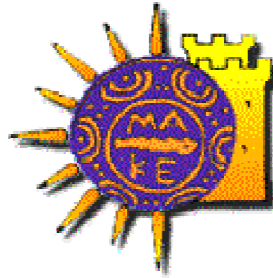


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Δ.Π.Μ.Σ. στη Διοίκηση Επιχειρήσεων

MBA



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ :

**‘Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ
ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΑ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΑΡΚΑ’**

Υπεύθυνος Καθηγητής : κ. Τσιότρας Γεώργιος

Όνοματεπώνυμο : Τζίμας Ευάγγελος

Αριθμός Μητρώου : M 03/10

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

*Στους γονείς μου,
Στέφανο και Αλέκα
και στην αδερφή μου Τάνια...*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Γεώργιο Τσιότρα, Καθηγητή του τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων του Πανεπιστημίου Μακεδονίας, επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, για την πολύτιμη συνδρομή και την αμέριστη συμπαράστασή του καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησής της.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας αποτελεί η ποιότητα στα συστήματα εναλλακτικών μορφών ενέργειας με έμφαση στα φωτοβολταϊκά πάρκα. Αρχικά γίνεται αναφορά στα είδη των εναλλακτικών μορφών ενέργειας όπου δίνεται έμφαση στην ηλιακή ενέργεια, αναλύονται τα φωτοβολταϊκά συστήματα και παρουσιάζονται τα μέρη από τα οποία αποτελούνται. Στη συνέχεια αναφέρονται κάποιοι κρίσιμοι παράγοντες που έχουν να κάνουν με το σχεδιασμό και την κατασκευή των φωτοβολταϊκών πάρκων και συστημάτων, όπου παρατίθεται και μια μελέτη περίπτωσης ενός φωτοβολταϊκού πάρκου στα Χανιά Κρήτης και αποτιμώνται κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά του που κρίνουν την απόδοση και ποιότητά του. Η διπλωματική συνεχίζει παρουσιάζοντας κάποιους παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα και την απόδοση των φωτοβολταϊκών πάρκων και συστημάτων. Εκεί αναφέρονται το διάγραμμα ροής ενέργειας φ/β πάρκου, κάποιοι δείκτες αξιολόγησης του φ/β συστήματος και παρατίθεται μια μελέτη περίπτωσης όπου αναλύεται η απόδοση ενός φ/β πάρκου. Επίσης, αναφέρονται συστήματα ποιότητας, όπως το ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, OHSAS 18001 κ.ά. Τέλος παρουσιάζεται η ποιότητα και τα συστήματα που την πιστοποιούν σε άλλες εναλλακτικές μορφές ενέργειας, πέραν της ηλιακής.

Λέξεις – Κλειδιά : Εναλλακτικές Μορφές Ενέργειας, Συστήματα, Ποιότητα, Φωτοβολταϊκά Πάρκα, Απόδοση, Πιστοποίηση

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Αφιερώσεις.....	ii
Ευχαριστίες.....	iii
Περίληψη.....	iv
Πίνακας περιεχομένων.....	v
Πίνακας εικονογραφήσεων.....	viii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	1
1.1 Γενικά.....	1
1.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	3
1.3 Μεθοδολογία	5
1.4 Αιολική Ενέργεια.....	5
1.5 Γεωθερμική Ενέργεια.....	6
1.6 Υδροηλεκτρική Ενέργεια.....	8
1.7 Βιοενέργεια (βιομάζα).....	9
1.8 Ηλιακή Ενέργεια.....	11
1.8.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα.....	12
1.8.1.1 Φωτοβολταϊκή γεννήτρια.....	13
1.8.1.2 Κατασκευή στήριξης.....	14
1.8.1.3 Συστήματα μετατροπής ισχύος.....	14
1.8.1.4 Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου, προστασίας και λοιπά στοιχεία.....	15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΚΡΙΣΙΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....16

2.1 Ποιότητα κατασκευής.....	16
2.2 Φυσικοί παράμετροι και τεχνικά χαρακτηριστικά.....	16
2.2.1 Η ισχύς του πάρκου.....	17
2.2.2 Μελέτη περίπτωσης : Φωτοβολταϊκό πάρκο στα Χανιά Κρήτης.....	20
2.3 Επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης του Φ/Β συστήματος.....	22
2.3.1 Προσανατολισμός των Φ/Β πλαισίων.....	22
2.3.2 Προβλήματα σκιασμών.....	24
2.3.3 Στατική μελέτη και υλικά στήριξης.....	25

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....26

3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση.....	26
3.2 Διάγραμμα Ροής Ενέργειας Φωτοβολταϊκού Πάρκου.....	26
3.3 Δείκτες Αξιολόγησης του Φωτοβολταϊκού Συστήματος.....	28
3.4 Μελέτη περίπτωσης : Ανάλυση απόδοσης φωτοβολταϊκού πάρκου στο νησί της Κρήτης.....	32
3.4.1 Το φωτοβολταϊκό πάρκο.....	33
3.4.2 Ανάλυση του συστήματος.....	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ.....39

4.1 Επιθεώρηση και πιστοποίηση έργων κατασκευής φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	39
4.2 Πιστοποίηση σε όλες τις φάσεις κατασκευής ενός φ/β συστήματος.....	40
4.3 Πιστοποίηση ποιότητας γραμμής παραγωγής φ/β πλαισίων.....	41

4.4 Περιπτώσεις εταιρειών και συστήματα πιστοποίησης.....	42
4.5 Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας κατά ISO 9001:2008.....	45
4.6 Πιστοποίηση συστημάτων αυτόματης παρακολούθησης του ήλιου.....	47

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΕ
ΑΛΛΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....**

5.1 Πιστοποίηση ποιότητας σε αιολικά πάρκα.....	49
5.1.1 Επιλογή τοποθεσίας αιολικού πάρκου.....	49
5.1.2 Ποιότητα ισχύος αιολικού πάρκου.....	51
5.1.3 Αξιοπιστία αιολικής ενέργειας.....	52
5.1.4 Εταιρείες και οργανισμοί πιστοποίησης αιολικής ενέργειας.....	53
5.2 Ποιότητα και βιομάζα.....	55
5.3 Ποιότητα και γεωθερμική ενέργεια.....	56
5.4 Ποιότητα και υδροηλεκτρική ενέργεια.....	58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΕΩΝ

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.1 : Οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας.....	11
Σχήμα 1.2 : Φωτοβολταϊκό Πάρκο.....	12
Σχήμα 2.1 : Υποδομή στήριξης φωτοβολταϊκών κυψελών.....	20
Σχήμα 2.2 : Γενική διάταξη φ/β πάρκου και κυκλωμάτων.....	22
Σχήμα 2.3 : Γραφική απεικόνιση της κλίσης (β) και της αζιμούθιας γωνίας (γ) ενός φ/β πλαισίου που βρίσκεται στο Βόρειο ημισφαίριο.....	23
Σχήμα 3.1 : Διάγραμμα ροής ενέργειας του διασυνδεδεμένου φ/β πάρκου.....	27
Σχήμα 3.2 : Το φ/β πάρκο με τα πάνελ να έχουν γωνία 30° και προσανατολισμό προς το Νότο.....	34
Σχήμα 3.3 : Σχηματικό κυκλωματικό διάγραμμα του φ/β συστήματος.....	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1 Γενικά

Η έννοια της βιώσιμης ή αειφόρου ανάπτυξης διατυπώθηκε από την παγκόσμια επιτροπή για το περιβάλλον και την ανάπτυξη ως εξής [4] : ‘βιώσιμη είναι η ανάπτυξη η οποία πληροί τις προϋποθέσεις για την ικανοποίηση των αναγκών της σημερινής γενιάς χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες’. Η δυνατότητα για βιώσιμη ανάπτυξη είναι υπαρκτή όσο υπάρχουν ανανεώσιμοι πόροι συμπεριλαμβανομένων και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και αξιοποιούνται στο μέγιστο δυνατό βαθμό.

Η χρησιμοποίηση των υδρογονανθράκων ως βασική πηγή ικανοποίησης των ενεργειακών αναγκών, έχει να κάνει σε μεγάλο βαθμό με το ότι η τεχνολογία της ‘καύσης’ στην οποία στηρίζεται η αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου αυτών, προϋπήρχε εδώ και πολλά χρόνια και η τεχνολογική εξέλιξή της ήταν πιο προσιτή σε ότι έχει να κάνει με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [1]. Προκειμένου να υπάρξει εμπορική εκμετάλλευση του ενεργειακού περιεχομένου των ΑΠΕ πρέπει να υπάρχει ένα πολύ πιο ανεπτυγμένο επίπεδο τεχνολογίας, το οποίο δεν είχε αναπτυχθεί κατά την περίοδο την οποία η κυριαρχία των υδρογονανθράκων επικρατούσε ως κύρια πηγή ενέργειας (μέσα 18^{ου} – αρχές 20^{ου} αιώνα). Από τα προηγούμενα εξαίρεση αποτελεί η υδροηλεκτρική ενέργεια που αποτέλεσε την πηγή ενέργειας των πρώτων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για εμπορική διάθεση και ως σήμερα κατέχει σημαντική θέση στο κομμάτι της κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια (19% παγκόσμιων αναγκών).

Κάθε πηγή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ανανεώνεται μέσω φυσικών φαινομένων μόνιμου κύκλου μπορεί να περιλαμβάνεται στην ευρύτερη έννοια των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Πρόκειται για ‘καθαρές’ μορφές ενέργειας, πολύ φιλικές στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται ευρέως. Παράλληλα για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας

ροής ενέργειας στη φύση. Αυτό σημαίνει πως πρόκειται για ανεξάντλητες πηγές ενέργειας που βασίζονται σε διάφορες φυσικές διαδικασίες όπως : Ο ήλιος, ο άνεμος, οι υδατοπτώσεις, η βιομάζα, η γεωθερμία κ.α.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε) βρίσκεται στο γεγονός ότι συμβάλλουν στην ενεργειακή ανεξαρτησία από τους ενεργειακούς πόρους οι οποίοι μπορούν να εξαντληθούν, με ελάχιστες περιβαλλοντικές συνέπειες και ταυτόχρονα αποτελούν εγχώρια πηγή ενέργειας, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το εισαγόμενο πετρέλαιο και ταυτόχρονα ενισχύουν την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Ως θετικά στοιχεία των Α.Π.Ε. αναφέρουμε τα εξής :

- Δίνουν τη δυνατότητα σε χωρικά απομονωμένες περιοχές (πχ νησιά) να καλύπτουν τις ενεργειακές τους ανάγκες μειώνοντας ταυτόχρονα τις απώλειες από την μεταφορά.
- Ανεξαρτητοποίηση από τους ενεργειακούς πόρους οι οποίοι εξαντλούνται.
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας, συνεισφέροντας έτσι στην εθνική ενεργειακή ανεξαρτητοποίηση.
- Δεν επηρεάζονται από το διεθνές οικονομικό περιβάλλον ειδικότερα των τιμών.
- Επενδύοντας σε Α.Π.Ε. δημιουργούνται σε τοπικό επίπεδο νέες θέσεις εργασίας.
- Μπορούν να δράσουν σαν πόλος ανάπτυξης για την τοπική ανάπτυξη και εστία αναζωογόνησης υποβαθμισμένων οικονομικά περιοχών.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι να παρουσιαστούν οι διάφορες μορφές εναλλακτικής ενέργειας και να εξεταστεί η ποιότητα μέσα από τα συστήματα που τις αφορούν μέσα από μελέτες περιπτώσεων και σχετικές εταιρείες που ασχολούνται με την ποιότητα σε αυτά τα συστήματα εναλλακτικών μορφών ενέργειας.

1.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Η ποιότητα στα συστήματα εναλλακτικών μορφών ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελεί ένα αντικείμενο που έχει να κάνει βασικά με τις εταιρείες οι οποίες ασχολούνται με τέτοιου είδους συστήματα αλλά και διάφορους φορείς ή οργανισμούς των οποίων το αντικείμενο είναι οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας και ότι έχει να κάνει με αυτές. Έτσι στην παρούσα διπλωματική εργασία αντλήθηκαν αρκετά στοιχεία από ιστοσελίδες εταιρειών ή οργανισμών που ασχολούνται είτε με κατασκευή φωτοβολταϊκών πάρκων (πχ. η εταιρεία Enfoton Solar Ltd, η Eco Energia A.E, η Solar Cells Hellas κ.α.) είτε με κάποια άλλη μορφή εναλλακτικής ενέργειας (πχ. Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας, Cyprus Energy Agency) και ο στόχος ήταν να μελετηθεί πώς η κάθε εταιρεία ή οργανισμός εξασφάλιζε την ποιότητα των συστημάτων αυτών.

Σύμφωνα με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ, 2009) κάποιες από τις φυσικές παραμέτρους και τα τεχνικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός φ/β πάρκου, που αποτελούν κριτήριο για την ποιοτική κατασκευή του μπορεί να είναι : Η θέση και οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής του πάρκου, η μορφολογία του εδάφους του (ανάγλυφο, φυσικά εμπόδια), η ισχύς του πάρκου, ο τύπος των συλλεκτών (ισχύς, τάση και ένταση εξόδου, διαστάσεις), ο τύπος των μετατροπέων (inverter), δηλαδή η ισχύς και η τάση εισόδου –εξόδου τους, οι αγωγοί μεταφοράς της ισχύος και τα έργα υποδομής. Επίσης, σύμφωνα με το Τμήμα Φ/Β Συστημάτων και Διεσπαρμένης Παραγωγής, Διεύθυνση ΑΠΕ, ΚΑΠΕ, 2009, για να είναι εφικτή η μεγιστοποίηση της ενεργειακής παραγωγικότητας των Φ/Β πλαισίων, θα πρέπει να επιτυγχάνεται η βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

Οι Tomas R. και Fordham M. αναφέρουν όσον αφορά την ισχύ του φ/β πάρκου ότι εφόσον η διαθέσιμη έκταση δεν μας περιορίζει, η επιλογή του μεγέθους της ισχύος είναι καθαρά θέμα μεγέθους επένδυσης – απόσβεσης και έτσι αποτελεί αντικείμενο ουσιαστικά οικονομοτεχνικής μελέτης ενώ οι Antonio Luque και Steven Hegedus (2003) αναφέρουν ότι η ποιότητα ενός φωτοβολταϊκού πάρκου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την απόδοσή του που έχει να κάνει με την ποιότητα των φωτοβολταϊκών πλαισίων, βάσεων στήριξης αλλά και πολλών άλλων παραγόντων.

Ο Καγκαράκης Κ. (1992) κάνει αναφορά ότι η ισχύς του φ/β πάρκου καθορίζεται με βάση τη διαθέσιμη επιφάνεια κάλυψης αλλά και από καθαρά τεχνικά κριτήρια. Στην ποιότητα της βιομάζας και την τηλεθέρμανση αναφέρεται ο Makrigiannis G. (2003). Οι P.Romanos και N.Hatziargygiou (2009) αναφέρουν ότι η εκτιμώμενη απόδοση της φ/β εγκατάστασης, που έχει άμεση σχέση με την ποιότητά της, ισούται με τον λόγο της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στα φ/β πλαίσια προς την παραγόμενη ενέργεια ακριβώς μετά τον αντιστροφέα. Όσον αφορά την υδροηλεκτρική ενέργεια και τους υδροστροβίλους, οι Β. Λαμπρόπουλος και Μ. Κορνάρος (2004) αναφέρουν ότι κάποια από τα στοιχεία που κρίνουν την ποιότητα των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών (ΜΥΗΣ) είναι οι βαθμοί απόδοσης των υδροστροβίλων και η διάρκεια ζωής των υδροηλεκτρικών έργων που αποτελούν δύο χαρακτηριστικούς δείκτες για την ενεργειακή αποτελεσματικότητα και την τεχνολογική ωριμότητα των ΜΥΗΣ. Ο Ackerman Th. (2005) αναφέρει για την ποιότητα στα αιολικά πάρκα ότι η επιλογή της τοποθεσίας για ένα αιολικό πάρκο είναι πολύ σημαντική και επηρεάζει σημαντικά την απόδοση του πάρκου. Όσο καλύτερα επιλεγεί η τοποθεσία τόσο αυξάνονται και οι πιθανότητες για αυξημένη απόδοση κάτι που δείχνει και την ποιοτική λειτουργία του αιολικού πάρκου.

Πολλά στοιχεία αντλήθηκαν επίσης από την ιστοσελίδα της εταιρείας TUV Austria Hellas η οποία έχει ως στόχο την παροχή ανεξάρτητων υπηρεσιών με την μορφή Τεχνικών Ελέγχων, Επιθεωρήσεων και Πιστοποιήσεων. Η εταιρεία χρησιμοποιεί το Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας ISO 9001:2008 αλλά και άλλα για να εγγυάται την ποιότητα των φ/β συστημάτων και των συστημάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας. Στην σελίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής αναφέρεται ότι η βέλτιστη επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης μιας ανεμογεννήτριας σε σχέση με το διαθέσιμο αιολικό δυναμικό είναι καθοριστικής σημασίας για την τελική ποιότητα του αιολικού πάρκου.

Στην διπλωματική αυτή εργασία παρατίθενται επίσης και επιστημονικά στοιχεία ή μελέτες περιπτώσεων που έχουν να κάνουν με την ποιότητα σε φωτοβολταϊκά πάρκα που αντλήθηκαν από δημοσιευμένες εργασίες όπως η μελέτη του συνδεδεμένου φωτοβολταϊκού πάρκου στην Κρήτη των Ε. Κυμάκη, Σ. Καλυκάκη και Μ. Παπάζογλου ('Performance analysis of a grid connected photovoltaic park on the island of Crete', 2009), όπου αναλύονται οι πτυχές που διασφαλίζουν την

ποιότητα σε ένα φ/β πάρκο. Εδώ βλέπουμε ότι μέσα στους παράγοντες για την αξιολόγηση της ποιότητας ενός φ/β πάρκου είναι και οι Δείκτες Αξιολόγησης του Φωτοβολταϊκού Συστήματος (Ηλιακό κλάσμα, Απόδοση σειράς, Τελική απόδοση, Απώλειες συστήματος, Απόδοση αναφοράς, Απώλειες ακτινοβολίας, Λόγος απόδοσης). Τέλος, γενικά στοιχεία που φάνηκαν χρήσιμα στην περαιτέρω έρευνα για την προσέγγιση της ποιότητας στα συστήματα εναλλακτικών μορφών ενέργειας και τα φ/β πάρκα αντλήθηκαν από την Κλαδική Μελέτη της ICAP 2009 για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

1.3 Μεθοδολογία

Στην παρούσα διπλωματική εργασία το κυριότερο και βασικότερο μέρος της προσπάθειας ήταν η βιβλιογραφική έρευνα. Οι πηγές επελέγησαν σύμφωνα με την καταλληλότητά τους όσον αφορά στην προσέγγιση της ποιότητας και των διαδικασιών που την αφορούν στα συστήματα εναλλακτικών μορφών ενέργειας και τα φ/β πάρκα. Παρατίθενται συστήματα αποτίμησης της ποιότητας, μελέτες περιπτώσεων εταιρειών που τα χρησιμοποιούν και γίνεται μια προσπάθεια προσέγγισης της ποιότητας στις εναλλακτικές μορφές ενέργειας σε θεωρητικό και πρακτικό επίπεδο.

Το κύριο μέσο αναζήτησης ήταν το διαδίκτυο μέσω ανοιχτών μηχανών αναζήτησης για περιοδικά, ηλεκτρονικά βιβλία, συγγράμματα και επιστημονικά άρθρα. Επίσης ένα ακόμα μέσο αποτέλεσαν και οι ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες με συνδρομή. Η βιβλιογραφία περιέχει ξένες αλλά και ελληνικές πηγές.

1.4 Αιολική Ενέργεια

Ένας από τους πιο γρήγορα αναπτυσσόμενους ενεργειακούς τομείς είναι και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας. Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια άλλη μορφή ηλιακής ενέργειας. Υπάρχει η εκτίμηση ότι μεταξύ 1% - 3% της ηλιακής ενέργειας που φτάνει στη γη μετατρέπεται σε αιολική ενέργεια. Στην χώρα μας και σε πειραματικό στάδιο λειτουργούν γεννήτριες

3000 KW, ενώ για μείωση κόστους δημιουργούνται 'αιολικά πάρκα' συνολικής ισχύος μέχρι 40 MW [1]. Υπάρχει δε και η εμπειρία δημοτικών αιολικών πάρκων, όπου ο δήμος παράγει μόνος του την ηλεκτρική ενέργεια.

Για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούνται ειδικές διατάξεις που εκθέτουν έναν δρομέα (πτερωτή τύπου έλικας, με ένα ή περισσότερα πτερύγια) στο ρεύμα του ανέμου, λαμβάνοντας έτσι μέρος της κινητικής ενέργειάς του με αποτέλεσμα την περιστροφική κίνηση του δρομέα. Οι διατάξεις αυτές λέγονται αεροκινητήρες ή ανεμογεννήτριες και με τη χρήση τους η αιολική ενέργεια μετατρέπεται σε περιστροφική κίνηση του δρομέα του αεροκινητήρα και του άξονά του και έχουμε παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Μια από τις σημαντικότερες οικονομικά εφαρμογές των ανεμογεννητριών είναι η σύνδεσή τους στο ηλεκτρικό δίκτυο μιας χώρας. Έτσι, ένα αιολικό πάρκο, δηλαδή μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μία περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύει το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό σύστημα. Οι ανεμογεννήτριες μπορούν βέβαια να λειτουργούν και αυτόνομα, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται. Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται συνήθως : i) Για παραγωγή ηλεκτρισμού σε περιοχές συνδεδεμένες στο δίκτυο για την κάλυψη ιδίων αναγκών ή για την πώληση του ρεύματος στην εταιρεία εκμετάλλευσης του δικτύου (ανεξάρτητη παραγωγή). ii) Για παραγωγή ηλεκτρισμού σε περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο, για λειτουργία είτε μόνες τους με συσσωρευτές (stand alone) ή σε συνδυασμό με σταθμό ηλεκτροπαραγωγής με ντίζελ (diesel – Windgenerator autonomous system).

1.5 Γεωθερμική Ενέργεια

Η θερμοκρασία στον πυρήνα της γης είναι μεταξύ 4000 – 6000 °C. Ακόμα και σε βάθος μερικών χιλιομέτρων η θερμοκρασία του εδάφους διαμορφώνεται περίπου στους 250 °C. Κατά μέσο όρο για κάθε 36m έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1 °C [1]. Περιοχές υψηλού γεωθερμικού δυναμικού χαρακτηρίζονται αυτές στις οποίες, μέσω ρηγμάτων στο φλοιό της γης έχουμε την παρουσία υλικού από τον

πυρήνα της γης σε σχετικά μικρό βάθος από την επιφάνεια, με αποτέλεσμα είτε την παρουσία επιφανειακών γεωθερμικών πηγών (Ισλανδία) ή την δυνατότητα εύκολης πρόσβασης σε ταμιευτήρες γεωθερμικής ενέργειας.

Η ενέργεια που εξέρχεται από το εσωτερικό της γης προς την επιφάνειά της λέγεται γεωθερμική ενέργεια. Αυτή η ανεξάντλητη ενέργεια της γης μπορεί να εξορυχτεί με δύο τρόπους : i) χρησιμοποιώντας ένα μέσο μεταφοράς το οποίο υπάρχει στο υπέδαφος με μορφή ατμού ή ζεστού νερού ii) στη συνέχεια προωθείται στην επιφάνειά του, ψύχεται και υπό φυσιολογικές συνθήκες επιστρέφει πάλι πίσω στο υπέδαφος. Στη δεύτερη περίπτωση στέλνεται αρχικά νερό με πίεση στο βάθος και κατόπιν θερμαινόμενο μεταφέρεται προς τα πάνω.

Διακρίνεται ανάλογα με την θερμοκρασία των ρευστών ή των ξηρών πετρωμάτων σε χαμηλής, μέσης και υψηλής ενθαλπίας. Η γεωθερμική ενέργεια χαμηλής και μέσης ενθαλπίας βρίσκει εφαρμογές στη γεωργία (θερμοκήπια), στη θέρμανση χώρων, ενώ η γεωθερμική ενέργεια υψηλής ενθαλπίας προσφέρεται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [2].

Όταν χρησιμοποιείται η γεωθερμία για ηλεκτροπαραγωγή παρουσιάζονται απίστευτα πλεονεκτήματα καθώς η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια δεν είναι μονάχα ανεξάντλητη αλλά και πιο 'διαθέσιμη' καθώς οι συμβατικοί σταθμοί παράγουν ηλεκτρική ενέργεια κατά το 65-75% του έτους, σε αντιδιαστολή με το 90% του έτους που την παράγουν οι σταθμοί παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας. Επιπλέον οι αντλίες γεωθερμικής ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε. Εξαιτίας των προχωρημένων τεχνικών άντλησης μπορούν να καταλάβουν περιορισμένη επιφάνεια γης σε σχέση με τους παραδοσιακούς σταθμούς ορυκτών καυσίμων και να έχουν ελάχιστες επιπτώσεις κατά την διάνοιξη πηγαδιών.

Στις μη ηλεκτρικές χρήσεις της γεωθερμίας συγκαταλέγονται : η θέρμανση οικιών, η θέρμανση θερμοκηπίων, η θέρμανση σε μονάδα αναερόβιας διάσπασης απορριμμάτων, η παραγωγή ψύχους κ.α. Όταν χρησιμοποιείται αντλία θερμότητας για την παροχή θέρμανσης σε οικία, η εξοικονόμηση χρημάτων για ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να υπερβεί το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος, ενώ όταν εφαρμόζεται στη γεωργία (πχ θερμοκήπια), το κόστος θέρμανσης μπορεί να περικοπεί μέχρι και κατά 80%.

Η εκμετάλλευση γεωθερμικής ενέργειας με θερμοαντλίες μπορεί να γίνει παντού και όχι μόνο σε μέρη που έχουμε γεωθερμία υψηλής ενθαλπίας. Σε βάθη 0 – 150 m οι θερμοκρασίες είναι 15 – 32 °C και δίνουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας. Πλεονεκτήματα της ομαλής γεωθερμίας χαμηλής ενθαλπίας είναι ότι είναι σχεδόν παντού διαθέσιμη σε όλη τη διάρκεια του χρόνου με σταθερή παροχή. Η εγκατάσταση για εκμετάλλευση δεν έχει σημαντικές απαιτήσεις και δεν δημιουργεί προβλήματα. Οι θερμοκρασίες γύρω στους 25 °C προσφέρονται για την παραγωγή τόσο ζεστού όσο και ψυχρού νερού, δηλαδή για την ψύξη και την θέρμανση των χώρων. Ανάλογα με το είδος της Γεωθερμίας έχουμε και την εκμετάλλευση. Χαρακτηριστικά μπορούμε να αναφέρουμε την Ελβετία, όπου λειτουργούσαν μέχρι το 1990, 5000 γεωθερμικές αντλίες βάθους 80 – 120 m και το γεωθερμικό έργο στο Riehen το οποίο βασίζεται σε γεώτρηση βάθους 1547 m και η θερμική ενέργεια χρησιμοποιείται για τις ανάγκες σε ζεστό νερό 1000 κατοίκων.

1.6 Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Χωρίς να προσμετρούνται οι μεγάλοι Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί της ΔΕΗ σε σύγκριση με τα περισσότερα κράτη της Ε.Ε. η Ελλάδα είναι αισθητά πίσω σε μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς. Όμως το 2004 παρουσιάσαμε τη μεγαλύτερη αύξηση μεταξύ των κρατών μελών.

Ένα πλήρες υδροηλεκτρικό σύστημα περιλαμβάνει την πηγή ύδατος, τη σωλήνωση όδευσης του ύδατος από την πηγή στον υδροστρόβιλο, το σύστημα ελέγχου/ρύθμισης της ροής, τον υδροστρόβιλο, τη γεννήτρια ρεύματος, το ρυθμιστή της γεννήτριας και τέλος τις καλωδιώσεις για τη μεταφορά/διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας [4]. Ακόμη μπορούμε να διακρίνουμε δύο συστήματα : Τα ελεύθερα συστήματα δίχως αποθήκευση και τα μεγαλύτερα συστήματα όπου εφαρμόζεται αποθήκευση με φράγμα.

Τα εργοστάσια παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι εγκατεστημένα σε περιοχές με τρεχούμενο νερό (φράγματα κοιλάδων, λίμνες, ποτάμια) και εκμεταλλεύονται τη ροή ενός ποταμού ή καναλιού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η κινητική και δυναμική ενέργεια της ροής του νερού μετατρέπεται σε

μηχανική ενέργεια περιστροφής και στη συνέχεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Από την συνολική εκάστοτε ροή, ένα σταθερό τμήμα δεν αξιοποιείται αλλά παρακάμπτει το στρόβιλο ώστε να διασώζεται σε αυτό ο ιχθυοπληθυσμός του υδατορεύματος.

Η εγκατεστημένη ισχύς των μικρών Υδροηλεκτρικών Σταθμών παρουσίασε εντυπωσιακή αύξηση σε ποσοστό 57% από τη στιγμή που ιδιώτες επενδυτές, η ΔΕΗ και η αυτοδιοίκηση μπορούν να σχεδιάσουν και να πραγματοποιήσουν μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς με σύνθετη αξιοποίηση τόσο στην παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας αλλά και στην Αγροτική και Τουριστική εκμετάλλευση. Το τελευταίο διάστημα δίνεται βάρος στα ‘μικρά υδροηλεκτρικά’, τα οποία συμβάλλουν όχι μόνο σε συνεχή ή εποχιακή παραγωγή ενέργειας, αλλά και στην ύδρευση, άρδευση και επανατροφοδότηση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Η ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων έχει τελικά άμεσο αντίκτυπο στην περιφερειακή ανάπτυξη και στην ενεργειακή αυτάρκεια της χώρας. Επιπλέον :

- Η χρήση υδροηλεκτρικών δεν απελευθερώνει ρύπους.
- Η μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια γίνεται σε υψηλό βαθμό.
- Δεν έχουμε απόδοση θερμότητας στο περιβάλλον.

1.7 Βιοενέργεια (βιομάζα)

Ως βιομάζα χαρακτηρίζεται η ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που προέρχεται από οργανική ύλη. Αυτή η οργανική ύλη περιλαμβάνει το ξύλο, τα υπολείμματα από αγροτικές και δασικές δραστηριότητες, τα υπολείμματα από τις αγροτικές βιομηχανίες, τα προϊόντα ενεργειακών καλλιεργειών, καθώς και κάθε άλλο υλικό που διαθέτει οργανικό φορτίο, όπως είναι τα υπολείμματα κτηνοτροφικών ομάδων και ύλες από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού.

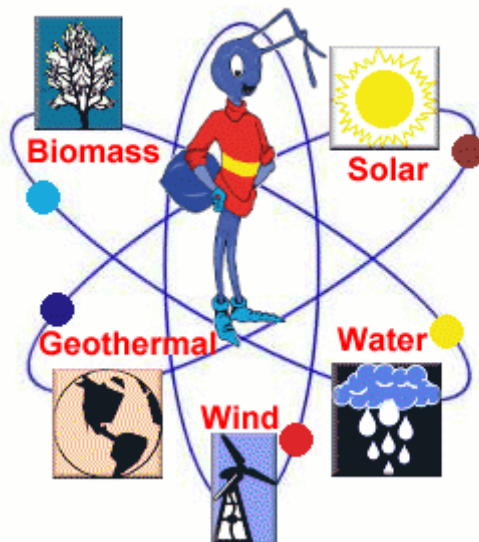
Σκοπός της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας είναι η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Ανάλογα με την εκάστοτε διαθέσιμη πρώτη ύλη επιλέγεται και η κατάλληλη διεργασία για τη βέλτιστη ενεργειακή της αξιοποίηση. Οι διεργασίες που είναι διαθέσιμες για την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας διακρίνονται σε δύο κατηγορίες : τις θερμοχημικές και τις βιοχημικές. Η πρώτη

κατηγορία περιλαμβάνει την καύση, την αεριοποίηση και την πυρόλυση. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει την αναερόβια χώνευση και την αλκοολική ζύμωση.

Η βιομάζα αποτελεί μία σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατόν να συμβάλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια, αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων. Η χρήση της ως πηγή ενέργειας δεν είναι νέα. Σε αυτήν εξάλλου συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα κάλυπταν το 97% των ενεργειακών αναγκών της χώρας μας.

Η βιομάζα συνήθως χρησιμοποιείται για την κάλυψη αναγκών θερμότητας σε γεωγραφικές εφαρμογές ή την τηλεθέρμανση πόλεων παράγοντας ταυτόχρονα ηλεκτρική ενέργεια. Επιπλέον μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε βιομάζα για: θέρμανση θερμοκηπίων και κτηνοτροφικών μονάδων. Θέρμανση σε παραγωγικές μονάδες που βρίσκονται κοντά σε βιομαζικούς ενεργειακούς πόρους. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στους τόπους παραγωγής. Κάλυψη αναγκών τηλεθέρμανσης, τηλεψύξης χωριών, πόλεων που βρίσκονται κοντά στους τόπους παραγωγής. Μειονέκτημα αποτελεί η απαιτούμενη έκταση, αφού μία μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα ισχύος 20 MW απαιτεί περίπου 48.000 στρέμματα καλλιεργήσιμης γης [3]. Στον ελλαδικό χώρο ξεχωρίζουν η Τηλεθέρμανση της Κοινότητας Νυμφασίας στην Αρκαδία με καύση Βιομάζας και η αντικατάσταση πετρελαίου στα εκκοκκιστήρια των Γεωργικών συνεταιρισμών Φαρσάλων και Γιαννιτσών.

Στα πλαίσια της χρήσης ενέργειας από Βιομάζα εντάσσεται και η ενεργειακή αξιοποίηση των Απορριμμάτων κυρίως των Δημοτικών στερεών απορριμμάτων (ΔΣΑ). Η επεξεργασία τους έως σήμερα γίνεται με: α) υγειονομική ταφή, β) μηχανική ανάκτηση, γ) λιπασματοποίηση, δ) καύση. Ηλεκτρική Ενέργεια μπορεί να παραχθεί από την καύση των απορριμμάτων, τα οποία όμως έχουν μικρή θερμογόνο δύναμη και μπορούν να χαρακτηριστούν φτωχά καύσιμα. Ένα πετυχημένο ευρωπαϊκό παράδειγμα ενεργειακής αξιοποίησης των απορριμμάτων είναι το «Θερμικό εργοστάσιο παραγωγής Ενέργειας» HKW Saudreuth στην Νυρεμβέργη. Εκεί παράγεται ρεύμα και θερμότητα για τηλεθέρμανση χρησιμοποιώντας τον ατμό από την καύση σκουπιδιών. Κάθε χρόνο εξοικονομούνται έτσι 400 εκατομμύρια KWh που αντιστοιχούν σε ενέργεια που παράγεται από περίπου 50.000 τόνους λιγνίτη.



Σχήμα 1.1 : Οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας

1.8 Ηλιακή Ενέργεια

Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες που μπορούν να δεσμεύσουν την ηλιακή ακτινοβολία και να την μετατρέψουν σε κατάλληλη ενέργεια να αξιοποιηθεί είτε σε επίπεδο ηλεκτροπαραγωγής είτε στον οικιακό τομέα για παραγωγή ηλεκτρισμού ή απλά για θέρμανση νερού και άλλες οικιακές χρήσεις. Ανάλογα με την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας για τελική χρήση της, τα συστήματα αξιοποίησής της διακρίνονται στα :

A) Τα Ενεργητικά ηλιακά συστήματα : Αυτά μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα και ενσωματώνονται κυρίως στις κατασκευές κτιρίων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε οικιακές χρήσεις όσο και σε βιομηχανικές χρήσεις για την εξυπηρέτηση των θερμικών φορτίων του χειμώνα.

B) Τα Παθητικά ηλιακά και υβριδικά συστήματα που αφορούν αρχιτεκτονικές λύσεις όπου χρησιμοποιούνται κάποια κατάλληλα δομικά υλικά για την μεγιστοποίηση της απευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό στα κτίρια.

Γ) Τα Φωτοβολταϊκά συστήματα που χρησιμοποιούνται για την άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική και χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε επίπεδο ηλεκτροπαραγωγής.



Σχήμα 1.2 : Φωτοβολταϊκό Πάρκο

1.8.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια κατευθείαν σε ηλεκτρική ενέργεια. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ (ή πλαίσια ή κρύσταλλα) φωτοβολταϊκών στοιχείων ή κυψέλες, μαζί με τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας στην επιθυμητή μορφή. Η παραγωγή της ηλιακής ενέργειας επιτυγχάνεται με τη χρήση υλικών (ημιαγωγίμων) τα οποία έχουν την ιδιότητα να απορροφούν φωτόνια του ηλιακού φωτός απελευθερώνοντας ηλεκτρόνια (φωτοηλεκτρικό φαινόμενο). Η ροή των ελεύθερων αυτών ηλεκτρονίων συνεπάγεται τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος-ηλεκτρικής τάσης [5].

Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο, με πλευρά 120-160mm. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων, το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό. Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα, και κατά τη μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών εφαρμογής (κατεύθυνση και διάρκεια ηλιοφάνειας, τυχόν σκιάσεις κτλ.)

ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να τοποθετηθούν στις οροφές υπαρχόντων κτιρίων, σε οποιοδήποτε ανοικτό ιδιόκτητο και περιφραγμένο χώρο (Φωτοβολταϊκά Πάρκα), σε ανοιχτούς χώρους πάρκινγκ ως σκίαστρα, ως δομικά συστατικά νέων κτιριακών κατασκευών σύμφωνα με την ήδη υπάρχουσα διεθνή εμπειρία και ως «αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις» σε στάδια, πάρκα, πλατείες.

Στο εμπόριο διατίθενται φωτοβολταϊκά πάνελ σε διάφορες τιμές ονομαστικής ισχύος, ανάλογα με την τεχνολογία και τον αριθμό των φωτοβολταϊκών κυψελών που τα αποτελούν. Έτσι, για παράδειγμα, ένα πάνελ 36 κυψελών μπορεί να έχει ονομαστική ισχύ 70-85W, ενώ μεγαλύτερα πάνελ μπορεί να φτάσουν και τα 200W ή και παραπάνω. Εκτός από το πυρίτιο χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για την κατασκευή των πάνελ όπως κadmium με tellurium (Cd-Te) και ο indium selenide χαλκός. Σε αυτές τις κατασκευές η μορφή του στοιχείου διαφέρει σημαντικά από αυτή του κρυσταλλικού πυριτίου και έχει συνήθως τη μορφή λωρίδας πλάτους μερικών χιλιοστών και μήκους αρκετών εκατοστών.

Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα συνδεδεμένο στο δίκτυο ισχύος 1 κιλοβάτ παράγει κατά μέσο όρο 1200-1500 κιλοβατώρες το χρόνο, ανάλογα με την ηλιοφάνεια της περιοχής, και αποτρέπει κατά μέσο όρο κάθε χρόνο την έκλυση 1450 κιλών διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δυο στρέμματα δάσους. Αποτελείται από τα εξής επιμέρους υποσυστήματα:

1. Φωτοβολταϊκή γεννήτρια
2. Κατασκευή στήριξης
3. Συστήματα μετατροπής ισχύος
4. Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου, προστασίας και λοιπά στοιχεία

1.8.1.1 Φωτοβολταϊκή γεννήτρια

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια αποτελούνται συνήθως από 30 με 36, ερμητικά σφραγισμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία μέσα σε ειδική διαφανή πλαστική ύλη, των

οποίων η μπροστινή όψη προστατεύεται από ανθεκτικό γυαλί χαμηλής περιεκτικότητας σε οξείδιο του σιδήρου. Η κατασκευή αυτή, που δεν ξεπερνά σε πάχος τα 4 με 5 χιλιοστά, τοποθετείται συνήθως σε πλαίσιο αλουμινίου, όπως τα τζάμια των κτιρίων. Τα στοιχεία εσωτερικά είναι διασυνδεδεμένα σε σειρά ή παράλληλα, ανάλογα με την εφαρμογή. Η κατασκευή μιας γεννήτριας κρυσταλλικού πυριτίου μπορεί να γίνει και από ερασιτέχνες, μετά την προμήθεια των στοιχείων. Το κόστος είναι απίθανο να είναι χαμηλότερο από την αγορά έτοιμης γεννήτριας, καθώς η προμήθεια ποιοτικών στοιχείων είναι αρκετά δύσκολη.

1.8.1.2 Κατασκευή στήριξης

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια προκειμένου να τοποθετηθούν στο σημείο εγκατάστασής τους εφοδιάζονται με ειδικές κατασκευές. Οι κατασκευές αυτές στήριξης πρέπει να πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια, όπως αντοχή στα φορτία που προέρχονται από το βάρος των πλαισίων και τους τοπικούς ανέμους, να μη προκαλούν σκiasμό στα πλαίσια, να επιτρέπουν την προσέγγιση στα πλαίσια, αλλά ταυτόχρονα να διασφαλίζουν την ασφάλειά τους. Σε εφαρμογές όπου τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ενσωματώνονται σε κτιριακές δομές, τότε απαιτείται καλή συναρμογή με τα δομικά στοιχεία.

1.8.1.3 Συστήματα μετατροπής ισχύος

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια παράγουν συνεχές ρεύμα ενώ τα φορτία καταναλώνουν εναλλασσόμενο ρεύμα. Για την μετατροπή της ισχύος στα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται συνήθως αναστροφείς συνεχούς σε εναλλασσόμενο (DC/AC). Σκοπός των συστημάτων μετατροπής ισχύος είναι η κατάλληλη ρύθμιση των χαρακτηριστικών του παραγόμενου ρεύματος, ώστε να καταστεί δυνατή η τροφοδοσία των διαφόρων καταναλώσεων.

Ο αναστροφέας είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που μετατρέπει τη συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη. Είναι δυνατόν να υπάρχει ως αυτόνομη ηλεκτρονική συσκευή ή ως βαθμίδα άλλης ηλεκτρονικής συσκευής. Ως αυτόνομη συσκευή

χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων και όπου αλλού χρειάζεται να μετατρέψουμε 12V ή 14V, σε εναλλασσόμενη 220V, ενώ ως βαθμίδα χρησιμοποιείται στα UPS(συστήματα αδιάλειπτης παροχής ισχύος). Η κυριότερη διάκριση των αναστροφέων όσον αφορά τη χρήση τους σε εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι σε αναστροφείς διασυνδεδεμένων και αυτόνομων συστημάτων. Η τεχνολογία κατασκευής αναστροφέων αυτόνομων συστημάτων διακρίνεται περαιτέρω σε καθαρού και τροποποιημένου ημιτόνου. Οι μετατροπείς καθαρού ημιτόνου έχουν υψηλότερο κόστος αλλά επιτυγχάνουν υψηλότερο βαθμό απόδοσης, είναι συμβατοί με όλες τις συσκευές και έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Τα σημαντικότερα κριτήρια για την επιλογή του αναστροφέα αποτελούν η αξιοπιστία, η ενεργειακή απόδοση, οι αρμονικές παραμορφώσεις, το κόστος και η συμβατότητα με τις τεχνικές απαιτήσεις της ΔΕΗ. Σε ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα ο αναστροφέας τοποθετείται σε απόσταση από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια σε στεγασμένο χώρο. Στις συγκεκριμένες περιπτώσεις, οι καλωδιώσεις είναι συνεχούς ρεύματος, ωστόσο έχουν αναπτυχθεί πλαίσια με ενσωματωμένους αναστροφείς με συνέπεια την αντικατάσταση των καλωδιώσεων συνεχούς με αντίστοιχες εναλλασσόμενου, οι οποίες είναι χαμηλότερου κόστους και περισσότερο ασφαλείς.

1.8.1.4 Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου, προστασίας και λοιπά στοιχεία

Το φωτοβολταϊκό σύστημα συμπληρώνουν οι ηλεκτρονικές διατάξεις ελέγχου, η γείωση, οι καλωδιώσεις (συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος) και σχετικό ηλεκτρολογικό υλικό, οι διατάξεις ασφαλείας, ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας και σύστημα παρακολούθησης της λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΚΡΙΣΙΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.

2.1 Ποιότητα κατασκευής

Ο ποιοτικός έλεγχος αποτελεί σημαντικό κομμάτι της κατασκευής ενός φωτοβολταϊκού συστήματος (πχ. φωτοβολταϊκού πάρκου) και αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό τομέα για τους κατασκευαστές φωτοβολταϊκών συστημάτων. Ακόμα και πολύ μικρά ελαττώματα κατά την κατασκευή μπορεί τελικά να προκαλέσουν απαιτήσεις τέτοιες που η ανακατασκευή να είναι αναγκαία. Το αποτέλεσμα είναι αυξημένο κόστος και καθυστερήσεις. Στην χειρότερη των περιπτώσεων αστοχίες των υλικών μπορούν να προκαλέσουν ατυχήματα στο προσωπικό και ανεπανόρθωτες ζημιές σε άψυχο υλικό. Εξαιτίας των παραγόντων αυτών έχουμε έμμεσα κόστη ασφάλισης, επίβλεψης και κανονισμών που αυξάνονται σημαντικά.

Μια σωστή εταιρεία προσπαθεί και διασφαλίζει ότι η εργασία θα γίνει σωστά και όλα τα παραπάνω θα αποφευχθούν. Οι σημαντικές αποφάσεις που σχετίζονται με την ποιότητα της κατασκευής λαμβάνονται κατά τον σχεδιασμό του συστήματος παρά κατά την κατασκευή. Κατά την μελέτη θα ληφθούν αποφάσεις για τον σχεδιασμό των στοιχείων του συστήματος, τα υλικά και την λειτουργικότητα του εξοπλισμού.

Ο ποιοτικός σχεδιασμός πρέπει να είναι καθαρός και τεκμηριωμένος και αποτέλεσμα προσεκτικής μελέτης κάθε εφαρμογής. Σίγουρα βασίζεται στο επίπεδο μόρφωσης, ετοιμότητας και συνεργασίας των μελετητών αλλά και των μηχανικών που θα την πραγματοποιήσουν. Η συνεχής προσπάθεια, η ενημέρωση για τις νέες τεχνολογίες και διαδικασίες είναι βασικά στοιχεία για την επίτευξη ενός ποιοτικού συστήματος άρτια δομημένου και σωστά εφαρμοσμένου.

2.2 Φυσικοί παράμετροι και τεχνικά χαρακτηριστικά

Οι φυσικοί παράμετροι και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τα οποία επηρεάζουν

το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός επίγειου φωτοβολταϊκού πάρκου που είναι απευθείας διασυνδεδεμένο στο δίκτυο της Δ.Ε.Η. είναι τα εξής :

- Η θέση και οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής του πάρκου.
- Η μορφολογία του εδάφους του (ανάγλυφο, φυσικά εμπόδια).
- Η ισχύς του πάρκου.
- Ο τύπος των συλλεκτών (ισχύς, τάση και ένταση εξόδου, διαστάσεις).
- Ο τύπος των μετατροπέων (inverter), δηλαδή η ισχύς και η τάση εισόδου –εξόδου τους.
- Οι αγωγοί μεταφοράς της ισχύος.
- Τα έργα υποδομής.

2.2.1 Η ισχύς του πάρκου

Ο σχεδιασμός ενός φωτοβολταϊκού πάρκου όπως και κάθε σχεδιασμός τεχνικού έργου προαπαιτεί την επιλογή συγκεκριμένων μεγεθών. Μέγεθος καθοριστικό για να ξεκινήσει η σχεδίαση ενός φωτοβολταϊκού πάρκου αποτελεί η ισχύς του, η οποία καθορίζεται ανάλογα με την περίπτωση από τα παρακάτω κριτήρια :

1. Οικονομοτεχνικά κριτήρια (απαιτήσεις επενδυτή, μέγεθος επένδυσης). Στην περίπτωση αυτή, στην οποία απαιτείται οικονομοτεχνική μελέτη, εμπίπτουν κυρίως οι ανεξάρτητοι παραγωγοί, με απευθείας διασυνδεδεμένα στο δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα.
2. Κριτήρια με βάση την διαθέσιμη επιφάνεια κάλυψης. Στην περίπτωση αυτή η ισχύς του πάρκου είναι ίση με την ισχύ που προκύπτει αν “καλύψουμε” πλήρως με συλλέκτες την διαθέσιμη επιφάνεια (εννοείται ότι συνυπολογίζονται οι ζώνες σκίασης και επισκεψιμότητας τους, όταν πρόκειται για έδαφος). Το σύστημα μπορεί να λειτουργεί αυτόνομα με συσσωρευτές ή χωρίς, με απευθείας διασύνδεση στο δίκτυο.
3. Καθαρά τεχνικά κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά αφορούν τον καθορισμό συγκεκριμένου μεγέθους ισχύος που απορρέει από συγκεκριμένες απαιτήσεις κατανάλωσης (αυτόνομα συστήματα μη διασυνδεδεμένα, είτε ανεξάρτητοι παραγωγοί όπως στο πρώτο κριτήριο). Το μειονέκτημα του αυτόνομου

συστήματος είναι ότι δεν αξιοποιεί την ενέργεια όταν δεν υπάρχει κατανάλωση, πράγμα που δεν ισχύει με το απευθείας διασυνδεδεμένο σύστημα.

Όσον αφορά στο πρώτο κριτήριο, εφόσον η διαθέσιμη έκταση δεν μας περιορίζει, η επιλογή του μεγέθους της ισχύος είναι καθαρά θέμα μεγέθους επένδυσης – απόσβεσης και έτσι αποτελεί αντικείμενο ουσιαστικά οικονομοτεχνικής μελέτης [6]. Κατά προσέγγιση, αν Q το ποσό της επένδυσης και q το κόστος ανά kW εγκατεστημένης ισχύος, τότε η ισχύς του πάρκου (P) θα είναι:

$$P = Q / q \quad (\text{kW}) \quad (2.1)$$

Έτσι, από την τιμή πώλησης (α) της kWh και από το χρόνο (t) σε ώρες της μέσης ημερήσιας ηλιοφάνειας στη διάρκεια του έτους, υπολογίζεται καταρχάς το ετήσιο ενεργειακό πλεόνασμα (E):

$$E = P \times t \quad (\text{kWh}) \quad (2.2)$$

Στη συνέχεια υπολογίζεται το ετήσιο οικονομικό όφελος :

$$S = E \times \alpha \quad (2.3)$$

Τα παραπάνω αποτελούν μόνο ενδεικτικές προσεγγίσεις ενώ η ακριβής εκτίμηση της απόσβεσης απαιτεί τη χρήση των κατάλληλων μοντέλων. Σ' αυτό το σημείο επισημαίνεται ότι η πολιτική των επιδοτήσεων είναι η πλέον καθοριστική για τις επιλογές του επενδυτή – παραγωγού όσο καλές προθέσεις και αν τρέφει για το περιβάλλον. Στην ουσία το μέγεθος της επιδότησης ή η τιμή πώλησης της kWh ή και τα δύο, είναι αυτά που θα διαμορφώσουν μία ελκυστική ή απαγορευτική - ασύμφορη σε βάθος χρόνου απόσβεση.

Το δεύτερο κριτήριο αφορά περιπτώσεις όπου έχουμε συνήθως να καλύψουμε συγκεκριμένες επιφάνειες όπως στέγες, όψεις ή να χρησιμοποιήσουμε Φ/Β πάνελ ως υλικό πλήρωσης επιφανειών που εξυπηρετούν αισθητικές, λειτουργικές και σύγχρονες αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις. Πρόκειται για αυτό που ονομάζουμε ενεργειακή λειτουργία ή ενεργειακή ταυτότητα μιας κατασκευής. Μια τέτοια

κατασκευή πέραν των αναγκών που εκπληρώνει, μπορεί ταυτόχρονα να είναι αυτόνομη ενεργειακά ή ακόμη και αν δεν χρειάζεται ενέργεια για την αποστολή της να την παράγει σαν συνεισφορά σε συνολικότερες ενεργειακές απαιτήσεις. Τα παραπάνω γίνονται αντιληπτά από εφαρμογές που ήδη υφίστανται όπως στέγαστρα και όψεις κτιρίων, οι οποίες εκπληρώνοντας το σκοπό τους, παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με απόλυτο σεβασμό στο περιβάλλον. Ο σύγχρονος αρχιτεκτονικός σχεδιασμός εκτός της προωθημένης αισθητικής έχει να επιδείξει ευφυείς λύσεις για την εξοικονόμηση της ενέργειας, όπως η πλήρωση επιφανειών με Φ/Β πάνελ, στοχεύοντας έτσι στην ενσωμάτωση της παραγωγής ενέργειας με “έξυπνες κατασκευές”, οι οποίες συγχωνεύουν πολλές αποστολές – λειτουργίες. Οι παραπάνω τρόποι (πρώτο και δεύτερο κριτήριο) εκτιμούν με ακρίβεια την ισχύ αιχμής του φωτοβολταϊκού πάρκου όσον αφορά στο πρώτο κριτήριο και του φωτοβολταϊκού συστήματος όσον αφορά στο δεύτερο κριτήριο.

Το τρίτο κριτήριο αφορά περιπτώσεις στις οποίες κυρίως το δίκτυο της Δ.Ε.Η. είναι απομακρυσμένο. Η σύγκριση του κόστους μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας με το κόστος της επένδυσης των φωτοβολταϊκών αναδεικνύει τη χρήση των φωτοβολταϊκών ως την πλέον κατάλληλη και με οικολογικό χαρακτήρα λύση. Σε αυτό το κριτήριο γίνεται χρήση αλγόριθμου, με μια πορεία υπολογισμών που επηρεάζονται από τη θέση (γεωγραφικό πλάτος), το κλίμα (ηλιοφάνεια, υγρασία, θερμοκρασίες, άνεμοι), τη μορφολογία εδάφους και τη ρύπανση [7]. Όλες οι προηγούμενες φυσικές παράμετροι θα καθορίσουν κατ’ αρχήν και με ένα συντελεστή απωλειών κατά περίπτωση, την “ελάχιστη ισχύ αιχμής” της Φ/Β γεννήτριας, που φυσικά θα είναι μεγαλύτερη από αυτή της κατανάλωσης. Θεωρώντας ότι έχουμε επαρκείς πίνακες με αξιόπιστες μετρήσεις ηλιοφάνειας και θερμοκρασιών του πρόσφατου παρελθόντος γίνεται εφικτός και ακριβής ο υπολογισμός του Φ/Β πάρκου.



Σχήμα 2.1 : Υποδομή στήριξης φωτοβολταϊκών κυψελών

2.2.2 Μελέτη περίπτωσης : Φωτοβολταϊκό πάρκο στα Χανιά Κρήτης

Το συγκεκριμένο Φ/Β πάρκο υλοποιήθηκε στην περιοχή Περιβόλια Χανίων στην Κρήτη και έχει ονομαστική ισχύ αιχμής 60 kWp, ισχύς η οποία υπολογίστηκε με βάση το πρώτο κριτήριο που προαναφέρθηκε. Η *ποιότητα κατασκευής* του πάρκου είναι υψηλή σε επίπεδο σχεδιασμού και υλικών. Η οργάνωση των πάνελ στη συστοιχία είναι άρτια τεχνικά και αυτό είναι αποτέλεσμα μακρόχρονης εμπειρίας από κατασκευή άλλων τέτοιων πάρκων. Η οργάνωση και το μέγεθος της συστοιχίας που είναι ουσιαστικά η βασική υπομονάδα του Φ/Β πάρκου, καθορίζεται κυρίως από τους μετατροπείς (inverters) ενώ παράλληλα επιδιώκεται η βέλτιστη χρήση υλικών για τη σκυροδέτηση και τις μεταλλικές κατασκευές. Σημαντικός παράγοντας επίσης είναι η τοποθεσία και η ευκολία πρόσβασης σε αυτήν.

Η επιλογή inverter για το Φ/Β πάρκο μπορεί να γίνει με κριτήριο το χαμηλό κόστος κάτι που θα είχε ως αποτέλεσμα ο μετατροπέας να έχει μεγάλη ισχύ και συνεπώς μέγεθος. Αυτό όμως σημαίνει πιο δύσκολο έλεγχο και εποπτεία του όλου συστήματος. Για παράδειγμα το συγκεκριμένο έργο στα Χανιά θα μπορούσε να καλυφθεί με ένα inverter των 60 kW με κίνδυνο την αποκοπή όλου του συστήματος σε τυχόν βλάβη του. Επισημαίνεται ότι ο τύπος των inverter για απευθείας

διασύνδεση είναι συγκεκριμένος και με ειδικές διατάξεις όπως αυτές του σκανδαλισμού, της διάγνωσης και του εύρους (range) λειτουργίας. Για τη λειτουργία τους προαπαιτείται η ύπαρξη τάσης στο δίκτυο (σκανδαλισμός).

Στο συγκεκριμένο έργο χρησιμοποιήθηκε ο ευρέως προτεινόμενος και δοκιμασμένος στο εξωτερικό inverter Sunny Boy με ισχύ 2,5 kW. Το Φ/Β πάρκο αποτελείται από 7 συστοιχίες των 132 πάνελ η καθεμιά, συνολικά $7 \times 132 = 924$ panels και 3 inverters ανά συστοιχία, συνολικά $3 \times 7 = 21$ inverters που με τη σειρά τους ομαδοποιούνται σε 7 inverters ανά φάση ($21 \text{ inverters} / 3 \text{ φάσεις} = 7 \text{ inverters/φάση}$). Αφού ορίστηκε η συστοιχία, το module του Φ/Β πάρκου, είμαστε σε θέση να προσδιορίσουμε την τοπογραφική διάταξη τους μέσα στο πάρκο και ταυτόχρονα να εκπονήσουμε μελέτη εφαρμογής για τις κατασκευές υποδομής και ανάρτησης των συλλεκτών.

Στη συνέχεια περιγράφονται οι βασικοί άξονες υπολογισμού κατά πρώτον για τα έργα υποδομής και κατά δεύτερον για την τοπογραφική διάταξη του πάρκου. Τα έργα υποδομής περιλαμβάνουν εκσκαφές, εργασίες θεμελίωσης, σκυροδέτησης και κατασκευή-τοποθέτηση μεταλλικών ζευκτών για την ανάρτηση των 924 panels. Όλες οι παραπάνω κατασκευές υποστηρίζονται από μελέτη εφαρμογής παίρνοντας υπόψη τους δυσμενέστερους συνδυασμούς δράσεων όπως μόνιμα φορτία, άνεμος με 150 kg/m^2 και χιόνι. Σχετικά με την τοπογραφική διάταξη του πάρκου, ο προσανατολισμός όλων των συστοιχιών είναι απόλυτα νότιος (αζιμούθιο 180°). Η κλίση της μηκίδας ως προς τον ορίζοντα υλοποιεί την κλίση της συστοιχίας και τελικά αυτή των συλλεκτών. Η τελευταία ορίστηκε στις 35° που ταυτίζεται σχεδόν με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής. Σε πιο οριζόντιες κλίσεις θα είχαμε αυξημένη σκόνη αν και η τοπική ρύπανση στη συγκεκριμένη τοποθεσία είναι ασήμαντη. Αν και η ένταση των ανέμων που πνέουν στην περιοχή είναι αρκετά χαμηλή, ο δροσισμός των πάνελ είναι ικανοποιητικός πράγμα που εξασφαλίζει χαμηλή ειδική αντίσταση στο σύστημα και συνεπώς χαμηλές απώλειες. Αξίζει να σημειωθεί ότι το ξηρό κλίμα σε συνδυασμό με το πετρώδες έδαφος, τους γειτονικούς ορεινούς όγκους και την κλίση των 35° ευνοούν την αξιοποίηση ποσοστού της αντανακλώμενης ακτινοβολίας.

Το Φ/Β πάρκο υποστηρίζεται από διαγνωστικά και καταγραφικά μέσα ελέγχου κάθε inverter και άρα κάθε κυκλώματος. Το διαγνωστικό αυτό σύστημα, δέχεται σήμα μέσω τηλεφωνικού καλωδίου που συνδέει σε σειρά όλα τα inverters μέσω ειδικής θύρας του τελευταίου. Επίσης, αντίστοιχοι αισθητήρες θα παρέχουν πληροφορίες στο διαγνωστικό σύστημα, για την ηλιοφάνεια και την θερμοκρασία που αναπτύσσεται στο συλλέκτη. Οι μετρήσεις αυτές σε συνδυασμό με εκείνες των inverter για το μέγεθος της παραγόμενης ισχύος, θα αποτελέσουν το πιο έγκυρο και τεκμηριωμένο υλικό για την βελτίωση και εξέλιξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων καθώς και του τρόπου υπολογισμού τους. Στις παρακάτω εικόνες εμφανίζεται η γενική διάταξη του φωτοβολταϊκού πάρκου, καθώς και η διάταξη των κυκλωμάτων.



Σχήμα 2.2 : Γενική διάταξη Φ/Β πάρκου και κυκλωμάτων

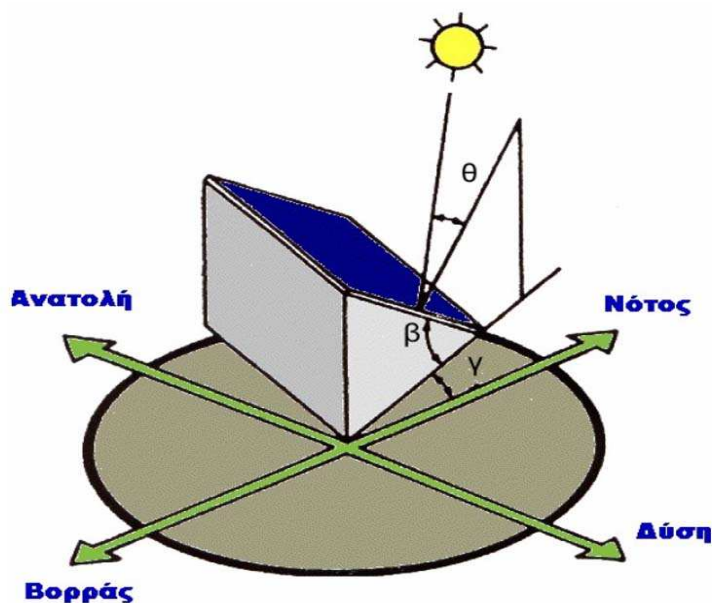
2.3 Επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης του Φ/Β συστήματος

2.3.1 Προσανατολισμός των Φ/Β πλαισίων

Για να είναι εφικτή η μεγιστοποίηση της ενεργειακής παραγωγικότητας των Φ/Β πλαισίων, θα πρέπει να επιτυγχάνεται η βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας [8]. Συγκεκριμένα, εφόσον η πορεία του ήλιου αλλάζει τόσο με την ώρα της ημέρας όσο και με τη μέρα του έτους, συμπεραίνεται πως για να παράγει ένα πλαίσιο τη μέγιστη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει

να είναι σε θέση να περιστρέφεται ώστε να μπορεί να ακολουθεί την τροχιά του ήλιου και να είναι συνεχώς κάθετο στην κατεύθυνση της ακτινοβολίας.

Στην πλειονότητα των Φ/Β συστημάτων επιλέγεται σταθερός προσανατολισμός των πλαισίων, λόγω του κόστους που θα επέτρεπε την κίνηση των πλαισίων, ώστε να επιτυγχάνεται μέση ετήσια γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας όσο το δυνατό πιο κοντά στις 90° . Η επίτευξη αυτού του στόχου έγκειται στην σωστή επιλογή της κλίσης και της αζιμούθιας γωνίας του πλαισίου. Η κλίση του πλαισίου εκφράζεται με τη γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στο επίπεδο της επιφάνειας του Φ/Β πλαισίου και το οριζόντιο επίπεδο, ενώ η αζιμούθια γωνία σχηματίζεται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ανάμεσα στην προβολή της κεκλιμένης πλευράς του πλαισίου και τον τοπικό μεσημβρινό βορρά – νότου (σχήμα 2.3).



Σχήμα 2.3 : Γραφική απεικόνιση της κλίσης (β) και της αζιμούθιας γωνίας (γ) ενός Φ/Β πλαισίου που βρίσκεται στο Βόρειο ημισφαίριο

Για το βόρειο ημισφαίριο η βέλτιστη κλίση του Φ/Β πλαισίου για τη μέγιστη παραγωγή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους είναι ίση με τη γεωγραφική παράλληλο του τόπου και η αζιμούθια γωνία είναι περίπου 0° (κατεύθυνση προς νότο). Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα η μεγιστοποίηση της συνολικής ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε επιφάνεια σταθερής κλίσης,

επιτυγχάνεται για Νότιο προσανατολισμό και κλίση περί των 30°.

2.3.2 Προβλήματα σκιασμών

Η ενεργειακή αποδοτικότητα ενός Φ/Β συστήματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ύπαρξη σκιασμών οι οποίοι επιδρούν στην απόδοση των Φ/Β πλαισίων. Με δεδομένο ότι σε ένα Φ/Β πλαίσιο τόσο τα Φ/Β στοιχεία (ή μέρος αυτών) όσο και τα Φ/Β πλαίσια μιας στοιχειοσειράς συνδέονται μεταξύ τους εν σειρά, γίνεται αντιληπτό ότι ακόμα και ο σκιασμός ενός μέρους της Φ/Β συστοιχίας μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της παραγόμενης ισχύος συγκριτικά με την αναμενόμενη τιμή αυτής. Επιπρόσθετα, μόνιμοι και επαναλαμβανόμενοι τοπικοί σκιασμοί σε ώρες υψηλής ακτινοβολίας είναι δυνατόν να καταπονήσουν το σκιαζόμενο Φ/Β πλαίσιο, προκαλώντας την πρόωρη γήρανση αυτού. Επομένως έχει μεγάλη σημασία να αποφεύγονται οι σκιασμοί ακόμα και από αντικείμενα μικρού όγκου όπως κολώνες, κεραίες ή ηλεκτρικά καλώδια και ακόμα περισσότερο από δέντρα, παρακείμενα κτίρια κλπ.

Κατά την επιλογή της θέσης έδρασης της Φ/Β συστοιχίας θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι δεν θα υπάρχουν σκιασμοί καθ' όλο το έτος και ειδικά τις ώρες υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας. Εάν στην τοποθεσία έδρασης του Φ/Β εξοπλισμού υπάρχουν μόνιμοι ή επαναλαμβανόμενοι σκιασμοί (πχ. σκίαση από παρακείμενα κτίρια, κολώνες, στηθαίο κλπ) για μεγάλο χρονικό διάστημα γύρω από το ηλιακό μεσημέρι (από 9:00 έως 15:00) τότε η θέση της εγκατάστασης θεωρείται ακατάλληλη. Τέλος, για τη διασφάλιση της μακροχρόνιας απρόσκοπτης λειτουργίας του Φ/Β συστήματος θα πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο εμφάνισης μελλοντικών σκιασμών λόγω ανοικοδόμησης παρακείμενων κτιρίων. Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι ο γενικός κανόνας ορθής τοποθεσίας έδρασης του Φ/Β εξοπλισμού είναι ο ορίζοντας προς Νότο να είναι ελεύθερος και χωρίς εμπόδια.

2.3.3 Στατική μελέτη και υλικά στήριξης

Τα Φ/Β πλαίσια τοποθετούνται σε ένα σύστημα στήριξης, εξασφαλίζοντας την απρόσκοπτη λειτουργία και την ασφάλεια της εγκατάστασης σε ακραίες συνθήκες ανέμου, χιονόπτωσης, σεισμού και θερμοκρασιακών μεταβολών. Οι ακραίες αυτές συνθήκες καθώς και ο συνδυασμός τους, μαζί με τους αντίστοιχους συντελεστές ασφαλείας, προδιαγράφονται στους Ευρωκώδικες, παράλληλα με επιπρόσθετους ελέγχους, όπως για το σύνολο των δομικών κατασκευών. Για τη στατική επάρκεια του συστήματος καθεαυτού, μπορεί να ζητείται αντίστοιχο πιστοποιητικό από τον προμηθευτή. Ο εγκαταστάτης θα πρέπει να έχει υπόψη του την διαφοροποίηση των συστημάτων στήριξης και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που το διέπουν, συμπεριλαμβανομένων της ευκολίας εγκατάστασης, της αξιοπιστίας και των λειτουργικών στοιχείων (όπως η δυνατότητα ή όχι φυσικού αερισμού του πλαισίου).

Ο σχεδιασμός ενός τεχνικού έργου από καταβολής κόσμου ήταν ένα σύνθετο, με πολλές παραμέτρους πρόβλημα, με τη διαφορά ότι έγινε κοινή συνείδηση τις τελευταίες δεκαετίες του αιώνα που πέρασε. Η λύση πολλών προβλημάτων χωρίς να προϋδεάζει η μορφή τους, προκύπτει από εξισώσεις που χρησιμοποιούν ενεργειακά μεγέθη. Βασική παράμετρος για όλα τα τεχνικά έργα υποδομής, είναι ο υπολογισμός τους σε βάθος χρόνου, για όποιο χαρακτήρα και αν έχει αυτό. Ειδικότερα για ένα έργο παραγωγής ενέργειας, οι προτεινόμενες λύσεις πρέπει να αξιολογούνται σε βάθος χρόνου και όχι στιγμιαία, γεγονός που μπορεί να παραπλανήσει την τελική επιλογή υλικών και μεγεθών. Τέτοιας αξιολόγησης σχετικά με το αντικείμενο μας χρήζουν π.χ. σε μια επένδυση Α.Π.Ε., η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία – ενέργεια ανά m^2 επιφάνειας, η παραγωγή ενέργειας. Ειδικά στα Φ/Β συστήματα, η χρονική διάρκεια ενός έτους είναι μέγεθος αναφοράς, γιατί αποτελεί την περίοδο (T) της σχετικής κίνησης ηλίου-γης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση

Ο συντελεστής απόδοσης των φωτοβολταϊκών στοιχείων δεν είναι σταθερός αλλά επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες και αποτελεί μέτρο της ποιότητας και αποτελεσματικότητας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης. Η ποιότητα ενός φωτοβολταϊκού πάρκου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την απόδοσή του που έχει να κάνει με την ποιότητα των φωτοβολταϊκών πλαισίων, βάσεων στήριξης αλλά και πολλών άλλων παραγόντων.

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση ενός φ/β συστήματος είναι η σύσταση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ειδικότερα, δύο δέσμες ακτινοβολίας ίδιας ισχύος αλλά διαφορετικού μήκους κύματος οδηγούν ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο σε διαφορετική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η διαφορά οφείλεται κυρίως στην καταλληλότητα των φωτονίων σε σχέση με το ενεργειακό διάκενο του ημιαγωγού του φωτοβολταϊκού στοιχείου.

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την απόδοση είναι η θερμοκρασία του φωτοβολταϊκού στοιχείου. Η τάση ανοιχτού κυκλώματος εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους του ημιαγωγού, όπως το ενεργειακό διάκενο και η συγκέντρωση των φορέων. Αύξηση της θερμοκρασίας επιφέρει αντίστοιχη αύξηση της ενδογενούς συγκέντρωσης των φορέων με αποτέλεσμα να πραγματοποιούνται περισσότερες επανασυνδέσεις φορέων, οι οποίες οδηγούν σε μείωση της απόδοσης μετατροπής.

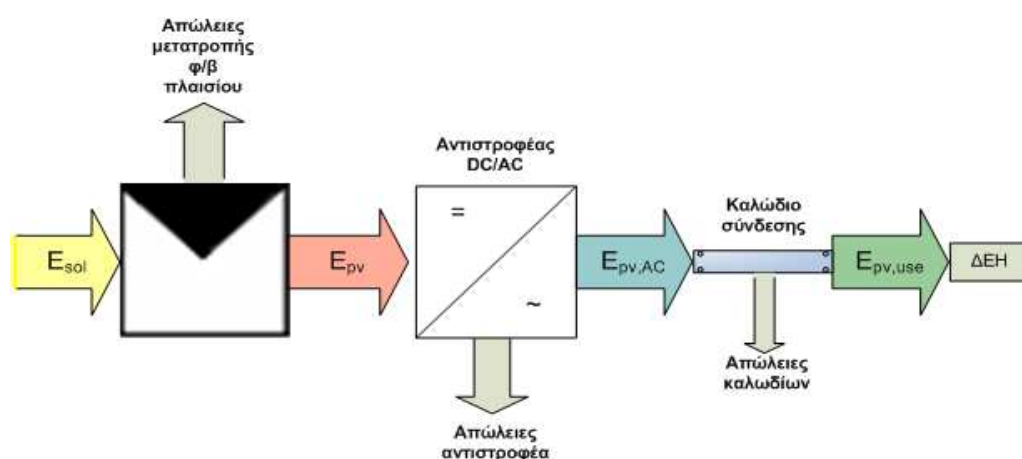
3.2 Διάγραμμα Ροής Ενέργειας Φωτοβολταϊκού Πάρκου

Το διάγραμμα ροής ενέργειας του φωτοβολταϊκού πάρκου παρουσιάζεται στο σχήμα 3.1. Η εκτιμώμενη απόδοση της εγκατάστασης, όπως φαίνεται στη σχέση 3.1, ισούται με τον λόγο της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στα φωτοβολταϊκά πλαίσια

προς την παραγόμενη ενέργεια ακριβώς μετά τον αντιστροφέα, όπου και λαμβάνονται οι μετρήσεις [9]. Να σημειωθεί εδώ ότι ο βαθμός απόδοσης αυτός αφορά το σύνολο της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, δηλαδή από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια έως και το σημείο σύνδεσης του πολυοργάνου, δηλαδή μετά τον αντιστροφέα. Συνυπολογίζονται λοιπόν οι βαθμοί απόδοσης των πλαισίων, του αντιστροφέα ενώ επίδραση έχουν και οι απώλειες στα καλώδια λόγω την πτώσης τάσης που παρατηρείται κατά την όδευση του ρεύματος από τα πλαίσια μέχρι τον αντιστροφέα.

$$n = (E_{sol} / E_{pv,AC}) 100\% \quad (3.1)$$

όπου : E_{sol} η προσπίπτουσα ακτινοβολία στα φωτοβολταϊκά πλαίσια
 $E_{pv,AC}$ η παραγόμενη ενέργεια μετά τον αντιστροφέα



Σχήμα 3.1 : Διάγραμμα ροής ενέργειας του διασυνδεδεμένου φ/β πάρκου

Στο σχήμα 3.1 φαίνεται το διάγραμμα ροής ενέργειας ενός διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού πάρκου, όπου :

$E_{pv,AC}$: Παραγόμενη ενέργεια μετά τον αντιστροφέα DC/AC

E_{sol} : Ηλιακή ενέργεια

E_{pv} : Παραγόμενη ενέργεια από φ/β πλαίσια

$E_{pv,use}$: Ηλιακή ενέργεια προς χρήση – ΔΕΗ

3.3 Δείκτες Αξιολόγησης του Φωτοβολταϊκού Συστήματος

Κάποιοι από τους δείκτες που χρησιμοποιούνται για την αποτίμηση της απόδοσης του φωτοβολταϊκού συστήματος είναι οι παρακάτω:

1. Ηλιακό κλάσμα – *Solar Fraction* (F_{sol})

Ο δείκτης F_{sol} δίνεται από την σχέση (3.2) και μας δίνει την αναλογία σε ποσοστό της χρησιμοποιούμενης ηλιακής ενέργειας $E_{PV,use}$ προς την συνολική ενεργειακή κατανάλωση E_{tot} . Ο δείκτης αυτός αποτελεί το σημαντικότερο κριτήριο για την σωστή διαστασιολόγηση ενός πάρκου όπου καλείται να εξυπηρετήσει ένα δεδομένο ενεργειακό προφίλ κατανάλωσης.

$$F_{sol} = E_{PV,use} / E_{tot} \quad (3.2)$$

όπου :

F_{sol} ο δείκτης ηλιακού κλάσματος (%)

$E_{PV,USE}$ η AC ενέργεια προς χρήση παραγόμενη από το φ/β πάρκο (kWh/d)

E_{tot} ή E_{Load} η συνολική κατανάλωση ενέργειας (kWh/d)

Ο δείκτης αυτός στα διασυνδεδεμένα συστήματα μπορεί να προσεγγίσει το 100% εάν η ηλεκτρική ενέργεια που δεν χρησιμοποιείται απευθείας αλλά διοχετεύεται στο δίκτυο προσμετρείται ως χρήσιμη ενέργεια παραγόμενη από τα φωτοβολταϊκά.

2. Απόδοση σειράς - Array Yield (Y_A)

Ο δείκτης Y_A δίνεται από την σχέση (3.3) και μας δείχνει πόσες ώρες ανά μέρα θα έπρεπε να παράγει το συγκεκριμένο φωτοβολταϊκό πάρκο στην μέγιστη ισχύ του ώστε να παραχθεί η ενέργεια που τελικά μετρήθηκε από το πολυόργανο. Η τιμή του δείκτη είναι σε ώρες ανά ημέρα (h/d) και θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν

μεγαλύτερη. Μικρή τιμή αυτής θα σημαίνει αυτόματα και κάποια αστοχία στον προσανατολισμό, την κλίση, πιθανή εμφάνιση σκίασης ή κάποιο πρόβλημα στον αντιστροφέα (χαμηλή απόδοση).

$$Y_A = E_{pv,AC} / P_{nom} \quad (3.3)$$

όπου :

Y_A ο δείκτης απόδοση σειράς (h/d)

$E_{pv,AC}$ η παραγόμενη ενέργεια μετά τον αντιστροφέα (kWh/d)

P_{nom} η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του φ/β πάρκου (kWp)

3. Τελική απόδοση - *Final Yield* (Y_F)

Ο δείκτης Y_F δίνεται από την σχέση (3.4) και μας δείχνει πόσες ώρες ανά μέρα θα έπρεπε να παράγει το συγκεκριμένο φωτοβολταϊκό πάρκο στην μέγιστη ισχύ του ώστε να παραχθεί η ενέργεια που τελικά είναι προς χρήση και είτε δίνεται στην ΔΕΗ, για τα διασυνδεδεμένα συστήματα, είτε καταναλώνεται από τα φορτία και αποθηκεύεται στις μπαταρίες, στα αυτόνομα συστήματα. Αν μιλάμε για αυτόνομα συστήματα, αυτό το μέγεθος διαφέρει αρκετά από το $E_{pv,AC}$ καθώς εισέρχονται απώλειες μπαταριών, καλωδίων καθώς και ένα μέρος της ενέργειας που κάποιες στιγμές πετιέται αν υπάρχει περίσσειμα και οι μπαταρίες είναι 100% φορτισμένες. Στην περίπτωση όπου έχουμε διασυνδεδεμένο πάρκο, υπάρχουν μόνο οι απώλειες καλωδιώσεων. Γενικά πάντως ο δείκτης αυτός είναι ένας αξιόπιστος τρόπος για να συγκρίνεις την παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά πάρκα διαφορετικού μεγέθους.

$$Y_F = E_{PV,USE} / P_{nom} \quad (3.4)$$

όπου : Y_F ο δείκτης τελικής απόδοσης (h/d)

$E_{PV,USE}$ η AC ενέργεια προς χρήση παραγόμενη από το φ/β πάρκο (kWh/d)

P_{nom} η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του φ/β πάρκου (kWp)

4. Απώλειες Συστήματος - *Systems Losses* (L_s)

Ο δείκτης L_s δίνεται από την σχέση (3.5) και μας δίνει τις απώλειες που παρουσιάζονται κατά την μετατροπή της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας έως το σημείο που αυτή δίνεται προς κατανάλωση (AC).

$$L_s = Y_A - Y_F \quad (3.5)$$

Οι απώλειες αυτές ταξινομούνται ως εξής :

- Απώλειες κατά την μετατροπή στον αντιστροφέα
- Απώλειες κατά την αποθήκευση και κατανάλωση στις μπαταρίες (αυτόνομα συστήματα)
- Απώλειες συμβατότητας φ / β πλαισίων
- Απώλειες καλωδίων λόγω αντίστασης (R)

Το L_s δείχνει στην ουσία πόσες ώρες την μέρα πρέπει να δουλεύει το πάρκο στην ονομαστική του ισχύ για να καλύψει τις απώλειες από την παραγωγή ως την κατανάλωση.

5. Απόδοση αναφοράς - *Reference Yield* (Y_R)

Ο δείκτης Y_R δίνεται από την σχέση (3.6) και μας δίνει την μέση ημερήσια ακτινοβολία που προσπίπτει στα φ/β πλαίσια διαιρούμενη από την ακτινοβολία αναφοράς GSTC. Η GSTC είναι η ακτινοβολία για ιδανικές συνθήκες ηλιοφάνειας και ισούται με $1000\text{W}/\text{m}^2$. Ο δείκτης δείχνει τελικά πόσες ώρες απαιτούνται με ιδανική πρόσπτωση ακτινοβολίας $1000\text{W}/\text{m}^2$ ώστε να έχουμε την ίδια συνολική ακτινοβολία με αυτή που μετράμε μέσω ενός αισθητήρα και προσαρμόζεται σε ένα φωτοβολταϊκό πάρκο μέσω κάποιου μοντέλου ανάλυσης.

$$Y_R = H_i / G_{stc} \quad (3.6)$$

όπου :

Y_R ο δείκτης απόδοσης αναφοράς (h/d)

H_i η συνολική ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει ανά m^2 στα φ/β πλαίσια κατά τη διάρκεια όλης της ημέρας ($kW h/m^2d$)

GSTC η ακτινοβολία αναφοράς STC ($1kW/m^2$)

6. Απώλειες ακτινοβολίας - *Capture or irradiation Losses (Lc)*

Ο δείκτης L_c δίνεται από την σχέση (3.7) και εκφράζει το μέγεθος της εισερχόμενης προσπίπτουσας ακτινοβολίας που τελικά χρησιμοποιείται για την μετατροπή της ενέργειας.

$$L_c = Y_R - Y_A \quad (3.7)$$

Οι απώλειες αυτές ταξινομούνται ως εξής:

- Απώλειες σκίασης
- Απώλειες ανακλάσεων πάνω στο φωτοβολταϊκό πλαίσιο
- Απώλειες προσανατολισμού – κλίσης
- Απώλειες ρύπανσης του φωτοβολταϊκού πλαισίου

Το L_c δείχνει στην ουσία πόσες ώρες μιας ημέρας ιδανικής ακτινοβολίας χάθηκαν από προβλήματα όπως τα προαναφερθέντα.

7. Λόγος απόδοσης -*The Performance Ratio (PR)*

Ο λόγος απόδοσης PR δίνεται από την σχέση (3.8) και εισάγεται για να χαρακτηρίσει την λειτουργία του συστήματος. Ουσιαστικά δείχνει πώς χρησιμοποιείται το ενεργειακό δυναμικό του φωτοβολταϊκού συστήματος το οποίο και καθορίζεται σύμφωνα με το STC (Standard Tests Conditions)

$$PR = Y_F / Y_R \quad (3.8)$$

Όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος απόδοσης PR τόσο καλύτερα το σύστημα χρησιμοποιεί το δυναμικό του. Αντιθέτως χαμηλή τιμή του μας φανερώνει

προβλήματα κατά την μετατροπή που οφείλονται σε τεχνικά ή σχεδιαστικά προβλήματα της εγκατάστασης. Ο δείκτης PR λοιπόν, ορίζεται ως η αναλογία της χρησιμοποιούμενης ηλιακής ενέργειας σε σχέση την ονομαστική ενέργεια. Στην ουσία μας προσδίδει την ποσόστωση των επιδράσεων που έχουν οι διάφορες απώλειες στην έξοδο του συστήματος (χρησιμοποιούμενη ενεργεία). Οι απώλειες αυτές μπορεί να αφορούν την κακή απόδοση του αντιστροφέα, την αντίσταση των καλωδίων, τις διάφορες ασυμβατότητες κατά την μετατροπή ισχύος από DC σε AC, την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών πάνω στα πλαίσια, την μειωμένη χρήση της ακτινοβολίας λόγω ανακλάσεων στην γυάλινη επιφάνεια των πλαισίων ή ακάθαρτων τμημάτων σ' αυτά και γενικά για οποιαδήποτε άλλη αστοχία των επιμέρους υλικών και συσκευών. Η τιμή αυτή PR τυπικά αναφέρεται σε μηνιαία ή ετήσια βάση όπου εκεί μπορούν να βγουν και τα πιο χρήσιμα συμπεράσματα για το σύστημα. Η αναφορά του δείκτη αυτού σε εβδομαδιαία ή ημερήσια βάση πιθανόν να είναι χρήσιμη μόνο για την εξακρίβωση ύπαρξης προβλημάτων του εξοπλισμού.

3.4 Μελέτη περίπτωσης : Ανάλυση απόδοσης φωτοβολταϊκού πάρκου στο νησί της Κρήτης

Το συγκεκριμένο φ/β πάρκο βρίσκεται στην Σητεία της Κρήτης, ένα νησί με πολύ ευνοϊκές συνθήκες για την δημιουργία φ/β εγκαταστάσεων. Παρακάτω μελετείται και αξιολογείται η απόδοση του συγκεκριμένου πάρκου. Το συγκεκριμένο φ/β πάρκο έχει μέγιστη ισχύ 171.36 kWp και βρίσκεται σε λειτουργία από το 2002 [10]. Μετά από παρακολούθηση ενός έτους με κατάλληλα μέσα του φ/β πάρκου, υπολογίζονται η απόδοσή του και οι διάφορες απώλειες ισχύος (θερμοκρασία, δίκτυο, ηλεκτρονικά ισχύος, διαθεσιμότητα πλέγματος φ/β πλαισίων και αλληλοσύνδεση). Το φ/β πάρκο τροφοδότησε το δίκτυο με 229 MWh κατά τη διάρκεια του έτους 2007, με διακύμανση από 335.48 kWh έως 869.68 kWh. Η τελική απόδοση (Y_F) κυμάνθηκε από 1.96 έως 5.07 h / d και ο λόγος απόδοσης (PR) κυμάνθηκε από 58% έως 73%, δίνοντας ένα ετήσιο PR 67.36 %.

Ο χρόνος απόσβεσης μιας επένδυσης στην Ελλάδα, μια περιοχή με μεγάλη έκθεση στον ήλιο, είναι από τους μικρότερους στην Ευρώπη. Η ανάλυση της

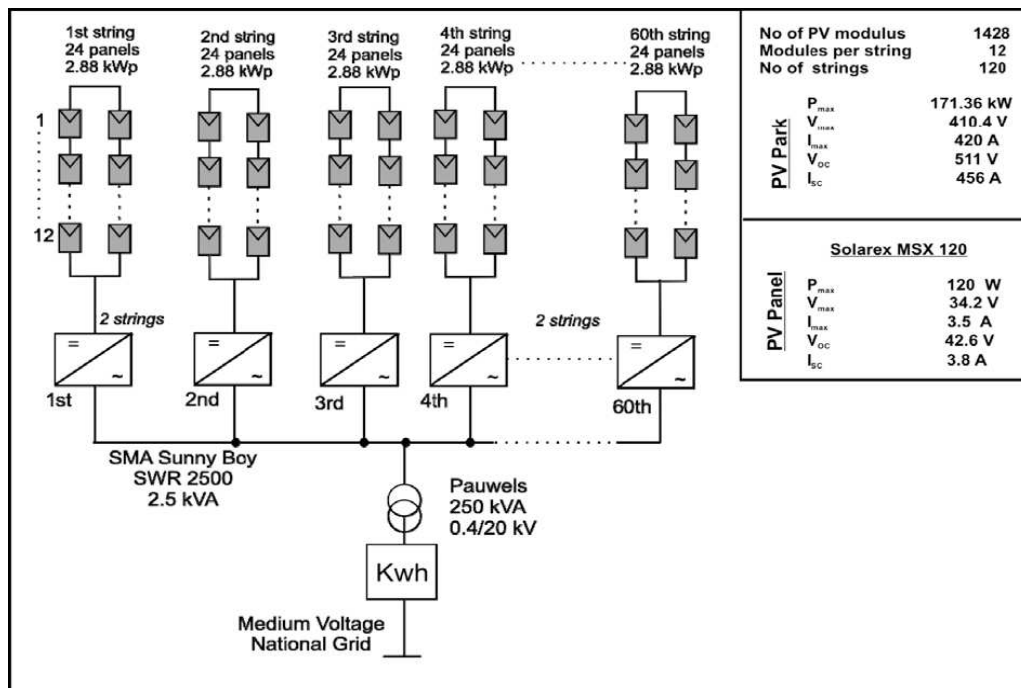
απόδοσης ενός μεγάλου φ/β πάρκου σε ένα νησί όπως η Κρήτη, με τιμές ηλιοφάνειας από τις μεγαλύτερες στην Ευρώπη, είναι μεγάλης σημασίας διότι δίνει επιπλέον κίνητρο στους πιθανούς επενδυτές βλέποντας μέσω αυτής τις πιθανότητες να έχουν οικονομικά ανταλλάγματα από την επένδυσή τους. Επιπλέον, η εκτίμηση της απόδοσης με πραγματικά δεδομένα επιτρέπει την ανακάλυψη επιχειρησιακών προβλημάτων, διευκολύνει τη σύγκριση συστημάτων που μπορεί να διαφέρουν στην σχεδίασή τους και αξιολογεί την αλληλεπίδραση του πάρκου με το τοπικό δίκτυο, κάτι το οποίο είναι πολύ σημαντικό σε ένα μεγάλο αυτόνομο ηλεκτρικό σύστημα, σαν αυτό που μελετάμε.

3.4.1 Το φωτοβολταϊκό πάρκο

Το φ/β πάρκο έχει εγκατεστημένη χωρητικότητα 171.36 kWp, δίκτυο συνδεδεμένο με γραμμή μετάδοσης 20 kV και καλύπτει συνολική επιφάνεια 3784 m² με ενεργή επιφάνεια 1142.4 m². Το πάρκο αποτελείται από 1428 πολυκρυσταλλικά πάνελ σιλικόνης της BP Solar. Τα φ/β πάνελ είναι διατεταγμένα σε 120 παράλληλες γραμμές, με 12 πάνελ η καθεμιά και συνδέονται με 60 αντιστροφείς τύπου Sunny Boy SB2500. Επίσης υπάρχουν κουτιά σύνδεσης, όργανα μέτρησης θερμοκρασίας και ακτινοβολίας και σύστημα καταγραφής δεδομένων. Το φ/β σύστημα είναι ανυψωμένο στις 30° και προσανατολισμό προς το Νότο στηριζόμενο σε βάσεις από ανοξείδωτο ατσάλι. Η γωνία των 30° επιλέγεται για μεγιστοποίηση της ετήσιας παραγωγής ενέργειας. Στο σχήμα 3.2 φαίνεται το φ/β πάρκο και στο σχήμα 3.3 φαίνεται ένα σχηματικό κυκλωματικό διάγραμμα των ηλεκτρικών συνδέσεων του συστήματος.



Σχήμα 3.2 : Το φ/β πάρκο με τα πάνελ να έχουν γωνία 30° και προσανατολισμό προς το Νότο



Σχήμα 3.3 : Σχηματικό κυκλωματικό διάγραμμα του φ/β συστήματος

3.4.2 Ανάλυση του συστήματος

Η απόδοση για αυτό το συνδεδεμένο στο δίκτυο φ/β πάρκο μελετάται και

αναλύεται για το έτος 2007 σε ωριαία, ημερήσια και μηνιαία βάση. Το σύστημα του φ/β πάρκου παρακολουθείται πλήρως ώστε να αποτιμηθεί η απόδοση του συστήματος με το τοπικό δίκτυο ισχύος. Για να αξιολογηθεί η απόδοση του φ/β πάρκου υπολογίζονται η τελική απόδοση Y_F (Final Yield), η απόδοση αναφοράς Y_R (Reference Yield), ο λόγος απόδοσης PR (performance ratio) και ο παράγοντας χωρητικότητας CF (capacity factor) όπως ορίζονται από τα διεθνή πρότυπα IEC 61724.

Η τελική απόδοση Y_F όπως προαναφέρθηκε (εξίσωση 3.4), ορίζεται ως η ετήσια, μηνιαία ή ημερήσια AC ενέργεια εξόδου του συστήματος διαιρεμένη με τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ του φ/β πάρκου σε συγκεκριμένες συνθήκες (STC) 1000 W/m² ηλιακή ακτινοβολία και 25° C θερμοκρασία φ/β πλαισίου.

$$Y_F = E(KWh AC) / P(KW DC) \quad (3.9)$$

Η απόδοση αναφοράς Y_R (εξ. 3.6) είναι η συνολική ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται το πάρκο σε κάτοψη H_t (KW h/m²) διαιρεμένη με την ακτινοβολία αναφοράς GSTC (1 KW / m²). Επομένως, η απόδοση αναφοράς είναι ο αριθμός των ωρών της μέγιστης ηλιακής ακτινοβολίας.

$$Y_R = H_t (KW h/m^2) / 1 KW/m^2 \quad (3.10)$$

Ο λόγος απόδοσης PR (εξ. 3.8) είναι η τελική απόδοση διαιρεμένη με την απόδοση αναφοράς. Παρουσιάζει τις συνολικές απώλειες του συστήματος κατά την μετατροπή από DC σε AC. Οι τυπικές απώλειες ενός φ/β πάρκου περιλαμβάνουν απώλειες λόγω διάβρωσης των πάνελ (n_{deg}), θερμοκρασία (n_{tem}), ακαθαρσίες (n_{soil}), εσωτερικό δίκτυο (n_{net}), μετατροπέα (n_{inv}), μετασχηματιστή (n_{tr}) και διαθεσιμότητας συστήματος και συνδεσιμότητας δικτύου (n_{ppc}). Επομένως το PR μπορεί να εκφραστεί ως :

$$PR = Y_F / Y_R = n_{deg} n_{tem} n_{soil} n_{net} n_{inv} n_{tr} n_{ppc} \quad (3.11)$$

Η απόδοση σειράς Y_A καθορίζεται ως η ετήσια ή ημερήσια παραγωγή ενέργειας του

φ/β συστήματος διαιρεμένη με την συνολική εγκατεστημένη ισχύ (εξ.3.4), οι απώλειες του συστήματος L_s κερδίζονται από την αντιστροφή απωλειών του μετατροπέα και του μετασχηματιστή και οι απώλειες L_c οφείλονται στις απώλειες του φ/β πλέγματος. Έτσι έχουμε :

$$Y_A = E_{pv,AC} / P_{nom} \quad (3.12)$$

$$L_c = Y_R - Y_A \quad (3.13)$$

$$L_s = Y_A - Y_F \quad (3.14)$$

Τέλος, ο παράγοντας της χωρητικότητας (CF) ορίζεται ως ο λόγος της πραγματικής ετήσιας ενέργειας που προέρχεται από το δίκτυο (output) διαιρεμένο με την ποσότητα της ενέργειας που το φ/β πάρκο θα παρήγαγε αν λειτουργούσε σε πλήρη λειτουργία ισχύος (P_r) 24 ώρες τη μέρα και επί ένα χρόνο.

$$CF = Y_F / 8760 = E / (P_r 8760) = (H_t P_r) / (P_r 8760) \quad (3.15)$$

Η γενική προσπίπτουσα ακτινοβολία στο επίπεδο του φ/β πλέγματος, η περιβαλλοντική θερμοκρασία, η DC ισχύς που προέρχεται από το πλέγμα και η AC έξοδος ισχύος του φ/β πάρκου μετρήθηκαν κάθε 10 λεπτά και αποθηκεύτηκαν στο σύστημα καταγραφής δεδομένων. Η συνολική λειτουργία του συστήματος καταγράφηκε σε μορφή συλλογής δεδομένων για το έτος 2007 ανά δέκα λεπτά και από αυτό προέκυψε ένας μηνιαίος μέσος όρος.

Η υψηλότερη τιμή της συνολικής προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας παρατηρήθηκε τον μήνα Ιούλιο με τιμή 224.66 kW h/m² και η χαμηλότερη το Δεκέμβριο με τιμή 92.35 kW h/m². Η ετήσια έκθεση στον ήλιο ήταν 1984.38 kW h/m² και η μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος 16.46 °C. Το φ/β πάρκο παρήγαγε 229 MW h μέσα στο 2007, με τιμές που κυμάνθηκαν από 10.4 (Δεκέμβριος) έως 26.96 MW h (Ιούλιος) [10]. Η μηνιαία μέση απόδοση σειράς Y_A κυμαίνεται από 2.25 (Δεκέμβριος) έως και 6.6 h/d (Ιούλιος) και η τελική απόδοση Y_F κυμαίνεται από 1.95 έως 5.07 h/d. Η μέση ετήσια τελική απόδοση και η απόδοση αναφοράς ήταν 1336.6 και 1984 h αντίστοιχα. Οι μηνιαίες μέσες απώλειες λόγω φ/β πλέγματος κυμαίνονται από 0.54 (Νοέμβριος) έως 1.38 h/d (Σεπτέμβριος) και οι απώλειες συστήματος κυμαίνονται από 0.29 (Δεκέμβριος) έως 1.52 h/d (Ιούλιος). Ο λόγος απόδοσης

κατανεμήθηκε ανάμεσα στο εύρος 58 – 73% και η ετήσια μέση τιμή του ήταν 67.36%. Επίσης ο μέσος ετήσιος παράγοντας για την χωρητικότητα ήταν 15.26%.

Η ετήσια τελική απόδοση των 1336.6 kW h/kW p για το φ/β πάρκο είναι σημαντικά υψηλότερη από αυτή των φ/β που λειτουργούν στην Γερμανία και τη νότια Ισπανία, κάτι που δείχνει τις τεράστιες προοπτικές που θα είχε μια τέτοιου είδους επένδυσης στο νησί της Κρήτης.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για να υπολογιστούν αναλυτικά οι διάφορες απώλειες του φ/β πάρκου περιγράφεται παρακάτω. Η κατοπτρική ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια της ημέρας, η DC ισχύς από την φ/β συστοιχία και η AC έξοδος ισχύος του φ/β πάρκου λαμβάνονται με μια συχνότητα 10 λεπτών ημερησίως και βγαίνει η μέση τιμή τους με αυτήν την συχνότητα. Η ονομαστική στιγμιαία DC ισχύς της φ/β συστοιχίας κάθε 10 λεπτά και η συνολική ετήσια παραγωγή ετήσια παραγωγή ενέργειας του πλέγματος υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της ηλιακής ακτινοβολίας και τις τεχνικές προδιαγραφές των φ/β πάνελ που χρησιμοποιούνται. Στη συνέχεια, η πραγματική έξοδος ισχύος του πλέγματος προσομοιώνεται σταδιακά προσθέτοντας τις διάφορες απώλειες του πλέγματος (απώλειες θερμοκρασίας, διάβρωσης κλπ). Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για τον υπολογισμό της αλληλοσύνδεσης, απωλειών αντιστροφεία και μετασχηματιστή συσχετίζοντας την πραγματική έξοδο ισχύος του πλέγματος με την έξοδο ισχύος του φ/β πάρκου με μία συχνότητα 10 λεπτών. Αυτή η μέθοδος δίνει μία ρεαλιστική εκτίμηση, από τη στιγμή που οι διάφορες απώλειες αλληλοσχετίζονται και συνδέονται απευθείας με την στιγμιαία πραγματική εξόδου των φ/β πάνελ και του φ/β πάρκου.

Η αποτελεσματικότητα ενός φ/β πάνελ εξαρτάται από την θερμοκρασία λειτουργίας και την πυκνότητα ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας. Καθώς η θερμοκρασία των φ/β πάνελ αυξάνεται, η αποτελεσματικότητά τους μειώνεται γραμμικά, από τη στιγμή που η μέγιστη ισχύς των φ/β πάνελ αναφέρεται σε STC συνθήκες. Σε διαφορετικές θερμοκρασίες, η έξοδος ισχύος των φ/β πάνελ εξαρτάται από τη διαφορά της θερμοκρασίας των πάνελ και τη θερμοκρασία STC ($T_c - T_{STC}$) και την πυκνότητα ισχύος (G) της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας [10]. Η μηνιαία θερμοκρασία λειτουργίας των φ/β πλαισίων και η θερμοκρασία περιβάλλοντος μετρώνται κατά τη διάρκεια των ωρών της ημέρας.

Το καλοκαίρι, η μηνιαία μέση κατά ώρα θερμοκρασία των φ/β πάνελ κυμαίνεται από 22 – 31 °C και η θερμοκρασία περιβάλλοντος κυμαίνεται ανάμεσα στους 13 – 18 °C. Το χειμώνα οι αντίστοιχες διακυμάνσεις είναι 10 – 12 °C και 6 – 8 °C.

Τα φ/β πάνελ μετά από συνεχή λειτουργία τελικά καλύπτονται από ένα λεπτό στρώμα σκόνης και βρωμιάς, μειώνοντας έτσι το ποσό του φωτός που φτάνει σε κάθε κύτταρό τους. Το ποσό της χαμένης ισχύος εξαιτίας αυτού του γεγονότος (n_{soil}) εξαρτάται από τον τύπο της σκόνης, τη χρονική διάρκεια από την τελευταία βροχόπτωση και την τήρηση του προγράμματος καθαριότητας. Για το συγκεκριμένο φ/β πάρκο εμπειρικά υπολογίστηκαν από τη μελέτη PVUSA. Οι απώλειες λόγω βρωμιάς ήταν 4 – 5 % κατά το χειμώνα και 6 – 7 % κατά την καλοκαιρινή περίοδο και οι συνολικές ετήσιες απώλειες 5.86%.

Προσθέτοντας τις απώλειες λόγω θερμοκρασίας και ακαθαρσιών στην ονομαστική ισχύ εξόδου του πλέγματος χωρίς απώλειες, ένα 5% αναντιστοιχίας συγκρινόμενο με την πραγματική καταγεγραμμένη ισχύ εξόδου παρατηρήθηκε. Αυτή η αναντιστοιχία μπορεί να αποδοθεί στις απώλειες λόγω υποβάθμισης των φ/β πάνελ (n_{deg}) λόγω των ετών, μιας και το πάρκο βρίσκεται σε λειτουργία ήδη από το 2002. Το γεγονός αυτό έρχεται σε πλήρη συμφωνία με τις πειραματικές μελέτες και τις εγγυήσεις των κατασκευαστών.

Οι απώλειες μετατροπής του αντιστροφέα (DC σε AC) υπολογίστηκαν με μία συχνότητα 10 λεπτών αφαιρώντας τη DC ισχύ εξόδου του πλέγματος από την AC ισχύ εξόδου κανονικοποιώντας τις DC απώλειες καλωδίωσης και αλληλεσύνδεσης ($n_{net}=6\%$) και απώλειες μετατροπής ($n_{tr}=2\%$). Επομένως, οι υπολογισμένες απώλειες μαζί με αυτές του αντιστροφέα ($n_{inv}=2\%$) είναι 7.84%.

Οι απώλειες διαθεσιμότητας και σύνδεσης του πλέγματος (n_{ppc}) κυμαίνονται από 0.3 (Οκτώβριος και Νοέμβριος) έως 19.9% (Μάρτιος), με έναν ετήσιο μέσο 4.54%. Οι απώλειες είναι πολύ χαμηλές (<1%) τους μήνες Φεβρουάριο, Απρίλιο, Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Νοέμβριο. Υπάρχει μία αύξηση από το Μάιο μέχρι τον Ιούλιο, ενώ από τον Ιανουάριο μέχρι το Μάρτιο οι απώλειες είναι πολύ μεγάλες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

4.1 Επιθεώρηση και πιστοποίηση έργων κατασκευής φωτοβολταϊκών συστημάτων

Το τελευταίο χρονικό διάστημα παρατηρείται μια δυναμική ανάπτυξη φ/β εγκαταστάσεων, ως αποτέλεσμα εφαρμογής του νόμου 3851/2010, ο οποίος αποτελεί συνέχεια των νόμων 3734/2009 και 3468/2006, λόγω του ότι οι συγκεκριμένες επενδύσεις παρουσιάζονται και προωθούνται ως μηδενικού ρίσκου, χάρη στην εγγυημένη ανταπόδοση του σταθμού σε βάθος χρόνου. Ουσιαστικά δηλαδή, θεωρείται δεδομένο ότι θα γίνει απόσβεση της επένδυσης σε κάποιο χρονικό διάστημα από την ολοκλήρωση της κατασκευής της φ/β εγκατάστασης, από την στιγμή που η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας θα ξεκινήσει από την έναρξη της λειτουργίας της εγκατάστασης. *Η πιστοποίηση της ποιότητας ενός τέτοιου έργου, απευθύνεται σε πληθώρα διαφορετικών εμπλεκόμενων μερών :*

- Σε ιδιώτες επενδυτές – παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από φ/β συστήματα
- Σε εγκαταστάτες φ/β συστημάτων
- Σε ιδιώτες για οικιακές εφαρμογές (φ/β συστήματα σε στέγες)
- Σε οργανωμένες μεγάλες μονάδες φ/β πάρκων
- Σε τράπεζες που δανειοδοτούν μια επένδυση για τη μείωση του διαχειριστικού κινδύνου
- Σε ασφαλιστικούς οργανισμούς που ασφαλίζουν το έργο

Η πιστοποίηση φ/β συστημάτων καθίσταται απαραίτητη, διότι :

1. Είναι ευκολότερη η δανειοδότηση της επένδυσης από την τράπεζα
2. Βελτιστοποιείται η αξιοπιστία της υλοποίησης της μελέτης
3. Αυξάνεται η αξιοπιστία της επένδυσης απέναντι σε τρίτους
4. Υπάρχει με αυτόν τον τρόπο η τελική επιβεβαίωση της ορθής υλοποίησης της μελέτης και της εγκατάστασης από Οργανισμό Πιστοποίησης διεθνούς

κύρους και αξιοπιστίας

5. Διασφαλίζεται η υψηλή ποιότητα κατασκευής και η ορθή λειτουργία της εγκατάστασης

4.2 Πιστοποίηση σε όλες τις φάσεις κατασκευής ενός φ/β συστήματος

Μία πλήρης παροχή υπηρεσιών πιστοποίησης της ποιότητας, που έχει να κάνει με την κάλυψη όλων των φάσεων κατασκευής ενός φ/β συστήματος και προτείνεται από την εταιρεία επιθεώρησης και πιστοποίησης έργων παραγωγής ενέργειας TUV AUSTRIA HELLAS [11] παρατίθεται παρακάτω :

- Έλεγχος και πιστοποίηση βάσεων στήριξης φ/β συστημάτων βάσει των Ευρωκωδίκων 1, 3 και 9 και του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού 2000 (Ε.Α.Κ. 2000)
- Έλεγχος και πιστοποίηση της οικονομικής απόδοσης του έργου με χρήση εξειδικευμένου λογισμικού και βάσει της τελικής μελέτης εφαρμογής
- Έλεγχος της πληρότητας του τεχνικού φακέλου και ανασκόπηση της μελέτης εγκατάστασης ως προς την αναμενόμενη οικονομική απόδοση του συστήματος
- Δειγματοληπτικός έλεγχος στην παραλαβή των υλικών που θα ενσωματωθούν στο έργο και πλήρη ανασκόπηση των συνοδευτικών τους εγγράφων με σκοπό τη συμμόρφωση ως προς τις τεχνικές προδιαγραφές (π.χ. γεωμετρία και ισχύς πάνελ, ταξινόμηση, διατομές καλωδίων, διατομές πασσάλων, πίνακες κ.τ.λ.)
- Επιτόπου επισκέψεις επιθεωρητών διαφόρων ειδικοτήτων (Πολιτικού, Μηχανολόγου και Ηλεκτρολόγου Μηχανικού) σε όλα τα στάδια κατασκευής της εγκατάστασης (π.χ. τοποθέτηση πασσάλων και βάσεων στήριξης φ/β συστημάτων και σύνδεση αυτών, τοποθέτηση φ/β πάνελ και σύνδεση τους με τις βάσεις στήριξης, τοποθέτηση καλωδίων και πινάκων, ηλεκτρολογικές συνδέσεις) και πιστοποίηση αυτής
- Επαλήθευση ηλεκτρολογικών μεγεθών εγκατάστασης βάσει μελέτης ή/και των απαιτήσεων των προτύπων EN 62446:2009 και HD 384 (π.χ. έλεγχος θεμελιακής γείωσης, αντικεραυνικής προστασίας, SPDs (Surge Protection

Devices), βραχυκυκλωμάτων, καλής λειτουργίας αντιστροφέα, κ.τ.λ.)

- Επιτόπου παρουσία κατά τη διάρκεια δοκιμών παράδοσης – παραλαβής, και κατά την οριστική παραλαβή των έργων και την αυτοψία που θα πραγματοποιηθεί από τη Δ.Ε.Η.
- Έκδοση τελικού πιστοποιητικού συμμόρφωσης της εγκατάστασης ως προς τις απαιτήσεις της εγκεκριμένης μελέτης και των σχετικών προδιαγραφών και προτύπων.

4.3 Πιστοποίηση ποιότητας γραμμής παραγωγής φ/β πλαισίων

Ο όμιλος Solar Cells Hellas [14], παραγωγός δισκίων πυριτίου (Wafers) και φ/β στοιχείων (solar cells) πολυκρυσταλλικού πυριτίου, αποδεικνύει την αφοσίωσή του στην παροχή προϊόντων υψηλής ποιότητας, έχοντας πραγματοποιήσει επιτυχώς την πιστοποίηση της λειτουργίας της γραμμής παραγωγής των φ/β πλαισίων της εταιρείας Soltech A.E. κατά τα διεθνή πρότυπα ISO και OHSAS.

Η επιθεώρηση έλαβε χώρα στις εγκαταστάσεις της Soltech στην βιομηχανική περιοχή Πατρών από τον φορέα TUV Rheinland Greece (www.tuvhellas.gr), μέλος του ομίλου TUV Rheinland, με ηγετική θέση σε διεθνές επίπεδο στις υπηρεσίες ανεξάρτητων ελέγχων και επιθεωρήσεων. Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση της επιθεώρησης πιστοποιήθηκε η λειτουργία της γραμμής παραγωγής φ/β πλαισίων σύμφωνα με τα ακόλουθα πρότυπα :

- ISO 9001 : 2008. Πρόκειται για Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας η εφαρμογή του οποίου συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος και εξασφαλίζει τη σταθερότητα της ήδη υπάρχουσας ποιότητας καθώς και την αξιοπιστία των προϊόντων και υπηρεσιών.
- ISO 14001 : 2004. Το Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον, τη διαρκή βελτίωση των τεχνικών που χρησιμοποιούνται καθώς και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και φυσικών πόρων.
- OHSAS 18001. Με το Σύστημα Διαχείρισης Υγιεινής και Ασφάλειας

Εργασίας προάγεται η διαχείριση του κινδύνου στην εργασία, που σχετίζεται με τις δραστηριότητες του Οργανισμού καθώς και η Υγιεινή και η Ασφάλεια της Εργασίας.

Επιπλέον, η πλήρως αυτοματοποιημένη διαδικασία παραγωγής στις ιδιόκτητες εγκαταστάσεις στην βιομηχανική περιοχή Πατρών συνολικής δυναμικότητας 80MW ετησίως, διασφαλίζουν ότι οι φ/β γεννήτριες ανταποκρίνονται στις υψηλότερες προδιαγραφές ποιότητας, σημειώνοντας τα παρακάτω συγκριτικά αποτελέσματα :

- ❖ Υψηλή διάρκεια ζωής με μέγιστη απόδοση φ/β στοιχείων έως 16.2%
- ❖ Πιστοποιημένα σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα IEN EN 61215 : 2005, ed. 2 και 61730 : 2007 (τμήμα 1^ο και 2^ο)
- ❖ Εγγύηση προϊόντος έως και 5 χρόνια
- ❖ Εγγύηση απόδοσης 10 ετών στο 90% της ονομαστικής ισχύος και 25 ετών στο 80%
- ❖ Πιστοποιημένη μηχανική αντοχή για φορτία των 2400 Pa έως και 5400 Pa εξασφαλίζοντας υψηλή αντοχή τους σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η έντονη χιονόπτωση, οι ισχυροί άνεμοι καθώς και υψηλό ποσοστό υγρασίας
- ❖ Μοναδική κατασκευή με την χρήση επιμέρους υλικών υψηλής ποιότητας
- ❖ Πιστοποίηση παραγωγικών διεργασιών με ISO 9001, ISO 14001 και OHSAS 18001
- ❖ Υποστήριξη και μετά την πώληση

Τα οφέλη της εταιρείας από την εφαρμογή των παραπάνω προτύπων θεωρούνται ως υψίστης σημασίας τόσο για την ίδια την εταιρεία, τα στελέχη και τους εργαζομένους της, όσο και για τις άλλες εταιρείες που συνεργάζονται με αυτή.

4.4 Περιπτώσεις εταιρειών και συστήματα πιστοποίησης

Σε αυτό το σημείο θα αναφερθούν κάποιες εταιρείες που ασχολούνται με την

κατασκευή φωτοβολταϊκών συστημάτων και τα πρότυπα πιστοποίησης που αυτές χρησιμοποιούν. Μία από αυτές τις εταιρείες είναι και η Enfoton Solar Ltd [13] που ιδρύθηκε το Φεβρουάριο του 2002. Στόχος των ιδρυτών της ήταν να εξυπηρετήσουν ένα μεγάλο φάσμα χρήσεων ηλιακής ενέργειας εισάγοντας έτσι μια καθαρή ανανεώσιμη πηγή ενέργειας στην Κύπρο καθώς και σε άλλες χώρες της ανατολικής Μεσογείου. Το όραμα της εταιρείας ήταν να γίνει ένας πρωτοπόρος κατασκευαστής φωτοβολταϊκών πλαϊσίων στη Νότια Ευρώπη. Από το 2002 η Enfoton Solar Ltd είχε ήδη εξασφαλίσει πιστοποίηση στη βάση του συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας ISO 9001 : 2000 το οποίο έχει σήμερα εκσυγχρονιστεί με την τελευταία έκδοση ISO 9001 : 2008. Η εταιρεία είναι επίσης πιστοποιημένη για το σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης ISO 14001 και το σύστημα Εργασιακής Ασφάλειας και Υγείας OHSAS 18001. Τα προϊόντα της εταιρείας συνάδουν με τα πρότυπα EN 61215 : 2005 και EN 61730 : 2005 και είναι πιστοποιημένα από τους έγκυρους Οργανισμούς πιστοποίησης TÜV Γερμανίας και ICIM Ιταλίας.

Άλλη μια εταιρεία είναι και η SILCIO, που είναι η πρώτη εταιρία που πιστοποίησε πλαίσια από ελληνικά φ/β κύτταρα τον Ιούλιο του 2009. Σε σύντομο χρονικό διάστημα, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια της SILCIO έχουν αναγνωριστεί για την υψηλή τους ποιότητα, εξασφαλίζοντας το μέγιστο βαθμό απόδοσης και κατά συνέπεια το μέγιστο οικονομικό όφελος για τους τελικούς πελάτες και επενδυτές. Η εταιρεία έχει εξαγωγικό κυρίως χαρακτήρα και δραστηριοποιείται στην απαιτητική Ευρωπαϊκή αγορά. Η SILCIO έχει εξάγει φωτοβολταϊκά κύτταρα σε Ιταλία, Τουρκία, Ισπανία και Γερμανία. Μέχρι το τέλος του 2010, στην Ελλάδα έχουν εγκατασταθεί φωτοβολταϊκά πλαίσια της SILCIO ισχύος πάνω από 8MW. Με σκοπό τη διασφάλιση ποιότητας των προϊόντων της, την προστασία του περιβάλλοντος και την ασφάλεια του προσωπικού, η SILCIO έχει πιστοποιηθεί κατά τα διεθνή πρότυπα ποιότητας ISO 9001:2008 (Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας), 14001:2004 (Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης Ποιότητας) και OHSAS18001 (Σύστημα Διαχείρισης Υγιεινής και Ασφάλειας στην Εργασία), ενώ τα πλαίσιά της έχουν πιστοποιηθεί με CE (IEC 61215 και EN 61730 1/2) από την TÜV.

Η εταιρεία Eco Energia A.E. [12] είναι μια σύγχρονη τεχνική εταιρεία ειδικευμένη στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η οποία παρέχει ολοκληρωμένες υπηρεσίες στη σχεδίαση και την κατασκευή φωτοβολταϊκών πάρκων

παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η εταιρεία έχει ως βασικό της στόχο την παροχή υπηρεσιών υψηλής ποιότητας στο χώρο της ενέργειας, έχοντας επίσης συμμετοχή σε Ηλεκτρομηχανολογικά έργα και σε εγκαταστάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε βιομηχανικά κτίρια. Η εταιρεία είναι πιστοποιημένη με το πρότυπο ISO 9000 για να πιστοποιεί τις παρεχόμενες υπηρεσίες της και με την ύπαρξη επιπλέον έμπειρης και εκπαιδευμένης ομάδας μηχανικών εξασφαλίζει και εγγυάται την άρτια μελέτη, σχεδίαση και υλοποίηση κάθε ενεργειακής επένδυσης. Για την υλοποίηση των εγκαταστάσεων συνεργάζεται με πρωτοπόρους και καταξιωμένους κατασκευαστές, εξασφαλίζοντας κορυφαίας ποιότητας και τεχνολογικά προηγμένα υλικά και γι αυτόν το λόγο κατέχει την πιστοποίηση EN ISO 9000:2008, όχι μόνο για τη μελέτη εφαρμογής, πώληση και εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, αλλά και για την κατασκευή φωτοβολταϊκών πάρκων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, που σημαίνει ότι ακολουθείται συγκεκριμένη μεθοδολογία κατασκευής σε όλα τα έργα της εταιρείας εξασφαλίζοντας για τους πελάτες της πιστοποιημένη, υψηλής ποιότητας εγκατάσταση όλου του εξοπλισμού, συνδεσμολογία και υπηρεσίες εργασιών στο εργοτάξιο από την αρχή μέχρι και την παράδοση του πάρκου συνδεδεμένου με την Δ.Ε.Η.

Τέλος, άλλη μια εταιρεία που αντικείμενο της είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) και χρησιμοποιεί συστήματα πιστοποίησης είναι και η ALFA ENERGY. Η συγκεκριμένη εταιρεία διαθέτει συστήματα που χρησιμοποιούνται για την στήριξη φωτοβολταϊκών πλαισίων σε φωτοβολταϊκά πάρκα. Τα συστήματα της εταιρείας κατασκευάζονται με τις αυστηρότερες προδιαγραφές και μπορούν να ανταποκριθούν σε κάθε είδους καταπόνησης. Τα συστήματα ALFA ENERGY έχουν σχεδιαστεί και μελετηθεί για τη στατική τους επάρκεια σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1, τον Ευρωκώδικα 9 (DESIGN OF ALUMINIUM STRUCTURES) και τον ισχύοντα Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό 2000 (ΕΑΚ 2000). Ανταποκρίνονται άριστα στις καταπονήσεις (ίδιο βάρος των φωτοβολταϊκών πλαισίων, ανεμοπίεση, χιονόπτωση, σεισμικότητα) και παράλληλα προσφέρουν αρκετές επιλογές για να καλύπτουν κάθε τύπο και επιφάνεια τοποθέτησης. Ο συνδυασμός της αντοχής των συστημάτων με την ευκολία στη συναρμολόγησή τους, ελαχιστοποιεί το κόστος εγκατάστασης για τον κατασκευαστή, χαμηλώνει το κοστολόγιο και καθιστά τα συστήματα αυτά πολύ ανταγωνιστικά. Τα συστήματα ALFA ENERGY είναι πιστοποιημένα από τους

μεγαλύτερους και εγκυρότερους Οργανισμούς Πιστοποίησης Ποιότητας κατά EN ISO 9001 : 2008 και παραγόμενα με πιστοποιημένες διαδικασίες παραγωγής φιλικές προς το περιβάλλον κατά ISO 14001 : 2004.

4.5 Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας κατά ISO 9001 : 2008

Το πρότυπο πιστοποίησης ISO 9001 : 2008 όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, είναι ένα σύστημα πιστοποίησης ποιότητας που χρησιμοποιείται από εταιρείες που ασχολούνται με την κατασκευή φ/β συστημάτων για την πιστοποίηση της ποιότητας των προϊόντων τους. Πάνω σε αυτό στηρίζεται η ανάπτυξη και εφαρμογή ενός Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας. Το σύστημα αυτό καθορίζει το γενικό πλαίσιο που απαιτείται από την επιχείρηση για να παρέχει ένα αποδεκτό προϊόν ή υπηρεσία. Το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας κατά ISO 9001 : 2008 μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε επιχείρηση και να αποτελέσει μέρος της δράσης της για ανάπτυξη. Κάποιες από τις βασικές αρχές και χαρακτηριστικά που το διέπουν παρατίθενται παρακάτω.

1) Έννοια και πεδίο εφαρμογής

Ποιότητα, κατά το συγκεκριμένο σύστημα, είναι :

- Η αντίληψη των αναγκών του πελάτη
- Ο έλεγχος της εμπορικής – παραγωγικής διαδικασίας
- Η παρακολούθηση σημαντικών παραμέτρων
- Η διαρκής βελτίωση των προσφερόμενων προϊόντων – υπηρεσιών

2) Αναμενόμενα οφέλη

- Αξιολόγηση και έλεγχος της ποιότητας των προϊόντων – υπηρεσιών
- Διαρκής βελτίωση και σταθερή ποιότητα προϊόντων – υπηρεσιών
- Εκσυγχρονισμός και καλύτερη οργάνωση των δραστηριοτήτων της επιχείρησης
- Ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην αγορά, συμμετοχή σε νέες αγορές και διαγωνισμούς

- Εδραίωση της εμπιστοσύνης των πελατών

3) Μεθοδολογία ανάπτυξης του συστήματος

- Αποτύπωση της υπάρχουσας κατάστασης – Καθορισμός οργανογράμματος – Δημιουργία ομάδας ISO 9001 :2008
- Συλλογή δεδομένων Προϊόντος – Υπηρεσίας
- Καθιέρωση διαδικασιών τεκμηρίωσης και επαλήθευσης του συστήματος
- Σύνταξη περιγραφών θέσεων εργασίας, οδηγιών εργασίας, εντύπων, προδιαγραφών, εγχειριδίου ποιότητας
- Τεκμηρίωση πολιτικής ποιότητας και καταγραφή αντικειμενικών στόχων
- Εσωτερικές επιθεωρήσεις ποιότητας
- Πιστοποίηση συστήματος κατά το πρότυπο ISO 9001:2008 από ανεξάρτητο φορέα πιστοποίησης (Ισχύς πιστοποιητικού για 3 χρόνια, αξιολόγηση από τον φορέα και ανανέωση κάθε χρόνο)
- Διορθωτικές ενέργειες μετά την πιστοποίηση
- Παρακολούθηση συστήματος

4) Λόγοι υιοθέτησης του Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας κατά ISO 9001:2008

- Πιέσεις από το εξωτερικό επιχειρηματικό περιβάλλον, πχ :
 - i) Στρατηγική και ενέργειες του ανταγωνισμού
 - ii) Απαιτήσεις και ανάγκες Προμηθευτών και Πελατών
- Εσωτερικές Ανάγκες, πχ :
 - i) Προβλήματα ποιότητας και οργάνωσής της
 - ii) Βελτίωση οργανωτικής δομής για την αποτελεσματική διοίκηση της ποιότητας
- Επιχειρηματική Στρατηγική, πχ :
 - i) Ενδεχόμενο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα μέσα από αποτελεσματική

επικοινωνία της ποιότητας των προϊόντων – υπηρεσιών και της διασφάλιση των απαιτήσεων των πελατών.

4.6 Πιστοποίηση συστημάτων αυτόματης παρακολούθησης του ήλιου

Η εταιρεία PAIRAN κατασκευάζει συστήματα αυτόματης παρακολούθησης του ήλιου για τις Η.Π.Α. και τον Καναδά που χρησιμοποιούνται σε φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις προκειμένου να έχουν αυξημένη απόδοση. Η ειδική εταιρεία στην κατασκευή φωτοβολταϊκών από το Göttingen της Γερμανίας, PAIRAN, είναι η πρώτη παγκοσμίως επιχείρηση που κατέχει πιστοποίηση από τις Ηνωμένες Πολιτείες και τον Καναδά για τα ολοκληρωμένα συστήματα παρακολούθησης του ήλιου. Με αυτήν την πιστοποίηση, η γερμανική επιχείρηση έχει εξασφαλίσει αποκλειστική πρόσβαση στις αμερικανικές και καναδικές αγορές. Τα πιστοποιητικά ασφαλείας UL και CSA εκδόθηκαν από την αναγνωρισμένη αρχή πιστοποίησης, Curtis Strauss.

Μέχρι τώρα, τα πιστοποιητικά χορηγούνταν μόνο για μεμονωμένα τμήματα διάφορων συστημάτων αυτόματης παρακολούθησης του ήλιου, όπως για παράδειγμα, για τα συστήματα χειρισμού. Με την πιστοποίηση της σειράς των ολοκληρωμένων συστημάτων αυτόματης παρακολούθησης του ήλιου SF-10 έως SF-60, η εταιρεία στόχευσε στην κατάκτηση των υπερπόντιων αγορών φωτοβολταϊκών. "Χωρίς την επίσημη πιστοποίηση ασφαλείας η ένταξη των προϊόντων μας στους αμερικανικούς και καναδικούς εμπορικούς καταλόγους θα ήταν αδύνατη", εξηγεί ο Peter Fleitmann, διευθυντής του Τμήματος διεθνών πωλήσεων. "Με αυτήν την πιστοποίηση από το εργαστήριο Curtis Strauss, τα προϊόντα μας έχουν εγκριθεί με βάση τα αυστηρότερα επίσημα πρότυπα ασφαλείας και πλέον μπορούμε να προσεγγίσουμε τις νέες αγορές με τις καλύτερες δυνατές προϋποθέσεις." Η γερμανική εταιρεία παροχής προϊόντων ποιότητας, PAIRAN, έχει ήδη στο ενεργητικό της περισσότερα από 10.000 εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά συστήματα αυτόματης παρακολούθησης του ήλιου σε όλον τον κόσμο.

Οι Ηνωμένες Πολιτείες θεωρούν τη Γερμανία ως μια από τις μεγαλύτερες αγορές φωτοβολταϊκών στον κόσμο. Αυτό οφείλεται κυρίως στα επενδυτικά κίνητρα

για την κατασκευή μεγάλων φωτοβολταϊκών πάρκων που παρέχονται στη Γερμανία. Στα ερχόμενα έτη, οι ειδικοί προβλέπουν μια δυναμική άνθιση στην αγορά των φωτοβολταϊκών συστημάτων στις Ηνωμένες Πολιτείες. Η Bloomberg New Energy Finance προβλέπει ότι μέχρι το 2020, μόνο στην Αμερική, η τρέχουσα ισχύς των φωτοβολταϊκών θα αυξηθεί από 1,4 GW σε 44 GW.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ **ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ** **ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

5.1 Πιστοποίηση ποιότητας σε αιολικά πάρκα

5.1.1 Επιλογή τοποθεσίας αιολικού πάρκου

Η επιλογή της τοποθεσίας για ένα αιολικό πάρκο είναι πολύ σημαντική και επηρεάζει σημαντικά την απόδοση του πάρκου. Όσο καλύτερα επιλεγεί η τοποθεσία τόσο αυξάνονται και οι πιθανότητες για αυξημένη απόδοση κάτι που δείχνει και την ποιοτική λειτουργία του αιολικού πάρκου. Ο αντικειμενικός σκοπός της διαδικασίας επιλογής της θέσης εγκατάστασης μιας ανεμογεννήτριας ενός πάρκου είναι ο προσδιορισμός σε ‘λογικό’ χρονικό διάστημα των θέσεων, οι οποίες παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη πιθανότητα οικονομοτεχνικής βιωσιμότητας της αιολικής εγκατάστασης με την ταυτόχρονη μεγαλύτερη αποδοχή εκ μέρους του κοινωνικού περιγύρου.

Βασικό κριτήριο για την επιλογή της θέσης είναι ότι η εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας θα πρέπει να βρίσκεται σε περιοχή προσπελάσιμη από τα συνήθη μεταφορικά μέσα, να υπάρχει πρόσβαση σε λιμάνια ή συγκοινωνιακούς κόμβους κ.α. Επίσης κρίνεται απαραίτητο να είναι κοντά στο δίκτυο της Δ.Ε.Η. στην περίπτωση σύνδεσής της με το εθνικό δίκτυο καθώς το αιολικό πάρκο αποτελεί κατανεμημένη παραγωγή, συμφέρει δηλαδή να παράγουμε ενέργεια εκεί που την χρειαζόμαστε ώστε να μην έχουμε απώλειες. Παράλληλα, απαιτείται και η σύμφωνη γνώμη του κοινωνικού περιγύρου, με τη διαβεβαίωση ότι η εγκατάσταση των ανεμογεννητριών δε θα αλλοιώσει το περιβάλλον, καθώς και με την υπενθύμιση ότι η αιολική ενέργεια είναι μία τελείως καθαρή μορφή ενέργειας.

Από την πλευρά της βέλτιστης επιλογής της τοποθεσίας εγκατάστασης μιας ανεμογεννήτριας σε σχέση με το διαθέσιμο αιολικό δυναμικό, η τήρηση των βασικών ανεμολογικών κριτηρίων προϋποθέτει την επιλογή τοποθεσιών με [18] :

- υψηλή μέση ταχύτητα ανέμου

- αιολικό δυναμικό υψηλής ποιότητας, δηλαδή μεγάλη διάρκεια ισχυρών ανέμων και περιορισμένη ύπαρξη περιόδων νηνεμίας και
- απουσία αποφράξεων του ανέμου καθώς και υψηλών εμποδίων.

Βάσει των παραπάνω κριτηρίων, το ενδιαφέρον επικεντρώνεται σε μέρη που αποτελούν κορυφές λείων και κυκλωτερών λόφων με ελαφρές κατωφέρειες και ανοιχτό ορίζοντα, καθώς και σε ανοιχτές πεδιάδες, σε ακρογιαλιές ή τέλος στα ανοίγματα των βουνών που δημιουργούν φυσικούς επιταχυντές (ρεύματα αέρα). Πέρα από την εκτίμηση του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής, κατά την διαδικασία επιλογής της τοποθεσίας πρέπει να συνυπολογιστούν και άλλες επιμέρους παράμετροι προκειμένου να έχουμε την τελική επιλογή της θέσης. Πιο συγκεκριμένα, η επιλογή θα είναι η καλύτερη δυνατή εφόσον συνυπολογισθούν και οι ακόλουθες συνιστώσες :

- Οικονομικά συμφέρουσα παραγωγή ενέργειας. Στόχος κάθε αιολικής εγκατάστασης είναι η παραγωγή φθηνής ηλεκτρικής ενέργειας και μάλιστα φθηνότερης από την ήδη παραγόμενη από συμβατικά καύσιμα.
- Επιπτώσεις στο περιβάλλον από την αιολική εγκατάσταση. Αναφερόμαστε εδώ στην οπτική και αισθητική επίδραση, τις επιδράσεις στα πουλιά, την ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση καθώς και το πρόβλημα του θορύβου.
- Κανονισμοί και περιορισμοί στη χρήση γης (ιδιοκτησία εδαφικών εκτάσεων).
- Απαιτούμενες ελάχιστες αποστάσεις από διάφορες υποδομές.
- Δυνατότητα πρόσβασης – απαιτούμενα έργα υποδομής – κατασκευή αναγκαίου οδικού δικτύου.
- Αποδοχή της ανεμογεννήτριας από το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο.
- Υφιστάμενα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην περιοχή.
- Αντιμετώπιση ακραίων μετεωρολογικών συνθηκών.

Όσον αφορά τα ακραία καιρικά φαινόμενα, ένα από τα σημαντικότερα που θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη κατά την επιλογή της θέσης του αιολικού πάρκου είναι και η ύπαρξη παγετού. Η επικάθιση πάγου στα μέρη της εγκατάστασης αυξάνει τη στατική και δυναμική τους καταπόνηση, με αποτέλεσμα να πρέπει τα μέρη της εγκατάστασης αλλά και οι γραμμές μεταφοράς ενέργειας να υπολογισθούν σε καταπονήσεις από αυξημένα μηχανικά φορτία. Επίσης είναι πιθανόν να προκαλέσει την εκτόξευση τμημάτων πάγου κατά την περιστροφή των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας. Ένας επιπρόσθετος κίνδυνος που συνοδεύει την εμφάνιση παγετού, είναι η καταστροφή των ανεμομέτρων ή η βλάβη των συστημάτων ελέγχου της εγκατάστασης. Για τους παραπάνω λόγους αυξάνεται και το κόστος συντήρησης και λειτουργίας της μονάδος.

5.1.2 Ποιότητα ισχύος αιολικού πάρκου

Η τοποθέτηση των ανεμογεννητριών επηρεάζει την ποιότητα ισχύος στο συνδεδεμένο δίκτυο. Ανάλογα με τη διαμόρφωση του δικτύου και τον τύπο των α/γ που χρησιμοποιούνται παρουσιάζονται διαφορετικά προβλήματα ποιότητας ισχύος. Όλες οι α/γ ακολουθώντας τις φυσικές μεταβολές του ανέμου έχουν ανομοιογενή παραγωγή ενέργειας.

Οι μονάδες αιολικής ενέργειας πρέπει να είναι εξοπλισμένες με νέες τεχνολογίες οι οποίες τους δίνουν τη δυνατότητα να παρέχουν καλές υπηρεσίες και να παράγουν όσο το δυνατόν πιο καθαρή ενέργεια για το δίκτυο. Η πρόοδος στα ηλεκτρονικά ισχύος έχει επιτρέψει να ολοκληρωθεί μια ομαλότερη ρύθμιση. Εφαρμογές όπως η αντιστάθμιση άεργης ισχύος, η αποθήκευση ενέργειας και οι α/γ μεταβλητής ταχύτητας είναι σύνηθες να υπάρχουν σε αιολικούς σταθμούς.

Επειδή το αιολικό πάρκο είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο είναι σημαντικό να εντοπιστούν και να κατανοηθούν οι πηγές διαταραχών που επηρεάζουν την ποιότητα ισχύος. Η τάση και η συχνότητα πρέπει να διαφυλάσσονται όσο το δυνατόν σταθερές. Οι διαταραχές στην τάση και το ρεύμα λόγω των αρμονικών εξαιτίας της αντίδρασης της γραμμής πρέπει να παρακολουθούνται.

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι α/γ με κριτήριο την καμπύλη ισχύος – ταχύτητας. Διακρίνονται σε :

- α/γ σταθερών στροφών (σταθερής ταχύτητας και σταθερής συχνότητας)
- α/γ μεταβλητής ταχύτητας (μεταβλητής ταχύτητας και σταθερής συχνότητας)

Η παραγωγή τάσεως με σταθερή συχνότητα επιβάλλεται στην περίπτωση που οι ανεμογεννήτριες λειτουργούν παράλληλα με το ηλεκτρικό δίκτυο.

5.1.3 Αξιοπιστία αιολικής ενέργειας

Αξιοπιστία για ένα σύστημα ορίζεται ως η πιθανότητα του συστήματος να εκτελεί την αποστολή του επαρκώς για τη σχεδιαζόμενη χρονική περίοδο και τις επικρατούσες λειτουργικές συνθήκες. Η αιολική ενέργεια όπως και οι περισσότερες πηγές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνοδεύεται από τεχνολογικά προβλήματα τα οποία εμποδίζουν την πλήρη και χωρίς περιορισμούς χρήση της στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Γι' αυτό συνήθως αναφέρονται συγκεκριμένα ποσοστά εισχώρησης στο δίκτυο (ποσοστό επί της συνολικής ζήτησης ισχύος) της τάξεως του 20 – 30%, ανάλογα με το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας της κάθε περιοχής. Ο κύριος λόγος της επιφυλακτικότητας για την αύξηση της εισχώρησης της αιολικής ενέργειας είναι η μεταβλητότητα του ανέμου. Αν για παράδειγμα μειωθεί αισθητά ο άνεμος στην περιοχή του αιολικού πάρκου, αναπόφευκτα θα μειωθεί και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επομένως, η μείωση στην παραγωγή θα πρέπει να καλυφθεί από άλλες (συμβατικές) μονάδες παραγωγής σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Όμως ο χρόνος απόκρισης των συμβατικών μονάδων παραγωγής είναι σχετικά μεγάλος και αν δεν υπάρχει ήδη διαθέσιμη εφεδρεία στο σύστημα δε θα λειτουργεί σύμφωνα με τις απαιτούμενες προδιαγραφές.

Η σύγχρονη τεχνολογία συνέβαλλε στην κατασκευή αξιόπιστων και αποδοτικών α/γ. Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες α/γ, οριζοντίου άξονα και κατακόρυφου. Στην πράξη χρησιμοποιούνται οι α/γ οριζοντίου άξονα. Οι συνθήκες στις οποίες λειτουργούν είναι εξαιρετικά δύσκολες, δεδομένου ότι εργάζονται σε σκληρές κλιματολογικές συνθήκες, με υψηλές ταχύτητες ανέμου και σε συνθήκες

εναλλασσόμενων φορτίσεων. Για να είναι αξιόπιστες πρέπει κατά τον σχεδιασμό τους να τηρούνται συγκεκριμένες προδιαγραφές :

- Ο χρόνος ζωής του συστήματος πρέπει να είναι 20-30 χρόνια.
- Να υπάρχει ασφαλής λειτουργία της α/γ σε ταχύτητες ανέμου 25-30 m/sec.
- Να εξασφαλιστεί η επιβίωση της α/γ σε ταχύτητες ανέμου 50-70 m/sec
- Να εξαλειφθούν οι κίνδυνοι συντονισμού. Οι ιδιοσυχνότητες των διαφόρων υποσυστημάτων (πυλώνας, πτερύγια, κ.λ.π.), η συχνότητα περιστροφής του δρομέα και οι αρμονικές της πρέπει να συμπίπτουν.
- Να υπάρχει αντοχή σε εναλλασσόμενα φορτία.
- Να γίνει κατάλληλη σχεδίαση του συστήματος, ώστε να επιτυγχάνεται απόσβεση των πρόσθετων φορτίων και των ταλαντώσεων που οφείλονται στις ριπές και στην τύρβη του ανέμου.
- Να διενεργηθεί ακριβής έλεγχος όλων των συνθηκών φόρτισης της α/γ και σε κάθε εξάρτημα ή υποσύστημα, στις δυσμενέστερες συνθήκες φόρτισης που μπορεί να εμφανιστούν. Απαιτείται επίσης αντιδιαβρωτική προστασία.

5.1.4 Εταιρείες και οργανισμοί πιστοποίησης αιολικής ενέργειας

Ένας από τους οργανισμούς που ασχολούνται με την αξιολόγηση της αιολικής ενέργειας είναι και το *Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.)* [17] το οποίο εποπτεύεται από τη Γ.Γ. Έρευνας και Τεχνολογίας και πιο συγκεκριμένα το Τμήμα Αιολικής Ενέργειας. Το *αντικείμενο* και οι *αρμοδιότητες* του συγκεκριμένου τμήματος είναι τα εξής :

- 1) Αποτίμηση Αιολικού Δυναμικού – Ανάπτυξη πλήρους μεθοδολογίας εκτίμησης και μέτρησης του αιολικού δυναμικού. Διερεύνηση και αξιολόγηση του αιολικού δυναμικού της χώρας.
- 2) Εφαρμοσμένη Έρευνα και Ανάπτυξη Αιολικής Τεχνολογίας - Δημιουργία υποδομής για ανάλυση-σχεδιασμό-αξιολόγηση και πιστοποίηση Ανεμογεννητριών (Α/Γ). Καταγραφή φασμάτων φόρτισης Α/Γ στην χώρα. Ανάπτυξη βέλτιστων αεροτομών για τις συνθήκες της Ελλάδας - Εργαστήριο προσομοίωσης νησιωτικών δικτύων για τη μεγιστοποίηση της χρήσης της αιολικής ενέργειας στα νησιωτικά δίκτυα της χώρας.

Ανάπτυξη συστημάτων Wind/Diesel - Σχεδιασμός Αιολικών Πάρκων.

- 3) Πιστοποίηση Αιολικών Συστημάτων - Πιστοποίηση Α/Γ – Εργαστήριο ελέγχου, πιστοποίησης, ανάπτυξης και εξέλιξης πτερυγίων Α/Γ μέχρι 30μ μήκος - Ανάπτυξη μόνιμων και κινητών σταθμών αξιολόγησης αιολικών έργων και Α/Γ.
- 4) Προώθηση Αιολικής Τεχνολογίας - Προώθηση της χρηματοδότησης και της συμμετοχής σε έργα που αφορούν στην εγκατάσταση Α/Γ σε συνεργασία με την Τοπική Αυτοδιοίκηση και άλλους φορείς - Τεχνική βοήθεια και επιμόρφωση σε χρήστες και στη βιομηχανία - Συμμετοχή στο στρατηγικό σχεδιασμό ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα.

Μια εταιρεία που δραστηριοποιείται στον τομέα της εκτίμησης του αιολικού δυναμικού είναι η 2EN – Εναλλακτική Ενεργειακή. Η εταιρεία αυτή παρέχει διαπιστευμένες υπηρεσίες και κατασκευάζει προϊόντα δοκιμασμένης αντοχής και αξιοπιστίας. Κάποιες από τις διαπιστευμένες υπηρεσίες που η εταιρεία παρέχει είναι οι εξής :

- Πιστοποίηση κατά διαδικασίες Συστήματος Ποιότητας ISO 17025:2005 που χορηγήθηκε από τον φορέα Deutscher Akkreditierungs Rat και το Ελληνικό Σύστημα Διαπίστευσης στα παρακάτω πεδία:
 - i. Μέτρηση και ανάλυση αιολικού δυναμικού
 - ii. Εκτίμηση ενεργειακής παραγωγής αιολικού πάρκου
- Παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών, μακροχρόνιες συσχετίσεις στατιστικών ανέμου και διαμόρφωση μετρητικών συστημάτων για εκπόνηση μελετών αιολικού δυναμικού.
- Μετρήσεις με χρήση LIDAR (τεχνολογία μέτρησης από απόσταση) για την εκτίμηση της μεταβολής της ταχύτητας του ανέμου σε συνάρτηση με το ύψος της μέτρησης (wind shear) μέχρι τα 200μ.
- Κατασκευή και Εμπορία σωληνωτών και δικτυωτών μετεωρολογικών ιστών από 10 μέχρι 65 μέτρα ύψος.
- Παραγωγή και εμπορία καινοτόμων και αξιόπιστων ανεμομέτρων και ανεμοδεικτών.

- Χρήση εξειδικευμένου λογισμικού.

5.2 Ποιότητα και βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα, όπως προαναφέρθηκε, ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Είναι η μόνη φυσικά ευρισκόμενη πηγή ενέργειας με άνθρακα που τα αποθέματά της είναι ικανά ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων. Αντίθετα από αυτά, η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται μόνο μια σύντομη χρονική περίοδος για να αναπληρωθεί. Στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση.

Η χρήση της βιομάζας γίνεται συνήθως με την καύση σε σύγχρονους λέβητες υψηλής τεχνολογίας, με αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου και ηλεκτρονικά ελεγχόμενη παροχή αέρα, οι οποίοι είναι σε θέση να αποδώσουν περισσότερο από το 90% της ενέργειας που περιέχεται στο ξύλο για θέρμανση. Τα πιο εξελιγμένα συστήματα διαθέτουν αυτόματο σύστημα καθαρισμού των επιφανειών εναλλακτών θερμότητας και αυτόματη απομάκρυνση της στάχτης, ενώ ορισμένα μοντέλα συμπίεζουν τις στάχτες, ώστε το καθάρισμα να είναι αναγκαίο μόνο δύο φορές το χρόνο. Οι σύγχρονοι λέβητες ξύλου δεν παράγουν ορατό καπνό και οι εκπομπές τους είναι πολύ χαμηλές.

Ένας από τους οργανισμούς που ασχολείται με τη βιομάζα και την ποιότητα των διαδικασιών που έχουν να κάνουν με αυτήν είναι το Τμήμα Βιομάζας του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Κάποια από τα αντικείμενα και τις αρμοδιότητες του τμήματος είναι τα εξής :

- 1) Ενεργειακές Καλλιέργειες - Διερεύνηση και αξιολόγηση του ενεργειακού δυναμικού γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων - Εκτέλεση πιλοτικών έργων εκμετάλλευσης βιομάζας σε συνεργασία με τρίτους - Αξιολόγηση του ενεργειακού δυναμικού φυτών καλλιεργούμενων σε γόνιμα και περιθωριακά εδάφη - Απογραφή και διερεύνηση τεχνολογιών συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης της βιομάζας - Διερεύνηση και αξιολόγηση της

παραγωγικότητας διαφόρων ενεργειακών φυτών, όπως του γλυκού σόργου, της αγριαγκινάρας, του μίσκανθου κ.ά. σε γόνιμα και περιθωριακά εδάφη, με απώτερο σκοπό την αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων είτε με στερεά καύσιμα, είτε με υγρά, που θα παραχθούν με θερμοχημικές διεργασίες και θα χρησιμοποιηθούν για παραγωγή θερμότητας, ψύξης και κίνησης - Μελέτη και κατασκευή ενός ολοκληρωμένου συστήματος προετοιμασίας, μεταφοράς και θερμοχημικής επεξεργασίας της βιομάζας, με απώτερο στόχο την παραγωγή βιοαιθανόλης (οινοπνεύματος), που θα χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμη ύλη μεταφορών σε πρόσμειξη με βενζίνη μέχρι και 20%, για αύξηση του βαθμού οκτανίων (παραγωγή αμόλυβδης), καθώς και για εξοικονόμηση βενζίνης.

- 2) Εφαρμογές Βιομάζας - Υποκατάσταση συμβατικών καυσίμων σε μεγάλες βιομηχανικές μονάδες, με υπολείμματα βιομάζας που προέρχονται από τη δραστηριότητά τους - Παραγωγή χημικών λιπασμάτων από υπολείμματα πτηνοτροφίας - Τηλεθέρμανση κατοικιών με δασικά υπολείμματα - Συμπααραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού με την αξιοποίηση της διαθέσιμης βιομάζας σε βιομηχανικές μονάδες, Δήμους ή Κοινότητες - Εκπόνηση μελετών για έργα Τηλεθέρμανσης/Τηλεψύξης και Συμπααραγωγής με χρήση Βιομάζας - Εκπόνηση μελετών -στα πλαίσια Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων- ενεργειακού σχεδιασμού διαφόρων περιοχών της χώρας, με σκοπό την ενεργειακή αξιοποίηση των διαθέσιμων ποσοτήτων βιομάζας και των ενεργειακών καλλιεργειών.
- 3) Τεχνολογίες Μετατροπής Βιομάζας - Πιλοτική μονάδα (12 kg/h) αστραπιαίας πυρόλυσης βιομάζας για παραγωγή πυρολυτικών υγρών (βιοέλαιο) - Ανάπτυξη μονάδας 50 KW με αεριοποίηση βιομάζας σε συνεργασία με το Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών - Εγκατάσταση ηλεκτροπαραγωγικής μονάδας αεριοποίησης 150 KW στο Τρίγωνο Έβρου.

5.3 Ποιότητα και γεωθερμική ενέργεια

Ένα σύστημα Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας (ΓΑΘ) αποτελείται από τρία κύρια μέρη :

- Το Σύστημα εναλλαγής θερμότητας εντός εδάφους (γεωεναλλάκτη

θερμότητας, κλειστό ή ανοιχτό κύκλωμα), το οποίο απορροφά ή αποβάλλει θερμότητα στο έδαφος.

- Την αντλία θερμότητας (heat pump) που λειτουργεί όπως οι αντλίες νερού μόνο που ανυψώνει, αντί για νερό, θερμική ενέργεια. Δηλαδή αντλεί ενέργεια από ένα χώρο (π.χ. θερμοκρασίας 5°C) και την μεταφέρει σε άλλο με υψηλότερη θερμοκρασία (π.χ. 25°C).
- Το Σύστημα θέρμανσης/ψύξης εντός του κτιρίου, που προσδίδει ή απορροφά θερμότητα από το σπίτι (αεραγωγοί ή ενδοδαπέδια ή fan coils). Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας λειτουργούν και με καλοριφέρ.

Η ποιότητα ενός τέτοιου συστήματος έχει άμεση σχέση με την απόδοσή του [16]. Ένα σύστημα γεωεναλλάκτη είναι τρεις έως πέντε φορές αποδοτικότερο από ένα συμβατικό σύστημα. Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του συστήματος είναι:

- Ο σχεδιασμός του συστήματος
- Η αποδοτικότητα της αντλίας θερμότητας
- Η ποιότητα εγκατάστασης
- Το επίπεδο θερμοκρασίας στο σύστημα διανομής θερμότητας
- Οι απώλειες θερμότητας από το κέλυφος του κτιρίου
- Οι κλιματικές συνθήκες στο σημείο τοποθέτησης της αντλίας θερμότητας

Οι ΓΑΘ, όπως όλοι οι άλλοι τύποι αντλιών θερμότητας, βαθμονομούνται σύμφωνα με το συντελεστή απόδοσης (COP), ο οποίος προσδιορίζει την ενέργεια που το σύστημα παράγει σε σχέση με αυτή που χρησιμοποιεί. Τα περισσότερα συστήματα γεωθερμικών αντλιών θερμότητας έχουν COP 3-5. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε μία μονάδα ενέργειας που χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει το σύστημα, 3-5 μονάδες παρέχονται ως θερμότητα. Ένας καυστήρας ορυκτών καυσίμων μπορεί να είναι 78-95% αποδοτικός, ενώ μια γεωθερμική αντλία θερμότητας είναι 300% -500%.

Τα συστήματα γεωεναλλακτών πρακτικά δεν χρειάζονται συντήρηση. Με ορθή εγκατάσταση ο γεωεναλλάκτης θα λειτουργεί για πολλές δεκαετίες. Τα υπόλοιπα μέρη του συστήματος, η αντλία θερμότητας, οι κυκλοφορητές και το εσωτερικό σύστημα διανομής της θερμότητας βρίσκονται εντός του κτιρίου

προστατευμένα από τις εξωτερικές συνθήκες. Συνήθως οι περιοδικοί έλεγχοι για τη σωστή λειτουργία είναι η μόνη απαραίτητη συντήρηση.

Το Τμήμα Γεωθερμικής Ενέργειας του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) είναι ένας φορέας που ασχολείται με θέματα ποιότητας στην γεωθερμία και έχει ως αντικείμενο και αρμοδιότητες τα εξής :

- Μελέτες σκοπιμότητας για τη θέρμανση θερμοκηπίων και τηλεθέρμανση ορισμένων πόλεων και χωριών με γεωθερμική ενέργεια.
- Μελέτες σκοπιμότητας και έργα εφαρμογής για την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας για αφαλάτωση
- Μελέτες και έργα εφαρμογών γεωθερμικής ενέργειας στο αεροδρόμιο "ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ" Θεσσαλονίκης.
- Σχεδιασμός και ανάπτυξη συστημάτων γήινων εναλλακτών θερμότητας σε συνδυασμό με αντλίες θερμότητας για θέρμανση και ψύξη κτιρίων.
- Δημιουργία βάσης δεδομένων για την πληροφόρηση και διάδοση των τεχνολογιών που εφαρμόζονται στη γεωθερμία και κατάρτιση οδηγών γεωθερμικών πεδίων και εφαρμογών σε αυτά, τόσο για τον ελληνικό όσο και για το διεθνή χώρο.

5.4 Ποιότητα και υδροηλεκτρική ενέργεια

Οι Μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (ΜΥΗΣ) στην Ελλάδα αποτελούν μία από τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Παρουσιάζουν δε, σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα όσον αφορά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με την αξιοποίηση συμβατικών μορφών ενέργειας (λιγνίτη, πετρέλαιο κ.ά.) [15]. Παρά ταύτα, δεν είναι λίγες οι φορές που οργανώσεις ή η τοπική κοινωνία αντιτίθεται στην κατασκευή των ΜΥΗΣ εξαιτίας κάποιων ενδεχόμενων αρνητικών περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων.

Κάποια από τα στοιχεία που κρίνουν την ποιότητα των ΜΥΗΣ είναι οι βαθμοί απόδοσης των υδροστροβίλων και η διάρκεια ζωής των υδροηλεκτρικών έργων που αποτελούν δύο χαρακτηριστικούς δείκτες για την ενεργειακή αποτελεσματικότητα και την τεχνολογική ωριμότητα των ΜΥΗΣ. Συνήθως οι βαθμοί απόδοσής τους είναι πολύ υψηλοί (90% και άνω) και η διάρκεια ζωής τους πολύ μεγάλη (μπορεί να

υπερβαίνει και τα 100 έτη).

Κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά των μικρών υδροηλεκτρικών έργων είναι η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης - απόζευξης στο δίκτυο, ή η αυτόνομη λειτουργία τους, η αξιοπιστία τους, η παραγωγή ενέργειας αρίστης ποιότητας χωρίς διακυμάνσεις, η άριστη διαχρονική συμπεριφορά τους, η μεγάλη διάρκεια ζωής, ο προβλέψιμος χρόνος απόσβεσης των αναγκαίων επενδύσεων που οφείλεται στο πολύ χαμηλό κόστος συντήρησης και λειτουργίας και στην ανυπαρξία κόστους πρώτης ύλης, η φιλικότητα προς το περιβάλλον με τις μηδενικές εκπομπές ρύπων και τις περιορισμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η ταυτόχρονη ικανοποίηση και άλλων αναγκών χρήσης νερού (ύδρευσης, άρδευσης, κλπ.), η δυνατότητα παρεμβολής τους σε υπάρχουσες υδραυλικές εγκαταστάσεις, κ.α.

Ένας φορέας που ασχολείται με τα ΜΥΗΣ και την αξιολόγησή τους είναι το Τμήμα Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.). Το αντικείμενο και οι αρμοδιότητες του τμήματος είναι οι εξής:

- 1) Η αποτίμηση του Ελληνικού μικροϋδροηλεκτρικού δυναμικού
- 2) Η καταγραφή και αξιολόγηση των πιθανών θέσεων εγκατάστασης Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων
- 3) Η μελέτη και ο σχεδιασμός των έργων αυτών
- 4) Η παροχή τεχνικής στήριξης, βοήθειας και ενημέρωσης προς κάθε φορέα για την προώθηση της εκμετάλλευσης των Μ.Υ.Η.Ε
- 5) Η εκτέλεση πιλοτικών Μ.Υ.Η.Ε. σε συνεργασία με τρίτους
- 6) Η τεχνική υποστήριξη για χάραξη τοπικής, νομαρχιακής και περιφερειακής στρατηγικής σχετικά με τη μικροϋδροηλεκτρική ανάπτυξη
- 7) Η συμμετοχή σε κοινές προσπάθειες συλλογής και επεξεργασίας πρωτογενών πληροφοριών κλιματο υδρολογικού περιεχομένου, καθώς και κατασκευής των πρώτων Ελληνοποιημένων υδροστρόβιλων
- 8) Καταγραφή κυματικού και παλιρροιακού δυναμικού και ανάπτυξη τεχνολογιών αξιοποίησής τους
- 9) Ανάπτυξη υβριδικών συστημάτων μικροϋδροηλεκτρικής απόληψης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ποιότητα κατά την κατασκευή συστημάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα του έργου. Αν κατά την κατασκευή δεν προσεχθεί αρκετά ένα σημείο, ενδέχεται να προκύψουν ελαττώματα γεγονός που μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα την ανάγκη της ανακατασκευής. Επιπλέον μπορεί να υπάρξει αυξημένο κόστος και καθυστερήσεις λόγω αυτού του γεγονότος. Μια σωστή εταιρεία προσπαθεί και διασφαλίζει την ποιότητα του συστήματος αυτού κατά την κατασκευή του, αλλά ακόμα σημαντικότερο ρόλο για την ποιότητά του αποτελεί το κομμάτι της σχεδίασής του.

Κάποιες φυσικοί παράμετροι και τεχνικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τον σχεδιασμό και την κατασκευή ενός επίγειου φ/β πάρκου και επομένως σχετίζονται με την ποιότητά του είναι οι εξής :

- Η θέση και οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής του πάρκου.
- Η μορφολογία του εδάφους του (ανάγλυφο, φυσικά εμπόδια).
- Η ισχύς του πάρκου.
- Ο τύπος των συλλεκτών (ισχύς, τάση και ένταση εξόδου, διαστάσεις).
- Ο τύπος των μετατροπέων (inverter), δηλαδή η ισχύς και η τάση εισόδου –εξόδου τους.
- Οι αγωγοί μεταφοράς της ισχύος.
- Τα έργα υποδομής.

Στην ποιοτική κατασκευή του φ/β πάρκου σημαντικό ρόλο παίζει η επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασής του, κάτι που εξαρτάται από τον προσανατολισμό των φ/β πλαισίων, τα προβλήματα σκιασμών, τη στατική μελέτη και τα υλικά στήριξης.

Επιπλέον για την αξιολόγηση της ποιότητας ενός φ/β πάρκου χρησιμοποιούνται όπως είδαμε κάποιοι Δείκτες Αξιολόγησης, όπως είναι το Ηλιακό κλάσμα, η Απόδοση σειράς, η Τελική απόδοση, οι Απώλειες Συστήματος, η Απόδοση αναφοράς, οι Απώλειες ακτινοβολίας και ο Λόγος απόδοσης. Επίσης η ποιότητα ενός φωτοβολταϊκού πάρκου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την απόδοσή του που έχει

να κάνει με την ποιότητα των φωτοβολταϊκών πλαισίων, βάσεων στήριξης αλλά και πολλών άλλων παραγόντων. Η απόδοση του φ/β συστήματος εξαρτάται σημαντικά από τη σύσταση της ηλιακής ακτινοβολίας και από τη θερμοκρασία του φ/β στοιχείου.

Μία πλήρης παροχή υπηρεσιών πιστοποίησης της ποιότητας, όπως είδαμε, που έχει να κάνει με την κάλυψη όλων των φάσεων κατασκευής ενός φ/β συστήματος και προτείνεται από την εταιρεία επιθεώρησης και πιστοποίησης έργων παραγωγής ενέργειας TUV AUSTRIA HELLAS είναι η εξής :

- Έλεγχος και πιστοποίηση βάσεων στήριξης φ/β συστημάτων βάσει των Ευρωκωδίκων 1, 3 και 9 και του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού 2000 (Ε.Α.Κ. 2000)
- Έλεγχος και πιστοποίηση της οικονομικής απόδοσης του έργου με χρήση εξειδικευμένου λογισμικού και βάσει της τελικής μελέτης εφαρμογής
- Έλεγχος της πληρότητας του τεχνικού φακέλου και ανασκόπηση της μελέτης εγκατάστασης ως προς την αναμενόμενη οικονομική απόδοση του συστήματος
- Δειγματοληπτικός έλεγχος στην παραλαβή των υλικών που θα ενσωματωθούν στο έργο και πλήρη ανασκόπηση των συνοδευτικών τους εγγράφων με σκοπό τη συμμόρφωση ως προς τις τεχνικές προδιαγραφές (π.χ. γεωμετρία και ισχύς πάνελ, ταξινόμηση, διατομές καλωδίων, διατομές πασσάλων, πίνακες κ.τ.λ.)
- Επιτόπου επισκέψεις επιθεωρητών διαφόρων ειδικοτήτων (Πολιτικού, Μηχανολόγου και Ηλεκτρολόγου Μηχανικού) σε όλα τα στάδια κατασκευής της εγκατάστασης (π.χ. τοποθέτηση πασσάλων και βάσεων στήριξης φ/β συστημάτων και σύνδεση αυτών, τοποθέτηση φ/β πάνελ και σύνδεση τους με τις βάσεις στήριξης, τοποθέτηση καλωδίων και πινάκων, ηλεκτρολογικές συνδέσεις) και πιστοποίηση αυτής
- Επαλήθευση ηλεκτρολογικών μεγεθών εγκατάστασης βάσει μελέτης ή/και των απαιτήσεων των προτύπων EN 62446:2009 και HD 384 (π.χ. έλεγχος θεμελιακής γείωσης, αντικεραυνικής προστασίας, SPDs (Surge Protection Devices), βραχυκυκλωμάτων, καλής λειτουργίας αντιστροφέα, κ.τ.λ.)

- Επιτόπου παρουσία κατά τη διάρκεια δοκιμών παράδοσης – παραλαβής, και κατά την οριστική παραλαβή των έργων και την αυτοψία που θα πραγματοποιηθεί από τη Δ.Ε.Η.
- Έκδοση τελικού πιστοποιητικού συμμόρφωσης της εγκατάστασης ως προς τις απαιτήσεις της εγκεκριμένης μελέτης και των σχετικών προδιαγραφών και προτύπων.

Κάποια πρότυπα πιστοποίησης που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ποιότητας συστημάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας είναι:

- ISO 9001 : 2008. Πρόκειται για Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας η εφαρμογή του οποίου συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος και εξασφαλίζει τη σταθερότητα της ήδη υπάρχουσας ποιότητας καθώς και την αξιοπιστία των προϊόντων και υπηρεσιών.
- ISO 14001 : 2004. Το Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον, τη διαρκή βελτίωση των τεχνικών που χρησιμοποιούνται καθώς και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και φυσικών πόρων.
- OHSAS 18001. Με το Σύστημα Διαχείρισης Υγιεινής και Ασφάλειας Εργασίας προάγεται η διαχείριση του κινδύνου στην εργασία, που σχετίζεται με τις δραστηριότητες του Οργανισμού καθώς και η Υγιεινή και η Ασφάλεια της Εργασίας.

Για αιολικά πάρκα σημαντικό ρόλο για την ποιότητά τους παίζουν η επιλογή τοποθεσίας του αιολικού πάρκου, η ποιότητα ισχύος του και η αξιοπιστία της αιολικής ενέργειας που θα παράγει. Για ένα γεωθερμικό σύστημα οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του συστήματος, που έχει άμεση σχέση με την απόδοσή του είναι:

- Ο σχεδιασμός του συστήματος
- Η αποδοτικότητα της αντλίας θερμότητας
- Η ποιότητα εγκατάστασης
- Το επίπεδο θερμοκρασίας στο σύστημα διανομής θερμότητας

- Οι απώλειες θερμότητας από το κέλυφος του κτιρίου
- Οι κλιματικές συνθήκες στο σημείο τοποθέτησης της αντλίας θερμότητας

Όσον αφορά τους μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς, κάποια από τα στοιχεία που κρίνουν την ποιότητά τους είναι οι βαθμοί απόδοσης των υδροστροβίλων και η διάρκεια ζωής των υδροηλεκτρικών έργων που αποτελούν δύο χαρακτηριστικούς δείκτες για την ενεργειακή αποτελεσματικότητα και την τεχνολογική ωριμότητα των ΜΥΗΣ.

Τέλος, όσον αφορά τη βιομάζα, κάποιες ενέργειες που μπορούν να επηρεάζουν την ποιότητά της είναι οι ενεργειακές καλλιέργειες, η διερεύνηση και αξιολόγηση του ενεργειακού δυναμικού γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων, η εκτέλεση πιλοτικών έργων εκμετάλλευσης βιομάζας σε συνεργασία με τρίτους, η αξιολόγηση του ενεργειακού δυναμικού φυτών καλλιεργούμενων σε γόνιμα και περιθωριακά εδάφη κ.α.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ICAP 2009, ‘Κλαδική Μελέτη – Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας’, Αθήνα.
- [2] CRES, 1996. Guide to Renewable Energy Sources. Possibilities of use by Local Administrations
- [3] Makrigiannis, G., 2003. Energy conservation policies and local development.
- [4] ‘Πηγές Ενέργειας – Συμβατικές και Ανανεώσιμες’ Γελεγένης – Αξαόπουλος, έκδοση Σύγχρονη εκδοτική.
- [5] California Energy Commission, “A guide to photovoltaic (PV) system design installation”, First Edition, Endecon Engineering, June 2001.
- [6] Tomas R., Fordham M. & Partners, Photovoltaics and Architecture, London & New York.
- [7] Καγκαράκης Κ., Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 1992.
- [8] Οδηγίες για την εγκατάσταση Φ/Β Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις, Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων και Διεσπαρμένης Παραγωγής, Διεύθυνση ΑΠΕ, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας ΚΑΠΕ, Αύγουστος 2009.
- [9] P. Romanos, N. Hatziaargyriou, S. Bonias, N. Daniil, La Rocca, K. Pantazis et all (ICCS/NTUA). *Photovoltaics in Smart Buildings*. Hamburg : Twenty-Fourth European Photovoltaic Solar Energy, 2009
- [10] Performance analysis of a grid connected photovoltaic park on the island of Crete Emmanuel Kymakis, Sofoklis Kalykakis, Thales M. Papazoglou, Electrical Engineering Department, Technological Educational Institute (TEI) of Crete, 2009
- [11] TUV Austria Hellas / www.tuvaustriahellas.gr
- [12] Eco Energia A.E. / www.ecoenergia.gr
- [13] Enfoton Solar Ltd / www.enfotonsolar.com
- [14] Solar Cells Hellas / www.schellas.gr

[15] Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς – Η Ελληνική Εμπειρία, Β. Λαμπρόπουλος, Μ. Κορνάρος, Α. Καραγεωργόπουλος, Θ. Τσούτσος, 2004.

[16] Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας – Εφαρμογές στον οικιακό τομέα / www.cea.org.cy

[17] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ)/ www.cres.gr

[18] Υπουργείο περιβάλλοντος ενέργειας και κλιματικής αλλαγής / www.minenv.gr

[19] Ackerman Th., “*Wind Power in Power Systems*”, John Wiley & Sons Ltd, New York, 2005

[20] Antonio Luque, Steven Hegedus, ” *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*” John Wiley & Sons Ltd, 2003, ISBN 0-471-49196-9