

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΚΡΗΤΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ &  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**



# Σχεδιομελέτη Φ/Β Πάρκου

υπό τον: Κοτζαμανή Περικλή Α.Μ1104  
Επιβλέπων Καθηγητής: Μαρβελάκης Μανόλης

ΧΑΝΙΑ 2017

*Ευχαριστίες*

*Για την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή του ΤΕΙ Χανίων, Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Μαραβελάκη Μανόλη για τις πάντα εύστοχες παρατηρήσεις του και την συνεχή καθοδήγηση του.*

*Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κυρίους Λουκά Γεωργίου και Χρήστο Γεωργίου για την πολύτιμη βοήθεια τους στην συλλογή στοιχείων και την συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας.*

*Τέλος, την οικογένεια μου, η οποία πάντα στέκεται δίπλα μου με εγκαρτέρηση, συμπαράσταση και αμέριστη αγάπη.*

## ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επίκουρος Καθηγητής. Μανόλης Μαρβελάκης

2. Εξεταστής:

3. Εξεταστής:

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	6
<b>INTRODUCTION</b> .....	8

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> – ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

1.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	10
1.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	10
1.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ & ΣΥΝΘΕΣΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	11
1.3.1. Εκτός Δικτύου ή απομονωμένα Φ/Β συστήματα.....	11
1.3.1.α. Αυτόνομα Φ/Β Συστήματα.....	11
1.3.1.β. Υβριδικά Φ/Β Συστήματα.....	12
1.3.2. Φ/Β Συστήματα Συνδεδεμένα στο Δίκτυο.....	12
1.4. Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΥΡΙΤΙΟΥ.....	13
1.4.1. Φ/Β στοιχεία κρυσταλλικού Πυριτίου.....	14
1.4.2. Φ/Β στοιχεία πολυκρυσταλλικού Πυριτίου.....	14
1.4.3. Φ/Β στοιχεία ταινίας.....	15
1.4.4. Φ/Β στοιχεία άμορφου Πυριτίου.....	15
1.5. ΒΑΘΜΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.....	16

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> – ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ – ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ & ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Φ/Β**

2.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	17
2.1.1. Νομοθεσία Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	17
2.2. ΘΕΣΜΙΚΟΙ ΦΟΡΕΙΣ.....	17
2.2.1. Γενικά.....	19
2.2.2. Εγκαταστάσεις Ισχυρών Ρευμάτων – Γειώσεων.....	19
2.2.3. Εγκαταστάσεις Ασθενών Ρευμάτων.....	20
2.2.4. Αντικεραυνική Προστασία.....	20
2.2.5. Συμπληρωματικοί Κανονισμοί.....	20
2.3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Φ/Β ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	20
2.3.1. Στατιστικά Στοιχεία Φ/Β Πάρκων στην Ελλάδα.....	20
2.4. ΤΑ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΑ Φ/Β ΠΑΡΚΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	22

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Φ/Β ΠΑΡΚΟΥ «ΚΟΥΜΑΡΙΑΝΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΠΑΤΩΝ ΟΕ»**

3.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ – Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΑ.....	23
3.1.1. Γενική Περιγραφή Αρχιτεκτονικής.....	23
3.2. Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΑ.....	25
3.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ.....	26
3.4. ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΙΣ.....	28
3.5. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΣΧΥΡΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.....	29

Σχεδιομελέτη Φ/Β Πάρκου

3.5.1. Γενικά.....	29
3.5.2. Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης (ΓΠΧΤ).....	31
3.6. ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ ΙΣΧΥΡΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.....	32
3.6.1 Καλωδιώσεις Συστοιχιών DC (Strings).....	32
3.6.2 Καλωδιώσεις AC Χ.Τ.....	32
3.7. ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.....	33
3.8. ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΙΩΣΗΣ.....	33
3.9. ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ.....	34
3.10. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	35
3.11. ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ.....	36
3.12. ΕΡΓΑ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ.....	37
3.12.1. Περίφραξη.....	37
3.12.2. Εσωτερική Οδοποιία.....	37
3.12.3 Χάνδακες Όδευσης Καλωδίων.....	38
3.13. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ – ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΙΑΣΗΣ.....	38
3.14. ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ.....	39
3.15. ΔΟΚΙΜΕΣ – ΕΝΑΡΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	39
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>40</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>42</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</b>	<b>43</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι μορφές εκμετάλλευσης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες όπως είναι ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Σύμφωνα με την Οδηγία του 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου ως ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές θεωρείται η αιολική, η ηλιακή, η αεροθερμική, η γεωθερμική, η υδροθερμική και η ενέργεια των ωκεανών, η υδροηλεκτρική από βιομάζα, από εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια.

Μία από τις εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι και τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα. Εκμεταλλευόμενο το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, το φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια. Η πρώτη γνωριμία του ανθρώπου με το φαινόμενο αυτό έγινε το 1839 όταν ο Γάλλος φυσικό Edmond Becquerel ανακάλυψε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο κατά τη διάρκεια πειραμάτων του με μια ηλεκτρολυτική επαφή φτιαγμένη από δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια. Από τότε έγιναν πολλές προσπάθειες για τη εξέλιξη και τη χρήση αυτού του φαινομένου. Έτσι, φτάνουμε στο 2004 όπου η πορεία εξέλιξης είναι πια ασταμάτητη. Η μαζική είσοδος μεγάλων εταιρειών στον χώρο των φωτοβολταϊκών φέρνει την μαζική παραγωγή και αυτή με την σειρά της την τιμή των διασυνδεδεμένων συστημάτων στα 6,5 ευρώ/Wp. Η συνολική παραγωγή φτάνει τα 1.200 MegaWatt φωτοβολταϊκών στοιχείων ενώ ο τζίρος της ίδιας χρονιάς άγγιξε τα 6.500.000.000\$.

Σήμερα με οικονομίες μεγάλης κλίμακας έχουν επιτευχθεί μεγάλες αποδόσεις στα κρυσταλλικά κυρίως υλικά και αρκετές χώρες με πρωτοπόρες την Γερμανία και την Ιαπωνία έχουν ήδη επενδύσει τεράστια κονδύλια με σκοπό την ευρύτερη εκμετάλλευση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Ήδη, βέβαια, οι χώρες αυτές έχουν αρχίσει και απολαμβάνουν τους καρπούς της εξελιγμένης τεχνογνωσίας τους.

Αξίζει, να σημειωθεί, πως τα τελευταία χρόνια τα συστήματα αυτά έχουν σημαντικό ενδιαφέρον και για την χώρα μας. Αρχικά, οι εγκαταστάσεις Φ/Β περιορίζονταν σε αυτές της ΔΕΗ σε νησιά (Κύθνος, Αντικύθηρα κλπ) και σε εγκαταστάσεις ιδιωτών σε απομακρυσμένες κατοικίες. Όμως τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια πολύ μεγάλη αλλαγή στο κλάδο της Φ/Β τεχνολογίας. Η αύξηση

Σχεδιομελέτη Φ/Β Πάρκου

στο ενδιαφέρον για τα φωτοβολταϊκά και αντίστοιχα η αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος τους είναι κατακόρυφη Συγκεκριμένα, η εγκατεστημένη ισχύ των φωτοβολταϊκών συστημάτων έφτασε το 2016 στα 2.580MW, εκ των οποίων τα 351MW αφορούν φωτοβολταϊκά σε στέγες κατοικιών<sup>1</sup>. Ενώ υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις πως η αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος πρόκειται να συνεχιστεί στο μέλλον με αντίστοιχους ρυθμούς<sup>2</sup>.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζεται και περιγράφεται η κατασκευή Φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 99,82 kWp της εταιρείας «Κουμαριανός Ενεργειακή Σπάτων», στη θέση Βούλα Πετρέλα, εντός του Δήμου Σπάτων, Ν. Αττικής.

---

<sup>1</sup> Πηγή [www.worldenergynews.gr](http://www.worldenergynews.gr)

<sup>2</sup> Πηγή: [www.worldenergynews.gr](http://www.worldenergynews.gr)

## INTRODUCTION

The renewable sources of energy are forms of energy exploitation derived from various natural phenomenon such as wind, geothermal, water circulation and others. According to Directive 2009/28 / EC of the European Parliament, renewable energy is considered wind, solar, aerothermal, geothermal, hydrothermal and ocean energy, hydroelectric from biomass, from landfill gases from sewage treatment plants and from biogas.

One of the applications of renewable sources of energy is also photovoltaic (PV) systems. Taking advantage of the photovoltaic phenomenon, the photovoltaic system produces electricity from solar energy. The first observation with this phenomenon occurred in 1839 when the French physicist Edmond Becquerel discovered the photovoltaic phenomenon during his experiments with an electrolytic contact made of two metal electrodes. Since then, many efforts have been made to develop and use this phenomenon. Since 2004, the progress has been very fast. The massive entry of large photovoltaic companies brings mass production and, in turn, the price of interconnected systems at 6.5 euros/Wp. The total production reaches 1,200 megawatt of photovoltaic cells while the same year's turnover reached \$ 6,500,000,000.

Today with large scale economies, high yields have been achieved in mainly crystalline materials and several countries with pioneers Germany and Japan who have already invested large sums to exploit photovoltaic technology more widely. Of course, these countries have already started increased benefits because of their advanced know-how.

It is worth noting that in recent years these systems have been of great interest to our country as well. Initially, PV plants were only used by PPC (Public Power Corporation S.A.-Hellas) on islands (Kythnos, Antikythira etc) and private facilities in remote residences. But in recent years there has been a very large change in the field of PV technology. The increased number of companies involved in the development and construction of photovoltaic systems has resulted in mass production and brought the unique price for interconnected systems at 2,580MW in 2016, of which 351MW are photovoltaic on roofs of houses<sup>3</sup>. Meanwhile there are

---

<sup>3</sup> Reference: [www.worldenergynews.gr](http://www.worldenergynews.gr)



significant indications that the increase in installed capacity is going to continue in the future at similar rates<sup>4</sup>.

In this thesis, the construction of a photovoltaic power plant of 99.82 kWp of the company "Κουμαριανος Spaton Energy", at Voula Petrela, within the Municipality of Spata, Attica is observed and described.

---

<sup>4</sup> Reference: "[www.worldenergynews.gr](http://www.worldenergynews.gr)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

### 1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Τα φωτοβολταϊκά (ή Φ/Β) συστήματα αποτελούν μια από τις εφαρμογές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Εκμεταλλευόμενο το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, το φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια. Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι γενικά, ένα σύστημα δύο υλικών σε επαφή, το οποίο όταν φωτίζεται εμφανίζει στα άκρα του συνεχή ηλεκτρική τάση. Σήμερα, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία των οποίων η βιομηχανική παραγωγή έχει προωθηθεί, είναι αυτά που βασίζονται στη δημιουργία δύο ημιαγωγικών στρωμάτων σε επαφή. Εξωτερικά τοποθετούνται κατάλληλα ηλεκτρόδια. Η κατασκευή έχει τη μορφή μιας σχεδόν τετράγωνης πλάκας, ώστε η εσωτερική επαφή των ημιαγωγών να καταλαμβάνει όλη την επιφάνεια του πλακιδίου. Όταν το ΦΒ στοιχείο φωτίζεται προκαλείται στο εσωτερικό του ηλεκτρικό ρεύμα (φωτορεύμα), το οποίο αποδεικνύεται ευθέως ανάλογο της πυκνότητας ισχύος του ηλιακού φωτός, που προσπίπτει στην επιφάνεια του.

### 1.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα ΦΒ συστήματα διακρίνονται έναντι των άλλων πηγών Α.Π.Ε. με βάση τα παρακάτω χαρακτηριστικά τους. Ως θετικά, να μπορούσαν να αναφερθούν:

- Η άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, σε μικρή ή μεγάλη ισχύ.
- Η δυνατότητα σταδιακής υλοποίησης του συστήματος.
- Οι μηδενικές εκπομπές ρύπων κατά τη λειτουργία τους.
- Η αθόρυβη λειτουργία.
- Οι ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης.
- Η μεγάλη αξιοπιστία.
- Η μεγάλη διάρκειας ζωής.
- Η αποδεκτή αισθητική παρουσία.

Ενώ ως αρνητικό χαρακτηριστικό αξίζει να σημειωθεί πως είναι το υψηλό οικονομικό κόστος.

### 1.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ & ΣΥΝΘΕΣΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα Φ/Β στοιχεία μπορούν να αξιοποιηθούν σε πλήθος ηλεκτρικών εφαρμογών. Καλύπτουν ευρεία περιοχή ισχύος, από το μέγεθος της πολύ χαμηλής ισχύος ευρείας χρήσεως καταναλωτικών προϊόντων, όπως είναι οι αριθμητικοί υπολογιστές, τα μικρά φωτιστικά σώματα κήπου κ.α., έως συστήματα μεγάλης ισχύος, για την τροφοδοσία νησιών ή πρότυπων μεγάλων κτιριακών συγκροτημάτων, συνδεδεμένων ή όχι στο δίκτυο.

Όπου εδώ αναφέρεται, ο όρος δίκτυο, εννοείται, το εθνικό (ή διακρατικό, πλέον) ή τοπικό δίκτυο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές πηγές. Τα Φ/Β συστήματα διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τα απομονωμένα (Stand-alone) ή εκτός δικτύου (Off grid) συστήματα και τα συνδεδεμένα στο δίκτυο (Grid connected). Τα απομονωμένα Φ/Β συστημάτων διακρίνονται επίσης σε αυτόνομα και υβριδικά. Το κριτήριο για τον προσδιορισμό της σύνθεσης του καταλληλότερου Φ/Β συστήματος στις κατηγορίες αυτές, προκύπτει με βάση την απαίτηση για πλήρη ή μερική κάλυψη (αυτονομία) των ενεργειακών καταναλώσεων της εφαρμογής, από το Φ/Β σύστημα, μηνιαίως ή ετησίως.

#### 1.3.1. Εκτός δικτύου ή απομονωμένα Φ/Β συστήματα (Off-grid ή Stand alone systems)

Χαρακτηρίζονται έτσι τα Φ/Β συστήματα τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να είναι συνδεδεμένα στο κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο. Διακρίνονται σε αυτόνομα, στα οποία η Φ/Β συστοιχία αποτελεί την αποκλειστική πηγή ενέργειας και σε υβριδικά, στα οποία περιλαμβάνεται και άλλη πηγή Α.Π.Ε. ή συμβατική ηλεκτρική πηγή (π.χ. Η/Ζ).

##### 1.3.1.α. Αυτόνομα Φ/Β συστήματα

Η απαιτούμενη, από την εφαρμογή, ηλεκτρική ενέργεια καλύπτεται εξ ολοκλήρου από τη Φ/Β συστοιχία, χωρίς τη συμμετοχή άλλων Α.Π.Ε. ή Η/Ζ και μπορεί να περιλαμβάνονται ή όχι ηλεκτρικοί συσσωρευτές. Αφορούν εφαρμογές μη συνδεδεμένες στο εθνικό δίκτυο. Η παρεχόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να είναι είτε συνεχούς (DC) είτε εναλλασσόμενης (AC) τάσεως. Τα αυτόνομα Φ/Β συστήματα διακρίνονται σε:

- Αυτόνομα Φ/Β συστήματα άμεσης τροφοδοσίας του φορτίου της εφαρμογής (Direct-coupled PV systems), στα οποία η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια

αποδίδεται απευθείας στην κατανάλωση, όσο φωτίζεται η ΦΒ συστοιχία, χωρίς αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σε συσσωρευτές. Τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άντληση για πότισμα καλλιεργειών που δεν απαιτούν αυστηρά τακτική λειτουργία του συστήματος.

- Αυτόνομα συστήματα με αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, π.χ. αυτόνομα ΦΒ συστήματα φωτισμού οδών, αρχαιολογικών χώρων, αλυσλλίων, υποστήριξη συστημάτων πυρανίχνευσης δασικών εκτάσεων, τηλεπικοινωνιών αναμεταδοτών, διατάξεων καταγραφής δεδομένων (Loggers) κ.α. Σχεδιάζονται με πρόβλεψη ορισμένων ημερών αυτονομίας του συστήματος, με βάση το κατάλληλο μέγεθος των συσσωρευτών<sup>5</sup>.

#### 1.3.1.β. Υβριδικά Φ/Β συστήματα (Hybrid PV systems)

Στα υβριδικά Φ/Β συστήματα η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια καλύπτεται από το συνδυασμό ΦΒ συστοιχίας με άλλες πηγές ενέργειας, δηλαδή, Α.Π.Ε. (π.χ. ανεμογεννήτρια, ΑΓ) ή πηγές συμβατικών καυσίμων (ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, Η/Ζ). Ο προορισμός των συνιστωσών Α.Π.Ε. προκύπτει με ολοκληρωμένη οικονομοτεχνική μελέτη του συστήματος, με κριτήριο το βαθμό συμμετοχής του Η/Ζ στη διασφάλιση της κάλυψης των ενεργειακών απαιτήσεων της εφαρμογής. Στις περισσότερες των περιπτώσεων στο σύστημα προβλέπεται αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας σε συσσωρευτές (αυτονομία αποθηκευμένης ενέργειας)<sup>6</sup>.

#### **1.3.2. Φ/Β συστήματα συνδεδεμένα στο δίκτυο (Grid-connected systems)**

Τα συστήματα αυτά συνδέονται απ' ευθείας στο εθνικό ή τοπικό δίκτυο ηλεκτρικής παροχής (AC). Το δίκτυο αποτελεί για το Φ/Β σύστημα, μια τεράστια «δεξαμενή» ηλεκτρικής ενέργειας, σταθερής ηλεκτρικής τάσης. Συνεπώς, στα συστήματα αυτά δεν απαιτείται αποθήκευση της παραγόμενης Φ/Β ηλεκτρικής ενέργειας. Διακρίνονται σε αυτά που είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο, ως κατανεμημένα (Distributed) συστήματα και σε εκείνα που συνιστούν κεντρικούς Φ/Β σταθμούς μεγάλης ισχύος, των οποίων η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια διοχετεύεται στο κεντρικό δίκτυο (Centralized systems). Στην κατηγορία των κεντρικών Φ/Β συστημάτων ανήκουν και τα μεγάλα Φ/Β συγκροτήματα, των οποίων η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο.

<sup>5</sup> Ι.Ε. Φραγκιαδάκης, Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2006, σ. 264.

<sup>6</sup> Ι.Ε. Φραγκιαδάκης, Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2006, σ. 265.

Τα κατανεμημένα Φ/Β συστήματα, διακρίνονται σε αυτά που χρησιμοποιούν το δίκτυο ως βοηθητική πηγή ενέργειας (Grid back-up) και σε εκείνα που λειτουργούν σε συνεχή αλληλεπίδραση με το δίκτυο, διοχετεύοντας την επιπλέον παραγόμενη ενέργεια σ' αυτό (Grid interactive). Στην πρώτη περίπτωση το Φ/Β σύστημα σχεδιάζεται έτσι ώστε να καλύπτει κατά μέσο όρο τις μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις της εφαρμογής. Το δίκτυο καλύπτει έκτακτη ενεργειακή ζήτηση ή καταστάσεις αστοχίας του Φ/Β συστήματος. Στη δεύτερη περίπτωση, το βασικότερο κριτήριο αφορά στην επιλογή εκείνης της Φ/Β συστοιχίας η οποία καλύπτει, κατά μέσο όρο, τις ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις της εφαρμογής. Στις χρονικές περιόδους που το Φ/Β σύστημα υστερεί στην κάλυψη των καταναλώσεων της εφαρμογής. Στις χρονικές περιόδους που το Φ/Β σύστημα υστερεί στην κάλυψη των καταναλώσεων της εφαρμογής, η απαιτούμενη ενέργεια παρέχεται από το δίκτυο. Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό, μέσα στο έτος, η συνολική ενέργεια από το δίκτυο στην εφαρμογή, προβλέπεται να είναι ίση με τη συνολική ενέργεια από το Φ/Β σύστημα στο δίκτυο. Αν η επιδίωξη μας είναι το ετήσιο οικονομικό ισοζύγιο μεταξύ παραγωγού και ΔΕΗ, κατά τη σχεδίαση του συστήματος λαμβάνεται υπόψη η διαφοροποίηση των τιμολογίων παραγωγής και κατανάλωσης.

#### 1.4. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

Το υλικό, που χρησιμοποιείται ευρύτητα στην βιομηχανία των Φ/Β είναι το πυρίτιο (Si). Τα ΦΒ στοιχεία Πυριτίου διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες, ανάλογα με τη δομή του βασικού υλικού ή τον ιδιαίτερο τρόπο παρασκευής. Οι διαφορετικοί τύποι είναι οι εξής<sup>7</sup>:

<sup>7</sup> Ι.Ε. Φραγκιαδάκης, Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2006, σ. 166.

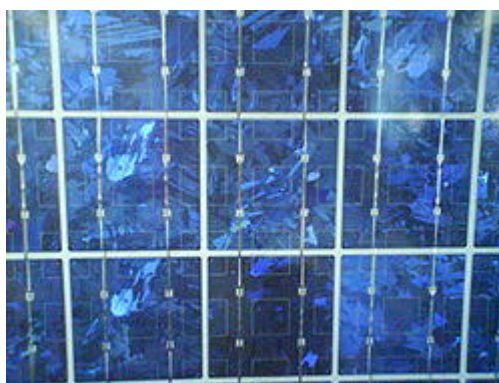
#### 1.4.1. Φ/Β στοιχεία κρυσταλλικού Πυριτίου (single –crystal Silicon)



*Τύπος Φ/Β κυψελίδας μονο-κρυσταλλικού Πυριτίου*

Το βασικό υλικό είναι μονο-κρυσταλλικό. Το πάχος του υλικού είναι σχετικά μεγάλο (Wafer 300μm). Η απόδοση τους, με τη μορφή κυψελίδας, κυμαίνεται από 21% έως 24%, ενώ με τη μορφή των Φ/Β πλαισίων, μεταξύ 13 έως 16%. Χαρακτηρίζονται από υψηλό κόστος κατασκευής. Χρώμα: Σκούρο μπλε.

#### 1.4.2. Φ/Β στοιχεία πολυκρυσταλλικού Πυριτίου (Multicrystalline Silicon mc-Si)

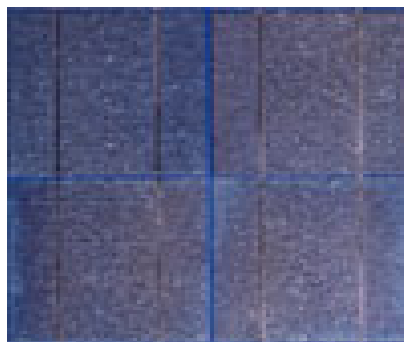


*Τύπος Φ/Β κυψελίδας πολυ-κρυσταλλικού Πυριτίου*

Δυνατότητα κατασκευής μεγάλων επιφανειών. Συνήθως κόβονται σε τετραγωνικής μορφής στοιχεία. Αποτελούνται από λεπτά επιστρώματα, πάχους 10 έως 50 μm. Στην επιφάνεια της κυψελίδας, διακρίνονται οι διαφορετικές μονοκρυσταλλικές περιοχές. Γενικά, όσο μεγαλύτερες διαστάσεις των μονοκρυσταλλικών περιοχών του πολυκρυσταλλικού Φ/Β στοιχείου, τόσο υψηλότερη η απόδοση του, η οποία κυμαίνεται από 17% έως 20%, σε εργαστηριακή μορφή

κυψελίδας και από 10%, έως και 14%, σε βιομηχανική μορφή Φ/Β πλαισίου. Χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλή χρονική σταθερότητα. Το κόστος παρασκευής τους είναι χαμηλότερο σε σχέση με το αντίστοιχο του μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Το χρώμα τους είναι γαλάζιο.

#### 1.4.3. Φ/Β στοιχεία ταινίας (Ribbon Silicon)



Τύπος Φ/Β κυψελίδας ταινίας

Δημιουργία λεπτής ταινίας από τηγμένο υλικό. Πολυκρυσταλλικό Πυρίτιο με απόδοση περί το 13%. Μέθοδος υψηλού κόστος και, προς το παρόν, περιορισμένης βιομηχανικής παραγωγής.

#### 1.4.4. Φ/Β στοιχεία άμορφου Πυριτίου (Amorphous ή Thin film Silicon)



Τύπος Φ/Β κυψελίδας άμορφου Πυριτίου

Τεχνολογία λεπτών επιστρώσεων ή υμενίων, θεωρητικά πολύ χαμηλού κόστους παραγωγής, εξαιτίας της μικρής χρησιμοποιούμενης μάζας υλικού. Το λεπτό επίστρωμα σχηματίζεται πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού

κόστους. Η απόδοση των Φ/Β στοιχείων αυτών μειώνεται έντονα, στα αρχικά στάδια φωτισμού τους, στα επίπεδα του 6 έως 8%. Σήμερα η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται για την παρασκευή σύνθετων Φ/Β πλαισίων, με διαδοχικές ενώσεις δύο ή τριών στρωμάτων με διαφορετικό ενεργειακό χάσμα με σκοπό την αύξηση του αξιοποιήσιμου τμήματος του ηλιακού φάσματος. Το ιδιαίτερο κατασκευαστικό χαρακτηριστικό τους είναι η δυνατότητα δημιουργίας διαδοχικών Φ/Β στοιχείων σε μεγάλες επιφάνειες Φ/Β πλαισίων.

Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο φωτοβολταϊκό στοιχείο. Στην πορεία του χρόνου όλο και αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης: η αύξηση της απόδοσης, έστω και κατά μια ποσοστιαία μονάδα, θεωρείται επίτευγμα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών. Στην σημερινή εποχή ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου βρίσκεται στο 13 – 19%, ο οποίος, συγκρινόμενος με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κλπ.), παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλός. Αυτό σημαίνει ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια προκειμένου να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ. Ωστόσο, η απόδοση ενός δεδομένου συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών σε ηλιοστάτη.

### 1.5. ΒΑΘΜΟΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο φωτοβολταϊκό στοιχείο. Στην πορεία του χρόνου όλο και αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης: η αύξηση της απόδοσης, έστω και κατά μια ποσοστιαία μονάδα, θεωρείται επίτευγμα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών. Στην σημερινή εποχή ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου βρίσκεται στο 13 – 19%, ο οποίος, συγκρινόμενος με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κλπ.), παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλός. Αυτό σημαίνει ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια προκειμένου να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ. Ωστόσο, η απόδοση ενός δεδομένου συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών σε ηλιοστάτη.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ – ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ & ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Φ/Β

### 2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η Νομοθεσία, οι Κανονισμοί και οι Οδηγίες (Ελληνικές ή ξένες) που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση αυτής της μελέτης αναφέρονται στην συνέχεια. Σημειώνεται ότι κατά την εκπόνηση της μελέτης λήφθηκαν ακόμη υπόψη οι Εθνικοί Κανονισμοί και τα Εθνικά Πρότυπα, όπως Γερμανικά (DIN κλπ), Βρετανικά (BS κλπ), Γαλλικά (FN κλπ), Ηνωμένων Πολιτειών (ASTM κλπ), τα αντίστοιχα των λοιπών Κρατών Μελών της Ε.Ε. καθώς και τα Διεθνή (ISO κλπ), ειδικότερα δε, οι Κανονισμοί και τα Πρότυπα της χώρας προέλευσης του κάθε συγκεκριμένου προϊόντος, εάν δεν καλύπτονται από τα πιο κάτω αναφερόμενα.

#### 2.1.1. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΑΓΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ<sup>8</sup>

- Ν.4414/2016 – Νέο καθεστώς στήριξης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ – ΦΕΚ 149Α/9/8/2016
- ΥΑΠΕ/Φ1/14810 (ΦΕΚ 2373/25.10.2011) Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπααραγωγής.

#### 2.1.2. ΘΕΣΜΙΚΟΙ ΦΟΡΕΙΣ

- **Ο Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ)<sup>9</sup> Α.Ε.:** συστάθηκε σύμφωνα με το Ν. 4001/2011 και σε συμμόρφωση με την Οδηγία 2009/72/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την οργάνωση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας, με σκοπό να αναλάβει τα καθήκοντα του Διαχειριστή του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΣΜΗΕ). Στο πλαίσιο αυτό σκοπός του ΑΔΜΗΕ είναι η λειτουργία, συντήρηση και ανάπτυξη του ΕΣΜΗΕ.  
Ο ΑΔΜΗΕ είναι 100% θυγατρική της ΔΕΗ Α.Ε., ωστόσο είναι πλήρως ανεξάρτητος λειτουργικά και διοικητικά, έχοντας ουσιαστικές εξουσίες λήψης

<sup>8</sup> Πηγή: [www.helpco.gr](http://www.helpco.gr)

<sup>9</sup> Πηγή: [www.admie.gr](http://www.admie.gr)

αποφάσεων, τηρώντας όλες τις προς αυτό απαιτήσεις ανεξαρτησίας που ενσωματώνονται στο Νόμο 4001/2011 και στην Οδηγία 2009/72/ΕΚ.

- **Ο Λειτουργός της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΕ (ΛΑΓΗΕ ΑΕ)<sup>10</sup>:** ιδρύθηκε με βάση το ν 4001/2011 για τη «Λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου, για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις» (ΦΕΚ 179/22-8-2011) και ασκεί τις δραστηριότητες που ασκούνταν από τη «Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΕ» (ΔΕΣΜΗΕ ΑΕ), πλην εκείνων που κατά το άρθρο 99 του ν.4001/2011 μεταφέρονται στην «Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΕ» (ΑΔΜΗΕ ΑΕ).

Ο ΛΑΓΗΕ εφαρμόζει τους κανόνες για τη λειτουργία της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας σύμφωνα με τις διατάξεις του νόμου 4001/2011 και των κατ' εξουσιοδότηση αυτού εκδιδόμενων πράξεων και ιδίως τον Ημερήσιο Ενεργειακό Προγραμματισμό.

Κατά την εκτέλεση των καθηκόντων του, ο Λειτουργός της Αγοράς διευκολύνει κατά κύριο λόγο την ολοκλήρωση της ενιαίας εσωτερικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και για το σκοπό αυτόν αναλαμβάνει κάθε αναγκαία ενέργεια, στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων που του ανατίθεται με τον νόμο 4001/2011, προκειμένου να διασφαλίζεται η εφαρμογή των προβλέψεων του Κανονισμού 714/2009, της Οδηγίας 72/2009 και όλων των σχετικών κατευθύνσεων και αποφάσεων που εκδίδονται από τα αρμόδια όργανα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

- **Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ)<sup>11</sup>:** είναι ανεξάρτητη ρυθμιστική αρχή, η οποία συστήθηκε με το ν.2773/1999, στο πλαίσιο εναρμόνισης με τις Οδηγίες 2003/54/ΕΚ και 2003/55/ΕΚ για τον ηλεκτρισμό και το φυσικό αέριο, με κύρια αρμοδιότητά της να εποπτεύει την εγχώρια αγορά ενέργειας, σε όλους τους τομείς της, εισηγούμενη προς τους αρμόδιους φορείς της πολιτείας και λαμβάνοντας η ίδια μέτρα για την επίτευξη του στόχου της απελευθέρωσης των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου.

Με το ν. 2773/1999, και κυρίως με τις τροποποιήσεις του που ακολούθησαν, ανατέθηκαν στη ΡΑΕ αρμοδιότητες, κυρίως γνωμοδοτικές, παρακολούθησης

<sup>10</sup> Πηγή: [www.laie.gr](http://www.laie.gr)

<sup>11</sup> Πηγή: [www.rae.gr](http://www.rae.gr)

και ελέγχου της αγοράς ενέργειας σε όλους τους τομείς, ήτοι στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα, από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και φυσικό αέριο. Περαιτέρω, η ΡΑΕ ανέλαβε συγκεκριμένες αρμοδιότητες σε σχέση με την αγορά των πετρελαιοειδών.

Με την έκδοση του ν.3851/2010, επήλθαν ουσιώδεις αλλαγές σε σχέση με το υφιστάμενο νομοθετικό καθεστώς που διέπει τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, καθώς και τις αρμοδιότητες της ΡΑΕ στο πλαίσιο αυτό. Οι αλλαγές αυτές αφορούν τόσο τη διαδικασία αδειοδότησης των σταθμών ΑΠΕ, όσο και τη διαδικασία αξιολόγησης των αιτήσεων για χορήγηση άδειας παραγωγής. Ειδικότερα, όσον αφορά τη διαδικασία αδειοδότησης, η ΡΑΕ ανέλαβε πλέον αποφασιστικό ρόλο στη χορήγηση αδειών παραγωγής, με το ΥΠΕΚΑ να ασκεί τον έλεγχο της νομιμότητας των αποφάσεων της ΡΑΕ, ο οποίος έλεγχος καταργήθηκε με τις ρυθμίσεις του ν.4001/2011.

## 2.2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

### 2.2.1. Γενικά

Η Νομοθεσία, οι Κανονισμοί και οι Οδηγίες (Ελληνικές ή ξένες) που θα χρησιμοποιηθούν για την εκπόνηση αυτής της μελέτης αναφέρθηκαν παραπάνω.

Σημειώνεται ότι κατά την εκπόνηση της μελέτης ελήφθησαν υπόψη οι Εθνικοί Κανονισμοί και τα Εθνικά Πρότυπα, όπως Γερμανικά (DIN κλπ), Βρετανικά (BS κλπ), Γαλλικά (FN κλπ), Ηνωμένων Πολιτειών (ASTM κλπ), τα αντίστοιχα των λοιπών Κρατών Μελών της Ε.Ε. καθώς και τα Διεθνή (ISO κλπ), ειδικότερα δε, οι Κανονισμοί και τα Πρότυπα της χώρας προέλευσης του κάθε συγκεκριμένου προϊόντος, εάν δεν καλύπτονται από ως άνω αναφερόμενα.

### 2.2.2. Εγκαταστάσεις Ισχυρών Ρευμάτων - Γειώσεων

- Πρότυπο ΕΛΟΤ HD-384 (2η Έκδοση).
- Κοινή Υπουργική Απόφαση Αριθμ.Φ Α΄ 50/1208/642 (ΦΕΚ-1222/Β/5-9-2006) «Θέματα Ασφαλείας Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (Ε.Η.Ε). Καθιέρωση υποχρέωσης εγκατάστασης διατάξεων διαφορικού ρεύματος και κατασκευής θεμελιακής γείωσης».

### 2.2.3. Εγκαταστάσεις Ασθενών Ρευμάτων.

- ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ : «Νέος Κανονισμός Εσωτερικών Τηλεπικοινωνιακών Δικτύων οικοδομών». ΦΕΚ 767 / Β / 31-12-1992.
- ANSI/TIA/EIA 568-B «COMMERCIAL BUILDING TELECOMMUNICATION BUILDING STANDARD ». ή το αντίστοιχο ISO/IEC 11801.
- ANSI/TIA/EIA-569-A «COMMERCIAL BUILDING STANDARD FOR COMMUNICATIONS PATHWAYS AND SPACES ».

### 2.2.4. Αντικεραυνική Προστασία

- Ελληνικό / Ευρωπαϊκό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305 – 1 : 2006, “Protection against lightning, Part 1: General Principles”.
- Ελληνικό / Ευρωπαϊκό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305 – 2 : 2006: “Protection against lightning, Part 2: Risk Management”.
- Ελληνικό / Ευρωπαϊκό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305 – 3 : 2006, “Protection against lightning. Physical damage to structures and life hazard”.
- Ελληνικό / Ευρωπαϊκό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305 – 4 : 2006, “Protection against Lightning part 4 : Electrical and electronic systems within structures”.

### 2.2.5. Συμπληρωματικοί κανονισμοί.

- Κανονισμοί και Προδιαγραφές διαφόρων ειδικών εγκαταστάσεων και υλικών.
- Συμπληρωματικά θα χρησιμοποιηθούν οι οδηγίες και οι υποδείξεις αναγνωρισμένων κατασκευαστών σχετικά με τον τρόπο εγκατάστασης και λειτουργίας του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Τα χρησιμοποιούμενα υλικά θα είναι σύμφωνα με τα σχετικά πρότυπα του ΕΛΟΤ και όπου δεν υπάρχουν θα ακολουθηθούν τα σχετικά DIN και ISO.

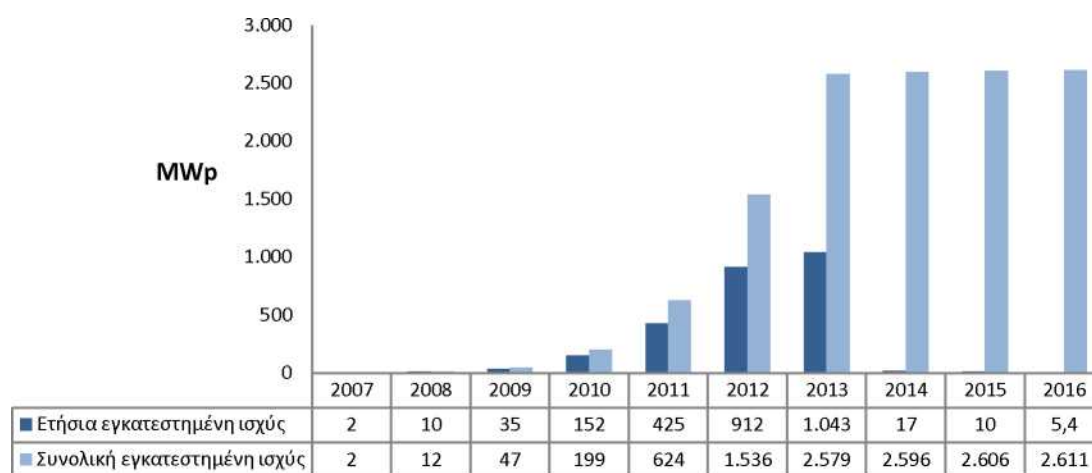
## 2.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Φ/Β ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

### 2.3.1. Στατιστικά στοιχεία αγοράς Φ/Β

Το 2016 υπήρξε η χειρότερη χρονιά για τα φωτοβολταϊκά στην Ελλάδα, με την αγορά να πέφτει σχεδόν στα επίπεδα του 2007, πριν αρχίσει δηλαδή η ουσιαστική ανάπτυξη της. Η καθυστέρηση στην υιοθέτηση νέου θεσμικού πλαισίου

(κάτι που έγινε μόλις τον Αύγουστο του 2016 και δεν διευκόλυνε την έγκαιρη ανάπτυξη μεσαίων και μεγάλων έργων) και η επιβολή capital controls (που επηρέασε την εγκατάσταση μικρών συστημάτων αυτοπαραγωγής, net-metering), υπήρξαν οι βασικές αιτίες για τα απογοητευτικά αποτελέσματα. Παρόλα αυτά και, λόγω της πρότερης εντυπωσιακής ανάπτυξης, το 2016, τα φωτοβολταϊκά κάλυψαν το 7,05% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια, φέρνοντας την Ελλάδα στην τρίτη θέση διεθνώς σε ότι αφορά στη συμβολή των φωτοβολταϊκών στη συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας.

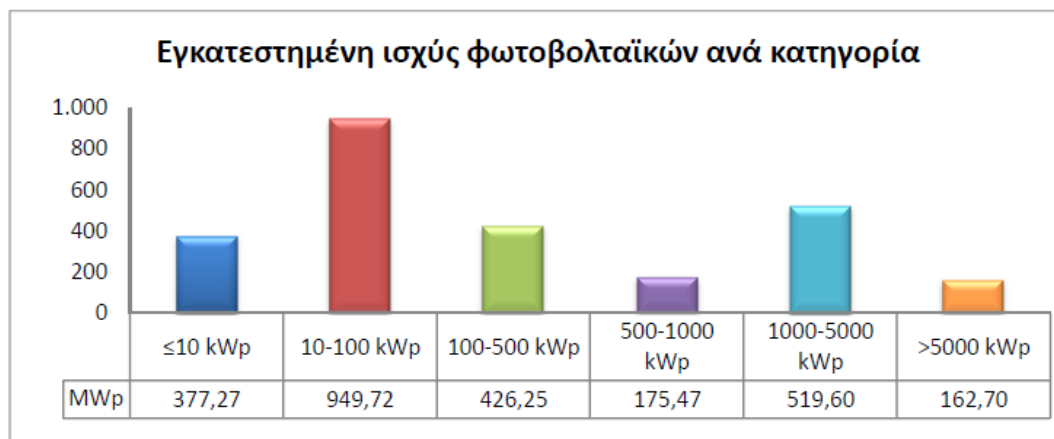
Διασυνδεδεμένα συστήματα	MWp
Νέα εγκατεστημένη ισχύς διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών το 2016	5,42
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών ως και το 2016	2.611



Σχ. 1 Ελληνική αγορά φ/β<sup>12</sup>

Όλα τα συστήματα που εγκαταστάθηκαν το 2016, αφορούσαν σε συστήματα αυτοπαραγωγής με ενεργειακό συμψηφισμό.

<sup>12</sup> Πηγή: [www.helapco.gr](http://www.helapco.gr) – Σύνδεσμος Εταιριών Φ/Β



Μέση ενεργειακή απόδοση φωτοβολταϊκών (MWh/MWp)				
	Πάρκα		Οικιακά	
	Ηπειρωτική Χώρα (Σύστημα)	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά	Ηπειρωτική Χώρα (Σύστημα)	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
2014	1.485	1.725	1.345	1.525
2015	1.515	1.725	1.305	1.495
2016	1.517	1.787	1.355	1.535
<b>Μέσος όρος</b>	<b>1.506</b>	<b>1.746</b>	<b>1.335</b>	<b>1.518</b>

Πίνακας 1<sup>13</sup>

## 2.4. ΤΑ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΑ Φ/Β ΠΑΡΚΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Παρακάτω παραθέτονται τα μεγαλύτερα έργα από πλευρά ισχύος στην Ελλάδα και είναι τα εξής:

ΠΕΡΙΟΧΗ	MWp
Λάρισα	10
Αττική-Ελευθέριος Βενιζέλος (αεροδρόμιο)	8
Βοιωτία	7,5
Πελοπόννησος	6
Θήβα	5
Δράμα	5

Πίνακας 2<sup>14</sup>

<sup>1313</sup> Πηγή: ΛΑΓΗΕ, ΔΕΔΔΗΕ

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Φ/Β ΠΑΡΚΟΥ «ΚΟΥΜΑΡΙΑΝΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΠΑΤΩΝ Ο.Ε.»**

### **3.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ – Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΑ**



Φ/Β ΠΑΡΚΟ «ΚΟΥΜΑΡΙΑΝΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΠΑΤΩΝ ΟΕ»

#### **3.1.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ**

Ο Φ/Β Σταθμός περιλαμβάνει Φ/Β 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 Φ/Β 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

<sup>14</sup> Πηγή: [www.energypress.gr](http://www.energypress.gr) Τα παραπάνω βασίζονται σε στοιχεία του 2011.

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 δίκτυό της.

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

Τα Φ/Β πλαίσια είναι ηλεκτρικά συνδεδεμένα και τοποθετημένα σε συστοιχίες (strings). Τα πλαίσια τοποθετούνται σε βάσεις στήριξης γαλβανισμένου εν θερμώ χάλυβα, τριπλής σειράς, η οποία στερεώνεται με πασσάλους.

Η Φ/Β διάταξη αποτελείται από Φ/Β συστοιχίες – κυκλώματα (strings) που αποτελούν πηγές ρεύματος. Κάθε κύκλωμα αποτελείται από 17 μέχρι 24 πλαίσια που συνδέονται σε σειρά για να επιτευχθεί η επιθυμητή τάση συστήματος.

Ο θετικός (+) και αρνητικός (-) ακροδέκτης κυκλώματος οδηγούνται στην είσοδο των αντιστροφών οι οποίοι μετατρέπουν την ΣΡ Φ/Β ηλεκτρική παροχή σε τριφασική παροχή ΕΡ 3x400V – 50Hz.

Οι αντιστροφείς είναι ονομαστικής ισχύος 17kW **διαθέτουν επτά εισόδους για strings, πέντε στην κύρια είσοδο Α και μία στην κύρια είσοδο Β**. Συνολικά εγκαθίστανται 6 αντιστροφείς, στην πίσω πλευρά των πλαισίων, πάνω στην μεταλλική κατασκευή στήριξης.

Οι έξοδοι των αντιστροφών οδηγούνται στον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης (ΓΠΧΤ), που έχει την δυνατότητα παράλληλης σύνδεσης τουλάχιστον 6 κυκλωμάτων εισόδου και δίνει μία έξοδο AC, η οποία μεταφέρει το άθροισμα των ρευμάτων των κυκλωμάτων εισόδου (Inverter). Τέλος ο ΓΠΧΤ τροφοδοτεί όλα τα βοηθητικά συστήματα (σύστημα ασφαλείας, σύστημα τηλεμετρίας, φωτισμός, κλπ).

Η έξοδος του ΓΠΧΤ οδηγείται μέσω υπόγειας παροχής Νο6 της ΔΕΗ στο Δίκτυο Χ.Τ. της ΔΕΗ 400V που αποτελεί την τάση του δικτύου της ΔΕΗ στο οποίο δίνεται η ενέργεια του Σταθμού.

Βλ. Παράρτημα: Σχέδιο Η-1 φαίνεται η Γενική Διάταξη του Φ/Β Σταθμού.



### 3.2. Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΑ

Τα Φ/Β Πλαίσια που θα εγκατασταθούν είναι της εταιρίας Tianwei, πολυκρυσταλλικού πυριτίου, τύπου TW230P60, ονομαστικής ισχύς 230W έκαστο.

Τα Φ/Β Πλαίσια πληρούν τις παρακάτω προδιαγραφές (ή αντίστοιχες) πιστοποιημένες από αναγνωρισμένο φορέα:

- IEC 61215: Design qualification and type approval for crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules.
- IEC 61730: Photovoltaic (PV) module safety qualification.
- Τα Φ/Β Πλαίσια διαθέτουν διόδους παράκαμψης (by-pass diodes).
- Τα Φ/Β Πλαίσια διαθέτουν «Declaration of conformity CE» του κατασκευαστή σύμφωνα με την 2004/108/EC (ή 93/97/EC ή 89/336/EC) «Electromagnetic compatibility directive» και την 2006/95/EC (ή 93/68/EC ή 73/23/EC) «Low voltage directive».

Συνολικά εγκαθίστανται **434 Φ/Β Πλαίσια συνολικής ονομαστικής ισχύος 99,820 kWp.**

Η εγκατάσταση της κάθε συστοιχίας (αριθμός Φ/Β Πλαισίων συνδεδεμένα ηλεκτρολογικά σε σειρά) θα γίνεται έτσι ώστε Φ/Β Πλαίσια με παρόμοιο ρεύμα ( $I_{mp}$ ) – όπως αυτό προκύπτει από το flash report του εργοστασίου - να εγκαθίστανται στην ίδια στοιχειοσειρά (τόσο ηλεκτρολογικά όσο και χωροταξικά) ώστε να περιορίζονται οι απώλειες λόγω ηλεκτρικής ανομοιομορφίας (mismatch). Θα υπάρχει μέριμνα και διαχείριση των παραγγελιών Φ/Β που θα φτάνουν στο έργο ώστε:

- Να υπάρχει καταγραφή των στοιχείων έκαστου Φ/Β Πλαισίου, πριν ή κατά την παραλαβή στο έργο.
- Να γίνεται ομαδοποίηση των Φ/Β Πλαισίων σύμφωνα με την προ-ταξινόμηση αυτών πριν τη φόρτωσή τους από το εργοστάσιο του προμηθευτή.
- Οι αριθμοί κατασκευαστή των Φ/Β Πλαισίων (serial numbers) που ανήκουν στην ίδια στοιχειοσειρά να είναι γνωστοί στους εγκαταστάτες και να τηρείται κατά την εγκατάσταση η σωστή ομαδοποίηση όπως θα ορίζεται από τον ανάδοχο.

Οι θέσεις κάθε στοιχειοσειράς κωδικοποιούνται στο σχέδιο T-Z (σχέδιο καλωδίωσης). Κατόπιν ομαδοποίησης των Φ/Β πλαισίων θα συμπληρωθεί πίνακας αντιστοίχισης κάθε Φ/Β πλαισίου με την στοιχειοσειρά στην οποία τοποθετείται.

Μεταξύ των μετρήσεων που θα πρέπει να διεξαχθούν θα είναι και μετρήσεις I-V, σε κατάλληλες καιρικές συνθήκες, για τη διαπίστωση σφαλμάτων στις συνδέσεις, ελαττωματικών Φ/Β Πλαισίων ή άλλων προβλημάτων. Οι λεπτομέρειες που θα διέπουν τις μετρήσεις αυτές, καθώς και τα συμπεράσματα που θα μπορούν να εξαχθούν, θα περιγράφονται στην αντίστοιχη έκθεση “commissioning” αλλά θα έχουν τις παρακάτω βασικές αρχές:

- Οι μετρήσεις I-V θα διενεργούνται μεταξύ των ακροδεκτών κάθε μίας στοιχειοσειράς. Αν εντοπιστεί οποιοδήποτε σφάλμα σε οποιαδήποτε στοιχειοσειρά, θα διεξάγονται μετρήσεις σε όλα τα Φ/Β πλαίσια της στοιχειοσειράς αυτής.

Σκοπός των μετρήσεων αυτών είναι :

- i. Ο εντοπισμός και η αντικατάσταση ελαττωματικών Φ/Β Πλαισίων τα οποία δεν έχουν ομαλά διαγράμματα I-V.
- ii. Η εκτίμηση του ενδεχόμενου εκφυλισμού της πραγματικής ισχύος των στοιχειοσειρών ή/και των Φ/Β Πλαισίων με μετατροπή των μετρήσεων I-V με βάση τα πρότυπα IEC 60904-1, 60891, 60904-10 ή/και άλλο κατάλληλο πρότυπο ή αλγόριθμο σε συνθήκες STC.

Στο Παράρτημα, παρουσιάζονται αναλυτικά τα τεχνικά στοιχεία των Φ/Β Πλαισίων.

### 3.3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Τα Φ/Β Πλάισια θα εγκατασταθούν σε ομάδες (συστοιχίες/τραπέζια), τριπλής σειράς διάταξης Portrait, με την βοήθεια Συστημάτων στήριξης της εταιρίας RAMA.

Τα συστήματα σταθερής στήριξης (Συστήματα Στήριξης ή Σ.Σ.) θα είναι από γαλβανισμένο χάλυβα και είναι πιστοποιημένα. Η κατασκευή των εξαρτημάτων πραγματοποιείται στο εργοστάσιο της εταιρίας RAMA ABEE. Οι χρησιμοποιούμενες βίδες κατά την συναρμολόγηση είναι χαλύβδινες γαλβανισμένες κατάλληλης κλάσεως αντοχής.

Για την πιστοποίηση των Σ.Σ. του ο Ανάδοχος έχει θεωρήσει τα μόνιμα φορτία, θερμοκρασιακές μεταβολές, το φορτίο χιονιού και το φορτίο ανέμου σύμφωνα με τις διατάξεις του ΕΥΡΟΚΩΔΙΚΑ και το DIN 1055. Επιπλέον έχει λάβει υπόψη της τα δυναμικά φορτία όπως προκύπτουν βάσει του φάσματος σχεδιασμού του ισχύοντος

Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού 2000 (ΕΑΚ-2000) με τις συμπληρώσεις του 2003. Η απόσταση του κάτω μέρους κάθε συστοιχίας πλαισίων από το έδαφος θα είναι τουλάχιστον 50cm και του πάνω μέρους μέχρι 2,5m. Το Σύστημα Στήριξης θα έχει την απαραίτητη κλίση ( $25^\circ$ ) ως προς το οριζόντιο επίπεδο, ώστε να βελτιστοποιείται η απόδοση του Φ/Β Σταθμού. Ο τρόπος αγκύρωσης του Συστήματος Στήριξης θα πραγματοποιηθεί με απευθείας έμπηξη πασσάλων κατάλληλης διατομής και μήκους στο έδαφος.

Ο διάδρομος μεταξύ των συστοιχιών θα έχει πλάτος τουλάχιστον 5m.

Τα Συστήματα Στήριξης θα συνοδεύονται από:

- Σχέδια και μελέτη μηχανικής αντοχής τους.
- Εγγύηση του κατασκευαστή για μη μεταβολή των μηχανικών τους ιδιοτήτων.
- Εγγύηση του κατασκευαστή για αντοχή στις ανεμοπιέσεις σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα.
- Στατική μελέτη στήριξής τους για το συγκεκριμένο γήπεδο.

Ο Ανάδοχος θα πρέπει επίσης με δική του ευθύνη στη φάση του σχεδιασμού και της εγκατάστασης των Συστημάτων Στήριξης και των Φ/Β Πλαισίων να φροντίσει για τη συμβατότητα των διαφόρων υλικών του εξοπλισμού αυτού (Φ/Β Πλαίσια, συστήματα στήριξης, μηχανικές συνδέσεις μεταξύ τους, κλπ) ώστε να μην εμφανίζονται διηλεκτρικά φαινόμενα καθώς και τη χρήση κατάλληλων υλικών, όπου αυτό είναι απαραίτητο, για την αποφυγή τέτοιων προβλημάτων (χρήση διμεταλλικών επαφών, κατάλληλες βίδες, κλπ).

Η βάση εδράζεται στο έδαφος με χαλύβδινο πάσσαλο διατομής 3Π διαστάσεων 157x130x4,0mm και μήκους 3000 mm ειδικά διαμορφωμένο, ο οποίος εμπήγεται εντός του εδάφους σε βάθος τέτοιο ώστε να εξασφαλίζεται η στατική ασφάλεια της κατασκευής. Το βάθος έμπηξης θα προκύψει μετά από δειγματοληπτικούς ελέγχους και δοκιμαστικές πασσαλομπήξεις, pull-out tests, επί τόπου και κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων από τον Μηχανικό της εταιρίας Eurometal SA.

Ο πάσσαλος συνδέεται με την ανωδομή με ενδιάμεσο εξάρτημα (γωνιακό τύπου Π εξάρτημα) με διαστάσεις 270x127x60x4 mm για τη στήριξη των διαμήκων δοκών Π και ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη γωνία εφαρμογής.

Οι διαμήκεις δοκοί Π διατομής 94x70x2 mm και μήκους 4000 mm ειδικά διαμορφωμένοι, συνδέονται στην κεκλιμένη επιφάνεια του εξαρτήματος. Δύο Τεγίδες Αντιστήριξης των διαμήκων δοκών με διαστάσεις 1550x60x56x2mm και 2390x60x40x2mm συνδέονται στη διαμήκη δοκό και στον χαλύβδινο πάσσαλο σε

ειδικό σημείο που καθορίζεται από την κλίση της κατασκευής ( $25^\circ$ ). Δοκοί διατομής 3Π 41x60,46x2 mm και μήκους 4000 mm συνδέονται κάθετα στη διεύθυνση των διαμήκων δοκών, σε αποστάσεις ικανές για τη στήριξη των συλλεκτών.

Για τη σύνδεση όλων των εξαρτημάτων χρησιμοποιούνται κοχλίες EN898 γαλβανιζέ, περικόχλια κατά ISO 4032 και ροδέλες κατά EN ISO 10684 γαλβανιζέ.

Οι εμπλεκόμενες με τα Συστήματα Στήριξης εργασίες που θα εκτελεστούν είναι οι ακόλουθες:

- Η έμπηξη των πασσάλων στις από τη μελέτη προσδιορισμένες θέσεις
- Η συναρμολόγηση των Συστημάτων Στήριξης.
- Η σταθεροποίηση επί του εδάφους των Συστημάτων Στήριξης σε κατάλληλες αναμονές επί του εδάφους όπως προκύπτουν από την Μελέτη Εφαρμογής.
- Η τοποθέτηση και σταθεροποίηση των Φ/Β Πλαισίων πάνω στα Συστήματα Στήριξης (περιλαμβάνονται τα διάφορα μικροϋλικά).

Η όλη εγκατάσταση των Φ/Β Πλαισίων – Συστημάτων Στήριξης – Βάσεων στήριξης έχει σχεδιαστεί και θα κατασκευαστεί έτσι ώστε να υπάρχει καλή απόκριση της εγκατάστασης σε θερμικές συστολές/διαστολές αλλά και σε σεισμούς.

Στο Παράρτημα, παρουσιάζονται στοιχεία του Συστήματος Στήριξης του Σταθμού.

### 3.4. ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΙΣ



Φ/Β ΠΑΡΚΟ «ΚΟΥΜΑΡΙΑΝΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΠΑΤΩΝ ΟΕ» (αντιστροφείς)

Για την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο θα χρησιμοποιηθούν οι αντιστροφείς: Sunny tripower STP 17000TL-10 του οίκου SMA. Θα εγκατασταθούν έξι (6) αντιστροφείς.

Οι αντιστροφείς τύπου STP 17000TL-10 διαθέτουν 5 εισόδους σημείου μέγιστης ισχύος (MPP) στοιχειοσειρών στην περιοχή εισόδου Α και 1 είσοδο μέγιστης ισχύος (MPP) στοιχειοσειρών στην περιοχή εισόδου Β. Στην περίπτωση μας, θα συνδεθούν συνολικά: 72Φ/Β Πλαίσια σε 3 συστοιχίες των εικοσιτεσσάρων (24) πλαισίων, δύο (2) εξ αυτών στην περιοχή εισόδου Α, και μία (1) στην περιοχή εισόδου Β των πρώτων πέντε (5) αντιστροφών 74Φ/Β πλαίσια σε τρεις (3) συστοιχίες των 19 πλαισίων στην περιοχή εισόδου Α και μία (1) συστοιχία των δεκαεπτά (17) πλαισίων στην περιοχή εισόδου Β του 6<sup>ου</sup> αντιστροφέα. Η μέγιστη ισχύς του κάθε αντιστροφέα είναι 17.1kWp .

Οι αντιστροφείς πληρούν τα ακόλουθα:

- Είναι σύμφωνοι με τις προδιαγραφές της ΔΕΗ Α.Ε. και προστατευμένοι έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης κατά VDE-0126-1-1.
- Διαθέτουν ηλεκτρονική ασφάλεια και αναγνώριση σφάλματος στοιχειοσειρών.
- Προστασία τουλάχιστον IP 65 για εγκατάσταση σε εξωτερικό χώρο.
- Διαθέτουν «Declaration of conformity CE» του κατασκευαστή σύμφωνα με την 2004/108/EC (ή 93/97/EC ή 89/336/EC) «Electromagnetic compatibility directive» και την 2006/95/EC (ή 93/68/EC ή 73/23/EC) «Low voltage directive».

Στο Παράρτημα, παρουσιάζεται η μελέτη, τα τεχνικά στοιχεία, όπως επίσης και οι οδηγίες εγκατάστασης για τους αντιστροφείς.

### **3.5. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΣΧΥΡΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.**

#### **3.5.1. Γενικά**

Όλες οι ηλεκτρολογικές εργασίες θα πρέπει να εκτελούνται σύμφωνα με τους κανονισμούς της Ελληνικής Νομοθεσίας καθώς και τους κανόνες τέχνης και επιστήμης. Όλη η ηλεκτρολογική εγκατάσταση θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τους κανονισμούς σχετικά με τις αρμονικές και την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα, την Ελληνική νομοθεσία, τους σχετικούς κανονισμούς εναρμόνισης με τις αντίστοιχες

ευρωπαϊκές νόρμες καθώς και με τους κανονισμούς της ΔΕΗ σχετικά με την ποιότητα του παρεχόμενου ρεύματος.

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται συνοπτικά ο απαιτούμενος εξοπλισμός και εργασίες για την ηλεκτρική εγκατάσταση του σταθμού και το σύστημα επικοινωνιών, παρακολούθησης και ελέγχου του Φ/Β Σταθμού [δηλ. από τις Συστοιχίες (strings) μέχρι και τον πίνακα χαμηλής τάσης και στη συνέχεια μέχρι και το σημείο διασύνδεσης με το Δίκτυο της ΔΕΗ].

Δεν συμπεριλαμβάνεται η μελέτη και κατασκευή του Δικτύου Διασύνδεσης Χαμηλής Τάσης του Φ/Β Σταθμού με το τοπικό Δίκτυο της ΔΕΗ καθώς και όλες οι σχετικές εργασίες που περιγράφονται στην Προσφορά Σύνδεσης του ΔΕΣΜΗΕ. Περιλαμβάνονται, όμως, όλες οι εργασίες και εξοπλισμός μέχρι και το Σημείο Σύνδεσης με το Δίκτυο.

Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση ισχυρών ρευμάτων, αρχίζει από τον Γενικό Πίνακα και περιλαμβάνει τον Πίνακα ΧΤ και Διανομής της ηλεκτρικής παροχής, όλες τις απαιτούμενες καλωδιώσεις, συρματώσεις και σωληνώσεις, τα φωτιστικά σώματα, τους ρευματοδότες, καθώς και τα απαραίτητα όργανα διακοπής, ασφάλισης, εκκίνησης, ζεύξης, κτλ. που απαιτούνται για την ασφαλή λειτουργία των πάσης φύσης καταναλώσεων της εγκατάστασης.

Συγκεκριμένα περιλαμβάνει:

- Την εγκατάσταση περιμετρικού φωτισμού.
- Την εγκατάσταση ρευματοδοτών.
- Την εγκατάσταση του πίνακα διανομής.
- Την εγκατάσταση γείωσης.
- Λοιπές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.

Θα εγκατασταθεί ανεξάρτητο σύστημα διανομής για τα φορτία αδιάλειπτης λειτουργίας τα οποία θα τροφοδοτούνται δια μέσου μονάδας αδιάλειπτης λειτουργίας (UPS).

Στο Παράρτημα: Σχέδια Η-2,4,5,6 παρουσιάζονται οι «χανδακές οδέσεων καλωδίων» και τα Διαγράμματα Όδωσης των καλωδίων του Σταθμού».

### 3.5.2. Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης (ΓΠΧΤ)

Μεταλλικός πίνακας δύο (2) τυποποιημένων πεδίων χαμηλής τάσης, ο οποίος θα περιλαμβάνει τον Αυτόματου Διακόπτη Ισχύος για την είσοδο του Δικτύου ΔΕΗ, τον αυτοματισμό προστασίας του, τους απαγωγείς υπερτάσεως, όπως επίσης και τους Μικροαυτόματους Διακόπτες για τις εισόδους των inverters και τους Μικροαυτόματους Διακόπτες για την εξυπηρέτησή του.

A/A	ΤΜΗΜΑ	ΤΥΠΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ ΥΛΙΚΑ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ABB	ΤΕΜ.
1	Τμήμα Εισόδου ΔΕΗ	Αυτόματος 160Α 4Ρ 6 ΚΑ	1
	Τμήμα Απαγωγών υπερτάσεως	Raynos 40 Reycap	4
	Τμήμα Inverteres εισόδων	Μικρο-αυτόματος C 3x50Α 6ΚΑ	6
2	Τμήμα Βοηθητικού εξοπλισμού	Θυρό-αυτόματος 64x16Α 6ΚΑ	3

Με την ολοκλήρωση της κατασκευής του πίνακα χαμηλής τάσης, εκτελούνται οι προβλεπόμενες από τα σχετικά πρότυπα σειράς και εκδίδονται τα αντίστοιχα πρωτόκολλα. Περιλαμβάνονται:

- Έλεγχος διαστάσεων, μεταλλικής κατασκευής κτλ
- Έλεγχος διατομών
- Έλεγχος πληρότητας εξοπλισμού
- Έλεγχος κύριων κυκλωμάτων με ονοματική τάση
- Έλεγχος βοηθητικών κυκλωμάτων ελέγχου-σημάνσεων
- Διηλεκτρική δοκιμή με τάση 2,5kV για 1s

Όλες οι γραμμές εισόδου και αναχωρήσεων θα καταλήγουν σε αριθμημένες κλεμμοσειρές, περιλαμβανομένου του ουδετέρου και της γείωσης.

Το μονογραμμικό σχέδιο του ΠΧΤ Η-7 παρουσιάζεται στο Παράρτημα.

### Λοιπός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός Χαμηλής Τάσης

Ο λοιπός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός Χ.Τ. του Πίνακα χαμηλής τάσης θα περιλαμβάνει: την ηλεκτρική τροφοδότηση και εξυπηρέτηση των βοηθητικών

## **3.6. ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ ΙΣΧΥΡΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ**

### **3.6.1. Καλωδιώσεις συστοιχιών DC (strings)**

Τα Φ/Β Πλαίσια εκάστης συστοιχίας θα συνδεθούν εν σειρά για την κατασκευή 15 String των 24 πλαισίων, 3 Strings των 19 πλαισίων και 1 string των 17 πλαισίων. Ο θετικός (+) και αρνητικός (-) ακροδέκτης κάθε συστοιχίας συνδέεται στην είσοδο των αντιστροφένων. Το καλώδιο που θα χρησιμοποιηθεί για την παραπάνω σύνδεση είναι της εταιρείας NEXANS τύπου ENERGYFLEX, διατομής 6mm<sup>2</sup>. Η διατομή των 6mm<sup>2</sup> επαρκεί, ώστε οι μέσες απώλειες του σταθμού να είναι μικρότερες από 1%.

Οι οδεύσεις των καλωδιώσεων των συστοιχιών γίνονται στις διαμήκεις δοκούς του συστήματος στήριξης, αφού οι αντιστροφείς είναι τοποθετημένοι κατά το ίδιο μήκος όσον αφορά τον άξονα B-N.

Όπου χρειάζεται, θα πιαστούν τα καλώδια στο σύστημα στήριξης με πλαστικά δεματικά. Η σύνδεση των ακροτελευταίων πάνελ με τους αντιστροφείς θα γίνει μέσω ακροδεκτών τύπου MC4 η οποία είναι εφικτή μόνον με τη χρήση ειδικής πρέσας. Η σύνδεση της άλλης μεριάς των καλωδίων στους αντιστροφείς θα γίνει μέσω ακροδεκτών τύπου Sunclix, οι οποίοι παρέχονται από την κατασκευάστρια εταιρεία SMA.

Το διάγραμμα όδευσης των καλωδίων AC και 2α strings παρουσιάζονται στο Παράρτημα.

### **3.6.2. Καλωδιώσεις AC Χ.Τ.**

Οι έξοδοι AC των αντιστροφένων οδηγούνται στον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης (ΓΠΧΤ), με την βοήθεια καλωδίων του οίκου NEXANS τύπου NYG 0.6/1KV-IEC. Πρόκειται για καλώδιο σταθερών εγκαταστάσεων σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους στον αέρα ή στο έδαφος.

Είναι ονομαστικής τάσης 0,6/1kV, διαθέτει χάλκινους αγωγούς, μόνωση PVC, εσωτερικό μανδύα PVC και εξωτερικό μανδύα PVC.



Οι οδεύσεις των καλωδιώσεων AC Χ.Τ. θα γίνουν με τη χρήση προστατευτικού σωλήνα τύπου Geoflex ΚΟΥΒΙΔΗ.

Επίσης καλωδιώσεις χαμηλής τάσης απαιτούνται για την τροφοδοσία των καμερών, του συστήματος συναγερμού, δικτύου περιεκτρικού Ρευματοδοτών καθώς και του περιμετρικού φωτισμού του σταθμού.

Οι διατομές των καλωδίων έχουν υπολογιστεί με τα εξής κριτήρια:

- Την ικανότητά τους να αντέχουν το μέγιστο ρεύμα κάθε κυκλώματος.
- Τον περιορισμό των απωλειών ισχύος στο Δίκτυο (καλωδιώσεις DC, AC) του Φ/Β Σταθμού ώστε να είναι εντός των επιθυμητών ορίων (<1%) σε συνθήκες STC.

Το διάγραμμα όδευσης των καλωδίων AC Σχέδια Η-4 και Η-6 παρουσιάζονται στο Παράρτημα.

### 3.7. ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

Οι καλωδιώσεις ασθενών ρευμάτων αφορούν κυρίως δύο υποσυστήματα του έργου. Το σύστημα ασφαλείας και το σύστημα τηλεμετρίας. Όλες οι καλωδιώσεις ασθενών ρευμάτων θα οδεύουν σε προστατευτικούς σωλήνες από ειδικό σταθεροποιημένο θερμοπλαστικό υλικό U-PVC του οίκου Kounidi τύπου Geoflex κατάλληλης διατομής.

Το Διάγραμμα όδευσης ασθενών ρευμάτων, όπως και οι θέσεις των ιστών για τις κάμερες και τις δέσμες του συστήματος ασφαλείας, διακρίνονται στα σχέδια Η-2 και Η-4 και Η-6 στο Παράρτημα.

### 3.8. ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΙΩΣΗΣ

Η επιλογή του συστήματος γείωσης του Φ/Β Σταθμού έγινε με στόχο:

- Την ελαχιστοποίηση της αντίστασης γείωσης κάθε Ομάδας Φ/Β Συστοιχιών και κατά συνέπεια όλου του Φ/Β Σταθμού.
- Την ελαχιστοποίηση του κόστους αγοράς υλικών.
- Την ευκολία εγκατάστασης του συστήματος γείωσης.

Ο σχεδιασμός του Συστήματος Γείωσης έγινε ύστερα από εκτίμηση της ειδικής αντίστασης του εδάφους του γηπέδου όπου θα εγκατασταθεί ο Φ/Β Σταθμός και με χρήση κατάλληλου λογισμικού πακέτου.

Πιο συγκεκριμένα περιμετρικά του γηπέδου των Φ/Β Πλαισίων θα τοποθετηθεί κλειστός βρόχος ταινίας γειώσεως από επιψευδαργυρωμένο χάλυβα (St/Zn) διαστάσεων 30mmx3,5mm<sup>2</sup>. Η ταινία θα τοποθετηθεί σε απόσταση τουλάχιστον 1 m από το εξωτερικό όριο και σε βάθος τουλάχιστον 0,5 m από την επιφάνεια.

Η ταινία τοποθετείται κατακόρυφα με την μικρή πλευρά της προς το έδαφος. Η κατακόρυφη εγκατάσταση είναι εφικτή με την βοήθεια ειδικών εξαρτημάτων ορθοστατών, κατασκευασμένων από χάλυβα θερμά επιψευδαργυρωμένο (St/tZn).

Όπου η περιμετρική ταινία γείωσης πρέπει να ενωθεί με εξαρτήματα που δεν είναι κατασκευασμένα από χάλυβα, οι συνδέσεις θα πραγματοποιούνται με τη χρήση διμεταλλικών ελασμάτων σε περίπτωση σύνδεσης υπέργεια. Σε περίπτωση σύνδεσης υπόγεια θα χρησιμοποιούνται ανοξειδωτα εξαρτήματα

Η ταινία γείωσης θα ενώνεται με τους πασσάλους του συστήματος στήριξης μέσω αγωγού St/Zn Φ10. Η σύνδεση του πασσάλου του εκάστοτε Συστήματος Στήριξης με τον χάλυβα θα γίνεται εκτός του εδάφους με ειδικούς διμεταλλικούς συνδέσμου τύπου Z, για την εξάλειψη της διαδικασίας της ηλεκτρόλυσης. Προς το κατανεμημένο αυτό δίκτυο γείωσης/ ομογενοποίησης δυναμικού των Συστοιχιών θα συνδεθούν, επίσης τα μεταλλικά μέρη στους αντιστροφείς.

Τέλος, θα γειωθούν τα πλαίσια μέσω ειδικών κλαμπς της RAMA τα οποία διαπερνούν την ανοδίωση του περιβλήματος του πανέλου.

Στο Σχέδιο Η-5, Παράρτημα, παρουσιάζεται διάγραμμα του δικτύου γειώσεων.

### 3.9. ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ

Για την καταγραφή, συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων λειτουργίας του Σταθμού θα χρησιμοποιηθεί το πακέτο του Συστήματος Τηλεμετρίας που περιλαμβάνει: (το Sunny WebBox, Sunny Portal και το SensorBox) του οίκου SMA. Το σύστημα Sunny WebBox παρέχει την δυνατότητα στον χειριστή απομακρυσμένης εποπτείας μέσω του διαδικτύου. Ενώ με το λογισμικό Sunny Portal, γίνεται η γραφική αναπαράσταση των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί.

Επιπλέον το SensorBox καταγράφει τα περιβαλλοντικά δεδομένα του Φ/Β σταθμού, τα οποία χρειάζονται για την επιτήρηση απόδοσης. Για να γίνει αυτό, το SensorBox διαθέτει ενσωματωμένο αισθητήρα ακτινοβολίας και ένα εξωτερικό αισθητήρα θερμοκρασίας ηλιακής μονάδας. Επίσης θα συνδεθεί ένας αισθητήρας θερμοκρασίας περιβάλλοντος και ένας αισθητήρας ανέμου.

Από το Φ/Β Σταθμό θα αποστέλλονται κατ' ελάχιστο οι εξής πληροφορίες:

- Στιγμιαία αποδιδόμενη / απορροφούμενη ενεργός ισχύς του Φ/Β Σταθμού (kW).
- Στιγμιαία παραγόμενη / απορροφούμενη άεργος ισχύς του Φ/Β Σταθμού (kVAr).
- Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β Σταθμό kWh).
- Παραβίαση ορίων Τάσης – Συχνότητας.
- Ηλεκτρικά δεδομένα των αντιστροφών των Φ/Β Συστοιχιών (τάση, ένταση, ισχύς, ενέργεια, κατάσταση αντιστροφή, DC κυκλωμάτων κτλ.)
- Ηλεκτρικά δεδομένα των στοιχειοσειρών (τάση, ένταση)
- Μετεωρολογικά δεδομένα (όπως θερμοκρασία περιβάλλοντος, ηλιοφάνεια).

Η επικοινωνία των αντιστροφών με το προαναφερόμενο σύστημα συλλογής δεδομένων θα γίνεται μέσω γραμμής δεδομένων τεχνολογίας bus (RS485) και θα χρησιμοποιηθεί καλώδιο LIYSY 4x2x0,5 mm<sup>2</sup> με συνεστραμμένα ζεύγη, μέσα σε κατάλληλο σωλήνα, εξωτερικού χώρου κατά VDE 0816. Το καλώδιο επικοινωνιών θα έχει αντοχή σε ακτινοβολία UV

Στο Σχέδιο Η-4, Παράρτημα, παρουσιάζεται το διάγραμμα του συστήματος τηλεμετρίας.

### 3.10. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Το Σύστημα ασφαλείας θα αποτελείται από τα υποσυστήματα Συναγερμού (Alarm) και Κλειστού Κυκλώματος Τηλεόρασης (CCTV).

Το υποσύστημα Alarm θα χρησιμοποιεί ψηφιακούς ανιχνευτές μικροκυμάτων οι οποίοι θα τοποθετηθούν ανά 60 – 90 μέτρα στην εσωτερική περίμετρο του οικοπέδου, καλύπτοντας το σύνολο της περιμέτρου, για την επιτήρηση της περιμέτρου του γηπέδου και διάφορους τύπους αισθητηρίων για την επιτήρηση του εσωτερικού των οικίσκων.

Το υποσύστημα CCTV θα χρησιμοποιεί έγχρωμους σταθερούς εικονολήπτες με δυνατότητα νυχτερινής όρασης, τοποθετημένους επί μεταλλικών στύλων έτσι ώστε να διασφαλίζεται η κάλυψη του συνόλου της περιμέτρου του οικοπέδου εγκατάστασης και την νύχτα, που θα βρίσκονται στην περίμετρο του γηπέδου.

Τα καταγραφικά και το κέντρο ελέγχου του συστήματος ασφαλείας θα τοποθετηθούν σε ειδικό rack στους Πίνακες Συστημάτων Ασφάλειας, τοποθετημένους πλησίον του ΓΠΧΤ σε ειδική προς τούτο κατασκευή πάνω στους πασσάλους των Βάσεων Φ/Β πλαισίων.

Για την προστασία των ηλεκτρονικών συσκευών προβλέπεται να τοποθετηθεί στην είσοδο του ηλεκτρικού πίνακα διανομής ειδική αντικεραυνική διάταξη που θα παρεμβάλλεται μεταξύ των φάσεων / ουδετέρου και της γης.

Η διάταξη αυτή της προστασίας των ηλεκτρονικών συσκευών έχει την ιδιότητα να διοχετεύει προς την γη το κρουστικό ρεύμα της υπέρτασης που πιθανόν αναπτυχθεί στο ηλεκτρικό δίκτυο, μέσα από το σύστημα γείωσης των ηλεκτρονικών συσκευών.

Οι κάμερες και οι δέσμες θα τοποθετηθούν σε γαλβανισμένους στύλους ύψους 3 μέτρων, επίσης θα χρησιμοποιηθούν πίνακες IP65 για τις καλωδιώσεις.

Στο Σχέδιο Η-4, Παράρτημα, φαίνονται οι στύλοι με τις θέσεις των καμερών και των δεσμών καθώς και η γενικότερη διάταξη του συστήματος ασφαλείας.

### 3.11. ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Προβλέπεται η τοποθέτηση φορητών πυροσβεστικών μέσων για την τοπική αντιμετώπιση φωτιάς στον ΓΠΧΤ όταν εμφανιστεί. Οι πυροσβεστήρες θα τοποθετηθούν σε ύψος 1.50 m από το δάπεδο ή όπου δεν είναι εφικτό στο δάπεδο. Θα είναι Ξηράς Κόνεως, χωρητικότητας 6 kg και Διοξειδίου του Άνθρακα CO<sub>2</sub> των 6 kg.

### 3.12. ΕΡΓΑ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

#### 3.12.1. Περίφραξη

Η επισκευή της περίφραξης όπως και της πόρτας εισόδου θα γίνει σύμφωνα με τα οριζόμενα στα σχετικά σχέδια και την εγκεκριμένη οικοδομική άδεια στη θέση που προβλέπεται στην γενική οριζοντιογραφία του σταθμού.

Η περίφραξη θα αποτελείται από πλέγμα Νο15 πάχους σύρματος 2,4 σχηματίζοντας άνοιγμα 5,5x5,5 γαλβανιζέ επίσης θα τοποθετηθεί ούγια Νο16 με διάταξη μία επάνω μία στη μέση και μία κάτω μέχρι ύψους 2,1 m. Το πλέγμα θα στερεωθεί επί χαλύβδινων μεταλλικών πασσάλων και συνολικού ύψους 2,5μ. από το φυσικό έδαφος, ενώ το άνω τμήμα τους θα έχει κλίση 45ο.

Στην περίμετρο του γηπέδου, οι μεταλλικοί στύλοι διαστάσεων Φ48 βαρέως τύπου γαλβανισμένοι θα τοποθετηθούν ανά 2,5 μέτρα και σε βάθος όχι μικρότερο των 55 έως 60 εκατοστών, σε τρύπες που θα ανοιχθούν και οι οποίες θα πληρωθούν με άοπλο σκυρόδεμα. Στις αλλαγές κατεύθυνσης ή ανά τέταρτο κατά μέγιστο πάσσαλο της περίφραξης θα τοποθετηθούν αντηρίδες.

Επίσης στα ανοίγματα των σωλήνων θα τοποθετηθούν πλαστικά καλύμματα.

Σε όλη την περίμετρο του γηπέδου θα κατασκευαστεί περιμετρικό τοίχιο από σκυρόδεμα τύπου C16/20, με ύψος 20cm και πλάτος 20 cm, το οποίο θα εγκιβωτίσει το πλέγμα της περίφραξης και τους στύλους, οι οποίοι σε αυτή την περίπτωση θα τοποθετηθούν ανά 2,5 μέτρα.

#### 3.12.2. Εσωτερική οδοποιία

Θα κατασκευαστεί εσωτερικό οδικό δίκτυο, που θα συνδέει την θύρα με τον ΓΠΧΤ. Επιπλέον, θα υπάρχει εσωτερικός περιμετρικός δρόμος πλάτους 5 μέτρων. Η τελική επιφάνεια (οδόστρωμα) του εσωτερικού οδικού δικτύου θα διαστρωθεί με την χρήση αδρανών υλικών (κροκάλες και θραυστά υλικά λατομείου), τα οποία θα υποστούν επιφανειακή συμπίκνωση με οδοστρωτήρα, σε δύο στρώσεις.

Ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δοθεί στην δημιουργία οχετού απορροής των όμβριων πλευρικά της οδοποιίας, ενώ προβλέπεται η τοποθέτηση οχετού για την διοχέτευση των όμβριων προς τον ασφαλτόδρομο, Δυτική πλευρά του γηπέδου.

Οι δρόμοι κρίνονται απολύτως απαραίτητοι για την πρόσβαση βαρέων οχημάτων τόσο κατά τη διάρκεια κατασκευής όσο και για μελλοντική συντήρηση.

### 3.12.3. Χάνδακες Όδευσης Καλωδίων

Η διάνοιξη των χαντακιών διέλευσης καλωδίων ΧΤ και των χαντακιών γείωσης θα γίνει με χρήση κατάλληλου μηχανικού εξοπλισμού, στις διαστάσεις και στα βάθη που προβλέπονται από τα σχετικά σχέδια και διαγράμματα και με τα υλικά που προβλέπονται σε αυτά.

Η επίχωση θα γίνει σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τα σχέδια της εγκεκριμένης μελέτης και σύμφωνα με τα υλικά που προβλέπονται σε αυτή.

Σε όλες τις περιπτώσεις η ανώτερη στρώση της επίχωσης αποτελείται από υλικά εκσκαφής, τα οποία όμως έχουν μικρή κοκκομετρική διαβάθμιση, ενώ το υλικό που θα περιβάλλει τη γείωση θα είναι κοσκινισμένα υλικά εκσκαφής με πολύ μικρή κοκκομετρική διαβάθμιση τα οποία θα έχουν ελεγχθεί και εγκριθεί από την επίβλεψη.

Η τομές των χαντακιών των διαφορετικών περιπτώσεων καθώς και οι διαδρομές τους, περιλαμβάνονται στο Παράρτημα.

### 3.13. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ – ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΙΑΣΗΣ

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τις διαστάσεις της κατασκευής «Βάση-πλαίσιο» και το ύψος της περιφραξης (2.5 μέτρα στο σύνολο) και τη μορφολογία του εδάφους υπολογίστηκε η ελάχιστη απόσταση τοποθέτησης των βάσεων στα 2.9 μέτρα (καθαρός διάδρομος σε κάτοψη). Η θέση του ΓΠΧΤ επιλέχθηκε έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα μήκη των καλωδίων και επομένως οι αντίστοιχες απώλειες λόγω πτώσης τάσης και με βάση την υπόθεση για το σημείο σύνδεσης με τη ΔΕΗ. Οι αποστάσεις μεταξύ των τραπεζιών καθορίστηκαν βάση του διαθέσιμου προς εκμετάλλευση χώρου για την εγκατάσταση του Φ/Β σταθμού και με στόχο την ελαχιστοποίηση των σκιάσεων. Έγιναν αρκετές δοκιμές (trial and error) έως ότου προκύψει η τελική χωροθέτηση.

Έχουν προβλεφθεί δρόμοι ασφαλείας για την πρόσβαση οχημάτων σε κάθε σημείο της εγκατάστασης για λόγους συντήρησης και ασφάλειας, καθώς και ένας περιμετρικός δρόμος.

Η χωροθέτηση του Φ/Β σταθμού, όπως και η μελέτη σκίασης διακρίνονται στο Παράρτημα.

### 3.14. ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

Η θεμελίωση του συστήματος στήριξης θα γίνει με πασσαλόμπηξη. Αυτό προέκυψε από τα αποτελέσματα της Στατικής και Γεωτεχνικής Μελέτης.

Η πασσαλόμπηξη είναι η διαδικασία της απευθείας έμπηξης του πασσάλου στο έδαφος με τη χρήση ειδικού μηχανήματος.

Το βάθος έμπηξης του πασσάλου θα κυμαίνεται από 1.7 έως 2 μέτρα αναλόγως την περιοχή. Ο πάσσαλος είναι κατασκευασμένος από χάλυβα S380 γαλβανισμένο εν θερμώ διατομής 3Π. Η διατομή αυτή επιτρέπει την καλύτερη ενσωμάτωση στο έδαφος και τη μέγιστη αντοχή σε κάμψη που προκαλείται από τις ανεμοπιέσεις.

Για τις εργασίες αυτές θα χρησιμοποιηθεί κατάλληλος εξοπλισμός που θα περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον Ειδικό Κρουστικό μηχάνημα (wagon drill).

### 3.15. ΔΟΚΙΜΕΣ – ΕΝΑΡΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών εγκατάστασης του Σταθμού, θα διεξαχθούν οι παρακάτω δοκιμές:

- Μέτρηση τάσης ανοιχτού κυκλώματος (Voc) κάθε συστοιχίας
- Μέτρηση ρεύματος βραχυκύκλωσης (Isc)
- Έλεγχος σωστής πολικότητας κάθε συστοιχίας
- Μέτρηση θετικού και αρνητικού πόλου κάθε συστοιχίας με τη γη (PE)
- Μέτρηση αντίστασης μόνωσης καλωδίων AC XT
- Επιθεώρηση εγκατάστασης (commissioning), όσον αφορά τους αντιστροφείς
- Επιθεώρηση εγκατάστασης και ρύθμιση αυτόματων διακοπών ισχύς προστασίας
- Έλεγχος ορθότητας μέσης τάσης με ακροκιβώτια
- Έλεγχος μανδάλωσης γειωτών στα πεδία MT
- Οπτικός έλεγχος πλαισίων για τυχόν ύπαρξη κατασκευαστικού σφάλματος
- Επιθεώρηση εγκατάστασης και έναρξη λειτουργίας συστημάτων ασφαλείας και τηλεμετρίας

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η ανάπτυξη των ΑΠΕ και κυρίως της αιολικής και της Φ/Β ηλεκτρικής ενέργειας προωθείται και ενισχύεται, με ισχυρά κίνητρα και υψηλούς ρυθμούς, σ' όλο τον αναπτυσσόμενο κόσμο. Αιτία τα συσσωρευμένα οικολογικά προβλήματα που δημιούργησε η αλόγιστη χρήση, αφενός των συμβατικών καυσίμων (ρύπανση περιβάλλοντος), αφετέρου της πυρηνικής ενέργειας (πυρηνικά ατυχήματα). Η κύρια δυσκολία που αντιμετωπίζουν σήμερα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, προκειμένου να ενσωματωθούν στην καθημερινή ζωή, είναι το σχετικό υψηλό κόστος της παραγόμενης kWh τους, σε σχέση με το κόστος της kWh πετρελαίου. Μεταξύ των δύο κύριων τρόπων παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας, αιολικής και φωτοβολταϊκής, η αιολική εμφανίζεται σήμερα οικονομικότερη και άρα περισσότερο προσιτή, κυρίως με τη μορφή αιολικών πάρκων, συνδεδεμένων στο δίκτυο της ΔΕΗ.

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία διαθέτουν πληθώρα πλεονεκτημάτων όπως για παράδειγμα, μηδενική ρύπανση, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής, απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για απομακρυσμένες περιοχές, δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες και ελάχιστη συντήρηση, δεν έχουν κινούμενα μέρη, είναι αθόρυβα και μπορούν να εγκατασταθούν παντού όπου δε σκιάζει. Τα φωτοβολταϊκά είναι λειτουργικά καθώς προσφέρουν επεκτασιμότητα της ισχύος τους και δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) αναιρώντας έτσι το μειονέκτημα της ασυνεχούς παραγωγής ενέργειας. Για τις επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρισμού, υπάρχουν ευδιάκριτα τεχνικά και εμπορικά πλεονεκτήματα από την εγκατάσταση μικρών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Όσο περισσότερα συστήματα παραγωγής ενέργειας εγκατασταθούν και συνδεθούν με το δίκτυο ηλεκτροδότησης, τόσο περισσότερα είναι τα οφέλη για τις επιχειρήσεις, όπως π.χ. η βελτίωση της ποιότητας της ηλεκτρικής ισχύος, η σταθερότητα της ηλεκτρικής τάσης και η μείωση των επενδύσεων για νέες γραμμές μεταφοράς. Τα φωτοβολταϊκά τέλος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά παρέχοντας τη δυνατότητα για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς, καθώς διατίθενται σε ποικιλία χρωμάτων, μεγεθών, σχημάτων και μπορούν να παρέχουν ευελιξία και πλαστικότητα στη φόρμα, ενώ δίνουν και δυνατότητα διαφορικής διαπερατότητας του φωτός ανάλογα με τις



ανάγκες του σχεδιασμού. Αντικαθιστώντας άλλα δομικά υλικά συμβάλλουν στη μείωση του συνολικού κόστους μιας κατασκευής .

Σα μειονέκτημα, όμως, θα πρέπει να αναφέρουμε το υψηλό κατασκευαστικό τους κόστος. Η διαφορά κόστους παραγωγής της ηλεκτρικής κιλοβατώρας από ΑΠΕ και από πετρέλαιο μειώνεται σταδιακά, ώστε σύντομα, μέσα στην επόμενη δεκαετία, να μπορεί να προβλεφθεί μια απευθείας σύγκριση κόστους ενέργειας. Ήδη το κόστος εγκατάστασης τους εμφανίζεται ανταγωνιστικό απέναντι στη συμβατική παραγωγή ενέργειας, σε περιπτώσεις μη συνδεδεμένων με το δίκτυο περιοχών (απομονωμένοι οικισμοί, νησιά κ.α). Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός τεχνικού έργου είναι ένα αρκετά σύνθετο, και με πολλές παραμέτρους, πρόβλημα. Η διαφορά είναι ότι αυτό έχει γίνει κοινή συνείδηση τα τελευταία χρόνια και η επίλυση πολλών προβλημάτων, που ανακύπτουν, προκύπτει από εξισώσεις που χρησιμοποιούν ενεργειακά μεγέθη. Για όλα αυτά τα τεχνικά έργα υποδομής βασική παράμετρος είναι ο υπολογισμός τους σε βάθους χρόνου. Με λίγα λόγια για ένα έργο παραγωγής ενέργειας τα αποτελέσματα της επίλυσης των προβλημάτων θα πρέπει να αξιολογούνται σε βάθους χρόνου και όχι στιγμιαία.

Παρατηρείται λοιπόν, σήμερα, σε παγκόσμια κλίμακα, μια αυξημένη δραστηριοποίηση στον ευρύτερο τομέα των ΑΠΕ, που προοιωνίζει την αλματώδη ανάπτυξη και πλήρη ενσωμάτωση τους στην ενεργειακή παραγωγή. Τα φωτοβολταϊκά είναι μία από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες της νέας εποχής που ανατέλλει στο χώρο της ενέργειας. Μιας νέας εποχής που θα χαρακτηρίζεται ολοένα και περισσότερο από τις μικρές αποκεντρωμένες εφαρμογές σε ένα περιβάλλον απελευθερωμένης αγοράς. Τα μικρά, ευέλικτα συστήματα που μπορούν να εφαρμοστούν σε επίπεδο κατοικίας, εμπορικού κτιρίου ή μικρού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής αναμένεται να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα χρόνια που έρχονται.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Βιβλία:






1. Καγκαράκης Κ., «Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία, Ημιαγωγοί 2», Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 1985.
2. Περδίοσ Σ. Δ., «Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις» Εκδόσεις Σέλκα, Αθήνα, 2011.
3. Φραγκιαδάκης Ι. Ε., «Φωτοβολταϊκά Συστήματα», Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2006 (β' έκδοση).

### Ιστοσελίδες:

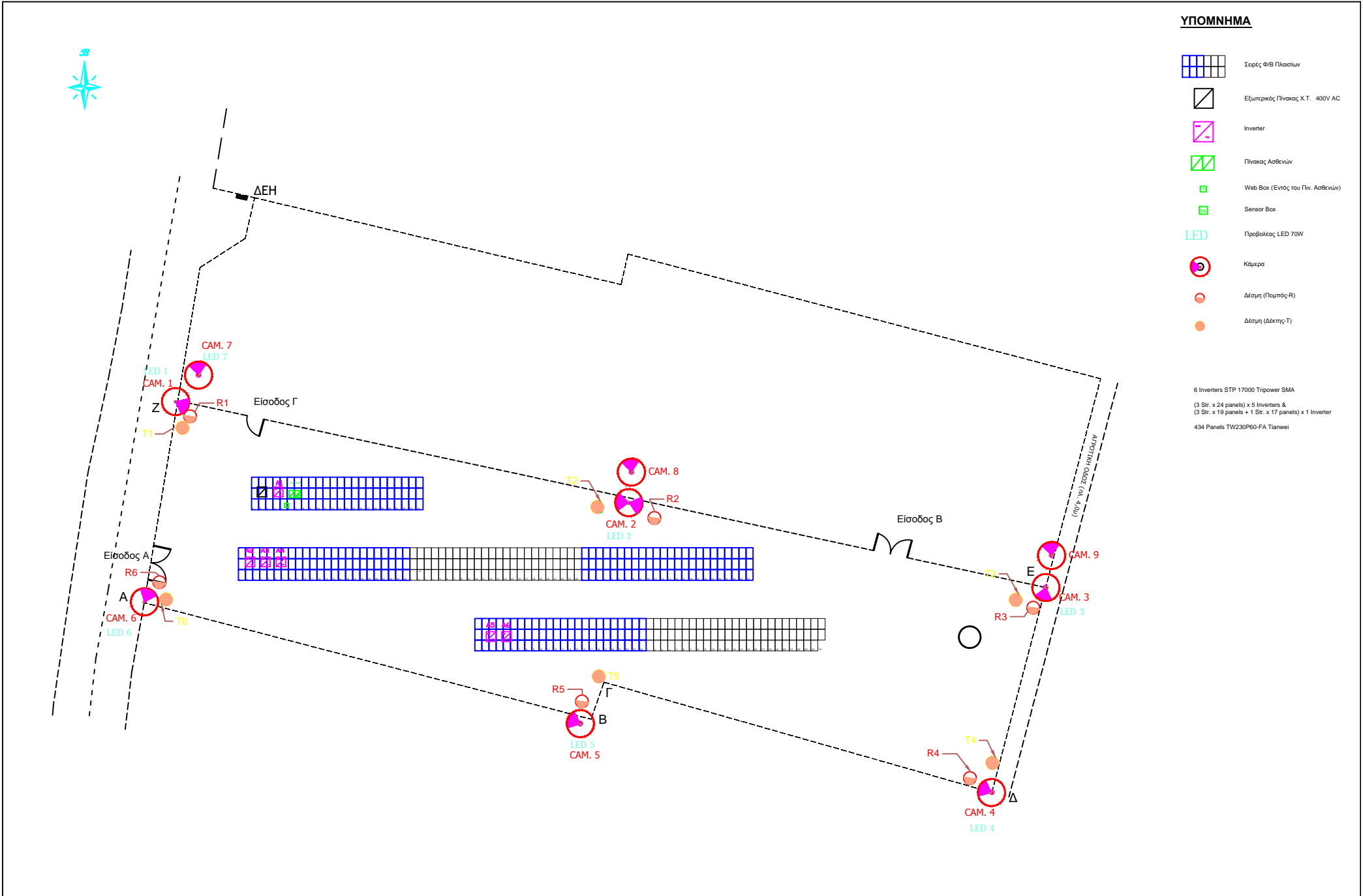
1. [www.admie.gr](http://www.admie.gr)
2. [www.helpco.gr](http://www.helpco.gr)
3. [www.lagie.gr](http://www.lagie.gr)
4. [www.rae.gr](http://www.rae.gr)
5. [www.worldenergynews.gr](http://www.worldenergynews.gr)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

-  Σειρές Φ/Β Πλακών
-  Εξωτερικός Πίνακας Χ.Τ. 400V AC
-  Inverter
-  Πίνακας Ασθενών
-  Web Box (Εντός του Πιν. Ασθενών)
-  Sensor Box
- LED** Προβολές LED 70W
-  Κάμερα
-  Δείση (Πομπός-R)
-  Δείση (Δέκτης-T)

6 Inverters STP 17000 Tripower SMA  
 (3 Str. x 24 panels) x 5 Inverters &  
 (3 Str. x 19 panels + 1 Str. x 17 panels) x 1 Inverter  
 434 Panels TW230P60-FA Tianwei



**LCP ENERGY**  
 ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ  
 ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ  
 ΤΗΛ: 210 86 4028 FAX: 210 864028  
 www.lcpenergy.gr

2	Μάρτιος 2016	Αντικατάσταση Πινάκων σε Inverters A2 & A3	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου	Πρόγραμμα
1	Μάρτιος 2013	As Built	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου	
0	Φεβρουάριος 2016	Μελέτη Εφαρμογής	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου	
Εκδοχή	Ημερομηνία	Περιγραφή	Μελέτη	Σχεδίαση	Έλεγχος	

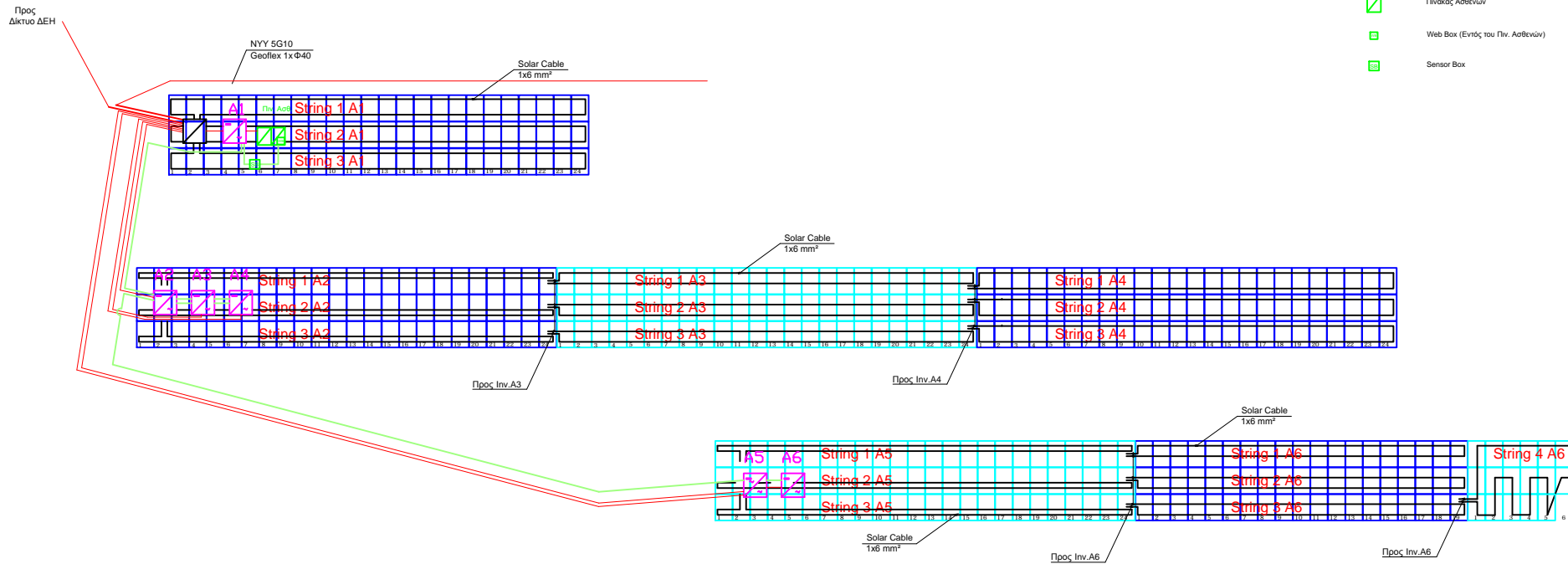
"Κοιμηματινός Ενεργειακή Σπίτων"  
 Γεωργίος & Ιωάννης Κοιμηματινός ΟΕ

Έργο:  
 Φ/Β Σταθμός Ηλεκτροπαραγωγής Ισχύος 100kW  
 Τοποθεσία Έργου:  
 Θέση Βούλα Πετρέζα Δ. Σπίτων

Τίτλος Σχεδίου:  
 Γενική Διάταξη Φ/Β Πάρκου "Ος Κατασκευάσιβα"  
 Κλίμακα:  
 1:250  
 Δρ. Σχεδίου:  
 Η-1

### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Καλώδια DC Solar
- Καλώδια AC
- Καλώδια LVVGY (TP)  
Επικοινωνία Inverters
- Φ/Β Πλάσινα
- / Εξωτερικός Πίνακας Χ.Τ. 400V AC
- ↔ Inverter
- / Πίνακας Ασθενών
- + Web Box (Εντός του Πιν. Ασθενών)
- S Sensor Box



**LOP ENERGY**  
 ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΟ  
 ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ 22Α - ΠΥΡΡΑ  
 ΤΗΛ: 210 69 4222 FAX: 210 694228  
 E-MAIL: info@lop.gr

2	Μάρτιος 2016	Αντικατάσταση Πινάκων σε Inverters A2 & A3	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου
1	Μάρτιος 2013	As Built	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου
0	Φεβρουάριος 2016	Μόλδαση Εγκατάστασης	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου
Έκδοση	Ημερομηνία	Περιγραφή	Μόλδαση	Σχεδίαση	Έλεγχος

Επιτόπιος  
 "Κοιμηριακός Ενταξιακός Στάθμος"  
 Γεωργίου & Ιωάννης Κοιμηριακός ΟΕ

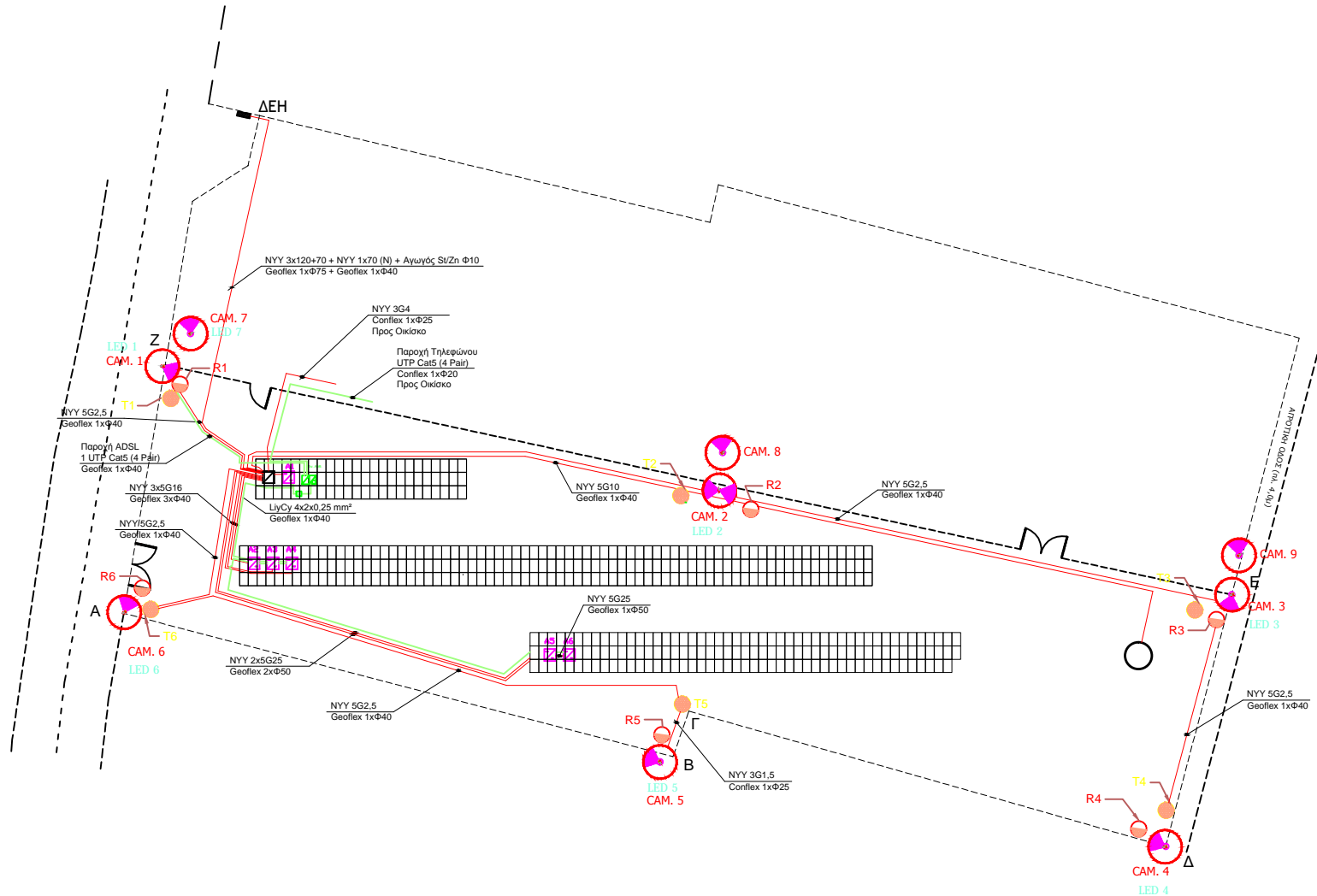
Έργο: Φ/Β Σταθμός Ηλεκτροπαραγωγής Ισχύος 100kW  
 Τοποθεσία Έργου: Θύση Βούλα Πετρέζα Δ. Στάθμων

Τίτλος Σχεδίου: Καλωδιώσεις DC Φ/Β Πάρκου "Ως Κατασκευαστέα"  
 Κλίμακα: 1:125  
 Δρ. Σχεδίου: Η-2



### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Καλώδια DC Solar
- Καλώδια AC
- Καλώδια LiYCY (TP)  
Επικοινωνία Inverters
- Σέρβες Φ/Β Πλακών
- Εξωτερικός Πίνακας Χ.Τ. 400V AC
- Inverter
- Πίνακας Ασθενών
- Web Box (Εντός του Πλ. Ασθενών)
- Sensor Box
- Προβολέας LED 70W
- Κάμερα
- Δασημ (Πυλός/R)
- Δασημ (Δέκτης/T)



**LOP ENERGY**  
 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ  
 ΤΗΛ: 210 95 4400 FAX: 210 95 4409  
 ΚΑΡΑΥΜΑΔΗ 1, ΑΘΗΝΑ

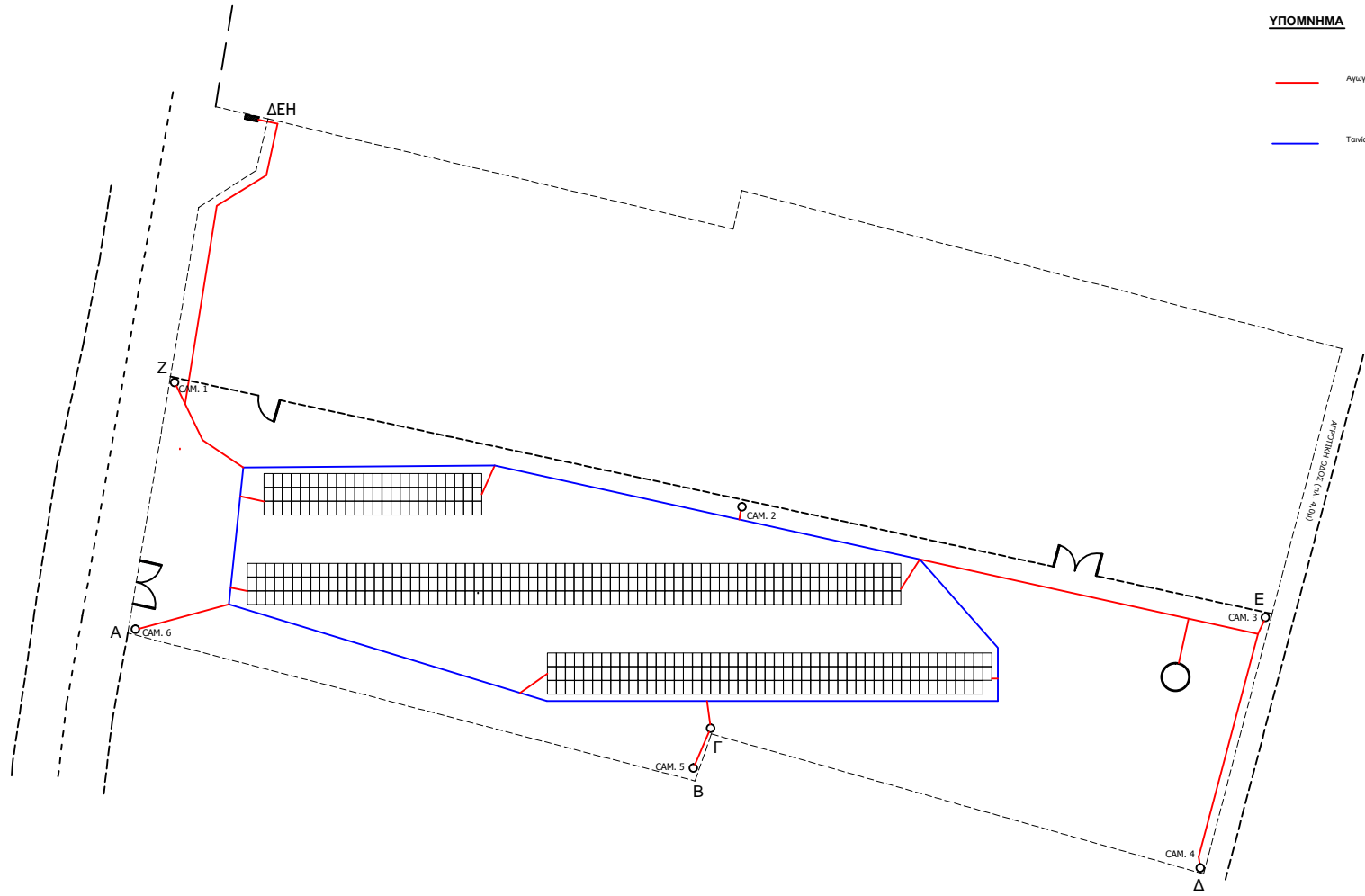
2	Μάρτιος 2016	Αντικατάσταση Inverter σε Inverters A2 & A3	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου	Περίληψη
1	Μάρτιος 2013	As Built	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου	
0	Φεβρουάριος 2016	Μέγιστη Επισκευή	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου	
Έκδοση	Ημερομηνία	Περιγραφή	Μελέτη	Σχεδίαση	Έλεγχος	

"Κοιμηριακός Ενεργειακή Σπίτιον"  
 Γεώργιος & Ιωάννης Κοιμηριακός ΟΕ

Όνομα	Φ/Β Σταθμός Ηλεκτροπαραγωγής Ισχύος 100kW
Τιτλος Σχεδίου	Καλωδιώσεις AC & Επικοινωνίας Φ/Β Πάρκου "Ος Κατασκευασμένα"
Κλίμακα	1:250
Δρ. Σχεδίου	H-4

Ποσοστό Έργου: 0%

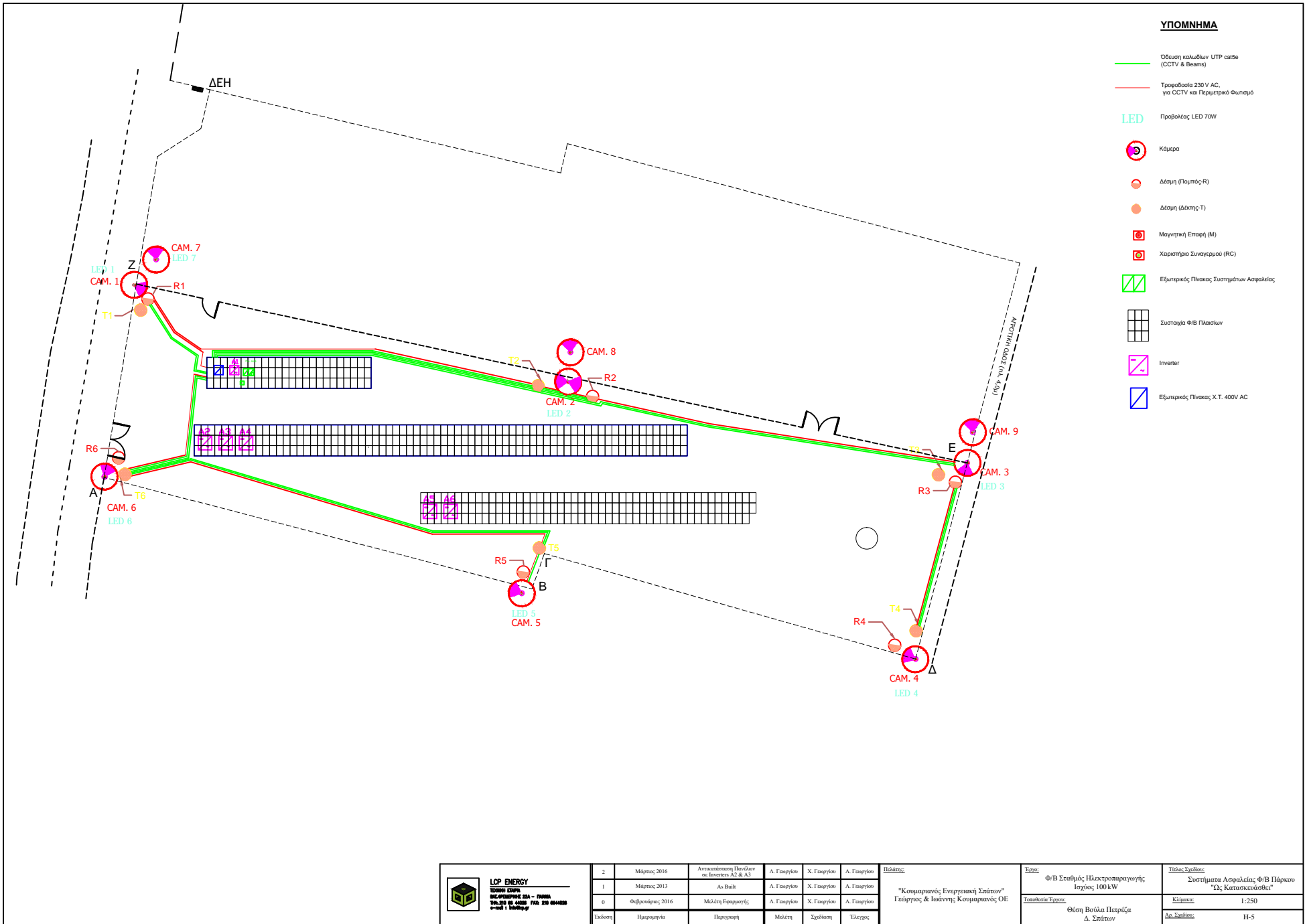
Όση Βούλα Πετρελά Δ. Σπάτων



**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

- Αγωγός γέφυρας Φ10 S10Zn
- Ταινία γέφυρας S10Zn 30 x 3.5 mm

 <b>LCP ENERGY</b> ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ - ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ ΤΗΛ: 210 61 4200 FAX: 210 614202 e-mail: info@lcp.gr	2	Μάρτιος 2016	Αντικατάσταση Πανελίων σε Ισοστάθμια ΑΣ 2 & Α3	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου	Πελάτης	Έργο:	Φ/Β Σταθμός Ηλεκτροπαραγωγής Ισχύος 180kW	Τίτλος Σχεδίου:	Γεώμετρος Φ/Β Πάρκου "Ως Κατασκευασθέν"
	1	Μάρτιος 2013	As Built	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου	"Κοιμηριανός Ενέργειακή Στάθων"	Τεχνολογία Έργου:	Φύση Βιόλια Πετρέλζα Δ. Σαϊτίων	Κλίμακα:	1:250
	0	Φεβρουάριος 2016	Μικρή Επεμβολή	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου	Γεωργιός & Ιωάννης Κοιμηριανός ΟΕ	Δρ. Σαϊτίων:			H-4
	Εξόφλη	Παράδοση	Παράδοση	Μέτρηση	Σχέδιαση	Ελεγχος					



**ΥΠΟΜΗΜΑ**

- Οδευση καλωδίων UTP cat5e (CCTV & Beams)
- Τροφοδοσια 230 V AC, για CCTV και Περιμετρικό Φωτισμό
- LED Προβολας LED 70W
- Κάμερα
- Δασημ (Πομπός-R)
- Δασημ (Δέκτης-T)
- Μασητρική Επαφή (M)
- Χαριστήριο Συναγέμοιο (RC)
- Εξωτερικός Πινακας Συστημάτων Ασφαλείας
- Συσταχία Φ/Β Πλακιδίων
- Inverter
- Εξωτερικός Πινακας Χ.Τ. 400V AC

**LCP ENERGY**  
 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ Ε.Π.Ε.  
 ΤΗΛ: 210 66 4020 FAX: 210 6644026  
 E-mail: info@lcpenergy.gr

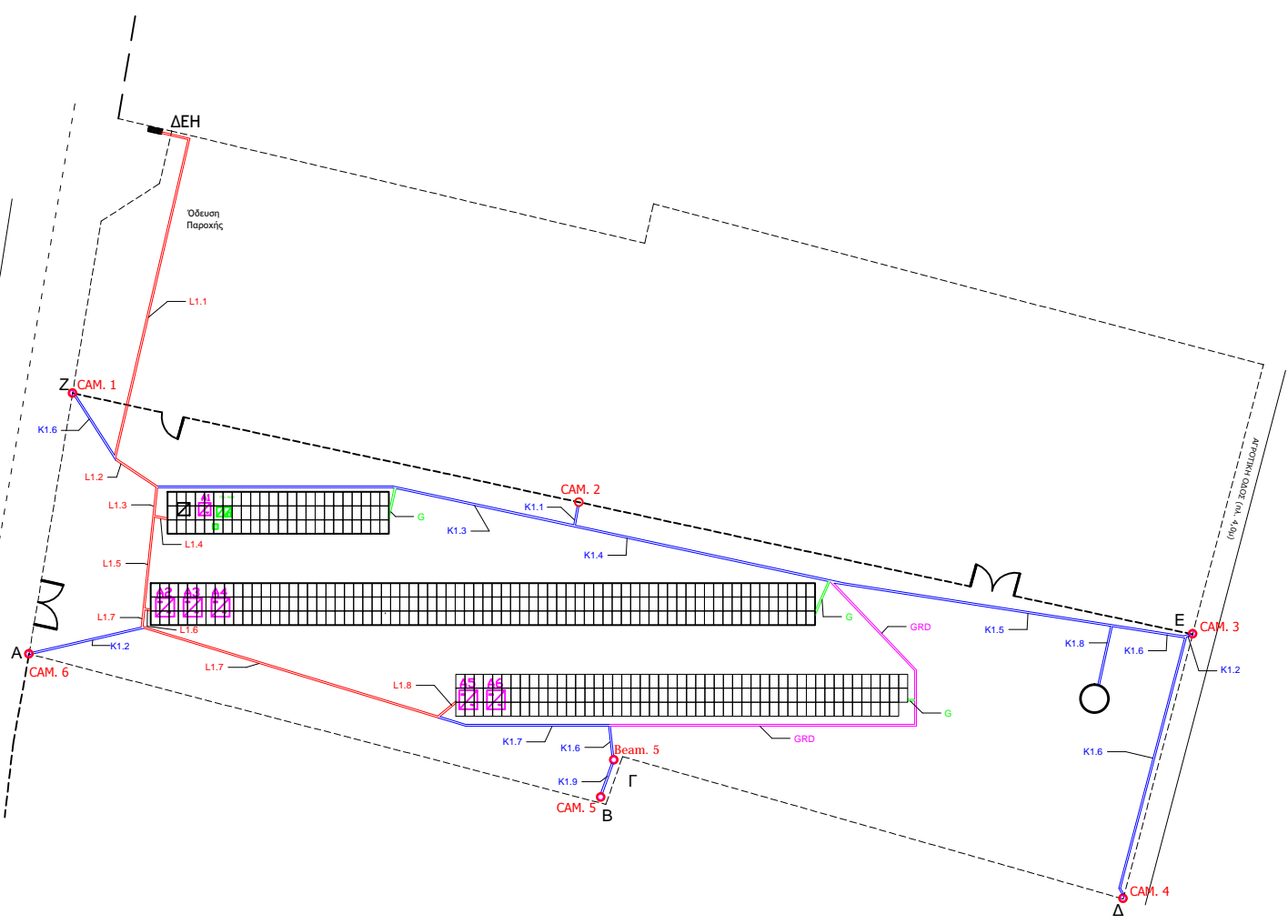
2	Μάρτιος 2016	Αντικατάσταση Ηαυλαίων σε Πινακας Α2 & Α3	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου	Πελάτης:
1	Μάρτιος 2013	As Built	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου	"Κοιμηματάνος Ενερσηρική Σάιτον" Γεώργιος & Ιωάννης Κοιμηματάνος ΟΕ
0	Φεβρουάριος 2016	Μέλετη Επασαση	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου	
Εκδόση	Ημερομηνία	Περιγραφή	Μέλετη	Σχεδίαση	Έλεγχος	

Έργο:	Φ/Β Στάθμης Ηλεκτροπαραγωγή Ισχύος 100 kW	Τίτλος Σχεδίου:	Συστήματα Ασφαλείας Φ/Β Πάρκου "Σας Κατασκευαστής"
Ποσότητα Έργου:	Θέση Βούλα Πετρώνα Δ. Σπάτων	Κλίμακα:	1:250
		Αρ. Σχεδίου:	H-5

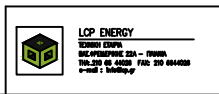
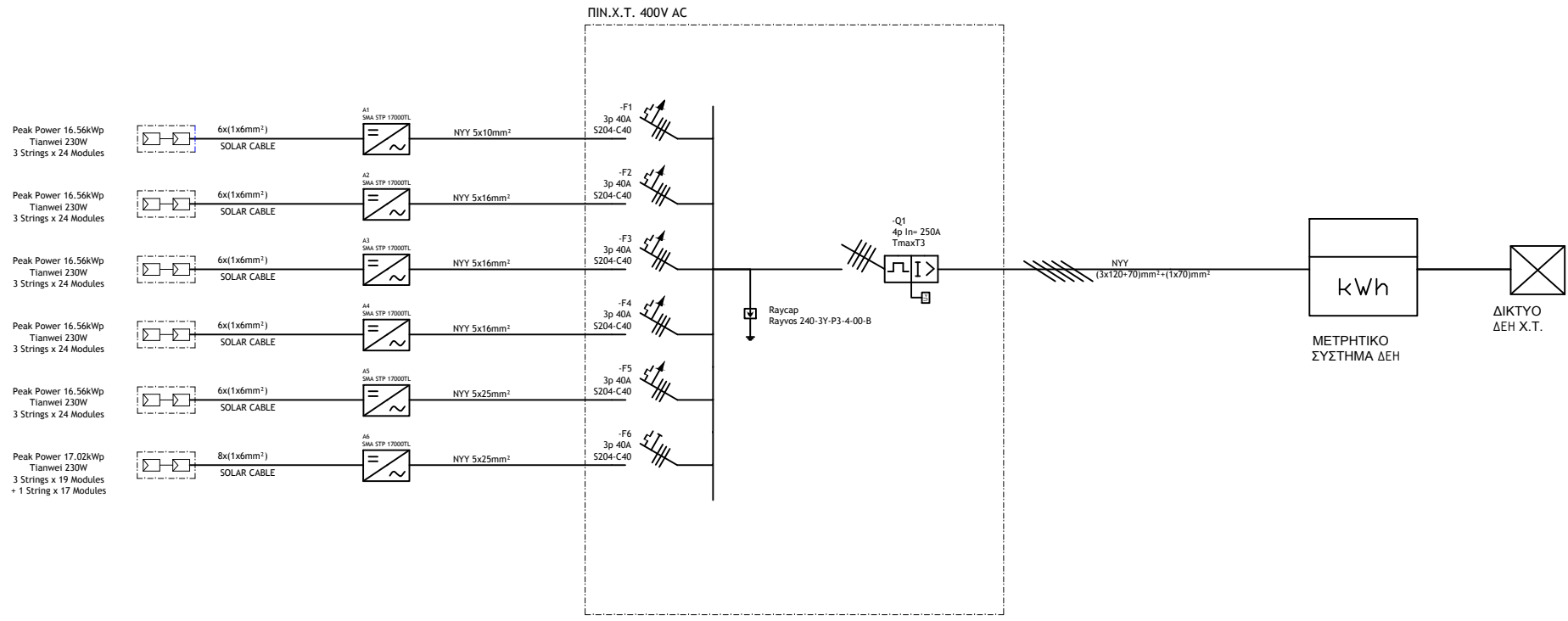


**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

- Χάνθρακος Τύπου G
- Χάνθρακος Τύπου GRD
- Χάνθρακος Τύπου K
- Χάνθρακος Τύπου L
-  Σειρές Φ/Β Πλακιδίων
-  Εξωτερικός Πίνακας Χ.Τ. 400V AC
-  Inverter
-  Πίνακας Ασθενών
-  Web Box (Εντός του Πλν. Ασθενών)
-  Sensor Box



 <b>LCP ENERGY</b> ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ - ΚΑΘΑΡΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 150,200 66 ΑΘΗΝΩΝ ΠΛΑΤΕΙΑ 200 ΑΘΗΝΩΝ e-mail: info@lcp.gr	2	Μάρτιος 2016	Αντικατάσταση Πανελων σε Inverters A2 & A3	A. Γεωργίου	X. Γεωργίου	A. Γεωργίου	Πρόγραμμα	Έργο:	Φ/Β Σταθμός Ηλεκτροπαραγωγής Ισχύος 100kW	Τίτλος Σχεδίου:	Χάνθρακος Οδύσης Καλωδίων Φ/Β Πάρκου "Ως Κατασκευασθεί"
	1	Μάρτιος 2013	As Built	A. Γεωργίου	X. Γεωργίου	A. Γεωργίου	"Κοιμηριακός Ενεργειακή Στάθων" Γεώργιος & Ιωάννης Κοιμηριακός ΟΕ	Γιατί:	Φ/Β Σταθμός Ηλεκτροπαραγωγής Ισχύος 100kW	Κλίμακα:	1:250
	0	Φεβρουάριος 2016	Μέληση Εφαρμογής	A. Γεωργίου	X. Γεωργίου	A. Γεωργίου		Γιατί:	Όψη Βούλα Πετρέζο Δ. Σπύτων	Διάγραμμα:	H-6
	Εξόδοι	Ημερομηνία	Παράδοση	Μελέτη	Σχέδιο	Έλεγχος					



2	Μάρτιος 2016	Αντικατάσταση Πανέλων σε διατάξεις A2 & A3	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου
1	Μάρτιος 2013	As Built	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου
0	Φεβρουάριος 2016	Μελέτη Εφαρμογής	Α. Γεωργίου	Χ. Γεωργίου	Α. Γεωργίου
Έκδοση	Ημερομηνία	Περιγραφή	Μελέτη	Σχεδίαση	Έλεγχος

Ημερομηνία: "Κοιμηριανός Ενεργειακή Στάσιον" Γεώργιος & Ιωάννης Κοιμηριανός ΟΕ
--

Έργο: Φ/Β Σταθμός Ηλεκτροπαραγωγής Ισχύος 100kW Τοποθεσία Έργου: Θέση Βούλα Πατρίδα Δ. Σπίτων
--

Τίτλος Σχεδίου: Μονογραμμικό Ηλεκτρικό Διάγραμμα Εγκατάστασης Φ/Β Πάρκου "Δε Κατωκισιάσει"
Δρ. Σχεδίου: Η-7

# SUNNY TRIPOWER

## 8000TL / 10000TL / 12000TL / 15000TL / 17000TL



STP 8000TL-10 / STP 10000TL-10 / STP 12000TL-10 / STP 15000TL-10 / STP 17000TL-10



### Υψηλή απόδοση

- Μέγιστος βαθμός απόδοσης της τάξης του 98,2 %
- Βέλτιστη προσαρμογή του βαθμού απόδοσης μέσω του συστήματος ελέγχου MPP OptiTrac της SMA
- Επικοινωνία Bluetooth

### Ασφάλεια

- Τριπλή προστασία μέσω του συστήματος OptiProtect:
- Ηλεκτρονική ασφάλεια στοιχειοσειρών
- Έξυπνη αναγνώριση σφάλματος στοιχειοσειρών
- Ενσωματωμένος απαγωγός υπέρτασης DC (τύπου II)

### Ευελιξία

- Τάση εισόδου DC μέχρι 1.000 V
- Ενσωματωμένες λειτουργίες διαχείρισης δικτύου
- Ακριβής σχεδιασμός εγκατάστασης μέσω του συστήματος Optiflex

### Ευκολία

- Τριφασική τροφοδοσία
- Σύνδεση καλωδίων χωρίς εργαλεία
- Ενιαίο σύστημα σύνδεσης DC SUNCLIX
- Εύκολα προσβάσιμη περιοχή συνδέσεων

## SUNNY TRIPOWER

### 8000TL / 10000TL / 12000TL / 15000TL / 17000TL

Τριφασικός για εύκολο σχεδιασμό του συστήματος

Τεχνολογία του μέλλοντος: ο τριφασικός μετατροπέας Sunny Tripower διαθέτει μέγιστη ευελιξία κατά το σχεδιασμό μιας εγκατάστασης χάρη στη νέα τεχνολογία Optiflex με δύο εισόδους ανίχνευσης σημείου μέγιστης ισχύος MPP και με μεγάλο εύρος τιμών τάσης εισόδου και έτσι ενδείκνυται για τη διαστασιολόγηση με κάθε τύπο φωτοβολταϊκού πλαισίου. Ο Sunny Tripower πληροί όλες τις απαιτήσεις, παραδείγματος χάριν για την παροχή άεργου ισχύος και την υποστήριξη δικτύου, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο αξιόπιστα στη διαχείριση του δικτύου. Το σύστημα ασφάλειας OptiProtect με εντοπισμό βλάβης στοιχειοσειρών, ηλεκτρονική ασφάλεια των στοιχειοσειρών και ενσωματωμένο απαγωγό υπέρτασης DC Τύπου II, εξασφαλίζει την υψηλή διαθεσιμότητα του μετατροπέα.



ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ  
ο Αξιόπιστος Συνεργάτης σας

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ  
**ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ**

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΡΓΩΝ

**20MWp**  
ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ  
**ΙΣΧΥΟΣ**  
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΑ

**Η**  
**ΡΕΑΛΙΣΤΙΚΗ**  
**ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ**  
**ΜΟΝΑΔΙΚΩΝ ΣΑΣ**  
**ΑΝΑΓΚΩΝ**

**RAMA ΑΒΕΕ**  
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ  
ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ  
ΘΕΣΗ ΛΥΣΙΑ-ΟΙΝΟΦΥΤΑ ΒΟΙΩΤΙΑΣ • ΤΚ. 32011  
ΤΗΛ. 22620-32341  
FAX. 22620-32343  
e-mail: info@rama.gr  
**www.rama.gr**

## Σύστημα Στήριξης Σταθερό Χωράφι +Ειδικό Hook Στήριξης

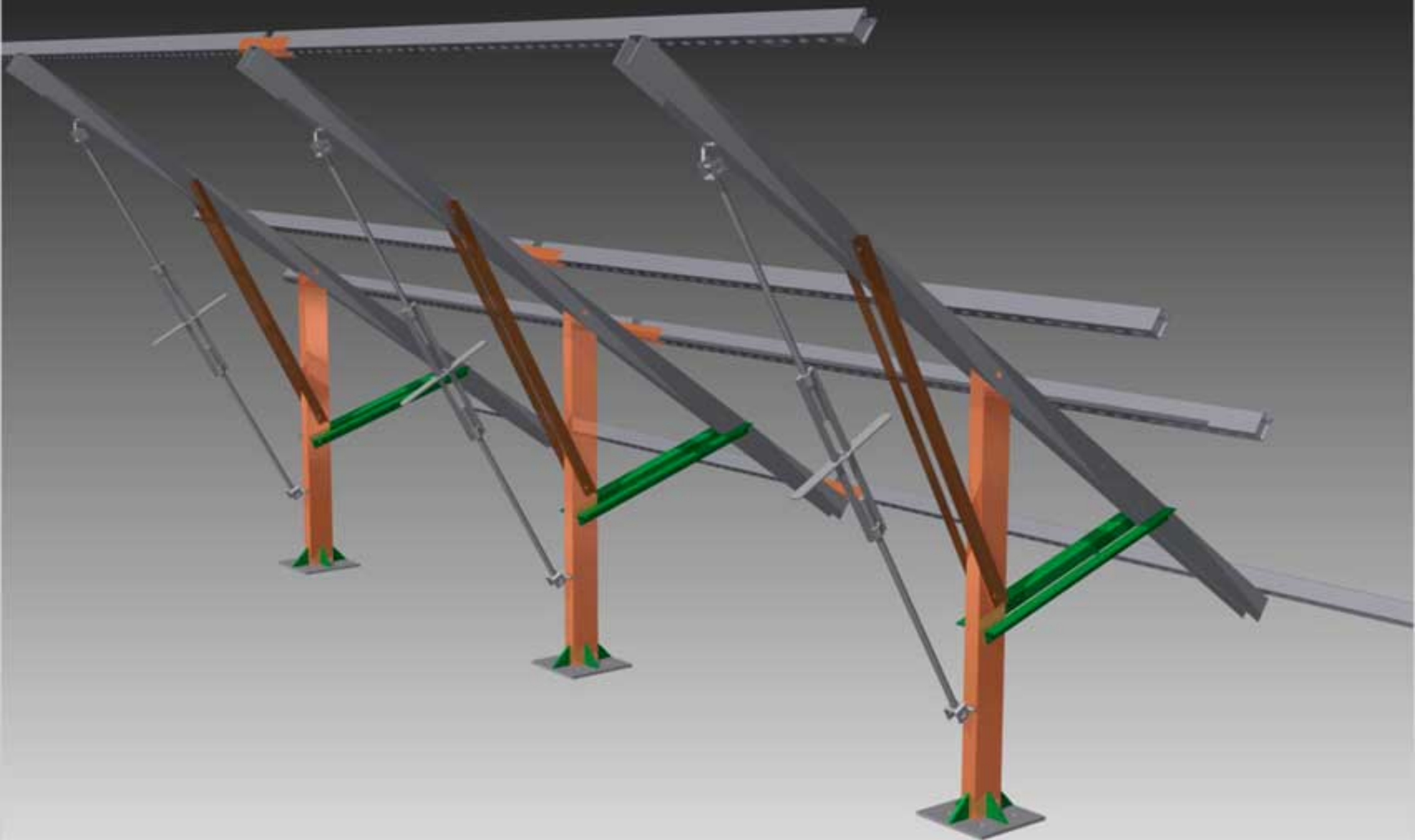


Δυνατότητα εφαρμογής ειδικού Hook για την αποφυγή ζημιών λόγω συστολών / διαστολών που παρατηρούνται σε ακραίες καιρικές συνθήκες.

Οι Βάσεις και όλα τα παρελκόμενα είναι κατασκευασμένες εξ ολοκλήρου από επιψευδαργυρωμένο εν θερμώ χάλυβα σύμφωνα με το ISO 1461. Πιο συγκεκριμένα όλα τα επί μέρους δομικά στοιχεία των βάσεων, (υποσύλωμα, φλάντζες πάκτωσης και σύνδεσης, τεγίδες τύπου IPE, Αντιστηρίξεις τύπου L) είναι από χάλυβα S235 και σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να είναι από χάλυβα S420.

Για τις εν λόγω βάσεις έχουν γίνει στατικές μελέτες στηριζόμενες στις ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας και είναι πιστοποιημένες από την TÜV AUSTRIA HELLAS.

## Ρυθμιζόμενο Σύστημα Στήριξης 12 panel - Χωράφι



Οι Βάσεις και όλα τα παρελκόμενα είναι κατασκευασμένες εξ ολοκλήρου από επιψευδαργυρωμένο εν θερμώ χάλυβα σύμφωνα με το ISO 1461. Πιο συγκεκριμένα όλα τα επί μέρους δομικά στοιχεία των βάσεων, (υποσύλωμα, φλάντζες πάκτωσης και σύνδεσης, τεγίδες τύπου IPE, Αντιστηρίξεις τύπου L) είναι από χάλυβα S235 και σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να είναι από χάλυβα S420.

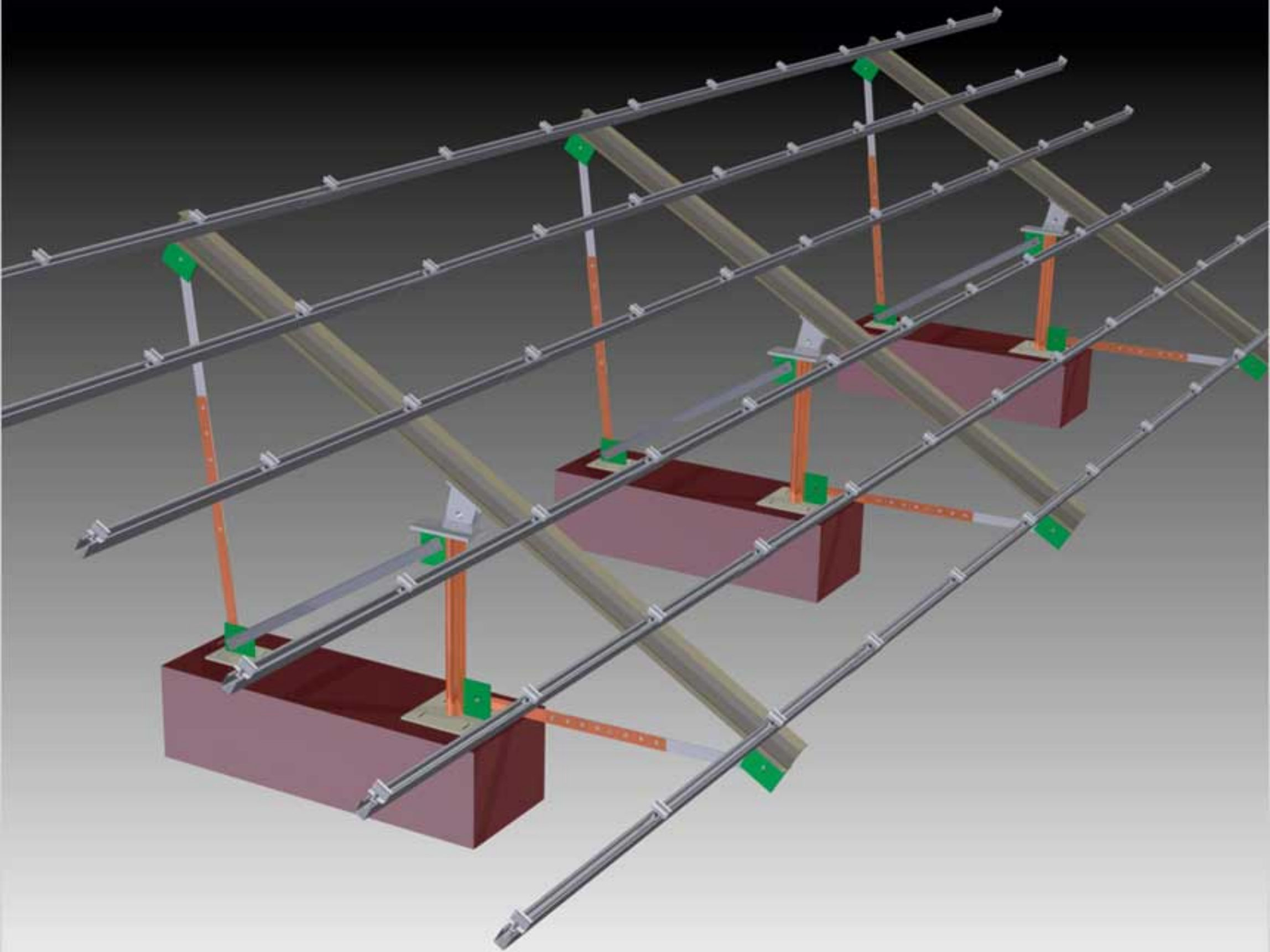
Στην ρυθμιζόμενη βάση η ρύθμιση γίνεται χειροκίνητα (Αρθρωτή Στήριξη) σε δύο επίπεδα:

- **Ρύθμιση σε 15 - 20 - 25 - 30 μοίρες**
- **Ρύθμιση σε 20 - 25 - 30 - 35 μοίρες**

Οι ως άνω ρυθμίσεις μπορούν να γίνουν 4 φορές τον χρόνο (σύμφωνα με τις εποχές - ανατολή του Ηλίου), ανάλογα με την εκάστοτε περίπτωση και οδηγούν σε μία αύξηση της απόδοσης του συστήματος κατά 7% περίπου.

Για τις εν λόγω βάσεις έχουν γίνει στατικές μελέτες στηριζόμενες στις ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας και είναι πιστοποιημένες από την TÜV AUSTRIA HELLAS.

## Ρυθμιζόμενο Σύστημα Στήριξης 24 panel - Χωράφι



Οι Βάσεις και όλα τα παρελκόμενα είναι κατασκευασμένες εξ ολοκλήρου από επιψευδαργυρωμένο εν θερμώ χάλυβα σύμφωνα με το ISO 1461. Πιο συγκεκριμένα όλα τα επί μέρους δομικά στοιχεία των βάσεων, (υποστύλωμα, φλάντζες πάκτωσης και σύνδεσης, τεγίδες τύπου IPE, Αντιστηρίξεις τύπου L) είναι από χάλυβα S235 και σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να είναι από χάλυβα S420.

Στην ρυθμιζόμενη βάση η ρύθμιση γίνεται χειροκίνητα (Αρθρωτή Στήριξη) σε δύο επίπεδα:

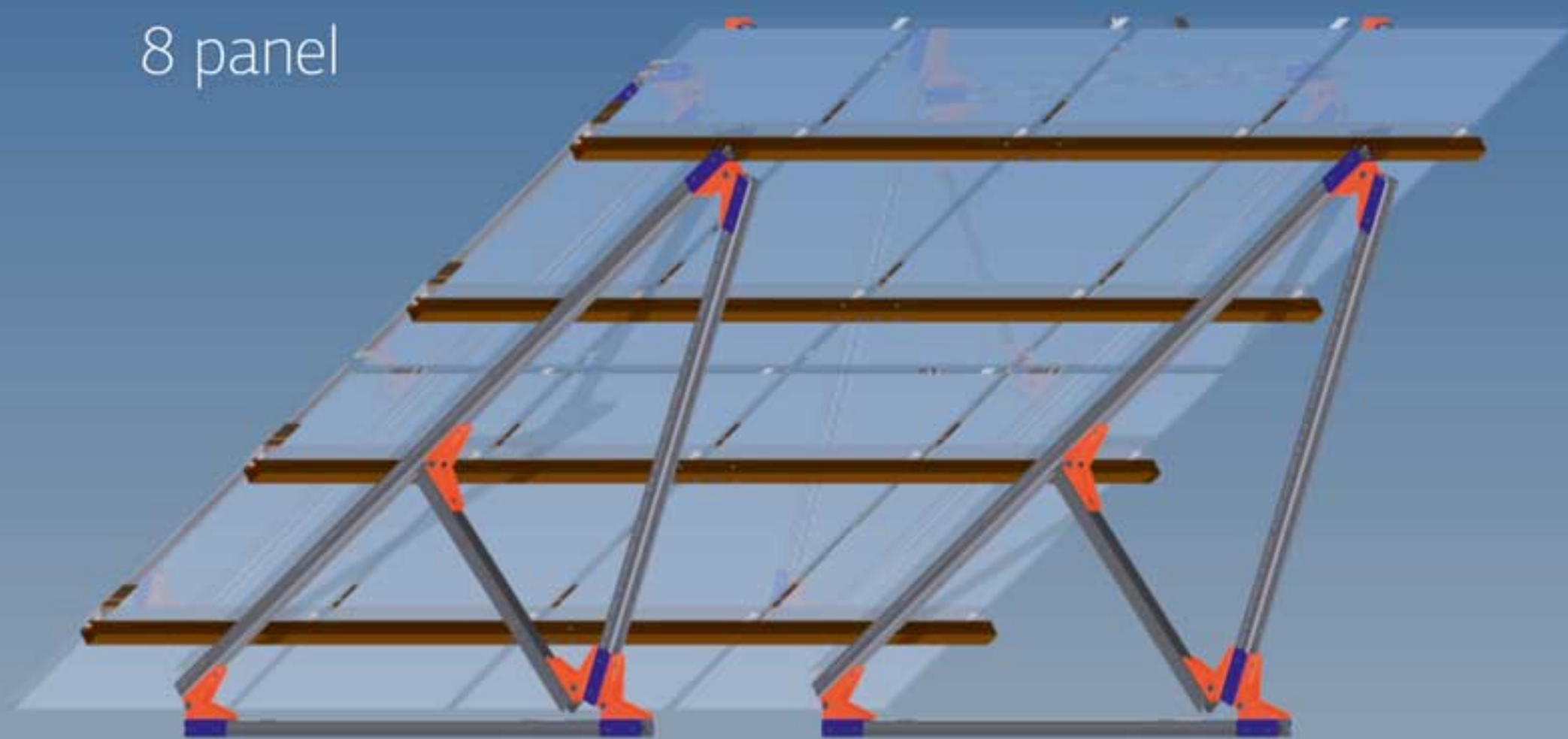
- **Ρύθμιση σε 15 – 20 – 25 – 30 μοίρες**
- **Ρύθμιση σε 20 – 25 – 30 – 35 μοίρες**

Οι ως άνω ρυθμίσεις μπορούν να γίνουν 4 φορές τον χρόνο (σύμφωνα με τις εποχές – ανατολή του Ηλίου), ανάλογα με την εκάστοτε περίπτωση και οδηγούν σε μία αύξηση της απόδοσης του συστήματος κατά 7% περίπου.

Για τις εν λόγω βάσεις έχουν γίνει στατικές μελέτες στηριζόμενες στις ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας και είναι πιστοποιημένες από την TÜV AUSTRIA HELLAS.

# Σύστημα Στήριξης Ταράτσας

8 panel



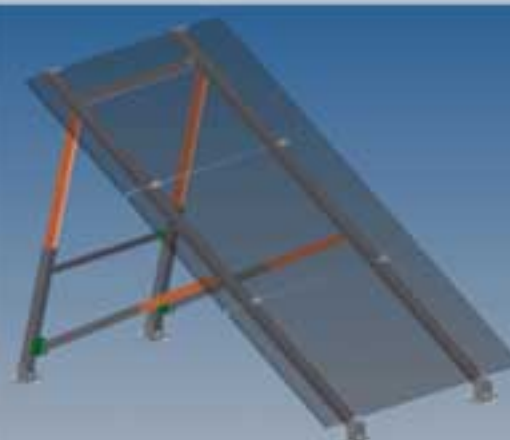
1 panel



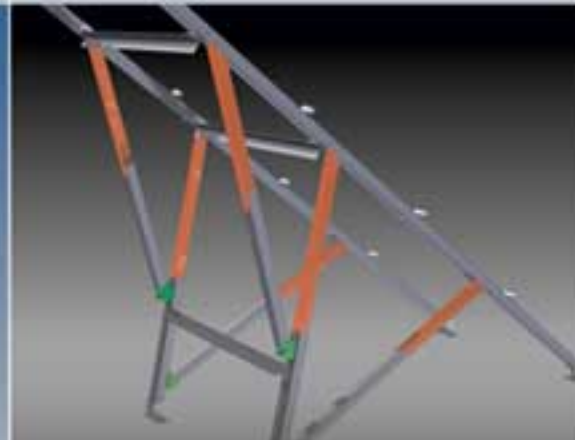
2 panel



3 panel



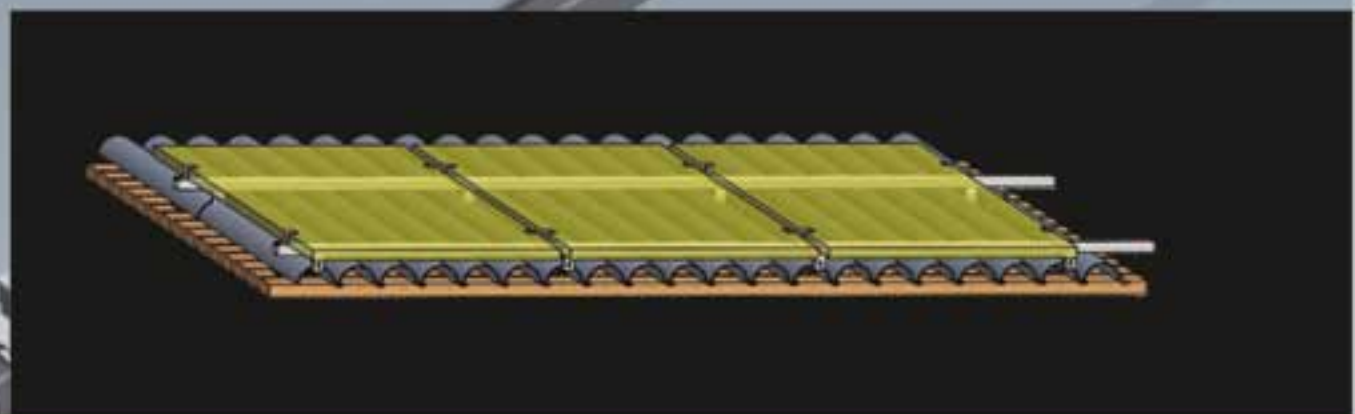
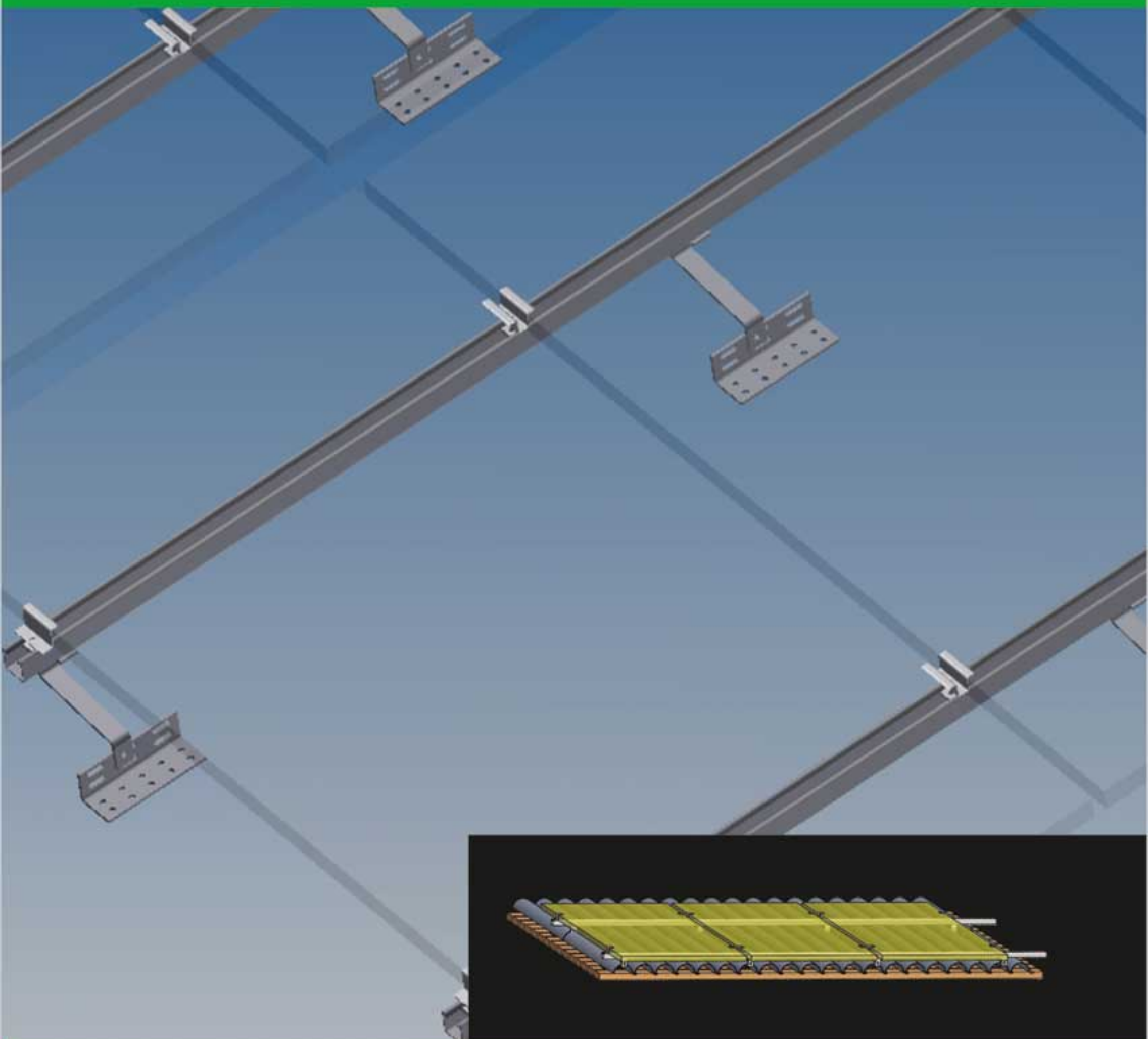
4 panel



Όλα τα επί μέρους δομικά στοιχεία των βάσεων, (υποσύλωμα, φλάντζες πάκτωσης και σύνδεσης, τεγίδες τύπου IPE, Αντιστήριξεις τύπου L) είναι από χάλυβα S235 και σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να είναι από χάλυβα S420. Η διασύνδεση των επί μέρους δομικών στοιχείων γίνεται με κοχλιωτούς συνδέσμους κατά DIN933. Για τις εν λόγω βάσεις έχουν γίνει στατικές μελέτες στηριζόμενες στις ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας και είναι πιστοποιημένες από την TUV AUSTRIA HELLAS.

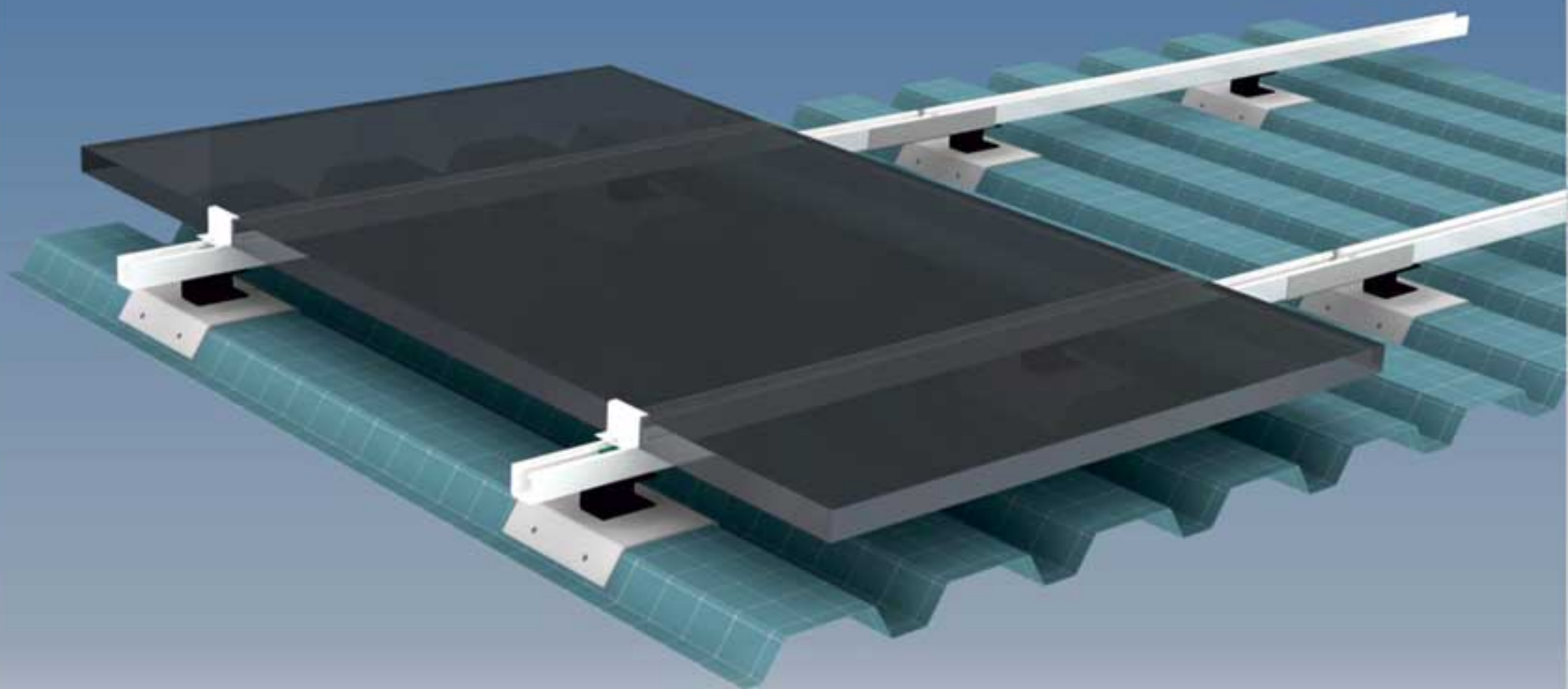


## Συστήματα Στηριξης Οικιακων Στεγν Με Κεραμιδια



Οι Βάσεις και όλα τα παρελκόμενα είναι κατασκευασμένες εξ ολοκλήρου από επιψευδαργυρωμένο εν θερμώ χάλυβα σύμφωνα με το ISO 1461. Πιο συγκεκριμένα όλα τα επί μέρους δομικά στοιχεία των βάσεων, (υποσύλωμα, φλάντζες πάκτωσης και σύνδεσης, τεγίδες τύπου IPE, Αντιστηρίξεις τύπου L) είναι από χάλυβα S235 και σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να είναι από χάλυβα S420.  
Για τις εν λόγω βάσεις έχουν γίνει στατικές μελέτες στηριζόμενες στις ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας και είναι πιστοποιημένες από την TÜV AUSTRIA HELLAS.

# Σύστημα Στήριξης Βιομηχανικής Στέγης



Πρόκειται για σπρίγματα και τραβέρσες, ειδικά σχεδιασμένα, έτσι ώστε να μην γίνονται οπές στις σκεπές καθώς και καμία άλλη εργασία πλέον της τοποθέτησης. Όλα τα επιμέρους δομικά στοιχεία των σπριγμάτων είναι κατασκευασμένα από χάλυβα S235 εν θερμώ επιψευδαργυρωμένα, εκτός από τα σπριγκτικά τεμάχια των πάνελ τα οποία είναι ανοξείδωτο AISI 304. Τα ελάσματα που χρησιμοποιούνται είναι των 2 και 5mm και εν θερμώ επιψευδαργυρωμένα κατά ISO 1461.

Το βάρος των εν λόγω σπριγμάτων δεν ξεπερνά τα 6kg/m<sup>2</sup>.

Για τις εν λόγω βάσεις έχουν γίνει στατικές μελέτες σπριζόμενες στις ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας και είναι πιστοποιημένες από την TÜV AUSTRIA HELLAS.

# Έργα 2011

Προμήθεια & Εγκατάσταση Συστημάτων Στήριξης



**GOLDAIR HANDLING 1MWp**



**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΟΡΩΠΙΟΥ 500KWp**



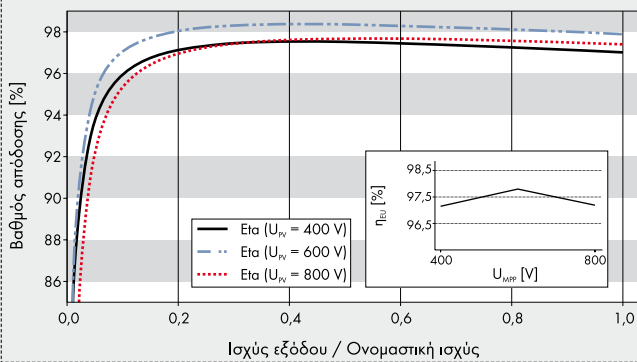
**RAMA ABEE**  
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ  
ΘΕΣΗ ΛΥΣΙΑ-ΟΙΝΟΦΥΤΑ ΒΟΙΩΤΙΑΣ • ΤΚ. 32011  
ΤΗΛ. 22620-32341 • FAX. 22620-32343  
e-mail: info@rama.gr  
[www.rama.gr](http://www.rama.gr)

# SUNNY TRIPOWER

## 8000TL / 10000TL / 12000TL / 15000TL / 17000TL

Τεχνικά χαρακτηριστικά	Sunny Tripower 8000TL	Sunny Tripower 10000TL
<b>Εισόδος (DC)</b>		
Μέγιστη ισχύς DC (@ cos φ=1)	8200 W	10200 W
Μέγιστη τάση εισόδου	1000 V	1000 V
Εύρος τάσης MPP / Ονομαστική τάση εισόδου	320 V - 800 V / 600 V	320 V - 800 V / 600 V
Ελάχιστη τάση εισόδου / Αρχική τάση εισόδου	150 V / 188 V	150 V / 188 V
Μέγιστο ρεύμα εισόδου σε εισόδο A / εισόδο B	22 A / 11 A	22 A / 11 A
Μέγιστο ρεύμα εισόδου ανά στοιχειοσειρά σε εισόδο A** / εισόδο B**	33 A / 12,5 A	33 A / 12,5 A
Αριθμός ανεξάρτητων εισόδων MPP / Στοιχειοσειρές ανά εισόδο MPP	2 / A:4, B:1	2 / A:4; B:1
<b>Έξοδος (AC)</b>		
Ονομαστική ισχύς (@230 V, 50 Hz)	8000 W	10000 W
Μέγιστη φαινόμενη ισχύς AC	8000 VA	10000 VA
Ονομαστική τάση AC	3 / N / PE, 220 / 380 V 3 / N / PE, 230 / 400 V 3 / N / PE, 240 / 415 V	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V
Εύρος ονομαστικής τάσης AC	160 V - 280 V	160 V - 280 V
Συχνότητα δικτύου AC / Εύρος	50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz
Ονομαστική συχνότητα δικτύου / Ονομαστική τάση δικτύου	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V
Μέγιστο ρεύμα εξόδου	16 A	16 A
Συντελεστής ισχύος σε ονομαστική ισχύ	1	1
Ρυθμιζόμενος συντελεστής πρόσφυσης	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση
Φάσεις τροφοδοσίας / Φάσεις σύνδεσης	3 / 3	3 / 3
<b>Βαθμός απόδοσης</b>		
Μέγιστος βαθμός απόδοσης / Ευρωπαϊκός βαθμός απόδοσης	98,1 % / 97,5 %	98,1 % / 97,7 %
<b>Διατάξεις προστασίας</b>		
Αποζεύκτες εισόδου	●	●
Επιτήρηση γείωσης / Επιτήρηση δικτύου	● / ●	● / ●
Απαγωγός υπέρτασης DC τύπου II με δυνατότητα ενσωμάτωσης	○	○
Προστασία αντιστροφής πόλων DC / Αντοχή AC σε βραχυκυκλώματα / Γαλβανική μόνωση	● / ● / -	● / ● / -
Μονάδα επιτήρησης σφαλμάτων ρεύματος ευαίσθητη σε όλους τους τύπους ρεύματος	●	●
Κλάση προστασίας (σύμφωνα με το πρότυπο IEC 62103) / Κατηγορία υπέρτασης (σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60664-1)	I / III	I / III
<b>Γενικά χαρακτηριστικά</b>		
Διαστάσεις (Πλάτος / Ύψος / Βάθος)	665 / 690 / 265 mm (26,2 / 27,2 / 10,4 inch)	665 / 690 / 265 mm (26,2 / 27,2 / 10,4 inch)
Βάρος	64 kg / 141,1 lb	64 kg / 141,1 lb
Εύρος τιμών θερμοκρασίας λειτουργίας	-25 °C ... +60 °C / -13 °F ... +140 °F	-25 °C ... +60 °C / -13 °F ... +140 °F
Εκπομπή θορύβου, τυπική	51 dB(A)	51 dB(A)
Ιδιοκατανάλωση (νύχτα)	1 W	1 W
Τοπολογία / Είδος ψύξης	Χωρίς μετασχηματιστή / OptiCool	Χωρίς μετασχηματιστή / OptiCool
Κλάση προστασίας / Κλάση προστασίας συνδέσεων (κατά το πρότυπο IEC 60529)	IP65 / IP54	IP65 / IP54
Κλιματική κατηγορία (κατά το πρότυπο IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για σχετική υγρασία (χωρίς συμπύκνωση)	100 %	100 %
<b>Εξοπλισμός</b>		
Σύνδεση DC	SUNCLIX	SUNCLIX
Σύνδεση AC	Ελατρωτός συνδετήρας	Ελατρωτός συνδετήρας
Οθόνι	Γράφημα	Γράφημα
Διεπαφή: RS485 / Τεχνολογία Bluetooth	○ / ●	○ / ●
Εγγύηση: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 χρόνια	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
Ρελέ πολλαπλών λειτουργιών	●	●
Πιστοποιητικά και άδειες (περισσότερα κατόπιν αιτήματος)	CE, VDE0126-1-1, G83/1-1, RD 1663/2000, RD 661/2007, G59/2, PPC, AS4777, EN 50438*, C10/11, PPDS, IEC 61727, ENEL-Guida, UTE C15-712-1	
Χαρακτηρισμός τύπου	STP 8000TL-10	STP 10000TL-10

Καμπύλη βαθμού απόδοσης SUNNY TRIPOWER 17000TL



## Εξαρτήματα



Διαπαφή RS485  
DM-485CB-10



Απαγωγός υπέρτασης  
DC Τύπος II, είσοδος A  
DCSPD KIT1-10



Απαγωγός υπέρτασης  
DC Τύπος II, είσοδος A  
DCSPD KIT2-10

- \* Δεν ισχύει για όλα τα εθνικά παραρτήματα του προτύπου EN 50438
  - \*\* Να λαμβάνεται υπόψη σε περιπτώσεις βραχυκυκλώματος της ηλεκτρονικής ασφάλειας στοιχειοσειρών
  - Βασικός εξοπλισμός    ○ Προαιρετικός    – Μη διαθέσιμος
- Στοιχεία υπό ονομαστικές συνθήκες

Sunny Tripower 12000TL	Sunny Tripower 15000TL	Sunny Tripower 17000TL	
12250 W	15340 W	17410 W	
1000 V	1000 V	1000 V	
380 V - 800 V / 600 V	360 V - 800 V / 600 V	400 V - 800 V / 600 V	
150 V / 188 V	150 V / 188 V	150 V / 188 V	
22 A / 11 A	33 A / 11 A	33 A / 11 A	
33 A / 12,5 A	33 A / 12,5 A	33 A / 12,5 A	
2 / A:4, B:1	2 / A:5; B:1	2 / A:5, B:1	
12000 W	15000 W	17000 W	
12000 VA	15000 VA	17000 VA	
3 / N / PE, 220 / 380 V	3 / N / PE, 220 / 380 V	3 / N / PE, 220 / 380 V	
3 / N / PE, 230 / 400 V	3 / N / PE, 230 / 400 V	3 / N / PE, 230 / 400 V	
3 / N / PE, 240 / 415 V	3 / N / PE, 240 / 415 V	3 / N / PE, 240 / 415 V	
160 V - 280 V	160 V - 280 V	160 V - 280 V	
50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz	
50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V	
19,2 A	24 A	24,6 A	
1	1	1	
0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	
3 / 3	3 / 3	3 / 3	
98,1 % / 97,7 %	98,2 % / 97,8 %	98,2 % / 97,8 %	
● ● / ● ○ ● / ● / - ● I / III	● ● / ● ○ ● / ● / - ● I / III	● ● / ● ○ ● / ● / - ● I / III	
665 / 690 / 265 mm (26,2 / 27,2 / 10,4 inch)	665 / 690 / 265 mm (26,2 / 27,2 / 10,4 inch)	665 / 690 / 265 mm (26,2 / 27,2 / 10,4 inch)	
64 kg / 141,1 lb	64 kg / 141,1 lb	64 kg / 141,1 lb	
-25 °C ... +60 °C / -13 °F ... +140 °F	-25 °C ... +60 °C / -13 °F ... +140 °F	-25 °C ... +60 °C / -13 °F ... +140 °F	
51 dB(A)	51 dB(A)	51 dB(A)	
1 W	1 W	1 W	
Χωρίς μετασχηματιστή / OptiCool	Χωρίς μετασχηματιστή / OptiCool	Χωρίς μετασχηματιστή / OptiCool	
IP65 / IP54	IP65 / IP54	IP65 / IP54	
4K4H	4K4H	4K4H	
100 %	100 %	100 %	
SUNCLIX	SUNCLIX	SUNCLIX	
Ελατηριωτός συνδετήρας	Ελατηριωτός συνδετήρας	Ελατηριωτός συνδετήρας	
Γράφημα ○ / ● ● / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ ●	Γράφημα ○ / ● ● / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ ●	Γράφημα ○ / ● ● / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ ●	
CE, VDE0126-1-1, G83/1-1, RD 1663/2000, RD 661/2007, G59/2, PPC, AS4777, EN 50438*, C10/11, PPDS, IEC 61727, ENEL-Guida, UTE C15-712-1			
STP 12000TL-10	STP 15000TL-10	STP 17000TL-10	

# www.SunnyPortal.com

Επαγγελματική επιτήρηση, διαχείριση και παρουσίαση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων



www.SMA-Hellas.com

SMA Solar Technology

STP170001DE11 14610 SMA και Sunny Topower αποτελούν σήματα κατατεθέντα της SMA Solar Technology AG. Το σήμα SUNINIX αποτελεί σήμα κατατεθέν της HOBNIX CONTACT GmbH & Co. KG. Το σήμα και οι τιμές ενσωματώνονται στα τεχνολογικά δεδομένα τη στιγμή της απεικόνισης του παρόντος. Με την επιφύλαξη του δικαιώματος πνευματικής ιδιοκτησίας. Εμπνευσμένο σε σχήμα που δεν περιέχει κείμενο.