



**Τ.Ε.Ι ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΟΙΚΙΑΚΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ 10KW ΜΕ NET METERING**



**ΔΙΟΝΥΣΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**  
**ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ- 2013**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο «Αυτόνομο οικιακό φωτοβολταϊκό σύστημα 10 kW με Net Metering» πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Ηλεκτρολογίας της Σχολής ΣΤΕΦ του ΑΤΕΙ Πατρών.

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μας εργασίας αισθανόμαστε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε όλους τους ανθρώπους που βοήθησαν στη διεκπεραίωσή της.

Καταρχάς, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Επιβλέποντα Καθηγητή μας, κύριο Πετρόπουλο Δημήτριο, για τη δυνατότητα που μας έδωσε να μελετήσουμε ένα θέμα με ιδιαίτερο ενδιαφέρον, για την πολύτιμη βοήθειά του και για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε.

Επιπλέον, ευχαριστούμε θερμά και τα άλλα δύο μέλη της τριμελούς επιτροπής μας, τους κυρίους Χαραλαμπάκο Βασίλειο-Νεκτάριο και Μίμο Ευάγγελο, για τις πολύτιμες υποδείξεις τους.

Επίσης, ευχαριστούμε τον κύριο Κωνσταντίνο Τσιλιβήτα και τον κύριο Σπύρο Φερλέ, των οποίων οι συμβουλές υπήρξαν καθοριστικές για την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας μας.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την Άννα-Θαλασσινή Βαλλή και τη Σεβαστή Διονυσοπούλου για την πολύτιμη συμβολή τους κυρίως κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας. Βεβαίως, χωρίς τη βοήθεια των οικογενειών μας, η εργασία αυτή δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις μέρες μας σημαντικό ρόλο στη ζωή μας έχει η εξοικονόμηση ενέργειας λόγω τις πολύ μεγάλης ζήτησης που υπάρχει. Αποτέλεσμα αυτού είναι η προσπάθεια εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων όσο το δυνατόν καλύτερα. Ένα τμήμα αυτών είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα, τα οποία εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια μετατρέποντας την σε ωφέλιμη για τον άνθρωπο ενέργεια. Στην πτυχιακή μας εργασία ασχοληθήκαμε με την μελέτη ενός οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος των 10KWp με σύστημα Net Metering. Στο πρώτο μέρος της μελέτης μας ασχοληθήκαμε με τις προϋποθέσεις τις οποίες πρέπει να πληροί η εταιρεία που θα αναλάβει την εκτέλεση του έργου. Στη συνέχεια, αναλύσαμε τα βήματα της αδειοδότησης για την κατασκευή του οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος. Επίσης, έγινε επιλογή των κατάλληλων υλικών του συστήματος και περιγραφή των χαρακτηριστικών των πάνελ και των inverters. Επιπλέον, έγινε τεχνική περιγραφή του έργου και περιγραφή της λειτουργίας του συστήματος. Κατόπιν, πραγματοποιήθηκε λεπτομερής περιγραφή του συστήματος Net Metering και της λειτουργίας του, ενώ, επιπροσθέτως, ασχοληθήκαμε με την ασφάλεια του συστήματος και την προστασία του από εξωτερικούς αστάθμητους παράγοντες. Αναφέραμε τα πλεονεκτήματα ενός οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος και τι μπορεί να προσφέρει αυτό στον οικολογικό τομέα της πράσινης ενέργειας. Τέλος, πραγματοποιήσαμε ηλεκτρολογικό σχεδιασμό της εγκατάστασης μέσω του προγράμματος Autocad.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b>	σελ. 1
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	σελ. 2
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	σελ. 4
1.1 Ηλιακή ενέργεια	σελ. 4
1.2 Η εμφάνιση και αξιοποίηση του φωτοβολταϊκού φαινομένου με την πάροδο του χρόνου	σελ. 5
1.3 Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο	σελ. 5
1.4 Επεξήγηση όρων	σελ. 9
<b>2. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</b>	σελ. 10
2.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Φ/Β	σελ. 10
2.2 Γωνία ηλιακής ακτινοβολίας	σελ. 12
2.3 Βαθμός απόδοσης	σελ. 13
2.4 Πλεονεκτήματα οικιακού Φ/Β συστήματος	σελ. 14
2.5 Σωστή επιλογή μιας Φ/Β εγκατάστασης	σελ. 15
2.6 Τα βήματα της αδειοδότησης	σελ. 16
2.7 Καθεστώς εγγυήσεων	σελ. 17
<b>3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ</b>	σελ. 18
3.1 Βάσεις στήριξης φωτοβολταϊκών πάνελ	σελ. 18
3.2 Από τι αποτελούνται τα Φ/Β πάνελ	σελ. 20
3.3 Βαθμός απόδοσης ενός πάνελ	σελ. 21
3.4 Σε ποιες κατηγορίες χωρίζονται	σελ. 22
3.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά πάνελ	σελ. 26
3.6 Ορισμός του Inverter	σελ. 27
3.7 Τεχνικά χαρακτηριστικά αντιστροφέα (Inverter)	σελ. 27
3.8 Προβλήματα που αντιμετωπίζονται από τον αντιστροφέα	σελ. 28
3.9 Διαφορές τριφασικών – μονοφασικών Inverters	σελ. 31
3.10 Γιατί είναι σημαντική η επιλογή αξιόπιστου Inverter	σελ. 32
3.11 Δυνατότητες παρακολούθησης Inverter	σελ. 32
3.12 Εγγύηση Inverters	σελ. 33
<b>4. ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ</b>	σελ. 34
4.1 Ηλεκτρικός πίνακας AC	σελ. 34
4.2 Προστασία πίνακα AC	σελ. 34
4.3 Ηλεκτρικός πίνακας DC	σελ. 35
4.4. Σύστημα σύλληψης και απαγωγής άμεσων κεραυνικών πληγμάτων	σελ. 37
4.5 Υλικά συστήματος σύλληψης και απαγωγής άμεσων κεραυνικών πληγμάτων	σελ. 38
4.6 Γείωση αντικεραυνικής προστασίας	σελ. 40
4.7 Υλικά συστήματος γείωσης και εξίσωση δυναμικού	σελ. 41
<b>5. ΑΥΤΟΝΟΜΟ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑ – NET METERING</b>	σελ. 48
5.1 Γιατί ένα αυτόνομο σύστημα συμφέρει σε εξωχικό	σελ. 48
5.2 Τα χαρακτηριστικά του αυτόνομου Φ/Β συστήματος	σελ. 48
5.3 Σύστημα Net Metering	σελ. 50
5.4 Παράδειγμα με σύστημα Net Metering	σελ. 51
<b>6. ΒΗΜΑΤΑ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ</b>	σελ. 55
<b>7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	σελ. 63

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Ηλιακή ενέργεια

Ο ήλιος προσφέρει δωρεάν στη γη τη μεγαλύτερη ποσότητα ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια είναι αρκετή να παραμερίσουμε οριστικά όλες τις πηγές θερμικής ενέργειας που βασίζονται στα στερεά ή υγρά ή αέρια καύσιμα και στη γεωθερμία, αν προχωρήσουμε σ' εκτεταμένη χρήση του. Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια μεγιστοποίησης της εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας τόσο από τους δημόσιους όσο και από τους ιδιωτικούς φορείς. Σ' αυτό τον τομέα αναφέρονται τα επόμενα κεφάλαια τόσο από τεχνικής όσο και από νομικής πλευράς .

Οι άνθρωποι μέχρι το 1635 πίστευαν ότι η γη ήταν ακίνητη και ότι ο θεός έφτιαξε τον ήλιο για να φωτίζει την γη. Όμως το 1630-1635 ήλθε η σειρά του Γαλιλαίου να μας πει την αλήθεια. Ήταν εκείνος που πρώτος τόλμησε να μας πει ότι η γη κινείται γύρω από τον ήλιο. Αυτή η δήλωση εξόργισε τα μέλη της ιεράς εξέτασης τα οποία ήταν έτοιμα να τον κάψουν. Ο Γαλιλαίος κάτω από τέτοιες συνθήκες γονάτισε μπροστά στους διώκτες του και δήλωσε ότι τάχα μετανούσε για τη θεωρία του .Έτσι δεν οδηγήθηκε στην φωτιά αλλά παρέμεινε κρατούμενος μέχρι το 1642 που πέθανε σε ηλικία 78 ετών ενώ κάποια στιγμή είπε την φράση «και όμως κινείται ».Με την πάροδο του χρόνου οι αστρολόγοι μακριά από την ιερά εξέταση επιβεβαίωσαν τη θεωρία του Γαλιλαίου χωρίς να οδηγηθούν στην πυρά.

Στην συνέχεια άρχισαν και οι μελέτες γύρω από τον τρόπο αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας και το χρόνο περιστροφής της γης γύρω από τον ήλιο. Με την πάροδο του χρόνου αποδείχθηκε ότι η περιστροφή του πλανήτη μας γύρω από τον ήλιο διαρκεί 365,25 ημέρες. Μετά οι επιστήμονες καθόρισαν την απόσταση της γης γύρω από τον ήλιο που φθάνει τα 152.000.000 χιλιόμετρα.

Ακολούθησαν άλλοι επιστήμονες που επιδόθηκαν στην αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και φθάσαμε στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς να καταναλώσουμε καύσιμα και να ρυπαίνουμε την ατμόσφαιρα από την οποία θέλουμε ν' αναπνέουμε καθαρό αέρα.

## 1.2 Η εμφάνιση και αξιοποίηση του φωτοβολταϊκού φαινομένου με την πάροδο του χρόνου.

- Για πρώτη φορά παρατηρήθηκε σε φαινόμενο χωρίς να προδικάζεται η αξιοποίηση του το 1839, κατά τη βύθιση μεταλλικών ηλεκτροδίων σε ηλεκτρολύτες.
- Μετά από 98 χρόνια,(το 1937) κατασκευάστηκε το πρώτο φωτοβολταϊκό στοιχείο με πολύ μικρή απόδοση που λέγεται ότι απέδιδε 1% της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας .
- Μετά από άλλα 15 χρόνια(το 1952),ανακαλύφθηκε η μέθοδος της τηγμένης ζώνης για παραγωγή στερεών στοιχείων φωτοβολταϊκών στοιχείων απαλλαγμένων από άλλες προσμίξεις.
- Περί το 1954 χρησιμοποιήθηκε το πυρίτιο που είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του βαθμού απόδοσης στο 6% σε σχέση με την προσπίπτουσα σ' αυτό ηλιακή ενέργεια.
- Από το 1954-55 άρχισε η παραγωγή των πρώτων φωτοβολταϊκών στοιχείων που δόθηκαν στην ελεύθερη αγορά.
- Δύο χρόνια αργότερα (το 1958), έγιναν οι πρώτες εκτοξεύσεις δορυφόρων από την Αμερική και την τότε Σοβιετική Ένωση, επί των οποίων είχαν εγκατασταθεί φωτοβολταϊκά στοιχεία για την ηλεκτρική τροφοδότηση τους.
- Από το 1972 άρχισε η κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων των οποίων η απόδοση έφθανε το 14% σε σχέση με την προσπίπτουσα σ' αυτό ηλιακή ενέργεια

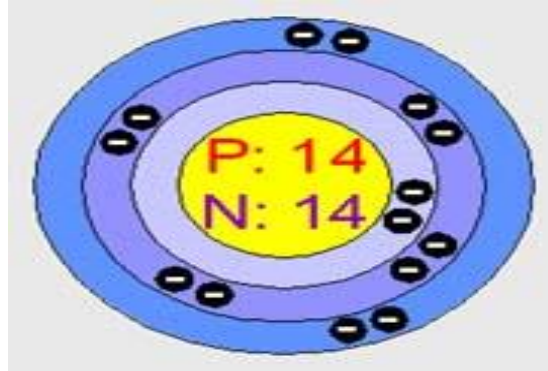
## 1.3 Το φωτοβολταϊκό Φαινόμενο

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο και η λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος στηρίζεται στις βασικές ιδιότητες ημιαγωγών υλικών σε ατομικό επίπεδο. Όταν το φως προσπίπτει σε μια επιφάνεια είτε ανακλάται, είτε απορροφάται από το υλικό της επιφάνειας. Η απορρόφηση του φωτός ουσιαστικά σημαίνει τη μετατροπή του σε άλλη μορφή ενέργειας (σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας), η οποία συνήθως είναι η θερμότητα. Παρόλα αυτά, όμως, υπάρχουν κάποια υλικά τα οποία έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν την ενέργεια των προσπιπτόντων φωτονίων (πακέτα ενέργειας) σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτά τα υλικά είναι οι ημιαγωγοί και σε αυτά οφείλεται, επίσης, η τεράστια τεχνολογική πρόοδος που έχει συντελεστεί στον τομέα της ηλεκτρονικής και συνεπακόλουθα στον ευρύτερο χώρο της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών.

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

## Ø Χαρακτηριστικά Ημιαγωγών

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



Πυρίτιο (Si)

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

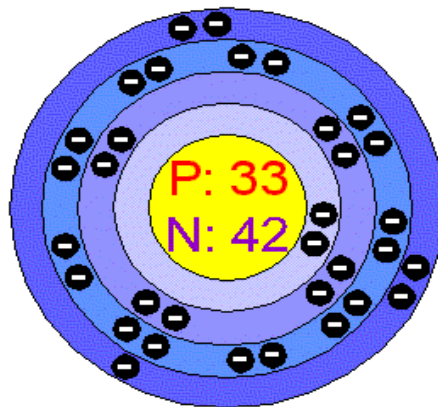
Σε αυτήν την τάση οφείλεται και η κρυσταλλική δομή του πυριτίου αφού όταν συνυπάρχουν πολλά άτομα μαζί διατάσσονται με τέτοιο τρόπο ώστε να συνεισφέρουν ηλεκτρόνια με όλα τα γειτονικά τους άτομα και τελικά με αυτόν τον τρόπο να αποκτούν μια συμπληρωμένη εξωτερική στοιβάδα και κρυσταλλική δομή. Αυτή είναι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

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

## Ø Δημιουργία ηλεκτρικά φορτισμένων ημιαγωγών

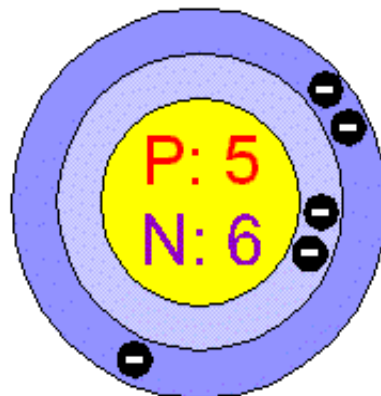
Τις ημιαγωγές ιδιότητές του το πυρίτιο τις αποκτά με τεχνικό τρόπο. Αυτό πρακτικά γίνεται με την πρόσμειξη με άλλα στοιχεία τα οποία είτε έχουν ένα ηλεκτρόνιο περισσότερο είτε ένα λιγότερο στην στοιβάδα σθένους των. Αυτή η πρόσμειξη τελικά κάνει τον κρύσταλλο δεκτικό είτε σε θετικά φορτία (υλικό τύπου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

Για να φτιαχτεί λοιπόν ένας ημιαγωγός τύπου n ή αλλιώς ένας αρνητικά φορτισμένος κρύσταλλος πυριτίου θα πρέπει να γίνει πρόσμειξη ενός υλικού με 5e στην εξωτερική του στοιβάδα όπως για παράδειγμα το αρσενικό (As).



Αρσενικό (As)

Αντίστοιχα για να δημιουργήσουμε έναν ημιαγωγό τύπου p ή αλλιώς θετικά φορτισμένος κρύσταλλος πυριτίου χρειάζεται να γίνει πρόσμειξη στον κρύσταλλο κάποιου υλικού όπως το βόριο (B) που έχει 3e στην εξωτερική του στοιβάδα.

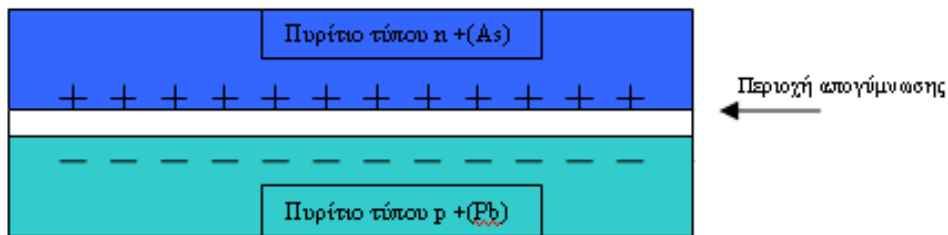


Βόριο (B)

#### ∅ Δημιουργία της επαφής (του ηλεκτρικού πεδίου)

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





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

### Ø Η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας

Η ηλιακή ακτινοβολία έρχεται με την μορφή πακέτων ενέργειας ή φωτονίων. Τα φωτόνια όταν προσπίπτουν σε μια διάταξη φβ κελιού περνούν αδιατάραχτα την επαφή τύπου n και χτυπούν τα άτομα της περιοχής τύπου p. Τα ηλεκτρόνια της περιοχής τύπου p αρχίζουν και κινούνται μεταξύ των οπών ώσπου τελικά φτάνουν στην περιοχή της διόδου όπου και έλκονται πλέον από το θετικό πεδίο της εκεί περιοχής.

Αφού ξεπεράσουν το ενεργειακό χάσμα αυτής της περιοχής μετά είναι αδύνατον να επιστρέψουν. Στο κομμάτι της επαφής n πλέον έχουμε μια περίσσεια ηλεκτρονίων που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε. Αυτή η περίσσεια των ηλεκτρονίων μπορεί να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα εάν τοποθετήσουμε μια διάταξη όπως ένας μεταλλικός αγωγός στο πάνω μέρος της επαφής n και στο κάτω της επαφής p και ένα φορτίο ενδιάμεσα με τέτοιο τρόπο ώστε να κλείσει ένας αγωγίμος δρόμος για το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται. Αυτή είναι απλοποιημένα η γενική αρχή λειτουργίας του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

## 1.4 Επεξήγηση όρων

- Ø **Αντιστροφέας (inverter):** Αντιστροφέα ονομάζουμε τη συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο.
- Ø **Ρυθμιστής φόρτισης:** Είναι η διάταξη που ρυθμίζει τη φόρτιση των συσσωρευτών.
- Ø **Φωτοβολταϊκή γεννήτρια:** Κάθε αυτοτελές τμήμα φωτοβολταϊκής εγκατάστασης (με φωτοβολταϊκά στοιχεία) που παράγει συνεχή τάση και κατ' επέκταση συνεχές ρεύμα.
- Ø **Φωτοβολταϊκή μονάδα(αποκαλούμενη και πάνελ):** Το σύνολο των φωτοβολταϊκών πλαισίων που είναι προκατασκευασμένα και συναρμολογημένα έτοιμα για εγκατάσταση. Η λέξη πάνελ βρίσκεται εκτός ελληνικών λεξικών και κακώς έχει επεκταθεί η χρήση της στην ελληνική βιβλιογραφία αντί της λέξης πίνακας ή πλαίσιο ή φωτοβολταϊκή μονάδα.
- Ø **Φωτοβολταϊκή συστοιχία:** Το σύνολο των φωτοβολταϊκών πλαισίων που έχουν συνδεθεί μεταξύ τους και βρίσκονται πάνω στην ίδια κατασκευή στήριξης.
- Ø **Φωτοβολταϊκό πλαίσιο:** Ονομάζουμε φωτοβολταϊκό πλαίσιο κάθε σύνολο φωτοβολταϊκών στοιχείων συνδεδεμένων μεταξύ τους ώστε να αποτελούν δομική μονάδα της φωτοβολταϊκής γεννήτριας .Η Φωτοβολταϊκή γεννήτρια αποτελείται από ένα ή περισσότερα φωτοβολταϊκά πλαίσια, ανάλογα με τον επιδιωκόμενο σκοπό.
- Ø **Φωτοβολταϊκό στοιχείο:** Φωτοβολταϊκό στοιχείο που ονομάζεται και φωτοβολταϊκό κύτταρο ή φωτοβολταϊκή κυψέλη ονομάζεται η διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια υπό την επίδραση ακτινοβολίας. Στην πράξη η ακτινοβολία είναι η ηλιακή.
- Ø **Φωτοβολταϊκό (Φ/Β) φαινόμενο:** Ονομάζουμε Φ/Β φαινόμενο τη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση.
- Ø **Φωτοβολταϊκό σύστημα:** πρόκειται για ένα σύστημα που μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρισμό.
- Ø **Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα:** το σύστημα που αποθηκεύει την παραγόμενη ενέργεια σε μπαταρίες και δεν είναι συνδεδεμένο με τη ΔΕΗ. Συνήθως αυτά τα συστήματα έχουν και εφεδρικές γεννήτριες.
- Ø **Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα:** το σύστημα που είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο της ΔΕΗ.
- Ø **Φωτοβολταϊκό πάνελ:** ένα ή περισσότερα πλαίσια που είναι συνδεδεμένα και έτοιμα για εγκατάσταση.
- Ø **Ηλιοστάτης (tracker) :** μια μηχανολογική διάταξη που μπορεί να περιστρέφεται ώστε να ακολουθεί την πορεία του ήλιου .Έτσι επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.
- Ø **Α.Π.Ε.:** Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.
- Ø **Ρ.Α.Ε.:** Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας.
- Ø **Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε.:** Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας.
- Ø **KW(κιλοβάτ):** μονάδα ισχύος[1kW=1.000 watt,1 MW=1.000kW]
- Ø **KWp (κιλοβάτ πικ-peak):**μονάδα ονομαστικής ισχύος του φωτοβολταϊκού(ίδιο με το kW)
- Ø **KWh(κιλοβατώρα):**μονάδα ενέργειας.

## 2. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

### 2.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Φ/Β

Η χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα:

#### *A)Πλεονεκτήματα.*

1. **Μηδενικός θόρυβος.** Αφού δεν υπάρχουν κινούμενα τμήματα τους δεν υπάρχει και θόρυβος.
2. **Μηδενική ρύπανση.** Αφού δεν υπάρχουν εκπομπές υγρών ή αερίων ρυπαντικών ουσιών.
3. **Μηδενική κατανάλωση καυσίμων.** Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει πρόβλημα προμήθειας καυσίμων πράγμα που επιμηκύνει και την ύπαρξη τους στον πλανήτη
4. **Δυνατότητα μεγέθυνσης** των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων χωρίς να καταργούνται αυτές που βρίσκονται σε λειτουργία. Το αντίθετο θα συνέβαινε αν θέλαμε να μεγαλώσουμε θερμικές μονάδες παραγωγής (άνθρακα ή πετρελαίου)με την ταυτόχρονη κατάργηση αυτών που βρίσκονται σε λειτουργία.
5. **Μικρό κόστος συντήρησης και απασχόλησης προσωπικού.** Η μη χρήση μηχανημάτων μηδενίζει την απασχόληση για την επίβλεψη και την συντήρηση της εγκατάστασης. Ένας έλεγχος ανά τρίμηνο ή τετράμηνο είναι αρκετός για τη λειτουργία χωρίς προβλήματα. Ενδεχόμενη βλάβη κάποιων φωτοβολταϊκών στοιχείων αντιμετωπίζεται με βραχύχρονη επέμβαση.
6. **Μεγάλη διάρκεια αντοχής** αν αποδειχθεί με την πάροδο του χρόνου όπως ισχυρίζονται οι κατασκευαστές και οι έμποροι των φωτοβολταϊκών μονάδων. Σημειώνεται ότι μεταξύ κατασκευαστών και εμπόρων διαφοροποιείται ο υποσχόμενος χρόνος αντοχής. Σήμερα γίνεται λόγος για 20 και 30 χρόνια αλλά με την εξέλιξη της τεχνολογίας περιμένουμε περισσότερα.
7. **Χρήση από αγρότες.** Κάτω από ορισμένες συνθήκες , τέτοια μονάδα μπορεί να ιδρυθεί και από αγρότες και να τους συγκρατήσει στον τόπο τους μειώνοντας την τάση φυγής προς τα αστικά κέντρα.
8. **Εύκολη εγκατάσταση** των φωτοβολταϊκών μονάδων από τον καταναλωτή.
9. **Αυξανόμενη απόδοση** με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη της τεχνολογίας.

10. **Αποδέσμευση καταναλωτή.** Αν πρόκειται για ένα καταναλωτή, αυτός κάτω από ορισμένες συνθήκες μπορεί να αποδεσμεύεται από τα δίκτυα της ηλεκτροδότησης επιχείρησης.
11. **Δυνατότητα αυξομείωσης ισχύος.** Υπάρχει δυνατότητα εγκατάστασης οποιασδήποτε ισχύος αν το επιτρέπει ο χώρος ανάλογης εγκατάστασης.

### ***B)Μειονεκτήματα***

1. **Δεν είναι επιβεβαιωμένος χρόνος απόσβεσης** μιας τέτοιας εγκατάστασης σε συνδυασμό με το κόστος συντήρησης.
2. **Αισθητικά προβλήματα** στο χώρο στον οποίο θα εγκατασταθούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια.
3. **Δέσμευση χώρου** μεγάλης έκτασης αν πρόκειται για μονάδα παραγωγής ενέργειας προς πώληση.
4. **Αβέβαιος χρόνος.** Δεν είναι βέβαιο ότι ο φορέας ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΗ) θα αγοράζει επί μακρό χρονικό διάστημα την ενέργεια από ιδιωτικές μονάδες. Κανένας δε μας λέει τι θα γίνει αν εκλείψει ο αγοραστής της ηλεκτρικής ενέργειας και νεκρωθούν οι εγκαταστάσεις του κατόχου τους.
5. **Πολύ υψηλό κόστος** αν θελήσουμε να έχουμε τα πλαίσια περιστρεφόμενου για να έχουμε μακρότερο χρόνο κάθετες τια ακτίνες του ηλίου.
6. **Κόστος προστασίας.** Αν η εγκατάσταση βρίσκεται σε αγροτική έκταση απαιτείται προστασία υψηλού κόστους, τόσο για την αποφυγή κλοπών όσο και την αποφυγή δολιοφθοράς. Σημειώνεται ότι ένα κακόβουλο πρόσωπο μπορεί να λιθοβολήσει τη νύχτα μια εγκατάσταση μεγάλης έκτασης και να τη θέσει εκτός λειτουργίας.
7. **Πρόσκαιρα υψηλό κόστος** προμήθειας κι εγκατάστασης τόσο των φωτοβολταϊκών πλαισίων όσο και των συσσωρευτών, των μετατροπέων και των ρυθμιστών. Ωστόσο ελπίζεται ότι με την πάροδο του χρόνου οι τιμές θα μειωθούν.

## 2.2 Γωνία ηλιακής ακτινοβολίας

Η γωνία υπό την οποία προσπίπτουν οι ακτίνες του ηλίου σε μια οριζόντια επιφάνεια, μεταβάλλεται τόσο κατά την εποχή όσο και κατά την ώρα της ηλιοφάνειας.

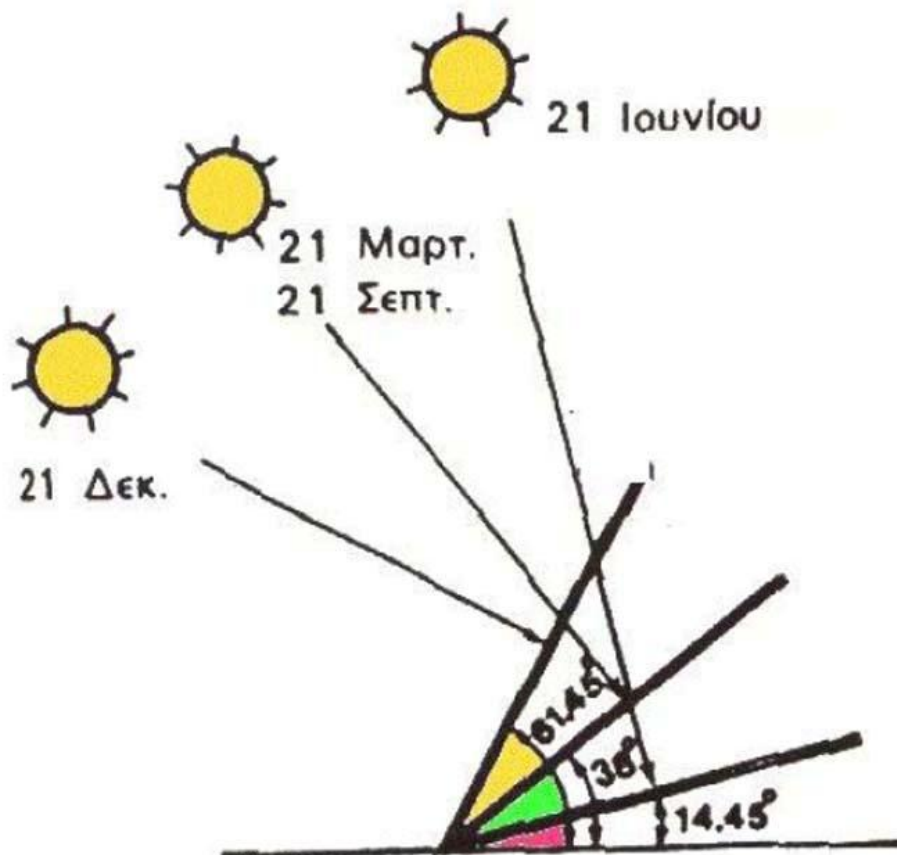
Διαφοροποιείται επίσης ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής όπου θα εγκατασταθεί η φωτοβολταϊκή μονάδα.

Κατά τον Ιούνιο (θερινό ηλιοστάσιο) οι ακτίνες του ηλίου πέφτουν κάθετα σ' ένα επίπεδο που βρίσκεται υπό γωνία  $14^{\circ}45'$  από το οριζόντιο επίπεδο.

Κατά τις περιόδους των ισημεριών Μαρτίου και Σεπτεμβρίου η γωνία του επιπέδου μεταβάλλεται και φθάνει στις  $38^{\circ}$ .

Κατά την περίοδο του χειμερινού ηλιοστασίου 21 δεκεμβρίου η πτώση των ακτινών είναι κάθετη σ' επίπεδο που έχει απόκλιση από το οριζόντιο κατά  $61^{\circ}45'$ .

Στο σχήμα δίδονται οι γωνίες των επιπέδων επί των οποίων έχουμε κατά εποχή κάθετη πτώση των ηλιακών ακτινών.


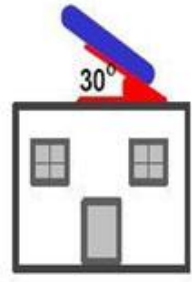

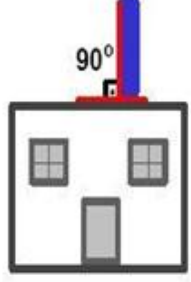


Οι γωνίες αυτές διαφοροποιούνται ελαφρά και από το γεωγραφικό πλάτος που στον ελληνικό χώρο διαφοροποιείται από το βορρά στο νότο κατά  $6^{\circ}30'$ .

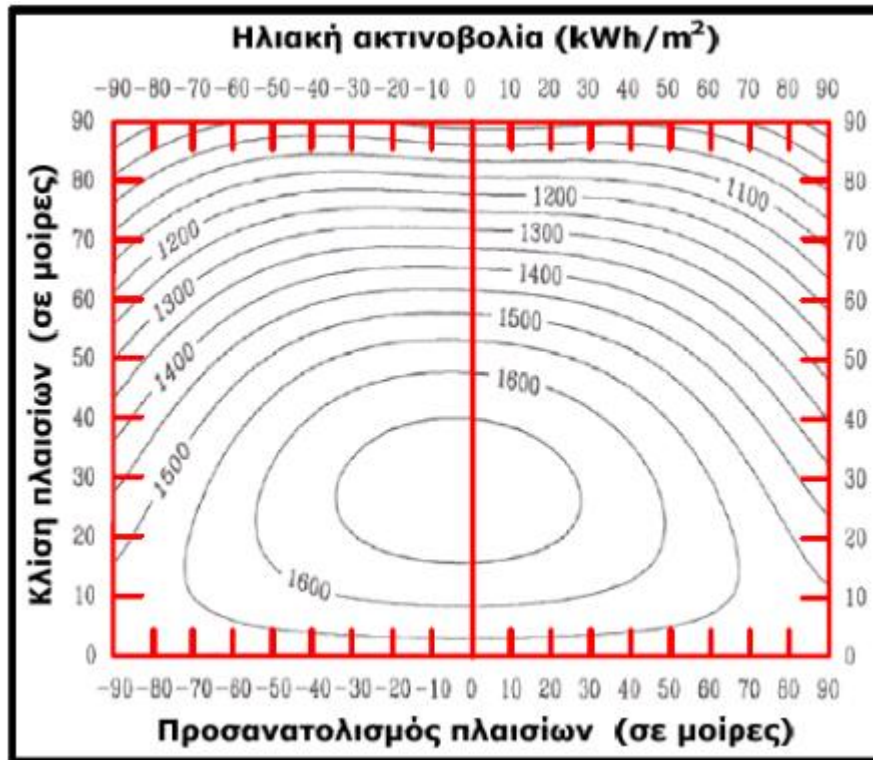
Τούτο σημαίνει ότι η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας μεταβάλλεται και μικραίνει όσο κινούμεθα από τα βόρεια σύνορα της Ελλάδας όπου έχουμε γεωγραφικό πλάτος  $41^{\circ}30'$  και φθάνουμε στα Σφακιά και στην Ιεράπετρα της Κρήτης όπου έχουμε  $35^{\circ}$  ενώ στο κέντρο της Αθήνας έχουμε  $38^{\circ}$ .

### 2.3 Βαθμός απόδοσης

Ο βαθμός απόδοσης της ηλιακής ακτινοβολίας διαφοροποιείται ανάλογα με την γωνία που σχηματίζει το επίπεδο των φωτοβολταϊκών στοιχείων με τις ακτίνες του ηλίου. Ανάλογα με την ώρα και με την εποχή, τόσο η γωνία πρόσπτωσης των ακτινών όσο και η απόδοση διαφοροποιούνται. Γι' αυτό το λόγο άλλα αποτελέσματα έχουμε από την πρωινή και απογευματινή ηλιακή ακτινοβολία και άλλα το μεσημέρι.

 Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	 $30^{\circ}$	 $0^{\circ}$	 $90^{\circ}$
Ανατολικός - Δυτικός	85% $kWh_{(max)}$	90% $kWh_{(max)}$	50% $kWh_{(max)}$
ΝοτιοΑνατολικός - ΝοτιοΔυτικός	95% $kWh_{(max)}$	90% $kWh_{(max)}$	60% $kWh_{(max)}$
Νότιος	<b><math>kWh_{(max)}</math></b>	90% $kWh_{(max)}$	60% $kWh_{(max)}$
ΒορειοΑνατολικός - ΒορειοΔυτικός	67% $kWh_{(max)}$	90% $kWh_{(max)}$	30% $kWh_{(max)}$
Βόρειος	60% $kWh_{(max)}$	90% $kWh_{(max)}$	20% $kWh_{(max)}$

Όταν τα φωτοβολταϊκά στοιχεία βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, ο βαθμός απόδοσης διαφοροποιείται από μήνα σε μήνα. Αν το επίπεδο των φωτοβολταϊκών πλαισίων μετατοπίζεται ώστε να είναι κάθετο με τις ακτίνες του ηλίου έχουμε τη μεγαλύτερη απόδοση για όλες τις ώρες που έχουμε ηλιακή ακτινοβολία.



#### 2.4 Πλεονεκτήματα οικιακού Φ/Β συστήματος

Μια εγκατάσταση 10 kWp φωτοβολταϊκών στην στέγη ή την ταράτσα :

1. Μειώνει την παγκόσμια κατανάλωση πετρελαίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας .Για να παραχθεί η ίδια ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας με αυτή της εγκατάστασης θα χρειαζόνταν 22 βαρέλια ή 3.530 λίτρα πετρέλαιο ετησίως.
2. Αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση μέχρι και 14.000 κιλών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα.
3. Αντιστοιχεί με ένα δάσος 20 στρεμμάτων ή 1.000 δέντρων πάνω στο σπίτι .Τόσα δέντρα απαιτούνται για να απορροφήσουν την ίδια ποσότητα CO<sub>2</sub> .
4. Μειώνει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα τόσο, όσο εκλύουν 10 αυτοκίνητα για να κάνουν 7.000 χιλιόμετρα το καθένα σε ένα χρόνο.

## 2.5 Σωστή επιλογή μιας Φ/Β εγκατάστασης

Πρώτο βήμα είναι η επιλογή της εταιρείας που θα πραγματοποιήσει την εγκατάσταση.

- Προτιμώ να συνεργαστώ με οργανωμένες εταιρείες που εξειδικεύονται στην εγκατάσταση φ/β συστημάτων. Η φ/β μου εγκατάσταση θα λειτουργεί για πολλά χρόνια .Το ίδιο πρέπει να διαρκέσει και η συνεργασία μου με την εταιρεία εγκατάστασης.
- Τα σημεία που πρέπει να προσέξω όταν έρχομαι σε επαφή με μία εταιρεία είναι:
  - Ø Η αξιοπιστία τήρηση προδιαγραφών ,δεσμεύσεων και υποσχέσεων.
  - Ø Ο επαγγελματισμός σωστή εξυπηρέτηση, τήρηση χρονοδιαγραμμάτων.
  - Ø Η επιστημονική κατάρτιση και εμπειρία: επάρκεια σε τεχνικές γνώσεις και εμπειρία στις κατασκευές.
  - Ø Τα κατάλληλα μέσα και υποδομές: χρήση κατάλληλων μέσων και εργαλείων κατά την μελέτη και την εγκατάσταση.

Δεύτερον και πολύ σημαντικό βήμα είναι η επιλογή υλικών. Μερικές συμβουλές για να επιλέξω τα σωστά υλικά:

- § Διαλέγω επώνυμα υλικά, από αξιόπιστες εταιρείες κατασκευής και δοκιμασμένα σε ότι αφορά στην λειτουργία και στην απόδοσή τους.
- § Υλικά με τις απαραίτητες πιστοποιήσεις, δηλαδή υλικά που οι πιστοποιήσεις τους να είναι σύμφωνες με τα διεθνή πρότυπα.
- § Εγγυήσεις των υλικών. Προτιμώ υλικά με εγγυήσεις λειτουργίας και απόδοσης.
- § Προτιμώ υλικά για τα οποία θα μπορώ να βρω εύκολα τεχνική υποστήριξη τώρα και στο μέλλον.

Τρίτο βήμα είναι η επιλογή πλαισίου. Τι είδους πάνελ θα τοποθετήσω και πώς θα διαλέξω το πιο κατάλληλο. Τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να προσέξω στα φ/β πλαίσια είναι:

- Η μέγιστη ισχύς
- Η υψηλή απόδοση
- Η αντίσταση στις διακυμάνσεις θερμοκρασίας
- Η καλύτερη εγγύηση λειτουργίας
- Η αντίσταση στην φθορά
- Η αξιοπιστία της εταιρείας κατασκευής
- Οι δομικές διαστάσεις .

Σίγουρα είναι δύσκολο να πετύχω το βέλτιστο συνδυασμό των παραπάνω, αλλά είναι δυνατό να επιλέξω εκείνο που ταιριάζει καλύτερα στις δικές μου ανάγκες ,ανάλογα το χώρο που διαθέτω, τα χρήματα κ.λ.π.



## 2.6 Τα βήματα της αδειοδότησης

### 1. Κατάθεση της αίτησης σύνδεσης στη ΔΕΗ

Συνήθως η εταιρεία εγκατάστασης που έχω επιλέξει αναλαμβάνει να καταθέσει στη ΔΕΗ ένα πλήρη φάκελο με τα δικαιολογητικά και τις τεχνικές περιγραφές των μερών του συστήματος.

Αυτό προϋποθέτει ότι εγώ πρέπει να έχω άμεσα διαθέσιμα τα εξής δικαιολογητικά:

- Û Τίτλους ιδιοκτησίας και πιστοποιητικό μεταγραφής του στο υποθηκοφυλακείο.
- Û Λογαριασμό τη89ς ΔΕΗ στο όνομα του ιδιοκτήτη του φ/β
- Û Για τις προϋποθέσεις που το οίκημα στο οποίο θα γίνει η εγκατάσταση είναι εκτός σχεδίου πόλης ,απαιτείται τοπογραφικό διάγραμμα.

### 2. Αποδοχή της προσφοράς σύνδεσης και πληρωμή του κόστους σύνδεσης

Βάσει νόμου η ΔΕΗ εντός 20 ημερών υποχρεούται να επισκεφθεί τον χώρο εγκατάστασης, να εκδώσει και να μου αποστείλει την <<Προσφορά Σύνδεσης>>

Παραλαμβάνοντας την Προσφορά σύνδεσης θα πρέπει άμεσα να πληρώσω τη Δαπάνη Σύνδεσης.

Με το αποδεικτικό πληρωμής και τις απαιτούμενες υπεύθυνες δηλώσεις πρέπει να ενημερωθεί το αντίστοιχο τμήμα της ΔΕΗ για την αποδοχή της Προσφοράς Σύνδεσης και να δρομολογηθεί η σύναψη Σύμβασης Σύνδεσης.

### 3. Υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης

Η ΔΕΗ θα με καλέσει για να υπογράψω την Σύμβαση Σύνδεσης και μετά από μερικές μέρες θα μπορέσω να την παραλάβω.

### 4. Υποβολή αίτησης για την σύναψη Σύμβασης Συμψηφισμού

Προσκομίζοντας την τη Σύμβαση Σύνδεσης καταθέτω την αίτηση για την σύναψη Σύμβασης Συμψηφισμού(σε αυτό το βήμα κλειδώνω την εγγύηση τιμή).

### 5. Υπογραφή της Σύμβασης Συμψηφισμού

Μερικές μέρες αργότερα, η ΔΕΗ θα με καλέσει για να υπογράψω τη Σύμβαση Συμψηφισμού ,στην οποία θα αναφέρεται και η ταρίφα που θα ισχύει για την επόμενη 25ετία(σύμφωνα με την συμφωνία που ίσχυσε στο τέλος του 2011 ,κατοχύρωσαν την ισχύουσα τότε ταρίφα αυτοί που είχαν καταθέσει αίτηση για την Σύμβαση Συμψηφισμού πριν τις 31/12/2011)

### 6. Ενεργοποίηση του συστήματος και σύνδεσή του με το δίκτυο της ΔΕΗ

Μετά από αίτηση η ΔΕΗ ελέγχει το εγκατεστημένο σύστημα και το συνδέει με το δίκτυο της.

## 2.7 Καθεστώς εγγυήσεων

Η κάθε κατασκευάστρια εταιρεία εγγυάται ότι τα πάνελ της δεν θα παρουσιάσουν κατασκευαστικό πρόβλημα για μια περίοδο 5-12 ετών(συνήθως 10),από την ημερομηνία παράδοσής τους. Επίσης ,δίνεται συνήθως και εγγύηση απόδοσης του πάνελ ,η οποία διαμορφώνεται ως εξής:

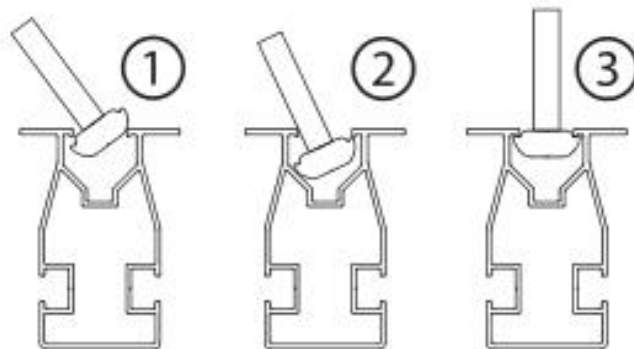
- Εγγύηση απόδοσης ισχύος για τη 10ετία .Ο κατασκευαστής εγγυάται ότι τα πάνελ μετά από αυτό το διάστημα ,θα αποδίδουν τουλάχιστον ένα ποσοστό της ονομαστικής τους ισχύος (συνήθως 90%-92%).
- Εγγύηση απόδοσης ισχύος για την 25ετία . Ο κατασκευαστής εγγυάται ότι τα πάνελ ,μετά από αυτό το διάστημα ,θα αποδίδουν τουλάχιστον ένα ποσοστό της ονομαστικής τους ισχύος(συνήθως 80%-82%).

### 3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

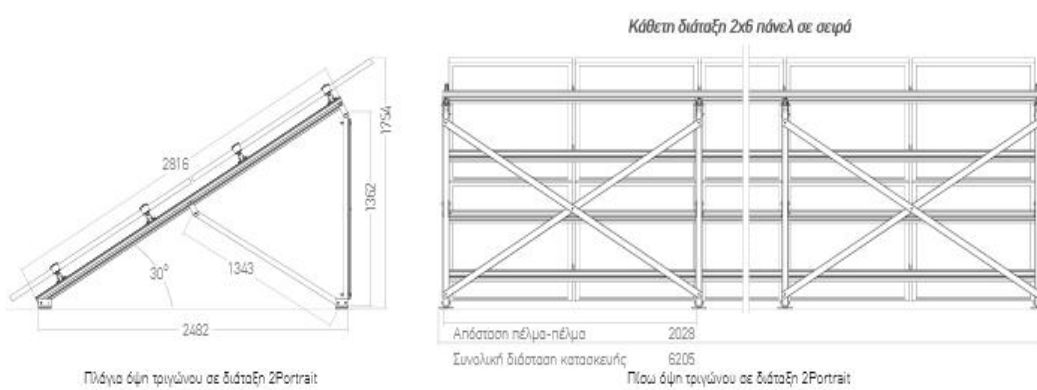
#### 3.1 Βάσεις στήριξης φωτοβολταϊκών πάνελ

Το σύστημα στήριξης φωτοβολταϊκών πάνελ προσαρμόστηκε στις απαιτήσεις των εφαρμογών για επίπεδες οροφές. Έχει τη δυνατότητα στήριξης τόσο των πολυκρυσταλλικών, μονοκρυσταλλικών όσο και των άμορφων Φ/Β πάνελ και παραδίδεται με μονωμένα ως προφίλ και εξαρτήματα ή έτοιμη κατασκευή κομμένη και τρυπημένη ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις διαστάσεις των Φ/Β του εκάστοτε έργου. Επίσης έχει μελετηθεί για πακτώθει στην οροφή του κτιρίου, είτε να στηριχθεί σε στηθαίο με τη χρήση ειδικού εξαρτήματος. Επιπλέον κατασκευάζεται σε σταθερές γωνίες κλίσης των πάνελ ως προς το έδαφος το εύρος των οποίων κυμαίνεται από  $15^{\circ}$  -  $45^{\circ}$ . Το σύστημα ενσωματώνει χαρακτηριστικά αυξημένης ευκολίας συναρμολόγησης με τη χρήση ειδικού αλουμινένιου περικοχλίου. Το περικόχλιο μπορεί να εισαχθεί σε οποιαδήποτε θέση του προφίλ χωρίς να απαιτείται συρτάρωμα αυτού από το άκρο του προφίλ.

Τρόπος εισαγωγής παξιμαδιού αλουμινίου στο προφίλ τεγίδας



Για την κατασκευή των βάσεων από τα προφίλ χρειάζονται μόνο κάθετες κοπές και διατρήσεις χωρίς απαιτούνται άλλα εξειδικευμένα εργαλεία. Έτσι παρέχεται η δυνατότητα κατασκευής βάσεων σε όλους τους κατασκευαστές ανεξαρτήτως μεγέθους με πολύ χαμηλό κόστος.



Χαρακτηριστικά τυπικών διατάξεων συστήματος στήριξης :

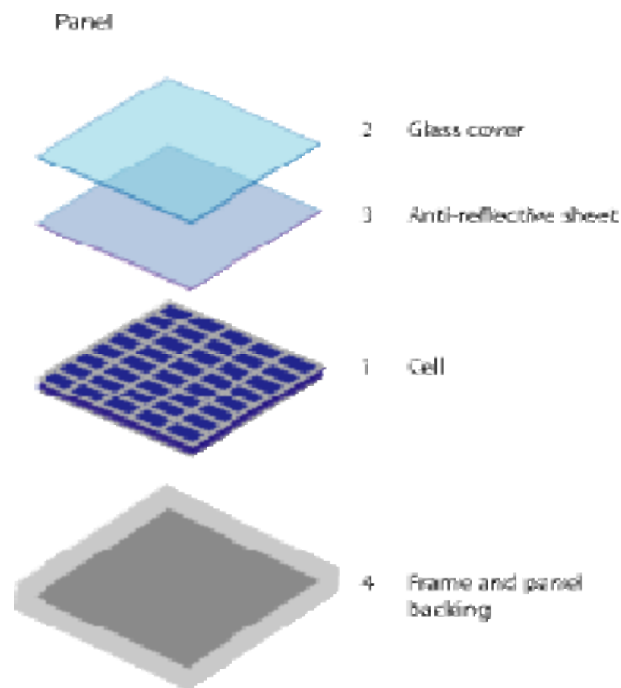
Τύπος	Αριθμός Πάνελ	Αριθμός Τριγώνων	Αποστάσεις Τριγώνων	Βάρος Βάσης
<b>1 Landscape</b>	4	3	3322 mm	31 kg
<b>2 Landscape</b>	8	4	2215 mm	54 kg
<b>1 Portrait</b>	6	4	2028 mm	33 kg
<b>2 Portrait</b>	12	4	2028 mm	66 kg

### 3.2 Από τι αποτελούνται τα Φ/Β πάνελ

Τα φ/β πάνελ συνήθως αποτελούνται από:

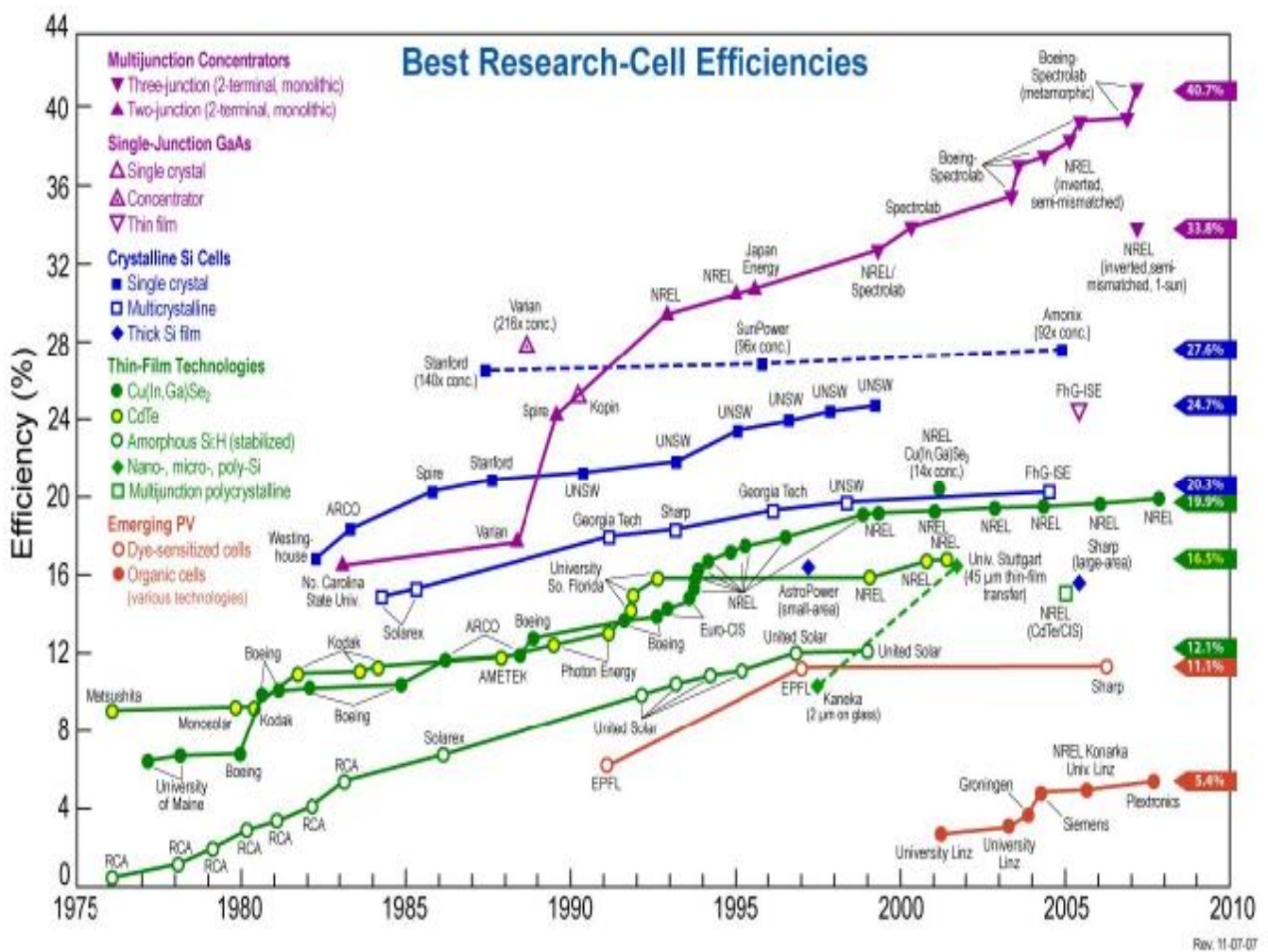
- Ένα ηλιακό γυαλί με προ-τοποθετημένη την ειδικά επεξεργασμένη μεμβράνη προστασία (EVA).Πρόκειται ουσιαστικά για ένα σκληρυσμένο , προεντεταμένο ηλιακό γυαλί.
- Ηλιακές φ/β κυψέλες ενωμένες σε στοιχειοσειρές.
- Μια υαλώδη μεμβράνη ειδικής επεξεργασίας (EVA) καθώς και μια μονωτική μεμβράνη στην πίσω πλευρά.

Και τα τρία παραπάνω στρώματα δημιουργούν ένα ελασματοποιημένο φύλλο ,πολύ ανθεκτικό στις καιρικές συνθήκες ,το οποίο τοποθετείται σε ένα σταθεροποιημένο πλαίσιο αλουμινίου με μια υποδοχή σύνδεσης.



### 3.3 Βαθμός απόδοσης ενός πάνελ

Στα τεχνικά χαρακτηριστικά των πάνελ συναντούμε ένα στοιχείο που ονομάζεται βαθμός απόδοσης. Στην πράξη πρόκειται για την ικανότητα του πάνελ να μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Στα περισσότερα προϊόντα αγοράς, ο βαθμός απόδοσης (efficiency) κυμαίνεται από 6% έως 19% περίπου, ενώ πλέον εξελίσσονται και κάποια που ξεπερνούν το 20%.



### 3.4 Σε ποιές κατηγορίες χωρίζονται

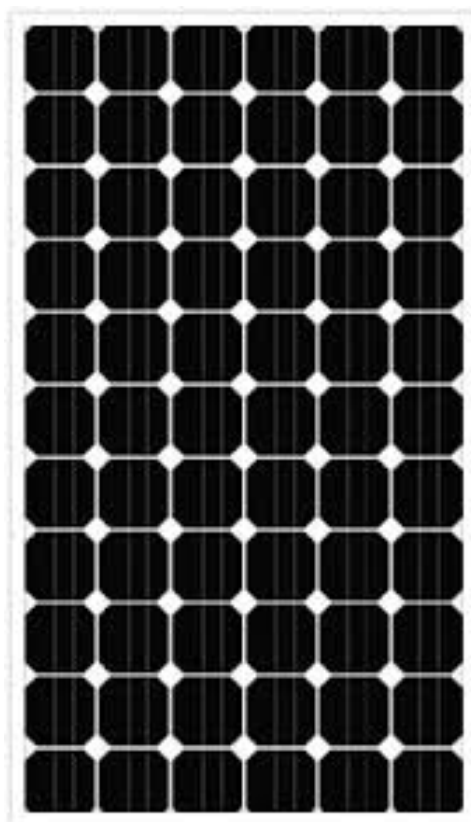
Τα φ/β πάνελ χωρίζονται σε 4 κατηγορίες ,τα μονοκρυσταλλικά ,τα πολυκρυσταλλικά ,τα λεπτού υμενίου και τα υβριδικά. Οι μεταξύ τους διαφορές ανάγονται ,όπως θα δείτε και παρακάτω ,στον τρόπο κατασκευής τους και στα τεχνικά τους χαρακτηριστικά.

- Μονοκρυσταλλικά φ/β πάνελ

Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί από ένα μόνο μεγάλο κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Η κατασκευή τους είναι η πιο πολύπλοκη, με αποτέλεσμα το υψηλότερο κόστος παραγωγής.

Χαρακτηριστικά:

- Ø Είναι ο πρώτος τύπος β/φ πάνελ που μπήκε σε μαζική παραγωγή.
- Ø Έχουν καλύτερη σχέση απόδοσης/επιφάνειας από τους άλλους τύπους πάνελ.
- Ø Η ενεργειακή απόδοσή τους κυμαίνεται από 11%-19%
- Ø Έχουν υψηλότερο κόστος παραγωγής σε σχέση με τα πολυκρυσταλλικά πάνελ
- Ø Έχουν μεγαλύτερο πάχος υλικού
- Ø Έχουν σκούρο μπλέ ή μαύρο χρώμα.



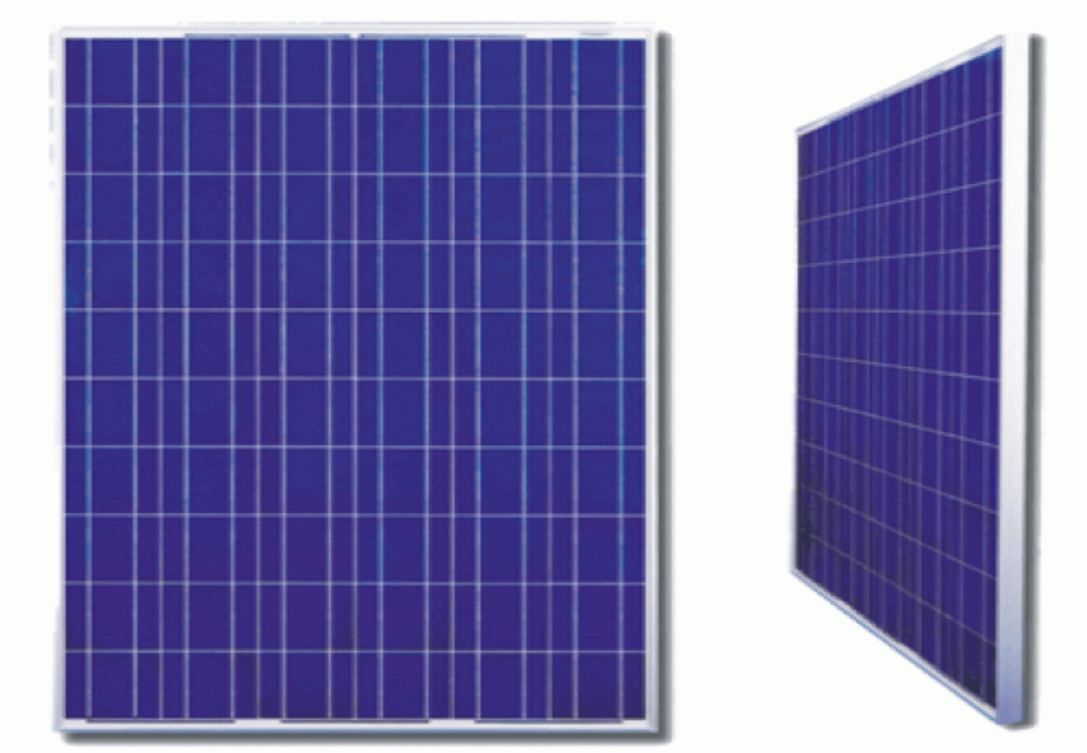
- Πολυκρυσταλλικά φ/β πάνελ

Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί σε λεπτά τμήματα ,από ράβδους λιωμένους και επανακρυσταλλοποιημένου πυριτίου(το λιωμένο πυρίτιο χύνεται σε καλούπια και στη συνέχεια τεμαχίζεται σε κυψέλες).

Χαρακτηριστικά:

- Ø Η μέθοδος παραγωγής τους είναι φθηνότερη από αυτήν των μονοκρυσταλλικών ,γι' αυτό και η τιμή τους είναι συνήθως λίγο χαμηλότερη.
- Ø Η ενεργειακή απόδοσή τους που κυμαίνεται από 11%-16% είναι σχετικά μικρότερη από αυτή των μονοκρυσταλλικών ,αλλά από την στιγμή που οι κυψέλες τοποθετούνται μέσα σε ένα πάνελ με άλλες 60 ,η πραγματική διαφορά σε watt ένα τετραγωνικό μέτρο είναι αμελητέα.

Σήμερα με την ταχύτητα ανάπτυξη της τεχνολογίας ,η απόδοση των πολυκρυσταλλικών πάνελ είναι να αγγίξει την απόδοση των μονοκρυσταλλικών . Έτσι ,η συγκεκριμένη κατηγορία είναι η αρκετά διαδεδομένη παγκοσμίως ,έχοντας παράλληλα την καλύτερη σχέση κόστους-απόδοσης.



- Πάνελ λεπτού υμενίου(thin film)

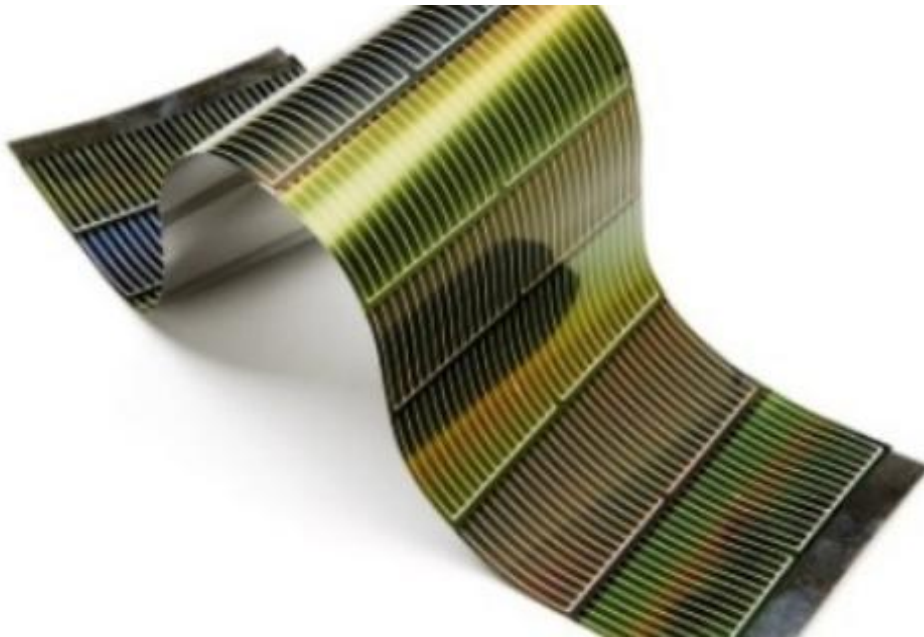
Πρόκειται για μια ευρύτερη κατηγορία που περιλαμβάνει τα λεγόμενα πάνελ «τρίτης γενιάς» που προέρχονται από πολλές διαφορετικές μεθόδους παραγωγής και επεξεργασίας(π.χ άμορφου πυριτίου(a-Si),δισεληνοϊνδιούχου χαλκού(  $\text{CuInSe}_2$  ή CIS),τελουριούχου Καδμίου (CdTe),Αρσενικούχου Γάλλιου (GaAs)κ.λπ. Τα πάνελ άμορφου



πυριτίου που είναι και τα πλέον διαδεδομένα αυτής της κατηγορίας , αποτελούνται από ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγικού υλικού(πυρίτιο στην περίπτωση μας) πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού κόστους όπως από γυαλί η αλουμίνιο. Ο χαρακτηρισμός άμορφο φ/β προέρχεται από τον τυχαίο τρόπο με τον οποίο είναι διατεταγμένα τα άτομα του πυριτίου.

Χαρακτηριστικά:

- Ø Έχουν ,ονομαστικά, χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες(6% έως 11%).
- Ø Λόγο της μικρότερης ποσότητας πυριτίου που χρησιμοποιείται κατά την παραγωγή τους, η τιμή τους είναι αισθητά χαμηλότερη.
- Ø Αποδίδουν καλύτερα στις χαμηλές θερμοκρασίες.
- Ø Έχουν καλύτερες αποδόσεις σε σχέση με τα κρυσταλλικά φ/β, όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία(συννεφιά).
- Ø Έχουν χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα κάτι που σημαίνει ότι , χρειαζόμαστε σχεδόν διπλάσια επιφάνεια σε σχέση με τα κρυσταλλικά φ/β στοιχεία.
- Ø Δεν υπάρχουν στοιχεία από παλιές εγκαταστάσεις ,σχετικά με τις αποδόσεις και την διάρκειά τους, αφού η τεχνολογία τους είναι σχετικά καινούργια.
- Ø Αποτελούν καλή λύση όταν υπάρχουν: μεγάλος διαθέσιμος χώρος, σκιάσεις, δυσμενής προσανατολισμός.



- Υβριδικά πάνελ

Είναι τα πάνελ που συνδυάζουν περισσότερες από μια από τις γνωστές τεχνολογίες(π.χ συνδυασμός άμορφου και μονοκρυσταλλικού πυριτίου).Στην αγορά ,τα πιο διαδεδομένα πάνελ αυτής της κατηγορίας είναι κατασκευασμένα από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου γύρω από μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου.

Χαρακτηριστικά:

- Ø Έχουν μεγάλο βαθμό απόδοσης που μπορεί να φτάσει και το 19%.
- Ø Έχουν πολύ καλή συμπεριφορά στην επίδραση της θερμοκρασίας και αξιόλογη απόδοση στον διάχυτο φωτισμό.
- Ø Έχουν αρκετά μεγάλο κόστος κατασκευής.
- Ø Δεν υπάρχουν στοιχεία από παλιές εγκαταστάσεις, σχετικά με τις αποδόσεις και την διάρκειά τους, αφού η τεχνολογία τους είναι σχετικά καινούργια.



### 3.5 Τεχνικά χαρακτηριστικά των πάνελ

1. Τάση mpp (U<sub>mp</sub>-Volt): η διαφορά δυναμικού μεταξύ των άκρων σύνδεσης του πάνελ.
2. Ένταση mpp (M<sub>pp</sub>-Ampere): σε ελεύθερη μετάφραση ,είναι 'η ποσότητα' του ρεύματος που μπορεί να διατρέξει το κύκλωμα του πάνελ.
3. Τάση ανοιχτού κυκλώματος (U<sub>oc</sub>-Volt): η τάση στα άκρα του πάνελ, όταν δεν έχει φορτίο.
4. Ένταση βραχυκυκλώματος (I<sub>sc</sub>-Ampere): το ρεύμα που διαρρέει το πάνελ όταν έχουμε συνδέσει τους δύο πόλους του, χωρίς παρεμβαλλόμενη αντίσταση.
5. Βαθμός απόδοσης πάνελ: το ποσοστό της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια.
6. Αριθμός διόδων: τα πάνελ έχουν 2,3 ή σπανιότερα 4 έως 6 διόδους παράκαμψης(bypass).Όταν κάποια διάδος διαβάσει μικρότερη τάση από το κάτω όριο που έχει τεθεί, τότε η περιοχή του πάνελ την οποία η διάδος ελέγχει παρακάμπτεται (βγαίνει <<εκτός>> ) και το πάνελ συνεχίζει να αποδίδει.
7. Ανοχή ισχύος: η διαφορά σε σχέση με την ονομαστική ισχύ του πάνελ. Για παράδειγμα εάν ένα πάνελ ονομαστικής ισχύος 235 W έχει ανοχή ισχύος + -2% αυτό σημαίνει ότι η μέτρηση της ισχύος του πάνελ θα πρέπει να είναι το πολύ -2% λιγότερο ή + 2% περισσότερο από την ονομαστική του ισχύ, δηλαδή από 230,3 Wp έως 239,7Wp.
8. Θερμοκρασιακός συντελεστής: είναι το ποσοστό (%) επί της ονομαστικής ισχύος που χάνεται/κερδίζεται ανά βαθμό Kelvin(ή κελσίου),όταν η θερμοκρασία λειτουργίας είναι διαφορετική από το STANDARD(=25° C )
9. Αριθμός κυψελών: πόσες κυψέλες έχουν τοποθετηθεί σε κάθε πάνελ.
10. Μέγεθος κυψελών: οι διαστάσεις των κυψελών σε χιλιοστά.

### 3.6 Ορισμός του Inverter

Είναι μια συσκευή με ηλεκτρονικές και ηλεκτρολογικές διατάξεις η οποία μετατρέπει το παραγόμενο από την φ/β γεννήτρια συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο ,συμβατό με το δίκτυο. Πρακτικά ,ο μετατροπέας του κάθε φ/β συστήματος ,είναι ο εγkéφαλος της εγκατάστασης αφού μπορεί να εκμεταλλεύεται το ρεύμα που παράγεται από τα πάνελ είτε πρόκειται για αυτόνομο είτε για διασυνδεδεμένο σύστημα.



### 3.7 Τεχνικά χαρακτηριστικά αντιστροφών (Inverters)

Ο Inverter μετατροπέας ή αντιστροφέας είναι η ‘καρδιά’ του φ/β συστήματος . Η σωστή επιλογή ,κατάλληλη διαστασιολόγηση και συνεργασία του με τα φ/β πλαίσια είναι εξαιρετικής σημασίας για τη εύρυθμη λειτουργία του συστήματος και για την μέγιστη δυνατή ετήσια ενεργειακή και χρηματική απόδοση του συστήματος.

- Αριθμός MPP Trackers: ο αριθμός των ανιχνευτών σημείων μέγιστης ισχύος .Ο Inverter ανιχνεύει το σημείο βέλτιστης λειτουργίας μιας στοιχειοσειράς ,με αποτέλεσμα να αποδίδει την μέγιστη δυνατή ισχύ. Όσο περισσότερα MPPT έχει ένας Inverter τόσο περισσότερες δυνατότητες δίδονται στον σχεδιασμό των φ/β συστημάτων.

- Μέγιστη ισχύς AC (W): η μέγιστη ισχύς εναλλασσομένου ρεύματος (σε Watt) που μπορεί να αποδοθεί στην έξοδο του ένας Inverter.
- Μέγιστη ονομαστική ισχύς: η ισχύς αναφοράς (σε Watt). Η κατάταξη του inverter στην κλίμακα ισχύος σύμφωνα με την ανακοίνωση του κατασκευαστή.
- Αριθμός φάσεων στο δίκτυο: Μονοφασικός ή τριφασικός inverter.
- Μέγιστος βαθμός απόδοσης(%): Το ποσοστό της εισερχόμενης ενέργειας που παραδίδεται στο δίκτυο από ένα inverter.
- Βαθμός προστασίας κατά EU: Η διαβάθμιση προδιαγραφών με την οποία έχει χαρακτηριστεί ο inverter σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρωτόκολλα κανονισμών.

### 3.8 Προβλήματα που αντιμετωπίζονται από τον αντιστροφέα

#### § Διαταραχές τάσης

Ο ψηφιακά ελεγχόμενος αντιστροφέας μπορεί να αισθανθεί το όριο σε πολύ μεγάλο βαθμό δειγματοληψίας. Ο αντιστροφέας θα συνεχίσει να καταγράφει τα όρια όταν η ηλεκτρική ενέργεια αποσυνδεθεί για να επανασυνδεθεί αφού το όριο έχει σταθεροποιηθεί ξανά. Όταν ο αντιστροφέας έχει αποσυνδεθεί πρέπει να παραμείνει εκτός σύνδεσης έως ότου επιβεβαιωθεί ότι το δίκτυο έχει σταθεροποιηθεί για ένα ελάχιστο χρόνο των τριών λεπτών.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές της τάσης αναφέρονται στο σημείο σύνδεσης με το δίκτυο, γνωστό και ως σημείο κοινής σύνδεσης (ΣΚΣ) για έναν αντιστροφέα. Εάν ο αντιστροφέας είναι τοποθετημένος σε μερική απόσταση από το ΣΚΣ μπορεί να υπάρξει πτώση τάσης στη γραμμή μεταξύ του αντιστροφέα και του ΣΚΣ. Σε μια τέτοια περίπτωση πρέπει να ληφθεί υπόψη η έξοδος του αντιστροφέα, καθώς τότε η τάση εξόδου του αντιστροφέα θα είναι υψηλότερη από την τάση του ΣΚΣ.

#### § Διαταραχές συχνότητας

Το πρότυπο VDE 0126-1-1 απαιτεί από τον αντιστροφέα να διακόψει τη λειτουργία του εντός έξι κύκλων εάν η συχνότητα τάσης της γραμμής πέσει κάτω από τα 49,5 Hz ή αυξηθεί πάνω από τα 50,5 Hz. Για μία ακόμη φορά, η ψηφιακή δειγματοληψία επιτρέπει πολύ ακριβείς μετρήσεις της συχνότητας από τον αντιστροφέα, εξάγοντας ένα ακριβή αλγόριθμο διακοπής.

## § Προστασία από νησιδοποίηση

Ένα δίκτυο «νησιών» δημιουργείται όταν ένα μέρος του συστήματος που περιλαμβάνει φορτία και πηγές αποκοπή από το υπόλοιπο του συστήματος. Εάν η πηγή του τμήματος αυτού εξακολουθήσει να το τροφοδοτεί κατά τη διάρκεια οπου το σύστημα είναι σε κατάσταση σφάλματος, το τμήμα αυτό παραμένει ηλεκτροδοτημένο και πολλά ανεπιθύμητα αποτελέσματα μπορούν να προκύψουν. Ένα πρόβλημα είναι ο πιθανός κίνδυνος για τους εργάτες του δικτύου που μπορεί να εργάζονται προκειμένου να αποκαταστήσουν τη βλάβη του δικτύου. Επίσης, παρουσιάζεται ένα πιθανό πρόβλημα φάσης όταν το δίκτυο επανέλθει, σε περίπτωση που η πηγή του τμήματος αυτού δεν είναι στην ίδια φάση με το δίκτυο. Για αυτούς και για άλλους λόγους είναι σημαντικό ο αντιστροφέας να αποκόπτεται από το δίκτυο, ώστε να μην είναι πιθανό να συμβεί το φαινόμενο της νησιδοποίησης και να παραμένει αποκομμένος έως ότου το δίκτυο επανέλθει σε φυσιολογική λειτουργία.

Υπό φυσιολογικές συνθήκες ένας απλός αντιστροφέας θα αποκοπεί από το σύστημα σε περίπτωση φαινομένου νησιδοποίησης. Ο λόγος είναι απλά ότι το φορτίο του «νησιού» θα είναι σχεδόν πάντα πολύ μεγαλύτερο από αυτό που μπορεί να τροφοδοτήσει ο αντιστροφέας. Ως αποτέλεσμα, η τελική τάση του αντιστροφέα θα πέσει κάτω από τα όρια διακοπής ή το ρεύμα του αντιστροφέα θα ξεπεράσει τη θεωρητική τιμή του και αυτός θα αποσυνδεθεί από το δίκτυο.

Η μεγαλύτερη ανησυχία σχετικά με το φαινόμενο της νησιδοποίησης ανακύπτει όταν περισσότεροι από ένας αντιστροφείς βρίσκονται σε λειτουργία στην περιοχή του «νησιού». Σε αυτή την περίπτωση, είναι πιθανό να υποστηρίξουν μια διαδικασία επαντροφοδότησης στην οποία κάθε αντιστροφέας αντιλαμβάνεται την συνδυασμένη έξοδο των υπολοίπων αντιστροφέων ως την έξοδο του δικτύου. Αυτή η πιθανότητα ενισχύεται υπό τις χειρίστες συνθήκες φορτίου. Συνθήκη χειρίστου φορτίου συμβαίνει εάν, η «ηλεκτρική νησίδα» δημιουργείται από σφάλμα του δικτύου, η τάση της «νησίδας» δεν μεταβάλλεται γρήγορα σε μια σταθερής κατάστασης τιμής σφάλματος. Αυτό θα συμβεί υπό τις εξής δύο προϋποθέσεις: συντονισμού στη συχνότητα του δικτύου και τα φορτία των κινητήρων της «νησίδας», όπως οι ακονιστές ή λειαντικοί τροχοί, να συνεχίσουν να περιστρέφονται παρότι η ισχύς έχει απομακρυνθεί από τον κινητήρα.

Ένας τρόπος υπερπήδησης της συνθήκης χειρότερης φόρτισης και αποκοπής από το φορτίο είναι μια διαδικασία, η οποία αποτελείται από δύο αλγόριθμους, τον SFS (Sandia Frequency Shift) και τον SVS (Sandia Voltage Shift).

Ο SFS είναι ένας αλγόριθμος ελέγχου που παρέχει μίας επιταχυνόμενης συχνότητας μετακίνηση με θετική επαντροφοδότηση. Η συχνότητα του αντιστροφέα ελέγχεται να ολισθαίνει μακριά από την συχνότητα του δικτύου, εκτός αν το δίκτυο εμφανίζεται να κλειδώνει στη συχνότητα του αντιστροφέα. Εάν η συχνότητα του δικτύου ή της «νησίδας», όπως μπορεί να τύχει, ξεκινάει να μετακινείται είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω, ο αλγόριθμος ελέγχου της συχνότητας του αντιστροφέα προκαλεί τη μετακίνησή της ακόμη πιο γρήγορα και προς την ίδια κατεύθυνση. Αν υπάρχει τάση στο δίκτυο, τότε σε χρόνο

μηδενικής διάσχισης για την τάση του δικτύου ο κύκλος του αντιστροφέα ρυθμίζεται εκ νέου στη συχνότητα του δικτύου.

Εάν υπάρχει τάση στο δίκτυο ,για να κλειδώσει στη συχνότητα του αντιστροφέα ρεύματος, θα συνεχίσει να μετακινείται μακριά από την συχνότητα του δικτύου έως ότου φθάσει το σημείο διακοπής ,στο οποίο ο αντιστροφέας αποσυνδέεται ως αποτέλεσμα του γεγονότος ότι η συχνότητα του είναι εκτός της επιτρεπόμενης κλίμακας .

Ο αλγόριθμος SVS είναι ένας όμοιος ασταθής αλγόριθμος ελέγχου που εφαρμόζεται στον αντιστροφέα ρεύματος καθώς ανιχνεύεται η τάση. Όταν η τάση αυξάνεται, το ρεύμα εξόδου αυξάνεται ,και όταν η τάση μειώνεται ,το ρεύμα εξόδου μειώνεται .Το όφελος από το βρόγχο επανατροφοδότησης θέτεται έτσι ώστε για 1% διακύμανση της τάσης του δικτύου ,προκύπτει ένα 2% διακύμανση στο ρεύμα του αντιστροφέα.

Ο συνδυασμός των αλγορίθμων ελέγχου SFS και SVS σε έναν αντιστροφέα έχει αποδειχτεί ότι παρέχει έναν αποτελεσματικό τρόπο αποσύνδεσης από το δίκτυο όταν πολλαπλοί αντιστροφείς συνδέονται σε συνθήκες χειρίστης περίπτωσης φορτίου. Η πιθανότητα ενός φορτίου «νησίδας» με Q εντός του ορίου διακοπής της συχνότητας του δικτύου θεωρείται να είναι κατ' ουσία μηδέν, έτσι οι αλγόριθμοι ελέγχου ,συνδυασμένοι με τα όρια διακοπής της συχνότητας και της τάσης παρέχουν αποτελεσματική προστασία στους αντιστροφείς κατά της νησιδοποίησης.

Καθώς η ανιχνευτική κυκλωματική διάταξη των αντιστροφέων δεν αποσυνδέεται από το δίκτυο ,όταν το δίκτυο αποκαταστείται ο αντιστροφέας είναι ικανός να παρακολουθεί τη συχνότητα και τη τάση του δικτύου για χρόνο καθορισμένο από το πρότυπο VDE 0126-1-1.Ο αντιστροφέας τότε, είτε επανασυνδέεται αμέσως με πλήρη ικανότητα είτε σταδιακά αυξάνει την ικανότητα του σε πλήρη, εξαρτώμενος από τον αλγόριθμο ελέγχου της εξόδου του.

## § Συντελεστής Ισχύος

Ο αντιστροφέας πρέπει να λειτουργεί με συντελεστή ισχύος μεγαλύτερο από το 0.85 επαγωγικό ή χωρητικό .Με την έγκριση του φορτίου διαχείρισης του δικτυού ,μπορεί να είναι αποδεκτό ο αντιστροφέας να λειτουργεί με συντελεστή ισχύος επαγωγικό ,μικρότερο από 0.85 για να αντισταθμίζει το χωρητικό συντελεστή ισχύος του δικτύου .Η κατάσταση αυτή μπορεί εύκολα να παρακολουθηθεί από τον αντιστροφέα ,καθώς η τάση και το ρεύμα ανιχνεύονται είδη για άλλους σκοπούς .

## § Επανασύνδεση μετά από σφάλμα δικτύου και αποκατάσταση

Το πρότυπο VDE 0126-1-1 συνιστά μια καθυστέρηση των τριών λεπτών αφού η ισχύς του δικτύου αποκατασταθεί πριν επανασυνδεθεί ο αντιστροφέας στο δίκτυο. Ο λόγος για την αναμονή είναι η αποφυγή να ξανασυμβεί σύνδεση/αποσύνδεση. Συχνά τα δίκτυα χρησιμοποιούν αυτόματους διακόπτες για να αποκαταστήσουν τη λειτουργία. Μερικά από τα σφάλματα των δικτύων διορθώνονται μόνα τους σε σύντομο χρονικό διάστημα, όμως μερικά άλλα, όπως οι πεσμένες γραμμές από ατύχημα ή καταιγίδες, παραμένουν προβληματικές καθώς ο διακόπτης προσπαθεί να ρυθμίσει εκ νέου το σύστημα για δεύτερη και για τρίτη φορά. Εάν το σφάλμα παραμείνει, τότε το δίκτυο πρέπει να παραμείνει αποσυνδεδεμένο. Για το λόγο αυτό, είναι επιθυμητό να έχουμε το δίκτυο σε λειτουργία σε κανονικό επίπεδο για επαρκή χρόνο προκειμένου να διασφαλιστεί η σταθερότητα πριν ξανασυνδεθεί ο αντιστροφέας.

## § Έγχυση συνεχούς σε εναλλασσόμενο σύστημα

Ο αντιστροφέας δεν πρέπει να διαχέει συνεχές ρεύμα μέσα στο εναλλασσόμενο σύστημα περισσότερο από το 0.5% του εναλλασσόμενου ρεύματος εξόδου του υπό οποιαδήποτε συνθήκη λειτουργίας του αντιστροφέα. Πρωταρχικός λόγος για να διατηρείται το συνεχές εκτός δικτύου είναι η επίδραση του στα επαγωγικά φορτία. Με έναν συνδυασμό εφαρμογής εναλλασσόμενου με συνεχούς στα πηνία, αυτά μπορούν να φτάσουν στο κορεσμό καταλήγοντας σε απώλειες υστέρησης πέρα από τα όρια της συσκευής. Η τροποποίηση της σύνδεσης αποτελεί έναν τρόπο για να διαφυλαχθεί το συνεχές από το να συνδεθεί στο δίκτυο, αλλά είναι ακριβή και όχι απαραίτητα. Υπάρχουν και άλλες σχεδιαστικές επιλογές εξίσου αξιόπιστες και λιγότερο δαπανηρές. Επειδή ο αντιστροφέας παρακολουθεί το ρεύμα του, μπορεί να προγραμματιστή να διακόπτει τη λειτουργία του εάν χρειάζεται να αναπτύξει υπερβολικά μεγάλο συνεχές ρεύμα στην έξοδο του.

### 3.9 Διαφορές τριφασικών-μονοφασικών Inverters

Οι μετατροπείς χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες. Τους μονοφασικούς και τους τριφασικούς. Στις οικιακές φ/β εγκαταστάσεις είναι απαίτηση της ΔΕΗ να παράγεται μονοφασικό ρεύμα (230V) για εγκατεστημένη ισχύ έως 5KWp και για τριφασικό για μεγαλύτερες από 5KWp εγκαταστάσεις. Τριφασικός είναι αυτός που παράγει εναλλασσόμενο ρεύμα τριών φάσεων και μονοφασικός είναι αυτός που παράγει εναλλασσόμενο ρεύμα μίας φάσης. Για τις φ/β εγκαταστάσεις άνω των 5KWp, ένα έργο μπορεί να υλοποιηθεί είτε με τρεις μονοφασικούς ή με έναν τριφασικό μετατροπέα.



### 3.10 Γιατί είναι σημαντική η επιλογή αξιόπιστου inverter

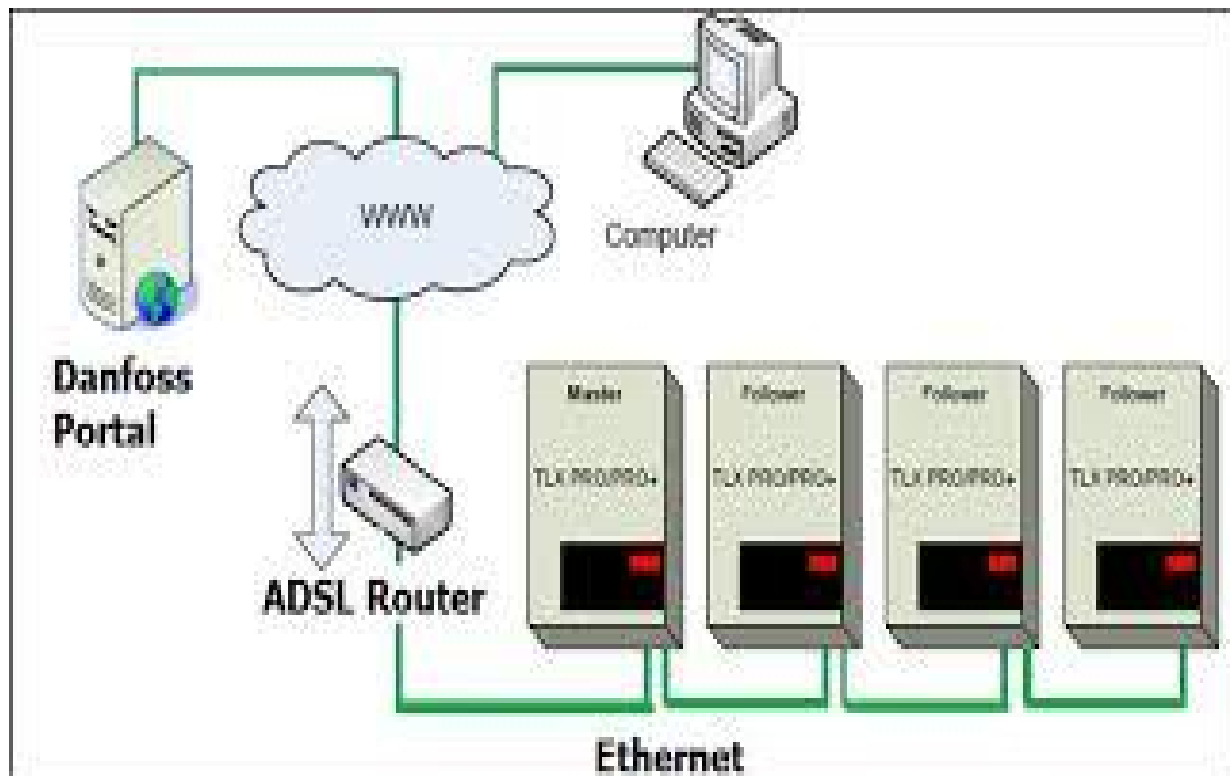
Γιατί ένα φ/β σύστημα είναι αντάξιο του ηλιακού του μετατροπέα. Η σωστή επιλογή διασφαλίζει μακροπρόθεσμα την ενεργειακή και οικονομική απόδοση της φ/β εγκατάστασης. Ο συγκεκριμένος αντιστροφέας διαθέτει εσωτερικό ηλεκτρονικό σύστημα το οποίο ελέγχει και διατηρεί τα όρια της τάσης στην έξοδο του έτσι ώστε να μην υπερβαίνει τάση τα όρια  $0.8 \times V_{on}$ -  $1.15 \times V_{on}$  της ονομαστικής τάσης δικτύου .Για τη συχνότητα ο έλεγχος γίνεται για να μην υπερβαίνει τα  $\pm 0.5$  Hz .Στην περίπτωση υπέρβασης των ορίων αυτών ο αντιστροφέας τίθεται εκτός (αυτόματη απόζευξη) με τις ακόλουθες χρονικές ρυθμίσεις:

- § Θέση εκτός του αντιστροφέα σε λιγότερο από 0.5 sec.
- § Επανάζευξη του αντιστροφέα μετά από τουλάχιστον 3 λεπτα.
- § Για την ενεργό προστασία του δικτύου από την νησιδοποίηση, εντός του αντιστροφέα πραγματοποιείται μέτρηση σύνθετης αντίστασης σύμφωνα με το πρότυπο DIN VDE 0126-1-1(06-2206).

Επίσης αντιστροφέας διαθέτει μετασχηματιστή απομόνωσης ώστε να εξαλείφει το φαινόμενο έγχυσης συνεχούς σε εναλλασσόμενο στο σύστημα.

### 3.11 Δυνατότητες παρακολούθησης Inverters

Όπως όλα τα ηλεκτρονικά μηχανήματα τα οποία χρησιμοποιούμε καθημερινά ,και οι inverters προβάλουν μηνύματα σφάλματος, είτε γραπτά στις οθόνες τους είτε με χρωματιστές ενδεικτικές λυχνίες. Επίσης ,υπάρχει η δυνατότητα με κατάλληλο εξοπλισμό να βλέπουμε από μακριά τον inverter και τις ενδείξεις του. Αυτό γίνεται είτε μέσω internet σύνδεσης ,είτε μέσω GSM modem(τεχνολογία κινητού τηλεφώνου).Έτσι και τα μηνύματα λάθους αλλά και η καταγραφή της απόδοσης είναι διαθέσιμα σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή ,όπου και αν βρισκόμαστε.



### 3.12 Εγγύηση Inverters

Σχεδόν όλες οι εταιρείες μετατροπέων έχουν κατασκευάσει τα προϊόντα τους ώστε να λειτουργούν σε όλη την διάρκεια ζωής του φ/β συστήματος. Όσον αφορά στις εγγυήσεις που δίνονται συναντούμε χρονικά διαστήματα από 5 έτη και πάνω με δυνατότητα επέκτασης σε αρκετές περιπτώσεις.

## 4. ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

### 4.1 Ηλεκτρικός πίνακας AC

Ο ηλεκτρικός πίνακας AC είναι εξωτερικού τύπου επιτοίχιος με διαστάσεις 300X300X142 αποτελείται από γενικό διακόπτη ράγας 3 X 40A ,από τρεις γενικές ασφάλειες 32A και τρία γενικά ενδεικτικά. Τέλος υπάρχει και το καλώδιο παροχής τύπου NYG 5X10 mm<sup>2</sup> το οποίο συνδέει τον πίνακα AC με τον μετρητή της ΔΕΗ .

### 4.2 Προστασία πίνακα AC

- Προστασία από άμεσα και έμμεσα κεραυνικά πλήγματα στο εναλλασσόμενο ρεύμα του γενικού πίνακα χαμηλής τάσης ή της AC πλευράς των inverters εξασφαλίζει την αντοχή του γενικού πίνακα από προσωρινές υπερτάσεις του δικτύου της ΔΕΗ. Στην εγκατάσταση μας χρησιμοποιήθηκε απαγωγός υπέρτασης τύπου DEHN Ventil M TT 255,τετραπολικός ο οποίος συνδέεται παράλληλα από τις τρεις φάσεις προς τον ουδέτερο και από τον ουδέτερο προς την γείωση. Η διάταξη αυτή απάγει άμεσα και έμμεσα κεραυνικά πλήγματα από το δίκτυο του εναλλασσόμενου ρεύματος μέχρι 100kA κυματομορφής 10/350μsec αφήνοντας παραμένουσα τάση  $\leq 1,5$  kV .Η διάταξη φέρει τα σήματα ποιότητας των ανεξαρτήτων εργαστηρίων KEMA,VDE,UL,VdS περί ελέγχου της διάταξης σύμφωνα με τα πρότυπα και τα αναφερόμενα από το κατασκευαστή τεχνικά χαρακτηριστικά.



- Προστασία των (3Φ)inverters από άμεσα κεραυνικά πλήγματα στο εναλλασσόμενο ρεύμα εξασφαλίζει την αντοχή του γενικού πίνακα από προσωρινές υπερτάσεις του δικτύου της ΔΕΗ πριν από κάθε inverter στην πλευρά του AC.Στην εγκατάσταση μας

χρησιμοποιήθηκε απαγωγός υπέρτασης τύπου DEHN Guard M TT 275 , τετραπολικός ο οποίος συνδέεται παράλληλα από τις τρεις φάσεις προς τον ουδέτερο και από τον ουδέτερο προς την γείωση. Η διάταξη αυτή απάγει άμεσα και έμμεσα κεραυνικά πλήγματα από το δίκτυο του εναλλασσόμενου ρεύματος μέχρι 40kA κυματομορφής 8/20μsec αφήνοντας παραμένονσα τάση  $\leq 1,25$  kV .Η διάταξη φέρει τα σήματα ποιότητας των ανεξαρτήτων εργαστηρίων KEMA,VDE,UL,VdS περί ελέγχου της διάταξης σύμφωνα με τα πρότυπα και τα αναφερόμενα από το κατασκευαστή τεχνικά χαρακτηριστικά.



### 4.3 Ηλεκτρικός πίνακας DC

Από τα σημαντικότερα σημεία της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης είναι τα σημεία σύνδεσης των καλωδιώσεων των strings με τον inverter. Σημαντικά οφέλη προκύπτουν από τον παραλληλισμό των strings μέσω των πινάκων καθώς γίνεται εξοικονόμηση στην χρήση απαγωγών υπέρτασεως .Στην εγκατάσταση μας για την ομαδοποίηση και τον παραλληλισμό των strings ,με βάση τα χαρακτηριστικά εισόδου του inverter, προτείνεται να χρησιμοποιηθούν κατάλληλοι DC πίνακες της εταιρίας Spelsberg η οποίοι έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ø Αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία
- Ø Βαθμός προστασίας έναντι υγρασίας και σωματιδίων IP65 ή IP66
- Ø Βαθμός προστασίας έναντι καταπονήσεων IK08
- Ø Δοκιμασμένος σε 1000V DC
- Ø Προκαλωδιωμένος
- Ø Περιέχει αντικεραυνική προστασία T2

Οι πίνακες spelsberg διατίθενται στις εξής κατηγορίες:

- i. Προκαλωδιωμένος με κλέμμες παραλληλισμού και αντικεραυνικό.
- ii. Προκαλωδιωμένος με κλέμμες παραλληλισμού, περιστροφικό διακόπτη απόζευξης των string και αντικεραυνικό.
- iii. Προκαλωδιωμένος με κλέμμες παραλληλισμού, ασφαλειοδιακόπτες και αντικεραυνικό.

Στην εγκατάσταση μας χρησιμοποιήθηκε προκαλωδιωμένος πίνακας DC με κλέμμες παραλληλισμού, περιστροφικό διακόπτη και αντικεραυνικό T2 DEHN, τα χαρακτηριστικά των οποίων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Αριθμός strings	Μέγιστη DC τάση	Μέγιστο ρεύμα DC - 21B	Διαστάσεις πίνακα (mm)	Κωδικός
2	500 V	21 A	200x200x122	17825301
2	800 V	25 A	300x300x142	17825401
4	500 V	21 A	250x200x122	17845301
4	800 V	25 A	300x300x142	17845401
4	500 V	28 A	250x200x122	17846301
4	800 V	32 A	300x300x142	17847301
4	800 V	40 A	370x250x122	17847290

Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε πίνακας DC με τα εξής χαρακτηριστικά :

- Αριθμός strings → 2
- Μέγιστη DC τάση → 800V
- Μέγιστο ρεύμα DC-21B→25A
- Διαστάσεις πίνακα (mm)→300x300x142



#### 4.4 Σύστημα σύλληψης και απαγωγής άμεσων κεραυνικών πληγμάτων

Το σύστημα σύλληψης των κεραυνικών ρευμάτων επιτυγχάνεται με ακίδες που έχουν ύψος μεγαλύτερο των βάσεων. Οι αποστάσεις μεταξύ ακίδων στις οριζόντιες και κάθετες σειρές θα είναι τέτοιες ώστε σύμφωνα με τον κανόνα τις κυλιόμενης σφαίρας και τις γωνίας προστασίας ,τα πάνελ ,ο ηλεκτρολογικός-ηλεκτρονικός εξοπλισμός και οι υπόλοιπες κατασκευές εντός της εγκατάστασης να μην είναι εκτεθειμένες σε άμεσα κεραυνικά πλήγματα.

Οι αποστάσεις και τα ύψη των ακίδων εξαρτώνται από: α)από το επίπεδο προστασίας από κεραυνούς, β)το ύψος των βάσεων ,και γ)την τοπογραφική διάταξη της εγκατάστασης .Έτσι αναλόγως το αν υπάρχουν κινητές ή σταθερές βάσεις επιλέγεται ο τύπος των ακίδων και ο τρόπος στήριξης .

Στην περίπτωση των κινητών βάσεων οι ακίδες τοποθετούνται επί της μεταλλικής κινητής βάσης, παρόλο που θα πρέπει να τηρηθεί η ελάχιστη απόσταση διαχωρισμού “s” ,η οποία καθορίζει την ελάχιστη ασφαλή απόσταση μεταξύ των αγωγίμων στοιχείων που δεν διαρρέονται από κεραυνικά ρεύματα(άνευ τάσης μεταλλικά μέρη, καλώδια AC, DC,κτλ)και των ακίδων ή και των αγωγών καθόδου και ισοδυναμικής ,ώστε να μην δημιουργούνται σπινθηρισμοί.Για να τηρηθεί η απόσταση διαχωρισμού στην περίπτωση της τοποθέτησης ακίδων επί των κινούμενων βάσεων απαιτείται η χρήση ειδικών θωρακισμένων αγωγών καθόδου καθώς και μονωμένων στηριγμάτων των ακίδων όπως το σύστημα μονωμένου αγωγού- ακίδας HVI.Εναλλακτικά για την τήρηση της απόστασης διαχωρισμού, μπορεί να γίνει χρήση αυτοστηριζόμενων ακίδων. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η τοποθέτηση ακίδων επί της μεταλλικής βάσης επιβάλλει την ανάληψη επιπρόσθετων μέτρων προστασίας των inverter (που συνήθως είναι τοποθετημένοι δίπλα στην βάση των tracker) με την χρήση απαγωγών υπερτάσεως T1 , τόσο στην είσοδο τους ,όσο και στην έξοδο τους .

Στην περίπτωση των σταθερών βάσεων ,οι ακίδες τοποθετούνται πίσω από τις μεταλλικές βάσεις στήριξης επί ειδικών τσιμεντένιων βάσεων(17KG)και συγκρατούνται στα μεταλλικά πλαίσια με την χρήση μονωμένων τραβερσών .Αυτές οι ακίδες είναι από ελαφρύ κράμα αλουμινίου και συνδέονται απευθείας με αγωγό στην γείωση ενώ οι τραβέρσες συγκράτησης είναι κατασκευασμένες από ειδικό μονωτικό υλικό(πλαστικό με ενίσχυση από ίνες σε υαλώδη μορφή GRP) και σε μήκος μεγαλύτερο της ασφαλούς απόστασης διαχωρισμού.

#### 4.5 Υλικά συστήματος σύλληψης και απαγωγής άμεσων κεραυνικών πληγμάτων

- Ακίδες συλλογής ελαφρού κράματος

##### Ακίδες συλλογής ελαφρού κράματος

Μήκος	Υλικό	Διάμετρος (Φ)	Κωδικός
1500mm	AlMgSi	16/10 mm	103410
2000mm	AlMgSi	16/10 mm	103420
2500mm	AlMgSi	16/10 mm	103430
3000mm	AlMgSi	16/10 mm	103440
3500mm	AlMgSi	16/10 mm	103450
4000mm	AlMgSi	16/10 mm	103460
5000mm	AlMgSi	16/10 mm	103480
2000mm	Al	16/10 mm	123021*



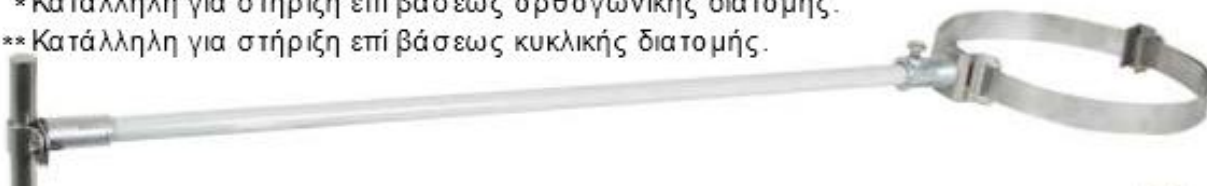
\* Με ενσωματωμένη ειδική βάση κατάλληλη για στήριξη επί μεταλλικής οροφής.

- Τραβέρσες στήριξης ακίδας και σύνδεσμοι στήριξης

Υλικό τραβέρσας	Υλικό σύνδεσμον	Διάμετρος (Φ)	Μήκος	Κωδικός
GRP	St/Si	16 mm	1030 mm	106123*
GRP	St/St	16 mm	1030 mm	106248**
GRP	Δεν συμπεριλαμβάνονται	16 mm	3000 mm	106125

\* Κατάλληλη για στήριξη επί βάσεως ορθογωνικής διατομής.

\*\* Κατάλληλη για στήριξη επί βάσεως κυκλικής διατομής.



- Αντάπτορες γωνιακής στήριξης τραβερσών

Υλικό	Εύρος σύνδεσης (Φ)	Κωδικός
St/St	16/16mm	106325
St/St	16 mm	106311
St/St	16mm	540105*



\* Με ρυθμιζόμενο περιλαίμιο **St/St**

- Βάση στήριξης ακίδας

Βάρος	Διάμετρος υποδοχής ακίδας (Φ)	Διάμετρος βάσης	Υλικό	Κωδικός
17 kg	16 mm	377 mm	Μπετόν C45/55	102010





- Σύνδεσμοι ακίδας αγωγού/ταινίας και ηλεκτροδίου αγωγού/ταινίας

Υλικό	Σύνδεση αγωγού / αγωγού	Σύνδεση αγωγού /ταινίας	Κωδικός
St/Zn	8-10/16mm	16/30mm	319202
St/St (V4A)	8-10/16mm	16/30mm	319219
St/Zn	8-10/16mm		380020
St/St (V4A)	8-10/16mm		380029
St/Zn	7-10/16mm		459000
St/St	8-10/16mm		459119



Στην εγκατάσταση μας χρησιμοποιήθηκαν τα εξής:

1. Ακίδες συλλογής ελαφρού κράματος( μήκους 2500mm, υλικού ALMgSi ,διαμέτρου 16/10mm )
2. Τραβέρσες στήριξης ακίδας και συνδέσμοι στήριξης(υλικό τραβέρσας GRP,υλικό συνδέσμων St/St, διάμετρος 16mm ,μήκος 1030mm)
3. Βάση στήριξης ακίδας (βάρος 17KG ,διάμετρος υποδοχής ακίδας 16mm, διάμετρος βάσης 377mm, υλικό μπετόν C45/55)

#### 4.6 Γείωση αντικεραυνικής προστασίας

Γείωση προστασίας ονομάζεται η αγώγιμη σύνδεση με τη γη, όλων των μεταλλικών τμημάτων μιας εγκατάστασης ,πάνω στα οποία δε θέλουμε να εμφανιστεί επικίνδυνη τάση. Αυτές οι γειώσεις γίνονται σε κάθε ηλεκτρική εγκατάσταση και έχουν σα σκοπό την προστασία των ανθρώπων από την παρουσία επικίνδυνης τάσης πάνω στα μεταλλικά μέρη

των συσκευών που σε κανονική λειτουργία δεν θα είχαν τάση. Η εγκατάσταση μας έχει γείωση αντικεραυνικής προστασίας που είναι τριγωνική(τρία ηλεκτρόδια) με απόσταση του ενός ηλεκτροδίου από το άλλο μήκους 2,5m.

#### 4.7 Υλικά συστήματος γείωσης και εξίσωση δυναμικού

- Ταινίες γείωσης

Πλάτος	Πάχος	Διατομή	Υλικό	Βάρος/Μήκος	Κωδικός
30 mm	3,5 mm	105 mm <sup>2</sup>	St/tZn (70μm ή 500gr/m <sup>2</sup> )	42kg/50m	810335
30 mm	3,5 mm	105 mm <sup>2</sup>	St/St (V4A – 1.4571)	50kg/61m	860335



- Αγωγοί γείωσης- ισοδυναμικών συνδέσεων

Διάμετρος (Φ)	Διατομή	Υλικό	Βάρος/Μήκος	Κωδικός
8 mm	50 mm <sup>2</sup>	St/tZn (50μm ή 350gr/m <sup>2</sup> )	50kg/127m	800008
8 mm	50 mm <sup>2</sup>	St/St (V4A – 1.4571)	50kg/125m	860008
10mm	78 mm <sup>2</sup>	St/tZn (50μm ή 350gr/m <sup>2</sup> )	50kg/81m	800010
10mm	78 mm <sup>2</sup>	St/St (V4A – 1.4571)	50kg/80m	860010



- Πάσσαλοι στήριξης ταινίας

Υλικό	Στήριξη ταινίας	Στήριξη αγωγού	Μήκος	Κωδικός
St:Zn (Βαρέος τύπου)	30/40mm	8-10mm	300mm	290001
St:Zn	30/40mm	8-10mm	280mm	290002



- Σφικτήρες σύνδεσης ταινιών και αγωγών



Υλικό	Σύνδεση			Κωδικός
	αγωγού / αγωγού	αγωγού / ταινίας	ταινίας / ταινίας	
St/tZn			30/30mm	318033
St/St (V4A)			30/30mm	318233
St/tZn		8-10/30mm	30/30mm	318201
St/St (V4A)		8-10/30mm	30/30mm	318209
St/tZn	8-10/8-10mm	8-10/30mm	30/30mm	319201
St/tZn	8-10/8-10mm	8-10/30mm	30/30mm	318251
St/St (V4A)	8-10/8-10mm	8-10/30mm	30/30mm	319209
St/tZn	8-10/16mm	16/30mm		319202
St/St (V4A)	8-10/16mm	16/30mm		319219
St/tZn	8-10/8-10mm			390050

- Σύνδεσμοι μεταλλικών επιφανειών τύπου(H)

Εύρος σύσφιξης	Υλικό	Στήριξη αγωγού	Κωδικός
3-18mm	St/tZn	6-10mm	372110
3-18mm	St/St	6-10mm	372119



- Σύνδεσμος μεταλλικών επιφανειών τύπου (S)

Υλικό	Πάχος	Κωδικός
St/Zn	3mm	363010*
St/St	2,5mm	377009**



- Μονός σφικτήρας αγωγού

Εύρος σύσφιξης	Υλικό	Κωδικός
7-10mm	ZDC	301000
6-10mm	St/St	301009



- Περιλαίμια σταθερά

Διάμετρος inches	Διάμετρος mm	Υλικό	Κωδικός
2	60,3	St/Zn	410200
2	60,3	St/St	410379



- Περιλαίμια ρυθμιζόμενα

Διάμετρος inches	Διάμετρος mm	Υλικό	Κωδικός
$\frac{3}{4}$ - 3	26,9 - 88,9	St/St	540103



- Ηλεκτρόδια γείωσης

Υλικό	Επιχάλκωση	Διάμετρος (Φ)	Μήκος	Κωδικός
St/Cu	Τουλάχιστον 250μm	14mm	1500mm	41M22036B



- Αντιδιαβρωτικές ταινίες

Υλικό	Πλάτος	Μήκος	Κωδικός
Petrolatum	1000mm	10m	556130



- Ισοδύναμοι ζυγοί

Υλικό	Σύνδεση αγωγών	Σύνδεση αγωγών	Σύνδεση ταινίας	Κωδικός
Ms/galSn	5x2,5-25mm <sup>2</sup>	3x16-95mm <sup>2</sup> ή 3x 8-10mm	1x30x4mm	563020
Cu/galSn	10x2,5-95mm <sup>2</sup>	10x 8-10mm	1x30x4mm	563201*



Στην εγκατάσταση μας χρησιμοποιήθηκαν τα εξής:

1. Αγωγοί γείωσης- ισοδυναμικών συνδέσεων (διάμετρος 10mm ,διατομή 8mm<sup>2</sup>, υλικό St/tZn[50μmε350gr/m<sup>2</sup>], βάρος 50kg ,μήκος 81m)
2. Σφικτήρες σύνδεσης ταινιών και αγωγών (υλικό St/tZn, αγωγού/αγωγού 8-10/8-10mm, αγωγού/ταινίας 8-10/30mm, ταινίας /ταινίας 30/30mm)
3. Ηλεκτρόδια γείωσης (υλικό St/Cu, επιχάλκωση τουλάχιστον 250μm ,διάμετρος 14mm, μήκος 1500mm).



## 5. ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΟΙΚΙΑΚΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ – NET METERING

### 5.1 Γιατί ένα αυτόνομο σύστημα συμφέρει σε εξοχικό

Η λύση του αυτόνομου συστήματος είναι αρκετά συμφέρουσα ,ειδικά για τις περιπτώσεις εξοχικής κατοικίας. Όπως προαναφέραμε ,προχωρώντας σε μια τέτοια εγκατάσταση στο εξοχικό μας(όπου η χρήση του περιορίζεται κυρίως σε ελάχιστες μέρες το χρόνο),μπορούμε να απαλλαγούμε από τον λογαριασμό και τα πάγια έξοδα που τον συνοδεύουν. Πως μεταφράζεται αυτό στην πράξη; Η παρακάτω οικονομοτεχνική μελέτη (case study) απαντά σε όλα τα ερωτήματα.

Τα δεδομένα της μελέτης:

Το παρακάτω αυτόνομο σύστημα περιλαμβάνει μόνο φ/β σύστημα ονομαστικής ισχύος 2.35 KWp ,που μπορεί να αντεπεξέλθει σε μέση ημερήσια κατανάλωση 6.7 KWh ανά ημέρα ,Δηλαδή παράγει 2.450 KWh το χρόνο, τη στιγμή που μια μέση κύρια κατοικία ,πλήρης ηλεκτρικών συσκευών ,χρειάζεται 3.000-4.000 KWp κάθε έτος. Επομένως ,υπερκαλύπτονται οι ανάγκες ενός εξοχικού και με το παραπάνω. Έχει με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι σε λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και οι ημέρες αυτονομίας του είναι 3,με πλήρη ημερήσια κατανάλωση. Αυτό το νούμερο σημαίνει ότι η ενέργεια που αποθηκεύει αρκεί για 3 συνεχόμενες ημέρες ,σε περίπτωση που οι καιρικές συνθήκες δεν επιτρέπουν την συλλογή ηλιακής ενέργειας (πρακτικά κάτι τέτοιο είναι αδύνατο να συμβεί και ειδικά όταν αναφερόμαστε σε καλοκαιρινή περίοδο).Επίσης, θα πρέπει να τονίσουμε ότι το σύστημα μπορεί να συνδυαστεί και με ανεμογεννήτρια, ενώ είναι πλήρως επεκτάσιμο. Δηλαδή ,ανά πάσα στιγμή μπορούμε να αυξήσουμε την ισχύ του και να το υποστηρίξουμε με γεννήτρια. Όσον αφορά στο κόστος ενός τέτοιου συστήματος(με με χαρακτηριστικά όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα),κυμαίνεται από 9.000 έως 11.000 ευρώ (φυσικά το κόστος μπορεί να μειωθεί ανάλογα με τις ενεργειακές μας απαιτήσεις)

### 5.2 Τα χαρακτηριστικά του αυτόνομου Φ/Β συστήματος

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΕΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ(Panels)

Χώρα κατασκευής	Γερμανία
Υλικό	ΠολυκρυσταλλικόΠυρίτιο
Ονομαστική ισχύς	235Wp
Ποσότητα(τεμάχια)	10
Συνολική ισχύς	2,35KWp

## ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Όνομαστική τάση εισόδου(DC)	48 V
Μέγιστο ρεύμα φόρτισης (DC)	60 A

## ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ

Όνομαστική τάση	12 V
Ποσότητα(τεμάχια)	12

## ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ (INVERTER) DC/AC

Μέγιστη ισχύς εξόδου(AC)	4000W
Τάση εξόδου(AC)	220 V- 50Hz
Τάση εισόδου(DC)	48 V

## ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

Πλαίσιο στήριξης πάνελ	Σταθερό σύστημα στήριξης με προφίλ αλουμινίου
Στερέωση συστήματος στην στέγη	Στερέωση στην υποκατασκευή με γάντζους ή ειδικά στοιχεία όπου χρειάζεται

## ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ

1 set καλωδίων φ/β-πλαισίων με τον ρυθμιστή φόρτισης
1 set καλωδίων για την σύνδεση του ρυθμιστή φόρτισης με τους συσσωρευτές
1 set καλωδίων για τη σύνδεση των συσσωρευτών με τον inverter

## ΕΓΓΥΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΩΝ

Πάνελ	10 χρόνια
Ρυθμιστής φόρτισης	5 χρόνια
Συσσωρευτές	10 χρόνια
Μετατροπέας/Inverter	10 χρόνια

### 5.3 Σύστημα Net Metering

Το Net Metering αναφέρεται σε μια συμφωνία μεταξύ της εταιρίας εγκαθιστά ένα τοπικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η συμφωνία προβλέπει ότι, αν κατά τη διάρκεια μιας περιόδου καταμέτρησης, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεγαλύτερη από την κατανάλωση, το πλεόνασμα πιστώνεται στο επόμενο τιμολόγιο χρέωσης. Αν η παραγωγή είναι μικρότερη από την κατανάλωση, ο καταναλωτής χρεώνεται μόνο τη διαφορά. Αν με το κλείσιμο ενός έτους από την εγκατάσταση του συστήματος παραγωγής, υπάρχει τελικά περίσσεια ενέργειας, αυτή χάνεται και η διαδικασία ξεκινά από την αρχή για το επόμενο έτος. Αν κατά την διάρκεια ενός έτους το σύστημα παραγωγής παράγει ενέργεια ίση με την συνολική κατανάλωση, ο καταναλωτής δεν πληρώνει τίποτε στην εταιρεία ηλεκτρισμού.

Τα βασικά πλεονεκτήματα του Net Metering είναι:

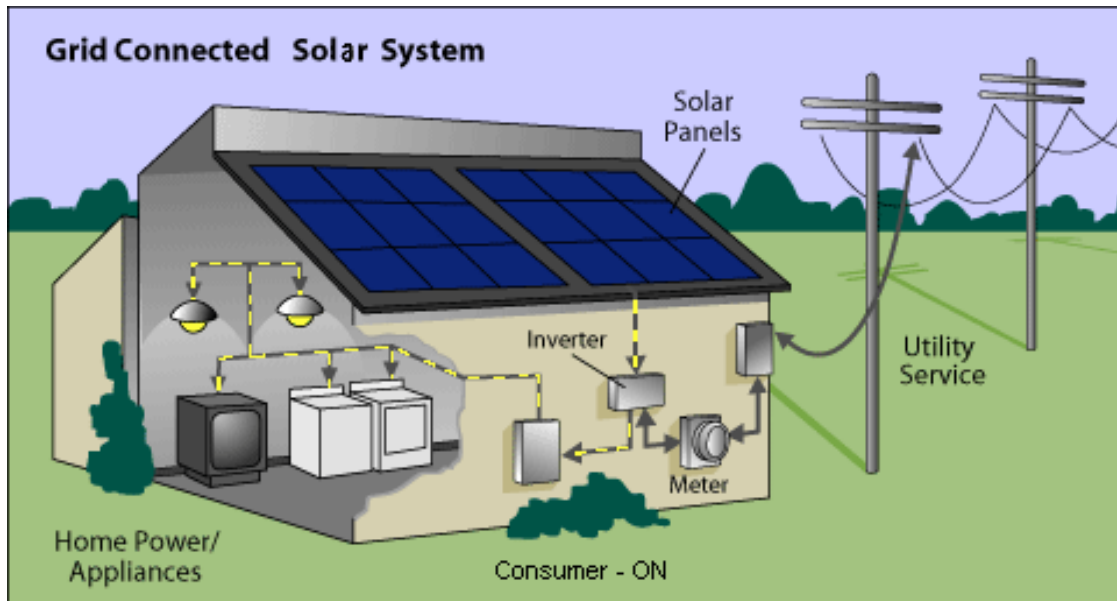
- Παρέχει στον καταναλωτή τη δυνατότητα να παράγει από μόνος του φθηνή ηλεκτρική ενέργεια, προστατεύοντας τον ταυτόχρονα από τις συνεχόμενες αυξήσεις των χρεώσεων, αρκεί να καταβάλει μια και καλή, ένα συγκεκριμένο χρηματικό ποσό για την προμήθεια και την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών.
- Δεν υπάρχει χρηματική δοσοληψία με την Πολιτεία, αφού η παραγόμενη ενέργεια δεν πωλείται έναντι χρηματικού ανταλλάγματος. Συνεπώς, δεν υπάρχουν έσοδα που μπορούν να φορολογηθούν, ούτε κάποια τιμή πώλησης, η οποία αργότερα μπορεί να μειωθεί.

Στη χώρα μας, το σημερινό κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος και οι σημερινές τιμές προμήθειας και εγκατάστασης φωτοβολταϊκών, καθιστούν το Net Metering μια συμφέρουσα επιλογή για τις μεγάλες οικιακές καταναλώσεις καθώς και για την μεγάλη πλειοψηφία των εμπορικών καταναλώσεων.

Το Net Metering όμως, μπορεί να δώσει διέξοδο και στους μικρούς καταναλωτές, αφού τους δίνει ένα σημαντικό κίνητρο για να καλύψουν ένα μεγάλο μέρος των πάγιων ενεργειακών τους αναγκών χρησιμοποιώντας ηλεκτρική ενέργεια. Τυπικό παράδειγμα αποτελεί η αντικατάσταση του καυστήρα πετρελαίου από μια αντλία θερμότητας.

Τον τελευταίο χρόνο, το κράτος αύξησε σημαντικά την τιμή του πετρελαίου θέρμανσης. Πολλοί καταναλωτές αναγκάστηκαν να περιορίσουν την κατανάλωση τους ή στράφηκαν σε άλλες οικονομικότερες εναλλακτικές.

Μια εναλλακτική ήταν και η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας. Η χρήση, όμως, αυτών των αντλιών περιορίστηκε από φόβο των καταναλωτών για τις διαρκείς αυξήσεις στο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας.



#### 5.4 Παράδειγμα με σύστημα Net Metering

Ας θεωρήσουμε ως τυπικό παράδειγμα μια τετραμελή οικογένεια που κατοικεί σε μια μονοκατοικία περίπου 150τ.μ. με καυστήρα πετρελαίου που τροφοδοτεί ένα κλασικό σύστημα θέρμανσης με θερμοπομπούς (καλοριφέρ). Κατά κύριο λόγο, η οικογένεια καλύπτει τις ανάγκες της για ζεστό νερό χρήσης ,με ένα ήδη εγκατεστημένο ηλιακό θερμοσίφωνα.

Το ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας και θέρμανσης είναι :

Κατανάλωση ηλ/κής ενέργειας :	
4.500 KWh *0.16 €/KWh→~750€	
Πετρέλαιο θέρμανσης:	
2.000Lt *1.30€/Lt→~2.600€	
Σύνολο	3.350€

Το μέσο κόστος ηλεκτρικού ρεύματος 0,16€/KWh ,δεν περιλαμβάνει μόνο το κόστος της ΔΕΗ ,αλλά και τις ρυθμιζόμενες χρεώσεις , το ειδικό τέλος μείωση αερίων ρύπων (ΕΤΜΕΑΡ)και όλου του φόρους. Δεν περιλαμβάνονται δημοτικά τέλη και φόροι, ΕΡΤ και ΕΕΤΗΔΕ. Ας δούμε λοιπόν τις επιλογές που έχει στην διάθεσή της η συγκεκριμένη οικογένεια.

Εγκατάσταση μόνο φωτοβολταϊκών :

Ας υποθέσουμε ότι, η συγκεκριμένη οικογένεια αποφασίζει να καλύψει μόνο τις ηλεκτρικές της καταναλώσεις με ένα σύστημα φωτοβολταϊκών που λειτουργεί κάνοντας Net Metering.

Επειδή η μέση ετήσια παραγωγή ενός φωτοβολταϊκού στη χώρα μας είναι περίπου 1.400KWh ανά εγκατεστημένο kW ,για να καλυφθούν οι ετήσιες ανάγκες της κατοικίας ,αρκεί ένα μικρό φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος μόλις :

Μια εγκατάσταση φωτοβολταϊκών 3,5 kW κοστίζει περίπου 7.000€

$$4.500 \text{ kWh} * 1.400 \text{ kWh/kWp} \rightarrow 3,2 \text{ kW}$$

Αφού τα φωτοβολταϊκά θα καλύψουν μόνο την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος που είναι περίπου 750€ η απόσβεση της επένδυσης γίνεται σε περίπου 9½ χρόνια .Αν όμως λάβουμε υπόψη τις συνεχείς αυξήσεις των χρεώσεων του ηλεκτρικού ρεύματος , η τελική πραγματική απόσβεση του συστήματος μπορεί να αγγίζει και τα 7½ χρόνια.

Εγκατάσταση μόνο αντλίας θερμότητας:

Ας υποθέσουμε ότι, η συγκεκριμένη οικογένεια αποφασίζει να αντικαταστήσει τον καυστήρα πετρελαίου με μια αντλία θερμότητας 8 kW,με συνολικό κόστος προμήθειας και εγκατάστασης περίπου 7.500€

Επειδή οι κλασικοί θερμοπομποί λειτουργούν σε θερμοκρασίες 65-70°C,η αντλία θερμότητας που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να είναι ειδικού τύπου.

Οι αντλίες αυτές είναι γνώστες και ως αντλίες θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών και έχουν ονομαστικό συντελεστή απόδοσης(coefficent of performace- CoP ) περίπου 2,5.

Δεδομένου ότι η θερμογόνος δύναμη του πετρελαίου είναι περίπου 10,8kWh/lt πετρελαίου , για να θερμανθεί η κατοικία χρειάζεται περίπου:

$$2.000 \text{ lt πετρελαίου} * 10,8 \text{ kWh/lt} \rightarrow 21.600 \text{ kWh}$$

Για να παραχθεί η συγκεκριμένη ποσότητα θερμότητας από μια αντλία θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών , πρέπει να καταναλωθεί ηλεκτρική ενέργεια ίση με :

$$21.600\text{kWh}:2,5=8.640\text{kWh}$$

Έτσι ,οι ετήσιες ανάγκες της κατοικίας σε ηλεκτρική ενέργεια είναι:

#### **Ηλεκτρικές καταναλώσεις**

**Ηλεκτρικό ρεύμα : 4500kWh**

**Αντλία θερμότητας: 8640kWh**

**Σύνολο:**

**13140kWh\*0,21€/kWh→2760€**

Στον πιο πάνω υπολογισμό, το μέσο κόστος ηλεκτρικού ρεύματος αυξήθηκε από 0,16 σε 0,21 €/για κάθε κιλοβατώρα, αφού η αύξηση της συνολικής κατανάλωσης από την προσθήκη της αντλίας έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή κλιμακίου χρέωσης , τόσο στα τιμολόγια της ΔΕΗ, όσο και στις ρυθμιζόμενες χρεώσεις .

Το συνολικό ετήσιο κόστος μειώθηκε περίπου κατά 18% σε σχέση με την αρχική κατάσταση. Μια μείωση που, αν λάβουμε υπόψη μια λογική και σχετικά χαμηλή ετήσια αύξηση της τάξης του 4-5% στο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας, θα εξανεμιστεί στα επόμενα 4 με 5 χρόνια. Βέβαια, το τελικό όφελος εξαρτάται και από τις παράλληλες αυξήσεις ή μειώσεις στο κόστος προμήθειας του πετρελαίου θέρμανσης.

Πρέπει να σημειωθεί ότι, αν η κατοικία διέθετε σύστημα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών (π.χ. ενδοδαπέδια θέρμανση ή fan coil), η εξοικονόμηση θα ήταν πολύ μεγαλύτερη, αφού οι αντλίες θερμότητας χαμηλών θερμοκρασιών παρουσιάζουν μεγαλύτερους συντελεστές απόδοσης CoP 3,5 ή ακόμα 4,0.Το συγκεκριμένο παράδειγμα δεν εξετάζεται αφού η πλειοψηφία των συστημάτων θέρμανσης στη χώρα μας περιλαμβάνει συστήματα θέρμανσης με θερμοπομπούς υψηλών θερμοκρασιών (καλοριφέρ).

Συνδυασμένη εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και αντλίας θερμότητας:

Δεδομένου ότι , η μέση ετήσια παραγωγή ενός φωτοβολταϊκού στη χώρα μας είναι περίπου 1.400kWh ανά εγκατεστημένο kW , για να καλυφθούν οι συνολικές ετήσιες ανάγκες της κατοικίας σε ηλεκτρική ενέργεια που προκύπτουν συνολικά και μετά την εγκατάσταση της αντλίας θερμότητας , αρκεί ένα μικρό φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος :

$14.000\text{kWh}:1.400\text{kWh/kWp}\rightarrow 9,4\text{ kW}$
---

Μια εγκατάσταση φωτοβολταϊκών 9,5 kW κοστίζει σήμερα από 15.000 έως 17.000€ ένα κόστος το οποίο θα πρέπει να προστεθεί στο ποσό των 7.500€της αντλίας θερμότητας.

Η συνολική επένδυση για την κατοικία είναι:

Αντλία θερμότητας	7.500€
Φωτοβολταϊκά	16.000€
Σύνολο	23.500€

Με ένα συνολικό κόστος 23.500€ η συγκεκριμένη οικογένεια έχει εξασφαλίσει τη θέρμανση της και το ηλεκτρικό της ρεύμα για περίπου 20-25 χρόνια ,εξοικονομώντας περίπου 3.350€κάθε χρόνο σε σχέση με την αρχική κατάσταση.

Με τις σημερινές τιμές ηλεκτρικού ρεύματος και πετρελαίου , το κόστος της επένδυσης αποσβένεται σε περίπου 7 χρόνια.

Αν λάβουμε υπόψη , τόσο την αύξηση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας ,όσο και του πετρελαίου θέρμανσης τα επόμενα χρόνια, η απόσβεση του συστήματος μπορεί εύκολα να αγγίξει και τα 5 χρόνια μειώνοντας δραματικά τα ετήσια λειτουργικά κόστη της κατοικίας .

Συμπεράσματα:

Το παράδειγμα δείχνει ότι, η δυνατότητα εφαρμογής του Net Metering στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών αλλά και γενικά στις ΑΠΕ, δεν πρέπει να εξετάζεται μονοδιάστατα και στα πλαίσια μόνο της υπάρχουσας κατανάλωσης .

Η φθηνή ηλεκτρική ενέργεια που παρέχει το Net Metering και η προστασία ως προς τις μελλοντικές αυξήσεις ,παρέχουν κίνητρο στους τελικούς καταναλωτές να αυξήσουν την ηλεκτρική τους κατανάλωση , μετατρέποντας σε ηλεκτρική ενέργεια ένα μέρος από άλλες σημαντικές ενεργειακές ανάγκες όπως είναι η θέρμανση , η ψύξη ή ακόμα και η μετακίνηση με τη χρήση ενός ηλεκτρικού μέσου

## **6. ΒΗΜΑΤΑ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΦΟΡΑ**



ΔΕΗ/Περιοχή .....

Ημερομηνία παραλαβής Αίτησης:  
(συμπληρώνεται από την Περιοχή ΔΕΗ)

**Αίτηση για τη σύνδεση Φωτοβολταϊκού Συστήματος ισχύος  $\leq 10$  kWp στο Δίκτυο ΧΤ**  
(στο πλαίσιο του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων  
σε κτιριακές εγκαταστάσεις)

Στοιχεία Κυρίου του Φωτοβολταϊκού Συστήματος	
Ιδιότητα κυρίου του συστήματος	Φυσικό Πρόσωπο Κύριοι οριζόντιων ιδιοκτησιών πολυκατοικίας Πολύ μικρή επιχείρηση ( ή φυσικό πρόσωπο επιτηδευματίας)
Όνομα/ επωνυμία φυσικού/νομικού προσώπου (ή εκπροσώπου του διαχειριστή)	
Κατοικία/έδρα φυσικού/νομικού προσώπου	
ΑΦΜ και ΔΟΥ φυσικού/νομικού προσώπου	<b>ΑΦΜ :</b> <b>ΔΟΥ:</b>
Εκπρόσωπος επικοινωνίας με τη ΔΕΗ	
Ταχυδρομική διεύθυνση	
Ηλεκτρονική διεύθυνση ( E-mail)	
Τηλέφωνο	
Fax	
Στοιχεία Εγκατάστασης	
Θέση εγκατάστασης (οδός, αριθμός, Τ.Κ, Δήμος, Νομός)	
	Δώμα                      Στέγη                      Στέγαστρο
Συνολική ισχύς (kWp)	<b>9,99 kWp</b>
Αριθμός Παροχής του υφιστάμενου μετρητή κατανάλωσης στο ίδιο κτίριο ( για τον οικονομικό συμψηφισμό)	

Στοιχεία του υπεύθυνου μελέτης και εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού συστήματος (επωνυμία, ειδικότητα, διεύθυνση, τηλέφωνο)	
<b>Στοιχεία Φωτοβολταϊκών πλαισίων</b>	
Κατασκευαστής, προέλευση	<b>MAGE ΓΕΡΜΑΝΙΑΣ</b>
Τύπος - μοντέλο	<b>Φ/Β ΠΑΝΕΛ ΙΣΧΥΟΣ 185 Wp</b>
Ονομαστική ισχύς πλαισίου	<b>185 Wp</b>
Αριθμός πλαισίων	<b>54 TEMAXIA</b>
Πιστοποιήσεις	<b>IEC 61215 , ISO 9001 ( ΒΛΕΠΕ ΣΥΝΗΜΜΕΝΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ)</b>
<b>Στοιχεία αντιστροφέων (inverters)</b>	
Κατασκευαστής, προέλευση	<b>MASTERVOLT ΟΛΛΑΝΔΙΑΣ</b>
Τύπος - Μοντέλο	<b>MASTERVOLT SUNMASTER XL 10</b>
Ονομαστική ισχύς εξόδου	<b>10.000 Watt</b>
Μέγιστη ισχύς εξόδου	<b>10.500 Watt</b>
Μέγιστος βαθμός απόδοσης	<b>96 %</b>
Συντελεστής ισχύος	<b>&gt;0,99</b>
Διακύμανση τάσης εξόδου (προεπιλεγμένη και δυνατό εύρος ρύθμισης)	(προεπιλεγμένη) <b>230 V</b>
	(εύρος ρύθμισης) <b>0,8x Vnom – 1,15x Vnom</b>
Διακύμανση συχνότητας εξόδου (προεπιλεγμένη και δυνατό εύρος ρύθμισης)	(προεπιλεγμένη) <b>50 Hz</b>
	(εύρος ρύθμισης) <b>49,5 — 50,5 Hz</b>

Ολική αρμονική παραμόρφωση ρεύματος (THD)	THD < 5 %	
Έγχυση DC	≤ 0,5 %	
Μετασηματισμός απομόνωσης	Ναι / Όχι	
Προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης (Islanding) κατά VDE 0126 ή ισοδύναμης μεθόδου	Ναι / Όχι	
Πλήρης περιγραφή τρόπου προστασίας <b>ΒΛΕΠΕ ΣΥΝΗΜΜΕΝΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>		
Πιστοποιήσεις	VDE 0126-1-1 (6-2006), <b>ΒΛΕΠΕ ΚΑΙ ΣΥΝΗΜΜΕΝΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</b>	
1. Τεχνικά εγχειρίδια φωτοβολταϊκών στοιχείων	<input type="checkbox"/>	
2. Τεχνικά εγχειρίδια και πιστοποιητικά αντιστροφών	<input type="checkbox"/>	
3. Μονογραμμικό ηλεκτρολογικό σχέδιο του φωτοβολταϊκού συστήματος (υπογεγραμμένο από μηχανικό κατάλληλης ειδικότητας)	<input type="checkbox"/>	
4. Αντίγραφο πρόσφατου λογαριασμού κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος (για τον μετρητή κατανάλωσης του ακινήτου ή των κοινόχρηστων μέσω του οποίου θα διενεργείται ο οικονομικός συμψηφισμός)	<input type="checkbox"/>	
5. Τοπογραφικό της θέσης εγκατάστασης (προκειμένου για κτιριακές εγκαταστάσεις εκτός σχεδίου πόλεως)	<input type="checkbox"/>	

<p>6. Αποδεικτικό δικαιώματος χρήσης του χώρου εγκατάστασης, κατά περίπτωση, ως ακολούθως:</p> <p>α) <u>για εγκατάσταση του συστήματος σε ιδιόκτητο χώρο από τον κύριο αυτού:</u></p> <p>Τίτλος κυριότητας (αντίγραφο συμβολαιογραφικής πράξης και πιστοποιητικού μεταγραφής της στο υποθηκοφυλακείο)</p> <p>β) <u>για εγκατάσταση του συστήματος σε ιδιόκτητο χώρο από άλλον, πλην του ιδιοκτήτη, κύριο οριζόντιας ιδιοκτησίας στο ίδιο κτίριο:</u></p> <p>Τίτλος κυριότητας ως ανωτέρω και έγγραφη συμφωνία του κυρίου του χώρου εγκατάστασης για την παραχώρησή του σε άλλο κύριο οριζόντιας ιδιοκτησίας του ίδιου κτιρίου, με ευθύνη των υπογραφόντων</p> <p>γ) <u>για εγκατάσταση του συστήματος σε κοινόχρηστο ή κοινόκτητο χώρο είτε από το σύνολο των κυρίων οριζόντιων ιδιοκτησιών του κτιρίου, είτε από έναν εκ των κυρίων οριζόντιων ιδιοκτησιών, μετά από παραχώρηση του χώρου αυτού:</u></p> <p>Πρακτικό ομόφωνης απόφασης της γενικής συνέλευσης ή έγγραφη συμφωνία όλων των συνιδιοκτητών του κτιρίου με ευθύνη του διαχειριστή ή του κυρίου οριζόντιας ιδιοκτησίας που θα εγκαταστήσει το σύστημα, αντίστοιχα</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>
<p>7. Υπεύθυνη δήλωση του Ν. 1599/86 στην οποία ο αιτών θα δηλώνει ότι:</p> <p>α) Το έργο της εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού συστήματος δεν έχει ενταχθεί σε οποιοδήποτε πρόγραμμα χρηματοδότησης</p> <p>β) Μέρος των θερμικών αναγκών σε ζεστό νερό του κτιρίου επί του οποίου εγκαθίσταται το φωτοβολταϊκό σύστημα καλύπτεται με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (με αναφορά στον τρόπο κάλυψης, όπως ο ηλιακός θερμοσίφωνας, ηλιοθερμικά, βιομάζα κλπ.)</p> <p><u>μόνο για την περίπτωση που ο συμψηφισμός γίνεται με μετρητή ιδιόκτητης κατοικίας</u></p> <p>γ) Κατατάσσεται στις πολύ μικρές επιχειρήσεις, όπως αυτές καθορίζονται στην Ε.Ε.</p> <p><u>μόνο προκειμένου για φυσικά ή νομικά πρόσωπα επιτηδευματίες</u></p> <p>δ) Όλοι ανεξαιρέτως οι συνιδιοκτήτες των οριζοντίων ιδιοκτησιών του κτιρίου έχουν υπογράψει το πρακτικό της γενικής συνέλευσης ή έχουν εγγράφως συμφωνήσει για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος</p> <p>ε) Όλα τα στοιχεία που υποβάλλει με την αίτησή του είναι αληθή</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>

<b>Έγγραφα και στοιχεία που θα πρέπει να προσκομιστούν προ της υπογραφής της Σύμβασης Σύνδεσης</b>	
8. Έγκριση εκτέλεσης εργασιών μικρής κλίμακας για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος (ΦΕΚ 1079/Β/04.06.2009, άρθρο 5, Υ.Α. ΥΠΕΧΩΔΕ 29107/07.07.2009, ΦΕΚ 344/ΑΑΠ/20.07.2009)	<input type="checkbox"/>
<b>Έγγραφα και στοιχεία που θα πρέπει να προσκομιστούν προ της ενεργοποίησης της σύνδεσης του φωτοβολταϊκού συστήματος με το δίκτυο</b>	
9. Αντίγραφο της Σύμβασης Συμψηφισμού	<input type="checkbox"/>
10. Υπεύθυνη Δήλωση μηχανικού κατάλληλης ειδικότητας για τη συνολική εγκατάσταση, με συνημμένα: μονογραμμικό ηλεκτρολογικό σχέδιο της εγκατάστασης και τεχνική περιγραφή του τρόπου αποφυγής του φαινομένου της νησιδοποίησης στην οποία θα αναφέρονται οι ρυθμίσεις των ορίων τάσεως και συχνότητας στην έξοδο του αντιστροφέα τα οποία σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν για την τάση το + 15% έως – 20% της ονομαστικής τάσης, ενώ για την συχνότητα τα +/- 0,5 Hz καθώς επίσης και την πρόβλεψη ότι σε περίπτωση υπέρβασης των πιο πάνω ορίων ο αντιστροφέας θα τίθεται εκτός (αυτόματη απόζευξη) με τις ακόλουθες χρονικές ρυθμίσεις:  § Θέση εκτός του αντιστροφέα σε 0,5 δευτερόλεπτα, § Επανάζευξη του αντιστροφέα μετά από 3 λεπτά. Επίσης θα αναφέρεται ο χρόνος λειτουργίας της προστασίας έναντι νησιδοποίησης	<input type="checkbox"/>
11. Υπεύθυνη Δήλωση του Ν. 1599/86, στην οποία ο κύριος του φωτοβολταϊκού θα αναφέρει ότι καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος δεν θα τροποποιηθούν οι ρυθμίσεις που δηλώθηκαν βάσει των απαιτήσεων της ανωτέρω Υπεύθυνης Δήλωσης μηχανικού.	<input type="checkbox"/>

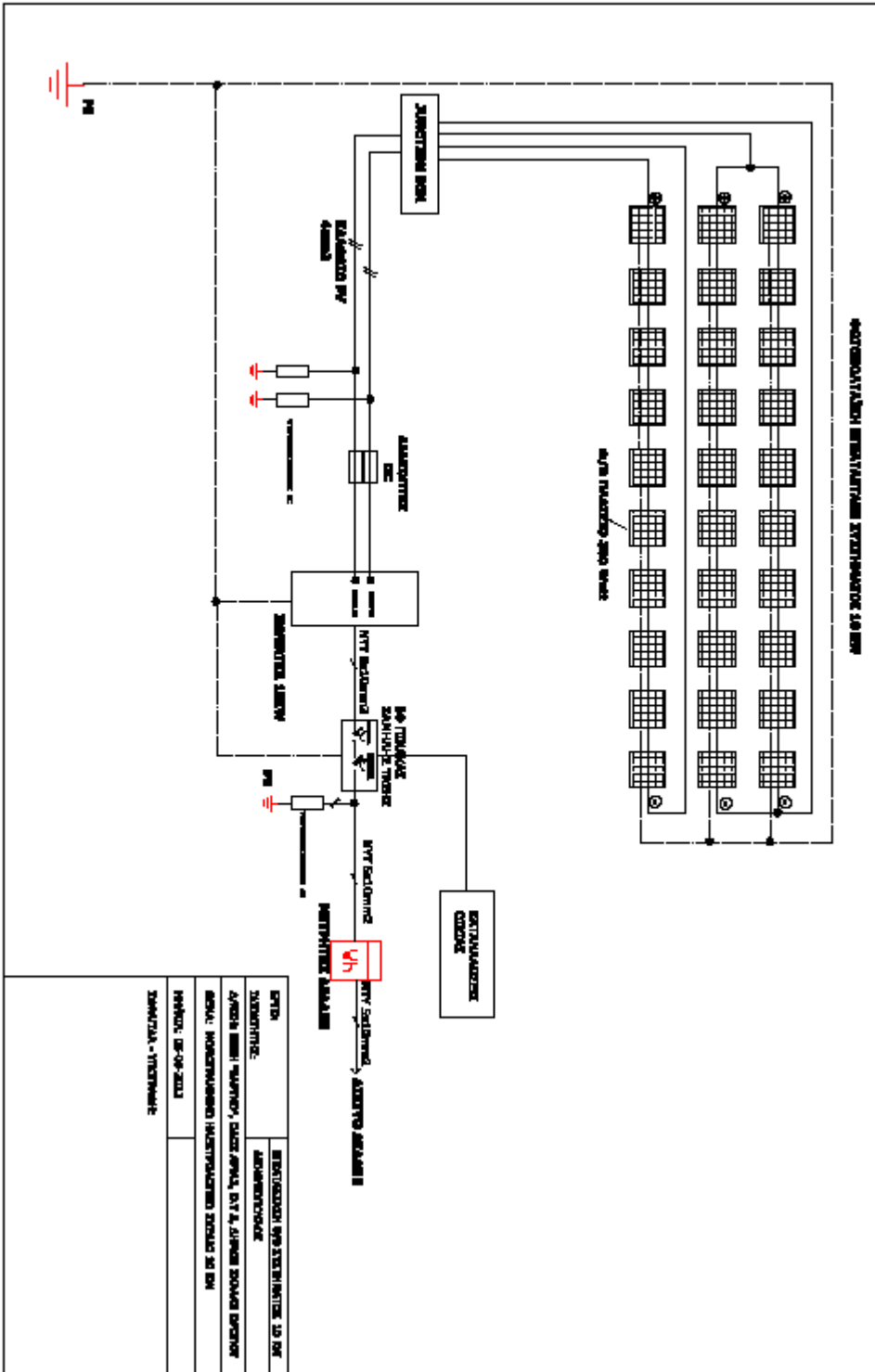
---

### **ΕΓΓΡΑΦΑ ΔΕΗ**

- Αίτηση ΔΕΗ
- Τεχνικά εγχειρίδια φ/β πλαισίων, Inverter, πιστοποιητικά
- Αντίγραφο πρόσφατου λογαριασμού κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος
- Τίτλος κυριότητας (αντίγραφο της συμβολαιογραφικής πράξης αγοράς οικοπέδου και οικοδομικής άδειας ή συμβολαιογραφική πράξη αγοράς κτιρίου)
- Πιστοποιητικό μεταγραφής από το υποθηκοφυλακείο
- Φωτοτυπία ταυτότητας
- Φορολογικά στοιχεία δικαιούχου (Α.Φ.Μ., Δ.Ο.Υ.)
- Υπεύθυνες Δηλώσεις Ιδιοκτήτη ή συνιδιοκτητών
- Μονογραμμικό ηλεκτρολογικό σχέδιο- Υπεύθυνη Δήλωση Εγκαταστάτη

### **ΕΓΓΡΑΦΑ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ**

- Αίτηση στην Πολεοδομία για έγκριση εργασιών μικρής κλίμακας
- 2 Σχέδια Κάτοψης δώματος ή στέγης με διάταξη πάνελ
- 2 Φωτογραφίες δώματος ή στέγης
- Θεωρημένη κάτοψη δώματος
- Θεωρημένο αντίγραφο οικοδομικής άδειας
- Θεωρημένο τοπογραφικό



## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Κάπος Μιλτιάδης :Φωτοβλταϊκά-Αιολικά-Υδροηλεκτρικά, Εκδόσεις Μιλτιάδη Κάπου, Καλλέργη 18 –Αθήνα.

Πιττάς Π. –Δραγάνης Α.: Αλεξικέραυνα-Γειώσεις, Π.Πιττάς - Α.Δραγάνης και ΣΙΑ Α.Ε (Tesla-s), Χρυσοστόμου Σμύρνης 124 Μοσχάτο –Αθήνα.

Χατζηκυριάκος θ., Φιρφιρήs Β. ,Κασσώτη Μ. ,Τοπογλού Ε. ,Καλοκαιρινού Λ. ,Χελιδονόπουλος Α. ,Δότσα Χ. ,Φούζας Κ. ,Σαργιαννίδης Γ. ,Αξιώτης Δ.: Πράσινο Σπίτι και κτίριο, Εκδόσεις Motororess Hellas Α.Ε.