

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

H/Γ
617

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΕ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΧΩΡΟ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΥΛΛΙΩΤΗΣ ΗΡΑΚΛΗΣ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΓΑΛΑΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	5
1.1 Ενέργεια	5
1.1.1 Το ενεργειακό πρόβλημα	7
1.1.2 Ορυκτά καύσιμα	7
1.1.3 Πυρηνική ενέργεια	9
1.1.4 Υδροηλεκτρική ενέργεια	10
1.1.5 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	10
1.2 Περιβάλλον	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	18
2.1 Φ/Β Συστήματα	19
2.1.1 Ιστορική Αναδρομή	19
2.1.2 Αρχές Λειτουργίας	21
2.1.3 Πως Λειτουργού	24
2.1.4 Φωτοβολταϊκές Μονάδες και Συστοιχίες	25
2.1.5 Πως λειτουργεί ένα φωτοβολταϊκό σύστημα	26
2.1.6 Τύποι Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	27
2.1.7 Ανεξάρτητα Φωτοβολταϊκά Συστήματα	28
2.1.8 Χαρακτηριστικά Φ/Β Συστημάτων	37
2.2 Εφαρμογές Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα	43
2.3 Παραδείγματα Εφαρμογών	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	49
3.1 Τύποι Φωτοβολταϊκών Υλικών	49
3.2 Φωτοβολταϊκά πλαίσια	52
3.3 Νέα υλικά για Φ/Β στοιχεία	53
3.4 Φωτοβολταϊκά Συστήματα Κινητής Βάσης	55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	57
4.1 Νομοθεσία Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας	58
4.2 Ελληνική Νομοθεσία και ΑΠΕ	62
4.2.1 Θεσμικοί Φορείς	62
4.3 Νομοθεσία σχετικά με την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας	64
4.4 Ψηφίστηκε το νέο νομοσχέδιο για τα Φωτοβολταϊκά	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	68
5.1 Παράγοντες που συντελούν στην ανάπτυξη των Φ/Β στην Ελλάδα	68
5.1.1 Ο νέος χάρτης των φωτοβολταϊκών	69
5.2 Δυνατότητες επενδύσεων σε φωτοβολταϊκά με απόφαση του ΥΠΑΝ	74
5.3 Επενδύσεις σε φωτοβολταϊκά με εγγύηση ΔΕΗ	76
5.4 Οδηγός Επενδύσεων στα Φωτοβολταϊκά Συστήματα	81
5.5 Μελέτη αγοράς στην Ευρώπη και στην Ελλάδα για την ανεύρεση της ιδανικότερης προσφοράς από τεχνική αλλά και οικονομική άποψη	83
5.6 Συχνές ερωτήσεις που αφορούν την αδειοδότηση Φ/Β σταθμών μεταξύ 20KW - 150KW	84
5.7 Φωτοβολταϊκός σταθμός <=100 kWp	87
5.7.1 Προϋποθέσεις του χώρου εγκατάστασης	88
5.7.2 Κόστος φωτοβολταϊκού σταθμού	88
5.7.3 Συντήρηση φωτοβολταϊκού σταθμού – Κόστος	89
5.7.4 Χρηματοδότηση εξοπλισμού - Αναπτυξιακός νόμος 3299/04	89
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΣΧΗΜΑ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ	89
5.7.5 Μέγεθος επιχείρησης & υποβληθείσας πρότασης	90
5.7.6 Απόδοση	91
5.7.7 Αδειοδοτικά στάδια	91

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο	95
6.1 Τεχνική Ανάλυση Κατασκευής Φωτοβολταϊκού Σταθμού επί Στέγης στη Βι.Πε. Σερρών	95
6.1.1 Εισαγωγή	95
6.1.2 Ενεργειακή Μελέτη	97
6.1.3 Ιδιαιτερότητες Χώρου – Αυτοψία	98
6.1.4 Μελέτη Χωροθέτησης	99
6.1.5 Εγκατάσταση των πάνελ πάνω σε τριγωνικές βάσεις	99
6.1.6 Δομικές Εργασίες	100
7.1.1 Σύστημα Γείωσης και Αντικεραυνικής Προστασίας	104
8.1.1 Ερμάριο ΔΕΗ	106
9.1.1 Μηχανολογικός Εξοπλισμός	107
10.1.1 Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός	110
11.1.1 Κεντρικός Πίνακας	118
12.1.1 Φωτογραφίες Έργου	121
13.1.1 Ενεργειακή Εκτίμηση	124
14.1.1 Σύγκριση Εκτίμησης – Παραχθείσας Ενέργειας	127

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παραγωγή ενέργειας έχει άμεσες επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Οι ορυκτοί ενεργειακοί πόροι εξαντλούνται και ταυτόχρονα έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στη φύση. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εμφανίζονται ως η μόνη λύση για να διατηρηθεί μελλοντικά η ζωή στον πλανήτη.

Το ενεργειακό πρόβλημα ήταν πάντα στην επικαιρότητα τις τελευταίες δεκαετίες που διανύουμε και πολλές φορές υπήρξε το αίτιο (ως διεκδικούμενος φυσικός πόρος ή ως πηγή ισχύος) για μεγάλες πολιτικοοικονομικές ανακατατάξεις στον παγκόσμιο χάρτη. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα και με δεδομένο ότι κάποιοι από τους φυσικούς πόρους είναι πεπερασμένοι (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) ο ανταγωνισμός για τον έλεγχο της αγοράς ενέργειας έχει γίνει ακόμα πιο έντονος. Οπότε λογικό ήταν τα βλέμματα όλων να στραφούν στην παραγωγή ενέργειας μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μια από αυτές είναι και τα *φωτοβολταϊκά συστήματα* (Φ/Β Σ).

Η εργασία αναφέρεται στην εκτενή μελέτη των φωτοβολταϊκών συστημάτων που έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια, στις τεχνολογίες, στις εφαρμογές όπως και στις νομοθεσίες που υπάρχουν για την παράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αυτών των συστημάτων. Επίσης παραθέεται μια οικονομοτεχνική μελέτη για τη δημιουργία ενός πάρκου φωτοβολταϊκών συστημάτων στη περιφέρεια της Μακεδονίας.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται γενικότερα τα στοιχεία των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τα τελευταία χρόνια παγκοσμίως, όπως επίσης παρουσιάζονται και αναλύονται οι εννοιολογικοί όροι των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται τα φωτοβολταϊκά συστήματα, οι αρχές λειτουργίας τους, το πώς λειτουργούν, οι τύποι φωτοβολταϊκών συστημάτων κ.τ.λ.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρονται οι υπάρχουσες τεχνολογίες, οι τεχνολογίες υλικών και οι έρευνες που γίνονται για νέα υλικά πάνω στα Φ/Β συστήματα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρονται οι νομοθεσίες που υπάρχουν σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε), τόσο στην Ελλάδα όσο και στην υπόλοιπη Ευρώπη.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι μελέτες (οικονομοτεχνικές, νομικές, θεσμικές) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα και ειδικότερα στη περιφέρεια της Μακεδονίας.

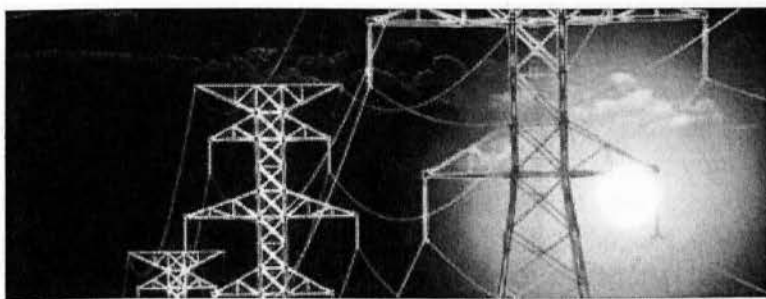
Στο έκτο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά οικονομοτεχνική μελέτη Κατασκευής Φωτοβολταϊκού Σταθμού επί Στέγης στη Βι.Πε. Σερρών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Περιβάλλον & Ενέργεια

Η παραγωγή ενέργειας έχει άμεσες επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Οι ορυκτοί ενεργειακοί πόροι εξαντλούνται και ταυτόχρονα έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στη φύση. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εμφανίζονται ως η μόνη λύση για να διατηρηθεί μελλοντικά η ζωή στον πλανήτη.

1.1 Ενέργεια



Ταχαρακτηριστικάτης ηλεκτρικήσενέργειας

Ο πληθυσμός των ανθρώπων της γης έχει ξεπεράσει πια τα 6 δισεκατομμύρια. Οι άνθρωποι χρειάζονται ενέργεια για να βελτιώσουν το επίπεδο της διαβίωσης τους. Πολλοί επιστήμονες μάλιστα συσχετίζουν την ποιότητα διαβίωσης με την κατανάλωση ενέργειας. Πολλές αναπτυσσόμενες χώρες αυξάνουν ραγδαία την εγκατεστημένη ισχύ τους κάτι που είναι και αποτέλεσμα του αυξανόμενου βιοτικού επιπέδου τους. Στην Δημοκρατία της Κίνας το 1997 κατασκευάζονταν μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ρυθμό 300MW / εβδομάδα. (Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στην Ελλάδα είναι περίπου 12.500MW)

Θα επικεντρωθούμε στην ηλεκτρική ενέργεια μιας και αυτή είναι η πιο άμεσα συνδεδεμένη μορφή ενέργειας με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας είναι η κιλοβατώρα (kilowatt-hour). Μία κιλοβατώρα θεωρητικά αντιστοιχεί στην ενέργεια που καταναλώθηκε από μια συσκευή ισχύος 1kilowatt (κιλοβάτ) που λειτούργησε για την διάρκεια της μιας ώρας (1hour).

$$1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \times 1 \text{ h} = 1 \text{ kilowatt-hour} = 1 \text{ κιλοβατώρα}$$

Υποδιαιρέσεις μονάδας ενεργού ισχύος

$$1 \text{ kW (kilowatt)} = 1000 \text{ W (watt)}$$

$$1 \text{ MW (megawatt)} = 1000 \text{ kW (kilowatt)}$$

$$1 \text{ TW (terawatt)} = 1000 \text{ MW (megawatt)}$$

Στην πραγματικότητα η κιλοβατώρα είναι η μονάδα μέτρησης της κατανάλωσης ή παραγωγής ενεργού ισχύος. Στην πράξη οι καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας στην συνολική ενέργεια που «απορροφούν», «καταναλώνουν» ή «παράγουν» και ένα άλλο ποσοστό ενέργειας ανάλογα με τα ποιοτικά ηλεκτρικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης (χωρητικά, επαγωγικά φορτία). Αυτή είναι η άεργος ισχύς (reactive power) ή οποία είναι ανεπιθύμητη αφού δεν παράγει κανένα έργο και ακόμα χειρότερα επιβαρύνει τα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας με μια επιπλέον ποσότητα ρεύματος που αναλογεί απλά σε αντίστοιχες θερμικές απώλειες (I^2R) ενώ επίσης αλλοιώνει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ηλεκτρικής ενέργειας. Η ΔΕΗ μάλιστα (σωστά) χρεώνει τους μεγάλους καταναλωτές όταν ξεπεράσουν κάποιο όριο «έγχυσης» ή «κατανάλωσης» (συντελεστής ισχύος, $\cos\phi \leq 0.85$) άεργου ισχύος στο δίκτυο. Βελτίωση του «συνημίτονου» μιας εγκατάστασης που καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να γίνει με την προσθήκη φορτίων πυκνωτών ή με την προσθήκη καταναλώσεων επαγωγικών ρευμάτων (πηνίων) ανάλογα με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά μιας εγκατάστασης (επαγωγική συμπεριφορά ή χωρητική αντιστοίχως).

Η μονάδα της άεργου ισχύος είναι το Volt Ampere Reactive (VAR) Η συνολική ισχύς λέγεται και «φαινόμενη» και έχει μονάδα το Volt-Ampere (VA) Το μέτρο της φαινόμενης ισχύος είναι $S=VI=(\text{τετραγωνική ρίζα του}(P^2+Q^2)) \text{ Volt Ampere}$

1.1.1 Το ενεργειακό πρόβλημα

Το ενεργειακό πρόβλημα ήταν πάντα στην επικαιρότητα τις τελευταίες δεκαετίες που διανύουμε και πολλές φορές υπήρξε το αίτιο (ως διεκδικούμενος φυσικός πόρος ή ως πηγή ισχύος) για μεγάλες πολιτικοοικονομικές ανακατατάξεις στον παγκόσμιο χάρτη.

Τα τελευταία χρόνια μάλιστα και με δεδομένο ότι κάποιιοι από τους φυσικούς πόρους είναι πεπερασμένοι (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) ο ανταγωνισμός για τον έλεγχο της αγοράς ενέργειας έχει γίνει ακόμα πιο έντονος κατανάλωση ενέργειας γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη. Στον σύνδεσμο που ακολουθεί μπορείτε να δείτε τις χώρες με την μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας το 2007.

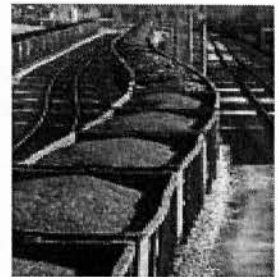
Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται παγκοσμίως προέρχεται κυρίως από γαιάνθρακες, φυσικό αέριο, πυρηνική ενέργεια και μεγάλα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι μόνο 2%.

1.1.2 Ορυκτά καύσιμα

Τα ορυκτά καύσιμα (fossil fuels) είναι ένας γενικός ορισμός που αποδίδεται σε καύσιμα που σχηματίζονται στην γη από υπολείμματα φυτικών ή ζωικών οργανισμών. Τα κυριότερα ορυκτά καύσιμα είναι υδρογονάνθρακες και είναι τα παρακάτω:

- Οι γαιάνθρακες

Υπάρχουν πολλές μορφές γαιανθράκων και κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες. Η περισσότερο γνωστή μορφή είναι ο λιγνίτης. Όσον αφορά την ηλεκτροπαραγωγή χαρακτηρίζονται από την χαμηλή απόδοση μετατροπής σε ηλεκτρική ενέργεια που φτάνει στην καλύτερη περίπτωση το 35%.



- Το πετρέλαιο

Το πετρέλαιο λόγω της μεγάλης ενεργειακής πυκνότητας, της εύκολης σχετικά μεταφοράς και των δεκάδων χρήσεων του είναι ή πιο σημαντική ενεργειακή πηγή από την δεκαετία του 1950 και μετά.



Σημαντικότερες χρήσεις του σαν υγρό καύσιμο στις μεταφορές και την θέρμανση.

- Το φυσικό αέριο

Το φυσικό αέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο. Είναι το καθαρότερο από τα ορυκτά καύσιμα όσον αφορά την εκπομπή αερίων θερμοκηπίου.

Οι μεγαλύτερες υπόγειες δεξαμενές φυσικού αερίου βρίσκονται στο Ιράν και την Ρωσία. Επιστήμονες εκτιμούν ότι τα αποθέματα του φυσικού αερίου θα εξαντληθούν το 2085.



Όλες οι παγκόσμιες οικονομίες εξαρτώνται άμεσα ή έμμεσα ενεργειακά από τα ορυκτά καύσιμα.

Εκτός από το μειονέκτημα της πεπερασμένης πρώτης ύλης τα ορυκτά καύσιμα ευθύνονται κατά πολύ για την ρύπανση του πλανήτη και για διάφορα περιβαλλοντολογικά προβλήματα.

1.1.3 Πυρηνική ενέργεια

Άλλη πολύ σημαντική πηγή ενέργειας είναι η πυρηνική. Παρόλα αυτά και η πυρηνική ενέργεια σχετίζεται με ορυκτό καύσιμο μιας και το ουράνιο που χρησιμοποιείται είναι ορυκτό και μάλιστα δυσεύρετο. Η πυρηνική ενέργεια είναι μια ιδιαίτερα αμφιλεγόμενη μορφή ενέργειας γιατί παρά το αρκετά χαμηλό κόστος παραγωγής, σε περίπτωση ατυχήματος τα αποτελέσματα θα είναι δραματικά.



Ένα ακόμα πρόβλημα είναι ότι τα απόβλητα μιας τέτοιας παραγωγικής διαδικασίας είναι ιδιαίτερα ραδιενεργά με αποτέλεσμα να απαιτούνται ειδικές εγκαταστάσεις για την επ' αόριστων αποθήκευση των αποβλήτων. Τη μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρισμού από πυρηνική ενέργεια έχει η Γαλλία με 59 αντιδραστήρες και ποσοστό ενεργειακής κάλυψης 78%.

1.1.4 Υδροηλεκτρική ενέργεια

Σε ποσοστό 16% της ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως παράγεται από μεγάλους υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Η εκμετάλλευση υδάτινου δυναμικού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καλύπτει μεγάλες ανάγκες ειδικά σε χώρες όπου υπάρχουν μεγάλα ποτάμια.



Έχουν το πλεονέκτημα ότι αντέχουν περισσότερα χρόνια από ότι ένας αντιδραστήρας καυσίμου ενώ υπάρχουν αρκετές εγκαταστάσεις στον κόσμο που λειτουργούν τα τελευταία 50 με 100 χρόνια. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί παρουσιάζουν πολλά περιβαλλοντολογικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας αφού δεν υπάρχει εκπομπή καυσαερίων αλλά συνήθως δημιουργούν ανακατατάξεις στα οικοσυστήματα που εγκαθίστανται λόγω της μεγάλης ανθρώπινης παρέμβασης στην φύση. Υπάρχουν αρκετές χώρες που έχουν μεγάλη ενεργειακή εξάρτηση από τις υδροηλεκτρικές τους εγκαταστάσεις όπως ο Καναδάς και η Βραζιλία.

1.1.5 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Τέλος, υπάρχουν και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Διαθέτουν ένα ισχυρό πλεονέκτημα. Θα διαρκέσουν όσο θα υπάρχει και ο πλανήτης σε μορφή που να μπορούσε να ζει άνθρωπος.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επίσης εκπέμπουν περιορισμένα ή καθόλου αέρια που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Άλλα πλεονεκτήματα είναι η δυνατότητα που δίνουν οι ανανεώσιμες πηγές για την δημιουργία καταμεμημένων δικτύων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Για τις περισσότερες ΑΠΕ δεν υπάρχει κόστος πρώτης ύλης ενώ και το κόστος συντήρησης είναι περιορισμένο.

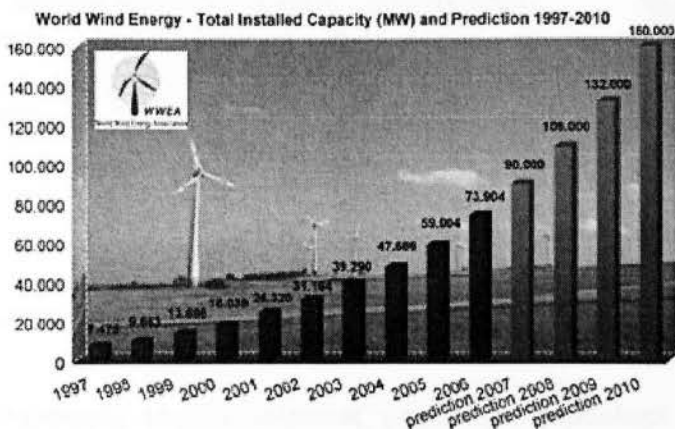
Η ενεργειακές ανάγκες εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από τα ορυκτά καύσιμα και θα συνεχίσουν να εξαρτώνται από αυτά για αρκετές δεκαετίες ακόμα. Η ανάγκη όμως της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει γίνει αντιληπτή σε όλο τον κόσμο και οι περισσότερες χώρες έχουν υπογράψει αντίστοιχες δεσμεύσεις για χρήση των ΑΠΕ.

Σε κάποιες χώρες ήδη υπάρχουν ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα από την χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ. Αυτές οι χώρες λειτούργησαν λίγο διαφορετικά και σαφώς πιο καινοτόμα και οδηγήθηκαν σε ερευνητικά προγράμματα εκμετάλλευσης εναλλακτικών πηγών ενέργειας αρχικά και στην συνέχεια σε εντατικοποιημένη βιομηχανική παραγωγή μηχανισμών παραγωγής ανανεώσιμης, ηλεκτρικής κυρίως, ενέργειας. Για παράδειγμα η Γερμανία και η Ιαπωνία πρωτοπορούν στην εκμετάλλευση φωτοβολταϊκών συστημάτων ενέργειας είτε με τις εγκατεστημένες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είτε με την υψηλή τεχνογνωσία τους στον κλάδο των εξαρτημάτων και μηχανών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.



Οι περισσότερο γνωστές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι:

- Η μετατροπή της **αιολικής ενέργειας** σε ηλεκτρισμό, της οποίας η εγκατεστημένη ισχύ ανεβαίνει με εκθετική πρόοδο. Οι χώρες με την μεγαλύτερη χρήση αιολικής ενέργειας είναι η Γερμανία, η Ισπανία και οι ΗΠΑ.



- Η **ηλιακή ενέργεια** της οποίας η χρήση διακρίνεται σε πολλές υποκατηγορίες. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι:

- Τα **φωτοβολταϊκά συστήματα** (photovoltaic) παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που είναι μια τεχνολογία ημιαγωγών με τεράστια πλεονεκτήματα αλλά μεγάλο κόστος.

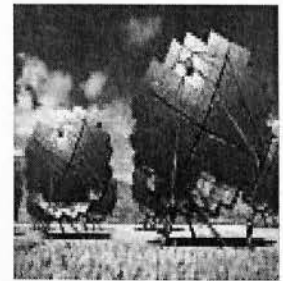


Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που αναπτύσσεται με ραγδαίο ρυθμό τα τελευταία χρόνια και η αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος σε ΦΒ έχει ξεπεράσει και το πιο αισιόδοξο σενάριο.

-**Συστήματα συλλεκτών ηλιακής θέρμανσης ζεστού νερού (solar water heating)** Στα συστήματα αυτά η Ελλάδα παρουσιάζει μια αρκετά μεγάλη αγορά. Για το έτος 2005 βρεθήκαμε στην 5η θέση μεταξύ των περισσότερες εγκαταστάσεις συλλεκτών στον κόσμο με πρώτη την Κίνα.



-Στα **συγκεντρωτικά ηλιακά συστήματα (solar concentrators)** παραγωγής ενέργειας, τα οποία με την σειρά τους διακρίνονται σε αρκετές υποκατηγορίες και εκμεταλλεύονται την ανάκλαση του φωτός σε συνδυασμό με διάφορες τεχνικές.



- Οι μικρές **υδροηλεκτρικές μονάδες** παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Είναι από τις παλαιότερες μορφές ενέργειας (νερόμυλοι, υδραυλικοί τροχοί κλπ) και έχουν κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα όπως η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης με το δίκτυο. Οι μεγάλες υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις δεν περιλαμβάνονται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας λόγω της ογκώδους παρέμβασης στο φυσικό περιβάλλον.

- Τα βιοκαύσιμα .

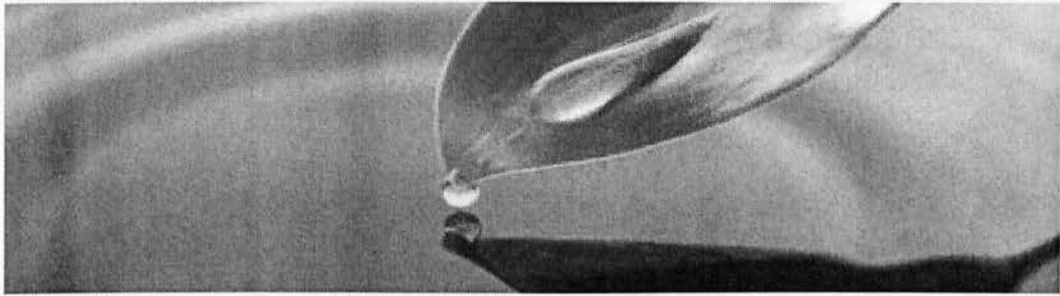
Σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 2003/30/ΕΚ βιοκαύσιμα θεωρούνται κάθε υγρό ή αέριο καύσιμο για τις μεταφορές το οποίο παράγεται από βιομάζα όπου βιομάζα είναι το βιοαπποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων από γεωργικές (συμπεριλαμβανομένων φυτικών και ζωικών ουσιών), δασοκομικές και συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και το βιοαπποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων. Τα βιοκαύσιμα χαρακτηρίζονται από μικρότερες εκπομπές ρύπων CO₂ σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα.

Στα βιοκαύσιμα συγκαταλέγονται

- Η βιοαιθανόλη
- Το βιοντίζελ
- Το βιοαέριο
- Η βιομεθανόλη
- Ο βιοδιμεθυλαιθέρας
- Τα συνθετικά βιοκαύσιμα
- Το βιοϋδρογόνο
- Τα καθαρά φυτικά έλαια

Στο σύνολο τους οι ΑΠΕ υπόσχονται να δώσουν σπουδαίες εναλλακτικές τεχνικές στο ενεργειακό πρόβλημα αλλά και να δώσουν λύσεις στα τεράστια περιβαλλοντολογικά προβλήματα του πλανήτη.

1.2 Περιβάλλον

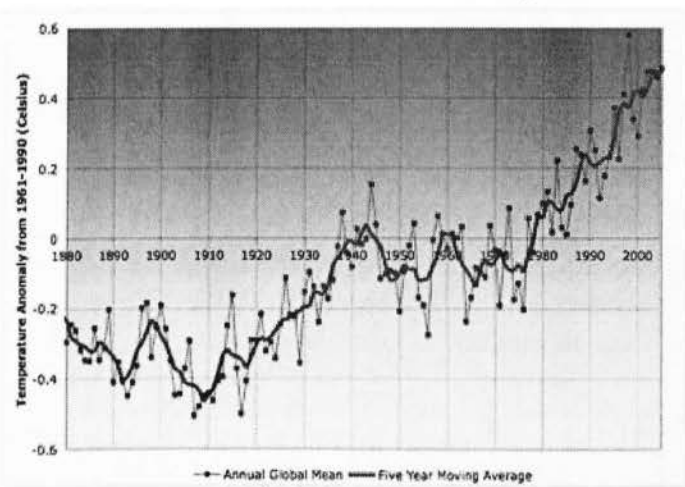


Το περιβαλλοντολογικό πρόβλημα έχει γίνει εδώ και αρκετά χρόνια αντιληπτό από την ανθρωπότητα. Ιστορικά η απαρχή της ολοκληρωτικής παρέμβασης του ανθρώπου έγινε πριν από δύο περίπου αιώνες κατά την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης. Από εκείνο το σημείο και έπειτα ο άνθρωπος καταναλώνει ακατάπαυτα φυσικούς πόρους (ορυκτούς κυρίως) και μάλιστα με τρόπο τελείως ανεξέλεγκτο και μάλλον ανταγωνιστικό.

Το αποτέλεσμα αυτής της «εξέλιξης» συσσωρευτικά δημιούργησε στο περιβάλλον τα ακόλουθα προβλήματα:

- Παγκόσμια (υπερ)θέρμανση (global (over)warming)

Ο όρος παγκόσμια θέρμανση αναφέρεται στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης και των ωκεανών. Σύμφωνα με την αρμόδια επιτροπή του ΟΗΕ ή μέση θερμοκρασία του πλανήτη τον τελευταίο αιώνα έχει αυξηθεί κατά 0,6 βαθμούς C ($\pm 0,2$). Οι προβλέψεις της ίδιας επιτροπής για το τέλος του αιώνα που διανύουμε είναι πολύ χειρότερες μιας και πιθανολογείται επιπλέον αύξηση της θερμοκρασίας έως και 5,8 βαθμούς C.

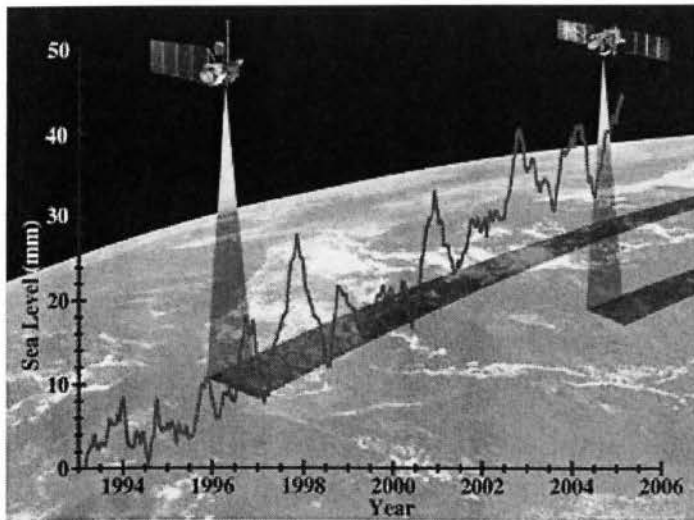


Το φαινόμενο της παγκόσμιας θέρμανσης έχει άμεσα πλέον συνδεθεί με την παραγωγή των αερίων θερμοκηπίου από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Τα αποτελέσματα αυτής της αύξησης έχουν γίνει πλέον αισθητά. (στην Δράμα έχουμε δούμε αξιοπρεπή χιονάνθρωπο μια δεκαετία). Στους πόλους της γης ήδη παρατηρείται λιώσιμο τεράστιων παγόβουνων με γρήγορο ρυθμό. Το επίπεδο της θάλασσας συνεπακόλουθα αναμένεται να ανεβεί και να επιφέρει ανάλογες καταστροφές.



Ήδη με την χρήση δορυφόρων (1992) έχει διαπιστωθεί ότι η μέση αύξηση του επιπέδου της θάλασσας είναι 2,8 χιλιοστά/έτος άλλα διατηρούνται επιφυλάξεις για την αξιοπιστία (διακριτική ικανότητα) των μετρήσεων.

Άλλα αρνητικά φαινόμενα που οφείλονται στην παγκόσμια υπερθέρμανση είναι αλλαγές στους ρυθμούς βροχοπτώσεων, αυξημένη ένταση και συχνότητα ακραίων καιρικών φαινομένων. Μελλοντικά αναμένονται σε κάποιες περιοχές, παρατεταμένη ξηρασία, και θέματα υγιεινής λόγω των κλιματικών αλλαγών.



- Αέρια θερμοκηπίου (greenhouse gases)

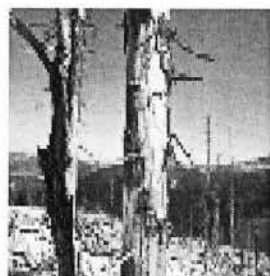
Όπως προαναφέρθηκε τα αέρια του θερμοκηπίου είναι κυρίως υπεύθυνα για την παγκόσμια υπερθέρμανση. Τα αέρια αυτά απορροφούν (εγκλωβίζουν) ουσιαστικά ακτινοβολία την οποία κατά ένα ποσοστό την εκπέμπουν προς την γη, θερμαίνοντας έτσι την επιφάνειά της.

Τα σημαντικότερα αέρια του θερμοκηπίου είναι οι υδρατμοί (H₂O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το οξείδιο του νατρίου (NO₂) και το όζον (O₃).

Η ανθρώπινη δραστηριότητα ευθύνεται για την αύξηση των CO₂, CH₄, NO₂ τα οποία αποβάλλονται με ραγδαίο ρυθμό στην ατμόσφαιρα λόγω της εξάρτησης της παγκόσμιας οικονομίας από τα ορυκτά καύσιμα.

- Όξινη βροχή

Η καύση ορυκτών καυσίμων παράγει θειικά, ανθρακικά και νιτρικά οξέα. Τα αέρια που εκπέμπονται από την καύση των ορυκτών καυσίμων συγκρατούνται από σταγονίδια στα σύννεφα τα



οποία επανέρχονται στην επιφάνεια της γης με την μορφή κυρίως της όξινης βροχής (επίσης και με το χιόνι, τους υδρατμούς αλλά και στερεά σωματίδια).

Το αποτέλεσμα είναι να αυξάνεται η οξύτητα του φλοιού της γης καθώς επίσης να επηρεάζετε η χημική ισορροπία των ποταμών και των λιμνών.

Στον παρακάτω πίνακα υπάρχει μια γενική αξιολόγηση με κριτήριο τις περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις που προκύπτουν από διάφορες παραγωγικές δραστηριότητες.

Συγκριτικός πίνακας περιβαλλοντολογικών επιπτώσεων διαφόρων πηγών ενέργειας

Επίπτωση Ανύψωση Ασημαντή/Σημαντική Σημαντική Σημαντική/Μεγάλη Μεγάλη	SO ₂ και NO ₂	CO ₂	CH ₄	ΥΓΙΕΙΝΗ	Αυφαιρούμενα σωματίδια	Βαριά μέταλλα	Καταστροφές	Απόβλητα	Διορθωτικό πρόβλημα	Χηρόκοσμη	Απαιτήσεις σε γη
Ποθητικά τλιωτά									1		
Φωτοβολταϊκά					1	1		1	1		1
Αιολική									3	1	1
Βιομάζα	1		3	1	1	1		1	1	1	3
Γεωθερμία	1	1	1	1		1		2	1	1	
Υδροηλεκτρικά							2		3		3
Πολυρροιακή							1		3		1
Θαλάσσιων Κυμάτων							1		1		
Άνθρακας	4	4	2	1	2	2	1	2	2	1	3
Πετρέλαιο	3	4	1	1	2	1	2	1	1		1
Φυσικό Αέριο	1	4	3	1			2		1		1
Πυρηνική ενέργεια	1	1		1				2	3	2	1

[Bauman, A. and Hill, R., Proc. 10th EC Photovoltaics Solar Energy Conference, Kluwer, Dordrecht, 1991, 834-837]

Έχει γίνει αντιληπτό ότι ο μόνος τρόπος για να αντιμετωπιστεί στο σημείο που έχουμε φτάσει είναι μέσω διαρθρωτικών κοινωνικοπολιτικών αλλαγών. Η χρησιμοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι σίγουρα ένα σημαντικό βήμα για την μείωση των περιβαλλοντολογικών προβλημάτων που μαστίζουν την ανθρωπότητα η τουλάχιστον για την επιβράδυνση του ρυθμού αύξησης των.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Φωτοβολταϊκά

Η κύρια και πρωταρχική πηγή ενέργειας για τη Γη είναι ο Ήλιος. Η ακτινοβολία του Ήλιου έχει τροφοδοτήσει και εξακολουθεί να τροφοδοτεί με ενέργεια όλες σχεδόν τις ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Είναι γνωστό ότι η ηλιακή ακτινοβολία, όχι μόνο δίνει φως αλλά επίσης, θερμαίνει τα σώματα στα οποία προσπίπτει. Λιγότερο γνωστό είναι ότι η ηλιακή ακτινοβολία αλλάζει και τις ιδιότητες κάποιων υλικών (των ημιαγωγών) που παράγουν έτσι ηλεκτρικό ρεύμα.

Η ηλιακή ακτινοβολία αξιοποιείται για ενεργειακούς σκοπούς μέσω των:

θερμικών ηλιακών, παθητικών ηλιακών και φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β) μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική, λύνοντας έτσι το πρόβλημα της ηλεκτροδότησης περιοχών που είναι δύσκολο να πάρουν ρεύμα από το ηλεκτρικό δίκτυο (απομονωμένα σπίτια, φάρoi, κ.α.). Μικροί υπολογιστές και ρολόγια χρησιμοποιούν τα Φ/Β για την λειτουργία τους.

Στην Ελλάδα υπάρχουν προϋποθέσεις για ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων, λόγω του ιδιαίτερα υψηλού δυναμικού ηλιακής ενέργειας. Παρ' όλα αυτά στη χώρα μας υπάρχει ένας μικρός αριθμός εγκατεστημένων Φ/Β συστημάτων, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος της τάξης των 1000 kWp. Οι κυριότερες εφαρμογές αφορούν σε μικρά αυτόνομα συστήματα για την ηλεκτροδότηση απομονωμένων περιοχών. Ένας σημαντικός αριθμός Φ/Β συστημάτων (περίπου 900) μικρής ονομαστικής ισχύος έχει εγκατασταθεί από την υπηρεσία Φάρων του Πολεμικού Ναυτικού για την απρόσκοπτη λειτουργία των φάρων σε όλη την ελληνική επικράτεια.

2.1 Φ/Β Συστήματα

Έχει γίνει φανερό ότι τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι μια τεχνολογία πολλά υποσχόμενη, ικανή να δώσει λύσεις στα δυο μεγάλα προβλήματα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα. Αυτά είναι η αναζήτηση ενεργειακών πηγών για τις ανάγκες του πλανήτη και το περιβαλλοντολογικό ζήτημα που έχει προκύψει από την κατάχρηση των φυσικών πόρων από τον άνθρωπο.

2.1.1 Ιστορική Αναδρομή

Ζούμε μια περίοδο όπου η διόγκωση των περιβαλλοντολογικών προβλημάτων σε συνδυασμό με την εξάντληση των ορυκτών ενεργειακών πόρων και τα τεράστια βήματα στην τεχνολογία των Φωτοβολταϊκών κάνουν πλέον εφικτή την χρήση τους. Πώς φτάσαμε όμως ως εδώ;

Η πρώτη γνωριμία του ανθρώπου με το φωτοβολταϊκό φαινόμενο έγινε το 1839 όταν ο Γάλλος φυσικός **Edmond Becquerel** (1820 - 1891) ανακάλυψε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο κατά την διάρκεια πειραμάτων του με μια ηλεκτρολυτική επαφή φτιαγμένη από δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια.

Το επόμενο σημαντικό βήμα έγινε το 1876 όταν οι **Adams** (1836 - 1915) και ο φοιτητής του **Day** παρατήρησαν ότι μια ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος παραγόταν από το σελήνιο (Se) όταν αυτό ήταν εκτεθειμένο στο φως.

Το 1918 ο Πολωνός **Czochralski** (1885 - 1953) πρόσθεσε την μέθοδο παραγωγής ημιαγωγού μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Si) με την σχετική έρευνα του και η οποία μάλιστα χρησιμοποιείται βελτιστοποιημένη ακόμα και σήμερα

Μια σημαντική ανακάλυψη έγινε επίσης το 1949 όταν οι **Mott** και **Schottky** ανέπτυξαν την θεωρία της διόδου σταθερής κατάστασης. Στο μεταξύ η κβαντική θεωρία είχε ξεδιπλωθεί. Ο δρόμος πλέον για τις πρώτες πρακτικές εφαρμογές είχε ανοίξει. Το πρώτο ηλιακό κελί ήταν γεγονός στα εργαστήρια της Bell το 1954 από τους **Chapin, Fuller και Pearson**. Η απόδοση του ήταν 6% εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

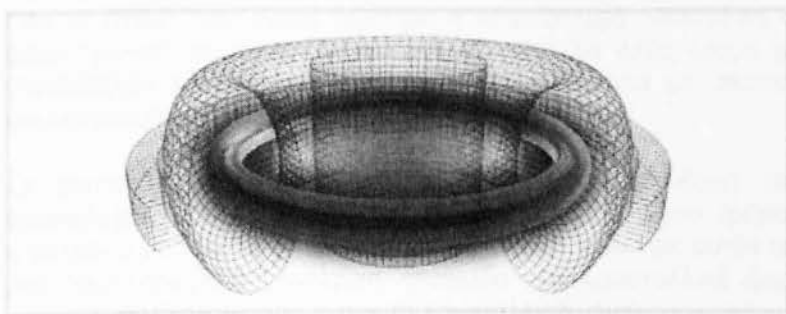


Τέσσερα χρόνια μετά το 1958 η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών προσαρτάται στον χώρο των διαστημικών εφαρμογών όταν τοποθετήθηκε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στον δορυφόρο **Vanguard I** . Το σύστημα αυτό λειτούργησε επιτυχώς για 8 ολόκληρα χρόνια.

Από το χρονικό αυτό σημείο και μετά τα φωτοβολταϊκά συστήματα άρχισαν να ενσωματώνονται σταδιακά σε διάφορες τεχνολογικές εφαρμογές και η τεχνολογία να βελτιώνεται συνεχώς. Σήμερα με οικονομίες μεγάλης κλίμακας έχουν επιτευχθεί μεγάλες αποδόσεις στα κρυσταλλικά κυρίως υλικά και αρκετές χώρες με πρωτοπόρες την Γερμανία και την Ιαπωνία έχουν ήδη επενδύσει τεράστια κονδύλια με σκοπό την ευρύτερη εκμετάλλευση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

Ήδη βέβαια αυτές οι χώρες έχουν αρχίσει και απολαμβάνουν τους καρπούς της εξελιγμένης τεχνολογίας τους.

Πολλοί παρόλα αυτά κρίνουν ότι η διείσδυση των φωτοβολταϊκών έγινε με πολύ αργό ρυθμό παίρνοντας μάλιστα αφορμή από τον εκρηκτικό τρόπο που εξελίχθηκε μια άλλη βιομηχανία ημιαγωγών υλικών, αυτή των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Αυτό οφείλεται κυρίως στις τεχνικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές στην παραγωγική διαδικασία κατά την προσπάθειά τους να δημιουργήσουν καθαρά ημιαγωγά υλικά. Στα φωτοβολταϊκά συστήματα ο όγκος του απαιτούμενου υλικού είναι πολύ μεγάλος για αυτό μάλιστα και η τάση που φαίνεται ότι θα κυριαρχήσει μετά από κάποια χρόνια είναι αυτή των τεχνολογιών λεπτού υποστρώματος (thin film) με σκοπό την ελαχιστοποίηση του απαιτούμενου όγκου πυριτίου.



2.1.2 Αρχές Λειτουργείας

Κατηγορίες υλικών

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο και η εκμετάλλευση του στηρίζονται στις βασικές ιδιότητες των ημιαγωγών υλικών σε ατομικό επίπεδο. Ας πάρουμε όμως τα πράγματα από την αρχή.

Όταν το φως προσπίπτει σε μια επιφάνεια είτε ανακλάται, είτε την διαπερνά (διαπερατότητα) είτε απορροφάτε από το υλικό της επιφάνειας. Η απορρόφηση του φωτός ουσιαστικά σημαίνει την μετατροπή του σε μια άλλη μορφή ενέργειας (σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας) η οποία συνήθως είναι η θερμότητα.

Παρόλα αυτά όμως υπάρχουν κάποια υλικά τα οποία έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν την ενέργεια των προσπιπτόντων φωτονίων (πακέτα ενέργειας) σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτά τα υλικά είναι οι ημιαγωγοί και σε αυτά οφείλεται επίσης η τεράστια τεχνολογική πρόοδος που έχει συντελεστεί στον τομέα της ηλεκτρονικής και συνεπακόλουθα στον ευρύτερο χώρο της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών.

Γενικότερα τα υλικά στην φύση σε σχέση με τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά τους εμπίπτουν σε τρεις κατηγορίες, τους αγωγούς του ηλεκτρισμού, τους μονωτές και τους ημιαγωγούς. Ένας ημιαγωγός έχει την ιδιότητα να μπορεί να ελεγχθεί η ηλεκτρική του αγωγιμότητα είτε μόνιμα είτε δυναμικά.

Ημιαγωγοί

Το χαρακτηριστικό στοιχείο ενός ημιαγωγού που το διαφοροποιεί από τα υπόλοιπα υλικά είναι ο αριθμός των ηλεκτρονίων ενός ατόμου που βρίσκεται στην εξωτερική του στοιβάδα (σθένους). Ο περισσότερο γνωστός ημιαγωγός είναι το πυρίτιο (Si) για αυτό και θα επικεντρωθούμε σε αυτό.

Το πυρίτιο έχει ατομικό αριθμό 14 και έχει στην εξωτερική του στοιβάδα 4 ηλεκτρόνια. Όλα τα άτομα που έχουν λιγότερα η περισσότερα ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα (είναι "γενικά" συμπληρωμένη με 8 e) ψάχνουν άλλα άτομα με τα οποία μπορούν να ανταλλάξουν ηλεκτρόνια ή να μοιραστούν κάποια με σκοπό τελικά να αποκτήσουν συμπληρωμένη εξωτερική στοιβάδα σθένους.

Σε αυτήν την τάση οφείλεται και η κρυσταλλική δομή του πυριτίου αφού όταν συνυπάρχουν πολλά άτομα μαζί διατάσσονται με τέτοιο τρόπο ώστε να συνεισφέρουν ηλεκτρόνια με όλα τα γειτονικά τους άτομα και τελικά με αυτόν τον τρόπο να αποκτούν μια συμπληρωμένη εξωτερική στοιβάδα και κρυσταλλική δομή. Αυτή είναι και η καθοριστική ιδιότητα που έχουν τα κρυσταλλικά υλικά.

Στην κρυσταλλική του μορφή όμως το πυρίτιο είναι σταθερό. Δεν έχει ανάγκη ούτε να προσθέσει ούτε να διώξει ηλεκτρόνια κάτι που ουσιαστικά του δίνει ηλεκτρικά χαρακτηριστικά πολύ κοντά σε αυτά ενός μονωτή αφού δεν υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια για την δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος στο εσωτερικό του.

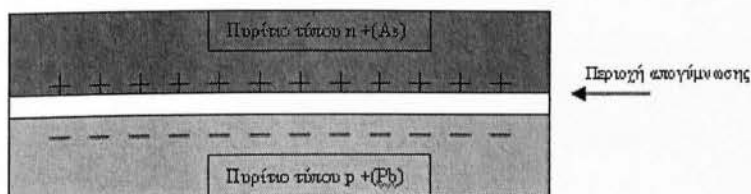
Δημιουργία ηλεκτρικά φορτισμένων ημιαγωγών

Τις ημιαγωγές ιδιότητες του το πυρίτιο τις αποκτά με τεχνικό τρόπο. Αυτό πρακτικά γίνεται με την πρόσμειξη με άλλα στοιχεία τα οποία είτε έχουν ένα ηλεκτρόνιο περισσότερο είτε ένα λιγότερο στην στοιβάδα σθένους των. Αυτή η πρόσμειξη τελικά κάνει τον κρύσταλλο δεκτικό είτε σε θετικά φορτία (υλικό **τύπου p**) είτε σε αρνητικά φορτία (υλικό **τύπου n**)

Για να φτιαχτεί λοιπόν ένας ημιαγωγός **τύπου n** ή αλλιώς ένας αρνητικά φορτισμένος κρύσταλλος πυριτίου θα πρέπει να γίνει πρόσμειξη ενός υλικού με 5e στην εξωτερική του στοιβάδα όπως για παράδειγμα το Αρσένιο (As). Αντίστοιχα για να δημιουργήσουμε έναν ημιαγωγό **τύπου p** η αλλιώς θετικά φορτισμένος κρύσταλλος πυριτίου χρειάζεται να γίνει πρόσμειξη στον κρύσταλλο κάποιου υλικού όπως το βόριο (B) που έχει 3e στην εξωτερική του στοιβάδα.

Δημιουργία της επαφής (του ηλεκτρικού πεδίου)

Εάν φέρουμε σε επαφή δύο κομμάτια πυριτίου **τύπου n** και **τύπου p** το ένα απέναντι από το άλλο δημιουργείται μια δίοδος η αλλιώς ένα ηλεκτρικό πεδίο στην επαφή των δύο υλικών το οποίο επιτρέπει την κίνηση ηλεκτρονίων προς μια κατεύθυνση μόνο.



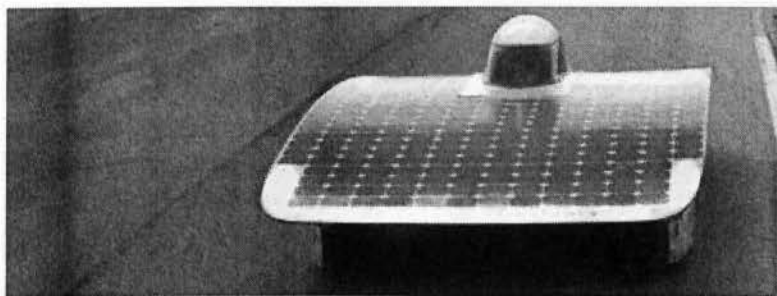
Τα επιπλέον ηλεκτρόνια της επαφής **n** έλκονται από τις «οπές» τις επαφής **p**. Αυτό το ζευγάρι των δύο υλικών είναι το δομικό στοιχείο του φωτοβολταϊκού κελιού και η βάση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

ΗεπίδρασητηςΗλιακήςακτινοβολίας

Η ηλιακή ακτινοβολία έρχεται με την μορφή πακέτων ενέργειας ή φωτονίων. Τα φωτόνια όταν προσπίπτουν σε μια διάταξη φβ κελιού περνούν αδιατάραχτα την επαφή **τύπου n** και χτυπούν τα άτομα της περιοχής **τύπου p**. Τα ηλεκτρόνια της περιοχής **τύπου p** αρχίζουν και κινούνται μεταξύ των οπών ώσπου τελικά φτάνουν στην περιοχή της διόδου όπου και έλκονται πλέον από το θετικό πεδίο της εκεί περιοχής. Αφού ξεπεράσουν το ενεργειακό χάσμα αυτής της περιοχής μετά είναι αδύνατον να επιστρέψουν. Στο κομμάτι της επαφής **n** πλέον έχουμε μια περίσσεια ηλεκτρονίων που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε. Αυτή η περίσσεια των ηλεκτρονίων μπορεί να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα εάν τοποθετήσουμε μια διάταξη όπως ένας μεταλλικός αγωγός στο πάνω μέρος της επαφής **n** και στο κάτω της επαφής **p** και ένα φορτίο ενδιάμεσα με τέτοιο τρόπο ώστε να κλείσει ένας αγωγίμος δρόμος για το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται. Αυτή είναι απλοποιημένα η γενική αρχή λειτουργίας του φωτοβολταϊκού φαινόμενου.

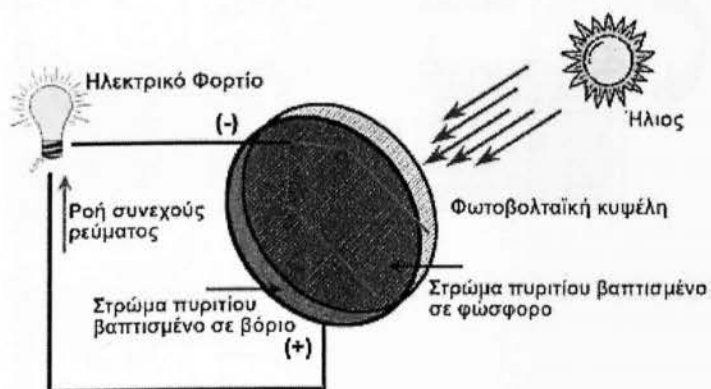
ΠεριορισμοίστηνΦ/Βαπόδοση

Γιατί όμως δεν μπορούμε να εκμεταλλευτούμε όλη την προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια; Το κάθε ημιαγωγό υλικό αντιδρά σε διαφορετικά μήκη κύματος της ακτινοβολίας. Κάποια υλικά αντιδρούν σε ευρύτερα φάσματα ακτινοβολίας από κάποια άλλα. Έτσι ανάλογα με το υλικό που χρησιμοποιούμε μπορούμε να εκμεταλλευτούμε μόνο εκείνο το φάσμα της ακτινοβολίας που αντιδρά με το συγκεκριμένο υλικό. Το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται σε σχέση με την προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια συμβολίζει τον συντελεστή απόδοσης του υλικού. Οι δύο βασικοί παράγοντες για την απόδοση ενός φωτοβολταϊκού υλικού είναι το ενεργειακό χάσμα του υλικού και ο συντελεστής μετατροπής.



2.1.3 Πως Λειτουργούν

Μια τυπική φωτοβολταϊκή κυψέλη πυριτίου αποτελείται από ένα λεπτότατο στρώμα πυριτίου βαπτισμένο σε φώσφορο (τύπος N) πάνω σε ένα πιο παχύ στρώμα πυριτίου, βαπτισμένο σε βόριο (τύπος P). Κοντά στην κορυφή της κυψέλης όπου αυτά τα δύο υλικά εφάπτονται, δημιουργείται ένα ηλεκτρικό πεδίο. Όταν το ηλιακό φως προσπίπτει στην επιφάνεια της κυψέλης, αυτό το ηλεκτρικό πεδίο παρέχει ορμή και κατεύθυνση σε ηλεκτρόνια που διεγείρονται από το φως, με αποτέλεσμα τη ροή ρεύματος όταν η κυψέλη είναι συνδεδεμένη σε ηλεκτρικό φορτίο.

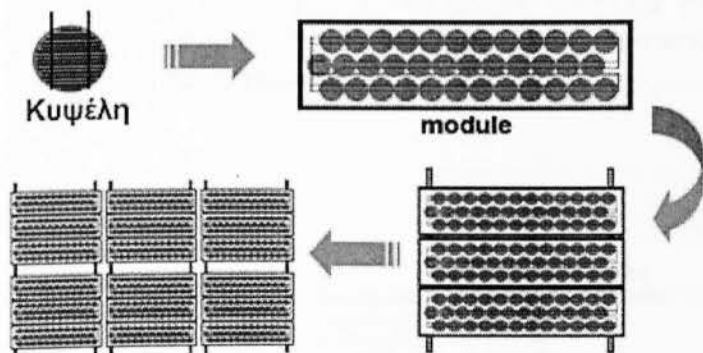


Σχήμα (1). Φωτοβολταϊκή κυψέλη

Ασχέτως μεγέθους, μια τυπική φωτοβολταϊκή κυψέλη παράγει περίπου 0,5-0,6 βολτ συνεχούς ρεύματος σε συνθήκες μηδενικού φορτίου και ανοικτού κυκλώματος. Η ποσότητα ρεύματος που παράγει η κυψέλη εξαρτάται από την αποτελεσματικότητάς της και το μέγεθός της και είναι ανάλογη με την ένταση του ηλιακού φωτός που τη χτυπάει. Για παράδειγμα, κάτω από έντονο ηλιακό φως, μια τυπική PV κυψέλη με επιφάνεια 160 τετρ. εκατοστά παράγει περίπου 2 Watt μέγιστη ισχύ.

2.1.4 Φωτοβολταϊκές Μονάδες και Συστοιχίες

Οι φωτοβολταϊκές κυψέλες συνδέονται σε σειρά ή παράλληλα σε κυκλώματα για την παραγωγή μεγαλύτερης τάσης και ισχύος. Οι φωτοβολταϊκές μονάδες αποτελούνται από κυψέλες σφραγισμένες σε προστατευτικό έλασμα (module) και είναι η θεμελιώδης δομική μονάδα των συστημάτων PV. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ περιέχουν μία ή περισσότερες μονάδες καλωδιωμένες και έτοιμες για εγκατάσταση. Μια φωτοβολταϊκή συστοιχία είναι μία πλήρης μονάδα παραγωγής ρεύματος που μπορεί να περιέχει οποιονδήποτε αριθμό από πάνελ.



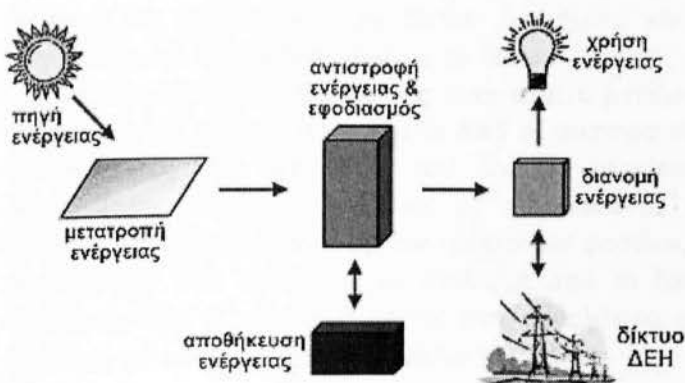
Σχήμα (2). Φωτοβολταϊκές κυψέλες, modules, panels και συστοιχίες.

Η ισχύς των φωτοβολταϊκών συστοιχιών εκτιμάται κάτω από κανονικές συνθήκες. Σαν κανονικές συνθήκες ορίζουμε τη λειτουργία μίας κυψέλης σε θερμοκρασία 25 βαθμών Κελσίου και σε συγκεκριμένη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας και πυκνότητας αέρα.

Επειδή αυτές οι συνθήκες δεν αντιπροσωπεύουν το σύνηθες περιβάλλον λειτουργίας μιάς κυψέλης, η πραγματική απόδοση είναι συνήθως 85 ως 90 % της ονομαστικής. Τα σημερινά φωτοβολταϊκά είναι εξαιρετικά ασφαλή και αξιόπιστα προϊόντα, με πολύ χαμηλά ποσοστά βλαβών και μέσο όρο ζωής τα 20 με 30 χρόνια. Οι περισσότεροι μεγάλοι κατασκευαστές προσφέρουν εγγύηση 20 ή περισσότερα χρόνια, στα οποία οι κυψέλες θα διατηρήσουν ένα υψηλό ποσοστό της ονομαστικής τους ισχύος.

2.1.5 Πως λειτουργεί ένα φωτοβολταϊκό σύστημα

Με απλά λόγια, τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι παρόμοια με οποιαδήποτε άλλα συστήματα παραγωγής ενέργειας, απλά ο εξοπλισμός διαφέρει. Ωστόσο, οι αρχές λειτουργίας και διασύνδεσης με άλλα ηλεκτρικά συστήματα παραμένουν οι ίδιες. Παρόλο που μια μονάδα PV παράγει ρεύμα όταν εκτίθεται σε ηλιακό φως, μια σειρά από άλλα στοιχεία είναι απαραίτητα ώστε να γίνουν σωστά ο έλεγχος, η μετατροπή, η διανομή και η αποθήκευση της ενέργειας που παράγεται από τη μονάδα. Αναλόγως με τις λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος, τα απαραίτητα συστατικά του μπορεί να περιέχουν μετατροπείς DC-AC (συνεχούς/εναλλασσόμενου), συστοιχία μπαταριών, ρυθμιστές συστήματος και μπαταρίας, βοηθητικές πηγές ενέργειας κ.ο.κ. Επιπλέον μπορεί να είναι απαραίτητες μονάδες για την ασφάλεια του συστήματος όπως ειδική καλωδίωση, προστασία από υπερβολική τάση και άλλος εξοπλισμός επεξεργασίας ρεύματος. Το σχήμα 3 δείχνει ένα βασικό διάγραμμα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος και τη σχέση των ξεχωριστών μονάδων.



Σχήμα (3). Τα κυριότερα μέρη ενός Φωτοβολταϊκού συστήματος.

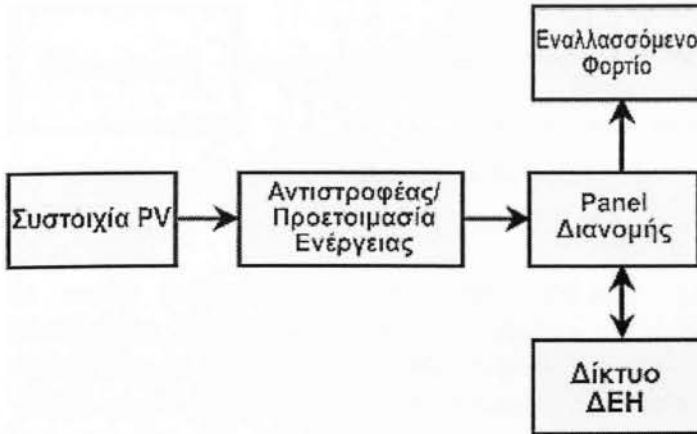
Γιατί σε ορισμένα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται μπαταρίες;

Οι μπαταρίες χρησιμοποιούνται συχνά σε φωτοβολταϊκά συστήματα με σκοπό την αποθήκευση της ενέργειας που παράγεται την ημέρα, ώστε να παρέχουν ενέργεια στα ηλεκτρικά φορτία κατά τη διάρκεια της νύχτας και σε περιόδους συννεφιάς. Άλλοι λόγοι περιλαμβάνουν τη λειτουργία της φωτοβολταϊκής συστοιχίας στην μέγιστή της ισχύ, την παροχή σταθερών τάσεων στα ηλεκτρικά φορτία και την παροχή σταθερών ρευμάτων στους μετατροπείς. Στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιείται ένας ρυθμιστής φόρτισης σε τέτοια συστήματα ώστε να προστατεύεται η μπαταρία από υπερφόρτιση και πλήρη εκφόρτιση (σχήμα 6).

2.1.6 Τύποι Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Πώς κατηγοριοποιούνται τα φωτοβολταϊκά συστήματα;

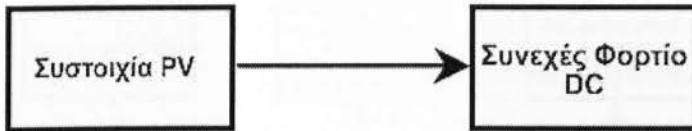
Τα φωτοβολταϊκά συστήματα γενικά κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τις λειτουργικές απαιτήσεις τους, τη διαμόρφωση των συστατικών τους μονάδων και τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται σε άλλες πηγές ενέργειας και ηλεκτρικά φορτία. Οι δύο βασικές κατηγορίες είναι τα συνδεδεμένα στο δίκτυο ρεύματος της ΔΕΗ και τα ανεξάρτητα συστήματα. Τα συστήματα PV μπορούν να παρέχουν συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα, να λειτουργούν διασυνδεδεμένα ή ανεξάρτητα από το δίκτυο παροχής ρεύματος της ΔΕΗ και να συνδέονται με άλλες ενεργειακές πηγές και συστήματα αποθήκευσης ενέργειας. Τα συνδεδεμένα στο δίκτυο συστήματα είναι σχεδιασμένα να λειτουργούν παράλληλα και διασυνδεδεμένα με το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Το βασικό συστατικό ενός τέτοιου συστήματος είναι ο μετατροπέας. Η μονάδα αυτή μετατρέπει το συνεχές ρεύμα (DC) που παράγεται από το σύστημα σε εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) με προδιαγραφές ίδιες με αυτές του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ. Το φωτοβολταϊκό σύστημα συνδέεται με το δίκτυο με ένα ειδικό τρόπο, και παρέχει ενέργεια για την τροφοδότηση των ηλεκτρικών φορτίων, μειώνοντας ή μηδενίζοντας έτσι την ενέργεια που χρειάζεται να αντλούμε από το δίκτυο της ΔΕΗ. Τη νύχτα και σε περιόδους που τα ηλεκτρικά φορτία είναι μεγαλύτερα από την ισχύ που παράγει το σύστημα, αντλείται ισχύς από το δίκτυο της ΔΕΗ.



Σχήμα (4). Διάγραμμα φωτοβολταϊκού συστήματος συνδεδεμένο με το δίκτυο της ΔΕΗ.

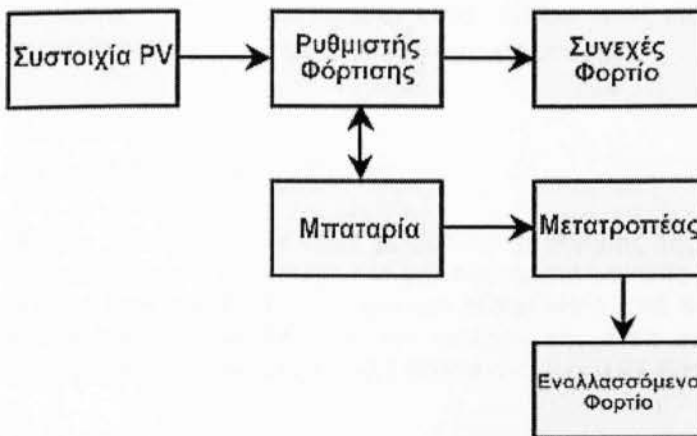
2.1.7 Ανεξάρτητα Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Τα ανεξάρτητα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι σχεδιασμένα να λειτουργούν ανεξάρτητα από το δίκτυο παροχής ρεύματος της ΔΕΗ και είναι γενικά κατασκευασμένα ώστε να τροφοδοτούν φορτία συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος. Αυτοί οι τύποι συστημάτων μπορεί να τροφοδοτούνται μόνο από μια συστοιχία φωτοβολταϊκών ή μπορεί να χρησιμοποιούν τον άνεμο ή ηλεκτρογεννήτριες σαν βοηθητική πηγή ενέργειας, οπότε και ονομάζονται Υβριδικά Φωτοβολταϊκά συστήματα. Ο πιο απλός τύπος ανεξάρτητου συστήματος είναι τα συστήματα άμεσης ζεύξης, όπου το συνεχές ρεύμα της εξόδου του φωτοβολταϊκού οδηγείται απευθείας σε ένα φορτίο συνεχούς ρεύματος (σχήμα 5). Επειδή δεν υπάρχει αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας στα συστήματα αυτά, το φορτίο λειτουργεί μόνο κατά τη διάρκεια της ηλιοφάνειας, κάνοντας το σύστημα αυτό ιδανικό για εφαρμογές όπως ανεμιστήρες εξαερισμού, αντλίες νερού, και μικρούς κυκλοφορητές για ηλιακούς θερμοσίφωνες. Το ακριβές ταίριασμα της ωμικής αντίστασης του ηλεκτρικού φορτίου με την μέγιστη ισχύ εξόδου της φωτοβολταϊκής συστοιχίας είναι ένα κρίσιμο βήμα στο σχεδιασμό συστημάτων άμεσης ζεύξης με ικανοποιητική απόδοση.

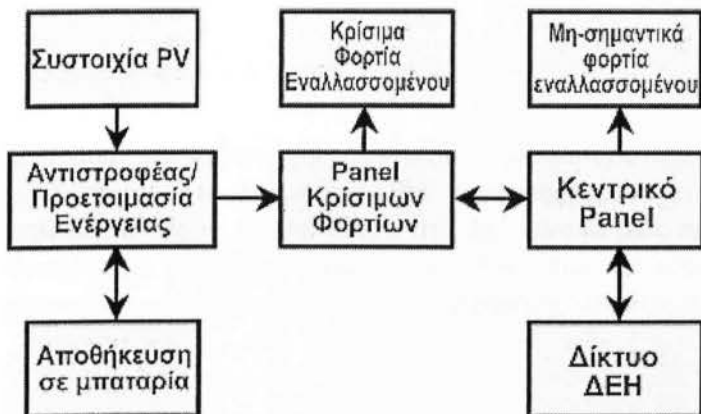


Σχήμα (5). Διάγραμμα συνεχούς ζεύξης.

Σε πολλά ανεξάρτητα φωτοβολταϊκά συστήματα, χρησιμοποιούνται μπαταρίες για αποθήκευση ενέργειας. Το σχήμα 6 δείχνει ένα διάγραμμα ενός τυπικού ανεξάρτητου συστήματος με μπαταρίες, το οποίο τροφοδοτεί φορτία συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος. Το σχήμα 7 δείχνει πως μπορεί να σχεδιαστεί ένα τυπικό υβριδικό σύστημα.



Σχήμα (6). Ανεξάρτητο φωτοβολταϊκό σύστημα με αποθήκευση σε μπαταρία η οποία τροφοδοτεί καταναλωτές συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος.



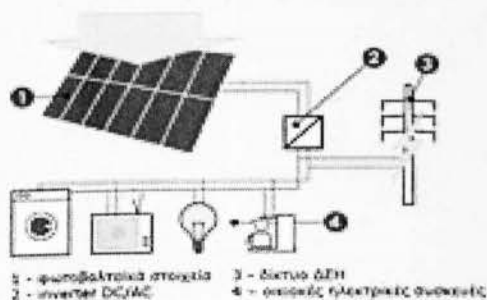
Σχήμα (7). Διάγραμμα φωτοβολταϊκού συστήματος συνδεδεμένο με το δίκτυο της ΔΕΗ με δυνατότητα τροφοδοσίας κρίσιμων μονάδων.

Το σχήμα 7 δείχνει πώς ένα φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να σχεδιαστεί ώστε να λειτουργεί σαν διασυνδεδεμένο στο δίκτυο και επίσης να τροφοδοτεί κρίσιμα φορτία/καταναλωτές όταν το δίκτυο απενεργοποιηθεί.

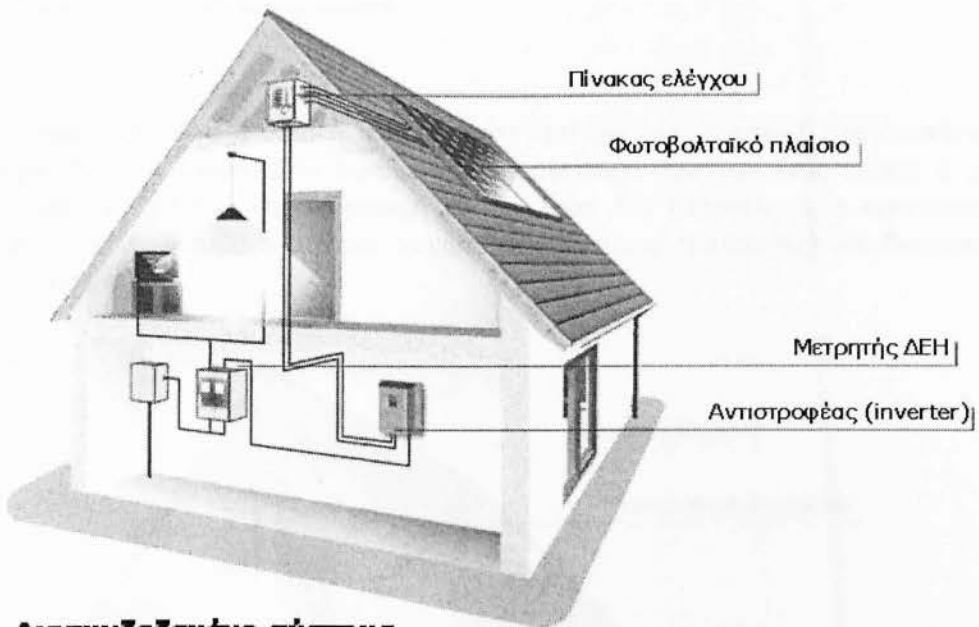
Διασυνδεδεμένα φ/β συστήματα

Με την εφαρμογή των νέων μέτρων επιχορήγησης της παραγόμενης kWh από φ/β η απάντηση είναι ότι συμφέρει για φ/β συστήματα οικιακής χρήσης λίγων kWh ως και για μεγάλες φ/β εγκαταστάσεις αρκετών MW! Μετά από 6-7 έτη η επένδυση αποσβένεται και συσσωρεύει κέρδη από την πώληση της kWh στο δίκτυο της ΔΕΗ (20 χρόνια εγγυημένη τιμή πώλησης 0,4-0,5 €/kWh αντί των 0,07 € της τιμής αγοράς)

Διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα

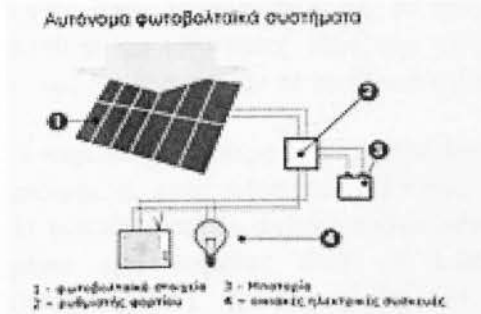


Ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το δίκτυο της ΔΕΗ (**διασυνδεδεμένο σύστημα**). Στην περίπτωση αυτή, πουλάει κανείς το ηλιακό ρεύμα στη ΔΕΗ έναντι μιας ορισμένης από το νόμο τιμής και συνεχίζει να αγοράζει ρεύμα από τη ΔΕΗ όπως και σήμερα. Έχει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

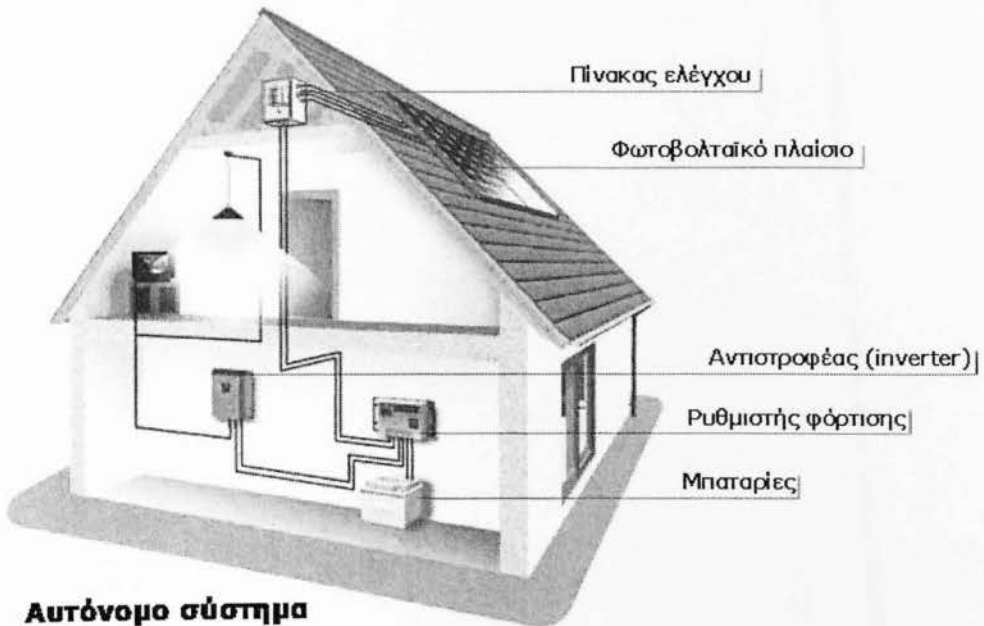


Διασυνδεδεμένο σύστημα
(ανταλλάσσει ενέργεια με το δίκτυο της ΔΕΗ)

Αυτόνομα συστήματα



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.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι εξαιρετικά προβλέψιμη. Αυτό που ενδιαφέρει, είναι πόσες κιλοβατώρες θα μας δώσει το σύστημά μας σε ετήσια βάση. Σε γενικές γραμμές, **ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο ετησίως περί τις 1.300 κιλοβατώρες ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (KWh/έτος/KW)**. Προφανώς στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ' ότι στις βόρειες. Ενδεικτικά αναφέρουμε πως ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Αθήνα αποδίδει 1.250-1.450 KWh/έτος/KW, στη Θεσσαλονίκη 1.150-1.275 KWh/έτος/KW και στην Κρήτη ή στη Ρόδο 1.400-1.500 KWh/έτος/KW.



Χαμηλότερη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού  Υψηλότερη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού

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

Τα φωτοβολταϊκά εγγυώνται:

- 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

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 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 μ' 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.

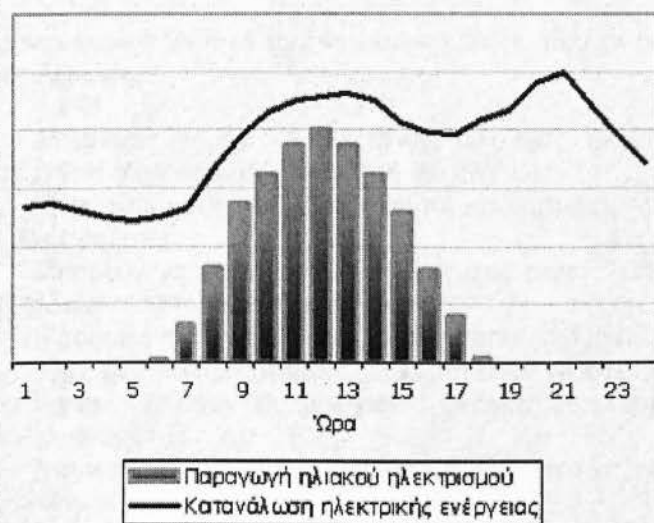
Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν **αθόρυβη λειτουργία, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής, δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες, δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση**.

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης 1,1 κιλών 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 1,4 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, κ.λπ). 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.

Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς παραγωγούς μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος μιας νέας γραμμής μεταφοράς είναι πολύ υψηλό, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και θέματα που σχετίζονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων και τις αλλαγές στις χρήσεις γης.

Οι διάφοροι μικροί παραγωγοί "πράσινης" ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν ιδανική λύση για τη μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής. Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν δοκιμάζεται από δαπανηρές ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το ηλεκτρικό δίκτυο (απώλειες, οι οποίες στην Ελλάδα ανέρχονται σε 10,6% κατά μέσο όρο). Από την άλλη, η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης (ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες), βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου, στην αποφυγή black-out και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Σημειωτέον ότι, κάθε ώρα black-out κοστίζει στην εθνική οικονομία 25-40 εκατ. ευρώ.

Τα φωτοβολταϊκά καλύπτουν τη μεσημεριανή αιχμή της κατανάλωσης



Η παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού ακολουθεί την εποχική ζήτηση



2.1.8 Χαρακτηριστικά Φ/Β Συστημάτων

Τα βασικά χαρακτηριστικά των Φ/Β συστημάτων, που τα διαφοροποιούν από τις άλλες μορφές ΑΠΕ είναι:

- Απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα, π.χ. σε επίπεδο μερικών δεκάδων W ή και mW.
- Είναι εύχρηστα. Τα μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες.
- Μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στις πόλεις, ενσωματωμένα σε κτίρια και δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον.
- Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα).
- Είναι βαθμωτά συστήματα, δηλ. μπορούν να επεκταθούν σε μεταγενέστερη φάση για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών, χωρίς μετατροπή του αρχικού συστήματος.
- Λειτουργούν αθόρυβα, εκπέμπουν μηδενικούς ρύπους, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- Οι απαιτήσεις συντήρησης είναι σχεδόν μηδενικές.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία κατά τη λειτουργία. Οι εγγυήσεις που δίνονται από τους κατασκευαστές για τις Φ/Β γεννήτριες είναι περισσότερο από 25 χρόνια καλής λειτουργίας.

Η ενεργειακή ανεξαρτησία του χρήστη είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των Φ/Β συστημάτων. Το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συστήματα είναι σήμερα συγκρίσιμο με το κόστος αιχμής ισχύος, που χρεώνει η εταιρεία ηλεκτρισμού τους πελάτες της.

Τα Φ/Β συστήματα μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη λεγόμενη «Διάσπαρτη Παραγωγή Ενέργειας» (Distributed Power Generation), η οποία αποτελεί το νέο μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαφοροποίηση στην παραγωγή ενέργειας, που προσφέρεται από τα Φ/Β συστήματα, σε συνδυασμό με την κατά μεγάλο ποσοστό απεξάρτηση από το πετρέλαιο και την αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης του περιβάλλοντος, μπορούν να δημιουργήσουν συνθήκες οικονομικής ανάπτυξης σε ένα νέο ενεργειακό τοπίο που αυτή τη στιγμή διαμορφώνεται στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Εξοικείωση με την ορολογία

Φωτοβολταϊκό φαινόμενο ονομάζεται η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση. Για ευκολία, συνήθως χρησιμοποιούμε τη σύντμηση Φ/Β για τη λέξη "φωτοβολταϊκό" (photovoltaic -PV).

Φωτοβολταϊκό στοιχείο. Η ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία. Λέγεται ακόμα Φ/Β κύτταρο ή Φ/Β κυψέλη (PV cell).

Φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Ένα σύνολο Φ/Β στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της Φ/Β γεννήτριας (PV module).

Φωτοβολταϊκό πάνελο. Ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή, έτοιμη για να εγκατασταθεί σε Φ/Β εγκατάσταση (PVpanel).

Φωτοβολταϊκή συστοιχία. Μια ομάδα από Φ/Β πλαίσια ή πάνελα με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση, τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης (PV array).

Φωτοβολταϊκή γεννήτρια. Το τμήμα μιας Φ/Β εγκατάστασης που περιέχει Φ/Β στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα (PV generator).

Ποιά είναι τα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών;

Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5-17% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Υπάρχουν π.χ. τα λεγόμενα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, και τα άμορφα. Τα τελευταία έχουν χαμηλότερη απόδοση είναι όμως σημαντικά φθηνότερα. Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών σας, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής σας ευχέρειας. 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

Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία. Οφέλη για τον καταναλωτή, για τις αγορές ενέργειας και για τη 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 μια καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή. 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 είναι λειτουργικά καθώς προσφέρουν επεκτασιμότητα της ισχύος τους και δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) αναιρώντας έτσι το μειονέκτημα της ασυνεχούς παραγωγής ενέργειας.

Δίνοντας τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή, και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια, τον καθιστούν πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν έτσι στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Η εμπειρία της Δανίας π.χ. έδειξε μείωση της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού από χρήστες φωτοβολταϊκών, της τάξης του 5-10%.

Για τις επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρισμού, υπάρχουν ευδιάκριτα τεχνικά και εμπορικά πλεονεκτήματα από την εγκατάσταση μικρών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Όσο περισσότερα συστήματα παραγωγής ενέργειας εγκατασταθούν και συνδεθούν με το δίκτυο ηλεκτροδότησης, τόσο περισσότερα είναι τα οφέλη για τις επιχειρήσεις, όπως π.χ. η βελτίωση της ποιότητας της ηλεκτρικής ισχύος, η σταθερότητα της ηλεκτρικής τάσης και η μείωση των επενδύσεων για νέες γραμμές μεταφοράς.

Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς παραγωγούς μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος μιας νέας γραμμής μεταφοράς είναι πολύ υψηλό, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και θέματα που σχετίζονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων και τις αλλαγές στις χρήσεις γης. Οι διάφοροι μικροί παραγωγοί "πράσινης" ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν ιδανική λύση για τη μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής. Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν δοκιμάζεται από δαπανηρές ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το ηλεκτρικό δίκτυο (απώλειες, οι οποίες στην Ελλάδα ανέρχονται σε 12% κατά μέσο όρο). Από την άλλη, η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης (ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες), βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Τα φωτοβολταϊκά, εκτός από καθαρή ενέργεια, παρέχουν ακόμη προσέλκυση πελατών και αξιοπιστία σε ένα απελευθερωμένο περιβάλλον. Σε ένα υψηλά ανταγωνιστικό περιβάλλον, οι επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρισμού χρειάζονται κίνητρα για να προσελκύσουν και να διατηρήσουν τους πελάτες τους. Τα προγράμματα καθαρής ενέργειας μπορούν να είναι ελκυστικά σε αρκετά μεγάλο αριθμό καταναλωτών που ενδιαφέρονται γενικά για το περιβάλλον και ειδικότερα για τις κλιματικές αλλαγές. Σήμερα οι καταναλωτές στις απελευθερωμένες ενεργειακές αγορές δεν αγοράζουν απλά τη φθηνότερη ηλεκτρική ενέργεια, καθώς υπάρχει πλέον θέμα τόσο ποιότητας όσο και υπηρεσιών. Όσον αφορά στην ποιότητα του ηλεκτρισμού, τα θέματα είναι ξεκάθαρα: η ενέργεια που χρησιμοποιώ προέρχεται από θερμοηλεκτρικό σταθμό που χρησιμοποιεί ορυκτά καύσιμα και καταστρέφει το περιβάλλον, ενώ μπορεί να προέλθει από μια μονάδα που δεν ρυπαίνει το περιβάλλον; Ποιά ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να αγοράσω; Μπορώ, τουλάχιστον, να αγοράσω μικρές ποσότητες καθαρής ενέργειας για να ενθαρρύνω τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας; Αυτά αποτελούν θέματα που απασχολούν οπωσδήποτε τις "έξυπνες" επιχειρήσεις παραγωγής ενέργειας.

Η επιχείρηση που αποδέχεται τα φωτοβολταϊκά συστήματα θα προσελκύσει πελάτες-παραγωγούς που θα χρησιμοποιούν φωτοβολταϊκά και θα πωλούν στη συνέχεια σε αυτή καθαρή ενέργεια. Σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς, τέτοιοι πελάτες-παραγωγοί μπορεί να βρίσκονται οπουδήποτε.

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 συμβάλλουν στη μείωση του συνολικού κόστους μιας κατασκευής (ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση των ηλιακών προσόψεων σε εμπορικά κτίρια). Τέλος, τα φωτοβολταϊκά παρέχουν κύρος στο χρήστη τους και βελτιώνουν το image των επιχειρήσεων που τα επιλέγουν. Στις πιο αναπτυγμένες αγορές (όπως η ιαπωνική και η γερμανική) τα φωτοβολταϊκά είναι πλέον "trendy" και "must" για κάθε νέα κτιριακή εφαρμογή.

Και τα μειονεκτήματα;

Το σχετικά υψηλό κόστος αγοράς και η έλλειψη επιδοτήσεων ήταν ως πριν λίγο ο κυριότερος λόγος για την στασιμότητα της ελληνικής αγοράς φ/β. (π.χ. η έλλειψη επιχορήγησης για τον οικιακό καταναλωτή, έλλειψη επιχορήγησης της παραγόμενης φ/β kWh)

Τα φωτοβολταϊκά, όπως άλλωστε και όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), έχουν υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης και ασήμαντο λειτουργικό κόστος, αντίθετα με τις συμβατικές ενεργειακές τεχνολογίες που συνήθως έχουν σχετικά μικρότερο αρχικό επενδυτικό κόστος και υψηλά λειτουργικά κόστη. Το κλίμα αυτό όμως τώρα αλλάζει δραματικά. Πολλές χώρες έχουν ξεκινήσει τα τελευταία χρόνια σημαντικά προγράμματα ενίσχυσης των φωτοβολταϊκών, με γενναίες επιδοτήσεις τόσο της αγοράς και εγκατάστασης φωτοβολταϊκών, όσο και της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας.

Τι ενεργειακές ανάγκες μπορώ να καλύψω με ένα φωτοβολταϊκό;

Φωτισμός, τηλεπικοινωνίες, ψύξη, ηχητική κάλυψη... οποιαδήποτε ουσιαστικά ενεργειακή ανάγκη μπορεί να καλυφθεί από ένα κατάλληλα σχεδιασμένο φωτοβολταϊκό σύστημα.

Το πρώτο πράγμα που πρέπει να ξέρει κανείς για τα φωτοβολταϊκά είναι ότι παράγουν συνεχές ρεύμα. Αυτό σημαίνει είτε ότι τα χρησιμοποιούμε με συσκευές συνεχούς ρεύματος είτε μετατρέπουμε αυτό το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο 230 V (σε ρεύμα ίδιο με της ΔΕΗ δηλαδή) με τη βοήθεια κάποιων ηλεκτρονικών συσκευών.

Για λόγους απόδοσης και οικονομίας πάντως, δεν συνιστάται η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την τροφοδότηση θερμικών ηλεκτρικών συσκευών, όπως κουζίνες, θερμοσίφωνες, ηλεκτρικά καλοριφέρ ή θερμοσυσσωρευτές. Για τις χρήσεις αυτές υπάρχουν πολύ οικονομικότερες λύσεις που δεν στηρίζονται καθόλου στον ηλεκτρισμό, όπως οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, ο ηλιακός κλιματισμός, οι κουζίνες ή τα συστήματα θέρμανσης φυσικού αερίου, υγραερίου κ.λπ.

Ας πάρουμε το παράδειγμα της θέρμανσης νερού: αν χρησιμοποιήσουμε ηλεκτρικό θερμοσίφωνα που τροφοδοτείται από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, το ηλιακό φως μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό και κατόπιν από το θερμοσίφωνα σε θερμότητα. Το συνολικό κόστος των δύο αυτών συστημάτων είναι πολύ μεγαλύτερο από έναν ηλιακό θερμοσίφωνα που μετατρέπει απευθείας την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα. Από την άλλη μεριά, ο φωτισμός με λάμπες εξοικονόμησης και η χρήση ηλεκτρονικών συσκευών (υπολογιστές, ηχητικά συστήματα, ψυγεία, τηλεοράσεις, τηλεπικοινωνίες κ.λπ) αποτελούν ανάγκες που μπορούν να καλυφθούν εύκολα και οικονομικά με φωτοβολταϊκά.

2.2 Εφαρμογές Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα



Οι κύριες εφαρμογές Φ/Β συστημάτων στον Ελλαδικό χώρο είναι οι εγκαταστάσεις της ΔΕΗ στα νησιά (Κύθνος, Αρκοί, Αντικύθηρα, Γαύδος, Σίφνος κλπ.), οι ηλεκτροδότηση του συνόλου του φαρικού δικτύου από την αντίστοιχη υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού, αναμεταδότες σταθερής και κινητής τηλεφωνίας, καθώς και διάφορες εγκαταστάσεις στα πλαίσια πιλοτικών εφαρμογών μέσω επιδοτούμενων έργων της ΕΕ, αλλά και του ΕΠΑΝ.

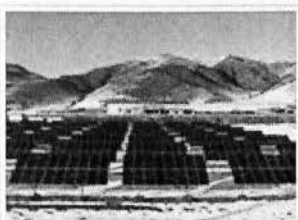
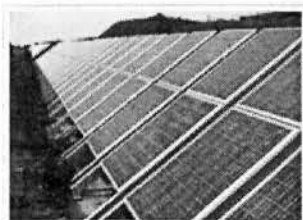
Η εγκατεστημένη ισχύς στην Ελλάδα εκτιμάται σε 2,2MWp στο τέλος του έτους 2003, το 50% των οποίων είναι Φ/Β εγκαταστάσεις διασυνδεδεμένες στο δίκτυο. Η ετήσια παραγωγή ενέργειας από Φ/Β κατά το 2002 και 2003, ήταν 2,3GWh και 2,7 G Wh αντίστοιχα. Το εκτιμώμενο δυναμικό της βιομηχανίας Φ/Β στην Ελλάδα είναι 60–70 άτομα και ο ετήσιος κύκλος εργασιών είναι της τάξης των €3 εκατομμυρίων. Αντίστοιχα, ο ετήσιος εθνικός προϋπολογισμός για Ε&Α σε Φ/Β τεχνολογίες εκτιμάται σε €2,2 εκατομμύρια.

Η δυνητική αγορά των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα αλλά και η παραγωγική δραστηριότητα είναι αντίστοιχη της αγοράς των ηλιακών συλλεκτών ζεστού νερού. Η ανάπτυξη της αγοράς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την προώθηση βέλτιστων μέτρων και κινήτρων εκ μέρους της πολιτείας.

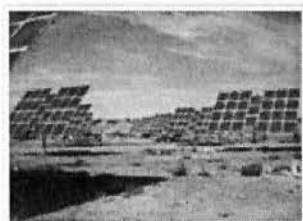
2.3 Παραδείγματα Εφαρμογών

Στήριξη στο Έδαφος

Σύστημα σταθερού προσανατολισμού



Σύστημα παρακολούθησης τροχιάς δύο αξόνων

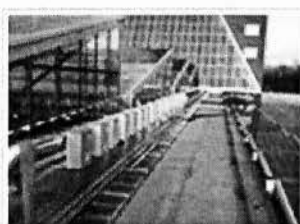


Στήριξη σε οροφή κτηρίου

Σύστημα εγκατεστημένο σε επικλινή στέγη

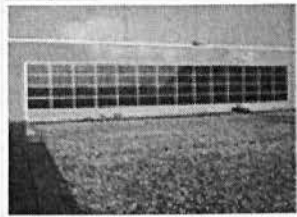
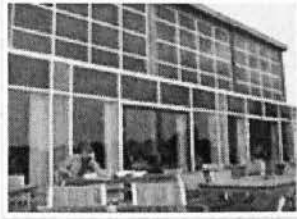
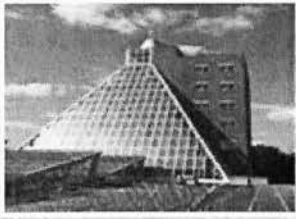


Σύστημα εγκατεστημένο σε επίπεδη στέγη



BIPV (Ενσωμάτωση στο κέλυφος του κτηρίου)

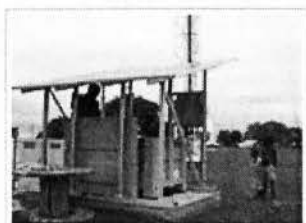
Συστήματα ενσωματωμένα στο κέλυφος κτηρίου



Ειδικές εφαρμογές



Σύστημα πλήρωσης δεξαμενής



Αντλητικό σύστημα



Ηλεκτροδότηση
σε απομακρυσμένες περιοχές



Αυτόνομο πλωτό σκάφος



Αυτόνομο φωτιστικό οδού

Ακόμη χρησιμοποιούνται για:

- Ηλεκτροδότηση Ιερών Μονών.
- Αφαλάτωση / άντληση / καθαρισμό νερού.
- Συστήματα εξωτερικού φωτισμού δρόμων, πάρκων, αεροδρομίων κλπ.
- Συστήματα τηλεπικοινωνιών, τηλεμετρήσεων και συναγερμού.
- Συστήματα σηματοδότησης οδικής κυκλοφορίας, ναυτιλίας, αεροναυτιλίας κλπ.
- Αγροτικές εφαρμογές όπως άντληση νερού, ιχθυοκαλλιέργειες, ψύξη αγροτικών προϊόντων, φαρμάκων κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Τεχνολογίες Φ/Β

3.1 Τύποι Φωτοβολταϊκών Υλικών

Φωτοβολταϊκά στοιχεία Πυριτίου (Si)

Το υλικό που χρησιμοποιείται περισσότερο στην φωτοβολταϊκή βιομηχανία είναι το πυρίτιο. Είναι ίσως και το μοναδικό που παράγεται με μαζικό τρόπο. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του είναι:

- Μπορεί να βρεθεί πάρα πολύ εύκολα στην φύση. Είναι το δεύτερο σε αφθονία υλικό που υπάρχει στον πλανήτη μετά το οξυγόνο. Το οξείδιο του πυριτίου (ή κοινώς η άμμος) και ο χαλαζίτης αποτελούν το 28% του φλοιού της γης. Είναι ιδιαίτερα φιλικό προς το περιβάλλον.

- Μπορεί εύκολα να λιώσει και να μορφοποιηθεί. Επίσης είναι σχετικά εύκολο να μετατραπεί στην μονοκρυσταλλική του μορφή. Οι ηλεκτρικές του ιδιότητες μπορούν να διατηρηθούν μέχρι και στους 125C κάτι που επιτρέπει την χρήση του πυριτίου σε ιδιαίτερα δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες .

- Μια κατηγοριοποίηση των φωτοβολταϊκών στοιχείων θα μπορούσε να γίνει με βάση το πάχος του υλικού που χρησιμοποιείται.

Τύποι στοιχείων πυριτίου «μεγάλου πάχους»

1. Φ/Β στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Monocrystalline Silicon, sc-Si)

Το πάχος τους είναι γύρω στα 0,3 χιλιοστά. Η απόδοση τους στην βιομηχανία κυμαίνεται από 15 - 18% για το πλαίσιο. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί ακόμα μεγαλύτερες αποδόσεις έως και 24,7%. Το μονοκρυσταλλικά στοιχεία χαρακτηρίζονται από καλύτερη σχέση απόδοσης / επιφάνειας. Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι το υψηλό κόστος κατασκευής. Βασικές τεχνολογίες παραγωγής είναι η μέθοδος CZ (Czochralski) καθώς και η μέθοδος FZ (float zone) και οι δύο πάντως βασίζονται στην ανάπτυξη ράβδου πυριτίου.

2. Φ/Β στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου (Polycrystalline Silicon, mc-Si)

Το πάχος τους είναι επίσης περίπου 0,3 χιλιοστά. Οπτικά μπορεί κανείς να παρατηρήσει τις επιμέρους μονοκρυσταλλικές περιοχές. Όσο μεγαλύτερες είναι σε έκταση οι μονοκρυσταλλικές περιοχές τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόδοση των πολυκρυσταλλικών στοιχείων. Σε εργαστηριακές εφαρμογές έχουν επιτευχθεί αποδόσεις έως και 20% ενώ στο εμπόριο τα πολυκρυσταλλικά διατίθενται με αποδόσεις από 13 έως και 15% για το ΦΒ πλαίσιο. Βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής είναι η ανάπτυξη φύλλων πολυκρυσταλλικού υλικού και η μέθοδος εναπόθεσης.

3. Φ/Β στοιχεία ταινίας πυριτίου (Ribbon Silicon)

Πρόκειται ουσιαστικά για μια ταινία πολυκρυσταλλικού υλικού. Δεν υπάρχει προς το παρόν εμπορική εκμετάλλευση λόγω του εξαιρετικά υψηλού κόστους παραγωγής του. Η απόδοση του είναι γύρω στο 12-13% ενώ το πάχος του είναι περίπου 0,3 χιλιοστά.

Φωτοβολταϊκά υλικά λεπτών επιστρώσεων

1. Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός (CuInSe₂ ή CIS με προσθήκη γαλλίου CIGS)

Ο Δισεληνοϊνδιούχος Χαλκός έχει εξαιρετική απορροφητικότητα στο προσπίπτον φως αλλά παρόλα αυτά η απόδοση του με τις σύγχρονες τεχνικές κυμαίνεται στο 11% (πλαίσιο). Εργαστηριακά έγινε εφικτή απόδοση στο επίπεδο του 18,8% η οποία είναι και η μεγαλύτερη που έχει επιτευχθεί μεταξύ των τεχνολογιών λεπτής επιστρώσεως. Με την πρόσμιξη γαλλίου η απόδοση του μπορεί να αυξηθεί ακόμα περισσότερο CIGS. Το πρόβλημα που υπάρχει είναι ότι το ίδιο υπάρχει σε περιορισμένες ποσότητες στην φύση. Στα επόμενα χρόνια πάντως αναμένεται το κόστος του να είναι αρκετά χαμηλότερο.

2. Φ/Β στοιχεία άμορφου πυριτίου (Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si)

Τα στοιχεία αυτά έχουν αισθητά χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες. Πρόκειται για ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγού υλικού (πυρίτιο στην περίπτωση μας) πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού κόστους όπως γυαλί ή αλουμίνιο.

Έτσι και λόγω της μικρότερης ποσότητας πυριτίου που χρησιμοποιείται η τιμή τους είναι γενικότερα αρκετά χαμηλότερη. Η λέξη άμορφο προέρχεται από τον τυχαίο τρόπο με τον οποίο είναι διατεταγμένα τα άτομα του πυριτίου. Οι επιδόσεις που επιτυγχάνονται με την χρήση των thin films πυριτίου κυμαίνονται για το πλαίσιο από 6 έως 8% ενώ στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις ακόμα και 14%. Ένα ακόμα χαρακτηριστικό της τεχνολογίας αυτής είναι η αρκετά μικρότερη διάρκεια ζωής. Το πάχος του πυριτίου είναι περίπου 0,0001 χιλιοστά ενώ το υπόστρωμα μπορεί να είναι από 1 έως 3 χιλιοστά.

3. Τελουριούχο Κάδμιο (CdTe)

Το Τελουριούχο Κάδμιο έχει ενεργειακό διάκενο γύρω στο 1eV το οποίο είναι πολύ κοντά στο ηλιακό φάσμα κάτι που του δίνει σοβαρά πλεονεκτήματα όπως την δυνατότητα να απορροφά το 99% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Οι σύγχρονες τεχνικές όμως μας προσφέρουν αποδόσεις πλαισίου γύρω στο 6-8%. Στο εργαστήριο η απόδοση φωτοβολταϊκών στοιχείων έχει φθάσει το 16%. Μελλοντικά αναμένεται το κόστος του να πέσει αρκετά. Τροχοπέδη για την χρήση του αποτελεί το γεγονός ότι το κάδμιο σύμφωνα με κάποιες έρευνες είναι καρκινογόνο με αποτέλεσμα να προβληματίζει το ενδεχόμενο της εκτεταμένης χρήσης του. Ήδη η Greenpeace έχει εναντιωθεί στην χρήση του. Επίσης προβληματίζει ή έλλειψη του Τελλουρίου. Σημαντικότερη χρήση του είναι ή ενθυλάκωση του στο γυαλί ως δομικό υλικό (BIPV Building Integrated Photovoltaic).

4. Αρσενικούχο Γάλλιο (GaAs)

Το Γάλλιο είναι ένα παραπροϊόν της ρευστοποίησης άλλων μετάλλων όπως το αλουμίνιο και ο ψευδάργυρος. Είναι πιο σπάνιο ακόμα και από τον χρυσό. Το Αρσένιο δεν είναι σπάνιο αλλά έχει το μειονέκτημα ότι είναι δηλητηριώδες. Το αρσενικούχο γάλλιο έχει ενεργειακό διάκενο 1,43eV που είναι ιδανικό για την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η απόδοση του στην μορφή πολλαπλών συνενώσεων (multijunction) είναι η υψηλότερη που έχει επιτευχθεί και αγγίζει το 29%. Επίσης είναι εξαιρετικά ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες γεγονός που επιβάλλει σχεδόν την χρήση του σε εφαρμογές ηλιακών concentrators. Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι αντέχει σε πολύ υψηλές ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας, για αυτό αλλά και λόγω της πολύ υψηλής απόδοσης του ενδείκνυται για διαστημικές εφαρμογές. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι το υπερβολικό κόστος του μονοκρυσταλλικού GaAs υποστρώματος.

3.2 Φωτοβολταϊκά πλαίσια

- Μονοκρυσταλλικά
- Πολυκρυσταλλικά
- Λεπτού υμενίου (Thin film)

Μονοκρυσταλλικά πλαίσια

Τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια από πυρίτιο πετυχαίνουν υψηλή απόδοση, μέχρι και 20%. Για την παραγωγή τους όμως απαιτούνται μεγάλες ποσότητες ενέργειας με αποτέλεσμα η υψηλή τιμή τους να τα καθιστά απαγορευτικά για τη χρήση τους σε φωτοβολταϊκά πάρκα.

Πολυκρυσταλλικά πλαίσια

Τα πολυκρυσταλλικά πλαίσια πετυχαίνουν απόδοση περίπου 16% , τιμή εξαιρετικά ικανοποιητική και το κόστος κατασκευής τους είναι πολύ μικρότερο από εκείνο των μονοκρυσταλλικών πλαισίων και για αυτό χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις.

Λεπτού υμενίου (Thin film)

Η τεχνολογία των πλαισίων λεπτού υμενίου αναπτύχθηκε ως οικονομική λύση για φωτοβολταϊκά συστήματα λόγω του χαμηλού ενεργειακού κόστους και κόστους παρασκευής. Έχουν σχετικά χαμηλή απόδοση (6 έως 8 %) αλλά λόγω της εξαιρετικά καλής συμπεριφοράς τους στις υψηλές θερμοκρασίες (θερμά κλίματα) και στο διάχυτο φως χρησιμοποιούνται συχνά σε εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών.

3.3 Νέα υλικά για Φ/Β στοιχεία

Τα πολυμερή για ακόμα μια φορά με τις απίστευτες ιδιότητες που έχουν μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο ακόμα και στην ένταξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέσα στη ζωή μας. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συμμετοχή τους στη κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων με πρώτη ύλη βέβαια πολυμερή και κάποιες άλλες ενώσεις. Παρόλο το μεγάλο κόστος που συνοδεύεται με αυτό το εγχείρημα μπορούμε κάποια στιγμή στο μέλλον να ελπίζουμε ότι όλοι μας θα έχουμε στα σπίτια μας ένα ηλιακό κάτοπτρο φτιαγμένο από πολυμερή το οποίο θα μας βοηθάει να συγκεντρώνουμε την ηλιακή ενέργεια προς όφελος φυσικά της καθημερινής άνεσής μας.

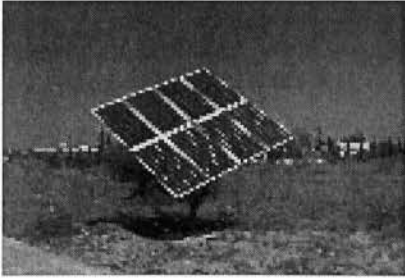
Τα φωτοβολταϊκά πολυμερή παρουσιάζουν την δυνατότητα να απορροφούν τα χρώματα του φωτός του ήλιου που χρησιμοποιούνται ως επιστρώματα στις στέγες ή ακόμα και ως αναπόσπαστο τμήμα ινών για να παράγουν την ηλεκτρική ενέργεια από το φως του ήλιου. Οι επιστήμονες MacDiarmid, Shirakawa, και Heeger έφεραν στο προσκήνιο τις μοναδικές ιδιότητες των conjugated πολυμερών σωμάτων το 1977 όταν ανακάλυψαν ότι η χημική νάρκωση αυτών των υλικών οδήγησε στις αυξήσεις στην ηλεκτρονική αγωγιμότητα πέρα από διάφορα μεγέθη. Από τότε, η ηλεκτρονική κατεύθυνση των υλικών βασίζεται στα conjugated πολυμερή σώματα που έχουν εφαρμοστεί σε διαφορετικά στοιχεία όπως οι αισθητήρες, βιολικά, δίοδοι που εκπέμπουν φως, ενεργοποιητές πολυμερών, και παράγωγα προστασίας διάβρωσης. Παρακάτω θα γίνει μια εκτενής αναφορά στην επίδραση των φωτοβολταϊκών στα conjugated πολυμερή ενώ παράλληλα θα γίνει και μια προσπάθεια να εξετάσουμε το σημερινό καθεστώς το οποίο επικρατεί αυτή τη στιγμή αλλά βέβαια και τις εφαρμογές τους.

Τα conjugated πολυμερή σώματα έχουν ένα πλαίσιο εναλλασσόμενων απλών και διπλών δεσμών άνθρακα-άνθρακα και μερικές φορές άνθρακα-άζωτο. Οι απλοί δεσμοί αναφέρονται ως π-δεσμοί, και οι διπλοί δεσμοί περιέχουν ένα σ-δεσμό και ένα π-δεσμό. Όλα τα conjugated πολυμερή έχουν μια σπονδυλική στήλη σ-δεσμών που επικαλύπτεται με υβριδικά τροχιακά SP 2. Η συμπεριφορά των conjugated πολυμερών αλλάζει εντυπωσιακά με τη χημική νάρκωση (chemical doping). Γενικά, πολυμερή σώματα όπως το poly(arylene) (PPy) είναι μερικώς οξειδωμένα για να παράγουν τα π-doping υλικά. Τα p-doped πολυμερή έχουν πολλές εφαρμογές για παράδειγμα ηλεκτροχρωμικές συσκευές, επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, πυκνωτές, μεμβράνες, και ηλεκτρομαγνητικά προστατευτικά καλύμματα. Σήμερα μόνο τρία conjugated πολυμερή έχουν τραβήξει ιδιαίτερα την προσοχή για χρησιμοποίησή τους σε φωτοβολταϊκά στοιχεία. Αυτά τα πολυμερή είναι τα εξής το **Poly(p-phenylenevinylenes)**, **Polyanilines**, **Polythiophenes**.

Οι μελλοντικές εφαρμογές του είναι αρκετά αισιόδοξες και ιδιαίτερα στον τομέα των φωτοβολταϊκών. Μάλιστα τα φωτοβολταϊκά πολυμερή υπόσχονται πολλά στο μέλλον αφού γίνονται πολλές προσπάθειες προκειμένου να βρεθεί ένα υλικό για την μαζική παραγωγή φωτοβολταϊκών στοιχείων με πολύ μικρό κόστος παραγωγής και μεγάλης απόδοσης.

Έτσι θα γίνει εφικτή η φτηνή ηλιακή ενέργεια που είναι η βασικότερη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας στον πλανήτη και που ουσιαστικά μένει ανεκμετάλλευτη, αφού το κόστος παραγωγής της είναι τεράστιο σε σχέση πάντα με τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Τα conjugated πολυμερή μπορούν να εκθέσουν διεξαγωγή ηλεκτρονίων παρόμοια με τους συμβατικούς ημιαγωγούς, μια επίδραση που ενισχύεται κοντά στο χημικό doping. Τα ηλεκτρικά ρεύματα παράγονται με το χωρισμό των ζευγαριών ηλεκτρονίων. Αυτό γίνεται με τη διαμόρφωση των διεπαφών μεταξύ των υλικών που έχουν τις διαφορετικές δυνατότητες ιονισμού και τις συγγένειες ηλεκτρονίων. Οι διεπαφές δημιουργούνται με την επαφή των στρωμάτων των μετάλλων, των ανόργανων οξειδίων, και των πολυμερών σωμάτων, ή με τη δημιουργία των πολυμερών δικτύων. Αν και τα καλύτερα φωτοβολταϊκά πολυμερή σώματα που έχουν παραχθεί μέχρι τώρα είναι λιγότερο αποδοτικά από τα αντίστοιχα πυριτίου παράγουν τις υψηλότερες ανοιχτές τάσεις. Τα πολυμερή σώματα αναπτύσσονται με χρήση χρωστικών ουσιών για να αυξήσουν την ελαφριά αποδοτικότητα συλλογής. Οι μέθοδοι πολυμερισμού αναπτύσσονται για να αυξήσουν τη δομή τους παράγοντας εκείνες τις μεταφορικές ιδιότητες που θα τα κάνουν να γίνουν καλύτερα για τις αντίστοιχες χρήσεις. Έτσι ίσως να σας ακούγεται παράλογο μια μέρα να μπορέσετε να μετατρέψετε το εξωτερικό του σπιτιού σας σε ένα μεγάλο ηλιακό συσσωρευτή με φωτοβολταϊκό πολυμερές χρώμα.

3.4 Φωτοβολταϊκά Συστήματα Κινητής Βάσης



Η εταιρεία σχεδίασε και κατασκεύασε το **Σύστημα Κινούμενης Βάσης - Ηλιοτρόπιο** το οποίο είναι ένα εξαιρετικά αξιόπιστο μονοαξονικό σύστημα το οποίο παρακολουθεί την πορεία του ήλιου στον ορίζοντα.

Οι φωτοβολταϊκοί συλλέκτες τοποθετούνται πάνω στην κινούμενη βάση έτσι ώστε να έχουν κατεύθυνση πάντα προς τον ήλιο, και έτσι να αυξάνεται η απόδοσή τους κατά 25% έως 50% όλο τον χρόνο όπως εκτιμάται για την Ελλάδα.

Η σχεδίαση και κατασκευή του Ηλιοτροπίου έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να αντέχει στις χειρότερες κλιματικές συνθήκες, η συντήρησή του να είναι ελάχιστη μία φορά τον χρόνο και οι αντοχές των υλικών κατασκευής είναι δοκιμασμένες σε ακραίες καταστάσεις.

Η πορεία της κινούμενης βάσης είναι από Ανατολικά (E) προς Δυτικά (W) κατά την διάρκεια της ημέρας και ο προσανατολισμός της βάσης είναι Νότιος (S).

Η γωνία κλίσης θ των Φ/Β συλλεκτών ως προς τον οριζόντιο άξονα μεταβάλετε χειροκίνητα από 20° έως 65° έτσι ώστε να προσαρμόζεται σύμφωνα με την μετατόπιση του ήλιου τις τέσσερις εποχές του χρόνου.

Κάθε πρωί το σύστημα προσανατολίζεται Ανατολικά (E) και παρακολουθεί την πορεία του ήλιου ξεκινώντας την ώρα ανατολής του ήλιου. Ως ώρα εκκίνησης της πορείας λαμβάνεται η ώρα Ανατολής του ήλιου κατά την Εαρινή Ισημερία του τόπου εγκατάστασης του συστήματος.

Η παρακολούθηση του ορίζοντα από το σύστημα γίνεται ανεξάρτητα εάν υπάρχει ηλιοφάνεια ή συννεφιά, έτσι ώστε να γίνεται εκμετάλλευση και της παραμικρής ηλιαχτίδας του ήλιου για την παραγωγή ενέργειας.

Η πορεία του ήλιου στον ορίζοντα παρακολουθείτε από την Ανατολή μέχρι την Δύση, μετατοπίζοντας τον άξονα του συστήματος κατά 9° σε είκοσι κινήσεις (βήματα). Τα βήματα μετατόπισης του άξονα μπορούν να μεταβληθούν έτσι ώστε η πορεία παρακολούθησης του ήλιου στον ορίζοντα να αλλάζει σύμφωνα με τον τόπο εγκατάστασης του συστήματος.

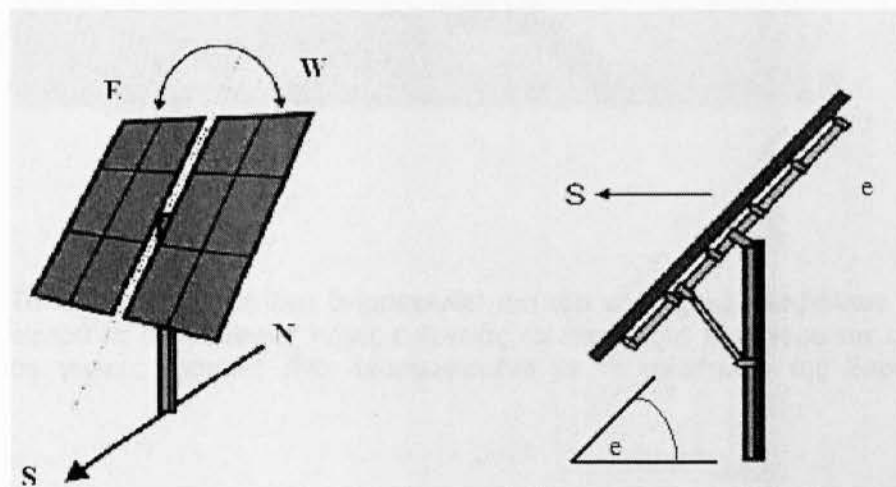
Κατά την διάρκεια της νύκτας το σύστημα επανέρχεται στην θέση που βλέπει προς την Ανατολή και είναι έτοιμο για την εκκίνησή την ώρα της Ανατολής του ήλιου.

Τα κινητά μέρη είναι στεγανά και αντέχουν σε συνθήκες θερμοκρασίας από -30° έως 50° C. Η διάρκεια κίνησης του κινητήρα σε ένα εικοσιτετράωρο είναι είκοσι λεπτά (20min) και έτσι οι φθορές είναι ελάχιστες. Η ετήσια κατανάλωση σε ηλεκτρισμό είναι 5KWH.

Η συντήρηση του ΣΚΒ είναι ελάχιστη γιατί όλα τα κινούμενα μέρη είναι στεγανά και τα υλικά κατασκευής του μεταλλικού μέρους του ΣΚΒ είναι ανοξείδωτα. Η

Η συντήρηση του ΣΚΒ είναι ελάχιστη γιατί όλα τα κινούμενα μέρη είναι στεγανά και τα υλικά κατασκευής του μεταλλικού μέρους του ΣΚΒ είναι ανοξείδωτα. Η λίπανση του κοχλία γίνεται μία φορά το έτος και υπάρχει πρόβλεψη και για χειροκίνητη κίνηση σε περίπτωση βλάβης.

Η όλη κατασκευή είναι υπολογισμένη ώστε να αντέχει σε ανέμους με ταχύτητα άνω των 150 Km/h.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

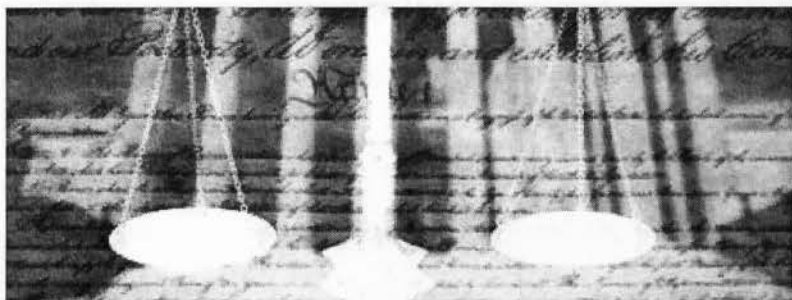
ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ Α.Π.Ε

Νομοθεσία



Τα τελευταία χρόνια έχει διαμορφωθεί ένα νέο νομοθετικό περιβάλλον στην Ελλάδα που αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και γενικότερα την αγορά της ενέργειας το οποίο σε γενικές γραμμές είναι εναρμονισμένο με το αντίστοιχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

4.1 Νομοθεσία Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας



Σε αυτήν την σελίδα θα παρατίθενται οι νομοθεσίες, αποφάσεις, οδηγίες κλπ που σχετίζονται με διαδικασίες αδειοδότησης, εγκατάστασης, λειτουργίας, επιδότησης σταθμών παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Ελληνική Νομοθεσία ενέργειας και ΑΠΕ

ΥΑ 06/2007 Διαδικασία έκδοσης αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ΗΕ από ΑΠΕ

Οικ.5707/2007 Κανονισμός αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ

Οικ.21691/2006 Οδηγίες εφαρμογής του Ν.3468

Οικ.18359/2006 Τύπος και περιεχόμενο συμβάσεων αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας στο Σύστημα

Ν.3468/2006 Παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και ΣΗΘΥΑ

Οικ.8311/2005 Έγκριση του Κώδικα Διαχείρισης του συστήματος και Συναλλαγών Ηλεκτρικής ενέργειας

<u>N.2941/2001</u> (άρθρο 2)	Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών αδειοδότησης ΑΠΕ
<u>24/4/2001</u>	Χορήγηση άδειας διαχείρισης του συστήματος στον ΔΕΣΜΗΕ
<u>Οικ.6296/2001</u>	Κανονισμός Άδειας διαχείρισης και εκμετάλλευσης του συστήματος
<u>Οικ.7890/2000</u>	Έγκριση κανονισμού προμηθειών της ΔΕΗ
<u>ΠΔ328/2000</u>	Σύσταση και καταστατικό της ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε.
<u>Οικ.17951/2000</u> ενέργειας	Κανονισμός Αδειών παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρικής
<u>Οικ.12160/1999</u> υδροηλεκτρικά	Διαδικασία επιλογής υποψήφιων ηλεκτροπαραγωγών από μικρά
<u>N.2773/1999</u>	Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας - Ρύθμιση
θεμάτων ενεργειακής πολιτικής	
<u>N.2244/1994</u> καύσιμα	Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και συμβατικά

Αναπτυξιακός

<u>Αποφάσεις 7/2007</u> προϋποθέσεις κλπ)	Το σύνολο των «τελικών» αποφάσεων (Ποσοστά, δικαιολογητικά,
<u>Τροπολογία/2006</u> απλουστεύσεις στον κώδικα βιβλίων»	Τροπολογία στα «Μεταβολές στη φορολογία εισοδήματος,
<u>Τροπολογία/2006</u>	Μεταβολές στη φορολογία κλπ
<u>N.3299/2004</u>	Αναπτυξιακός νόμος

Κοινοτικές οδηγίες ενέργειας και ΑΠΕ

<u>Κανονισμός</u> <u>1228/03ΕΚ</u>	Όροι πρόσβασης στο δίκτυο για τις διασυνοριακές ανταλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας
<u>Οδηγία 54/03ΕΚ</u> κατάργηση 96/92	Κοινοί κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας
<u>Directive</u> <u>77/01ΕC</u>	Promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market
<u>Οδηγία 96/92ΕΚ</u>	Κοινοί κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας
 <i>Αποφάσεις ΡΑΕ</i>	
<u>02/2007</u> ενέργειας	Κώδικας διαχείρισης του συστήματος και συναλλαγών ηλεκτρικής ενέργειας
<u>76/2007</u> ενέργειας	Δημοσίευση στοιχείων συστήματος συναλλαγών ηλεκτρικής ενέργειας
<u>75/2007</u> 3468/2007	Α' Φάση προγράμματος ανάπτυξης ΦΒ κατά άρθρο 14 παρ 1. του 3468/2007
<u>136/2006</u>	Αιτήσεις για άδειες παραγωγής
<u>66/2006</u>	Διαδικασία παραλαβής και εξειδίκευση περιεχομένων αίτησης για χορήγηση άδειας παραγωγής ΗΕ
<u>Οδηγός/2001</u> από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ	Οδηγός αξιολόγησης αιτήσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ

Περιβαλλοντολογικά

Οικ.107100/29-08-2007 Διευκρινήσεις σχετικά με την διαδικασία Περιβαλλοντικής αδειοδότησης έργων ΑΠΕ

Οικ.104247/26-05-2006 Διαδικασία ΠΠΕΑ και ΕΠΟ για έργα ΑΠΕ

Χωροταξικό

01-02-2007 Ειδικό χωροταξικό πλαίσιο ΑΠΕ (Συνέντευξη τύπου Σουφλιάς)

Ειδικό πλαίσιο Χωροταξικού σχεδιασμού και αιεφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

4.2 Ελληνική Νομοθεσία και ΑΠΕ

4.2.1 Θεσμικοί Φορείς

Η ΡΑΕ



Η ΡΑΕ είναι η ανεξάρτητη διοικητική αρχή (ελέγχεται μόνο από τον Υπουργό Ανάπτυξης) που έχει ως

σκοπό να ελέγχει την λειτουργία της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Η ΡΑΕ γνωμοδοτεί για την χορήγηση αδειών για δραστηριότητες στον χώρο της Ηλεκτρικής Ενέργειας, για τις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας, τον τρόπο λειτουργίας της αγοράς και γενικότερα έχει ουσιαστικό ρόλο στην δημιουργία μιας υγιούς και ελεύθερης αγοράς με σκοπό την παροχή των βέλτιστων υπηρεσιών στον τελικό αποδέκτη που είναι ο καταναλωτής. Η σύσταση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας επιβλήθηκε ουσιαστικά από την ανάγκη εναρμόνισης της Ελληνικής νομοθεσίας με την Κοινοτική Οδηγία 96/92ΕΚ (Σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας) και συστήθηκε με τον νόμο Ν.2773/22-12-99 (Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας - Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις).

Ο ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε.



Ο Διαχειριστής του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας είναι Ανώνυμη Εταιρεία της οποίας η ύπαρξη υποδείχθηκε επίσης με τον νόμο Ν.2773/22-12-99 και συστήθηκε με το ΠΔ328/2000. Ασκεί δύο βασικές δραστηριότητες.

Η πρώτη είναι να φροντίζει ώστε να διατηρείτε σταθερή η ισορροπία παραγωγής - κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τρόπο όσο το δυνατόν οικονομικά αποδοτικότερο, αξιόπιστο, ασφαλή και ποιοτικά αποδεκτό. Ο άλλος είναι να λειτουργεί ως ένα είδος χρηματιστηρίου που υπολογίζει κάθε μέρα, σε επίπεδο διμερών συναλλακτικών σχέσεων (παραγωγός/προμηθευτής - πελάτης) ποιος οφείλει σε ποιόν. Ανήκει κατά 51% στο Ελληνικό Δημόσιο και κατά 49% στις Ελληνικές εταιρείες παραγωγής ενέργειας.

Η ΔΕΗ Α.Ε.



Η ΔΕΗ είναι ο συντριπτικά μεγαλύτερος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας στην χώρα και ο ρόλος της στο πεδίο ήταν καταλυτικός στα 50 χρόνια της ύπαρξης της. Με τις νομοθετικές ρυθμίσεις των τελευταίων ετών και την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας έγινε ανώνυμος εταιρεία με το ΠΔ333/2000. Οι κύριοι σκοποί της εταιρείας σύμφωνα με το καταστατικό της είναι:

- Η άσκηση εμπορικής και βιομηχανικής δραστηριότητας στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα και στο εξωτερικό.
- Η μελέτη, η επίβλεψη, η κατασκευή, η εκμετάλλευση, η συντήρηση και η λειτουργία εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπως και δικτύων μεταφοράς και διανομής.
- Η προμήθεια καθώς και η πώληση ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η εξόρυξη, η παραγωγή και η προμήθεια ενεργειακών πρώτων υλών και γενικότερα η δραστηριοποίηση στον ευρύτερο τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας με την μορφή συνεργασιών, επενδύσεων κτλ.

Από την 1.1.2001 λειτουργεί ως ανώνυμη εταιρία ενώ από τις 12.12.2001 έχει εισαχθεί στα Χρηματιστήρια Αξιών Αθηνών και Λονδίνου.

Κατέχει περίπου το 96% της εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος στην Ελλάδα (12.695 MW) η οποία προέρχεται από λιγνιτικές, υδροηλεκτρικές, πετρελαϊκές μονάδες, μονάδες φυσικού αερίου καθώς και από αιολικά και ηλιακά πάρκα. Παράγει από λιγνίτη το 61% περίπου της ηλεκτρικής της παραγωγής (2ος μεγαλύτερος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση). Έχει στην ιδιοκτησία της το εθνικό σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας μήκους 11.400 χλμ. καθώς και το δίκτυο διανομής συνολικού μήκους 208.000 χλμ. Είναι η μοναδική εταιρία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, την οποία παρέχει σε 7,1 εκατομμύρια πελάτες μέσω ενός δικτύου των 277 καταστημάτων.

4.3 Νομοθεσία σχετικά με την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας

Ο νόμος που άλλαξε άρδην το σκηνικό της αγοράς των ανανεώσιμων πηγών ηλεκτρικής ενέργειας ήταν ο Ν.3468/06. Ο σκοπός αυτού του νόμου είναι η εναρμόνιση ουσιαστικά της Ελληνικής νομοθεσίας με την οδηγία της ευρωπαϊκής κοινότητας 2001/77/ΕΚ. Με αυτόν τον νόμο θεσπίζονται επιτέλους σοβαρά κίνητρα στους ιδιώτες για την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κυρίως με σκοπό την οικονομική επένδυση.

ΒΑΣΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΤΟΥ Ν.3468/06

ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ

Το κυριότερο του σημείο είναι η κρατική δέσμευση για αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η έκδοση του σχετικού τιμοκαταλόγου με τον οποίο καθορίζονται τιμές πώλησης της ενέργειας για κάθε πιθανή δραστηριότητα στον χώρο των ΑΠΕ.

ΕΚΔΟΣΗ ΑΔΕΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ - ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΞΑΙΡΕΣΕΩΝ ΑΠΟ ΑΥΤΗΝ

- ΕΞΑΙΡΕΣΗ ΑΠΟ ΛΗΨΗ ΑΔΕΙΑΣ

Τροχοπέδη μέχρι σήμερα για την συμμετοχή ιδιωτικών επενδύσεων στον χώρο της ενέργειας αποτελούσαν οι δαιδαλώδεις διαδικασίες σχετικά με την έκδοση Άδειας Παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο νέος νόμος έχει καλύψει πλέον κάποιες ασάφειες που υπήρχαν στο πρόσφατο νομικό καθεστώς και μάλιστα απλοποιεί εξαιρετικά τις διαδικασίες αδειοδότησης «μικρών» εγκαταστάσεων ΑΠΕ.

Συγκεκριμένα στο άρθρο 4 του νόμου, θεσπίζονται τα όρια της εγκατεστημένης ισχύος για κάθε τύπο ΑΠΕ, κάτω από τα οποία απλοποιείται η διαδικασία έκδοσης άδειας παραγωγής.

Για τις άνω περιπτώσεις η εξαίρεση δίνεται από την ΡΑΕ κατόπιν αίτησης και υποβολής των σχετικών δικαιολογητικών.

Για περιπτώσεις σταθμών παραγωγής από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ με εγκατεστημένη ισχύ : $\leq 20\text{KWe}$

Δεν απαιτείται η γνωμοδότηση της ΡΑΕ

(εκτός τις περιπτώσεις των μη διασυνδεδεμένων νήσων)

Επίσης σύμφωνα με το άρθρο 8 για όλες τις παραπάνω περιπτώσεις εξαιρέσεων, ΔΕΝ απαιτείται άδεια εγκατάστασης και άδεια λειτουργίας ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ όμως η περιβαλλοντολογική αδειοδότηση. Για την περιβαλλοντολογική αδειοδότηση υποβάλλονται ή εξαίρεση από άδεια παραγωγής καθώς και Μελέτη Περιβαλλοντολογικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) στην αρμόδια υπηρεσία της οικίας νομαρχίας.

ΕΚΔΟΣΗ ΑΔΕΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ - ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Στις περιπτώσεις σταθμών που δεν εμπίπτουν στην κατηγορία της «εξαίρεσης» η διαδικασία έκδοσης άδειας παραγωγής είναι σαφώς περισσότερο πολύπλοκη. Χωρίς να εισέλθουμε σε πολύ μεγάλη ανάλυση περιληπτικά τα βασικά σημεία της αδειοδότησης είναι τα ακόλουθα.

Χορηγείται από τον Υπουργό Ανάπτυξης κατόπιν γνωμοδότησης της ΡΑΕ.

Αναφορικά τα βασικά κριτήρια έκδοσης άδειας και η σχετική διαδικασία αδειοδότησης έχει ως εξής:

ΚΡΙΤΗΡΙΑ

- Εθνική ασφάλεια
- Προστασία δημόσιας υγείας
- Ασφάλεια εγκαταστάσεων συστήματος - Δικτύου
- Ενεργειακή αποδοτικότητα του έργου
- Ωριμότητα διαδικασίας υλοποίησης
- Δικαίωμα χρήσης θέσης εγκατάστασης
- Επιστημονική - οικονομική - τεχνική επάρκεια αιτούντος για υλοποίησης της επένδυσης
- Διασφάλιση παροχής υπηρεσιών κοινής ωφέλειας
- Προστασία του περιβάλλοντος

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Η ΡΑΕ εξετάζει το κατά πόσο πληρούνται τα παραπάνω κριτήρια στον φάκελο του αιτούντος και

- συνυπολογίζει την αξιολόγηση της Προμελέτης Περιβαλλοντολογικών Επιπτώσεων (Π.Π.Ε.) από την αρμόδια αρχή (60 ημέρες από κατάθεση ΠΠΕ)
- Σε διάστημα εντός 4μηνών από την γνωστοποίηση σε αυτήν της αίτησης γνωμοδοτεί στον Υπουργό Ανάπτυξης
- Ο Υπουργός Ανάπτυξης αποφασίζει για την έκδοση άδειας σε διάστημα 15 ημερών από την γνωμοδότηση της ΡΑΕ

Διάρκεια άδειας παραγωγής : 25 χρόνια με δυνατότητα ανανέωσης για ακόμα 25. Χρονικό περιθώριο για έκδοση άδειας εγκατάστασης : 2 χρόνια (+1 υπό προϋποθέσεις)

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η άδεια εγκατάστασης για τα έργα που κατατάσσονται στην 2η υποκατηγορία της Α' Κατηγορίας και στην 3η ή 4η υποκατηγορία της Β' Κατηγορίας εκδίδεται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας, στα όρια της οποίας εγκαθίσταται ο σταθμός. Σε περίπτωση που δεν καθίσταται δυνατό αρμόδιος για την έκδοση της άδειας θα είναι ο Υπουργός Ανάπτυξης.

Για τα έργα που κατατάσσονται στην 1η υποκατηγορία της Α' Κατηγορίας καθώς και για έργα σε προστατευμένες περιοχές ή άδεια εκδίδεται με κοινή απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης και του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργού.

- Η άδεια εγκατάστασης ισχύει για δύο (2) έτη και μπορεί να παρατείνεται για ακόμα (2) σε ειδικές περιπτώσεις

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΔΕΙΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Αρμόδια αρχή για την έκδοση της άδειας λειτουργίας είναι αυτή που έκδωσε την άδεια εγκατάστασης. Εκδίδεται μετά από δοκιμαστικές διαδικασίες ελέγχων των ποιοτικών χαρακτηριστικών της εγκατάστασης και της παραγόμενης ενέργειας.

4.4 Ψηφίστηκε το νέο νομοσχέδιο για τα Φωτοβολταικά

Με την ψήφιση από τη Βουλή του νομοσχεδίου του υπουργείου Ανάπτυξης για τη συμπαράγωγή κ.λπ., οριστικοποιήθηκε το καθεστώς για την ίδρυση και λειτουργία φωτοβολταϊκών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής, με στόχο να αρθεί το αδιέξοδο με τις περίπου 8.000 αιτήσεις που έχουν κατατεθεί στη ΠΑΕ. Οι βασικές διατάξεις του νέου νόμου συνοψίζονται ως εξής:

1. Ορίζεται χρονοδιάγραμμα για την αδειοδότηση από τη ΠΑΕ. Συγκεκριμένα, οι αιτήσεις για χορήγηση άδειας παραγωγής από φωτοβολταϊκούς σταθμούς και για έκδοση απόφασης εξαίρεσης αξιολογούνται και εξετάζονται αντίστοιχα, μέχρι την 28/02/09 όσες έχουν υποβληθεί έως και την 31/05/07, μέχρι την 30/04/09 όσες έχουν υποβληθεί έως και 30/06/07 και μέχρι την 31/12/09 όσες έχουν υποβληθεί έως 29/02/08.

2. Ορίζονται νέες τιμές πώλησης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας. Οι τιμές αυτές θα είναι εγγυημένες για μια 20ετία (και για τα παλιά συμβόλαια που τρέχουν ήδη) και θα αναπροσαρμόζονται ετησίως με το 25% του πληθωρισμού της περασμένης χρονιάς. Οι τιμές αυτές κλειδώνουν με την υπογραφή της σύμβασης αγοροπωλησίας με τον ΔΕΣΜΗΕ (ή τη ΔΕΗ για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά) και στη συνέχεια έχει κανείς άλλους 18 μήνες για να υλοποιήσει το έργο κάνοντας χρήση αυτής της τιμής. Αν καθυστερήσει πάνω από 18 μήνες, θα πάρει την τιμή που ισχύει τη στιγμή της έναρξης λειτουργίας. Αυτό, πρακτικά, σημαίνει ότι οι τιμές παραμένουν σταθερές έως και το 2011.

3. Ο νέος νόμος προβλέπει τη διενέργεια διαγωνισμών για έργα ισχύος άνω των 10 MWp. Οι λεπτομέρειες για το πως θα διενεργούνται αυτοί οι διαγωνισμοί θα ανακοινωθούν εντός του 2009.

4. Προβλέπεται η ξεχωριστή ενίσχυση συστημάτων που θα εγκαθίστανται σε κτίρια. Οι λεπτομέρειες θα καθοριστούν με υπουργική απόφαση εντός του 2009.

5. Οι άδειες παραγωγής ή αποφάσεις εξαίρεσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς δεν επιτρέπεται να μεταβιβασθούν πριν την έναρξη λειτουργίας των σταθμών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ - ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ

5.1 Παράγοντες που συντελούν στην ανάπτυξη των Φ/Β στην Ελλάδα

Η Ελλάδα παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις για ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων. Οι λόγοι για την προώθηση της Φ/Β τεχνολογίας, της έρευνας και των εφαρμογών στην Ελλάδα συνοψίζονται ως ακολούθως:

Αξιοποίηση μιας εγχώριας και ανανεώσιμης πηγής ενέργειας που είναι σε αφθονία, με συμβολή στην ασφάλεια παροχής ενέργειας.

- Υποστήριξη του τουριστικού τομέα για ανάπτυξη φιλική προς το περιβάλλον και οικολογικό τουρισμό, ιδιαίτερα στα νησιά. Η ενεργειακή εξάρτηση των νησιωτικών σταθμών παραγωγής ενέργειας από το πετρέλαιο και το τεράστιο κόστος μεταφοράς της, έχουν άμεσο αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής των κατοίκων, στην τουριστική ανάπτυξη και στο κόστος παραγωγής ενέργειας, το οποίο τελικώς χρεώνεται η ΔΕΗ.
- Ενίσχυση του ηλεκτρικού δικτύου τις ώρες των μεσημβρινών αιχμών, όπου τα Φ/Β παράγουν το μεγάλο μέρος ηλεκτρικής ενέργειας, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο που παρατηρείται έλλειψη ή πολύ υψηλό κόστος ενέργειας.
- Μείωση των απωλειών του δικτύου, με την παραγωγή ενέργειας στον τόπο της κατανάλωσης, ελάφρυνση των γραμμών και χρονική μετάθεση των επενδύσεων στο δίκτυο.
- Περιορισμός του ρυθμού ανάπτυξης νέων κεντρικών σταθμών ισχύος συμβατικής τεχνολογίας. Συμβολή στη μείωση των διακοπών ηλεκτροδότησης λόγω υπερφόρτωσης του δικτύου ΔΕΗ.
- Σταδιακή απεξάρτηση από το πετρέλαιο και κάθε μορφής εισαγόμενη ενέργεια και εξασφάλιση της παροχής ενέργειας μέσω αποκεντρωμένης παραγωγής.

- Κοινωνική προσφορά του παραγωγού / καταναλωτή και συμβολή στην αειφόρο ανάπτυξη, την ποιότητα ζωής και προστασία του περιβάλλοντος στα αστικά κέντρα και στην περιφέρεια.
- Ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων με σημαντική συμβολή σε αναπτυξιακούς και κοινωνικούς στόχους.
- Ανάπτυξη της Ελληνικής Βιομηχανίας Φ/Β Συστημάτων με άριστες προοπτικές για πλήρη κάλυψη της Ελληνικής αγοράς και εξαγωγικές δραστηριότητες. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και ανάπτυξη Ελληνικής τεχνογνωσίας. Εκτίμηση 2004: 2 βιομηχανίες για κατασκευή Φ/Β, 3 ΜΜΕ για ανάπτυξη ηλεκτρονικών ισχύος και 3 μονάδες παραγωγής μπαταριών για Φ/Β εφαρμογές.
- Προώθηση των στόχων της ΕΕ και του Κyoto σχετικά με τη μείωση των αερίων ρύπων και τη διείσδυση των ΑΠΕ στη συνολική ηλεκτροπαραγωγή, σε ποσοστό 20% έως το 2010.

5.1.1 Ο νέος χάρτης των φωτοβολταϊκών

Εξήντα πέντε νέες αιτήσεις την ημέρα δέχθηκε κατά μέσο όρο η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας για χορήγηση άδειας παραγωγής ή εξαίρεσης φωτοβολταϊκών σταθμών, σύμφωνα με τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία της ανεξάρτητης αρχής. Μόνο για το διάστημα μεταξύ 8 και 29 Ιουνίου 2007, ο αριθμός των νέων αιτήσεων έφτασε τις 987. Έτσι ο συνολικός αριθμός των αιτήσεων ανήλθε σε 3587 ενώ η ισχύς σε 1897,875 MW.

Βεβαίως, όπως ανακοινώθηκε, οι ουρές των ενδιαφερομένων στη ΡΑΕ για αιτήσεις, έφεραν την αύξηση του ορίου ώστε να ικανοποιηθούν οι επίδοξοι επενδυτές. Έτσι, ενώ το αρχικό πρόγραμμα ανάπτυξης φ/β προέβλεπε την εγκατάσταση 500MWp σε όλη τη χώρα, με την τροποποίηση που εγκρίθηκε χτες, το όριο αυξάνεται σε 640MWp. Μεγάλοι ωφελημένοι από την αύξηση είναι οι αυτοπαραγωγοί, δηλαδή όσοι εγκαταστήσουν φ/β πάνελ για δική τους χρήση (σε πολυκατοικίες, μονοκατοικίες, γραφεία κλπ). Η πρόσθετη ισχύς που εγκρίθηκε αποκλειστικά για αυτοπαραγωγούς είναι 50MWp. Κέρδη προκύπτουν και για τους νομούς Αρκαδίας (επιπλέον 50MWp), Κοζάνης, Φλώρινας, Καστοριάς και Γρεβενών (επιπλέον 30MWp). Πρόσθετη φωτοβολταϊκή ισχύς 10MWp εγκρίθηκε και για τα διασυνδεδεμένα νησιά.

Εκτός όμως από την αύξηση του ορίου της εγκατεστημένης ισχύος με το αναθεωρημένο πρόγραμμα ανάπτυξης, εξαιρετικό ενδιαφέρον για τους επενδυτές παρουσιάζει και μια άλλη απόφαση της ΡΑΕ για την τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας.

Έτσι σύμφωνα με τα νέα τιμολόγια πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και Συμπαγωγή τα φ/β μέχρι 100KVpeak, οι παραγωγοί θα αποπληρώνονται:

* με 452,82€/MW για το διασυνδεδεμένο σύστημα (από 450€/MW που ίσχυε)

* με 502,82€/MW για το μη διασυνδεδεμένο σύστημα (από 500€/MW)

και τα φ/β με ισχύ μεγαλύτερη των 100KVpeak θα αποπληρώνονται:

* με 402,82€/MW για το διασυνδεδεμένο σύστημα (από 400€/MW)

* με 452,82€/MW για το μη διασυνδεδεμένο σύστημα (από 450€/MW)

Οι Αιτήσεις

	Πλήθος	Ισχύς (MW)
1. Έως 150KW	7	0,493
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ	1	0,100
ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	1	0,008
ΚΡΗΤΗΣ	4	0,385
2. Από 150KW Έως 2MW	620	750,322
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ	42	48,073
ΑΤΤΙΚΗΣ	24	31,949
ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	1	1,609
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ	59	83,669
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	16	18,025
ΗΠΕΙΡΟΥ	32	35,235
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	110	146,535
ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ	1	1,843
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	94	90,543
ΚΡΗΤΗΣ	26	14,477
Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	10	9,535
ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	1	0,200

ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	125	163,070
ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΟΣ	79	105,560

3. Από
2ΜW

156 847,813

ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ	13	53,420
ΑΤΤΙΚΗΣ	7	34,783
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ	23	101,331
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	6	32,366
ΗΠΕΙΡΟΥ	4	17,845
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	13	68,911
ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ	1	4,000
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	20	91,007
ΚΡΗΤΗΣ	3	19,000
Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	1	3,000
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	42	315,722
ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΟΣ	23	106,429
Σύνολο	783	1598,629

Εξαιρέσεις

	Πλήθος	Ισχύς (MW)
1. Από 20KW Έως 150KW	2803	299,096
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ	243	27,932
ΑΤΤΙΚΗΣ		64 6,462
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ	352	36,969
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ		74 7,924
ΗΠΕΙΡΟΥ	151	16,957
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	308	32,606
ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΙΩΝ		12 1,548
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	531	56,632
ΚΡΗΤΗΣ		12 1,243
Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ		30 3,049
ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ		2 0,195
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	755	79,696
ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΟΣ	269	27,881
2. Από 150KW Έως 2MW		1 0,150
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ		1 0,150
Σύνολο	2804	299,246

5.2 Δυνατότητες επενδύσεων σε φωτοβολταϊκά με απόφαση του ΥΠΑΝ

Πρόσθετες δυνατότητες ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων παρέχονται με σημερινή τροποποίηση της πρώτης φάσης του Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Σταθμών, που ενέκρινε ο υπουργός Ανάπτυξης Δημήτρης Σιούφας

μετά από εισήγηση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας σε συνέχεια της από 25 Απριλίου

2007 απόφασής του σε εφαρμογή των διατάξεων του άρθρου 14 του ν. 3468/2006 για την «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και ΣΗΘΥΑ».

Με αφορμή την υπογραφή της απόφασης, ο υπουργός Ανάπτυξης έκανε την ακόλουθη δήλωση:

«Με τη σημερινή τροποποιητική απόφαση της πρώτης φάσης του Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Σταθμών, το οποίο καταρτίστηκε από τη Ρ.Α.Ε, στόχος μας είναι:

Πρώτον: Η επίτευξη της κατά το δυνατόν ταχύτερη διείσδυση της παραγόμενης ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς, με την αύξηση του στόχου για την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών σταθμών στο διασυνδεδεμένο δίκτυο της Χώρας από 500 MWp που είχε τεθεί με το Πρόγραμμα τον περασμένο Απρίλιο σε 640 MWp, εκ των οποίων

50 MWp θα αναπτυχθούν αποκλειστικά από αυτοπαραγωγούς, δηλαδή δεν επιβαρύνουν οικονομικά το σύστημα.

Δεύτερον: Η παροχή πρόσθετων δυνατοτήτων ανάπτυξης φωτοβολταϊκών σταθμών σε περιοχές που έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη μακροχρόνια εκμετάλλευση λιγνιτωρυχείων για τη στήριξη του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής της χώρας. Για το σκοπό αυτό προβλέπεται η ανάπτυξη πρόσθετης φωτοβολταϊκής ισχύος:

• 50 MWp στο νομό Αρκαδίας με άμεση ένταξη (αδειοδότηση εντός του 2007) ώστε να επιτευχθεί παράλληλα και η περαιτέρω στήριξη του νοτίου ηλεκτρικού συστήματος κατά τις ώρες αιχμής της ζήτησης.

• 30 MWp στους νομούς Κοζάνης, Φλώρινας, Καστοριάς και Γρεβενών της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας με χρονική κλιμάκωση 4 ετών (2007-2010) στην αδειοδότησή τους.

Με τον τρόπο αυτό, το υπουργείο Ανάπτυξης και η ΡΑΕ στηρίζουν ένα καλύτερο περιβάλλον για τα μεγάλα ενεργειακά κέντρα της χώρας στη Κοζάνη, τη Φλώρινα και την Αρκαδία που λειτουργούν με καύσιμο το λιγνίτη.

Τρίτον: Ο διαχωρισμός των διασυνδεδεμένων νησιών από τις Διοικητικές Περιφέρειες στις οποίες εντάσσονται με το Πρόγραμμα, όσον αφορά την ανάπτυξη φωτοβολταϊκών σταθμών, ώστε να ακολουθηθεί ενιαία στρατηγική ανάπτυξης των σταθμών αυτών σε όλη τη νησιωτική χώρα. Η στρατηγική αυτή προβλέπει την κατά προτεραιότητα ανάπτυξη μικρών φωτοβολταϊκών σταθμών στα νησιά, λόγω και της ιδιαίτερης οικονομικής και τουριστικής ανάπτυξής τους, καθώς και του ιδιάζοντος περιβαλλοντικού χαρακτήρα τους.

Η συνολική φωτοβολταϊκή ισχύς που προβλέπεται στη φάση αυτή να αναπτυχθεί στα διασυνδεδεμένα νησιά ανέρχεται σε 20 MWp και επιμερίζεται σε κάθε νησί με βάση τις δυνατότητες και τις ηλεκτρικές καταναλώσεις τους. Προκειμένου δε να διασφαλισθεί ότι δεν διαταράσσεται το επενδυτικό περιβάλλον και οι προσδοκίες που είχαν δημιουργηθεί με το Πρόγραμμα στους ενδιαφερόμενους παραγωγούς, παρέχεται, με την τροποποίηση αυτή, πρόσθετη φωτοβολταϊκή ισχύς 10 MWp αποκλειστικά για τα διασυνδεδεμένα νησιά.

Τέταρτον: Η παροχή νέων ευκαιριών για τη ανάπτυξη φωτοβολταϊκών σταθμών από αυτοπαραγωγούς, δεδομένου ότι τα διαθέσιμα περιθώρια και το ήδη εκδηλωμένο ενδιαφέρον των ενδιαφερομένων που έχει εκφραστεί με την υποβολή σχετικών αιτήσεων, περιορίζουν τις δυνατότητες ανάπτυξης τέτοιων σταθμών από αυτοπαραγωγούς.

Η ανάπτυξη φωτοβολταϊκών σταθμών από αυτοπαραγωγούς, δηλαδή από καταναλωτές που γίνονται και παραγωγοί, έχει οφέλη τόσο στο δίκτυο, όσο και στην ελληνική οικονομία και δημιουργεί τις προϋποθέσεις καλλιέργειας φιλοπεριβαλλοντικής συνείδησης από τους καταναλωτές.

Έτσι, με την τροποποίηση του προγράμματος παρέχεται η δυνατότητα ανάπτυξης φωτοβολταϊκών σταθμών από αυτοπαραγωγούς συνολικής ισχύος 50 MWp στο διασυνδεδεμένο δίκτυο, για την οποία θεωρείται ως εντασσόμενη στο Πρόγραμμα ισοδύναμη ισχύς 10 MWp, χωρίς χρονικούς περιορισμούς ή άλλους περιορισμούς ως προς το μέγεθος των σταθμών.

Τέλος, παρότι μόνο τα τελευταία δύο χρόνια τέθηκαν σε λειτουργία νέα έργα ΑΠΕ που αντιστοιχούν σε ποσοστό άνω του 50% των σταθμών που είχαν εγκατασταθεί τα προηγούμενα 10 χρόνια, και την αναμενόμενη επιτάχυνση στην υλοποίηση μεγάλων επενδύσεων σε έργα ΑΠΕ τόσο με το νέο σύστημα αδειοδότησης, σε συνδυασμό με τα αυξημένα οικονομικά κίνητρα όσο και με την προώθηση του ειδικού χωροταξικού σχεδιασμού από το υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ), επισημαίνω, για μια ακόμη φορά, ότι οι επενδύσεις στην ενέργεια απαιτούν γνώσεις και υπευθυνότητα».

5.3 Επενδύσεις σε φωτοβολταϊκά με εγγύηση ΔΕΗ

Λίγοι μήνες έχουν περάσει από την ψήφιση του νέου Νόμου για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Ν. 3468/06) και όλο και περισσότεροι επενδυτές «συνωστίζονται» για μια θέση... στον ήλιο.

Τα ιδιαίτερως ευνοϊκά κίνητρα που δίνονται τόσο σε ιδιώτες, αλλά κυρίως στις επιχειρήσεις που σκοπεύουν να επενδύσουν στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας έχουν αυξήσει το επενδυτικό ενδιαφέρον σε έναν κλάδο, ο οποίος μέχρι πρότινος βρισκόταν στο περιθώριο έναντι άλλων εναλλακτικών μορφών ενέργειας όπως η αιολική. Συγκεκριμένα επιδοτείται η αρχική εγκατάσταση σε ποσοστό από 30% έως 55% της αξίας του συστήματος, ενώ επιδοτούμενο είναι και το επιτόκιο σε περίπτωση δανεισμού.

Το σημαντικότερο κίνητρο όμως για επενδύσεις είναι ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων θα μπορεί να πωλείται στη ΔΕΗ εγγυημένα για μία 20ετία σε τιμή η οποία θα αναπροσαρμόζεται με βάση τον πληθωρισμό ή τις αυξήσεις των τιμολογίων της ΔΕΗ.

Ιδιαίτερη κινητικότητα για επένδυση σε φωτοβολταϊκά συστήματα παρατηρείται από κατόχους μεγάλων εκτάσεων γης, κυρίως δηλαδή από αγρότες. Πριν από μερικές εβδομάδες, έγινε δεκτή με ενθουσιασμό από τους αγρότες πρόταση της ΠΑΣΕΓΕΣ, να επιτραπεί, σε αγροτεμάχια που χαρακτηρίζονται ως γη υψηλής παραγωγικότητας, η χρήση για παραγωγή άλλων δραστηριοτήτων που αφορούν σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ανοίγοντας έτσι μία νέα διέξοδο συμπληρωματικής ενίσχυσης του εισοδήματος των αγροτών.

Συγκεκριμένα, θα επιτραπεί στους αγρότες η χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης ηλιακής ενέργειας (φωτοβολταϊκά) σε γη υψηλής παραγωγικότητας και σε έκταση μέχρι 2,5 στρεμμάτων, ανά γεωργική εκμετάλλευση.

Από την ψήφιση του νέου νόμου μέχρι σήμερα έχουν κατατεθεί 83 αιτήσεις στη ΡΑΕ για άδεια παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα συνολικής ισχύος 212 MW, κάτι που ισοδυναμεί σε επενδύσεις 1,3-1,4 δισ. ευρώ, ενώ οι αιτήσεις από το 2005 μέχρι τότε αφορούσαν πολύ μικρότερα συστήματα συνολικής ισχύος 34,75 MW. Θα πρέπει ακόμη να προσθέσουμε ακόμη 725 αιτήσεις εξαίρεσης (μικρότερων συστημάτων) ισχύος 74,4 MW.

Μεταξύ των επενδυτών περιλαμβάνονται η γαλλική EDF, η αυστριακή Verbund (σε συνεργασία με την ελληνική Energa) στο νομό Βοιωτίας, ο όμιλος Ρόκα στον οποίο την πλειοψηφία έχει η ισπανική Iberdrola, η γερμανική WPD (στο νομό Μεσσηνίας) κ.α.

Το νέο νομοθετικό πλαίσιο εγγυάται γρήγορη απόσβεση των επενδύσεων και σημαντικά κέρδη.

Σύμφωνα με τον νέο νόμο, η παρεχόμενη τιμή πώλησης της ηλιακής κιλοβατώρας είναι 0,40-0,50 ευρώ ανάλογα με την ισχύ του φωτοβολταϊκού συστήματος και τον τόπο εγκατάστασης. Η τιμή είναι μεγαλύτερη στα νησιά και μικρότερη στην ηπειρωτική χώρα.

Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στη ΔΕΗ ισχύει για 10 έτη και μπορεί να παρατείνεται για επιπλέον 10, μονομερώς, με έγγραφη δήλωση του παραγωγού.

Δάνεια για 10 χρόνια με προνομιακό επιτόκιο

Το έντονο επενδυτικό ενδιαφέρον που έχει εκδηλωθεί στον τομέα της ηλιακής ενέργειας έχει κινητοποιήσει και τις τράπεζες.

Ηδη η Τράπεζα Πειραιώς προσφέρει ένα πακέτο «πράσινων» χρηματοδοτικών προϊόντων. Τα πρωτοποριακά για την ελληνική αγορά «πράσινα» τραπεζικά προϊόντα, τα οποία αφορούν και οικιακή χρήση και επιχειρηματικές επενδύσεις, είναι αναλυτικά τα εξής:

Για τις ενδιαφερόμενες επιχειρήσεις, χρηματοδοτούνται επενδυτικά σχέδια για φωτοβολταϊκούς σταθμούς, είτε αυτά εντάσσονται σε αναπτυξιακά προγράμματα, είτε καλύπτονται εξ ολοκλήρου από ίδια κεφάλαια και τραπεζικό δανεισμό.

Η Χρηματοδότηση Προσφέρεται το ανταγωνιστικότερο επιτόκιο στην αγορά, με βάση το Euribor ή το Libor, για επενδύσεις σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), ενώ το ποσοστό χρηματοδότησης είναι ευέλικτο, ώστε να δίνει τη δυνατότητα θετικής απόδοσης στον επενδυτή από τα πρώτα χρόνια της επένδυσης. Η διάρκεια χρηματοδότησης φθάνει μέχρι τα 10 έτη. Σημειώνεται τέλος ότι προσφέρεται πακέτο ασφάλισης των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού για την προστασία του επενδυτή, αλλά και κεφάλαιο κίνησης για προεξόφληση επιχορήγησης.

Για τους ιδιώτες παρέχει δάνειο χρηματοδότησης επενδύσεων (διάρκειας έως 15 ετών) που αφορούν στην αγορά και εγκατάσταση Συστημάτων Εξοικονόμησης Ενέργειας καθώς και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (όπως τα Φωτοβολταϊκά) αλλά και δάνειο Εγκατάστασης Εξοπλισμού (με διάρκεια έως 40 έτη).

Επιδoteίται το 30% έως 55% της αρχικής εγκατάστασης

Αν έχετε εμπορική επιχείρηση, δικαιούστε επιδότηση της αρχικής εγκατάστασης σε ποσοστό 30-55% της αξίας του συστήματος μέσω του αναπτυξιακού νόμου. Κατά καιρούς προκηρύσσονται επίσης διάφορα εξειδικευμένα προγράμματα που ενισχύουν και τα φωτοβολταϊκά.

Η επιδότηση αυτή δίνεται είτε από τα σχετικά προγράμματα του υπουργείου Ανάπτυξης (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα [ΕΠΑΝ] 2000-2006), είτε από αντίστοιχα προγράμματα του υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης, είτε μέσω του αναπτυξιακού νόμου. Για παράδειγμα στο ΕΠΑΝ το ποσοστό επιδότησης για τις επενδύσεις σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι 30%-50%, ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή

Η διαδικασία για την επιδότηση της εγκατάστασης (δηλαδή της αγοράς του εξοπλισμού) με τον αναπτυξιακό νόμο περιλαμβάνει την εκπόνηση και κατάθεση της μελέτης και εν συνεχεία την έγκρισή της από το αρμόδιο όργανο. Η έγκριση της επένδυσης απαιτεί (αν εγκριθεί βέβαια) 6-12 μήνες. Εφόσον εγκριθεί η μελέτη, ο επενδυτής προχωρεί στην κατασκευή του έργου παίρνοντας περίπου το 50% της αξίας της επένδυσης ως επιδότηση. Εν συνεχεία προωθεί την υπαγωγή της εγκατάστασης στον νέο νόμο 3468 και υπογράφεται σύμβαση για πώληση ηλεκτρικής ενέργειας.

Προϋποθέσεις

Βασικές προϋποθέσεις για την υπαγωγή στον αναπτυξιακό νόμο είναι η πρόταση να υπερβαίνει τα 100.000 ευρώ και ο επενδυτής να διαθέτει το 25% των συνολικών κεφαλαίων.

Για παράδειγμα, έστω ότι μία επιχείρηση επιθυμεί να εγκαταστήσει φωτοβολταϊκές γεννήτριες ισχύος 100 Kwatt και ότι το κόστος της εγκατάστασης θα ανέλθει σε 600.000 ευρώ. Η ελάχιστη ίδια συμμετοχή είναι 150.000 ευρώ, η επιδότηση 300.000, ενώ η τραπεζική συμμετοχή 150.000 ευρώ.

Στόχος έως το 2020 ισχύς 700 από 5,4 MW

Για μία χώρα όπως η Ελλάδα, που έχει μεγάλη ενεργειακή εξάρτηση από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο κατά δεύτερο λόγο, ο ήλιος θα μπορούσε να καλύψει περίπου το 25% των ετήσιων αναγκών της σε ηλεκτρισμό.

Δυστυχώς, η εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας, ανεξάντλητης πλουτοπαραγωγικής πηγής της χώρας, παραμένει σε εμβρυακή κατάσταση, αφού το κόστος αγοράς και εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι πρότινος ήταν αρκετά υψηλό σε σχέση με άλλες μορφές ενέργειας.

Έτσι, η πιο ευνοημένη σε ηλιοφάνεια χώρα της Ευρώπης, κατατάσσεται μεταξύ των τελευταίων στην παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού, δηλαδή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα.

Υστέρηση

Έχοντας συνολική εγκατεστημένη ισχύ από φωτοβολταϊκά 5,44 MW το 2005, από τα οποία μόλις το 1,41 MW είναι διασυνδεδεμένο με το δίκτυο, η Ελλάδα υστερεί σημαντικά ακόμη και έναντι χωρών του ευρωπαϊκού βορρά όπως η Γερμανία (1.537 MW), η Ολλανδία (51,2 MW), το Λουξεμβούργο (23,26 MW) και η Αυστρία (21,43 MW), αλλά και της Μεσογείου όπως η Ισπανία (57,7 MW), η Ιταλία (36 MW) και η Γαλλία (32,67 MW).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η εγκατεστημένη ισχύς από φωτοβολταϊκά ήταν της τάξεως των 1.791,6 MW το 2005 από 391,6 MW το 2002. Πάντως το πρόσφατο σχέδιο νόμου δίνει βάρος στα φωτοβολταϊκά πάρκα, θέτοντας ως στόχο έως το 2020 η ισχύς των συστημάτων αυτών στην Ελλάδα να ανέρχεται σε 700 MW. Για την επίτευξη του στόχου αυτού θα απαιτηθούν χονδρικά περίπου 15.000 στρέμματα.

Σύμφωνα πάντως με τον πρόεδρο του Συνδέσμου Εταιρειών Φωτοβολταϊκών κ. Στέλιο Ψωμά, «ο κόσμος θα πρέπει να γνωρίζει ότι τέτοιου είδους επενδύσεις απαιτούν ίδια κεφάλαια τουλάχιστον το 25% της επένδυσης. Παράλληλα θα πρέπει όλοι να σπλιστούν με υπομονή καθώς η γραφειοκρατία καθυστερεί τις επενδύσεις για διάστημα άνω των 9 μηνών. Πρώτα απ' όλα θα πρέπει να ξεπεραστούν προβλήματα που σχετίζονται με τη χρήση γης, καθώς και άλλα πολεοδομικά θέματα. Ειδικά για τους αγρότες έχουμε ζητήσει από τα αρμόδια υπουργεία νομοθετική αλλαγή ώστε να μπορούν να χρησιμοποιούν μέρος των εκτάσεών τους για την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως είναι η ηλιακή». Σημειώνεται ότι η νέα νομοθεσία απλοποιεί τις διαδικασίες αδειοδότησης για τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Έτσι, για συστήματα ισχύος μέχρι και 150 kW δεν απαιτούνται πλέον άδειες παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας. Τα συστήματα κάτω των 20 kW απαλλάσσονται και από την έγκριση περιβαλλοντικών όρων εφόσον δεν τοποθετούνται σε ευαίσθητες και προστατευμένες περιοχές.

ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 300.000 ΕΥΡΩ ΣΕ 6 ΜΕ 7 ΧΡΟΝΙΑ

Περισσότερο αποδοτικός ο Νότος

Σε γενικές γραμμές, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο ετησίως περί τις 1.150-1.400 κιλοβατώρες ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (KWh/έτος/KW). Προφανώς στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ ό,τι στις βόρειες. Ενδεικτικά αναφέρουμε πως ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Αθήνα αποδίδει 1.250-1.450 KWh/έτος/KW, στη Θεσσαλονίκη 1.150-1.275 KWh/έτος/KW και στην Κρήτη ή στη Ρόδο 1.400-1.500 KWh/έτος/KW. Για μία μονάδα ισχύος 100 κιλοβάτ φωτοβολταϊκών απαιτούνται περί τα 2,5 στρέμματα αν χρησιμοποιήσει κανείς κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, 3,5-4,5 στρέμματα αν χρησιμοποιήσει φωτοβολταϊκά λεπτού υμενίου και 5,5-6 στρέμματα, αν χρησιμοποιήσει σύστημα παρακολούθησης του ήλιου.

Ίδια κεφάλαια το 25% του προϋπολογισμού

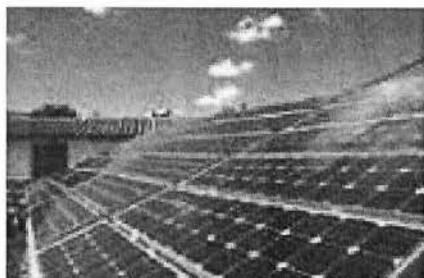
Εάν επενδύσει κάποιος σε ένα φωτοβολταϊκό 100 kWp σε μια γεωγραφική περιοχή (π.χ. τη Λέσβο) όπου η επιχορήγηση φθάνει το 55%, τότε από το συνολικό ύψος της επένδυσης, το οποίο προσδιορίζεται γύρω στα 600-700 χιλ. ευρώ, θα απαιτηθούν ίδια κεφάλαια της τάξης των 300.000 ευρώ περίπου. Και γι αυτούς που δεν διαθέτουν τα χρήματα αυτά, οι τράπεζες προσφέρουν δάνεια τα οποία καλύπτουν σημαντικό μέρος του ποσού αυτού.

Σημειώνεται πάντως ότι, τόσο ο αναπτυξιακός νόμος όσο και τα περισσότερα κοινοτικά και εθνικά προγράμματα επιδότησης ενεργειακών επενδύσεων απαιτούν απόδειξη ιδίων κεφαλαίων από πλευράς επενδυτή σε ποσοστό 25% του συνολικού προϋπολογισμού της επένδυσης.

52.000 ευρώ τα έσοδα κάθε χρόνο

Με δεδομένο ότι η κιλοβατώρα θα αγοράζεται από τη ΔΕΗ στα 0,40 ευρώ και ότι η παραγωγή ηλιακής ενέργειας στην περιοχή υπολογίζεται σε 1.300 ανά Kwh ετησίως, αυτό σημαίνει ότι κάθε χρόνο ο επενδυτής θα εισπράττει $1.300 \times 100 \times 0,40$ ευρώ = 52.000 ευρώ. Έτσι εκτιμάται ότι σε περίπου 6-7 χρόνια (συνυπολογιζομένων των εξόδων συντήρησης, των τραπεζικών τόκων αλλά και της αναπροσαρμογής της τιμής που θα αγοράζει η ΔΕΗ) θα έχει γίνει η απόσβεση της επένδυσης και στα υπόλοιπα χρόνια θα μετράει κέρδη. Αυτά τα κέρδη, σύμφωνα με τους πιο μετριοπαθείς υπολογισμούς, θα ξεπεράσουν τις 650.000 ευρώ. Ειδικότερα στο παράδειγμά μας, τα συνολικά έσοδα στο τέλος της 20ετίας θα ξεπεράσουν το 1 εκατ. ευρώ.

5.4 Οδηγός Επενδύσεων στα Φωτοβολταϊκά Συστήματα



Μια εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων είναι απλή, δεν απαιτεί συντήρηση και έχει πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής (40 έτη).

Οικονομικά στοιχεία. Για υπολογισμούς σχετικά με την οικονομική προοπτική μιας τέτοιας επένδυσης, δίνονται τα παρακάτω εμπειρικά και κατά προσέγγιση στοιχεία: - Κόστος υλικών και εγκατάστασης: 6000€/kW- Ελάχιστο απαιτούμενο εμβαδόν ανά kW: 15m² (αν και στην πράξη απαιτείται μεγαλύτερη έκταση, για διασφάλιση της αποδοτικότητας των Φ/Β. Αυτό θα φανεί παρακάτω στο παράδειγμα για εγκατάσταση 100kW). - Ετήσια έσοδα από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας: 700€/kW (για τιμή 0,45 €/kWh). Τα έσοδα αυξάνονται όσο πιο νότια είναι η περιοχή της χώρας στην οποία γίνεται η επένδυση, λόγω μεγαλύτερης ηλιοφάνειας και καλύτερης απόδοσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Παράδειγμα για εγκατάσταση 20Kw. Έστω ότι κάποιος θέλει να εγκαταστήσει σε τάρτασα ιδιοκτησίας του 20kW. Θα απαιτηθεί επιφάνεια τάρτασας 20*15=300 m² περίπου. Συνολικό κόστος υλικών και εγκατάστασης 6000€*20kW=120.000€ + ΦΠΑ

Η εγκατάσταση θα παράγει ετήσια έσοδα από την πώληση της ενέργειας 700€*20kW=14.000€ για 20 έτη. Έτσι ο παραγωγός θα εισπράξει συνολικά 14.000€*20=280.000€.

Παράδειγμα για εγκατάσταση 100kW. Για εγκατάσταση 100kW ισχύουν τα ακόλουθα εμπειρικά δεδομένα: - Εμβαδόν γηπέδου: 2 στρέμματα/100kW- Κόστος επένδυσης: 500.000 – 600.000 €/100kW- Ετήσια απόδοση: 70.000€ (περίπου)- Απόδοση υπενδεδυμένου κεφαλαίου: 14% (περίπου)- Απόδοση ίδιων κεφαλαίων: 34% (περίπου)- Απόσβεση επένδυσης: 8 χρόνια (περίπου)

Για την ακρίβεια των παραπάνω απαιτούνται συγκεκριμένα – πραγματικά στοιχεία επένδυσης και μετρήσεις αποδοτικότητας για κάθε συγκεκριμένη περιοχή.

ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΕΙΣ – ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΕΙΣ

1. Γνωμοδοτήσεις από υπηρεσίες που εμπλέκονται στην περιβαλλοντική αδειοδότηση, δηλ. Τοπικές Υπηρεσίες, Εφορίες Προϊστορικών - Κλασσικών Αρχαιοτήτων, Βυζαντινών Αρχαιοτήτων, Νεότερων Μνημείων, ΟΤΕ, ΕΟΤ κλπ. Σημαντική είναι η συναίνεση του τοπικού δήμου.
2. Βεβαίωση Νομαρχίας ή άλλης τοπικής υπηρεσίας ότι το οικόπεδο δεν βρίσκεται σε προστατευόμενη περιοχή ή σε περιοχή ιδιαίτερου φυσικού κάλλους ή σε παραδοσιακό οικισμό.
3. Βεβαίωση Πολεοδομίας ότι το οικόπεδο δεν βρίσκεται σε οικιστική περιοχή (αν ναι, απαιτείται γνωμάτευση του αρμόδιου ρυθμιστικού).
4. Βεβαίωση αρμόδιας υπηρεσίας της Νομαρχίας (δ/ση Γεωργίας) ότι το οικόπεδο δεν αποτελείται από γη «υψηλής απόδοσης» και ότι δεν προέρχεται από αναδασμό.
5. Για εγκατάσταση σε στέγη κτιρίων απαιτείται άδεια από πολεοδομία.
6. Έλεγχος αν έχουν καθοριστεί χρήσεις γης – ΖΟΕ κλπ. (Πολεοδομία).
7. Το οικόπεδο να ελεγχθεί ότι είναι άρτιο και αυτοτελές (θεώρηση πολεοδομίας ή οικοδομική άδεια για κτίσματα του οικίσκου ελέγχου κλπ.).

Επιδότηση της εγκατάστασης

Από την αρχή του 2007 είναι δυνατή η υποβολή μελέτης για την επιδότηση της εγκατάστασης (της αγοράς του εξοπλισμού) στον αναπτυξιακό νόμο.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την υπαγωγή στον αναπτυξιακό νόμο είναι ο επενδυτής να είναι νομικό πρόσωπο – εταιρία και όχι ιδιώτης.

Βασικές προϋποθέσεις για την υπαγωγή στον Αναπτυξιακό νόμο είναι η πρόταση να υπερβαίνει τα 100.000 € και να υπάρχουν διαθέσιμα τα 25% των συνολικών κεφαλαίων που θα απαιτηθούν.

Η πρόσβαση στο τραπεζικό σύστημα με το νέο θεσμικό πλαίσιο είναι πλέον εύκολη. Πριν την υποβολή αίτησης για υπαγωγή στον Αναπτυξιακό Νόμο απαιτούνται τα ακόλουθα:

- Γνωμοδοτήσεις από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς (όπως αναφέρεται παραπάνω),
- Εξαίρεση από το ΡΑΕ (για επένδυση 20 – 150 kW),
- Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση και Αξιολόγηση (ΠΠΕΑ), η οποία συνοδεύεται από Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΠΠΕ), που υποβάλλονται στη Διεύθυνση Περιβάλλοντος Χωροταξίας (ΔΙΠΕΧΩ) της οικείας Περιφέρειας.

Μετά από αυτή τη διαδικασία, υπάρχουν τα προαπαιτούμενα για την υποβολή αίτησης υπαγωγής στον Αναπτυξιακό Νόμο. Επιπλέον, χρειάζεται μελέτη για την έγκρισή της από το αρμόδιο όργανο. Η έγκριση της επένδυσης απαιτεί 6 περίπου μήνες και σε περίπτωση έγκρισης θα επιδοτηθεί από 50 έως 60% της αξίας του εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένης της δαπάνης εγκατάστασης και των έργων σύνδεσης με το δίκτυο.

5.5 Μελέτη αγοράς στην Ευρώπη και στην Ελλάδα για την ανεύρεση της ιδανικότερης προσφοράς από τεχνική αλλά και οικονομική άποψη

- **Εξειδικευμένη οικονομική μελέτη**
 - Χρηματοδότηση (ίδια συμμετοχή, επιδότηση, δάνειο)
 - Υπολογισμός και ανάλυση του κόστους της αρχικής επένδυσης
 - Υπολογισμός και ανάλυση της απόδοσης για 1-3-5-10-20 χρόνια
 - Υπολογισμός και ανάλυση λειτουργικών δαπανών (συντήρηση, ασφάλιση, φύλαξη, λογιστήριο, αποπληρωμή δανείου κλπ..)
 - Αναζήτηση μεγιστοποίησης του κέρδους και παράλληλα ελαχιστοποίησης των δαπανών.
 - Απόδοση επενδύσεως (Return on Investment)
 - Πράσινα Πιστοποιητικά (στα πλαίσια των συμφωνιών του Κιότο)

- **Τεχνική μελέτη**
 - Κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής της επένδυσης (ώρες ηλιοφάνειας...)
 - Τεχνικά στοιχεία φωτοβολταϊκών, μετατροπένων (εγγυήσεις αποδόσεων)
 - Ισχύς του φωτοβολταϊκού πάρκου και απόδοση σε KW/h ανά μέρα, ανά έτος και ανά τετραγωνικό μέτρο
 - Υπολογισμός της απαραίτητης έκτασης προς εγκατάσταση του συστήματος
 - Εξοπλισμός με tracker system (αύξηση της απόδοσης από 28%-40%)

- Νομικό πλαίσιο σε θέματα ΑΠΕ και πιο συγκεκριμένα για Φ/Β συστήματα
- Παροχή πρόσθετων συμβουλών (παράδειγμα: αναγκαιότητα ασφάλισης)
- Διαδικαστικά θέματα: Υποβολή και διαχείριση του φακέλου στους αρμόδιους φορείς, παρακολούθηση και ενημέρωση του πελάτη

Το κόστος είναι συνάρτηση του ύψους της επένδυσης

5.6 Συχνές ερωτήσεις που αφορούν την αδειοδότηση Φ/Β σταθμών μεταξύ 20KW - 150KW.

1. *Που υποβάλλω την αίτηση για χορήγηση εξαίρεσης από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής;*

Η αίτηση για χορήγηση εξαίρεσης υποβάλλεται στη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή (Πανεπιστημίου 69, 105 64, Αθήνα)

2. *Ποια πρόσωπα μπορούν να υποβάλουν αίτηση για εξαίρεση;*

Αίτηση για εξαίρεση μπορούν να υποβάλουν φυσικά πρόσωπα ή εταιρείες που έχουν συσταθεί κατά το χρόνο υποβολής της αίτησης. Σημειώνεται ότι, εάν οι ενδιαφερόμενοι προτίθεται να ενταχθούν στις διατάξεις του αναπτυξιακού νόμου, πρέπει ο αιτούμενος φορέας να είναι νομικό πρόσωπο συστημένο κατά την υποβολή της αίτησης στη ΡΑΕ.

3. *Μπορεί το ίδιο πρόσωπο (φυσικό ή νομικό) να υποβάλει περισσότερες από μία αιτήσεις για τη χορήγηση εξαιρέσεων σε διαφορετικά (μη όμορα) ακίνητα;*

Σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 4 του ν.3468/2006 το ίδιο φυσικό ή νομικό πρόσωπο μπορεί να υποβάλει περισσότερες από μία αιτήσεις για χορήγηση εξαίρεσης, εφόσον πληρούνται οι προϋποθέσεις του άρθρου αυτού.

4. **Μπορούν να υποβάλουν αίτηση για εξαίρεση υπό σύσταση εταιρείες?**
Εταιρείες υπό σύσταση δεν μπορούν να υποβάλουν αίτηση για χορήγηση εξαίρεσης.

5. **Τι στοιχεία πρέπει να περιλαμβάνει η αίτηση εξαίρεσης;**
Δεν υπάρχει τυποποιημένο έντυπο αίτησης προς συμπλήρωση. Η αίτηση υποβάλλεται σύμφωνα με τον τύπο που καθορίζεται στο Παράρτημα 2 της με αριθμ. Πρωτ. Δ6/Φ1/οικ. 5707 απόφασης του Υπουργού Ανάπτυξης (ΦΕΚ Β'448/3-4-2007) «Κανονισμός Αδειών Παραγωγής από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ» (*link στο site της ΡΑΕ για τον Κανονισμό σε *.pdf μορφή*) και πρέπει να περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία που καθορίζονται στο Παράρτημα αυτό.

6. **Προβλέπεται η καταβολή τέλους για την αίτηση εξαίρεσης;**
Παρότι, το τέλος αναγράφεται στο Παράρτημα, έως σήμερα αυτό δεν έχει καθοριστεί. Μόλις το σχετικό τέλος καθοριστεί, θα υπάρξει σχετική ανακοίνωση και ενημέρωση του κοινού.

7. **Γίνονται δεκτά προσύμφωνα αγοραπωλησίας ή μίσθωσης ακινήτων;**
Σύμφωνα με την παράγραφο 1 του άρθρου 4 του ν. 3468/2006, προϋπόθεση για την υποβολή αίτησης για χορήγηση εξαίρεσης συνιστά η νόμιμη κατοχή ή κυριότητα του ακινήτου στο οποίο πρόκειται να εγκατασταθεί ο σταθμός παραγωγής. Ως εκ τούτου, δεν γίνεται δεκτή, η ενοχική – υποσχετική σύμβαση του προσυμφώνου, αλλά μόνον οριστικό συμβόλαιο ή ιδιωτικό συμφωνητικό, βεβαίας χρονολογίας, με το οποίο αποδεικνύεται η νόμιμη κατοχή ή κυριότητα του ακινήτου. Σε περίπτωση μίσθωσης πρέπει να προσκομίζεται και ο τίτλος ιδιοκτησίας του ακινήτου.

8. **Πόσες αιτήσεις για εξαίρεση από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής έχουν υποβληθεί μέχρι σήμερα;**
Στον ιστοτόπο της ΡΑΕ αναρτούνται, σε τακτά χρονικά διαστήματα, πλήρεις κατάλογοι με τα Αρχεία αδειών προμήθειας, παραγωγής, εξαιρέσεων, ανακλήσεων, θετικών και αρνητικών γνωμοδοτήσεων της ΡΑΕ, καθώς και τα συγκεντρωτικά στοιχεία αιτήσεων για Φ/Β σταθμούς.

9. *Μπορώ σε ένα οικόπεδο που διαθέτει έναν τίτλο ιδιοκτησίας να υποβάλω αιτήσεις για χορήγηση εξαίρεσεως, η συνολική ισχύς των οποίων είναι πάνω από 150kW;*
Σύμφωνα με την παράγραφο 1 του άρθρου 4 του ν. 3468/2006 σε κάθε αυτοτελές ακίνητο είναι δυνατόν να υποβληθεί μόνο μία αίτηση για χορήγηση απόφασης εξαίρεσης για φωτοβολταϊκό σταθμό η συνολική ισχύς του οποίου δεν θα υπερβαίνει τα 150kW.

Για παράδειγμα σε ένα οικόπεδο πολλών στρεμμάτων:

- Είναι δυνατή η υποβολή αίτησης μόνο για ένα Φ/Β σταθμό μέχρι 150kW.
- Είναι δυνατή η υλοποίηση όσων Φ/Β σταθμών επιθυμώ (και εφόσον βέβαια μπορούν να χωροθετηθούν), εάν η ισχύς καθενός είναι μεγαλύτερη των 150kW, ακολουθώντας την προβλεπόμενη για χορήγηση άδειας παραγωγής αδειοδοτική διαδικασία.

10. *Στην περίπτωση όπου ένα πρόσωπο έχει λάβει περισσότερες από μία εξαίρεσεις για Φ/Β σταθμούς η τιμολόγηση θα γίνεται ατομικά για κάθε μία ή με βάση το συνολικό άθροισμα της εγκατεστημένης ισχύος των εξαίρεσεων αυτών;*

Σύμφωνα με το υφιστάμενο νομοθετικό πλαίσιο για κάθε έργο (μία απόφαση εξαίρεσης) υπογράφεται μία Σύμβαση Πώλησης μεταξύ του παραγωγού και του Διαχειριστή του Συστήματος ή του Δικτύου. Ως εκ τούτου η τιμολόγηση θα γίνεται ξεχωριστά για κάθε έργο. (ΦΕΚ Β'1442/2006, ΦΕΚ Β'148/2007)

11. *Ποιος είναι υπεύθυνος για τη σύναψη σύμβασης πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας. Για πόσα χρόνια ισχύει αυτή η σύμβαση;*

Η σύμβαση πώλησης συνάπτεται:

- Μεταξύ παραγωγού και Διαχειριστή του Συστήματος (ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε.) εάν ο Φ/Β σταθμός συνδεθεί στο Σύστημα.
- Μεταξύ παραγωγού και Διαχειριστή του Δικτύου (ΔΕΗ Α.Ε.) εάν ο Φ/Β σταθμός συνδεθεί σε Μη Διασυνδεδεμένο Νησί.

Σχετικά με τη διάρκεια ισχύος της σύμβασης: Σύμφωνα με το άρθρο 12 του ν.3468/2006:

«η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας ισχύει για δέκα έτη και μπορεί να παρατείνεται για δέκα επιπλέον έτη μονομερώς».

12. *Ποια υπηρεσία είναι υπεύθυνη για τις επιδοτήσεις επενδύσεων ηλεκτροπαραγωγής από Φ/Β σταθμούς;*

Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας δεν έχει αρμοδιότητα επί θεμάτων που αφορούν σε επιδοτήσεις επενδύσεων μονάδων ηλεκτροπαραγωγής από Φ/Β σταθμούς. Για πληροφορίες σχετικά με τα προγράμματα αυτά πρέπει να επικοινωνείτε είτε με το Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών (Αναπτυξιακός Νόμος) είτε με το Υπουργείο Ανάπτυξης (εάν υπάρχει πρόγραμμα επιδότησης ενεργειακών επενδύσεων).

5.7 Φωτοβολταϊκός σταθμός <=100 kWp

Ποια η τιμή πώλησης του παραγόμενου ηλιακού ρεύματος;

Σύμφωνα με το νόμο 3468/06, η τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα είναι η εξής:

Μέγεθος σταθμού	Διασυνδεδεμένο σύστημα	Μη διασυνδεδεμένα νησιά
<=100 kWp	0,45 €/kWh	0,50 €/kWh
>100 kWp	0,4 €/kWh	0,45 €/kWh

Γιατί 100 kWp και όχι 150kWp;

Σύμφωνα με το νόμο 3468/06, φωτοβολταϊκοί σταθμοί μέχρι 150 kWp απαλλάσσονται της ανάγκης έκδοσης άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και κατά συνέπεια επιταχύνεται σημαντικά η υλοποίησή τους. Ωστόσο πάνω από 100 kWp η τιμή 'πέφτει' στα 0,40 από 0,45 €/kWh για το σύνολο του σταθμού. Επομένως η χρυσή τομή (γρήγορη αδειοδοτική διαδικασία & βέλτιστη τιμή) βρίσκεται στα 100 kWp.

5.7.1 Προϋποθέσεις του χώρου εγκατάστασης

Για μια εγκατάσταση 100 kWp απαιτούνται 1,5-2 στρέμματα γης περίπου ή 1000 τ.μ. κεκλιμένης οροφής (π.χ. βιομηχανικού κτιρίου) με νότιο προσανατολισμό.

Ο χώρος εγκατάστασης πρέπει να είναι ασκίαστος καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Σε κάθε περίπτωση συνίσταται να **αποφεύγεται** η χωροθέτηση σε:

- Περιοχές Natura, Ramsar, αισθητικά δάση ή ακόμα και περιοχές χαρακτηρισμένες ως δάση -προς αποφυγή της ανάγκης έκδοσης έγκρισης δασικής επέμβασης-, χαρακτηρισμένους παραδοσιακούς οικισμούς κλπ.
- Σε αρχαιολογικού ενδιαφέροντος περιοχές.
- Κοντά σε στρατιωτικές περιοχές.
- Μακριά από το δίκτυο (χαμηλή τάση για μέχρι 100 kWp) δεδομένου ότι η διασύνδεση μπορεί να καταστεί μια χρονοβόρα, δαπανηρή και με απρόβλεπτες δυσκολίες διαδικασία.
- Αγροτική γη χαρακτηρισμένη ως «υψηλής παραγωγικότητας» (το γνωρίζει η κατά τόπους ΝΕΧΩΠ).
- Περιοχές ιδιαίτερα τουριστικές.

Ως πρώτο βήμα, πριν την έναρξη των μελετών, προτείνεται μια άτυπη επίσκεψη στην τοπική Πολεοδομία ή σε άλλο σχετική διεύθυνση της τοπικής αυτοδιοίκησης (π.χ. Διεύθυνση Περιβάλλοντος Νομαρχίας) για να ελεγχθεί αν ο χώρος εγκατάστασης βρίσκεται σε κάποια από τις παραπάνω περιοχές.

5.7.2 Κόστος φωτοβολταϊκού σταθμού

Ενδεικτικά, το κόστος ενός φωτοβολταϊκού σταθμού είναι 6.000€ + ΦΠΑ/ kWp και περιλαμβάνει ό,τι απαιτείται, δηλαδή:

- Βασικό εξοπλισμό (Φ/Β γεννήτριες, αντιστροφείς, βάσεις, καλώδια κλπ.)
- Μεταφορικά,
- Διαμόρφωση χώρου, περίφραξη κλπ.
- Κόστος σύνδεσης (σε μια απόσταση από το δίκτυο της τάξεως των 50-100 m).
- Απαιτούμενες μελέτες

Επομένως, για κάποιους πρώτους υπολογισμούς, ως ενδεικτικό κόστος κατασκευής σταθμού ισχύος 100kWp, θεωρούμε περίπου **600.000€ +ΦΠΑ**

5.7.3 Συντήρηση φωτοβολταϊκού σταθμού – Κόστος

Η μόνη πρακτικά συντήρηση που απαιτεί ένας σταθμός είναι ένας περιοδικός καθαρισμός των επιφανειών των Φ/Β γεννητριών και το κόστος της ασφάλισης του σταθμού το οποίο ωστόσο δεν έχει ακόμα προσδιοριστεί επακριβώς στην Ελληνική αγορά (12-13€/kWp/έτος στην Γερμανία).

5.7.4 Χρηματοδότηση εξοπλισμού - Αναπτυξιακός νόμος 3299/04

Στις επιχειρήσεις παρέχεται από τον Αναπτυξιακό Νόμο η δυνατότητα επιδότησης από 40-60% της αξίας του συστήματος.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΣΧΗΜΑ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	
Συνολικός προϋπολογισμός σταθμού	600.000 €
Ελάχιστη ίδια συμμετοχή (25%) ⁽¹⁾	150.000 €
Τραπεζική συμμετοχή (25%)	150.000 €
Ενδεικτική επιδότηση (50%) ⁽²⁾	300.000 €
ΣΥΝΟΛΟ	600.0

(1) Αποτελεί βασική προϋπόθεση κατά την υποβολή της αίτησης υπαγωγής στον Αναπτυξιακό Νόμο η τεκμηρίωση κάλυψης της ελάχιστης ίδιας συμμετοχής για ένα τουλάχιστον εξάμηνο πριν την υποβολή της αίτησης. Ενδεικτικοί τρόποι είναι: εξαμηνιαία κίνηση λογαριασμού, ομόλογα, μετοχές, φορολογηθέντα αποθεματικά κλπ. Όχι ακίνητη περιουσία.

(2) Το ύψος της επιδότησης στον Αναπτυξιακό Νόμο θα κυμαίνεται μεταξύ 40- 60%, ανάλογα με τη μορφή της εταιρείας και την περιοχή εγκατάστασης.

5.7.5 Μέγεθος επιχείρησης & υποβληθείσας πρότασης

Ανάλογα με το μέγεθος της επιχείρησης διαμορφώνεται και το ελάχιστο μέγεθος μιας επενδυτικής πρότασης. Στον παρακάτω πίνακα περιγράφονται τα σχετικά κριτήρια:

ΥΨΟΣ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ	ΟΡΙΣΜΟΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΥΨΟΣ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ
ΜΕΓΑΛΗ	Απασχολεί περισσότερο από 250 άτομα προσωπικό. Ο ετήσιος κύκλος εργασιών της είναι μεγαλύτερος από 50.000.000 ΕΥΡΩ , καθώς και ο ετήσιος ισολογισμός της είναι μεγαλύτερος από 43.000.000 ΕΥΡΩ .	500.000
ΜΕΣΑΙΑ	Απασχολεί λιγότερα από 250 άτομα προσωπικό. Ο ετήσιος κύκλος είναι μικρότερος από 50.000.000 ΕΥΡΩ , καθώς και ο ετήσιος ισολογισμός της είναι μικρότερος από 43.000.000 ΕΥΡΩ . Τηρεί το κριτήριο της ανεξαρτησίας[1].	250.000
ΜΙΚΡΗ	Απασχολεί λιγότερα από 50 άτομα προσωπικό. Ο ετήσιος κύκλος εργασιών της καθώς και ο ετήσιος ισολογισμός της είναι μικρότερος από 10.000.000 ΕΥΡΩ . Τηρεί το κριτήριο της ανεξαρτησίας	150.000
ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗ	Απασχολεί από 0 έως 10 άτομα προσωπικό. Ο ετήσιος κύκλος εργασιών της καθώς και ο ετήσιος ισολογισμός της είναι μικρότερος από 2.000.000 ΕΥΡΩ . Τηρεί το κριτήριο της ανεξαρτησίας.	100.000

5.7.6 Απόδοση

Η μέση ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα είναι για την Ελλάδα 1300kWh/kWp, +/- 10% ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.

Επομένως η ετήσια παραγωγή ενέργειας θα είναι:

$$100 \text{ kWp} * 1350 \text{ kWh/kWp} = 135.000 \text{ kWh}$$

Με τιμή πώλησης 0,45€/kWh για το διασυνδεδεμένο δίκτυο (0,50€/kWh για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά), τα έσοδα που προκύπτουν ανά έτος είναι:

60.750€ (67.500€) + ΦΠΑ, προ φόρων και αποσβέσεων.

Τι εταιρεία απαιτείται;

Οποιαδήποτε εταιρική μορφή είναι κατάλληλη για μια επένδυση σε φωτοβολταϊκό σταθμό. Για φορολογικούς λόγους ωστόσο δε συνίσταται ατομική επιχείρηση για ένα σταθμό της τάξεως των 100 kWp.

Τα έσοδα του σταθμού, μετά τις αποσβέσεις και τις δαπάνες που εκπίπτουν, φορολογούνται κανονικά, σύμφωνα με τους συντελεστές που ισχύουν για τις εταιρείες.

5.7.7 Αδειοδοτικά στάδια

Ένας σταθμός μέχρι 100 kWp απαιτεί τις παρακάτω άδειες/βεβαιώσεις:

1. Εξαίρεση από την άδεια παραγωγής

(χρόνος κτήσης της εξαίρεσης 3 βδομάδες περίπου)

2. Όροι σύνδεσης από την οικεία δ/νση της ΔΕΗ.

(χρόνος κτήσης 1-2 μήνες περίπου)

3. Έγκριση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων^[2] (ΕΠΟ).

(χρόνος κτήσης της ΕΠΟ 3-6 μήνες περίπου)

4. Σύμβαση κατασκευής δικτύου

5. Σύμβαση αγοραπωλησίας της ενέργειας με το ΔΕΣΜΗΕ (ή τη ΔΕΗ για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά).

Τα Διασυνδεδεμένα Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, δεν αποθηκεύουν την παραγόμενη ενέργεια σε συσσωρευτές, αλλά την αποδίδουν στο δίκτυο. Υπερέχουν συνεπώς έναντι των Αυτόνομων Συστημάτων διότι δεν υπάρχουν απώλειες σε ηλεκτρική ενέργεια συνδεδεμένες με μπαταρίες.

Η Τεχνολογία των Διασυνδεδεμένων Συστημάτων δίνει νέα ώθηση στη χρήση των Φωτοβολταϊκών πλαισίων και των Ανεμογεννητριών για επενδυτικούς σκοπούς. Δίνεται πλέον η δυνατότητα σε ιδιώτες να χρησιμοποιούν τέτοια συστήματα για παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας, την οποία εν μέρει καταναλώνουν, τη δε υπόλοιπη πωλούν προς την αντίστοιχη Εταιρεία Ηλεκτρικής Ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο

Τεχνική Ανάλυση Κατασκευής Φωτοβολταϊκού Σταθμού επί Στέγης στη Βι.Πε. Σερρών

6.1.1 Εισαγωγή

Η παρακάτω μελέτη αφορά την μελέτη υλοποίησης του φωτοβολταϊκού πάρκου σε ιδιόκτητο χώρο στον νομό Σερρών στην Βιομηχανική περιοχή των Σερρών.

Το πάρκο θα κατασκευαστεί με χρήση πλαισίων μονοκρυσταλλικού πυριτίου 175W τα οποία εδράζονται πάνω σε σταθερές βάσεις ενώ η αντιστροφή της συνεχούς ισχύος γίνεται με την βοήθεια αντιστροφών χωρίς μετασχηματιστή μονοφασικής ισχύος.

Ο χώρος που θα κατασκευαστεί το πάρκο έχει συνολική έκταση 3,375 τμ (75x45 μέτρα), ενώ αποτελείται από 3 δίρυχτες στέγες που αποτελούν το στέγαστρο της Βιομηχανίας. Φέρει κλίση ως προς τον Νότο 35° ενώ οι δίρυχτες στέγες φέρουν κλίσης ως προς το επίπεδο 7°.



Ευρύτερη περιοχή χώρου εγκατάστασης

Για την υλοποίηση του πάρκου θα πραγματοποιηθούν οι παρακάτω ομάδες εργασιών οι οποίες και θα αναλυθούν παρακάτω.

1. Δομικές εργασίες:

- Χάραξη βάσει χωροθέτησης.
- Οδεύσεις καλωδίων.
- Σύστημα γείωσης και αντικεραυνικής προστασίας.
 - Γείωση προστασίας.
 - Αντικεραυνική προστασία από έμμεσα πλήγματα.

2. Μηχανολογικός εξοπλισμός:

- Σταθερές μεταλλικές βάσεις.
 - Στήριξη των πάνελ πάνω σε τριγωνικές βάσεις.
 - Οδεύσεις Καλωδίων.
 - Σύστημα Ασφαλείας.

3. Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός:

- Σύστημα Φ/Β πλαισίων.
- Σύστημα Αντιστροφών.
- Ηλεκτρική Εγκατάσταση.
 - Καλωδίωση DC.
 - Καλωδίωση AC.
 - Καλωδίωση AC (Ισχύος).
 - Καλωδίωση σηματοδοσίας.
- Σύστημα τηλεπίβλεψης.
- Κεντρικός πίνακας.

6.1.2 Ενεργειακή Μελέτη

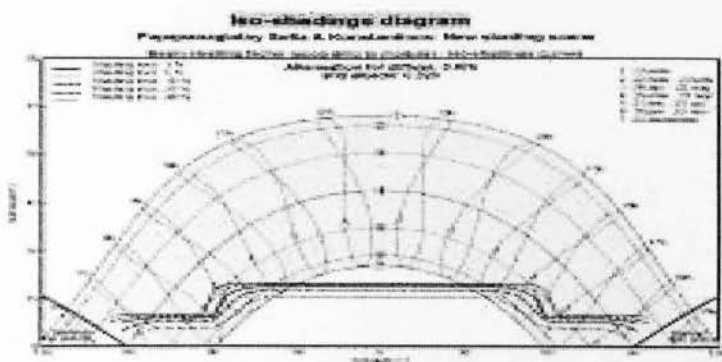
Για την αποτίμηση των ενεργειακών απολαβών από την εγκατάσταση του εν λόγω φωτοβολταϊκού πάρκου ακολουθήθηκε διαδικασία «από την πηγή προς την κατανάλωση». Πηγή ενέργειας είναι η ηλιακή ακτινοβολία και τελικός καταναλωτής το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (Δίκτυο). Για την αποτίμηση του ηλιακού δυναμικού του χώρου πραγματοποιήθηκε ανάλυση των σκιάσεων μέσω ηλιακού χάρτη (ηλιακό παράθυρο).

Τα ετήσια δεδομένα του ηλιακού δυναμικού λήφθηκαν από την παγκόσμια βάση δεδομένων εφαρμοσμένης κλιματολογίας METEONORM (έκδοση 1.105), προϊόν του ελβετικού οίκου METEOTEST καθώς επίσης και από την βάση δεδομένων της NASA.

Στον υπολογισμό συνυπολογίζονται οι παράγοντες της θερμοκρασίας, υγρασίας, μέσος όρος ηλιοφάνειας, μορφολογίας του εδάφους και ετήσιας βροχόπτωσης. Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης εξάγονται σε ετήσια κατανομή της ηλιακής ενέργειας, θερμοκρασίας (κλπ) ανά ώρα, παράγοντας αρχείο κλιματολογικών συνθηκών. Κατόπιν, ακολουθεί σύντομη περιγραφή του σχεδιασμού του φωτοβολταϊκού συστήματος και η εκτίμηση της ενεργειακής του απόδοσης.

Στην περίπτωση των πολυκρυσταλλικών πάνελ προκύπτει ισχύς 99,925 kWp και υλοποιείται με την εγκατάσταση 571 φωτοβολταϊκών στοιχείων ονομαστικής ισχύος 175Wp. Τα στοιχεία αυτά επιλέγονται με βάση την υψηλή πυκνότητα ισχύος που ελαχιστοποιεί τις ανάγκες υποδομών. Στο παράρτημα 1 παρατίθενται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών στοιχείων όπως τα παρέχει ο κατασκευαστής. Για τις ανάγκες της μετατροπής του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο χρησιμοποιείται αντιστροφείς γερμανικού οίκου. Στο παράρτημα 2 παρατίθενται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αντιστροφέα όπως αυτά δίνονται από τον κατασκευαστή.

Με βάση την τυπική χωροθέτηση όπως αυτή παρουσιάζεται παρακάτω, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής αλλά και του ειδικού λογισμικού PnSyst υπολογίστηκε ότι η ετήσια απολαβή από την παραγωγή ενέργειας ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος θα είναι 1299 kWh/kWp. (Παράρτημα)



6.1.3 Ιδιαιτερότητες Χώρου – Αυτοψία

Πριν από κάθε εργασία επί της στέγης θα πρέπει να γίνει μια ακριβής τοπογραφική αποτύπωση της στέγης όπου θα είναι εμφανή :

Διαστάσεις στέγης.
Σημεία εξόδου και εργασίας.
Διάδρομοι Στέγης.
Εμπόδια και αντίστοιχα ύψη.
Κλίσεις.
Πρόσβαση.

Παράλληλα θα πρέπει να είναι διαθέσιμη η στατική μελέτη του κτιρίου, διατομές και βάρη σκελετού, προκειμένου να είναι υπολογίσιμο:

Το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος επί στέγης.
Υπολογισμός Διατομών.
Υπολογισμός Πρόσθετης μεταλλικής Κατασκευής για την υποστήριξη των βάσεων.

Έπειτα από σχετική αυτοψία που διενεργήθη στον χώρο διαπιστώθηκαν τα εξής:

Ο χώρος αποτελείται από 3 δίρυχτες στέγες με προσανατολισμό 35° ως προς Νότο.

Έχουν κλίση 7° ως προς το επίπεδο.

Η στέγη αποτελείται από πάνελ πολυουρεθάνης.

Ο χώρος στεγάζει βιομηχανία απορρυπαντικών και θα πρέπει να είναι απόλυτα στεγανός και μετά την εγκατάσταση.

Η στατικότητα του κτιρίου είναι επαρκής για να φιλοξενήσει το βάρος της εγκατάστασης.

Το σημείο σύνδεσης είναι στην Νότια πλευρά του αγροτεμαχίου που στεγάζεται η Βιομηχανία.

Περιμετρικά της στέγης είναι εγκατεστημένο στηθαίο ύψους 1.5μ.

6.1.4 Μελέτη Χωροθέτησης

Σκοπός της μελέτης χωροθέτησης είναι να αποτυπωθούν επί του τοπογραφικού οι ακριβείς θέσεις των βάσεων και των πλαισίων προκειμένου να μπορεί να γίνει βελτιστοποίηση και απόλυτη μείωση των αναπόφευκτων απωλειών που έχουμε σε κάθε φωτοβολταϊκό πάρκο και προέρχονται από:

- Σκιάσεις φυσικών εμποδίων.
- Σκιάσεις της ίδιας εγκατάστασης.
- Μεταφορά ενέργειας (DC-AC).

Στην περίπτωση του φωτοβολταϊκού πάρκου στην περιοχή των Σερρών η χωροθέτηση περιγράφεται από τις παρακάτω λεπτομέρειες:

6.1.5 Εγκατάσταση των πάνελ πάνω σε τριγωνικές βάσεις

- Τοποθέτηση των πάνελ στις 3 δίρυχτες στέγες.
- Η κλίση των τριγωνικών βάσεων είναι 30° .
- Ο προσανατολισμός των πάνελ θα είναι προς το Νότο με την βοήθεια συστημάτων αλουμινίου.
- Απόσταση μεταξύ των σειρών των βάσεων 2.3μ για την αποφυγή σκιάσεων.
- Για την εγκατάσταση των προφίλ αλουμινίου θα χρησιμοποιηθούν οι υπάρχουσες τρύπες στα πάνελ της στέγης.
- Εγκατάσταση του κεντρικού πίνακα και των inverter σε χώρο εξωτερικά του κτιρίου στη βορειοανατολική γωνία του.
- Κατασκευή του ερμαρίου της ΔΕΗ στη νοτιοανατολική γωνία του οικοπέδου.
- Εγκατάσταση μεταλλικών σχαρών για την διέλευση των καλωδίων DC πάνω στη στέγη αλλά και μέχρι την κάθοδό τους στο χώρο εγκατάστασης των inverter.

6.1.6 Δομικές εργασίες

Χωματοουργικές Εργασίες – Εκσκαφές – Θεμελιώσεις

Με βάση λοιπόν την αποτύπωση, προκύπτει το αποτέλεσμα της χωροθέτησης, η οποία λαμβάνει και τα εξής χαρακτηριστικά (εικ 2):

Απόσταση από όρια στέγης 1μ (Αποφυγή σκίασης-Δημιουργία Διαδρόμων).

Δημιουργία εγκάρσιων διαδρόμων εργασίας πλάτους 2.3 μ.

Αξονική απόσταση μεταξύ των βάσεων 2.3 μ.

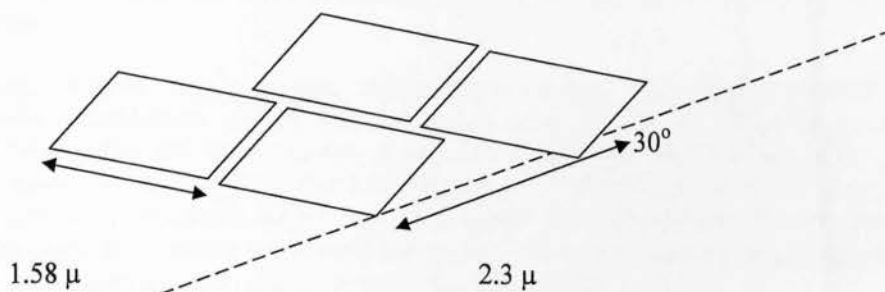
Συγκέντρωση των αντιστροφένων στο Νότιο τμήμα της στέγης:

- ο Πλησίον ερμαρίου.
- ο Πλησίον τριγώνου γείωσης.

Χρήση μονών μεταλλικών βάσεων (1 πάνελ – 1 βάση) για την ελαχιστοποίηση της φόρτισης της στέγης.

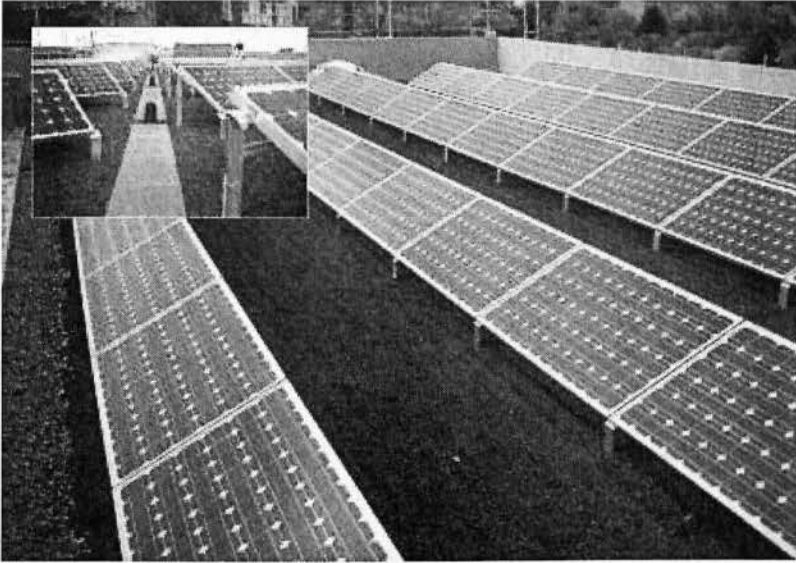
Έπειτα από την χωροθέτηση, επέρχεται η χάραξη η οποία πραγματοποιείται με την βοήθεια ειδικών οργάνων και έμπειρων μηχανικών (πολιτικών-τοπογράφων) που σαν σκοπό έχει αφενός την τήρηση και την διασφάλιση της τοποθέτησης των βάσεων σε σχέση με τον σχεδιασμό, και αφετέρου την αυτοματοποίηση των εργασιών και την ελαχιστοποίηση του χρόνου τοποθέτησης των βάσεων.

Για την ελαχιστοποίηση φαινομένων σκίασης αλλά και την μείωση απωλειών λόγω μεταφοράς ενέργειας επιλέγεται η χωροθέτηση των βάσεων να γίνει σε απόσταση 2.3 μ Β-Ν ενώ η γωνία κλίσης των βάσεων επιλέγεται να είναι 30° λόγω του γεωγραφικού πλάτους της πόλης των Σερρών και της βέλτιστης απόδοσης των πάνελ στην συγκεκριμένη κλίση καθόλη την διάρκεια του χρόνου.



Απόσταση για ελάχιστη σκίαση

Οι βάσεις που θα χρησιμοποιηθούν είναι, κατασκευασμένες από αλουμίνιο, και παρέχουν επαρκή στήριξη για την εγκατάσταση ΦΒ στοιχείων οποιουδήποτε οίκου.



Παράδειγμα τοποθέτησης βάσεων επί στέγης

Η τοποθέτηση των εν λόγω βάσεων επί οροφής κτιρίου απαιτεί έναν προέλεγχο συγκεκριμένων στοιχείων που αφορούν τόσο το κτίριο όσο και την επιλογή των κατάλληλων βάσεων.

Στην περίπτωση που αφορά το κτίριο στην περιοχή Σερρών , προτείνεται η στήριξη των βάσεων να γίνει με την βοήθεια μεταλλικών στηριγμάτων τα οποία θα συνδέονται καταλλήλως με την υφιστάμενη μεταλλική δομή του κτιρίου.

Κύριος στόχος της επιπλέον κατασκευής είναι , να δημιουργηθεί ένα επίπεδο παράλληλο με το έδαφος ώστε αφενός τα ΦΒ πλαίσια να είναι εγκατεστημένα επί ίσου ύψους χωρίς να επηρεάζει το ένα το άλλο , και αφετέρου με το ελάχιστο δυνατό κόστος να επωφεληθεί ο επενδυτής από την βέλτιστη σταθερή κλίση εγκατάστασης των πλαισίων. Ο λεπτομερής σχεδιασμός θα επέλθει ως αποτέλεσμα της στατικής μελέτης του κτιρίου και των υφιστάμενων στατικών κανονισμών (Eurocode 1,κτλ).

Η γενικότερη φιλοσοφία της πρόσθετης μεταλλικής κατασκευής θα είναι μορφής ανεστραμμένου ορθογωνίου τριγώνου προκειμένου να μηδενιστούν οι όποιες κλίσεις ως προς το έδαφος. Η κατασκευή θα είναι από χάλυβα εν θερμώ γαλβανισμένο, προκειμένου να είναι ανθεκτική έναντι οξειδώσεων και περιβαλλοντικών συνθηκών ενώ κάθε διάτρηση της υφιστάμενης μόνωσης για την εγκατάσταση της μεταλλικής κατασκευής θα αποκαθίσταται επί τόπου. Στο τέλος της εγκατάστασης θα γίνει επαναληπτική δοκιμή για την διασφάλιση της ακεραιότητας της μόνωσης.

Σημαντικό να αναφερθεί είναι το ότι τόσο στην οριζόντια όσο και στην κάθετη διεύθυνση, όλες οι σειρές των βάσεων είναι διασυνδεδεμένες μεταξύ τους με τα μεταλλικά κανάλια των οδεύσεων των καλωδίων αλλά και με τον αγωγό γείωσης. Η διασύνδεση με τον αγωγό γείωσης όλων των σειρών, εξασφαλίζει τους απαιτούμενους ισοδυναμικούς δακτυλίου που αποσκοπούν στην σωστή λειτουργία του συστήματος γείωσης.

Το ερμάριο της ΔΕΗ βρίσκεται στην Νότια γωνία του κτιρίου. Ένα επίπεδο χαμηλότερο από την κατασκευή και σε χώρο που θα υποδειχθεί από τον επενδυτή, θα εγκατασταθούν οι αντιστροφείς και ο γενικότερος Η/Μ εξοπλισμός.

Τρίγωνα γείωσης πρόκειται να κατασκευαστούν 2 , στην Νότια πλευρά του κτιρίου:

- Πλησίον του ερμαρίου της ΔΕΗ.
- Πλησίον του δρόμου.

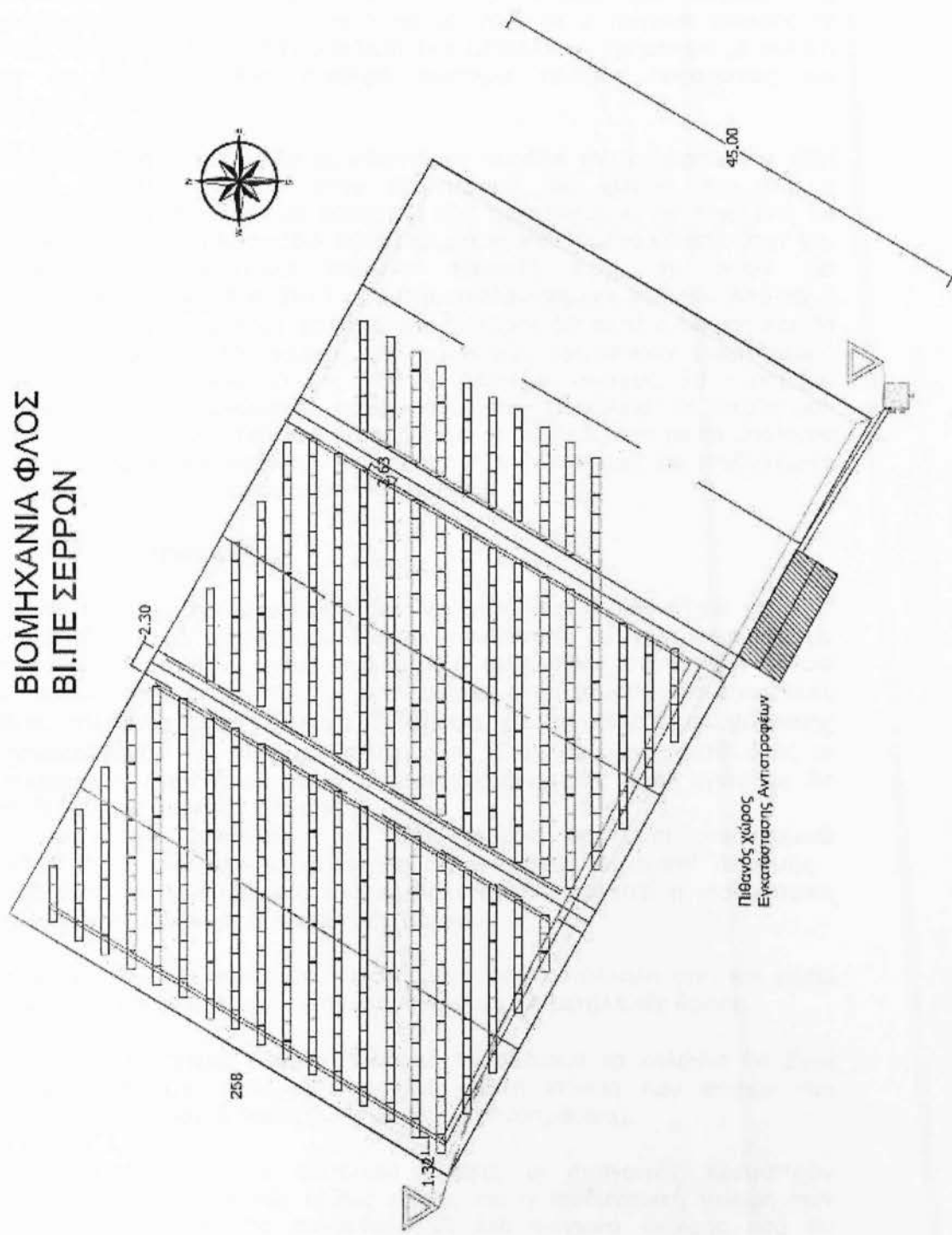
Προκειμένου να τοποθετήσουμε τις βάσεις πάνω στην ταράτσα, αντιμετωπίζουμε ορισμένες δυσκολίες.

6.1.7 Εγκατάσταση Οδεύσεων

Για την όδευση των καλωδίων θα τοποθετηθούν εγκάρσια μεταλλικά κανάλια τα οποία θα διατρέχουν κάτω από τις βάσεις , συλλέγοντας τα καλώδια και οδεύοντας τα προς τον χώρο όπου θα είναι εγκατεστημένοι οι αντιστροφείς. Τα κανάλια θα είναι είτε 50x60 mm είτε 200x85 mm, ανάλογα με τον όγκο των καλωδίων της όδευσης.

Η στήριξη των καναλιών θα γίνει είτε επί των μεταλλικών βάσεων είτε επί της πρόσθετης μεταλλικής κατασκευής προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν τα σημεία διάτρησης της στέγης.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΛΟΣ ΒΙ.ΠΕ ΣΕΡΡΩΝ



45.00

2.30

1.30

258

Πιθανός χώρος
Εγκατάστασης Αντιστροφών



7. Σύστημα Γείωσης και Αντικεραυνικής Προστασίας

7.1.1 Σύστημα Θεμελιακής Γείωσης

Όλες οι βάσεις και τα μεταλλικά μέρη επί οροφής, θα είναι ισοδυναμικά συνδεδεμένα με την χρήση αγωγού κατάλληλης διατομής (Φ10). Στα 2 αντιδιαμετρικά άκρα του πάρκου, (Δ-Α) πλευρά του πάρκου, θα εγκατασταθούν κάθοδοι, οι οποίοι θα οδηγούν σε 2 τρίγωνα γείωσης τα οποία θα εξασφαλίζουν την σύνδεση των μεταλλικών τμημάτων με την Γη και θα παρέχουν ένα σταθερό σύστημα γείωσης προστασίας και λειτουργίας.

Τρίγωνα Γείωσης επίσης θα τοποθετηθούν πλησίον του ερμαρίου της ΔΕΗ καθώς και ένα επιπλέον στην ΝΔ πλευρά του χώρου. Και στις 2 περιπτώσεις θα βρίσκεται σε βάθος 1μ από την επιφάνεια της γης, ενώ θα αποτελείται από 3 ηλεκτρόδια Φ20x150 cm τοποθετημένα κάθετα στην γη, σχηματίζοντας ισόπλευρο τρίγωνο πλευράς 2.5μ, το οποίο θα συμπληρώνεται με λάμα 30x3 από θερμογαλβανισμένο χάλυβα. Από τα 2 ηλεκτρόδια θα διατρέχουν χαλκαγωγός διατομής 50 mm² ο οποίος και θα συνδέεται αφενός στην γείωση των απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων, αφετέρου στον εξοπλισμό της ΔΕΗ. Ο δεύτερος αγωγός, θα παραμένει συνδεδεμένος σε αναμονή, παρέχοντας έτσι ασφάλεια σε περίπτωση αστοχίας. Και τα δύο τρίγωνα θα παραμένουν συνδεδεμένα με το υπόλοιπο σύστημα θεμελιακής γείωσης παρέχοντας έτσι ένα πλήρες και ισοδυναμικό σύστημα γείωσης και προστασίας του πάρκου.

7.1.2 Γείωση Προστασίας

Σκοπός της γείωσης προστασίας είναι να μηδενιστεί η πιθανότητα να τεθεί υπό κατάσταση ηλεκτρικού δυναμικού οποιαδήποτε αγωγίμη επιφάνεια με την οποία δύναται να έρθει σε επαφή ο άνθρωπος. Δημιουργώντας μια κατασκευή στην οποία όλες οι εκτεθειμένες στην ατμόσφαιρα επιφάνειες **είναι συνδεδεμένες έμμεσα ή άμεσα με το σύστημα γείωσης** απομακρύνουμε τον κίνδυνο ατυχήματος. Για τον λόγο αυτό όλες οι εκτεθειμένες στην ατμόσφαιρα κατασκευές οι οποίες είναι αγωγίμες θα συνδεθούν με απόληξη γείωσης.

Οι μεταλλικές επιφάνειες της ίδιας σειράς θα είναι ισοδυναμικά συνδεδεμένες, ενώ όλες οι σειρές θα διασυνδεθούν με αγωγό διατομής 1x50 mm² (κιτρινοπράσινο) προκειμένου να διασφαλιστεί η ισοδυναμική γείωση μεταξύ όλων των σειρών του πάρκου.

Τα πάνελ θα είναι και αυτά συνδεδεμένα από κατάλληλη οπή και μέσω αγωγού διατομής 1x6mm² (κιτρινοπράσινο) με τις μεταλλικές βάσεις.

Οι μεταλλικές σχάρες μέσα στις οποίες θα οδεύουν τα καλώδια θα είναι συνδεδεμένες και αυτές με την ισοδυναμική γείωση των σειρών του πάρκου μέσω αγωγού διατομής 1x6mm² (κιτρινοπράσινο).

Η μπάρα γείωσης του κεντρικού πίνακα, οι απαγωγείς κρουστικών υπερτάσεων εντός αυτού, καθώς επίσης και η ισοδυναμική γείωση των σειρών του πάρκου θα συνδεθούν με ένα τρίγωνο γείωσης που θα κατασκευαστεί δίπλα στο κτίριο μέσω αγωγού διατομής 1x50mm²

(κιτρινοπράσινο). Το τρίγωνο θα αποτελείται από 3 ηλεκτρόδια Φ20x150 εκ πακτωμένα κάθετα στην γη 120 εκ, σχηματίζοντας ισόπλευρο τρίγωνο πλευράς 2.5μ, το οποίο θα συμπληρώνεται με λάμα 30x3 χιλ από θερμογαλβανισμένο χάλυβα.

Ένα τρίγωνο ιδίων διαστάσεων με το προηγούμενο θα κατασκευαστεί δίπλα στο ερμάριο της ΔΕΗ από το οποίο θα εκκινεί γυμνός χαλκαγωγός διατομής 100 mm² και θα συνδέεται σε μπάρα γείωσης που θα είναι τοποθετημένη στο παράθυρο του ερμαρίου.

Τα δύο τρίγωνα θα συνδέονται μεταξύ τους με αγωγό διατομής 1x50 mm². Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ένα ισοδυναμικό σύστημα γείωσης και προστασίας του πάρκου.

Σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η χαμηλή αντίσταση γείωσης (<4 Ohm) θα γίνει διπλός έλεγχος με μέτρηση της σύνθετης αντίστασης του εδάφους και προσθήκη ειδικών βελτιωτικών γείωσης.

Στην περίμετρο της κάθε στέγης καθώς και στον κάθε κορφιά θα τοποθετηθεί συλλεκτήριο σύστημα συλλογής και καθόδου άμεσων κεραυνικών πληγμάτων αποτελούμενο από χαλύβδινους αγωγούς διατομής Φ10 και αγωγούς καθόδου εγκατεστημένους στο κάθετο τμήμα του κτιρίου και οι οποίοι θα καταλήγουν στο σύστημα γείωσης του ΦΒ πάρκου.

7.1.3 Αντικεραυνική Προστασία από Έμμεσα Πλήγματα

Εντός του πάρκου και ειδικότερα εντός του κεντρικού πίνακα, και προκειμένου να προστατευθεί ο εξοπλισμός από κρουστικές υπερτάσεις του δικτύου που δύνανται να επαχθούν στο δίκτυο λόγω κεραυνόπτωσης, θα εγκατασταθούν τα συστήματα προστασίας Rayvoss®.

Πρόκειται για συστήματα που βασίζονται στην πρωτοποριακή τεχνολογία Strikesorb® και εξασφαλίζουν απόλυτη προστασία από κρουστικές υπερτάσεις. Χρησιμοποιούνται παγκοσμίως για την προστασία κρίσιμης ηλεκτρονικής υποδομής σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών όπως σε τηλεπικοινωνίες, συστήματα βιομηχανικού αυτόματου ελέγχου, αμυντικά συστήματα, κέντρα μηχανογράφησης, νοσοκομεία, ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκά συστήματα καθώς και σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η σχεδίαση του Strikesorb® αποκλείει τον κίνδυνο καταστροφικής αστοχίας, έκρηξης ή πρόκλησης πυρκαγιάς - φαινόμενα συχνά σε συμβατικές διατάξεις προστασίας - ενώ παράλληλα παρέχει πολύ χαμηλές τιμές παραμένουσας τάσης και εξαιρετικά επίπεδα προστασίας. Τα στοιχεία Strikesorb® παρουσιάζουν αξιοσημείωτα υψηλή αντοχή σε πολλαπλά επαναλαμβανόμενα κεραυνικά πλήγματα και μπορούν να διαχειριστούν πολλαπλές υπερτάσεις χωρίς καμία ανάγκη συντήρησης. Πρόκειται για τα μοναδικά στοιχεία προστασίας έναντι υπερτάσεων αναγνωρισμένα κατά UL 1449 (3η έκδοση) που λειτουργούν ασφαλώς χωρίς τη χρήση εσωτερικών ασφαλειών. Αυτό το μοναδικό χαρακτηριστικό, σε συνδυασμό με την δυνατότητα σύνδεσης εν σειρά με τα καλώδια παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (direct connection) καθιστά τα συστήματα Rayvoss® και τα στοιχεία Strikesorb® ως την πιο αξιόπιστη λύση προστασίας του κρίσιμου

ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Σε αντίθεση με τις υπόλοιπες συμβατικές τεχνολογίες, τα συστήματα Rayvoss® και τα στοιχεία Strikesorb® εξασφαλίζουν συνεχή αποτελεσματική προστασία ακόμη και υπό τις πλέον αντίξοες καιρικές συνθήκες ή σε συνθήκες κακής ποιότητας παροχής ρεύματος, χωρίς να απαιτούν συντήρηση ή επίβλεψη.

8. ΕΡΜΑΡΙΟ ΔΕΗ

8.1.1 Θεμελίωση βάσης ερμαρίου της ΔΕΗ-καναλιού προς pillar

Για τις ανάγκες του ερμαρίου της ΔΕΗ θα πρέπει να γίνει επί τόπου κατασκευή στο Βόρειο τμήμα του χώρου επί του προκειμένου να είναι επισκέψιμο από το προσωπικό της ΔΕΗ.

Το ερμάριο θα πρέπει να γίνει σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ΔΕΗ διατηρώντας παράλληλα την ασφάλεια που απαιτείται για την ακεραιότητα των οργάνων. Το ρολόι και όλος ο μετρητικός εξοπλισμός θα έχει πρόσωπο προς την εξωτερική πλευρά του πάρκου προκειμένου να είναι επισκέψιμο ανά πάσα στιγμή από το προσωπικό της ΔΕΗ. Σε ύψος περίπου 1μ από το έδαφος θα πρέπει να υπάρχουν εσοχή του ερμαρίου με διαστάσεις 1.20x1.50x0.50 για την εγκατάσταση των κεντρικών ασφαλειών και του μετρητικού εξοπλισμού της ΔΕΗ. Ωστόσο δεξιά και αριστερά του χώρου αυτού θα πρέπει να υπάρχουν οπές για την όδευση των καλωδίων από και προς το ερμάριο.

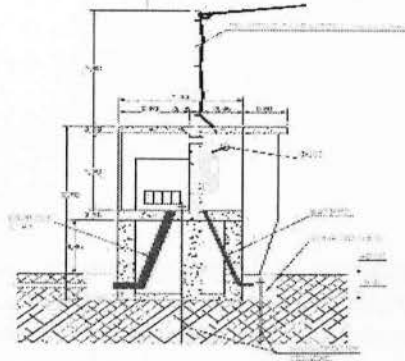
Στην κορυφή του ερμαρίου θα πρέπει να τοποθετηθεί γαλβανιζέ σωλήνας πάχους 6χιλ και διατομής 30εκ με ύψος τουλάχιστον 4μ προκειμένου να γίνει η φυσική σύνδεση του πάρκου με το κοντινό δίκτυο της ΔΕΗ ενώ παράλληλα θα βοηθήσει στην εγκατάσταση του καλωδίου από αέρος από τον κεντρικό πίνακα προς το Ερμάριο.

Συνολικά για την κατασκευή του ερμαρίου της ΔΕΗ θα απαιτηθούν 2.6 m³ κυβικά μπετό.

8.1.2 Γείωση Ερμαρίου ΔΕΗ

Από το ερμάριο της ΔΕΗ θα πρέπει να εκκινήσει χάλκινος αγωγός διατομής 50 mm² το οποίο με κατάλληλους συνδέσμους και από την εξωτερική πλευρά του ερμαρίου εντός στεγανοποιημένου σωλήνα, οδηγείται σε τρίγωνο γείωσης πλησίον του ερμαρίου το οποίο και κατασκευάζεται αποκλειστικά για την γείωση του ερμαρίου.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ΕΛΟΤ και της ΔΕΗ, η αντίσταση γείωσης δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 1 Ohm.



Σχέδιο ερμαρίου ΔΕΗ.

9. Μηχανολογικός Εξοπλισμός

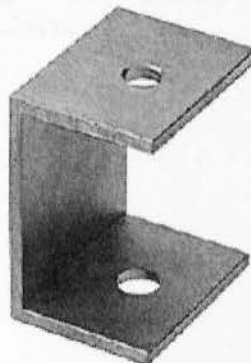
9.1.1 Σταθερές Μεταλλικές Βάσεις

Οι βάσεις που θα χρησιμοποιηθούν είναι κατασκευασμένες από αλουμίνιο, και παρέχουν επαρκή στήριξη για την εγκατάσταση ΦΒ στοιχείων οποιουδήποτε οίκου.

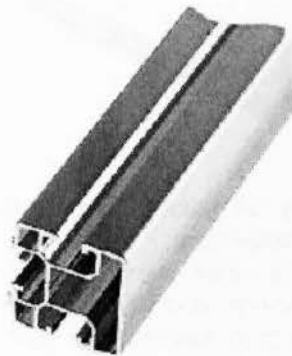
9.1.2 Στήριξη των πάνελ πάνω σε τριγωνικές βάσεις

Το σύστημα στήριξης αποτελείται εξολοκλήρου από προφίλ και εξαρτήματα αλουμινίου με την εξής σειρά και διαδικασία τοποθέτησης:

- Στα σημεία που ήδη έχει βιδωθεί το πάνελ οροφής στην κοιλοδοκό θα τοποθετηθεί εξάρτημα αλουμινίου διατομής Π και θα βιδωθεί με την ίδια βίδα επάνω στο πάνελ. Στο σημείο επαφής του εξαρτήματος με το πάνελ θα τοποθετηθεί μονωτικό υλικό.

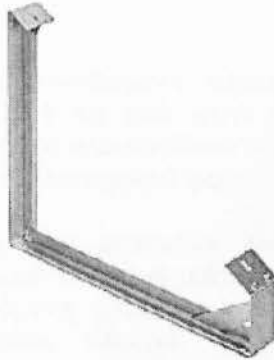


- Αφού ολοκληρωθεί η τοποθέτηση όλων των παραπάνω εξαρτημάτων στις θέσεις που θα οριστούν από την χωροθέτηση ακολουθεί η τοποθέτηση ραγών αλουμινίου με προσανατολισμό παράλληλα στον κορφιά των στεγών.



- Στη συνέχεια θα τοποθετηθούν και πάλι εξαρτήματα αλουμινίου διατομής Π πάνω στις ράγες που αναφέρθηκαν προηγουμένως.
- Ακολουθεί η τοποθέτηση ραγών που βιδώνονται στα εξαρτήματα διατομής Π μέσω των οποίων αποκτούν προσανατολισμό παράλληλα στον ορίζοντα.

- Τέλος σειρά έχει η τοποθέτηση των τριγωνικών βάσεων στις ράγες αλουμινίου με προσανατολισμό το Νότο.



- Το βίδωμα των τριγωνικών βάσεων θα γίνει σε ειδικά βύσματα που θα τοποθετηθούν και θα διαμοιραστούν «συρταρωτά» στις κατάλληλες αποστάσεις εντός των ραγών αλουμινίου. Σχεδόν παράλληλα με την τοποθέτηση των τριγωνικών βάσεων θα ξεκινήσει και η εγκατάσταση των Φ/Β πάνελ στις σειρές των βάσεων που θα έχουν ήδη ετοιμαστεί. Τα πάνελ που θα εγκατασταθούν θα τοποθετηθούν σε μονή σειρά με την μεγάλη τους πλευρά παράλληλα στον ορίζοντα.

Οι παραπάνω μέθοδοι στήριξης επιλέγονται αφενός ώστε να μην υπάρχουν παρεμβάσεις στην υφιστάμενη κατασκευή (τρυπήματα, αποκαταστάσεις οπών στα πάνελ οροφής κ.τ.λ.) και αφετέρου για την ελαχιστοποίηση των επιπλέον φορτίσεων της φέρουσας κατασκευής με την χρησιμοποίηση ελαφρών υλικών όπως το αλουμίνιο.

10. Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός

10.1 Σύστημα Φ/Β πλαισίων

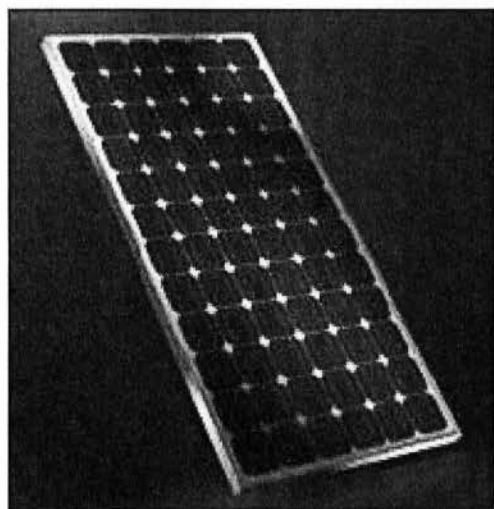
Για την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική επιλέγονται τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια τεχνολογίας μονοκρυσταλλικού πυριτίου και ονομαστικής ισχύος 175 W, η οποία και είναι μια από τις υψηλότερες πυκνότητες ισχύος που υπάρχει στην αγορά.

Τα πάνελ φέρουν πλαίσιο από ανοδιωμένο αλουμίνιο, είναι διαστάσεων 1581x808x50 mm και βάρους 15.1 kg ενώ στην επιφάνειά τους φέρουν 72 κυψέλες 6x12 συνδεδεμένες με ράγες ηλεκτροδίων οι οποίες και μεταφέρουν την ισχύ που παράγεται μέσω του φωτοηλεκτρικού φαινομένου.

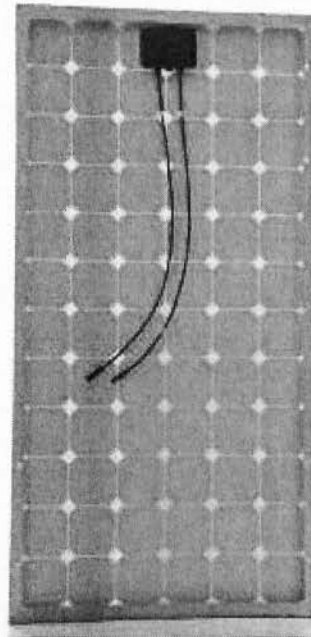
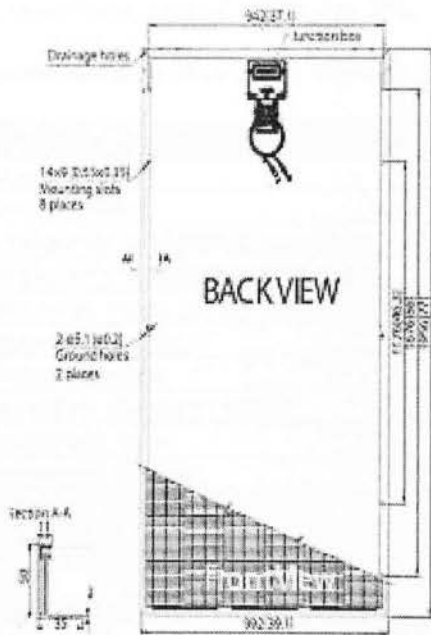
Μια τεχνική ιδιαιτερότητα όλων των στοιχείων είναι η μηδενική ανοχή της ονομαστικής απόδοσης. Αυτό σημαίνει ότι εγγυάται και σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα υπερβαίνεται η αναφερόμενη απόδοση του στοιχείου. Η μεμονωμένη απόδοση αναγράφεται στην πίσω πλευρά του στοιχείου. Κάθε στοιχείο κατασκευάζεται σύμφωνα με τις αυστηρότερες τεχνικές προδιαγραφές και υπερβαίνει τα διεθνή ποιοτικά πρότυπα.

Οι κυψέλες είναι ενσωματωμένες σε μια προστατευτική μεμβράνη EVA (Ethylen-Vinyl-Acetat) και μια PET- σύνδεση κάλυψης της οπίσθιας πλευράς για αξιόπιστη και διαρκή προστασία από τις περιβαλλοντικές επιρροές και τις θερμικές διαστολές.

Το κουτί διανομής στην οπίσθια πλευρά του ηλιακού στοιχείου, είναι εφοδιασμένο με τρεις διόδους bypass για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση μεμονωμένων κυψελών και να διασφαλισθεί η αξιόπιστη λειτουργία του συνολικού Φ/Β συστήματος

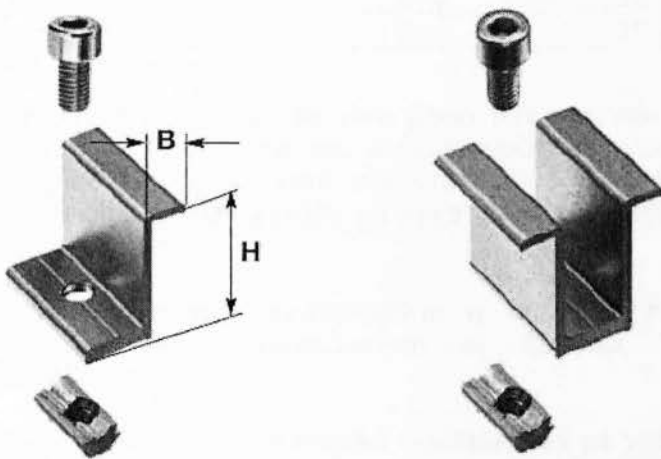


Τα ΦΒ πλαίσια , στο πίσω μέρος τους , φέρουν απόλυτα στεγανοποιημένα καλώδια τύπου, Solar, με βαθμό προστασίας IP 65 , για την διασύνδεση των πάνελ και την επίτευξη της επιθυμητής ισχύος.



Όπισθεν πλευρά ΦΒ πάνελ

Τα πλαίσια εγκαθίστανται στην ενεργή επιφάνεια του Βάσης. Η εγκατάστασή τους γίνεται με την βοήθεια ειδικών συγκρατητών από αλουμίνιο του ίδιου οίκου επιτυγχάνοντας έτσι, τέλεια προσαρμογή των πλαισίων με την μεταλλική κατασκευή.



Συγκρατητές πλαισίων (Γωνιακός- Ενδιάμεσος)

Τα πλαίσια χαρακτηρίζονται από κατασκευή υψηλής ποιότητας που δεν επιτρέπει την ονομαστική ισχύ να κατέβει από τα 175W. Κατά την διάρκεια της εγκατάστασης και λόγω της μικρής ανομοιομορφίας που δύνανται να παρουσιαστούν στα πάνελ. Γίνεται η επιλογή των πάνελ που θα εγκατασταθούν σε κάθε στοιχειοσειρά προκειμένου να γίνει η βέλτιστη εκμετάλλευση των χαρακτηριστικών τους. Έτσι επιλέγονται πάνελ με ελάχιστες αποκλίσεις στις τιμές

έντασης σε κάθε στοιχειοσειρά , πράγμα που μπορεί να μας οδηγήσει σε αύξηση της συνολικής ισχύος μέχρι και 2%.

Παρακάτω παρατίθενται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Φ/β στοιχείων:

Φωτοβολταϊκό πλαίσιο 175 Wp		
Κάλυψη	72 Φ/Β κυψέλες (6 x 12)	
Τύπος κυψέλης	μονοκρυσταλλικού πυριτίου	
Συντελεστής απόδοσης κυψέλης	16.4 %	
Συντελεστής απόδοσης πλαισίου	13.7 %	
Ηλεκτρικές τιμές (STC: 1000 W/m ² ; 25 °C, AM 1,5)		
Ονομαστική ισχύς	P _{MPP}	175 Wp
Απόκλιση ισχύος	Δ P _{MPP}	-0 % / +5 %
Εγγυημένη ελάχιστη ισχύς	P _{MPP MIN}	185 W
Ονομαστική τάση	U _{MPP}	36,45 V
Ονομαστική ένταση	I _{MPP}	4.8 A
Τάση ανοιχτού κυκλώματος	U _{OC}	43,6 V
Ένταση βραχυκυκλώματος	I _{SC}	5,35 A
Μέγιστη τάση συστήματος (κατά κατηγορία προστασίας II)	U _{sys}	1000V
Μέγιστη τάση συστήματος (κατά IEC 61215)	U _{sys}	1000 V
Συντελεστής θερμοκρασίας α	(P _{mpp})	-0,5%/ °C
Συντελεστής θερμοκρασίας β	(I _{sc})	+0,05%/°C
Συντελεστής θερμοκρασίας χ	(V _{oc})	-0,34%/°C
Συντελεστής θερμοκρασίας δ	(I _{mpp})	+0,05%/°C
Συντελεστής θερμοκρασίας ε	(V _{mpp})	-0,34%/°C
Εγγύηση κατά μηχανικών βλαβών	Έτη	5 χρόνια
Εγγύηση απόδοσης 90%	Έτη	12 χρόνια
Εγγύηση απόδοσης 80%	Έτη	25 χρόνια

Η εγκατάσταση των πλαισίων θα γίνει βάσει των τεχνικών τους χαρακτηριστικών ακολουθώντας την διαδικασία του διαχωρισμού των πλαισίων πρώτα βάσει της ονομαστικής έντασης I_{mpp} κατά αύξοντα αριθμό. Έπειτα, και ανάλογα με τον τύπο του πλαισίου θα επιλεχτούν να εγκατασταθούν στοιχειοσειρές (strings) με παρόμοια τάση εξόδου.

Κατά αυτόν τον τρόπο μεγιστοποιείται η απόδοση των πλαισίων και των στοιχειοσειρών καθώς αποφεύγονται οι άσκοπες απώλειες λόγω της ανομοιομορφίας των.

Όλα τα πλαίσια θα είναι ισοδυναμικά συνδεδεμένα με χρήση καλωδίου H07V-K 1x6mm² (κιτρινοπράσινο) όπως αναφέρθηκε προηγουμένως και συνδεδεμένα με το σύστημα θεμελιακής γείωσης. Η στήριξη των DC καλωδίων θα πραγματοποιηθεί με την χρήση κατάλληλου τύπου δεματικών στην οπίσθια πλευρά των πλαισίων.

Προκειμένου να ελαχιστοποιήσουμε την πιθανότητα επαγωγής υπερτάσεων στα άκρα των στοιχειοσειρών, όλα τα DC καλώδια (+,-) θα ακολουθούν την ίδια διαδρομή για να ελαχιστοποιηθεί η επιφάνεια του βρόγχου που περιλαμβάνεται.

10.2 Σύστημα Αντιστροφών

Η μετατροπή της DC ισχύος σε AC προκειμένου να γίνει η έκχυσή της στο δημόσιο δίκτυο, θα γίνεται με την βοήθεια αντιστροφών όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι οποίοι χαρακτηρίζονται και από τον υψηλό βαθμό ισχύος.

10.2.1 Sunny Mini Central (SMC)

Πρωτοποριακή τεχνολογία:

Ως πρώτος μετατροπέας με την τοπολογία H5 της SMA, ο μετατροπέας χωρίς ενισχυτή Sunny Mini Central επιτυγχάνει βαθμό απόδοσης πάνω από 98 %. Αυτό σημαίνει ότι το ρεύμα που παράγεται από τις φωτοβολταϊκές μονάδες μπορεί να μετατραπεί σχεδόν σε αναλογία 1:1 σε εναλλασσόμενο ρεύμα, κατάλληλο για το δίκτυο ρεύματος, και να τροφοδοτηθεί στο δημόσιο δίκτυο. Πέρα από αυτό, οι μετατροπείς αυτοί διαθέτουν το σύστημα Power Balancer, ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης ασύμμετρων φορτίων το οποίο επιτρέπει τη βέλτιστη προσαρμογή στις προδιαγραφές των δημοσίων επιχειρήσεων ηλεκτρικού ρεύματος.

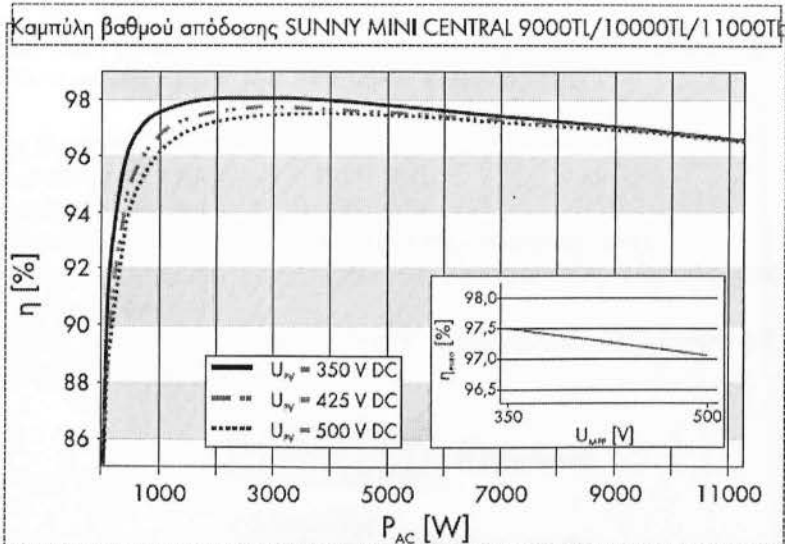


Βέλτιστη ασφάλεια σφαλμάτων:

Εξοπλισμένοι με τον ενσωματωμένο διακόπτη απομόνωσης φορτίου DC Electronic Solar Switch και το ενεργό σύστημα ελέγχου του δικτύου SMA Grid guard 2, οι μετατροπείς Sunny Mini Central είναι εξοπλισμένοι με τα πιο σύγχρονα συστήματα ασφαλείας για όλες τις εργασίες, τόσο στη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση όσο και στο δίκτυο εναλλασσόμενης τάσης. Με τη σύνδεση ορισμένων μόνο στοιχειοσειρών ανά μετατροπέα, γίνεται περιττή η πρόσθετη επιτήρηση στοιχειοσειράς: Βλάβες μπορούν να εντοπιστούν αμέσως μέσω της οθόνης ενδείξεων του κάθε Sunny Mini Central. Η ηλεκτρονική τους διάρθρωση ταιριάζει κατά πολύ με την διάρθρωση μικρότερων μετατροπέων. Δεν χρειάζονται συνεπώς ιδιαίτερες γνώσεις πάνω στην τεχνολογία κεντρικών μετατροπέων, κάτι που κάνει τις εργασίες συντήρησης εφικτές από οποιοδήποτε ειδικό συνεργείο.

Χαρακτηριστικά:

- Μέγιστος βαθμός απόδοσης 98 %.
- Βέλτιστος μηχανισμός ανίχνευσης σημείου μέγιστης ισχύος MPP OptiTrac.
- Ευφυής διαχείριση θερμοκρασιών OptiCool.
- Χωρίς μετασχηματιστή με τοπολογία H5.
- Επιτηρούμενες ασφάλειες στοιχειοσειρών.
- Δυνατότητα σύνδεσης SMA Power Balancer για τριφασική σύνδεση δικτύου.
- Ενσωματωμένος ηλεκτρονικός διακόπτης απόζευξης φορτίου DC ESS.
- Διαστάσεις : 418 / 613 / 242 mm.
- Βάρος : περίπου 35 kg.
- Κλάση Προστασίας : IP65.



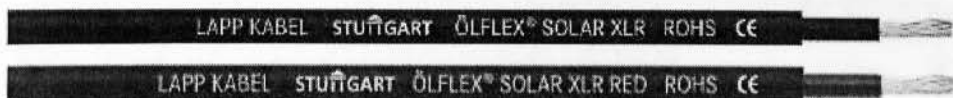
Βάσει προδιαγραφής ΔΕΗ και προκειμένου να μην γίνεται ασύμμετρη φόρτιση του μετασχηματιστή της ΔΕΗ, θα πρέπει ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του κάθε πάρκου να είναι έτσι ώστε η παραγόμενη ισχύς ανά φάση να μην παρουσιάζει απόκλιση πάνω από 20% σε σχέση με τις υπόλοιπες 2 φάσεις. Ένας επιπλέον λόγος για την επίτευξη συμμετρίας είναι ότι στον κεντρικό πίνακα του πάρκου όπου γίνεται η είσοδος όλων των αντιστροφών, ο ουδέτερος σε περίπτωση που υπάρχει ασυμμετρία, θα φορτιστεί με αποτέλεσμα να αυξηθούν οι απώλειες των καλωδίων.

Για τους παραπάνω λόγους επιλέγεται αριθμός αντιστροφών ακέραιο πολλαπλάσιο του 3 και στην συγκεκριμένη περίπτωση 9 αντιστροφείς SMC_11000TL.

10.3 Ηλεκτρική Εγκατάσταση

10.3.1 Καλωδίωση DC

Για τη σύνδεση κάθε σειράς φωτοβολταϊκών στοιχείων με τον αντιστροφέα θα χρησιμοποιηθεί καλώδιο τύπου DC Solar 1x6mm². Πρόκειται για εύκαμπτα καλώδια με μόνωση και μανδύα από ελαστικό υψηλής αντοχής. Τα καλώδια ακολουθούν τις προδιαγραφές ΕΛΟΤ 623.4 και HD 22.4. Ενδεικνύονται για χρήση σε ξηρούς, υγρούς ή βρεγμένους χώρους στο ύπαιθρο. Για την καλύτερη διάκριση των καλωδίων θα χρησιμοποιηθούν διαφορετικοί χρωματισμοί ανάλογα με την πολικότητα των ισχύων που μεταφέρουν. Συγκεκριμένα RED/BLACK για τον θετικό πόλο και BLACK/BLACK για τον αρνητικό.

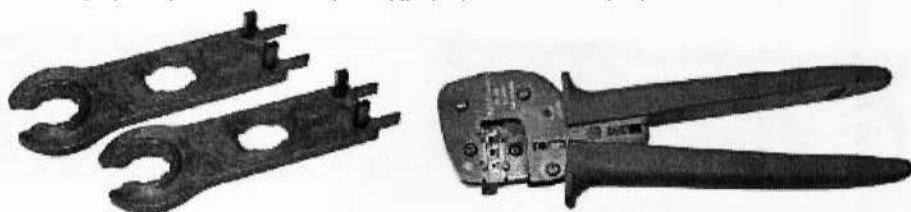


Στα άκρα της κάθε στοιχειοσειράς θα υπάρχουν απολήξεις τύπου MCT4 κατάλληλες για εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων. Η στήριξη των καλωδίων θα γίνει με δεματικά από πλαστικό υλικό για την αποφυγή επαγωγικών ρευμάτων. Οι προδιαγραφές του καλωδίου είναι οι εξής:

- Εύρος θερμοκρασίας από -40°C ως 120°C .
- Επιτρεπτή τάση λειτουργίας 2 KV DC.
- Αναμενόμενη διάρκεια ζωής >25 έτη.
- Ανθεκτικά στην υπεριώδη ακτινοβολία (UV protection).
- Δυνατότητα Εγκατάστασης τόσο σε εξωτερικούς χώρους όσο και εντός σωλήνων ή καναλιών.
- Μανδύας και μόνωση από μείγμα ελεύθερων αλογόνων με εξαιρετική αντοχή στη θερμοκρασία.



Για την εγκατάσταση των συνδέσμων χρησιμοποιούνται τα ειδικά εργαλεία που παρέχονται από την εταιρία παραγωγής τους. Ειδικότερα, για τους συνδέσμους T4 χρησιμοποιούνται τα κλειδιά PV-MS (32.6024). Για την τοποθέτηση του μεταλλικού μέρους του συνδέσμου χρησιμοποιείται η πρέσα PV-CZM.



Η DC καλωδίωση θα ακολουθεί την φορά είτε της μιας είτε της άλλης πολικότητας. Τα καλώδια θα οδεύουν ανά ζευγάρια, διασυνδέοντας το ένα μετά το άλλο πλαίσιο προτού οδεύσουν προς την είσοδο του αντιστροφέα. Έτσι η επιφάνεια του βρόγχου μειώνεται στο ελάχιστο ελαχιστοποιώντας τον κίνδυνο δημιουργίας υπερτάσεων από πτώση κεραυνού στα άκρα της στοιχειοσειράς.

10.3.2 Καλωδίωση AC

Για την μεταφορά της ισχύος από τους αντιστροφείς προς τον κεντρικό πίνακα θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου H07RN-F διατομής $3 \times 25\text{mm}^2$, διατηρώντας σε κάθε περίπτωση τις απώλειες από την μεταφορά της ενέργειας χαμηλότερα από το 2% της μεταφερόμενης ισχύος.



Τα καλώδια του συγκεκριμένου τύπου είναι ανθεκτικά σε όλες τις καιρικές συνθήκες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμα και μέσα σε νερό (γλυκό ή θαλασσινό). Είναι ανθεκτικά σε όζον, βραδύκαυστα και μπορούν να αντέξουν σε υψηλές μηχανικές καταπονήσεις.

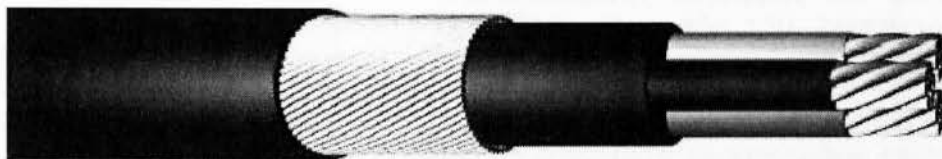
Ο εξωτερικός μανδύας είναι από λάστιχο χλωροπρενίου, εσωτερικά φέρουν μόνωση από λάστιχο ενώ ο αγωγός είναι λεπτοπολύκλωνος από χαλκό προσφέροντας έτσι υψηλή αγωγιμότητα και ελαστικότητα.

Η τάση λειτουργίας είναι U_0/U 450/750 V φασική και πολική αντίστοιχα, ενώ η περιοχή θερμοκρασίας από -30°C έως $+60^{\circ}\text{C}$.

Όλα τα καλώδια πρόκειται να εγκατασταθούν εντός μεταλλικών σχαρών διατομών 200x60 mm.

10.3.3 Καλωδίωση AC (Ισχύος)

Για την μεταφορά της ισχύος από τον κεντρικό πίνακα ως το σημείο σύνδεσης με την ΔΕΗ, λόγω της μεγάλης ισχύος που θα μεταφέρουν τα καλώδια, επιλέγεται καλώδιο XLPE PVC/SWA/PVC με διατομή $3 \times 120 \text{ mm}^2 + 1 \times 95 \text{ mm}^2 + 1 \times 95 \text{ mm}^2$ με πρόσθετη μηχανική ενίσχυση το οποίο θα ενταφιαστεί σε βάθος 80εκ από την επιφάνεια της γης μέσα σε στρώμα άμμου για να επιτευχθεί χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος και άρα βέλτιστη συμπεριφορά αγωγιμότητας.



Το καλώδιο XLPE PVC/SWA/PVC έχει πολύκλωνους αγωγούς από σύρματα καθαρού χαλκού, μόνωση αγωγών από XLPE, εσωτερική μόνωση από PVC χρώματος μαύρο, οπλισμό από γαλβανισμένα ατσάλινα σύρματα και εξωτερικό μανδύα από PVC χρώματος μαύρο.

Η τάση λειτουργίας είναι U_0/U 0.6/1kV φασική και πολική αντίστοιχα, ενώ η περιοχή θερμοκρασίας από -15°C έως $+90^{\circ}\text{C}$.

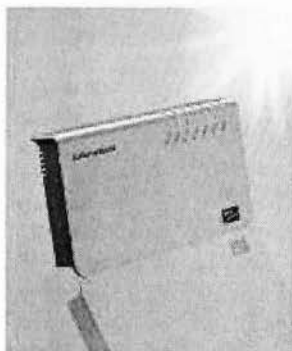
Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα μήκη και οι διατομές των καλωδίων για την μεταφορά του AC και DC.

10.3.4 Καλωδίωση Σηματοδοσίας



Από κάθε inverter θα διατρέχει ένα καλώδιο σηματοδοσίας τύπου FTP Cat5e προκειμένου να υπάρχει η φυσική διασύνδεση και η συλλογή των δεδομένων από τον κεντρικό συλλέκτη και επεξεργαστή δεδομένων Sunny WebBox το οποίο θα βρίσκεται εντός του κεντρικού πίνακα. Επιπλέον θα εγκατασταθεί και ένα καλώδιο ιδίου τύπου από το Sunny Sensor Box έως το Sunny WebBox για τη μέτρηση της θερμοκρασίας των πάνελ.

10.4 Σύστημα Τηλεπίβλεψης



Προκειμένου η μονάδα παραγωγής ενέργειας να είναι επιτηρήσιμη και άρα να υπάρχει η δυνατότητα απομακρυσμένης επίβλεψης του έργου (Σύστημα Τηλεπίβλεψης), εντός του κεντρικού πίνακα θα εγκατασταθεί το σύστημα Sunny Webbox.

Το σύστημα Sunny Webbox συνδέεται «φυσικά» με όλα τα συστήματα αντιστροφών εντός του έργου, καθώς και με συσκευή συλλογής μετεωρολογικών δεδομένων (Sunny Sensor Box) προκειμένου να είναι επιτηρήσιμη τόσο η κατάσταση και στιγμιαία απόδοση των αντιστροφών όσο και οι μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή.



Από την πλευρά της εγκατάστασης, συλλέγει διαρκώς όλα τα δεδομένα και δίδει έτσι την δυνατότητα να γίνει έλεγχος οποιαδήποτε στιγμή της τρέχουσας κατάστασής της.

Τα κύρια χαρακτηριστικά που προσφέρει το σύστημα τηλεπίβλεψης Sunny Webbox είναι:

Ασφάλεια:

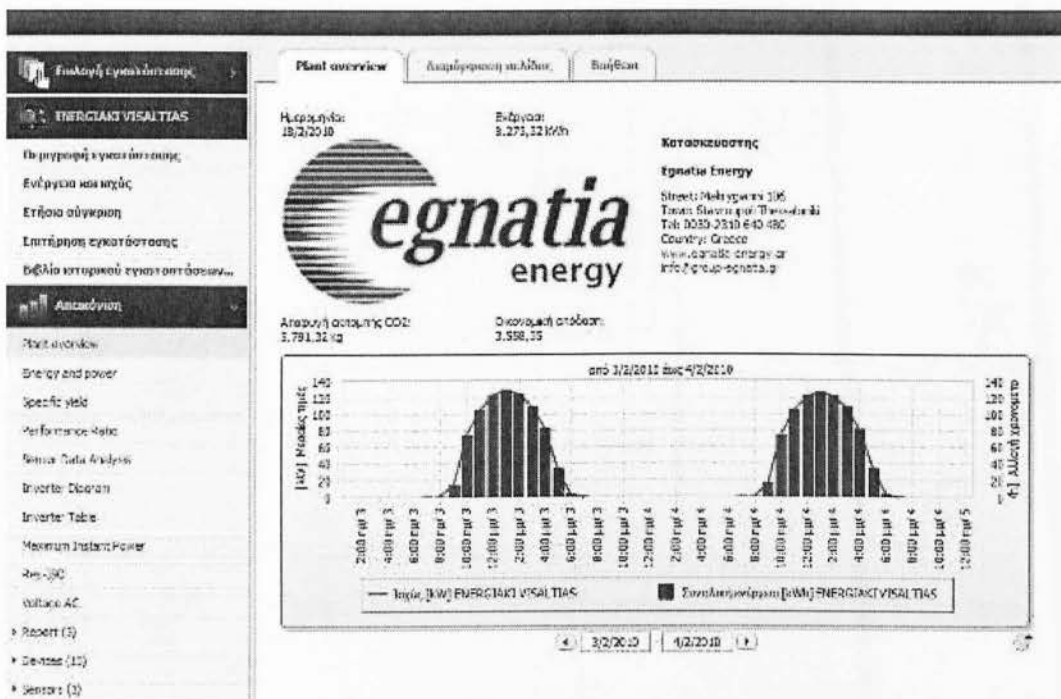
- Συνεχής έλεγχος του Φ/Β συστήματος.
- Επιτήρηση μέσω δικτύου στιγμιαίων και συγκεντρωτικών δεικτών του πάρκου.
- Έγκαιρος εντοπισμός σφαλμάτων λειτουργίας.

- Καταγραφή Ενεργειακής Απόδοσης,
- Ασφαλή αποθήκευση δεδομένων και αξιολογητή.

Φιλικό Προς τον Χρήστη:

- Διάγνωση και ρύθμιση εγκατάστασης σε οποιοδήποτε τερματικό
- Αυτόματη μετάδοση δεδομένων
- Επεξεργασία δεδομένων και απεικόνιση στο διαδίκτυο

SUNNY PORTAL | 5% Ελλάδα



11. Κεντρικός Πίνακας

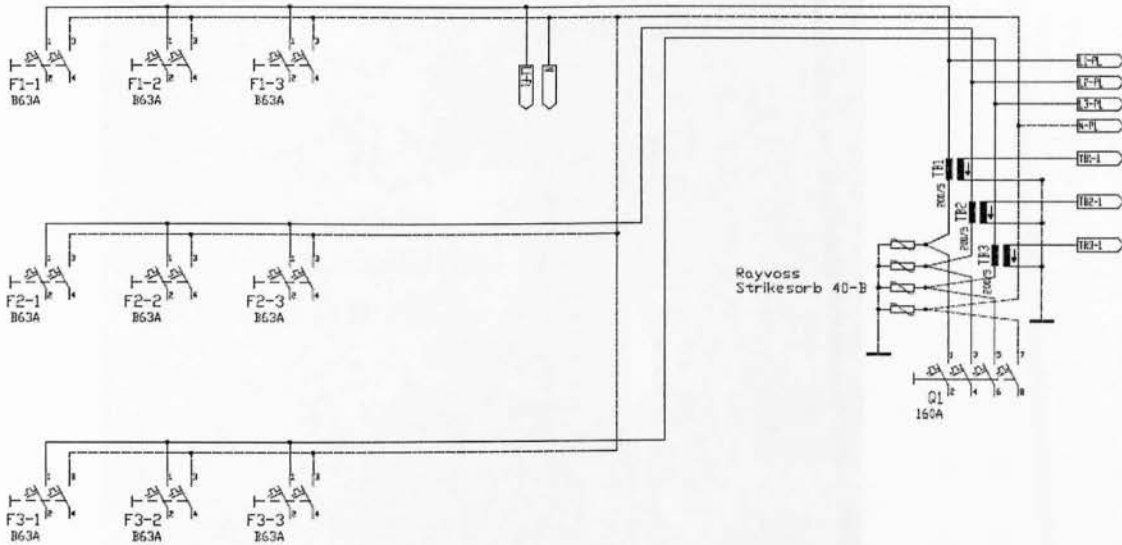
11.1 Γενική περιγραφή

Ο ηλεκτρικός πίνακας για φωτοβολταϊκά πάρκα, έως 150kWp, προϊόν της Εγνατία ΤΕΛ, αποτελεί τον κεντρικό ηλεκτρικό πίνακα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας του φωτοβολταϊκού σταθμού.

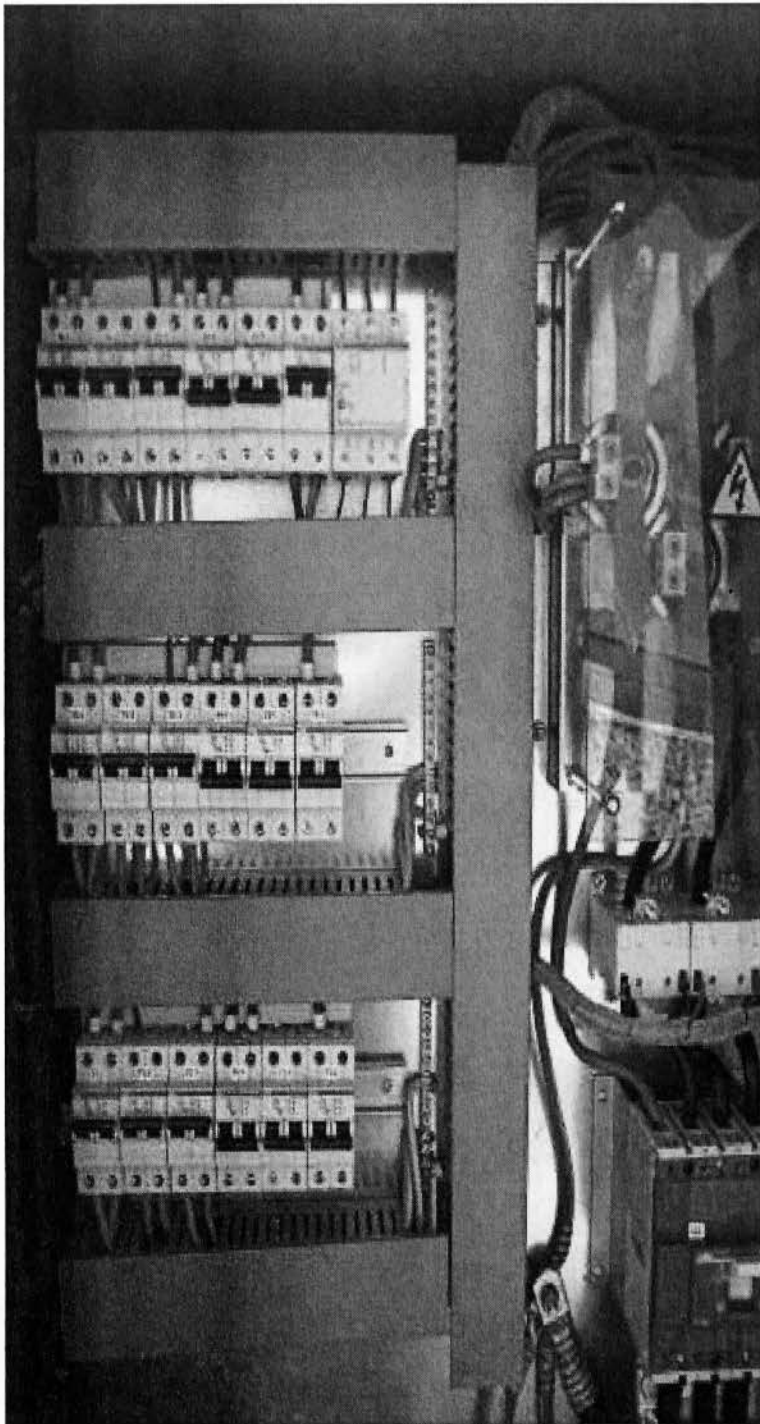
Τα πεδία θα εγκατασταθούν εντός ανοξειδωτου κελύφους (INOX), το οποίο προσφέρει βαθμό προστασίας IP65. Στο πάτωμα του κελύφους θα προσαρμοστεί αφαιρούμενη πλακέτα με στυπιοθλίπτες για την εξασφάλιση της στεγανής εισόδου των καλωδίων.

11.2 Διακοπτικό πεδίο διανομής φάσεων

Το πεδίο αυτό αναλαμβάνει να συγκεντρώσει τα AC καλώδια που μεταφέρουν την ενέργεια από τους αντιστροφείς και μέσω ενός μικροαυτόματου να τα ομαδοποιήσει σε 3 φάσεις. Εν συνεχεία οι 3 φάσεις οδηγούνται στον γενικό διακόπτη του πίνακα ο οποίος διαστασιολογήθηκε βάσει των προδιαγραφών της ΔΕΗ και στον οποίο θα συνδεθεί το κεντρικό καλώδιο σύνδεσης με τον μετρητή. Πριν τον διακόπτη θα συνδεθεί σύστημα απαγωγής υπερτάσεων Rayvoss Strikesorb40. Το σύστημα αυτό προσφέρει στάθμη προστασίας στα 0.8kV με κρουστικό ρεύμα υπέρτασης μέχρι 140kA. Το σύστημα επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση μετά την απαλοιφή της υπέρτασης.

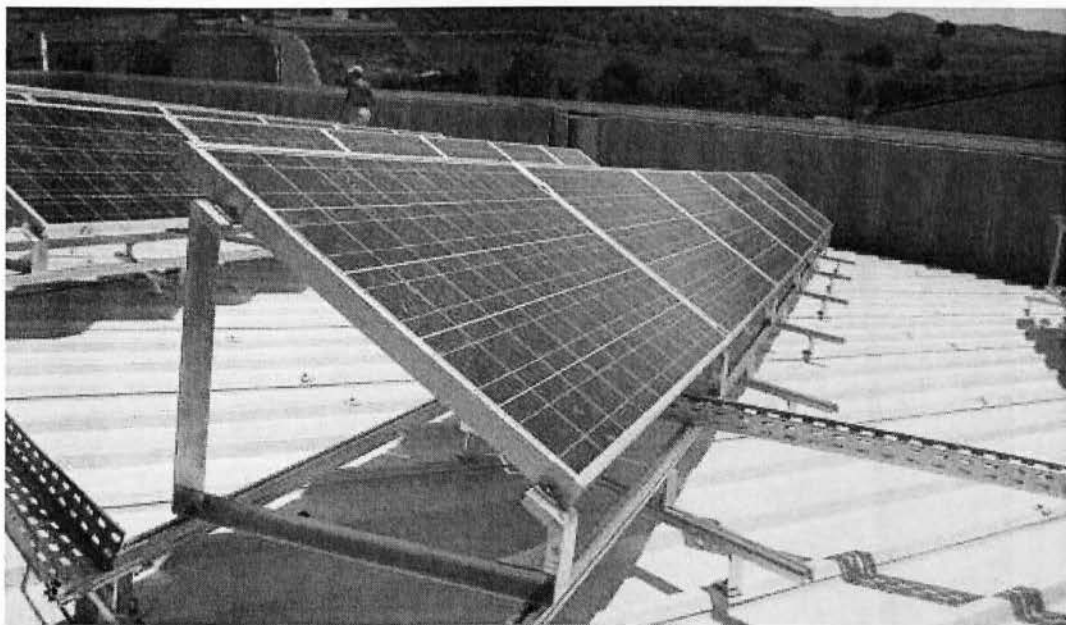


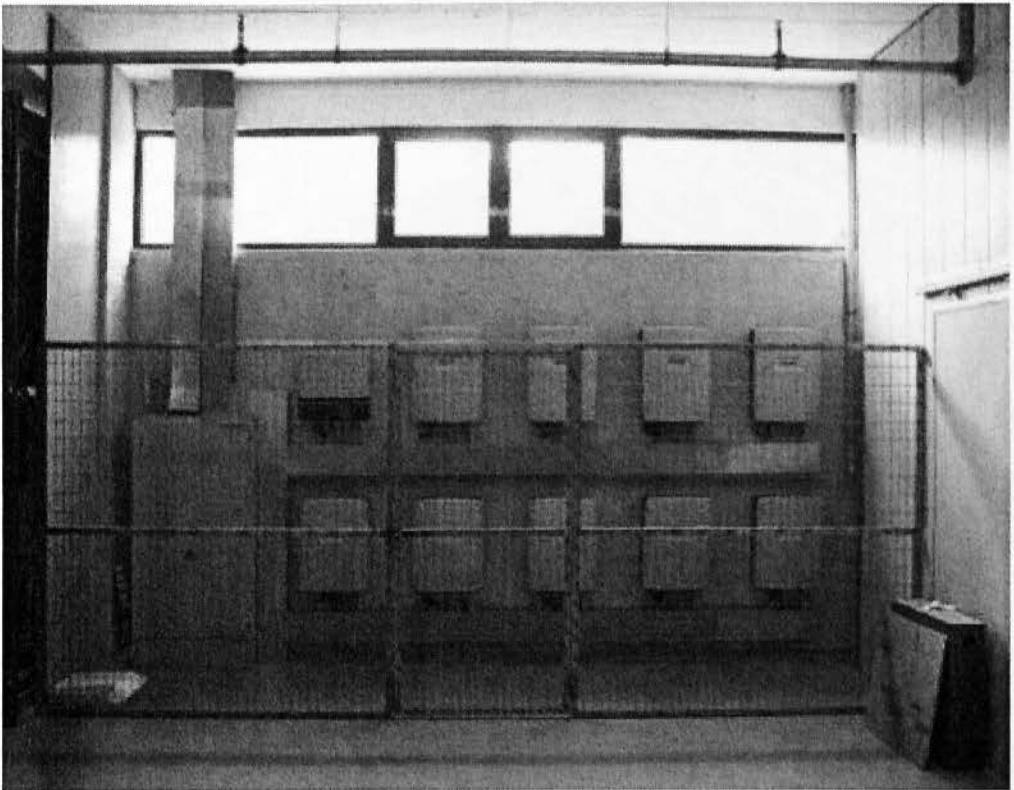
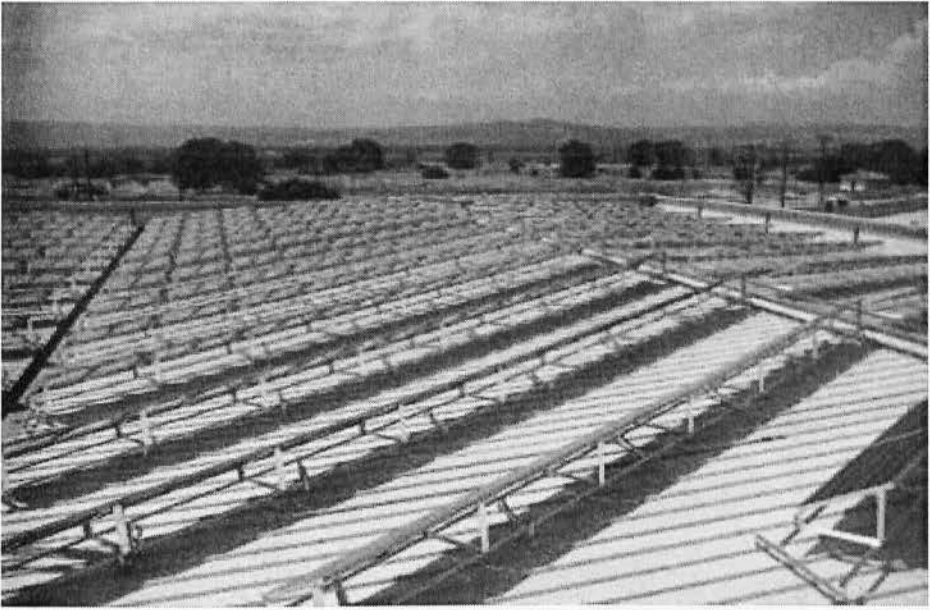
Διακοπτικό πεδίο κεντρικού πίνακα

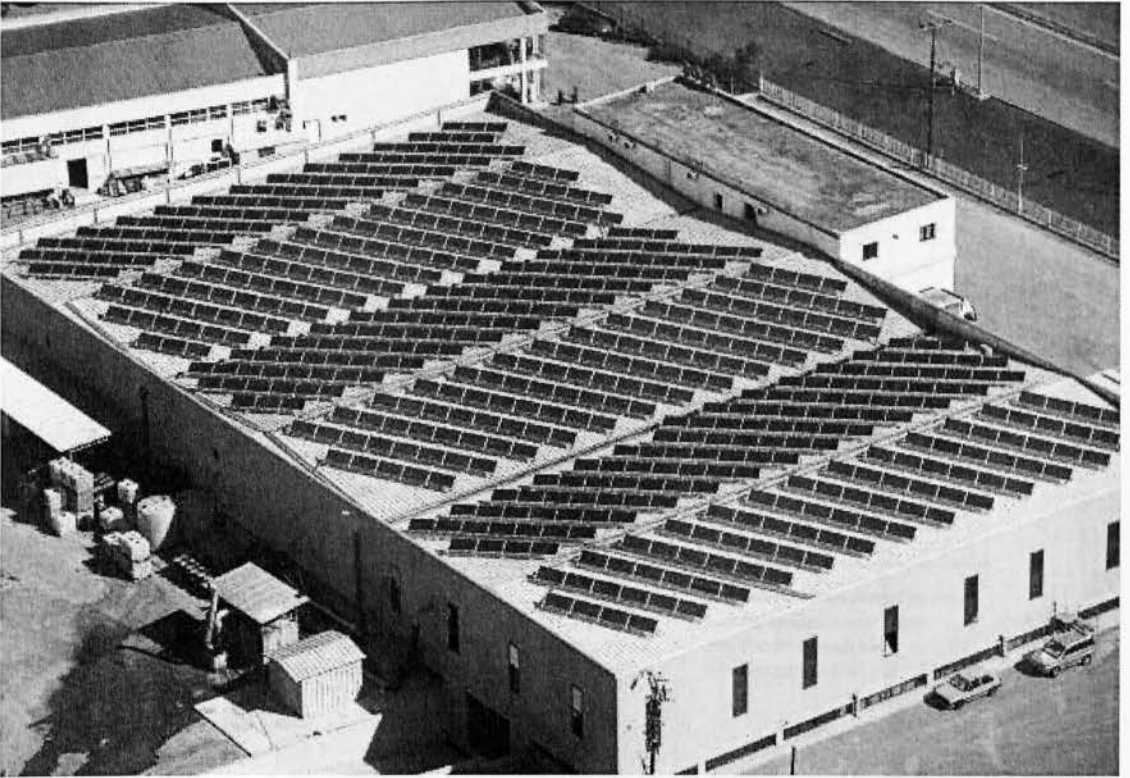
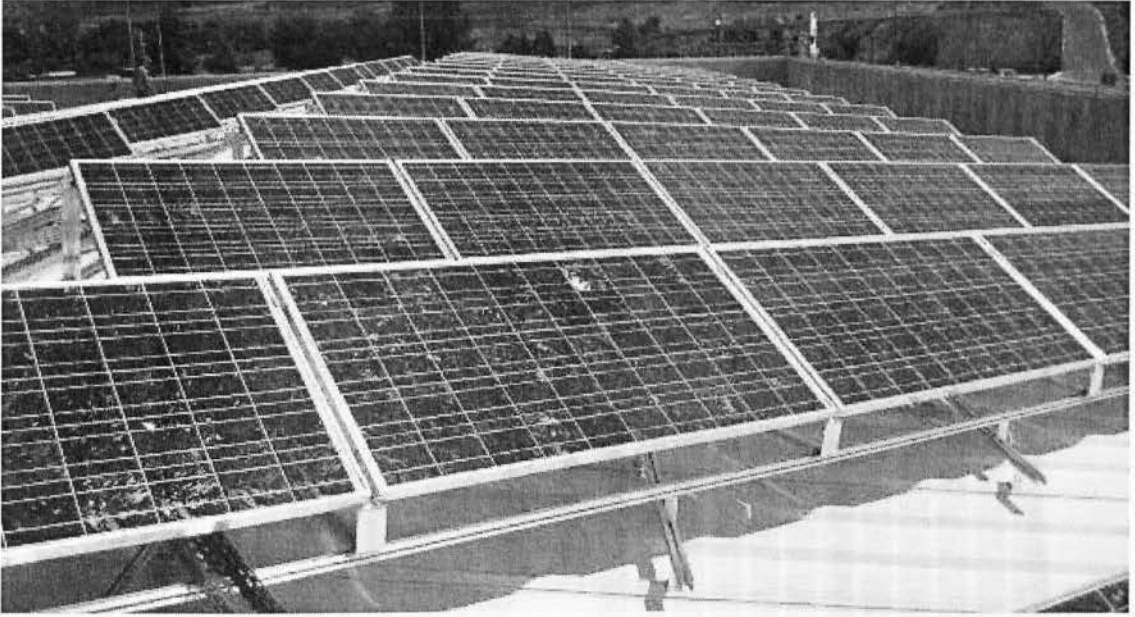


Εσωτερικό Τριφασικού πίνακα

12. Φωτογραφίες Έργου







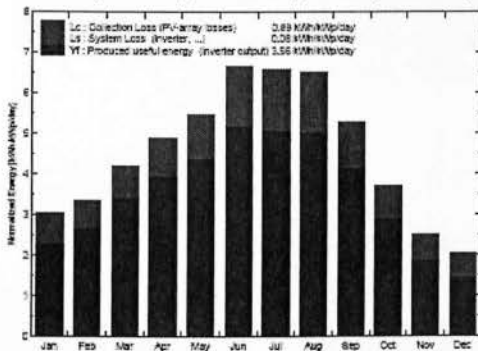
13. Ενεργειακή Εκτίμηση

Main simulation results
System Production

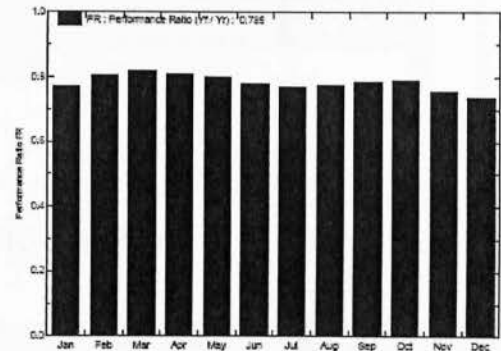
Produced Energy 131 MWh/year
Performance Ratio 78.5 %

Specific 1299 kWh/kWp/year

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 101 kWp



Performance Ratio PR

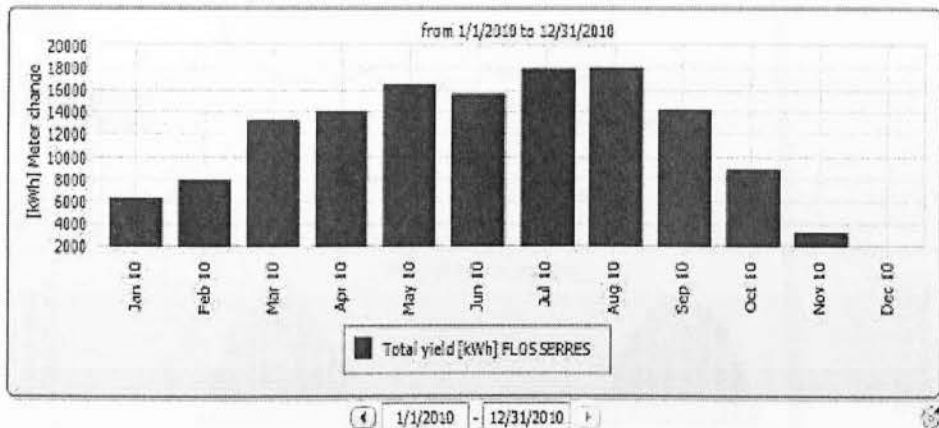


Papapanagiotou Serres
Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	EOutInv kWh	EffArrR %	EffSysR %
January	50.5	11.78	94.2	83.8	7486	7311	10.50	10.55
February	70.5	10.86	95.8	87.3	7800	7613	11.30	11.03
March	110.9	11.59	130.8	123.4	11045	10792	11.48	11.22
April	140.1	13.74	146.8	135.2	12265	11979	11.36	11.10
May	173.5	17.98	170.2	160.1	14024	13708	11.20	10.95
June	212.4	22.99	199.7	185.9	16133	15761	10.99	10.73
July	213.4	26.18	204.1	193.4	16249	15878	10.62	10.58
August	193.9	26.75	201.6	191.0	16116	15758	10.57	10.63
September	136.1	23.81	159.0	150.4	12842	12552	10.98	10.73
October	90.5	19.87	114.9	107.6	9365	9147	11.08	10.82
November	54.6	15.99	75.1	68.2	5879	5729	10.65	10.38
December	43.8	13.69	63.0	55.7	4792	4665	10.35	10.07
Year	1500.0	17.97	1653.3	1547.9	133995	130804	11.02	10.77

Legends: GlobHor Horizontal global irradiation EArray Effective energy at the output of the array
T Amb Ambient Temperature EOutInv Available Energy at Inverter Output
GlobInc Global incident in coll. plane EffArrR Effic. Eout array / rough area
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings EffSysR Effic. Eout system / rough area

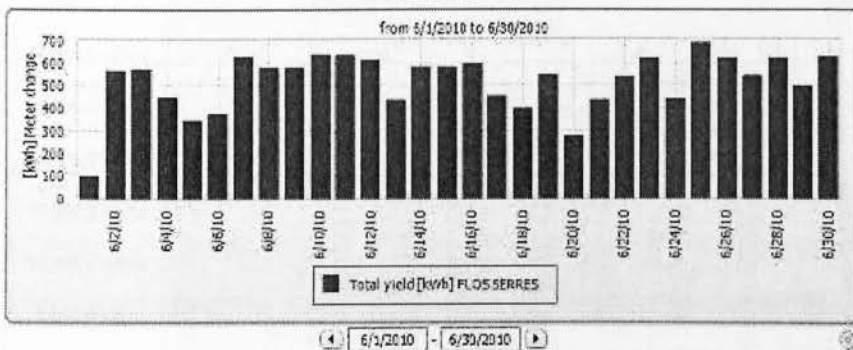
Ενεργειακή Εκτίμηση



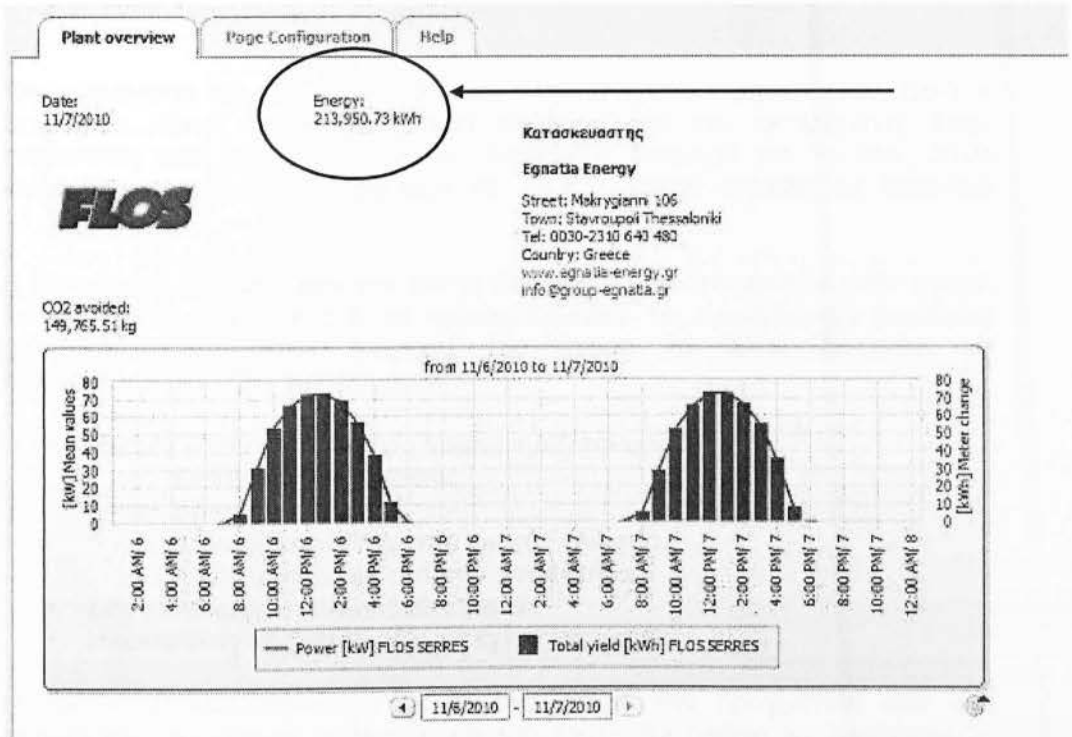
Ετήσια Παραγωγή 2010 ανά μήνα

Devices/Plants	Energie Meter Change [kWh] July 2010	Energie Meter Change [kWh] 2010
FLOS SERRES	17808.17	135341.87
	17808.17	135341.87
	[Total]	[Total]

< Year < Month 7/7/2010 Month > Year >

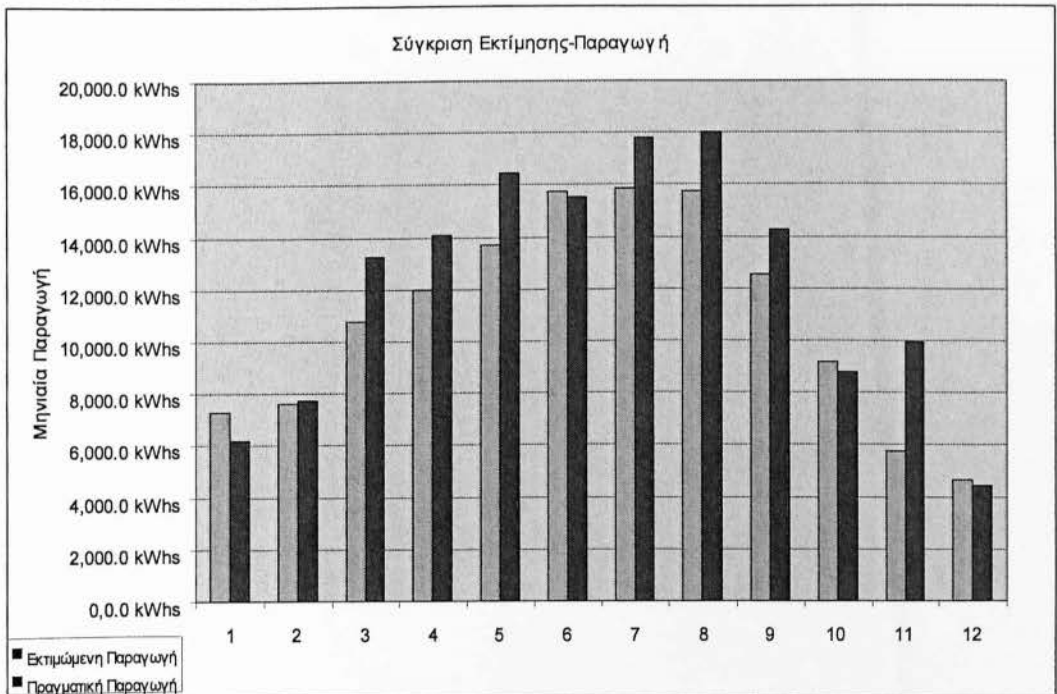


Μηνιαία Παραγωγή Ιουνίου 2010 ανά ημέρα



Συνολική Παραχθείσα ενέργεια από 11/06/2009

14. Σύγκριση Εκτίμησης-Παραχθείσας Ενέργειας



Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα, πλην ελαχίστων μηνών (Ιαν, Δεκ) οι υπόλοιποι μήνες έχουν θετικότερη απόδοση από την εκτιμώμενη. Στην περίπτωση του έργου στην Βι.Πε. Σερρών η διαφορά για το έτος 2010 κυμάνθηκε σε απόλυτα νούμερα σε 15.631 kWhs δηλαδή σε διαφορά 11,92%

Η διαφορά αυτή οφείλεται στο ότι τα λογισμικά που επικρατούν στην αγορά τείνουν αλλά απέχουν στο να προσομοιώσουν τις πραγματικές συνθήκες που επικρατούν στην διάρκεια του έτους και είναι δύσκολο να προσμετρηθούν. Παράμετροι όπως:

- Μικροκλίμα περιοχής που χαρακτηρίζεται από:
 - ο Διαύγεια ατμόσφαιρας.
 - ο Βροχοπτώσεις.
 - ο Συντελεστής διάχυτου φωτός (Albedo).
 - ο Ύπαρξη ανέμων τοπικού χαρακτήρα.
- Βάση μετεωρολογικών δεδομένων.
- Ηλεκτρολογικές λεπτομέρειες εγκατάστασης.

Μπορούν να διαφοροποιούν σε μεγάλο βαθμό την πραγματική από την εκτιμώμενη παραγωγή ενέργειας και για τούτο θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά την φάση του σχεδιασμού – υλοποίησης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Φραγκιαδάκης Ιωάννης Ε. (2004) , Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Εκδόσεις: ΖΗΤΗ

Καπλάνης Σωκράτης Ν. (2004) , Μηχανική των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων, Εκδόσεις: ΙΩΝ

Νεοκλέους Ανδρέας (1999) , Μετατροπή της Ηλιακής Ενέργειας σε Ηλεκτρική με Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Βασικές Έννοιες, Οδηγίες Σχεδιασμού, Οικονομική Βιωσιμότητα, Εκδόσεις: ΙΩΝ

http://www.nationmaster.com/red/pie/ene_ele_con-energy-electricity-consumption

www.rae.gr

www.selasenergy.gr

www.hellascams.gr

www.prosolar.gr

www.cres.gr

www.npt.gr

www.elvityl.gr

<http://www.capital.gr>

www.ethnos.gr

www.erymanthos.gr

<http://www.elyros.com/greek/ape.asp>

www.photovoltaic.gr

<http://e-ptolemeos.gr/index>

<http://www.giapraki.gr>

<http://www.e-forologia.gr>