

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ  
2012

Τ.Ε.Ι ΣΕΡΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΙΚΙΑΚΟΥ  
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 10KW



ΕΚΠΟΝΗΤΕΣ :

ΣΑΜΑΡΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΙΧΑΗΛ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ :ΣΤΟΪΛΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΣΕΡΡΕΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2012

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΠΡΟΛΟΓΟΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ.

1.1 Η ηλιακή ενέργεια ως ανανεώσιμη πηγή.....	5
1.2 Συμφέρει η ηλιακή ενέργεια;.....	6
1.3 Οι εφαρμογές και το κόστος φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.....	6
1.4 Η λειτουργία των φωτοβολταϊκών.....	7
1.5 Εξοικείωση με την ορολογία.....	8
1.6 Βασικός εξοπλισμός για την εγκατάσταση και λειτουργία Φ/Β .....	9
1.7 Ηλιακή ακτινοβολία.....	13
1.8 Γιατί να διαλέξω τα φωτοβολταϊκά;.....	14
1.9 Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία. Οφέλη για τον καταναλωτή, για τις αγορές ενέργειας και για τη βιώσιμη ανάπτυξη.....	16
1.10 Ποικιλομορφία στις εγκαταστάσεις των φωτοβολταϊκών.....	20
1.11 Υπάρχουν δύο τρόποι να χρησιμοποιήσει κανείς τα φωτοβολταϊκά. Σε συνεργασία με το δίκτυο της ΔΕΗ ή ανεξάρτητα από αυτό.....	23
1.12 Κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός σπιτιού από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα.....	25
1.13 Οι ενεργειακές ανάγκες που μπορούν να καλυφθούν από ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα.....	26
1.14 Καταλληλότητα κτιρίου να δεχτεί φωτοβολταϊκά συστήματα και η επίδραση της σκίασης.....	28

1.15 Τεχνικά χαρακτηριστικά της παραγωγής των φωτοβολταϊκών στοιχείων.....	32
1.16 Στάδια παραγωγής κρυσταλλικών φωτοβολταϊκών.....	35

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

2.1 Προδιαγραφές που θα πρέπει να έχουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια .....	37
2.2 Τρόποι στήριξης Φ/Β πάνελ.....	37
2.2.1 Σταθερές βάσεις.....	38
2.2.2 Συστήματα ιχνηλάτησης της πορείας του ήλιου .....	41
2.3 Αντιστροφείς (inverters) .....	47
2.4 Γείωση αντιστροφέα.....	48
2.5 Καλωδιώσεις.....	48
2.6 Μέτρα περιορισμού του κινδύνου ηλεκτροπληξίας κατά την εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος .....	50
2.7 Η ανακυκλώση στη φωτοβολταϊκή τεχνολογία.....	51

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.Βιώσιμη Ανάπτυξη στην Ελλάδα**

Η ΕΛΛΑΔΑ: μια σπάταλη ,ενεργειακά,χώρα.....	52
Αιτιαιες.....	52
Η σημερινή κατάσταση.....	53
Στόχος 2020.....	53

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Μελέτη Φωτοβολταϊκού Συστήματος και Οικονομοτεχνική Αξιολόγηση.

4.1 Μελέτη Φωτοβολταϊκού Συστήματος.....	54
4.2 Αρχή Λειτουργίας του διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος.....	54
4.3 Τεχνικά Στοιχεία του Έργου.....	57
4.3.1 Μετατροπείς δικτύου (inverter).....	58
4.3.2 Βάσεις στήριξης.....	59
4.4 Σύστημα παρακολούθησης και τηλεμετρίας.....	60
4.5 Τρισδιάστατη απεικόνιση.....	62
4.6 Ενεργειακή Μελέτη Συστήματος .....	62
4.7 Πίνακες νομού Σερρών .....	63
4.8 Οικονομική Ανάλυση του Έργου.....	65
4.9 Απόδοση της Επένδυσης - Οικονομική Αξιολόγηση.....	68
4.10. Περιβαλλοντικά οφέλη του Έργου.....	75
4.11 Όροι Πληρωμής - Εγγυήσεις - Πρόσθετες Παροχές.....	76
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	80

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη και χρηματοοικονομική ανάλυση οικιακού φωτοβολτϊκού συστήματος των 10 KW.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή βασικές τεχνικές πληροφορίες για τα φωτοβολταϊκά. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται όλα τα φωτοβολταϊκά συστήματα . Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην βιώσιμη ανάπτυξη στην Ελλάδα. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος και η οικονομοτεχνική αξιολόγηση.

# 1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ.

## 1.1 Η ηλιακή ενέργεια ως ανανεώσιμη πηγή.

- Η ανάγκη σε ενέργεια και η ανάγκη να προστατευτεί το περιβάλλον

1. Κάθε κιλοβατώρα ηλεκτρισμού που προμηθευόμαστε από το δίκτυο και παράγεται από ορυκτά καύσιμα, επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με ένα τουλάχιστον κιλό διοξειδίου του άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι, ως γνωστόν, το σημαντικότερο “αέριο του θερμοκηπίου” που συμβάλλει στις επικίνδυνες κλιματικές αλλαγές. Η στροφή στις καθαρές πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, αποτελεί τη μόνη διέξοδο για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών που απειλούν σήμερα τον πλανήτη

2. Επιπλέον, η χρήση της ηλιακής ενέργειας συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα καρκινογόνα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ). Οι ρύποι αυτοί επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία και το περιβάλλον.

## 1.2 Συμφέρει η ηλιακή ενέργεια;

Ναι, στις περιπτώσεις εκείνες όπου παρέχονται κίνητρα και υπάρχει ξεκάθαρη πολιτική στήριξης της ηλιακής τεχνολογίας. Όταν, για παράδειγμα, παρέχεται ενισχυμένη τιμή της πωλούμενης ηλιακής κιλοβατώρας (όπως ισχύει στη χώρα μας), τότε, ο καταναλωτής όχι μόνο κάνει απόσβεση της επένδυσης αλλά έχει και ένα λογικό κέρδος από την παραγωγή και τροφοδοσία πράσινης ενέργειας στο δίκτυο.

Στις περιπτώσεις πάλι των αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων σε εφαρμογές εκτός δικτύου, η ανταγωνιστική τεχνολογία είναι οι πανάκριβες στη λειτουργία τους, θορυβώδεις και ρυπογόνες ηλεκτρογεννήτριες, οπότε τα φωτοβολταϊκά είναι μια συμφέρουσα εναλλακτική λύση.

Τα κριτήρια όμως δεν πρέπει να είναι μόνο οικονομικά. Στην καθημερινή μας ζωή κάνουμε επιλογές που δεν υπολογίζουν ούτε το κόστος ούτε το χρόνο απόσβεσης. Όταν επιλέγουμε π.χ. ένα ακριβό αντικείμενο σε σχέση με ένα φθηνότερο που δεν ικανοποιεί το γούστο μας, προφανώς το κριτήριο είναι αισθητικό και όχι οικονομικό.

Τα φωτοβολταϊκά, όπως και όλα σχεδόν τα προϊόντα, πέρα από ενεργειακές υπηρεσίες, προσφέρουν και μία “προστιθέμενη αξία”, η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπ’ όψιν όταν υπολογίζουμε το κόστος τους.

## 1.3 Οι εφαρμογές και το κόστος φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

Η χρήση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας έχει μερικά πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα που την κάνουν ιδιαίτερα ελκυστική εναλλακτική μορφή ενεργείας. Αυτός είναι και ο λόγος που δημιουργήθηκαν κίνητρα στην φωτοβολταϊκή αγορά για αύξηση της παραγωγής (βέβαια με παράλληλη βελτίωση των τεχνολογιών), έχοντας ως αποτέλεσμα την ραγδαία πτώση των τιμών τους. Έτσι μπορούμε εμείς σήμερα να μιλάμε για ευρεία χρήση των φωτοβολταϊκών σε εφαρμογές υψηλής ισχύος (οικιακή και βιομηχανική χρήση) ενώ παλαιότερα εύρισκαν εφαρμογή σε πολύ χαμηλές απαιτήσεις ισχύος (ηλεκτρονικά ρολόγια, υπολογιστές τσέπης κ.τ.λ).

Χαρακτηριστικό της πτώσης των τιμών των ηλιακών στοιχείων είναι ότι το κόστος ανά  $Wp$  (μονάδα μέτρησης της ισχύος στα  $\phi/\beta$  ανάλογη του Watt στην ηλεκτρική ισχύ). Το έτος 1956 ήταν περίπου στα  $1000\$/Wp$  (την εποχή που χρησιμοποιούνταν μόνο σε διαστημικές εφαρμογές). Σήμερα πλέον μιλάμε για κόστος περίπου στα  $5\$/Wp$ , παρέχοντας τη δυνατότητα ανάπτυξης ολοκληρωμένων λύσεων σε περιοχές δυσπρόσιτες, εκτός δικτύου ή σε περιοχές και περιπτώσεις που το κόστος της έκτασης του δικτύου είναι μεγαλύτερο από τη πλήρη εγκατάσταση ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος. Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι:

- Ηλεκτροδότηση εξοχικών κατοικιών χαμηλών ηλεκτρικών απαιτήσεων
- Εγκαταστάσεις αφαλάτωσης (σε νησιά) και αντλιοστάσια υδροδότησης
- Φάροι, κεραιές κινητής τηλεφωνίας, κεραιές τηλεόρασης και ραδιοφώνου στην ύπαιθρο
- Αγροτικές γεωτρήσεις, συστήματα ανίχνευσης κινδύνου πυρκαγιάς στα δάση
- Παροχή ισχύος στα συστήματα ασφαλείας και πυρανίχνευσης σε μη ηλεκτροδοτημένους αποθηκευτικούς χώρους.
- Οδικός φωτισμός επαρχιακών περιοχών μακριά από το δίκτυο
- Φόρτιση μπαταριών υψηλής χωρητικότητας (πχ για ηλεκτροκίνητα οχήματα)



- Βοηθητική ηλεκτροδότηση σε πλοία
- Παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε διαστημικές εφαρμογές
- Σε εν γένει απομονωμένες εγκαταστάσεις

## 1.4 Η λειτουργία των φωτοβολταϊκών.

Το ηλιακό φως είναι ουσιαστικά μικρά πακέτα ενέργειας που λέγονται φωτόνια. Τα φωτόνια περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Το γαλάζιο χρώμα ή το υπεριώδες π.χ. έχουν περισσότερη ενέργεια από το κόκκινο ή το υπέρυθρο. Όταν λοιπόν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο (που είναι ουσιαστικά ένας “ημιαγωγός”), άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό. Αυτά τα τελευταία φωτόνια είναι που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Τα φωτόνια αυτά αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού να μετακινηθούν σε άλλη θέση και ως γνωστόν ο ηλεκτρισμός δεν είναι τίποτε άλλο παρά κίνηση ηλεκτρονίων. Σ’ αυτή την απλή αρχή της φυσικής λοιπόν βασίζεται μια από τις πιο εξελιγμένες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού στις μέρες μας.

## 1.5 Εξοικείωση με την ορολογία.

- Φωτοβολταϊκό φαινόμενο ονομάζεται η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση.
- Φωτοβολταϊκό στοιχείο (PV cell): Η ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία. Λέγεται ακόμα φωτοβολταϊκό κύτταρο ή φωτοβολταϊκή κυψέλη.



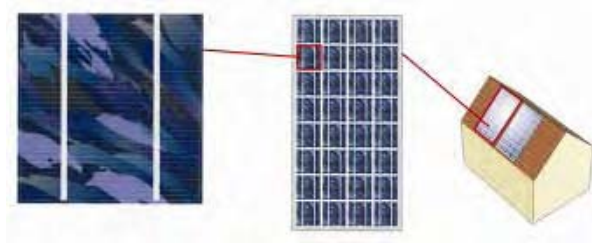
- Φωτοβολταϊκό πλαίσιο (PV module): Ένα σύνολο φωτοβολταϊκών στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της φωτοβολταϊκής γεννήτριας.



- Φωτοβολταϊκό πανέλο (PV panel): Ένα ή περισσότερα φωτοβολταϊκά πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή, έτοιμη για να εγκατασταθεί σε φωτοβολταϊκή εγκατάσταση.



- Φωτοβολταϊκή συστοιχία (PV array): Μια ομάδα από φωτοβολταϊκά πλαίσια ή πανέλα με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση, τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης.



- kW (κιλοβάτ): μονάδα ισχύος [ $1 \text{ kW} = 1.000 \text{ Watt}$ ,  $1 \text{ MW}$  (μεγαβάτ) =  $1.000 \text{ kW}$ ]
- kWp (κιλοβάτ πικ-peak): μονάδα ονομαστικής ισχύος του φωτοβολταϊκού (ίδιο με το kW)
- kWh (κιλοβατώρα): μονάδα ενέργειας

## 1.6 Βασικός εξοπλισμός για την εγκατάσταση και λειτουργία Φ/Β.

- **Φωτοβολταϊκή γεννήτρια (PV generator):**

Το τμήμα μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης που περιέχει φωτοβολταϊκά στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα.

- **Αντιστροφέας ή μετατροπέας (inverter):**

Ο inverter (αντιστροφέας ή μετατροπέας στα ελληνικά) είναι μία ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παράγουν τα φωτοβολταϊκά σε εναλλασσόμενο αντίστοιχο με αυτό του δικτύου. Οι αντιστροφείς μπορεί να είναι μικροί (string inverters) ή κεντρικοί, ανάλογα με τις απαιτήσεις του συστήματος. Λειτουργεί αυτόνομα και η απόδοσή του εξαρτάται από το φορτίο, δίνοντας μία μέγιστη απόδοση της τάξης του 95,6%.



▪ **Ρυθμιστής φόρτισης (charge controller):**

Συσκευή που χρησιμοποιείται σε αυτόνομα συστήματα για να ρυθμίζει τη φόρτιση των συσσωρευτών.



- **Δίοδος**

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



- **Σύστημα Ελέγχου**

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

- **Διακόπτες ισχύος**

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



- **Μετρητές**

Χρησιμοποιούνται κατάλληλα πεδία μέσης τάσης, τα οποία περιέχουν μετασχηματιστές έντασης και τάσης κατάλληλα συνδεδεμένα. Οι ενδείξεις των παραπάνω μετασχηματιστών αποτελούν τις μετρήσεις και καταγράφονται σε ένα σύστημα ENERGRID. Το ENERGRID DATA επιτρέπει τη μέτρηση όλων των ενεργειακών ροών από την ηλιακή φωτοβολταϊκή γεννήτρια. Επίσης σημαντικός είναι ο ρόλος του στην εποπτεία, μέσω του συστήματος αποστολής ειδοποιήσεων εξ αποστάσεως (ειδοποιήσεις των αντιστροφών και ειδοποιήσεις επιδόσεων). Με τον πρακτικό σχεδιασμό του, το ENERGRID DATA παρέχει πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες από τη φορητή ψηφιακή οθόνη LCD, από οποιονδήποτε Η/Υ.



#### ▪ Καλώδια – συνδέσεις

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



## 1.7 Ηλιακή ακτινοβολία.

Μετά την ανάλυση του φωτοβολταϊκού φαινομένου και των χαρακτηριστικών που διέπουν την λειτουργία των φωτοβολταϊκών στοιχείων, σειρά έχει η μελέτη της ισχύος της ακτινοβολίας που δέχονται στην επιφάνειά τους από τον ήλιο. Ο λόγος είναι απλός: θέλουμε όσο το δυνατόν περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία να προσπίπτει άμεσα στο φωτοβολταϊκό πάνελ, για όσο το δυνατό περισσότερο χρόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας, αλλά και κατ' επέκταση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Το πρόβλημα του σωστού προσανατολισμού της φωτοβολταϊκής μονάδας σχετίζεται με τη θέση της ως προς τον ορίζοντα, τη θέση του ήλιου, το γεωγραφικό πλάτος της τοποθεσίας, το υψόμετρο, οι μετεωρολογικές συνθήκες, η περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε υγρασία.

## 1.8 Γιατί να διαλέξω τα φωτοβολταϊκά;

Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5-19% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (με τη σημερινή τεχνολογία, η οποία πάντως βελτιώνεται). Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Υπάρχουν π.χ. τα λεγόμενα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα φωτοβολταϊκά "λεπτού υμενίου" (thin-film, όπως είναι τα άμορφα [a-Si], τα μικρομορφικά [μ-Si], τα CIS-CIGS, CdTe, κ.λπ). Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη.

ΤΥΠΟΣ	'Λεπού υμενίου' ή 'Thin Film'	Πολυκρυσταλλικά	Μονοκρυσταλλικά
Εμφάνιση			
Απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας	a-Si: 4,5-6,5% μ-Si: 8-9% CIS-CIGS: 6-12% CdTe: 6-11%	11-16%	11-19%
Επιφάνεια ανά kWp	9-25 m <sup>2</sup>	7-9 m <sup>2</sup>	5,5-9 m <sup>2</sup>



Παράδειγμα εύκαμπτου φωτοβολταϊκού τεχνολογίας CIGS (thin film)

Όλα τα φωτοβολταϊκά πάντως μοιράζονται τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- μηδενική ρύπανση
- αθόρυβη λειτουργία
- αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που ξεπερνά τα 30 χρόνια)
- ανεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές



- δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- ελάχιστη συντήρηση

Το βασικό μειονέκτημα της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας παραμένει το κόστος της. Παρά την ραγδαία μείωση των τιμών εξακολουθεί να παραμένει ακριβή συγκριτικά με τις παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής ηλεκτρισμού. Όμως οι τελευταίες έχουν μερίδιο ευθύνης για την εκπομπή αερίων των θερμοκηπίων και ως εκ τούτου πράσινες μορφές ενέργειας πρέπει να προωθηθούν.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι στην εποχή μας με το σοβαρό ενεργειακό πρόβλημα να προέρχεται κυρίως από την μονομερή εξάρτηση της παγκόσμιας αγοράς από το μονοπώλιο του πετρελαίου, είναι εμφανής η ανάγκη να απαγκιστρωθούμε από την εξάρτηση αυτήν. Η λύση είναι η εκμετάλλευση των εναλλακτικών μορφών ενέργειας, με σαφές πλεονέκτημα τη φωτοβολταϊκή στην Ελλάδα λόγω της υψηλής μέσης ακτινοβολίας που χαίρει σε σχέση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες.

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

Τα φωτοβολταϊκά 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 (όπως π.χ. τα φωτοβολταϊκά, τα μικρά συστήματα συμπαραγωγής, οι μικροτουρμπίνες και οι κυψέλες καυσίμου) αναμένεται να κατακτήσουν ένα σημαντικό μερίδιο της ενεργειακής αγοράς στα χρόνια που έρχονται. Ένα

επιπλέον κοινό αυτών των νέων τεχνολογιών είναι η φιλικότητά τους προς το περιβάλλον.

Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

Τα φωτοβολταϊκά, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα, θεωρούνται τα ιδανικά συστήματα ενεργειακής μετατροπής καθώς χρησιμοποιούν την πλέον διαθέσιμη πηγή ενέργειας στον πλανήτη και παράγουν ηλεκτρισμό, δηλαδή την πιο χρήσιμη μορφή ενέργειας.

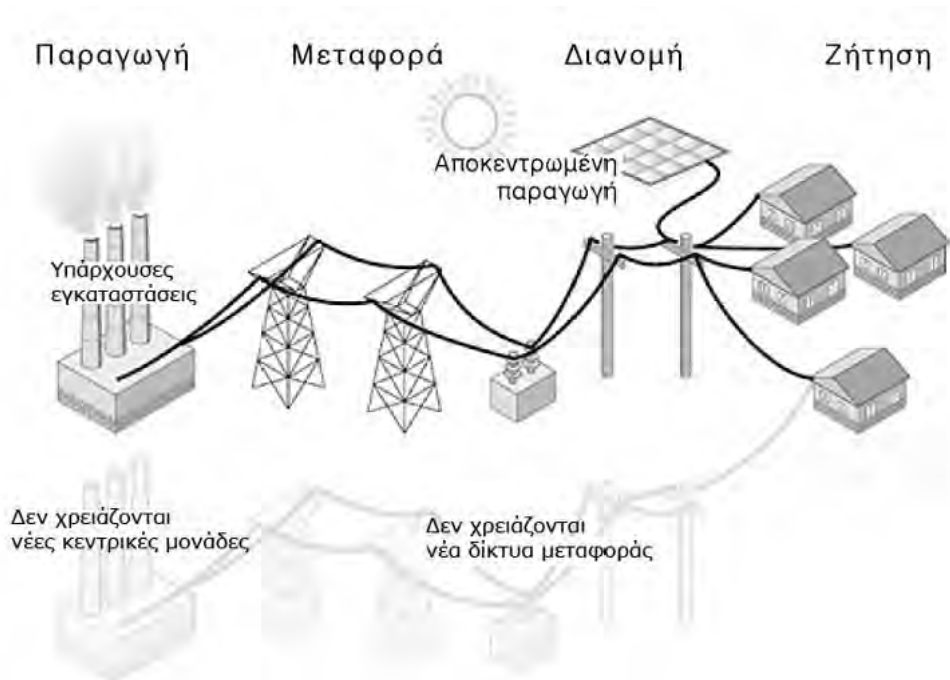
Τα φωτοβολταϊκά παρέχουν τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή και άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια. Τον καθιστούν έτσι πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν μ' αυτό τον τρόπο στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας.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

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν αθόρυβη λειτουργία, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής,(όπως έχουμε αναφέρει παραπάνω),δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας

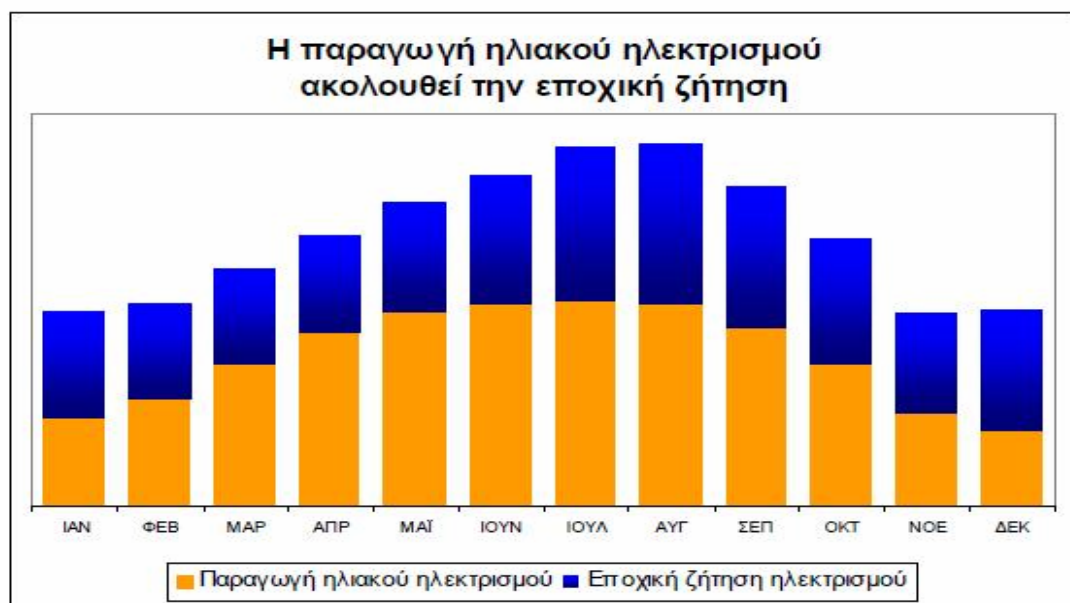
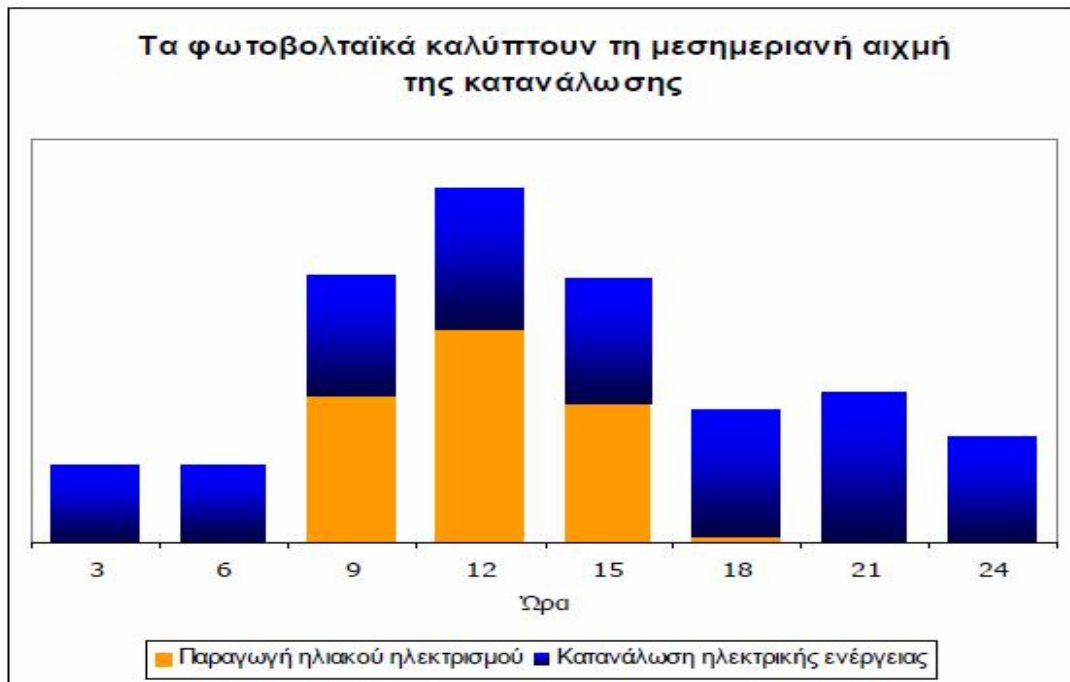
(στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ένα κιλοβάτ φωτοβολταϊκών αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Για να παραχθεί αυτή η ηλεκτρική ενέργεια με πετρέλαιο, απαιτούνται 2,2 βαρέλια πετρελαίου κάθε χρόνο.





Σε ένα αποκεντρωμένο σύστημα, η παραγωγή γίνεται με μικρές μονάδες κοντά στην κατανάλωση και αποφεύγονται έτσι οι μεγάλες κεντρικές μονάδες και τα ακριβά δίκτυα με τις μεγάλες απώλειες

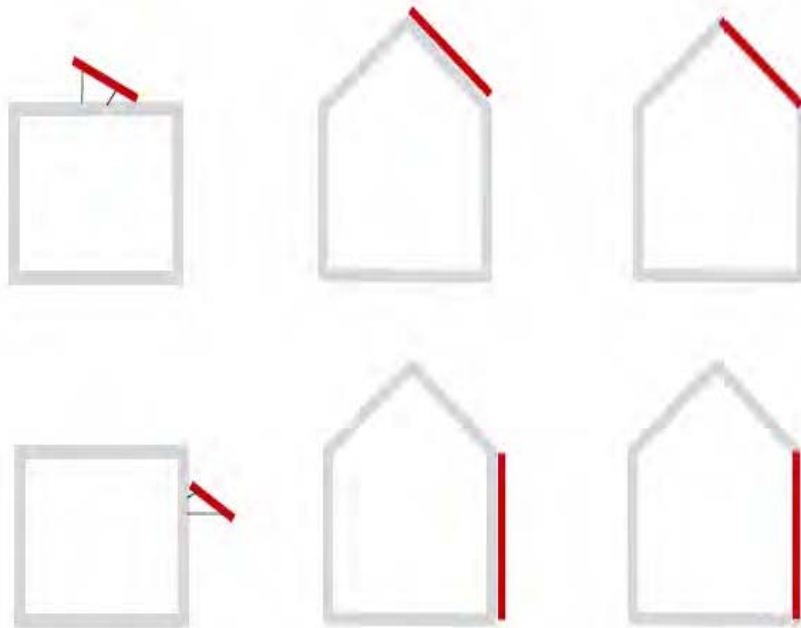


Το πρώτο διάγραμμα μας δείχνει την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά την μεσημεριανή αιχμή σε σχέση με την παραγωγή ηλεκτρισμού μέσω φωτοβολταϊκών δηλαδή τις ώρες από 9-18 .

Το δεύτερο διάγραμμα μας δείχνει την εποχική ζήτηση ηλεκτρισμού σε σχέση με την παραγωγή ηλεκτρισμού καθ 'όλη την διάρκεια του έτους .

## 1.10 Ποικιλομορφία στις εγκαταστάσεις των φωτοβολταϊκών.

Τα φωτοβολταϊκά παράγονται σε διάφορα μεγέθη για κάθε εφαρμογή που μπορείτε να φανταστείτε. Δεν υπάρχουν συνεπώς standards που να χαρακτηρίζουν όλα τα συστήματα. Στη διεθνή αγορά κυκλοφορούν χιλιάδες διαφορετικά συστήματα με μεγάλη ποικιλία μεγεθών και ισχύος.



Διάφοροι τρόποι ενσωμάτωσης φωτοβολταϊκών σε κτίρια

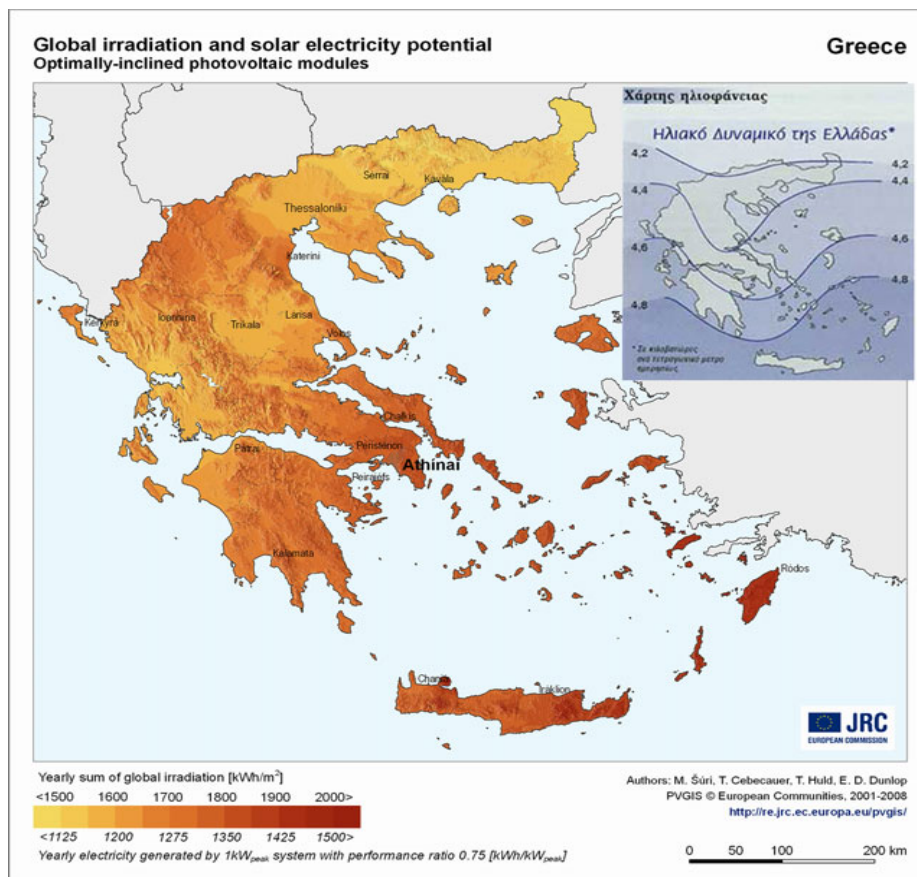
Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά παρέχοντας τη δυνατότητα για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς, καθώς διατίθενται σε ποικιλία χρωμάτων, μεγεθών, σχημάτων και μπορούν να παρέχουν ευελιξία και πλαστικότητα στη

φόρμα, ενώ δίνουν και δυνατότητα διαφορικής διαπερατότητας του φωτός ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδιασμού. Αντικαθιστώντας άλλα δομικά υλικά (π.χ. κεραμοσκεπές ή υαλοστάσια σε προσόψεις) συμβάλλουν στη μείωση του συνολικού κόστους μιας κατασκευής (ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση των ηλιακών προσόψεων σε εμπορικά κτίρια). Στην περίπτωση μάλιστα των υαλοστασίων σε προσόψεις εμπορικών κτιρίων, διατίθενται σήμερα διαφανή φωτοβολταϊκά με θερμομονωτικές ιδιότητες αντίστοιχες με αυτές των υαλοστασίων χαμηλής εκπεμφιμότητας (low-e), τα οποία επιτυγχάνουν (πέραν της ηλεκτροπαραγωγής) και εξοικονόμηση ενέργειας 15-30% σε σχέση με ένα κτίριο με συμβατικά απλά υαλοστάσια.



Τα φωτοβολταϊκά μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια απ'ευθείας σε ηλεκτρική. Τις ημέρες που δεν έχει ήλιο ή τη νύχτα, το σύστημα που θα επιλεγεί, θα συνοδεύεται από κάποιο σύστημα αποθήκευσης της ενέργειας. Στην περίπτωση των διασυνδεδεμένων συστημάτων, το "σύστημα αποθήκευσης" είναι το δίκτυο της ΔΕΗ, ενώ τα αυτόνομα συστήματα συνοδεύονται από μπαταρίες. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι εξαιρετικά προβλέψιμη. Αυτό που ενδιαφέρει, είναι πόσες κιλοβατώρες θα μας δώσει το σύστημά μας σε ετήσια βάση. Σε γενικές γραμμές, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο ετησίως περί τις 1.150-1.500

κιλοβατώρες ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kWh/έτος/kWp). Προφανώς στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ' ότι στις βόρειες.

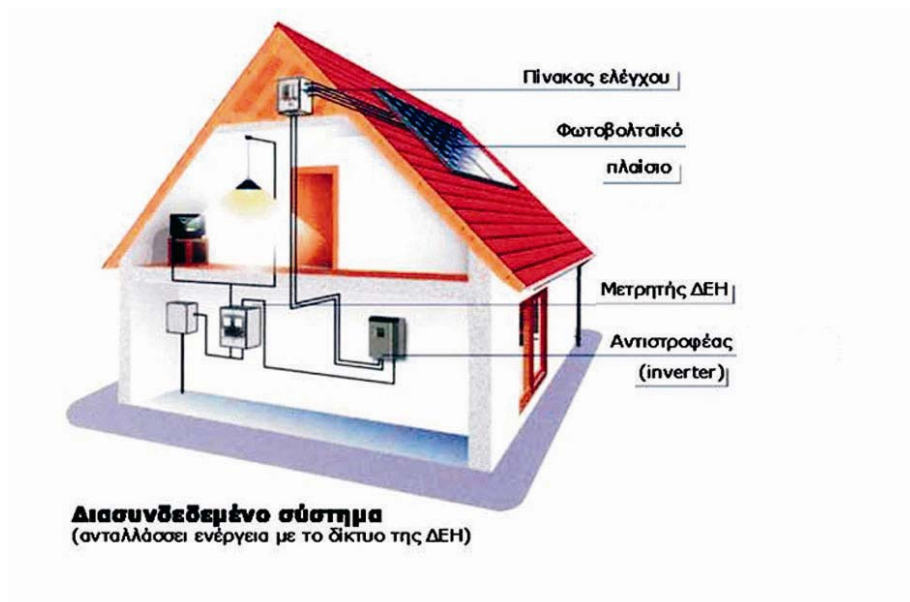
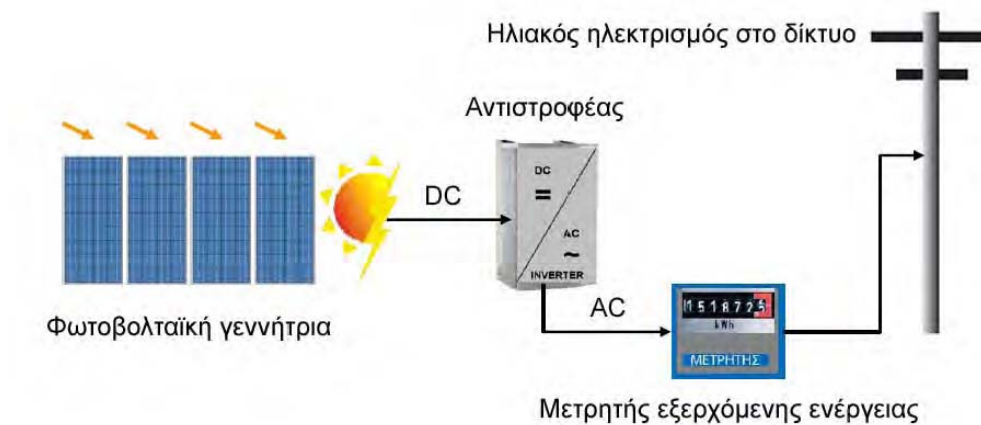


Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (κιλοβατώρες ανά κιλοβάτ-kWh/kWp) από φωτοβολταϊκά κρυσταλλικού πυριτίου στη βέλτιστη κλίση

**1.11 Υπάρχουν δύο τρόποι να χρησιμοποιήσει κανείς τα φωτοβολταϊκά. Σε συνεργασία με το δίκτυο της ΔΕΗ ή ανεξάρτητα από αυτό.**

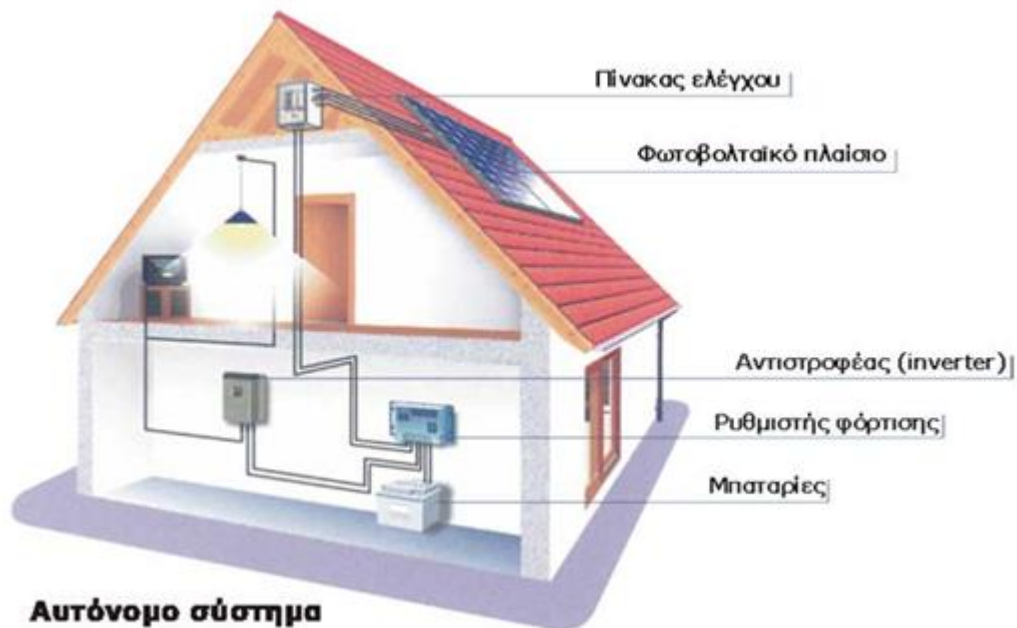


1. Ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το δίκτυο της ΔΕΗ (διασυνδεδεμένο σύστημα). Στην περίπτωση αυτή, πουλάει κανείς το ηλιακό ρεύμα στο δίκτυο έναντι μιας ορισμένης από το νόμο τιμής και συνεχίζει να αγοράζει ρεύμα από τη ΔΕΗ όπως και σήμερα για να καλύψει τυχόν ανάγκες του. Έχει δηλαδή ένα διπλό μετρητή για την καταμέτρηση της εισερχόμενης και εξερχόμενης ενέργειας.



2. Εναλλακτικά, μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση μπορεί να αποτελεί ένα αυτόνομο σύστημα που να καλύπτει το σύνολο των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου ή μιας επαγγελματικής χρήσης. Για τη συνεχή εξυπηρέτηση του καταναλωτή, η εγκατάσταση θα

πρέπει να περιλαμβάνει και μια μονάδα αποθήκευσης (μπαταρίες) και διαχείρισης της ενέργειας.



Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούνται για παροχή ηλεκτρικής ενέργειας εφεδρείας (δηλαδή ως συστήματα αδιάλειπτης παροχής – UPS). Στην περίπτωση αυτή, το σύστημα είναι μεν διασυνδεδεμένο με τη ΔΕΗ, αλλά διαθέτει και μπαταρίες (συν όλα τα απαραίτητα ηλεκτρονικά) για να αναλαμβάνει την κάλυψη των αναγκών σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος και για όσο διαρκεί αυτή.

Κατά κανόνα τα φωτοβολταϊκά συστήματα που είχαν εγκατασταθεί παλιότερα στην Ελλάδα εξυπηρετούσαν απομονωμένες χρήσεις, σε σημεία όπου δεν υπάρχει δίκτυο της ΔΕΗ, επειδή στις περιπτώσεις αυτές η οικονομική βιωσιμότητα του συστήματος είναι πολύ πιο εμφανής. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, η εναλλακτική λύση μιας ηλεκτρογεννήτριας αποδεικνύεται μακροπρόθεσμα εξαιρετικά ακριβή. Όταν όμως υπάρχουν ισχυρά κίνητρα για την παραγόμενη ηλιακή κιλοβατώρα (όπως ισχύει πλέον από τον Ιούνιο του 2006), τότε συμφέρει στον καταναλωτή να είναι συνδεδεμένος με το δίκτυο και να πουλά ηλιακό ηλεκτρισμό σ' αυτό έναντι μιας ορισμένης από το νόμο τιμής.

## 1.12 Κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός σπιτιού από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα.

Το πόσης ισχύος θα είναι το φωτοβολταϊκό σύστημα εξαρτάται μόνο από δύο παραμέτρους. Τη διαθέσιμη επιφάνεια στο κτίριο ή το οικόπεδο για να εγκατασταθούν τα φωτοβολταϊκά και τα χρήματα που είναι διατεθειμένοι να επενδύσουν.

Θα μπορούσε π.χ. να μπει ένα σύστημα που να καλύπτει μόλις το 10% των αναγκών (αν υπάρχει λίγος χώρος και χρήματα) ή και να υπερκαλυφθούν πολλές φορές οι ανάγκες αυτές πουλώντας πράσινη ενέργεια στο δίκτυο.

Στην περίπτωση των αυτόνομων εφαρμογών, θα πρέπει να υπάρξει επαφή με μια εταιρία που εγκαθιστά φωτοβολταϊκά, να περιγραφούν οι ανάγκες και το προφίλ της κατανάλωσης ενέργειας που έχει και να παρθεί μια προσφορά. Κι αυτό γιατί, το ίδιο σπίτι θα έχει πολύ διαφορετικές ενεργειακές ανάγκες αν χρησιμοποιείται ως κύρια κατοικία ή ως εξοχικό, ανάλογα με την περιοχή στην οποία βρίσκεται, τον αριθμό των ατόμων και τις ώρες που μένουν εκεί, ακόμα και τις συνήθειές τους. Η εταιρία που θα σας εγκαταστήσει το φωτοβολταϊκό σύστημα θα πρέπει να υπολογίσει τη βέλτιστη ισχύ ώστε να καλύψει με ασφάλεια τις ανάγκες αυτές χωρίς να δημιουργηθούν περιττά έξοδα.

Τα οφέλη από τη χρήση ηλιακής ενέργειας θα είναι πολύ πιο εμφανή αν εφαρμοστούν παράλληλα μέθοδοι εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας.

Η οικονομικότερη προσέγγιση επομένως για να αξιοποιηθεί η ηλιακή ενέργεια, είναι να μειωθούν όσο γίνεται οι ενεργειακές ανάγκες και κατόπιν να καλυφθούν οι ανάγκες αυτές με την παραγωγή ηλεκτρισμού από τον ήλιο ή άλλες καθαρές πηγές ενέργειας.

### 1.13 Οι ενεργειακές ανάγκες που μπορούν να καλυφθούν από ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα.

Για λόγους απόδοσης και οικονομίας πάντως, δεν συνιστάται η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την τροφοδότηση θερμικών ηλεκτρικών συσκευών, όπως κουζίνες, θερμοσίφωνες, ηλεκτρικά καλοριφέρ ή θερμοσυσσωρευτές. Για τις χρήσεις αυτές υπάρχουν πολύ οικονομικότερες λύσεις όπως οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, ο γεωθερμικός κλιματισμός, οι κουζίνες ή τα σύγχρονα συστήματα θέρμανσης με βιομάζα, κ.λπ.

Ας πάρουμε το παράδειγμα της θέρμανσης νερού: αν χρησιμοποιήσουμε ηλεκτρικό θερμοσίφωνα που τροφοδοτείται από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, το ηλιακό φως μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό και κατόπιν από το θερμοσίφωνα σε θερμότητα. Το συνολικό κόστος των δύο αυτών συστημάτων είναι πολύ μεγαλύτερο από έναν ηλιακό θερμοσίφωνα που μετατρέπει απευθείας την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα.

Από την άλλη μεριά, ο φωτισμός με λάμπες εξοικονόμησης και η χρήση ηλεκτρονικών συσκευών (υπολογιστές, ηχητικά συστήματα, ψυγεία, τηλεοράσεις, τηλεπικοινωνίες κ.λπ) αποτελούν ανάγκες που μπορούν να καλυφθούν εύκολα και οικονομικά με φωτοβολταϊκά.

Καλό είναι το φωτοβολταϊκό σύστημα που θα εγκατασταθεί, να έχει ενταχθεί από την αρχή στο σχεδιασμό του σπιτιού. Μια συνολική μελέτη που να καλύπτει την εξοικονόμηση ενέργειας (μόνωση, έξυπνα παράθυρα, σκίαση κλπ), τη θέρμανση και τον κλιματισμό και τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό (με φωτοβολταϊκά), θα βοηθήσει στο να επιτευχθεί το καλύτερο αποτέλεσμα με το μικρότερο κόστος.

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να τοποθετηθούν σε οικόπεδα, στέγες (επίπεδες και κεκλιμένες) ή και σε προσόψεις κτιρίων. Παρέχονται σε

διάφορα μεγέθη και μπορούν π.χ. να υποκαταστήσουν τμήμα μιας κεραμοσκεπής (μειώνοντας αντίστοιχα το κόστος) ή τα υαλοστάσια σε μία πρόσοψη. Μπορούν επιπλέον να παίξουν και το ρόλο σκιάστρων πάνω από παράθυρα (βοηθώντας έτσι και στη μείωση των εξόδων για επιπλέον κλιματισμό). Τέλος, παρέχονται και σε διάφορα χρώματα και διαφάνειες (κατόπιν παραγγελίας) για ειδικές αρχιτεκτονικές εφαρμογές.



### 1.14 Καταλληλότητα κτιρίου να δεχτεί φωτοβολταϊκά συστήματα και η επίδραση της σκίασης.

Οι προϋποθέσεις που θα πρέπει να πληρούνται είναι οι εξής :

1. Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος. Ως ένα πρόχειρο κανόνα να υπολογιστεί πως χρειάζεται περίπου 10-15

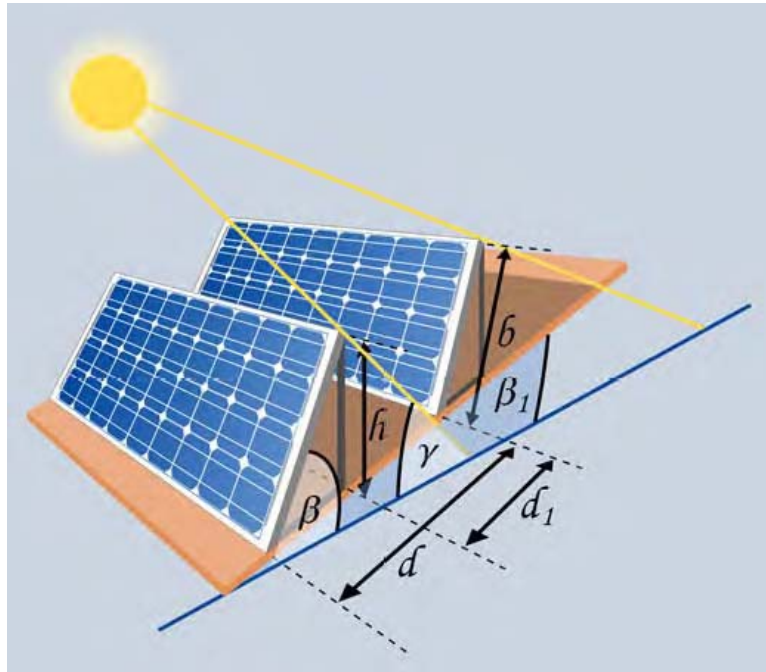
τετραγωνικό μέτρο για κάθε 1000 Watt δηλαδή 1KW (αν χρησιμοποιηθούν τα συνηθισμένα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά του εμπορίου). Χρειάζεται περίπου 7-10 τ.μ/kWp για κεραμοσκεπή και 15 τ.μ/kWp για δώμα ή οικόπεδο. Αν πάλι τοποθετηθούν άμορφα φωτοβολταϊκά, το συνολικό κόστος θα είναι περίπου το ίδιο ή και μικρότερο, θα απαιτηθεί όμως περίπου διπλάσια επιφάνεια. Να προσεχθεί ιδιαίτερα ο χώρος να είναι κατά το δυνατόν 100% ασκίαστος καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Διαφορετικά, το σύστημά θα λειτουργεί με μικρότερη απόδοση.

Η επίδραση της σκίασης, της έλλειψης δηλαδή ηλιακού φωτός, ανάγεται στην μερική ή ολική απώλεια δημιουργίας φωτορεύματος. Η σκίαση δημιουργείται συνήθως από την παρουσία φυσικών εμποδίων (π.χ. δένδρα, κτίρια, στύλοι κτλ) ή από παροδικά (και μάλλον στοχαστικού χαρακτήρα) φαινόμενα (π.χ. σύννεφα).

Για παράδειγμα ας θεωρηθεί η περίπτωση των τριών ηλιακών κελιών συνδεδεμένων σε σειρά. Αν υποτεθεί ότι ένα κελί σκιάζεται πλήρως τότε η παραγωγή ρεύματος από αυτό θα είναι μηδενική και κατά συνέπεια θα συμπεριφέρεται ως ανοικτό κύκλωμα, μηδενίζοντας τη συνολική παραγωγή ενέργειας.

Μία λύση που εφαρμόζεται συνήθως είναι η προσθήκη διόδων παράκαμψης (bypass diodes) συνδεδεμένων αντιπαράλληλα προς τα ηλιακά κελιά ώστε όταν ένα κελί σκιαστεί πλήρως τότε το ρεύμα των υπόλοιπων ηλιακών κελιών να ρέει διαμέσου της διόδου αυτής, η οποία πολώνεται ορθά, διατηρώντας έτσι τη ροή ενέργειας.

Ένας χοντρικός κανόνας ότι το σύστημά δεν θα αποδίδει λιγότερο λόγω σκιάσεων, είναι ο εξής: η απόσταση από το τυχόν εμπόδιο πρέπει να είναι διπλάσια του ύψους του εμποδίου.


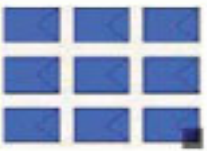






$d_1 > 2h$ : ελάχιστη απόσταση μεταξύ συστοιχιών για αποφυγή σκιάσεων



Προβλήματα σκιάσεων από δέντρα

Ο παρακάτω πίνακας μας δείχνει τις απώλειες από σκιάσεις


Απώλειες από σκίαση			
			
Τρόπος σκίασης	Σκίαση (%)	Ενδεικτική απώλεια ισχύος (1 string x 9 modules)	Ενδεικτική απώλεια ισχύος (3 string x 3 modules)
	0,15%	-3,7%	-1,7%
	2,6%	-16,7%	-7%
	13,9%	-22,2%	-36,8%
	11,1%	-36,5%	-30,5%
	12,5%	-18,3%	-17%





2. Τα φωτοβολταϊκά έχουν τη μέγιστη απόδοση όταν έχουν νότιο προσανατολισμό. Αποκλίσεις από το Νότο είναι επιτρεπτές, μειώνουν όμως την απόδοση.

3. Η σωστή κλίση του φωτοβολταϊκού σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Συνήθως επιλέγεται μια κλίση που να δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Στην Ελλάδα, η βέλτιστη κλίση είναι γύρω στις  $25^{\circ}$ - $30^{\circ}$ . Τη σωστή κλίση θα τη βρεί ο τεχνικός που θα κάνει την εγκατάσταση.



**Ενδεικτική απόδοση  
ανάλογα με τον προσανατολισμό και την κλίση**



Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο	Προσανατολισμός		
	Νότιος	Νοτιοανατολικός Νοτιοδυτικός	Ανατολικός Δυτικός
0° 	90%	90%	90%
15° 	98%	95%	88%
30° 	100%	95%	85%
90° 	60%	60%	50%

### 1.15 Τεχνικά χαρακτηριστικά της παραγωγής των φωτοβολταϊκών στοιχείων.

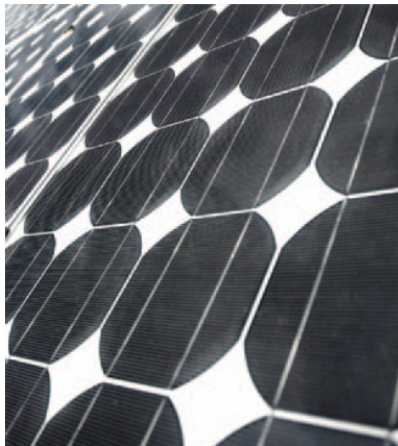
Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από συστοιχίες φωτοβολταϊκών πλαισίων (modules) με τις μεταλλικές βάσεις τους, καθώς και αντιστροφείς (inverter) που μετατρέπουν το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο.

Η καρδιά του συστήματος είναι προφανώς τα φωτοβολταϊκά. Αν και υπάρχουν αρκετές τεχνολογίες διαφορετικές μεταξύ τους, η πιο

συνήθης είναι αυτή του κρυσταλλικού πυριτίου. Η πρώτη ύλη για την παραγωγή αυτών των φωτοβολταϊκών είναι (όπως λέει και το όνομα) το διοξείδιο του πυριτίου ( $\text{SiO}_2$ ) που το παίρνουμε από χαλαζιακά πετρώματα που χρησιμοποιούνται επίσης και για την κατασκευή των chips στους υπολογιστές.



Το πυρίτιο, αφού υποστεί ειδική επεξεργασία (καθαρισμό σε υψηλό βαθμό ,αντίστοιχο αυτού που έχουν τα chips για τους υπολογιστές) γίνεται πολύ λεπτές φέτες (ηλιακά στοιχεία ή αλλιώς ηλιακές κυψέλες) που ενώνονται ηλεκτρικά μεταξύ τους για να σχηματίσουν το φωτοβολταϊκό πλαίσιο.

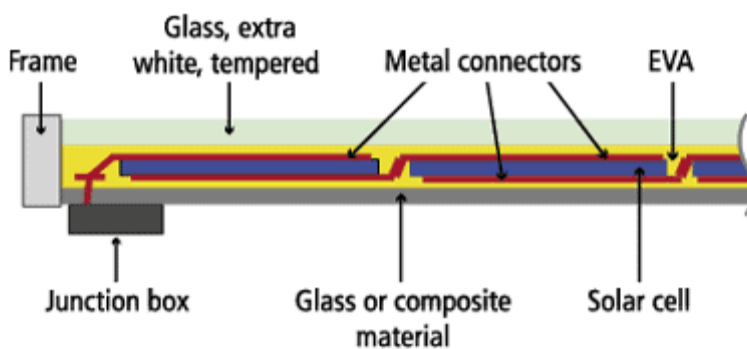
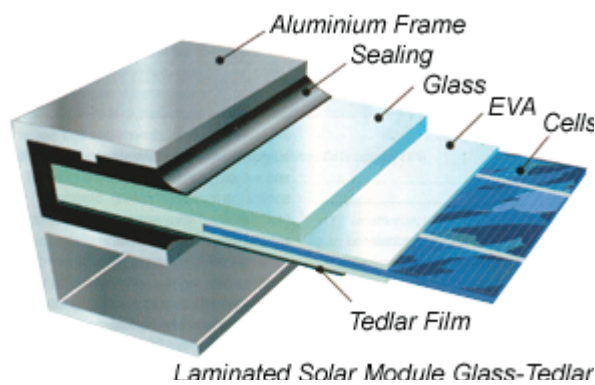


Ηλιακά στοιχεία



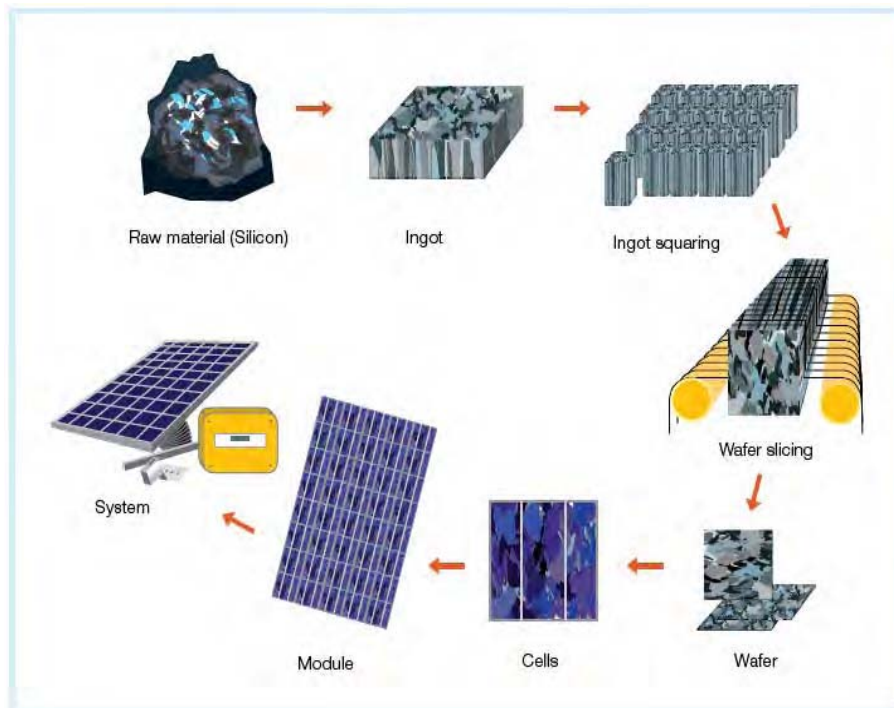
Ηλεκτρική σύνδεση ηλιακών στοιχείων

Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει πως γίνεται η συναρμολόγηση των ηλιακών στοιχείων σε φωτοβολταϊκό πλαίσιο.



Συνήθως δηλαδή, τα ηλιακά στοιχεία περιβάλλονται από ένα λεπτό φιλμ EVA (πάχους 0,25-0,5 mm), ενώ στην πάνω πλευρά μπαίνει και ένα ενισχυμένο γυαλί (ειδικό γυαλί με αντιανακλαστική στρώση και μεγάλη αντοχή). Από κάτω μπαίνει ή μία στρώση tedlar ή κάποιο άλλο υλικό (π.χ. γυαλί ή μέταλλο). Οι στρώσεις αυτές των υλικών συνήθως ενθυλακώνονται σε ένα πλαίσιο αλουμινίου. Στο πίσω μέρος μπαίνει ένα junction box από πολυεστέρα για τη σύνδεση των καλωδίων το οποίο προσκολλάται με κόλλα σιλικόνης.

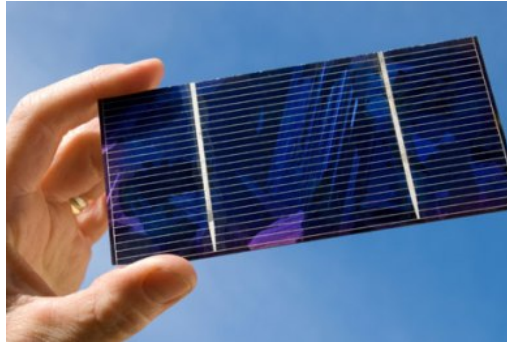
## 1.16 Στάδια παραγωγής κρυσταλλικών φωτοβολταϊκών.



- **Στάδιο 1:** Επεξεργασία της “πρώτης ύλης” (“Casting and Wafering”, δηλαδή κρυστάλλωση με θερμική διεργασία του πυριτίου σε κυλινδρικούς μονοκρυστάλλους ή πολυκρυσταλλικές χελώνες ή κατευθείαν σε πολυκρυσταλλικά δισκία πυριτίου και κοπή των παραπάνω σε λεπτά δισκία ή φέτες πυριτίου).



- **Στάδιο 2:** Παραγωγή ηλιακών στοιχείων



- **Στάδιο 3**: Συναρμολόγηση φωτοβολταϊκών πλαισίων



## 2. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .

### 2.1 Προδιαγραφές που θα πρέπει να έχουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια.

Οι προδιαγραφές αυτές προβλέπουν μια σειρά από τεστ που εγγυώνται την αντοχή και καλή λειτουργία των πλαισίων. Τα τεστ αυτά περιλαμβάνουν δοκιμές σε εξειδικευμένα εργαστήρια για αντοχή των πλαισίων σε ακραίες συνθήκες, υψηλές ή πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, υψηλή υγρασία, χαλαζόπτωση, πιέσεις, ελκυσμούς και ταλαντώσεις. Για παράδειγμα, το τεστ αντοχής σε χαλαζόπτωση περιλαμβάνει 'βομβαρδισμό' του πλαισίου με κομμάτια πάγου διαμέτρου 2,5 εκατοστών και με ταχύτητα 23 m/s υπό 11 διαφορετικές γωνίες πρόσκρουσης. Αν το πλαίσιο δεν περάσει τα τεστ, πολύ απλά το προϊόν αυτό δεν παίρνει πιστοποίηση και δεν πρόκειται να έχει εμπορικό μέλλον.

### 2.2 Τρόποι στήριξης Φ/Β πάνελ.

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) πάνελ συνήθως εδράζονται επί εδάφους με δύο τρόπους:

1. Σε βάσεις σταθερής κλίσης ως προς την οριζόντιο, συνήθως αναφερόμενες ως «σταθερές βάσεις»
2. Σε βάσεις επί διατάξεων παρακολούθησης της πορείας του ήλιου, αναφερόμενες συνήθως ως συστήματα ιχνηλάτησης της πορείας του

ήλιου, ή ηλιοπαρακολουθητές ή τράκερς (trackers). Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά των ως άνω τρόπων έδρασης.

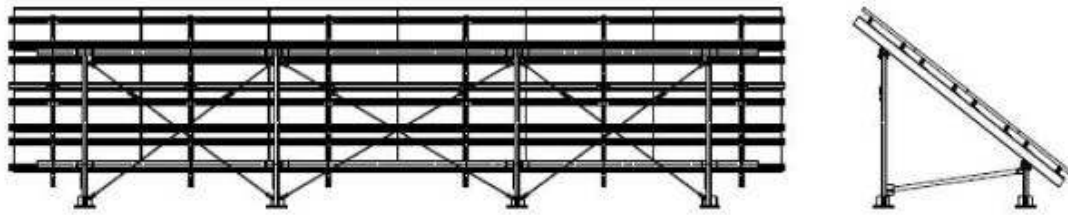
### • 2.2.1 Σταθερές βάσεις

Οι σταθερές βάσεις αποτελούν τον απλούστερο και οικονομικότερο τρόπο έδρασης Φ/Β πάνελ. Η αρχή σχεδιασμού τους είναι απλή: οι ακτίνες του ήλιου θα πρέπει να προσπίπτουν κάθετα στην επιφάνεια των πάνελ κατά το μεσημέρι. Έτσι οι βάσεις κατασκευάζονται ώστε να επιτρέπουν την τοποθέτηση των πάνελ σε σταθερή κλίση, περί τις 30 μοίρες. Η κλίση αυτή θεωρείται ως μία ικανοποιητική μέση τιμή για τα Ελληνικά δεδομένα. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η ιδανική κλίση είναι αρκετά μικρότερη κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και αρκετά μεγαλύτερη κατά τους χειμερινούς μήνες.

Οι σταθερές βάσεις κατασκευάζονται συνήθως από αλουμίνιο ή ανοξείδωτο χάλυβα (χάλυβα γαλβανισμένο εν θερμώ). Συνήθως κατασκευάζονται μετά από τεχνική μελέτη ώστε να διαπιστωθεί η στατική τους επάρκεια και η αντοχή τους σε ανεμοπιέσεις ή φορτία χιονιού.

Οι επόμενες φωτογραφίες παρουσιάζουν ενδεικτικά κάποιες σταθερές βάσεις:





Τυπική σταθερή βάση στήριξης



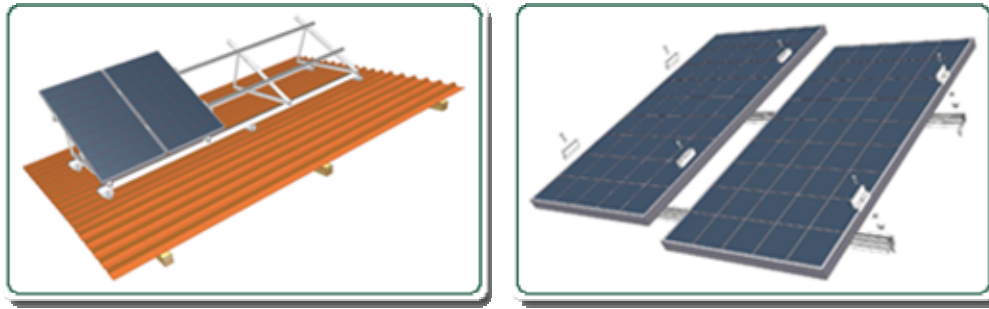
Σκυροδέτηση σταθερών βάσεων σε πέλμα από μπετόν



Παράδειγμα εδαφόμπτυξη βάσεων



Σταθερές βάσεις σε οροφή κτιρίου



Σταθερές βάσεις για σκεπές

### • 2.2.2 Συστήματα ιχνηλάτησης της πορείας του ήλιου

Η ιχνηλάτηση της πορείας του ήλιου αποτελεί μία τεχνική η οποία στοχεύει στην μεγιστοποίηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της προσπάθειας κίνησης των βάσεων των πάνελ κατά τη διάρκεια της ημέρας ώστε να επιτυγχάνεται συνεχώς η κάθετη πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Τα συστήματα ιχνηλάτησης της πορείας του ήλιου, ή ηλιοπαρακολουθητές ή τράκερ (tracker) χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη πολυπλοκότητα σε σχέση με τα συστήματα βάσεων, παρέχοντας ωστόσο αυξημένες αποδόσεις, κατά μέσο όρο της τάξης του 30%. Χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

1. Συστήματα μονού άξονα (single axis): πρόκειται για συστήματα στα οποία λαμβάνει χώρα κίνηση των πάνελ σε έναν άξονα, αυτόν της Ανατολής-Δύσης κατά τη διάρκεια μίας μέρας. Τυπικά, τα συστήματα αυτά επιτυγχάνουν αύξηση της παραγωγής κατά 20-25% σε σχέση με τα συστήματα σταθερών βάσεων.

2. Συστήματα διπλού άξονα (dual axis): πρόκειται για συστήματα στα οποία είναι επιπλέον δυνατή η ρύθμιση της κλίσης των πάνελ ως προς τον οριζόντα. Η επιπλέον αυτή δυνατότητα παρέχει αυξημένη απόδοση κατά τυπικά 25-40% σε σχέση με τα συστήματα σταθερών βάσεων.

Η κίνηση στα συστήματα αυτά επιτυγχάνεται με συνήθως με ήλεκτρο-μηχανικά ή ήλεκτρο-υδραυλικά μέσα. Κατά συνέπεια, όλα τα συστήματα ιχνηλάτησης χαρακτηρίζονται από ιδιοκαταναλώσεις, οι οποίες είναι μικρές καθώς η κίνηση δεν είναι συνεχής αλλά περιοδική, τυπικά μία κίνηση ανά 10 λεπτά. Ωστόσο, είναι σκόπιμο η ενέργεια αυτή να προέρχεται από το δίκτυο της ΔΕΗ και όχι από τα Φ/Β πάνελ λόγω της διαφοράς τιμής.

Η ανίχνευση της πορείας του ήλιου γίνεται συνήθως με δύο τρόπους: ο πρώτος τρόπος είναι με ηλιακούς αισθητήρες, οι οποίοι αντιλαμβάνονται τη θέση του ήλιου. Ο δεύτερος τρόπος είναι μέσω λογισμικού, από αστρονομικά δεδομένα, βάσει των οποίων υπολογίζεται η θέση και πορεία του ήλιου για κάθε μέρα του έτους, ανάλογα με τις γεωγραφικές συντεταγμένες της περιοχής.

Λόγω της ανάγκης κίνησης σημαντικού αριθμού πάνελ, τα συστήματα ιχνηλάτησης χαρακτηρίζονται από επίπεδες επιφάνειες τοποθετημένες σε μία κάθετη ως προς το έδαφος βάση στήριξης. Στη βάση στήριξης τοποθετείται συνήθως και ο αντιστροφέας (inverter) ή αν αυτό δεν είναι δυνατόν, γίνεται η αναχώρηση καλωδίων προς ένα κεντρικό σημείο συλλογής όπου βρίσκονται και οι αντιστροφείς.

Το γεγονός αυτό οδηγεί σε κατασκευές σημαντικού ύψους το οποίο κυμαίνεται από 2,5 έως 10-12 μέτρα, αναλόγως της κατασκευής. Το

ύψος της κατασκευής συνήθως αυξάνει με την αύξηση της επιφάνειας των πάνελ. Σήμερα συστήματα ιχνηλάτησης κατασκευάζονται για να φέρουν ισχύ πάνελ που κυμαίνεται από 2-3kWp έως περίπου 33kWp.

Το σημαντικό μέγεθος της κατασκευής καθιστά πολυπλοκότερη και την έδραση. Συνήθως οι βάσεις στήριξης εδράζονται σε οπλισμένο σκυρόδεμα.

Το σημαντικό μέγεθος των συστημάτων αυτών ( και κυρίως το ύψος τους ) αυξάνει τις απαιτήσεις χώρου σε σχέση με ένα σύστημα σταθερών βάσεων, συνήθως κατά 1,5-2φορές, λόγω των μεγαλύτερων αποστάσεων μεταξύ τους για την αποφυγή σκιάσεων. Επιπλέον, το μέγεθος των τράκερ τους καθιστά περισσότερο ευάλωτους (σε σχέση με συστήματα σταθερών βάσεων) σε ανεμοπιέσεις. Η συνηθέστερη τεχνική που χρησιμοποιείται είναι να χρησιμοποιείται ένα ανεμόμετρο και όταν η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει ένα όριο για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, το σύστημα κίνησης να λαμβάνει εντολή να θέτει την επιφάνεια των πάνελ σχεδόν παράλληλα με το έδαφος, μία διαδικασία γνωστή ως «οριζοντίωση», για λόγους προστασίας. Η ταχύτητα αυτή κυμαίνεται ανάλογα με τον κατασκευαστή, αλλά μπορεί να είναι και χαμηλή και να αντιστοιχεί σε άνεμο έντασης 5-6 Bf. Κατά συνέπεια, κάθε μελετητής μηχανικός θα πρέπει να εκτιμά τα ανεμολογικά δεδομένα της περιοχής εγκατάστασης προτού προχωρήσει στην επιλογή ενός συγκεκριμένου τύπου τέτοιου συστήματος.

Πέραν των παραπάνω, κάθε μελετητής μηχανικός και εν δυνάμει ιδιοκτήτης ενός Φ/Β πάρκου θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τα εξής πρακτικά ζητήματα που αφορούν την τοποθέτηση των συστημάτων ιχνηλάτησης:

1. Όλα τα συστήματα ιχνηλάτησης χρήζουν συντήρησης λόγω της ύπαρξης ήλεκτρο-μηχανικών ή ήλεκτρο-υδραυλικών μέσων κίνησης. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να καταστεί απαραίτητος ο επαναπρογραμματισμός του λογισμικού του συστήματος κίνησης, λόγω απώλειας δεδομένων.

2. Λόγω του σημαντικού τους ύψους, είναι απαραίτητη η έκδοση οικοδομικής άδειας και όχι έγκρισης εργασιών μικρής κλίμακας, όπως

ισχύει για τα συστήματα σταθερών βάσεων. Το γεγονός αυτό αυξάνει το κόστος εγκατάστασης και επηρεάζει τον χρόνο υλοποίησης της κατασκευής του σταθμού.

3. Επιπλέον λόγω του σημαντικού ύψους, η εκτέλεση διάφορων εργασιών γίνεται δυσκολότερη σε σχέση με τα συστήματα σταθερών βάσεων. Παραδείγματα τέτοιων εργασιών αποτελούν η αντικατάσταση ενός πάνελ που έχει υποστεί φθορά ή ο καθαρισμός πάνελ.

Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποιες διατάξεις ιχνηλάτησης της πορείας του ήλιου.





Διατάξεις ιχνηλάτησης της πορείας του ήλιου μονού άξονα









Διατάξεις ιχνηλάτησης της πορείας του ήλιου διπλού άξονα

## 2.3 Αντιστροφείς (inverters).

Με τον όρο αντιστροφέα νοείται η διάταξη ηλεκτρονικών ισχύος η οποία μετατρέπει τη συνεχή τάση των Φ/Β πάνελ σε εναλλασσόμενη ονομαστικών τιμών 230V . Οι αντιστροφείς αποτελούν πάντα ένα κομβικό σημείο σε μία Φ/Β εγκατάσταση καθώς όλη η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται μέσω αυτών στο δίκτυο. Κατά συνέπεια έχει ιδιαίτερη σημασία να χαρακτηρίζονται από αξιοπιστία και υψηλή απόδοση.

Οι αντιστροφείς των διασυνδεδεμένων συστημάτων διαχωρίζονται ανάλογα με το είδος της τάσης που παράγουν σε:

1. Μονοφασικούς αντιστροφείς, με τυπικά μεγέθη ισχύος έως 10-11kW.
2. Τριφασικούς αντιστροφείς, με μεγέθη ισχύος από 6-7kW έως και 1MW.

Τονίζεται ότι η ΔΕΗ επιβάλλει τη σύνδεση των αντιστροφών σε τριφασικό σύστημα για εγκαταστάσεις άνω των 5kW, ενώ εγκαταστάσεις άνω των 100kW συνδέονται υποχρεωτικά στο δίκτυο Μέσης Τάσης (MT) της ΔΕΗ. Οι αντιστροφείς ανάλογα με το αν χρησιμοποιούν μετασχηματιστή για γαλβανική απομόνωση (χαμηλής ή υψηλής συχνότητας) ανάμεσα στην DC είσοδο και την AC έξοδο χωρίζονται σε :

1. Αντιστροφείς με μετασχηματιστή (inverters with transformer)
2. Αντιστροφείς χωρίς μετασχηματιστή (transformerless (TL) inverters)

Επιπλέον, ανάλογα της τεχνολογίας διασύνδεσης των Φ/Β πάνελ που χρησιμοποιείται οι αντιστροφείς χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

1. Κεντρικοί αντιστροφείς (central inverters)
2. Αντιστροφείς κλάδων (string inverters)
3. Αντιστροφείς πολλαπλών κλάδων (multi-string inverters)
4. Αντιστροφείς με ενσωμάτωση σε Φ/Β πάνελ (module integrated inverters).

## 2.4 Γείωση αντιστροφέα.

Η γείωση (άμεση ή ουδέτερη, ανάλογο με την περιοχή) αποσκοπεί κυρίως στην προστασία των εγκαταστάσεων παραγωγής και την ασφάλεια των προσώπων και θα πρέπει να γίνονται σύμφωνα με κάποιους κανονισμούς. Τονίζεται ότι η γείωση φωτοβολταϊκού εξοπλισμού μπορεί να επιφέρει σοβαρά προβλήματα στην περίπτωση που η μόνωση των πλαισίων δεν είναι κατάλληλης τάξης. Από την άλλη πλευρά, μολονότι η χρήση αγείωτων φωτοβολταϊκών πλαισίων περιορίζει τον παραπάνω κίνδυνο, αυξάνει τον κίνδυνο καταστροφής των πλαισίων σε ένα ενδεχόμενο κεραυνικό πλήγμα. Σε ορισμένες περιπτώσεις η γείωση των πλαισίων είναι επιβεβλημένη από τον κατασκευαστή.

## 2.5 Καλωδιώσεις.

Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος απαιτεί τη χρήση καλωδίων DC και AC. DC καλώδια χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση των πάνελ μεταξύ τους και για τη σύνδεση των κλάδων/στοιχειοσειρών (string) με τις εισόδους του αντιστροφέα ενώ AC καλώδια ισχύος, συμβατικού τύπου, χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των αντιστροφέων σε τριφασικό σύστημα και την τελική σύνδεση με τη ΔΕΗ.

Επιπλέον, κατά τη φάση κατασκευής του έργου, θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την προσεκτική όδευση των καλωδίων κατά τις συνήθεις πρακτικές της ηλεκτροτεχνίας, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως η γειτνίαση των καλωδίων, η χρήση σωλήνων και η ανάγκη προστασίας από τα τρωκτικά. Η καλή σχεδίαση και η σωστή επιλογή των υλικών καλωδίωσης είναι απαραίτητη για την ασφάλεια έναντι ηλεκτροπληξίας όχι μόνο του εγκαταστάτη αλλά και όλων των προσώπων που έρχονται σε επαφή με το σύστημα.

Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να λαμβάνεται για τη σωστή διασύνδεση των καλωδίων τόσο μεταξύ των πάνελ (δηλαδή από το (+) ενός πάνελ στο (-) του επόμενου κτλ) όσο και μεταξύ των κλάδων των πάνελ και των εισόδων του αντιστροφέα. Σε περίπτωση χαλαρής σύνδεσης είναι πιθανόν να εμφανιστεί τόσο αυξάνοντας τον κίνδυνο πυρκαγιάς. Επίσης, τέτοιος κίνδυνος μπορεί να εμφανιστεί λόγω υπερθέρμανσης των καλωδίων σε περίπτωση βραχυκυκλώματος.

Επιπλέον, η ύπαρξη υψηλής σχετικά DC τάσης επιβάλλει ώστε η σύνδεση των καλωδίων να πραγματοποιείται από εξειδικευμένο προσωπικό με τη δέουσα προσοχή.

Έτσι οι παραπάνω απαιτήσεις οδήγησαν στην επικράτηση στην αγορά λύσεων τύπου “plug and play” με συνδέσμους καλωδίων που εξασφαλίζουν την απουσία επαφής με γυμνό αγωγό και τη μικρή ωμική αντίσταση (της τάξης των 5m $\Omega$  και μικρότερη).

Παρακάτω παρουσιάζονται παραδείγματα συνδέσμων καλωδίων:



Σύνδεσμος φωτοβολταϊκών καλωδίων 2,5-4mm<sup>2</sup>, εύκολη συναρμολόγηση



Σετ συνδέσμων MC4 τύπου Y

## 2.6 Μέτρα περιορισμού του κινδύνου ηλεκτροπληξίας κατά την εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος.

Κατά τη σύνδεση των φωτοβολταϊκών πλαισίων, ο εγκαταστάτης έρχεται σε επαφή με τους ακροδέκτες των πλαισίων στους οποίους εμφανίζεται συνεχής τάση. Συνήθως η τιμή αυτή δεν υπερβαίνει τα όρια ασφαλείας συνεχούς επαφής που κυμαίνεται από 17-100V. Όμως συχνά έχουμε αύξηση των ορίων ασφαλείας λόγω των ηλεκτρονικών αντιστροφών που απαιτούν την εν σειρά σύνδεση περισσότερων των δύο πλαισίων. Άρα η εγκατάσταση του συστήματος πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό και σύμφωνα με τα ακόλουθα μέτρα:

- **Σημαντικό μέρος της καλωδίωσης μπορεί να γίνει πριν την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών πλαισίων.**

- **Εγκατάσταση με μηδενική ηλιοφάνεια:**

Για την αποφυγή εμφάνισης υψηλών τάσεων η εγκατάσταση του συστήματος μπορεί να γίνει είτε καλύπτοντας πλήρως τα πλαίσια είτε κατά τις νυχτερινές ώρες όπου αυτό είναι δυνατό. Επίσης συνιστάται χρήση ειδικών γαντιών και μονωμένων εργαλείων.

- **Ειδική σήμανση που να προειδοποιεί για τον κίνδυνο ηλεκτροπληξία.**

- **Η χρήση καλωδίων και κιβωτίων σύνδεσης διπλής μόνωσης ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο ηλεκτροπληξίας.**

- **Επιλογή φωτοβολταϊκών πλαισίων για προεγκατεστημένο σύστημα σύνδεσης:**

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια που διαθέτουν μονωμένους ακροδέκτες σύνδεσης ελαχιστοποιούν την πιθανότητα έκθεσης του εγκαταστάτη σε επικίνδυνες τιμές τάσης.

- **Αποφυγή γείωσης της πλευράς Σ.Ρ κατά την εγκατάσταση:**

Ένα σύστημα στο οποίο κανένας από τους δύο πόλους δεν είναι γειωμένος εγκυμονεί λιγότερους κινδύνους(συγκριτικά με

ένα γειωμένο σύστημα) επειδή ελαχιστοποιείται ο αριθμός πιθανών διαδρομών για το ρεύμα ηλεκτροπληξίας.

## 2.7 Η ανακυκλώση στη φωτοβολταϊκή τεχνολογία.

Η ισχύουσα σημερινή νομοθεσία δεν προβλέπει την υποχρεωτική συλλογή και ανακύκλωση των φωτοβολταϊκών (κάτι που σχεδιάζει και υλοποιεί εθελοντικά η βιομηχανία φωτοβολταϊκών μέχρι να γίνει υποχρεωτικό κάτι τέτοιο από τη νομοθεσία). Συγκεκριμένα, η ευρωπαϊκή βιομηχανία φωτοβολταϊκών έχει δεσμευτεί να συλλέγει το 65% κατ' ελάχιστον των φωτοβολταϊκών που έχουν εγκατασταθεί στην Ευρώπη από το 1990 και να ανακυκλώνει το 85% των υλικών (Πρωτοβουλία PVCYCLE).

Στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών τεχνολογίας CdTe η υποχρέωση ανακύκλωσης αποτελεί ήδη πάγια πρακτική. Με την προμήθεια των πλαισίων αυτών, ο τελικός χρήστης δεσμεύεται με συμβόλαιο να παραδώσει τα φωτοβολταϊκά στην κατασκευάστρια εταιρία μετά τον ωφέλιμο χρόνο ζωής τους, η δε κατασκευάστρια εταιρία δεσμεύεται να τα ανακυκλώσει και να ανακτήσει το CdTe. Στην αρχική τιμή των πλαισίων αυτών περιλαμβάνεται και το κόστος συλλογής και ανακύκλωσης, έστω κι αν κάτι τέτοιο θα συμβεί μετά από 20-30 χρόνια. Έχει δημιουργηθεί μάλιστα και ειδικό ασφαλιστικό ταμείο το οποίο διασφαλίζει τη συλλογή και ανακύκλωση των πλαισίων ακόμη κι αν εν τω μεταξύ εκλείψουν οι κατασκευάστριες εταιρίες.

## 3.Βιώσιμη Ανάπτυξη στην Ελλάδα

## ΕΛΛΑΔΑ: μια σπάταλη, ενεργειακά, χώρα

- ◆ Το κτιριακό απόθεμα της χώρας καταναλώνει, κατά μέσο όρο, 375-156 Kwh/m<sup>2</sup> το έτος, ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου
- ◆ Οι ετήσιες ενεργειακές δαπάνες δημοσίων κτιρίων, ξεπερνούν τα 450 εκατ. ευρώ
- ◆ Από το ποσοστό συνολικής κατανάλωσης ενέργειας που καταναλώνουν τα κτίρια, το 75% αφορά στα κτίρια κατοικιών
- ◆ Για θέρμανση, στα κτίρια κατοικιών, χρησιμοποιείται το 60% της ενέργειας και στα κτίρια τριτογενή τομέα το 52%
- ◆ Το 30-50% των νέων ή ανακαινισμένων κτιρίων επηρεάζεται από το Σύνδρομο του Αρρωστου Κτιρίου
- ◆ Κακή μελέτη και μέθοδοι κατασκευής των κτιρίων, επηρεάζουν την υγεία των ενοίκων και οδηγούν σε δαπανηρή συντήρηση, υψηλό κόστος για θέρμανση, κλιματισμό, που θίγει δυσανάλογα τους ηλικιωμένους και τις λιγότερο εύπορες κοινωνικές ομάδες.

## ΑΙΤΙΕΣ:

- ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΔΙΑΒΙΩΣΗΣ
- ΜΗ ΕΠΑΡΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ
- ΤΑΧΥΤΑΤΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ
- ΘΕΡΜΙΚΗ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

## Η σημερινή κατάσταση:



- Γιγάντωση πόλεων, αύξηση αστικού πληθυσμού:  
Διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση για κατανάλωση ενέργειας
- Αύξηση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και κυρίως διοξειδίου του άνθρακα
- Επιδείνωση ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- Ενεργειακή εξάρτηση και ανασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού
- Εντεινόμενη περιβαλλοντική κρίση
- Κλιματική Αλλαγή



## ● Στόχος 2020

- 20% της ενέργειας από ΑΠΕ
- 20% εξοικονόμηση ενέργειας
- 20% μείωση εκπομπών



## Απαιτείται:

- Ορθολογική Χρήση & Εξοικονόμηση Ενέργειας
- Ενεργειακή απόδοση
- Εκμετάλλευση νέων καθαρών τεχνολογιών ΑΠΕ και συστημάτων



«Το νέο Αναπτυξιακό Μοντέλο της Ελλάδας μας οδηγεί στην εξοικονόμηση ενέργειας με την χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας»

## 4.Μελέτη Φωτοβολταϊκού Συστήματος και Οικονομοτεχνική Αξιολόγηση.



## 4.1 Μελέτη Φωτοβολταϊκού Συστήματος.

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται εκτενώς όλη η διαδικασία έκδοσης της προσφοράς για την τοποθέτηση αποδοτικού φωτοβολταϊκού συστήματος στην στέγη της κατοικίας, σε συνδυασμό με την οικονομοτεχνική ανάλυση της επένδυσής.

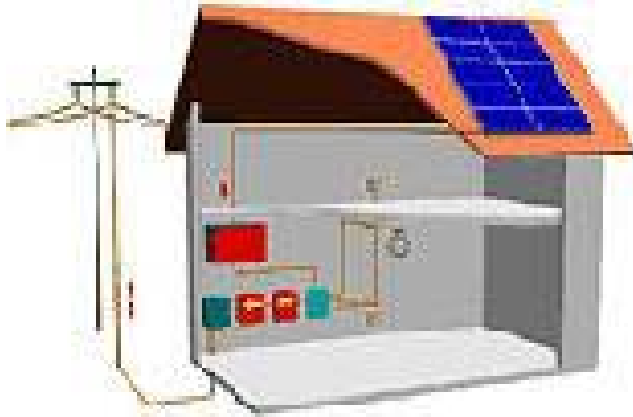
## 4.2 Αρχή Λειτουργίας του διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος.

Τα στοιχεία της αυτοψίας οδήγησαν στην έκδοση τεchnοοικονομικής προσφοράς η οποία περιλαμβάνει:

- Περιγραφή της εγκατάστασης
- Σχηματική Παράσταση Πιθανής Χωροθέτησης του Έργου
- Προτεινόμενο εξοπλισμό
- Τρισδιάστατη απεικόνιση του έργου
- Ενεργειακή Μελέτη απόδοσης του συστήματος
- Οικονομική Ανάλυση της Επένδυσης

### 1ο Σενάριο

Το διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα θα αποτελείται από 41 πλαίσια Luxor σε σταθερά στηρίγματα. Μέσω του μετατροπέα η συνεχής τάση στην έξοδο της φωτοβολταϊκής συστοιχίας θα μετατρέπεται σε εναλλασσόμενη τάση κατάλληλη για να διοχετευτεί στο δίκτυο της ΔΕΗ προς πώληση. Ο inverter που θα χρησιμοποιηθεί είναι της εταιρίας KOSTAL μοντέλο IV KO PIKO 10.1 .



## 2ο Σενάριο

Το διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα θα αποτελείται από 41 πλαίσια Canadian Solar σε σταθερά στηρίγματα. Μέσω του μετατροπέα η συνεχής τάση στην έξοδο της φωτοβολταϊκής συστοιχίας θα μετατρέπεται σε εναλλασσόμενη τάση κατάλληλη για να διοχετευτεί στο δίκτυο της ΔΕΗ προς πώληση. Ο inverter που θα χρησιμοποιηθεί είναι της εταιρίας KOSTAL μοντέλο IV KO PIKO 10.1 .

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια τελευταίας τεχνολογίας, πολυκρυσταλλικού τύπου, εξασφαλίζουν μεγάλες αποδόσεις και κατά συνέπεια μεγιστοποίηση των εσόδων. Ο μετατροπέας γερμανικής τεχνολογίας αποτελεί την ψυχή του συστήματος και σε απόλυτη συνεργασία με το σύστημα επιτήρησης επιτρέπει το συνεχή έλεγχο της καλής λειτουργίας και απόδοσης της επένδυσης.

Για την κατασκευή του έργου χρησιμοποιούνται βάσεις οι οποίες έχουν εγγύηση 25 ετών και είναι δοκιμασμένες στις ανεμοπιέσεις της περιοχής.

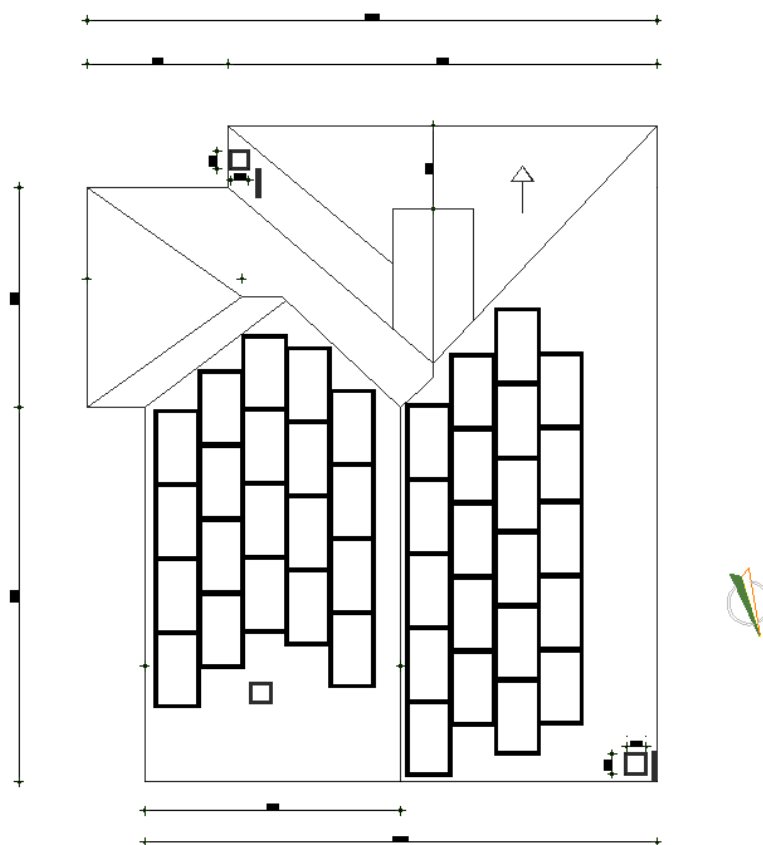
Τα καλώδια των εγκαταστάσεων έχουν όλες τις απαιτούμενες προδιαγραφές ενώ οι ηλεκτρικοί πίνακες είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με την IP65 και αποτελούνται από επώνυμα πιστοποιημένα εξαρτήματα. Επιπλέον η πλήρης εσωτερική αντικεραυνική προστασία καλύπτει τις τάσεις κρούσεως και εξασφαλίζει την ελαχιστοποίηση των ζημιών, ενώ με την κατασκευή κατάλληλης γείωσης, το σύστημα καλύπτεται πλήρως από διαρροές ή απώλειες. Έτσι ο συνδυασμός των καλύτερων και πιστοποιημένων υλικών με τις πλέον άρτια εφαρμοσμένες τεχνολογίες, εξασφαλίζει την μέγιστη απόδοση της επένδυσής.

Η ετήσια παραγωγή του συστήματος εκτιμάται στις 14.760,0 kWh με βάση την διάταξη της εγκατάστασης, (σχεδόν μηδενικές απώλειες

λόγω σκιάσεων), τα γεωγραφικά και κλιματικά δεδομένα που δίνονται από το λογισμικό PVGIS (του κέντρου ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής) στη περιοχή της εγκατάστασης και λαμβάνοντας υπόψη την πτώση της απόδοσης των πλαισίων (όπως φαίνεται και στα τεχνικά φυλλάδια) σύμφωνα με την εγγύηση του κατασκευαστή.

Τα αποτελέσματα της αυτοψίας σε συνδυασμό με τα σχέδια κάτοψης καθώς και με την βοήθεια φωτογραφιών (κυρίως για τον προσδιορισμό των σημείων σκίασης) και τρισδιάστατων αεροφωτογραφιών της περιοχής, οδήγησαν στη τελική χωροθέτηση του φωτοβολταϊκού συστήματος με σκοπό την μέγιστη αποδοτικότητά του .

### Σχηματική Παράσταση Πιθανής Χωροθέτησης Συστήματος



Η τελική χωροθέτηση του συστήματος θα γίνει με την ανάληψη του έργου.

## 4.3 Τεχνικά Στοιχεία του Έργου.

### Προτεινόμενος Εξοπλισμός.

Ο εξοπλισμός ενός Φωτοβολταϊκού συστήματος περιλαμβάνει τα εξής βασικά στοιχεία:

#### 1ο Σενάριο

Πολυκρυσταλλικό Φωτοβολταϊκό Πλαίσιο Luxor 240wp, Γερμανικής Τεχνολογίας. Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο, θα χρησιμοποιηθούν πολυκρυσταλλικά πλαίσια γερμανικής τεχνολογίας ισχύος 240 wp(ανά panel) και απόδοσης 14,89% . Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια της Luxor προσφέρουν την υψηλή αντοχή , την απόδοση και την τεχνολογία αιχμής των γερμανικών βιομηχανιών. Επιπλέον είναι σχεδιασμένα να αντέχουν σε δύσκολες καιρικές συνθήκες, καθιστώντας τα να έχουν έναν μοναδικό συνδυασμό προηγμένης τεχνολογίας και αξιοπιστίας σε χαμηλή τιμή.



#### 2ο Σενάριο

Φωτοβολταϊκά πλαίσια του οίκου Canadian Solar, Καναδέζικης προέλευσης, ονομαστικής ισχύος 240W Το πολυκρυσταλλικό φωτοβολταϊκό πλαίσιο έχει απόδοση 14,92%. Για τα Φ/Β πλαίσια του οίκου Canadian Solar παρέχεται η εγγύηση του κατασκευαστή τους, διάρκειας δέκα (10) ετών για την κατασκευαστική τους δομή και είκοσι πέντε (25) ετών για την απόδοσή τους (>90% για τα πρώτα 10 χρόνια και >80% μέχρι τα 25 χρόνια).

### 4.3.1 Μετατροπείς δικτύου (inverter)

Ο τριφασικός μετατροπέας που θα χρησιμοποιηθεί είναι τεχνολογίας της KOSTAL. Οι μετατροπείς αυτοί αποτελούν την ιδανική λύση για την μέγιστη απόδοση του προτεινόμενου συστήματος. Για τον έλεγχο της απόδοσής του, έγινε διαστασιολόγηση του συστήματος μέσα από το λογισμικό Pico Calculator.

#### Τα χαρακτηριστικά του είναι :

- Μέγιστος βαθμός απόδοσης >94,0%
- Γαλβανική απομόνωση
- Γείωση με ειδικό βύσμα (προαιρετικό)
- Απλή ρύθμιση χώρας
- Οθόνη γραφικών σε πολλές γλώσσες
- Τεχνολογία Bluetooth
- Τεχνολογία GSM
- Ενσωματωμένος ηλεκτρονικός διακόπτης απόζευξης φορτίου DC ESS
- Αντικλεπτική προστασία



Εκκίνηση	Χαρακτηριστικά φ/β	Υπολογισμός	Υπολογισμός	Εμφάνιση
<b>Κατασκευαστής μονάδας / μετατροπέα</b>				
<b>ΠΡΟΚΟ 10.1</b> Μάρκα: GREECE Αριθμός / Αίτηση: 1.010 kWh/m <sup>2</sup> /a Αξιοσθένιο: 0 Κλίμα: 30		<b>Μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος:</b> 30°C Μέγιστη τάση DC: 950 V Ελάχιστη τάση DC: 180 V Μέγιστη ροή ανά είσοδο C: 12.50 A Ονομαστική ισχύς AC: 9.200 W Μέγιστη ισχύς AC: 10.100 W		
<b>Χαρακτηριστικά πλαίσιων</b>				
Επένδυση: 1000 V, 37 V, 29 V, 23 V, 0.4 A, 230 V Επένδυση: 1000 V, 37 V, 29 V, 23 V, 0.4 A, 230 V Επένδυση: 1000 V, 37 V, 29 V, 23 V, 0.4 A, 230 V				
<b>Μεμονωμένα αποτελέσματα</b>				
Τάση ανοκτού κυκλώματος STC: 950 V Τάση MPP σε STC: 180 V Τάση MPP σε 17.0 °C: 12.5 A Ρεύμα ανά είσοδο DC: 0.4 A Βαθμός απόδοσης: 94.7% Ισχύς ανά είσοδο DC: 3450 W				
<b>Απόδοση μονάδας*</b>				
Συνολική ισχύς DC: 10.416 W Ρ. DC μέσω P-AC inverter: 132% Ειδική απόδοση: 4.383 kWh / kWh / a Συνολική απόδοση: 14.400 kWh / kWh / a Απόδοση*: 99%				
<b>Διαστασιολόγηση των μετατροπέων</b>				
1. Ισχύς εισόδου P DC έως 118% του P AC inverter 2. Εφικτότητα DC inputs 3. Parallel connection				
<b>Είναι δυνατή η παράλληλη σύνδεση - Κάντε κλικ εδώ για να συνδέσετε παράλληλα τα παρακάτω strings: A    B    C</b>				
* Το χαρακτηριστικό πλαίσιο να εξεταστούν => Να ληφθούν επιπλέον υπόψη οι οδηγίες του κατασκευαστή για κυκλική λειτουργία, κυκλική επαφή πίσω πλαισίου κλπ. !!				
<b>Ίσχύς / απόδοση μονάδας</b>				
Προσαρμοστικός: αλλαγή απόδοσης ανάλογα με την απόδοση από τον ιδανικό προσαρμοστικό σύστημα με τη μεταβολή στην επιφάνεια, καθώς προσαρμοστικός απόδοση >= 90 % * μέγιστη απόδοση < 100 % με ιδανικό προσαρμοστικό (κλίση στήλης 30-38° / οριζόντιο 0°) Ρυθμίσεις μετατροπέων: με εκτελεστές αυθαιρέτως της μονάδας απόδοση >= 98 %				

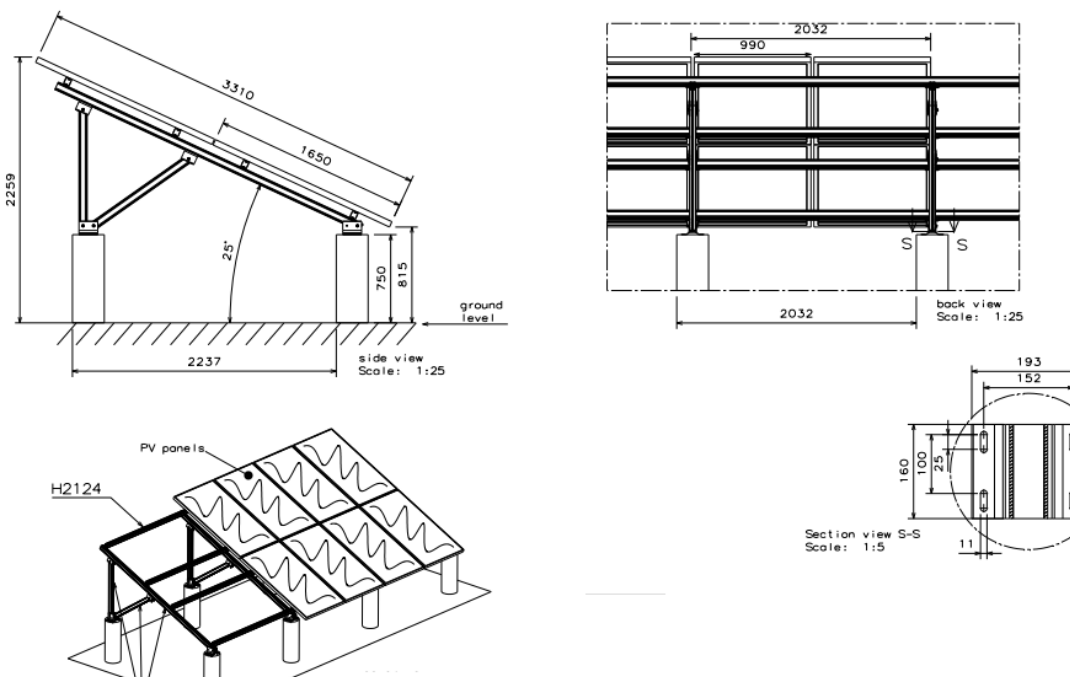
#### Διαστασιολόγηση Μετατροπέα Τάσεως

### 4.3.2 Βάσεις στήριξης

Οι βάσεις που θα χρησιμοποιηθούν για την στήριξη των panels σχεδιάστηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε από την μια να δίνουν την κατάλληλη κλίση στα panels για μέγιστη αποδοτικότητα και από την άλλη να αντέχουν στις υψηλότερες ανεμοπιέσεις της περιοχής.

**Μερικά από τα πλεονεκτήματά τους είναι:**

- 1) Ολοκληρωμένο σύστημα - βάσεις και θεμελίωση μαζί.
- 2) Εύκολη εγκατάσταση χωρίς παρεμβάσεις – τραυματισμού στη μόνωση της ταράτσας.
- 3) Απλό στη συναρμολόγηση.
- 4) Οικονομική λύση.
- 5) Υψηλή αντοχή σε φορτία ανέμου και χιονιού.
- 6) 25ετής εγγύηση των βάσεων.
- 7) Δυνατότητα ρύθμισης κλίσης βάσεων για μέγιστη αποδοτικότητα του συστήματος.



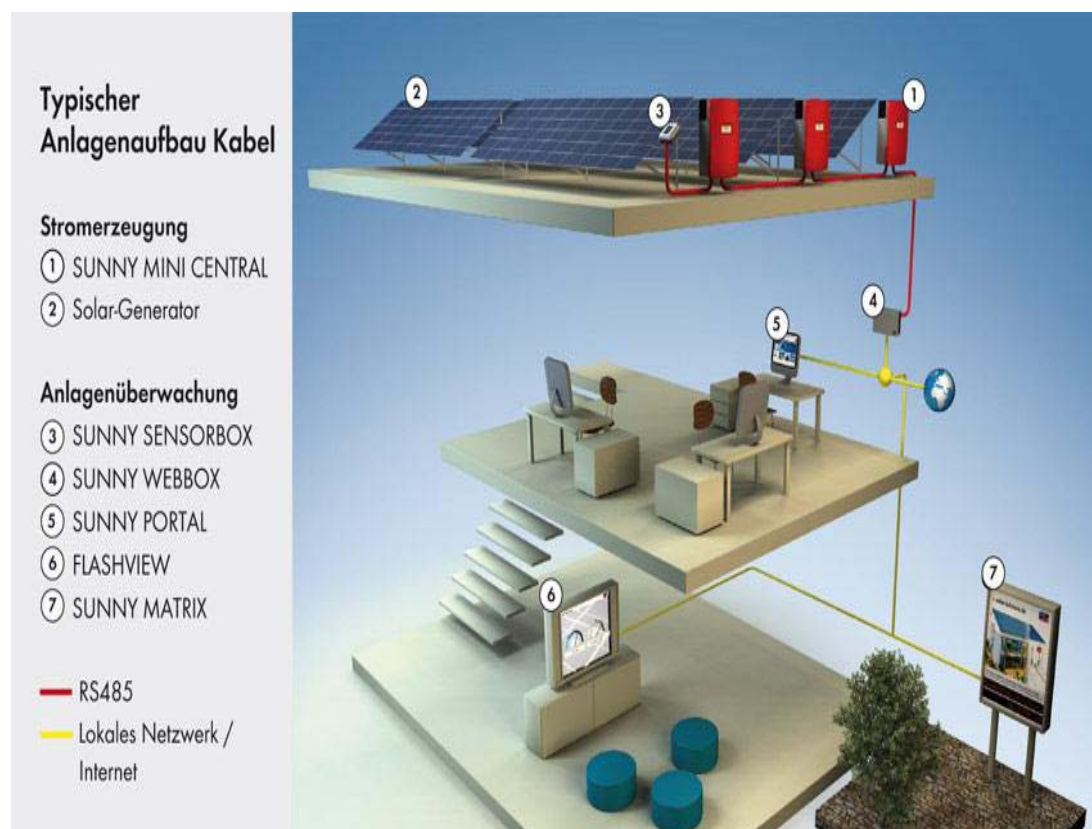
Σχέδιο Εγκατάσταση Σταθερών Βάσεων Στήριξης

## 4.4 Σύστημα παρακολούθησης και τηλεμετρίας.

Το σύστημα παρακολούθησης λαμβάνει και αποθηκεύει όλες τις τρέχουσες τιμές μέτρησης και δεδομένα. Έτσι, σας ενημερώνει ανά πάσα στιγμή για τη λειτουργία της εγκατάστασής σας.

Με το Web-Browser μπορείτε να εμφανίζετε, να αξιολογείτε ή να κατεβάζετε στον ηλεκτρονικό υπολογιστή σας όλες τις τιμές μέτρησης, καθώς και να αλλάζετε τις παραμέτρους – με σύνδεση στο διαδίκτυο από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου.

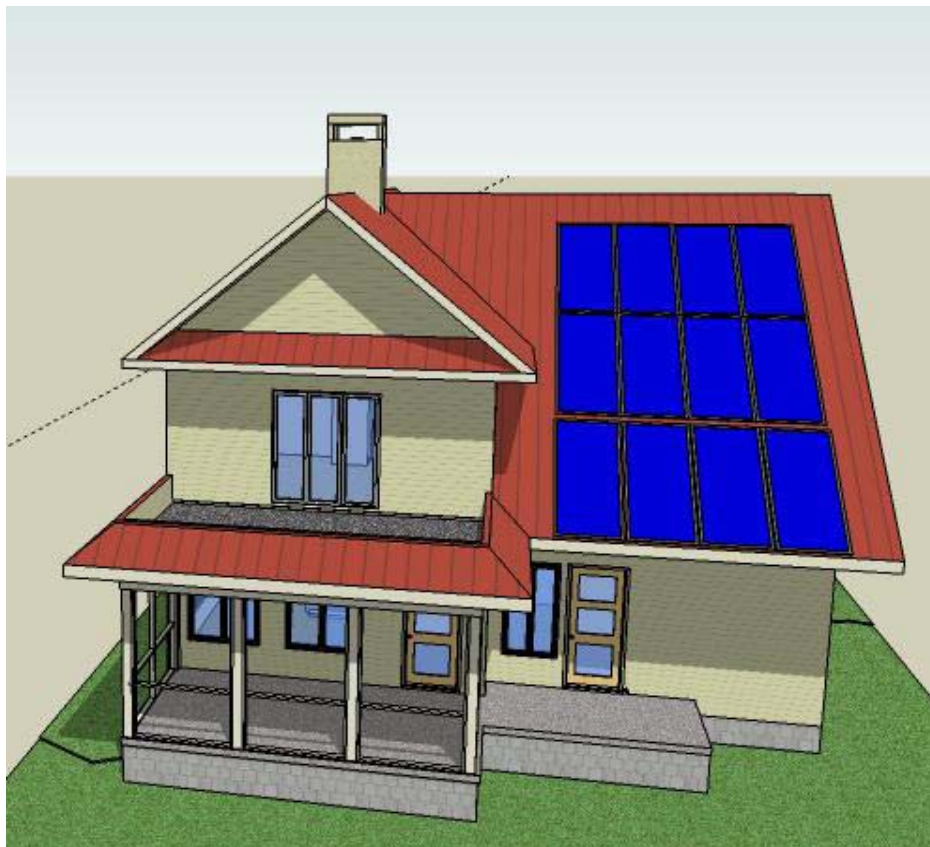
Επιπλέον όλα τα δεδομένα των συνδεδεμένων συσκευών αποθηκεύονται και, αν το επιθυμείτε, μεταφέρονται αυτόματα στο Sunny Portal. Μέσω του προαιρετικού μόντεμ GSM, τα στοιχεία μέτρησης μπορούν επίσης να μεταφέρονται από απομακρυσμένα σημεία στο Sunny Portal.



Απομακρυσμένη Διαχείριση ΦΒ Συστήματος.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών της εγκατάστασης μαζί με τα πιστοποιητικά τους παρατίθενται στο παράρτημα της παρούσας προσφοράς.

#### 4.5 Τρισδιάστατη απεικόνιση.



#### 4.6 Ενεργειακή Μελέτη Συστήματος .

Η ενεργειακή μελέτη (σε περιβάλλον Pvsyst) καθώς και τα αποτελέσματά της παρατίθενται στο παράρτημα της παρούσας προσφοράς.



## 4.7 Πίνακες νομού Σερρών

Πόλη	Περιοχή (Νομός)	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Υψόμετρο Βαρομέτρου (m)
Σέρρες	Σερρών	41 <sup>0</sup> 05'	23 <sup>0</sup> 34'	34,5

Στοιχεία που αφορούν την τοποθεσία

Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση μηνιαία Θερμοκρασία 24ώρου (°C)	4,0	6,3	9,7	14,4	19,7	24,4	26,5	25,6	21,7	15,7	9,4	4,8
Μέση ταχύτητα του ανέμου [m/s]	1,0	1,4	1,6	1,9	1,9	2,2	2,0	1,7	1,6	1,1	1,0	0,8
Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [KWh/m <sup>2</sup> .mo]	50,8	68	105,7	141,0	180,5	202,8	209,7	187,7	140,8	94,7	56,5	43,7
Μέση μηνιαία διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [KWh/m <sup>2</sup> .mo]	21,2	28,9	47,2	64,1	82,1	86,9	86,2	73,1	53,4	36,7	22,7	18,1
Μέσος μηνιαίος συντελεστής αιθριότητας	0,41	0,44	0,46	0,49	0,53	0,58	0,60	0,60	0,57	0,51	0,44	0,39

Διάφορες χαρακτηριστικές τιμές ανά μήνα.

Σέρρες : Μέση Ακτινοβολία (KWh/m <sup>2</sup> )												
		Για κλίση επιφάνειας 90 <sup>0</sup>					Για κλίση επιφάνειας 45 <sup>0</sup>					
Μήνες	Οριζόντιο Επίπεδο	B	BA/ΒΔ	A/Δ	NA/ΝΔ	N	B	BA/ΒΔ	A/Δ	NA/ΝΔ	N	
ΙΑΝ	51	16	18	37	66	84	20	24	48	75	88	
ΦΕΒ	68	21	24	43	67	82	27	36	61	85	97	
ΜΑΡ	106	34	43	65	83	91	45	67	93	115	124	
ΑΠΡ	141	48	64	84	91	87	85	100	123	137	141	
ΜΑΙ	181	66	85	103	100	88	130	138	156	163	162	
ΙΟΥΝ	203	75	96	113	105	88	153	158	173	177	173	
ΙΟΥΛ	210	75	98	118	112	94	154	161	180	186	183	
ΑΥΓ	188	61	85	112	114	103	119	136	164	179	180	
ΣΕΠΤ	141	41	56	85	104	108	63	89	123	149	159	
ΟΚΤ	95	28	33	59	88	105	34	50	83	114	129	
ΝΟΕ	57	17	19	40	70	89	21	27	53	82	96	
ΔΕΚ	44	13	15	33	63	81	17	19	42	69	82	

Μέση ακτινοβολία κατά την διάρκεια του έτους

## 4.8 Οικονομική Ανάλυση του Έργου.

Προϋπολογισμός του Έργου

Σενάριο 1ο:

Φωτοβολταϊκό Σύστημα Ισχύος 9,84 KWp			
Είδος	Περιγραφή	Ποσότητα	Περιλαμβάνεται
Φωτοβολταϊκά Πλαίσια	Luxor	41	Περιλαμβάνεται
Inverter	KOSTAL IV KOPIKO 10.1	TEM	Περιλαμβάνεται
Βάσεις Στήριξης	ALFA	TEM	Περιλαμβάνεται
Τηλεμετρία	Σύστημα παρακολούθησης GSM	TEM	Περιλαμβάνεται
Αντικεραυνικά	Αντικεραυνική προστασία από κρουστικές υπερτάσεις T1+T2		Περιλαμβάνεται
Ηλεκτρολογικό Υλικό	Καλώδια σύνδεσης solar, πίνακας AC- DC, σπιράλ, κανάλια καλωδίωσης, Εταιρία κατασκευής Eurocable		Περιλαμβάνεται
Εγκατάσταση	Επίβλεψη, εργασίες εγκατάστασης, εκπαίδευση πελάτη		Περιλαμβάνεται
Μεταφορικά	Έως τον χώρο τοποθέτησης		Περιλαμβάνεται
Συνολικό κόστος με ΦΠΑ (23%)			21.900,00 €

## Σενάριο 2ο:

Φωτοβολταϊκό Σύστημα Ισχύος 9,84 KWp			
Είδος	Περιγραφή	Ποσότητα	Περιλαμβάνεται
Φωτοβολταϊκά Πλαίσια	Canadian Solar	41	Περιλαμβάνεται
Inverter	KOSTAL IV KOPIKO 10.1	TEM	Περιλαμβάνεται
Βάσεις Στήριξης	ALFA	TEM	Περιλαμβάνεται
Τηλεμετρία	Σύστημα παρακολούθησης GSM	TEM	Περιλαμβάνεται
Αντικεραυνικά	Αντικεραυνική προστασία από κρουστικές υπερτάσεις T1+T2		Περιλαμβάνεται
Ηλεκτρολογικό Υλικό	Καλώδια σύνδεσης solar, πίνακας AC- DC, σπράλ, κανάλια καλωδίωσης, Εταιρία κατασκευής Eurocable		Περιλαμβάνεται
Εγκατάσταση	Επίβλεψη, εργασίες εγκατάστασης, εκπαίδευση πελάτη		Περιλαμβάνεται
Μεταφορικά	Έως τον χώρο τοποθέτησης		Περιλαμβάνεται
Συνολικό κόστος με ΦΠΑ (23%)			20.660,00 €

Σημείωση:

Στην παραπάνω προσφορά περιλαμβάνονται όλα τα κόστη των διαδικασιών αδειοδότησης από τις εμπλεκόμενες υπηρεσίες, όπως :

- Διαδικασίες δανειοδότησης από χρηματοπιστωτικό οργανισμό
- Ετοιμασία Φακέλου ΔΕΗ.
  - Σχέδιο κάτοψης στέγης/ταράτσας με την ακριβή χωροθέτηση των panels.
  - Μονογραμμικό Σχέδιο
  - Άδεια εργασιών Μικρής Κλίμακας (μόνο για παραδοσιακούς οικισμούς).
- Διαδικασίες υπογραφής σύμβασης σύνδεσης και συμψηφισμού

Στην προσφορά μας δεν περιλαμβάνονται οι παρακάτω δαπάνες:

- Κόστος Σύνδεσης με το Δίκτυο της Δ.Ε.Η.
- Κόστος μεταφοράς Ηλιακού θερμοσίφωνα (ενδεικτική τιμή 150€)
- Αντίβαρα οπλισμένου σκυροδέματος (ενδεικτική τιμή 1000€)
- Η αποκατάσταση της επιφάνειας εγκατάστασης του Φ/Β Σταθμού ή άλλες συνθήκες που δεν έχουν διευκρινιστεί από τον επενδυτή μέχρι την ημερομηνία αυτής της προσφοράς και οι οποίες μπορεί να επιφέρουν καθυστερήσεις ή να δυσχεράνουν την εκτέλεση του έργου.
- Το κόστος κατασκευής επιπλέον γειώσεως στην περίπτωση μη επάρκειας της υπάρχουσας (παλαιά κτίρια).

Η ισχύς της παρούσας προσφοράς είναι 30 ημέρες. Σε περίπτωση μη άμεσης διαθεσιμότητας των συγκεκριμένων προσφερομένων φωτοβολταϊκών πλαισίων και μετατροπέων κατά την ανάθεση της παραγγελίας, θα χρησιμοποιηθούν, μετά και από συναίνεσή σας, πλαίσια ή μετατροπείς διαφορετικού κατασκευαστή με αντίστοιχη ποιότητα κατασκευής, ισχύ και κόστος.

Επιπλέον η εταιρία μας παρέχει σε όλους τους πελάτες της, σύμβαση προληπτικής συντήρησης η οποία περιλαμβάνει:

- Καθημερινή παρακολούθηση της παραγόμενης ενέργειας του έργου σας.
- Δύο ετήσιων επισκέψεων στο έργο για τον έλεγχο της αποδοτικότητας του έργου.

**Σημειώσεις 2:**

Θα πρέπει να μεταφερθεί ο ηλιακός θερμοσίφωνας.

**4.9 Απόδοση της Επένδυσης - Οικονομική Αξιολόγηση**

Στην οικονομική ανάλυση που ακολουθεί, έχουν ληφθεί υπόψη τα ακόλουθα:

- ✓ το κόστος προμήθειας του εξοπλισμού,
- ✓ το κόστος εγκατάστασής του,
- ✓ το κόστος της θέσης του σε αποδοτική λειτουργία,
- ✓ το κόστος εξυπηρέτησης του αρχικού κεφαλαίου,
- ✓ το κόστος δανεισμού καθώς και
- ✓ όλα τα λειτουργικά κόστη (συντήρηση, ασφάλιση Φ/Β Πλαισίων κ.α.)

Στις αναγραφόμενες τιμές περιλαμβάνεται Φ.Π.Α Τιμολογίων Πωλήσεως & Παροχής Υπηρεσιών 23%.

**Σενάριο 1ο :**

Απόδοση Επένδυσης με Luxor 240 Wp Γερμανικής Τεχνολογίας

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	9,84 KWp
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	21.900 €
ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	14760 KWh
ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	1.500
ΤΙΜΗ ΑΓΟΡΑΣ KWp ΑΠΟ ΔΕΗ	0,2500 €
ΙΔΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΕΠΕΝΔΥΤΗ	21.900 €
<b>ΕΣΟΔΑ</b>	
ΜΗΝΙΑΙΟ	307,50 €
ΕΤΗΣΙΟ	3.690,00 €
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΣΟΔΟ 25ΕΤΙΑΣ	92.085,92 €
<b>ΔΑΝΕΙΟ</b>	
ΠΟΣΟ ΔΑΝΕΙΟΥ	- €
ΕΠΙΤΟΚΙΟ	6,00%
ΕΤΗ ΔΑΝΕΙΟΥ	12
ΔΟΣΗ ΔΑΝΕΙΟΥ	0,00 €
<b>ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ ΚΟΣΤΗ</b>	
ΑΣΦΑΛΙΣΗ	0 €
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	0 €
<b>ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΣΟΔΟ	92.085,92 €
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	22.700,00 €
ΚΕΡΔΟΣ	69.385,92 €
ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	305,66%

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΤΟΚΟΣ

0,00 €

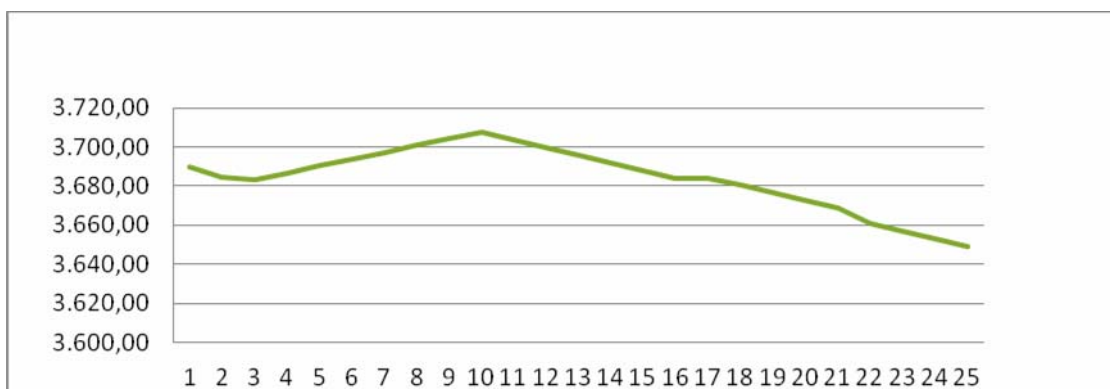
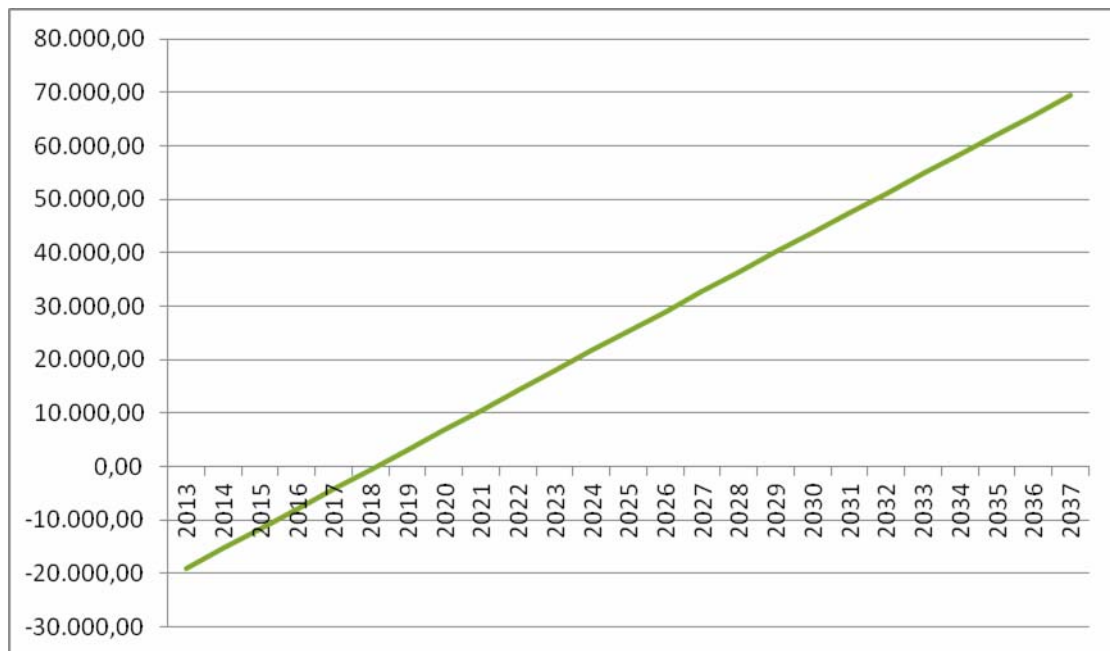
**Η χρηματοοικονομική ανάλυση**

Έτος	Χρονολογία	Απόδοση	Παραγόμενη Ενέργεια	Αύξηση λόγω πληθωρισμού	Αύξηση Τιμής	Τελική Τιμή	Ετήσια Χρηματική Απόδοση	Ετήσιο Καθαρό Κέρδος	Αποσβέσεις ιδίων επενδυμένων κεφαλαίων	Αθροιστικό κέρδος
0										-22.700,00 €
1	2013	100,00%	1476 0 KWh		100,00 %		3.690,0 0 €	3.690,00 €	- 19.010,00 €	<b>-19.010,00 €</b>
2	2014	99,35%	1466 4 KWh	0,50 %	100,50 %	0,25 €	3.684,3 5 €	3.684,35 €	- 15.325,65 €	<b>- 15.325,65</b>
3	2015	98,70%	1456 9 KWh	0,63 %	101,13 %	0,25 €	3.683,2 7 €	3.683,27 € -	- 11.642,38 €	<b>- 11.642,38</b>
4	2016	98,06%	1447 4 KWh	0,75 %	101,89 %	0,25 €	3.686,7 8 €	3.686,78 €	- 7.955,60 €	<b>- 7.955,60</b>
5	2017	97,43%	1438 0 KWh	0,75 %	102,65 %	0,26 €	3.690,2 9 €	3.690,29 €	- 4.265,32 €	<b>- 4.265,32</b>
6	2018	96,79%	1428 6 KWh	0,75 %	103,42 %	0,26 €	3.693,8 0 €	3.693,80 € -	- 571,52 €	<b>- 571,52</b>
7	2019	96,16%	1419 4 KWh	0,75 %	104,20 %	0,26 €	3.697,3 1 €	3.697,31 €	3.125,79 €	3.125,79
8	2020	95,54%	1410 1 KWh	0,75 %	104,98 %	0,26 €	3.700,8 3 €	3.700,83 €	3.700,83 €	6.826,61
9	2021	94,92%	1401 0 KWh	0,75 %	105,77 %	0,26 €	3.704,3 5 €	3.704,35 €	3.704,35 €	10.530,96

10	2022	94,30%	1391 9 KWh	0,75 %	106,56 %	0,27 €	3.707,8 7 €	3.707,87 €	3.707,87 €	14.238,83
11	2023	93,50%	1380 0 KWh	0,75 %	107,36 %	0,27 €	3.703,9 3 €	3.703,93 €	3.703,93 €	17.942,76
12	2024	92,70%	1368 3 KWh	0,75 %	108,16 %	0,27 €	3.699,9 9 €	3.699,99 €	3.699,99 €	21.642,74
13	2025	91,92%	1356 7 KWh	0,75 %	108,97 %	0,27 €	3.696,0 5 €	3.696,05 €	3.696,05 €	25.338,79
14	2026	91,13%	1345 1 KWh	0,75 %	109,79 %	0,27 €	3.692,1 2 €	3.692,12 €	3.692,12 €	29.030,91
15	2027	90,36%	1333 7 KWh	0,75 %	110,61 %	0,28 €	3.688,1 9 €	3.688,19 €	3.688,19 €	32.719,10
16	2028	89,59%	1322 4 KWh	0,75 %	111,44 %	0,28 €	3.684,2 7 €	3.684,27 €	3.684,27 €	36.403,37
17	2029	88,83%	1311 1 KWh	0,75 %	112,28 %	0,28 €	3.680,3 5 €	3.680,35 €	3.680,35 €	40.083,72
18	2030	88,07%	1300 0 KWh	0,75 %	113,12 %	0,28 €	3.676,4 3 €	3.676,43 €	3.676,43 €	43.760,15
19	2031	87,33%	1288 9 KWh	0,75 %	113,97 %	0,28 €	3.672,5 2 €	3.672,52 €	3.672,52 €	47.432,68
20	2032	86,58%	1278 0 KWh	0,75 %	114,83 %	0,29 €	3.668,6 2 €	3.668,62 €	3.668,62 €	51.101,29
21	2033	85,85%	1267 1 KWh	0,75 %	115,69 %	0,29 €	3.664,7 1 €	3.664,71 €	3.664,62 €	54.766,01
22	2034	85,12%	1256 3 KWh	0,75 %	116,55 %	0,29 €	3.660,8 2 €	3.660,82 €	3.660,82 €	58.426,82
23	2035	84,39%	1245 7 KWh	0,75 %	117,43 %	0,29 €	3.656,9 2 €	3.656,92 €	3.656,92 €	62.083,74
24	2036	83,68%	1235 1 KWh	0,75 %	118,31 %	0,30 €	3.653,0 3 €	3.653,03 €	3.653,03 €	65.736,77
25	2037	82,97%	1224 6 KWh	0,75 %	119,20 %	0,30 €	3.649,1 5 €	3.649,15 €	3.649,15 €	69.385,92
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>							92.085, 92 €	69.385,92 €		



### Στατιστική Ανάλυση Πινάκων για Luxor 240 Wp



### Ετήσια Έσοδα

**Σενάριο 2 ο :**

Απόδοση Επένδυσης με Canadian Solar 240 Wp Καναδέζικης Τεχνολογίας

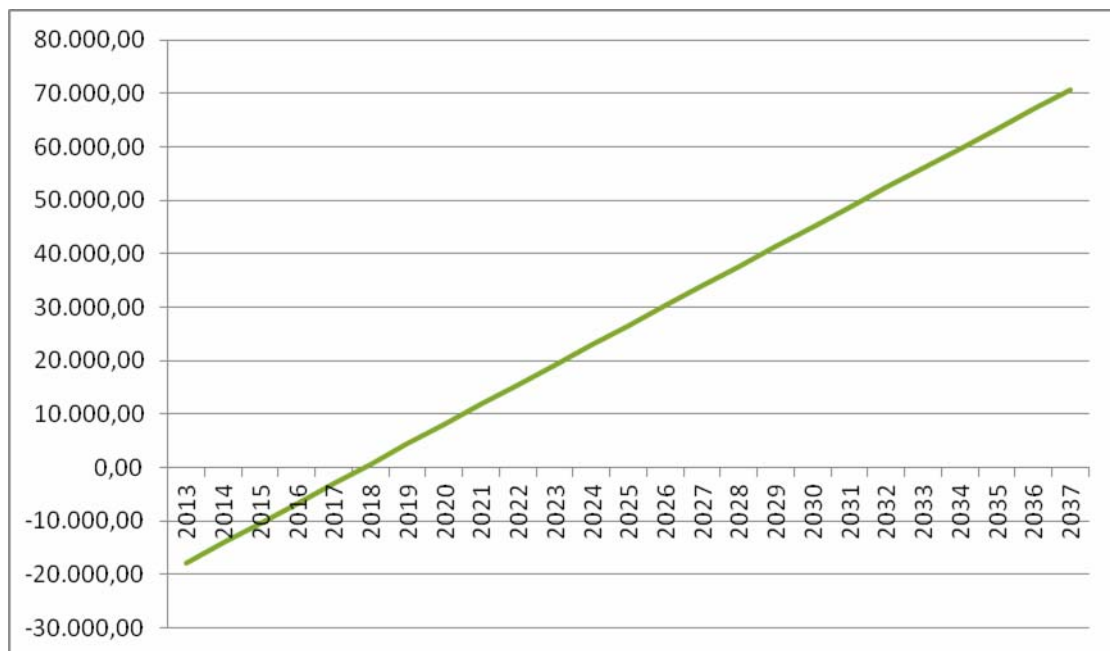
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	9,84 KWp
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	20.660 €
ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	14760 KWh
ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	1.500
ΤΙΜΗ ΑΓΟΡΑΣ KWp ΑΠΟ ΔΕΗ	0,2500 €
ΙΔΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΕΠΕΝΔΥΤΗ	20.660 €
ΕΣΟΔΑ	
ΜΗΝΙΑΙΟ	307,50 €
ΕΤΗΣΙΟ	3.690,00 €
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΣΟΔΟ 25ΕΤΙΑΣ	92.085,92 €
ΔΑΝΕΙΟ	
ΠΟΣΟ ΔΑΝΕΙΟΥ	- €
ΕΠΙΤΟΚΙΟ	6,00%
ΕΤΗ ΔΑΝΕΙΟΥ	12
ΔΟΣΗ ΔΑΝΕΙΟΥ	0,00 €
ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ ΚΟΣΤΗ	
ΑΣΦΑΛΙΣΗ	0 €
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	0 €
ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΣΟΔΟ	92.085,92 €
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	21.460,00 €
ΚΕΡΔΟΣ	70.625,92 €
ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	329,10%
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΤΟΚΟΣ	0,00 €

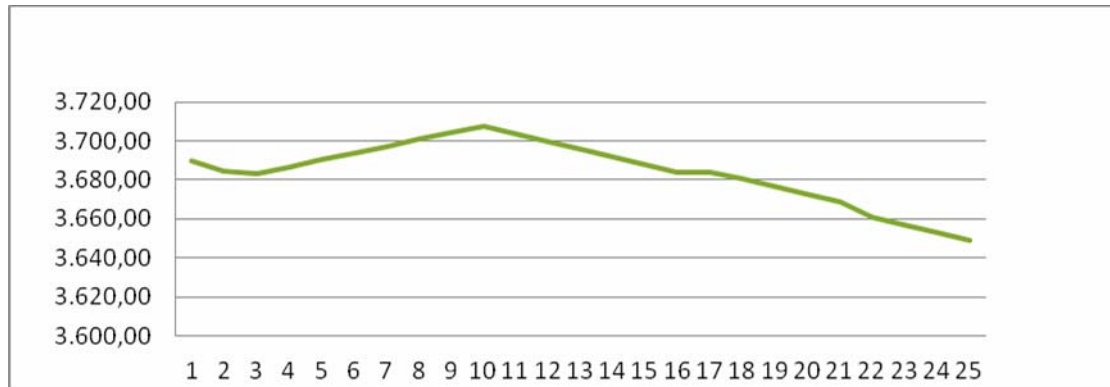
**Η χρηματοοικονομική ανάλυση**

Έτος	Χρονολογία	Απόδοση	Παραγόμενη Ενέργεια	Αύξηση λόγω πληθωρισμού	Αύξηση Τιμής	Τελική Τιμή	Ετήσια Χρηματική Απόδοση	Ετήσιο Καθαρό Κέρδος	Αποσβέσεις ιδίων επενδυμένων κεφαλαίων	Αθροιστικό κέρδος
0									-21.460,00 €	
1	2013	100,00 %	14760 KWh		100,00 %		3.690,00 €	3.690,00 €	- 17.770,00 €	- 17.770,00 €
2	2014	99,35%	14664 KWh	0,50 %	100,50 %	0,25 €	3.684,35 €	3.684,35 €	- 14.085,65 €	- 14.085,65 €
3	2015	98,70%	14569 KWh	0,63 %	101,13 %	0,25 €	3.683,27 €	3.683,27 €	- 10.402,38 €	- 10.402,38 €
4	2016	98,06%	14474 KWh	0,75 %	101,89 %	0,25 €	3.686,78 €	3.686,78 €	- 6.715,60 €	- 6.715,60 €
5	2017	97,43%	14380 KWh	0,75 %	102,65 %	0,26 €	3.690,29 €	3.690,29 €	- 3.025,32 €	- 3.025,32 €
6	2018	96,79%	14286 KWh	0,75 %	103,42 %	0,26 €	3.693,80 €	3.693,80 €	668,48 €	668,48 €
7	2019	96,16%	14194 KWh	0,75 %	104,20 %	0,26 €	3.697,31 €	3.697,31 €	3.697,31 €	4.365,79 €
8	2020	95,54%	14101 KWh	0,75 %	104,98 %	0,26 €	3.700,83 €	3.700,83 €	3.700,83 €	8.066,61 €
9	2021	94,92%	14010 KWh	0,75 %	105,77 %	0,26 €	3.704,35 €	3.704,35 €	3.704,35 €	11.770,96 €
10	2022	94,30%	13919 KWh	0,75 %	106,56 %	0,27 €	3.707,87 €	3.707,87 €	3.707,87 €	15.478,83 €
11	2023	93,50%	13800 KWh	0,75 %	107,36 %	0,27 €	3.703,93 €	3.703,93 €	3.703,93 €	19.182,76 €
12	2024	92,70%	13683 KWh	0,75 %	108,16 %	0,27 €	3.699,99 €	3.699,99 €	3.699,99 €	22.882,74 €
13	2025	91,92%	13567 KWh	0,75 %	108,97 %	0,27 €	3.696,05 €	3.696,05 €	3.696,05 €	26.578,79 €
14	2026	91,13%	13451 KWh	0,75 %	109,79 %	0,27 €	3.692,12 €	3.692,12 €	3.692,12 €	30.270,91 €
15	2027	90,36%	13337 KWh	0,75 %	110,61 %	0,28 €	3.688,19 €	3.688,19 €	3.688,19 €	33.959,10 €
16	2028	89,59%	13224 KWh	0,75 %	111,44 %	0,28 €	3.684,27 €	3.684,27 €	3.684,27 €	37.643,37 €
17	2029	88,83%	13111 KWh	0,75 %	112,28 %	0,28 €	3.680,35 €	3.680,35 €	3.680,35 €	41.323,72 €
18	2030	88,07%	13000 KWh	0,75 %	113,12 %	0,28 €	3.676,43 €	3.676,43 €	3.676,43 €	45.000,15 €
19	2031	87,33%	12889 KWh	0,75 %	113,97 %	0,28 €	3.672,52 €	3.672,52 €	3.672,52 €	48.672,68 €
20	2032	86,58%	12780 KWh	0,75 %	114,83 %	0,29 €	3.668,62 €	3.668,62 €	3.668,62 €	52.341,29 €
21	2033	85,85%	12671 KWh	0,75 %	115,69 %	0,29 €	3.664,71 €	3.664,71 €	3.664,71 €	56.006,01 €
22	2034	85,12%	12563 KWh	0,75 %	116,55 %	0,29 €	3.660,82 €	3.660,82 €	3.660,82 €	59.666,82 €
23	2035	84,39%	12457 KWh	0,75 %	117,43 %	0,29 €	3.656,92 €	3.656,92 €	3.656,92 €	63.323,74 €
24	2036	83,68%	12351 KWh	0,75 %	118,31 %	0,30 €	3.653,03 €	3.653,03 €	3.653,03 €	66.976,77 €

			KWh	%	%	€	03 €			
25	2037	82,97%	12246 KWh	0,75 %	119,20 %	0,30 €	3.649, 15 €	3.649,15 €	3.649,15 €	70.625,92 €
ΣΥΝΟΛ Ο							92.085 ,92 €	70.625,92 €		

**Στατιστική Ανάλυση Πινάκων για Canadian Solar 240 Wp**





### Ετήσια Έσοδα

## 4.10. Περιβαλλοντικά οφέλη του Έργου

### 1) Μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου



Κάθε καθαρή κιλοβατώρα ενέργειας που παράγεται από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, μειώνει ανάλογα την ανάγκη παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα και κατά αντιστοιχία μειώνεται και η εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου. Στατιστικά κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά μειώνει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου κατά περίπου 700 γραμμάρια. Στη χώρα μας ένα σύστημα 5 kW μπορεί να παράγει περίπου 228.000 kWh σε όλη τη διάρκεια της ζωής του. Η παραγωγή αυτή αντιστοιχεί σε μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) κατά 160.000 κιλά.

### 2) Μείωση των εκπομπών την ώρα αιχμής

Μια ιδιαιτερότητα των φωτοβολταϊκών είναι ότι παράγουν ρεύμα κατά τις μεσημεριανές ώρες, δηλαδή την ώρα αιχμής του

ηλεκτρικού δικτύου. Τις ώρες αυτές για να μπορέσει το σύστημα να καλύψει τη ζήτηση, αναγκάζεται να χρησιμοποιεί τις πιο παλιές, τις πιο ρυπογόνες και πιο ακριβές μονάδες.

Με την παραγωγή ρεύματος από φωτοβολταϊκά αντικαθιστούμε ιδανικά την πιο ρυπογόνα παραγωγή ρεύματος με καθαρή ενέργεια που δεν παράγει ούτε ένα γραμμάριο αερίων του θερμοκηπίου.

### **3) Εξοικονόμηση ενέργειας λόγω κατανεμημένης παραγωγής**

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των φωτοβολταϊκών είναι ότι εγκαθίστανται κοντά στα σημεία κατανάλωσης.

Ως αποτέλεσμα, δεν υπάρχουν απώλειες μεταφοράς για την κατανάλωση της ενέργειας που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά.

Τα σύγχρονα ηλεκτρικά δίκτυα έχουν σχεδιαστεί με μια κεντροποιημένη λογική. Η ενέργεια παράγεται σε κεντρικές μονάδες που βρίσκονται μακριά από New Planners Ένας κόσμος ενεργειακής ανάπτυξης τα σημεία κατανάλωσης όπου και μεταφέρεται με γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης.

Με την παραγωγή ενέργειας κοντά στην κατανάλωση, όπως στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών, μειώνονται οι τεράστιες απώλειες που παρουσιάζονται στις γραμμές μεταφοράς μειώνοντας περαιτέρω την ενέργεια που πρέπει να παραχθεί από ορυκτά καύσιμα.

## **4.11 Όροι Πληρωμής - Εγγυήσεις - Πρόσθετες Παροχές.**

### **Όροι Πληρωμής**

Με την υπογραφή του συμφωνητικού ο Εργολάβος λαμβάνει ως προκαταβολή το ποσό των 300€ ως μέρος του συμβατικού τιμήματος (ποσό που αφαιρείται από το συνολικό κόστος του έργου). Το υπόλοιπο ποσό που παραμένει ανεξόφλητο θα εξοφληθεί κατά τα ακόλουθα, ρητώς συμφωνηθέντα: το 50 % του συνολικού ποσού του ως άνω συμβατικού τιμήματος θα κατατεθεί από αυτόν, στο λογαριασμό του Εργολάβου, με την υπογραφή της σύμβασης σύνδεσης με τη ΔΕΗ, το 40 % του συνολικού ποσού του ως άνω συμβατικού τιμήματος θα κατατεθεί από αυτόν, στο λογαριασμό του Εργολάβου, πριν την

παράδοση των απαιτούμενων υλικών από τον Εργολάβο στο τόπο του Έργου, το δε υπόλοιπο 10% του συνολικού ποσού του ως άνω συμβατικού τιμήματος, θα εξοφληθεί με την σύνδεση του φωτοβολταϊκού συστήματος στο δίκτυο της ΔΕΗ.

### **Εγγυήσεις**

- ✓ Ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου.
- ✓ Το κόστος του έργου δεν μπορεί να αυξηθεί σε καμία περίπτωση χωρίς την έγγραφη άδεια του επενδυτή.
- ✓ Η προσφορά δεν περιλαμβάνει κρυφές χρεώσεις ούτε προμήθειες τρίτων.

### **Πρόσθετες παροχές της εταιρίας**

Η εταιρία New Planners έχει εκπονήσει μια σειρά πρόσθετων παροχών προς τους πελάτες της έχοντας μοναδικό κριτήριο την αποδοτικότερη λειτουργία της επένδυσής τους.

Έτσι παρέχει τις παρακάτω πρόσθετες παροχές:

- Παράταση της ασφάλισης των μετατροπέων τάσεως μετά το πέρας της εργοστασιακής εγγυήσεώς τους.
- Ασφάλιση απώλειας εισοδήματος που οφείλεται σε μειωμένη απόδοση του συστήματος σας.
- Παρακολούθηση της απόδοσης του συστήματός σας από το ειδικό κέντρο λήψεως σημάτων της εταιρίας.
- Παρακολούθηση του χώρου εγκατάστασης με κάμερες για λόγους προστασίας της επένδυσής σας.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

## ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ – ΒΗΜΑΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

### Για οικιακό σύστημα

1. Σύμβαση Συνεργασίας με την Εταιρία μας
2. Προέγκριση Δανείου
3. Κατάθεση Φακέλου στη ΔΕΗ
  - A. Σχέδιο Χωροθέτησης
  - B. Ενεργειακή Μελέτη
  - Γ. Μονογραμμικό Σχέδιο
4. Υπογραφή Σύμβασης Σύνδεσης και Συμψηφισμού
5. Υπογραφή Δανειακής Σύμβασης
6. Παραγγελία Υλικών
7. Εγκατάσταση του Έργου
8. Σύνδεση με τη ΔΕΗ



9. Ξεκινάτε να παράγετε ρεύμα και να πληρώνεστε από τη ΔΕΗ

Συνολικός χρόνος : 25 – 35 ημέρες [ανάλογα με την επιλογή χρηματοδότησης του έργου (δανειοδότηση ή ίδια συμμετοχή)].

**Για Βιομηχανική Στέγη - Οικόπεδο (πρέπει να δημιουργηθεί εταιρία)**

1. Σύμβαση Συνεργασίας με την Εταιρία μας
2. Κατάθεση Φακέλου στη ΔΕΗ
  - A. Σχέδιο Χωροθέτησης
  - B. Ενεργειακή Μελέτη
  - Γ. Μονογραμμικό Σχέδιο
  - Δ. Εξαίρεση από ΕΠΟ (Περιβαλλοντικούς Όρους)
3. Υπογραφή Σύμβασης Σύνδεσης και Αγοραπωλησίας
4. Υπογραφή Δανειακής Σύμβασης
5. Παραγγελία Υλικών
6. Εγκατάσταση του Έργου
7. Σύνδεση με την ΔΕΗ
8. Ξεκινάτε να παράγετε ρεύμα και να πληρώνεστε από την ΔΕΗ

Συνολικός χρόνος : 3– 6 μήνες [ανάλογα με την επιλογή χρηματοδότησης του έργου (δανειοδότηση ή ίδια συμμετοχή)].

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας :υπολογισμός και σχεδίαση συστημάτων /Ευθύμιος Η Βαζαίος Αθήνα , Φοίβος 1984.
- [2] Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα –HANS RAU , Αθήνα , gutenberg ,1983 .
- [3] Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας : υπολογισμός και σχεδίαση συστημάτων /Ευθύμιος Η Βαζαίος – 4<sup>η</sup> εκδ. Αθήνα , Φοίβος 1990.
- [4] Αυτόνομες εφαρμογές ηλιακής ενέργειας μικρού & μεσαίου μεγέθους / Βασίλης Μαλαμής Αθήνα : Ιων . 1999
- [5] Γ΄ Σεμινάριο ηλιακής ενέργειας :ενεργητικά συστήματα : Ζάππειο Μέγαρο. Αθήνα ,2-3 Μαΐου 1990 /επιμέλεια ύλης έκδοσης Θεοτόκης Παφύλιας .
- [6] Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας , Σημειώσεις του μαθήματος Ζ΄ εξαμήνου σπουδών , τμήμα μηχανολογίας , ΤΕΙ Σερρών , Δρ Αθανάσιος Κατσανεβάκης , Σέρρες Οκτώβριος 2007.
- [7] Ιστοσελίδα : <http://www.helapco.gr/>

[8] Ιστοσελίδα : <http://www.solar-systems.gr/solar-panels.html>.

[9] Ιστοσελίδα : <http://www.sma-hellas.com/el.html>

[10] Ιστοσελίδα : <http://www.fotovoltaika.gr/batteries-2v-12v-pvs.html>