

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΜΕΛΕΤΗ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ  
ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΟ ΡΕΘΥΜΝΟ ΚΡΗΤΗΣ  
STUDY-INSTALLATION PV SOLAR PARK IN  
RETHYMNO CRETE**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:  
ΣΦΥΡΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ  
ΧΡΥΣΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΕΣ: ΗΛΙΑΣ ΣΤΑΘΑΤΟΣ**

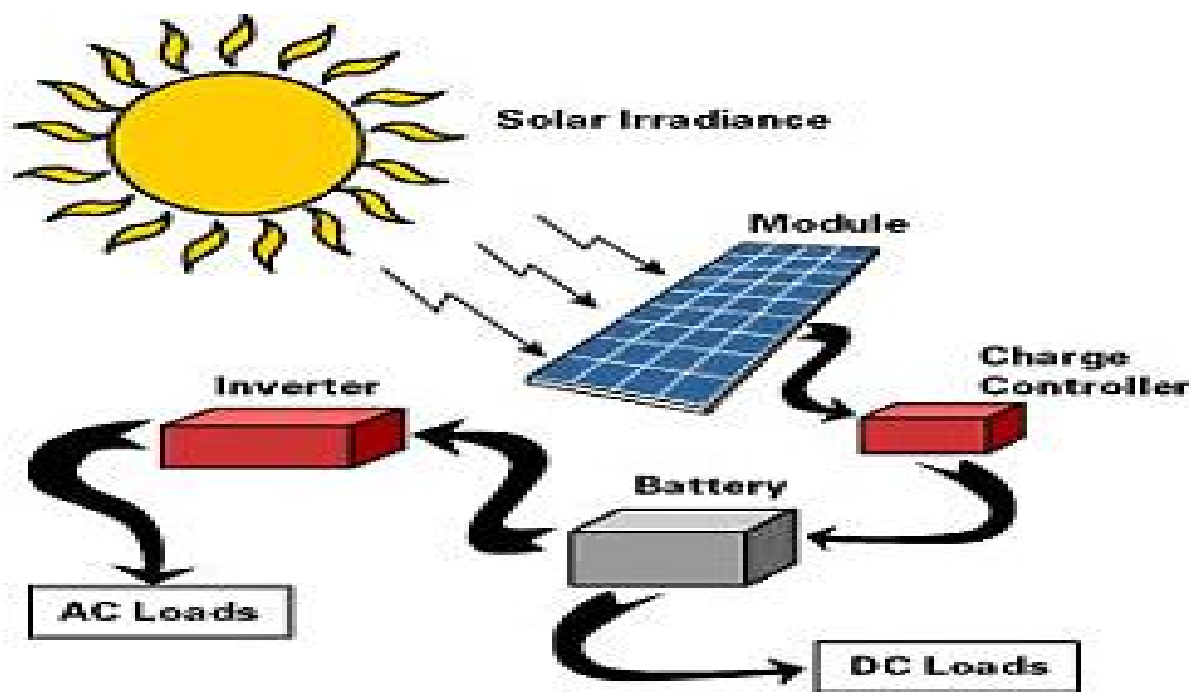
**ΠΑΤΡΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2011**

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκού πάρκου θα αναφερθούμε στα εξής. Αρχικά πρέπει να δούμε τι είναι η ενέργεια που εκμεταλλευόμαστε από τον ήλιο και πως θα την εκμεταλλευτούμε, θα αναφερθούμε στην πρόοδο της τεχνολογίας. Επίσης θα αναφέρουμε τον νόμο για τα φωτοβολταϊκά πάρκα. Στη συνέχεια θα ερευνήσουμε την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού πάρκου. Έπειτα θα έχουμε την μελέτη και την κατασκευή του φωτοβολταϊκού πάρκου. Πρέπει επίσης να εξετάσουμε την σύνδεση του φωτοβολταϊκού πάρκου με τη ΔΕΗ. Ακόμα θα αναλύσουμε την οικονομικοτεχνική μελέτη του και τα υλικά που χρειάζονται για την εγκατάστασή του. Τέλος θα περιγράψουμε τα αποτελέσματα ως αναφορά τα περιβαλλοντικά και οικονομικά στοιχεία.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	5
ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ Η ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΗΣ. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΔΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ .....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	27
ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΝΟΜΟ .....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	37
ΕΡΕΥΝΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ.....	37
Μειονεκτήματα κινητών συστημάτων (ηλιοστατών) .....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	44
ΜΕΛΕΤΗ-ΥΛΙΚΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ Φ/Β ΠΑΡΚΟΥ..	44
Η ασφάλεια του Φωτοβολταϊκού Πάρκου.....	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	99
Σύνδεση με τη ΔΕΗ-νόμος. ....	99
Βήματα για σύνδεση Φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος μέχρι 100KW. ....	99
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	101
Οικονομικοτεχνική μελέτη φωτοβολταϊκού πάρκου. ....	101
Εισαγωγή στην οικονομική μελέτη .....	101
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	111
ΑΠΟΤΕΣΜΑΤΑ(περιβαλλοντικά-οικονομικά) .....	111
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	113



Εικόνα1.0.1

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

### **ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ Η ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΗΣ. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΔΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

Ο ήλιος ενεργεί σχεδόν, ως μια τέλεια πηγή ακτινοβολίας σε μια θερμοκρασία κοντά στους 5800 βαθμούς Κ. Η προσπίπτουσα (κατά μέσο όρο) ροή ενέργειας πάνω σε μονάδα επιφάνειας κάθετη προς τη διεύθυνση της δέσμης έξω από τη γήινη ατμόσφαιρα είναι γνωστή ως η ηλιακή σταθερά  $E_{eo}=1370\text{w/m}^2$ . Λόγω των διαφορών αποστάσεων μεταξύ γης και ήλιου, ανάλογα με τη θέση της περιφοράς στην τροχιά, η τιμή αυτή εμφανίζει διακυμάνσεις των  $\pm 3,5\%$ . Το ίδιο συμβαίνει και λόγω διαταραχών, όπως ηλιακές, κηλίδες με διακυμάνσεις  $\pm 1,5\%$ . Γενικότερα, η ολική ισχύς από μια πηγή ακτινοβολίας που πέφτει πάνω στη μονάδα επιφάνειας ονομάζεται ένταση ακτινοβολίας.

Η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στην επιφάνεια της γης, αποτελεί μικρό μόνο ποσοστό εκείνης που υπάρχει στο ανώτατο όριο της ατμόσφαιρας. Ένα μέρος της, προσπίπτουσας ενέργειας αφαιρείτε λόγο της σκέδασης ή της απορρόφησης από τα μόρια του αέρα, τα σύννεφα και το υλικό που συνήθως αναφέρεται. Η ακτινοβολία, η οποία δεν ανακλάται ή διασκορπίζεται και προσεγγίζει την επιφάνεια της γης άμεσα σε ευθεία γραμμή από τον ηλιακό δίσκο, ονομάζεται άμεση ή ακτινοβολία δέσμης και οι επιφάνειες πρόσπτωσης θα πρέπει να προσανατολίζονται κατάλληλα για να δεχτούν το μεγαλύτερο μέρος της. Η διασκορπισμένη ακτινοβολία η οποία προσεγγίζει το έδαφος ονομάζεται διάχυτη ακτινοβολία. Κάποια από της ακτινοβολίες αυτές ίσως προσεγγίζει ένα δέκτη μετά την ανάκλασή της στο έδαφος, οπότε και ονομάζεται ανακλώμενη ισχύς από έδαφος. Η ολική ακτινοβολία, η οποία αποτελείται από αυτά τα τρία στοιχεία ονομάζεται σφαιρική..

#### **ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ**

Η ποσότητα της ακτινοβολίας, η οποία φθάνει στο έδαφος είναι άκρος μεταβλητή.

#### **ΜΕΓΙΣΤΗ ΓΩΝΙΑ ΨΦΟΥΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ, $\gamma_{SMAX}$ ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ ΓΙΑ 3 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΠΛΑΤΗ**

Επιπλέον πέρα από την οποία κανονική ημερήσια και ετήσια μεταβολή λόγο της φαινόμενης κίνησης του ήλιου, ακατάστατες μεταβολές (κάλυψη από σύννεφα) προκαλούνται από τις κλιματολογικές συνθήκες καθώς επίσης και τη γενικότερη

σύνθεση ατμόσφαιρας. Για αυτό το λόγο, η σχεδίαση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος βασίζεται στη λήψη μετρούμενων δεδομένων που λαμβάνονται κοντά στη τοποθεσία της εγκατάστασης.

### ***Η ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΠΑΝΩ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ (σε $w/m^2$ ) ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ.***

Ένα μέγεθος που χαρακτηρίζει την επίδραση της καθαρής ατμόσφαιρας πάνω στο ηλιακό φως είναι η μάζα αέρος ίση προς το σχετικό μήκος της διαδρομής της απευθείας δέσμης διαμέσου της ατμόσφαιρας. Στη διάρκεια μιας ηλιόλουστης καλοκαιρινής μέρας στο επίπεδο της θάλασσας, η ακτινοβολία από τον ήλιο, όταν βρίσκεται στο ζενίθ, αντιστοιχεί σε μάζα αέρας  $AM=1$ , σε άλλες περιπτώσεις, η μάζα αέρας είναι κατά προσέγγιση ίση προς το  $1/\alpha$ , θζ όπου θζ είναι η γωνία του ζενιθ.

### ***ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΣΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ***

Το εξωγήινο φάσμα δηλώνεται ως  $AM_0$ , αυτό είναι σημαντικό για δορυφορικές εφαρμογές των ηλιακών ηλεκτρικών στοιχείων. Το  $AM=1,5$  είναι ένα τυπικό ηλιακό φάσμα πάνω στην επιφάνεια της γης σε μια καθαρή ημέρα, με ολική ένταση του  $1 \text{ kw}/m^2$ , η οποία χρησιμοποιείται για την ρύθμιση των ηλιακών ηλεκτρικών στοιχείων και συστημάτων.

### ***ΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΦΑΣΜΑ ΜΕΣΑ ΚΑΙ ΕΞΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ***

Μολονότι η ένταση μπορεί να φτάσει την τιμή του  $1 \text{ kw}/m^2$ , η διαθέσιμη ένταση είναι συνήθως σημαντικά μικρότερη από αυτή της μέγιστης τιμής λόγω της περιστροφής της γης και των αντίξων καιρικών συνθηκών. Η μέγιστη μέση ακτινοβολία σημειώνεται κοντά στο γεωγραφικό πλάτος των τροπικών του καρκίνου και του αιγόκερου, ενώ είναι μικρότερη στις περιοχές του ισημερινού λόγω της κάλυψης του από σύννεφα. Σε υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη η ηλιακή ακτινοβολία είναι φυσικά ασθενέστερη λόγω της μικρής ηλιακής ανύψωσης. Η ένταση της ακτινοβολίας, η ολοκληρωμένη σε μια χρονική περίοδο, ονομάζεται ηλιακή ακτινοβολία. Ιδιαίτερη σημασία για τη σχεδίαση των φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει η ακτινοβολία μια ημέρας.

Σημειώστε ότι η εποχιακή μεταβολή γίνεται περισσότερο προβλέψιμη με την αύξηση του γεωγραφικού πλάτους. Ο μακροχρόνιος υπολογισμός της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια της γης, είναι από δύσκολος έως αδύνατος.

### **ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ ΣΕ $Kwh/m^2$ .**

Η δυσκολία αυτή οφείλεται κυρίως στα διάφορα μετεωρολογικά φαινόμενα που λαμβάνουν τη χώρα. Έτσι είμαστε υποχρεωμένοι για τον υπολογισμό των ηλιακών συστημάτων να χρησιμοποιήσουμε πίνακες ηλιακής ακτινοβολίας που βασίζονται σε μακροχρόνιες μετρήσεις μετεωρολογικών σταθμών. Συνήθως διάφοροι μετεωρολογικοί σταθμοί μετρούν την ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο. Με τα στοιχεία αυτά στη συνέχεια υπολογίζεται ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο. Η γη περιστρέφεται γύρω από τον ήλιο σε μια ελλειπτική τροχιά. Ο χρόνος που απαιτείται για να συμπληρώσει η γη αυτή τη τροχιά ορίζεται ως ένα έτος. Η σχετική θέση του ήλιου και της γης για ευκολία παρουσιάζεται υπό την μορφή μια ουράνια σφαίρας, γύρω από τη γη. Το επίπεδο του ισημερινού τέμνει την ουράνια σφαίρα στον ουράνιο ισημερινό και ο πολικός άξονας στους ουράνιους πόλους. Η κίνηση της γης γύρω από τον ήλιο μπορεί τότε να αναπαρασταθεί μέσα από μια φαινόμενη κίνηση του ήλιου στη ελλειπτική η οποία είναι κεκλιμένη κατά 23,45 (μοίρες) ως προς τον ουράνιο ισημερινό. Η γωνία μεταξύ της γραμμής που συνδέει τα κέντρα του ήλιου και της γης και του επιπέδου του ισημερινού ονομάζεται ηλιακή απόκλιση και δηλώνεται ως  $\delta$ .

### **ΕΤΗΣΙΑ ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ**

Αυτή η γωνία είναι μηδέν κατά της ισημερίες, τη φθινοπωρινή (22/23 Σεπτεμβρίου) και την εαρινή (20/21 Μαρτίου). Αυτές τις ημέρες ο ήλιος ανατέλλει ακριβώς από την ανατολή και δύει ακριβώς στη δύση. Κατά το θερινό ηλιοστάσιο (21/22 Ιουνίου) η γωνία είναι  $\delta=23,45$ (μοίρες) κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο (21/23 Δεκεμβρίου)  $\delta=-23,45$ (μοίρες). Η γη περιστρέφεται με ρυθμό μιας περιστροφής την ημέρα γύρω από τον άξονά της. Η ημερήσια περιστροφή της γης περιγράφεται από την περιστροφή της ουράνιας σφαίρας γύρω από τον πολικό άξονα ενώ η στιγμιαία θέση του ήλιου περιγράφεται από την ωριαία γωνία  $\omega$ , τη γωνία μεταξύ του μεσημβρινού, που

διέρχεται από τον ήλιο και του μεσημβρινού της συγκεκριμένης τοποθεσίας. Η ωριαία γωνία είναι μηδέν κατά την ηλιακή μεσημβρία και αυξάνεται προς την ανατολή .



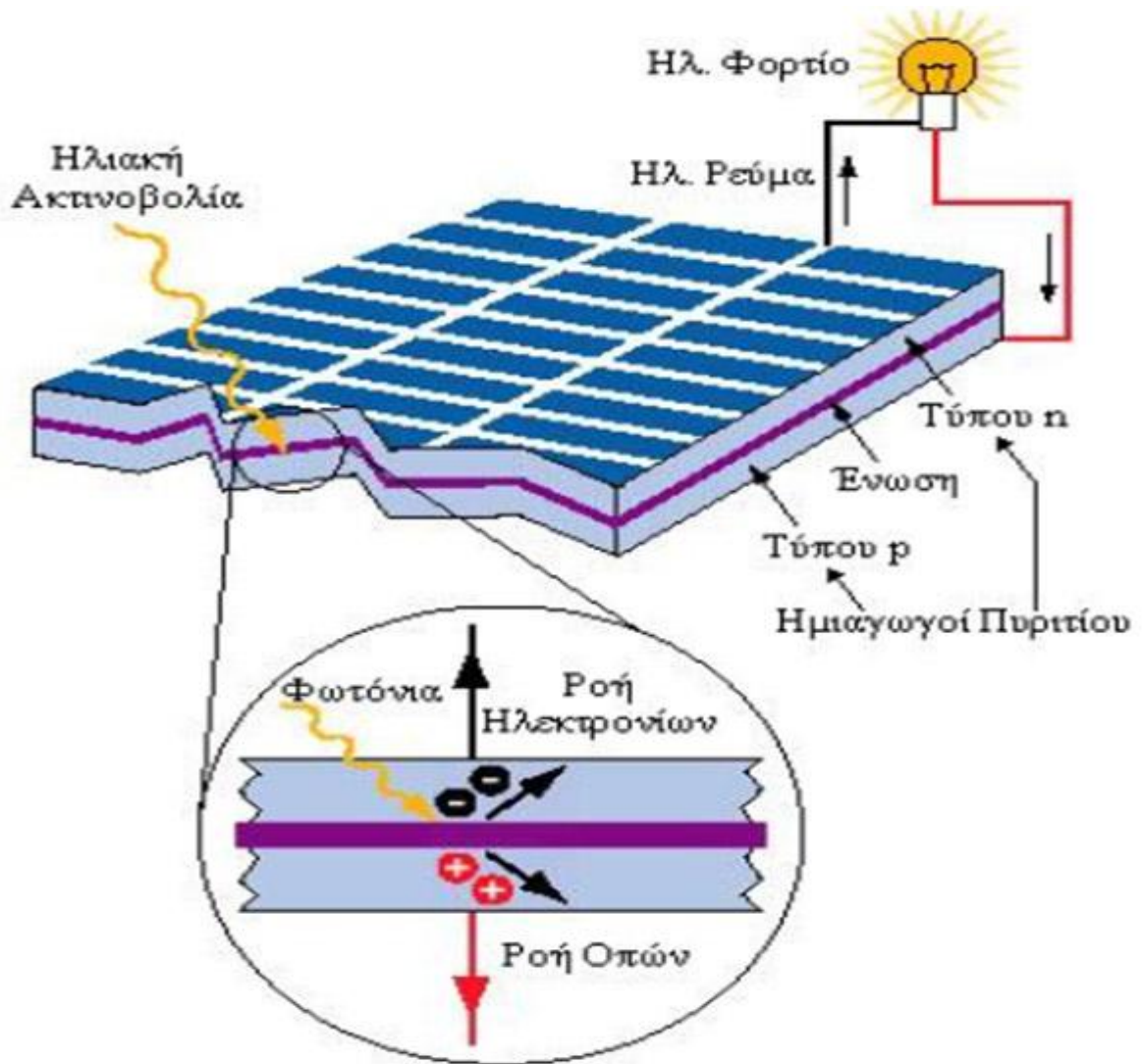
Εικόνα1.0.1

### **ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΩΝ**

Υπάρχουν τρεις τεχνολογίες κατασκευής φωτοκυττάρων βασισμένες στο πυρίτιο, το μονοκρυσταλικό το πολυκρυσταλικό και το άμορφο. Η τεχνολογία που βασίζεται στο κρυσταλλικό πυρίτιο είναι η πλέον αναπτυγμένη φωτοβολταϊκή τεχνολογία σήμερα. Δεν είναι, όπως, απλή και απαιτείται η χρήση υπερμοντέρνων συσκευών και σύνθετων τεχνολογικών μεθόδων. Τέσσερα βασικά στάδια χρειάζεται να ακολουθηθούν για να κατασκευαστούν φωτοβολταϊκές βασικές μονάδες από την άμμο.

1. Από την άμμο στο καθαρό πυρίτιο.
2. Ανάπτυξη των κρυστάλλων πυριτίου.
3. Από κυκλικά δισκία σε φωτοκύτταρα.
4. Από φωτοκύτταρα σε βασικές μονάδες.



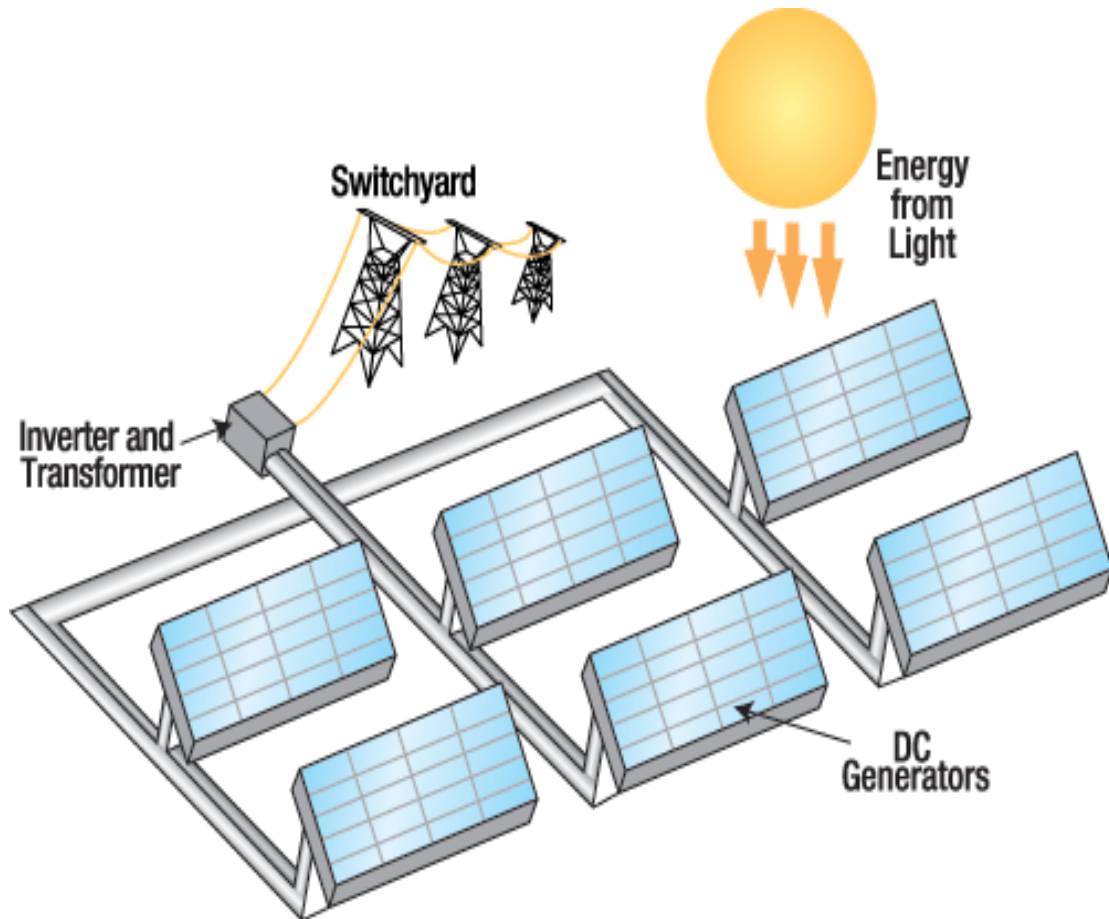


Εικόνα1.0.2

Το υλικό κατασκευής του πυριτίου είναι πρακτικός απεριόριστο, διότι το 60% του γήινου φλοιού είναι άμμος, στο μεγαλύτερο μέρος του, χαλαζιάς ή διοξείδιο του πυριτίου. Το πυρίτιο παράγεται σε μεγάλες ποσότητες, περίπου 600,000 τόνοι το χρόνο παγκοσμίως, προκειμένου να κατασκευαστούν ειδικό ατσάλι και κράματα. Αυτό το μεταλλουργικής κατηγορίας πυρίτιο λαμβάνεται με αναγωγή του χαλαζιά με κάρβουνο μέσα σε κλιβάνους με ηλεκτρικό τόξο. Η καθαρότητά του είναι μόνο 99%- ανεπαρκής για ηλεκτρονικές εφαρμογές – αλλά η ενέργεια ή η δαπάνη(περίπου 50 kwh/kg) και το κόστος (περίπου 1,5 euro/kg) είναι σχετικά μικρή. Στη συνέχεια με άλλες πολύπλοκες και ενεργοβόρες διαδικασίες το πυρίτιο αυτό καθαρίζεται ως που να γίνει κατάλληλο για χρήση στην ηλεκτρονική βιομηχανία.

## ΗΛΙΑΚΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ

Οι φωτοβολταϊκές κυψελίδες γνωστές και ως φωτοβολταϊκά στοιχεία μπορούν να χαρακτηριστούν σαν το στοιχειώδες μέσον άμεσης μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το υλικό κατασκευής τους ανήκει στους ημιαγωγούς. Στις πρακτικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται περισσότερο στοιχεία βασισμένα στο πυρίτιο (si) σε διάφορες παραλλαγές του, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν γίνονται και με άλλα στοιχεία.



Εικόνα1.0.3

## **ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ**

Η λειτουργία των ηλιακών στοιχείων βασίζεται στην ικανότητα των ημιαγωγών να μετατρέπουν αμέσως το ηλιακό φως σε ηλεκτρισμό με τη βοήθεια του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Τα ηλιακά στοιχεία είναι δίοδοι ημιαγωγού με την μορφή ενός δίσκου, όπου η ένωση p-n εκτείνεται σε όλο το πλάτος του δίσκου και δέχεται την ακτινοβολία. Κάθε φωτόνιο της ακτινοβολίας με ενέργεια ίση ή μεγαλύτερη από το ενεργειακό διάκενο του ημιαγωγού, έχει τη δυνατότητα να απορροφηθεί σε ένα χημικό δεσμό και να ελευθερώσει τα ηλεκτρόνια. Δημιουργείται έτσι και για όσο διαρκεί η ακτινοβολία, μια περίσσεια από ζεύγη φορέων ελεύθερων ηλεκτρονίων-οπών, πέρα από τις συγκεντρώσεις που αντιστοιχούν στις συνθήκες ισορροπίας. Οι φορείς αυτοί, καθώς κυκλοφορούν στο στερεό μπορεί να βρεθούν στην περιοχή της ένωσης p-n οπότε θα δεχτούν την επίδραση του ενσωματωμένου ηλεκτροστατικού πεδίου. Έτσι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια εκτρέπονται προς το τμήμα τύπου n και οι οπές εκτρέπονται προς το τμήμα τύπου p, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μια διαφορά δυναμικού ανάμεσα στους ακροδέκτες των τμημάτων της διόδου.

Δηλαδή η διάταξη αποτελεί μια πηγή ηλεκτρικού ρεύματος, που διατηρείτε όσο διαρκεί η πρόσπτωση του ηλιακού φωτός πάνω στην επιφάνεια του στοιχείου. Η εκδήλωση της διαφοράς δυναμικού ανάμεσα στις δύο όψεις του φωτιζόμενου δίσκου, η οποία αντιστοιχεί σε ορθή πόλωση της διόδου ονομάζεται φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Η αποδοτική λειτουργία των ηλιακών φωτοβολταϊκών στοιχείων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στηρίζεται στην πρακτική εκμετάλλευση του παραπάνω φαινομένου.

## **ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΚΥΤΤΑΡΑ**

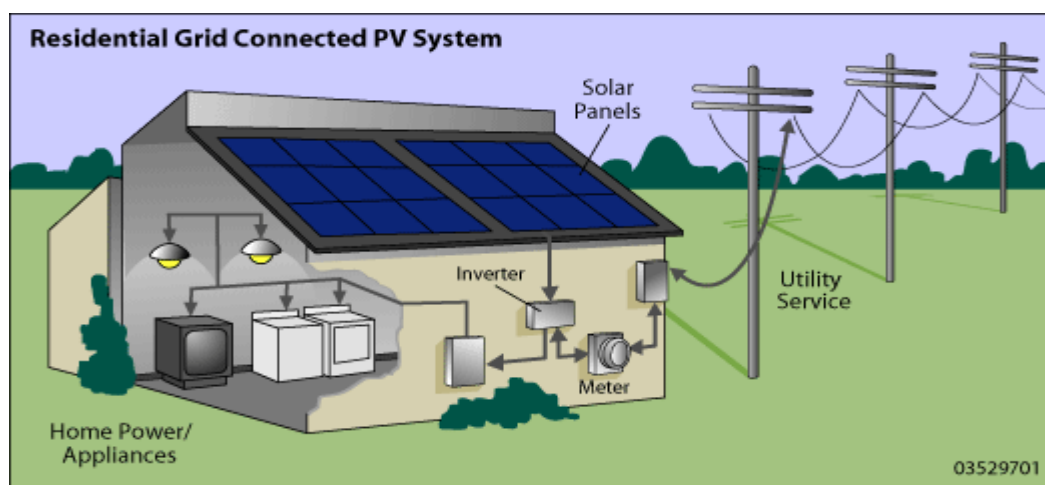
Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και η μεγάλης κλίμακας φωτοβολταϊκοί σταθμοί παραγωγής έχουν γίνει τμήμα της καθημερινής μας ενεργειακής πραγματικότητας. Η άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία είναι εξαιρετικά διαδεδομένη σε πολλούς τομείς. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις χαρακτηρίζονται από την σταθερότητα τους, την έλλειψη κινούμενων μερών, την αυτονομία τους και το μεγάλο χρόνο ζωής τους, καθώς και από τον αποκεντρωτικό χαρακτήρα που διαθέτουν.

## ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΚΡΙΝΟΝΤΑΙ ΣΕ ΤΡΕΙΣ ΜΕΓΑΛΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

### **ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

1α. Στα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα όπου ανήκει και το φωτοβολταϊκό σύστημα το οποίο θα μελετήσουμε, η παραγόμενη ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά, διαβιβάζεται και πωλείται στο δίκτυο.

1β. Επίσης υπάρχουν φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία είναι διασυνδεδεμένα με το δίκτυο και τροφοδοτούν ηλεκτρικά φορτία, η περίσσεια ηλεκτρική ενέργεια αφού υπάρχει διαβιβάζεται και πωλείται στο δίκτυο. Στις περιπτώσεις όμως που η ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά δεν επαρκεί για να καλύψει τα φορτία τότε το δίκτυο παρέχει συμπληρωματική ενέργεια. Έτσι στα διασυνδεδεμένα συστήματα υπάρχουν δυο μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ένας μετράει την ενέργεια που δίνεται στο δίκτυο και ο άλλος την ενέργεια που παρέχει το δίκτυο. Επίσης στην περίπτωση των διασυνδεδεμένων συστημάτων δεν απαιτείται χρήση συσσωρευτών, γεγονός που ελαττώνει το αρχικό κόστος της εγκατάστασης καθώς και το κόστος συντήρησης.

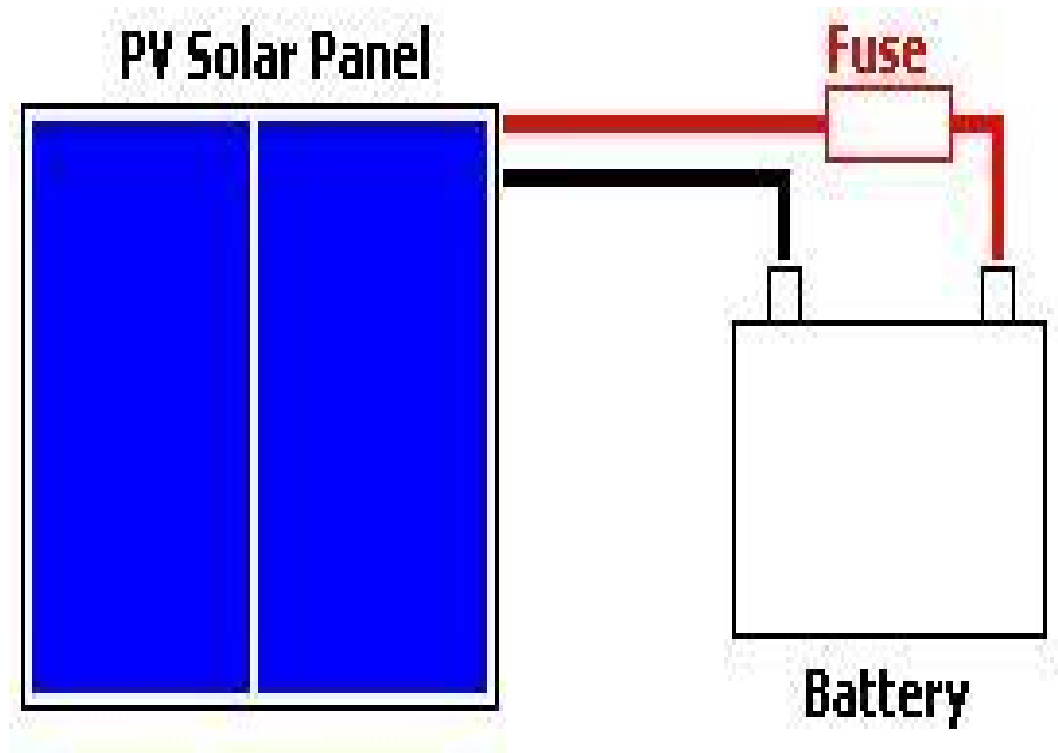


Εικόνα1.0.4

### **ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

Σήμερα υπάρχει πληθώρα μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κεραίες τηλεπικοινωνιακών σταθμών, εξοχικά σπίτια, αντλίες άντλησης νερού, χιονοδρομικά κέντρα, τροχόσπιτα, φάρους, μετεωρολογικούς σταθμούς, υπαίθρια φωτιστικά σώματα, σκάφοι και άλλα τα οποία καθίστανται ενεργειακά αυτόνομα. Βέβαια

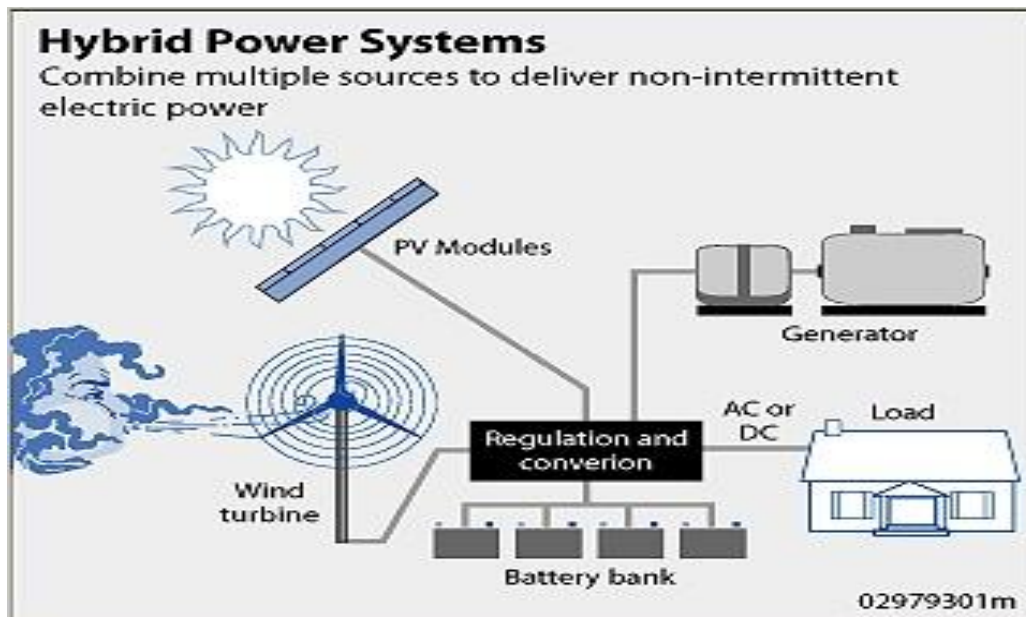
υπάρχουν συστοιχίες συσσωρευτών οι οποίες αποθηκεύουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Ενώ σε περίπτωση που έχουμε φορτία εναλλασσόμενου ρεύματος θα πρέπει να υπάρχει ένας αντιστροφέας (inverter) στο σύστημα ο οποίος θα μετατρέπει την συνεχή σε εναλλασσόμενη τάση. Όταν τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα συνδυαστούν και με άλλη ανανεώσιμη ή συμβατική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας (ανεμογεννήτρια, ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, κ.λ.π) τότε χαρακτηρίζονται σαν υβριδικά.



Εικόνα1.0.5

## ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Πρόκειται για αυτόνομα συστήματα που αποτελούνται από τη φωτοβολταϊκή συστοιχία σε συνδυασμό με άλλες πηγές όπως μια γεννήτρια πετρελαίου ή άλλη ΑΠΕ (π.χ ανεμογεννήτρια),



Εικόνα1.0.6

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα παρουσιάζουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Ø Δεν μολύνουν το περιβάλλον αφού δεν παράγουν απόβλητα και αέριους ρύπους.
- Ø Κατασκευάζονται από υλικά φιλικά προς το περιβάλλον.
- Ø Έχουν αθόρυβη λειτουργία.
- Ø Αποτελούν αξιόπιστη λύση με μεγάλη διάρκεια ζωής που ξεπερνά τα 35 χρόνια.
- Ø Χαρακτηρίζονται από ευελιξία στην τοποθέτηση, χωρίς ιδιαίτερες χωροταξικές απαιτήσεις.

- ∅ Υπάρχει δυνατότητα επέκτασής τους ανάλογα με τη περιοχή και την ενεργειακές ανάγκες.
- ∅ Μπορούν να προσφέρουν απεξάρτηση από το δίκτυο της ΔΕΗ και την τροφοδότηση σε καύσιμη πρώτη ύλη για απομακρυσμένα συστήματα.
- ∅ Απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.
- ∅ Επιτρέπουν την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας σε συσσωρευτές, Κ.Λ.Π.
- ∅ Αποτελούν μια κερδοφόρα επένδυση.



Εικόνα1.0.7

### **ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

• Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.

- Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η παροχή και απόδοση τους εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται, γι'αυτό και δεν είναι εφικτό να λειτουργούν σαν πρώτες μονάδες.
- Για τις Α/Γ υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν.
- Σε περιπτώσεις διασύνδεσης της αιολικής εγκατάστασης ή της ηλιακής με το ηλεκτρικό δίκτυο η παραγόμενη ενέργεια δεν πληρεί πάντοτε τις τεχνικές απαιτήσεις του δικτύου, με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η τοποθέτηση αυτοματισμών ελέγχου, μηχανημάτων ρύθμισης τάσεως και συχνότητας, καθώς και ελέγχου της άεργος ισχύος. Η εξέλιξη της τεχνολογίας σήμερα έχει δώσει λύσεις στα περισσότερα από τα αναφερόμενα προβλήματα, ιδιαίτερα με την κατασκευή Α/Γ μεταβλητού βήματος (pitch control) και μεταβλητών στροφών. Παρόλα αυτά υπάρχει κάποιο αυξημένο κόστος για τη βελτίωση των χαρακτηριστικών της παραγόμενης ενέργειας, το οποίο προστίθεται στο συνολικό κόστος της παραγόμενης KWh. Επίσης σε περιπτώσεις διασύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο, η διείσδυση της παραγωγής από τις ΑΠΕ δεν μπορεί να ξεπερνά το 25% για λόγους ευστάθειας του συστήματος.
- Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ότι αλλάζουν το μικροκλίμα της περιοχής.
- Το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος, να μεταφερθεί και να αποθηκευτεί.
- Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλες ισχύεις απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.
- Παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών (Υ/Σ) ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.



- Η χαμηλή διαθεσιμότητά τους συνήθως οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους.
- Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων είναι ακόμη υψηλό.

### Το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας

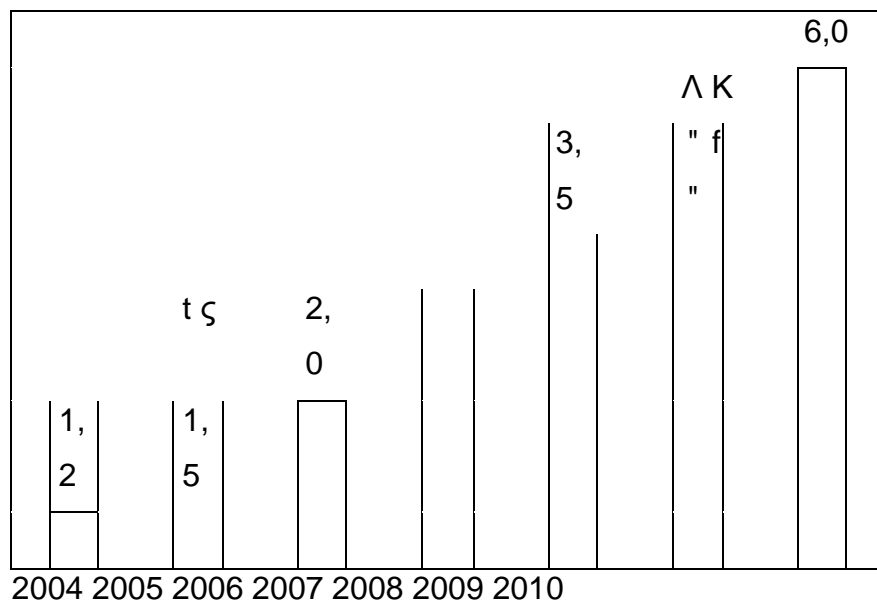
Οι μέχρι σήμερα ειδικές δράσεις Εθνικών Φορέων δεν αφορούν την ανάπτυξη και προώθηση των Φ/Β συστημάτων. Τα προγράμματα και τα διάφορα μέτρα που υπάρχουν αφορούν συνολικά τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), πολλές φορές έρχονται σε συνδυασμό με την εξοικονόμηση ενέργειας και την χρήση φυσικού αερίου και προωθούνται έτσι έμμεσα οι εφαρμογές των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Η παγκόσμια αναγνώριση των δραστηριοτήτων του ανθρώπου που προκαλούν κλιματικές αλλαγές, επιβάλλουν την μείωση των εκπομπών των αερίων οι οποίες προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αλλά και άλλων αερίων παρουσιάζουν αισθητή αύξηση τα τελευταία χρόνια. Το 2000, μετρήθηκαν συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) 107.6Mtons, εκ των οποίων το 89% προέρχεται από ενεργειακές χρήσεις. Με βάση πάντα το 1990, ως έτος αρχικών μετρήσεων παρατηρείται και μια σταδιακή αύξηση των αερίων ρύπων και ιδιαίτερα του CO<sub>2</sub> κατά 23,4%. Βασική αιτία αυτής της μεταβολής είναι η αύξηση των εκπομπών από τις δραστηριότητες του ενεργειακού τομέα (ΚΑΠΕ).

Η στρατηγική που προωθείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και αντιμετωπίζεται θετικά από όλες τις κυβερνήσεις μέλη προβλέπει μείωση μέχρι 15% των εκπομπών του Διοξειδίου του Άνθρακα (CO<sub>2</sub>) το 2010 από τα επίπεδα του 1990. Το Υπουργείο Ανάπτυξης για να προωθήσει επενδύσεις που αφορούν εξοικονόμηση ενέργειας, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού/ θερμότητας/ ψύξης, ώστε να υποκατασταθούν οι συμβατικές μορφές ενέργειας και να αναπτυχθούν οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, με σκοπό την μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, δημιούργησε κάποια προγράμματα που εντάσσονται στο Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης όπως το ΕΠΑν (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα 'Ανταγωνιστικότητα'), που λειτουργεί εδώ και δύο χρόνια. Το πρόγραμμα αυτό δίνει ένα πολύ υψηλό ποσοστό επιχορήγησης σε τέτοιες επενδύσεις που αγγίζει το 30%-50%. Το πρόγραμμα αυτό συγχρηματοδοτείται από το Ταμείο Ευρωπαϊκής Ανάπτυξης, το Ευρωπαϊκό

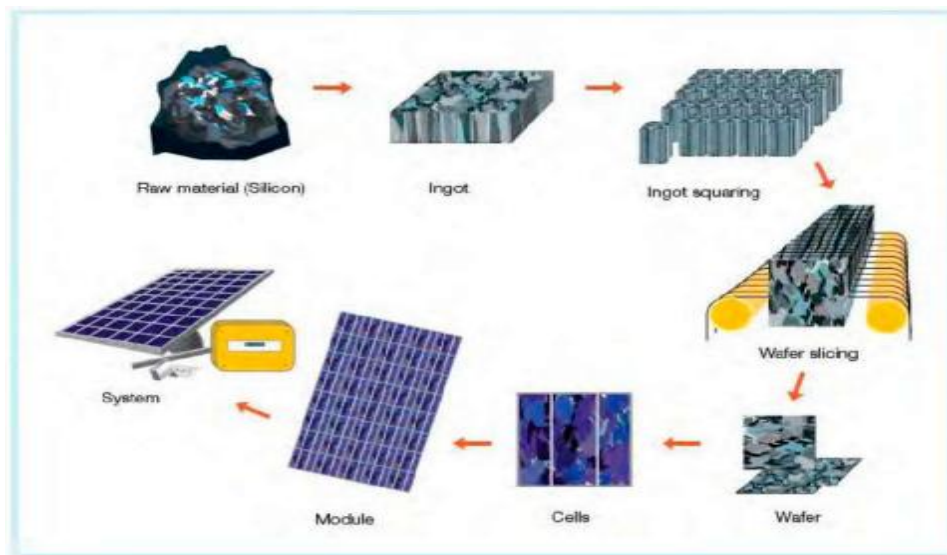
Κοινωνικό Ταμείο, το Ελληνικό Δημόσιο και Ελληνικές Ιδιωτικές Επιχειρήσεις. Ουσιαστικά χρηματοδοτείται κατά 30% από κοινοτικούς πόρους, 20% από εθνικούς δημόσιους πόρους και 50% από ιδιωτικούς πόρους. Με την βοήθεια αυτών των επιδοτήσεων μπορούν να πραγματοποιηθούν τέτοιες εγκαταστάσεις χωρίς υπερβολικό κόστος και να βελτιωθούν οι περιοχές που βάλλονται από ρυπογόνα αέρια που υποβαθμίζουν τον περιβάλλοντα χώρο.

Παραγωγή φωτοβολταϊκών 2004-2010



## Υλικά κατασκευής Φ/Β

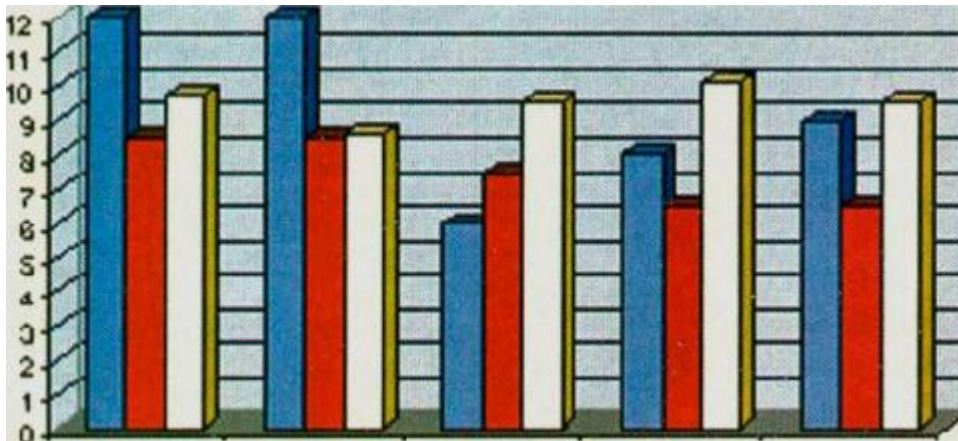
Υπάρχουν πολλοί τρόποι και υλικά που μπορούμε να κατασκευάσουμε φωτοβολταϊκά κύτταρα. Το πιο γνωστό υλικό και διαδεδομένο για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών κυττάρων είναι το πυρίτιο (Silicon), γιατί οι περισσότερες έρευνες που έχουν γίνει έχουν σαν βάση το πυρίτιο. Το πυρίτιο βρίσκεται πολύ εύκολα στη φύση και καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση σε αφθονία, που υπάρχει στο πλανήτη μετά από το οξυγόνο. Μπορεί εύκολα να λιώσει και να μορφοποιηθεί, ακόμα μπορεί εύκολα να μετατραπεί στην μονοκρυσταλλική μορφή. Το πυρίτιο αντέχει μέχρι τους 125C° και μας διευκολύνει την χρήση του.



Εικόνα 1.9: Επεξεργασία της "πρώτης ύλης" ("Casting and Wafering", δηλαδή κρυστάλλωση με θερμική διεργασία του πυριτίου σε κυλινδρικούς μονοκρυστάλλους ή πολυκρυσταλλικές χελώνες ή κατευθείαν σε πολυκρυσταλλικά δισκία πυριτίου και κοπή των παραπάνω σε λεπτά δισκία ή φέτες πυριτίου).

Έτσι κατασκευάζονται φωτοβολταϊκά κύτταρα από μονό-κρυσταλλικό ή πολύ-κρυσταλλικό πυρίτιο, όπως και από άμορφο πυρίτιο. Διάφορα άλλα υλικά που μπορούμε να κατασκευάσουμε φωτοβολταϊκά κύτταρα είναι ο συνδυασμός υλικών γαλλίου-Αρσενίου (GaAs), καδμίου-τελλουρίου(ΟάΤο) και χαλκού-ινδίου-δισεληνίου (CuInSe<sub>2</sub> ή CIS). Έτσι δημιουργείται μια μεγάλη ποικιλία φωτοβολταϊκών με διαφορετικά υλικά που διαφέρουν τόσο σε κόστος όσο και στο βαθμό απόδοσης

τους. Παρακάτω μπορούμε να δούμε στο διάγραμμα διάφορα υλικά με τους μέσους βαθμούς απόδοσης, καθώς και τα κόστη ανά τεχνολογία.



Εικόνα 1.10: Μέση βαθμοί απόδοσης Φ/Β - απόδοση παραγωγής/τεχνολογίας - κόστος

Μέση απόδοση Φ/Β-Απόδοση Παραγωγής/Τεχνολογία-Κόστος

Μέση απόδοση Φ/Β γεννήτριας % B Απόδοση Παραγωγής %  
(πολλαπλασιάστε με 10) α Κόστος συναρμολόγησης σε \$/Wp  
(διαιρέστε με 10)

### Τύποι Φ/Β συστημάτων πυριτίου « μεγάλου πάχους »

Φωτοβολταϊκά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Single Crystalline Silicon, sc-Si).

Το πάχος τους είναι γύρω στα 0,3mm. Η απόδοση τους στην βιομηχανία κυμαίνεται από 15 - 18% για το πλαίσιο. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί ακόμα μεγαλύτερες αποδόσεις έως και 24,7%. Τα μονοκρυσταλλικά Φ/Β στοιχεία χαρακτηρίζονται από το πλεονέκτημα της καλύτερης σχέσης απόδοσης/επιφάνειας ή "ενεργειακής πυκνότητας". Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι το υψηλό κόστος κατασκευής σε σχέση με τα πολυκρυσταλλικά. Βασικές τεχνολογίες παραγωγής μονοκρυσταλλικών Φ/Β είναι η μέθοδος CZ (Czochralski) και η μέθοδος FZ (float zone). Και οι δύο μέθοδοι βασίζονται στην ανάπτυξη ράβδου πυριτίου. Το μονοκρυσταλλικό Φ/Β με την υψηλότερη απόδοση στο εμπόριο σήμερα, είναι της SunPower με απόδοση πλαισίου 18,5%.

Φ/Β στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου (multi Crystalline Silicon, mc - Si)

Εικόνα 7: Το πάχος τους είναι περίπου 0,3 mm. Η μέθοδος παραγωγής τους είναι φθηνότερη από αυτήν των μονοκρυσταλλικών γι' αυτό και η τιμή τους είναι συνήθως

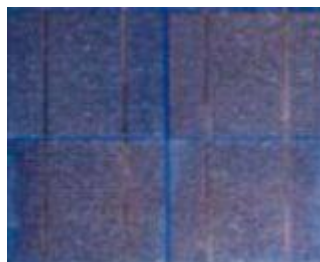
λίγο χαμηλότερη. Οπτικά μπορεί κανείς να παρατηρήσει τις επιμέρους μονοκρυσταλλικές περιοχές. Όταν οι μονοκρυσταλλικές περιοχές καταλαμβάνουν μεγαλύτερη επιφάνεια τότε η απόδοση για τα πολυκρυσταλλικά Φ/Β στοιχεία είναι μεγαλύτερη. Σε εργαστηριακές εφαρμογές έχουν επιτευχθεί αποδόσεις έως και 20% ενώ στο εμπόριο τα πολυκρυσταλλικά στοιχεία διατίθενται με αποδόσεις από 13 - 15% για τα Φ/Β πλαίσια. Βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής είναι, η μέθοδος απ' ευθείας στερεοποίησης DS (directional solidification), η ανάπτυξη λιωμένου πυριτίου ("χύτευση") και η ηλεκτρομαγνητική χύτευση EMC.



Εικόνα 1.11: Φ/Β στοιχείο πολυκρυσταλλικού πυριτίου Φ/Β στοιχεία ταινίας πυριτίου (Ribbon Silicon) Εικόνα 1.13:

Πρόκειται για μια σχετικά νέα τεχνολογία Φ/Β στοιχείων. Αναπτύσσεται από την Evergreen Solar. Προσφέρει έως και 50% μείωση στην χρήση του πυριτίου σε σχέση με τις "παραδοσιακές τεχνικές" κατασκευής μονοκρυσταλλικών και πολυκρυσταλλικών Φ/Β κυψελών πυριτίου. Η απόδοση του έχει φτάσει πλέον γύρω στο 12 - 13% ενώ το πάχος του είναι περίπου 0,3 mm. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις της τάξης του 18%. Εικόνα 1.12: Φ/Β στοιχείο ταινίας πυριτίου Φ/Β στοιχεία λεπτών επιστρώσεων (thin film).

Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός (CuInSe<sub>2</sub> ή CIS, με προσθήκη γαλλίου CIGS) Εικόνα 1.14



Εικόνα 1.14.

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



Εικόνα 1.15

Φ/Β στοιχεία άμορφου πυριτίου (Amorphous ή Thin film Silicon, a - Si) Εικόνα 1.15.

Τα Φ/Β στοιχεία αυτά έχουν χαμηλές αποδόσεις. Πρόκειται για ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγικού 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. Ο χαρακτηρισμός άμορφο φωτοβολταϊκό προέρχεται από τον τυχαίο τρόπο με τον οποίο είναι διατεταγμένα τα άτομα του πυριτίου. Οι επιδόσεις που επιτυγχάνονται χρησιμοποιώντας Φ/Β thin films πυριτίου κυμαίνονται για το πλαίσιο από 6 - 8% ενώ στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις ακόμα και 14%. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα για το Φ/Β στοιχείο a - Si είναι το γεγονός ότι δεν επηρεάζεται πολύ από τις υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, πλεονεκτεί στην αξιοποίηση της απόδοσης του σε σχέση με τα κρυσταλλικά Φ/Β όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία (συννεφιά). Το μειονέκτημα των άμορφων πλαισίων είναι η χαμηλή τους ενεργειακή πυκνότητα. Για να μπορέσουμε να παράγουμε ενέργεια που ισοδυναμεί με τα κρυσταλλικά χρειαζόμαστε σχεδόν διπλάσια επιφάνεια άμορφου Φ/Β στοιχείου. Επίσης υπάρχουν αμφιβολίες όσον αφορά την διάρκεια ζωής των άμορφων πλαισίων μιας και δεν υπάρχουν στοιχεία από παλιές εγκαταστάσεις αφού η τεχνολογία είναι σχετικά καινούρια. Παρόλα αυτά οι κατασκευαστές πλέον δίνουν εγγυήσεις απόδοσης 20

ετών. Το πάχος του πυριτίου είναι περίπου 0,0001 mm ενώ το υπόστρωμα μπορεί να είναι από 1 - 3 mm.

Το Τελλουριούχο 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 στα Φ/Β στοιχεία έχει φτάσει το 16%. Μελλοντικά αναμένεται το κόστος του να πέσει αρκετά. Σημαντικότερος κατασκευαστής για Φ/Β στοιχεία CdTe είναι η First Solar. Εμπόδιο 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. Επίσης το Τελλούριο δεν βρίσκεται σε αφθονία.



Εικόνα 1.13: Φ/Β στοιχείο τελλουριούχου καδμίου Αρσενικούχο Γάλλιο (GaAs)

Το Γάλλιο είναι ένα υποπροϊόν 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 τα Φ/Β στοιχεία GaAs είναι εξαιρετικά ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες γεγονός που επιβάλλει σχεδόν την χρήση τους σε εφαρμογές ηλιακών συγκεντρωτικών συστημάτων (solar concentrators). Τα Φ/Β στοιχεία GaAs έχουν το πλεονέκτημα ότι αντέχουν σε πολύ υψηλές ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας, για αυτό, αλλά και λόγω της πολύ υψηλής απόδοσης του ενδείκνυται για διαστημικές

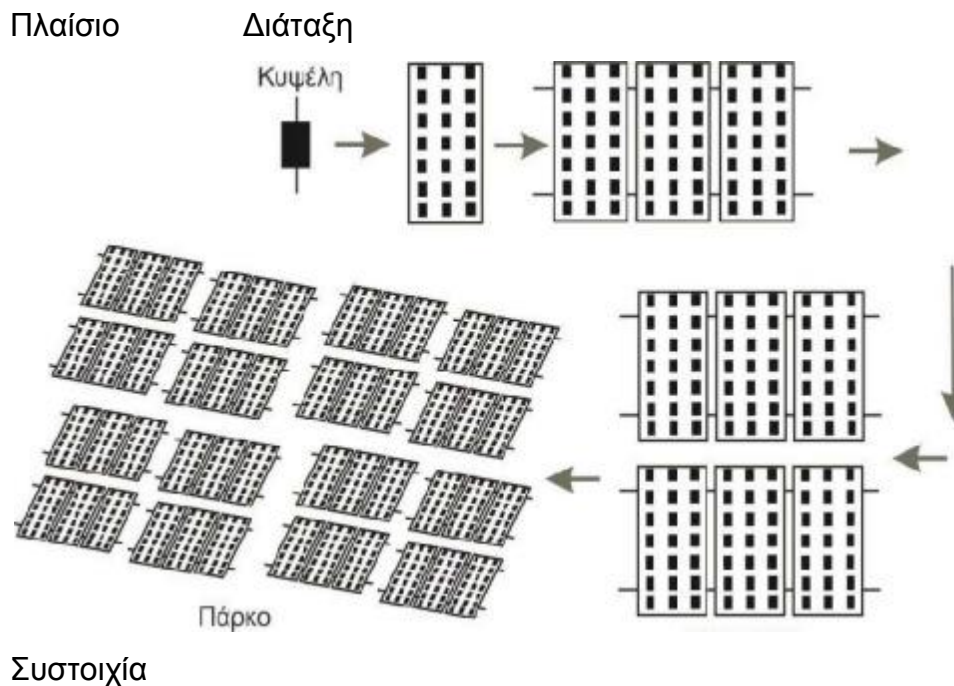
εφαρμογές. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι το υπερβολικό κόστος του μονοκρυσταλλικού GaAs υποστρώματος.

### Υβριδικά Φ/Β στοιχεία

Ένα υβριδικό Φ/Β στοιχείο αποτελείται από στρώσεις υλικών διαφόρων τεχνολογιών - HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin layer). Τα πιο γνωστά εμπορικά υβριδικά Φ/Β στοιχεία αποτελούνται από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου (πάνω και κάτω) ενώ ενδιάμεσα υπάρχει μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Κατασκευάζεται από την Sanyo Solar. Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι ο υψηλός βαθμός απόδοσης του πλαισίου που φτάνει σε εμπορικές εφαρμογές στο 17,2% και το οποίο σημαίνει ότι χρειαζόμαστε μικρότερη επιφάνεια για να έχουμε την ίδια εγκατεστημένη ισχύ. Άλλα πλεονεκτήματα για τα υβριδικά Φ/Β στοιχεία είναι η υψηλή τους απόδοση σε υψηλές θερμοκρασίες αλλά και η μεγάλη τους απόδοση στην διαχεόμενη ακτινοβολία. Φυσικά, αφού προσφέρει τόσα πολλά, το υβριδικό Φ/Β είναι και κάπως ακριβότερο σε σχέση με τα συμβατικά Φ/Β πλαίσια.

Η Φ/Β κυψέλη (photovoltaic cell) αποτελεί την βασική δομική μονάδα του Φ/Β συστήματος. Το Φ/Β πλαίσιο (photovoltaic module) είναι ένας αριθμός κυψελών μέσα σε μια συμπαγή κατασκευή. Η συναρμολόγηση μερικών Φ/Β πλαισίων σε μεταλλικό σκελετό ονομάζεται Φ/Β διάταξη (photovoltaic array). Οι καλωδιώσεις της διάταξης καταλήγουν σε ηλεκτρολογικό κιβώτιο το οποίο αποτελεί μια ενιαία κατασκευή έτοιμη για εγκατάσταση. Το πλεονέκτημά της είναι το μικρό της βάρος, η εύκολη αφαίρεση της, αλλά και η εύκολη επανατοποθέτησή της. Τα Φ/Β πλαίσια μπορούν να συνδεθούν σε σειρά ή παράλληλα, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εγκατάστασης. Η Φ/Β συστοιχία (photovoltaic compound) είναι ο συνδυασμός πολλών Φ/Β διατάξεων καλωδιωμένων μεταξύ τους σε σειρά και παράλληλα, οι οποίες είναι σε μια επίπεδη συνήθως επιφάνεια, σταθερή ή περιστρεφόμενη. Το Φ/Β πάρκο (photovoltaic park) είναι το σύνολο των συνεργαζόμενων Φ/Β συστοιχιών. Το Φ/Β πάρκο μαζί με τους αντιστροφείς (inverter), που απαιτούνται για την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο, μπορεί να παράξει ηλεκτρική ισχύ που να επαρκεί για την τροφοδοσία ολόκληρων οικισμών.





Εικόνα 1.14: Εξέλιξη φωτοβολταϊκής κυψέλης σε φωτοβολταϊκό πάρκο

### Τρόποι σύνδεσης Φ/Β στοιχείων

Τα Φ/Β στοιχεία μπορούν να συνδεθούν σε σειρά και παράλληλα, ανάλογα με την ισχύ που θέλουμε να πετύχουμε και το διαθέσιμο χώρο. Η σύνδεση σε σειρά κάποιου αριθμού ( $N$ ) όμοιων Φ/Β στοιχείων, οδηγεί σε σύστημα με ανάλογα πολλαπλάσια τάση ανοιχτού κυκλώματος  $V_{tOC} = NV_{OC}$ . Το ρεύμα βραχυκύκλωσης ισούται με το αντίστοιχο του ενός  $I_{tSC} = I_{SC}$ . Η παράλληλη σύνδεση κάποιου αριθμού ( $N$ ) όμοιων Φ/Β στοιχείων, δίνει ένα σύνολο με την ίδια τάση ανοιχτού κυκλώματος  $V_{tOC} = V_{OC}$ , ενώ το ρεύμα βραχυκύκλωσης του ισούται με  $N$  φορές το ρεύμα βραχυκύκλωσης έκαστου  $I_{tSC} = N I_{SC}$ . Συνήθως τα Φ/Β πλαίσια συνδέονται έτσι ώστε να αποφεύγονται όσο το δυνατό περισσότερες απώλειες κατά τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας στη γραμμή μεταφοράς. Δηλαδή θέλουμε χαμηλό ρεύμα και αντίστοιχα μεγάλη ηλεκτρική τάση μέσα στα επιτρεπτά όρια. Η τελική τάση εξόδου προς τις διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές της εγκατάστασης πρέπει να προσαρμόζεται στην τάση εισόδου από τον κατασκευαστή και φυσικά από τον

μελετητή. Για να προσαρμόσουμε την παραπάνω τάση απαιτούνται ηλεκτρονικές διατάξεις που ονομάζονται μετατροπείς συνεχούς τάσεως σε συνεχή. Μια ενδεικτική τιμή συνολικής ισχύος αιχμής μιας συστοιχίας είναι από 100 W - 1 kW.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΝΟΜΟ

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

Ο ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ,  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Έχοντας υπόψη:

1. τις διατάξεις του άρθρου 90 του «Κώδικα Νομοθεσίας για την Κυβέρνηση και τα Κυβερνητικά Όργανα» που κυρώθηκε με το άρθρο πρώτο του π.δ. 63/2005 «Κωδικοποίηση της Νομοθεσίας για την Κυβέρνηση και τα Κυβερνητικά Όργανα» (ΦΕΚ Α΄ 98/22.4.2005),
2. το π.δ. 51/1988 «Οργανισμός του Υπουργείου ΠΕ.ΧΩ. Δ.Ε.» (ΦΕΚ Α΄ 19/1.2.1988),
3. το π.δ. 381/1989 «Οργανισμός του Υπουργείου Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας» (ΦΕΚ Α΄ 168/16.6.1989), όπως τροποποιήθηκε με τα π.δ. 191/1996 (ΦΕΚ Α΄ 154/10.7.1996), π.δ. 134/2005 (ΦΕΚ Α΄ 193/2.8.2005), π.δ. 54/2006 (ΦΕΚ Α΄ 58/17.3.2006) σε συνδυασμό με το π.δ. 27/1996 «Συγχώνευση των Υπουργείων Τουρισμού, Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας και Εμπορίου στο Υπουργείο Ανάπτυξης» (ΦΕΚ Α΄ 19/1.2.1996), όπως τροποποιήθηκε με το π.δ. 122/2004 «Ανασύσταση του Υπουργείου Τουρισμού» (ΦΕΚ Α΄ 85/17.3.2004) και σε συνδυασμό με το π.δ. 185/2009 «Ανασύσταση του Υπουργείου Οικονομικών, συγχώνευση του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών με τα Υπουργεία Ανάπτυξης και Εμπορικής Ναυτιλίας, Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής και μετονομασία του σε «Υπουργείο Οικονομίας, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας», μετατροπή του Υπουργείου Μακεδονίας – Θράκης σε Γενική Γραμματεία Μακεδονίας – Θράκης και υπαγωγή στο Υπουργείο Εσωτερικών της Γενικής Γραμματείας Μακεδονίας – Θράκης και της Γενικής Γραμματείας Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής» (ΦΕΚ Α΄ 213/7.10.2009), το π.δ. 189/2009 «Καθορισμός και ανακατανομή αρμοδιοτήτων των Υπουργείων» (ΦΕΚ Α΄ 221/5.11.2009) και το π.δ. 24/2010 «Ανακαθορισμός των αρμοδιοτήτων των Υπουργείων και τροποποιήσεις του π.δ. 189/2009» (ΦΕΚ Α΄ 56/15.4.2010),

4. τα π.δ. 89/2010 «Διορισμός Υπουργών, Αναπληρωτών Υπουργών και Υφυπουργών» (ΦΕΚ Α΄ 154/7.9.2010) και 187/7.10.2009 «Διορισμός Υπουργών και Υφυπουργών» (ΦΕΚ Α΄ 214/7.10.2009),
5. τις αποφάσεις του Πρωθυπουργού υπ' αριθ. 2876/7.10.2009 «Αλλαγή τίτλου Υπουργείων» (ΦΕΚ Β΄ 2234/7.10.2009) και Υ273/30.9.2010 «Καθορισμός αρμοδιοτήτων του Αναπληρωτή Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής Νικολάου Σηφουνάκη» (ΦΕΚ Β΄ 1595/1.10.2010),
6. τον ν. 1577/1985 «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός» (ΦΕΚ Α΄ 210) και συγκεκριμένα τις διατάξεις των άρθρων 22, 26 και 27, όπως έχουν τροποποιηθεί και ισχύουν,
7. τον ν. 2244/1994 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α΄ 168) και συγκεκριμένα το άρθρο 3 παρ. 4 αυτού, όπως τροποποιήθηκε με τα άρθρα 2 παρ. 7 του ν. 2941/2001 (ΦΕΚ Α΄ 201), 27Α παρ. 9 του ν. 3734/2009 (ΦΕΚ Α΄ 8) και 9 παρ.8 του ν. 3851/2010 (ΦΕΚ Α΄ 85) και ισχύει,
8. τον ν. 3468/2006 «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α΄ 129), όπως έχει τροποποιηθεί με τον ν. 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» (ΦΕΚ Α΄ 85),
9. το από 24.4.1985 π.δ. «Τρόπος καθορισμού ορίων οικισμών της χώρας μέχρι 2.000 κατοίκους, κατηγορίες αυτών και καθορισμός όρων και περιορισμών δόμησής τους» (ΦΕΚ Δ΄ 181/3.5.1985),
10. το από 24.5.1985 π.δ. «Τροποποίηση των όρων και περιορισμών δόμησης των γηπέδων των κειμένων εκτός των ρυμοτομικών σχεδίων των πόλεων και εκτός των ορίων των νομίμως υφισταμένων προ του έτους 1923 οικισμών» (ΦΕΚ Δ΄ 270/31.5.1985),
11. την υπουργική απόφαση 31252/1530/20.5.1987 «Σύσταση, σύνθεση και λειτουργία Επιτροπών Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου (ΕΠΑΕ)» (ΦΕΚ Δ΄ 482/29.5.1987),
12. την υπουργική απόφαση 3046/304/30.1.1989 «Κτιριοδομικός Κανονισμός» (ΦΕΚ Δ΄ 59/3.2.1989) και συγκεκριμένα τις διατάξεις του άρθρου 23 αυτής,

13. την υπουργική απόφαση 5219/3.2.2004 «Καθορισμός εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας για τις οποίες αντί της έκδοσης άδειας δόμησης απαιτείται Έγκριση Εργασιών. Διαδικασία έγκρισης και απαιτούμενα δικαιολογητικά» (ΦΕΚ Δ' 114/17.2.2004), όπως τροποποιήθηκε και ισχύει,

14. την υπουργική απόφαση Δ6/Φ1/οικ.19500/4.11.2004 «Τροποποίηση και συμπλήρωση της 13727/724/2003 κοινής υπουργικής απόφασης ως προς την αντιστοίχιση των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία» (ΦΕΚ Β' 1671/11.11.2004) και συγκεκριμένα τη διάταξη της παραγράφου 1 του άρθρου 2,

15. την υπουργική απόφαση 49828/12.11.2008 «Έγκριση ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αιεφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού» (ΦΕΚ Β' 2464/3.12.2008),

16. την υπουργική απόφαση 40158/25.8.2010 «Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα και κτίρια σε εκτός σχεδίου περιοχές» (ΦΕΚ Β' 1556/22.9.2010),

17. την υπουργική απόφαση 36720/25.8.2010 «Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και οικόπεδα εντός σχεδίου περιοχών, και σε οικισμούς» (ΦΕΚ Α.Α.Π. 376/6.9.2010),

18. τις περιπτώσεις γ) και στ) της παραγράφου 1 του άρθρου 13 της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Απριλίου 2009 «σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των Οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ»,

19. Το γεγονός ότι από τις διατάξεις αυτής της απόφασης δεν προκαλείται δαπάνη σε βάρος του Κρατικού Προϋπολογισμού, αποφασίζει:

Άρθρο 1

Τροποποίηση του άρθρου 1 της υπ' αριθ. 40158/25.8.2010 (ΦΕΚ Β' 1556) υπουργικής απόφασης

1. Η παράγραφος 1 του Άρθρου 1 τροποποιείται ως εξής:

«1. Σε γήπεδα που βρίσκονται σε εκτός σχεδίου περιοχές, ανεξαρτήτως οικοδομησιμότητας και αρτιότητας, επιτρέπεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών ανεξαρτήτως ισχύος.

Για τη χωροθέτηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων ανεξαρτήτως ισχύος εφαρμόζονται τα κριτήρια της παρ. 2 του άρθρου 17 της υπ' αριθ. 49828/12.11.2008 υπουργικής απόφασης «Έγκριση ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αιεφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσι-μες πηγές ενέργειας και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού» (ΦΕΚ Β' 2464/3.12.2008).

Για τη χωροθέτηση των συνοδευτικών έργων των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης ηλιακής ενέργειας (δίκτυα πρόσβασης και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, κ.λπ.) εφαρμόζονται οι διατάξεις της παραγράφου 2 του άρθρου 6 της ίδιας υπουργικής απόφασης, τα γενικά κριτήρια της νομοθεσίας και οι τυχόν ειδικοί κανονισμοί και πρότυπα που έχουν θεσμοθετηθεί για ορισμένες κατηγορίες συνοδευτικών έργων (π.χ. γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης).

Ειδικές δεσμεύσεις που απορρέουν από άλλες διατάξεις (π.χ. υπεραστική κυκλοφορία, αεροδρόμια κ.λπ.) εξακολουθούν να εφαρμόζονται, εκτός εάν ο αρμόδιος φορέας εκδώσει απόφαση που ρυθμίζει άλλως το θέμα. Ειδικότερα για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε γήπεδα μη άρτια και μη οικοδομήσιμα, οι δομικές κατασκευές για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν μπορεί να υπερβαίνουν τις απολύτως αναγκαίες. Ως απολύτως αναγκαίες κατασκευές νοούνται: α) στυλίσκος ΔΕΗ, β) οικίσκος εγκατάστασης ηλεκτρονικού εξοπλισμού ανά 500 kW εγκατεστημένης ισχύος προκατασκευασμένος και με απολύτως αναγκαίες διαστάσεις μέχρι 15 τ.μ. και συνολικού ύψους μέχρι και 2,5 μ. με τη δυνατότητα προσαύξησης του ύψους αυτού μέχρι 20% στην περίπτωση εγκατάστασης εργοστασιακών πεδίων διανομής των αντιστροφών-μετασχηματιστών, γ) περίφραξη με συρματοπλεγμα στα όρια της ιδιοκτησίας μέχρι 2,5 μ. με συμπαγές τοιχείο ύψους έως 30 εκ. για την προστασία της εγκατάστασης».

2. Η παράγραφος 4 του Άρθρου 1 τροποποιείται ως εξής:

«4. Η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων και τυχόν οικίσκος που χρησιμοποιείται για τη στέγαση του ηλεκτρονικού εξοπλισμού των συστημάτων αυτών πρέπει να απέχει από τα όρια των γηπέδων: α) απόσταση ίση με 2,5 μ., όταν το μέγιστο ύψος του εξοπλισμού από τη στάθμη του φυσικού ή τεχνητά διαμορφωμένου εδάφους των γηπέδων είναι μέχρι και 2,5μ.

β) απόσταση ίση με 5 μ., όταν το μέγιστο ύψος του εξοπλισμού υπερβαίνει τα 2,5μ. Ο υπολογισμός της ελάχιστης απόστασης βασίζεται στην προβολή επί του οριζοντίου επιπέδου του συνόλου των εγκαταστάσεων του φωτοβολταϊκού εξοπλισμού για όλες τις πιθανές θέσεις που αυτός λαμβάνει κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του».

3. Η παράγραφος 5 του Άρθρου 1 τροποποιείται ως εξής:

«5. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι η απόδειξη της κυριότητας ή της νόμιμης κατοχής του γηπέδου για την εγκατάστασή τους».

Άρθρο 2

Τροποποίηση του άρθρου 2 της υπ' αριθ. 40158/25.8.2010 (ΦΕΚ Β' 1556) υπουργικής απόφασης

1. Η παράγραφος 1 του άρθρου 2 αντικαθίσταται ως εξής:

«1. Για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, ανεξαρτήτως ισχύος, δεν απαιτείται η έκδοση οικοδομικής άδειας, αλλά έκδοση έγκρισης εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας που εκδίδεται από την αρμόδια Διεύθυνση Πολεοδομίας, σύμφωνα με τις διατάξεις της υπ' αριθ. 5219/3.2.2004 (ΦΕΚ Δ' 114/17.2.2004) υπουργικής απόφασης, όπως ισχύει.

Οι αναγκαίες κατασκευές που συνοδεύουν – απαιτούνται για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι: α) στυλίσκος ΔΕΗ, β) οικίσκος εγκατάστασης ηλεκτρονικού εξοπλισμού ανά 500 kW εγκατεστημένης ισχύος προκατασκευασμένος και με απολύτως αναγκαίες διαστάσεις μέχρι 15 τ.μ. και συνολικού ύψους μέχρι και 2,5 μ. με τη δυνατότητα προσαύξησης του ύψους αυτού μέχρι 20% στην περίπτωση εγκατάστασης εργοστασιακών πεδίων διανομής των αντιστροφών – μετασχηματιστών, γ) περίφραξη με συρματοπλεγμα στα όρια της ιδιοκτησίας μέχρι 2,5 μ. με συμπαγές τοίχιο ύψους έως 30 εκ. για την προστασία της εγκατάστασης. Δεν απαλλάσσονται από την υποχρέωση έκδοσης οικοδομικής άδειας εργασίες από σκυρόδεμα που συνοδεύουν τις παραπάνω κατασκευές, όπως θεμελιώσεις των βάσεων στήριξης των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Για εργασίες όπως η θεμελίωση των βάσεων στήριξης των φωτοβολταϊκών στοιχείων με πασαλόμπηξη, με γεωβίδες, με χρήση βαρυτικών βάσεων, ακόμα και όταν μέρος τους (μέχρι 50%) τοποθετείται κάτω από τη φυσική στάθμη του εδάφους, καθώς και πάσης φύσεως οικίσκοι που εδράζονται βαρυτικά στο έδαφος και που ως αποκλειστικό σκοπό έχουν την προφύλαξη του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του σταθμού, δεν απαιτείται έκδοση οικοδομικής άδειας. Στην περίπτωση που οι εγκαταστάσεις του φωτοβολταϊκού εξοπλισμού υπερβαίνουν τα 2,5 μ. από τη στάθμη του φυσικού ή τεχνητά διαμορφωμένου εδάφους των γηπέδων, οι βάσεις στήριξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων πρέπει να είναι πιστοποιημένες ως προς την αντοχή τους

σε ακραίες ανεμοπιέσεις από ανεξάρτητο διαπιστευμένο φορέα, σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα ή το πρότυπο DIN ή άλλο αντίστοιχο Εθνικό Πρότυπο ή, εναλλακτικά, να υπάρχει για αυτές δήλωση στατικής επάρκειας από διπλωματούχο μηχανικό, και τα στοιχεία συνυποβάλλονται με τα δικαιολογητικά για την έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας. Επιπλέον, συνυποβάλλεται υπεύθυνη δήλωση του ενδιαφερόμενου ότι ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί είναι ο συγκεκριμένος πιστοποιημένος εξοπλισμός».

2. Τροποποιείται το άρθρο 2 παρ. 2 περ. β, ως εξής:

«β) Μετά την παράγραφο 3 προστίθεται παράγραφος 4, ως εξής:

«4. Στην περίπτωση τοποθέτησης φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι 100 kW σε γήπεδα που δεν βρίσκονται σε δάσος ή σε δασική έκταση, σε ρέμα, στον αιγιαλό ή την παραλία, σε καθορισμένο αρχαιολογικό χώρο ή σε περιοχή απολύτου προστασίας της φύσης, τα απαραίτητα δικαιολογητικά για την έκδοση έγκρισης εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας είναι:

α) σύντομη περιγραφή των εκτελούμενων εργασιών, που αφορούν την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού, β) τοπογραφικό διάγραμμα και διάγραμμα κάλυψης,

όπου φαίνεται η θέση εγκατάστασης του σχετικού εξοπλισμού και τυχόν άλλες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων στο ίδιο οικόπεδο, γ) υπεύθυνη δήλωση του ενδιαφερόμενου στην οποία θα δηλώνεται ότι, το ακίνητο στο οποίο προτίθεται να εγκαταστήσει τον φωτοβολταϊκό σταθμό δεν βρίσκεται σε δάσος ή σε δασική έκταση, σε ρέμα, στον αιγιαλό ή την παραλία, σε καθορισμένο αρχαιολογικό χώρο ή σε περιοχή απολύτου προστασίας της φύσης,

δ) έγκριση της αρμόδιας αρχαιολογικής υπηρεσίας, εφόσον απαιτείται, ε) βεβαίωση χαρακτηρισμού της γης από την οικεία Διεύθυνση Αγροτικής Ανάπτυξης και, ειδικά για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας (Γ.Γ.Υ.Π.), άδεια από την οικεία Διεύθυνση Αγροτικής Ανάπτυξης για το επιτρεπτό της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών σταθμών σε Γ.Γ.Υ.Π., στ) αποδεικτικό κοινοποίησης του αντιγράφου της παραπάνω υπεύθυνης δήλωσης και του τοπογραφικού σχεδίου στις κατά περίπτωση αρμόδιες υπηρεσίες (δασαρχείο, Κτηματική Υπηρεσία ή/και κατά περίπτωση άλλη αρμόδια υπηρεσία), καθώς και στην υπηρεσία Α.Π.Ε του άρθρου 20 του ν. 3468/2006 (ΦΕΚ Α΄ 129) όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 11 του ν.3851/2010 (ΦΕΚ Α΄ 85), και ισχύει και ζ) έγκριση της αρμόδιας Επιτροπής Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου



(Ε.Π.Α.Ε.), στις περιπτώσεις που αυτή απαιτείται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 2 του ν.2941/2001 (ΦΕΚ Α΄ 201). Η υπηρεσία εξυπηρέτησης επενδυτών για έργα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Υ.Α.Π.Ε.) μπορεί να ελέγχει αυτεπαγγέλτως ζητήματα που σχετίζονται με τον τόπο εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών σταθμών απευθύνοντας ερωτήματα στις κατά περίπτωση αρμόδιες υπηρεσίες. Τα αποτελέσματα του ελέγχου αυτού τα κοινοποιεί στην αρμόδια για την έγκριση Πολεοδομική Υπηρεσία. Στην περίπτωση που διαπιστωθεί ότι το περιεχόμενο της υπεύθυνης δήλωσης δεν είναι αληθές, πέραν των προβλεπομένων συνεπειών εκ του λόγου αυτού επιβάλλονται και άλλες τυχόν προβλεπόμενες κυρώσεις στις σχετικές κείμενες διατάξεις».

3. Τροποποιείται το άρθρο 2 παρ. 3, ως εξής:

«3. Σε κτίρια που βρίσκονται σε περιοχές εκτός σχεδίου, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων ανεξαρτήτως ισχύος επιτρέπεται υπό τους όρους που προβλέπονται στις παραγράφους 1 έως 7 του άρθρου 3 της υπ' αριθ. 36720/25.8.2010 υπουργικής απόφασης "Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και οικόπεδα εντός σχεδίου περιοχών, και σε οικισμούς" (ΦΕΚ Α.Α.Π. 376/25.8.2010), όπως κάθε φορά ισχύει. Ειδικότερα για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτίρια ισχύος μεγαλύτερης από 10kW εκτός σχεδίου πόλεως απαιτείται η συνυποβολή τοπογραφικού διαγράμματος και αντιγράφου της οικοδομικής άδειας».

Άρθρο 3

Τροποποίηση του τίτλου της υπ' αριθ. 36720/25.8.2010 (ΦΕΚ Α.Α.Π. 376) υπουργικής απόφασης Τροποποιείται ο τίτλος της υπ' αριθ. 36720/25.8.2010 υπουργικής απόφασης ως εξής: «Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων επί κτισμάτων και ακαλύπτων χώρων αυτών».

Άρθρο 4

Τροποποίηση του άρθρου 1 της υπ' αριθ. 36720/25.8.2010 (ΦΕΚ Α.Α.Π. 376) υπουργικής απόφασης

1. Το πρώτο εδάφιο του άρθρου 1 αντικαθίσταται ως εξής:

«Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων ψύξης και θέρμανσης χώρου επιτρέπεται μετά από έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας στους ακάλυπτους χώρους των οικοπέδων που βρίσκονται σε περιοχές εντός σχεδίου και εντός οικισμών, σύμφωνα με τις διατάξεις της παραγράφου 2 του άρθρου 3 του

Ειδικού Χωροταξικού Πλαισίου για τις Α.Π.Ε., με την επιφύλαξη των διατάξεων του άρθρου 23 του Κτιριοδομικού Κανονισμού περί φύτευσης οικοπέδων».

2. Το δεύτερο εδάφιο του άρθρου 1 αντικαθίσταται ως εξής:

«Δεν δικαιολογείται η τοποθέτηση εγκαταστάσεων σε αδόμητα οικόπεδα, καθώς αυτές αποτελούν κατασκευές που χρησιμοποιούνται για την άμεση ή έμμεση εξυπηρέτηση των κτιρίων ή της λειτουργικότητάς τους και επιπλέον εντάσσονται στο πλαίσιο της ενεργειακής πολιτικής ως ενεργητικά συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας, σύμφωνα με το άρθρο 2 παρ. 19 και 44 του ν. 1577/1985 «Περί Γενικού Οικοδομικού Κανονισμού» (ΦΕΚ Α'210), όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει. Σε οργανωμένους υποδοχείς μεταποιητικών και επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, όπως περιοχές ΒΙ.ΠΕ., ΒΙ.ΠΑ., ΒΙΟ.ΠΑ., Τεχνοπόλεις και άλλες μορφές Βιομηχανικών και Επιχειρηματικών Περιοχών (Β.Ε.ΠΕ.) καθώς και τα επιχειρηματικά πάρκα, και στους οικισμούς χωρίς σχέδιο, εφαρμόζονται οι ισχύοντες όροι δόμησης (κάλυψη, μέγιστο ύψος, κ.λπ.) για την τοποθέτηση των εγκαταστάσεων.

Για την εγκατάσταση των συστημάτων αυτών δεν απαιτείται η έγκριση της αρμόδιας Επιτροπής Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου (Ε.Π.Α.Ε.) με την επιφύλαξη του άρθρου 2».

#### Άρθρο 5

Τροποποίηση του άρθρου 2 της υπ' αριθ. 36720/25.8.2010 (ΦΕΚ Α.Α.Π. 376) υπουργικής απόφασης

1. Τροποποιείται ο τίτλος του άρθρου 2, ως εξής:

«Όροι και διαδικασία εγκατάστασης σε χαρακτηρισμένους παραδοσιακούς οικισμούς, περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, ιστορικά τμήματα πόλεων και διατηρητέα κτίρια που προστατεύονται ως προς την αρχιτεκτονική και πολεοδομική μορφολογία από ειδικά διατάγματα».

2. Το άρθρο 2 αντικαθίσταται ως εξής:

«1. Επιτρέπεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων ψύξης και θέρμανσης χώρου μετά από έγκριση εργασιών μικρής κλίμακας α) σε χαρακτηρισμένους παραδοσιακούς οικισμούς, ιστορικά τμήματα πόλεων και διατηρητέα κτίρια, εφόσον δεν απαγορεύεται η εγκατάστασή τους από τα σχετικά διατάγματα και αποφάσεις προστασίας τους και υπό τον όρο ότι τοποθετούνται στους ακάλυπτους χώρους των κτιρίων και σε σημεία μη ορατά από κοινόχρηστους χώρους και β) σε περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, εφόσον δεν απαγορεύεται η εγκατάστασή τους από τη σχετική νομοθεσία προστασίας και εναρμονίζονται κατά το

δυνατόν οι εγκαταστάσεις με τον περιβάλλοντα χώρο. Για την κατά τα ως άνω εγκατάσταση δεν επιτρέπεται η διάνοιξη νέων ή η διαπλάτυνση υφιστάμενων οδών.

2. Η έγκριση χορηγείται ύστερα από σύμφωνη γνώμη της αρμόδιας Επιτροπής Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου (Ε.Π.Α.Ε.). Η Ε.Π.Α.Ε. ελέγχει την τήρηση των προϋποθέσεων της παραγράφου 1, την ένταξη των εγκαταστάσεων τους στον χώρο, καθώς και την εναρμόνισή τους με το τοπίο. Στις περιπτώσεις που απαιτείται έγκριση από τις αρμόδιες υπηρεσίες του Υπουργείου Πολιτισμού και Τουρισμού υποβάλλεται σκαρίφημα του χώρου τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών στοιχείων και φωτογραφική τεκμηρίωση».

#### Άρθρο 6

Τροποποίηση του άρθρου 3 της υπ' αριθ. 36720/25.8.2010 (ΦΕΚ Α.Α.Π. 376) υπουργικής απόφασης

1. Το πρώτο εδάφιο της παρ. 1 του άρθρου 3 αντικαθίσταται ως εξής:

«1. Η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων ανεξαρτήτως ισχύος και ηλιακών συστημάτων ψύξης και θέρμανσης χώρου πάνω σε κτίρια, όπως αυτά ορίζονται στο άρθρο 2 παρ. 17 του ν. 1577/1985, επιτρέπεται εφόσον γίνεται επάνω στο δώμα ή τη στέγη νομίμως υφιστάμενου κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων στεγάστρων βεραντών, προσόψεων και σκιάστρων, όπως αυτά ορίζονται στη διάταξη της παραγράφου 6 του άρθρου 11 του ν.1577/85, όπως ισχύει, σύμφωνα με την παρ. 1α' του άρθρου 16 του ίδιου νόμου, όπου αυτό εφαρμόζεται και ισχύει».

2. Στην τρίτη παράγραφο του άρθρου 3 αντικαθίσταται η λέξη «περιγράμματος» από τη λέξη «όγκου».

3. Η παράγραφος 4 του άρθρου 3 αντικαθίσταται ως εξής:

«4. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα και τα ηλιακά συστήματα ψύξης και θέρμανσης χώρου θα πρέπει να αποτελούν ενιαίο σύνολο με τις υπόλοιπες κατασκευές βάσει του άρθρου 16 του ν. 1577/1985, όπου αυτό εφαρμόζεται και ισχύει, εφόσον υπάρχουν, έτσι ώστε να μην προσβάλλεται η αισθητική του κτιρίου και του περιβάλλοντος».

4. Η παράγραφος 6 του άρθρου 3 τροποποιείται ως εξής:

«Ειδικά για την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων πάνω σε κτίρια και για ισχύ μέχρι των 100kW δεν απαιτείται οικοδομική άδεια, ούτε έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας. Ο ενδιαφερόμενος υποβάλλει: – έγγραφη γνωστοποίηση εργασιών και εκπόνησης

της μελέτης εγκατάστασης και ενεργειακής απόδοσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων στον Διαχειριστή του δικτύου ή σε άλλο προμηθευτή που ηλεκτροδοτεί το κτίριο όπου εγκαθίσταται το φωτοβολταϊκό σύστημα, η οποία υπογράφεται από τον ενδιαφερόμενο και τον επιβλέποντα για την εγκατάσταση μηχανικό και επέχει θέση υπεύθυνης δήλωσης που τους καθιστά υπεύθυνους κατά νόμο για την τήρηση των όρων της παρούσας

απόφασης, καθώς και – υπεύθυνη δήλωση ότι δεν απαιτείται γνωμοδότηση της Επιτροπής Πολεοδομικού Αρχιτεκτονικού Ελέγχου (Ε.Π.Α.Ε.). Στις περιπτώσεις όπου απαιτείται η γνωμοδότηση της Ε.Π.Α.Ε., αυτή κατατίθεται μαζί με το έγγραφο γνωστοποίησης εργασιών.

Για τη σύνδεση με τον Διαχειριστή του δικτύου δεν απαιτείται αυτοψία ή άλλη ενέργεια της αρμόδιας Πολεοδομικής Υπηρεσίας. Ο αρμόδιος Διαχειριστής οφείλει να κοινοποιεί τη Σύμβαση Σύνδεσης στην αρμόδια Διεύθυνση Πολεοδομίας, πέραν των λοιπών αποδεκτών».

5. Η παράγραφος 7 του άρθρου 3 αντικαθίσταται ως εξής:

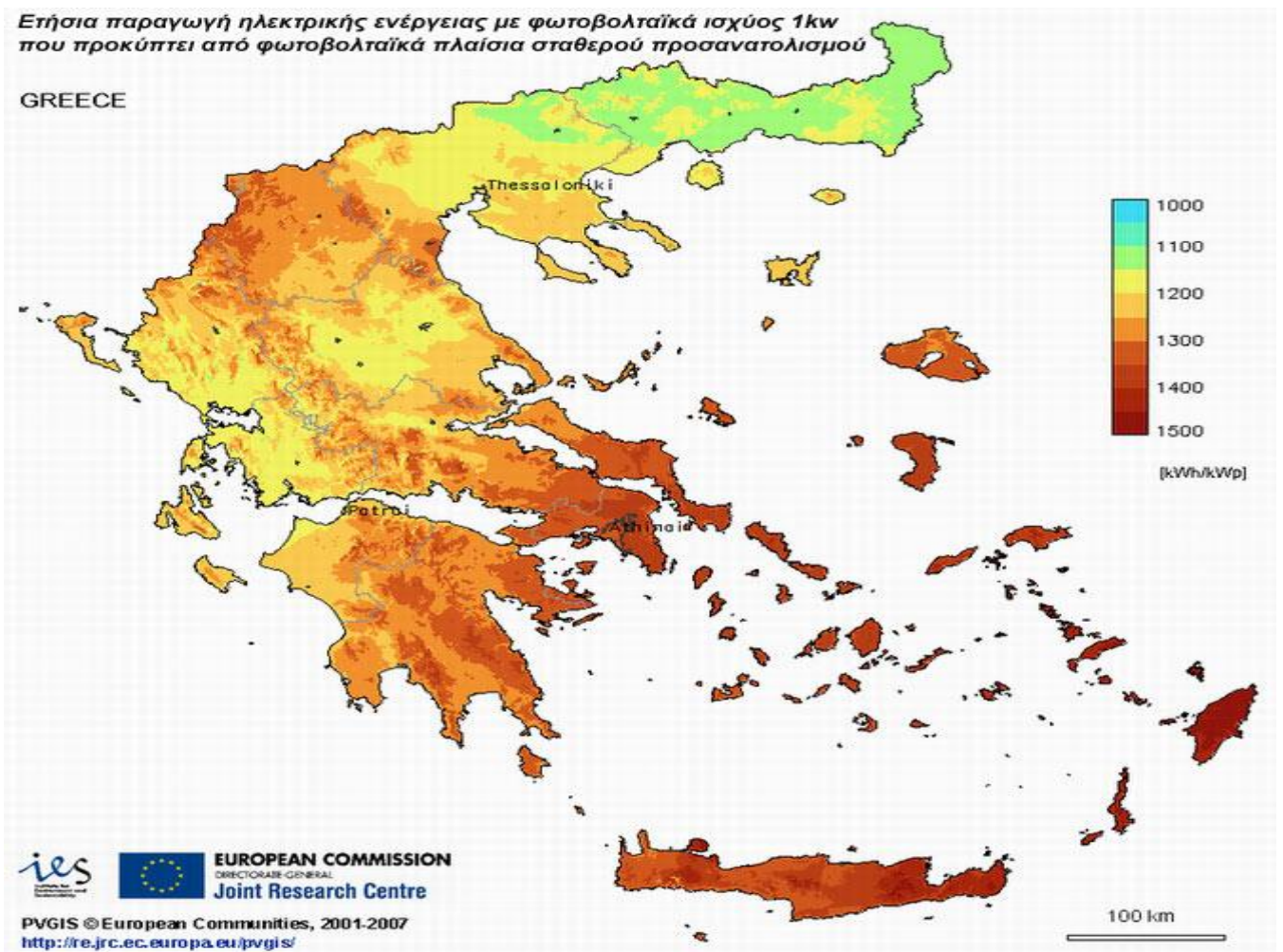
«7. Για την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων πάνω σε κτίρια για ισχύ μεγαλύτερη των 100kW, απαιτείται η έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας σύμφωνα με τις διατάξεις της υπ' αριθ. οικ.5219/3.2.2004 (ΦΕΚ Δ' 114/17.2.2004) υπουργικής απόφασης, όπως τροποποιήθηκε και ισχύει, και απαιτείται η συνυποβολή δήλωσης στατικής επάρκειας του κτιρίου πάνω στο οποίο θα γίνει η εγκατάσταση, υπογεγραμμένη από διπλωματούχο πολιτικό μηχανικό». Η απόφαση αυτή ισχύει από την ημερομηνία δημοσίευσής της στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

#### ΕΡΕΥΝΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Η ηλιακή/ φωτοβολταϊκή ενέργεια πρόκειται να αποτελέσει έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες του ενεργειακού προφίλ της Ελλάδας. Η Ελλάδα διαθέτει πλούσιο ηλιακό δυναμικό και εκτιμάται ότι η ηλιακή ενέργεια μπορεί να καλύψει το ένα τρίτο των ενεργειακών αναγκών της χώρας. Οι ειδικοί πιστεύουν ότι η αγορά θα αναπτυχθεί σημαντικά και η αξία της θα ξεπεράσει τα 4 δισεκατομμύρια Ευρώ στα επόμενα χρόνια.

Το φωτοβολταϊκό πάρκο το οποίο θα μελετήσουμε πρόκειται να εγκατασταθεί στο Ρέθυμνο Κρήτης μια από τις πιο πλούσιες περιοχές σε ηλιοφάνεια όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και σε ολόκληρη την Ευρώπη. Σύμφωνα με μελέτες και μετρήσεις που έχουν γίνει για την ένταση της ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων που έχουν γίνει απεικονίζονται στον παρακάτω χάρτη.



Εικόνα 3.1

Το προνόμιο δεν είναι μόνο ότι ο χώρος που θα στηθεί το φωτοβολταϊκό πάρκο βρίσκεται σε καλό μέρος από πλευρά ηλιοφάνειας, αλλά ότι ανήκει στον ιδιοκτήτη του πάρκου. Επομένως δεν θα χρειαστεί να δαπανηθούν χρήματα για την αγορά ή την ενοικίαση του χώρου εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού πάρκου.

Η ισχύς του πάρκου θα είναι 80 kw οπότε σύμφωνα με τον νόμο που υπάρχει για τα φωτοβολταϊκά πάρκα και τον οποίο έχουμε προαναφέρει, ο χώρος θα πρέπει να είναι το λιγότερο τέσσερα στρέματα.

Κατά την διάρκεια της μελέτης προέκυψε το ερώτημα αν θα χρησιμοποιήσουμε σταθερά ή περιστρεφόμενα πάνελ.

Κατηγοριοποίηση διασυνδεδεμένων συστημάτων με κριτήριο τα συστήματα στήριξης

- Στήριξη με σταθερό σύστημα στο έδαφος.
- Στήριξη με σταθερό σύστημα σε επίπεδη οροφή κτιρίου.
- Στήριξη με σύστημα ηλιοστατών στο έδαφος (πολύ σπάνια σε οροφές αν επαρκούν τα κριτήρια στατικότητας)

Πλεονεκτήματα σταθερών συστημάτων

Γενικά τα σταθερά συστήματα πλεονεκτούν σε σχέση με τα tracker στην απλότητα της κατασκευής, στο κόστος εγκατάστασης, στην ταχύτητα εγκατάστασης, στο κόστος συντήρησης, στην μεγαλύτερη ανεξάρτηση του επενδυτή από τον κατασκευαστή και σε θέματα αξιοπιστίας (realibility, availability).

Φωτοβολταϊκά πάρκα με ηλιοστάτες (solar tracker)

Στα φωτοβολταϊκά πάρκα πολλές φορές συνιθίζεται η χρήση συστημάτων παρακολούθησης της τροχιάς του ήλιου. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται ηλιοστάτες ή trackers. Το πλεονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι ότι η άμεση ακτινοβολία (direct irradiation) προσπίπτει στα πάνελ κάθετα με αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχουν 3 βασικά είδη τέτοιων συστημάτων.

- Παρακολούθηση της τροχιάς στον κάθετο άξονα (vertical one axis tracker)-> (Μικρή αύξηση απόδοσης)
- Παρακολούθηση της τροχιάς στον οριζόντιο άξονα (horizontal one axis tracker) -> (Μέσαία αύξηση απόδοσης)
- Παρακολούθηση της τροχιάς και στους δύο άξονες (dual axis tracker) -> (Μέγιστη αύξηση απόδοσης)

Επίσης ανάλογα με την μέθοδο που δίνει κίνηση στους άξονες του συστήματος διακρίνονται σε:

- Υδραυλικά συστήματα κίνησης
- Ηλεκτρικά συστήματα κίνησης

### **Πλεονεκτήματα κινητών συστημάτων (ηλιοστατών)**

Τα tracker πλεονεκτούν συνολικά στην απόδοση της επένδυσης του φωτοβολταϊκού συστήματος και αποδίδουν μεγαλύτερα οικονομικά ωφέλη (όταν όμως ισχύουν και αρκετοί άλλοι παράμετροι)

Υπάρχει ένα αυξημένο κόστος γενικότερα στην κατασκευή και την εγκατάσταση αλλά οι ηλιοστάτες μπορούν να αυξήσουν αρκετά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Φυσικά αυτό και μόνο το γεγονός αποτελεί βασικό κριτήριο για πολλούς επενδυτές που επιθυμούν το μέγιστο όφελος από την επένδυση τους.

Η αύξηση αυτή μπορεί ξεκινάει από 10% (για συστήματα μονού άξονα) να φτάσει ακόμα και το 40% (αλλά για κάποιες μόνο εποχές του χρόνου). Ο υπολογισμός της μέσης ετήσιας αύξησης στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενός συστήματος είναι το κρίσιμο μέγεθος που θα πρέπει να υπολογισθεί κανείς για να βγάλει χρήσιμα συμπεράσματα.

Η χρήση των tracker πάντως συστήνεται μόνο σε περιοχές που έχουν υψηλό ποσοστό άμεσης ακτινοβολίας (όπως στην Ελλάδα).

Για αυτόν ακριβώς τον λόγο μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι στην Ισπανία και την Γερμανία (οι 2 περισσότερο ώριμες αγορές του κόσμου) όπου έχουν τοποθετηθεί πολλά φωτοβολταϊκά πάρκα χρησιμοποιούνται διαφορετικές πρακτικές όσον αφορά τα συστήματα στήριξης.

Στην μεν συννεφιασμένη Γερμανία τα συντριπτικά περισσότερα εγκατεστημένα συστήματα είναι σταθερά, ενώ στην Ισπανία τα trackers έχουν κατακτήσει ένα πολύ σημαντικό μερίδιο της αγοράς.

Συμπερασματικά υπάρχουν αρκετοί παράμετροι που θα πρέπει κανείς να σταθμίσει για να προχωρήσει στην επιλογή ενός σταθερού συστήματος στήριξης σε σχέση με ένα σταθερό.

### **Μειονεκτήματα κινητών συστημάτων (ηλιοστατών)**

Στα μειονεκτήματα των κινητών συστημάτων μπορούν να αναφερθούν:

- Το αυξημένο κόστος της επένδυσης.
  - Η ύπαρξη κινητών μερών η οποία και αυξάνει την πολυπλοκότητα του συστήματος.
  - Η ανάγκη για αυτοκατανάλωση κάποιας ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας για την περιστροφή (κίνηση) των συστημάτων.
  - Το αυξημένο κόστος συντήρησης.
  - Η μεγαλύτερη ανάγκη για απομακρυσμένο (τηλεπικοινωνιακά) έλεγχο του συστήματος μιας και η πιθανότητα αστοχίας είναι μεγαλύτερη.
  - Μεγαλύτερος κίνδυνος καταστροφής σε περίπτωση ακραίων καιρικών φαινομένων.
- Συμπερασματικά υπάρχουν αρκετοί παράμετροι που θα πρέπει κανείς να σταθμίσει για να προχωρήσει στην επιλογή ενός σταθερού συστήματος στήριξης σε σχέση με ένα σταθερό.

### **ΣΤΑΘΕΡΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΠΑΡΚΟ**



Εικόνα 3.2



## ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΠΑΡΚΟ



Εικόνα 3.3

Σε σύγκριση των κατηγοριών των φωτοβολταϊκών πάρκων που υπάρχουν τις οποίες προαναφέραμε παραπάνω ο ιδιοκτήτης αποφάσισε να επιλέξει περιστρεφόμενο φωτοβολταϊκό πάρκο. Διότι θα έχει γρηγορότερη απόσβεση παρόλο το μεγαλύτερο κόστος κατασκευής του.

### *Χωροθέτηση - Έργα υποδομής*

Τα βασικά κριτήρια που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την επιλογή του χώρου εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού συστήματός είναι τα ακόλουθα:

- i. Ο προσανατολισμός του οικοπέδου πρέπει να έχει όσο το δυνατό πιο μικρή απόκλιση από τον νότο.
- ii. Η κλίση του οικοπέδου πρέπει να είναι τέτοια που να επιτρέπει την τοποθέτηση των Φ/Β πλαισίων υπό κλίση γύρω στις 27°.
- iii. Μορφολογία του εδάφους (αποφυγή ύπαρξης πετρωμάτων, βράχων κ.τ.λ.)

- iv. Επιλογή χώρου όπου δεν υπάρχουν γύρω δέντρα ή άλλα εμπόδια που θα δημιουργούν σκίαση.
- v. Ευκολία πρόσβασης του οικοπέδου ( ύπαρξη δρόμου πρόσβασης).
- vi. Απόσταση από το δίκτυο ή από υποσταθμό της ΔΕΗ.
- vii. Επιλογή χώρου που δεν εμπίπτει σε ζώνη προστασίας αρχαιολογικού χώρου ή σε ειδική ζώνη αερολιμένα, δεν βρίσκεται σε προστατευμένη περιοχή φυσικού καλούς ή κοντά σε παραδοσιακό οικισμό ή μνημείο.

Για την εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού πάρκου χρειάζονται να γίνουν πρώτα κάποια έργα για να βοηθήσουν στην υλοποίηση του. Ανάλογα με την μορφολογία του εδάφους μπορεί να χρειαστεί να γίνουν κάποια χωματουργικά έργα για την διευκόλυνση της τοποθέτησης των βάσεων. Όσον αφορά την προστασία του πάρκου από εξωγενείς παράγοντες χρειάζεται να γίνει κάποια περίφραξη του χώρου όπως επίσης και η τοποθέτηση κάμερας παρακολούθησης και καταγραφής, συστημάτων ασφαλείας, συναγερμού και σύστημα πυροπροστασίας. Για την διοχέτευση της παραγόμενης ενέργειας στο σύστημα της ΔΕΗ πρέπει να εγκατασταθούν πάσσαλοι ηλεκτροδότησης ή αν είναι μακριά ο υποσταθμός της ΔΕΗ να κτιστεί ένας μικρός σταθμός.

Οι φορείς που εμπλέκονται στην διαδικασία εξασφάλισης άδειας για εγκατάσταση και λειτουργία φωτοβολταϊκού συστήματος, καθώς και στην παροχή της σχετικής χορηγίας/επιδότησης είναι οι ακόλουθοι:

- Για τις περιπτώσεις των διασυνδεδεμένων συστημάτων ο αιτητής πρέπει να εξασφαλίσει σχετική έγκριση από την ΔΕΗ και να υπογράψει τους σχετικούς όρους διασύνδεσης του συστήματος του με το δίκτυο. Επίσης η καταμέτρηση της παραγομένης ηλεκτρικής ενέργειας του κάθε Φ/Β συστήματος, για την παροχή της επιδότησης θα γίνεται ανά δίμηνο από λειτουργούς της ΔΕΗ.
- Το Ίδρυμα Ενέργειας είναι υπεύθυνο για την παραλαβή, αξιολόγηση και προώθηση αιτήσεων για έγκριση στη επιτροπή χορηγιών, για παροχή χορηγίας/επιδότησης για αγορά και εγκατάσταση Φ/Β συστήματος. Επίσης στο Ίδρυμα Ενέργειας μπορεί να αποταθεί ο κάθε ενδιαφερόμενος για παροχή οποιασδήποτε πληροφορίας, βοήθειας και διευκρίνησης για θέματα παροχής άδειας εγκατάστασης και χορηγίας για την λειτουργία φωτοβολταϊκού συστήματος.
- Για εγκαταστάσεις συστημάτων δυναμικότητας πέραν των 20 KWp ο κάθε ενδιαφερόμενος θα πρέπει να εξασφαλίσει Άδεια ή Εξαίρεση για κατασκευή σταθμού παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρισμού από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας

(ΡΑΕ). Επίσης η ΡΑΕ καθορίζει και την τιμή αγοράς από την ΔΕΗ του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται με την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

- Πριν από την παροχή χορηγίας κάθε εγκατάσταση αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος θα πρέπει να επιθεωρηθεί από αρμόδιους λειτουργούς της Ηλεκτρομηχανολογικής Υπηρεσίας για να διαπιστώνεται κατά πόσο το σύστημα είναι σε λειτουργική κατάσταση και τηρούνται οι σχετικές πρόνοιες ασφαλείας. Το σχετικό πιστοποιητικό επιθεώρησης θα πρέπει να υποβληθεί στην επιτροπή διαχείρισης του ειδικού ταμείου ΑΠΕ πριν από την παροχή της χορηγίας.

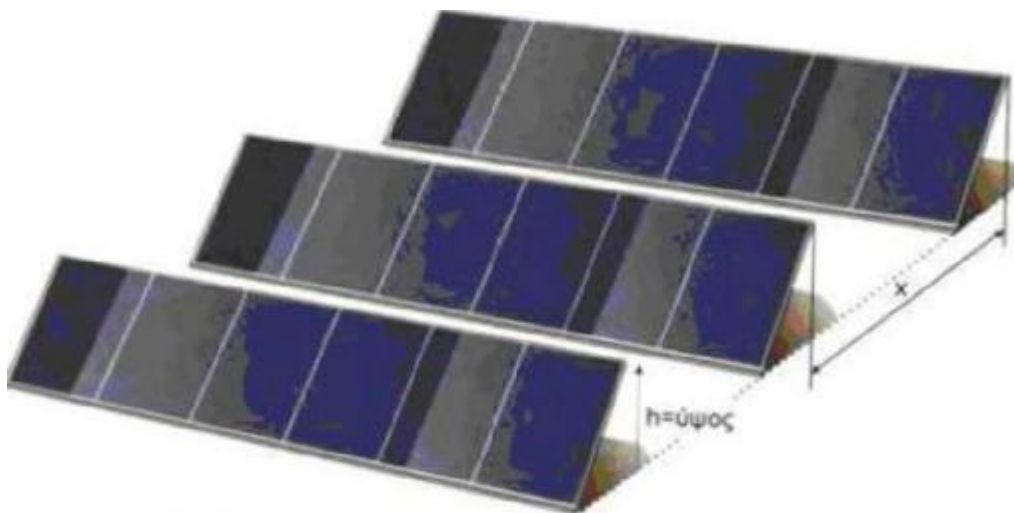
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΛΕΤΗ-ΥΛΙΚΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ Φ/Β ΠΑΡΚΟΥ.

#### Ελάχιστη απόσταση Φ/Β συστοιχιών

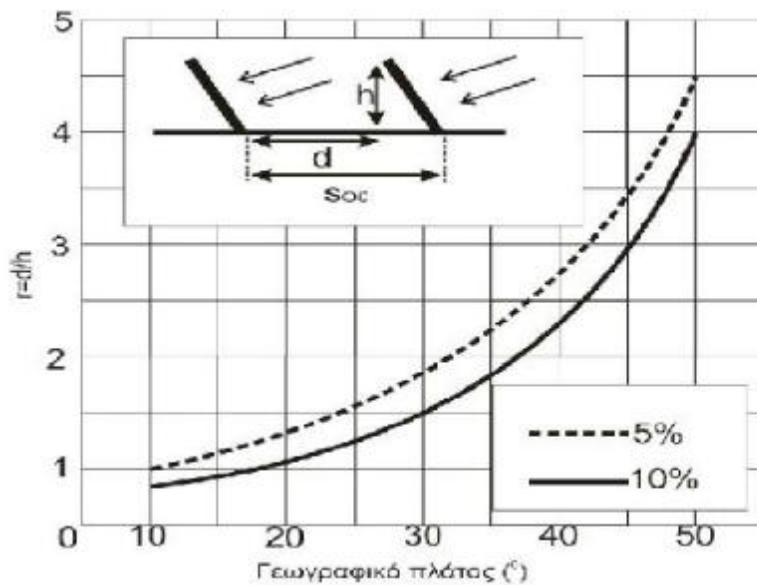
Όταν κατασκευάζεται ένα φωτοβολταϊκό πάρκο μεγάλη σημασία δίνεται στην απόσταση των συστοιχιών μεταξύ τους. Αυτό γίνεται για να μην προκαλεί σκίαση η μια με την άλλη συστοιχία και να χάνεται η ενέργεια που υπολογίστηκε να ληφθεί. Γενικά η σκίαση μέρους τις χαμηλότερης σειράς Φ/Β πλαίσίων μηδενίζει την ενεργειακή απόδοση της συστοιχίας σε περίπτωση που δεν χρησιμοποιηθούν δίοδοι παράκαμψης σε κάθε Φ/Β πλαίσιο. Άρα πρέπει να γίνει πολύ προσεκτικός σχεδιασμός του Φωτοβολταϊκού πάρκου για να μην χάσουμε μεγάλα ποσά ενέργειας αλλά και να έχουμε την καλύτερη ενεργειακή απολαβή σε όλο το χρόνο.

Στην περίπτωση που θεωρήσουμε ότι η τοποθέτηση των συστοιχιών βρίσκεται σε οριζόντια επιφάνεια η απόσταση της μιας συστοιχίας από την άλλη ισούται με το μήκος της μακρύτερης μεσημεριανής σκιάς μέσα στο έτος που είναι γύρω στις 22 Δεκεμβρίου. Αν τα Φ/Β πλαίσια στη συστοιχία είναι ενωμένα σε σειρά, η σκίαση του χαμηλότερου εξ αυτών από τις νοτιότερες συστοιχίες κατά το χειμώνα προκαλεί διακοπή της λειτουργίας όλου του πάνελ και πιθανόν όλης της συστοιχίας.



Εικόνα 4.1

Για να περιορισθεί το αποτέλεσμα αυτό συνδέεται μια δίοδος παράκαμψης στη χαμηλότερη σειρά Φ/Β πλαισίου της συστοιχίας. Για τον ακριβή προσδιορισμό της απόστασης Φ/Β συστοιχιών εξετάζεται η σχέση του λόγου  $r = d / h$ , όπου  $d$  η απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών συστοιχιών και  $h$  το ύψος τους, με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου που γίνεται η εγκατάσταση. Χρησιμοποιώντας ειδικά μαθηματικά μοντέλα προκύπτει η Εικόνα 17 η οποία συσχετίζει το γεωγραφικό πλάτος του τόπου με την ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης της Φ/Β συστοιχίας.



Εικόνα 4.2

Ελάχιστη απόσταση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου

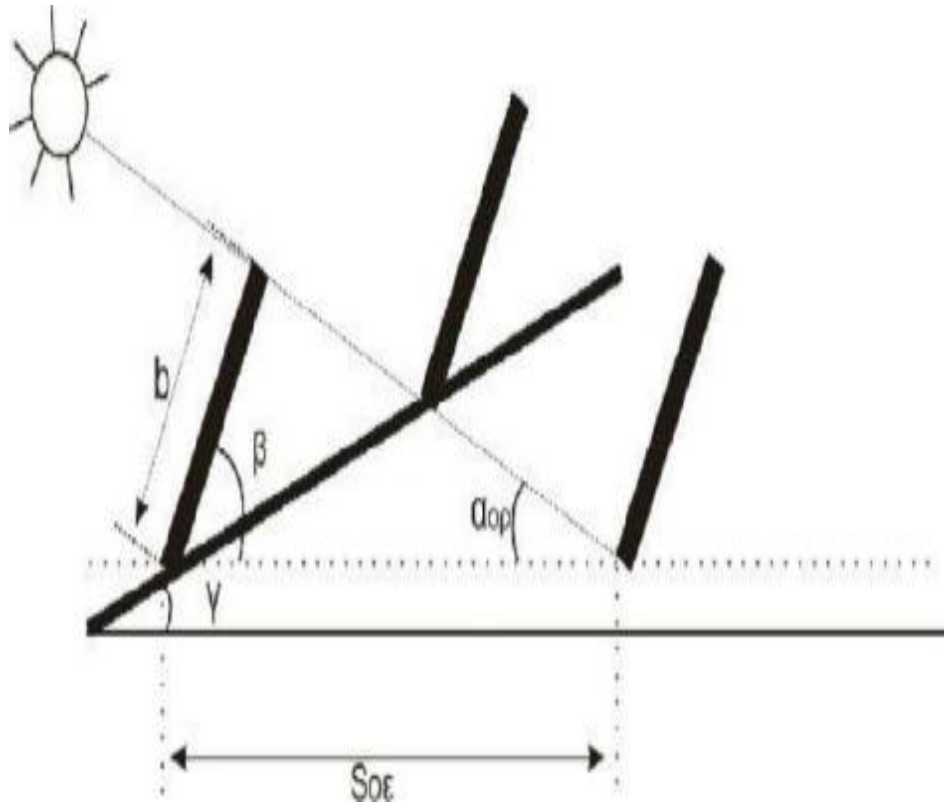
### Ελάχιστη απόσταση Φ/Β συστοιχιών σε κεκλιμένο επίπεδο

Στην περίπτωση που έχουμε κεκλιμένο επίπεδο (Εικόνα 18) με προσανατολισμό προς το Νότο (δηλ.  $\gamma > 0$ ) και για γωνία  $\gamma$  η απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών συστοιχιών δίνεται από την πιο κάτω εξίσωση:

$$S \sin \alpha \sin \pm \gamma = (r \sin \beta + \cos \beta) \sin \psi, \quad \alpha = \beta - \gamma$$

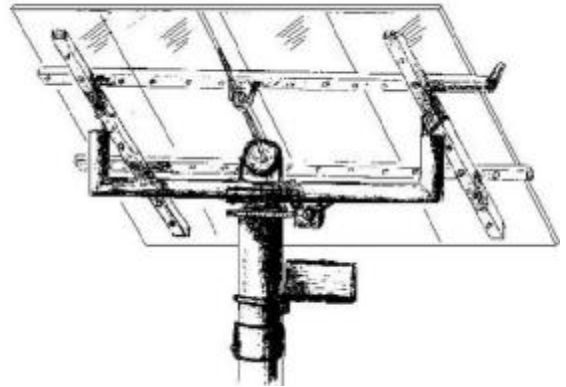
$$b = \sin \alpha \sin \psi + r \sin \psi \cos \alpha$$

Η γωνία κλίσης λαμβάνεται θετική για κατωφέρεια προς το νότο και αρνητική για ανωφέρεια. Σε περίπτωση που η γωνία του εδάφους ξεπερνά τη βέλτιστη γωνία



Εικόνα 4.3 τοποθέτηση συστοιχιών σε κεκλιμένο επίπεδο

## ΣΤΡΟΦΗ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΔΥΟ ΑΞΟΝΕΣ



εικόνα 4.4

Για την (α) περίπτωση της στροφής γύρω από ένα άξονα έχουμε στροφή της συστοιχίας κατά την διάρκεια της μέρας και μετά επιστρέφει στην αρχική της θέση με την βοήθεια κάποιου μηχανισμού. Υπάρχουν όμως δυο περιπτώσεις:

- Αζιμουθιακό ηλιοτρόπιο: Όπου έχουμε σταθερή κλίση στο συλλέκτη και ο συλλέκτης μετακινείται ως προς το κατακόρυφο άξονα έτσι ώστε ο ήλιος να βρίσκεται πάντα κατακόρυφα.
- Ηλιοτρόπιο πολικού άξονα: Σ' αυτή την περίπτωση η συστοιχία μεταβάλλεται κατά των άξονα  $\chi$  και έτσι αλλάζει η γωνία κλίσης. Κατά την διάρκεια του έτους η γωνία αυτή κινείται από  $-23,5^{\circ}$  μέχρι  $+23,5^{\circ}$ .

Η κίνηση και στις δύο περιπτώσεις μπορεί να γίνει με την χρήση ή χωρίς ηλεκτρικών κινητήρων. Στη δεύτερη περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί πνευματικό σύστημα για την κίνηση της συστοιχίας εξαιτίας της διαφορετικής θέρμανσης από τον ήλιο, το σύστημα ενισχύεται και από αποσβεστήρες δονήσεων για να αντιμετωπίζεται η δράση ισχυρών ανέμων.

Για την (β) περίπτωση της περιστροφής γύρω από δύο άξονες η παρακολούθηση του ήλιου επιτυγχάνεται με δύο κινήσεις του συλλέκτη με ηλεκτρικούς κινητήρες είτε βηματικούς είτε με κινητήρες συνεχούς περιστροφής. Αυτή η βάση στήριξης ονομάζεται ηλιοτρόπιο δύο αξόνων και η κίνηση του προσανατολίζεται προς τον ήλιο και αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ακτίνες του ήλιου να προσπίπτουν κάθετα στην επιφάνεια του.

Η κίνηση των τράκερς επιτυγχάνεται με αστρικό αλγόριθμο

Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές-Αστρικός αλγόριθμος:

Ο πυρήνας του συστήματος ελέγχου στις εφαρμογές φωτοβολταϊκών, αποτελείται από έναν προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή (PLC), ο οποίος χρησιμοποιείται για τη συλλογή των σημάτων από τα αισθητήρια, που βρίσκονται τοποθετημένα στα trackers, στους ηλιακούς συλλέκτες καθώς και για την κίνηση των trackers σύμφωνα με ενσωματωμένο αλγόριθμο για την παρακολούθηση της πορείας του ήλιου, χωρίς αισθητήριο φωτεινότητας.

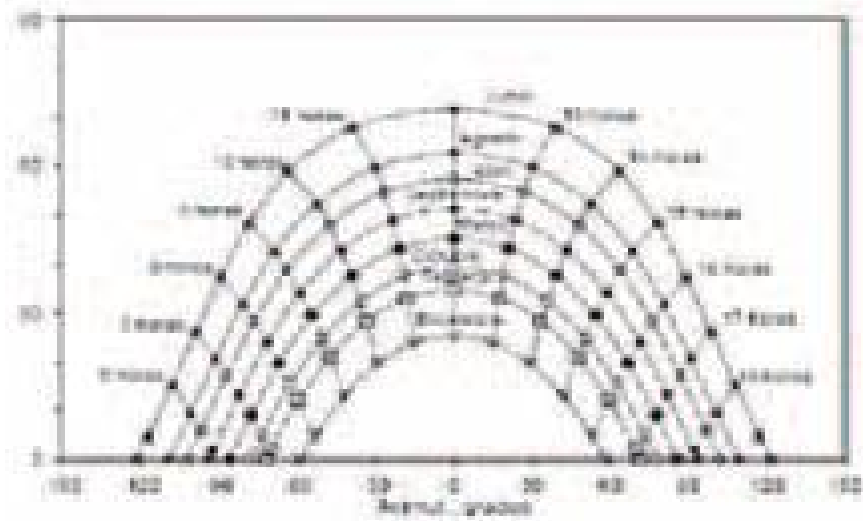
- Παρακολούθηση, συλλογή και καταγραφή των δεδομένων των φωτοβολταϊκών μετατροπών (για ΟΛΟΥΣ τους τύπους της αγοράς π.χ. OMRON, SMA, FRONIUS κ.ά.).

Ο αριθμός των φωτοβολταϊκών μετατροπών προς παρακολούθηση είναι απεριόριστος.

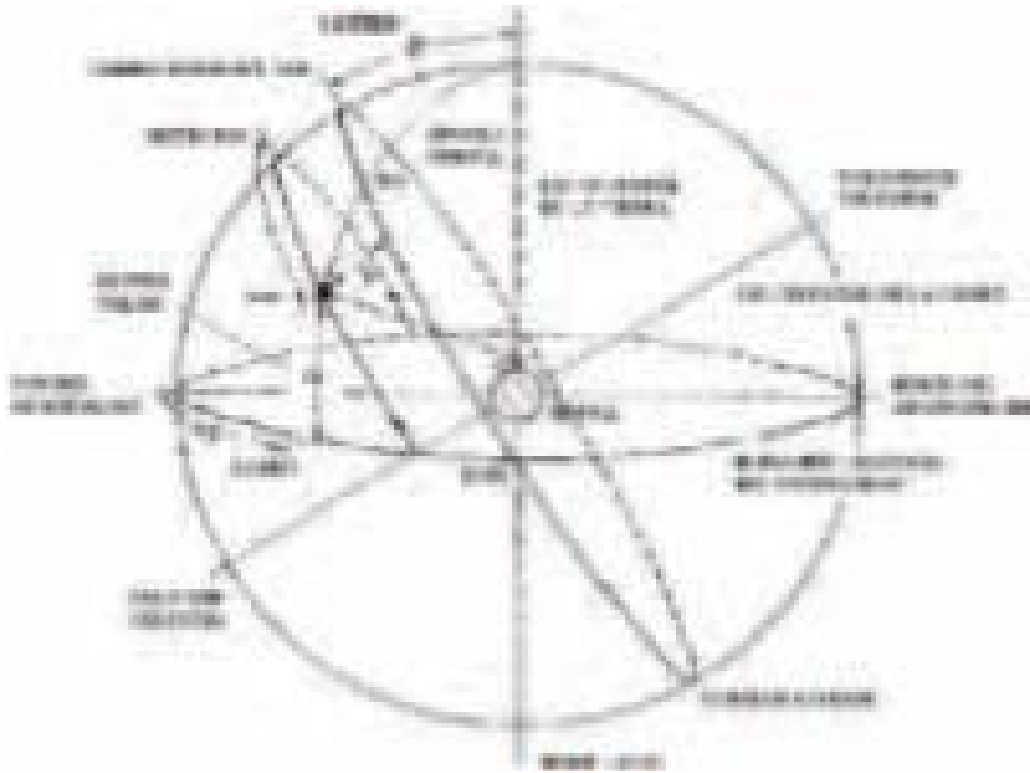
- Έλεγχος της θέσης του ήλιου σε 1 ή 2 άξονες (azimuth, tilt).
- Δυνατότητα μέτρησης ταχύτητας ανέμου, θερμοκρασίας των ηλιακών συλλεκτών, φωτοκυττάρου και άλλων αναλογικών μεγεθών.
- Καταγραφή και απεικόνιση των δεδομένων τοπικά σε οθόνες χειρισμού ή Η/Υ και απομακρυσμένα μέσω modem ή router σε Η/Υ με λογισμικό απεικόνισης (SCADA).



Υπολογισμός της θέσης του ήλιου με τον αλγόριθμο της OMRON:

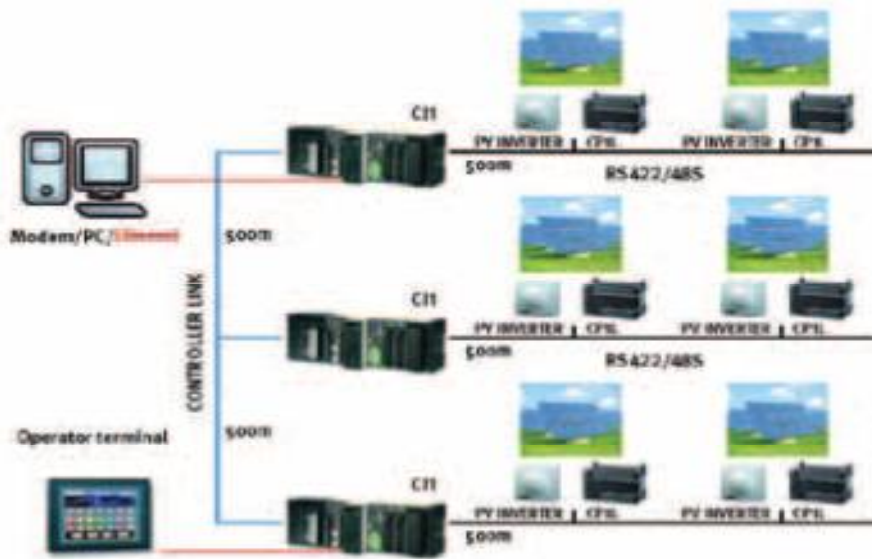


Εικόνα 4.5



Εικόνα 4.6

Συλλογή δεδομένων μέσω κεντρικού προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή:



Εικόνα 4.7

Τα δεδομένα από κάθε αποκεντρωμένο σύστημα PV μετατροπέων / ηλιακών συλλεκτών, που στέλνονται σε ανεξάρτητα (slave) PLC τοπικά, μπορούν να συλλεχθούν σε ένα κεντρικό (master) PLC και να γίνει η απεικόνισή τους σε Η/Υ ή σε οθόνη.

### Σειρά CP1L

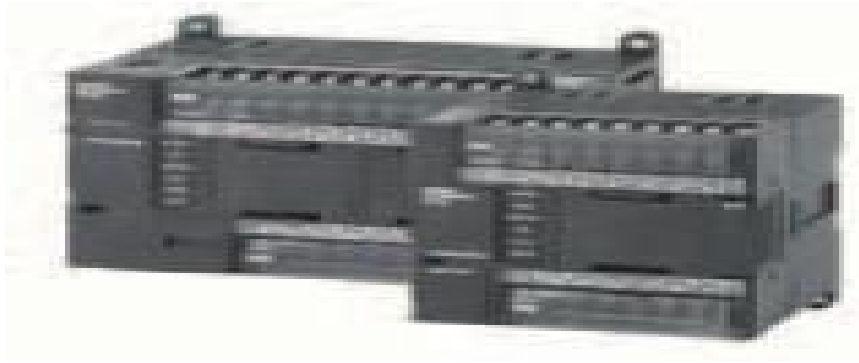
#### Περιγραφή

Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές CP1L είναι κατάλληλοι για εφαρμογές που απαιτούν μικρές διαστάσεις, αλλά μεγάλες δυνατότητες και υψηλές αποδόσεις. Έχουν ιδιαίτερα υψηλή ταχύτητα επεξεργασίας, σε σχέση με άλλα PLC της ίδιας κατηγορίας, είναι επεκτάσιμα και προσφέρουν άριστη σχέση τιμής / απόδοσης.

Διαθέτουν:

- CPU με AC ή DC τάση τροφοδοσίας
- CPU με 14, 20, 30 ή 40 ενσωματωμένα σημεία I/O
- 4 εισόδους γρήγορου μετρητή (100kHz)
- 2 εξόδους παλμοσειράς (100kHz)
- 1 αναλογική είσοδο
  - Ρολόι πραγματικού χρόνου
  - USB θύρα για τον προγραμματισμό
  - Δύο σειριακές θύρες RS-232C ή/και RS-422A/485 (προαιρετικά)

- Δυνατότητα επέκτασης μέχρι 160 σημεία I/O (ανάλογα με τη CPU)
- Υποστηρίζουν τα δίκτυα: Ethernet, DeviceNet, Profibus, ComboBus/S



Εικόνα 4.8

### Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Τάση τροφοδοσίας 85-264V AC 20.4-26.4V DC 85-264V AC 20.4-26.4V DC

Είσοδοι 12 (24V DC, NPN/PNP) 18 (24V DC, NPN/PNP)

Έξοδοι 8 ρελέ 8 τρανζίστορ (PNP) 12 ρελέ 12 τρανζίστορ (PNP)

Μνήμη προγράμματος 5 Ksteps 10 Ksteps

Μνήμη δεδομένων 10 Kwords 32 Kwords

Διαστάσεις (Π x Υ x Β) 86 x 90 x 85 mm 130 x 90 x 85 mm

Πρότυπα

cULus (Class I Division 2 Products for Hazardous Locations)

Nippon Kaiji kyokai

Lloyd register

Με τον προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή CP1L-M30... (master ή slave) μπορεί να γίνει η συλλογή δεδομένων από τον φωτοβολταϊκό μετατροπέα καθώς και απομακρυσμένος έλεγχος, ενώ με τον ελεγκτή CP1L-L20... (slave) μπορεί να γίνει μόνο επιτήρηση της κατάστασης του tracker.

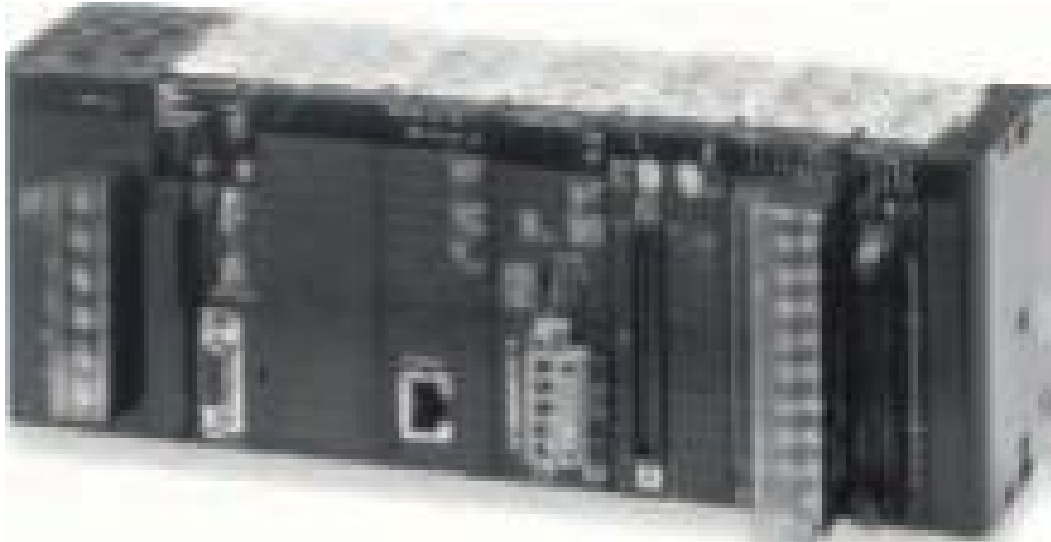
Σειρά CJ1

### Περιγραφή

Η σειρά προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών CJ1 διαθέτει τις μικρότερες διαστάσεις στην αγορά και την υψηλότερη απόδοση. Ο συνδυασμός μικρού μεγέθους και μέγιστης απόδοσης τους καθιστά κατάλληλους για κάθε εφαρμογή. Οι μονάδες της σειράς CJ1 έχουν διαστάσεις (80x90 mm), επιτυγχάνοντας έως 40% οικονομία χώρου και συνδέονται μεταξύ τους με συνδετήρες, χωρίς να απαιτείται βάση στήριξης.

Διαθέτει:

- Τρεις σειρές CPU διαφορετικών δυνατοτήτων: CJ1M, CJ1G, CJ1H
- Μονάδες τροφοδοσίας με AC ή DC τάση
- Δυνατότητα επέκτασης από 160 μέχρι 2560 σημεία I/O
- Μνήμη προγράμματος έως 250 Ksteps
- Μνήμη δεδομένων έως 448 Kwords
- Ταχύτητα επεξεργασίας έως 20ns
- Μεγάλη ποικιλία μονάδων επέκτασης
- Κάρτες μνήμης Flash έως 64MB για εύκολη μεταφορά προγράμματος και αποθήκευση δεδομένων
- Υποστηρίζει τα δίκτυα: Ethernet, Controller Link, DeviceNet, Profibus, ComboBus/S, CANopen

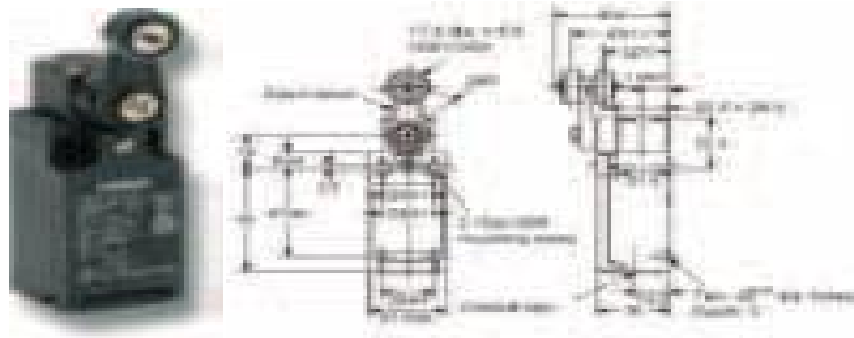


Εικόνα4.0.1

### Τερματικοί διακόπτες κίνησης trackers

#### Περιγραφή

Τερματικός διακόπτης ασφαλείας, θετικής ενεργοποίησης, με επαφές από φύλλο χρυσού (1NO+1NC) ακαριαίας ζεύξης (10A) και στυπιοθλίπτη Pg13,5.



Εικόνα 4.10

### Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Κωδικός 32034

Βαθμός προστασίας IP 67

Μηχανική αντοχή 15.000.000 λειτουργίες min.

Ηλεκτρική αντοχή 300.000 λειτουργίες min. για ωμικό φορτίο 10A / 250V AC

Συχνότητα λειτουργίας 30 λειτουργίες / λεπτό max.

Θερμοκρασία λειτουργίας -30°C έως 70°C

Διαστάσεις (Π x Υ x Β) 31 x 64 x 30 mm

Περίβλημα Πλαστικό

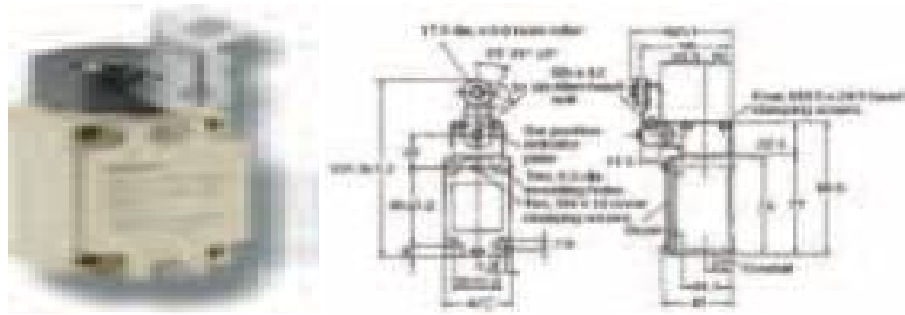
Πρότυπα

EN60947-5-1

UL508, CSA C22.2 No.14

### Περιγραφή

Τερματικός διακόπτης ασφαλείας, θετικής ενεργοποίησης, με επαφές (1NO+1NC) ακαριαίας ζεύξης (10) και στυπιοθλίπτη Pg13,5.



Εικόνα 4.11

### Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Κωδικός 20132

Βαθμός προστασίας IP 67

Μηχανική αντοχή 30.000.000 λειτουργίες min.

Ηλεκτρική αντοχή 500.000 λειτουργίες min. για ωμικό φορτίο 10A / 250V AC

Συχνότητα λειτουργίας 30 λειτουργίες / λεπτό min.

Θερμοκρασία λειτουργίας -40°C έως 80°C

Διαστάσεις (Π x Υ x Β) 63 x 75,4 x 38,8 mm

Περίβλημα Μεταλλικό

Πρότυπα

EN60947-5-1

UL508, CSA C22.2 No.14

Αισθητήρια ελέγχου θέσης trackers

Επαγωγικοί διακόπτες

Περιγραφή

Επαγωγικός διακόπτης προσέγγισης κυλινδρικός M12 ή M18, θωρακισμένος, με απόσταση ανίχνευσης 4mm

ή 8mm, 3-αγωγών, με ενδεικτικό LED.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Κωδικός 27917 27687

Τάση λειτουργίας 10-32V DC

Απόσταση ανίχνευσης 4mm (±10%) 8mm (±10%)

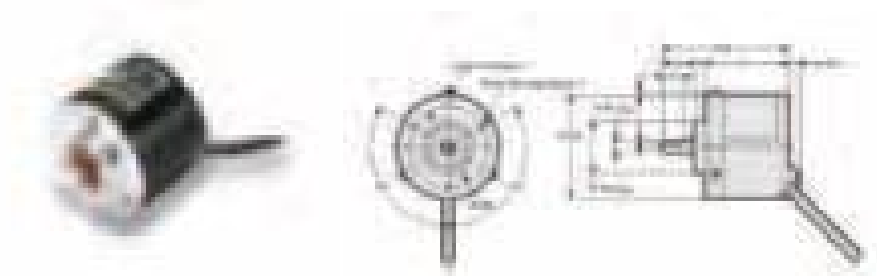
Συχνότητα λειτουργίας 1000Hz 500Hz  
Έξοδος PNP (NO)  
Ρεύμα εξόδου 200mA μέγ.  
Βαθμός προστασίας IP 67 (κατά IEC 60529)  
IP 69K (κατά DIN 40050)  
Θερμοκρασία λειτουργίας -40°C έως 70°C  
Περίβλημα Επινικελωμένος ορείχαλκος  
Διαστάσεις M12 x 34mm μήκος σπειρώματος  
(50mm συνολικό μήκος)  
M18 x 39mm μήκος σπειρώματος  
(59mm συνολικό μήκος)  
Πρότυπα  
EN60947-5-1  
UL (CSA) E196555  
13.2 Παλμοδότης



Εικόνα 4.11  
Επαγωγικός διακόπτης

#### Περιγραφή

Παλμοδότης αυξητικού τύπου με δύο παλμοσειρές και παλμό αναφοράς, με καλώδιο 2m.



Εικόνα 4.12

### Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Κωδικός 19238

Τάση λειτουργίας 5-24V DC

Ανάλυση 360 παλμούς / περιστροφή

Έξοδοι A, B, Z (NPN)

Συχνότητα απόκρισης 100kHz

Βαθμός προστασίας IP 64 (κατά IEC 60529)

Θερμοκρασία λειτουργίας -10°C έως 70°C

Διαστάσεις 50 διάμ. x 40 mm (διάμετρος άξονα: 6mm)

Παρελκόμενα

Κωδικός 19225 19259

Περιγραφή Κόμπλερ

Υλικό κατασκευής Πλαστικό Μεταλλικό

Αισθητήρες περιβαλλοντικών συνθηκών

Αισθητήρας ανέμου (ανεμόμετρο)

### Περιγραφή

Ανεμόμετρο 3-πτερυγίων με ανοξείδωτο άξονα περιστροφής και στήριξη σε ράβδο αλουμινίου με 2 οπές. Σχεδιασμένο για εγκατάσταση σε οποιοσδήποτε περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ. κοντά σε θάλασσα, βουνό κτλ.).





Εικόνα 4.13

#### Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Τύπος	101w-s
Τύπος αισθητήρα	Διακόπτης reed
Έξοδος	1 παλμός ανά περιστροφή
Διάμετρος πτερυγίων	@125mm
Γραμμικότητα	4 χλμ. ανά ώρα / Hz
Μέγιστη ταχύτητα	200 χλμ. ανά ώρα
Καλώδιο σύνδεσης	8m εξωτερικού χώρου

Αισθητήρας θερμοκρασίας

#### Περιγραφή

Θερμοαντίσταση PT100 με καλώδιο 5m.



Εικόνα 4.14

Τύπος	TPC-PAN-3010-50
Τύπος αισθητήρα	PT100 (Class A IEC751)
Περιοχή θερμοκρασίας	-20°C έως 100°C
Περίβλημα αισθητήρα	Αλουμίνιο
Διαστάσεις (Π x Υ x Β)	30 x 10 x 2 mm
Καλώδιο σύνδεσης	3 x 0,15 Cu/Ag, μήκους 5m teflon

#### Η ασφάλεια του Φωτοβολταϊκού Πάρκου.

Τα 2 τελευταία χρόνια πάρα πολλά project σε φωτοβολταϊκά πάρκα χρειάστηκαν συστήματα ασφαλείας για την πρόληψη και αποτροπή καταστροφής των εγκαταστάσεων καθώς και των κλοπών του εξοπλισμού.

Στην Ελλάδα τα περισσότερα project ήταν:

1. Σύστημα ασφαλείας με δέσμες με το οποίο επιτυγχάνονταν η αποτροπή του εισβολέα να μπει στο χώρο του γηπέδου με ALARM και ειδοποίηση μέσω GSM, του ενδιαφερόμενου.
2. Σύστημα με κάμερες το οποίο κατέγραφε και σε ορισμένες περιπτώσεις μετέφερε εικόνα από το πάρκο στον ιδιοκτήτη μέσω γραμμής ADSL, 3G η Δορυφορικού Ίντερνετ.

Εξετάζοντας την περίπτωση του συστήματος ασφαλείας παρατηρούσαμε πολλά προβλήματα λόγω της χρήσης BEAM (όπου η ανάγκη για χαμηλό κόστος) λόγω ότι οι δέσμες επηρεάζοντουσαν από ομίχλη , δυνατή βροχή κλπ. Σε όλες τις περιπτώσεις το πρόβλημα για την διατήρηση του κόστους σε χαμηλά επίπεδα ανάγκαζε τις εταιρίες να ζητούν χαμηλής ποιότητας εξοπλισμό που επιδεινώναν το πρόβλημα των False Alarm.

### Λύσεις:

Αντικλεπτική λύση για τα φωτοβολταϊκά που λύνει τα παραπάνω προβλήματα και εξασφαλίζει την περιουσία του επενδυτή κρατώντας το κόστος σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

Η λύση αυτή χρησιμοποιείται ευρέως σε όλη την Ευρώπη σε χώρες με σημαντικές εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών όπως Γερμανία ,Ιταλία, Αυστρία παγίδευση των Solar Panel. Η διακριτική λεπτή οπτική ίνα περνάει από όλα τα PANEL. Ένας ειδικός πίνακας διοχετεύει ορατό φως μέσα από την οπτική ίνα που το ανιχνεύουμε συνεχώς στην άκρη της για την συνέχεια του. Σε περίπτωση που κάποιος πάει να ξηλώσει ένα πάνελ από την συστοιχία αναγκαστικά κόβει την ίνα. Δίνεται αμέσως συναγερμός για τα περαιτέρω.

Το σημαντικό σε σχέση με τα BEAM είναι ότι το σύστημα καλύπτει τα ίδια τα SOLAR PANEL και όχι το χωράφι όπως στην περίπτωση των BEAM. Δεν μπορεί να υπάρξουν FALSE ALARM σε καμία περίπτωση αν δεν πάει κάποιος να πάρει τα πάνελ. Οι οπτικές ίνες αυτού του τύπου είναι πλαστικές και η σύνδεση τους , η εφαρμογή τους και γενικά η χρήση τους είναι πολύ απλή. Οι συγκεκριμένες οπτικές ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για μεταφορά σήματος VIDEO.

Η πλήρη λύση δια την διαχείριση και ασφάλεια των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.

1. Μεταφορά εικόνας μέσω 3G
2. Διαχείριση πάρκου μέσω 3G για παραλαβή δεδομένων μέσω WEBbox κλπ
3. Προστασία των ηλιακών συλλεκτών (Solar Panels) μέσω πλαστικής οπτικής ίνας.
4. Προστασία της περίφραξης (συρματόπλεγμα) μέσω πλαστικής οπτικής ίνας (νέο).

Η λύση που προτείνουμε έχει 3 σκέλη:

- a. Προστασία των SOLAR PANEL ή και της περιφράξης μέσω πλαστικών οπτικών ινών.
- b. Προστασία με τη χρήση δεσμών ή μικροκυματικών ανιχνευτών και συστήματος συναγερμού.
- c. Κύκλωμα CCTV με κάμερες και καταγραφικά.

Και όλα μαζί συνδεδεμένα στον κεντρικό πίνακα συναγερμού.

Μεταφορά εικόνας μέσω 3G από οπουδήποτε στον κόσμο.

Μέσω του 3G μπορούμε να πάρουμε τα στοιχεία από τα WEBbox που στέλνει για τη λειτουργία του το φωτοβολταϊκό πάρκο στο διαχειριστή της εγκατάστασης. Εκτός από το να πάρουμε Real Time εικόνα από το πάρκο μέσω των γραμμών 3G μπορούμε να συνδεθούμε με κέντρο λήψης σημάτων εικόνας – συναγερμού, να πάρουμε στο κινητό μας εικόνα σε περίπτωση παραβίασης κλπ. Ουσιαστικά με το 3G είναι σαν να έχουμε μία ADSL καλωδιακή στο πάρκο μας οπότε μπορούμε να διαχειριστούμε τα πάντα από απόσταση με ταχύτητες καλύτερες από τις ADSL και αξιόπιστα.

#### Εξοπλισμός:

1. Συστήματα ασφαλείας για φωτοβολταϊκά πάνελς και περιφράξεις μέσω πλαστικών οπτικών ινών.
2. Συστήματα ασφαλείας συμβατικά όπως Κέντρα συναγερμού, σειρήνες, GSM, δέσμες (beams), μικροκυματικούς ανιχνευτές κλπ.
3. Συστήματα CCTV όπως κάμερες, καταγραφικά, καλώδια, router 3G για μεταφορά εικόνας κλπ.



Εικόνα4.0.15

### Πώς λειτουργεί το σύστημα

Ουσιαστικά αυτό που κάνουμε είναι να δημιουργήσουμε ένα LOOP απο μια οπτική ίνα με αρχή και τέλος. Στην αρχή της οπτικής ίνας με μία ειδική συσκευή (Optical Transmitter) διοχετεύουμε μία φωτεινή δέσμη. Στην άλλη άκρη της ίνας υπάρχει ένας δέκτης (Receiver) ο οποίος συνεχώς ελέγχει την ύπαρξη φωτός κατά μήκος της οπτικής ίνας . Η οπτική ίνα περνάει από όλα τα SOLAR PANELS κατά τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε αν κάποιος επιχειρήσει να αφαιρέσει κάποιο panel, τότε θα αναγκαστεί να την κόψει.

Σε αυτήν την περίπτωση ο δέκτης ανιχνεύει τη διακοπή της δέσμης και ανοιγοκλείνει κάποιο ρελέ. Η εντολή ( Normal Open ή Normal Close) μεταβιβάζεται κατόπιν σε κάποιο σύστημα συναγερμού ή κάποια συσκευή που μπορεί να στέλνει μηνύματα SMS σε προκαθορισμένα νούμερα τηλεφώνου, να παίρνει τηλέφωνο ή να συνδέεται με κέντρο λήψης σημάτων έτσι ώστε να μεταδοθεί η Πληροφορία αποκοπής της δέσμης, που σημαίνει απόπειρα αφαίρεσης του panel. Σε συνδυασμό τώρα με ένα σύστημα CCTV μπορούμε να συνδεθούμε με το πάρκο, να δούμε τι συμβαίνει και να δράσουμε ανάλογα. Ακόμη υπάρχει η δυνατότητα μέσω συστήματος GSM να μιλήσουμε στον παράνομο εισβολέα και να τον προειδοποιήσουμε να απομακρυνθεί απο την εγκατάσταση. Ο τρόπος εφαρμογής της οπτικής ίνας στα πάνελ είναι απλός και γίνεται μέσω των οπών πάνω στη βάση των Panels. .Υπάρχουν ακόμη - εφόσον κάποιος το επιθυμεί - και ειδικά μπουλόνια για χρήση σε πάνελ που έχουν

διαφορετική κατασκευή. Το LOOP μπορεί να έχει μήκος 300μέτρων - και πάνω από αυτή την απόσταση μπορούν να χρησιμοποιηθούν ενισχυτές φωτός με πρακτικά απεριόριστη κάλυψη. Μεγάλα φωτοβολταϊκά πάρκα με 2500 panels μπορούν να δουλέψουν με LOOP 2500 ή 3000 μέτρων με άριστη απόδοση. Ο μηχανικός που μελετά την εγκατάσταση βρίσκει τον καλύτερο και πιο σύντομο δρόμο για το πέρασμα της οπτικής ίνας και υπολογίζει ακόμη και πόσους ενισχυτές χρειάζεται το πάρκο για τη λειτουργία του.

Με το LiteSun Plus μπορούμε να προστατεύσουμε την περίφραξη από συρματοπλέγμα μη επιτρέποντας στον εισβολέα να κόψει ή να σκαρφαλώσει στον περιφραγμένο χώρο δίνοντας αμέσως alarm (το οποίο μεταφράζεται σε αποστολή άμεσου SMS ή κλήσεων στον ενδιαφερόμενο καθώς και την ενεργοποίηση φωτισμού ή σειρήνας τοπικά (σε συνδυασμό με το TWCT-200M1101)).

- Protection rate: IP55
- Transmission distance: 0-300m
- Optical power budget: 30dB
- Alarm output: 10A/240 VAC
- Power: 9-18VDC
- Operating temperature: -20° ~ +70°C
- Humidity: from 5 to 90%
- Consumption: 12VDC 140mA
- Max. power: 2,4W
- Weight in IP55 box: 640g
- Dimensions IP55 box: 220 x 170 x 86 mm
- Output optical connector: F-SMA
- Immunity to EMI/RFI: 100%



Εικόνα 4.16



Εικόνα 4.17





Εικόνα 4.18

Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός για την προστασία Φ/Β συστημάτων.

Μικροαυτόματοι (MCB's)

Αυτόματοι διακόπτες ισχύος ανοιχτού ή κλειστού τύπου (ACB's ή MCCB's)

Οι μικροαυτόματοι και οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος προστατεύουν μια ηλεκτρική εγκατάσταση από υπερφόρτιση ή βραχυκύκλωμα. Στο κύκλωμα συνεχούς τάσης του Φ/Β συστήματος (DC πλευρά), οι μικροαυτόματοι προστατεύουν κάθε στοιχειοσειρά Φ/Β πλαισίων (string) από ρεύματα αναστροφής φοράς καθώς επίσης και από την έγχυση εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) στο κύκλωμα συνεχούς σε πιθανή βλάβη του αντιστροφέα (inverter). Κάθε στοιχειοσειρά Φ/Β πλαισίων (ηλιακοί συλλέκτες) πρέπει να προστατεύεται ξεχωριστά ώστε να εξασφαλίζεται ο περιορισμός του σφάλματος μόνο σ'εκείνη τη στοιχειοσειρά που αντιμετωπίζει το πρόβλημα, επιτρέποντας την κανονική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την υπόλοιπη εγκατάσταση. Μετά τη διόρθωση του σφάλματος είναι εφικτή η επαναλειτουργία της στοιχειοσειράς, είτε χειροκίνητα είτε με τηλεχειρισμό.

Η ευκολία με την οποία μπορεί να απομονωθεί ηλεκτρικά, για λόγους συντήρησης ή επέκτασης, κάποιο μέρος του συστήματος, αποτελεί ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα.

#### Απαγωγείς υπερτάσεων (SPD's)

Τα Φ/Β πλαίσια και οι αντιστροφείς (inverters) είναι πολύ ευαίσθητα σε μεταβατικές υπερτάσεις και κρουστικά ρεύματα που προκαλούνται από κεραυνούς ή χειρισμούς μεγάλων διακοπών. Οι απαγωγείς υπερτάσεων (αντικεραυνικά) της ABB, για κυκλώματα συνεχούς τάσης, περιορίζουν αυτές τις υπερτάσεις, προστατεύοντας τον εξοπλισμό και αποτρέποντας περαιτέρω ζημιές στην εγκατάσταση. Για το λόγο αυτό θα πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη, κατά τη διάρκεια σχεδιασμού μιας τέτοιας επένδυσης, ο κίνδυνος οικονομικών απωλειών λόγω ανεπαρκούς προστασίας.

#### Διακόπτες φορτίου κυκλωμάτων συνεχούς τάσης (DC)

Οι διακόπτες φορτίου κυκλωμάτων συνεχούς τάσης χρησιμοποιούνται για τη ζεύξη ή απόζευξη ενός κυκλώματος υπό φορτίο, με ονομαστική τάση λειτουργίας έως και 1.200 VDC σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 60364-7-712, IEC 60947 για εγκαταστάσεις Φ/Β συστημάτων. Ο εύκολος χειρισμός τους διευκολύνει τις εργασίες συντήρησης ή επέκτασης ενός κυκλώματος, αυξάνοντας τη χρηστικότητα της εγκατάστασης και καθιστώντας τους μια άριστη επένδυση.

#### Διακόπτες φορτίου κυκλωμάτων εναλλασσόμενης τάσης (AC)

Και οι διακόπτες φορτίου κυκλωμάτων εναλλασσόμενης τάσης χρησιμοποιούνται για τη ζεύξη ή απόζευξη ενός κυκλώματος υπό φορτίο. Ο εύκολος χειρισμός τους διευκολύνει τις εργασίες συντήρησης ή επέκτασης ενός κυκλώματος εναλλασσόμενης τάσης.

#### Διακόπτες διαρροής (RCD's)

Οι διακόπτες διαρροής προστατεύουν το προσωπικό και τον εξοπλισμό μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης από ηλεκτροπληξία ή εκδήλωση πυρκαγιάς. Η ύπαρξη των διακοπών διαρροής στους πίνακες διανομής μιας εγκατάστασης είναι επιβεβλημένη. Οι διακόπτες διαρροής κατηγορίας B της ABB προσφέρουν προστασία από παλμικά ρεύματα με συνεχείς συνιστώσες και εξαιρετικά μικρούς χρόνους αντίδρασης σύμφωνα με το πρότυπο IEC 62423, καθιστώντας τους ιδανικούς για εγκαταστάσεις Φ/Β συστημάτων.

#### Μετρητές ενέργειας

Μετρούν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει ένα Φ/Β σύστημα. Οι μετρητές ενέργειας της ABB μπορούν εύκολα να εγκατασταθούν σε πίνακες με ράγα DIN και να ενσωματωθούν σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής και μεταφοράς δεδομένων μέσω κατάλληλων σειριακών μονάδων επικοινωνίας (serial communication adapters). Είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με την οδηγία οργάνων μέτρησης (MID) και την ευρωπαϊκή οδηγία 2004/22/EC.

#### Πίνακες

Οι πίνακες χρησιμοποιούνται τόσο στο κύκλωμα συνεχούς (DC) όσο και στο κύκλωμα εναλλασσόμενης (AC) τάσης. Συνιστάται να είναι κλάσης II και να διαθέτουν βαθμό προστασίας έναντι εισερχομένων σωματιδίων και υγρασίας IP 65, όταν τοποθετούνται σε εξωτερικούς χώρους. Ο εξοπλισμός εγκαθίσταται στο εσωτερικό τους είτε σε ράγες DIN είτε σε μεταλλικές βάσεις στήριξης.

#### INVERTER – ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ (AC-DC-AC)



Εικόνα 4.19

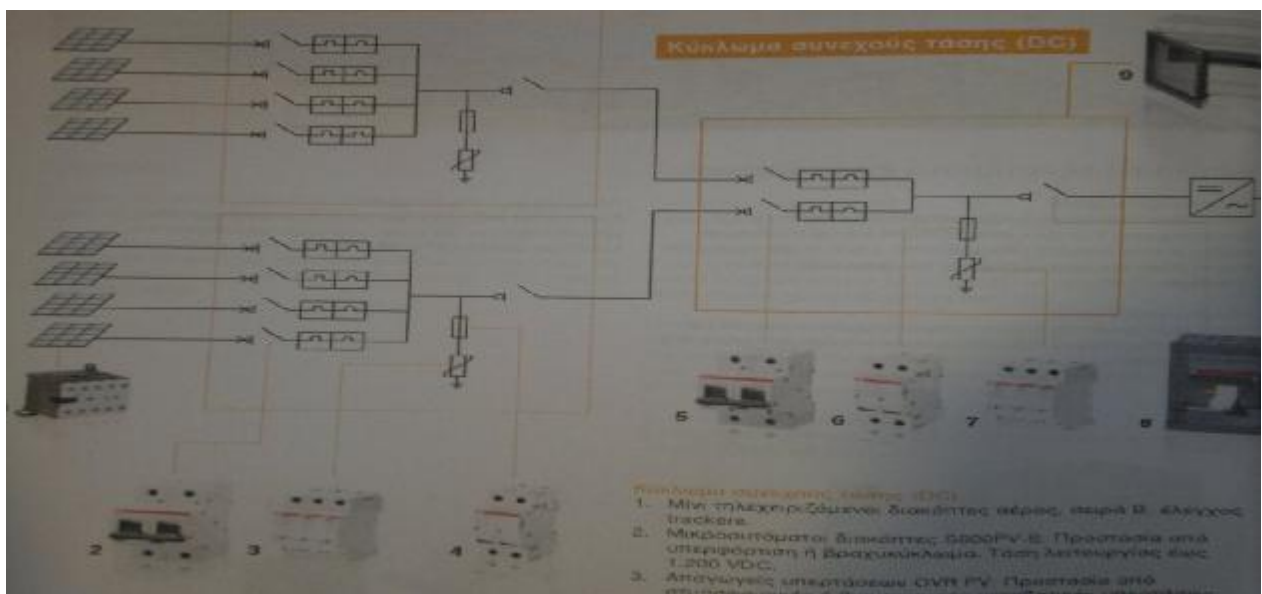
Οι μετατροπείς inverters είναι ηλεκτρονικές διατάξεις, που μετατρέπουν τη συνεχή τάση (DC) που παράγουν τα φωτοβολταϊκά σε εναλλασσόμενη τάση (AC) που απαιτείται για την τροφοδοσία των ηλεκτρικών συσκευών.

Για να επιλέξουμε το κατάλληλο inverter θα πρέπει να υπολογίσουμε τη συνολική ισχύ όλων των συσκευών που λειτουργούν ταυτόχρονα. Το άθροισμα της ισχύος των συσκευών δεν πρέπει να ξεπερνά την επιτρεπόμενη ισχύ του inverter. Οι inverter διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες.

- A) Σε inverter τροποποιημένου ημίτονου (modified sine wave) και
- B) Σε inverter καθαρού ημίτονου (pure / true sine wave).

Διασυνδεδεμένο σύστημα: Τα διασυνδεδεμένα συστήματα συνδέονται απ' ευθείας στο εθνικό ή τοπικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχει αμφίδρομη σχέση της εγκατεστημένης μονάδας με το δημόσιο δίκτυο αυτό σημαίνει ότι μπορεί να απορροφά ενέργεια αλλά και να διαχέει ενέργεια προς το δίκτυο. Συνεπώς, στα συστήματα αυτά δεν απαιτείται αποθήκευση της παραγόμενης φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα διασυνδεδεμένο σύστημα αποτελεί μία συμπληρωματική πηγή ενέργειας για την κατοικία ή την επιχείρησή σας, το οποίο μπορεί είτε να ελαχιστοποιήσει είτε να μηδενίσει το κόστος του ηλεκτρισμού.

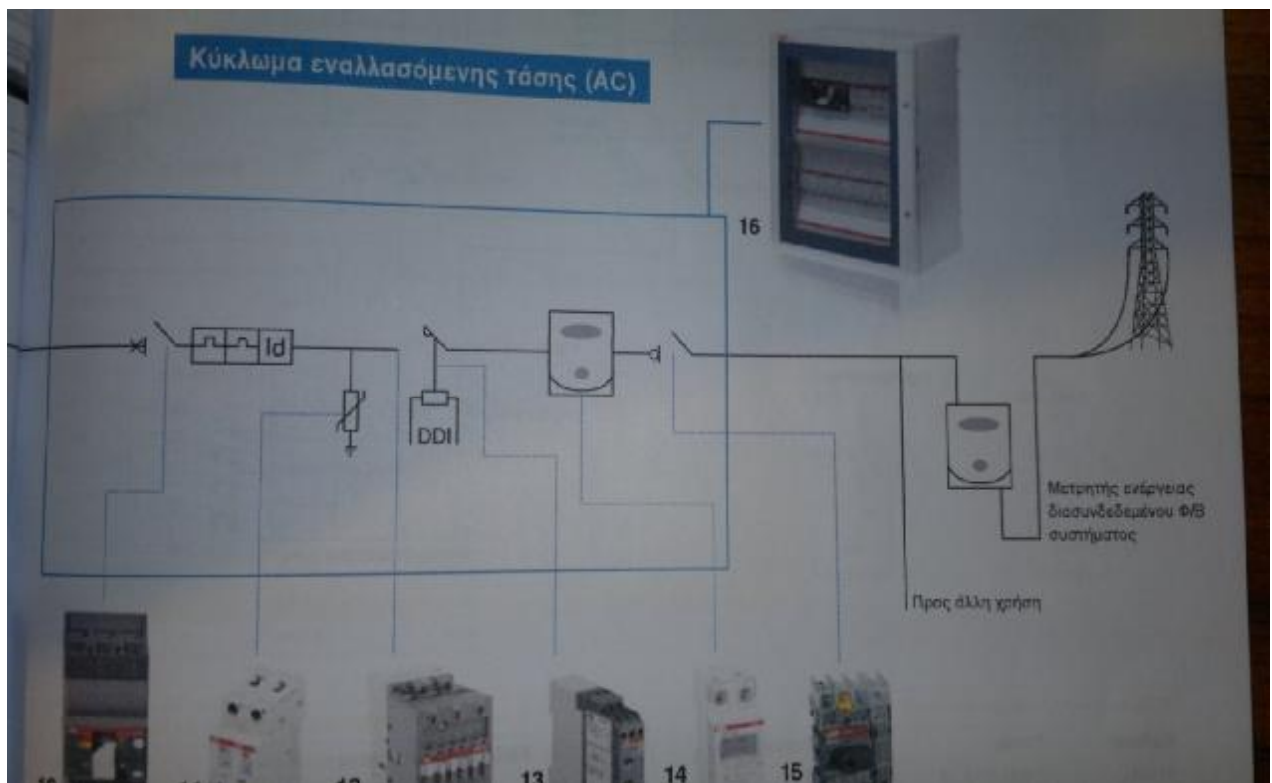
### Εγκατάσταση Φ/Β συστήματος μεσαίου μεγέθους



Εικόνα 4.20

## Κύκλωμα συνεχούς τάσης (DC)

1. Μίνι τηλεχειριζόμενοι διακόπτες αέρος, σειρά B: έλεγχος trackers.
2. Μικροαυτόματοι διακόπτες S800PV-S: Προστασία από υπερφόρτιση ή βραχυκύκλωμα. Τάση λειτουργίας έως 1.200 VDC.
3. Απαγωγείς υπερτάσεων OVR PV: Προστασία από ατμοσφαιρικές ή βιομηχανικές μεταβατικές υπερτάσεις. Τάση λειτουργίας έως 1.000 VDC.
4. Ασφαλειοαποζεύκτες E90PV και κυλινδρικές ασφάλειες: Προστασία από υπερφόρτιση ή βραχυκύκλωμα. Τάση λειτουργίας έως 1.000 VDC.
5. Μικροαυτόματοι διακόπτες S800PV-S.
6. Ασφαλειοαποζεύκτες E90PV και κυλινδρικές ασφάλειες.
7. Απαγωγείς υπερτάσεων OVR PV.
8. Διακόπτες φορτίου Tmax-PV: Ζεύξη-απόζευξη υπό πλήρες φορτίο. Τάση λειτουργίας έως 1.100 VDC.
9. Επίτοιχοι στεγανοί πλαστικοί πίνακες EUROPA (IP 65) και GEMINI (IP 66).



Εικόνα 4.21

## Κύκλωμα εναλλασόμενης τάσης (AC)

10. Αυτόματοι διακόπτες ισχύος  $T_{max}$ . Προστασία από υπερφόρτιση ή βραχυκύκλωμα. Τάση λειτουργίας έως 690 VAC.
11. Απαγωγείς υπερτάσεων OVR: Προστασία από ατμοσφαιρικές ή βιομηχανικές μεταβατικές υπερτάσεις. Κλάσεις: T1, T2 ή T1+2.
12. Τηλεχειριζόμενοι διακόπτες αέρος, σειρά A: αυτόματος χειρισμός εγκατάστασης.
13. Επιτηρητές δικτύου: Ανίχνευση σφαλμάτων υπέρτασης- υπότασης, υπερσυχνότητας-υποσυχνότητας.
14. Μετρητές ενέργειας: Μονοφασικών ή τριφασικών εγκαταστάσεων.
15. Διακόπτες φορτίου OT: Ζεύξη-απόζευξη υπό πλήρες φορτίο. Τάση λειτουργίας έως 690 VAC.
16. Επίτοιχοι στεγανοί πίνακες EUROPA (IP 65) και GEMINI (IP 66).

## Μικροαυτόματοι διακόπτες υψηλής απόδοσης για κυκλώματα DC S800PV-S

Οι σειρές μικροαυτομάτων S800PV-S και S280 UC είναι κατάλληλες για την προστασία του εξοπλισμού ενός Φ/Β συστήματος από υπερφόρτιση ή βραχυκύκλωμα. Πιο πιθανή αιτία μπορεί να είναι κάποια βλάβη στον αντιστροφέα ή η εμφάνιση ανάστροφων ρευμάτων. Είναι κατάλληλα κατασκευασμένοι για να διακόπτουν ένα κύκλωμα υπό πλήρες φορτίο. Οι δύο αυτοί τύποι μικροαυτομάτων είναι ιδανικοί γιατί μπορούν να προσφέρουν ολοκληρωμένη προστασία σε εκείνα τα τμήματα του Φ/Β συστήματος τα οποία έχουν υψηλό κόστος κτήσης όπως τα Φ/Β πλαίσια. Η αξιοπιστία αυτών των μικροαυτομάτων εξασφαλίζεται μέσω των συνεχών δοκιμών τους κάτω από τις πιο απαιτητικές βιομηχανικές συνθήκες.

Ένα ευρύ φάσμα εξαρτημάτων που συνοδεύει τις σειρές S800PV-S και S280 UC καθώς και κάποια σημαντικά χαρακτηριστικά, όπως η οπτική ένδειξη λειτουργίας, η οποία ενημερώνει για την ακριβή θέση του διακόπτη (ανοιχτός- κλειστός), διευκολύνουν πολύ την εγκατάσταση και τη λειτουργία τους. Η σειρά S800PV-S παρέχει μέγιστη ασφάλεια ακόμα και σε περιπτώσεις ανάστροφης πόλωσης εξασφαλίζοντας υψηλές αποδόσεις σε συνδυασμό με συμπαγείς διαστάσεις. Με πολλά διαφορετικά είδη ακροδεκτών σύνδεσης και μπαρών γεφύρωσης καθιστούν την εγκατάστασή τους πιο γρήγορη και πιο εύκολη από ποτέ.

## S800PV-S: Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ονομαστικό ρεύμα 10 ... 125 A

Ονομαστική τάση 2-πολικοί: έως 800 VDC

(γειωμένο και αγείωτο σύστημα)

3-πολικοί: έως 1.200 VDC

(γειωμένο σύστημα)

4-πολικοί: έως 1.200 VDC

(αγείωτο σύστημα)

Θερμοκρασία λειτουργίας -25 ... +70 °C

Πρότυπα IEC / EN 60947-2



Εικόνα 4.22

### Απαγωγείς υπερτάσεων DC OVR PV ασφαλειοαποζεύκτες

Οι μονάδες αυτές εκτελούν δύο πολύ σημαντικές αποστολές. Προστατεύουν τα Φ/Β πλαίσια και τους αντιστροφείς από μεταβατικές υπερτάσεις και στιγμιαία κρουστικά ρεύματα που δημιουργούνται από κεραυνούς ή από το χειρισμό διακοπών μεγάλης ισχύος και επιπλέον περιορίζουν την τιμή της υπέρτασης σε αποδεκτά επίπεδα για την ομαλή λειτουργία του εξοπλισμού. Η σειρά OVR PV είναι διαθέσιμη σε 2 εκδόσεις. Έως 600 VDC για ονομαστικό ρεύμα εγκατάστασης έως 25 A και 1.000 VDC για ονομαστικό ρεύμα μεγαλύτερο από 25 A. Διαθέτει επίσης βοηθητική επαφή ένδειξης καθώς και ανταλλακτικά φυσίγγια για εύκολη αντικατάσταση σε περίπτωση βλάβης, χωρίς να χρειάζεται να διακοπεί η τροφοδοσία όλης της γραμμής.

OVR PV: Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ονομαστική τάση 600 V, 1.000 VDC

Τάση προστασίας – 2,8/1,4 kV 600 VDC – 3,8 kV 1.000 VDC

Μέγιστο ρεύμα παροχέτευσης 40 kA

Πρότυπα IEC 61643-1/EN 61643-11

Για ονομαστικό ρεύμα μεγαλύτερο από 25 A χρειάζεται απαραίτητα η χρήση απαγωγέων υπερτάσεων 1.000 VDC με ασφαλειοαποζεύκτες E90 PV





Εικόνα 4.23

#### Απαγωγείς υπερτάσεων DC E90 PV ασφαλειοαποζεύκτες

Η σειρά ασφαλειοαποζευκτών E90 PV προσφέρει εφεδρική προστασία στους απαγωγείς υπερτάσεων κατά τη λήξη της ωφέλιμης ζωής τους. Μπορεί να κλειδωθεί με τη χρήση κατάλληλου λουκέτου, σε ανοιχτή θέση.

E90 PV: Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ονομαστική τάση 1.000 VDC

Ονομαστικό ρεύμα 32 A

Διαστάσεις φυσιγγίων 10,3 x 38 mm



Εικόνα 4.24

Κυλινδρικές ασφάλειες E9F PV

Κατάλληλες για εγκαταστάσεις Φ/Β συστημάτων. Θερμική και μαγνητική προστασία καλωδίων και εξοπλισμού. Ονομαστική τάση λειτουργίας έως 1.000 VDC.

Διαστάσεις: 10,3x38 mm

Εξαρτήματα μικροαυτομάτων

Τύπος Κωδικός Περιγραφή/Τεχνικά χαρακτηριστικά

S800-AUX 41749 Βοηθητική επαφή ένδειξης σφάλματος.

Πλαϊνή τοποθέτηση.

S800-AUX/ALT 41651 Βοηθητική επαφή ένδειξης θέσης

(Ανοικτός/Κλειστός). Πλαϊνή τοποθέτηση.

S800-SOR24 44623 Πηνίο εργασίας.

Τάση λειτουργίας 24 VAC/DC

S800-SOR130 44624 Πηνίο εργασίας.

Τάση λειτουργίας 48 ... 130 VAC/DC

S800-SOR250 44593 Πηνίο εργασίας.

Τάση λειτουργίας 110 ... 250 VAC/DC  
S800 ΚΠ\* Κινητήρας τηλεχειρισμού για  
μικροαυτομάτους σειράς S800

Τύπος Κωδικός

Περιγραφή/Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ον. Ρεύμα (A) Ικαν. Διακοπής

Βραχυκυκλώματος (kA)

E 9F1 PV ΚΠ\* 1 50

E 9F2 PV ΚΠ\* 2 50

E 9F3 PV ΚΠ\* 3 50

E 9F4 PV 44675 4 50

E 9F5 PV ΚΠ\* 5 50

E 9F6 PV 44676 6 50

E 9F7 PV ΚΠ\* 7 50

E 9F8 PV 44677 8 50

E 9F10 PV 44678 10 50

E 9F12 PV 44679 12 50

E 9F15 PV 44680 15 50

E 9F20 PV 44681 20 50

E 9F25 PV 44682 25 50

E 9F30 PV 44683 30 50



Εικόνα 4.24

Διακόπτες φορτίου DC Tmax PV

Tmax PV

Σε Φ/Β εγκαταστάσεις όπου η ονομαστική ξεπερνά τα 160 A απαιτείται η χρήση διακοπών φορτίου Tmax PV κλειστού τύπου. Οι διακόπτες αυτοί είναι κατάλληλοι για ένταση από 160 A έως και 1.600 A σε ονομαστική τάση έως 1.100 VDC.

Tmax PV: Τεχνικά χαρακτηριστικά

T1D T3D T4D T5D T6D T7D T7D-N

Ονομαστική τάση [VDC] 1100 1100 1100 1100 1100 1100 1100

Ονομαστικό ρεύμα [A DC20] 160 250 250 630 800 1600 1600

Ονομαστικό ρεύμα [A DC22] 160 200 250 500 800 1600 1600

Πόλοι 4 4 4 4 4 4 4

Πρότυπα IEC 60947-3



Εικόνα 4.25

#### Πίνακες - Κουτιά διακλάδωσης Σειρές Europa IP 65 – GEMINI

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ηλεκτρική ένωση Φ/Β πλαισίων σε σειρές (strings) στην DC πλευρά όπως και για τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας στην AC πλευρά. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής των εξής χαρακτηριστικών: βαθμός

προστασίας: IP 40, IP 55, IP 65 και IP 66, εξωτερική πόρτα: διαφανής ή αδιαφανής, ράγα DIN ή μεταλλική βάση στήριξης υλικών. Κουτιά διακλάδωσης Με τάση μόνωσης από 1.000 VAC έως και 1.500 VDC, αντοχή 960 °C σε δοκιμή πυρακτωμένου σύρματος σύμφωνα με το πρότυπο:

IEC 60695-2-11 και 100% ανακυκλώσιμα.

Πίνακες Eurora IP 65 Με τάση μόνωσης από 1.000 VAC έως και 1.500 VDC και 100% ανακυκλώσιμοι.

Κουτιά διακλάδωσης: Τεχνικά χαρακτηριστικά

Κλάση μόνωσης II

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -25 °C ... +60 °C

Αντοχή σε κρούση 20 J (IK 10)

Αντοχή σε θερμοκρασία έως και +125°C σύμφωνα με EN 60695-10-2

Υλικό κατασκευής Πολυκαρβονικό

Κάλυμμα Βιδωτό κάλυμμα

Πρότυπα IEC 60670

Πίνακες Eurora IP 65: Τεχνικά χαρακτηριστικά

Κλάση μόνωσης II

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -25 °C ... +60 °C

Αντοχή σε κρούση 6 J (IK 08)

Αντοχή σε θερμοκρασία έως και +85°C σύμφωνα με EN 60695-10-2

Υλικό κατασκευής Θερμοπλαστικό ABS

Πρότυπα IEC 60670



Εικόνα 4.26

Αυτόματοι διακόπτες ισχύος Tmax. Προστασία από υπερφόρτιση ή βραχυκύκλωμα.  
Τάση λειτουργίας έως 690 VAC.

Η σειρά Tmax με μεγέθη από T1 έως T8 και με ονομαστικές εντάσεις από 16 A έως και 3.200 A είναι εξοπλισμένη με ηλεκτρονικές μονάδες προστασίας οι οποίες διαθέτουν πολλές δυνατότητες ρύθμισης των παραμέτρων επιλεκτικότητας, όπως ο χρόνος απόζευξης ή η ένταση του βραχυκυκλώματος.

Tmax: Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ονομαστικό ρεύμα 16 ... 3.200 A

Ικανότητα διακοπής

βραχ. 16 ... 200 kA

Ονομαστική τάση 1-πολική: 240 VAC

3-4-πολική: 690 VAC

Πρότυπα IEC/EN 60947-



Εικόνα 4.27

## Απαγωγείς υπερτάσεων OVR

Οι απαγωγείς υπερτάσεων OVR T2 προστατεύουν τους αντιστροφείς (inverters) και τον εξοπλισμό της εγκατάστασης από παροδικές μεταβατικές υπερτάσεις περιορίζοντας την υπέρταση σε αποδεκτά επίπεδα για την ομαλή λειτουργία του εξοπλισμού. Διαθέτουν βοηθητική επαφή ένδειξης ενεργοποίησης και ανταλλακτικά φυσίγγια για την εύκολη αντικατάστασή τους σε περίπτωση βλάβης.

Κατάλληλοι για εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων. Προστασία από παροδικές μεταβατικές υπερτάσεις. Εγκαθίστανται στην DC πλευρά του Φ/Β συστήματος.

Τύπος Κωδικός Περιγραφή/Τεχνικά χαρακτηριστικά

OVR PV 40 600 P 42426 Ονομαστική τάση: 600 VDC,

$I_{max}=40$  kA,  $U_p=2,8$  kV

OVR PV 40 1000 P 42541 Ονομαστική τάση: 1.000 VDC,

$I_{max}=40$  kA,  $U_p=3,8$  kV



Εικόνα 4.28

## Τηλεχειρισμός

### Συσκευές τηλεχειρισμού

Προκαλούν την αυτόματη ζεύξη ή απόζευξη των διακοπών.

### Πηγίο εργασίας

Ενεργοποιείται όταν εφαρμόσουμε στα άκρα του τάση ίση με την ονομαστική τάση λειτουργίας του προκαλώντας την απόζευξη του συνεργαζόμενου διακόπτη.

### Πηγίο έλλειψης τάσης

Χρησιμοποιείται για την προστασία φορτίων από πιθανή έλλειψη τάσης. Ενεργοποιείται όταν διακόψουμε από τα άκρα του την ονομαστική τάση λειτουργίας προκαλώντας την απόζευξη του συνεργαζόμενου διακόπτη.

### Κινητήρες τηλεχειρισμού

Ενεργοποιούν ή απενεργοποιούν από απόσταση τους συνεργαζόμενους διακόπτες



Εικόνα 4.29



## Επιτηρητές δικτύου

Οι επιτηρητές δικτύου CM-UFS ελέγχουν συνεχώς το κύκλωμα εναλλασσόμενης τάσης και ανιχνεύουν σφάλματα υπέρτασης, υπότασης, υπερσυχνότητας και υποσυχνότητας. Διαθέτουν 2 μεταγωγικές επαφές με τις οποίες δίνουν εντολές για ζεύξη ή απόζευξη του Φ/Β συστήματος από το δίκτυο χαμηλής τάσης, σε περίπτωση που ανιχνευθεί κάποιο από τα παραπάνω σφάλματα. Οι εντολές μεταδίδονται, μέσω των 2 μεταγωγικών επαφών, από τους επιτηρητές σε διακόπτες με δυνατότητα τηλεχειρισμού. Έτσι εξασφαλίζεται η ασφαλής σύνδεση της μονάδας με το δίκτυο.

CM-UFS: Τεχνικά χαρακτηριστικά

Τύπος CM-UFS.1 CM-UFS.2

Υπέρταση  $\geq 115\% U_n \geq 120\% U_n$

Υπόταση  $\leq 80\% U_n \leq 80\% U_n$

Υπερσυχνότητα  $> 50,2 \text{ Hz} > 50,3 \text{ Hz}$

Υποσυχνότητα  $< 47,5 \text{ Hz} < 49,7 \text{ Hz}$  ή  $49 \text{ Hz}$

Μέση τιμή τάσης για

$110-115\% U_n$  -

10 min (ρυθμιζόμενη)



Εικόνα 4.30

### Συσκευές μέτρησης ODINsingle, DELTAplus

Οι συμπαγείς σε διαστάσεις μετρητές μετρούν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει ένα Φ/Β σύστημα. Μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής δεδομένων μέσω κατάλληλων σειριακών θυρών επικοινωνίας (serial communication adapters). Οι μετρητές ενέργειας έχουν εγκριθεί σύμφωνα με την οδηγία οργάνων μέτρησης (MID) και την ευρωπαϊκή οδηγία 2004/22/EC

Οι μετρητές ODINsingle έχουν πλάτος μόνο 2 στοιχεία και είναι κατάλληλοι για μονοφασικές εγκαταστάσεις. Για την κανονική τους λειτουργία δε χρειάζεται κάποια ειδική ρύθμιση. Σε συνεργασία με εξωτερική μονάδα επικοινωνίας μπορούν να μεταφέρουν τη μετρούμενη τιμή σε σύστημα συλλογής δεδομένων. Διαθέτουν και δεύτερο εσωτερικό μετρητή ο οποίος μπορεί να μηδενιστεί.

Οι μετρητές ODINplus είναι κατάλληλοι για τη μέτρηση ηλεκτρικής ενέργειας σε δίκτυα 1, 2 ή 3 φάσεων. Επιτρέπουν τη μέτρηση ενεργού και αέργου ενέργειας και επικοινωνούν με εξωτερικό σύστημα συλλογής δεδομένων μέσω ενσωματωμένων προσαρμοστών.

ODINsingle: Τεχνικά χαρακτηριστικά

Κατάλληλος για μονοφασικά κυκλώματα Ενεργός ενέργεια, κλάση ακριβείας B (MID Cl. 1)

Απευθείας μέτρηση έως 65 A

Προαιρετικά: έξοδος παλμών

Υπέρυθρη επικοινωνία με μονάδα επικοινωνίας (SCA)

Μνήμη: EEPROM

Πρότυπα IEC 62052-11, IEC 62053-21,

EN 50470-1, EN 50470-3

DELTAplus: Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ενεργός-άεργος ενέργεια , κλάση ακριβείας A & B (MID Cl. 2 & 1)

Απ'ευθείας μέτρηση έως 80 A

Μέσω Μ/Σ 1, 2 ή 5 A

Εύρος ονομαστικής τάσης 100 ... 500 VAC

Έξοδος παλμών

Εκδόσεις 1, 2 ή 4



Εικόνα4.30.1



Εικόνα4.30.2

### Διακόπτες φορτίου AC –ΟΤ

Οι διακόπτες φορτίου ΟΤ χρησιμοποιούνται σαν γενικοί διακόπτες στην AC πλευρά ενός ολοκληρωμένου Φ/Β συστήματος. Απομονώνουν με ασφάλεια το κύκλωμα υπό πλήρες φορτίο. Η συντήρηση πλέον γίνεται πιο εύκολη από ποτέ χάρη στην ειδικά σχεδιασμένη στερέωση των διακοπών για εύκολη αφαίρεσή τους. Το ευρύ φάσμα των εξαρτημάτων της σειράς διευκολύνει τη χρήση της σε όλες τις εφαρμογές.

ΟΤ: Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ονομαστικό ρεύμα 16 ... 3.150 A

Ονομαστική τάση 690 VAC

Πρότυπα IEC 947-3



Εικόνα4.30.3

Επίτοιχοι στεγανοί πίνακες EUROPA (IP 65) και GEMINI (IP 66).

Οι πίνακες Gemini είναι ιδανικοί για εξωτερική και εσωτερική χρήση και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις ή για εφαρμογές σε επαγγελματικούς χώρους. Ο ειδικός σχεδιασμός και ο τρόπος κατασκευής τους, τους εξασφαλίζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που επιτρέπουν την εγκατάστασή τους και στις πιο δύσκολες συνθήκες λειτουργίας.

Τα χαρακτηριστικά των πινάκων Gemini που τους διακρίνουν από τους υπόλοιπους πίνακες είναι η τάση μόνωσης από 1.000 VAC έως και 1.500 VDC, η αντοχή σε θερμοκρασία 750 °C και η διπλή μόνωση για απόλυτη στεγανότητα. Οι πίνακες Gemini είναι 100% ανακυκλώσιμοι και διατηρούν αμετάβλητα τα μηχανικά τους χαρακτηριστικά για μεγάλη χρονική περίοδο.

Πίνακες Gemini: Τεχνικά χαρακτηριστικά

Κλάση μόνωσης II

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -25 ... +100 °C

Αντοχή σε κρούση 20 J (IK 10)

Αντοχή σε θερμοκρασία έως και +125 °C σύμφωνα με

EN 60695-10-2

Υλικό κατασκευής Θερμοπλαστικό PP (χωρίς ίνες γυαλιού)

Εφαρμογές Κυκλώματα αυτοματισμών ή διανομής

Πρότυπα IEC 62208

IEC 60439



Εικόνα4.30.4

## Έρευνα αγοράς Φ/Β γεννητριών

Η επιλογή του φωτοβολταϊκού πάνελ είναι γενικά ένα πολυσύνθετο πρόβλημα. Η πληθώρα κατασκευαστικών εταιριών επιτείνει ακόμα περισσότερο τη δυσκολία της επιλογής. Η απόφαση που πρέπει να ληφθεί έχει να κάνει με τη επιλογή του είδους του φωτοβολταϊκού πάνελ όσον αφορά την τεχνολογία κατασκευής του. Ανάλογα με τον βαθμό απόδοσης και την τιμή καταλήγουμε σε πάνελ μονοκρυσταλλικού πυριτίου και πολυκρυσταλλικού πυριτίου, καθώς όλες οι άλλες κατηγορίες δεν εμφανίζουν υψηλή απόδοση ή όταν εμφανίζουν υψηλή απόδοση, κρίνονται οικονομικά ασύμφορες. Μετά από μια στοιχειώδη έρευνα αγοράς διαπιστώνεται ότι το κόστος των μονοκρυσταλλικών γεννητριών είναι αρκετά υψηλότερο από αυτό των πολυκρυσταλλικών και είναι της τάξεως του 10-15% ακριβότερες. Από την άλλη παρουσιάζουν καλύτερη απόδοση κατά 1,5-3% από τις πολυκρυσταλλικές. Όμως εύκολα διαπιστώνει κανείς ότι η καλύτερη απόδοση που εμφανίζουν δεν αντισταθμίζει το κόστος αγοράς τους. Επομένως ως πρώτο βήμα αποφασίζεται η επιλογή ενός πολυκρυσταλλικού πάνελ. Ο αριθμός πάνελ που θα χρησιμοποιηθούν είναι 400 καθρέπτες.

Τα προϊόντα τα οποία κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά διαθέτουν κατά τεκμήριο τα απαραίτητα πιστοποιητικά. Συγκεκριμένα, τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πρέπει να πληρούν τις προδιαγραφές CEC 503 ή EN 61215 ή IEC 61215 ή ισοδύναμες, ενώ τα thin-film την προδιαγραφή IEC 61646 ή ισοδύναμες. Φωτοβολταϊκά που δεν συνοδεύονται από τα παραπάνω πιστοποιητικά δεν θα πρέπει να γίνονται αποδεκτά. Οι κατασκευαστές δίνουν συνήθως τις εξής εγγυήσεις για τα φωτοβολταϊκά πάνελ:

- 2-5 χρόνια εγγύηση για το προϊόν.
- 10-12 χρόνια εγγύηση για το ότι θα αποδίδει πάνω από το 90% της ονομαστικής του ισχύος 20-25 χρόνια εγγύηση για το ότι θα αποδίδει πάνω από το 80% της ονομαστικής του ισχύος.

Όμως για την επιλογή της Φ/Β γεννήτριας δεν μπορούμε να δούμε όλες τις εταιρείες έτσι επιλέγουμε μερικές κατασκευάστριες εταιρείες που βρίσκονται στο χώρο. Οι εταιρίες αυτές είναι η BP Solar, Bosch, Conergy, Kyocera, Mitsubishi electric. Παρακάτω παραθέτονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πάνελ 220 Watt των προαναφερθέντων εταιρειών. Με την επιλογή των συγκεκριμένων πάνελ χρειάζονται 364 πάνελ για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου 80 KW.



Εικόνα4.30.5

#### Πληροφορίες προϊόντων

10kw με φωτοβολταικά με BP Solar 230 watt πολυκρυσταλλικού πυριτίου

Παράγει κατά μέσο όρο 13000kw το έτος ( για περιοχές Αττικής και νοτιότερα ) ενώ καλύπτει επιφάνεια 140 - 160 τετραγωνικών μέτρων. Εξοικονομεί 7000-8000 ευρώ το χρόνο και αποσβένει το κόστος εγκατάστασης σε 4.5-5 χρόνια.





Εικόνα4.30.6

Πληροφορίες προϊόντων

10kw με φωτοβολταικά BOSCH M60 225 WATT ή BOSCH M60 235 WATT μονοκρυσταλλικού πυριτίου

Παράγει κατά μέσο όρο 13000kw το έτος ( για περιοχές Αττικής και νοτιότερα ) ενώ καλύπτει επιφάνεια 140 - 160 τετραγωνικών μέτρων και 80-100 τετραγωνικών σε κεραμοσκεπή - στέγη. Εξοικονομεί 7000-8000 ευρώ το χρόνο και αποσβένει το κόστος εγκατάστασης σε 4.5-5 χρόνια.



Εικόνα4.30.7

#### Πληροφορίες προϊόντων

10kw με φωτοβολταικά με Kyocera KD235GH-2PB 235 WATT ( 9.870wp)  
πολυκρυσταλλικού πυριτίου

Παράγει κατά μέσο όρο 13000kw το έτος ( για περιοχές Αττικής και νοτιότερα ) ενώ καλύπτει επιφάνεια 140 - 160 τετραγωνικών μέτρων. Εξοικονομεί 7000-8000 ευρώ το χρόνο και αποσβένει το κόστος εγκατάστασης σε 4.5-5 χρόνια.



Εικόνα4.30.8

Πληροφορίες προϊόντων

10kw με φωτοβολταικά Mitsubishi PV-UJ225GA6 (225W) 225 watt πολυκρυσταλλικού πυριτίου

Παράγει κατά μέσο όρο 13000kw το έτος ( για περιοχές Αττικής και νοτιότερα ) ενώ καλύπτει επιφάνεια 140-160 τετραγωνικών μέτρων και 80-100 τετραγωνικών σε κεραμοσκεπή - στέγη. Εξοικονομεί 6000-8000 ευρώ το χρόνο και αποσβένει το κόστος εγκατάστασης σε 4.5-5 χρόνια.



Εικόνα4.30.9

#### Πληροφορίες- Απόδοση

9890 watt (wp) εγκατεστημένη ισχύος διασυνδεδεμένο σύστημα με μέση ημερήσια απόδοση 30-40kwh ( καλοκαιρινούς μήνες)

Παράγει κατά μέσο όρο 13000kw το έτος ( για περιοχές Αττικής και νοτιότερα ) ενώ καλύπτει επιφάνεια 160 τετραγωνικών μέτρων . Εξοικονομεί 7000-8000 ευρώ το χρόνο και αποσβένει το κόστος εγκατάστασης σε 4.5-5 χρόνια.

#### ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συλλέκτες βρίσκονται συνήθως σε απομονωμένες περιοχές εκτεθειμένες άμεσα σε κεραυνικά πλήγματα, που μπορεί να προέλθουν τόσο από τους συλλέκτες που βρίσκονται στο ύπαιθρο, όσο και από το δίκτυο στο οποίο είναι συνδεδεμένη η εγκατάσταση.

Γι' αυτό το λόγο η χρήση εξωτερικής αντικεραυνικής προστασίας και απαγωγών κεραυνικών ρευμάτων και κρουστικών υπερτάσεων, αποτελεί επιτακτική ανάγκη.

Οι απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων της Phoenix Contact διαθέτουν οπτική ένδειξη καλής λειτουργίας για την επιτήρηση του συστήματος στον χώρο της εγκατάστασης, καθώς και επαφή για την απομακρυσμένη επιτήρηση μέσω του κεντρικού

συστήματος ελέγχου. Συμβάλουν στην εύκολη συντήρηση του συστήματος, χάρη στα βυσματούμενα φυσίγγια τα οποία μπορούν να αντικατασταθούν, άμεσα όποτε αυτό κριθεί αναγκαίο, χωρίς παρεμβάσεις στην καλωδίωση.

### ΕΤΟΙΜΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

Οι έτοιμες λύσεις προστασίας της KSA είναι ειδικά σχεδιασμένες από έμπειρους μηχανικούς, για φωτοβολταϊκά συστήματα. Αποτελούνται από έναν πλούσιο συνδυασμό προϊόντων κατασκευασμένων από επώνυμους οίκους του εξωτερικού, τα οποία είναι τοποθετημένα σε μεταλλικά ή πολυεστερικά κιβώτια με βαθμό προστασίας IP66, έτοιμα προς εγκατάσταση σε εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο ανάλογα με τις ανάγκες.

#### 1) Πίνακες προστασίας του DC κυκλώματος του μετατροπέα

Οι πίνακες αυτοί χρησιμοποιούνται για την προστασία του DC κυκλώματος του μετατροπέα, είτε αυτός διαθέτει ανεξάρτητες MPPT εισόδους, είτε παραλληλισμένες και τοποθετούνται όσο το δυνατό πιο κοντά σε αυτόν.

Προσφέρουν:

- Προστασία των Φ/Β πλαισίων και των καλωδίων από βραχυκυκλώματα,
- Δυνατότητα απόζευξης των πλαισίων από τον μετατροπέα, που είναι πολύ σημαντική για την ασφάλεια των εγκαταστατών κατά την εκκίνηση της εγκατάστασης αλλά και κατά την μετέπειτα συντήρησή της,
- Προστασία του μετατροπέα και των πλαισίων από κεραυνικά ρεύματα και κρουστικές υπερτάσεις, που μπορεί να προέλθουν από τα πλαίσια τα οποία βρίσκονται εκτεθειμένα στο ύπαιθρο.

Προαιρετικά η σύνδεση μπορεί να γίνει με τη βοήθεια εύχρηστων βυσμάτων της σειράς SUNCLIX για DC αγωγούς διατομής από 2,5 μέχρι 6mm<sup>2</sup>.

#### 2) Προστασία του AC κυκλώματος του μετατροπέα

Οι πίνακες AC, χρησιμοποιούνται για την προστασία του AC κυκλώματος μονοφασικών ή τριφασικών μετατροπέων και τοποθετούνται όσο το δυνατό πιο κοντά σε αυτούς. Προσφέρουν:

- Προστασία του μετατροπέα και των καλωδίων από βραχυκυκλώματα

- Δυνατότητα απόζευξης του μετατροπέα από το δίκτυο, που είναι πολύ σημαντική για την ασφάλεια των εγκαταστάτων κατά την εκκίνηση της εγκατάστασης αλλά και κατά την μετέπειτα συντήρησή της
- Προστασία του μετατροπέα από κεραυνικά ρεύματα και κρουστικές υπερτάσεις που μπορεί να προέλθουν από το δίκτυο στο οποίο είναι διασυνδεδεμένος.

Προαιρετικά, στον πίνακα μπορούν να προστεθούν ρελέ διαρροής όταν απαιτείται.

### 3) Προστασία του DC & του AC κυκλώματος του μετατροπέα

Οι πίνακες αυτοί συνδυάζουν τις δυο προηγούμενες περιπτώσεις σε ένα κιβώτιο, προσφέροντας πλήρη προστασία τόσο του DC όσο και του AC κυκλώματος του μετατροπέα. Τοποθετούνται όσο το δυνατό πιο κοντά στον μετατροπέα, ενώ προσφέρουν όλα τα πλεονεκτήματα των παραπάνω περιπτώσεων. Διατίθενται μοντέλα κατάλληλα για μονοφασικούς ή τριφασικούς μετατροπείς με ανεξάρτητες ή παραλληλισμένες εισόδους.

### Προστασία γραμμών μεταφοράς δεδομένων

Κάθε σύγχρονη εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συλλέκτες, διαθέτει συστήματα παρακολούθησης και καταγραφής δεδομένων, που προϋποθέτουν την εκτεταμένη χρήση δικτύων (π.χ. Ethernet, RS-485) για την επικοινωνία των μετατροπέων με το σύστημα συλλογής δεδομένων και με το σύστημα επιτήρησης της εγκατάστασης. Εκτός λοιπόν από τους αγωγούς παροχής, σε μια εγκατάσταση θα πρέπει να προστατεύονται και οι γραμμές μεταφοράς δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα η Phoenix Contact προσφέρει απαγωγούς για την:

- 1) Προστασία δικτύου RS-485
- 2) Προστασία δικτύου Ethernet
- 3) Προστασία σήματος Video

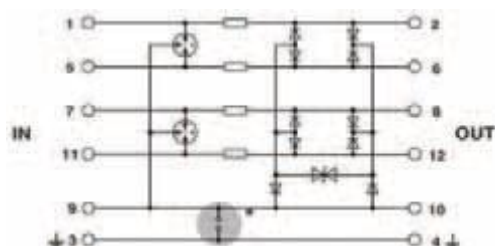
### 1) Προστασία δικτύου RS-485

#### Περιγραφή

Απαγωγός για την προστασία δικτύων RS-485, που αποτελείται από βάση και αποσπώμενο φυσίγγιο και μπορεί να εγκατασταθεί σε ράγα DIN NS 35/7.5. Χρησιμοποιείται για την προστασία της θύρας επικοινωνίας (RS-485) και των γραμμών ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ των μετατροπέων.



Εικόνα 4.40



## ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ

### Τεχνικά Χαρακτηριστικά

ΤΥΠΟΣ	PT 5-HF-12DC-ST(ΦΥΣΙΓΓΙΟ) PT 2X2+F-BE(ΒΑΣΗ)
Κωδικός	2838775 (φυσίγγιο) 2839224 (βάση)
IEC category	C1, C2, C3, D1
VDE requirement class	C1, C2, C3, D1
Ονομαστική τάση λειτουργίας UN	12 V DC
Ονομαστικό ρεύμα In	450 mA (στους 45oC)
Ονομαστικό ρεύμα εκφόρτισης In	(8/20) μs 10 Ka
Συνολικό ρεύμα εκφόρτισης Imax	(8/20) μs 20 kA
Παραμένουσα τάση στο In (αγωγός-γή)	≤ 40V



Χρόνος απόκρισης	≤ 500 ns
Συχνότητα αποκοπής fg (3dB)	70 MHz
Αντίσταση	2,2 Ω
Οπτική ένδειξη καλής λειτουργίας	Όχι
Επαφή	Όχι
Πλάτος	17,7 mm
Πρότυπα	IEC 61643-21

## 2) Προστασία δικτύου Ethernet

### Περιγραφή

Απαγωγός για την προστασία δικτύων Ethernet, σε μορφή αντάπτορα, ο οποίος όμως μπορεί να εγκατασταθεί και σε ράγα DIN NS 35/7.5. Διαθέτει βύσματα τύπου RJ45 θηλυκά, στην είσοδο και στην έξοδο.

### Τεχνικά Χαρακτηριστικά

ΤΥΠΟΣ DT-LAN-CAT.6+

Κωδικός 2881007

IEC category B2, C1, C2, C3, D1

VDE requirement class B2, C1, C2, C3, D1

Ονομαστική τάση λειτουργίας UN 180 V DC

Ονομαστικό ρεύμα  $I_n \leq 1.5 \text{ A}$  ( $\leq 25^\circ\text{C}$ )

Ονομαστικό ρεύμα εκφόρτισης  $I_n (8/20) \mu\text{s}$  2 kA

Συνολικό ρεύμα εκφόρτισης  $I_{\text{max}} (8/20) \mu\text{s}$  10 kA

Παραμένουσα τάση στο  $I_n$  (αγωγός-αγωγός)  $\leq 15 \text{ V}$ ,  $\leq 100 \text{ V}$  (PoE)

Χρόνος απόκρισης  $\leq 100 \text{ ns}$



Συχνότητα αποκοπής  $f_g$  (3dB) > 500 MHz

Οπτική ένδειξη καλής λειτουργίας Όχι

Επαφή Όχι

Πρότυπα

IEC 61643-21

EN 50173-1

ISO/IEC 11801-Am.1

### 3) Προστασία σήματος Video

#### Περιγραφή

Απαγωγός για την προστασία σήματος Video, σε μορφή αντάπτορα, ο οποίος διαθέτει βύσμα τύπου BCN θηλυκό στην είσοδο και BNC αρσενικό στην έξοδο για ομοαξονικό καλώδιο. Χρησιμοποιείται για την προστασία των καμερών του κλειστού κυκλώματος παρακολούθησης της εγκατάστασης.



Εικόνα 4.41

#### Τεχνικά Χαρακτηριστικά

ΤΥΠΟΣ C-UFB-5DC/E

Κωδικός 2782300

IEC category C2, C3, D1

Ονομαστική τάση λειτουργίας UN 5 V DC

Ονομαστικό ρεύμα  $I_n$  185 mA (25°C)

Ονομαστικό ρεύμα εκφόρτισης  $I_n$  (8/20)  $\mu$ s 10 kA

Συνολικό ρεύμα εκφόρτισης  $I_{max}$  (8/20)  $\mu$ s 20 kA

Παραμένουσα τάση στο  $I_n$  (αγωγός-αγωγός)  $\leq$  10 V

Χρόνος απόκρισης  $\leq$  500 ns

Συχνότητα αποκοπής  $f_g$  (3dB) 90 MHz

Οπτική ένδειξη καλής λειτουργίας Όχι

Επαφή Όχι

Πρότυπα IEC 61643-21

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **Σύνδεση με τη ΔΕΗ-νόμος.**

#### **Βήματα για σύνδεση Φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος μέχρι 100KW.**

Πληροφοριακό δελτίο για τη σύνδεση φωτοβολταϊκών σταθμών ισχύος μέχρι 100 KW για την Ελλάδα.

Βήμα 1:Υποβολή αίτησης σύνδεσης (το ειδικό έντυπο διατίθεται από τη ΔΕΗ) στην τοπική μονάδα της ΔΕΗ (Περιοχή), με επισύναψη των εγγράφων και στοιχείων υπ' αριθμό 1 έως και 10 του εντύπου αίτησης, με ταυτόχρονη κατάθεση ποσού 300€ για σταθμούς άνω των 5KW έως και 20KW, και 500€ για σταθμούς άνω των 20KW έως και 100KW.

Βήμα 2:Έγγραφο διατύπωση της ΔΕΗ προς τον ενδιαφερόμενο των τεχνικών και οικονομικών όρων σύνδεσης.

Βήμα 3:Έγγραφο αποδοχή των όρων σύνδεσης από τον ενδιαφερόμενο με ταυτόχρονη υποβολή αιτήματος κατάρτισης της Σύμβασης Σύνδεσης.

Βήμα 4:Κατάρτιση από τη ΔΕΗ της Σύμβασης Σύνδεσης και τηλεφωνική ειδοποίηση του ενδιαφερόμενου να προσέλθει για την υπογραφή. Καταβολή της προϋπολογιστικής δαπάνης των έργων σύνδεσης ταυτόχρονα με την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης.

Βήμα 5:Έγγραφο αναγγελία της ΔΕΗ προς τον ενδιαφερόμενο της περάτωσης των έργων σύνδεσης.

Βήμα 6:Έγγραφο δήλωση ετοιμότητας της εγκατάστασης από τον ενδιαφερόμενο, προκειμένου να ενεργοποιηθεί η σύνδεση μετά από έλεγχο της ΔΕΗ, αφού προηγουμένως (ή ταυτόχρονα) υποβάλει πλήρη τα στοιχεία υπ' αριθ. 11 έως και 14 του εντύπου αίτησης, και έχει υπογράψει συμβόλαιο κατανάλωσης ρεύματος.

Βήμα 7:Τηλεφωνική ειδοποίηση του ενδιαφερόμενου από τη ΔΕΗ για τον ορισμό του χρόνου διενέργειας του αναγκαίου ελέγχου της εγκατάστασης, προ της ενεργοποίησης της σύνδεσης, παρουσία του ενδιαφερόμενου ή του εκπροσώπου του.

Βήμα 8: Ενεργοποίηση της σύνδεσης, μετά από την επιτυχή ολοκλήρωση του ελέγχου. Σε περίπτωση που τα στοιχεία της αίτησης δεν είναι πλήρης, ή τα

συνυποβαλλόμενα έγγραφα και στοιχεία είναι ελλείπει, η αίτηση δεν παραλαμβάνεται. Κατ' εξαίρεση το στοιχείο υπ' αριθμό 10 (έγκριση εργασιών από Πολεοδομία), μπορεί σε περιπτώσεις μεμονωμένων μόνο αιτήσεων για φωτοβολταϊκούς σταθμούς ισχύος > 20 KW, να υποβληθεί προ της υπογραφής της Σύμβασης Σύνδεσης. Σε περίπτωση αλλαγής της θέσης εγκατάστασης ή επαύξησης της ισχύος του σταθμού, θα πρέπει να υποβληθεί νέα αίτηση με τα αντίστοιχα δικαιολογητικά. Αλλαγές στην ισχύουσα αίτηση γίνονται δεκτές μόνο σε περιπτώσεις μεταβολής της επωνυμίας του αιτούντος ή μείωσης της ισχύος του σταθμού με υποχρέωση έγγραφης ενημέρωσης για τα αντίστοιχα στοιχεία που μεταβάλλονται, καθώς και μεταβολές του τύπου ή και του κατασκευαστή των πλαισίων και των αντιστροφών με προσκόμιση των αντίστοιχων στοιχείων τους. Η υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης προηγείται και είναι προαπαιτούμενη της υπογραφής της Σύμβασης Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας (η τελευταία υπογράφεται με το ΔΕΣΜΗΕ για το διασυνδεδεμένο σύστημα ή με τη ΔΕΗ για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά). Η υπογραφή της Σύμβασης Πώλησης προηγείται και είναι προαπαιτούμενη της ενεργοποίησης της σύνδεσης. Η Υπεύθυνη Δήλωση Ηλεκτρολόγου Εγκαταστάτη (Υ.Δ.Ε.) που θα προσκομιστεί (υπ' αριθμό 12 του εντύπου αίτησης), θα συνοδεύεται από βεβαίωση της αρμόδιας ΔΟΥ. Για την υπογραφή συμβολαίου κατανάλωσης ρεύματος χαμηλής τάσης, ο ενδιαφερόμενος θα προσκομίσει έγγραφο του Δήμου για τον καθορισμό των Δημοτικών Τελών (εφόσον υφίσταται υποχρέωση καταβολής), ή απαλλακτικό. Εάν κατά τη διενέργεια του ελέγχου διαπιστωθούν ελλείψεις ή δυσλειτουργίες στις εγκαταστάσεις του ενδιαφερόμενου, η σύνδεση θα παραμείνει ανενεργή μέχρις ότου ο ενδιαφερόμενος προβεί στις διορθωτικές ενέργειες που θα του υποδείξει η ΔΕΗ. Σταθμοί ισχύος μέχρι 100KW συνδέονται στο δίκτυο χαμηλής τάσης, μέσω μονοφασικής παροχής για ισχύ μέχρι 5KW και τριφασικής παροχής για ισχύ άνω των 5KW και μέχρι τα 100KW. Η Ολική Αρμονική Παραμόρφωση (THD) του ρεύματος των αντιστροφών δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 5%. Εφόσον οι αντιστροφές δεν διαθέτουν μετασχηματιστή απομόνωσης, η έγχυση συνεχούς ρεύματος θα πρέπει να περιορίζεται στο 0,5% του ονομαστικού. Η προστασία έναντι του φαινομένου της ειδοποίησης είναι υποχρεωτική. Στο αντίστοιχο πεδίο του εντύπου αίτησης θα περιγράφεται η ακολουθούμενη μέθοδος, η οποία θα είναι σύμφωνη με το πρότυπο VDE 0126. Οι ανωτέρω προστασίες θα εμφανίζονται είτε στα τεχνικά εγχειρίδια των αντιστροφών είτε στα πιστοποιητικά τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται ο οικονομικός σχεδιασμός του έργου ο οποίος αφορά το κατά πόσο κρίνεται συμφέρουσα η επιχείρηση του Φ/Β πάρκου. Για την υλοποίηση της οικονομικής μελέτης χρησιμοποιούνται κάποιοι τύποι, όπως ο τύπος της καθαρής παρούσας αξίας, ο τύπος της απόσβεσης, ο τύπος του συντελεστή χρησιμοποίησης και άλλοι.

Με απόφαση Υπουργικού Συμβουλίου με ημερομηνία 30.12.2008 και τελική έγκριση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής ανακοινώθηκαν τα Σχέδια Χορηγιών για την ΕΛΛΑΔΑ 2009-2013 (έναρξη ισχύος Δευτέρα 20.07.2009) για ενθάρρυνση της ηλεκτροπαραγωγής από μεγάλα εμπορικά φωτοβολταϊκά συστήματα. Σύμφωνα με το Σχέδιο Χορηγιών, η συνολική τιμή πώλησης της παραγόμενης KWh από φωτοβολταϊκά συστήματα δυναμικότητας από 21 KW μέχρι 150KW θα είναι €0,34/KWh. Σημαντικό δεδομένο αποτελεί το γεγονός ότι η τιμή αυτή δεν χρίζει επανακαθορισμού και παραμένει αυστηρά σταθερή για όλη την διάρκεια της εικοσαετίας. Για τα μεγάλα ΦΒ συστήματα (21-150 kW), για κάθε έτος της περιόδου 2009-2013, θα εγκρίνονται από την Επιτροπή Διαχείρισης του Ειδικού Ταμείου ΑΠΕ και ΕΞΕ, αιτήσεις συστημάτων συνολικής ισχύος μέχρι 2 MW.

Στον Οικονομικό Σχεδιασμό Φωτοβολταϊκών έργων πρέπει να συνυπολογίζονται και να αξιολογούνται μερικά κρίσιμα σημεία ώστε να είναι επιτυχής και κερδοφόρα η έκβαση του όλου έργου.

- Κάθε συλλέκτης φέρει εγγύηση 20 ετών καλής λειτουργίας σύμφωνα με τις προδιαγραφές από τον κατασκευαστή.
- Κάθε αντιστροφέας είναι συμβατός με τις προδιαγραφές της ΔΕΗ/ Α.Η.Κ και φέρει εγγύηση καλής λειτουργίας 10 ετών.
- Συνιστάται η ασφάλιση των συσκευών και εγκαταστάσεων από φυσικά φαινόμενα όπως κεραυνοί, σεισμοί, κατολισθήσεις και κακόβουλες πράξεις καθώς και υπερτάσεις προερχόμενες από το δίκτυο της ΔΕΗ.
- Επικίνδυνα Σημεία και Ρίσκα.
- Εάν υπάρχουν παρεκκλίσεις ή συμβιβασμοί σε τεχνικά χαρακτηριστικά και συνεπώς στο κόστος του έργου τότε το ετήσιο εισόδημα που αναμένεται,

μειώνεται ανάλογα με τον βαθμό απωλειών και συχνότητας των βλαβών που προκύπτουν.

- Η απώλεια μέρους των ετήσιων εσόδων μπορεί να είναι καθοριστική για την περαιτέρω απώλεια της αυτοτελούς χρηματοδότησης του έργου από Τραπεζικούς οργανισμούς με αποτέλεσμα :
  - Να χαθεί η κυριότητα του έργου ή
  - Να αναγκαστεί να κάνει αναβάθμιση της όλης εγκατάστασης.
- Το όλο έργο πρέπει να είναι κατασκευασμένο ώστε να μπορεί να ασφαρίζεται από ασφαλιστικούς φορείς για όλους τους κινδύνους που διατρέχει και συνεπώς θα πρέπει να περιλαμβάνει όλες εκείνες τις τεχνικές διατάξεις και συσκευές που απαιτούνται για ασφάλιστρο χαμηλού κόστους και πλήρους και πολλαπλής αντικατάστασης των συσκευών με βλάβη ή καταστροφή.

Όλα τα παραπάνω που έχουν αναφερθεί πρέπει να περιλαμβάνονται στον προϋπολογισμό του έργου και να ΜΗΝ αποτελούν ξεχωριστά έξοδα τα οποία ο επενδυτής θα πληρώσει προκειμένου να εξασφαλίσει την επένδυσή του.

### Καθαρή παρούσα αξία (NPV)

Η καθαρά παρούσα αξία ορίζεται ως η διαφορά της παρούσας αξίας των μελλοντικών χρηματοροών (εισροές - εκροές) με το κόστος που απαιτείται για την επένδυση. Η ίδια η τιμή της NPV δεν έχει κάποια συγκεκριμένη σημασία αυτό που ενδιαφέρει είναι αν είναι θετική ή αρνητική. Γενικά ισχύει:

- $NPV > 0$  : η αποδοτικότητα είναι μεγαλύτερη από το επιτόκιο προεξόφλησης και το σχέδιο επένδυσης είναι αποδεκτό.
- $NPV < 0$  : η αποδοτικότητα είναι μικρότερη από το επιτόκιο προεξόφλησης και το σχέδιο επένδυσης απορρίπτεται.

$NPV = 0$  : η αποδοτικότητα είναι οριακή και η αποδοχή του σχεδίου επένδυσης εξαρτάται και από άλλους παράγοντες.

Η μαθηματική σχέση που μας δίνει την καθαρά παρούσα αξία είναι:

$$N.P.V = \sum_{t=0}^n [C_t / (1+r)^t] - I \Leftrightarrow N.P.V = P.V - cost \Rightarrow N.P.V = P.V - I$$

Όπου:

$C_t$ : η ετήσια χρηματοροή ως προς την οποία υπολογίζεται η NPV  $t$  : το τρέχον έτος  $r$ : το κόστος χρήματος

$I$ : το αρχικό κεφάλαιο (ίδια κεφάλαια και δάνεια)

Στο παρακάτω παράδειγμα υπολογίζεται η καθαρά παρούσα αξία με βάση τα δεδομένα του πίνακα 2 :Ct: η ετήσια χρηματοροή από πίνακα 2

t : 1-20 χρόνια

r: 10%

I: 480000

$$P.V = \sum_{t=0}^N [Ct / (1+r)^t] -$$

$$I \rightarrow [68292 / (1+0,1)^1 + 68033 / (1+0,1)^2 + \dots + 63538 / (1+0,1)^{20}] - 480000 \Rightarrow$$

$$N.P.V = 567326 - 480000 \Rightarrow 87326 > 0$$

Η καθαρά παρούσα αξία είναι μεγαλύτερη του μηδενός οπότε η επιχείρηση κρίνεται συμφέρουσα.

## Απόσβεση

### Ορισμός

Όταν λέμε απόσβεση εννοούμε τη φθορά ή τη μείωση της αξίας ενός σταθερού κεφαλαίου, η οποία οφείλεται στη χρησιμοποίηση του ή στην επίδραση επ' αυτού του χρόνου και της τεχνολογίας.

Σύμφωνα με το Π.Δ. 299 για τον καθορισμό κατώτερων και ανώτερων συντελεστών απόσβεσης (Φ.Ε.Κ. 255/22 2003), για τα μηχανήματα και τις εγκαταστάσεις μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φωτοβολταϊκά συστήματα, ο κατώτερος συντελεστής μπορεί να είναι 5% και ο ανώτερος 7%. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η διάρκεια ζωής της μονάδας θα είναι το ελάχιστο 20 έτη επιλέγουμε ως συντελεστή απόσβεσης το 5%. Σύμφωνα με το ίδιο προεδρικό διάταγμα η απόσβεση των κτηριακών εγκαταστάσεων της μονάδας μπορεί να γίνει με συντελεστή απόσβεσης από 3% έως 5%. Λαμβάνοντας και πάλι υπόψη τη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης επιλέγουμε επίσης τον συντελεστή του 5%. Άρα ο γενικός συντελεστής απόσβεσης της μονάδας θα είναι 5%.

Υπολογισμός εσόδων από διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα

Οι επιλογές που έγιναν: Ανατολικά: 33°22'25"

Βόρεια: 35°10'3"

Τοποθεσία εγκατάστασης: ΡΕΘΥΜΝΟ ΚΡΗΤΗΣ

Η περιοχή ανήκει στο ΜΗ Διασυνδεδεμένο σύστημα

Συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών πάνελ: 80 kWp

Σύστημα στήριξης των φωτοβολταϊκών: ΤΡΑΚΕΡΣ

Έναρξη λειτουργίας πριν από : Φεβρουάριος 2012

Αρχική τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας 0.450 €/kWh

Μέση ετήσια μείωση απόδοσης φωτοβολταϊκών στοιχείων 0.85 %

Μέση τιμή Δείκτη Τιμών Καταναλωτή 20 ετίας 1.90 %

Συνολικές απώλειες (θερμοκρασία, πτώσεις τάσης καλωδίων, ανακλάσεις κλπ)  
26,5%

Η μέση ετήσια αναμενόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας του 1ου έτους θα είναι:  
151.760,00 kWh (κιλοβατώρες)

#### ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Έσοδα 1 <sup>ου</sup> έτους	80.000 €
Έσοδα 2 <sup>ου</sup> έτους	80.000 €
Έσοδα 3 <sup>ου</sup> έτους	80.000 €
Έσοδα 4 <sup>ου</sup> έτους	80.000 €
Έσοδα 5 <sup>ου</sup> έτους	80.000 €
Έσοδα 6 <sup>ου</sup> έτους	80.000 €
Έσοδα 7 <sup>ου</sup> έτους	80.000 €
Έσοδα 8 <sup>ου</sup> έτους	80.000 €
Έσοδα 9 <sup>ου</sup> έτους	80.000€
Έσοδα 10ου έτους	80.000 €
Έσοδα 11ου έτους	80.000€
Έσοδα 12ου έτους	80.000 €
Έσοδα 13ου έτους	80.000 €
Έσοδα 14ου έτους	80.000 €
Έσοδα 15ου έτους	80.000 €



Έσοδα 16ου έτους	80.000 €
Έσοδα 17ου έτους	80.000 €
Έσοδα 18ου έτους	80.000 €
Έσοδα 19ου έτους	80.000 €
Έσοδα 20ου έτους	80.000 €

Συνολικά έσοδα είναι 1.600.000ευρώ. Βάση των παραπάνω υπολογισμών η απόσβεση του Φωτοβολταϊκού πάρκου θα επέλθει μεταξύ του 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> έτους της λειτουργίας του. Δανειακές απαιτήσεις. Ο απαιτούμενος χρόνος για την πραγματοποίηση της εγκατάστασης της μονάδας υπολογίζεται σε 2 μήνες. Για την εκκίνηση των εργασιών η εταιρία θα προβεί σε λήψη της προκαταβολής του 50% της επιχορήγησης από το κράτος αλλά η πληρωμή και εξόφληση των προμηθευτών θα πρέπει να γίνει με την ολοκλήρωση της εγκατάστασης. Για αυτό τον λόγο απαιτείται η λήψη δανείου μικρής διάρκειας (έως 12 μηνών) το οποίο θα πρέπει να καλύπτει το ποσό της κρατικής επιχορήγησης.

#### Κόστος

Η μέθοδος «κόστους ενέργειας» βασίζεται στον υπολογισμό του κόστους της παραγόμενης ενέργειας, με βάση τα υφιστάμενα τεχνικο-οικονομικά δεδομένα, και στη σύγκριση του με το τρέχον κόστος των υπόλοιπων μορφών ενέργειας και κυρίως της ενέργειας από συμβατικά καύσιμα (άνθρακα, πετρέλαιο, σχάσιμα υλικά). Με την σύγκριση αυτή υπολογίζεται ο αναμενόμενος βαθμός διείσδυσης στην αγορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Για να προσδιορίσουμε το κόστος του φωτοβολταϊκού σταθμού χρειάζονται:

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

Ενδεικτικά το κόστος ενός Φωτοβολταϊκού σταθμού είναι 6000€+Φ.Π.Α/ KWp και περιλαμβάνει όλα αυτά που προαναφέρθηκαν. Επομένως για κάποιους πρώτους υπολογισμούς ως ενδεικτικό κόστος της κατασκευής του σταθμού ισχύος 80KWp, θεωρούμε περίπου : 4000€/ KWp\*80KWp= 320000€+Φ.Π.Α.

### Εσωτερικός δείκτης επένδυσης (IRR)

Ο εσωτερικός δείκτης επένδυσης είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο που μηδενίζει την Καθαρά Παρούσα Αξία (Κ.Π.Α, N.P.V) της επένδυσης. Με το IRR μπορούν να προσδιοριστούν οι όροι δανεισμού και το σχέδιο επένδυσης, δεδομένου ότι καθορίζει το μέγιστο επιτόκιο που θα μπορούσε να πληρωθεί από τον επενδυτή χωρίς να κινδυνεύσει να χάσει τα κεφάλαια.

Η μαθηματική σχέση που μας δίνει τον εσωτερικό δείκτη επένδυσης είναι:

$$N.P.V = \sum_{t=0}^n [C_t / (1+r)^t] - I_0 \quad N.P.V = 0$$

Από τη σύγκριση της τιμής του IRR με το επίσημο επιτόκιο της αγοράς  $r$  συμπεραίνεται η αποδοτικότητα ή μη του σχεδίου επένδυσης. Συγκεκριμένα:

- $IRR > r$  : το σχέδιο γίνεται αποδεκτό.
- $IRR < r$  : το σχέδιο απορρίπτεται.
- $IRR = r$  : το σχέδιο θεωρείται οριακά αποδεκτό και η αποδοχή του εξαρτάται και από άλλους παράγοντες.

Μεταξύ δύο εναλλακτικών επενδύσεων προκρίνεται αυτή με το μεγαλύτερο *IRR*.

Σαν συνέχεια του παραδείγματος που υπολογίστηκε η καθαρά παρούσα αξία υπολογίζουμε και τον εσωτερικό δείκτη της επένδυσης.

### Δανειακές απαιτήσεις

Ο απαιτούμενος χρόνος για την πραγματοποίηση της εγκατάστασης της μονάδας υπολογίζεται σε 2 μήνες. Για την εκκίνηση των εργασιών η εταιρία θα προβεί σε λήψη της προκαταβολής του 50% της επιχορήγησης από το κράτος, αλλά η πληρωμή και εξόφληση των προμηθευτών θα πρέπει να γίνει με την ολοκλήρωση της εγκατάστασης. Για αυτό τον λόγο απαιτείται η λήψη δανείου μικρής διάρκειας (έως 12 μηνών) το οποίο θα πρέπει να καλύπτει το ποσό της κρατικής επιχορήγησης.

### Εσωτερικός δείκτης επένδυσης (IRR)

Ο εσωτερικός δείκτης επένδυσης είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο που μηδενίζει την Καθαρά Παρούσα Αξία (Κ.Π.Α, N.P.V) της επένδυσης. Με το IRR μπορούν να προσδιοριστούν οι όροι δανεισμού και το σχέδιο επένδυσης, δεδομένου

ότι καθορίζει το μέγιστο επιτόκιο που θα μπορούσε να πληρωθεί από τον επενδυτή χωρίς να κινδυνεύσει να χάσει τα κεφάλαια

Η μαθηματική σχέση που μας δίνει τον εσωτερικό δείκτη επένδυσης είναι:

$$N.P.V = \sum_{t=0}^n [C_t / (1+r)^t] - I \Leftrightarrow N.P.V = 0$$

Από τη σύγκριση της τιμής του IRR με το επίσημο επιτόκιο της αγοράς  $r$  συμπεραίνεται η αποδοτικότητα ή μη του σχεδίου επένδυσης. Συγκεκριμένα:

- $IRR > r$  : το σχέδιο γίνεται αποδεκτό.
- $IRR < r$  : το σχέδιο απορρίπτεται.
- $IRR = r$  : το σχέδιο θεωρείται οριακά αποδεκτό και η αποδοχή του εξαρτάται και από άλλους παράγοντες.

Μεταξύ δύο εναλλακτικών επενδύσεων προκρίνεται αυτή με το μεγαλύτερο  $IRR$ .

Σαν συνέχεια του παραδείγματος που υπολογίστηκε η καθαρά παρούσα αξία υπολογίζουμε και τον εσωτερικό δείκτη της επένδυσης.

$$P.V = \sum_{t=0}^n [C_t / (1+r)^t] - I \quad [68292 / (1+0,12)^1 + 68033 / (1+0,12)^2 + \dots + 63538 / (1+0,12)^{20}] - 480000 \Rightarrow$$

$$N.P.V = 498664 - 480000 \Rightarrow 18664$$

$$P.V = \sum_{t=0}^n [C_t / (1+r)^t] - I \quad [68292 / (1+0,13)^1 + 68033 / (1+0,13)^2 + \dots + 63538 / (1+0,13)^{20}] - 480000 \Rightarrow$$

$$N.P.V = 46938 - 480000 \Rightarrow -10619$$

Για 12% έχουμε 18664

Για 13% έχουμε -10619

$(r-12)/(13-12) = (0-18664)/(10619-18664) \Rightarrow IRR(r) = 12,62544\%$  επειδή το  $IRR = 12,62544\%$  είναι μεγαλύτερο από 10%, η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα.

Λειτουργικά κόστη

Παρόλο που μία μονοσήμαντη απάντηση ως προς το κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι παρακινδυνευμένη, ακολούθως παρατίθενται κάποια ενδεικτικά οικονομικά στοιχεία. Το κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης για ένα φωτοβολταϊκό πάρκο ανέρχεται περίπου στα 4,5 €/Wp. Αν σκοπεύει κανείς να τοποθετήσει σύστημα παρακολούθησης της τροχιάς του ήλιου (tracker), θα πρέπει να υπολογίσει ένα 20% παραπάνω στα κόστη του εξοπλισμού.

Τα λειτουργικά κόστη ενός φωτοβολταϊκού σταθμού περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Κόστος συντήρησης
2. Κόστος ασφάλισης (υποχρεωτικό για την δανειοδότηση του έργου)
3. Κόστος φύλαξης (συμβόλαιο με εταιρία φύλαξης, υποχρεωτικό για δανειοδότηση του έργου σε περίπτωση εγκατάστασης σε αγροτεμάχιο)
4. Διοικητικά κόστη (λογιστήριο, δημοσίευση ισολογισμών σε περίπτωση ΑΕ και ΕΠΕ, τηλεφωνικά τέλη για αυτόματη αποστολή δεδομένων σε ΔΕΣΜΗΕ - ΔΕΗ)
5. Κόστη προσωπικού (π.χ. επιστάτη στην περίπτωση μεγάλων φ/β σταθμών ή κόστη καθαρισμού πλαισίων).
6. Προφανώς, τόσο το μέγεθος του σταθμού όσο και το εταιρικό σχήμα και ο τόπος εγκατάστασης επηρεάζουν τα παραπάνω κόστη. Σε γενικές γραμμές, τα ανωτέρω κόστη κυμαίνονται συνήθως μεταξύ του 0,5% έως 1,5% του συνολικού κόστους της επένδυσης ετησίως.

Όσον αφορά το κόστος των ασφαλιστικών καλύψεων για ένα Φ/Β πάρκο ισχύος 80KW η ετήσια τιμή κυμαίνεται στα 1500 €. Πιο κάτω αναφέρονται οι περιπτώσεις στις οποίες μπορεί η ασφαλιστική εταιρεία να παρέχει κάλυψη λόγω ζημίας:

- Φωτιά, Κεραυνός, Πτώση Αεροσκαφών ή αντικειμένων που πέφτουν από
- Έκρηξη φυσική ή χημική (ευρεία).
- Πλημμύρα.
- Θύελλα, Καταιγίδα.
- Χιόνι, Χαλάζι, Παγετός.
- Κλοπή του ασφαλισμένου Περιεχομένου συνεπεία διάρρηξης ή Ληστείας.
- Τρομοκρατικές Ενέργειες.
- Στάσεις και απεργίες - Πολιτικές ταραχές.
- Κακόβουλη βλάβη.
- Πυρκαγιά των ασφαλισμένων ηλεκτρικών εγκαταστάσεων ή μηχανημάτων συνεπεία βραχυκυκλώματος.
- Ζημιά λόγω Βραχυκυκλώματος, υπέρτασης, μηχανημάτων και ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.
- Σεισμός και Πυρκαγιά συνεπεία Σεισμού.
- Αποκομιδή Συντριμμάτων - Εκκαθάριση Ερειπίων.
- Απώλεια Μικτών Κερδών συνεπεία Καιρικών - Φυσικών Φαινομένων (& Σεισμού) με μέγιστη περίοδο αποζημίωσης (Μ.Π.Α.) 12 μήνες.

- Απώλεια Μικτών Κερδών συνεπεία των Λοιπών καλυπτομένων κινδύνων με μέγιστη περίοδο αποζημίωσης (Μ.Π.Α.) 12 μήνες.

### Εγγυήσεις καλής λειτουργίας

Συνήθως τα συμβόλαια καλής λειτουργίας του συστήματος είναι διετή, αλλά μπορεί κανείς να τα παρατείνει για τουλάχιστον 10 χρόνια. Η on-line παρακολούθηση του συστήματος και το remote monitoring (που συνήθως είναι προαιρετικά) διασφαλίζουν συνεχή έλεγχο ώστε το σύστημα να αποδίδει πάντα τα αναμενόμενα και να υπάρχει άμεση ειδοποίηση σε περίπτωση κατά την οποία δεν συμβαίνει αυτό. Ένα τέτοιο συμβόλαιο βέβαια, ανεβάζει τα λειτουργικά κόστη του συστήματος.

### Συντελεστής Χρησιμοποίησης

Αποδοτικότητα μιας Φ/Β συστοιχίας,  $Y_s$  (Array Yield) ορίζεται το πηλίκο της αποδιδόμενης ημερησίως (σε μηνιαία ή ετήσια βάση) ηλεκτρικής ενέργειας δια της ισχύος αιχμής της :

$$Y_s = (E_{\sigma} / P_{p,\sigma})$$

Ένα παράδειγμα είναι αν έχουμε ένα Φ/Β πάρκο ισχύος αιχμής  $P_p = 80\text{KW}$  το οποίο παράγει κατά την διάρκεια μιας ορισμένη ημέρας ηλεκτρική ενέργεια  $E_s = 344\text{KWh}$  τότε η αποδοτικότητα της συστοιχίας είναι  $Y_s = 4,3\text{ KWh/KWp}$ . Αν στην πιο πάνω εξίσωση αντί της ημερήσιας ενέργειας τεθεί η μέση ημερήσια ισχύς από το Φ/Β πάρκο ( $E_z = P_z \cdot T$ ), προκύπτει ο συντελεστής χρησιμοποίησης ή εκμετάλλευσης ισχύος  $CF_{\Phi/B}$  (CAPACITY FACTOR).

$$CF_{\Phi/B} = (P_{\sigma} / P_{p,\sigma})$$

Από φυσικής πλευράς ο συντελεστής χρησιμοποίησης ισχύος προσδιορίζει τη μέση ημερήσια ηλεκτρική ισχύ ανά μονάδα ισχύος αιχμής του Φ/Β πάρκου. Σύμφωνα με τις τιμές που αναφέρθηκαν προηγουμένως , η μέση ημερήσια ισχύς προκύπτει ίση με:

$$P_{\Phi/B} = (E_{\sigma} / T_{,\sigma}) = (344\text{kwh} / 24\text{h}) = 14,33\text{KW}$$

Και κατά συνέπεια, ο συντελεστής χρησιμοποίησης ισχύος:

$$CF_{\Phi/B} = (P_{\Phi/B} / P_{p,\sigma}) = (14,33\text{kw} / 80\text{kw}) = 0,179$$

Κατά την μελέτη προσδιορισμού του κατάλληλου μεγέθους ΦΒ συστήματος για κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων μιας εφαρμογής, το ενδιαφέρον μετατοπίζεται από τις ημερήσιες τιμές των ηλιακών και άλλων δεδομένων στις μέσες τιμές μεγαλύτερων χρονικών περιόδων. Η καταλληλότερη διάρκεια αξιοποίησης μέσω των τιμών ηλιακών και ανεμολογικών δεδομένων είναι ο μήνας. Στη διάρκεια ενός μηνός τα δεδομένα μεταβάλλονται μεν αλλά σε βαθμό που δεν παρουσιάζονται μεγάλες αποκλίσεις .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΑΠΟΤΕΣΜΑΤΑ(περιβαλλοντικά-οικονομικά)

Στην σημερινή εποχή των μεγάλων οικονομικών, κοινωνικών, περιβαλλοντικών και ενεργειακών κρίσεων, ο πλανήτης οδηγείται σε αδιέξοδο λόγω της απόλυτης εξάρτησης του στις συμβατικές μορφές ενέργειας. Η μόνη διέξοδος για την αντιμετώπιση αυτών των φαινομένων είναι η στροφή προς τις Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας οι οποίες είναι το μέλλον της ανθρωπότητας. Μέρος των Ανανεώσιμων Μορφών Ενέργειας αποτελούν τα φωτοβολταϊκά συστήματα, η χρήση των οποίων ολοένα διαδίδεται παγκοσμίως. Με το πέρασμα του χρόνου, τα πλαίσια των φωτοβολταϊκών εξελίσσονται και ο βαθμός απόδοσης τους βελτιώνεται. Με την διαρκή διάδοση τους, το κόστος των φωτοβολταϊκών μειώνεται σταδιακά, ελκύνοντας με αυτό τον τρόπο το ενδιαφέρον των επενδυτών.

Πρωταρχικό ρόλο για την αποτελεσματική λειτουργία ενός φωτοβολταϊκού συστήματος παίζει η ηλιακή ενέργεια, η οποία αποτελεί την αρχή λειτουργίας του φωτοβολταϊκού. Για την σωστή λειτουργία ενός φωτοβολταϊκού σταθμού, βάση των υπολογισμών που έχουν γίνει μέσα από την έρευνα, πρέπει να μην υπάρχουν σκιάσεις πάνω στις φωτοβολταϊκές συστοιχίες, έτσι ώστε να είναι εφικτή η μέγιστη απολαβή της ηλιακής ενέργειας. Ωστόσο, για να έχουμε την μέγιστη απολαβή από την ηλιακή ενέργεια, πρέπει να τοποθετηθούν οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες με την κατάλληλη γωνία κλίσης η οποία καθορίζεται από το γεωγραφικό πλάτος και μήκος της περιοχής όπου γίνεται η εγκατάσταση ενός σταθμού. Ο χώρος όπου θα γίνει η εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού σταθμού, πρέπει να έχει όσο το δυνατό πιο μικρή απόκλιση από το Νότο. Ιδανικά, ο τέλειος προσανατολισμός του σταθμού είναι προς τον Νότο. Το έδαφος όπου θα γίνει η εγκατάσταση, θα πρέπει να μην είναι βραχώδες και γενικά να μην υπάρχουν δέντρα που θα δυσκολεύουν την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών.

Για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών πλαισίων υπάρχουν διάφορα είδη υλικών, όπως έχουν αναφερθεί μέσα στην έρευνα. Φυσικά, ανάλογα με τις διάφορες τεχνολογίες υλικών, αλλάζει και ο βαθμός απόδοσης του φωτοβολταϊκού πλαισίου. Όσο πιο μεγάλη είναι η απόδοση του φωτοβολταϊκού πλαισίου, τόσο πιο ακριβή είναι η τεχνολογία κατασκευής του. Όσον αφορά τις βάσεις στήριξης των φωτοβολταϊκών συστοιχειών, η καλύτερη επιλογή για την μεγαλύτερη απολαβή

ενέργειας είναι οι ηλιοτροπικές βάσεις, οι οποίες ακολουθούν την πορεία του ήλιου από την ανατολή μέχρι την δύση, αλλά και πάλι το κόστος τους είναι υψηλό σε σχέση με τα άλλα είδη. Συμπερασματικά, η επιλογή των υλικών που χρειάζονται για την υλοποίηση του φωτοβολταϊκού σταθμού, εξαρτάται απόλυτα τόσο από την οικονομική ευχέρεια του επενδυτή όσο και από τον σχεδιασμό του φωτοβολταϊκού σταθμού.

Μέσα από την οικονομική μελέτη που έγινε φαίνεται κατά πόσο κρίνεται συμφέρουσα η επένδυσή μας. Το παράδειγμα που έχει εφαρμοστεί στην πτυχιακή εργασία, δείχνει ότι η επένδυση του φωτοβολταϊκού σταθμού είναι συμφέρουσα, γιατί ένας φωτοβολταϊκός σταθμός δεν έχει πολλά λειτουργικά έξοδα. Αν και η εγκατάστασή του έχει υψηλό αρχικό κόστος, η απόσβεση του γίνεται περίπου σε δύο χρόνια, σύντομο χρονικό διάστημα, αν υπολογίσουμε ότι η ζωή ενός φωτοβολταϊκού σταθμού είναι περίπου εικοσι-πέντε χρόνια. Μέσα από τον τύπο της καθαρής παρούσας αξίας που έχει εφαρμοστεί στην μελέτη, το αποτέλεσμα που βρίσκουμε είναι μεγαλύτερο από 0, οπότε η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα. Ο εσωτερικός δείκτης επένδυσης είναι αρκετά μεγάλος σε σχέση με το τραπεζικό επιτόκιο, οπότε φαίνεται επίσης και από εδώ ότι αυτή η επένδυση είναι συμφέρουσα.

Γενικά, οι εγκαταστάσεις τέτοιων φωτοβολταϊκών σταθμών κρίνονται βιώσιμες, αλλά και οικονομικά πολύ κερδοφόρες. Φυσικά, το κράτος οφείλει να παροτρύνει τέτοιες επενδύσεις, αφού είναι πράσινη ενέργεια η οποία είναι φιλική προς το περιβάλλον.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[www.environsa.com](http://www.environsa.com)

[www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr)

[www.helapco.gr](http://www.helapco.gr)

<http://www.solar-systems.gr>

[www02.abb.com/.../grabb/grabb101.../ABB+ΛΥΣΕΙΣ+ΓΙΑ+...](http://www02.abb.com/.../grabb/grabb101.../ABB+ΛΥΣΕΙΣ+ΓΙΑ+...)

[www.ksa.gr/SOLAR\\_small](http://www.ksa.gr/SOLAR_small).

Φραγκιαδάκης Ι. «Φωτοβολταϊκά συστήματα»

Χαραλαμπόπουλος Δίας, Βασίλης Π.Κονταράς,Νανά Παυλακέλλη 2001  
«Αειφόρος χρήση ενέργειας»

Mark E.Aezen 1996, «Alternative Energy»

Cristofer Kononeos et all, «exergy analysis of renewable energy sources  
Renewable Energy vol.28»,2003

Ζωγραφάκης Ν. «σημειώσεις για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και εξοικονόμηση  
Ενέργειας», Οκτώμβριος 2005

ABB «λύσεις για φωτοβολταϊκά έλεγχος και προστασία»

