



Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ

Τμήμα Ηλεκτρολογίας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αριθμός 1135

ΘΕΜΑ

**«ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ 100KW ΜΕ
ΗΛΙΟΣΤΑΤΕΣ»**

Εισηγητής:

ΛΙΑΡΟΠΟΥΛΟΣ Γ.

Σπουδαστές

ΚΟΤΣΑΜΠΑΣ ΓΙΑΝΝΗΣ

ΤΖΙΜΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ

ΠΑΤΡΑ – ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2010

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ηλιακή ενέργεια είναι μια τεράστια πηγή ενέργειας. Σε λιγότερο από μια ώρα η ενέργεια που φτάνει από τον ήλιο στη γη θα μπορούσε να καλύψει τις παγκόσμιες ενεργειακές απαιτήσεις για ένα χρόνο αν μπορούσε να αξιοποιηθεί. Οι περισσότερες από τις άλλες μορφές Α.Π.Ε. εξαρτώνται από τον ήλιο. Η υδροηλεκτρική, η αιολική και ένα μέρος της ενέργειας των κυμάτων, οφείλονται στην ηλιακή ενέργεια.

Η ιστορία των φωτοβολταϊκών πηγαίνει πίσω πάνω από 150 χρόνια όταν το 1839 ο Alexandre Edmund Becquerel παρατήρησε ότι παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα από συγκεκριμένες χημικές αντιδράσεις και το ηλιακό φως. Ένα παρόμοιο φαινόμενο παρατηρήθηκε και σε ένα στερεό (σελήνιο) αρκετές δεκαετίες αργότερα. Ωστόσο μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των φαινομένων αυτών έγινε στις αρχές του 19^{ου} αιώνα με την ανάπτυξη της επιστήμης και της κβαντικής θεωρίας. Η ανάπτυξη της πρώτης στερεής συσκευής τη δεκαετία του 1940 άνοιξε το δρόμο για την ανακοίνωση της πρώτης ηλιακής κυψέλης πυριτίου με απόδοση 6% (1954).

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

Η παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά είναι αξιόπιστη, δεν περιλαμβάνει ως επί το πλείστον κινούμενα μέρη και το κόστος συντήρησης και λειτουργίας είναι πολύ χαμηλό. Η λειτουργία τους είναι αθόρυβη και δεν μολύνουν το περιβάλλον. Επίσης η ενέργεια παράγεται εκεί που χρειάζεται χωρίς να είναι αναγκαίες γραμμές για τη μεταφορά της.

Ο στόχος της εργασίας αυτής είναι η εκτενή μελέτη περιλαμβάνοντας και την οικονομοτεχνική,τη νομική και τη θεσμική, η σχεδίαση και η υλοποίηση ενός φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 100kw αποδιδόμενα στο δίκτυο χαμηλής τάσης της Δ.Ε.Η αποτελούμενο απο κινούμενες βάσεις στήριξης των πανέλων 2 αξόνων στην τοποθεσία Βάμος του νομού Χανίων.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα κυριότερα στοιχεία της θεωρίας της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας καθώς και οι νομοθεσίες που υπάρχουν σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε), τόσο στην Ελλάδα όσο και στην υπόλοιπη Ευρώπη. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση του φωτοβολταϊκού πάρκου στο αγροτεμάχιο. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία της μελέτης και της εγκατάστασης,η σύνδεση του με το δίκτυο χαμηλής τάσης της Δ.Ε.Η και η τελική παράδοση του έργου. Τέλος, στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται σχολιασμός του τελικού αποτελέσματος καθώς και του βαθμού απόδοσης του πάρκου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον κ. Γ. Λιαρόπουλο, καθηγητή εφαρμογών του Α.Τ.Ε.Ι. Πάτρας, για τις πολύτιμες συμβουλές του κατά τη διάρκεια εκπόνησης της μελέτης αυτής, καθώς και το πλήθος γνώσεων που αποκτήσαμε κάτω από τη συνεχή καθοδήγησή του μέχρι την τελική διαμόρφωση της εργασίας αυτής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|----|
| Πρόλογος..... | 2 |
| Ευχαριστίες..... | 4 |
| Περιεχόμενα..... | 5 |
| | |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1-Φωτοβολταϊκά συστήματα | |
| Εισαγωγή..... | 8 |
| Ηλιακό Κύτταρο..... | 8 |
| Δομή Φωτοβολταϊκού συστήματος..... | 9 |
| Απώλειες και συντελεστές απόδοσης..... | 10 |
| Συντελεστής απόδοσης μιας φωτοβολταϊκής συστοιχίας | 12 |
| Δίοδοι αντεπιστροφής..... | 12 |
| Άυξηση απόδοσης με ηλιοστάτες..... | 15 |
| Κατηγορίες Φ/Β συστημάτων..... | 16 |
| Αυτόνομο Φ/Β σύστημα..... | 17 |
| Διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα..... | 17 |
| Χρήσεις Φ/Β Συστημάτων..... | 19 |
| Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Φ/Β Συστημάτων..... | 20 |
| Φ/Β Συστήματα στην Ελλάδα..... | 22 |
| | |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2-Μελέτη και περιγραφή του έργου | |
| Αδειοδότηση Φορείς και Διαδικασίες εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων..... | 24 |
| Σύνδεση φωτοβολταϊκών συστημάτων με το δίκτυο της ΔΕΗ Α.Ε..... | 24 |
| Διαδικασία Σύνδεσης..... | 25 |
| Διευκρινίσεις επί της Διαδικασίας..... | 26 |
| Τεχνικές Διευκρινίσεις..... | 27 |
| Μελέτη και Προυπολογισμός..... | 28 |
| Περιγραφή Έργου-Προτεινόμενη θέση ανέγερσης εγκατάστασης..... | 31 |
| Εγκατεστημένη ισχύς του σταθμού, αριθμός και τύπος των μονάδων που απαρτίζουν το σταθμό..... | 33 |
| Ενεργειακή Μελέτη & Υπολογισμός παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας..... | 34 |

| | |
|-----------------------------|----|
| Παράμετροι λειτουργίας..... | 35 |
| Προσανατολισμός πάνελ..... | 35 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3-Υλικά και τεχνολογίες φωτοβολταϊκών στοιχείων

| | |
|---|----|
| Υλικά και τεχνολογίες φωτοβολταϊκών στοιχείων..... | 36 |
| Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων..... | 38 |
| Φωτοβολταϊκά Πάνελ..... | 41 |
| Αντιστροφέας..... | 44 |
| Περιγραφή προϊόντος..... | 46 |
| Απαγωγοί υπέρτασης τύπου II..... | 46 |
| Αναγνώριση αδυναμίας λειτουργίας στοιχειοσειρών με αυτοεκμάθηση..... | 47 |
| Ηλεκτρονική ασφάλεια στοιχειοσειρών..... | 48 |
| Τροφοδοσία άεργου ισχύος και διαχείριση ασφάλειας δικτύου..... | 48 |
| Τεχνικά χαρακτηριστικά..... | 49 |
| Κινούμενα συστήματα στήριξης | 54 |
| Λοιπός βασικός εξοπλισμός για την εγκατάσταση και λειτουργία Φ/Β..... | 59 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4-Αποτελέσματα μελέτης Sunny Design

| | |
|---|----|
| Αποτελέσματα μελέτης Sunny Design..... | 60 |
| Διαστασιολόγηση..... | 67 |
| Υπολογισμός της συνολικής ονομαστικής ισχύος των μετατροπέων..... | 67 |
| Αριθμός και τοποθέτηση μετατροπέων..... | 68 |
| Η τάση της συστοιχίας..... | 70 |
| Τύπος και ισχύς Φ/Β Πάρκου..... | 71 |
| Υπολογισμός του μέγιστου αριθμού πλαισίων εν σειρά..... | 71 |
| Έλεγχος τάσης στο MPP..... | 72 |
| Αριθμός παράλληλων αλυσίδων..... | 72 |
| Μονογραμμικό σχέδιο..... | 74 |
| Τοποθέτηση πλαισίων..... | 75 |
| Προστασίες..... | 77 |
| Διατάξεις προστασίας ΧΤ..... | 78 |
| Ασφάλειες..... | 79 |

| | |
|---|----|
| Αυτόματοι Διακόπτες Ισχύος..... | 80 |
| Σύνδεσμολογία Φωτοβολταϊκού Σταθμού με το Δίκτυο..... | 82 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5-Υπολογισμοί

| | |
|----------------------------|----|
| Υπολογισμοί..... | 84 |
| Αποτελέσματα ανάλυσης..... | 85 |

| | |
|--------------------------|-----------|
| Βιβλιογραφία..... | 90 |
|--------------------------|-----------|

| | |
|-----------------------|-----------|
| Παράρτημα..... | 92 |
|-----------------------|-----------|

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Εισαγωγή

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν μια από τις εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Εκμεταλλεύονται το φωτοβολταϊκό φαινόμενο και παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ (κρύσταλλα) φωτοβολταϊκών στοιχείων (ή κυψελών ή κυττάρων), μαζί με τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούν τα ηλιακά κύτταρα (solar cells) για να μετατρέψουν το φως σε ηλεκτρική ενέργεια. Η πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας δημιουργεί ηλεκτρική τάση και με την κατάλληλη σύνδεση σε φορτίο παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα. Η τάση καθορίζεται από τη θερμοκρασία λειτουργίας των ηλιακών κυττάρων που διαφέρει από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η ηλεκτρική ισχύς που παράγεται με την τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι συνεχούς ρεύματος (DC) και μετρείται σε Watts (W) ή kilowatts (KW). Όσο το φως του ήλιου προσπίπτει στο ηλιακό κύτταρο παράγεται ηλεκτρική ισχύς ενώ όταν το φως σταματά, σταματά και η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος. Στις περισσότερες εφαρμογές, το συνεχές ρεύμα που παράγεται μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο (AC) ρεύμα μέσω ενός αναστροφέα (inverter).

Ηλιακό Κύτταρο

Το ηλιακό κύτταρο είναι ένας κατάλληλα επεξεργασμένος ημιαγωγός λεπτού πάχους σε επίπεδη επιφάνεια. Το σχήμα του είναι τετράγωνο, με πλευρά 120-160mm. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό. Εκτός από το πυρίτιο

χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως το κάδμιο - τελλούριο (CdTe) και ο ινδοδισεληνιούχος χαλκός. Σε αυτές τις κατασκευές, η μορφή του στοιχείου διαφέρει σημαντικά από αυτή του κρυσταλλικού πυριτίου.

Τα ηλιακά κύτταρα δεν χρειάζονται ποτέ επαναφόρτιση όπως χρειάζεται μια μπαταρία. Μερικά είναι σε συνεχή υπαίθρια λειτουργία στη γη ή στο διάστημα για πάνω από 30 έτη. Όταν το φως του ήλιου προσπίπτει απευθείας σε ένα ηλιακό κύτταρο, η θερμοκρασία του κυττάρου είναι περίπου 20-30°C μεγαλύτερη από την θερμοκρασία περιβάλλοντος. Κατά συνέπεια, τα κύτταρα μπορούν να παράγουν την ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να λειτουργούν σε υψηλή θερμοκρασία και χωρίς κινητά μέρη. Σημειώνεται ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν επηρεάζεται από χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες, δηλαδή «κρύα» φωτοβολταϊκά στοιχεία λειτουργούν καλύτερα από τα «θερμά», επομένως σε συνθήκες ηλιοφάνειας το χειμώνα η απόδοση είναι δυνατόν να είναι μεγαλύτερη από το καλοκαίρι. Το πυρίτιο, ένα από τα αφθονότερα υλικά στη γη, είναι ο ημιαγωγός που χρησιμοποιείται σε κρυστάλλινη μορφή στο 90% των φωτοβολταϊκών εφαρμογών σήμερα.

Δομή Φωτοβολταϊκού συστήματος

Το φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από τα εξής υποσυστήματα:

- 1.) Τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια
- 2.) Μηχανική υποστήριξη δηλαδή σύστημα παρακολούθησης της ηλιακής τροχιάς (ηλιοστάτης).
- 3.) Τον ηλεκτρονικό μετατροπέα ισχύος.
- 4.) Μια συσκευή ελέγχου για μέτρηση και παρατήρηση της ισχύος.

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδέονται ηλεκτρικά μεταξύ τους και συγκροτούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια αποτελούν την βασική δομική

μονάδα της φωτοβολταϊκής γεννήτριας. Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες συνδέονται ηλεκτρικά μεταξύ τους και δημιουργούν τις φωτοβολταϊκές συστοιχίες.

Απώλειες και συντελεστές απόδοσης

Ο στιγμιαίος συντελεστής απόδοσης (η_m) του πλαισίου προσδιορίζεται από το πηλίκο της αποδιδόμενης μέγιστης ηλεκτρικής ισχύος P_m στην έξοδο του προς την προσπίπτουσα στο πλαίσιο ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας

$$\eta_m = \frac{P_m}{E \cdot S}$$

Όπου E (W/m^2) είναι η πυκνότητα ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο του φβ πλαισίου και S (m^2) η συνολική επιφάνεια του. Η τιμή του στιγμιαίου συντελεστή απόδοσης του φβ πλαισίου η_m καθορίζεται από τις αποκλίσεις που υφίσταται από την τιμή του $\eta_{m,STC}$, ο οποίος προσδιορίζεται σε πρότυπες συνθήκες ελέγχου (STC).

Δηλαδή ο συντελεστής απόδοσης αναφοράς ενός πλαισίου λαμβάνεται στις συνθήκες STC ($\eta_{m,STC}$) και είναι ο μέγιστος. Σε συνθήκες όμως πραγματικής λειτουργίας ο στιγμιαίος συντελεστής απόδοσης η_m αποκλίνει από τον κανονικοποιημένο συντελεστή $\eta_{m,STC}$ λόγω απωλειών. Προκύπτει έτσι μικρότερος συντελεστής απόδοσης για το πλαίσιο κάτι που προφανώς σημαίνει μείωση της πραγματικής απόδοσης του πλαισίου για τις δοσμένες συνθήκες λειτουργίας σε σχέση με την απόδοσή του στις πρότυπες συνθήκες.

Σε συνθήκες λοιπόν διαφορετικές από τις πρότυπες οι απώλειες αφορούν κυρίως στη διαφορά της θερμοκρασίας λειτουργίας του πλαισίου από τη θερμοκρασία λειτουργίας του στις πρότυπες καθώς και στην διαφορά της πυκνότητας της ηλιακής ακτινοβολίας που τελικά προσπίπτει στην επιφάνεια του συλλέκτη από αυτήν που προσπίπτει στις Πρότυπες Συνθήκες Δοκιμής.

Για ακόμα μεγαλύτερη ακρίβεια στον υπολογισμό των απωλειών της απόδοσης του πλαισίου θα πρέπει για το συντελεστή n_m να λάβουμε υπόψη επιπλέον οπτικές και θερμικές απώλειες. Οι απώλειες αυτές συμβάλουν περαιτέρω στη μείωση του συντελεστή απόδοσης n_m του πλαισίου σε σχέση με τον n_m, stc .

Συνοψίζοντας, ο n_m μπορεί να αποδοθεί ως γινόμενο των επί μέρους στιγμιαίων συντελεστών ενεργειακών απωλειών που προσδιορίζουν την απόκλιση της απόδοσης από αυτή των πρότυπων συνθηκών.

Έτσι προκύπτει η σχέση:

$$n_m = n_{STC} \times n_T \times n_{LI} \times n_S \times n_P \times n_R \times n_{καθ} \times n_D, \text{ όπου:}$$

1. n_{STC} : απόδοσης φβ πλαισίου σε πρότυπες συνθήκες STC.
2. n_T : απόκλισης της απόδοσης του ΦΒ πλαισίου εξαιτίας της διαφοροποίησης της θ της κυψελίδας σε σχέση με τη θ αναφοράς 25 C
3. n_{LI} : απόκλισης στην περιοχή χαμηλών τιμών πυκνότητας ισχύος HM ακτινοβολίας. (Low Irradiance losses)
4. n_S : φασματικής απόκλισης λόγω διαφορετικού φάσματος σε σχέση με το φάσμα AM1,5 (STC).
5. n_P : απόκλισης λόγω της πόλωσης της ηλιακής ακτινοβολίας.
6. n_R : απόκλισης λόγω διαφοροποίησης της ανακλαστικότητας σε γωνίες πρόσπτωσης διάφορες της καθέτου στο πλαίσιο. Ο n_R λαμβάνεται περίπου ίσος με 0.97 κάτι που αντιστοιχεί σε μέσες ετήσιες απώλειες $\approx 3\%$.
7. $n_{καθ}$: συντελεστής καθαρότητας υαλοπίνακα πλαισίου
8. n_D : απωλειών από τη δίοδο αντεπιστροφής.

Τέλος να σημειώσουμε ότι η απόδοση του φωτοβολταϊκού πλαισίου είναι μικρότερη από την απόδοση καθενός από τα φβ στοιχεία που το απαρτίζουν. Αυτό οφείλεται κυρίως στη μη πλήρη κάλυψη της γεωμετρικής επιφάνειας του πλαισίου από επιφάνεια στοιχείων, στην ανομοιογένεια των χαρακτηριστικών των φβ στοιχείων που απαρτίζουν το πλαίσιο και στην ανακλαστικότητα του υαλοπίνακα του πλαισίου.

Συντελεστής απόδοσης μιας φωτοβολταϊκής συστοιχίας

Ο ολικός συντελεστής απόδοσης μιας φβ συστοιχίας (η_{σ}) εκφράζεται με βάση το συντελεστή απόδοσης του πλαισίου (η_{μ}) λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση της εκ κατασκευής ανομοιογένειας (Mismatch) των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών των χρησιμοποιούμενων φβ πλαισίων ($\eta_{\text{ανομ}}$) καθώς επίσης και την απώλεια στα καλώδια σύνδεσης (Wiring) μεταξύ των πλαισίων της συστοιχίας (η_{ws}). Έτσι προκύπτει:

$$\eta_{\sigma} = \eta_{\mu} \times \eta_{\text{ανομ}} \times \eta_{\text{ws}}$$

Οι απώλειες ανομοιογένειας αφορούν στην ανομοιογένεια των χαρακτηριστικών I-V των πλαισίων που απαρτίζουν τη φβ συστοιχία και εκφράζονται από το συντελεστή ανομοιογένειας $\eta_{\text{ανομ}}$ ο οποίος παίρνει την τυπική τιμή 0.98.

Οι διατομές των καλωδίων σύνδεσης μεταξύ των φβ πλαισίων της συστοιχίας επιλέγονται έτσι ώστε οι απώλειες σε αυτά να μην ξεπερνούν το 2% με 3%. Μια τυπική τιμή για το συντελεστή απωλειών στις καλωδιώσεις της συστοιχίας λαμβάνεται $\eta_{\text{ws}}=0.98$.

Δίοδοι αντεπιστροφής

Οι απώλειες στη δίοδο αντεπιστροφής λαμβάνονται υπόψη με το συντελεστή η_D που συνήθως παίρνει την τυπική τιμή $\eta_D = 0.99$ ανεξάρτητα από το πλήθος των φβ πλαισίων ανά κλάδο.

Οι δίοδοι αντεπιστροφής ή δίοδοι απομόνωσης χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν μια αλυσίδα πλαισίων με τέτοιο τρόπο ώστε η αλυσίδα να άγει ρεύμα στο ζυγό (ορθή πόλωση της διόδου) όταν τα κύτταρα φωτίζονται αλλά να εμποδίζουν τη ροή ρεύματος από το ζυγό στην αλυσίδα των πλαισίων (ανάστροφη πόλωση της διόδου) στην περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο η τάση εξόδου της αλυσίδας είναι μικρότερη από την τάση του ζυγού.

Οι δίοδοι αντεπιστροφής προκαλούν μια πτώση τάσης που αφαιρείται από την τάση εξόδου της συστοιχίας, προκαλούν δηλαδή απώλειες ενέργειας υπό μορφή θερμότητας όταν η συστοιχία παράγει ενέργεια. Κατάλληλη τοποθέτηση διόδων

αντεπιστροφής μπορεί να προλάβει σοβαρές ή ακόμα και καταστροφικές βλάβες όταν για κάποιο λόγο συμβεί βραχυκύκλωμα σε καλώδια, συνδετήρες, ακροδέκτες μεταξύ γειτονικών πλαισίων και αλυσίδων ή μεταξύ κυτάρων και μεταλλικών υποστρωμάτων των πλαισίων.

Ως δίοδοι αντεπιστροφής χρησιμοποιούνται συνήθως κοινές ανορθωτικές δίοδοι επαφής p-n με κατάλληλα χαρακτηριστικά. Παρουσιάζουν πτώση τάσης περί τα 0.7V με 0.9V. σε μικρότερα συστήματα τάσεις μικρότερες των 24V μπορούν να χρησιμοποιηθούν δίοδοι schottky που παρουσιάζουν μικρότερη πτώση τάσης από τις κανονικές δίοδους αλλά είναι πιο ακριβές.

Γενικά κριτήρια επιλογής δίοδων αντεπιστροφής:

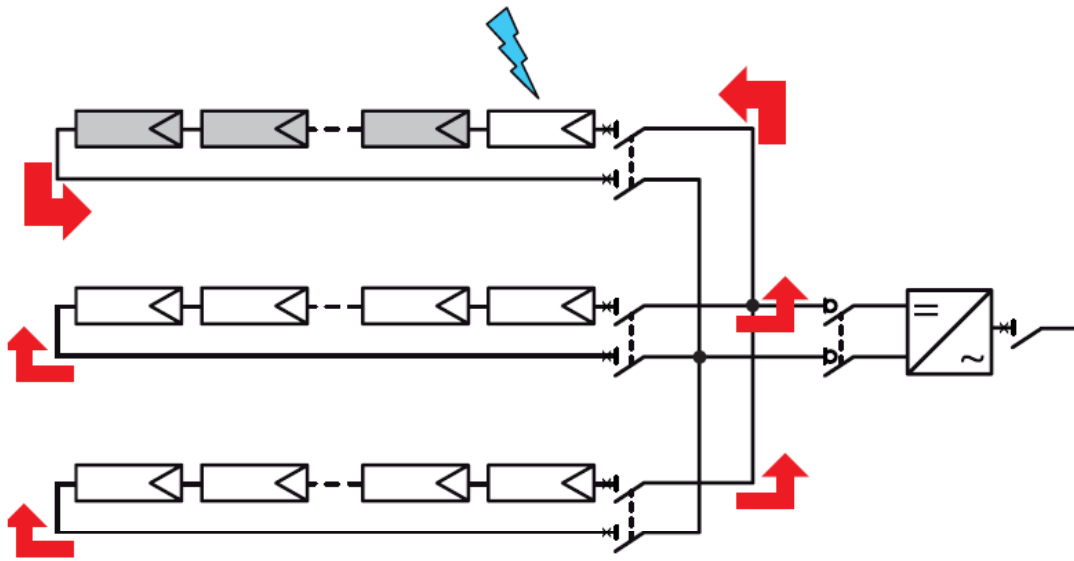
1.) Ελάχιστη δυνατή πτώση τάσης σε ορθή πόλωση σε ονομαστικό ρεύμα και πραγματική θερμοκρασία.

2.) Ικανοποιητική μέγιστη ανάστροφη τάση που πρέπει να σχετίζεται με τη μέγιστη τάση του ζυγού όπου συνδέονται οι αλυσίδες (strings) μαζί με τις υπερτιθέμενες στιγμιαίες υπερτάσεις καθώς και με τις πιθανές συνθήκες βραχυκύκλωσης των αλυσίδων.

3.) Μέγιστη επιτρεπτή θερμοκρασία λειτουργίας σε σταθερή κατάσταση.

4.) Αξιοπιστία.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε μια περίπτωση ροής ρευμάτων βραχυκύκλωσης σε μια αλυσίδα όπου έχει συμβεί σφάλμα. Το σφάλμα μπορεί να αφορά όλους τους λόγους που είδαμε παραπάνω.



Ροή ρευμάτων βραχυκύκλωσης σε μια συστοιχία. Στο σχήμα η προστασία γίνεται με διακοπτικά στοιχεία.

Το ρεύμα βραχυκύκλωσης των φωτοβολταϊκών I_{sc} είναι λίγο μεγαλύτερο από το IMPP. Σε περίπτωση ωστόσο βραχυκυκλώματος σε μια αλυσίδα μιας συστοιχίας με πολλές παράλληλες αλυσίδες το ρεύμα βραχυκύκλωσης που θα διαρρεύσει την «προβληματική» αλυσίδα θα ισούται με το άθροισμα των ρευμάτων I_{sc} των υπόλοιπων παράλληλων αλυσίδων.

Αυτό το ρεύμα μπορεί να είναι αρκετά μεγάλο, ανάλογα με τον αριθμό των παράλληλων αλυσίδων και το I_{sc} του κάθε πλαισίου, και μπορεί να καταστρέψει συνολικά την αλυσίδα. Παράλληλα θέτει εκτός παραγωγής όλη τη συστοιχία.

Μια έκφραση για το αντίστροφο ρεύμα του παραπάνω τύπου είναι:

$$I_r = (n_{sp} - 1) \times I_{sc}$$

I_r : μέγιστο αντίστροφο ρεύμα

n_{sp} : αριθμός παράλληλων αλυσίδων

I_{sc} : ρεύμα βραχυκύκλωσης ενός πλαισίου/αλυσίδας.

Να πούμε ότι αρκετοί σχεδιαστές εκτιμούν ότι οι δίοδοι αντεπιστροφής δεν προστατεύουν ικανοποιητικά τις συστοιχίες από τα αντίστροφα ρεύματα. Για αυτό και προτείνουν τον εφοδιασμό των συστοιχιών με διακοπτικά μέσα όπως ασφάλειες ή αυτόματους διακόπτες.

Άυξηση απόδοσης με ηλιοστάτες



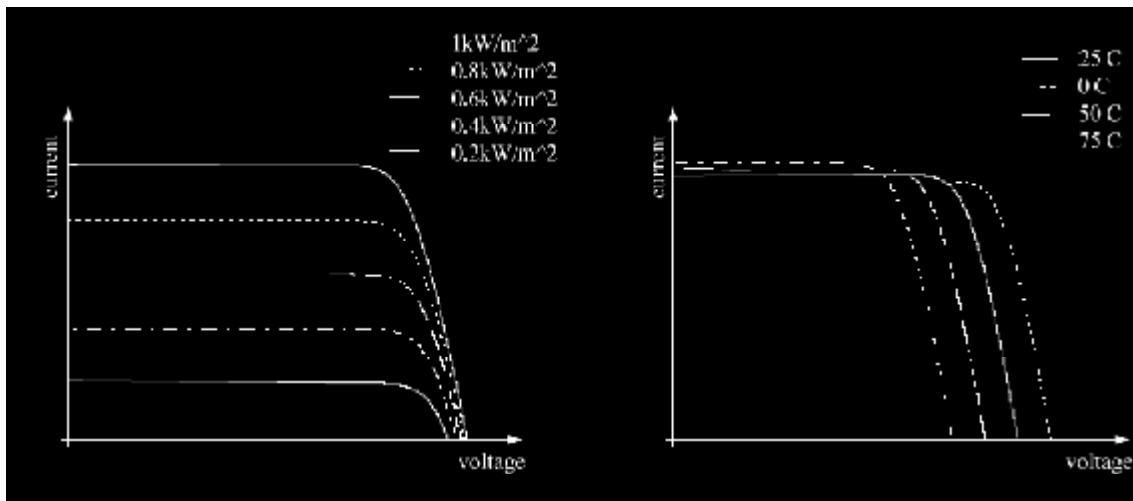
Φωτοβολταϊκή συστοιχία σε ηλιοστάτη με εύρος περιστροφής 140 μοιρών. Το σύστημα ακολουθεί την πορεία του ήλιου σε ημερήσια βάση με τη βοήθεια ειδικού αισθητήρα ενώ μέσω μανιβέλας γίνεται ρύθμιση της ανύψωσης σε μηνιαία βάση.

Ο ηλιοστάτης είναι μια μηχανολογική διάταξη πάνω στην οποία τοποθετείται η φωτοβολταϊκή γεννήτρια ώστε το σύστημα να μπορεί να περιστρέφεται μέσω των ειδικών εξαρτημάτων και του λογισμικού που διαθέτει. Όταν ένα σύστημα δεν διαθέτει τη δυνατότητα μετακίνησης ώστε να παρακολουθεί την πορεία του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας, η απόδοσή του δεν είναι η βέλτιστη δυνατή.

Επομένως, εάν οι ανάγκες της εγκατάστασης σε ισχύ αυξηθούν, η μόνη λύση είναι η προσθήκη περισσότερων πάνελ (αύξηση της ωφέλιμης επιφάνειας).

Όμως, συγκριτικά με την αγορά επιπλέον φωτοβολταϊκών πάνελ, η αγορά ενός ηλιοστάτη είναι στις περισσότερες περιπτώσεις πιο συμφέρουσα λύση ενώ, παράλληλα, γίνεται η καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.

Κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο χαρακτηρίζεται από μία καμπύλη ρεύματος-τάσης με βασικές παραμέτρους την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και τη θερμοκρασία του πλαισίου. Η μορφή των καμπύλων αυτών παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα. Επειδή η ηλιακή ακτινοβολία μεταβάλλεται διαρκώς κατά τη διάρκεια της ημέρας, μετακινείται και η χαρακτηριστική V-I του πλαισίου.



Χαρακτηριστικές V-I για διαφορετικές τιμές ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας κυττάρου.

Οποιαδήποτε καμπύλη V-I χαρακτηρίζεται από το σημείο μέγιστης αποδιδόμενης ισχύος. Στο σημείο αυτό, το οποίο ανήκει στην χαρακτηριστική εξόδου και αντιστοιχεί προφανώς στο «γόνατο» της χαρακτηριστικής, το γινόμενο των τιμών της τάσης και του ρεύματος έχει τη μέγιστη δυνατή τιμή με αποτέλεσμα το φωτοβολταϊκό πλαίσιο να αποδίδει την μέγιστη ισχύ για δεδομένη ακτινοβολία και θερμοκρασία.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Αυτόνομο Φ/Β σύστημα

Στην απλή μορφή του, το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται απλώς από μια φωτοβολταϊκή γεννήτρια που τροφοδοτεί μόνη της ένα φορτίο με συνεχές ρεύμα, όταν η φωτεινότητα είναι επαρκής. Αυτό συναντάται κυρίως σε εφαρμογές άντλησης. Σε άλλες περιπτώσεις, το σύστημα χρησιμοποιείται για αποθήκευση ενέργειας από τις μπαταρίες.

Με τα φωτοβολταϊκά είναι δυνατό να τροφοδοτούνται απ'ευθείας οι συσκευές όσο υπάρχει ηλιοφάνεια όμως αυτή η πρακτική δεν συνηθίζεται στην πράξη. Συνήθως το φωτοβολταϊκό φορτίζει μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία και οι συσκευές λειτουργούν με ρεύμα που παίρνουν από τη μπαταρία. Το φωτοβολταϊκό φροντίζει να αναπληρώνει κάθε μέρα την κατανάλωση που έκαναν οι συσκευές. Με αυτόν τον τρόπο, είναι δυνατό ένα αυτόνομο σύστημα να καλύπτει το σύνολο των ενεργειακών αναγκών μίας εγκατάστασης, για παράδειγμα ενός κτιρίου.

Μερικές φορές, στο σύστημα συμπεριλαμβάνεται και μια εφεδρική γεννήτρια. Όταν υπάρχει ανάγκη για εναλλασσόμενο ρεύμα, περιλαμβάνεται και ένας αναστροφέας.

Διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα

Τα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν ως βασικό χαρακτηριστικό το γεγονός ότι υπάρχει φυσική ένωση με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (για την Ελλάδα με την ΔΕΗ). Η σχέση μιας εγκατεστημένης μονάδας με το δημόσιο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας είναι αμφίδρομη. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να απορροφά ενέργεια αλλά και να διαχέει ενέργεια προς το δίκτυο.

Συγκεκριμένα, οι πιθανές περιπτώσεις για ένα διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα είναι οι παρακάτω:

- 1.) Όταν μια εγκατάσταση έχει ως αποκλειστικό στόχο την έγχυση ενέργειας προς το δίκτυο. Σε αυτές τις περιπτώσεις στόχος είναι η μέγιστη ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η πώληση της σε κάποιον προμηθευτή (καταναλωτή). Η ισχύς σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να είναι από μερικά KW έως και αρκετά MW. Στην Ελλάδα η συνηθέστερη επένδυση είναι αυτή των 100 KW (συνδυάζει τα πλεονεκτήματα της υψηλής επιδότησης και της ευκολότερης αδειοδότησης του σταθμού).
- 2.) Όταν μια εγκατάσταση χρησιμοποιεί το δίκτυο ως εναλλακτική πηγή τροφοδότησης ηλεκτρικής ενέργειας σε περίπτωση που η παραγωγή του τοπικού σταθμού δεν επαρκεί κάποιες ώρες της ημέρας για να τροφοδοτήσει τις ενεργειακές ανάγκες της εγκατάστασης. Στις παραπάνω περιπτώσεις η εγκατάσταση μπορεί να απορροφά ενέργεια από το δίκτυο για να συμπληρώσει τις ενεργειακές τις ανάγκες. Επίσης, μπορεί να συμβαίνει και το αντίστροφο. Δηλαδή, όταν η ενέργεια που παράγεται από την μονάδα είναι περισσότερη από αυτήν που καταναλώνεται, η περίσσεια της ενέργειας μπορεί να διοχετεύεται στο δίκτυο. Ένα τέτοιο σύστημα θα πρέπει να διαθέτει δύο μετρητικά συστήματα, το ένα από τα οποία θα μετρά την εξερχόμενη ενέργεια και το άλλο την εισερχόμενη.
- 3.) Όταν μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχει αποκλειστικό στόχο την απορρόφηση ενέργειας από το ηλεκτρικό δίκτυο γιατί η ποσότητα ενέργειας που παράγει εξ ορισμού δεν καλύπτει τις ενεργειακές τις ανάγκες. Ουσιαστικά, ο σχεδιασμός του συστήματος γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ότι το σύνολο της ενέργειας που παράγεται θα απορροφάται από τις ηλεκτρικές καταναλώσεις της εγκατάστασης.

Χρήσεις Φ/Β Συστημάτων

- 1.) Σε οικοδομήματα (οικιακά ή βιομηχανικά): Η τεχνολογία των ενσωματωμένων σε κτίσματα φωτοβολταϊκών είναι ένας από τους ταχύτατα αναπτυσσόμενους τομείς της φωτοβολταϊκής βιομηχανίας. Συγκεκριμένα, μια φωτοβολταϊκή συστοιχία ενσωματώνεται στην στέγη ή τους τοίχους ενός κτιρίου και μπορεί να αποτελέσει την κύρια ή την βοηθητική πηγή ηλεκτρικής ισχύος. Εναλλακτικά, μια συστοιχία μπορεί να τοποθετηθεί ξεχωριστά από το κτίριο και να συνδεθεί μέσω καλωδίου με την ισχύ που παρέχεται στο κτίριο.
- 2.) Στις μεταφορές: Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται παραδοσιακά ως βοηθητικές πηγές ενέργειας σε δορυφόρους και διαστημόπλοια. Επιπλέον, η χρήση τους ως πηγές ενέργειας σε αυτοκίνητα και λέμβους παρουσιάζει άνοδο τα τελευταία χρόνια.
- 3.) Αυτόνομες συσκευές : Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δώσει ενέργεια σε μια συσκευή (για παράδειγμα, οι μικροϋπολογιστές τσέπης που δεν διαθέτουν μπαταρία και λειτουργούν απλώς με την έκθεσή τους στο φως) ή για τη φόρτιση μιας μπαταρίας. Σε περιπτώσεις απομακρυσμένων συσκευών που το κόστος σύνδεσης με το δίκτυο είναι απαγορευτικά ακριβό η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας αποτελεί την βέλτιστη λύση. Τέτοια παραδείγματα είναι η χρήση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας για ενεργειοδότηση των μετρητών σε χώρους στάθμευσης ή απομακρυσμένων τηλεφώνων εκτάκτου ανάγκης σε εθνικές οδούς.
- 4.) Παροχή ηλεκτρισμού σε υπαίθριες περιοχές : Ιδιαίτερα σε αναπτυσσόμενες χώρες, όπου πολλά χωριά βρίσκονται πολύ μακριά από το ηλεκτρικό δίκτυο, οι ηλιακά τροφοδοτούμενες ενδεικτικές λυχνίες (EEE) έχουν αρχίσει να αντικαθιστούν τους παραδοσιακά χρησιμοποιούμενους λαμπτήρες κηροζίνης.

Σε πολλές χώρες έχουν ξεκινήσει προγράμματα επιδότησης των επενδύσεων σε φωτοβολταϊκά των οποίων η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια εισάγεται στα δημόσια δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Τα προγράμματα αυτά έχουν στόχο τη διαφοροποίηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και τη σταδιακή απεξάρτησή της από το πετρέλαιο.

Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Φ/Β Συστημάτων

Εκτός των πλεονεκτημάτων που έχουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα επειδή ανήκουν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας διαθέτουν επιπλέον ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που τα καθιστούν μια δελεαστική εναλλακτική πρόταση για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα επιπρόσθετα πλεονεκτήματά τους είναι τα εξής:

- 1.) Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα
- 2.) Το κόστος λειτουργίας τους είναι χαμηλό (δεν απαιτείται καύσιμο)
- 3.) Η εγκατάστασή τους δεν είναι χρονοβόρα
- 4.) Διαθέτουν αξιοπιστία κατά την λειτουργία
- 5.) Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη
- 6.) Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης
- 7.) Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας
- 8.) Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών
- 9.) Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε νέες ή ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου
- 10.) Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα φωτοβολταϊκά

συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες).

- 11.) Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημά τους είναι ότι μπορούν να διασυνδεθούν με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πουλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου.

Τα μειονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι τα ακόλουθα:

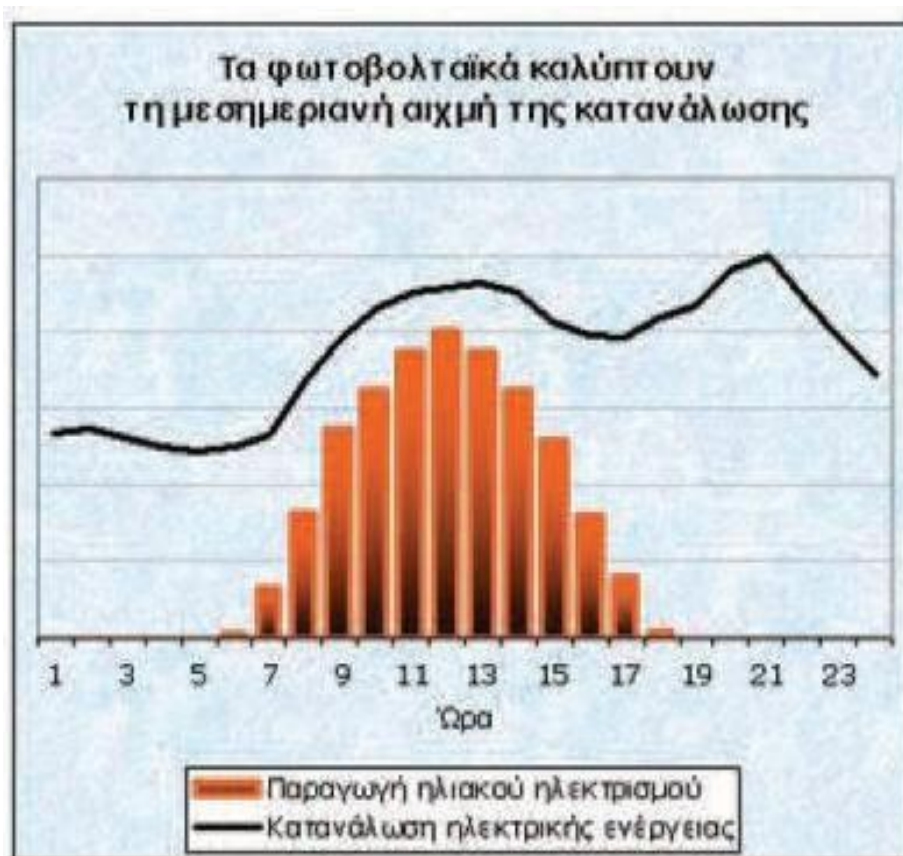
- 1.) Έλλειψη οικονομικής και αποδοτικής αποθήκευσης της ενέργειας
- 2.) Το κόστος εγκατάστασης είναι αρκετά υψηλό, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις. Μια ενδεικτική τιμή είναι 6000 ευρώ ανά εγκατεστημένο kW ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 kw, είναι φανερό ότι το κόστος της εγκατάστασης είναι υψηλό. Ωστόσο, το κόστος αυτό μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια ενώ το φωτοβολταϊκό σύστημα θα συνεχίσει να παράγει ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια.

Φ/Β Συστήματα στην Ελλάδα

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο της για το 2020 το 20% της κατανάλωσης ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές. Ως προς την ηλιοθερμική ενέργεια, η Ελλάδα ήταν πρωτοπόρος χώρα στην Ευρώπη τις τελευταίες δεκαετίες με περίπου ένα εκατομμύριο εγκατεστημένους ηλιακούς θερμοσίφωνες.

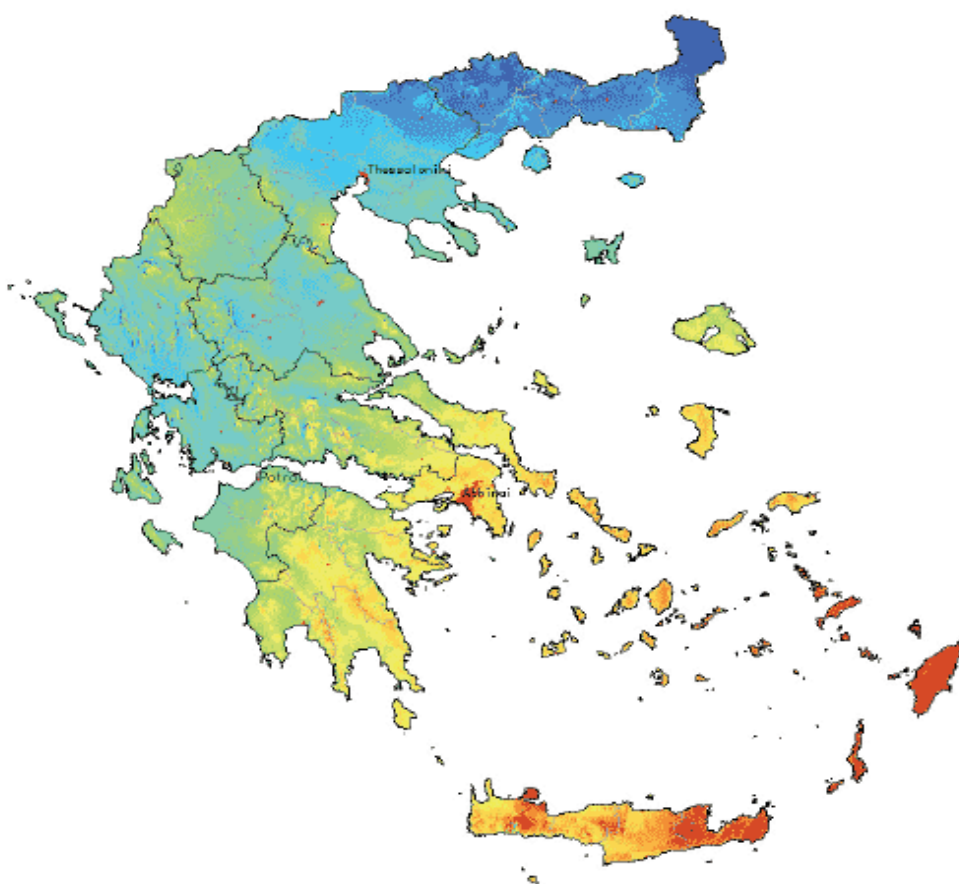
Οι προϋποθέσεις για τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι πολύ καλές αφού παρουσιάζουν την μέγιστη παραγωγή τις ώρες της ημέρας που και η ζήτηση φτάνει στο μέγιστο και η ΔΕΗ ζητά από όλους τους καταναλωτές να περιορίσουν την κατανάλωση ή αναγκάζεται να κάνει περικοπές (ελεγχόμενα blackouts).

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα επιδοτούνται από το Ελληνικό κράτος μέσω του νέου επενδυτικού νόμου Ν. 3522/06 και του αναπτυξιακού νόμου Ν.3299/04 για επενδυτές μεσαίας και μεγάλης κλίμακας.



Ημερήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και παραγωγή της από φωτοβολταϊκά.

Σε γενικές γραμμές, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο ετησίως περίπου 1.300 κιλοβατώρες ανά εγκατεστημένο kw.(kWh/έτος/kW). Προφανώς στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό συγκριτικά με τις βόρειες. Ενδεικτικά, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Αθήνα αποδίδει 1.250-1.450 kWh/έτος/kW, στη Θεσσαλονίκη 1.150-1.275 kWh/έτος/kW και στην Κρήτη ή στη Ρόδο 1.400-1.500 kWh/έτος/kW.



Χαμηλότερη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού  Υψηλότερη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού

Χάρτης με την κατανομή της ηλιακής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά την ελληνική επικράτεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Αδειοδότηση

Φορείς και Διαδικασίες εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων

Οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί ισχύος άνω των 20 kW έως και 150 kW δεν υπόκεινται σε υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής και κατ' επέκταση αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας.

Απαιτούνται :

- Λήψη εξαιρέσης από την υποχρέωση χορήγησης άδειας παραγωγής από τη ΡΑΕ (Πανεπιστημίου 69 και Αιόλου Τ.Κ. 105 64 Αθήνα τηλ. 210- 3727400)
- Έγκριση περιβαλλοντικών όρων από την αρμόδια Διοικητική Περιφέρεια σύμφωνα με την ΚΥΑ υπ' αριθμ. οικ.104247 (ΦΕΚ 63B/26-5-2006).
- Σύμβαση σύνδεσης με τη ΔΕΗ Α.Ε.
- Σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας με το ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε. (ή τη ΔΕΗ Α.Ε. για τα Μη Διασυνδεδεμένα νησιά).

Σύνδεση φωτοβολταϊκών συστημάτων με το δίκτυο της ΔΕΗ Α.Ε.

Η διαδικασία για τη σύνδεσή τους διεκπεραιώνεται από τα κατά τόπους γραφεία της ΔΕΗ Α.Ε. (Έδρες Περιοχών Διανομής), όπου ο ενδιαφερόμενος μπορεί να απευθύνεται για τυχόν λεπτομέρειες. Τα τηλέφωνα αναγράφονται στους λογαριασμούς ρεύματος

Ακολουθεί Πληροφοριακό Δελτίο και Αίτηση για τη σύνδεση του φωτοβολταϊκού σταθμού με το δίκτυο.

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΔΕΛΤΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ
ΙΣΧΥΟΣ ΜΕΧΡΙ 100kW

Διαδικασία Σύνδεσης

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' αριθ. 1 έως και 9 του εντύπου αίτησης.⁽¹⁾

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.⁽²⁾

Βήμα 4: Κατάρτιση από τη ΔΕΗ της Σύμβασης Σύνδεσης και τηλεφωνική ειδοποίηση του ενδιαφερόμενου να προσέλθει για την υπογραφή της. 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. 10 έως και 14 του εντύπου αίτησης⁽³⁾ και έχει υπογράψει συμβόλαιο κατανάλωσης ρεύματος.⁽⁴⁾

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.⁽⁵⁾

Διευκρινίσεις επί της Διαδικασίας

(1) Σε περίπτωση που τα στοιχεία της αίτησης δεν είναι πλήρη, ή τα συνυποβαλλόμενα έγγραφα και στοιχεία είναι ελλιπή, η αίτηση δεν παραλαμβάνεται. 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.

(2) Η υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης προηγείται και είναι προαπαιτούμενη της υπογραφής της Σύμβασης Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας (η τελευταία υπογράφεται με το ΔΕΣΜΗΕ προκειμένου για το διασυνδεδεμένο σύστημα ή με τη ΔΕΗ προκειμένου για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά). Η υπογραφή της Σύμβασης Πώλησης προηγείται και είναι προαπαιτούμενη της ενεργοποίησης της σύνδεσης.

(3) Στο έγγραφο της αρμόδιας Πολεοδομικής Υπηρεσίας (υπ' αριθ. 14 του εντύπου αίτησης) θα επισυνάπτονται και τα στοιχεία υπ' αριθ. 5 του εντύπου αίτησης (τοπογραφικό σχέδιο και χάρτης ΓΥΣ), θεωρημένα από την Πολεοδομική Υπηρεσία. Σε περίπτωση που τα στοιχεία υπ' αριθ. 5 του εντύπου αίτησης είναι αθεώρητα, θα πρέπει να ταυτίζονται πλήρως με τα συνυποβαλλόμενα με το υπ' αριθ. 14 έγγραφο της Πολεοδομικής Υπηρεσίας για την πλήρη ταυτοποίηση του υπό σύνδεση σταθμού. Η Υπεύθυνη Δήλωση Ηλεκτρολόγου Εγκαταστάτη (Υ.Δ.Ε.) που θα προσκομιστεί (υπ' αριθ. 11 του εντύπου αίτησης), θα συνοδεύεται από βεβαίωση της αρμόδιας ΔΟΥ.

(4) 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.

(5) 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.

Τεχνικές Διευκρινίσεις

Σταθμοί ισχύος μέχρι 100 kW συνδέονται στο δίκτυο χαμηλής τάσης, μέσω μονοφασικής παροχής προκειμένου για ισχύ μέχρι 5 kW και τριφασικής παροχής προκειμένου για ισχύ άνω των 5 kW και μέχρι τα 100 kW.

Οι προεπιλεγμένες τιμές ρυθμίσεων των προστασιών ορίων τάσεως και συχνότητας θα πρέπει να είναι οι εξής:

| | Διασυνδεδεμένο Σύστημα | Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά |
|-----------|-------------------------------|--------------------------------|
| Τάση | -20% έως +15% της ονομαστικής | -20% έως +15% της ονομαστικής |
| Συχνότητα | +/- 0,5 Hz | από 51 Hz έως 47,5 Hz |

· Η Ολική Αρμονική Παραμόρφωση (THD) του ρεύματος των αντιστροφών δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 5%.

· Εφόσον οι αντιστροφείς δεν διαθέτουν μετασχηματιστή απομόνωσης, η έγχυση συνεχούς ρεύματος θα πρέπει να περιορίζεται στο 0,5% του ονομαστικού.

- Η προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης 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.

Μελέτη και Προυπολογισμός

Η διαδικασία εγκατάστασης φωτοβολταϊκού σταθμού περιλαμβάνει τα παρακάτω βασικά βήματα:

- 1) Μελέτη: Βελτιστοποίηση συνδυασμού Φ/Β γεννητριών και μετατροπών δικτύου για τον συγκεκριμένο χώρο επένδυσης. Χωροταξική τοποθέτηση του υλικού για τη βελτιστοποίηση της κάλυψης και την ελαχιστοποίηση των απωλειών. Ενεργειακή μελέτη απόδοσης του Φ/Β πάρκου.
- 2) Σχέδια εγκατάστασης.
- 3) Υλοποίηση κατασκευής βάσεως (συναρμολόγηση).
- 4) Στήριξη Φ/Β γεννητριών επί των βάσεων .
- 5) Υλοποίηση καλωδίωσης (υλικό και εργασία τοποθέτησης) μεταξύ των Φ/Β και των μετατροπών ισχύος. Επίσης διασύνδεση των μεταλλικών στηρίξεων με την γείωση του πάρκου.
- 6) Διατάξεις ζεύξης/απόζευξης Φ/Β (υλικό και εργασία τοποθέτησης).
- 7) Πίνακες συνδέσεων των Φ/Β (υλικό και εργασία τοποθέτησης).

- 8) Υλοποίηση καλωδίωσης (υλικό και εργασία) μεταξύ μετατροπέων ισχύος με κεντρικό πίνακα AC.
- 9) Κεντρικός πίνακας AC (υλικό και εργασία τοποθέτησης) Σε περίπτωση όπου το Φ/Β πάρκο είναι ισχύος μεγαλύτερη των 100kWp η εγκατάσταση συμπεριλαμβάνει και τις διατάξεις ανύψωσης (Μ/Σ μέσης τάσης απόδοσης περίπου 90% με τους ανάλογους διακόπτες Χ.Τ. και Μ.Τ. εγκατεστημένους εντός οικίσκου)

Επιπλέον Κόστη:

Για την υλοποίηση ενός Φ/Β πάρκου υπάρχουν επιπλέον πηγές κόστους οι οποίες δεν είναι αναγνωρίσιμες άμεσα αλλά επηρεάζουν σε μικρό ή μεγάλο βαθμό την τελική κοστολόγηση.

Οι παράγοντες αυτοί είναι:

- 1) Άδειες και προετοιμασία χαρτιών και φακέλων. Για την ολοκλήρωση των διαδικασιών ίσως απαιτηθούν κάποιες άδειες και πιθανά κάποιες μελέτες. Ειδικότερα εάν γίνει προσπάθεια ένταξης στον αναπτυξιακό νόμο τότε θα υπάρχει και κάποιο κόστος προετοιμασίας φακέλου. Συνήθως η πληρωμή του είναι εφόσον ενταχθεί το έργο στον αναπτυξιακό.
- 2) Διαμόρφωση οικοπέδου. Χωματουργικές εργασίες καθώς και εργασίες υποδομής (βάσεις μπετού, σωληνώσεις για τις καλωδιώσεις, περιφράξεις, φρεάτια, πιθανά οικίσκος κ.α.)
- 3) Γείωση. Το θέμα της γείωσης είναι σοβαρός παράγοντας κοστολογίου καθώς είναι άμεσα συνδεδεμένο με την ποιότητα εδάφους οπότε και δεν υπάρχει εξ αρχής κάποια ένδειξη κόστους
- 4) Αντικεραυνική προστασία. Όπως και με τη γείωση η επιλογή της κατάλληλης αντικεραυνικής προστασίας επηρεάζεται άμεσα από το έδαφος (ποιότητα γείωσης) καθώς και από το συνολικό ποσό που διατίθεται ο

εκάστοτε επενδυτής να διαθέσει για αυτό το σκοπό. Δεν υπάρχει παγιωμένο κοστολόγιο.

5) Φύλαξη και επιτήρηση του χώρου. Με δεδομένο ότι το συνολικό κόστος επένδυσης είναι σε υψηλά επίπεδα θα πρέπει να γίνει μέριμνα από τον τελικό επενδυτή συστήματος φύλαξης και επιτήρησης της περιουσίας του.

6) Σύμβαση με ΔΕΗ. Πλέον του σταθερού τιμολογίου που αφορά τους μετρητές

Η ΔΕΗ έχει την επιλογή και τη δυνατότητα κοστολόγησης καθώς είναι ο μόνος υπεύθυνος να αποφανθεί για τη διαδικασία και το κόστος που πηγάζει από αυτήν.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

Προτεινόμενη θέση ανέγερσης εγκατάστασης

Βρίσκεται στο Νομό Χανίων, στην τοποθεσία Βάμος με συντεταγμένες 35°24'12.48"B μήκος και 24°10'50.45"A πλάτος όπως παρουσιάζεται στο γενικό χάρτη της περιοχής. Η πρόσβαση γίνεται μέσω υφιστάμενης αγροτικής οδού στις παρυφές της θέσης εγκατάστασης του Φωτοβολταικού Πάρκου. Η προβλεπόμενη έκταση γης για την κατασκευή του Έργου είναι περίπου 5 στρέμματα. Το γήπεδο έχει μηδενική κλίση και είναι, εξαιρετικά ηλιόλουστο αφού κανένα βουνό η λόφος δεν το σκιάζει από την ανατολή έως την δύση του ηλίου. Το προτεινόμενο γήπεδο είναι ιδιόκτητο απο ιδιώτη.

Από τα μετεωρολογικά στοιχεία τεκμηρίωσης ηλιακής ενέργειας, που συλλέχθηκαν, η περιοχή δεν έχει ιδιαίτερες σωρεύσεις νεφών, και έχει υψηλή ηλιοφάνεια, με συνεχείς ήπιους σχετικά ανέμους που συνεισφέρουν στον δροσισμό της μονάδος, συμβάλλοντας έτσι σε καλύτερη απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Η επιλογή της θέσης έγινε μετά από σχολαστική έρευνα ώστε :

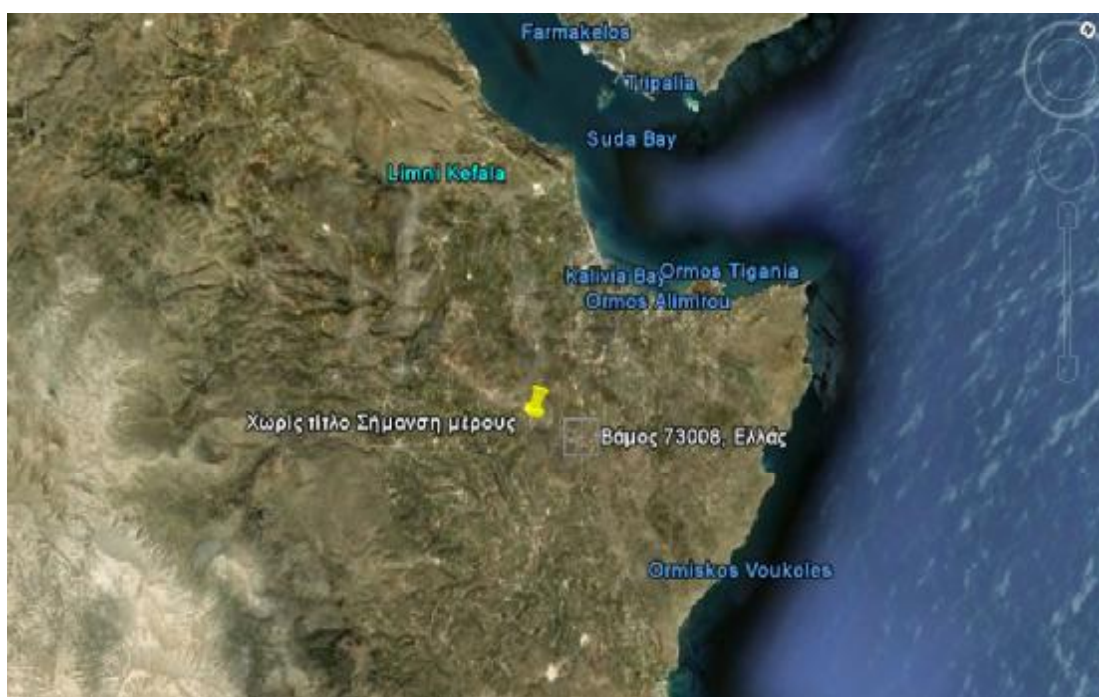
1. να ικανοποιεί τους περιορισμούς που προβλέπονται στην σχετική νομοθεσία δηλαδή να μην είναι σε Πυρήνες Εθνικών Δρυμών, Αισθητικά δάση, Προστατευόμενες περιοχές άρθρου 21 Ν 1650 ή άρθρου 3044/2002, να μην είναι οικότοπος, περιοχή ορνιθοπανίδας, αρχαιολογικός χώρος, πολιτιστικό μνημείο, αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας, ζώνη αναδασμού, αρδευόμενη έκταση, η οργανωμένη ζώνη δευτερογενούς ή τριτογενούς τομέα.
2. να μην επηρεάζει αρνητικά το περιβάλλον, τους υπάρχοντες οικισμούς, και γενικώς καμία από τις εν γένει δραστηριότητες της ευρύτερης περιοχής.

3. να μην είναι ορατό από οικισμούς.

Η χωροθέτηση του φωτοβολταϊκού σταθμού θα γίνει με νότιο προσανατολισμό. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα εγκατασταθούν σε συστήματα παρακολούθησης της πορείας ήλιου ηλιοπαρακολουθητές προς 2 κατευθύνσεις (2-axis).

Συγκεκριμένα θα εγκατασταθούν 26 συστήματα παρακολούθησης του ήλιου σε καθένα από τα οποία θα εγκατασταθούν 17 φωτοβολταϊκά πλαίσια. Η απόσταση μεταξύ των συστημάτων θα είναι τέτοια έτσι ώστε να αποφευχθούν φαινόμενα σκίασης ακόμη και κατά την διάρκεια των χειμερινών μηνών όταν ο ήλιος φθάνει έως 25 μοίρες σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο.

Το γήπεδο που επιλέχθηκε για την εφαρμογή του φωτοβολταϊκού πάρκου έχει διαστάσεις ικανές έτσι ώστε να περικλείει τις συστοιχίες του Φωτοβολταϊκού Πάρκου και τους αντιστροφείς, κα να μη σκιάζεται κανένα φωτοβολταϊκό στοιχείο.



ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ, ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΟΥ ΑΠΑΡΤΙΖΟΥΝ ΤΟΝ ΣΤΑΘΜΟ (KW)

Το προτεινόμενο φωτοβολταϊκό Πάρκο, ισχύος 99,36 kW θα κατασκευασθεί επί ιδιόκτητου γηπέδου επιφάνειας 4.850 τ.μ. Ο προτεινόμενος Φωτοβολταϊκός Σταθμός θα αποτελείται από 427 φωτοβολταϊκά πλαίσια τοποθετημένα σε 26 τροchioδεικτικά συστήματα παρακολούθησης τροχιάς του ήλιου προς δυο κατευθύνσεις.

Τα πλαίσια τοποθετούνται ανά 17 και δημιουργούν ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο. Προφανώς για να είμαστε μέσα στα πλαίσια έντασης, τάσης και ισχύος των αντιστροφών θα συνδέσουμε τα πάνελ δημιουργώντας 15 δομοστοιχείες επί 3 στοιχειοσειρές και άλλες 8 δομοστοιχείες επί 2 στοιχειοσειρές(strings). Θα εγκατασταθούν συνολικά 427 φωτοβολταϊκά στοιχεία.

Το προτεινόμενο φωτοβολταϊκό πάρκο θα είναι ανεξάρτητη μονάδα ηλεκτροπαραγωγής και θα διασυνδέεται με την ΔΕΗ μέσω του δικτύου αυτής, και συγκεκριμένα μέσω του δικτύου χαμηλής τάσεως 220V στο οποίο και θα διαχέεται η παραγόμενη ενέργεια.

Το υφιστάμενο δίκτυο μέσης και χαμηλής τάσης της ΔΕΗ, δύναται να απορροφήσει το σύνολο της παραγόμενης ενέργειας χωρίς καμία απαίτηση περαιτέρω ενίσχυσης των καλωδίων του. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αυτά αφού συνδεθούν μεταξύ τους σειριακά και παράλληλα, καταλήγουν στον Αντιστροφέα (inverter) και από εκεί στον μετασχηματιστή χαμηλής τάσεως.

Η εν συνεχεία σύνδεση του φωτοβολταϊκού σταθμού με το δίκτυο χαμηλής τάσης 220V της ΔΕΗ γίνεται μέσω αυτόματου αποζεύκτη ο οποίος και θα προστατεύει την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών, ή θα διακόπτει την σύνδεση με το δίκτυο σε περίπτωση συντήρησης του δικτύου.

Ο κεντρικός πίνακας χαμηλής τάσης καθώς και οι λοιπές απαιτούμενες βοηθητικές διατάξεις θα στεγαστούν εντός οικίσκου ελέγχου. Ακόμη θα εγκατασταθεί σύστημα κεντρικού εποπτικού ελέγχου και τηλεπίβλεψης.

Ενεργειακή Μελέτη & Υπολογισμός παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη για τον υπολογισμό της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας υπακούει στο βασικό μοντέλο υπολογισμού των απωλειών κατά τις ενεργειακές μετατροπές από την είσοδο του συστήματος (προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία) έως την έξοδο του συστήματος (σημείο διασύνδεσης με το δίκτυο της Δ.Ε.Η.).

Συγκεκριμένα υπολογίζονται με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της συγκεκριμένης περιοχής η φωτοβολταϊκή μετατροπή, οι απώλειες καλωδιώσεων μεταφοράς του συνεχούς ρεύματος στον μετατροπέα dc/ac, οι απώλειες μετατροπής από συνεχές σε εναλλασσόμενο ρεύμα όπως και οι απώλειες του μετατροπέα και οι απώλειες του καλωδίου μεταφοράς του εναλλασσόμενου ρεύματος.

Οι τιμές για την ηλιακή ακτινοβολία της περιοχής έχουν ληφθεί συνδυαστικά αφενός από την Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων PVGIS και αφετέρου από την διεθνή βάση METEONORM. Όλες οι τιμές προσαρμόστηκαν με βάση το πρότυπο του λογισμικού Sunny Design μέσω του οποίου έχει γίνει η ανάλυση και προσομοίωση λειτουργίας του πάρκου.

Επιπλέον κλιματικά δεδομένα για την ταχύτητα των ανέμων, την υγρασία και την θερμοκρασία της περιοχής αντλήθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία Ελλάδος. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία τόσο της ηλιακής ακτινοβολίας όσο της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος όπως και της ταχύτητας των ανέμων έχει γίνει και ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών.

Παράμετροι λειτουργίας

Οι ηλεκτρικές παράμετροι των φωτοβολταϊκών πάνελ για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης πάρθηκαν από τα φυλλάδια των κατασκευαστών και αφορούν την λειτουργία σε τυπικές συνθήκες δοκιμών (STC) με ηλιακή σταθερά $S=1376 \text{ W/m}^2$, (η οποία προκύπτει από τα δεδομένα της περιοχής).

Αναλυτικά έχουμε:

Ακτινοβολία : 1 KW /m^2

Φασματική κατανομή : Air Mass 1.5

Θερμοκρασία στοιχείου : $25^\circ \text{ C} \pm 2^\circ \text{ C}$

Προσαρμογή παραμέτρων στις συνθήκες λειτουργίας για την γεωγραφική θέση της εγκατάστασης.

Οι θερμοκρασιακές παράμετροι σύμφωνα με τα φυλλάδια των κατασκευαστών για συνθήκες κανονικής λειτουργίας (NOCT, Normal Operating Cell Temperature), είναι:

Ακτινοβολία : 0.8 KW/m^2

Φασματική κατανομή : Air Mass 1.5

Θερμοκρασία περιβάλλοντος : 47° C

Ταχύτητα ανέμου : 1 m/s

Προσανατολισμός πάνελ

Στην παρούσα μελέτη λαμβάνεται υπόψη ότι τα φωτοβολταϊκά πάνελ είναι τοποθετημένα σε συστήματα παρακολούθησης της τροχιάς του ήλιου (tracker) τα οποία έχουν δυνατότητα κίνησης προς 2 κατευθύνσεις. Επιπλέον λαμβάνεται υπόψη η όποια σκίαση μεταξύ των συστημάτων tracker καθόλη τη διάρκεια της ημέρας, από την ανατολή έως και την δύση εφόσον κατά την εγκατάσταση θα τηρηθούν οι προτεινόμενες αποστάσεις που έχουν υπολογιστεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Υλικά και τεχνολογίες φωτοβολταϊκών στοιχείων

Οι κύριες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι:

Τεχνολογία παραγωγής ημιαγωγίμων υλικών με κρυσταλλική δομή, τα οποία στην πλειοψηφία τους αποτελούνται από πυρίτιο (Si), άμορφο ή κρυσταλλικό (πολυκρυσταλλικό ή μονοκρυσταλλικό).

Τεχνολογία λεπτών υμενίων (thin film), με πάχος στοιχείων κλίμακας μm.

Τεχνολογίες παραγωγής με περιορισμένες απώλειες καθαρού πυριτίου, όπως η μέθοδος EFG και String Process.

Το πυρίτιο βρίσκεται σε διάφορα ορυκτά και πετρώματα που αποτελούν σχεδόν το 87% του φλοιού της γης, ενώ αποτελεί το δεύτερο σε αφθονία χημικό στοιχείο στη φύση. Το καθαρό πυρίτιο παράγεται με πολύπλοκη διαδικασία αφαίρεσης προσμίξεων που περιέχει και μειώνουν την ικανότητα ημιαγωγιμότητάς του. Τα περισσότερα εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούνται από κυψέλες κρυσταλλικού πυριτίου, μονοκρυσταλλικού ή πολυκρυσταλλικού, η απόδοση των οποίων κυμαίνεται μεταξύ 13% και 16%.

Το κόστος τους παραμένει σχετικά υψηλό, ενώ ο χρόνος απόδοσης ενέργειας κυμαίνεται σε 2-6 χρόνια κανονικής λειτουργίας. Οι φωτοβολταϊκές κυψέλες άμορφου πυριτίου χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές μικρής κλίμακας. Το χαμηλότερο κόστος κατασκευής τους και η μικρότερη απόδοση τους, που κυμαίνεται μεταξύ 5%-6% σε σχέση με τις κυψέλες κρυσταλλικού πυριτίου, οφείλονται στον τρόπο κατασκευής των ημιαγωγών, οι οποίοι αποτελούνται από μια εξαιρετικά λεπτή στρώση πυριτίου εφαρμοσμένη επάνω σε συγκεκριμένο υπόστρωμα, συνήθως

συνθετικό φύλλο.

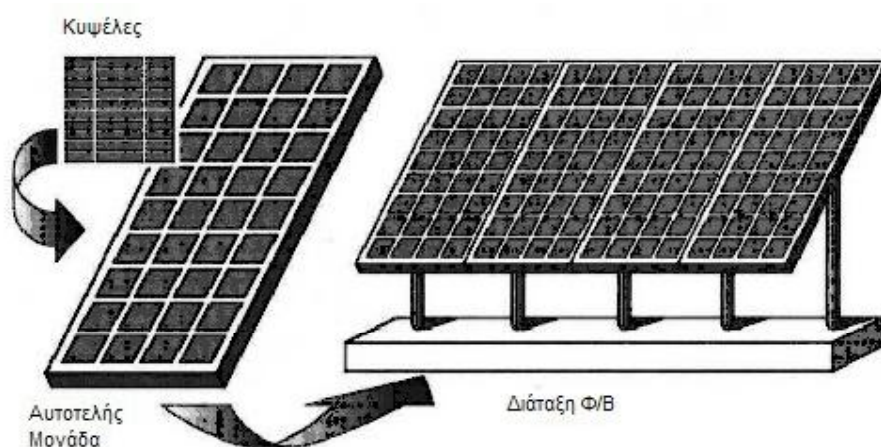
Ο χρόνος απόδοσης της ενέργειας των κυψελών άμορφου πυριτίου κυμαίνεται σε 1-3 χρόνια κανονικής λειτουργίας. Με σκοπό την ελάττωση του κόστους της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων ακολουθεί την τεχνολογία των ημιαγωγών λεπτής στρώσης. Με την προσθήκη στο άμορφο πυρίτιο συγκεκριμένης ποσότητας ορισμένων χημικών στοιχείων αυξάνεται η απόδοση της ηλιακής κυψέλης χωρίς αύξηση του κόστους κατασκευής.

Τα Φ/Β λεπτού υμενίου (thin film) είναι εύκαμπτα, με χαμηλό βάρος αλλά σχετικά χαμηλή απόδοση, ωστόσο έχουν αρχίσει να διεισδύουν δυναμικά στις αγορές των ενσωματωμένων Φ/Β σε κτίρια ως αρχιτεκτονικά στοιχεία.

Οι κρύσταλλοι και η μορφή λεπτού φιλμ διαφέρουν μεταξύ τους όσον αφορά την απόδοση απορρόφησης του φωτός, την απόδοση μετατροπής της μίας ενέργειας στην άλλη, την τεχνολογία κατασκευής και το κόστος κατασκευής.

Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα συντίθενται από μοναδιαία τυποποιημένα στοιχεία και για αυτό το λόγο χαρακτηρίζονται από ευελιξία αύξησης ή μείωσης της παραγόμενης ισχύος με ανάλογη αύξηση ή μείωση του αριθμού των στοιχείων, για την κάλυψη αντίστοιχων αναγκών. Η επόμενη εικόνα παρουσιάζει τη διάταξη των φωτοβολταϊκών πλαισίων.



Διάταξη φωτοβολταϊκών πλαισίων

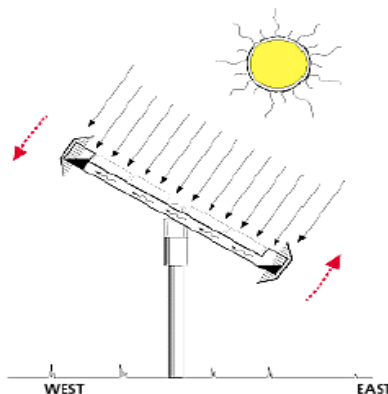
Κατά την εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση της απόστασης του από την κατανάλωση. Ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής, τα πλαίσια μπορούν να τοποθετηθούν ελεύθερα στο έδαφος, επάνω σε κτίρια ή σε άλλες κατασκευές ακόμη και να χρησιμοποιηθούν ως δομικά στοιχεία και υλικά επικάλυψης στεγών.

Στην περίπτωση απομακρυσμένης ηλεκτροδότησης, οι φωτοβολταϊκές μονάδες διασυνδέονται μεταξύ τους και στηρίζονται σε μεταλλικά πλαίσια. Πιο συγκεκριμένα, τα μεταλλικά αυτά πλαίσια, στην απλούστερη μορφή τους, είναι ακίνητα και στερεώνονται στο έδαφος με διάφορες μεθόδους, όπως η πασσαλόπηξη. Πάνω τους στερεώνονται τα φωτοβολταϊκά πάνελ και συνδέονται μεταξύ τους

ανάλογα με την εφαρμογή.

Σε πολλά φωτοβολταϊκά συστήματα υπάρχουν 2-3 επίπεδα κλίσης ως προς το οριζόντιο επίπεδο, ώστε να μεγιστοποιείται η απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας σε διαφορετικούς μήνες αλλά και ώρες της ημέρας. Πιο περίπλοκη είναι η εγκατάσταση με μετακινούμενο τον ένα άξονα ώστε να παρακολουθεί την πορεία του ήλιου. Ο άξονα αυτός μπορεί να είναι είτε ως προς το οριζόντιο επίπεδο, κι έτσι η γωνία εγκατάστασης ως προς αυτό να μεταβάλλεται μέρα με την ημέρα, είτε ως προς το αζιμούθιο (ως προς το νότο) ώστε να μεταβάλλεται η θέση του φωτοβολταϊκού ακολουθώντας την ημερήσια κίνηση του ήλιου. Η

πιο περίπλοκη διάταξη είναι εκείνη που μοιάζει με το ηλιοτρόπιο και προβλέπει κίνηση σε 2 άξονες παρακολουθώντας την πορεία του ηλίου κατά την διάρκεια της ημέρας και των εποχών. Επίσης, εκτιμάται ότι η χρήση επιπέδων κλίσης αυξάνει την απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας κατά 20-45%. Ωστόσο, όσο πιο περίπλοκη είναι η διάταξη στήριξης και εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών τόσο πιο αυξημένες είναι οι ανάγκες επιτήρησης και συντήρησής τους.

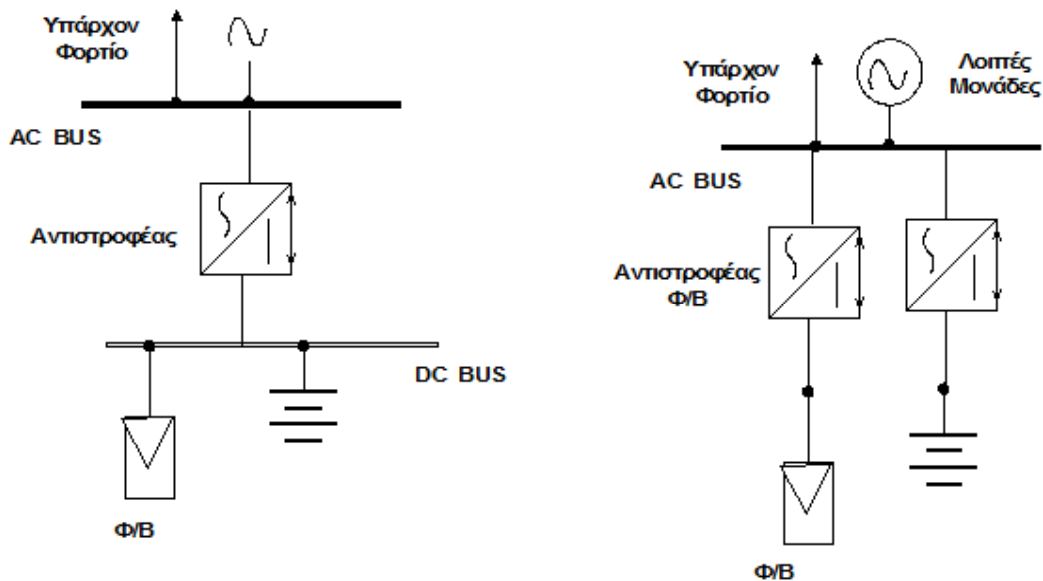


Φωτοβολταϊκή διάταξη με κινητό μέρος

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα παράγουν συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα (DC). Αν υπάρχουν τέτοιου είδους καταναλώσεις, τότε μπορούν να τροφοδοτηθούν απ' ευθείας ή συνήθως με τη βοήθεια συσσωρευτών χωρίς άλλες διατάξεις μετατροπής, ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία συσκευών και όταν δεν υπάρχει δυνατότητα παραγωγής. Κάτι τέτοιο αφορά όμως μικρές και αυτόνομες καταναλώσεις. Οι

καταναλωτές στην πλειονότητά τους ωστόσο, απαιτούν εναλλασσόμενο ρεύμα (AC). Πιο συγκεκριμένα, το συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από το φωτοβολταϊκό μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο με τη βοήθεια αντιστροφέα DC-AC, μία διάταξη ηλεκτρονικών ισχύος με κατάλληλη διακοπτική συχνότητα και παροχή ενεργού ισχύος.

Επιπλέον, για την εξομάλυνση της τάσης και την αποφυγή αρμονικών πολλαπλάσιας συχνότητας από εκείνης του δικτύου απαιτείται η χρήση κατάλληλων φίλτρων συχνότητας πριν τη διασύνδεση του αντιστροφέα με το δίκτυο, έτσι ώστε η παραγόμενη τάση να έχει μορφή που πλησιάζει κατά το δυνατόν περισσότερο την ιδανική ημιτονοειδή καμπύλη. Το τελικό σημείο διασύνδεσης αν πρόκειται για διασυνδεδεμένο grid-connected δίκτυο είναι ο μετρητής ενέργειας για την αποζημίωση του κατόχου της εγκατάστασης.



Φωτοβολταικά Πάνελ



Για την κατασκευή του πάρκου των 100kW θα χρησιμοποιήσουμε τα φωτοβολταικά πάνελ CSI CS5P-230M της εταιρίας Canadian Solar πολυκρυσταλλικού πυριτίου ισχύος 230W το καθένα.

Άρα για την κατασκευή θα χρειαστούμε 435 τεμάχια. Τα επιμέρους χαρακτηριστικά τους είναι τα εξής:

- 1.) 96 πολυκρυσταλλικά ηλιακά κύτταρα αποτελούν το κάθε πανελ.
- 2.) Πρόσθετη αλουμινένια ενίσχυση για το πλαίσιο τους για την αντιμετώπιση ισχυρών ανέμων και φορτίων χιονιού.

- 3.) Ενισχυμένη επιφάνια ηλιακού γυαλιού υψηλής διαφάνειας επιτρέπει τη μέγιστη ελαφριά διαπερατότητα ενισχύοντας την ακαμψία του πάνελου.
- 4.) Προηγμένη ενθυλάκωση κυττάρων: Τα διασυνδεδεμένα κύτταρα ενσωματώνονται στην εξαιρετικά διαφανή επιφάνεια με τα πολυστρωματικά πίσω φύλλα για την πρόσθετη προστασία στις καιρικές μεταβολές.
- 5.) Βελτιστοποιημένη περιοχή επιφάνειας ενότητας: Η απόσταση μεταξύ της άκρης πλαισίων και των στοιχείων κυκλώματος κυττάρων υπολογίζεται σύμφωνα με την ηλεκτρική βελτιστοποίηση παραγωγής.

Τα συγκεκριμένα πάνελ είναι τα ιδανικότερα για σταθμούς ηλιακής παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος εμπορικού και βιομηχανικού τομέα, συνίσταται για αγροτική ηλεκτρίση και μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε πολλές άλλες βιομηχανικές και εμπορικές εφαρμογές. Έχουν τις ακόλουθες πιστοποιήσεις:

- 1.) IEC 61215, IEC 61215 ed2
- 2.) TÜV Safety Class 2
- 3.) UL 1703
- 4.) CE
- 5.) ISO 9001:2000, ISO/TS 16949:202
- 6.) QC 080000

καθώς και 25χρόνια εγγύηση σωστής λειτουργίας και διαβεβαίωσης τάσης εξόδου των 24V συνεχούς τάσης αδιάκοπα κατά την διάρκεια αυτή.

Η συγκεκριμένη συστοιχία είναι μοναδικά σχεδιασμένη να παρέχει την υψηλότερη ισχύ παραγωγής για τις εγκαταστάσεις ηλιακής παραγωγής ενέργειας. Προτείνεται για άτομα που ψάχνουν τη μέγιστη παραγωγή δύναμης ακόμα και σε περιορισμένη επιφάνεια στα εμπορικά, βιομηχανικά και επίστεγα ηλιακά ηλεκτρικά συστήματα.

Η Canadian Solar είναι πρωτοπόρος στις τεχνικές σχεδίου και παραγωγής του πάνελου και εξασφαλίζουν μια υψηλή παραγωγή, μακροπρόθεσμη απόδοση σε κάθε συστοιχία. Ο αυστηρός ποιοτικός έλεγχος και τα εξαιρετικά ικανά τμήματα έρευνας και παραγωγής εξασφαλίζουν ότι τα πάνελ της CSI ανταποκρίνονται στα υψηλότερα ποιοτικά πρότυπα.

Τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά για κάθε πάνελ είναι τα εξής:

| | |
|-----------------------------|---------|
| Rated Power (Pmax) | 230 |
| Power Tolerance | -5%/+5% |
| Nominal Voltage (V) | 24 |
| Peak Power (W) | 230 |
| CEC (Wptc) | 201.5 |
| Peak Voltage (Vmp) | 47.5 |
| Peak Current (Imp) | 4.84 |
| Open Circuit Volatage (Voc) | 58.8 |
| Short Circuit Current (Isc) | 5.25 |

Μέγιστη ισχύς 230W με ηλεκτρική ανοχή της τάξης $\pm 5\%$ και τάσης εξόδου 24V συνεχής. Τα 201,5 W αναφέρονται στα αποδιδόμενα W ισχύος εναλλασσόμενης τάσης μέσω του αντιστροφέα. Οι τιμές 47,5V και 4,84A αναφέρονται στις ύψιστες τιμές τάσης και ρεύματος που μπορεί να αποδώσει το πάνελ χωρίς να καταστραφεί. Επίσης οι τιμές 58.8V και 5.25A είναι τιμές βραχυκύκλωσης του εν λόγω πάνελ.

Έχουν βάρος 20 κιλά έκαστο και οι διαστάσεις τους είναι 1602x1061x40 χιλιοστά.

Ο λόγος που θα χρησιμοποιήσουμε φωτοβολταϊκά κελία πολυκρυσταλλικού πυριτίου είναι ότι η μέθοδος παραγωγής τους είναι φθηνότερη από αυτή των μονοκρυσταλλικών και η τιμή τους είναι συνήθως χαμηλότερη. Η επιλογή αυτή γίνεται επειδή έχουν τον καλύτερο συντελεστή, απόδοσης ως προς την τιμή κόστους.

Τα συγκεκριμένα πάνελα θα τοποθετηθούν πάνω σε 26 ηλιοπαρακολουθητές .

ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ



Ο μετατροπέας Sunny Tripower είναι ένας φωτοβολταϊκός μετατροπέας, ο οποίος μετατρέπει το συνεχές ρεύμα μιας φωτοβολταϊκής γεννήτριας σε εναλλασσόμενο και το τροφοδοτεί στο δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο. Για την υλοποίηση του έργου χρησιμοποιήσαμε 7 τριφασικούς αντιστροφείς Sunny Tripower των 15 kW της εταιρίας SMA.

Ο Sunny Tripower είναι πλήρως εξοπλισμένος με την πλέον σύγχρονη τεχνολογία, διακρίνεται για την εύκολη εγκατάσταση, την υψηλή απόδοση και την ασφαλή υποστήριξη του δικτύου. Χάρη στην τεχνολογία πολλαπλών στοιχειοσειρών και το μεγάλο εύρος τιμών τάσης εισόδου, ο τριφασικός μετατροπέας είναι κατάλληλος για τη διαστασιολόγηση του φωτοβολταϊκού συστήματος με κάθε τύπο φωτοβολταϊκού πλαισίου.

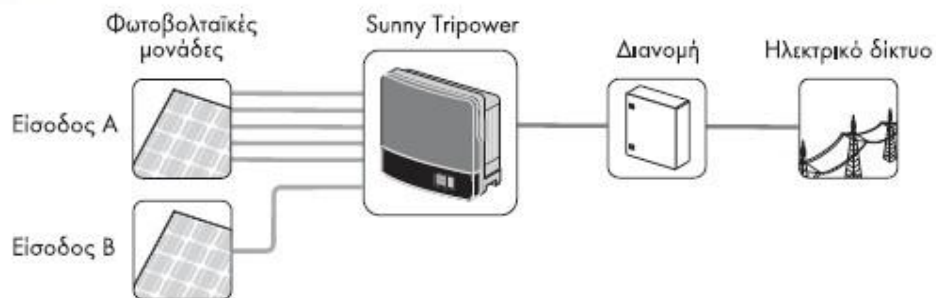
Επιπλέον, εξασφαλίζει μέγιστη ευελιξία και ακρίβεια στο σχεδιασμό της εγκατάστασης από 10 kW έως και κλίμακας Megawatt. Ο Sunny Tripower πληροί ήδη τις απαιτήσεις της οδηγίας BDEW για τη μέση τάση και συμμετέχει επομένως αξιόπιστα στη διαχείριση του δικτύου.

Το ολοκληρωμένο σχέδιο ασφαλείας, το οποίο μεταξύ άλλων περιλαμβάνει σύστημα εντοπισμού βλάβης στοιχειοσειράς με ηλεκτρονικές ασφάλειες και ενσωματωμένη λειτουργία αντικεραυνικής προστασίας, παρέχει υψηλή τεχνική διαθεσιμότητα και περιορίζει το κόστος των εγκαταστάσεων.

Είναι:

- 1.) Οικονομικός με μέγιστος βαθμός απόδοσης 98 % και ιδιαίτερα αποδοτικός, χάρη στο OptiTrac και OptiCool
- 2.) Ασφαλής με ενσωματωμένο ηλεκτρονικό διακόπτη (ESS) απόζευξης DC και εντοπισμός βλάβης στοιχειοσειράς με ηλεκτρονικές ασφάλειες καθώς και επιτήρηση ρεύματος στοιχειοσειρών
- 3.) Ευέλικτος αφού έχει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης απαγωγού υπέρτασης DC (Τύπος II) και Τάση εισόδου DC έως 1.000 V και έτσι γίνεται ευέλικτος σχεδιασμός του φωτοβολταϊκού συστήματος.
- 4.) Απλός αφού δέχεται τριφασική τροφοδοσία και η σύνδεση των καλωδιώσεων γίνεται χωρίς εργαλεία. Έχει πρωτοποριακό σύστημα σύνδεσης DC και επικοινωνία με Bluetooth®.

Αρχή λειτουργίας μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης με το μετατροπέα Sunny Tripower



Περιγραφή προϊόντος

Ο μετατροπέας Sunny Tripower είναι ένας φωτοβολταϊκός μετατροπέας πολλαπλών στοιχειοσειρών, ο οποίος μετατρέπει το συνεχές ρεύμα μιας φωτοβολταϊκής γεννήτριας σε εναλλασσόμενο. Διαθέτει 2 ανεξάρτητους ανιχνευτές μέγιστης ισχύος (MPP-Tracker), στους οποίους μπορούν να συνδεθούν διαφορετικές φωτοβολταϊκές μονάδες.

Η τροφοδοσία του ρεύματος στο δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο πραγματοποιείται τριφασικά. Η ψύξη πραγματοποιείται με το ενεργό σύστημα ψύξης OptiCool, για το οποίο είναι ενσωματωμένος ένας ανεμιστήρας στην κάτω πλευρά και ένας στην αριστερή πλευρά του κελύφους. Ο μετατροπέας Sunny Tripower διαθέτει επιπρόσθετα τις λειτουργίες που περιγράφονται στη συνέχεια.

Απαγωγοί υπέρτασης τύπου II

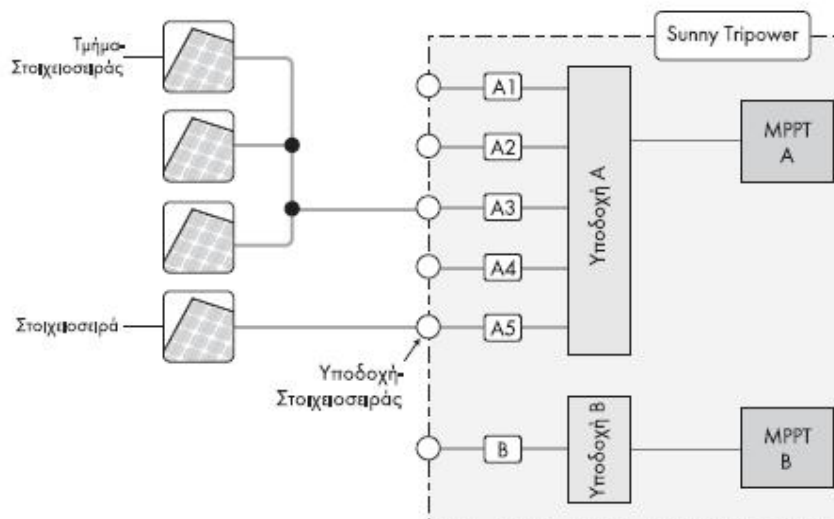
Εκτός από τα στάνταρ ενσωματωμένα θερμικά επιτηρούμενα βαρίστορ, ο μετατροπέας Sunny Tripower είναι εξοπλισμένος με υποδοχές τοποθέτησης μονάδων για πρόσθετο εξοπλισμό με απαγωγούς υπέρτασης τύπου II. Σε περίπτωση τοποθέτησης μονάδων, οι αγωγοί αυτοί επιτηρούνται. Εάν ενεργοποιηθεί μια μονάδα, εμφανίζεται μια προειδοποίηση στην οθόνη ή μέσω μιας εξωτερικής διάταξης επικοινωνίας. Ο μετατροπέας Sunny Tripower μπορεί επομένως να ενσωματωθεί πολύ εύκολα σε ένα σχεδιασμό αντικεραυνικής προστασίας. Οι απαραίτητες μονάδες διατίθενται ως σετ μεταγενέστερης τοποθέτησης για την είσοδο A ή την είσοδο A+B.

Αναγνώριση αδυναμίας λειτουργίας στοιχειοσειρών με αυτοεκμάθηση

Ο μετατροπέας Sunny Tripower είναι εξοπλισμένος με μία λειτουργία, με την οποία αναγνωρίζεται η ολική απώλεια λειτουργίας μεμονωμένων ή επιμέρους στοιχειοσειρών.

Προϋπόθεση για την αξιόπιστη λειτουργία είναι η κατάληψη τουλάχιστον 2 εισόδων στοιχειοσειρών του Sunny Tripower. Σε μια φωτοβολταϊκή μονάδα με ρεύμα περίπου 1 A υπάρχει η δυνατότητα επιτήρησης έως και 6 επιμέρους στοιχειοσειρών ανά είσοδο στοιχειοσειράς.

Ένα πλεονέκτημα της λειτουργίας αυτής είναι η πλήρης κατάργηση της παραμετροποίησης λόγω της λειτουργίας αυτοεκμάθησης. Για το στάδιο εκμάθησης, ο μετατροπέας Sunny Tripower χρειάζεται περίπου 14 ημέρες μετά την ενεργοποίηση με μέτρια ακτινοβολία. Σε περίπτωση αδυναμίας λειτουργίας στοιχειοσειράς, εμφανίζεται μια προειδοποίηση στην οθόνη ή μέσω μιας εξωτερικής διάταξης επικοινωνίας.



Ηλεκτρονική ασφάλεια στοιχειοσειρών

Ο μετατροπέας Sunny Tripower είναι εξοπλισμένος με μια ηλεκτρονική ασφάλεια στοιχειοσειρών. Χρησιμοποιεί στην αποφυγή επικίνδυνων ανάστροφων ρευμάτων στη φωτοβολταϊκή γεννήτρια και επομένως στην αποτροπή πυρκαγιών. Ανάστροφα ρεύματα μπορούν να προκληθούν σε περίπτωση λανθασμένης πολικότητας κατά την εγκατάσταση ή από βλάβες των μονάδων κατά τη λειτουργία.

Η ηλεκτρονική ασφάλεια στοιχειοσειρών αναγνωρίζει αυτές τις βλάβες και βραχυκυκλώνει τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια. Με αυτόν τον τρόπο δεν μπορούν να παρουσιαστούν ανάστροφα ρεύματα και η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση καθώς και ο μετατροπέας Sunny Tripower βρίσκονται σε ασφαλή κατάσταση.

Ένα πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν είναι απαραίτητες οι συνηθισμένες ασφάλειες τήξης στις εισόδους DC. Η ηλεκτρονική λύση δεν απαιτεί καμία συντήρηση και δεν χρειάζεται διαστασιολόγηση. Ο μετατροπέας Sunny Tripower επισημαίνει επικίνδυνες καταστάσεις με ηχητικά σήματα και μηνύματα προειδοποίησης στην οθόνη ή σε εξωτερικές διατάξεις επικοινωνίας.

Εάν η ηλεκτρική εγκατάσταση πραγματοποιηθεί με ανεπαρκή ακτινοβολία (Φ/B τάση χαμηλότερη από 188 V), ο μετατροπέας Sunny Tripower δεν τροφοδοτείται και κατά την εγκατάσταση δεν είναι ενεργές οι λειτουργίες προστασίας που περιγράφονται.

Τροφοδοσία έργου ισχύος και διαχείριση ασφάλειας δικτύου

Οι μετατροπείς Sunny Tripower είναι μετατροπείς με ικανότητα τροφοδοσίας έργου ισχύος και μπορούν, μέσω της ρύθμισης του συντελεστή μετατόπισης ($\cos \phi$), να τροφοδοτούν έργο ισχύ. Αυτοί οι μετατροπείς είναι πέραν αυτού εξοπλισμένοι με εκτεταμένες λειτουργίες διαχείρισης δικτύου όπως περιορισμό ισχύος και δυναμική στήριξη δικτύου. Ανάλογα με τις απαιτήσεις των παρόχων του δικτύου υπάρχει η δυνατότητα ενεργοποίησης και διαμόρφωσης αυτών των λειτουργιών.

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Είσοδος DC

| | | |
|--|------------------------|-----------------|
| Μέγιστη ισχύς DC σε $\cos \phi = 1$ | P_{DC} | 15.340 W |
| Μέγιστη τάση DC * | U_{DC} | 1.000 V |
| Εύρος τάσης MPP | U_{MPV} | 360 V ... 800 V |
| Ονομαστική τάση DC | U_{DC} | 600 V |
| Ελάχιστη τάση DC | $U_{DC Min}$ | 150 V |
| Αρχική τάση, ρυθμιζόμενη | U_{PV} | 188 V |
| Μέγιστο ρεύμα εισόδου, είσοδος A | $I_{PV Max}$ | 33 A |
| Μέγιστο ρεύμα εισόδου, είσοδος B | $I_{PV Max}$ | 11 A |
| Μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης, είσοδος A | I_{max} | 50,0 A |
| Μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης, είσοδος B | I_{max} | 12,5 A |
| Μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης ανά στοιχειοσειρά για είσοδο A | $I_{SC Max}$ String | 33,0 A |
| Μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης ανά στοιχειοσειρά για είσοδο B | $I_{SC Max}$ String | 12,5 A |
| Αριθμός ανιχνευτών σημείου μέγιστης ισχύος | | 2 |
| Μέγιστο παράλληλο πλήθος | | 5 |
| Μέγιστο παράλληλο πλήθος | | 1 |
| Διακύμανση της τάσης εισόδου | U_{SS} | < 10 % |
| Ιδιοκατανάλωση κατά τη λειτουργία | | < 12,5 W |

Έξοδος AC

| | | |
|--|------------------------|------------------------------|
| Ονομαστική ισχύς στα 230 V AC, 50 Hz | P _{AC Nenn} | 15.000 W |
| Μέγιστη φαινομενική ισχύς AC | S _{AC Max} | 15.000 VA |
| Ονομαστικό ρεύμα AC στα 230 V AC | I _{AC Nenn} | 21,7 A |
| Μέγιστο ρεύμα AC | I _{AC Μεγ} | 24 A |
| Μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης | I _{SC Max AC} | 0,05 kA |
| Μέγιστη επιτρεπόμενη ασφάλεια | | 40 A |
| Συντελεστής θορύβου ρεύματος | K _{IAC} | ≤ 3,0 % |
| εξόδου σε ονομαστική ισχύ AC Ονομαστική τάση AC | U _{AC Nenn} | 3 / N / PE, 230 V / 400 V |
| Εύρος τάσης AC ανάλογα με τη ρύθμιση τάσης | U _{AC} | 160 V ... 280 V |

| | | |
|---|-----------------|---|
| Ονομαστική συχνότητα AC | f _{AC} | 50 Hz / 60 Hz |
| Ανοχή σε ονομαστική συχνότητα AC | f _{AC} | - 6 Hz, +5 Hz |
| ανάλογα με τη ρύθμιση τάσης Συντελεστής ισχύος, ρυθμιζόμενος | cos φ | 0,8 |
| Φάσεις τροφοδοσίας | | 3 |
| Φάσεις σύνδεσης | | 3 |
| Κατηγορία υπέρτασης | | III |
| Τάση ελέγχου | | 2,55 kV (DC, 1 s έλεγχος τεμαχίου) 4,25 kV |
| Κρουστική τάση ελέγχου | | 10 kV |
| Ιδιοκατανάλωση κατά τη νυχτερινή λειτουργία | | < 1 W |

Ροπές σύσφιξης

| | |
|---|--------|
| Βίδες επάνω καπακιού | 6,0 Nm |
| Βίδες κάτω καπακιού | 2,0 Nm |
| Βίδες καπακιού DC | 3,5 Nm |
| πρόσθετος ακροδέκτης γείωσης | 6,0 Nm |
| Βίδες κυλινδρικής κεφαλής (M5x10) για ασφάλιση του | 6,0 Nm |

Κλιματολογικές συνθήκες

| | |
|---|----------------------|
| διευρυμένο εύρος θερμοκρασίας* | - 25 °C ... +60 °C |
| διευρυμένο εύρος ατμοσφαιρικής υγρασίας* | 0 % ... 100 % |
| διευρυμένο εύρος ατμοσφαιρικής πίεσης* | 79,5 kPa ... 106 kPa |
| Περιοχή θερμοκρασιών** | - 25 °C ... +70 °C |
| Εύρος θερμοκρασιών λειτουργίας | - 25 °C ... +60 °C |
| μέγιστο υψόμετρο λειτουργίας από το επίπεδο της θάλασσας | 3.000 m |

Εξοπλισμός

| | |
|---------------------|----------------------|
| Τοπολογικά στοιχεία | χωρίς μετασχηματιστή |
| Τρόπος ψύξης | OptiCool |

Γενικά χαρακτηριστικά

| | |
|--|-------------------|
| Κατηγορία προστασίας ηλεκτρονικών* | IP |
| Κατηγορία προστασίας περιοχής σύνδεσης* | IP |
| Κατηγορία προστασίας Εκπομπή θορύβου (τυπική) | χωρίς στοιχεία |

Συστήματα προστασίας

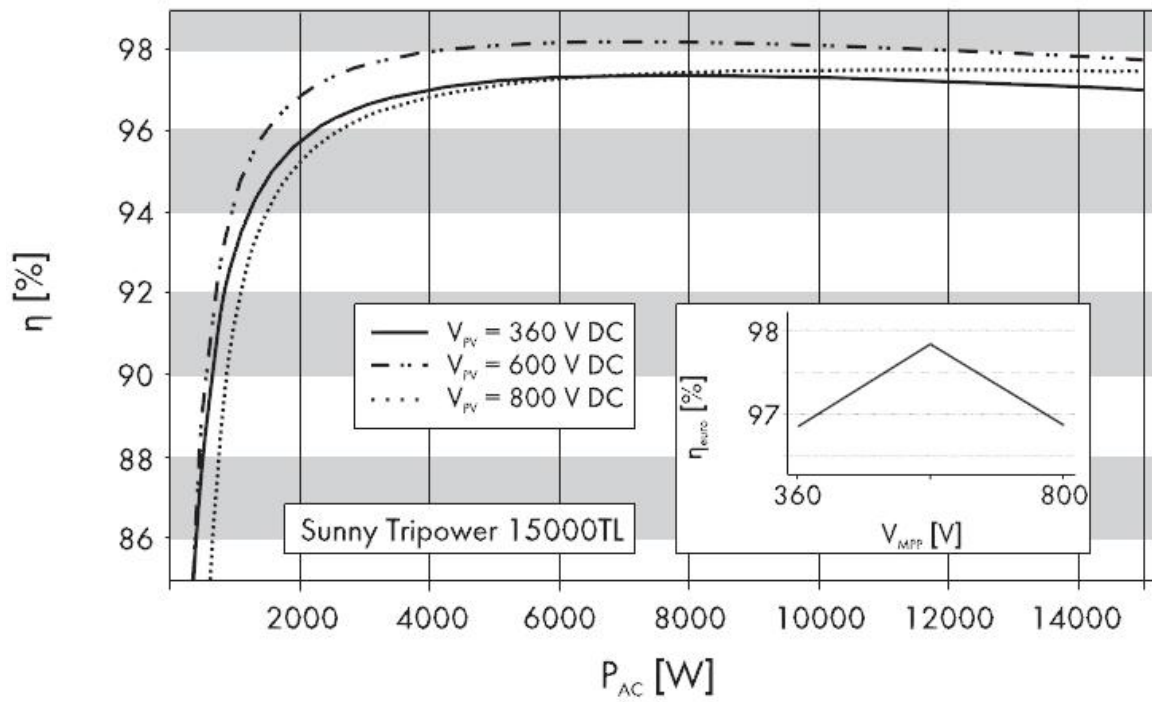
| | |
|---|---|
| Διάταξη απομόνωσης όλων των πόλων DC | Electronic Solar Switch, Κουμπωτό σύστημα DC |
|---|---|

| | |
|--|--|
| Προστασία από υπέρταση DC | θερμικά επιτηρούμενα βαρίστορ, προαιρετικά: απαγωγοί υπέρτασης |
| Προστασία προσωπικού | Επιτήρηση μόνωσης ($R_{ISO} > 366,3 \text{ k}\Omega$), μονάδα επιτήρησης ρευμάτων διαρροής ευαίσθητη σε όλα τα |
| Προστασία από αντιστροφή πόλων | Δίοδος βραχυκύκλωσης, ηλεκτρονική ασφάλεια |
| Προστασία από ρεύματα επιστροφής μονάδων | ηλεκτρονική ασφάλεια στοιχειοσειρών |
| Αντοχή σε βραχυκύκλωμα AC | Ρύθμιση ρεύματος |
| Διάταξη απομόνωσης όλων των πόλων AC | Αυτόματη διάταξη μεταγωγής SMA Grid Guard 4 |

Electronic Solar Switch

| | |
|--|--------------------------------------|
| Διάρκεια ζωής ηλεκτρικών εξαρτημάτων σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, με ονομαστικό | τουλάχιστον 50 διαδικασίες μεταγωγής |
| Μέγιστο ρεύμα μεταγωγής | 33 A |
| Μέγιστη τάση μεταγωγής | 1.000 V |
| Μέγιστη φωτοβολταϊκή ισχύς | 18 kW |
| Κατηγορία προστασίας σε | IP65 |
| Κατηγορία προστασίας σε | IP21 |

Βαθμός απόδοσης



| | |
|----------------------------|--------|
| Μέγιστος βαθμός απόδοσης | 98,1 % |
| Ευρωπαϊκός βαθμός απόδοσης | 97,7 % |

ΚΙΝΟΥΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ



Τα κινούμενα συστήματα στήριξης παρακολουθούν την κίνηση του ηλίου κατά την διάρκεια της ημέρας επιτυγχάνοντας αύξηση της απόδοσης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης και κατά συνέπεια αύξηση της παραγόμενης ενέργειας. Διαχωρίζονται σε συστήματα ενός και δύο αξόνων.

Τα συστήματα δύο αξόνων παρακολουθούν την κίνηση του ηλίου σε ολόκληρο τον ουράνιο θόλο, μετατοπίζοντας την επιφάνεια των φωτοβολταϊκών στοιχείων ώστε

οι ηλιακές ακτίνες να προσπίπτουν πάντα κάθετα σε αυτή. Τα συστήματα ενός άξονα μετατοπίζουν την επιφάνεια των φωτοβολταϊκών στοιχείων κατά μία μέγιστη γωνία μόνο στην διεύθυνση Ανατολή – Δύση.

Δύο είναι οι μέθοδοι με τις οποίες τα κινούμενα συστήματα στήριξης επιτυγχάνουν την παρακολούθηση της θέσης του ηλίου. Η πρώτη είναι με τη χρήση αισθητήρα για την παρακολούθηση και τον εντοπισμό του φωτεινότερου σημείου στον ουρανό. Η δεύτερη είναι με τη χρήση ενσωματωμένου λογισμικού με την πορεία του ηλίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους για συγκεκριμένη περιοχή. Με τη χρήση του κινούμενου συστήματος στήριξης είναι δυνατό να επιτευχθεί αύξηση της παραγόμενης ενέργειας έως και 40%.

Τα κινούμενα συστήματα στήριξης αυξάνουν μεν την απόδοση αλλά αυξάνουν και το αρχικό κόστος της επένδυσης, καθώς επίσης και το κόστος συντήρησης. Παράλληλα απαιτείται 3-4 φορές περισσότερος χώρος σε σχέση με σταθερό σύστημα ίδιας ισχύος. Τέλος, χρήση κινούμενων συστημάτων στήριξης αποφεύγεται σε περιοχές όπου πνέουν ισχυροί άνεμοι και σε κάθε περίπτωση τοποθετείται μετρητής ταχύτητας ανέμου, ο οποίος σε περίπτωση ισχυρού ανέμου δίνει εντολή στο σύστημα να έρθει σε «κατάσταση ασφαλείας».

Η εταιρεία ELBITYL σχεδίασε και κατασκεύασε το Σύστημα Κινούμενης Βάσης – Ηλιοτρόπιο το οποίο είναι ένα εξαιρετικά αξιόπιστο διαξονικό σύστημα το οποίο παρακολουθεί την πορεία του ήλιου στον ορίζοντα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Οι φωτοβολταϊκοί συλλέκτες τοποθετούνται πάνω στην κινούμενη βάση έτσι ώστε να έχουν κατεύθυνση πάντα προς τον ήλιο, και έτσι να αυξάνεται η απόδοσή τους κατά 25% έως 50% όλο τον χρόνο όπως εκτιμάται για την Ελλάδα. Σε ημερήσια βάση, η απόδοση έχει φτάσει μέχρι και 72% (στοιχεία Ιουνίου 2008).

Η σχεδίαση και κατασκευή του Ηλιοτροπίου έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να αντέχει στις χειρότερες κλιματικές συνθήκες, η συντήρησή του να είναι ελάχιστη μία φορά τον χρόνο και οι ανοχές των υλικών κατασκευής είναι δοκιμασμένες σε ακραίες καταστάσεις. Η πορεία της κινούμενης βάσης είναι από Ανατολικά (E) προς Δυτικά (W) κατά την διάρκεια της ημέρας και ο προσανατολισμός της βάσης είναι Νότιος (S).

Το Ηλιοτρόπιο κινείται αυτόματα τόσο από την Ανατολή στη Δύση, όσο και στο αζιμούθιο του. Η γωνία κλίσης των Φ/Β συλλεκτών ως προς τον οριζόντιο άξονα μεταβάλλεται χειροκίνητα από 20° έως 65° έτσι ώστε να προσαρμόζεται σύμφωνα με την μετατόπιση του ήλιου τις τέσσερις εποχές του χρόνου.

Κάθε πρωί το σύστημα προσανατολίζεται Ανατολικά (Ε) και παρακολουθεί την πορεία του ήλιου ξεκινώντας την ώρα ανατολής του ήλιου. Ως ώρα εκκίνησης της πορείας λαμβάνεται η ώρα Ανατολής του ήλιου κατά την Εαρινή Ισημερία και για τον συγκεκριμένο τόπο εγκατάστασης του συστήματος. Οι παράμετροι αυτοί καταχωρούνται σε έναν ελεγκτή PLC μια φορά κατά την αρχική εγκατάσταση του.

Η παρακολούθηση του ορίζοντα από το σύστημα γίνεται ανεξάρτητα από το αν υπάρχει ηλιοφάνεια ή συννεφιά. Με τον τρόπο αυτό γίνεται εκμετάλλευση και της παραμικρής ηλιαχτίδας του ήλιου για την παραγωγή ενέργειας ενώ παράλληλα αποφεύγεται η χρήση πολύπλοκων και δαπανηρών διατάξεων οπτικών αισθητήρων προσδίδοντας έτσι τη μέγιστη αξιοπιστία έναντι στο χρόνο.

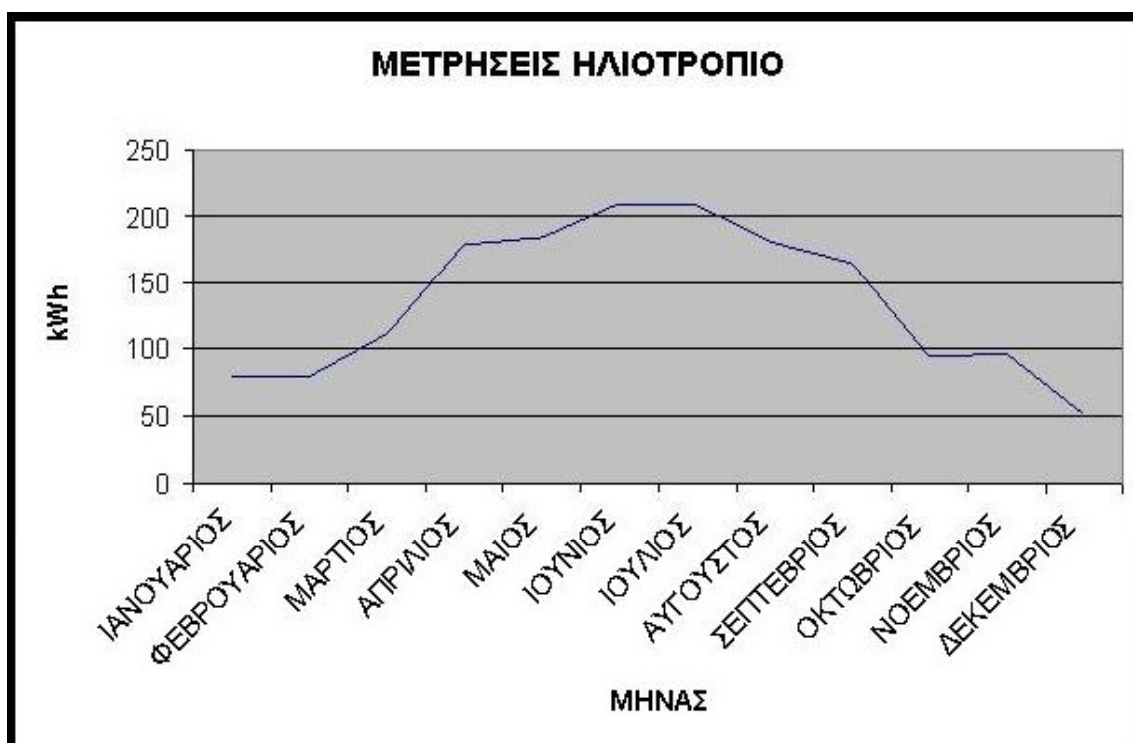
Η πορεία του ήλιου στον ορίζοντα παρακολουθείται διαρκώς από την Ανατολή μέχρι την Δύση, μετατοπίζοντας τον πλαίσιο συλλεκτών του συστήματος κατά 9° σε κάθε βήμα και με τον ανάλογο αριθμό βημάτων. Ο αριθμός και το άνοιγμα του βήματος μετατόπισης του πλαισίου συλλεκτών μπορεί να μεταβληθεί έτσι ώστε η πορεία παρακολούθησης του ήλιου, στον ορίζοντα να αλλάζει σύμφωνα με τον τόπο εγκατάστασης του συστήματος.

Κατά την διάρκεια της νύκτας το σύστημα επανέρχεται στην θέση εκκίνησης που "βλέπει" προς την Ανατολή και είναι έτοιμο για την εκκίνησή του ημερήσιου κύκλου του.

Τα κινητά μέρη είναι στεγανά και αντέχουν σε συνθήκες θερμοκρασίας από -20°C έως +70°C. Η διάρκεια λειτουργίας του κινητήρα σε ένα εικοσιτετράωρο είναι είκοσι λεπτά (20min) και έτσι οι φθορές είναι ελάχιστες. Η ετήσια κατανάλωση σε ηλεκτρισμό είναι μόλις 10 kWh.

Η συντήρηση του Ηλιοτρόπιου είναι ελάχιστη γιατί όλα τα κινούμενα μέρη είναι στεγανά και τα υλικά κατασκευής του μεταλλικού μέρους του είναι γαλβανισμένα εν θερμώ ή με κατάλληλη ειδική επικάλυψη. Η λίπανση του κοχλία γίνεται μία φορά το έτος και υπάρχει πρόβλεψη και για χειροκίνητη κίνηση σε περίπτωση βλάβης.

Η όλη κατασκευή είναι υπολογισμένη ώστε να αντέχει σε ανέμους με ταχύτητα μέχρι και 150 Km/h. Το σύστημα αυτό καθώς και η μέθοδος κίνησης του έχει ήδη κατοχυρωθεί με αίτηση διπλώματος ευρεσιτεχνίας με αριθμό κατάθεσης Ο.Β.Ι.20070100557.



Το διαξονικό σύστημα βάσης που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το καταλληλότερο για την περίπτωση της εγκατάστασης που μελετάμε αφού είναι δοκιμασμένα οι πιο αξιόπιστοι, αποδοτικότεροι στο πλέον ελάχιστο κόστος. Έχουν δυνατότητα αυτόματης κίνησης και στους δυο άξονες και προσαρμόζονται αυτόματα σε περίπτωση θύελλας.

Διαθέτουν χωροταξική επιφάνεια για τα πάνελλα 30 τ.μ ενώ οι διαστάσεις του χώρου τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι 5 x 6 μέτρα.

Η περιστροφή του συστήματος γίνεται με κοχλία και ο τρόπος που προσανατολίζονται στον ήλιο οι ηλιοστάτες είναι με κεντρικό PLC που εγκαθίσταται ανά πάρκο. Το ύψος του tracker φτάνει τα 5,5 μέτρα και έχουν την δυνατότητα

στήριξης max 750 κιλών πάνελ.

Το μεικτό βάρος φτάνει τα 834 κιλά. Διαθέτουν δυο τριφασικούς κινητήρες για τις κλίσεις προσανατολισμού και αζιμουθίου 0,09 kw. Αντέχουν σε ανέμους 150 km/h και καταναλώνουν 12 kWh ανά έτος έκαστο απο την λειτουργία των κινητήρων. Μπορούν να λειτουργήσουν σε θερμοκρασίες απο -20 έως 70 βαθμών.

Προτύπα που εφαρμόζονται:

- 1.) ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 3/1.1,1.5 για τις Στατικές Φορτίσεις και ο Ελληνικός Αντισεισμικός ΕΑΚ 2000 (τροπ. ΦΕΚ Β' 781/18.06.2003) για τις Σεισμικές.
- 2.) Κανονισμός για τη Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα (Ε.Κ.Ω.Σ. : ΦΕΚ 1329 Β6.11.2000).
- 3.) CENELEC HD 21.1, HD 21.2 και HD 21.3
- 4.) CENELEC HD 383 και ELOT 563.3
- 5.) ISO 6722 και ISO 4892-2
- 6.) IEC 60332-1 και UL94-V0
- 7.) EN 50081-2: 1993 και EN 50082-2: 1995
- 8.) VDE 0160: 1998 (EN 50178: 1995)
- 9.) EN 61131-2: 1995

Το σύστημα διαθέτει στατική επίλυση σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα και έχει προσομοιωθεί η λειτουργία του για διάστημα 20 ετών. Το σύνολο του τράκερ μαζί με τους μηχανισμούς έχουν δεχθεί γαλβάνισμα εν θερμώ και η μοναδική τους συντήρηση και φυσικά και απαιτούμενη είναι το γρασσάρισμα τού κοχλία και των αρθρώσεων καθώς και μια τυπική επιθεώρηση του τράκερ. Έχει εγγύηση 20 χρόνων και δυνατότητα αποζημίωσης σε περίπτωση απώλειας κερδών. Τα συστήματα Ηλιοτρόπιο έχουν και δυνατότητα ενημέρωσης βλαβών μέσω sms.

Λοιπός βασικός εξοπλισμός για την εγκατάσταση και λειτουργία Φ/Β

Δίοδος

Η δίοδος τοποθετείται στη σειριακή σύνδεση των τριών παράλληλα συνδεδεμένων πλαισίων με σκοπό την αποφυγή φαινομένων αναστροφής ρεύματος.

Σύστημα Ελέγχου

Τα connection boxes συνδέονται με οπτική ίνα με το κεντρικό σύστημα ENERGRID, το οποίο φιλοξενείται στο κέντρο ελέγχου. Τα δεδομένα τα οποία μεταφέρονται είναι ισχύος, έντασης, τάσης και συχνότητας.

Διακόπτες ισχύος

Χρησιμοποιείται ένα πεδίο μέσης τάσης, στο οποίο περιέχεται ένας αυτόματος διακόπτης ισχύος αερίου SF₆, ο οποίος έχει την ικανότητα να προστατεύει το σύστημα από υπερένταση, υποένταση, υπέρταση και υπόταση καθώς επίσης και κάθε ανωμαλία της συχνότητας.

Μετρητές

Χρησιμοποιούνται κατάλληλα πεδία μέσης τάσης, τα οποία περιέχουν μετασχηματιστές έντασης και τάσης κατάλληλα συνδεδεμένα. Οι ενδείξεις των παραπάνω μετασχηματιστών αποτελούν τις μετρήσεις και καταγράφονται σε ένα σύστημα ENERGRID.

Καλώδια – συνδέσεις

Τα καλώδια τα οποία οδεύουν μέσα στο Φ/Π είναι κατά κύριο λόγο καλώδια χαμηλής τάσης, κατάλληλα για υπόγεια όδευση. Οι διατομές τους διαφέρουν ανάλογα με την ένταση του ρεύματος από την οποία διαρρέονται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Αποτελέσματα μελέτης Sunny Design

Επιλέξαμε τοποθεσία νότιας ευρώπης, χώρα Ελλάδα και πόλη Κρήτη και στην συνέχεια θερμοκρασίες φωτοβολταϊκών δομοστοιχείων ελάχιστη και μέγιστη απο -10 έως 70 βαθμών κελσίου με θερμοκρασία σχεδιασμού τους 50. Το πρόγραμμα αυτόματα μας επέδειξε πως η βέλτιστη γωνία κλίσης είναι οι 25 μοίρες απο το οριζόντιο επίπεδο. Εισάγαμε έπειτα την κατασκευάστρια εταιρία και τον τύπο των φωτοβολταϊκών πάνελων που θα χρησιμοποιήσουμε, άρα οι επιλογές μας είναι η Canadian Solar και ο τύπος CS5P-230M με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

CanadianSolar: CS5P-230M

Κατασκευαστής: CanadianSolar
Τύπος: CS5P-230M
Υλικό: poly
Αριθμός κυψελών δομοστοιχείου: 96
Μήκος: 1602 mm
Πλάτος: 1061 mm
Επιφάνεια: 1,70 m²
Βάρος: 20,0 kg

Ονομαστική ισχύς: 230 W
Τάση MPP: 47,5 V
Ρεύμα MPP: 4,8 A
Ρεύμα βραχυκύκλωσης: 5,27 A
Τάση ανοικτού κυκλώματος: 59,10 V
Αποδοτικότητα (STC): 13,53 %
Μέγ. τάση συστήματος: 1000 V

συντελεστές θερμοκρασίας:
Τάση ανοικτού κυκλώματος: -0,35000 %/°C (-206,85000 mV/°C)
Ρεύμα βραχυκύκλωσης: 0,05996 %/°C (3,16200 mA/°C)
Τάση MPP: — %/°C (— mV/°C)
Ρεύμα MPP: — %/°C (0,00000 mA/°C)

Ανοχή:
Τάση ανοικτού κυκλώματος: 0,00000 %
Ρεύμα βραχυκύκλωσης: 0,00000 %
Τάση MPP: 0,00000 %
Ρεύμα MPP: 0,00000 %

με μέγιστη ισχύς της γεννήτριας τα 100 kW. Αυτομάτως ο αριθμός των χρησιμοποιούμενων στοιχείων μετατράπηκε σε 427 τεμάχια έπειτα απο μια απλή διαίρεση του 100000 με την ονομαστική ισχύ του κάθε πάνελ. Για την γωνία του αζιμούθιου επιλέγουμε το αυτόματο αφού είπαμε στο πρόγραμμα οτι πρόκειται να

χρησιμοποιήσουμε ηλιοστάτη 2 αξόνων.

Το επόμενο βήμα μας είναι να επιλέξουμε τον μετατροπέα που θα χρησιμοποιήσουμε. Ο τύπος του μετατροπέα θα είναι ο Sunny Tripower STP 15000TL-10 της εξαιρετικά αξιόπιστης γερμανικής εταιρίας SMA.

Τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου αντιστροφέα είναι ότι η μέγιστη ισχύς του είναι 15,34kW στο συνεχές και 15kVA στο εναλλασσόμενο. Αφού λοιπόν επιλέξαμε και τον αντιστροφέα γίνεται μια παραμετροποίηση του συστήματος ώστε να γίνει σταθερότερο και αποδοτικότερο. Η νέα ισχύς της φωτοβολταϊκής γεννήτριας είναι τα 98,21 kW με επιφάνεια τα 737,1 τετραγωνικών μέτρων των πάνελ. Ο αριθμός των μετατροπέων που θα χρησιμοποιήσουμε είναι 7 στη χαμηλή τάση δικτύου των 230V.

Η μέγιστη ισχύς στο συνεχές μετατοπίστηκε στα 107,38kW.

| Κατάλογος Φ/Β | | | |
|--|---------------------------------|---|--------------------------------|
| Φ/Β ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΣΥΜΒΑΤΟΣ | | | |
| Συνολικός αριθμός δομοστοιχείων | 427 | | |
| Λόγος ονομαστικής ισχύος | 109 % | ✓ | |
| Ισχύς στοιχειοσειράς (είσοδος) | 10,35 kW | | 3,68 kW |
| Αναλογία ισχύος (είσοδος) | 74 % | | 26 % |
| Τάση σημείου μέγ. ισχύος στοιχειοσ. στο 15°C | 744 V | ✓ | 397 V ✓ |
| Τάση σημείου μέγ. ισχύος στοιχειοσ. στο 50°C | 635 V | ✓ | 339 V ✓ |
| Τάση σημείου μέγ. ισχύος στοιχειοσ. στο 70°C | 573 V | ✓ | 306 V ✓ |
| ελάχ. τάση σημείου μέγ. ισχύος, ρυθμ. τάση εξ.: 230 V | 150 V | | 150 V |
| Τάση άνευ φορτίου στοιχειοσειράς στο -10°C | 996 V | ✓ | 531 V ✓ |
| μεγ. επιτρεπτή τάση DC (A: Μετατρ., B: Μετατρ.) | 1000 V | | 1000 V |
| Μέγ. ρεύμα Φ/Β γεννήτριας | 14,5 A | ✓ | 9,7 A ✓ |
| Μέγ. επιτρεπτό ρεύμα DC | 33,0 A | | 11,0 A |
| Αριθμός στοιχειοσειρών (Είσοδοι A: 5, B: 1) | <input type="text" value="3"/> | | <input type="text" value="2"/> |
| Αριθμός δομοστοιχείων ανά στοιχειοσειρά ελαχ.=4; μεγ.=15 | <input type="text" value="15"/> | | <input type="text" value="8"/> |

Sunny Tripower STP 15000TL-10

Τιμές εισόδου:
Μέγ. ισχύς DC: 15,34 kW
Μέγ. τάση DC: 1000 V
Όνομαστική τάση συνεχούς ρεύματος: 600 V
Περιοχή φωτοβολταϊκής τάσης, σημείου μέγιστης ισχύος (μέσω ανιχνευτή MPP):
150 - 800 V
Μέγ. ρεύμα εισόδου: 33 A / 11 A

Τιμές εξόδου:
Μέγ. ισχύς AC: 15,00 kVA
Όνομαστική ισχύς AC: 15,00 kW
ελαχ. συντελεστής μετατόπισης (τιμή): 0,8
Τάση δικτύου (δηλ. τάση στο σημείο τροφοδοσίας): 160 - 280 V
Συχνότητα δικτύου: 49,8 - 50,2 Hz

Μέγ. αποδοτικότητα: 98,1 %
Βαθμός απ. σταθμ. κατά ΕΕ: 97,7 %

Τύπος προστασίας: IP65

Πλάτος: 665 mm
Ύψος: 690 mm
Βάθος: 265 mm
Βάρος: ca. 65 kg

Τα συγκεκριμένα πάνελ θα τα συνδέσουμε σειριακά. Όμως με αυτόν τον τρόπο θα υπερβούμε το max των DC Voltage που έχει για είσοδο ο αντιστροφέας. Και εδώ θα παρατηρήσουμε την παρουσία των strings με την οποία επιτυγχάνουμε την max απόδοση της γεννήτριας στα πλαίσια του εύρους της μέγιστης εισόδου συνεχούς τάσης του αντιστροφέα.

Με τον τρόπο αυτό συνδέουμε και παράλληλα τα στοιχεία. Έτσι δημιουργούνται 2 είδη στοιχειοσειρών. Το πρώτο είδος αποτελείται από 3 στοιχειοσειρές με 15 δομοστοιχεία η κάθε μια ενώ το δεύτερο είδος αποτελείται από 2 στοιχειοσειρές από 8 δομοστοιχεία η κάθε μια.

Ένα πολύ σημαντικό κεφάλαιο για το πάρκο είναι και αυτό της καλωδίωσης και της συνδεσμολογίας. Το πρόγραμμα Sunny Design προβλέπει με ακρίβεια για τους τύπους των καλωδίων τόσο στο συνεχές κομμάτι της εγκατάστασης, δηλαδή από τις γεννήτριες μέχρι τους αντιστροφείς, αλλά και στο εναλλασσόμενο κομμάτι, δηλαδή από τους αντιστροφείς προς το δίκτυο της Δ.Ε.Η.

Για το κομμάτι της συνεχούς τάσης από το πρώτο είδος στοιχειοσειράς (3x15) θα χρησιμοποιήσουμε αγωγούς διατομής 1,5mm από χαλκό, ειδικής αντίστασης 0,0172Ω και το χρησιμοποιούμενο μήκος του μονού καλωδίου LDC θα φτάσει τα 26m. Το άθροισμα των διατομών των αγωγών είναι 4.5 mm ενώ η συνολική αντίσταση καλωδίου 0,2 Ω.

Βάση των παραπάνω υπολογισμών θα έχουμε μια συνολική απώλεια ισχύος 41,9 W όπου εκφράζεται σε 0,37 σε ποσοστό επί τοις εκατό σε σύγκριση της ονομαστικής ισχύος της συγκεκριμένης στοιχειοσειράς. Ακολουθεί αποτύπωμα απ'το πρόγραμμα.

| Πλευρά DC | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Σε σχέση με τους υπολογισμούς | |
| Στοιχειοσειρά A Στοιχειοσειρά B | |
| Υλικό αγωγού | ▼ Cu |
| ειδική αντίσταση | 0,0172 $\frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$ |
| Μήκος μονού καλωδίου (LDC) | 26,0 m |
| Διατομή αγωγού ανά στοιχειοσειρά | ▼ 1,5 mm ² |
| Άθροισμα των διατομών αγωγών | 4,50 mm ² |
| Αντίσταση καλωδίου | 0,20 Ω ✓ |
| Συνολική απώλεια ισχύος | 41,90 W ✓ |
| Σχετ. απώλεια ισχύος σε σύγκριση με την ονομαστική ισχύ | 0,37 % ✓ |

Για το δεύτερο είδος της στοιχειοσειράς (2x8) θα χρησιμοποιήσουμε αγωγούς διατομής 1,5mm απο χαλκο ,ειδικής αντίστασης 0,0172Ω και το χρησιμοποιούμενο μήκος του μονού καλωδίου LDC θα φτάσει τα 14m. Το άθροισμα των διατομών των αγωγών είναι 3 mm ενώ η συνολική αντίσταση καλωδίου 0,16 Ω.

| Πλευρά DC | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Σε σχέση με τους υπολογισμούς | |
| Στοιχειοσειρά A Στοιχειοσειρά B | |
| Υλικό αγωγού | Cu |
| ειδική αντίσταση | 0,0172 $\frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$ |
| Μήκος μονού καλωδίου (LDC) | 14,0 m |
| Διατομή αγωγού ανά στοιχειοσειρά | 1,5 mm ² |
| Άθροισμα των διατομών αγωγών | 3,00 mm ² |
| Αντίσταση καλωδίου | 0,16 Ω ✓ |
| Συνολική απώλεια ισχύος | 15,04 W ✓ |
| Σχετ. απώλεια ισχύος σε σύγκριση με την ονομαστική ισχύ | 0,38 % ✓ |

Βάση των παραπάνω υπολογισμών θα έχουμε μια συνολική απώλεια ισχύος 15,04 W όπου εκφράζεται σε 0,38 σε ποσοστό επι τοις εκατό σε σύγκριση της ονομαστικής ισχύος της συγκεκριμένης στοιχειοσειράς. Προηγείται αποτύπωμα απ'το πρόγραμμα.

Για το κομμάτι απ'τους αντιστροφείς μέχρι το δίκτυο θα χρησιμοποιήσουμε αγωγούς διατομής 2,5mm απο χαλκο ,ειδικής αντίστασης 0,0172Ω και το χρησιμοποιούμενο μήκος του μονού καλωδίου LAC θα φτάσει τα 10m.

Το άθροισμα των διατομών των αγωγών είναι 2,5 mm ενώ η συνολική αντίσταση καλωδίου 0,07 Ω. Βάση των παραπάνω υπολογισμών θα έχουμε μια συνολική απώλεια ισχύος 32,51 W όπου εκφράζεται σε 0,65 σε ποσοστό επι τοις εκατό σε σύγκριση της ονομαστικής ισχύος του αντιστροφέα.

Ακολουθεί αποτύπωμα απ'το πρόγραμμα.

| Πλευρά AC | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Σε σχέση με τους υπολογισμούς | |
| Υλικό αγωγού | Cu |
| ειδική αντίσταση | 0,0172 $\frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$ |
| Μήκος μονού καλωδίου (LAC) | 10,0 m |
| Διατομή αγωγού | 2,5 mm^2 |
| Πτώση τάσης | 1,50 V |
| Αντίσταση καλωδίου | 0,07 Ω ✓ |
| Απώλεια ισχύος | 32,51 W ✓ |
| Σχετ. απώλεια ισχύος σε σύγκριση με την ονομαστική ισχύ | 0,65 % ✓ |

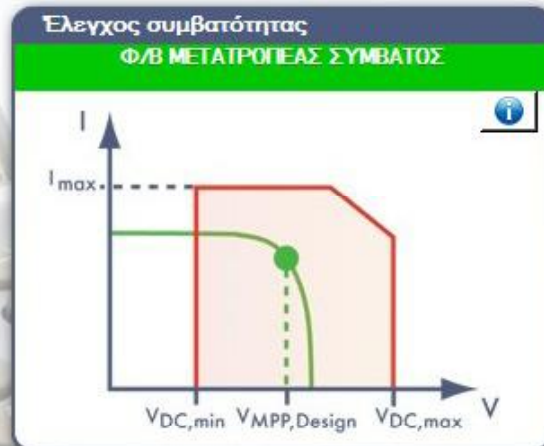
Σύμφωνα με την παραπάνω μελέτη φτάνουμε σε συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την παραγωγή που θα μας αποφέρει το πάρκο. Έτσι συνολικά, συνοπτικά και συγκεντρωτικά έχουμε πως η μέγιστη ισχύς της φωτοβολταϊκής γεννήτριας είναι 98,21kW με συνολικό αριθμό δομοστοιχείων 427 καταλαμβάνοντας χωροταξική επιφάνεια 737,1 τετραγωνικά μέτρα.

Θα χρησιμοποιήσουμε 7 μετατροπείς που θα δέχονται μέγιστη συνεχή ισχύ συνολικής απόδοσης 107,38 kW αποδίδοντας στο δίκτυο 105 kW εναλλασσόμενη ενεργή ισχύ. Η αποδοτικότητα του αντιστροφέα θα είναι 97,1% του συνόλου των ονομαστικών ισχύων και ο λόγος θα είναι 109%.

Ο λόγος απόδοσης θα είναι 83% κατα προσέγγιση πάντα με ασήμαντες απώλειες καλωδίων. Έτσι απ'τους υπολογισμούς το σύστημα μας κάθε χρόνο θα παράγει και θα αποδίδει στο δίκτυο 143516 kWh.

| Φ/Β γεννήτρια | |
|---------------------------------|----------------------|
| Μέγιστη ισχύς Φ/Β γεννήτριας | 98,21 kW |
| Συνολικός αριθμός δομοστοιχείων | 427 |
| Επιφάνεια Φ/Β γεννήτριας | 737,1 m ² |

| Μετατροπείς | |
|----------------------------------|------------|
| Αριθμός μετατροπέων | 7 |
| Μέγ. ισχύς DC (cos φ=1) | 107,38 kW |
| μεγ. AC-Ενεργός ισχύς (cos φ=1) | 105,00 kW |
| Αποδοτικότητα μετατροπέα | 97,1 % |
| Λόγος ονομαστικής ισχύος | 109 % |
| Ετήσια εν. απόδοση (κατά προσ.)* | 143516 kWh |



| Εκτιμώμενη απόδοση συστήματος | |
|---------------------------------------|--------------|
| Συντελεστής ενεργειακής χρήσης | 100,0 % |
| Λόγος απόδοσης (κατά προσέγγιση)* | 83 % |
| Ειδ. εν. απ. (κατά προσ.)* | 1461 kWh/kWp |
| Απώλειες καλωδίου (% σε Φ/Β ενέργεια) | ασήμαντες |

Προεπισκ.
Σχέδιο
Εκτύπ.

Διαστασιολόγηση

Υπολογισμός της συνολικής ονομαστικής ισχύος των μετατροπέων

Η ονομαστική εγκατεστημένη ισχύς της συστοιχίας προσδιορίζεται στις συνθήκες STC. Ωστόσο υπό τις κανονικές συνθήκες λειτουργίας η ισχύς που παίρνουμε στους τερματικούς ακροδέκτες της συστοιχίας είναι αρκετά μικρότερη από την ονομαστική ισχύ της εξαιτίας των απωλειών. Σε κανονικές λοιπόν συνθήκες λειτουργίας ένας πρόχειρος υπολογισμός της αξιοποιήσιμης ισχύος που αποδίδει η φβ συστοιχία μπορεί να προκύψει αν μειώσουμε την ονομαστική της ισχύ κατά ένα ποσοστό περίπου 15% ή και παραπάνω. Αυτή προσεγγιστικά θα είναι και η ισχύς εισόδου του inverter. Για τη συγκεκριμένη εγκατάσταση ονομαστικής ισχύος 100 kW έχουμε :

$$100\text{kW} \times 85\% = 85 \text{ kW}$$

Άρα η ισχύς που αποδίδει η φβ γεννήτρια στην είσοδο του inverter είναι περίπου 85 kW.

Για να υπολογίσουμε τώρα την συνολική ονομαστική τιμή της ισχύος του μετατροπέα αρκεί να θυμηθούμε ότι αυτή ορίζεται ως η ισχύς στην έξοδο του. Πρέπει συνεπώς να λάβουμε επιπλέον υπόψη το βαθμό απόδοσης της συσκευής. Ο τύπος για την απόδοση του μετατροπέα είναι :

$$\text{Απόδοση} = (P_{\text{εξόδου}} / P_{\text{εισόδου}}) \times 100\% \text{ ή}$$

$$P_{\text{εξόδου}} = P_{\text{nominal}} = P_{\text{εισόδου}} \times \text{βαθμό απόδοσης.}$$

Για τη μέγιστη όμως ισχύ λειτουργίας λαμβάνεται ότι η απόδοση της συσκευής αυξάνεται κατά ένα ποσοστό περίπου 5%. Άρα μια προσεγγιστική τιμή της ονομαστικής του ισχύος προκύπτει αν πολλαπλασιάσουμε την ισχύ εισόδου επί ένα ποσοστό (98+5)%. Να σημειώσουμε ότι η μέγιστη απόδοση του μετατροπέα είναι 98%. Έτσι προκύπτει:

$$P_{\text{εξόδου}} = P_{\text{nominal}} = P_{\text{εισόδου}} \times \text{βαθμό απόδοσης.}$$

$$P_{\text{nominal}} = 85\text{kW} \times (0,98 + 0,05) \approx 87,55 \text{ kW.}$$

Αριθμός και τοποθέτηση μετατροπέων

Στην παρούσα εργασία επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε περισσότερους μετατροπείς μικρότερης ονομαστικής ισχύος. Ο μετατροπέας που επιλέγουμε, SMA 15 kW TL, έχει ονομαστική ισχύ 15kW, το άνω όριο τάσης για την V_{mp} φτάνει τα 800V, ενώ η μέγιστη τάση ανέρχεται στα 1000 V. Συνεπώς χρειαζόμαστε 7 τέτοιους μετατροπείς και η εγκατάσταση διαιρείται σε 7 φβ γεννήτριες.

Γενικώς προσπαθούμε να έχουμε αρκετά υψηλή τάση στην είσοδο του μετατροπέα κάτι που σημαίνει ότι για δεδομένη μεταφερόμενη ισχύ το ρεύμα μειώνεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση των ωμικών απωλειών τουλάχιστον στο τμήμα των καλωδιώσεων από την έξοδο των φβ γεννητριών ως τον μετατροπέα. Από τα χαρακτηριστικά εισόδου του μετατροπέα βλέπουμε ότι η τάση μπορεί να είναι ικανοποιητικά υψηλή άρα το ρεύμα για δεδομένη ισχύ ικανοποιητικά μικρό. Για τα παραπάνω αρκεί να λάβουμε υπόψη τη σχέση $P = VI$.

Βασικό κριτήριο για να έχουμε μικρές ωμικές απώλειες είναι το μικρό ρεύμα, αφού η ισχύς απωλειών στις γραμμές μεταφοράς δίνεται από τη σχέση $P_{\text{απ}} = I^2R$, όπου το ρεύμα είναι υψωμένο στο τετράγωνο. Παράλληλα όταν το ρεύμα είναι μικρό πετυχαίνουμε να χρησιμοποιήσουμε καλώδια μικρότερης διατομής.

Η συνολική αντίσταση μιας γραμμής αυξάνει όμως και με την αύξηση του μήκους της κάτι που μεταφράζεται σε μεγαλύτερη πτώση τάσης και σε αύξηση των απωλειών. Για να αντισταθμιστεί κάτι τέτοιο χρειάζονται μεγαλύτερες διατομές καλωδίων άρα και μεγαλύτερη μάζα χαλκού. Αυτό έχει κυρίως να κάνει με το μήκος των καλωδιώσεων που αφορούν στις παράλληλες συνδέσεις μεταξύ των αλυσίδων αλλά και με το μήκος των καλωδιώσεων μεταξύ εξόδου γεννήτριας και μετατροπέα. Το ιδανικό σενάριο για την ελαχιστοποίηση των απωλειών θα ήταν η ισχύς να μεταφερόταν υπό τη μέγιστη δυνατή τάση, το ελάχιστο δυνατό ρεύμα και το μήκος των καλωδίων να ελαχιστοποιούνταν.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω και ότι αναγκαστικά η εγκατάσταση έχει μεγάλη σχετικά έκταση επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε περισσότερους του ενός μετατροπείς. Έτσι έχουμε τη δυνατότητα να περιορίσουμε τις καλωδιώσεις για τη

σύνδεση των παράλληλων αλυσίδων. Οι μετατροπείς τοποθετούνται κοντά στην έξοδο των φβ γεννητριών μειώνοντας το μήκος των καλωδίων μεταξύ εξόδου γεννητριών και μετατροπέα. Παράλληλα η ισχύς μεταφέρεται υπό ικανοποιητικά υψηλή τάση και το ρεύμα κινείται σε ανεκτά επίπεδα.

Με την επιλογή αυτή πετυχαίνουμε επίσης καλύτερο έλεγχο και μεγαλύτερη αξιοπιστία για το σύστημα συνολικά. Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε ακόμα περισσότερους μετατροπείς μικρότερης ισχύος. Για παράδειγμα ένας για κάθε αλυσίδα ή για κάποιο μικρό αριθμό αλυσίδων. Αυτή η σύνδεση έχει το πλεονέκτημα να ελαττώνεται το μήκος των καλωδίων για τις παράλληλες συνδέσεις των αλυσίδων και να ελαττώνονται έτσι οι απώλειες στην dc τάση. Χρειάζονται όμως περισσότεροι μετατροπείς κάτι που μπορεί να αυξήσει το κόστος της εγκατάστασης.

Θα μπορούσαμε τέλος να χρησιμοποιήσουμε έναν κεντρικό μετατροπέα μεγάλης ονομαστικής ισχύος περίπου 150kW όπου θα κατέληγαν όλες οι αλυσίδες αφού πρώτα συνδέονταν παράλληλα. Από σχετική έρευνα συμπεράναμε όμως ότι ή τάση εισόδου ενός τέτοιου μετατροπέα δεν είναι πολύ μεγαλύτερη από τα 600V και συνεπώς το ρεύμα σε κάθε αλυσίδα δε θα μειώνονταν δραματικά.

Εμείς θα συνεχίσουμε τη μελέτη με βάση την αρχική μας επιλογή, η οποία να σημειώσουμε ότι κρίνεται ικανοποιητική αν και όχι απαραίτητα η βέλτιστη. Με μια πιο λεπτομερή συγκριτική μελέτη για τις περιπτώσεις που είδαμε πιο πάνω κανείς μπορεί να βγάλει χρήσιμα συμπεράσματα για την βελτιστοποίηση της απόδοσης του συστήματος μέσα από την ελαχιστοποίηση των απωλειών. Αν κριτήριο για την εγκατάσταση είναι το ελάχιστο κόστος προφανώς και πρέπει να ληφθούν υπόψη τα οικονομικά δεδομένα για να αποφασιστούν οι καταλληλότερες επιλογές. Με βάση αυτά μπορεί να κριθεί απαραίτητος ο συνολικός επανασχεδιασμός της εγκατάστασης.

Η τάση της συστοιχίας

Η φβ εγκατάσταση μπορεί να αποτελείται από μία ή περισσότερες μονάδες γεννήτριας. Γενικά ως μονάδα γεννήτριας θεωρείται το τμήμα της εγκατάστασης που παράγει ενέργεια συμπεριλαμβανομένου και του μετατροπέα. Συνεπώς κάθε μονάδα γεννήτριας αποτελείται από τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια και τον μετατροπέα. Η φωτοβολταϊκή γεννήτρια αποτελείται συνήθως από πολλές αλυσίδες πλαισίων (string) συνδεδεμένες παράλληλα.

Στην περίπτωση μας η εγκατάσταση αποτελείται από 7 πανομοιότυπες μονάδες γεννήτριας. Ο αριθμός των πλαισίων εν σειρά, δηλαδή ο αριθμός των πλαισίων της κάθε αλυσίδας, καθορίζει την τάση της αλυσίδας και επομένως ολόκληρης της συστοιχίας. Κάθε συστοιχία μπορεί να συγκροτείται από αλυσίδες συνδεδεμένες παράλληλα.

Συνεπώς η τάση που θα εμφανιστεί στους ακροδέκτες εξόδου της συστοιχίας θα είναι ίση με την τάση της μιας αλυσίδας, με την προϋπόθεση προφανώς ότι η κάθε αλυσίδα απαρτίζεται από τον ίδιο αριθμό πλαισίων, τα οποία έχουν τα ίδια ηλεκτρικά χαρακτηριστικά. Ισχύει δηλαδή γενικά για την τάση: $V_{array} = V_{string} = \lambda \times V_{\text{πλαίσιου}}$, όπου λ ο αριθμός των εν σειρά συνδεδεμένων πλαισίων.

Τύπος και ισχύς Φ/Β Πάρκου

Το προτεινόμενο φωτοβολταϊκό Πάρκο, ισχύος 99,36 kW θα κατασκευασθεί επί ιδιόκτητου γηπέδου επιφάνειας 4 στρεμμάτων. Θα αποτελείται από 427 φωτοβολταϊκά πλαίσια ονομαστικής ισχύος 230 W έκαστο. Τα πλαίσια συνδέονται ανά 17 και δημιουργούν ένα Φωτοβολταϊκό στοιχείο. Θα εγκατασταθούν συνολικά 26 φωτοβολταϊκά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά αφού συνδεθούν μεταξύ τους σειριακά και παράλληλα, καταλήγουν στους αντιστροφείς, που τροφοδοτούν με την σειρά τους μέσω καταλλήλων ηλεκτρικών πινάκων τον Μετασχηματιστή Χαμηλής Τάσης. Μέσω κατάλληλου διακόπτη αποζεύκτη και του μετρητικού συστήματος, συνδεόμεθα στο δίκτυο της ΔΕΗ, σε απόσταση 150μ περίπου. Ο αυτόματος αποζεύκτης θα προστατεύει την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών, ή θα διακόπτει την σύνδεση με το δίκτυο σε περίπτωση συντήρησης του δικτύου. Ο κεντρικός πίνακας μέσης τάσης καθώς και οι λοιπές απαιτούμενες βοηθητικές διατάξεις θα στεγαστούν εντός οικίσκου ελέγχου. Ακόμη θα εγκατασταθεί σύστημα κεντρικού εποπτικού ελέγχου και τηλεπίβλεψης.

Υπολογισμός του μέγιστου αριθμού πλαισίων εν σειρά

Για τον υπολογισμό αυτό διαιρούμε την μέγιστη τάση εισόδου του μετατροπέα με τη μέγιστη τάση που μπορεί να εμφανιστεί στην έξοδο του κάθε πλαισίου.

Έχουμε δηλαδή:

Μέγιστος αριθμός πλαισίων σε σειρά = $V_{max,inv} / V_{oc,panel} = 1000/58,7 = 17$ panels.

Μπορούμε λοιπόν να χρησιμοποιήσουμε το πολύ 17 πλαίσια εν σειρά. Σε αυτή την περίπτωση η προκύπτουσα μέγιστη τάση της αλυσίδας (ή και του group παράλληλων αλυσίδων) είναι μικρότερη από την από τη μέγιστη τιμή της τάσης εισόδου του μετατροπέα και άρα αποδέκτη:

$$V_{oc,array} = V_{oc,string} = 17 \times V_{oc,πλαίσιου} = 17 \times 58.7V = 997,9V < 1000 V$$

Προφανώς αν τοποθετούσαμε 18 πλαίσια σε σειρά τότε θα είχαμε:

$$V_{oc,array} = V_{oc,string} = 18 \times V_{oc,πλαίσιου} = 18 \times 58.1V = 1057 > 1000 V$$

Δηλαδή η μέγιστη τάση της συστοιχίας θα υπερέβαινε την μέγιστη dc τάση του inverter. Η επιλογή αυτή λοιπόν κρίνεται ακατάλληλη.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι η V_{oc} πλαισίου λαμβάνεται για θερμοκρασία $\theta = -10 C$.

Έλεγχος τάσης στο MPP

Τώρα πρέπει να εξετάσουμε αν η τάση V_{mpp} κάθε φωτοβολταϊκής γεννήτριας βρίσκεται εντός των ορίων τάσης για τα οποία ο μετατροπέας μπορεί να «ψάξει» το σημείο MPP. Να σημειώσουμε ότι η τάση κάθε φωτοβολταϊκής γεννήτριας ισούται με την τάση στα άκρα κάθε αλυσίδας από πλαίσια σε σειρά. Η φβ γεννήτρια μπορεί να απαρτίζεται με τη σειρά της από περισσότερες παράλληλες αλυσίδες. Έτσι έχουμε:

$$V_{mpp,array} = V_{mpp,string} = 17 \times V_{mpp,πλαίσιου} = 17 \times 47V = 799V, \text{ η οποία είναι μια αποδεκτή τιμή αφού βρίσκεται εντός των ορίων τάσης μέσα στα οποία ο inverter Sunny Tripower 15 KVA μπορεί να «ψάξει» για το σημείο } V_{mpp}. (355V < 799V < 800V).$$

Συνοψίζοντας, ο μέγιστος αριθμός των εν σειρά πλαισίων = 17.

Να σημειώσουμε ότι η τιμή της V_{mpp} του πλαισίου λαμβάνεται για θερμοκρασίες από 50 C ως και 60 C. Εδώ για 60 C.

Αριθμός παράλληλων αλυσίδων

Αφού λοιπόν έχουμε υπολογίσει τον αριθμό των πλαισίων εν σειρά που συγκροτούν την κάθε μια αλυσίδα ο υπολογισμός του αριθμού παράλληλων αλυσίδων είναι εύκολη υπόθεση. Ο συνολικός αριθμός παράλληλων αλυσίδων προκύπτει από το πηλίκο του συνολικού αριθμού πλαισίων προς τον μέγιστο αριθμό των πλαισίων της κάθε αλυσίδας:

$$\text{Συνολικός αριθμός παράλληλων αλυσίδων} = \text{συνολικός αριθμός πλαισίων} / \text{μέγιστος αριθμός πλαισίων αλυσίδας} = 432 / 17 = 25$$

Όπως είδαμε συνολικά για την εγκατάσταση απαιτούνται 7 μετατροπείς. Σε κάθε μετατροπέα αντιστοιχεί μια φωτοβολταϊκή γεννήτρια. Κάθε γεννήτρια αποτελείται από κ παράλληλες αλυσίδες. Άρα σε κάθε μετατροπέα αντιστοιχούν κ παράλληλες αλυσίδες. Για να υπολογίσουμε τον αριθμό των παράλληλων αλυσίδων κάθε γεννήτριας αρκεί να διαιρέσουμε το συνολικό αριθμό των παράλληλων αλυσίδων με τον απαιτούμενο αριθμό των μετατροπέων:

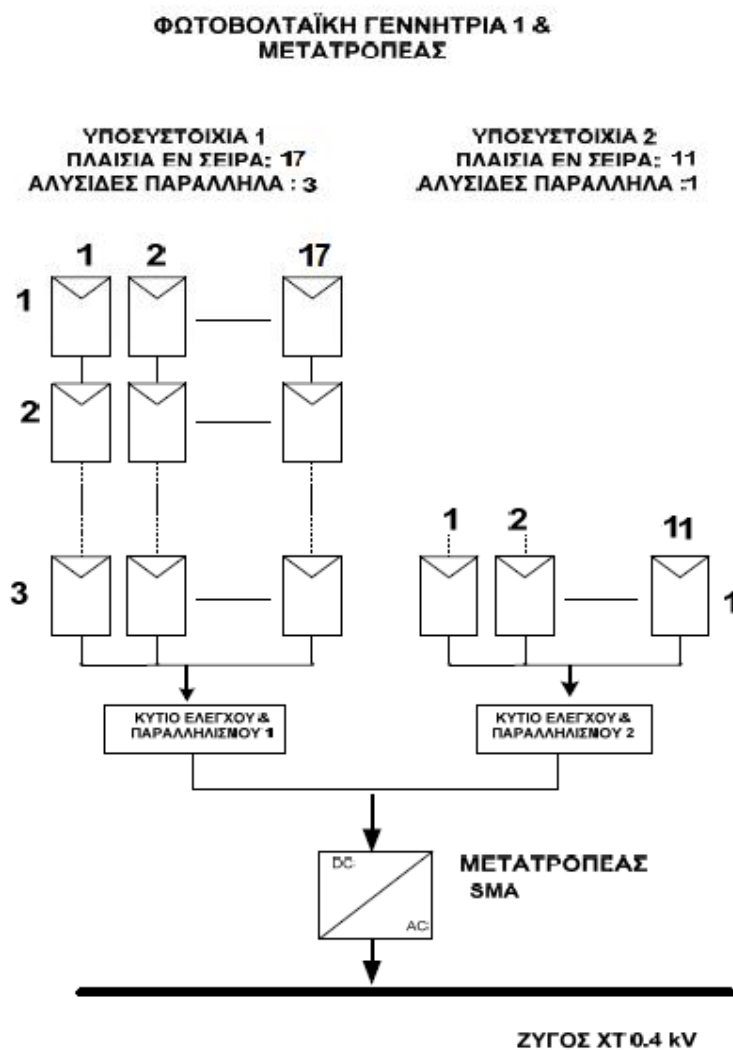
Αριθμός παράλληλων αλυσίδων της μιας γεννήτριας = συνολικός αριθμός παράλληλων αλυσίδων / συνολικός αριθμός μετατροπέων = $25,4 / 7 = 3,6 = 3$
Συνοψίζοντας, κάθε φβ γεννήτρια αποτελείται από 3 παράλληλες αλυσίδες και κάθε αλυσίδα έχει 17 πλαίσια σε σειρά. Στην έξοδο κάθε γεννήτριας εγκαθιστούμε έναν μετατροπέα.

Άρα τελικά ο φβ σταθμός στο σύνολο του θα αποτελείται από $17 \times 3 \times 7 = 357$ πλαίσια και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς θα είναι περίπου 82,1 kW. Όμως το έργο υπολογίζεται για απόδοση $432 \times 230 = 99,360$ W. Άρα προκύπτει ένα υπόλοιπο ισχύος $99360 - 82110 = 17250$ W η οποία ισχύς αντιστοιχεί σε 75 πάνελα.

Αυτό σημαίνει πως μπορούμε να συνδέσουμε σε κάθε δεύτερη είσοδο των αντιστροφών 11 πάνελ σε σειρά για να πετύχουμε την ζητούμενη ισχύ. Άρα σε κάθε αντιστροφή συνδέουμε 61 – 62 πάνελ.

Μονογραμμικό σχέδιο

Ακολούθως παρουσιάζεται το μονογραμμικό σχέδιο που αντιστοιχεί σε μια φβ γεννήτρια καθώς και το σχέδιο ολόκληρης της εγκατάστασης.



Στο σχήμα φαίνεται η διάταξη της μιας εκ των 7 φβ γεννητριών/ συστοιχιών. Η συστοιχία χωρίζεται σε 2 υποσυστοιχίες. Οι αλυσίδες των υποσυστοιχιών συνδέονται μεταξύ τους στα κυτία παραλληλισμού και ελέγχου. Κατόπιν η γραμμές καταλήγουν στον μετατροπέα dc/ac. Η έξοδος του μετατροπέα καταλήγει στο ζυγό ΧΤ, όπου συνδέονται και οι υπόλοιποι μετατροπείς.

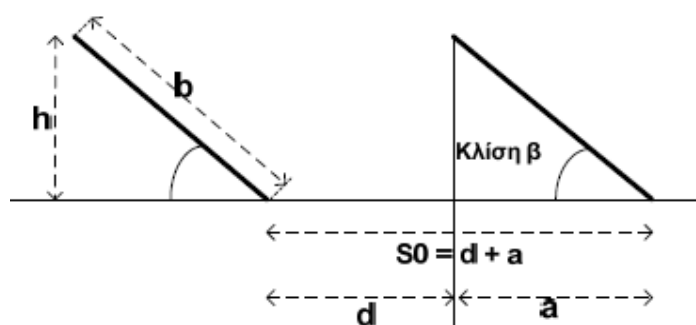
Τοποθέτηση πλαισίων

Παρότι για κάποιο χρονικό διάστημα μετά την ανατολή και αντίστοιχα πριν τη δύση του ηλίου η πίσω συστοιχία σκιάζεται από την αμέσως νοτιότερη, το ποσοστό της μείωσης της διαθέσιμης ημερήσιας ενέργειας ηλιακής ακτινοβολίας, που αντιστοιχεί στη συστοιχία δεν πρέπει να ξεπερνά το 5%.

Το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί στη μέρα του έτους με τις χειρότερες συνθήκες για τη σκίαση. Αυτή η μέρα είναι η 22η μέρα του Δεκέμβρη για κάθε τόπο που βρίσκεται στο βόρειο ημισφαίριο και ο ήλιος έχει τη χαμηλότερη τροχιά του. Μετά τη μέρα αυτή η σκιά ελαττώνεται σταδιακά. Της επόμενες δηλαδή μέρες το ποσοστό μείωσης της διαθέσιμης ημερήσιας ενέργειας ηλιακής ακτινοβολίας μειώνεται σταδιακά μέχρι την ελάχιστη τιμή του που λαμβάνεται για τις 21 Ιουνίου. Επιλέγοντας συνεπώς την βέλτιστη τοποθέτηση των συστοιχιών για την χειρότερη περίπτωση έχουμε την καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας για όλο το έτος.

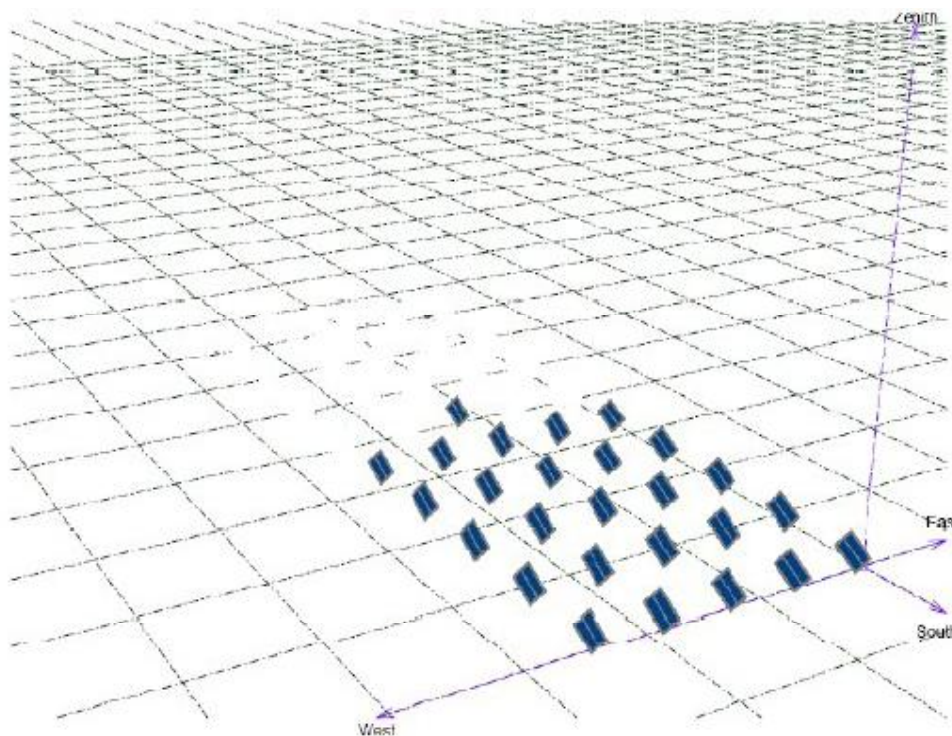
Προκειμένου να έχουμε την βέλτιστη τοποθέτηση των συστοιχιών χρησιμοποιούμε τον λόγο $r = d / h$. Το r λαμβάνεται από σχετικούς πίνακες ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος. Όσο το γεωγραφικό πλάτος μεγαλώνει έχουμε μεγάλη αύξηση για το d . Για την Κρήτη με γεωγραφικό πλάτος 35° το r λαμβάνεται περίπου 2.6.

Το παρακάτω σχήμα δείχνει τα γεωμετρικά μεγέθη που εμπλέκονται στον υπολογισμό της βέλτιστης απόστασης μεταξύ διαδοχικών συστοιχιών απείρου μήκους ώστε να πληρείται το κριτήριο του 5%.



Με δοσμένο το $r = 2.6$ γίνεται εύληπτο ότι καθοριστικό ρόλο για τον υπολογισμό του βέλτιστου S_0 έχουν η κλίση των πλαισίων και ο μήκος b . Τα πλαίσια που έχουμε έχουν μεγάλες διαστάσεις έτσι κάθε συστοιχία, αν τη θεωρήσουμε σε οριζόντιο επίπεδο, μπορεί να έχει ως πλάτος τη μεγάλη πλευρά του πλαισίου.

Η βέλτιστη σταθερή κλίση για την Ελλάδα προκειμένου να έχουμε την καλύτερη ετήσια απόδοση είναι 25° . Οι 26 ηλιοστάτες αναλαμβάνουν να ρυθμίζουν το αζιμούθιο κρατώντας σταθερή την κλίση πρόσπτωσης των πάνελων ακολουθώντας την τροχιά του ήλιου βάση ειδικού πυρανόμετρου που έχουν τοποθετημένο .



Προστασίες

Οι διατάξεις προστασίας αποσκοπούν στην εξασφάλιση της λειτουργίας διαφόρων στοιχείων σε μια ευρεία περιοχή και στην απόζευξη των στοιχείων εκείνων, τα οποία σε περιπτώσεις υπερφορτίσεων και σφαλμάτων κινδυνεύουν να καταπονηθούν περισσότερο από όσο επιτρέπεται και να καταστραφούν.

Υπερένταση: χρησιμοποιείται για ένταση μεγαλύτερη της ονομαστικής που μπορεί να εμφανιστεί σε α)λειτουργία χωρίς σφάλμα ή β)σε βραχυκύκλωμα.

Υπερφόρτιση: ένταση μεγαλύτερη της ονομαστικής που δεν οφείλεται σε σφάλμα.

Η προστασία έναντι υπερεντάσεων είναι η προστασία διάφορων στοιχείων της εγκατάστασης τόσο έναντι ρευμάτων υπερφόρτισης όσο και έναντι ρευμάτων βραχυκυκλώσεως.

Τα ρεύματα υπερφόρτισης μπορεί να μην καταστρέφουν άμεσα στοιχεία της εγκατάστασης ωστόσο συμβάλλουν καθοριστικά στην ανύψωση της θερμοκρασίας τους και τελικά στην πρόωρη γήρανση του στοιχείου που διαρρέουν. Όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια και το μέγεθος της μη επιτρεπτής θερμοκρασίας εξαιτίας των παραπάνω ρευμάτων τόσο μεγαλύτερη είναι η «φθορά» που του προκαλούν.

Να σημειώσουμε ακόμα ότι όταν οι εντάσεις υπερφορτίσεως έχουν μεγάλες τιμές και δε διακοπούν έγκαιρα μπορεί τελικά να οδηγήσουν και σε βραχυκύκλωμα. Τέλος πρέπει να επισημανθεί ότι σημαντικές υπερεντάσεις βραχείας διάρκειας εμφανίζονται και κατά την κανονική λειτουργία χωρίς να προκαλούν ανεπίτρεπτη ανύψωση της θερμοκρασίας πχ τα ρεύματα ζεύξεως μετασχηματιστών.

Τα ρεύματα βραχυκύκλωσης είναι τόσο μεγάλα ώστε σε πολύ σύντομο χρόνο να προκαλούν ανεπίτρεπτες υπερθερμάνσεις όχι μόνο στο σημείο του σφάλματος αλλά και σε άλλα στοιχεία που διαρρέονται από το ρεύμα αυτό. Οι υπερθερμάνσεις αυτές είναι υπεύθυνες για καταστροφή του εξοπλισμού ή ακόμα και για πυρκαγιά.

Γίνεται συνεπώς σαφές ότι οι υπερεντάσεις πρέπει να διακόπτονται σε σχετικά σύντομο χρόνο χωρίς να προλάβουν να προκαλέσουν υπέρβαση της μέγιστης επιτρεπόμενης θερμοκρασίας.

Διατάξεις προστασίας ΧΤ

Οι διατάξεις προστασίας έναντι υπερεντάσεων (ρεύματα υπερφόρτισης και ρεύματα βραχυκυκλώσεως) πρέπει:

- Να επιτρέπουν τη ροή των παροδικών υπερεντάσεων κατά την κανονική λειτουργία όπως είναι τα ρεύματα ζεύξεως μετασχηματιστών.
- Να διακόπτουν την τροφοδότηση πριν η θερμοκρασία του στοιχείου που προστατεύουν υπερβεί τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή.
- Να διακόπτουν στο μικρότερο δυνατό χρόνο τα ρεύματα βραχυκύκλωσης .
- Να εξασφαλίζουν τη διακοπή μόνο του τμήματος του κυκλώματος στο οποίο παρουσιάζεται η υπερένταση (επιλογική προστασία).

Οι διατάξεις προστασίας συγκροτούνται κυρίως από μέσα προστασίας που λειτουργούν με κριτήριο το ρεύμα. Έτσι έχουμε: ασφάλειες τηκτών, αυτόματους διακόπτες και ηλεκτρονόμους (ρελαί) υπερεντάσεως.

Ασφάλειες

Οι ασφάλειες είναι βασικά ένα μεταλλικό νήμα που παρεμβάλλεται στη γραμμή την οποία προστατεύει. Το νήμα αυτό (τηκτό) υπερθερμαίνεται και τήκεται διακόπτοντας το κύκλωμα όταν η ένταση του ρεύματος υπερβεί για ορισμένο χρόνο μια ορισμένη τιμή. Το νήμα της ασφάλειας περιβάλλεται από άμμο, όπου γίνεται η σβέση του ηλεκτρικού τόξου, το οποίο δημιουργείται κατά τη διακοπή του ρεύματος. Η άμμος βρίσκεται σε ένα μονωτικό περίβλημα συνήθως από πορσελάνη.

Οι ασφάλειες είναι τα πιο φθηνά και αποτελεσματικά μέσα προστασίας έναντι ρευμάτων βραχυκύκλωσης. Παρέχουν επίσης προστασία έναντι υπερφορτίσεως γραμμών όχι όμως μετασχηματιστών και κινητήρων. Κατασκευαστικά έχουμε βασικά 2 είδη ασφαλειών τις κοχλιωτές και τις μαχαιρωτές .

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη των ασφαλειών είναι τα ακόλουθα:

- 1.) I_n : ονομαστική ένταση ασφάλειας είναι η μέγιστη ένταση συνεχούς φόρτισης χωρίς υπέρβαση της μέγιστης θερμοκρασίας του τηκτού και των ακροδεκτών.
- 2.) Κάτω Οριακή Ένταση : η μέγιστη ένταση η οποία μπορεί να διαρρέει την ασφάλεια συνεχώς χωρίς να προκαλεί τήξη της. Δεν επιτρέπεται όμως να διαρρέεται συνεχώς από την ένταση αυτή.
- 3.) Μέγιστη ένταση είναι η ένταση που δεν προκαλεί τήξη της ασφάλειας εντός 2 ωρών πχ $1.3 I_n$.
- 4.) Ελάχιστη ένταση η οποία προκαλεί οπωσδήποτε τήξη της ασφάλειας εντός 2 ωρών πχ $1.6 I_n$.

Οι ασφάλειες τήκονται για μεγάλες εντάσεις σε τόσο μικρό χρόνο, ώστε να μην μπορεί να αναπτυχθεί το κρουστικό ρεύμα βραχυκύκλωσης I_s . Η μέγιστη τιμή έντασης βραχυκύκλωσης περιορίζεται από το κρουστικό ρεύμα I_s στο ρεύμα διέλευσης I_D .

Αυτόματοι Διακόπτες Ισχύος

Οι διακόπτες ισχύος ονομάζονται και αυτόματοι και χρησιμοποιούνται και στην προστασία ΧΤ. Όπως είδαμε είναι σε θέση να διακόψουν ή να ζεύξουν ένα κύκλωμα σε συνθήκες ομαλής ή ανώμαλης λειτουργίας, δηλαδή και σε βραχυκύκλωμα.

Οι διακόπτες ισχύος έχουν θάλαμο σβέσης ενώ μπορεί να φέρουν σε κάθε φάση θερμικό στοιχείο για προστασία έναντι υπερφόρτισης, ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο για προστασία έναντι ρευμάτων βραχυκύκλωσης, στοιχείο έλλειψης τάσης, βοηθητικές επαφές σήμανσης και μανδάλωσης, καθώς και στοιχεία καθυστέρησης της πτώσης.

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος κατασκευάζονται από 20 A ως 5000 A. Οι επαφές ισχύος απομακρύνονται με τη βοήθεια ελατηρίου που πρέπει να σπλιστεί μετά την πτώση του διακόπτη. Ο σπλισμός μπορεί να γίνεται χειροκίνητα με κουμπί, μοχλό ή με κινητήρα οπότε ο σπλισμός γίνεται από μακριά.

Τα χαρακτηριστικά των διακοπών ισχύος είναι τα ακόλουθα :

- Η τάση πχ 400V
- Το ονομαστικό (μέγιστο) συνεχώς επιτρεπόμενο ρεύμα, πχ 2000 A.
- Το θερμικό ρεύμα ενός δευτερολέπτου, δηλαδή η αντοχή των επαφών για 1 sec, πχ 40 kA. Δίνεται συνήθως για μεγάλους διακόπτες >800 A.
- Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα απόξευξης πχ $I_k=110\text{kA}$ υπό συγκεκριμένο $\cos\phi$ πχ $\cos\phi=0,4$. Είναι το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να αποξεύξει ένας διακόπτης ισχύος. Καμιά φορά δίνεται και η μέγιστη ισχύς απόξευξης $\sqrt{3} V_n I_k$.
- Περιοχή ρύθμισης του θερμικού ή ηλεκτρονικού στοιχείου $I=f(t)$, αν υπάρχει (πχ 1100-2000A).

- Περιοχή ρύθμισης στιγμιαίου (ηλεκτρομαγνητικού) στοιχείου, αν υπάρχει (πχ 6000 – 24000 A).
- Ρελαί έλλειψης τάσης και ρύθμισής του, αν υπάρχει.
- Ρελαί υπέρτασης και ρύθμισής του, αν υπάρχει.
- Μηχανισμός σπλισμού με κινητήρα ή χειροκίνητα. Τάση λειτουργίας κινητήρα.
- Βοηθητικές

Οι σύγχρονοι διακόπτες ισχύος έχουν ηλεκτρονόμους που επιτρέπουν επακριβή ρύθμιση τόσο του ρεύματος ρύθμισης όσο και της μορφής της καμπύλης των θερμικών και ηλεκτρομαγνητικών στοιχείων.

Σύνδεσμολογία Φωτοβολταϊκού Σταθμού με το Δίκτυο

Η διασύνδεση του φωτοβολταϊκού σταθμού θα γίνει μέσω του Μ/Σ χαμηλής τάσεως και του κεντρικού αυτόματου ηλεκτρολογικού πίνακα και του γνώμονα μέτρησης με το δίκτυο ΔΕΗ 230V που βρίσκεται πλησίον του γηπέδου εγκατάστασης. Το σημείο διασύνδεσης βρίσκεται σε απόσταση περίπου 150 μ. από το Φ/Β σταθμό.

Το δίκτυο σύνδεσης χαμηλής τάσης θα αποτελείται από γραμμές μήκους 150μ. (αγωγοί αλουμινίου τύπου ACRS-95 επί ξύλινων στύλων ενδεικτικού ύψους 9 μέτρων), οι οποίες ξεκινούν από την έξοδο του μετατροπέα και τερματίζουν στη θέση που συναντούν το υπάρχον δίκτυο 230V.

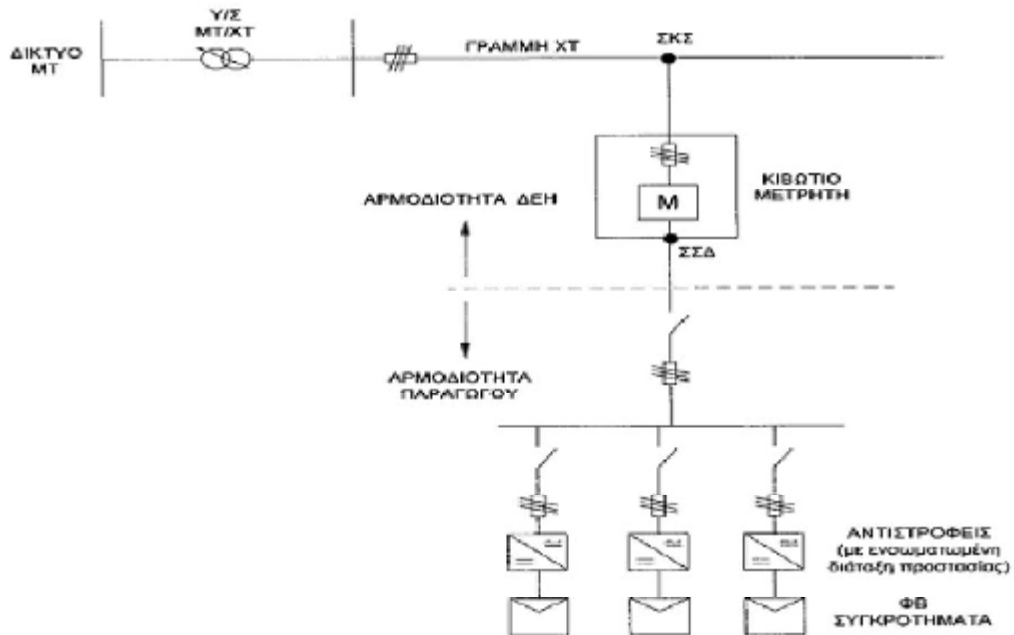
Η ηλεκτρική συνδεσμολογία του υποσταθμού διανομής (εντός του αντιστροφέα) είναι σύμφωνη με το σύστημα που περιγράφεται στην Τεχνική Περιγραφή ΔΕΗ/ΔΜΚΛΔ-148/17-10-95 της ΔΕΗ.

Όσον αφορά στην ηλεκτρολογική σύνδεση, αρχικά πραγματοποιείται σειριακή σύνδεση τριών (3) Φ/Β πλαισίων TE 2000 (ομάδα). Τέσσερις (4) ομάδες πλαισίων συνιστούν και συνθέτουν ένα connection box.

Τοποθετείται κατάλληλος πίνακας (pillar), ο οποίος υποδέχεται τα connection boxes με κατάλληλες αυτόματες ασφάλειες. Η έξοδος του pillar ασφαλίζει με ένα διακόπτη φορτίου. Οι έξοδοι του pillar οδεύουν υπογείως προς το κτίριο του Υποσταθμού με κατάλληλης διατομής καλώδιο.

Σε μεταλλικό υπαίθριο κιόσκι, το οποίο βρίσκεται στο χώρο του Φωτοβολταϊκού Πάρκου εγκαθίσταται μετασχηματιστής 0,4/230V ξηρού τύπου, ο οποίος υποδέχεται την έξοδο του pillar και μέσω κατάλληλων πεδίων Χαμηλής Τάσης, ο οποίος συνδέεται με το υφιστάμενο δίκτυο.

Όλες οι ηλεκτρολογικές συνδέσεις εντός του Φ.Π. θα πραγματοποιούνται με καλώδια Χαμηλής Τάσης και θα οδεύουν σε αύλακες κατάλληλα τοποθετημένους παράλληλα με τους ηλιοστάτες.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Υπολογισμοί

Η πραγματικά παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από την φωτοβολταϊκή εγκατάσταση προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη την συνολικά παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια E_s , την ισχύ αιχμής της εγκατάστασης P_s , τον λόγο επίδοσης της εγκατάστασης PR_s , τη μέση πυκνότητα ολικής ηλιακής ενέργειας στο επίπεδο του πλαισίου H_t και την πυκνότητα ισχύος ηλιακής ακτινοβολίας σε συνθήκες εργαστηρίου G_{stc} . Η σχέση που συνδέει όλες αυτές τις παραμέτρους είναι:

$$E_s = P_s \times PR_s \times H_t / G_{stc}$$

Ο λόγος επίδοσης της εγκατάστασης εκφράζεται αναλυτικά με βάση τον συντελεστή ανακλαστικότητας PR_p , τον συντελεστή της προσπίπτουσας ακτινοβολίας PR_ϕ , τον συντελεστή χαμηλών τιμών ακτινοβολίας PR_λ , τον συντελεστή διαφοροποίησης πόλωσης της ακτινοβολίας PR_χ , τον συντελεστή απωλειών λόγω μη σύμπτωσης του σημείου λειτουργίας του στοιχείου με το σημείο μέγιστης λειτουργίας της συστοιχίας PR_{nit} , το λόγο επίδοσης διαφοροποίησης θερμοκρασίας κυψέλης PR_t και τον συντελεστή απωλειών λόγω ανομοιογένειας στοιχείων, δόδων αντεπιστροφής, καλωδιώσεων και απόδοσης μετατροπέα H_{aa} .

Αποτελέσματα ανάλυσης

Μέσω του S.D η συνολική παραγωγή ενέργειας ανά έτος που υπολογίστηκε είναι:

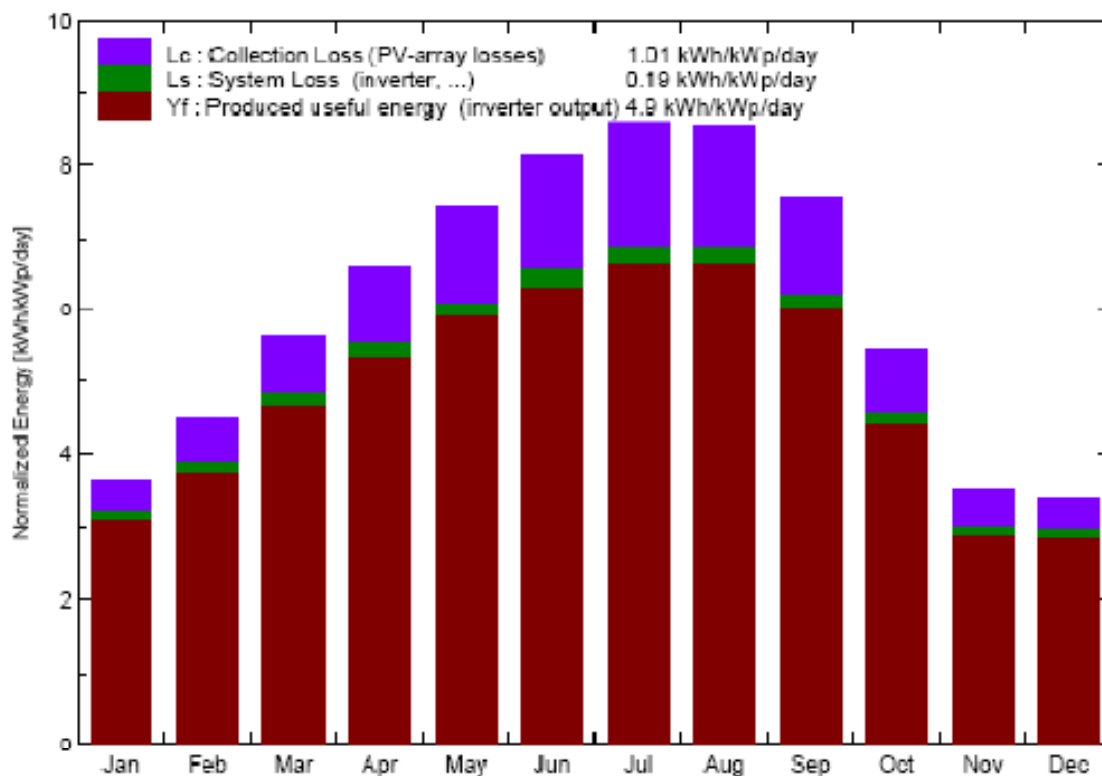
144 Mwh/έτος

Συγκεκριμένα παράγονται **1461 kWh/kWp/έτος**

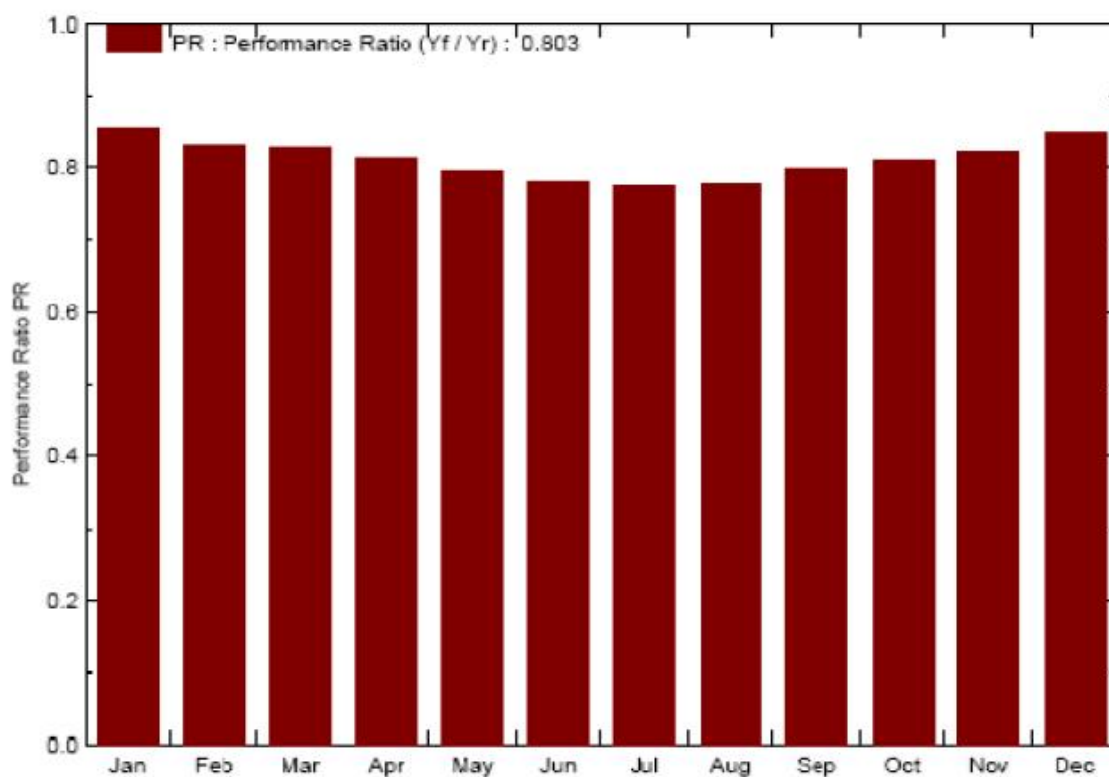
Και ο βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης (Performance Ratio) είναι:

PR 83.3 %

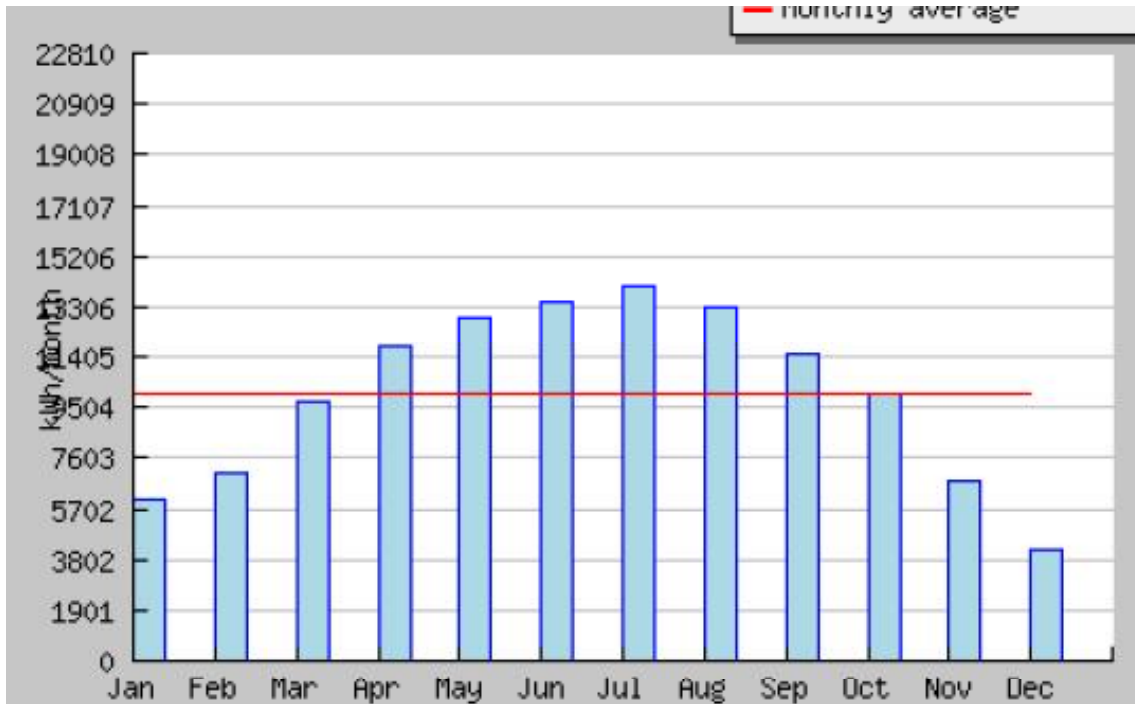
Κανονικοποιημένη κατανομή ανά εγκατεστημένο kWp ανά μήνα



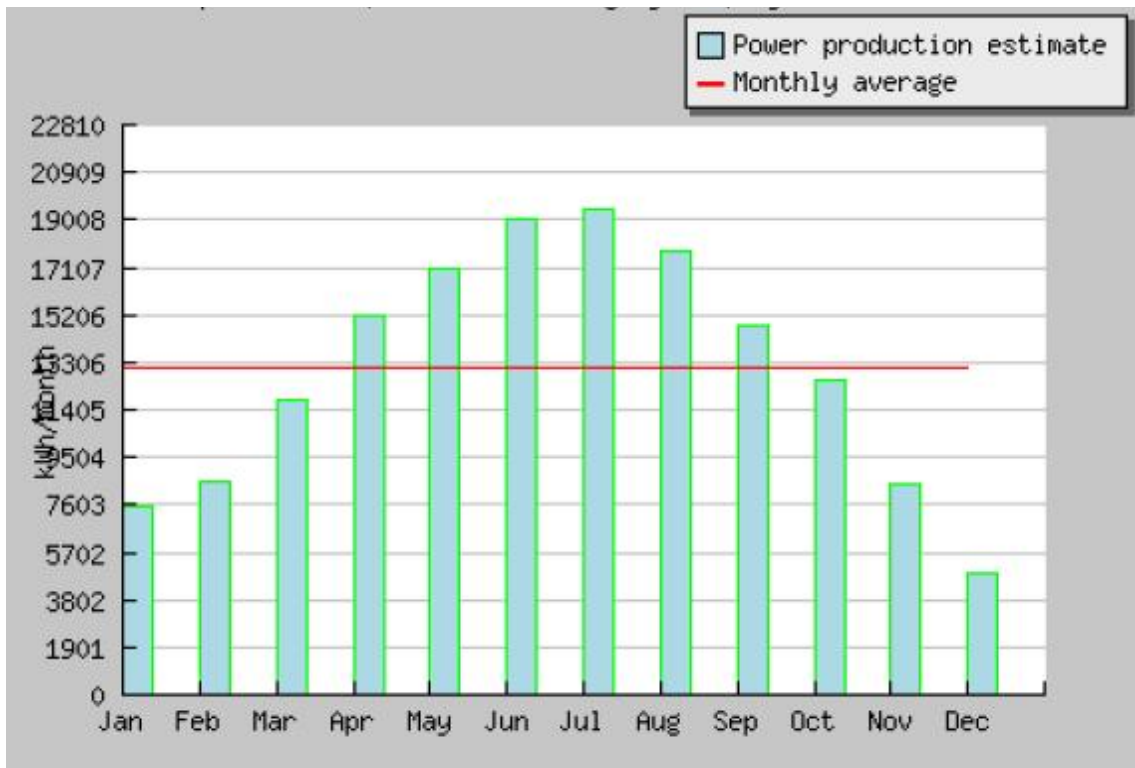
Βαθμός απόδοσης εγκατάστασης ανα μήνα



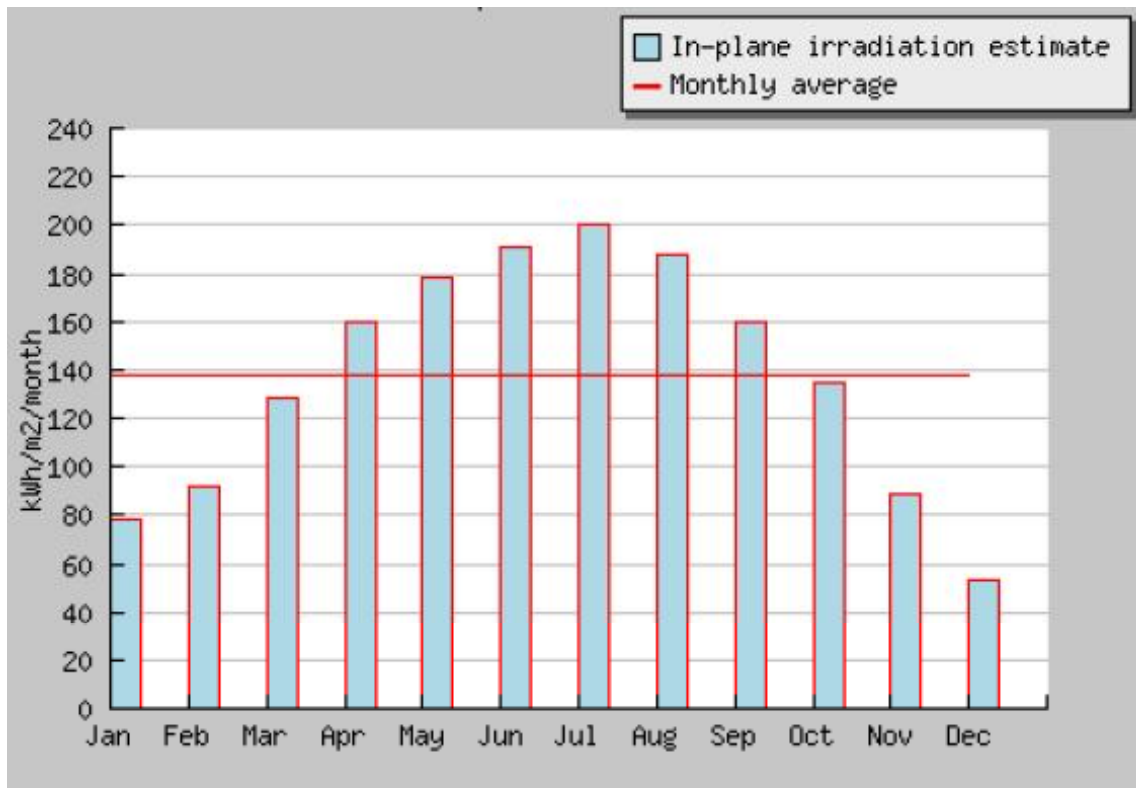
Μηνιαία και μέση υπολογιζόμενη απόδοση στη διάρκεια ενός έτους



Παραγόμενη ενέργεια από σύστημα tracker ενός άξονα



Μηνιαία παραγόμενη ενέργεια πάνω στο πάνελ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Sunny Design v.1.56

PVSYST© Version 4.21, September 2007.

Θωμας, Ζαχαρίας. ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 2. 2005.

support, SMA technical.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ. ΤΕΧΝΙΚΕΣ
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ.
ΜΑΡΤΗΣ 2004.

METEONORM© Version 6.0, October 2007.

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) - <http://www.cres.gr/>

Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (ΣΕΦ) - <http://www.helapco.gr/>

<http://el.wikipedia.org>

www.selasenergy.gr, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2010

www.rae.gr

www.hellascams.gr

www.prosolar.gr

www.npt.gr

www.elvityl.gr

www.photovoltaic.gr

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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



ΔΕΗ/Περιοχή Αρ. Αίτησης: ΦΒ-
Ημερομηνία:

Αίτηση για τη σύνδεση φωτοβολταϊκού σταθμού επί γηπέδου ισχύος ≤ 100 kW στο Δίκτυο ΧΤ

| Στοιχεία Παραγωγού | |
|--|--|
| Όνομα/επωνυμία ενδιαφερόμενου φυσικού/νομικού προσώπου | |
| Κατοικία/έδρα ενδιαφερομένου φυσικού/νομικού προσώπου | |
| ΑΦΜ και ΔΟΥ ενδιαφερόμενου φυσικού/νομικού προσώπου | |
| Εκπρόσωπος επικοινωνίας με τη ΔΕΗ | |
| Ταχυδρομική διεύθυνση | |
| Ηλεκτρονική διεύθυνση (E-mail) | |
| Τηλέφωνο | |
| Fax | |
| Στοιχεία Εγκατάστασης | |
| Είδος Παραγωγού | Αυτοπαραγωγός Ανεξάρτητος Παραγωγός |

| | |
|---|--|
| Θέση εγκατάστασης (θέση – τοπωνύμιο, δήμος, νομός) | |
| Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (kW) | |
| Στοιχεία αδειούχου εγκαταστάτη (επωνυμία, ειδικότητα, διεύθυνση, τηλέφωνο) | |

| | |
|---|--|
| Στοιχεία Φωτοβολταϊκών πλαισίων | |
| Κατασκευαστής, προέλευση | |
| Τύπος - μοντέλο | |
| Ονομαστική ισχύς πλαισίου | |
| Αριθμός πλαισίων | |
| Πιστοποιήσεις | |
| Στοιχεία αντιστροφεία (inverter) | |
| Κατασκευαστής, προέλευση | |
| Τύπος - Μοντέλο | |
| Ονομαστική ισχύς εξόδου | |
| Μέγιστη ισχύς εξόδου | |
| Μέγιστος βαθμός απόδοσης | |

| | |
|--|------------------|
| Συντελεστής ισχύος | |
| Διακύμανση τάσης εξόδου (προεπιλεγμένη και δυνατό εύρος ρύθμισης) | (προεπιλεγμένη) |
| | (εύρος ρύθμισης) |
| Διακύμανση συχνότητας εξόδου (προεπιλεγμένη και δυνατό εύρος ρύθμισης) | (προεπιλεγμένη) |
| | (εύρος ρύθμισης) |
| Ολική αρμονική παραμόρφωση ρεύματος (THD) | |
| Έγχυση DC | |
| Μετασχηματιστής απομόνωσης | Ναι / Όχι |

| | |
|--|-----------|
| Προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης (Islanding) κατά VDE 0126 ή ισοδύναμης μεθόδου | Ναι / Όχι |
| Πλήρης περιγραφή τρόπου προστασίας | |
| Πιστοποιήσεις | |
| Έγγραφα και στοιχεία που συνοποβάλλονται κατά την αρχική αίτηση | |
| 1. Τεχνικά εγχειρίδια φωτοβολταϊκών στοιχείων | |
| 2. Τεχνικά εγχειρίδια και πιστοποιητικά αντιστροφών | |
| 3. Μονογραμμικό ηλεκτρολογικό σχέδιο του σταθμού (υπογεγραμμένο από μελετητή κατάλληλης ειδικότητας) | |

| |
|---|
| 4. Αντίγραφο πρόσφατου λογαριασμού κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος (μόνο για την περίπτωση αυτοπαραγωγών) |
| 5. Τοπογραφικό σχέδιο της ακριβούς θέσης της εγκατάστασης και χάρτη ΓΥΣ 1:5000 με απεικόνιση του πολυγώνου του γηπέδου (προκειμένου για γήπεδα εκτός σχεδίου πόλεως) |
| 6. Τίτλος κυριότητας ή νόμιμης κατοχής του γηπέδου εγκατάστασης και το πιστοποιητικό μεταγραφής του στο υποθηκοφυλακείο (γίνονται δεκτά και προσύμφωνα αγοράς ή μίσθωσης) |
| 7. Έγγραφο εξαίρεσης από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής εκδοθέν από τη ΡΑΕ (μόνο για τους σταθμούς που έχουν λάβει απόφαση εξαίρεσης προ της έκδοσης του Ν. 3851/2010) |
| 8. Υπεύθυνη Δήλωση του Ν. 1599/86, στην οποία ο αιτών να βεβαιώνει ότι: α. ο σταθμός εξαιρείται από έκδοση απόφασης ΕΠΟ βάσει του Ν. 3851/2010 β. το αγροτεμάχιο εγκατάστασης του σταθμού χαρακτηρίζεται/δεν χαρακτηρίζεται ως αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας γ. όλα τα στοιχεία που υποβάλλει με την αίτησή του είναι αληθή |
| Έγγραφα και στοιχεία που θα πρέπει να προσκομιστούν προ της υπογραφής της Σύμβασης Σύνδεσης |
| 9. Τίτλος κυριότητας του γηπέδου εγκατάστασης (συμβολαιογραφική πράξη και πιστοποιητικό μεταγραφής της στο υποθηκοφυλακείο), ή νόμιμη κατοχής αυτού (το μισθωτήριο συμβόλαιο από συμβολαιογράφο συνοδευόμενο από το πιστοποιητικό μεταγραφής του στο υποθηκοφυλακείο), εφόσον δεν έχουν κατατεθεί με την αρχική αίτηση |

| |
|--|
| 10. Έγκριση εκτέλεσης εργασιών μικρής κλίμακας για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού σταθμού, από την αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία |
| 11. Βεβαίωση απαλλαγής από απόφαση ΕΠΟ, από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή της οικείας Περιφέρειας |
| Έγγραφα και στοιχεία που θα πρέπει να προσκομιστούν προ της σύνδεσης του σταθμού με το Δίκτυο |
| 12. Αντίγραφο της Σύμβασης Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας μεταξύ Παραγωγού και ΔΕΣΜΗΕ |

13. Υπεύθυνη Δήλωση Ηλεκτρολόγου Εγκαταστάτη (Υ.Δ.Ε.) για τη συνολική εγκατάσταση, με συνημμένη τεχνική περιγραφή του τρόπου αποφυγής του φαινομένου της νησιδοποίησης και συνημμένο μονογραμμικό ηλεκτρολογικό σχέδιο της εγκατάστασης

14. Υπεύθυνη Δήλωση του Ν. 1599/86, στην οποία ο Παραγωγός θα αναφέρει τις ρυθμίσεις των ορίων τάσεως και συχνότητας στην έξοδο του αντιστροφέα τα οποία σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν για την τάση το +15% έως -20% της ονομαστικής τάσης, ενώ για την συχνότητα τα +/- 0,5 Hz καθώς επίσης και την πρόβλεψη ότι σε περίπτωση υπέρβασης των πιο πάνω ορίων ο αντιστροφέας θα τίθεται εκτός (αυτόματη απόξευξη) με τις ακόλουθες χρονικές ρυθμίσεις :

- Θέση εκτός του αντιστροφέα σε 0,5 δευτερόλεπτα,
- Επανάξευξη του αντιστροφέα μετά από τρία λεπτά.

Επίσης θα αναφέρει το χρόνο λειτουργίας της προστασίας έναντι νησιδοποίησης



ΔΙΑΞΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΒΑΣΗΣ
“ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟ
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

| | ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟ-1 | ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟ-3 | ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟ-4 |
|---|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Δυνατότητα αυτόματης κίνησης και στους δύο άξονες | ΟΧΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ |
| Δυνατότητα αυτόματης προσαρμογής σε περίπτωση θύελλας | ΝΑΙ (ΣΕ ΕΝΑΝ ΑΞΟΝΑ) | ΝΑΙ | ΝΑΙ |
| Δυνατότητα για πάνελ | 12 m² | 26 m² | 30 m² |
| Διαστάσεις επιφάνειας στήριξης πάνελ | 3 x 4 m | 4,3 x 6,2 m | 5,0 x 6,0 m |
| Περιστροφή του συστήματος | ΜΕ ΚΟΧΛΙΑ | ΜΕ ΚΟΧΛΙΑ | ΜΕ ΚΟΧΛΙΑ |

| | | | |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Τρόπος προσανατολισμού στον ήλιο | ΜΕ ΚΕΝΤΡΙΚΟ PLC ANA ΠΑΡΚΟ | ΜΕ ΚΕΝΤΡΙΚΟ PLC ANA ΠΑΡΚΟ | ΜΕ ΚΕΝΤΡΙΚΟ PLC ANA ΠΑΡΚΟ |
| Μέγιστο ύψος | 3,7 m | 4,5 m | 5,5 m |
| Βάρος επιφάνειας στήριξης πάνελ | 278 kgr | 626 kgr | 750 kgr |
| Συνολικό βάρος | 358 kgr | 710 kgr | 834 kgr |
| Ονομαστική ισχύς τριφασικών κινητήρων | 0,09 Kw | 2 x 0,09 Kw | 2 x 0,09 Kw |
| Αντοχή σε ανέμους | 150 km/h | 150 km/h | 150 km/h |
| Ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανα τράκερ | 10 KWh | 12 KWh | 12 KWh |
| Θερμοκρασία λειτουργίας | -20 εως +70 °C | -20 εως +70 °C | -20 εως +70 °C |

| | ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟ-1 | ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟ-3 | ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟ-4 |
|--|---|---|---|
| Στατική επίλυση σύμφωνα με τον ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ | ΝΑΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ |
| Έχει προσομειωθεί η λειτουργία του για διάστημα | 30 ΧΡΟΝΩΝ | 20 ΧΡΟΝΩΝ | 20 ΧΡΟΝΩΝ |
| Γαλβάνισμα εν θερμώ του συνόλου του τράκερ πλην των μηχανισμών | ΝΑΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ |
| Απαιτούμενη συντήρηση | ΓΡΑΣΣΑΡΙΣΜΑ ΣΤΟΝ ΚΟΧΛΙΑ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΑΡΘΡΩΣΕΙΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΤΡΑΚΕΡ | ΓΡΑΣΣΑΡΙΣΜΑ ΣΤΟΝ ΚΟΧΛΙΑ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΑΡΘΡΩΣΕΙΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΤΡΑΚΕΡ | ΓΡΑΣΣΑΡΙΣΜΑ ΣΤΟΝ ΚΟΧΛΙΑ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΑΡΘΡΩΣΕΙΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΤΡΑΚΕΡ |
| Δυνατότητα ενημέρωσης βλαβών και απόδοσης μέσω SMS | ΝΑΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ |

| | | | |
|---|------------|------------|------------|
| Δυνατότητα εγγύησης 20 ετών | ΝΑΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ |
| Δυνατότητα αποζημίωσης για απώλεια κερδών | ΝΑΙ | ΝΑΙ | ΝΑΙ |

ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ

1. **ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 3/1.1,1.5** για τις Στατικές Φορτίσεις και ο Ελληνικός Αντισεισμικός **ΕΑΚ 2000** (τροπ. **ΦΕΚ Β' 781/18.06.2003**) για τις Σεισμικές.
2. Κανονισμός για τη Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα (Ε.Κ.Ω.Σ. : **ΦΕΚ 1329 Β** 6.11.2000).
3. **CENELEC HD 21.1, HD 21.2 και HD 21.3**
4. **CENELEC HD 383 και ELOT 563.3**
5. **ISO 6722 και ISO 4892-2**
6. **IEC 60332-1 και UL94-V0**
7. **EN 50081-2: 1993 και EN 50082-2: 1995**
8. **VDE 0160: 1998 (EN 50178: 1995)**
9. **EN 61131-2: 1995**

ΝΟΜΟΣΧΕΔΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟΣ ΝΟΜΟΣ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ 100 kW

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΕΛΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ

Οικονομολόγος - Διοικητικός Διευθυντής Sol Energy Hellas

ΤΙΜΕΣ ΠΩΛΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

| Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από: | Τιμή Ενέργειας (€/MWh) | |
|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | Διασυνδεδεμένο Σύστημα | Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά |

| Φωτοβολταϊκός Σταθμός | | | | | | |
|-----------------------|---|------------|-----------|---------|------------|------------------|
| 1. | Γενική Περιγραφή | | | | | |
| | ΜΟΝΑΔΑ | Total Watt | cost/unit | m2/unit | Total Area | |
| | Pcs | 1.000 | 100.000 | 570.000 | 4,5 | 4.500 |
| 1.1 | Συνολική Ισχύς Σταθμού | | | | | 0,10000000 MW |
| | Στατιστικές Ώρες | | | | | 1.350 h |
| 1.2 | Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας | | | | | 135,0 MWh |
| | | | | | | 135000,00 KWh |
| 1.3 | Capacity Factor | | | | | 15,41% |
| 2. | Συνολική Επένδυση | | | | | |
| 2.1 | Κόστος Εξοπλισμού και Εγκατάστασης | | | | | 600.000 € |
| 2.2 | Κόστος Απόκτησης Εκτασσεως | | | | | 0 € |
| 2.3 | Συνολικό Κόστος | 100% | | | | 600.000 € |
| 2.4 | Επιχορήγηση | 50,0% | % | | | 300.000 € |
| 2.5 | Ίδια Συμμετοχή | 25,0% | % | | | 150.000 € |
| 2.6 | Δάνειο | 25,0% | | | | 150.000 € |
| 2.8 | Επιτόκιο Αναγωγής | | | | | 7,0% |
| 2.9 | Έξοδα Εξυπηρέτησης Δανείου | | | | | 16.469,2 € |
| 3. | Τιμές Πώλησης | | | | | |
| 3.1 | Τιμή πώλησης ενέργειας (με συντελεστή προσαύξησης 2,5% ετησίως) | | | | | 60.750,000 €/MWh |
| 3.2 | Πωλήσεις Ισχύος από Φ/Β | | | | | 0,00 €/MW/ μήνα |
| 4. | Ετήσια Αποτελέσματα (σε €) | | | | | |
| 4.1 | Έσοδα από πώληση ενέργειας | | | | | 60.750 € |
| 4.2 | Έσοδα από πώληση ισχύος | | | | | 0 € |
| 4.3 | Λειτουργικά Έξοδα (με 2,5% ετήσια αύξηση) | | | | | 600 € |
| 4.4 | Έξοδα Ασφάλισης (με 2,5% ετήσια αύξηση) | | | | | 1.000 € |
| 4.5 | ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ Ανταποδοτικό τέλος ΟΤΑ (2% επί ακαθ. Εσόδων) | | | | | 0 € |
| 4.6 | Συντελεστής Φόρων (Πίστωση Φόρου = 10%) | | | | | 20% |
| 4.7 | Μικτό κέρδος (χωρίς εξυπηρέτηση δανείου) | | | | | 59.150 € |
| 5. | Δείκτες ανά KW | | | | | |
| 5.1 | Ύψος επένδυσης ανά KW | | | | | 1500,00 €/KW |
| 5.2 | Μεσοσταθμικός Τζίρος ανά έτος & KW | | | | | 35,65 €/KW / a |
| 5.3 | Μεσοσταθμικό Κέρδος ανά έτος & KW | | | | | 23,51 €/KW / a |
| 6. | Δείκτες Χρηματικών Ροών | | | | | |
| 6.1 | Καθαρή Παρούσα Αξία (€)-NPV | | | | | 404.045 |
| 6.2 | IRR (Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης) | | | | | 27,6% |
| 6.3 | Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (έτη) | | | | | 4,5 |

Απόδοση της Επένδυσης με Επιχορήγηση επί των Ιδίων Κεφαλαίων (Μετά Τοκοχρεωλυσίων Φόρων)

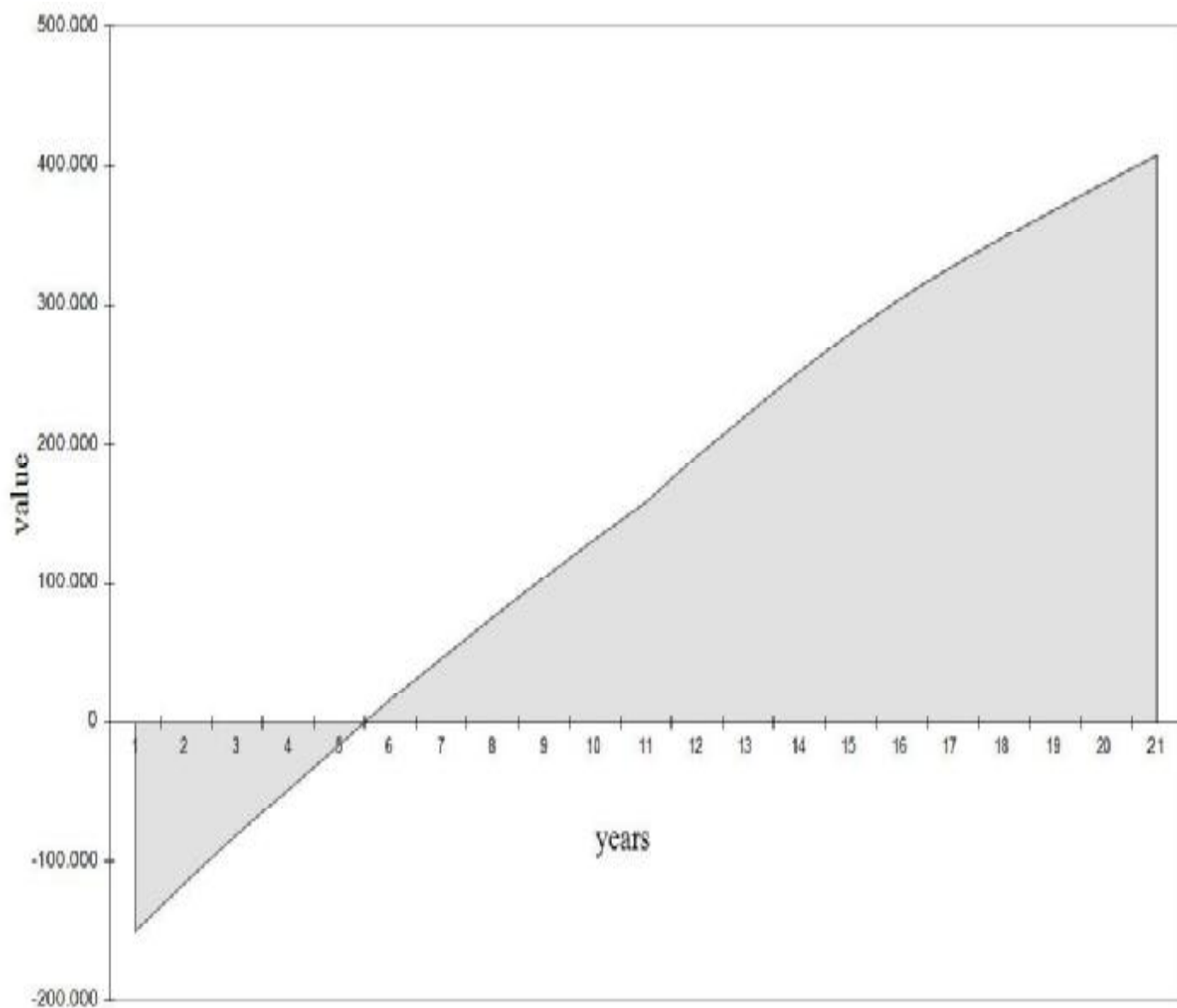
| Ετος | Εσοδα* | Λειτουργικές Δαπάνες | Τέλος ΟΤΑ | Μικτό Κέρδος | Αποσβέσεις | Χρεωλύσιο | Τόκοι | Φόροι | Καθαρή Χρηματική Ροή | Αθροιστική Χρηματική Ροή | Παρούσα Αξία | Αθροιστική Παρούσα Αξία |
|------|--------|----------------------|-----------|--------------|------------|-----------|--------|--------|----------------------|--------------------------|--------------|-------------------------|
| 0 | | | | | | | | | -150.000 | -150.000 | -150.000 | -150.000 |
| 1 | 60.750 | 1.600 | 0 | 59.150 | 20.000 | 5.969 | 10.500 | 5.730 | 36.951 | -113.049 | 34.859 | -115.141 |
| 2 | 62.269 | 1.640 | 0 | 60.629 | 20.000 | 6.387 | 10.082 | 6.109 | 38.050 | -74.999 | 33.865 | -81.276 |
| 3 | 63.825 | 1.681 | 0 | 62.144 | 20.000 | 6.834 | 9.635 | 6.502 | 39.173 | -35.826 | 32.891 | -48.385 |
| 4 | 65.421 | 1.723 | 0 | 63.698 | 20.000 | 7.313 | 9.157 | 6.908 | 40.321 | 4.495 | 31.938 | -16.448 |
| 5 | 67.057 | 1.766 | 0 | 65.291 | 20.000 | 7.824 | 8.645 | 7.329 | 41.492 | 45.987 | 31.005 | 14.558 |
| 6 | 68.733 | 1.810 | 0 | 66.923 | 20.000 | 8.372 | 8.097 | 7.765 | 42.688 | 88.676 | 30.094 | 44.651 |
| 7 | 70.451 | 1.856 | 0 | 68.596 | 20.000 | 8.958 | 7.511 | 8.217 | 43.910 | 132.585 | 29.202 | 73.854 |
| 8 | 72.213 | 1.902 | 0 | 70.311 | 20.000 | 9.585 | 6.884 | 8.685 | 45.156 | 177.742 | 28.332 | 102.185 |
| 9 | 74.018 | 1.949 | 0 | 72.069 | 20.000 | 10.256 | 6.213 | 9.171 | 46.428 | 224.170 | 27.481 | 129.666 |
| 10 | 75.868 | 1.998 | 0 | 73.870 | 20.000 | 10.974 | 5.495 | 9.675 | 47.726 | 271.896 | 26.650 | 156.316 |
| 11 | 73.877 | 2.048 | 0 | 71.829 | 20.000 | 11.742 | 4.727 | 9.420 | 62.408 | 334.304 | 32.876 | 189.192 |
| 12 | 71.938 | 2.099 | 0 | 69.838 | 20.000 | 12.564 | 3.905 | 9.187 | 60.652 | 394.956 | 30.142 | 219.334 |
| 13 | 73.736 | 2.152 | 0 | 71.584 | 20.000 | 13.444 | 3.025 | 9.712 | 61.872 | 456.828 | 29.008 | 248.342 |
| 14 | 75.579 | 2.206 | 0 | 73.374 | 20.000 | 14.385 | 2.084 | 10.258 | 63.116 | 519.944 | 27.916 | 276.259 |
| 15 | 73.595 | 2.261 | 0 | 71.335 | 20.000 | 15.392 | 1.077 | 10.051 | 61.283 | 581.228 | 25.571 | 301.830 |
| 16 | 71.664 | 2.317 | 0 | 69.346 | 0 | 0 | 0 | 13.869 | 55.477 | 636.705 | 21.838 | 323.668 |
| 17 | 73.455 | 2.375 | 0 | 71.080 | 0 | 0 | 0 | 14.216 | 56.864 | 693.569 | 21.117 | 344.785 |
| 18 | 75.292 | 2.435 | 0 | 72.857 | 0 | 0 | 0 | 14.571 | 58.286 | 751.854 | 20.420 | 365.205 |
| 19 | 77.174 | 2.495 | 0 | 74.678 | 0 | 0 | 0 | 14.936 | 59.743 | 811.597 | 19.746 | 384.951 |
| 20 | 79.103 | 2.558 | 0 | 76.545 | 0 | 0 | 0 | 15.309 | 61.236 | 872.833 | 19.094 | 404.045 |

| | |
|-------------------------|---------|
| Επτόκιο Αναγωγής | 6,0% |
| Καθαρή Παρούσα Αξία (€) | 404.045 |
| IRR | 27,58% |
| ΕΠΑ (6%) | 4,53 |
| ΠΑ | 3,89 |

* Τα έσοδα παρουσιάζουν ετήσια αύξηση 2,5% (μέχρι το δέκατο έτος και μετά όλη λόγω πτώσης απόδοσης

Τα έτη 11,12,15,16 το σύστημα παρουσιάζει πτώση απόδοσης 5% κάθε έτος με αποτέλεσμα ο τελικός συντελεστής να κομάνεται στο 95% το έτος 11, στο 90% τα έτη 12,13,14, στο 85% το έτος 15 και στο 80% τα έτη 16,17,18,19,20.

ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ



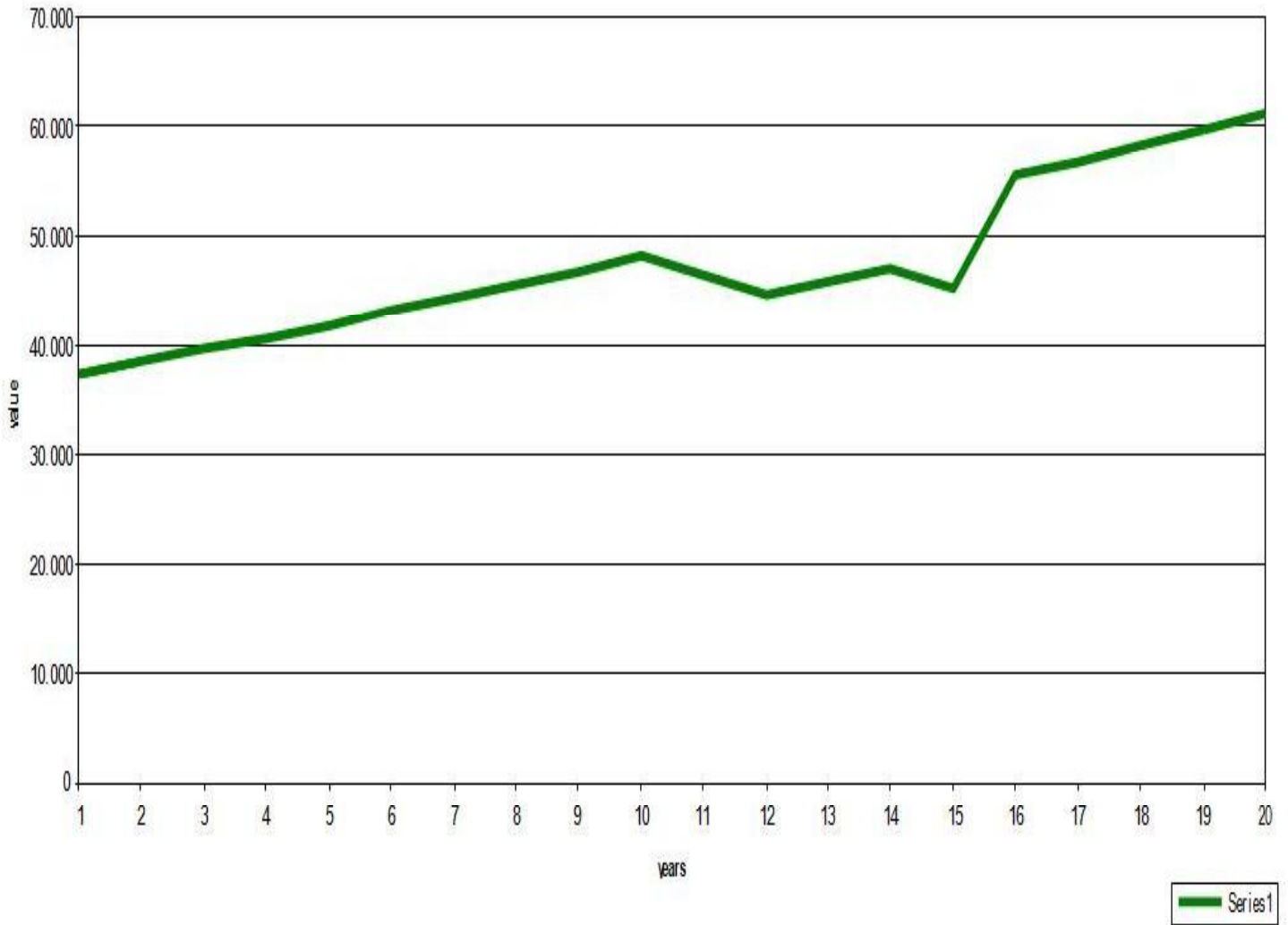
ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΡΟΕΣ – ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΧΡΗΜΑΤΙΚΕΣ

| ΕΤΗΣΙΑ ΠΟΣΑ σε | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------------------------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Α/Α | ΧΡΗΜΑΤΙΚΕΣ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | Επένδυση | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Ίδια Συμμετοχή | -150.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | Επ. ιδίωση | -300.000 | 300.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | Δάνειο | -150.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 | Είσπραξη Δανείου | 150.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Σύνολο | -450.000 | 300.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 Έσοδα | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Ετήσιες Πωλήσεις Ενέργειας | 60.750 | 62.269 | 63.825 | 65.421 | 67.057 | 68.733 | 70.451 | 72.213 | 74.018 | 75.868 | 73.877 | 71.938 | 73.736 | 75.579 | 73.595 | 71.664 | 73.455 | 75.292 | 77.174 | 79.103 | |
| | Σύνολο | 60.750 | 62.269 | 63.825 | 65.421 | 67.057 | 68.733 | 70.451 | 72.213 | 74.018 | 75.868 | 73.877 | 71.938 | 73.736 | 75.579 | 73.595 | 71.664 | 73.455 | 75.292 | 77.174 | 79.103 | |
| | 3 Έξοδα | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Σύνολο Λειτουργικών | 1.600 | 1.640 | 1.681 | 1.723 | 1.766 | 1.810 | 1.856 | 1.902 | 1.949 | 1.998 | 2.048 | 2.099 | 2.152 | 2.206 | 2.261 | 2.317 | 2.375 | 2.435 | 2.495 | 2.558 | |
| 3.2 | Τέλος ΟΤΑ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Σύνολο | 1.600 | 1.640 | 1.681 | 1.723 | 1.766 | 1.810 | 1.856 | 1.902 | 1.949 | 1.998 | 2.048 | 2.099 | 2.152 | 2.206 | 2.261 | 2.317 | 2.375 | 2.435 | 2.495 | 2.558 | |
| | 4 Αποπληρωμή Δανείου | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Τόκοι Πληρωτέοι | 10.500 | 10.082 | 9.635 | 9.157 | 8.645 | 8.097 | 7.511 | 6.884 | 6.213 | 5.495 | 4.727 | 3.905 | 3.025 | 2.084 | 1.077 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.2 | Χρεωλύσιο | 5.969 | 6.387 | 6.834 | 7.313 | 7.824 | 8.372 | 8.958 | 9.585 | 10.256 | 10.974 | 11.742 | 12.564 | 13.444 | 14.385 | 15.392 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Τοκοχρεωλύσιο | 16.469 | 16.469 | 16.469 | 16.469 | 16.469 | 16.469 | 16.469 | 16.469 | 16.469 | 16.469 | 16.469 | 16.469 | 16.469 | 16.469 | 16.469 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5 Λειτουργικό Αποτέλεσμα | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 | Έσοδα-Έξοδα-Τόκοι Πληρωτέοι | 48.650 | 50.547 | 52.509 | 54.541 | 56.646 | 58.826 | 61.085 | 63.427 | 65.856 | 68.375 | 67.102 | 65.933 | 68.559 | 71.289 | 70.257 | 69.346 | 71.080 | 72.857 | 74.678 | 76.545 | |
| 5.2 | Κέρδη προ Φόρων/Ίδια | 32% | 34% | 35% | 36% | 38% | 39% | 41% | 42% | 44% | 46% | 45% | 44% | 46% | 48% | 47% | 46% | 47% | 49% | 50% | 51% | |
| | 6 Αποσβέσεις | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.1 | Ετήσιες Αποσβέσεις | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 7 Φόροι | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.1 | Φορολογητέο Εισόδημα | 28.650 | 30.547 | 32.509 | 34.541 | 36.646 | 38.826 | 41.085 | 43.427 | 45.856 | 48.375 | 47.102 | 45.933 | 48.559 | 51.289 | 50.257 | 49.346 | 51.080 | 52.857 | 54.678 | 56.545 | |
| 7.2 | Φόρος Εσοδήματος | 5.730 | 6.109 | 6.502 | 6.908 | 7.329 | 7.765 | 8.217 | 8.685 | 9.171 | 9.675 | 9.420 | 9.187 | 9.712 | 10.258 | 10.051 | 13.869 | 14.216 | 14.571 | 14.936 | 15.309 | |
| | 8 Καθαρή Χρηματική Ροή | -450.000 | 336.951 | 38.050 | 39.173 | 40.321 | 41.492 | 42.688 | 43.910 | 45.156 | 46.428 | 47.726 | 45.939 | 44.182 | 45.403 | 46.647 | 44.814 | 55.477 | 56.864 | 58.286 | 59.743 | 61.236 |
| 8.1 | Κέρδη/Ίδια Κεφάλαια | 2 | 5% | 26% | 27% | 28% | 28% | 29% | 30% | 31% | 32% | 31% | 29% | 30% | 31% | 30% | 37% | 38% | 39% | 40% | 41% | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|---------|
| 9 | Επίπλοιο Αναγωγής | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7% | |
| 10 | Καθαρή Παρούσα Αξία | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 404.045 |
| 11 | Εσωτερικός Δείκτης Αποδόσεως | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 27,58% |
| 12 | Εντοκη Περίοδος Αποπληρωμής | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4,5 |

κερδη μετα φορων και αποσβεσεων



Όροι και Αποπληρωμή Δανείου

1.1 Όροι Δανείου

| | |
|---------------------|---------|
| α. Ποσό δανείου (€) | 150.000 |
| β. Ετήσιο Επιτόκιο | 7,0% |

1.2 Αποπληρωμή Δανείου

| Ετος | Ποσό Δανείου | Ετήσια Τοκοχρεωλυτική Δόση | Χρεωλύσιο | Τόκος | Επιδότηση Τόκου | Τόκοι Πληρωτέοι | Ανεξόφλητο Υπόλοιπο |
|----------------|--------------|----------------------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| 0 | 150.000 | | | | | | |
| 1 | | 16.469 | 5.969 | 10.500 | | 10.500 | 144.031 |
| 2 | | 16.469 | 6.387 | 10.082 | | 10.082 | 137.644 |
| 3 | | 16.469 | 6.834 | 9.635 | | 9.635 | 130.810 |
| 4 | | 16.469 | 7.313 | 9.157 | | 9.157 | 123.497 |
| 5 | | 16.469 | 7.824 | 8.645 | | 8.645 | 115.673 |
| 6 | | 16.469 | 8.372 | 8.097 | | 8.097 | 107.301 |
| 7 | | 16.469 | 8.958 | 7.511 | | 7.511 | 98.342 |
| 8 | | 16.469 | 9.585 | 6.884 | | 6.884 | 88.757 |
| 9 | | 16.469 | 10.256 | 6.213 | | 6.213 | 78.501 |
| 10 | | 16.469 | 10.974 | 5.495 | | 5.495 | 67.527 |
| 11 | | 16.469 | 11.742 | 4.727 | | 4.727 | 55.785 |
| 12 | | 16.469 | 12.564 | 3.905 | | 3.905 | 43.220 |
| 13 | | 16.469 | 13.444 | 3.025 | | 3.025 | 29.777 |
| 14 | | 16.469 | 14.385 | 2.084 | | 2.084 | 15.392 |
| 15 | | 16.469 | 15.392 | 1.077 | | 1.077 | 0 |
| Σύνολο: | | 247.038 | 150.000 | 97.038 | 0 | 97.038 | |

Όροι και Αποπληρωμή Δανείου

1.1 Όροι Δανείου

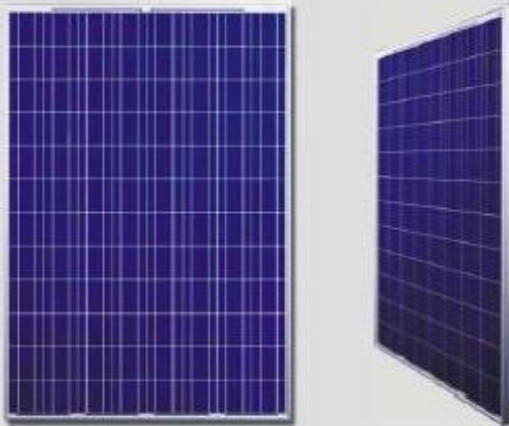
| | | |
|----|------------------|---------|
| α. | Ποσό δανείου (€) | 300.000 |
| β. | Ετήσιο Επιτόκιο | 7,0% |

| | | | | |
|-------------------------------|----------------|---------------|--------------|---------------|
| 1.2 Αποπληρωμή Δανείου | 315.777 | 15.777 | 7,00% | 77.996 |
|-------------------------------|----------------|---------------|--------------|---------------|

| Ετος | Ποσό Δανείου | Ετήσια Τοκοχρεωλυτική Δόση | Χρεωλύσιο | Τόκος | Επιδότηση Τόκου | Τόκοι Πληρωτέοι | Ανεξόφλητο Υπόλοιπο |
|----------------|--------------|----------------------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| 0 | 300.000 | -300.000 | | | | | |
| 1 | | 51.720 | 30.720 | 21.000 | | 21.000 | 269.280 |
| 2 | | 52.903 | 34.053 | 18.850 | | 18.850 | 235.227 |
| 3 | | 54.116 | 37.650 | 16.466 | | 16.466 | 197.577 |
| 4 | | 55.358 | 41.528 | 13.830 | | 13.830 | 156.049 |
| 5 | | 56.632 | 45.709 | 10.923 | | 10.923 | 110.340 |
| 6 | | 57.938 | 50.214 | 7.724 | | 7.724 | 60.125 |
| 7 | | 59.277 | 55.068 | 4.209 | | 4.209 | 5.057 |
| 8 | | 5.411 | 5.057 | 354 | | 354 | 0 |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| Σύνολο: | | 393.355 | 300.000 | 93.356 | 0 | 93.356 | |

CS5P

215/220/225/230/235/240P



Key Features

- 6 years product warranty (materials and workmanship); 25 years module power output warranty
- Industry leading plus only power tolerance: +5W (+2.1%)
- Strong framed module, passing mechanical load test of 5400Pa to withstand heavier snow load
- The 1st manufacturer in the PV industry certified for ISO: TS 16949 (The automotive quality management system) in module production since 2003
- ISO 17025 qualified manufacturer owned testing lab, fully complying to IEC, TUV, UL testing standards

On-grid Module

CS5P is a robust big solar module with 96 solar cells. These modules can be used for on-grid solar applications. Our meticulous design and production techniques ensure a high-yield, long-term performance for every module produced. Our rigorous quality control and in-house testing facilities guarantee Canadian Solar's modules meet the highest quality standards possible.

Applications

- On-grid residential roof-tops
- On-grid commercial/industrial roof-tops
- Solar power stations
- Other on-grid applications

Quality Certificates

- UL 1703, CE
- ISO 9001: 2008: Standards for quality management systems
- ISO/TS 16949: 2009: The automotive quality management system
- QC 080000 HSPM: The Certification for Hazardous Substances Regulations



www.canadiansolar.com

CS5P-215/220/225/230/235/240P

Electrical Data

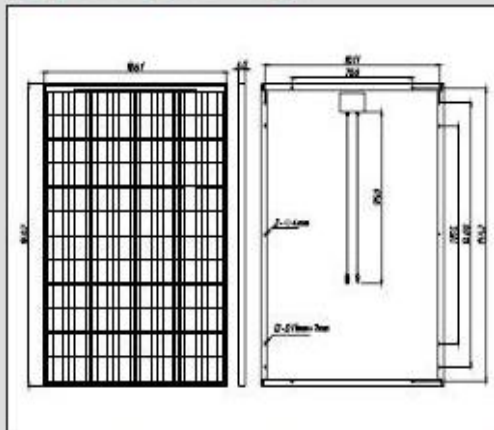
| | CS5P-215P | CS5P-220P | CS5P-225P | CS5P-230P | CS5P-235P | CS5P-240P |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nominal Maximum Power at STC (Pmax) | 215W | 220W | 225W | 230W | 235W | 240W |
| Optimum Operating Voltage (Vmp) | 46.4V | 46.6V | 46.9V | 47.0V | 47.2V | 47.6V |
| Optimum Operating Current (Imp) | 4.64A | 4.73A | 4.79A | 4.89A | 4.98A | 5.04A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 57.9V | 58.3V | 58.6V | 58.7V | 58.8V | 58.9V |
| Short Circuit Current (Isc) | 4.99A | 5.05A | 5.13A | 5.22A | 5.31A | 5.38A |
| Operating Temperature | -40°C~+85°C | | | | | |
| Maximum System Voltage | 1,000V (IEC) /600V (UL) | | | | | |
| Maximum Series Fuse Rating | 10A | | | | | |
| Power Tolerance | +5W | | | | | |
| Temperature Coefficient | Pmax | -0.43%/°C | | | | |
| | Voc | -0.34%/°C | | | | |
| | Isc | 0.065%/°C | | | | |
| | NOCT | 45°C | | | | |

Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C

Mechanical Data

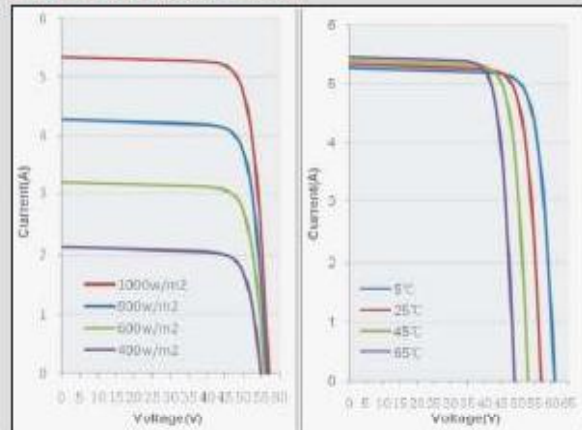
| | |
|---|---|
| Cell Type | Poly-crystalline |
| Cell Arrangement | 96 (8 x 12) |
| Dimensions | 1602 x 1061 x 40mm (63.1 x 41.8 x 1.57in) |
| Weight | 20kg (44.1 lbs) |
| Front Cover | Tempered glass |
| Frame Material | Anodized aluminium alloy |
| Standard Packaging (Modules per Pallet) | 20pcs |

Engineering Drawings



*Specifications included in this datasheet are subject to change without prior notice.

I-V Curves (CS5P-240P)



ENR-5330-01-01 © 2010 Canadian Solar Inc.

About Canadian Solar

Canadian Solar Inc. is one of the world's largest solar companies. As a leading vertically-integrated manufacturer of ingots, wafers, cells, solar modules and solar systems. Canadian Solar delivers solar power products of uncompromising quality to worldwide customers. Canadian Solar's world class team of professionals works closely with our customers to provide them with solutions for all their solar needs.

Canadian Solar was founded in Canada in 2001 and was successfully listed on NASDAQ Exchange (symbol: CSIQ) in November 2006. Canadian Solar is on track to expand cell capacity to 700MW and module capacity to 1.3GW in 2010.

Headquarters | 650 Riverbend Drive, Suite B
 Kitchener, Ontario | Canada N2K3S2
 Tel: +1-519-954-2057
 Fax: +1-519-578-2097
 Inquire.ca@canadiansolar.com
 www.canadiansolar.com

| | |
|---|---|
| ΑΡ. ΠΡΩΤ:..... ΗΜ/ΝΙΑ :..... ΧΡΕΩΣΗ:..... | έκδ.1 αναθ.1ημ/νια έγκρ. 1/2/2008 ΠΟΛ-ΠΕΜ 004 Δ/ΝΣΗ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ..... ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΑΡΧΕΙΟΥ-ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ |
| <p style="text-align: center;">ΑΙΤΗΣΗ</p> Ονοματεπώνυμο:..... Α.Δ.Τ.*..... Α.Φ.Μ.*..... Δ.Ο.Υ.*..... Κάτοικος*..... Οδός*..... Αρ.*..... Συνοικία*..... Πόλη*..... Ταχ. Κώδικας*..... Αστ. Τμήμα*..... Ιδιοκτήτης*.....ή Πληρεξουσιος (ναι/οχι)*..... Τηλέφωνο*..... Κινητό..... ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ..... | <p style="text-align: center;">ΕΓΚΡΙΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ</p> ΤΙΤΛΟΣ:** Στο ακίνητο με διεύθυνση : Οδός*..... Αριθμός*..... Ο.Τ.*..... Συνοικία*..... Δήμος ή κοινότητα*..... Ταχ. Κώδικας*..... Αστυν. Τμήμα*..... |
| | Τυχόν Υπάρχουσα Άδεια Απόφ. Νομ/σης..... Έκθεση Αυθαιρ..... |
| ΣΥΝΗΜΜΕΝΑ: 1. Έγκριση ΕΠΑΕ ή ΥΠΠΟ ή Υπ. Αιγαίου ή ΥΠΕΧΩΔΕ με αριθμό..... 2. Απαιτούμενα δικαιολογητικά ή έγκριση με αρ..... 3. *Βεβαίωση ή αντίγραφο δήλωσης κτηματολογίου ή τοπογραφικό ή άλλο σχέδιο..... 4. Τυχόν πρόσθετα δικαιολογητικά α..... β..... γ..... δ..... | Με βάση τα συνημμένα δικαιολογητικά, όπως προβλέπονται από την 5219/3-2-2004 απόφαση υφυπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και την εγκύκλιο /04, και ότι το ως άνω ακίνητο είναι: ΕΝΤΟΣ* σχεδίου και δεν βρίσκεται σε κοινόχρηστο χώρο και το κτίριο δεν έχει μη διανοιγμένη παρόδια στοά και δεν είναι ρυμοτομούμενο ή στατικά επικίνδυνο ή ΕΚΤΟΣ* σχεδίου και δεν βρίσκεται σε δάσος, σε ρέμα, στον αιγιαλό ή την παραλία, σε καθορισμένο αρχαιολογικό χώρο ή σε περιοχή απολύτου προστασίας (Διαγράφεται κατά περίπτωση) Ο Αιτών/ Η Αιτούσα ΧΟΡΗΓΕΙΤΑΙ Η ΕΓΚΡΙΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ..... ΜΕ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΙΣΧΥΟΣ 6 ΜΗΝΕΣ Ημερομηνία υπογραφής..... Ο Ελεγκτής..... [Υπογραφή και σφραγίδα υπηρεσίας] |
| *Τα παιδιά με αστερίσκο πρέπει υποχρεωτικά να είναι συμπληρωμένα. **Βλέπε στην επόμενη σελίδα | ΕΔ. : 1. Αρχείο Εγκρίσεων 2. Αρχείο Άδειας..... 3. Τμήμα αυθαιρέτων για ενέργεια σχετικά με την έκθεση αυθαιρέτου..... |
| | Ο ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ..... ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ..... ΥΠΟΓΡΑΦΗ..... |

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΙΤΛΟΥ ΑΙΤΗΣΗΣ
«ΕΓΚΡΙΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

1. Απλή περιτοίχιση από λιθοδομή μέχρι ένα μέτρο (1.00 μ) ή περίφραξη γηπέδων σε εκτός σχεδίου περιοχές. Επίσης, οριοθέτηση με πασσάλους των κορυφών οικοπέδου ή γηπέδου
Επισκευές όψεων και εσωτερικών ή εξωτερικών επιχρισμάτων και επισκευή ή αντικατάσταση κιγκλιδωμάτων, χωρίς χρήση ικριωμάτων.
2. Αντικατάσταση κουφωμάτων στο ίδιο άνοιγμα.
3. Επισκευή στέγης.
4. Αντικατάσταση στέγης νομίμων κτιρίων, κτιρίων που έχουν δηλωθεί με το Ν. 1337/83 και δεν έχουν ενταχθεί σε σχέδιο και κτιρίων που είναι υφιστάμενα πριν από την ισχύ του ΒΔ/ 9-8-55, εφόσον το συνολικό πλάτος της στέγης δεν υπερβαίνει τα 7,50 μ και το ύψος της τα 2.50 μ και εφόσον βελτιώνεται η μορφή του υπάρχοντος με βάση έγκρισης της ΕΠΑΕ ή με προσκόμιση φωτογραφιών εφόσον διατηρείται η μορφή του υπάρχοντος και εφόσον δεν γίνεται χρήση σπλισμένου σκυροδέματος.
5. Εσωτερικές διαρρυθμίσεις κτιρίων χωρίς επέμβαση στα φέροντα στοιχεία (στοιχεία από μπετόν, φέροντες τοίχους κ.λ.π.) και εφόσον δεν δημιουργείται αυθαίρετη αλλαγή χρήσης χώρου κατά το άρθρο 5 του ΓΟΚ '85.
6. Δοκιμαστικές τομές του εδάφους και εκσκαφή μετά από έγγραφο της αρμόδιας αρχαιολογικής υπηρεσίας.
7. Η κατασκευή λιθόκτιστης κεραμοσκεπούς κατασκευής στα καλλιεργούμενα αγροκτήματα σύμφωνα με το άρθρο 6 παρ. 4 του ΠΔ 24/31-5-85 ΦΕΚ 270Δ, με επιφάνεια μέχρι δεκαπέντε τετραγωνικά (15 μ²) και συνολικό ύψος με τη στέγη έως και τρία μέτρα (3.00 μ) εφόσον δεν γίνεται χρήση σπλισμένου σκυροδέματος στην οροφή του και κατασκευάζεται ανεξάρτητα από τυχόν υπάρχουσα κύρια δομή, μια φορά για κάθε γήπεδο και μετά από έγκριση της αρμόδιας Δ/σης Γεωργίας.
8. Τοποθέτηση προκατασκευασμένων κατοικιών για αυτοστέγηση παλιννοστούντων από χώρες της Πρώην Σοβιετικής Ένωσης ομογενείς ποντίους, μέχρι εκατόν είκοσι τετραγωνικά μέτρα (120 μ²) και μία φορά για κάθε γήπεδο ή οικόπεδο ιδιοκτησίας τους, εφόσον υπάρχει έγκριση της αρμόδιας Δ/σης του ΥΠΕΧΩΔΕ για τον τύπο της προκατασκευασμένης κατοικίας.
9. Τοποθέτηση λυόμενων προκατασκευασμένων κατοικιών για στέγηση ειδικών ομάδων, βάση προγραμμάτων που εκπονούνται από υπηρεσίες του ΥΠΕΧΩΔΕ.
10. Αντλητικές εγκαταστάσεις και κτίσματα με τις απολύτως απαραίτητες διαστάσεις για τη στέγηση τους σύμφωνα με το άρθρο 3 του ΠΔ 24/ 31-5-85 ΦΕΚ 270Δ, εκτός της περίπτωσης που επιβάλλεται η κατασκευή υποστυλωμάτων και εφόσον έχουν την απαιτούμενη έγκριση της αρμόδιας Δ/σης Γεωργίας.
11. Γεωτρήσεις νερού σε ιδιότητα οικόπεδα εντός σχεδίου ή εντός οικισμού ή σε γήπεδα εκτός σχεδίου, μετά από έγκριση του δήμου της περιοχής και της αρμόδιας Δ/σης της περιφέρειας.
12. Οι εργασίες που απαιτούνται για γεωτεχνικές έρευνες, σύμφωνα με το ΝΕΑΚ 2003, χωρίς εργασίες αντιστήριξης.
13. Η κατασκευή ξύλινης πέργκολας, εστιών, φούρνων και τζακιών σε εσωτερικούς χώρους, σε ακάλυπτους χώρους και σε βεράντες σύμφωνα με τις διατάξεις του κτιριοδομικού κανονισμού.
14. Μικρές διαμορφώσεις του εδάφους με πέτρα μέχρι συν/πλην 0.30 μ από ο φυσικό έδαφος.
15. Τοποθέτηση κλιματιστικών σε υφιστάμενα κτίρια μετά από έγκριση ΕΠΑΕ που μπορεί να χορηγείται μόνο με βάση φωτογραφίες του κτιρίου. Στις περιπτώσεις που εγκρίνεται από την ΕΠΑΕ η τοποθέτηση κλιματιστικών στις προσόψεις των κτιρίων δεν επιτρέπεται να τοποθετούνται σε ύψος μικρότερο των τριών μέτρων (3.0 μ) από τη στάθμη του πεζοδρομίου και με πρόβλεψη κατάλληλης απορροής των συμπυκνωμένων υδρατμών, για κτίρια που βρίσκονται στην οικοδομική γραμμή. Σε κάθε περίπτωση δεν επιτρέπεται να υπερβαίνουν τα επιτρεπόμενα όρια ηχητικής ρύπανσης.
16. Τοποθέτηση ηλιακών θερμοσιφώνων, σύμφωνα με τις προϋποθέσεις της 1945/134/17-1-2003 Απόφασης Γενικού Γραμματέα ΥΠΕΧΩΔΕ.
17. Οι κατασκευές που απαιτούνται για την μετακίνηση των ΑΜΕΑ σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις και μετά από έγκριση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας.



SMA Hellas AE

www.SMA-Hellas.com



Φωτοβολταϊκοί μετατροπείς

SUNNY TRIPOWER 10000TL / 12000TL / 15000TL / 17000TL

Οδηγίες χρήσης



STP16-17TL-BGR102612 | IMG8-STP10-17TL | Έκδοση 1.2



Επεξήγηση των συμβόλων

Σύμβολα στο μετατροπείο

- Ένδειξη λειτουργίας. Ο μετατροπείς βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας.
- Παρακαλούμε αφήστε: Ενημερώστε αμέσως τον εγκαταστάτη σας.
- Βιβετασθ®. Ενέργει επικοινωνία* Βιβετασθ.



ΠΡΟΣΟΧΗ, κίνδυνος!

Σύμβολα στην πινακίδα τύπου

- Προειδοποίηση από επένδυση ηλεκτρική τάση. Ο μετατροπείς λειτουργεί με υψηλές τάσεις. Όλες οι ηλεκτρολογικές εργασίες στο μετατροπείο επιτρέπεται να εκτελούνται αποκλειστικά και μόνο από εξειδικευμένο ηλεκτρολόγο.
- Προειδοποίηση από επένδυση με πολύ υψηλή θερμοκρασία. Ο μετατροπείς μπορεί να αποκτήσει πολύ υψηλή θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της λειτουργίας. Αποφύγετε την επαφή κατά τη λειτουργία.
- Προσέξτε την ασφάλεια τακρίωσης.
- Δεν επιτρέπεται η διάθεση του μετατροπείου στα οικιακά απορρίμματα. Παρακαλούμε πληροφορίες για τη διάθεση στο απορριμματολόγιο βρείτε στις οδηγίες εγκατάστασης που παραλάβετε.
- Έμβλημα CE. Ο μετατροπείς ανταποκρίνεται στις προβλεπόμενες απαιτήσεις των σχετικών οδηγιών της ΕΕ.
- Σύμβολο κατηγορίας αστικής. Ο μετατροπείς είναι εξοπλισμένος με μία ασύρματη μονάδα που ανταποκρίνεται στα αναρριωμένα πρότυπα.
- Έμβλημα ποιότητας RAL Solar. Ο μετατροπείς ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του γερμανικού εθνικού διασφάλισης ποιότητας και αξιωματικής.
- Συναρμολογημένο ρεύμα (DC)
- Ενυδατωμένο ρεύμα (AC)
- Ο μετατροπείς προστατεύεται από επικείμενη καύση στο επικρατέ και από μακασμέ νερού από ανομιδοποιητές γυνία.
- Ο μετατροπείς δεν έχει αποσχετιστική.

* Η δικτυική κλήση και το λογότυπο Βιβετασθ® αποτελούν εμπορικό σήμα της Βιβετασθ SIG, Inc. κανένα χρήση από τον τμήμα από την SMA Solar Technology AG γίνεται εκτός οδίας.

Γλωσσάριο

Βιβετασθ

Το Βιβετασθ είναι μια ασύρματη τεχνολογία, με την οποία μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους τα Sunny Tripower και οι άλλες συσκευές επικοινωνίας. Για την επικοινωνία με Βιβετασθ δεν είναι αναγκαία καμία επένδυση ή επαφή μεταξύ των συσκευών.

Ηλεκτρονική Solar Switch (FSS)

Το Electronic Solar Switch είναι εξάρτημα της διάταξης απομόνωσης DC του Sunny Tripower. Το Electronic Solar Switch πρέπει να βρίσκεται καλά συνδεδεμένο στην κόπη κλειριά του Sunny Tripower και επιτρέπεται να αφαιρεθεί μόνο από εξειδικευμένο ηλεκτρολόγο.

Ενέργεια

Η ενέργεια μετράται σε Wh [βατώρας], kWh (χιλοβατώρας) ή MWh (μεγαβατώρας). Η ενέργεια προκύπτει από την ισχύ σε σχέση με το χρόνο. Εάν π.χ. ο μετατροπείς Sunny Tripower έχει για μια ώρα σταθερή ισχύ 3000 W και για άλλα μια ώρα σταθερή ισχύ 2000 W, τότε η ενέργεια που τροφοδοτείται στο δίκτυο στη διάρκεια της ώρας είναι 2300 Wh.

Ισχύς

Η ισχύς μετράται σε W (βατ), kW (χιλοβάτ) ή MW (μεγαβάτ). Η ισχύς είναι ισχύς ημής. Διχρη την ισχύ με την οποία τροφοδοτεί ο μετατροπείς Sunny Tripower το δίκτυο η αναμενόμενη ισχύς.

Φ/Β

Σύντμηση για φωτοβολταϊκό

Επικοινωνία

Σε περίπτωση που αντιμετωπίσετε τεχνικά προβλήματα επικοινωνήστε πρώτα με τον εγκαταστάτη σας. Για να μπορέσουμε να σας βοηθήσουμε καλύτερα είναι απαραίτητα τα εξής στοιχεία:

- Τύπος αστικής του μετατροπείου
- Αριθμός σειράς του μετατροπείου
- Αριθμός συμβάντος ή ένδειξη σφάλματος του μετατροπείου
- Γνωστικός εξοπλισμός (π.χ. αστικής επικοινωνίας)

SMA Hellas AE

Αιόλιου 8 & Σόλωνος

17455 Αιόλιος

Αθήνα

Tel. +30 210 9856 666

Fax +30 210 9856 670

Servicio@SMA-Hellas.com

www.SMA-Hellas.com

Επικοινωνία με τον εγκαταστάτη

Υποδείξεις ασφαλείας



ΚΙΝΔΥΝΟΣ!

Ηλεκτροπληξία από υψηλές τάσεις στο μεταρροπέα.

Μην ανοίγετε το μεταρροπέα!
Οι παρακάτω εργασίες πρέπει να εκτελούνται μόνο από εξειδικευμένο ηλεκτρολόγο:

- Ηλεκτρική εγκατάσταση
- Επισκευή
- Τροποποίηση



ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ

Νέα φιλοσοφία ασφαλείας!

Όταν ακούσεται ο βοηθητής του μεταρροπέα Sunny Tripower, έχει διαπιστωθεί σφάλμα στη φωτοβολταϊκή γεννήτρια και έχει βραχυκυκλώσει τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια. Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση βρίσκεται τώρα σε ασφαλής κατάσταση.

- Σε καμία περίπτωση μην τραβήξετε το διακόπτη Electronic Solar Switch και τη βύσσο DC.
- Ενημερώστε αμέσως τον εγκαταστάτη σας, για να αποκαταστήσει το σφάλμα.

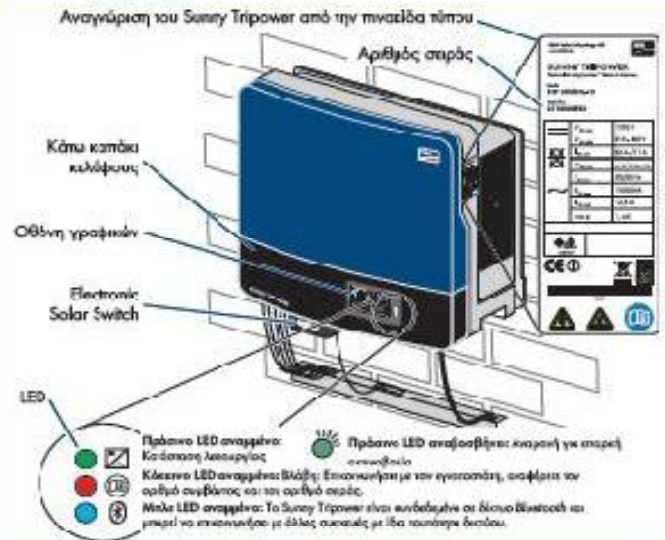


ΠΡΟΣΟΧΗ!

Κίνδυνος εγκαύματος σε περίπτωση επαφής με το κέλυφος κατά τη λειτουργία.

- Κατά τη λειτουργία ακουμπάτε μόνο το κάτω καπάκι και την οθόνη.

Επισκόπηση προϊόντος



Οθόνη γραφικών

Η οθόνη ενημερώνει τις τιμές της φωτοβολταϊκής σας εγκατάστασης κάθε 5 δευτερόλεπτα.

Σύστημα στο ίδιο καπάκι του κελύφους:

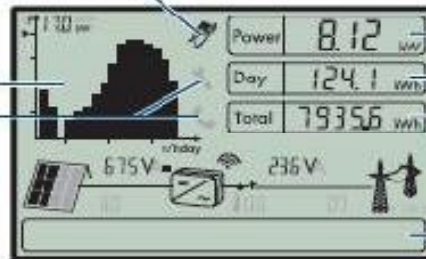
- Ενεργοποίηση του φωτισμού φθάνου
- Εναλλαγή πύκνωσης ενέργειας που εκτελούνται 10 φορές τροφοδοσίας και ημερήσιων πύκνωσης ενέργειας των τελευταίων 10 ημερών
- Μετακίνηση στη γραμμή κειμένου

Γραφική απεικόνιση της ισχύος του Sunny Tripower

Διάβη

Επισκευή με τον εγκαταστάτη

Αναφέρετε τον αριθμό συμβόλων και τον αριθμό σειράς



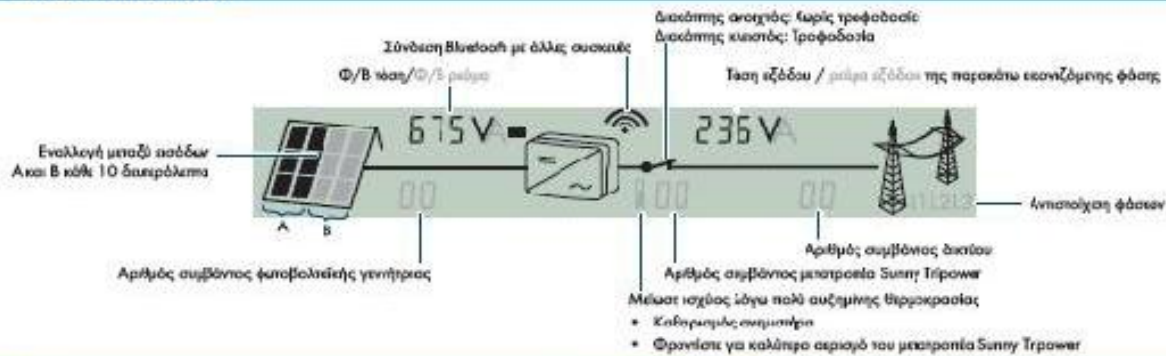
Τρέχουσα ισχύς

Ημερήσια ενέργεια

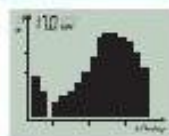
Συνολική παραχθέντα ενέργεια από την ημέρα της εγκατάστασης του μεταρροπέα Sunny Tripower

Γραμμή κειμένου ένδειξης συμβόλων

Επισκόπηση εγκατάστασης



Διάγραμμα



Η ισχύς του Sunny Tripower εμφανίζεται στην οθόνη υπό τη μορφή διαγράμματος. Ως προεπιλογή εμφανίζεται η πορεία της ημέρας. Η τρέχουσα ώρα είναι η δεξιά σήλη του διαγράμματος. Εάν ο μεταρροπέας Sunny Tripower δεν τροφοδοτεί το δίκτυο για μεγάλο χρονικό διάστημα (π.χ. στα σκακίδια ή όταν οι φωτοβολταϊκές μονάδες είναι καλυμμένες με χιόνι), προστίθεται ένα κενό στο διάγραμμα. Η σήλη για την τρέχουσα ώρα ενημερώνεται αυτόματα κάθε 5 δευτερόλεπτα. Μετά από 4 δευτερόλεπτα σβήνει η σήλη για 1 δευτερόλεπτο και στη συνέχεια εμφανίζεται η τρέχουσα τιμή.

Οπτικός έλεγχος, συντήρηση και καθαρισμός

Οπτικός έλεγχος

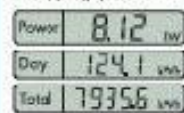
Ελέγχετε το μεταρροπέα και τους αγωγούς για εξωτερικές εμφανείς ζημιές. Σε περίπτωση που εντοπίσετε ζημιές, επικοινωνήστε με τον εγκαταστάτη σας. Μην διαζέετε οι ίδιοι επισκευές.

Συντήρηση και καθαρισμός

Αναθέστε στον εγκαταστάτη σας τον τακτικό έλεγχο της σωστής λειτουργίας του μεταρροπέα.

Ένδειξη ισχύος

Στα 3 πεδία Power, Day και Total εμφανίζονται η ισχύς και η ενέργεια του Sunny Tripower. Η ένδειξη ενημερώνεται κάθε 5 δευτερόλεπτα.



Power

Τρέχουσα ισχύς, με την οποία τροφοδοτεί ο μεταρροπέας Sunny Tripower το δίκτυο.

Day

Η τροφοδοσιμένη ενέργεια τη συγκεκριμένη ημέρα. Αυτό σημαίνει, το σύνολο της ενέργειας από το πού, όταν ο μεταρροπέας Sunny Tripower ήταν σε λειτουργία, έως τη δεδομένη χρονική στιγμή.

Total

Συνολική ενέργεια τροφοδοσίας του μεταρροπέα Sunny Tripower στη συνολική διάρκεια της λειτουργίας του.

Ακρίβεια μέτρησης

Οι τιμές στην οθόνη ενδέχεται να αποκλίνουν από τις πραγματικές τιμές και δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ως σημείο αναφοράς για την τιμολόγηση. Τα μεγέθη που καταγράφει ο μεταρροπέας Sunny Boy χρειάζονται για τη διαχείριση και για τη μέτρηση του ρεύματος τροφοδοσίας. Ο μεταρροπέας Sunny Tripower δεν διαθέτει βαθμονομημένο μέτρο.

