



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
Τ. Ε. Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ**

ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

Επιβλέπων: ΠΕΤΡΟΣ Γ. ΒΕΡΝΑΔΟΣ, Καθηγητής

Συνεπιβλέπουσα: ΕΡΙΕΤΤΑ Ι. ΖΟΥΝΤΟΥΡΙΑΔΟΥ, Εργ. Συνεργάτης

**Μελέτη, εγκατάσταση και οικονομική αξιολόγηση φωτοβολταϊκού
πάρκου στη νήσο Νάξο**



**Πτυχιακή Εργασία:
Μανιός Βασίλειος (Α.Μ. 38373)
Παρθενόπουλος Γεώργιος (Α.Μ.37819)**

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2014

Ευχαριστίες

Πριν ξεκινήσουμε την παρουσίαση της πτυχιακής εργασίας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την επιβλέπουσα καθηγήτρια κ. Εριέττα Ζουντουρίδου για την πολύ μεγάλη βοήθεια που μας παρείχε όταν την χρειαστήκαμε. Οι συμβουλές της ήταν πολύτιμες και η επικοινωνία μας ήταν άμεση.

Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους αυτούς που μας ενθάρρυναν και πάνω από όλα τις οικογένειές μας, να συνεχίσουμε καθ'όλη την διάρκεια των σπουδών μας.

Πίνακας περιεχομένωνσελ. 4

ΠΕΡΙΛΗΨΗσελ. 8

ABSTRACT..... σελ. 9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Ενέργεια

Εισαγωγήσελ. 10

1.1. Ηλεκτρισμός σελ. 11

1.2. Ιστορικά Στοιχείασελ. 12

1.2.1. Προϊστορικάσελ. 12

1.2.2. 17ος αιώνας σελ. 12

1.2.3. 18ος αιώνας σελ. 12

1.2.4. 19ος αιώναςσελ. 13

1.2.5. 20ος αιώναςσελ. 13

1.3. Φαινόμενο θερμοκηπίου σελ. 14

1.4. Ενέργεια και οικονομία, μεγέθη αλληλένδετασελ. 15

1.5. Κατάσταση στην Ελλάδασελ. 16

1.6. Νέες πηγές ενέργειαςσελ. 17

1.7. Παρούσα ενεργειακή κατάσταση στην Ελλάδα σελ. 18

1.7.1. Η εξέλιξη ΑΠΕ στην Ελλάδασελ. 18

1.8. Παράγοντες ανάπτυξης φωτοβολταϊκώνσελ. 20

1.8.1. Οφέλη φωτοβολταϊκώνσελ. 20

1.8.2. Τι περιμένω από τα φωτοβολταϊκάσελ. 22

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Διεσπαρμένη Παραγωγή

2.1. Δομή ενός ηλεκτρικού συστήματοςσελ. 24

2.2. Διεσπαρμένη Παραγωγήσελ. 25

2.3. Εναλλακτικές πηγές ενέργειαςσελ. 26

2.4. Οφέλη από την χρήση διεσπαρμένης παραγωγήςσελ. 27

2.5. Πράσινες μορφές ενέργειας (Διεσπαρμένες παραγωγές)σελ. 29

2.5.1. Γεωθερμία	σελ. 29
2.5.2. Αιολική ενέργεια	σελ. 33
2.5.3. Βιομάζα	σελ. 39
2.5.4. Υδροενέργεια	σελ. 41

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: Φωτοβολταϊκά συστήματα

Εισαγωγή	σελ. 44
3.1. Ημιαγωγοί	σελ. 44
3.2. Φωτοβολταϊκά φαινόμενο	σελ. 46
3.2.1. Κυψέλη	σελ. 46
3.2.2. Συνδεσμολογία	σελ. 47
3.2.3. Φ/Β πλαίσιο	σελ. 47
3.2.4. Ενθυλάκωση	σελ. 48
3.2.5. Θερμική διαστολή	σελ. 49
3.2.6. Βάρος	σελ. 49
3.2.7. Ανθεκτικότητα	σελ. 49
3.3. Λειτουργία των φ/β συστοιχιών	σελ. 49
3.3.1. Τρόποι σύνδεσης	σελ. 49
3.3.1.1. Σύνδεση εν σειρά	σελ. 49
3.3.1.2. Σύνδεση εν παραλλήλω	σελ. 50
3.4. Δίοδοι	σελ. 51
3.4.1. Δίοδοι παράκαμψης	σελ. 51
3.4.2. Δίοδοι φραγής	σελ. 51
3.5. Λειτουργία του φωτοβολταϊκού	σελ. 50
3.5.1. Είδη φωτοβολταϊκών	σελ. 52
3.5.1.1. Φωτοβολταϊκά μονοκρυσταλλικού πυριτίου	σελ. 53
3.5.1.2. Φωτοβολταϊκά στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου	σελ. 53
3.5.1.3. Στοιχεία ταινίας	σελ. 54
3.5.1.4. Φ/Β στοιχεία άμορφου πυριτίου	σελ. 54
3.5.2. Πλεονεκτήματα φ/β	σελ. 55
3.6. Ηλεκτρικοί συσσωρευτές	σελ. 55
3.7. Τα ηλεκτρονικά των φωτοβολταϊκών	σελ. 57

3.8. Τρόποι σύνδεσης φ/β συστημάτων στο δίκτυο ac ρεύματος	σελ. 59
3.9. Φωτοβολταϊκά συστήματα	σελ. 60
3.9.1. Από τι αποτελείται ένα επαγγελματικό φ/β συστήματα επενδεδεικτικού χαρακτήρα	σελ. 61
3.9.2. Παράγοντες που συντελούν στην ανάπτυξη φ/β σταθμών και πάρκων στην Ελλάδα	σελ. 62
3.9.3. Απώλειες στους φωτοβολταϊκούς σταθμούς	σελ. 62
3.9.4. Ποια η απόδοση των φωτοβολταϊκών	σελ. 63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: Νομικό πλαίσιο

4.1. Τιμές των φ/β που αγοράζει η ΔΕΗ	σελ. 64
4.1.1. Τιμές για τα ήδη υπάρχοντα φ/β	σελ. 65
4.1.2. Νεοεισερχόμενα φ/β	σελ. 66
4.2. Αδειοδοτήσεις	σελ. 66
4.3. Νόμοι	σελ. 69
4.4. Υπουργικές Αποφάσεις	σελ. 69
4.5. Εγκύκλιοι	σελ. 71
4.6. Θεσμικό πλαίσιο ΑΠΕ	σελ. 71

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: Νάξος

Εισαγωγή	σελ. 80
5.1. Γενικά στοιχεία νησιού	σελ. 80
5.2. Γενικά για αυτόνομα ΣΗΕ	σελ. 82
5.3. Διασύνδεση Νάξου με το ηπειρωτικό δίκτυο	σελ. 83
5.4. ΣΗΕ Νάξου	σελ. 84
5.5. Χώρος μελέτης εργασίας	σελ. 85
5.6. Στάδια μελέτης φ/β πάρκου σε συνεργασία με το πρόγραμμα PVSYST (εκδοση 5.73)	σελ. 89
5.6.1. Εισαγωγή μετεωρολογικών δεδομένων	σελ. 89
5.6.2. Πρόγραμμα Pvsyst	σελ. 93

5.6.3. Αποτελέσματα προγράμματος	σελ. 102
--	----------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: Τεχνοοικονομική Ανάλυση

Εισαγωγή	σελ. 107
6.1. Οικονομικοί δείκτες	σελ. 107
6.2. Υπολογισμός οικονομικών δεικτών	σελ. 108
6.3. Αξιολόγηση επένδυσης ως προς τα ίδια κεφάλαια	σελ. 109
6.4. Οικονομική μελέτη της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης	σελ. 112
6.5. Κόστος επένδυσης	σελ. 113
6.6. Λειτουργικά έξοδα	σελ. 114
6.7. Ετήσια έξοδα	σελ. 115
6.8. Υπολογισμός οικονομικών μεγέθων	σελ. 117
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	σελ. 121

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, αποτελεί μια ολοκληρωμένη μελέτη εγκατάστασης ενός διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος στην περιοχή της Νάξου. Συγκεκριμένα περιλαμβάνει τόσο την τεχνική μελέτη που πραγματοποιήθηκε όσο και την οικονομική αξιολόγηση του έργου.

Αναλυτικά το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στον τομέα της ενέργειας, καθώς επίσης και την ιστορική αναδρομή και την εξάρτηση του ανθρώπου από αυτήν. Επίσης παρουσιάζονται τα προβλήματα από την υπερβολική χρήση της με αποκορύφωμα του φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται το μοντέλο των διεσπαρμένων παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας. Στόχος του κεφαλαίου είναι η εκβάθυνση και η κατανόηση από την χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά στην φωτοβολταϊκή τεχνολογία, καλύπτοντας όλα τα είδη και συστατικά στοιχεία των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Αναλύεται ο τρόπος λειτουργίας, διασύνδεσης και προστασίας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται το ρυθμιστικό πλαίσιο που σχετίζεται με τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Στόχος του κεφαλαίου είναι κατανόηση των οικονομικών, νομοθετικών, πολεοδομικών, φορολογικών και αδειοδοτικών διατάξεων που υπάρχουν στην ελληνική νομοθεσία.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, πραγματοποιείται η μελέτη του σεναρίου μας στην Νάξο. Λαμβάνονται υπόψη όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του συστήματός μας. Με την βοήθεια του προγράμματος autocad παρουσιάζεται το σχέδιο του χώρου μελέτης, καθώς επίσης και με την βοήθεια του προγραμματιστικού εργαλείου PVSyst γίνεται η αναλυτική περιγραφή του έργου από τεχνικής πλευράς.

Τέλος στο έκτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η οικονομική πλευρά της επένδυσης. Γίνεται έλεγχος βιωσιμότητας της επενδυτικής κίνησης με την βοήθεια των οικονομικών δεικτών όπως είναι η Καθαρή Παρούσα Αξία(ΚΠΑ), και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης(EBA).

ABSTRACT

This thesis is a comprehensive study of installing a grid-connected photovoltaic system in the area of Naxos. Specifically, It includes both technical study carried and economic evaluation of the project.

Let the first chapter relates to the field of energy, as well as the historical background and the dependence of man on it. Also presented problems from overuse of culminating the greenhouse effect.

The second chapter presents the model of dispersed electricity producers. The aim of the chapter is to deepen the understanding and the use of Renewable Energy.

The third chapter is a detailed report on photovoltaic technology, covering all types and components of photovoltaic systems. Analyzing the operation, interconnection and protection.

The fourth chapter analyzes the regulatory framework associated with photovoltaic systems. The aim of the chapter is understanding the economic, legal, planning, tax and licensing provisions exist in Greek law.

In the fifth chapter our scenario in Naxos is being studied . All factors, are taken into account that affect the performance of our system. With the help of the program autocad presents the design of the study area, as well as with the help of programming tools PVSyst is the detailed description of the project from a technical standpoint.

Finally, in the sixth chapter, the economic aspect of the investment is presented. Checking viability of the investment unit on economic indicators such as Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (DAC).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενέργεια είναι σε τέτοιο βαθμό συνυφασμένη με την καθημερινή μας ζωή που μόνο η έλλειψή της καθιστά πρόδηλη την αναγκαιότητά της. Το σύνολο των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων δεσμεύει, παράγει, καταναλώνει, μετατρέπει, αποθηκεύει και υποβαθμίζει τεράστια ποσά ενέργειας. Κάθε πολίτης των ανεπτυγμένων κρατών καταναλώνει τόση ενέργεια όση παράγουν οι μύες 12 δυνατών αλόγων.

Η ενέργεια εμφανίζεται με πολλές μορφές. Κίνηση, θερμότητα, ενέργεια χημικών δεσμών ή ηλεκτρισμός. Ακόμη και η μάζα είναι μια μορφή ενέργειας. Η ενέργεια μπορεί να προέρχεται από διαφορετικές πηγές όπως ο άνεμος, ο άνθρακας, η ξυλεία ή τα τρόφιμα. Όλες οι πηγές ενέργειας έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό. Η χρήση τους μας δίνει τη δυνατότητα να θέσουμε αντικείμενα σε κίνηση, να μεταβάλλουμε θερμοκρασίες, να παράγουμε ήχο και εικόνα. Με άλλα λόγια, μας δίνεται η δυνατότητα να παράγουμε έργο.

Η ενέργεια αποτελεί στρατηγικό τομέα ανάπτυξης με ιδιαίτερα μεγάλο επιστημονικό, τεχνολογικό και ερευνητικό ενδιαφέρον, προσελκύοντας ταυτόχρονα σημαντικό επενδυτικό ενδιαφέρον και δημιουργώντας ιδιαίτερα αξιόλογες προοπτικές απασχόλησης τόσο στην εγχώρια όσο και τη διεθνή αγορά.

Ο κύκλος της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας ξεκινά από τις αρχικές μορφές ενέργειας όπως ο άνθρακας, το αργό πετρέλαιο, ο άνεμος, το ηλιακό φως ή το φυσικό αέριο. Αυτές οι μορφές χαρακτηρίζονται ως πρωτογενή ενέργεια και βεβαίως, ελάχιστα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους καταναλωτές. Το επόμενο βήμα είναι η μετατροπή των πρωτογενών μορφών σε τελική ενέργεια όπως είναι ο ηλεκτρισμός. Από την πρωτογενή έως την χρήσιμη, μεσολαβούν πολλά ενδιάμεσα στάδια ανάλογα με την μορφή της ενέργειας. Εξόρυξη άνθρακα ή πετρελαίου, μεταφορά με αγωγούς, χρήση δεξαμενοπλοίων, καύση σε μεγάλους θερμικούς σταθμούς, δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και πολλά άλλα. Όλη η πολυσύνθετη αλυσίδα είναι γνωστή ως ενεργειακό σύστημα.

Για να μπορούμε να γνωρίζουμε το ακριβές ποσό της ενέργειας που μετασχηματίζεται από μια μορφή σε κάποια άλλη ή του έργου που παράγεται, χρειαζόμαστε μονάδες μέτρησης της ενέργειας.

Στο διεθνές σύστημα μετρικών μονάδων (S.I.), μονάδα μέτρησης της ενέργειας είναι το 1 Joule και είναι το έργο που παράγεται όταν 1 δύναμη 1 Newton κινεί ένα αντικείμενο σε απόσταση 1 μέτρου.

Για να εκτιμήσουμε το ρυθμό μεταβολής της ενέργειας ή το ρυθμό παραγωγής έργου μιας μηχανής, δηλαδή πόσο γρήγορα μια μηχανή κάνει ένα συγκεκριμένο έργο, χρησιμοποιούμε την ισχύ (P).

Ισχύ ονομάζουμε το μέγεθος που μας δηλώνει πόσο γρήγορα μετασχηματίζεται η ενέργεια. Μεγάλη ισχύς σημαίνει ότι μια ορισμένη ποσότητα ενέργειας χρησιμοποιείται σε μικρό χρόνο, ενώ μικρή ισχύς σημαίνει ότι χρειαζόμαστε πολύ χρόνο για να μετατρέψουμε την ίδια ποσότητα ενέργειας.

1.1. ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ο ηλεκτρισμός θεωρείται ως η πιο καθαρή και αποδοτική μορφή ενέργειας. Μπορεί να περιγραφεί ως η ροή ενέργειας μέσα στην ύλη ή μεταξύ δύο σωμάτων. Αυτό συμβαίνει επειδή σε μερικά είδη ατόμων, όπως μετάλλων, τα εξωτερικά ηλεκτρόνια έλκονται χαλαρά από τον πυρήνα του ατόμου. Θεωρούνται ως κοινά διαμοιρασμένα από γειτονικά άτομα. Όταν εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση σε υλικά με τέτοια άτομα, τα χαλαρά ελκόμενα ηλεκτρόνια κινούνται μεταξύ των ατόμων της ύλης. Έτσι δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα καθώς ηλεκτρόνια κινούνται από τις θέσεις με υψηλές ηλεκτρονικές συγκεντρώσεις προς τις θέσεις με χαμηλότερες. Σε αυτή την περίπτωση, η ηλεκτρική τάση είναι η «ωθούσα δύναμη» και το ηλεκτρικό ρεύμα είναι το αποτέλεσμα. Το μέγεθος του φαινομένου είναι ανάλογο προς την ωθούσα δύναμη και αντιστρόφως ανάλογο της αντίστασης της ύλης στην κίνηση αυτή των ηλεκτρονίων. Η αντίσταση εξαρτάται από το μήκος της ροής των ηλεκτρονίων, την τομή της περιοχής ροής, τη θερμοκρασία της ύλης και το υλικό που την αποτελεί.

Η κατανόηση της θεωρίας του ηλεκτρισμού και η εφαρμογή του κατέστησαν την ηλεκτρική ενέργεια ως αναγκαία στο σύγχρονο πολιτισμό. Ακόμα και συστήματα που χρησιμοποιούν άλλες μορφές ενέργειας είναι πιθανό να περιλαμβάνουν συστήματα έλεγχου ή εξοπλισμό που απαιτούν ηλεκτρισμό. Έτσι υπάρχουν σύγχρονα συστήματα θέρμανσης χώρων που λειτουργούν με καύση φυσικού αερίου, πετρελαίου ή και άνθρακα, αλλά η πλειοψηφία τους περιλαμβάνει συστήματα έλεγχου καύσης και θερμοκρασίας που απαιτούν την ηλεκτρική ενέργεια προκειμένου να λειτουργήσουν. Άρα, μπορεί να πει ότι οι περισσότερες

δραστηριότητες παραλύουν σε περίπτωση διακοπής της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η εξέλιξη της ανθρωπότητας είναι στενά συνδεδεμένη με τη χρήση ενέργειας. Δεν είναι τυχαίο ότι οι ονομασίες των ιστορικών περιόδων της ανθρωπότητας, λίθινη εποχή, εποχή του σιδήρου ή του χαλκού, πρόεκυψαν από τη δυνατότητα των ανθρώπων να διαχειρίζονται διαφορετικές μορφές ενέργειας.

1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.2.1. Προϊστορικά

Πιθανότατα πριν από 500.000 χρόνια ο άνθρωπος έμαθε να χειρίζεται τη φωτιά, ενώ τη λίθινη εποχή, περίπου 30.000 χρόνια πριν, ζωγραφιές σε σπήλαια αποδεικνύουν ότι ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε τη φωτιά για μαγείρεμα αλλά και να θερμάνει ή να φωτίζει τις σπηλιές όπου και κατοικούσε.

1.2.2. 17^{ος} αιώνας

Στα μέσα του 17ου αιώνα, ξεκίνησε εκτεταμένη εξόρυξη άνθρακα, ενώ το 1600 το εμπόριο άνθρακα με επίκεντρο την Αγγλία απέκτησε διεθνή διάσταση. Παρόλο που η εκτεταμένη χρήση άνθρακα στην Αγγλία πυροδότησε σημαντικά περιβαλλοντολογικά προβλήματα, η αναγκαιότητα χρήσης της ξυλείας για παράγωγη κοκ αλλά και κατασκευή πολεμικών πλοίων κατέστησαν αδύνατη την αποσύνδεση της αγγλικής οικονομίας από τον άνθρακα. Η πρώτη ενεργειακή κρίση της παγκόσμιας ιστορίας ξεκίνησε το 1630 όταν το κοκ παραγόμενο από ξυλεία δεν επαρκούσε για να καλύψει τις ανάγκες των καταναλωτών. Κοκ με βάση τον άνθρακα δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην χύτευση σιδήρου επειδή η περιεκτικότητά του σε θείο και υγρασία είναι πολύ υψηλή. Την περίοδο αυτή, τεράστιες δασικές εκτάσεις στην βόρεια Ευρώπη και ιδιαίτερα στην Αγγλία, μετατράπηκαν σε κοκ προκειμένου να καλύψουν τις ανάγκες σε ενέργεια.

1.2.3. 18^{ος} αιώνας

Ο 18ος αιώνας σηματοδεύτηκε από την ανακάλυψη της πρώτης ατμομηχανής από τον Thomas Newcomen, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την άντληση νερού από τα υπόγεια ορυχεία εξόρυξης άνθρακα. Το 1765, ο James Watt βελτιώνει σημαντικά την ατμομηχανή, δίνοντας τη δυνατότητα χρήσης της όχι μόνον για άντληση νερού αλλά και για την κίνηση μηχανών. Το 1799 ο Ιταλός εφευρέτης Alessandro Volta, ανακαλύπτει την πρώτη μπαταρία, δίνοντας την δυνατότητα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας σε αδιάλειπτο χρόνο.

1.2.4. 19^{ος} αιώνας

Στις αρχές του 19ου αιώνα οι χρησιμοποιούμενες ατμομηχανές είχαν τη δυνατότητα να παρέχουν την ισχύ 200 περίπου ανδρών. Αρκούσε όμως να εξοπλίσει τις βιομηχανίες παραγωγής αγαθών και να οδηγήσει την οικονομία της Βορειοδυτικής Ευρώπης στη Βιομηχανική Επανάσταση. Για πρώτη φορά στην παγκόσμια ιστορία η ενέργεια μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε κάθε χώρο, κάθε ώρα και σε οποιαδήποτε ποσότητα. Παράλληλα, η χρήση της ατμομηχανής επεκτείνεται και στα μέσα μεταφοράς, το 1804 στο σιδηρόδρομο και το 1807 στη ναυτιλία. Στα τέλη του 19ου αιώνα η ισχύς της ατμομηχανής ξεπερνούσε την ισχύ 6000 ανδρών. Το 1850 κατασκευάζεται το πρώτο υδροηλεκτρικό φράγμα παραγωγής ενέργειας ιδιοκτησίας του Thomas Alva Edison, παρέχοντας με ηλεκτρισμό τη Wall Street και τις εγκαταστάσεις της New York Times, ενώ το 1880 λειτουργεί η πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση άνθρακα. Η πρώτη εξόρυξη πετρελαίου λαμβάνει χώρα το 1859 στη Βόρεια Αμερική αλλά εκείνη την εποχή η χρήση του πετρελαίου ήταν φοβερά περιορισμένη, μέχρι την ανακάλυψη της μηχανής καύσης.

1.2.5. 20^{ος} αιώνας

Η ανακάλυψη των κοιτασμάτων πετρελαίου οδήγησε τον τεχνικό κόσμο του 20ου αιώνα στην ανάγκη εφεύρεσης συστημάτων ικανών να αξιοποιήσουν το καινούργιο καύσιμο. Αρχικά ο Γάλλος μηχανικός Etienne Lenoir και στη συνέχεια ο Γερμανός Nikolaus August Otto κατασκευάζουν τις πρώτες μηχανές εσωτερικής καύσης. Το 1885 ο Γερμανός μηχανικός Benz προσαρμόζει τη μηχανή του Otto σε αμάξιωμα, τοποθετεί τρεις τροχούς και δημιουργεί το πρώτο αυτοκινούμενο όχημα.

Τον επόμενο χρόνο ο Γερμανός μηχανικός Daimler κατασκευάζει το πρώτο τετράτροχο αυτοκίνητο με μηχανή εσωτερικής καύσης. Το 1942 ο Ιταλός φυσικός Enrico Fermi σχεδιάζει και θέτει σε λειτουργία τον πρώτο πυρηνικό αντιδραστήρα στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, ενώ το 1954 το πρώτο πυρηνικό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τίθεται σε λειτουργία στην τέως ΕΣΣΔ.

Με μια επιφανειακή ματιά, η προμήθεια ενέργειας δεν φαίνεται να συνιστά πρόβλημα. Οι τρέχουσες πηγές ενέργειας είναι άφθονες, φθηνές και σημαντικά διαφοροποιημένες. Από το 1976 οι πραγματικές τιμές του πετρελαίου εμφανίζουν πτωτικές τάσεις. Σε τιμές δολαρίου του 1976, το πετρέλαιο είναι 30% φθηνότερο από ότι το 1976. Τα αποθέματα άνθρακα αρκούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες για τα επόμενα 200 χρόνια, ενώ το φυσικό αέριο για τα επόμενα 60 χρόνια.

Είναι ιδιαίτερα δύσκολο να εκτιμηθούν με ικανοποιητική ακρίβεια οι ενεργειακές εξελίξεις τόσο άμεσα όσο και μακροπρόθεσμα. Τα ιστορικά στοιχεία δείχνουν ότι οι αναλυτές ενεργειακών προβλέψεων συχνότατα αποτυγχάνουν. Το 1979, η Διεθνής Υπηρεσία Ατομικής Ενέργειας στην ετήσια αναφορά της, προέβλεπε για το 2000 χρήση της πυρηνικής ενέργειας κατά έξι φορές περισσότερο από το πραγματικό, ενώ μελέτες κορυφαίων ιδρυμάτων προέβλεπαν στις αρχές του 1980 ότι η τιμή του πετρελαίου ανά βαρέλι θα έφτανε το 1992 τα 100 δολάρια.

Ο 20ος αιώνας χαρακτηρίζεται από τρομακτική αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας. Προβλήματα όπως η προστασία του περιβάλλοντος και η εξάντληση των ενεργειακών πόρων δεν απασχολούσαν κανέναν. Τα πάντα όμως θα άλλαζαν.

Η ραγδαία βιομηχανική ανάπτυξη που σημειώθηκε στην διάρκεια του εικοστού αιώνα, σημαδεύτηκε με την παράλληλη εμφάνιση σημαντικών επιπτώσεων στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον, όπως η όξινη βροχή, η καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος και το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

1.3. ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Πρόκειται για ένα φυσικό φαινόμενο. Αυτό που αποτελεί απειλή για το πλανήτη μας είναι η υπερβολική εμφάνιση του φαινομένου, η οποία οφείλεται στις ανθρωπογενείς εκπομπές ρύπων.

Το εν λόγω φαινόμενο, στις φυσικές του διαστάσεις, δεν είναι επιβλαβές, αντίθετα έχει ζωτική σημασία για τη διατήρηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη στους 15°C περίπου. Το ανησυχητικό είναι η ενίσχυση του ως αποτέλεσμα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, με αποτέλεσμα τον εγκλωβισμό της υπέρυθρης ακτινοβολίας της Γης.

Συγκεκριμένα το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο έχει προκαλέσει το έντονο ενδιαφέρον, τα τελευταία χρόνια, τόσο των μέσων μαζικής ενημέρωσης όσο και των επιστημόνων, δεν αποτελεί μια σύγχρονη ανακάλυψη. Περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον Βαρόνο Jean Fourie το 1822, ενώ ήδη από το 1896 ο Σουηδός επιστήμονας Svante Arrhenius επεσήμανε ότι η βιομηχανική ρύπανση θα μπορούσε μετά από αιώνες να διπλασιάσει την ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα και να αυξήσει με αυτόν τον τρόπο την παγκόσμια θερμοκρασία κατά 5°C.

Οι συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι δύσκολο να προεκτιμηθούν, εξαιτίας του γεγονός ότι η άνοδος της θερμοκρασίας συνδέεται με

παράγοντες των οποίων ο ρόλος δεν είναι πλήρως γνωστός. Οι σημαντικότερες συνέπειες είναι:

a) Αλλαγή του κλίματος της Γης: μετακίνηση των ζωνών βροχοπτώσεως, από τον ισημερινό προς τον βορρά και ερημοποίηση του κάτω τμήματος της εύκρατης ζώνης.

b) Άνοδος της στάθμης των θαλασσών: οι λόγοι που οδηγούν στο φαινόμενο αυτό είναι η διαστολή των υδάτων που επιφέρει η αύξηση της θερμοκρασίας και η τήξη των πάγων.

c) Μείωση των υδάτινων πόρων: αρνητικές συνέπειες θα δημιουργηθούν από τη μεταβολή του ρυθμού του υδρολογικού κύκλου, ενώ παράλληλα οι ανάγκες ύδρευσης θα είναι μεγαλύτερες.



1.4. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ, ΜΕΓΕΘΗ ΑΛΛΗΛΕΝΔΕΤΑ.

Η παγκόσμια οικονομία είναι στενά συνδεδεμένη με το πετρέλαιο. Αυτό θα ήταν πολύ λιγότερα σημαντικό αν τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου δεν ήταν συγκεντρωμένα σε λίγες μόνον χώρες. Η Μέση Ανατολή προμηθεύει σήμερα το 30% της παγκόσμιας αγοράς σε πετρέλαιο, ενώ διαθέτει περισσότερα από τα μισά αποθέματα. Παράλληλα, τα μισά από τα συνολικά αποθέματα φυσικού αερίου ανήκουν σε δυο μόνον χώρες, τη Ρωσία και το Ιράν. Σήμερα, το 50% των

ενεργειακών αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης καλύπτονται από εισαγωγές, ενώ περίπου 70% των αναγκών της αναμένεται να καλύπτονται επίσης με εισαγωγές το 2030, αν βεβαίως οι σημερινές τάσεις συνεχιστούν. Στα προηγούμενα τριάντα χρόνια, η τιμή του πετρελαίου τριπλασιάστηκε σε τέσσερις χρονικές περιόδους: το 1973, 1979, 1990 και το διάστημα 1999 - 2000. Οι αναταράξεις στην παγκόσμια οικονομία, ιδιαίτερα των αναπτυσσόμενων χωρών, πιθανότατα δεν έχουν ακόμα ξεπερασθεί.

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της Παγκόσμιας Υπηρεσίας Ενέργειας, μέχρι και το 2020 η παγκόσμια πρωτογενή ενέργεια θα καλύπτεται σε ποσοστό 90% από τα ορυκτά καύσιμα. Η υπερθέρμανση του πλανήτη αλλά και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο δεν αφήνουν κανένα περιθώριο εφησυχασμού. Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC), οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου έχουν ήδη ανεβάσει τη θερμοκρασία κατά 0,6 βαθμούς παγκοσμίως. Εάν δεν ληφθούν μέτρα, θα σημειωθεί αύξηση κατά 1,4 έως 5,8 βαθμούς έως τα τέλη του αιώνα. Όλες οι περιοχές του κόσμου -συμπεριλαμβανομένης της Ε.Ε.- θα αντιμετωπίσουν σοβαρές συνέπειες, τόσο για τις οικονομίες τους όσο και για τα οικοσυστήματά τους.

1.5. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η χώρα μας -παρά τα μεγάλα οικονομικά της προβλήματα- έχει καταφέρει να μειώσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου σε 116,1 μεγατόνους ισοδύναμου CO₂ (στοιχεία Απριλίου του 2011 για το έτος 2010) έναντι του στόχου των 134 μεγατόνων ισοδύναμου CO₂ ή 668 μεγατόνοι ισοδύναμου CO₂ για την πενταετία 2008 - 2012, όπως έχουμε υποχρέωση, σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κιότο.

Οι πόροι των διαρθρωτικών ταμείων της Ε.Ε. που τίθενται στη διάθεση της Ελλάδας για την περίοδο 2007 - 2013 στο πλαίσιο της προσαρμογής των τμημάτων του εθνικού στρατηγικού πλαισίου αναφοράς που αφορούν την ενέργεια και το περιβάλλον βοηθούν προς την κατεύθυνση αυτή. Η εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου με το νόμο 3855/2012 (ΦΕΚ 95) που ορίζει τους ενεργειακούς ελέγχους στις κατοικίες και στα κτίρια του τριτογενούς τομέα (νοσοκομεία, δημόσια κτίρια κλπ) καθώς και τους κανόνες για την ίδρυση και λειτουργία των παροχών υπηρεσιών ενέργειας (Επιχειρήσεις ενεργειακών υπηρεσιών) εφαρμόζεται ήδη από τις Αρχές του 2012. Επιπλέον, την τελευταία διετία τέθηκαν σε εφαρμογή σειρά προγραμμάτων στήριξης για την αναβάθμιση των υφιστάμενων

κτιρίων με τα προγράμματα: «Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατοικιών», «Εξοικονομώ», πρόγραμμα για την ενεργειακή απόδοση, «Χτίζοντας το μέλλον - Παρεμβάσεις μεγάλης κλίμακας», «Πράσινη πιλοτική αστική γειτονιά», «Αστικές βιοκλιματικές αναπλάσεις», «Πράσινες αγροτικές & νησιωτικές κοινότητες - νέο πρότυπο ανάπτυξης», «Πιλοτικά σχέδια για βιοκλιματικά σχολικά κτίρια, για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) & την ενεργειακή απόδοση (ΕΑ) με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης υφιστάμενων δημόσιων σχολικών κτιρίων». Όσον αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ως ποσοστό της συνολικής χρήσης ενέργειας το 2009, το μερίδιο των ΑΠΕ στην Ελλάδα ήταν 8,2% και συνεπώς η χώρα θα πρέπει να καταβάλει περαιτέρω προσπάθεια για να επιτύχει τον ενδιάμεσο στόχο της για την περίοδο 2011/2012. Βάσει της οδηγίας 2009/28/ΕΚ, έως το 2020 η Ελλάδα έχει δεσμευθεί για το 18% της ενέργειας από ΑΠΕ στη τελική κατανάλωση ενέργειας και το 10% ενέργειας από ΑΠΕ στον τομέα των μεταφορών. Πράγματι το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας προβλέπει στόχο 20% αντί 18%. Η Ελλάδα πρέπει να εφαρμόσει αυτό το σχέδιο και να ολοκληρώσει την ενσωμάτωση της οδηγίας στην εθνική νομοθεσία.

1.6. ΝΕΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

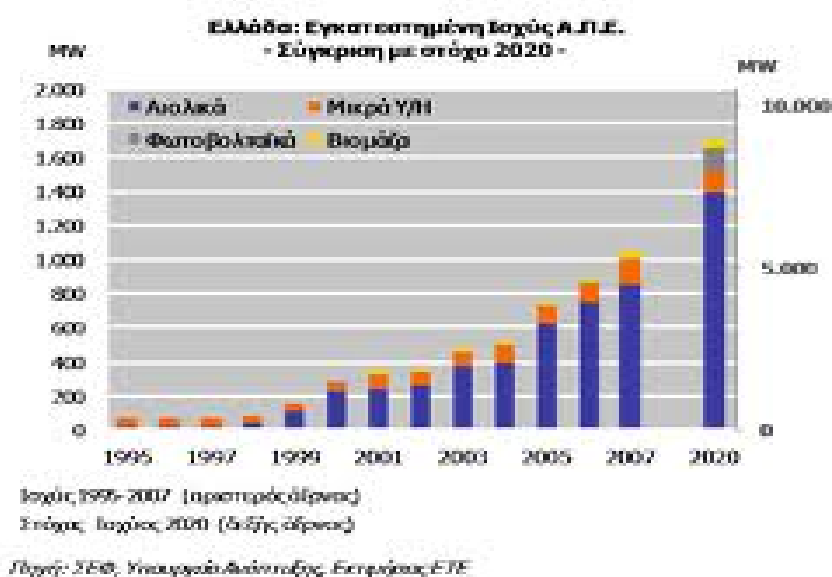
Οι νέες τεχνολογίες στον ενεργειακό τομέα βασίζονται κυρίως στις καθαρές τεχνολογίες ορυκτών καυσίμων και στην ανάπτυξη των ΑΠΕ (ανανεώσιμων πηγών ενέργειας). Οι τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα σύντομα θα εμφανιστούν σε επιδεικτικό στάδιο. Αφενός όμως δεν έχουν λυθεί θέματα που σχετίζονται με την τεχνολογία αποθήκευσης του διοξειδίου του άνθρακα, όπως για παράδειγμα η πιθανή αύξηση του pH των ωκεανών από την έκχυση του CO₂ στα βάθη της θάλασσας. Επιπλέον, η λύση αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα σε εξαντλημένους ταμιευτήρες φυσικού αερίου ή πετρελαίου, παρουσιάζει σημαντική διακύμανση όσον αφορά το κόστος. Σε κάθε περίπτωση εκτιμάται ότι δεν θα είναι μικρότερο από 2 cents ανά kWh. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σαφώς μπορούν να συνεισφέρουν τόσο στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος. Όμως, εμφανίζουν σημαντικές τεχνολογικές αδυναμίες και απαιτούν τεράστιες επενδύσεις. Η αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των εναλλακτικών μορφών ενέργειας παγκοσμίως, εκτός των υδροηλεκτρικών, από το 2% στο 4% απαιτεί τουλάχιστον 20 χρόνια και 90 δις δολάρια.

1.7. ΠΑΡΟΥΣΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το 2004, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα άγγιξε τα 32,7 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (TOE). Τη μερίδα του λέοντος στο ενεργειακό μείγμα απέσπασε το πετρέλαιο με περίπου 20 εκατ. TOE (61,2%) και ακολούθησαν ο λιγνίτης (9,3 εκατ. TOE ή 28,5%), το φυσικό αέριο (2,2 εκατ. TOE ή 6,8%) και τέλος τα υδροηλεκτρικά και οι λοιπές ΑΠΕ (1,1 εκατ. TOE ή 3.5%). Η εικόνα αυτή παραμένει λίγο πολύ διαχρονικά σταθερή με τα ορυκτά καύσιμα να κυριαρχούν καλύπτοντας ένα μερίδιο κοντά στο 93% της πρωτογενούς ενέργειας. Δεν είναι τυχαίο λοιπόν που οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) έχουν εκτιναχτεί τα τελευταία χρόνια ξεπερνώντας ήδη τον δεσμευτικό στόχο που έχει θέσει η χώρα για αύξηση των θερμοσκοπικών αερίων κατά 25% την περίοδο 1990 - 2011.

1.7.1. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

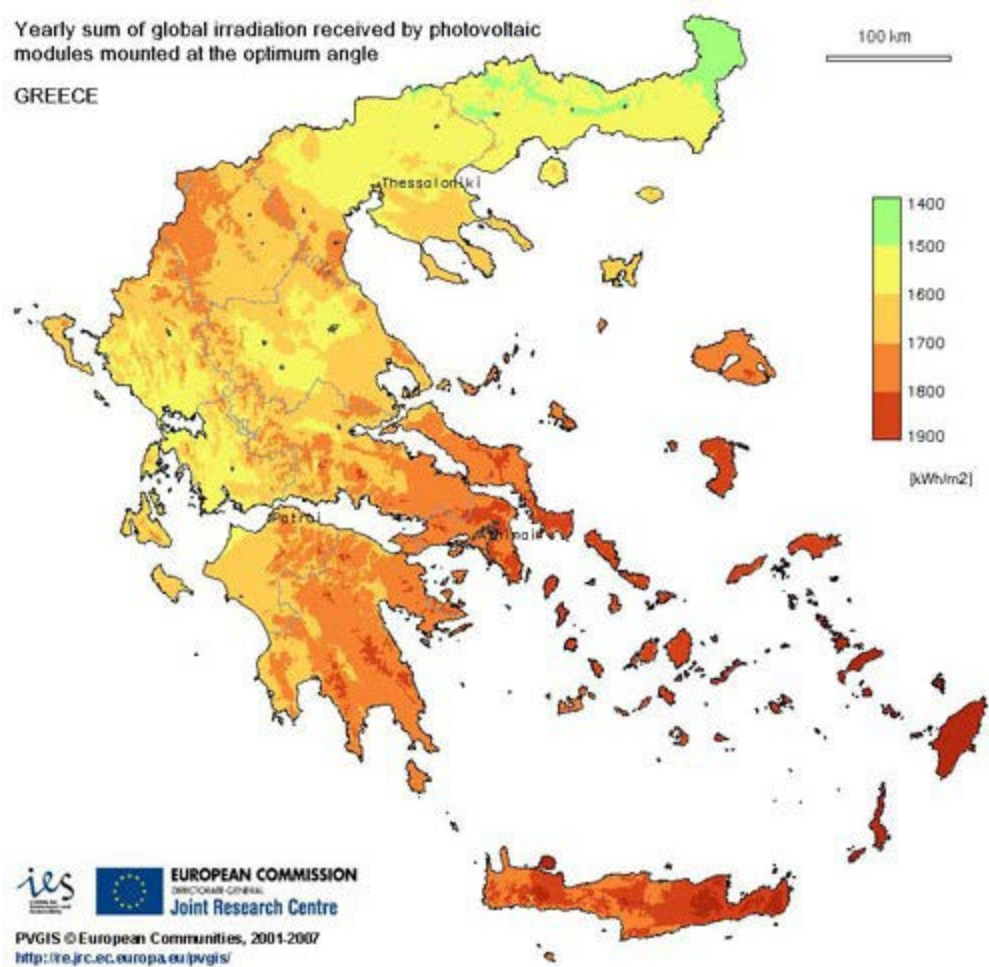
Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει αναλάβει έναν πρωτοποριακό ρόλο στην προσπάθεια άμβλυνσης της κλιματικής αλλαγής σε παγκόσμιο επίπεδο και έχει ασκήσει μεγάλη πίεση για την υιοθέτηση συγκεκριμένων και φιλόδοξων στόχων. Ήδη, το ευρωπαϊκό συμβούλιο έχει θεσει τη νέα Ευρωπαϊκή στρατηγική για τη βιώσιμη ανάπτυξη (το λεγόμενο «πακέτο 20-20-20» που σημαίνει παραγωγή του 20% της ενέργειας από ΑΠΕ, 20% μείωση των ρύπων και 20% εξοικονόμηση ενέργειας) έως το 2020 για την Ευρώπη.



Χωρίς ουσιαστικά μέτρα, η Ελλάδα προβλέπεται ότι θα αυξήσει τις εκπομπές της κατά 39,2% έως το 2010 και κατά 57,6% έως το 2020. Σημειωτέον, ότι οι δραστηριότητες που έχουν σχέση με την ενέργεια αποτελούν την μεγαλύτερη πηγή (78% περίπου) των αερίων του θερμοκηπίου. Αυτές περιλαμβάνουν κυρίως εκπομπές CO₂ από την καύση ορυκτών καυσίμων (95% περίπου του συνόλου των εκπομπών από τον τομέα της ενέργειας) και μικρότερα ποσοστά μεθανίου και υποξειδίου του αζώτου (1,5% και 3,5% αντίστοιχα).

Έτσι σε ότι αφορά ειδικότερα τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, οι προβλεπόμενες αυξήσεις είναι 47,6% και 67,8% για τα έτη 2010 και 2020 αντίστοιχα, σε σχέση με το 1990 που είναι το έτος βάσης.

Παρακάτω παρουσιάζεται το ηλιακό δυναμικό της Ελλάδας, που λόγω των ετήσιων μέσων τιμών του, ευνοεί την εγκατάσταση των ΑΠΕ στον ελλαδικό χώρο.



1.8. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Η ηλιακή ενέργεια συμφέρει στις περιπτώσεις εκείνες όπου παρέχονται κίνητρα και υπάρχει ξεκάθαρη πολιτική στήριξης της ηλιακής τεχνολογίας. Όταν, παρέχεται ενισχυμένη τιμή της πωλούμενης κιλοβατώρας, τότε ο καταναλωτής όχι μόνο κάνει απόσβεση της επένδυσης αλλά έχει και ένα λογικό κέρδος από την παραγωγή και τροφοδοσία πράσινης ενέργειας στο δίκτυο.

1.8.1. ΟΦΕΛΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία. Οφέλη για τον καταναλωτή, για τις αγορές ενέργειας και για την βιώσιμη ανάπτυξη.

Τα φωτοβολταϊκά είναι μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες της νέας εποχής που ανατέλλει στο χώρο της ενέργειας. Μιας νέας εποχής που θα χαρακτηρίζεται ολοένα και περισσότερο από τις μικρές αποκεντρωμένες εφαρμογές σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς.

Τα μικρά, ευέλικτα συστήματα που μπορούν να εφαρμοστούν σε επίπεδο κατοικίας, εμπορικού κτιρίου ή μικρού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής (όπως π.χ. τα φωτοβολταϊκά, τα μικρά συστήματα συμπαραγωγής, οι μικροτουρμπίνες και οι κυψέλες καυσίμου) αναμένεται να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα χρόνια που έρχονται. Ένα επιπλέον κοινό αυτών των νέων τεχνολογιών είναι η φιλικότητά τους προς το περιβάλλον.

Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

Τα φωτοβολταϊκά, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα, θεωρούνται τα ιδανικά συστήματα ενεργειακής μετατροπής καθώς χρησιμοποιούν την πλέον διαθέσιμη πηγή ενέργειας στον πλανήτη και παράγουν ηλεκτρισμό, που αποτελεί την πιο χρήσιμη μορφή ενέργειας.

Τα φωτοβολταϊκά παρέχουν τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια. Τον καθιστούν έτσι πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν με αυτό τον τρόπο στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Δεδομένου ότι η παραγωγή και κατανάλωση του ηλιακού ηλεκτρισμού γίνονται τοπικά, αποφεύγονται οι σημαντικές απώλειες της

μεταφοράς και διανομής του ηλεκτρισμού και κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 10% σε σχέση με τη συμβατική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του δικτύου.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν αθόρυβη λειτουργία, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής, δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες, δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου).

Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ, αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους.

Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξειδία του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κλπ). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα πυροδοτούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αλλάζουν το κλίμα της Γης, ενώ η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά παρέχοντας τη δυνατότητα για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς, καθώς διατίθενται σε ποικιλία χρωμάτων, μεγεθών, σχημάτων και μπορούν να παρέχουν ευελιξία και πλαστικότητα στη φόρμα, ενώ δίνουν και δυνατότητα διαφορικής διαπερατότητας του φωτός ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδιασμού.

Αντικαθιστώντας άλλα δομικά υλικά (π.χ. κεραμοσκεπές ή υαλοστάσια σε προσόψεις) συμβάλλουν στη μείωση του συνολικού κόστους μιας κατασκευής (ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση των ηλιακών προσόψεων σε εμπορικά κτίρια). Στην περίπτωση μάλιστα των υαλοστασίων σε προσόψεις εμπορικών κτιρίων, διατίθενται σήμερα διαφανή φωτοβολταϊκά με θερμομονωτικές ιδιότητες αντίστοιχες με αυτές των υαλοστασίων χαμηλής εκπεμψιμότητας (low-e), τα οποία επιτυγχάνουν (πέραν της ηλεκτροπαραγωγής) και εξοικονόμηση ενέργειας 15 - 30% σε σχέση με ένα κτίριο με συμβατικά απλά υαλοστάσια.

1.8.2. ΤΙ ΠΕΡΙΜΕΝΩ ΑΠΟ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ

Κάθε επαγγελματική φωτοβολταϊκή εγκατάσταση που έχει επενδυτικό χαρακτήρα έχει σαν σκοπό:

- Την μέγιστη δυνατή απόδοση του εισοδήματος.
- Την σταθερότητα του εισοδήματος, όσο αυτό είναι δυνατό, για όλη την διάρκεια των συμβάσεων.
- Οι στόχοι αυτοί καθορίζουν τις τεχνικές παραμέτρους που επιλέγονται για την κατασκευή του έργου και την ενεργειακή μελέτη όπως ο τρόπος σύνδεσης και διάθεσης της ενέργειας των Φωτοβολταϊκών συλλεκτών αλλά και η μέθοδος ανάρτησης των συλλεκτών.

Σημαντικό ρόλο στην τελική απόδοση του έργου έχουν:

- Η περιοχή της εγκατάστασης του έργου.
- Η κλιματολογική ζώνη της περιοχής.
- Ο βαθμός ρύπανσης της γύρο ατμόσφαιρας.
- Ο βαθμός απορρόφησης της παραγόμενης ενέργειας από το δίκτυο.

Η σταθερή εξασφάλιση των παραπάνω στόχων εγγυάται την:

- Απόσβεση του έργου σε 7 χρόνια.
- Τριπλασιασμό του πραγματικού κεφαλαίου που επενδύσατε στα 20 χρόνια της σύμβασης με την ΔΕΗ ή ΔΕΣΜΗΕ.
- Αυτά είναι τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να περιμένουμε από ένα επαγγελματικό Φωτοβολταϊκό έργο.

Θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι επενδύοντας στον ενεργειακό χώρο με σύγχρονη Φωτοβολταϊκή τεχνολογία:

- Συμβάλλετε στη μείωση της εξάρτησης από εξαντλημένους και ρυπογόνους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.

Μπορούμε να παράγουμε Ηλεκτρική Ενέργεια στον χώρο της κατανάλωσης ως «Αυτοπαραγωγός» για επαγγελματική χρήση π.χ. Παροχή ηλεκτρισμού για Τροφοδοσία σε:

- Αυτόνομους σταθερούς και κινητούς ψυκτικούς θαλάμους.

- Αυτόνομους σταθερούς και κινητούς κλιματιζόμενους θαλάμους.
- Ιχθυοκαλλιέργειες.
- Άντληση και παροχέτευση νερού.
- Αφαλάτωση νερού
- Ελεγχόμενες αγροτικές εγκαταστάσεις φυτοκαλλιιεργειών.
- Αυτόνομες κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις κλπ.
- με αποτέλεσμα να δημιουργείτε υψηλότερη βάση ανταγωνισμού και χαμηλότερο κόστος.

Επίσης, διασφαλίζουμε:

- Εγχώρια πηγή ενέργειας και ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτητοποίησης και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε προσωπικό και σε εθνικό επίπεδο.
- Φιλική προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο ενέργεια.
- Γρήγορη απόσβεση δαπάνης.
- Μηδενική ρύπανση.
- Αθόρυβη λειτουργία.
- Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (30 έτη).
- Δυνατότητα επέκτασης, ανάλογα με τις ανάγκες.

Βιβλιογραφία:

- www.allaboutenergy.gr
- 5dim-pyrgou.ilei.sch.gr/energy/html/an4.htm (ενέργεια, σύμμαχος ή εχθρός)
- www.yeka.gr (20-20-20)
- strategic energy planning
- Οι επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^Ο: ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι η μηχανική ενέργεια, η οποία μετατρέπεται σε ηλεκτρική μέσω των γεννητριών συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος, αναλόγως των συνθηκών χρήσεως. Τα πρώτα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας εμφανίστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1880. Έκτοτε, αυξήθηκαν δραστικά σε μέγεθος και πολυπλοκότητα. Οι μέθοδοι και ο εξοπλισμός για την παραγωγή, τη μεταφορά και τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας παρουσίασαν συνεχή βελτίωση ως προς την αποδοτικότητα και την αξιοπιστία τους.

2.1. ΔΟΜΗ ΕΝΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Οι όροι που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τη δομή ενός ηλεκτρικού συστήματος είναι η Κεντροκοιμημένη και η Αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, οι όροι αυτοί, αφενός μεν προσδιορίζουν τη γεωγραφική θέση των ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων (ανεξαρτήτως είδους) συγκριτικά με τα σημεία ζήτησης - κατανάλωσης, αφετέρου δε είναι ενδεικτικοί του μεγέθους των μονάδων. Αναλυτικότερα, ο όρος Κεντροκοιμημένη παραγωγή περιγράφει τις περιπτώσεις μεγάλων κεντρικών παραγωγικών ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών (με εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη των 50MW συνήθως), οι οποίοι συνήθως εγκαθίστανται μακριά από τις αστικές περιοχές για περιβαλλοντικούς λόγους. Σε αυτές τις περιπτώσεις η μεταφορά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στα σημεία κατανάλωσης πραγματοποιείται μέσω του δικτύου μεταφοράς (400kV και 150kV).

Τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας ήταν κατά τα πρώτα χρόνια λειτουργίας τους τοπικά και τροφοδοτούσαν με ισχύ τα φορτία που βρίσκονταν σε κοντινή απόσταση. Τα συστήματα αυτά λειτουργούσαν το ένα ανεξάρτητα από το άλλο και τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά. Σύντομα όμως με την αύξηση του φορτίου, έγινε κατανοητό πως θα έπρεπε να δημιουργηθεί ένα ενοποιημένο ηλεκτρικό σύστημα που θα είναι πιο αποτελεσματικό, αξιόπιστο αλλά και οικονομικότερο. Δημιουργήθηκε έτσι ένα σύστημα, όπου η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας γινόταν σε συγκεκριμένα σημεία του δικτύου, από μεγάλες μονάδες παραγωγής, οι οποίες τροφοδοτούσαν τα φορτία με ενέργεια μέσω συστημάτων μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Αντίθετα, με την επικράτηση επομένως αυτού του συστήματος, οι τοπικές μονάδες παραγωγής περιορίστηκαν και τελικά

εξαφανίστηκαν εντελώς από τη διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Με δεδομένο ωστόσο το πρόβλημα της παραγωγής με την εκμετάλλευση των ορυκτών καυσίμων, και με το ότι οι πετρελαϊκές μονάδες παραγωγής ενέργειας, επιβάλλεται σταδιακά να αποσυρθούν, παρουσιάστηκε μεγάλο ενδιαφέρον στην εγκατάσταση τοπικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής όπως συνέβαινε τα προηγούμενα χρόνια προτού εμφανιστεί το συγκεντρωτικό μοντέλο.

2.2. ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Το καταναμημένο μοντέλο στο οποίο έχουμε πολλά σημεία παραγωγής έχει επικρατήσει στο χώρο της ενέργειας ως «δισπαρμένη παραγωγή». Έτσι, ορίζεται ως η παραγωγή ενέργειας μικρής κλίμακας, με τιμές που κατά κανόνα κυμαίνονται από 1kW μέχρι 50MW και είναι μια σχετικά καινούργια τάση στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Οι πρώτες εγκαταστάσεις παραγωγής ισχύος παρείχαν ενέργεια μόνο σε καταναλωτές στη γειτονική τους περιοχή. Τα πρώτα δίκτυα ήταν βασισμένα σε dc τάση και έτσι η παροχή της τάσης ήταν περιορισμένη, όπως περιορισμένη ήταν και η απόσταση ανάμεσα στον παραγωγό και τον καταναλωτή. Η ζήτηση ενέργειας που υπήρχε σε κάποιες περιπτώσεις καλυπτόταν με χρήση τοπικών μέσων αποθήκευσης, όπως μπαταρίες, που μπορούσαν να συνδεθούν κατευθείαν στο δίκτυο dc. Αυτή μάλιστα η μέθοδος τοπικής αποθήκευσης ενέργειας είναι κάτι άλλο, το οποίο επανέρχεται στο προσκήνιο.

Στη συνέχεια, η τεχνολογική εξέλιξη που σημειώθηκε, όπως εμφάνιση των ac δικτύων, επέτρεψε τη μετάδοση της ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγαλύτερες αποστάσεις και η εφαρμογή οικονομιών κλίμακας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας οδήγησαν σε μια αύξηση της ισχύος εξόδου, στις μονάδες παραγωγής. Όλα αυτά είχαν σαν αποτέλεσμα μεγαλύτερες ανέσεις και μικρότερα κόστη, ενώ κατασκευάστηκαν μεγάλα ηλεκτρικά συστήματα αποτελούμενα από τεράστια δίκτυα μεταφοράς και διανομής αλλά και πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις. Η ασφάλεια της παροχής αυξανόταν καθώς ενδεχόμενη αποτυχία ενός σταθμού παραγωγής, ισοσταθμιζόταν από τις υπόλοιπες εγκαταστάσεις του δικτύου. Όλο και περισσότερο υπάρχει ενδιαφέρον για να εκτιμηθούν τα οφέλη της δισπαρμένης παραγωγής από διάφορους παράγοντες. Η λειτουργία της δισπαρμένης παραγωγής επηρεάζει την λειτουργία των εντασσόμενων μονάδων στο δίκτυο και ως εκ' τούτου και τους εκπεμπόμενους ρύπους. Η εγκατάσταση στα δίκτυα μονάδων δισπαρμένης

παραγωγής οδηγεί σε μείωση των αποφευγόμενων ρύπων στο περιβάλλον από το δίκτυο.

2.3. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας παράγουν μηδενικούς ή ελάχιστους ρύπους βοηθώντας έτσι στη μείωση των εκπομπών βλαβερών για την ατμόσφαιρα αερίων, όπως είναι κυρίως το διοξείδιο του άνθρακα. Χρησιμοποιώντας τέτοιες μορφές ενέργειας δίνεται η δυνατότητα σε χώρες που έχουν αναλάβει υποχρεώσεις για μείωση των εκπομπών ρύπων, να εκπληρώσουν τις υποχρεώσεις αυτές. Παράλληλα, περιορίζεται η χρήση καυσίμων που υπάρχουν σε περιορισμένες ποσότητες, όπως είναι το πετρέλαιο, και που αν συνεχιστεί η κατανάλωση του με τον ίδιο ρυθμό, τα αποθέματα θα τελειώσουν σε μερικά χρόνια.

Επίσης, τα τελευταία χρόνια, έχει δημιουργηθεί πολύ μεγάλο ενδιαφέρον γύρω από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), τις πηγές δηλαδή εκείνες που χρησιμοποιούν τους ανεξάντλητους φυσικούς πόρους, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το ενδιαφέρον αυτό προέκυψε κατά κύριο λόγο από την απαίτηση της Ε.Ε προς τα κράτη μέλη της. Το Μάρτιο του 2007 η Ευρωπαϊκή Ένωση αποφάσισε ότι, έως ότου συναφθεί παγκόσμια και συνολική συμφωνία για τη μετά 2012 περίοδο, η Κοινότητα αναλαμβάνει μονομερή δέσμευση να επιτύχει μείωση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου κατά 20% έως το 2020, σε σχέση με το 1990. Επιπλέον, το Συμβούλιο ενέκρινε για την Κοινότητα στόχο τις μειώσεις των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 30% μέχρι το 2020, σε σχέση με 1990, ώστε να συμβάλει στην επίτευξη παγκόσμιας και συνολικής συμφωνίας για τη μετά το 2012 εποχή, εφόσον οι οικονομικά προηγμένες αναπτυσσόμενες χώρες συμβάλλουν καταλλήλως ανάλογα με τις ευθύνες και τις δυνατότητες τους.

Επίσης οι απαιτήσεις που υιοθετηθήκαν από τους αρχηγούς κρατών και κυβερνήσεων αφορούσαν: μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% κάτω από τα επίπεδα του 1990, 20% της κατανάλωσης ενέργειας της Ε.Ε. να προέρχεται από ΑΠΕ, μείωση κατά 20% στη χρήση πρωτογενούς ενέργειας σε σύγκριση με τα προβλεπόμενα επίπεδα μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Οι βασικότερες ΑΠΕ είναι:

- υδροηλεκτρικές πηγές (μικρές πηγές),

- βιομάζα (καύση δασικών και γεωργικών προϊόντων και άλλων καταλοίπων σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς),
- αέρας (ανεμογεννήτριες),
- ήλιος (φωτοβολταϊκά),
- γεωθερμικές πηγές (παραγωγή ενέργειας από τη θερμότητα που είναι αποθηκευμένη κάτω από την επιφάνεια της γης).

Παρακάτω γίνεται ακριβής ανάλυση για όλες τις ΑΠΕ. Για τη ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο θα μιλήσουμε εκτενώς στο επόμενο κεφάλαιο.

Εκτός όμως από τις ΑΠΕ, στην διεσπαρμένη παραγωγή εντάσσονται και άλλες κατηγορίες τεχνολογιών, όπου η λειτουργία τους βασίζεται και στη χρήση ορυκτών καυσίμων. Μια τέτοια μορφή ενέργειας προέρχεται από τις κυψέλες υδρογόνου.

Οι τυπικές χρήσεις της διεσπαρμένης παραγωγής είναι οι εξής:

- οικιακή (ηλεκτρισμός και θέρμανση),
- εμπορική (ηλεκτρισμός και θέρμανση),
- βιομηχανική (ηλεκτρισμός και ατμός),
- περιφερειακή θέρμανση (ηλεκτρισμός και θέρμανση μέσω του δικτύου της θέρμανσης), ισχύς δικτύου (μόνο ηλεκτρισμός που παρέχεται στο δίκτυο).

2.4. ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Την τελευταία δεκαετία αυξάνεται συνεχώς η τοποθέτηση μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής. Οι πιο σημαντικοί λόγοι που οδήγησαν στην εκτίναξη της εγκατάστασης διεσπαρμένης παραγωγής ήταν η ανάπτυξη στις τεχνολογίες διεσπαρμένης παραγωγής, οι περιορισμοί στην κατασκευή νέων γραμμών μεταφοράς, οι αυξημένες απαιτήσεις των καταναλωτών για αξιόπιστη ενέργεια, η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και οι ανησυχίες για τις παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές που εκφράστηκε κατά κύριο λόγο μέσω του πρωτοκόλλου του Κιότο και προβλέπει μείωση των εκπομπών έξι αερίων του θερμοκηπίου στο διάστημα 2008-2012 κατά 5.2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.

Το κυριότερο όφελος από τη χρήση διεσπαρμένης παραγωγής είναι περιβαλλοντικό. Η παρουσία των μονάδων διεσπαρμένης αλλάζει τη φυσιογνωμία όλου του δικτύου ως προς τις τάσεις και τις ροές ισχύος. Το γεγονός αυτό μπορεί να προσφέρει στο δίκτυο τεχνικά οφέλη. Ένα από τα σημαντικότερα τεχνικά οφέλη που προκύπτουν από την διεσπαρμένη παραγωγή είναι η μείωση των απωλειών του

συστήματος. Μέρος της ισχύος καλύπτεται από τις διεσπαρμένες στο δίκτυο μονάδες, δεν θα χρειάζεται τόσο μεγάλη ποσότητα ισχύος να παράγεται από τις κεντρικές μονάδες και να μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις πράγμα το οποίο θα εισήγαγε μεγάλες απώλειες ισχύος στο σύστημα. Εκτός από τα περιβαλλοντικά οφέλη, που είναι τα σημαντικότερα που αποκομίζουμε από τη διεσπαρμένη παραγωγή, υπάρχουν σημαντικά τεχνικά αλλά και οικονομικά οφέλη που προκύπτουν.

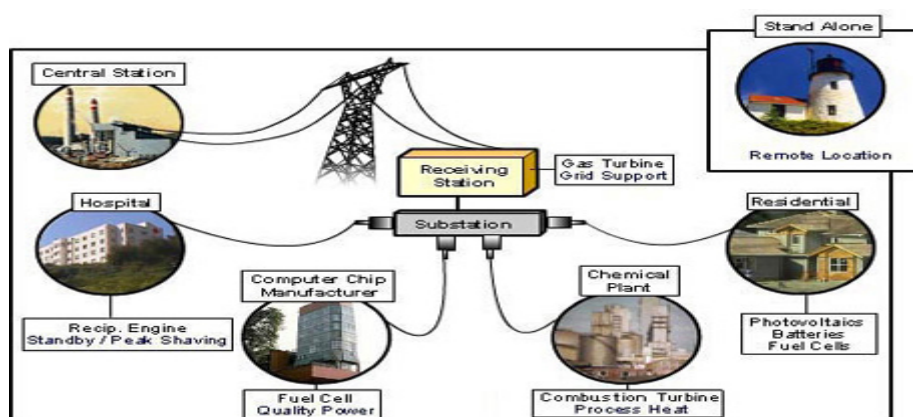
Πλεονεκτήματα:

- ❖ Η παραγωγή της ενέργειας στον χώρο κατανάλωσης ελαχιστοποιεί τις απώλειες μεταφοράς,
- ❖ Η διεσπαρμένη παραγωγή βοηθά στην αποσυμφόρηση των ήδη υπαρχόντων δικτύων,
- ❖ Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα μειώσει την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αλλά και επιβλαβείς εκπομπές όπως το οξείδιο του αζώτου, συμβάλλοντας έτσι στην προστασία του επιβάλλοντος,
- ❖ Από την χρήση των ανανεώσιμων πηγών εκτός της καλύτερης απόδοσης ενέργειας θα την κάνει πιο ασφαλή, καθώς έτσι μειώνονται οι εισαγωγές ενέργειας,
- ❖ Η παρουσία μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής αυξάνει γενικά την τάση στην περιοχή όπου εγκαθίσταται, με αποτέλεσμα σε περιοχές όπου υπάρχει πρόβλημα με το επίπεδο της τάσης να συνεισφέρει θετικά.
- ❖ Η λειτουργία πολλών μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής, μπορεί υπό προϋποθέσεις να οδηγήσει σε μείωση της τιμής του ρεύματος που πληρώνει ο τελικός καταναλωτής.
- ❖ Η επένδυση και η αξιοποίηση κεφαλαίων στις ανανεώσιμες πηγές είναι συμφέρουσες διότι χρειάζονται ελάχιστο χώρο εν αντιθέσει κεντρικών εργοστασίων παραγωγής ισχύος και έτσι ελαχιστοποιούν το ρίσκο που παίρνει ο ενδιαφερόμενος.

Η χρήση της διεσπαρμένης παραγωγής εκτός από πλεονεκτήματα έχει και ορισμένα μειονεκτήματα, που αφορούν οικονομικά, τεχνικά ακόμα και περιβαλλοντικά θέματα.

Μειονεκτήματα:

- ❖ Η παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν έχει φτάσει σε επίπεδο να μπορεί να ανταγωνιστεί οικονομικά τις μεγάλες μονάδες παραγωγής, με αποτέλεσμα να απαιτείται επιχορήγηση από το κράτος για να είναι βιώσιμη η επένδυση.
- ❖ Η σύνδεση εγκαταστάσεων παραγωγής στο δίκτυο διανομής μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην ποιότητα ισχύος του δικτύου. Δηλαδή μπορεί να προκληθούν μεταβολές και διακυμάνσεις στην τάση του δικτύου εξαιτίας της μονάδας παραγωγής αλλά και γρήγορες μεταβολές της τάσης που έχουν ως συνέπεια τη διακύμανση της φωτεινότητας των λαμπτήρων πυρακτώσεως και την οπτική ενόχληση από αυτή.
- ❖ Παράλληλα βασικό θέμα είναι ότι το κόστος για την πρωταρχική παροχή καυσίμου θα είναι αρκετά μεγαλύτερο από ότι για την κεντρική παραγωγή.
- ❖ Περιβαλλοντικά ζητήματα μπορεί να προκύψουν κυρίως με αιολικά πάρκα, όπως είναι για παράδειγμα η παραγωγή θορύβου αλλά και αισθητικά ζητήματα από την παρουσία των μονάδων σε συγκεκριμένες τοποθεσίες.
- ❖ Ένα ακόμη μειονέκτημα είναι ότι σε τοπικό επίπεδο μπορεί να υπάρξουν αντιδράσεις με αποτέλεσμα να καθυστερήσουν ή ακόμη και να ματαιώσουν την επένδυση.



Ένα τυπικό σύστημα διεσπαρμένης παράγωγης από διάφορες μονάδες παραγωγής ενέργειας.

2.5. Πράσινες Μορφές Ενέργειας

2.5.1. Γεωθερμία

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί μια ήπια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας η οποία περικλείεται στο εσωτερικό της γης και μπορεί να ανακτηθεί και να

αξιοποιηθεί από τον άνθρωπο για διάφορες χρήσεις. Θεωρείται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας εφόσον η αξιοποίηση ενός γεωθερμικού συστήματος πραγματοποιείται με άντληση και επανεισαγωγή του υδροφόρου ορίζοντα ή ακόμη και την φόρτιση και αποφόρτιση του υπεδάφους ή του γεωθερμικού ταμιευτήρα. Οι χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας ταξινομούνται με βάση των γεωθερμικών ρευστών.

Όταν η θερμοκρασία του υπεδάφους ή του υπόγειου υδροφόρου παρουσιάζει ανώτατο όριο τους 25°C , αναφερόμαστε σε αβαθή γεωθερμία η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί για ίδια χρήση, κυρίως για θέρμανση-ψύξη κτηρίων και θερμοκηπίων, αγροτικές εφαρμογές, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, θέρμανση του νερού πισίνας. Ο γεωθερμικός κλιματισμός άρχισε να αναπτύσσεται αισθητά από την δεκαετία του 1989 μέχρι σήμερα, μέσω της χρήσης των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας η αρχή λειτουργίας των συστημάτων αυτών βασίζεται στη μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος μέσω φυσικής ανακυκλοφορίας νερού εντός ενταφιασμένων σωλήνων στα ανώτερα στρώματα υπεδάφους.

Περιοχές με θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 25°C χαρακτηρίζονται ως γεωθερμικά πεδία χαμηλής, μέσης και υψηλής ενθαλπίας, ανάλογα με την θερμοκρασία γεωθερμικών ρευστών που περιέχουν και την θερμική ισχύ που μπορούν να παράγουν. Η κύρια χρήση γεωθερμικών πεδίων είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η τηλεθέρμανση. Τα χαρακτηριστικά του γεωθερμικού πεδίου (θερμοκρασία ρευστού, βάθος, ισχύ, κλπ) ορίζουν τον τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπως συμβατικοί ατμοστρόβιλοι ή δυαδικός κύκλος.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις προερχόμενες από την αξιοποίηση της αβαθούς γεωθερμικής ενέργειας ή του γεωθερμικού δυναμικού είναι ελάχιστες εν συγκρίσει με τα περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την γεωθερμία δεν προκαλεί αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αν ληφθούν υπόψη όλοι οι πιθανοί κίνδυνοι, διότι μειώνει τους αέριους ρύπους. Οι εργασίες ανόρυξης γεωτρήσεων, εγκατάστασης του δικτύου μεταφοράς, εγκατάστασης του δικτύου εκμετάλλευσης καθώς και η διατάραξη της θερμοκρασίας του ταμιευτήρα όπως επίσης και η εξέταση της χημικής σύστασης των ρευστών και η εκπομπή επιβλαβών αερίων είναι διαδικασίες που πρέπει να προβλεφτούν και να περιοριστούν με τις κατάλληλες μεθόδους. Στην περίπτωση της αβαθούς γεωθερμίας οι περιβαντολλογικές επιπτώσεις είναι συνήθως αποτέλεσμα κακοτεχνιών και λανθασμένης εγκατάστασης και αφορούν κυρίως στη διαφυγή του αντιψυκτικού

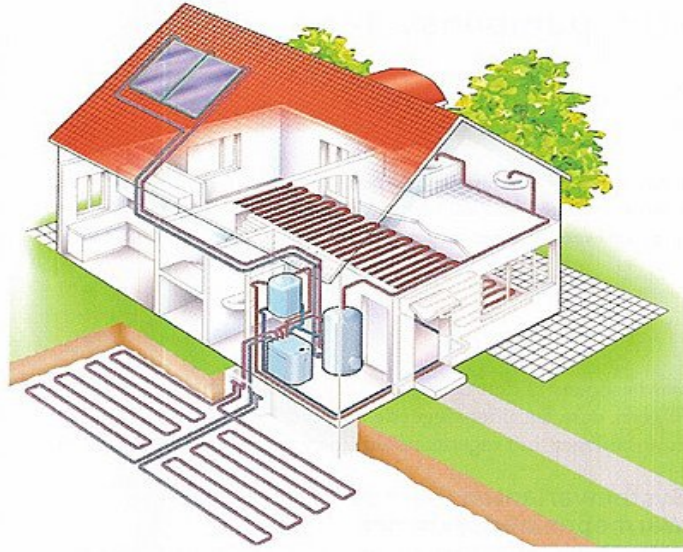
διαλύματος και τη μεταβολή της θερμοκρασίας και ποιότητας του υδροφόρου ορίζοντα.

Η αβαθής γεωθερμία δημιουργεί μέγιστο όφελος για το κοινωνικό σύνολο. Είναι μια τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον, που κάνει χρήση μόνο ηλεκτρικής ενέργειας και είναι απαλλαγμένη από κάθε είδους συμβατικό καύσιμο. Ο υψηλός βαθμός απόδοσης των γεωθερμικών συστημάτων κλιματισμού οδηγεί σε μέγιστη απόδοση του συστήματος και σε μικρή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η χρηματική εξοικονόμηση που προκύπτει κατά τη διαδικασία της θέρμανσης είναι περίπου 55% ενώ κατά τη διαδικασία ψύξης ανέρχεται περίπου στο 45% σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα καυστήρα- λέβητα και τα συμβατικά κλιματιστικά.

Η μειωμένη κατανάλωση προκαλεί την μείωση των εκλυόμενων αερίων ρύπων στο πρωτογενή τομέα και την επίτευξη των στόχων της ΔΕΗ. Ένα γεωθερμικό σύστημα κλιματισμού απαιτεί σταθερή ετήσια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ, γεγονός που ενισχύει και τη αποφυγή των blackout κατά την θερινή περίοδο.

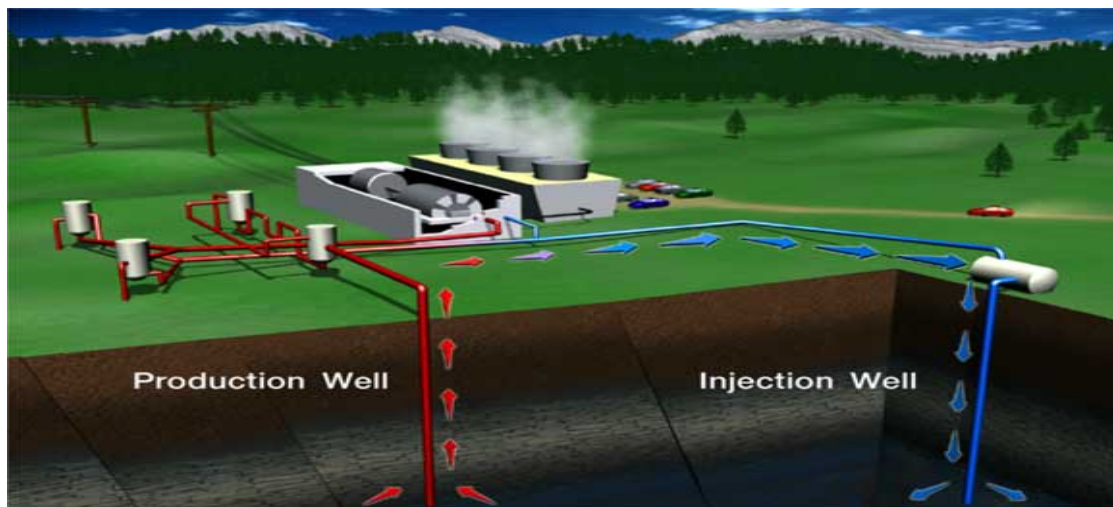
Σε τοπικό επίπεδο, οι γεωθερμικές εφαρμογές οδηγούν σε σημαντική μείωση των εκλυόμενων ρύπων, σε σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης που αποτελείται από καυστήρα - λέβητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου με την ίδια θερμική ισχύ. Το γεγονός αυτό προστατεύει τη βιοποικιλότητα της περιοχής του έργου, εφόσον η γεωθερμία έχει απολύτως πράσινη συμπεριφορά. Εκτός όμως από τις περιβαλλοντικές ωφέλειες, ενδέχεται να προκύπτουν και οικονομικά οφέλη από την χρήση της γεωθερμίας, εφόσον συμβάλει στη μείωση των αερίων ρύπων και κατά συνέπεια δίνει την δυνατότητα μεταπώλησης των αερίων ρύπων που εξοικονομήθηκαν.

Σε ένα κτήριο ενεργειακών απαιτήσεων της τάξης των 100kW, προκύπτει ότι η χρήση των γεωθερμικών συστημάτων κλιματισμού μειώνει τις εκπομπές CO₂ ετησίως περίπου κατά 39% και τις εκπομπές NO_x ετησίως περίπου κατά 43% εν συγκρίσει με ένα σύστημα θέρμανσης καυστήρα- λέβητα πετρελαίου, και με ένα σύστημα ψύξης συμβατικών κλιματιστικών, με ίδια θερμική και ψυκτική ισχύ με το γεωθερμικό σύστημα.



Χρήση της γεωθερμίας σε ένα κτήριο.

Τα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα, καθώς και Ευρωπαϊκές πολιτικές υπογραμμίζουν την ανάγκη για περιορισμό των αέριων ρύπων, κατά 8%, μέχρι το 2010 σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Ο βασικός στόχος είναι η προστασία του περιβάλλοντος αλλά και η ανάπτυξη της οικονομίας με χαμηλές εκπομπές ρύπων, ώστε να μειωθεί η εξάρτηση της από το πετρέλαιο και τα λοιπά συμβατικά καύσιμα. Βασικός παράγοντας για την αύξηση των γεωθερμικών εφαρμογών στον Ελλαδικό χώρο είναι πέρα από οικονομικά κίνητρα και κρατικές επιδοτήσεις, αλλά και η γνώση και ενημέρωση των ωφελειών που προκύπτουν από την χρήση γεωθερμικών συστημάτων.



Χρήση της γεωθερμίας στη παραγωγή ενέργειας.

Στην Ελλάδα τα γνωστά σήμερα αποθέματα γεωθερμικής ενέργειας, χαμηλής θερμοκρασίας ανέρχονται σε 200000 Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου ανά έτος. Το απολήψιμο δυναμικό των δυο γνωστών πεδίων υψηλής θερμοκρασίας, σε περίπτωση αξιοποίησης στην ηλεκτροπαραγωγή, ανέρχεται σε 170 MWe ενώ το πιθανό δυναμικό όλης της χώρας υπερβαίνει τα 500 MWe. Τα γεωθερμικά πεδία υψηλής θερμοκρασίας (>130°C) εντοπίζονται στο ηφαιστειακό τόξο του Νοτίου Αιγαίου που εκτείνεται από τη νήσο Νίσυρο μέχρι το Σουσακι- Αγ. Θεοδώρους. Σημαντικότερα από αυτά είναι το πεδίο της νήσου Μήλου με απολήψιμο δυναμικό 120 MWe και της Νισύρου με 50MWe. Τα δυο αυτά πεδία δεν αξιοποιούνται σήμερα στην ηλεκτροπαραγωγή λόγω αντίθεσης κατοίκων των νησιών.

Τα βασικά γεωθερμικά πεδία είναι:

- Μήλος, 120MW με υψηλή, μέση και χαμηλή ενθαλπία, κατάλληλα για ηλεκτροπαραγωγή και θερμικές χρήσεις,
- Νίσυρος (και γειτονικά μικρονήσια), μερικές δεκάδες MW για όλες τις χρήσεις,
- Λέσβος, έως 20MW,
- Λοιπά νησιά αιγαίου 20MW.

2.5.2. Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι η κινητική ενέργεια του κινούμενου αέρα. Η ακανόνιστη θέρμανση της επιφάνειας της γης από τον ήλιο προκαλεί τους ανέμους. Η θερμότητα που απορροφάται από το έδαφος ή το νερό μεταφέρεται στον αέρα, όπου προκαλεί διάφορες στη θερμοκρασία, την πυκνότητα και την πίεσή του. Με τη σειρά τους, οι διαφορές αυτές προκαλούν δυνάμεις που ωθούν τον αέρα ολόγυρα. Σύμφωνα με τη μηχανική ρευστών, ο αέρας κινείται από τις υψηλής πίεσης προς τις χαμηλής πίεσης περιοχές του πλανήτη. Σε παγκόσμια κλίμακα, η διαφορά μεταξύ των τροπικών και των πόλων προκαλεί τους αληγείς ανέμους, οι οποίοι δρουν ως γιγάντιος εναλλαχτείς θερμότητας εμποδίζοντας την περαιτέρω θέρμανση του ισημερινού και τη ψύξη των πόλων. Σε πολύ μικρότερη κλίμακα, οι διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ του εδάφους και της θάλασσας και μεταξύ των βουνών και των κοιλάδων δημιουργούν συχνά ισχυρές αύρες. Η κατεύθυνση και η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζονται επίσης από άλλους παράγοντες, όπως είναι η περιστροφή της γης, τα τοπικά τοπογραφικά χαρακτηριστικά και η τραχύτητα του εδάφους.

Ο άνεμος περιέχει ενέργεια η οποία μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρισμό με τη χρήση των ανεμογεννητριών (Α/Γ). Η ποσότητα που παράγουν οι Α/Γ εξαρτάται

από την ποσότητα της ενέργειας του διερχόμενου μέσω της επιφάνειας που σαρώνεται από τα πτερύγια της Α/Γ στη μονάδα του χρόνου ανέμου. Σε ιδανικές συνθήκες, μια Α/Γ μπορεί θεωρητικά να αποσπάσει το 59,3% του ενεργειακού περιεχομένου της ροής του αέρα δηλαδή $c_p=0,593$. Υπό πραγματικές συνθήκες, όμως, ο συντελεστής ισχύος δεν υπερβαίνει την τιμή $c_p=0,5$ αφού περιλαμβάνει της αεροδυναμικές απώλειες της ανεμογεννήτριας. Για να προβλεφτεί επακριβώς η απόδοση των Α/Γ, πρέπει να είναι γνωστή όχι μόνο η μέση ταχύτητα του ανέμου σε μια συγκεκριμένη θέση, αλλά και ο τρόπος με τον οποίο μεταβάλλεται η ταχύτητα του ανέμου με τον χρόνο. Με το μετασχηματισμό μιας μακράς χρονικής σειράς ταχυτήτων του ανέμου στο πεδίο συχνότητας ως φάσμα ισχύος μπορεί να προσδιοριστεί η χρονική κλίμακα της ενέργειας του ανέμου. Είναι χρήσιμο να γίνεται διάκριση μεταξύ των μεταβολών σε τρεις χρονικές κλίμακες, ειδικότερα στη βραχεία, μέση και μακρά. Οι μεταβολές στη βραχεία χρονική κλίμακα συνήθως δεν είναι πολύ σημαντικές για την αξιολόγηση του αιολικού πόρου, εκτός εάν ο άνεμος είναι τυρβώδης ή αλλάζει συχνά διεύθυνση. Σε μεμονωμένες Α/Γ οι απότομες μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες διακυμάνσεις στην παραγόμενη ισχύ. Οι μεταβολές που υφίσταται στη μέση χρονική κλίμακα είναι πολύ σημαντικές για την αξιολόγηση της αιολικής πηγής. Τα αρχεία των ταχυτήτων του ανέμου εμφανίζουν συνήθως μεγάλες διακυμάνσεις που διατηρούνται έως και αρκετές μέρες, οι οποίες απεικονίζουν διερχόμενες θύελλες και καιρικά μέτωπα. Σημαντική επίδραση στις επιδόσεις των αιολικών εγκαταστάσεων έχουν επίσης οι μηνιαίες και εποχιακές μεταβολές. Ο βαθμός και ο χρόνος εμφάνισης των εποχιακών μεταβολών εξαρτώνται από την περιοχή. Επιπρόσθετα αλλαγές στην μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου υφίστανται και από έτος σε έτος, οφειλόμενες σε περιφερειακά κλιματικά φαινόμενα.

Η σχέση για την εξαγόμενη ισχύ από μια Α/Γ δείχνει ότι η ενεργειακή παραγωγή της Α/Γ εξαρτάται από την κατανομή της ταχύτητας του ανέμου στη θέση, την πυκνότητα του αέρα, το μέγεθος του δρομέα και τον τεχνικό σχεδιασμό. Ειδικά το ύψος του πύργου επηρεάζει σημαντικά την ενεργειακή παραγωγή, λόγω της αύξησης της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος επάνω από το επίπεδο του εδάφους. Η τραχύτητα του εδάφους επιδρά στη διάτμηση του ανέμου καθορίζοντας το ποσό επιβραδύνεται ο άνεμος κοντά στο έδαφος. Σε περιοχές με υψηλό βαθμό τραχύτητας, όπως τα δάση ή οι πόλεις, οι ταχύτητες του ανέμου κοντά στην επιφάνεια τείνουν να είναι μικρές και η διάτμηση του ανέμου μεγάλη, ενώ το αντίστροφο ισχύει σε

περιοχές με μικρή τραχύτητα, όπως είναι οι επίπεδοι, ανοικτοί αγροί. Η διάτμηση του ανέμου μπορεί να ελαττωθεί πολύ ή να εξαλειφτεί όπου υπάρχει μια απότομη αλλαγή στο ύψος του πεδίου. Όπως έχει αποδειχτεί, τα χαρακτηριστικά του αιολικού πόρου μπορεί να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ γειτονικών θέσεων. Οι ισχυρότεροι άνεμοι συνήθως βρίσκονται σε καλά εκτεθειμένες τοποθεσίες. Επιπλέον, τα χαρακτηριστικά του εδάφους, όπως οι λόφοι και οι κορυφογραμμές μπορούν να επιταχύνουν τον άνεμο κατά το πέρασμά του από αυτά. Μια κορυφογραμμή είναι συνήθως ιδανική όταν είναι προσανατολισμένη κάθετα προς την επικρατούσα κατεύθυνση του ανέμου και έχει μια μέση κλίση. Ωστόσο μπορεί να παρατηρηθούν ισχυροί άνεμοι σε μη προφανείς θέσεις.

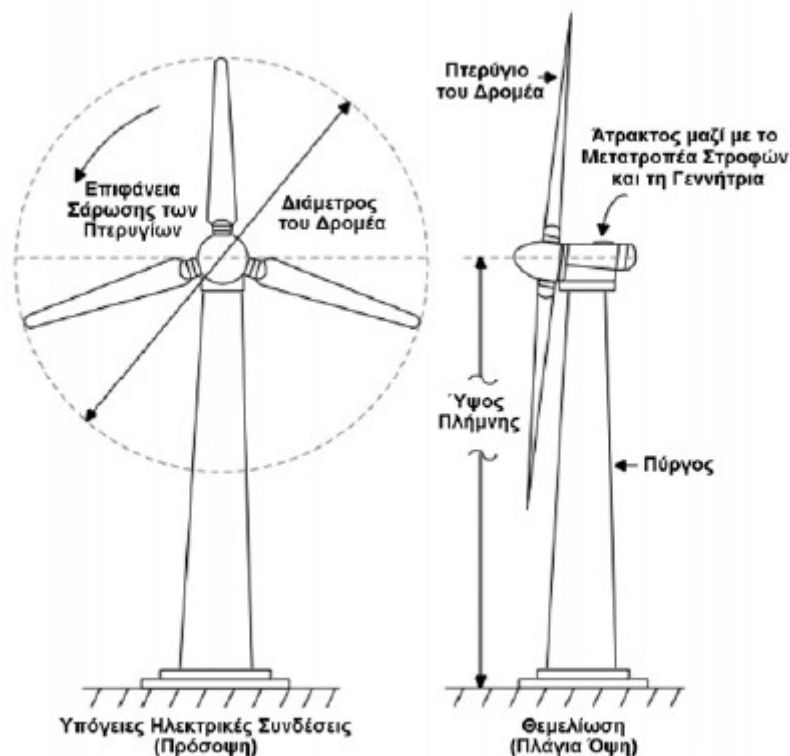
Για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας όπως είπαμε χρησιμοποιούμε τις ανεμογεννήτριες. Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας με συστηματικό τρόπο άρχισε παγκοσμίως στις αρχές της δεκαετίας του '80, όταν προκλήθηκε η πρώτη πετρελαϊκή κρίση και αυξήθηκε πολύ τα τελευταία χρόνια. Οι Α/Γ αποτελούνται από 4 βασικά συστήματα.

- Τον δρομέα, συνήθως αποτελούμενο από δυο ή τρία πτερύγια, μια πλήμνη μέσω της οποίας συνδέονται τα πτερύγια με τον χαμηλής ταχύτητας κινητήριο άξονα και, μερικές φορές, υδραυλικά ή μηχανικά οδηγούμενα συστήματα συνδέσμων για τη μεταβολή του βήματος του συνόλου ή μέρος των πτερυγίων.
- Την άτρακτο, η οποία γενικά περιλαμβάνει ένα μετατροπέα στροφών και μια γεννήτρια, άξονες και συνδέσμους, ένα κάλυμμα για ολόκληρη την άτρακτο, και συχνά ένα μηχανικό δισκόφρενο και ένα σύστημα εκτροπής.
- Τον πύργο και τη θεμελίωση που στηρίζει το δρομέα και το σύστημα μετάδοσης της κίνησης.
- Τους ηλεκτρικούς ελεγκτές και καλωδιώσεις, καθώς και τον εξοπλισμό εποπτείας και ελέγχου.

Η ακολουθία των συμβάντων κατά την παραγωγή και τη μεταφορά της αιολικής ισχύος από μια ανεμογεννήτρια μπορεί να συνοψιστεί ως εξής:

- Καθώς ο άνεμος αλληλεπιδρά με το δρομέα της Α/Γ παράγεται μια ροπή.
- Η σχετική χαμηλή συχνότητα περιστροφής του δρομέα αυξάνεται μέσω ενός μετατροπέα στροφών, του οποίου ο άξονας εξόδου περιστρέφει μια γεννήτρια.

- Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη γεννήτρια που διέρχεται μέσω του συστήματος ελέγχου και των αποζευκτών της Α/Γ και ενισχύεται σε μια μέση τάση από το μετασχηματιστή.
- Το σύστημα καλωδίωσης της θέσης μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια στο μετασχηματιστή της θέσης μέσω του συστήματος ελέγχου και αποζευκτών της θέσης, ο οποίος ενισχύει την τάση στην τιμή του δικτύου.
- Το δίκτυο ισχύος μεταβιβάζει τον ηλεκτρισμό στην περιοχή τελικής χρήσης του. Υποσταθμοί μετασχηματιστών μειώνουν την τάση στις οικιακές ή βιομηχανικές τιμές και τα τοπικά δίκτυα χαμηλής τάσης μεταβιβάζουν την ηλεκτρική ενέργεια στις οικίες, τα γραφεία και τα εργοστάσια.



Λειτουργία της Α/Γ

Υπάρχουν δυο είδη ανεμογεννητριών: οι οριζοντίου άξονα και οι καθέτου άξονα.

A) Οριζοντίου άξονα

Τέτοιου είδους (HAWT- Horizontal Axis Wind Turbines) είναι οι ανεμογεννήτριες οι οποίες περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα οριζόντιο ως προς το επίπεδο του εδάφους. Είναι η συνηθισμένη εικόνα της ανεμογεννήτριας που έχουμε στο μυαλό μας οι περισσότεροι, αφού έχουν επικρατήσει σε σχέση με εκείνες του κάθετου άξονα. Το πρώτο πράγμα που προσέχουμε σε μια ανεμογεννήτρια

οριζοντίου άξονα είναι οι έλικες της, οι οποίοι περιστρέφονται όταν φυσάει. Η κίνηση αυτή των ελίκων της, οφείλεται σε ένα άξονα περιστροφής, ο οποίος χάρη σε ένα σύστημα προσανατολισμού βρίσκεται πάντα προς την κατεύθυνση του ανέμου. Τα πτερύγιά της περιστρέφονται γύρω από τον άξονα ο οποίος είναι οριζόντιος ως προς το επίπεδο του εδάφους. Πίσω από τον άξονα βρίσκεται το κιβώτιο μετάδοσης της κίνησης, το οποίο συνδέεται με ένα άξονα ταχείας περιστροφής. Το πιο σημαντικό από τα μέρη της Α/Γ, είναι η γεννήτρια η οποία και παράγει τον ηλεκτρισμό. Όλο αυτό το σύστημα είναι τοποθετημένο πάνω σε ένα πύργο.



Τυπική Α/Γ οριζοντίου άξονα

B) Κάθετου άξονα

Οι Α/Γ κάθετου άξονα (VAWT- Vertical Axis Wind Turbines) αντίθετα, περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα ο οποίος είναι κάθετος ως προς το επίπεδο του εδάφους. Οι ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα, από τον τρόπο κατασκευής τους, πιάνουν τον αέρα από κάθε κατεύθυνση όμως ο τρόπος λειτουργίας τους είναι κατά πολύ παρόμοιος σε σχέση με αυτόν των Α/Γ οριζοντίου άξονα.



Τυπική Α/Γ καθέτου άξονα

Η αιολική ενέργεια προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, πράγμα που εξηγεί γιατί είναι περισσότερο ταχέως αναπτυσσόμενη πηγή ενέργειας στον κόσμο.

Πλεονεκτήματα:

- Απορρέοντας από τον άνεμο, η αιολική ενέργεια είναι μια καθαρή πηγή ενέργειας. Η αιολική ενέργεια δεν μολύνει την ατμόσφαιρα όπως τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρισμού τα οποία στηρίζονται στην καύση ορυκτών καυσίμων, όπως άνθρακα ή φυσικό αέριο. Οι Α/Γ δεν εκλύουν χημικές ουσίες στο περιβάλλον οι οποίες προκαλούν την όξινη βροχή ή αέρια θερμοκηπίου.
- Η τεχνολογία όπου αναπτύσσεται περί την αιολική ενέργεια είναι μια από τις πιο οικονομικές που υπάρχουν σήμερα στον χώρο των ΑΠΕ. Κοστίζει ανάμεσα σε 4 και 6 cents ανά κιλοβατώρα.
- Οι Α/Γ μπορούν να στηθούν σε αγροκτήματα, έτσι ώστε ωφελώντας την οικονομία των αγροτικών περιοχών, όπου βρίσκονται οι περισσότερες τοποθεσίες από την άποψη του ανέμου. Οι αγρότες μπορούν να συνεχίσουν να εργάζονται στη γη, καθώς οι Α/Γ χρησιμοποιούν μόνο ένα κομμάτι γης.

Ωστόσο υπάρχουν και μειονεκτήματα όπως:

- Η αιολική ενέργεια πρέπει να συναγωνιστεί τις συμβατικές πηγές ενέργειας σε επίπεδο κόστους. Ανάλογα με το πόσο ενεργητική, ως προς τον άνεμο, είναι μια τοποθεσία, το αιολικό πάρκο, μπορεί ή δεν μπορεί να είναι ανταγωνιστικό ως προς το κόστος. Παρότι το κόστος της αιολικής ενέργειας έχει μειωθεί

δραματικά την τελευταία 10τια, η τεχνολογία απαιτεί μια αρχική επένδυση υψηλότερη από εκείνη των γεννητριών που λειτουργούν με καύση ορυκτών.

- Η ισχυρότερη πρόκληση στη χρησιμοποίηση του ανέμου ως πηγή ενέργειας είναι ότι ο άνεμος είναι περιοδικά διακοπτόμενος και δεν φυσά πάντα όταν ο ηλεκτρισμός απαιτείται. Η αιολική ενέργεια δεν μπορεί να αποθηκευτεί (εκτός αν υπάρχουν μπαταρίες). Επιπλέον, δεν μπορούν όλοι οι άνεμοι να τιθασευτούν ώστε να καλυφτούν, τη στιγμή που προκύπτουν, οι ανάγκες για ηλεκτρισμό.
- Τα κατάλληλα σημεία για αιολικά πάρκα συχνά βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές, μακριά από πόλεις όπου χρειάζεται ο ηλεκτρισμός.
- Η ανάπτυξη της εκμετάλλευσης του ανέμου ως φυσικού πόρου μπορεί ίσως να συναγωνιστεί άλλες χρήσεις της γης και αυτές οι εναλλακτικές χρήσεις ίσως χαίρουν μεγαλύτερης εκτιμήσεως απ' ότι η παραγωγή ηλεκτρισμού.
- Το μεγαλύτερο όμως μειονέκτημα των αιολικών πάρκων είναι το περιβαλλοντολογικό. Υπάρχει ένας προβληματισμός για τον θόρυβο που παράγεται από τις λεπίδες του ηλεκτρικού κινητήρα (ρότορα), για την αισθητική (οπτική) επίπτωση και για τα πουλιά που πολλές φορές έχουν σκοτωθεί καθώς πετούσαν προς τους ηλεκτρικούς κινητήρες.

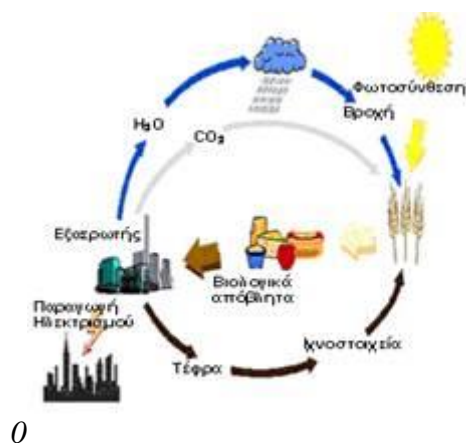
2.5.3. Βιομάζα

Βιομάζα ονομάζουμε τη συνολική μάζα των φυτικών και ζωικών οργανισμών που ζουν και συντηρούνται σε ένα οικοσύστημα. Βιομάζα, με λίγα λόγια, ονομάζεται οτιδήποτε είναι ζωντανό. Είναι επίσης οτιδήποτε ήταν ζωντανό πριν από λίγο καιρό. Τα δέντρα, υπολείμματα καλλιεργειών, (άχυρα) τα οργανικά απορρίμματα των πόλεων, και τα ζωικά απόβλητα αποτελούν τη βιομάζα. Το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας που χρησιμοποιούμε σήμερα για να πάρουμε ενέργεια αποτελείται από ξύλο. Καίμε τα ξύλα για να παράγουμε θερμότητα.

Η κύρια πηγή ενέργειας της βιομάζας είναι η ηλιακή ενέργεια, η οποία δεσμεύεται από τα φυτά και μετατρέπεται, μέσω της φωτοσύνθεσης σε χημική ενέργεια με τη μορφή οργανικών ενώσεων. Από την επίδραση του ηλιακού φωτός σχηματίζονται κάθε χρόνο σε παγκόσμια κλίμακα 200 δισεκατομμύρια τόνοι βιομάζας, που ισοδυναμούν θεωρητικά με 100 δισεκατομμύρια τόνους πετρελαίου. Η ετήσια κατανάλωση σε πετρέλαιο είναι μόλις 10 δισεκατομμύρια τόνοι. Τα φυτά αποθηκεύουν την ενέργεια αυτή στα φύλλα και τις ρίζες τους. Όταν τρώμε τη βιομάζα χρησιμοποιούμε αυτή την αποθηκευμένη ενέργεια για να κινηθούμε και να

μεγαλώσουμε. Όταν καίμε βιομάζα, χρησιμοποιούμε την παραγόμενη ενέργεια για να παράγουμε θερμότητα.

Η βιομάζα, η οποία αποκαλείται και πράσινη ενέργεια, παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον ως νέα πηγή ενέργειας, επειδή είναι ανανεώσιμη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θέση του πετρελαίου. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να εξαντληθεί. Αυτό μπορούμε να το επιτύχουμε με τους εξής τρόπους: πρέπει να φυτεύουμε νέα δέντρα όταν κόβουμε παλαιά για να χρησιμοποιήσουμε το ξύλο τους. Πρέπει επίσης να φροντίζουμε το χώμα στο οποίο γίνονται καλλιέργειες και να μην καίμε τα άχυρα αλλά να τα συλλέγουμε. Πρέπει να συλλέγουμε χωριστά τα οργανικά σκουπίδια. Μην καίμε χωρίς λόγο υπολείμματα καλλιεργειών.



Μορφές βιομάζας

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Πολλές πόλεις καίνε τα απορρίμματα τους σε ειδικές αποτεφρωτικές εγκαταστάσεις. Αντί της απόρριψης των απορριμμάτων στις χωματερές τα καίνε και παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό εξοικονομεί χώρο στις χωματερές ώστε να απορριφτούν περισσότερα μη οργανικά υλικά αλλά συγχρόνως τους εξασφαλίζει μέρος της ενέργειας, που τους χρειάζεται. Με την καύση της βιομάζας υπάρχουν και πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα.

Πλεονεκτήματα:

- Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου- επειδή οι ποσότητες που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας

- Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.
- Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίηση της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στη εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής.
- Και το πιο σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι είναι ΑΠΕ.

Μειονεκτήματα:

- Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
- Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.
- Βάση των παραπάνω παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.
- Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

2.5.4 Υδροενέργεια

Υδροενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που προέρχεται από το νερό: καθώς το νερό πέφτει από κάποιο ύψος (π.χ. έναν καταρράκτη) ή καθώς ρέει με μεγάλη ταχύτητα, μπορεί να περιστρέψει τροχούς με πτερύγια (υδροστροβίλους). Αυτή η περιστροφική ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ειδικές εγκαταστάσεις (υδροηλεκτρικούς σταθμούς).

Ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο αποτελείται από έργα πολιτικού μηχανικού και ηλεκτρολογικό εξοπλισμό. Στη συγκεκριμένη εργασία θα ασχοληθούμε με τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό.

Ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός αποτελείται από υδροστρόβιλους, τους ρυθμιστές στροφών, τις ηλεκτρογεννήτριες, τους μετασχηματιστές, τους ηλεκτρικούς πίνακες, τους ασφαλειο-αποζεύκτες και τον βοηθητικό εξοπλισμό, όπως τα ανυψωτικά μηχανήματα, το σύστημα πεπιεσμένου ελαίου και αέρα, τους αυτοματισμούς κλπ.

Κάθε ηλεκτρογεννήτρια είναι κατ' ευθείαν συνδεδεμένη με τον υδροστρόβιλο στην ίδια άτρακτο, εκτός από πολύ μικρές μονάδες στις οποίες παρεμβάλλεται γραναζωτή μετάδοση. Σκοπός των μετασχηματιστών είναι η ανύψωση της τάσεως που παράγουν οι γεννήτριες στην υψηλή τάση του διασυνδεδεμένου δικτύου ώστε η μεταφορά της ενέργειας να γίνεται με μικρότερες απώλειες. Το πλήθος των μονάδων εξαρτάται από το προβλεπόμενο πρόγραμμα παραγωγής του έργου, λαμβάνοντας υπόψη την διακύμανση της παροχής, την ανάγκη κάλυψης αιχμών του δικτύου κλπ. Και φυσικά καθορίζεται από οικονομοτεχνικά κριτήρια. Για λόγους ασφαλείας το πλήθος των μονάδων ενός μεγάλου ΥΗΕ είναι συνήθως μεγαλύτερο ή ίσο του δυο. Με τον τρόπο αυτό υπάρχει δυνατότητα συντήρησης και μεγαλύτερη ευελιξία στο πρόγραμμα παραγωγής. Στα μικρά ΥΗΕ το βέλτιστο πλήθος των μονάδων παραγωγής προκύπτει από καθαρά οικονομοτεχνικά κριτήρια.

Πλεονεκτήματα:

- Οι υδατοπτώσεις είναι ΑΠΕ και έτσι δεν αντιμετωπίζουν ορατό κίνδυνο εξαντλήσεώς τους, όπως αντιμετωπίζεται το ενδεχόμενο αυτό για τα συμβατικά καύσιμα.
- Τα ΥΗΕ δεν έχουν απόβλητα ή κατάλοιπα, δεν μολύνουν το περιβάλλον και δεν αυξάνουν την θερμοκρασία του νερού των ποταμών.
- Η κατασκευή τους συνδυάζεται συχνά και με άλλες διευθετήσεις όπως άρδευση, ύδρευση, ρύθμιση πλημμύρας, αλιεία, αναψυχή, κλπ.
- Το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας δεν παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις και αντιστοιχεί ουσιαστικά στις αποσβέσεις του έργου.
- Οι υδροστρόβιλοι είναι στιβαρές και αξιόπιστες μηχανές που απαιτούν μικρή συντήρηση και επίβλεψη και για το λόγο αυτό το προσωπικό των ΥΗΕ είναι πολύ μικρό σε σύγκριση με την εγκατεστημένη ισχύ.

- Για τις ανάγκες κατασκευής ενός ΥΗΕ κατασκευάζονται έργα υποδομής.
- Η διάρκεια ζωής των ΥΗΕ είναι μεγάλη, της τάξεως των 50 ετών για τα μεγάλα και 20-30 ετών για τα μικρά. Η διάρκεια ζωής τους μπορεί να γίνει μεγαλύτερη με την ανανέωση του μηχανολογικού εξοπλισμού.

Ως μειονεκτήματα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε:

- Έχουν μεγάλη διάρκεια κατασκευής ενώ επίσης μεγάλη είναι η διάρκεια των μελετών και συλλογής επεξεργασίας υδρολογικών και γεωλογικών στοιχείων, τα οποία πρέπει να είναι τόσο πιο πλήρη και αξιόπιστα όσο μεγαλύτερο είναι το έργο.
- Η ετήσια παραγωγή ενέργειας υφίσταται διακυμάνσεις που σχετίζονται με την ποσότητα των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων.
- Έχουν υψηλό κόστος και γι' αυτό απαιτούν την διάθεση πολύ μεγάλων κεφαλαίων.
- Η κατασκευή προϋποθέτει την ύπαρξη κατάλληλων υδατοπτώσεων και μεγάλων παροχών.

Βιβλιογραφία:

- Wikipedia βιομάζα
- Econ (περιοδικό) γεωθερμία
- Yneng.blogspot.gr αιολική ενέργεια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ονομασία φωτοβολταϊκά είναι σύνθετη λέξη και προέρχεται από την λέξη “Φώς” και την μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής τάσης που είναι το “Volt”.

Ο Ήλιος παράγει ενέργεια μεγαλύτερη κατά 15000 φορές από την ενέργεια που καταναλώνουμε σε ολόκληρη τη Γη κάθε χρόνο. Η ενέργεια αυτή εκπέμπεται στη Γη με μορφή μικρών σωματιδίων, τα φωτόνια. Τα φωτόνια αυτά συνθέτουν το ηλιακό φως και ταξιδεύουν με την ταχύτητα των 380000 Km/sec.

3.1. ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κατασκευάζονται κυρίως από ημιαγωγούς που είναι στοιχεία τετρασθενή με τετραεδρική κρυσταλλική δομή όπως είναι το πυρίτιο (Si). Στα στοιχεία αυτά δεν υπάρχουν ελεύθεροι φορείς ηλεκτρικού ρεύματος και δεν διαθέτουν ηλεκτρική αγωγιμότητα στην υποθετική περίπτωση που ο ημιαγωγός βρίσκεται στη θεμελιακή ενεργειακή κατάσταση, δηλαδή είναι εντελώς υποβαθμισμένος ενεργειακά. Όταν όμως απορροφήσουν κάποια αξιόλογη ενέργεια, πραγματοποιείται μια ριζική μεταβολή.

Κρυσταλλικό πλέγμα πυριτίου με άτομα πρόσμιξης

Η ενέργεια που παρέχεται στο σώμα και κατανέμεται στα άτομά του, προκαλεί την ελευθέρωση πολλών ηλεκτρονίων από τους δεσμούς. Τα ηλεκτρόνια αυτά απομακρύνονται από την περιοχή του δεσμού τους στο κρυσταλλικό πλέγμα, χάρη στην κινητική ενέργεια που απόκτησαν και γίνονται ευκίνητοι φορείς του ηλεκτρισμού, δίνοντας στον ημιαγωγό μια αξιόλογη ηλεκτρική αγωγιμότητα. Είναι φανερό ότι το ενεργειακό διάκενο ανάμεσα στη ζώνη σθένους και στη ζώνη αγωγιμότητας εκφράζει την ελάχιστη απαιτούμενη ενέργεια για τη διέγερση ενός ηλεκτρονίου σθένους, ώστε να μετατραπεί σε ελεύθερο ηλεκτρόνιο, με ταυτόχρονη δημιουργία μιας οπής.

Αν στα ηλεκτρόνια των δεσμών του κρυστάλλου προσφερθεί μια ποσότητα ενέργειας π.χ. αν δεχτούν μια δέσμη ακτινοβολίας που αποτελείται από φωτόνια με ενέργεια $h\nu$ μικρότερη από το ενεργειακό διάκενο ($E_g > h\nu$), δεν μπορούν να την απορροφήσουν και μένουν στη ζώνη σθένους. Αν όμως τα ενεργειακά κβάντα που προσφέρονται είναι ίσα ή μεγαλύτερα από το ενεργειακό διάκενο του ημιαγωγού

($E_g < h\nu$), τότε κάθε κβάντο μπορεί να απορροφηθεί από ένα ηλεκτρόνιο σθένους και να διεγερθεί προς τη ζώνη αγωγιμότητας, αφήνοντας στη ζώνη σθένους μια οπή. Ο παραπάνω μηχανισμός διέγερσης εξαρτάται και από το αν ο ημιαγωγός είναι άμεσος ή έμμεσος.

Αν τώρα στον τετρασθενή ημιαγωγό Si, γίνει πρόσμιξη με κάποιο πεντασθενές στοιχείο ή κάποιο τρισθενές στοιχείο, τότε παράγεται ημιαγωγός προσμίξεως τύπου-n και τύπου-p αντίστοιχα. Τέσσερα από τα πέντε ηλεκτρόνια σθένους κάθε ατόμου P, θα ενωθούν με ηλεκτρόνια σθένους των γειτονικών ατόμων Si και θα σχηματίσουν ομοιοπολικούς δεσμούς. Το πέμπτο ηλεκτρόνιο θα συγκρατείται πολύ χαλαρά από το θετικό πυρηνικό φορτίο του P και με λίγη ενέργεια μπορεί να αποσπασθεί και να κινηθεί σαν ελεύθερο ηλεκτρόνιο, αφήνοντας έναν ανιόν που μένει ακίνητο σαν πλέγμα. Δηλαδή το πεντασθενές άτομο συμπεριφέρεται στο πλέγμα σαν δότης ηλεκτρονίων. Αντίστοιχα, με την πρόσμιξη τρισθενών ατόμων B σε πλευγματικές θέσεις του Si, δημιουργούνται κενές θέσεις ηλεκτρονίων στους δεσμούς. Με την απορρόφηση ενός μικρού ποσού ενέργειας, ένα ηλεκτρόνιο από το γειτονικό πλήρη δεσμό μπορεί να καλύψει την κενή θέση, αφήνοντας παράλληλα στην προηγούμενη θέση του μια οπή και μετατρέποντας το άτομο B σε κατιόν. Δηλαδή το τρισθενές άτομο συμπεριφέρεται σαν αποδέκτης ηλεκτρονίων ή δότης οπών.

Όταν σε μια περιοχή του ημιαγωγού υπάρχει δημιουργία ή έκχυση φορέων σε περίσσεια, αυτοί διαχέονται προς τις άλλες περιοχές του ημιαγωγού όπου η συγκέντρωση των αντίστοιχων φορέων είναι μικρότερη. Επίσης όταν ένα τεμάχιο ημιαγωγού τύπου p έλθει σε επαφή με ένα τεμάχιο ημιαγωγού τύπου n, δηλαδή σχηματιστεί μια ένωση p-n (διάταξη διόδου ημιαγωγού), τότε ένα μέρος από τις οπές του τεμαχίου τύπου p διαχέεται προς το τεμάχιο τύπου n όπου οι οπές είναι λιγότερες και συγχρόνως ένα μέρος από τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του τεμαχίου n διαχέεται προς το τεμάχιο τύπου p όπου τα ελεύθερα ηλεκτρόνια είναι πολύ λιγότερα. Η ανάμιξη αυτή των φορέων και η αύξηση της συγκέντρωσης των φορέων μειονότητας στις περιοχές κοντά στη διαχωριστική επιφάνεια των τεμαχίων τύπου p και n, ανατρέπουν την ισορροπία που υπήρχε πριν. Η αποκατάσταση των συνθηκών ισορροπίας γίνεται με επανασυνδέσεις των φορέων, μέχρι οι συγκεντρώσεις τους να πάρουν τιμές που να ικανοποιούν τον νόμο δράσης των μαζών. Η συγκέντρωση των κατιόντων στα οποία μετατράπηκαν οι αποδέκτες στο τμήμα τύπου p και n, παραμένουν αμετάβλητες αφού τα ιόντα, όπως συνήθως όλα τα άτομα στα στερεά, μένουν ακίνητα στο σώμα. Έτσι

το υλικό χάνει τοπικά την ηλεκτρική ουδετερότητα και οι δυο πλευρές της ένωσης p-n φορτίζονται με αντίθετα ηλεκτρικά φορτία. Δημιουργείται λοιπόν μια διαφορά δυναμικού, που η τιμή της είναι σχετικά μικρή, αλλά το ενσωματωμένο αυτό ηλεκτροστατικό πεδίο εμποδίζει την παραπέρα διάχυση των φορέων πλειονότητας προς το απέναντι τμήμα της ένωσης. Το αποτέλεσμα είναι ότι η δίοδος που περιέχει την ένωση p-n, παρουσιάζει εντελώς διαφορετική συμπεριφορά στη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος, ανάλογα με την φορά του.

3.2. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

Τα Φωτοβολταϊκά είναι Ηλεκτρονικές διατάξεις ημιαγωγών που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα όταν εκτεθούν στην Ακτινοβολία Φωτονίων του Ηλίου. Οι Ηλεκτρονικές διατάξεις πυριτίου ενός ή περισσότερων επιπέδων που παράγουν ρεύμα όταν εκτεθούν στο Ηλιακό φως ονομάζονται Φωτοδιόδοι.

Είναι επίσης γνωστό ότι κάθε άτομο πυριτίου διαθέτει στην εξωτερική του στιβάδα 4 ηλεκτρόνια. Όταν τα εκπεμπόμενα από τον ήλιο φωτόνια συγκρουσθούν με τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας του ατόμου του πυριτίου τα ηλεκτρόνια που συγκρούστηκαν με τα φωτόνια αποκτούν περισσότερη ενέργεια. Όταν η προσαυξανόμενη ενέργεια από την σύγκρουση αυτή, ξεπεράσει ένα καθορισμένο επίπεδο τότε το ηλεκτρόνιο αυτό αποχωρίζεται από το άτομο του πυριτίου και είναι ικανό να μεταβιβάσει ρεύμα. Έτσι η Φωτοδίοδος αποκτά θετικό φορτίο (+) και ελευθερώνει ένα ηλεκτρόνιο (-).

3.2.1. Η κυψέλη

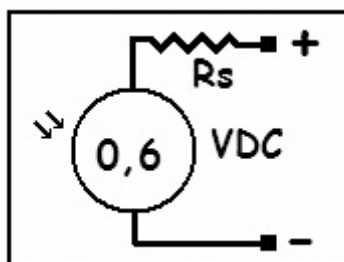
Η κατάλληλη σύνδεση πολλών Φωτοδίοδων μαζί αποτελούν την Φωτοβολταϊκή κυψέλη που παράγει ηλεκτρισμό συνεχούς τάσης 0,6V και ρεύματος 0,146A. Πολλές κυψέλες μαζί κατάλληλα συναρμολογημένες αποτελούν το Φωτοβολταϊκό συλλέκτη. Ένας φωτοβολταϊκός συλλέκτης των 200Wp έχει 54 κυψέλες σε σχηματισμό μήτρας. Τέλος, πολλοί συλλέκτες συναρμολογούμενοι καταλλήλως αποδίδουν μεγαλύτερου μεγέθους επίπεδα ενέργειας.

Ο Ήλιος εκπέμπει στη Γη $1\text{KW}/\text{m}^2$ αλλά με την σημερινή τεχνολογία των Φωτοβολταϊκών δεν μπορεί να αποδοθεί ενέργεια μεγαλύτερη του 40%. Το ποσοστό της Ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε Ηλεκτρική ενέργεια από τα Φωτοβολταϊκά με σύγχρονη τεχνολογία χαμηλού κόστους κυμαίνεται από 10 - 18%.

Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό, εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Οι Φωτοβολταϊκοί συλλέκτες (πάνελ) για κάθε KWp

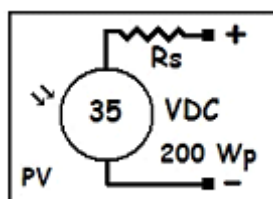
εγκατεστημένης ισχύος ανάλογα με την τεχνολογία των συλλεκτών και την ενεργειακή μελέτη που θα χρησιμοποιηθούν καταλαμβάνουν έκταση 8 - 10 m².

Η Φωτοβολταϊκή κυψέλη διεθνώς ονομάζονται “PV Cells” (Photovoltaic Cells). Στην πραγματικότητα πρόκειται για ένα πλήθος κατάλληλα συναρμολογημένων Φωτοδιόδων απλής ή διπλής επαφής (P - N) με μεγάλο ενεργειακό διάκενο που δημιουργεί ροή ηλεκτρονίων όταν δεχθεί φως. Παρακάτω φαίνεται η σχηματική παράσταση της Φωτοβολταϊκής κυψέλης 0,6V DC.



3.2.2. Συνδεσμολογία

Πολλές Φωτοβολταϊκές κυψέλες αποτελούν τον Φωτοβολταϊκό συλλέκτη ο οποίος έχει την ένδειξη της ονομαστικής του ισχύος σε W_p και την τάση εξόδου. Οι κυψέλες διασυνδέονται με συγκόλληση των ακροδεκτών τους από την κορυφή της μιας στη βάση της επόμενης. Είναι σημαντικό να μην δημιουργούνται φθορές στις κυψέλες κατά την διεργασία, να είναι ανθεκτικές οι συνδέσεις, και να διατηρείται το κατάλληλο διάστημα μεταξύ των κυψελών. Εάν ακουμπούν μεταξύ τους μπορεί να προκύψουν προβλήματα βραχυκυκλωμάτων καθώς επίσης και προβλήματα σκίασης, ενώ αυξάνεται η πιθανότητα ραγίσματός τους. Παρακάτω φαίνεται η σχηματική παράσταση του Φωτοβολταϊκού συλλέκτη 200W_p 35V DC.



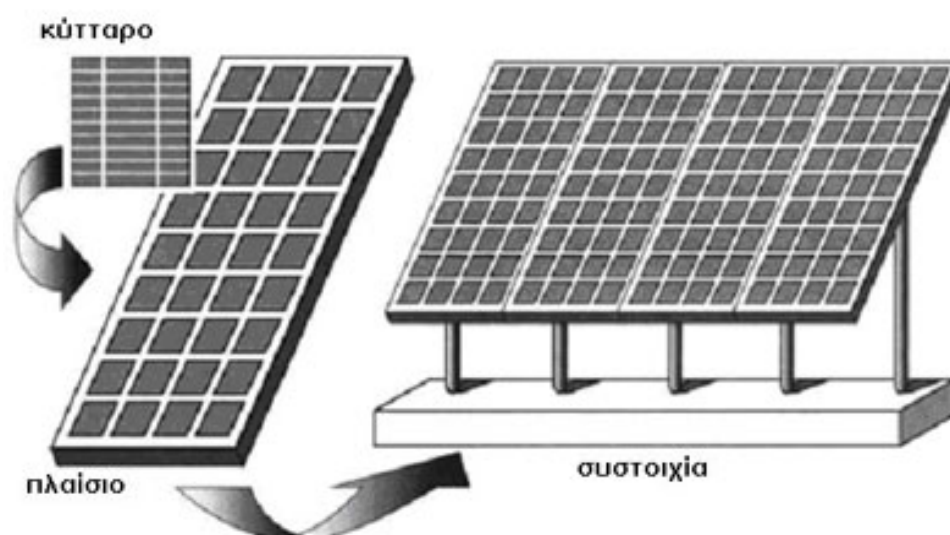
3.2.3. Φ/Β πλαίσιο

Οι ηλιακές κυψέλες συνδέονται συνήθως σε σειρά, διαμορφώνοντας ένα σύνολο που ονομάζεται πλαίσιο. Το φωτοβολταϊκό πλαίσιο εν γένει αποτελεί τη μικρότερη αυτοτελή μονάδα σε μια συστοιχία, καθώς είναι μια ομάδα κυψελών που έχουν συνδεθεί μεταξύ τους και στη συνέχεια τοποθετηθεί σε ένα κέλυφος ως

αυτόνομη μονάδα. Ο αριθμός των κυψελών ενός πλαισίου καθορίζεται συνήθως από τις ανάγκες τάσης του συστήματος.

Με την σύνδεση πολλών Φ/Β πλαισίων, σε σειρά ή παράλληλα, δημιουργείται μία επιφάνεια, πάνελ που μοιάζει με αυτή των ηλιακών συλλεκτών. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται κατάλληλου μεγέθους επιφάνειες ώστε να καλυφθούν οι διάφορες ανάγκες. Τα νέα Φ/Β λεπτού φιλμ σαν μεμβράνες (π.χ. από άμορφο πυρίτιο) μπορούν να παραχθούν σε διάφορα μεγέθη επιφάνειας, χωρίς την απαίτηση να κατασκευάζεται πρώτα ένα μικρό στοιχείο. Συνήθως τα πάνελ καλύπτουν 50W (π.χ. χρειάζονται 2 πάνελ με μία μπαταρία 12V για να καλύψουν τις ανάγκες μίας λάμπας δημόσιου φωτισμού).

Πολλά πάνελ μαζί μπορούν να συνδεθούν για να δημιουργήσουν μία συστοιχία για την ανάπτυξη ενός Πεδίου. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να καλύψουν ανάγκες πολλών μεγαβάτ (MW).



3.2.4. Ενθυλάκωση

Οι ηλιακές κυψέλες χρειάζονται προστασία και υποστήριξη. Για το λόγο αυτό σχεδόν πάντα τοποθετούνται σε κέλυφος, με τέτοιο τρόπο που να τις προστατεύει και να τις μονώνει ηλεκτρικά. Τα περισσότερα πλαίσια ενθυλακώνονται σε κάποιο πολυμερές υλικό, όπως ο οξικός εστέρας αιθυλενίου-βινυλίου, το οποίο στη συνέχεια τοποθετείται μεταξύ γυαλιού στην επάνω επιφάνεια και Mylar ή Tedlar στην κάτω.

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί παράγοντες που εξετάζονται κατά την επιλογή των υλικών για την ενθυλάκωση, με τη σημασία τους να εξαρτάται από την εφαρμογή. Τα πιο σημαντικά από τα χαρακτηριστικά της ενθυλάκωσης είναι τα εξής:

a) Ηλεκτρική ειδική αντίσταση. Το υλικό πρέπει να είναι ηλεκτρικός μονωτής. Είναι σημαντικό να απομονωθεί η τάση της συστοιχίας και να προστατεύεται η συστοιχία από οποιεσδήποτε εξωτερικές τάσεις.

b) Μετάδοση του φωτός. Ιδανικά, η ενθυλάκωση δεν πρέπει να εμποδίζει το φως να προσεγγίσει τις κυψέλες.

c) Μετάδοση της θερμότητας. Οι ηλιακές κυψέλες είναι αποδοτικότερες σε χαμηλές θερμοκρασίες. Είναι χρήσιμο να υπάρχει, αν είναι δυνατόν, ένα υλικό ενθυλάκωσης με υψηλή θερμική αγωγιμότητα, έτσι ώστε να είναι δυνατή η απομάκρυνση της θερμότητας από τις κυψέλες.

3.2.5. Θερμική διαστολή

Σε μερικές θέσεις η θερμοκρασία του πλαισίου είναι αρκετά χαμηλότερη του σημείου πήξης το χειμώνα και αρκετά επάνω από τους 40°C το καλοκαίρι. Είναι επομένως σημαντικό η ενθυλάκωση να μην συστέλλεται ή διαστέλλεται σημαντικά λόγω των θερμοκρασιακών μεταβολών.

3.2.6. Βάρος

Για μερικές εφαρμογές, το βάρος αποτελεί έναν από τους παράγοντες επιλογής του υλικού ενθυλάκωσης.

3.2.7. Ανθεκτικότητα

Πολλά πλαίσια τοποθετούνται σε εξωτερικό χώρο καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και υπόκεινται σε ανέμους, βροχές, ήλιο, χαλάζι και χιόνια. Αυτά όμως αναμένεται να λειτουργήσουν για είκοσι και πλέον έτη, οπότε το υλικό ενθυλάκωσης πρέπει να είναι ικανό να ανταπεξέλθει σε αυτές τις συνθήκες χωρίς σημαντικό βαθμό φθοράς.

3.3. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ Φ/Β ΣΥΣΤΟΙΧΙΩΝ

Γενικά, ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο ή μια συστοιχία επηρεάζεται από το περιβάλλον με τον ίδιο τρόπο που επηρεάζεται μια φωτοβολταϊκή κυψέλη. Η τάση μειώνεται καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία και το ρεύμα αυξάνεται καθώς αυξάνεται η έκθεση στις ηλιακές ακτίνες.

3.3.1. Τρόποι σύνδεσης

3.3.1.1. Σύνδεση εν σειρά

Όταν ηλιακές κυψέλες (πλαίσια) συνδέονται εν σειρά, μπορεί να γίνει μια εκτίμηση της παραγόμενης ισχύος της συνδεσμολογίας με τις μεθόδους που

περιγράφονται στη συνέχεια. Αυτό προϋποθέτει ότι οι συνθήκες λειτουργίας για τις κυψέλες είναι ίδιες και ότι οι κυψέλες έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά I-V.

a) Ρεύμα. Το ρεύμα σε μια εν σειρά συνδεσμολογία κυψελών είναι το ίδιο σε κάθε σημείο της συνδεσμολογίας, ίδιο με αυτό που παράγεται από μια κυψέλη. Εάν μια κυψέλη με χαρακτηριστικά χαμηλού ρεύματος συνδεθεί σε μια συνδεσμολογία με άλλες κυψέλες που έχουν χαρακτηριστικά υψηλότερου ρεύματος, η συνδεσμολογία θα περιοριστεί στο ρεύμα της κυψέλης χαμηλού ρεύματος.

$$I_{\text{σειράς}} = (I_{\text{max}} \text{ μιας κυψέλης})$$

b) Τάση. Η τάση σε μια συνδεσμολογία κυψελών είναι ίση με το άθροισμα των τάσεων κάθε κυψέλης. Υποθέτοντας όμοιες κυψέλες, η τάση μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο:

$$V_{\text{σειράς}} = (\text{Αριθμός κυψελών}) * (V_{\text{max}} \text{ μιας κυψέλης})$$

c) Ισχύς. Η παραγόμενη ισχύς από μια συνδεσμολογία κυψελών ισούται με το ρεύμα της συνδεσμολογίας πολλαπλασιαζόμενο με την τάση:

$$P_{\text{σειράς}} = I_{\text{σειράς}} * V_{\text{σειράς}}$$

3.3.1.2. Σύνδεση εν παράλληλω

a) Ρεύμα. Το παραγόμενο ρεύμα από μια ομάδα κυψελών συνδεδεμένα παράλληλα ισούται με το άθροισμα των μεμονωμένων ρευμάτων κάθε κυψέλης. Υποθέτοντας παρόμοιες κυψέλες, το ρεύμα μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$I_{\text{παράλληλα}} = (\text{Αριθμός κυψελών}) * (I_{\text{max}} \text{ μιας κυψέλης})$$

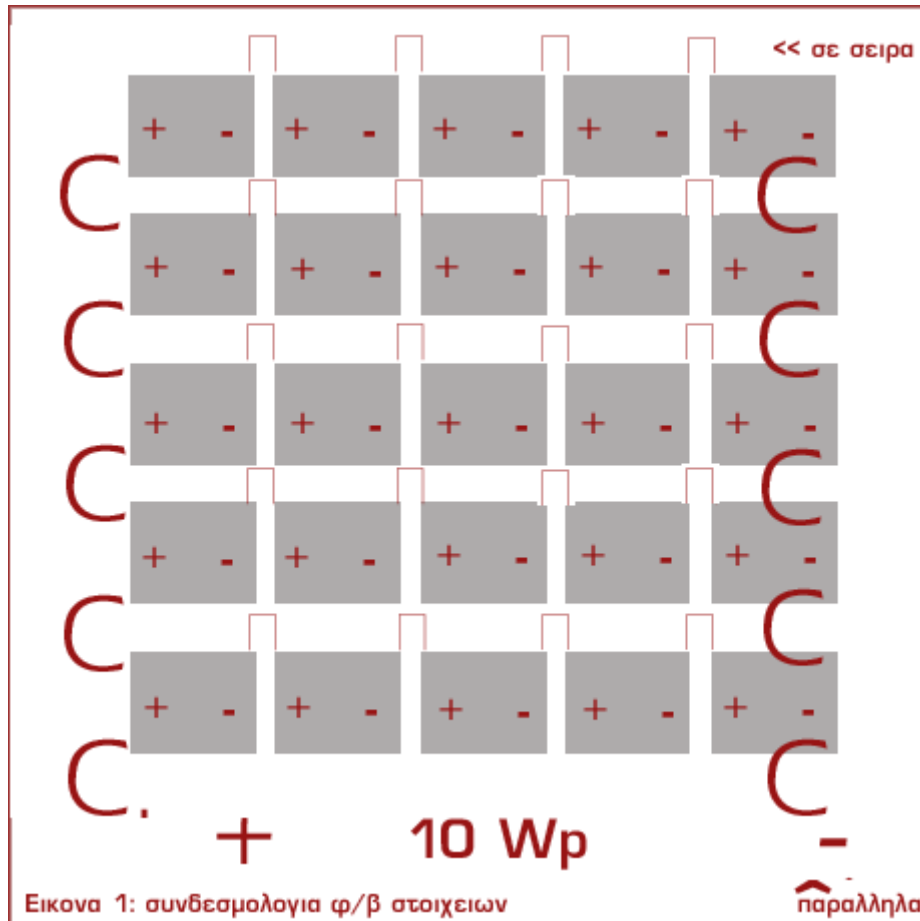
b) Τάση. Η τάση μεταξύ δυο κόμβων μιας ομάδας κυψελών συνδεδεμένων εν παράλληλω είναι ίση με την τάση κάθε κυψέλης:

$$V_{\text{παράλληλα}} = (V_{\text{max}} \text{ μιας κυψέλης})$$

c) Ισχύς. Η παραγόμενη ισχύς από κυψέλες εν παράλληλω είναι ίση με το παράλληλο ρεύμα πολλαπλασιασμένο με τη παράλληλη τάση της εξίσωσης

$$P_{\text{παράλληλα}} = I_{\text{παράλληλα}} * V_{\text{παράλληλα}}$$

Άρα συνδέοντας τα φωτοβολταϊκά σε σειρά (τα + με τα - εναλλάξ) αθροίζουμε τα βολτ και συνδέοντας τα παράλληλα (τα + μεταξύ τους και τα - μεταξύ τους) αθροίζουμε τα αμπέρ των κυψελών που διασυνδέουμε, ώστε να πετύχουμε το συνδυασμό που θέλουμε ($V * A = W$).



3.4. ΔΙΟΔΟΙ

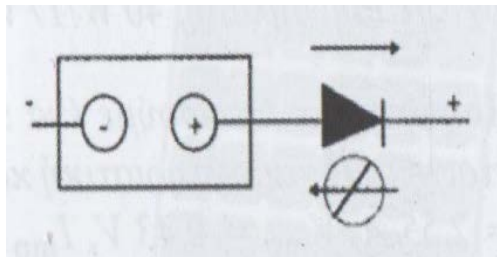
Στη συνδεσμολογία των Φ/Β στοιχείων παρεμβάλλονται κάποια επιμέρους ηλεκτρικά εξαρτήματα τα οποία εξασφαλίζουν την ροή του ρεύματος προς μία μόνο κατεύθυνση. Υπάρχουν δύο ειδών δίοδοι που χρησιμοποιούνται: Δίοδοι Φραγής και Παρακαμπτήριες Δίοδοι.

3.4.1. Δίοδοι παράκαμψης

Οι δίοδοι παράκαμψης χρησιμοποιούνται για την προστασία των συνδεσμολογιών εν σειρά κυψελών. Εν γένει, ένα πλαίσιο προσφέρεται από τον κατασκευαστή με ενσωματωμένη μια δίοδο παράκαμψης, η οποία συνδέεται παράλληλα με ολόκληρο το πλαίσιο. Κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας, η δίοδος δεν κάνει τίποτα εκτός από το να καταναλώνει μια ελάχιστη ποσότητα ισχύος. Εάν σκιαστεί ή υποστεί βλάβη μέρος του πλαισίου, η δίοδος παράκαμψης εκτρέπει το ρεύμα μέσω αυτής και γύρω από το πλαίσιο. Χωρίς τη δίοδο, το πλαίσιο που σκιάζεται ή που έχει υποστεί βλάβη διαχέει το ρεύμα υπό μορφή θερμότητας και τελικά καταστρέφεται.

3.4.2. Δίοδοι φραγής

Οι δίοδοι φραγής εγκαθίστανται για να αποτρέψουν την αντίστροφη της ροής του ρεύματος προς τα πλαίσια. Μια δίοδος φραγής συνδέεται συνήθως εν σειρά μεταξύ της συστοιχίας και των μπαταριών. Αντί αυτού, εάν ένας αριθμός συνδεσμολογιών συνδέονται εν σειρά, οι δίοδοι φραγής μπορούν να συνδεθούν εν σειρά με κάθε μια συνδεσμολογία. Ενίοτε ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στα Φ/Β συστήματα για τη ρύθμιση της ισχύος εξαλείφει την ανάγκη προσθήκης μιας δίοδου φραγής.



3.5. Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ

Το ηλιακό φως είναι ουσιαστικά μικρά πακέτα ενέργειας που λέγονται φωτόνια. Τα φωτόνια περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Το γαλάζιο χρώμα ή το υπεριώδες π.χ. έχουν περισσότερη ενέργεια από το κόκκινο ή το υπέρυθρο.

Όταν λοιπόν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο, άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό. Αυτά τα τελευταία φωτόνια είναι που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα.

Τα φωτόνια αυτά αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού να μετακινηθούν σε άλλη θέση και ως γνωστόν ο ηλεκτρισμός δεν είναι τίποτε άλλο παρά κίνηση ηλεκτρονίων. Σ' αυτή την απλή αρχή της φυσικής λοιπόν βασίζεται μια από τις πιο εξελιγμένες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού στις μέρες μας.

3.5.1. Είδη φωτοβολταϊκών

Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5 - 19% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (με τη σημερινή τεχνολογία, η οποία πάντως βελτιώνεται). Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε.

Το υλικό που χρησιμοποιείται εύτατα στη βιομηχανία των Φ/Β κυψελιδών, είναι το πυρίτιο, το οποίο είναι αποτέλεσμα της εργασίας διαδοχικού καθαρισμού της

άμμου. Στην άμμο, το Πυρίτιο περιέχεται με την μορφή του οξειδίου του πυριτίου. Το τελικό προϊόν χαρακτηρίζεται από υψηλή έως παρα πολύ υψηλή καθαρότητα.

Υπάρχουν διάφορα είδη φωτοβολταϊκών στοιχείων τα οποία διακρίνονται στις κατηγορίες ανάλογα με το υλικό παρασκευής, τη δομή του βασικού υλικού καθώς και τον τρόπο παρασκευής.

Έτσι έχουμε τα λεγόμενα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα φωτοβολταϊκά “λεπτού υμενίου”.

3.5.1.1. Φωτοβολταϊκά μονοκρυσταλλικού πυριτίου

Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί από έναν κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Αποτελούν τα πιο αποδοτικά φωτοβολταϊκά με αποδόσεις της τάξεως του 15%, το πάχος τους είναι στα 0,3 χιλιοστά. Η κατασκευή τους όμως είναι πιο πολύπλοκη γιατί απαιτεί την κατασκευή του μονοκρυσταλλικού πυριτίου με αποτέλεσμα το υψηλότερο κόστος κατασκευής. Τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία χαρακτηρίζονται από το πλεονέκτημα της καλύτερης σχέσης απόδοσης/επιφάνειας.



Φ/Β κελί μονοκρυσταλλικού πυριτίου

3.5.1.2. Φωτοβολταϊκά στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου

Τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά κατασκευάζονται από ράβδους λιωμένου και επακρυσταλλομένου πυριτίου. Για την παραγωγή τους οι ράβδοι του πυριτίου κόβονται σε λεπτά τμήματα από τα οποία κατασκευάζονται η κυψέλη του φωτοβολταϊκού. Η διαδικασία κατασκευής τους είναι απλούστερη σε σχέση με τα μονοκρυσταλλικά με αποτέλεσμα το φθηνότερο κόστος παραγωγής. Παρουσιάζουν ωστόσο μικρότερη απόδοση της τάξεως του 12%.



Φ/Β κελί πολυκρυσταλλικού πυριτίου

3.5.1.3. Στοιχεία ταινίας

Δημιουργία λεπτής ταινίας από τηγμένο υλικό. Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο με απόδοση περί το 13%. Μέθοδος υψηλού κόστους και προς το παρόν, περιορισμένης βιομηχανικής εφαρμογής.

3.5.1.4. Φ/Β στοιχεία άμορφου πυριτίου

Τεχνολογία λεπτών επιστρώσεων ή υμενίων, θεωρητικά πολύ χαμηλού κόστους παραγωγής, εξαιτίας της μικρής χρησιμοποιούμενης μάζας υλικού. Το λεπτό επίστρωμα σχηματίζεται πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού κόστους. Η απόδοση των Φ/Β στοιχείων αυτών μειώνεται έντονα, στα αρχικά στάδια φωτισμού τους, στα επίπεδα 6 έως 8%. Σήμερα, η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται για την Παρασκευή σύνθετων Φ/Β στοιχείων, με διαδοχικές ενώσεις δύο ή τριών στρωμάτων με διαφορετικό ενεργειακό χάσμα, με σκοπό την αύξηση του αξιοποιήσιμου τμήματος του ηλιακού φάσματος.



Triple-Junction Thin-Film Solar Cell Module (prototype)

Φ/Β κελί άμορφου πυριτίου

Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη.

3.5.2. Πλεονεκτήματα Φ/Β

Όλα τα φωτοβολταϊκά πάντως μοιράζονται τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Μηδενική ρύπανση
- Αθόρυβη λειτουργία
- Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που φθάνει τα 30 χρόνια)
- Απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
- Δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- Ελάχιστη συντήρηση

3.6. ΟΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ

Σε αυτόνομες Φ/Β εφαρμογές, στις οποίες δεν απαιτείται αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, η Φ/Β συστοιχία μπορεί να συνδεθεί απευθείας στον καταναλωτή.

Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις μη συνδεδεμένων στο δίκτυο Φ/Β συστημάτων απαιτείται αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ή και μετατροπή της σε ενέργεια εναλλασσόμενου ρεύματος. Συνεπώς η μελέτη και ο σχεδιασμός ενός Φ/Β συστήματος επιβάλλει τον προσδιορισμό των κατάλληλων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συστημάτων, προκειμένου να βελτιστοποιείται η αξιοπιστία τους. Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές και τα ηλεκτρονικά ισχύος, όπως οι μετατροπείς συνεχούς τάσεως σε συνεχή ή εναλλασσόμενη και τα συστήματα ελέγχου λειτουργίας φόρτισης, είναι τα βασικότερα τμήματα ενός Φ/Β σταθμού.

Η παραγόμενη από τη Φ/Β συστοιχία ηλεκτρική ενέργεια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας είτε σε μεταγενέστερο χρόνο της παραγωγής πχ κατά τη διάρκεια της νύκτας. Άρα παρουσιάζεται η ανάγκη μιας διάταξης αποθήκευσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Μέχρι στιγμής η καλύτερη λύση, από πλευράς κόστους πυκνότητας αποταμιευμένης ενέργειας ανά μονάδα βάρους και όγκου διάταξης, είναι η χρησιμοποίηση των διαφόρων τύπων συσσωρευτών, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από αντιστρεπτότητα των χημικών δράσεων στα ηλεκτρόδιά τους. Σ' αυτή την κατηγορία ανήκουν οι συσσωρευτές θειου-μολύβδου, οι συσσωρευτές NiCD κτλ.

Η φόρτιση του συσσωρευτή γίνεται με εφαρμογή συνεχούς τάσεως στους πόλους του συσσωρευτή, έτσι ώστε το σύστημα να διαρρέεται από ορισμένο ρεύμα. Γενικά, συνίσταται φόρτιση με χαμηλό ρεύμα.

Οι συσσωρευτές δεν πρέπει να υφίστανται παρατεταμένη φόρτιση σε πολλή υψηλή τάση γι' αυτούς, ούτε να εκφορτίζονται κάτω από ένα όριο. Ο κανόνας αυτός είναι πολύ σημαντικός και καθορίζει το χρόνο ζωής τους. Η υπερφόρτιση έχει ως αποτέλεσμα την ηλεκτρόλυση και συνακόλουθα, την παραγωγή υδρογόνου, με ταυτόχρονη έντονη ελάττωση της στάθμης του ηλεκτρικού διαλύματος. Ο χρόνος ζωής των συσσωρευτών εκφράζεται σε κύκλους λειτουργίας, καθένας από τους οποίους περιλαμβάνει τις διαδοχικές διαδικασίες εκφόρτισης και φόρτισής του. Η χωρητικότητα C, του συσσωρευτή δεν παραμένει σταθερή. Μειώνεται όσο αυξάνουν οι κύκλοι λειτουργίας.

Η κατάσταση πλήρους φόρτισης ενός συγκεκριμένου συσσωρευτή εξαρτάται από:

- Την θερμοκρασία του,
- Τους κύκλους λειτουργίας του,
- Το βάθος εκφόρτισης,
- Το ρεύμα φόρτισης-εκφόρτισης.

Η πολυπλοκότητα της εξάρτησης της κατάστασης φόρτισης από τις τέσσερις αυτές παραμέτρους, αποτελεί την κύρια αιτία, που ακόμα δεν έχει εφαρμοστεί μια ρεαλιστική μέθοδος απόλυτου τρόπου καθορισμού της κατάστασης φόρτισης ενός συσσωρευτή, με παρακολούθηση μιας συγκεκριμένης παραμέτρου.

3.7. ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Η διαχείριση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΦΒ συστοιχία, απαιτεί την παρεμβολή κατάλληλων ηλεκτρονικών συσκευών, με σκοπό τη βελτιστοποίηση της μεταφοράς της ενέργειας κατά τον οικονομικότερο τρόπο καθώς και την προστασία του συσσωρευτή από υπερφόρτιση ή από υπερεκφόρτιση. Από λειτουργικής πλευράς δυο είναι οι βασικές ηλεκτρονικές διατάξεις:

- Ο ελεγκτής της διαδικασίας φόρτισης – εκφόρτισης και
- Οι μετατροπείς τάσεως.

Ο ελεγκτής φόρτισης τοποθετείται συνήθως σε χωριστή μονάδα σε σχέση με τις υπόλοιπες διατάξεις, μπορεί ωστόσο να βρίσκεται ενσωματωμένος με τον αντιστροφέα, σε μια ολοκληρωμένη μονάδα.

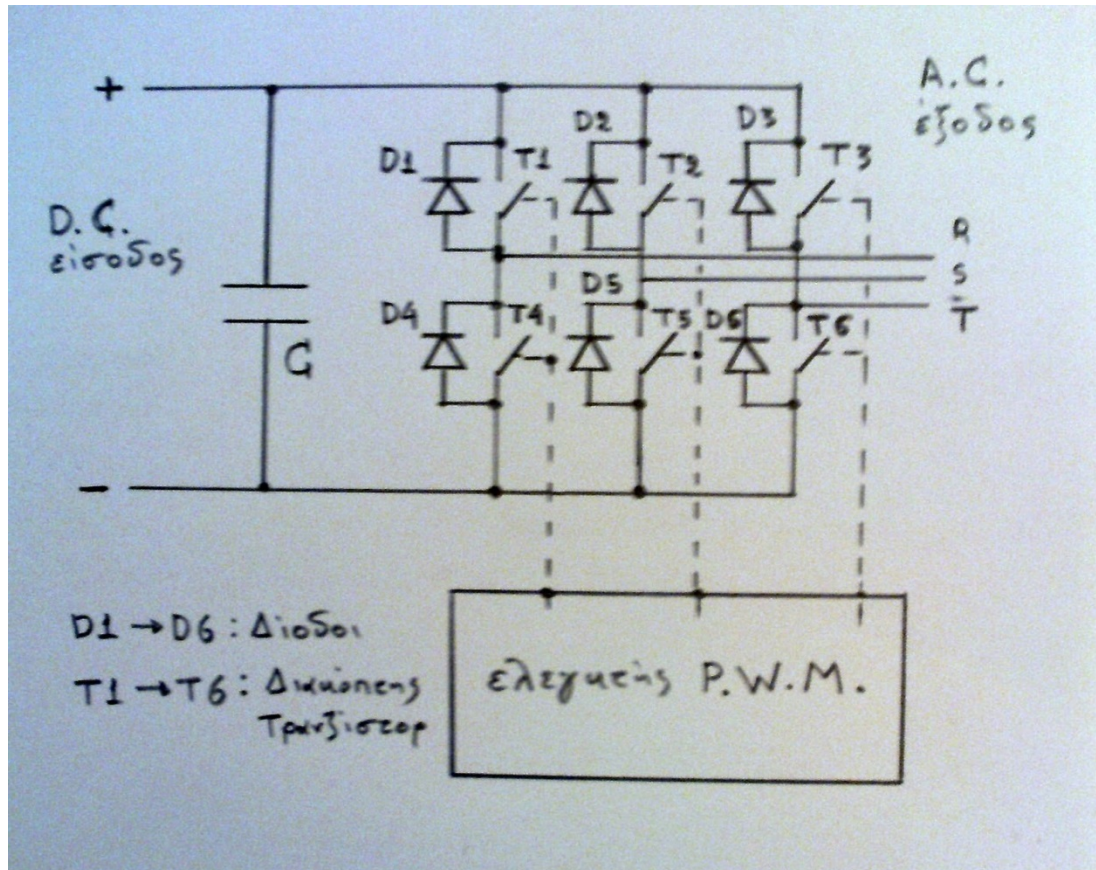
Ο ελεγκτής φόρτισης – εκφόρτισης, στην πιο περιορισμένη του μορφή, εποπτεύει τη διαδικασία φόρτισης και εκφόρτισης ώστε να απομονώνει το σύστημα αποθήκευσης, αφενός από το σύστημα παραγωγής της ενέργειας, στην περίπτωση της υπερφόρτισης, και αφετέρου από το σύστημα κατανάλωσης, στην περίπτωση της υπερφόρτισης. Και στις δυο περιπτώσεις, η διακοπή αυτή προκαλείται όταν η τάση στα άκρα του συσσωρευτή ξεπεράσει, προς τα άνω και αντίστοιχα προς τα κάτω, ορισμένα όρια τάσης, όπου ενεργοποιούνται οι ηλεκτρικοί διακόπτες.

Οι ηλεκτρονικές διατάξεις μετατροπής διακρίνονται σε:

- Συνεχούς ρεύματος σε συνεχές (DC-DC converter), οποιασδήποτε τάσης
- Συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο (DC-AC converter), οποιασδήποτε πλάτους και
- Εναλλασσόμενης τάσης σε συνεχή (AC-DC converter)

Ένα Φ/Β σύστημα διασυνδεδεμένο με το δίκτυο για να μπορεί να διοχετεύει την ισχύ του σε αυτό, είναι απαραίτητο να μπορεί να μετατρέπει την συνεχή τάση εξόδου του σε εναλλασσόμενη με χαρακτηριστικά ίδια με αυτά του δικτύου, ώστε να μη δημιουργεί πρόβλημα στη λειτουργία του δικτύου και στη ποιότητα ισχύος που αυτό παρέχει. Την μετατροπή αυτή επιτυγχάνουμε μέσω του αντιστροφέα DC/AC converter. Τα χαρακτηριστικά που θέλουμε να επιτύχουμε στην έξοδο του αντιστροφέα είναι ημιτονοειδής ισχύς εξόδου σταθερού πλάτους, σταθερής συχνότητας και χωρίς απώλειες.

Για να επιτύχουμε ημιτονοειδές έξοδο του αντιστροφέα χρησιμοποιούμε ημιαγωγικά στοιχεία ισχύος σαν διακόπτες όπως τρανζίστορ ή θυρίστορ και η γενική τοπολογία του κυκλώματος του αντιστροφέα είναι:



Ρύθμιση τάσης σε ένα αντιστροφέα

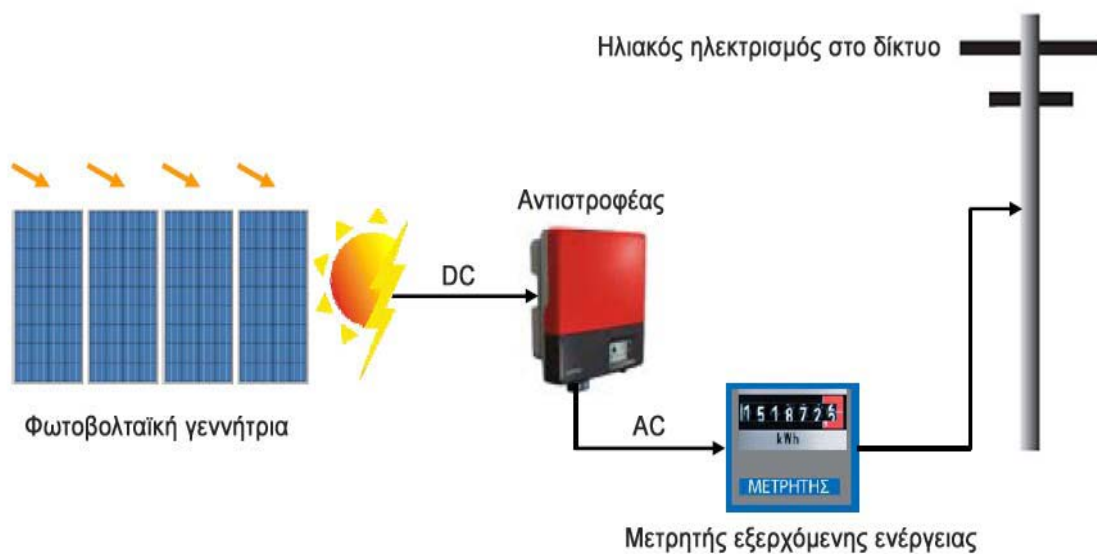
Σε πολλές εφαρμογές χρειάζεται ο βαθμιαίος έλεγχος του λόγου της DC τάσης εισόδου που μπορεί να μεταβάλλεται προς την AC τάση εξόδου που τροφοδοτεί το φορτίο. Αυτό μπορεί να γίνει είτε με έναν AC ρυθμιστή τάσης μεταξύ της εξόδου του αντιστροφέα και του φορτίου που όμως δημιουργεί πολλές ανώτερες αρμονικές στην τάση εξόδου και αποφεύγεται, είτε με έναν DC/DC μετατροπέα μεταξύ της πηγής και ακροδεκτών εισόδου.

Ένας άλλος τρόπος να μεταβάλλουμε το λόγο μεταξύ της DC τάσης εισόδου προς την AC τάση εξόδου είναι με την βοήθεια του κυκλώματος ελέγχου του αντιστροφέα. Οι τεχνικές που υπάρχουν διαφέρουν ως προς το αρμονικό περιεχόμενο της τάσης εξόδου πράγμα που καθορίζει την κατάλληλη κάθε φορά επιλογή. Οι τρεις πιο γνωστές τεχνικές χρησιμοποιούν διαμόρφωση εύρους παλμού (PWM ή Pulse Width Modulation) η οποία απαιτεί εξαναγκασμένη μεταγωγή και είναι:

1. Διαμόρφωση με έναν παλμό,
2. Διαμόρφωση με πολλούς παλμούς και
3. Διαμόρφωση με ημιτονοειδή παλμό.

3.8. ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ AC ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Υπάρχουν δύο τρόποι να χρησιμοποιήσει κανείς τα φωτοβολταϊκά. Σε συνεργασία με το δίκτυο της ΔΕΗ ή ανεξάρτητα από αυτό.



1. Ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το δίκτυο της ΔΕΗ (διασυνδεδεμένο σύστημα). Στην περίπτωση αυτή, πουλάει κανείς το ηλιακό ρεύμα στο δίκτυο έναντι μιας ορισμένης από το νόμο τιμής και συνεχίζει να αγοράζει ρεύμα από τη ΔΕΗ όπως και σήμερα για να καλύψει τυχόν ανάγκες του. Έχει δηλαδή ένα διπλό μετρητή για την καταμέτρηση της εισερχόμενης και εξερχόμενης ενέργειας.

2. Εναλλακτικά, μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση μπορεί να αποτελεί ένα αυτόνομο σύστημα που να καλύπτει το σύνολο των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου ή μιας επαγγελματικής χρήσης. Για τη συνεχή εξυπηρέτηση του καταναλωτή, η εγκατάσταση θα πρέπει να περιλαμβάνει και μια μονάδα αποθήκευσης (μπαταρίες) και διαχείρισης της ενέργειας.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούνται για παροχή ηλεκτρικής ενέργειας εφεδρείας (δηλαδή ως συστήματα αδιάλειπτης παροχής - UPS).

Στην περίπτωση αυτή, το σύστημα είναι μεν διασυνδεδεμένο με τη ΔΕΗ, αλλά διαθέτει και μπαταρίες (συν όλα τα απαραίτητα ηλεκτρονικά) για να αναλαμβάνει την κάλυψη των αναγκών σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος και για όσο διαρκεί αυτή.

Κατά κανόνα τα φωτοβολταϊκά συστήματα που είχαν εγκατασταθεί μέχρι πρόσφατα στην Ελλάδα εξυπηρετούσαν απομονωμένες χρήσεις, σε σημεία όπου δεν υπάρχει δίκτυο της ΔΕΗ, επειδή στις περιπτώσεις αυτές η οικονομική βιωσιμότητα του συστήματος είναι πολύ πιο εμφανής. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, η εναλλακτική λύση μιας ηλεκτρογεννήτριας αποδεικνύεται μακροπρόθεσμα εξαιρετικά ακριβή. Όταν όμως υπάρχουν ισχυρά κίνητρα για την παραγόμενη ηλιακή κιλοβατώρα (όπως ισχύει πλέον από τον Ιούνιο του 2006), τότε συμφέρει στον καταναλωτή να είναι συνδεδεμένος με το δίκτυο και να πουλά ηλιακό ηλεκτρισμό σ' αυτό έναντι μιας ορισμένης από το νόμο τιμής.

3.9. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η ενεργειακή αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται με τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αξιοποιούν τον ήλιο για την θέρμανση των κτηρίων, δηλαδή, χαρακτηρίζονται από άμεση απολαβή της ηλιακής ακτινοβολίας, χωρίς προηγούμενη μετατροπή της. Τα συστήματα αυτά ενσωματώνονται στα κτήρια και συνιστούν εξελιγμένες και οικονομικές τεχνολογίες.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε θερμότητα, η οποία στη συνέχεια αξιοποιείται. Δηλαδή, τα συστήματα αυτά χαρακτηρίζονται από μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε θερμική και χρησιμοποιούνται σε οικιακές και βιομηχανικές εφαρμογές. Το μεγαλύτερο οικονομικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η ηλιακή θέρμανση του νερού χρήσης και ακολουθεί σε απόσταση η ηλιακή θέρμανση χώρων.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε ηλεκτρισμό, δηλαδή, χαρακτηρίζονται από μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Τα συστήματα αυτά αξιοποιούνται σε πλήθος ηλεκτρικών εφαρμογών και καλύπτουν μια ευρεία περιοχή ισχύος, δηλαδή, από την πολύ χαμηλή ισχύ ευρείας χρήσης καταναλωτικών προϊόντων έως τα συστήματα μεγάλης ισχύος για την τροφοδοσία κτιριακών συγκροτημάτων ή νησιών.

Στη συνέχεια, άρχισε η εμφάνιση Φ/Β συστημάτων και σε επίγειες εφαρμογές, όπως η ηλεκτρική τροφοδότηση μικροσυσκευών, απομονωμένων εγκαταστάσεων, εξοχικών σπιτιών και ολόκληρων οικισμών, που δεν εξυπηρετούνται από το ηλεκτρικό δίκτυο. Είναι ευνόητο ότι η αύξηση της παραγωγής και η βελτίωση της τεχνολογίας είχαν σαν αποτέλεσμα τη ραγδαία μείωση του κόστους και τη βελτίωση του βαθμού απόδοσης.

Σήμερα, ο βαθμός απόδοσης των Φ/Β στοιχείων από κρυσταλλικό πυρίτιο, βρίσκεται στο 28% για Φ/Β συστήματα διαστημικών εφαρμογών και στο επίπεδο του 12 – 14% για βιομηχανική – οικιακή χρήση, όταν η μέγιστη θεωρητική του τιμή υπολογίζεται σε 25% περίπου.

3.9.1. Από τι αποτελείται ένα επαγγελματικό Φ/Β σύστημα επενδυτικού χαρακτήρα

Τα βασικά μέρη ενός Διασυνδεδεμένου Επαγγελματικού Φ/Β Συστήματος είναι:

- Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια.
- Οι Ηλεκτρονικές διατάξεις διαχείρισης και προστασίας παραγωγής DC.
- Οι ηλεκτρονικές διατάξεις ελέγχου θέσης συλλεκτών και καιρικών συνθηκών.
- Μπλοκ Αντιστροφών.
- Όργανα μετρήσεως, καταγραφής και προστασίας παραγωγής και ελέγχου σύνδεσης με το δίκτυο XT.
- Σύστημα παρακολούθησης και καταγραφής παραμέτρων Φωτοβολταϊκού πεδίου.

Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από τους Φωτοβολταϊκούς συλλέκτες στο Φωτοβολταϊκό πεδίο είναι συνεχές (DC). Αυτό ελέγχεται και συγκεντρώνεται με τις κατάλληλες συσκευές στο Πεδίο ελέγχου και παροχής DC. Για να τροφοδοτηθεί στο δίκτυο πρέπει να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο (AC). Αυτό γίνεται εφικτό με το Μπλοκ των Αντιστροφών (INVERTERS).

3.9.2. Παράγοντες που συντελούν στην ανάπτυξη Φ/Β σταθμών και πάρκων στην Ελλάδα

Οι Φωτοβολταϊκοί συλλέκτες είναι διαθέσιμοι παγκόσμια για άμεση εφαρμογή από το 1967 όμως η χρήση τους ήταν πολύ περιορισμένη για δύο βασικούς λόγους:

- A. Το συγκριτικά μεγάλο κόστος εγκατάστασης και

B. Την μικρή τους απόδοση.

Με το πέρασμα του χρόνου η κατάσταση έχει αλλάξει δραματικά. Οι ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια έχουν υπεραυξηθεί. Το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας έχει πολλαπλασιαστεί ώστε σήμερα η ηλεκτρική ενέργεια να είναι ακριβή με προοπτική να γίνει ακριβότερη.

Η ρύπανση του περιβάλλοντος που προκαλείτε για την παραγωγή της με συμβατικά μέσα έχει αυξηθεί επικίνδυνα με αποτέλεσμα να επιβάλλονται μεγάλα πρόστιμα σε όσους ρυπαίνουν.

Οι ανάγκες για παραγωγή ηλεκτρισμού στον τόπο της κατανάλωσης έχει γίνει αναγκαία και πειστική. Οι δαπάνες που προκαλούνται σε ευρεία κλίμακα για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην υγεία μας και οι αποζημίωσης για φυσικές καταστροφές σε αγροτικές και κτηνοτροφικές καλλιέργειες συνεχώς αυξάνονται.

Όλα αυτά συντέλεσαν ώστε η Ευρωπαϊκή Ένωση να θέσει σε λειτουργία ισχυρά κίνητρα με μία σειρά οδηγιών για μαζικές επενδύσεις Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και ειδικά σε Φωτοβολταϊκά συστήματα. Ένας δεύτερος βασικός λόγος είναι ότι οι μεγαλύτερες απαιτήσεις κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας προσδιορίζονται τις μεσημβρινές ώρες κάθε μέρας. Έτσι τα Φωτοβολταϊκά συστήματα είναι πρώτα στην προτίμηση διότι παρέχουν την μέγιστη ισχύ τις μεσημβρινές ώρες κάθε μέρα.

Σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες σχεδιάζεται να θεσμοθετηθεί και να επιβληθεί δια νόμου κάθε νέο σπίτι να έχει και την δική του μονάδα παραγωγής ηλεκτρισμού για αυτοκατανάλωση.

3.9.3. Απώλειες στους φωτοβολταϊκούς σταθμούς

Οι απώλειες που προκύπτουν κατά την λειτουργία του σταθμού μπορούν να καταταχθούν στις ακόλουθες κατηγορίες:

A. Θερμικές απώλειες.

Οι Θερμικές απώλειες προσδιορίζονται από τον κατασκευαστή των Φωτοβολταϊκών συλλεκτών και είναι της τάξεως από $-0,23\%/Wp/Co$ έως $-0,43\%/ Wp/Co$.

B. Απώλειες των καλωδιώσεων μεταφοράς.

Οι απώλειες αυτές καθορίζονται αποκλειστικά και μόνο από το συνολικό μήκος των καλωδίων που χρησιμοποιούνται, την διατομή του χρησιμοποιούμενου καλωδίου και το συνολικό μήκος της καλωδίωσης εξαρτάται από την εκάστοτε διαθέσιμη επιφάνεια εγκατάστασης και από τον τρόπο συναρμολόγησης των συλλεκτών.

C. Απώλειες των Αντιστροφών.

Οι συνολικές απώλειες των Αντιστροφών περιορίζονται με την κατάλληλη επιλογή του σημείου λειτουργίας από 4 έως 6%.

3.9.4. Ποια είναι η απόδοση των φωτοβολταϊκών

Η χώρα μας χωρίζεται με βάση την θέση της στην Υδρόγειο και τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε έξι κλιματολογικές ζώνες. Η κάθε ζώνη έχει ξεχωριστούς συντελεστές που χρησιμοποιούνται για την ανάδειξη του ενεργειακού επιπέδου της περιοχής εγκατάστασης.

Η απόδοση των Φωτοβολταϊκών συλλεκτών ορίζεται από το πόση ενέργεια μπορούν να παράγουν κατά την διάρκεια ενός έτους και μετράται σε KWh/έτος.

Το μέγεθος αυτό υπολογίζεται βάση:

- Των μετρήσεων Ηλιακής ακτινοβολίας που έχει πάρει η ΕΜΥ σε οριζόντιο επίπεδο ανά περιοχή σε KWh/m²/μήνα (Insolation).
- Την κλίση των συλλεκτών κάθε μήνα.
- Την κλιματολογική ζώνη της περιοχής εγκατάστασης.
- Το μέγεθος της εγκατεστημένης ισχύος σε KWp.

Η μηνιαία κλίση των συλλεκτών σε συνδυασμό με την κλιματολογική ζώνη της περιοχής εγκατάστασης δίνουν τον συντελεστή με τον οποίο πολλαπλασιάζεται η μηνιαία μέτρηση της Ηλιακής ακτινοβολίας της περιοχής εγκατάστασης. Το γινόμενο αυτό δίνει την παραγόμενη ενέργεια ανά μήνα χωρίς τις απώλειες μεθόδου σύνδεσης και θερμοκρασίας.

Βιβλιογραφία:

- www.helapco.gr
- www.sunblog.gr
- www.aenaon.net
- www.eunice-group.com
- βιβλιο φραγκιαδακη
- fotovoltaika.blogspot.com

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Στην Ελλάδα, η νομοθεσία για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Ν.3468/2006) έδωσε γενναία κίνητρα στην ηλεκτροπαραγωγή από φωτοβολταϊκά συστήματα, παρέχοντας υψηλές τιμές πώλησης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας και μάλιστα εγγυημένες για μία 20ετία.

Ως αποτέλεσμα, οι επενδύσεις στα συστήματα αυτά παρουσιάζουν σημαντικά υψηλές αποδόσεις και με γρήγορη απόσβεση.

Κανείς δεν μπορεί να προσφέρει με εγγύηση ΔΕΚΟ τόσο μεγάλη απόδοση στο επενδυτικό κεφάλαιο.

Σύμφωνα με τον Ν.3468/06 καθορίζονται οι διαδικασίες για την έναρξη δραστηριότητας πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας προς τη ΔΕΗ και εξαρτώνται από τα επίπεδα της εγκατεστημένης ισχύος των ΑΠΕ.

4.1. ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΟΥ ΑΓΟΡΑΖΕΙ Η ΔΕΗ

Το ΥΠΕΚΑ έχει θέσει την ανάπτυξη των ΑΠΕ στο κεντρικό κορμό του εθνικού ενεργειακού σχεδιασμού, με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος, την αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας της χώρας μας και την υποστήριξη των τομέων εκείνων που οδηγούν σε μία οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα.

Η Ελλάδα συμμετέχει στη Διεθνή Συνεργασία για το μηχανισμό Feed-In Tariff (εγγυημένες τιμές με ταυτόχρονη προτεραιότητα στην απορρόφηση ενέργειας). Αυτό δείχνει έμπρακτα την πεποίθησή μας ότι ο υφιστάμενος μηχανισμός είναι ο πλέον αποτελεσματικός και αποδοτικός μηχανισμός για τη στήριξη των επενδύσεων σε έργα ΑΠΕ, μια διαπίστωση στην οποία συνηγορούν και όλοι οι φορείς που συνδιαμορφώνουν τον κλάδο της ενέργειας στην Ελλάδα.

Ο μηχανισμός των εγγυημένων τιμών έχει συμβάλει καθοριστικά στην ανάπτυξη σημαντικής εγκατεστημένης ισχύος για την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Για αυτό και τα μέτρα που λαμβάνει το Υπουργείο είναι μέτρα ενίσχυσης του μηχανισμού αυτού και όχι αλλαγής του.

Η εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ σήμερα ξεπερνάει τα 4,2GW(Οκτώβριος 2013). Κυρίαρχες τεχνολογίες είναι τα αιολικά και τα φωτοβολταϊκά, ενώ ακολουθούν τα μικρά υδροηλεκτρικά και η βιομάζα. Ειδικότερα τα φωτοβολταϊκά, εμφανίζουν μία

πολύ δυναμική εικόνα εξέλιξης. Η εγκατεστημένη ισχύς τους τον Οκτώβριο του 2013 ήταν 2059MW από 1126MW που ήταν στο τέλος του 2012.

Με βάση αυτή την εξέλιξη, η χώρα μας αναμένεται να επιτύχει τους εθνικούς στόχους που έχουν τεθεί για ΑΠΕ από φωτοβολταϊκά, αρκετά χρόνια πριν τον στόχο του 2020 που προβλέπει εγκατεστημένη ισχύς από φ/β σε 2200MW.

Στο σημερινό δύσκολο οικονομικό περιβάλλον, η βιωσιμότητα του μηχανισμού χρηματοδότησης των ΑΠΕ είναι προϋπόθεση για τη διασφάλιση τόσο της συνέχισης της λειτουργίας των εγκατεστημένων μονάδων, όσο και της ανάπτυξης νέων.

Για τη βιωσιμότητα αυτού του μηχανισμού, και τη μείωση του σημερινού σημαντικού ελλείμματος του Ειδικού Λογαριασμού για την πληρωμή των έργων ΑΠΕ του ΔΕΣΜΗΕ, το ΥΠΕΚΑ προχώρησε σε ευρεία διαβούλευση με τους φορείς της ενεργειακής αγοράς και τις περιβαλλοντικές οργανώσεις.

4.1.1. Τιμές για τα ήδη υπάρχοντα φωτοβολταϊκά

Αξιοποιώντας τις προτάσεις των φορέων και λαμβάνοντας υπόψη την πρόταση της ΡΑΕ για τη μείωση των εγγυημένων τιμών στα φωτοβολταϊκά, το υπουργείο με γνώμονα την απρόσκοπτη πληρωμή των παραγωγών ΑΠΕ και την εύρυθμη λειτουργία της ενεργειακής αγοράς, αποφάσισε να μειώσει τις εγγυημένες τιμές για τα ήδη υπάρχοντα φωτοβολταϊκά.

Οι τιμές για φ/β πάρκα:

	A (Διασυνδεδ.)	B (Διασυνδεδ.)	Γ (Μη διασυνδεδ.)
	>100kW	≤100kW	(ανεξαρτήτως ισχύος)
2012 Αύγουστος	180,00	225,00	225,00
2013 Φεβρουάριος	171,90	214,88	214,88
2013 Αύγουστος	164,16	205,21	205,21
2014 Φεβρουάριος	156,78	195,97	195,97
2014 Αύγουστος	149,72	187,15	187,15
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά	1,3xμΟΤΣν- 1	1,4xμΟΤΣν- 1	1,4xμΟΤΣν-1

4.1.2. Νεοεισερχόμενα φωτοβολταϊκά

Η οικονομική κατάσταση που επικρατεί στην χώρα μας τα τελευταία χρόνια οδήγησαν σε περαιτέρω μείωση τιμών σε νεοεισερχόμενα φωτοβολταϊκά πάρκα με αποτέλεσμα οι νέες τιμές να διαφέρουν κατά πολύ από τις τιμές που έχουν τα ήδη συνδεδεμένα με το δίκτυο. Οι καινούργιες τιμές διαμορφώνονται ως εξής:

	Διασυνδεδεμένο		Μη Διασυνδεδεμένο
	A	B	Γ
	>100kW	≤100kW	(ανεξαρτήτως ισχύος)
2013 Φεβρουάριος	95,00	120,00	100,00
2013 Αύγουστος	95,00	120,00	100,00
2014 Φεβρουάριος	90,00	115,00	95,00
2014 Αύγουστος	90,00	115,00	95,00
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά	1,1 x μΟΤΣ _{v-1}	1,2 x μΟΤΣ _{v-1}	1,1 x μΟΤΣ _{v-1}

μΟΤΣ_{v-1}: Μέση Οριακή Τιμή Συστήματος κατά το προηγούμενο έτος v-1.»

Οι νέες τιμές θα ισχύσουν από 1ης Ιουνίου 2013 για νεοεισερχόμενους φωτοβολταϊκούς σταθμούς και δεν επηρεάζουν τις ήδη ισχύουσες τιμές για τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς.

4.2. ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΕΙΣ

Σύμφωνα με τον Ν.3468/06 καθορίζονται οι διαδικασίες για την έναρξη δραστηριότητας πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας προς τη ΔΕΗ, οι οποίες εξαρτώνται από τα επίπεδα της εγκατεστημένης ισχύος των ΑΠΕ.

Διακρίνονται βασικά τρεις βασικές κατηγορίες σταθμών ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ και τις απαιτούμενες άδειες:

1. Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις έως 20kWp

* Δεν απαιτούν καμία αδειοδότηση, εκτός εάν συνδέονται σε Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά οπότε απαιτείται έγκριση από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) για μη κορεσμό του δικτύου.

2. Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις από 20kWp έως 150kWp.

* Δεν απαιτούν άδεια παραγωγής, εγκατάστασης ή λειτουργίας.

- * Απαιτείται Εξαίρεση από την άδεια παραγωγής, η οποία εκδίδεται από την ΡΑΕ.
- * Έκδοση Περιβαλλοντικής Άδειας από την οικεία διεύθυνση περιβάλλοντος (ΔΙΠΕ)
 - 3. Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις μεγαλύτερες από 150kWp.
- * Απαιτείται Πλήρης Αδειοδότηση (άδεια Παραγωγής, Εγκατάστασης και Λειτουργίας)
- * Απαιτείται Εξαίρεση από την άδεια παραγωγής, η οποία εκδίδεται από την ΡΑΕ.
- * Έκδοση Περιβαλλοντικής Άδειας από την οικεία διεύθυνση περιβάλλοντος (ΔΙΠΕ)

Και στις τρεις παραπάνω περιπτώσεις απαιτείται :

- * Η Σύμβαση Σύνδεσης με τη ΔΕΗ (στην οποία ζητείται και έγγραφο καταλληλότητας από την πολεοδομία).
- * Η Σύμβαση Αγοροπωλησίας Ηλεκτρικής Ενέργειας με ΔΕΣΜΗΕ ή ΔΕΗ.

Σχετικοί Φορείς

Οι βασικοί φορείς που συμμετέχουν στην αδειοδοτική διαδικασία και ο ρόλος τους είναι ο εξής:

- ΔΕΗ: Η δημόσια επιχείρηση ηλεκτρισμού Α.Ε. είναι η μεγαλύτερη εταιρία παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, με περισσότερους από 7,5 εκατομμύρια πελάτες. Έχει στην ιδιοκτησία της το Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και τα δίκτυα διανομής.
- ΚΑΠΕ: Το κέντρο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ο εθνικός φορέας για τις ΑΠΕ, την ορθολογική χρήση ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας. Με το Νόμο 2244/94 και το Νόμο 2702/99 το ΚΑΠΕ ορίστηκε ως το Εθνικό Συντονιστικό Κέντρο στους τομείς δραστηριότητάς του.

Ο κύριος σκοπός του είναι η προώθηση των εφαρμογών ΑΠΕ/ΟΧΕ/ΕΞΕ σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, καθώς και η κάθε είδους υποστήριξη δραστηριοτήτων στους παραπάνω τομείς, με γνώμονα τη μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης στην αλυσίδα παραγωγή/μεταφορά/χρήση της ενέργειας.

- ΡΑΕ: Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας η οποία συστήθηκε με το Νόμο 2773/99, αποτελεί ανεξάρτητη διοικητική αρχή, στην οποία έχει ανατεθεί η παρακολούθηση και ο έλεγχος της αγοράς ενέργειας σε όλους τους τομείς, όπως στη παραγωγή ενέργειας από συμβατικά καύσιμα, από ΑΠΕ και φυσικό αέριο. Επιπλέον, είναι υπεύθυνη να παρακολουθεί τη διασφάλιση πρόσβασης τρίτων

στο δίκτυο της χώρας, τη λειτουργία του διασυνδεδετικού εμπορίου εισαγωγών και εξαγωγών, καθώς και για τον έλεγχο της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης, γνωμοδοτεί για τη χορήγηση αδειών για τη προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας και παρακολουθεί την ανάπτυξη και τήρηση κανόνων υγιούς ανταγωνισμού και προστασίας του καταναλωτή.

- ΥΠΕΚΑ: Το υπουργείο πραγματοποιεί μια σειρά δράσεων σε συνεργασία με τους φορείς δημόσιας διοίκησης, τον ιδιωτικό τομέα, τους παραγωγικούς και κοινωνικούς φορείς, τους πολίτες και τη διεθνή κοινότητα, για να εδραιώσει τους πυλώνες της Πράσινης Ανάπτυξης στη χώρα μας. Παράλληλα το υπουργείο έχει εξειδικευμένη υπηρεσία η οποία είναι αρμόδια για όλες τις διαδικασίες που απαιτούνται για την έγκριση περιβαλλοντικών ορών, όσο αφορά τη κατασκευή, επέκταση ή τον εκσυγχρονισμό Μεγάλων Έργων.
- ΛΑΓΝΗΕ: Ο Λειτουργός της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε ιδρύθηκε με τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου, για έρευνα, παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις. Ο ΛΑΓΝΗΕ εφαρμόζει τους κανόνες για τη λειτουργία της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας και των κατ' εξουσιοδότηση αυτού εκδιδόμενων πράξεων και ιδίως τον Ημερήσιο Ενεργειακό Προγραμματισμό. Επιπλέον, συνάπτει συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τα προβλεπόμενα στο άρθρο 12 του Νόμου 3468/06 που παράγονται από εγκαταστάσεις ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ καθώς και διενεργεί στη διευθέτηση των χρηματικών συναλλαγών.
- ΔΕΔΔΗΕ: Η ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε θα είναι ο διαχειριστής του ελληνικού δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και είναι υπεύθυνη για την ανάπτυξη, την λειτουργία και τη συντήρηση, υπό οικονομικούς όρους του ΕΔΔΗΕ ώστε να διασφαλίζεται η αξιόπιστη, αποδοτική και ασφαλής λειτουργία του, καθώς και η μακροπρόθεσμη ικανότητα του να ανταποκρίνεται σε εύλογες ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας.
- Πολεοδομία: Η πολεοδομία είναι υπεύθυνη για την διαχείριση και έκδοση οικοδομικών αδειών και την έγκριση εργασιών. Στις περισσότερες εγκαταστάσεις φ/β συστημάτων πλέον δεν απαιτείται οικοδομική άδεια αλλά μόνο έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας από την αρμόδια διεύθυνση. Στο πλαίσιο αυτό, είναι απαραίτητη η έγκριση της αρμόδιας Επιτροπής Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου.

4.3. ΝΟΜΟΙ

“Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού αερίου, για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις”, ΦΕΚ 179Α/22-8-2011

Ενοποίηση των διατάξεων του Ν.3468/2006 όπως τροποποιήθηκαν από τους Ν.3734/2009, Ν.3851/2010, Ν.3889/2010 και λοιπών διατάξεων νόμων

“Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής”, ΦΕΚ 85Α/4-6-2010

“Προώθηση της συμπαραγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας, ρύθμιση ζητημάτων σχετικών με το Υδροηλεκτρικό Έργο Μεσοχώρας και άλλες διατάξεις”, ΦΕΚ 8Α/28-1-2009

“Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις”, ΦΕΚ 129Α/29-6-2006

4.4. ΥΠΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

"Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση ΑΠΕ", ΦΕΚ 2373Β/25-10-2011

"Τροποποιήσεις ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα, οικόπεδα και κτίρια", ΦΕΚ

“Εγγυοδοσία για την υπογραφή Συμβάσεων Σύνδεσης στα δίκτυα διανομής σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Α.Π.Ε. που εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής”, ΦΕΚ 1901Β/3-12-2010

“Απόφαση για την επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και την κατανομή της στο χρόνο μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας”, ΦΕΚ 1630B/11-10-2010

“Συμπλήρωση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις”, ΦΕΚ 1557B’/22-9-2010

“Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα και κτίρια σε εκτός σχεδίου περιοχές”, ΦΕΚ 1556B/22-9-2010

“Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και οικόπεδα εντός σχεδίου περιοχών και σε οικισμούς”, ΦΕΚ 376/6-9-2010

“Τύπος και περιεχόμενο συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης στο Σύστημα και το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο και στο Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νήσων, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 12 παρ. 3 του Ν. 3468/2006, όπως ισχύει, πλην ηλιοθερμικών και υβριδικών σταθμών”, ΦΕΚ 1497B/6-9-2010

“Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων”, ΦΕΚ 1079B’/4-6-2009

“Έγκριση ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού”, ΦΕΚ 2464B/3-12-2008

“Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.), σύμφωνα με το άρθρο 4 του Ν.1650/1986, όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 2 του Ν.3010/2002” και ΚΥΑ 104248/2006, “Περιεχόμενο, δικαιολογητικά και λοιπά στοιχεία των Προμελετών Περιβαλλοντικών

Επιπτώσεων (Π.Π.Ε.), των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.), καθώς και συναφών μελετών περιβάλλοντος, έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.)”, ΦΕΚ 663B/26-5-2006

“Τροποποίηση και συμπλήρωση της 13727/724/2003 κοινής υπουργικής απόφασης ως προς την αντιστοίχιση των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία”, ΦΕΚ 1671B/11-11-2004

4.5. ΕΓΚΥΚΛΙΟΙ

“Διευκρινίσεις σχετικά με την προτεραιότητα εξέτασης αιτημάτων για τη χορήγηση προσφορών σύνδεσης από τον αρμόδιο διαχειριστή δικτύου”

“Εφαρμογή των διατάξεων του ν.3851/2010 σχετικών με την εξέταση αιτημάτων για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. σε γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας, συμπεριλαμβανομένης της κατηγορίας των επαγγελματιών αγροτών”

“Φορολογική αντιμετώπιση της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι 10 kWp σε κτιριακές εγκαταστάσεις κατοικιών ή πολύ μικρών επιχειρήσεων”

4.6. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΠΕ

Ημερομηνία	Τίτλος	Αριθμός	Πράξη	Διεύθυνση
10.08.2012	Αναστολή διαδικασίας αδειοδότησης και χορήγησης προσφορών σύνδεσης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς, λόγω κάλυψης των στόχων που έχουν τεθεί με την απόφαση Α.Υ./Φ1/οικ.19598/01.10.2010 του Υπουργού Π.Ε.Κ.Α.	Υ.Α.Π.Ε. /Φ1/2300/οικ.16932 (ΦΕΚ Β' 2317)	Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.

10.08.2012	Τροποποίηση της απόφασης με αριθμό Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2262/31.1.2012 (Β'97) σχετικά με την τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2301/οικ.16933 (ΦΕΚ Β' 2317)	Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
10.08.2012	Τροποποίηση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2302/οικ.16934 (ΦΕΚ Β' 2317)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
10.08.2012	Προσδιορισμός ποσοστού της εισφοράς υπέρ της Ε.Ρ.Τ. Α.Ε. του άρθρου 14 του ν.1730/1987, το οποίο αποτελεί πόρο του Ειδικού Λογαριασμού του άρθρου 40 του ν.2773/1999.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2303/οικ.16935 (ΦΕΚ Β' 2317)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
30.03.2012	Αξιοποίηση του πρώην Αεροδρομίου Ελληνικού – Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ – Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) – Κριτήρια Αειφορίας Βιοκαυσίμων και Βιορευστών (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/30/ΕΚ)	Ν. 4062/2012 (ΦΕΚ Α'70/30.3.2012)	ΝΟΜΟΣ	ΥΠΕΚΑ
31.01.2012	Τροποποίηση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.2266 (ΦΕΚ Β'97)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.

31.01.2012	Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς.	Υ.Α.Π.Ε. /Φ1/οικ.2262 (ΦΕΚ Β' 97)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
28.12.2011	Ειδικό τέλος και παροχή κινήτρων στους οικιακούς καταναλωτές στις περιοχές όπου εγκαθίστανται Α.Π.Ε.	Υ.Α.Π.Ε. /Φ1/οικ.28287/12.12.2011 (ΦΕΚ Β' 3005)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
25.10.2011	Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.).	ΥΑΠΕ/Φ1/14810/04.10.2011(ΦΕΚ Β'/2373/25.10.2011)	Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
23.09.2011	Τροποποίηση της υπ' αρ. πρωτ. Δ6/Φ1/οικ.19500/4.11.2004 (Β'1671) κοινής υπουργικής απόφασης με την οποία τροποποιήθηκε η υπ' αρ. πρωτ. 13727/724/24.7.2003 (Β'1087) κοινή υπουργική απόφαση ως προς την αντιστοίχιση δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία.	Υ.Α.Π.Ε. /Φ1/οικ.18018 (ΦΕΚ Β' 2132)	Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
02.05.2011	Προσδιορισμός του αγροτικού εισοδήματος	Αριθμ.134430 ΦΕΚ 392 Β 14.03.2011	Κοινή Υπουργική Απόφαση	Υπουργείο Οικονομικών

				Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
28.04.2011	<p>Διαδικασία και προθεσμίες εγγραφής και ενημέρωσης του ΜΑΑΕ, όργανα και διαδικασία προσωρινής ή οριστικής διαγραφής από το Μητρώο, αναγκαία επαγγελματική κατάρτιση των φυσικών προσώπων-επαγγελματιών αγροτών που εγγράφονται στο Μητρώο, διαδικασία και αρμόδιες υπηρεσίες έκδοσης των σχετικών με το ΜΑΑΕ πιστοποιητικών.</p> <p>Η απόφαση «Ορισμός διαδικασίας για την έκδοση πιστοποιητικών σχετικών με το Μητρώο Αγροτών και Αγροτικών Εκμεταλλεύσεων, ΥΑ 249565/ΦΕΚ Β 1722/03-11-2010», καταργείται.</p>	<p>Αριθμ.134416 ΦΕΚ 273 Β 21.02.2011</p>	<p>Υπουργική Απόφαση</p>	<p>Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων</p>
14.04.2011	<p>Τροποποιήσεις ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα, οικόπεδα και κτίρια.</p>	<p>Υ.Α. 9154 ΦΕΚ 583 Β 14.04.2011</p>	<p>Υπουργική Απόφαση</p>	<p>Διεύθυνση Οικοδομικών & Κτιριοδομικών Κανονισμών Υπηρεσία για την Εξυπηρέτηση Επενδυτών για Έργα ΑΠΕ</p>

01.02.2011	Τροποποίηση της με αριθμ. 168040/03-09-2010 κοινής απόφασης των Υπουργών Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων «Καθορισμός κριτηρίων με τα οποία διαβαθμίζεται η αγροτική γη σε ποιότητες και κατατάσσεται σε κατηγορίες παραγωγικότητας»	Αρ. 072528 ΦΕΚ 102 Β 01.02.2011	Κοινή Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.
31.12.2010	Τροποποίηση της Δ6/Φ1/οικ. 8684/24.4.2007 (ΦΕΚ Β' 694) απόφασης του Υπουργού Ανάπτυξης, όπως τροποποιήθηκε με την Δ6/Φ1/οικ.15450/18.7.2007 (ΦΕΚ Β' 1276) απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, για την Έγκριση Α' Φάσης του κατ' άρθρο 14 παρ. 1 του ν. 3468/2006 Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Σταθμών.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.27 904 ΦΕΚ 2143 Β 31.12.2010	Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.
16.12.2010	Ερμηνευτική εγκύκλιος διατάξεων ν.3851/2010 σχετικών με την εξέταση αιτημάτων για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. σε γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας, συμπεριλαμβανομένης της	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.26 928	Εγκύκλιος	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.

	κατηγορίας των επαγγελματιών αγροτών.			
03.12.2010	Τήρηση Μητρώου Αδειών και υποβολή στοιχείων και πληροφοριών στην Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε. από κατόχους μονάδων Α.Π.Ε.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.24 840 ΦΕΚ 1900 Β 03.12.2010	Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.
25.11.2010	Εγγυοδοσία για την υπογραφή Συμβάσεων Σύνδεσης στα δίκτυα διανομής σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Α.Π.Ε. που εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.24 839 ΦΕΚ 1901 Β 03.12.2010	Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.
21.10.2010	Κατάργηση της απόφασης του Υπουργού Ανάπτυξης με αριθμ. Δ6/Φ1/οικ.7037/24.03.2008.	ΑΥ/Φ1/οικ.19384 ΦΕΚ 1674 Β 21.10.2010 Αποφ. Δ6/Φ1/οικ.7037/24.03.2008	Υπουργική Απόφαση	Αυτοτελής Υπηρεσία ΑΠΕ
01.10.2010	Απόφαση για την επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και την κατανομή της στο χρόνο μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.	Αποφ. Φ1 οικ.19598 ΦΕΚ 1630 Β 11.10.2010	Υπουργική Απόφαση	
20.09.2010	Συμπλήρωση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις.	Α.Υ./Φ1/οικ.18513 ΦΕΚ 1557 Β 22.09.2010 ΦΕΚ 1079/04,06,2010.	Κοινή Υπουργική Απόφαση	

	Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτηρίων.			
03.09.2010	Καθορισμός κριτηρίων με τα οποία διαβαθμίζεται η αγροτική γη σε ποιότητες και κατατάσσεται σε κατηγορίες παραγωγικότητας.	Απ. Αρ. 168040 ΦΕΚ 1528 Β 07.09.2010	Κοινή Υπουργική Απόφαση	
30.08.2010	Τύπος και περιεχόμενο συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης στο Σύστημα και το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο και στο Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νήσων, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 12 παρ. 3 του Ν. 3468/2006, όπως ισχύει, πλην ηλιοθερμικών και υβριδικών σταθμών.	Α.Υ/Φ1/οικ.17149 ΦΕΚ 1497 Β 06.09.2010	Υπουργική Απόφαση	
25.08.2010	Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και οικοπέδα εντός σχεδίου περιοχών, και σε οικισμούς.	Απ. Αρ. 36720 ΦΕΚ 376 ΑΑΠ 06.09.2010	Υπουργική απόφαση	Οικοδομικών & κτιριοδομικών κανονισμών
25.08.2010	Έγκριση ειδικών όρων για την	Απ. Αρ. 40158 ΦΕΚ	Υπουργική	Πολεοδομικού

	εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα και κτίρια σε εκτός σχεδίου περιοχές.	1556 Β 22.09.2010	απόφαση	σχεδιασμού Οικοδομικών & κτιριοδομικών κανονισμών
19.07.2010	Οδηγίες εφαρμογής διατάξεων του Ν. 3851/2010 σχετικά με το άρθρο 2 παρ. 1 – κριτήριο ι) και το άρθρο 15 παρ. 3, προς την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας.	ΑΥ/Φ1/οικ.14586		Αυτοτελής Υπηρεσία ΑΠΕ-ΥΠΕΚΑ
12.07.2010	Διαδικασίες ορισμού των επαγγελματιών αγροτών για την υποβολή αιτήσεων για επενδύσεις στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).	ΦΕΚ 1049 Β 12.07.2010	Υπουργική Απόφαση	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
22.12.2010	Ενοποίηση των διατάξεων του Ν. 3468/2006 όπως τροποποιήθηκαν από τους Ν. 3734/2009, Ν. 3851/2010, Ν. 3889/2010 και λοιπών διατάξεων νόμων	Ενοπ. Ν.3468/2006	Ενοποίηση διατάξεων Ν 3468/2006 μετά τις πρόσφατες τροποποιήσεις	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.»
14.10.2010	Χρηματοδότηση Περιβαλλοντικών Παρεμβάσεων, Πράσινο Ταμείο, Κύρωση Δασικών Χαρτών και άλλες διατάξεις.(Άρθρο 30 "Λοιπές διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής", Άρθρο 29 "Θέματα Υπηρεσίας Ανανεώσιμων	Νόμος 3889 ΦΕΚ 182 Α 14.10.2010	Νόμος	ΥΠΕΚΑ

	Πηγών Ενέργειας")			
04.06.2010	<p>Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.</p> <p>Accelerating the development of Renewable Energy Sources to deal with climate change and other regulations addressing issues under the authority of the Ministry of Environment, Energy and Climate Change.</p>	<p>Νόμος 3851 ΦΕΚ 85 Α 04.06.2010</p> <p>Law 3851/2010</p>	Νόμος	ΥΠΕΚΑ

Βιβλιογραφία:

www.rae.gr

www.deddie.gr (πληροφοριακό 2012)

www.schellaw.gr

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΝΑΞΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι Κυκλάδες αποτελούν ένα νησιωτικό σύμπλεγμα το οποίο βρίσκεται στο κέντρο του Αιγαίου Πελάγους, όπου μαζί με τα Δωδεκάνησα αποτελούν την περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου που συνορεύει βόρεια με την περιφέρεια Βορείου Αιγαίου, Ανατολικά με την Τουρκία νότια της περιφέρειας Κρήτης και δυτικά με την περιφέρεια Πελοποννήσου. Περιλαμβάνει 24 κατοικημένα και 15 ακατοίκητα νησιά. Τα περισσότερα από αυτά βρίσκονται, κάθε χρόνο, στην κορυφή της λίστας ταξιδιωτικών γραφείων ως οι πιο δημοφιλή προορισμοί παγκοσμίως. Ο πληθυσμός τους ανέρχεται σε 146407 κάτοικοι, (απογραφή 2011).

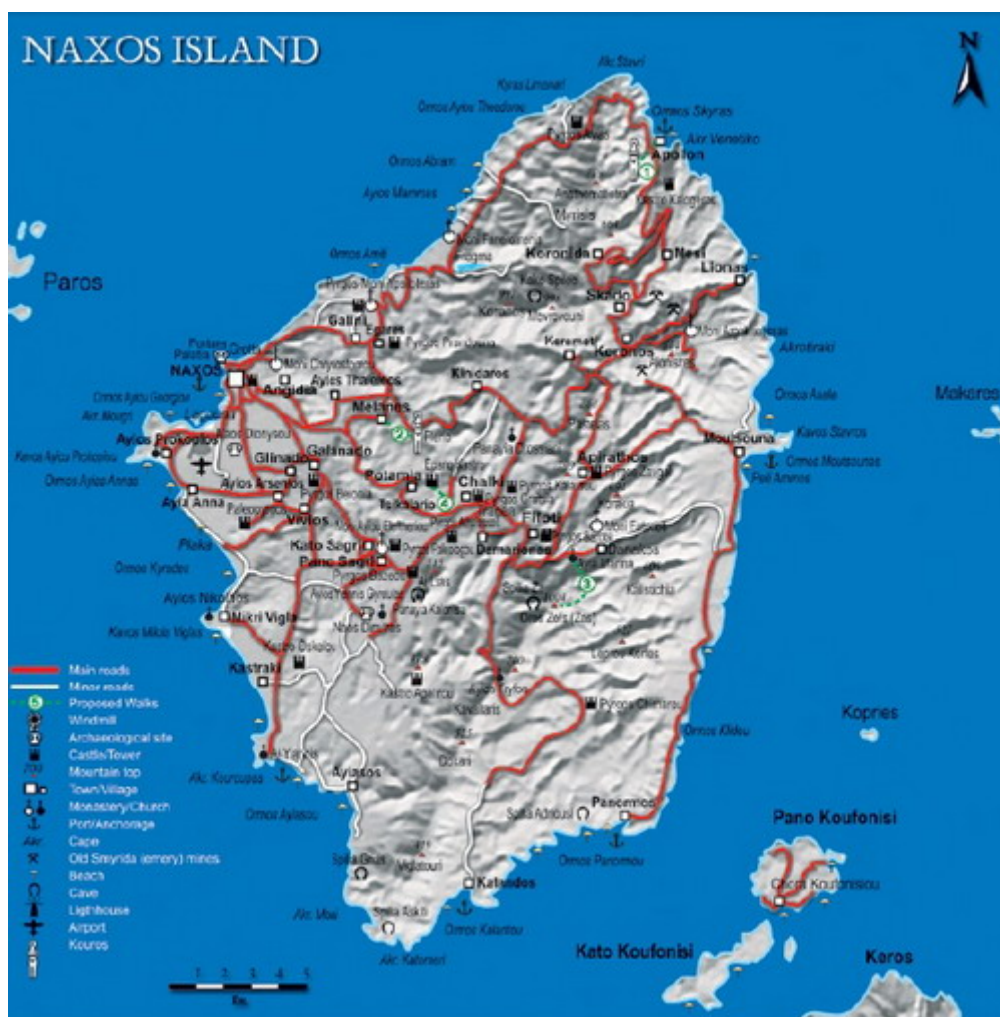


5.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΗΣΙΟΥ

Μέσα σε αυτά εντοπίζουμε και την Νάξο. Η Νάξος βρίσκεται στην καρδιά των Κυκλάδων όντας το μεγαλύτερο από αυτά. Με το σχέδιο Καλλικράτης έγινε ενιαίος δήμος, με την ονομασία Δήμος Νάξου και Μικρών Κυκλάδων, όπου σε αυτόν απορροφήθηκαν και τα νησιά των μικρών Κυκλάδων. Η έκταση του νέου Δήμου είναι 496.000 km² και με μόνιμο πληθυσμό 22.233 κάτοικοι, (απογραφή της ΕΣΥΕ

του 2011), κατατάσσεται δεύτερο μετά την Σύρο, όπου είναι και η πρωτεύουσα των Κυκλάδων.

Η συνένωση αυτή δημιουργεί μια νέα δυναμική στην περιοχή, με ιδιαίτερα και διαφορετικά χαρακτηριστικά, καθώς ο νέος Δήμος Νάξου και Μικρών Κυκλάδων αποτελεί το μοναδικό πολυνησιακό Δήμο στην Ελλάδα αποτελούμενο από 5 ανεξάρτητα νησιά.



Η Νάξος ή Αζά, όπως την εκφέρουν οι ντόπιοι, έχει έκταση 428τ.χλμ. και αποτελεί το διοικητικό και κοινωνικό κέντρο του πολυνησιακού δήμου. Βρίσκεται ακριβώς στο κέντρο του Αιγαίου, στις ανατολικές Κυκλάδες έχοντας προς βόρεια την Μύκονο, ανατολικά την Δονούσα, νοτιοανατολικά την Αμοργό, νότια την Ίο και δυτικά την Πάρο.

Η ακτογραμμή της Νάξου δεν παρουσιάζει κολπώσεις και φυσικά λιμάνια, σε αντίθεση με το γεωφυσικό ανάγλυφο των εδαφών της που παρατηρείται έντονη

ποικιλομορφία επηρεάζοντας όχι μόνο την χωροταξική και οικιστική δομή, αλλά και την κατεύθυνση της οικονομικής ανάπτυξης.

Οι διαφοροποιημένες γεωμορφολογικές ενότητες της ν. Νάξου χαρακτηρίζονται από το διαφορετικό ανάγλυφο του εδάφους της. Στη δυτική πεδινή ζώνη, που αντιπροσωπεύει το 30% της συνολικής έκτασης του νησιού, το ανάγλυφο είναι ήπιο και οι κλίσεις εδάφους μικρές της τάξης του 5%. Το ανάγλυφο στο κεντρικό και ανατολικό τμήμα του νησιού έχει κλίσεις που κυμαίνονται από 10% έως 30% οι οποίες καταλήγουν στα παράλια σε ζώνες κλίσεως 5% έως 10%. Διάσπαρτες, κύρια προς το ΒΑ άκρο και τις δυτικές πλαγιές των βουνών Ζας και Κόρωνος σε υψόμετρο πάνω από 800 μ, εντοπίζονται περιοχές με κλίσεις που υπερβαίνουν το 30%.

Για αυτό το λόγο οι κάτοικοι ασχολούνται κυρίως με κτηνοτροφικές και γεωργικές εργασίες. Ξακουστά είναι τα κτηνοτροφικά και τα γεωργικά προϊόντα της Νάξου όπως είναι τα πασίγνωστα αμνοερίφια και η πατάτα της Νάξου η οποία έχει πιστοποιηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως ΠΟΠ, δηλαδή προϊόν ονομασίας προέλευσης.

Η Νάξος παρόλο που είναι ένα πολύ ξεχωριστό νησί με απaráμιλλες μορφές δεν έχει αναπτύξει αρκετή δραστηριότητα στον τομέα του τουρισμού. Τα τελευταία χρόνια όμως, παρουσιάζει μεγάλη τουριστική ανάπτυξη. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθούν ξενοδοχειακές μονάδες, έτσι ώστε να ανταπεξέλθει στο τουριστικό ρεύμα που δέχεται τους καλοκαιρινούς μήνες. Με την τουριστική ανάπτυξη όμως δημιουργήθηκαν και περισσότερες ενεργειακές ανάγκες.

5.2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΑ Σ.Η.Ε.

Στα αυτόνομα συστήματα η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα πρέπει να καλύπτει κάθε στιγμή την ολοένα αυξανόμενη ζήτηση. Αυτό το γεγονός όμως, συνεπάγεται της παρουσίας ορισμένων ενεργειακών προβλημάτων που αντιμετωπίζονται στα αυτόνομα νησιωτικά συστήματα της Χώρας, όπως είναι αυτό της Νάξου.

Τα κυριότερα από αυτά είναι:

1. Η μεγάλη ενεργειακή εξάρτηση από το πετρέλαιο, σε σχέση με την ηπειρωτική Ελλάδα (υψηλό κόστος μεταφοράς).

2. Οι υψηλοί ρυθμοί αύξησης ενεργειακής ζήτησης που οφείλονται στην αλματώδη ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου και του τουρισμού (ο ετήσιος ρυθμός αύξησης ενεργειακής ζήτησης, μέχρι πριν λίγα χρόνια ανερχόταν σε ποσοστό έως και 8%).
3. Το υψηλό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω της υπερλειτουργίας ορισμένων συμβατικών μονάδων παραγωγής με υψηλό κόστος λειτουργίας.

Σημαντικό ρόλο, στην αντιμετώπιση των προαναφερμένων προβλημάτων καλούνται να παίξουν οι μονάδες παραγωγής Α.Π.Ε. οι οποίες για αυτό το λόγο μάλιστα αποτελούν υψηλή προτεραιότητα για το νησί. Λόγο της γεωγραφικής της θέσης, η Νάξος διαθέτει εξαιρετικές ευνοϊκές συνθήκες για εκμετάλλευση παραγωγής μονάδων Α.Π.Ε καθώς διαθέτει πλούσιο αιολικό και ηλιακό δυναμικό.

Οι μονάδες παραγωγής από Φ/Β και Αιολικούς σταθμούς, μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά με τις αντίστοιχες διαθέσιμες μονάδες συμβατικής παραγωγής, συμβάλλοντας έτσι:

- Στην αυξανόμενη κατεύθυνση του δυναμικού ηλεκτροπαραγωγής του νησιού,
- Στην εξοικονόμηση μεγάλου μέρους της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων
- Και τελικά, στη μείωση του υψηλού κόστους λειτουργίας παραγωγής των υφιστάμενων συμβατικών μονάδων παραγωγής.

5.3. ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΝΑΞΟΥ ΜΕ ΤΟ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η διασύνδεση της Νάξου όπως και των υπολοίπων νησιωτικών συστημάτων με την Ηπειρωτική Χώρα, δεν έχει γίνει ακόμα εφικτή για τεχνικούς κυρίως λόγους.

Ωστόσο, η συνεχής ωρίμανση των νέων τεχνολογιών, κυρίως των DC συνδέσμων, η αποκτηθείσα εμπειρία από την επιτυχή εφαρμογή τους στη διασύνδεση Ελλάδας-Ιταλίας, αλλά και η συνεχώς αυξανόμενη σχετική δραστηριότητα που σημειώνεται τα τελευταία χρόνια σε παγκόσμια κλίμακα, με τον σχεδιασμό ή και την κατασκευή αρκετών και σημαντικών διασυνδέσεων με DC συνδέσμους μεταξύ ηλεκτρικών συστημάτων χωρών αλλά και την διασύνδεση απομακρυσμένων νησιών και αιολικών σταθμών με τα ηπειρωτικά συστήματα επανέφεραν στο προσκήνιο το θέμα των διασυνδέσεων αυτόνομων νησιών με το ηπειρωτικό σύστημα και δημιούργησαν τις προϋποθέσεις για μια επιτυχημένη ολοκλήρωση παρόμοιων έργων και στην Ελλάδα.

Συγκεκριμένα για την περιοχή των Κυκλάδων η διασύνδεση έχει εν μέρει υλοποιηθεί, έχει δρομολογηθεί ένα μέρος της επέκτασής της ενώ μελετάται η επέκταση της στα πιο απομακρυσμένα μεγάλα Κυκλαδονήσια. Η διασύνδεση παρουσιάζει τεχνικά-σχεδιαστικά ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγο του σημαντικού μήκους των υποβρύχιων διασυνδέσεων που απαιτούνται και της μεγάλης συνεχώς αυξανόμενης ζήτησης των επιμέρους νησιών αλλά και συνολικά του συμπλέγματος.

Το έργο της διασύνδεσης των Κυκλάδων, διαμορφώθηκε με γνώμονα την ελαχιστοποίηση της περιβαλλοντικής όχλησης επί των νησιών και έχει χαρακτηριστεί με Υπουργική Απόφαση (Νοέμβριος 2006) ως έργο «γενικότερης σημασίας για την οικονομία της χώρας». Στην κατεύθυνση αυτή, οι νέοι Υ/Σ επί των νησιών έχουν οροθετηθεί πλησίον του αιγιαλού, ώστε να αποφεύγεται η κατασκευή εναερίων Γ.Μ επί των νησιών, ενώ η διασύνδεση των νησιών μεταξύ τους και με το Ηπειρωτικό Σύστημα προβλέπεται να γίνει με την κατασκευή υποβρύχιων καλωδιακών συνδέσεων. Το Σεπτέμβριο του 2009 χορηγήθηκε η Έγκριση Περιβαντολλογικών Όρων για το έργο, ενώ παράλληλα προχώρησε σχετικός διαγωνισμός και τον Ιανουάριο του 2012 ξεκίνησε η διαδικασία αξιολόγησης των προσφορών.

5.4. Σ.Η.Ε ΝΑΞΟΥ

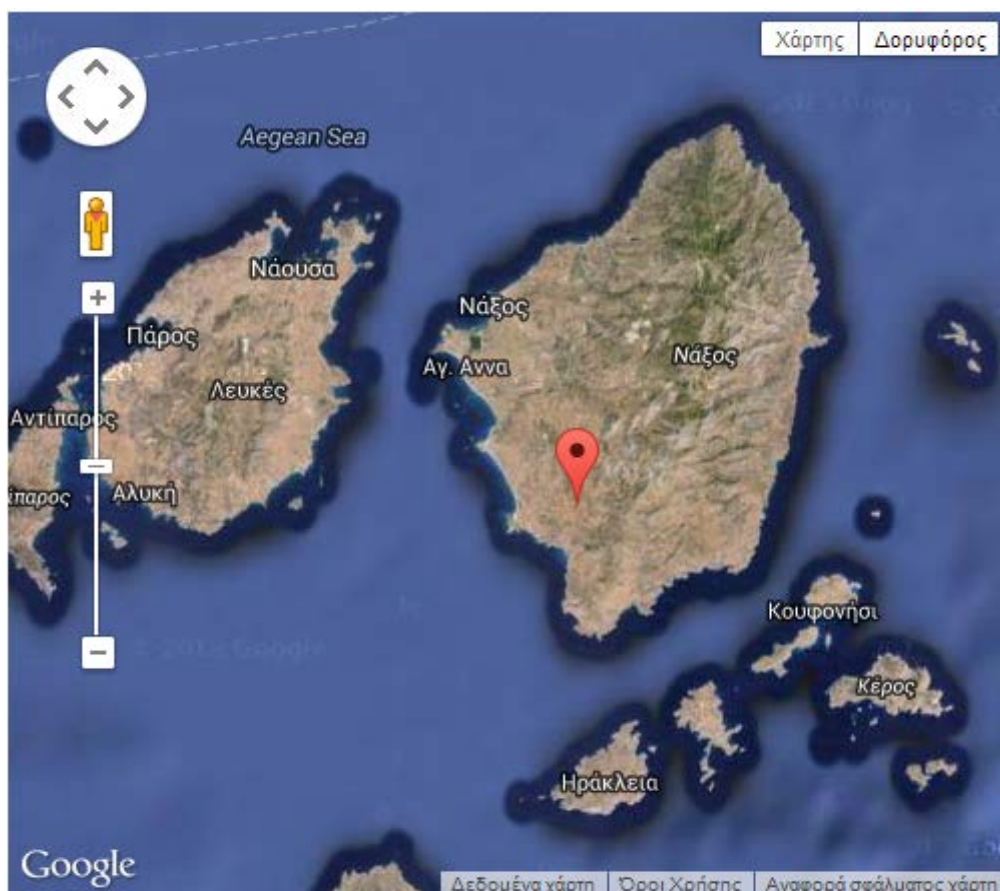
Τα νησιά των Κυκλάδων είναι μη διασυνδεδεμένα με το κεντρικό σύστημα της ΔΕΗ. Έτσι το νησί της Νάξου παρόλο που είναι το μεγαλύτερο των Κυκλάδων, τροφοδοτείται με ρεύμα από το γειτονικό νησί της Πάρου. Ο σταθμός αυτός εκτός από το νησί της Νάξου δίνει ηλεκτρικό ρεύμα και στα γειτονικά νησιά Αντίπαρο, Ηρακλειά, Σχοινούσα, Κουφονήσια, Φολέγανδρο, Ίο και Σίκινο. Ο τοπικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκεται στην Πάρο και περιλαμβάνει 10 θερμικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής (diesel και μαζούτ), συνολικής ισχύος 76,6MW. Η μέγιστη ζήτηση είναι 61,6MW και η ετήσια ζήτηση ενέργειας είναι 14750,33GWh. Εκτός όμως από την ύπαρξη ενός θερμικού εργοστάσιου ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχουν και κάποιες μονάδες ΑΠΕ, όπου ολοένα αυξάνονται.

Αυτές οι μονάδες είναι μικρές σε σχέση με μέγεθος των δυνατοτήτων του νησιού. Η εγκατεστημένη ισχύς από ΑΠΕ είναι 10,21MW. Από αυτήν την ισχύ τα 8,78MW είναι από αιολικά πάρκα και τα υπόλοιπα 1,45MW από φωτοβολταϊκά πάρκα. Το όριο που βάζει η ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. (Διαχειριστής του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας) για τα Φ/Β πάρκα είναι 3006,00kW και το σύνολο των αιτήσεων ξεπερνούν τα 4152,45kW. Οι αιτήσεις οι οποίες έχουν κατατεθεί για

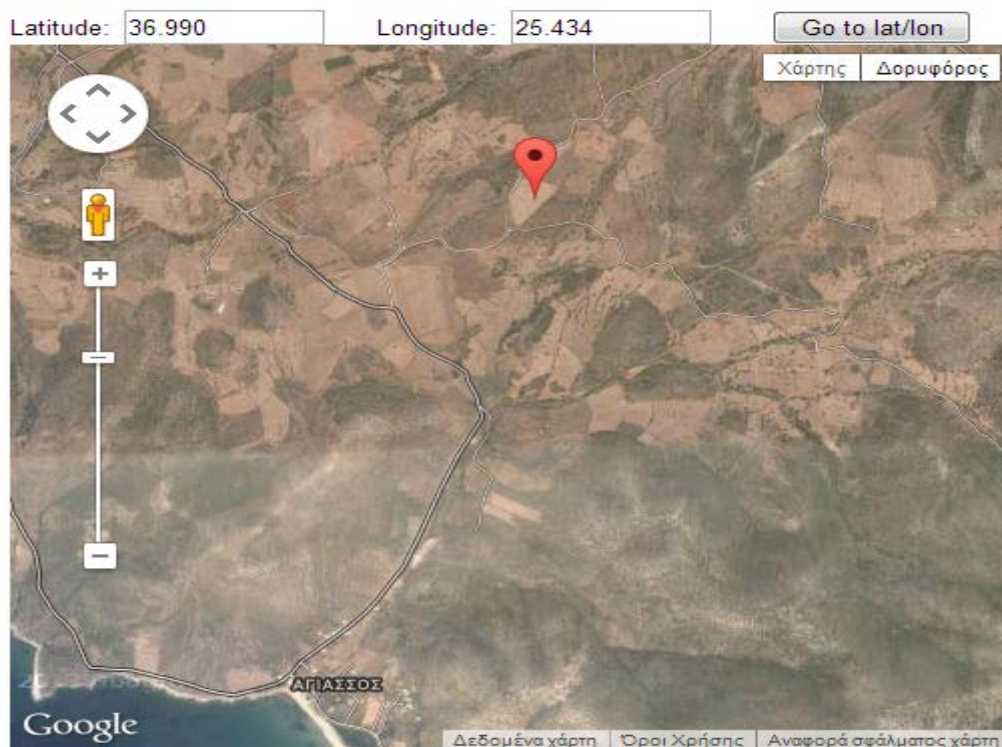
φωτοβολταϊκά πάρκα βρίσκονται στην πεδινή έκταση της Νάξου, στην νοτιοδυτική πλευρά του νησιού, και αυτό διότι δεν υπάρχουν ορεινοί όγκοι ώστε να καλύπτουν την επιφάνεια του Φ/Β πάρκου με αποτέλεσμα η ηλιοφάνεια είναι περισσότερη κατά την διάρκεια του έτους.

5.5. ΧΩΡΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η μελέτη του Φ/Β πάρκου της συγκεκριμένης εργασίας βρίσκεται στην νότια περιοχή του νησιού στην Αγιασσό της Νάξου, και συγκεκριμένα στην Δημοτική Κοινότητα Φιλωτίου στην θέση ‘Σιδηρόπετρα’. Η πρόσβαση στο αγροτεμάχιο γίνεται μέσω της επαρχιακής οδού Νάξου-Φιλωτίου με κατεύθυνση την Αγιασσό, το οποίο απέχει από το λιμάνι –χώρα- της Νάξου 23 χιλιόμετρα. Η συγκεκριμένη περιοχή είναι παρθένα με ένα μικρό οικισμό, αλλά με πολλές γεωργικές και κτηνοτροφικές μονάδες. Η προβλεπόμενη έκταση γης για την κατασκευή του έργου είναι 13.400,75τ.μ. Με γεωγραφικό πλάτος 36.990 και γεωγραφικό μήκος 25.434, έχουμε τις παρακάτω εικόνες για το που βρίσκεται το αγροτεμάχιο μας από το δορυφόρο.



Η τοποθεσία της εργασίας μας σε σχέση με την υπόλοιπη Νάξο.



Το αγροτεμάχιο σε σχέση με το πιο κοντινό οικισμό.

Από την κείμενη νομοθεσία περί φωτοβολταϊκών ενημερωνόμαστε ότι δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει σε κάλυψη το 60% της επιφάνειας του γηπέδου. Ως κάλυψη, νοείται η προβολή στο οριζόντιο επίπεδο του συνόλου των εγκαταστάσεων του φωτοβολταϊκού εξοπλισμού, ενώ δεν συνυπολογίζονται στην κάλυψη τα κενά μεταξύ των φωτοβολταϊκών συστοιχιών. Το οικόπεδο έχει μηδενική κλίση, και είναι εξαιρετικά ηλιόλουστο εφόσον δεν βρίσκονται ούτε λόφοι αλλά ούτε και ψηλά βουνά γύρω από αυτό. Η προβλεπόμενη έκταση ανήκει στον γράφον και δεν υπάρχει κανένα νομικό κώλυμα.

Από τα μετεωρολογικά στοιχεία τεκμηρίωσης ηλιακής ενέργειας, που συλλέχτηκαν, η περιοχή δεν έχει ιδιαίτερες συσσωρεύσεις νεφών, και έχει υψηλή ηλιοφάνεια, με συνεχείς ήπιους ανέμους και ιδιαίτερα το καλοκαίρι -μελτέμια- που συνεισφέρουν στον δροσισμό της μονάδας, συμβάλλοντας έτσι σε καλύτερη απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Η επιλογή της θέσης έγινε μετά από σχολαστική έρευνα ώστε να ικανοποιεί τους περιορισμούς που προβλέπονται στην σχετική νομοθεσία, δηλαδή:

- Να μην είναι σε Πυρήνες Εθνικών Δρυμών, Αισθητικά δάση, Προστατευόμενες περιοχές άρθρου 21 Ν1650 ή άρθρου 3044/2002, να μην

είναι οικότοπος, περιοχή ορνιθοπανίδας, αρχαιολογικός χώρος, πολιτιστικό μνημείο, αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας, ζώνη αναδασμού, αρδευόμενη έκταση, η οργανωμένη ζώνη δευτερογενούς ή τριτογενούς τομέα.

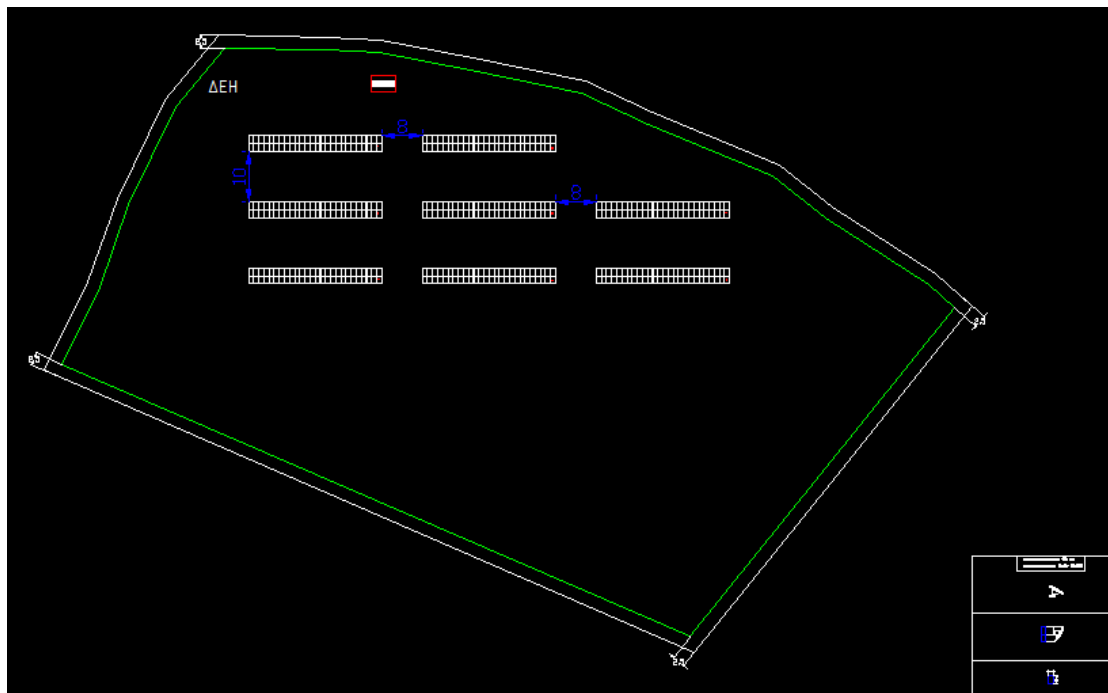
- Να μην επηρεάζει αρνητικά το περιβάλλον, τους υπάρχοντες οικισμούς, και γενικώς καμία από τις εν γένει δραστηριότητες της ευρύτερης περιοχής.
- Να μην είναι ορατές από οικισμούς.

Η χωροθέτηση του φωτοβολταϊκού θα γίνει με νότιο προσανατολισμό. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα εγκατασταθούν σε συστήματα σταθερών βάσεων. Η απόσταση μεταξύ των συστημάτων θα είναι τέτοια έτσι ώστε να αποφευχθούν φαινόμενα σκίασης ακόμη και κατά την χειμερινή περίοδο όταν ο ήλιος φθάνει έως 30° σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Εκτός όμως από την απαραίτητη τοποθέτηση των συστημάτων με νότιο προσανατολισμό, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη και τις σκιάσεις που δημιουργούνται σε δυο επίπεδα, τα εμπόδια που βρίσκονται κοντά στο πάρκο και σε σχέση με τον ορίζοντα.

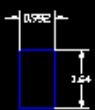
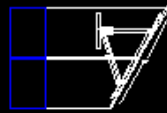
Τα εμπόδια που βρίσκονται κοντά στο πάρκο είναι από ελάχιστα έως ανύπαρκτα, ενώ στις περιπτώσεις που αυτό δεν είναι εφικτό ο επηρεασμός από αυτά είναι μηδαμινός και αφορά ημέρες και ώρες που η παράγωγή είναι περιορισμένη.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μελέτη του φ/β πάρκου συγκεκριμένων προδιαγραφών και τοποθεσίας. Οι περιορισμοί οι οποίοι υπάρχουν στη σχεδίαση έχουν να κάνουν με τα φ/β πάνελ που θα χρησιμοποιηθούν, τους μετατροπείς και τη μέγιστη ισχύ εξόδου. Τα μετεωρολογικά δεδομένα μαζί με τα χαρακτηριστικά των πάνελ και των μετατροπέων που θα χρησιμοποιηθούν, θα εισαχθούν μέσα στο πρόγραμμα προσομοίωσης PVsyst ώστε να δούμε τη θεωρητική παραγωγή με αυτές τις προδιαγραφές.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ *AUTOCAD*



Συνολική ισχύς= 416 * 240 Watt= 99,8KW



5.6. ΣΤΑΔΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ Φ/Β ΠΑΡΚΟΥ ΣΕ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ PVSYST (ΕΚΔΟΣΗ 5.73)

Στη μελέτη που ακολουθεί θα μελετηθούν όλα τα βήματα για την κατασκευή και την ολοκλήρωση του έργου μέχρι και την σύνδεση με τον δίκτυο της ΔΕΗ. Επίσης θα εξετάσουμε χρηματοοικονομικά την κατασκευή του πάρκου όπως επίσης και τα αποτελέσματα αυτά με τα αποτελέσματα που προϋπολογίστηκαν μέσω προγραμμάτων προσομοίωσης.

5.6.1. Εισαγωγή Μετεωρολογικών δεδομένων

Όπως έχουμε αναφέρει τα μετεωρολογικά δεδομένα μιας περιοχής παίζουν καταλυτικό ρόλο στην απόδοση του φ/β συστήματος. Το PVsyst χρησιμοποιεί μετεωρολογικά δεδομένα προηγούμενων δεκαετιών με αποτέλεσμα να μην είναι έγκυρα. Ωστόσο δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να εισάγει δεδομένα από άλλες κλιματικές βάσεις. Ένα τέτοιο πρόγραμμα είναι το λογισμικό PVGIS το οποίο ανανεώνεται διαρκώς και θεωρείται ένα από τα πιο ακριβή.

Για την εισαγωγή των δεδομένων από το PVGIS θα μπούμε στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>. Εκεί θα επιλέξουμε τους διαδυκτιακούς χάρτες της Ευρώπης και στη συνέχεια την γεωγραφική θέση που θέλουμε.

Βάση δεδομένων του λογισμικού:

The screenshot displays the PVGIS web application interface. On the left, there is a map of Greece with a red pin indicating a location. The map includes a search bar, latitude and longitude input fields, and a 'Go to lat/lon' button. The right-hand panel contains settings for 'Monthly radiation' and 'Monthly ambient temperature data', with a 'Calculate' button at the bottom.

Latitude: 36.990 Longitude: 25.434

cursor position: 37.026, 25.459
selected position: 36.990, 25.434

Monthly radiation

Monthly global irradiation data

Radiation database: Climate-SAF PVGIS

Horizontal irradiation
 Irradiation at opt. angle
 Direct normal irradiation
 Irradiation at chosen angle: 90 deg.
 Linke turbidity
 Dif. / global radiation
 Optimal inclination angle

Monthly ambient temperature data

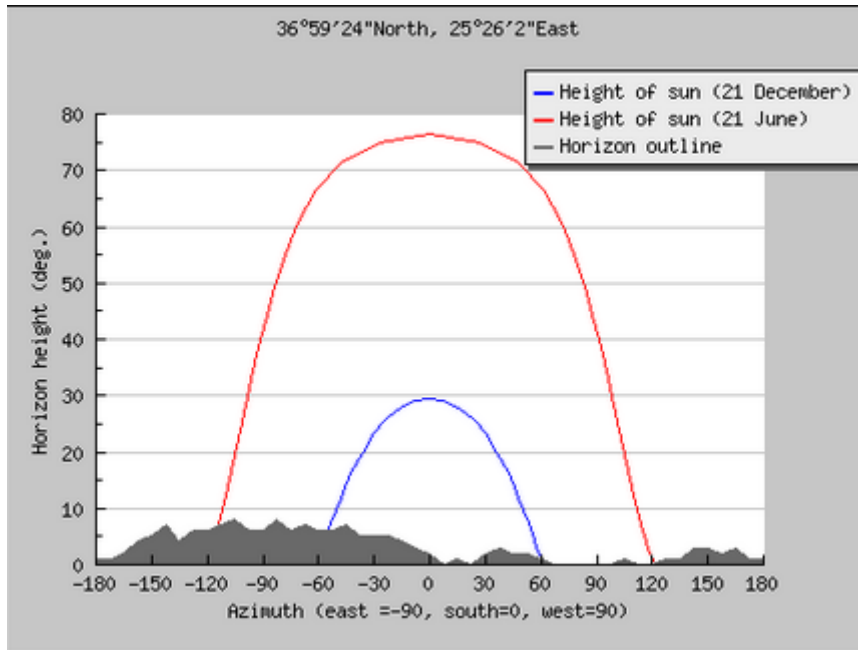
Average daytime temperature
 Daily average of temperature
 Number of heating degree days

Output options

Show graphs Show horizon
 Web page Text file

Calculate [help]

Τα μετεωρολογικά στοιχεία που εισάγαμε παρουσιάζονται παρακάτω.



Σχεδιάγραμμα του ορίζοντα της περιοχής.

Monthly Solar Irradiation

PVGIS Estimates of long-term monthly averages

Location: 36°59'24" North, 25°26'2" East, Elevation: 75 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Optimal inclination angle is: 31 degrees

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.1 %

Month	H_h	H_{opt}	I_{opt}	D/G	T_{24h}
Jan	2420	3740	60	0.44	11.4
Feb	3120	4270	52	0.44	11.5
Mar	4750	5800	40	0.37	12.8
Apr	6240	6700	25	0.33	15.5
May	7490	7280	12	0.29	19.8
Jun	8430	7780	5	0.22	24.0
Jul	8320	7870	8	0.21	26.4
Aug	7540	7830	20	0.21	26.4
Sep	5990	7080	36	0.26	23.6
Oct	4300	5840	49	0.32	19.8
Nov	2860	4410	59	0.38	15.9
Dec	2440	3760	61	0.53	13.0
Year	5340	6040	31	0.30	18.3

H_h : Irradiation on horizontal plane (Wh/m²/day)

H_{opt} : Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m²/day)

I_{opt} : Optimal inclination (deg.)

D/G : Ratio of diffuse to global irradiation (-)

T_{24h} : 24 hour average of temperature (°C)

- H_h : ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο
- H_{opt} : ακτινοβολία στο βέλτιστο κεκλιμένο επίπεδο
- I_{opt} : βέλτιστη κλίση πάνελ για κάθε μήνα
- D/G : λόγος διάχυσης προς ολικής ακτινοβολίας
- T_{24h} : 24ωρη μέση θερμοκρασία

Στη συνέχεια, και εφόσον έχουμε αποθηκεύσει τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις του rpvgis σε ένα πρόχειρο, ανοίγουμε το λογισμικό PVsyst.

Παρατηρούμε στην αρχική σελίδα του προγράμματος ότι έχει διάφορες επιλογές:

- *Preliminary design*: προκριματικός σχεδιασμός.

Αυτή η επιλογή είναι για περιπτώσεις όπου θέλουμε να βγάλουμε γρήγορα αποτελέσματα, χρησιμοποιώντας μόνο κάποια ελάχιστα χαρακτηριστικά του συστήματος ή παραμέτρους χωρίς να διευκρινίζονται τα πραγματικά εξαρτήματα μελλοντικής εγκατάστασης.

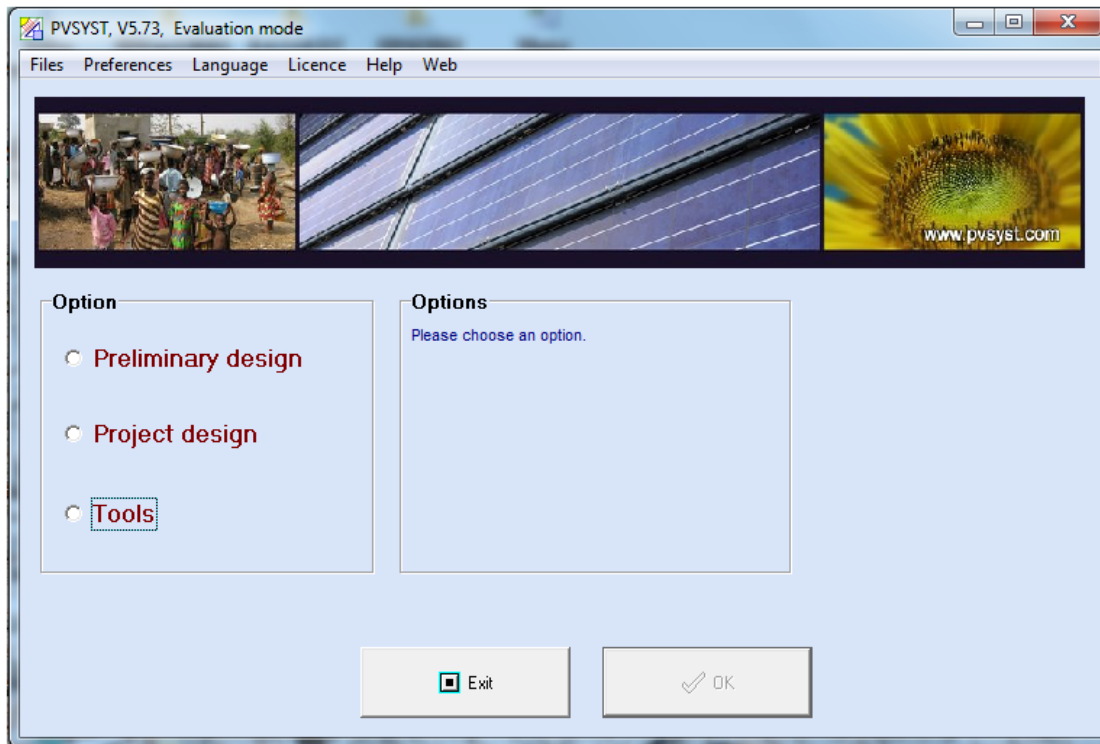
- *Project design*: σχεδιασμός έργου.

Σε αυτήν την επιλογή έχουμε να επιλέξουμε ανάμεσα στο τι έργο πρόκειται να πραγματοποιήσουμε. Έτσι έχουμε να διαλέξουμε ανάμεσα σε:

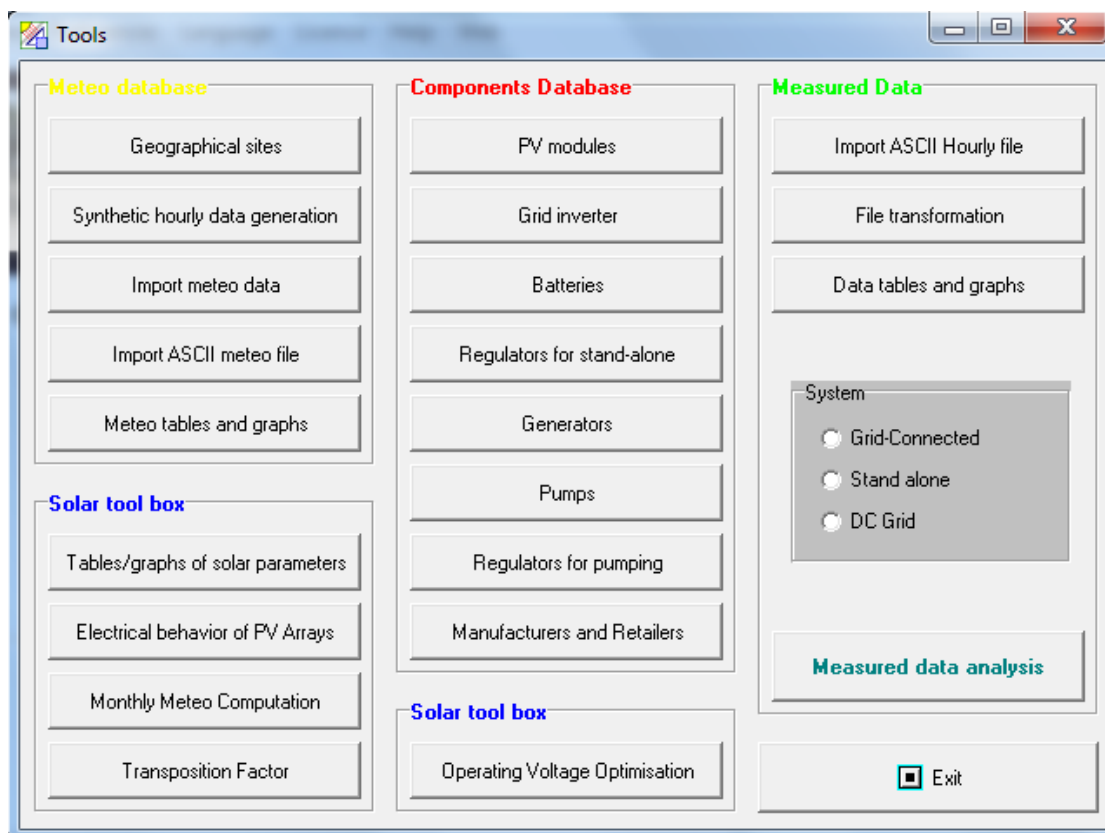
- I. *Grid Connected*: Διασυνδεδεμένο
- II. *Stand Alone*: Αυτόνομο
- III. *Pumping*: Αντλητικά συστήματα

- *Tools*: εργαλεία

Πατάμε την εντολή *tools* όπως φαίνεται παρακάτω για να καταχωρήσουμε τα δεδομένα που πήραμε από το λογισμικό rpvgis.



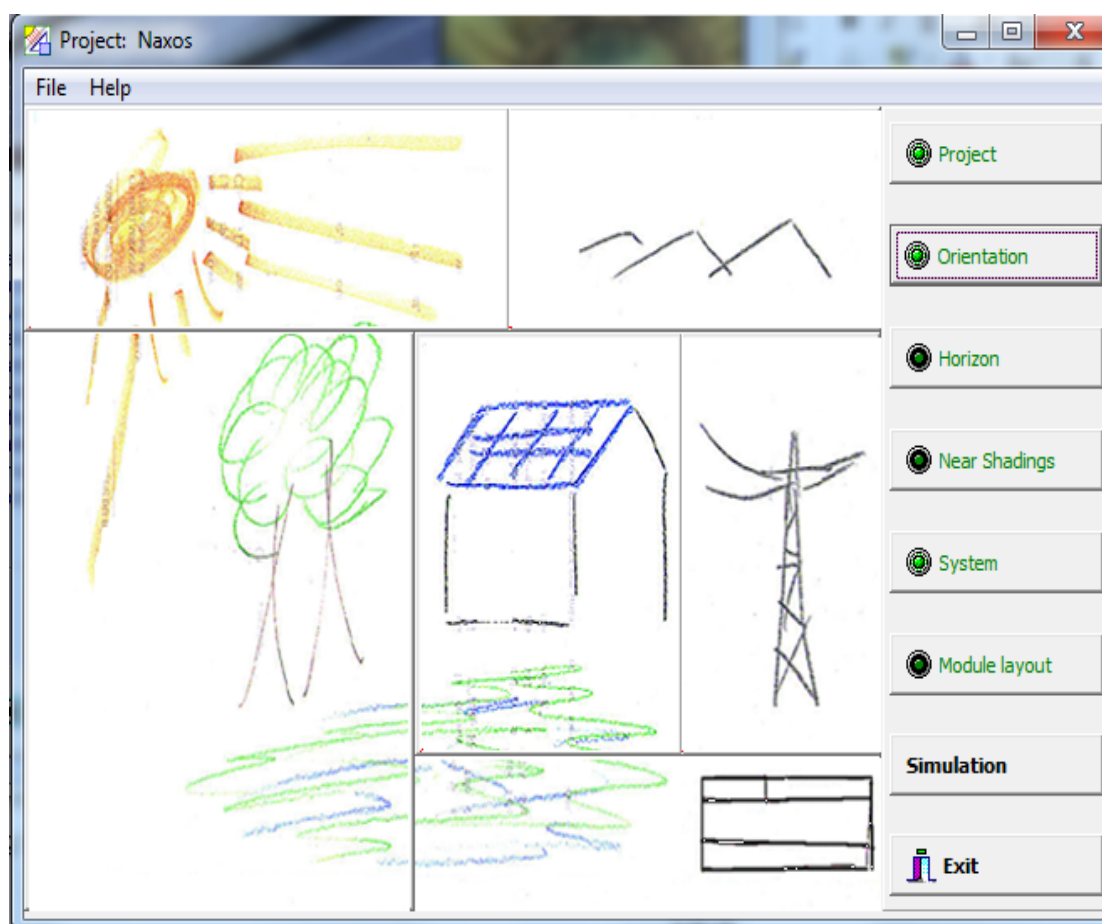
Ανοίγοντας την εντολή *tools*, εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο:



Για να μπορούμε να εισαγάγουμε τα δεδομένα που έχουμε από το pvgis, πατάμε την εντολή *Inport meteo data*, και στη συνέχεια πληκτρολογούμε τις οδηγίες που μας δίνει το σύστημα.

Εφόσον έχουμε εισάγει τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής που μας ενδιαφέρει, επιστρέφουμε στο κεντρικό μενού. Επιλέγουμε την εντολή *Project Design*, διότι έχουμε να κάνουμε με διασυνδεδεμένο *grid-connected*, ώστε να δημιουργήσουμε μια ολοκληρωμένη μελέτη για την τοποθεσία μας.

5.6.2 Πρόγραμμα PVSyst



Διαλέγοντας την επιλογή *Project Design*, εμφανίζονται οι υπό-επιλογές της κατηγορίας αυτής. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βήματα για την πραγματοποίηση της μελέτης.

Κάθε φορά θα επιστρέφουμε σε αυτό για να συμπληρώσουμε τις παραμέτρους του συστήματός μας.

Πρώτο βήμα για το ξεκίνημα καινούργιας εργασίας είναι η επιλογή *Project*.

Project and Simulation version definitions

The Project includes mainly the geographic SITE definition, and the associated METEO hourly file

Project's designation

Project's name: Naxos Date: 11/3/2014

Customer: Manios Vasilios Phone:

Address: Fax:

City: Athens Email:

Country: Greece

Buttons: Cancel, New project, Load project, Site and Meteo

System Variant

A system version includes all Parameters required for a simulation, the Results of the simulation, and an eventual Economic Evaluation. Within a project, you may construct as many System versions as desired.

Variant n*: VCO : New simulation variant

Buttons: New Version, Back (Calculation)

Όπως προκύπτει και από την παραπάνω εικόνα, αυτή η επιλογή περιλαμβάνει τα πολύ βασικά στοιχεία της εγκατάστασης όπως: Το όνομα του έργου, τον πελάτη, διεύθυνση, περιοχή, ημερομηνία κ.α.

Ένα βασικό στοιχείο που συναντάμε σε αυτό το μενού είναι το:

- *Site and Meteo*: Τοποθεσία και μετεωρολογικά δεδομένα

Μέσω αυτής της επιλογής, γίνεται ο ορισμός των γεωγραφικών συντεταγμένων της περιοχής και δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής μετεωρολογικών δεδομένων για την επιλεγμένη τοποθεσία με τρεις διαφορετικές μεθόδους:

- Χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων
- Χρήση δεδομένων αποθηκευμένη στο πρόγραμμα (βάση Meteonorm)
- Αυτοματοποιημένη εισαγωγή στοιχείων από εξωτερικές πηγές. (πχ pngis)

Geographical site parameters

Geographical Coordinates | Monthly meteo

Location

Site name:

Country: Region:

Latitude: ° Deg. min. (+ = North, - = South hemisp.)

Longitude: ° Deg. min. (+ = East, - = West of Greenwich)

Altitude: M above sea level

Time zone: Corresponding to an average difference

Legal Time - Solar Time = 0h-41m

Project location

You may re-define here the site name (your project's location), and eventually the geographical coordinates. For defining new monthly meteo values, please define a new site in the database using "Tools"/"Geographic Location", or import them with "Tools" "Import meteo data".

Εισαγωγή γεωγραφικών συντεταγμένων περιοχής εγκατάστασης.

Geographical site parameters

Geographical Coordinates | Monthly meteo

Site **Naxos (Greece)**

Data source:

	Global Irrad. kWh/m ² .mth	Diffuse kWh/m ² .mth	Temper. °C	Wind Vel. m/s
January	65.4		11.4	
February	78.4		11.5	
March	121.5		12.8	
April	160.2		15.5	
May	195.3		19.8	
June	212.1		24.0	
July	213.3		26.4	
August	192.5		26.4	
September	156.0		23.6	
October	112.5		19.8	
November	67.8		15.9	
December	55.5		13.0	
Year	1630.5		18.3	

Required Data

Horizontal global irradiation

Average Ext. Temperature

Extra data

Horizontal diffuse irradiation

Wind velocity

Irradiation units

kWh/m².day

kWh/m².mth

MJ/m².day

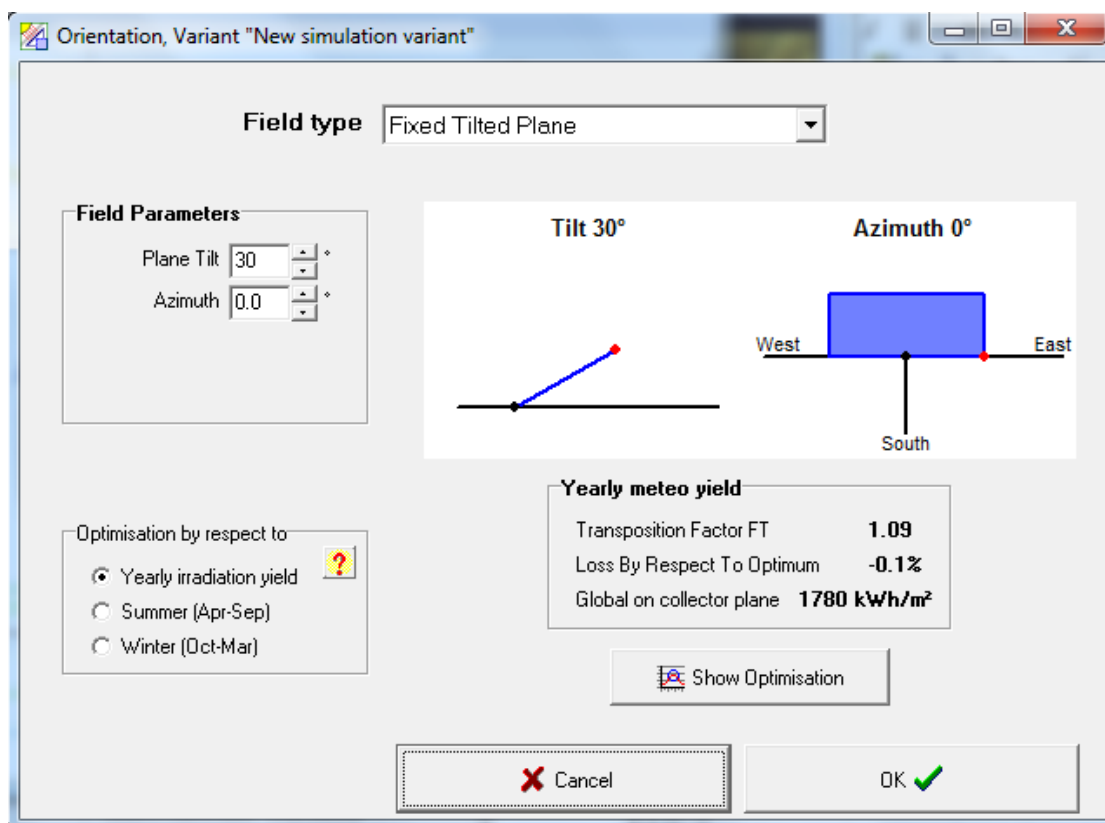
MJ/m².mth

W/m²

Clearness Index Kt

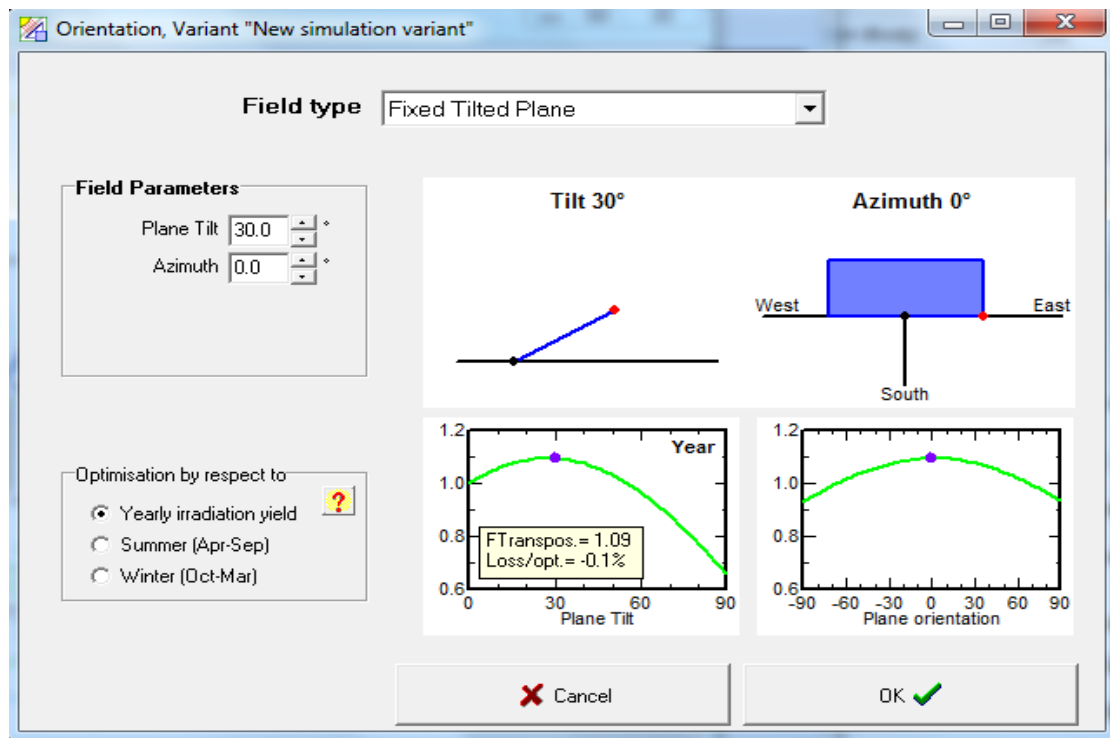
Μηνιαία μετεωρολογικά δεδομένα από το λογισμικό pvgis.

Το επόμενο βήμα για την εκπόνηση της μελέτης, μέσω του λογισμικού PVsyst είναι η επιλογή *Orientation* στην οποία καθορίζεται ο προσανατολισμός της Φ/Β γεννήτριας και η κλίση των συστοιχιών που την αποτελούν. Παρακάτω παρουσιάζεται ο τρόπος καταγραφής των παραμέτρων.

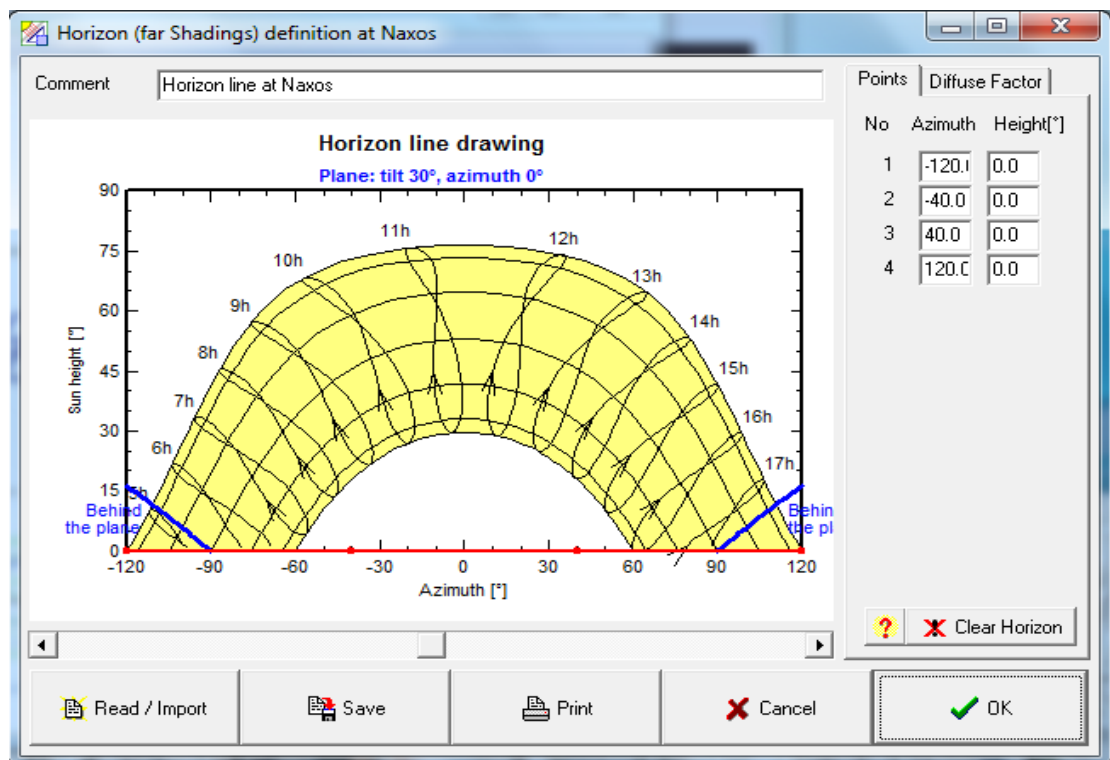


Στην εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων έχουμε ως στόχο την καλύτερη ενεργειακή παραγωγή. Με τα αποτελέσματα που πήραμε από το PVGIS, διαπιστώνουμε ότι η βέλτιστη γωνία διαφέρει από μήνα σε μήνα.

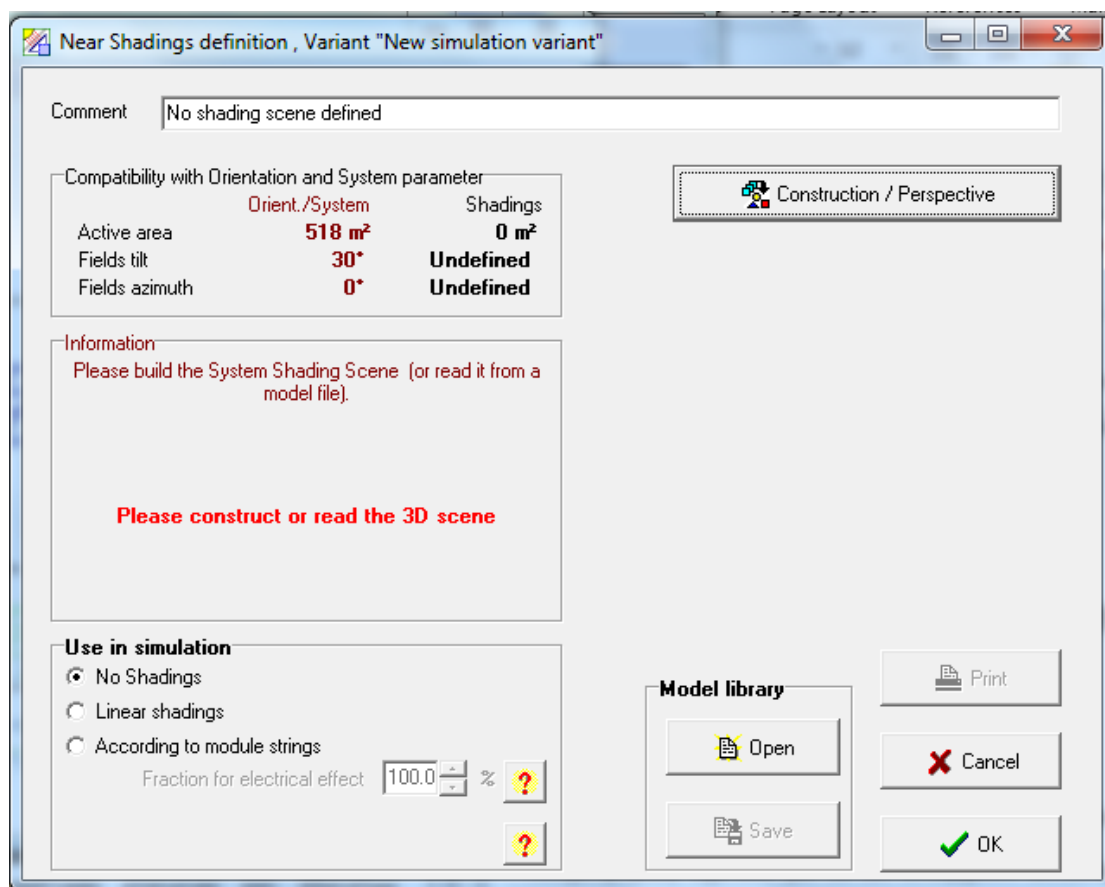
Εφόσον όμως για την μελέτη μας θα επιλέξουμε σταθερές βάσεις –για οικονομία- το πρόγραμμα μας δίνει ως βέλτιστη γωνία τις 30°. Επίσης, όσον αφορά την αζιμούθια γωνία, λόγω της θέσης της Ελλάδας, στο Βόρειο ημισφαίριο της γης προτιμάται νότιος προσανατολισμός των πάνελ και η κλίση που εφαρμόζεται είναι ίση με 0°.



Στην επόμενη εικόνα παρατηρούμε το διάγραμμα διαδρομής του ήλιου (*Horizon*) για την περιοχή Αγιασός Νάξου. Τα διαγράμματα αυτά όχι μόνο βοηθούν να γίνει αντιληπτή η θέση του ήλιου κάθε χρονική στιγμή, αλλά έχουν πολύ σημαντική εφαρμογή στην προσπάθεια πρόβλεψης της σκίασης μιας τοποθεσίας το οποίο είναι εξαιρετικά σημαντικό.



Στον σύνδεσμο *Near Shadings* του κεντρικού μενού, εισάγουμε τις πληροφορίες σχετικά με το αν υπάρχουν αντικείμενα, όπως κολώνες, δέντρα κτλ, που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν σκιά κατά την διάρκεια της ημέρας, με αποτέλεσμα την αλλαγή της συνολικής παραγόμενης ενέργειας των φωτοβολταϊκών συλλεκτών. Στην περίπτωσή μας όμως, δεν υπάρχουν αντικείμενα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν προβλήματα στο φωτοβολταϊκό πάρκο.



Και πηγαίνουμε στο σύνδεσμο *System*, όπου είναι το βασικότερο κομμάτι στην εργασία μας.

Στον τομέα *Presizing Help* έχουμε να επιλέξουμε από τις διάφορες παραμέτρους που μας δίνει το πρόγραμμα.

- Enter planned power
- Enter available area.

Εμείς επιλέγουμε την πρώτη δυνατότητα που μας παρέχει διότι στα νησιά η μέγιστη ισχύς πρέπει να είναι μέχρι 100Kw. Έτσι δίνουμε την τιμή 99.8Kw.

Στην συνέχεια το πρόγραμμα μας ζητεί να εισάγουμε τι φωτοβολταϊκό πάνελ θα χρησιμοποιήσουμε. Η πληθώρα κατασκευαστικών εταιριών και πλαισίων επιτείνουν ακόμα περισσότερο τη δυσκολία της επιλογής. Οι επιλογές που έχουμε είναι οι εξής:

- Power (Ισχύς)
- Technology (τεχνολογία)
- Manufacturer (κατασκευαστής)

Η αρχική απόφαση που πρέπει να ληφθεί έχει να κάνει με τη επιλογή του είδους του φωτοβολταϊκού πλαισίου όσον αφορά την τεχνολογία κατασκευής του. Πολύ γρήγορα η επιλογή κατέληξε ανάμεσα σε πλαίσια μονοκρυσταλλικού πυριτίου και πολυκρυσταλλικού πυριτίου, καθώς οι άλλες επιλογές που έχουμε είναι είτε οικονομικά ασύμφορες, είτε έχουν χρησιμοποιηθεί σε περιορισμένες περιπτώσεις και δεν εμφανίζουν υψηλή απόδοση.

Μετά από μια στοιχειώδη έρευνα αγοράς διαπιστώνεται ότι το κόστος των μονοκρυσταλλικών γεννητριών είναι υψηλότερο από αυτό των πολυκρυσταλλικών και είναι της τάξεως του 10-15% ακριβότερες. Από την άλλη παρουσιάζουν υψηλότερη απόδοση κατά 1,5-3% από τις πολυκρυσταλλικές.

Έτσι όπως φαίνεται και παρακάτω επιλέξαμε μονοκρυσταλλικές γεννήτριες της εταιρίας *Sun Power* με ισχύ 240Wp και μοντέλο *SPR-X19-240-BLK*.

Grid system definition, Variant "New simulation variant"

Global System configuration

1 Number of kinds of sub-fields

Simplified Schema

Global system summary

Nb. of modules	414	Nominal PV Power	99.4 kWp
Module area	515 m ²	Maximum PV Power	96.9 kWdc
Nb. of inverters	12	Nominal AC Power	96.0 kWac

Homogeneous System

Presizing Help

No Sizing Enter planned power kWp, ... or available area m²

Select the PV module

Sort modules: Power Technology Manufacturer All modules

240 Wp 36V Si-mono SPR-X19-240-BLK SunPower Manufacturer, Se

Approx. needed modules: **416** Sizing voltages: V_{mpp} (60°C) **38.4 V**
V_{oc} (-10°C) **54.3 V**

Select the inverter

Sort inverters by: Power Voltage (max) Manufacturer All inverters

8.0 kW 300 - 480 V 60 Hz Sunny Boy SB 8000TLUS-12-208V SMA

Nb. of inverters: Operating Voltage: **300-480 V** Global Inverter's power: **96.0 kWac**
Input maximum voltage: **600 V**

Design the array

Number of modules and strings

Mod. in series: should be between 8 and 11

Nbre strings: between 44 and 46

Overload loss: **0.0 %** Show sizing

P_{nom} ratio: **1.03**

Nb. modules: 414 Area: 515 m²

Operating conditions

V _{mpp} (60°C)	346 V
V _{mpp} (20°C)	386 V
V _{oc} (-10°C)	488 V

Plane irradiance: **1000 W/m²** Max. in data STC

I_{mpp} (STC): 259 A Max. operating power: **92.1 kW**
at 1000 W/m² and 50°C

I_{sc} (STC): 275 A I_{sc} (at STC): 275 A **Array nom. Power (STC): 99.4 kWp**

User's needs Detailed losses Cancel OK

Το επόμενο βήμα και ένα από τα σημαντικότερα είναι η επιλογή αναστροφέα.

Όπως και στις προηγούμενες κατηγορίες έτσι και εδώ έχουμε τις ίδιες επιλογές:

- Power (Ισχύς)
- Technology (τεχνολογία)
- Manufacturer (κατασκευαστής)

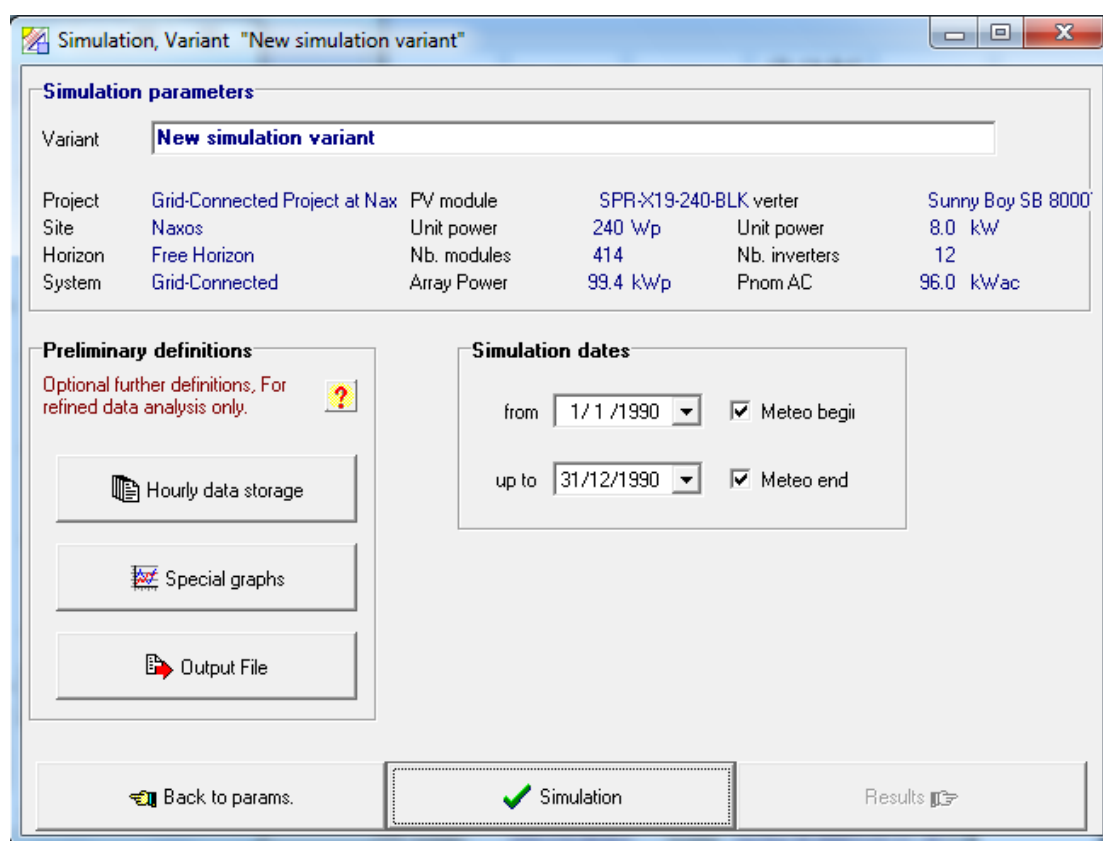
Η επιλογή που κάναμε για την εργασία μας, είναι ένας αναστροφέας 8.0Kw 300-480V 60Hz της SMA και μοντέλο, Sunny Boy SB 8000TLUS-12-208V.

Μετά τις διάφορες καταγραφές που κάναμε το πρόγραμμα είναι σε θέση να μας δώσει τα αποτελέσματα. Έτσι μας δίνει ότι θα χρησιμοποιήσουμε 414 φωτοβολταϊκά πάνελ και 12 inverters (αναστροφείς).

Τέλος στον τομέα *design the array*, το PVsyst υπολογίζει αυτόματα τον αριθμό των συστοιχιών 46 και τον αριθμό των πάνελ που θα τοποθετηθούν σε σειρά 9.

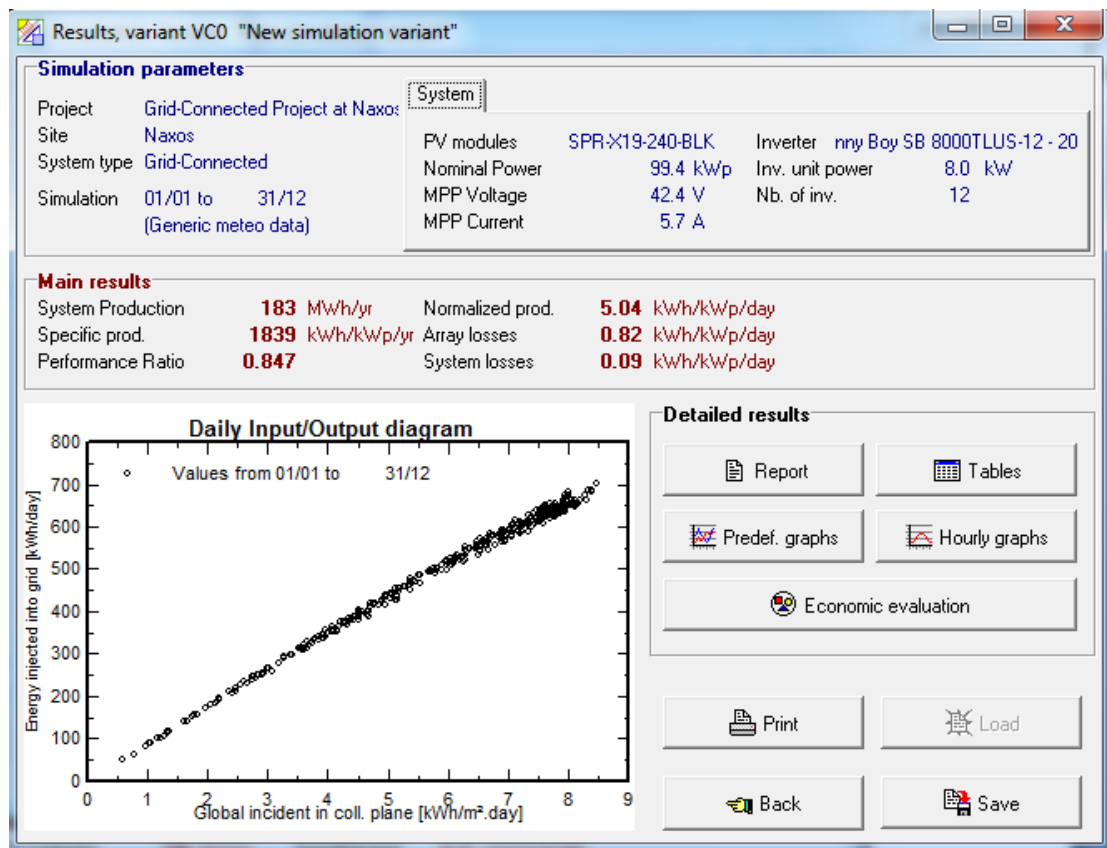
Στη συνέχεια, εφόσον έχουμε καταγράψει τις παραμέτρους που θέλουμε να έχει το φωτοβολταϊκό πάρκο μας, πηγαίνουμε στο αρχικό μενού και επιλέγουμε το *simulation*, ώστε να δούμε τα αποτελέσματα που θα έχουμε.

Πατώντας την επιλογή η εικόνα που θα αντικρίσουμε είναι η παρακάτω:



Το πρόγραμμα βάζει ως ημερομηνίες ελέγχου ένα διάστημα ενός χρόνου. Κατόπιν και για να δούμε τα διαγράμματα πατάμε τον σύνδεσμο *results* όπου και εμφανίζονται.

5.6.3. Αποτελέσματα προγράμματος



Η συνολική ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι δηλαδή 183MWh/yr και ο συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος είναι 0,847. Οι μηνιαίες ηλιακές ακτινοβολίες, οι παραγόμενες κιλοβατώρες με και χωρίς απώλειες παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα.

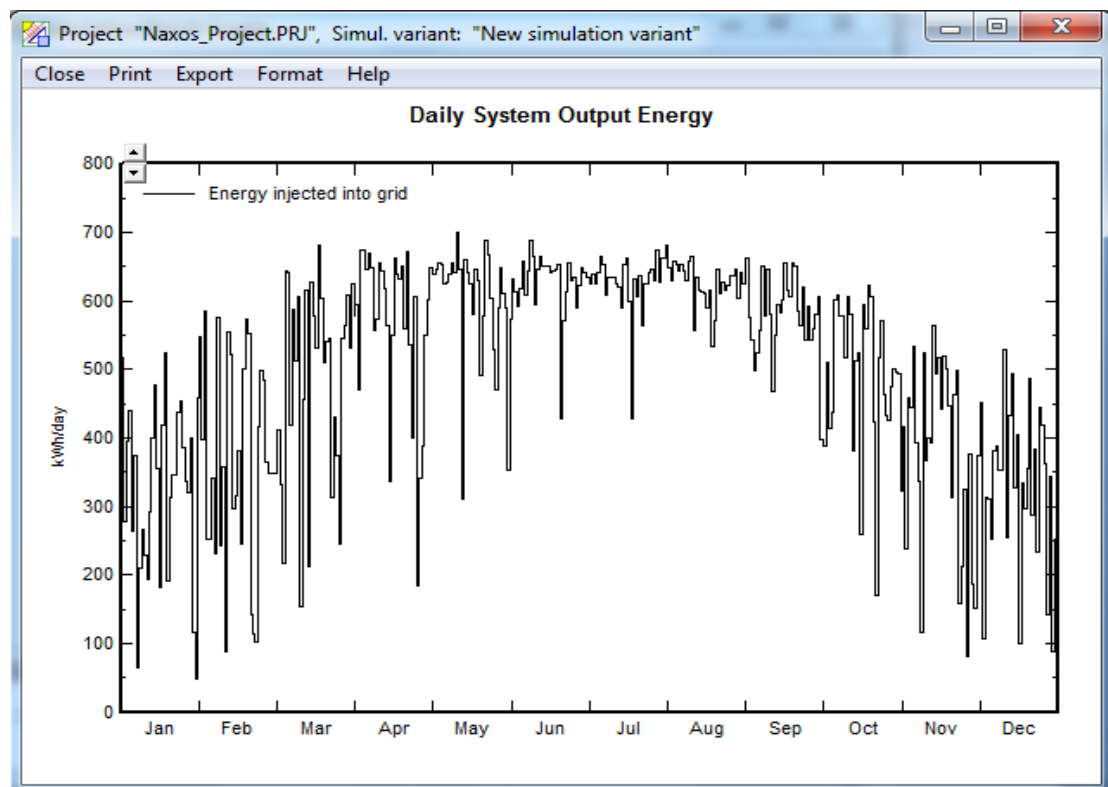
Simulation variant : New simulation variant

Close Print Export Help

**New simulation variant
Balances and main results**

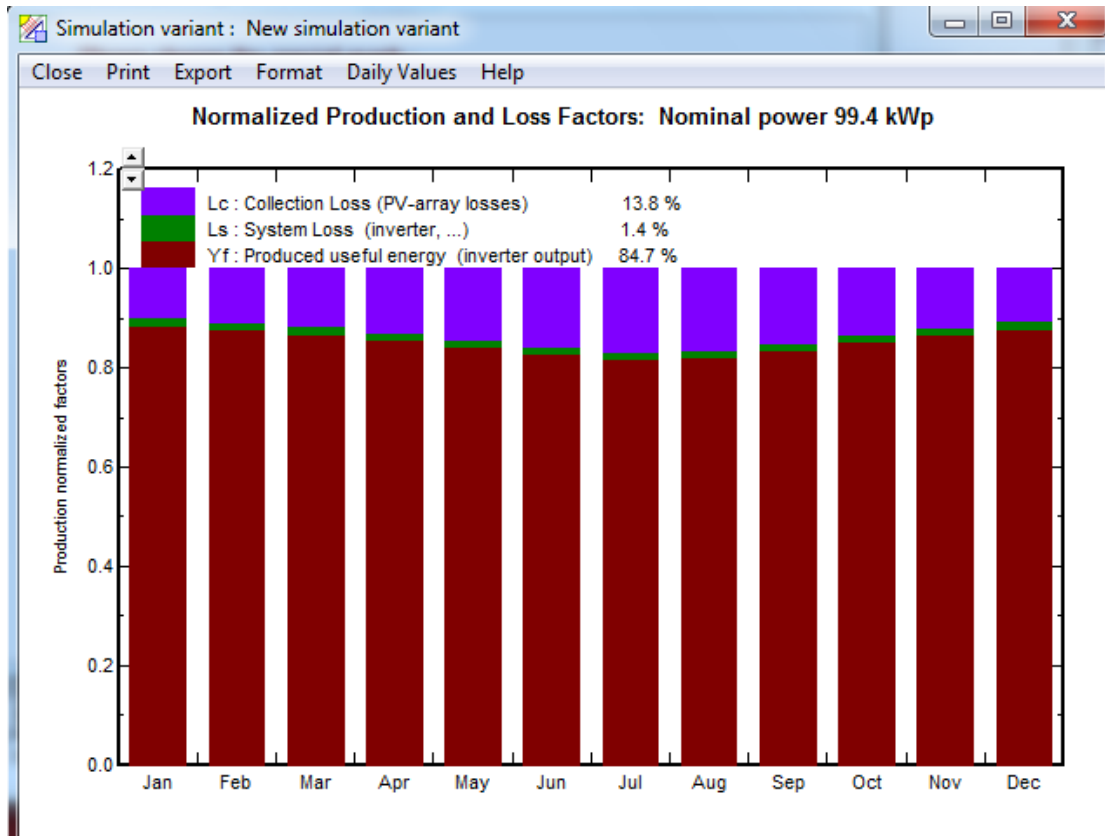
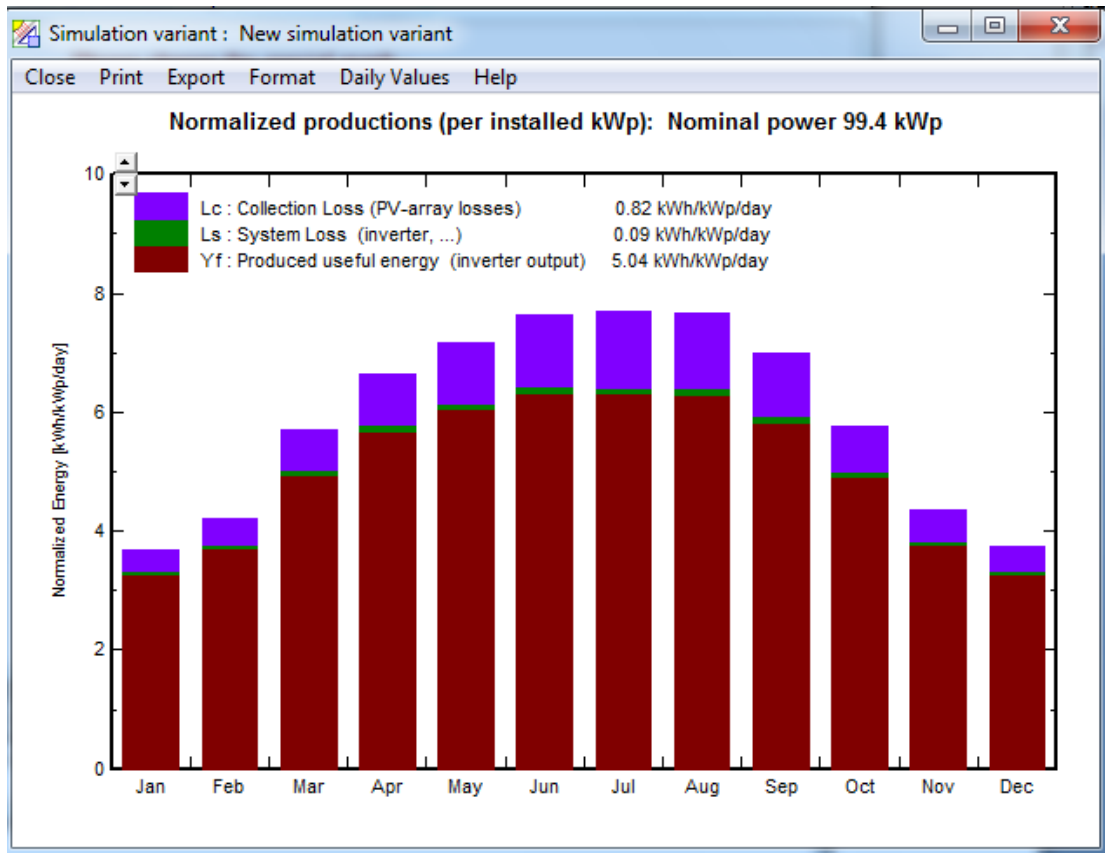
	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
January	75.0	11.40	114.1	110.9	10219	10037	17.39	17.08
February	87.4	11.50	118.1	114.7	10480	10286	17.23	16.91
March	147.2	12.80	176.7	171.8	15503	15246	17.04	16.75
April	187.2	15.50	199.1	193.3	17233	16947	16.80	16.53
May	232.2	19.80	222.3	215.7	18936	18619	16.54	16.26
June	252.9	24.00	228.8	221.7	19147	18830	16.25	15.98
July	257.9	26.40	239.0	231.3	19778	19452	16.07	15.80
August	233.7	26.40	237.2	230.2	19698	19381	16.12	15.86
September	179.7	23.60	209.6	203.7	17673	17390	16.37	16.11
October	133.3	19.80	178.7	174.0	15420	15169	16.76	16.48
November	85.8	15.90	130.7	127.0	11449	11249	17.00	16.71
December	75.6	13.00	115.6	112.2	10276	10092	17.26	16.95
Year	1948.0	18.38	2169.9	2106.5	185810	182698	16.63	16.35

Ένα διάγραμμα που δείχνει την ημερήσια παραγωγή ενέργειας.

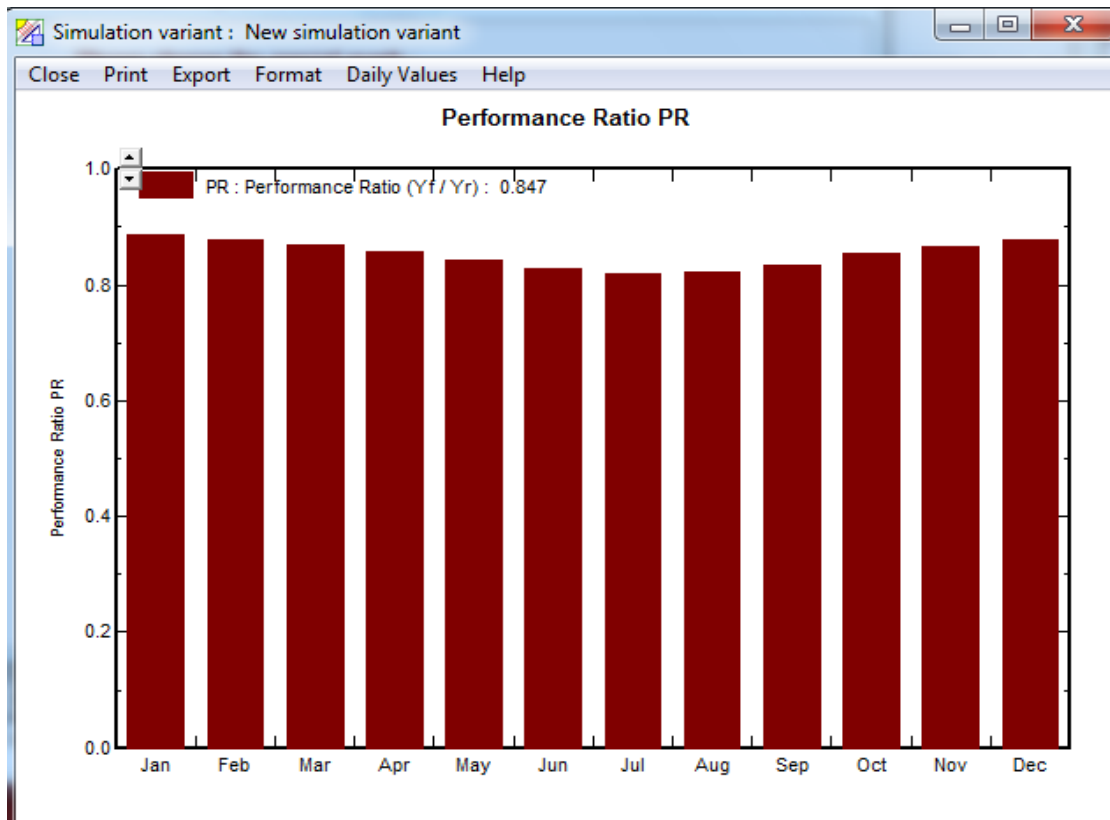


Ενέργεια που εισαχρεί στο δίκτυο.

Στα επόμενα δύο, παρουσιάζονται οι τιμές της κανονικοποιημένης παραγωγής ενέργειας σε απόλυτη τιμή αλλά και ποσοστό.



Το παρακάτω διάγραμμα καταγράφει τον μηνιαίο βαθμό απόδοσης του συστήματος.



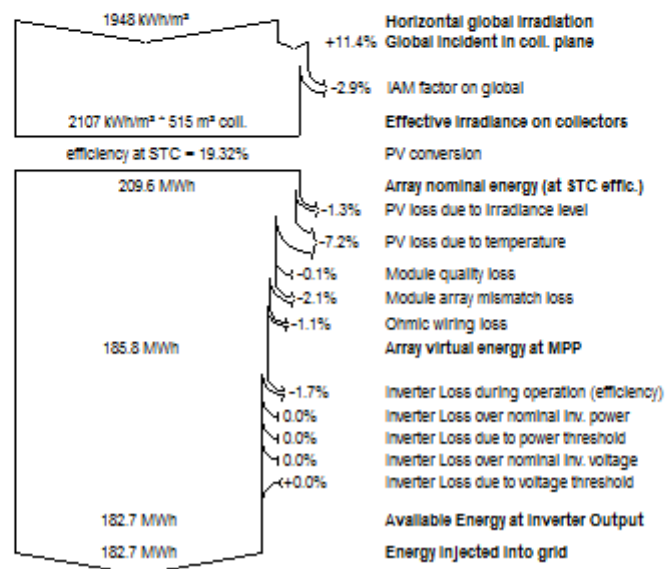
Τέλος, καταγράφονται αναλυτικά οι απώλειες του συστήματος.

Grid-Connected System: Loss diagram

Project : Grid-Connected Project at Naxos
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected		
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	0°
PV modules	Model	SPR-X19-240-BLK	Pnom	240 Wp
PV Array	Nb. of modules	414	Pnom total	99.4 kWp
Inverter	Model	Sunny Boy SB 8000TLUS-12Pn800V	Pnom	8.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	12.0	Pnom total	96.0 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



Βιβλιογραφία:

- Wikipedia πληροφορίες Νάξου
- Πρόγραμμα pvsyst
- Πρόγραμμα PVGIS
- Εταιρία αναστροφών SMA
- Φ/β εταιρίας Sun Power

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκε το πλάνο με τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και τους αναστροφείς που θα χρησιμοποιηθούν στην εργασία μας. Μελετήθηκε η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περίοδο ενός έτους, οι απώλειες που θα έχει το σύστημα και τέλος η ηλεκτρική ενέργεια που θα εισχωρεί στο δίκτυο.

Πολύ σημαντικό κριτήριο για την προκαταρκτική μελέτη ενός έργου κατέχει η γνώση οικονομικών παραμέτρων και κριτηρίων, προκειμένου να διαπιστωθεί αν το έργο αποτελεί μια προσοδοφόρα επενδυτική κίνηση.

Για την οικονομική αξιολόγηση μιας επένδυσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι δείκτες με πιο συνηθισμένους την Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV), τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης (IRR), την Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής και το Σταθμισμένο Κόστος Ενέργειας. Οι πιο αντιπροσωπευτικοί από αυτούς τους δείκτες, οι οποίοι προτείνεται να χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των διαφόρων επενδύσεων, είναι ο IRR και η NPV.

6.1. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Η Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV) μιας επένδυσης είναι η αξία αυτής ανοιγμένης στη χρονική στιγμή έναρξης της εμπορικής της λειτουργίας και δίνεται από την σχέση:

$$NPV = -K_0 + \sum_{t=1}^N \frac{KTP_t}{(1+k)^t} + \frac{YA_N}{(1+k)^N}$$

Όπου:

- K_0 = το κόστος της επένδυσης,
- KTP_t = η Καθαρή Ταμειακή Ροή του έτους t,
- k = η ελάχιστη απαιτούμενη απόδοση των κεφαλαίων που επενδύονται (επιτόκιο αναγωγής),
- N = η διάρκεια της επένδυσης σε έτη,
- YA_N = η υπολειμματική αξία της επένδυσης στο N-οστό έτος.

Αντίστοιχα, ο δείκτης IRR (Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης), είναι η τιμή του επιτοκίου αναγωγής, που κάνει την NPV της επένδυσης, για την διάρκεια της

οικονομικής αξιολόγησης, ίση με το μηδέν. Ειδικότερα, ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης εκφράζει την απόδοση κεφαλαίου της αρχικής επένδυσης κατά την διάρκεια του οικονομικού κύκλου ζωής της. Συνεπώς, ο IRR της επένδυσης προσδιορίζεται από τη λύση της εξίσωσης:

$$-K_0 + \sum_{t=1}^N \frac{KTP_t}{(1 + IRR)^t} = 0$$

Η αξιολόγηση επένδυσης ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ γίνεται για χρονικό διάστημα ίσο με τη διάρκεια της σύμβασης πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας.

Μια τρίτη μέθοδος αξιολόγησης της επένδυσης είναι η Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ), δηλαδή η περίοδος επανάκτησης του κόστους της επένδυσης (ΚΟ) από τις ΚΤΡ. Ειδικότερα είναι ο αριθμός των ετών που απαιτούνται ώστε να καλυφθεί η αρχική δαπάνη με την θεώρηση ότι η υπολειμματική αξία της επένδυσης είναι μηδενική:

$$-K_0 + \sum_{t=1}^N \frac{KTP_t}{(1 + k)^t} = 0$$

Για τη σύγκριση εναλλακτικών επενδύσεων, συχνά χρησιμοποιείται ο δείκτης του Σταθμισμένου Κόστους Ενέργειας (LCOE) ο οποίος αφορά συνήθως το σύνολο της επένδυσης και υπολογίζει το Σταθμισμένο Κόστος Παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. €/kWh) κατά τη διάρκεια ζωής μιας επένδυσης σταθμού παραγωγής ενσωματώνοντας όλα τα επί μέρους κόστη εκφρασμένα σε παρούσα αξία.

Ειδικότερα ως Σταθμισμένο Κόστος Ενέργειας (LCOE) ορίζεται η τιμή που θα πρέπει να αποζημιωθεί η παραγόμενη από τον σταθμό ενέργεια, ώστε να αποπληρώσει τον επενδυτή για το συνολικό του κόστος και υπολογίζεται ως το πηλίκο του συνολικού κόστους καθ' όλη την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης προς τη συνολική παραγωγή του σταθμού, εκφρασμένα σε όρους παρούσας αξίας:

$$LCOE = (\text{total lifetime expenses} / \text{total expected output})$$

6.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Η αξιολόγηση επενδύσεων χρησιμοποιεί την έννοια των Καθαρών Ταμειακών Ροών (ΚΤΡ). Σε γενικές γραμμές, η ΚΤΡ κάθε έτους είναι η διαφορά μεταξύ των εσόδων της επιχείρησης από τις πωλήσεις (ταμειακές εισροές) και των πληρωμών για τους διάφορους συντελεστές παραγωγής και τη διάθεση των προϊόντων, καθώς επίσης και για την πληρωμή του φόρου εισοδήματος (ταμειακές εκροές). Για τις

παρακάτω αναλύσεις, ως υιοθετήσουμε τους εξής συμβολισμούς για τα οικονομικά μεγέθη κάθε έτους t :

- E_t : τα έσοδα από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας.
- $\Lambda\Delta_t$: οι λειτουργικές δαπάνες της επένδυσης που περιλαμβάνουν τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης, τα ασφαλιστικά κόστη, τα μισθολογικά κόστη και την καταβολή του 3% των ετησίων ακαθάριστων εσόδων στην τοπική αυτοδιοίκηση και κοινωνία σύμφωνα με τον υφιστάμενο νόμο.
- A_t : οι προβλεπόμενες αποσβέσεις για την επένδυση.
- $\Phi\text{Σ}$: ο φορολογικός συντελεστής για τον υπολογισμό του φόρου εισοδήματος.
- Φ_t : οι φόροι που καταβάλει η επιχείρηση,
- $\Delta\Delta_t$: η δόση του δανείου σε περίπτωση ύπαρξης δανειακών κεφαλαίων.
- T_t : ο τόκος που καταβάλλεται ετησίως σε περίπτωση ύπαρξης δανειακών κεφαλαίων.
- X_t : το χρεολύσιο που καταβάλλεται ετησίως σε περίπτωση ύπαρξης δανειακών κεφαλαίων.

Οι ΚΤΡ και η NPV της επένδυσης διαφοροποιούνται εάν οι υπολογισμοί γίνονται ως προς το σύνολο της επένδυσης ή ως προς τα ίδια κεφάλαια της επένδυσης. Στην περίπτωση αξιολόγησης ως προς τα ίδια κεφάλαια, ο επενδυτής λαμβάνει ως επιτόκιο αναγωγής για τον υπολογισμό της NPV την ελάχιστη απόδοση που κρίνει ικανοποιητική για τα ίδια κεφάλαιά του. Από την άλλη πλευρά, μπορεί να αξιολογηθεί μια επένδυση στο σύνολό της. Σε αυτή την περίπτωση ως επιτόκιο αναγωγής λαμβάνεται το μέσο σταθμισμένο κόστος του συνολικού επενδύμενου κεφαλαίου, που συντίθεται από το κόστος των ιδίων και των δανειακών κεφαλαίων της επιχείρησης.

6.3. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

Όπως προαναφέρθηκε, για τον υπολογισμό των ΚΤΡ κάθε έτους γίνεται αφαίρεση των εξόδων της επιχείρησης από τα ετήσια έσοδά της:

$$KTP_t = E_t - \Lambda\Delta_t - \Phi_t - \Delta\Delta_t = E_t - \Lambda\Delta_t - \Phi_t - T_t - X_t$$

Ο υπολογισμός των τόκων (T_t) και των χρεολυσίων (X_t) της παραπάνω εξίσωσης διαφοροποιείται ανάλογα με την εφαρμοζόμενη μέθοδο εξόφλησης του δανείου. Σε κάθε περίπτωση, η δόση του δανείου του έτους t ($\Delta\Delta_t$), ή αλλιώς το τοκοχρεολύσιο, ισούται με το άθροισμα των τόκων και των χρεολυσίων:

$$\Delta\Delta_t = X_t + T_t$$

Θεωρώντας εξόφληση με σταθερά τοκοχρεολύσια, στο τέλος κάθε έτους καταβάλλεται σταθερή δόση $\Delta\Delta_t$ και από έτος σε έτος ο τόκος μειώνεται ενώ το χρεολύσιο αυξάνει. Τα χρεολύσια (X_t) κάθε έτους υπολογίζονται ως εξής:

$$X_t = \frac{k_d}{(1 + k_d)^{N_d} - 1} * K_d * (1 + k_d)^{t-1}$$

Όπου:

- k_d : το επιτόκιο του δανείου
- N_d : η περίοδος εξόφλησης του δανείου σε έτη
- K_d : το δανειακό κεφάλαιο (Loan Capital)

Τα τοκοχρεολύσια κάθε έτους ($\Delta\Delta_t$) είναι ίσα μεταξύ τους και υπολογίζονται από την εξίσωση:

$$\Delta\Delta_t = \left(k_d + \frac{k_d}{(1 + k_d)^{N_d} - 1} \right) * K_d$$

Οι τόκοι κάθε έτους (T_t) μπορούν να υπολογιστούν με απλή αφαίρεση:

$$T_t = \Delta\Delta_t - X_t$$

Ο υπολογισμός των φόρων που πληρώνει η επιχείρηση γίνεται αφού από τα ακαθάριστα έσοδά της επιχείρησης αφαιρεθούν οι λειτουργικές δαπάνες, οι αποσβέσεις και οι τόκοι των δάνειων. Έτσι οι φόροι δίνονται από τον τύπο:

$$\Phi_t = (E_t - \Delta\Delta_t - A_t - T_t) * \Phi\sigma$$

Μια συνηθισμένη μέθοδος απόσβεσης των επενδύσεων είναι η γραμμική. Τότε, αν ο χρόνος απόσβεσης είναι N_A έτη, η ετήσια απόσβεση A_t είναι το $1/N_A$ του αρχικού κόστους της επένδυσης:

$$A_t = K_0, total / N_A$$

Αφού υπολογιστούν οι χρηματοροές της επένδυσης, ακολουθεί ο υπολογισμός της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ, NPV) και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (IRR) της.

$$k_r = \frac{k_n - ir}{1 + ir}$$

Ο υπολογισμός της ΚΠΑ μπορεί να γίνει με την μέθοδο των σταθερών τιμών ή με την μέθοδο των τρεχουσών τιμών. Στην πρώτη περίπτωση, για τον υπολογισμό των ΚΤΡ των διαφόρων ετών χρησιμοποιούνται οι τιμές του πρώτου έτους αξιολόγησης και γίνεται η θεώρηση ότι τόσο οι εκροές όσο και εισροές δεν μεταβάλλονται με τον πληθωρισμό κατά την διάρκεια ζωής της επένδυσης.

Αντίθετα, όταν ο υπολογισμός των ΚΤΡ πραγματοποιείται με τη μέθοδο των τρεχουσών τιμών, όπως και προτείνεται, τα οικονομικά μεγέθη εκφράζονται σε αξίες του έτους στο οποίο πραγματοποιούνται, χρησιμοποιώντας για τα επιμέρους μεγέθη τους σχετικούς δείκτες του πληθωρισμού. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να δηλώνεται σαφώς ο δείκτης πληθωρισμού που έχει χρησιμοποιηθεί και όταν χρησιμοποιούνται ΚΤΡ εκφραζόμενες σε τρέχουσες τιμές θα πρέπει και τα επιτόκια της αξιολόγησης (αναγωγής και δανεισμού) να εκφράζονται σε τρέχουσες τιμές, δηλαδή να χρησιμοποιούνται τα ονομαστικά επιτόκια.

Για τον υπολογισμό της ΚΠΑ χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$NPV = -K_{0,Eq} + \sum_{t=1}^N \frac{KTP_t}{(1 + k_{Eq})^t} + \frac{YA_N}{(1 + k_{Eq})^N}$$

Όπου:

- $K_{0,Bq}$ = είναι τα ίδια κεφάλαια της επένδυσης,
- KTP_t = η Καθαρή Ταμειακή Ροή κάθε έτους,
- k_{Eq} = το επιτόκιο αναγωγής, που εκφράζει την επιθυμητή απόδοση των ιδίων κεφαλαίων,
- N = η διάρκεια της επένδυσης σε έτη,
- YA_N = η υπολειμματική αξία της επένδυσης στο N -οστό έτος.

Εάν η επένδυση γίνεται 100% από τα ίδια κεφάλαια τότε οι όροι $\Delta\Delta_t$, T_t και X_t παίρνουν τιμή 0 και άρα η σχέση KTP_t γίνεται:

$$KTP_t = (E_t - \Lambda\Delta_t - A_t - T_t) * (1 - \Phi\Sigma) + A_t - X_t$$

Στον υπολογισμό της ΚΠΑ, ως $K_{0,Eq}$ τίθεται το σύνολο της επένδυσης (αφού στην επένδυση δεν συμμετέχουν άλλα κεφάλαια πέρα των ιδίων).

Ανάλογα με την τιμή της NPV που προκύπτει αξιολογείται το επενδυτικό σχέδιο. Εάν εξετάζονται σε συνδυασμό περισσότερα του ενός εναλλακτικά επενδυτικά σχέδια, επιλέγεται εκείνο που έχει την μεγαλύτερη NPV, με την προϋπόθεση η διάρκεια ζωής όλων των σχεδίων να είναι η ίδια. Πιο συγκεκριμένα, για ένα σχέδιο:

- Εάν $NPV > 0$, έχουμε επιλογή του επενδυτικού σχεδίου,
- Εάν $NPV < 0$, έχουμε απόρριψη του επενδυτικού σχεδίου,
- Εάν $NPV = 0$ υπάρχει αδιαφορία του επενδυτή ως προς την αποδοχή ή την απόρριψη του επενδυτικού σχεδίου (οριακή κατάσταση).

Για την όσο το δυνατόν πιο ασφαλή αξιολόγηση μιας επένδυσης, είναι απαραίτητος και ο υπολογισμός του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (IRR). Όπως προαναφέρθηκε, για τον υπολογισμό του IRR επιλύεται η εξίσωση:

$$-K_{0,Eq} + \sum_{t=1}^N \frac{KTP_t}{(1 + IRR)^t} = 0$$

Για κάθε επένδυση υπάρχει ένας και μόνο IRR και ανάλογα με την προκύπτουσα τιμή του και την ελάχιστη απαιτούμενη απόδοση των κεφαλαίων του επενδυτή ($k_{\min Eq}$) αξιολογείται η επένδυση. Στην περίπτωση που αξιολογείται ένα επενδυτικό σχέδιο ισχύουν τα εξής:

- Εάν $IRR > k_{\min Eq}$, έχουμε επιλογή του επενδυτικού σχεδίου,
- Εάν $IRR < k_{\min Eq}$, έχουμε απόρριψη του επενδυτικού σχεδίου,
- Εάν $IRR = k_{\min Eq}$, υπάρχει αδιαφορία του επενδυτή ως προς την αποδοχή ή την απόρριψη του επενδυτικού σχεδίου

Για τον υπολογισμό της έντοκης περιόδου αποπληρωμής επιλύεται η εξίσωση:

$$-K_{0,Eq} + \sum_{t=1}^N \frac{KTP_t}{(1 + k_{Eq})^t} = 0$$

υπολογίζοντας έτσι τον αριθμό των ετών που απαιτούνται για να αποσβεστεί η επένδυση.

6.4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Όπως σε κάθε επένδυση, έτσι και στα φ/β συστήματα, προτού ληφθεί μια απόφαση εκκίνησης, θα πρέπει να λαμβάνονται μια πληθώρα παραγόντων που καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την ανάληψη του ρίσκου που εμπεριέχει οποιαδήποτε επένδυση. Υπάρχουν σημαντικοί παράμετροι οι οποίοι είναι πολύ καθοριστικοί για την λήψη σωστής απόφασης. Κάποια από αυτά είναι:

- Διάρκεια συμβολαίου αγοραπωλησίας
- Τιμή πώλησης
- Διακύμανση τιμής πώλησης
- Τραπεζική χρηματοδότηση
- Θεσμικό πλαίσιο
- Έτη απόσβεσης επένδυσης
- Φορολογία κερδών

Στην περίπτωση μας η εργασία που εφαρμόζουμε περιλαμβάνει την τοποθέτηση φ/β πλαισίων ίσο με 100kW ισχύ, για την επίτευξη μέγιστης δυνατής παραγόμενης ενέργειας από το σύστημά μας. Η σύμβαση αγοραπωλησίας είναι 25 χρόνια.

6.5. ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Το αρχικό κόστος περιλαμβάνει το κόστος αγοράς του εξοπλισμού, το κόστος εγκατάστασης, τα κόστη έκδοσης αδειών και τα κόστη παρακολούθησης. Το κόστος εξοπλισμού αποτελείται από τα ακόλουθα κόστη:

- Φωτοβολταϊκά πλαίσια
- Αναστροφείς
- Βάσεις στήριξης
- Υλικά πάκτωσης
- Καλωδιώσεις
- Πίνακας με αντικεραυνική προστασία
- Πρόσθετα μέσα προστασίας

Ξεκινώντας για να γίνει μια οποιαδήποτε εργασία, θα πρέπει να εκδοθούν και οι απαραίτητες άδειες και τα συναφή δικαιολογητικά χαρτιά. Το κόστος είναι 2000€

Η μελέτη και η επίβλεψη του έργου, διαμορφώνεται στις 19150€.

Για να αρχίσει να γίνεται η εγκατάσταση του Φ/β πάρκου μας, θα πρέπει να γίνει μια διαμόρφωση του χώρου, να τοποθετηθούν τα πάνελ έτσι ώστε να μην δημιουργούν σκιάσεις το ένα με το άλλο. Οι διάφορες χωματουργικές εργασίες εκτιμούνται γύρω στα 2800€.

Για τα πλαίσια τα οποία θα χρησιμοποιήσουμε, *Sun Power 240Wr* μοντέλο *SPR-X19-240-BLK*, το κόστος για καθένα από αυτά είναι 450€. Στην περίπτωση μας θα χρησιμοποιήσουμε 414 πλαίσια έτσι έχουμε: $414*450=186300€$.

Σημαντικό μέρος στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι οι αναστροφείς, οι οποίοι κοστίζουν και πολύ ακριβά. Στην μελέτη μας εμείς χρησιμοποιούμε αντιστροφείς της εταιρίας SMA, μοντέλο *Sunny Boy SB 8000TLUS-12-208V*. Το κόστος για καθένα αναστροφέα υπολογίζεται γύρω στις 2638,63€.

Το πάρκο μας, έτσι όπως έχουν διαμορφωθεί οι διατάξεις θα χρειαστούμε 12. Άρα έχουμε: $2638,63*12=31663,56€$.

Οι βάσεις πάνω στις οποίες στηρίζονται τα πάνελ κοστολογούνται γύρω στα 20000€ και είναι της εταιρίας ELBAN, η οποία εδρεύει στο Κορωπί.

Οι καλωδιώσεις και οι ηλεκτρολογικοί πίνακες που χρειάζονται για την εγκατάσταση του πάρκου, κοστολογούνται γύρω στις 18000€, μαζί με ΦΠΑ.

Τέλος, το κόστος εγκατάστασης και της εργασίας, για τους εργάτες που θα χρειαστούν μαζί με την ασφάλισή τους ανέρχεται στο ύψος των 12500€.

Η ενέργεια που θα παραχθεί από το πάρκο μας, θα πρέπει να διοχετεύεται στο δίκτυο της ΔΕΗ. Άρα το κόστος για να γίνει η σύνδεση ανέρχεται στο ποσό των 850€ μαζί με ΦΠΑ.

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΚΟΣΤΟΣ(€)
1	κόστος διαμόρφωσης χώρου	2.800,00€
2	κόστος πλαισίων	186.300,00€
3	κόστος αναστροφών	31.663,56€
4	κόστος βάσεων	20.000,00€
5	κόστος πινάκων και καλωδιώσεων	18.000,00€
6	κόστος σύνδεσης με τη ΔΕΗ	850,00€
7	κόστος αδειών-γρ.έξοδα	2.000,00€
8	κόστος εγκατάστασης-εργασίας	12.500,00€
9	κόστος μελέτης και επίβλεψης	19.150,00€
	ΣΥΝΟΛΟ	293.263,56€

6.6. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ

Σε αντίθεση με το αρχικό κόστος, υπάρχουν και ετήσια κόστη. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης της εγκατάστασής μας. Στο κόστος λειτουργίας περιλαμβάνεται και η ασφάλιση του εξοπλισμού, η οποία είναι απαραίτητη προϋπόθεση σε περίπτωση χορήγησης τραπεζικού δανείου, αλλά προστατεύει και την εγκατάστασή μας από ακραία καιρικά φαινόμενα που μπορεί να προκύψουν.

Η συντήρηση σε τέτοιου είδους μεγέθη έργα είναι απαραίτητη. Το σύστημα απαιτεί μια τυπική συντήρηση και έλεγχο, ώστε να επιβεβαιώνεται η καλή λειτουργία μέσα στα πλαίσια και προδιαγραφές που περιγράφονται και από την σύμβαση με την ΔΕΗ. Στα ετήσια κόστη του συστήματος, μπορεί να προκύψουν και κάποια

απρόβλεπτα κόστη. Κάποια από αυτά είναι η ύπαρξη φύλακα, η μίσθωση του χώρου κλπ. Στη παρούσα μελέτη δεν θα χρειαστεί να βάλουμε κόστος δανείου, διότι υπάρχουν ίδια κεφάλαια.

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΚΟΣΤΟΣ(€)
1	Κόστος συντήρησης	500€
2	Κόστος ασφάλισης	250€
3	Έξοδα λογιστή	250€
4	Ασφαλιστικές εισφορές	400€
5	Κόστος μίσθωσης χώρου	0€
6	Κόστος φύλαξης	0€
7	Αποπληρωμή δανείου	0€
	ΣΥΝΟΛΟ	1.400€

6.7. ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ

Τα ετήσια έσοδα από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βασίζονται στην σύμβαση αγοραπωλησίας με το ΛΑΓΝΗΕ. Πρόκειται για 25ετη σύμβαση, με δεδομένη τιμή πώλησης. Παρόλο την σταθερή τιμή αγοράς από την ΔΕΗ λόγω της οικονομικής κρίσης που μαστίζει τα τελευταία χρόνια την χώρα μας, έχουν γίνει μεγάλες περικοπές στις τιμές. Για τον υπολογισμό των εσόδων μας θα πάρουμε ως τιμή εκκίνησης την τιμή που είχε την περίοδο όπου έγινε η αίτηση για υλοποίηση και όχι την χρονική διάρκεια στην οποία πραγματοποιείται η υλοποίηση.

	A (Διασυνδεδ.)	B (Διασυνδεδ.)	Γ (Μη διασυνδεδ.)
	>100kW	≤100kW	(ανεξαρτήτως ισχύος)
2012 Αύγουστος	180,00	225,00	225,00
2013 Φεβρουάριος	171,90	214,88	214,88
2013 Αύγουστος	164,16	205,21	205,21
2014 Φεβρουάριος	156,78	195,97	195,97
2014 Αύγουστος	149,72	187,15	187,15
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά	1,3xμΟΤΣν-1	1,4xμΟΤΣν-1	1,4xμΟΤΣν-1

Οπότε θεωρώντας ως περίοδο αναφοράς τον Φεβρουάριο του 2013, η τιμή πώλησης ήταν 214,88 €/kWh. Στο προηγούμενο κεφάλαιο υπολογίσαμε ότι η παραγόμενη ενέργεια του συστήματός μας είναι 182698 kWh/έτος. Οπότε οι ετήσιες εισροές είναι $182698 \times 214,88 = 39258\text{€}$.

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια τα πρώτα χρόνια είναι σταθερή διότι τα φ/β πάνελ αλλά και όλα από τα οποία αποτελείται το σύστημά μας είναι καινούργια. Ωστόσο η απόδοση των πλαισίων μειώνεται σιγά-σιγά κάθε χρόνο όπως μας ενημερώνει και ο κατασκευαστής, και μας παρέχει εγγύηση για τα 10 πρώτα χρόνια ίση με το 90% της ονομαστικής απόδοσης και ίση με το 80% για τα υπόλοιπα 15.

Έχοντας αυτούς τους υπολογισμούς ως δεδομένα, έχουμε ως μέγιστο ετήσιο συντελεστή μείωσης ίσο με το 0,25%. Επιπλέον, η τιμή αναπροσαρμόζεται κάθε χρόνο σε ποσοστό ίσο με το 25% του πληθωρισμού του προηγούμενου έτους. Επίσης καθορίζουμε και έναν σταθερό πληθωρισμό της τάξεως του 4%.

Έτσι σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα έχουμε τον παρακάτω πίνακα:

Έτος	Παραγωγή (kWh)	Τιμή πώλησης (€/kWh)	Έσοδα (€)
0	0		0
1	182.698	0,2149	39.258 €
2	182.241	0,2170	39.552 €
3	181.786	0,2192	39.847 €
4	181.331	0,2214	40.145 €
5	180.878	0,2236	40.444 €
6	180.426	0,2258	40.747 €
7	179.975	0,2281	41.052 €
8	179.525	0,2304	41.359 €
9	179.076	0,2327	41.668 €
10	178.628	0,2350	41.979 €
11	178.182	0,2374	42.293 €
12	177.736	0,2397	42.609 €
13	177.292	0,2421	42.928 €
14	176.849	0,2446	43.249 €
15	176.406	0,2470	43.572 €
16	175.965	0,2495	43.898 €
17	175.526	0,2520	44.226 €
18	175.087	0,2545	44.556 €
19	174.649	0,2570	44.890 €
20	174.212	0,2596	45.225 €
21	173.777	0,2622	45.563 €
22	173.342	0,2648	45.904 €
23	172.909	0,2675	46.247 €
24	172.477	0,2701	46.593 €
25	172.046	0,2728	46.941 €

6.8. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

Αφού έχουμε υπολογίσει το αρχικό κόστος και τις ετήσιες χρηματοροές μπορούμε να αξιολογήσουμε τη σκοπιμότητα της επένδυσης. Αρχικά, η διάρκεια

αξιολόγησης της επένδυσης ορίζεται ίσο με τη σύμβαση αγοραπωλησίας στα 25 χρόνια.

Στον παρακάτω πίνακα καταγράφονται τα λειτουργικά κόστη, τα καθαρά κέρδη προ φόρων, οι φόροι με 18% συντελεστή ΦΠΑ και οι ταμειακές ροές με ΦΠΑ.

Έτος	Έσοδα (€)	Κόστος Επένδυσης	Λειτουργικές Δαπάνες	Καθαρά κέρδη προ φόρων & τόκων	Φόροι	Ταμειακές Ροές
0	0	293.264 €		0 €	0 €	-293.264 €
1	39.258 €	0	1.400 €	37.858 €	6.814 €	31.044 €
2	39.552 €	0	1.400 €	38.152 €	6.867 €	31.284 €
3	39.847 €	0	1.400 €	38.447 €	6.921 €	31.527 €
4	40.145 €	0	1.400 €	38.745 €	6.974 €	31.771 €
5	40.444 €	0	1.400 €	39.044 €	7.809 €	31.235 €
6	40.747 €	0	1.400 €	39.347 €	7.869 €	31.478 €
7	41.052 €	0	1.400 €	39.652 €	7.930 €	31.722 €
8	41.359 €	0	1.400 €	39.959 €	7.992 €	31.967 €
9	41.668 €	0	1.400 €	40.268 €	8.054 €	32.214 €
10	41.979 €	0	1.400 €	40.579 €	8.116 €	32.464 €
11	42.293 €	0	1.400 €	40.893 €	8.179 €	32.715 €
12	42.609 €	0	1.400 €	41.209 €	8.242 €	32.967 €
13	42.928 €	0	1.400 €	41.528 €	8.306 €	33.222 €
14	43.249 €	0	1.400 €	41.849 €	8.370 €	33.479 €
15	43.572 €	0	1.400 €	42.172 €	8.434 €	33.738 €
16	43.898 €	0	1.400 €	42.498 €	8.500 €	33.998 €
17	44.226 €	0	1.400 €	42.826 €	8.565 €	34.261 €
18	44.556 €	0	1.400 €	43.156 €	8.631 €	34.525 €
19	44.890 €	0	1.400 €	43.490 €	8.698 €	34.792 €
20	45.225 €	0	1.400 €	43.825 €	8.765 €	35.060 €
21	45.563 €	0	1.400 €	44.163 €	8.833 €	35.330 €
22	45.904 €	0	1.400 €	44.504 €	8.901 €	35.603 €
23	46.247 €	0	1.400 €	44.847 €	8.969 €	35.877 €
24	46.593 €	0	1.400 €	45.193 €	9.039 €	36.154 €
25	46.941 €	0	1.400 €	45.541 €	9.108 €	36.433 €

541.596 €

Οι ταμειακές ροές, που θα έχουμε σε ένα χρονικό ορίζοντα 25ετίας, είναι 541.596€, όπως φαίνεται και από τον προηγούμενο πίνακα.

Ωστόσο όμως, στις μετρήσεις μας θα λάβουμε υπ όψιν και 2 τιμές επιτοκίου αναγωγής ώστε να καταγράψουμε αν η επένδυσή μας είναι συμφέρουσα. Θα πάρουμε 2 τιμές για $i=3\%$ και για $i=16\%$ για να αποτυπώσουμε τι αποτέλεσμα θα μας δώσει η κάθε μια επιλογή.

Συντελεστής $i=3\%$	ΠΑ	Συντελεστής $i=16\%$	ΠΑ
1,00000	-293.264 €	1,00000	-293.264 €
0,97007	30.115 €	0,86207	26.762 €
0,94260	29.489 €	0,74316	23.249 €
0,91514	28.852 €	0,64066	20.198 €
0,88849	28.228 €	0,55229	17.547 €
0,86261	26.944 €	0,47611	14.872 €
0,83738	26.359 €	0,41044	12.920 €
0,81309	25.792 €	0,35383	11.224 €
0,78941	25.235 €	0,30503	9.751 €
0,76642	24.690 €	0,26295	8.471 €
0,72242	23.452 €	0,22668	7.359 €
0,70138	22.945 €	0,19542	6.393 €
0,68095	22.449 €	0,16846	5.554 €
0,66112	21.964 €	0,14523	4.825 €
0,64186	21.489 €	0,12520	4.192 €
0,62317	21.024 €	0,10793	3.641 €
0,60502	20.570 €	0,09304	3.163 €
0,58739	20.124 €	0,08021	2.748 €
0,57029	19.689 €	0,06914	2.387 €
0,55367	19.263 €	0,05961	2.074 €
0,53755	18.847 €	0,05139	1.802 €
0,52189	18.439 €	0,04430	1.565 €
0,50669	18.040 €	0,03819	1.360 €
0,49193	17.649 €	0,02838	1.018 €
0,47760	17.267 €	0,02447	885 €
0,47913	17.456 €	0,02109	768 €
ΚΠΑ	273.106 €	ΚΠΑ	-98.538 €
EBA	7%	EBA	-5%

Όπως βλέπουμε και από το προηγούμενο πίνακα, για $i=3\%$ η ΚΠΑ είναι 273.106€ και η ΕΒΑ= 7%. Εφόσον:

- η ΚΠΑ>0 η επένδυση θεωρείται αποδεκτή.
- η ΕΒΑ>3% η επένδυση είναι αποδεκτή και από αυτό το κριτήριο.

Ωστόσο για επιτόκιο αναγωγής(i) 16%, η ΚΠΑ είναι -98538 και η ΕΒΑ είναι -5%. Άρα

- Η ΚΠΑ<0 η επένδυση δεν θεωρείται αποδεκτή.
- Η ΕΒΑ<0 η επένδυση δεν είναι αποδεκτή ούτε και με αυτό το κριτήριο.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα πριν από 3 με 4 χρόνια ήταν μία από τις επενδύσεις που κέρδιζαν συνεχώς έδαφος στον τομέα των πράσινων μορφών ενέργειας. Όντας ευέλικτα, με δυνατότητες ενσωμάτωσης σε κτίρια, και με σταθερή τιμή που αγοράζει η ΔΕΗ σε βάθος 25ετίας, φαινόταν ότι θα έπαιζαν σημαντικό πρωταγωνιστικό ρόλο τόσο στην Ελλάδα, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Τα κίνητρα που έδιναν ευρωπαϊκά επενδυτικά προγράμματα, οδήγησαν πολλούς υποψήφιους επενδυτές να κάνουν αίτηση έκδοσης αδειών φ/β πάρκων. Ωστόσο πολλές από αυτές τις αιτήσεις, είχαν πολλά τόσο νομικά όσο και θεσμικά κενά, με αποτέλεσμα έκδοση αδειών χωρίς να πληρούν τα κριτήρια που έχει θεσπίσει το Ελληνικό Κρατος. Έτσι για παράδειγμα, πολλές αγροτικές εκτάσεις έγιναν έρμαιο των επενδυτών για γρήγορο κέρδος.

Παρόλα αυτά, λόγω της μεγάλης δήλωσης αιτούντων για έκδοση αδειών φ/β πάρκων, καλήφηθηκε το ποσοστό που είχε ορίσει ο ΑΔΜΗΕ για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω φωτοβολταϊκών συστημάτων. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα και λόγω της κρίσης που μαστίζει την χώρα μας τα τελευταία χρόνια, οι αιτήσεις για φωτοβολταϊκά να παγώσουν και οι τιμές των νεοεισερχόμενων φ/β να πέσουν κατακόρυφα σε σχέση με τα ήδη υπάρχοντα.

Σχετικά με το σενάριο που καταγράφουμε στην πτυχιακή μας εργασία, δηλαδή την εγκατάσταση φ/β πάρκου στην Νάξο, κάναμε ενεργειακή ανάλυση και οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης. Τα αποτελέσματα που είχαμε από τις μετρήσεις ήταν ενθαρυντικά, διότι έγιναν με τιμές αγοράς ηλεκτρικού ρεύματος πριν από τις δραστηκές μειώσεις των τελευταίων ετών.