

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ**

**ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ 80KW ΣΤΟ  
ΡΕΘΥΜΝΟ ΚΡΗΤΗΣ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:ΚΟΚΚΑΣ ΦΩΤΗΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:ΣΤΑΘΑΤΟΣ ΗΛΙΑΣ**

**ΕΤΟΣ : 2013**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εργασία αυτή περιγράφει στον αναγνώστη πως γίνεται η πλήρως δημιουργία ενός φωτοβολταϊκού πάρκου 80kw.Στις ενότητες που θα ακολουθήσουν θα αναφερθούμε στον τρόπο και στα υλικά που απαρτίζουν στη δημιουργία του φωτοβολταϊκού πάρκου.

Ένα φωτοβολταϊκό πάρκο αποτελείται από 3 τμήματα: α)το χωματουργικό μέρος (εκσκαφές για της σωληνώσεις και των βάσεων του πάρκου ,χτίσιμο βάσεων από σκυρόδεμα) β)το μηχανολογικό μέρος (σίδερα , βίδες, ακίδες για τα αντικεραυνικά ,κ.τ.λ.) γ) ηλεκτρολογικό μέρος το οποίο είναι το βασικότερο και ποιο ακριβό σε σχέση με τα προηγούμενα καθώς περιλαμβάνει (πάνελ, inverter, καλώδια, πίνακες, κ.τ.λ)

Υπάρχουν 2 ειδών πάρκα ,τα σταθερά και αυτά που μετακινούνται σύμφωνα με την τροχιά του Ήλιου .Εμείς θα περιγράψουμε το μετακινούμενο σύστημα της megatron atlas t150.Αποτελείται από 4 trackers συγκεντρώνοντας πάνελ 20 kw

Ισχύος ο καθένας πάνω του.

## Πίνακας περιεχομένων

1. ΓΕΝΙΚΑ .....	5
1.1 Φωτοβολταϊκό φαινόμενο.....	5
1.2 Φωτοβολταϊκές κυψέλες .....	7
1.3 Είδη ηλιακών κυψελών.....	7
1.4 Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια.....	9
1.5 Χάρτες Φωτοβολταϊκού Δυναμικού σε Ευρώπη και Ελλάδα .....	11
1.6 Πλεονεκτήματα φωτοβολταϊκής τεχνολογίας .....	13
1.6.1 Μειονεκτήματα Φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	14
1.7 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των ΦΒ.....	15
2. Αντιστροφέας.....	16
2.1 Πίνακας dc.....	18
2.2 Λειτουργία και εξαρτήματα του Πίνακα DC .....	19
2.2.1 Μικροαυτόματοι (MCB's) .....	20
Αυτόματοι διακόπτες ισχύος ανοιχτού ή κλειστού τύπου .....	20
(ACB's ή MCCB's).....	20
2.2.2 Ασφαλειοθήκες και ασφάλειες DC .....	21
2.2.3 Αντικεραυνική προστασία .....	22
2.3 DC Καλωδίωση .....	23
2.3.1 Σύνδεση πίνακα dc στο μετατροπέα .....	24
2.4 Σύστημα γείωσης .....	25
2.4.1 Γείωση Ερμαρίου ΔΕΗ.....	28
2.4.2 Γείωση Προστασίας .....	29
3.1 καλώδια ac.....	30
3.2 Γενικός πίνακας ac .....	31
3.2.1 Επιτηρητές δικτύου.....	31
3.2.2 Απαγωγείς υπερτάσεων .....	32
3.2.3 Αυτόματος διακόπτης ισχύος 3Φ+N (Διακόπτης φορτίου).....	33
3.2.4 Διακόπτες διαρροής.....	34
3.2.5 Μετρητές.....	35
4. ATLAS   T150   .....	36

4.1 Πλεονεκτήματα ATLAS   T150   .....	39
4.2 Αντικεραυνική προστασία tracker .....	40
4.3 Τεχνική περιγραφή οικίσκου στέγασης ηλεκτρολογικού εξοπλισμού .....	41
4.3.1 Τοιχώματα.....	41
4.3.2 Οροφή .....	41
4.3.3 Πόρτα.....	42
4.3.4 Εξαερισμός οικίσκου.....	42
4.3.5 Σημεία ανάρτησης και πάκτωσης οικίσκου.....	42
4.4 Ηλεκτρολογική εγκατάσταση οικίσκου .....	43
4.5 Γειώσεις-Αντικεραυνική προστασία οικίσκου .....	43
5. Χωματοουργικά .....	43
5.1 Δρόμοι πρόσβασης .....	43
5.2 Περίφραξη.....	44
5.3 Εκσκαφή χανδάκων .....	45
5.4 Εκσκαφή βάσεων .....	45
5.5 Διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου .....	46
5.6 Σωλήνωση πάρκου.....	46
6.Συστημα ασφάλειας και φωτισμού .....	47
6.1 Σύστημα παρακολούθησης .....	47
6.2 Τύπος καλωδίου.....	48
6.3 Σύστημα συναγερού .....	48
6.4 Σύστημα φωτισμού.....	49
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	51

## 1. ΓΕΝΙΚΑ

Το φωτοβολταϊκό πλαίσιο αποτελείται από πολλές φωτοβολταϊκές κυψέλες που είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους. Η ΦΒ κυψέλη είναι η στοιχειώδης μονάδα ενός ΦΒ συστήματος γιατί εκεί μετατρέπεται η ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική.

Υπάρχουν πολλά είδη ΦΒ κυψελών διαθέσιμα στην αγορά και πολλά άλλα υπό ανάπτυξη. Χρησιμοποιούνται διάφορα υλικά και διατάξεις με στόχο τη μέγιστη παραγωγή ενέργειας από τη συσκευή με όσο το δυνατόν χαμηλότερο κόστος. Έχουν κατασκευασθεί κυψέλες σε εργαστηριακό περιβάλλον με απόδοση που ξεπερνά το 30%. Ωστόσο η απόδοση αυτών που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι περίπου η μισή.

Ο ΦΒ Σταθμός περιλαμβάνει ΦΒ Πλαίσια που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια ΣΡ ανάλογα με την ηλιοφάνεια, και παράγουν την μεγαλύτερη ενέργεια μια αίθρια ημέρα, όταν ο ήλιος είναι υπό κανονική κλίση σε σχέση με τα ΦΒ Πλαίσια της διάταξης. Παράγουν λιγότερη ενέργεια τις πρωινές και απογευματινές ώρες, τις εποχές όπου ο ήλιος είναι υψηλότερα ή χαμηλότερα στον ουρανό, καθώς και τις νεφελώδεις ημέρες. Δεν παράγουν ενέργεια τη νύχτα, και όταν παρουσιάζεται κάποια βλάβη στο δίκτυο της Επιχείρησης Ηλεκτρισμού, το σύστημα αυτόματα αποσυνδέεται για λόγους ασφαλείας.

Η ΣΡ ηλεκτρική ενέργεια οδηγείται στον μετατροπέα, όπου μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο ρεύμα συμβατό με το δίκτυο της ΔΕΗ και διοχετεύεται στο δίκτυο της. Η διάρθρωση της όλης εγκατάστασης βασίζεται στην αρχιτεκτονική των επιμέρους ή των κεντρικών μετατροπέων.

Η μικρότερη δομική μονάδα του Σταθμού είναι το ΦΒ πλαίσιο το οποίο είναι ένα πλήθος από διασυνδεδεμένα ΦΒ στοιχεία (cells), τα οποία περικλείονται από προστατευτικά υλικά και είναι τοποθετημένα σε ένα πλαίσιο αλουμινίου.

Τα ΦΒ πλαίσια είναι ηλεκτρικά συνδεδεμένα και τοποθετημένα σε συστοιχίες (strings). Τα πλαίσια τοποθετούνται σε μία ειδική κατασκευή στήριξης, η οποία στερεώνεται με πασσάλους. Η ΦΒ διάταξη αποτελείται από ΦΒ συστοιχίες – κυκλώματα που αποτελούν πηγές ρεύματος.

### 1.1 Φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Το Φωτοβολταϊκό φαινόμενο περιγράφεται ως η πόλωση των ηλεκτρικών φορτίων που συμβαίνει σε συγκεκριμένα υλικά όταν αυτά εκτεθούν σε φωτεινή ακτινοβολία. Κάτι τέτοιο παρατηρείται στα φυσικά στοιχεία που ανήκουν στην ομάδα των ημιαγωγών καθώς και στις τεχνητές ημιαγωγικές διατάξεις. Η πόλωση των ηλεκτρικών φορτίων μεταφράζεται ως δημιουργία διαφοράς δυναμικού μεταξύ των δημιουργούμενων πόλων, δηλαδή έχουμε μια υποτυπώδη ηλεκτρική γεννήτρια.

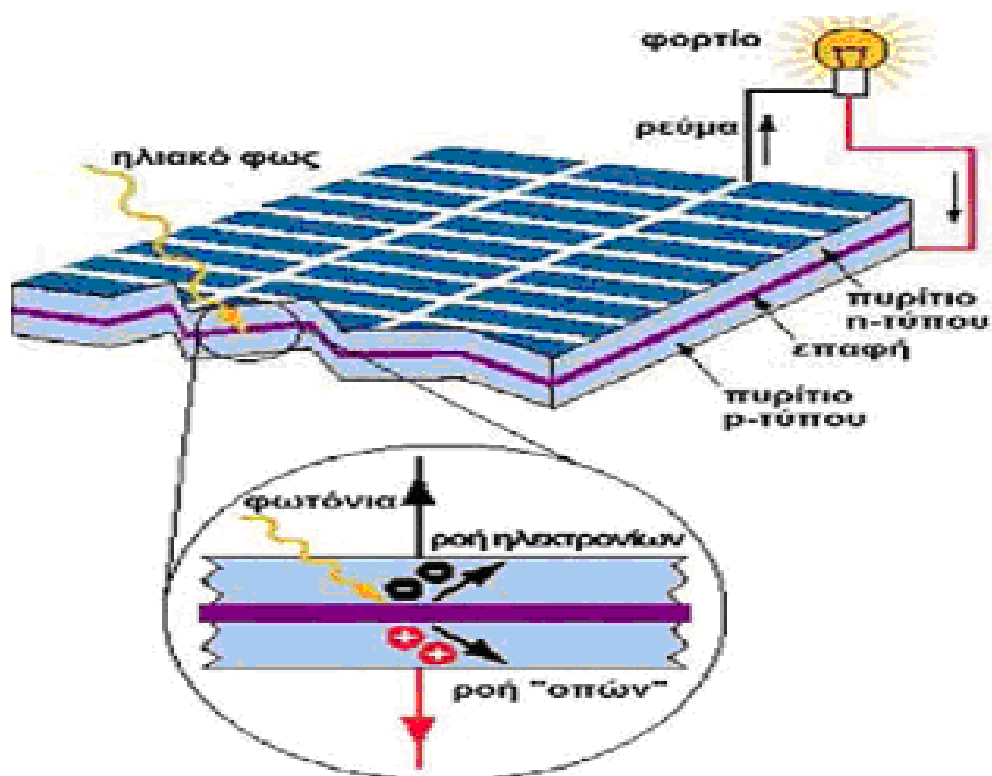
Θα μπορούσαμε να παρομοιάσουμε την φωτοβολταϊκή ηλεκτρική γεννήτρια σαν μια ανεπίστροφη βαλβίδα ηλεκτρονίων, δια της οποίας τα ηλεκτρόνια μπορούν να διέρχονται μόνο προς την μια κατεύθυνση. Όταν λοιπόν συμβεί κάποιο φωτόνιο να προσκρούσει πάνω σε ηλεκτρόνιο του υλικού, τότε θα του μεταδώσει μέρος της ενέργειάς του, αναγκάζοντάς το να «εκσφενδονιστεί» από την θέση ηρεμίας του. Εάν τώρα, η κατεύθυνση που θα λάβει

το «εκσφενδονισμένο» ηλεκτρόνιο συμπέσει με την φορά της βαλβίδας ηλεκτρονίων τότε αυτό θα μετατοπισθεί σε σχέση με την αρχική του θέση και θα παγιδευτεί εκεί αφού η βαλβίδα αποτρέπει την επαναφορά του στην αρχική θέση. Κατόπιν τούτου, διαπιστώνουμε ότι, σε μία «πλευρά» του υλικού (πλευρά παγίδευσης) θα έχουμε περίσσεια ενός ηλεκτρονίου ενώ στην άλλη πλευρά (πλευρά εκσφενδονισμού) θα έχουμε έλλειμμα ενός ηλεκτρονίου, που συνεπάγεται διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού.

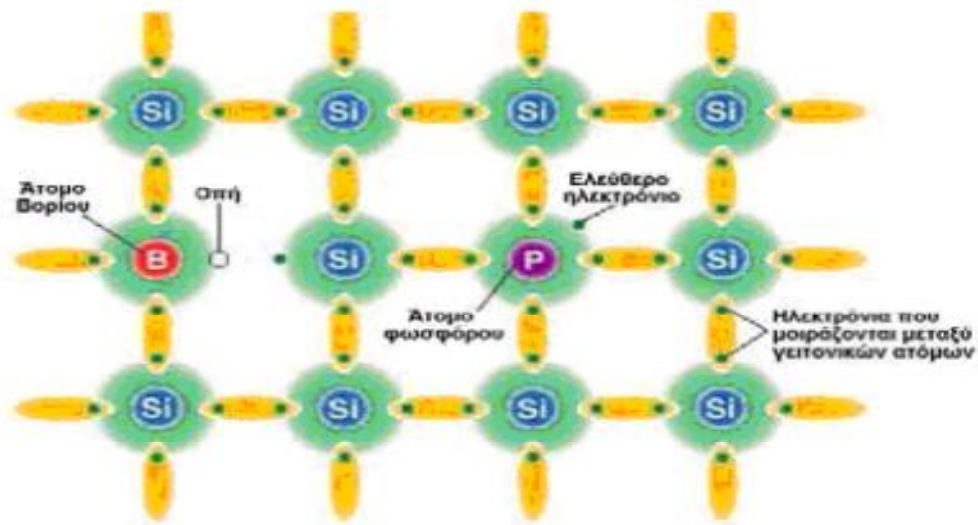
Η ένταση του Φαινομένου (δεδομένου ότι εξετάζουμε υλικό το οποίο διαθέτει την ιδιότητα της ανεπίστροφης βαλβίδας), εξαρτάται από τρεις βασικούς παράγοντες :

- την διαθεσιμότητα ηλεκτρονίων που «μπορούν να εκσφενδονιστούν» (ηλεκτρικές ιδιότητες του υλικού)
- την πιθανότητα σύγκρουσης φωτονίου-ηλεκτρονίου (στατιστική πιθανότητα) και
- την ικανότητα της σύγκρουσης να προσδώσει στο ηλεκτρόνιο κατάλληλη ταχύτητα και διεύθυνση ώστε να μεταπηδήσει στην πλευρά παγίδευσης (επίσης στατιστική πιθανότητα).

Από αυτές τις εξαρτήσεις, γίνεται αντιληπτό ότι ένα μικρό ποσοστό της φωτεινής ακτινοβολίας λαμβάνει μέρος επί του φωτοβολταϊκού φαινομένου.



Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο



Κρυσταλλικό πλέγμα πυριτίου με άτομα πρόσμιξης

## 1.2 Φωτοβολταϊκές κυψέλες

Επειδή η ενέργεια που παράγεται από μια ηλιακή κυψέλη είναι περιορισμένη και προκειμένου να παραχθεί μια σημαντική ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος, πολλές ηλιακές κυψέλες συνδέονται μεταξύ τους ηλεκτρονικά, σχηματίζοντας έτσι ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Όταν πρόκειται για εγκαταστάσεις, στις οποίες γίνεται παραγωγή μέσης ή μεγάλης ποσότητας ηλεκτρικής ισχύος, απαιτείται η ύπαρξη πολλών φωτοβολταϊκών πλαισίων, τα οποία συνδέονται και σχηματίζουν ένα φωτοβολταϊκό πάρκο. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια διατάσσονται με τέτοιο τρόπο, στο διαθέσιμο χώρο, ώστε να μην προκαλούνται προβλήματα σκίασης μεταξύ των διαφορετικών σειρών των πλαισίων.

Για λόγους μηχανικής αντοχής και ευχρηστίας, οι ηλιακές κυψέλες έχουν ενσωματωμένα στο περίγραμμά τους μεταλλικά ελάσματα αναδυσόμενου αλουμινίου και για λόγους προστασίας είναι αεροστεγώς και υδατοστεγών κλεισμένα μέσα σε ειδικό γυαλί και ειδικό μονωτικό πλαστικό).

Οι ηλιακές κυψέλες αποτελούνται από:

- Μεταλλική βάση
- Πυρίτιο τύπου P
- Πυρίτιο τύπου N
- Μη-ανακλαστικό στρώμα επικάλυψης
- Μεταλλικά αγώγιμα ελάσματα

## 1.3 Είδη ηλιακών κυψελών

Τα είδη κυψελών, που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στην αγορά είναι τα εξής :

### Ø Μονοκρυσταλλικό πυριτίου

Κατασκευάζονται από καθαρό μονοκρυσταλλικό πυρίτιο το οποίο προέρχεται από ένα μικρό «γόνιο» κρύσταλλο, που αποσπάται με αργό ρυθμό από την τηγμένη μάζα του λιγότερου καθαρού πολυκρυσταλλικού πυριτίου. Αποτελούνται από ένα λεπτό στρώμα καθαρού κρυσταλλικού πυριτίου του οποίου το πάχος είναι 200 – 400μm. Επίσης γίνεται τοποθέτηση μεταλλικού πλέγματος το οποίο λειτουργεί ως ηλεκτρική επαφή και έτσι επιτυγχάνεται η λειτουργία του ως ηλιακή κυψέλη. Οι μονοκρυσταλλικό ηλιακές κυψέλες παρουσιάζουν την υψηλότερη απόδοση και το υψηλότερο κόστος από όλες τις κυψέλες πυριτίου.

### Ø Πολυκρυσταλλικού πυριτίου

Οι κυψέλες αυτές κατασκευάζονται από μεγάλες ορθογώνιες ράβδους καθαρού πυριτίου σε ειδικούς κλιβάνους στους οποίους ψύχεται αργά τηγματο πυριτίου για τη δημιουργία μεγάλων κρυστάλλων. Επειδή προκύπτουν απευθείας από ορθογώνιες ράβδους οι πολυκρυσταλλικού κυψέλες είναι συνήθως τετράγωνης μορφής και μεγαλύτερου μεγέθους από αυτές από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο καθώς και έχουν και λίγο χαμηλότερη απόδοση από αυτές.

### Ø Λεπτής μεμβράνης (Thin-film)

Η τεχνολογία των λεπτών μεμβρανών χρησιμοποιεί πολύ λεπτά στρώματα (πάχους λίγων μικρών) του ημιαγωγού και με τον τρόπο αυτό μειώνεται το κόστος. Τα πιο γνωστά υλικά που χρησιμοποιούνται στις κυψέλες αυτές είναι :

- Άμορφοπυρίτιο(a-Si)
- Copper Indium Diselenide (CIS)
- Cadmium Telluride (CdTe)
- Gallium Arsenide (GaAs)

Με τα δυο πρώτα να είναι τα σημαντικότερα.

Το άμορφο πυρίτιο διαφέρει από το κρυσταλλικό στο ότι τα άτομα δεν είναι τοποθετημένα σε ακριβείς αποστάσεις μεταξύ τους και οι γωνίες των δεσμών τους δεν είναι συγκεκριμένες. Σήμερα ένα εμπορικό ΦΒ πλαίσιο με κυψέλες άμορφου πυριτίου έχει απόδοση 6-8%, ενώ οι κυψέλες μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικού πυριτίου έχουν αποδόσεις που κυμαίνονται στο 11 – 14%.

Λεπτό στρώμα άμορφου πυριτίου τοποθετείται σε φύλλο γυαλιού, το οποίο έχει καλυφθεί από διάφανο οξειδίο του κασσιτέρου. Στην πίσω επιφάνεια τοποθετείται μεταλλικός αγωγός και στη συνέχεια η όλη διάταξη κόβεται με laser για την παραγωγή μιας σειράς ηλεκτρικά συνδεδεμένων άλλα ξεχωριστών στοιχείων και στο τέλος γίνεται η ενσωμάτωση τους σε μια ΦΒ μονάδα.

### Ø Υβριδικά

Για να επιτευχθεί ουσιαστική βελτίωση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών κυψελών έπρεπε να γίνει κάποια σημαντική αλλαγή. Σε μια προσπάθεια να γίνει αυτό έγινε μελέτη στη χρήση υβριδικών δομών, στις οποίες κυψέλες με διαφορετικά χαρακτηριστικά



απορρόφησης φωτός συνδέονται μαζί. Αυτό επιτρέπει να πετύχουμε καλύτερα χαρακτηριστικά χρησιμοποιώντας τα ήδη υπάρχοντα υλικά και διαδικασίες.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης μιας δομής με πολλά στρώματα είναι τα εξής :

- Είναι δυνατόν να απορροφηθεί το φως σε μια πιο πλατιά φασματική περιοχή, δηλαδή αποτελεσματικότερα.
- Είναι δυνατόν να επιτευχθούν υψηλότερες τάσεις ανοιχτού κυκλώματος.

Είναι δυνατόν να πέσει σε κάποιο βαθμό ο ρυθμός μείωσης της απόδοση των κυψελών, ο οποίος οφείλεται σε φαινόμενα οπτικής υποβάθμισης που παρατηρούνται όταν χρησιμοποιούνται υλικά άμορφου πυριτίου.

## 1.4 Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια

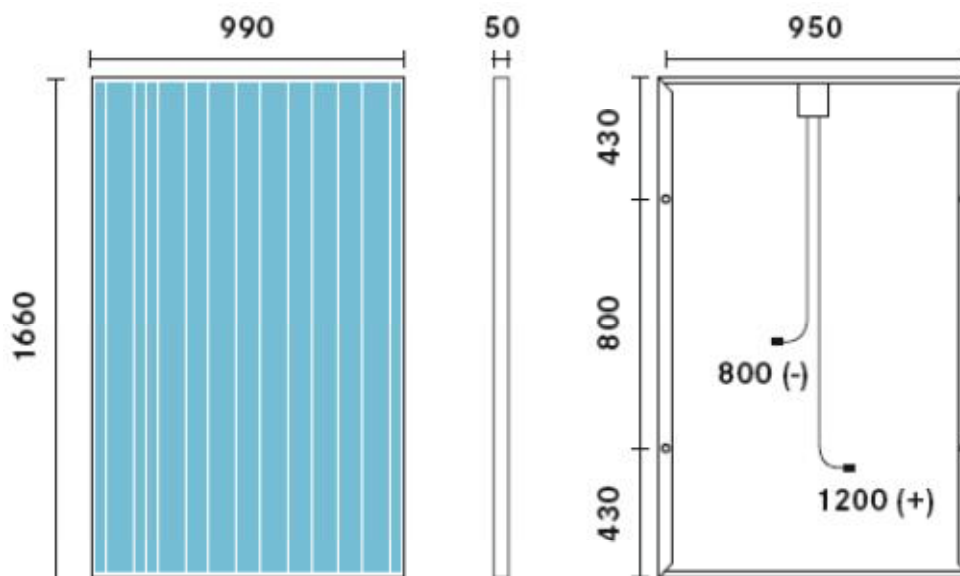
Ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο αποτελείται από έναν αριθμό ηλιακών κυψελών. Για να γίνει εφικτή η λειτουργία του πλαισίου, είναι σημαντικό να προστατεύονται οι ηλιακές κυψέλες από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Για παράδειγμα, οι ηλιακές κυψέλες είναι πολύ λεπτές και άρα επιρρεπείς σε μηχανικές βλάβες. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι φωτοβολταϊκών πλαισίων και η δομή τους συχνά είναι διαφορετική για τα διάφορα είδη ηλιακών κυψελών ή για τις ποικίλες εφαρμογές τους.

Το φωτοβολταϊκό πλαίσιο αποτελείται από διάφορα στρώματα, τα οποία είναι:

- Ειδικό γυαλί
- Συμπυκνωμένο υλικό (Ethylene Vinyl Acetate (EVA) Sheet) για την
- ενθυλάκωση των κυψελών
- Ηλιακές κυψέλες
- Συμπυκνωμένο υλικό (EVA)
- Ειδικό γυαλί
- Κενό αέρος
- Ειδικό γυαλί

Οι ηλιακές κυψέλες περικλείονται συνήθως από δυο κομμάτια γυαλιού ή ένα φύλλο γυαλιού και ένα πλαστικού, ενώ μερικές φορές εξ ολοκλήρου από πλαστικό.

- Τα είδη των γυαλιών που χρησιμοποιούνται είναι διαφανή, χρωματισμένα και αντανακλούν την θερμότητα. Το συμπυκνωμένο υλικό είναι συνήθως EVA, υλικό που εμφανίζει πολύ καλή ηλεκτρική μόνωση και μεγάλη διαπερατότητα στο φως.

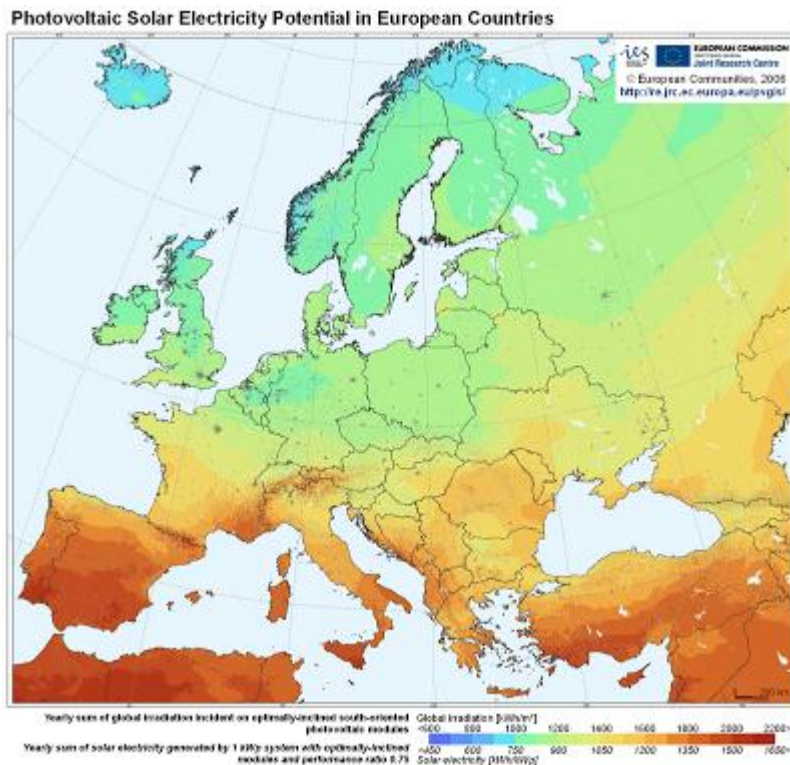


Αντίστοιχα στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του.

Electrical data(STC)			Aleo S_18 220Wp
Rated power	P <sub>mpp</sub>	[W]	220
Rated voltage	V <sub>mpp</sub>	[V]	28.7
Rated current	I <sub>mpp</sub>	[A]	7.65
Open-circuit voltage	V <sub>oc</sub>	[V]	36.3
Short-circuit current	I <sub>sc</sub>	[A]	8.24
Efficiency	n	[%]	12.72
Area-to-power ratio	A <sub>p</sub>	[m <sup>2</sup> /KWp]	6.85

STC: 1000W/m<sup>2</sup>, 25 °C, 1.5 AM

## 1.5 Χάρτες Φωτοβολταϊκού Δυναμικού σε Ευρώπη και Ελλάδα



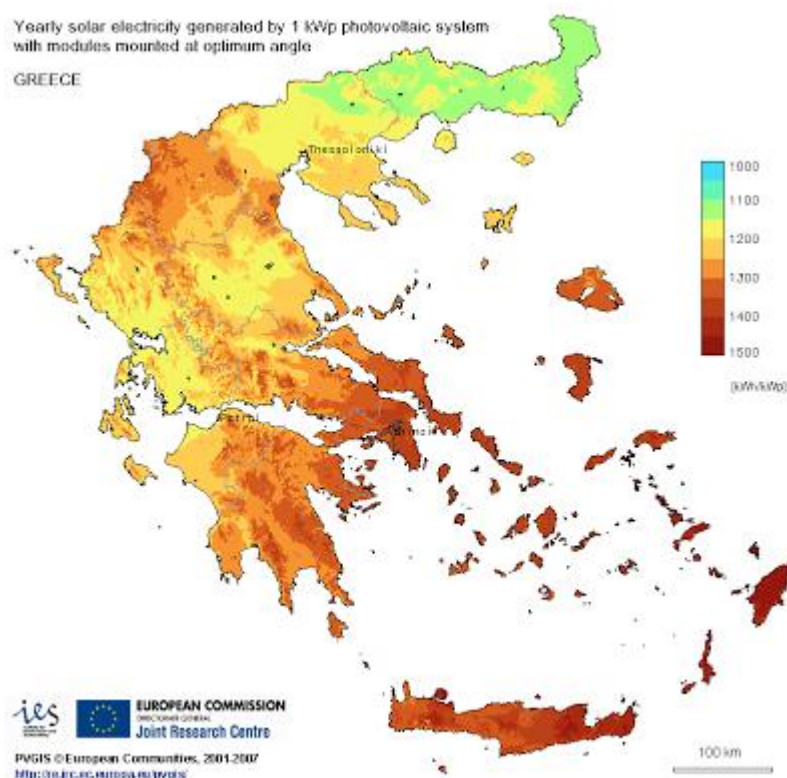
Η τοποθεσία της Ελλάδας παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη φωτοβολταϊκών συστημάτων λόγω του υψηλού δυναμικού ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται καθημερινά στην επιφάνεια της. Η ισχύ της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μια επιφάνεια 1 m<sup>2</sup> σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα, μπορεί να φθάσει περίπου το 1 kW ανάλογα με το γεωγραφική θέση της πόλης στο Χάρτη της Ελλάδος.

Στο σχεδιασμό των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων χρησιμοποιείται ως μετεωρολογικό στοιχείο η μέση ολική ηλιακή ενέργεια ανά τετραγωνικό επιφανείας (kWh/m<sup>2</sup>).

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 αντιστροφέα 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 από την Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων PVGIS και από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος. 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.



Οι ηλεκτρικές παράμετροι των φωτοβολταϊκών πλαισίων για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης πάρθηκαν από τα φυλλάδια του κατασκευαστή και αφορούν την λειτουργία σε τυπικές συνθήκες δοκιμών (STC).

Τυπικές συνθήκες δοκιμών (STC):

- Ακτινοβολία (1kW /m<sup>2</sup>)
- Φασματική κατανομή (Air Mass 1.5)
- Θερμοκρασία στοιχείου (25 0C ±2 0C)

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<sup>2</sup>)
- Φασματική κατανομή (Air Mass 1.5)
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος (47 0C)
- Ταχύτητα ανέμου (1 m/s)

## 1.6 Πλεονεκτήματα φωτοβολταϊκής τεχνολογίας

Όλα τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα :

- μηδενική ρύπανση
- αθόρυβη λειτουργία
- αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής ( που ξεπερνά τα 30 χρόνια )
- απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
- δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας στο διασυνδεδεμένο δίκτυο ή σε συσσωρευτές
- ελάχιστη συντήρηση

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

Τα φωτοβολταϊκά αποτελούν μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες της νέας εποχής στο χώρο της ενέργειας. Μιας νέας εποχής που θα χαρακτηρίζεται από μικρές αποκεντρωμένες εφαρμογές σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς. Τα μικρά, ευέλικτα συστήματα που μπορούν εφαρμοστούν σε επίπεδο κατοικίας, εμπορικού κτιρίου ή μικρού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής (όπως π.χ. τα φωτοβολταϊκά, τα μικρά συστήματα συμπαραγωγής, οι μικροτουρμπίνες και οι κυψέλες καυσίμου) αναμένεται να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα επόμενα χρόνια.

Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία. Τα φωτοβολταϊκά, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα, θεωρούνται τα ιδανικά συστήματα ενεργειακής μετατροπής καθώς χρησιμοποιούν την πλέον διαθέσιμη πηγή ενέργειας και παράγουν την πιο χρήσιμη μορφή ενέργειας.

Ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο είναι το γεγονός ότι τα φωτοβολταϊκά παρέχουν τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια. Τον καθιστούν έτσι πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν μ' αυτό τον τρόπο στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Δεδομένου ότι η παραγωγή και κατανάλωση του ηλιακού ηλεκτρισμού γίνονται τοπικά, αποφεύγονται οι σημαντικές απώλειες της μεταφοράς και διανομής του ηλεκτρισμού και κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 10% σε σχέση με τη συμβατική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του δικτύου.

Φυσικά τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλό διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ένα κιλοβάτ φωτοβολταϊκών αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Χρειάζονται 2 στρέμματα δάσους ή περίπου 100 δέντρα για να απορροφήσουν αυτήν την ποσότητα CO<sub>2</sub>. Επίσης, για να παραχθεί η ίδια ηλεκτρική ενέργεια με πετρέλαιο απαιτούνται 2,2 βαρέλια πετρελαίου κάθε χρόνο. Από περιβαλλοντική δηλαδή άποψη αποφεύγοντας 1.300 κιλά CO<sub>2</sub> ετησίως είναι σαν να κάνει ένα μέσο αυτοκίνητο 7.000 χιλιόμετρα λιγότερα κάθε χρόνο.

Επιπλέον, η υποκατάσταση ρυπογόνων καυσίμων από φωτοβολταϊκά συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές και άλλων επικίνδυνων ρύπων, τα αιωρούμενα μικρό σωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου κ.ά.



### 1.6.1 Μειονεκτήματα Φωτοβολταϊκών συστημάτων

Ένα βασικό μειονέκτημα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι ότι, σε αντίθεση με πολλά άλλα συστήματα μετατροπής, η τροφοδοσία του (ηλιακή ακτινοβολία) δεν είναι σταθερή αλλά αυξομειώνεται μεταξύ μιας μέγιστης και της μηδενικής τιμής, ακολουθώντας συχνά απότομες και απρόβλεπτες διακυμάνσεις. Το ποσό της ενέργειας που περιέχεται στο φως του ήλιου, ονομάζεται ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και ορίζεται ως το ποσό της ενέργειας της ακτινοβολίας που περνά στη μονάδα του χρόνου από τη μονάδα εμβαδού μιας επιφάνειας τοποθετημένης κάθετα στην κατεύθυνση της ακτινοβολίας και εκφράζεται συνήθως σε  $\text{kW/m}^2$ .

Επίσης, στα φωτοβολταϊκά στοιχεία δεν είναι δυνατή η μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια του συνόλου της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται στην επιφάνεια τους. Ένα μέρος από την προσπίπτουσα ακτινοβολία ανακλάται πάνω στην επιφάνεια του στοιχείου και διαχέεται πάλι προς το περιβάλλον, ενώ από τη ακτινοβολία που διεισδύει ένα μέρος πάλι συμβάλλει στην εκδήλωση του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται οι μεταβολές της ισχύος που παράγει μίας φωτοβολταϊκή γεννήτρια κατά τη διάρκεια μιας μέρας. Οι μεταβολές αυτές είναι αποτέλεσμα της αυξομείωσης της έντασης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

Επιπλέον, μειονεκτήματα των Φ/Β συστημάτων είναι τα εξής:

- Το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης
- Απαιτούν σχετικά μεγάλες επιφάνειες εγκατάστασης
- Σχετικά μικρό βαθμό απόδοσης

- Η ανάγκη αποθήκευσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας

## 1.7 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των ΦΒ

Οι δύο κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγόμενη ενέργεια από ένα ηλιακό κελί είναι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και η θερμοκρασία.

Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας έχει σχεδόν ανάλογη επίδραση στο ρεύμα βραχυκύκλωσης του κελιού, ενώ η τάση ανοιχτού κυκλώματος αυξάνεται ελαφρά με την αύξηση της έντασης. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η σχεδόν αναλογική σχέση ανάμεσα στην ισχύ του κελιού και την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, για σταθερές φυσικά θερμοκρασίες κελιού.

Η θερμοκρασία επιδρά κυρίως στην τάση του ηλιακού κελιού. Πιο συγκεκριμένα, με μείωση της θερμοκρασίας, αυξάνεται σημαντικά η τάση ανοιχτού κυκλώματος, ενώ το ρεύμα βραχυκύκλωσης μειώνεται ελαφρά. Συνολικά, η ισχύς του ηλιακού κελιού μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, γεγονός που πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος.

Άλλοι παράγοντες η οποίοι επηρεάζουν την απόδοση των Φ/Β συστημάτων είναι οι εξής:

- **Ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου:** Σχετίζονται άμεσα με τη θερμοκρασία λειτουργίας των Φ/Β. Οι μεγαλύτερες ταχύτητες συνεπάγονται χαμηλότερες θερμοκρασίες, οι βόρειοι άνεμοι επίσης συνεπάγονται χαμηλότερες θερμοκρασίες, ενώ το αντίθετο συμβαίνει με τους νότιους.
- **Ρύπανση:** Επηρεάζει την απόδοση των Φ/Β λόγω της επικάλυψης διαφόρων στοιχείων στις επιφάνειες των πάνελ. Για αυτό το λόγο απαιτείται περιοδικός καθαρισμός των Φ/Β πλαισίων. Αξίζει να σημειωθεί ότι προγραμματισμένη εγκατάσταση στη Σαχάρα μια περιοχή με πολύ μεγάλη ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, ματαιώθηκε γιατί δεν βρέθηκε αποδοτικός τρόπος να καθαρίζονται τα πάνελ από τη συχνή και σε πολλές χρονικές περιόδους αδιάλειπτη σκόνη.
- **Σκίαση:** Η σκίαση δημιουργείται συνήθως από την παρουσία φυσικών εμποδίων (π.χ. δένδρα, στύλοι, κ.λπ.), από παροδικά (και μάλλον στοχαστικού χαρακτήρα) φαινόμενα (π.χ. σύννεφα) ή από περιορισμένη έκταση εγκατάστασης. Οι επιπτώσεις της σκίασης μπορεί να είναι σημαντικές, για το λόγο αυτό είναι αναγκαίος ο λεπτομερής προσδιορισμός των απωλειών που προκαλούν.
- **Γήρανση:** Αναμένεται ότι με την πάροδο του χρόνου θα παρουσιάζεται φθορά των Φ/Β στοιχείων ενός Φ/Β συστήματος, η οποία οδηγεί σε μια πτώση της παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος που υπολογίζεται σε περίπου 1% ετησίως.
- **Ηλεκτρικές απώλειες του Φ/Β συστήματος:** Είναι οι ηλεκτρικές απώλειες στους αγωγούς των διαφόρων συνδέσεων, καθώς και οι συνδέσεις με άλλα μέρη του συστήματος. Οι απώλειες αυτές μπορεί να φθάσουν και σε ποσοστό περίπου του 30% ή και περισσότερο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

- **Απώλειες ανομοιομορφίας φωτοβολταϊκών στοιχείων:** Όταν πλαίσια με διαφορετικά ηλεκτρικά χαρακτηριστικά συνδεθούν μεταξύ τους σε σειρά υπάρχουν απώλειες ανομοιομορφίας. Αντίθετα, στη παράλληλη σύνδεση των πλαισίων, οι απώλειες είναι περιορισμένες. Επίσης, έρευνες έχουν δείξει ότι οι απώλειες ανομοιομορφίας αυξάνονται όσο μειώνεται η ένταση της ακτινοβολίας.
- **Απώλειες λόγω της γωνίας πρόσπτωσης:** Πρόκειται για οπτικές απώλειες οι οποίες απόρροιες των νόμων Fresnel που καθορίζουν τις σχέσεις μεταξύ των γωνιών πρόσπτωσης, ανάκλασης και διάθλασης μεταξύ διαφορετικών μέσων. Στα φωτοβολταϊκά πλαίσια οι νόμοι αυτοί αφορούν τη μετάδοση και την ανάκλαση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο προστατευτικό στρώμα, γυαλί, και στις κυψέλες.

## 2.Αντιστροφέας



### Sunnytripower 15000tl / 20000tl

Για το πάρκο μας θα χρησιμοποιήσουμε 4 τριφασικούς αντιστροφέας της εταιρίας sma και συγκεκριμένα το sunny tripower ισχύος 20kw ο καθένας .Ο χώρος τοποθέτησης του inverter βρίσκεται πάνω στο tracker σε σημείο προσβασιμο ώστε να γίνονται κατάλληλες μετρήσεις όταν χρειάζεται.Ο inverter περιέχει μεταλλική βάση ,η οποία στηρίζεται πάνω στον tracker σε 3 γαλβανισμένα σιδερά με τη βοήθεια 5 περαστών βιδών.Εν συνέχεια ακούμπα το πίσω μέρος του inverterστη βάση και στο κατάλληλο σημείο κουμπώνει .

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

<b>Είσοδος (DC)</b>	
Μέγιστη ισχύς DC (@ cos φ=1)	20450 W
Εύρος τάσης σημείου μέγιστης ισχύος @ τάση δικτύου 230V	580 V – 800 V
Ελάχιστη τάση εισόδου/ Τάση έναρξης τροφοδοσίας	570 V / 620 V
Μέγιστο ρεύμα εισόδου	36 A
Μέγιστο ρεύμα εισόδου ανά	36 A



στοιχειοσειρά	
Αριθμός ανεξάρτητων εισόδων MPP/ στοιχειοσειρών ανά είσοδο MPP	1 / 6
<b>Έξοδος (AC)</b>	
Ονομαστική ισχύς (@230 V, 50 Hz)	20000 W
Μέγιστη φαινόμενη ισχύς AC	20000 VA
Ονομαστική τάση AC	3 / N / PE, 230 / 400 V
Εύρος ονομαστικής τάσης AC	160 V – 280 V
Συχνότητα δικτύου AC/ Εύρος	50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz
Ονομαστική συχνότητα δικτύου/ Ονομαστική τάση δικτύου	50 Hz / 230 V
Μέγιστο ρεύμα εξόδου	29 A
Συντελεστής ισχύος σε ονομαστική ισχύ	1
Ρυθμιζόμενος συντελεστής πρόσφυσης	0,8 übererregt ... 0,8 untererregt
Φάσεις τροφοδοσίας/ Φάσεις σύνδεσης	3 / 3
Βαθμός απόδοσης	
Μέγιστος βαθμός απόδοσης/ Ευρωπαϊκός βαθμός απόδοσης	98,5 % / 98,2 %

Διατάξεις προστασίας	
Αποζεύκτης εισόδου	Προαιρετικός εξοπλισμός
Επιτήρηση σφάλματος γείωσης/ Επιτήρηση δικτύου	ναι / να
Απαγωγοί υπέρτασης DC (τύπου II)	Δεν διατίθεται
Προστασία αντίστροφης πολικότητας DC/Αντοχή σε βραχυκύκλωμα AC/ Γαλβανική απομόνωση	ναι / ναι / Δεν διατίθεται
Μονάδα επιτήρησης ρεύματος διαρροής ευαίσθητη σε όλους τους τύπους ρεύματος	Ναι
Κατηγορία προστασίας (κατά το πρότυπο IEC 62103)/Κατηγορία υπέρτασης (κατά το πρότυπο IEC 60664-1)	I / III
Γενικά χαρακτηριστικά	
Διαστάσεις (Π/Υ/Β) σε mm	665 / 680 / 265
Βάρος	45kg / 99,2 lb
Εύρος τιμών θερμοκρασίας λειτουργίας	-25 °C ... +60 °C / 13 °F ... 140 °F
Εκπομπή θορύβου, τυπική	51 dB(A)
Ιδιοκατανάλωση (νύχτα)	1 W
Τοπολογία/Σύστημα ψύξης	Χωρίς μετασχηματιστή/OptiCool
Κατηγορία προστασίας ηλεκτρονικού συστήματος/Περιοχή σύνδεσης (κατά το πρότυπο IEC 60529)	IP65 / IP54

Κλιματική κατηγορία (κατά το πρότυπο IEC 60721-3-4)	4K4H
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή σχετικής υγρασίας (χωρίς συμπύκνωση)	100 %
Εξοπλισμός	
Σύνδεση DC	SUNCLIX
Σύνδεση AC	Ελατηριωτός συνδετήρας
Οθόνη	Γράφημα
Διεπαφές: RS485 / Bluetooth / Ρελέ πολλαπλών λειτουργιών	Προαιρετικός εξοπλισμός/ ναι / Προαιρετικός εξοπλισμός
Διεπαφές: Webconnect / Speedwire	Προαιρετικός εξοπλισμός/ Προαιρετικός εξοπλισμός
Εγγύηση: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 χρόνια	ναι / προαιρετικός εξοπλισμός / προαιρετικός εξοπλισμός / προαιρετικός εξοπλισμός / προαιρετικός εξοπλισμός
Πιστοποιητικά και άδειες (περισσότερα κατόπιν αιτήματος)	CE, VDE 0126-1-1, RD 661/2007, PPC, AS 4777, EN 50438*, C10/11, UTE C15-712-1, G59/2, VDE-AR-N 4105, BDEW 2008, RD 1699
Πιστοποιητικά και άδειες (υπό σχεδιασμό)	CEI 0-21
* Δεν ισχύει για όλα τα εθνικά παραρτήματα του προτύπου EN 50438	
Προσωρινά δεδομένα: Έκδοση Μάρτιος 2012 - Στοιχεία υπό ονομαστικές συνθήκες	
Χαρακτηρισμός τύπου	STP 20000TLEE-10

## 2.1 Πινακας dc



Πολυεστερικά ερμάρια Thalassa PLM

Τα επίτοιχα ερμάρια Thalassa PLM είναι

μονομπλόκ, με ενσωματωμένο σκέπαστρο, από πολυεστέρα ενισχυμένο με ίνες γυαλιού, πρεσαρισμένα σε καλούπι εν θερμώ.

Εσωτερική ή υπαίθρια χρήση

- Έκδοση με γυάλινη πόρτα από κρύσταλλο ασφαλείας (tempered glass)
- Βαθμός προστασίας IP 66 σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60529
- Αντοχή έναντι εξωτερικών μηχανικών επιδράσεων :
  - IK 10 (20 joule) για ερμάρια με πολυεστερική πόρτα.
  - IK 08 (5 joule) για ερμάρια με γυάλινη πόρτα σύμφωνα με το πρότυπο IEC 62262
- Μηχανισμός κλειδαριάς εκτός της στεγανοποιημένης περιοχής, έτσι ώστε να εξασφαλίζονται οι προδιαγραφές στεγανότητας IP 66 για μεγάλη διάρκεια
- Σύστημα κλειδώματος:
  - Για ερμάρια με ύψος < 847 mm: 2 κλειδαριές με διπλή μπάρα
  - Για ερμάρια με ύψος 1056 mm: 1 κλειδαριά με διπλή μπάρα και κλείσιμο 4 σημείων
  - Γωνία ανοίγματος πόρτας: 180° (η φορά ανοίγματος μπορεί να Αντιστραφεί πολύ εύκολα)
  - Σχέδιο πλέγματος (πατρών) με διαστήματα ανά 25 mm στο πίσω μέρος της πόρτας για σημάδεμα για τις επακόλουθες μηχανικές κατεργασίες (π.χ. κόψιμο για εγκατάσταση ανεμιστήρα ή διάνοιξη οπών για εγκατάσταση μπουτόν, λυχνιών κλπ)

## 2.2 Λειτουργία και εξαρτήματα του Πίνακα DC

Ο πίνακας «Συνδέσεων DC» προστατεύει το μετατροπέα (inverter) από υπερτάσεις, περιορίζοντας στο μέγιστο βαθμό τις επιδράσεις των κρουστικών ρευμάτων που εμφανίζονται στις φωτοβολταϊκές διατάξεις (string) εξαιτίας των άμεσων ή και έμμεσων διηλεκτρικών εκκενώσεων. Επίσης με τις ασφάλειες που περιέχει ο πίνακας προστατεύονται οι φωτοβολταϊκές διατάξεις (string) από ανάστροφα ρεύματα, τα οποία αναπτύσσονται λόγω σκιάσεων ή άλλων επιδράσεων του περιβάλλοντος. Η κάθε διάταξη ασφαλίεται ξεχωριστά και όλες είναι παράλληλα συνδεδεμένες, με αποτέλεσμα αν δημιουργηθεί κάποιο σφάλμα υπερέντασης να απομονωθούν οι ελαττωματικές διατάξεις και το υπόλοιπο Φωτοβολταϊκό Σύστημα να λειτουργεί κανονικά

## 2.2.1 Μικροαυτόματοι (MCB's)

### Αυτόματοι διακόπτες ισχύος ανοιχτού ή κλειστού τύπου

(ACB's ή MCCB's)

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

Μετά τη διόρθωση του σφάλματος είναι εφικτή η επαναλειτουργία της στοιχειοσειράς, είτε χειροκίνητα είτε με τηλεχειρισμό. Η ευκολία με την οποία μπορεί να απομονωθεί ηλεκτρικά, για λόγους συντήρησης ή επέκτασης, κάποιο μέρος του συστήματος, αποτελεί ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα.

#### Η σειρά S800PV-S

παρέχει μέγιστη ασφάλεια ακόμα και σε περιπτώσεις ανάστροφης πόλωσης εξασφαλίζοντας υψηλές αποδόσεις σε συνδυασμό με συμπαγείς διαστάσεις. Με πολλά διαφορετικά είδη ακροδεκτών σύνδεσης και μπαρών γεφύρωσης καθιστούν την εγκατάστασή τους πιο γρήγορη και πιο εύκολη από ποτέ.



#### τεχνικά χαρακτηριστικά

Ονομαστικό ρεύμα	10 ... 125 A
Ονομαστική τάση	2-πολικοί: έως 800 VDC (γειωμένο και αγείωτο σύστημα) 3-πολικοί: έως 1.200 VDC (γειωμένο σύστημα) 4-πολικοί: έως 1.200 VDC (αγείωτο σύστημα)
Θερμοκρασία λειτουργίας	-25 ... +70 °C
Πρότυπα	IEC / EN 60947-2

### 2.2.2 Ασφαλειοθήκες και ασφάλειες DC

Προστατεύουν τα Φ/Β στοιχεία από ανάστροφα ρεύματα (ρεύματα αντίθετης φοράς) και συνιστάται να χρησιμοποιούνται όταν το σύστημα έχει σχεδιαστεί και λειτουργεί με πάνω από δύο στοιχειοσειρές (strings). Οι ασφάλειες, οι οποίες έχουν κατάλληλη χαρακτηριστική απόκρισης σε ρεύμα DC, πρέπει να επιλέγονται στο 1,25 του ρεύματος βραχυκυκλώματος των Φ/Β στοιχείων που χρησιμοποιούνται. Οι ασφαλειοθήκες δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται ως διακόπτες φορτίου.



#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ονομαστική τάση	1.000 VDC
Ονομαστικό ρεύμα	32 A
Διαστάσεις φυσιγγίων	10,3 x 38 mm

### **Κυλινδρικές ασφάλειες E9F PV**

Κατάλληλες για εγκαταστάσεις Φ/Β συστημάτων. Θερμική και μαγνητική προστασία καλωδίων και εξοπλισμού. Ονομαστική τάση λειτουργίας έως 1.000 VDC. Διαστάσεις: 10,3x38 mm



### **2.2.3 Αντικεραυνική προστασία**

Οι μονάδες αυτές εκτελούν δύο πολύ σημαντικές αποστολές. Προστατεύουν τα Φ/Β πλαίσια και τους αντιστροφείς από μεταβατικές υπερτάσεις και στιγμιαία κρουστικά ρεύματα που δημιουργούνται από κεραυνούς ή από το χειρισμό διακοπών μεγάλης ισχύος και επιπλέον περιορίζουν την τιμή της υπέρτασης σε αποδεκτά επίπεδα για την ομαλή λειτουργία του εξοπλισμού.

#### **Η σειρά OVR PV**

είναι διαθέσιμη σε 2 εκδόσεις. Έως 600 VDC για ονομαστικό ρεύμα εγκατάστασης έως 25 A και 1.000 VDC για ονομαστικό ρεύμα μεγαλύτερο από 25 A. Διαθέτει επίσης βοηθητική επαφή ένδειξης καθώς και ανταλλακτικά φυσιγγία για εύκολη αντικατάσταση σε περίπτωση βλάβης, χωρίς να χρειάζεται να διακοπεί η τροφοδοσία όλης της γραμμής.



### Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ονομαστική τάση	600 V, 1.000 VDC
Τάση προστασίας	- 2,8/1,4 kV 600 VDC - 3,8 kV 1.000 VDC
Μέγιστο ρεύμα παροχέτευσης	40 kA
Πρότυπα	IEC 61643-1/EN 61643-11

## 2.3 DC Καλωδίωση

Χρησιμοποιείται καλώδιο solar cable για την καλωδίωση από τα Φ/Β πλαίσια μέχρι τους αναστροφείς διατομής 4mm<sup>2</sup> και 6 mm<sup>2</sup> σε κάποιες στοιχειοσειρές. Τα καλώδια αυτά έχουν την ονομασία PV-1F της εταιρείας Tecsun και έχουν το χαρακτηριστικό να ναι κατάλληλα για Φ/Β εγκαταστάσεις.

Συγκεκριμένα, έχουν μόνωση από HEPR(Hard Grade Ethylene Propylene Rubber) και εξωτερικό μανδύα από EVA(Ethylene Vinyl Acetate) που είναι ανθεκτικό στην έκθεση στον ήλιο(αντέχει άριστα στην UV ακτινοβολία). Επίσης εμφανίζουν υψηλή ανθεκτικότητα στην φλόγα, στην τριβή και στο όζον. Ο αγωγός είναι λεπτοπολύκλωνος γεγονός που μετατρέπει το καλώδιο εύκαμπτο και εύχρηστο κατά το χειρισμό του ενώ η μόνωση του αντέχει σε τάση μέχρι και 900-1800V DC και 700-1200V AC(πολική). Έχει μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία κατά τη φόρτιση 90ο C(εγγύηση 30 έτη) ή 120ο C(εγγύηση 2.3 έτη) και ονομαστικό ρεύμα 55A(4mm<sup>2</sup>) και 70A (6 mm<sup>2</sup>). Συνοπτικά εφαρμόζονται οι κανονισμοί IEC 61215 και 61646, IEC 64/1123/CD και DIN VDE 0100 part 520. Η αντίστασή του φθάνει τα 4.97Ω/Km(4mm<sup>2</sup>) και 3.52Ω/Km(6 mm<sup>2</sup>).



Καλώδια

PV-1F για τη DC καλωδίωση

Τα καλώδια αυτά από τα πάνελ μέχρι τους DC πίνακες τοποθετούνται στις βάσεις όπου στηρίζονται τα πάνελ. Η χρησιμοποίηση σχάρας δεν είναι αναγκαστική δεδομένου ότι υπάρχει μικρός αριθμός καλωδίων εφόσον σε κάθε σειρά υπάρχει ένας DC πίνακας. Σε άλλη εγκατάσταση, όπως θα φανεί σε παρακάτω κεφάλαιο όπου όλοι οι DC πίνακες βρίσκονται σε μία σειρά με μεγάλο αριθμό καλωδίων, τότε είναι προτιμητέο η χρήση σχάρας. Προκειμένου να ελεγχθεί η διατομή που επιλέχθηκε από το μηχανικό που έκανε τη μελέτη και οι ηλεκτρικές απώλειες θα πρέπει να προσδιοριστεί πρώτα το μήκος που διανύει το καλώδιο σε κάθε στοιχειοσειρά από τα πλαίσια μέχρι τον αντίστοιχο DC πίνακα.

### 2.3.1 Σύνδεση πίνακα dc στο μετατροπέα



Η σύνδεση των Inverter πραγματοποιείται μέσω βύσματος SunClix. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου βύσματος δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

#### ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Διαστάσεις	Διάμετρος 18 mm
------------	-----------------



Ονομαστική ένταση ρεύματος	Μέγιστη 40A
Μέγιστη τάση συστήματος	1000V DC
Αντίσταση επαφής	≤5 mΩ
Τυπική αντίσταση επαφής	1mΩ
Υλικό επαφής	Χαλκός, επιψευδαργυρωμένος
Κατηγορία προστασίας	Σε σύνδεση IP67
Σύστημα ασφάλισης	Κουμπωτό
Περιοχή θερμοκρασιών λειτουργίας	-40οC...+85οC
Κατηγορία προστασίας	II

## 2.4 Σύστημα γείωσης

Γενικά, ένα κεραυνικό πλήγμα δημιουργεί έμμεσες επιπτώσεις στη γύρω περιοχή με περίμετρο περίπου το 1km, οι έμμεσες επιπτώσεις είναι ουσιαστικά επαγωγική, χωρική και γαλβανική ζεύξη. Ένας κεραυνός μπορεί να προκαλέσει κύματα τάσης τόσο στα ΦΒ πλαίσια όσο και στα καλώδια συνεχούς, εναλλασσόμενου ρεύματος και στα καλώδια ασθενών ρευμάτων, που χρησιμοποιούνται για μέτρηση και έλεγχο του ΦΒ συστήματος. Τα επίπεδα της τάσης είναι σαφώς μεγαλύτερα σε ΦΒ πλαίσια με μεταλλικά πλαίσια από ότι σε ΦΒ πλαίσια δίχως μεταλλικά πλαίσια, προκειμένου να μειωθεί το επίπεδο τάσης από ένα κεραυνικό πλήγμα, θα πρέπει τα καλώδια συνεχούς ρεύματος με αντίθετες πολικότητες να οδεύονται όσο το δυνατόν πιο κοντά. Για την επιπλέον αντικεραυνική προστασία του ΦΒ συστήματος θα χρησιμοποιηθεί αλεξικέραυνο το οποίο προστατεύει τόσο τα ΦΒ πλαίσια όσο και τις ηλεκτρικές-ηλεκτρονικές συσκευές από ένα κεραυνικό πλήγμα. Το αλεξικέραυνο θα έχει δικό του ανεξάρτητο σύστημα γείωσης από το ήδη υπάρχον στο ΦΒ σύστημα.

Σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα *DIN VDE 0675* Μέρος 6 (Γερμανία) έχουμε διάκριση μεταξύ των διακοπτικών αντικεραυνικών κατηγοριών I και II.

- **Κλάση I**, είναι αντικεραυνικοί απαγωγοί που εκπληρώνουν άμεσα τα ρεύματα του κεραυνού και χρησιμοποιούνται όταν υπάρχει αυξημένος κίνδυνος κεραυνών
- **Κλάση II**, συνήθως χρησιμοποιείται για την DC και AC πλευρά με τις τρέχουσες δυνατότητες αύξησης του 1kA (τυπική αύξηση 8/20) ανά 1kWp. Η τάση λειτουργίας

$U_{mp}$  (DC) από τα αλεξικέραυνα θα πρέπει να αντιστοιχεί τουλάχιστον στη τάση ανοικτού κυκλώματος  $U_{oc}$  του ΦΒ πλαισίου

Στο φωτοβολταϊκό σταθμό θα εγκατασταθεί κοινό σύστημα γείωσης για όλους τους σκοπούς (λειτουργίας, προστασίας από σφάλματα και αντικεραυνικής προστασίας). Η γείωση του φωτοβολταϊκού σταθμού θα αποτελείται από το σύστημα γείωσης του φωτοβολταϊκού πάρκου (θεμελιακή γείωση) και από το σύστημα γείωσης του γενικού πίνακα. Τα δύο υποσυστήματα συνδέονται με γυμνό αγωγό γείωσης.

Οι ακριβείς διαστάσεις των αγωγών γείωσης του φωτοβολταϊκού σταθμού θα προκύψουν μετά από μετρήσεις της ειδικής αντίστασης του εδάφους.

Η αντίσταση γείωσης του ΦΒ πάρκου θα είναι μικρότερης ή ίσης του  $1\Omega$ .

Γενικοί ορισμοί:

- **Ηλεκτροδίο γείωσης,**

ένα αγώγιμο σώμα ή ένα σύνολο αγώγιμων σωμάτων σε στενή επαφή με τη γη, όπου εξασφαλίζει την ηλεκτρική σύνδεση με αυτή

- **Ηλεκτρικώς ανεξάρτητα ηλεκτρόδια γείωσης,**

τοποθετημένα σε τέτοια απόσταση μεταξύ τους, ώστε το μέγιστο ρεύμα που θα μπορούσε να διοχετευθεί από ένα από αυτά προς τη γη, να μην επηρεάζει αισθητά το δυναμικό των άλλων

- **Συνολική αντίσταση γείωσης,**

η αντίσταση μεταξύ του κύριου ακροδέκτη γείωσης μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης και της γης

- **Αγωγός προστασίας,**

αγωγός απαιτούμενος για την εφαρμογή ορισμένων μέτρων προστασίας και προοριζόμενος για την ηλεκτρική σύνδεση των ακτεθειμένων αγώγιμων μερών προς ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα:

- Ø ξένα αγώγιμα στοιχεία
- Ø κύριος ακροδέκτης γείωσης
- Ø ηλεκτρόδιο γείωσης
- Ø γειωμένο σημείο της πηγής τροφοδότησης ή τεχνητός ουδέτερος κόμβος
- **Αγωγός γείωσης,**

ένας αγωγός που συνδέει τον κύριο ακροδέκτη γείωσης με το ηλεκτρόδιο γείωσης

- **Ισοδυναμική σύνδεση,** ηλεκτρική σύνδεση που διατηρεί στο ίδιο ή περίπου στο ίδιο δυναμικό τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη και τα ξένα αγώγιμα στοιχεία
- **Αγωγός ισοδυναμικής σύνδεσης,** ένας αγωγός που εξασφαλίζει ισοδυναμική σύνδεση
- **Γείωση λειτουργίας,** η γείωση ενός τμήματος της εγκατάστασης το οποίο ανήκει στο κύκλωμα λειτουργίας. Η γείωση λειτουργίας μπορεί να μην περιλαμβάνει άλλες αντιστάσεις, εκτός της αντίστασης γείωσης και της αντίστασης του αγωγού γείωσης ή να περιλαμβάνει πρόσθετες ωμικές, επαγωγικές ή χωρητικές αντιστάσεις. Ανοιχτές γειώσεις δεν μπορούν να θεωρούνται γειώσεις λειτουργίας
- **Γείωση προστασίας,** η χωρίς παρεμβολή άλλων αντιστάσεων (πλην της αντίστασης γείωσης και της αντίστασης του αγωγού γείωσης) γείωση ενός αγώγιμου τμήματος της εγκατάστασης που δεν ανήκει στο κύκλωμα λειτουργίας για την προστασία ατόμων και ζώων έναντι υψηλών τάσεων επαφής

Όλα τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη της ηλεκτρικής εγκατάστασης πρέπει να συνδέονται, μέσω αγωγών προστασίας, προς τον κύριο ακροδέκτη γείωσης. Αυτός πρέπει να συνδέεται προς το γειωμένο αγωγό του συστήματος τροφοδότησης, ο οποίος πρέπει να είναι συνδεδεμένος προς τη γη στον – ή κοντά στον- υποσταθμό (μετασχηματιστή), ή στο σταθμό παραγωγής, που τροφοδοτεί το σύστημα.

Γενικά γειωμένος αγωγός του συστήματος τροφοδότησης είναι ο ουδέτερος. Αν ο ουδέτερος κόμβος δεν είναι διαθέσιμος ή δεν είναι προσιτός, πρέπει να γειωθεί ένας αγωγός φάσης. Σε καμία περίπτωση αγωγός φάσης, έστω και γειωμένος, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αγωγός PEN.

Όταν γειωμένος αγωγός του συστήματος τροφοδότησης είναι ο ουδέτερος, το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN ονομάζεται ουδετερογείωση. Αν υπάρχει η δυνατότητα αποτελεσματικής γείωσης και σε άλλα σημεία, συνιστάται να γειώνονται οι αγωγοί προστασίας όπου αυτό είναι δυνατόν. Η πολλαπλή γείωση σε σημεία κατανεμημένα όσο είναι δυνατόν πιο ομοιόμορφα, αποσκοπεί στη διατήρηση του δυναμικού του αγωγού προστασίας, σε περίπτωση σφάλματος, όσο το δυνατόν πλησιέστερα προς το δυναμικό της γης.

Η επιλογή και εγκατάσταση του υλικού των διατάξεων γείωσης πρέπει να εξασφαλίζουν ότι:

- Ø Η τιμή της αντίστασης γείωσης θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις προστασίας και λειτουργίας της εγκατάστασης και θα διατηρεί συνεχώς αυτή την ιδιότητα
- Ø Τα ρεύματα σφάλματος προς τη γη και τα ρεύματα διαρροής προς γη θα μπορούν να κυκλοφορούν χωρίς να δημιουργείται κίνδυνος, ιδιαίτερα από τις θερμικές θερμομηχανικές και ηλεκτρομηχανικές καταπονήσεις
- Ø Είναι επαρκώς στιβαρής κατασκευής ή έχουν κατάλληλη πρόσθετη μηχανική προστασία, ώστε να αντέχουν στις αναμενόμενες εξωτερικές συνθήκες
- Ø Πρέπει να λαμβάνονται προληπτικά μέτρα έναντι των κινδύνων βλαβών άλλων μεταλλικών μερών από ηλεκτρόλυση
- Ø Για τον σχεδιασμό των διατάξεων γείωσης πρέπει να λαμβάνεται η ενδεχόμενη αύξηση της αντίστασης γείωσης εξαιτίας της διάβρωσης

Η αποτελεσματικότητα ενός ηλεκτροδίου γείωσης εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες του εδάφους και πρέπει να επιλέγονται ένα ή περισσότερα ηλεκτρόδια γείωσης κατάλληλα για τις συνθήκες του εδάφους και για την αντίσταση γείωσης. Η αντίσταση γείωσης του ηλεκτροδίου μπορεί να υπολογίζεται ή να μετριέται. Ο τόπος και το βάθος έμπηξης ή τοποθέτησης των ηλεκτροδίων γείωσης μέσα στο έδαφος πρέπει να είναι τέτοια ώστε η αποξήρανση και το πάγωμα του εδάφους να μην αυξάνουν την αντίσταση γείωσης πέρα από την απαιτούμενη τιμή του 1 Ω.

Η σύδεση του αγωγού γείωσης με το ηλεκτρόδιο γείωσης πρέπει να εκτελείται με ιδιαίτερη προσοχή και αν απαιτείται να προστατεύεται κατάλληλα, για την αποφυγή μηχανικών βλαβών και διαβρώσεων. Όταν χρησιμοποιείται σφιγκτήρας, πρέπει να είναι κατάλληλου τύπου, ώστε να μην προκαλείται βλάβη στο ηλεκτρόδιο ή στον αγωγό γείωσης.

### Ελάχιστες διατομές αγωγών γείωσης θαμμένων στο έδαφος

	Χωρίς μηχανική προστασία
Με προστασία έναντι διάβρωσης	16 mm <sup>2</sup> χαλκός 16 mm <sup>2</sup> γαλβανισμένος χάλυβας
Χωρίς προστασία έναντι διάβρωσης	25 mm <sup>2</sup> χαλκός 50 mm <sup>2</sup> γαλβανισμένος χάλυβας

Για την γείωση του φωτοβολταϊκού πάρκου θα κατασκευαστεί δίκτυο γείωσης εντός του εδάφους και κάτω από το σύστημα στήριξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων, σε βάθος 0,8 m με χρήση χάλκινης επιψευδαργυρωμένης εν θερμό (St/tZn) ταινίας διατομής 30x3,5mm. Για τις ενώσεις των ταινιών θα χρησιμοποιηθούν σύνδεσμοι βαρέου τύπου 30/30 (St/tZn). Για την στήριξη της ταινίας 30x3,5 θα χρησιμοποιηθούν στηρίγματα κατακόρυφης συγκράτησης 250mm (St/tZn).

Η θεμελιακή γείωση του φωτοβολταϊκού συστήματος θα ενωθεί με το σύστημα στήριξης μέσω χαλύβδινου επιψευδαργυρωμένου εν θερμό (St/tZn) αγωγού ενδεικτικής διατομής 50 mm<sup>2</sup> (Φ10) μέσω της ταινίας 30x3,5mm με συνδέσμους βαρέου τύπου Φ10/ταινία (St/tZn) θα οδύονται στους πάσσαλους μέσω με ειδικών συνδέσμων (επί μεταλλικών ακμών σχήματος Η) οι οποίοι δε θα τραυματίζουν τη κατασκευή. Θα χρησιμοποιηθεί ακόμα αντιδιαβρωτική ταινία σε κάθε περίπτωση που έχουμε αλλαγή διαφοράς δυναμικού (πχ. έδαφος-αέρας). Πάνω από την θεμελιακή γείωση θα τοποθετηθεί αργιλώδες χώμα, κοσκινισμένο σε ύψος 0,3m.

Στο σημείο σύνδεσης θα κατασκευαστεί τρίγωνο γείωσης ανεξάρτητο από την υπόλοιπη γείωση. Θα έχει πλευρές μήκους 3m (ισόπλευρο τρίγωνο) και θα χρησιμοποιηθούν τρεις χάλκινοι ηλεκτολυτικοί ράβδοι (Cu-E) διατομής Φ10, αγωγός χάλκινος ηλεκτρολυτικός (Cu-E) Φ20,2 και σύνδεσμοι ηλεκτροδίων με αγωγό γείωσης ορειχάλκινοι επικαχαλκισμένοι (Ms/eCu).

Για την γείωση των αλουμινίων θα χρησιμοποιηθούν αγωγοί γεφύρωσης χάλκινοι ηλεκτρολυτικοί με επένδυση PVC 25mm<sup>2</sup> (Cu-E/PVC).

Όλες οι εκτεθειμένες μεταλλικές επιφάνειες του φωτοβολταϊκού συστήματος θα γειωθούν άμεσα ενώ η σχεδίαση, εγκατάσταση και τα υλικά θα είναι σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα.

#### 2.4.1 Γείωση Ερμαρίου ΔΕΗ

Από το ερμάριο της ΔΕΗ θα πρέπει να εκκινήσει χάλκινος αγωγός διατομής 50 mm<sup>2</sup> το οποίο με κατάλληλους συνδέσμους και από την εξωτερική πλευρά του ερμαρίου εντός στεγανοποιημένου σωλήνα, οδηγείται σε τρίγωνο γείωσης πλησίον του ερμαρίου το οποίο και κατασκευάζεται αποκλειστικά για την γείωση του ερμαρίου. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ΕΛΟΤ και της ΔΕΗ, η αντίσταση γείωσης δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 1 Ohm.



#### 2.4.2 Γείωση Προστασίας

Σκοπός της γείωσης προστασίας είναι να μηδενιστεί η πιθανότητα να τεθεί υπό κατάσταση ηλεκτρικού δυναμικού οποιαδήποτε αγώγιμη επιφάνεια με την οποία δύναται να έρθει σε επαφή ο άνθρωπος. Δημιουργώντας μια κατασκευή στην οποία όλες οι εκτεθειμένες στην ατμόσφαιρα επιφάνειες είναι συνδεδεμένες έμμεσα ή άμεσα με το σύστημα γείωσης απομακρύνουμε τον κίνδυνο ατυχήματος. Για τον λόγο αυτό όλες οι εκτεθειμένες στην ατμόσφαιρα κατασκευές οι οποίες είναι αγώγιμες θα συνδεθούν με απόληξη γείωσης. Οι μεταλλικές επιφάνειες της ίδιας σειράς θα είναι ισοδυναμικά συνδεδεμένες, ενώ όλες οι σειρές θα διασυνδεθούν με αγωγό διατομής  $1 \times 50 \text{ mm}^2$  (κιτρινοπράσινο) προκειμένου να διασφαλιστεί η ισοδυναμική γείωση μεταξύ όλων των σειρών του πάρκου.

Τα πάνελ θα είναι και αυτά συνδεδεμένα από κατάλληλη οπή και μέσω αγωγού διατομής  $1 \times 6 \text{ mm}^2$  (κιτρινοπράσινο) με τις μεταλλικές βάσεις.

Οι μεταλλικές σχάρες μέσα στις οποίες θα οδεύουν τα καλώδια θα είναι συνδεδεμένες και αυτές με την ισοδυναμική γείωση των σειρών του πάρκου μέσω αγωγού διατομής  $1 \times 6 \text{ mm}^2$  (κιτρινοπράσινο).

Η μπάρα γείωσης του κεντρικού πίνακα, οι απαγωγείς κρουστικών υπερτάσεων εντός αυτού, καθώς επίσης και η ισοδυναμική γείωση των σειρών του πάρκου θα συνδεθούν με ένα τρίγωνο γείωσης που θα κατασκευαστεί δίπλα στο κτίριο μέσω αγωγού διατομής  $1 \times 50 \text{ mm}^2$  (κιτρινοπράσινο).

Το τρίγωνο θα αποτελείται από 3 ηλεκτρόδια  $\Phi 20 \times 150$  εκ πακτωμένα κάθετα στην γη 120 εκ, σχηματίζοντας ισόπλευρο τρίγωνο πλευράς 2.5μ, το οποίο θα συμπληρώνεται με λάμα  $30 \times 3$  χιλ από θερμογαλβανισμένο χάλυβα.

Ένα τρίγωνο ιδίων διαστάσεων με το προηγούμενο θα κατασκευαστεί δίπλα στο ερμάριο της ΔΕΗ από το οποίο θα εκκινεί γυμνός χαλκαγωγός διατομής  $100 \text{ mm}^2$  και θα συνδέεται σε μπάρα γείωσης που θα είναι τοποθετημένη στο παράθυρο του ερμαρίου.

Τα δύο τρίγωνα θα συνδέονται μεταξύ τους με αγωγό διατομής  $1 \times 50 \text{ mm}^2$ . Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ένα ισοδυναμικό σύστημα γείωσης και προστασίας του πάρκου.

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

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

### 3.1 καλώδια ac

Τα καλώδια ac μεταφέρουν την μετατρεπόμενη dc σε ac τάση από των αντιστροφέα στον γενικό πίνακα του πάρκου. Η διατομή τους προσδιορίζετε από την απόσταση και την ισχύ μεταξύ αντιστροφέα και πίνακα. Τα καλώδια ac καταλήγουν στον γενικό πίνακα μέσω των σωληνώσεων που βρίσκονται κάτω από το εδαφος. Απο κάθε tracker φεύγει 1 καλώδιο ισχυρών ρευμάτων.



**Τύπος καλωδίου:** J1VV-S(πολύκλωνος αγωγός κυκλικού τομέα)

**Ονομαστική τάση:** 600/1000V

**Προδιαγραφές:** IEC 60502-1

Χρώματα

Αριθμός πόλων	Κατασκευή με πράσινο/κίτρινο
5	Κίτρινο/πράσινο, μπλε, καφέ, μαύρο, γκρι

Η συνηθέστερες διατομές καλωδίων ac αναγράφονται παρακάτω:

Ονομαστική διατομή καλωδίου	Διάμετρος Καλωδίου (περίπου)	Βάρος Καλωδίου (περίπου)	Μέγιστη ωμική αντίσταση σε dc σε 20C	Επιτρεπόμενη Συνεχείς φόρτισης Στο έδαφος στον αέρα		Πτώση τάσης 1 φάση 3 φάσεις	
				A	A	Ac η dc	ac
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/km	Ω/km	A	A	mV/A/m	mV/A/m
5x6,0	19,5	495	3,08	38	44	-	6,4
5x10	18,9	760	1,83	50	60	-	3,8
5x16	21,8	1105	1,15	65	80	-	2,4

### 3.2 Γενικός πίνακας ac

Για την προστασία του γενικού πίνακα χρησιμοποιήθηκαν τριπολικόι μικροαυτόματοι ABB 25A για την προστασία των inverter, μικροαυτόματοι ABB 16A και ρελαί διαφυγής έντασης 30 mA για τους ρευματοδότες και μικροαυτόματοι ABB 20A για τους προβολείς. Επίσης, τετραπολικός μικροαυτόματος (L1,L2,L3,N) ABB 4x63A τοποθετήθηκε για την προστασία των αντικεραυνικών T1. Ως γενικό μέσο προστασίας-απόζευξης με το δίκτυο εγκαταστάθηκε τριπολικός διακόπτης ισχύος ABB 120A ονομαστικού ρεύματος(20kA ρεύμα βραχυκύκλωσης). Ο διακόπτης αυτός έχει διπλή λειτουργία καθώς αφενός μεν προστατεύει το παροχικό καλώδιο σε συνθήκες βραχυκυκλώματος ή υπερέντασης αφετέρου λειτουργεί ως αποζεύκτης χειροκίνητα από το χειριστή. Στην έξοδο του διακόπτη ισχύος τοποθετείται αντικεραυνική προστασία με απαγωγούς υπερτάσεων τύπου T1 (230/400VAC) για άμεσα κρουστικά πλήγματα(10/350μs) και απαγωγείς υπερτάσεων τύπου T2 (230/400VAC) για κρουστικά πλήγματα (8/20μs). Μ'αυτόν τον τρόπο δημιουργείται η προστασία από υπερτάσεις και κρουστικά ρεύματα τύπου T1+T2 όπως συνηθίζεται σε μία Φ/Β εγκατάσταση.



#### 3.2.1 Επιτηρητές δικτύου

Οι επιτηρητές δικτύου CM-UFS ελέγχουν συνεχώς το κύκλωμα εναλλασσόμενης τάσης και ανιχνεύουν σφάλματα υπέρτασης, υπότασης, υπερσυχνότητας και υποσυχνότητας. Διαθέτουν 2 μεταγωγικές επαφές με τις οποίες δίνουν εντολές για ζεύξη ή απόζευξη του Φ/Β συστήματος από το δίκτυο χαμηλής τάσης, σε περίπτωση που ανιχνευθεί κάποιο από

τα παραπάνω σφάλματα. Οι εντολές μεταδίδονται, μέσω των 2 μεταγωγικών επαφών, από τους επιτηρητές σε διακόπτες με δυνατότητα τηλεχειρισμού. Έτσι εξασφαλίζεται η ασφαλής σύνδεση της μονάδας με το δίκτυο.



#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

Τύπος	CM-UFS.1
Υπέρταση	$\geq 115\% U_n$
Υπόταση	$\leq 80\% U_n$
Υπερσυχνότητα	$> 50,2 \text{ Hz}$
Υποσυχνότητα	$< 47,5 \text{ Hz}$
Μέση τιμή τάσης για 10 min (ρυθμιζόμενη)	110-115% $U_n$

#### 3.2.2 Απαγωγείς υπερτάσεων

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





#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ονομαστική τάση	230/400 VAC
Πόλοι	1, 2, 3 και 4
Μέγιστο ρεύμα παροχέτευσης	15, 40, 70 kA
Τάση μόνωσης	1, 2 ... 3,8 kV
Πρότυπα	IEC 61643-1

### 3.2.3 Αυτόματος διακόπτης ισχύος 3Φ+N (Διακόπτης φορτίου)

Ο Tmax είναι κατάλληλος για την προστασία ηλεκτρικών εγκαταστάσεων από υπερφόρτιση ή βραχυκύκλωμα εξασφαλίζοντας την ομαλή λειτουργία τους. Είναι κατάλληλα κατασκευασμένοι για να διακόπτουν υπό πλήρες φορτίο ένα κύκλωμα για λόγους ασφάλειας ή για άλλους λόγους συντήρησης. Η αξιοπιστία τους εξασφαλίζεται μέσω των συνεχών δοκιμών τους κάτω από βιομηχανικές συνθήκες. Ένα ευρύ φάσμα εξαρτημάτων που συνοδεύει αυτές τις σειρές διευκολύνει πολύ την εγκατάστασή τους.

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



#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

Όνομαστικό ρεύμα	16 ... 3.200 A
Ικανότητα διακοπής Βραχ	16 ... 200 kA
Όνομαστική τάση	1-πολικοί: 240 VAC 3-4-πολικοί: 690 VAC
Πρότυπα	IEC/EN 60947-2

### 3.2.4 Διακόπτες διαρροής

Οι διακόπτες διαρροής διασφαλίζουν την προστασία των ανθρώπων και του εξοπλισμού μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης από ατυχήματα, όπως ηλεκτροπληξία ή εκδήλωση πυρκαγιάς, που οφείλονται στη διαρροή ηλεκτρικού ρεύματος προς τη γη. Ένας διακόπτης διαρροής τύπου B είναι απαραίτητο να εγκατασταθεί στην AC πλευρά ενός Φ/Β συστήματος για την προστασία από ρεύμα διαρροής, γιατί είναι ο μόνος τύπος που ανιχνεύει ρεύμα διαρροής με συμπεριφορά συνεχούς ρεύματος, που μπορεί να εμφανιστεί από την έλλειψη ηλεκτρικής απομόνωσης της DC με την AC πλευρά.

Αυτοί οι διακόπτες μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα για μια εγκατάσταση, αλλά επίσης βελτιώνουν και την αποδοτικότητα του δικτύου, αφού δίνουν τη δυνατότητα εγκατάστασης σε Φ/Β συστήματα, αντιστροφών (inverters) χωρίς εσωτερικό μετασχηματιστή απομόνωσης.

Η σειρά μπλοκ διαρροής DDA204 B είναι σχεδιασμένη για εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν τριφασικούς αντιστροφείς. Σε συνεργασία με τη σειρά μικροαυτομάτων S200 διασφαλίζεται η προστασία ανθρώπων και εξοπλισμού από υπερφόρτιση, βραχυκύκλωμα, ηλεκτροπληξία ή πυρκαγιά.



#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ονομαστικό ρεύμα	έως 63 A
Ονομαστική τάση	230, 400 VAC
Ρεύμα διαρροής	30, 300 mA
Πόλοι	4
Τύποι	B, B S (επιλεκτικής προστασίας)
Πρότυπα	IEC/EN 61009 Ann. G

### 3.2.5 Μετρητές

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

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



#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ενεργός-άεργος ενέργεια , κλάση ακριβείας	A & B (MID Cl. 2 & 1)
Απευθείας μέτρηση	έως 80 A
Μέσω Μ/Σ	1, 2 ή 5 A
Εύρος ονομαστικής τάσης	100 ... 500 VAC
Έξοδος παλμών	
Εκδόσεις	1, 2 ή 4

#### 4. ATLAS | T150 |

Το σύστημα **ATLAS T150** είναι το πιο επιτυχημένο διαξονικό σύστημα παρακολούθησης της τροχιάς του ήλιου στην απαιτητική ελληνική αγορά. Η Mechatron, έχει μέχρι στιγμής προμηθεύσει με το σύστημα **Atlas Solar Tracker T150** διαξονικής παρακολούθησης της τροχιάς του ήλιου, φέρουσας ικανότητας ισχύος άνω των 20KWp, Φ/Β πάρκα που ήδη βρίσκονται σε λειτουργία συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 14MW.

Ο ηλιοστάτης **Atlas** είναι αποτέλεσμα πολλών ετών έρευνας και ανάπτυξης από την ομάδα ειδικών της Mechatron σε θέματα Μηχανικής, Ηλεκτρονικής και ηλιακής ενέργειας και ενσωματώνει τεχνολογία αιχμής και καινοτομίες που επιτρέπουν την αύξηση της παραγωγής ηλιακής ενέργειας έως και 40% σε σύγκριση με τις σταθερές βάσεις. Ταυτόχρονα, η στιβαρότητα, η αξιοπιστία καθώς επίσης και η ποιότητα κατασκευής που το χαρακτηρίζουν (η μοναδική διάταξη που πληροί στην κάθετη θέση τις προδιαγραφές που ορίζονται από του Ευρωκώδικες 1&3) κατατάσσουν το σύστημα **Atlas** πρώτο μεταξύ των διαξονικών συστημάτων παρακολούθησης της τροχιάς του ήλιου που υπάρχουν στην αγορά.



### **ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

Τύπος	Πλήρους παρακολούθησης της θέσης του ηλίου με κίνηση σε δύο άξονες.
Ωφέλιμη επιφάνεια φωτοβολταϊκών στοιχείων	Έως 150 m <sup>2</sup> ανάλογα με τα προς τοποθέτηση φωτοβολταϊκά στοιχεία

Διαστάσεις επιφάνειας φωτοβολταϊκών στοιχείων	Πλάτος 15 m X μήκος 10 m.
Ισχύς Φωτοβολταϊκών Στοιχείων	Έως 21,5 Kwρ με στοιχεία συμβατικής τεχνολογίας
Στήριξη Φωτοβολταϊκών στοιχείων	Συγκράτηση πάνω στο σκελετό με τον ειδικό σφιγκτήρα mechgrip. Εγγενής αντικλεπτική προστασία.
Κατασκευαστές φωτοβολταϊκών στοιχείων	Μπορεί να δεχθεί φωτοβολταϊκά στοιχεία από όλους τους κατασκευαστές.
Περιστροφή	-1300 ~ 1300. Η κίνηση εκτελείται με υδραυλικό κύλινδρο και υδραυλική αρπάγη. Δυνατότητα ολίσθησης σε περίπτωση υπερφόρτωσης.
Ανύψωση	00 ~ 580. Κίνηση με υδραυλικό κύλινδρο
Τροφοδοσία	400V 3Φ.
Κατασκευή Σκελετού	Χάλυβας γαλβανισμένος εν θερμώ.
Βάρος μεταλλικού μέρους	4500 Kg.
Θεμελίωση	Βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα (15m3). Πλάτος 5 m, Μήκος 5 m, Ύψος 0.6 m
Σύστημα ασφαλείας	Αυτόματη οριζοντίωση σε περίπτωση ανέμου πάνω από 50 km/hour. Σε περίπτωση διακοπής ρεύματος, ανεξάρτητο υδραυλικό κύκλωμα ασφαλείας οδηγεί αυτόματα στην οριζόντια θέση.
Αντικεραυνική Προστασία	Συλλεκτήριο σύστημα με τέσσερα αλεξικέραυνα ανά μονάδα. Ενσωματωμένοι αγωγοί όδευσης του κεραύνιου ρεύματος στην ισοδυναμική επιφάνεια. Προστασία των ηλεκτρονικών συστημάτων μέσω απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων τοποθετημένων σε όλα τα σημεία εισόδου εξόδου
Συντήρηση	Δεν απαιτείται τακτική συντήρηση. Τα έδρανα και τα στοιχεία ολίσθησης είναι κατασκευασμένα από Teflon, φωσφορούχο ορείχαλκο και αυτολίπαντα

	βιομηχανικά πλαστικά.
Έλεγχος	Ανεξάρτητος ελεγκτής ανά μονάδα. Ο υπολογισμός της επιθυμητής θέσης γίνεται με επίλυση του αστρονομικού αλγορίθμου. Η μέτρηση θέσης γίνεται μέσω ψηφιακών κωδικοποιητών.

## 4.1 Πλεονεκτήματα ATLAS | T150 |

### ΠΡΩΤΟΠΟΡΙΑΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ

- Στιβαρό χωροδικτύωμα για μηδενικές ταλαντώσεις των Φ/Β στοιχείων από τον άνεμο.
- Σχεδιασμός βάσει προτύπων με ελεγμένη στατική επάρκεια.
- Υδραυλική κίνηση για αξιοπιστία, αντοχή και μηδενική συντήρηση.
- Μεταλλικά τεμάχια γαλβανισμένα με εμβάπτιση εν θερμώ για προστασία κατά της διάβρωσης.
- Ενσωματωμένη αντικεραυνική προστασία.
- Χρήση αστρονομικού αλγορίθμου για την επίτευξη της μέγιστης ακρίβειας στην κίνηση.
- Αντικλεπτική προστασία με χρήση του σφιγκτήρα mechgrip®.

### ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

- Αύξηση παραγωγής έως 40% σε σχέση με αντίστοιχα σταθερά Φ/Β συστήματα.
- Αύξηση της Καθαρής Παρούσας Αξίας μιας τυπικής εγκατάστασης κατά 50%.

### ΧΑΜΗΛΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΥΣΗΣ

- Οικονομία κλίμακας στα υλικά και τις εργασίες πεδίου λόγω του μικρότερου αριθμού τεμαχίων ανά εγκατάσταση.
- Λιγότερες εργασίες στο εργοτάξιο λόγω του υψηλού βαθμού τυποποίησης και ενσωμάτωσης των στοιχείων από το εργοστάσιο (καλωδιώσεις, inverter, πίνακες, βάσεις στήριξης, κτλ).

### ΕΥΕΛΙΞΙΑ

- Απλή και γρήγορη εγκατάσταση με υψηλό βαθμό τυποποίησης (plug & play).

- Παράδοση ως σύνολο έτοιμων τεμαχίων προς απλή συναρμολόγηση, χωρίς να απαιτούνται ειδικά εργαλεία στον τόπο εγκατάστασης.
- Συμβατότητα και συνδυασμός με όλους τους τύπους Φ/Β στοιχείων και inverter.
- Βέλτιστη χρήση γης με δυνατότητα παράλληλης χρήσης του ακινήτου.

### **ΑΣΦΑΛΕΙΑ**

- Μετεωρολογικός σταθμός για ενεργητική ασφάλεια.
- Ανεξάρτητο υδραυλικό κύκλωμα για παθητική ασφάλεια.
- Πλήρως αυτόνομη λειτουργία του κάθε tracker.

### **ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΛΥΣΗ**

- Σειρά εκδόσεων του βασικού μοντέλου ώστε να περιλαμβάνονται επιπρόσθετα ενσωματωμένες καλωδιώσεις, inverter, πίνακες διανομής κτλ.
- Συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος και της φύσης, με ταυτόχρονη ωφέλεια από την αύξηση του κέρδους και της απόσβεσης που συνδέεται με αυτήν.

## 4.2 Αντικεραυνική προστασία tracker

Οι καταιγίδες και οι κεραυνοί αποτελούν τις κύριες αιτίες καταστροφών στις εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών σταθμών. Το σύστημα διαξονικής ιχνηλάτισης ATLAS ενσωματώνει στο βασικό του εξοπλισμό, σύστημα αντικεραυνικής προστασίας με 4 ακίδες Franklin σε κάθε tracker. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνετε η μεγίστη δυνατή προστασία του tracker, των φ/βστοιχείων και των Inverter έναντι των άμεσων κεραύνιων πληγμάτων.



Σημειώνεται ότι ένα σύστημα με ακίδες επί ιστών, ίδιας κλάσης προστασίας, απαιτεί την διασπορά των ιστών εντός της προστατευόμενης περιοχής με άμεση συνέπεια τη δημιουργία σκιάσεων.



Επιπρόσθετα, στον πίνακα διανομής της έκδοσης *Wired*, ενσωματώνονται απαγωγείς κρουστικών υπερτάσεων σε όλα τα κυκλώματα (AC, DC, επικοινωνίες) για την προστασία από έμμεσα κεραύνια πλήγματα.

### 4.3 Τεχνική περιγραφή οικίσκου στέγασης ηλεκτρολογικού εξοπλισμού

Ο οικίσκος είναι σχεδιασμένος ειδικά προκειμένου να στεγάσει ηλεκτρομηχανικό υλικό. Η κατασκευή της οροφής εξασφαλίζει την πλήρη στεγανότητα του οικίσκου. Ο οικίσκος μπορεί να τοποθετηθεί σε βάση από μπετόν επί της οποίας πακτώνεται με βύσματα (εκτός προμήθειας (S. E. A.E)

Είναι κατασκευασμένος εξ' ολοκλήρου από γαλβανισμένη εν θερμό λαμαρίνα και επενδυμένος εξωτερικά με πλαστικοποιημένη λαμαρίνα (plastisol) η οποία εξασφαλίζει ελάχιστες εργασίες συντήρησης και αντοχή έναντι της οξειδωσής της.



Διαστάσεις οικίσκου :3μ μήκος \*2μ πλάτος\*2.10μ ύψος

#### 4.3.1 Τοιχώματα

**Τα τοιχώματα** του οικίσκου αποτελούνται από θερμομονωτικά panel πολυουρεθάνης πάχους 80mm (πυκνότητα πολυουρεθάνης 42kg/m<sup>3</sup>) με **συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $K < 0,21 \text{ Kcal/m}^2\text{hC}$**  και συνδέονται μεταξύ τους στεγανά.

Η εξωτερική λαμαρίνα των panel είναι γαλβανισμένη εν θερμό πάχους 0,9mm και φέρει πλαστική αντισκωρική επικάλυψη πάχους ~200μm, ενώ η εσωτερική είναι γαλβανισμένη εν θερμό , πάχους 0.5mm και βαμμένη με πολυεστερική βαφή λευκής απόχρωσης. Τέλος τα τοιχώματα του οικίσκου μπορούν να αντικατασταθούν εύκολα επιτόπου σε περίπτωση ατυχήματος

#### 4.3.2 Οροφή

Η οροφή είναι κατασκευασμένη από τραπεζοειδούς διατομής panel πολυουρεθάνης (πυκνότητα πολυουρεθάνης 42kg/m<sup>3</sup>) μέσου πάχους 60mm με **συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $K < 0,29 \text{ Kcal/m}^2\text{hC}$** , των οποίων η εξωτερική γαλβανισμένη εν θερμό λαμαρίνα πάχους 0,5mm φέρει πλαστική επικάλυψη πάχους ~200μm, ενώ η εσωτερική είναι γαλβανισμένη εν θερμό και βαμμένη με πολυεστερική βαφή λευκής απόχρωσης.

Τα panel της οροφής συνδέονται μεταξύ τους, έτσι ώστε να αποτελούν ένα ενιαίο τεμάχιο, το οποίο τοποθετείται σαν καπάκι στα τοιχώματα του οικίσκου εξασφαλίζοντας τη στεγανότητα και την απορροή των υδάτων. Μεταξύ της οροφής και των πλευρικών τοιχωμάτων τοποθετείται «μονωτικός πηλός» (μαστίχα) υψηλής αντοχής στις μεταβολές θερμοκρασίας και στην πάροδο του χρόνου. Τέλος ο αρμός οροφής - τοιχωμάτων καλύπτεται περιμετρικά με ειδικό στεγανοποιητικό υλικό (τύπου CERESIT-CP42). Στην δεξιά και αριστερή πλευρά της οροφής του οικίσκου τοποθετούνται υδρορροές και γενικά λαμβάνεται μέριμνα για την απορροή των όμβριων υδάτων και την αποφυγή λιμναζόντων υδάτων επ' αυτής χρησιμοποιώντας **τραπεζοειδούς διατομής panel** οροφής. Η κατασκευή της στέγης εξασφαλίζει την δυνατότητα εργασίας ενός ατόμου επί αυτής.

### 4.3.3 Πόρτα

Η πόρτα και ο σκελετός της κατασκευάζονται από προφίλ αλουμινίου βαρέως τύπου, εντός των οποίων τοποθετείται ειδικό μονωτικό υλικό για την αποφυγή θερμογεφυρών. Με τη χρήση ενιαίας περιμετρικής κάσας και την τοποθέτηση ειδικών ελαστικών προφίλ από EPDM μεταξύ κάσας και πόρτας επιτυγχάνεται απολύτως στεγανή συναρμογή. Εντός του προφίλ της πόρτας τοποθετείται panel πολυουρεθάνης πάχους 50mm (πυκνότητα πολυουρεθάνης 42kg/m<sup>3</sup>) με **συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $K < 0,32 \text{ Kcal/m}^2\text{hC}$** . Η εξωτερική λαμαρίνα του panel είναι γαλβανισμένη εν θερμό, πάχους 0,9mm με πλαστική επικάλυψη ~200μm

### 4.3.4 Εξαερισμός οικίσκου

Υπάρχουν δυο ανοίγματα διαστάσεων 200x200mm και 300x300mm για τον φυσικό αερισμό του χώρου. Εσωτερικά τα ανοίγματα αυτά καλύπτονται από περσίδες αλουμινίου και εξωτερικά με χαλύβδινα καλύμματα. Ο χώρος Μ/Σ του οικίσκου είναι εξοπλισμένος με ένα (1) ανεμιστήρα. Ο ανεμιστήρας καλύπτεται εξωτερικά με χαλύβδινο κάλυμμα. Επιπλέον υπάρχουν δυο (2) ανοίγματα για την είσοδο του αέρα. Εσωτερικά τα ανοίγματα αυτά καλύπτονται από περσίδες αλουμινίου και εξωτερικά με χαλύβδινα καλύμματα. Επιπλέον στο εσωτερικό όλων των χαλύβδινων καλυμμάτων υπάρχουν μεταλλικά ελάσματα (παγίδες άμμου).

### 4.3.5 Σημεία ανάρτησης και πάκτωσης οικίσκου

Επί της βάσης του οικίσκου έχουν προβλεφθεί τέσσερα (4) σημεία για την ανάρτησή του κατά την φόρτωση – εκφόρτωση. Στην κάτω πλευρά του οικίσκου έχουν προβλεφθεί οκτώ (8) σημεία στερέωσης των ποδαρικών που χρησιμοποιούνται για την πάκτωσή του επί της βάσης από σπλισμένο σκυρόδεμα. Τα ποδαρικά έχουν ύψος 120mm έτσι ώστε να μην υπάρχει επαφή της βάσης του οικίσκου με το έδαφος και να αποφεύγεται συγκέντρωση υδάτων και υγρασίας.

#### **4.4 Ηλεκτρολογική εγκατάσταση οικίσκου**

Ο οικίσκος είναι εξοπλισμένος με ηλεκτρολογική εγκατάσταση που περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Δύο (2) στεγανούς ρευματοδότες τύπου σούκο και τρεις (3) στεγανούς διακόπτες φωτισμού.
- Έξι (6) στεγανά φωτιστικά φθορισμού 2x36W
- Επτά (7) στεγανά φωτιστικά τύπου χελώνας 25W για τοποθέτηση εξωτερικά και περιμετρικά του οικίσκου.

Επιπλέον σε όλους τους χώρους τοποθετείται φωτιστικό ασφαλείας πάνω από την πόρτα εσωτερικά που λειτουργεί με μπαταρία. Όλες οι απαραίτητες καλωδιώσεις οδεύουν εντός πλαστικών καναλιών τύπου «Κουβίδα».

#### **4.5 Γειώσεις-Αντικεραυνική προστασία οικίσκου**

Περιμετρικά στην οροφή του οικίσκου εγκαθίσταται σύστημα αντικεραυνικής προστασίας (τύπου κλωβού), που περιλαμβάνει την τοποθέτηση περιμετρικά στην οροφή συλλεκτήριου αγωγού Φ10 και τέσσερις απαγωγούς (αγωγούς καθόδου ) Φ10. Περιμετρικά στο εσωτερικό του οικίσκου τοποθετείται χάλκινος αγωγός ορθογωνικής διατομής, διαστάσεων 25x5mm. Ο χάλκινος αγωγός τοποθετείται σε ύψος 20cm από το δάπεδο και σε απόσταση από τα τοιχώματα περίπου 3cm, όπου αυτό είναι δυνατό.

### **5. Χωματοουργικά**

Πριν από την κάθε έναρξη των κυρίως γενικών εκσκαφών (γαιών - ημίβραχου κτλ) θα πραγματοποιείται ο καθαρισμός και η εκρίζωση σε όλη την επιφάνεια της εκσκαφής. Ο καθαρισμός συνίσταται στην αφαίρεση του επιφανειακού στρώματος της φυτικής γης και λοιπών χαλαρών εδαφών, στην εκρίζωση, στην εκθάμνωση και κοπή κάθε είδους δένδρων, κορμών, ριζών κτλ. Η άδεια επέμβασης θα πρέπει να δίνεται από τον εργοδότη του έργου κατόπιν έγγραφης αποδοχής από το τοπικό Δασαρχείο.

Όλα τα ακατάλληλα υλικά που θα προκύψουν κατά τον καθαρισμό, εκρίζωση, κοπή δένδρων, κορμών κλπ. και την κατεδάφιση φρακτών κλπ. θα απομακρύνονται από την περιοχή του έργου οικοπέδου.

Αντιθέτως σε περίπτωση που τα επιφανειακά στρώματα της φυτικής γης είναι κατάλληλα για επένδυση πρανών επιχωμάτων, τότε, θα εναποτίθενται προσωρινώς σε θέσεις προκειμένου να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα

#### **5.1 Δρόμοι πρόσβασης**

Δεδομένου ότι για την πρόσβαση στον χώρο εγκατάστασης υπάρχει ήδη διαμορφωμένος αγροτικός δρόμος, ο οποίος φθάνει μέχρι τον χώρο εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού πάρκου, προβλέπεται μόνο η διάνοιξη του υπάρχοντος δρόμου έτσι ώστε να δοθεί η δυνατότητα προσπέλασης φορτηγών αυτοκινήτων και γερανών που απαιτούνται κατά την μεταφορά και ανέγερση του εξοπλισμού όπου αυτό απαιτηθεί.

## 5.2 Περίφραξη

Στης χωματουργικές εργασίες του πάρκου περιλαμβάνεται και η περίφραξη του οικόπεδου .Η περίφραξη του οικόπεδου συνιστάτε για διάφορους λόγους όπως κλοπή υλικών του πάρκου η λόγους πρόληψης ατυχημάτων τρίτων προσώπων μη εχόντων δουλειά στο πάρκο.Την διαδικασία της περίφραξης απαρτίζουν τρεις ενότητες.



(Σχήμα 1)

Η πρώτη ενότητα περιλαμβάνει το άνοιγμα τρυπών διαστάσεων 60\*15 cm και κάθε 3 m με μηχανικό γεωτρύπανο για την τοποθέτηση πασάλων(σχήμα 1).



(Σχήμα 2)

Η δεύτερη ενότητα περιλαμβάνει την τοποθέτηση των πασάλων ύψους 3m στις τρύπες γεμίζοντας τοις με σκυρόδεμα για την σταθεροποίηση τους(σχήμα 2).

Το τελικό στάδιο της περίφραξης αποτελείται από την τοποθέτηση του συρματοπλέγματος ύψους 2.5 m και της εισόδου του πάρκου διαστάσεων 2.5 \* 3.5(σχήμα 3<sup>α</sup>,3β).



(σχήμα 3<sup>α</sup>)



(σχήμα 3β)

### 5.3 Εκσκαφή χανδάκων

Για τη διέλευση των καλωδίων χαμηλής τάσης και των καλωδίων σημάτων ελέγχου θα διανοιχτούν ακόλουθοι χάνδακες:

- Χάνδακες πλάτους 0,5m και βάθους 0,8m όπως προβλέπεται από τους ηλεκτρολογικούς κανονισμούς και από τις οδηγίες της ΔΕΗ, κατά μήκος του εσωτερικού δρόμου του φωτοβολταϊκού Πάρκου.
- Για τις τοποθέτηση των γειώσεων θα ανοιχθεί χάνδακας πλάτους 0,5 m και βάθους 1 m.

Για την όδευση των συστημάτων καμερών, δεσμών, εξωτερικού φωτισμού θα ανοιχθεί χάνδακας πλάτους 0.5 m και βάθους 0,8 μέτρου.



### 5.4 Εκσκαφή βάσεων

Αφορά τοις εκσκαφές που γίνονται για τοις βάσεις των tracker .Οι διεργασίες που γίνονται για τοις βάσεις είναι οι ακόλουθες:

- Εκσκαφή χώρου διαστάσεων 3x3m
- Τοποθέτηση σιδερένιων πλεγμάτων
- Σωληνώσεις για τα καλώδια ισχυρών και ασθενών ρευμάτων

- Τοποθέτηση 24 Ντιζόν σε κυκλική μορφή
- Επικάλυψη βάσεων με σκυρόδεμα



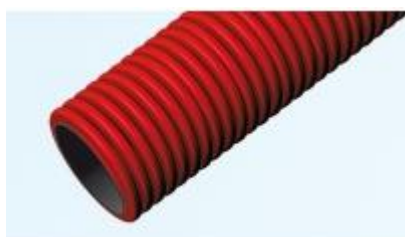
### 5.5 Διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών θεμελίωσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων και των καναλιών διέλευσης των καλωδίων ισχύος και σημάτων, θα γίνουν οι απαιτούμενες επιχώσεις όπως προβλέπεται στις σχετικές προμελέτες και στην συνέχεια θα ολοκληρωθεί η γενικότερη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου. Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στην επαναφορά στη φυσική αρχική του κατάσταση, ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο η οποιαδήποτε τεχνική παρέμβαση.

### 5.6 Σωλήνωση πάρκου

Η σωλήνωση του πάρκου είναι η διαδικασία κατά την οποία περιλαμβάνετε η τοποθέτηση των σωλήνων μέσα στα χαντάκια και εν συνέχεια η κάλυψη τους με προσεκτικό τρόπο ώστε να μην υπάρχουν προβλήματα στο πέρασμα των καλωδίων. Από κάθε tracker φεύγουν 2 σωλήνες και καταλήγουν στον οικίσκο. Μια σωλήνα διαμέτρου  $\phi 110$  στην οποία περνούν τα ισχυρά ρεύματα από τον αντιστροφέα προς τον γενικό πίνακα Χ.Τ , τα καλώδια τροφοδοσίας των προβολέων και το καλώδιο τροφοδοσίας για τον μηχανισμό κίνηση του tracker . Και στην άλλη σωλήνα διαμέτρου  $\phi 50$  περνούν τα ασθενή ρεύματα δηλαδή καλώδια καμερών και επικοινωνίας των tracker. Επίσης διπλά από κάθε tracker τοποθετούνται πλαστικά φρεάτια διαστάσεων  $40 \times 40$  για τον ομαλό πέρασμα των καλωδίων.





Ο διπλού τοιχώματος σωλήνας POLIECO είναι από πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας για την προστασία των ηλεκτρικών και τηλεφωνικών υπόγειων καλωδίων.

Αποτελείται από δύο συνεξωθημένα τοιχώματα: Το εξωτερικό τοίχωμα είναι δομημένο για μεγαλύτερη αντοχή, σε παραμόρφωση και ευκαμψία. Το εσωτερικό τοίχωμα είναι λείο για την διευκόλυνση στην εισαγωγή των καλωδίων.

Η ειδική παραγωγική διαδικασία δεν αφήνει κανένα περιθώριο απόκλισης των 2 τοιχωμάτων.

Ο αγωγός διπλού τοιχώματος είναι διαθέσιμος από τη διάμετρο Φ40 mm μέχρι τη διάμετρο Φ200 mm και στις μπάρες και στις κουλούρες.

## **6.Συστημα ασφάλειας και φωτισμού**

Αποτελείτε από ένα σύνολο ενεργειών εικόνας και ήχου μέσω καμερών, προβολέων και συστημάτων συναγερμού για την ασφάλεια των εγκαταστάσεων.

### **6.1 Σύστημα παρακολούθησης**

Το σύστημα καμερών δίνει την δυνατότητα ελέγχου του χώρου, αποτελούμενο από κάμερες υψηλής ευκρίνειας με φωτισμό για νυχτερινή λήψη. Τα δεδομένα από τις κάμερες θα αποθηκεύονται σε καταγραφικό μέσω του οποίου θα είναι δυνατή η παρακολούθηση τους τόσο τοπικά όσο και απομακρυσμένα. Αναλυτικά, το σύστημα καμερών θα αποτελείται από:

1	Κάμερα νυχτερινής λήψης 9~22MM, IP66, με τροφοδοτικό, φακό SONY Super HAD Color CCD	Καταγραφή εικόνας	
2	Καταγραφικό 08 Θέσεων (HDD 500GB, DVD-RW, LAN, 2 κανάλια ήχου, 2 x CCTV-OUT)	Καταγράφει και αποθηκεύει τα δεδομένα από τις κάμερες	
3	Πομποδέκτης Video	Συνδέει την κάμερα με το καταγραφικό	
4	UPS MGE NOVA AVR 1250VA USB	Σύστημα για την αδιάλειπτη λειτουργία του καταγραφικού	
5	Κρουστικός Απαγωγέας	Προστατεύει τις γραμμές δεδομένων και τροφοδοσίας από υπερτάσεις	

Η κάμερα στηρίζεται πάνω στον ιστό φωτισμού και σε υψόμετρο 4μ από το έδαφος.

## 6.2 Τύπος καλωδίου

### FTP cat5e

Για την επικοινωνία των καμερών θα χρησιμοποιηθεί καλώδιο FTP εξωτερικών χώρων CAT5 4x2x0.5 mm<sup>2</sup> (4x2x24 AWG). Τα καλώδια αυτά ανήκουν στην κατηγορία μετάδοσης φωνής και δεδομένων. Εφαρμογή έχουν σε εξωτερικές εγκαταστάσεις και είναι άμεσης ταφής. Το μεταφερόμενο σήμα προστατεύεται από παρεμβολές, με τον ίδιο τρόπο που περιγράφηκε για το LiYCY, με ηλεκτροστατική θωράκιση. Αποτελείται από τέσσερα ζεύγη μονόκλωνων αγωγών καθαρού χαλκού. Η θωράκιση γίνεται με φύλλο αλουμινίου, ενώ το περίβλημα είναι από PVC. Το εξωτερικό περίβλημα είναι από PVC με προστασία UV.





## 6.3 Σύστημα συναγερμού

Η περιμετρική προστασία αποτελεί μία από τις σημαντικότερες εφαρμογές στο χώρο της ασφάλειας, που υλοποιείται με την εγκατάσταση ενός συνδυασμού συστημάτων ελέγχου



και διασφάλισης των ορίων που περικλείουν τις υποδομές οι οποίες πρέπει να προστατευτούν, με σκοπό την αποτροπή από παράνομες εισβολές.

Όσο το δυνατό συντομότερα γίνει αντιληπτή η ύπαρξη ενός μη εξουσιοδοτημένου προσώπου, τόσο πιο αποτελεσματικό είναι ένα σύστημα ασφάλειας. Ακριβώς σε αυτό το σημείο υπεισέρχονται οι συσκευές ανίχνευσης εξωτερικών χώρων και περιμετρικής προστασίας, καθώς αποτελούν την πρώτη γραμμή άμυνας. Αναλυτικά αποτελείται από:

1	Κεντρική Μονάδα	Έλεγχος συστήματος δεσμών	
2	Τροφοδοτικό	Τροφοδοτεί την κεντρική μονάδα	
3	Υπέρυθρη Ζώνη	Ελέγχει για παραβιάσεις την περιφέρεια του χώρου	
4	Σειρήνα	Σε περίπτωση παραβίασης προειδοποιεί ηχητικά	

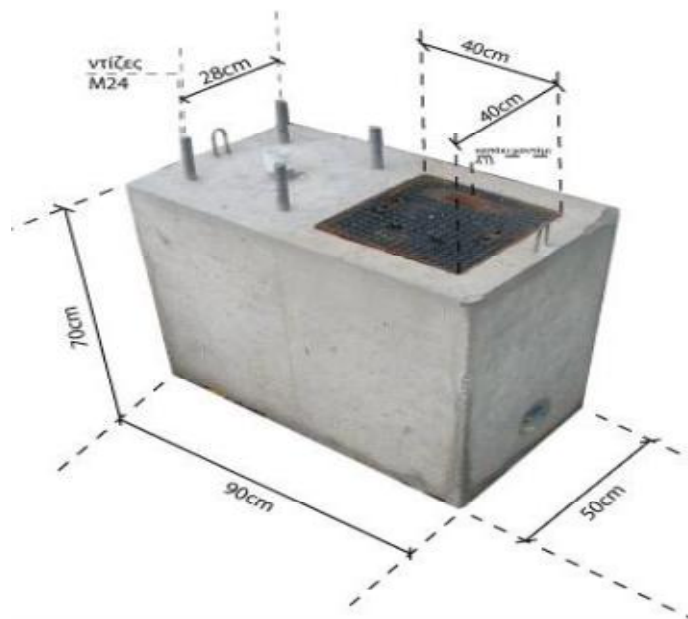
#### 6.4 Σύστημα φωτισμού

Επί των ιστών των καμερών τοποθετούνται προβολείς HQI μειωμένης κατανάλωσης. Σε περίπτωση συναγερμού θα δίνεται εντολή για την έναυση των προβολέων.

Εντός του οικίσκου ή σε ειδικό πίνακα τοποθετείται UPS 1KVA για την τροφοδότηση των συστημάτων ασφαλείας και παρακολούθησης του πάρκου σε περίπτωση διακοπής της παροχής του δικτύου.

Εξάρτημα	Τεμάχια	Όψη
Προβολέας HQI 150Watt	4	

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε την βάση των ιστών.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) ΔΟΛΑΨΑΚΗΣ ΑΤΕ
- 2) MEGATRON ΚΡΗΤΗΣ
- 3) ABB (ΛΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ)
- 4) HAGER HELLAS
- 5) KALAMARAKIS SAPOUNAS AUTOMATION
- 6) **Θεμελιακή Γείωση**, Δ.Κόκκινου, Εκδόσεις ΕΛΕΜΚΟ, Ιούνιος 2006, ISBN 960-87483-5-6
- 7) **Εισαγωγή στα Ημιαγώγιμα Υλικά και Φωτοβολταϊκές Διατάξεις**, Κ.Θ. Δέρβος, Καθηγητής Ε.Μ.Π., Αθήνα 2011
- 8) **Φωτοβολταϊκά Συστήματα**, Ι. Φραγκιαδάκης, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Έκδοση 2η, Θεσσαλονίκη 2007, ISBN 978-960-456-007-3
- 9) **Ηλεκτρισμός Από Ηλιακή Ενέργεια**, Markvart, T., Εκδόσεις ΙΩΝ, 2003, ISBN 960-411-381-X
- 10) Μωυσής Δαμιανίδης, Γεώργιος Κατσαρός, Ματθαίος Τόλης, Φώτιος Στεργιόπουλος, **«Οδηγός Μελέτης και Υλοποίησης Φωτοβολταϊκών Έργων»**, έτος 2011, Θεσσαλονίκη, ΤΕΕ Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας

### Ιστοσελίδες

- 1) [www.sma.de/en/products/monitoring](http://www.sma.de/en/products/monitoring)
- 2) [www.abb.com](http://www.abb.com)
- 3) [www.solar-bazaar.com](http://www.solar-bazaar.com)
- 4) [http://www.posharp.com/s18220-solar-panel-from-aleo-solar\\_p861238833d.aspx](http://www.posharp.com/s18220-solar-panel-from-aleo-solar_p861238833d.aspx)
- 5) [www.rethimno.gr/](http://www.rethimno.gr/)
- 6) «Cablel, Ελληνικά καλώδια», [www.cablel.gr](http://www.cablel.gr)
- 7) Schneider Electric, «*Electrical Installation*», «*chapter P. Photovoltaic Installation*», «*chapter G. Sizing and Protection of Conductors*», «*chapter A. General Rules of Electrical Installation Design*», year 2010, [www.schneider.com](http://www.schneider.com)

