτών να είναι:

- στις κορυφογραμμές, όπου η ταχύτητα του ανέμου παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές,
- σε κοιλάδες ή περάσματα μεταξύ υψωμάτων, όπου η ταχύτητα του ανέμου ενδέχεται να είναι μεγαλύτερη λόγω φαινομένων ροής,
- στα οροπέδια, και ειδικά σε όσα βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο, όπου η ταχύτητα του ανέμου είναι επίσης μεγαλύτερη, και
- σε παράκτιες περιοχές, όπου εμφανίζονται υψηλές ταχύτητες ανέμου λόγω των θερμοκρασιακών διαφορών μεταξύ ξηράς και θάλασσας.

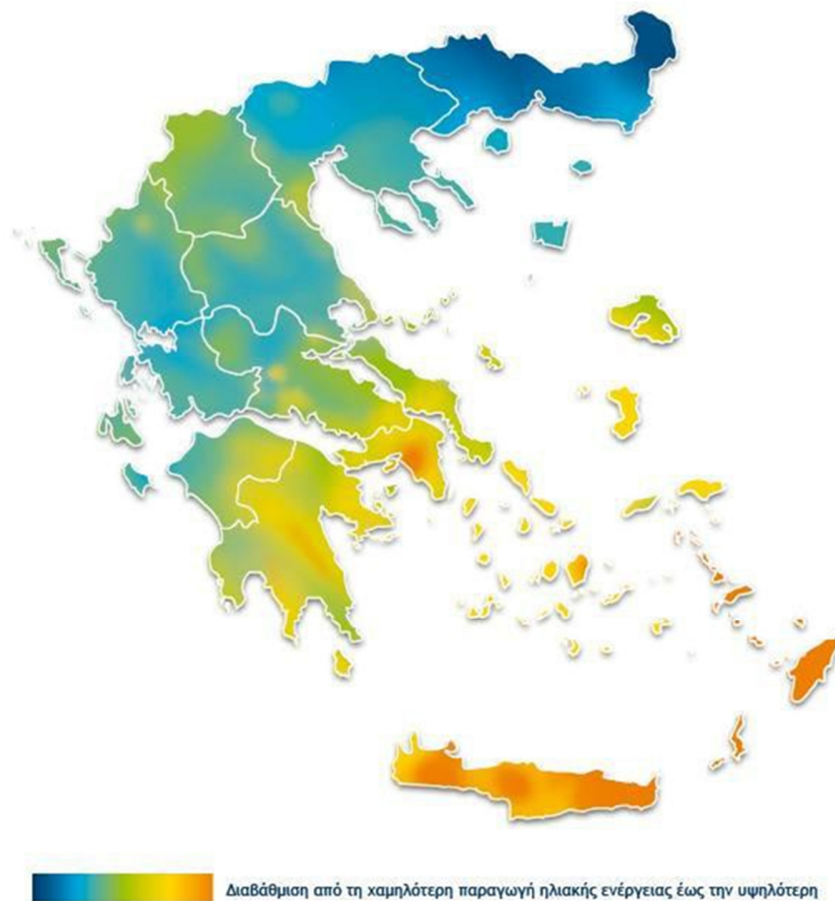
Ωστόσο, η ταχύτητα δεν αποτελεί το μοναδικό σημείο άξιο προσοχής, για την τελική επιλογή της θέσης εγκατάστασης των Α/Γ. Κάποιες ακόμη παράμετροι είναι:

- η πρόσβαση του δικτύου διανομής ηλεκτρισμού,
- οι τοπικές επιδράσεις του περιβάλλοντος,
- η πρόσβαση του οδικού δικτύου,
- η απόσταση από κατοικημένες περιοχές,
- η επίδραση του προκαλούμενου θορύβου,
- ✓ τα προκαλούμενα παράσιτα σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ραδιοφωνικών- τηλεοπτικών σταθμών κ.λπ.), κ.ά. (Καπλάνης 2003)

2.2 Ηλιακή ενέργεια

Η παρεχόμενη από την ηλιακή ακτινοβολία ενέργεια στην Γη χαρακτηρίζεται από ένα τεράστιο ποσό, ενώ για να μπορεί να γίνει κατανοητή η τάξη μεγέθους του ποσού αυτού, αρκεί να αναλογιστεί κανείς ότι αυτό είναι ίσο με 10 χιλιάδες φορές την παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση. Κάθε χρόνο στην επιφάνεια της Γης προσπίπτουν 1700kWh ανά τετραγωνικό μέτρο. Η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια μπορεί να διαχωριστεί μεταξύ δύο βασικών συνιστωσών, την άμεση και την διάχυτη (ή έμμεση) ακτινοβολία. Η δεύτερη αποτελεί το φως το οποίο έχει διασκορπιστεί από διάφορα μόρια της ατμόσφαιρας, όπως μόρια σκόνης και νερού.

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται κυρίως με την εφαρμογή φωτοβολταϊκών στοιχείων (Φ/Β) προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η χρήση ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου απαιτεί την ύπαρξη μετατροπέα DC/AC (συνεχούς/εναλλασσόμενου ρεύματος), λόγω του ότι τα Φ/Β στοιχεία έχουν την δυνατότητα παραγωγής μόνο συνεχούς ρεύματος από μέρος την διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας. Η άμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω των Φ/Β, τα καθιστά ιδιαίτερος κατάλληλα για την κάλυψη των αναγκών απομονωμένων περιοχών. Όπως και στις ανεμογεννήτριες, έτσι και στα φωτοβολταϊκά, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί είτε να χρησιμοποιηθεί άμεσα, είτε να αποθηκευτεί σε μπαταρίες για μελλοντική χρήση.



Εικόνα 5. Διαβάθμιση ηλιακής ακτινοβολίας στη χώρα μας

2.2.1 Λειτουργία Φωτοβολταϊκών στοιχείων (ΦΒ)

Η λειτουργία ενός φωτοβολταϊκού συστήματος βασίζεται στο φωτοβολταϊκό, το οποίο με την σειρά του στηρίζεται σε ιδιότητες υλικών σε ατομικό επίπεδο, που ονομάζονται ημιαγωγοί. Με την πρόσπτωση του φωτός σε μία επιφάνεια δύνανται να συμβούν τρεις διαφορετικές διεργασίες, μπορεί είτε να ανακλαστεί, είτε να διαπεράσει το υλικό (διαπερατότητα), είτε το ίδιο το υλικό να το απορροφήσει. Σύμφωνα με την Αρχή Διατήρηση της Ενέργειας, η απορρόφηση αυτή του φωτός εκφράζει την μετατροπή του σε μία άλλη μορφή ενέργειας που συνήθως είναι η θερμότητα.

Η ύπαρξη, ωστόσο, υλικών με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά έχουν την δυνατότητα μετατροπής της ενέργειας των προσπιπτόντων φωτονίων (πακέτα ενέργειας) σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα υλικά αυτά, όπως προαναφέρθηκε είναι οι ημιαγωγοί. Στους ημιαγωγούς έχει βασιστεί ένα μεγάλο τμήμα της τεχνολογικής προόδου τόσο στον τομέα της ηλεκτρονικής, όσο και στο ευρύτερο πεδίο της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών.

Όλα τα υλικά στην φύση δύνανται να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες βάσει των ηλεκτρικών τους ιδιοτήτων σε τρεις κατηγορίες, (α) τους αγωγούς, (β) τους μονωτές, και (γ) τους ημιαγωγούς. Η πιο χαρακτηριστική ιδιότητα των ημιαγωγών, που τους δίνει και μεγάλο πλεονέκτημα σε πολλά τεχνολογικά επιτεύγματα είναι ότι η ηλεκτρική του αγωγιμότητα μπορεί να ελεγχθεί είτε μόνιμα, είτε δυναμικά.

2.2.2 Είδη φωτοβολταϊκών πλαισίων

Στον τομέα των φωτοβολταϊκών, το κυρίαρχο μέχρι σήμερα υλικό είναι το πυρίτιο (Si) βάσει του οποίου έχουν κατασκευαστεί διαφορετικού τύπου φωτοβολταϊκά.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι βασικοί τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Φωτοβολταϊκά Μονοκρυσταλλικού Πυριτίου (c-Si)

Τα φωτοβολταϊκά μονοκρυσταλλικού πυριτίου αποτελούνται από κρυστάλλους μεγάλου μεγέθους, που συνεπάγεται σχετικά μεγάλου πάχους υλικό (~300μm), και είναι χρώματος σκούρου μπλε. Η απόδοσή τους κυμαίνεται μεταξύ 13-16%, ενώ για παραγωγή 1kWp απαιτούν επιφάνεια 7 με 8m². Πλεονέκτημά τους σε σχέση με τα φωτοβολταϊκά πολυκρυσταλλικού πυριτίου είναι η μεγαλύτερή τους απόδοση, ενώ χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου ο

διαθέσιμος χώρος είναι ελλιπής. Η άποψη της ανωτερότητας των φωτοβολταϊκών μονοκρυσταλλικού πυριτίου είναι παρωχημένη και βασίζεται σε παλιότερα δεδομένα, τουλάχιστον για περιπτώσεις που το ζήτημα του χώρου δεν αποτελεί πρόβλημα. (ΚΕΠΕ, 1988)



Εικόνα 6. Φωτοβολταϊκό πάνελ μονοκρυσταλλικού πυριτίου

Φωτοβολταϊκά Πολυκρυσταλλικού Πυριτίου (m-Si)

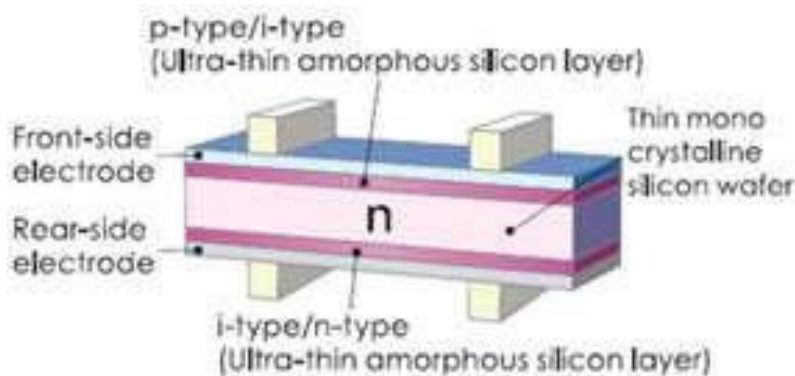
Τα φωτοβολταϊκά πολυκρυσταλλικού πυριτίου αποτελούνται από επιφάνεια στην οποία παρατηρούνται μονοκρυσταλλικές περιοχές. Είναι γαλάζιου χρώματος, με την απόδοσή τους να είναι περίπου 12,5 με 15,5%, ενώ για παραγωγή 1kWp απαιτούν επιφάνεια 8 με 9m². Η κατασκευή τους γίνεται σε τετραγωνικό σχήμα και το πάχος τους κυμαίνεται μεταξύ 10 με 50μm. Οι στέγες και οι ταράτσες κτηρίων είναι το σύνηθες πεδίο εφαρμογής τους.

Φωτοβολταϊκά Άμορφου Πυριτίου (a-Si)

Στα φωτοβολταϊκά άμορφου πυριτίου έχει παρατηρηθεί απόδοση 6 έως 10%. Πλεονέκτημά τους είναι η έντονη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας (υψηλός συντελεστής απορρόφησης), γεγονός που δίνει την δυνατότητα κατασκευής ενός εξαιρετικά λεπτού φωτοβολταϊκού (μόλις λίγα μm). Η χρήση τους σε στέγες και ταράτσες δεν συνίσταται λόγω μη επάρκειας διαθέσιμου χώρου.

Υβριδικά φωτοβολταϊκά υψηλής απόδοσης

Τα τελευταία χρόνια πολύ διαδεδομένα στον τομέα των φωτοβολταϊκών είναι τα υβριδικά φωτοβολταϊκά υψηλής απόδοσης. Τα συγκεκριμένα φωτοβολταϊκά είναι αποτέλεσμα μονοκρυσταλλικού πυριτίου σε συνδυασμό με μία αρκετά λεπτή στρώση άμορφου πυριτίου.



Εικόνα 7. Υβριδικό φωτοβολταϊκό στοιχείο

Στα πλεονεκτήματα των συγκεκριμένων φωτοβολταϊκών βρίσκουμε την πολύ υψηλή απόδοσή τους (>18%), με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση χώρου, καθώς σε ίσο εμβαδόν με τις προηγούμενες περιπτώσεις μπορεί να παραχθεί υψηλότερη ισχύς. Το πιο βασικό πλεονέκτημά τους, ωστόσο, είναι ο χαμηλός θερμοκρασιακός συντελεστής σε σχέση με τα προηγούμενα πλαίσια. Βασικό μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών αυτών είναι το υψηλό κόστος, αλλά με την απόσβεση να είναι γρήγορη, και να προσφέρονται μεγαλύτερα έσοδα σε βάθος 25 ετών.

2.2.3 Εφαρμογές Φ/Β μονάδων

Οι εφαρμογές των φωτοβολταϊκών, σήμερα, παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία, από μικροσυσκευές (π.χ. ρολόγια, υπολογιστές τσέπης, κ.ά.), μέχρι κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε επίπεδο κατοικίας, κτηρίου, ή ολόκληρες περιοχές, απομονωμένες ή μη.

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας LED (Light-Emitting Diode – Δίοδος Εκπομπής Φωτός), η οποία είναι ένα τρόπος φωτισμού με μικρής κατανάλωσης, η εκμετάλλευση των φωτοβολταϊκών συστημάτων αποτελούσε ιδανική περίπτωση τόσο σε απομακρυσμένα, όσο και σε κινητά συστήματα φωτισμού. Ο συνδυασμός φωτοβολταϊκών μονάδων με χώρους αποθήκευσης ενέργειας, όπως μπαταρίες, βρίσκουν εφαρμογή σε διαφημιστικές πινακίδες, φωτισμό για τρένα, πινακίδες οδικής κυκλοφορίας, χώρους στάθμευσης, κ.ά.



Εικόνα 8. Ηλεκτρικά οχήματα σε φωτοβολταϊκό σταθμό φόρτισης

Άλλες περιπτώσεις που απαιτούν ηλεκτρική ενέργεια, αλλά μπορεί να βρίσκονται σε απομακρυσμένα σημεία, με αποτέλεσμα τα φωτοβολταϊκά θα μπορούσαν να αποτελέσουν μία αξιόπιστη πηγή ενέργειας είναι τα συστήματα πλοήγησης, όπως φάροι, σήματα οδικής κυκλοφορίας, φορητά φανάρια και προειδοποιητικά σήματα αεροσκαφών.

Ένας ακόμη τομέας, στον οποίο τα φωτοβολταϊκά μπορούν να παρέχουν λύσεις είναι ο γεωργικός/κτηνοτροφικός τομέας. Σε αυτή την περίπτωση τα συστήματα άντλησης που κάνουν χρήση ηλεκτρικής ενέργειας έχουν την δυνατότητα παροχής νερού σε περιόδους με έντονη ηλιοφάνεια και σε απομακρυσμένες περιοχές ή χωριά.

Τέλος, τα ηλεκτρικά οχήματα, τα οποία είναι ευρέως διαδεδομένα σήμερα μπορούν να φορτίσουν τις μπαταρίες τους από σταθμούς παροχής ενέργειας που χρησιμοποιούν φωτοβολταϊκά πάνελ, ενώ για την διατήρηση των κρίσιμων τιμών της μπαταρίας μπορεί επίσης να γίνει με χρήση φωτοβολταϊκών. Βάρκες και άλλα οχήματα αναψυχής μπορούν να φορτιστούν άμεσα με τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

2.3 Βιομάζα

Ορίζουμε ως βιομάζα, όλη την οργανική ύλη, η οποία προέρχεται από τα φυτά συμπεριλαμβανομένων των αλγών, των δέντρων και των φυτειών. Πιο συγκεκριμένα, και από χημικής πλευράς, η βιομάζα παράγεται από την διεργασία της φωτοσύνθεσης των φυτών, όταν δηλαδή πραγματοποιείται αντίδραση μεταξύ διοξειδίου του άνθρακα, νερού και ηλιακού φωτός, παρουσία χλωροφύλλης. Το αποτέλεσμα της αντίδρασης αυτής είναι η παραγωγή υδατανθράκων, οι οποίοι αποτελούν βασικό στοιχείο της βιομάζας. Η προαναφερθείσα αντίδραση είναι:



Μέσω της διεργασίας της φωτοσύνθεσης, ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται στους χημικούς δεσμούς των δομικών μερών της βιομάζας, ενώ λιγότερο από 1% της ενέργειας αυτής μετατρέπεται σε χημική. Η επεξεργασία της βιομάζας γίνεται είτε χημικά, είτε βιολογικά, με σκοπό την απόσπαση της αποθηκευμένης στους χημικούς δεσμούς ενέργειας. Η ενέργεια αυτή κατά την αντίδρασή της με οξυγόνο, παράγει διοξείδιο του άνθρακα και νερό (οξειδωση του άνθρακα). Η διαδικασία είναι κυκλική, με διαθέσιμο CO₂ να παράγει καινούρια βιομάζα.

Οι χημικές και φυσικές ιδιότητες των μορίων που συνθέτουν την βιομάζα είναι αυτές που επηρεάζουν και την ενεργειακή της αξία. Ανέκαθεν ο άνθρωπος εκμεταλλευόταν την αποθηκευμένη στους χημικούς δεσμούς ενέργεια, είτε χρησιμοποιώντας την βιομάζα ως καύσιμο, είτε καταναλώνοντας τα φυτά που είναι πλούσια σε σάκχαρα και άμυλο. Παράλληλα, η απολιθωμένη βιομάζα έχει χρησιμοποιηθεί ως κάρβουνο ή πετρέλαιο. Η διαδικασία, ωστόσο, μετατροπής της βιομάζας σε ορυκτά καύσιμα απαιτεί ένα χρονικό διάστημα που ξεπερνά τα ανθρώπινα χρονικά όρια ώστε να αξιοποιηθεί. Διαφορές ως προς την καύση παρουσιάζουν η απολιθωμένη και η «πρόσφατη» βιομάζα. Η καύση της πρώτης απελευθερώνει διοξείδιο του άνθρακα και συμβάλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, σε αντίθεση με την δεύτερη που το παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα απορροφάται μέσω της αναφύτευσης και συγκομιδής της και επιστρέφει σε έναν νέο κύκλο ανάπτυξης. Ως προς την χρήση της βιομάζας ως τρόπος καταπολέμησης της υπερθέρμανσης του πλανήτη, χρήζει προσοχής ο χρόνος υστέρησης μεταξύ της στιγμιαίας απελευθέρωσης διοξειδίου του άνθρακα από την καύση ορυκτών καυσίμων και της τελικής του πρόσληψης ως βιομάζα, γεγονός που απαιτεί αρκετά χρόνια. Ο χρόνος αυτός είναι ένα από τα αντικείμενα που πρέπει να προσέξει ο ανεπτυγμένος κόσμος με σκοπό να τον μειώσει. Τέλος η κατανάλωση της βιομάζας ως καύσιμο απαιτεί προγράμματα αναφύτευσής της ώστε να αποτελεί έναν ανανεώσιμο φυσικό πόρο. (Βουρδουμπάς 2002)

2.3.1 Τύποι βιομάζας

Βιομάζα αποτελεί οποιαδήποτε ουσία που προέρχεται είτε έμμεσα, είτε άμεσα από τον φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, στην βιομάζα συγκαταλέγονται:

1. φυτικές ύλες (π.χ. αυτοφυή φυτά, δάση κ.λπ.), τα οποία πηγάζουν από το φυτικό οικοσύστημα.

2. ενεργειακές καλλιέργειες γεωργικών και δασικών ειδών. Αυτές είναι καλλιέργειες που διαμορφώνονται αποκλειστικά για παραγωγή βιομάζας προς παραγωγή ενέργειας. Οι καλλιέργειες αυτές διακρίνονται σε:
 - a) παραδοσιακές καλλιέργειες, όπως το κριθάρι, ο σίτος, τα ζαχαρότευτλα, το καλαμπόκι και ο ηλίανθος, προς παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων (π.χ. βιοαιθανόλη, βιοντίζελ κ.ά.),
 - b) δασικές καλλιέργειες ευκαλύπτου ή/και ψευδοακακίας, και
 - c) γεωργικές καλλιέργειες καλαμιού, αγριαγκινάρας, κενάφ, μίσχανθου, ελαιοκράμβης και γλυκού ή κυτταρινούχου σόργου.
3. υποπροϊόντα και κατάλοιπα ζωικής, αλιευτικής, φυτικής και δασικής παραγωγής (π.χ. φύκια, στελέχη αραβοσίτου, κτηνοτροφικά απόβλητα, κλαδοδέματα κ.ά),
4. μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών, βιολογικής μόνον προέλευσης.

(Βουρδούμπας 2002)

Πίνακας 1. Ποσότητα βιομάζας ανά είδος στην Ελλάδα

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

2.3.2 Χαρακτηριστικά Βιομάζας

Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της, τα οποία δεν δεσμεύονται από τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της. Οι πιο δραστικές ιδιότητές της είναι:

1. η περιεκτικότητα σε τέφρα,
2. η περιεκτικότητα σε αλκαλικά μέταλλα,
3. η περιεκτικότητα σε υγρασία,
4. η περιεκτικότητα σε πτητικά στερεά,

5. η πυκνότητα, και
6. η θερμογόνος δύναμη

2.3.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της Βιομάζας

Τα πλεονεκτήματα της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα είναι:

- ✓ Η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από την καύση της βιομάζας, καταναλώνεται εν μέρει από τα φυτά κατά την διαδικασία της φωτοσύνθεσης, και είναι πολύ μικρότερη από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις που εκλύει η καύση ορυκτών καυσίμων. Συνεπώς, η χρήση βιομάζας είναι επιδραστικός παράγοντας στην εξομάλυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου.
- ✓ Εκτός του διοξειδίου του άνθρακα, η καύση ορυκτών καυσίμων τροφοδοτεί την ατμόσφαιρα με διοξείδιο του θείου (SO₂). Το επιβλαβές αυτό αέριο δεν εκλύεται από την καύση βιομάζας.
- ✓ Επιπροσθέτως, η χρήση βιομάζας παρουσιάζει πλεονεκτήματα στον οικονομικό τομέα, προσδίδοντας μία σχετική ενεργειακή αυτάρκεια στην χώρα.
- ✓ Τέλος, συμβάλει στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας, προσφέροντας ανάσα πνοής στον αγροτικό κόσμο και το εργατικό δυναμικό της υπαίθρου.

Τα μειονεκτήματα της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα είναι:

- ✗ Η δύσκολη επεξεργασία της βιομάζας λόγω της υψηλής περιεχόμενης υγρασίας.
- ✗ Η δύσκολη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευση σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα.
- ✗ Ο απαιτούμενος υψηλός κόστους εξοπλισμός και συνάμα οι εγκαταστάσεις σε σύγκριση με τα συμβατικά καύσιμα
- ✗ Η έντονη εποχιακή μεταβλητότητα και η μεγάλη διασπορά της βιομάζας.

Εξαιτίας των παραπάνω λόγων αλλά και λόγω της πλειοψηφίας των εφαρμογών της η τιμή της βιομάζας παραμένει σε υψηλά επίπεδα σε σχέση με το πετρέλαιο. Ωστόσο, η αυξητική τάση της τιμής που παρουσιάζει το πετρέλαιο, αλλά και η ανάπτυξη της τεχνολογίας που αφορά την αξιοποίηση της βιομάζας, τείνει να εξαλείψει το φαινόμενο αυτό. Από την άλλη, το

περιβαλλοντικό όφελος και η καλύτερη ποιότητα ζωής των οργανισμών του πλανήτη που προσφέρει η βιομάζα, την καθιστά μία άκρως υπολογίσιμη πηγή ενέργειας.

2.4 Γεωθερμία

Ως Γεωθερμική ενέργεια ορίζουμε την θερμική ενέργεια που πηγάζει από το εσωτερικό της γης. Πηγές της ενέργειας αυτής είναι οι φυσικοί ατμοί, τα υπόγεια ή επιφανειακά θερμά νερά και τα θερμά και ξηρά πετρώματα. Η γεωθερμική ενέργεια είναι μία ήπια μορφή ενέργειας, πρακτικά ανεξάντλητη και με την έννοια αυτή ανανεώσιμη. Η έντονη ηφαιστειότητα και η γεωδυναμική κατάσταση της Ελλάδας, την καθιστούν χώρα που μπορεί να εκμεταλλευτεί σε μεγάλο βαθμό την γεωθερμική ενέργεια.

Η αύξηση της θερμοκρασίας στο υπέδαφος είναι 1°C ανά 33m βάθους. Ωστόσο, στο υπέδαφος παρουσιάζονται επίσης έντονες γεωλογικές ανωμαλίες, οι οποίες καθιστούν την αύξηση, τόσο πιο γρήγορη, όσο και μεγαλύτερη σε σχέση με την συνηθισμένη γεωλογική βαθμίδα. Το φαινόμενο αυτό ωφελεί την χρήση της θερμότητας του υπεδάφους προς παραγωγή ενέργειας.

Ένας τρόπος εντοπισμού των γεωθερμικών περιοχών είναι η παρακολούθηση του εκλυόμενου ατμού από ανοίγματα του φλοιού της γης, ή από την παρουσία θερμών πηγών. Η πηγή του θερμού αυτού νερού ή ατμού είναι κάποιος ταμιευτήρας κοντά σε ένα θερμικό κέντρο, ο οποίος έχει την δυνατότητα συγκέντρωσης βρόχινου νερού. Το νερό αυτό διεισδύει βαθύτερα στην γη, θερμαίνεται λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών και δημιουργεί ένα γεωθερμικό κοίτασμα, καθώς ανυψώνεται. Η εμφάνιση των ρευστών αυτών γίνεται είτε υπό μορφή νερού ή ατμού είτε γίνεται άντληση μέσω γεωτρήσεων.

Τα γεωθερμικά πεδία χωρίζονται σε δύο ομάδες. Από την μία, σε πεδία υψηλής ενθαλπίας και από την άλλη σε πεδία χαμηλής ενθαλπίας. Στα πεδία υψηλής ενθαλπίας, τα εμφανιζόμενα ρευστά εκμεταλλεύονται τόσο προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όσο και θερμικής. Αντίθετα, στα πεδία χαμηλής ενθαλπίας, τα ρευστά μπορούν να εκμεταλλευτούν μόνο για θερμική ενέργεια.



Εικόνα 9. Τα γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας παρουσιάζονται στις νήσους Μήλο και Νίσυρο. Αντίθετα, τα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας είναι διάσπαρτα σε όλη την Ελλάδα.

Ένα γεωθερμικό ρευστό έχει μετεωρική προέλευση. Όπως προαναφέρθηκε, το νερό που συγκεντρώνεται στο υπέδαφος προέρχεται είτε από την βροχή, είτε από το χιόνι. Η δημιουργία υπογείων λιμνών γίνεται καθώς το νερό, αφού εισχωρήσει στα ανώτερα στρώματα του εδάφους, προχωρήσει τελικά βαθύτερα προς το εσωτερικό της Γης, σε βάθος μέχρι και 5km. Εξαιτίας της υψηλής θερμικής ροής, κατά την πορεία του προς τα κάτω θερμαίνεται, και στην συνέχεια βρίσκοντας διόδους μέσω ρηγμάτων επιστρέφει στην επιφάνεια. Βάσει αναλύσεων βασισμένων σε ραδιοϊσότοπα διαπιστώθηκε πως ο κύκλος του νερού σε ένα γεωθερμικό σύστημα έχει διάρκεια 500 περίπου χρόνια. Το πεδίο υπάρχει περίπτωση να εντοπίζεται είτε πολύ κοντά, είτε σε μεγάλη απόσταση (μέχρι και 200 km), από την περιοχή που τροφοδοτεί το σύστημα. Συνεπώς η διαδρομή του ρευστού παρουσιάζει διαδρομές ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες. Το νερό χάρη στην μεγάλη θερμοχωρητικότητα που παρουσιάζει, έχει την δυνατότητα να λειτουργεί και ως «συμπυκνωτής» θερμότητας. Το χαρακτηριστικό αυτό έχει μεγάλη σημασία,

καθώς η μέση θερμοχωρητικότητα των πετρωμάτων που βρίσκονται στα πρώτα 10 km από την επιφάνεια της Γης είναι 85 kJ/kg, ενώ του νερού στην ίδια μέση θερμοκρασία είναι περίπου πενταπλάσια και ίση με 420 kJ/kg. Παράλληλα, η θερμοχωρητικότητα του ατμού σε συνθήκες κορεσμού στους 2360°C είναι 2790 kJ/kg, δηλαδή 30 περίπου φορές μεγαλύτερη αυτής των πετρωμάτων. Για να μπορέσει, λοιπόν, το νερό να απορροφήσει αυτή την θερμότητα, υπάρχει δύο τρόποι, είτε ερχόμενο σε επαφή με πολύ μεγάλες επιφάνειες πετρωμάτων υψηλής θερμοκρασίας, είτε διανύοντας μεγάλες διαδρομές έως ότου φτάσει στις γεωτρήσεις. Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις, οι μάζες των πετρωμάτων οι οποίες έχουν συμμετοχή στο σύστημα ενδείκνυται να είναι πολύ μεγάλες, της τάξης των εκατοντάδων κυβικών χιλιομέτρων (Αρβανίτης 2017).

Βασικές θερμικές εφαρμογές της γεωθερμίας είναι πάνω στην παροχή θερμότητας για κτίρια ή θερμοκήπια, με την αξιοποίησή της να είναι εξίσου σημαντική στον βιομηχανικό τομέα. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιοι βιομηχανικοί κλάδοι, όπου η εφαρμογή της γεωθερμίας είναι επιτυχημένη:

- Στη βιομηχανία τροφίμων (για ξήρανση – αφυδάτωση αγροτικών προϊόντων)
- Για ξήρανση και παραγωγή βιοαιθανόλης και βιοκαυσίμων
- Στην θέρμανση – κλιματισμό σταβλικών εγκαταστάσεων και ορνιθοτροφείων
- Στις υδατοκαλλιέργειες για προστασία από τον παγετό και για ιχθυοπαραγωγικές και ιχθυογενετικές καλλιέργειες. Σημαντικό στοιχείο στον τομέα αυτόν είναι η ανάγκη των υδρόβιων οργανισμών (π.χ. χέλια, φύκια, γαρίδες κ.ά.) για υψηλές θερμοκρασίες (<30°C).
- Στις καλλιέργειες υψηλής διατροφικής αξίας φυκιών, και ελαιούχων με σκοπό την παραγωγή βιοκαυσίμων και CO₂.
- Στα θερμοκήπια όπου εκτός από την θέρμανση (για την θέρμανση του εδάφους του θερμοκηπίου απαιτείται θερμοκρασία 40 με 60°C, ενώ για τον αέρα του θερμοκηπίου θερμοκρασία 80°C), επιτυγχάνεται και εμπλουτισμός του χώρου του θερμοκηπίου σε CO₂, το οποίο παράγεται κατά κύριο λόγο άφθονο στα γεωθερμικά πεδία.
- Σε φυτείες χαμηλού ύψους, όπως σπαράγγια, κηπευτικά, κ.ά.
- Για προστασία από τον παγετό σε καλλιέργειες δέντρων.
- Στις αντλίες θερμότητας στην θέρμανση θερμοκηπίων

Δεύτερη μεγάλη εφαρμογή αποτελεί η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού με χρήση θερμότητας, ενώ μέσω εκτόνωσης ατμού μπορούμε να έχουμε ηλεκτροπαραγωγή σε περιπτώσεις γεωθερμικών ρευστών υψηλής θερμοκρασίας (>150°C). Η αφαλάτωση πραγματοποιείται με δύο διαφορετικούς τρόπους, είτε συμπυκνώνοντας το παραγόμενο ρευστό, είτε κάνοντας χρήση της παραγόμενης ενέργειας. (Αρβανίτης 2017)

Τέλος, ευρέως διαδεδομένη είναι η θέρμανση κτηρίων του αστικού ιστού. Η απορροφούμενη θερμική ενέργεια από την γεωθερμική πηγή μεταφέρεται στους χρήστες μέσω δικτύου αγωγών. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται τηλεθέρμανση.

2.5 Θαλάσσια ενέργεια

Ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον με μεγάλη τεχνολογική ανάπτυξη παρουσιάζει η ενεργειακή αξιοποίηση της θάλασσας. Τα θαλάσσια φαινόμενα τα οποία μπορούν να εκμεταλλευτούν προς παραγωγή ενέργειας είναι αρκετά και παρουσιάζονται παρακάτω.

1. Μεγάλα ποσά ενέργειας έχει διαπιστωθεί ότι παράγονται από τα κύματα της θάλασσας. Η μετατροπή της ενέργειας αυτής σε ηλεκτρική παρουσιάζει ιδιαιτερότητες με βάσει τρία χαρακτηριστικά, τον τρόπο απορρόφησης της ενέργειας, το βάθος του νερού και την τοποθεσία. Η επονομαζόμενη κυματική ενέργεια σε επίπεδο Ε.Ε. παρουσιάζει ενδιαφέρον σε εκτάσεις κατά μήκος του Ατλαντικού Ωκεανού (Γαλλικές ακτές, ακτές του Ηνωμένου Βασιλείου, της Ιρλανδίας, της Πορτογαλίας και της Ισπανίας).

2. Παρόμοιες τεχνικές με αυτές των ανεμογεννητριών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας με εκμετάλλευση της παλιρροϊκής ενέργειας. Για την παραγωγή της ενέργειας αυτής επωφελούμαστε της έντονης ροής του νερού σε στενά θαλάσσια κανάλια. Οι χώρες που παρουσιάζουν ενδιαφέρον στο συγκεκριμένο είδος ενέργειας είναι το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ιρλανδία, η Γαλλία και η Ελλάδα.

3. Με τεχνολογίες αντίστοιχες των εγκαταστάσεων υδροηλεκτρικής ενέργειας μπορούμε να έχουμε παραγωγή ενέργειας από παλιρροϊκά φράγματα.

4. Η μετατροπή από θερμική σε ηλεκτρική ενέργεια είναι συνήθης. Εκμεταλλευόμενοι τις θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ επιφανειακών και υποκείμενων νερών μπορούμε να έχουμε τέτοια μετατροπή ενέργειας.

5. Μια άλλη μορφή ενέργειας που μπορεί να εκμεταλλευτεί κανείς είναι η οσμωτική. Η ενέργεια αυτή οφείλεται στο γεγονός της διαφοράς της περιεκτικότητας άλατος μεταξύ αλμυρού και γλυκού νερού. Κατάλληλες περιοχές για την εκμετάλλευση αυτής της μορφής ενέργειας αποτελούν τα φιόρδ της Νορβηγίας.

6. Τέλος, μπορούν να δημιουργηθούν υβριδικά συστήματα συνδυάζοντας υπεράκτια αιολικά πάρκα και τεχνολογίες εκμετάλλευσης κυματικής ενέργειας.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι οι υπάρχουν πολλές δυνατότητες παραγωγής ενέργειας λόγω των πολλών μορφών θαλάσσιας ενέργειας, αλλά και λόγω των τεράστιων αντίστοιχων ποσών ενέργειας. «Όλες οι μορφές της θαλάσσιας ενέργειας έχουν την κοινή ιδιότητα της υψηλής ενεργειακής πυκνότητας, η οποία είναι η υψηλότερη μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας». (Αντωνόπουλος – Παπαγεωργίου 2008)



Εικόνα 10. Σύστημα εκμετάλλευσης κυματικής ενέργειας στη νήσο του Islay στα δυτικά παράλια της Σκωτίας.

Οι διατάξεις που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση της θαλάσσιας ενέργειας σε παγκόσμια ύδατα είναι:

1. Μετατροπείς της ενέργειας των κυμάτων σε περιοχές όπου παρουσιάζονται μεγάλα ύψη κυμάτων.

2. Γεννήτριες παλιρροϊκής ενέργειας τοποθετημένες σε παράκτιες περιοχές και εκβολές ποταμών.
3. Χρήση στροβίλων ατμού σε ποτάμια με ισχυρή ροή.
4. Γεννήτριες ωκεάνιων ρευμάτων σε περιοχές με ισχυρά θαλάσσια ρεύματα.
5. Μηχανές μετατροπής θερμικής ενέργειας ωκεάνιων υδάτων μεγάλου βάθους.

(Τσάκαλης – Αθανασούλας 2015)

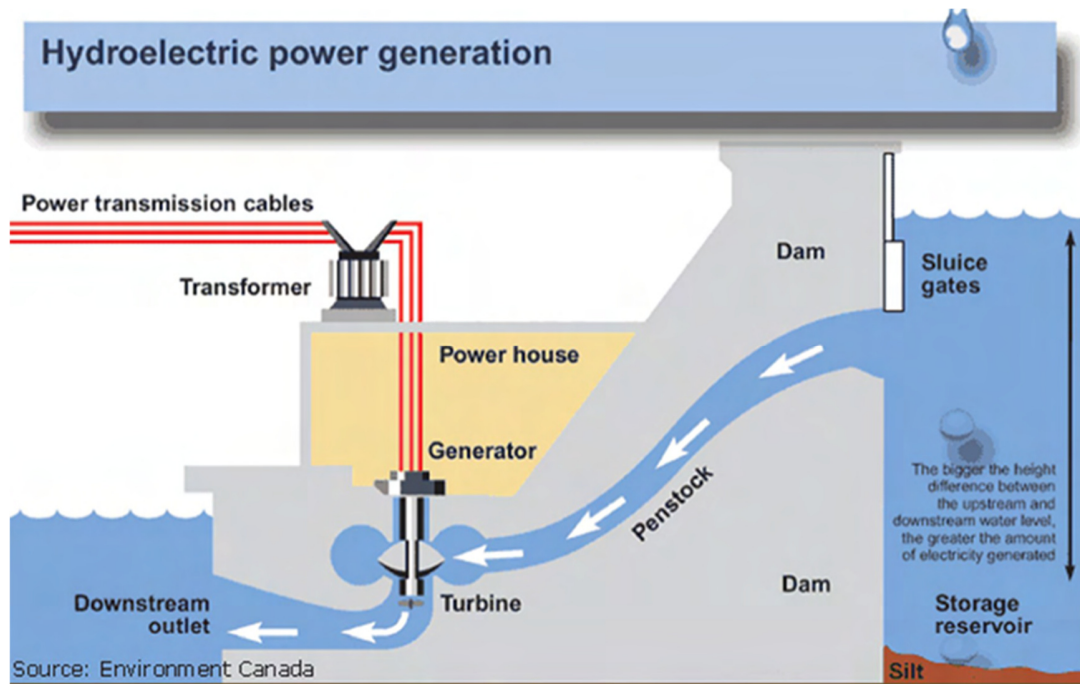
2.6 Ενέργεια υδάτινου δυναμικού

Ως Υδροηλεκτρική Ενέργεια (Υ.Ε.) ορίζουμε την ενέργεια που παράγεται από την μετατροπή της δυναμικής και κινητικής ενέργειας του νερού σε ηλεκτρική, σε λίμνες και ποτάμια, αντίστοιχα. Για την μετατροπή και εκμετάλλευση της ενέργειας απαιτούνται δύο φάσεις. Σε πρώτη φάση, η κινητική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε μηχανική, με την βοήθεια των πτερυγίων ενός στροβίλου, ενώ σε δεύτερη φάση, γίνεται χρήση γεννήτριας για την μετατροπή της παραχθείσας μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Τα έργα και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιούνται για να μετατραπεί η υδραυλική ενέργεια σε ηλεκτρική, ονομάζεται Υδροηλεκτρικό Έργο (ΥΗΕ).

Πλεονέκτημα της Υ.Ε. αποτελεί η ελεγχόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό είναι δυνατόν να συμβεί με την συγκράτηση μεγάλων ποσοτήτων νερού, δηλαδή μέσω της εκμετάλλευσης φυσικών λιμνών ή της δημιουργίας αντίστοιχων τεχνητών. Η δέσμευση αυτή ουσιαστικά συνεπάγεται αποταμίευση Υδροηλεκτρικής Ενέργειας. Η παραγωγή ενέργειας γίνεται όταν αυτή χρειάζεται μέσω της αποδέσμευσης μεγάλων ποσοτήτων νερού και εκτόνωσής τους στους υδροστροβίλους. Η Υ.Ε. μπορεί να αποτελέσει μία αξιόλογη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας, εάν υπάρχει κατάλληλη ποσότητα υδάτινων πόρων και επαρκής ανεφοδιασμός αυτών, κυρίως μέσω βροχοπτώσεων.

Τα οφέλη των Υδροηλεκτρικών Σταθμών ως προς το περιβάλλον είναι πολλά και διαφορετικά. Ένα μεγάλο υδροηλεκτρικό έργο απαιτεί μεγάλης κλίμακας έργα και σημαντικές ανθρώπινες επιδράσεις στο φυσικό περιβάλλον. Ωστόσο, με σωστό σχεδιασμό και εμπειριστατωμένες μελέτες, το μειονέκτημα αυτό μπορεί να μετατραπεί σε πλεονέκτημα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η τεχνητή λίμνη Πλαστήρα, η οποία δημιουργήθηκε μετά την κατασκευή ενός

φράγματος. Οι μεγάλες ποσότητες νερού που συγκεντρώθηκαν είχαν ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό ενός νέου υδροβιότοπου, που γρήγορα μετατράπηκε σε τουριστικό πόλο έλξης, ενώ παράλληλα δόθηκαν νέες αρδευτικές δυνατότητες στη γύρω περιοχή. (Παπαντώνης 2008)



Εικόνα 11. Μηχανισμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (πηγή <http://water.usgs.gov>)

3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΠΕ

3.1 Αιολικά πάρκα

Ξεκινώντας από την χρήση αιολικών πάρκων για παραγωγή ενέργειας, μπορούμε να κατατάξουμε τις επιπτώσεις της κατασκευής και λειτουργίας τους σε τρεις επιμέρους κατηγορίες: την οπτική ενόχληση, της αλλοίωση του φυσικού τοπικού χώρου και τον θόρυβο.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι επιπτώσεις των αιολικών πάρκων, αλλά και οι θεωρίες, οι φόβοι και διερευνώνται οι πιο δημοφιλείς ανησυχίες που προκύπτουν από την εγκατάσταση και χρήση ανεμογεννητριών.

3.1.1 Πρόκληση θορύβου

Ο θόρυβος που προκαλείται κατά την λειτουργία μιας ανεμογεννήτριας είναι ίσως το πιο ουσιαστικό ζήτημα, αλλά ταυτόχρονα επιδέχεται και τον ευκολότερο τρόπο επίλυσης. Ο εκπεμπόμενος αυτός θόρυβος, έχει την δυνατότητα να κατηγοριοποιηθεί στις εξής επιμέρους ομάδες ανάλογα από που προέρχεται: στον μηχανικό και τον αεροδυναμικό. Ο πρώτος είναι αποτέλεσμα των μηχανικών περιστρεφόμενων τμημάτων, όπως το κιβώτιο ταχυτήτων, την ηλεκτρογεννήτρια, τα έδρανα κλπ., ενώ ο δεύτερος οφείλεται στην περιστροφή των πτερυγίων.

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, ο θόρυβος που προκαλείται από τις ανεμογεννήτριες είναι μικρός, αν αντιπαρατεθεί με την ισχύ τους, ενώ ο θόρυβος μειώνεται ακόμη περισσότερο, μέσω των συνεχών βελτιώσεων. Ο θόρυβος αντιμετωπίζεται είτε στην πηγή, είτε στην διαδρομή του. Για την μείωση του μηχανικού θορύβου δίνεται βάρος στην αρχική σχεδίαση (γρανάζια πλάγιας οδόντωσης), ή τοποθετώντας ηχομονωτικά υλικά στην εσωτερική επιφάνεια της κατασκευής. Στην διαδρομή του ο θόρυβος, έχει την δυνατότητα να αντιμετωπισθεί με χρήση ηχομονωτικών πετασμάτων ή αντικραδασμικών πελμάτων στήριξης. Από την άλλη πλευρά, ο αεροδυναμικός θόρυβος μπορεί να ξεπεραστεί έπειτα από προσεκτική σχεδίαση των πτερυγίων, δίνοντας προτεραιότητα στην μείωσή του σε επίπεδο θορύβου μιας μικρής επαρχιακής πόλης, έτσι ώστε να μην συνιστά πηγή όχλησης. Πλεονέκτημα στο πρόβλημα του θορύβου αποτελεί η νομοθεσία, που ορίζει την ελάχιστη απόσταση μεταξύ της τοποθεσίας εγκατάστασης και οικισμών, το λιγότερο 500 μέτρα. Έτσι, ο θόρυβος αντιστοιχεί σε επίπεδο θορύβου ενός ήσυχου καθιστικού δωματίου.

Παράλληλα, σημαντικό είναι το γεγονός ότι οι ανεμογεννήτριες ξεκινούν την λειτουργία τους για συγκεκριμένες ταχύτητες ανέμου. Οι ταχύτητες αυτές συμπίπτουν με την ταχύτητα που προκαλεί θρόισμα στα φύλλα ενός δέντρου. Συνεπώς, οποιοσδήποτε επιπλέον θόρυβος υπερκαλύπτεται.

Σύμφωνα, λοιπόν με τα παραπάνω, αλλά και λαμβάνοντας υπόψη τους χώρους εγκατάστασης των αιολικών πάρκων στην Ελλάδα με σκοπό την μέγιστη απόδοσή τους, βγάζουμε το συμπέρασμα ότι η περαιτέρω αύξηση των επιπέδων θορύβου εκτός ορίων, δεν υφίσταται, και πιο πολύ σε κατοικημένες περιοχές με υψηλά επίπεδα θορύβου. (<http://www.cres.gr/kape/education.htm>)

3.1.2 Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές

Συνήθως, οι τοποθεσίες εγκατάστασης των ανεμογεννητριών συμπίπτουν με τις θέσεις που είναι ήδη εγκατεστημένοι σταθμοί τηλεόρασης ή ραδιοφώνου. Συνεπώς, ένα πρόβλημα που δημιουργείται είναι οι παρεμβολές που προκαλούνται είτε από τις ίδιες τις ανεμογεννήτριες ως μονάδες, είτε από εκπεμπόμενα ηλεκτρομαγνητικά κύματα από τις ίδιες.

Είναι ήδη γνωστό ότι τα εμπόδια που βρίσκονται μεταξύ πομπών και δεκτών δύνανται να προκαλέσουν παρεμβολές στις συχνότητες της τηλεόρασης ή και του ραδιοφώνου, ιδιαίτερα στις συχνότητες εκπομπών FM. Το σημαντικότερο πρόβλημα προκαλείται, καθώς τα περιστρεφόμενα πτερύγια αυξομειώνουν το σήμα μέσω αντανάκλασεων. Η κατασκευή των παλιότερων πτερυγίων από μέταλλο, διέγυρνε ακόμη περισσότερο το συγκεκριμένο πρόβλημα. Το πρόβλημα ελαχιστοποιήθηκε με την κατασκευή των σύγχρονων πτερυγίων από συνθετικό υλικό, το οποίο δεν επιδρά στην μετάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Βάσει της Ελληνικής νομοθεσίας, η αδειοδότηση για κατασκευή ενός αιολικού πάρκου, αν και εφόσον ικανοποιούνται συγκεκριμένες ελάχιστες αποστάσεις από τηλεπικοινωνιακούς ή ραδιοτηλεοπτικούς σταθμούς. Ο κατασκευαστής του πάρκου, παράλληλα, μπορεί μέσω σωστού σχεδιασμού και χωροθέτησης να προλάβει τέτοια προβλήματα ή να τα επιλύσει με χαμηλό σχετικά κόστος. Μία τεχνική πρόληψη των ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών είναι η εγκατάσταση επιπλέον αναμεταδοτών. Από πλευράς συμβατότητας και τηλεπικοινωνιακών παρεμβολών, είναι άξιο αναφοράς το γεγονός ότι σε κάποιες χώρες της Ευρώπης, οι ίδιες οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνται για εγκατάσταση κεραιών. Συνεπώς όχι μόνο δεν αποτελούν εμπόδια, αλλά λειτουργούν προς διευκόλυνση διαφόρων υπηρεσιών επικοινωνίας, όπως η κινητή τηλεφωνία!

Σχετικά με την εκπομπή ακτινοβολίας, η ηλεκτρογεννήτρια και ο μετασχηματιστής μέσης τάσης είναι ίσως τα μόνα στοιχεία της ανεμογεννήτριας (Εικόνα 4) που μπορούν και εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Ωστόσο, τα η ακτινοβολία αυτή είναι χαμηλού επιπέδου.

Όσον αφορά την ηλεκτρογεννήτρια, το πεδίο ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που προκαλεί είναι πολύ ασθενές, ενώ οριοθετείται σε μία μικρή απόσταση περί του κελύφους της. Το κέλυφος αυτό είναι επίσης σχετικά απομονωμένο αφού εβρίσκεται σε ύψος 40 με 50 μέτρα από το έδαφος. Για το λόγο αυτό δεν υφίσταται πραγματικό θέμα έκθεσης στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ούτε καν στη βάση της ανεμογεννήτριας. Όσον αφορά τον μετασχηματιστή, όπως και η ηλεκτρογεννήτρια, είτε περικλείεται από περίφραξη ασφαλείας, είτε τον βρίσκουμε απομονωμένο σε μεταλλικό υπόστεγο. Η περίφραξη ασφαλείας απέχει απόσταση, τέτοια ώστε κάθε επίπεδο ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας να είναι αμελητέο. Συνεπώς, με βάση τα παραπάνω μπορούμε να πούμε μετά βεβαιότητας, ότι οι ισχυρισμοί για εκπομπή ραδιενέργειας ή άλλου τύπου ακτινοβολιών δεν ευσταθούν. (Μπινόπουλος, Χαβιαρόπουλος 2008)

3.1.3 Αισθητικά προβλήματα και προσβολή του φυσικού τοπίου

Εκτός των άλλων, αντικείμενο συζήτησης αποτελεί το οπτικό κομμάτι που αφορά τις ανεμογεννήτριες. Ωστόσο, είναι ένα σημείο άκρως υποκειμενικό, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να οριστούν κοινά αποδεκτοί κανόνες. Σύμφωνα με έρευνες που διεξήχθησαν μεταξύ χωρών της Ε.Ε., εξήχθη το συμπέρασμα ότι οι ιδεολογία που έχει κάποιος για τις ανεμογεννήτριες είναι επηρεάζει την στάση του στο ζήτημα αυτό, δηλαδή, που βλέπει θετικά την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, αποδέχεται τις ανεμογεννήτριες και οπτικά πιο εύκολα. Παράλληλα, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η σωστή ενημέρωση για τα οφέλη των ανεμογεννητριών, τις κάνει και πιο αποδεκτές από αισθητικής άποψης.

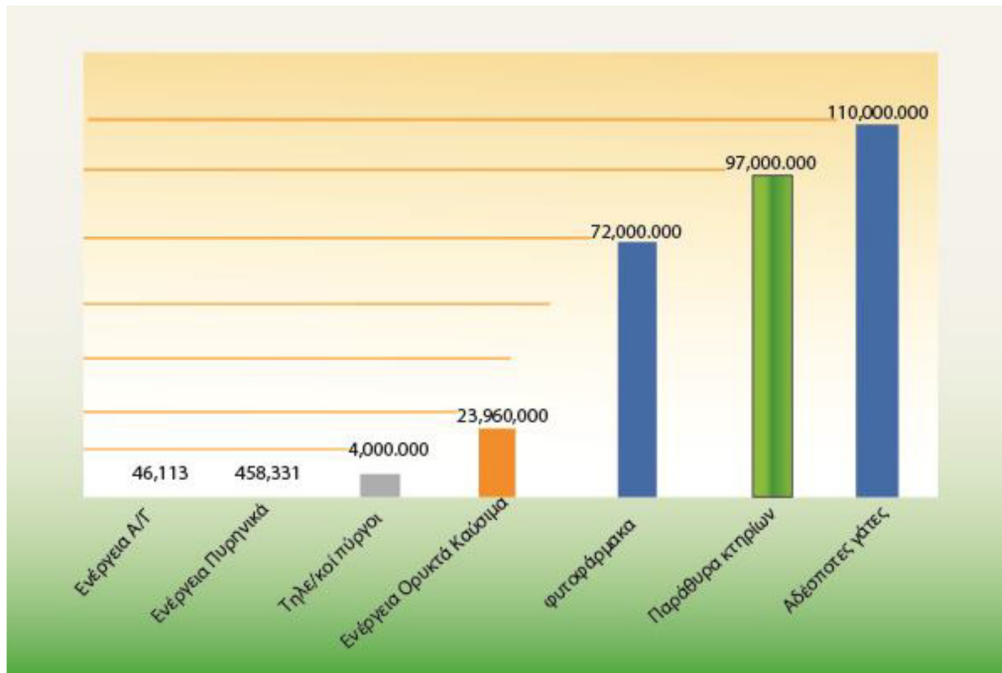
Συγκριτικά με έναν θερμικό σταθμό παραγωγής, όπως για παράδειγμα έναν σταθμό παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος με καύση λιγνίτη, είναι αντικειμενικά σαφές ότι οπτική όχληση είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτήν ενός αιολικού πάρκου. Σε αυτό, ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι πρέπει να γίνεται προσπάθεια ενσωμάτωσης των ανεμογεννητριών στο τοπίο σύμφωνα με τις εκάστοτε ιδιαιτερότητές του, καθώς είναι αναγκαστικά ορατές από απόσταση.

3.1.4 Επίδραση στις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες

Μέχρι σήμερα δεν έχει αναφερθεί κάποιο στοιχείο σχετικά με το αν η γεωργία και η κτηνοτροφία επηρεάζονται από ένα αιολικό πάρκο. Σε μία περιοχή, η οποία έχει χαρακτηριστεί ως αιολικό πάρκο, μόνο το 1% καταλαμβάνεται για την παραγωγή ενέργειας. Συνεπώς, το υπόλοιπο ποσοστό γης είναι διαθέσιμο για την συνέχεια των αγροτικών δραστηριοτήτων στην περιοχή. Συνηθίζεται, τα αιολικά πάρκα να εγκαθίστανται σε ορεινές περιοχές, όπου η γλωρίδα αποτελείται κυρίως από θαμνώδη φυτά. Αυτό είναι και το πλεονέκτημα των περιοχών αυτών καθώς διατηρούνται υψηλές οι ταχύτητες του ανέμου. Όσον αφορά τον κτηνοτροφικό τομέα, η χρήση των περιοχών αυτών επαφίταν κυρίως στην βοσκή αιγοπροβάτων, την οποία η εγκατάσταση του αιολικού πάρκου δεν επηρεάζει σχεδόν καθόλου. Σε αντίθεση με την ιδέα της δημιουργία προβλημάτων στον κτηνοτροφικό τομέα, υπάρχουν αναφορές ότι τα ζώα ευνοούνται από τις ανεμογεννήτριες καθώς αποτελούν τρόπο δροσίσιμου των ζώων λόγω της σκιάς που προσφέρουν οι πύργοι.

3.1.5 Επιπτώσεις στον πληθυσμό των πουλιών

Οι πτήσεις των πουλιών πολλές φορές διακόπτονται μετά από συγκρούσεις με κτήρια και άλλες σταθερές κατασκευές. Ωστόσο, μετά από μελέτες που διεξήχθησαν σε χώρες όπως η Ολλανδία, η Γερμανία, η Αγγλία και η Δανία διαπιστώθηκε ότι το πρόβλημα που δημιουργούν οι ανεμογεννήτριες δεν είναι τόσο σημαντικό. Πιο συγκεκριμένα, έχει υπολογιστεί πως από τους θανάτους πτηνών που καταγράφονται κάθε χρόνο, 2000 οφείλονται σε πρόσκρουση με οχήματα και γραμμές μεταφοράς ρεύματος (είναι σχεδόν «αόρατες» για τα πουλιά), 1500 οφείλονται στους κυνηγούς, ενώ μόλις 20 στις ανεμογεννήτριες (με εγκατεστημένη ισχύ 1000MW). Από την άλλη, δεν πρέπει να παραβλέπουμε το γεγονός ότι η προστασία του πληθυσμού των πτηνών σε οικολογικά ευαίσθητες και υπό προστασία περιοχές πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη, ήδη από τα αρχικά στάδια του σχεδιασμού και της χωροθέτησης του αιολικού πάρκου.



Εικόνα 12. Αιτίες θανάτου πτηνών στις ΗΠΑ.

Λόγω των αναφορών για περιπτώσεις που πτηνά θανατώνονται από συγκρούσεις με πτερύγια ανεμογεννητριών και άλλα εναέρια καλώδια, έχει αποφασιστεί η αποφυγή εγκατάστασης αιολικών πάρκων σε περιοχές που αποτελούν ζώνες διάβασης αποδημητικών πουλιών, καθώς και σε ευαίσθητα οικοσυστήματα. Οι εκτιμήσεις μελετών μιλούν για 0,269 θανάτους πτηνών ανά παραγόμενη GWh με αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας. Αντίθετα, όσον αφορά τα ορυκτά καύσιμα οι εκτιμήσεις κάνουν λόγο για 9,36 θανάτους ανά παραγόμενη GWh. Σε κάθε περίπτωση ο αριθμός αυτός είναι μικρός αναλογικά με τους θανάτους πτηνών από προσκρούσεις σε κτήρια.



Εικόνα 13. Φωλιά αετού πάνω σε ανεμογεννήτρια

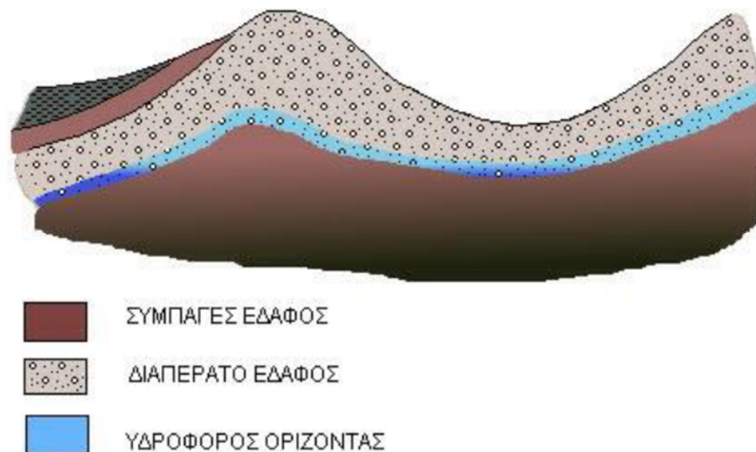
Θάνατοι νυχτερίδων

Στα αρχικά στάδια της μελέτης των επιπτώσεων των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον οι ενδιαφερόμενοι ασχολήθηκαν μόνο με την επίδραση στην ορνιθοπανίδα, ενώ η θνησιμότητα των νυχτερίδων φάνηκε να υποεκτιμάται ως επίπτωση. Σύμφωνα με τους Wang et al, (2015), μέσω παρακολούθησης (monitoring) καταγράφηκαν υψηλοί αριθμοί θανάτων νυχτερίδων σε αιολικά πάρκα, σε περιοχές όπως κορυφογραμμές των ΗΠΑ, σε περιοχές γεωργικού χαρακτήρα στην νοτιοδυτική Αλμπέρτα του Καναδά, αλλά και σε περιοχές της Ευρώπης. Οι θάνατοι αυτοί υπολογίστηκαν περί τους 15,3 – 53,3 ανά έτος. Η θνησιμότητα των νυχτερίδων στα αιολικά πάρκα επηρεάζεται από διάφορες παραμέτρους, όπως η τοπογραφία της περιοχής, η εκάστοτε τεχνολογία που χρησιμοποιείται, καθώς και τα χαρακτηριστικά των διαφόρων ειδών νυχτερίδων. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιοι ακόμη παράγοντες που πιστεύεται ότι κατέχουν σημαντικό ρόλο, με τον τρόπο επίδρασης, ωστόσο να μην έχει διαπιστωθεί.

1. Η περιοχής κινδύνου σύγκρουσης μιας νυχτερίδας με ένα πτερύγιο ανεμογεννήτριας παρουσιάζει εξάρτηση από το ύψος του πυλώνα.
2. Οι ανεμογεννήτριες με κάποιο τρόπο ευνοούν την παρουσία εντόμων στον χώρο, γεγονός που ελκύει τις νυχτερίδες λόγω αυξημένης ποσότητας τροφής γι' αυτές.
3. Ο θόρυβος που δημιουργείται από τις ανεμογεννήτριες αποπροσανατολίζει τις νυχτερίδες και τις οδηγεί σε αυτές.
4. Η χρήση ειδικών υποδοχέων από συγκεκριμένα είδη νυχτερίδων, μπορεί να τις κάνει να αποπροσανατολιστούν, καθώς τα παραγόμενα από τις ανεμογεννήτριες πολύπλοκα ηλεκτρομαγνητικά πεδία επηρεάζουν τους υποδοχείς αυτούς.
5. Οι νυχτερίδες επηρεάζονται από τις δημιουργούμενες κλιματικές συνθήκες όπως η χαμηλή θερμοκρασία και η ομίχλη στην περιοχή που θα κινηθούν, όπως οι κορυφογραμμές, με αποτέλεσμα η πιθανότητα σύγκρουσης να αυξάνεται. (Wang et al, 2015).

3.1.6 Επιπτώσεις στον υδροφόρο ορίζοντα

Ο καθηγητής περιβαλλοντικής Γεωλογίας, Γεώργιος Στουρνάρας σε συνέντευξη του στο ραδιοφωνικό σταθμό 98.4, στις 18/06/2014, μιλά για τον τρόπο που μια ανεμογεννήτρια επιδρά στον υδρολογικό ορίζοντα. Ερωτηθείς για το αν θα μπορούσαν τα αιολικά πάρκα να προκαλέσουν μείωση των βροχοπτώσεων, η απάντησή του ήταν θετική, ενώ ανέφερε πως εκτός από όλες τις άλλες επιπτώσεις που προκαλούν οι ανεμογεννήτριες οι οποίες είναι ενεργειακές, οικονομικές, χωροταξικές ή αισθητικές, «ανακαλύπτουμε» ότι «επηρεάζουν το υδατικό δυναμικό μιας περιοχής από τη γένεση μιας βροχόπτωσης μέχρι τον εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα» (ένα παράδειγμα βλέπουμε στο σχήμα 12).



Εικόνα 14. Υδροφόρος ορίζοντας

Ο κύριος καθηγητής εξηγεί γύρω από την λειτουργία των πτερυγίων μιας ανεμογεννήτριας: καθώς τα πτερύγια περιστρέφονται η δημιουργία παγετού, ομίχλης (λόγω χαμηλής νέφωσης) και πάχνης παρεμποδίζεται με αποτέλεσμα οι υδρατμοί να μην μπορούν να προσεγγίσουν το έδαφος. Έτσι, ιδιαίτερα σε περιοχές με έλλειψη νερού, οι ανεμογεννήτριες προκαλούν σημαντικό πρόβλημα, καθώς σε τέτοιες περιοχές τα παραπάνω φαινόμενα είναι αυτά που βοηθούν στο να καλυφθούν οι διάφορες ανάγκες σε νερό, που συντηρούν την βλάστηση, αλλά και την πανίδα, ενώ παράλληλα, καταστέλλουν την δυνατότητα του νερού να ανέλθει από το έδαφος και να εξατμιστεί. Πιο συγκεκριμένα, ο καθηγητής αναφέρει πως τα πτερύγια των ανεμογεννητριών δουλεύουν ως ανεπιθύμητοι ανεμομείκτες. Αυτό επιφέρει άνοδο της θερμοκρασία και πιθανόν λιγότερες βροχοπτώσεις. Η λειτουργία ενός ανεμομείκτη αναστρέφει τις αέριες μάζες, μεταφέροντας τις θερμότερες από αυτές.

Ακόμη, αναφέρεται πως η συμπύκνωση των υδρατμών προς δημιουργία βροχής στα βουνά είναι δύσκολη, λόγω της λειτουργίας των ανεμογεννητριών. Συνεπώς, έχουν διακοπή των τοπικών βροχών και παρεμπόδιση στους υδρατμούς να προσεγγίσουν το έδαφος, ώστε να λάβουν την θέση τους στον υδρολογικό κύκλο.

3.1.7 Συμπεράσματα Επιπτώσεων αιολικών πάρκων

Από όλα τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν κάποιες πιθανές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων στο περιβάλλον. Ωστόσο, δημιουργούν και κάποιες ευνοϊκές συνθήκες για τις εκάστοτε τοπικές κοινωνίες, όπως για παράδειγμα, η εν δυνάμει θέσεις εργασίας, οι επενδύσεις, η ενίσχυση

τοπικών συλλόγων, αλλά και οι μειώσεις στο κοστολόγιο της ΔΕΗ. Από την άλλη, δεν μπορούμε να παραβλέψουμε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται με αρνητικές, τόσο για το περιβάλλον, όσο και για τον ίδιο τον άνθρωπο. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι ο θόρυβος, η αισθητική όχληση, οι επιπτώσεις στα πτηνά, οι καταστροφές του τοπικού περιβάλλοντος για την μεταφορά και τοποθέτηση των πυλώνων, η επίδραση στην χλωρίδα, την πανίδα, αλλά και τον υδροφόρο ορίζοντα. Τα παραπάνω αποτελούν στοιχεία τα οποία εντείνουν τα ζητήματα που απαιτούν λύση.

Από την πλευρά των αιολικών πάρκων που προορίζονται στα παράκτιες περιοχές, αυτά βρίσκονται υπό εξέταση. Ωστόσο, θα πρέπει πριν από την κατασκευή τους να εξεταστούν οι πιθανές επιπτώσεις στον υποθαλάσσιο κόσμο, όπως ο ευτροφισμός των ψαριών από παραγόμενους υφάλους. Το γεγονός αυτό, προκαλεί τον πολλαπλασιασμό των ψαριών, αλλά και τον θάνατό τους λόγω έλλειψης οξυγόνου. Παράλληλα, η προσέλκυση του πουλιών σε αυτές τις περιοχές, εγκυμονεί κινδύνους περί τραυματισμό των πουλιών από την περιστροφή των πτερυγίων. Τέλος, υπάρχει ο κίνδυνος προβλημάτων στις θαλάσσιες μεταφορές, με αλλαγές πορείας, αλλά με ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές των ραντάρ.

Ανακεφαλαιώνοντας, πρέπει να γίνει κατανοητό πως αν και οι επιπτώσεις των ανεμογεννητριών είναι άμεσα ορατές, είναι εφικτό να μειωθούν με σωστό σχεδιασμό. Από την άλλη, πηγές παραγωγής ενέργειας, όπως η θερμική, όσο και η πυρηνική, έχουν μακροπρόθεσμες συνέπειες, ενώ η ελαχιστοποίησή τους είναι σχεδόν αδύνατη. Πρέπει να κατανοήσουμε πως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι απαραίτητη, οπότε είναι αναγκαίο να βρούμε τον τρόπο με τον οποίο θα την παράγουμε, λαμβάνοντας υπόψη τις λιγότερες δυνατές επιπτώσεις προς το περιβάλλον. Από πλευράς τεχνολογίας και κόστους, σίγουρα η αιολική ενέργεια αποτελεί την πιο αξιόλογη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Η αιολική ενέργεια είναι ένα “εργαλείο” με σημαντικές ωφέλειες για την πρόληψη της κλιματικής αλλαγής, και με θετικό αντίκρυσμα στον περιβαλλοντικό, κοινωνικό και οικονομικό τομέα. (Gasparatos et al 2017)

3.2 Επιπτώσεις συστημάτων αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας

Η ηλιακή ενέργεια είναι προϊόν της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο ήλιος αποτελεί μία αστείρευτη πηγή ενέργειας, χωρίς να υπάρχουν όρια ως προς την αξιοποίησή του. Όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά, έχει επικρατήσει η ιδέα ότι αποτελεί μία καθ’ όλα ακίνδυνη για το

περιβάλλον λύση. Ωστόσο, η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας εγκυμονεί κινδύνους τόσο κατά το στάδιο κατασκευή, όσο και κατά το στάδιο της λειτουργίας.

Ξεκινώντας από το μέγεθος των φωτοβολταϊκών, αυτό είναι ικανό να δημιουργήσει προβλήματα, τόσο στο έδαφος, όσο και στην καταστροφή οικοσυστημάτων, αλλά και καλλιεργήσιμης γης. Στο κεφάλαιο για την αιολική ενέργεια, αναφέρθηκε η πολλαπλή χρήση της γης με την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών, γεγονός που δεν ισχύει για τα φωτοβολταϊκά. Γη καλυμμένη με φωτοβολταϊκά μπορεί να αξιοποιηθεί μόνο με συνδυασμό άλλων ΑΠΕ. Για να αποφευχθούν οι αρνητικές συνέπειες σε αυτή την περίπτωση, μπορεί να γίνει εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων, είτε σε τοποθεσίες χαμηλής ποιότητας γης, όπως παλιές βιομηχανικές ζώνες, είτε σε απόμερες περιοχές, όπου η ποιότητα του εδάφους δεν ενδείκνυται για άλλες χρήσεις. (Tsoutsos et al., 2005)

Παράλληλα, αν και δεν έχει άμεση σύνδεση (θεωρητικά), το νερό αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για την λειτουργία, την συντήρηση αλλά και την κατασκευή των φωτοβολταϊκών. Παράδειγμα αποτελούν τα μεγάλα επίπεδα σε νερό που χρησιμοποιούν τα εργοστάσια παραγωγής θερμικής ενέργειας για την ψύξη του εξοπλισμού. Εκτός της ψύξης, σημαντικό για την απόδοση των φωτοβολταϊκών είναι να έχουν μία καθαρή επιφάνεια, με το νερό να χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό των πάνελ. Ανάλογα με το μέγεθος των φωτοβολταϊκών, απαιτείται και αντίστοιχη ποσότητα νερού.

Για μεγάλες φωτοβολταϊκές μονάδες υπάρχει σοβαρή πιθανότητα αρνητικών συνεπειών στους υδρολογικούς πόρους, στην τοποθεσία που είναι τοποθετημένο το φωτοβολταϊκό πάρκο. Κάποια εν δυνάμει ζητήματα είναι η δημιουργία πλημμυρών (ιδιαίτερα με την αποψίλωση δασών σε λόφους), η ανανέωση των υπόγειων υδάτινων πόρων, αλλά και η δύσκολη απομάκρυνση των ρύπων από τον αέρα και το βρόχινο νερό. Μία ακόμη αρνητική συνέπεια είναι η ανάγκη για μεγάλους αριθμούς υλικών αγαθών και πόρων, από πριν ακόμη την λειτουργία τους. Παρ' όλα αυτά, συγκριτικά με άλλες, μη ανανεώσιμες, πηγές ενέργειας, οι επιπτώσεις αυτές είναι μικρές. (Tsoutsos et al., 2005).

Κατά την κατασκευή των Φ/Β γίνεται χρήση υψηλών ποσοτήτων μετάλλων, όπως το αλουμίνιο, ο σίδηρος και ο χαλκός. Από τα μέταλλα αυτά, το πρώτο και το τρίτο εκμεταλλεύονται σε πολύ

μικρές ποσότητες σε εγκαταστάσεις που κάνουν χρήση ορυκτών καυσίμων, σε αντίθεση με τον σίδηρο. Ωστόσο, πιστεύεται πως για τα φωτοβολταϊκά οι απαιτήσεις σε σίδηρο ανά κιλοβατώρα ξεπερνούν ακόμη και τις συμβατικές μορφές ενέργειας, συγκαταλέγοντας και αυτή του άνθρακα. Για την επίλυση του προβλήματος αυτού, μπορεί να βοηθήσει η διαδικασία της ανακύκλωσης, έχοντας υπόψη το γεγονός ότι η ηλιακή ενέργεια αποτελεί μία σημαντική μορφή ήπιας ενέργειας. Εκτός, των παραπάνω μετάλλων η χρήση υλικών (π.χ. ίνδιο, κάδμιο, τελλουριούχο, γάλλιο κ.ά.) με υψηλή τοξικότητα (π.χ. κάδμιο) αποτελεί οικονομικό πρόβλημα λόγω της δυσκολίας απόκτησής τους. (Tsoutsos et al., 2005)

Για τον καθαρισμό της επιφάνειας του ημιαγωγού των φωτοβολταϊκών κυψελίδων απαιτούνται υλικά, η έκλυση των οποίων παρουσιάζει σοβαρές επιπτώσεις, τόσο για τους ίδιους τους εργάτες, όσο και για την ατμόσφαιρα. Η επίπτωση είναι μεγάλη καθώς η έκλυση των υλικών αυτών δεν εξαρτάται από το μέγεθος των φωτοβολταϊκών. Τέτοιες ουσίες είναι:

- Υδροχλωρικό οξύ (HCl)
- Θειικό οξύ (H₂SO₄)
- Νιτρικό οξύ (HNO₃)
- Υδροφθόριο (HF)
- 1,1,1-τριχλωροαιθάνιο (C₂H₃Cl₃)
- Ακετόνη (C₃H₆O)

Αμέλειες ή λάθος χρήση αυτών των ουσιών μπορεί να επιφέρει κρίσιμες επιπτώσεις τόσο για το περιβάλλον, όσο και για τον άνθρωπο. Απλό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση φωτιά, όπου εκλύονται θανατηφόρα αέρια. Οι κατασκευαστές είναι υπεύθυνοι για την διασφάλιση της ανακύκλωσης των ουσιών αυτών, έχοντας πάντα υπόψη το οικονομικό κέρδος. Η κατασκευή φωτοβολταϊκών κυττάρων από πυρίτιο εγκυμονεί επίσης σοβαρούς κινδύνους για τον εργαζόμενο, σε περίπτωση εισπνοής του, καθώς βρίσκεται υπό μορφή σκόνης.

Ένα ακόμη αρνητικό στοιχείο είναι η οπτική επίπτωση των ενσωματωμένων σε κτήρια φωτοβολταϊκών πάνελ. (Hestnes,1999) Αν και ένα κτήριο “ντυμένο” με φωτοβολταϊκά γίνεται εύκολα οπτικά αντιληπτό, το ζήτημα αυτό μπορεί να επιλυθεί σχετικά εύκολα έπειτα από ένα σωστό αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, με τους κατασκευαστές των φωτοβολταϊκών στοιχείων να οδηγούνται σε μοντερνοποίηση των φωτοβολταϊκών στοιχείων αναπτύσσοντας νέα σχέδια, έτσι ώστε να επέρχεται μία σχετική αρμονία σε κάθε κατοικημένη περιοχή. Το θέμα αυτό, ωστόσο, περιέχει έναν υψηλό βαθμό υποκειμενικότητας. Παράδειγμα αποτελεί η τοποθέτηση λεπτών φωτοβολταϊκών φιλμ σε γυάλινες προσόψεις κτηρίων, με βασική προηγούμενη μελέτη να είναι οι πιθανές και εν δυνάμει αντανάκλασεις. Στα πλεονεκτήματα του παραδείγματος αυτού είναι η ευκολότερη ψύξη του εσωτερικού, λόγω της δημιουργούμενης σκίασης από την μικρή διαπερατότητα σε φως των πάνελ. Συγχρόνως, εκτός από την ψύξη, μπορεί να ωφεληθεί και η θέρμανση του κτηρίου. Ιδιαίτερα σε κτήρια που παρουσιάζουν ιστορικό και πολιτιστικό ενδιαφέρον, με δύσκολη μεταβολή σε οπτικό επίπεδο της ίδιας της κατασκευής, η αλλαγή των γυάλινων επιφανειών ίσως να αποτελεί και την μόνη δυνατότητα. (Hestnes,1999)

Τέλος, μία αρνητική συνέπεια σχετικά με την ηλιακή ενέργεια αφορά την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου. Η μόνη χρονική διάρκεια κατά την οποία δεν παράγονται τέτοια αέρια είναι αυτή της λειτουργίας τους. Σε κάθε άλλη φάση, από την κατασκευή των πάνελ και διαφόρων στοιχείων που τα αφορούν έως την συντήρηση, μεταφορά και εγκατάστασή τους εκλύονται αέρια που σχετίζονται σοβαρά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Σημειώνεται πως ακόμη και κατά την διάρκεια της ανακύκλωσης και του παροπλισμού των σταθμών, οι εκπομπές δεν είναι μηδενικές.

Για πολλά έτη, μία σημαντική έγνοια των επιστημόνων ήταν η χρήση πρωτογενούς ενέργειας στο στάδιο παραγωγής των Φ/Β. Οι εκτιμήσεις μιλούν για εκπομπές 30 έως 80 g CO₂ ανά παραγόμενη κιλοβατώρα, κατά την διάρκεια της ζωής των φωτοβολταϊκών, τιμές που εξαρτούνται από την παραγόμενη ενέργεια της χώρας ή της εκάστοτε περιοχής. (Hernandez et al.,2013) Για παράδειγμα, για την παραγωγή και την μεταφορά φωτοβολταϊκών πάνελ καδμίου-τελλουριδίου και άλλων υλικών που σχετίζονται με την εγκατάσταση, οι εκπομπές είναι περίπου 24g ανά κιλοβατώρα. (Hernandez et al.,2013)

Ανακεφαλαιώνοντας, μπορούμε να συμπεράνουμε πως τα Φ/Β συστήματα είναι μία αθόρυβη μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με μηδενικές εκπομπές επιζήμιων αερίων κατά την

διάρκεια της λειτουργίας τους. Οι αρνητικές συνέπειες που προκαλούνται από την χρήση φωτοβολταϊκών είναι μικρής κλίμακας.

Από πλευράς υλικών, το πυρίτιο που αποτελεί την πιο συνηθισμένη λύση για παραγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι καθ' όλα ασφαλές, ενώ παρέχεται πολύ εύκολα και σε αφθονία. Ενδεχόμενοι κίνδυνοι σχετίζονται με υλικά που αφορούν την κατασκευή λεπτών φωτοβολταϊκών μεμβρανών, αλλά και με υλικά όπως το τελλουρούχο κάδμιο και ο δισεληνιούχος ινδικός χαλκός, λόγω περιεκτικότητάς του σε σουλφίδιο του καδμίου.

Στα αρχικά στάδια χρήσης των φωτοβολταϊκών υπήρχε το ζήτημα στο ισοζύγιο μεταξύ καταναλισκόμενης κατά την δημιουργία ενέργειας και της παραγόμενης κατά την λειτουργία, με το πρόσημο να είναι αρνητικό. Ωστόσο, οι υψηλού επιπέδου ηλιακοί πόροι σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, όσον αφορά την αποδοτικότητα των φωτοβολταϊκών, επιφέρουν ταχεία απόσβεση (εντός δύο ετών). Συνεπώς, ο αρχικός ισχυρισμός δεν πλέον δεν ευσταθεί.

3.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις συστημάτων αξιοποίησης βιομάζας

Αναφερόμενοι στην βιομάζα, την ορίζουμε ως κάθε υλικό που παράγεται από ζώντες οργανισμούς, ενώ με την καύση του παράγεται ενέργεια. Τέτοια υλικά είναι το ξύλο και τα προϊόντα δάσους, απόβλητα του κτηνοτροφικού τομέα και βιομηχανιών τροφίμων, αλλά και κατάλοιπα διαφόρων καλλιεργειών. Η βιομάζα αποτελεί την αρχαιότερη και πιο διαδεδομένη πηγή ενέργειας, ενώ χαρακτηρίζεται ως ανανεώσιμη λόγω της δημιουργίας της από την ηλιακή ενέργεια που διατήρησαν τα φυτά μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. (Βουρδουμπάς, 2002)

Η βιομάζα που χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας βρίσκεται είτε υπό στερεή μορφή, είτε υπό υγρή, είτε υπό αέρια μορφή. Συχνά τα υλικά αυτά αναφέρονται ως βιοκαύσιμα. Βιοκαύσιμα υπό στερεά μορφή αποτελούν τα συσσωματώματα ξύλου (πέλλετ), τα πυρηνόξυλα, τα καυσόξυλα, οι μπρικέτες κ.ά. Βιοκαύσιμα υπό υγρή μορφή αποτελούν το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη, τα οποία μπορούν να αντικαταστήσουν τα συμβατικά καύσιμα κίνησης. Λόγω των γνωστικών απαιτήσεων ως προς τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, διαφόρων φορέων της κοινωνίας, όπως οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής, οι διαχειριστές ενέργειας, αλλά και διάφοροι επαγγελματίες, η προσοχή προς τα βιοκαύσιμα έχει αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό. Ωστόσο, εκτός των περιβαλλοντικών

επιπτώσεων, σημαντικό ρόλο παίζει και γενικότερη αύξηση του κόστους των συμβατικών καυσίμων.

Πέρα από τα οφέλη της βιομάζας ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, υπάρχουν και επιπτώσεις που αφορούν το περιβάλλον. Κάποιες από αυτές παρουσιάζονται παρακάτω.

- Ο μεγάλος όγκος, σε συνδυασμό με την υψηλή περιεχόμενη υγρασία ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας, κάνουν πιο δύσκολη την παραγωγή ενέργειας από την βιομάζα, έναντι των συμβατικών καυσίμων. (Βουρδουμπάς, 2002)
- Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα δυσχεραίνεται λόγω της έντονης διασποράς αλλά και εποχιακής μεταβλητότητας της βιομάζας, με αποτέλεσμα την έλλειψη πρώτης ύλης.
- Υφίσταται σημαντική απώλεια θρεπτικών ουσιών η οποία προκαλείται από τη συγκομιδή υπολειμμάτων καλλιέργειας για ενέργεια βιομάζας. (Abbasi & Abbasi, 2009)
- Συνέπεια των παραπάνω αποτελεί η αύξηση του οικονομικού κόστους της παραγόμενης ενέργειας από βιομάζα λόγω της δυσκολότερης συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης.
- Σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, η τεχνολογία αξιοποίησης της βιομάζας απαιτεί υψηλότερο κόστος, λόγω εξοπλισμού τελευταίας τεχνολογίας. (Abbasi & Abbasi, 2009)

Σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, λόγω των προαναφερθέντων μειονεκτημάτων αλλά και των εφαρμογών της βιομάζας, το κόστος της είναι μεγάλο. (Βουρδουμπάς, 2002) Ωστόσο, με την αύξηση της τιμής του πετρελαίου και της ανάπτυξης της τεχνολογίας που αφορά την εκμετάλλευση της βιομάζας, τα αρνητικά στοιχεία μειώνονται, ενώ παράλληλα θα πρέπει να δίνεται σημασία στα περιβαλλοντικά οφέλη, τα οποία δεν έχουν οικονομικό αντίκρισμα, αλλά είναι υψίστης σημασίας. (Abbasi και Abbasi, 2009)

3.4 Γεωθερμία

Η Γεωθερμία ορίζεται ως η ενέργεια που προέρχεται από την περιοχή κάτω από την επιφάνεια της Γης. Μπορεί να παρουσιαστεί υπό μορφή ζεστού νερού ή ατμού, ή ως συνδυασμός τους. Στην Γεωθερμία παράλληλα, περιλαμβάνεται η ενέργεια που παρέχεται από υπεδάφια πετρώματα υψηλής θερμοκρασίας. Η Γεωθερμία είναι μία ήπια και αστείρευτη ενεργειακή πηγή, που διαχέεται από τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους της γης έως τα ανώτερα στρώματα, και χαρακτηρίζεται ως πράσινη, καθώς δεν αποδεσμεύει προϊόντα με αρνητικές προς το περιβάλλον

συνέπειες. Ωστόσο, την άντληση των υδάτινων πόρων προκαλούνται κάποιες επιπτώσεις προς το περιβάλλον, όπως:

- * Στο εκλυόμενο θερμό νερό περιλαμβάνονται στοιχεία αέρια ή στερεάς μορφής τα οποία εκλύονται στην ατμόσφαιρα και διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή, τόσο ποσοτικά, όσο και ποιοτικά. Τέτοιες ουσίες είναι το υδρόθειο (H_2S) που είναι πολύ τοξικό, ενώ η οσμή του είναι ιδιαίτερα έντονη. Το γεγονός αυτό ώθησε στην ανάπτυξη της τεχνολογίας προς απομάκρυνσή του. Παράλληλα, περιέχονται διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και μεθάνιο (CH_4) που συγκαταλέγονται στα αέρια του θερμοκηπίου, ενώ η αμμωνία, το ραδιενεργό ραδόνιο και το όριο αποτελούν επιπλέον πρόβλημα. (Αρβανίτης, 2017)
- * Τα εκλυόμενα προς την ατμόσφαιρα αέρια, λόγω της υψηλής θερμοκρασίας τους, είναι ικανά να δημιουργήσουν τοπικές κλιματικές μεταβολές, με φαινόμενα όπως η ομίχλη (Kagel et al, 2005), ενώ μεταβολές στα τοπικά οικοσυστήματα προκαλούνται λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας από το θερμό εκλυόμενο νερό.
- * Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα χημικής ή θερμικής ρύπανσης, λόγω της αύξησης των αλάτων στα παραγόμενα γεωθερμικά ρευστά.
- * Υποχώρηση του εδάφους σε τοπικό επίπεδο και μείωση του υδροφόρου ορίζοντα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την έκλειψη επιφανειακών πηγών εξαιτίας της υπεράντλησης. (Αρβανίτης, 2017). Παράλληλα, δημιουργούνται φαινόμενα μικροσεισμών (έως 3 Richter) λόγω της άντλησης, αλλά και της εισαγωγής ρευστών υψηλής ενθαλπίας. Αν και τα φαινόμενα αυτά είναι ασυνήθιστα, η πιθανότητα εμφάνισής τους είναι μη μηδενική. (Αρβανίτης, 2017)
- * Τέλος, ζήτημα αποτελεί ο παραγόμενος θόρυβος στον χώρο της εγκατάστασης, με αποτέλεσμα να είναι απαιτείται η χρήση ειδικών φίλτρων. (Kagel et al, 2005)



Εικόνα 15. Αντιπαγετική προστασία και θέρμανση λιμνών ιχθυοκαλλιέργειας στο Πόρτο Λάγος, Ν. Ξάνθης

Σημαντικό πρόβλημα αποτελούν και τα απόβλητα που παράγονται κατά την παραγωγή ενέργειας μέσω γεωθερμίας, λόγω του διαχωρισμού μεταξύ ατμού και νερού, αλλά και από τις εγκαταστάσεις στις οποίες γίνεται συμπύκνωση του ατμού, ύστερα από την εκτόνωση στον στρόβιλο. Ανάλογα με την περιεκτικότητα σε βλαβερά στοιχεία και το είδος των αποβλήτων, η απομάκρυνσή τους πρέπει να γίνεται με την:

- Επιστροφή των γεωθερμικών ρευστών στον ταμιευτήρα
- Την απομάκρυνση τους στην θάλασσα ή σε ποτάμια
- Χημική επεξεργασία.

Είναι απαραίτητο να σημειωθεί πως τα γεωθερμικά ρευστά δεν δημιουργούν αιρούμενα σωματίδια, καπνό ή τέφρα, ενώ οι παράλληλες μειωμένες εκπομπές σε διοξείδιο του άνθρακα, κάνουν την γεωθερμία να αποτελεί μία πολύ καλή λύση για τηλεθέρμανση, με σκοπό την βελτίωση του περιβάλλοντος στις πόλεις και της γενικότερης ποιότητας ζωής.

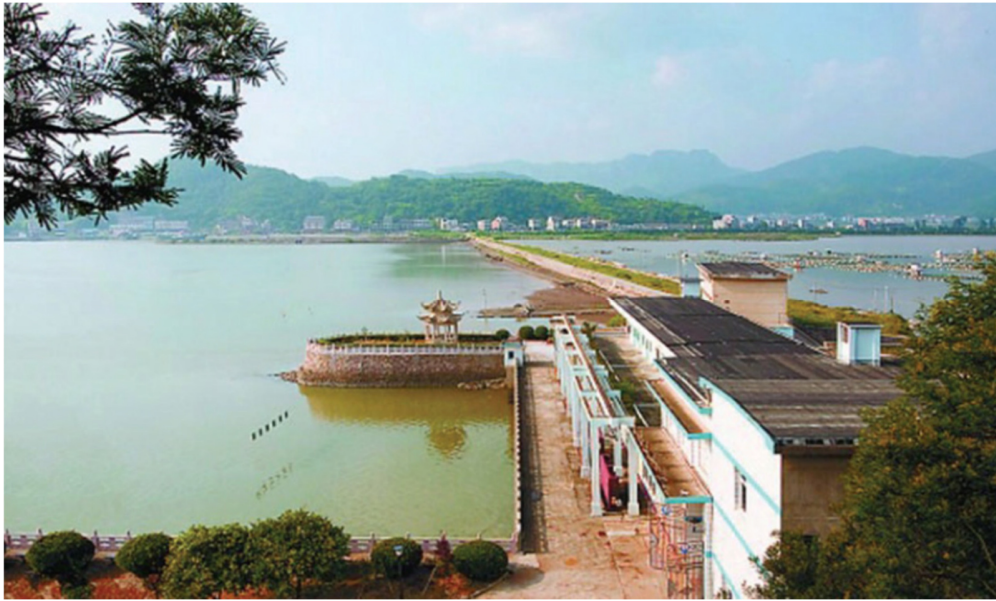
3.5 Θαλάσσια ενέργεια

Περίπου το 70% της επιφάνειας του πλανήτη καλύπτεται από θάλασσα, με τα ποσά ενέργεια που να μπορούν να εκμεταλλευθούν να είναι τεράστια. Υπάρχουν δύο τρόποι για την εκμετάλλευση αυτής της ενέργειας, πρώτον μέσω της κινητικής ενέργειας των κυμάτων και των υποθαλάσσιων

ρευμάτων, και δεύτερον μέσω των θερμοκρασιακών διαφορών ανάλογα με το βάθος της θάλασσας. Αν και η ενέργεια αυτή μπορεί να αποτελέσει σημαντική λύση για ένα μεγάλο μέρος του ενεργειακού προβλήματος, η εκμετάλλευσή της είναι πολύ δύσκολη λόγω της μεγάλης χωρικής της μεταβλητότητας, αλλά και της ύπαρξής της σε μεγάλες αποστάσεις από τις περιοχές κατανάλωσης. Η παλιρροιακή ενέργεια είναι η μόνη ενέργεια θαλάσσιας μορφής που είναι προς το παρόν εκμεταλλεύσιμη. Η απουσία αποβλήτων κατά την παραγωγή τέτοιας μορφής ενέργειας, την καθιστά άκρως φιλική προς το περιβάλλον. Ωστόσο, αν και μικρής κλίμακας υπάρχουν κάποια μειονεκτήματα.

Αρχικά, το μέσον για την παραγωγή της ενέργειας αυτής είναι τα κύματα. Τα κύματα παρουσιάζουν μεγάλη μεταβλητότητα τόσο ως προς την δύναμη, όσο και ως προς την μορφή τους (μήκος, πλάτος, διεύθυνση). Βάσει αυτών δημιουργούνται προβλήματα που αφορούν τα παραγόμενα ποσά ενέργειας, που άλλοτε είναι μεγάλα και άλλοτε μηδενικά, και προβλήματα που αφορούν την κατασκευή των εγκαταστάσεων ώστε να μπορούν ανταπεξέρχονται σε πολλά διαφορετικά λειτουργικά ενδεχόμενα. Παρόμοια, η παλιρροιακή ενέργεια παρουσιάζει εξάρτηση από την κίνηση των υδάτων.

Επιπροσθέτως, μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στην επιλογή της περιοχής όπου θα τοποθετηθεί η μονάδα παραγωγής ενέργειας. Στην περιοχή αυτή θα πρέπει τα κύματα να έχουν την απαραίτητη δύναμη ή να εξελίσσονται τα απαραίτητα παλιρροιακά φαινόμενα. (Ευθυμίου και Καραγιαννάκης, 2005)



Εικόνα 16. Εγκατάσταση εκμετάλλευσης παλιρροϊκής ενέργειας στην Κίνα

Ως προς την δημιουργία των μονάδων παραγωγής, πρέπει να δίδεται προσοχή σε δύο ακόμη σημεία, στην αντοχή του σε ακραία καιρικά φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα σε περιοχές πλησίον της θάλασσας και στο να μην υπάρχει ιδιαίτερη όχληση σε θαλάσσια είδη, όπως αποδημητικά ψάρια, και θαλασσοπούλια. Ιδιαίτερα σοβαρό είναι το ζήτημα της εμπλοκής τέτοιων ειδών στις λεπίδες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή παλιρροϊκής ενέργειας, αλλά και η αναπτυσσόμενες μεγάλες ταχύτητες, που έλκουν, κυρίως τα ψάρια κοντά σε αυτές τις συσκευές.

Ακόμη, όπως προαναφέρθηκε, η παραγόμενη ενέργεια εξαρτάται από την δύναμη των κυμάτων, συνεπώς πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η πιθανότητα κυμάτων με δύναμη 10 φορές μεγαλύτερη της μέσης τιμής, που παράγουν 100 φορές μεγαλύτερη ισχύ. Αποτέλεσμα αυτού είναι και το μεγαλύτερο κόστος. Η δυσκολία και το κόστος της κατασκευής και συντήρησης των εγκαταστάσεων, αλλά και της μεταφορά της ενέργειας αυξάνονται λόγω του γεγονότος ότι τα κύματα υψηλότερης έντασης εξελίσσονται σε θαλάσσιες περιοχές μακριά από την στεριά. (Ευθυμίου και Καραγιαννάκης, 2005)

Όπως στην περίπτωση των ανεμογεννητριών, έτσι και εδώ υπάρχει η περίπτωση δημιουργίας ηλεκτρομαγνητικών παλμών (ΗΜΠ) και ηχητικών σημάτων. Ωστόσο, η υποθαλάσσια εγκατάσταση των συσκευών αυτών εντείνει την ακουστική ισχύ τους με αποτέλεσμα οι θαλάσσιοι οργανισμοί να επηρεάζονται σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο. Οι

συνέπειες στους θαλάσσιους οργανισμούς και κυρίως στα θηλαστικά της θάλασσας ποικίλουν ανάλογα με την συχνότητα και το μήκος κύματος των ηχητικών σημάτων που προέρχονται από τις προαναφερθείσες συσκευές.

Επιπτώσεις σε οικοσυστήματα, όπως κόλποι ή εκβολές ποταμών, μπορεί να προκληθούν από την δημιουργία φραγμάτων με την αλλαγή της ακτογραμμής να επηρεάζει τα παλιρροιακά επίπεδα. Η δημιουργία στάσιμων υδάτων με την αναστολή της ροής του νερού, προξενεί έντονη θολερότητα, ενώ η αλατότητα του νερού μειώνεται με αποτέλεσμα την θανάτωση ψαριών και κατά συνέπεια πτηνών ή θηλαστικών, των οποίων τα ψάρια αποτελούν βασική τροφή.

Τέλος, στις επιπτώσεις μπορούμε να συμπεριλάβουμε τις εμπλοκές με άλλους διαχειριστές του θαλάσσιου χώρου. Σε αυτούς βρίσκουμε την εμπορική ναυτιλία και αλιεία, την ναυσιπλοΐα, τις εταιρείες που ασχολούνται με γεωτρήσεις και εξόρυξη ορυκτών καυσίμων και άλλων στοιχείων, την Βιομηχανία Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου, τις δράσεις του Υπουργείου Εθνικής Αμύνης, εκμεταλλεύσεις άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η αιολική, την εγκατάσταση λιμανιών, την ερασιτεχνική αλιεία και ναυσιπλοΐα, τον τουρισμό, μέσα για υποθαλάσσια μεταφορά ενέργειας, κ.ά.

3.6 Υδροηλεκτρική ενέργεια

Είναι πλέον γνωστό ότι τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα έχουν ποικίλες και σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον και ιδίως την βιοποικιλότητα, αφού μεταβάλουν δραματικά το ενδιαίτημα πολλών ειδών. Η σύγχρονη τάση είναι να θεωρούνται ΑΠΕ κυρίως οι μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί (Μ.Υ.Η.Ε.) που θεωρείται ότι είναι φιλικότεροι προς το περιβάλλον. Παρακάτω θα εστιάσουμε κυρίως στους μικρούς σταθμούς.

Από πλευράς επιπτώσεων προς το περιβάλλον που προκαλεί ένα έργο αυτές αφορούν κυρίως δύο πράγματα, την κατάσταση του ευρύτερου οικοσυστήματος και την προκαλούμενη ρύπανση. Ωστόσο, υπάρχει περίπτωση ως αρνητικές συνέπειες να κριθούν ζητήματα σχετικά με το αισθητικό κομμάτι, το οικονομικό, το πολιτιστικό και το κοινωνικό.

Η λειτουργία ενός μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού σχετίζεται με κάποιες κατευθυντήριες γραμμές όσον αφορά το περιβάλλον, όπως:

- η οπτική και αισθητική όχληση,
- τα συστατικά του φυσικού περιβάλλοντος, όπως η χλωρίδα και η πανίδα (πιο συγκεκριμένα η πανίδα του θαλάσσιου περιβάλλοντος), και
- το έδαφος (υπόγεια και επιφανειακά ύδατα)

Ανάλογα με το μέγεθος, το είδος και τα γνωρίσματα ενός Μ.Υ.Η.Ε. (π.χ. ύπαρξη ταμιευτήρα, οδικού δικτύου κλπ.), οι παραπάνω παράμετροι επηρεάζονται σε διαφορετικό βαθμό, με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις να είναι πολλές φορές διαφορετικού επιπέδου και ζημίας.

Ανατρέχοντας στον ορισμό ενός Μικρού Υδροηλεκτρικού Σταθμού, μπορεί να διαπιστώσει κανείς πως είναι ένα έργο που ταιριάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό με το περιβάλλον. Για την μείωση των αισθητικών παρεμβάσεων, αλλά και την σωστή λειτουργία ενός τέτοιου έργου μπορεί να γίνει χρήση των τοπικών πόρων.

Ένας τρόπος ώστε να μειωθούν τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης, αλλά και η ανάγκη για έμψυχο δυναμικό είναι η δημιουργία αυτοματισμών σε ένα Μ.Υ.Η.Ε. Η δημιουργία μίας μεγάλης εγκατάστασης παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας συνεπάγεται σοβαρές ή μη αρνητικές περιβαλλοντικές συνέπειες. Σε αυτές αντιστοιχούν:

- διαφοροποιήσεις στο έδαφος, όπως μεταβολή του προφίλ του εδάφους από τις εγκαταστάσεις,
- διαφοροποιήσεις στον υδρολογικό τομέα, όπως η επίτευξη δίαιτας ενός ποταμιού, η συμπλήρωση των υπόγειων υδάτων και η χρήση του νερού,
- οικολογικές διαφοροποιήσεις στην χλωρίδα και την πανίδα,
- κοινωνικές διαφοροποιήσεις, όπως μεταφορά κατοίκων σε άλλες τοποθεσίες λόγω δημιουργίας τεχνητών λιμνών, και
- διαφοροποιήσεις στον οικονομικό τομέα, λόγω της διαφορετικής χρήσης της γης. (Βουρδουμπάς, 2002)

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια θέματα τα οποία απαιτούν την προσοχή των φορέων που ασχολούνται με την δημιουργία και την λειτουργία ενός Μ.Υ.Η.Ε. Τα θέματα αυτά έχουν άμεση ή έμμεση συνεισφορά στις περιβαλλοντικές διαφοροποιήσεις, ενώ ανάλογα με το κάθε Μ.Υ.Η.Ε. υπάρχει περίπτωση να μεταβάλλονται τόσο ως προς την έκταση, όσο και ως προς την έντασή τους.

3.6.1 Οπτική όχληση

Ξεκινώντας από την οπτική όχληση, αυτή οφείλεται κυρίως στην δημιουργία δρόμων, που απαιτούνται σε ένα Μ.Υ.Η.Ε. Λανθασμένος σχεδιασμός και πραγματοποίηση τέτοιων δρόμων, υπάρχει περίπτωση να προκαλέσει ζημιά στο ευρύτερο περιβάλλον, όσον αφορά το οπτικό κομμάτι, με την δημιουργία πρικών εκτάσεων να είναι η βασική αιτία. Παράλληλα, η μη σωστή μελέτη του χώρου μπορεί να προκαλέσει κατολισθήσεις λόγω πιθανής αστάθειας του εδάφους, ενώ η απόρριψη των παραγόμενων μάζων σε ρεματιές πλησίον της περιοχής εγκατάστασης αποτελεί μία έμμεση αλλά σημαντική αρνητική συνέπεια. Όπως και στην περίπτωση της δημιουργίας δρόμων, ο σωστός σχεδιασμός με την κατάλληλη προσοχή προς το περιβάλλον του φράγματος και των έργων υδροληψίας, του αγωγού προσαγωγής κ.ά. μπορεί να επιφέρει τις ελάχιστες δυνατές συνέπειες. Για παράδειγμα, κτήρια όπως αυτό του σταθμού παραγωγής, μπορούν να κατασκευάζονται από παραδοσιακά υλικά, όπως η πέτρα, ενώ το μικρό τους μέγεθος (περίπου 100 m²) συντελεί στην μείωση των επιπτώσεων.

Στα μεγάλης πτώσης Μ.Υ.Η.Ε., τα έργα όπου γίνεται η λήψη του ύδατος υπάρχει περίπτωση να απέχουν μια μεγάλη σχετική απόσταση από την έξοδο. Συνεπώς, το νερό πρέπει να κινείται εντός καναλιών ή αγωγών υψηλής γραμμικότητας, με την επιρροή στο περιβάλλον, ωστόσο, να μην αποτελεί σοβαρό πρόβλημα. Οπτικές αρνητικές μεταβολές, από την άλλη, μπορούν να δημιουργήσουν τα εμφανιζόμενες πραινείς εκτάσεις γύρω από τα κανάλια, τα οποίων όμως η επίδραση λόγω την αναπτυσσόμενη χλωρίδας. Παράλληλα, ο πιθανός σχηματισμός καταρρακτών, λόγω της ροής του νερού, ίσως προκαλέσει επιπλέον διαφοροποιήσεις.

Ένα άλλο ζήτημα αφορά ο σχηματισμός των ταμιευτήρων. Με την προσθήκη τεράστιων ποσοτήτων νερού σε φυσικές λεκάνες, μπορούν να προκληθούν οπτικές διαφοροποιήσεις που να επιδρούν αρνητικά στην γεωργία, τους πιθανούς αρχαιολογικούς χώρους, τις τοπικές υποδομές κ.ά. Εκτός των οπτικών διαφοροποιήσεων υπάρχει περίπτωση επίδρασης στον υδροφόρο ορίζοντα, με τις συνέπειες να αφορούν μεταβολές στο ευρύτερο υδάτινο και χερσαίο περιβάλλον. Από την άλλη, η δημιουργία του ταμιευτήρα συχνά έχει ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό υδροβιότοπου με την απόλυτη αισθητική αποδοχή του.

3.6.2 Φυσικό περιβάλλον, χλωρίδα- πανίδα (κυρίως ιχθυοπανίδα)

Η δημιουργία μιας εγκατάστασης παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί δασικές ή μη, ορεινές ή ημιορεινές εκτάσεις, με σκοπό την εκμετάλλευση της δυναμικής ροής του νερού που προκαλείται από την διαφορά ύψους μεταξύ του τμήματος που γίνεται η λήψη του νερού και του σταθμού παραγωγής ενέργειας. Τα παραπάνω αποτελούν βασικά στοιχεία για την σωστή λειτουργία του έργου. Στην απόσταση μεταξύ του τμήματος υδροληψίας και του σταθμού παραγωγής, η έκλειψη του νερού για πολύ καιρό μπορεί να έχει ανεπανόρθωτες συνέπειες για την βλάστηση και τα ζώα της περιοχής. Για την αποτροπή των συνεπειών αυτών είναι απαραίτητο υπάρχει ροή μίας σωστή ποσότητα νερού στην περιοχή αυτή (οικολογική παροχή), έτσι ώστε να τηρείται μία σχετική ισορροπία.

Στην περιοχή που δημιουργείται η τεχνητή λίμνη (ταμιευτήρας), η αλλαγή στην βλάστηση είναι μόνιμη, λόγω της απαραίτητης απομάκρυνσης της υπάρχουσας χλωρίδας. Κλείνοντας, είναι απαραίτητη η διασφάλιση της διατήρησης της ισορροπίας της πανίδας που υπάρχει στην περιοχή, ενώ είναι σημαντικό να μην διακόπτεται η ελεύθερη κίνηση των ψαριών (ιχθυοπανίδα) κατά μήκος του ποταμού. Ο σχεδιασμός κατασκευής τεχνητών ιχθυοδρόμων θεωρείται απαραίτητη. (Τσόγκα 1982)

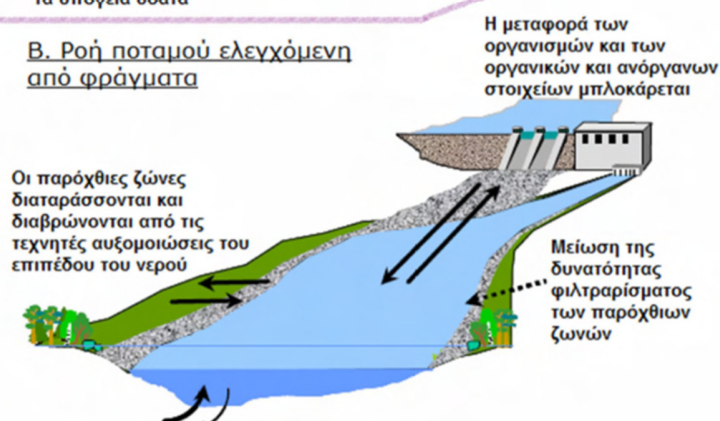
3.6.3 Έδαφος, επιφανειακά και υπόγεια νερά

Με την κατασκευή του φράγματος που χρησιμοποιείται για το σχηματισμό της τεχνητής λίμνης, αναστέλλεται η ελεύθερη κίνηση των φερτών υλικών του ποταμών. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την συγκέντρωση των υλικών αυτών εντός του ταμιευτήρα. Η συγκέντρωση των υλικών αυτών δημιουργεί σημαντικά προβλήματα, τόσο στην σωστή λειτουργία της εγκατάστασης, η οποία απαιτεί συνεχείς εργασίες, όσο και στο περιβάλλον, καθώς μακροπρόθεσμα οι εκβολές των ποταμών υπόκεινται σε μεγάλες μεταβολές. Επιπλέον πρόβλημα μπορεί να αποτελέσει η πιθανή διάβρωση του εδάφους κάτω από τον σταθμό παραγωγή, με την λήψη μέτρων να είναι απαραίτητη.

A. Ελεύθερη ροή ποταμού



B. Ροή ποταμού ελεγχόμενη από φράγματα



Εικόνα 17. Επιπτώσεις ενός φράγματος

Σημαντική επίδραση των Μ.Υ.Η.Ε. παρουσιάζεται στα επιφανειακά ύδατα στον χώρο μεταξύ του φράγματος και της απομάκρυνσης του νερού στο ρείθρο, στο ύψος του σταθμού παραγωγής. Στην περιοχή αυτή, ακόμη και αν υπάρξει η οικολογική παροχή, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα μείωσης της υδατική δίαιτα του ποταμού, λόγω της εκμετάλλευσης της υδατικής ροής. Ακόμη, είναι σημαντικό, αλλά και χρήσιμο να γίνεται αξιοποίηση του νερού κατηφορικά του έργου υδροληψίας, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με τον σωστό σχεδιασμό και την τοποθέτηση του Μ.Υ.Η.Ε. Η επιπλέον εκμετάλλευση του νερού, ωστόσο, δεν πρέπει να μεταβάλλει την ποιότητά του.

Τέλος, ο σχηματισμός του ταμιευτήρα υπάρχει περίπτωση να προκαλέσει αύξηση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας του νερού, που οδηγεί με την σειρά του αύξηση των υπόγειων υδάτων. (Παπαντώνης 2008)

3.6.4 Υδροληψία

Κατά την επιλογή υδροληψίας ορεινού τύπου και την κατασκευή οδών προσπέλασης, οι επιπτώσεις προς το περιβάλλον ελαχιστοποιούνται, εάν:

- Κατοχυρώνεται το χαμηλό ύψος σε έργα όπου η υδροληψία προσαρμόζεται στο ρεϊθρο, με σκοπό την διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος.
- Αποφεύγεται η αποψίλωση περιοχών, όπως οι υπό προστασία περιοχές υπό το καθεστώς του NATURA 2000, και την κατασκευή φραγμάτων και σχετικών οδικών δικτύων.
- Προβλέπονται κατασκευές, όπως οι ιχθυοδρόμοι, για την διατήρηση των ελεύθερων διαδρομών της ιχθυοπανίδας.
- Προβλέπεται ο σωστός σχεδιασμός του οδικού δικτύου και η αναδάσωση με σκοπό την σωστή διαχείριση των μεγάλων εκσκαφών.
- Κατοχυρώνεται η οικολογική παροχή, για την σωστή διαχείριση της υπάρχουσας χλωρίδας και πανίδας.
- Κατοχυρώνεται η αξιοποίηση του νερού μεταξύ του έργου υδροληψίας έως και τον σταθμό παραγωγής.
- Κατασκευάζεται ειδική διάταξη για τη διάθεση (περιοδική, μέσω εκκενωτή πυθμένα ή συνεχής, σε υδροληψία ορεινού τύπου) των λεπτόκοκκων φερτών, κατάντη του έργου. Στην περίπτωση ορεινής υδροληψίας, θα πρέπει να σχεδιάζεται η περιοδική διάθεση των χονδρόκοκκων υλικών κατάντη. (Παπαντώνης 2008)

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού είναι φυσικό επόμενο να αυξάνεται και η ανάγκη για επιπλέον ενέργεια. Ωστόσο, η παραγωγή της ενέργειας αυτής δεν πρέπει να αποτελεί αγκάθι για το περιβάλλον. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, όντας πιο φιλικές προς το περιβάλλον, άνοιξαν έναν δρόμο μείωσης της καταστροφής του περιβάλλοντος προς παραγωγή ενέργειας και πλέον συντελούν σε μεγάλο βαθμό στην λεγόμενη πράσινη οικονομία.

Τα τελευταία χρόνια, οι ΑΠΕ συντελούν όλο και περισσότερο στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, ενώ η παραδοσιακή μέθοδος παραγωγής ενέργειας μέσω των εργοστασίων λιγνίτη παρουσιάζει σημαντική μείωση, λόγω του γεγονότος ότι αποτελεί το πιο ποιοτικά άσχημο καύσιμο. Εκτός της φιλικότητας προς το περιβάλλον, απαιτούνται πηγές ενέργειας που να παρουσιάζουν αφθονία, πράγμα που δεν ισχύει για την περίπτωση του λιγνίτη. Λόγω των παραπάνω, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει επιβάλλει στόχους που αφορούν την μεγαλύτερη εκμετάλλευση των ΑΠΕ, οι οποίες αποτελούν το μέσο για την μείωση της ζημίας που έχει προκληθεί τις τελευταίες δεκαετίες από τα συμβατικά καύσιμα.

Ωστόσο, δεν πρέπει να μείνει ασχολίαστο το γεγονός ότι αν και οι ΑΠΕ αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για μία πιο πράσινη οικονομία, παρουσιάζουν και αυτές κάποιες αρνητικές συνέπειες προς το περιβάλλον, από την φάση παραγωγής έως και την απομάκρυνσή τους, με αποτέλεσμα την αποτυχία τους ως προς μία οικονομική και οικολογική πρόοδο, εάν δεν τεθούν ορισμένα όρια. Αναφερόμενοι σε όρια και προϋποθέσεις δεν εννοούμε σε καμία περίπτωση την ολική απομάκρυνση σχετικών εγκαταστάσεων, αλλά την εισαγωγή τους με τον απαιτούμενο σεβασμό τόσο προς το φυσικό περιβάλλον, όσο και προς τον άνθρωπο.

Με σκοπό την προστασία όλων των στοιχείων που συνθέτουν το περιβάλλον, πολλοί επιστήμονες ασχολούνται με Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, έτσι ώστε να υπάρξει ένα αξιόλογο πλήθος πληροφοριών. Οι μελέτες αυτές αποτελούν σημαντικό στοιχείο προκειμένου να υπάρχει δυνατότητα πρόβλεψης όλων των πιθανών επιπτώσεων που μπορεί να έχει η κατασκευή μιας εγκατάστασης. Η τεχνική περιγραφή ενός έργου μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες, για την πρόβλεψη και την εκτίμηση των πιθανών αρνητικών συνεπειών προς το περιβάλλον, οι οποίες

ελαχιστοποιούνται κατά το στάδιο πριν από την κατασκευή, με αποτέλεσμα την μείωση του κόστους για επίλυση απρόβλεπτων προβλημάτων κατά τον στάδιο της κατασκευής.

Με την εκπόνηση της συγκεκριμένης βιβλιογραφικής μελέτης εξήχθησαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Τα αιολικά πάρκα παρουσιάζουν ιδιαίτερη θνησιμότητα κυρίως στην ορνιθοπανίδα και σε διάφορα είδη νυχτερίδων. Η τοποθέτηση και η χωροθέτησή τους πρέπει να βασίζεται σε νόμους ευνοϊκούς προς το περιβάλλον και μετά από επιμελημένη έρευνα της εκάστοτε περιοχής.
- Οι εγκαταστάσεις ανεμογεννητριών πιθανών να πρέπει να καταλαμβάνουν μικρή έκταση γης και σίγουρα σε περιοχές απομακρυσμένες από εκεί που ζουν πολλά είδη νυχτερίδας και γενικά περιοχές με μεγάλη βιοποικιλότητα ορνιθοπανίδας.
- Οι εγκαταστάσεις αξιοποίησης της ενέργειας που παράγεται από την παλίρροια θα πρέπει να δημιουργούνται σε περιοχές που δεν υπάρχουν σπάνια θαλάσσια είδη. Παράλληλα, εξαιτίας της επίδρασης στο βενθικό οικοσύστημα, ο χρόνος κατασκευής τους πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος.
- Στις εγκαταστάσεις αξιοποίησης της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι σωστό να δημιουργούνται τεχνητά κανάλια βασισμένα στην υπάρχουσα τοπογραφία με σκοπό τα αποδημητικά είδη να μπορούν να μετακινούνται αντίθετα της ροής του ποταμού.
- Είναι απαραίτητο να υπάρξει πρόοδος στον τομέα της επεξεργασίας των αποβλήτων των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων ή να γίνεται εκμετάλλευση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον.
- Η περιβαλλοντικά φιλική διαχείριση της ανάπτυξης βιομάζας με σκοπό την παραγωγή ενέργειας, είναι σημαντική και πρέπει να γίνεται με τρόπο που δεν θα καταστρέφει σημαντικές περιβαλλοντικές περιοχές, όπως δάση και φυσικά οικοσυστήματα που έχουν μεγάλη συνεισφορά στην οικολογική ισορροπία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

1. Αντωνόπουλος Β., Παπαγεωργίου Β. (2008) «*Τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα παράκτια κύματα*». Διπλωματική εργασία Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης». Σελ 7.
2. Αρβανίτης Α. (2017), «*Γεωθερμία και Αστικό Περιβάλλον*», Αθήνα: ECOCITY.
3. Βουρδουμπάς Γ. (2002), «*Εισαγωγή στις τεχνολογίες της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας*», Χανιά : Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων.
4. Γιαννακουδάκης Δ. Α. (1986) *Φυσική Χημεία Καταστάσεων της Ύλης και Θερμοδυναμική*, εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
5. Ευθυμίου, Καραγιαννάκης, 2005, «*Ενέργεια από Κύματα*», Εργασία στα πλαίσια του μαθήματος Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας Ι του τμ. ΗΜΜΥ ΑΠΘ, υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Ντοκόπουλου και τη συνεπικουρία των υπ. Δρ κκ. Νταγκούμα Αθ., Μαρινόπουλο Αν.
6. Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Θεματολογικά δελτία για την Ευρωπαϊκή Ένωση
7. Ζαχαρής Γρηγόριος Α., Μπαγινέτας Κων/νος Ν., (2017) *Κλιματική Αλλαγή. Οι πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αντιμετώπισή της*, baginetas.com
8. Καπλάνης Σ. (2003). *Περιβάλλον και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*. Τόμος Ι. Αθήνα. Εκδόσεις: Ίων. Σελ 14.
9. Κείμενο Πρωτοκόλλου Κιότο
https://el.wikisource.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%BB%CE%BF_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%9A%CE%B9%CF%8C%CF%84%CE%BF
10. ΚΕΠΕ, «*Δυνατότητες και προοπτικές για την αξιοποίηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα*», Αθήνα, 1988
11. Μαυράκης Δημήτρης, Κονιδάρη Πόπη, (2008), *Στοιχεία Κλιματικής Πολιτικής*, Εκδόσεις Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιον Αθηνών, Αθήνα.

12. Μπινόπουλος Ε., Χαβιαρόπουλος Π., *Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων*. Πικέρμι, ΚΑΠΕ- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <www.cres.gr/kape/publications> [δημοσιεύθηκε: 23/5/2008]
13. ΟΟΣΑ. *Aligning Policies for a Low-carbon Economy - Summary in Greek*. OECD iLibrary. Ανακτήθηκε στις 21 Ιουνίου 2021.
14. Παπαντώνης Δ. «Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα», εκδ. Συμεών, Αθήνα 2008.
15. Τσάκαλης Β.-Αθανασούλας Α., «*Ηλεκτρική ενέργεια με θαλάσσια κύματα*», Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ. Αιγάλεω 2015 Πτυχιακή εργασία.
16. Μ.
17. Τσόγκα Χ., «Φράγματα-Τεχνικές λίμνες-Υδραυλικά Έργα» ΟΕΔΒ, Αθήνα 1982.

Ξενόγλωσση

17. Abbasi T., Abbasi S.A. (2009), '*Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization*'. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14 (2010) 919–937.
18. Bodansky Daniel, (1998), *The History of the Global Climate Change Regime*, Graduate Institute Geneva graduateinstitute.ch
19. Energy Information Administration (EIA), 2000 (USA) *Emissions of Greenhouse Gases in the United States 2000*
20. European Investment Bank. 2021. *Decarbonising European industry: hydrogen and other solutions* (PDF).
21. European Commission (2018), *A Clean Planet for all: a European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy: in-depth analysis in support of the commission communication COM p. 773 2018*
22. https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/com_2018_733_analysis_in_support_en_0.pdf

23. Gasparatos A. Christopher N.H.Doll, Miguel Esteban, Abubakari Ahmed, Tabitha A.Olang (2017), *Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy*. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 70, 161-184
24. Hanley N., Shogren J.F., White B. (Eds.), (1997), *Environmental Economics in Theory and Practice*, Macmillan Texts in Economics, Macmillan Press Ltd, Houndsmill, Hampshire, Great Britain.
25. Hestnes A.G. (1999), "Building integration of solar energy systems," Solar Energy, vol. 67, pp. 181- 187.
26. Kagel A., Bates B. & Gawell K. (2005), 'A Guide to Geothermal Energy and the Environment', Geothermal Energy Association, Washington, USA.
27. Kerr Richard A. (2005) *How hot will the greenhouse world be*, Science vol. 309,
28. Morrison R. T., Boyd R. N. (1991) *Οργανική Χημεία* Τόμος 1ος, Μετάφραση: Σακαρέλλος-Πηλίδης-Γεροθανάσης, Ιωάννινα.
29. Papadis Elisa, Tsatsaronis George (2020) *Challenges in the decarbonization of the energy sector*, Energy Volume 205
30. Quaiattini Gordon (2008) *Biofuels are part of the solution* Canada.com, Retrieved December 23, 2009
31. Sanchez-Lugo A. (2018) Global climate report - annual 2018. State of the climate
32. <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201813>
33. Tsoutsos T., Frantzeskaki N., and Gekas V. (2005), "Environmental impacts from the solar energy technologies," Energy Policy, vol. 33, pp. 289-296.
34. Wang Sh. and Wang S. (2015). "Impacts of wind energy on environment: A review".
35. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol 49. pp 437 – 443.

Διαδίκτυο

36. <https://www.haniotika-nea.gr/perivallontikes-epiptosis-apo-ti-chrisi-ton-aneosimon-pigon-energias/>

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

38. <http://water.usgs.gov>