

Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ: ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ
100KW, ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΔΕΗ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:
ΣΩΤΗΡΙΑΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΚΤΕΝΙΔΗΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ

ΥΠΕΥΘΗΝΟΣ ΤΟΜΕΑ:
ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΚΑΖΑΡΛΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:
ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΜΠΑΛΟΥΚΤΣΗΣ

Περιεχόμενα:

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- 1.1 Ερωτήσεις – Απαντήσεις
- 1.2 Ορολογία

2 Σχετικά με τα Φ/Β

- 2.1 Η ιστορία των Φ/Β
- 2.2 Πλεονεκτήματα ενός Φ/Β συστήματος
- 2.3 Μειονεκτήματα ενός Φ/Β συστήματος
- 2.4 Βασικά μέρη ενός τυπικού Φ/Β συστήματος
- 2.5 Κατηγορίες Φ/Β πάνελ
- 2.6 Κινούμενα Συστήματα Στήριξης (Trackers)
- 2.7 Κατηγορίες Φ/Β συστημάτων
- 2.8 Απόδοση Φ/Β στην Ελλάδα

3. Περιγραφή έργου

- 3.1 Θέση Ανέγερσης Εγκατάστασης (ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ, ΔΗΜΟΣ, ΝΟΜΟΣ)
- 3.2 Σχέδιο μελέτης
 - 3.2.1 Περίφραξη
 - 3.2.2 Γείωση – Αντικεραυνική Προστασία
 - 3.2.3 Σύστημα Επιτήρησης Του Φ/Β Σταθμού
 - 3.2.4 Σύστημα Ασφαλείας
 - 3.2.5 Λοιπός Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός
 - 3.2.6 Βασικός Εξοπλισμός

4.Γενικές Πληροφορίες για το Φ/Β πάρκο

- 4.1 Τύπος και ισχύς Φ/Β Πάρκου
- 4.2 Σύνδεσμολογία Φωτοβολταϊκού Σταθμού με το Δίκτυο
- 4.3 Γενικά χαρακτηριστικά εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε

5.Υπολογισμοί

- 5.1 Υπολογισμός Παραγόμενης Ηλεκτρικής Ενέργειας
 - 5.1.1 PVSYST
 - 5.1.2 PVGIS
 - 5.1.3 SMA SUNNY DESIGN
 - 5.1.4 SMA SUNNY PORTAL
- 5.2 Σύγκριση Αποτελεσμάτων
 - 5.2.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΗΝΙΑΙΩΝ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ
 - 5.2.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΙΔΑΝΙΚΟΤΕΡΗΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑΣ
 - 5.2.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΙΔΑΝΙΚΟΤΕΡΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ
 - 5.2.4 ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ / ΑΠΟΔΟΣΗ Φ/Β ΠΑΝΕΛ

6. Επιχειρηματικό Σχέδιο Του Έργου

- 6.1 Μελέτη βιωσιμότητας της επένδυσης
- 6.2 Προϋπολογισμός επένδυσης
- 6.3 Υπολογισμός εξόδων και κόστους παραγωγής
- 6.4 Κόστη παραγωγής και έξοδα επιχείρησης
- 6.5 Προσωπικό.
- 6.6 Επισκευές – συντήρηση εξοπλισμού
- 6.7 Έξοδα Διοίκησης
- 6.8 Λειτουργικά κόστη
- 6.9 Αποσβέσεις
- 6.10 Ποσοστό ιδίας συμμετοχής
- 6.11 Δάνεια
- 6.12 Ενεργητικό Εταιρίας
- 6.13 Παθητικό Εταιρίας
- 6.14 Αποτελέσματα Χρήσεων Εταιρίας

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού σταθμού 100kW, διασυνδεδεμένου στο δίκτυο της ΔΕΗ, στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας.

Στη μελέτη, εισαγωγικά, θα υπάρχει μια αναφορά στην φωτοβολταϊκή τεχνολογία (παρόν και μέλλον), καθώς επίσης και στις μαθηματικές σχέσεις που διέπουν την ηλιακή ακτινοβολία (πηγή ενέργειας της εγκατάστασης) και τις χαρακτηριστικές τάσης-ρεύματος ενός φωτοβολταϊκού συστήματος.

Η διαστασιολόγηση της εγκατάστασης, καθώς επίσης και η διερεύνηση της οικονομικής της βιωσιμότητας, θα γίνει με τη βοήθεια λογισμικού χρησιμοποιώντας δεδομένα της περιοχής εγκατάστασης.

Στα σχέδια της μελέτης θα γίνεται λεπτομερής περιγραφή (με αντίστοιχους υπολογισμούς) του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί. Επίσης θα περιγραφούν τρόποι επικοινωνίας και ελέγχου της εγκατάστασης εκ του μακρόθεν, είτε με τη χρήση κινητού τηλεφώνου, είτε με τη χρήση Η/Υ.

1.1 Ερωτήσεις - Απαντήσεις

-Γιατί να στραφώ στην ηλιακή ενέργεια;

Με την ηλιακή ενέργεια γινόμαστε αυτόνομοι, παράγουμε δική μας ανεξάρτητη και ανεξάντλητη ενέργεια.

Η ηλιακή ενέργεια ανήκει στις “καθαρές” πηγές ενέργειας οι οποίες αποτελούν την μόνη διέξοδο για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών που απειλούν τον πλανήτη μας. Κάθε κιλοβατώρα ηλεκτρικού ρεύματος που προμηθευόμαστε από την ΔΕΗ παράγεται από ορυκτά καύσιμα και επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με ένα τουλάχιστον κιλό διοξειδίου του άνθρακα.

-Πώς παράγεται η ενέργεια;

Η ενέργεια παράγεται από τα φωτόνια, τα οποία τα συναντούμε στο ηλιακό φως. Το ποσό ενέργειας που περιέχει το κάθε φωτόνιο εξαρτάται από το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Όταν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φ/β στοιχείο ένα ποσοστό από αυτά ανακλάται, ένα άλλο το διαπερνά και το υπόλοιπο απορροφάται από το φ/β. Τα φωτόνια που απορροφούνται από το φ/β αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φ/β να μετακινηθούν σε άλλη θέση και με αυτό τον τρόπο δημιουργείται το ηλεκτρικό ρεύμα.

-Συμφέρει η ηλιακή ενέργεια;

Αν γινόταν η ίδια ερώτηση πριν 10+ χρόνια η απάντηση θα ήταν όχι, δεν συμφέρει. Με τις σημερινές όμως τιμές των εξαρτημάτων ενός φ/β συστήματος συμφέρει και για την περίπτωση διασυνδεδεμένου φ/β συστήματος και στην περίπτωση αυτόνομου φ/β συστήματος.

Στην περίπτωση διασυνδεδεμένου φ/β συστήματος με τις σημερινές υψηλές τιμές πώλησης της κιλοβατώρας συμφέρει περισσότερο καθώς ο καταναλωτής όχι μόνο κάνει απόσβεση της επένδυσης αλλά μακροπρόθεσμα θα έχει και κέρδος από την παραγωγή και προμήθεια της “πράσινης” ενέργειας στο δίκτυο.

Στην περίπτωση του αυτόνομου φ/β συστήματος το κέρδος είναι μικρότερο ή και καθόλου αλλά η ευχαρίστηση που σου δίνει η ανεξάρτητη και αδιάκοπη ενέργεια καθώς και η αποφυγή των έξτρα

φόρων στους λογαριασμούς της ΔΕΗ σε δικαιώνει.

-Τις ημέρες που δεν έχει ήλιο ή τη νύχτα, τι γίνεται;

Σε ένα αυτόνομο σύστημα το μέσο αποθήκευσης είναι οι συσσωρευτές, ενώ σε ένα διασυνδεδεμένο σύστημα η ανεκμετάλεκτη ενέργεια “αποθηκεύεται” στο δίκτυο της ΔΕΗ.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι εξαιρετικά προβλέψιμη. Αυτό που μας ενδιαφέρει, είναι πόσες κιλοβατώρες θα μας δώσει το σύστημά μας σε ετήσια βάση. Κατά μέσο όρο στην Ελλάδα, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 1KW παράγει ετησίως περί τις 1.150-1.400 KW. Προφανώς στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ’ ότι στις βόρειες.

-Κτίζω τώρα την κατοικία μου.Ποιά είναι η καλύτερη στιγμή για να σκεφτώ την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών;

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

Ακόμα επειδή τα Φ/Β βγαίνουν σε διάφορα σχέδια,μεγέθη και μορφές θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν ένα τμήμα της κεραμοσκεπής ή τα υαλοστάσια μιας πρόσοψης ή να χρησιμοποιηθούν σαν σκέπαστρα για σκίαση με αποτέλεσμα να μειωθεί και το συνολικό κόστος κατασκευής του σπιτιού.

-Ποια κτίρια είναι κατάλληλα για να δεχτούν μια Φ/Β εγκατάσταση;

Ένα κτίριο είναι κατάλληλο όταν πληρεί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

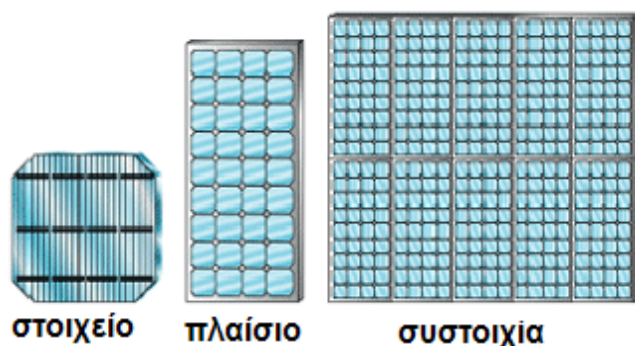
1.Να υπάρχει επαρκής και ασκίαστος χώρος.Για την μέγιστη δυνατή απόδοση του συστήματος ο χώρος θα πρέπει να είναι ασκίαστος καθ'όλη την διάρκεια της ημέρας. Ένας απλός τρόπος υπολογισμού είναι: $1-1,5\tau\mu=100\text{Watt}$. (Ανάλογα τον τύπο του Φ/Β που θα χρησιμοποιηθεί).

2.Το σύστημα να έχει προσανατολισμό όσο γίνεται προς τον Νότο. Η μέγιστη επιτρεπτή απόκλιση από τον Νότο ώστε να μην έχουμε μεγάλη μείωση της απόδοσης είναι 45° .

3.Η σωστή κλίση του Φ/Β ως προς το οριζόντιο επίπεδο.Συνήθως επιλέγεται μια στάθερη κλίση για όλη την διάρκεια του έτους η οποία υπολογίζεται από τον τεχνικό που θα μας κάνει την εγκατάσταση.Στην Ελλάδα η καλύτερη κλίση είναι $\sim 28^\circ$.

1.2 Ορολογία

- Φ/Β** :Σύντμηση της λέξης φωτοβολταϊκό (PV – photovoltaic).
- Φ/Β Φαινόμενο**: Η άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική τάση.
- Φ/Β Στοιχείο/Κύτταρο/Κυψέλη(cell)**: Η ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία.
- Φ/Β Πάνελ/Πλαίσιο**: Ένα σύνολο Φ/Β κυψελών που έχουν συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή.
- Φ/Β συστοιχία**: Μια ομάδα από Φ/Β πάνελ ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους τοποθετημένα συνήθως σε μια κοινή κατασκευή στήριξης.



Εικ 1.2.1. Φωτοβολταϊκό στοιχείο, πλαίσιο και συστοιχία

- Βάτ (Watt)**: Μονάδα μέτρησης της ισχύος.
- Κιλοβάτ πίκ (KWpeak)**: Μονάδα μέτρησης ισχύος ενός Φ/Β πάνελ. Δηλώνει την μέγιστη ισχύ που μπορεί να παράξει το Φ/Β πάνελ.
- Κιλοβατώρα (KWh)**: Μονάδα ενέργειας.
- NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)** = Θερμοκρασιακός συντελεστής ισχύος , που δείχνει την θερμοκρασία που αναπτύσει κάθε πάνελ σε υψηλή ακτινοβολία στο χωράφι. Όσο χαμηλότερο Noct έχει ένα πάνελ τόσο πιο αποδοτικό είναι στις υψηλές θερμοκρασίες. Όσο πιο πολύ ζεσταίνονται τα πάνελ, τόσο η παραγωγή ενέργειας πέφτει.

2.ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ Φ/Β

2.1 Η ιστορία των Φ/Β.

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε από τον Γάλλο Φυσικό Alexandre Edmond Becquerel το 1839, ο οποίος ανακάλυψε ότι μπορεί να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα όταν συγκεκριμένες κατασκευές εκτεθούν στο φως.

Οι Αμερικάνοι Adams και Day το 1876 χρησιμοποιώντας έναν κρύσταλλο σεληνίου είχαν κάνει επίδειξη αυτού του φαινομένου. Η απόδοση σε αυτή την περίπτωση ήταν μόνο 1%.

Το 1905 ο Albert Einstein διατύπωσε την εξήγηση του φωτοβολταϊκού φαινομένου (υπόθεση

του φωτονίου).

Το 1949 οι Αμερικάνοι Shockley, Bardeen και Brattain ανακάλυψαν το τρανζίστορ διευκρινίζοντας τη φυσική των p και n ενώσεων των ημιαγωγικών υλικών.

Το πρώτο φωτοβολταϊκό κύτταρο με απόδοση κοντά στο 6% κατασκευάστηκε το 1956, ενώ αργότερα κατασκευάστηκε το φωτοβολταϊκό κύτταρο από πυρίτιο, το οποίο λειτούργησε με απόδοση του 10%.

Η γρήγορη ανάπτυξη της τεχνολογίας στην εξερεύνηση του διαστήματος διάνοιξε εξαιρετικές προοπτικές για την χρήση φωτοβολταϊκών κυττάρων. Το 1958, 108 ηλιακά κύτταρα είχαν σταλεί στο διάστημα για δοκιμή. Η σύνδεση σε σειρά άρχισε αργότερα σε μικρότερο αριθμό. Το 1970 η ετήσια παραγωγή φωτοβολταϊκών πλαισίων για διαστημικές εφαρμογές ήταν 500m². Η επίγεια χρήση ξεκίνησε στα μέσα της δεκαετίας του '70, παίρνοντας δυναμική από την πετρελαϊκή κρίση του 1973-74 και δίνοντας ερεθίσματα για την εκπόνηση πληθώρας ερευνητικών μελετών. Η προσπάθεια της επιστημονικής κοινότητας ήταν να μειωθεί το κόστος των φωτοβολταϊκών πλαισίων, με την εύρεση νέων φθηνότερων υλικών.

2.2 Πλεονεκτήματα ενός Φ/Β συστήματος

>Απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας , ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα.

>Είναι εύχρηστα. Σε μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες.

>Μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στις πόλεις, ενσωματωμένα σε κτίρια και δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον.

>Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα).

>Μπορούν να επεκταθούν ανά πάσα στιγμή για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών.

>Έχουν αθόρυβη λειτουργία και μηδενικές εκπομπές ρύπων.

>Δεν έχουν κινητά μέρη και οι απαιτήσεις συντήρησής τους είναι σχεδόν μηδενικές.

>Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία.

>Τέλος, η ενεργειακή ανεξαρτησία του χρήστη , όπου και να βρίσκεται αυτός είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των Φ/Β συστημάτων.

>Λειτουργούν χωρίς προβλήματα σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και κάτω από εξαιρετικά δύσκολες συνθήκες (άνεμοι,χαλάζι,σκόνη,ατμοσφαιρική μόλυνση κτλ).

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

Τα φωτοβολταϊκά θεωρούνται τα πιο ιδανικά συστήματα ενεργειακής μετατροπής καθώς χρησιμοποιούν την πλέον διαθέσιμη πηγή ενέργειας στον πλανήτη τον ήλιο.

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.

Κάθε κιλοβάτώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ, αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους.

Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα πυροδοτούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αλλάζουν το κλίμα της Γης, ενώ η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.

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. Στην περίπτωση μάλιστα των υαλοστασίων σε προσόψεις εμπορικών κτιρίων, διατίθενται σήμερα διαφανή φωτοβολταϊκά με θερμομονωτικές ιδιότητες αντίστοιχες με αυτές των υαλοστασίων χαμηλής εκπεμπιμότητας (low-e), τα οποία επιτυγχάνουν (πέραν της ηλεκτροπαραγωγής) και εξοικονόμηση ενέργειας 15-30% σε σχέση με ένα κτίριο με συμβατικά απλά υαλοστάσια.

2.3 Μειονεκτήματα ενός Φ/Β συστήματος

Το υψηλό κόστος των Φ/Β πλαισίων είναι σήμερα το μεγαλύτερο μειονέκτημα των συγκεκριμένων συστημάτων. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν σήμερα αρκετοί χρήστες για τους οποίους το Φ/Β σύστημα είναι η πλέον ενδεδειγμένη οικονομική λύση.

2.4 Βασικά μέρη ενός τυπικού Φ/Β συστήματος

Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

- 1.Φ/Β πλαίσιο
- 2.Ρυθμιστής φόρτισης
- 3.Συσσωρευτές
- 4.Inverter

Πιο αναλυτικά:

1.Φ/Β πλαίσιο: Είναι η μονάδα παραγωγής του ηλεκτρικού ρεύματος.Αποτελείται από ένα σύνολο Φ/Β κυψελών συνδεδεμένων μεταξύ τους με κατάλληλες μεταλλικές επαφές και προστατεύεται εξωτερικά από μια επιφάνεια γυαλιού ή plexiglass.



Εικ 2.4.1 Φ/Β πλαίσιο

2.Ρυθμιστής φόρτισης:Ρυθμίζει και διατηρεί τη κανονική φόρτιση των μπαταριών από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία. Όταν η μπαταρία φτάνει στο στάδιο της υπερφόρτισης τότε ελαττώνεται ο χρόνος ζωής της. Για το λόγο αυτό ο ρυθμιστής τάσης ελαττώνει το ρεύμα που προσφέρουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια προς τη μπαταρία.



Εικ 2.4.2.Ρυθμιστής Φόρτισης

3.Inverter:Μετατρέπει το συνεχές ρεύμα (DC) που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια σε εναλλασσόμενο (AC) προκειμένου να γίνει συμβατό με τη λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών.Αποτέλεσμα αυτής της ενέργειας είναι η απώλεια κάποιου ποσοστού ρεύματος.



Εικ 2.4.3.Inverter

4.Συσσωρευτές:Οι μπαταρίες χρησιμοποιούνται σε περίπτωση αυτόνομου Φ/Β συστήματος για να αποθηκεύεται το περιττό παραγόμενο ρεύμα και να το προσφέρει στην περίπτωση απουσίας του ηλιακού φωτός.



Εικ 2.4.4.Μπαταρία-Συσσωρευτής

2.5 Κατηγορίες Φ/Β Πάνελ

Πριν αναφέρουμε τις κατηγορίες των Φ/Β πάνελ θα ήταν χρήσιμο να πούμε το πως φτιάχνονται και από τι αποτελούνται.

Το υλικό που χρησιμοποιείται περισσότερο για την κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων στη βιομηχανία είναι το πυρίτιο. Είναι ίσως και το μοναδικό υλικό που παράγεται με τόσο μαζικό τρόπο. Το πυρίτιο σήμερα, αποτελεί την πρώτη ύλη για το 90% της αγοράς των φωτοβολταϊκών. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του πυριτίου είναι:

-Μπορεί να βρεθεί πάρα πολύ εύκολα στη φύση. Είναι το δεύτερο σε αφθονία υλικό που υπάρχει στον πλανήτη μετά το οξυγόνο.

-Μπορεί εύκολα να λιώσει και να μορφοποιηθεί.

-Οι ηλεκτρικές του ιδιότητες μπορούν να διατηρηθούν μέχρι και στους 125οC κάτι που επιτρέπει τη χρήση του πυριτίου σε ιδιαίτερα δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτός είναι και ο λόγος που τα φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου αντεπεξέρχονται σε ένα ιδιαίτερα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών.

Το πυρίτιο, ανάλογα με την επεξεργασία του, δίνει μονοκρυσταλλικά, πολυκρυσταλλικά ή άμορφα υλικά, από τα οποία παράγονται τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (κυψέλες).



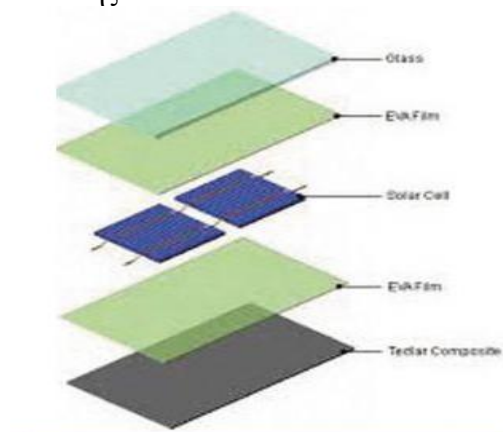
Εικ 2.5.1. Ράβδος πυριτίου-Λειωμένο πυρίτιο

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ συνήθως αποτελούνται από:

-Ένα ηλιακό γυαλί με προ-τοποθετημένη την ειδικά επεξεργασμένη μεμβράνη προστασίας (EVA). Πρόκειται ουσιαστικά για ένα σκληρυσμένο, προεντεταμένο ηλιακό γυαλί.

-Ηλιακές φωτοβολταϊκές κυψέλες ενωμένες σε στοιχειοσειρές.

-Μία υαλώδη μεμβράνη ειδικής επεξεργασίας (EVA) καθώς και μια μονωτική μεμβράνη στην πίσω πλευρά. Και τα τρία παραπάνω στρώματα δημιουργούν ένα ανθεκτικό ελασματοποιημένο φύλλο, πολύ ανθεκτικό στις καιρικές συνθήκες, το οποίο τοποθετείται σε ένα σταθεροποιητικό πλαίσιο αλουμινίου και μια υποδοχή σύνδεσης .



Εικ 2.5.2. Στρώματα Φ/Β πάνελ

Κατηγορίες Φ/Β πάνελ:

-**Πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ:** Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί σε λεπτά τμήματα, από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλοποιημένου πυριτίου (το λειωμένο πυρίτιο χύνεται σε καλούπι και στη συνέχεια τεμαχίζεται σε κυψέλες).

Χαρακτηριστικά:

- Η μέθοδος παραγωγής τους είναι φθηνότερη από αυτήν των μονοκρυσταλλικών, για αυτό και η τιμή τους είναι συνήθως λίγο χαμηλότερη.
- Η ενεργειακή απόδοσή τους που κυμαίνεται από 11% - 16% είναι σχετικά μικρότερη από αυτή των μονοκρυσταλλικών, αλλά από τη στιγμή που οι κυψέλες τοποθετούνται μέσα σε ένα πάνελ με άλλες 60, η πραγματική διαφορά σε watt ανά τετραγωνικό μέτρο είναι αμελητέα. Σήμερα, με την ταχύτατη ανάπτυξη της τεχνολογίας, η απόδοσή τους τείνει να αγγίζει την απόδοση των μονοκρυσταλλικών.
- Είναι τα πλέον διαδεδομένα πάνελ παγκοσμίως.
- Έχουν την καλύτερη σχέση κόστους-απόδοσης.
- Έχουν γαλάζιο χρώμα.



Εικ 2.5.3. Πολυκρυσταλλικό πάνελ

-**Μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πάνελ:** Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί από ένα μόνο μεγάλο κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Η κατασκευή τους είναι πιο πολύπλοκη, με αποτέλεσμα το υψηλότερο κόστος παραγωγής

Χαρακτηριστικά:

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



Εικ 2.5.4. Μονοκρυσταλλικό πάνελ

-**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 (CuInSe₂ ή CIS), Τελουριούχου Καδμίου (CdTe), Αρσενικούχου Γαλλίου (GaAs) κλπ). Τα πάνελ άμορφου πυριτίου που είναι και τα πλέον διαδεδομένα αυτής της κατηγορίας, αποτελούνται από ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγού υλικού (πυρίτιο στην περίπτωση μας) πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού κόστους όπως από γυαλί ή αλουμίνιο. Ο χαρακτηρισμός άμορφο φωτοβολταϊκό προέρχεται από τον τυχαίο τρόπο με τον οποίο είναι διατεταγμένα τα άτομα του πυριτίου.

Χαρακτηριστικά:

- Έχουν, ονομαστικά, χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες (6% έως 11%).
- Λόγω της μικρότερης ποσότητας πυριτίου που χρησιμοποιείται κατά την παραγωγή τους, η τιμή τους είναι αισθητά χαμηλότερη.
- Αποδίδουν καλύτερα στις υψηλές θερμοκρασίες.
- Τα πάνελ λεπτού υμενίου έχουν καλύτερες αποδόσεις σε σχέση με τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία (συννεφιά).
- Έχουν χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα κάτι που σημαίνει ότι για να παράγουμε την ίδια ενέργεια χρειαζόμαστε σχεδόν διπλάσια επιφάνεια σε σχέση με τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία.
- Δεν υπάρχουν στοιχεία από παλιές εγκαταστάσεις, σχετικά με τις αποδόσεις και τη διάρκειά τους, αφού η τεχνολογία τους είναι σχετικά καινούρια.
- Αποτελούν καλή λύση όταν υπάρχουν: μεγάλος διαθέσιμος χώρος, σκιάσεις, δυσμενής προσανατολισμός.



Εικ 2.5.5. Πάνελ λεπτού υμενίου (thin film)

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

Χαρακτηριστικά:

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



Εικ 2.5.6.Υβριδικό πάνελ

2.6 Κινούμενα Συστήματα Στήριξης (Trackers)

Τα κινούμενα συστήματα στήριξης παρακολουθούν την κίνηση του ηλίου κατά την διάρκεια της ημέρας επιτυγχάνοντας αύξηση της απόδοσης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης και κατά συνέπεια αύξηση της παραγόμενης ενέργειας. Με τη χρήση του κινούμενου συστήματος στήριξης είναι δυνατό να επιτευχθεί αύξηση της παραγόμενης ενέργειας έως και 40%.

Χωρίζονται σε δύο συστήματα:

- Σύστημα ενός άξονα
- Σύστημα δύο αξόνων

Στα συστήματα ενός άξονα τα την επιφάνεια των φ/β μόνο κατά την διεύθυνση Ανατολής - Δύσης

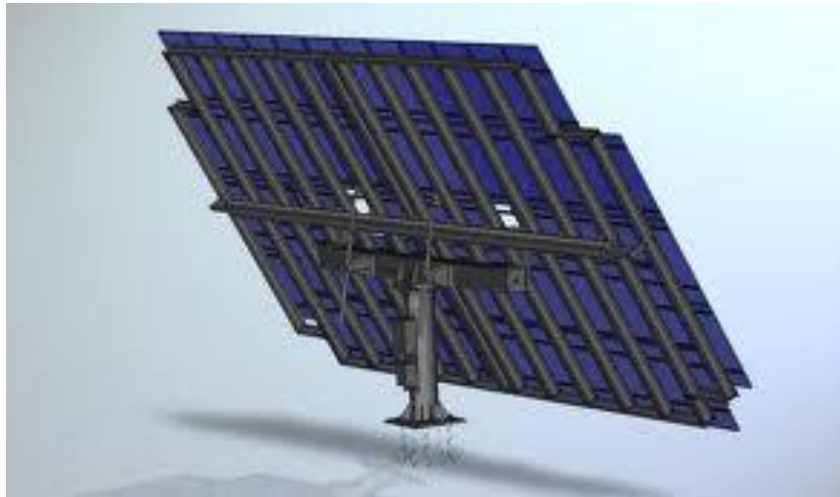


Εικ 2.6.1 Tracker ενός άξονα

Στα συστήματα δύο αξόνων τα φ/β ακολουθούν την κίνηση του ηλίου προς όλες τις διευθύνσεις (Βορρά – Νότο – Ανατολή - Δύση) έτσι ώστε οι ακτίνες του ηλίου να πέφτουν πάντα κάθετα στην επιφάνειά τους.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι με τους οποίους οι trackers επιτυγχάνουν την παρακολούθηση του ηλίου.

- Με χρήση αισθητήρα εντοπισμού του φωτεινότερου σημείου στον ουρανό
- Με χρήση λογισμικού με την πορεία του ήλιου καθ'όλη την διάρκεια του έτους στην συγκεκριμένη περιοχή.



Εικ 2.6.2 Tracker δύο αξόνων

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

2.7 Κατηγορίες Φ/Β συστημάτων

Υπάρχουν δύο κατηγορίες Φ/Β συστημάτων:

1. Τα διασυνδεδεμένα Φ/Β συστήματα και
2. τα αυτόνομα Φ/Β συστήματα

ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Τα βασικά μέρη ενός διασυνδεδεμένου συστήματος είναι: 1. Φ/Β πάνελ, 2. Μετατροπέας, 3. Δίκτυο ΔΕΗ.

Το διασυνδεδεμένο σύστημα χρησιμοποιείται σε συνδιασμό με το δίκτυο της ΔΕΗ. Σε αυτή την περίπτωση ο ιδιώτης πουλάει το ηλιακό ρεύμα στο δίκτυο έναντι μιας τιμής η οποία ορίζεται από τον νόμο και συνεχίζει να αγοράζει ρεύμα από την ΔΕΗ για να καλύψει τις καθημερινές του ανάγκες με τις τιμές που ισχύουν και στους υπόλοιπους καταναλωτές.

Σε αυτή την περίπτωση χρειάζεται η εγκατάσταση ενός διπλού μετρητή για την μέτρηση της εισερχόμενης και εξερχόμενης ενέργειας.



Εικ 2.7.1 Διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα

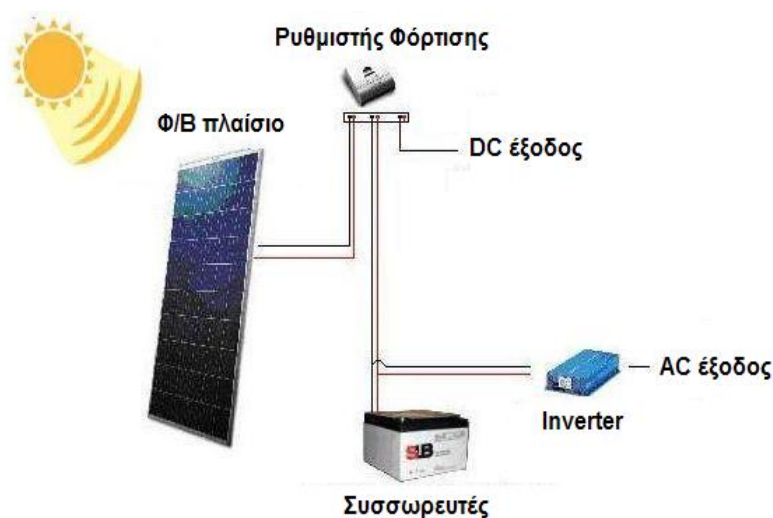
ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Τα κύρια μέρη ενός αυτόνομου Φ/Β συστήματος είναι: 1. Φ/Β πάνελ, 2. Ρυθμιστής φόρτισης, 3. Συσσωρευτής, 4. Μετατροπέας.

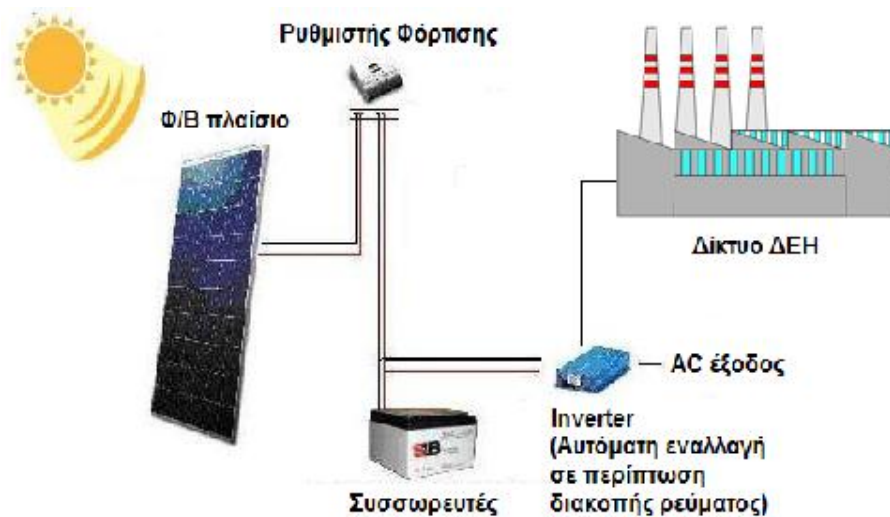
Στην κατηγορία του αυτόνομου συστήματος ο καταναλωτής για να έχει συνεχή παροχή ρεύματος θα χρειαστεί μια μονάδα αποθήκευσης της ενέργειας (συσσωρευτές) και μια συσκευή διαχείρισης της ενέργειας (ρυθμιστές φόρτισης).

Το αυτόνομο σύστημα μπορεί να είναι ανεξάρτητο από το δίκτυο της ΔΕΗ ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εφεδρικό σύστημα (UPS) για να υπάρχει συνέχιση της κάλυψης των αναγκών και στην περίπτωση διακοπής του ρεύματος από την ΔΕΗ.

Με το αυτόνομο Φ/Β σύστημα μπορούμε να καλύψουμε όλες τις ενεργειακές μας ανάγκες. Όμως για την τροφοδοσία θερμικών ηλεκτρικών συσκευών (κουζίνες, κλιματισμός, ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες, ηλεκτρικό καλοριφέρ) δεν συνιστάται για λόγους οικονομίας και αποδοσης. Εναλλακτικές λύσεις για αυτές τις συσκευές θα μπορούσαν να είναι ο ηλιακός θερμοσίφοντας, ο γεωθερμικός κλιματισμός, η κουζίνα υγραερίου και τα συστήματα θέρμανσης με βιομάζα.



Εικ 2.7.2α Αυτόνομο Φ/Β σύστημα ανεξάρτητο από το δίκτυο της ΔΕΗ



Εικ 2.7.2β Αυτόνομο Φ/Β σύστημα συνδεδεμένο με το δίκτυο της ΔΕΗ (UPS)

2.8 Απόδοση Φ/Β στην Ελλάδα

Η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία στη χώρα μας κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα τόσο κατά τη καλοκαιρινή όσο και κατά την χειμερινή περίοδο.

Παρά το γεγονός ότι η Ελλάδα είναι η πιο πλούσια χώρα της Ευρώπης σε ηλιοφάνεια κατατάσσεται μεταξύ των τελευταίων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Αιτία το σχετικά υψηλό κόστος συγκριτικά με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

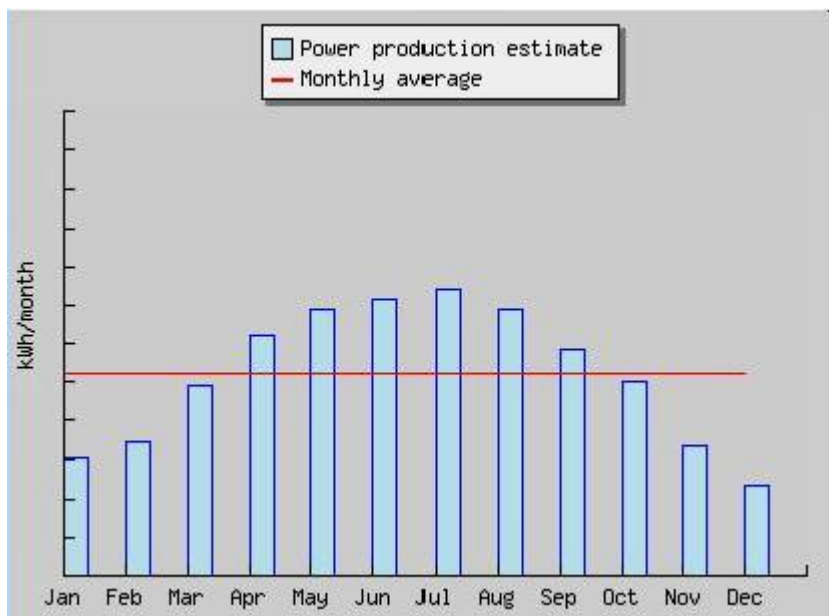
Τον Ιούνιο του 2006 ψηφίστηκε νέος νόμος που ενισχύει σημαντικά την ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκά και τροφοδοτείται στο δίκτυο. Λόγω αυτών των ευνοϊκών κινήτρων που δίνονται τόσο σε ιδιώτες, αλλά κυρίως στις επιχειρήσεις που σκοπεύουν να επενδύσουν στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας έχουν αυξηθεί το επενδυτικό ενδιαφέρον σε έναν κλάδο, ο οποίος μέχρι πρότινος βρισκόταν στο περιθώριο έναντι άλλων εναλλακτικών μορφών ενέργειας όπως η αιολική.

Το σημαντικότερο κίνητρο όμως για επενδύσεις είναι ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων θα μπορεί να πωλείται στη ΔΕΗ εγγυημένα για μία 20ετία σε τιμή η οποία θα αναπροσαρμόζεται με βάση τον πληθωρισμό ή τις αυξήσεις των τιμολογίων της ΔΕΗ. Το νέο νομοθετικό πλαίσιο εγγυάται γρήγορη απόσβεση των επενδύσεων και σημαντικά κέρδη.

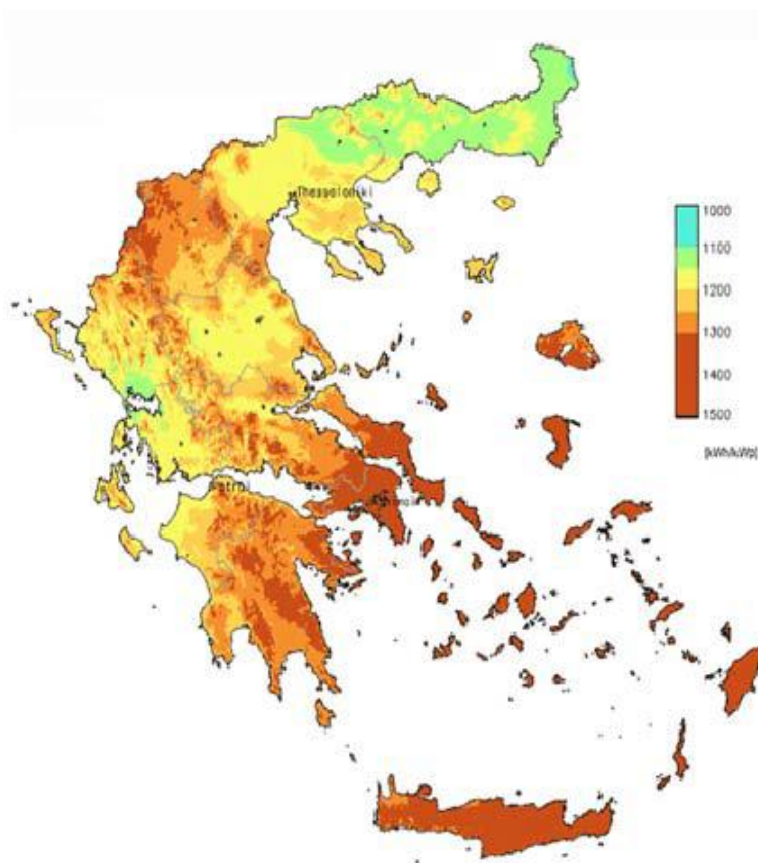
Σύμφωνα με τον νέο νόμο, η παρεχόμενη τιμή πώλησης της ηλιακής κιλοβατώρας είναι 0,40-0,50 ευρώ ανάλογα με την ισχύ του φωτοβολταϊκού συστήματος και τον τόπο εγκατάστασης. Η τιμή είναι μεγαλύτερη στα νησιά και μικρότερη στην ηπειρωτική χώρα. Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στη ΔΕΗ ισχύει για 10 έτη και μπορεί να παρατείνεται για επιπλέον 10, μονομερώς, με έγγραφη δήλωση του παραγωγού.

Κατά μέσο όρο κάθε εγκατεστημένο σύστημα παραγωγής 1KW έχει ετήσια παραγωγή 1150-1400KWh. Στις νότιες περιοχές της χώρας ένα Φ/Β σύστημα παράγει περισσότερο ηλιακό ρεύμα από ότι στις βόρειες περιοχές.

Παρατηρώντας την Εικ 2.9.2 βλέπουμε ότι ένα Φ/Β σύστημα 1KW στην περιοχή της Αθήνας θα μας δώσει 1.250-1.450 KWh/έτος, στη Θεσσαλονίκη 1.150-1.275 KWh/έτος, στην Ορεστιάδα 1075-1200 KWh/έτος και στην Κρήτη 1.400-1.500 KWh/έτος.



Εικ 2.8.1. Απόδοση Φ/Β στοιχείου ανα μήνα

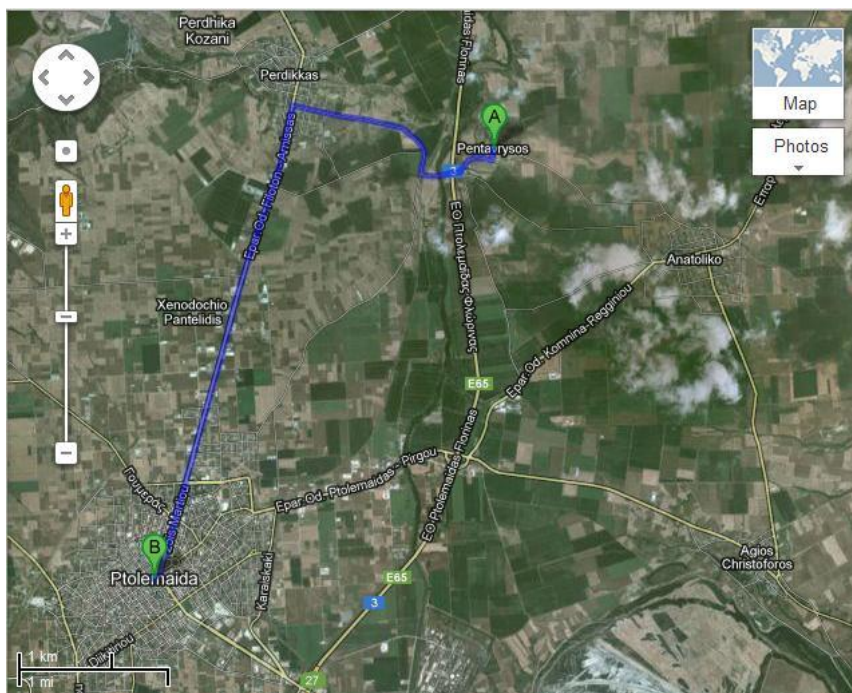


Εικ 2.8.2. Χάρτης Ετήσιας παραγωγής ενέργειας (KWh/year/KW)

3.ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

3.1 Θέση Ανέγερσης Εγκατάστασης

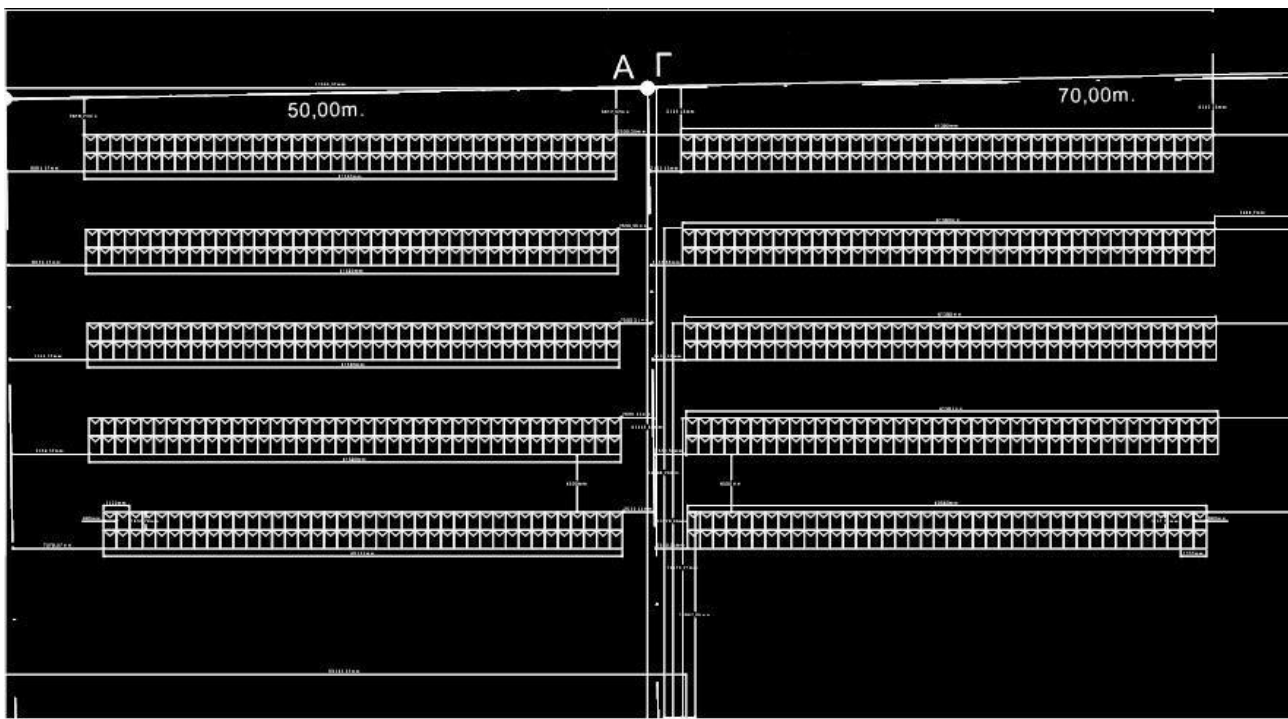
Η θέση εγκατάστασης βρίσκεται στον Νομό Κοζάνης στο χωριό Πεντάβρυσος που απέχει 8 χλμ από την πόλη της Πτολεμαΐδας (Εικ 3.1.1 και 3.1.2).



Εικ 3.1.1 Χάρτης Διαδρομής Πτολεμαΐδας-Πενταβρύσου



Εικ 3.1.2 Θέση Γηπέδου



Εικ 3.1.3 Κάτοψη φ/β πάρκου

Η πρόσβαση στο χώρο του Φ/Β πάρκου γίνεται μέσω αγροτικής οδού. Η έκταση του γηπέδου που έχει χρησιμοποιήθει και έχει περιφράχτει είναι ~3,5 στρέμματα, το γήπεδο έχει μηδενική κλίση και επειδή δεν υπάρχει κάποιο βουνό, κτίριο, κολώνα ή κάποιο άλλο αντικείμενο που να σκιάζει το γήπεδο είναι 100% ηλιόλουστο καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας.

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

3.2 Σχέδιο Μελέτης

3.2.1 ΠΕΡΙΦΡΑΞΗ

Η περίφραξη είναι από συρματόπλεγμα και έχει 1 πόρτα ανοιγόμενη, διπλού ανοίγματος, συνολικού μήκους 5 μέτρων. Οι μεταλλικοί πάσσαλοι είναι γαλβανισμένοι και τοποθετήθηκαν σε απόσταση 2.5 μέτρων μεταξύ τους σε υποδοχές εντός του εδάφους που θα πληρώνονται με σκυρόδεμα.

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΠΕΡΙΦΡΑΞΗΣ:

- Συρματόπλεγμα ύψους 2 μέτρων, 55X5mm με πάχος σύρματος 2.7mm (N16)
- Πάσσαλος από σωλήνα γαλβανιζέ διαμέτρου Φ60mm συνολικού ύψους 3m με κάμψη 0.5m
- Αντηρίδες από παρόμοιο σωλήνα ύψους 2.5m.
- Τάπα PVC στις οπές των σωληνών.
- Σύνδεσμοι γαλβανιζέ για τις αντηρίδες.
- Σύρμα αγκαθωτό.
- Σύρμα σύγιες N16.
- Σύρμα για δέσιμο N11.
- Σκυρόδεμα C16/20.

Η περίφραξη έχει 2.5m ύψος από το έδαφος. Αποτελείται από γαλβανισμένο συρματοπλέγμα 55X55mm, N16, ύψους 2m και μεταλλικούς ορθοστάτες οι οποίοι είναι πάσσαλοι από γαλβανισμένους σωλήνες διαμέτρου Φ60mm πάχους 1.5mm, ύψους 2.5m με κεκλιμένη επέκταση 0.5m. Οι ορθοστάτες εκτείνονται ανά 2.5m και στις γωνίες της περίφραξης υπάρχουν αντηρίδες. Στο επάνω μέρος της περίφραξης τοποθετήθηκαν 3 σειρές αγκαθωτό σύρμα γαλβανιζέ. Η θύρα της περίφραξης είναι ανοίγματος 5m για την εύκολη διέλευση βαρέων οχημάτων. Οι ορθοστάτες της περίφραξης τοποθετήθηκαν σε βάθος 0.5m και πληρώθηκαν με οπλισμένο σκυρόδεμα C16/20.

3.2.2 ΓΕΙΩΣΗ – ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Για την κατασκευή της γείωσης τοποθετήθηκε ταινία 30X3.5 mm σε βάθος 0.5m από το έδαφος και σε διάταξη πλέγματος κάτω από τον χώρο των βάσεων. Η ταινία είναι St/tZn 30X3.5mm. Στηρίζεται με πάσσαλους ανά 2 μέτρα επί του εδάφους. Στην ταινία συνδέονται με συνδέσεις χάλυβα οι αγωγοί που καταλήγουν στις ακίδες και οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται στην ισοδυναμική προστασία των μεταλλικών βάσεων των Φ/Β κυψελών. Οι αγωγοί είναι Φ8 από St/tZn. Οι συνδέσεις των βάσεων με τον αγωγό υλοποιούνται με την χρήση συνδέσμων τύπου Η 6-10mm St/tZn. Τα σημεία όπου οι αγωγοί εξέρχονται από το έδαφος καλύβονται (30cm επί του εδάφους και 30cm επί του αέρα) από ειδική αντιδιαβρωτική ταινία. Τέλος έχει υπολογιστεί και ισοδυναμικός ζυγός για γειώσεις στον εξωτερικό pillar της εγκατάστασης.

Οι συνδέσεις μεταξύ των υλικών γείωσης και των υπόλοιπων αγωγών έγιναν με συνδέσμους που διαθέτουν κοχλίες και βίδες πιστοποιημένης ικανότητας απαγωγής 100kA 10/350μsec.



Εικ 3.2.1 Αντικεραυνική προστασία

Προστασία των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών από κρουστικές υπερτάσεις

Προστασία του γενικού πίνακα εγκατάστασης από άμεσα και έμμεσα κεραυνικά πλήγματα στο εναλλασσόμενο ρεύμα.

Για τον γενικό πίνακα της εγκατάστασης τοποθετήθηκε μια διάταξη παράλληλα από τις τρεις φάσεις και τον ουδέτερο έναντι γείωσης. Η διάταξη απάγει άμεσα και έμμεσα κεραυνικά πλήγματα από το δίκτυο του εναλλασσόμενου ρεύματος μέχρι 100kA κυματομορφής 10/350μsec αφήνοντας παραμένουσα τάση $\leq 1.5\text{kV}$.

Προστασία Γενικού πίνακα ιδιοκαταναλώσεων από άμεσα ή έμμεσα κεραυνικά πλήγματα στο

ενελλασσόμενο ρεύμα.

Για την προστασία του γενικού πίνακα ιδιοκαταναλώσεων του πάρκου τοποθετήθηκε μια διάταξη παράλληλα από τις τρεις φάσεις και τον ουδέτερο έναντι γείωσης. Η διάταξη απάγει άμεσα και έμμεσα κεραυνικά πλήγματα από το δίκτυο του εναλλασσόμενου ρεύματος μέχρι 50kA κυματομορφής 10/350μsec αφήνοντας παραμένουσα τάση $\leq 1.5kV$.

Προστασία των 3Φ υποπινάκων AC της εγκατάστασης και των υποπινάκων ιδιοκαταναλώσεων από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα στο εναλλασσόμενο ρεύμα.

Για την προστασία των 3Φ υποπινάκων τοποθετήθηκε μια διάταξη παράλληλα από τις φάσεις και τον ουδέτερο έναντι γείωσης. Η διάταξη απάγει έμμεσα κεραυνικά πλήγματα από το δίκτυο του εναλλασσόμενου ρεύματος μέχρι 40kA κυματομορφής 8/20μsec αφήνοντας παραμένουσα τάση $\leq 1.25kV$.

Προστασία των inverters από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα στο συνεχές ρεύμα.

Τοποθετήθηκε στην είσοδο DC κάθε inverter μια διπολική διάταξη παράλληλα από τον θετικό και τον αρνητικό πόλο έναντι γείωσης. Η διάταξη απάγει έμμεσα κεραυνικά πλήγματα από το δίκτυο του συνεχούς ρεύματος μέχρι 40kA κυματομορφής 8/20μsec αφήνοντας παραμένουσα τάση $\leq 3.5kV$ και φέρει ολοκληρωμένο σύστημα ασφαλείας από βραχυκυκλώματα.

Προστασία των κυκλωμάτων επικοινωνίας των inverters από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα στο συνεχές ρεύμα.

Για την προστασία της διάταξης επικοινωνίας RS485 των inverter τοποθετήθηκε απαγωγός υπερτάσεως. Η διάταξη προστατεύει μια δισύρματη γραμμή και απάγει έμμεσα κεραυνικά πλήγματα μέχρι 10kA κυματομορφής 8/20μsec αφήνοντας παραμένουσα τάση $\leq 27V$. Η διάταξη αυτή έχει συχνότητα αποκοής 250MHz .

Προστασία απλής δισύρματης τηλεφωνικής γραμμής από άμεσα και έμμεσα κεραυνικά πλήγματα στο συνεχές ρεύμα.

Για την προστασία απλής τηλεφωνικής γραμμής τοποθετήθηκε απαγωγός υπερτάσεως. Η διάταξη προστατεύει μια δισύρματη γραμμή και απάγει άμεσα και έμμεσα κεραυνικά πλήγματα μέχρι 5kA κυματομορφής 10/350μsec αφήνοντας παραμένουσα τάση $\leq 270V$.

Προστασία κυκλώματος CCTV από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα στο συνεχές ρεύμα.

Για την προστασία απλής τηλεφωνικής γραμμής τοποθετήθηκε απαγωγός υπερτάσεως. Η διάταξη προστατεύει τον ομοαξονικό αγωγό των κυκλωμάτων CCTV από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα μέχρι 10kA κυματομορφής 8/20μsec αφήνοντας παραμένουσα τάση $\leq 25V$.

3.2.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΙΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ

Οι εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν κατάλληλα επιλεγμένους αισθητήρες μέτρησης μετεωρολογικών παραμέτρων και δεδομένων της λειτουργίας του Φ/Β σταθμού όπως ,αισθητήρες έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, αισθητήρες εξωτερικής θερμοκρασίας και θερμοκρασίας λειτουργίας των Φ/Β γεννητριών, μετρητές στιγμιαίας ισχύος και ενέργειας στην έξοδο των Φ/Β και του αντιστροφέα κτλ. Το αδιάλειπτης καταγραφής των παραμέτρων λειτουργίας του συστήματος είναι συμβατό με την τεχνολογία του αντιστροφέα. Το σύστημα επιτήρησης μπορεί να καταγράφει και να αποθηκεύει τα δεδομένα έτσι ώστε να επιτρέπει την συνεχή ανάλυση της απόδοσης του Φ/Β πάρκου.

Εγκαθίστανται απευθείας στα Φ/Β πλαίσια και μετρούν την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και την θερμοκρασία του πλαισίου. Πραγματοποιούν μια συνεχή σύγκριση κανονικών/θεωρητικών τιμών της ισχύος της εγκατάστασης. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται η εύκολη ανίχνευση σκιών, ακαθαρσιών ή μιας παρατεταμένης μείωσης της ισχύος στο Φ/Β πλαίσιο. Οι πρόσθετες συνδέσεις των αισθητήρων για βέλτιστη μέτρηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος ή της ταχύτητας του ανέμου επιτρέπουν ακόμα πιο ακριβείς υπολογισμούς.

Το σύστημα επιτήρησης παρέχει την δυνατότητα παρακολούθησης της απόδοσης και της παραγωγής του συστήματος καθώς και όλων των παραμέτρων μέτρησης των αισθητήρων οποιαδήποτε στιγμή και από οπουδήποτε μέσω internet.



Εικ 3.2.2 Σύστημα επιτήρησης Φ/Β σταθμού

3.2.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Σύστημα περιμετρικής ανίχνευσης παραβίασης περιφραξής:

Για την ασφάλεια του σταθμού τοποθετήθηκε σύστημα συναγερμού το οποίο αποτελείται από 4 ανιχνευτές δέσμης με laser beams που αποτρέπει την είσοδο του σταθμού σε κάθε εισβολέα. Σε περίπτωση παραβίασης ή βλαβών ειδοποιείται με τηλεφωνική κλήση ο ιδιοκτήτης αλλά και πρόσωπα ή εταιρείες που θα υποδείξει ο ιδιοκτήτης. Σε περίπτωση αφοπλισμού ή οπλισμού του συναγερμού ειδοποιείται ο ιδιοκτήτης με γραπτό μήνυμα όπως επίσης με γραπτό μήνυμα μπορεί ο ίδιος ο ιδιοκτήτης να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει τον συναγερμό από οποιαδήποτε απόσταση.



Εικ 3.2.3 Σύστημα περιμετρικής ανίχνευσης παραβίασης περίφραξης



Εικ 3.2.4 Πίνακας συναγερμού

Σύστημα παρακολούθησης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης CCTV:

Αποτελείται από 4 σταθερές κάμερες εξωτερικού χώρου διατεταγμένες στην περίμετρο της εγκατάστασης. Οι κάμερες επιτηρούν τον χώρο και καταγράφουν σε όλη την διάρκεια της ημέρας και την νύχτας. Τα δεδομένα αποθηκεύονται σε σκληρούς δίσκους και ανά πάσα στιγμή αποστέλλονται μέσω του διαδικτύου στην εταιρεία διαχείρισης του συστήματος και στον ιδιοκτήτη μέσω εφαρμογών υπολογιστή ή κινητής τηλεφωνίας. Μέσω κινητού τηλεφώνου χρησιμοποιείται η εφαρμογή Eagleeyes η οποία έχει την δυνατότητα να παρακολουθεί τι αποθανατίζουν οι κάμερες εκείνη την στιγμή όπως επίσης και οποιαδήποτε άλλη στιγμή στο παρελθόν με την λειτουργία αναπαραγωγής ιστορικού.



Εικ 3.2.5 Εφαρμογή Eagleeyes και μήνυμα αναφοράς



Εικ 3.2.6 Real time video από τις κάμερες παρακολούθησης



Εικ 3.2.7 Real time video από κάμερα παρακολούθησης της επιλογής μας

Φωτισμός:

Επί των ιστών των καμερών τοποθετήθηκαν προβολείς HQI μειωμένης κατανάλωσης. Σε περίπτωση συναγερμού δίνεται εντολή για την έναυση των προβολών.

Ο πίνακας συναγερμού τοποθετήθηκε κάτω από ένα εξωτερικό pillar όπως και οι λοιπές διατάξεις των συστημάτων συναγερμού, φωτισμού και CCTV. Κάτω από το εξωτερικό pillar τοποθετήθηκε UPS 1KVA για την τροφοδότηση των συστημάτων ασφαλείας και παρακολούθησης του παρκου σε περίπτωση διακοπής της παροχής του δικτύου.

3.2.5 ΛΟΙΠΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Όλη η ηλεκτρολογική εγκατάσταση είναι σύμφωνη με τους κανονισμούς σχετικά με τις αρμονικές και την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα, την Ελληνική νομοθεσία και τους σχετικούς κανονισμούς της ΔΕΗ σχετικά με την ποιότητα του παρεχόμενου ρεύματος.

Πρίν από κάθε αντιστροφή τοποθετήθηκε υπο-πίνακας DC στον οποίο συνδέονται οι Φ/Β συστοιχίες που περιλαμβάνει:

- Ασφαλειοθήκη
- Απαγωγούς υπερτάσεων
- Διακόπτη φορτίου

Κατόπιν οι αντιστροφείς ομαδοποιούνται σε υπο-πίνακες AC ο οποίος περιλαμβάνει:

- WL αυτόματη ασφάλεια
- Απαγωγό υπερτάσεων
- WL αυτόματη ασφάλεια

ΚΑΛΩΔΙΑ

DC: Για την ηλεκτρολογική σύνδεση των Φ/Β πλαισίων μεταξύ τους, χρησιμοποιήθηκε ειδικού τύπου καλώδιο, με ενσωματωμένες τις επαφές θετικού και αρνητικού πόλου. Το αγώγιμο υλικό του καλωδίου είναι χαλκός, κατάλληλης διατομής. Το καλώδιο είναι έυκαμπτο, άφλεκτο και έχει προδιαγραφές προστασίας από την υπεριώδη ακτινοβολία και την λειτουργία σε υψηλές θερμοκρασίες. Συγκεκριμένα οι ακραίες συνθήκες λειτουργίας για το καλώδιο σύνδεσης των Φ/Β πλαισίων είναι από -40°C έως $+100^{\circ}\text{C}$. Η όδευση των καλωδίων DC γίνεται επί των μεταλλικών κριωμάτων.

AC: Για το AC τμήμα του Φ/Β Σταθμού και συγκεκριμένα για την σύνδεση των αντιστροφών DC/AC με τον κεντρικό πίνακα του Φ/Β σταθμού χρησιμοποιήθηκαν καλώδια τύπου NYV (J1VV-R) κατασκευασμένα σύμφωνα με το VDE-0271.

Οι διατομές των καλωδίων και των αγωγών είναι τέτοιες ώστε η πτώση τάσης σε συνθήκες NOCT και σε τάση MPP, από την έξοδο των Φ/Β πλαισίων μέχρι και τους αντιστροφείς να είναι μικρότερη του 1%.

ΣΗΜΑΤΩΝ: Τα καλώδια σημάτων που τοποθετήθηκαν σε πλαστικούς υπόγειους σωλήνες αφορούν:

- UTP καλώδιο για την μετάδοση εικόνας από τις κάμερες

- LIYCY (TP) για την μετάδοση σημάτων από τους αντιστροφείς και τους λοιπούς αισθητήρες προς το κέντρο ελέγχου.



Εικ 3.2.8 Απόσταση μετρητών το δίκτυο ΔΕΗ

3.2.6 ΒΑΣΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Φ/Β πλαίσια

Τα Φ/Β πλαίσια έχουν όλα ίδια ονομαστική ισχύ, έχουν ακριβώς ίδιες διαστάσεις, έχουν ενσωματωμένες διόδους παράκαμψης (by-pass diodes) και πληρούν τις παρακάτω προδιαγραφές:

- Mechanical stability – ICE 61215: Design qualification and type approval for crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules [1993-04].
- Electrical – TUV Spec TZE/2.572.09 “Safety class II Test on photovoltaic (PV) modules” ή αντίστοιχο.

Τα Φ/Β πλαίσια διαθέτουν ακόμη “Declaration of conformity CE” του κατασκευαστή σύμφωνα με την 2004/108/EC (ή 93/97/EC ή 89/336/EC) “Electromagnetic compatibility directive” και την 2006/95/EC (ή 93/86/EC ή 73/23/EC) “Low voltage directive”.

Το κάθε Φ/Β πλαίσιο συνοδεύεται από Flash Report όπου αναγράφεται η «flashed ισχύς» του

όπως μετρήθηκε πριν από την έξοδό του από το εργοστάσιο κατασκευής του.

Τέλος τα Φ/Β πλαίσια διαθέτουν τις παρακάτω εγγυήσεις:

- 10ετής εγγύηση προϊόντος
- Εγγύηση ισχύος :10 έτη χρήσης στο 90% της ονομαστικής ισχύος, 25 έτη χρήσης στο 80% της ονομαστικής ισχύος.



Εικ 3.2.9 Φ/Β συστοιγία της εγκατάστασης

Αντιστροφείς ισχύος (inverters)

Οι αντιστροφείς είναι τριφασικοί, τύπου “string inverter”, δηλ. συνδέουν τμήματα του Φ/Β συστήματος απευθείας στο δίκτυο και διαθέτουν προστασία (κλάση στεγανότητας) IP65 για εξωτερική τοποθέτηση (υπάιθρια εγκατάσταση).

Διαθέτουν όλες από την ΔΕΗ ασφάλειες για την εγκατάσταση και την λειτουργία τους στο ηλεκτρικό δίκτυο και είναι πλήρως συμβατοί με τους σχετικούς κανονισμούς.

Έχουν ενσωματωμένες όλες τις διατάξεις ηλεκτρονόμων ορίου τάσης, ορίου συχνότητας, ασυμμετρίας τάσης, και υπερέντασης ενώ υποχρεωτικά διαθέτουν προστασία έναντι του φαινομένου της νυσιδοποίησης κάτι που σημαίνει ότι διακόπτουν αυτόματα την λειτουργία τους σε περίπτωση διακοπής του δικτύου ΔΕΗ.

Επίσης διαθέτουν τις παρακάτω πιστοποιήσεις:

- DIN VDE V 0126-1-1
- CE

Επιπλέον έχουν τις παρακάτω παραμέτρους δικτύου:

- Εύρος τάσεως εναλλασσόμενου ρεύματος +15% έως -20% επί της ονομαστικής (230V).
- Περιοχή συχνοτήτων εναλλασσόμενου ρεύματος +0.5% Hz της ονομαστικής (230V).

- Συντελεστής παραμόρφωσης ρεύματος <4%
 - DC-Current injection: <0.5% του ονομαστικού ρεύματος.
- Τέλος διαθέτουν 10ετή εγγύηση προϊόντος με δυνατότητα επέκτασης μέχρι 20χρόνια.



Εικ 3.2.10 Inverters στην πίσω όψη της συστοιχίας

Σύστημα στήριξης Φ/Β πλαισίων

Η εγκατάσταση των Φ/Β πλαισίων έγινε σε σταθερές βάσεις αλουμινίου. Για την μελέτη των συστημάτων στήριξης θεωρήθηκαν τα μόνιμα φορτία, οι θερμοκρασιακές μεταβολές, το φορτίο χιονιού και το φορτίο ανέμου σύμφωνα με τις διατάξεις του ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 1. Επιπλέον λήφθηκαν υπόψη τα δυναμικά φορτία όπως προκύπτουν βάσει του φασματος σχεδίου του ισχύοντος Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού 2000 (ΕΑΚ-2000) με τις συμπληρώσεις του 2003.

Επίσης λήφθηκε μέριμνα στην συμβατότητα των διάφορων υλικών του εξοπλισμού (Φ/Β πλαίσια, σύστημα στήριξης, μηχανικές συνδέσεις μεταξύ τους, κλπ) ώστε να μην εμφανίζονται ηλεκτροχημικές διαβρώσεις καθώς και στη χρήση κατάλληλων υλικών, όπου αυτό είναι απαραίτητο, για την αποφυγή τέτοιων προβλημάτων (χρήση διμεταλλικών επαφών, κατάλληλες βίδες κλπ).

Η πακτώση των συστημάτων στήριξης έγινε με την μέθοδο της πασσαλόμπτυξης και η πλήρωση των πασσάλων με οπλισμένο σκυρόδεμα σε τέτοιο βάθος ώστε να διασφαλίζεται η στατική επάρκεια του συστήματος.

Η απόσταση του κάτω μέρους της κάθε συστοιχίας Φ/Β πλαισίων από το έδαφος είναι ~0.5m και του πάνω μέρους ~2.3m. Το πλάτος της κάθε συστοιχίας (Φ/Β πάνελ και βάσεις στήριξης) είναι ~2.8m και το μήκος της είναι 41,4m. Η απόσταση μεταξύ των συστοιχιών είναι 4,5m. Το σύστημα στήριξης έχει κλίση 32° σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο και είναι στραμμένο προς τον Νότο.

Λόγω της διαφορετικής θέσης του ήλιου κάθε μήνα θα πρέπει τα φ/β πλαίσια να τοποθετούνται

με τέτοια κλίση ώστε οι ακτίνες του ήλιου να χτυπούν κάθετα προς την επιφάνειά τους.
Η κλίση των 32° επιλέχθηκε ως η μέση τιμή για την ιδανική κλίση.

Πίνακας ιδανικότερης κλίσης ανα μήνα

Μήνας	Ιδανική Κλίση
Ιανουάριος	60
Φεβρουάριος	52
Μάρτιος	40
Απρίλιος	26
Μάιος	14
Ιούνιος	7
Ιούλιος	11
Αύγουστος	22
Σεπτέμβριος	37
Οκτώβριος	50
Νοέμβριος	58
Δεκέμβριος	56

Τέλος το σύστημα στήριξης συνοδεύεται από τις παρακάτω εγγυήσεις:

- Εγγύηση στατικής επάρκειας
- Εγγύηση έναντι διάβρωσης κατ'ελάχιστο για 20έτη.



Εικ 3.2.11 Σύστημα στήριξης της Φ/Β συστοιχίας

4.Γενικές Πληροφορίες για το Φ/Β πάρκο

4.1 Τύπος και ισχύς Φ/Β Πάρκου

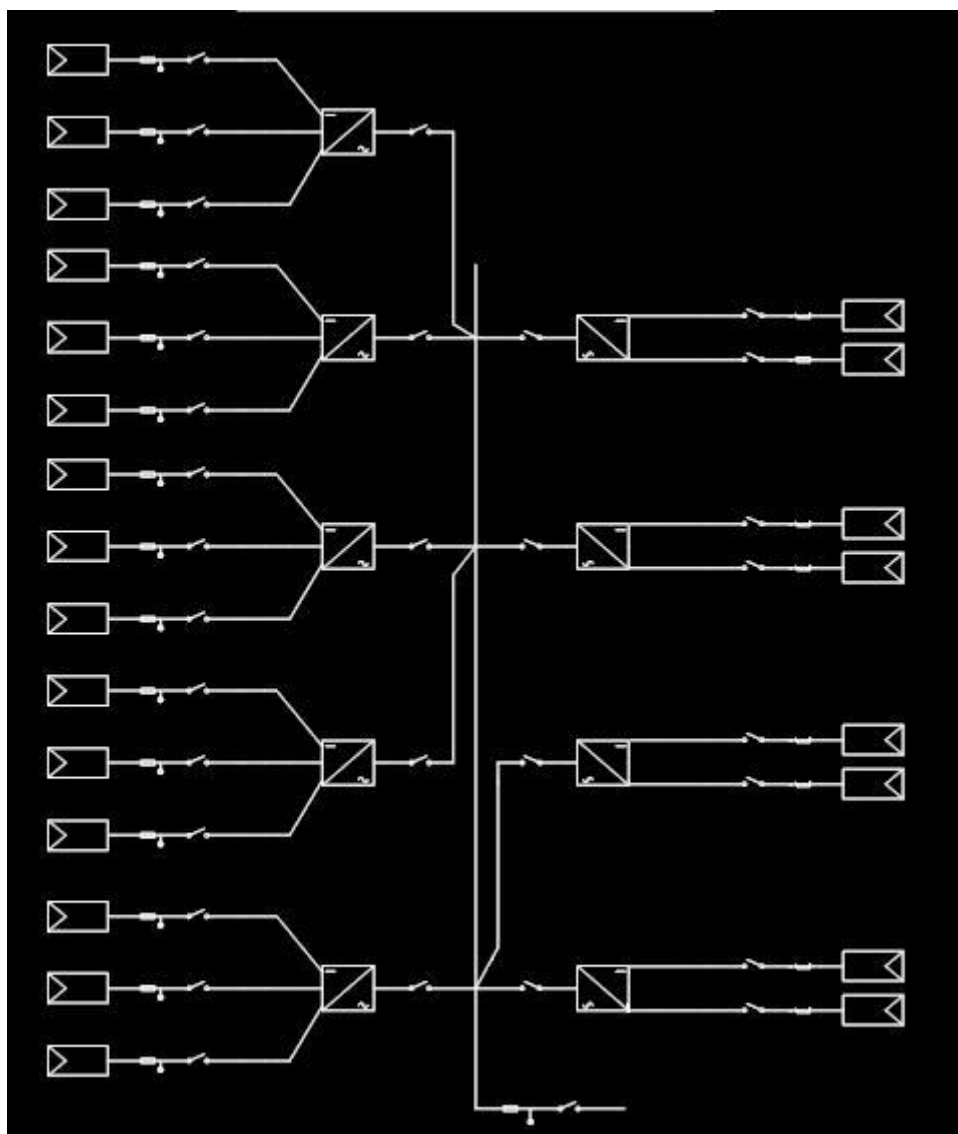
Το Φ/Β πάρκο έχει συνολική ισχύ 99.96kW και είναι εγκατεστημένο σε ιδιόκτητο γήπεδο 3,5 στρεμμάτων. Το Φ/Β σύστημα αποτελείται από 5 συστοιχίες. Οι 4 πρώτες συστοιχίες αποτελούνται από 2 σειρές των 41 Φ/Β πάνελ και η 5^η συστοιχία αποτελείται 2 σειρές των 40 Φ/Β πάνελ. Συνολικά εγκαταστάθηκαν 408 πάνελ.

4.2 Σύνδεσμολογία Φωτοβολταϊκού Σταθμού με το Δίκτυο

Το Φ/Β πάρκο είναι διασυνδεδεμένο με το δίκτυο της ΔΕΗ. Για να περάσει η ενέργεια στο δίκτυο χρησιμοποιήθηκαν 9 inverters πάνω στους οποίους συνδέθηκαν τα Φ/Β πάνελ. Οι 5 inverter είναι 12 kW και οι 4 inverter είναι 10kW.

Στον καθένα από τους inverter των 12 kW συνδέθηκαν 48 πάνελ. Δύο strings από 20 πάνελ συνδέονται στην είσοδο Α (22Α) και τα υπόλοιπα 8 πάνελ στην είσοδο Β (11Α). Στον καθένα από τους inverter των 10 kW συνδέθηκαν δύο strings από 20 πάνελ. Όλα τα πάνελ συνδέθηκαν στην είσοδο Α (22Α).

Για την σύνδεση των Φ/β πλαισίων με τους Inverter χρησιμοποιήθηκε καλώδιο διαμέτρου 6mm και για την σύνδεση των inverter με το δίκτυο της ΔΕΗ χρησιμοποιήθηκε καλώδιο διαμέτρου 16mm.



Εικ 4.2.1 Ηλεκτρολογικό Σχέδιο

4.3 Γενικά χαρακτηριστικά εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε

Τα χαρακτηριστικά των Φ/Β πάνελ και των inverter που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

PV SPECS

CentroSolar 245W Polycrystalline S-Class Professional

Ισχύς υπό STC (1000W/m², cell temp 25°)

Ονομαστική Ισχύς (P_{mp}): 245 Wp

Ρεύμα Βραχυκυκλώματος (I_{sc}): 8.82 A

Τάση λειτουργίας άνευ φορτίου (U_{oc}): 36.6 V

Τάση (U_{mp}): 28.8 V

Ρεύμα (I_{mp}): 8.51 A

Απόδοση πλαισίου : 14.9 %

NOCT: ~46 °C

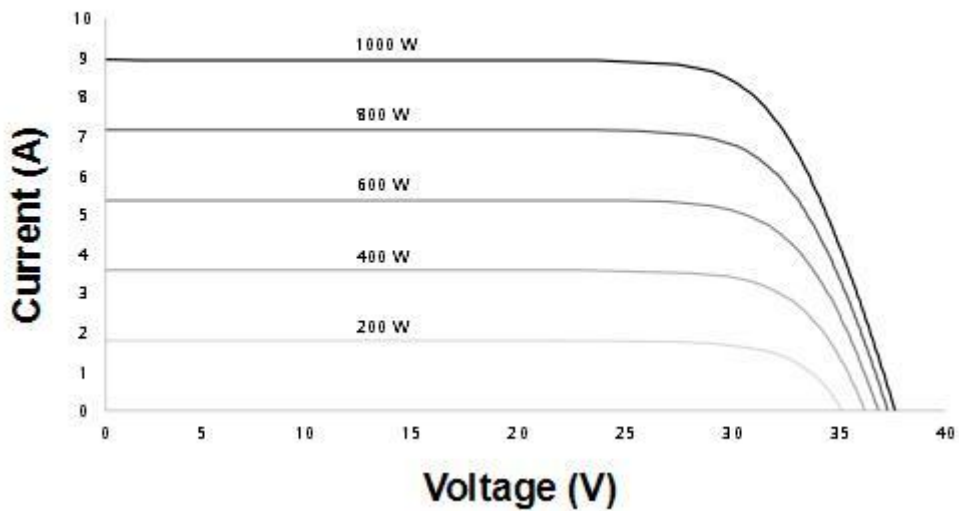
Κουτί διασύνδεσης : IP65

Αριθμός κυψελών : 60

Διαστάσεις Πάνελ: 1.66m X 0.99m

Βάρος: ~20 kg

I-V curve S 245 P60 Professional



Εικ 4.3.1 Καμπύλη απόδοσης φ/β πάνελ

INVERTER SPECS

	Sunny Tripower 10000TL	Sunny Tripower 12000TL
<u>Είσοδος (DC)</u>		
Μέγιστη ισχύς DC (@ $\cos \phi=1$)	10200 W	12250 W
Μέγιστη τάση εισόδου	1000 V	1000 V
Εύρος τάσης MPP / Ονομαστική τάση εισόδου	320 V – 800 V / 600 V	380 V – 800 V / 600 V
Ελάχιστη τάση εισόδου / Τάση έναρξης τροφοδοσίας	150 V / 188 V	150 V / 188 V
Μέγιστο ρεύμα εισόδου σε εισόδο A / εισόδο B	22 A / 11 A	22 A / 11 A

Έξοδος (AC)

Ονομαστική ισχύς (@230 V, 50 Hz)	10000 W	12000 W
Μέγιστη φαινόμενη ισχύς AC	10000 VA	12000 VA
Εύρος ονομαστικής τάσης AC	160 V – 280 V	160 V – 280 V
Ονομαστική συχνότητα δικτύου / Ονομαστική τάση δικτύου	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V
Μέγιστο ρεύμα εξόδου	16 A	19,2 A
Φάσεις τροφοδοσίας / Φάσεις σύνδεσης	3 / 3	3 / 3

Βαθμός απόδοσης

Μέγιστος βαθμός απόδοσης /	98,1 %	98,1 %
----------------------------	--------	--------

Διατάξεις προστασίας

Αποζεύκτης εισόδου	ναι	ναι
Επιτήρηση γείωσης / Επιτήρηση δικτύου	ναι / ναι	ναι / ναι
Απαγωγοί υπέρτασης DC τύπου II με δυνατότητα ενσωμάτωσης	προαιρετικά	προαιρετικά
Προστασία αντίστροφης πολικότητας DC / Αντοχή σε βραχυκύκλωμα AC	ναι / ναι	ναι / ναι
Κατηγορία προστασίας (σύμφωνα με το πρότυπο IEC 62103) /	I / III	I / III

Γενικά χαρακτηριστικά

Διαστάσεις (Πλάτος / Ύψος / Βάθος)	665 / 690 / 265 mm	665 / 690 / 265 mm
Βάρος	59 kg	59 kg
Εύρος τιμών θερμοκρασίας λειτουργίας	25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C
Εκπομπή θορύβου, τυπική Ιδιοκατανάλωση (νύχτα)	51 dB(A) 1 W	51 dB(A) 1 W
Τοπολογία / Σύστημα ψύξης	Χωρίς μετασχηματιστή / OptiCool	Χωρίς μετασχηματιστή / OptiCool
Κατηγορία προστασίας (κατά το πρότυπο IEC 60529)	IP65	IP65
Κλιματική κατηγορία (κατά το πρότυπο IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H

Εξοπλισμός

Οθόνη	Γράφημα	Γράφημα
Διεπαφή: RS485 / Τεχνολογία <i>Bluetooth</i> / Webconnect/ Speedwire***	προαιρετικά / ναι / προαιρετικά / προαιρετικά	προαιρετικά / ναι / προαιρετικά / προαιρετικά
Ρελέ πολλαπλών λειτουργιών/ Power Control Module	προαιρετικά / προαιρετικά ναι / προαιρετικά /	προαιρετικά / προαιρετικά ναι / προαιρετικά /
Εγγύηση: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 χρόνια	προαιρετικά / προαιρετικά / προαιρετικά	προαιρετικά / προαιρετικά / προαιρετικά

5.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

5.1 Υπολογισμός Παραγόμενης Ηλεκτρικής Ενέργειας

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

Η σχέση που συνδέει όλες αυτές τις παραμέτρους είναι:

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

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

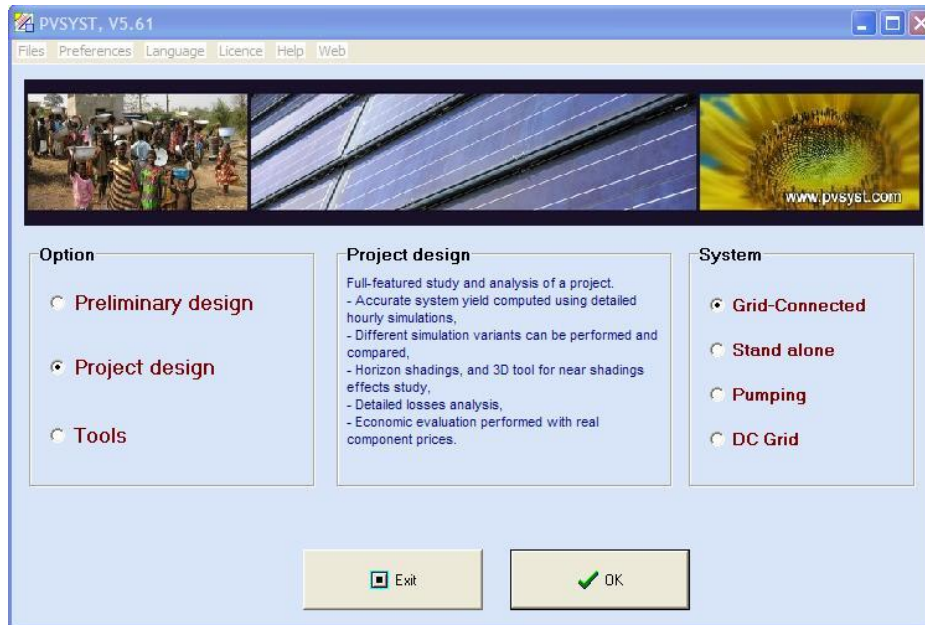
5.1.1 PVSYST

Για να υπολογιστεί η ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που θα παράγει το Φ/Β σύστημα χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα προσομοίωσης PVSYST.

Στις παρακάτω σελίδες παρουσιάζεται ο τρόπος λειτουργίας αυτού του προγράμματος όπως επίσης και μερικά συγκριτικά διαγράμματα από τα αποτελέσματα που προέκυψαν.

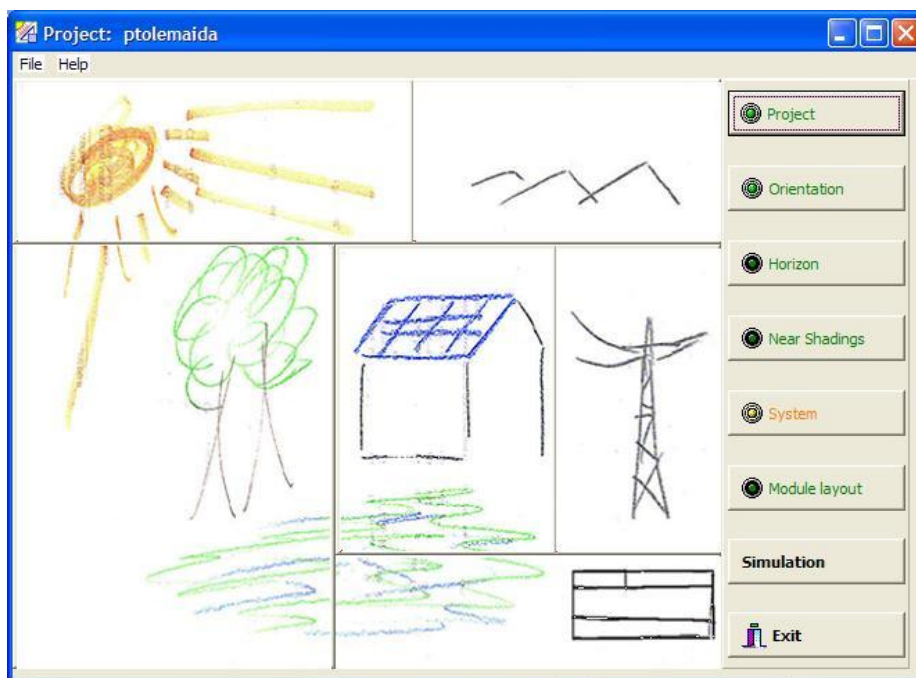
Αρχική σελίδα του προγράμματος.Για το συγκεκριμένο σύστημα από τις επιλογές option επιλέχθηκε η Project Design και από τις επιλογές System επιλέχθηκε η Grid-Connected

Εικ.1



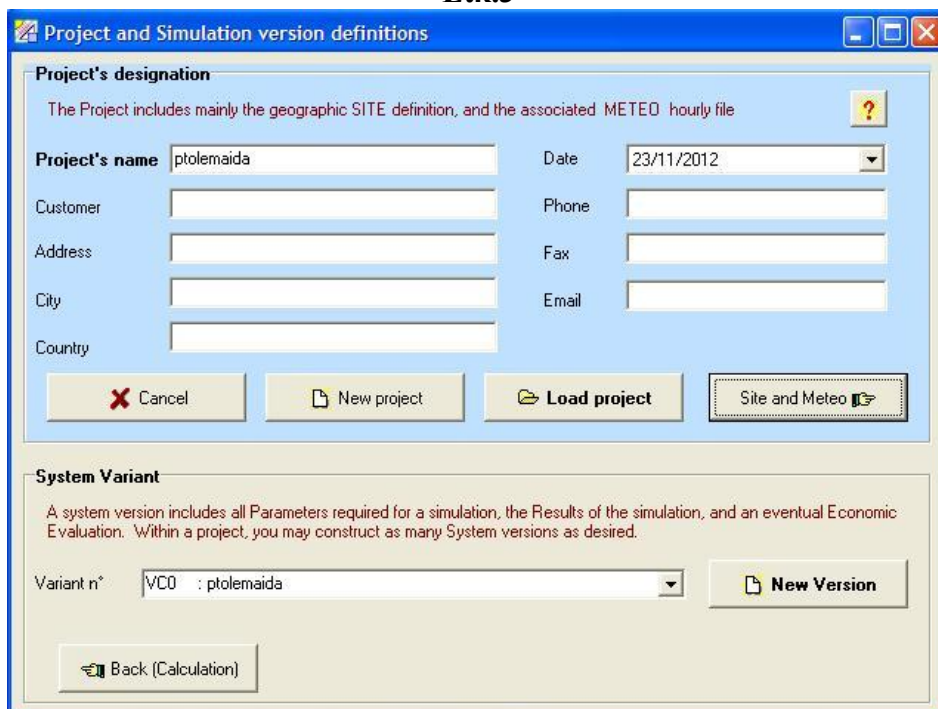
Στο κεντρικό μενού σχεδίασης εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα όπου στην δεξιά μεριά υπάρχουν όλες οι επιλογές-υποκαρτέλες με παραμέτρους που θα πρέπει να εισαχθούν.

Εικ.2



Στην επιλογή Project εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα όπου υπάρχει η δυνατότητα φόρτωσης αποθηκευμένων project.

Εικ.3

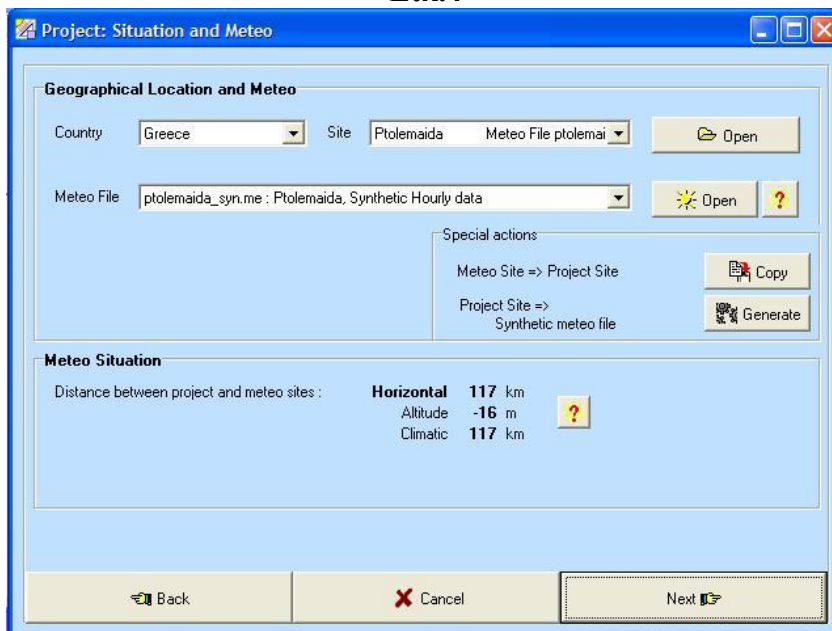


Στην επιλογή Site and Meteo εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα όπου επιλέγεται η γεωγραφική θέση της περιοχής.

Στο Meteo File επιλέγεται ο φάκελος στον οποίο έχουν αποθηκευτεί οι γεωγραφικές και

κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής που θα γίνει η προσομοίωση.

Εικ.4



Στην επιλογή Open (με τον ήλιο) εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα στην οποία υπάρχουν λεπτομερείς ρυθμίσεις της περιοχής (συντεταγμένες, υψόμετρο κτλ).

Εικ.5



Στην επιλογή Modify Site εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα όπου υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης του ετήσιου albedo (συντελεστής ανακλαστικότητας) και των μέσων θερμοκρασιών

της περιοχής.

Εικ.6

Project's parameter: Albedo for the project's situation

Albedo values

Monthly values

Jan.	0.82	July	0.20
Feb.	0.70	Aug.	0.20
Mar.	0.20	Sep.	0.20
Apr.	0.20	Oct.	0.20
May	0.20	Nov.	0.20
June	0.20	Dec.	0.82

Set a common value

Common value: 0.20
(Default: albedo = 0.2)

Usual values for albedo

Urban situation	0.14 - 0.22
Grass	0.15 - 0.25
Fresh Grass	0.26
Fresh snow	0.82
Wet snow	0.55 - 0.75
Dry asphalt	0.09 - 0.15
Wet asphalt	0.18
Concrete	0.25 - 0.35
Red tiles	0.33
Aluminium	0.85
New galvanised steel	0.35
Very dirty galvanised steel	0.08

Site-dependent Design parameters

Reference temperatures for array design by respect to the inverter input voltages

Lower temperature for VmaxAbs limit	-10 °C	Default
Winter operating temperature for VmppMax design	20 °C	
Usual operating temperature under 1000 W/m	50 °C	
Summer operating temperature for VmppMin design	60 °C	

Buttons: Back, Cancel, OK

Στη συνέχεια πατώντας την επιλογή Orientation εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα στην οποία δηλώνεται η κλίση που θα έχουν τα Φ/Β πάνελ καθώς και το αζιμούθιο. Αφού γίνουν οι ανάλογες ρυθμίσεις, πατώντας το OK εμφανίζεται αρχική σελίδα του προγράμματος (Εικ.2).

Εικ.7

Orientation, Variant "ptolemaida"

Field type: Fixed Tilted Plane

Field Parameters

Plane Tilt: 32 °
Azimuth: 0.0 °

Optimisation by respect to

Yearly irradiation yield
 Summer (Apr-Sep)
 Winter (Oct-Mar)

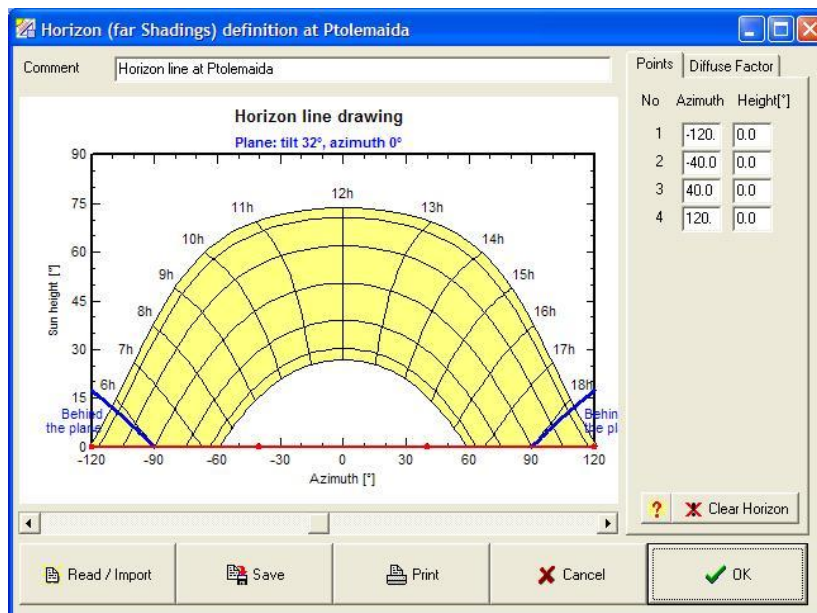
Yearly meteo yield

Transposition Factor FT	1.09
Loss By Respect To Optimum	-0.2%
Global on collector plane	1578 kWh/m ²

Buttons: Show Optimisation, Cancel, OK

Στην συνέχεια στην επιλογή Horizon εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα η οποία δείχνει το ύψος του ήλιου σε σχέση με τα Φ/Β πάνελ.

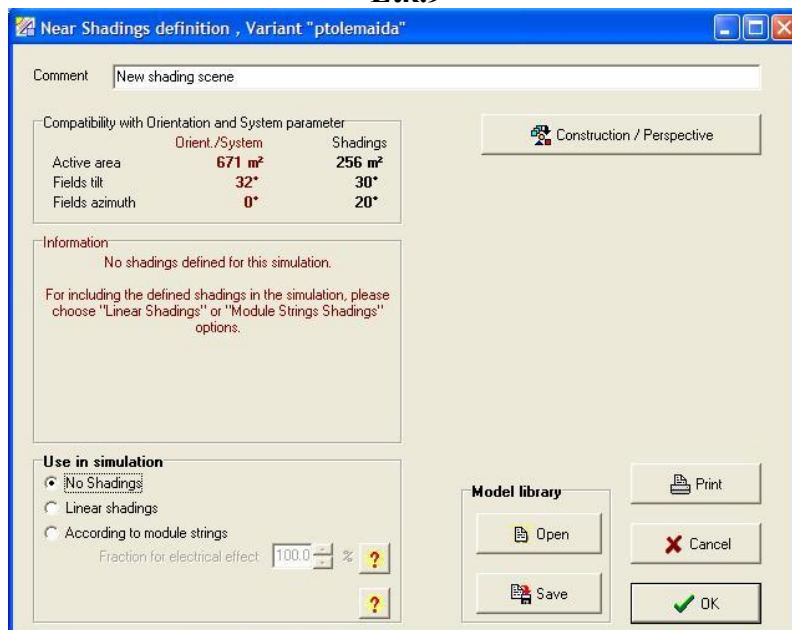
Εικ.8



Στην συνέχεια στην επιλογή Near Shadings εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα στην οποία σε περίπτωση που στην τοποθεσία υπάρχουν αντικείμενα τα οποία μπορεί να σκιάσουν τα Φ/Β πάνελ για κάποιο χρονικό διάστημα της ημέρας (κολώνες, βουνό, κτίριο κτλ) πατώντας στην επιλογή Construction/Perspective ανοίγει μια καινούργια καρτέλα στην οποία υπάρχει η δυνατότητα σχεδίασης του γύρω περιβάλλοντος του Φ/Β πάρκου.

Επειδή στην συγκεκριμένη περίπτωση δεν παρεμβάλλονται εμπόδια στο Φ/Β πάρκο, στις επιλογές Use in simulation χρησιμοποιήθηκε η επιλογή No Shadings.

Εικ.9



Έπειτα στην επιλογή System εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα στην οποία γίνονται όλες οι ρυθμίσεις του συστήματός.

Επιλέγεται ο κατασκευαστής και το μοντέλο των Φ/Β πάνελ καθώς και των Inverter που θα χρησιμοποιηθούν στο Φ/Β πάρκο. Ακόμα υπάρχουν επιλογές για τον αριθμό των Inverters και την

συνδεσμολογία των Φ/Β πάνελ σε κάθε Inverter (strings/series).

Εικ.10

Global System configuration
 2 Number of kinds of sub-fields
 Simplified Schema

Global system summary

Nb. of modules	408	Nominal PV Power	100.0 kWp
Module area	671 m ²	Maximum PV Power	96.7 kWdc
Nb. of inverters	9	Nominal AC Power	100 kWac

Sub-field #1 | Sub-field #2

Presizing Help
 No Sizing Enter planned power kWp, ... or available area m²

Select the PV module
 Sort modules: Power Technology Manufacturer
 245 Wp 24V Si-poly S245P60 Professional Centrosolar Manufacturer 20' Open
 Sizing voltages: V_{mpp} (60°C) **25.4 V**
 V_{oc} (-10°C) **40.9 V**

Select the inverter
 Sort inverters by: Power Voltage (max) Manufacturer
 10 kW 150 - 800 V 50/60 Hz Sunny Tripower10000 TL SMA Open
 Nb. of inverters: Operating Voltage: **150-800 V** Global Inverter's power: **40.0 kWac**
 Use multi-MPPT feature Input maximum voltage: **1000 V** **Inverter with 2 MPPT**

Design the array

Number of modules and strings
 Mod. in series: should be between 6 and 24
 Nbre strings:
 Overload loss: **0.0 %** Show sizing
 P_{nom} ratio: **1.03**

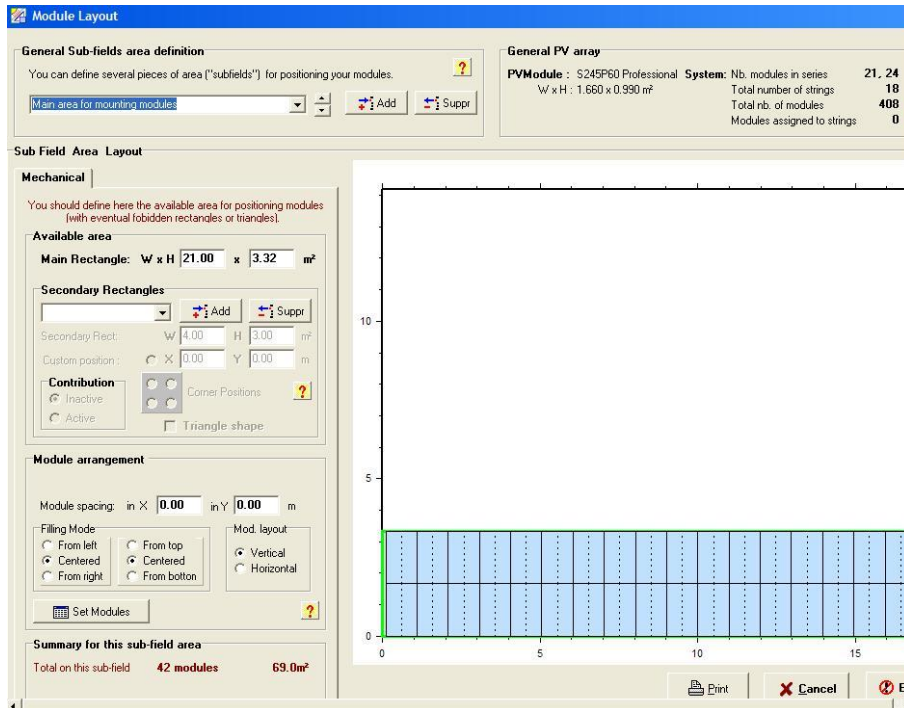
Operating conditions
 V_{mpp} (60°C): 533 V
 V_{mpp} (20°C): 638 V
 V_{oc} (-10°C): 858 V
 Plane irradiance: **1000 W/m²** Max. in data STC
 I_{mpp} (STC): 66.3 A Max. operating power: **37.0 kW**
 I_{sc} (STC): 71.1 A at 1000 W/m² and 50°C
 I_{sc} (at STC): 70.6 A **Array nom. Power (STC): 41.2 kWp**

The Array maximum power is greater than the specified Inverter maximum power. (Info, not significant)

User's needs Detailed losses Cancel OK

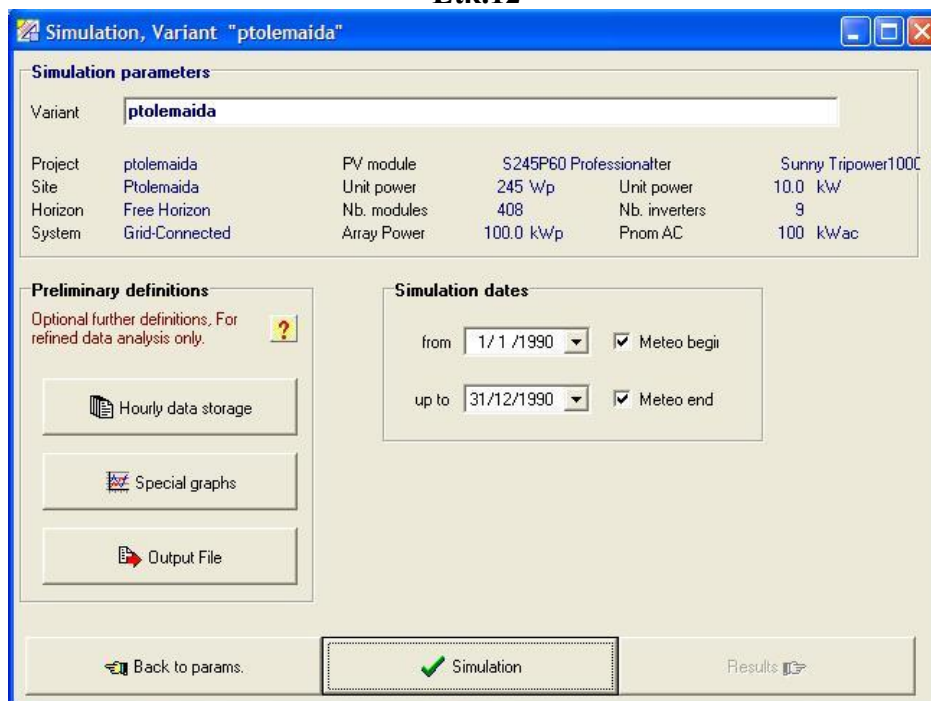
Στην τελευταία επιλογή Module Layout εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα όπου γίνεται προσομοίωση για τις θέσεις και τις συνδεσμολογίες των Φ/Β πάνελ στον χώρο της έκτασης του γηπέδου. Αυτή η επιλογή δεν είναι χρήσιμη για την προσομοίωση του προγράμματος και συνήθως αποφεύγεται.

Εικ.11



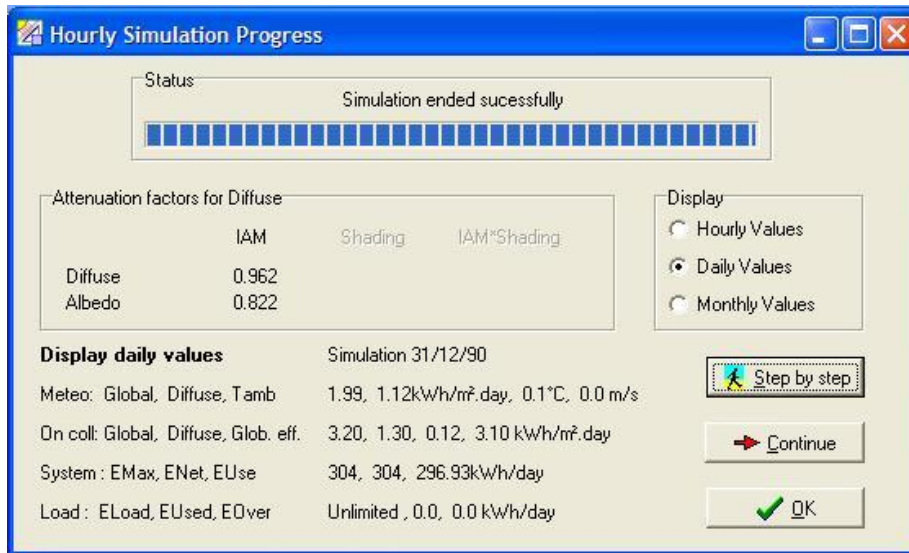
Τέλος, πατώντας στην επιλογή Simulation όπου και εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα στην οποία ξεκινάει η προσομοίωση των ρυθμίσεων που έγιναν σε όλα τα παραπάνω βήματα.

Εικ.12



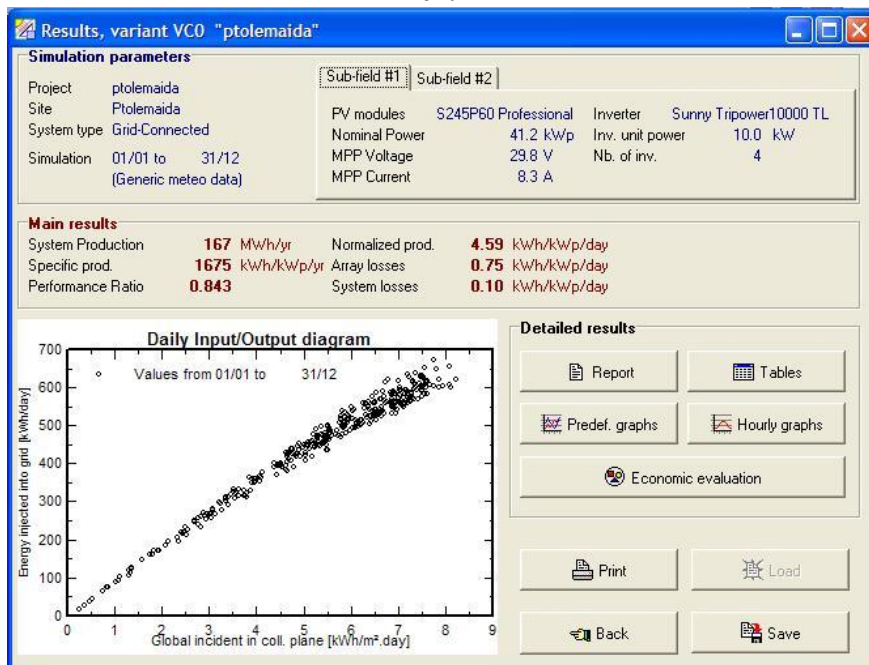
Αφού τελειώσει η προσομοίωση εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα και πατώντας το OK εμφανίζεται η καρτέλα των αποτελεσμάτων(Εικ.14)

Εικ.13



Στην παρακάτω καρτέλα χρησιμοποιώντας τις επιλογές του πλαισίου Detailed Results μπορούμε να δούμε, να συγκρίνουμε και να δημιουργήσουμε διαγράμματα και πίνακες επιλέγοντας διάφορες παραμέτρους.

Εικ.14



Μερικοί πίνακες και διαγράμματα φαίνονται παρακάτω.

ptolemaida
Balances and main results

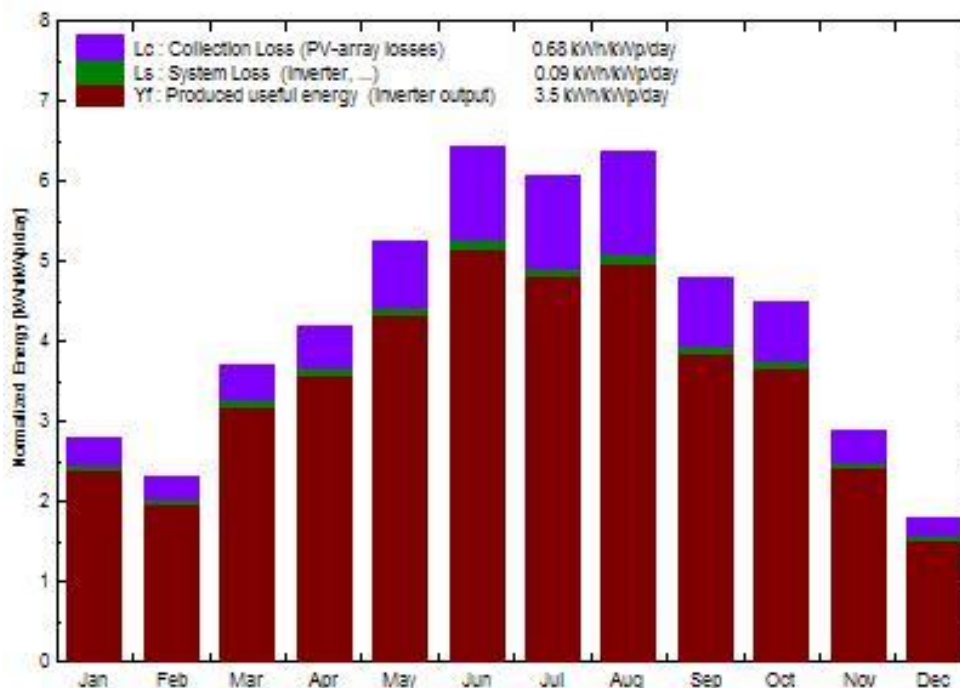
	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	58.9	11.60	86.4	83.4	7.65	7.45	13.19	12.86
February	52.8	10.90	64.8	62.4	5.73	5.56	13.20	12.81
March	100.9	11.80	115.3	111.8	10.16	9.90	13.14	12.82
April	121.9	13.90	126.0	121.9	11.04	10.77	13.07	12.75
May	169.1	18.00	163.1	157.7	13.74	13.42	12.56	12.27
June	209.4	22.10	192.5	186.2	15.78	15.42	12.23	11.95
July	200.2	25.60	187.9	182.0	15.25	14.90	12.11	11.83
August	192.5	26.30	197.7	191.8	15.76	15.41	11.89	11.62
September	127.3	24.30	143.4	139.0	11.79	11.52	12.27	11.99
October	107.1	20.50	139.3	135.3	11.67	11.41	12.50	12.23
November	60.6	16.40	86.9	84.3	7.51	7.33	12.90	12.58
December	41.0	13.50	55.7	53.6	4.92	4.76	13.17	12.76
Year	1441.7	17.95	1558.8	1509.5	131.00	127.86	12.53	12.23

Legends: GlobHor Horizontal global irradiation EArray Effective energy at the output of the array
T Amb Ambient Temperature E_Grid Energy injected into grid
GlobInc Global incident in coll. plane EffArrR Effic. Eout array / rough area
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings EffSysR Effic. Eout system / rough area

Κανονικοποιημένη κατανομή ανά εγκατεστημένο KWp/μήνα.

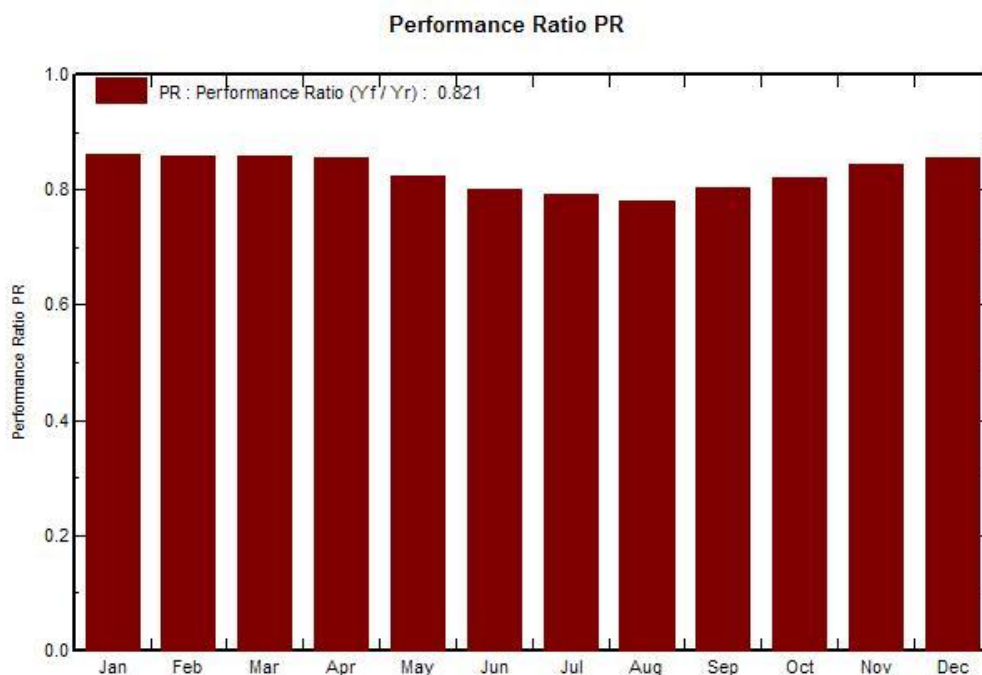
Οι κόκκινες μπάρες δείχνουν την ενέργεια που πέρασε στο δίκτυο της ΔΕΗ, οι πράσινες μπάρες δείχνουν την ενέργεια που χάθηκε κατά την εναλλαγή των inverter (DC/AC) και οι μωβ μπάρες δείχνουν τις απώλειες ενέργειας από τα Φ/Β πάνελ.

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 100.0 kWp



Βαθμός απόδοσης Φ/Β Συστήματος ανά μήνα

Παρατηρείται ότι στους ζεστούς μήνες ανεβαίνει το ποσοστό απωλειών. Το ποσοστό κέρδους είναι 82.1%



Πίνακας απωλειών Φ/Β συστήματος.

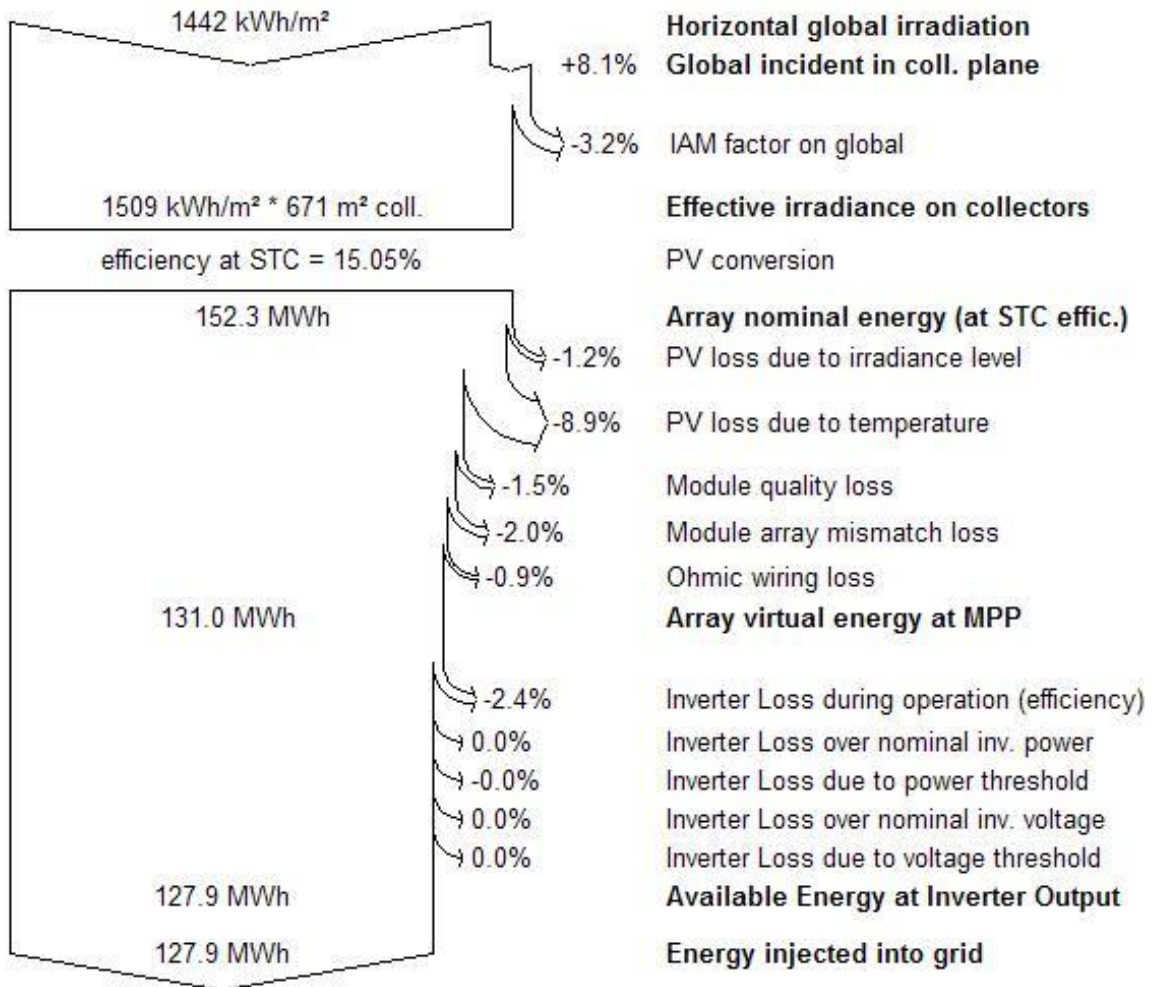
ptolemaida

Customised table

	ModQual	MisLoss	OhmLoss	EArrMPP	InvLoss
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
January	123.3	162.0	54.8	7646	194.2
February	93.0	122.2	35.6	5734	169.8
March	163.5	214.8	79.2	10159	254.3
April	177.7	233.4	87.1	11042	272.2
May	220.1	289.2	131.0	13738	322.2
June	252.0	331.2	170.1	15783	363.8
July	244.2	321.0	157.6	15252	349.7
August	251.2	330.2	185.3	15761	353.6
September	189.3	248.8	112.8	11795	273.6
October	187.1	245.8	110.3	11670	255.0
November	121.3	159.3	57.2	7514	187.6
December	80.2	105.3	27.0	4920	155.6
Year	2102.8	2763.2	1208.2	131013	3151.7

Διάγραμμα απωλειών έτους

Loss diagram over the whole year



Απώλειες ενέργειας από τα Φ/Β πάνελ

ptolemaida

Customised table

	GInclLss	TempLss	ModQual	MisLoss	OhmLoss
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
January	146.4	286	123.3	162.0	54.8
February	163.9	144	93.0	122.2	35.6
March	160.7	505	163.5	214.8	79.2
April	178.3	583	177.7	233.4	87.1
May	173.0	1360	220.1	289.2	131.0
June	142.1	2106	252.0	331.2	170.1
July	145.6	2242	244.2	321.0	157.6
August	119.5	2708	251.2	330.2	185.3
September	138.4	1541	189.3	248.8	112.8
October	127.3	1305	187.1	245.8	110.3
November	129.3	522	121.3	159.3	57.2
December	171.5	106	80.2	105.3	27.0
Year	1796.0	13411	2102.8	2763.2	1208.2

GIncl – pv loss due to irradiance level

TempLss – pv loss due to temperature

ModQual – module quality loss

MisLoss – module array mismatch loss

OhmLoss – ohmic wiring loss

Απώλειες ενέργειας από του inverters

ptolemada

Customised table

	IL Oper	IL Pmax	IL Pmin	IL Vmax	IL Vmin
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
January	194.2	0.000	0.000	0.000	0.000
February	168.6	0.000	1.232	0.000	0.000
March	253.2	0.000	1.036	0.000	0.000
April	270.4	0.000	1.748	0.000	0.000
May	319.8	0.000	2.416	0.000	0.000
June	362.1	0.000	1.682	0.000	0.000
July	349.1	0.000	0.628	0.000	0.000
August	349.3	0.000	4.320	0.000	0.000
September	271.6	0.000	1.987	0.000	0.000
October	254.7	0.000	0.314	0.000	0.000
November	186.6	0.000	1.006	0.000	0.000
December	155.6	0.000	0.000	0.000	0.000
Year	3135.4	0.000	16.368	0.000	0.000

IL Oper – inverter loss due to operation

IL Pmax - inverter loss due to nominal inv.power

IL Pmin - inverter loss due to power threshold

IL Vmax - inverter loss due to nominal inv.voltage

IL Vmin - inverter loss due to voltage threshold

5.1.2 PVGIS

Με την χρήση του **PVGIS** υπολογίστηκε ότι η συνολική παραγωγή του συγκεκριμένου συστήματος σε ένα χρόνο είναι: **139.000KWh/year**

Τα χαρακτηριστικά που εμφανίστηκαν στο πρόγραμμα είναι:

Location: 40° 33'32" North, 21° 43'44" East, Elevation:616m

Nominal Power of the PV system:100kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 9,1% (using local ambient temperature)

Estimated losses due to angular reflectance effects:2.7%

Other losses (cables,inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses:23.9%

Fixed system: inclination=32°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	234	7250	2.85	88.2
Feb	311	8700	3.82	107
Mar	380	11800	4.82	149
Apr	422	12700	5.50	165
May	458	14200	6.14	190
Jun	487	14600	6.72	202
Jul	513	15900	7.09	220
Aug	497	15400	6.91	214
Sep	412	12400	5.57	167
Oct	339	10500	4.42	137
Nov	268	8050	3.36	101
Dec	228	7080	2.77	85.9
Yearly average	379	11500	5.00	152
Total for year		139000		1830

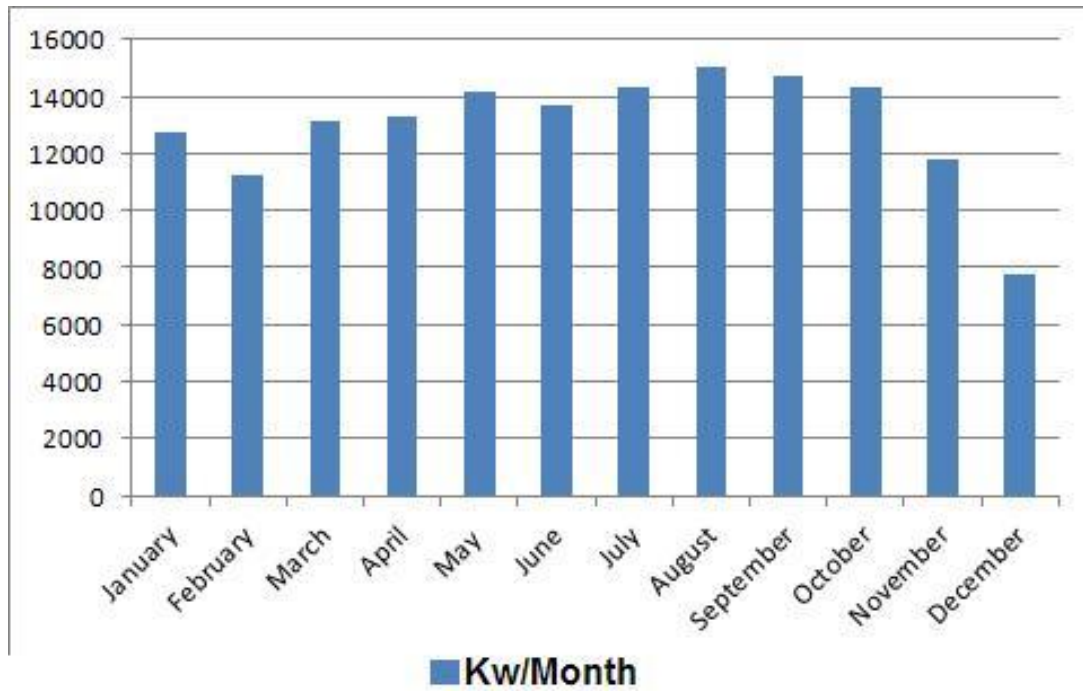
Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

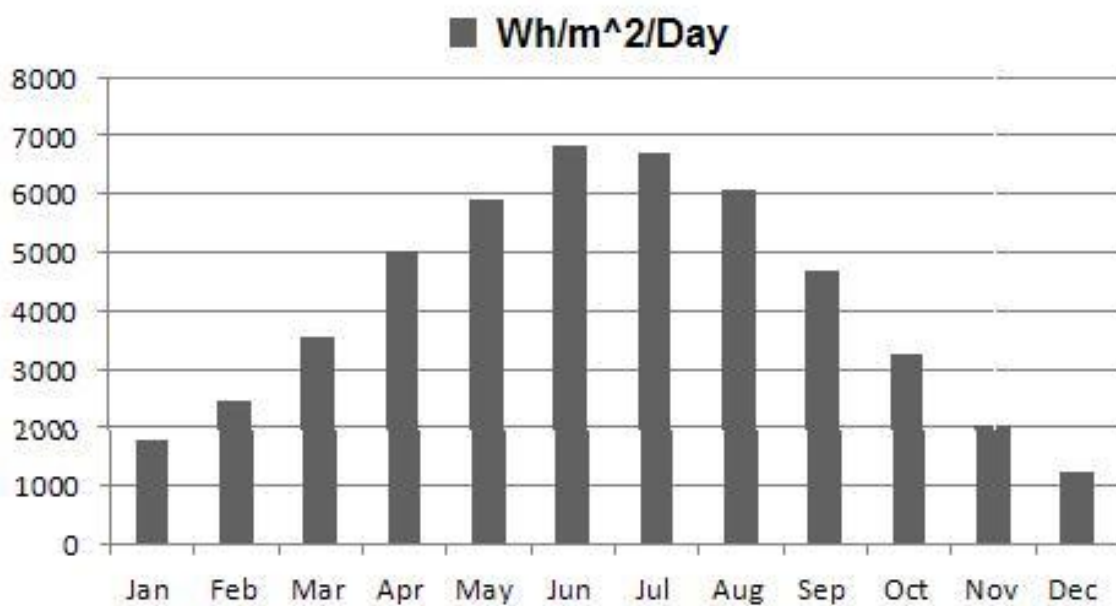
Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)]

Διάγραμμα μηνιαίας παραγωγής ενέργειας



Διάγραμμα μηνιαίας ηλιακής ακτινοβολίας



Πίνακας μηνιαίας ηλιακής ακτινοβολίας

Month	H_h	H_{opt}	$H(32)$	I_{opt}	T_{24h}
Jan	1780	2640	2660	60	2.1
Feb	2450	3280	3290	52	3.7
Mar	3540	4200	4210	40	7.1
Apr	5010	5380	5380	26	11.2
May	5890	5830	5800	14	16.5
Jun	6850	6490	6450	7	20.8
Jul	6690	6500	6470	11	23.1
Aug	6090	6360	6350	22	22.9
Sep	4700	5540	5550	37	18.2
Oct	3260	4350	4370	50	14.0
Nov	2030	2980	3000	58	8.2
Dec	1250	1710	1720	56	3.5
Year	4140	4610	4610	31	12.6

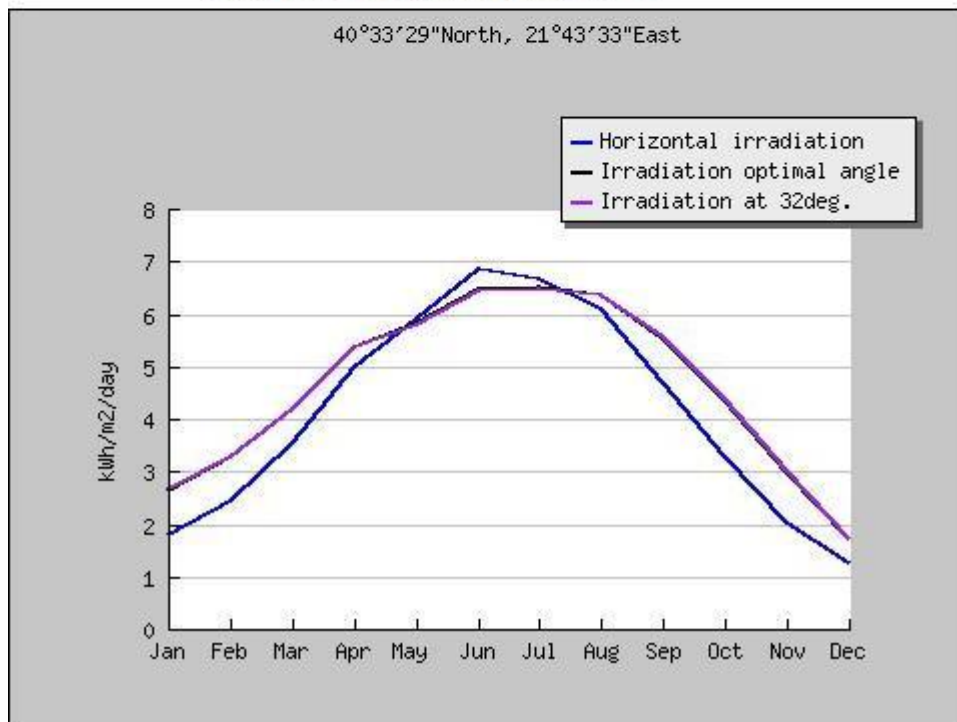
H_h : Irradiation on horizontal plane ($\text{Wh/m}^2/\text{day}$)

H_{opt} : Irradiation on optimally inclined plane ($\text{Wh/m}^2/\text{day}$)

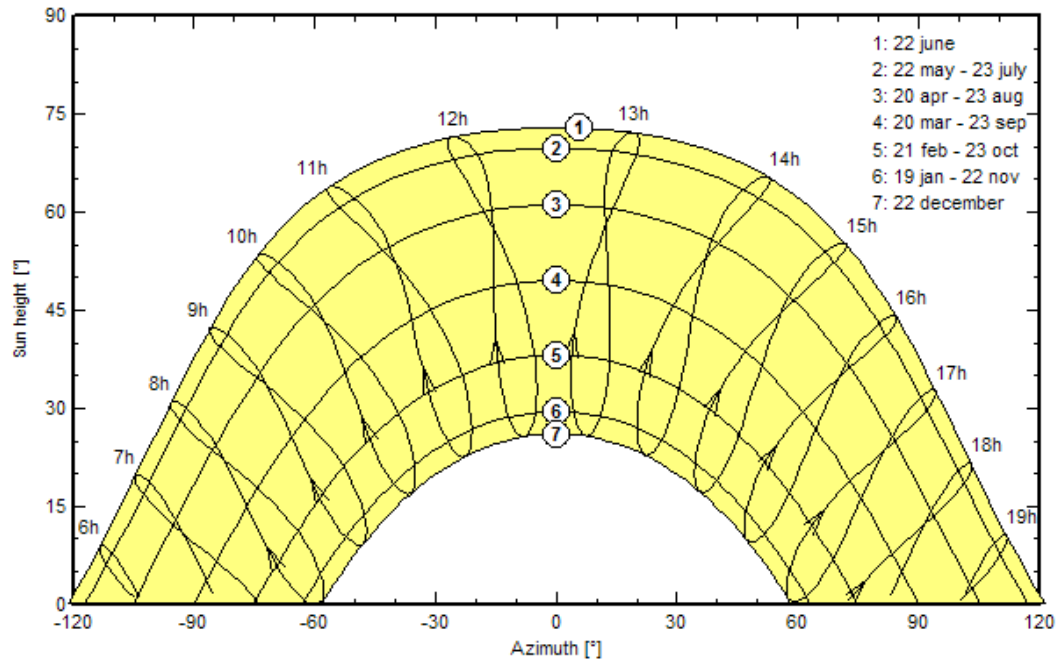
$H(32)$: Irradiation on plane at angle: 32deg. ($\text{Wh/m}^2/\text{day}$)

I_{opt} : Optimal inclination (deg.)

T_{24h} : 24 hour average of temperature ($^{\circ}\text{C}$)



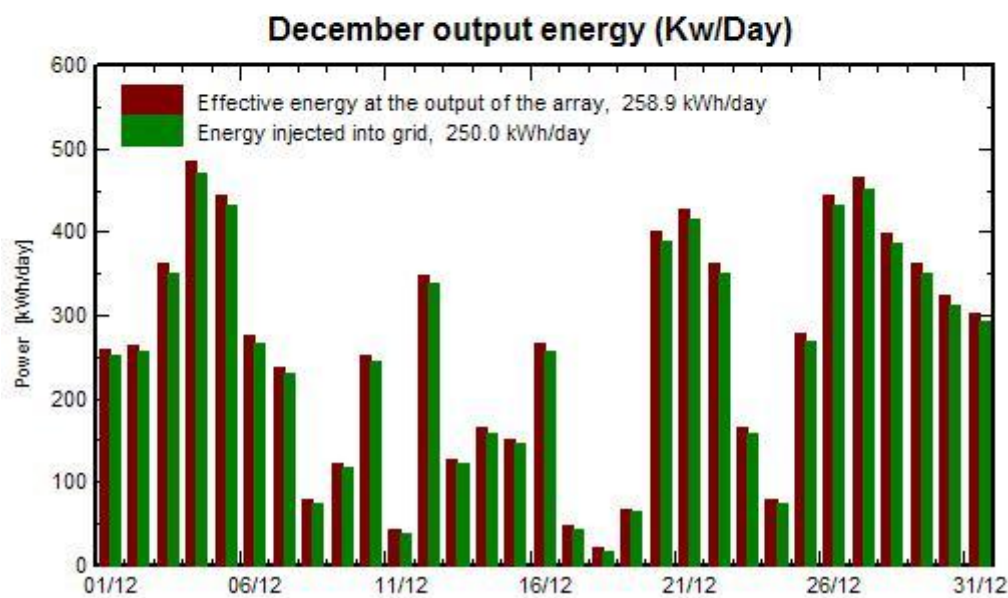
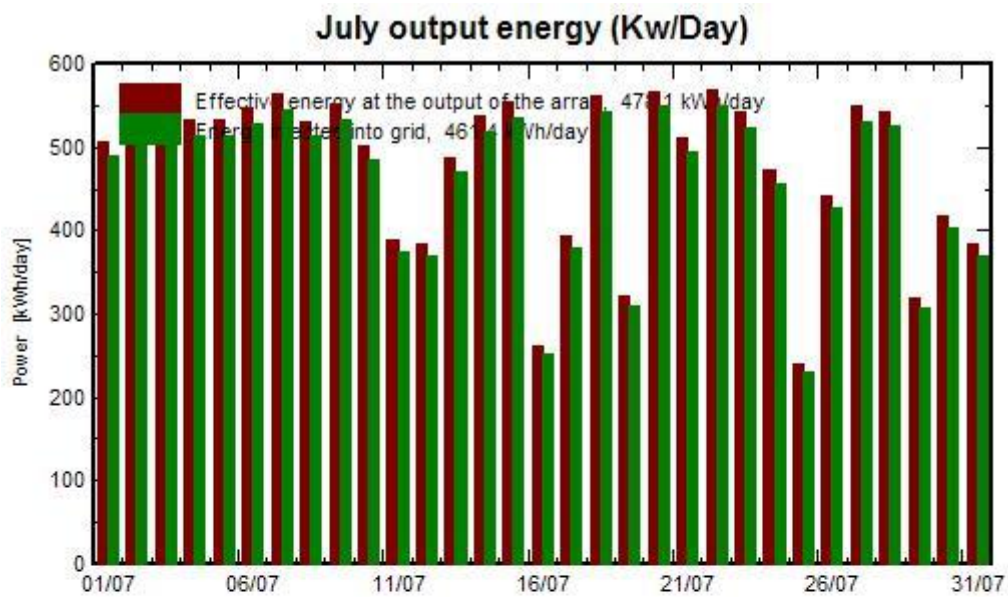
Solar paths at Ptolemaida, (Lat. 40.5°N, long. 21.7°E, alt. 616 m)



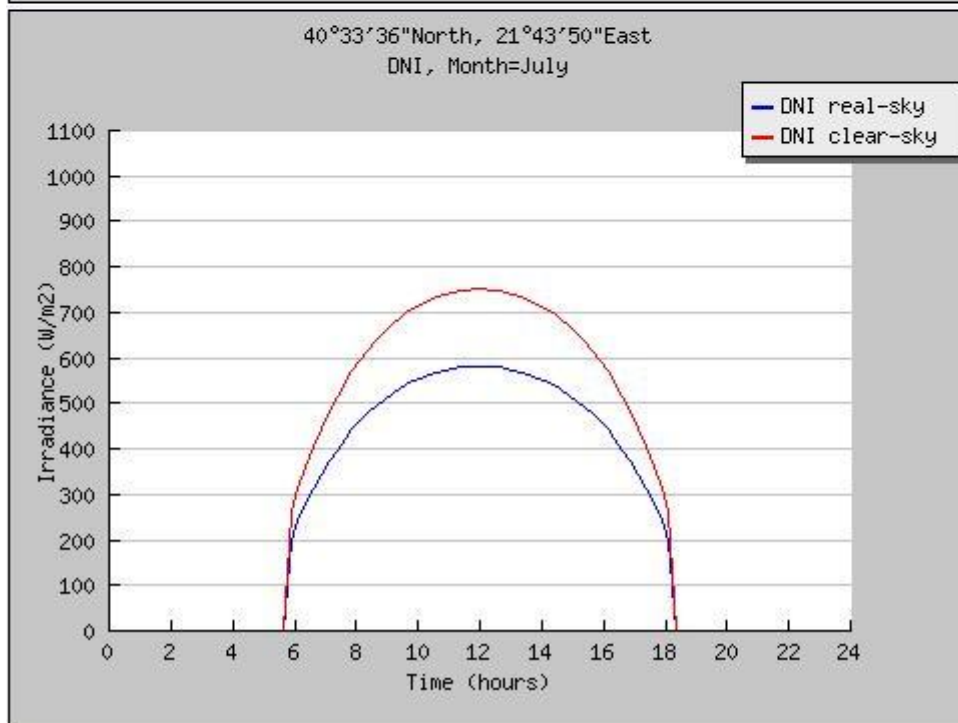
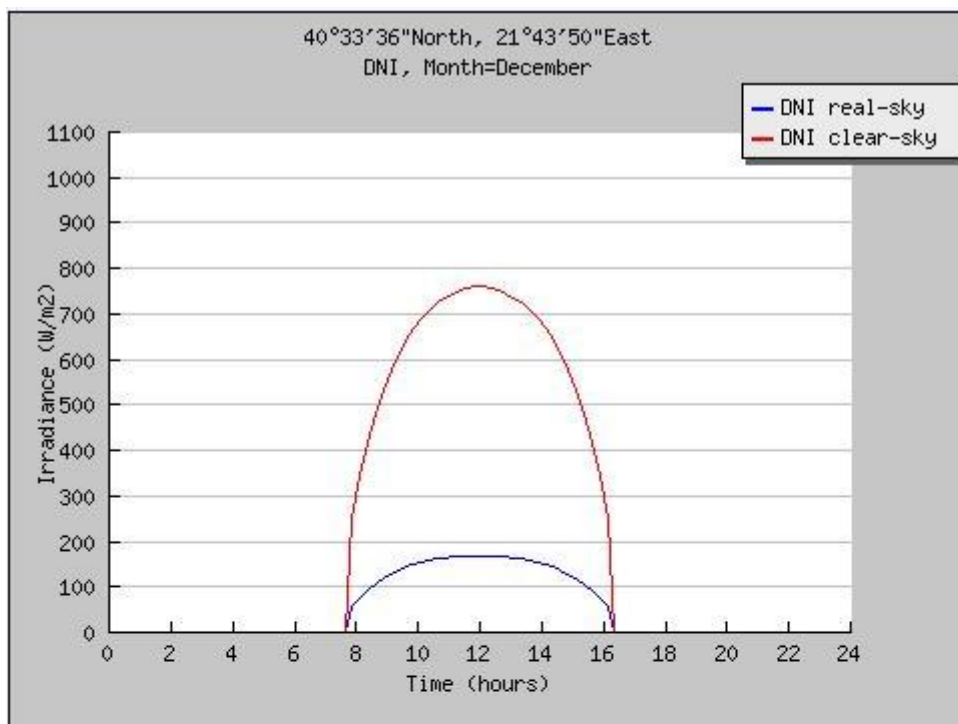
Σύγκριση χαμηλότερων και υψηλότερων τιμών του έτους.

Παρακάτω θα γίνει σύγκριση των τιμών των μηνών Δεκεμβρίου και Ιουλίου. Ο Δεκέμβριος είναι ο πιο κρύος μήνας του έτους και ο Ιούλιος ο πιο ζεστός .

Διαγράμματα παραγόμενης ενέργειας Ιουλίου και Δεκεμβρίου



Διαγράμματα ηλιακής ακτινοβολίας Δεκεμβρίου και Ιουλίου



Με την βοήθεια του **PVGIS** υπολογίστηκε η ηλιακή ακτινοβολία κάθε 15λεπτά μια τυχαία ημέρας των μηνών Δεκεμβρίου και Ιουλίου. Οι υπολογισμοί έγιναν σύμφωνα με τις σκιάσεις και τα περιβαλλοντικά δεδομένα της περιοχής που έγινε η Φ/Β εγκατάσταση.

Results for: December

Solar radiation database used: PVGIS-classic

Inclination of plane: 32 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

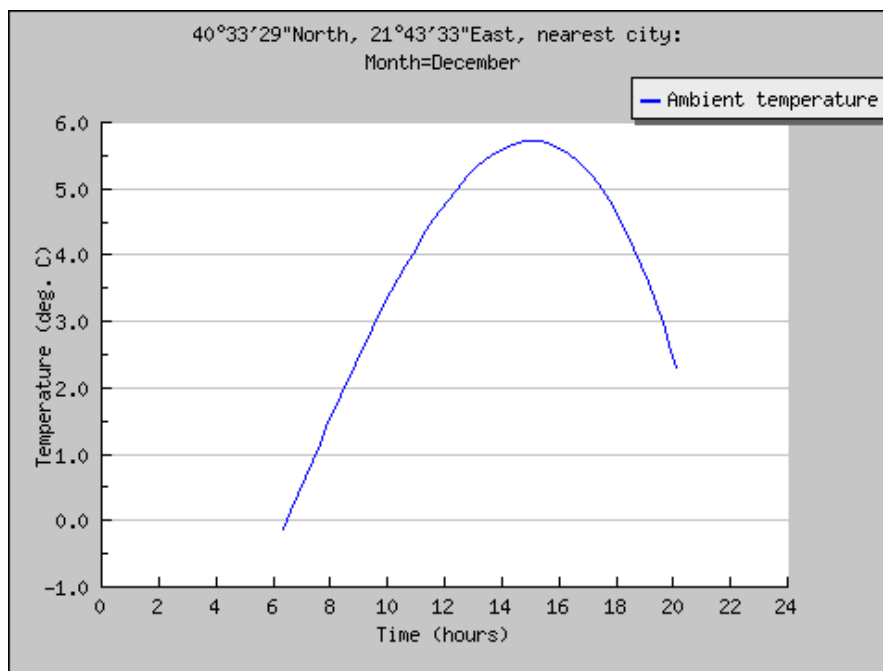
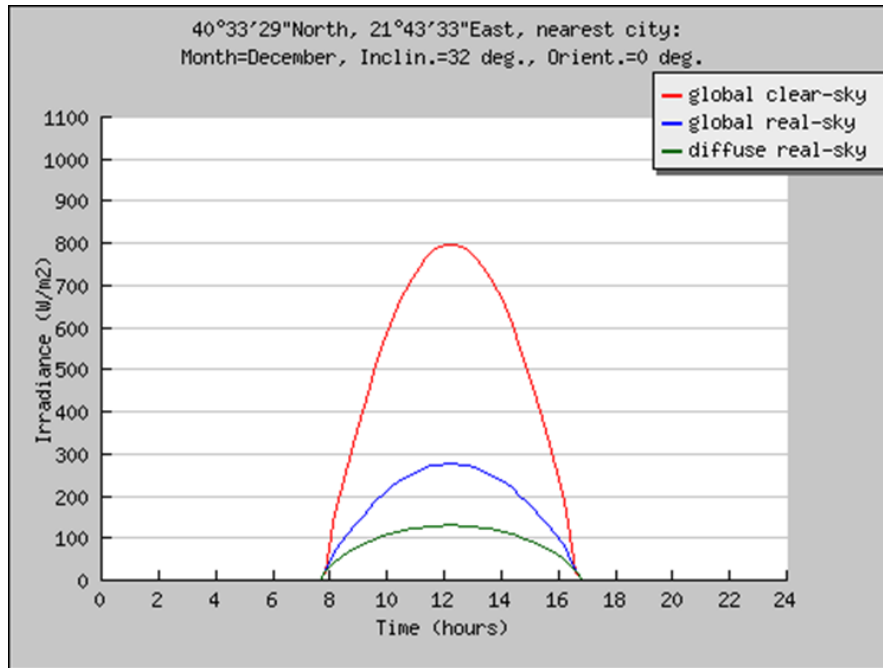
Time	G	G _d	G _c	T _a
07:52	23	23	18	1.4
08:07	60	39	135	1.6
08:22	86	54	209	1.9
08:37	109	64	274	2.1
08:52	131	74	338	2.4
09:07	151	83	399	2.6
09:22	170	91	457	2.8
09:37	188	98	512	3.0
09:52	204	105	562	3.2
10:07	218	110	608	3.4
10:22	231	115	649	3.6
10:37	243	119	686	3.8
10:52	252	122	718	4.0
11:07	260	125	745	4.2
11:22	267	127	766	4.4
11:37	272	129	782	4.5
11:52	275	130	793	4.7
12:07	276	130	799	4.8
12:22	276	130	799	5.0
12:37	275	130	793	5.1
12:52	272	129	782	5.2
13:07	267	127	766	5.3
13:22	260	125	745	5.4
13:37	252	122	718	5.5
13:52	243	119	686	5.6
14:07	231	115	649	5.6
14:22	218	110	608	5.7
14:37	204	105	562	5.7
14:52	188	98	512	5.7
15:07	170	91	457	5.7
15:22	151	83	399	5.7
15:37	131	74	338	5.7
15:52	109	64	274	5.6
16:07	86	54	209	5.6
16:22	60	39	135	5.5

G: Global irradiance on a fixed plane (W/m²)

G_d: Diffuse irradiance on a fixed plane (W/m²)

G_c: Global clear-sky irradiance on a fixed plane (W/m²)

T_a: Average daytime temperature profile (C)



Results for: July

Solar radiation database used: PVGIS-classic

Inclination of plane: 32 deg.

Orientation (azimuth) of plane: 0 deg.

Time	G	G _d	G _c	T _d
05:07	16	15	14	-
05:22	32	31	29	-
05:37	48	47	43	-
05:52	63	62	57	-
06:07	77	71	70	-
06:22	108	86	104	-
06:37	142	100	143	18.4
06:52	180	114	187	19.0
07:07	221	127	235	19.6
07:22	263	140	285	20.1
07:37	307	152	337	20.7
07:52	351	163	389	21.2
08:07	394	174	442	21.7
08:22	437	183	495	22.2
08:37	480	192	546	22.7
08:52	520	199	596	23.2
09:07	559	206	644	23.7
09:22	596	212	690	24.1
09:37	630	217	733	24.6
09:52	662	221	773	25.0
10:07	692	225	810	25.4
10:22	718	228	843	25.8
10:37	741	231	872	26.1
10:52	762	233	897	26.5
11:07	779	234	919	26.8
11:22	792	236	936	27.1
11:37	803	237	949	27.4
11:52	810	237	958	27.7
12:07	813	237	962	27.9
12:22	813	237	962	28.2
12:37	810	237	958	28.4
12:52	803	237	949	28.6
13:07	792	236	936	28.7
13:22	779	234	919	28.9
13:37	762	233	897	29.0
13:52	741	231	872	29.1

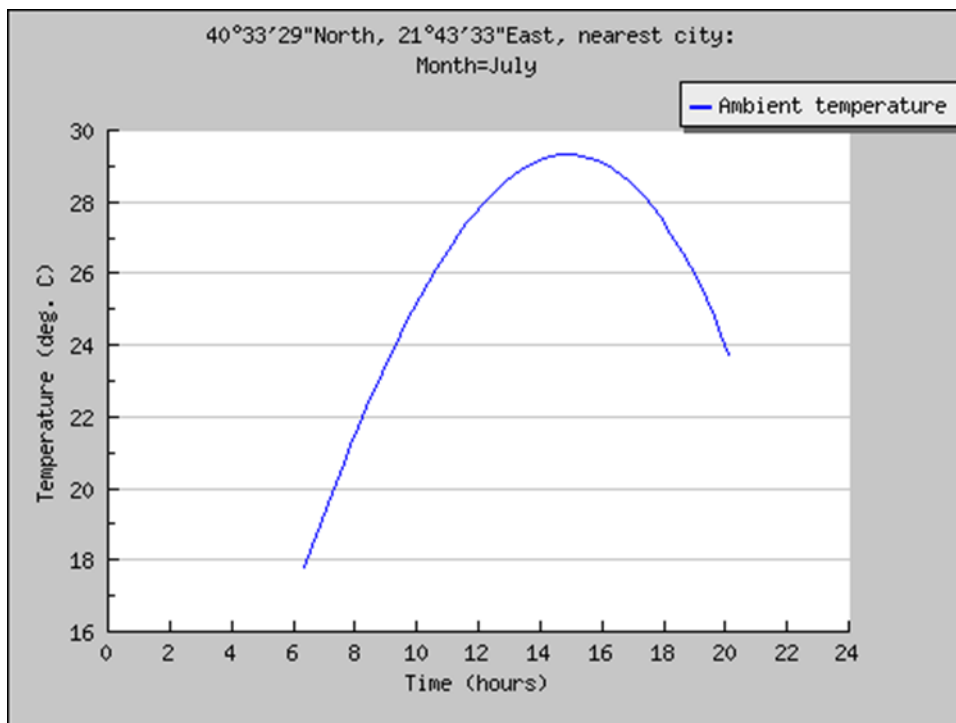
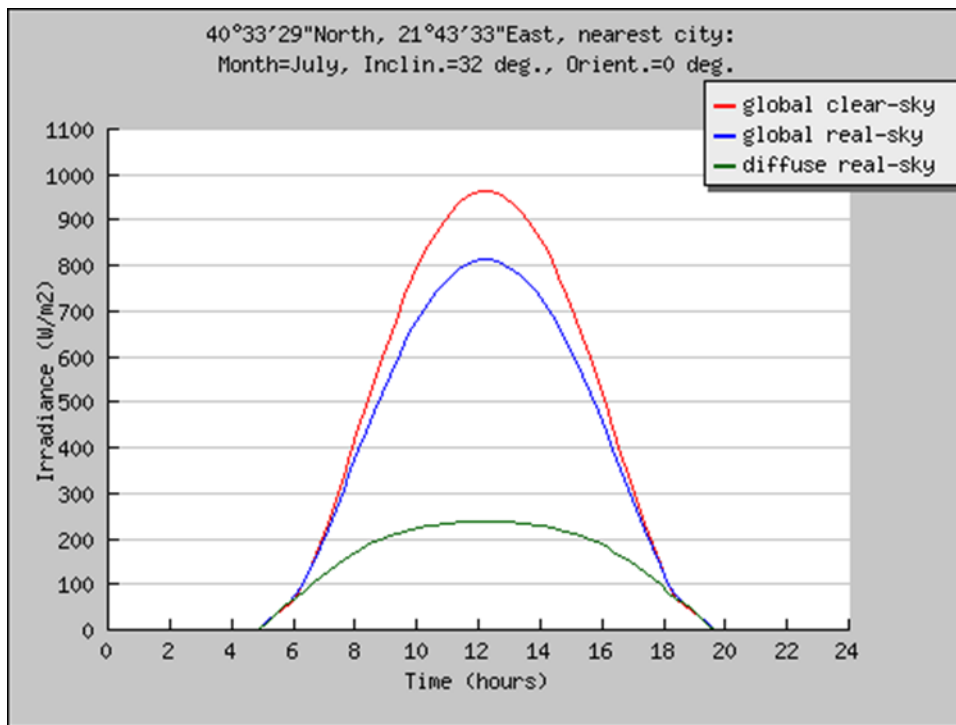
14:07	718	228	843	29.2
14:22	692	225	810	29.3
14:37	662	221	773	29.3
14:52	630	217	733	29.3
15:07	596	212	690	29.3
15:22	559	206	644	29.3
15:37	520	199	596	29.2
15:52	480	192	546	29.2
16:07	437	183	495	29.1
16:22	394	174	442	28.9
16:37	351	163	389	28.8
16:52	307	152	337	28.6
17:07	263	140	285	28.4
17:22	221	127	235	28.1
17:37	180	114	187	27.9
17:52	142	100	143	27.6
18:07	108	86	104	27.3
18:22	77	71	70	26.9
18:37	63	62	57	26.6
18:52	48	47	43	26.2
19:07	32	31	29	25.7
19:22	16	15	14	25.3
19:37	0	0	0	24.8
19:52	0	0	0	24.3
20:07	0	0	0	23.7
20:22	0	0	0	23.1

G: Global irradiance on a fixed plane (W/m^2)

G_d : Diffuse irradiance on a fixed plane (W/m^2)

G_c : Global clear-sky irradiance on a fixed plane (W/m^2)

T_d : Average daytime temperature profile (C)



5.1.3 SMA SUNNY DESIGN

Μέσω του προγράμματος SMA Design υπάρχει η δυνατότητα να γίνει κατανοητή η συνδεσμολογία του εξοπλισμού του Φ/Β πάρκου καθώς και ο υπολογισμός της ετήσιας παραγόμενης ενέργειας.

Το πρόγραμμα είναι διαθέσιμο στην επίσημη ιστοσελίδα την εταιρείας SMA η οποία είναι και η κατασκευάστρια εταιρεία των inverter που χρησιμοποιήθηκαν.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν και τα αποτελέσματα του προγράμματος.

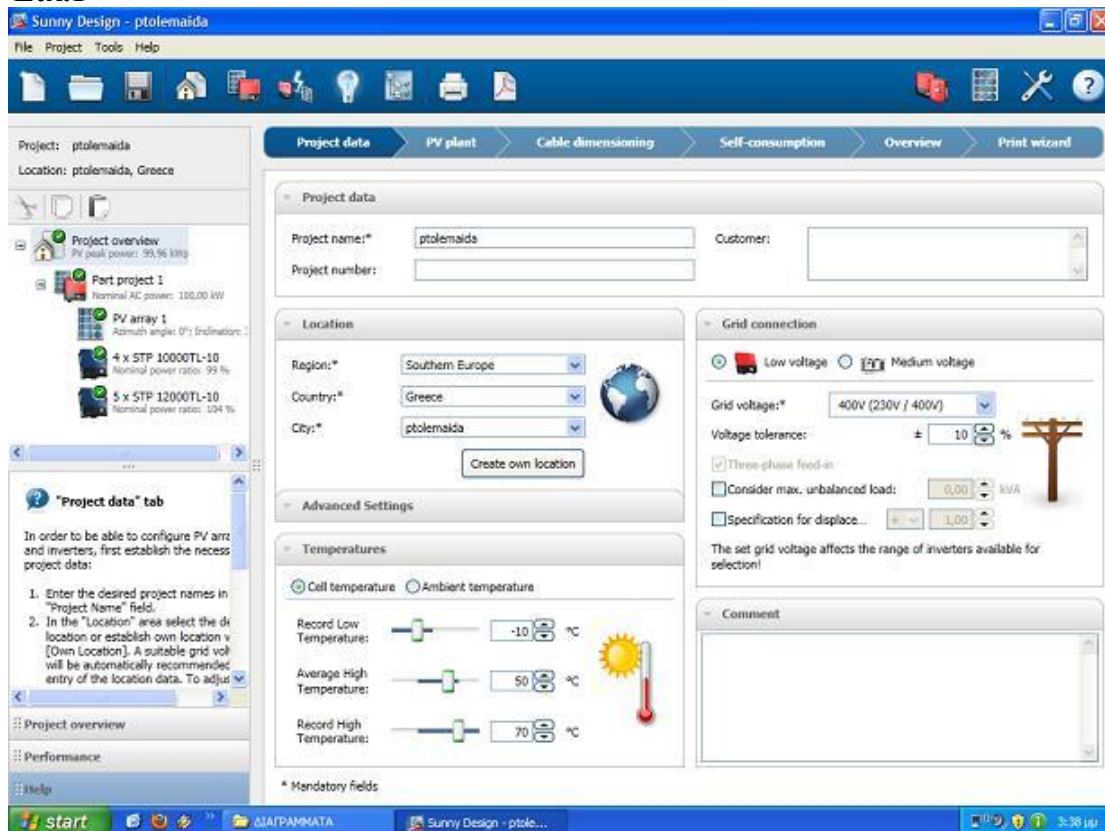
Στην Εικ.1 εμφανίζεται η αρχική σελίδα του προγράμματος. Σε αυτή την σελίδα επιλέγεται το project που θα χρησιμοποιηθεί. Αν δεν υπάρχει το επιθυμητό project υπάρχει η επιλογή Create own location στην οποία υπάρχει δυνατότητα δημιουργίας νέου project προσθέτοντας τα δεδομένα της εκάστοτε περιοχής μας.

Στην επιλογή Grid connection επιλέγεται το είδος του ρεύματος που θα τροφοδοτεί το δίκτυο της ΔΕΗ (μονοφασικό, τριφασικό).

Στην επιλογή Temperatures καταχωρείται η κατώτερη και μέγιστη θερμοκρασία που μπορεί να παρατηρηθεί στην περιοχή.

Τελειώνοντας με τα παραπάνω βήματα, στην επιλογή PV plant εμφανίζεται η καρτέλα της εικόνας 2.

Εικ.1



Στην παρακάτω καρτέλα επιλέγονται τα Φ/Β πάνελ και οι inverters από τους οποίους θα αποτελείται το σύστημά.

Στην επιλογή PV array επιλέγεται ο κατασκευαστής και το μοντέλο των Φ/Β πάνελ που θα χρησιμοποιηθεί στο σύστημά καθώς και ο αριθμός αυτών. Ακόμα στην επιλογή Change ρυθμίζεται η γωνία κλίσης του συστήματος προς τον οριζόντιο άξονα της επιφάνειας της γής καθώς και η γωνία κλίσης του προς τον Νότο (αζιμούθιο). Αφού τελειώσουν και αυτές οι ρυθμίσεις πατώντας το OK επιστρέφει πάλι στην παρακάτω καρτέλα.

Στην συνέχεια πατώντας στην δεξιά επιλογή Inverter επιλέγονται οι inverters που θα χρησιμοποιηθούν στην εγκατάσταση καθώς και ο αριθμός τους.

Το πρόγραμμα έχει αποθηκευμένη μια μεγάλη ποικιλία από κατασκευαστές και μοντέλα από Φ/Β πάνελς και inverters.

Τελειώνοντας και με αυτές τις επιλογές, πατώντας την επιλογή Cable dimensioning εμφανίζεται η καρτέλα της εικόνας 3.

Εικ.2

Overview of inverters

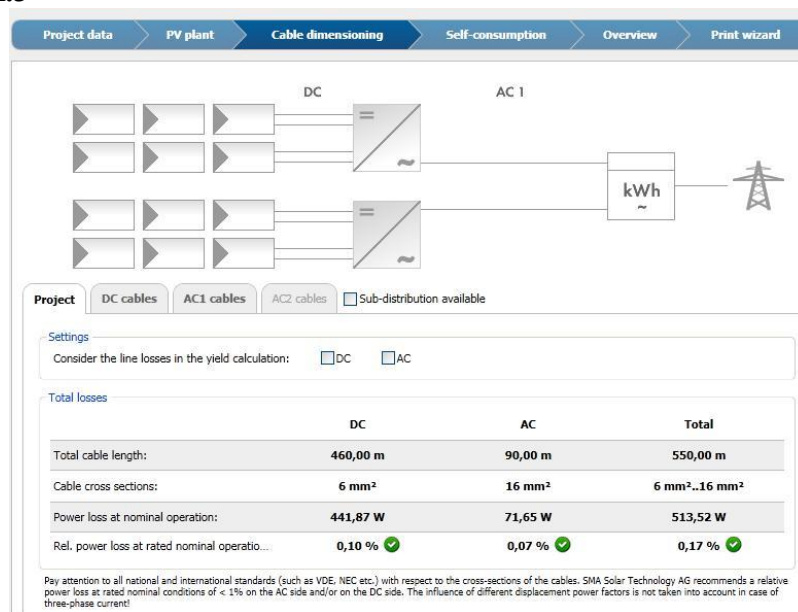
	PV array 1 408 / 408	PV peak power	Nominal power ratio	Energy usability factor
✓ 4 x STP 10000TL-10	2 x 21 (A)	41,16 kWp	99 %	100 %
✓ 5 x STP 12000TL-10	2 x 20 (A) 1 x 8 (B)	58,80 kWp	104 %	100 %

Στην παρακάτω καρτέλα επιλέγονται τα καλώδια που χρησιμοποιήθηκαν για τις συνδέσεις της εγκατάστασης.

Έχει δύο επιλογές. Την επιλογή DC cables και την επιλογή AC cables. Και στις δύο επιλογές συμπληρώνεται το υλικό των καλωδίων που χρησιμοποιήθηκαν, το πάχος και το μήκος τους. Με αυτό τον τρόπο το πρόγραμμα μπορεί να υπολογίσει τις ομικές απώλειες που θα έχει το σύστημα σύμφωνα με τα δεδομένα που εισάχθηκαν.

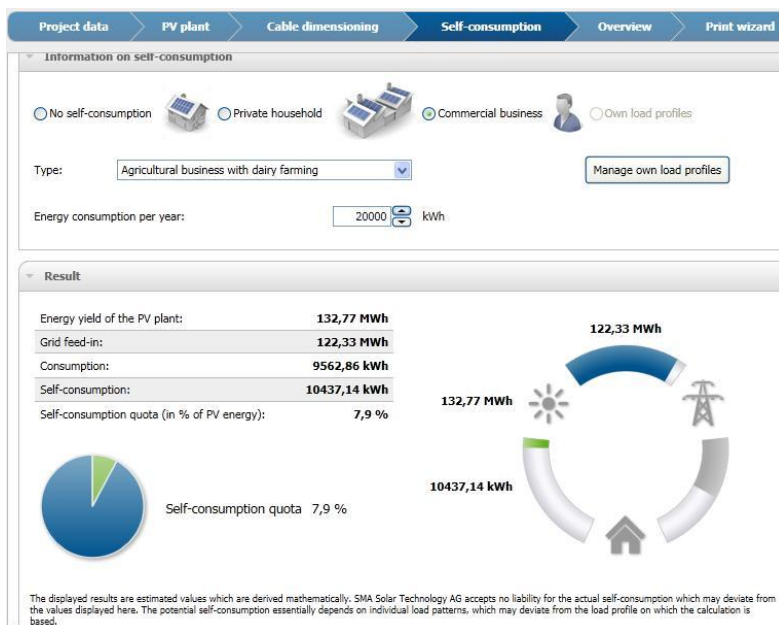
Μετά από αυτές τις ρυθμίσεις πατώντας την επιλογή Self-consumption εμφανίζεται η καρτέλα της εικόνας 4.

Εικ.3



Στην παρακάτω καρτέλα συμπληρώνονται οι υπολογιζόμενες απώλειες που θα υπάρχουν από την λειτουργία της ίδιας της εγκατάστασης. Αυτές οι απώλειες προέρχονται από τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε για την ασφάλεια (σύστημα περιμετρικής ανίχνευσης παραβίασης περίφραξης, σύστημα παρακολούθησης κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης CCTV, φωτισμός), την επιτήρηση (αισθητήρες έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, αισθητήρες εξωτερικής θερμοκρασίας κτλ) και από τον υπόλοιπο εξοπλισμό του συστήματος.

Εικ.4



Τελευταίο βήμα είναι η επιλογή Overview η οποία εμφανίζει την παρακάτω καρτέλα (Εικ.5) στην οποία το πρόγραμμα παρουσιάζει την ετήσια υπολογιζόμενη παραγωγή ενέργειας, το ποσοστό απόδοσης του συστήματος καθώς και άλλες παραμέτρους οι οποίες μπορούν να προστεθούν από την επιλογή Select columns.

Εικ.5

	Phases			PV peak power	Annual energy yield (approx.)	Performance r (approx.)
	L1	L2	L3			
✔ ptolemaida	33,33 kW	33,33 kW	33,33 kW	99,96 kWp	132,77 MWh	86,4 %
✔ Part project 1	33,33 kW	33,33 kW	33,33 kW	99,96 kWp	132,77 MWh	86,4 %
✔ 4 x STP 10000TL-10		4		41,16 kWp	54993,20 kWh	86,9 %
✔ 5 x STP 12000TL-10		5		58,80 kWp	77777,10 kWh	86 %

Select columns

Στις παρακάτω καρτέλες (Εικ.6,7,8) φαίνεται η τελική μορφή που θα έχει το σύστημά (συνολικός αριθμός πάνελ και inverter, συνολική ισχύς συστήματος, ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή και απόδοση κτλ).

Εικ.6

Project name: **ptolemaida**
 Project number:
 Project file:

Location: **Greece / ptolemaida**
 Grid voltage: 3~230 V

System overview

408 x Centrosolar S 245P60 Professional (PV array 1)

Azimuth angle: 0°, Inclination: 32°, Mounting type: Roof, PV peak power: 99,96 kWp

4 x STP 10000TL-10

5 x STP 12000TL-10

Technical data

Total number of PV modules:	408	Energy usability factor:	100 %
PV peak power:	99,96 kWp	Performance ratio (approx.):*	86,4 %
Number of inverters:	9	Spec. energy yield (approx.):*	1328 kWh/kWp
Nominal AC power:	100,00 kW	Line losses (in % of PV energy):	---
AC active power:	100,00 kW	Unbalanced load:	0,00 VA
Active power ratio:	100 %	Self-consumption:	---
Annual energy yield (approx.):*	132,77 MWh	Self-consumption quota:	---

Sunny Design 2.30.0.R

Εικ.7

Project name: **ptolemaida**
 Project number:
 Project file:

Location: **Greece / ptolemaida**
 Cell temperature:
 Record Low Temperature: -10,00 °C
 Average High Temperature: 50,00 °C
 Record High Temperature: 70,00 °C

Part project 1

5 x STP 12000TL-10

PV peak power:	58,80 kWp
Total number of PV modules:	240
Number of inverters:	5
Max. DC power (cos φ = 1):	12,25 kW
Max. AC active power (cos φ = 1):	12,00 kW
Grid voltage:	230 V
Nominal power ratio:	104 %
Displacement power factor cos φ:	1



STP 12000TL-10

Technical data

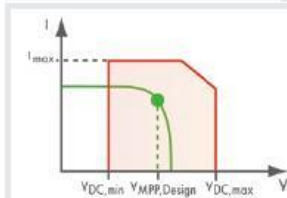
Input A: PV array 1

40 x Centrosolar S 245P60 Professional, Azimuth angle: 0°, Inclination: 32°, Mounting type: Roof

Input B: PV array 1

8 x Centrosolar S 245P60 Professional, Azimuth angle: 0°, Inclination: 32°, Mounting type: Roof

	Input A:	Input B:	
Number of strings:	2	1	
PV modules per string:	20	8	
Peak power (input):	9,80 kWp	1,96 kWp	
Typical PV voltage:	512 V	205 V	✓
Min. PV voltage:	461 V	184 V	✓
Min. DC voltage (Grid voltage 230 V):	150 V	150 V	✓
Max. PV voltage:	822 V	329 V	✓
Max. DC voltage (PV):	1000 V	1000 V	✓
Max. current of PV array:	17,0 A	8,5 A	✓
Max. DC current:	22,0 A	11,0 A	
Max. short-circuit current:	33,0 A	12,5 A	



PV/Inverter compatible

Εικ.8


Project name: ptolemaida
Project number:
Project file:

Location: Greece / ptolemaida
Cell temperature:
Record Low Temperature: -10,00 °C
Average High Temperature: 50,00 °C
Record High Temperature: 70,00 °C

Part project 1

4 x STP 10000TL-10

PV peak power:	41,16 kWp	
Total number of PV modules:	168	
Number of Inverters:	4	
Max. DC power (cos φ = 1):	10,20 kW	
Max. AC active power (cos φ = 1):	10,00 kW	
Grid voltage:	230 V	
Nominal power ratio:	99 %	✓
Displacement power factor cos φ:	1	

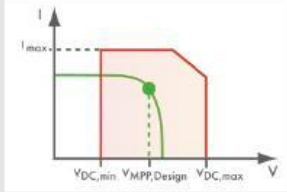


Technical data

Input A: PV array 1
42 x Centrosolar S 245P60 Professional, Azimuth angle: 0°, Inclination: 32°, Mounting type: Roof

Input B: ---

	Input A:	Input B:	
Number of strings:	2	---	
PV modules per string:	21	---	
Peak power (input):	10,29 kWp	---	
Typical PV voltage:	536 V	✓	---
Min. PV voltage:	484 V	✓	---
Min. DC voltage (Grid voltage 230 V):	150 V	---	150 V
Max. PV voltage:	863 V	✓	---
Max. DC voltage (PV):	1000 V	---	1000 V
Max. current of PV array:	17,0 A	✓	---
Max. DC current:	22,0 A	---	---
Max. short-circuit current:	33,0 A	---	12,5 A



PV/Inverter compatible

5.1.4 SMA SUNNY PORTAL

Το SMA SUNNY PORTAL είναι το πρόγραμμα της εταιρείας SMA, η οποία είναι και η κατασκευάστρια εταιρεία των inverter που χρησιμοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο φ/β σύστημα, το οποίο δείχνει όλο το ιστορικό απόδοσης του Φ/Β πάρκου από το πρώτο δευτερόλεπτο της λειτουργίας του.

Τα δεδομένα λαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο (real time) και αποθηκεύονται στους servers της εταιρείας SMA, οι οποίοι βρίσκονται στην Γερμανία.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν servers, οι inverters διαθέτουν τεχνολογία bluetooth και μέσω GPRS υπάρχει παλι η δυνατότητα να μπορεί να δει κάποιος αυτά τα δεδομένα.

Έτσι ο ιδιοκτήτης του πάρκου μπορεί να μπει μέσω internet στην σελίδα της SMA και με τους προσωπικούς του κωδικούς να δει, να συγκρίνει και να ελέγξει την σωστή λειτουργία του συστήματος. Η πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα γίνεται και μέσω της τεχνολογίας bluetooth με άμεση σύνδεση στο SUNNY WEB BOX.

Μερικά από τα στοιχεία που έχει την δυνατότητα να δει ο χρήστης μέσω του SMA SUNNY PORTAL είναι τα εξής:

- Συνολικό CO2 που αποφεύχθηκε από την εγκατάσταση του πάρκου
- Συνολική ενέργεια παραγωγής του συστήματος
- Συνολική μηνιαία απόδοση του συστήματος από την αρχή του έτους που επιλέχθηκε (2013 στην συγκεκριμένη εικόνα).
- Συνολική απόδοση του συστήματος μιας καθορισμένης μέρας (στην συγκεκριμένη εικόνα 1/3/2013)
-

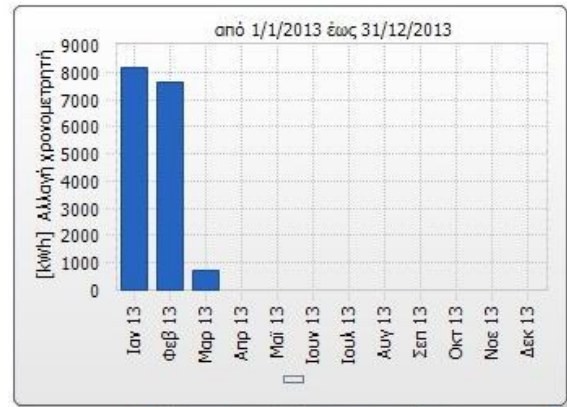
Ημερομηνία:
5/3/2013

Ενέργεια:
71.952,72 kWh

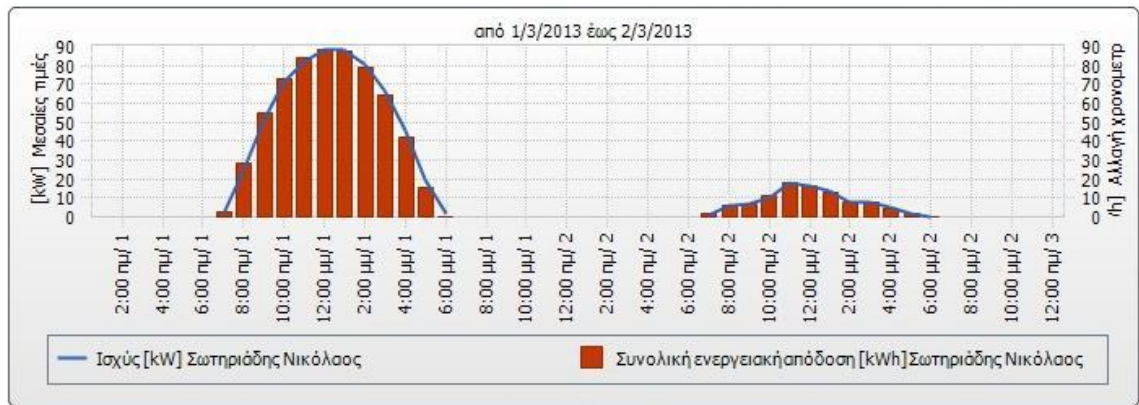


Αποφυγή εκπομπής CO2:
50.366,90 kg

Αποζημίωση:
EUR 30.788,57



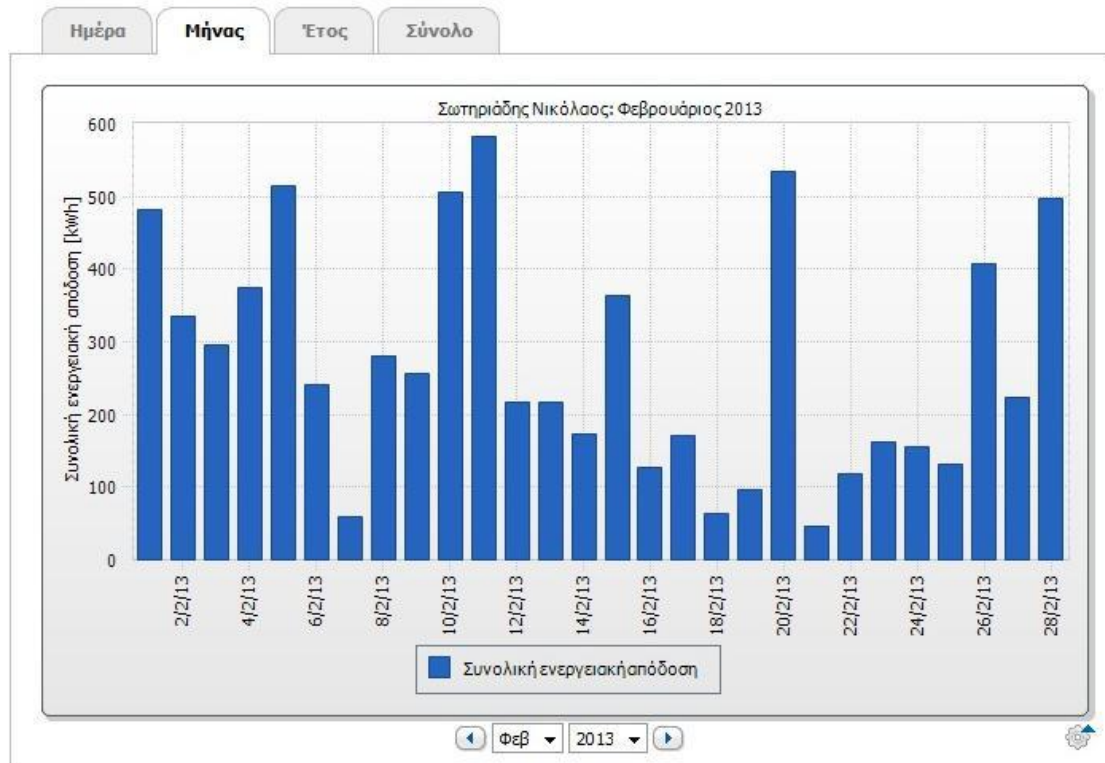
1/1/2013 - 31/12/2013



1/3/2013 - 2/3/2013

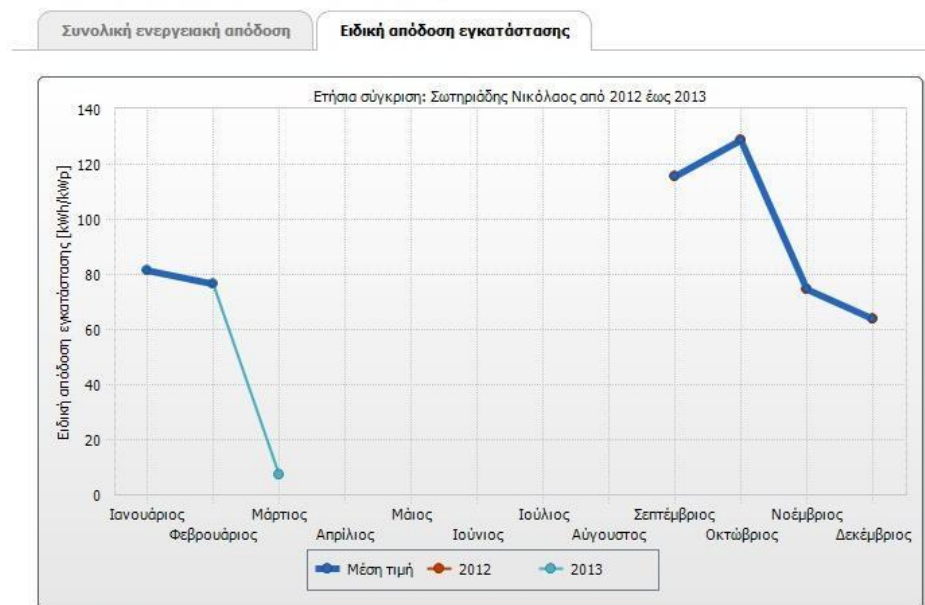
- Ενεργειακή ισχύς των ημερών ενός συγκεκριμένου μήνα (στην παρακάτω περίπτωση επιλέχθηκε ο Φεβρουάριος 2013)

Ενέργεια και ισχύς | Σωτηριάδης Νικόλαος



- Ετήσια σύγκριση μηνιαίας απόδοσης του συστήματος

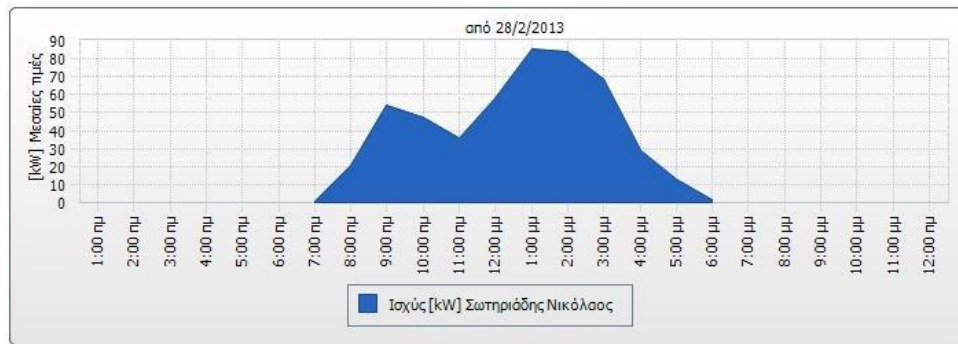
Ετήσια σύγκριση | Σωτηριάδης Νικόλαος



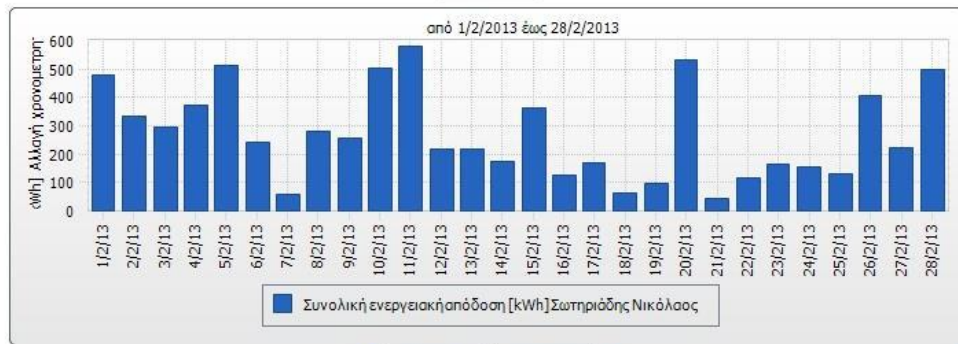
Ειδική απόδοση εγκατάστασης [kWh/kWp]

	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολο
2012									115,67	129,02	74,59	63,94	383,22
2013	81,42	76,36	7,14										164,92
Μέση τιμή	81,42	76,36							115,67	129,02	74,59	63,94	548,14

- Παραγόμενη ισχύς (kW) μιας συγκεκριμένης μερας (στην παρακάτω περίπτωση 28/2/2013)
- Σύγκριση παραγόμενων ισχύων (kW) πολλών καθορισμένων ημερών (στο συγκεκριμένο παράδειγμα από 1 έως 28 Φεβρουαρίου 2013).

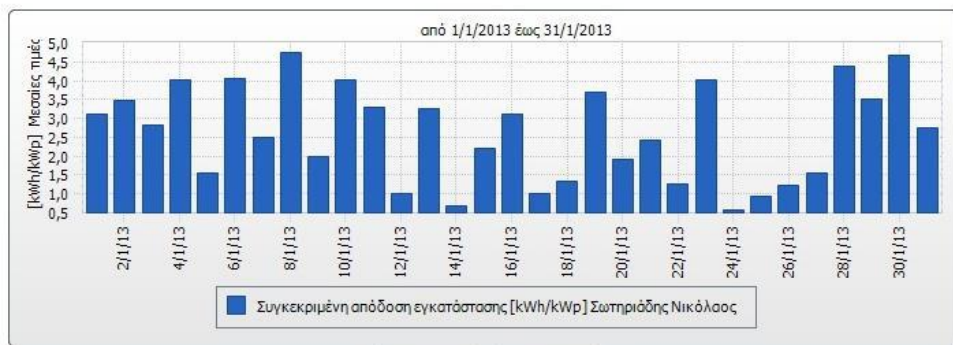


28/2/2013

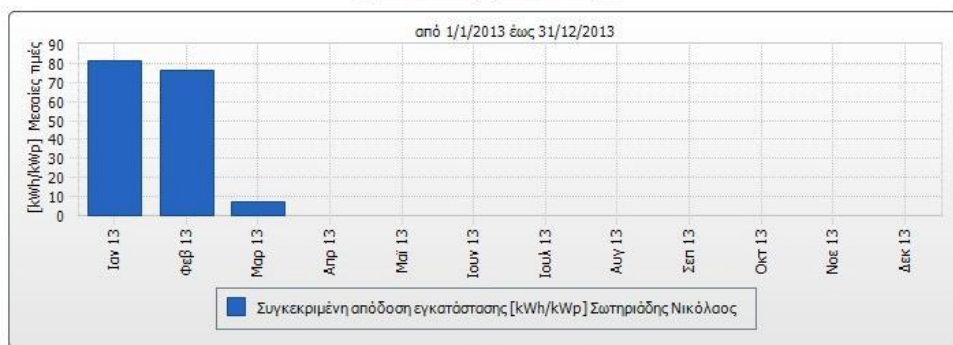


1/2/2013 - 28/2/2013

- Συγκεκριμένη απόδοση εγκατάστασης (kW/kWp) των ημερών ενός συγκεκριμένου μήνα του έτους (π.χ. Ιανουάριος 2013).
- Συγκεκριμένη απόδοση εγκατάστασης (kW/kWp) των μηνών ενός συγκεκριμένου έτους (π.χ. 2013).



1/1/2013 - 31/1/2013

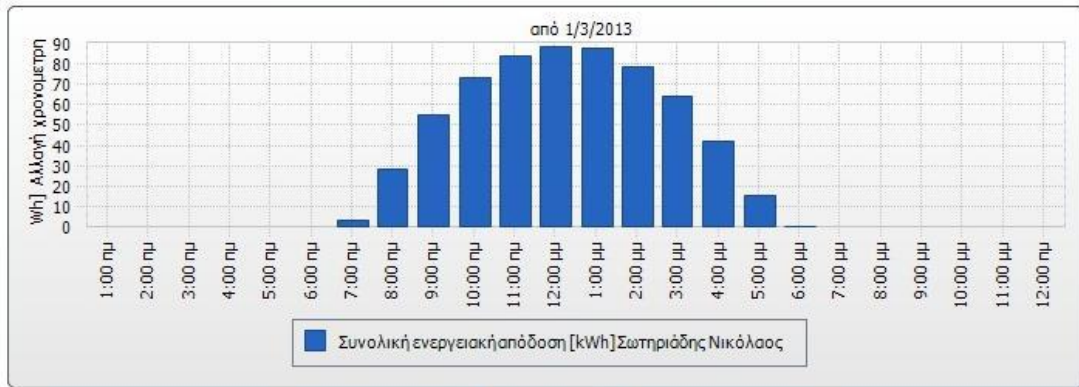


1/1/2013 - 31/12/2013

- Συνολική ενεργειακή απόδοση (kW) μιας συγκεκριμένης μέρας του χρόνου (στην εικόνα 1/3/2013)

Συσκευές/ Εγκαταστάσεις	Total yield Αλλαγή χρονομετρητή [kWh] 1/3/2013	Total yield Αλλαγή χρονομετρητή [kWh] Μάρτιος 2013	Total yield Αλλαγή χρονομετρητή [kWh] 2013
Σωτηριάδης Νικόλαος	619,41	713,90	16485,53
	619,41 [Σύνολο]	713,90 [Σύνολο]	16485,53 [Σύνολο]

< έτος < μήνας < ημέρα 1/3/2013 Ημέρα > Μήνας > Έτος >

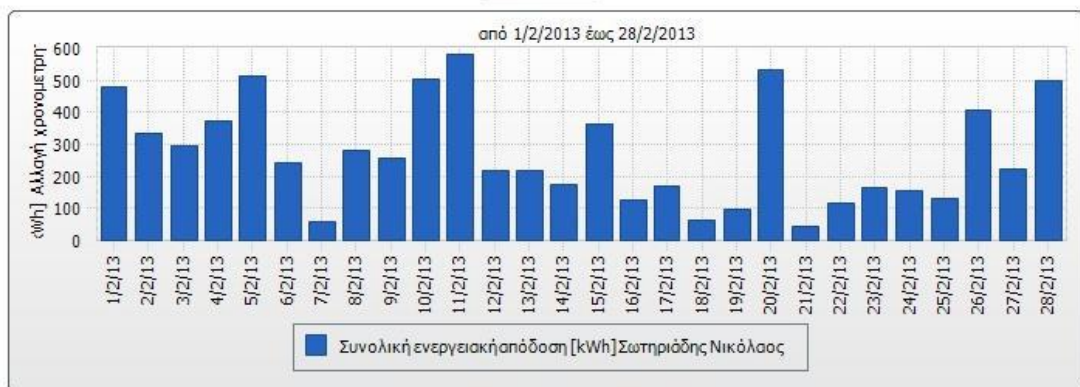


1/3/2013

- Συνολική ενεργειακή απόδοση (kW) των ημερών ενός συγκεκριμένου μήνα του έτους (στην περίπτωση παρακάτω, του μηνός Φεβρουαρίου 2013).

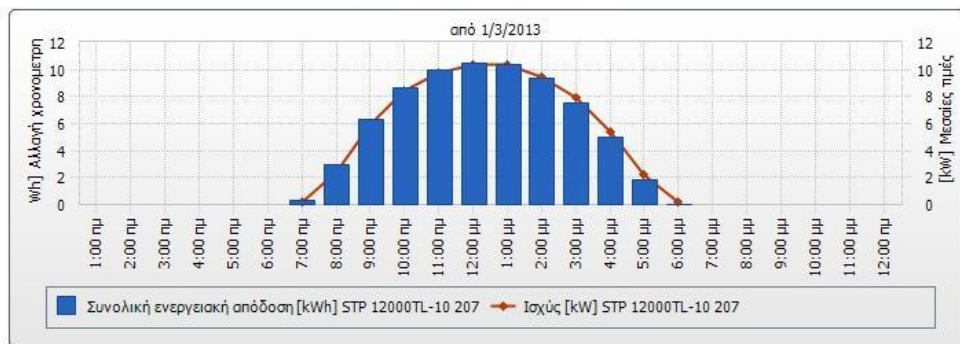
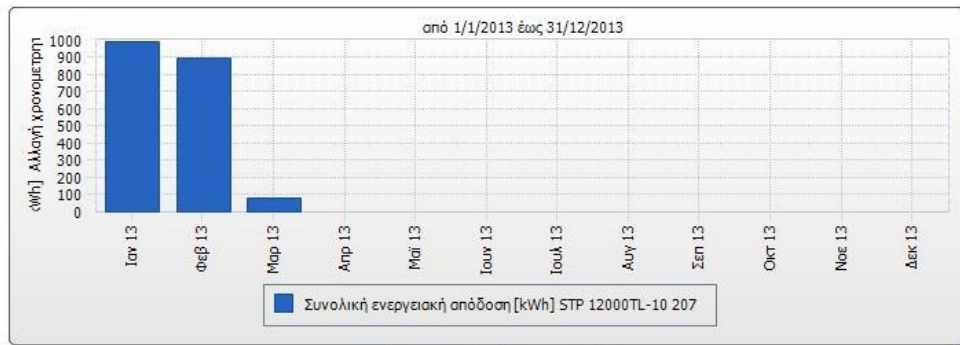
Συσκευές/Εγκαταστάσεις	Total yield Αλλαγή χρονομετρητή [kWh] Φεβρουάριος 2013	Total yield Αλλαγή χρονομετρητή [kWh] 2013
Σωτηριάδης Νικόλαος	7632,46	16485,53
	7632,46 [Σύνολο]	16485,53 [Σύνολο]

< έτος < μήνας 28/2/2013 Μήνας > Έτος >

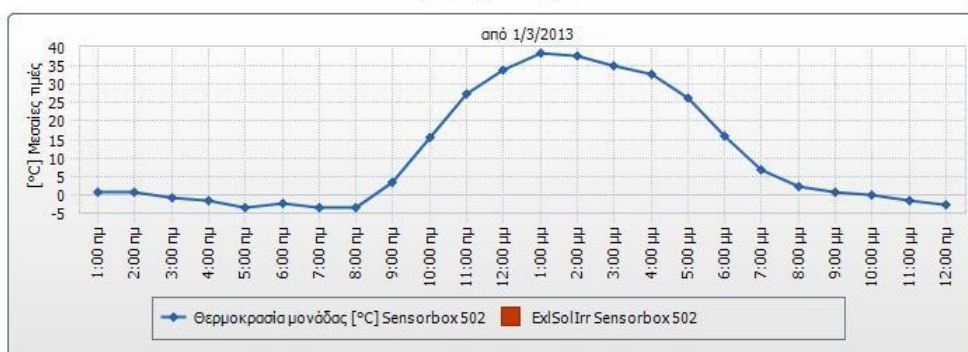
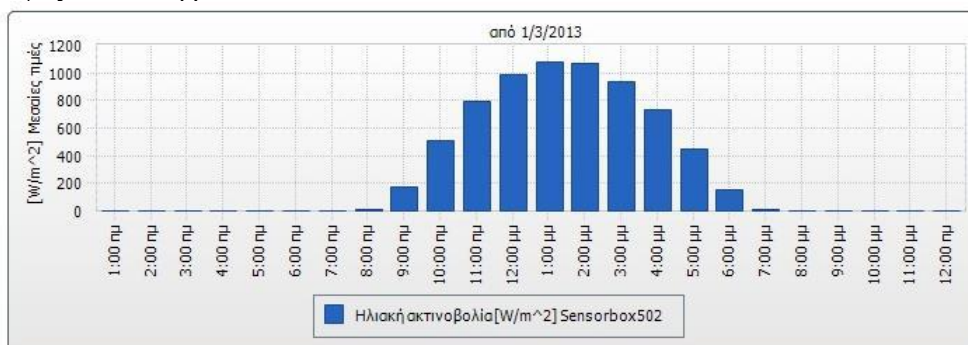


1/2/2013 - 28/2/2013

- Συνολική ενεργειακή απόδοση (kW) ενός από τους inverter του συστήματος. Εμφανίζει την ισχύ που παρήγαγε ο συγκεκριμένος Inverter (ο συγκεκριμένος είναι 12kW) σε έναν συγκεκριμένο έτος (στην παρακάτω περίπτωση το 2013) και σε μια συγκεκριμένη ημέρα (στην παρακάτω περίπτωση την 1/3/2013)



- Ηλιακή ακτινοβολία (W/m^2) και θερμοκρασία ($^{\circ}C$) στην επιφάνεια των πάνελ σε μια συγκεκριμένη ημέρα (στην περίπτωση 1/3/2013). Οι τιμές αυτές λαμβάνονται από ένα sensorbox που είναι τοποθετημένο δίπλα στα πάνελ και στο ίδιο ύψος και κλίση με αυτά.



5.2 Σύγκριση αποτελεσμάτων

Οι ετήσιες αποδοχές του φ/β πάρκου σύμφωνα με τα προγράμματα προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

Το πρόγραμμα PVSYST μας έδωσε ετήσια καθαρή παραγωγή 127,9 MWh ,το SMA SUNNY DESIGN μας έδωσε 122,33 MWh και το PVGIS μας έδωσε 139 MWh.

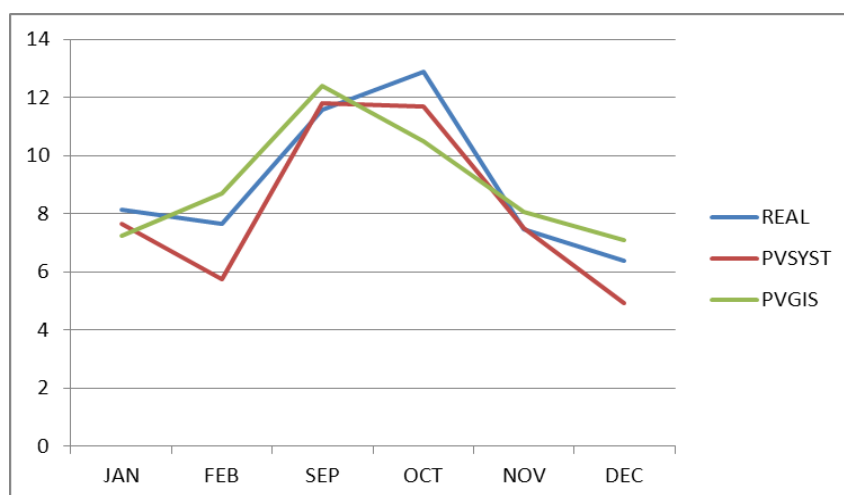
5.2.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΗΝΙΑΙΩΝ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ

Ο χρόνος λειτουργίας του φ/β πάρκου είναι από τον Σεπτέμβριο του 2012 έως και σήμερα. Σύμφωνα με τις πραγματικές μηνιαίες τιμές απόδοσης που δίνει το πρόγραμμα SMA SUNNY PORTAL μπορεί να γίνει μια σύγκριση με τα προγράμματα PVSYST και PVGIS.

	REAL	PVSYST	PVGIS
JAN	8,14	7,65	7,25
FEB	7,64	5,73	8,7
SEP	11,56	11,79	12,4
OCT	12,9	11,67	10,5
NOV	7,46	7,51	8,05
DEC	6,39	4,92	7,08

Εικ 5.2.1.1 Πίνακας μηνιαίων αποδόσεων (MWh/Month)

Από τις τιμές του παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι οι πραγματικές μηνιαίες αποδόσεις του συστήματός είναι ίδιες ή και μεγαλύτερες από τις εκτιμώμενες αποδόσεις που δίνουν τα προγράμματα προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκαν.



Εικ 5.2.1.2 Διάγραμμα αποδόσεων (MWh/Month)

5.2.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΙΔΑΝΙΚΟΤΕΡΗΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑΣ

Για την συναρμολόγηση της συγκεκριμένης φ/β εγκατάστασης υπάρχουν δύο διαφορετικές συνδεσμολογίες οι οποίες είναι:

Περίπτωση Α:

- Σε κάθε inverter STP10000TL συνδέονται στην είσοδο των 22 Α δύο συστοιχίες των 21 φ/β πάνελ
- Σε κάθε inverter STP12000TL συνδέονται στην είσοδο των 22 Α δύο συστοιχίες των 20 φ/β πάνελ και στην είσοδο των 11 Α συνδέεται μία συστοιχία των 8 φ/β πάνελ.

Περίπτωση Β:

- Σε κάθε inverter STP10000TL συνδέονται στην είσοδο των 22 Α δύο συστοιχίες των 21 φ/β πάνελ
- Σε κάθε inverter STP12000TL να συνδέονται στην είσοδο των 22 Α δύο συστοιχίες των 24 φ/β πάνελ.

Οι δύο παραπάνω συνδεσμολογίες προσομοιώθηκαν στο πρόγραμμα SMA Sunny Design και έδωσαν τα εξής αποτελέσματα.

Σύμφωνα με την συνδεσμολογία της περίπτωσης Α η εκτιμώμενη ετήσια απόδοση του φ/β πάρκου θα είναι 132,45MWh και από αυτά οι 122,02 MWh θα περάσουν στο δίκτυο.

Με την συνδεσμολογία της περίπτωσης Β η ετήσια απόδοση του συστήματος θα είναι 133,07MWh από τις οποίες οι 122,63 MWh θα περάσουν στο δίκτυο.

Όπως μπορούμε να συμπεράνουμε η συνδεσμολογία της περίπτωσης Β είναι αποδοτικότερη κατά 0,61MWh. Η διαφορά αυτή θεωρείται αμελητέα σε σχέση με την συνολική ετήσια απόδοση του συστήματος (0,57%) και έτσι δεν την λαμβάνουμε υπ' όψη.

Αν και η συνδεσμολογία της Β περίπτωσης είναι πιο απλοϊκή η συνδεσμολογία που χρησιμοποιήθηκε για το συγκεκριμένο Φ/Β πάρκο είναι αυτή της περίπτωσης Α για λόγους καθαρά χωροταξικούς.

5.2.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΙΔΑΝΙΚΟΤΕΡΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

Ο υπολογισμός της διατομής αγωγών γίνεται με δύο τρόπους :

- i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας και
- ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης.

Με την μέθοδο ασφαλούς λειτουργίας επιλέγεται η διατομή των αγωγών σύμφωνα με τους κανονισμούς των ΕΗΕ και στην συνέχεια με την μέθοδο της επιτρεπόμενης πτώσης τάσης εξετάζεται αν οι αγωγοί που επιλέξαμε με την πρώτη μέθοδο ικανοποιούν τα κριτήρια της μέγιστης πτώσης τάσης που είναι 1% για ΕΗΕ. Σε περίπτωση που η πτώση τάσης ξεπερνά το 1% επιλέγουμε την αμέσως μεγαλύτερη διατομή αγωγού και εξετάζουμε για δεύτερη φορά την πτώση τάσης στους αγωγούς της γραμμής. 1% πτώση τάσης σημαίνει: $1\% * (\text{Τάση δικτύου}) = 1\% * 230\text{V} = 2,3 \text{ V}$. Δηλαδή η μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσης σε αγωγούς ΕΗΕ είναι 2,3 V.

Η διατομή των αγωγών μίας ΕΗΕ σύμφωνα με την μέθοδο ασφαλούς λειτουργίας υπολογίζεται από τον πίνακα του άρθρου 126 του κανονισμού των ΕΗΕ που φαίνεται παρακάτω.

Διατομή αγωγού mm ²	Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος (A)
1	11
1,5	14
2,5	20
4	25
6	33
10	43
16	60
25	83
35	100

Εικ 5.2.3.1 Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση αγωγών

Με την βοήθεια του προγράμματος SMA Sunny Design πήραμε τις τιμές των ρευμάτων που εισήλθαν στους inverters και των ρευμάτων που εξήλθαν από αυτούς.

Οι τιμές των ρευμάτων που εισέρχονται στις εισόδους των inverter είναι οι εξής:

- Στους inverter STP12000TL η μεγάλη είσοδος (22A) δέχεται ρεύμα 17,02 A και η μικρή είσοδος (11A) δέχεται ρεύμα 8,51 A.
- Στους inverter STP 10000TL η μεγάλη είσοδος (22A) δέχεται ρεύμα 16,87 A.

Σύμφωνα με τις τιμές ρευμάτων που μας έδωσε το πρόγραμμα και με την βοήθεια του πίνακα παρατηρούμε ότι οι διατομές αγωγών που μας ικανοποιούν είναι η 4mm² και η 6 mm².

Η επόμενη μέθοδος για να δούμε ποια από τις παραπάνω διατομές είναι η καταλληλότερη είναι η μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης.

Επιλέγοντας στο πρόγραμμά την διατομή αγωγού 4mm² η πτώση τάσης που εμφανίζεται είναι 2,97V (>2,3V), ενώ για την διατομή αγωγού 6 mm² η πτώση τάσης που εμφανίζει είναι 1,97V (<2,3V). Το συμπέρασμά από αυτές τις τιμές τάσεων είναι ότι η καταλληλότερη επιλογή είναι ο αγωγός των 6 mm².

Οι τιμές των ρευμάτων που εξέρχονται από τις εξόδους των inverters είναι οι εξής:

- Στους inverter STP 12000TL το ρεύμα που εξέρχεται είναι 49,97 A
- Στους inverter STP 10000TL το ρεύμα που εξέρχεται είναι 43,33 A.

Από τον πίνακα βλέπουμε ότι η μόνη διατομή αγωγού που καλύπτει τις απαιτήσεις μας είναι η 16mm². Επειδή είναι η μόνη ικανοποιητική διατομή αγωγού δεν υπάρχει λόγος να συνεχίσουμε στην μέθοδο επιτρεπόμενης πτώσης τάσης.

5.2.4 ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ / ΑΠΟΔΟΣΗ Φ/Β ΠΑΝΕΛ

Ως ηλιακή ενέργεια ορίζεται η ενέργεια που φτάνει από τον ήλιο στη γη. Η ενέργεια αυτή εκπέμπεται από τον ήλιο λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του, και μεταδίδεται στο διάστημα με τη μορφή ακτινοβολίας. Η ηλιακή ακτινοβολία κατά την είσοδό της στην ατμόσφαιρα υπόκειται απορρόφηση και σκέδαση (οι κυριότεροι απορροφητές είναι: τα νέφη, οι υδρατμοί, το όζον και το διοξείδιο του άνθρακα). Η ακτινοβολία που σκεδάζεται είναι η διάχυτη και ένα μέρος της επιστρέφει στο διάστημα. Η ακτινοβολία που φτάνει στο έδαφος χωρίς σκέδαση είναι η άμεση ηλιακή.

Η απόδοση ενός φ/β πάνελ δεν εξαρτάται μόνο από την ηλιακή ακτινοβολία αλλά και από την θερμοκρασία που αναπτύσσεται στην επιφάνεια του φ/β πάνελ, την κλίση και την πιθανή σκιάσή του.

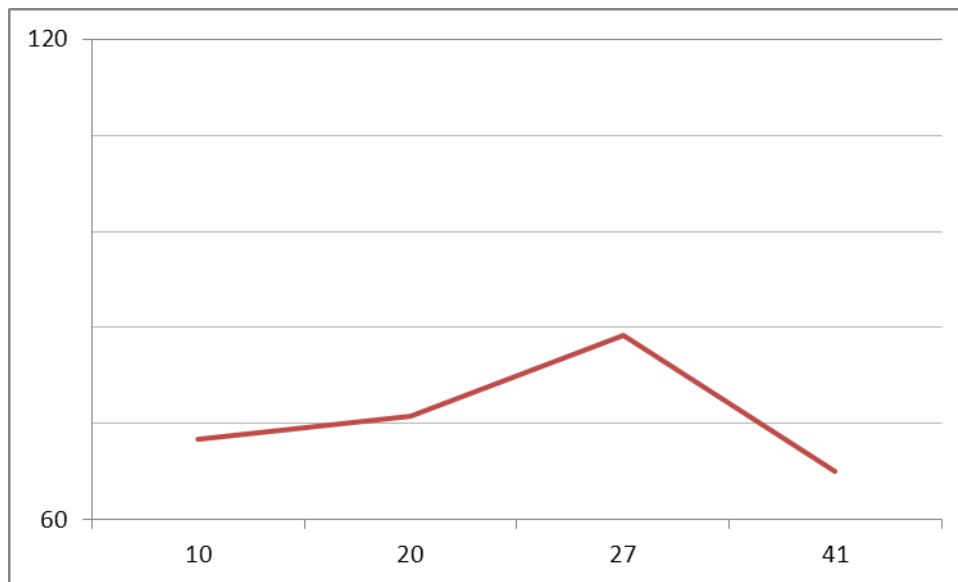
Η ακτινοβολία του ήλιου που καταλήγει στην επιφάνεια της γης μπορεί να φθάσει τα 1.200 W/m^2 .

Παρακάτω γίνονται συγκρίσεις για το καταλληλότερο εύρος θερμοκρασιών που θα πρέπει να έχει το φ/β πάνελ για να έχει αυξημένη απόδοση.

Μέσω του προγράμματος SMA Sunny Portal καταγράψαμε την απόδοση του συστήματός για συγκεκριμένες τιμές ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας σε διαφορετικούς μήνες του χρόνου. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα στοιχεία αυτά.

Ηλιακή Ακτινοβολία : 800 W/m ²		Ηλιακή Ακτινοβολία : 600 W/m ²	
Θερμοκρασία Πάνελ (C°)	Απόδοση (KWh)	Θερμοκρασία Πάνελ (C°)	Απόδοση (KWh)
10	70		
20	73	20	55
27	83	29	56
41	66	39	50

Εικ 5.2.4.1 Πίνακας Θερμοκρασίας/Απόδοση



Εικ 5.2.4.2 Διάγραμμα Θερμοκρασίας /Απόδοσης φ/β πάνελ για ηλιακή ακτινοβολία 800 W/m^2

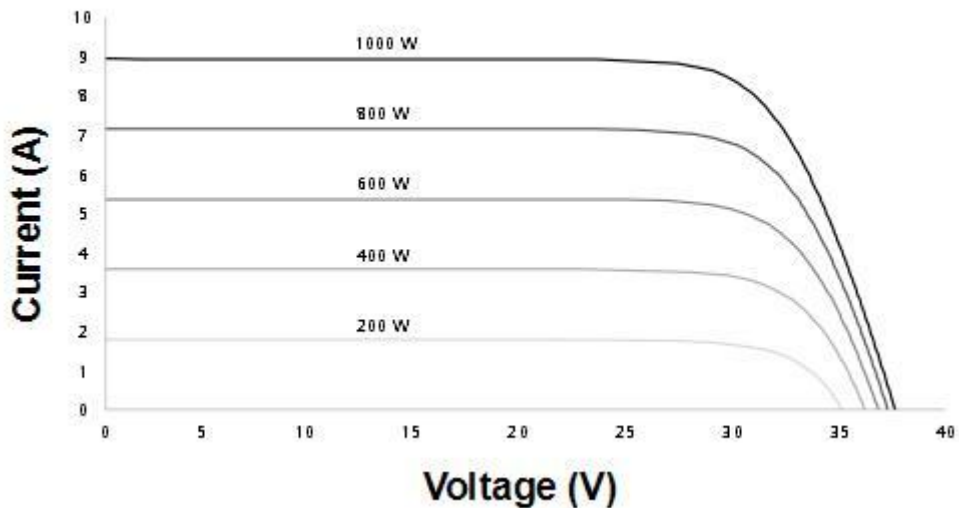
Όπως φαίνεται στο διάγραμμα το εύρος θερμοκρασιών στις οποίες το φ/β πάνελ αποδίδει καλύτερα είναι μεταξύ $25-30 \text{ C}^\circ$ ενώ όσο ανεβαίνει η θερμοκρασία του πάνελ η απόδοσή του πέφτει.

Η παραπάνω θερμοκρασίες ισχύουν μόνο στη συγκεκριμένη περίπτωση λόγω ότι υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση του φ/β πάνελ όπως είναι η εξωτερική θερμοκρασία, σκόνη και τέφρα όπου επικρατεί στην συγκεκριμένη περιοχή.

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η καμπύλη απόδοσης των φ/β πάνελ που χρησιμοποιήθηκαν στο φ/β πάρκο.

Βλεποντάς το διάγραμμα παρατηρούμε ότι όσο μικρότερη είναι η ηλιακή ακτινοβολία η ένταση στην έξοδο του πάνελ μειώνεται αισθητά.

I-V curve S 245 P60 Professional



Εικ 5.2.4.3 Καμπύλη απόδοσης φ/β πάνελ CentroSolar S245P60 Professional

6 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

6.1 Μελέτη βιωσιμότητας της επένδυσης

Εκτίμηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της τεχνικής μελέτης στην οποία έχουν ληφθεί υπόψη όλα τα δεδομένα της ηλιακής ακτινοβολίας, των κλιματολογικών συνθηκών, των απωλειών του συστήματος όπως και η μορφολογία του εδάφους για την συγκεκριμένη περιοχή βρέθηκε ότι η συνολική παραγωγή κατά έτος θα είναι **139.000 KWh**. Σε αυτό το σημείο αξίζει να επισημανθεί ότι αυτή η παραγωγή έχει προκύψει με παραμέτρους απωλειών κατά 3% μεγαλύτερες για λόγους ασφαλείας.

Για να υπολογίσουμε την ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος για τα επόμενα 20 χρόνια λειτουργίας θα πρέπει να λάβουμε υπόψη την φυσιολογική μείωση απόδοσης των πάνελ. Σύμφωνα με τους κατασκευαστές των πάνελ και λαμβάνοντας υπόψη ότι εγγυούνται 80% τουλάχιστον απόδοση στην ονομαστική τιμή peak μετά από 20 χρόνια έχουμε 1% μείωση κατά έτος.

Έτσι η παραγωγή ανά έτος για τα επόμενα 20 χρόνια θα είναι:

	Απόδοση πάνελ	Ισχύς KWhpeak
1ο έτος	100%	139.000
2ο έτος	99%	137.610
3ο έτος	98%	136.220
4ο έτος	97%	134.830
5ο έτος	96%	133.440
6ο έτος	95%	132.050
7ο έτος	94%	130.660
8ο έτος	93%	129.270
9ο έτος	92%	127.880
10ο έτος	91%	126.490
11ο έτος	90%	125.100
12ο έτος	89%	123.710
13ο έτος	88%	122.320
14ο έτος	87%	120.930
15ο έτος	86%	119.540
16ο έτος	85%	118.150
17ο έτος	84%	116.760
18ο έτος	83%	115.370
19ο έτος	82%	113.980
20ο έτος	81%	112.590

Η μέση μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με βάση πάντα την τεχνική μελέτη θα είναι:

Fixed system: inclination=32o, orientation=0o				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	234	7250	2.85	88.2
Feb	311	8700	3.82	107
Mar	380	11800	4.82	149
Apr	422	12700	5.50	165
May	458	14200	6.14	190
Jun	487	14600	6.72	202
Jul	513	15900	7.09	220
Aug	497	15400	6.91	214
Sep	412	12400	5.57	167
Oct	339	10500	4.42	137
Nov	268	8050	3.36	101
Dec	228	7080	2.77	85.9
Yearly average	379	11500	5.00	152

Total for year	139000	1830
-----------------------	--------	------

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)]

6.2 Προϋπολογισμός επένδυσης

Ισχύς εγκατάστασης σε KWp	99,66KW
Φωτοβολταϊκά πάνελ	151.756,42 €
Μετατροπείς	37.638 €
Βάσεις στήριξης πάνελ	27.060 €
Πασαλόμπιξη Βάσεων	5.535 €
Κόστος εγκατάστασης	26.445 €
Κάμερες ασφαλείας	4.305 €
Συναγερμός-Φωτισμός	3.075 €
Περίφραξη	9.225 €
Σύνδεση Δ.Ε.Η.	12.500€%
ΣΥΝΟΛΟ	277.539,42 €

Η επένδυση συνολικής ισχύος 100 KWp έχει συνολικό προϋπολογισμό 277.539,42 € που σημαίνει κόστος 2,776 € ανά watt.

6.3 Υπολογισμός εξόδων και κόστους παραγωγής

Στο άρθρο 13 του νόμου 3468 που αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ο οποίος ψηφίσθηκε στις 27-06-2006 αναφέρει ότι η τιμή πώλησης της KWh από Φωτοβολταϊκό σύστημα μικρότερης ισχύος από 100 KW συνδεδεμένο στο δίκτυο είναι 0,45 € ανά KWh. Ειδικότερα και μετά από υπουργική απόφαση για το 2007 καθορίστηκε η τιμή στα 452,82 €/MWh και για υπογραφή συμβάσεων από 1-2-2011 έως και 31-7-2011 η τιμή θα είναι 427,86€/MWh. Λαμβάνοντας υπόψη ότι αυτή η τιμή θα αναπροσαρμόζεται ετησίως (σύμφωνα πάντοτε με το νόμο) κατά 80% ως προς τον δείκτη των τιμών καταναλωτή που ανακοινώνεται από την τράπεζα της Ελλάδος ή σύμφωνα με την μεσοσταθμική μεταβολή των εγκεκριμένων τιμολογίων της Δ.Ε.Η. και σύμφωνα με τα στοιχεία των τελευταίων πέντε ετών μπορούμε να πούμε κατά προσέγγιση ότι η ετήσια μεταβολή της αποζημίωσης ανά KWh θα είναι τουλάχιστον 1%.

Έτσι η τιμή πώλησης μονάδας προϊόντος για τα επόμενα 20 έτη θα είναι κατά προσέγγιση:

Έτος	Τιμή πώλησης €/MWh
1ο έτος	427,86
2ο έτος	432,14
3ο έτος	436,46
4ο έτος	440,82
5ο έτος	445,23
6ο έτος	449,68
7ο έτος	454,18
8ο έτος	458,72
9ο έτος	463,31
10ο έτος	467,94
11ο έτος	472,62
12ο έτος	477,35
13ο έτος	482,12
14ο έτος	486,94
15ο έτος	491,81
16ο έτος	496,73
17ο έτος	501,70
18ο έτος	506,71
19ο έτος	511,78
20ο έτος	516,90

Τιμές πώλησης ηλεκτρικού ρεύματος κατά προσέγγιση με μέση ετήσια αύξηση 1% για τα επόμενα 20 χρόνια.

Σύμφωνα λοιπόν με αυτές τις τιμές πώλησης και την αντίστοιχη παραγωγή ενέργειας που υπολογίστηκε πριν ο κύκλος εργασιών της μονάδας θα είναι:

Έτος	Κύκλος εργασιών €
1ο έτος	59.472,54
2ο έτος	59.466,78
3ο έτος	59.454,58
4ο έτος	59.435,76
5ο έτος	59.411,49
6ο έτος	59.380,24
7ο έτος	59.343,15
8ο έτος	59.298,73

9ο έτος	59.248,08
10ο έτος	59.189,73
11ο έτος	59.124,76
12ο έτος	59.052,97
13ο έτος	58.972,92
14ο έτος	58.885,65
15ο έτος	58.790,96
16ο έτος	58.688,65
17ο έτος	58.578,49
18ο έτος	58.459,13
19ο έτος	58.332,68
20ο έτος	58.197,77

Αναμενόμενος κύκλος εργασιών της προτεινόμενης εγκατάστασης για τα επόμενα 20 χρόνια.

6.4 Κόστη παραγωγής και έξοδα επιχείρησης

Ακολουθεί ανάλυση του συνολικού ετήσιου κόστους λειτουργίας της μονάδας καθώς και των διαφόρων απαιτούμενων ειδών σε σταθερές τιμές.

6.5 Προσωπικό

Η συγκεκριμένη εγκατάσταση υπολογίζεται ότι απαιτεί έναν υπαλλήλο μερικής απασχόλησης για την εποπτεία της καλής λειτουργίας. Άρα το κόστος προσωπικού της εγκατάστασης δεν θα ξεπερνάει τους 6 ανθρωπομήνες κατά έτος. Σημειώνεται ότι η καταγραφή της ημερήσιας παραγωγής του Φ/Βπάρκου θα γίνεται αυτόματα και τα δεδομένα θα είναι προσβάσιμα ανά πάσα στιγμή μέσω του Διαδικτύου όπως περιγράφεται στην τεχνική μελέτη, όποτε τυχόν μικρό σφάλματα ή μικρό ατυχήματα δεν θα έχουν επίπτωση στην συνολική παραγωγή της μονάδας. Το κόστος του προσωπικού με βάση τους απαιτούμενους 6 ανθρωπομήνες με σημερινές σταθερές τιμές υπολογίζεται σε 6.000,00 € / έτος. Το ποσό αυτό θα αναπροσαρμόζεται ετησίως σύμφωνα με τον επίσημο πληθωρισμό.

6.6 Επισκευές – Συντήρηση εξοπλισμού

Το κόστος επισκευών και συντήρησης του εξοπλισμού της εγκατάστασης υπολογίζεται να είναι ετησίως 2% επί των εσόδων που προκύπτουν από την ετήσια παραγωγή και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος αυτό περιλαμβάνει την συντήρηση και την άμεση αποκατάσταση των μετατροπέων όπως και των φωτοβολταϊκών πάνελ της εγκατάστασης. Διευκρινίζεται ότι οι μετατροπείς συνοδεύονται από εγγύηση καλής λειτουργίας 5 ετών και τα πάνελ 20 ετών. Με την υπογραφή του ανάλογου συμβολαίου συντήρησης ίσου με το 2% της παραγόμενης και πωλούμενης ενέργειας εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία της μονάδας για όλο το διάστημα των 20 ετών.

6.7 Έξοδα Διοίκησης

Τα έξοδα διοικητικής λειτουργίας της μονάδας υπολογίζονται σε 6 ανθρωπομήνες ετησίως για διοικητικό προσωπικό υποστήριξης και σε άλλους 3 ανθρωπομήνες για την διοίκηση και διαχείριση

της μονάδας ως αμοιβές Διοικητικού Συμβουλίου. Τα αντίστοιχα ετήσια κόστη σε σημερινές σταθερές τιμές είναι 6.000,00 € / έτος και 3.000,00 € / έτος. Το ποσό αυτό θα αναπροσαρμόζεται ετησίως σύμφωνα με τον επίσημο πληθωρισμό.

6.8 Λειτουργικά κόστη

Τα λειτουργικά κόστη περιλαμβάνουν τα έξοδα τηλεφωνίας, ύδρευσης, στέγασης των γραφείων της εταιρίας, ταξιδιών στον τόπο της εγκατάστασης, γραφικών υλών κ.τ.λ. Υπολογίζονται ότι σε σημερινές σταθερές τιμές ετησίως θα είναι 6.000,00 €.

6.9 Αποσβέσεις

Στην συνέχεια θα υπολογιστούν οι αποσβέσεις που πρέπει να γίνουν στην αξία του εξοπλισμού των εγκαταστάσεων ώστε να ακολουθήσει η σύνταξη των λογαριασμών εκμετάλλευσης της μονάδας και των αποτελεσμάτων χρήσης. Σύμφωνα με το Π.Δ. 299 για τον καθορισμό κατώτερων και ανώτερων συντελεστών απόσβεσης (Φ.Ε.Κ. 255/22 2003), για τα μηχανήματα και τις εγκαταστάσεις μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φωτοβολταϊκά συστήματα (Παράγραφος 1, άρθρο 4, υποπαράγραφος στ) ο κατώτερος συντελεστής μπορεί να είναι 5% και ο ανώτερος 7%. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η διάρκεια ζωής της μονάδας θα είναι το ελάχιστο 20 έτη επιλέγουμε ως συντελεστή απόσβεσης το 5%.

Σύμφωνα με το ίδιο προεδρικό διάταγμα η απόσβεση των κτιριακών εγκαταστάσεων της μονάδας μπορεί να γίνει με συντελεστή απόσβεσης από 3% έως 5%. Λαμβάνοντας και πάλι υπόψη τη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης επιλέγουμε επίσης τον συντελεστή του 5%.

Άρα ο γενικός συντελεστής απόσβεσης της μονάδας θα είναι 5%.

Λαμβάνοντας υπόψη το συνολικό κόστος της επένδυσης το οποίο υπολογίστηκε σε 277.539€ βρίσκουμε ότι η ετήσια απόσβεση θα είναι 13.877 €/έτος.

6.10 Ποσοστό ίδιας συμμετοχής

Για την συγκεκριμένη επένδυση η ελάχιστη απαιτούμενη ίδια συμμετοχή χρειάζεται να είναι το ~40% του συνολικού κόστους. Σύμφωνα με αυτό το ποσοστό, η ελάχιστη ίδια συμμετοχή είναι 110.804,42€ εφ'όσον το ποσό την συνολικής επένδυσης ανέρχεται στα 277.539,42€.

6.11 Δάνεια

Το υπόλοιπο ποσό των 166.735€ για να εξοφληθεί όλη η επένδυση θα καλυφθεί από δανειοδότηση τραπεζικού συστήματος. Μετά την κατάθεση συγκεκριμένου αιτήματος στην ΑΤΕbank εγκρίθηκε δάνειο ύψους 165.735€ με επιτόκιο 10% και εξόφλησή του σε 40 τριμηνιαίες δόσεις (10 χρόνια), αφού υπογράφησαν και οι απαιτούμενες υποθήκες και προσημειώσεις για την κάλυψη του τραπεζικού συστήματος.

Οι τοκοχρεωλητικές δόσεις που θα πληρώνονται στην ΑΤΕbank θα είναι οι παρακάτω:

ΕΣΤΥΡΩΣΗ ΑΝΩΤΑΙΩΝ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΩΝ

ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ : 219-42-000275-01
 ΜΟΝΙΜΗ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΩΝ : ΕΟΡ
 ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΑΝΣΙΟΣ : ΕΜΠΡΟΣ
 ΟΜΟΣ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΩΝ : 42437 Μ/Μ ΕΠΕΝΔΥΣΙΑ ΑΝΩΤΑ ΣΠΑΣΙΝΗΣ ΕΠΕΡΕΙΑΣ
 ΤΩΝΟΣ ΑΝΩΤΑΙΩΝ : 4.354,74

Α/Α ΣΟΦΗΣ	ΜΗ/ΝΙΑ ΑΝΩΤΑ	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΟΦΗΣ	ΤΩΝΟΣ ΣΟΦΗΣ	ΕΣΤΥΡΩΣΗ ΣΟΦΗΣ	ΕΠΙΛΟΓΩΜΕΝΟΣ ΤΩΝΟΣ	ΑΛΗΘΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟ
1	08-09-2012	2.443,60	4.354,74	6.798,42	0,00	144.291,32
2	11-12-2012	2.506,12	4.290,81	6.797,95	0,00	161.785,29
3	11-03-2013	2.570,15	4.133,41	6.793,76	0,00	159.210,05
4	20-04-2013	2.635,81	4.113,14	6.788,95	0,00	156.579,24
5	30-09-2013	2.703,16	4.089,59	6.792,66	0,00	153.876,98
6	31-12-2013	2.772,23	4.016,89	6.791,12	0,00	151.103,85
7	31-03-2014	2.843,06	3.860,71	6.703,77	0,00	148.260,79
8	30-06-2014	2.915,70	3.830,15	6.745,85	0,00	145.145,59
9	30-09-2014	2.990,18	3.796,09	6.784,28	0,00	142.354,90
10	31-12-2014	3.066,55	3.718,00	6.784,59	0,00	139.288,31
11	31-03-2015	3.144,94	3.558,81	6.703,75	0,00	136.143,37
12	30-06-2015	3.225,30	3.517,11	6.742,41	0,00	132.918,07
13	30-09-2015	3.307,70	3.471,53	6.779,23	0,00	129.610,37
14	31-12-2015	3.392,22	3.385,17	6.777,15	0,00	126.218,15
15	31-03-2016	3.478,89	3.260,70	6.739,59	0,00	122.739,26
16	30-06-2016	3.567,77	3.170,84	6.738,61	0,00	119.171,49
17	30-09-2016	3.658,93	3.112,49	6.771,42	0,00	115.512,56
18	31-12-2016	3.752,42	3.016,92	6.769,34	0,00	111.760,14
19	31-03-2017	3.848,29	2.855,47	6.703,76	0,00	107.911,85
20	30-06-2017	3.946,62	2.787,79	6.734,41	0,00	103.945,23
21	30-09-2017	4.047,45	2.715,33	6.762,78	0,00	99.917,78
22	31-12-2017	4.150,84	2.609,62	6.760,48	0,00	95.766,92
23	31-03-2018	4.256,92	2.446,85	6.703,77	0,00	91.510,00
24	30-06-2018	4.365,48	2.384,06	6.735,74	0,00	87.144,32
25	29-09-2018	4.477,23	2.276,02	6.753,25	0,00	82.667,09
26	31-12-2018	4.591,62	2.159,07	6.750,69	0,00	78.075,47
27	31-03-2019	4.708,94	1.994,82	6.703,76	0,00	73.366,53
28	30-06-2019	4.829,25	1.895,35	6.724,60	0,00	68.537,28
29	30-09-2019	4.952,64	1.790,05	6.742,69	0,00	63.584,64
30	31-12-2019	5.079,18	1.660,68	6.739,86	0,00	58.505,46
31	31-03-2020	5.208,95	1.511,42	6.720,37	0,00	53.296,91
32	29-06-2020	5.342,04	1.376,86	6.718,90	0,00	47.954,47
33	29-09-2020	5.478,53	1.252,46	6.730,99	0,00	42.479,94
34	29-12-2020	5.618,51	1.109,38	6.727,89	0,00	36.857,43
35	29-03-2021	5.762,07	941,71	6.703,78	0,00	31.095,36
36	29-06-2021	5.909,29	803,32	6.712,61	0,00	25.280,07
37	30-09-2021	6.060,27	657,80	6.718,07	0,00	19.125,80
38	31-12-2021	6.215,11	499,52	6.714,63	0,00	12.912,69
39	31-03-2022	6.373,91	329,86	6.703,77	0,00	6.536,78
40	30-06-2022	6.536,78	160,88	6.705,66	0,00	0,00
ΣΥΝΟΛΑ :		188.733,00	102.905,61	209.640,61	0,00	

6.12 Ενεργητικό Εταιρίας

ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ ΕΤΑΙΡΙΑΣ											
ΧΡΗΣΕΙΣ	ΕΝΑΡΞΗ	1η	2η	3η	4η	5η	6η	7η	8η	9η	10η
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ Β.ΕΞΟΔΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ											
Έξοδα ίδρυσης											
ΑΠΟΣΒΕΣΗ											
ΑΝΑΠΟΣΒΕΣΗ Β Γ.ΠΑΓΙΟ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ											
Γ Κτίρια και τεχνικά έργα		227.539,42	263.662,42	249.785,42	235.905,42	222.031,42	208.154,42	194.277,42	180.400,42	166.583,42	152.642,42
ΑΠΟΣΒΕΣΗ 5%		13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877
ΑΝΑΠΟΣΒΕΣΗ Γ.Ι.		263.662,42	249.785,42	235.905,42	222.031,42	208.154,42	194.277,42	180.400,42	166.583,42	152.642,42	138.769,42
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΓΙΟΥ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ ΙΙΙ		263.662,42	249.785,42	235.905,42	222.031,42	208.154,42	194.277,42	180.400,42	166.583,42	152.642,42	138.769,42
Δ.ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ											
Ι.ΑΠΟΘΕΜΑ											
ΙΙ.ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ		13.877	20.658,24	23.362,29	24.874,64	25.067,69	23.804,47	20.927,81	16.204,34	9.638,45	806,35
ΙV.ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ											
Ι.ΤΑΜΕΙΟ											
ΙΙΙ.ΚΑΤΑΘ.ΟΦΕΩΣ		13.702,00	14.491,03	15.381,57	16.352,44	17.524,74	18.806,18	20.247,46	21.852,44	23.682,70	25.730,27
ΣΥΝΟΛΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ Ι+ΙΙ+ΙV		27.579,00	35.149,27	38.743,86	41.227,08	42.592,43	42.610,65	41.175,27	38.056,78	33.321,15	26.536,62
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ (Β+Γ+Δ)		291.241,42	284.934,69	274.649,28	263.258,50	250.746,85	236.888,07	221.575,69	204.640,20	185.963,57	165.306,04

ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ ΕΤΑΙΡΙΑΣ											
ΧΡΗΣΕΙΣ	11η	12η	13η	14η	15η	16η	17η	18η	19η	20η	21η
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ											
Β.ΕΞΟΔΑ											
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ											
Έξοδα ίδρυσης											
ΑΠΟΣΒΕΣΗ											
ΑΝΑΠΟΣΒΕΣΗ Β											
Γ.ΠΑΓΙΟ											
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ	138.769,42	124.892,42	111.015,42	97.138,42	83.861,42	69.384,42	55.507,42	41.630,42	27.753,42	13.876,42	
Ι Κτίρια και τεχνικά έργα											
ΑΠΟΣΒΕΣΗ 5%	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.876,42	
ΑΝΑΠΟΣΒΕΣΗ Γ.Ι.	124.892,42	111.015,42	97.138,42	83.261,42	69.984,42	55.507,42	41.630,42	27.753,42	13.876,42	0,00	
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΓΙΟΥ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ ΠΙ	124.892,42	111.015,42	97.138,42	83.261,42	69.984,42	55.507,42	41.630,42	27.753,42	13.876,42	0,00	
Δ.ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝ											
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ											
Ι.ΑΠΟΘΕΜΑ											
ΙΙ.ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ		3.519,12	17.470,73	31.423,82	45.378,44	59.334,61	73.292,36	87.251,72	101.212,74	115.174,83	
ΙV.ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ											
Ι.ΤΑΜΕΙΟ											
Ξ.ΚΑΤΑΘ.ΟΨΕΩΣ	16.528,82	26.525,35	26.072,29	25.604,55	25.121,78	24.623,62	24.109,71	23.578,51	23.031,98	22.469,18	
ΣΥΝΟΛΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ Ι+ΙΙ+ΙV	16.528,82	30.044,47	43.543,02	57.028,37	70.500,22	83.958,23	97.402,07	110.830,23	124.244,72	137.644,01	
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ (Β+Γ+Δ)	141.421,24	141.059,89	140.681,44	140.289,79	140.484,64	139.465,65	139.032,49	138.583,65	138.121,14	137.644,01	

6.13 Παθητικό Εταιρίας

ΑΕΝΑΗ Α.Ε - ΠΑΘΗΤΙΚΟ ΕΤΑΙΡΙΑΣ											
ΧΡΗΣΕΙΣ	ΕΝΑΡΞΗ	1η	2η	3η	4η	5η	6η	7η	8η	9η	10η
ΠΑΘΗΤΙΚΟ											
Α.ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ											
Ι.ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ											
1.ΚΑΤΑΒΕΒΛΗΜΕΝΟ		110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42
IV. ΑΠΟΘΕΜΑΤΙΚΑ ΚΕΦ.											
Τακτικό αποθεματικό											
Αφορολόγητα αποθεματικά											
V.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΙΣ ΝΕΟ											
Υπόλοιπο ζημιών χρήσεως											
ΣΥΝΟΛΟ ΙΔΙΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ		110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42
Γ.ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ											
3.Δάνεια τραπεζών		166.735,00	156.579,24	145.345,09	132.918,07	119.171,49	103.965,23	87.144,32	68.537,28	47.954,47	25.186,07
1.Αμοιβές Δ.Σ		3.000	3.060	3.121,20	3.183,62	3.247,30	3.312,24	3.378,49	3.446,06	3.514,98	3.585,28
5.Φόροι Τέλη		1.781,26	1.883,83	1.999,60	2.125,82	2.278,22	2.444,80	2.632,17	2.840,82	3.079,66	3.344,94
6.Μερίσματα πληρωτέα		11.920,74	12.601,20	13.381,97	14.226,62	15.246,52	16.361,38	17.615,29	19.011,62	20.610,04	22.385,33
ΣΥΝΟΛΟ ΙΙΙ											
ΣΥΝΟΛΟ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΩΝ		183.437,00	174.124,27	163.847,86	152.454,13	139.943,53	126.083,65	110.770,27	93.835,78	75.159,15	54.501,62
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ (Α+Γ)		294.241,42	284.928,69	274.652,28	263.258,55	250.747,95	236.888,07	221.574,69	204.640,20	185.963,57	165.306,04

ΑΕΝΑΗ Α.Ε - ΠΑΘΗΤΙΚΟ ΕΤΑΙΡΙΑΣ											
ΧΡΗΣΕΙΣ	11η	12η	13η	14η	15η	16η	17η	18η	19η	20η	21η
ΠΑΘΗΤΙΚΟ											
Α.ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ											
Ι.ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ											
1.ΚΑΤΑΒΕΒΛΗΜΕΝΟ	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	
IV. ΑΠΟΘΕΜΑΤΙΚΑ ΚΕΦ.											
Τακτικό αποθεματικό											
Αφορολόγητα αποθεματικά											
V.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΙΣ ΝΕΟ											
Υπόλοιπο ζημιών χρήσεως											
ΣΥΝΟΛΟ ΙΔΙΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	110.804,42	
Γ.ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ											
3.Δάνεια τραπεζών											
1.Αμοιβές Δ.Σ	3.656,98	3.730,12	3.804,73	3.880,82	3.958,44	4.037,61	4.118,36	4.200,72	4.284,74	4.370,43	
5.Φόροι Τέλη	3.504,78	3.448,30	3.389,40	3.328,59	3.265,83	3.201,07	3.134,26	3.065,21	2.994,16	2.920,99	
6.Μερίσματα πληρωτέα	23.455,06	23.077,05	22.682,85	22.275,96	21.855,95	21.422,55	20.975,45	20.513,30	20.037,82	19.548,17	
ΣΥΝΟΛΟ ΠΙ											
ΣΥΝΟΛΟ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΩΝ	30.616,82	30.255,47	29.876,98	29.485,37	29.080,22	28.661,23	28.228,07	27.779,23	27.316,72	26.839,59	
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ (Α+Γ)	141.421,24	141.059,89	140.681,40	140.289,79	139.884,64	139.465,65	139.032,49	138.583,65	138.121,14	137.644,01	

6.14 Αποτελέσματα Χρήσεων Εταιρίας

ΑΕΝΑΗ Α.Ε - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΡΗΣΕΩΝ

ΧΡΗΣΕΙΣ	ΕΝΑΡΞΗ	1η	2η	3η	4η	5η	6η	7η	8η	9η	10η
Κύκλος εργασιών (πωλήσεις)		59.472,54	59.466,78	59.454,58	59.535,76	59.411,49	59.380,24	59.343,15	59.298,73	59.248,08	59.189,73
ΜΕΙΟΝ κόστος πωληθέντων											
ΜΕΙΟΝ κόστος LEASING											
ΜΕΙΟΝ ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ		13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877
Μικτά αποτελέσματα											
Πλέον άλλα έσοδα (απόσβαση επιδότησης)											
Σύνολο		45.595,54	45.589,78	45.577,58	45.658,76	45.534,49	45.503,24	45.466,15	45.421,73	45.371,08	45.312,73
ΜΕΙΟΝ											
1. Έξοδα διοικητικής λειτουργίας		6.000	6.120	6.242,40	6.367,25	6.494,59	6.624,48	6.756,97	6.892,11	7.029,96	7.170,56
2. Έξοδα λειτουργ. Διαθέσεως		6.000	6.120	6.242,40	6.367,25	6.494,59	6.624,48	6.756,97	6.892,11	7.029,96	7.170,56
Μερικά αποτελέσματα		33.595,54	33.349,78	33.092,78	32.924,26	32.545,31	32.254,28	31.952,21	31.637,51	31.311,16	30.971,61
ΜΕΙΟΝ											
3. Χρεωστικοί τόκοι		16.892,54	15.798,75	14.590,01	13.288,20	11.773,27	10.135,86	8.325,26	6.339,01	6.106,48	1.656,06
Κέρδη προ φόρων		16.703,00	17.551,03	18.502,77	19.636,06	20.772,04	22.118,42	23.626,95	25.298,50	25.204,68	29.315,55
Αμοιβή Δ.Σ		3.000	3.060	3121,20	3183,62	3247,30	3312,24	3378,49	3446,06	3514,98	3585,28
ΚΑΘΑΡΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		13.703,00	14.491,03	15.381,57	16.452,44	17.524,74	18.806,18	20.248,46	21.852,44	21.689,70	25.730,27
ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΠΡΟΗΓ. ΧΡΗΣΕΩΝ											
ΣΥΝΟΛΟ ΚΕΡΑΩΝ		13.703,00	14.491,03	15.381,57	16.452,44	17.524,74	18.806,18	20.248,46	21.852,44	21.689,70	25.730,27
ΦΟΡΟΣ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΟΣ		1781,39	1883,834	1999,604	2138,8167	2278,21666	2444,80309	2632,30016	2840,8176	2819,66124	3344,9354
ΚΕΡΔΗ ΠΡΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗ		11.921,61	12.607,20	13.381,97	14.313,62	15.246,53	16.361,37	17.616,16	19.011,63	18.870,04	22.385,34
ΤΑΚΤΙΚΟ ΑΠΘΕΜΑΤΙΚΟ											
ΕΚΤΑΚΤΟ ΑΠΘΕΜΑΤΙΚΟ											
ΜΕΡΙΣΜΑΤΑ ΠΛΗΡΩΤΕΑ		11.921,61	12.607,20	13.381,97	14.313,62	15.246,53	16.361,37	17.616,16	19.011,63	18.870,04	22.385,34

ΑΕΝΑΗ Α.Ε - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΡΗΣΕΩΝ

ΧΡΗΣΕΙΣ	11η	12η	13η	14η	15η	16η	17η	18η	19η	20η	21η
Κύκλος εργασιών (πωλήσεις)	59.124,76	59.052,97	58.972,92	58.885,65	58.790,96	58.688,65	58.578,49	58.459,13	58.332,68	58.197,77	
ΜΕΙΟΝ κόστος πωληθέντων											
ΜΕΙΟΝ κόστος LEASING											
ΜΕΙΟΝ ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.877	13.876	
Μικτά αποτελέσματα	45.247,76	45.175,97	45.095,92	45.008,65	44.913,96	44.811,65	44.701,49	44.582,13	44.455,68	44.321,35	
Πλέον άλλα έσοδα (απόσβαση επιδότησης)											
Σύνολο											
ΜΕΙΟΝ											
1. Έξοδα διοικητικής λειτουργίας	7.313,97	7.460,25	7.609,45	7.761,64	7.916,87	8.075,21	8.236,71	8.401,45	8.569,48	8.740,87	
2. Έξοδα λειτουργ. Διαθέσεως	7.313,97	7.460,25	7.609,45	7.761,64	7.916,87	8.075,21	8.236,71	8.401,45	8.569,48	8.740,87	
Μερικά αποτελέσματα	30.619,82	30.255,47	29.877,02	29.485,37	29.080,22	28.661,23	28.228,07	27.779,23	27.316,72	26.839,61	
ΜΕΙΟΝ											
3. Χρεωστικοί τόκοι											
Κέρδοι προ φόρων	30.619,82	30.255,47	29.877,02	29.485,37	29.080,22	28.661,23	28.228,07	27.779,23	27.316,72	26.839,61	
Αμοιβή Δ.Σ	3.656,98	3.730,12	3.804,73	3.880,82	3.958,44	4.037,61	4.118,36	4.200,72	4.284,74	4.370,43	
ΚΑΘΑΡΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	26.962,84	26.525,35	26.072,29	25.604,55	25.121,78	24.623,62	24.109,71	23.578,51	23.031,98	22.469,18	
ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΠΡΟΗΓ.ΧΡΗΣΕΩΝ											
ΣΥΝΟΛΟ ΚΕΡΑΩΝ	26.962,84	26.525,35	26.072,29	25.604,55	25.121,78	24.623,62	24.109,71	23.578,51	23.031,98	22.469,18	
ΦΟΡΟΣ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΟΣ	3505,169	3448,296	3389,398	3328,592	3265,831	3201,071	3134,262	3065,206	2994,157	2920,993	
ΚΕΡΑΗ ΠΡΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗ	23.457,67	23.077,05	22.682,89	22.275,96	21.855,95	21.422,55	20.975,45	20.513,30	20.037,82	19.548,19	
ΤΑΚΤΙΚΟ ΑΠΟΘΕΜΑΤΙΚΟ											
ΕΚΤΑΚΤΟ ΑΠΟΘΕΜΑΤΙΚΟ											
ΜΕΡΙΣΜΑΤΑ ΠΑΗΡΩΤΕΑ	23.457,67	23.077,05	22.682,89	22.275,96	21.855,95	21.422,55	20.975,45	20.513,30	20.037,82	19.548,19	

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ (ΣΕΦ) www.helapco.gr
- <http://www.solar.com.gr>
- <http://www.fotovoltaika.blogspot.com>
- <http://www.portal.tee.gr>
- <http://www.helapco.gr>
- ΣΕΝΕΡΣ ΕΠΕ « Ένας Πρακτικός οδηγός για Φωτοβολταϊκά»
- <http://www.iqsolarpower.com>
- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>
- http://pvsys-wiki.wikispaces.com/file/view/Stand_Alone_PV_System_Using_PVSyst.pdf
- http://www.sunnyportal.com/Templates/Content.aspx?ContentTitleId=Manual&ContentId=Manual_TextPlaceholder
- <http://www.physics.uoi.gr/seci/clim2.pdf>