



569  
A4T

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



Σχεδίαση Υβριδικού Πάρκου με συνδυασμό  
Αιολικής και Ηλιακής Ενέργειας

Σπουδαστής: Δούκας Νικόλαος

A.M.: 38051

Τμήμα: Αυτοματισμού





### Μερικά λόγια για τις πηγές ενέργειας:

Πηγή ενέργειας ή ενεργειακή πηγή ονομάζουμε κάθε φυσικό πόρο που μας δίνει ενέργεια. Οι πηγές αυτές χωρίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και σε μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν εξαντλούνται ποτέ και υπάρχουν απεριόριστα μες το περιβάλλον, όπως είναι η αιολική ενέργεια και ηλιακή ενέργεια και άλλες. Ενώ οι μη ανανεώσιμες κάποια στιγμή(μπορεί αυτή να αργήσει)θα εξαντληθούν, όπως είναι το πετρέλαιο, ο γαιάνθρακας, το φυσικό αέριο και άλλες.

Αρχικά οι άνθρωποι είχαν στραφεί προς τις μη-ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με πιο σημαντική από αυτές, το πετρέλαιο. Το πετρέλαιο που μερικές φορές στην καθημερινή γλώσσα αποκαλείτε και «μαύρος χρυσός», είναι ένα παχύρευστο μαύρο ή σκούρο καφετί ορυκτό που αποτελεί την σπουδαιότερη πηγή ενέργειας σήμερα. Το πετρέλαιο με την καύση του ελευθερώνει μεγάλες ποσότητες ενέργειας υπό την μορφή θερμότητας. Μια εξίσου σημαντική μορφή μη-ανανεώσιμης ενέργειας είναι και η πυρηνική ενέργεια. Πυρηνική είναι η ενέργεια που υπάρχει μέσα στον πυρήνα ενός ατόμου και μπορεί να ελευθερωθεί είτε με σχάση είτε και με σύντηξη. Η σχάση των ατόμων μπορεί να συμβεί φυσικά ή και τεχνητά, στην πρώτη περίπτωση η σχάση είναι πολύ αργή ενώ στην δεύτερη γίνεται αρκετά γρήγορα και σε πολλά άτομα. Έτσι ελευθερώνονται τεράστιες ποσότητες ενέργειας καθώς και ένα μεγάλο ποσοστό ακτινοβολίας, γνωστή και ως ραδιενέργεια. Μια ανεξέλεγκτη διάσπαση πολλών ατόμων μπορεί να οδηγήσει σε μια πυρηνική έκρηξη, ενώ υπό ελεγχόμενες συνθήκες είναι δυνατό να δημιουργηθεί ηλιακή ενέργεια. Σχεδόν όλες οι μη-ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρέχουν πολλαπλά οικολογικά προβλήματα. Για τον παραπάνω λόγο, επιτακτική έγινε η ανάγκη των εναλλακτικών ή αναλώσιμων μορφών ενέργειας. Στην παρακάτω πτυχιακή εργασία θα αναλυθεί ο συνδυασμός δυο εκ των βασικότερων μορφών



οικολογικής ενέργειας. Ο λόγος για την ηλιακή και την αιολική ενέργεια, καθώς και ο συνδυασμός τους για την κατασκευή ενός υβριδικού πάρκου ανανεώσιμης ενέργειας.

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

Κεφάλαιο:	Σελίδα:
Εισαγωγή	2
Περίληψη	5
Κεφάλαιο 1: Η ενέργεια σήμερα	
1.1 Τα προβλήματα Ενέργειας	7
1.2 Κύριες μορφές ενέργειας	9
1.3 Ενεργειακή Κατάσταση στην Ελλάδα	10
1.4 Η ανάγκη για της Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε)	11
Κεφάλαιο 2: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	
2.1 Εισαγωγή	14
2.2 Αιολική Ενέργεια	16
2.2.1 Παγκόσμια Αγορά	17
2.2.2 Ελληνική Αγορά	19
2.2.3 Αρχή Λειτουργίας Α/Γ	20
2.2.4 Κυριότερες Κατηγορίες και μέλη Ανεμογεννητριών	20
2.2.5 Α/Γ οριζοντίου άξονα	23
2.2.6 Χαρακτηριστικά Μεγέθη Ανεμογεννητριών	25
2.2.7 Πλεονεκτήματα &	27



Μειονεκτήματα Α/Γ	
2.3 Ηλιακή Ενέργεια	28
2.3.1 Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο	29
2.3.2 Ηλιακή Ακτινοβολία	30
2.3.3 Ελληνική Αγορά Φωτοβολταϊκών & Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων	30
2.3.4 Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία	32
2.3.5 Διάκριση Φ/Β πλαισίων	36
2.3.6 Τρόποι Σύνδεσης Φ/Β	37
2.3.7 Είδη Συσσωρευτών	38
2.3.8 Αναγκαιότητα αποθηκευτικής διάταξης στις Α.Π.Ε.	40
Κεφάλαιο 3: Υβριδικά Συστήματα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας	
3.1 Γενικά	42
3.2 Πλεονεκτήματα	43
3.3 Τρόποι Λειτουργίας	43
3.4 Περιγραφή Αυτόνομων Υβριδικών Συστημάτων	45
3.5 Σημαντικά Υβριδικά Πάρκα ανά τον κόσμο	49
3.6 Σημαντικά Υβριδικά υπό μελέτη Συστήματα	53
Κεφάλαιο 4: Νομοθετικά Προβλήματα και προώθηση της ανανεώσιμης υβριδικής τεχνολογίας στην Ελλάδα	
4.1 Γενικά	58
4.2 Τιμολόγηση Παραγόμενης Ενέργειας	60
4.3 Οι νόμοι 3468/2006 –	61



3734/2009	
4.4 Επιδοτήσεις Εγκατάστασης υβριδικών πάρκων	62
Κεφάλαιο 5: Ανάλυση σε οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο	
5.1 Εισαγωγή	65
5.2 Αξιολόγηση του Υβριδικού Συστήματος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας	67
Κεφάλαιο 6: Βιβλιογραφία & Ευχαριστίες	70

### Περίληψη της Πτυχιακής Εργασίας:

Η παρακάτω πτυχιακή εργασία με τίτλο «Σχεδίαση Υβριδικού Πάρκου με συνδυασμό Αιολικής και Ηλιακής Ενέργειας» έχει ως σκοπό της να ασχοληθεί με το πολύ ενδιαφέρον θέμα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και πιο συγκεκριμένα με την Αιολική και την Ηλιακή Ενέργεια.

Σκοπός είναι η ανάλυση των δυο αυτών πηγών ενέργειας καθώς και η δημιουργία ενός υβριδικού πάρκου παραγωγής ενέργειας που θα συνδυάζει τις δυο παραπάνω ενέργειες μέσω των Φωτοβολταϊκών Πάνελ και των Ανεμογεννητριών. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως θα αναπτυχθούν τα πλεονεκτήματα που μας προσφέρει ένα τέτοιο πάρκο, τα οποία είναι εξίσου σημαντικό να πούμε πως δεν



είναι μόνο οικολογικά αλλά χρήζουν ιδιαίτερης οικονομικής σημασίας.

Εδώ και χρόνια ακούγονται «φήμες» που στηρίζουν την άποψη πως οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε) αποτελούν έναν πολύτιμο λίθο στην ανάπτυξη του κόσμου αλλά και ειδικότερα της Ελλάδας. Η Ελλάδα βρίσκεται σε ένα ιδιαίτερα εύφορο έδαφος για τέτοιου είδους οικολογικές δημιουργίες. Το κλίμα της χώρας μας της επιτρέπει να εκμεταλλευτεί στο μέγιστο τον άφθονο ήλιο που απολαμβάνουμε καθώς επίσης και τον δυνατό αέρα που υπάρχει σε αρκετά μέρη της Ελλάδας. Λόγω του παραπάνω είναι φρόνιμο να υποθέσουμε πως τα υβριδικά πάρκα παραγωγής ενέργειας θα βοηθήσουν στην ανάπτυξη του οικονομικού, οικολογικού, τεχνολογικού, καθώς και του πολιτιστικού τομέα της Ελλάδος.

### **Συνοπτική Ανάλυση των Κεφαλαίων:**

Στο Κεφάλαιο 1 έχουμε το εισαγωγικό κομμάτι της πτυχιακής αυτής εργασίας. Αναλύονται εν συντομία τα προβλήματα των μέσων παραγωγής ενέργειας καθώς και η ενεργειακή κατάσταση της χώρας μας. Εκτός αυτών γίνεται και μια αναφορά στις κύριες μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα. Τέλος γίνεται μια σύντομη αναφορά στον λόγο που χρειάζονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Στο Κεφάλαιο 2 έχουμε μια ανάλυση των δυο μορφών ανανεώσιμης ενέργειας που θα εξετάσουμε, καθώς και η δημιουργία ενός υβριδικού πάρκου με χρήση των δυο αυτών ενεργειών.

Στο τρίτο Κεφάλαιο γίνεται μια ανάλυση των Υβριδικών Συστημάτων Παραγωγής Ενέργειας. Αναφέρεται επίσης, ο τρόπος λειτουργίας τους, αναλύονται τα πλεονεκτήματά τους. Τέλος γίνεται μια περιγραφή Αυτόνομων Υβριδικών Συστημάτων.



Στο Κεφάλαιο τέσσερα έχουμε την ανάλυση της διαμόρφωσης ενός Ολοκληρωμένου Συστήματος Ενέργειας. Εδώ περιλαμβάνεται και μια αναφορά στα Συστήματα Θέρμανσης Νερού, βάση της Ηλιακής Ενέργειας.

Στο Κεφάλαιο πέντε γίνεται μια ανάλυση σε οικονομικό και οικολογικό επίπεδο. Εδώ θα δούμε τα πολλαπλά οφέλη που έχει ένα Υβριδικό Πάρκο Παραγωγής Ανανεώσιμης Ενέργειας (Υ.Π.Π.Α.Ε).

Τέλος στο έκτο και τελευταίο Κεφάλαιο βρίσκεται η Βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για να κατασκευαστεί η Πτυχιακή αυτή. Εκτός αυτού, εδώ βρίσκονται και οι ευχαριστίες στις εταιρίες με Φωτοβολταϊκά και Αιολικά με τις οποίες επικοινωνήσα για παραπάνω γνώση πάνω στο αντικείμενο.

## **Κεφάλαιο 1: Η ενέργεια σήμερα:**

### **1.1 Τα προβλήματα Ενέργειας:**

Η ενέργειες αποτελούσαν από το παρελθόν έως και σήμερα πρωταρχικό θέμα στον λεγόμενο «δυτικό κόσμο», από την Βιομηχανική Επανάσταση και μετά παρατηρούμε πως έλεγχαν τεράστιες ποσότητες ενέργειας. Το γεγονός αυτό αποτέλεσε ίσως τον σημαντικότερο λίθο στην τεράστια ανάπτυξη του δυτικού κόσμου, συγκριτικά με τις ανατολικές περιοχές, στις οποίες παρατηρούνται ακόμη και σήμερα φαινόμενα τρίτου κόσμου. Η Βιομηχανική Επανάσταση είναι η εποχή που έδωσε το έναυσμα για την μεταμόρφωση των μικρών πόλεων-παραγωγών σε μεγάλες βιομηχανικές περιοχές. Κατά εκείνη την εποχή έχουμε και την μετάβαση από την φεουδαρχία και την ζωή στην ύπαιθρο. Η



δημιουργία της βιομηχανίας και η εμφάνιση του καπιταλισμού και του κομμουνισμού, ως κυρίαρχα και αντιμαχόμενα οικονομικά και πολιτικοκοινωνικά συστήματα, σηματοδοτεί τη μετάβαση σε μία τελείως διαφορετική μορφή κοινωνικού βίου, αυτήν της βιομηχανικής κοινωνίας. Με τον καιρό εμφανίζονταν καινούργια υλικά από τα οποία μπορούσαμε να πάρουμε ενέργεια, ένα παράδειγμα αποτελεί και η αντικατάσταση του ξύλου από τον άνθρακα. Λόγος για το παραπάνω είναι η προσπάθεια του ανθρώπου να βελτιώσει το βιοτικό του επίπεδο. Ωστόσο υπήρχαν και υπάρχουν ακόμα πολλές αιτίες που προκαλούσαν συνεχή αναζήτηση για όλο και περισσότερη ενέργεια, μερικές από αυτές είναι: η κλιματική αλλαγή και τα συνεπακόλουθα αυτής, όπως πλημμύρες, ξηρασίες, τυφώνες, μειωμένη αγροτική παραγωγή, επανεμφάνιση ασθενειών, όπως η ελονοσία, σημαντικές οικονομικές ζημιές, καταστροφική οικοσυστημάτων, εξαφάνιση ειδών και άλλα.

### Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου:

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, όπως λέει και το όνομα του, προήλθε αρχικώς από τα θερμοκήπια. Ο ήλιος περνούσε μέσα από το διαφανές υλικό που περικλείει τα θερμοκήπια και διαχεόταν σε όλο τον χώρο. Ωστόσο λόγω του είδους του διαφανούς υλικού, η θερμότητα δεν μπορούσε να ελευθερωθεί και πάλι στην ατμόσφαιρα. Έτσι υπήρχε ένα σταθερό γενικά κλίμα, το οποίο βοηθούσε στην γρηγορότερη ανάπτυξη των φυτών. Το ίδιο ακριβώς φαινόμενο δημιουργείτε και στην φύση, οι εκπομπές καυσαερίων από τις μη-ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δημιουργεί ένα είδος «θόλου», ο οποίος αποτρέπει την θερμότητα που λαμβάνουμε από τον ήλιο να ελευθερώνεται και πάλι, αποτέλεσμα του παραπάνω είναι η συνεχής αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη.





## 1.2 Κύριες μορφές ενέργειας:

### Κάρβουνο:

Μια από τις πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα είναι το κάρβουνο. Πάνω στο κάρβουνο βασίστηκε κατά κύριο λόγο η Βιομηχανική Επανάσταση, ακόμα και σήμερα, ένα μεγάλο μέρος της παγκόσμιας βιομηχανικής παραγωγής βασίζεται πάνω στην ενέργεια που παράγεται από την καύση του ορυκτού αυτού.

### Πετρέλαιο:

Το πετρέλαιο αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές μη-ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αν όχι την πιο σημαντική. Πολλές φορές αναφέρεται και ως «μαύρος χρυσός» λόγω της μεγάλης οικονομικής του αξίας. Η άντληση του πετρελαίου γίνεται από ειδικές πυργωτές εγκαταστάσεις, που εγκαθίστανται πάνω στις λεγόμενες πετρελαιοπηγές. Το πετρέλαιο λαμβάνεται μετά από διάτρηση του εδάφους, τη λεγόμενη γεώτρηση με τη μορφή αρτεσιανού φρέατος όπου το πετρέλαιο, σε ορισμένες περιπτώσεις, λόγω των υφιστάμενων πιέσεων, αναβλύζει υπό μορφή πίδακα ύψους πολλών μέτρων. Ωστόσο πιο σύνηθες είναι το φαινόμενο της προκαλούμενης πίεσης για την άντληση του πετρελαίου. Το πετρέλαιο χρησιμοποιείται συνήθως για την παραγωγή καυσίμων για μηχανές εσωτερική καύσης. Είναι επίσης πρώτη ύλη για την κατασκευή πολλών χημικών ουσιών όπως: Φυτοφαρμάκων, λιπασμάτων, αλλά και αγαθών καθημερινής χρήσης όπως τα απορρυπαντικά.



### 1.3 Ενεργειακή Κατάσταση στην Ελλάδα:

Η ενεργειακή εικόνα της χώρας δεν παρουσιάζει μεγάλες διαφορές από της αντίστοιχες χώρες που δε διαθέτουν δική τους παραγωγή πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Η κυριότερη πηγή καυσίμου είναι ο εγχώριος λιγνίτης που για το 2008 κάλυψε το 50,5% του συνόλου των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια.

Παρά το γεγονός πως το Ηλιακό αλλά και Αιολικό δυναμικό της Ελλάδας είναι ιδανικό για την εκμετάλλευση Φ/Β και Α/Γ, μέχρι και το τέλος τους 20<sup>ου</sup> αιώνα, η αξιοποίηση των δυο παραπάνω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ήταν ουσιαστικά σχεδόν μηδενική. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μια αρκετά ουσιαστική αλλαγή στο Ελληνικό σκηνικό. Όλο και περισσότερες εταιρίες με Α/Γ ή Φ/Β κάνουν την εμφάνιση τους. Το Ελληνικό Κράτος έχει κάνει μερικές αρκετά μεγάλες επιδοτήσεις για υποστηρίξει τέτοιου είδους έργα, γεγονός που συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην ανάπτυξη όλο και περισσότερων μορφών ανανεώσιμης ενέργειας. Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας εξέλιξης των μονάδων Α.Π.Ε την τελευταία δεκαετία.

Τεχνολογία ΑΠΕ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ΜΥΗΣ	42	45	45	50	59	64	77	95	158	180
Φ/Β	0	1	1	1	1	1	5	9	12	37
Αιολικά	226	270	287	371	472	491	749	846	1.022	1.140
Βιομάζα	1	22	22	22	24	24	24	39	40	41
Σύνολο	269	338	355	444	556	581	855	989	1.232	1.398



Αποτέλεσμα των επιδοτήσεων αυτών ήταν η εκτίναξη του αριθμού των αιτήσεων για Φωτοβολταϊκά Πάρκα, καθώς και Αιολικά Πάρκα. Ωστόσο δεν ήταν λίγες οι εταιρίες που δοκίμασαν να αξιοποιήσουν και άλλες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας όπως για παράδειγμα την Υδραυλική ή και την Γεωθερμική ενέργεια. Τέλος, αρκετά μεγάλη άνθιση έχουμε και σε άλλες Μεσογειακές Χώρες. Στην Πορτογαλία για παράδειγμα, δεν είναι λίγες οι εταιρίες που χρησιμοποιούν την ενέργεια της θάλασσας. Υπάρχουν τρία είδη «εκμετάλλευσης» της θάλασσας για παραγωγή ενέργειας:

- Ενέργεια από τις παλίρροιες. Έχει ως βασική αρχή της, την εκμετάλλευση της βαρύτητας του Ηλίου. Όταν η στάθμη του νερού της Θάλασσας ανεβαίνει, το «παραπανήσιο» νερό αποθηκεύεται σε ένα είδος δεξαμενής, όταν αργότερα πάει να ξανακατέβει, αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, με αποτέλεσμα να παράγεται ηλεκτρική ενέργεια.
- Ενέργεια από τα κύματα, έχουμε παραγωγή ενέργειας από την κινητική ενέργεια των κυμάτων.
- Τέλος, ενέργεια από τους ωκεανούς. Εδώ έχουμε εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας από ωκεανό σε ωκεανό.

#### **1.4 Η ανάγκη για της Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε):**

Η χρήση του πετρελαίου και άλλων ορυκτών πόρων, με την ένταση που περιγράφηκε παραπάνω, έφερε την ανθρωπότητα αντιμέτωπη με δυο ενεργειακές κρίσεις τη δεκαετία του '70 (1970 και 1979). Η εξάντληση των φυσικών πόρων, η υποβάθμιση του περιβάλλοντος και η διαρκής αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού έθεσε σημαντικά όρια στην ανάπτυξη, για τα οποία η περίφημη Λέσχη της Ρώμης έκανε λόγο το 1971. Η βαθμιαία συνειδητοποίηση πως η οικονομική



ανάπτυξη δεν είναι απεριόριστη και πως το περιβάλλον πρέπει να διαφυλάσσεται επαρκώς ώστε ο άνθρωπος να συνεχίζει να ευημερεί ως αναπόσπαστο κομμάτι του, οδήγησε τη διεθνή κοινότητα στο να πάρει πρωτοβουλίες περιορισμού της ανεξέλικτης χρήσης φυσικών πόρων και διαφύλαξης της ακεραιότητας του περιβάλλοντος. Η επιδείνωση των περιβαλλοντικών συνθηκών μετά την εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, η περαιτέρω εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων και οι υψηλές τιμές των καυσίμων οδήγησαν ή και ανάγκασαν στη θέσπιση του Πρωτοκόλλου του Κιότο (Δεκέμβριος 1997). Το Πρωτόκολλο του Κιότο προέκυψε από τη Σύμβαση - Πλαίσιο για τις Κλιματικές Αλλαγές που είχε υπογραφεί στη Διάσκεψη του Ρίο, τον Ιούνιο του 1992. Κεντρικός άξονας του είναι οι νομικά κατοχυρωμένες δεσμεύσεις των βιομηχανικά αναπτυγμένων κρατών να μειώσουν τις εκπομπές έξι αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 2008-2012, σε ποσοστό 5% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Για την επίτευξη του προαναφερθέντος, το Πρωτόκολλο αυτό πρότεινε μια σειρά από μέτρα που παρατίθενται πιο κάτω:

- Ενίσχυση ή δημιουργία εθνικών πολιτικών μείωσης των εκπομπών.
- Συνεργασία με άλλα συμβαλλόμενα μέρη όπως παραδείγματος χάριν: ανταλλαγή πληροφοριών, μηχανισμοί καθαρής ανάπτυξης και άλλα.

Παράλληλα στο ίδιο το διάστημα, στο ευρωπαϊκό προαύλιο οι πρωτοβουλίες για ενεργειακή επάρκεια καθώς και προστασία του περιβάλλοντος είναι σημαντικές. Το 1996 η ΕΕ θέτει ως προτεραιότητες της ενεργειακής πολιτικής της, την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της Ένωσης και την κλιματική αλλαγή. Βασικός λίθος για την επίτευξη του πάνω στόχου είναι και η εισαγωγή των φιλικών προς το περιβάλλον, Α.Π.Ε. Ωστόσο η



προστασία του περιβάλλοντος δεν είναι ο μοναδικός λόγος για την εισαγωγή των Α.Π.Ε στο ευρωπαϊκό παρασκήνιο. Χιλιάδες νέες θέσεις εργασίας δημιουργούνται και προσφέρονται απλόχερα στο κοινό, ενώ παράλληλα θα επέλθει και ανάπτυξη σε μερικές, μέχρι τότε, υποβαθμισμένες περιοχές. Σε δεύτερο επίπεδο, αυτές οι επιχειρήσεις τέτοιας ενέργειας θα μπορέσουν να επεκταθούν και να καλύψουν ενεργειακές ανάγκες άλλων περιοχών, αυξάνοντας τα κέρδη τους και συνακόλουθα την πολιτική της ΕΕ. Αφού προηγήθηκαν όλες οι πολιτικές ζυμώσεις που απαιτούνται εντός της ΕΕ, ακολούθησε η Λευκή Βίβλος για μια κοινοτική στρατηγική και ένα σχέδιο δράσης σχετικά με τις ΑΠΕ. Η στρατηγική αυτή έπρεπε να έχει ως στόχους της, την επίτευξη αυξημένης ανταγωνιστικότητας για την ΕΕ, την ασφάλεια της παροχής ενέργειας και την προστασία του Περιβάλλοντος. Προκειμένου να επιτευχθεί ο πάνω στόχος, μερικοί στόχοι προτάθηκαν από την Λευκή Βίβλο:

- Δίκαιη πρόσβαση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε) στην αγορά ηλεκτρισμού, που είναι και η κυριότερη ενεργειακή αγορά.
- Χρήση της βιοενέργειας για την παροχή ηλεκτρισμού, θέρμανσης, καθώς και μεταφοράς.
- Η βελτίωση των κανονισμών δομήσεως όλων των οικημάτων.

Ως συνέπεια των δράσεων που προβλέπονται από το σχέδιο της Λευκής Βίβλου, η Ευρωπαϊκή Κοινότητα προχώρησε τα επόμενα χρόνια στη θέσπιση οδηγιών για την ανάπτυξη των ΑΠΕ στον ευρωπαϊκό χώρο. Περί το έτος 2001 το ευρωπαϊκό Συμβούλιο ψήφισε έναν κανονισμό, σύμφωνα με τον οποίο όλα τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα έπρεπε να θεσπίσουν νομοσχέδια που οδηγούσαν στην κατανάλωση ισχύος που παράγεται από τις Α.Π.Ε. Αν και ορισμένα κράτη-μέλη πλησίασαν στην επίτευξη του στόχου



αυτού, αποδείχθηκε ότι η πλειονότητα των κρατών καθυστέρησε, εξαιτίας του υψηλού κόστους των επενδύσεων, των διοικητικών προβλημάτων, των αδιαφανών και μεροληπτικών κανονιστικών διατάξεων για την πρόσβαση στο δίκτυο, της ελλιπούς ενημέρωσης των προμηθευτών και πελατών. Τα μετέπειτα χρόνια ακολούθησαν και άλλες προσπάθειες για την «προώθησης» των Α.Π.Ε στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και παγκοσμίως. Σε εγχώριο επίπεδο είχαμε αρκετές προσπάθειες για καινοτομία και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Πρώτες προσπάθειες έγιναν από την ΔΕΗ με εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Πλαισίων, ύστερα ακολούθησε και η εγκατάσταση Ανεμογεννητριών μικρής ισχύος. Ανά τα χρόνια, έχουν τεθεί αρκετοί νόμοι στο Ελληνικό παρασκήνιο που στοχεύουν στην αξιοποίηση του ήλιου της Ελλάδας για την εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Πάρκων καθώς και των ανέμων της για την εγκατάσταση Αιολικών Πάρκων.

## Κεφάλαιο 2: Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας:

### 2.1 Εισαγωγή:

Γενικά ανανεώσιμη θεωρείτε κάθε πηγή που μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια και ανανεώνεται από μόνη της, μέσω φυσικών φαινομένων ενός μόνιμου κύκλου. Στις μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνεται η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο (ηλιακή), η ενέργεια που παρέχει ο άνεμος (αιολική), η ενέργεια από το εσωτερικό της γης (γεωθερμική), η ενέργεια των κυμάτων, των ρευμάτων, των ωκεανών, η ενέργεια των υδατοπτώσεων (υδραυλική), η βιομάζα,



τα αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής, από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέριο. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε άμεσα (κυρίως για θέρμανση), είτε έμμεσα, μετατρέπόμενες σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρική ή μηχανική). Οι τελευταίες ενεργειακές κρίσεις, τα ανησυχητικά κλιματολογικά δεδομένα και άλλα έστρεψαν το ενδιαφέρον της ανθρωπότητας στους παραδοσιακούς τρόπους παραγωγής ενέργειας και έθεσαν τις βάσεις για τη χάραξη μιας νέας αναπτυξιακής πολιτικής, σύμφωνα με την οποία η αξιοποίηση των ενδογενών αυτών ενεργειακών πόρων μπορεί να επιφέρει σημαντικές θετικές κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις στην τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη. Βασικά πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι:

- Πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας που αποκόπτουν την ανάγκη για εξαντλούμενες πηγές ενέργειας.
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συμβάλουν στην ενίσχυση της ενεργειακής αυτάρκειας σε τοπικό, καθώς και εθνικό επίπεδο.
- Έχουν συνήθως χαμηλό κόστος, το οποίο δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα από τις μεταβολές της διεθνούς οικονομίας.
- Οι Α.Π.Ε. έχουν γενικά μικρή διάρκεια εγκατάστασης και έτσι μπορούν να ανταποκριθούν εύκολα και γρήγορα στις ανάγκες ζήτησης ενέργειας.
- Συμβάλλουν σημαντικά στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας σε τοπικό, καθώς και περιφερειακό επίπεδο.
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.
- Πολλές από τις «πράσινες» τεχνολογίες έχουν ωριμάσει και έχουν γίνει οικονομικά ανταγωνιστικές.



Ωστόσο εκτός των πολλών πλεονεκτημάτων των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, έχουμε και αρκετά μειονεκτήματα που κάνουν την χρήση τους να μην προτιμάτε από αρκετές κοινωνίες. Τα πιο σπουδαία από αυτά, είναι:

- Έχουν σχετικά μικρό συντελεστή απόδοσης, αποδίδουν σχεδόν 30% και πολλές είναι οι φορές που ο συντελεστής αυτός είναι ακόμα μικρότερος. Για τον παραπάνω λόγο, οι Α.Π.Ε. χρησιμοποιούνται κυρίως ως βοηθητικές πηγές ενέργειας και δεν χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των αναγκών μιας μεγάλης κοινωνίας.
- Η αβεβαιότητα της Ηλιακής Ακτινοβολίας, καθώς και της Αιολικής Ενέργειας, έχουν ως αποτέλεσμα την αβεβαιότητα της απόδοσης των Α.Π.Ε.
- Η απόδοση της κάθε Α.Π.Ε. εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τόπο, στον οποίο εκείνη εγκαθίσταται.
- Οι εγκαταστάσεις πολλών Α.Π.Ε. και ιδιαιτέρως των Αιολικών Πάρκων είναι πολλές φορές μη αποδεκτές λόγω αισθητικών λόγων.
- Τέλος, το κόστος εγκατάστασης τους είναι σχετικά υψηλό σε σχέση με τις τιμές συμβατικών καυσίμων.

## 2.2 Αιολική Ενέργεια:

Ο άνεμος προκύπτει από την ανομοιόμορφη θέρμανση των περιοχών της γης, δηλαδή εμμέσως προκύπτει από την Ηλιακή Ενέργεια. Οι ακτίνες του ηλίου πέφτουν ανομοιόμορφα σε διάφορες





μεριές της γης, έτσι ορισμένες περιοχές είναι πιο ζεστές και άλλες είναι πιο κρύες. Ο θερμός αέρας είναι πιο «ελαφρύς» από τον κρύο, έτσι ανεβαίνει πιο ψηλά και δημιουργεί διαφορές δυναμικού και αέρια ρεύματα. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως από την ηλιακή ενέργεια που καταφθάνει στην γη, μόνο το 2% μετατρέπεται σε ανέμους. Ωστόσο το ποσοστό αυτό είναι πολύ μεγαλύτερο από το ποσοστό ενέργειας που χρησιμοποιεί όλη η ανθρωπότητα μέσα σε ένα χρόνο.

### **Ανεμογεννήτριες:**

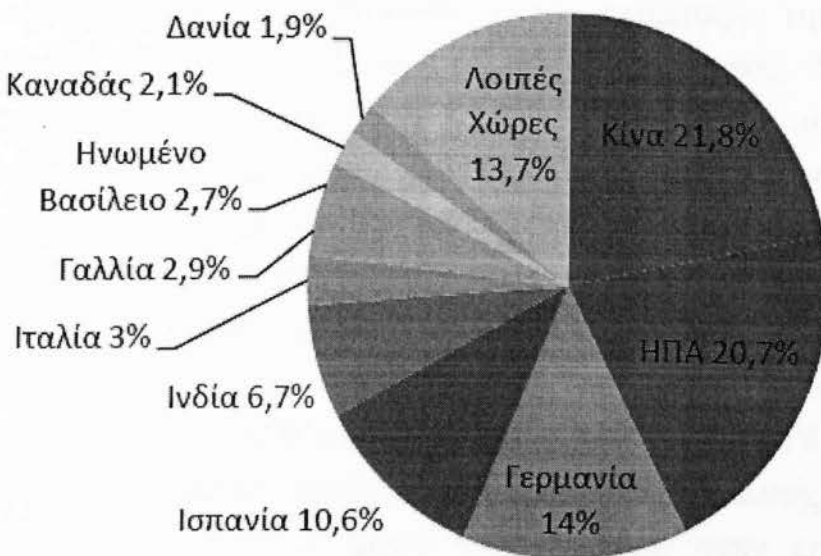
Οι αιολικές μηχανές αποτελούν επινοήσεις, που έχουν ως σκοπό την αξιοποίηση του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού της κινητικής ενέργειας του ανέμου. Τελικός σκοπός είναι η μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ωφέλιμη ενέργεια, δηλαδή σε οποιαδήποτε εύχρηστη μορφή ενέργειας, άμεσα απολήψιμης από τον άνθρωπο, ωστόσο πιο κοινό μέχρι τώρα γνώρισμα είναι η μετατροπή της αιολικής σε ηλεκτρική ενέργεια. Μέχρι και σήμερα έχουν επινοηθεί πολύ περισσότεροι τύποι ανεμογεννητριών από οποιοδήποτε άλλο τύπο ανθρώπινης εφεύρεσης.

#### **2.2.1 Παγκόσμια Αγορά:**

Η εξέλιξη των σημερινών ανεμογεννητριών ξεκίνησε πολύ πιο παλιά, γύρω στο έτος 1970 δημιουργήθηκε η ανάγκη για την εξέλιξη τους. Κύριος λόγος ήταν η ραγδαία αύξηση της τιμής του πετρελαίου. Έτσι σιγά-σιγά, όλο και πιο πολλές χώρες παγκοσμίως άρχισαν να υιοθετούν την ιδέα των Ανεμογεννητριών (Α/Γ). Το 2008, κυρίαρχο ρόλο στις Α/Γ είχαν οι Η.Π.Α. και η Γερμανία, αργότερα, η ραγδαία ανάπτυξη της Κίνας έφερε πολλές αλλαγές στο



παγκόσμιο οικονομικό σκηνικό. Παρακάτω παρατίθεται ένας ενδεικτικός πίνακας των χωρών που συμμετείχαν στις εγκαταστάσεις Α/Γ.



Η αιολική ενέργεια είναι μια από τις τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να περιορίσει την εκπομπή επιβλαβών καυσαερίων. Οι περιοχές που οδηγούν την παγκόσμια ανάπτυξη της είναι η Βόρεια Αμερική, η Ευρώπη και η Ασία. Τα φιλόδοξα κυβερνητικά σχέδια, το διαρκές ενδιαφέρον για επενδύσεις στο τομέα της αιολικής ενέργειας και η ενεργειακή πολιτική που ακολουθείται τα τελευταία χρόνια οδηγούν στο συμπέρασμα πως η αγορά αιολικής ενέργειας θα συνεχίζει να αυξάνει τα επόμενα χρόνια, έχοντας κυρίως ως πρωτοπόρο την Κίνα.



### 2.2.2 Η Ελληνική Αγορά:

Εκτός όμως από το παγκόσμιο σκηνικό, αρκετές αλλαγές έγιναν και στα Ελληνικά εδάφη. Η Ελλάδα είναι μια χώρα με μεγάλη ακτογραμμή και τεράστιο πλήθος νησιών. Ως εκ τούτου, οι ισχυροί άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράκτιες περιοχές προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στη χώρα. Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής που άντλησε από τη ΡΑΕ και τους διαχειριστές του Συστήματος και των Δικτύων η συνολική ισχύς από σταθμούς ΠΕ στη χώρα μας αυξήθηκε κατά 290 MW μέσα στο 2010, αθροίζοντας συνολική εγκατεστημένη ισχύ 1.736 MW έναντι των 1.446 MW του τέλους του 2009. Συγκεκριμένα, η νέα αιολική ισχύς που προστέθηκε το 2010 ανέρχεται στα 131 MW οδηγώντας σε σύνολο 1.298 MW, ενώ μόνο το 2008 η Ελλάδα εγκατέστησε 114 MW αιολικής ενέργειας κατατάσσοντας την 12<sup>η</sup> χώρα στην Ευρώπη στην εγκατάσταση Αιολικών Πάρκων. Ωστόσο μέχρι και σήμερα στην Ελλάδα, η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας, αντιμετωπίζει αρκετά προβλήματα. Παρά την μεγάλη ανάπτυξη και την εγκατάσταση Αιολικών Πάρκων, είναι εύκολα υπολογίσιμο πως η ανάπτυξη αυτή είναι πολύ μικρή σε σύγκριση με το πλούσιο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας. Έως και το 2001, σημαντικό ρόλο στο παραπάνω πρόβλημα έπαιζε και το νομοθετικό καθεστώς, καθώς επίσης και το μονοπωλιακό μοντέλο της οικονομίας της χώρας σε σχέση με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μετά τις νομοθετικές αλλαγές στο χώρο των Α.Π.Ε. και την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, η κατάσταση βελτιώθηκε σημαντικά.



### **2.2.3 Αρχή Λειτουργίας Ανεμογεννητριών:**

Η λογική με την οποία λειτουργούν οι Α/Γ είναι η βέλτιστη αξιοποίηση των δυνάμεων που αναπτύσσονται στις αεροτομές για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας από τον άνεμο (αιολική ενέργεια). Η μηχανική ενέργεια μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί σε συγκεκριμένες εφαρμογές, όπως η άντληση νερού, ή μέσω μιας γεννήτριας να μετατραπεί σε ηλεκτρική. Αν το δούμε απλά, οι ανεμογεννήτριες έχουν την ακριβώς αντίθετη αρχή λειτουργίας με έναν ανεμιστήρα. Αντί να χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια για να παράγουν αιολική, χρησιμοποιούν κατάλληλα την αιολική για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Ο αέρας γυρίζει τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας, εκείνα περιστρέφουν τον άξονα της γεννήτριας και εν τέλει παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα. Οι ανεμογεννήτριες τοποθετούνται σε έναν πύργο ύψους τουλάχιστον 30 μέτρων για μεγιστοποίηση της παραγωγής τους. Σε ένα τέτοιο ύψος μπορούν να εκμεταλλευτούν πιο ομαλό και ταχύτερο αέρα. Οι Α/Γ μπορούν να αξιοποιηθούν σε αυτόνομα συστήματα κάλυψης των αναγκών μιας μικρής εγκατάστασης (σπίτι ή και μια μικρή επιχείρηση), εκτός αυτού ωστόσο βασική λογική τους είναι η σύνδεση σε κάποιο δημόσιο δίκτυο, ώστε η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται να διανεμηθεί σε όσο το δυνατόν πιο πολλούς καταναλωτές.

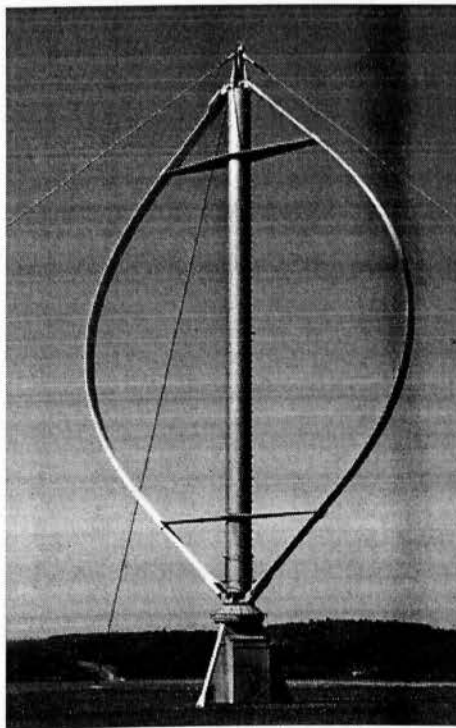
### **2.2.4 Κυριότερες Κατηγορίες και μέρη Ανεμογεννητριών:**

Οι επικρατέστεροι τύποι ανεμογεννητριών ταξινομούνται κυρίως σύμφωνα με τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με τη ροή του ανέμου. Ως εκ τούτου, οι πλέον διαδεδομένοι τύποι ανεμογεννητριών είναι οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου και κατακόρυφου άξονα. Οι πρώτες έχουν συνήθως τον άξονα τους παράλληλο προς τη κατεύθυνση του ανέμου, ενώ σε μερικές



περιπτώσεις έχουμε ανεμογεννήτριες των οποίων ο άξονας είναι παράλληλος προς την επιφάνεια της γης και κάθετος προς την κατεύθυνση του ανέμου. Οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα εμφανίζουν το σημαντικό πλεονέκτημα της αυτόματης προσαρμογής στη διεύθυνση του ανέμου, δεδομένου ότι ο άξονας τους είναι κάθετος σε αυτή, καθώς και στην επιφάνεια της γης. Στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα κατά 90%. Η μέγιστη ισχύς τους μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 5MW, η διάμετρος του δρομέα τους είναι ανάμεσα στα 40 – 120 μέτρα και λειτουργούν σε ένα εύρος ταχύτητας ανέμου από 3 – 30 M/sec.

### Κάθετου Άξονα:



## Οριζόντιου Άξονα:



Μια Α/Γ έχει τα εξής κύρια μέρη:

- Τον πύργο: Είναι κυλινδρικής μορφής και κατασκευασμένος από χάλυβα. Συνήθως από δυο ή και τρία συνδεδεμένα τμήματα. Η κατασκευή τους μοιάζει πολύ με τις κατασκευές που στηρίζουν φώτα σε γήπεδα και εθνικούς δρόμους.
- Τον Θάλαμο: Περιέχει τα μηχανικά υποσυστήματα, αυτά είναι:
  1. Ο κύριος άξονας: Περιέχει το σύστημα πέδησης, είναι παρόμοιο με αυτό των αυτοκινήτων με υδραυλικά δισκόφρενα.

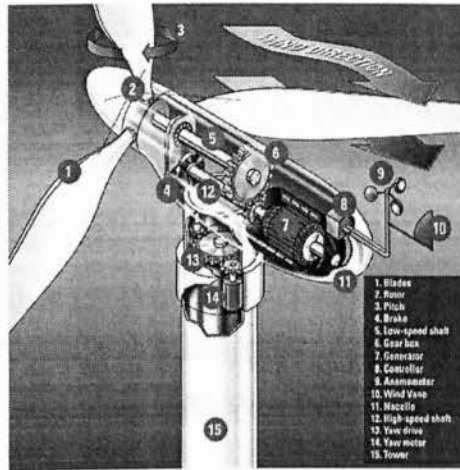


2. Το κιβώτιο ταχυτήτων: Είναι ίδιο με εκείνο των αυτοκινήτων, μόνη τους διαφορά είναι πως εδώ έχουμε μόνο μια σχέση.
  3. Η ηλεκτρογεννήτρια: Είναι παραπλήσια αυτής που υπάρχει σε εξοχικά ή και σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ.
- Διάφορα ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου και ασφαλούς λειτουργίας. Αποτελούνται συνήθως από ένα ή και περισσότερα συστήματα μικρό-ελεγκτών που ρυθμίζουν την ομαλή λειτουργία της Α/Γ.
  - Τέλος, τα περύγια της Α/Γ. Είναι φτιαγμένα από μίγμα υλικών (συνήθως υαλονήματα με ειδικές ρητίνες). Είναι ειδικά σχεδιασμένα για να αντέχουν σε μεγάλες καταπονήσεις.

Απαραίτητο εξάρτημα λειτουργίας μιας ανεμογεννήτριας σε αιολικό πάρκο, είναι και ο μετασχηματιστής μετατροπής της χαμηλής τάσης της ανεμογεννήτριας σε μέση τάση, έτσι ώστε να μεταφερθεί η ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο.

### **2.2.5 Α/Γ οριζοντίου άξονα:**

Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα έχουν δυο ή το πολύ τρία περύγια, τα οποία έχουν συνήθως την δυνατότητα να μεταβάλλουν την γωνία τους ανάλογα με τον άνεμο. Βασικός λόγος για το παραπάνω είναι η βέλτιστη αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού για την παραγωγή ενέργειας. Ο δρομέας και η γεννήτρια τοποθετούνται στην κορυφή του πύργου ώστε να εκμεταλλεύονται όσο το δυνατόν καλύτερα τον διαθέσιμο άνεμο. Στον πύργο βρίσκεται και όλος ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός της γεννήτριας. Στο παρακάτω σχήμα μπορούμε να δούμε τα μέρη που αποτελούν μια ανεμογεννήτρια.



Στο αεροδυναμικό μέρος της Ανεμογεννήτριας ο δρομέας περιστρέφεται εκμεταλλευόμενος την ταχύτητα του ανέμου. Η μηχανική ενέργεια που παράγεται από την περιστροφική κίνηση του μετατρέπεται στην συνέχεια σε ηλεκτρική βάση της γεννήτριας. Η ηλεκτρική γεννήτρια μπορεί να είναι είτε σύγχρονη είτε και επαγωγής. Συνδέεται στην έξοδο του πολλαπλασιαστή και μετατρέπει την μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική. Ο ρόλος του πολλαπλασιαστή είναι πολύ σημαντικός καθώς βάση εκείνου μπορεί να ενισχυθεί η σχετικά μικρή ταχύτητα του δρομέα, ώστε να φτάσει στο σημείο που χρειάζεται για να υποστηριχτεί η λειτουργία της γεννήτριας. Το ηλεκτρικό σύστημα μιας ανεμογεννήτριας περιλαμβάνει εκτός από την ηλεκτρική γεννήτρια, τους μετατροπείς ισχύος, πυκνωτές, φίλτρα και αρκετές διατάξεις προστασίας. Τέλος, το ηλεκτρονικό σύστημα επίβλεψης που υπάρχει μέσα σε μια ανεμογεννήτρια χωρίζεται σε δυο επιμέρους συστήματα, κάθε ένα εκ των οποίων, επιτελεί μια διαφορετική διαδικασία ελέγχου.





### 2.2.6 Χαρακτηριστικά Μεγέθη Α/Γ:

Για τον σχεδιασμό ενός Αιολικού Πάρκου υπάρχουν κάποιες παράμετροι που έχουν πολύ σημαντικό ρόλο και πρέπει πάντα να εξετάζονται. Οι παράμετροι αυτοί είναι:

- Η διάμετρος της Πτερωτής της Α/Γ «D», καθορίζει το εμβαδόν που θα σαρώνει η πτερωτή. Δηλαδή την ενεργό επιφάνεια δια μέσον της οποίας θα αξιοποιείτε η αιολική ενέργεια.
- Το ύψος που θα τοποθετηθεί η Α/Γ «H», είναι το ύψος στο οποίο θα έχουμε το μέγιστο όφελος του ανέμου. Στις Α/Γ κατακόρυφου άξονα ορίζει το ύψος του δρομέα, ενώ στις Α/Γ οριζόντιου άξονα ορίζει το που θα τοποθετήσουμε την Α/Γ. Με την αύξηση του ύψους, μπορεί να αυξηθεί και το διαθέσιμο αιολικό δυναμικό. Ωστόσο σημαντικό είναι ότι μετά από ένα ορισμένο σημείο το ωφέλιμο αιολικό δυναμικό μειώνεται, το σημείο αυτό ονομάζεται «Οριακό Ατμοσφαιρικό Στρώμα». Επιπλέον, υπάρχουν και περιορισμοί ελάχιστου ύψους, που βασίζονται στο γεγονός ότι τα πτερύγια δεν πρέπει να βρίσκονται πολύ κοντά στο έδαφος, για να αποφεύγονται φαινόμενα αλληλεπίδρασης εδάφους.
- Το πλήθος των πτερυγίων της πτερωτής «Z», είναι ένα μέγεθος το οποίο συνδέεται απόλυτα και με την στιβαρότητα της μηχανής (ανεμογεννήτριας). Η στιβαρότητα ενός μηχανήματος δίνει τον λόγο του εμβαδού όλων των πτερυγίων προς το εμβαδόν που διαγράφουν τα πτερύγια κατά την περιστροφή της πτερωτής. Οι ανεμογεννήτριες μεγάλης στιβαρότητας είναι μηχανές αργόστροφες, αποδίδοντας τη μέγιστη ισχύ της σε χαμηλές τιμές της παραμέτρου περιστροφής «λ», έχουν μικρό βαθμό



απόδοσης, ενώ είναι ανθεκτικές με ελάχιστες ανάγκες συντήρησης.

- Σημαντική είναι και η παράμετρος του είδους των πτερυγίων, δηλαδή το αν ανήκουν σε κάποια τυποποιημένη κατηγορία ή όχι. Εκτός αυτού στην ίδια παράμετρο ανήκουν και το πάχος των πτερυγίων, καθώς επίσης και το από ποια υλικά είναι κατασκευασμένα τα πτερύγια.
- Η ονομαστική ταχύτητα της πτερωτής «n», η οποία καθορίζεται από διάφορους παράγοντες.
- Ο συντελεστής ισχύος «C», ο οποίος στην ουσία αποτελεί τον αεροδυναμικό βαθμό απόδοσης της ανεμογεννήτριας.
- Τέλος, η ονομαστική ισχύς της Α/Γ «No», αποτελεί το μέτρο της στιγμιαίας ωφέλιμης παραγόμενης ενέργειας από την αξιοποίηση της αιολικής ισχύος σε μια επιφάνεια A, όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι V και η πυκνότητα του αέρα είναι «ρ».

Για να μπορέσουμε να καταλήξουμε σε ασφαλή και προπαντός ωφέλιμα αποτελέσματα για την εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου, είτε μικρού είτε μεγάλου, πρέπει να περάσουν μακροχρόνιες και αναλυτικές μετρήσεις και μελέτες. Λόγω του μεγάλου κόστους των μετρήσεων αυτών, καθώς επίσης και της χρονικής καθυστέρησης που θα επέλθει στο έργο λόγω των μετρήσεων αυτών, οδηγούμαστε στην επιλογή ημιεμπειρικών μοντέλων. Τα εν λόγω μοντέλα είναι σε θέση να μας δώσουν μια ικανοποιητική περιγραφή του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής, δίχως όμως να λάβουν υπόψη όλες τις



παραπάνω παραμέτρους. Ορισμένα ημιεμπειρικά μοντέλα είναι η διανομή του Weibull και του Rayleigh. Ο πρώτος χρησιμοποιεί ορισμένες από τις παραμέτρους που προαναφέραμε και μας δίνει μια ικανοποιητική περιγραφή του αιολικού δυναμικού για ύψος μέχρι και εκατό (100) μέτρα από το έδαφος. Η διανομή Rayleigh είναι μια ειδική μορφή της διανομής Weibull, μας δίνει σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα ωστόσο αποτελεί μια πιο ρεαλιστική μέθοδο.

Όταν η ταχύτητα του ανέμου υπερβεί την ταχύτητα λειτουργίας της Α/Γ, η ισχύς της Α/Γ αυξάνεται καθώς αυξάνεται και η ταχύτητα του ανέμου. Ο ρυθμός αύξησης της ισχύος στην «μεταβατική» περιοχή λειτουργίας, μπορεί να αυξάνεται: Γραμμικά, Εκθετικά, Παραβολικά. Εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τον τύπο της κάθε μηχανής. Από την ταχύτητα ονομαστικής λειτουργίας έως και την ταχύτητα διακοπής λειτουργίας μια ανεμογεννήτριας, η παραγόμενη ισχύς πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σταθερή και ίση με την ονομαστική τιμή της κάθε μηχανής ανεξάρτητα από την διαθέσιμη ισχύ του ανέμου. Η διαδικασία της σταθεροποίησης της ισχύος ενός ατμοκινητήρα είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό κομμάτι και κατέχει κυρίαρχο ρόλο για την αποφυγή υπερφορτώσεων των εγκαταστάσεων. Η ρύθμιση της ισχύος σε μηχανές οριζόντιου άξονα, γίνεται μηχανικά με τη χρήση αερόφρενων ή με τη μεταβολή της διεύθυνσης της πτερωτής σε σχέση με αυτήν των ανέμων. Οι τιμές της ταχύτητας διακοπής λειτουργίας μεταβάλλονται από 20 m/sec για ελαφριές κατασκευές μέχρι και τα 30 m/sec για τις πιο στιβαρές.

### **2.2.7 Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα Α/Γ:**

Πολλά είναι τα πλεονεκτήματα ενός Αιολικού Πάρκου. Ωστόσο θα αναπτυχθούν δυο από αυτά, τα οποία είναι ίσως και τα πιο σημαντικά.



- Τα αιολικά πάρκα μας προσφέρουν απλόχερα ενέργεια, η οποία δεν μολύνει το περιβάλλον. Εν αντιθέσει, τα αιολικά πάρκα «προστατεύουν» το περιβάλλον, αφού χρησιμοποιούν μια ενέργεια που συνεχώς ανανεώνεται από μόνη της.
- Οι Α/Γ δεν δημιουργούν ρύπους, πράγμα που μας επιβεβαιώνει και το πρώτο πλεονέκτημα των Α/Γ.

Ωστόσο οι ανεμογεννήτριες έχουν και μερικά αρνητικά.

- Τα ζώα της κάθε περιοχής και ιδιαίτερα τα πουλιά, θα αργήσουν να συνηθίσουν την ύπαρξη των Α/Γ. Λόγο του παραπάνω, δεν είναι λίγες οι φορές που πουλιά έχουν τραυματιστεί ή ακόμα και σκοτωθεί από τα πτερύγια των Α/Γ.
- Η περιστροφή της φτερωτής παράγει έναν ιδιαίτερα ενοχλητικό για τους ανθρώπους θόρυβο. Έτσι τα αιολικά πάρκα πρέπει να δημιουργούνται σε μέρη που δεν θα είναι κοντά σε κατοικημένες περιοχές.
- Τέλος, το κόστος κατασκευής τους αλλά ακόμα περισσότερο, συντήρησης τους, είναι ακόμα υψηλό σε σχέση με την ενέργεια που παράγουν. Ωστόσο οι έρευνες και η ανάπτυξη που γνωρίζει ο κλάδος αυτός, έχουν ως αποτέλεσμα την συνεχή μείωση του κόστους.

### 2.3 Η Ηλιακή Ενέργεια:

Η Ηλιακή Ενέργεια αποτελείτε στην ουσία από ένα σύνολο διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Μερικές από εκείνες τις ενέργειες είναι το φως ή αλλιώς φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα, καθώς και διάφορες ακτινοβολίες. Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού



προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της. Η εκμετάλλευση της Ηλιακής ενέργειας θα μπορούσε να χωριστεί σε τρία διαφορετικά είδη εφαρμογών, τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και τέλος τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

### 2.3.1 Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο:

Φωτοβολταϊκό φαινόμενο ονομάζουμε την πόλωση των ηλεκτρικών φορτίων που γίνεται σε ορισμένα υλικά όταν εκείνα εκτεθούν σε φωτεινή ακτινοβολία. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται στα φυσικά στοιχεία ημιαγωγών καθώς και στις τεχνητές ημιαγωγικές διατάξεις. Στην ουσία δημιουργείται μια υποτυπώδης ηλεκτρική γεννήτρια. Το φαινόμενο αυτό χρησιμοποιείται ως βασική λογική στα συστήματα φωτοβολταϊκών. Όταν κάποιο φωτόνιο συγκρουστεί με ένα ηλεκτρόνιο, τότε θα του μεταδώσει ένα μέρος της ενέργειας του και θα το αναγκάσει να φύγει από την θέση ηρεμίας του. Αν στην συνέχεια η κατεύθυνση του συμπέσει με την φορά της βαλβίδας ηλεκτρονίων, τότε το ηλεκτρόνιο αυτό θα παγιδευτεί και θα παραμείνει στην «πλευρά παγίδευσης». Έτσι θα δημιουργηθεί μια διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού ανάμεσα στην «πλευρά παγίδευσης» και την «πλευρά αποστολής ή εκσφενδονισμού».



### **2.3.2 Ηλιακή Ακτινοβολία:**

Ο ήλιος είναι μια τεράστια σφαίρα φωτιάς η οποία στέλνει συνεχώς τεράστια ποσά ενέργειας προς το διάστημα. Η ενέργεια αυτή αποτελείται από φως και θερμότητα και η ισχύς της μπορεί να φτάσει εκατοντάδες εκατομμύρια KW. Στη γη φτάνει μόλις το μισό του δισεκατομμυριοστού αυτής της ακτινοβολίας και επιπλέον η ιονόσφαιρα και ορισμένα τμήματα της ατμόσφαιρας απορροφούν ένα μέρος της. Το αποτέλεσμα είναι η ηλιακή ακτινοβολία να δρα ενεργητικά στη ζωή του πλανήτη, εκτός από κάποιες ανεπιθύμητες διαταραχές στις τηλεπικοινωνίες, στις κλιματολογικές συνθήκες και σε ορισμένους οργανισμούς. Σε άλλους πλανήτες ωστόσο δεν συμβαίνει το ίδιο, τρανό παράδειγμα είναι ο πλανήτης Ερμής του Ηλιακού μας Συστήματος. Λόγο της πολύ κοντινής του απόστασης από τον ήλιο, στο Ερμή είναι απίθανο να δημιουργηθεί και να επιβιώσει οποιοδήποτε είδος ζωής.

Σύμφωνα με μελέτες, κάθε χρόνο «φτάνουν» στην γη 4000Q της ηλιακής ενέργειας, από την ποσότητα αυτή, 1000Q ανακλώνται στα εξωτερικά στρώματα της ατμόσφαιρας, 1000Q απορροφούνται από την ατμόσφαιρα, ενώ τα υπόλοιπα 38000Q θερμαίνουν την επιφάνεια της γης και επιτρέπουν την δημιουργία ζωής πάνω της.

### **2.3.3 Ελληνική Αγορά Φωτοβολταϊκών - Θερμικά Ηλιακών Συστημάτων:**

#### **Φωτοβολταϊκά:**

Η Ελλάδα λόγω της γεωγραφικής της θέσης, διαθέτει πλούσιο ηλιακό δυναμικό. Λόγο αυτού είχαμε από νωρίς σχετική ανάπτυξη στα Φ/Β πάρκα, συγκεκριμένα μετά το 1990 υπήρχε μεγάλη σχετικά ζήτηση πάνω στο αντικείμενο. Κύριοι ενδιαφερόμενοι ήταν πολλά μικρά αλλά και μεγάλα νοικοκυριά, καθώς και επιχειρήσεις. Βασικό ρόλο για την αναπάντεχη αυτή ζήτηση, έπαιξε και το γεγονός της



αύξησης της τιμής του πετρελαίου κατά εκείνη την περίοδο. Στην συνέχεια είχαμε όλο και μεγαλύτερη άνθιση στον κλάδο και εν τέλει το 1992 είχαμε και τον πρώτο Φ/Β σταθμό, δημιουργήθηκε από την ΔΕΗ. Σύμφωνα με μια έρευνα που είχε γίνει στην ΕΕ, πάνω από το 30% των ενεργειακών αναγκών της Ελλάδας, μπορεί να καλυφθεί με την χρήση φωτοβολταϊκών. Ωστόσο τόσο η νομοθεσία, όσο και οι αρμόδιες αρχές της χώρας μας, υπήρξαν σημαντικό κομμάτι «αντίστασης» στις φιλόδοξες εκείνες ενέργειες. Παρόλα αυτά, η άνθιση του κλάδου των Φ/Β στην Ελλάδα, γνώριζε μικρή αλλά μόνιμη άνθιση. Έτσι το 2002 δόθηκαν οι πρώτες χορηγίες σε εταιρίες που εγκαθιστούσαν φωτοβολταϊκά πλαίσια σε σκεπές αλλά και σε μεμονωμένα Φ/Β πάρκα.

### **Θερμικά Ηλιακά Συστήματα (Θ.Η.Σ.):**

Όπως προαναφέρθηκε, η μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε θερμότητα επιτυγχάνεται μέσω των θερμικών ηλιακών συστημάτων. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν συλλέκτες και δεξαμενές αποθήκευσης ως χωριστά υποσυστήματα, ενώ η μεταφορά της ενέργειας μέσω ενός θερμαινόμενου ρευστού πραγματοποιείται με φυσική ροή ή μέσω κυκλοφορητή. Στην Ελλάδα είχαμε την πρώτη εμφάνιση Θ.Η.Σ. κατά την περίοδο 1980-1984, τότε έγιναν οι πρώτες μαζικές πωλήσεις τέτοιου είδους συστημάτων. Σημαντικό ρόλο για την ανάπτυξη του κλάδου έπαιξε και πάλι η συνεχόμενη αύξηση της τιμής του πετρελαίου. Το ιδιαίτερα εύπορο ηλιακό δυναμικό της Ελλάδας σε συνδυασμό με την καλή Βιομηχανία της, βοήθησαν αρκετά στην γρήγορη ανάπτυξη του συγκεκριμένου κλάδου. Σήμερα υπολογίζεται πως πάνω υπάρχουν πάνω από τρία εκατομμύρια θερμικά ηλιακά συστήματα στην Ελλάδα, σύμφωνα με μετρήσεις ο αριθμός αυτός συνεχίζει να αυξάνεται όλο και περισσότερο. Το ποσό αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό αν σκεφτεί



κανείς και τις θετικές επιπτώσεις του στην απασχόληση όλο και περισσότερων ανθρώπων, καθώς και το οικολογικό έργο που παράγεται λόγω της μείωσης των ρύπων από την μειωμένη χρήση του πετρελαίου. Οι Ελληνικές εταιρίες που κατασκευάζουν και εγκαθιστούν Θ.Η.Σ. βελτιώνονται και αυξάνουν το μέγεθος τους όλο και πιο πολύ, αποτέλεσμα του παραπάνω είναι και η άνθιση των εξαγωγικών τους επιδόσεων.

### 2.3.4 Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία:

Ως φωτοβολταϊκά ορίζουμε τα συστήματα, τα οποία λαμβάνουν την Ηλιακή ενέργεια και μας προσφέρουν ηλεκτρική ενέργεια. Για να μετατραπεί η ηλιακή ενέργεια που φτάνει στην επιφάνεια των Φ/Β σε ηλεκτρική, γίνεται χρήση των φωτοβολταϊκών κυψελών (PV Cells). Με τα χρόνια, η φωτοβολταϊκή τεχνολογία εξελίχθηκε και πλέον σήμερα τα Φ/Β έχουν απόδοση πάνω από 15%. Πρακτικά αυτή σημαίνει πως 1000W ηλιακής ενέργειας μετατρέπονται σε 150W ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε ώρα σε κάθε τετραγωνικό μέτρο φωτοβολταϊκών στοιχείων. Σύμφωνα με μελέτες, η ηλιακή ενέργεια που φτάνει στην Γη μέσα σε μια ώρα, μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες του πλανήτη για έναν ολόκληρο χρόνο. Τα Φ/Β είναι μοιρασμένα σε αρκετές κατηγορίες:

- Μικρό κινητό φωτοβολταϊκό σύστημα: Είναι αρκετά μικρό σε μέγεθος για να μπορεί να μετακινηθεί εύκολα και να μας δίνει ηλεκτρική ενέργεια όπου την χρειαζόμαστε, για παράδειγμα σε ένα κάμπινγκ ή σε κάποιον κήπο κλπ. Θα πρέπει να συνδυάζεται με ένα σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας (μπαταρίες), ένα μικρό Φ/Β σύστημα αποτελείτε από:





- Το Φ/Β πλαίσιο που χρειάζεται για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας.
  - Τον αυτόματο φορτιστή-ρυθμιστή, ο οποίος επιτελεί τον έλεγχο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.
  - Την μπαταρία, για αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται.
  - Έναν ηλεκτρονικό αντιστροφέα (Inverter), χρησιμοποιείται για την εναλλαγή της συνεχούς τάσης που παράγεται, σε εναλλασσόμενη για να μπορεί να αξιοποιηθεί από το δίκτυο.
  - Μια μεταλλική βάση πάνω στην οποία τοποθετούνται τα παραπάνω εξαρτήματα.
- Αυτόνομο Φωτοβολταϊκό Σύστημα: Είναι κατά πολύ μεγαλύτερο από το παραπάνω και συνήθως εγκαθίσταται μόνιμα. Είναι σε θέση να καλύψει την ηλεκτρικές ανάγκες μιας εγκατάστασης όπως για παράδειγμα: κάποιου εξοχικού, ενός τροχόσπιτου και άλλων. Με σωστό υπολογισμό της αναγκαίας προς αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, το αυτόνομο Φ/Β Σύστημα είναι σε θέση να καλύψει μόνιμα τις ανάγκες ενός σπιτιού και να βοηθήσει στην απεξάρτηση του από το δίκτυο ηλεκτροδότησης. Ένα αυτόνομο Φ/Β αποτελείται από:
- Τις ομάδες Φ/Β πλαισίων που χρειάζονται για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας.
  - Την διάταξη λειτουργίας Mpp, η οποία προσαρμόζει την λειτουργία του μηχανήματος γύρω από το σημείο μέγιστης ισχύος.
  - Τον μετατροπέα DC/DC, ο οποίος προσαρμόζει την τάση από τις ομάδες των Φ/Β πλαισίων στην επιθυμητή τάση του Ρυθμιστή-Φορτιστή.



- Τον αυτόματο Ρυθμιστή-Φορτιστή των συσσωρευτών αποθήκευσης. Το εξάρτημα αυτό ελέγχει και ρυθμίζει τη διαδικασία φόρτισης και αποφόρτισης των μπαταριών.
- Τον ηλεκτρονικό αντιστροφέα (inverter) που μετατρέπει την συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη 230V/50Hz.
- Τον επιλογέα κατανάλωσης ο οποίος ελέγχει τη λειτουργία των καταναλώσεων και έχει την δυνατότητα επιλογής των φορτίων σε περιπτώσεις περιορισμού της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Τον πίνακα ελέγχου και λειτουργίας των καταναλώσεων της ηλεκτρικής εγκατάστασης.
- Τέλος, από τον πίνακα ελέγχου και λειτουργίας ορισμένων καταναλώσεων που θα λειτουργούν με συνεχή τάση 24 ή 48V.

Στο εμπόριο υπάρχουν αρκετές ολοκληρωμένες ηλεκτρονικές διατάξεις που περιλαμβάνουν την διάταξη Mpmp, τον DC/DC converter, τον αντιστροφέα DC/AC και τον Ρυθμιστή-Φορτιστή.

- Διασυνδεδεμένο Φ/Β Σύστημα με δυνατότητα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας: Είναι ένα σύστημα αρκετά πιο μεγάλο από τα προηγούμενα δυο, ενώ βασική διαφορά του με τα άλλα είναι το γεγονός πως το σύστημα αυτό είναι συνδεδεμένο στο βασικό δίκτυο. Ο ιδιοκτήτης του Φ/Β συστήματος είναι σε θέση να καταναλώνει όση ενέργεια του χρειάζεται και να πουλάει την υπόλοιπη (έναντι μιας προσυμφωνημένης τιμής) στο βασικό δίκτυο. Επίσης έχει την δυνατότητα να καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια από το βασικό δίκτυο τις μέρες που δεν είναι σε θέση να παράγει μόνος του ενέργεια, λόγω χάρη τις βροχερές μέρες ή γενικότερα τις μέρες που δεν έχουμε ηλιοφάνεια, ο παραγωγός μπορεί να χρησιμοποιεί το



δίκτυο της ΔΕΗ. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του Φ/Β συστήματος αυτού, είναι πως δεν χρειάζεται κάποιο μέσο αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας. Βασικά μέρη που αποτελούν ένα διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα είναι:

- Οι ομάδες Φ/Β πλαισίων που χρειάζονται για την παραγωγή μεγάλης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ο μετατροπέας δικτύου, μπορεί να είναι μονοφασικός (230V,50Hz) ή και τριφασικός (3\*400V,50Hz).
- Ο πίνακας ελέγχου της λειτουργίας του συστήματος. Εδώ λαμβάνει χώρα και η σύνδεση με το βασικό δίκτυο.
- Ο διπλός μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Τέλος, ο πίνακας ελέγχου και λειτουργίας των καταναλώσεων.

Διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα του οποίου η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια πάει εξολοκλήρου στο κεντρικό δίκτυο: Κατασκευάζεται για ακόμα μεγαλύτερη ισχύ από το προηγούμενο (50KWp) και όλη η παραγόμενη ενέργεια του πάει στο βασικό δίκτυο (έναντι ενός συμφωνημένου ποσού). Ανάλογα με την ισχύ των Φ/Β συλλεκτών, ο μετατροπέας δικτύου μπορεί να είναι:

- Μικρής ισχύος (μονοφασικός ή τριφασικός).
- Μέσης ισχύος τριφασικός.
- Μεγάλης ισχύος τριφασικός.

Ο μετατροπέας δικτύου περιέχει ασφάλειες, οι οποίες σε περίπτωση διακοπής ρεύματος του κεντρικού δικτύου διανομής θέτουν την Φ/Β εγκατάσταση αυτομάτως εκτός. Ένα τέτοιο Φ/Β σύστημα αποτελείτε από τα ίδια σχεδόν μέρη που αποτελούνται και τα παραπάνω, πιο συγκεκριμένα:

- Τις ομάδες των Φ/Β πάνελ για εγκατεστημένη ισχύ από 50KW και πάνω.



- Τον μετατροπέα δικτύου με το πεδίο ζεύξης και τον μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Την κεντρική παροχή σύνδεσης πεδίου ζεύξης και μετασχηματιστή κεντρικού βασικού δικτύου.

Τα παραπάνω αποτελούν τα τέσσερα βασικά είδη Φ/Β συστημάτων, με μικρές αλλαγές ή ακόμα και δίχως αλλαγές, δημιουργούνται όλες οι υπόλοιπες κατηγορίες Φ/Β συστημάτων.

### **2.3.5 Διάκριση Φ/Β πλαισίων:**

Τα Φ/Β πλαίσια αποτελούνται από δίσκους πυριτίου, οι οποίοι βρίσκονται σφραγισμένοι μέσα σε πλαστική ύλη για προστασία από τις καιρικές συνθήκες. Η μπροστινή όψη του πλαισίου προστατεύεται από ανθεκτικό γυαλί. Τα εσωτερικά στοιχεία του πλαισίου είναι συνδεδεμένα σε σειρά ή παράλληλα, ανάλογα με το αποτέλεσμα που θέλουμε να έχουμε. Η κατασκευή αυτή έχει πάχος περίπου πέντε χιλιοστά και τοποθετείτε συνήθως σε πλαίσιο από αλουμίνιο. Μια Φ/Β κατασκευή έχει σχεδόν μηδενική συντήρηση και διάρκεια ζωής που μπορεί να φτάσει μέχρι και τριάντα χρόνια. Το πυρίτιο αποτελεί ίσως το πιο διαδεδομένο τύπο ημιαγωγού στοιχείου και η χρήση του έχει επικρατήσει σχεδόν σε όλες τις Φ/Β και ηλεκτρονικές εφαρμογές. Τα Φ/Β πλαίσια πυριτίου διακρίνονται σε:

- Μονοκρυσταλλικά: Έχουν πολύ καλή απόδοση (15% περίπου), ωστόσο χαρακτηρίζονται από το υψηλό κόστος κατασκευής τους και το σκούρο μπλε χρώμα τους.



- Πολυκρυσταλλικά: Έχουν καλή απόδοση (12% περίπου), το κόστος κατασκευής τους είναι αρκετά μικρότερο από το κόστος των Μονοκρυσταλλικών. Έχουν χρώμα γαλάζιο, πράγμα που τα κάνει πιο επιθυμητά για εγκατάσταση σε κατοικίες.
- Άμορφα: Έχουν σχετικά καλή απόδοση (10% περίπου) και το κόστος κατασκευής τους είναι χαμηλό. Χαρακτηρίζονται από την δυνατότητα δημιουργίας Φ/Β στοιχείων συνεχούς κάλυψης μεγάλων επιφανειών.

### 2.3.6 Τρόποι Σύνδεσης Φ/Β:

Ένα Φ/Β πλαίσιο είναι συνήθως μια διάταξη τριάντα έξι Φ/Β στοιχείων συνδεδεμένα σε σειρά, ώστε να εμφανίζουν τάση ανοικτού κυκλώματος από 17 μέχρι 22 V. Ωστόσο η συνδεσμολογία των Φ/Β πλαισίων μπορεί να αλλάξει ανάλογα με τις απαιτήσεις που έχουμε. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια μπορούν να συνδεθούν σε: σειρά, παράλληλα ή και μεικτά. Η σύνδεση σε σειρά δυο ή περισσότερων Φ/Β πλαισίων αυξάνει την τάση στους τελικούς ακροδέκτες του συγκροτήματος, το οποίο ονομάζεται Φ/Β πάνελ. Συνδέοντας σε σειρά  $n$  πλαίσια, έχουμε ένα σύστημα με ανάλογα πολλαπλάσια τάσης ανοικτού κυκλώματος. Η σύνδεση σε σειρά πολλών Φ/Β πλαισίων, αυξάνει την τάση στους τελικούς ακροδέκτες, ενώ η παράλληλη σύνδεση πολλών Φ/Β πλαισίων αυξάνει την ένταση στους τελικούς ακροδέκτες. Ένα σύνολο Φ/Β πλαισίων, τα οποία είναι κατάλληλα συνδεδεμένα (σε σειρά ή παράλληλα) ανάλογα με την επιθυμητή τάση και ένταση, συγκροτεί ένα Φωτοβολταϊκό Πάρκο. Το Φ/Β πάρκο σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες διατάξεις που απαιτούνται για τον έλεγχο της φόρτισης των συσσωρευτών



(μπαταριών) καθώς και την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο, αποτελούν έναν φωτοβολταϊκό σταθμό. Για την σύνδεση χρησιμοποιούνται καλώδια που είναι ειδικά για εξωτερικό περιβάλλον. Τα καλώδια πρέπει να είναι εύκαμπτα, ώστε να αλλάζουν κλίση με την αλλαγή κατεύθυνσης του κάθε Φ/Β. Οι εξωτερικές συνδέσεις των καλωδίων πρέπει να είναι με ειδικούς συνδετήρες ασφαλείας, ιδιαίτερα σε περιοχές που έχουν πρόσβαση παιδιά ή γενικά άνθρωποι που δεν έχουν γνώση του αντικειμένου.

### 2.3.7 Είδη Συσσωρευτών

Όταν μια εγκατάσταση με Φ/Β δεν είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο αλλά λειτουργεί αυτόνομα, πρέπει να αποθηκεύει την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει για να μπορεί να τα χρησιμοποιήσει τις ώρες που δεν έχουμε ηλιοφάνεια όπως για παράδειγμα μια συννεφιασμένη μέρα ή κατά την διάρκεια της νύκτας. Η ηλεκτρική αυτή ενέργεια αποθηκεύεται στους λεγόμενους συσσωρευτές. Υπάρχουν διάφοροι τύποι συσσωρευτών στην αγορά, η ονομασία που έχει ο καθένας, προέρχεται από τον τύπο των ηλεκτροδίων κατασκευής. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη κατηγορία συσσωρευτών στα Φ/Β συστήματα είναι οι συσσωρευτές μολύβδου. Προτιμώνται απέναντι στους άλλους συσσωρευτές λόγω του χαμηλού του κόστους, αλλά κυρίως λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων τους. Άλλοι τύποι συσσωρευτών είναι οι συσσωρευτές: α) Νικελίου-Καδμίου, β) Νατρίου-Θείου, γ) Ψευδαργύρου - Βρωμίου, δ) Ψευδαργύρου - Χλωρίου και άλλοι. Οι τιμές των ηλεκτρεγερτικών δυνάμεων των παραπάνω συσσωρευτών κυμαίνονται από 1V έως 4V.



## Συσσωρευτές Μολύβδου:

Αποτελούνται από δύο ηλεκτρόδια από τα οποία το θετικό (κάθοδος) είναι κατασκευασμένο από διοξείδιο του μολύβδου και το αρνητικό (άνοδος) είναι από μεταλλικό μόλυβδο. Τα δύο ηλεκτρόδια τοποθετούνται μέσα σε ειδικό ανθεκτικό κιβώτιο το οποίο γεμίζεται με ηλεκτρολύτη που μπορεί να είναι σε μορφή ζελέ ή και σε υγρή μορφή. Κατά την διαδικασία της φόρτισης η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε χημική, ενώ κατά την διαδικασία της εκφόρτισης η χημική ενέργεια γίνεται και πάλι ηλεκτρική. Σε κάθε Φ/Β εγκατάσταση πρέπει να ελέγχονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά, έτσι ώστε να γίνεται σωστή επιλογή ενός συσσωρευτή:

- **Ονομαστική τάση του συσσωρευτή ( $U_n$ ):** Η ονομαστική τάση ενός συσσωρευτή μολύβδου είναι περίπου 2,25V. Ανάλογα με τα στοιχεία που είναι συνδεδεμένα σε σειρά, έχουμε συσσωρευτές με ονομαστικές τάσεις: 2V,6V,12V,24V.
- **Τάση Φόρτισης:** Ο συσσωρευτής πρέπει να φορτίζεται με ειδικό φορτιστή και τάση που ορίζεται από τον κατασκευαστή. Η τάση φόρτισης μπορεί να είναι σταθερή ή μεταβαλλόμενη με φόρτιση πολλαπλών σταδίων.
- **Τάση συντήρησης:** Είναι η τάση που πρέπει να εφαρμόζεται από μια πηγή στους πόλους ενός φορτιστή ώστε αυτός να μένει συνεχώς φορτισμένος.
- **Ρεύμα Φόρτισης:** Το ρεύμα φόρτισης ορίζεται από τον κατασκευαστή και είναι αυτό με το οποίο πρέπει να φορτίζεται για να έχουμε μέγιστη διάρκεια ζωής. Η φόρτιση



διαρκεί περίπου 16 ώρες, αλλά με τους φορτιστές πολλαπλών σταδίων μπορεί να περιοριστεί στο μισό.

- **Τάση εκφόρτισης:** Ως τάση εκφόρτισης ορίζεται η ελάχιστη τιμή που μπορεί να υπάρχει στους ακροδέκτες του συσσωρευτή δίχως αυτός να κινδυνεύει να καταστραφεί.
- **Ρεύμα εκφόρτισης:** Είναι το ρεύμα εκείνο που εξαντλεί την χωρητικότητα του συσσωρευτή δίχως αυτός να κινδυνεύει.
- **Χρόνος ζωής:** Οι συσσωρευτές δεν πρέπει να φορτίζονται για μεγάλο διάστημα με πολύ υψηλή τάση, ούτε να εκφορτίζονται κάτω από ένα κρίσιμο σημείο. Η παραπάνω διαδικασία καθορίζει τον χρόνο ζωής τους. Η υπερφόρτιση έχει ως αποτέλεσμα την ηλεκτρόλυση και την παραγωγή υδρογόνου με έντονη ελάττωση της στάθμης του ηλεκτρολυτικού διαλύματος.

### **2.3.8 Αναγκαιότητα αποθηκευτικής διάταξης στις Α.Π.Ε.**

Επειδή η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από φυσικά φαινόμενα (π.χ. αιολική και ηλιακή ενέργεια) υπάρχει ενδεχόμενο, αρκετές φορές η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ να μη συμπίπτει χρονικά με τη ζήτηση από την πλευρά των καταναλωτών. Η αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας και η μετέπειτα χρήση της σε διαστήματα όπου θα υπάρχει ζήτηση, θα βοηθούσε ώστε να εκμεταλλευτούμε πλήρως τα





πλεονεκτήματα που παρέχουν οι ανανεώσιμες πηγές. Επιπλέον σε αυτή την περίπτωση μπορεί να γίνει καλύτερη διαχείριση της παραγόμενης ενέργειας αφού πλέον σχεδόν εκμηδενίζεται η πιθανότητα να μην υπάρχει ενέργεια τη στιγμή που θα ζητηθεί και έτσι επιτρέπεται η δημιουργία περισσότερο μακροπρόθεσμων σχεδίων διαχείρισης. Η ύπαρξη αποθηκευτικού μέσου λοιπόν δίνει στις ΑΠΕ την αξιοπιστία ενός συμβατικού συστήματος παραγωγής ενέργειας (π.χ. γεννήτριες ντίζελ) και ανοίγει το δρόμο για τη δημιουργία συστημάτων παραγωγής ενέργειας που βασίζονται αποκλειστικά και μόνο σε ανανεώσιμες πηγές. Ανάλογα με την εκάστοτε εφαρμογή για την οποία θα χρησιμοποιούνται οι ΑΠΕ χρειάζεται και μία αποθηκευτική διάταξη με κατάλληλες ιδιότητες. Προκειμένου να αποφασιστεί ποιο αποθηκευτικό μέσο είναι κατάλληλο για κάθε περίπτωση εφαρμογής χρειάζεται να εξεταστεί μια ευρεία γκάμα αποθηκευτικών διατάξεων. Πρέπει να σημειωθεί ωστόσο ότι αν οι ανανεώσιμες πηγές καλύπτουν ένα μικρό μέρος από τη ζήτηση σε ενέργεια, η αποθήκευση ενέργειας μπορεί να μην είναι απαραίτητη καθώς η ζήτηση μπορεί να καλυφθεί από τα άλλα στοιχεία. Ωστόσο όμως, όσο αυξάνει η συμβολή των ανανεώσιμων πηγών στην εξυπηρέτηση του ζητούμενου φορτίου, τόσο γίνεται απαραίτητη η διάταξη αποθήκευσης. Επειδή τη νύχτα δεν υπάρχει ηλιοφάνεια είναι πιθανό η ζήτηση σε φορτίο να αυξηθεί νωρίς το απόγευμα, γιατί οι καταναλωτές θα προνοήσουν για τη νύχτα, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μία αιχμή στο φορτίο εκείνη την ώρα, η οποία θα πρέπει να καλυφθεί από συμβατικές πηγές. Η εγκατάσταση ενός αποθηκευτικού συστήματος θα βοηθούσε να εξομαλυνθούν αυτές οι κορυφές στη ζήτηση ενέργειας και να δημιουργηθεί στο βαθμό που είναι εφικτό ένα σταθερό φορτίο βάσης. Επίσης η αποθήκευση βοηθάει στο να εξισορροπηθεί η υψηλή παραγωγή ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά το καλοκαίρι με τη χαμηλή κατά τη διάρκεια του χειμώνα όπως προαναφέρθηκε.



## Κεφάλαιο 3: Υβριδικά Συστήματα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας:

### 3.1 Γενικά:

Υβριδικά συστήματα ονομάζονται τα συστήματα Α.Π.Ε. που συνδυάζουν δυο ή περισσότερα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Επίσης υβριδικό θεωρείτε ένα σύστημα που περιλαμβάνει μια συμβατική μονάδα παραγωγής ενέργειας και τουλάχιστον μια μονάδα παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας, στην πτυχιακή αυτή θα αναπτύξουμε τα υβριδικά συστήματα που συνδυάζουν Αιολικά και Φ/Β συστήματα παραγωγής ενέργειας. Τα υβριδικά συστήματα αποτελούν μία εναλλακτική επιλογή αντί των συμβατικών συστημάτων, τα οποία τυπικά βασίζονται στην παραγωγή ενέργειας από ορυκτά καύσιμα. Υπάρχουν τρεις βασικοί παράμετροι που πρέπει να τηρούνται για να ονομάζεται ένα σύστημα υβριδικό:

- Χρησιμοποιεί μια τουλάχιστον Α.Π.Ε.
- Η συνολική ενέργεια που απορροφά από το δίκτυο σε ετήσια βάση, δεν υπερβαίνει το 30% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται για την πλήρωση του συστήματος αποθήκευσης του σταθμού αυτού.
- Τέλος, η μέγιστη ισχύς παραγωγής των μονάδων Α.Π.Ε. του σταθμού δεν μπορεί να υπερβαίνει την εγκατεστημένη ισχύ των μονάδων αποθήκευσης του σταθμού αυτού, προσαυξημένη κατά ποσοστό μέχρι 20%.



### 3.2 Πλεονεκτήματα

Τα υβριδικά συστήματα εκμεταλλεύονται τα καλύτερα χαρακτηριστικά της κάθε τεχνολογίας και παρέχουν ενέργεια τέτοιας ποιότητας όπως αυτής του δικτύου. Έτσι μπορούν να αναπτυχθούν σαν αυτόνομα συστήματα μέσα σε μικρά συστήματα διανομής ενέργειας και να ενταχθούν σε υπάρχουσες θερμικές μονάδες βασισμένες σε πετρέλαιο. Πέραν αυτών, τα υβριδικά συστήματα είναι ιδιαίτερα επιθυμητά σε περιοχές που η σύνδεση με το βασικό δίκτυο αλλά και η μεταφορά καυσίμων θέρμανσης, είναι επιλογές δύσκολες. Λόγω της υψηλής αποδοτικότητας τους καθώς και της αξιοπιστίας τους, τα υβριδικά συστήματα μπορούν να φανούν χρήσιμα σαν αποτελεσματική λύση παροχής ισχύος σε εξειδικευμένους καταναλωτές όπως οι τηλεπικοινωνιακοί σταθμοί και οι νοσοκομειακές μονάδες. Στα παραπάνω πλεονεκτήματα προστίθενται και τα πλεονεκτήματα των Αιολικών και των Φ/Β, εύκολα μπορούμε να καταλάβουμε πόσο μεγάλα είναι τα οφέλη ενός υβριδικού συστήματος παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας.

### 3.3 Τρόποι Λειτουργίας

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι λειτουργίας ενός υβριδικού συστήματος παραγωγής ενέργειας, ωστόσο οι πιο σημαντικοί αναφέρονται πιο κάτω:

- Συστήματα που είναι συνδεδεμένα στο κεντρικό δίκτυο ενέργειας: Τα κεντρικά ηλεκτρικά ενέργειας δίκτυα απαρτίζονται από τα συστήματα παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Χαρακτηριστικό τους είναι το γεγονός



πως διαρρέονται από εναλλασσόμενο ρεύμα και πως η τάση και η συχνότητα δεν επηρεάζονται από επιπρόσθετες γεννήτριες ή φορτία. Δεδομένου ότι το κεντρικό δίκτυο έχει την ευθύνη για τον έλεγχο της τάση και της συχνότητας, αλλά και για την παραγωγή αέργου ισχύος, ο σχεδιασμός του υβριδικού συστήματος απλοποιείται καθώς δεν απαιτούνται συστήματα ελέγχου. Τα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο υβριδικά συστήματα ηλεκτροπαραγωγής μπορεί να εγκαθίστανται είτε αποκλειστικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, είτε ως συστήματα υποστήριξης σε περιπτώσεις διακοπής του ηλεκτρικού δικτύου. Τα συστήματα αυτά περιέχουν μονάδες Α.Π.Ε., οι οποίες είτε συνδέονται απευθείας στο δίκτυο, είτε αποθηκεύουν την ενέργεια που παράγουν σε μέσα αποθήκευσης (συσσωρευτές).

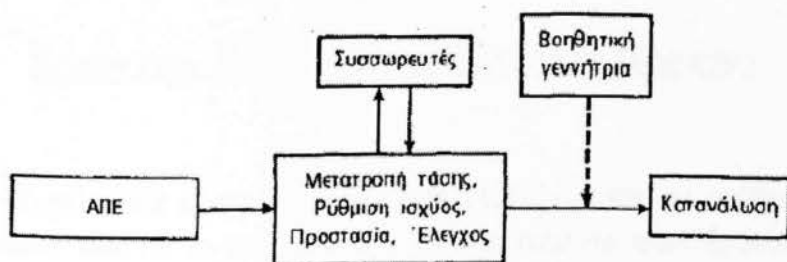
- **Αυτόνομα Υβριδικά Συστήματα:** Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για την ηλεκτροδότηση απομονωμένων περιοχών που δεν είναι συνδεδεμένες με το βασικό ηλεκτρικό δίκτυο. Η μετατροπή ενός συμβατικού αυτόνομου σταθμού σε υβριδικό αποσκοπεί κατά κύριο λόγο στην ελάττωση της κατανάλωσης καυσίμου και των ωρών λειτουργίας των συμβατικών γεννητριών. Η σημαντικότερη διαφορά του αυτόνομου σε σχέση με ένα διασυνδεδεμένο υβριδικό σύστημα είναι ότι πρέπει να μπορεί να παρέχει όλη την ενέργεια που ζητείται οποιαδήποτε χρονική στιγμή ή να κάνει αποκοπή φορτίου όταν αυτό δεν είναι εφικτό. Επιπλέον, πρέπει να έχει την ικανότητα ρύθμισης συχνότητας και παραγωγής αέργου ισχύος ώστε να ρυθμίζει την τάση του δικτύου. Όταν η ηλεκτρική παραγωγή από τις μονάδες ΑΠΕ του συστήματος ξεπερνά το φορτίο, η περίσσεια ενέργειας πρέπει να αποθηκευτεί ή και να απορριφθεί με κάποιον τρόπο ώστε να μην προκαλέσει αστάθεια στο σύστημα.
- **Υβριδικά Συστήματα που χρησιμοποιούνται για τροφοδότηση απομονωμένων φορτίων:** Υβριδικά συστήματα χωρίς δίκτυο διανομής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τροφοδότηση απομονωμένων



φορτίων ή φορτίων ειδικού σκοπού, τα οποία μπορεί να είναι συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος, ή ακόμα και μεταβλητής τάσης και συχνότητας. Παραδείγματα τέτοιων φορτίων αποτελούν οι ηλεκτρικοί φάροι, ο φωτισμός της σήμανσης στους αυτοκινητόδρομους, η άντληση νερού, τα συστήματα αφαλάτωσης καθώς και οι ηλεκτρικοί μύλοι. Ένα υβριδικό σύστημα που θα μπορούσε να επιλεγεί εκεί, θα ήταν και ένα σύστημα Αιολικών – Φωτοβολταϊκών. Σε αυτά τα συστήματα ο έλεγχος συχνότητας και τάσης καθώς και η διαχείριση της περίσσειας ισχύος δεν αποτελούν τις κύριες παραμέτρους σχεδίασης.

### 3.4 Περιγραφή Αυτόνομων Υβριδικών Πάρκων:

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στα υβριδικά συστήματα γίνεται με την χρήση διαφορετικών πηγών παραγωγής ενέργειας που η μια δρα συμπληρωματικά ως προς την άλλη ή και οι δυο δρουν με ίδιο υπόβαθρο σημαντικότητας. Το ίδιο ισχύει και για τα υβριδικά συστήματα Αιολικών – Φωτοβολταϊκών συστημάτων, παρακάτω παρατίθεται το απλοποιημένο υβριδικό σύστημα παραγωγής ενέργειας.



Βασικό συστατικό ενός αυτόνομου υβριδικού συστήματος είναι η ύπαρξη δυο ή και περισσότερων πηγών ενέργειας που συνδυάζονται με σκοπό την, από κοινού, παραγωγή ενέργειας για περιοχές ή και «κτίσματα» στα οποία η σύνδεση με το βασικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας είναι ανέφικτη. Ο συνδυασμός Αιολικών και Φ/Β πηγών



ενέργειας είναι από τους πιο συνηθισμένους αν όχι ο πιο συνηθισμένος. Λόγος για το παραπάνω είναι η πολύ καλή συνεργασία που μπορεί να γίνει ανάμεσα στις δυο αυτές Α.Π.Ε. Απόδειξη αποτελεί μια πολύ απλή σκέψη, εύκολα μπορούμε να δούμε τους τρόπους συνδυασμού των δυο αυτών πηγών, για παράδειγμα ας εξετάσουμε μια μέρα με σύννεφα και αέρα. Τα αιολικά κομμάτια του πάρκου θα δούλευαν συνεχώς, ενώ τα Φ/Β θα μπορούσαν να λειτουργούν βοηθητικά με παραγωγή ενέργειας κατά τις ώρες που θα είχαμε ηλιοφάνεια. Το ίδιο συμβαίνει και στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή αν είχαμε κυρίως ηλιοφάνεια και ελαφρύ αέρα, τα Φ/Β θα ήταν η κύρια πηγή παραγωγής ενέργειας και τα Αιολικά θα λειτουργούσαν βοηθητικά. Σε πολλές περιπτώσεις ο συνδυασμός των δυο παραπάνω πηγών συμπληρώνεται και από την χρήση μιας γεννήτριας ντίζελ, η οποία λειτουργεί καθαρά βοηθητικά. Στην Ελλάδα, λόγω των μεγάλων ποσοτήτων ηλιοφάνειας καθώς και του ισχυρού αιολικού δυναμικού που υπάρχει στην χώρα, ο συνδυασμός των δυο παραπάνω Α.Π.Ε. είναι στις πρώτες προτιμήσεις σχεδόν όλων των καταναλωτών. Πέραν των δυο Α.Π.Ε. σημαντική είναι και η παρουσία συσσωρευτών στα αυτόνομα συστήματα Αιολικών – Φωτοβολταϊκών, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω κύρια επιλογή συσσωρευτών αποτελούν οι συσσωρευτές Μολύβδου, οι οποίοι αποθηκεύουν την ηλεκτρική ενέργεια υπό την μορφή χημικής ενέργειας.

### Σημαντικά Στοιχεία Ενός Υβριδικού Πάρκου:

Σημαντικό ρόλο σε ένα υβριδικό πάρκο παίζουν και οι ρυθμιστές, οι μετατροπείς και οι αντιστροφείς. Τα παραπάνω συστήματα έχουν ρόλο βοηθητικό για ένα υβριδικό πάρκο. Ο ρυθμιστής της μπαταρίας είναι μια διάταξη που αποτελεί τον σύνδεσμο μεταξύ της μπαταρίας και του φορτιού και έχει στόχο του να αποτρέψει υπερφορτίσεις και πολύ μεγάλες εκφορτίσεις της μπαταρίας. Στα υβριδικά πάρκα που έχουν και Α/Γ, πριν από τον ρυθμιστή έχουμε μια διάταξη ανόρθωσης τάσης η οποία μετατρέπει το



εναλλασσόμενο ρεύμα που παράγει η μηχανή σε συνεχές για να μπορέσει μέσω του ρυθμιστή να αποθηκευτεί στους συσσωρευτές. Ο ρυθμιστής φόρτισης φροντίζει να διατηρείται η τάση εξόδου της ενεργειακής πηγής, είτε αυτή προέρχεται από Φ/Β, είτε από ανορθωμένη τάση ανεμογεννήτριας, στην επιθυμητή τιμή, έχοντας ταυτόχρονα την ικανότητα, όταν οι συσσωρευτές του συστήματος φορτισθούν πλήρως, να διοχετεύει την περίσσεια του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται στην εκάστοτε ενεργειακή πηγή σε κατάλληλες αντιστάσεις ή προς τη γη, προστατεύοντας έτσι τους συσσωρευτές από τους κίνδυνους της υπερφόρτισης. Επίσης, η τάση φόρτισης των συσσωρευτών μπορεί να ανεξαρτητοποιηθεί εντελώς από την τάση εξόδου της Φ/Β γεννήτριας, με την παρεμβολή ενός μετατροπέα συνεχούς ρεύματος. Ο μετατροπέας αυτός παραλαμβάνει την τάση που δίνει η Φ/Β γεννήτρια, που είναι αναγκαστικά ασταθής λόγω των διακυμάνσεων της ηλιακής ακτινοβολίας, τη μετατρέπει στην ευνοϊκή τάση για τη φόρτιση των συσσωρευτών και τη σταθεροποιεί, ώστε να εξασφαλίζονται οι βέλτιστες συνθήκες φόρτισης. Ένα μικρό υβριδικό σύστημα μπορεί να λειτουργήσει ακόμα και δίχως την βοήθεια του ρυθμιστή, ωστόσο η επιβίωση των μεγάλων υβριδικών πάρκων απαιτεί την ύπαρξη κάποιου ρυθμιστή. Τα σημαντικότερα στοιχεία που κάνουν έναν ρυθμιστή «απαραίτητο» είναι:

- **Μικρή εσωτερική κατανάλωση ρεύματος.**
- **Υψηλή απόδοση.**
- **Προστασία από αντίστροφη πολικότητα.**
- **Προστασία από υπερφόρτιση.**
- **Λειτουργία σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών (0-50 βαθμούς Κελσίου).**

Όσο αυξάνει η πολυπλοκότητα ενός αυτόνομου συστήματος, τότε πρέπει να λαμβάνονται περισσότερα υπόψη στο σχεδιασμό του. Με κατάλληλη διαχείριση της ενέργειας η χρήση των συλλεκτών και η διάρκεια ζωής ευαίσθητων μονάδων του συστήματος μπορούν να



βελτιωθούν. Για το λόγο αυτό συνίσταται το σύστημα να έχει πίνακα ελέγχου που να πληροφορεί το χρήστη για την τρέχουσα κατάσταση του και να του δίνει συμβουλές για το πώς να αντιδράσει σε περίπτωση ανάγκης. Ο πίνακας ελέγχου είναι η μονάδα στην οποία φαίνεται η κατάσταση του συστήματος κάθε στιγμή. Έχει επικοινωνία με όλες τις μονάδες και μπορεί σε περίπτωση που εμφανισθεί κάποιο πρόβλημα να διακόψει τη λειτουργία, ώστε να προστατευθεί το σύστημα. Τέλος, μια πολύ σημαντική διάταξη στο σχεδιασμό ενός αξιόπιστου αυτόνομου συστήματος ηλεκτροπαραγωγής αποτελεί ο αντιστροφέας τάσης. Η συγκεκριμένη ηλεκτρονική συσκευή έχει τη ικανότητα να μετατρέπει το συνεχές ρεύμα των συσσωρευτών ή της εξόδου της Φ/Β γεννήτριας σε εναλλασσόμενο εξυπηρετώντας κατάλληλα το εναλλασσόμενο φορτίο του δικτύου. Κύρια κίνητρα για την προτίμηση της εναλλασσόμενης τάσης, και την τοποθέτηση μεταλλακτών και μετασχηματιστών, είναι ότι οι ηλεκτρικές συσκευές του εμπορίου είναι συνήθως κατασκευασμένες για εναλλασσόμενο ρεύμα και έχουν μικρότερο κόστος από τις αντίστοιχες του συνεχούς ρεύματος. Επίσης, η ανύψωση της τάσης, που γίνεται συγχρόνως με τη μετατροπή της από συνεχή σε εναλλασσόμενη, συνεπάγεται μείωση των απωλειών στους αγωγούς του δικτύου. Σημειώνεται, πάντως, ότι και η λειτουργία των παραπάνω διατάξεων συνοδεύεται με συχνά αξιόλογες απώλειες. Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένας αντιστροφέας τάσης αυτόνομου συστήματος είναι τα ακόλουθα:

- Η τάση εξόδου του πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στην καμπυλοειδή κυματομορφή.
- Μικρή διακύμανση στην τάση και την συχνότητα εξόδου.
- Υψηλός βαθμός απόδοσης στα μερικά φορτία.
- Ικανότητα επιβίωσης από βραχυκύκλωμα.





### 3.5Σημαντικά Υβριδικά Πάρκα ανά τον κόσμο:

Πέραν όμως του βασικού σκοπού της πτυχιακής αυτής εργασίας που είναι η ανάπτυξη ενός υβριδικού πάρκου που συνδυάζει αιολική και ηλιακή ενέργεια, σημαντικό είναι να αναφερθεί η προσπάθεια πολλών μεγάλων εταιριών να δημιουργήσουν υβριδικά αιολικά πάρκα σε διάφορα σημεία του κόσμου. Παρακάτω θα εξετάσουμε τρεις από τις πιο σημαντικές περιπτώσεις δημιουργίας κάποιου υβριδικού πάρκου:

- **Νησί Utsira:** Βρίσκεται 20Km από τις ακτές τις Νορβηγίας και έχει μόλις 235 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή που είχε γίνει το 2011. Η περιοχή του νησιού έχει ιδιαίτερα υψηλό αιολικό δυναμικό και καθώς περικλείεται από θάλασσα έχει και ιδιαίτερα καλό «θαλασσινό δυναμικό». Το υβριδικό πάρκο που έγινε στο νησί δημιουργήθηκε το 2004 από την Γερμανική εταιρία αιολικών Enercon και την μεγάλη Νορβηγική Εταιρία Norsk Hydro. Πρόκειται για ένα υβριδικό πάρκο που συνδυάζει αιολική ενέργεια και υδρογόνο πλήρους κλίμακας. Ο βασικός στόχος του είναι να εξετάσει εάν η αιολική ισχύς σε συνδυασμό με το υδρογόνο μπορούν να αποτελέσουν μία αξιόπιστη ενεργειακή λύση για απομακρυσμένες περιοχές. Όπως αναφέρθηκε το αιολικό δυναμικό είναι εξαιρετικό και η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου υπερβαίνει τα 10 m/sec . Ωστόσο, αναπόφευκτα η ταχύτητα του ανέμου και συνεπώς η αιολική παραγωγή θα εμφανίζει διακύμανση. Επιπρόσθετα, τόσο κατά τη διάρκεια έντονων καιρικών φαινομένων όπως οι θύελλες, όσο και κατά τη διάρκεια άπνοιας, οι ανεμογεννήτριες είναι εκτός λειτουργίας. Επομένως, για τη διασφάλιση της αυτονομίας απαιτείται ένα σύστημα αποθήκευσης ενέργειας, το οποίο στο συγκεκριμένο σύστημα στηρίζεται στη χρήση του υδρογόνου. Η περίσσεια αιολικής ισχύος χρησιμοποιείται για την παραγωγή υδρογόνου με τη βοήθεια ηλεκτρολύτη, το οποίο και αποθηκεύεται. Όταν η



αιολική παραγωγή δε μπορεί να καλύψει τη ζήτηση, το υδρογόνο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση μίας γεννήτριας καύσης υδρογόνου καθώς και μίας κυψέλης καυσίμου. Επίσης, χρησιμοποιούνται μπαταρίες και ένας σφόνδυλος ως επιπλέον μέσα αποθήκευσης. Το υβριδικό σύστημα του νησιού Utsira απαρτίζεται από δυο Α/Γ, έναν ηλεκτρολύτη της εταιρίας Norsk Hydro, έναν συμπιεστή ισχύος, μια δεξαμενή αποθήκευσης υδρογόνου, μια κυψέλη καυσίμου ισχύος και έναν σφόνδυλο ικανότητας αποθήκευσης ενέργειας.

- **King Island:** Το νησί King Island βρίσκεται μεταξύ της Αυστραλίας και της Τασμανίας. Το νησί έχει ένα ιδιαίτερα καλό αιολικό δυναμικό, είναι λίγο πιο μικρό από το νησί Utsira και ανέρχεται σε μέση ταχύτητα 9, 2 m/sec τον χρόνο. Μέχρι πρότινος το νησί δεν μπορούσε να ενωθεί με το βασικό δίκτυο ηλεκτροδότησης της Τασμανίας καθώς ούτε και της Αυστραλίας. Έτσι από το 1989 και μετά βασική πηγή ενέργειας ήταν δυο μεγάλες γεννήτριες ντίζελ, ωστόσο τα έξοδα που χρειάζονται για τις γεννήτριες αυτές ήταν τεραστίων ποσών. Έτσι το 1998 η εταιρία Hydro Tasmania εγκατέστησε τρεις Α/Γ ισχύος 750KW συνολικά. Πέραν αυτού εγκαταστάθηκε και ένα σύστημα αποθήκευσης ενέργειας VRB και πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά βελτίωση του ενεργειακού προβλήματος του νησιού. Το 2008 εγκαταστάθηκαν τα πρώτα Φ/Β στο νησί, συνολικά ήταν έξι Φ/Β συστήματα με συνολική ισχύ σχεδόν 100KW. Σήμερα στο νησί King Island βρίσκεται εγκατεστημένο ένα από τα μεγαλύτερα υβριδικά πάρκα που συνδυάζει αιολική και ηλιακή ενέργεια. Επίσης έχει και τις τρεις αρχικές γεννήτριες ντίζελ για βοηθητικό σύστημα. Αποτελείτε από 5 συνολικά Α/Γ και 6 Φ/Β συστήματα, εκτός αυτών έχει και ένα σύστημα ελέγχου και αποθήκευσης περισσευούμενης ενέργειας. Από το 1998 μέχρι και σήμερα έχει παρατηρηθεί από μελετητές πάνω από 20% μείωση στα καύσιμα που χρειαζόταν αρχικά το νησί.



Υπολογίζεται επίσης πως μέχρι το 2020 θα έχουμε μείωση πάνω από το 35%.

- **Κοινότητα Wales, Alaska:** Τελευταία αλλά εξίσου σημαντική είναι και η κοινότητα Wales στην Alaska. Αποτελείτε από σχεδόν 200 κατοίκους και βρίσκεται στο δυτικότερο άκρο της Alaska, σε μια περιοχή που ονομάζεται Seward. Το 1995 η Αρχή Ενέργειας της Αλάσκα, ο ηλεκτρικός οργανισμός του Kotzebue, ο ηλεκτρικός συνεταιρισμός των κοινοτήτων της Αλάσκα και το Εθνικό Εργαστήριο Α.Π.Ε. (N.R.E.L.) συνεργάστηκαν με σκοπό τη δημιουργία ενός υβριδικού συστήματος που συνδυάζει ντιζελογεννήτριες και ανεμογεννήτριες στην κοινότητα. Διάφορα εμπόδια αντιμετωπίστηκαν κατά τα έτη 1996 – 1999 καθυστερώντας την εγκατάσταση του συστήματος αρκετά χρόνια. Η δοκιμαστική λειτουργία του συστήματος ελέγχου ολοκληρώθηκε την άνοιξη του 2000 στο Εθνικό Κέντρο Αιολικής Τεχνολογίας (N.W.T.C.) του N.R.E.L. Οι ανεμογεννήτριες, οι πίνακες ελέγχου και ο βοηθητικός εξοπλισμός εγκαταστάθηκαν το καλοκαίρι του 2000. Το υβριδικό σύστημα ξεκίνησε τη μερική λειτουργία του τον Οκτώβριο του 2000, ωστόσο η επιτυχής επίδειξη όλων των καταστάσεων λειτουργίας πραγματοποιήθηκε το φθινόπωρο του 2001. Το υβριδικό σύστημα που εγκαταστάθηκε στην περιοχή, συνδυάζει: Α/Γ, γεννήτριες ντίζελ, αποθήκευσης ενέργειας, μετατροπείς ισχύος καθώς και διάφορες διατάξεις ελέγχου. Βασικός στόχος του παραπάνω πάρκου είναι η ικανοποίηση της ζήτησης της κοινότητας διατηρώντας υψηλή ισχύ, ενώ παράλληλα θα είχαμε ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης καυσίμου καθώς και του χρόνου λειτουργίας των γεννητριών ντίζελ. Το υβριδικό πάρκο αποτελείτε τελικά από: 2 Α/Γ ισχύος 65KW, 3 γεννήτριες ντίζελ, 1 ελεγκτή τοπικού ελεγχόμενου φορτίου, 1 ελεγκτή απομακρυσμένου ελεγχόμενου φορτίου, 1 μετατροπέα και 1 σύστημα αποθήκευσης ενέργειας.



Σε ελληνικό έδαφος τώρα, έχουμε δυο μεγάλα πάρκα. Το πρώτο είναι στην Πεύκη, η οποία βρίσκεται μόλις 18Km από την Αθήνα και στην οποία βρίσκονται εγκατεστημένες 435 «ηλιακές κατοικίες». Πρόκειται για σπίτια που στην οροφή τους έχουν Φ/Β πάνελ, στα συγκεκριμένα οικήματα μένουν κανονικά άνθρωποι που συμμετέχουν στον Οργανισμό Εργατικής Κατοικίας (Ο.Ε.Κ.). Το έργο δημιουργήθηκε ως πειραματική εφαρμογή ενεργητικών και παθητικών ηλιακών συστημάτων για παροχή ενέργειας, θέρμανσης, καθώς και ζεστού νερού για οικιακή χρήση, ενώ παράλληλα θα εξασφαλίζεται και η προστασία του περιβάλλοντος. Εκτός από τα ηλιακά συστήματα, ο οικισμός αυτός κατασκευάστηκε με προδιαγραφές εξοικονόμησης ενέργειας όπως για παράδειγμα: διπλά τζάμια, μονώσεις, μεγάλες γυάλινες προσόψεις και άλλα. Η επιλογή των ενεργητικών και παθητικών συστημάτων στηρίχθηκε στην μελέτη των κλιματολογικών συνθηκών της περιοχής. Μετά το τέλος της κατασκευής γινόντουσαν τακτικές μετρήσεις για κάποιο χρονικό διάστημα, σκοπός του παραπάνω ήταν η διαπίστωση της ενεργειακής απόδοσης του έργου. Η επιστημονική ομάδα που έκανε τις μετρήσεις διαπίστωσε κακή χρήση των ενεργειακών κατοικιών, παραδείγματος χάριν τις ηλιόλουστες μέρες παρατηρούταν το άνοιγμα των τεντών και το κλείσιμο των γυάλινων προσόψεων. Παρόλα αυτά παρατηρήθηκε πως τα ενεργειακά σπίτια, είναι πολύ πιο οικονομικά καθώς και οικολογικά από τα συμβατικά σπίτια του οικισμού. Το δεύτερο πάρκο βρίσκεται στην Γαύδο, η Γαύδος σε συνδυασμό με τα Αντικύθηρα ήταν τα πρώτα νησιά, που κατά την διάρκεια εγκατάστασης των αυτόνομων Φ/Β σταθμών, στα οποία γεννήθηκε η ιδέα της εγκατάστασης υβριδικών πάρκων που θα συνδυάζουν Α/Γ και Φ/Β μονάδες. Το σύστημα που θα δημιουργούταν θα έπρεπε, σε αντίθεση με τα μέχρι τότε συστήματα των Φ/Β, να έχει χαμηλές δαπάνες εγκατάστασης και να καλύπτει σε συνεχή βάση την ζήτηση παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Τόσο τα Αντικύθηρα, όσο ακόμα περισσότερο η Γαύδος έχουν επανειλημμένα προτείνει την εγκατάσταση υβριδικών συστημάτων παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας χωρίς κάποιο σημαντικό



αποτέλεσμα μέχρι και σήμερα. Τελευταία πρόταση για την εγκατάσταση ενός υβριδικού συστήματος έγινε το 2005, ωστόσο παρά το άπειρα θετικά ενός τέτοιου εγχειρήματος, το μόνο που υπάρχει ακόμα και σήμερα στο νησί είναι ένα μεγάλο Φ/Β πάρκο. Ωστόσο το παραπάνω πάρκο δεν είναι σε θέση να καλύπτει συνεχώς τις ανάγκες του νησιού και έτσι σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει, επιτακτική θα γίνει η ανάγκη για την εγκατάσταση ενός πετρελαϊκού σταθμού, δηλαδή το αντίθετο της Κύθνου. Στο νησί της Κύθνου είχαμε αρχικά γεννήτριες ντίζελ, οι οποίες μετά από πολλές μελέτες και προσπάθειες αντικαταστάθηκαν από ένα υβριδικό πάρκο αιολικής και ηλιακής ενέργειας. Σύμφωνα με τις μελέτες αυτές, είχαμε μέχρι και 25% μείωσης του κόστους του νησιού σε ενέργεια. Με την έναρξη λειτουργίας του, το έξυπνο υβριδικό σύστημα παραγωγής ενέργειας έδειξε πως ανταποκρίνεται πλήρως στις προσδοκίες και τις απαιτήσεις των κατοίκων του νησιού. Με λίγα λόγια πέτυχε ο κύριος στόχος να καταστήσει την Αιολική Ενέργεια βασική πηγή ενέργειας και τις πετρελαϊκές μονάδες εφεδρικές, βελτιώθηκε σημαντικά την ευστάθεια του δικτύου και κατά συνέπεια η ποιότητα της παρεχόμενης ισχύος και γενικά αναβαθμίστηκε σημαντικά ολόκληρο το ενεργειακό σύστημα του νησιού. Όπως ήταν όμως αναμενόμενο, στην αρχή παρουσιάστηκαν και ορισμένες δυσλειτουργίες ή καταστάσεις που με την πάροδο του χρόνου βελτιώθηκαν ή βρίσκονται υπό παρακολούθηση.

### **3.6 Σημαντικά Υβριδικά υπό μελέτη Συστήματα:**

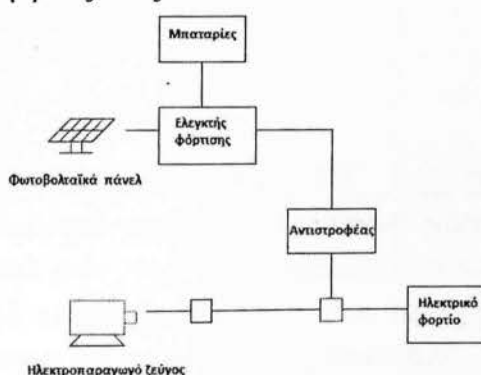
Εκτός των υβριδικών συστημάτων που συνδυάζουν Φ/Β και Α/Γ, σημαντικό είναι να αναφέρουμε και μερικά άλλα υβριδικά συστήματα που είναι εξίσου σημαντικά. Μερικά από αυτά αναφέρθηκαν και πιο πάνω, όπως για παράδειγμα υβριδικό σύστημα Φ/Β και γεννήτριας ντίζελ ή το αντίστοιχο υβριδικό με Α/Γ και γεννήτρια ντίζελ. Στο συγκεκριμένο σημείο θα αναφέρουμε ένα



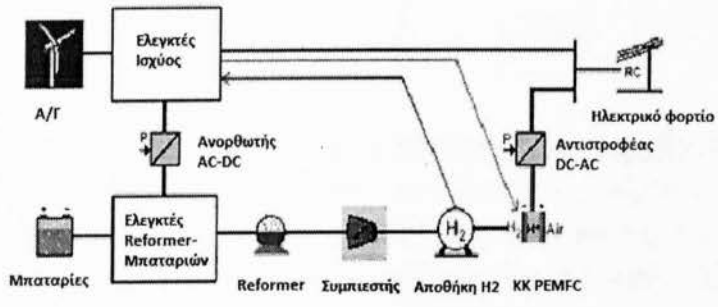
ακόμα υβριδικό σύστημα, το σύστημα που συνδυάζει Α/Γ και κυψέλες καυσίμων (Κ/Κ). Παρακάτω θα κάνουμε μια μικρή ανάπτυξη στα παραπάνω υβριδικά συστήματα καθώς και μια πλήρη ανάπτυξη ενός υβριδικού πάρκου Α/Γ και Φ/Β.

- **Υβριδικό σύστημα Φωτοβολταϊκών – Ντιζελογεννήτριας:**

Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στο κόστος μιας αυτόνομης Ντιζελογεννήτριας είναι το γεγονός πως η τιμή του αργού πετρελαίου αυξάνεται συνεχώς. Επιπλέον η μόνιμη χρήση μια ντιζελογεννήτριας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιβάλλει την αντικατάσταση της ή τουλάχιστον την γενική επισκευή της κάθε χρόνο. Τα παραπάνω προβλήματα εξαλείφονται με την εισαγωγή ενός Φ/Β συστήματος παραγωγής ενέργειας, με σκοπό την δημιουργία ενός υβριδικού συστήματος που θα ομαλοποιεί την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μειώνει τους ρύπους και το κόστος της. Βασική αρχή λειτουργίας του υβριδικού αυτού συστήματος είναι η εξής: Τα φωτοβολταϊκά παρέχουν την απαιτούμενη ισχύ στο φορτίο μέσω ενός μετατροπέα ισχύος. Η πρόσθετη ενέργεια από τα Φ/Β φορτίζει τις μπαταρίες αποθήκευση ενέργειας, τέλος η ντιζελογεννήτρια έχει βοηθητικό ρόλο στο σύστημα. Παρακάτω παρατίθεται το απλοποιημένο σύστημα ενός υβριδικού συστήματος Φ/Β και γεννήτριας ντίζελ:

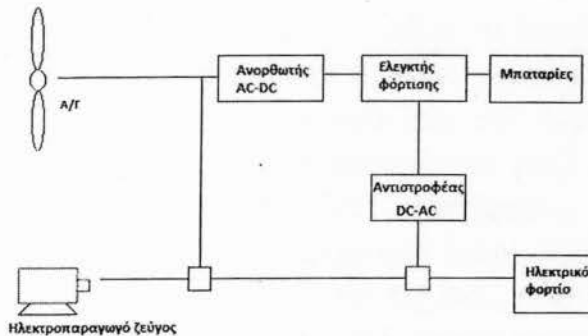


- Υβριδικό Σύστημα Α/Γ – Κ/Κ:** Σκοπός του υβριδικού αυτού συστήματος είναι η βέλτιστη χρήση της αιολικής ενέργειας σε ένα αυτόνομο σύστημα. Η σταθερότητα του δικτύου επιβάλλει μερικούς περιορισμούς στην συνεισφορά της αιολικής ενέργειας στην συνολική ενέργεια. Τέτοιου είδους προβλήματα μπορούν να αντιμετωπισθούν εύκολα με μερικά μέσα αποθήκευσης ενέργειας. Η βασική αρχή λειτουργίας του παραπάνω υβριδικού συστήματος είναι η εξής: Γίνεται παραγωγή H<sub>2</sub> (υδρογόνου 2) μέσω της διάσπασης του φυσικού αερίου που παρέχεται στην εγκατάσταση. Ο ηλεκτρολύτης χρησιμοποιεί την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις Α/Γ, ενώ παράλληλα το H<sub>2</sub> αποθηκεύεται σε κατάλληλες δεξαμενές. Σε περίπτωση που δεν έχουμε αέρα, το υδρογόνο μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω της Κ/Κ. Παρακάτω παρατίθεται το απλοποιημένο υβριδικό σύστημα Α/Γ και Κ/Κ:



- Υβριδικό Σύστημα Α/Γ – Ντιζελογεννήτριας:** Στο συγκεκριμένο σύστημα δόθηκε βάση στα κριτήρια τα οποία επηρεάζουν τις σχεδιαστικές επιλογές για της γεννήτριες ντίζελ καθώς και τις Α/Γ. Για τον λόγο αυτό, γίνονται δοκιμές ανάμεσα σε μια μεγάλη γκάμα από Α/Γ και γεννήτριες ντίζελ έτσι ώστε να βρεθεί ο βέλτιστος συνδυασμός που θα έχει την μέγιστη απόδοση. Στο συγκεκριμένο σύστημα η γεννήτρια ντίζελ λειτουργεί ως βοηθητικό στοιχείο, κύριο σύστημα παραγωγής ρεύματος είναι οι Α/Γ. Σε περίπτωση που οι Α/Γ

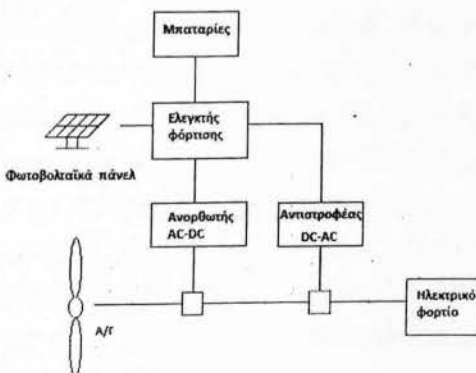
λειτουργούν στο μέγιστο και οι μπαταρίες είναι πλήρως φορτισμένες, η επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί με αρκετούς τρόπους. Παραδείγματος χάριν μπορεί να αξιοποιηθεί για διαφορετικό σκοπό, πέραν αυτού επιτρέπεται στις Α/Γ να επιταχύνουν ενεργοποιώντας έναν παθητικό μηχανισμό ελέγχου της έντασης του ρεύματος. Τέλος, μπορεί να επιτραπεί στις Α/Γ να επιταχύνουν ενεργοποιώντας ένα γρήγορο ενεργητικό μηχανισμό ελέγχου της έντασης του ρεύματος. Παρακάτω παρατίθεται το απλοποιημένο διάγραμμα ενός υβριδικού συστήματος Α/Γ και γεννήτριας ντίζελ:



- Υβριδικό σύστημα με συνδυασμό Α/Γ και Φ/Β:** Είναι ίσως το πιο αξιόπιστο και οικολογικό υβριδικό σύστημα, δημιουργείται από τον συνδυασμό δυο καθαρά ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της αιολικής και της ηλιακής. Σε ένα τέτοιο σύστημα η αποδοτικότητα του εξαρτάται από το αιολικό και ηλιακό δυναμικό της περιοχής στην οποία είναι εγκατεστημένο. Σε ένα τέτοιο υβριδικό σύστημα θα έχουμε αρκετά προβλήματα αρχικά, ωστόσο με κατάλληλες μελέτες και ρυθμίσεις, τα προβλήματα αυτά αντιμετωπίζονται σχετικά εύκολα. Η δυναμική της μια πηγής ρεύματος μπορεί να καλύψει την αδυναμία μιας άλλης σε μια ορισμένη χρονική περίοδο. Το παραπάνω γεγονός είναι λογικό αν σκεφτεί κανείς πως σε αρκετές περιοχές το ηλιακό δυναμικό είναι πολύ καλύτερο από το αντίστοιχο αιολικό κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ αντίστοιχα κατά τους χειμερινούς μήνες το αιολικό δυναμικό είναι πολύ καλύτερο. Η αξιολόγηση του αιολικού



δυναμικού μια περιοχής είναι δυσκολότερη από την αξιολόγηση του αντίστοιχου ηλιακού δυναμικού της ίδιας περιοχής. Για το παραπάνω φταίει κατά κύριο λόγο το γεγονός πως ο άνεμος μπορεί να επηρεαστεί από αρκετούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα: η τοποθεσία, η μορφολογία του εδάφους, τα πιθανά εμπόδια και άλλα, ενώ το ηλιακό δυναμικό είναι πολύ πιο «σίγουρο» θα μπορούσε να πει κανείς. Είναι λοιπόν εύκολο να σκεφτεί κανείς πως για τον προσδιορισμό του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής δεν αρκεί μόνο η γνώση της μέσης ταχύτητας του ανέμου, θα πρέπει να υπάρχει και προσδιορισμός των στιγμιαίων τιμών της με δειγματοληψία η οποία θα έχει όσο το δυνατόν πιο μικρή περίοδο. Κατά την διάρκεια λειτουργίας του αυτόνομου αυτού υβριδικού συστήματος μπορεί: α) αν η ζήτηση ενέργειας είναι μικρότερη από την παραγόμενη ενέργεια της Α/Γ, η ενέργεια που περισσεύει μαζί με την ενέργεια που παράγεται από τα Φ/Β συστήματα, αποθηκεύεται στους συσσωρευτές. β) αν η ζήτηση ενέργειας είναι μεγαλύτερη από αυτήν που παράγεται από τις Α/Γ, τότε η ενέργεια που λείπει συμπληρώνεται από τα Φ/Β συστήματα μέσω του μετατροπέα ισχύος. Αν παρόλα αυτά η ενέργεια δεν καλύπτεται από τα Φ/Β, ενέργεια «τραβιέται» από τους συσσωρευτές πάλι μέσω του μετατροπέα ισχύος. Τέλος και στις δυο περιπτώσεις, αν η ενέργεια των συσσωρευτών φτάσει στο μέγιστο ή το ελάχιστο επίπεδο φόρτισης, το σύστημα σταματάει την φόρτιση ή την αποφόρτιση τους αντίστοιχα. Παρακάτω παρατίθεται το απλοποιημένο σύστημα ενός υβριδικού συστήματος Α/Γ και Φ/Β:





## **Κεφάλαιο 4: Νομοθετικά Προβλήματα και προώθηση της ανανεώσιμης υβριδικής τεχνολογίας στην Ελλάδα:**

### **4.1 Γενικά:**

Από την αρχή της δεκαετίας του 80 άρχισαν να συμβαίνουν οι πρώτες εξελίξεις στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας. Μεγάλη ώθηση προς την κατεύθυνση αυτή έδωσε και η πτώση της τιμής του φυσικού αερίου, ενθαρρύνοντας έτσι τις ιδιωτικές επιχειρήσεις να πραγματοποιήσουν επενδύσεις στον ενεργειακό τομέα. Το 1999 η Ε.Ε. έθεσε τα θεμέλια για την απελευθέρωση της ενεργειακής αγοράς, ενώ παράλληλα έδινε την δυνατότητα σε αρκετούς μεγάλους καταναλωτές να διαλέγουν οι ίδιοι τον προμηθευτή τους χωρίς να δεσμεύονται από την κρατική εταιρεία παροχής ενέργειας (όπως για παράδειγμα η Δ.Ε.Η.). Από το παραπάνω συνεπάγεται πως οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας πλέον διαμορφώνονται από τον ανταγωνισμό μεταξύ ανεξάρτητων παραγωγών ενέργειας. Στην Ευρώπη καθώς και στην Ελλάδα συγκεκριμένα, το ενδιαφέρον των ιδιωτών για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αυξάνεται εκείνη την περίοδο. Συγκεκριμένα με τον νόμο 1559/85 δίνεται η δυνατότητα σε παραγωγούς να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από Α.Π.Ε. μέχρι και το τριπλάσιο τις ισχύος των εγκαταστάσεων τους καθώς και το να μπορούν να πουλάνε την περισσευούμενη ενέργεια στην Δ.Ε.Η. Ωστόσο ο νόμος εκείνος είχε αρκετά κενά και έτσι δόθηκε το άνοιγμα στην Δ.Ε.Η. να καθυστερήσει τις εφαρμογές των Α.Π.Ε. στην χώρα μας με την παροχή δικαιοδοσίας χαμηλών τιμών πώλησης της ενέργειας που περίσσευε, το παραπάνω γεγονός ήταν λογικό να συμβεί και θα έπρεπε να έχει προβλεφθεί αφού και η ίδια η Δ.Ε.Η. ήταν παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας. Το 1993 είχαμε την ανάπτυξη των πρώτων Α/Γ στην χώρα μας, ωστόσο μόνο 3MW της συνολικής ισχύος (27MW) ανήκαν σε ιδιώτες, τα υπόλοιπα 24MW ανήκαν εξολοκλήρου στην Δ.Ε.Η.. Το 1994 βγήκε ο νόμος 2244/94 σύμφωνα με τον οποίο απελευθερώθηκε η ανεξάρτητη παραγωγή



ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε., ωστόσο διατηρήθηκε το αποκλειστικό δικαίωμα της Δ.Ε.Η. για την κατασκευή, μεταφορά και διανομή όλων των μεγάλων έργων, όπως για παράδειγμα την δημιουργία ενός Αιολικού Πάρκου. Σύμφωνα με τον παραπάνω νόμο, υπήρχε μια βασική διαφορά ανάμεσα στους αυτοπαραγωγούς και τους ανεξάρτητους παραγωγούς. Οι πρώτοι παρήγαγαν ηλεκτρική ενέργεια και την έδιναν εξολοκλήρου στην Δ.Ε.Η., ενώ οι δεύτεροι παρήγαγαν ηλεκτρική ενέργεια για να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες. Η πώληση ηλεκτρικής ενέργειας σε τρίτους, δηλαδή εκτός Δ.Ε.Η. απαγορεύεται τόσο στους πρώτους όσο και στους δεύτερους. Αρκετές νομοθετικές αλλαγές ακολούθησαν στην συνέχεια, ωστόσο ποτέ δεν άνοιξε τελείως ο δρόμος της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Οι επόμενοι νόμοι αφορούσαν την σχέση των Α.Π.Ε. με την γη και το περιβάλλον (δάση, ζώα και άλλα), ωστόσο ποτέ δεν υπήρξε κάποιος νόμος που να καταργεί το μονοπώλιο της Δ.Ε.Η. στο θέμα των Α.Π.Ε., αν αυτό είχε συμβεί τότε κάθε νοικοκυριό θα είχε το δικαίωμα να επιλέξει άλλες εταιρίες εναλλακτικά από την Δ.Ε.Η.. Ωστόσο μέσα από αυτούς τους νόμους υπήρξαν και μερικά θετικά αποτελέσματα, τα πιο βασικά από αυτά είναι:

- **Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.):** Η ίδρυση του έγινε με σκοπό την προώθηση των Α.Π.Ε., καθώς και την εξοικονόμηση ενέργειας. Το Κ.Α.Π.Ε. είναι ένα εθνικό συντονιστικό κέντρο των παραπάνω δραστηριοτήτων και διαθέτει εργαστήρια πιστοποίησης τεχνολογιών Α.Π.Ε..
- **Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.):** Ιδρύθηκε με τον νόμο του 1999 και είναι μια ανεξάρτητη αρχή που ασχολείται με την παρακολούθηση και τον έλεγχο της αγοράς ενέργειας. Στην ουσία η αξιολόγηση του συνόλου των αιτήσεων για επενδύσεις σε Α.Π.Ε. γίνεται από την Ρ.Α.Ε. με την τεχνική υποστήριξη του Κ.Α.Π.Ε. με βάση τα κριτήρια του άρθρου 9 του Κανονισμού Αδειών που εκδόθηκε σύμφωνα με το άρθρο 3 του νόμου 2773/1999.
- **Ο Διαχειριστής Συστήματος Δικτύου:** Η δημιουργία του έγινε επίσης κατά τις διατάξεις του νόμου του 1999 και η



σύσταση του έγινε με σκοπό την διευθέτηση των αποκλίσεων παραγωγής και ζήτησης ενέργειας. Στην θέση αυτή ανατίθεται και η εφαρμογή των διατάξεων του νόμου που αποβλέπουν στη δημιουργία συνθηκών υγιούς ανταγωνισμού. Με τον τρόπο αυτόν, μειώνεται ο κίνδυνος και είναι πιο εύκολη η εισαγωγή νέων παικτών στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Πέραν αυτών, ο Διαχειριστής Συστήματος είναι υποχρεωμένος να διασφαλίζει μακροχρόνια το περιθώριο δυναμικού εγχώριας παραγόμενης ενέργειας ώστε να είναι δυνατή η αντιμετώπιση έλλειψης ενέργειας στο μέλλον.

#### **4.2 Τιμολόγηση Παραγόμενης Ενέργειας:**

Η τιμολόγηση της ενέργειας που παράγεται από τα Φ/Β συστήματα θεωρείται εξαιρετική για τις επιχειρήσεις. Ωστόσο δεν ισχύει το ίδιο και για τους ιδιώτες, δηλαδή τις μικρές ιδιωτικές ή και οικιακές εγκαταστάσεις. Ο ιδιώτης θεωρείται σιτοπαραγωγός και εξορισμού έχει το δικαίωμα να πουλά το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει, μέχρι και το 20% τις συνολικής ετήσιας παραγόμενης ενέργειας. Η σύμβαση για την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται ανάμεσα στον διαχειριστή του δικτύου και κάποιο νομικό πρόσωπο που σημαίνει πως ο ιδιώτης θα πρέπει να ιδρύσει επιχείρηση για να μπορεί να εκμεταλλευτεί την ηλεκτρική ενέργεια σαν ανεξάρτητος παραγωγός. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως η συμπαραγωγή των Φ/Β και των Α/Γ στην οικονομία αρκετών δυνατών σε αυτόν τον τομέα χωρών, γίνεται λόγω των μικρών ιδιωτικών επιχειρήσεων και όχι των μεγάλων εγκαταστάσεων. Πολλές ιδιωτικές επιχειρήσεις κάνουν εγκατάσταση Φ/Β και μικρών Α/Γ σε οροφές κτιρίων τους, όπως για παράδειγμα στην οροφή ενός εργοστασίου. Συνολικά τα οφέλη των Α.Π.Ε. είναι σχεδόν άπειρα και εκτείνονται εκτός από το οικολογικό και στο οικονομικό επίπεδο. Περισσότερη ανάλυση θα γίνει και στο επόμενο κεφάλαιο.



#### **4.3 Οι νόμοι 3468/2006 – 3734/2009:**

Τον Ιούνιο του 2006 ψηφίστηκε ο νόμος 3468/2006, ο οποίος είχε τίτλο: «Παραγωγή Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις». Στον παραπάνω νόμο περιέχεται και το πλαίσιο διαδικασιών αδειοδότησης και μέτρων προώθησης των Α.Π.Ε. στην Ελλάδα. Τα Φ/Β και οι Α/Γ «πριμοδοτήθηκαν» με υψηλές τιμές πώλησης της KWh, έτσι γίνονται αρκετά επιθυμητές από τους ηλεκτροπαραγωγούς. Βασικός λόγος για το παραπάνω ήταν και το πλούσιο Αιολικό και Ηλιακό δυναμικό της χώρας μας. Το παραπάνω μέτρο εφαρμόζεται ήδη σε αρκετές «δυνατές» χώρες, κλασσικά παραδείγματα αποτελούν οι: Γερμανία, Ισπανία, Κύπρος, Ιταλία, Γαλλία, Ελλάδα και άλλες. Στόχος του παραπάνω νόμου-μέτρου είναι η ευρεία ανάπτυξη της ζήτησης των Φ/Β και των Α/Γ, η οποία θα οδηγήσει σε οικονομικότερα προϊόντα λόγω της οικονομίας κλίμακας που θα δημιουργηθεί για τα προαναφερθέντα. Βάση των παραπάνω, φρόνιμο είναι να σκεφτεί κανείς πως σε δεκαπέντε με είκοσι χρόνια, ο ηλεκτρισμός που θα παράγεται από τα Φ/Β και Α/Γ που έχουν εγκατασταθεί σε υβριδικά και μη πάρκα θα πωλείται σε τιμές που θα μπορούν εύκολα να ανταγωνιστούν τις συμβατικές μορφές ενέργειας. Το 2009 ορίζεται ο νόμος 3734/2009. Σύμφωνα με τον οποίο ορίζεται ένα χρονοδιάγραμμα για την αδειοδότηση από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε). Επίσης ορίζονται και νέες τιμές πώλησης της παραγόμενης ενέργειας που παράγεται από τα Φ/Β και τις Α/Γ. Οι τιμές αυτές θα είναι εγγυημένες και σταθερές για τα επόμενα είκοσι χρόνια, ενδεχομένως να αναπροσαρμόζονται ελάχιστα σύμφωνα με το 25% του πληθωρισμού της κάθε χρονιάς που θα περνάει.



#### **4.4 Επιδοτήσεις Εγκατάστασης υβριδικών πάρκων:**

Πέραν όμως των νομοθετικών προβλημάτων που υπάρχουν για την εγκατάσταση Φ/Β, Α/Γ, καθώς και υβριδικών πάρκων κάθε είδους, η νομοθεσία είναι διαφορετική για τις επιδοτήσεις κατασκευής τους. Ειδικότερα αν οι επιδοτήσεις αυτές προέρχονται από ιδιώτες, πολλές φορές έχουμε φοροελάφρυνση σε ποσοστό έως και 20% επί του ποσού της επένδυσης. Ωστόσο το ποσό αυτό δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 700 ευρώ. Αν πάλι οι επενδύσεις γίνουν από κάποια εταιρία, τότε σύμφωνα με τον επενδυτικό νόμο 3522/2006 έχουμε τρεις περιοχές επικράτειας:

- **Περιοχή Α:** Είναι η περιοχή που περιλαμβάνει τους νομούς Αττικής και Θεσσαλονίκης. Δεν περιλαμβάνει τις Βιομηχανικές Επιχειρηματικές Περιοχές και τα νησιά των δυο Νομών που περιέχονται στην Περιοχή Β.
- **Περιοχή Β:** Περιλαμβάνει τους Νομούς: Καρδίτσας, Λάρισας, Μαγνησίας, Τρικάλων, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Γρεβενών, Κοζάνης, Φλώρινας, Καστοριάς, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Εύβοιας, Βοιωτίας, Ευρυτανίας και τέλος όλους τους Νομούς της Κρήτης (Λασιθί, Ρέθυμνο, Χανιά, Ηράκλειο).
- **Τέλος, Περιοχή Γ:** Περιλαμβάνει όλους τους υπόλοιπους Νομούς που απομένουν. Ενδεικτικά αναφέρουμε τους: Καβάλα, Δράμα, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος, Λέσβος, Χίος, Σάμος, Αχαΐα, Ηλεία και άλλοι.

Η εταιρία που κάνει την επιδότηση έχει την υποχρέωση να συνεισφέρει το 25% της επένδυσης αυτής από το ίδιο κεφάλαιο. Ανάλογα με την περιοχή που βρίσκεται η επιχείρηση καθώς και



βάση του μεγέθους της, υπολογίζεται και το ποσοστό της επιδότησης βάση του παρακάτω:

Μέγεθος επιχείρησης	Περιοχή σύμφωνα με τον αναπτυξιακό νόμο		
	A	B	Γ
Μεγάλη	20%	30%	40%
Μεσαία	30%	40%	40%
Μικρή	40%	40%	40%
Πολύ μικρή	40%	40%	40%

Η αδειοδότηση για την εγκατάσταση καθώς και την λειτουργία ενός υβριδικού πάρκου εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την ισχύ του Φ/Β συστήματος που θα συνδυαστεί με το εκάστοτε Αιολικό Σύστημα. Γενικά έχουν επικρατήσει τέσσερις μεγάλες κατηγορίες:

- **Συστήματα  $\leq 20\text{KW}$ :** Στα συγκεκριμένα συστήματα δεν απαιτείται κάποια άδεια για κατασκευή ή λειτουργία. Επίσης εκτός της περίπτωσης που το υβριδικό σύστημα εγκαθίσταται σε κάποιον χώρο που είναι εκτός του βασικού ηλεκτρικού δικτύου, δεν χρειάζεται κάποια εξαίρεση στην άδεια παραγωγής του έργου. Στην περίπτωση που το υβριδικό πάρκο περιέχει τέτοιου είδους Φ/Β συστήματα η έγκριση για εγκατάσταση βγαίνει αρκετά γρήγορα. Συγκεκριμένα πρώτα εγκρίνεται η Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση και Αξιολόγηση (ΠΠΕΑ) και ύστερα δίνεται και η έγκριση περιβαλλοντικών όρων (ΕΠΟ).
- **Συστήματα 20-150 KW:** Είναι λίγο πιο περίπλοκα από τα προηγούμενα. Για να πάρει κάποιος έγκριση για την δημιουργία ενός υβριδικού πάρκου με τέτοια Φ/Β συστήματα



πρέπει να έχει στην κατοχή του τα: α) Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων, β) Εξαίρεση από άδεια παραγωγής.

- **Συστήματα 150-2000 KW:** Όταν σε ένα υβριδικό σύστημα περιέχονται και Φ/Β συστήματα τέτοιου τύπου απαιτούνται πριν την εγκατάσταση του πάρκου: α) Άδεια Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας, β) Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων, γ) Άδεια Εγκατάστασης. Τέλος αφού η εγκατάσταση του πάρκου ολοκληρωθεί θα πρέπει να εκδοθεί και μια Άδεια Λειτουργίας. Η Άδεια αυτή βγαίνει ύστερα από απόφαση του νομικού οργάνου που είναι υπεύθυνο για την χορήγηση της Άδειας Εγκατάστασης του προαναφερθέντος υβριδικού πάρκου παραγωγής ενέργειας. Ο ιδιοκτήτης του πάρκου, παίρνει την Άδεια Λειτουργίας μέσα σε δεκαπέντε μόλις μέρες, εφόσον βέβαια γίνουν οι απαραίτητοι έλεγχοι και βγουν θετικοί.
- **Συστήματα >2000KW:** Είναι ο τελευταίος τύπος Φ/Β συστημάτων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν συνδυαστικά με Α/Γ σε ένα υβριδικό πάρκο. Απαιτούμενα για την εγκατάσταση ενός πάρκου που τα περιέχει είναι: α) Άδεια Παραγωγής Ενέργειας, β) ΕΠΟ, γ) Άδεια Εγκατάστασης. Μετά την εγκατάσταση του πάρκου, είναι απαραίτητη μια Άδεια Λειτουργίας. Βασική διαφορά με την Τρίτη κατηγορία συστημάτων Φ/Β, είναι πως σε αυτήν την κατηγορία είναι αρκετά πιο δύσκολη η απόκτηση των εγγράφων που χρειάζονται για την εγκατάσταση του πάρκου. Συγκεκριμένα: Η ΡΑΕ διαβιβάζει την ΠΠΕ στην νομική αρχή που είναι υπεύθυνη για την περιβαλλοντική αδειοδότηση. Ύστερα η αρχή αυτή κάνει τους απαραίτητους ελέγχους και τελικά στέλνει μια ετυμηγορία στην ΡΑΕ. Η ΡΑΕ αφού λάβει την ετυμηγορία, υποβάλει την δική της ετυμηγορία στον Υπουργό Ανάπτυξης και τελικός βγαίνει η Άδεια Παραγωγής. Βάση παραπλήσιων τρόπων εκδίδονται και οι άλλες δυο άδειες για να μπορέσει να ξεκινήσει η εγκατάσταση του υβριδικού πάρκου. Η Άδεια Λειτουργίας χορηγείται με τον ίδιο τρόπο





που χορηγείται και για την κατηγορία τρία των Φ/Β συστημάτων.

## **Κεφάλαιο 5: Ανάλυση σε οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο:**

### **5.1 Εισαγωγή:**

Σε μια επένδυση υπάρχει πάντα κάποια σκοπιμότητα, αυτή μπορεί να είναι είτε οικονομική είτε οικολογική και ούτω καθεξής. Βασικό ρόλο σε μια επένδυση έχει το αν η επένδυση αυτή θα έχει μια μακροχρόνια οικονομική απόδοση. Οι επενδύσεις σε ενεργειακά συστήματα κάθε είδους (είτε αυτά είναι συστήματα παραγωγής ενέργειας, είτε είναι συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας) είναι οικονομικά σκόπιμες, εάν η μείωση των λειτουργικών δαπανών για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μπορεί να αποσβέσει το αρχικό κεφάλαιο σε ένα προαποφασισμένο χρονικό διάστημα ή αν τα έσοδα από τη διάθεση της παραγόμενης ενέργειας οδηγούν σε κέρδη ικανά να ικανοποιήσουν τους επιχειρηματικούς στόχους του επενδυτή. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που χαρακτηρίζουν τις επενδυτικές αποφάσεις είναι ο χρόνος, η αβεβαιότητα, οι επενδυτικές ευκαιρίες και οι προτιμήσεις των επενδυτών. Η διαχρονική αξία του χρήματος καθορίζεται με τη χρήση των επιτοκίων, τα οποία αποτελούν βασικό μηχανισμό με τον οποίο επενδυτής έχει τη δυνατότητα να ανταλλάξει σημερινό με μελλοντικό χρήμα. Σε μια επένδυση πάντοτε υπάρχουν ροές χρημάτων, αυτές μπορούν να είναι είτε προς τα έξω (αρχικά) είτε προς τα μέσα (τελικά). Επίσης μπορούν να εκφραστούν σε τρέχουσες τιμές και σε σταθερές τιμές. Έκφραση σε «τρέχουσες τιμές» είναι το πραγματικό ποσό χρημάτων που καταβάλλεται ή εισπράττεται σε κάποια χρονική στιγμή. Έκφραση σε «σταθερές τιμές» είναι το ποσό των χρημάτων σε δεδομένη



χρονική στιγμή, που είναι ισοδύναμο με το πραγματικό. Η στιγμή αυτή (χρόνος αναφοράς) μπορεί να επιλεγεί αυθαίρετα. Συχνά ως χρόνος αναφοράς ορίζεται η αρχή του πρώτου έτους του οικονομικού κύκλου ζωής. Ως οικονομικός κύκλος ζωής μιας επένδυσης θεωρείται η χρονική περίοδος κατά τη διάρκεια της οποίας ανακτάται το αρχικό επενδυτικό κεφάλαιο καθώς και η επιθυμητή απόδοση αυτού. Ο οικονομικός κύκλος ζωής πρέπει να είναι ίσος ή μικρότερος της πραγματικής ζωής του βασικού εξοπλισμού της επένδυσης. Κατά την διάρκεια μιας επένδυσης και κυρίως στις ενεργειακές επενδύσεις πρέπει να γίνονται κάποιες προσεγγίσεις. Αυτές χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες:

- **Μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας:** Είναι το συνολικό καθαρό κέρδος μιας επιχείρησης που βγαίνει ως διαφορά μεταξύ του συνόλου δαπανών και του οφέλους που έχουμε από την επένδυση.
- **Μέθοδος του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης:** Βασίζεται στον υπολογισμό του ελάχιστου επιτοκίου της κάθε επένδυσης, ώστε η καθαρή παρούσα αξία επένδυσης να είναι μηδέν στο τέλος του ωφέλιμου χρόνου λειτουργίας της.
- **Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής:** Είναι ένα χρονικό διάστημα το οποίο απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να παρθούν από το αρχικό κεφάλαιο.
- **Καθαρή Ταμειακή Ροή:** Είναι η διαφορά μεταξύ των εσόδων μιας επιχείρησης (από τις πωλήσεις ή ακόμα και την εξοικονόμηση κόστους) και των εξόδων (πληρωμών) για τους διάφορους συντελεστές παραγωγής της. Στο δεύτερο περιλαμβάνεται και η συντήρηση των Φ/Β ή των Α/Γ ενός υβριδικού πάρκου.



## 5.2 Αξιολόγηση του Υβριδικού Συστήματος Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας:

Στο σημείο αυτό θα εξεταστεί οικολογικά αλλά και οικονομικά ένα υβριδικό πάρκο. Η βιωσιμότητα μιας ενεργειακής επένδυσης εξαρτάται κυρίως από: α) το κόστος κατασκευής της εγκατάστασης, β) τα οφέλη που παίρνουμε ετησίως από την εγκατάσταση. Τα οφέλη αυτά μπορεί να είναι διαφόρων ειδών, κυρίως όμως μας απασχολεί η απόδοση ενός τέτοιου συστήματος καθώς και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από το παραπάνω σύστημα. Οι ανανεώσιμες και οι συμβατικές πηγές ενέργειας έχουν πολλά και διαφορετικά οικονομικά χαρακτηριστικά. Συνήθως οι Α.Π.Ε. χαρακτηρίζονται από αρκετά υψηλά αρχικά κόστη, ωστόσο μακροχρόνια και ίσως μερικές φορές και βραχυχρόνια, τα κόστη αυτά εκμηδενίζονται από την απόδοση ενός σωστά υπολογισμένου υβριδικού ή μη συστήματος παραγωγής ενέργειας. Άλλο γνωστό χαρακτηριστικό των ΑΠΕ είναι πως έχουν σχεδόν μηδενικά κόστη συντήρησης και λειτουργίας, σε αντίθεση με το παραπάνω, οι συμβατικές πηγές ενέργειας έχουν σχετικά χαμηλά αρχικά κόστη αλλά τα κόστη συντήρησης και λειτουργίας τους είναι τεράστια. Για μπορεί να επιτευχθεί μια σύγκριση ανάμεσα σε δυο τόσο διαφορετικούς τύπους συστημάτων θα πρέπει να βρεθεί κάποια κοινή οδός πορείας. Το παραπάνω επιτυγχάνεται με την εξέταση του συνολικού κύκλου ζωής ενός υβριδικού και ενός συμβατικού συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και με εξέταση όλων των κοστών που υπάρχουν κατά την διάρκεια της ζωής του. Το λογισμικό HOMER προσφέρει την δυνατότητα να δημιουργηθεί μια προσομοίωση ενός υβριδικού συστήματος. Έτσι μπορούμε να ελέγξουμε υπολογιστικά τα κόστη που θα έχει ένα τέτοιο σύστημα δίχως να χρειαστεί να το κατασκευάσουμε. Το HOMER έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιεί πολλαπλές προσομοιώσεις για κάθε στοιχείου του υβριδικού μας πάρκου, δηλαδή θα εκτελεί μια προσημείωση για τις Α/Γ και μια για τα Φ/Β συστήματα. Με τον παραπάνω τρόπο μπορούμε εύκολα να βρούμε τις βέλτιστες τιμές του κάθε μέρους του υβριδικού συστήματος που εξετάζουμε και εν τέλει να κάνουμε τον βέλτιστο



συνδυασμό τους ώστε να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα. Μακροχρόνια ένα υβριδικό σύστημα έχει πολύ καλύτερη απόδοση από ότι ένα συμβατικό σύστημα. Βασικός λόγος για το παραπάνω είναι το γεγονός πως τα συμβατικά συστήματα χρησιμοποιούν καύσιμα για την λειτουργία τους και έτσι έχουμε αρκετές φθορές σε εσωτερικά αλλά και εξωτερικά εξαρτήματα, εν αντιθέσει, τα Φ/Β ή οι Α/Γ δεν έχουν εσωτερικές φθορές και οι εξωτερικές φθορές τους είναι ελάχιστες και αρκετά σπάνιες. Ειδικά τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί αρκετοί τύποι Α/Γ και Φ/Β, ο καθένας από τους τύπους αυτούς χρησιμοποιεί διαφορετικά υλικά ανάλογα με την περιοχή εγκατάστασης του έργου. Σύμφωνα με το παραπάνω έχουμε ακόμα λιγότερες εξωτερικές ζημιές στα συστήματα μας.

### **Βασικά Οικονομικά Πλεονεκτήματα του Υβριδικού Συστήματος**

**Α/Γ – Φ/Β:** Πιο οικονομικός από όλους τους τύπους ΑΠΕ αλλά και υβριδικών τύπων ΑΠΕ είναι το σύστημα Α/Γ-Φ/Β. Εξηγήσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο τα βασικά χαρακτηριστικά του και τα οικολογικά του πλεονεκτήματα, στο παρόν κεφάλαιο θα αναλυθεί και οικονομικά ο λόγος που κατέχει τόσο υψηλή θέση ανάμεσα στα άλλα συστήματα ΑΠΕ.

- **Είναι οικονομικά «ανεξάρτητό» όλον τον χρόνο:** Αυτό σημαίνει πως το παρόν υβριδικό σύστημα έχει την δυνατότητα να αποφέρει κέρδος καθόλη την διάρκεια ενός έτους. Ειδικά αν τοποθετηθεί σε ένα νησί όπου και το Αιολικό αλλά και το Ηλιακό δυναμικό είναι πολύ καλύτερο από την στερεά χώρα της Ελλάδος.
- **Πλέον υπάρχουν ουκ ολίγες επιδοτήσεις για ένα τέτοιο έργο:** Το κόστος κατασκευής θα είναι πολύ μικρότερο από το κόστος της αντίστοιχης συμβατικής εγκατάστασης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- **Πιθανότητα απόδοσης 100%:** Αν το υβριδικό αυτό πάρκο συνδυαστεί με μια γεννήτρια ντίζελ για υποβοήθηση τις εποχές που πέφτει λίγο η απόδοση, μπορούμε να έχουμε και



απόδοση σχεδόν ίση με 100%. Κλασσικό παράδειγμα αποτελεί το γεγονός πως ο συνδυασμός Α/Γ και γεννήτριας ντίζελ με υποβοήθηση από τα Φ/Β κατά τους καυτούς μήνες του καλοκαιριού (Ιούλιος, Αύγουστος) μπορούμε να έχουμε απόδοση έως και 4 φορές μεγαλύτερη από την απόδοση του αντίστοιχου συμβατικού συστήματος.

Τέλος ακόμα και οικολογικά, ένα υβριδικό σύστημα είναι σχεδόν 100% καλύτερο από το αντίστοιχο συμβατικό. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει είναι σχεδόν άπειρα, ενδεικτικά αναφέρονται τα τέσσερα πιο σημαντικά:

- **Μηδενικοί Ρύποι.**
- **Προστασία της πανίδας καθώς και της χλωρίδας:** Μόνο πρόβλημα εδώ είναι ο πρώτος χρόνος λειτουργίας του πάρκου, λόγω των συχνών τραυματισμών των πτηνών της περιοχής.
- **Χρήση «καυσίμου» που είναι ανανεώσιμο.**
- **Προστασία της ανθρώπινης υγείας:** Λόγος είναι η μηδενική έκκριση ρύπων.

Είναι λοιπόν εύκολο να δει κανείς πως τα πλεονεκτήματα σε οικολογικό αλλά και σε οικονομικό επίπεδο είναι κατά πολύ περισσότερα από τα μειονεκτήματα που είναι σχεδόν μηδενικά. Τέλος ακόμα και στα συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουμε εξίσου πολλά πλεονεκτήματα και ίσως κανένα μειονέκτημα. Αρκεί να αναφέρουμε πως με έναν ηλιακό θερμοσίφωνα έχουμε αρκετό ζεστό νερό για μια τετραμελή και ίσως και μια πενταμελή οικογένεια. Το κόστος που δημιουργείται για την θέρμανση του νερού είναι μηδενικό. Το μόνο που πρέπει να υπολογιστεί είναι το μέρος που θα τοποθετηθεί ένα τέτοιο σύστημα καθώς και το κόστος αγοράς και εγκατάστασης.



## Κεφάλαιο 6: Βιβλιογραφία & Ευχαριστίες:

### Ευχαριστίες:

Εδώ θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κύριο Φετφατζή για την πολύτιμη βοήθεια του καθώς και τον χρόνο που ξόδεψε για να μου λύσει όσες απορίες είχα αλλά και να με καθοδηγήσει σε κάποια πράγματα. Επίσης ένα ευχαριστώ θα ήθελα να πω στον κύριο Κανελλόπουλο από την εταιρία Cocoon, ο οποίος παρά τον ελάχιστο χρόνο του φρόντισε να μου δώσει όσες πληροφορίες ήθελα κατά την διάρκεια μιας επίδειξης Α/Γ και Φ/Β που έλαβε χώρα στα Σπάτα κατά το 2012. Τέλος, ένα τελευταίο ευχαριστώ στους υπαλλήλους των εταιριών Ilion Energy και Big Solar, οι οποίοι κατά την διάρκεια της ίδιας επίδειξης φρόντισαν να μου δείξουν πρακτικά τον τρόπο λειτουργίας μιας Α/Γ καθώς και ενός Φ/Β συστήματος.

### Βιβλιογραφία:

- Σταύρος Παπαθανασίου, «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας».
- Vestas Wind Technology SA [www.vestas.com](http://www.vestas.com)
- Enercon GmbH.
- ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
- Ιωάννης Κ. Καλδέλλης, «Διαχείριση Αιολικής Ενέργειας»
- Χατζημπίρος Κ. , «Οικολογία: Οικοσύστημα και προστασία του Περιβάλλοντος»
- Σαραφιανός Δ. Σειραγάκης, «Σύγκριση Υβριδικών Συστημάτων και Εφαρμογή τους σε Αυτόνομη Κατοικία.
- Παπακωνσταντίνου Ι., «Φωτοβολταϊκά Συστήματα»
- Βασίλης Δ. Μπιτζιώνης, «Σύγχρονες Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις»
- Φραγκιαδάκης Ιωάννης, «Φωτοβολταϊκά Συστήματα»
- J. F. Manwell-J. G. Mc Gowan, «Αιολική Τεχνολογία και κατασκευή Αιολικού Πάρκου»
- Anderson J. D., «Βασικές Αρχές της Αεροδυναμικής»
- Πηγές από το Διαδίκτυο.